

## Integrated Assessment of Water Resources System in the Ajabshir Study Area, Based on SEEA-Water Accounting Framework

TAGHI MAHDAVI<sup>1</sup>, ALI BAGHERI<sup>\*2</sup>, SEYYED ABBAS HOSEYNI<sup>3</sup>

1. Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Water Resources Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

3. Department of Civil Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

(Received: Sep. 12, 2018- Revised: Jan. 22, 2019- Accepted: Jan. 28, 2019)

### ABSTRACT

Water accounting frameworks apply as a tool for organizing water data and water resources assessment. Adopting SEEA –Water framework, the paper will go through integrated water resource assessment in the Ajabshir study area in 2006 and 2016. The assessment was carried out based on the indicators associated to the different dimensions of water security in the area such as water resources, economic and social. According to the indicators of water resources dimension, agriculture, with more than 96% of water consumption, has the most effect on water stress. According to the intensity of water consumption in 2006 and 2016, the local water resource is highly unsustainable. Per capita renewable water increased from 835 m<sup>3</sup> per person in 2006 to 1179 m<sup>3</sup> per person in 1395. That is mainly due to the decrease of 17% of the population in 2016 compared to that in 2006, decrease in outflow to Lake Urmia because of the GHALEH-CHAY dam, as well as the further trans-basin water import. The marginal value changes in the economic productivity of water in the agricultural sector indicate that the economic drivers of agricultural sector were highly dominating the growth mechanism in the area, which can result in ignoring strategic water resources restrictions in favor of short-term individual economic gains. In spite of decline in water consumption in the service and constant water consumption in the industrial sectors, increase in services and industrial revenues has led to an increase in the economic productivity of water in those sectors.

**Keywords:** Water accounting framework, integrated assessment, Water security, Ajbashir Plain

## ارزیابی یکپارچه سیستم منابع آب محدوده مطالعاتی عجبشیر بر اساس چارچوب حسابداری آب-SEEA-Water

تقی مهدوی<sup>۱</sup>، علی باقری<sup>۲\*</sup>، سید عباس حسینی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری رشته عمران آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۲. دانشیار، گروه مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳. استادیار، گروه عمران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۶/۲۱ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۱/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۱/۸)

### چکیده<sup>۱</sup>

یکی از چارچوب‌های تحلیلی که برای ارزیابی یکپارچه منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد چارچوب حسابداری آب است. نظام حسابداری آب به‌عنوان ابزاری برای سازمان‌دهی و ترکیب داده‌های گردآوری‌شده از منابع مختلف به‌منظور تدوین یک سیستم اطلاعاتی و فراهم نمودن امکان ارزیابی یکپارچه سیستم‌های منابع آب از طریق پیوند بین داده‌های فیزیکی و اقتصادی معرفی می‌شود. در این تحقیق برای محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر با استفاده از چارچوب SEEA-W به تدوین حساب‌های آب مربوط به منطقه متناظر با سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ پرداخته‌شده و به‌عنوان کاربردی از خروجی‌های این حساب‌ها، با استخراج نشانگرهای ابعاد مختلف منابع آب، اقتصادی و اجتماعی به ارزیابی یکپارچه امنیت آبی محدوده پرداخته‌شده است. با توجه به نشانگرهای بعد منابع آب بخش کشاورزی با بیش از ۹۶ درصد مصرف آب بیشترین تأثیر را در تشدید تنش آبی محدوده دارد. با توجه به نشانگر شدت مصرف آب در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ با مقایسه میزان منابع آب موجود و مصرف‌شده، ناپایداری کامل در محدوده وجود دارد. سهم سرانه منابع آب تجدید پذیر این محدوده از ۸۳۵ مترمکعب به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۵ به ۱۱۷۹ مترمکعب به ازای هر نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است این موضوع عمدتاً به دلیل کاهش ۱۷٪ جمعیت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۵ و سپس به دلیل کاهش خروجی به دریاچه ارومیه و مهار سیلاب‌ها در اثر بهره‌برداری از سد قلعه چای و انتقال بیشتر آب از خارج محدوده (طرح زرینه‌رود) بوده است. تغییرات حاشیه‌ای بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد که نیروی محرکه قوی اقتصادی در بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی عجبشیر باعث می‌گردد که در این محدوده توجه زیادی به منافع کوتاه‌مدت در بخش کشاورزی بشود و نسبت به منافع استراتژیک منابع آب بی‌توجه باشند. علی‌رغم کاهش روند مصرف آب در بخش خدمات و ثابت بودن مصرف آب در صنعت، افزایش درآمد بخش خدمات و صنعت منجر به افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در این بخش‌ها شده است.

**واژه‌های کلیدی:** چارچوب حسابداری آب، ارزیابی یکپارچه، امنیت آبی، محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر

متفاوتی کمک گرفته می‌شود (Dublin Statement, 1992).

### مقدمه

ارزیابی یکپارچه باید استراتژیک، جامع و به‌هم‌پیوسته باشد. به‌عبارت‌دیگر مسائل فراتر از سطح پروژه دیده شوند تا به‌صورت استراتژیک با مسئله برخورد شود، سه ستون اصلی توسعه پایدار یعنی اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست مورد توجه قرار گیرند تا ارزیابی جامع باشد و از سوی دیگر تعامل این سه بخش اصلی نیز مدنظر قرار گیرد تا به‌هم‌پیوسته باشد (Hacking and Guthrie, 2008 from Samareh Hashemi, 2014).

به‌طور کلی در ارزیابی موضوعات سیستم منابع آب، لازم است نشانگرهای مناسب و دقیقی برای این ارزیابی شناسایی و انتخاب شوند. از طرفی نشانگرها باید در قالب چارچوب‌های

با مطرح شدن بحث توسعه پایدار پیرو انتشار گزارش برانتلند در سال ۱۹۸۷ و تشکیل اجلاس دوبلین در سال ۱۹۹۲، در مدیریت منابع آب یک تغییر پارادایم شکل گرفت و مدیریت یکپارچه منابع آب به‌عنوان یک پارادایم جدید مطرح شد که یک رویکرد جامع است و اطلاعات اقتصادی - اجتماعی و منابع آب و روابط بین آن‌ها را در نظر می‌گیرد. به‌این ترتیب در بحث ارزیابی نیز به‌عنوان یکی از گام‌های IWRM نیز این تغییر پارادایم مطرح شد. در پارادایم جدید ارزیابی تنها تهیه بیان منابع و مصارف مطرح نیست، بلکه بسیار فراتر از این مسئله، به بررسی سیستم مورد ارزیابی و اجزای مختلف آن نیز پرداخته می‌شود و به این منظور از نشانگرهای

شاخص‌ها است که کل وضعیت منابع آب را خلاصه می‌کند. اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای می‌تواند برای به دست آوردن مقدار گسترده‌ای از اطلاعات مورد نیاز استفاده شود، اما اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای پیش شرط برای کاربرد چارچوب WA+ نیست. داده‌ها می‌توانند از مدل‌های هیدرولوژیکی و مدل‌های تخصیص آب نیز به‌عنوان ورودی به WA+ مورد استفاده قرار گیرند (Karimi et al., 2013).

سازمان ملل الگوی مشترکی را تحت عنوان SEEA در سال 2003 منتشر نمود. این الگو برخلاف سیستم حساب‌های ملی که ذخایر و دارایی‌های به‌کاررفته در مراحل مختلف تولید را از لحاظ پولی بررسی می‌نماید، به‌عنوان روشی برای سازمان‌دهی اطلاعات ارائه شد به طوری که به تصمیم‌گیران این اجازه را می‌دهد که بینش جدیدی را از مسائل سیاست عمومی به دست بیاورند. لازم به ذکر است که این سیستم قادر به تحلیل سیستماتیک تأثیر محیط‌زیست بر اقتصاد و بالعکس می‌باشد (Alfieri et al., 2007). با توجه به اینکه در زمان تألیف SEEA-2003 کشورها تجارب کافی در مورد حساب‌های آب نداشتند، آماده‌سازی کتاب راهنمای حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی فرصت‌ها و چالش‌هایی را برای توسعه روش‌های حسابداری آب فراهم کرد. با توجه به جایگاه آب و افزایش تقاضای کشورها و در راستای ایجاد هماهنگی در گزارش‌های حسابداری آب، ارائه نتایجی که در طول آماده‌سازی SEEA-2003 به دست آمده بود در دستور کار سازمان ملل قرار گرفت که نتیجه‌ی آن ارائه سیستم حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی برای آب SEEA-Water شد (Falaki, 2012).

چارچوب‌های فوق بر داده‌ها و اطلاعات فیزیکی آب تمرکز دارند. لذا سیستم حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی برای آب، توسط سازمان ملل پیشنهاد شد تا به تلفیق توأمان داده‌های فیزیکی آب با داده‌های اقتصادی مرتبط با آب توجه کند. این چارچوب به‌عنوان رویکرد مورد استفاده در این مقاله به‌صورت چارچوبی جامع و یکپارچه برای تدوین حساب‌های آب و ابزاری برای ارزیابی سیستم منابع آب موجود در منطقه معرفی می‌شود. مراحل عمومی پیاده‌سازی چارچوب سیستم حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی برای آب مانند سایر چارچوب‌های حسابداری آب عبارت‌اند از: جمع‌آوری داده‌ها، طبقه‌بندی و سازمان‌دهی، تلخیص و گزارش دهی. این مراحل باید به‌گونه‌ای اجرا شوند تا امکان بررسی تعامل بخش‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نسبت به هم و نیز بین خود این

تحلیلی که قادر به ارائه اطلاعات به شیوه‌های منسجم و یکپارچه باشند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. چارچوب‌های مختلفی برای ارزیابی یکپارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک دسته از چارچوب‌های تحلیلی که در این زمینه کاربرد دارد گروه چارچوب حسابداری آب است.

در سطح بین‌المللی نظم واحدی برای نظام حسابداری آب که دربرگیرنده توأم فعالیت‌های مدیریتی، ارزیابی اقتصادی، مفاهیم اجتماعی و زیست‌محیطی باشد وجود ندارد. از این رو رویکردها و چارچوب‌های مختلفی با عنوان نظام حسابداری آب توسعه داده شده‌اند ولی اهداف و منشأهای مختلفی دارند (Chalmers et al., 2012). چارچوب‌های مطرح شده تحت عنوان چارچوب حسابداری آب عبارت‌اند از:

چارچوب پیشنهاد شده به‌وسیله انستیتو بین‌المللی مدیریت آب<sup>۱</sup> (Molden, 1997)

حسابداری رد پای آب<sup>۲</sup> (Hoekstra and Chapagain, 2007)  
حسابداری عمومی آب<sup>۳</sup> (System of National Accounts, 2008)

سیستم حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی برای آب<sup>۴</sup> (United Nations Statistics Division, 2012)  
حسابداری آب WA+<sup>۵</sup> (Karimi et al., 2013)

حسابداری عمومی آب عمدتاً بر پایه حسابداری مالی بوده و نقش حسابداری فیزیکی (حساب‌های مربوط به منابع طبیعی و زیست‌محیطی با واحد غیر پولی) در آن کم‌رنگ است. از طرفی تمرکز آن بر اطلاعاتی است که برای ذی‌نفعان مفید واقع می‌شود (Chalmers et al., 2012). حسابداری رد پای آب بر اساس میزان مصرف آب است که در واقع به نوعی بیانگر میزان آب مجازی است (Hoekstra and Chapagain, 2007). چارچوب پیشنهادی انستیتو بین‌المللی مدیریت آب که نوعی حسابداری فیزیکی آب بشمار می‌رود، به‌گونه‌ای نشان‌دهنده بیلان آبی منطقه مورد مطالعه است (Molden, 1997).

حسابداری آب WA+ بر تعاریف اولیه معرفی شده توسط موسسه بین‌المللی مدیریت آب بنا شده است. UNESCO-IHE همراه با موسسه بین‌المللی مدیریت آب (IWMI) و سازمان غذا و کشاورزی (FAO) در حال حاضر سیستم Water Accounts Plus را توسعه داده‌اند. این چارچوب در حال حاضر شامل هشت گزارش است که عبارت‌اند از: منابع پایه، تبخیر و تعرق، خدمات کشاورزی، آب برداشت و مصرف شده، آب سطحی، آب زیرزمینی، خدمات زیست‌محیطی، بهره‌وری. هر گزارش شامل مجموعه‌ای از

4. System of Environmental-Economic Accounts for Water (SEEA-Water)  
5. Water Accounts Plus

1. International Water Management Institute (IWMI)  
2. Water Footprint Accounting  
3. General-Purpose Water Accounting

بخش‌ها فراهم شود.

پروژه کمیته توسعه آفریقای جنوبی، در طول ۱۱ ماه از نوامبر سال ۲۰۰۹ تا ۳۰ سپتامبر سال ۲۰۱۰، حسابداری اقتصادی آب را در زیر بخش آب مربوط به دبیرخانه کمیته توسعه آفریقای جنوبی به انجام رساند. اجرای این پروژه در کشورهای مالاوی، موریس، نامیبیا، زامبیا و حوضه‌های رودخانه مپوتو و رودخانه اورنج سنکیو صورت گرفت. طرح مدیریت یکپارچه منابع آب و کارایی آب در کشورها به‌وضوح نشان می‌دهد که حسابداری اقتصادی برای آب به‌منظور اندازه‌گیری بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصادی و ترقی بخشیدن کارایی مصرف آب ضروری است (SADC, 2010).

حسابداری آب در دره فرگانا (بالادست رودخانه سرداریا در حوضه سیر دریا در آسیای مرکزی)، به‌منظور شناسایی دامنه ذخیره‌سازی و همچنین استراتژی‌هایی برای درک منافع آن مورد استفاده قرار گرفت. در این تجربه چارچوب حسابداری آب به‌منظور انتخاب استراتژی ذخیره‌سازی آب استفاده شد. نتایج نشان دادند که با در نظر گرفتن استراتژی ذخیره‌سازی آب و کاهش جریان به سمت خروجی‌ها، ذخایر آبی و بهره‌وری آب به‌صورت قابل‌توجهی افزایش و آلودگی نیز افزایش یافت (Karimov et al., 2012).

چارچوب IWMI WA در بسیاری از مطالعات سیستم‌های آبیاری مانند سیستم آبیاری Zhanghe در چین توسط (Dong et al., 2004) و همچنین برای تولید حساب‌های آب در مقیاس حوضه رودخانه مانند رودخانه Krishna توسط (Biggs et al., 2007) رودخانه کرخه توسط (Karimi et al., 2013)؛ رودخانه Indrawatti توسط (Bhattarai et al., 2002) و در مقیاس ملی مانند هند (Amarasinghe et al., 2007)؛ سریلانکا (Bastiaanssen and Chandrapala, 2003) مورد استفاده قرار گرفت.

از نمونه مطالعات جدید در زمینه پیاده‌سازی چارچوب حسابداری آب در خارج از کشور می‌توان به پیاده‌سازی چارچوب حسابداری آب +WA در حوضه رودخانه Indus واقع در کشورهای پاکستان و هند و بخش‌هایی از افغانستان و چین (Karimi et al., 2013) و در حوضه رودخانه CA در ویتنام به (Bastiaanssen et al., 2015) و پیاده‌سازی چارچوب حسابداری SEEA-W را در حوضه رودخانه Duero در اسپانیا به (Vicente et al., 2016) و در حوضه رودخانه Segura در اسپانیا توسط (Contreras and Hunink, 2015) و چارچوب حسابداری SEEA SNA را در مقیاس کشوری در کشور هلند به (Edens and Graveland, 2014) اشاره کرد. همچنین به ترکیب چارچوب

حسابداری SEEA-W با مدل AQUATOOL توسط (Pedro Monzonis et al., 2016) و ترکیب چارچوب حسابداری SEEA-W با مدل WEAP توسط (Dimova et al., 2014) اشاره کرد. (Tilmant et al., 2015) چارچوب حسابداری آب پویا بر اساس مفهوم هزینه فرصت حاشیه‌ای ارائه کردند.

از نمونه مطالعاتی که در زمینه پیاده‌سازی چارچوب حسابداری آب در ایران صورت گرفته است می‌توان به (Falaki Ilkhchi, 2012) در مقیاس حوضه آبریز حوضه زرینه‌رود و (Yousofzadeh Chabok, 2013) در مقیاس دشت مشهد و (Babaeian et al., 2016) در محدوده مطالعاتی رفسنجان اشاره نمود.

در گذشته امنیت ملی عمدتاً ماهیت ایدئولوژیک و نظامی داشت، حال آنکه امروزه امنیت ملی بیشتر تحت تأثیر امنیت غذایی و شغلی و مسائل محیط زیستی قرار گرفته است. امنیت غذایی و شغلی پیش‌شرط اصلی تحقق امنیت ملی است درحالی‌که این دو عامل به امنیت آبی وابسته هستند و این مسائل در کشورها و مناطقی که اقتصاد آن‌ها بر مبنای منابع آب بنا نهاده شده است پررنگ‌تر است. از نمونه تحقیقات در زمینه ارتباط امنیت غذایی با امنیت آبی می‌توان به استفاده از آب‌های غیر متعارف برای دستیابی به امنیت غذایی در کشورهای دارای کمبود آب توسط (Qadir et al., 2007) و تأثیر کمبود و بحران جهانی آب بر امنیت غذایی آینده توسط (Hanjra and Qureshi, 2010) اشاره کرد. بر این اساس در این تحقیق بررسی مقوله امنیت آبی با استفاده از حسابداری آب مورد توجه قرار گرفته است.

مسئله امنیت آبی در طول سال‌های گذشته توجه بیشتری به خود جلب کرده است، به طوری که (Harrington, 2013) بحث جنگ‌های آب را مطرح می‌کند. چندین گروه از جمله موسسه آموزش آب یونسکو و انجمن آب آسیا و اقیانوس آرام، امنیت آب را موضوع تحقیق اصلی قرار داده‌اند (UNESCO-IHE, 2009). بر این اساس، تعداد مقالات علمی در مورد امنیت آبی به‌طور قابل‌توجهی در ۲۵ سال گذشته افزایش یافته است (Cook and Bakker, 2012).

روش ارزیابی وضعیت امنیت آب با استفاده از نشانگرها، روش جدیدی است که به کشورها پیشنهاد می‌شود تا وضعیت موجود امنیت آبی خود را از این طریق ارزیابی کنند. این روش یک چارچوب ارزیابی را برای انتخاب نشانگرهای کمی و کیفی مرتبط با سلامتی انسان و محیط‌زیست فراهم می‌کند (Dunn et al., 2012).

ازجمله کارهای خوبی که در خصوص امنیت آبی در سال‌های اخیر صورت گرفته است می‌توان به مجموعه مقالات

محدوده برای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ تنظیم شدند و تغییرات امنیت آبی منطقه بر اساس آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

## ۲- معرفی منطقه مورد مطالعه و روش‌شناسی تحقیق:

محدوده مطالعاتی عجب‌شیر در غرب استان آذربایجان شرقی واقع شده و مهم‌ترین شهر آن عجب‌شیر است که در فاصله حدود ۹۵ کیلومتری جنوب غربی شهر تبریز (مرکز استان) قرار دارد. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این محدوده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه واقع است و دارای کد مطالعاتی ۳۰۱۶ هست. این محدوده از شمال و شمال غربی به محدوده مطالعاتی آذرشهر و شیرامین، از شرق و جنوب به محدوده مطالعاتی مراغه - بناب، و از جنوب غربی به دریاچه ارومیه محدود می‌گردد. وسعت کل محدوده مطالعاتی عجب‌شیر برابر ۵۹۵ کیلومترمربع است که ۱۰۰ کیلومترمربع آن را دشت عجب‌شیر تشکیل می‌دهد. ارتفاع بلندترین و پست‌ترین نقاط محدوده به ترتیب برابر ۳۴۰۰ متر و ۱۲۷۵ متر از سطح دریا می‌باشد. قلعه چای مهم‌ترین رودخانه محدوده است که از بلندی‌های غربی کوه سهند سرچشمه گرفته، در راستای عمومی شمال شرقی - جنوب غربی جریان یافته، به دریاچه ارومیه می‌ریزد. روی این رودخانه سه ایستگاه هیدرومتری ینگجه، عجب‌شیر و شیشوان قرار دارد. ایستگاه ینگجه از سال ۱۳۶۲ دارای آمار می‌باشد. ایستگاه عجب‌شیر در سال ۱۳۴۴ احداث و در سال ۱۳۵۹ به دلیل نامناسب بودن مقطع رودخانه به ایستگاه شیشوان انتقال یافت که آب خروجی از دشت را اندازه‌گیری می‌کند. دو ایستگاه ینگجه و شیشوان مجهز به باران‌سنج بوده و معرف بارندگی بخش کوهستانی و دشت می‌باشند و به ترتیب از سال ۱۳۶۲ و ۱۳۷۴ دارای آمار باران‌سنجی می‌باشند. ایستگاه سینوپتیک مراغه معرف تبخیر و تعرق پتانسیل در محدوده عجب‌شیر می‌باشد. در داخل محدوده ۲۲ چاه پیزومتر و ۳۰ چاه اندازه‌گیری کیفیت آب‌های زیرزمینی وجود دارد. سطح کشت محصولات باغی و زراعی برابر اسناد جهاد کشاورزی شهرستان به شرح جدول (۱) می‌باشد که در تهیه چارچوب حسابداری نیز همین محصولات لحاظ شده‌اند. مهم‌ترین بخش صنعتی موجود در محدوده مطالعاتی، شهرک صنعتی با ۲۳ واحد تولیدی است.

جدول ۱- مشخصات سطح کشت در منطقه (بر اساس آمار اخذ شده از جهاد کشاورزی شهرستان عجب‌شیر)

سال	محصولات باغی آبی (هکتار)						محصولات زراعی آبی (هکتار)						
	سایر	آلبالو	سیب	انگور	گردو	بادام	سایر	خریزه	پياز	سیب‌زمینی	یونجه	جو	گندم
۱۳۸۵	۱۱۹	۸۶	۳۴۷	۱۰۶۹	۱۰۷۶	۱۰۲۴	۵۴۱	۱۱۰	۷۰۰	۱۳۰۰	۴۷۰	۳۰۰	۳۲۰۰
۱۳۹۵	۱۶۶	۱۰۷	۵۴	۱۱۷۰	۱۳۴۷	۱۱۱۲	۷۹۸٫۵	۳۱	۴۰۶	۲۱۰۰	۵۶۰	۳۱۰	۱۶۵۰

مشارکت جهانی آب با موضوع "ارزیابی امنیت آبی با استفاده از شاخص‌های مناسب" چاپ شده در سال ۲۰۱۴ اشاره کرد. در این مجموعه به منظور تحقیق در مورد امنیت آبی چهار بعد در نظر گرفته می‌شود: دسترسی به آب، آسیب‌پذیری انسان به خطرات مرتبط با آب، نیازهای انسانی با تأکید بر امنیت غذایی و پایداری (GWP, 2014).

(UNSD, 2012) به تعداد ۳۸ نشانگر مهم مورد تأیید سازمان‌های معتبر در ۷ حوزه چالشی مربوط به ارتباط اقتصاد و منابع آب شامل حوزه‌های جهانی، منابع، کشاورزی، صنعت، ارزش‌گذاری و اشتراک آب اشاره می‌کند که ۲۱ نشانگر به‌طور مستقیم و ۵ نشانگر به‌طور نسبی از حساب‌های آب قابل‌محاسبه است. در تحقیق صورت گرفته توسط (Babaieian et al., 2016) در داخل کشور برای محدوده رفسنجان آسیب‌پذیری سیستم منابع آب با استفاده از نشانگرهای استخراجی از چارچوب حسابداری SEEA-W مورد بررسی قرار گرفت.

با بررسی کارهای صورت گرفته ملاحظه می‌شود که رویکرد بکار رفته در بررسی‌ها به‌صورت مسئله محور است و هر کشور با توجه به نگرانی‌های عمده خود در حوزه مسائل آبی و همچنین میزان دسترسی به داده‌های مورد نیاز اقدام به تدوین نظام حساب‌های زیست‌محیطی-اقتصادی می‌نماید. در یک محیط غنی از انواع داده‌ها، چارچوب حسابداری، داده‌های جزء اساسی را در کنار هم قرار داده و در یک محیط فقیر از لحاظ داده‌ای، شکاف داده‌ها را شناسایی و ساختاری برای مشخص کردن داده‌های مفقودی فراهم می‌کند. لذا ساختار پیمانانه‌ای حساب‌های آب که در چارچوب حساب‌های زیست‌محیطی اقتصادی سازمان ملل بکار رفته است، این امکان را فراهم می‌آورد تا با هر میزان فراوانی داده‌ها حساب‌های آب را تشکیل داد و به‌مرور با توسعه سیستم تولید و جمع‌آوری داده‌ها به تکمیل حساب‌ها پرداخت.

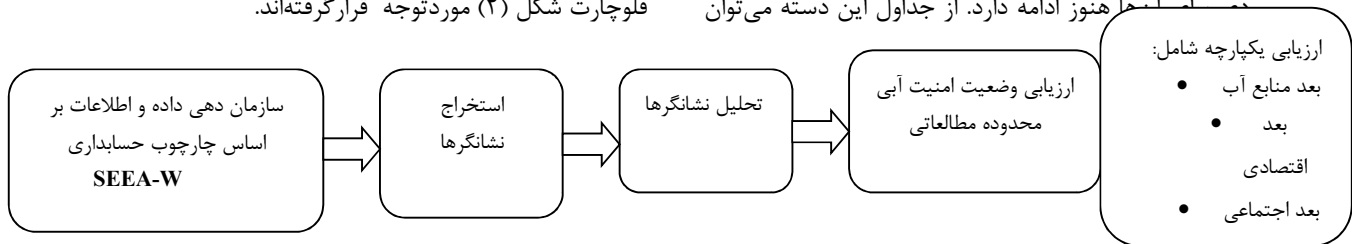
عملیاتی نمودن و کاراتر کردن نحوه استخراج شاخص‌های امنیت آبی در تلفیق با داده‌های جمعیت و اقتصاد با توجه به پتانسیل‌های اطلاعاتی یک چالش است. به‌منظور پیاده‌سازی این چارچوب، محدوده مطالعاتی عجب‌شیر به‌عنوان مطالعه موردی در این تحقیق در نظر گرفته شده است. جداول حسابداری آب این



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی روش شناسی SEEA-W

به حساب‌های کیفی و اجتماعی اشاره کرد (UNSD, 2012). در ارزیابی موضوعات سیستم منابع آب، لازم است نشانگرهای مناسب و دقیقی برای این ارزیابی شناسایی و انتخاب شوند. نشانگرها ابزاری هستند که موقعیت سیستم مورد مطالعه را در مقایسه با اهداف یا سطوح مطلوب آن موردسنجش قرار می‌دهند. در ارزیابی سیستم‌های منابع آب به‌وسیله چارچوب‌ها، نشانگرها در انواع مختلفی تولید می‌شوند. در این تحقیق نشانگرهای تعیین وضعیت منابع آب محدوده مورد مطالعه بر اساس چارچوب حسابداری SEEA-W بر مبنای مفهوم امنیت آبی در سه بعد منابع آب، بعد اقتصادی و بعد اجتماعی بر اساس فلوجارت شکل (۲) مورد توجه قرار گرفته‌اند.

حساب‌های چارچوب حسابداری SEEA-W در چند دسته طبقه‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از: حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی، حساب آلاینده‌ها، حساب‌های اقتصادی و هیبریدی، حساب دارایی‌ها، حساب‌های کیفیت، و نهایتاً موضوع ارزش‌گذاری آب (اعم از اقتصادی و اجتماعی). به‌منظور تکمیل این حساب‌ها دو نوع جدول طراحی شده است که شامل جداول استاندارد و جداول تکمیلی می‌باشند. جداول استاندارد در مطالعات موردی در کشورهای مختلف مورد آزمایش قرار گرفته‌اند و در مورد شکل ارائه آن‌ها اجماع عمومی حاصل شده است. جداول تکمیلی هنوز در سطح استاندارد مورد اجماع جهانی قرار نگرفته‌اند و مطالعات حسابداری آنها هنوز ادامه دارد. از جداول این دسته می‌توان



شکل ۲- فلوجارت مراحل انجام تحقیق

سینوپتیک مراغه، استفاده شده است. جهت تبدیل نیاز آبی خالص به نیاز آبی ناخالص از راندمان آبیاری کل متوسط منطقه برگرفته از گزارش‌های مهندسی مشاور استفاده شده است. مقدار تبخیر از رودخانه و مخازن با توجه به دائمی بودن رودخانه و سد خاکی به حجم مفید ۳۸ میلیون مترمکعب با توجه به طول و عرض تر شده رودخانه و انهار سنتی و مساحت مخزن از داده‌های تبخیرسنجی طشت و ضریب ثابت به‌طور متوسط ۰/۷۵ محاسبه شد. برای محاسبه تبخیر و تعرق واقعی که خروجی بخشی از رطوبت خاک است با استفاده از رابطه تورنت-وایت مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه محاسبه و با مقدار بارندگی ماهانه مقایسه و نهایتاً مقدار

### تولید ارقام جداول حسابداری آب

نیاز آبی- تبخیر و تعرق: برای محاسبات نیاز آبی خالص نرم‌افزار ملی NETWAT و روش فائو- پنمن-مانتیت (Alizadeh, 2002) در دوره‌ای ۱۰ روزه بکار گرفته شده است و در نتیجه نیاز خالص محصولات در دوره رشد محاسبه شده است. به این منظور از داده‌های مربوط به تاریخ کاشت و برداشت و طول دوره رشد محصولات زراعی و باغی و ضرایب گیاهی آن‌ها بر اساس مطالعات صحرائی انجام شده در دشت و اطلاعات هواشناسی مورد استفاده در دوره ۳۰ ساله به‌صورت روزانه از ایستگاه

زیاد دو آماربرداری متوالی در برخی موارد که نباید خیلی متفاوت باشند). در این تحقیق این آمارها از طریق داده‌های تراز آب زیرزمینی شبکه پیزومتری در قسمت دشت اصلاح و به کل محدوده تعمیم داده شد.

**آب زیرزمینی ورودی:** مقدار آب زیرزمینی ورودی از آبخوان مجاور با ترسیم خطوط جریان و پتانسیل و با استفاده از ضریب قابلیت انتقال و مقدار شیب هیدرولیکی و طول جبهه آب ورودی به دست آمده است.

**آب برگشتی:** مقدار آب برگشتی مصارف بخش‌های مختلف و آب مبادله شده بین آبخوان و رودخانه از گزارش‌های مطالعاتی مهندسی مشاور در محدوده اقتباس شد.

**درآمد:** در تعیین درآمد خالص از مقدار درآمد ناخالص در بخش کشاورزی از نتایج تحقیقات جهاد کشاورزی تحت عنوان "هزینه تولید محصولات کشاورزی" استفاده شد و برای سایر بخش‌های اقتصادی از ارقام کلی ارائه شده در طرح مطالعات جامع استفاده شد و از آنجایی که این ارقام ممکن است دقت کافی نداشته باشند در تولید نشانگرهای بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری اقتصادی آب از درآمد ناخالص استفاده شده است.

**جمعیت و سطح کشت:** داده‌های مربوط به جمعیت و کشاورزی که توسط مرکز آمار ایران تهیه می‌شود در مقیاس سیاسی است در این تحقیق با استفاده از GIS این داده‌ها به محدوده مطالعاتی حوضه آبریز تفکیک شدند.

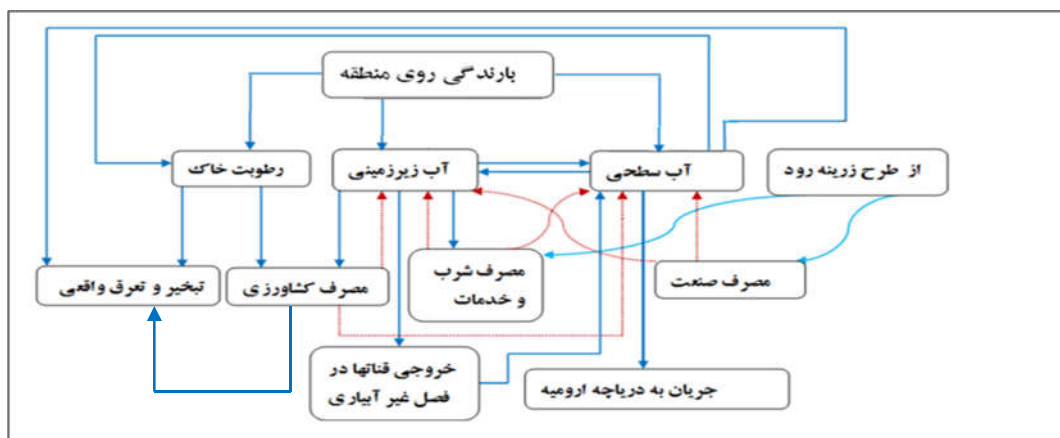
برای برآورد دقیق جریان مبادله شده بین سه بخش منابع آب (آب سطحی، زیرزمینی و رطوبت خاک) مطالعات دقیق‌تری در آینده لازم است به خصوص استفاده از داده‌های سنجش ماهواره‌ای و مبتنی بر GIS برای تخمین رطوبت خاک (soil water) ضرورت دارد. شکل (۳) اجزای بیلان منابع آب منطقه را نشان می‌دهد.

تبخیر و تعرق واقعی به این شرح محاسبه شد: (۱) اگر بارندگی ماهانه مساوی یا کمتر از تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه باشد کل بارندگی ماهانه به تبخیر و تعرق واقعی ماهانه تبدیل می‌شود؛ (۲) اگر بارندگی ماهانه بیشتر از تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه باشد تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه برابر تبخیر و تعرق واقعی ماهانه لحاظ می‌شود و مازاد بارندگی پس از کسر آب موردنیاز رطوبت خاک به عنوان بارندگی مؤثر (نفوذ و رواناب) تعیین شد.

**نفوذ از بارندگی:** در محاسبه مقدار نفوذ از بارش از رابطه ارائه شده توسط فائو با جایگذاری داده‌های تبخیر و تعرق پتانسیل (E)، بارندگی (P) و درجه حرارت ماهانه (جهت محاسبه C) استفاده شد. (۱)  $F=0.8(P-C*\text{Log}E)^{0.5}$

**آب سطحی ورودی از خارج حوضه و خروجی به خارج حوضه:** آب سطحی ورودی از خارج از حوضه توسط خط انتقال آب زیرنه رود با استفاده از آمار سازمان آب به دست آمده است. آب خروجی به دریاچه از طریق آخرین ایستگاه منتهی به دریاچه ارومیه اندازه‌گیری شده است.

**آب برداشتی:** آب برداشت شده توسط بخش‌های خدمات و صنعت از آمار سازمان آب به دست آمده است. لازم به توضیح است از آنجایی که در بخش خدمات و صنعت آب بها اخذ می‌شود لذا آمار دقیق تهیه می‌شود ولی چون آب بخش کشاورزی تقریباً رایگان است اندازه‌گیری آن دقیق نیست و باید از روش‌های مختلف کنترل شود. در خصوص برداشت از رودخانه توسط انهار سنتی جهت کشاورزی اگرچه در برخی سال‌ها آماربرداری توسط سازمان آب صورت گرفته است ولی این آمار قابل اعتماد نیست. در این تحقیق این آمارها از طریق داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هیدرومتری صحت سنجی و اصلاح شده است. در خصوص برداشت از آب زیرزمینی توسط چاه و چشمه و قنات برای کشاورزی، اگرچه در برخی سال‌ها آماربرداری توسط سازمان آب صورت گرفته است ولی این آمار قابل اعتماد نیست (تفاوت



شکل ۳- اجزای بیلان منابع آب منطقه مطالعاتی

**نتایج**

حسابداری ملی با نام استاندارد بین‌المللی طبقه‌بندی صنعتی تمام فعالیت‌های اقتصادی است که در آن بخش‌های ISIC37 و ISIC36 به ترتیب آب انتقال شده به تصفیه‌خانه آب و تصفیه‌خانه فاضلاب برای تصفیه و عرضه است. در این مقاله کاربری‌ها در قالب سه فعالیت کشاورزی، صنعت و معدن، و خدمات دسته‌بندی شده‌اند. از آنجایی که ارزش کالاها و خدمات تولید شده در اقتصاد به دو عامل قیمت و مقدار بستگی دارد افزایش هر یک یا توأمان آن‌ها منجر به افزایش ارزش تولید می‌شود. به‌منظور تولید نشانگرهای اقتصادی لازم است که اثر افزایش قیمت از محاسبات حذف شود. این فرآیند را محاسبه به قیمت‌های ثابت می‌نامند. در این تحقیق برای محاسبه ارزش کالاها و خدمات تولیدشده در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۸۵ از اعداد شاخص و نرخ تورم بانک مرکزی ایران در سال پایه ۱۳۹۰ استفاده شده است.

در این تحقیق داده‌های جمع‌آوری شده از محدوده مطالعاتی در جداول حسابداری آب به‌گونه‌ای سازمان‌دهی شدند تا این امکان فراهم شود که از ترکیب آن‌ها نشانگرهای متنوعی برای ارزیابی سیستم منابع آب محدوده مطالعاتی عجب شیر استخراج گردد. از آنجایی که امنیت آبی ابعاد اجتماعی و اقتصادی را هم متأثر می‌سازد، نشانگرها بر مبنای مفهوم امنیت آبی در سه بعد منابع آب، بعد اقتصادی و بعد اجتماعی بر اساس نتایج استخراج شده از جداول حسابداری آب در جدول (۱۴) برای دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ محاسبه شده‌اند.

در این تحقیق داده‌ها و اطلاعات موردنیاز برای پیاده‌سازی حسابداری آب در منطقه مورد مطالعه از سازمان‌ها و ادارات مرتبط و همچنین گزارش‌های موجود جمع‌آوری و تحقیق گردید. با توجه به داده‌ها و اطلاعات در دسترس به تهیه حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی و همچنین دارایی‌ها مطابق با چارچوب حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی برای آب در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ پرداخته شد. به‌منظور تولید نشانگرهای اجتماعی از آنجایی که جدول اجتماعی پیشنهادی حسابداری SEEA-W خیلی ساده بود لذا طراحی جداول حساب اجتماعی با نشانگرهای پیشنهادی (Babaeian et al., 2016) صورت گرفته است. جداول مصرف و عرضه فیزیکی بیانگر جریان‌های آبی بین محیط‌زیست و بخش اقتصاد و همچنین درون بخش اقتصاد و جداول عرضه و مصرف هیبریدی نشان‌دهنده درآمد ناخالص حاصل از کاربری‌های مختلف و هزینه کاربری‌های مختلف است. جدول دارایی‌ها توصیف‌کننده ذخایر آبی در ابتدا و انتهای دوره حسابداری و تغییرات ذخایر در طول دوره می‌باشد. نهایتاً جداول حساب اجتماعی نشان‌دهنده هزینه‌ها و منافع اجتماعی آب می‌باشند. جداول تکمیل شده برای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ به ترتیب در جداول (۲ تا ۱۳) آورده شده‌اند. طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی در واقع همان طبقه‌بندی استفاده شده در سیستم

**جدول ۲- کاربری فیزیکی آب در محدوده مطالعاتی دشت عجب شیر (سال ۱۳۸۵)**

کلاس از حوزه	طبقه‌بندی ISIC													واحد: میلیون مترمکعب								
	کشور و خدمات	ISIC37	ISIC36	سایر	کشاورزی								کل	برداشت آب								
					کشاورزی	باغات				زراعت آبی												
						گل	سایر	انگور	سبب	آلبالو	سایر	باز			سبب	یونجه	جو	گندم				
۰/۸	۴/۹۴	۰/۱	۵/۷۴	۰/۸	۸۶/۸۷	۰/۸۸	۰/۴	۳/۷۶	۱۰/۱۹	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۴/۷	۰/۷۶	۱۳/۶۵	۱۵/۶۰	۵/۸۷	۱/۰۵	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰
	مصرف آب شهرک صنعتی و شهر و خدمات از آمار سازمان آب																					
	۴/۹۴			۰/۸	۸۶/۸۷	۰/۸۸	۰/۴	۳/۷۶	۱۰/۱۹	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۴/۷	۰/۷۶	۱۳/۶۵	۱۵/۶۰	۵/۸۷	۱/۰۵	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰
	برداشت برای توزیع																					
	۴/۹۴			۰/۸	۸۶/۸۷	۰/۸۸	۰/۴	۳/۷۶	۱۰/۱۹	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۴/۷	۰/۷۶	۱۳/۶۵	۱۵/۶۰	۵/۸۷	۱/۰۵	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰
	۴/۹۴				۳۹/۵	۰/۴	۱/۸	۱/۷	۴/۶	۶/۶۴	۲/۴۹	۳/۱۲	۰/۳۴	۶/۲۸	۷/۰۳	۲/۷۵	۰/۴۷	۶/۴۹	۱	۶/۴۹	۱	۶/۴۹
	با توجه به آمار برداشتی از چاه‌های کشاورزی و چشمه و قنات در فصل کشت از آمار سازمان آب																					
				۰/۸	۴۱/۶۰	۰/۴۲	۰/۱۹	۱/۸۲	۴/۸۹	۶/۸۷	۰/۵۲	۲/۲۶	۰/۳۶	۶/۵۵	۷/۴۹	۲/۸۲	۰/۵	۶/۹۱	۱	۶/۹۱	۱	۶/۹۱
					۵/۷۷	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۷	۱/۰۱	۰/۰۷	۰/۲۲	۰/۰۶	۰/۸۲	۱/۰۸	۰/۳	۰/۰۸	۱	۱	۱	۱	۱
	دستورالعمل چارچوب حسابداری برای محاسبه رطوبت خاک از بارش مؤثر																					
	۲. آب دریافتی از دیگر بخش‌های اقتصادی																					
	۱.۲. آب دوباره مصرفی																					
	۱.۲. آب تحویل داده‌شده به سیستم فاضلاب																					
۰/۸	۴/۹۴	۰/۱	۵/۷۴	۰/۸	۸۶/۸۷	۰/۸۸	۰/۴	۳/۷۶	۱۰/۱۹	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۴/۷	۰/۷۶	۱۳/۶۵	۱۵/۶۰	۵/۸۷	۱/۰۵	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰	۱	۱۴/۴۰





جدول ۶- مصرف هیبریدی آب در محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر (سال ۱۳۸۵)

کل مصرف نهاده‌ای (میلیون ریال)	مصرف میانه‌ای صنایع												
	زراعت آبی						باغات						
	گندم	جو	پونجه	سیب‌زمینی	پیاز	خریزه	سایر	بادام	گردو	انگور	سیب	آلبالو	سایر
۱۳۳۹۸/۴	۸۰۲/۶	۳۴۰۰	۴۳۳۸/۸	۱۳۳۷۸/۹	۱۳۲۵	۵۷۲۸	۳۶۷۷/۸	۶۹۹۶۶/۵	۱۳۴۶۹/۴	۷۱۰/۴	۱۳۲۵/۱	۷۳۱۸/۳	۱۹۷۲۵/۲
هزینه کاربری‌های مختلف یا ارزش صرف شده جهت تولید													
1.a. آب طبیعی													
1.b. خدمات فاضلاب													
۱۴/۴۰	۱/۰۵	۵/۸۷	۱۵/۶۰	۱۳/۶۵	-۰/۷۶	۴/۷	۱/۰۸	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۳/۷۶	-۰/۴	۸۶/۸۷	۴/۹۴
2.a. کل برداشت آب (میلیون مترمکعب)													
۱۴/۴۰	۱/۰۵	۵/۸۷	۱۵/۶۰	۱۳/۶۵	-۰/۷۶	۴/۷	۱/۰۸	۱۴/۵۳	۱/۰۸	۳/۷۶	-۰/۴	۸۶/۸۷	۴/۹۴
2.b. استفاده از آب دریافتی از دیگر بخش‌های اقتصادی													

جدول ۷- مصرف هیبریدی آب در محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر (سال ۱۳۹۵)

کل مصرف نهاده‌ای (میلیون ریال)	مصرف میانه‌ای صنایع												
	زراعت آبی						باغات						
	گندم	جو	پونجه	سیب‌زمینی	پیاز	خریزه	سایر	بادام	گردو	انگور	سیب	آلبالو	سایر
۸۶/۵۵/۸	۷۷/۷	۳۹۱۱	۹۶۰۰/۹	۲۴۲۴۴	۱۰۱۰/۲	۱۶۷۳۲/۵	۵۳۳۲/۶	۹۴۲۲۷/۷	۱۶۹۶۵/۹	۱۸۹/۵	۴۴۲۱/۷	۱۰۳۷۵/۴	۳۳۰۵۹
هزینه کاربری‌های مختلف یا ارزش صرف شده جهت تولید													
1.a. آب طبیعی													
1.b. خدمات فاضلاب													
۷/۴۳	۱/۰۹	۶/۹۹	۲۵/۳۰	۷/۹۲	-۰/۲۱	۶/۹۲	۱/۱۷	۱۸/۱۸	۱/۱۵	-۰/۵۸	-۰/۵	۸۸/۷۵	۴/۱۰
2.a. کل برداشت آب (میلیون مترمکعب)													
۷/۴۳	۱/۰۹	۶/۹۹	۲۵/۳۰	۷/۹۲	-۰/۲۱	۶/۹۲	۱/۱۷	۱۸/۱۸	۱/۱۵	-۰/۵۸	-۰/۵	۸۸/۷۵	۴/۱۰
2.b. استفاده از آب دریافتی از دیگر بخش‌های اقتصادی													

جدول ۸- عرضه هیبریدی آب در محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر (سال ۱۳۸۵)

کل خروجی و عرضه (میلیون ریال)	زراعت آبی												درآمد کل کشاورزی	صنایع و معادن	شهر و خدمات	کل خروجی
	باغات						زراعت آبی									
	گندم	جو	پونجه	سیب‌زمینی	پیاز	خریزه	سایر	بادام	گردو	انگور	سیب	آلبالو				
۳۷۵۳	۱۸۳۴	۶۰۰۰	۳۴۵۲۸	۱۸۷۸۸	۴۴۱۲/۴	۱۴۲۰	۵۵۳۱/۳	۸۵۶۵۵/۹	۱۷۵۵/۲	۹۳۶	۱۶۵۵/۵	۷۱۸۷/۹	۲۸۲۷۸	۱۸۱۱۴	۳۳۱۱۷	۱۴۱۹۳۱۵
بر اساس عملکرد محصولات و سطح کشت و قیمت کالا در سال ۱۳۸۵ و اعداد شاخص بانک مرکزی با سال پایه ۱۳۹۰																
1.a. منابع طبیعی																
1.b. خدمات فاضلاب																
۲۴/۳۹													۲۱/۷۲	-۰/۲۰	۲/۴۷	۲۴/۳۹
2.a. عرضه آب به دیگر واحدهای اقتصادی																
1.2.a. سیستم تصفیه فاضلاب																
2.b. کل آب برگشتی																

جدول ۹- عرضه هیبریدی آب در محدوده مطالعاتی دشت عجبشیر (سال ۱۳۹۵)

کل خروجی و عرضه (میلیون ریال)	زراعت آبی												درآمد کل کشاورزی	صنایع و معادن	شهر و خدمات	کل خروجی
	باغات						زراعت آبی									
	گندم	جو	پونجه	سیب‌زمینی	پیاز	خریزه	سایر	بادام	گردو	انگور	سیب	آلبالو				
۱۹۳۰۰/۷	۴۹۸۱	۷۷۸۸۸	۱۳۳۷۸/۷	۳۵۱۲	۷۶۶۰/۷	۴۹۳۱/۳	۷۶۰۰/۷	۱۳۱۶۱۵/۴	۳۳۶۲/۳	۹۰۰۰/۰	۷۵۵۷/۵	۱۳۶۵/۹	۳۰۱۱/۶	۵۰۷۸۲	۶۹۱۸۸/۱	۳۳۰۵۱۰
بر اساس عملکرد محصولات و سطح کشت و قیمت کالا در سال ۱۳۹۵ و اعداد شاخص بانک مرکزی با سال پایه ۱۳۹۰																
1.a. منابع طبیعی																
1.b. خدمات فاضلاب																
۲۲/۴۴													۲۲/۱۹	-۰/۲	۲/۰۵	۲۲/۴۴
2.a. عرضه آب به دیگر واحدهای اقتصادی																
1.2.a. سیستم تصفیه فاضلاب																
2.b. کل آب برگشتی																

جدول ۱۰- حساب دارایی آب در محدوده مطالعاتی ۱۳۸۵

	رطوبت خاک	آب زیرزمینی	منابع آب سطحی		
			مخزن مصنوعی	رودخانه	
۱. شروع دوره	۰/۵	۱۵۸/۳۰	۲		
ورودی	۱۳۸/۰۱	۵۲/۰۷	۸۴/۳۱		
۲. جریان برگشتی		۲۱/۶۴	۲/۷۵		
۳. بارندگی	۱۳۸/۰۱		۷۵		
	تفاضل بارش با جمع رواناب و نفوذ		رواناب بارش		
۴. جریانات		۳۰/۴۳	۶/۵۶		
۴.۱. جریان از خارج منطقه	۰/۸	۰	۰/۸		
			از طرح زرينه‌رود (از آبخوان مجاور)		
۱.۴. b. جریان از دیگر منابع موجود در منطقه	۲۴/۶۷	۲۳/۶۷	۱		
			تخلیه از آبخوان به رودخانه		
۲.۴. b. جریان از دیگر منابع موجود در منطقه	۱۱/۵۲	۶/۷۶	۴/۷۶		
			خروجی قنات‌ها در فصل غیر آبیاری		
خروجی	۱۳۸/۰۱	۵۳/۴۴	۸۴/۳۱		
۵. برداشت (مصرف از منابع زمینی)	۵/۷۷	۴۴/۴۴	۴۲/۴		
۶. تبخیر/تبخیر و تعرق واقعی	۱۳۸/۹۳	۰/۰۵	۶/۶۴		
۷. جریان خروجی		۸/۹۵	۳۵/۲۷		
۸.۷. جریان به منطقه پایین‌دست		۰	۰		
۷.۱. b. جریان به دریا	۳۱/۷	۳/۱۹	۲۸/۵۱		
			به شور زارهای دریاچه		
۱.۷. c. جریان به دیگر منابع موجود در منطقه	۱	۱			
			تخلیه از آبخوان به رودخانه		
۲.۷. c. جریان به دیگر منابع موجود در منطقه	۱۱/۵۲	۴/۷۶	۶/۷۶		
			خروجی قنات‌ها در فصل غیر آبیاری		
۸. دیگر تغییرات در ذخیره					
۹. پایان دوره	۰/۵	۱۵۶/۹۳	۲		

جدول ۱۱- حساب دارایی آب در محدوده مطالعاتی ۱۳۹۵

	رطوبت خاک	آب زیرزمینی	منابع آب سطحی		
			مخزن مصنوعی	رودخانه	
۱. شروع دوره	۰/۶	۱۵۲/۳۰	۱۰		
ورودی	۱۷۸/۵۰	۵۲/۹۹	۸۵/۱۳		
۲. جریان برگشتی		۲۱/۶۵	۲/۷۹		
۳. بارندگی	۱۷۸/۵		۷۶/۴۶		
	تفاضل بارش با جمع رواناب و نفوذ		رواناب بارش		
۴. جریانات		۳۰/۹۴	۵/۸۸		
۴.۱. a. جریان از خارج منطقه	۱/۳۸	۰	۱/۳۸		
			از طرح زرينه‌رود (از آبخوان مجاور)		
۱.۴. b. جریان از دیگر منابع موجود در منطقه	۲۴/۹۴	۲۳/۹۴	۱		
			تخلیه از آبخوان به رودخانه		
۲.۴. b. جریان از دیگر منابع موجود در منطقه	۱۰/۵	۷	۳/۵		
			خروجی قنات‌ها در فصل غیر آبیاری		
خروجی	۱۷۸/۵	۴۵/۰۹	۸۳/۱۳		
۵. برداشت (مصرف از منابع زمینی)	۴/۹۳	۳۸/۳۴	۵۰/۳۸		
۶. تبخیر/تبخیر و تعرق واقعی	۱۷۲/۵۷	۰/۲۵	۷/۵		
۷. جریان خروجی		۶/۵	۲۵/۲۵		
۸.۷. جریان به منطقه پایین‌دست		۲	۱۸/۲۵		
۷.۱. b. جریان به دریا	۲۰/۲۵	۲	۱۸/۲۵		
			به شور زارهای دریاچه		
۱.۷. c. جریان به دیگر منابع موجود در منطقه	۱	۱			
			تخلیه از آبخوان به رودخانه		
۲.۷. c. جریان به دیگر منابع موجود در منطقه	۱۰/۵	۳/۵	۷		
			خروجی قنات‌ها در فصل غیر آبیاری		
۸. دیگر تغییرات در ذخیره					
۹. پایان دوره	۰/۶	۱۶۰/۲۰	۱۲		

جدول ۱۲- حساب اجتماعی- اقتصادی آب در محدوده مطالعاتی ۱۳۸۵

کل	طبقه‌بندی ISIC				
	شهر و خدمات	صنایع و معادن	کشاورزی		
			باغات	زراعت	
۹۲/۶۱	۴/۹۴	۰/۸	۳۰/۸۴	۵۶/۰۳	۱. کل برداشت آب (میلیون مترمکعب)
۲۴/۳۹	۲/۴۷	۰/۲	۷/۷۱	۱۴/۰۱	۲. کل عرضه آب (میلیون مترمکعب)
۸۵۰۳۱					۳. جمعیت
۲۶۸۴۷					a.3 جمعیت شهری
۵۸۱۸۴					b.3 جمعیت روستایی
۷۵۳۳۰					4 جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر
۴۵۰۵۷					a.4 جمعیت فعال
۸۰۱۲	۵۳۹۲	۱۸۹۹	۷۲۱		1.b.4 جمعیت شاغل شهری
۳۲۶۱۴	۲۰۵۴۶	۵۷۴۱	۶۳۲۷		2.b.4 جمعیت شاغل روستایی
۱۳۷۷					c.4 1. جمعیت بیکار شهری
۲۴۱۶					c.4 2. جمعیت بیکار روستایی
۳۰۲۷۳					d.4 جمعیت غیرفعال
۱۴۱۹۲۱۵	۸۲۳۱۴۵	۳۱۲۲۲۷	۲۸۳۸۴۳		5. درآمد (میلیون ریال)

جدول ۱۳- حساب اجتماعی- اقتصادی آب در محدوده مطالعاتی ۱۳۹۵

کل	طبقه‌بندی ISIC				
	شهر و خدمات	صنایع و معادن	کشاورزی		
			باغات	زراعت	
۹۳/۶۵	۴/۱	۰/۸	۳۲/۹۹	۵۵/۷۶	۱. کل برداشت آب (میلیون مترمکعب)
۲۴/۴۴	۲/۰۵	۰/۲	۸/۲۵	۱۳/۹۴	۲. کل عرضه آب (میلیون مترمکعب)
۷۰۸۵۲					۳. جمعیت
۳۴۳۰۶					a.3 جمعیت شهری
۳۶۵۴۶					b.3 جمعیت روستایی
۵۹۵۷۶					4 جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر
۲۵۹۶۶					a.4 جمعیت فعال
۶۲۰۳	۴۱۷۴	۱۴۷۱	۵۵۸		1.b.4 جمعیت شاغل شهری
۱۷۶۵۸	۱۱۱۲۴	۳۱۰۸	۳۴۲۶		2.b.4 جمعیت شاغل روستایی
۲۱۰۵					c.4 1. جمعیت بیکار شهری
					c.4 2. جمعیت بیکار روستایی
۳۳۶۱۰					d.4 جمعیت غیرفعال
۲۳۰۵۵۱۰	۱۳۳۷۱۹۶	۵۰۷۲۱۲	۴۶۱۱۰۲		5. درآمد (میلیون ریال)

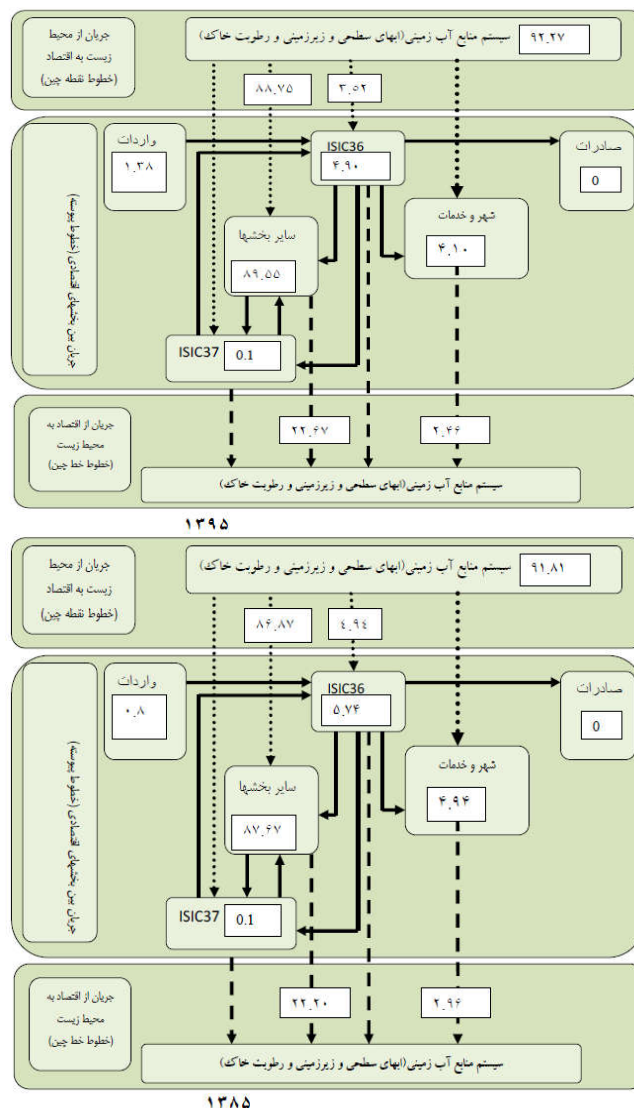
به بررسی وضعیت و عملکرد سیستم منابع آب عجب شیر از نظر امنیت آبی در دوره‌های زمانی ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ پرداخته شده است. از طرفی دیگر، با تحلیل میزان تغییرات حاشیه‌ای برخی از این نشانگرها در مقابل تحلیل مقادیر متوسط زمینه تغییرات پیش‌آمده در فضای اقتصادی منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است

**بحث: ارزیابی یکپارچه امنیت آبی در دشت عجب شیر**  
 با تکمیل جداول حسابداری آب، جریان آب بین بخش‌های اقتصادی و محیط‌زیست در محدوده مطالعاتی مشخص گردید. شکل (۳) جریان آب را بین بخش‌های اقتصادی و محیط‌زیست در محدوده مطالعاتی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. در ادامه با استفاده از نشانگرهای استخراج‌شده در جدول (۱۴)،

جدول ۱۴- نشانگرهای منابع آب، اقتصادی و اجتماعی آب در محدوده مطالعاتی در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

منبع	مقدار نرم	رابطه	۱۳۸۵	۱۳۹۵	نشانگرهای منابع آب
UNSD (۲۰۱۲)	-	بارندگی منهای تبخیر و تعرق	۲۳۶/۱۳۸-۶۸/۰۱=۹۸/۶۷	۲۷۸/۱۷۸-۹/۵=۱۰۰/۴۰	حجم منابع آب تجدید پذیر داخلی (میلیون مترمکعب)
UNSD (۲۰۱۲)	-	طرح زربنه رود	۰/۸	۱/۳۸	حجم منابع آب تجدید پذیر خارجی (میلیون مترمکعب)
UNSD (۲۰۱۲)	-	ورودی به دریاچه	۲۸/۵۱	۱۸/۲۵	جریان انتقالی به خارج حوضه (دریاچه ارومیه) (میلیون مترمکعب)
UNSD (۲۰۱۲)	-	جمع آب تجدید پذیر منهای ورودی به دریاچه	۷۰/۹۶	۸۳/۵۳	مجموع منابع تجدید پذیر طبیعی (میلیون مترمکعب)
UNSD (۲۰۱۲)	بزرگ‌تر از ۰/۵ وابستگی بالا	تجدید پذیر خارجی به تجدید پذیر طبیعی	۰/۰۱	۰/۰۲	وابستگی به منابع آب برون مرزی (درصد)
UNSD (۲۰۱۲)	بزرگ‌تر از ۰/۵ وابستگی بالا	برداشت از آب زیرزمینی به کل آب برداشتی	۴۴/۹۲:۴۴/۶۱=۰/۴۸	۳۸/۰۹:۹۳/۶۵=۰/۴۱	وابستگی به منابع آب زیرزمینی (در صد)
UNSD (۲۰۱۲)	بزرگ‌تر از ۰/۴ تنش آبی شدید	کل مصرف به تجدید پذیر طبیعی	۶۸/۲۱:۷۰/۹۶=۰/۹۶	۶۹/۸۳:۲۱/۵۳=۰/۸۳	تنش آب نسبی (RWSI)
UNSD (۲۰۱۲)	بزرگ‌تر از ۰/۴ ناپایداری کامل	کل مصرف به تجدید پذیر داخلی	۶۸/۲۱:۹۸/۶۷=۰/۶۹	۶۹/۲۱:۱۰۰/۴=۰/۶۹	شدت مصرف آب (نسبت آب مصرفی به آب تجدید پذیر داخلی)
بستگی به نوع کشت و EC عصاره اشباع خاک دارد		میلنگین سالیانه دشت EC	۲۳۹۳	۱۹۴۵	میزان شوری منابع آب (میکرو موس بر سانتی متر)
منبع	مقدار نرم	رابطه	۱۳۸۵	۱۳۹۵	نشانگرهای اقتصادی آب
Babaeian et al (۲۰۱۶) متوسط کشوری سال ۱۳۸۵	۹۲/۴	مصرف کشاورزی به کل مصرف	۶۵/۱۴:۶۸/۲۱*۱۰۰=۹۵/۵	۶۶/۵۶:۶۹/۲۱*۱۰۰=۹۶/۱۷	مصرف در بخش کشاورزی به کل مصرف (درصد)
	۱/۲	مصرف صنعت و معدن به کل مصرف	۰/۶:۶۸/۲۱*۱۰۰=۰/۸۸	۰/۶:۶۹/۲۱*۱۰۰=۰/۸۷	مصرف در بخش صنعت و معدن به کل مصرف (درصد)
	۶/۴	مصرف شهر و خدمات به کل مصرف	۲/۴۷:۶۸/۲۱*۱۰۰=۳/۶۲	۲/۰۵:۶۹/۲۱*۱۰۰=۲/۹۶	مصرف در بخش شهر و خدمات به کل به مصرف (درصد)
	۱۲۴۲۲	درآمد ناخالص بر کل مصرف آب	۱۴۱۹۲۱۵:۶۸/۲۱=۲۰۸۰۷	۲۳۰۵۵۱۰:۶۹/۲۱=۳۳۳۱۲	بهره‌وری اقتصادی آب در محدوده (ریال بر مترمکعب)
	۳۰۰۵	درآمد ناخالص کشاورزی بر مصرف آب کشاورزی	۲۸۳۸۴۳:۶۵/۱۴=۴۳۵۷	۴۶۱۱۰۲:۶۶/۵۶=۶۹۲۷	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی محدوده (ریال بر مترمکعب)
	۳۸۲۶۷۷	درآمد ناخالص صنعت و معدن بر مصرف آب آن	۳۱۲۲۲۷:۰/۶=۵۲۰۳۷۸	۵۰۷۲۱۲:۰/۶=۸۴۵۳۵۳	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن محدوده (ریال بر مترمکعب)
	۱۶۰۶۹۷	درآمد ناخالص شهر و خدمات بر مصرف آب آن	۸۲۳۱۴۵:۲/۴۷=۳۳۳۲۵۷	۱۳۳۷۱۹۶:۲/۰۵=۶۵۲۲۹۰	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش خدمات محدوده (ریال بر مترمکعب)
		درآمد ناخالص کشاورزی بر کل درآمد ناخالص	۲۸۳۸۴۳:۱۴۱۹۲۱۵=۰/۲	۴۶۱۱۰۲:۲۳۰۵۵۱۰=۰/۲	اهمیت نسبی کشاورزی در اقتصاد
	۱/۱۴	مصرف کشاورزی به منابع تجدید پذیر طبیعی	۶۵/۱۴:۷۰/۹۶=۰/۹۲	۶۶/۵۶:۸۳/۵۳=۰/۸	اهمیت نسبی کشاورزی در رسیدن به تعادل آبی
	-	-	نتایج سرشماری	۸۵۰۳۱	۷۰۸۵۲
	کمتر از ۱۷۰۰۰ مرز تنش (Falkenmark and Widstrand, 1992)	تجدید پذیر طبیعی به جمعیت	۷۰/۹۶:۸۵۰۳۱*۱۰۰=۸۳۵	۸۳/۵۳:۷۰۸۵۲*۱۰۰=۱۱۷۹	سرانه آب تجدید پذیر (مترمکعب بر نفر)
۱۸	شاغل کشاورزی شهری و روستایی به کل شاغلین شهری و روستایی	۷۰/۴۸:۴۰۶۲۶*۱۰۰=۱۷/۳۵	۳۹۸۴:۲۳۸۶۱*۱۰۰=۱۶/۷	اشتغال در بخش کشاورزی (در صد)	
۳۱/۷۱	شاغل صنعت و معدن شهری و روستایی به کل شاغلین شهری و روستایی	۷۶۴۰:۴۰۶۲۶*۱۰۰=۱۸/۸۱	۴۵۷۹:۲۳۸۶۱*۱۰۰=۱۹/۱۹	اشتغال در بخش صنعت و معدن (در صد)	
۴۷/۹۱	شاغل خدمات شهری و روستایی به کل شاغلین شهری و روستایی	۲۵۹۳۸:۴۰۶۲۶*۱۰۰=۶۳/۸۵	۱۵۲۹۸:۲۳۸۶۱*۱۰۰=۶۴/۱۱	اشتغال در بخش خدمات (در صد)	
۱۵۵۶۹۳۸۶۵	درآمد ناخالص کشاورزی به شاغل کشاورزی شهری و روستایی	۴۰۲۷۲۸۴۳	۳۹۸۴*۱۰۰=۱۵۷۳۸۴۵۴	بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی (ریال بر نفر)	
۳۱۸۹۷۹۲۳۴	درآمد ناخالص صنعت و معدن به شاغل صنعت و معدن شهری و روستایی	۷۶۴۰*۱۰۰=۴۰۸۶۷۴۰۸	۴۵۷۹*۱۰۰=۱۱۰۷۶۹۱۶۴	بهره‌وری نیروی کار در بخش صنعت و معدن (ریال بر نفر)	
۱۹۱۲۸۵۵۰۰	درآمد ناخالص خدمات به شاغل خدمات شهری و روستایی	۲۵۹۳۸*۱۰۰=۳۱۷۳۵۰۹۹	۱۵۲۹۸*۱۰۰=۱۷۴۰۹۸۵۷	بهره‌وری نیروی کار در بخش خدمات (ریال بر نفر)	
۱۸۰۶۴۹۰۰۲	درآمد ناخالص به کل شاغلین شهری و روستایی	۴۰۶۲۶*۱۰۰=۳۴۹۳۳۶۶۳	۳۳۸۶۱*۱۰۰=۹۶۶۳۲۵۲۳	بهره‌وری نیروی کار در محدوده (ریال بر نفر)	
۴۲	شاغل کشاورزی شهری و روستایی به مصرف کشاورزی	۷۰/۴۸:۶۵/۱۴=۱۰/۸	۳۹۸۴:۶۶/۵۶=۶۰	بهره‌وری اشتغال در بخش کشاورزی (نفر بر میلیون مترمکعب)	
۵۹۰۲	شاغل صنعت و معدن شهری و روستایی به مصرف صنعت و معدن	۷۶۴۰:۰/۶=۱۲۷۳۳	۴۵۷۹:۰/۶=۷۶۳۲	بهره‌وری اشتغال در بخش صنعت و معدن (نفر بر میلیون مترمکعب)	
۶۵۰۰	شاغل خدمات شهری و روستایی به مصرف خدمات	۲۵۹۳۸:۲/۴۷=۱۰۵۰۱	۱۵۲۹۸:۲/۰۵=۷۴۶۲	بهره‌وری اشتغال در بخش خدمات (نفر بر میلیون مترمکعب)	
۶۳	کل شاغلین شهری و روستایی به کل آب مصرفی	۴۰۶۲۶:۶۸/۲۱=۵۹۶	۲۳۸۶۱:۶۹/۲۱=۳۴۵	بهره‌وری اشتغال در محدوده (نفر بر میلیون مترمکعب)	
۵۲۴۷۱۷۹۶	درآمد محدوده به جمعیت محدوده	۸۵۰۳۱*۱۰۰=۸۵۰۳۱۰۰	۷۰۸۵۲*۱۰۰=۷۰۸۵۲۰۰	سرانه درآمد (ریال بر نفر)	

Babaeian et al (2016) متوسط کشوری سال ۱۳۸۵



شکل ۳) جریان آب بین بخش‌های اقتصادی و محیط‌زیست در محدوده مطالعاتی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵

تجدید پذیر طبیعی) است. مقدار به‌دست‌آمده برای این نشانگر در محدوده مطالعاتی، در سال ۱۳۸۵ معادل ۰/۹۶ و در سال ۱۳۹۵ برابر ۰/۸۳ است. این نشانگر در هر دو سال از میزان نرم آن بیشتر شده است (تنش آبی نسبی بیشتر از ۰/۴ بیانگر شرایط تنش آبی شدید است (UNSD, 2012)). این مسئله حاکی از تنش آبی بسیار شدید در منطقه است. مصارف هر کدام از کاربری‌ها در منطقه نشان می‌دهد که بخش‌های کشاورزی، خدمات و صنعت و معدن به ترتیب بیشترین تأثیر را در این نشانگر دارند. بر این اساس بخش کشاورزی با بیش از ۹۶ درصد مصرف آب بیشترین تأثیر را در تشدید تنش آبی به خود اختصاص می‌دهد. متأسفانه بهبود نسبی این نشانگر در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۵

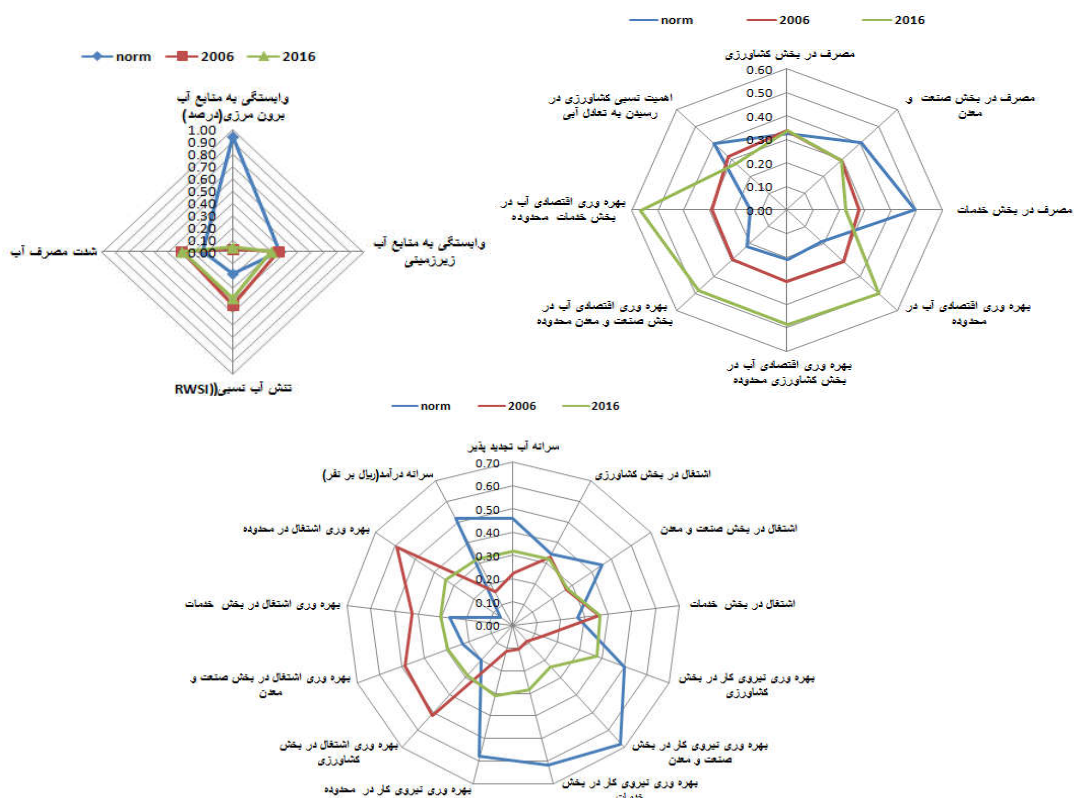
مقایسه نشانگرهای منطقه با نرم‌های کشوری و جهانی روی نمودارهای رادار مطابق شکل (۴) رسم گردیده است (مقادیر نرم کشوری مربوط به تحقیق (Babaeian et al., 2016) میانگین سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۰ می‌باشد).

با توجه به تمایز بین مصرف و برداشت آب در بحث‌های اخیر فائو در این تحقیق در محاسبه نشانگرها از مصرف آب استفاده‌شده و در اینجا به تفسیر چند نشانگر مهم پرداخته می‌شود:

یکی از نشانگرهای مهم منابع آب نشانگر تنش آبی نسبی است. این نشانگر برآوردی از فشارهای تقاضای آب از بخش‌های صنعت و معدن، کشاورزی و شهر و خدمات نسبت به عرضه آب

مقدار محاسبه شده برای نشانگر شدت مصرف آب (آب مصرفی به آب تجدید پذیر داخلی) در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ بیشتر از نرم جهانی است و گویای ناپایداری کامل و عدم تعادل بیلان در منطقه به دلیل عدم هماهنگی بین میزان منابع آب موجود و مصرف شده است.

ناشی از کاهش خروجی به دریاچه ارومیه در اثر احداث و بهره برداری از سد قلعه چای و افزایش انتقال آب از خارج از حوضه (طرح زرینه رود) است. ولی نشانگر شدت مصرف آب (آب مصرفی به آب تجدید پذیر داخلی) که نشان دهنده پایداری منابع آب می باشد در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال پایه ۱۳۸۵ تغییر نکرده است.



شکل ۴: نشانگرهای مختلف منابع آب، اقتصادی و اجتماعی و مقایسه آن‌ها با نرم کشوری و جهانی

بهره‌وری اقتصادی آب است که میزان ارزش ریالی به دست آمده به ازای میزان آب مصرفی را نشان می‌دهد. با مقایسه این نشانگر در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ این امر بازگو می‌شود که کدام یک از بخش‌های مختلف در سال به ازای مصرف آب کمتر، درآمد بیشتری را برای منطقه ایجاد کرده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که بهره‌وری اقتصادی بخش صنعت بیشتر از بخش شهر و خدمات و نهایتاً بهره‌وری اقتصادی بخش شهر و خدمات به مراتب بیشتر از بخش کشاورزی است. سهم بخش کشاورزی در مصرف آب در این محدوده در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ معادل ۹۶ درصد برآورد گردیده که از میانگین کل کشور بیشتر است. سهم صنعت و معدن در مصرف آب در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ برابر ۰/۸۷ درصد برآورد گردیده که از میانگین کل کشور کمتر است. سهم خدمات در مصرف آب در سال ۱۳۸۵

از دیگر نشانگرهای مهم منابع آب نشانگر وابستگی به آب‌های زیرزمینی است. اگرچه وابستگی این منطقه به آب‌های زیرزمینی از نرم آن کمتر هست (نشانگر وابستگی به آب‌های زیرزمینی بیشتر از ۵۰ درصد نشان دهنده وابستگی بالا به منابع آب زیرزمینی است (UNSD, 2012)) ولی متأسفانه دلیل کاهش این نشانگر، نفوذ آب شور دریاچه ارومیه به آبخوان و افت کیفی آب زیرزمینی و نهایتاً عدم رغبت کشاورزان به استفاده از آب لب‌شور زیرزمینی است (بررسی کیفیت آب زیرزمینی محدوده عجب‌شیر در روستاهای نزدیک دریاچه ارومیه مانند روستای شیشوان، شیراز و دانالو نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ مقدار هدایت الکتریکی این قسمت از محدوده حدود ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر افزایش یافته است). یکی از مهم‌ترین نشانگرهای استخراجی از حساب‌ها در بعد اقتصادی، نشانگر

زیادی به منافع کوتاه‌مدت در بخش کشاورزی بشود و نسبت به منافع استراتژیک منابع آب بی‌توجه باشند. علی‌رغم کاهش روند مصرف آب در بخش خدمات و ثابت بودن مصرف آب در صنعت، افزایش درآمد بخش خدمات و صنعت منجر به افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در این بخش‌ها شده است.

#### ۵- نتیجه‌گیری

عملیاتی نمودن و کارا تر کردن نحوه استخراج شاخص‌های امنیت آبی در تلفیق با داده‌های جمعیت و اقتصاد با توجه به پتانسیل‌های اطلاعاتی یک چالش است. مقادیر به‌دست‌آمده برای نشانگر تنش آبی نسبی و سرانه آب تجدید پذیر نشان می‌دهد که تنش آبی شدید در محدوده وجود دارد و نشانگر شدت مصرف آب گویای ناپایداری کامل و عدم تعادل بیلان آب در منطقه به دلیل عدم هماهنگی بین میزان منابع آب موجود و مصرف شده است. با توجه به نشانگرهای بعد منابع آب، بحران تنش آب در محدوده مطالعاتی حاکم است و با توجه به مصرف بالای آب در بخش کشاورزی و بهره‌وری اقتصادی آب کمتر در این بخش باید تمرکز بخش اقتصادی را از کشاورزی به سمت سایر بخش‌ها سوق داد. علی‌رغم کاهش روند مصرف آب در بخش خدمات و ثابت ماندن مصرف آب صنعت، افزایش درآمد بخش خدمات و صنعت توانسته است منجر به افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در این بخش‌ها شود. در حال حاضر قیمت آب در محدوده (براساس نرخ تعیین شده توسط دولت) در بخش کشاورزی کمتر از ۲۴۰ ریال بر مترمکعب و در بخش خدمات و خانگی بعد از فرایند تصفیه کمتر از ۲۷۸۰ ریال بر مترمکعب و در بخش صنعت کمتر از ۸۰۰۰ ریال بر مترمکعب است که این ارقام بسیار کمتر از قیمت تمام‌شده است، که خود می‌تواند عاملی برای رفع انگیزه برای افزایش بهره‌وری اقتصادی آب باشد. رشد سالیانه بهره‌وری اقتصادی آب در بخش‌های کشاورزی، خدمات و صنعت در فاصله ۱۰ سال به ترتیب ۵/۹ و ۶/۲ و ۹/۶ درصد بود. بکارگیری چارچوب حسابداری آب در این محدوده روند گزارش دهی در محدوده را تسهیل کرد و می‌تواند در آینده برای تحلیل اثرات اقدامات سیاست آب بسیار مفید باشد.

معادل ۳/۶۲ درصد و در سال ۱۳۹۵ معادل ۲/۹۶ درصد است که از میانگین کل کشور بیشتر است و دلیل کاهش این نشانگر در سال ۱۳۹۵ کاهش ۱۷٪ جمعیت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۵ است.

سهم سرانه منابع آب تجدید پذیر این محدوده از ۸۳۵ مترمکعب به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۵ به ۱۱۷۹ مترمکعب به ازای هر نفر در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. این موضوع عمدتاً به دلیل کاهش ۱۷٪ جمعیت در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۵ و سپس به دلیل کاهش خروجی به دریاچه ارومیه و مهار سیلاب‌ها در اثر احداث و بهره‌برداری از سد قلعه چای و انتقال بیشتر آب از خارج محدوده (طرح زرینه‌رود) بوده است. برابر شاخص فالکن مارک هر کشوری با سرانه آب تجدید پذیر کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب جزء کشورهای با تنش آبی خواهد بود. چنانچه این مقدار کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر نفر باشد در وضعیت کمبود آب به سر می‌برد (Falkenmark and Widstrand, 1992). بنابراین در اثر احداث و بهره‌برداری از سد قلعه چای، محدوده عجب‌شیر از حالت کمبود آب در سال ۱۳۸۵ به وضعیت تنش آبی در سال ۱۳۹۵ ارتقا یافته است. بخش خدمات و صنعت - معدن به ترتیب بیشترین سهم را در اشتغال محدوده دارند. بیشترین بهره‌وری نیروی کار (درآمد برای هر نفر در سال) در بخش صنعت و کشاورزی است. بیشترین بهره‌وری اشتغال یا میزان اشتغال به ازای مصرف آب در بخش صنعت و سپس خدمات است.

مفهوم حاشیه‌ای به این صورت تعریف می‌شود که اگر از کالایی یک واحد بیشتر مصرف کنیم چقدر بر مطلوبیت ما افزوده می‌شود. به‌طور مثال تغییرات حاشیه‌ای بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی منطقه از نسبت تغییرات درآمد کشاورزی منطقه به تغییرات میزان آب مصرفی در بخش کشاورزی به دست می‌آید. بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ به اندازه ۲۵۷۰ ریال بر مترمکعب افزایش یافته است. درحالی‌که تغییرات حاشیه‌ای بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی برابر ۱۲۴۸۳۰ ریال بر مترمکعب است و این مسئله نشان می‌دهد که نیروی محرکه قوی اقتصادی در بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی عجب‌شیر باعث می‌گردد که در این محدوده توجه

#### REFERENCES

- Alferi, A., Olsen, T., & Denmark, S. (2007). Integrated Environmental and Economic Accounting. In *The 2nd meeting of the Oslo Group on Energy Statistics*, New Delhi. Retrieved from [http://www.ssb.no/ocg/integrated\\_environmental.pdf](http://www.ssb.no/ocg/integrated_environmental.pdf).
- Amarasinghe, U., Shah, T., Turrall, H., & Anand, B. K. (2007). *India's water future to 2025-2050*:

Business-as-usual scenario and deviations (Vol. 123). IWMI.

- Alizadeh, A. (2002). Estimated net irrigation requirement of Iranian crops and gardens (NETWAT software development), Ministry of Agriculture and Iranian Meteorological Organization. (in Farsi)



- Babaeian, F., Bagheri, A., & Rafieian, M. (2016). Vulnerability Analysis of Water Resources Systems to Water Scarcity Based on a Water Accounting Framework (Case Study: Rafsanjan Study Area), *Iran-Water Resources Reserch*, 12(1), 1-17. (in Farsi)
- Bastiaanssen, W. G., & Chandrapala, L. (2003). Water balance variability across Sri Lanka for assessing agricultural and environmental water use. *Agricultural water management*, 58(2), 171-192.
- Bastiaanssen, W., Lan Than Ha & Mark Fenn, (2015) : *Water Accounting Plus (WA+) for Reporting Water Resources Conditions and Management: A Case Study in the Ca River Basin*, Vietnam from [http://www.wateraccounting.org/files/White\\_Paper\\_Water\\_Accounting\\_Winrock.pdf](http://www.wateraccounting.org/files/White_Paper_Water_Accounting_Winrock.pdf)
- Bhattarai, M., Pant, D., Mishra, V. S., Devkota, H., Pun, S., Kayastha, R. N., and Molden, D. (2002) : Integrated development and management of water resources for productive and equitable use in the Indrawati River Basin, Nepal, *IWMI Working Paper 41*, International Water Management Institute Colombo, Sri Lanka from: [http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working\\_Papers/working/WOR41.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Working_Papers/working/WOR41.pdf)
- Biggs, T., Gaur, A., Scott, C., Thenkabail, P., Gangadhara Rao, P., Gumma, M. K., ... & Turrall, H. (2007). Closing of the Krishna basin: irrigation, *streamflow depletion and macroscale hydrology* (Vol. 111). IWMI.
- Chalmers, K., Godfrey, J., & Potter, B. (2012). Discipline-Informed Approaches to Water Accounting. *Australian Accounting Review*, 22(3), 275-285.
- Cook, C., & Bakker, K. (2012). Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, 22(1), 94-102.
- Contreras, S., & Hunink, J. E. (2015). Water Accounting at the Basin Scale: Water Use and Supply (2000–2010) in the Segura River Basin Using the SEEA Framework. *FutureWater: Cartagena, Spain*.
- 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. Fom: <http://www.un-documents.net/h2o-dub.htm>
- Dunn, G., Cook, C., Bakker, K., & Allen, D. (2012). Water security guidance document. UBC Program on Water Governance, Vancouver.
- Dimova, G., Tzanov, E., Ninov, P., Ribarova, I., & Kossida, M. (2014). Complementary use of the WEAP model to underpin the development of SEEA physical water use and supply tables. *Procedia Engineering*, 70, 563-572.
- Dong, B., Molden, D., Loeve, R., Li, Y. H., Chen, C. D., & Wang, J. Z. (2004). Farm level practices and water productivity in Zhanghe Irrigation System. *Paddy and Water Environment*, 2(4), 217-226.
- Edens, B., & Graveland, C. (2014). Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA. *Water Resources and Economics*, 7, 66-81
- Falaki Ilkhchi G. (2012) Implementation of the system of water accounting in the basin scale – Case study: ZarinnehRood, Master Thesis of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran. (in Farsi)
- Falkenmark M. and Widstrand C. (1992). Population and water resources: *a delicate balance Population Bulletin*, 47(3):1-36
- Global Water Partnership (GWP), Published (2014), *Proceedings from the GWP workshop: Assessing water security with appropriate indicators*, Stockholm, SWEDEN
- Hacking T. and Guthrie P., (2008), A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, 28: 73–89.
- Hoekstra, A. Y., and Chapagain, A. K. (2007). “Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern.” *Water Resource Manage*, 21, 35-48.
- Hanjra, M. A., & Qureshi, M. E. (2010). Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food Policy*, 35(5), 365-377.
- Harrington, C.,( 2013). Fluid Identities: Toward a Critical Security of Water. *Electronic Thesis and Dissertation Repository*. Paper 1716. <<http://ir.lib.uwo.ca/etd/1716>>.
- Karimi P., Bastiaanssen, W. G. M., Molden, D.,(2013)“Water Accounting Plus (WA+) – a water accounting procedure for complex river basins based on satellite measurements”*Hydrology and Earth System Sciences*, doi:10.5194/hess-17-2459-2013
- Karimi, P., Bastiaanssen, W. G. M., Molden, D., and Cheema, M. J. M. (2013): Basin-wide water accounting using remote sensing data: the case of transboundary Indus Basin, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 17, 2473–2486, doi: 10.5194/hess-17-2473-2013.
- Karimov, A., Molden, D., Khamzina, T., Platonov, A., and Ivanov, Yn. (2012). “A water accounting procedure to determine the water savings potential of the Fergana Valley.” *Agricultural Water Management*, 108, 61-72.
- Molden, D. (1997).” Accounting for water use and productivity”, *International Irrigation Management Institute*, Colombo, Sri Lanka.
- Pedro-Monzonis, M., Jiménez-Fernández, P., Solera, A., & Jiménez-Gavilán, P. (2016). The use of AQUATOOL DSS applied to the System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEA). *Journal of hydrology*, 533, 1-14.
- Project Consultant Egis Bceom International. (2010). “SADC Economic Accounting of Water Use Project.” European Development Fund, SADC.
- Qadir, M., Sharma, B. R., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R., & Karajeh, F. (2007). Non-conventional water resources and opportunities for water

- augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agricultural water management*, 87(1), 2-22.
- Samareh Hashemi, M. (2014). Integrated assessment of water resources systems relying on systemic view. PhD thesis in Hydraulic Structures, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (in Farsi)
- Tilmant, A., Marques, G., Mohamed Y. (2015): A dynamic water accounting framework based on marginal resource opportunity cost, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 1457–1467,
- United Nations. (2008). System of National Accounts 2008. UN, New York.
- United Nations Statistics Division. (2012). *System of environmental-economic accounting for water*, UNSD Pub., N.Y.
- UNESCO-IHE, (2009). *Research Themes. Water Security* <<http://www.unesco-ihe.org/Research/Research-Themes/Water-security>>.
- Vicente D.J., Rodríguez-Sinobas, L., Garrote, L., Sánchez, R. (2016): Application of the system of environmental economic accounting for water SEEAW to the Spanish part of the Duero basin: Lessons learned *Science of the Total Environment* 563–564, 611–622
- Yousofzadeh Chabok M. (2013) Water resources assessment using efficiency indicators in an integrated approach based on a water accounting framework – Case study: Mashad Plain, Master Thesis of Water Resources Engineering, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran. (in Farsi)