

ارزیابی تجارت آب مجازی در بخش صنعت استان زنجان

مرتضی تهامی پور^۱، سمانه عابدی^۲

۱- استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

(نویسنده مسئول) m_tahami@sbu.ac.ir

۲- استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران

(دریافت ۹۴/۷/۲۲ پذیرش ۹۴/۱۱/۱۸)

چکیده

بحران منابع آب به دلیل روند رو به رشد مصارف آب به ویژه در کشورهای در حال توسعه، از اهمیت زیادی برخوردار است و چشم‌انداز تولید و دستیابی به امنیت غذایی را در این کشورها به شدت تهدید می‌نماید. تجارت آب مجازی به عنوان راهکاری جهت غلبه بر بحران کمبود آب به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مطرح بوده و بر پایه تأمین آب مواد غذایی مورد نیاز از خارج از محدوده و وارد نمودن مواد آب بر از بخش‌های دارای آب کافی است. با توجه به اینکه بخش صنعت در حال حاضر به عنوان پایه توسعه استان زنجان مطرح شده است، لذا مطالعه حاضر با هدف تجزیه و تحلیل تجارت آب مجازی در بخش صنعت استان زنجان انجام شد. برای انجام این پژوهش از اطلاعات طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران برای سال ۹۰-۱۳۸۹، استفاده شد. ضمن دسته‌بندی صنایع، نیاز آبی و تولیدات این صنایع، میزان آب مورد نیاز آنها تخمین زده شد. نتایج نشان داد که بیشترین محتوای آب مجازی استان زنجان به صنعت تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها، صنعت تولید کاغذ و محصولات کاغذی و صنعت مواد غذایی و آشامیدنی به ترتیب با میانگین ۳۲/۷۰، ۲۶/۱۴ و ۱۱/۶۳ مترمکعب بر میلیون ریال، اختصاص دارد. همچنین میزان کل صادرات آب مجازی بخش صنعت استان زنجان، معادل ۳/۱۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است که ۵۰ درصد آن به فعالیت تولید فلزات اساسی اختصاص دارد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که استان زنجان در بخش صنعت در مجموع صادرکننده خالص آب مجازی است.

واژه‌های کلیدی: تجارت آب مجازی، بخش صنعت، استان زنجان

۱- مقدمه

مجازی می‌تواند جایگزین مناسبی برای انتقال بین حوضه‌ای آب در کشورها و مناطق باشد. بر این اساس، می‌توان به جای سرمایه‌گذاری سنگین برای انتقال فیزیکی آب، آن را به صورت مجازی وارد یا صادر نمود. توسعه‌دهندگان ایده آب مجازی معتقدند با صادرات و واردات کالا و محصولات، حجم زیادی آب جابجا می‌شود که از آن به عنوان تجارت آب مجازی نام برده می‌شود. در تئوری تجارت آب مجازی، به منظور کاهش فشار بر منابع آب، به کشورها و یا مناطق کم آب توصیه شده که به جای تولید کالا با استفاده از منابع آب داخلی، به واردات آن مبادرت ورزیده و منابع آب داخلی را برای فعالیت‌های تجاری پر سود اختصاص دهند. در واقع گزینه تجارت مجازی آب از طریق تبادل کالاهای تولیدی، چه داخلی و چه خارجی، راهکاری است که می‌توان با استفاده از آن، از بحران و کمبود آب در سطح ملی، منطقه‌ای و جهانی جلوگیری نمود

مبادله و تجارت آب مجازی می‌تواند به عنوان ابزاری برای ارتقای کارایی مصرف آب، دستیابی به امنیت آبی در مناطق دارای فقر آبی و برطرف نمودن محدودیت‌های محیطی با تعیین مناطق مناسب تولید، استفاده شود. مفهوم آب مجازی برای توجه سیاست‌گذاران به منابع آب به منظور امنیت غذایی و توسعه پایدار با واردات محصولات آب بر، ایجاد شد و راه حل جایگزینی محصولات آب بر را با محصولات ذخیره کننده آب پیشنهاد می‌کرد از این رو نقش سیاست‌گذاری در منابع آب با توجه به مزیت نسبی از اهمیت زیادی برخوردار است. مفهوم آب مجازی نخستین بار در سال ۱۹۹۳ به منظور اشاره به مقدار آب موجود و قابل دسترس در سیستم جهانی از طریق مبادله کالاهای ارائه شد (Allan 1993). در این تحقیق آب مجازی مجموع آب مصرف شده برای تولید مقدار معینی از محصول، تعریف شده است. تجارت آب

می‌توانند غذای ارزان وارد نموده و از فشار بیش از حد به منابع آب خودداری نمایند. مروری بر ادبیات موضوع بیانگر آن است که مطالعه آب مجازی در بخش صنعت در کشور کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به این ترتیب با توجه به اینکه صنعت به‌عنوان موتور اصلی رشد اقتصادی مطرح است و اعتقاد بر این است که منابع آبی با کیفیت خوب به منزله مواد خام برای توسعه صنعت می‌باشد، لذا در مطالعه حاضر تلاش شد تا آب مجازی و تجارت آن در بخش صنعت در محدوده مطالعاتی استان زنجان که هیچ‌گونه مطالعاتی در این زمینه در محدوده مورد نظر، صورت نگرفته است به‌طور جامع بررسی شود.

استان زنجان در محصول ناخالص داخلی سرانه با احتساب نفت در سال ۱۳۸۸، در رتبه ۲۶ و بدون احتساب آن در رتبه ۲۴ بین استان‌های کشور قرار داشته است. میزان نرخ مشارکت اقتصادی استان در سال ۱۳۹۰، ۴۱/۶ درصد بوده و سهم شاغلان در بخش‌های عمده اقتصادی در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب ۳۳/۲، ۳۳/۲ و ۳۳/۵ درصد بوده است. در این میان بخش صنعت به‌عنوان موتور توسعه همواره مورد توجه صاحب نظران برنامه‌های توسعه بوده و به‌عنوان عاملی برای دستیابی به رشد اقتصادی و نیل به پیشرفت‌های تکنولوژیکی شناخته شده است. شایان ذکر است در استان زنجان از کل ۱۳۶ نوع فعالیت صنعتی موجود در کشور، تعداد ۷۷ نوع فعالیت وجود دارد. ۵۶/۷ درصد از انواع فعالیت‌های صنعتی کشور در استان زنجان وجود دارد، هرچند که از نظر توزیع فضایی بالغ بر ۹۰ درصد این فعالیت‌ها در دو شهرستان زنجان و ابهر تمرکز یافته‌اند. قطب‌ها و مراکز صنعتی در سطح استان و کشور در میزان جابجایی بار و کالای ورودی و خروجی به استان نقش شایان توجهی دارد، به گونه‌ای که بیش از ۶۵ درصد بارگیری‌های استان با استان‌های صنعتی چون تهران، خوزستان، آذربایجان شرقی و اصفهان و قزوین می‌باشد. به‌عبارت دیگر، حدود ۶۵/۸۶ درصد از بار خروجی استان

به ۱۱ قطب و مرکز صنعتی کشور، صادر شده است (Statistical Center, Office of Management and Budget, 2011).

از طرفی با توجه به مطالعات انجام شده در خصوص توسعه استان زنجان، بخش صنعت در حال حاضر به‌عنوان پایه توسعه استان مطرح شده که به موازات توسعه بخش‌های کشاورزی و

و مانع تبعات منفی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی آن شد (Salah 2014).

در مطالعات متعددی از جنبه‌های مختلف به تجزیه و تحلیل آب مجازی پرداخته شده است، از جمله مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۰ در مورد بررسی ردپای آب در چین در سال ۲۰۰۲، انجام شده است (Zhao et al. 2010). در مطالعه مذکور با بررسی تجارت آب مجازی نشان داده شده است که کشور چین در تمام بخش‌های اقتصادی صادرکننده خالص آب مجازی است. در سال ۲۰۱۱ در مطالعه‌ای به بررسی الگوی تجارت آب مجازی پرداخته شده است (Feng et al. 2011). نتیجه این مطالعه حاکی از این بوده که مناطق مورد مطالعه، صادرکننده آب مجازی هستند و تولیدات خارج از این منطقه به منابع آب رودخانه زرد فشار می‌آورد. همچنین خسروی در سال ۱۳۹۰ در تحقیقی، مصرف غیرمستقیم آب محدود به هشت رشته فعالیت اقتصادی را محاسبه نموده است (Khosravi 2011) مطابق با نتایج، بخش‌های زراعت، جنگلداری و صنعت واردکننده و بخش‌های باغداری، دامپروری، آبیاری، معدن و خدمات صادرکننده آب مجازی بوده‌اند. صلاح در سال ۱۳۹۳، در مطالعه‌ای به بررسی تراز تجاری آب مجازی رشته فعالیت‌های اقتصادی استان گیلان پرداخت. بر اساس نتایج، بخش صنایع و معادن استان گیلان با صادرات ۸۶ میلیون متر مکعب و واردات ۲۶۰ میلیون متر مکعب آب مجازی از سه گمرک خود در بخش صنایع و معادن واردکننده خالص آب مجازی بوده است (Salah 2014). علاوه بر مطالعات مذکور، می‌توان به مطالعات (Blackhurst et al. 2010, Deisenroth & Bond 2010, Dehghan Menshadi et al. 2013, Faramarzi et al. 2010, Mohammadi Kani Golzar 2012, Mohammadi 2012, Mohammadi & Taali Shekari & Kohabi 2012, Moghadam 2011) که در آن‌ها به بررسی تجزیه و تحلیل تجارت آب مجازی و آثار رفاهی حاصل از آن پرداخته شده است، اشاره نمود.

بررسی مطالعات انجام شده حاکی از آن است که واردات آب مجازی از طریق محصولات صنعتی، راه حل مناسبی برای بحران آب، بخصوص برای مناطق خشک و دارای کارایی مصرف آب پایین، است. بنابراین در مقابل مصرف منابع آب کمیاب برای محصولاتی که مصرف آب آنها نیز بالا است، این قبیل مناطق

اولیه می‌نامند. برخی از محصولات اولیه در روند فرآوری تبدیل به محصولات ثانویه می‌شوند. محتوای آب مجازی به ازای هر میلیون ریال ارزش افزوده در بخش صنایع VWC^۱ با رابطه ۱ محاسبه می‌شود (Chapagain & Hoekstra 2004)

$$vwc[p] = \frac{IWW}{GDP_i[p]} \quad (1)$$

که در این رابطه

IWW^۲ میزان آب تخصیص داده شده به صنعت اولیه تولید کننده محصول [p] بر حسب مترمکعب در سال و GDP_i ارزش افزوده آن بر حسب میلیون ریال است. با ضرب محتوای آب مجازی در ارزش صادراتی تولیدات صنعتی، میزان آب مجازی به دست می‌آید (Chapagain & Hoekstra 2004)

$$VWE [e] = VWC [e] \times EVIP [e] \quad (2)$$

که در این رابطه

VWE^۳ صادرات آب مجازی به واسطه صادرات تولیدات صنعتی از منطقه [e] بر حسب مترمکعب است و EVIP^۴ ارزش صادراتی تولیدات صنعتی (میلیون ریال) منطقه نامبرده است. می‌توان برای محاسبه میزان جریان آب مجازی، منطقه مبدا را در نظر گرفت. همچنین می‌توان میزان جریان آب مجازی را بر اساس ساختار و ارزش تولید منطقه مقصد محاسبه کرد، با این استدلال که اگر منطقه مقصد خود می‌خواست این فرایند تولید را انجام دهد چقدر آب باید در اختیار تولید قرار می‌داد و اکنون ذخیره شده است (شبه مفهوم هزینه فرصت). بر این اساس جریان آب مجازی محصولات صنعتی، از منطقه صادرکننده e به روش زیر بر حسب متر مکعب در سال محاسبه می‌شود (Chapagain & Hoekstra 2004)

$$VWF [e,i,p] = PT [e,i,p] \times VWC [e,p] \quad (3)$$

که در این رابطه

VWF^۵ جریان آب مجازی بر حسب مترمکعب در سال، PT میزان محصولات مورد تجارت بر حسب تن در سال از منطقه صادر کننده e به منطقه واردکننده i و P نوع محصول است.

خدمات، مسیر توسعه استان را هموار خواهد کرد. بنابراین لازم است با توجه به چشم‌انداز و اهداف کمی و کیفی تعیین شده بخش صنعت در پنج سال آینده، استراتژی‌های مناسب برای ارتقاء جایگاه استان از رتبه ۱۵ صنعتی به سمت جایگاهی شایسته متناسب با توانمندی‌های استان ارائه شود (Deputy Governor of the Province, 2008)

با توجه به تشدید بحران کمبود آب در ایران، موضوع آب مجازی به واسطه عمق مفهوم آن از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کلان آب در آینده برخوردار است. لذا در این راستا، شناخت میزان آب مجازی به کار رفته در کالاهای تولیدی می‌تواند هدایت کننده سیاست‌های مدیریت کلان آب باشد. کمی‌سازی آب مجازی، به مشخص شدن میزان حجم آب هدر رفته از طریق ضایعات محصولات کمک می‌نماید. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان آب مجازی مصرفی به تفکیک فعالیت‌های مهم صنعتی استان زنجان، اندازه‌گیری شدت مصرف آب، شاخص وابستگی به آب و شاخص خودکفایی آب فعالیت‌های مهم صنعتی استان زنجان، انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور محاسبه آب مجازی دو رهیافت کلی ارائه شده است. رهیافت اول تحت عنوان تعادل فراگیر با استفاده از جدول داده-ستانده و مدل‌های تعادل عمومی است و رهیافت دوم رهیافت فنی - پایه است و آن را رهیافت شاخص‌های فنی مهندسی نیز می‌نامند. در رهیافت فنی پایه با تحلیل مفهوم آب مجازی و به‌کارگیری روابط فنی، فیزیکی و همچنین به‌طور خاص روابط فیزیولوژی، رابطه‌هایی برای محاسبه آب مجازی به تفکیک نوع محصول (کشاورزی و یا صنعتی) ارائه می‌شود. به دلیل محدودیت دسترسی به اطلاعات روش داده-ستانده (عدم دسترسی به جدول داده-ستانده به روز در سطح استان) و همچنین دستیابی به اهداف مطالعه در خصوص تحلیل آب مجازی در سطح محصولات، در مطالعه حاضر از رهیافت فنی-پایه به منظور تحلیل آب مجازی استفاده شد.

در محاسبه جریان آب مجازی در محصولات صنعتی، تولید محصولات به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم می‌شود. محصولاتی که به‌طور مستقیم از گیاه اولیه یا حیوان زنده تهیه می‌شوند را محصول

¹ Virtual Water Content (VWC)

² Industrial Water Withdrawal (IWW)

³ Virtual Water Exported (VWE)

⁴ Export Value of Industrial Products (EVIP)

⁵ Virtual Water Flows (VWF)

جدول ۱- نتایج محاسبه مقدار آب مجازی و حجم آب صادراتی ناشی از فعالیت صنعتی (روش اول) (amar.org)

Table 1. Computed volumes of virtual and export water due to industrial activities (First method) (amar.org)

Code ISIC	Activity	Water consumption (m ³)	Added Value (million Rials)	Virtual Water Volume (m ³ /million Rials)	Export Value (million Rials)	Exported Virtual Water (m ³)
15	Food products and beverages	5082394	665278	7.64	24383	186274
17	Textile manufacturing	6152701	900100	6.84	102718	702137
18	Apparel, and fur dyeing	662	893	0.74	0	0
19	Leather tanning and dressing	300	1713	0.17	0	0
20	Wood and cellulosic industries	230061	37762	6.09	0	0
21	Paper manufacturing	53652	5422	9.9	0	0
22	Printing	835	1972	0.42	0	0
23	Coke manufacturing and refineries	1155213	30388	38.02	30900	1174677
24	Chemical manufacturing plants	235522	154993	1.52	16906	25690
25	Rubber and plastics manufacturing	142255	371923	0.38	9992	3822
26	Non-metallic mineral manufacturing	2105544	577594	3.65	12787	46613
27	Basic metal extraction and processing	4481910	1744341	2.57	958928	2463870
28	Manufacture of fabricated metal products	358873	104536	3.43	371	1274
29	Machinery and equipment manufacturing	21359	59653	0.36	1138	407
31	Poer generation and sdistribution equipment	913753	2431406	0.38	318644	119750
33	Medical, precision and optical instruments	73526	48750	1.51	0	0
34	Motor vehicle manufacturing	113539	331155	0.34	0	0
35	Transport equipment manufacturing	108347	105766	1.02	0	0

همچنین شاخص وابستگی به آب (WD) نشان‌دهنده اتکای استان زنجان به منابع آب خارجی از طریق واردات آب مجازی است. این شاخص به صورت نسبت کل واردات خالص آب مجازی (NVWI) استان زنجان به کل آب تخصیص یافته برای تولید صنعتی تعریف می‌شود (Shekari & Kokabee 2013)

$$WD = \frac{NVWI}{WU + NVMI} \times 100 \quad (5)$$

محدوده این شاخص بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر است. اگر WD مساوی صفر باشد، یعنی واردات و صادرات ناخالص آب مجازی در تعادل بوده و یا اینکه منطقه مورد مطالعه صادر کننده آب مجازی است. در صورتی که وابستگی به آب یک منطقه به ۱۰۰ درصد نزدیک شود، آنگاه آن منطقه کاملاً به واردات آب مجازی

علاوه بر محاسبات مربوط به آب مجازی برای فعالیت‌های صنعتی، در این پژوهش به تعیین شاخص شدت مصرف آب (WI^۱)، شاخص وابستگی به آب (WD^۲) و شاخص خودکفایی آب (WSS^۳) پرداخته شد. شاخص شدت مصرف آب (WI) به صورت نسبت کل برداشت داخلی آب برای مصارف (WU^۴) به کل منابع آب موجود استان زنجان (WA^۵) حاصل می‌شود (Salah 2014)

$$WI = \frac{WU}{WA} \times 100 \quad (4)$$

شاخص WI بر حسب درصد است. شاخص مذکور می‌تواند بین ۰ تا ۱۰۰ متغیر باشد. هر چه میزان آن به سمت ۱۰۰ میل کند، به این معنی است که شدت مصرف آب در بخش مورد مطالعه، بیشتر است.

1 Water use Intensity (WI)
2 Water Dependency (WD)
3 Water Self-Sufficiency (WSS)
4 Water Use (WU)
5 Water Available (WA)

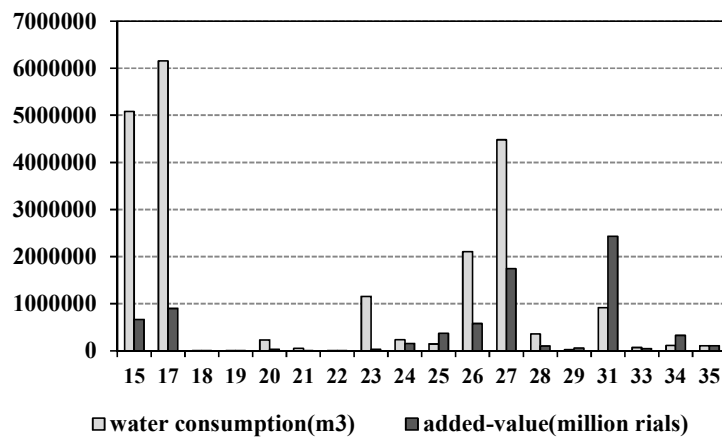


Fig. 1. Water consumption and added value for different industrial activities (the first method)

شکل ۱- مقدار مصرف آب و ارزش افزوده رشته فعالیت صنعتی (در روش اول)

مرکز آمار ایران محاسبه نموده است، استفاده و نتایج این دو روش مقایسه شد.

۳- نتایج و بحث

به منظور محاسبه میزان آب مجازی در بخش صنعت استان زنجان، ابتدا لازم است میزان آب مصرف شده در هر یک رشته فعالیت‌های مورد بررسی، تعیین شود. برای این منظور از دو روش برای محاسبه میزان آب مصرفی استفاده شد.

در روش اول، به ازای هر نفر اشتغال در رشته فعالیت‌های زیر مجموعه بخش صنعت بر اساس کدهای ISIC^۱ رشته فعالیت‌ها، میزان استفاده از آب بر حسب گالن به ازای هر نفر اشتغال در یک روز کاری برآورد شد. لازم به ذکر است ISIC یک طبقه‌بندی مرجع برای طبقه‌بندی کلیه فعالیت‌های اقتصادی و ابزاری اساسی برای مطالعه پدیده اقتصادی و ترویج قابلیت مقایسه اطلاعات، ارتقاء و توسعه سیستم‌های آماری ملی معتبر می‌باشد. ISIC چه در سطح کشوری و چه در سطح بین‌المللی برای طبقه‌بندی داده‌ها بر حسب نوع فعالیت اقتصادی در زمینه‌های آمارهای اقتصادی، همچون تولید یا درآمد ملی، اشتغال، جمعیت و غیره مورد استفاده گسترده‌ای واقع شده است (amar.org)

با استفاده از نتایج و تبدیل این ارقام با احتساب ۲۲۵ روز کاری و با استفاده از این رابطه که هر گالن ۳/۷۸۵ لیتر می‌باشد،

وابسته است. شاخص خودکفایی آب (WSS) نیز بیانگر توانایی استان زنجان برای تأمین آب مورد نیاز برای تولید داخلی است که با استفاده

از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Salah 2014)

$$WSS = \frac{WU}{WU + NVWI} \times 100 \quad (6)$$

در واقع شاخص WSS، مبین آن است که منطقه مورد مطالعه تا چه حد می‌تواند نیازهای آبی خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی تأمین نماید. در حالتی که این شاخص برابر با ۱۰۰ باشد، استان کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد و اگر این شاخص مساوی صفر باشد، یعنی منطقه به شدت به واردات منابع آبی به فرم مجازی وابسته است.

لازم به ذکر است در مطالعه حاضر به منظور بررسی حجم آب مجازی بخش صنعت استان زنجان، اطلاعات فعالیت‌های صنعتی از طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران برای آخرین سال موجود در سال ۱۳۸۹ به تفکیک کدهای چهاررقمی به دست آمد. همچنین برای محاسبه سرانه آب مصرفی فعالیت‌های صنعتی در سطح استان از دو روش استفاده شد: در روش اول از استانداردهای جهانی بر اساس سرانه شاغلین و در روش دوم اطلاعات مصرف آب صنایع بر اساس سرانه کارگاه که

¹ International Standard Industrial Classification (ISIC)

برآورد شد. مطابق شکل ۲، تولید فلزات اساسی (کد ۲۷) با صادرات ۲۴۶۳۸۷۰ مترمکعب آب مجازی در میان فعالیت‌های صنعتی استان زنجان، در رتبه نخست صادرات آب مجازی قرار دارد. پس از آن، صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳) و تولید منسوجات (کد ۱۷) در رتبه دوم و سوم صادرات آب مجازی قرار دارند. مجموع کل صادرات آب مجازی در بخش صنعت استان زنجان معادل ۴/۷۲ میلیون مترمکعب برآورد شده است.

در روش دوم تخمین میزان آب مصرفی در رشته فعالیت‌های بخش صنعت استان زنجان، سرانه مصرف آب برای گروه‌های دو رقمی ارائه شده توسط مرکز آمار ایران، مورد استفاده قرار گرفت. بنابراین با در نظر گرفتن میزان اشتغال و سرانه مصرف آب برای گروه‌های دو رقمی، میزان آب مصرفی در فعالیت‌های مختلف صنعتی محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳)، تولید کاغذ و محصولات کاغذی (کد ۲۱)، صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵) و صنایع محصولات شیمیایی (کد ۲۴) به ترتیب با ۳۲/۷۰، ۲۶/۱۴، ۱۱/۶۳ و ۸/۳۵ مترمکعب بر میلیون ریال، رتبه اول تا چهارم را در محتوای آب مجازی بخش صنعت استان زنجان به خود اختصاص می‌دهند. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بر مبنای استفاده از شاخص مرکز آمار (روش دوم) در محاسبه میزان مصرف آب، بیشترین میزان آب مصرفی به بخش‌های صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵)، تولید فلزات سنگین (کد ۲۷)، صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی (کد ۲۴) و صنایع تولید زغال کک و

میزان استفاده از آب در هر رشته فعالیت در سال برای هر نفر شاغل محاسبه و با ضرب در میزان اشتغال هر رشته فعالیت میزان آب استفاده شده در سال برای هر رشته فعالیت برآورد شد. نتایج محاسبه آب مجازی هر رشته فعالیت در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس این نتایج، صنعت تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳) با ۳۸/۰۲ مترمکعب بر میلیون ریال، بیشترین محتوای آب مجازی را به خود اختصاص داده است. به عبارت دیگر به منظور ایجاد هر میلیون ریال ارزش افزوده ناشی از رشته فعالیت مذکور، ۳۸/۰۲ مترمکعب آب باید مصرف شود. در میان سایر صنایع، تولید کاغذ و محصولات کاغذی (کد ۲۱) و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵) از منظر آب مجازی به ترتیب با ۹/۹۰ و ۷/۶۴ مترمکعب بر میلیون ریال در رتبه دوم و سوم قرار دارند. همانطور که در شکل ۱ نیز مشاهده می‌شود، صنایع تولید منسوجات، صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، تولید فلزات اساسی، تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی، صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها و تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق، از لحاظ میزان مصرف آب، به ترتیب رتبه اول تا ششم را در استان زنجان به خود اختصاص می‌دهند. این در حالی است که در میان آن‌ها صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها نسبت به سایرین دارای کمترین ارزش افزوده است. لذا صنعت مذکور با وجود قرارگرفتن در رتبه پنجم مصرف آب، از لحاظ محتوای آب مجازی در میان رشته فعالیت‌های صنعتی استان زنجان، در رتبه نخست قرار دارد.

همچنین با در نظر گرفتن ارزش صادرات و محتوای آب مجازی هر یک از رشته فعالیت‌ها، میزان صادرات آب مجازی نیز

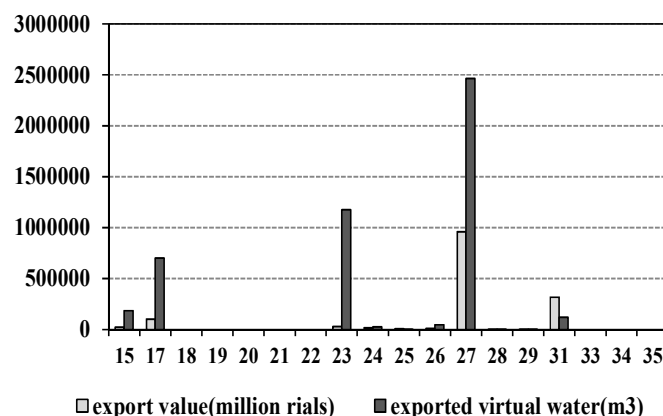


Fig. 2. Values and quantities of virtual water exported by different industrial activities (the first method)

شکل ۲- ارزش صادرات و مقدار صادرات آب مجازی رشته فعالیت صنعتی (روش اول)

جدول ۲- نتایج محاسبه مقدار آب مجازی و حجم آب صادراتی ناشی از فعالیت صنعتی (روش دوم) (amar.org)
Table 2. Computed volumes of virtual water available and water exports by different industrial activities (the second method) (amar.org)

Code ISIC	Activity	Water consumption (m ³)	Added Value (million Rials)	Virtual Water Volume (m ³ /million Rials)	Export Value (million Rials)	Exported Virtual Water (m ³)
15	Food products and beverages	7736700	665278	11.63	24383	283557
17	Textile manufacturing	472200	900100	0.52	102718	53887
18	Apparel, and fur dyeing	1050	893	1.18	0	0
19	Leather tanning and dressing	1100	1713	0.64	0	0
20	Wood and cellulosic industries	18900	37762	0.5	0	0
21	Paper manufacturing	141750	5422	26.14	0	0
22	Printing	1500	1972	0.76	0	0
23	Coke manufacturing and refineries	993650	30388	32.7	30900	1010392
24	Chemical manufacturing plants	1294800	154993	8.35	16906	141231
25	Rubber and plastics manufacturing	208800	371923	0.56	9992	5610
26	Non-metallic mineral manufacturing	853200	577594	1.48	12787	18888
27	Basic metal extraction and processing	2795100	1744341	1.6	958928	1536569
28	Manufacture of fabricated metal products	57100	104536	0.55	371	203
29	Machinery and equipment manufacturing	22800	59653	0.38	1138	435
31	Power generation and distribution equipment	377800	2431406	0.16	318644	49512
33	Medical, precision and optical instruments	60800	48750	1.25	0	0
34	Motor vehicle manufacturing	121200	331155	0.37	0	0
35	Transport equipment manufacturing	83700	105766	0.79	0	0

مأخذ: یافته‌های تحقیق و مرکز آمار ایران (amar.org)

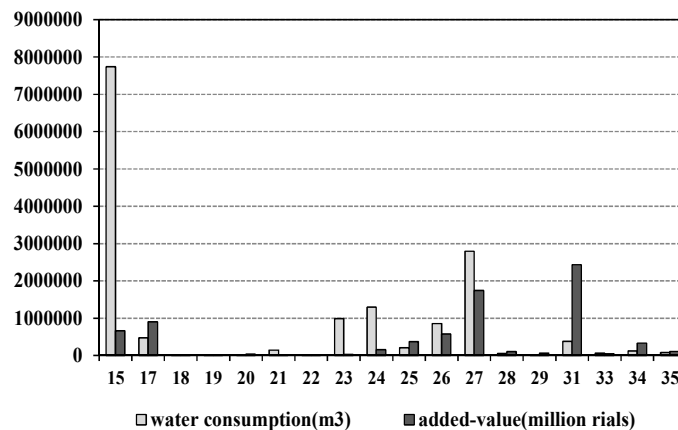


Fig. 3. Water consumption and added value for different industrial activities (the second method)

شکل ۳- ارزش صادرات و مقدار صادرات آب مجازی رشته فعالیت صنعتی (روش دوم)

قرار گرفتن در رتبه چهارم مصرف آب، از لحاظ محتوای آب مجازی در میان رشته فعالیت‌های صنعتی استان زنجان، در رتبه نخست قرار دارد. بر اساس نتایج محتوای آب مجازی محصولات صنعتی متأثر از میزان مصرف آب و ارزش افزوده ایجاد شده

پالایشگاه‌ها (کد ۲۳) به ترتیب با ۰.۷/۷۴، ۲/۸۰، ۱/۲۹ و ۰/۹۹ میلیون مترمکعب در سال، تعلق دارد. این در حالی است که در میان آن‌ها صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها نسبت به سایرین دارای کمترین ارزش افزوده می‌باشد. لذا صنعت مذکور با وجود

مصرفی به بخش‌های صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵)، تولید فلزات سنگین (کد ۲۷)، صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی (کد ۲۴) و صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳) به ترتیب با ۷/۷۴، ۲/۸۰، ۱/۲۹ و ۰/۹۹ میلیون مترمکعب در سال، تعلق دارد. این در حالی است که در میان آن‌ها صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها نسبت به سایرین دارای کمترین ارزش افزوده می‌باشد. لذا صنعت مذکور با وجود قرار گرفتن در رتبه چهارم مصرف آب، از لحاظ محتوای آب مجازی در میان رشته فعالیت‌های صنعتی استان زنجان، در رتبه نخست قرار دارد. بر اساس نتایج محتوای آب مجازی محصولات صنعتی متأثر از میزان مصرف آب و ارزش افزوده ایجاد شده می‌باشد. صنعت استان زنجان، شاخص وابستگی به واردات آب مجازی در استان معادل صفر در نظر گرفته شد. صفر بودن شاخص مذکور به مفهوم صادرکننده بودن استان زنجان از دیدگاه آب مجازی بخش صنعت است. همچنین با توجه به شاخص خودکفایی آب، منابع آب داخلی استان زنجان برای تولید کالا و خدمات مرتبط با بخش صنعت، کافی است. علاوه بر آن با توجه به

می‌باشد. علاوه بر آن مطابق شکل ۴، با وجود اینکه بیشترین میزان ارزش صادرات به ترتیب به فعالیت‌های تولید فلزات اساسی (کد ۲۷)، تولید ماشین‌الات مولد و انتقال برق (کد ۳۱)، تولید منسوجات (کد ۱۷) و صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳)، تعلق دارد، اما در مقابل بیشترین میزان صادرات آب مجازی پس از صنایع تولید فلزات اساسی، به صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها (کد ۲۳)، صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵) و صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی (کد ۲۴) به ترتیب با ۱/۰۱، ۰/۲۸ و ۰/۱۴ میلیون مترمکعب صادرات آب مجازی اختصاص دارد که علت آن را می‌توان به بیشتر بودن محتوای آب مجازی صنایع مذکور نسبت به صنایع تولید ماشین‌الات مولد و انتقال برق (کد ۳۱) و تولید منسوجات (کد ۱۷) که در رتبه دوم و سوم ارزش صادراتی قرار دارند، نسبت داد. همچنین بر اساس نتایج، مجموع کل صادرات آب مجازی ناشی از بخش صنعت در استان زنجان، معادل ۳/۱۰ میلیون مترمکعب است. استفاده از شاخص مرکز آمار (روش دوم) در محاسبه میزان مصرف آب، بیشترین میزان آب

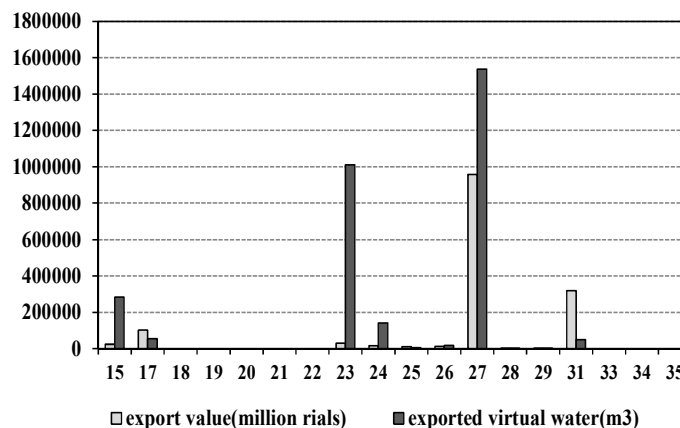


Fig. 4. Values and quantities of virtual water exported by different industrial activities (the second method)

شکل ۴- ارزش صادرات و مقدار صادرات آب مجازی رشته فعالیت صنعتی (روش دوم)

جدول ۳- نتایج محاسبه شاخص شدت مصرف، شاخص وابستگی و خودکفایی بخش صنعت استان زنجان

Table 3. Computed values of consumption intensity, dependency, and self-sufficiency indices of the industrial sector in Zanjan Province

Description	Industrial water consumption (million m ³)	Total water supply of the province (million m ³)	Total virtual water exported (million m ³)	Water use intensity (%)	Water dependency (%)	Water Self-sufficiency (%)
Results	19.42	4158	3.1	0.47	0	100

صنعت، تنها با تکیه بر منابع آب داخلی استان زنجان امکان‌پذیر است.

۵- پیشنهادها

بر اساس یافته‌های مطالعه، می‌توان بر اساس محتوای آب مجازی رشته فعالیت‌های صنعتی استان (طبق طبقه بندی ISIC) پیشنهاداتی برای بهبود مدیریت تقاضای آب ارائه نمود. به این صورت که برخی از صنایع مانند صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، دارای ارزش افزوده پایین و مصرف آب بالا و برخی صنایع مانند صنایع تولید ماشین‌آلات مولد دارای ارزش افزوده بالا و مصرف آب پایین هستند، لذا این امکان وجود دارد که در قالب مطالعات تکمیلی، پتانسیل‌ها و نیازهای استان در وضعیت موجود و توسعه جمعیتی آینده و همچنین وضعیت تأمین منابع آب استان در افق مدنظر قرار گیرد و با توجه به این پتانسیل‌ها، در اسناد توسعه صنعتی استان، صنایع دارای ارزش افزوده بالا و مصرف آب پایین در اولویت بیشتری برای توسعه صنعتی قرار گیرند. همچنین چنانچه صناعی دارای مزیت صادراتی باشند و محتوای آب مجازی صادراتی مناسبی داشته باشند، این موضوع نیز در اولویت‌بندی توسعه صنعتی مدنظر قرار می‌گیرد. بر این اساس، این امکان وجود دارد که بتوان همزمان با مدیریت تقاضای آب در سطح استان، ارزش افزوده بخش صنعت استان را نیز افزایش داد و در عین حال به بهبود تراز تجاری آب استان نیز کمک نمود.

این که میزان کل آب مورد استفاده در بخش صنعت و کل منابع آب استان زنجان به ترتیب معادل ۱۹/۴۲ و ۴۱۵۸ میلیون مترمکعب است، لذا، شاخص شدت مصرف آب ۰/۴۷ درصد محاسبه شد. به عبارت دیگر ۰/۴۷ درصد از منابع آب استان، در بخش صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین شاخص خودکفایی، مبین آن است که منطقه مورد مطالعه می‌تواند نیازهای آبی خود را در رابطه با تولید کالا و خدمات از منابع داخلی تأمین نماید. به عبارت دیگر، استان زنجان کل منابع آبی مورد نیاز برای تولید کالاها و خدمات را در داخل مرزهای خود در اختیار دارد.

۴- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، بیشترین محتوای آب مجازی استان زنجان به فعالیت‌های صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها، تولید کاغذ و محصولات کاغذی و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی با میانگین ۳۲/۷۰، ۲۶/۱۴ و ۱۱/۶۳ مترمکعب بر میلیون ریال، اختصاص دارد. همچنین میزان کل صادرات آب مجازی بخش صنعت استان زنجان، معادل ۳/۱۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است که ۵۰ درصد آن به فعالیت تولید فلزات اساسی اختصاص دارد. علاوه بر آن، شدت مصرف آب در بخش صنعت استان زنجان معادل ۰/۴۷ درصد محاسبه شد. همچنین نتایج بیانگر صادر کننده بودن استان زنجان از دیدگاه آب مجازی بخش صنعت است و با توجه به شاخص خودکفایی آب، تولید کالا و خدمات مرتبط با بخش

References

<www.amar.org.ir>

- Allan, J.A., 1993, "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible", *Priorities for Water Resources Allocation and Management, ODA*, London, 13-26.
- Blackhurst, M., Hendrickson, C. & Vidal, J., 2010, "Direct and indirect water withdrawals for U.S. industrial sectors", *Environmental Science and Technology*, 44, 2126-2130.
- Chapagain, A. K. & Hoekstra, A. Y., 2004, *Water footprints of nations, value of water research, report*, UNESCO-IHE value of Water Research Report. Series No, 16.
- Dehghan Manshadi, H.R., Niksokhan, M. H. & Arestani, M., 2013, "Estimates of virtual water in water basin and their role in water transfer between basins", *Journal of Water Resources*, 6, 101-114. (In Persian).
- Deisenroth, D. & Bond, C.A., 2010, "The economic contribution of the private, recreation based aquaculture industry in the Western United States", Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University.

- Deputy Governor of the Province, 2008, *Industry and mining sector development strategy document Zanjan province*, Zanjan, Iran. (In Persian)
- Faramarzi, M., Yang, H., Mousavi, J., Schulin, R., Binder, C.R. & Abbaspour, K.C., 2010, "Analysis of intra-country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran", *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 7, 2609-2610.
- Khosravi, Z., 2011, "Study of virtual water trade using input - output table", MSc Thesis, Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University. (In Persian).
- Kuishuang Feng, Y. L. S., Guan, P. & Habacek, K., 2011, "Assessing regional virtual water flows and water footprint", *Applied Geography*, 32, (2), 691-701.
- Mohammadi Kanigolzar, F., 2012, "Water management based on virtual water trade in the products of the country", MSc Thesis, Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University. (In Persian).
- Mohammadi, H. & Taalimoghadam, A., 2011, "Virtual water trade for major agricultural products in Iran", *The Second National Conference Preceding Studies of Iran Water Resource*, Zanjan. (In Persian).
- Mohammadi, H., 2012, "The effects of trade liberalization on the well-being of consumers and producers of agricultural products, exchange of virtual water and sustainability: A case study in Fars province", *Agricultural Economics*, 6(3), 176-145. (In Persian).
- Office of Management and Budget, 2011, *A land use plan of the Zanjan province*, Tehran, Iran. (In Persian).
- Salah, A., 2014, "The pattern of virtual water trade in economic activity Gilan province of Input - Output table spread water", Master's Thesis, School of Economics, Shahid Beheshti University. (In Persian).
- Shekari, F. & Kokabee, A. M., 2013, "Management of water resources by modifying the virtual water consumption patterns in industry (case study area Ardebil)", *Fifth Conference on Water Management in Iran*, Shahid Beheshti University, Tehran. (In Persian).
- Statistical Center of Iran., 2008, *The classification of economic activities in Iran*, Tehran, Iran. (In Persian).
- Zhao, X., Yang, H., Yang, Z., Chen, B. & Qin, Y., 2010, "Applying the input-output method to account for water footprint and virtual water trade in the Haihe River basin in China", *Environmental Science and Technology*, 44, 9150-9156.