

2nd Asian Conference on Water & Wastewater Management PROCEEDINGS

TEHRAN: I. R. IRAN 8 - 10 , MAY.2001



انتقال بین حوزه‌های آب و لزوم رعایت معیارها

احمد ابریشم‌چی: دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

مهدی ضرغامی: دانشجوی کارشناسی ارشد، مؤسسه عالی پژوهش در برنامه ریزی و توسعه

مسعود تجریشی: استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

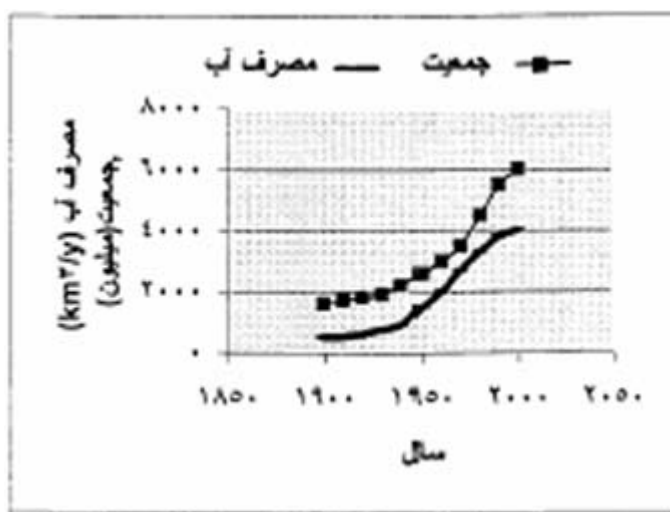
نعمت... الهی پناه: کارشناس ارشد، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

چکیده

روند افزایشی مصرف آب و محدودیت منابع آب، جهان را در آستانه بحران قرار داده است. تأمین آب از منابع جدید نه تنها اغلب پرهزینه بوده، بلکه ممکن است پایداری منابع آب را به مخاطره اندازد. از اینرو، در چنین شرایطی مدیریت تقاضای آب در جهت ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب، راه حل بهتر و عاقلانه‌تری است. با وجود این، در بسیاری از کشورها که توانایی مالی کافی دارند، انتقال بین حوزه‌های آب برای رفع کمبود و بحران آب در مناطق رو به توسعه و نیازمند آب، صورت می‌گیرد. گرچه، این راه حل برای مدتی در رفع کمبود آب مقصد مؤثر واقع می‌شود، لکن آثار زیست محیطی و اجتماعی نامطلوبی را ممکن است به همراه داشته باشد. طرحهای انتقال بین حوزه‌های آب باید معیارهایی را رعایت کنند؛ هر چند که مزایای طرح زیاد باشد. سه معیار مهم که باید در تصمیم‌گیری لحاظ شود، پایداری، کارایی و عدالت است. یک طرح نباید آینده توسعه مبداء را با بحران مواجه سازد و باید به شرطی اجرا شود که مقصد نیاز حیاتی به آب داشته و یا درآمد زیادی ایجاد کند. یک طرح نباید باعث تخریب محیط‌زیست گردد و حداقل اینکه هزینه‌های اجتماعی محیطی آن کمتر از درآمد طرح باشد. منافع حاصل از طرح باید به صورت عادلانه و نه لزوماً برابر، بین مبداء و مقصد توزیع شود. طرحهای انتقال بین حوزه‌های آب که معیارهای مزبور را رعایت نکنند، در حقیقت مسائل و بحران فعلی آب را از یک منطقه به منطقه دیگر و یا به آینده منتقل می‌کنند. در این مقاله، ضمن تأکید بر رعایت معیارها در طراحی و انتخاب طرحهای انتقال بین حوزه‌های آب، انتقال بین حوزه‌های آب در جهان و ایران بررسی و پیشنهادهای ارائه شده است.

داستان آب و فراز و فرودها و حکایت‌هایی که بر آن رفته، حکایت یک روز و دو روز نیست؛ حکایت آغاز و انجام است و بود و نبود انسان و هر ذیحیاتی که میل ماندن دارد. در گذشته نه چندان دوری، آب گوهری در طبیعت بود که انسان به جست‌وجوی آن می‌پرداخت؛ در راهش سختیها می‌کشید و از آن به مقدار لازم مصرف می‌کرد. انسان خود را جزئی از طبیعت می‌دانست و برای فرزندان خود و طبیعت نیز حقی در آب قایل بود. لکن از روزی که بشر بنای تسخیر این کرهٔ خاکی را عزم کرد و علم را به خدمت گرفت، نه تنها استفاده از طبیعت، به ویژه منابع آب، به چند برابر مقدار سرانهٔ قبلی رسیده، بلکه اکوسیستم‌ها و چرخهٔ طبیعی آب را مختل کرده است. سه عامل اصلی رشد جمعیت، تغییر استاندارد زندگی و توسعهٔ کشاورزی موجب توسعهٔ چشمگیر تأسیسات منابع آب شده است. همان طوری که شکل ۱ نشان می‌دهد، بین سالهای ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ میلادی، جمعیت جهان از ۱/۶ میلیارد به بیش از ۶ میلیارد و وسعت زمینهای آبیاری شده از ۵۰ میلیون هکتار به بیش از ۲۶۷ میلیون افزایش یافته است. این عوامل و دیگر عوامل، میزان استحصال آب از منابع آب شیرین را از حدود ۵۸۰ کیلومتر مکعب در سال ۱۹۰۰ به حدود ۳۷۰۰ کیلومتر مکعب در سال ۲۰۰۰، یعنی نزدیک به ۷ برابر افزایش داده است [Gleick - ۲۰۰۰].

در ایران نیز چنین روندی، حتی شدیدتر رخ داده است؛ به طوری که ایران در میان کشورهای آسیایی، بالاترین رقم نسبت میزان استحصال آب به میزان آب قابل استحصال را دارد [Gleick - ۲۰۰۰]. میزان مصرف فعلی آب در کشور ۸۷ میلیارد متر مکعب بوده و در سالهای آتی افزایش یافته به طوری که در سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۲۰ میلیارد متر مکعب خواهد رسید [زرگر، ۱۳۷۹]. مصرف آب در شهرها به ویژه در تهران، روند افزایشی ناموزونی داشته است و تقاضا از عرضه رشد بسیار بیشتری دارد.



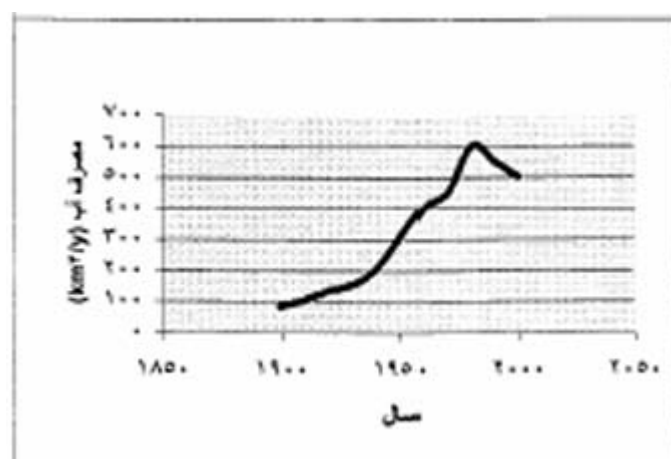
شکل ۱ - روند رشد جمعیت و مصرف آب در جهان

مدیریت منابع آب، مقوله‌ای است که در دهه‌های اخیر جایگاه والایی به دست آورده است؛ چراکه مسئله بحران آب و اثرات آن با حیات نسل‌های حاضر و آینده مرتبط است. از این نظر است که مغرب زمین و خصوصاً آمریکای شمالی حرکت‌های به جایی را در برنامه ریزی منابع آب و مدیریت تقاضا انجام داده است. همان طوری که شکل ۲ نشان می‌دهد، میزان استحصال آب در کشور آمریکا در دهه اخیر، علیرغم افزایش جمعیت و رشد اقتصادی آن کشور، کاهش چشمگیری داشته است [Gleick - ۲۰۰۰]. در صورتی که کشورهای در حال رشد با ۲۰۰ درصد رشد مصرف تا سال ۲۰۲۵ روبرو خواهند بود. استفاده از تجربیات جهان در حرکت به سمت بهره‌وری بهینه از منابع آب و مدیریت تقاضا جهت کاهش مصرف برای ایران و دیگر کشورهای در حال رشد، امری ضروری است.

مدیریت منابع آب

با تغییر نگرش به آب در دنیا، آب به صورت کالایی اجتماعی - اقتصادی دیده می‌شود و دیگر در بحث‌های امروزین، تأمین ارزان و کافی آب توسط دولت‌ها جایگاه خود را از دست داده است. آب و میزان استفاده از آن در هر بخشی (کشاورزی، صنعتی، شهری و...) هزینه فرصتی^(۱) دارد که می‌بایستی با وضع قیمت‌های مناسب در هر بخشی از استفاده بیجا و غیرکارآمد در آن بخش جلوگیری شود. (اسفندیاری و جهانی، ۱۳۷۹).

از طرف دیگر هر کدام از روش‌های مدیریتی عرضه و تقاضا دارای آثار متعدد بیرونی^(۲) می‌باشد. تعیین میزان



شکل ۲- روند استحصال آب در آمریکا

جدول ۱ - هزینه‌های یک واحد آب به روشهای مختلف تأمین آب

روش	هزینه هر کیلومتر مکعب آب به میلیون دلار
کنترل آبهای سطحی با سد	50-80
تصفیه فاضلابهای صنعتی	200-1500
باروری ابرها	1-5
استفاده از یخچالهای طبیعی	50-100
بازسازی شبکه‌های آبیاری	700-900
نمک زدایی با تقطیر	600-1600
نمک زدایی به روش غشایی	100-700
استفاده از کوههای یخی قطب جنوب	500-700
انتقال آب	100-800

اعمال این روشها و نیز استفاده از هر کدام از این راههای تأمین و تقاضا باید بگونه‌ای باشد که تابع رفاه کل مجموعه به بیشینه مقدار خود برسد نه تابع رفاه فقط یک عامل در این مجموعه [Varian-۱۹۹۲]. مسأله دیگر که در مدیریت منابع آب بایستی لحاظ شود پایداری است و در تابع رفاه کل مجموعه، می‌بایستی با یک نرخ ترجیح زمانی تابع رفاه نسل بعد هم وارد شود [Blanchard & Fischer-۱۹۸۹].

انتقال بین حوزه‌ای آب - یکی از روشهای عرضه:

مدار هیدرولوژیکی از فرایندهای پیچیده‌ای برخوردار است. علاوه بر آن، آب دارای پراکنش زیادی بر روی گستره زمین است به طوری که گسترش فعالیت‌های انسان، توزیع جمعیت و تقاضای آب متناسب با توزیع منابع آب نبوده و این بر سختی تأمین تقاضای آب افزوده است. فعالیت‌های قرن اخیر انسان باعث تغییراتی در روند طبیعی مدار هیدرولوژیکی از نظر خشکسالیها و سیلابها شده است. اگر بررسی مجملی در میان روشهای مختلف تأمین آب داشته باشیم، انتقال بین حوزه‌ای آب با رعایت معیارهای لازم، می‌تواند تا حد زیادی بحران آب در قرن آینده را جوابگو باشد. کل مصرف آب در دنیا فقط در حدود ۹ درصد آبهای جاری دنیا در سال ۱۹۹۵ بوده است

[Shikomanov-۱۹۹۹]. کمتر از ۱ درصد زمین‌های کشاورزی دنیا با تکنولوژی‌های برتر آبیاری می‌شوند. بازسازی شبکه‌های توزیع آب کشاورزی هر چند می‌تواند ۲۰ کیلومتر مکعب در آسیای مرکزی صرفه جویی کند ولی هر کیلومتر مکعب آن ۹۰۰-۷۰۰ میلیون دلار هزینه دارد. استفاده از باروری ابرها تنها تا ۱۰ درصد ممکن است به منابع آب منطقه بیفزاید و روشهای دیگر برای تأمین آب مانند ذوب کردن یخها یا نمک زدایی از آب دریا علیرغم هزینه‌های بالاتر در جاهای محدودی قابل اعمال هستند. در جدول ۱، هزینه تأمین یک کیلومتر مکعب آب به روشهای مختلف بر حسب میلیون دلار آمده است. البته این ارقام برای نقاط مختلف دنیا متغیر است [Shiklomanov-۱۹۹۹].

از نظر هزینه‌ها و از نظر میزان و حجم آب قابل استحصال و نیز سایر استفاده‌ها مانند کشتی رانی و تفریح، روش انتقال آب مزیت زیادی دارد و در اکثر مناطق هم قابل اجراست و در حال حاضر، سالانه ۴۰۰ کیلومتر مکعب در دنیا به روش انتقال آب، آب عرضه می‌شود. شاخصی که برای طبقه‌بندی طرحهای انتقال آب استفاده می‌شود WL است؛ یعنی حجم در طول انتقال که واحد آن $(\text{Km}^3/\text{Y} \cdot \text{Km})$ می‌باشد. جدول ۳، میزان استفاده از انتقال آب از گذشته تا آینده را بر حسب کیلومتر مکعب در سال نشان می‌دهد.

جدول ۲- طبقه‌بندی طرحهای انتقال آب

طبقه	WL
کوچک	< 100
متوسط	100-1000
بزرگ	1000-5000

جدول ۳- روند استفاده از روش انتقال آب در دنیا (Shiklomanov ۱۹۹۹)

Country								2000-2020 (planned)	
	Year	1900	1920	1940	1960	1970	1980	1986	min
Canada	7	7	10	14	25	90	140	260	300
USA	-	2	20	26	27	27	30	150	250
Mexico	-	-	-	1	4	4	9	10	15
Former SU	-	8	8	10	25	47	60	100	220
Danube countries	-	-	-	-	-	2	(5)	15	20
India	15	15	18	18	22	37	50	130	310
China				40	45	50	(10)	30	40
Other countries							60	65	80
Total (World)	22	24	56	109	148	257	364	760	1.240

یک طبقه‌بندی دیگر برای طرح‌های انتقال آب به صورت لفظی است و عبارت است از: محلی^(۱)، درون حوزه‌ای^(۲) بین حوزه‌ای^(۳) و منطقه‌ای^(۴).

معیارهای انتقال بین حوزه‌ای آب

در سال ۱۹۸۶، UNESCO و UNEP در یک برنامه‌ای با عنوان اثرات زیست محیطی سیستم‌های بزرگ مدیریت آب، بر روش‌های ارزیابی آثار زیست محیطی سیستم‌های بزرگ آبی به ویژه پایش آثار طرح‌های آبی بر مبداء، مقصد و در طول مسیر تأکید داشتند. بعضی از آثار بیرونی طرح‌های انتقال آب نامحسوس می‌باشند و نیز قابل بیان کمی نیستند. آثار تخریب زیست محیطی و نیز ناراحتیها و نارضایتیهای اجتماعی از جمله این موارد است. خصوصاً در

1. local

2. Intrabasin

3. Interbasin

4. Zonal

طرحهای بزرگ انتقال آب، این آثار ناشناخته و خیلی متعدد هستند. نمونه‌های زیرگویای این مطلب است:

۱- در یک طرح انتقال آب در آفریقای جنوبی رودخانه‌ای فصلی، رودخانه‌ای دائمی شده است. این تغییر هیدرولوژیکی که اکولوژی رودخانه را تغییر داده، باعث رشد زیاد مگس‌هایی نیش دار و مرگ و میر رمه شده است [Muller - ۱۹۹۹].

۲- براساس توافقنامه سال ۱۹۷۷ بین دولت هند و بنگلادش، کمیسیونی برای استفاده از منابع آبی مشترک منطقه تشکیل شد. در پی این توافقنامه، دولت هند پیشنهاد طرحی برای انتقال آب حوزه Brahmaputra به رودخانه گنگ را داد. دولت بنگلادش، مطالعاتی برای پیش‌بینی اثرات منفی این طرح انجام داد، نتایج این مطالعات اثرات منفی زیادی بر وضعیت اقتصادی - اجتماعی بنگلادش را پیش‌بینی کرد. پیش‌بینی شد که طرح اثرات منفی بر کشاورزی، حمل و نقل آبی، صنایع، تأمین آب، پرورش ماهی، جنگل، اکولوژی و محیط‌زیست مناطق وسیعی از بنگلادش خواهد داشت. از جمله این اثرات، کاهش ۳ میلیون تن محصولات کشاورزی (غلات)، از بین رفتن حدود ۲۴۰ هزار هکتار زمین حاصلخیز بر اثر ماندابی شدن، تشدید سیل در منطقه، تخریب بنادر و جابه جایی سکنه مسیر کانال انتقال اعلام شد [Rahman-۱۹۹۹].

۳- چون برداشت از رودخانه مرزی San Pedro در ایالات متحده و مکزیک باعث کاهش شدید آب آن شده است، مؤسسات محیط‌زیستی در پی یک طرح انتقال آب برای حفظ زندگی پرندگان مهاجر به این رودخانه و حفظ شرایط اکولوژیکی رودخانه هستند. ولی نارضایتیهای زیادی از ساکنین اطراف منابع آب مورد بررسی صورت گرفته است. به همین جهت در Udall Center دانشگاه آریزونا برای بررسی این موضوع و با عنوان کلی Public Policy و Conflict resolution تحقیقاتی پیرامون شیوه‌های استفاده از منابع مشترک در حال انجام است [Varady, et al. - ۱۹۹۹].

توجه مهندسين مشاور به اینگونه مسایل و تنها اکتفا نکردن به بررسیهای مالی و فنی دیده ضروری است.

یک طرح انتقال آب می‌بایستی معیارهایی را رعایت کند تا در قالب توسعه پایدار گزینه مناسبی برای انتخاب

باشد. دو اساسی عبارت‌اند از:

(۱) کارایی Efficiency

(۲) برابری و عدالت Equity

درکنگره دهم کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی (ICID) که در سال ۱۹۷۸ در آتن برگزار شد، سه دسته معیار

معرفی شده است. در برنامه ۱۹۹۹، UNESCO در پاریس نیز تأکید عمده بر رعایت معیارها آمده است. از میان

گزینه‌های مختلف برای تأمین آب لازم اگر چاره‌ای جز انتخاب انتقال آب نباشد رعایت معیارهای زیر لازم است:

معیار ۱: الف - در صورتی که مقصد در حال حاضر یا در آینده نزدیک دچار بحران آبی شده و یا رشد و توسعه منطقه از لحاظ مسایل مختلف منوط به تأمین آب به روش انتقال باشد. همچنین، انتقال آب از مبدأ، توسعه این منطقه در حال حاضر یا در آینده را دچار بحران و مشکل نکند.

معیار ۲: اثرات تخریبی طرح بر محیط زیست با اثرات مثبت طرح بر محیط زیست مقایسه شود. هزینه تخریب محیط زیست به صورت کمی برآورد شده و با منافع طرح مقایسه شود و در تصمیم‌گیریهای چند معیاره ضریب مناسبی برای مسئله زیست محیطی داده شود. به طور کلی، طرح نباید بر محیط زیست اثرات تخریبی زیاد و غیرقابل جبران داشته باشد.

معیار ۳: اگر طرح در مبدأ آب یا در طول مسیر، مسایل اجتماعی مختلفی که قابل تحمل نیست داشته باشد نبایستی اجرا شود. فرهنگ حفظ آب هر حوزه و منطقه فطری ساکنین آن حوزه است.

معیار ۴: سود خالص حاصل از طرح بین مبدأ و مقصد توزیع شود؛ پس نه تنها طرح باید بازده اقتصادی داشته باشد ($1 > \frac{B}{C}$ یا IRR مناسب) بلکه منافع آن فقط برای مجری طرح یا مقصد صرف نشود.

نحوه توزیع سود بین مبدأ و مقصد نیاز به حل جامع مسأله Externality برای منطقه دارد و از داده‌های خروجی آن، هم میزان بهینه انتقال و هم میزان تخصیص بهینه منافع حاصل می‌شود. در غیر این صورت حداقل کاری که برای مبدأ باید صورت گیرد پرداخت جریمه و جبران^(۱) آسیب دیدگان در مبدأ و در طول مسیر است (Cox - ۱۹۹۹). به عنوان مثال در یک طرح انتقال آب برای شهر هلسینکی، برای جبران آسیب دیدگان طرح، کارهای متعددی صورت گرفته است که از آنجمله، عمیق‌تر کردن چاهای برداشت آب در مبدأ است که دچار افت سطح ایستابی شده‌اند ولی برای جزئیات امر به [Lemmela, et al - ۱۹۹۹] مراجعه شود. یکی دیگر از روشهای جبرانی، صرف هزینه‌ای از محل طرح برای بالابردن تکنولوژی استفاده از آب در مبدأ است. مثلاً می‌توان کشاورزان مبدأ را یاری داد تا سیستم آبیاری کرتی خود را به سیستم تحت فشار تبدیل کنند یا اینکه کانال‌های آبرسانی را پوشش کنند.

در کشور هند بخاطر اهمیت فوق العاده آب، مسأله تخصیص آب یکی از مسایل مورد بررسی در محاکم قانونی است و حقا به اهمیت زیادی دارد. رسیدگی به شکایات و رفع اختلاف‌ها یکی از نکات انتقال بین حوزه‌ای آب در آنجاست [parashar-۱۹۹۹]. در این زمینه به قانون آب اثر ۱۹۹۲- Copenera مراجعه شود [Wessel, ۱۹۹۹]. در این کتاب به لزوم رعایت حقوق و قوانین آب در مدیریت منابع آب خصوصاً در سطوح فراحوزه‌ای تأکید شده است.

در یک جامعه توسعه یافته و مدرن، اخلاق از حالت فردی به جمعی رشد می‌یابد و نه تنها جامعه انسانی بلکه محیط‌زیست را هم در بر می‌گیرد. واژه اخلاق به علت انجام کارها می‌پردازد و مبنای تشکیل قوانین آب و حقوق آب می‌تواند باشد. در واقع، عدالت و ازه‌ای اخلاقی است. از این دیدگاه می‌توان برای مقصد و مبدأ مسایل عدالتی را روشن‌تر صحبت کرد. موارد زیر از آن جمله است.

مقصد:

الف - از آنجا که بهره‌مندی هر فردی از آب تمیز و کافی حق حیاتی است، جست و جوی آب در سایر حوزه‌ها و انتقال آب در صورت لزوم امری اخلاقی است.

ب - برخورداری از بهداشت و حفظ حیات و نیز سطحی از رفاه حق افراد مقصد است.

مبدأ:

الف - مبدأ از روی حسن همجواری، مقصد محتاج به آب را یاری بدهد.

ب - بخاطر انتقال بیش از حد آب، محیط‌زیست زیبای مبدأ تخریب نشود. بیمارها گسترش نیابد و.....

برای اطلاع بیشتر به مراجعی که در Wessle, ۱۹۹۹ معرفی شده مراجعه گردد.

تصمیم‌گیری چند معیاره

در مهندسی سیستم‌های منابع آب، امروزه از روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب گزینه پایدار و بهتر، استفاده‌های متعددی می‌شود. در تصمیم‌گیری چند معیاره، ابتدا گزینه‌هایی را تولید کرده و سپس از بین گزینه‌ها، گزینه‌ای که بیش از همه معیارها را رعایت کرده و قیود را ارضا نماید انتخاب می‌شود. در سالهای اخیر با وارد کردن مفاهیم فازی، معیارهای کیفی نیز به صورت واقعی‌تر در تصمیم‌ها رعایت می‌شود. [Gupta-۲۰۰۰, Szidarovsky, Manic-۱۹۹۸, Bender-۱۹۹۶, et al - ۱۹۸۶].

چون مساله انتقال آب به علم جغرافیا هم بستگی دارد، استفاده‌های متعددی هم از GIS می‌توان کرد (Tkach & Simonovic 2000). یکی از روشهای حل تصمیم‌گیری چند معیاره، برنامه‌ریزی سازش است. در این روش نه تنها به معیارها می‌بایستی ضرایب و وزنهای مناسبی داده شود بلکه نحوه اعطای این وزنها در صورت تعدد تصمیم‌گیرندگان در قالب Game theory مورد بحث قرار می‌گیرد. و بردار وزنهای داده شده به معیارها خود در یک نقطه تعادلی قرار می‌گیرد. برای اطلاع از جزئیات این مساله و به‌طور کلی مساله تصمیم‌گیری چند معیاره به - Sziadrovsky, et al ۱۹۸۶ مراجعه شود.

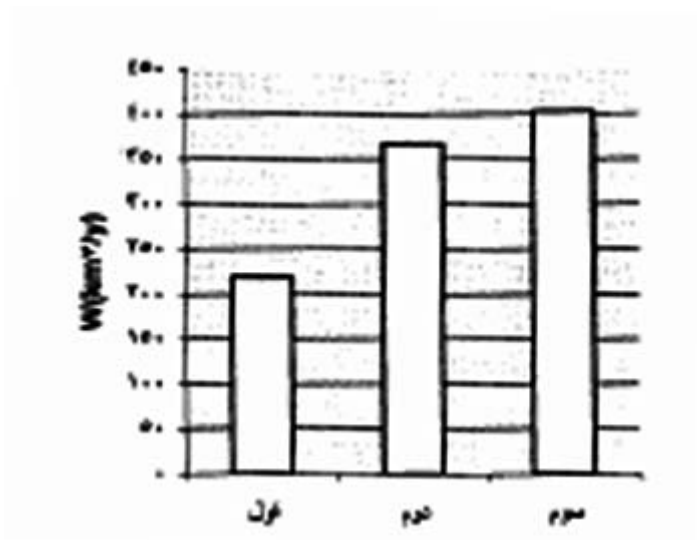
آنچه در این گفتار اندک مورد نظر بود، رعایت معیارها و نیز تصمیم‌گیری بهینه براساس این معیارهاست.

انتقال آب در ایران

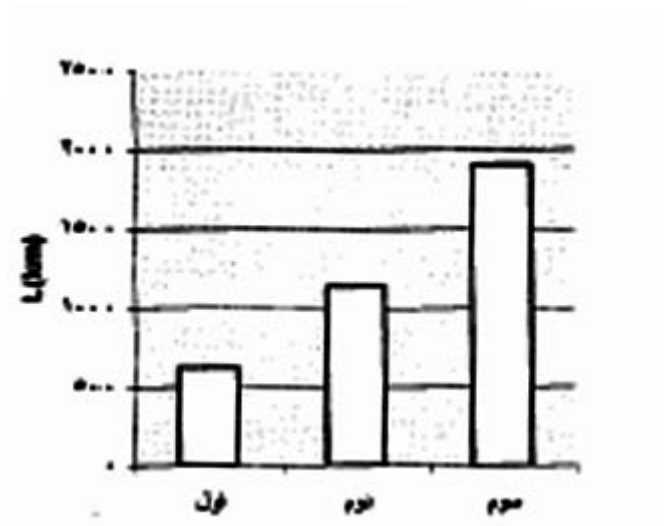
جایگاه تاریخی این مطلب خود گفتاری مفصل است، لکن در اینجا توجهی به وضعیت انتقال آب در برنامه‌های پنجساله خواهیم داشت. شکلهای ۳ تا ۵، حجم انتقال آب، طول انتقال و اندازه شاخص طبقه‌بندی طرحهای انتقال آب در برنامه‌های توسعه پنجساله کشور را نشان می‌دهد (پیوست الف، مشخصات فنی طرحها را دارد).

بررسی های اجمالی فوق نشانگر رشد فزاینده تسخیر طبیعت ایران برای به دست آوردن هرچه بیشتر آب لازم می‌باشد. از آنجاکه بیشتر این طرحها برای مصارف شهری می‌باشد، در یک دید واقع بینانه، می‌توان گفت که قبل از اجرای طرحها و در مرحله ارزیابی توجه کافی به مدیریت تقاضا نشده است. برای مثال، طرح انتقال آب به تبریز (۴۵۰ میلیارد ریال + ۱۰۵ میلیون دلار) یا طرحهای انتقال به دیگر شهرها از جمله یزد مواجه به هزینه‌های خیلی بالایی بوده است که در صورت اطلاع دقیق نمایندگان علمی جامعه و خود مردم، چه بسا حاضر به کاهش مصرف‌های بی‌رویه شده و دولت نیز با ایجاد مکانیزم‌های لازم به این امر کمک نماید. در طرح انتقال آب از هلیل رود به کرمان، فقط هزینه اجرای تونل در مسیر صفا - بهرام جرد، ۱۳۳ میلیون دلار برآورد شده است. سؤال مهم این است که با این هزینه هنگفت نمی‌توان در مدیریت تقاضا کاری کرد؟

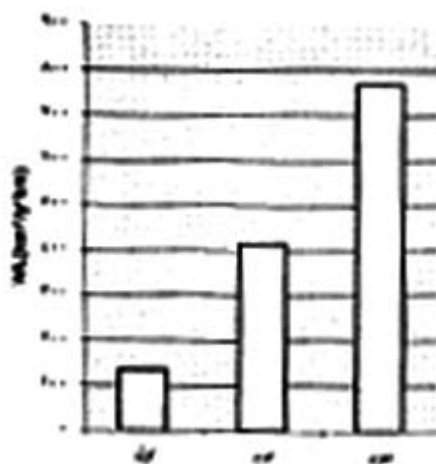
این بیان فقط حرف نبوده و واقعاً به صورت مختلف از جمله آموزش و ارتقای آگاهی مردم، بازسازی شبکه‌های توزیع، استفاده از ابزارهای کاهنده مصرف، کاهش فشار در شبکه، قیمت‌گذاری مناسب و استفاده مجدد از فاضلاب‌ها برای پارکها و ... می‌توان این عمل را صورت داد. بُعد خیلی مهم دیگر، عدم رعایت مسایل زیست‌محیطی و عدم رعایت معیار ۴ گفته شده یعنی توزیع منافع و حداقل جبران خسارات مبدأ می‌باشد. به عنوان مثال در شرح اجمالی طرح کانال سراسری مازندران [۵]، نه تنها این دو عامل دیده نشده است بلکه در مسایل زیست‌محیطی طرح، تنها چند اثر مثبت طرح از جمله آبدهی به آبنندان‌های مسیر آورده شده است. از جمله آثار منفی زیست‌محیطی این طرح، استفاده از آب نابهنگام رودهای موجود در طول کانال است که این آب صرف تغذیه سفره‌های زیرزمینی می‌شود. افت سطح ایستابی سفره‌ها می‌تواند باعث پیشروی تدریجی آب دریای خزر به سفره‌های آب شیرین منطقه شده و باعث شور شدن آب زیرزمینی و سایر آثار تخریبی شود. نارضایتی ساکنین مناطق اطراف کانال در طول مسیر شرقی غربی آن با توجه به تراکم بالای جمعیت، به ویژه برای رفت و آمد شمالی جنوبی مسأله مهم دیگری است. در طرح انتقال دیگر که از سد مورد مطالعه طالقان به تهران می‌باشد، علیرغم تاثیر نه چندان زیاد آبدهی رودخانه



شکل ۳- حجم انتقال آب در برنامه‌های توسعه پنجساله



شکل ۴- طول انتقالی در برنامه‌ها



شکل ۵- اندازه شاخص طبقه‌بندی برای طرح‌های انتقال آب

طالقان بر سفیدرود، بررسی معیارهای ۳ و ۴ ضروری است. نارضایتی در مبدأ می‌تواند تنها ابزاری باشد که فرهنگ نادرست "تأمین آب بر هر قیمت از هر کجا" را تعدیل نماید.

در صورت رعایت معیارها، انتقال بین حوزه‌ای آب در دست مهندسان توانای کشور ابزاری کارآمد برای رفع خیلی از مشکلات اقتصادی می‌تواند باشد و در اینجاست که علم نافع می‌شود و نه تنها برای کشور، بلکه با صدور خدمات مهندسی با کارایی بالاتر کمک بیشتری به کشور می‌شود. رودخانه‌های بسیاری آب شیرین و گران قیمت کشور را به دریا می‌ریزند در حالی که جان دشتهای ایران، تشنه این آب زلال است و کارگر و کشاورز ایرانی در انتظار روزی خود از این راه.

در بخش آب شهری، طرح انتقال آب از چاه نیمه‌ها (رودخانه سیستان) به زاهدان هر چند مشکل آب شهر زاهدان را به طور کامل رفع نمی‌کند، ولی تا حد زیادی از آلام مردم محروم منطقه می‌کاهد [۶]. انتقال موفق آب، می‌تواند از مهاجرت‌های بی رویه بکاهد و توزیع مناسب‌تری به قدرت بدهد، ارتباطها را راحت‌تر کند و در کل باعث رشد اقتصادی - اجتماعی شود.

نتیجه‌گیری

همزمان با تأکید بر مدیریت تقاضا و بالا بردن بهره‌وری آب، انتقال آب بین حوزه‌ای می‌تواند ابزار کارآمدی در رفع مشکلات کشاورزی و نیازهای شهری و... که لازمه رشد و توسعه کشور در سالهای آتی است باشد. در عین حال، لزوم نگرش جامع به مدیریت آب و رعایت دقیق معیارهای اقتصادی، زیست‌محیطی و عدالتی در این قضیه خیلی مهم است و طرحهای آتی باید در قالب این معیارها به کمک برنامه‌ریزی و مهندسی سیستم بهینه شده و انتخاب گردند و چه بسا عدم اجرای طرح بهترین گزینه باشد. بخاطر تواناییهای بخش مهندسی کشور در زمینه انتقال بین حوزه‌ای آب، صدور خدمات مهندسی به کشورهای منطقه که نیازهای حیاتی به انتقال آب دارند کمک شایانی بر اقتصاد کشور می‌تواند داشته باشد.

منابع و مراجع

- [۱] دستاورد، نشریه ویژه صنعت آب، ویژه نمایشگاه ۱۳۷۵ صنعت آب.
- [۲] زرگر، معاون وزیر نیرو در امور آب، ۱۶ آذر ۷۹ - دوران امروز.
- [۳] "دستاورد بزرگ دولت در تأمین آب شهر تبریز" وزارت نیرو - ۷۹.
- [۴] "آب به عنوان کالایی اجتماعی - اقتصادی": اسفندیاری و جهانی - ۷۹
- [۵] "شرح اجمالی کانال سراسری مازندران": جاماب، (آب منطقه‌ای مازندران و گلستان).
- [۶] ابراهیمیان، علی: "کاربرد تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت آب شهری"، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف - ۱۳۷۹.
- [۷] تجریشی، مسعود: "مدیریت تقاضا برای رفع مشکل آب در تهران بزرگ"، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف - ۱۳۷۶.
- [۸] اردکانیان، رضا: "بحران آب: چشم انداز جهانی و منطقه‌ای سیاست‌ها و راهبردهای مناسب برای ایران" همایش علم و فناوری - مرکز تحقیقات استراتژیک - ۱۳۷۹.
- [9] Bender, M., A Fuzzy Compromise Approach to Water Resources Systems Planning Under Uncertainty, UNESCO, Paris, 1996.
- [10] Blanchard, and Fischer, Lectures on Macroeconomics, MIT Press, 1989.
- [11] Cox, W., Determining When Interbasin Water Transfer is Justified: Criteria for Evaluation, UNESCO Workshop on Interbasin Water Transfer, Paris, 1999.
- [12] Gleick, P.H, The Changing Water Paradigm, Water International Resources Research, Vol 25, No. 1, March 2000.
- [13] Gupta, A. P. et al, Fuzzy Multiple-Criteria Decision Making for Crop area Planning in Narmada River Basin, Agricultural systems, 63 (2000).
- [14] Lemmela, R., et al., Water Transfer to Helsinki Metropolitan Area, International Workshop on Interbasin Water Transfer, UNESCO, Paris, 1999.
- [15] Manic, M., et al., Selection of optimum solution for water supply in fuzzy decision environment, Hydroinformatic 98 - Copenhagen - 1998.
- [16] Muller, M., Interbasin Water Sharing, International Workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [17] Parashar, Interbasin Water Transfer : Indian Senario, International Workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [18] Postel, Sandra L., Water and world population growth, international water supply, April 2000.
- [19] Rahman, K., Bangladesh Perspective, International Workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [20] Shiklomanov, I.A., Water tranfer as one of the most important ..., closing session Internation workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [21] Szidarovsky, F., Gershon, M.E., Duckstein, L., Thechniques for Multiobjective Decision Making in Systems Management, ELSEVIER, 1986.
- [22] Tkach, R.J., Simonovic, S.P., A New Approach to Multi-criteria Decision Making in Water Resources, JGIDA, Vol 1, No 1, 2000.
- [23] Varadly, et al, Interbasin Water Transfers in the South-Western United States, Sampedro River, International workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [24] Wessel, J., Ethical Approach to Water Transfer, International workshop on IWT, UNESCO, Paris, 1999.
- [25] Varian, H.R., Microeconomic Analysis, W.W.Norton & Company, 1992.

پیوست الف

مشخصات فنی ۱۰ طرح بزرگ آبرسانی اجراء شده در برنامه اول

(۱۳۶۸-۱۳۷۳)

ردیف	عنوان طرح	ظرفیت (MCM/Y)	طول خط انتقال (km)	ارتفاع پمپاژ (m)	منبع تأمین آب	ظرفیت تصفیه‌خانه (m3/day)
۱	آبرسانی به بوشهر (خط سوم)	۵۱	۱۵۰	—	زیرزمینی	—
۲	آبرسانی به شیراز سد رودزن	۶۷	۱۲۸	۶۰۰	سطحی	۱۵۵۰۰۰
۳	آبرسانی به رفسنجان	۱۸	۹۸	—	زیرزمینی	—
۴	آبرسانی به مشهد از طرق وکارده	۲۱	۶۲	—	سطحی	۹۲۰۰۰
۵	آبرسانی به سبزوار	۱۰/۸	۵۰	۱۰۰	زیرزمینی	—
۶	آبرسانی به فسا	۷/۵	۴۵	۸۰	زیرزمینی	—
۷	آبرسانی به بیرجند	۶/۳	۲۸	۶۰	زیرزمینی	—
۸	آبرسانی به ایلام از چشمه گل گل	۶	۲۶	۲۲۰	چشمه	—
۹	آبرسانی به کرمانشاه از دره پهن	۲۴	۱۶	—	زیرزمینی	—
۱۰	آبرسانی به همدان	۷/۵	۱۵/۲	۲۷۰	زیرزمینی	—
	جمع ظرفیت	(MCM/Y)	مجموع طول خطوط انتقال (km)	متوسط ارتفاع پمپاژ (m)		کل ظرفیت تصفیه‌خانه (m3/day)
	جمع کل	۲۱۹/۱	۶۱۸/۲	۲۰۸		۲۴۷۰۰۰

مشخصات فنی ۱۰ طرح بزرگ آبرسانی اجراء شده در برنامه دوم

(۱۳۷۴-۱۳۷۸)

ردیف	نام طرح	ظرفیت انتقال (MCM/Y)	طول خط (Km)	ارتفاع پمپاژ (m)	حجم مخازن سرویس ونخیره (m3)	منبع تأمین آب	ظرفیت تصفیه خانه (m3/day)
۱	آبرسانی به یزد از زاینده رود	۹۰	۳۳۵	۵۱۲	۹۰۰۰۰	سطحی	۲۴۰۰۰۰
۲	آبرسانی به چابهار	۹	۱۰۰	۴۵۸	۲۵۰۰۰	زیرزمینی	—
۳	آبرسانی به دشت آزادگاه	۲۱	۱۰۸	۳۶۰	—	سطحی	۶۰۰۰۰
۴	آبرسانی به اردستان	۳	۱۰۴	۷۵۰	۴۵۰۰	سطحی	تصفیه خانه بابائینخیلی
۵	آبرسانی به تبریز از زرینه رود	۱۵۰	۱۸۰	۶۵۰	۲۹۰۰۰۰	سطحی	۴۳۲۰۰۰
۶	آبرسانی به نائین	۱/۸	۹۵	۲۵۰	۲۰۰۰۰	سطحی	تصفیه خانه بابائینخیلی
۷	آبرسانی به قم	۵۱	۷۰	—	۳۹۰۰۰	سطحی	۱۴۶۸۰۰
۸	آبرسانی به حاجی آباد	۶	۵۸	۱۰۰	۳۵۰۰	زیرزمینی	—
۹	آبرسانی به بستک	۲/۴	۵۵	۴۰۵	۴۰۰۰	زیرزمینی	—
۱۰	آبرسانی به تبریز از سد نهند	۳۲	۳۰	۱۸۷	۷۰۰۰	سطحی	۸۰۰۰۰
	جمع ظرفیت	(MCM/Y)	مجموع طول خطوط انتقال (km)	متوسط ارتفاع پمپاژ (m)	جمع مخازن نخیره (m3)		کل ظرفیت تصفیه خانهها (m3/day)
	جمع کل	۳۶۶/۲	۱۱۳۵	۴۵۲	۴۸۳۰۰۰		۹۵۸۸۰۰

مشخصات فنی ۱۰ طرح بزرگ آبرسانی در دست اجراء در برنامه سوم

(۱۳۷۹-۱۳۸۳)

ردیف	نام طرح	ظرفیت انتقال (MCM/Y)	طول خط (km)	ارتفاع پمپاژ (m)	حجم مخازن نخیره (m ³)	منبع تأمین آب	ظرفیت تصفیه خانه (m ³ /day)
۱	آبرسانی به شهرهای حاشیه خلیج فارس از سد کوثر	۱۵۰	۷۴۴	۵۱۰	۶۲۰۰۰	آب سطحی	۴۰۶۰۰۰
۲	آبرسانی به آبادان و خرمشهر از اهواز	۷/۵	۱۵۰	۲۶۵	۱۵۰۰۰	زیرزمینی	—
۳	آبرسانی به زاهدان از چاه نیمه	۲۷	۱۹۲	۱۵۴۰	۸۵۰۰۰	سطحی	—
۴	آبرسانی به کاشان از زاینده رود	۴۲	۱۹۰	۳۴۰	۳۰۰۰۰	سطحی	۱۱۲۰۰۰
۵	آبرسانی به لارستان از سد قیر	۲۹	۱۸۰	۶۰۰	۶۰۰۰۰	سطحی	۸۰۰۰۰
۶	آبرسانی به بندرعباس از میناب (خط دوم)	۶۰	۹۷	۱۰۰	۸۵۰۰	سطحی	۱۲۹۶۰۰
۷	آبرسانی به شهرکرد از چشمه کوه رنگ	۱۷	۹۱	—	۲۰۰۰	چشمه	—
۸	آبرسانی به گناباد از دشت گیسور	۴/۵	۹۰	۲۵۰	۲۰۰۰۰	زیرزمینی	—
۹	آبرسانی به قشم از بندرعباس	۲۷	۸۶	۱۷۰	—	سطحی	از میناب
۱۰	آبرسانی به اهواز از شوشتر	۳۹	۸۵	۸۰	۱۲۰۰۰	زیرزمینی	—
	جمع ظرفیت	(MCM/Y)	مجموع طول خطوط انتقال (km)	متوسط ارتفاع پمپاژ (m)	جمع مخازن نخیره (m ³)		کل ظرفیت تصفیه خانهها (m ³ /day)
	جمع کل	۴۰۳	۱۹۰۵	۴۱۳/۳	۲۹۴۵۰۰		۷۲۷۶۰۰