



## میزگرد منابع آب جایگزین در ساختمان‌ها دانشکده فنی دانشگاه تهران، سه شنبه ۹۷/۱۲/۱۴



### اعضای میزگرد:

- دکتر اکبرزاده: عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات آب
- دکتر تابش: استاد دانشگاه تهران و رئیس هیئت مدیره انجمن آب و فاضلاب ایران (مدیر جلسه)
- مهندس جمالی: مدیرعامل شرکت راهدان سما (مشاور طرح)
- دکتر صرافزاده: دانشیار دانشگاه تهران و رئیس کرسی یونسکو در بازیافت آب
- دکتر فاضلی: عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
- دکتر یارقلی: عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات جهاد کشاورزی

دانشگاه برای هم‌اندیشی‌ها و با بضاعت علمی موجود در دانشگاه به تصمیم‌گیری بهتر و اجرای بهتر تصمیمات در زمینه آب کمک شود. به همین منظور انجمن چند کمیته تخصصی دارد شامل بازیافت آب، تلفات آب و کیفیت آب. این جلسه با همت کمیته تخصصی بازیافت آب تشکیل شده است. به آگاهی می‌رساند با توجه به ضرورت چاره‌اندیشی در مسائل مرتبط با بحران آب قراردادی بین معاونت آب و آبفای وزارت نیرو با مهندس مشاور منعقد شده بود تا ضوابطی برای استفاده از آب بازچرخانی شده در ساختمان‌ها تدوین شود. نتیجه این مطالعات در وزارت نیرو با حضور مشاور و کارشناسان به بحث گذاشته شد که انجمن آب و فاضلاب ایران یکی از مدعوین این جلسات بود. هدف از این میزگرد این است که بحث درباره این مطالعات عمومی‌تر شود و بتوان از نظرات بیشتری استفاده کرد تا طرح پخته‌تر شود و در اختیار وزارت نیرو قرار گیرد تا از مجموعه این نظرات و مباحث استفاده لازم را ببرند و بهترین تصمیم اتخاذ شود. در ابتدا از آقای مهندس جمالی خواهش



**دکتر تابش:** به نام خدا. ضمن تبریک روز آب. همان‌طور که می‌دانید آب یکی از چالش‌های اصلی کشور است و آب اضافه هم نداریم. در نتیجه باید از منابع موجود استفاده کنیم و چون محدود است در نتیجه باید از راه‌کار مدیریت مصرف و کاهش تقاضا و ساز و کارهای دیگری مانند بازچرخانی و .... استفاده کرد. انجمن آب و فاضلاب ایران تلاش می‌کند با ایجاد ارتباط بین صنعت و دانشگاه و استفاده از پتانسیل‌های موجود در

می‌کنم خلاصه‌ای از طرح را ارائه کنند و سپس بحث پیرامون طرح با حضور اعضای کمیته بازیافت انجمن و سایر حضار ادامه می‌یابد.



**مهندس جمالی:** ضمن عرض سلام به اطلاع می‌رساند هدف اولیه طرح، انجام مطالعات کتابخانه‌ای و تدوین راهنمای پشتیبان برای اجرای بازیابی آب خاکستری و برداشت آب باران در ساختمان بود. در وزارت نیرو فرض اولیه بر این بود که این کارها مطلوب هستند و ما به دنبال جزئیات انجام آن بودیم و بررسی این که چرا باید این کار انجام شود. بعد از سال اول مطالعه، اهداف مطالعه به مطالعات پیشا قانون‌گذاری تغییر کرد (علی‌رغم وجود قوانینی در وزارت نیرو، این مطالعه به سمتی پیش رفت که انگار قوانینی وجود ندارد و نیاز به تصحیح دارد). برای این امر بالغ بر ۳۵۰ آیین نامه، کتاب، راهنما و ... بررسی و در نهایت راهنمایی تهیه شد که در سه بخش تنش آبی، بازیابی آب خاکستری و برداشت آب باران بود.

آب خاکستری به پساب تولیدی آشپزخانه، حمام، روشویی و ماشین لباسشویی گفته می‌شود که بار آلودگی کمتری دارد. در اغلب مناطق دنیا فقط پساب حمام و روشویی را آب خاکستری می‌دانند که آب خاکستری سبک نامیده میشوند و کمترین بار آلودگی را دارند. کم بودن بار آلودگی خیلی غیرفنی است و پیچیدگی‌های زیادی وجود دارد.

بازیابی آب خاکستری بحث سهلی است و حجم عظیمی از منابع فنی متنوع موجود و قابل دسترس است. ولی طبق بررسی ما اسناد موجود در اینترنت مربوط به زمانی است که تصمیم راجع به استفاده از بازیابی آب خاکستری گرفته شده است. یعنی افراد علاقه‌مند به این که مصرف را کاهش دهند و مصرف سرانه را کم کنند، بازیابی آب خاکستری را به عنوان راه کار در نظر گرفته‌اند و برای چارچوب‌دهی به آن و کنترل خطرات آن، دولت‌ها آیین‌نامه‌هایی را تدوین کرده‌اند و خیلی کم برعکس این مورد عمل شده است. یعنی بخش عمومی

تشخیص داده است که بازیابی آب خاکستری خوب است و بررسی کرده که خوب است یا خیر و بعد از آن آیین‌نامه‌های لازم تهیه شده‌اند و این کارهای پیشا قانون‌گذاری انگشت شمارند.

اجزای اصلی مصرف خانگی: سه مورد از این سبدها در گزارش ارائه شده و یک نمونه به عنوان مثال آورده شده است. در مناطق مختلف این تفکیک متفاوت ولی حالت غالب آن‌ها یکسان است. هدف از بازیابی خاکستری چیست؟ این که قسمت‌های کم رنگ خاکستری را برای مصارفی همچون سیفون توالت و آبیاری استفاده کنند.

کیفیت آب خاکستری: بار آلودگی کمتری دارند ولی بعضی پارامترها عدد بالایی داشته و مطلوب نیستند و خطرات بهداشتی و زیست‌محیطی دارند. مثلاً کم بودن نیتروژن هم مطلوب نیست زیرا باعث سخت شدن تصفیه می‌شود (آب خاکستری نیتروژن پایینی دارد). در نتیجه بدون تردید موضوع جدید و شیکی است و منطبق با معیارهای زیست‌محیطی است (به ظاهر) ولی در عمل دشواری‌های زیادی دارد.

بازیابی آب خاکستری براساس آیین‌نامه‌های معتبر جهانی: آب خاکستری تصفیه نشده در جهان فقط یک کاربرد دارد (آبیاری زیرسطحی). در صورت بازیابی آب خاکستری فقط شوینده‌های فاقد کلر، هیدروکلریک و ... قابل استفاده‌اند. وگرنه باید آن‌ها را فاضلاب دانست و اگر آب خاکستری باشند می‌توانند پیش از تصفیه در آبیاری سطحی، استفاده در سیفون‌ها (بدون تصفیه و فقط در محل) به کار گرفته شوند و یا حتی برای شستشوی لباس (پس از تصفیه تا استاندارد لازم) معیارهای آن‌ها خیلی سخت‌گیرانه و نزدیک به آب آشامیدنی است.

انواع سامانه‌های بازیابی آب خاکستری (طبق استانداردهای مختلف): بازخورد اجتماعی بازیابی آب خاکستری. از نگاه غیرمتخصص این موضوع خیلی جذاب است و صرفه‌جویی به حساب می‌آید و در اغلب کارهایی که در زمینه آب خاکستری انجام شده همین نگاه بوده که این چه کار خوبی است و چارچوب‌ها بعداً شکل گرفته‌اند.

چالش‌های فنی بازیابی آب خاکستری برای پرکردن سیفون‌ها: نیاز به لوله کشی تحت فشار است. مصرف آب در سیفون‌ها در ساعات مختلف متفاوت است. در نتیجه نیاز به مخزن ذخیره داریم و نگهداری آن دشوار است (بو، باکتری‌ها و غیره). روش‌های بازیابی آب خاکستری (در راهنمای مختلف).

مخاطرات بازیابی آب خاکستری: در بحث بازیابی آب خاکستری مخاطرات جدی زیست‌محیطی و بهداشتی وجود دارد.

ملاحظات زیستی‌محیطی: عوارض بازیابی آب خاکستری باید به‌عنوان یک راه‌کار بلندمدت و نه موقت بررسی شوند.

مراحل ارزیابی مخاطرات بهداشتی ناشی از عوامل میکروبیولوژیک: تیپ استاندارد دارد و در راهنما توضیح داده شده و راهنما هم از طرف وزارت نیرو در دسترس است. مخاطرات اجزای مختلف در بحث بازیابی آب خاکستری بررسی میشود و به‌صورت عددی تحلیل می‌شود. درنهایت اگر از سطح استانداردهای لازم بهتر باشد، قابل استفاده است.

سطح ۱:۱۰۰۰۰۰۰ از طرف سازمان جهانی بهداشت تشخیص داده شده که مقدار مخاطرات قابل قبول برای خطرات بهداشتی ناشی از آب است. با این استاندارد براساس معیار DALY (مقدار روزی که از عمر جامعه به‌علت عوامل بیماری‌زا کم می‌شود) و این نباید از ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بیشتر باشد، یعنی از یک میلیون روز، یک روز. بعد از بررسی‌ها برای آب خاکستری یک سری روش‌ها داریم که مثلاً یکی از آن‌ها این است که چند عامل بیماری‌زای مطرح را که بیشتر در جامعه شایع هستند، به‌عنوان معیار استفاده می‌کنند. یکی از مشهورترین آن‌ها ویروس اسهال خونی کودکان (روتا ویروس) است که در خیلی از مطالعات آب استفاده میشود. ما هم از این روتا ویروس استفاده کردیم. اگر کسی بیمار شود طبق معیار DALY مخاطرات آن ۰/۰۱۴ است و اگر ۱:۱۰۰۰۰۰۰ را بر ۰/۰۱۴ تقسیم کنیم ۰/۰۰۰۰۷۱۴ به‌دست می‌آید و نسبت بیماری به آلودگی ۵ درصد است. یعنی اگر ما در معرض ویروس باشیم ۵ درصد احتمال بیماری داریم و میزان قابل قبول احتمال ۰/۰۱۴۳ است. یعنی حداکثر میزان آلودگی با ویروس باید ۱۴۳ در ۱۰۰۰۰۰ نفر باشد و این نیاز به توضیح و مطالعه دارد تا واضح شود. برای بررسی، روش‌های مختلفی وجود دارد: ۱- روش اپیدمیولوژیک: نیاز به مطالعات میدانی دارد و روش آسانی نیست؛ ۲- روش تحلیل ریاضی: که مدل ریاضی ناشی از بیمارشدن به‌علت در معرض آب آلوده قرارگرفتن را مورد بررسی قرار میدهد و توضیح منحصر مدل ریاضی. براساس همه این روش‌ها در اکسل این مدل پیاده شده و ما حالات مختلف را گفتیم که مثلاً برای پرکردن سیفون، بازیافت با روش تصفیه خاص، بازیافت با احتمال از کار افتادن دستگاه تصفیه، بازیافت

از منابع خاص آب خاکستری و سناریوهای مختلف دیگر. درنتیجه طبق این مدل تقریباً همه نمونه‌ها از نظر مخاطرات بهداشتی غیر قابل قبول هستند و استاندارد سازمان بهداشت جهانی را ارضا نمیکنند. ولی برای مخاطرات زیست‌محیطی چنین معیاری موجود نیست و مطالعات میدانی کمی انجام شده و در راهنما به آن‌ها اشاره شده است.

مرور تجارب جهانی در زمینه بازیابی آب خاکستری: چند کشور مورد مطالعه قرار گرفتند. مثلاً استرالیا به میزان بالایی بازیابی را انجام می‌دهد (۷ تا ۸ درصد ساختمان‌ها). اسناد متنوع از این کشور بررسی شده است و همین‌طور در سایر کشورها مثل آمریکا، انگلیس، آلمان و رژیم اشغالگر قدس. در مورد آخر، باتوجه به این‌که وضعیت وخیمی در بحث آب دارد و منابع آن حتی از کشور ما نیز کمتر است ولی استفاده از آب خاکستری کلاً ممنوع است. در کشورهای دیگر مجاز است و در بعضی هم توصیه شده است. در انگلیس و رژیم اشغالگر قدس مطالعات پیشا قانون‌گذاری هم انجام شده است و آب خاکستری در دومی ممنوع و اولی قابل تردید تشخیص داده شده است.

ابعاد فنی-اقتصادی بازیابی آب خاکستری: در یکی دیگر از فصول راهنما بحث اقتصادی آب خاکستری را بررسی کردیم با این فرضیات: بعد خانوار ۳/۷ نفر، ارتفاع طبقه: ۳ متر و .... در اماکن فرضی مختلف روش‌های تصفیه مختلف بررسی شده است. درنتیجه با توجه به قیمت آب در ایران این فرایند بازیابی آب خاکستری اقتصادی نخواهد بود و مطالعات در دنیا هم این مورد را تایید میکنند. زیر ۴ دلار قیمت هر مترمکعب آب یعنی ۴۸ هزار تومان، قیمت آب اقتصادی نیست. درضمن هزینه‌های بهداشتی هم در این ۴ دلار لحاظ نشده است.

نتیجه: هزینه سالانه برای فرایند RBC حدود ۷۵ برابر هزینه دارد. چهار سناریو برای کاهش هزینه: ۱- کاهش هزینه از طریق تکنولوژی‌های ارزان‌تر که این انتظار در میان مدت عملی نیست؛

۲- تغییر تعرفه: حتی اگر تعرفه تا ۱۰ برابر هم بشود، به ۴۸ هزار تومان نمیرسد.

۳- اعمال سیاست‌های حمایتی: مثلاً دادن وام به افراد که این‌هم بعداً با هزینه بهره‌برداری که دارد باعث میشود دستگاه‌ها بدون استفاده بمانند و نگهداری از آن‌ها انجام نشده و عملکرد مطلوب نداشته باشند.

۴- اجبار قانونی: که همین مشکلات را دارد با این تفاوت

که بار اجرای اولیه را هم دارد که به دوش بهره‌بردار و مصرف کننده نهایی است.

چارچوب قانون‌گذاری و الزامات شیوه نامه‌ها: یک فصل دیگر از راهنما با همین عنوان موجود است. اهداف این قوانین: حفظ بهداشت عمومی، بهره‌وری و حفاظت منابع آب، احترام به تکرر اجتماعی و آزادی‌های فردی. موارد اول و دوم خیلی مشوق بازیابی آب خاکستری نیستند و فقط سومی می‌تواند محرک باشد. به‌طور مثال فردی علاقه‌مند تمام فاضلاب را در زیرزمین تصفیه می‌کرد و آب تصفیه شده را به بام انتقال می‌داد برای پرکردن کولرها و آب آتش نشانی و .... که علی‌رغم اقتصادی نبودن آن را اجرا می‌کنند. در نتیجه نیاز است برای پاسخگویی به مورد سوم، آیین‌نامه‌هایی تدوین شود که به‌طور مفصل ضوابط آن در راهنما بحث شده است.

جمع‌بندی بحث: آب خاکستری می‌تواند ۱۵ تا ۴۰ درصد مصرف سرانه را کم کند. هدف از کاهش سرانه: ۱- کاهش فشار بر منابع آب، ۲- کاهش فشار بر روی شبکه توزیع آب، ۳- کاهش هزینه‌های بهره‌بردار (این مورد در ایران محدود است ولی در دنیا می‌تواند جزو انگیزه‌ها باشد). در نتیجه ما دو مورد اول را در نظر می‌گیریم. ممکن است بعضی‌ها بگویند جایگزین‌های دیگری برای کاهش فشار بر منابع آب وجود دارد که خیلی متنوع هستند. مثلاً بهره‌وری در مصرف آب. مثلاً ادوات آب‌بر و آب‌پخش آیا بهره‌وری لازم را دارد و یا خیر؟ که این‌ها در حوزه مدیریت مصرف قرار می‌گیرند. آیا فرهنگ مصرف آب ما قابل تصحیح نیست؟ ۲- بهره‌وری آب شهری: مثلاً تلفات آب در شبکه آبرسانی امکان بهبود ندارد؟ ۳- بازیابی آب شهری: مثلاً پساب آب تصفیه شده شهری را بازیابی می‌کنیم یا نه؟ این موارد می‌توانند فشار سرانه بر منابع آب را کاهش دهند. پس آب خاکستری چه زمانی می‌تواند بر آن‌ها ارجحیت داشته باشد؟ زمانی که اقتصادی‌تر باشد نسبت به آن روش‌ها. ولی بررسی‌های ما نشان می‌دهد که اقتصادی‌تر نیست و بررسی‌ها با شرایط بومی و کشورهای دیگر هم همین را نشان می‌دهند. اگر منابعی را صرف این بکنیم حتماً منابعی را به موارد دیگر کمتر اختصاص می‌دهیم.

دیدگاه دیگر: چون ما تصفیه آب خاکستری را در محل انجام می‌دهیم این فاضلاب دیگر به تصفیه خانه نمی‌رود و در نتیجه انرژی کمتری مصرف می‌شود و زیرساخت‌های کمتری هم لازم دارد. ولی بررسی‌ها در دنیا این را نشان می‌دهد که

ردپای بازیابی آب خاکستری و حتی برداشت آب باران بیشتر از وضعیتی است که تصفیه به‌صورت کلان و در مقیاس شهری انجام می‌شود و این مورد در دنیا دیده شده است. در جاهایی که بازیابی آب خاکستری مجاز است اگر بازیابی در مقیاس غیر شهری انجام شود غیرمجاز است. حتی در استرالیا که مجاز است و خود آن‌ها از تولیدکنندگان ادوات بوده اند، نوشته‌اند که این مورد به دولت فدرال توصیه می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که بازیابی در شرایطی خاص مجاز است و بررسی اقتصادی هم نشده است.

بحث دیگر: درست است که کاهش سرانه ۱۵ تا ۴۰ درصد را می‌توان انتظار داشت، اما در اینجا نکته‌ای وجود دارد که ما انتظار داریم چند درصد از ساختمان‌های ما بازیابی آب خاکستری انجام بدهند؟ یعنی ضریب نفوذ آن در جامعه انتظار می‌رود که چقدر باشد؟ در این سالن اگر ۱ نفر آنفولانزا داشته باشد مخاطرات آن برای همه افزایش پیدا می‌کند. پس اگر ۱۰ درصد ساختمان‌های ما آب خاکستری را بازیابی کنند، این مخاطرات برای همه افراد جامعه افزایش پیدا می‌کند. آن‌گاه دست‌آورد چه خواهد بود؟ اگر این ۱۰ درصد را در آن ۱۵ تا ۴۰ درصد کاهش سرانه ضرب کنیم می‌بینیم که با قرار دادن این دو کنار هم، اصولاً بازیابی آب خاکستری به دلیل ضریب نفوذ پایینی که دارد امکان و پتانسیل چندانی برای کاهش سرانه فشار در منابع آب ندارد.

در مدیریت جامع آب شهری همه قسمت‌ها کنار هم معنی پیدا می‌کند، چون همه برای یک هدف تدوین شده‌اند. همه این راهبردها برای کاهش سرانه برداشت از منابع آب هستند. پس ما همه این‌ها را کنار یکدیگر در یک سبد باید ببینیم و نمیتوانیم تک تک و مجزا ببینیم چون یک تصویر کلی هستند. تا وقتی که ما بتوانیم کاری را با هزینه پایین‌تر از طریق راهبرد دیگری از راهبردهای این سبد انجام دهیم، اقتصادی نیست که به دنبال بازیابی آب خاکستری برویم. من خودم مخالف این هستم که بازیابی آب خاکستری توصیه شود. یعنی قابل توصیه نیست. اما از آن جایی که عده‌ای از افراد جامعه طبیعتاً به دنبال آن خواهند رفت، مانند آن مثالی که گفتیم در تهرانپارس اتفاق می‌افتد، نیاز است که آیین‌نامه‌های لازم به‌صورت واقع‌بینانه تعیین بشوند. این آیین‌نامه‌ها شامل آیین‌نامه‌های اجرایی و استانداردهای ادوات تصفیه و استاندارد نحوه ساخت آب خاکستری مصنوعی هستند، برای مثال چگونه باید ساخت که

دستگاه را تست بکنیم. چه طور و در چه دوره زمانی دستگاه را تست بکنیم و این پکیج‌ها باید به صورت بسته‌های تجاری قابلیت استفاده داشته باشند. این که یک نفر برود و خودش بازیابی آب خاکستری بکند نیاز به بررسی فنی همان یک مورد دارد و این بار بالاسری نظارتی خیلی سنگینی را به جامعه تحمیل می‌کند. بنابراین پکیج‌ها باید استاندارد باشند و هر شرکتی برای پکیج خاص بعد از طی ضوابط و مراحل مجوز تولید بگیرد و سپس برای بهره‌برداری نیز باید چهارچوب نظارتی داشته باشد، مانند چهارچوب نظارتی که برای آسانسور در ساختمان‌ها هست. همه این‌ها باید کنار هم در نظر گرفته بشود تا بتوانیم از آب خاکستری استفاده کم خطرتری داشته باشیم. اگر چه به عنوان یک راهبر در سبد راهبردهای مدیریت جامع آب شهری راهبرد خیلی مناسبی نیست.

**دکتر تابش:** نکته اصلی که مطرح شد و می‌خواهیم به بحث بگذاریم این بود که برای غلبه کردن بر بحران آب و کمبود آب یکی از راه‌کارها استفاده از بازچرخانی است. قبلاً در فکر خیلی‌ها نبود که بازچرخانی مستقیم می‌تواند مخاطراتی داشته باشد، یعنی همان آب مصرف شده را بلافاصله آماده مصرف مجدد بکنیم. بنابراین اینجا ابتدا بحث بازیابی آب و سپس بازچرخانی مطرح می‌شود. این آب را طبق گرافی که نشان داده شد نمی‌توان همان زمان مصرف کرد. پس احتیاج به یک ذخیره‌سازی نیز در ساختمان پیدا می‌کند. همه این‌ها که هم شامل ضریب اطمینان آن تصفیه و هم بحث نگهداری آن می‌شود یک سری مخاطرات بهداشتی را دامن می‌زند که شاید در محاسبات اولیه ذهن ما وجود نداشته است. از طرف دیگر کل این فرایند از نظر اقتصادی با توجه به چیزی که مشاور اعمال می‌کند در شرایط موجود تعرفه ایران که متوسط فروش آب حدود ۴۵۰ تا ۵۰۰ تومان است باز هم به هیچ عنوان اقتصادی نیست. از طرف دیگر از آن‌جا که نمی‌توان همه را مجبور کرد که از یک تکنولوژی خاص استفاده بکنند، ایشان فرض کرده بودند که اگر ضریب نفوذ ۱۰ درصد گرفته بشود چه شرایط و مسائلی پیش می‌آید و سپس تأثیرات اجتماعی، زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی آن به چه صورت خواهد بود. یعنی آن چیزی که در ابتدا ما یا در واقع وزارت نیرو فکر می‌کرد که یک امر ناگزیر یا مسلمی است که باید از آن استفاده کرد که تنش آبی‌مان را در یک حدی با کاهش مصرف سرانه

آب در ساختمان‌ها جبران کنیم. نتیجه گزارش مشاور می‌گوید که از این ابعاد این بخش را توصیه نمی‌کند. حال آیا وزارت نیرو باید به دنبال این بحث برود؟ آیین‌نامه‌هایی که می‌خواهد بنویسد در چه حدودی باشد؟ آیا شرایط اقتصادی را ملاک بگیرد یا شرایط بهداشتی را ملاک بگیرد و گزینه‌های تأثیرگذار و قابل دستیابی برای وزارت نیرو چه چیزهایی خواهد بود؟



**دکتر فاضلی:** در بحث آب خاکستری داخل ساختمان چند تا نکته مهم است. یکی آن است که شرکت‌ها و سازمان‌های متولی آب و فاضلاب اجازه ورود به ساختمان را ندارند. بنابراین مدیریت چنین موردی باید توسط مدیران ساختمان یا افراد ساختمان انجام شود و شرکت آب و فاضلاب و سازمان‌های محیط‌زیستی نمی‌توانند این کار را انجام دهند. تنها می‌توانند مجوز دهند براساس رعایت یک‌سری آیتم‌ها که یک ساختمان سیستم بازیافت آب بگذارد و استفاده کند و آن سازمان براساس تعرفه‌ها مقداری به ساختمان تخفیف بدهد که با توجه به قیمت‌های مشخص شده باید تخفیفی بدهد که برای خودش مقرون به صرفه باشد و بتواند چنین کاری را انجام بدهد. بنابراین آب خاکستری وقتی در خانه تصفیه می‌شود مسئولیت کل اتفاقاتی که می‌افتد به عهده خود افراد خانه است. ما الان حتی در تصفیه آب خانگی مشکل داریم. یعنی کسانی که دستگاه تصفیه آب خانگی می‌گذارند آلودگی‌های خاصی در خانه‌ها اتفاق می‌افتد. به علت این که امکان پایش مستمر وجود ندارد خیلی از این دستگاه‌ها آلودگی میکروبی را تجربه کردند و آسیب‌هایی را به افراد خانه زده‌اند، حالا چه برسد به آب خاکستری که مشکلاتی که گفتم همه را دارد. آبی که ما استفاده می‌کنیم از چند مسیر وارد بدن ما می‌شود: یکی از طریق پوست، یکی از طریق آشامیدن و یکی هم از طریق تنفس. ما حتی سیفونی که استفاده می‌کنیم مقداری از این آب داخل هوا پخش می‌شود و احتمالاً اگر آلودگی میکروبی را



است و باید به آن توجه شود. نهایتاً نتیجه‌ای که گرفتند به نظر من از نظر اقتصادی و فنی نتیجه قابل قبولی است و باید به آن در این زمینه بیشتر توجه کرد.



**دکتر اکبرزاده:** من اول یک قسمت از بحث مهندس جمالی را تایید و تکمیل کنم. در موضوع مدیریت مصرف در منزل مسکونی همه جلوه‌هایی که دارد باید به آن توجه شود. مثال اولی را که خود ما بر روی آن کار کردیم را تاکید می‌کنم که برای همه دوستانی که از آب در منزل استفاده می‌کنند ملموس است. همیشه این مواقع که ما راجع به بهینه کردن مصرف آب در منزل صحبت می‌کنیم یا یک خبری را می‌بینیم که میکروفون را سمت یک نفر گرفته و می‌پرسد به نظر شما چه کاری می‌شود کرد؟ سریع آن طرف می‌گویند مثلاً در فلش تانکمان آجر بگذاریم که مصرف آب کم شود و از این چیزهای کلیشه‌ای زیاد گفته می‌شود. ولی از خودمان می‌پرسیم آیا کسی هست که در منزل این کار را کرده باشد؟ هیچ‌کس این کار را انجام نمی‌دهد، اما برای حرف زدن خوب هست. بنابراین حرف‌هایمان باید عملی باشد. ما این کار را از چندین سال قبل شروع کردیم که من جلوه‌های آن را خدمت شما بیان می‌کنم که مشاهده کنید چه مقدار عملی است. ما آمديم استانداردى را تعريف کردیم در حوزه لوازمی که شما در منزل استفاده می‌کنید و این‌ها یک حجمی از آب را مصرف می‌کنند. نمی‌گوییم هدر می‌دهند! مثلاً شما در هر بار فلش تانکی که استفاده می‌کنید فکر می‌کنید چند لیتر آب از آنجا خارج می‌شود؟ استاندارد قبلی کشور ۱۵ لیتر بوده و سقفی که الان تایید شده و استاندارد ملی گرفته است ۶ لیتر است. یعنی شما خواسته یا ناخواسته نمی‌توانید بیشتر آب مصرف کنید، که احتیاجی به هیچ توجهی هم نیست و لازم هم نیست که هیچ اطلاعی راجع به مدیریت مصرف داشته باشید. به هر حال ما در وزارت نیرو از نظر حاکمیتی باید کارهایی را بکنیم که

داشته باشد می‌تواند مشکلاتی را ایجاد کند. در بعضی از جاها دیده شده است که از این نوع آب‌ها برای آب‌های سطحی استفاده می‌کنند. دسترسی افراد غیرمسئول و غیر آگاه مثلاً ممکن است برای خانه مهمان بیاید و در جریان نباشد، اما افراد خانه می‌دانند که برای مثال آن شیری که زرد رنگ است آب خاکستری است یا شرب است ...

آب‌های دیگری وجود دارد مانند آب باران و آب‌های محیطی مانند آب چاه خصوصی و غیره که می‌توانند بسیار مناسب‌تر باشند برای این‌که از آن‌ها برای آب خاکستری استفاده شود و با یک تصفیه محدود و خوب می‌توان آن‌ها را کنترل کرد. مشکل اساسی که وجود دارد نگاه‌داشتن آب است. ایران کشوری نیست که مدام باران بیاید و ممکن است در یک فصل باران زیاد بیاید و یک فصل باران نیاید. برای مثال اگر آب باران بیاید، مراحل نگاه‌داشتن آب خیلی مهم است که بعداً بتوانند استفاده کنند. کشور ایران کشوری است که سابقه استفاده از آب باران را دارد و در دشت‌هایی مانند دشت ترکمن مردم آب انبار داشتند و آب باران را جمع می‌کردند و استفاده می‌کردند. نهایتاً نمی‌توان گفت که کلاً ممنوعه است و هیچکس نمی‌تواند از آب خاکستری استفاده کند. اما به نظر من تنها در جاهایی می‌توان آن را استفاده کرد که ساختمان دارای سازمان فنی باشد. یعنی درواقع یک مجموعه‌ای از افراد متخصص در ساختمان بتوانند کیفیت آب و روند تصفیه و روند استفاده آن را کنترل کنند، خارج از مسئولیتی که شرکت‌های عمومی و دولتی و خصوصی دارند. این هم طبیعتاً در ساختمان‌های کوچک و مجتمع‌های کوچک قابل استفاده نیست. در نتیجه می‌شود فرض کرد که یک شهرک خاصی وجود داشته باشد و یک سازمان فنی در آن شهرک مستقر شده باشد و از الف تا ی این قضیه را مدیریت بکند و نهایتاً آب را به آن شکلی که لازم است در بیاورد و مورد استفاده قرار گیرد. بحث دیگر این است که ما چرا می‌گوییم عمل بازگردانی آب انجام شود. Reuse می‌تواند نتیجه خوبی باشد. همین الان هم فاضلاب‌ها می‌آید و در تصفیه‌خانه فاضلاب تصفیه می‌شود. نهایتاً در پایین دست reuse یا استفاده مجدد می‌شود در صنایع و... البته برای کشاورزی، من کاملاً مخالف هستم که استفاده بشود، اما جاهای دیگر می‌تواند استفاده بشود. در ساختمان‌ها هم شاید برای آبیاری زیر قشری از آن بتوان استفاده کرد اما باید مدیریت بشود. همچنین ارتباط متقابل بین آب خاکستری تصفیه شده و آب شرب نیز مهم

غیر از آن که مسئولیت اجتماعی را گوشزد بکند خود ما هم حتما باید کارهایی را انجام دهیم. همین طور در حوزه استاندارد شیرآلات و استاندارد سردوش که اشاره کردند استانداردهای ملی تعریف شده است. این استانداردها معمولا اول تشویقی است و بعد اجباری می شود. یعنی بعد از این که اجباری شد هیچ تولید کننده ای نمی تواند محصولی را تولید کند که آب بیشتری خارج کند. نکته دیگر که خیلی کوتاه از روی آن می گذرم در حوزه فناوری است که روز به روز فناوری قوی تر می آید. بحث پراتورها وجود دارد که سال های سال است در وزارت نیرو صحبت می شود و به جز آن مواقعی که رایگان داده شده است استفاده دیگری زیاد نشده است. پراتورهای غیر استاندارد که در منزل استفاده می کنند به دلیل غیر استاندارد بودن معمولا باز می شود و آن قسمتی که می خواهد هوا را با آب مخلوط کند کنار گذاشته می شود. اگر عدد و رقم آن را خواستید می توانید با مراجعه به سایت هایی که در رابطه با پراتورهای مختلفی که بین المللی هستند مطلع شوید که واقعا عدد آن قابل تامل است. عدد آن در کل مصرف خانواده ۲۰ درصد است. یعنی شما اگر بتوانید ۲۰ درصد فقط با کاهش مصرف کاهش تولید بکنید ایده آل است و اصلا لازم نیست کار دیگری انجام دهید، حتی اگر بارندگی کم شود یا هر اتفاق دیگری بیفتد. بنابراین یک نکته که تایید و تکمیل فرمایش دوستان بود در حوزه استفاده از فناوری ها و استانداردها و بحث هایی است که به صورت اتوماتیک شما می توانید مصرف آب را منطقی تر بکنید.

در ارتباط با بحث آب های خاکستری من چند نکته را بگویم. من به دلیل این که افتخار این را داشتم که مجری نقشه راه سیستم های تصفیه فاضلاب نوین کشور باشم، یک سری نکاتی را خدمت شما بیان می کنم که خروجی های آن است و ما در بعضی از جلساتمان به آن رسیدیم. البته یک سری اتفاق ها می افتد در صحبت کردن که معمولا آب سبز و آب خاکستری و آب سیاه قاطی شده و جای یکدیگر هم استفاده می شوند. توجه به این نکته خیلی مهم است که ما اگر درباره سیستم تصفیه آب فاضلاب خانگی صحبت می کنیم یا راجع به سیستم بازیافت آب خاکستری حرف می زنیم و یا باز چرخانی آب سبز، این سه با هم کاملا متفاوت هستند.

نکته دوم که باید به آن توجه کنیم و یک دفعه قضاوت نکنیم که بد است یا خوب است، این است که موضوع سیستم های

بازچرخانی و بازیافت آب بستگی به نوع ساختمان دارد. اگر ویلا باشد کاملا سیستم تصفیه فاضلاب منفرد برایش مناسب است و سیستم دیگری جواب نمی دهد. مثلا شما برای یک ویلا در منطقه دور افتاده کار دیگری نمی توانید بکنید. ساختمان های دیگر نیز مثل همین ساختمان ها که ما در محله مان داریم مانند ۱۰ واحد در ۵ منطقه و ساختمان های بلند و مجتمع های مسکونی که باید برای آن ها نیز تصمیم بگیریم که چه کاری می خواهیم بکنیم. من در رابطه با ساختمان های بلند و مجتمع های مسکونی نمی توانم این قضاوت را بپذیرم که نباید برای آن ها سیستم تصفیه فاضلاب قرار داد. بازیافت آب خاکستری برای آن ها ۱۰۰ درصد توجیه دارد که این مطلب را با علم به این موضوع بیان می کنم. هم چنین درباره تصفیه آب فاضلاب آن نیز باید بررسی بیشتری بشود. ساختمان های بسیار بزرگی ما داریم که مصارف عظیمی دارند، مثلا ساختمان هایی که به صورت برج هستند. یکی از مصارف عمده آن ها کارواش است. کسانی که در برج هستند معمولا وضعیت مالی خوبی دارند و یک روز در میان یا دو روز در میان ماشین شان را به کارواش می دهند و با آن آب شسته می شود که یا باید آن آب را بخرند یا چاه داشته باشند و یا از آب شهری استفاده بکنند. این ها می توانند همان آب جایگزین یعنی آب ساختمان آن برج را برایش استفاده بکنند، البته باید ضوابطی را برایش اجرا بکنند.

نکته دیگری که از پروژه آن طرح به نظر من دارای اهمیت است بحث تصفیه درجا است که در کشورهای اروپایی به عنوان یک رویکرد وجود دارد. لازم نیست یک آپارتمان حتما خودش این سیستم را انجام بدهد و می تواند موقعی که دارد ساخته می شود (نه برای جاهای ساخته شده) زیرساخت آن طوری طراحی بشود که یک منزل بتواند این سرویس را به چند تا از منازل اطراف بدهد. من مستندات نمونه این کار را دارم و در هلند انجام شده است و کاملا خانه های اطراف از آب بازیافتی دارند استفاده می کنند. آخرین نظر من از نظر محاسبه اقتصادی این است که خیلی قضاوت روی این که در کدام کشور چگونه محاسبه شده و چند درصد است نکنید. من همین پروژه ای که آقای جمالی راجع به آن صحبت کردند، این آقا را من خودم به وزارت نیرو معرفی کردم در زمانی که موسسه تحقیقات آب بودیم. من نمی دانم عدد و رقمش را گرفتند یا نه اما من خدمت شما عرض می کنم. پولی که ایشان برای تصفیه خانه داده ۳۶ میلیون تومان بوده است. ۱۰ واحد را ساخته و از هر کدام از

واحد ۳/۶ میلیون تومان گرفته است که آن‌ها موقعی که واحد را خریدند اصلاً متوجه نشدند که ۳/۶ میلیون تومان برای این سیستم بوده است. اتفاقاً بسیار بسیار تشویق شده‌اند که این ساختمان را بخرند به دلیل آن که کسی که فروشنده بود به آن‌ها گفته بود که برای شستن حیاط و ماشین، استفاده برای آب کولر، شستن جلوی خانه، سیستم تصفیه فاضلاب وجود دارد. یعنی در آن‌جا سیستم اصلاً آب خاکستری نیست و مجموعه آب‌هایی که در ساختمان تولید می‌شود در پکیج تصفیه می‌شود و از نظر ضد عفونی نیز شرایط بدی نداشت. هرچند در آن‌جا هم ما نظرداریم. بنابراین از لحاظ اقتصادی وضعیت کشور ما به خصوص در حوزه مسکن و به خصوص کسانی که پول میدهند برای مسکن لوکس که خیلی هم زیاد هستند، آن‌ها می‌توانند در زمره افرادی قرار بگیرند که موضوع اقتصادی بودن اصلاً برای آن‌ها مهم نیست. همین موضوع نیز در شیرآلات وجود دارد. مثلاً وقتی یک نفر می‌رود و یک پکیج شیر را چند ده میلیون تومان می‌خرد، اصلاً برایش این چیزها مهم نیست که یک میلیون بالاتر باشد یا پایین‌تر. بنابراین بحث اقتصادی هم وجود دارد.

جمع‌بندی ما از این بحث این بود که این بحث به طور کلی قابل رد کردن نیست. درست است که ما نظارت محیط زیستی و بهداشتی روی خانه‌ها نداریم، ولی برای مجتمع‌های مسکونی و ساختمان‌های بلند قابل استفاده است و کار وزارت نیرو هم نیست بلکه کار چند بعدی است، به خصوص شامل وزارت مسکن میشود و در ضوابط ساخت مسکن باید آن را بیاورد. در وهله اول این ساختمان‌ها می‌توانند همه شرایط را داشته باشند، هم تصفیه‌خانه خوب داشته باشند و هم نظارت برای آن تعریف شود که چه طور نظارت شود و هم بخش عمده‌ای از آب‌های دیگر که نباید استفاده بشود را استفاده نکند. ممنونم.



دکتر یارقلی:

من خیلی مختصر می‌خواهم به مسئولین دانشگاه یک

توصیه‌ای بکنم. ما در کشور الان از لحاظ بحث‌های سازه‌ای از نظر متخصص کم و کسری نداریم. بحث‌های مشابه این بحث مانند بحث‌های کیفی و استفاده از آب‌های نامتعارف ما به شدت نیروی متخصص کم داریم و می‌طلبید که دوستان هم دانشجویان هم اساتید توجه بیشتری به این امر داشته باشند.

من صحبت‌هایی که دارم بر اساس پاورپوینت‌هایی که مهندس جمالی ارائه دادند است. ممکن است که ایشان اسناد پشتیبانی قوی و کامل‌تری داشته باشند که به هر حال آن را من ندیدم. صحبت‌هایم را با چند تا پیشنهاد در بحث فنی خود پروژه شروع می‌کنم و در نهایت با یک جمع‌بندی در خدمتان هستم. من معتقدم شاخصی که برای بهداشتی مد نظرشان بوده است شاید برای این بخش از آب شاخص مناسبی نبوده است. ما شاید ویروس‌های روتاری را در این منابع شاهدش نباشیم. ما بار آلودگی آب خاکستری‌مان بسیار کم است و می‌تواند با انتخاب منابع، کمتر هم بشود. نظر شخصی من این است که آلودگی میکروبی خیلی نگرانی برای ما ندارد و با روش‌های ضد عفونی ارزان قیمت می‌توانیم این نگرانی را برطرف کنیم. بحث بعدی من این است که من انتظار داشتم که یک تحلیل کیفی از این منابع ارائه بشود که بیشتر براساس معیارهای جهانی کشورهای مختلف بود. شاید هم اصلاً این تحلیل نشده باشد. ولی لازم است بدانید در کشور در میانگین جامعه ما این منابع چه کیفیتی را دارد؟ آیا بار میکروبی خاصی دارد؟ BOD, COD و نسبت عناصر آن برای فرایند تصفیه چه شرایطی را دارد؟ بحث بعدی من هم با آقای دکتر اکبر زاده موافق هستم. قیمت تمام شده به نظر خیلی خیلی بالا محاسبه شده است. شاید مستندات آن را بعداً ببینیم ولی با معیارهایی که ما الان در جامعه داریم عدد درشتی به نظر می‌آید با توجه به سیستم‌هایی که مدنظر آن‌ها بوده است و این می‌تواند روی تصمیم‌گیری موثر باشد اگر اقتصادی‌تر باشد. این‌ها بحث‌های جزئی بود که در ارتباط با خود کار بود. اگر بخواهیم این بحث را در جمع‌بندی رد یا تایید کنیم من می‌خواهم بگویم معیار تصمیم‌گیری ما وضع موجود کشور نباشد. ما الان یک اصول معماری و شهرسازی داریم که در تحول است. ما قطعا در آینده شهرک‌سازی خواهیم داشت، مجتمع‌های مسکونی بزرگ خواهیم داشت. این‌طور بحث‌ها از نظر اقتصادی به سمت توجیه‌پذیر بودنش می‌رود. شاید برای یک منزل مسکونی یک آپارتمان کوچک یا یک ساختمان چند طبقه از لحاظ اجرایی یا



فنی یا کاربری قابل توجه نباشد، اما نظر شخصی من این است که ما آن را ۰ و ۱۰۰ ببینیم و باز بگذاریم برای تصمیم‌گیری چون اصول شهرسازی و معیار خانه‌سازی ما دارد به تبع از جهان حرکت می‌کند و به علاوه این که به نظر من در این زمینه دیگر حق انتخاب نداریم. ما مشکل آلمان خیلی حاد است. دو تا راه بیشتر نداریم یا باید مدیریت مصرف داشته باشیم یا بحث بازچرخانی. مدیریت مصرف هم حدی دارد و سرانه را از یک مقدار بیشتر نمی‌توان کاهش داد. پس برمی‌گردیم به مدیریت بازچرخانی و من معتقد هستم که باید روی اقتصادی کردن و فنی کردن این قضیه پیش برویم و آن را رد نکنیم.



**دکتر صراف‌زاده:** من می‌خواهم ۵ نکته را خدمت شما بیان کنم که از دل این‌ها و مجموعه ارزیابی صحبتی که آقای مهندس داشتند بتوان به نتایجی رسید. من کل طرح ایشان را ندیدم و فقط یک جمع‌بندی نهایی ایشان را مطالعه کرده بودم و با این توضیحات شفاهی‌شان من مجموعه اطلاعاتی که از طریق ایشان جمع‌آوری شده دارم.

اما نکات: ببیند آب خاکستری معنی‌اش در همین عنوانش است. خاکستری به چه معنا است؟ نگاه خاکستری داشتن یعنی چه؟ ما باید نگاه‌مان را از نگاه ۰ و ۱ و منطق اقلیدسی ببریم به سمت منطق فازی. آب خاکستری را نمی‌توان گفت رد یا قبول. آب خاکستری اگر دقت بشود به مفهومش، راه‌کار در خود همین مفهوم است. خاکستری بین سفید و سیاه است. خاکستری به سفید نزدیک است یا به سیاه نزدیک است؟ در طبقه‌بندی آب که می‌خواهیم تصمیم بگیریم نمی‌توان گفت آب خاکستری کاملاً رد یا قبول. اگر شما یک تصویری را داشته باشید از یک شبکه‌ای که قرار است آب خاکستری را جدا کند از آب فاضلاب که به آب سیاه شناخته می‌شود. حالا شما اگر بتوانید آن عامل جداکننده آب خاکستری را درست انتخاب کنید، یعنی آن سنسوری که به ما می‌گوید این آب باید به

فاضلاب برود یا ویژگی‌هایی دارد که برای بازیافت مناسب است و باید جزو آن آب برود. اگر آن را باز بگذاریم که متناسب با سطح اقتصادی و سطح فنی فناوری بازیافت که قرار است در این سیستم انجام بشود، آن تنظیم را متناسب با آن انتخاب کنیم. دیگر بحث این که ما کلاً رد کنیم یا قبول کنیم مطرح نخواهد بود. البته مهندس جمالی صحبت کردند و گفتند که بعضی از کشورها کلاً رد کردند. مثلاً گفتند که رژیم اشغالگر قدس کلاً رد کرده است. من نمی‌دانم شاید در آن کشور هیچ‌وقت یک هد ۷۰۰ متری از جنوب تهران تا شمال تهران را برای بازیافت ندارد و یا شاید مجموعه شبکه‌ای را که برای کل تصفیه‌خانه فاضلاب آن طراحی کرده اگر بیاید و آن آب خاکستری را توجه نکند عملاً آبی باقی نماند برای آن شبکه. در نتیجه نمی‌توان مقایسه کرد و هر مورد را باید در شرایط خاص خودش و شرایط بومی ایران ارزیابی کرد.

نکته سوم به نظر من عنوان این طرح اصلاً مناسب نیست. ما باید رویکردهایمان به جای این که برود به طرف مدیریت تامین، برود به طرف مدیریت تقاضا و مصرف. اما این عنوان طوری انتخاب شده است که خلاف اهدافی است که برای این طرح در نظر گرفته شده است. شاید عنوان مناسب‌تر برای چنین کاری که کل مجموعه را مانند یک پکیج می‌دید مثلاً در قالب ساختمان سبز دیده می‌شد، یا در قالب ساختمان‌های حساس به آب، یا هر ادبیات نرمال و مناسب دیگری که به جای آن که بحث تامین را برجسته کند به بحث مصرف توجه کند. بنابراین ما باید در ساختمان‌ها کل یک مجموعه را به صورت یک پکیج ببینیم. پکیجی که هم در آن موضوع کاهش و بهینه‌سازی مصرف و هم بحث reuse و recycle دیده شده است. این ۳ استراتژی باید در کل پکیج دیده شود.

نکته بعدی در ارتباط با علاقه شخصی خود من است که ترجیح می‌دهم یک موضوع در حوزه انرژی نیز برایش مترادف قرار دهم. ما در کشورمان بحث آب و انرژی را که نگاه می‌کنیم در حوزه انرژی مجموعه‌های ذی‌ربط یک خط هم جلوتر از بحث آب هستند. شاید هم علت دارد. علت آن هم این است که قبلاً ما فکر می‌کردیم که نفت زودتر تمام می‌شود و ما به مشکل می‌خوریم، بنابراین در حوزه انرژی ما یک قدم جلوتر هستیم. همیشه بعضی از قوانین و استانداردهایی را که لازم بوده قبل از حوزه آب تصویب کردیم. مثلاً ما بحث اصلاح الگوی مصرف انرژی را و آیین‌نامه‌های اجرایی صرفه‌جویی در مصرف انرژی

را در ساختمان داریم که این آیین‌نامه‌ها می‌توانست یک الگو باشد در این طرح و طرح‌های مشابه که در حوزه آب، همان‌ها مدنظر قرار بگیرد. فرض کنید زمانی که آیین‌نامه اصلاح انرژی در ساختمان در دست تدوین بود، مثلا در مذاکرات بررسی همان آیین‌نامه هم یک نفر می‌گفت پنجره‌ها را دو جداره نکنید، زیرا اگر این کار را بکنید گردش هوا در آن‌جا خوب انجام نمی‌شود. ممکن است تبعات بهداشتی داشته باشد. این رویکردی که ما به آب خاکستری داشته باشیم و با آن نگاه، نگاه کنیم به‌نظر من باز هم یک نگاه از جنس ۰ و ۱ است. ما باید خاکستری ببینیم این موضوع را. در حوزه انرژی چون ما یک قدم جلو هستیم. خیلی از آن‌ها را می‌توانستیم الگو قرار بدهیم. در حوزه انرژی ما مثلا بحث برداشت صیانتی از مخازن نفت را داریم، ولی در حوزه آب نداریم. یعنی وقتی پارامترهای مختلف را نگاه می‌کنیم شاید ما در حوزه آب یک نگاه عقب‌تری را داریم که در همان حوزه بحث ساختمان هم خیلی خوب بود که مشاور طرح یک نگاهی به کارها و سابقه‌ای که در حوزه انرژی ساختمان‌ها صورت گرفته می‌داشتند که آن بحث ساختمان سبز را در بحث آب آن به‌صورت یک پکیج خوب دریاورند.

**دکتر تابش:** همان‌طور که دیدید یک طیفی از نظرات توسط دوستان ارائه شد. آقای دکتر فاضلی تقریبا هم رای بودند با مشاور. آقای دکتر اکبر زاده روی مدیریت مصرف آب و کاهش مصرف تاکید شدید داشتند و برای ساختمان‌های بلندمرتبه این قضیه را توصیه می‌کردند. آقای دکتر یارقلی بحث‌های بهداشتی را به‌این شدت که مشاور گفته تایید نمی‌کردند و آقای دکتر صراف‌زاده هم گفتند ما نباید راحت از این بحث بگذریم و به‌راحتی نمی‌توان آن را رد کرد و در حوزه‌هایی قابل‌استفاده است.

**مهندس جمالی:** این داستان ۴۰-۵۰ سال است که ادامه دارد و در این میزگرد و این پنل هم حل نخواهد شد و این موضوع محل مجادله بوده است. آقای دکتر اکبرزاده به چند موضوع اشاره کردند که یک بخشی از آن را من رویش خیلی تاکید می‌کنم. در واقع سبد راهبردهای ما برای کاهش سرانه، سبد متنوعی است از راهبردها که آن‌ها کنار هم درنظر گرفته شده‌اند. ایشان به بحث این‌که در بعضی ساختمان‌ها ممکن است بازچرخانی اقتصادی باشد اشاره کردند. ببینید این ممکن

است و درست است. در دنیا برخی مطالعاتی که انجام شده است بستگی به خیلی چیزها داشته است. ولی برای نمونه بیان می‌کنم و نتیجه‌ای نیست که در همه دنیا این شکلی باشد ولی مطالعات نشان داده‌اند ساختمان مسکونی که از حدود ۴۰ واحد بالاتر می‌رود کم‌کم به آن نقطه مرزی که به‌سمت اقتصادی شدن پیش می‌رود نزدیک می‌شود. این فقط یک نمونه بود و ممکن است جاهای دیگر متفاوت باشد. بنابراین در این‌جا این داستان وجود دارد که با بزرگ شدن اقتصادی می‌شود. اما یک بحثی که هست از نظر فلسفی، نگاه به‌این که آیا مدیریت بهداشت عمومی در حوزه بخش عمومی است یا حوزه بخش اشخاص در حوزه آب؟ در ۱۰۰ سال گذشته شکست اساسی این نمودار ناشی از صدمات ناشی از بیماری‌های مربوط به آب که در جهان اتفاق افتاده است ناشی از فلسفه کنترل بحث مدیریت توزیع و تامین آب و تصفیه آن در دست بخش عمومی بوده است. یعنی ما بحث تمرکززدایی را در این مرز باید درنظر بگیریم. تمرکززدایی یکی از چیزهایی است که الان خیلی رویکرد مثبتی دارد و در دنیا دارد اتفاق می‌افتد اما تا کجا؟ یک شهرک مثلا می‌تواند تصفیه‌خانه داشته باشد اما در اختیار بخش خصوصی گذاشتن ۰ تا ۱۰۰ آن که عملا اتفاق می‌افتد، وقتی که ما می‌آییم و مثلا در یک برج ۱۶ طبقه بازیابی آب خاکستری را انجام می‌دهیم، این یک مقدار مشکل دارد. فقط بحث اقتصادی نیست و هر دوی این موضوع‌ها وجود دارد. روی این موضوع می‌توان بحث کرد و در راهنما به آن پرداخته شد. بحث سوم که آقای یارقلی اشاره کردند که واقعا فکر کنم خیلی هم غیربهداشتی نیست. نکته این‌جا است که ما یک موقع استنباط خودمان را درباره‌اش صحبت می‌کنیم اما یک موقع هم هست که ما مستند هم می‌کنیم و می‌گوییم این فرض و این هم مدارک و مستندات آن. تمام مطالعاتی که در دنیا انجام شده است تاکید می‌کنند که مکرر نتایج آن‌ها داخل جداول مختلف در راهنما آمده است. اشاره می‌کنند که آب خاکستری مخاطره برانگیز است. چند تا عامل میکروبی هستند که در دنیا هم در مطالعاتی که انجام شده به‌عنوان شاخص‌های مرجع برای تحلیل بهداشتی آن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یعنی کاملا خیالتان راحت که همین‌طوری سلیقه‌ای نبوده است. یک نکته‌ای که من در پرنتر بیان بکنم و باعث خوشبختی و خوشحالی است برای من، این است که ما به‌جای این‌که فکر بکنیم، در تدوین این راهنما بسیار بسیار مطالعه

کرده‌ایم. یعنی سخت ممکن است کسی بیاید و بگوید این منبع هم بوده است و یا این کد هم بوده است در فلان کشور و شما حواستان به آن نبوده است. بالغ بر ۳۰۰ تا کد و کتاب در این باره شخم خورده اند و طبیعتاً این‌ها منعکس شده و مراجع هم هستند و داخل متن هم کاملاً دقیق اشاره شده است و هر کسی می‌تواند آن‌ها را ردیابی کند و خلاف آن اگر مدرکی هست ارائه کند.

نکته آخر درباره منابع آب جایگزین در ساختمان‌ها هستند که به آن‌ها منابع آب جایگزین می‌گویند. حال چرا ما به آن‌ها می‌گوییم منابع آب جایگزین؟ به دلیل آن که آن‌ها منابعی هستند که به جای آب آشامیدنی که تامین می‌کنیم مطرح هستند و در ساختمان می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند و منابع محلی هستند. منابعی که در خود ساختمان از محل بازیابی می‌توانند در دسترس قرار بگیرند. بنابراین این موضوع سلیقه‌ای نبوده است. نکته دوم: آب خاکستری که ما نگاه کردیم بحث آب خاکستری در ساختمان‌ها است. منابع جایگزین در ساختمان‌ها یعنی آب باران و آب خاکستری در ساختمان‌ها. حوزه کلی که آب خاکستری می‌پوشاند وسیع تر است. آب خاکستری هر آبی است که بعد از استفاده تا استانداردهای لازم برای تخلیه به محیط یا کاربرد در نظر گرفته شده مناسب است. پس ما آب خاکستری داریم که در ساختمان‌ها رد می‌کنیم. آب خاکستری را به عنوان یکی از اجزای آن سبد مدیریت جامع آب رد نمی‌کنیم. من در واقع شاید خلاصه مسائل اصلی را بیان کردم ولی خیالتان راحت که روی این‌ها بررسی‌های لازم انجام شده است و می‌شود این بحث را ادامه داد.

**یکی از حضار:** آب خاکستری در ساختمان را باید مثل دارو دید. آن تصفیه‌ای که وارد ایران می‌شود هیچ‌کدام برایش استانداردسازی نمی‌شود برای تجاری و فقط برای تولید آن استانداردسازی می‌شود. پس بهتر است در رابطه با آن مانند دارو عمل شود. دارو قبل از آن که وارد شود باید وزارت بهداشت آن را تایید کند. منبع اصلی را بازدید کند. بعد تازه می‌تواند مجوز بگیرد و وارد شود.

درخصوص بحث آب خاکستری تنها ما نیستیم که تصمیم می‌گیریم و گروه‌های دیگر هم می‌توانند تصمیم بگیرند. ما ساختمان‌سازی‌های جدید داریم. بازسازی‌ها را داریم که در همه این‌ها می‌توان اعمال کرد. در مورد هزینه آن همین الان

در برخی خانه‌های جنوب تهران که دارد بازسازی می‌شود در ۴ طبقه ۸ واحد دارند. این‌ها را لاکچری می‌سازند. سنگ مثلاً متری ۲۰۰ هزار تومان کار می‌شود. این هزینه آن‌چنانی ندارد که بخواهد در تاسیسات بیاید. الان بحث پکیج‌هایی که دارند در طبقات می‌زنند در آینده نزدیک مشکلاتش را خواهیم دید. سیستم جدید ساختمان‌سازی دارد مانند سیستم‌های اروپا و جاهای دیگر می‌شود که مثلاً بخشی از خانه‌ها را می‌آورند طبقه پایین. خب آب خاکستری هم همان پایین است. مجتمع‌های بزرگ دارد ساخته می‌شود که کارواش و چیزهای دیگر دارد. مجوز چاه می‌دهند به آن‌ها.

بعد درباره آلودگی که شما گفتید که می‌گویند کم است درست است. صنایع داخلی ما دستگاه سختی گیر ساختند. آب خیلی از آن نیز برای خوردن بوده است. سختی‌گیری که ساختند فلزی بود. در ابتدا داخل آن از اپوکسی استفاده نکردند و مواد چند سری عوض شد و رسیدند به این نتیجه که این کار را می‌شود انجام داد. همان‌طور که آقای دکتر صراف‌زاده گفتند درباره مصرف یک صحبت‌هایی کردید. جایگزینی این منابع آب در این جا جواب نمی‌دهد و باید روی مسئله مصرف آن کار کرد، فرهنگ سازی کرد و همه سازمان‌ها هم باید موازی باهم حرکت کنند. یک کالا که وارد می‌شود استاندارد بشود و تولیدگرها کمک کنند در انتقال تکنولوژی کار کنیم و چیزی که سازمان ملل می‌گوید ما را آسیا غربی می‌داند ما نرویم به دنبال آمریکا. نرویم هلند را بیاوریم. فرهنگ‌ها فرق می‌کند. خیلی کشورها وضو گرفتن ما را ندارند. آبکشی ما را ندارند. ما سرانه مصرف روزانه‌مان ۱۵۷ لیتر است برای هر نفر. ۱۰۰ لیتر آن برای حمام و دستشویی و لباس‌شویی است. به نظر من باید روی این کار کرد، همان‌طور که روی فاضلاب شهری کار کردند. درست است که در تهران به مشکلاتی می‌خوریم. همین فاضلابی که الان به خانه‌های قدیمی دارند وصل می‌کنند اما در آینده همین خانه قدیمی می‌شود یک خانه جدید اما آن شبکه فاضلاب درست به آن وصل نمی‌شود.

**یکی دیگر از حضار:** من می‌خواستم یک سوال بکنم و ببینم در این تحقیق اصلاً به ایران اشاره شده است؟ آیا سابقه‌ای در ایران دارد برای آب خاکستری، به جز آن ساختمانی که اشاره کردند آقای دکتر. چند مورد شما بازدید کردید؟ یک نکته‌ای من می‌خواهم اشاره کنم. در ایران الان بیش از ۵۰ مورد سیستم

آب خاکستری نصب شده است و دارند استفاده می‌کنند. چندین نکته بود که من فکر می‌کردم اگر روی ایران تمرکز می‌کردید شاید نتایج‌تان بهتر از آن ۳۰۰ تا ترم یا سندی بود که اشاره کردید. بهترین سندی که به آن گذرا اشاره کردید و گذشتید همان BS8525 بود که در آن به شما اجازه داده حتی براساس آن استاندارد آب خاکستری تصفیه شده را برای آبیاری پاششی هم استفاده کنید که اجازه داده‌اند برای ماشین لباسشویی هم استفاده کرد. پس ما می‌توانیم آب خاکستری را به سطحی از استاندارد برسانیم که در ماشین لباسشویی هم استفاده بشود و این اتفاق در همین ایران خودمان الان دارد می‌افتد. یک نکته دیگری هم که باید به آن اشاره کرد و فکر می‌کنم آقای دکتر اکبرزاده و فاضلی به آن اشاره کردند این است که شما باید بدانید این نسخه را برای چه کاربری می‌خواهید ببینید. ما در مصارف اداری به ازای هر نفر در هر شیفت ۸ ساعته کاری ۵۰ لیتر آب مصرف می‌کنیم. براساس همان استاندارد که فلش تانک ۱۵ لیتر آب مصرف می‌کرد ۳ بار اگر فلش تانک را بکشند ۴۵ لیتر، یعنی بالای ۹۰ درصد از مصرف در کاربری اداری فلش تانک است. این مصرف فلش تانک را خیلی راحت می‌توانستیم با آب خاکستری جایگزین کنیم. منظور من این است که باید دید آب خاکستری را برای چه کاربری و کجا می‌توان استفاده کرد که بهترین جواب را به ما بدهد.

یک نکته دیگری من درباره قیمت آن بگویم. جایی را ما می‌شناختیم که برای هر مترمکعب آب پارسال ۴۰۰۰۰ تومان پول می‌دادند و با آن حمام می‌کردند. نکته این است که بحث قیمت خیلی جاها مطرح نیست. بحث بود یا نبود مطرح است. یعنی شما وقتی در اصفهان از صبح تا شب آب را قطع می‌کنند یا فشارش را کم می‌کنند، آن جا دیگر قیمت مطرح نیست. در شیراز به شما اجازه نمی‌دهند با آب شهری باغچه را آبیاری کنید. اگر باغچه را آبیاری کنید کنتور را می‌کنند و می‌برند. یا برج خنک‌کن در یزد اجازه ندارید که استفاده کنید. الان ساختمان‌هایی که در یزد ساخته می‌شوند برج خنک‌کن اجازه ندارند استفاده کنند. یک مثال هم برای‌تان بزنم که شاید جالب باشد. در شیراز شهرداری شیراز ۴-۵ سال قبل طرحی را تدوین کرد که اگر بام سبز احداث بکنیم و برای آبیاری بام سبز از آب خاکستری استفاده بکنیم، آن جا به شما یک طبقه تشویقی می‌دهند. بیش از سیصد پروانه در عرض یک ماه در این خصوص صادر شد. ادامه کار از آن سیصد تا پروژه،

چهل - پنجاه تا پروژه‌اش اجرا شده و از آب خاکستری بیش از چند سال است که استفاده می‌کنند.

عرض بنده این است که ما اگر حالا گروه‌های مختلف را مثل سازمان نظام مهندسی، آب و فاضلاب، دانشکده پزشکی، این مبانی مربوط به استانداردسازی را از a تا z اگر توانستند تدوین بکنند. الان ما در مبحث شانزدهم ساختمان یک اشاره کوچک کردیم که رایزر آب خاکستری باید جدا باشد. بعد به آن رایزر آب خاکستری رنگ زده و استفاده شود. در صورتی که این می‌تواند (حالا می‌دانم که دوستان دارند رویش کار می‌کنند)، تدوین بشود با همان استانداردهایی هم که دارد. استانداردهای خوبی مثل BS8525 تمام موارد را عنوان کرده و شما می‌توانید تا آن سطح این فاضلاب را تصفیه کنید. ممنون و متشکر.

**یکی دیگر از حضار:** ضمن سلام و تشکر از اساتید محترم. اول تشکر می‌کنم. من تا حالا جلسه همفکری که به این مدت قبل از اجرای قانون در ایران برگزار شود و بخواهند تمام نظرات را بشنوند ندیده بودم. خیلی جلسه مثبتی است به نظر من. یک ابهام داشتم و دو تا سوال. ابهام این بود که الان ما بحثمان بود و نبود آب هست یا هزینه تمام شده برای دولت؟

ببینید اگر می‌خواهیم به بخش خصوصی واگذار کنیم همان جوری که دوستان فرمودند، الان پنج طبقه صد متری ساختنش در تهران دو میلیارد تا دو میلیارد و پانصد میلیون هزینه دارد. بحث تصفیه آب شاید عددی محسوب نشود. همان طوری که جناب دکتر اکبرزاده فرمودند خیلی هزینه‌های دیگر می‌شود که شاید تصفیه آب نسبت به آن‌ها هم توجیه‌پذیرتر است، هم شاید رغبت زیادتری به آن باشد، وقتی فرهنگش وجود داشته باشد. همین ساختمان سبز که جناب دکتر صراف‌زاده فرمودند اگر فرهنگش باشد مردم خودشان، همان طور که می‌روند سنگ اسپانیایی پیدا می‌کنند و وارد می‌کنند، شیوه به صرفه‌ای هم پیدا می‌کنند. اما از این بابت سوالم این‌جا است که همان‌طور که جناب آقای مهندس جمالی فرمودند آیا بحث ما این است که می‌خواهیم این هزینه را بیاوریم در این زمینه هزینه کنیم؟ ببینید تا آن جایی که بنده اطلاع دارم نسبت مصرف آب کشاورزی به آب شهری واقعا خیلی متفاوت است. اگر بحث بود و نبود است شاید این هزینه را ببریم در کم کردن مصرف آب کشاورزی شاید بهتر باشد. اما اگر بحث انتقال بخش دولتی به بخش خصوصی است، شاید

همین پلکانی کردن مصرف آب که حالا هزینه‌اش دارد دیده می‌شود، این خودش مشمول است. فقط کافی است که یک مقداری به سمت فرهنگ این که این مورد، قضیه لوکسی نیست برویم، شاید مردم خودشان وارد بکنند این مسئله را. حالا لطف کنید بفرمایید الان مسئله چیست؟ مسئله بود و نبود است یا هزینه، و دوم هم این که آیا مثلاً آن سیاست‌هایی که می‌فرمایید تعامل بین سازمان‌های مختلف قرار است به وجود بیاید یا قرار است که فقط صرف آیین‌نامه‌ای باشد که در وزات نیرو هست؟ خیلی ممنونم.

**یکی از دیگر حضار:** یک پیشنهاد دارم. اگر قرار است که هم‌چنین نشستی با هم‌چنین عنوانی ادامه پیدا بکند من اول خواهم این است که حداقل نظام مهندسی ساختمان تهران حضور داشته باشد. چون نقششان خیلی مهم است در این تصمیم‌گیری. در این سیاست‌گذاری قطعا دوستان مطالعاتی داشتند، کارهایی و پیگیری‌هایی انجام دادند. پیشنهاد دوم بحث موضوع نشست است. ما بیشتر صحبت‌هایمان رفت سمت آب خاکستری. آیا صرفاً آب خاکستری مصرفش فقط برگرداندن در ساختمان است؟ ما دغدغه داریم و ریسک‌هایش را بررسی می‌کنیم. چون ریسک‌هایی خواهد داشت و ما در ایران نتوانستیم مباحث نظارتی را خوب پیاده کنیم، کامل ردش کنیم. همین الان که ما داریم صحبت می‌کنیم در همین کشور ژاپن در شهر توکیو که یک کلان شهری هست مثل تهران، دارند در خیلی از مناطقش این کار را عملیاتی می‌کنند. هم در استفاده از آب خاکستری، در بحث فلاش تانک و هم در بحث آبیاری فضای سبز. شهر توکیو، بالای ۱۵۰۰ میلی‌متر در سال متوسط بارندگی‌اش هست. در کشور ما متوسط بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر است. آیا با این وضعیت منابع آب و حالا ریسک‌هایی که ما داریم صحبت می‌کنیم به راحتی امکان‌پذیر نیست که از آن عبور کنیم؟

می‌خواستم این را بگویم که اگر این نشست بخواهد ادامه پیدا بکند، عنوانش بشود راه کارهای استفاده از آب خاکستری. صرفاً مصرفش استفاده در ساختمان‌ها نیست. این را خواستم تذکر داده باشم. یک بحث فنی که الان مطرح هست در کلانشهرها، یک تفکر این هست که ما بیاییم تمام آب مصرفی‌مان را از طریق شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، که همین الان هم داریم در خیلی از شهرهایمان و در واقع می‌توانیم بگوییم نسبت به

خیلی از کشورهای دیگر ما خیلی جلوتر هستیم، یک راه‌کارش این است که ما بیاییم تمام آب مصرفی را وارد شبکه فاضلاب بکنیم. بعد بیاییم یک تصفیه‌خانه‌ای بزنیم و ببینیم که تصفیه‌خانه فاضلاب شهری چه خروجی را به ما خواهد داد. اگر حالا بیاییم روی خروجی آن تصفیه‌خانه فاضلاب بررسی بکنیم که چه قدرش را بدهیم سهم فضای سبز و چه قدرش را سهم صنعت، چه قدر سهم کشاورزی تا بتوانیم آب خامی که قبلاً برای آن‌ها استفاده می‌شد را ذخیره کنیم برای حداقل تامین آب شرب. منتهی تفکر جدیدی که الان مطرح هست این است که حداقل کردن مصرف آب تا آن جایی که ما می‌توانیم مصرف را در محل کم کنیم که الان ما به آن اعتقاد داریم. ما هنوز هم تاسیساتمان در ساختمان مشکل دارند. شما می‌رویم حمام عادی باید حتی در ساختمان‌های جدید، باید شیر آب گرم را باز بکنید، منتظر باشید حداقل سه - چهار دقیقه بگذرد تا آب گرم بیاید. چه قدر آب تلف می‌شود؟ هنوز ما در بحث ساختمان خیلی خیلی مشکل داریم. می‌خواهم این را خدمتتان عرض کنم: تفکر جدید این است که حداقل کردن مصرف آب در محل، یکی از موارد این است که چه باشد؟ همین بحث فنی کردن بازچرخانی آب در ساختمان‌ها و استفاده از آب خاکستری باشد و همین آبیاری فضای سبز محلات هم می‌تواند رویش واقعا کار بشود.

**دکتر تابش:** من از اعضای محترم خواهش می‌کنم هرکدام در عرض دو دقیقه نظرات خود را درباره مباحثی که انجام شد بدهند. من در پاسخ به دوست عزیزمان هم اشاره می‌کنم که ما با توجه به این که این موضوع در حال انجام بوده، در دستور کار کمیته تخصصی بازیافت انجمن قراردادیم و دوستان خودشان بحث‌های داخلی خواهند داشت. حالا از نظر ظهور و بروز، طبیعتاً نشست‌های دیگر خواهد بود. همایش سال آینده ما در دانشگاه تهران در این زمینه برگزار می‌شود و آن‌جا مباحث را خیلی گسترده‌تر بررسی خواهیم کرد. این نقطه شروع است. درحقیقت خواستیم یک اعلام عمومی کنیم. بحث را مطرح کنیم و ما هم به نوبه خود بتوانیم سهم خود را ادا کنیم.

**دکتر فاضلی:** من عرض کنم که در واقع می‌توان از آب خاکستری استفاده کرد. منتهی یک لوازمی دارد. من چهار تا استاندارد را اکیدا می‌گویم باید داشته باشد، آب خاکستری که



ما می‌خواهیم استفاده کنیم، یکی استاندارد کیفی است. تصفیه آب خاکستری کجا است؟ خروجی‌اش چه باید باشد؟ و اگر این استاندارد کیفی‌اش رعایت نشود چه اتفاقی می‌افتد؟ نهایتاً استاندارد کیفی، تجهیزات لازم دارد. همان‌جوری که دوستان فرمودند برای تجهیزات باید حتماً استاندارد بشود. کیفیت خروجی چه باید باشد. چه کسی باید انجام بدهد؟ دومین استاندارد بهره‌برداری است از این سامانه که پساب خاکستری را دارد تبدیل می‌کند به آب قابل استفاده. این جوری که داریم صحبت می‌کنیم باز چرخانی در خانه است. این از نظر من غلط است. باید به فکر استفاده مجدد باشیم. همان‌طور که آقای جمالی گفتند جاهای دیگر استفاده کنیم ایرادی هم ندارد. البته خیلی از شهرها هستند که فضای سبزشان با آب خاکستری است. اصلاً پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری دارند. استاندارد کیفی، سطح تصفیه و کیفیت خروجی مهم هست. استاندارد بهره‌برداری همان‌طوری که گفتیم شرکت‌های آب و فاضلاب اجازه ورود به ساختمان را ندارند. بنابراین استاندارد بهره‌برداری کجا باید رعایت بشود؟ در خود ساختمان و خود خانه‌ها. استاندارد سازمان بهره‌برداری: مثلاً فرض کنید اگر شرکت آب و فاضلاب یا دولت دارد کنترل می‌کند، باید بگوید الان سازمان بهره‌برداری شامل چه کسانی هست؟ چه تخصص‌هایی در آن هست؟ دارای چه تجهیزاتی هست؟ ببینید یک تصفیه‌خانه بدون آزمایشگاه اصلاً معنی ندارد. حالا می‌خواهد میکرو تصفیه‌خانه یا ماکرو تصفیه‌خانه باشد. آن بحثی که راجع به تصفیه آب خانگی من گفتم، دستگاه خیلی هم خوب است، استاندارد هم هست. ولی من نتوانم بهره‌برداری کنم، نتوانم پایشش کنم، طبیعتاً یک‌جایی دچار نقص شده و من دچار مشکل خواهم شد. بنابراین استاندارد سازمان بهره‌برداری از نظر تجهیزات محل بهره‌برداری، از نظر نفراتی که دارند بهره‌برداری را انجام می‌دهند و نهایتاً استانداردهای فرهنگی و پذیرش عمومی هست. مردم باید به قول یکی از دوستان اگر از نظر فرهنگی برایشان جا افتاده باشد می‌آیند کمک می‌کنند. مردم کمک نکنند همه چیز حل می‌شود. مشکل ما این است که می‌خواهیم همه مدیریت‌ها را دولت انجام بدهد و این بدترین چیز است. نهایتاً استاندارد فرهنگی و پذیرش عمومی هست که می‌تواند این‌را جا بیندازد. همه این‌ها رو اگر با هم ببینیم قابل قبول است و استفاده هم می‌شود کرد، و گرنه ریسک است. ریسک آن هم خیلی بالا است. احتمال این‌که ایجاد اپیدمی

بکند، بیماری‌های مختلف بوجود بیاورد، وجود خواهد داشت.

**دکتر اکبر زاده:** من یک نکته‌ای دارم که بعضی از دوستان الان اشاره کردند که موضوع را تغییر بدهیم. موضوع را این‌طوری بیان کنیم یا هر بحث دیگری در این حوزه هست. در تکمیل فرمایش دکترباش عرض می‌کنم که این یک پروژه تعریف شده‌ای در وزارت نیرو است و موضوع ما این است که راجع به این موضوع داریم بحث می‌کنیم. هر بحث دیگری هم سر جای خودش قابل قبول است، اما علت انتخاب این موضوع کاری بوده که انجام شده است.

موضوع دیگری که از قلم افتاد در عرایض پیشین بنده این بود که در ارایه مهندس جمالی از روش‌های سیستم‌های SBR و MBR و این‌ها استفاده شده است. این‌ها هیچ‌کدام روش تصفیه آب خاکستری نیست. یعنی شما اگر آب خاکستری را ببرید در MBR اصلاً کار نمی‌کند. حالا می‌خواهد ۷۵ برابر قیمتش باشد یا ۲۰۰ برابر. یعنی جایی که MLSS10000 دارد کار می‌کند شما نمی‌توانید مثلاً در SBR یا در حتی لجن فعال معمولی که با MLSS2000 یا MLSS3000 هست کار کنید. یعنی شما مجبورید که آب سیاه داخل آن بکنید که اصلاً از داخل این موضوع فکر کنم خارج است. موضوع بعدی هم که دوستان اشاره کردند، حالا نظام مهندسی را که آقای مهندس اشاره کردند. جاهای دیگری هم هست. مرکز تحقیقات مسکن کارکرده و دستگاه‌های نظارتی که در این حوزه کار می‌کنند، سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت بهداشت که در جلسات ما حضور داشتند و این مهم‌ترین ایرادی است که می‌شود گرفت. یعنی چون نه وزارت بهداشت می‌تواند نظارت بکند، نه سازمان حفاظت محیط‌زیست می‌تواند نظارت بکند. یک مقدار باید راجع به آن ترسید. باید با دقت انجام شود. این حرف درست است. این را کاملاً باید پذیرفت. اما راجع به آن مثالی که زدم و گفتم آن خانه دارد چه‌جوری آب را مصرف می‌کند، می‌خواهم ربطش بدهم به استاندارد. الان استانداردهای بین‌المللی را نگاه کنید، می‌گوید بله حتی اگر آب را می‌خواهید برای تزریق در سفره آب زیرزمینی استفاده کنید باید از UF و RO عبور بدهید. استانداردهای جدید درست است. ما در کجای کار هستیم؟ الان شهرداری باغچه‌های کنار خانه‌های ما را با چه چیز آب می‌دهد؟

**دکتر یار قلی:** متشکرم. خسته نباشید. من می‌خواهم جمع‌بندی‌ام را خیلی واضح و شفاف دوباره تاکید کنم. من مصمم به این‌نظر هستم که ما باید برنامه‌ریزی کنیم برای شیوه‌های عملیاتی کردن این کار. نه این‌که بگوییم بله یا نه. این فاز را باید بگذاریم کنار. باید چه کار کنیم. معتقدم در سه فاز زمان‌بندی شده برای وضع موجود، میان‌مدت و بلندمدت برنامه داشته باشیم. مباحثی به‌شرح زیر را حتما باید در برنامه‌مان داشته باشیم. اجتماعی و فرهنگی باید کار کنیم. هنوز جامعه پذیرش این بحث را شاید به‌حد کفایت نداشته باشد. شاخص‌های کیفی تعریف کنیم متناسب با آب خاکستری و براساس مستندات موجود، آب خاکستری ما چه کیفیتی دارد؟ چه خطراتی را می‌تواند در پی داشته باشد؟ چه مصارفی می‌خواهیم از این داشته باشیم و براساس آن شاخص تعریف کنیم و این بشود استاندارد. در بحث آموزش باید کار بشود. گروه‌های هدف مشخص بشوند. مصرف‌کننده‌ها، مردم، قانون‌گزاران، اساتید دانشگاه، دانشجویان، همه ... برای هر کدام متناسب با حیطه کاری خودشان مباحث آموزشی عمومی و تخصصی تدوین و اجرا شود و بحث مهم‌تری که ساختار باید تعریف شود. دوستان هم فرمودند این بحث، بحثی نیست که در قالب یک ارگان، یک وزارتخانه، یک دانشگاه بگنجد. نیاز به مشارکت تمام ارگان‌ها، وزارت نیرو، محیط زیست، دانشگاه‌های مختلف بهداشت و درمان و صاحب مسکن و شهرداری و ... و خیلی جاهای دیگر را می‌طلبد که اگر بخواهند اجرایی بشود باید دست در دست هم بدهند، در کنار هم کار کنند و به یک نتیجه مفید برسند.

**دکتر صراف‌زاده:** خیلی ممنون. من تشکر می‌کنم که نکات خیلی خوبی را مطرح کردند. من یک جمع‌بندی خیلی خلاصه‌ای اگر خدمت شما بخواهم داشته باشم، قبل از جمع‌بندی بگذارید این نکته را هم بگویم. در وضعیت موجود، آیا هیچ دغدغه‌ای سیستم‌های آب ما ندارند؟ الان نگاه کنید در یک خانه، فشار آب تهران روزهایی که کم می‌شود در اکثر ساختمان‌هایی که بالای سه چهار طبقه هستند، آمدند یک‌سری شبکه خودشان طراحی کردند. من در خیلی از خانه‌ها دیدم. آمده یک مخزن گذاشته در زیرزمین آب می‌آید فشار شبکه آب را به صفر می‌رساند. بعد از مخزن، تازه پمپ می‌کند به شبکه خانگی. همه این دغدغه‌هایی که مطرح شد روی مخاطرات بهداشتی آن‌جا هم مطرح است.

اولا پمپاژ که انجام می‌دهد خیلی اوقات فشار منفی ایجاد می‌کند در شبکه معمولی که ما در سطح خیلی از مناطق قدیمی تهران داریم یا حالا شهرهای دیگر، این نفوذ آلودگی به‌راحتی می‌تواند صورت بگیرد. دغدغه دیگر که باز الان خیلی متداول است. مثلا فرض کنید همین سیستم‌های تصفیه آب خانگی که در خیلی از مناطق به‌کار می‌رود، آن‌جا هم باز نیاز به یک سازمان کنترل کیفیت دارد، این‌ها اگر کنترل کیفیت رویش صورت بگیرد بعد باز مسئله مخاطرات بهداشتی از نظر آلودگی میکروبی می‌تواند داشته باشد. اگر رسیدگی نشود عملا ما با این وضع موجود روبرو هستیم. اما از این بحث که بگذریم، ببینید من در بحث آب خاکستری گفتم باید نگاهتان یک نگاه پکیجی باشد. یک پکیج کامل در بحث ساختمان‌ها است. حالا ما کلا بحث‌مان بحث مصرفی ساختمان‌ها بود ولی این‌را می‌شود تعمیم داد به بحث شهری و بعد هم موضوعات دیگر مصرفی. یعنی صنعتی و کشاورزی که موضوع این جلسه نبود. ولی در این بحث شهری، بحث ساختمان شاید یک مقدار باید تعمیمش داد و مثلا در حوزه یک منطقه شهری دید این‌را. در این نظامی که بشود تمام بخش‌هایی که مصرف‌کننده آب و تولیدکننده فاضلاب یا پساب یا آب خاکستری هستند. این‌ها را باید به‌صورت یک مجموعه چشمه و چاه دید. آب خاکستری که من عرض کردم یک آب هست که ممکن است نیاز به استفاده مجدد بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای در یک مصرف خاص بشود انجام داد. ممکن است این آب خاکستری را بشود با یک تصفیه خیلی کم‌هزینه و ارزان قیمت در یک مصرف دیگر انجام داد. منتهی باید این‌را در قالب یک شبکه دید که این چشمه و چاه‌ها را به‌هم وصل کرد. در کرسی یونسکو در بحث آب، بازیافت آب، ما خوشبختانه در سطح دنیا با نظام مدار بسته آب هستیم که دقیقا چندین موضوع در این نظام دیده شده و بازیافت آب خاکستری هم یکی از المان‌هایش است. حالا اگر در نهایت این طرح انجام شود، می‌شود آن نظام را در توزیع شهری پیاده‌سازی کرد و از همه آن دغدغه‌ها هم به‌نوعی رها شد. خیلی ممنون.

**دکتر تابش:** من فقط یک نظری بدهم. موقعی که آقای دکتر در رابطه با پمپ در خانه‌ها فرمودند، اگر پمپ بعد از مخزن اجرا شود، هیچ مشکلی از نظر آلودگی وجود نخواهد داشت. پمپ‌هایی که مستقیما پشت کنتور هستند و بدون ارتباط

با مخازن آب را می‌کشند، آن‌ها مشکل بحث آلودگی را در شرایطی ایجاد می‌کنند. دو تا بحث ریز هست که حالا دوستان دقت داشته باشند. از آقای مهندس جمالی به عنوان حسن ختام برنامه خواهش می‌کنم که در حد مقدور، نه این که جزء به جزء بخواهند جواب بدهند، خیلی خلاصه، نقطه نظراتشان را راجع به نظرها و سوال‌ها بفرمایند.

**مهندس جمالی:** این بحث‌هایی که امروز شد، این بحث‌ها، بحث‌های جدیدی نیست. این‌ها بحث‌هایی هست که در دنیا هم وجود دارد، اما من دارم توجه‌تان را به یک نکته‌ای جلب می‌کنم. یک بحث، بحث تکنیکی نیست، بحث راهبردی است. در واقع طرفداران بازیابی آب خاکستری در ساختمان می‌گویند ما داریم در این بسته و این پکیج بررسی‌اش می‌کنیم، در ساختمان. صحبت ما آب خاکستری نیست به آن معنی عام‌اش. داریم در ساختمان بررسی می‌کنیم. در واقع طرفدارانش دو دسته‌اند: دسته‌ای که این بحث را تکنیکی می‌بینند و دسته‌ای که ذی‌نفع مالی هستند در این موضوع. این دو دسته طرفدارانش هستند. دسته سومی هم وجود دارد. گروه‌های اجتماعی طرفدار محیط‌زیست هستند که الزام کارشناس نیستند. آن دوتایی که عرض می‌کنم در حوزه متخصصین. بحث تکنیکی نیست. بحث دومم که آن هم باز می‌شود رفرنس داد که در کشورهای دیگر دنیا هم این‌ها تاثیرگذار بودند و دقیق می‌شود رد آن‌ها را گرفت. اما بحث دسته اول: تکنیکی، بله، از نظر تکنیکی روش‌های مختلفی برای تصفیه آب خاکستری وجود دارد که نه در حد آب شرب، در حد آبی که برای مثلا تولید میکروچیپ هم مورد نیاز است بشود تصفیه کرد. پس تکنیکی نیست. نکته‌ای هم که اشاره کردند، آن روش‌هایی که من اشاره کردم، روش‌هایی هست که الان پکیج‌های تجاری در دنیا وجود دارد. همه پکیج‌های تجاری روش‌هایشان ایندکس شده و در راهنما آمده است. اگر مثلا MBR اشاره کردیم، متقابلا پکیج تجاری بوده که از MBR استفاده می‌کرده است. خوب است؟ بد است؟ از نظر شما که تخصصش را دارید. برای تصفیه آب خاکستری حالا این که این چه اشکالاتی داشته، ایشان تخصصشان قطعا در تصفیه آب بیشتر است. من تخصص بهره‌وری آب است. ولی من فقط می‌گویم این چیزها بوده است. هیچ کدام از عرایض بنده بدون اتکا به مابه‌ازای بیرونی در مدارک و مستندات نیست. ولی هدف چیست؟ هدف کاهش

فشار بر منابع آب است. از نظر راهبری یعنی چه؟ یعنی این شکلی نگاه کنیم. این شکلی نگاه نکنیم که مثلا ۵۰ پروژه آب خاکستری اجرا شده، بگوییم که چه قدر خوب است! ببینید این نگاه، تکنیکی است. تازه نگاه تکنیکی ناقصی هست. اگر مثلا همراهش نتایج آزمایش باشد، بگوییم این‌ها، این منبع، این خروجی، تازه مثلا، هنوز تکنیکی هست. من می‌گویم تکنیکی نگاه نکنیم. راهبردی یعنی چه؟ هدف کاهش سرانه است. برای کاهش سرانه، ما سبیدی از راهبردها را داریم. این راهبردها در کنار هم معنی پیدا می‌کنند. سبد راهبردها. هدف وقتی کاهش سرانه هست، ما می‌توانیم با پراتورها و با کاهنده‌های مصرف این کار را انجام بدهیم.

میزگرد تلفات واقعی، اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب، آذر ۱۳۹۶، دانشگاه شهید بهشتی، پردیس شهید عباسپور



#### اعضا میزگرد:

دکتر جلیلی قاضی زاده: عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

مهندس طباطبایی: مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب مشهد

مهندس توکلی بینا: معاون بهره‌برداری شرکت آب و فاضلاب استان تهران

مهندس مبینی: مدیرکل نظارت بر بهره‌برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مهندس جمالی: شرکت مهندسی مشاور راهدان سما



مهندس طباطبایی:

در سال ۲۰۱۶ به مقدار ۳۲ میلیارد مترمکعب آب بدون درآمد وجود داشته است که حدوداً ۶ میلیارد دلار هزینه به شرکت‌های آب و فاضلاب تحمیل کرد. اگر قرار باشد ۵۰ درصد آن مدیریت شود، یک کشور ۹۰ میلیونی را می‌شود مدیریت کرد. اگر بخش هدررفت واقعی را به‌عنوان یک سیستم درنظر بگیریم عوامل



دکتر جلیلی قاضی زاده:

با اعلام این که طبق آمار شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، آب بدون درآمد در سال ۹۵ حدود ۲۶/۵ درصد بوده است و در سال ۹۶ به مقدار ۲۵/۵ درصد کاهش یافته است. از اعضای محترم میزگرد خواهشمند است بیانات خود را در این زمینه ارائه نمایند.

که توسط اکپ‌های عملیاتی تولید می‌شود. و تصمیم‌گیری درست منجر به انجام اقدامات موثر می‌شود و ورود جدی به pm و نگهداری و تعمیرات در شبکه‌ها.



**مهندس توکلی بینا:**

بحث را از زاویه دیگری نگاه می‌کنیم. چند نکته را براساس تجربیات شخصی خدمتتان عرض می‌کنم. بیماری‌های بخش پروژه‌های هدررفت باید حل شود. یکی از مواردی که به شدت اثرات محسوس و کوتاه‌مدت می‌گذارد اسکادا است، به‌خصوص اسکادای شبکه. با تجربه‌ای که در این خصوص طی ۱۵-۲۰ سال در بخش شبکه داشتم باید بگویم که اجرای برنامه‌ای کاهش آب بدون درآمد و پرهیز از مقاطعه‌کاری و پراکنده‌کاری باید در دستور کار قرار بگیرد. در این رابطه می‌توان از پروژه‌های اسکادا نام برد. معمولاً اسکادا را از تاسیسات شروع می‌کنند ولی باید آن را از شبکه شروع کرد و به‌جای اصلاح شبکه، اسکادای شبکه به‌صورت گسترده‌تر انجام شود. بعضاً در نواحی که نت زیر ۲۰-۳۰ درصد است با اصلاح شبکه هدررفت واقعی پایین بیاید و ظاهری بالا برود و فشار را بالا بردیم که منجر به خطای کنورها و انشعابات غیرمجاز و کم‌اندازی ... و در شبکه‌های پایین‌دست، منجر به افزایش هدررفت واقعی هم می‌شود، چون در بالادست فشار بالا رفته است. در واقع اصلاح شبکه با این هزینه‌های زیادی که می‌شود و در ادبیات اجرایی کشور هم جا افتاده در سطح سازمان مدیریت و استانداری و شورای برنامه‌ریزی استان، ما در سال ۹۵ حدود ۳۰۰۰ کیلومتر اصلاح شبکه داشیم و اگر کیلومتری ۳۰۰ میلیون تومان متوسط بگیریم، حدود ۹۰۰ میلیارد تومان در اصلاح شبکه هزینه کردیم. اگر نصف آن را در اسکادا هزینه می‌کردیم چقدر به رستگاری رسیده بودیم؟ هنوز در ادبیات ما این‌گونه است که حدود ۲-۳ درصد از شبکه فرسوده است. شبکه پوسیده نشت دارد و دیگری شبکه مسن است و لزوماً شبکه مسن پوسیده نیست. در خیلی استان‌ها شبکه‌های قدیمی وجود دارد که

اصلی تاثیرگذار عمده عبارتند از: مدیریت فشار (دارای عملکرد دوگانه است هم می‌تواند باعث افزایش و هم کاهش تلفات واقعی شود)، مدیریت نشت، نوسازی و تعمیرات و بازسازی شبکه و نوع و کیفیت لوازم مصرفی و دقت تعمیرات. تمام این عوامل به ما کمک می‌کند که به مرز اقتصادی (EARL) هدررفت واقعی برسیم.

**مدیریت فشار:** بحث فشارشکن‌ها مطرح می‌شود. خیلی راحت با سیستم‌های کنترلی می‌توان اثر گذاشت و می‌تواند یک بهره‌بردار کنترل‌های دستی را در نظر بگیرد و پهنای آن را بشناسد و به‌سمت استقرار سیستم‌های کنترل از راه دور پیش رود. اجراکننده باید با درک منطقی از وضعیت شبکه مدیریت صحیحی در شبکه داشته باشد. برای کنترل خطوط در شب و روز و کنترل‌های فصلی که هر فصلی از لحاظ کنترل با بقیه متفاوت است، ایجاد زیربنای فشاری مناسب لازم است. در بعضی شهرها آب به‌طور مستقیم از چاه به شبکه تزریق می‌شود که استفاده از مخزن می‌تواند به کاهش تلفات کمک کند.

**مدیریت نشت:** براساس بررسی‌های انجام شده در حوزه مدیریت نشت، برگشت هزینه در مشهد ۲ تا ۳ ماه طول کشیده است یعنی برگشت هزینه سریع بوده ولی باید بدانیم که سقفی دارد. در شهر مشهد در طی سه سال حدود ۱۰ میلیارد تومان صرفه‌جویی شده است.

**سرعت و کیفیت تعمیرات و لوازم:** کنترل کیفی از قبل از تولید محصول تا بعد از بهره‌برداری که در قالب مدیریت دارایی فیزیکی تعریف می‌شود می‌تواند بسیار تاثیرگذار باشد. علاوه بر کیفیت محصول، سرعت در عمل، استقرار سامانه‌هایی که می‌تواند به تسریع در تشخیص و انتقال کمک کند، تغییر و بازنگری در گروه‌های عملیاتی (مدیریت زمان) و استفاده از سامانه‌هایی به‌عنوان مدیریت آنلاین حوادث (کارتابل دستور کار) در مشهد این کار انجام شده است (گروه‌های عملیاتی سریعاً در محل حاضر شوند و تعمیرات را به لحاظ زمانی مدیریت کنند و با در نظر گرفتن اطلاعات در دسترس، جریان تعمیر را به لحاظ زمانی مدیریت کند).

**نوسازی و بازسازی شبکه:** همه ما در شبکه‌هایی که در اختیار داریم بحث اصلاح شبکه را در دست داریم و اگر هوشمند نباشد سرمایه را به باد داده است. استفاده از تکنولوژی و تهیه نقشه‌های پراکندگی حوادث و اصلاح و قابل اعتمادسازی سامانه‌های GIS، در نتیجه، رسیدن به اطلاعات صحیح روزانه و لحظه‌ای



پوسیده نیست و لوله‌های خوبی دارد. ما در آن‌ها اگر تقاضای شبکه را پاسخ ندهد اصلاح شبکه می‌کنیم با مدیریت فشار. مثلاً ده تا شبکه است و مشترک اضافه شده و باید سایز لوله بزرگ شود. این بحث دیگری است و بعضاً نیاز است و می‌تواند در کنار اسکادا باشد. ولی این کار که بعد از ۳۰ سال حتماً نوسازی کرده باشیم هیچ پشتوانه علمی ندارد. به درد امروز نمی‌خورد، با این‌که در بودجه هم گفته می‌شود. بحث بعدی این است که ما باید تغییر گفتمان بدهیم در موضوع اصلاح شبکه‌ها. در تامین اعتبار، بودجه‌های تملک دارایی‌ها گرفته می‌شود. باید اسکادا را به عنوان پروژه در نظر بگیریم و اول و آخر زمان مشخص باشد و در برنامه‌های توسعه هر تصمیمی که برای تملک دارایی و غیره می‌گیریم حتماً خرید تجهیزات و نصب در آن نوشته شود. حداکثر ۱۰ درصد هزینه‌های تملک دارایی می‌تواند هزینه اسکادا شود. عدد خیلی کمی است.

در بحث اقتصادی شدن و معنادار شدن: ما در حال حاضر قیمت را به صورت اقتصادی نداریم که اگر اقتصادی شود ۱- درآمد بهتری برای اجرای سریع‌تر پروژه‌های هدررفت؛ ۲- سطح اقتصادی آب بالا می‌آید و انگیزه بیشتری برای حرکت داریم. مثلاً UARL در ایران ۱۵ درصد است و اگر قیمت آب معنادار شود این سطح بالاتر می‌آید و ۱۰-۱۲ درصد می‌شود. در محیط سازمان باید این فرهنگ جا بیفتد:

۱- هزینه اصلاح شبکه کم شود و در عوض در اسکادا هزینه شود.

۲- هزینه‌های اسکادا در بخش سرمایه‌ای قرار بگیرد و چون سرمایه‌گذاری برای کاهش زیان و سرمایه‌گذاری برای کاهش پروژه‌هایی برای تامین کمیت آب مثل چاه و تصفیه‌خانه و ... است و از هزینه‌های جاری نیست. هزینه‌های سرمایه‌ای را از همه‌جا می‌توان استحصال کرد و هزینه‌های جاری دستمزد و پول برون‌سپاری و غیره هست خیلی نمی‌توان هزینه کرد.



مهندس مبینی:

چالش‌ها و راه‌کارهای کاهش هدررفت واقعی را می‌خواهیم مورد ارزیابی قرار دهیم. از مصادیق هدررفت واقعی می‌توان

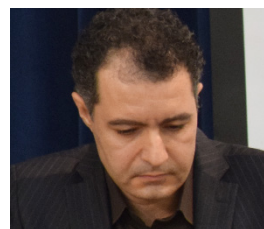
به: نشت از مخازن، سرریز از مخازن، نشت از خطوط انتقال، نشت از انشعابات، پمپاژ، تصفیه خانه و ... اشاره کرد. راهبردهای کاهش هدررفت: افزایش سرعت و کیفیت تعمیرات، کنترل فعال نشت، مدیریت فشار، مدیریت خطوط لوله و دارایی‌ها. دیدگاهی که برای کاهش هدررفت وجود دارد بیشتر منفعلانه است. مثلاً کنترل فعال نشت پیشگیرانه است و مدیریت فشار بحث راهبری و عملیاتی شبکه است، افزایش سرعت و کیفیت شبکه بحث تعمیرات است و بحث مدیریت خطوط لوله و دارایی‌ها بحث انتخاب و نشت و نگهداشت و اصلاح و تعویض مطرح می‌شود.

چالش‌های موجود که مانع اجرای راهبردها می‌شود: عدم نگاه فرایندی به کار (آب بدون درآمد به صورت پروژه نیست بلکه به صورت فرایند است)، عدم وجود مدیریت در شبکه توزیع (متأسفانه در چارت سازمانی برای مدیریت شبکه مدیریت مستقل نداریم و همین دلیل است که بحث اسکادا را جذاب می‌کند و مدیریتی بر روی آن قرار می‌گیرد) عدم وجود سیستم دستور کار و نظارت بر رفع حوادث (زمان رسیدن، زمان رفع حادثه، تحلیل حوادث، مکان تکراری، قطر لوله، فشار و ... باید کنترل شود)، برون‌سپاری به پیمان کارها با دانش فنی کم (اگر بخواهیم تعمیرات را دقیق ببینیم باید روی کار، نظارت کنیم که وجود ندارد)، عدم توجه به سیستم شکست کار (در بحث آب بدون درآمد با انبوهی از مسائل روبه‌رو هستیم طبق طرح عملیات، مشکلات را بررسی و حل کنیم). متأسفانه کمتر به این مسئله توجه شده است و فکر می‌کنیم که با یک قرارداد یک ساله می‌توانیم آب بدون درآمد را کنترل کنیم که چنین کاری انجام‌پذیر نیست، عدم توجه به دستگاه اندازه‌گیری و روند اندازه‌گیری (حتماً باید اندازه‌گیری شود و حتی اندازه‌گیری غلط هم از نبود اطلاعات بهتر است، زیرا می‌تواند بعداً تصحیح شود و چیزی برای صحبت وجود دارد. همه ما فکر می‌کنیم هر چه در ذهنمان است درست است، در حالی که باید اطلاعات جامع و هماهنگی وجود داشته باشد)، مسائل مربوط به نگهداشت و مدیریت دارایی (فکر نکنیم که فقط مطالعه کردن انجام می‌شود بلکه الان در حال حاضر عده‌ای دارند شبکه را هدایت می‌کنند که اگر آموزش کافی ندیده باشند روز به روز به مشکل اضافه می‌شود). بحث نگهداشت و مدیریت دارایی را باید جدی بگیریم و وسیله‌ای که می‌خریم باید تحت کنترل ما باشد و بتوانیم براساس این موضوع به بهینه‌ترین حالت از آن استفاده کنیم.

- ۲- مسایل مالی که مهندسين مشاور با آن درگیر هستند. وارد این بحث نمی‌شویم.
- ۳- ظرفیت‌سازی مسئله.

### دکتر جلیلی قاضی زاده:

از دیدگاه فنی موضوع تحلیل تلفات واقعی کار ساده‌ای نیست. فرض کنید که دو شهر مقدار ۲۵٪ آب بدون درآمد داشته باشند، اگر در شهر A، ۵٪ تلفات واقعی و ۲۰٪ تلفات ظاهری وجود داشته باشد و در شهر B برعکس این مقادیر، در آن صورت نحوه برخورد و رویکرد حل مشکل برای این دو شهر یکسان نخواهد بود. در تحلیل تلفات واقعی هم چنین مسائلی وجود دارد. برای کاهش نشت، راه‌کارهای ما مدیریت فشار و نشت‌یابی فعال، بازسازی و افزایش سرعت و کیفیت تعمیرات است که هرکدام زیربخش‌هایی دارد مثلاً نوسازی شامل: rehabilitation (به‌سازی)، repair (تعمیر) و replacement (تعویض لوله) است. وقتی یک مشاور با پروژه‌های با هدررفت بالا مواجه می‌شود باید استراتژی مناسب را انتخاب کند و بدین منظور باید مشکل را خوب شناسایی کند. در بحث تلفات واقعی (جدا از بحث سرریز مخازن): تلفات را می‌توان به سه قسمت تقسیم کرد: نشت زمینه، نشت گزارش شده و نشت گزارش نشده. بعضی از مدیران شبکه را تعویض می‌کنند ولی می‌بینند که مقدار نشت کاهش قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرده است. در نتیجه احتیاج به شناخت دقیق رویکردها است. باید مانند یک پزشک، اول مشکل را شناسایی کنیم بعد دارو و درمان مناسب که همان راه‌کارهای تخصصی است را برای هر پروژه انتخاب کنیم. در قدم اول باید نوع نشت مشخص شود. سپس با استفاده از استانداردها و شاخص‌های موجود (به‌عنوان مثال ILI) راه‌کار صحیح انتخاب شود. این شاخص به ما نوع راه‌کار مناسب و نقشه راه می‌دهد. مثلاً برای پروژه ای که ILI کمتر از ۲ دارد نباید فعالیت بیشتری انجام دهیم، چون از دیدگاه هدررفت پروژه خوبی داریم. برای ILI بین ۲ تا ۴ نیاز به مدیریت فشار است و اگر بیشتر از ۴ بود باید نشت‌یابی فعال و مدیریت فشار انجام دهیم و بیشتر از ۸ تعویض لوله‌ها پیشنهاد می‌شود. این شاخص‌ها فقط برای تئوری نیستند و باید در پروژه‌ها به کار گرفته شوند و بر آن اساس عملیات اجرایی مناسب انتخاب شود. البته این شاخص‌ها برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه و همچنین روستاها تفاوت می‌کند. هم‌اکنون شاخص‌های



### مهندس جمالی:

قرار است بحث مربوط به مشاورین و بحث‌های فنی مربوط به هدررفت واقعی بیان شود. اشکال اساسی کار در کجاست؟ چرا حرکت مطلوبی در ۲۰ سال گذشته اتفاق نیفتاده است؟ آیا مشکل در دانش فنی بوده است؟ از نظر من در دانش فنی مشکلی وجود ندارد و تقریباً همه، موارد اصلی مثل حداقل جریان شبانه و نشت‌یابی و نحوه محاسبه و بهره‌وری آب و ... را می‌شناسند. از نظر من مشکل در یک لایه بالاتر است و منظور در عرصه تفکر است و ما نیاز به بازسازی و بازپروراندن بعضی تعاریف داریم در راهبردها و تعریف و انتخاب اقدامات و اتصال آن‌ها باید بیشتر کار شود که به‌گونه‌ای به مهندسين مشاور هم مربوط می‌شود. در تمام این ۲۵-۳۰ سال گذشته بزرگانی این کارها را شروع کرده‌اند و بعد از آن هم مشاورین حضور داشته‌اند. از جمله مشکلات مشاورین عبارت است از:

۱- شکل همکاری که مشاورین می‌توانند با بدنه صنعت داشته باشند چگونه است؟ یک قسمت از راه‌حل مسئله است. بحث آب بدون درآمد تفاوت اساسی با ساخت یک تصفیه‌خانه یا احداث پل دارد. تفاوت آن در این است که بسیار اقدامات، متنوع و متداخل و پویا و دینامیک است. این کار باید همیشه باشد و جزیی از خدمات آب و فاضلاب است و این از عللی است که مهندسين مشاور به‌دلیل کپی شدن ایده راهبردی (تعریف یک خدمات مقطوع با قیمت مقطوع برای انجام مطالعات در زمان مقطوع) که از ایرادات بوده ولی شاید ۲۵-۳۰ سال پیش به جهت این که ما را با کلیات و تعاریف آشنا کرده و ظرفیت‌سازی کرده است مناسب بوده است. ولی به‌عنوان یک راه‌کار، خرید با قیمت مقطوع در زمینه آب بدون درآمد پاسخگو نیست و منجر به تکرار مکررات شده است و مطالعات زیادی در آن انجام شده است. روی انتقاد من به هیچ‌جا نیست و در حال بیان در عرصه تفکر این صنعت هستیم و من به‌عنوان مشاور ایده دیگری نداشتم ولی کم‌کم می‌توانیم آلترناتیوهای در این زمینه داشته باشیم.

جدیدی مثل GLI معرفی شده است.

در قدم بعدی باید بدانیم نشت مورد نظر از خطوط انشعاب است یا خطوط انتقال و یا شبکه توزیع. در نهایت با نشت‌های مختلف و گزینه‌های علاج بخشی متفاوتی روبه‌رو هستیم. رفتار خط انشعاب با خط انتقال در موضوع نشت کاملاً متفاوت است. باید بدانیم که رفتار شبکه در پروژه‌های مختلف نیز یکسان نیست. به عنوان مثال، علی‌رغم این‌که به نشت از انشعابات توجهی زیادی نمی‌شود ولی طبق تحقیقات آمار موجود بیش از ۷۰٪ حوادث در خطوط انشعاب اتفاق می‌افتد. با توجه به این‌که گاهی تا چند ماه نشت یک انشعابات پنهان مانده و تعمیر نمی‌شوند (چون شبکه اصلی را مهم‌تر تلقی می‌کنند)، آب هدررفته از آن بسیار قابل توجه خواهد بود. حجم آب هدررفته یعنی مقدار دبی نشت ضرب در زمان نشت. ممکن است مثلاً دبی یک خط انشعاب ۱ درصد یک ترکیدگی بزرگ در شبکه اصلی باشد ولی یک ترکیدگی بزرگ، معمولاً سریع کشف و تعمیر می‌شود. اما ممکن است یک حادثه خط انشعاب تا چند ماه و حتی سال مخفی بماند و در مقایسه، حجم آب از دست‌رفته یک انشعاب، بیشتر از یک حادثه شبکه اصلی شود. از اشتباهات رایج موجود که می‌تواند باعث افزایش تلفات شود سپردن اجرای خطوط انشعابات و خرید تجهیزات به خود مشترکین است. گاهی بیان می‌شود که ما توسط ناظرین نظارت می‌کنیم ولی ممکن است در عمل به دلایل مختلف خط انشعاب خوب اجرا نشود و تلفات افزایش یابد. حداقل می‌توان لوله، شیر و دیگر متعلقات با کیفیت مناسب را خریداری و به مشترک تحویل دهیم، اگر چه اجرای آن را نیز نباید به مردم سپرد. در نهایت اگر خط انشعاب به درستی اجرا نشود مشکلات آن گریبانگیر شرکت‌های خودمان خواهد شد.

**سوال:** جای بحثی که خالی است، بحث ILI مطرح شده است. در استرالیا این شاخص جایگزین درصد تلفات شد. در شبکه روستایی ممکن است ۲۷٪ تلفات باشد و در شهر ۲-۳٪ و هر دو شبکه خوب محسوب شوند. پس باید بیان به شکل درصد حذف شود.

- آمارهای هدررفت بسیار غیرواقعی است. تا کی به این کار ادامه دهیم؟

**مهندس مبینی:** می‌توانیم ادامه ندهیم. ولی چالش اساسی وجود دارد و شرکت‌هایی که انجام می‌دهند دلیلی برای خود

دارند و اگر آمار واقعی بدهند نمی‌توانند بحث تبادل با شهرداری را داشته باشند. فقط بحث اندازه‌گیری نیست و شرکت‌های ما توان اندازه‌گیری دارند ولی انگیزه‌ای ندارند. در صورتی که ۵۰٪ نشت داشته باشند مدیریت خودشان زیر سوال می‌رود. به همین دلیل صورت مسئله را پاک می‌کنند. هیچ‌وقت اصراری نبوده که رقم‌ها دست‌کاری شوند. شاخص‌های مطرح شده شاخص بهره‌برداری‌اند که نشان‌دهنده این است که آیا با پارامترهای موجود کار درست انجام شده یا خیر.

**سوال:** متأسفانه دفاتر آب بدون درآمد زیرمجموعه معاونت‌های بهره‌برداری شده‌اند و موضوع اصلاح شبکه را معاونت مهندسی در شرکت آب و فاضلاب انجام می‌دهد، به نظر شما آیا وقت آن نرسیده است که مدیریت آب بدون درآمد و مدیریت مصرف در شرکت‌های آب و فاضلاب تشکیل شود؟

**مهندس مبینی:** شاید تشکیل معاونت مشکلی را حل نکند و مشکل ما این است که چند نفر با هم نمی‌توانند کار کنند. جمع‌بندی مشکلات بحثی اساسی است. مثلاً دفتر فنی شاید هیچ‌وقت نظر شما را نپرسد. پس اگر این چرخه را درست انجام دهند و بخش‌های مختلف با هم همکاری کنند مشکلات حل خواهند شد و صرفاً ایجاد معاونت راهگشا نیست.

**مهندس طباطبایی:** اگر ما قرار است کاری در این حوزه انجام دهیم باید هدف‌گذاری داشته باشیم و نقشه راه داشته و مرزهای اقتصادی پروژه را بدانیم. باید براساس پروژه محور کردن فعالیت‌ها قابل سنجش باشد و اگر این کار را نکنیم به نتیجه نخواهیم رسید. اگر ما تعریف دقیقی از شبکه داشته باشیم به راحتی می‌توانیم به بحث مدیریت فشار ورود پیدا کنیم. خیلی از شهرها که با کم آبی درگیر بودند این مسائل را درک کرده‌اند و شناسایی مرز اقتصادی بسیار مهم است.

**سوال:** آیا واگذاری خدمات بهره‌برداری شبکه به بخش خصوصی با هدف کاهش هدررفت واقعی وجود داشته است؟

**مهندس طباطبایی:** در سال ۹۲ پروژه‌ای در شهر مشهد تعریف شد و همین رویکرد را داشت. هدف، ایجاد شرکت آب و فاضلاب کوچکی بود با تمام وظایف و فعالیت‌ها. بخشی از منابع درآمدی آن از کاهش هدررفت به دست می‌آمد و این اتفاق افتاد. مدیریت فشار می‌تواند عملکرد عکس داشته باشد. قبلاً عرض کردم که عملکرد دوگانه دارد و ما باید نقطه بحرانی

را شناسایی کنیم. در این زمینه نشت‌یابی فعال می‌تواند موثر باشد. پس نیاز به اقدامات اولیه دارد.

**سوال:** چرا سالانه ۱/۵ درصد کاهش آب بدون درآمد را پیش‌بینی می‌کنید؟ آیا از وضعیت درآمدی شرکت‌ها اطلاع ندارید؟

**مهندس طباطبایی:** این یک هدف‌گذاری است. شهرها بسیار بزرگ شده‌اند و نیاز به منابع بیشتری دارند. ما در حال حاضر آب شهر مشهد را از سد دوستی با فاصله ۱۷۶ کیلومتر تامین می‌کنیم و ماهانه ۱/۵ میلیارد تومان پول برق پمپاژ را داریم که هزینه‌ها را بالا می‌برد که با شناسایی مرزهای اقتصادی تلفات، منجر به آب ارزان‌تری می‌شود. در مشهد هدف‌گذاری موجود است که باتوجه به رشد جمعیتی شهر مشهد که خارج از رشد طبیعی کشور است، اگر بعد از انقلاب رشد کشور ۲-۳ برابر شده است، مشهد ۶ برابر شده است و این شهر دارای محدودیت‌های آبی فراوان است و ما هدف رشد تولید صفر را در نظر گرفته‌ایم که اولاً سرانه مصرف را تا جایی که می‌شود به لحاظ فرهنگی و تجهیزات کاهنده کاهش دهیم و ثانیاً کاهش هدررفت (در حوزه تلفات واقعی معنا پیدا می‌کند) که به این شکل فاصله بین تولید و مصرف کم شده و هزینه پایداری منابع کمتری متحمل شده‌ایم.

**سوال:** چرا شما اصلاح شبکه را نفی کردید؟

**مهندس توکلی بینا:** من اصلاح شبکه را نفی نمی‌کنم. در بعضی مناطق نشت بالای ۳۰ درصد داریم و به شرط این که مدیریت فشار بکنیم در زون و گزارش نشت‌یابی بالاست باید اصلاح شبکه اتفاق بیفتد. براساس تجربه من در یک شبکه ۲۰۰۰ کیلومتری در یک زون ما با اسکادا ۳۰ درصد حوادث شبکه را کاهش داده‌ایم. ادبیاتمان را درخصوص اصلاح شبکه با بیرونی‌ها عوض کنیم، مخصوصاً روستاها که اعتبار آن‌ها بیشتر عمرانی است. فقط نگوییم اصلاح شبکه، ما برای اسکادای شبکه اول یک مطالعه هیدرولیکی انجام می‌دهیم و پهنه‌های فشاری را مجزا می‌کنیم و درجهایی که می‌خواهیم کنترل شود باید فشارشکن نصب شود و بعد کنترل از راه دور روی آن انجام شود. بعد ممکن است ته کوچه‌ای فشار بالا برود و آن‌جا باید اصلاح شبکه انجام شود و آن‌را در برنامه تحلیل دارایی بنویسید. بیرونی‌ها فقط اصلاح شبکه را متوجه می‌شوند ولی ما

در سازمان مدیریت استان جا انداخته‌ایم که پهنه‌بندی و اسکادا وجود دارد و ما برای آن بودجه گرفته‌ایم. تبصره ۳ و ماده ۷، پنج هدف به ما داده است، در این ماده با ریزنی با سیستم‌های محلی و شورای شهر می‌توان به‌منظور جبران قیمت تمام شده و کاهش هدررفت این کار را انجام داد. پس می‌توان با همکاری به‌راحتی بودجه را تامین کرد. در روستاها که شبکه‌ها جمع و جورتر است اسکادای شبکه راحت‌تر است. ولی فقط دو تا مسئله وجود دارد: ۱- نیروی نخبه نداریم و ۲- عدم وجود خط و آنتن و... که در سال‌های اخیر تقریباً با وجود خطوط ارتباطی APN حل شده است.

مدیریت هوشمند شبکه یک مفهوم پیچیده است و نیاز به بانک اطلاعاتی چند ساله دارد و در اسکادای شبکه می‌توان به‌عنوان ساده‌ترین مدل از الگوهای زمانی شهر یا روستا استفاده کنیم که این الگو می‌تواند چندپله‌ای باشد. این الگو ۷۰ درصد مسئله ما را حل خواهد کرد و سپس الگوهای پیچیده‌تر را می‌توان به آن اضافه کرد.

**سوال:** در خصوص هدررفت آب چقدر نشت مجاز است؟

**دکتر جلیلی قاضی زاده:** ILI به‌صورت نشت موجود به نشت اجتناب‌ناپذیر تعریف می‌شود و نشت اجتناب‌ناپذیر، حداقل نشت اجرایی است که در هر پروژه‌ای می‌تواند وجود داشته باشند و دستیابی به کمتر از آن بعید است. اگر در پروژه‌ای  $ILI=1$  باشد به این معنی است که نشت اجتناب‌ناپذیر آن با نشت موجود یکسان است، که نشان‌دهنده یک پروژه ایده‌آل اجرایی است. ولی باید بدانیم که ایده‌آل حداقل با اقتصادی متفاوت است. در شبکه‌ها به نشت ایده‌آل می‌توان دست یافت. شهرهایی در استان اصفهان داریم که دارای ILI مساوی یک هستند. ولی ممکن است شرایط ایده‌آل، لزوماً اقتصادی نباشد. پس از تعیین این مقادیر برای هر پروژه، باید به سمت ILI اقتصادی پیش رفت.

**سوال:** خرید تجهیزات اندازه‌گیری ایرانی و خارجی؟ نقطه ضعف تجهیزات بر همه پرواضح است. چرا از طرف دولت سازمان استاندارد برای کنترل واقعی نه شعار، به وظایف و تهیه لیست تجهیزات اقدام نمی‌کند و طبق استاندارد عمل نمی‌کند؟ **مهندس مبینی:** اگر تجهیزاتی داخلی مناسب با نیاز شما نیست نامه بزنید و اگر کمیته تشخیص داد از خارج بخرید. در

حال آماده‌سازی لیستی از تجهیزات مصرفی هستیم و در بخش شبکه حدوداً به جمع‌بندی اولیه رسیده‌ایم و حدود ۶۰۰۰ قلم مصرفی داریم و باید ببینیم از کدام شبکه بیشتر استفاده می‌شود و کدام بیشتر خراب می‌شود و ... که در برنامه کاری وجود دارد. باید در قسمت تاسیسات هم این‌ها انجام شود.

**سوال:** چرا فعالیت‌ها برون‌سپاری نمی‌شوند؟  
**مهندس جمالی:** تا حدی خرید تجهیزات نشت‌یابی در حال برون‌سپاری است و سیاست شرکت‌ها به این سمت حرکت می‌کند.

**آخرین نکات:**  
**مهندس طباطبایی:** مشکل ما باور است، اقدامات کوچک و با برنامه و هدفمند می‌تواند به ما کمک کند.  
**مهندس توکلی بینا:** چهار نکته را بیان می‌کنم:  
- کاهش آب بدون درآمد باید به‌عنوان گفتمان راهبردی در شرکت تبدیل بشود و اگر نشود مشکل باور پیدا می‌کنیم.  
- در خصوص برخورد با بیرونی‌ها، شامل مسئولین محلی و دولتی و مردم و رسانه‌ها باید ادبیاتمان را تغییر دهیم و مفهوم ۲۴ درصد آب بدون درآمد برای آن‌ها معلوم نیست. مثلاً هدررفت واقعی را بیان کنیم تا مجابشان کنیم.  
- مهاجرت رفتاری از اصلاح شبکه به اسکادا شبکه باید انجام شود.  
- اصلاح اقتصاد آب باید انجام شود.

**مهندس مبینی:** دوستان باید طرح عملیات را براساس داده‌های واقعی و اراده مدیریت برای اجرا آماده کنند که با برنامه ۵ ساله می‌توانیم به نتایج درستی برسیم.

**مهندس جمالی:** برنامه‌ریزی برای آب بدون درآمد به‌دلیل طبیعت پویای عوامل موثر بر آن نیاز به سبک خاصی از برنامه‌ریزی دارد که شناخته شده است. مدیریت پروژه باید به‌صورت چابک انجام شود و قدم الان، قدم بعدی را تعیین می‌کند و راه انتقال از وضع فعلی به برنامه‌های راهبردی است.