زمان برگزاری: آبان‌ماه ۱۴۰۱
کنفرانس ملی روش‌های کاربردی حل مسائل فنی بیلان آب کشور
National Conference on Applied Solutions
for Technical Issues in Water Balance Estimation

نگاهی گذرا به جایگاه بیلان در حسابداری زیست محیطی_ اقتصادی آب

ادریس معروفی نیا[1*]، رحیم عبداله زاده کهریزی[2]

[1*]دانشجوی دکتری عمران آب، کارشناس منابع آب، سازمان آب منطقه ای آذربایجان غربی، ماکو، ایران

[2]کارشناس آب های زیرزمینی، سازمان آب منطقه ای آذربایجان غربی، ماکو، ایران

[*]ایمیل نویسنده مسئول مکاتبات: edris.marufynia1389@gmail.com

چکیده

ارزیابی یکپارچه حوضه آبریز در مناطقی که با تنش شدید آبی مواجه هستند امری حیاتی است. آمار و اطلاعات، بخش اساسی فرآیند تصمیم گیری و حکمرانی آب برای تحقق مدیریت یکپارچه منابع آب در مقیاس حوضه آبریز هستند. حسابداری آب علم نوینی است که برای سازماندهی اطلاعات آب مطرح شده و برای مطالعه رابطه بین اقتصاد و محیط زیست، چارچوبی مفهومی ایجاد می نماید. واضح است که شفافیت و وضوح ارتباطات حسابداری آب در منطاق مختلف می بایستی با دقت صورت پذیرد. تجزیه و تحلیل کارشناسان مدیریت منابع آب کشور نشان می دهد که بسیاری از نهادهای دولتی و خصوصی در موقعیت مالی قوی با ارتباطات شفاف زیرساخت های اصلی آب و هزینه های مرتبط هستند. با این حال، اطلاعات محدودی در مورد مسائل مربوط به آب از جمله کیفیت، ارزش گذاری و ظرفیت ذخیره سازی وجود دارد. افشای حسابداری شفاف و جامع آب می بایستی مورد حمایت دولت مردان و تصمیم گیرندگان حوزه منابع آب قرار بگیرد زیرا به فرایند مدیریت کارآمد و تصمیم گیری بهینه سیاست آب کمک می نماید. سیستم فوق هم استفاده و هم در دسترس بودن آب را به تفکیک ترکیب می کند، یک پایگاه داده تاریخی جامع و منسجم را فراهم می کند و می تواند خروجی های مدل آب و هوا و هیدرولوژیکی را برای اکتشاف سناریوها یکپارچه کند. این سیستم با استفاده از دینامیک ذخیره و جریان، در حال حاضر از حوضه های اصلی رودخانه به عنوان واحدهای فضایی و یک گام زمانی سالانه استفاده می نماید. در حالی که این سیستم ویژگی هایی را با پویایی سیستم به اشتراک می گذارد، یادگیری افزایش می یابد و مدیریت استراتژیک منابع آب با استفاده از یک رویکرد طراحی و ساختار سیستم حسابداری آب بهبود می یابد. در این مطالعه انواع روش های حسابداری آب از نقطه نظر شاخص های کمی برآورد شده در گزارش نهایی مورد بررسی، تحلیل و مقایسه قرار خواهند گرفت. بر اساس اهداف حسابداری آب در ایران، کارآمدترین روش، سیستم حسابداری اقتصادی و زیست محیطی شناخته شده که نحوه ی پیاده سازی و اجرایی شدن آن را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

واژه‌های کلیدی: بیلان آب، حوضه آبریز، حسابداری زیست محیطی_ اقتصادی، ایران

زمان برگزاری: آبان‌ماه ۱۴۰۱
کنفرانس ملی روش‌های کاربردی حل مسائل فنی بیلان آب کشور
National Conference on Applied Solutions
for Technical Issues in Water Balance Estimation

A brief overview of the position of balance in environmental and economic accounting of water

Edris Merufinia [1*], Rahim Abdollahzadeh Kahrizi [2]

[1*] Water resources expert, West Azerbaijan Regional Water Organization, Maku, Iran

[2] Groundwater expert, West Azerbaijan Regional Water Organization, Maku, Iran

[*]**Corresponding email author:** edris.marufynia1389@gmail.com

Abstract

The integrated assessment of the catchment area is vital in areas that face severe water stress. Statistics and information are an essential part of the decision-making process and water governance to realize the integrated management of water resources at the watershed scale. Water accounting is a new science that is proposed to organize water information and creates a conceptual framework for studying the relationship between economy and environment. It is clear that the transparency and clarity of water accounting communication in different fields should be done carefully. The analysis of the country's water resource management experts shows that many public and private institutions are in a strong financial position with clear communication of the main water infrastructure and related costs. However, there is limited information on water related issues including quality, valuation and storage capacity. Disclosure of transparent and comprehensive water accounting should be supported by the government and decision-makers in the field of water resources because it helps the efficient management process and optimal decision-making of water policy. The above system combines both water use and water availability separately, provides a comprehensive and coherent historical database, and can integrate climate and hydrological model outputs for scenario exploration. Using storage and flow dynamics, this system currently uses the main river basins as spatial units and an annual time step. While this system shares features with system dynamics, learning is enhanced and strategic management of water resources is improved using a water accounting system design and structure approach. In this study, all types of water accounting methods will be examined, analyzed and compared from the point of view of quantitative indicators estimated in the final report. Based on the goals of water accounting in Iran, the most efficient method is the known economic and environmental accounting system, which we will examine how to implement and implement.

Keywords: Water balance, Catchment, Environmental-Economic Accounting, Iran

۱- مقدمه

آب برای تمام جنبه های زندگی، جامعه و محیط طبیعی ما از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. افزایش شتابان جمعیت جهان در قرن گذشته همراه با توسعه شدید اقتصادی، فشار بی سابقه ای را بر این کالای گرانبها وارد کرده است کمبود و با توجه به رشد روز افزون جمعیت و افزایش مصرف و تقاضای آب و کمبود و کاهش منابع آبی، استفاده بهینه از آب در حال حاضر بعنوان یک نگرانی برای جامعه جهانی مطرح شده است. کمبود فیزیکی آب یک واقعیت تلخ و غیرقابل انکار می باشد و تهدیدی جدی برای توسعه اقتصادی جوامع بشری و رفاه انسان ها بوده است (دوال و سیزنس[1]، ۱۹۹۹). تمایل برای افزایش رشد اقتصادی کشورهای مختلف جهان، باعث افزایش تصاعدی در مصرف آب شده است که منجر به جنبه دیگری از بحران در کمبود آب می‌شود. انجام فعالیت‌های انسانی به‌ظاهر بی‌وقفه دائماً برای پذیرش توسعه و پیشرفت در جوامع صنعتی تکنوکراتیک در حال رشد ما، تقاضا برای این منبع ضروری را افزایش می‌دهد (ترنر و همکاران[2]، ۲۰۱۰). واضح است که اطلاعات و درک مناسب در خصوص سیستم آب برای حمایت از تصمیم گیری سطح بالا مبتنی بر شواهد مرتبط وجود ندارد. اما راه اندازی یک طرح ملی آب توسط دولت مرکزی، از جمله گزارش حسابداری آب برای کمیسیون ملی آب بوده بعنوان یک راهکار مناسب مطرح بوده است (سیلوا و هیدالگو[3]، ۲۰۰۹). در حقیقت سیستم حسابداری آب برای پر کردن شکاف بین تمرکز عملیاتی مدل های آب موجود و سیستم های پایگاه داده ایجاد شده در حساب های آب اخیر ایجاد شده است. سیستم حسابداری آب یک مدل شبیه سازی و سیستم پایگاه داده است که به جای مدیریت منابع آب خاص یا تحقیق در مورد فرآیندهای طبیعی پیچیده، روابط فرآیندی اساسی را برای سیاست گذاران و برنامه ریزان طراحی شده است (لوکاس و فن بیک[4]، ۲۰۱۷). فرآیندها مانند بسیاری از مدل‌های دیگر منابع آب با معادله موازنه جرم نشان داده می‌شوند، اما در مقابل، سیستم حسابداری آب از مدل‌های ریاضی پیچیده‌ای از فرآیندهای هیدرولوژیکی استفاده نمی‌کند که مفروضات ساخته‌شده توسط مدل‌ساز (مانند شارژ آب زیرزمینی یا نرخ تبخیر آب‌های آزاد) را در بر نمی‌گیرد. با این وجود، روابط تعادل آب در سیستم حسابداری آب واقعی تر از ترکیب ساده با موقعیت فوق العاده معیارهای منابع آب فردی است (لوکاس و فان بیک، ۲۰۱۷؛ کرنی و همکاران[5]، ۲۰۰۳). چندین روش حسابداری آب وجود دارد که توسط دولت ها و سازمان های بین المللی با اهداف، حوزه های فیزیکی و فرمت های مختلف ارائه شده است. شکاف ها و خطاهای اطلاعاتی در انتشار و یکپارچه سازی داده های لازم برای تصمیم گیری وجود دارد. همین مسئله، حسابداری آب را به عنوان یک ابزار خوب برای ارائه اطلاعات پایه به منظور حمایت از تصمیم گیری در مدیریت منابع آب، در راستای سایر اقدامات پیشنهادی آینده برای رسیدگی به این مشکلات می شناسد. در

1 Devall & Sessions, 1999
2 Turner et al. 2010
3 Silva-Hidalgo et al. 2009
4 Loucks & Van Beek, 2017
5 Kearney et al., 2003

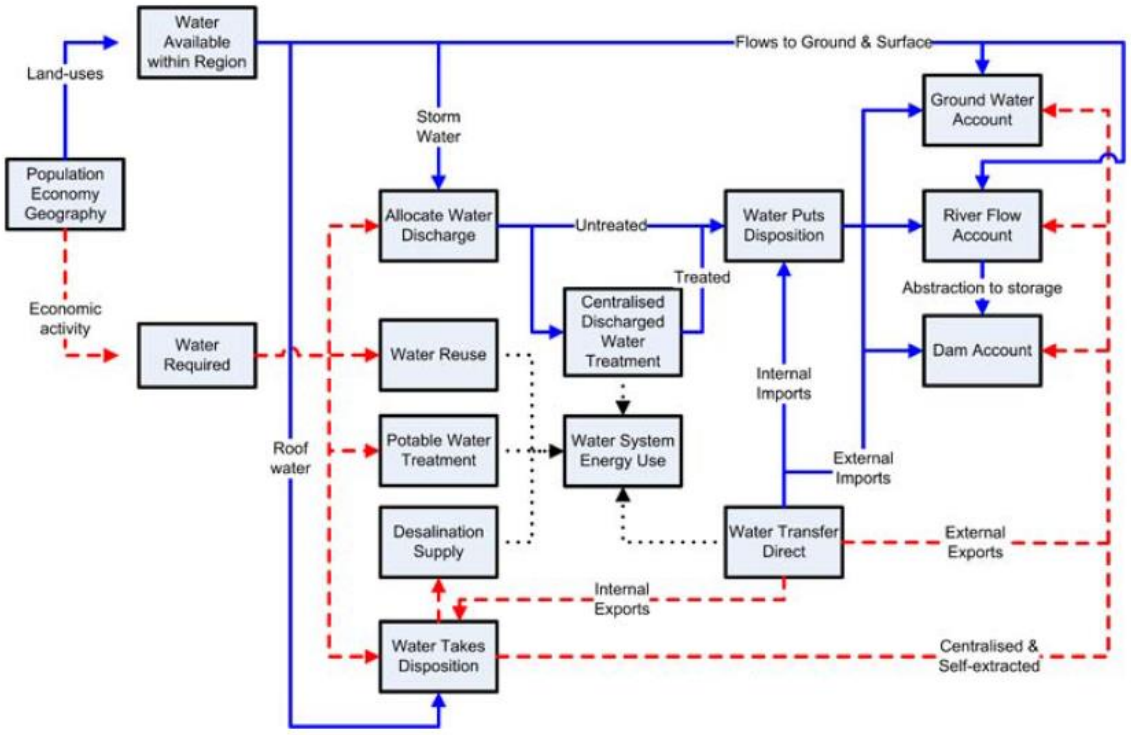
یک مفهوم گسترده، حسابداری آب را می توان به عنوان توسعه بیلان آب در یک قلمرو تعریف کرد که شامل عناصر مرتبط با مصرف آب (کشور، حوضه رودخانه و غیره) است که در قالب خاصی گزارش شده است (مومبلانچ و همکاران[۶]، ۲۰۱۴).

۲-جایگاه حسابداری آب در بیان هیدرولوژیکی

روش های رایج حسابداری آب در بسیاری از موارد بر روی رابطه بین مصرف آب و اقتصاد تمرکز می کنند تا هزینه های مربوط به خدمات آب را ارزیابی کنند (وارد و پولیدو[۷]، ۲۰۰۹). بهره وری آب و هزینه های زیست محیطی در حال حاضر سیستم حسابداری زیست محیطی–اقتصادی آب را بعنوان رایج ترین رویکرد حسابداری ترکیبی معرفی نموده که در بسیاری از کشورها کاربرد فراوانی یافته است (گان و همکاران[۸]، ۲۰۱۳). سایر رویکردهای حسابداری آب فقط به مقادیر فیزیکی حجم آب اشاره دارد. برخی از این گزارش ها وضعیت و کمیت منابع آب را به منظور دستیابی به کنترل بهتر بر آنها و حل تعارضات بین مناطق همساحل نشان می دهد (آلن[۹]، ۲۰۱۲). موسسه بین المللی مدیریت آب، یک چارچوب حسابداری آب را پیشنهاد نمود که مصرف آب و مصرف آب را برای ارزیابی بهره وری آب طبقه بندی می کند که اخیراً یک نسخه بهبود یافته (WA+) ایجاد کرده است که اطلاعات مکانی صریح را ارائه می دهد (کریمی و همکاران[۱۰]، ۲۰۱۳). تمام روش های حسابداری آب فوق دارای دیدگاه ها و ویژگی های متنوعی هستند. با این حال، همه آنها از نظر مفاهیم حساب شده بسیار جامع هستند. این امر آنها را برای توصیف فرآیندهای هیدرولوژیکی در حال وقوع در چشم انداز بسیار مفید می کند، اما می تواند محدودیتی را در رابطه با شفافیت و نظارت مدیریت منابع آب نشان دهد(وایت و همکاران[۱۱]، ۱۹۹۸). تجزیه و تحلیل مدیریت آب در مقیاس سیستم منابع آب انجام می شود که از نظر مفهومی با مقیاس حوضه رودخانه متفاوت است. برخی از نویسندگان سیستم منابع آب را به عنوان یک محیط فیزیکی متشکل از بدنه های آبی مستقل و زیرساخت ها تعریف می کنند که از یک محیط فرهنگی با محدودیت های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی جدایی ناپذیر است(کارآموز و همکاران[۱۲]، ۲۰۰۳). برای تامین منافع مصرف کنندگان آب (مقایسه آب شهری، کشاورزی و صنعتی) و جامعه، اطلاعات حساب های آب باید شامل عناصری از هر دو محیط (کالبدی و فرهنگی) باشد و محدود به ارقام ضروری باشد، به گونه ای که به طور واضح و شهودی ارائه شود قابل درک است. علاوه بر این، برخی از پژوهشگران معتقدند که منابع اطلاعاتی قابل اعتماد کافی برای تکمیل انواع مختلف روش‌های حسابداری آب وجود ندارد (هوگس و

6 Momblanch et al., 2014
7 Ward & Pulido-Velazquez, 2009
8 Gan et al., 2013
9 Allan, 2012
10 Karimi et a., 2013
11 White et al., 1998
12 Karamouz et al., 2003

همکاران[۱۳]، ۲۰۰۳). علاوه بر این، اگر مقادیر ارائه شده به اندازه کافی دقیق نباشند، این حسابداری کامل از هر رکورد حجم و جریان آب در یک حوضه حتی ممکن است تأثیر مخربی بر هدف اولیه حسابداری آب داشته باشد و به جای اطمینان، عدم اطمینان را در مورد ارقام ارائه شده منتقل کند. حساب‌های آب باید حاوی اطلاعات کاملی در مورد جریان‌ها و ذخیره‌های آب مربوطه برای استفاده‌کنندگان آب در حوزه حسابداری باشد. در نهایت، به منظور تسهیل استفاده عمومی، همراه با مقایسه و انتقال اطلاعات، روش‌های حسابداری آب باید رویه‌های استانداردی را برای محاسبه و ارائه حساب‌های آب تنظیم کنند (کریمی و همکاران، ۲۰۱۲). سیستم حسابداری آب به طور موثر آبی را که به طور طبیعی در دسترس است و آبی مورد نیاز تمام فعالیت های اقتصادی در داخل ایالت را به انواع مختلف بدنه آبی و مناطق آبی تقسیم می کند.



شکل (۱) نمودار شماتیک ساختار سطح بالای حساب آب در سیستم حسابداری آب (ترنر و همکاران، ۲۰۱۲)

۲-۱- حسابداری زیست محیطی_ اقتصادی آب

بر اساس درک آب به عنوان بخش جدایی ناپذیر از اکوسیستم، منبعی طبیعی و محصولی اجتماعی و اقتصادی، میزان و کیفیت آن، ماهیت استفاده از آن را تعیین می کند. به این منظور، منابع آب باید با توجه به عملکرد اکوسیستم های آبزی و طول عمر منابع، به منظور تامین و تقسیم نیاز به آب در فعالیت های انسان حفاظت شوند. در توسعه و استفاده

13 Hughes et al.,2012

از منابع آب، اولویت باید به تامین نیازهای اساسی و حفاظت از اکوسیستم ها داده شود. مدیریت پایدار منابع آب برای اطمینان از وجود آب های کافی برای نسل های آینده و مطابقت آن با استانداردهای لازم مورد نیاز است (مولدن و ساکتیوادیول[۱۴]، ۱۹۹۹). رویکرد مدیریت یکپارچه مدیریت منابع آب[۱۵] (IWRM) ترویج توسعه و مدیریت هماهنگ آب، زمین و منابع مرتبط با آن را به منظور به حداکثر رساندن رفاه اقتصادی و اجتماعی به روش عادلانه، بدون ایجاد زیان بر پایداری اکوسیستم های حیاتی است که شامل توسعه هماهنگ تر زمین و آب، آبهای سطحی و زیرزمینی، حوضه های رودخانه و محیط ساحلی و دریایی آن ها و منافع بالادست و پایین دست است. برای سیاست گذاری و برنامه ریزی، استفاده از رویکرد مدیریت یکپارچه مدیریت منابع آب نیازمند آن است که در سیاست ها و اولویت ها به پیامدهای منابع آب، از جمله روابط دو جانبه بین سیاست های کلان اقتصادی و توسعه آب و مدیریت و استفاده از آب توجه شود . همچنین ادغام متقابل بخش ها در توسعه سیاست ها صورت گیرد و ذینفعان باید در برنامه ریزی و مدیریت آب مشارکت داده شوند، تصمیمات مرتبط با آب در سطوح حوضه محلی و رودخانه در راستای دستیابی به اهداف وسیع ملی باشد و برنامه ریزی آب و استراتژی ها را به اهداف اجتماعی، اقتصادی و محیطی جامع تر بسپارند (محمدی خوزانی و همکاران، ۱۳۹۹). آسیب پذیری به عنوان یک مفهوم مفید برای تدوین سیاست های مدیریت یکپارچه منابع آب می تواند بنیان مناسبی را برای تصمیم گیران به منظور اولویت بندی فعالیتها فراهم کند. همچنین توجه به منابع اصلی آسیب پذیری و گروه ها و مناطق آسیب پذیر، فرصت هایی را برای مدیریت تطبیقی منابع آب ایجاد می کند (بابل و همکاران[۱۶]، ۲۰۱۱). در حقیقت آسیب پذیری به روش های مختلفی در حیطه علوم مختلف تفسیر شده است. متناسب با این تعابیر مختلف، به منظور بررسی تئوری و عملی آسیب پذیری ساختار ها، مدل های مفهومی و رویکردهای ارزیابی متعددی توسعه یافته است (آجر[۱۷]، ۲۰۰۶؛ فوزل[۱۸]، ۲۰۰۷). بسیاری از محققان ارزیابی آسیب پذیری را به صورت کمی در نظرگرفته و آن را در قالب فرمول های ریاضی که منتج به مقادیر عددی می شوند، بیان کرده اند (کی نیا[۱۹]، ۲۰۰۷). در ارزیابی آسیب پذیری در مقیاس منطقه نیز محققان زیادی به دنبال ارائه شاخصی هستند که آسیب پذیری را به صورت عددی بیان کند (وی و همکاران[۲۰]، ۲۰۰۴). در مقابل ارزیابی کمی، عدهای دیگر از محققان پا را فراتر گذاشته و مفهوم آسیب پذیری را پیچیده تر از یک رابطه دانسته اند و بیان آن را به صورت کیفی (توصیفی) در نظر گرفته اند. در این دسته از تحقیقات، محوریت فکری مشترک بر پایه این اصل که آسیب پذیری بسیار پیچیده و دینامیک بوده و برای ارزیابی آن باید اثر دینامیک بودن

[14] Molden & Sakthivadivel, 1999
15 Integrated Water Resources Management (IWRM)
[16] Babel et al., 2011
[17] Adger, 2006
[18] Füssel, 2007
[19] Kaynia, 2007
[20] Wei et al., 2004

را نیز در ارتباط با خطر و تهدید در نظر گرفت، بنا شده است (اینگرام و همکاران[۲۱]، ۲۰۰۶؛ ارمولیف و همکاران[۲۲]، ۲۰۰۸). با توجه به رویکردهای مختلف آسیب پذیری، باید به این نکته توجه داشت که آسیب پذیری نباید تنها بر یک بخش متمرکز شود بلکه لازم است تعاملات هر بخش با بخش های دیگر را نیز در نظر بگیرد تا اثرات اتخاذ هر تصمیم را در جهت کاهش آسیب پذیری بتوان بر آسیب پذیری بخش های دیگر سنجید. از این رو، باید به مفهوم آسیب پذیری به صورت سیستمیک نگریست. چگونگی تحلیل سیستمیک آسیب پذیری و داشتن یک تعریف جامع از آن بسیار مهم می باشد (شمیدتلین و همکاران[۲۳]، ۲۰۰۸؛ هلستروم[۲۴]، ۲۰۰۷). در ارزیابی موضوعات سیستم منابع آب، آسیب پذیری مفهومی پیچیده است که به طور مستقیم قابل اندازه گیری و مشاهده نیست، بنابراین لازم است نشانگرهای مناسب و دقیقی برای این ارزیابی شناسایی و انتخاب شوند. از طرفی نشانگرها باید در قالب چارچوب های کلی که قادر به ارائه اطلاعات به شیوه ای منسجم و یکپارچه هستند، توسعه یابند (لنج و همکاران[۲۵]، ۲۰۰۷). چارچوب های مختلفی برای نظام حسابداری آب ارائه شده است. از بین این چارچوب ها، چارچوب زیست محیطی–اقتصادی برای آب[۲۶] (SEEA-Water) که توسط سازمان ملل متحد ارائه گردیده است از بقیه جامع تر بوده و توسط کشورهای متعددی مورد استقبال قرار گرفته است. این چارچوب با یکپارچه سازی اطلاعات بخش های اقتصادی، هیدرولوژی و سایر منابع طبیعی و نیز جنبه های اجتماعی امکان بکارگیری سیاست های هدفمند را با شیوه ای آگاهانه و یکپارچه فراهم می نماید (گزارش سازمان ملل[۲۷]، ۲۰۱۲).

۲-۲- چارچوب ارزیابی آسیب پذیری

ارزیابی آسیب پذیری باید بر اساس چارچوب تحلیلی و مبانی نظری آسیب پذیری و قابل دسترس بودن داده ها و اطلاعات از منابع صورت گیرد. لذا به منظور تحلیل آسیب پذیری در این تحقیق، تلاش شده است که بر اساس مفاهیم رایج نشأت گرفته از مفهوم آسیب پذیری فوزل (۲۰۰۷) می باشد. تعریف آسیب پذیری دارای چهار بعد اصلی می باشد:

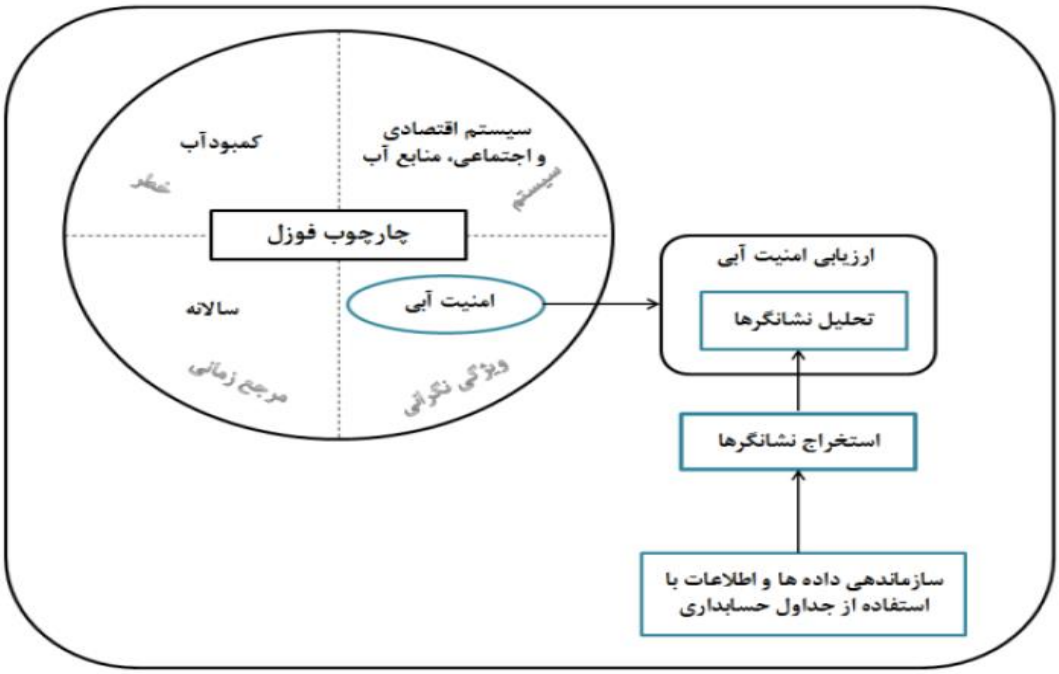
- ✓ **سیستم:** هر مجموعه یا گروه از قبیل گروهی از جمعیت، یک بخش اقتصادی، یک منطقه جغرافیایی و سیستم های طبیعی که به طور بالقوه از طریق خطر تهدید می شوند. آسیب پذیری زیرسیستم اقتصادی–اجتماعی و زیرسیستم منابع آب به عنوان سیستم مدنظر قرار می گیرد.

[21] Ingram et al., 2006
[22] Ermoliev et al.2008
[23] Schmidtlein et al., 2008
[24] Hellström, 2007
[25] Lange et al., 2007
[26] System of Environmental – Economic Accounting for Water (SEEA Water)
[27] United Nations Statistics Division (UNSD), 2012

- ✓ **ویژگی نگرانی:** منظور ویژگی هایی از سیستم آسیب پذیر است که در معرض خطر قرار گرفته می شوند که متناسب با سیستم در نظر گرفته می شود و امنیت آبی منطقه ی مورد مطالعه به عنوان ویژگی نگرانی در نظر گرفته می شود.
- ✓ **خطر:** خطر خسارت بالقو های است که از جانب تهدید بر سیستم مورد نظر وارد می شود که خطری که سیستم مورد نظر را تهدید می کند کمبود آب می باشد.
- ✓ **مرجع زمانی:** زمان یا دوره زمانی که برای ارزیابی آسیب پذیری مد نظر می باشد. مقیاس زمانی در نظر گرفته شده برای ارزیابی آسیب پذیری سالانه می باشد (مک کارتی و همکاران، ۲۰۰۱؛ ویسینته و همکاران[۲۸]، ۲۰۱۶).

از چهار فاکتور فوق به عنوان پارامترهای تعیین جایگاه آسیب پذیری، فاکتورهای خطر، سیستم و مرجع زمانی به خوبی مشخص می باشند. ولی آنچه در اینجا پیچیده بوده و برای شناسایی آن نیاز به بررسی بیشتری احساس می شود، فاکتور دوم یعنی مؤلفه نگرانی می باشد. در واقع این چارچوب، ارزیابی آسیب پذیری سیستم را در قالب میزان آسیب پذیری مؤلفه نگرانی بررسی می کند. تغییرات این مؤلفه به وسیلهی نشانگرهایی پایش می شوند و تحلیل آسیب پذیری بر روی این نشانگرها صورت می گیرد. با بررسی میزان آسیب پذیری نشانگرهای مرتبط با مؤلفه نگرانی که امنیت آبی در نظر گرفته شده است. (بابائیان و همکاران، ۱۳۹۵). به منظور ارزیابی آسیب پذیری سیستم های اقتصادی–اجتماعی و منابع آب، می بایستی نشانگرهایی برای مؤلفه نگرانی امنیت آبی در نظر گرفته شود. نشانگرهای مدنظر با توجه به توسعه پایدار، که عباتند از محیط زیست، اقتصاد و اجتماع، مورد توجه قرار بگیرند. در انتخاب این نشانگرها به عوامل تأثیرگذار در بهبود مؤلفه نگرانی امنیت آبی، داده ها و اطلاعات به دست آمده از حساب ها، نشانگرهای پیشنهادی توسط سازمان ملل و بررسی نشانگرهای مورد استفاده در تحقیقات قبلی در زمینه ارزیابی آسیب پذیری سیستم منابع آب، نیز گردد. شکل (۲) چارچوب به کار رفته برای ارزیابی آسیب پذیری سیستم منابع آب را نشان می دهد.

[28] Vicente et al., 2016



شکل (۲) چارچوب به کار رفته برای ارزیابی آسیب پذیری سیستم منابع آب (بابائیان و همکاران، ۱۳۹۵)

۲-٤- طبقه بندی داده ها و اطلاعات

چارچوب حسابداری زیست محیطی_اقتصادی آب را صرف نظر از در دسترس بودن اطلاعات مورد نیاز برای پر کردن جداول مربوط به آن می توان در هر سطح از حوضه پیاده کرد. بر اساس چارچوب پیشنهادی سازمان ملل داده های مورد نیاز در این چارچوب شامل دو بخش است، قسمت اول مجموعه ای از مفاهیم، تعاریف، طبقه بندی ها و جداول می باشد که در استاندارد SEEA-2003 بدان اشاره شده است. قسمت دوم، شامل آن دسته از حساب هایی است که جزئیات بیشتری را توصیف می کند ولی هنوز به صورت آزمایشی بوده و امکان دستیابی به توافق در مورد مفاهیم و نحوه اجرای آنها به دلیل عدم تجربه عملی و دانش علمی، فراهم نشده است. این قسمت از داده ها به طور مستقیم با حساب های ملی در ارتباط نیستند که شامل حساب های کیفیت، ارزش گذاری آب، جنبه های اجتماعی، ارزیابی آب و نمونه هایی از برنامه های حساب است (هچت[۲۹]، ۱۹۹۹؛ محمدی خوزانی، ۱۳۹۹). سیستم حسابداری زیست محیطی_اقتصادی آب به گروه های زیر تقسیم می شود:

- ✓ حساب های فیزیکی عرضه و مصرف آب
- ✓ حساب های اقتصادی و هیبریدی

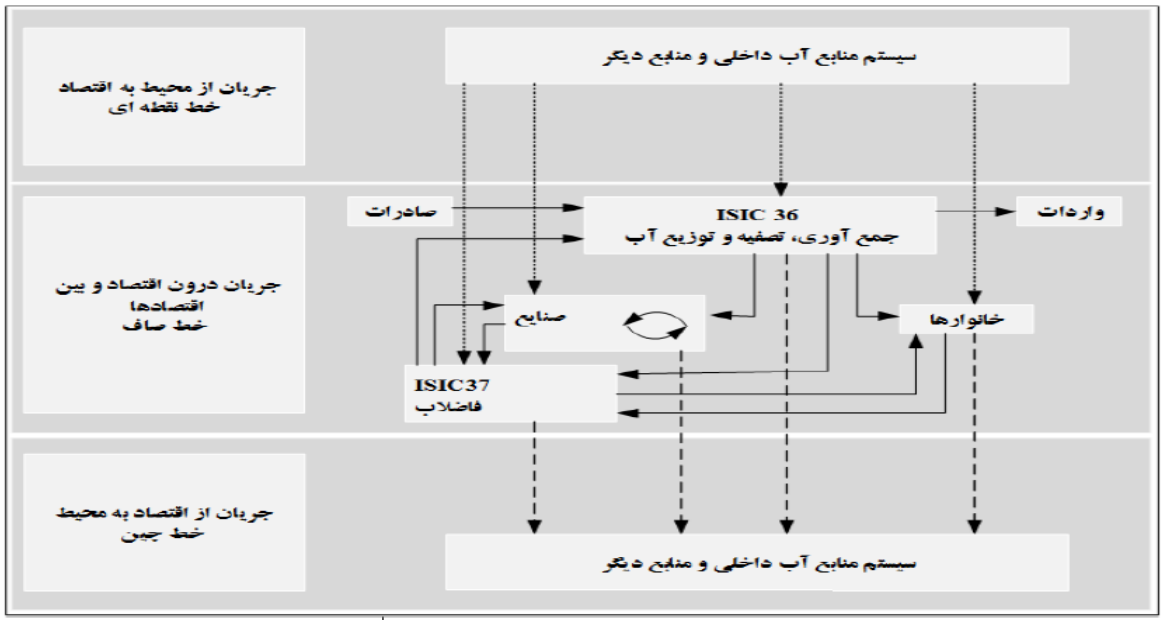
[29] Hecht, 1999

- ✓ حساب دارایی ها
- ✓ حساب های کیفیت

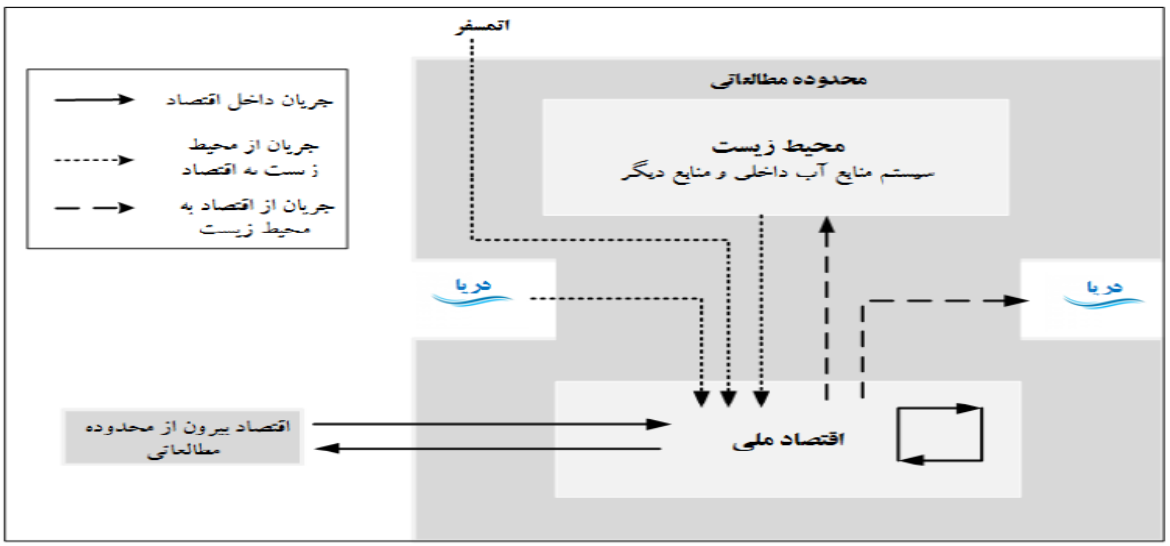
حساب های فیزیکی عرضه و مصرف آب در چارچوب مشترک با استفاده از تعاریف و طبقه بندی حساب های استاندارد اقتصادی[۳۰] SNA-2008 با هم ترکیب می شوند. سیستم فوق یک نسخه به روز شده از SNA-1993 می باشد. در حقیقت سیستم حساب‌های استاندارد اقتصادی یک چارچوب آماری است که مجموعه‌ای جامع، سازگار و انعطاف‌پذیر از حساب‌های اقتصاد کلان را برای اهداف سیاست‌گذاری، تحلیل و تحقیق فراهم می‌کند. این سیستم نه تنها از سوی متخصصان حرفه‌ای در زمینه حساب‌های ملی، بلکه از سوی سیاست‌گذاران، تحلیلگران، دانشگاهیان و طیف وسیعی از کاربرانی که بر اطلاعات کلان اقتصادی قابل دریافت از سیستم به‌روز شده حساب‌ها متکی هستند، کاربرد وسیعی دارد. همچنین چارچوبی فراگیر برای استانداردها در سایر حوزه های آمار اقتصادی فراهم می کند و ادغام این سیستم های آماری را برای دستیابی به سازگاری با حساب های ملی تسهیل می کند (لیکوایر و بلادس[۳۱]،۲۰۱۴؛ ایگنرام و آبست[۳۲]، ۲۰۱۸). عموما داده های هیدرولوژیکی مربوط به حجم آب مصرف شده و تخلیه شده به محیط زیست توسط اقتصاد، و همچنین میزان آلاینده های اضافه شده به آب را شامل می شود. آوردن اطلاعات فیزیکی در مورد آب در چارچوب حسابداری، توازن را در داده های هیدرولوژیکی معرفی می کند و یک سیستم دادهای سازگار را از مجموعه ای از جداول آماری آب که اغلب به طور مستقل توسط وزارتخانه های مختلف می باشند را برای طراحی سیاست های هدفمند جمع آوری و تولید می کند. همچنین جداول فیزیکی عرضه و مصرف آب، جریان آب را در واحدهای فیزیکی درون اقتصاد و بین محیط زیست و اقتصاد تشریح می کنند. این حسابها جریان آب را از برداشت اولیه خود از محیط زیست توسط اقتصاد و عرضه و استفاده آن در داخل اقتصاد به محیط زیست بررسی می کنند. این جداول با ساختار مشابه حسابهای پولی از حسابهای ملی استاندارد گردآوری شده اند. گردآوری جدول های فیزیکی عرضه و مصرف آب برای اهداف مختلفی از قبیل ارزیابی و نظارت بر فشار روی منابع آب توسط اقتصاد، شناسایی عوامل اقتصادی، مسئولین برداشت و تخلیه آب به محیط زیست و ارزیابی گزینه های جایگزین برای کاهش فشار بر منابع آب مشخص شده اند. عرضه کننده این جریانها طبیعت و واحدهای اقتصادی مصرف کننده آن هستند. جریان از محیط زیست به اقتصاد شامل برداشت/حذف آب از محیط زیست توسط واحدهای اقتصادی در محدوده مطالعاتی برای فعالیت های تولید و مصرف است. به طورکلی، آب از سیستم منابع داخلی، که شامل آبهای سطحی، آب های زیرزمینی و رطوبت خاک، به عنوان دارایی ها تعریف شده است برداشت می شود تامین کنندگان این جریان محیط زیست و کاربر اقتصاد می باشد. در این جریانها طبیعت تمامی آب مصرفی بخش اقتصاد را عرضه کرده است از این رو شرط تساوی بین عرضه و تقاضا نیز ارضا خواهد شد (سازمان ملل

[30] The System of National Accounts (SNA), 2008
[31] Lequiller & Blades ,2014
[32] Eigenraam & Obst, 2018

۲۰۱۲ به نقل از محمدی خوزانی و همکاران). جریان در اقتصاد شامل مبادلات آب بین واحدهای اقتصادی است. مبادلات معمولا از طریق شبکه (لوله) انجام می شود، اما سایر روشهای حمل ونقل آب از مطالعه حذف نمی شوند. مبدا و مقصد این جریان ها با مقادیر جدول عرضه و استفاده پولی مطابقت دارد. شکل (۳) شرح دقیق جریان فیزیکی آب در اقتصاد و شکل (۴) جریانها در جداول فیزیکی عرضه و مصرف آب منبع را نشان می دهد.



شکل (۳) شرح دقیق جریان فیزیکی آب در اقتصاد (محمدی نوزانی و همکاران، ۱۳۹۹ به نقل از گزارش سازمان ملل)



شکل (٤) جریان ها در جداول فیزیکی عرضه و مصرف آب منبع (محمدی خوزانی و همکاران: ۱۳۹۹)

۳- بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه در کشور ما مدیریت منابع آب در سازمان های مرتبط، براساس سیاست جداسازی مسئولیت ها و عملکردها است، به این ترتیب هر یک از بخش ها در محدوده هدف های تعیین شده، بدون پیوند با یکدیگر فعالیت می کنند و آثار خارج از مرزهای پروژه را در نظر نمی گیرند. بنابراین یکی از مهمترین نیازهای بخش آب می تواند کاربرد سامانه حسابداری آب باشد. در این پژوهش حسابداری نگاهی گذرا به جایگاه بیلان در حسابداری زیست محیطی_ اقتصادی آب پرداخته شده است. روشها و تدابیرهای مختلف جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مراحل مختلف اجرای حسابداری زیست محیطی- اقتصادی آب بیان گردید. قانون گذاران و تدوین کنندگان استاندارد در ایفای نقش خود در این ارتباط فعال بوده و با وضع استانداردهایی همچون استاندارد حسابداری شماره ۴ ایران توانسته اند که مفهوم حسابداری را با مفهوم توسعه پایدار هماهنگ کنند. همچنین نتایج نشان می دهد که قوانین وضع شده با راهکارها و معافیت های خود فرصتهای مناسبی را برای ارتقا و حفظ محیط زیست ایجاد کرده است و اجرای حسابداری زیست محیطی-اقتصادی به نفع همه استفاده کنندگان و کل محیط است. اما در کنار تمام مزیت های فوق یکی از موانع و چالش های اساسی پیش رو در این زمینه این است که سازمانهای داخلی تمایل چندانی برای اجرای این مهم ندارند و در رابطه با اجرای آن نیز الزامی از سوی قانونگذاران برای شرکتها در نظر گرفته نشده است. اگر چه قوانین مالیاتی مصوب کشور روزنه ای برای نیل به این هدف ها گشوده است و استانداردهای حسابداری هم برای افشای آن راهکار و یا راهکارهایی را ارائه کرده است اما با بررسی استانداردهای مدون فعلی و ارزیابی رویه های جاری، مشخص است که این استانداردها و رویه ها پاسخ گوی نیاز حیاتی جامعه در پیشبرد هدف های حسابداری زیست محیطی و ارتقاء سلامت جامعه نیست. نتایج کار با تحقیق ابراهیم پور و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. همچنین حسابداری آب با گردآوری اطلاعات لازم و تحلیل دقیق از وضعیت موجود و تغییرات صورت گرفته در زمینه ی بهره برداری از منابع آبی، مدیریت پایدار این منابع را امکان پذیر می سازد. مقایسه ی رو شهای مختلف حسابداری آب نشان می دهد که روش حسابداری عمومی آب با گردآوری اطلاعات مربوط به میزان آب عرضه شده و میزان آب وارد شده به مخزن، تنها برای تحلیل تغییرات صورت گرفته در ذخایر منابع آبی مناسب می باشد. روش حسابداری ارایه شده توسط موسسه ی بین المللی حسابداری آب با محاسبه ی مقادیر آب مصرف شده و آب در دسترس چگونگی مدیریت آب را از طریق محاسبه ی دقیق آب تجدیدپذیر مورد ارزیابی قرار می دهد. از آنجایی که در این نوع حسابداری، برای جمع آوری داده ها از ابزار و تکنیک های ماهواره ای و سنجش از دور استفاده می شود، این روش نسبت به رو شه ای دیگر، هزینه برتر می باشد. در روش حسابداری رد پای آب، اختلاف مقادیر مربوط به آب سبز و آب آبی ، همچنین آب خاکستری که میزان آلودگی تولید شده را نشان می دهد، معیاری برای نحوه ی مدیریت منابع آب در نظر گرفته می شود. روش حسابداری اقتصادی زیست محیطی، با تلفیق حساب های ملی و حساب های مربوط به گردش فیزیکی آب امکان ارزیابی زیست

محیطی و اقتصادی را تواماً فراهم می آورد. این روش به دلیل فراهم آوردن ابزارهای لازم جهت ارزیابی فیزیکی و اقتصادی به طور توام، کارایی بیشتری برای مدیریت آب در مناطقی که با بحران آب مواجه هستند، دارد. نتایج کار با ابوالحسنی و خلیلی (۱۳۹۵) مطابقت دارد. باید به این نکته توجه داشت که دولت از طریق اصلاح قوانین موجود تصویب قوانین جدید و وضع مجازات های قانونی برای شرکتهای آلوده کننده محیط زیست می تواند موجبات کاهش آلودگی را فراهم نماید. علاوه بر این متولیان مسائل زیست محیطی باید به فکر نهادینه کردن فرهنگ رعایت مقررات زیست محیطی در جامعه باشد به خصوص اگر صاحبان و مدیران صنایع نسبت به مسائل زیست محیطی دیدگاهی مثبت و توام با طرفداری از بهبود عملکرد زیست محیطی داشته باشند و آن را از نظر مالی و منابع انسانی حمایت کنند، موجب می شود که کارکنان نیز در قبال محیط زیست حساس و متعهد باشند. نتایج کار با طالب نیا و همکاران (۱۴۰۰) مطابقت دارد. استراتژی های زیست محیطی به طور مستقیم بر عملکرد محیطی از طریق تاثیر غیر مستقیم بر حسابداری مدیریت زیست محیطی تاثیر خواهند گذاشت. در صورت پایبندی مدیریت ارشد به محیط زیست، تمایل به اتخاذ سیستمی که قادر به ارائه اطلاعات مربوط به محیط زیست نیز می باشد افزایش می یابد. نتایج کار با غلامرضا سلیمانی و مجبوری یزدی (۱۴۰۰) مطابقت دارد. وجود سامانه های حسابداری آب برای فرآیند شناسایی، تشخیص، کمی سازی، ارائه گزارشگری و اطلاعات اعتباردهی در مورد آب، حقوق و سایر ادعاها نسبت به آب و تعهدات در برابر آن می تواند به ویژه برای مناطق خشک و نیمه خشک سودمند باشد. حسابداری آب، بر پایه اطلاعاتی در مورد منابع آب، انجام تصمیمات رسمی در مورد آب را تسهیل می کند. از محدودیت های اصلی اجرای این سامانه و همچنین سامانه های حسابداری دیگر، نبود سامانه های یکپارچه و کامل از داده های آب و هواشناسی و هیدرولوژیکی حوضه ها است. همچنین بانک اطلاعاتی کامل، به روز و واسنجی شده از داده های سنجش از دور برای حوضه های آبریز وجود ندارد. بنابراین گام نخست همکاری نهادهای مرتبط با آب در ایجاد بانک های اطلاعاتی مورد نیاز است. این اطلاعات اگر به صورت مداوم و تحت و بپایش شوند، می توانند گام موثری در تولید حساب های مربوط به آب داشته باشند. نتایج کار با خزاعی و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد.

٤- جمع بندی و پیشنهادات

مطالعه در زمینه مدل سازی بهینه حوضه های آبریز کشور بسیار ضروری می باشد. لذا در این راستا بایستی تحقیقات گسترده ای انجام گرفته و و نتایج آن پیوسته برای تهیه حساب های آب تکمیل و مورد استفاده قرار گیرد. با وجود موانع زیرساختی در داده های مهم هیدرولوژیکی در حوضه ها، پیشنهاد می شود بیش از پیش و با بهره گرفتن از تجربیات سایر کشورها گام هایی در جهت کاربرد سامانه های حسابداری آب صورت گیرد. این امر در شناسایی مشکلات موجود، بهبود وضعیت حوضه ها و تصمیم گیری های حیاتی در زمینه منابع و مصارف آب در کشور بسیار موثر است. توجه جدی سیاست گذاران به در نظر گرفتن رد پاهای آب، در مزیتهای نسبی و رقابتی و امتناع از بی اهمیت دانستن آنها در تجارت خارجی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین لازم است که برنامه ریزی کوتاه مدت و موقتی در جهت

واردات بیشتر محصولات آب بر و صادرات محصولاتی که به طور مستقیم و غیر مستقیم آب کمتری در آنها استفاده می شود انجام گیرد. لذا در این راستا برنامه ریزی میان مدت و بلند مدت برای کاهش مصرف مستقیم و غیر مستقیم آب بخشهای اقتصادی بیشتر آب بر با استفاده از تسهیلات تکنولوژیکی و تغییر شیوه آبیاری، فرهنگ سازی، مشارکت مردم و تولیدکنندگان، و سایر ابزارهای سیاستی امری ضروری و لزوم اجرای آن غیر قابل انگار می باشد. در این راستا می بایست برنامه ریزی های دقیق منطقه ای برای کشت انواع خاص محصولات کشاورزی آب بر با توجه به دسترسی به منابع آب و برنامه ریزی دقیق منطقه ای برای احداث یا انتقال صنایع آببر مثل فولاد و ساخت محصولات شیمایی و ... انجام پذیرد. رویکردهای فعلی حسابداری آب شرکت گیچ کننده هستند و ایجاد تمایز در چگونگی تکنیک های موجود متفاوت بوده یا تعیین ابزارهایی که در شرایط مختلف مناسب ترین هستند دشوار است. گردآوری داده ها مطابق با این چارچوب به افزایش آگاهی از ابزارهای حسابداری مدیریت آب موجود که ممکن است برای مدیریت آب ب هکار روند کمک خواهد کرد و با تمرکز بیشتر بر اطلاعات پولی مبنایی را برای تصمیمات کس بوکار بهتر در مورد آب فراهم می کنند. حسابداری مدیریت آب گامی به سمت ایجاد پیوند بین کسب وکار و مسائل مدیریت آب است با این وجود ابهامات زیادی در رابطه با چگونگی حسابداری مدیریت آب و به کار گرفتن این چارچوب در عمل وجود دارد و انجام مطالعاتمستمر و ویژه به منظور آشکار ساختن ماهیت پویا و نوآورانه کاربردهای حسابداری مدیریت آب شرکت مورد نیاز می باشد. همچنین می توان گفت که اگرچه ارزیابی هزینه ها و درآمدهای برون سازمانی (شاخص سیستمی) برای شرکت ها مشکل است، اما آنچه آنها اغلب افشا می کنند، همان داده ها در خصوص سرمایه گذاری های زیست محیطی و هزینه های عملیاتی سالیانه است. این شاخص ها را می توان به عنوان مثال هایی از شاخصهای بررسی متقابل بین ابعاد پایداری اقتصادی و زیست محیطی در نظر گرفت.

۵- منابع

ابراهیم پور،م.، عیلامی رودمعجنی، ف.، خسروی زادبند، ح.، (۱۳۹۴)، حسابداری زیست محیطی و چالش های پیش روی آن در ایران، نشریه حسابداری سلامت، ۴ (۳): ۱۰۸ –۱۲۸

ابوالحسنی، ل.، خلیلی.، (۱۳۹۵)، بررسی روش های اجرای حسابداری آب، معرفی و اجرای کارآمدترین روش، نشریه آب و توسعه پایدار، ۳ (۶): ۹ –۲۲

بابائیان، ف.، باقری، ع.، رفیعیان، م.، (۱۳۹۵)، تحلیل آسیب‌پذیری سیستم منابع آب نسبت به کم آبی با استفاده از چارچوب حسابداری آب (مطالعه موردی: محدوده مطالعاتی رفسنجان)، نشریه تحقیقات منابع آب ایران، ۱۲ (۱): ۱–۱۷

خزاعی،س.، رایینی سرجاز ،م.، داوری،ک.، شفیعی.،(۱۳۹۷)، معرفی چارچوب حسابداری آب WA+، نشریه آب و توسعه پایدار، ۵ (۳): ۱۱۷ –۱۲۸

سلیمانی،غ.، مجبوری یزدی، ه.، (۱۳۹۸)، بررسی تاثیر استراتژی زیست محیطی، عدم اطمینان زیست محیطی و تعهد مدیریت ارشد بر عملکرد زیست محیطی شرکتی: نقش حسابداری مدیریت زیست محیطی، مجله حسابداری مدیریت، پیاپی ۴۳ (۲): ۸۷ –۱۰۴

صادقی،س.ک.، کریمی تکانلو،ز.، علی متفکر آزاد، م.، اصغرپور قورچی، ح.، اندایش،ی.، (۱۳۹۳)، سنجش رد پای آب بخش های اقتصادی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی(SAM)، فصلنامه اقتصاد مقداری، ۱۱(۳): ۸۱ –۱۱۱

طالب نیا،ق، صارمی نیا، م، جعفرپور.، (۱۴۰۰)، مروری بر حسابداری محیط زیست، فصلنامه مطالعات حسابداری و حسابرسی، ۳۹ (۲): ۳۵ –۵۴

محمدی خوزانی، ن.و، احمدی، آ.، یوسفی، ع.، (۱۳۹۹)، ارزیابی سیستم منابع آب حوضه زاینده رود با استفاده از روش حسابداری آب، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global environmental change*, *16*(3), 268-281.

Ahmad, R. A. R., Tower, G., Plummer, J., & Aripin, N. (2010). Transparency and clarity of water accounting reporting. *Journal of the Asia-Pacific Centre for Environmental Accountability*, *16*(4), 4-19.

Allan, A. (2012). 13. The role of a water accounting system in the avoidance and resolution of international water disputes. *Water Accounting: International Approaches to Policy and Decision-Making; Edward Elgar Publishing: Cheltenham, UK*, 236.

Babel, M. S., Pandey, V. P., Rivas, A. A., & Wahid, S. M. (2011). Indicator-based approach for assessing the vulnerability of freshwater resources in the Bagmati River Basin, Nepal. *Environmental management*, *48*(5), 1044-1059.

Devall, B., & Sessions, G. (1999). Deep ecology, thinking through the environment. *London: Routledge. Economist (2009a). Water: Sin aqua none*, *391*(8626), 52-54.

Eigenraam, M., & Obst, C. (2018). Extending the production boundary of the System of National Accounts (SNA) to classify and account for ecosystem services. *Ecosystem health and sustainability*, *4*(11), 247-260.

Ermoliev, Y., Ermolieva, T., Fischer, G., Makowski, M., Nilsson, S., & Obersteiner, M. (2008). Discounting, catastrophic risks management and vulnerability modeling. *Mathematics and Computers in Simulation*, *79*(4), 917-924.

Füssel, H. M. (2007). Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global environmental change*, *17*(2), 155-167.

Gan, H., Wang, Y., Lu, Q., Vardon, M., & Chanchai, A. (2012). Development and Application of the System of Environmental–Economic Accounting for Water in China. *Water Accounting*, 139.

Hecht, J. E. (1999). Environmental accounting. *Where we are now, where we are heading. Resources*, *135*, 14-17.

Hellström, T. (2007). Critical infrastructure and systemic vulnerability: Towards a planning framework. *Safety science*, *45*(3), 415-430.

Hughes, D. A., Corral, E., & Muller, N. W. (2012). 6. Potential for the application of General Purpose Water Accounting in South Africa. *Water Accounting*, 106.

Ingram, J. C., Franco, G., Rumbaitis-del Rio, C., & Khazai, B. (2006). Post-disaster recovery dilemmas: challenges in balancing short-term and long-term needs for vulnerability reduction. *Environmental science & policy*, *9*(7-8), 607-613.

Karamouz, M., Szidarovszky, F., & Zahraie, B. (2003). *Water resources systems analysis*. CRC press.

Karimi, P., Bastiaanssen, W. G., Molden, D., & Cheema, M. J. M. (2013). Basin-wide water accounting based on remote sensing data: an application for the Indus Basin. *Hydrology and Earth System Sciences*, *17*(7), 2473-2486.

Kaynia, A. M., Papathoma-Köhle, M., Neuhäuser, B., Ratzinger, K., Wenzel, H., & Medina-Cetina, Z. (2008). Probabilistic assessment of vulnerability to landslide: application to the village of Lichtenstein, Baden-Württemberg, Germany. *Engineering Geology*, *101*(1-2), 33-48.

Kearney, B., Foran, B., Poldy, F., & Lowe, D. (2003). Modelling Australia's fisheries to 2050: policy and management implications. In *Fisheries Research and Development Corporation*.

Lange, G. M., Hassan, R. M., Arntzen, J., Crawford, J., & Mungatana, E. (2007). *The economics of water management in Southern Africa: an environmental accounting approach*. Edward Elgar Publishing.

Lequiller, F., & Blades, D. (2014). *Understanding national accounts*. OECD publishing.

Loucks, D. P., & Van Beek, E. (2017). *Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications*. Springer.

McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., & White, K. S. (2001). *Climate change 2001*.

Molden, D., & Sakthivadivel, R. (1999). Water accounting to assess use and productivity of water. *International Journal of Water Resources Development*, *15*(1-2), 55-71.

Momblanch, A., Andreu, J., Paredes-Arquiola, J., Solera, A., & Pedro-Monzonís, M. (2014). Adapting water accounting for integrated water resource management. The Júcar Water Resource System (Spain). *Journal of Hydrology*, *519*, 3369-3385.

Schmidtlein, M. C., Deutsch, R. C., Piegorsch, W. W., & Cutter, S. L. (2008). A sensitivity analysis of the social vulnerability index. *Risk Analysis: An International Journal*, *28*(4), 1099-1114.

Silva-Hidalgo, H., Martín-Domínguez, I. R., Alarcón-Herrera, M. T., & Granados-Olivas, A. (2009). Mathematical modelling for the integrated management of water resources in hydrological basins. *Water Resources Management*, *23*(4), 721-730.

Turner, G. M., Baynes, T. M., & McInnis, B. C. (2010). A water accounting system for strategic water management. *Water resources management*, *24*(3), 513-545.

United Nations. Statistical Division, & London Group on Environmental Accounting. Subgroup on Water Accounting. (2012). *System of environmental-economic accounting for water* (Vol. 100). United Nations Publications.

United Nations. Statistical Division, & London Group on Environmental Accounting. Subgroup on Water Accounting. (2012). *System of environmental-economic accounting for water* (Vol. 100). United Nations Publications.

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*, 611-622.

Ward, F. A., & Pulido-Velazquez, M. (2009). Incentive pricing and cost recovery at the basin scale. *Journal of Environmental Management*, *90*(1), 293-313.

Wei, Y. M., Fan, Y., Lu, C., & Tsai, H. T. (2004). The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method. *Environmental Impact Assessment Review*, *24*(4), 427-439.

White, I. D., Harrison, S. J., & Mottershead, D. N. (1998). *Environmental systems: an introductory text*. Psychology Press.