

## بررسی ارتباط درآمد و استفاده از آب در بخش کشاورزی کشورهای جهان

محسن مهرآزما<sup>۱</sup>، عبدالناصر همتی<sup>۲</sup> و علی سایه میری<sup>۳\*</sup>  
۱، ۲، دانشیار، و اسنادیار دانشگاه تهران، ۳، دانشجوی دکتری دانشگاه تهران  
و عضو هیات علمی دانشگاه ایلام  
(تاریخ دریافت: ۹۰/۲/۲۴ - تاریخ تصویب: ۹۰/۷/۳)

### چکیده

هدف اصلی این مقاله بررسی اثرات درآمد سرانه (تولید ناخالص داخلی سرانه) بر میزان برداشت سرانه آب در بخش کشاورزی کشورهای جهان است. برای این منظور فرضیه "منحنی زیست محیطی کوزنتس مبتنی بر منابع طبیعی" با استفاده از داده های مقطعی ۱۶۳ کشور جهان آزمون شده است. نتایج این مقاله، فرضیه کوزنتس مبتنی بر منابع طبیعی در اقتصاد آب را تایید می کند. براین اساس رابطه U شکل وارون میان متغیرهای درآمد سرانه و برداشت سرانه آب در بخش کشاورزی تایید می شود. بر مبنای تخمین ها "نقطه تغییر" رابطه درآمد- برداشت یافته های این مقاله نشان می دهد از نظر برداشت سرانه، کشور ایران در بین کشورهای جهان همواره جزء گروه کشورهای با شاخص کمیابی شدید آب و حتی در وضعیت بحرانی قرار دارد.

**واژه های کلیدی:** آب، درآمد، منحنی U-وارون کوزنتس، اثرات تکنیکی و ترکیبی و اثر مقیاس

### مقدمه

می دهد.<sup>۱</sup> امروزه تهدید جهانی کمبود آب و خصوصا کاهش تدریجی آب پاک به یک مشکل جهانی تبدیل شده است (Falkenmark et al., 1998). به علت رشد جمعیت از یک طرف و توسعه اقتصادی-اجتماعی و در نتیجه افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه از طرف دیگر و تغییرات کلی آب و هوایی، انتظار می رود کمبود آب در برخی کشورها و در بخش کشاورزی تشدید شود (Vörösmarty et al., 2000; Revenga et al., 2000). افزایش درآمد سرانه بعنوان دستاورد اصلی رشد

سرمایه های انسانی، فیزیکی و طبیعی نقش مهمی در فرآیند توسعه بعده دارند. نقش منابع آب بخصوص منابع آب شیرین، از اهمیت مضاعف برخوردار است که تا کنون بخوبی درک نشده است. لذا تحقیقات در خصوص شناخت عوامل تعیین کننده ظرفیت برداشت آب و دستیابی به راه حل مفید و موثر در صیانت از ظرفیت قابل استحصال آب برای نسلهای آتی ضروری است. رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه با منابع آب ارتباط تنگاتنگی دارد، زیرا با افزایش درآمد، جمعیت و مصرف مواد غذایی، مصرف آب افزایش یافته و حجم آب شیرین در دسترس بصورت سرانه کاهش می یابد. کمیابی فزاینده آب فشار بر منابع تجدید پذیر آب را افزایش

۱ بطور مثال طبق مطالعات وزارت نیرو، سرانه آب تجدید پذیر کشور از حدود ۱۴۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۳۰ به کمتر از ۱۲۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده است.

استفاده از داده های سری مقطعی برای کشورهای جهان وجود منحنی U شکل وارون بین استفاده از آب و درآمد مورد تایید قرار گرفته است (Michael, 1998; Seckler, 1993 falkenmark, 1994).

منحنی EKC را بر حسب داده های جمعیت و درآمد سرانه برای سالهای ۲۰۰۰-۱۹۹۰ برای قاره های اروپا، امریکای شمالی، آفریقا، آسیا، امریکای جنوبی و اقیانوسیه تخمین زده شده است (Shiklomanov, 2000). از دیگر مطالعاتی که تاثیرات غیر خطی درآمد بر روی استفاده از آب را بررسی کرده اند می توان به مطالعات (Cole, 2002); (Goklany, 1998); (Rock, 2004) اشاره کرد. در این میان تنها (Goklany, 2002) در خصوص میزان برداشت سالانه آب کشاورزی و درآمد ملی در آمریکا رابطه فوق را به اثبات رسانده است. اما از نظر داده ها، کشورهای مورد بررسی، تصریح تابع تخمینی، و سال مورد بررسی با مطالعه حاضر تمایزهایی دارد. نقطه تمایز این مطالعه با مطالعات قبلی در خصوص برداشت سرانه آب بخش کشاورزی و استفاده از فرم های تابعی متفاوت جهت برازش داده ها است. زیرا مطالعات قبلی از داده های جمعی شده مربوط به کل اقتصاد برای بررسی ارتباط میان برداشت سرانه آب و درآمد سرانه استفاده کرده اند. این مطالعات به دلیل عدم تفکیک بخشها دچار تورش جمعی سازی بوده و به همین دلیل تعمیم نتایج حاصل از آنها به زیر بخشهای اقتصادی می تواند گمراه کننده باشد.

## مواد و روشها

تحلیل منحنی EKC در اقتصاد محیط زیست دارای کاربردهای زیادی است. منحنی EKC به وجود رابطه U-شکل وارون بین درآمد سرانه و طیف وسیعی از شاخصهای آلودگی محیط زیست اشاره می کند (Porkazemi, & Ebrahimi, 2008). در جدول (۱) خلاصه ای از مطالعات انجام شده پیرامون منحنی زیست محیطی کوزنتس قالب رابطه آب-درآمد آورده شده است.

اقتصادی شاخص خوبی برای انعکاس استاندارد زندگی محسوب می شود. این افزایش دو اثر متفاوت بر سرانه مصرف آب دارد. از یک طرف با افزایش درآمد سرانه، قدرت خرید و توانایی مردم برای دستیابی به مایحتاج زندگی افزایش یافته که این امر ممکن است موجب فشار بیشتر بر ظرفیت منابع طبیعی بخصوص منابع آب شیرین گردد (Barbier, 2004). از طرف دیگر پس از آنکه درآمد سرانه از سطح مشخصی فراتر رفت، تغییر الگوی تولید به سمت بخش خدمات و تغییر الگوی مصرف به سمت انرژی های پاک و همین طور تغییرات تکنیکی و آثار آن در صرفه جویی مصرف آب تقویت می شود. همچنین افزایش کارایی مصرف آب و اجرای موثرتر مقررات زیست محیطی، ممکن است استفاده از منابع آب شیرین را کاهش دهد. بویژه زمانی که مردم ثروتمند تر می شوند، تقاضای آنها برای کالاهای زیست محیطی نظیر آب و هوای پاک افزایش یافته و بالطبع مقررات زیست محیطی سخت گیرانه تر اعمال می شود (Arrow et al., 1995). اگر برآیند اثرات کاهشی و افزایشی مذکور در سطوح پایین درآمد مثبت و در سطوح بالای درآمد منفی باشد، آنگاه انتظار می رود یک ارتباط غیر خطی میان درآمد سرانه و برداشت سرانه آب در بخش کشاورزی بصورت "U شکل وارون" همانند منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) وجود داشته باشد.

## مطالعه دیگران

مطالعات تجربی و نظری فراوانی پیرامون ارتباط شاخص های زیست محیطی با درآمد صورت گرفته است اما تعداد کمی از این مطالعات به ارتباط بین استفاده از آب کشاورزی و درآمد پرداخته اند. براساس داده های مقطعی<sup>۱</sup> کشورهای دنیا و داده های ادغامی سری زمانی و مقطعی<sup>۲</sup> برای ایالت های مختلف امریکا نشان داده شده که، یک رابطه غیر خطی بصورت U-شکل وارون میان برداشت آب سرانه و درآمد سرانه وجود دارد. وی این منحنی را سازگار با منحنی زیست محیطی کوزنتس می داند (Rock, 1998). در مطالعات دیگران نیز با

1. Inverted U-shape  
2. Environmental Kuznets Curve (EKC)  
3. Cross section data  
4. panel data

جدول ۱- خلاصه مطالعات دیگران در خصوص رابطه استفاده از آب و درآمد

ردیف	نویسنده و سال	نوع داده ها	مکان مطالعه	نتیجه
۱	باربیر (۲۰۰۲)	سری مقطعی و پانل	جهان و امریکا	رابطه غیر خطی
۲	کول (۲۰۰۴)	سری مقطعی	جهان	رابطه غیر خطی
۳	گالیک (۲۰۰۳)	سری مقطعی	امریکا	رابطه خطی
۴	راک (۲۰۰۰)	سری مقطعی و پانل	جهان و امریکا	رابطه خطی
۵	راک (۱۹۹۸)	سری مقطعی و پانل	جهان و امریکا	رابطه غیر خطی
۶	توک (۱۹۹۸)	سری مقطعی و سری زمانی	جهان و امریکا	خطی
۷	سکلر (۱۹۹۴)	سری مقطعی	جهان	خطی همراه با سایر متغیرهای
۸	چنری و سرکونین (۱۹۷۵)	سری مقطعی	جهان	غیر خطی
۹	آلکامو و همکاران (۲۰۰۰)	سری مقطعی و زمانی	جهان	مدل شکاف آب و رابطه U وارون
۱۰	گاتو و لانزافم (۲۰۰۵)	سری مقطعی و سری زمانی	جهان	نقش سرمایه آب و سرمایه فیزیکی
۱۱	سولیبون (۲۰۰۰)	سری مقطعی	جهان	شاخص فقر آب و مولفه های آن.
۱۲	کیتز (۲۰۰۸)	سری مقطعی و زمانی و بخشی	امریکا و OECD	غیر خطی،
۱۳	گری و سداف (۲۰۰۷)	سری مقطعی و زمانی	کشورهای فقیر	منحنی S شکل

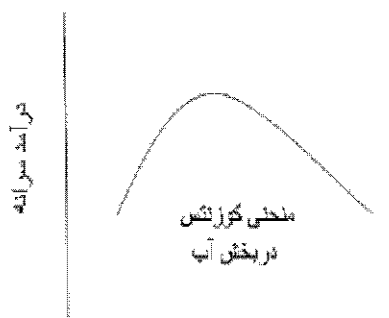
منبع: مطالعات محقق

۱- اثر مقیاس  $(SE)$  ۲- اثر ترکیبی  $(CE)$  ۳- اثر تکنیکی  $(TE)$ .

اثر مقیاس  $(SE)$  بیانگر حالتی است که در آن با افزایش مقیاس اقتصادی و ثابت بودن سایر عوامل، میزان آلودگی افزایش خواهد یافت. قسمت صعودی منحنی  $EKC$  حاصل اثر مذکور است. اثر ترکیبی  $(CE)$  دلالت بر آن دارد که همگام با توسعه اقتصادی و افزایش درآمد سرانه، ساختار یا سهم بخش های مختلف اقتصاد به نفع صنایع و بخش های پاک تر (مانند بخش خدمات یا صنایعی با تکنولوژی پیشرفته) تغییر می کند. از آنجایی که شدت بکارگیری استفاده از منابع طبیعی در این فعالیت ها پایین تر است این امر منجر به کاهش نسبی استفاده از این منابع (در اینجا آب شیرین) خواهد شد. نهایتاً مطابق اثر تکنیکی (در اینجا آب شیرین)  $(TE)$  با افزایش درآمد، تقاضای فزاینده ای برای مقررات و ضوابط زیست محیطی شکل می گیرد. در اثر این مقررات و ضوابط سخت گیرانه، شدت بکارگیری و استفاده از منابع طبیعی نظیر: منابع آب شیرین کاهش می یابد و به علاوه تکنیک تولید در راستای کاهش

مبانی نظری رابطه آب - درآمد مبتنی بر فرضیه کوزنتس

مبداء پیدایش منحنی فوق به رابطه نابرابری درآمد و رشد اقتصادی بر می گردد که توسط کوزنتس بیان گردید. مطابق این فرضیه، با افزایش درآمد سرانه، آلودگی یا تخریب محیط زیست ابتدا افزایش یافته، آنگاه به اوج خود می رسد و در نهایت کاهش خواهد یافت. شکل (۱) فرضیه کوزنتس در خصوص برداشت سرانه آب را نشان می دهد.



مصرف سرانه آب

شکل ۱- ارتباط استفاده از آب و درآمد

بر اساس فرضیه کوزنتس ارتباط درآمد سرانه و

آلودگی در قالب منحنی U شکل وارون به سه اثر یا عامل نسبت داده می شود که عبارتند از:

1. scale effect
2. composition effect
3. technical effect

می باشد. همچنین تابع هدف دراستفاده آب با تابع هدف در آلودگی کاملا متفاوت از هم اند. از آنجا که تعداد زیادی از کشورهای جهان به دلایلی هنوز بصورت کارآمد از آب استفاده نمی کنند یا دارای منابع آب کافی برای توسعه می باشند. قسمت اول منحنی  $EKC$  آنها هنوز صعودی است. از طرف دیگر بواسطه اصلاح سیاستهای قیمت گذاری آب، تغییر تکنیکهای تولید در بخش های کشاورزی، فاصله گرفتن از سیاست خودکفایی محصولات کشاورزی یا افزایش بهره وری آب در بخش کشاورزی در بعضی کشورها منجر به بهره گیری از اثرات ترکیبی و تکنیکی گردیده (Gatto & Lanzafame, 2005) و عملا این گروه کشورها در قسمت نزولی منحنی قرار گرفته اند (World Bank 1992).

شاخص ها و روش های متعددی برای سنجش میزان کمیابی و بحران آب کشورها به کار گرفته شده است. شاخص های زیر از مهم ترین شاخصهایی هستند که همواره مورد استفاده قرار می گیرند (Falkenmark, 1993).

- شاخص فالکن مارک
- شاخص سازمان ملل
- شاخص مؤسسه بین المللی مدیریت آب، در ادامه به تبیین هر یک از این شاخص ها می پردازیم

### نتایج و بحث

در این قسمت بر اساس شاخص های تعریف شده داده های مقاله تحلیل و بررسی گردیده آنگاه بر اساس مدل اقتصاد سنجی تصریح شده (معادله ۱) تخمین های رگرسیونی آورده می شود.

شاخص فالکن مارک  
این دانشمند سوئدی در مطالعات خود بحران آب را بر اساس مقدار سرانه منابع آب تجدید پذیر سالانه هر کشور تعریف کرده است. فالکن مارک میزان سرانه آب ۱۷۰۰ مترمکعب در سال را به عنوان شاخص تنش و میزان ۱۰۰۰ مترمکعب آب سرانه در سال را به عنوان شاخص کمبود معرفی کرده است. بر این اساس کشورهایی که دارای سرانه منابع آب سالانه تجدیدپذیر بیش از ۱۷۰۰ مترمکعب هستند، مشکل بحران آب ندارند و کشورهایی که دارای سرانه منابع آب تجدیدپذیر

آلودگیها اصلاح و تقویت می شود. نمودار  $EKC$  فرضی در واقع بیانگر آمیزه ای از اثرات سه جانبه فوق است. فرضیه زیست محیطی کوزنتس بر مبنای منابع طبیعی ( $NRBEKC$ ) را در مناطق مختلف جهان توسط افراد دیگری نیز تخمین زده شده و مورد تایید قرار گرفته است (Arrow et al., 1995; Cole, 2004; Koop & Tole, 1999; Falkenmark, 1993).

در اینجا الگوی تجربی اثرات درآمد روی برداشت آب کشاورزی، مبتنی بر ادبیات موضوع (شامل مبانی نظری و مطالعات تجربی) ارائه و برآورد می گردد. ابتدا به تبیین رابطه غیر خطی بین برداشت سرانه آب و درآمد سرانه مبتنی بر داده های مقطعی سال ۲۰۰۶ برای ۱۶۳ کشور دنیا می پردازیم. الگوی اقتصاد سنجی به صورت (معادله ۱) تصریح شده است:

$$\log(AWWpc)_i = \alpha + \beta \log(GDPpc)_i + \gamma \log(GDPpc)_i^2 + u_i(t) \quad i=1,2,3, \dots, 163 \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن  $\log(AWWpc)$  لگاریتم برداشت سرانه سالانه آب کشاورزی و  $\log(GDPpc)$  نیز لگاریتم درآمد سرانه بر حسب دلار می باشد.  $i$  کشور مورد نظر و  $t$  نیز جزء اخلاص است. <sup>۱</sup> داده های مقطعی برای میزان برداشت آب از بانک اطلاعاتی آکوستات <sup>۲</sup> وابسته به سازمان جهانی خوار و بار (فائو) و داده های درآمد سرانه از شاخص های توسعه جهان <sup>۳</sup> که توسط بانک جهانی منتشر می شود اخذ شده است. رابطه  $U$ -شکل وارون در خصوص استفاده از آب در قالب منحنی زیست محیطی بر پایه منابع طبیعی ( $NRBEKC$ ) <sup>۴</sup> قابل توضیح بوده، که دارای مبانی نظری متفاوت اما مشترک با  $EKC$  مبتنی بر آلودگی است. نقطه مشترک این دو منحنی در وجود رابطه غیرخطی و همچنین وجود اثرات مقیاس، ترکیبی و تکنیکی است در مقابل نقطه اختلاف آنها در ماهیت متفاوت آلودگی بعنوان یک کالای اقتصادی بد در مقابل منابع طبیعی بعنوان یک کالای اقتصادی خوب

۱. زمانی منحنی  $EKC$  وجود دارد که  $\gamma > 0$  بوده و به علاوه  $\beta < -2\gamma$  که معادل "نقطه تغییر یا ماکزیمم" است در دامنه تغییر داده ها قرار داشته باشد.

2. AQUSTAT data set of F.A.O

3. world development indicator

4. Natural Resources Environment kuznets Curve

(نظیر کویت، امارات متحده عربی، بحرین، سومالی، سوریه و سودان) نیازهای خود را از محل واردات آب تامین می‌کنند (un, 2007; Aqustat, F.A.O, 2006) جدول (۲) کشورهای جهان را از نظر شاخص فالکن مارک تقسیم‌بندی می‌کند، بر این اساس اکثر کشورهای مورد مطالعه در وضعیت بحران قرار دارند و متأسفانه کشورمان ایران نیز در این دسته قرار دارد.

بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب هستند جزو کشورهای باتنش آب محسوب می‌گردند. همچنین کشورهایی که دارای سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال هستند جزو کشورهای با کمبود آب محسوب می‌شوند. قابل ذکر است که سرانه آب کمتر از ۵۰۰ متر مکعب در سال، فشار بسیار شدیدی به منابع آب آن کشور تحمیل می‌کند و دستیابی به آب در این کشورها برای تامین نیازهای توسعه کشور با هزینه بسیار بالایی امکانپذیر است، لذا در این شرایط برخی کشورها

جدول ۲- وضعیت کشورهای مورد بررسی از نظر شاخص فالکن مارک (مترمکعب)

سرانه منابع آب تجدیدپذیر	۱۷۰۰ <	۱۰۰۰-۱۷۰۰ %	۵۰۰-۱۰۰۰ %	< ۵۰۰ %	کل
کشور	۳۶	۱۲	۱۳	۷۶ با ایران	۱۳۷
درصد	۲۶/۲۸	۸/۷۶	۹/۴۹	۵۵/۴۷	۱۰۰
وضعیت	بدون تنش	تنش	کمبود	بحران	

منبع: یافته‌های تحقیق

فاصل ۲۰ تا ۴۰ درصد باشد، بحران در وضعیت متوسط و چنانچه این شاخص در فاصله ۱۰ تا ۲۰ درصد قرار گیرد، بحران در حد معتدل و برای مقادیر کمتر از ۱۰ درصد، این کشور بدون بحران آب یا دارای بحران آبی کم تلقی می‌شود. سازمان ملل، بالا بودن این شاخص را دارای تاثیر منفی بر توسعه پایدار، توسعه منطقه‌ای و تنوع زیستی می‌داند. وضعیت کشورهای مورد مطالعه از نظر این شاخص در جدول (۳) آمده است.

۱. همان ص ۶۵

شاخص سازمان ملل (UN, 2007)

کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل در تعیین شاخص بحران آب از معیار دیگری استفاده نموده است. این کمیسیون، درصد برداشت از منابع آب تجدیدپذیر هر کشور را به عنوان شاخص اندازه‌گیری بحران آب معرفی کرده است. براساس شاخص سازمان ملل، هرگاه میزان برداشت آب یک کشور بیشتر از ۴۰ درصد کل منابع آب تجدیدپذیر باشد، آن کشور با بحران شدید آب مواجه است و اگر این مقدار در حد

جدول ۳- وضعیت کشورهای جهان از نظر شاخص UN

درصد استفاده از منابع تجدیدپذیر	< ۴۰	(۲۰-۴۰)	(۱۰-۲۰)	> ۱۰	کل
تعداد کشور	۲۳ کشور با ایران	۲۷	۱۹	۹۴	۱۶۳
درصد	۱۴	۱۷	۱۲	۵۷	۱۰۰
وضعیت بحران	بحران شدید	بحران متوسط	بحران معتدل	بدون بحران	-

منبع: یافته‌های تحقیق.

قراری دهد. عامل اول درصد برداشت کنونی نسبت به کل منابع آب سالانه و عامل دوم درصد میزان برداشت آب در آینده نسبت به برداشت آب در حال حاضر می‌باشد. در اینجا بعلت فقدان آمار کافی برای این شاخص امکان دسته بندی کشورها بر اساس این معیار وجود ندارد.

شاخص مؤسسه بین المللی مدیریت آب<sup>۲</sup>  
مؤسسه بین المللی مدیریت آب برای بررسی وضعیت منابع آب، دو عامل را همزمان مورد استفاده

2. International water management institution

مقادیر میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و میزان برداشت سرانه آب ۱۶۳ کشور جهان محاسبه شده است. از نظر درآمد سرانه میانگین درآمد سرانه کشورهای مورد مطالعه معادل ۹۶۵۳/۵ دلار، که در بین آنها کشوریالات متحده امریکا با ۴۰۱۰ دلار بیشترین درآمد سرانه و کشورهای گینه بیسائو، سیرالئون و سومالی با ۶۰۰ دلار در حداقل ممکن بوده اند. از نظر برداشت سرانه آب نیز با میانگین حدودا ۳۳۹/۷۳۸۹ مترمکعب در سال کشور، گویانا با ۲۱۴۲/۹۳۳ مترمکعب حداکثر و کشور کنگو با ۰/۰۵۰۳۸۱ متر مکعب سرانه سالانه در حداقل بوده اند. جدول (۴) خلاصه از داده های فوق را نشان می دهد.

برای تشریح روابط رگرسیونی ابتدا بصورت مختصر داده های مورد استفاده در تخمین معادلات را توصیف خواهیم کرد. میزان برداشت سرانه آب کشاورزی تابع عوامل آبی (آبشناسی)، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، نهادی و سیاسی زیادی است (Hoekstra & Chapagain, 2004). که مجال بیشتری برای بررسی می طلبد و زمینه مناسبی برای پژوهشهای آتی است. البته در این مقاله تنها به عامل درآمد توجه شده است. در حالیکه می توان با استفاده از مدل های بسط یافته به کمک رگرسیون چند متغیره در صورت وجود آمار و اطلاعات کافی به تاثیر عوامل دیگر روی برداشت سرانه آب کشاورزی در ایران پرداخت. در جدول شماره ۴

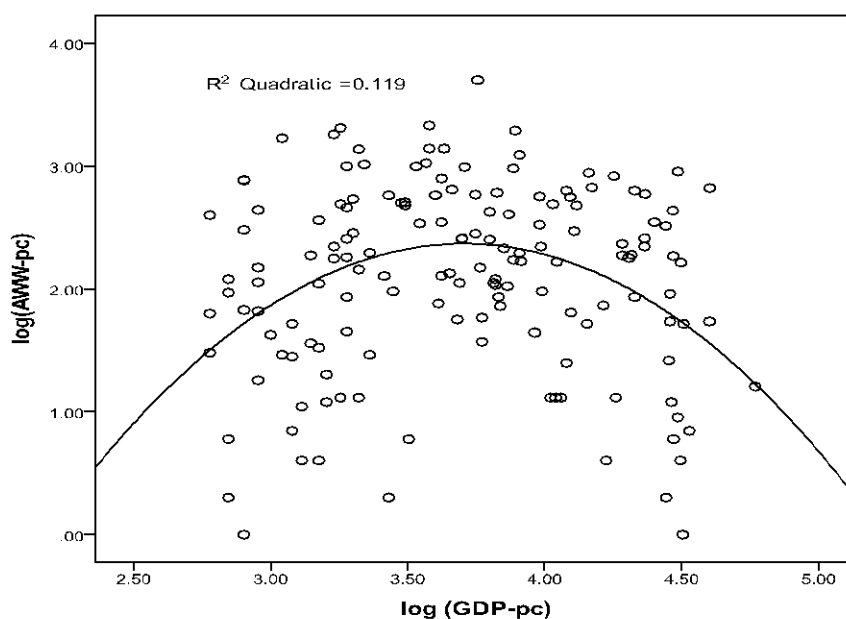
جدول ۴- خلاصه داده های برداشت آب و تولید ناخالص داخلی سرانه (مترمکعب)

معیار	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
GDP سرانه	۹۶۵۳/۵۲۱	۱,۲۸۴/۱۲	۶۰۰	۴۰۱۰۰
برداشت سرانه سالانه آب کشاورزی	۳۳۹/۷۳۸۹	۴۴۳/۴۶۶۵	۰/۰۵۰۳	۲۱۴۲/۹۳۳

منبع: نتایج تحقیق، قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ به دلار، تعداد مشاهدات ۱۶۳ کشور و سال ۲۰۰۶.

وارزیایی این رابطه در بخش بعد خواهد آمد. نتایج تخمین معادله (۱) برای کشورهای جهان در جدول (۵) آمده است. معادلات با سه تصریح خطی، درجه ۲ و درجه ۳ برآورد شده اند.

پراکنش داده های مورد بررسی بین برداشت سرانه آب کشاورزی و درآمد سرانه در شکل (۲) به تصویر کشیده شده است. بر این اساس رابطه U شکل - وارون به وضوح دیده می شود. تخمین



شکل ۲- پراکنش داده های برداشت آب-درآمد برای کشورهای منتخب در بخش کشاورزی

تصریحات خطی نقض می گردد. لذا خطاهای معیار برای واریانس ناهمسانی با استفاده از روش وایت (white, 1982) اصلاح شده اند. معیارهای اطلاعات آکائیک و شوارتز نیز در تصریحات غیرخطی به مراتب کمتر از تصریحات خطی هستند. در ضمن اثر متغیرهای دیگری مانند میزان موجودی آب تجدید پذیر نیز در الگو مورد آزمون قرار گرفت که با توجه به معنی دار نبودن ضرایب آنها و آزمون های تشخیصی از تصریح نهایی حذف شدند.

نتیجه گیری

آب بعنوان یک منبع تجدید پذیر وکلای طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نقش اساسی و منحصراً فردی در رشد اقتصادی ایفا می کند. در این مقاله با الهام از مبانی نظری و تحلیل های تجربی، با استفاده از داده های سری مقطعی برای ۱۶۳ کشور جهان در خصوص متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و داده های میزان سرانه برداشت آب کشاورزی رابطه درآمد-آب مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. هم میزان درآمد سرانه و هم میزان برداشت آب سرانه در بین کشورهای جهان از تفاوت های زیادی برخوردار است. این مطالعه درصدد بود نشان دهد که شواهد تجربی زیادی برای وجود منحنی U-شکل وارون در رابطه آب-درآمد وجود دارد که به وسیله داده های سری مقطعی کشورها به اثبات رسید. اگرچه فرضیه u-شکل وارون تحت عنوان منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) غالباً برای توضیح ارتباط بین انواع آلودگی های محیط زیست و درآمد بکار گرفته می شود، اما نتایج این مطالعه نشان می دهد فرضیه فوق سازگار با رابطه آب-درآمد است.

این نتیجه با نتیجه فالکن مارک (Falkenmark, 1993)، (Keller & fald 1993) همخوانی دارد. بصورت دقیق تر نتایج تخمین های رگرسیونی دال بر تایید این فرضیه در بخش کشاورزی است. افزایش بهره وری استفاده از آب بخصوص در بخش کشاورزی بعنوان بزرگترین مصرف کننده آب، از راهکارهای اساسی و لازم برای مبارزه با بحران کم آبی در کشورهای جهان است.

جدول ۵- نتایج رگرسیونی مدل های مختلف رابطه درآمد-آب

متغیر وابسته: برداشت سرانه سالانه آب در بخش کشاورزی			
مدل			
متغیرهای مستقل	خطی	درجه ۲	درجه ۳
عرض از مبدا	۴/۷۲ (۴/۶۹) *	-۲۶/۳۹ (۳/۸۰) *	۶/۸۶ (۰/۱۳)
$\text{Log}(GDP.p)$	۰/۰۱ (۰/۰۹)	۷/۴۷ (۴/۵۲) *	-۴/۵۵ (۰/۲۵)
$\text{Log}(GDP.p)^2$	-	-۰/۴۴ (۴/۵۳) *	۰/۹۹ (۰/۴۵)
$\text{Log}(GDP.p)^3$	-	-	-۰/۰۶ (۰/۶۵)
$R^2$	-۰/۰۱	۰/۱۱۹	۰/۱۰
F	۰/۰۱	۱۰/۲۴	۶/۹۴
Turning points	-	۵۰۷۴	-
AIC	۳/۹۸	۳/۸۷	۳/۸۷
SIC	۴/۰۲	۳/۹۳	۳/۹۶
D.W	۱/۹۴	۱/۹۸	۱/۹۴
RESET	*** (۲/۳۵)	** ۲/۰۹	۱/۶۶

منبع: یافته های تحقیق،

توضیحات: تعداد مشاهدات ۱۶۳، کشور می باشند، اعداد داخل پرانتز ذیل ضرائب مقدار آماره t است. (\*، \*\*، \*\*\*، \*\*\*\*) به ترتیب بیانگر معنی دار بودن ضریب در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد است.

در میان تصریحات مختلف، بر اساس دو معیار اطلاعات آکائیک (AIC) و شوارتز (SIC) تصریح تابع درجه ۲ بهترین برازش را ارائه می دهد. نتایج آزمون های تشخیصی در انتهای جدول (۵) برای هر تصریح ارائه شده است. در جدول مذکور آماره آزمون رمزی (RESET) برای شکل تبعی الگو مبتنی بر مربع مقادیر برازش شده است. همان طور که ملاحظه می شود نتایج حاصله به ویژه برای تصریح تابع درجه ۲ عموماً رضایت بخش می باشند. فروض واریانس همسانی در برخی

بالا بودن درآمد سرانه در بسیاری از کشورهای جهان نشانه تغییرات ساختاری و رشد اقتصادی در آنها است که خود استفاده از منابع طبیعی وتاحد زیادی سطح استفاده از آب را تحت تاثیر قرار می دهد.

با استفاده از منحنی زیست محیطی کوزنتس بر مبنای منابع طبیعی اینگونه می توان استنباط کرد که در سطح جهان افزایش درآمد، ساز و کارهایی را به فعالیت وامی دارد که باعث افزایش میزان استفاده از آب گردیده و این امر تا نقطه خاصی ادامه می یابد و سرانجام کاهش می یابد، این نقطه خاص همان "نقطه تغییر" است که براساس یافته های این تحقیق در بخش کشاورزی ۳۳۹/۷۳۸۹ دلار بوده است. نقطه تغییر در بخش کلی اقتصاد در مطالعه (Toock, 1998) معادل ۲۰۰۰۰ دلار بوده است که با نتایج این مطالعه اختلاف دارد. شاید این اختلاف بخاطر سال مورد بررسی، بخش وشکل تابعی مدل وتصریحات آن باشد. فرضیه U وارون در بخش های مختلف مصرف آب دارای نقاط تغییر متفاوت است لذا هریک از کشورها در بخش کشاورزی دارای آستانه تغییر و قابلیتها ومحدودیت های متفاوتی هستند. بهبود در کارایی مصرف آب کمک قابل توجهی به کاهش برداشت آب وحفظ منابع آب شیرین می کند، لذا بهبود کارایی آب ضروری است. برای جلوگیری از استرس شدید آب در حوضه رودخانه های نباید تنها معیار ارزیابی بهبود کارایی باشد، زیرا رشد جمعیت، رشد اقتصادی ونهایتا افزایش تقاضا برای آب ماحصل افزایش کارایی در مصرف آب را خنثی می کند. از این رو، نه تنها به بهبود

کارایی، بلکه به تغییرات اساسی در بخش آب توجه کرد تا شاهد کاهش قابل ملاحظه برداشت آب توسط کشاورزان باشیم. اگر جهان بخواهد به آب ومحیط زیست پایدار برسد باید کانون اصلی مصرف آب که همانا مقدار آب لازم برای آبیاری یا کشاورزی آبی است، توجه جدی شود زیرا این بخش مصرف کننده اصلی آب در بسیاری از کشورهای در حال توسعه است. همانطور که در بخش های خانگی و صنعتی، پیشرفت های سریع در بهره وری منجر به جلوگیری از هدررفت آب می شود تغییرات اساسی وساختاری در سیستم های کشاورزی جهان مورد نیاز است. این امر می تواند شامل :

- ۱- کند کردن روند بیش از حد مصرف گوشت وبه طبع آن کاهش روند فزاینده زمینهای آبی برای خوراک دام
- ۲- تغییر الگوی کشت به سمت محصولات وروشهای آب اندوز
- ۳- جابجایی آبیاری مزارع از حوضه رودخانه آب تحت فشار شدید به مناطق وحوضه هایی که منابع آب غنی تر دارند
- ۴- تقویت وگسترش نظام آمار واطلاعات پیوسته، جامع وهمه انگ درحوزه اقتصاد کشاورزی واقتصاد آب درسطوح حوزه های آبریز، رودخانه ودرسطح محلی، ملی وجهانی
- ۵- شناخت هرچه بیشتر واقعیات ومشکلات حوزه اقتصاد آب، سیاستگزاری ومديریت یکپارچه آب در گذشته، حال و روندهای پیش رو در آینده

## REFERENCES

1. Arrow, K., Arrow, K.B. Bolin, R., Costanza, P. Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1995). "Economic Growth and the Environment." *Quarterly Journal of Economics* 110(2): 353-77.
2. BARBIER E. B. (2004), Water and Economic Growth, *THE ECONOMIC RECORD*, VOL. 80, NO (248), 1- 16
3. Chapagain .A.K, & Hoekstra .A.Y,(2004), *Water footprints of nations*, Volume 1: Main Report, UNESCO-IHE Delft, The Netherlands, (from <http://www.waterfootprint.org>)
4. Cole, Matthew A. (2004). Economic growth and water use., *Applied Economics Letters*, 11:1, 1- 4
5. Elisa Gatto.E & Lanzafame.M,(2005), Water Resource as a Factor of Production: Water Use and Economic Growth, *Paper presented at the 45th ERS Conference*, Amsterdam, August 2005
6. Enders, W. (2007). *Time series Econometrics, Application Approach*. Translate by Sadeghi, M & Shavalpor, S, Emam sadegh publications, 1, (In Farsi).
7. Falkenmark, M. (1989), the Massive Water Scarcity Now Threatening Africa-Why Isn't It Being Addressed? *Ambio* 18, 112-18.
8. Falkenmark, Malin (1998), Water Scarcity as a Key Factor behind Global Food Insecurity: *Ambio*, Vol. (2) (Mar., 1998), 148-154



9. Falkenmark, M., & Lindh, G. (1993). *Water and economic development*. New York: Oxford University Press.
10. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (2006). *AQUASTAT online database*. <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/dbase/index.stm>
11. Gleick, P(2003). Water Use. *Annual Review of Environment and Resources* 28:275-314.
12. Grossman, G.M. and A.B. Krueger (1991). Environmental impacts of a North America Free Trade Agreement, *National Bureau of Economic Research*. Working Paper 3914.
13. Goklany, I.M. (2002) Comparing 20th Century Trends in U.S. and Global Agricultural Water and Land Use. *Water International* 27(3): 321-329.
14. Gatto, E, Lanzafame, M. (2005), *Water Resource as a Factor of Production: Water Use and Economic Growth*, ph.d dissertation of Chicago university.
15. Keller, J. and O. Fadl. (1993). *Water resource development phases, costs and dynamics: In arid areas*. Paper presented at the Freshwater Conservation and Management Seminar conducted at the Center for Environment and Development in Arid Regions and Europe (CEDARE), Cairo, Egypt.
16. Chapagain, A.K. & Hoekstra, A.Y. (2004). *Water footprints of nations, Volume 1: Main Report*, Value of Water Research Series No. 16, UNESCO-IHE
17. Porkazemi, M.H. & Ebrahimi, I., (2008), The Study of Environment Koznets curve in middleeast. *Economic Researchs query*, 1(10), (In farsi)
18. Postel, S.L., Daily, G.C. et al. (1996). "Human Appropriation of Renewable Fresh Water." *Science* 271(Issue 5250): 785-788.
19. Revenga, C, Brunner, J, Henninger, N, Kassem, K. & Richard Payne, R. (2000), *Pilot Analysis of Global Eco-systems: Freshwater Systems*, World Resources Institute, Washington, DC.
20. Rock, M.T (2001). The Dewatering of Economic Growth What Accounts for the Declining Water-Use Intensity of Income? *Journal of Industrial Ecology* 4(1): 57-73.
21. Rock, M.T. (1998). Freshwater use, freshwater scarcity, and socioeconomic development. *Journal of Environment and Development* 7(3): 278-301.
22. Seckler, D. (1994). Water resources strategy for the 21st century. In Breth (Ed.), *Environment and agriculture: Rethinking development issues for the 21st century* (pp. 70-107). Morrilton, AR: Winrock International Institute for Agricultural Development.
23. Shirin bakhsh, S.A & Khovansari, H. (2005), *Eviews application in Econometrics Economic Affiers*, 1 (In Farsi)
24. Tock, Michael T., (1998), Freshwater use, freshwater scarcity, and socioeconomic development. *Journal of Environment & Development* 7,3.
25. Torras, M. & J.K. Boyce (1998). Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental. *Ecological Economics*. May 25(2):147-60.
26. Shiklomanov, I.A. (2000) Appraisal and Assessment of World Water Resources, *Water International* 25(1):11-32.
27. UN (2007). *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, Third Edition. pp69.
28. Unruh, G.C & Moomaw, W.R.. (1998). an alternative analysis of apparent EKC-type transitions. *Ecological Economics* 25 (1998) 221-229 25: 221-229.
29. Vollebergh, H., Dijkgraaf, E. & Melenberg, B. (2005). Environmental Kuznets Curves for CO<sub>2</sub>: heterogeneity versus homogeneity. *Discussion Paper No. 2005-25*, Tilburg University.
30. Vörösmarty, C.J, Green, P, Salisbury, J. & Lammers, R.B. (2000), Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth, *Science*, 289 (14 July):284 – 88.
31. World Bank (1992) *World Development Report 1992: Development and the Environment*, Oxford University Press, New York.
32. World Bank (2006). *World Development Indicators online database*. Available: <http://devdata.worldbank.org/dataonline>
33. World Bank (2007). *World Development Indicators online database*. Available: <http://devdata.worldbank.org/dataonline/>
34. World Resources Institute (WRI) (1996). *World Resources 1996-1997*. New York, Oxford University Press.

