

## روند تغییر اقلیم به سمت بحران آبی در جهان و راهکارهای مقابله با آن

سید سعید اسلامیان<sup>۱</sup>، حمید آیت‌آلله<sup>۲</sup>، سید سعید اخروی<sup>۳</sup>

استاد گروه آب دانشگاه صنعتی اصفهان

کارشناسی مهندسی آب دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه‌های آبی دانشگاه صنعتی اصفهان

### چکیده

مقدار آب شیرین موجود به ازای هر نفر در جهان به دلایل مختلفی از جمله افزایش جمعیت، آلودگی آب، برنامه ریزی نامناسب آبهای فرامرزی و عملکرد ناکارآمد سیستم‌های تامین و توزیع آب، روزانه در حال کاهش است. در نتیجه اگر روند فعلی در مصرف آب و شیوه‌های مدیریتی آن ادامه یابد، احتمال درگیری اجتماعی در سراسر جهان برای بحران کمبود آب بخصوص در کشورهای در حال توسعه افزایش می‌یابد. با این سرعت تحولات، مسائل و مشکلات مربوط به بحران آب در جهان متعدد، پیچیده و چالش برانگیز خواهد شد. برای به ثمر رسیدن تلاش‌ها در حل این مشکل نیاز به یک چشم انداز روشی از مقدار آب قابل دسترس در آینده و تقاضای آن و همچنین روش‌های فکر کردن، توسعه و اجرای برنامه ریزی و مدیریت‌های جدید است. در ابتدا با بررسی مشاهدات و شواهد مبنی بر پتانسیل آب در دسترس، میزان مصرف به تفکیک قاره و لحاظ پدیده تغییر اقلیم برخی از دستورالعمل‌ها و راه کارهای مهم برای پیشبرد تحقیقات در این راستا ارائه داده شده است. ارزیابی‌های گذشته، حال و آینده وضعیت آب جهان بررسی شده است. طرح آبی، اهداف، موفقیت‌ها و شکست‌ها مورد بررسی گرفته است. نیاز فوری به راه‌های جدید از جمله یک چهار چوب یکپارچه آموزش استحصال آب مورد بحث گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** آب‌های فرامرزی، آموزش و ارتباطات، بحران آب، تغییر اقلیم جهانی، مدیریت یکپارچه آب

## Global Climatic Change Trend towards Water Crisis and Coupling Strategies

Seyed Saeed Slamian<sup>1</sup>, Hamid Ayatollahi<sup>2\*</sup>, Seyyed Saeed Okhravi<sup>3</sup>

1-Professor, Dept. of Water Engineering, Isfahan University of Technology, 8415683111, Isfahan, Iran

2-Graduate Student, Water Engineering Dept., College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

3-M.Sc, Dept. of Water Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

### Abstract

The quantity of freshwater available per capita in the world has been and continues to decrease due to different factors, including population increase, water pollution, inadequate planning and management of trans-boundary and inefficient operation of water supply and distribution systems. Consequently, there is an increasing potential for water scarcity, crisis and associated conflicts around the world in the future, especially in developing regions, if the current trend in water consumption and management practices continues. In this ever-changing and highly-interconnected world, the problems related to water crisis and conflicts are numerous, complicated and challenging. Efforts to effectively resolution of these problems require a clear vision of the future water

\* Corresponding Author's E-mail (Hamid.ayat68@yahoo.com)



availability and demand as well as new ways of thinking, developing and implementing water planning and management practices. The present study attempts to offer a comprehensive account of the above issues and also some important guidelines for advancing research in this direction. Assessments of past, present and future statues of the world's water are reviewed. Major water initiatives and their targets, successes and failures are highlighted. The urgent need for new ways of thinking, including training of rainwater harvesting framework are discussed.

**Keywords:** Trans-boundary waters, training and communication, water crisis, global climatic change, integrated water management.

## الف- مقدمه

آب شیرین برای هر جنبه ای از زندگی انسان ها، حیوانات، گیاهان و اکوسیستم حیاتی و ضروری است. این مایع حیات بخش تفاوت بین مرگ و زندگی، فقر و ثروت است. بنابراین برنامه ریزی و مدیریت مناسب آب بسیار مهم است به ویژه در زمان هایی که بیشترین و کمترین مقدار آب در دسترس باشد. با تمام پیشرفت های بشر، همچنان برنامه ریزی های بحران آب دچار مشکل است و مدیریت آب را به چالش می کشاند. بخشی از این مشکلات به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی و آشنایی لازم با اقیانوس و سیستم های جوی و اثر متقابل آن ها بر منابع آب است. همچنین افزایش جمعیت و اثرات جانبی (افزایش تقاضای آب، صنعتی شدن، شهر نشینی، آلودگی آب، جنگل زدایی) نیز نقش اساسی در این بحران ایفا می کنند.

بر طبق آخرین برآوردها در سال ۲۰۱۰ ، ۹۰۰ میلیون نفر در جهان به آب آشامیدنی سالم دسترسی نداشته و ۲/۶ میلیارد نفر از امکانات بهداشتی مناسب برخوردار نیستند (WHO/UNICEF, 2008; UN, 2007). در درجه اول به خاطر این عوامل و نیز عوامل دیگر مرتبط، میلیون ها نفر که اکثر آنها را کودکان زیر ۵ سال تشکیل می دهند در اثر بیماری های مرتبط با آب مانند مalaria، حصبه و وبا جان خود را از دست داده اند. در حقیقت، بیماری های منتقله از آب، سومین علت مرگ و میر در بین بیماری های عفونی است. بلایای طبیعی مانند خشکسالی و سیل باعث تشدید شدن این مشکلات می شود. مناطق در حال توسعه که دارای جمعیت قابل توجهی هستند بیشتر از سایر نقاط تحت تاثیر این بحران قرار می گیرند. وضعیت آب موجود و مشکلات مرتبط با آب حتی در چشم انداز آینده بسیار بحرانی است مگر آنکه اقدامات فوری به انجام رسد. سه عامل مهم نسبت به بقیه عوامل که شرایط پیچیده آبی آینده را به طور خلاصه بیان می کنند عبارتند از: ۱) رشد جمعیت ۲) تغییرات آب و هوای جهانی ۳) حوزه رود خانه های مرزی.

رشد جمعیت مهمترین عامل برای فعالیت ها و مشکلات مرتبط با آب است زیرا افزایش جمعیت خود به تنها بیان عاملی است که در همه بخش ها باعث افزایش تقاضا می شود ( تقاضا در بخش مصرف خانگی، صنعتی، کشاورزی، انرژی و تفریح) مگر اینکه شیوه های مدیریت آب با تجدید نظر دارای اثر بخشی بیشتری باشد. طبق آمار تخمین زده شده اخیر سازمان ملل متحد نشان

می دهد که جمعیت جهان از  $\frac{6}{2}$  میلیارد نفر در سال ۲۰۰۷ به  $\frac{7}{7}$  میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ و  $\frac{9}{2}$  میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید (UN, 2007). این مناطق پر جمعیت دقیقاً مناطقی هستند که در حال حاضر با مشکلات آب و بهداشت قابل ملاحظه ای رو به رو بوده و در حال مبارزه با شرایط بد هیدرولوژیک می باشند که در آینده نیز امکان بدتر شدن اوضاع آنها پیش بینی می شود. علاوه بر این تغییرات آب و هوای جهان که مهمترین عامل شناخته شده آن گازهای گلخانه ای هستند نیز احتمالاً مهمترین عامل تاثیر بر آینده ای منابع آب و سطح آب مناطق است. تاثیرات دقیق به سختی قابل پیش بینی است و بر طبق نظر اکثر دانشمندان تغییرات آب و هوای بحران چرخه ای آب را تشديد کرده و سبب وقوع بلایای طبیعی مانند خشکسالی می شود (koutsoyiannis et al., 2008).

بیش از ۲۶۰ حوزه آب زیرزمینی مشترک در بین کشورهای مختلف وجود دارند (UNESCO, 2009). آب های فرامرزی بیشترین مساحت کره زمین را پوشانده اند و بیشتر از نیمی از جمعیت جهان از آنها بهره برداری می کنند. برنامه مناسب، توسعه و مدیریت این آبها با مشکل مواجه است. بنابراین افزایش جمعیت و تغییرات جهانی آب و هوای باعث پیچیده شدن برنامه ریزی و مدیریت آب های فرامرزی شده است.

بررسی مشاهدات دانشمندان نشان داده است که آب شیرین در آینده برای حفظ حیات و اکوسیستم ها ناکافی است و بحران آبی تشدید خواهد شد (Geleick, 1993). همچنانی کمبود آب از لحاظ اقتصادی با مشکل روبه رو است. برای مثال سرمایه گذاری های مناسب در بخش آب به اندازه کافی صورت نمی گیرد و لذا تکنولوژی های پیشرفته ای در این زمینه ایجاد نمی شوند (Koutsoyannis, 2011). همان طور که آب های فرامرزی و مشترک باعث درگیری های زیادی می شوند می تواند علت بسیاری از همکاری های ملیتی نیز باشد (Elhance, 1999; Postel & wolf, 2001).

با توجه به دلایل بیان شده پتانسیل افزایش درگیری ها و بحران های آبی در سرتاسر جهان با توجه به روند رشد تبادلات تجاری در حال افزایش است. با آنکه شیوه های قدیمی کنترل بحران هنوز موثر است ولی باید برای جلوگیری موثر به شیوه های مدیریتی جدیدی دست پیدا کرد (Biswas et al., 2009; koutsounnis et al., 2008). می توان به چند نمونه از این روش ها اشاره نمود:

- (۱) روش های جدید برای افزایش دقت ارزیابی کمی و کیفی آب
- (۲) تکنولوژی های نوین برای افزایش تاثیر تولید و ذخیره مناسب آب
- (۳) روش های جدید برای مطالعه و آموزش بهتر



(۴) قانون های جدید برای تبادلات آب های مشترک و فرامرزی

(۵) معرفی روش هایی برای تغییر دید به مسائل و بحران های آب از لحاظ فرهنگی، سیاسی، اجتماعی

مطالعات صورت گرفته گستره بحران آینده آب را نشان می دهد. همچنین راه کارهایی برای حل مشکلات آب در آینده ارائه شده و سپس مشکلات آبی آینده مورد بحث قرار می گیرد و چالش های مدیریتی و برنامه ریزی آب در آینده بررسی می شود.

#### ب- آب قابل دسترس از برداشت تا مصرف

مساله اینکه آب شیرین موجود برای تقاضای جهان کافی است یا نه خود یک موضوع بحث برانگیز در محیط آکادمیک است. تقاضای آب در جهان علاوه بر مقدار آب موجود به عواملی پیچیده دیگری نیز وابسته است. این عامل ها عبارتند از: کیفیت آب، تکنولوژی تصفیه آب، ذخیره و انتقال، تقاضای آب در بخش های مختلف (مصارف خانگی، کشاورزی، صنعتی، انرژی، تفریحی، محیط زیست و حیوانات).

#### ۱- آب قابل دسترس

برآورد دقیق از منابع آب جهان به دلیل نبودن دانش و تکنولوژی کافی تقریباً غیر ممکن است. در جدول ۱ برآورد تقریبی از توزیع اجزای اصلی آب شیرین جهان است. این تقریب ها بیشتر با استفاده از میانگین ذخیره سازی آب برآورد شده است تا مقدار آب جاری، زیرا تخمین آب جاری بسیار مشکل است (Koutsoyiannis, 2011) مجموع ذخایر آب شیرین جهان حدود ۲۵ میلیون کیلومتر مکعب برآورد شده است. این مقدار آب حدوداً ۲/۵ درصد آب های موجود در کل زمین است (۱/۴ میلیارد کیلومتر مکعب). ۹۷/۵ درصد باقیمانده، اقیانوس ها و آب های شور زیرزمینی است.

بخش عظیمی از آب های شیرین (۶۸/۷ درصد یا ۲۴ میلیون کیلومتر مکعب) در یخچال های طبیعی و برف دائمی در قطب جنوب و مناطق قطب شمالی غیر قابل بهره برداری است و یا در اعمق زمین ذخیره شده که برای بهره برداری مقرر نهاده نیست. دریاچه ها و رودخانه های آب شیرین که اصلی ترین منابع آب برای مصرف بشر هستند تنها ۰/۲۶ درصد از کل آب شیرین جهان را تشکیل می دهند (۰/۰۹ میلیون کیلومتر مکعب).

با توجه به حجم کل آب در کره زمین (ذخیره شده و جاری) ایده کم شدن آب در مقیاس جهانی عملی به نظر می رسد. به عبارتی علی رغم وجود حجم زیاد آب در جهان، این مقدار جواب گوی نیازهای بشر نیست. برای مثال، از آغاز قرن ۲۱ تا کنون مجموع برداشت آب کل جهان تقریباً ۳۷۰۰ کیلومتر مکعب بر سال می باشد که بخش کوچکی از مقدار کل آب است یعنی حدود ۰/۰۱ درصد از ۳۵ میلیون کیلومتر مکعب، اگرچه در مقایسه با نیاز آبی و آب جاری شده و ذخیره شده در هر سال

متفاوت است. همچنین مقدار آب موجود و قابل دسترسی برای هر نفر در سال به مقدار مصرفی کل جهان وابسته است. همچنین خلاصه اطلاعات وضعیت آبی جهان در جدول ۲ آمده است. مقدار آب موجود با توجه به مساحت و جمعیت مناطق ذکر شده است. قاره آسیا با ۳۹۲۰۰ مترمکعب در سال کمترین مقدار آب به ازای هر نفر را دارا می‌باشد در حالی که سهم اروپا با ۴۲۴۰ متر مکعب در هر سال، استرالیا با ۸۳۸۰۰ متر مکعب در سال و آمریکای جنوبی با ۳۸۳۰۰ مترمکعب متفاوت است. لازم به ذکر است که توزیع آب در هر قاره ممکن است به طور چشمگیری متفاوت باشد.

جدول ۱- سهم آب شیرین مناطق مختلف جهان

درصد آب شیرین*	درصد کل آب*	حجم ( $10^3 \text{ km}^3$ )	سطح توزیع ( $10^3 \text{ km}^2$ )	
۱۰۰	۲/۵۳	۳۵۰۰۰	۱۴۹۰۰۰	مقدار کل آب شیرین
۳۰	۰/۷۶	۱۰۵۰۰	-	آب شیرین زیرزمینی
۶۱/۷	۱/۵۶	۲۱۶۰۰	۱۳۹۸۰	یخچال‌های قطبی
۶/۷	۰/۱۷	۲۲۴۰	۱۸۰۰	یخچال‌های گرینلند
۰/۲۴	۰/۰۰۶	۸۴	۲۲۶	جزایر آرکتیک(شمالی)
۰/۱۲	۰/۰۰۳	۴۰/۶	۲۲۴	کوه‌های یخچالی
۰/۸۶	۰/۰۲۲	۳۰۰	۲۱۰۰۰	
-	۰/۰۰۶	۸۵/۴	۸۲۲	دریاچه‌های سور
۰/۲۶	۰/۰۰۷	۹۱	۱۲۴۰	دریاچه‌های شیرین
۰/۰۳	۰/۰۰۰۸	۱۱/۵	۲۶۸۰	مرداب‌ها
۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۲	۲/۱۲	-	رودخانه‌ها
۰/۰۴	۰/۰۰۰۱	۱۲/۹	-	در جو بطور میانگین

\*کل آب شامل ۹۶/۵ درصد آب سور دریاها و اقیانوس‌ها و یک درصد آب سور زیرزمینی است.

جدول ۲- پتانسیل آب قابل دسترس در مناطق مختلف جهان (Shiklomanova & Rodda, 2003)

	مساحت ( $10^6 \text{ km}^2$ )	جمعیت تا سال ۱۹۹۴ (۱۰۰ خانوار)	آب قابل دسترس ( $10^3 \text{ m}^3 / \text{year}/\text{km}^2$ )	سرانه آب
آفریقا	۳۰/۱	۷۰۸	۱۳۵	۵/۷۲
آسیا	۴۳/۵	۳۴۴۵	۲۱۱	۳/۹۲
استرالیا و اقیانوسیه	۸/۹۵	۲۸/۷	۲۶۹	۸۳/۸
اروپا	۱۰/۴۶	۶۸۴/۷	۲۷۷	۴/۲۴
آمریکای شمالی و لاتین	۲۴/۳	۴۵۳	۳۲۵	۱۷/۴
آمریکای جنوبی	۱۷/۹	۳۱۴/۵	۶۷۲	۸۳/۳
جهان	۱۳۵	۵۶۳۴	۲۱۶	۷/۵۹

## ۲- برداشت و مصرف آب

بعضی از مهمترین عوامل تاثیرگذار در برداشت آب (مقدار برداشت شده از منابع) و مصرف آن، جمعیت، استانداردهای زندگی، فعالیت های اقتصادی و رشد جامعه (مانند کشاورزی و صنایع)، منابع آب، بهروری آب و سیستم های توزیع و آموزش و آگاهی سازی زیست محیطی می باشند. به طور کلی، برداشت سرانه آب و مصرف آن در مناطق توسعه یافته بسیار بالاتر از مناطق در حال توسعه است.

جدول شماره ۳ ارزیابی برداشت در مصرف آب از سال ۱۹۰۰ تا ۲۰۲۵ را ارایه می دهد. جدول ۳ به وضوح رشد عظیم برداشت آب از سال ۱۹۰۰ هم در مقیاس جهانی و هم در مقیاس قاره ای را نشان می دهد. در مقیاس جهانی مقدار برداشت تقریبا ۷ برابر شده است. برداشت آب حدودا در استرالیا ۳۰ برابر، در اروپا ۱۲ برابر، قاره آمریکا ۱۰ برابر و آفریقا و آسیا ۵ برابر شده است. رشد جمعیت و صنعتی شدن برداشت آب در مصارف خانگی و صنعتی را افزایش می دهد و مصرف کشاورزی بیشترین مقدار افزایش را دارا می باشد (جدول ۴). برداشت آب در سال ۲۰۲۵ نسبت به ۱۹۰۰ در مقیاس جهانی ۶ برابر خواهد شد. همچنین بیشترین تقاضای آب در مناطق در حال توسعه آسیا، آمریکای جنوبی و آفریقا مربوط به بخش کشاورزی است (جدول ۵).

جدول ۳- مصرف آب در هر قاره (km<sup>3</sup>/ year) (Shiklomanov & Rodda, 2003)

سال	ارزیابی						تخمین
	۱۹۰۰	۱۹۵۰	۱۹۸۰	۱۹۹۵	۲۰۱۰	۲۰۲۵	
مقدار برداشت آب در هر منطقه							
آفریقا	۴۰/۷	۵۵/۸	۱۶۶	۲۱۹	۲۷۵	۳۳۷	
آسیا	۴۱۴	۸۴۳	۱۷۴۲	۲۲۳۱	۲۶۲۸	۳۲۵۴	
استرالیا و اقیانوسیه	۱/۶	۱۰/۴	۲۳/۵	۳۰/۴	۳۵/۷	۳۹/۵	
اروپا	۳۷/۵	۱۳۶	۴۴۹	۴۵۵	۵۳۵	۵۵۹	
آمریکای شمالی	۶۹/۶	۲۸۷	۶۷۶	۶۸۶	۷۴۴	۷۸۶	
آمریکای جنوبی	۱۵/۱	۴۹/۳	۱۱۷	۱۶۷	۲۱۳	۲۶۰	
مجموع	۵۷۹	۱۳۸۲	۳۱۷۵	۳۷۸۸	۴۴۳۱	۵۲۳۵	
صرف آب							
آفریقا	۲۷/۵	۳۷/۸	۱۲۴	۱۶۰	۱۹۱	۲۲۰	
آسیا	۲۴۹	۵۴۰	۱۰۸۴	۱۲۸۱	۱۵۹۳	۱۸۷۶	
استرالیا و اقیانوسیه	۰/۵۸	۵/۰۴	۱۲/۷	۱۷/۵	۲۰/۴	۲۲/۳	
اروپا	۱۳/۸	۵۰/۵	۱۷۷	۱۸۹	۲۳۴	۲۵۶	
آمریکای شمالی	۲۹/۲	۱۰۴	۲۲۱	۲۳۷	۲۵۵	۲۶۹	
آمریکای جنوبی	۱۰/۸	۳۱/۷	۶۶/۷	۸۹/۴	۱۰۶	۱۲۰	
مجموع	۳۳۱	۷۶۸	۱۶۸۶	۲۰۷۴	۲۳۹۹	۲۷۶۴	

بخش کشاورزی به تنها بیان ۶۰ درصد تقاضا برای آب را دارد که این مقدار بسیار کمتر از مقدار مورد نیاز در اواسط قرن گذشته است (بیش از ۹۰ درصد برخی مناطق در قرن ۲۰) که این مقدار به ۴۰ درصد نیز کاهش می‌یابد. البته در قاره آسیا انتظار بر آن است که نیاز تقاضای آب برای آبیاری به ۷۰ درصد در سال ۲۰۲۵ بررسد. مشاهدات مشابهی نیز برای مصرف آب وجود دارد. در بخش کشاورزی طبق برآوردها در سال ۱۹۵۰ نیاز آبی ۹۰ درصد بوده است و در حال حاضر در حدود ۸۰ درصد است و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۵ این روش کاهشی در مقیاس جهانی و قاره‌ای ادامه داشته باشد (جدول ۴ و ۵). لازم به ذکر است که تقاضای آبی در مصارف صنعتی و خانگی با سرعت بیشتری نسبت به سایر بخش‌ها در حال افزایش است. همچنین در دوره ۱۹۰۰-۲۰۲۵ انتظار می‌رود برداشت آب برای صنعت چند برابر شود، حتی در سطح جهانی نزدیک ۳۰ برابر خواهد شد. مصرف خانگی در اروپا و آمریکای شمالی بیشتر از بقیه مناطق است و حتی ممکن است به بیش از ۴۰ درصد در سال ۲۰۲۵ نیز بررسد (جدول ۵) که در این مناطق دلایل مختلفی نظیر افزایش دما و رطوبت و کاهش آبیاری تاثیرگذار بوده اند.

جدول ۴- برداشت و مصرف جهانی آب بر اساس فعالیت‌های اقتصادی ( $\text{km}^3/\text{year}$ )

بخش	ارزیابی			پیش‌بینی		
سال	۱۹۰۰	۱۹۵۰	۱۹۸۰	۱۹۹۵	۲۰۱۰	۲۰۲۵
جمعیت(میلیون)		۲۵۴۲	۴۴۱۰	۵۷۳۵	۷۱۱۳	۷۸۷۷
مساحت آبیاری شده(هکتار <sup>۱۰</sup> )	۴۷/۳	۱۰۱	۱۹۸	۲۵۳	۲۸۸	۳۲۹
برداشت آب						
مصارف کشاورزی	۵۱۳	۱۰۸۰	۲۱۱۲	۲۵۰۴	۲۸۱۷	۳۱۸۹
مصارف صنعتی	۲۱/۵	۸۶/۷	۲۱۹	۳۴۴	۴۷۲	۶۰۷
استفاده شهری	۴۳/۷	۲۰۴	۷۱۳	۷۵۲	۹۰۸	۱۱۷۰
ذخایر	۰/۳	۱۱/۱	۱۳۱	۱۸۸	۲۲۵	۲۶۹
مجموع	۵۷۹	۱۳۸۲	۳۱۷۵	۳۷۸۸	۴۴۳۱	۵۲۳۵
مصرف آب						
مصارف کشاورزی	۳۱۲	۷۲۲	۱۴۴۵	۱۷۵۳	۱۹۸۷	۲۲۵۲
مصارف صنعتی	۴/۶۱	۱۶/۷	۳۸/۳	۴۹/۸	۶۰/۸	۷۴/۱
استفاده شهری	۴/۸۱	۱۹/۱	۷۰/۹	۸۲/۶	۱۱۷	۱۶۹
مجموع	۳۳۱	۷۶۸	۱۶۸۶	۲۰۷۴	۲۳۹۹	۲۷۶۴

جدول ۵- نسبت برداشت و مصرف آب به مقدار کل آن با توجه به فعالیت‌های اقتصادی

قاره	۱۹۵۰			۱۹۹۵			۲۰۲۵		
	کشاورزی	صنعتی	خانگی	کشاورزی	صنعتی	خانگی	کشاورزی	صنعتی	خانگی
برداشت آب									
آفریقا	۹۰/۵	۷/۰	۲/۶	۶۳/۰	۸/۱	۴/۴	۵۳/۱	۱۸/۰	۶/۰
آسیا	۹۳/۴	۲/۴	۲/۴	۸۰/۰	۶/۹	۹/۹	۷۲/۰	۹/۵	۱۵/۲
استرالیا و اقیانوسیه	۵۰/۰	۷/۲	۳۹/۴	۵۱/۰	۱۰/۹	۲۳/۵	۴۶/۸	۱۱/۳	۲۶/۱
اروپا	۳۲/۲	۲۵/۴	۴۱/۲	۳۷/۴	۱۴/۷	۴۴/۸	۳۷/۲	۱۴/۰	۴۵/۸
آمریکای شمالی	۵۳/۵	۷/۹	۳۶/۰	۴۳/۵	۱۰/۷	۴۱/۵	۴۱/۴	۱۲/۳	۴۱/۳
آمریکای جنوبی	۸۲/۴	۹/۵	۷/۹	۵۸/۶	۱۷/۲	۱۵/۴	۴۴/۲	۲۲/۷	۲۳/۸
جهان	۷۸/۱	۶/۳	۱۴/۸	۶۶/۱	۹/۱	۱۹/۹	۶۰/۹	۱۱/۶	۲۲/۳
صرف آب									
آفریقا	۹۷/۹	۱/۶	۰/۵	۶۳/۸	۱/۵	۰/۸	۶۰/۵	۳/۴	۱/۳
آسیا	۹۸/۰	۰/۷	۱/۱	۹۱/۰	۱/۵	۲/۳	۸۸/۴	۱/۸	۱/۴
استرالیا و اقیانوسیه	۸۱/۳	۲/۰	۹/۹	۶۹/۱	۲/۲	۳/۱	۶۴/۱	۱/۲	۶/۴
اروپا	۶۷/۷	۱۲/۶	۱۵/۶	۷۱/۴	۵/۶	۱۵/۳	۶۶/۸	۳/۴	۲۲/۳
آمریکای شمالی	۸۳/۵	۴/۷	۳/۶	۷۵/۱	۵/۰	۷/۲	۷۲/۴	۶/۰	۷/۵
آمریکای جنوبی	۹۵/۰	۲/۵	۱/۹	۷۶/۴	۴/۰	۳/۲	۶۷/۴	۴/۷	۸/۳
جهان	۹۴/۰	۲/۲	۲/۵	۸۴/۵	۲/۴	۴/۰	۸۱/۵	۲/۷	۶/۱

### ج- ابتکارات جهانی آب اهداف، موفقیت‌ها و شکست‌ها

با نگرانی در مورد کمبود آب، افزایش بحران‌ها و درگیری‌ها، تلاش‌های عمدۀ و متعددی آغاز شده‌اند و برای رسیدگی به مسائل، در سراسر جهان به مرحله اجرا رسیده‌اند. این طرح‌ها در بسیاری از اشکال مختلف و در زمان‌های مختلف به وجود آمده‌اند. برخی از انواع این طرح‌ها در سطح بین‌المللی می‌باشند: (۱) جوامع متخصصین آب از جمله انجمن بین‌المللی علوم هیدرولوژیک (IAHS)<sup>۱</sup> و انجمن منابع بین‌المللی آب (IWRA)<sup>۲</sup> (۲) برنامه مطالعه آبی در مقیاس بزرگ، مانند دهه هیدرولوژیک بین‌المللی (IHD)<sup>۳</sup> و برنامه هیدرولوژیک بین‌المللی (IHP)<sup>۴</sup> (۳) کنفرانس‌های عظیم مانند کنفرانس سازمان

<sup>1</sup> International Association of Hydrological Sciences

<sup>2</sup> International Water Resources Association

<sup>3</sup> International Hydrological Decade

<sup>4</sup> International Hydrological Programme



ملل متحد در مجمع جهانی آب، (۴) کنوانسیون قوانین آب، مانند قوانین هلسینکی و کنوانسیون های آبی سازمان ملل متحد و

(۵) در ابتکارات دولتی/غیر دولتی، مانند شورای جهانی آب (WWC)<sup>۵</sup> و شرکت جهانی آب (GWP)<sup>۶</sup>.

طرح های آبی جهانی (GWIs)<sup>۷</sup> نهادهای هستند که هدف اساسی آنها پیشبرد دانش در مورد آب و مدیریت آن است.

#### د- بحث و نتیجه‌گیری

در سال ۱۹۸۰، سازمان ملل متحد دهه منابع آب آشامیدنی بین المللی و بهداشت (دهه آب) با هدف تمرکز بر منابع آب برای ارائه خدمات بهداشتی و دسترسی به آب آشامیدنی سالم را به طور عمده در جهان در حال توسعه راه اندازی کرد. در طول این دهه، پیشرفت های قابل توجهی حاصل شد، به خصوص در تامین آب روستایی، تعداد افرادی که به آب سالم دست یافتند به ۲۴۰٪ در سطح جهان و شمار افرادی که به امکانات بهداشت روستایی دسترسی یافتند به ۱۵۰٪ افزایش یافت. با این حال، هنوز هم شمار ساکنین شهرها و روستاهای بدون دسترسی به خدمات در حال افزایش است.

با وجود این پیشرفت، در سال ۱۹۹۰ هنوز هم ۱/۲ میلیارد نفر بدون آب سالم و ۱/۷ میلیارد بدون بهداشت مناسب وجود داشت. در امریکا لاتین و آسیا درصد جمعیت شهری با دسترسی به بهداشت اساسا بدون تغییر باقی ماند، که نشان دهنده رشد سریع شهرستانها می باشد. در سطح جهانی، درصد افراد شهری با خدمات بهداشتی تنها اندکی، (از ۶۹ به ۷۲ درصد) افزایش یافته است.

ابتکارات جهانی آب نقش مهمی را در پیشبرد مطالعات آب و سیاست های آب در حال توسعه نسبت به مقابله موثر تر با کمبود آب، بحران و درگیری مسائل ایفا کرده اند. با وجود این پیشرفت، با این حال، هنوز هم چالش های متعددی به جا مانده است. (۱) ارزیابی دقیق تر از مقدار آب، کیفیت، خواسته، برداشت و مصرف (۲) تولید آب موثر تر و کارآمد، ذخیره سازی، عرضه و صرفه جویی (مقیاس بزرگ و کوچک) (۳) بهبود آموزش های مرتبط با آب (۴) قوانین کاربردی آب برای برنامه ریزی بهتر، توسعه و مدیریت فرامرزی و دیگر آب های مشترک و (۵) استراتژی های کارآمد از پرداختن به نقش های اجتماعی، جنبه های سیاسی، فرهنگی، اقتصادی، زیست محیطی و مرتبط با مسائل مربوط به آب. علاوه بر این، چالش هایی در پرداختن به چگونگی سناریوهای آینده در حال حاضر پیش بینی شده و همچنین به آنها که به صورت موارد غیرمنتظره / ناشناخته برنامه ریزی و مدیریت منابع آب را تحت تاثیر قرار می دهند. از نکات قابل ملاحظه دیگر رفتار انسان و نگرش (در سطوح فردی و جمیع)

<sup>5</sup> World Water Council

<sup>6</sup> Global Water Partnership

<sup>7</sup> Global water initiatives



نسبت به تقسیم آب و مصرف است. Sivakumar این موضوع را از طریق "hydropsychology", یعنی مطالعه در تعاملات بین

رفتار انسان و مدیریت آب بر جسته می‌سازد.

لذا نیل به اهداف مذکور و چالش‌های مرتبط با آن‌ها نیاز به برنامه‌ای مدون و جامع تحت فصول زیر می‌باشد.

(۱) ارزیابی از وضعیت دانش هیدرولوژی و منابع آب جهان (۲) استانداردسازی مشاهدات ابزاری (۳) ایجاد شبکه‌های جمع آوری داده‌ها (۴) پژوهش در سیستم‌های هیدرولوژیک و در مورد مسائل خاص هیدرولوژیک (۵) آموزش روش‌های استحصال آب (۶) تبادل سیستماتیک اطلاعات و (۷) تقویت ارتباطات بین تحقیقات علمی، کاربردها و آموزش در حوزه آب.

## ۵- فهرست منابع

اسلامیان س. س. و اخروی س. س.، ۱۳۹۱. مدیریت پایدار منابع آب با استفاده از روش‌های استحصال آب باران . سومین همایش مدیریت منابع آب. دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

Biswas, A.K., 2009. Impacts of mega conferences on global water development and management. In: A.K. Biswas and C. Tortajada, eds. Impacts of mega conferences on the water sector. Berlin, Germany: Springer-Verlag A.K.3–22.

Biswas, A.K., 2011. Cooperation or conflict in transboundary water management: case study of South Asia. *Hydrological Sciences Journal*, 56 (4): 662–670.

Elhance, A.P., 1999. Hydropolitics in the third world: Conflict and cooperation in international river basins. Washington, DC: United States of America Institute of Peace Press.

Gleick, P.H., 1993b. Water and conflict: fresh water and international security. *International Security*, 18 (1): 79–112.

Gleick, P.H., 1993a. Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources". Oxford, UK: Oxford University Press.

Koutsoyiannis, D., 2011. Scale of water resources development and sustainability: small is beautiful, large is great". *Hydrological Sciences Journal*, 56 (4): 553–575.

Koutsoyiannis, D., et al., 2008. On the credibility of climate predictions". *Hydrological Sciences Journal*, 53 (4), 671–684.

Postel, S.L. and Wolf, A.T., 2001. Dehydrating conflict. *Foreign policy*", September–October, 60–67.

Shiklomanov, I.A. and Rodda, J.C., 2003. World water resources at the beginning of the 21st century". UNESCO International Hydrology Series, Cambridge University Press (extended summary <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html#6.%20Anthropoge>e).

Sivakumar, B., et al., 2011. Challenges for future hydrology education in a changing world. Scientific session (HS1.2/EOS08) at the European Geosciences Union General Assembly, 3–8 April, Vienna, Austria.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization), 2009. Atlas of transboundary aquifers: Global maps, Regional cooperation, and local inventories. International Hydrological Programme. Paris, France.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2007. World population prospects: The 2006 revision, highlights. Working Paper No. ESA/P/WP.202, New York.

World Health Organization/United Nations Children's Fund (WHO/UNICEF), 2008. Progress on drinking water and sanitation. Joint Monitoring Programme (JMP). Geneva, World Health Organization; New York, United Nations Children's Fund.