فصلنامه علوم محیطی، دوره سیزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴

۳۵-۵۰

الگوی تجارت آب مجازی در فعالیت‌های اقتصادی استان گیلان: کاربرد جدول داده- ستانده گسترش‌یافته

مرتضی تهامی‌پور[۱*]، عباس صلاح [۲] و عباس عرب‌مازار [۳]

[۱] استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
[۲] دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
[۳] دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۹

چکیده

یکی از دیدگاه‌های نوین در مدیریت منابع آب، توجه به اصل مزیت نسبی و تجارت آب مجازی است. در واقع این نگاه وجود دارد که می‌توان یک تخصص منطقه‌ای بر اساس منابع آب در نظر گرفت و مناطقی که کم‌آب هستند واردکننده محصولات آب‌بر باشند و این محصولات در مناطق پرآب تولید شود و یا اینکه از کشورهای دیگر وارد شود. در این پژوهش این دیدگاه برای استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت. در واقع، سؤال پژوهش این است که الگوی تجارت آب مجازی در این استان چگونه است؟ برای پاسخ به این سؤال، از ابزار جدول داده- ستانده گسترش یافته استفاده شد. بر این اساس، میزان آب مصرفی مستقیم و کل، به تفکیک ۴۰ رشته فعالیت اقتصادی در سطح استان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استان گیلان به ترتیب با خالص صادرات ۶۳۶ و ۸۱۱ میلیون متر مکعب آب در سطح کل فعالیت‌های اقتصادی و بخش کشاورزی، صادرکننده خالص آب مجازی بوده است. این در حالی است که این استان در بخش صنعت واردکننده خالص آب مجازی بوده است. بر اساس یافته‌ها و اطلاعات به‌دست آمده در این پژوهش، این امکان وجود دارد که با تغییر در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی (افزایش سهم رشته فعالیت‌های دارای ارزش افزوده بالا و کاهش سهم رشته فعالیت‌های دارای شدت بالای استفاده از آب)، بتوان ارزش افزوده استان گیلان را در سطح فعلی حفظ کرده و در عین حال تراز تجاری آب استان را بهبود داد.

کلمات کلیدی: منابع آب، آب مجازی، فعالیت‌های اقتصادی، جدول داده-ستانده، استان گیلان، ایران.
طبقه‌بندی JEL، C67، L00، Q18، Q25، Q27.

Pattern of Virtual Water Trade in the Economic Activities of Guilan Province: Application of an Extended Input-Output Table

Morteza Tahamipour,[1*] Abas Salah[2] & Abbas Arabmazar[3]
[1]*Assistant Professor, Department of Economics and Political science, Faculty of Economics, University of Shahid Beheshti, Tehran*
[2]*PhD. Student of Economics, Faculty of Economics, University of Shahid Beheshti, Tehran*
[3]*Associate Professor, Department of Economics and Political science, Faculty of Economics, University of Shahid Beheshti, Tehran*

Abstract

One of the new approaches in the management of water resources is according to the principle of comparative advantage and trade in virtual water. This is based on the view that it can be considered a specialty area in which the water products and the products produced in wet areas, or imported from other countries, enter areas that are less water. In this study, the approach in Gilan Province has been studied. On this basis, the central question of this study would be what form the trade model of virtual water in this province takes and, in order to answer this question, an extended input-output table was used. Accordingly, the direct and total water consumption for 40 activities at the provincial level has been considered. The results showed that Guilan Province, with net exports of 636 and 811 million cubic meters of water at the level of economic activity and agriculture, respectively, has been a net exporter of virtual water, while the province's industries and mines have been net importers of virtual water. Based on the information obtained in this study, it is possible through a change in the composition of economic activity (to increase the proportion of activities with high added value and reduce the share of activities with the highest intensity of water use) to hold the added value of Guilan Province and establish an improved trade balance for water.

Keywords: Water Resources, Virtual Water, Economic Activity, Input-output Table, Guilan Province, Iran.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: m_tahami@sbu.ac.ir

۱- مقدمه

با توجه به اینکه آب به عنوان نهاده اولیه در تولید، بسته به تکنولوژی تولید، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، انتظار می‌رود نقش تکنولوژی (تابع) تولید در میزان استفاده آب اثر جدی و اساسی داشته باشد. استفاده از تکنولوژی‌های آبیاری دارای دو اثر است. از یک طرف به‌کارگیری تکنولوژی‌های آبیاری و افزایش راندمان آبیاری باعث ذخیره کردن آب می‌شوند. از طرف دیگر به کشاورزان، که بیشترین استفاده‌کنندگان آب هستند، این امکان را می‌دهد که بتوانند همان میزان آب را برای محصولات و تولیدات بیشتری به کار ببرند؛ این در حالی است که بهره‌وری ارتقاء یافته اما میزان مطلق استفاده بدون تغییر باقی می‌ماند. در واقع کشاورزان با انگیزه افزایش درآمد زمین‌های دیگری را زیر کشت می‌برند که تا قبل از آن مزیت کشت در آنها وجود نداشت. اما با داشتن آب اضافه این امکان برای آنها وجود خواهد داشت که دست به این کار بزنند. در نتیجه در کنار بهره‌وری نیاز به مفهوم تازه‌ای برای استفاده اقتصادی آب احساس می شود. در واقع این مفهوم روی دیگر سکه بهره‌وری است که تصمیم‌گیری بر اساس این رویکرد می‌تواند به مدیریت مصرف آب کمک کند.

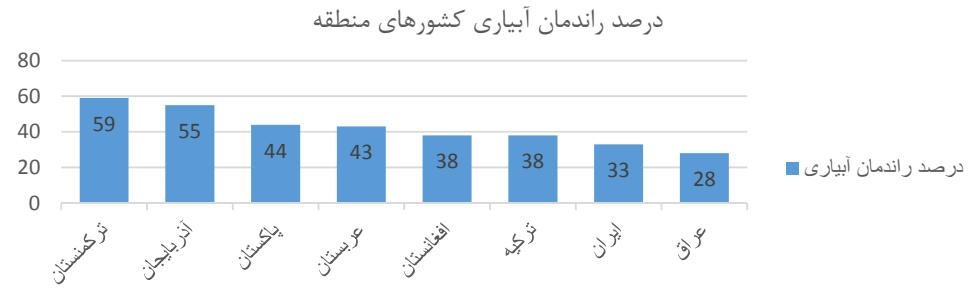
مطابق آنچه در (جدول ۱) آمده است بهره‌وری آب در بخش کشاورزی در ایران به مراتب پایین‌تر از دیگر کشورهای مشابه در منطقه است. نسبت تولید ناخالص ملی به آب مصرفی در سال ۲۰۰۰ برای ایران، ۱/۵ دلار به متر مکعب بوده که به معنی این است که به طور متوسط به ازای هر متر مکعب استفاده از آب در ایران ۱/۵ دلار تولید ناخالص ملی تولید شده است. اما همین شاخص برای ترکیه به عنوان کشور همتراز ۵/۳ است[۱]. بالا بودن مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند به دلایل مختلفی باشد؛ مانند کاشت محصولاتی که نیاز آبی آنها بالا است یا راندمان آبیاری در این بخش بسیار پایین است که موجب مصرف بالا در این بخش شده است. در شکل (۱) متوسط راندمان آبیاری ایران و کشورهای منطقه آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود متوسط میزان راندمان آبیاری در ایران به استثناء عراق، از همه پایین‌تر است.

جدول ۱- میانگین بهره‌وری آب در کشورها

(نسبت تولید ناخالص ملی برحسب دلار به آب مصرفی برحسب متر مکعب در سال ۲۰۰۰)

کشور	بهره وری آب		
	کل	کشاورزی	صنعت
جهان	۸,۶	۱	۱۸,۷
ایران	۱/۵	۰,۲	۲۶,۲
ترکیه	۵/۳	۱	۱۰,۴
قرقیزستان	۰,۱	۰,۱	۱,۲
ازبکستان	۰,۳	۲,۵	۰,۱
عراق	۰,۵	...	۱
آذربایجان	۰,۴	...	...
کویت	۹۰,۸	...	...
عربستان	۱۱	...	...

منبع: مرکز آمار ایران.



شکل ۱- راندمان آبیاری کشورهای منطقه

مأخذ: مرکز آمار ایران (۱۳۸۹).

علاوه بر چالش‌های ذکرشـــده، توزیع مکانی بارش در کشور نیز ناهمگون است به‌طوری‌که ٪۲۷ بارش فقط در ۴٪ از سطح کشور اتفاق می افتد و ٪۷۳ دیگر از باران در ۹۶٪ از مساحت کل کشور می‌بارد. علاوه بر توزیع مکانی نامناسب بارش در کشـــور توزیع زمانی آن نیز با توزیع زمانی مصـــرف مطابقت ندارد. به‌طوری که در حدود ۲۶٪ بارندگی در پاییز، ۴۴٪ در زمســـتان، ۲۶٪ در بهار و تنها ۴٪ در تابســـتان اســـت[۲]. همچنین بر اســـاس گزارش موســـســـه بین‌المللی مدیریت آب، ایران برای حفظ وضـعیت موجود خود تا ســـال ۲۰۲۵ باید منابع قابل استحصال خود را به میزان ۱/۱۲ برابر افزایش دهد.

امروزه محققان، دانشمندان و پژوهشگران بسیاری بر "بازبینی" و "بازنگری" در ســـیاســـت‌گذاری‌ها و رویکردهای مدیریتی منابع آب و توجه به رویکردهای غیرسازه‌ای در کنار رویکرد سازه‌ای تاکید دارند. رویکرد جایگزینی پیشنهادی از سوی کارشناسان، متخصصان و برخی از دانشمندان رویکرد مدیریتی غیر سازه‌ای آب مجازی است. آب مجازی۱ مجموع کل جریان آب‌های استفاده شده برای تولید یک کالا است. آب مجازی در واقع شـــامل تمام مصـــارف آب در کل فرایند تولید است که میزان مصرف آب در فرآیند کالاهای واسطه‌ای را نیز در نظر می‌گیرد.

برای نخستین بار مفهوم آب مجازی توسط تونی آلن۲ در ۱۹۹۳ معرفی شـــد. قبل از ســـال ۱۹۹۳ از واژه آب جاســـازشـــده۳ اســـتفاده می‌شـــد، اما مورد توجه مدیران، سیاستگذاران و برنامه‌ریزان قرار نگرفته بود. در سال ۱۹۹۷ آلن در مقاله خود از این مفهوم به عنوان یک راه حل راهبردی برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا استفاده کرد[۳]. این مفهوم ارتبـاطی بین پـایـداری منـابعِ آب دســترس‌پذیر و محل (جغرافیایی) تولید محصـولات آب‌بر و محـل (جغرافیـایی) مصـــرف آن کـالا برقرار می‌کنـد[۴]. پژوهش‌های نشان می‌داد که سیاست‌های استفاده از آب در جهت تقاضا۴ کارا است ولی فشار به منابع آب همچنان بالا است. از این رو نیاز به دستکاری‌هایی برای تغییر تخصیص آب وجود دارد که فشار به منابع آبی را کاهش دهد[۵].

پژوهش لنزن و فوران (۲۰۰۱) از اولین پژوهش‌ها در ارتباط با آب مجازی و محاســـبه آن با روش جدول داده-ستانده است. مطابق با این پژوهش کشور استرالیا صادرکننده خالص آب مجازی بوده است و میزان استفاده این کشور از آب به طور متوسط سالیانه ۲۲۰۰۰ میلیارد لیتر است که ۳۰ در صد آن نیاز آبی برای تولید نیاز غذایی داخلی است و ۳۰ درصـــد دیگر آن برای تولید محصـــولات غذایی صـــادراتی اســـتفاده می‌شـود. میزان مصـرف آب توسـط خانوارها نیز ۷ درصد محاسبه شده است. آنها همچنین پیش‌بینی کردند با توجه به اینکه رابطه‌ای قوی بین نیاز آبی و هزینه ســـرانه وجود دارد، اگر تا ســـال ۲۰۵۰ مطابق با برآوردهای افزایش جمعیت ســـالانه اســـترالیا به ۲۵ میلیون نفر برســـد و هزینه سرانه ۲ برابر شود ممکن است نیاز سالانه آب به بیش از ۲ برابر و ۵۰۰۰۰ میلیارد لیتر، معادل با نیمی از جریان آب کشـــور افزایش پیدا کند[۶]. آلدیا و همکاران (۲۰۰۸) به بررســـی اهمیت آب ســـبز در تجارت آب مجازی در طی ســـال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ پرداختند. نتیجه کار این پژوهشگران که از روش شاخص‌های فنی- پایه (تقسیم حجم آب مصرفی بر عملکرد محصول) برای اندازه‌گیری آب مجازی اســـتفاده کردند، این بوده که بیشـــترین ســـهم از آب مجازی گندم، ذرت و سویا مربوط به آب سبز است که به طور دیم کشت و توسط ایالات متحده، کانادا، استرالیا و آرژانتین صادر می‌شـــوند[۷]. نووو و همکاران (۲۰۰۹) به این پرســـش پرداختند که "کم‌آبی نسبی در کشور اسپانیا چه تاثیری بر جریان آب مجازی در تجارت غلات دارد؟". بدین ترتیب که میزان و ارزش اقتصـــادی جریان آب مجازی را در تجارت غلات کشور اسپانیا در دوره ۱۹۹۷-۲۰۰۵ محاسبه و سپس با شـــرایط اقلیمی و جوی آن ســـال‌ها مقایســـه کردند. نتایج پژوهش حاکی از این بود که اســـپانیا در تجارت غلات در آن دوره وارد کننـده آب مجـازی بوده اســـت. همچنین بـا ارزش گذاری آب آبی برای دوره مذکور بر اســـاس قیمت سایه‌ای مشخص شد که صادرات آب آبی بین ۰/۷ تا ۳۴/۲ میلیون متر مکعب به ترتیب برای یک ســـال مرطوب و یک سال خشک در نوسان بوده است[۸].

در این راســـتا، وانگ و همکاران (۲۰۰۹) منطقه ژانگیه که جزو مناطق خشـک و کم‌آب چین اسـت را برای پژوهش خود انتخاب کرده و با استفاده از جدول داده- ستانده میزان اســـتفاده آب در بخش‌های اقتصـــادی آن را برآورد کردند. نتیجه پژوهش نشـان داد که برخلاف شـرایط منابع آب این منطقه، اقتصاد منطقه به فعالیت‌های آب‌بر وابسته است[۹]. ژائو و همکاران (۲۰۱۰) از مدل جدول داده-ســـتانده چندمنطقه‌ای برای محاسبه ردپای آب در رودخانه‌های زرد و هایهه۵ در چین اســـتفاده کردند[۱۰]. کوایشـــانگ فنگ و همکاران (۲۰۱۱) رودخانه زرد را براساس ویژگی‌های متفاوت منابع آبی، ســـاختار اقتصـــادی، درآمد خانوار به ســـه منطقه فوقانی، میانی و پایینی تقســـیم کرده و با به‌کارگیری جدول

داده- ستانده چندمنطقه‌ای به بررسی الگوی تجارت آب مجازی به تفکیک آب سبز و آبی و همچنین خانوار شهری و روستایی پرداختند. نتیجه این پژوهش حاکی از این بوده که هر سه منطقه صادرکننده آب مجازی هستند و تولیدات خارج از این منطقه به منابع آب رود خانه زرد فشار می‌آورد[۱۱].

در پژوهش های داخلی نیز، صبوحی و سلطانی (۱۳۸۷) با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی به تعیین الگوی کشت در سطح حوضه آبریز هریرود و کشفرود با نگاهی به آب مجازی، مزیت نسبی محصولات و پتانسیل آبی حوضه آبریز در تولید محصولات زراعی پرداخته‌اند. هدف این پژوهش ارائه روشی برای تعیین الگوهای بهینه کشت در سطح حوضه آبریز بوده است که در آن بر منافع اجتماعی (مزیت نسبی محصولات)، استفاده کارا از آب آبیاری در دسترس و جهت‌دهی الگوهای بهینه کشت در راستای حداکثرسازی خالص واردات آب مجازی تاکید شده است. در این راستا، مدلی در سطح حوضه آبریز ساخته شد و در ۵ سطح ریسک در مقدار آب در دسترس و سه سطح راندمان آبیاری ۳۵، ۴۵ و ۶۵ درصد در مقدار مصرف آب آبیاری حل شده است. محققان به عنوان نتیجه اذعان دارند که می‌توان الگوهای بهینه کشت در سطح حوضه را به سمتی که دارای ویژگی‌های حداکثر شدن منافع اجتماعی، حداقل استفاده از آب آبیاری و حداکثر شدن خالص واردات آب مجازی است، هدایت کرد. با این حال، برای اظهار نظر روشن راجع به یک الگوی کشت خاص، نیاز به اطلاعات بیشتری در زمینه مقدار دقیق آب مجازی است که برای هر محصول از کشور خارج شده یا وارد می‌شود. افزون بر آن، لازم است که پیشتر، یک الگوی مناسب واردات و صادرات محصولات زراعی طراحی و سپس الگوهای کشت را در جهت آن هدایت کرد. این پژوهش می‌تواند به عنوان مقدمه‌ای در راستای حرکت به این سو در نظر گرفته شود [۱۲].

دهقانپور و بخشوده (۱۳۸۷) در پژوهش دیگری به بررسی جنبه‌های محدودکننده آب مجازی و تأثیر افزایش خالص واردات آب مجازی بر کاهش اشتغال در بخش کشاورزی پرداختند. مطابق با این پژوهش در حوضه آبریز منطقه مرودشت تنها گندم از لحاظ سود اجتماعی دارای مزیت نسبی است ولی از منظر استفاده از آب، گوجه فرنگی کمترین میزان آب مجازی را دارا است[۱۳]. باغستانی و همکاران (۱۳۸۹) با هدف بررسی میزان سازگاری ایران با برنامه‌ریزی پیرامون آب مجازی به محاسبه میزان آب مجازی در محصولات عمده وارداتی و صادراتی کشاورزی پرداختند. نتایج این پژوهش که برای سال‌های حد فاصل ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ انجام شده ، بیانگر آن است که ایران در طی این سال‌ها همواره واردکننده خالص آب مجازی بوده است[۱۴]. مکنون و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهش دیگری پس از معرفی آب آبی و سبز به بررسی آب مجازی پنج محصول گندم، جو و برنج در گروه غلات و گوجه فرنگی و سیب‌زمینی در گروه سبزیجات پرداخته‌اند. دلیل انتخاب این محصولات توسط این پژوهشگران داشتن وزن قابل‌توجه در تولید و تجارت و همچنین اهمیت استراتژیک این کالاها در تأمین امنیت غذایی کشور است. در مرحله اول این پژوهشگران آب مجازی آبی محصولات را به تفکیک استانی به‌دست آورده‌اند. مرحله دوم این پژوهش تعیین مازاد و کمبود محصولات منتخب در استان‌های ایران است. با تشخیص این که کدام استان مازاد دارد مشخص می‌شود که استان مذکور به طور منطقی صادرکننده محصول خواهد بود و برعکس. در مرحله سوم نوبت به تأمین نیازهای استان‌های دارای کمبود است که پژوهشگران این پژوهش بعد از تعیین استان‌های صادرکننده و واردکننده به شکل منطقی به بررسی یک سناریو می‌پردازند. این سناریو به این ترتیب سامان داده می‌شود که استان واردکننده از نزدیک‌ترین استان صادرکننده مقدار مورد نیاز خود را تأمین می‌کند. با این سناریو مسیرهای حمل‌و نقل محصولات به‌دست می‌آید. بررسی تجارت آب مجازی بین‌استانی در ایران چهارمین مرحله این پژوهش بوده است ۶[۱۵].

همچنین محمدی کانی‌گلزار (۱۳۹۱) میزان مبادله آب مجازی را برای ۳۲ محصول عمده کشاورزی در طی سال‌های ۸۸-۱۳۸۰ بررسی کرد. نتایج حاکی از این است که ایران در این بازه برای محصولات منتخب، واردکننده خالص آب مجازی بوده و ۱۳/۷ میلیارد متر مکعب سالانه آب از این مبادلات ذخیره کرده است[۱۶]. در سطح ملی نیز در یک پژوهش توسط خسروی (۱۳۹۰) برای ۸ رشته فعالیت اقتصادی انجام شده است. مطابق با نتایج این پژوهش، میزان خالص واردات آب مجازی برای ایران در سال ۱۳۸۰، ۱۹۹۳۱/۶ میلیون مترمکعب بوده است که در این میان زراعت، جنگل‌داری و صنعت واردکننده و بقیه بخش‌ها صادرکننده آب مجازی بوده‌اند[۱۷].

با توجه به تئوری تجارت هکچر– اوهلین استانی مانند گیلان که دارای وفور نسبی منابع آب و بارش مناسب است باید اقدام به صادرات کالاهای آب‌بر کند. بنابراین سؤال این

پژوهش این است که الگوی تجارت صادرات آب مجازی در این استان چگونه است؟ و آیا استان گیلان صادرکننده خالص آب مجازی است؟ در نتیجه هدف از این پژوهش بررسی تراز تجاری آب مجازی رشته فعالیت‌های اقتصادی استان گیلان در گستره زمانی سال ۱۳۹۰ و به شکل ایستا است. با توجه به این که بخش کشاورزی بیشترین سهم را در استفاده از آب دارد انتظار می‌رود این بخش استان صادرکننده خالص آب باشد.

۲- مواد و روش‌ها

هر بخش از اقتصاد برای تولید کالای خود به مقداری استفاده از آب به عنوان نهاده اولیه نیاز دارد. این استفاده را استفاده مستقیم آب۷ می‌نامند. دیگر نهاده‌های هر بخش نیز یا به صورت اولیه است مانند نیروی کار یا از تولید دیگر بخش‌ها (به عنوان کالای واسطه‌ای) تأمین می‌شود. از آنجا که بخش‌های دیگر نیز برای تولید خود نهاده آب را به کار گرفته‌اند، مجموع آب استفاده شده برای کالای واسطه‌ای که به بخش مورد نظر به عنوان نهاده وارد می‌شود، آب غیرمستقیم۸ گفته می‌شود. مجموع دو آب مستقیم و غیرمستقیم در واقع کل آب استفاده شده برای تولید کالا و خدمات در بخش مورد نظر است که آب مجازی نامیده می‌شود. برای هر بخش از اقتصاد می‌توان میزان آب مستقیم را با روش‌های پایه‌ای و یا آماری محاسبه و برآورد کرد. به این ترتیب که با در دست داشتن میزان کل تولید (TP_j) و آب استفاده شده (W_j) آن بخش (آب مستقیم) می‌توان شاخصی به نام شدت استفاده از آب (f_j) که در واقع ضریب فنی آب در جدول داده- ستانده است را تعریف و محاسبه کرد[۵]:

$$f_i = \frac{W_j}{TP_j} \qquad (۱)$$

از آنجا که آب غیرمستقیم ورودی به هر بخش در واقع قسمتی (مجموع وزنی) از آب مستقیم دیگر بخش‌ها است می‌توان از این ایده استفاده کرد. به این شکل که با به‌دست آوردن ماتریس میزان استفاده مستقیم آب در بخش‌های اقتصاد و استفاده از ضرایب تکاثری (در قالب ماتریس لئونتیف) می‌توان آب غیرمستقیم در دیگر بخش‌ها را به‌دست آورد. به این ترتیب که ابتدا f_j ماتریس ضرایب فنی آب مصرف شده مستقیم را به‌دست آورده (با استفاده از آمارهای موجود و روش های مذکور) و آنگاه از $(I - A)^{-1}$ به عنوان ضریب تکاثر کل اقتصاد برای وزن‌دهی و محاسبه کل آب مصرف شده برای تولید هر واحد کالا و خدمات در اقتصاد استفاده می‌شود [۵]:

$$\begin{aligned} f_j^t &= f_j^d + \sum_{i=1}^{n} a_{ij} f_j^t \\ F_t &= F_j + F_t * A \\ F_t - F_t * A &= F_j \\ F_t (I - A) &= F_j \\ F_t &= F_j (I - A)^{-1} \end{aligned} \qquad (۲)$$

j فعالیت اقتصادی مورد نظر است. n تعداد فعالیت‌های اقتصادی اقتصاد است. d اشاره به میزان آب مستقیم دارد. t اشاره به میزان آب کل (مجموع آب غیرمستقیم و مستقیم) دارد. i نماینده رشته فعالیت‌های اقتصادی است. عنصر iام از کل f_t بردار ضریب مقدار کل (مستقیم و غیرمستقیم) آب در هر واحد استفاده نهایی از کالا بخش iام است. با ضرب کردن این ماتریس که میزان کل آب استفاده شده در هر واحد تولید را نشان می‌دهد در میزان تولید می‌توان به مقدار تجارت آب مجازی دست یافت. پس می‌توان مقدار خالص صادرات آب مجازی را برای یک منطقه به‌دست آورد:

$$V_{vw} = F_t C \qquad (۳)$$

که در آن V_{vw} میزان جریان ۹ آب مجازی خالص صادرات است. C جمله جریان پولی تجارت داخلی و خارجی بین منطقه‌ای را نمایندگی می‌کند که تفاضل میزان واردات از صادرات $(Y_X - Y_M)$ به‌دست می‌آید. از آنجا که "خالص صادرات" استفاده نهایی از محصولات است، ضریب تکاثر ۱۰ عنصر iام f_t و عنصر iام از C را می‌دهد که مقدار کل آب گنجانده شده در تجارت منطقه است[۵].

بخش کشاورزی در جدول داده- ستانده استان گیلان دارای ۴ زیربخش شامل زیربخش زراعت و باغداری، زیربخش دامداری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم و زنبور عسل و شکار، زیربخش ماهی‌گیری و زیربخش جنگل‌داری است. در این پژوهش برای محاسبه میزان آب استفاده شده در دو زیر بخش شامل زیر بخش ماهی‌گیری (با تاکید بر پرورش ماهی استان) و زیر بخش زراعت و باغداری از آخرین اطلاعات موجود در قالب پژوهش‌های یکپارچه منابع آب حوضه‌های داخلی استان گیلان (گزارش مصارف آب کشاورزی) در سال ۱۳۹۱ استفاده شده است. در پژوهش‌های نامبرده برای محاسبه میزان آب مصرفی و مورد نیاز زیربخش‌های زراعت و باغداری به تفکیک نواحی هفت‌گانه آبیاری استان گیلان بررسی شده و با در نظر گرفتن سطح زیر کشت و راندمان آبیاری موارد مورد نظر را برآورد کرده است. همچنین این

پژوهش با تقریب‌های فنی و کار شناسی در باب آب مصرفی در مزارع پرورش ماهی نیز میزان آب استفاده‌شده در این زیر بخش را نیز برآورد کرده است[۱۸].

محاسبه میزان استفاده از آب در واحد تولید در زیربخش دامداری و جنگل‌داری نیازمند پژوهش های دقیق میدانی و طولانی‌مدت است که از حوصله این پژوهش خارج بوده است. به همین دلیل برای این قسمت به آخرین پژوهش‌های انجام شده در این زمینه استناد شده است. بر این اساس، اطلاعات مربوط به مصرف آب در واحدهای مختلف تولید دام و طیور از پژوهش صلاحی و موسی‌نژاد (۱۳۸۷) استخراج شده است[۱۹]. مطابق این پژوهش کاربردی، برای هر واحد از دام هایی که توسط مرکز آمار داده‌های آن در سالنامه آماری منتشر می‌کند، میزان آب استفاده‌شده بر حسب لیتر در روز برای نگهداری آن دام آورده شده است. همچنین مطابق پژوهش مروی مهاجر (۱۳۸۴) برای تولید چوب سالیانه (متر مکعب در هکتار) به طور تقریبی مستقل از اینکه در کدام منطقه جنگلی باشد ۱۹۰ متر مکعب آب استفاده می‌شود[۲۰]. با توجه به در دست بودن داده‌های میزان سطح اراضی، تولید فرآورده‌های چوبی و رویش سالانه در آمارنامه‌های استان و همچنین سالنامه آماری میزان آب مورد نیاز این زیربخش چه از آب‌های سطحی و زیرزمینی و چه ناشی از استفاده از آب‌های ریزش‌های جوی برآورد شده است.

رشته فعالیت‌های بخش صنایع و معادن در جدول داده- ستانده شامل دو زیربخش نفت خام و گاز طبیعی و زیربخش سایر معادن، ۲۳ رشته فعالیت صنعتی، سه ردیف برق، توزیع گاز و آب و دو فعالیت ساختمانی است. استان گیلان دارای بخش نفت نیست، هرچند که از رشته فعالیت نفت خام و گاز طبیعی در اقتصاد استان استفاده می شود و تقاضا برای آن وجود دارد. برای محاسبه میزان آب استفاده‌شده در ردیف سایر معادن از نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور سال ۱۳۹۰ استفاده شده است.

روش تخمین میزان آب مصرفی در رشته فعالیت‌های صنعتی استفاده از پژوهش گلیک ۱۱ و همکاران (۲۰۰۳) است که به ازای هر نفر اشتغال در رشته فعالیت‌های زیرمجموعه این بخش بر اساس کدهای ISIC رشته فعالیت‌ها، میزان استفاده از آب را بر حسب گالن به ازای هر نفر اشتغال در یک روز کاری برآورد کرده است [۲۱]. نتایج این پژوهش در پیوست سوم با عنوان آب استفاده شده صنعتی و تجاری ۱۲ این گزارش آمده است. با استفاده از نتایج این پژوهش و تبدیل این ارقام با احتساب ۲۲۵ روز کاری و با استفاده از این رابطه که هر گالن ۳/۷۸۵ لیتر است میزان استفاده از آب در هر رشته فعالیت در سال برای هر نفر اشتغال محاسبه شده است که با ضرب در میزان اشتغال هر رشته فعالیت میزان آب استفاده شده در سال برای هر رشته فعالیت برآورد می‌شود. اما لازم به ذکر است که در این پژوهش در مورد مصرف آب زیربخش های خدماتی از دو رفرنس استفاده شده است که در این پژوهش تحت عنوان روش اول و روش دوم نامبرده شده و از هر دو شاخص استفاده شده و سپس میانگین آنها مدنظر قرار گرفته است.

به دلیل اینکه برای رشته فعالیت‌های ساختمانی و برق، توزیع گاز و آب دو پژوهش وجود دارد که میزان استفاده از آب را برای هر روز کاری برای هر نفر اشتغال محاسبه کرده‌اند و همچنین آمار اشتغال برای هر سه رشته فعالیت برق، توزیع گاز و آب با هم ارئه می شود نیاز به تجمیع است. برای سه رشته فعالیت برق، توزیع گاز و آب تنها یک کد ISIC وجود دارد و پژوهش‌های صورت‌گرفته بر اساس این کد است و برای هر سه با هم میزان استفاده از آب برای هر نفر اشتغال داده شده است به طور مشابه آمارهای مرکز آمار نیز آمارهای اشتغال هر سه رشته فعالیت با هم در یک دسته ارائه می‌شد. بنابراین با ضرب تعداد اشتغال در برآورد این پژوهش‌ها میزان استفاده از آب در هر سه فعالیت با هم مشخص می‌شود؛ این موضوع برای دو فعالیت ساختمانی نیز صادق است.

در بخش خدمات (شامل ردیف ۳۵ تا ۷۲ جدول داده- ستانده استان گیلان) نیز از همان روش به‌کار رفته در برآوردهای بخش صنعتی استفاده شده است. شرایط این زیربخش‌های خدماتی مشابه شرایط زیربخش‌های ساختمانی و برق، توزیع گاز و آب است که در این بخش‌ها نیز با توجه به اینکه کدهای ISIC با جدول داده- ستانده استان منطبق نبوده، باعث تجمیع برخی بخش‌ها در این موارد شده است که در بخش پیش توضیح داده شد.

در رشته فعالیت‌های خدماتی، آمار اشتغال در ۹ دسته برای ردیف ۳۵ تا ۷۲ جدول داده- ستانده استان گیلان ارائه می‌شود که نیاز به تجمیع این ردیف های جدول داده- ستانده در ۹ ردیف است. علاوه بر مشکلی که در ارتباط با آمار اشتغال بیان شد، در پژوهش‌های صورت‌گرفته برای برآورد میزان آب مصرفی رشته فعالیت‌های خدماتی به ازای هر نفر اشتغال، تطابق کامل بین ردیف‌های جدول داده-

ستانده استان گیلان و دسته‌بندی این پژوهش‌ها وجود ندارد. بنابراین نیاز به تجمیع رشته فعالیت‌های خدماتی در ۹ ر شته فعالیت و انطباق این ۹ ر شته فعالت با پژوهش‌های صورت گرفته است.

در این پژوهش برای ۴۰ رشته فعالیت اقتصادی استان گیلان برآورد صورت گرفته است که برخی از رشته فعالیت‌های خدماتی تجمیع شده‌اند. دلیل تجمیع این ر شته فعالیت‌ها همانطور که در بالا به آن اشاره شد به دو دلیل بوده است. یکی عدم وجود آمارهای اشتغال این رشته فعالیت‌ها و دومین دلیل عدم وجود برآورد آب مصرفی به تفکیک این رشته فعالیت‌هاست. بنابراین برخی از رشته فعالیت‌های خدماتی با یکدیگر تجمیع شده‌اند. از آنجا که جدول داده- ستانده ا ستان گیلان دارای ۷۲ ر شته فعالیت است نیاز به تجمیع این جدول در این ۴۰ رشته فعالیتی است که میزان آب مصرفی آنها به‌دست آمد.

در آخر نیز با استفاده از این روش پس از محاسبه ماتریس با ا ستفاده از آمار ارئه شده از سوی پورتال ر سمی گمرک جمهوری اسلامی ایران ماتریس واردات و صادرات استان به‌دست آمده و میزان تجارت آب مجازی استان مشخص شده است. همچنین قابل ذکر است که برای انجام عملیات ماتریسی در این پژوهش به دلیل بالا بودن مرتبه ماتریس‌ها از نرم افزار متلب (MATLAB) استفاده شده است.

گفتنی است که در این پژوهش از جدول داده- ستانده استان گیلان با فرض ثابت بودن تکنولوژی، استفاده شده است. این جدول در سال ۱۳۸۵ برای این استان توسط ا ستانداری ا ستان گیلان تهیه و محا سبه شده ا ست. جدول مذکور دارای جداول لئونتیف و پشتیبان است.

۳- نتایج و بحث

در گزارش مصارف آب کشاورزی استان گیلان در سال ۱۳۹۰ آمده است در شرایط معمول (غیر کم‌آبی) نیاز آبی خالص زراعت حدود ۲/۵ میلیارد مترمکعب است که ۲۲۹۳ میلیون مترمکعب (۹۱٪) آن از منابع سطحی و باقی‌مانده در حدود ۲۱۹ میلیون مترمکعب (۹٪) از منابع زیرزمینی تأمین می شود. ۱/۴ میلیارد مترمکعب این میزان از طریق شبکه و سد سفیدرود گیلان تأمین می شود، ۸۲۹ میلیون مترمکعب آن از طریق روان‌آب‌های محلی و حدود ۶۴ میلیون مترمکعب از آب بندهای استان تأمین می‌شود. همچنین میزان استفاده ارا ضی آبی ۲۱۶۵ میلیون مترمکعب ا ست که ۸۸ در صد این میزان از طریق آب‌های سطحی تأمین می‌شود. با توجه به اینکه سطح زیر کشت استان ۲۷۵۳۲۳ هکتار است متوسط حجم آب مصرفی با در نظر گرفتن ۲/۵ میلیارد مترمکعب مصرف سالانه، ۹۱۲۴ مترمکعب در هکتار برآورد می‌شود[۱۸].

جدول ۲- سطح زیر کشت و نیاز آبی زیر بخش‌های زراعت و باغبانی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

محصول	مساحت به هکتار	نیاز آبی برآوردشده هزار مترمکعب	نیاز آبی با درنظر گرفتن راندمان و تلفات (میلیون مترمکعب)
برنج	۲۴۲۱۷۳	۱۹۸۲۷۱۲	-
سایر کشت‌ها	۱۰۱۷۹	۲۷۱۷۴	-
جمع زراعی	۲۵۲۲۵۲	۴۲۰۰۹۸۸۶	۲۸۹۷
جمع باغی	۲۲۹۷۱	۶۰۳۳۷	۱۲۶
جمع کل	۲۷۵۳۲۳	۲۰۷۰۲۲۴	۳۰۲۳

منبع: شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۱.

مطابق برآورد های صورت گرفته از میان اراضی بیشترین سهم نیاز خالص آبی متعلق به شالی‌کاری و محصول برنج است. میزان مصرف آب شالی‌کاری نزدیک ۹۶ درصد از میزان مصرف بخش زراعت و باغداری است. باقی محصولات زراعی و باغداری حدود ۴ درصد میزان مصرف آب در کل بخش کشاورزی استان را شامل می‌شود. این درحالی است که سطح زیر کشت شالی‌کاری بیش از ۹۱ درصد سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغداری باشد.

مطابق برآوردهای انجام شده میزان ۸۲ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی در زیربخش زراعت و باغداری مصرف می شود و در وهله بعد جنگل‌داری با مصرف ۱۱ درصد از میزان کل آب استفاده شده در این زیربخش در مرتبه دوم قرار می‌گیرد. سهم زیربخش ماهی‌گیری ا ستان در مصرف آب این بخش کمتر از ۵ درصد است و سهم دام‌داری به یک درصد هم نمی‌رسد. در جدول ۳ میزان مصرف هر کدام از زیربخش‌های بخش کشاورزی به شکل خلاصه آمده است.

جدول ۳- میزان استفاده از آب در فعالیت‌های کشاورزی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

زیربخش‌های کشاورزی استان گیلان	استفاده از آب به میلیون مترمکعب
ماهی‌گیری	۱۷۵
زراعت و باغداری	۳۰۲۳
دام‌داری	۲۹
جنگل‌داری	۴۲۹
مجموع (کل بخش کشاورزی)	۳۶۵۶

منبع: یافته‌های پژوهش.

مطابق آمارهای ارئه‌شده در تارنمای شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان میزان کل آب استفاده شده برای کل بخش کشاورزی استان در حدود ۳۸۰۰ میلیون مترمکعب است[۲۲] که تفاوت این عدد با محاسبات این پژوهش حدود ۱۴۴ میلیون مترمکعب در سال بیشتر از میزان برآورد این پژوهش است این اختلاف کمتر از ۴ درصد از رقم ذکر شده توسط این شرکت است.

مطابق نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۰ به میزان ۶۷۵۰۰۸۵ متر مکعب آب در رشته فعالیت معدنی در استان گیلان استفاده شده است. در جدول ۴ یافته‌های پژوهش برای دیگر بخش‌های صنعتی که آمار اشتغال ارئه‌شده از سوی مرکز آمار مطابق کد رشته فعالیت‌ها بوده و نیازی به تجمیع نداشته‌اند، آورده شده است.

مطابق یافته‌های این پژوهش میزان کل آب مصرفی در زیربخش‌های بخش صنایع و معادن استان گیلان ۱۵۷۷۰۴۱۷۵ متر مکعب برآورد شده است. مجموع کل آب استفاده شده در بخش خدمات استان با روش اول ۸۶۵۷۴۲۰۴ مترمکعب و با روش دوم ۱۳۶۷۶۴۷۰۳ مترمکعب و در نهایت کل آب استفاده شده‌ی بخش خدمات با استفاده از میانگین دو روش ۷۷۳۵۹۲۵۳ متر مکعب برآورد شده است. مطابق آمارهای ارئه شده از سوی شرکت سهامی آب منطقه‌ای استفاده از آب در خدمات استان ۹۴ میلیون مترمکعب است[۲۳] که با روش اول کمتر از ۹ درصد اختلاف دارد، روش دوم بیش از ۴۴ درصد برآورد بیشتری ارائه داده است و روش میانگین این دو بیش از ۱۹ درصد برآوردی کمتر دارد.

جدول ۴- میزان آب استفاده شده کل در رشته فعالیت‌های صنعتی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

کد isic	نام صنعت	نفر اشتغال*	میزان استفاده آب ** (مترمکعب در سال)
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۹۱۸۹	۳۲۱۴۴۳۸۳,۷۹
۱۶	تولید محصولات از توتون و تنباکو	۲۲۵۵	-
۱۷	تولید منسوجات	۱۴۳۱۵	۱۸۶۵۲۲۴۸,۱۷
۱۸	تولید پوشاک	۳۶۸۷	۱۱۶۱۷۷,۸۳
۱۹	دبّاغی و عمل آوردن چرم	۱۰۳۴	۲۸۱۷۸,۵۷
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی	۵۷۰۴	۱۰۴۱۴۸۴۲,۳۴
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۴۰۲	۲۰۴۵۶۰۳,۲۵
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر	۱۳۹	۱۱۶۰۰,۸۴
۲۳	صنایع تولید زغال کک و پالایشگاه‌ها	۵۲۱	۵۰۵۷۶۹۷,۸۳
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۳۲۰۵	۲۲۷۳۶۳۸,۶۲
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۴۳۰۴	۴۳۹۸۴۷,۲۸
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۹۳۱۱	۱۰۳۴۰۰۴۲,۴۱
۲۷	تولید فلزات اساسی	۴۲۶۴	۴۷۸۶۰۹۱,۶۲
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی	۵۰۴۹	۳۱۷۳۲۹۲,۷۱
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات	۴۶۰۸	۴۳۱۶۷۱,۶۸
۳۱	تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق	۲۸۷۰	۶۹۴۱۴۲,۵۱
۳۳	تولید ابزار پزشکی و اپتیکی و ...	۷۲۹	۸۸۱۵۸,۵۲
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۳۹۹	۷۷۴۷۴,۰۳
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات	۵۰۸	۲۲۹۲۹,۱۵
۳۷	صنایع متفرقه (بازیافت)	۲۵۹	۱۸۹۶۹,۱۰

* منبع: آمارنامه ۱۳۹۰ استان گیلان

** هر متر مکعب ۱۰۰۰ لیتر

جدول ۵- اشتغال و میزان آب استفاده شده به ازای هر رشته فعالیت خدماتی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

نام رشته فعالیت	نفر اشتغال	استفاده از آب مترمکعب در سال§		
		روش اول*	روش دوم**	میانگین
برق و توزیع گاز و آب	۹۱۱۱	۴۰۶۵۷۹,۷	۶۴۱۶۸۲,۲	۵۲۴۱۳۱
ساختمان مسکونی و سایر ساختمان‌ها	۷۳۳۵۷	۶۴۹۲۱۵۸۳,۲	۵۴۳۰۴۳۵۵,۵	۵۹۶۱۲۹۶۹,۳
عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها	۱۱۵۸۴۹	۱۵۳۱۳۸۱۱	۱۲۶۹۷۵۲۹,۷	۱۴۰۰۵۶۷۰,۴
هتل و خوابگاه و رستوران	۱۰۹۴۲	۲۹۷۳۵۳۳,۳	۲۸۲۲۹۳۳,۵	۲۸۹۸۲۳۳,۴
حمل‌ونقل، انبارداری، پست و مخابرات	۷۹۴۷۰	۲۹۸۳۹۹۱۷,۷	۱۸۴۵۴۳۸۴,۹	۲۴۱۴۷۱۵۱,۳
بیمه، بانک و سایر واسطه‌گری‌های مالی	۸۱۴۱	۱۲۰۲۴۷۳,۶۳	۱۳۱۴۷۶۱,۵	۱۲۵۸۶۱۷,۶
مستغلات کرایه و خدمات کسب و کار	۱۱۳۲۲	۷۵۵۰۱۴۱,۸	۶۸۳۶۱۷۵,۷	۷۱۹۳۱۵۸,۷
امور عمومی و تأمین اجتماعی اجباری	۴۸۷۳۵	۷۱۱۷۹۲۶,۵	۷۱۱۷۹۲۶,۵	۷۱۱۷۹۲۶,۵
آموزش	۴۷۶۴۷	۵۵۳۸۸۱۱,۹	۷۶۲۴۴۸۹۰	۶۵۸۱۶۵۰,۵
بهداشت و مددکاری اجتماعی	۲۱۰۳۵	۳۹۰۰۲۸۵,۱	۲۷۸۷۵۰۴,۴	۳۳۴۳۸۹۴,۸
سایر خدمات	۲۸۲۶۴	۱۳۱۳۷۳۰۳	۸۴۸۸۵۹۶,۵	۱۰۸۱۲۹۴۹,۷

* بر اساس پژوهش ژیگیلوفسکی (Dziegielewski) و همکاران (۱۹۹۰)

** بر اساس پژوهش دیویس (Davis) و همکاران (۱۹۸۸)

جدول ۶- منابع آب استان گیلان (ملیون مترمکعب)

پتانسیل آب ورودی به سفیدرود حاصل از نزولات	آب قابل دسترس از سفیدرود در حوضه‌های داخلی	آب سطحی قابل دسترس	آب زیرزمینی قابل دسترس	مجموع آب در دسترس
۱۷۱۰۸	۶۹۱۳	۶۳۶۳	۵۵۰	۶۹۱۳

منبع: شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان.

جدول ۷- ده فعالیت اقتصادی که بیشترین میزان آب را استفاد می‌کنند

رتبه	روش اول	روش دوم	میانگین دو روش
۱	زراعت و باغداری	زراعت و باغداری	زراعت و باغداری
۲	جنگل‌داری	جنگل‌داری	جنگل‌داری
۳	ماهی‌گیری	ماهی‌گیری	ماهی‌گیری
۴	ساختمان مسکونی و سایر ساختمان‌ها	آموزش	ساختمان مسکونی و سایر ساختمان‌ها
۵	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	ساختمان مسکونی و سایر ساختمان‌ها	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
۶	حمل‌ونقل	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	دام‌داری
۷	دام‌داری	دام‌داری	حمل‌ونقل
۸	ساخت منسوجات	ساخت منسوجات	ساخت منسوجات
۹	عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها	حمل‌ونقل	عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها
۱۰	سایر خدمات	عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها	سایر خدمات

منبع: یافته‌های پژوهش.

در نهایت باید بیان کرد آب ا ستفاده شده (مورد نیاز) بخش‌های کشاورزی، صنایع و معادن و خدمات استان با روش محا سباتی اول ۳۸۹۹ و با ا ستفاده از روش دوم ۳۹۴۹ و با استفاده از میانگین دو روش ۳۸۹۰ میلیون مترمکعب که کمتر از ۵۷ درصد آب قابل دسترسی است.

در جدول زیر ده ر شته فعالیتی که بی‌شترین ا ستفاده از آب را دارند به ترتیب بر اساس روش‌های برآورد آورده شده است.

زراعت، جنگل داری و ماهی گیری بیشترین ا ستفاده‌کننده آب در ۴۰ زیربخش اقتصادی ا ستان ا ست که به ترتیب ۷۷، ۱۰ و ۴ در صد سهم آب م صرفی را در روش اول، ۷۶، ۱۰ و ۴ در صد سهم آب م صرفی در روش دوم و ۷۷، ۱۱ و ۴ درصد سهم آب مصرفی در میانگین دو روش در ا ستان را به خود اختصاص داده‌اند. مجموع سهم کشاورزی استان در آب مصرفی استان در روش اول بیشتر از ۹۳ درصد، در روش دوم بیشتر از ۹۲ درصد و در میانگین دو روش نزدیک به ۹۴ درصد است؛ از این رو سهم مصرفی صنعت و خدمات با هم کمتر از ۸ درصد است.

پس از محاسبه میزان آب استفاده شده در هر رشته فعالیت، با تقسیم این میزان مصرف بر ستانده کل هر رشته فعالیت در استان گیلان شدت استفاده از آب به‌دست می‌آید. پس از تجمیع جدول داده- ستانده استان گیلان از ۷۲ زیربخش به ۴۰ ردیف فعالیت اقتصادی و معکوس کردن آن در برنامه متلب و ضرب آن در ماتریس شدت ا ستفاده از آب، میزان آب م صرف شده کل به‌دست می‌آید. در جدول زیر دوازده رشته فعالیت اقتصادی که نسبت به ارزش تولید خود، میزان آب بیشتری استفاده می‌کنند آورده شده است (برای دو روش و همچنین میانگین، نتایج یکسان بوده است).

لازم به ذکر ا ست که برر سی ترکیب تولید ناخالص داخلی استان گیلان در سال ۱۳۹۰نشان می دهد که سهم بخش های ک شاورزی، صنایع و معادن و خدمات از ارزش ستانده استان به ترتیب ۱۳، ۴۲ و ۴۵ است. این در حالی است که سهم بخش های نامبرده از ارزش افزوده استان به ترتیب ۱۲، ۲۷ و ۶۱ درصد است. بنابراین با اینکه سهم از دو بخش خدمات و صنایع و معادن در ستانده تقریباً برابر ا ست ولی سهم ارزش افزوده در بخش خدمات بسیار بیشتر از بخش صنایع و معادن است.

جدول ۸- دوازده زیربخش اول پرمصرف آب به ازای هر واحد تولید ارزش ستانده به شکل مستقیم

رتبه	نتایج روش اول، روش دوم و میانگین دو روش
۱	جنگل‌داری
۲	زراعت و باغداری
۳	ماهی‌گیری
۴	ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت هسته‌ای
۵	ساخت منسوجات
۶	سایر معادن
۷	ساخت چوب و محصولات چوبی
۸	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۹	ساخت فلزات اساسی
۱۰	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
۱۱	دام‌داری
۱۲	ساخت محصولات کانی غیرفلزی

منبع: یافته‌های پژوهش.

علت بالا بودن شدت استفاده از آب برای زیربخش‌های کشاورزی در وهله اول بالا بودن مصرف آب در زیربخش‌ها و پس از آن کم بودن ارزش ریالی ستانده این بخش‌ها ن سبت به میزان آب مصرفی در این زیربخش‌ها است. دلیل این مو ضوع را می‌توان در سیا ست دولت در کاهش قیمت مواد غذایی و گسترده بودن عر ضه جستوجو کرد. زیربخش‌های خدمات علاوه بر اینکه میزان آب کمتری استفاده می‌کنند، با داشتن ارزش ستانده بالا، شدت استفاده از آب پایینی دارند. ساخت مبلمان، برق، توزیع گاز و آب، بهداشت و مددکاری اجتماعی سه فعالیتی هستند که به ترتیبی که بیان شد کمترین شدت استفاده از آب را دارند.

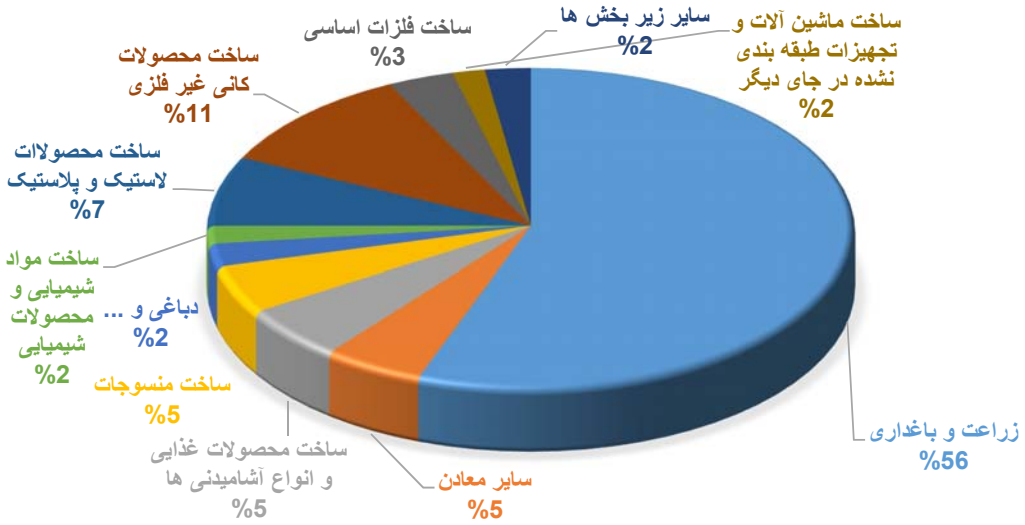
مطلبی که ذکر آن بسیار مهم است این است که میزان واردات ثبت شده در گمرکات ا ستان گیلان، فقط در ا ستان م صرف نمی شود بلکه کالاهای این گمرک‌ها برای تامین نیاز سرا سر ک شور وارد شده‌اند. از آنجا که هیچ آماری از واردات این استان به جز موارد ذکر شده در دسترس نبوده از این داده‌ها استفاده شده است. طبق این آمار، بیش از ۹۰ درصد از ارزش وارداتی ا ستان در زیربخش ساخت فلزات ا سا سی قرار می‌گیرد که غیرمنطقی است. از این رو این آ مار با استفاده از نسبت ارزش ستانده این زیربخش در استان گیلان به ارزش ستانده این زیربخش در کل کشور تعدیل شده است. همچنین در این جدول زیربخش‌هایی که فاقد صادرات و واردات بودند آورده نشده‌اند.

آمار به‌کاررفته برای صادرات از پورتال گمرک جمهوری اسلامی ایران مطابق با صادرات بر حسب استان تولیدکننده بوده است که بیشترین سهم ریالی متعلق به زیربخش زراعت و باغداری اســت که در صــادرات آب مجازی نیز بیشــترین نقش را دارد . وجود سهم بیشتر زیربخش زراعت و باغداری در ارزش ریالی و صادرات آب مجازی به این معنی است که این زیربخش علاوه بر تولید کالاهای آب‌بر، بیشــترین ارزش صــادرات را به خود اختصــاص داده که انتظار می‌رفت با وفور نسبی منابع آب مزیت نسبی هم داشته باشند.

جدول ۹- تجارت آب مجازی بر حسب هزار مترمکعب استان گیلان در سال ۱۳۹۰

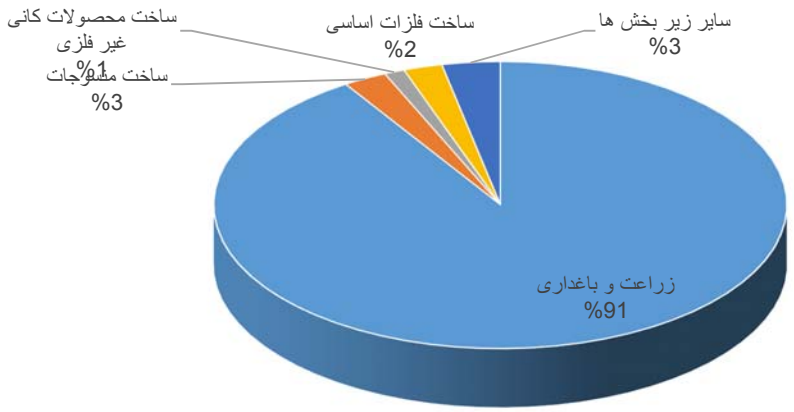
رشته فعالیت	صادرات	واردات	خالص صادرات
زراعت و باغداری	۸۷۳۴۴۳	۶۳۱۳۱	۸۱۰۳۱۲
دام‌داری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم و زنبور عسل و شکار	۱۱۸	۱۴۸	-۳۰
ماهی‌گیری	۶۱۳	۰	۶۱۳
سایر معادن	۹۱۲۳	۱۲	۹۱۱۱
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی	۶۹۳۹	۱۲۲۷	۵۷۱۲
ساخت منسوجات	۲۳۷۲۳	۱۱۸۸	۲۲۵۳۵
ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ خز	۶۰	۹	۵۱
دباغی و پرداخت چرم، ساخت چمدان کیف دستی زین یراق و انواع پاپوش	۱۰۳۸	۲۶	۱۰۱۲
ساخت چوب و محصولات چوبی	۴۴	۴۵۴۲۲	-۴۵۳۷۸
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۳۰۸	۸۱۸	-۵۱۰
ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت هسته‌ای	۲۲۶۱	۰	۲۲۶۱
ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۴۲۴۳	۳۹۸۶	۲۵۷
ساخت محصولات لاستیک و پلاستیک	۵۵۷۰	۷۰۱	۴۸۶۹
ساخت محصولات کانی غیر فلزی	۱۰۹۶۰	۶۴	۱۰۸۹۶
ساخت فلزات اساسی	۲۱۰۲۴	۲۰۱۸۹۳	-۱۸۰۸۶۹
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر	۶۸۱	۵۴۲۰	-۴۷۳۹
ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیک و ابزار دقیق	۱۱	۹	۲
ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر	۴۷۰	۸	۴۶۲
مجموع	۹۶۰۶۲۹	۳۲۴۰۶۲	۶۳۶۵۶۷

منبع: یافته‌های پژوهش.



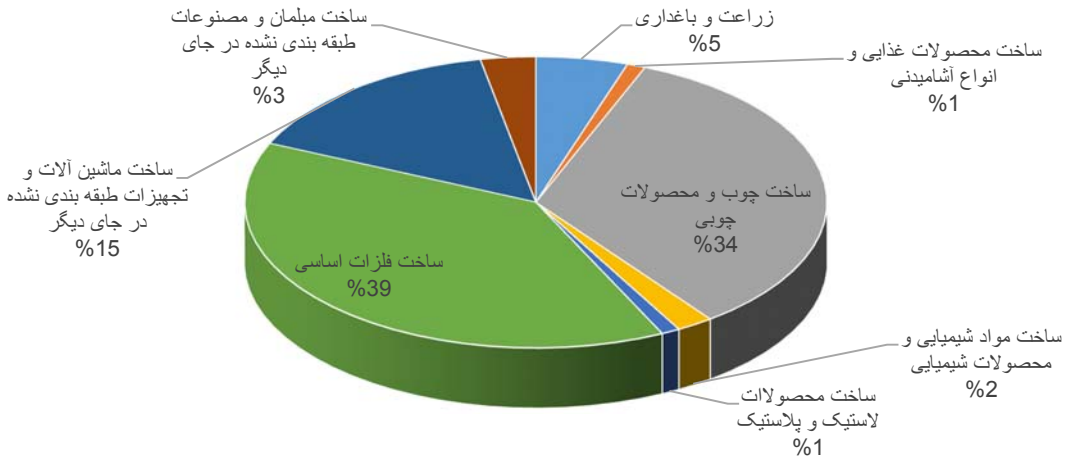
شکل ۲- سهم ریالی زیر بخش‌ها از کل صادرات استان گیلان در سال ۱۳۹۰

منبع: مرکز آمار، سال ۱۳۹۰



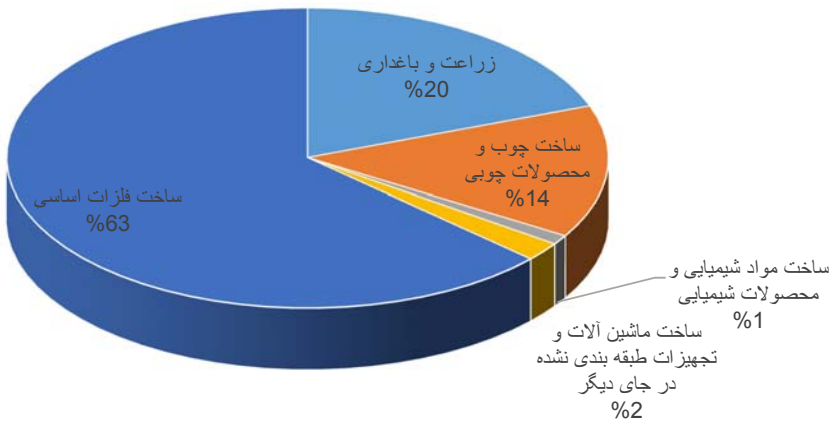
شکل ۳- سهم زیربخش‌ها از کل صادرات آب مجازی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش.



شکل ۴- سهم بخش‌های اقتصادی از کل ارزش ریالی واردات استان گیلان در سال ۱۳۹۰

منبع: مرکز آمار، سال ۱۳۹۰.



شکل ۵- سهم زیربخش‌ها از کل واردات آب مجازی استان گیلان در سال ۱۳۹۰

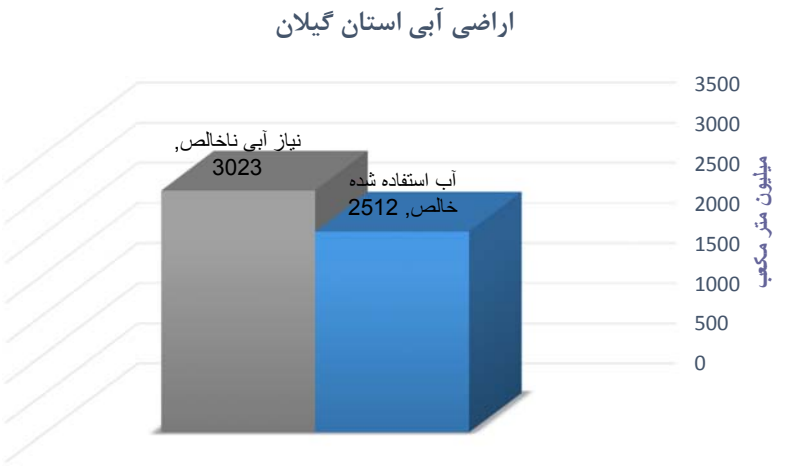
منبع: یافته‌های پژوهش.

نتایج نشان می‌دهد که زیربخش ساخت فلزات اساسی در صد زیادی از سهم ارزش ریالی واردات را به خود نسبت داده است. از آنجا که این صنعت نیز به طور متوسط نسبت به دیگر زیربخش‌ها و هم به طور مطلق دارای شدت استفاده از آب بالایی است، حجم زیادی از سهم واردات آب مجازی را به خود اختصاص داده است. پس از زیربخش ساخت فلزات اساسی، زراعت و باغداری و ساخت چوب و محصولات چوبی دو زیربخشی هستند که بیشترین سهم در واردات آب مجازی را دارند. می‌توان این تحلیل را ارائه داد که مهم‌ترین دلیل این سهم بالا برای زیربخش ساخت چوب و محصولات چوبی سهم بالای این بخش در واردات است. ولی سهم بالای زیربخش زراعت و باغداری به دلیل ماهیت کالاهای تولیدی این زیر بخش است که شدت استفاده بالای این زیربخش را ناشی می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

مطابق یافته‌های پژوهش، صادرات آب مجازی استان گیلان ۹۶۰ میلیون مترمکعب است که با واردات ۳۲۴ میلیون متر مکعب آب مجازی، خالص صادرات استان ۶۳۶ میلیون مترمکعب است. استان گیلان در بخش کشاورزی ۸۷۴ میلیون مترمکعب صادرات آب مجازی و ۶۳ میلیون واردات آب مجازی داشته‌است که در مجموع استان گیلان با ۸۱۱ میلیون مترمکعب صادرکننده خالص آب مجازی در بخش کشاورزی بوده است. در بخش صنایع و معادن نیز استان گیلان با صادرات ۸۶ میلیون مترمکعب و واردات ۲۶۰ میلیون مترمکعب آب مجازی از سه گمرک خود در بخش صنایع و معادن واردکننده خالص آب مجازی بوده است. از آنجا که پژوهش مشابهی درباره موضوع تحقیق در استان گیلان انجام نشده است، امکان مقایسه نتایج با پژوهش‌های قبلی وجود ندارد. با این حال، انجام پژوهش‌های مشابه در سال‌های آتی و با اطلاعات به‌روزتر، امکان تحلیل روند تراز تجاری آب مجازی استان را فراهم می‌آورد که می‌تواند برای تصمیم‌گیران در استان مفید باشد.

افزایش کارایی و راندمان آبیاری در بخش کشاورزی همچنان ضروری است و می‌توان با راهکارهای سازه‌ای و همچنین غیرسازه‌ای، مانند قیمت‌گذاری برای ایجاد تفاوت در استفاده سازه‌های آبی با راندمان‌های بالا شکاف آب استفاده شده به شکل ناخالص را با نیاز آبی بخش کشاورزی کاهش داد. مطابق نتایج گزارش مصارف آب کشاورزی استان گیلان در سال ۱۳۹۰ تفاوت نیاز آبی و آب خالص مورد نیاز به ۵۰۰ میلیون مترمکعب می‌رسد [۲۲].



شکل ۶- میزان آب مورد نیاز و مصرفی اراضی آبی استان گیلان در سال ۱۳۹۰ به شکل خالص و ناخالص
منبع: شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۱۳۹۱.

مدیریت سازه‌ای زمانی موفق است که در کنار مدیریت غیرسازه‌ای به کار گرفته شود. بهبود سازه‌های آبی و افزایش کارایی فیزیکی منجر به کاهش استفاده از آب نخواهد شد، بلکه هزینه‌های بیشتری را بر اجتماع تحمیل می‌کند. این سخن به معنی عدم ارتقای کارایی سازه های آبی یا نشان‌دهنده نامناسب بودن ارتقاءتکنولوژی نیست. بلکه تاکیدی است تا توجه به مدیریت غیر سازه‌ای را جلب کند و یادآور این باشد که مدیریت سازه‌ای، پروژه‌ای ناتمام است و کمال این اقدامات زمانی آشکار می‌شود که مدیریت غیرسازه‌ای و توجه به بهره‌وری نیز مکمل آن باشد.

با اجرای طرح‌های توسعه منابع آب در استان‌های بالادست حوضه آبریز سفیدرود بزرگ، کاهش آورد رودخانه سفیدرود به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب اراضی کشاورزی استان گیلان نیاز به مدیریتی کارامد و علمی دارد تا از نزاع‌های اجتماعی و سیاسی احتمالی جلوگیری کند. این پژوهش در گستره استان گیلان انجام شده است اما برای بررسی این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های مشابه در استان‌های بالادست است. همچنین انجام پژوهشی جامع در گستره سفیدرود بزرگ و بررسی یک مدل چندمنطقه‌ای تبادلات بین‌استانی را به شکل دقیق در نظر بگیرد. در این راستا در نظر گرفتن زمان‌بندی مصارف به‌خصوص در بخش‌های کشاورزی از سوی نهادهایی مانند وزارت نیرو ضروری است و پیشنهاد می‌شود انجام این پژوهش‌های با در نظر گرفتن تقویم استفاده از آب صورت گیرد.

در آخر می‌بایست به این موضوع اشاره کرد که با افزایش سهم رشته فعالیت‌هایی که بیشترین سهم را از ارزش افزوده اقتصاد استان گیلان دارند و کاهش سهم رشته فعالیت‌هایی که بیشترین شدت استفاده از آب را دارا هستند، می‌توان ارزش افزوده استان را حفظ و یا افزایش داد بدون اینکه مصرف آب افزایش یابد. بلکه با این تغییر در ترکیب فعالیت‌های اقتصادی استان گیلان انتظار می‌رود که استفاده از آب با فرض ثابت بودن سایر شرایط (از جمله رشد جمعیت، افزایش تقاضا ناشی از افزایش درآمد و ...) کاهش و تراز تجاری آب استان بهبود یابد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Virtual Water

[۲] J.A. (Tony) Allan: tony.allan@kcl.ac.uk متولد ۲ جولای ۱۹۳۷، جغرافی‌دان بریتانیایی و برنده جایزه آب استکهلم (Stockholm Water Prize) در ۲۰۰۸ به دلیل ارائه مفهوم آب مجازی و عضو مدرسه پژوهش‌های افریقا و خاورمیانه و کینگ کالج لندن در دانشگاه لندن (King's College London) است.

[3] water embedded

[4] demand-oriented

[5] Haihe

[۶] نتایج این پژوهش که در قالب تحلیل نموداری و به تفصیل ارائه شده از حوصله این پژوهش خارج است. خوانندگان محترم برای پژوهش بیشتر به پایان‌نامه کارشناسی ارشد روزه‌گیر قلعه‌نویی (۱۳۸۹) تحت عنوان "تبادل آب مجازی بین‌حوضه‌ای و ارائه روش نظام‌مند اصلاح سیاست‌های توسعه منابع آب (پژوهش موردی: ایران)" دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران مراجعه کنند.

[7] Direct water

[8] Indirect water

[9] flow volume

[10] Multiplication

[11] P.H. Gleick

[12] Appendix C: Industrial and Commercial Water Use

منابع

[1] Committee of modified usage pattern index of Iran Statistics Center. Modify consumption patterns. Volume I and II. Iran Statistics Center Press. Tehran, Iran. **2010**. **[In Persian]**

[2] Mahab Ghodss Consulting Engineering Company. Macro planning of water resources of the country, report of the importance of non-structural component of the plan the sector of integrated water resources, soil and environmental conditions studies, the water resources and uses office. **2013**. **[In Persian]**

[3] Allan, J.A.Virtual Water: A long-Term Solution for Water-Short Middle Eastern Economies. Paper presented at British Association Festival of Science, 6 September, Leeds, UK.**1997**.

[4] Allan, J.A. Virtual water-the water, food and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? Water International: **2003; 28**: 106–113.

[5] Mubako, S., Lahiri, S., Lant, C. Input–output analysis of virtual water transfers: Case study of California and Illinois. Ecological Economics: **2013; 93**: 230–238.

[6] Lenzen, M., Foran, B. An input–output analysis of Australian water usage. Water Policy: **2001**; **3**: 321–340.

[7] Aldaya, M.M., Hoekstra, A. Y., and Allan, J. A. Strategic Importance of Green Water in International Grope Trade. UNESCO-IHE value of Water Research Report. **2008:** 25.

[8] Novo, P., Garrido, A., Varela-Ortega, C. Are virtual water "flows" in Spanish grain trade consistent with relative water scarcity? Ecological Economics: **2009; 68**: 1454–1464.

[9] Wang, Y., Xioa, H.L. and Lu, M.F. Analysis of Water Consumption Using a Regional Input–output Model. Model Development and Application to Zhangge City, North-Western China. Journal of Arid Environment: **2009; 73**: 894-900.

[10] Zhao, X., Yang, H., Yang, Z., Chen, B., Qin, Y. 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: **2010; 44**: 9150–9156.

[11] Kuishuang Feng, Y. L. S., Guan, p., and Habacek, K. Assessing Regional Virtual Water Flows and Water Footprint Geography: **2011; 32**: 691-701.

[12] Sabuhi, M and Soltani, GH. Optimize cropping patterns in the catchment area, with an emphasis on social benefits and net imports of virtual water. Journal of Agricultural Science and Technology: **2008**; **12**(43): 297-313. **[In Persian]**

[13] Dehghanpour, H. and Bakhshodeh, AM. Review the restrictive aspects of virtual water in Marvdasht region. Journal of Agricultural Science and Technology: **2008**; **22**(1): 137- 147. **[In Persian]**

[14] Baghestani, A., Mehrabi Boshrabadi, H., Zare Mehrjardi, M., Sherafatmand, C. Application of the virtual water concept in the management of water resources. Journal of Water Resources. Sixth year: **2009**; **1**: 28-38. **[In Persian]**

[15] maknon, r. tahershamsi, a. rozegir, r. and nafisi, m. Virtual water and water for agricultural and move important items in Iran. Iran Water Resources Management Conference. Amirkabir University of Technology. Tehran, Iran. **2011**. **[In Persian]**

[16] Mohammadi Kani Golzar, F. Water management based on virtual water trade in the products of the country. Master's thesis, Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University. **2012**. **[In Persian]**

[17] Khosravi, Z. Study of virtual water trade using input - output table. Master's thesis, Department of Agricultural Economics and Development, Tehran University. **2011. [In Persian]**

[18] Mahab Ghodss Consulting Engineering Company. Integrated Water Resources within the province of Gilan (Report Agricultural water use), the sector of integrated water resources, soil and environmental conditions studies, irrigation and drainage office. **2012**. **[In Persian]**

[19] Salahi, A. and Mosanejad, M. Quality and quantity of water consumed by pets. Aeizh publication. **2008. [In Persian]**

[20] marvi mohajer, m. Forest and breeding of forest. Institute of Tehran University and print publications. **2005**. **[In Persian]**

[21] Gleick, P.H., Haasz, D., Henges-Jeck, C., Srinivasan, V., Wolff, G., Cushing, k. k. and Mann, A. Waste Not, Want Not: The Potential for Urban Water, Conservation in California. Appendix C: Industrial and Commercial Water Use: Glossary, Data, and Methods of Analysis Report of PACIFIC INSTITUTE for Studies in Development, Environment, and Security. Alonzo Printing Co., Inc. U.S.A. **2003**.

[22] Gilan Regional Water Authority. Integrated Water Resources within the province of Gilan, agricultural water use report. **2012**. **[In Persian]**