حجیم کردن مخازن ذخیره، راهکاری در تقابل با مدیریت تامین آب

سعید بخشنده آبکنار[1]، محمدرضا فلاح‌پور[2]

[1] کارشناس ارشد مهندسی عمران- آب، مدیر امور آب مهندسین مشاور جویاب نو

[2] کارشناس ارشد مهندسی عمران – آب و فاضلاب، کارشناس امور آب مهندسین مشاور جویاب نو

پیشگفتار

سامانه‌های آبرسانی از بخش‌های مختلفی تشکیل می-شوند. عمده‌ترین این بخش‌ها را می‌توان تامین، انتقال، ذخیره و توزیع آب معرفی نمود. درشرایط کنونی معیارهای مختلفی برای طراحی هر یک از این بخش‌ها درنظر گرفته می‌شود.چنانچه این معیارها با رویکرد مهندسی ارزش موردبازبینی قرارگیرند بعضاً در تقابل با یکدیگر قرار می‌گیرند و برخی نیز بسیار دست بالا درنظرگرفته شده‌اند. در این نوشتار سعی بر آن است که به پاره‌ای از این موارد پرداخته شود. از سوی دیگر لازم به توضیح است بعضاً آنچه در حوزه فنی و مهندسی،طراحی و اجرا می‌شود در حوزه بهره‌برداری دچار تغییر ماهیت و دگردیسی می‌گردد. فاصله بین رویکردهای فنی و مهندسی و اقدامات بهره‌برداری، از چالش‌های اصلی صنعت آب محسوب می‌شود. از همین رو مسئله دیگری که در این نوشتار به آن توجه می‌شود تاثیرگذاری این دو موضوع است. در این راستا سعی بر آن است که به تاثیر و تاثر منابع تامین آب و حجم مخازن ذخیره شبکه توزیع آب پرداخته شود. موضوعی که می‌تواند راهکاری برای جلوگیری از استحصال بی‌رویه منابع آبی، به‌ویژه آبهای زیرزمینی در شهرها و روستاها محسوب می‌شود.

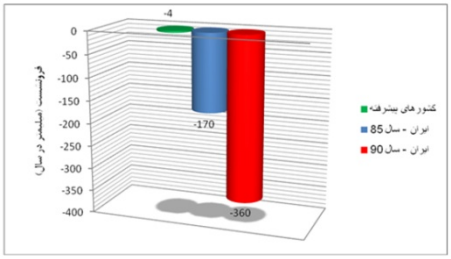
پدیده فرونشست نماد توسعه غیرپایدار؛ دلایل و آمار

حیات انسان، در زمینی که بر روی آن حضور دارد، وابسته به سه جزء اصلی، هوا، آب و خاک است. اگرچه هر نسلی برای زنده ماندن نیازمند دسترسی به منابع تامین این عناصر حیاتی می‌باشد، اما در استفاده از این منابع، باید ضمن حفظ حقوق سایر موجودات زنده، حق نسل‌های بعدی نیز محفوظ نگه داشته شود. در غیر این‌صورت توسعه غیر پایدار و یا میرا در حال وقوع است.

ازسوی دیگر هنگامی‌که یک جزء از این اجزاء به هر دلیلی از محیط خارج می‌شود ، اجزاء دیگر جای آن را پر می‌کنند. با این تعریف هنگامی‌که آب از محیط آبخوان، که خاک اشباع محسوب می‌شود حذف گردد، فضای متخلخلی ایجاد می‌گردد که در وهله اول هوا جایگزین آب می‌گردد. طبعا اگر این وضعیت ادامه داشته‌باشد، نیروی گرانشی زمین موجب نشست طبقات فوقانی خاک شده وفضای متخلخل یاد شده توسط خاک سنگین بالادست، پرشده و عملاً خاک، متراکم‌تر می‌گردد و اصطلاحاً پدیده فرونشست اتفاق می‌افتد.

هنگامی‌که مقدار خارج شدن آب از حدی معینی بیشتر شود، با تسریع فرونشست، احتمال وقوع خطراتی نظیر نشست ساختمان، پلها، جاده‌ها، شکست و وقوع اتفاقات در تاسیسات و معابر زیرزمینی افزایش می‌یابد. "طبق آمار موجود، درحالی‌که نرخ فرونشست در کشورهای پیشرفته سالانه چهار میلیمتر عنوان می‌شود، در سال ۸۵ نرخ فرونشست در ایران ۱۷ سانتی‌متر در سال بوده و در سال جاری این نرخ به ۳۶ سانتی‌متر در سال افزایش پیدا کرده است." [1]

شکل ۱- نمود ظاهری فرونشست



نمودار ۱ – مقایسه فرونشست در کشورهای پیشرفته در مقابل ایران در سالهای ۸۵ و ۹۰

موضوعی که مطرح می‌شود، یافتن دلیل این اختلاف فاحش است. همانگونه که پیشتر گفته شد، یکی از دلایل فرونشست، خروج آب از خاک می‌باشد. مصداق عینی این مسئله تحت عنوان « استحصال بی‌رویه از آبخوان دشتها » در میان اهل فن شناخته می‌شود. احداث سد بر روی رودخانه‌ها، کاهش میزان سالانه نزولات جوی و در یک کلام، کاهش جریان آب نفوذی در سطح زمین، تغذیه سفره‌های زیرزمینی را با مشکل مواجه می‌کند. ازسوی دیگر با افزایش جمعیت و به منظورتامین نیازهای آبی شهرها و روستاها، صنایع و کشاورزی، حفر چاه و استحصال آب از اعماق زمین گسترش می‌یابد. عموماً حفر چاه‌های بیشتر در نقاط مختلف راه حل سهل‌الوصولی تلقی می‌گردد. با کاهش سطح آبهای زیرزمینی، تعمیق چاه‌ها واستقرار پمپهای شناور چاه‌ها در اعماق پایین‌تر و استفاده از پمپ‌های با هد پمپاژ بیشتر در دستور کار قرار می‌گیرد. در نتیجه سطح آب در دشت‌ها و آبخوان‌های مختلف به شدت افت می‌کند. اما چون این افت‌ها در معرض دید قرار ندارد، به آن توجه نمی‌شود. "۹۰ درصد سفره های زیرزمینی کشور دارای افت ذخیره آب هستند و در دشتها سالیانه چند متر افت ذخایر آب اتفاق می‌افتد. مسائل مطرح شده در مورد دریاچه ارومیه به نحوی است که سالیانه ۲۸ تا ۳۰ سانتی‌متر افت ایجاد می شود و مقایسه افت دشتها با دریاچه ارومیه به وضوح قابل مشاهده است."[۲] " ۶۰۹ محدوده مطالعاتی در کشور وجود دارد که به جز۴۳۴ محدوده، مابقی در حاشیه کویر واقع شده یا حائز اهمیت نیستند. از این تعداد ۴۳۴ دشت، تنها ۱۰ درصد در حالت تعادل قرار دارند و ۱۵ درصد دارای افت بالایی بوده (۷۰ دشت ممنوعه دارای افت بالای ۱ متر تا ۲ متر در سال می‌باشند) و ۷۵ درصد دشتها، معادل ۳۲۷ دشت، در طول سال افت ۱ متری را تجربه می‌کنند."[۳]

نتیجه همه این موارد، فرونشست بسیار زیاد در سطح دشتهای کشور خواهد بود. اما آن‌چه حائز اهمیت است بازتعریف مدیریت تامین آب است. قطعا مدیریت تامین آب، صرفاً استفاده از پتانسیل‌های آبی جهت تامین نیازهای شرب، صنعت و کشاورزی نمی‌باشد. این تعریف شاید در بیان، مورد تایید هیچیک از دست اندرکاران صنعت آب نباشد. اما درعمل میزان پایبندی به این موضوع چقدر است؟ استفاده از برهان خلف و توجه به موضوع فرونشست، مؤید نادیده انگاشتن حدمجار استحصال آب از آبخوان‌ها ومدیریت تامین آب به عنوان یک درد مزمن تلقی می‌گردد. در این نوشتار سعی بر آن است با رویکرد مهندسی ارزش، به بررسی موضوع حجیم کردن بی‌دلیل مخازن ذخیره آب پرداخته شود و به دلیل تاثیرگذاری آن بر استحصال بی رویه از منابع تامین آب، توجهات را به بهینه کردن این ظرفیت سازی معطوف سازد. به بیان دیگر تهیه کنندگان این مقاله تلاش دارند، توجه مخاطبین محترم را به این موضوع هدایت کنند که حجیم کردن مخازن ذخیره، یک مسیر انحرافی در مدیریت تامین آب بوده و می‌تواند یکی از عوامل افزایش بی‌رویه استحصال از منابع آب باشد.

شایان ذکر است حجم مخازن موجود آب شرب در کل کشور اعم از شهرها و روستاها بالغ بر۱۷ میلیون مترمکعب می‌باشد و سالانه به‌طور متوسط ۴۵۰ هزارمترمکعب به این میزان افزوده می‌شود. با یک حساب سرانگشتی می‌توان پی‌برد که هرسال صدها میلیارد ریال صرف طراحی و اجرای چنین سازه‌هایی می‌شود. به این ارقام بایستی مشکلات استملاک اراضی و هزینه مربوط به تملک زمین جهت احداث مخازن، سازه‌های جانبی و فضاهای مورد نیاز دسترسی و... نیز اضافه شود. لذا باتوجه به اهمیت موضوع، این ضرورت احساس می‌گردد که با رویکرد مهندسی ارزش، نگاه واقع‌بینانه‌تری به شرایط حاکم بر ضوابط تعیین حجم مخازن صورت گیرد؛ به این معنی که بررسی شود آیا واقعاً درنظر گرفتن چنین احجامی ضروری است؟ و یا آیا در عمل امکان تولید چنین حجم آبی جهت ذخیره‌سازی وجود دارد یا نه؟

ازاین‌رو در ابتدا لازم است نسبت به پاره ای از مفاهیم پایه و در عین حال کلیدی اشاره شود و نقش آن ها به را به عنوان معیارهای اصلی طراحی، که چارچوب طرح های تاسیسات آب شرب را تشکیل می دهد، مورد توجه قرارداد و پس از آن به موضوع اصلی مقاله پرداخت.

مصرف و تولید آب، متغیرهای مستقل و وابسته

نظر به این‌که در شرایط فعلی، هیچ‌گونه محدودیتی در مصرف آب وجود ندارد لذا مصرف آب، متغیر مستقل محسوب می‌شود و طبعاً تولید آب را باید متغیر وابسته تلقی نمود. به بیان دیگر در شرایط حاضر،

آب باید به گونه‌ای تأمین شود که تقاضای مصرف‌کنندگان برآورده شود. بنابراین باید مصرف را باید متغیر مستقل و تولید را متغیر وابسته دانست.

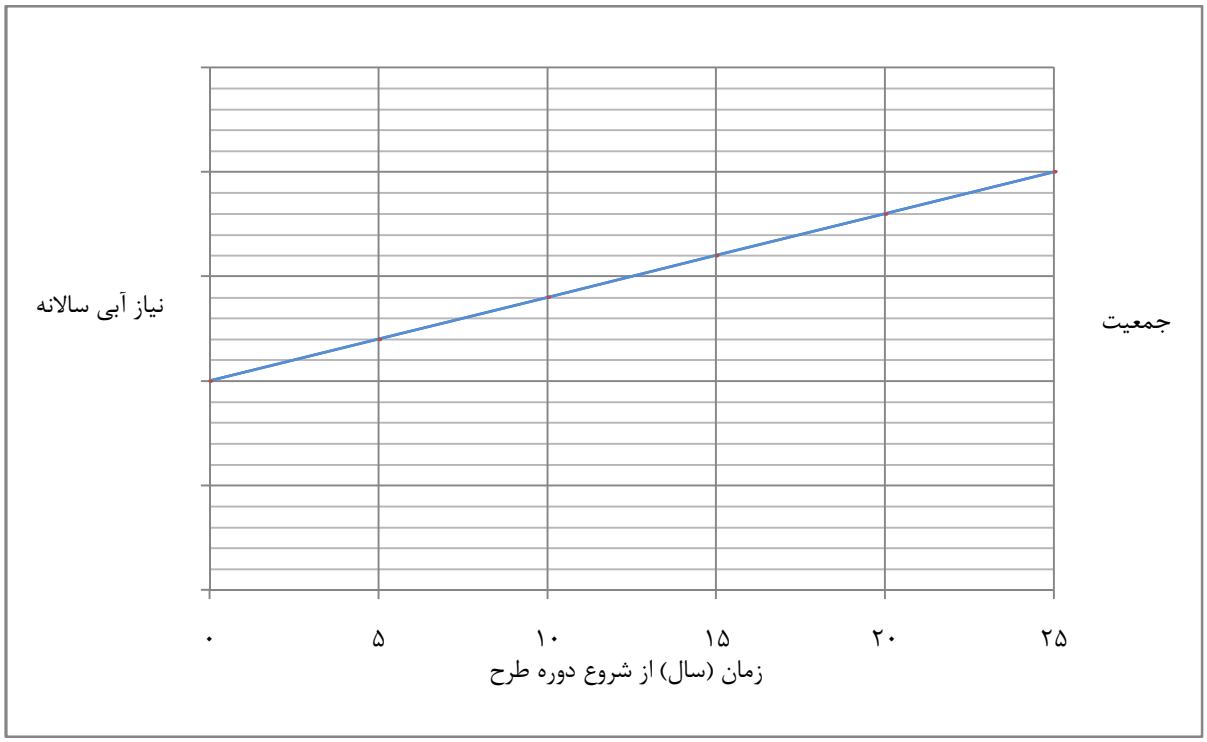
این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که در دوره طرح، رژیم تولید آب باید به گونه‌ای باشد که پاسخگوی رژیم مصرف آب باشد. بدیهی است اگر شرایط به مرحله جیره‌بندی و قطع آب برسد، مانند سیستم کوپنی، مصرف‌کننده، خود را باید با رژیم تولید هماهنگ نماید و در این صورت مصرف از حالت متغیر مستقل به متغیر وابسته تغییر ماهیت خواهد داد و تولید آب، متغیر مستقل خواهد شد. در مقاله حاضر فرض بر حفظ شرایط نرمال بوده و طبعاً مصرف آب، متغیر مستقل و تولید آب، متغیر وابسته است.

معیارهای طراحی سیستم‌های آبرسانی

براساس ضوابط موجود، اگر یک سیستم آبرسانی، متشکل از المان‌های تأمین، انتقال، ذخیره و توزیع آب درنظر گرفته شود شبکه‌های توزیع آب باید در کلیه زمان‌ها، مصارف مشترکین را تأمین کنند. لذا این بخش از سیستم‌های آبرسانی براساس حداکثر مصرف ساعتی طراحی می‌شوند و براساس مجموع حداکثر مصرف روزانه و نیاز آتش‌نشانی، طراحی انجام شده، کنترل می‌گردد.

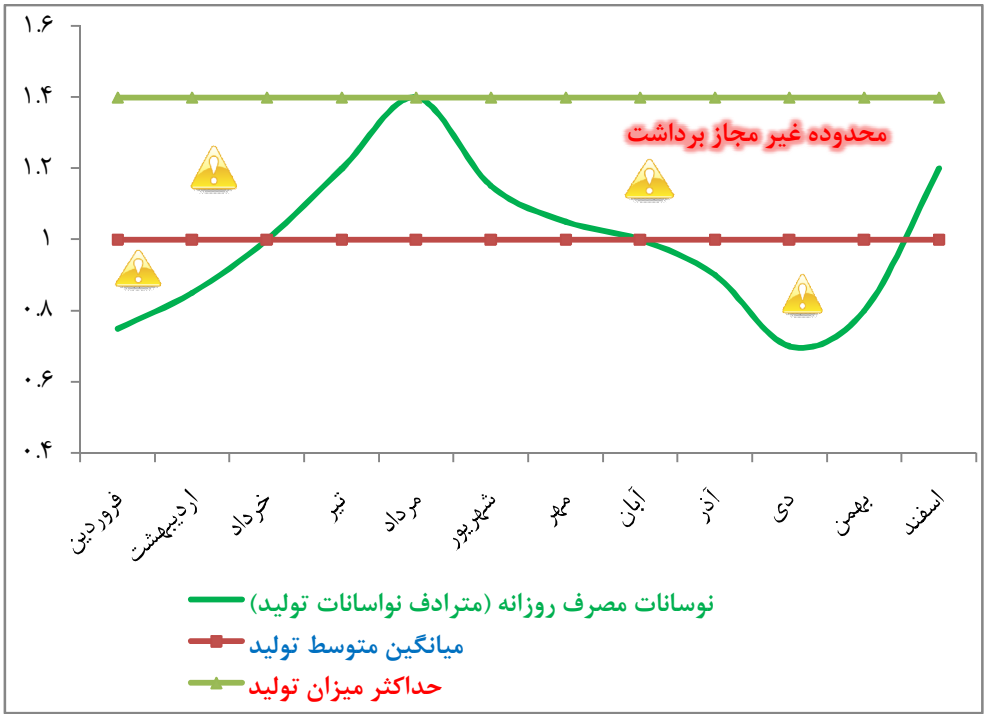
جهت طراحی خطوط انتقال آب، حداکثر مصرف روزانه ملاک عمل خواهد بود. این موضوع نیز ناشی از وجود مخزن ذخیره برای جبران نوسانات ساعتی است.

در مورد منابع تأمین آب نیز، فرض بر این است که منبع و یا منابع آبی در دسترس، حجم آب مورد نیاز برای تأمین مصرف متوسط سالیانه را دارا بوده و در عین حال این قابلیت را داشته باشند که در زمان حداکثر مصرف روزانه، امکان استحصال مقدار اخیرالذکر را فراهم نمایند. این مهم بدان معنی است که اگر در حداکثر مصرف روزانه، از منبع تأمین آب، حجمی معادل حداکثر مصرف روزانه برداشت می‌شود طبعاً برای حفظ مجموع برداشت آب در حد متوسط مصرف سالیانه، در مدت مشابهی، در نقطه قرینه، حجمی کمتر از متوسط مصرف استحصال شود تا جمع کل برداشت آب، معادل متوسط مصرف سالیانه باشد. از سوی دیگر فرض بر این است که در هر سال، میزان برداشت سالیانه، متناسب جمعیت و مصرف سرانه همان سال باشد. (نمودار ۲)



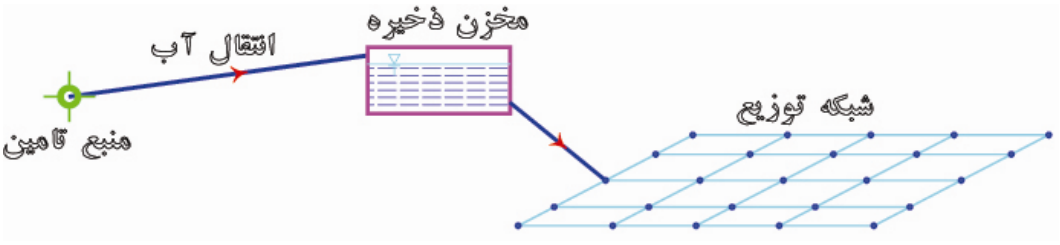
نمودار ۲- منحنی نوعی روند افزایش نیاز آبی سالیانه (نمودار منحنی‌وار قرمز رنگ، روند واقعی افزایش نیاز آبی را نشان می‌دهد.)

نمودار ۲ به عنوان یک نمودار نـوعی(تیـپ) در تمـامی طرح‌های مطالعاتی مـرتبط بـا تـامین ، انتقـال ، ذخیـره و توزیع آب تهیه می‌شود و نموداری آشـنا بـرای مهندسـین مشاور درحوزه آب‌وفاضلاب می‌باشد.آنچـه در ایـن نمـودار ملاحظه می‌گردد این است که نیاز آبی سالیانه یک کـانون جمعیتی فرضی، در طی یک دوره طرح ۲۵ ساله، به دلیـل افزایش جمعیت، حدوداً دو برابر شـده اسـت. شـایان ذکـر است همان‌گونه که پیش از این نیـز توضـیح داده شـد بـه دلیل آن‌که تولید آب، متغیر وابسته است طبعاً بـا افـزایش جمعیت و با فرض ثابت مانـدن مصـرف سـرانه، نیـاز آبـی افزایش یافته و باید برای تولید آب مورد نیـاز اقـدام نمـود. نکته حائز اهمیت این است که اگر بـرای تـأمین نیـاز آبـی یک دوره طرح اقدام می‌شود و احیانـاً دسترسـی بـه منبـع آبی فراهم می‌گردد این موضوع به منزله برداشت بـی‌رویـه آب در طول دوره طرح نمی‌باشد. به بیان دیگـر استحصـال آب از منبع آبی در دسترس، بایـد متناسـب جمعیـت هـر سال صورت گیرد و برداشت بیش از حد، بـه منزلـه وجـود اشکال در مدیریت سیستم آبرسانی مربوط می‌باشد و عـدم آسیب‌شناسی آن، مـی‌توانـد در درازمـدت منبـع آبـی را از دسترس خارج سازداین موضوع را می‌تـوان ایـن‌گونـه نیـز تبیین نمود: اگر براساس طراحی انجام شده برای یک افـق طرح، که ۲۵ سال دیگر اتفاق مـی‌افتـد، تعـدادی چـاه بـه عنوان منبع آبـی، تعیـین محـل شـده و حتـی نسـبت بـه حفاری و احیاناً تجهیز آن مبادرت شود و به منظور کاهش هزینه‌های سرمایه‌گـذاری و تسـهیل در عملیـات اجرایـی، لوله‌گذاری سیستم جمع‌آوری و انتقال آب انجام گردد، این امر بـه منزلـه مجـوز برداشـت بـی‌رویـه آب از منبـع آبـی نمی‌باشـد. ایـن مهـم بایـد در همـاهنگی بـین واحـدهای مهندسی و بهره‌برداری شـرکت‌هـای آب و فاضـلاب اتفـاق بیفتد. نمودار ۳، همان نمودار ۲ است؛ با ایـن تفـاوت کـه نوسانات را طی یک سال نشان مـی‌دهـد. در ایـن نمـودار، تغییرات رژیم تولید در ماههای مختلف نشان داده شده که سطح بالای این نمودار تحت عنوان «محدوده‌های غیرمجاز برداشت» مشخص شده اند.



نمودار ۳- منحنی نوعی نوسانات مصرف روزانه که مترادف نوسانات تولید است.

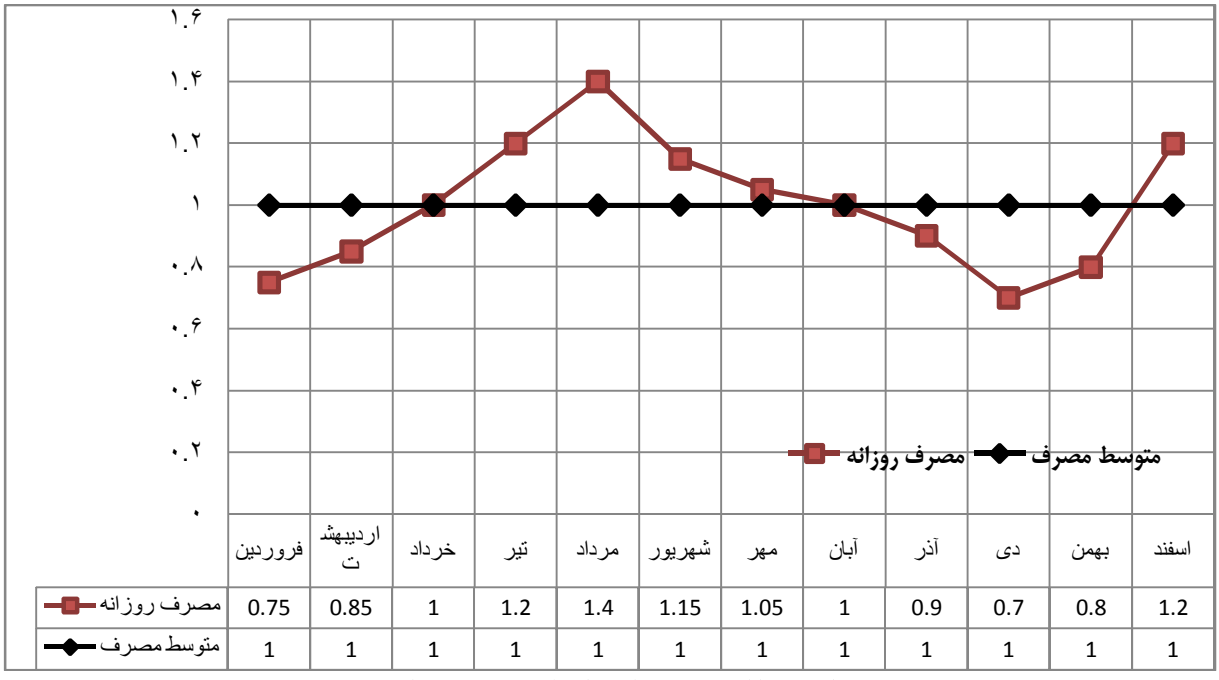
خلاصه این مفاهیم پایه و کلیدی را می‌توان در تصویر زیر ملاحظه نمود:



سیستم توزیع آب	سیستم انتقال آب	سیستم تأمین آب
طراحی: حداکثر مصرف ساعتی کنترل: حداکثر مصرف روزانه + نیاز آتش‌نشانی	طراحی: حداکثر مصرف روزانه	طراحی: متوسط مصرف سالانه

شکل ۲ – سیستم آبرسانی و ضوابط کلی طراحی و کنترل

در نمودار ۴، نوسانات نوعی مصرف روزانه طی یک دوره یک ساله نشان داده شده‌است. البته به منظور ساده‌سازی نمودار فرض شده‌است در مدت یک ماه، مصارف روزانه تغییری نداشته و ثابت باشد. بطور مثال در کل مرداد ماه، فرض شده است که حداکثر مصرف روزانه، ۱/۴۰ برابر متوسط مصرف روزانه، باشد. اعداد نشان داده شده در نمودار فوق‌الذکر همان ضریب مصرف روزانه می‌باشد که در اوج خود، حداکثر مصرف روزانه خواهد بود. نکته دیگر در مورد این نمودار آن است که سطح زیر دو نمودار مشکی و قرمز با یکدیگر برابر خواهد بود که مبین تعادل و بالانس در میزان تولید و مصرف می‌باشد.

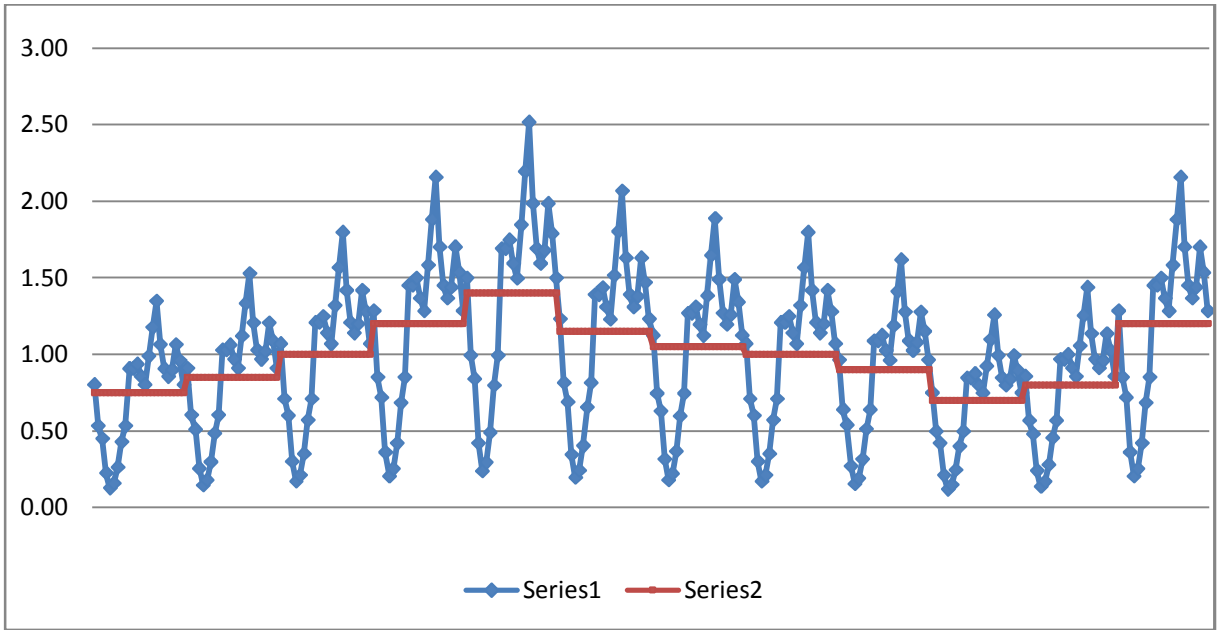


	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
مصرف روزانه	0.75	0.85	1	1.2	1.4	1.15	1.05	1	0.9	0.7	0.8	1.2
متوسط مصرف	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

نمودار ۴، نوسانات نوعی مصرف روزانه طی یک دوره یکساله

در نمودار ۵، نوسانات ساعتی که در هر ۲۴ ساعت اتفاق می‌افتد به نمودار ۴، اضافه شده‌است. لازم به توضیح است بازه زمانی‌ای که منحنی پلکانی مصرف روزانه نمایش می‌دهد، در هر پله معادل یک ماه است ولی منحنی مصرف ساعتی در همان پله، نوسانات ساعتی مصرف را در ۲۴ ساعت نمایش می‌دهد. به بیان دیگر، به منظور ساده‌سازی نمودار اولاً فرض شده‌است که نوسانات روزانه در طی یک ماه وجود نداشته باشد و ثانیاً نوسانات ساعتی مصرف در ایام یک ماه نیز یکسان در نظر گرفته شده‌است. لازم به توضیح است در صوت دسترسی به مقادیر واقعی

این نوسانات اگرچه شکل نمودار دچار تغییر خواهد شد ولی ماهیتاً به همین صورت خواهد بود.



نمودار ۵، وضعیت نوعی نوسانات مصرف ساعتی و روزانه (جهت برآورد تولید) طی یکسال

همان‌گونه که در نمودار ۵ ملاحظه می‌گردد مشابه نمودار ۴ حداکثر مصرف روزانه در مرداد ماه اتفاق افتاده است و ضریب مربوطه ۱/۴ است و با توجه به این‌که ضریب حداکثر مصرف ساعتی نیز ۱/۸ منظور شده است، در اوج مصرف ساعتی، نیاز لحظه‌ای آب ۲/۵۲ برابر نیاز متوسط است. شایان ذکر است نوسانات مصرف (به عنوان متغیر مستقل)، نوسانات تولید لحظه‌ای آب (معادل حداکثر مصرف روزانه) را رقم می‌زند و روند تغییرات تولید لحظه‌ای آب به گونه‌ای است که اگر در فصول گرم سال در اوج قراردارد، ضرورتاً در فصول سرد و کم‌مصرف سال باید در نقطه حضیض قرار گیرد تا میانگین آن به عدد یک برسد.

معیار پیشنهادی برای تعیین حجم مخازن ذخیره

در نوشتار حاضر، ضابطه‌ای برای تعیین حجم مخازن ذخیره ارائه می‌شود که متکی بر مدل‌سازی‌های متعدد در طرح‌های مطالعاتی مختلف می‌باشد. مدل‌هایی که از منبع تأمین تا شبکه توزیع آب را به عنوان یک سیستم آبرسانی، به صورت یکجا و در کنار هم، شبیه‌سازی و یا طراحی نموده است. این ضابطه پیشنهادی که جهت جایگزینی با معیارهای موجود اعم از نشریه ۳-۱۱۷ و نسخه بازبینی شده آن باعنوان پیش‌نویس نشریه ۳۸۰-الف ارائه می‌گردد، مشابه هر نظریه دیگری که با رویکرد اصلاح معیارهای طراحی متداول مطرح می‌شود، می‌بایست پاسخگوی معیارها وباورهای موجود باشد. لذا در این مقاله سعی بر آن است که ضمن تشریح ضابطه پیشنهادی، برای کلیه سوالاتی که ممکن است در ذهن کارشناسان و دست‌اندرکاران محترم مطرح شود، جواب‌های قانع کننده ارائه شود.

بر اساس باور عمومی طراحان سیستم‌های آبرسانی، المانهای تشکیل‌دهنده حجم مخزن، عبارتند از:

- حجم مورد نیاز برای جبران نوسانات ساعتی
- حجم مورد نیاز برای تأمین نیازهای آتش نشانی

حجم مورد نیاز برای تأمین آب در مواقعی که آب ورودی به مخازن قطع شود. این موضوع برای شکستگی و صدمات وارده به مجاری و خطوط آبرسانی یا از کار افتادن تلمبه‌ها و انجام تعمیرات و غیره در نظر گرفته می‌شود.

البته بعضاً در مورد حجم به دست آمده برای بهینه‌سازی مصرف انرژی، که در زمان اوج مصرف برق برای جبران خاموشی برنامه‌ریزی شده الکتروپمپ‌ها در نظر گرفته می‌شود، این‌گونه مطرح می‌شود که این حجم را باید با مقدار حجم ذخیره اضطراری مقایسه‌کرد، و بزرگترین مقدار را ملاک محاسبه قراردهند.

شایان ذکر است در شرایط موجود مجموع احجام المان‌های چهارگانه فوق‌الذکر، به عنوان ضریبی از حداکثر مصرف روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد و حتی تا ۸۰ درصد حداکثر مصرف روزانه در سال مقصد نیز توصیه شده‌است.

مخزن آب ، راهکاری برای جبران نوسانات ساعتی

ازآنجایی که در سیستمهای آبرسانی، الگوی مصرف به عنوان یک طیف داده، نوسانات مصرف را طی زمانهای مختلف بازگو می‌نماید، لذا رژیم خروج آب از مخازن، متغیر می‌باشد. اما الگوی تأمین و تولید آب با توجه به میزان مشخص برداشت آب از منابع در دسترس، چنین نوسانی را در همان بازه زمانی در خود ندارد؛ البته با توجه به توضیحات قبلی باید اذعان داشت نوسانات تولید آب را مشابه نمودار۳، باید در یک بازه بزرگ‌تر (مثلا" یک سال) ملاحظه نمود. بنابراین لازم است ارتباطی بین این دو متغیر مستقل و وابسته (الگوی مصرف و تولید آب) برقرار باشد تا سیستم تامین و توزیع آب بصورت پیوسته و پویا دارای تعادل باشد. از این رو تعبیه مخزن ذخیره آب جهت جبران نواسانات ساعتی مصرف یک راه حل مناسب قلمداد می‌شود.

موضوعی که درخصوص پیش‌بینی حجمی در مخزن با هدف جبران نوسانات ساعتی، ناشی از تفاوت دبی‌های ورودی و خروجی حائز اهمیت است این است که دبی ورودی می‌بایست براساس حداکثر مصرف روزانه طراحی شود ولی طبق توضیحات قبل، این امر به منزله آن نیست که دبی ورودی، در کل دوره طرح ثابت است. به بیان دیگر ظرفیت انتقال آب، صرفاً برای سال مذکور است و حتی در بازه یک‌ساله سال پایانی طرح، این مقدار صرفاً برای ماه‌های پرمصرف سال منظور می‌گردد. طبعاً در بازه یک ساله سال پایانی طرح نیز نوسان تولید آب باید به گونه‌ای باشد که میانگین تولید یک سال در حد متوسط مصرف آن سال (با احتساب تلفات) باقی بماند. به بیان دیگر اگر در تابستان، تولید آب براساس حداکثر مصرف روزانه، صورت می‌پذیرد باید در زمستان در نقطه قرینه، تولید آب انجام شود تا استحصال سالانه آب بیش از میانگین مصرف سالانه انجام نگیرد (به نمودار ۳ مراجعه شود). این موضوع در طول دوره طرح نیز صادق است یعنی باید برای استحصال آب اولاً یک رژیم متغیر در هر سال درنظر گرفت و ثانیاً یک روند معمولاً رو به رشدی تا سال پایانی طرح منظور داشت. اگر چه برای تعیین حجم مورد نیاز برای جبران نوسانات ساعتی، بایستی به طور موردی به رژیم‌های تولید و مصرف آب هر مخزن توجه داشت ولی تجربه نشان می‌دهد که با پیش‌بینی حجمی معادل ۲۰ درصد حداکثر حجم مصرف روزانه، این مسئله قابل مدیریت است و اختلالی در عملکرد سیستم آبرسانی بروز نمی‌کند.

عدم نیاز به پیش‌بینی حجمی جداگانه برای ذخیره آتش‌نشانی

لازم به یادآوری مجدد است که براساس ضوابط موجود، شبکه توزیع آب به عنوان یکی از المان‌های سیستم آبرسانی، در زمان اطفای حریق می‌بایست قابلیت آبگذری معادل حداکثر مصرف روزانه به‌علاوه نیاز آتش‌نشانی را داشته باشد. بنابراین لزوماً آبگذری شبکه در زمان آتش‌سوزی، بیشتر از آبگذری در حالت حداکثر مصرف ساعتی نمی‌باشد. این مهم از آن جهت حائز اهمیت است که اگر شبکه توزیع آبی می‌تواند در حالت بیشینه مصرف ساعتی، نیاز خود را تأمین نماید و دچار کم آبی نشود، به طریق اولی برای مصارف کمتر نیز دچار مشکل نخواهد شد.

حال با توجه به این توضیح می‌توان نسبت به تصحیح تلقی موجود مبادرت نمود. براساس معیارهای فعلی، فرض بر این است که برای اطفای حریق باید حجمی را که تأمین‌کننده نیاز آتش‌نشانی (حاصلضرب دبی خروجی از شیرهای آتش‌نشانی در مدت آتش‌سوزی) است محاسبه و به حجم تعیین شده ناشی از جبران نوسانات ساعتی اضافه کرد. در حالی که اگر قرار بر این باشد که در زمان آتش‌سوزی، آبگذری شبکه در حد بیشینه مصرف روزانه بعلاوه نیاز آتش‌نشانی محدود شود، ضرورتی به حجم مازاد نیست. به بیان دیگر این حجم را می‌توان زیرمجموعه‌ای از حجم مورد نیاز برای نوسانات ساعتی تلقی نمود.

نکته حائز اهمیت دیگر این که در پیش نویس نشریه ۳۸۰-الف این‌گونه آمده است برای مخازنی که انواع مختلف بافت شهری را زیر پوشش قرار می‌دهند (یعنی تقریباً کلیه مخازن شهری) ۳۶۰۰ مترمکعب به حجم مخزن اضافه کرد. قطعا با توجه به توضیحات فوق، مشخص می‌گردد عدم توجه به مهندسی ارزش وتصور

ایجاد حاشیه امنیت برای عملکرد سامانه آبرسانی، موجب بسط این تفکرات شده که دستاوردی به جر حجیم کردن مخازن و اتلاف منابع کشور به همراه نخواهد داشت و از هر حیث، ناصواب بودن آن آشکاراست.

عدم نیاز به حجم موسوم به ذخیره اضطراری در مخزن

در مورد این حجم، نشریه ۳-۱۱۷ این‌گونه توضیح می‌دهد:

"این حجم باید قادر باشد در صورت قطع شدن جریان آب ورودی مخازن، آب مورد نیاز شبکه مربوط را تأمین کند."

در جمله فوق یک اشکال اساسی وجود دارد و آن این‌که اگر جریان ورودی به مخزن قطع شود طبعاً آبی وارد مخزن نشده و به طریق اولی نیازمند فضایی برای ذخیره‌سازی نمی‌باشد. به بیان ساده‌تر اگر این حجم در مخزن پیش‌بینی شود وقتی جریان آب ورودی، به دلایل مختلف از جمله شکستگی و صدمات وارده به خطوط آبرسانی، به صفر برسد چگونه می‌توان به آن متکی بود؟ منظور این است که آیا این حجم را نباید "پر از خالی" تلقی نمود؟ این موضوع را می‌توان در مثال‌های ساده‌ای تشریح نمود. به عنوان نمونه اگر یک سالن با تعدادی صندلی برای تماشاچیان درنظر گرفته شود و به صورت ناگهانی درهای ورودی به سالن دچار اشکال شده و امکان ورود به سالن مسدود شود، آیا وجود ۶۰-۴۰ درصد صندلی اضافه، مشکلی را حل می‌کند؟ به بیان دیگر اگر مدیریت سالن برای شرایط اضطراری اینچنینی، که تماشاچی نمی‌تواند وارد سالن شود در داخل سالن تعدای صندلی اضافه، تعبیه کرده باشد کسی می‌تواند از این صندلی‌ها، استفاده نماید؟ بدیهی است که پاسخ منفی است چون وقتی درهای ورودی سالن به صورت ناگهانی و پیش‌بینی نشده، مسدود شوند اصولاً فردی وارد سالن نمی‌شود که احتیاج به صندلی داشته باشد. لذا پیش‌بینی این صندلی‌های بلااستفاده چیزی جز اتلاف سرمایه نمی‌باشد. این موضوع را می‌توان برای مثال‌های دیگر هم تعمیم داد و به همین نتیجه رسید. لذا بدیهی است حتی اگر چنین حجمی درمخزن لحاظ شده باشد، در صورت قطع جریان آب ورودی، تغییری در نتیجه امر اتفاق نخواهد افتاد و شرایط اضطراری ایجاد شده به قوت خود باقی خواهد ماند.

اگر هم بر فرض محال، ادعا شود که باید از ابتدا این حجم آب را در مخزن، ذخیره نمود و در کارکرد مخزن، تراز حداقل برای کنترل ورود آب به مخزن را متناظر حجم یاد شده درنظر گرفت، آنگاه باید پذیرفت که آب استحصال شده، در فاصله زمانی زیادی مصرف شود و این موضوع از نظر بهداشت آب (به لحاظ ایجاد طعم و بو) مردود است. شایان ذکر است در این شرایط، زمان‌ماند آب، تابعی از حجم منظور شده فوق‌الذکر و رژیم مصرف خواهد بود و طبعاً هرچقدر دبی خروجی مخزن کمتر باشد به منزله بالا رفتن زمان ماند آب در مخزن بوده و مشکل ایجاد طعم و بوی نامطلوب تشدید خواهد شد. به بیان دیگر در فصول کم‌مصرف، این مشکل جدی‌تر خواهد گردید.

المان بهینه‌سازی مصرف انرژی، نتیجه‌ای مغایر با مدیریت تامین آب درشرایط فعلی

این مورد، که مورد توجه طراحان بوده واخیرا در پیش نویس نشریه ۳۸۰- الف مطرح گردیده است، نتیجه‌ای به همراه خواهد داشت که مغایرت کامل با مدیریت تامین آب در شرایط فعلی آبی کشور دارد:

اولاً کاهش ساعت پمپاژ، به منزله افزایش دبی پمپاژ است. افزایش دبی پمپاژ نیز در صورتی میسر می‌گردد که ظرفیت‌های بیشتری برای استحصال آب ایجاد شده باشد. به عنوان مثال اگر قرار است در ساعات اوج مصرف برق، به پمپ ها خاموشی داده شود وبه عنوان مثال به جای ۲۴ ساعت، ۱۸ ساعت استحصال صورت گیرد باید به نسبت ۲۴ به ۱۸ (یعنی ۱/۳۳ برابر یا ۳۳ درصد بیش از ظرفیت ۲۴ ساعته) ظرفیت‌سازی برای استحصال آب صورت پذیرد. سوالی که مطرح است این است که آیا اگر مثلاً در آبخوان‌ها، تعداد ۳۳ درصد چاه، بیش‌تر حفاری شود ریسک افزایش حجم آب استحصالی به همین میزان، وجود ندارد؟ به بیان دیگر اگر به تعداد چاه‌های در اختیار بهره‌برداران محترم ۳۳ درصد افزوده شود احتمال آنکه از کل چاه‌ها به صورت ۲۴ ساعته بهره‌برداری شود، دور از ذهن است؟ تهیه کنندگان این نوشتار با توجه به شرایط فعلی بهره‌برداری، وضعیت آبخوان‌های کشور و تعدد دشت‌های ممنوعه و ... این رویکرد را تقابل آشکار با مدیریت تامین آب تلقی کرده و به هیچ وجه ، آن را به مصلحت شرایط فعلی آبی کشور نمی‌دانند.

ثانیا" اگر در جایی مشکل بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی وجود نداشته باشد، آیا آن‌گونه که عنوان می‌گردد، این حجم باید با حجم محاسبه شده برای جبران نوسانات ساعتی، جمع شود؟ آن‌چه در پیش‌نویس نشریه ۳۸۰-الف آمده است مبین این ایده است که این حجم باید با حجم مورد نیاز برای ذخیره اضطراری مقایسه و عدد بزرگتر انتخاب گردد. یعنی باید به عنوان یک المان حجمی به حجم متعادل کننده (جبران نوسانات ساعتی) اضافه شود.

اما چنانچه دقت شود ملاحظه می‌گردد که رژیم ورودی هر مخزن ، ۲۴ ساعته ویا کمتر است. یعنی نمی‌توان به‌طور توامان هردو رژیم را برای جریان آب ورودی به مخزن ذخیره درنظر گرفت. بدین ترتیب اگر ساعت پمپاژ کمتر از ۲۴ ساعت منظورشود، چون حجم مورد نظر در زمان کمتری وارد مخزن می شود لذا باید ظرفیت بیشتری برای ذخیره سازی آب پیش‌بینی نمود. شیوه محاسبه این حجم نیز بسیارساده و از طریق منحنی تفاضل تجمعی جریان‌های ورودی وخروجی مخزن می‌باشد. بنابراین اگر در رژیم ورودی، خاموشی پمپ لحاظ شد وحجمی برای این رژیم محاسبه شد ماهیتاً نمی‌توان برای نوسانات ساعتی هم حجمی لحاظ کرد.چون ماهیت این دو حجم، یکسان بوده و نباید آن‌ها را متفاوت از هم تلقی نمود و درصورت خاموشی پمپ‌ها درساعات اوج مصرف برق، باید حجم متعادل کننده را که برای جبران نوسانات ساعتی مصرف محاسبه شده است را زیر مجموعه این حجم تلقی نمود. به عبارت دیگر حتی اگر از نظر وضعیت منابع آبی و ظرفیت استحصال آب، امکان خاموشی چند ساعته پمپ‌ها میسر باشد می‌بایست حجم محاسبه شده برای این المان جایگزین المان حجم متعادل کننده باشد.

ضرورت‌کاربرد مهندسی ارزش جهت اجتناب ازحجیم کردن بی رویه مخازن ذخیره آب

آنچه در این نوشتار به آن پرداخته شد، مبین این موضوع بود که به دلیل هزینه‌های بسیار زیادی که سالانه در سطح شهرها و روستاهای کشور، برای احداث مخازن ذخیره آب می‌شود طبعا با رویکرد مهندسی ارزش معیارهای طراحی موجود، بازبینی شوند ظرفیت واقعی مخازن ذخیره، به نحو چشمگیری کاهش یافته و در ضمن با جلوگیری از بخشی‌نگری‌های موجود، استحصال بی‌رویه آب نیز به نحو مطلوبتری مدیریت می‌شود.لذا حجم محاسباتی مخازن ذخیره آب، که مبتنی بر مهندسی ارزش تعیین می‌گردد:

صرفاً باید برای جبران نوسانات ساعتی درنظر گرفته شود. منظور نمودن ظرفیت جداگانه برای ذخیره آتش-نشانی مردود است و نباید این موضوع را مسئله‌ای جداگانه درنظر گرفت و اساساً تامین نیاز آتش‌نشانی، در ذات شبکه طراحی شده برای حداکثر مصرف ساعتی وجود دارد. پیش‌بینی حجمی اضافه برای قطع جریان ورودی به مخزن، استنباطی اشتباه از موضوع بوده و طبعاً هیچ‌گونه کمکی به مدیریت آبرسانی نخواهد کرد. المان بهینه‌سازی مصرف انرژی نیز ازیک سو راه را برای استحصال مضاعف باز می‌کند که مغایر مدیریت تامین است و از دیگر سو باید تلقی درستی از المانهای مختلف مرتبط با ذخیره آب داشت وآنگاه آن را به کار بست.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

قانع شدن به وضع موجود در تعیین حجم مخزن در ضوابط جاری کشور، و عدم توجه به مهندسی ارزش درراستای بازنگری فنی در برخی از آنها علیرغم توسعه فن‌آوری‌ها و گسترش علوم مختلف، می‌تواند باعث فاصله گرفتن از روشهای بهینه طراحی، اجرا، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری شود. مجموعه مطالب ارائه شده در این نوشتار، که ماهیتاً نگاهی متفاوت به مقوله بهینه‌سازی حجم مخازن ذخیره آب داشته است، شاید جزء اولین اظهارنظرهای فنی و کارشناسانه در این زمینه به حساب بیاید. در این مقاله المانهای اصلی تعیین حجم مخازن، شامل حجم نوسانات ساعتی، حجم ذخیره آتش‌نشانی، حجم ذخیره اضطراری و حجم ذخیره بهینه‌سازی مصرف انرژی، مورد بررسی قرار گرفت و تلقی دیگری از آنچه تاکنون وجود داشته است ارائه گردید.

بطور خلاصه، می‌توان گفت به غیر از حجم ذخیره جهت جبران نوسانات ساعتی که عموما معادل ۲۰٪ حداکثر مصرف روزانه می‌باشد، سایر المان‌ها از منظر این مقاله فاقد توجیه کافی بوده و لذا دلیلی برای درنظرگرفتن آنها در تعیین حجم مخازن ذخیره آب وجود ندارد. با چنین استنتاجی، حجم مخازن ذخیره سیستم‌های آبرسانی کاهش چشم‌گیری خواهد داشت که این مسئله در کاهش هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری(اعم از تملک و

احداث) و نیز هزینه‌های سالیانه برای بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری نقش اساسی بازی خواهد کرد.

نکته حائز اهمیت دیگرکه شاید در مواجهه با بهره-برداران زیادی، این موضوع مطرح شود این است که مخازن حجیم‌تر امکان ذخیره آب بیشتری را فراهم می-کند و کاهش این حجم، به منزله آسیب‌پذیری سامانه آبرسانی، از لحاظ ذخیره‌سازی آب و تحدید حاشیه امنیت تلقی می‌شود. اما آنچه به صراحت باید به آن توجه نمود، این است که در معیارهای فنی موجود، این احجام بسیار دست بالا در نظر گرفته می‌شوند و علی‌الاصول در صورت وفادار بودن به این معیارها، مخازن نمی‌بایست پرشوند واگر درمواردی خاص این وضعیت مشاهده شود، اولاً ازنظر کیفی به مفهوم نادیده انگاشتن الزامات کیفیت آب شرب بوده و به منزله عرضه آب‌ذخیره شده با زمان ماند بسیارزیاد خواهد بود و ثانیاً ازنظر کمی، رژیم واقعی استحصال آب ، مغایر با رژیم محاسباتی ومجاز می‌باشد، که این موضوع نیز مغایر با مدیریت تامین آب و توسعه پایدار می باشد.

واژه‌های انگلیسی و فارسی به ترتیب استفاده در متن:

۱- جواد بلورچی، رئیس گروه مهندسی زمین‌شناسی کشور، همایش توانمندیهای زمین‌شناسی و معدنی غرب کشور ، سنندج- آبان ۱۳۹۰