

نقش دارد. از این رو، دو قانون برای منابع بین المللی آب مورد پذیرش دولت‌ها قرار گرفته است که عبارتند از: قانون هلسینکی، که توسط انجمن حقوق بین الملل در سال 1967 منتشر شد، و پیمان 1997 در مورد حق مصرف غیر راهبردی از آب‌گذرهای بین المللی، که توسط کمیسیون حقوق بین الملل سازمان ملل، تدوین شده است [10]. طبق قانون هلسینکی، یکی از عواملی که باید هنگام تعیین سهم آبی یک کشور از آب‌گذرهای بین المللی مدنظر قرار گیرد، نیازهای اجتماعی و اقتصادی همه مردم ساحلی می‌باشد [11]. به طور مشابه، پیمان 1997 نیز نیازهای اجتماعی و اقتصادی مردم ساکن حاشیه آب‌گذرها را به عنوان یکی از عوامل مهم در تعیین استفاده منصفانه از یک آب‌گذر بین المللی معرفی کرده است [12].

از جمله مشکلات پیش روی مدیریت منابع آب در کشور می‌توان به بالا بودن تقاضای آب در فصول خشک سال، توزیع غیریکنواخت منابع آبی، محدودیت منابع آبی، افت بیش از حد سفره‌های آب زیرزمینی به دلیل برداشت بیش از حد مجاز، دفع غیرصحیح فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی، مصرف نادرست آب در بخش کشاورزی و بالا بودن تلفات شبکه آب‌رسانی شهری، اشاره کرد [1].

2 - توسعه پایدار و مدیریت منابع آب

اولین بار براندرلند، در کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه، در گزارش خود با عنوان "آینده مشترک" از مفهوم پایداری استفاده کرد. از آن پس محققین بسیاری به تعریف آن پرداختند؛ وجه مشترک تمام این تعاریف، تأمین نیازهای نسل حاضر و نسل‌های آینده با حفظ حقوق آنها و در عین حال حفظ انسجام فرهنگی، اکولوژیکی و هیدرولوژیکی جوامع است [13]. براساس استراتژی حفاظت جهانی²، که در سال 1980 پایه‌گذاری شد، توسعه هنگامی پایدار است که منابع حفظ شده و سیاست‌های توسعه و حفاظت در راستای یکدیگر قرار گیرند [2]. سولو، منظور از پایداری را حفظ تولید برای آینده نامحدود معرفی می‌کند [14]. پیرسیس و همکارانش، توسعه را برداری از اهداف اجتماعی مطلوب می‌دانند که جامعه

¹ WCS

به دنبال حداکثر کردن یا دستیابی به مؤلفه‌های این بردار است [15]. سیستم‌های پایدار منابع آب، به گونه‌ای طراحی و مدیریت می‌شوند که به نیازهای جامعه در زمان حاضر و آینده نامحدود کاملاً پاسخ می‌دهند و در عین حال انسجام فرهنگی، اکولوژیکی و هیدرولوژیکی آنها را حفظ می‌نمایند. تعریف مدیریت منابع آب، بسته به استفاده‌های متنوع از این منابع با ارزش، از قبیل: تولید نیرو، آبرسانی (کشاورزی، صنعت و مسکونی)، تفریحی و اکولوژیکی متغیر می‌باشد. بیشتر این استفاده‌ها مستلزم این امر هستند که مدیریت سیستم‌های منابع آب در برگیرنده کنترل، بهبود یا حفاظت کمیت و کیفیت آب موجود باشد.

3 - روش‌های برآورد حداقل نیازهای آبی

به منظور برآورد حداقل نیازهای آبی، روش‌های متفاوتی به کار برده شده است. دسته اول، بیان روشنی از حداقل نیازهای آبی برای تأمین سلامت و بهداشت انسان ارائه می‌دهند، اما نشان دهنده حداقل مقدار آب خانگی مورد نیاز برای دستیابی به سطح کیفی بالایی از زندگی نمی‌باشند. در مقابل، دسته دوم توسعه اقتصادی را مد نظر قرار می‌دهند، ولی به نظر می‌رسد بیشتر آنها بر پایه الگوهای مصرف آب جوامع خاصی استوار باشند.

تخمین آب مورد نیاز برای ایجاد سطح بالایی از توسعه پایدار بسیار مشکل است، چراکه مستلزم قضاوتی صحیح در مورد سطح مطلوب توسعه اقتصادی می‌باشد. بانک جهانی کشورهای توسعه یافته را به این صورت تعریف می‌کند: "کشورهایی با درآمد بالا، که در آنها اغلب مردم به استاندارد بالایی از زندگی دست یافته‌اند." در حالی که کشورهای در حال توسعه، به این صورت تعریف می‌شوند: "کشورهایی با سرانه تولید ناخالص ملی³ پایین یا متوسط". با این وجود، بعضی از کشورهای پر درآمد، صرف نظر از درآمد سرانه بالا، به دلیل ساختار اقتصادی یا نظر رسمی دولت آنها، به عنوان کشورهای در حال توسعه طبقه‌بندی

³ GNP

می‌شوند. صندوق بین‌المللی پول⁴، جهان را به دو گروه کلی اقتصادهای پیشرفته، و بازارهای در حال تشکیل و کشورهای در حال توسعه، تقسیم می‌کند. با این حال، این سازمان اذعان دارد که این گروه‌بندی بر پایه معیار محکمی استوار نمی‌باشد، بلکه بیشتر در خلال زمان شکل گرفته است [23].

برنامه توسعه سازمان ملل متحد، همه ساله گزارش توسعه انسانی را منتشر می‌نماید. این گزارش، کشورها را مطابق با سطح عمومی توسعه انسانی آنها طبقه‌بندی می‌کند. آنها توسعه انسانی را به صورت ترکیبی از طول عمر و نرخ سواد و تحصیلات و توسعه اقتصادی برآورد می‌کنند. استفاده از شاخص توسعه انسانی از این لحاظ مفید است که حصول توسعه اجتماعی و اقتصادی را به مسائلی فراتر از دستیابی به درآمد ملی بالا وابسته می‌داند. این شاخص، به دسته‌بندی‌های تاریخی، سیاسی و جغرافیایی محدود نمی‌شود. در سال 2004، شاخص توسعه انسانی در ایران 0/746 بوده که در بین کشورهای جهان، رتبه 96 را به خود اختصاص داده است. نروژ با شاخص 0/965 بالاترین رتبه را دارا می‌باشد [3].

دو روش برای برآورد حداقل مقدار آب مورد نیاز برای توسعه پایدار انسانی وجود دارد. یک رویکرد، به منظور تعیین حداقل مصرف آب مورد نیاز برای توسعه پایدار انسانی، به بررسی نرخ مصرف آب در کشورهای دارای توسعه انسانی بالا می‌پردازد. در واقع، این روش آزمونی برای تعیین کمترین نسبت بازدهی توسعه به مصرف آب است که بتواند دستیابی به توسعه سطح بالای انسانی را محقق کند. این رویکرد که بازدهی توسعه نامیده می‌شود، برای برآورد حداقل مصرف آب خانگی و همچنین حداقل مصرف سراسری آب برای توسعه اجتماعی و اقتصادی، مناسب است.

رویکرد دوم برای برآورد حداقل آب مورد نیاز برای توسعه پایدار انسانی، بررسی پرمصرف بودن بخش‌های مختلف اقتصادی و سپس برآورد فرضی حداقل نیازهای کلی آب یک اقتصاد توسعه یافته کم مصرف می‌باشد. می‌توان این رویکرد را رویکرد منطقه‌ای نامید. این رویکرد نسبت به رویکرد بازدهی توسعه دارای این مزیت است که صنایعی را که به ازای واحد آب، بیشترین تولید اقتصادی را دارند، معرفی

#IMF

می‌کند. در نتیجه امکان حذف صنایع کم بازده تر را (که ممکن است بعضی از کشورهای کم آب به دلایل اجتماعی یا تاریخی آنها را حفظ کرده باشند)، ایجاد می‌کند و بنابراین برآوردی سطح پایین تر و به طور بالقوه دقیق تر از حداقل نیازهای واقعی آبی ایجاد می‌کند. با این حال، این رویکرد دارای این عیب است که اتکای متقابلی که بین بخش‌های پر بازده و پر مصرف وجود دارد، را لحاظ نمی‌کند. از آنجائیکه این رویکرد بخش‌های اقتصادی مختلف را مقایسه می‌کند، نمی‌توان از آن به تنهایی برای تعیین حداقل نیاز آبی در بخش مصرف خانگی استفاده کرد [24].

4 - برآوردهای موجود از نیازهای سرانه آب

انسان‌ها در سه زمینه به آب شیرین نیاز دارند:

- مصارف خانگی، که شامل آشامیدن، شستشو، تهیه غذا و بهداشت عمومی می‌شود،
- مصارف کشاورزی به منظور تولید غذا،
- مصارف صنعتی برای فعالیتهای اقتصادی غیر کشاورزی.

برآوردهای متنوعی برای تعیین نیازهای سرانه آب انجام شده است، به طوری که این برآوردها دامنه‌ای از 20 (l/c/d)^5 تا 4654 (l/c/d) را در بر می‌گیرد. جدول 1، بعضی از این تخمین‌ها را نشان می‌دهد، دامنه گسترده آن ناشی از مد نظر قرار دادن مؤلفه‌های متفاوتی است که محققین برای تعیین حداقل نیاز آبی، از آنها استفاده نموده‌اند. از این رو می‌توان گفت یک معیار واحد جهانی به منظور تخمین حداقل نیازهای سرانه آبی وجود ندارد.

⁵Liter per Capita per Day

جدول 1 - تخمین هایی از حداقل نیازهای سرانه آبی [1]، [2]، [6]، [17]، [18]، [19]، [20]، [21]، [22]

پایه تخمین	میزان تخمین (لیتر بر نفر روز)	سال ارائه	ارائه دهنده
حداقل آب مصرفی برای حفظ بهداشت و سلامت جامعه	99	1976	سازمان ملل متحد
مصارف خانگی، صنعتی، خدمات عمومی و تلفات نشت	625	1985	شرودر و چوبانگولوس
حداقل نیازها برای کشورهای مرفه و صنعتی پر آب	450	1986	محمد تقی منزوی
حداقل نیازها به منظور اداره یک جامعه مدرن	1369	1986	فالکن مارک
مصارف غیر کشاورزی، به اضافه آب مورد نیاز برای تهیه غذا	342	1992	شوال
میزان مصرف سرانه خانگی مردم ایران	250	1992	وزارت نیروی ایران
نیازهای اولیه خانگی، درمانی و بهداشتی	50	1996	گلیک
نیازهای اولیه خانگی، درمانی و بهداشتی	20	2000	سازمان جهانی بهداشت و یونیسف
تمام نیازهای خانگی، درمانی و بهداشتی	100	2003	هوارد و باترام
آب آشامیدنی برای یک جامعه سالم و فعال (شاداب)	4654	2003	برنامه ارزیابی جهانی آب

5 - مقایسه نیازهای آبی ایران و سایر کشورها

5-1 - وضعیت منابع آب در غرب آسیا

به طور کلی می توان منطقه غرب آسیا را با وسعت چهار میلیون کیلومتر مربع، به دو قسمت شبه جزیره عرب و مشرق، تقسیم کرد. در بیشتر نقاط غرب آسیا (بیش از 72 درصد)، بارش سالانه کمتر از 100 میلیمتر می باشد؛ حدود 18 درصد بین 100 تا 300 میلیمتر و در کمتر از 10 درصد بین 300 تا 1300 میلیمتر بارش دارند. بر اساس آمار سال 1995، می توان گفت بارش سالانه حدود 443000 میلیون متر مکعب، آب به وجود می آورد که 41 درصد از آن به منطقه مشرق و 59 درصد به منطقه شبه جزیره عرب، تعلق دارد. بر اساس ارزیابی های صورت گرفته، منابع آب سطحی در مشرق 88300 میلیون متر مکعب و در شبه جزیره عرب 8310 میلیون متر مکعب، می باشد [26].

ایران در یک دسته‌بندی دیگر جزو منطقه خاورمیانه به حساب می‌آید. طبق آمار سرشماری سال 2001 جمعیت کل خاورمیانه، 385/6 میلیون نفر می‌باشد [25]. این در حالیست که در سال 2025، این مقدار به حدود 1/5 برابر یعنی 568 میلیون نفر خواهد رسید. این اعداد با روند کنونی در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، هشدار برای احتمال بروز مناقشه بین کشورهای منطقه در به‌دست آوردن آب در سال‌های آتی محسوب می‌شود.

بارش سالانه در ایران حدود 260 میلیمتر می‌باشد که این مقدار معادل 415 میلیارد مترمکعب بارش در سال است، که از این میان کمتر از 135 میلیارد مترمکعب آن منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شود. از میان این مقدار آب نیز حدود 95 میلیارد متر مکعب آن همواره در حال مصرف است [1]. در سال 2025، جمعیت ایران در حدود 88/4 میلیون نفر خواهد شد. با این فرض، مصرف آب آشامیدنی در شهرها و روستاهای ایران که اکنون نزدیک به شش میلیارد متر مکعب است بالغ بر 7/8 میلیارد مترمکعب خواهد شد [25].

جدول 2 - میزان جمعیت پیش بینی شده و نیاز آبی در کشورهای خاورمیانه [25]

منطقه	جمعیت (به میلیون نفر)			درصد جمعیت در مناطق شهری در سال 2001	آب سالانه شیرین تجدیدپذیر (کیلومتر مکعب)	درصد آب شیرین مورد نیاز در بخشهای		
	1970	2001	2025			کشاورزی	صنعتی	خانگی
خاور میانه	173/4	385/6	568	59	632/3	8	5	87
اردن	1/6	5/2	8/7	79	0/9	22	3	75
امارات متحده عربی	0/2	3/3	4/5	84	0/2	24	9	67
ایران	28/8	66/1	88/4	64	137/5	6	2	92
بحرین	0/2	0/7	1	88	0/1	39	4	56
ترکیه	35/3	66/3	85/2	66	200/7	16	11	72
تونس	5/1	9/7	12/5	62	4/1	9	3	89
الجزایر	13/8	31	43/2	49	14/3	25	15	60
سوریه	6/3	17/1	27/1	50	46/1	4	2	94
عراق	9/4	23/6	40/3	68	96/4	3	5	92
عربستان سعودی	5/7	21/1	40/9	83	2/4	9	1	90
قطر	0/1	0/6	0/8	91	0/1	23	3	74
کویت	0/7	2/3	4/2	100	0/02	37	2	60
لبنان	2/5	4/3	5/4	88	4/8	28	4	68
لیبی	2	5/2	8/3	86	0/6	11	2	87
مراکش	15/3	29/2	40/5	55	30	5	3	92
مصر	35/3	69/8	96/2	43	86/8	6	8	86

به طور کلی، منابع آب زیرزمینی در غرب آسیا، و به ویژه در شبه جزیره عرب، در وضعیت بحرانی

است. دلیل این امر برداشت بیش از اندازه آب زیرزمینی، بیشتر از نرخ طبیعی آن، که باعث افت پیوسته

سطح آب زیرزمینی می شود و همچنین تخریب کیفیت آب ناشی از ورود آب دریا به سفره های رسوبی

ساحلی، می‌باشد [27].

وضعیت منابع آب در کشورهای خاورمیانه نیز، از جمله ایران، بهتر از کشورهای غرب آسیا نیست. در جدول 2 آمار جمعیت کشورهای خاورمیانه در سال‌های 1970 و 2001 و تخمینی از جمعیت این کشورها نیز در سال 2025 ارائه شده است. در این جدول، همچنین حجم آب شیرین تجدیدپذیر سالانه کشورهای مشخص است. البته لازم به ذکر است که این اعداد منابع آب شیرین تجدیدپذیر یک کشور را نشان می‌دهد؛ ذخایر تجدیدپذیر واقعی سالانه در هر سال متغیر است. این اطلاعات عموماً شامل آب سطحی و ذخایر زیرزمینی می‌باشند، که جریان‌های سطحی ورودی از کشورهای همسایه را نیز در بر می‌گیرد. سازمان خوراک و کشاورزی سازمان ملل⁶، برای داده‌های کل منابع طبیعی تجدیدپذیر، به این اعداد رجوع می‌کند. آب‌هایی که بین کشورها جریان دارند، از این اعداد کم نمی‌شوند؛ بنابراین این داده‌ها بیانگر آب موجود از چرخه‌های طبیعی هیدرولوژیکی و بدون توجه به عوامل سیاسی، سازمانی و اقتصادی می‌باشند [28].

5-2 - برآورد حداقل نیازهای آب خانگی

بررسی نسبت بازدهی توسعه مصرف آب خانگی در مقیاس جهانی، نشان می‌دهد که این نسبت، دامنه وسیعی از 2/7 در اتیوپی تا 1051 در ارمنستان دارد. همچنین این نسبت در بین کشورهای با توسعه انسانی بالا، از 86/9 در هلند تا 809/8 در کانادا متغیر است [24]. بنابراین، مصرف آب خانگی کشورهای مثل اتیوپی و هلند در مقایسه با کانادا یا ارمنستان، نسبتاً بهینه‌تر است. بنابراین، در این کشورها، همبستگی کمی بین تولید سرانه ناخالص داخلی و مصرف آب خانگی وجود دارد.

جدول 3 - مقایسه سرانه مصرف آب خانگی ایران و کشورهای غرب آسیا [3]، [26]

نیاز آبی (لیتر بر نفر روز)					نام کشور
2015	2010	2005	2000	1995	
160	175	190	192	220	ایران
150	145	140	135	130	اردن، سوریه، عمان
200	190	180	170	160	عراق
390	380	375	370	356	عربستان، لبنان
115	105	100	95	90	کرانه باختری، نوار غزه، یمن
600	585	570	555	540	کویت، بحرین، قطر، امارات متحده عربی

جدول 3، مصرف سرانه آب خانگی کشورهای همسایه، به ویژه کشورهای منطقه غرب آسیا را نشان می‌دهد. در این جدول مصرف سرانه کشورها در سال‌های مختلف و بر اساس نرخ رشد جمعیت، که از داده‌های رسمی این دولت‌ها استخراج شده است، تا سال 2015 محاسبه گردیده است. میانگین رشد جمعیت در این کشورها بین 3 تا 4 درصد اعلام شده است. طبق نتایج سرشماری نفوس و مسکن سال 1385 (2006)، جمعیت ایران 70 میلیون نفر و نرخ رشد جمعیت بین سال‌های 86-75، 1/6 درصد اعلام شده است [3]. بر این اساس و با توجه به میزان آب فروخته شده در این سال (4117 میلیون متر مکعب)، میانگین مصرف آب خانگی در کل کشور (160 l/c/d) و در بخش شهری (200 l/c/d) می‌باشد. البته در محاسبه این عدد درصد تلفات شبکه آبرسانی وارد نشده است. چنانچه این ملاحظات صورت پذیرد، این اعداد به ترتیب 190 (l/c/d) و 250 (l/c/d) می‌گردد. متأسفانه، به دلیل کمبود داده‌های مربوط به مصارف کشاورزی و صنعتی، اعداد مربوط به این مصارف محاسبه نشده است. ولی با توجه به درصد مصرف آب در بخش‌های مختلف کشور (92% کشاورزی، 2% صنعتی و 6% خانگی)، می‌توان آنها را به‌طور تقریبی تخمین زد. بنابراین، سرانه مصرف آب کشاورزی (4000 l/c/d) و آب صنعتی (87 l/c/d) می‌باشد و در مجموع

سرانه مصرف آب در سال 1385، در حدود 4300 (l/c/d) است. طبق گزارش وزارت نیرو کل میزان مصرف آب در سال 1379، 75 میلیارد متر مکعب می‌باشد [7].

5-3 - تقاضای آب در آینده

روشن است که سیاست‌های توسعه و استفاده منطقی از آب در منطقه، مستلزم بازنگری فوری است. ارزیابی کل نیاز آبی منطقه‌ای در غرب آسیا طی سال‌های 2015-1995، در جدول 4 آورده شده است. پیش‌بینی مجامع جهانی حاکی از آن است که تا سال 2050 میلادی مسئله منابع آب، اصلی‌ترین موضوع مورد بحث جهان خواهد بود، چراکه تا آن زمان جمعیت جهان به مرز 9/4 میلیارد نفر خواهد رسید و در نتیجه تأمین آب و مواد غذایی و حفظ محیط زیست مهمترین دغدغه مدیران و رهبران کشورها خواهد بود.

جدول 4 - برآورد کل نیاز آبی منطقه غرب آسیا [26]

نیاز آبی (میلیون متر مکعب)					نوع مصرف
2015	2010	2005	2000	1995	
126228	115872	106121	97144	88341	کشاورزی
13084	11194	9566	8097	6705	خانگی
3883	2960	2177	1540	1019	صنعتی
143195	130026	117864	106781	96065	کل

این وضعیت به‌ویژه برای کشورهای خاورمیانه بسیار نگران کننده است. خاورمیانه با پنج درصد جمعیت جهان تنها به یک درصد از آب‌های شیرین دسترسی دارد. میانگین کاهش آب‌های در دسترس، در جهان در بیست سال آینده به یک سوم کاهش می‌یابد. بر اساس برآوردهای انجام شده هر کشوری که متوسط

سرانه آب قابل دسترس آن کمتر 1700 متر مکعب باشد در وضعیت خطرناک قرار دارد. چنانچه این مقدار کمتر از 1000 متر مکعب در سال برای هر نفر باشد آن کشور در وضعیت کمبود آب به سر می‌برد. با توجه به این شاخص، سازمان ملل متحد در سال 1990 وضعیت آب‌های قابل دسترس کشورهای جهان را مورد بررسی قرار داد و از میان کشورهای خاورمیانه تعداد 11 کشور در این لیست قرار داشتند. پیش‌بینی می‌شود تا سال 2025 و در صورت تداوم وضعیت موجود، کشورهای مصر، اتیوپی، ایران، لیبی، مراکش، عمان و سوریه نیز به این لیست خواهند پیوست.

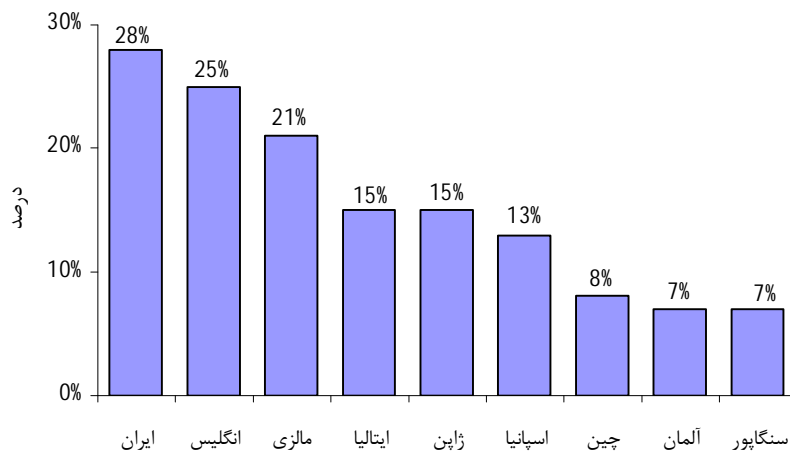
5-4 - بهبود الگوی مصرف با کاهش تلفات سیستم آب و دیگر مصارف آب

تمام سیستم‌های توزیع آب دارای اتلاف سیستمی می‌باشند. اتلاف آب در اروپا از 50 درصد در بلغارستان و 40 درصد در اسلونی تا 10 درصد در دانمارک و 3 درصد در آلمان متغیر است [30]. اتلاف سیستم آب در سنگاپور هم تنها 5 درصد است [31]. نمودارهای 5 و 6 مقادیر آب به حساب نیامده شبکه‌های شهری را در برخی از کشورها و استان‌های ایران نشان می‌دهد [1]. اختلاف میزان تلفات در کشورهای آلمان و سنگاپور در این دو مرجع ناشی از اختلاف زمانی محاسبه این پارامتر می‌باشد. این نشان می‌دهد که کشورهای پیشرفته از طرق مختلف و به طور مداوم در صدد کاهش میزان مصرف خود هستند.

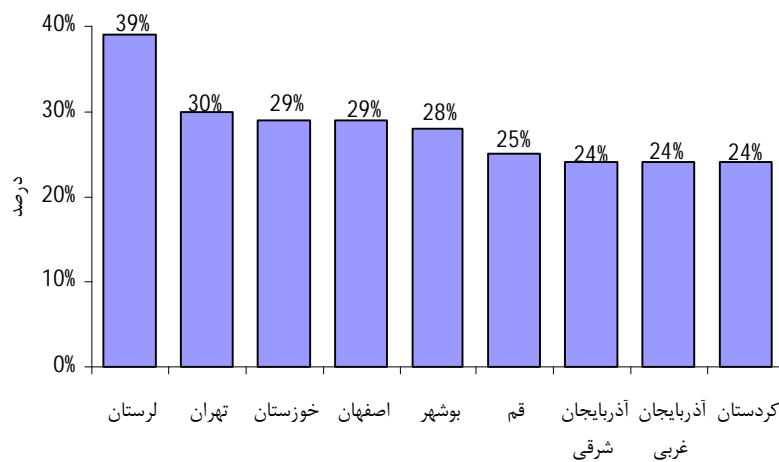
برای کاهش تلفات، نگهداری و مراقبت دائم و سیستم‌های توزیع آب جدید لازم است. علاوه بر آن، انواع لوله‌های مورد استفاده، هوای محیط و شرایط عملیاتی، همگی بر نرخ نوسازی یک شبکه توزیع اثر گذارند.

از مقایسه این داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که بهبود الگوی مصرف با کاهش تلفات سیستم آب یکی از راهکارهای پیش‌رو می‌باشد که می‌تواند حداقل نیاز آبی را به منظور توسعه اقتصادی و اجتماعی به میزان قابل توجهی کاهش دهد.

نمودار 1 - درصد آب به حساب نیامده شبکه های شهری برخی کشورها [4]



نمودار 2 - درصد آب به حساب نیامده شبکه های شهری برخی استانهای کشور [5]



6 - نتیجه

هدف از ارائه این مقاله مقایسه وضعیت فعلی و پیش‌بینی وضعیت آینده ایران با سایر کشورها به ویژه کشورهای همسایه و خاورمیانه در زمینه مسائل آبی می‌باشد. می‌توان از هر یک از دو رویکرد، منطقه‌ای و بازدهی توسعه، برای برآورد حداقل مقدار آب مورد نیاز برای توسعه اجتماعی و اقتصادی استفاده کرد.

استفاده از سیستم‌های نوین آبرسانی و همچنین ابزارآلات مدرن خانگی، میزان مصرف را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. حرکت به سمت بهره‌برداری از فاضلاب تصفیه‌شده در مصارف کشاورزی و استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری (بارانی، قطره‌ای) بجای سیستم‌های سنتی از راهکارهای ضروری در بخش کشاورزی می‌باشد.

استفاده بهینه از منابع غیرمتداول از جمله نمک‌زدایی آب به منظور بهره‌برداری در بخش‌های صنایع زبردست می‌تواند ظرفیت استفاده از منابع تجدید شونده را افزایش دهد.

یک راه حل دیگر برای حداقل کردن مصرف آب در کشورهای کم آب، افزایش واردات محصولاتی است که برای تولید آنها به آب زیادی نیاز است. می‌توان مقدار آب مجازی در یک محصول را به صورت حجم آبی که برای تولید آن محصول در جایی که مصرف می‌شود، تعریف کرد. آب مجازی، مقدار آبی است که در تولید یک محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد، و صادرات (واردات) آب مجازی مقدار آبی است که برای تولید کالاهای صادراتی (وارداتی) استفاده می‌شود.

کاهش میزان تلفات شبکه آبرسانی در کشور از طریق بهبود تجهیزات و نوسازی آنها، از دیگر راهکارهای کاهش مصرف آب به حساب می‌آید. این در حالیست که ایران در بین کشورهای قرار می‌گیرد که بیشترین تلفات شبکه‌های آبرسانی را داراست، ولی متأسفانه همچنان به این موضوع توجه جدی نمی‌شود.

مقایسه وضعیت منابع آبی و همچنین جمعیت آینده ایران و سایر کشورهای منطقه نشان می‌دهد که ایران جزو کشورهای پر جمعیت و البته کم آب به حساب می‌آید. لذا علیرغم اینکه مصرف سرانه آب خانگی، ایران را در زمره کشورهای کم مصرف این منطقه قرار می‌دهد، ولی می‌توان امیدوار بود که با بهبود الگوی مصرف، این مقدار در آینده کاهش یابد. از طرفی با توجه به جمعیت روزافزون منطقه و کاهش ذخایر آبی آن، ایران با داشتن شرایط اقلیمی ویژه می‌تواند برای تأمین غذای مورد نیاز این جوامع، به بزرگ‌ترین صادر

کننده محصولات کشاورزی بدل شود. این امر تنها از طریق توسعه منابع آبی قابل استحصال و اختصاص بهینه آن برای بخش کشاورزی میسر می شود.

7 - منابع و مراجع

- [1] مسعود تجریشی، احمد ابریشم چی، مدیریت تقاضای منابع آب در کشور، کنفرانس روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی، 1381، صفحات 24 تا 40.
- [2] سمیعی، رئیسی، ارزیابی چند معیاره پروژه های منابع آب از دیدگاه توسعه پایدار در ایران.
- [3] سالنامه مرکز آمار ایران، سال 1385، www.sci.org.ir.
- [4] خبرنامه نخستین همایش ملی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده، 1376.
- [5] منوچهری، غلامرضا، 1380، مدیریت آب و فاضلاب شهری، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- [6] محمد تقی منزوی، فاضلاب شهری، جمع آوری فاضلاب، انتشارات دانشگاه تهران، شماره 1801، چاپ نهم، سال 1378.
- [7] گزارش عملکرد برنامه ای وزارت نیرو در بخش های برق، آب و آب و فاضلاب در سالهای 84، 85 و 86، سال 1387.

[8] World Health Organization, Guidelines for Drinking-Water Quality: incorporating first addendum, 3rd ed., World Health Organization, Geneva, 2006.

[9] World Water Assessment Programme, Water for People, Water for Life: The United Nations World Water Development Report, UNESCO Publishing, Berg Hahn Books, Paris, 2003.

[10] J. Chenoweth, International river basin management: data and information exchange under international law and the case of the Mekong River basin, J. Energy Natural Resour. Law, 18 (2000) 142&158.

[11] International Law Association, Helsinki Rules on the uses of the waters of international rivers, International Law Association, London, 1967.

[12] International Law Commission, Convention on the Law of the Non-navigational Uses of International Watercourses, United Nations Web server:

<http://www.un.org/law/ilc/texts/nonnav.htm>, 1997.

[13] WCED (World Commission on Environment and Development) Our Common Future, the Brundtland Report, Oxford University, 1987

[14] Sollow, R., an Almost Practical Step toward Sustainability, an Invited Lecture on the Occasion of the Fortieth Anniversary of Resources of the Future, Oct. 8, 1192.

[15] Pearce, D., Measuring Sustainable Development, Economic and Environment in the Third World, 1993.

[16] Food and Agriculture Organization, FAOSTAT ' Nutritional Data, <http://faostat.fao.org/faostat/collections? Subset=nutrition>, 2006.

[17] Tchobanoglous, G., and Schroder, E. D.: Water Quality, Addison-Wesely, Reading, MA, 1985.

[18] M.Falkenmark, Fresh water & time for a modified approach, *Ambio*, 15 (1986) 192&200.

[19] H. Shoval, Approaches to resolving the water conflicts between Israel and her Neighbors ' A Regional Water-for-Peace Plan, *Water Intern.*, 17 (1992) 122&143.

[20] P.H. Gleick, Basic water requirements for human activities: Meeting basic needs, *Water Intern.*, 21 (1996) 83&92.

[21] WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report. WHO/UNICEF, Washington, 2000.

[22] G. Howard and J. Bartram, Domestic Water Quantity, Service, Level and Health. World Health Organization, Geneva, 2003.

[23] International Monetary Fund, World Economic Outlook, International Monetary

Fund, Washington DC, 2006.

[24] Jonathan Chenoweth, Minimum water requirement for social and economic development, *Desalination* 229(2008) 245-256.

[25] Peter H. Gleick, *the World's Water 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*; United Nations, *World Population Prospects: the 2000 Revision*; C. Haub and D. Cornelius, *2001 World Population Data Sheet*; and UNICEF, (Statistical Data) (www.unicef.org/statis /accessed May 23, 2002).

[26] ACSAD (1997). *Water Resources and their Utilization in the Arab World*. 2nd Water Resources Seminar March 8-10, Kuwait

[27] FAO (1997). *Irrigation in the Near East in Figures*. Water Report No. 9. FAO, Rome, Italy

[28] Farzaneh Roudi-Fahimi, FINDING THE BALANCE: Population and Water Scarcity in the Middle East and North Africa, POPULATION REFERENCE BUREAU, 1875 Connecticut Ave., NW, Suite 520, Washington, DC 20009 USA.

[29] Alternative Policy Study: Water Resource Management in West Asia, Arab Centre for the Studies of Arid Zones and Drylands (ACSAD), Republic of Syria, Bahrain, as part of the preparation for UNEP's GEO-2000 report.

[30] European Environment Agency, Losses from urban water networks, [http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp? Id=517](http://dataservice.eea.europa.eu/atlas/viewdata/viewpub.asp?Id=517), 2006.

[31] National Environment Agency, Towards Environmental Sustainability: State of the Environment 2005 Report Singapore, National Environment Agency, Singapore, 2005.