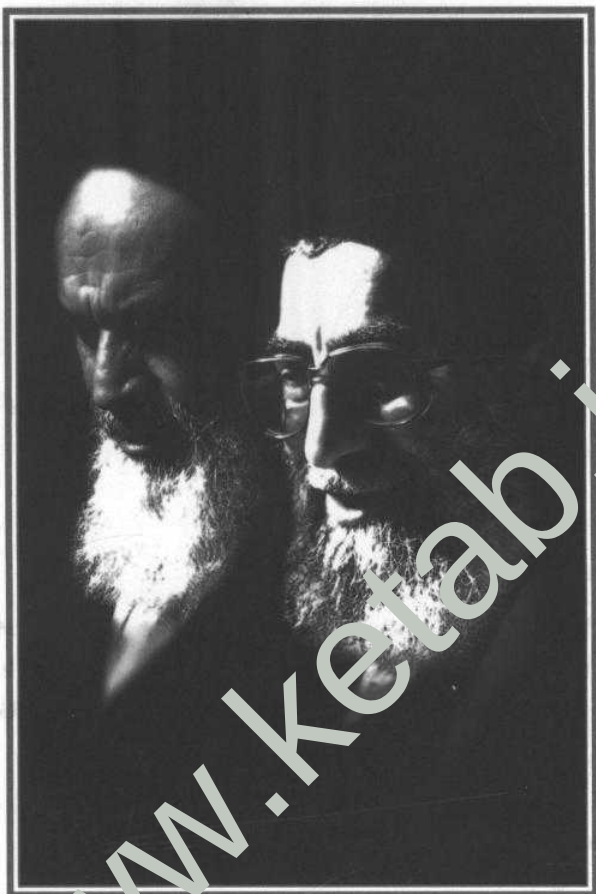




وزارت نیرو



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت برنامه ریزی و توسعه

فناوری های مک زدایی

Desalination
Technologies

سرشناسه عنوان و نام پدیدآور	کشفی، سیدحمیدرضا، ۱۳۵۱ - فناوری‌های نمک‌زدایی = The Desalinations Technologies / مجری طرح سیدحمیدرضا کشفی؛ ویراستار مهدی صالحی؛ [به سفارش] شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه.
مشخصات نشر مشخصات ظاهری	تهران: مکت نظر، ۱۳۹۴. ج۲: مهر (بخشی رنگی)، نقشه (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی). ج۱: ۱۳۹۴-۱۲-۳-۱۲ : ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۲۳-۳۴-۵ : ج. ۹۷۸-۶۰۰-۶۹۲۳-۳۴-۵
شابک	وضعیت فهرست نویسی : فیا پادداشت : واژه‌نامه. موضوع : آب‌های شور - نمک‌زدایی موضوع : آب - تصفیه شناسه افزوده : شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه
شناسه افزوده رده بندی کنگره رده بندی دیویی شماره کتابشناسی ملی	انتشارات مکت نظر ۱۳۹۴ ۹۵۴۹۹ TD۲۷۹/ ۶۳۸/۱۶۷ ۳۳۳۸۲۲۳



وزارت نیرو



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
معاونت برنامه ریزی و توسعه



maxiran@abfhandbook.org
۰۲۱-۸۸۷۷۰۰۹

فناوری‌های نمک‌زدایی

Desalination
Technologies

کارفرما: شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
مجری طرح: سید حمیدرضا کشفی
هماهنگی و امور اجرایی تدوین: سیدامین حسینی راد
نشر: انتشارات مکت نظر / دکتر امیر روشن بخش قنبری
ویراستار: مهدی صالحی
امور طراحی: محمد مکاری پچیان / سودابه کمال‌دار
گرافیک و صفحه آرایی: مزگان حاجی آقابزرگی
نوبت چاپ: چاپ اول
تیراژ: ۳۰۰۰ جلد

شماره صفحه

۶	سخن آغازین
۷	یادداشت
۸	نگاه کلی
۱۰	پیشانی کار
۱۱	پیشگفتار ناشر
	تکنولوژی های نمکزدایی
۱۵	مقدمه
۱۵	فراایندهای ممبرانی
۱۷	انتخاب ممبران
۲۰	ممبران های پیچیده
۲۶	معادله های صنعت اسمز معکوس
۳۰	تاسیسات نمکزدایی با ممبران
۳۵	نگرانی های ناشی از ناخالصی های آب در سیستم ممبران
۳۶	زدایش جامدات
۳۷	کنترل ترسیب شیمیایی
۳۷	کنترل کرینات کلسیم
۴۰	کنترل سولفات کلسیم
۴۰	غلظت املاح محدود کننده و سیلیس
۴۵	مبارزه با میکروب ها
۴۷	سولفید هیدروژن
۴۷	آهن و منگنز
۴۸	مبارزه با مواد آلی
۴۹	کنترل پی اچ
۵۰	دما
۵۱	طراحی ممبران
۵۳	توجهات در امر بازیافت
۵۵	انرژی
۵۶	فلاکس
۵۷	دما



۶۱	طرح ترتیب پساب
۶۴	طرح ترتیب آب تولیدی
۶۶	شستشوی المان‌ها
۶۷	باز یافت انرژی
۷۰	تاسیسات اسمز معکوس و کنترل درصد باز یافت
۷۵	تاسیسات دارای چاه مر حاء استوانه‌های فشار
۸۱	الکترو دیالیز
۸۳	طرح مجموعه الکترو دیالیز و نوع، یورسال
۸۴	مصرف انرژی
۸۵	قطبی شدن
۹۱	میکرو فیلتر ها و اولتر و فیلتر ها
۹۶	شستشوی با جریان معکوس
۹۹	شستشوی میکرو فیلتر و اولترافیلتر
۹۹	تاسیسات هیبرید
۱۰۰	فرایندهای نمک زدایی گرمایی
۱۰۱	تقطیر چندمر حله‌ای
۱۰۸	خصوصیات تقطیر چندمر حله‌ای
۱۱۰	تبخیر ناگهانی چند مر حله‌ای
۱۱۴	شرح فرایند تبخیر ناگهانی چند مر حله‌ای
۱۱۹	تراکم بخار آب
۱۲۴	پیش تصفیه
۱۲۵	فرایندهای تبخیر-تقطیر
۱۲۵	خورندگی در فرایندهای تبخیر-تقطیر
۱۲۷	خورندگی در تاسیسات فرایندهای ممبرانی
۱۲۹	ترسیب در فرایندهای ممبرانی
۱۳۳	گرفتگی بیولوژیکی در فرایند ممبرانی
۱۳۷	تصفیه نهایی در تاسیسات نمک زدایی
۱۳۹	تخلیه گازهای محلول آب
۱۴۱	گندزدایی
۱۴۵	نمونه قراردادهای تضمین خرید آب / پساب (تاسیسات نمک زدایی)



سخن آغازین

محدودیت منابع دولتی و ایجاد تحول و جنبش در اقتصاد کشور، لزوم استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی را نه تنها یک راه حل بلکه یک اصل جدایی‌ناپذیر تبدیل به یک ضرورت نموده تا بتوان از توان اقتصادی، مدیریتی و اجرایی بخش خصوصی کشور استفاده نمود. به توجه به حجم بسیار بالای سرمایه‌گذاری مورد نیاز در بخش آب و فاضلاب چند سالی است که استفاده از روش‌های نوین و متعدد مشارکت بخش خصوصی با دقت و توجه بیشتری دنبال می‌شود. استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی و نیز از حضور این بخش، سالیانی است که در کشور ایران ایجاد شده و مد نظر دولت و سیاست‌گذاران کشور بوده است و از این رو واگذاری، مشارکت و دخالت بیشتر بخش خصوصی از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است.

دستیابی به اهداف برنامه پنجم و ششم توسعه در بخش آب و فاضلاب مستلزم تنوع بخشی به منابع مالی و جلب مشارکت خصوصی و استفاده از شیوه‌های نوین سرمایه‌گذاری می‌باشد. روش‌های تأمین منابع مالی پروژه‌ها شامل طیف وسیعی بوده که از اتکای کامل به منابع مالی دولتی و بودجه‌های سنواتی تا واگذاری کامل ساخت، بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات را شامل می‌گردد. در این راستا استفاده از روش‌های نوین مشارکت بخش غیردولتی به منظور استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی برای به حداقل رساندن ریسک‌های پروژه‌ها به منابع دولتی و همچنین ارتقاء کیفی خدمات از اولویت‌های بخش آب و فاضلاب می‌باشد.

حمیدرضا جانیاز

رئیس هیئت مدیره و مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور



یادداشت

نگاهی گذرا به اقدامات شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در سال های اخیر، نشان دهنده گسترش رو به رشد خدمات بخش آب و فاضلاب می باشد. در این راستا محدودیت منابع مالی و لزوم نهادینه نمودن رویکرد توسعه محور، استفاده از ظرفیت های بخش خصوصی را به یک ضرورت تبدیل نموده تا بدین روش بتوان از توان علمی، مدیریتی، اجرایی و مالی بخش خصوصی کشور جهت انجام پروژه های این صنعت بهره مند شد.

با توجه به تعدد و پراکندگی مناطق ارائه خدمات و حجم بالای سرمایه گذاری مورد نیاز در بخش آب و فاضلاب، استفاده از روش های نوین تجهیز منابع و گسترش مشارکت بخش خصوصی طی سال های اخیر در دستور کار این شرکت قرار گرفته است.

نقطه عطف این تلاش ها مکانیزم خرید تضمینی آب و پساب بوده که به عنوان اهرمی تشویقی موجب حضور هر چه بیشتر سرمایه گذاران بخش خصوصی در طرح های آب و فاضلاب شده است.

در این راستا با توجه به روند رو به افزایش قراردادهای مشارکتی و نیاز به ایجاد وحدت رویه در این امر، نمونه تیپ قراردادهای تضمینی خرید آب و پساب برای پروژه های BOT و BTO تهیه و توسط مقام عالی وزارت ابلاغ گردید. در حال حاضر مشکل اساسی تعداد زیادی از مناطق جمعیتی در حاشیه دریاها از طریق ایجاد سیستم های نمک زدایی رفع و توسعه آن طی سالیان آینده در دستور کار شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور قرار دارد.



نگاه کلی

جمله تاریکیست این محنت سرای
علم در وی چون چراغی رهنمای
مهر جنت را این تاریک جای
جوهر علم است و علمت جانفزای

عطاز نیشابوری

همکار محترم،

با سلام؛

یکی از منابع مورد نیاز برای هر گونه توسعه کشور آب است و حدود سرانه سالیانه آب برای داشتن به این هدف که در نهایت تولید ثروت و ایجاد رفاه عموم است حدود ۲۰۰۰ متر مکعب می باشد. با توجه به روند افزایش جمعیت و احتمال کاهش بارشهای آسمانی و گرمایش زمین و افزایش تبخیر میزان سرانه آب که هم اکنون حدود ۱۴۰۰ متر مکعب می باشد رو بکاهش بوده و کمبود آب متعارف بطور فزاینده توسعه و رفاه را بیشتر در محدودیت قرار می دهد. مشکلات ناشی از کاهش سرانه آب هم اکنون بشکل خشک شدن تالابها، دریاچه ها، فرونشست اراضی و شور شدن و آلودگی منابع خود را نشان می دهد و لازم است طرح دراز مدت توسعه به سونگر منابع آب تدوین و برای آن نقشه راه و برنامه زمان بندی مراحل اجرا تهیه شود.

در طراحی نقشه راه باید فرصتهای در دسترس مورد توجه قرار گیرند که اهم آنها عبارتند از:

- مدیریت صرفه جویی در مصرف آب و جلوگیری از هدررفت آب بویژه در بخش کشاورزی که بیشتر از ۹۰ درصد منابع آب تجدیدشونده کشور را به خود اختصاص داده است.

- با تخصیص بودجه برای بخش جمع آوری و تصفیه فاضلابهای شهری در حدی که آب متعارف حاصل دارای پتانسیل استفاده بدون مخاطرات بهداشتی و محیط زیستی گردد مانند استفاده دوباره در طرحهای بازچرخانی در شهرها تا فشار کمتری به منابع آب متعارف تحمیل شود.

- با توجه به وجود منابع انرژی تجدید پذیر فراوان در کشور مانند انرژی حرارتی خورشید، باد و انرژیهای فسیلی مانند نفت و گاز و دسترسی به منابع نامحدود آبهای شور در شمال و جنوب کشور می توان طرح های نمک زدایی از آبهای

شور و لب شور و طرح تاسیسات تولید دوگانه آب و برق را برنامه ریزی و به اجرا در آورده تا نگرانی کمبود آب برای توسعه کمرنگ گردد.

با تولید آب غیرمتعارف حاصل از شبکه آبیاری انتقال آن از راههای دور به شهرها و صنایع راهبردهای زیر هم باید در نظر گرفته شود:

- برای تصفیه فاضلابها و بازچرخانی آن لازم است فناوریهای تولید تاسیسات نمک زدایی و تصفیه فاضلابهای حاصل مانند انواع فیلترهای ممبرانی، گرانول کرین فعال، تاسیسات تولید ازن، پرتو فرابنفش و تاسیسات نمک زدایی حرارتی و ممبرانی توسعه یابد تا در زمینه تولید آب به خودکفایی رسید.

- تدوین استانداردهای مربوط به تولید آبهای نامتعارف حاصل از تصفیه فاضلابها در رابطه با انواع مصارف و بازنگری شرح خدمات مهندسان مشاور نیز از راهبردهای لازم می باشد.

بنابراین یکی از بسترهای تامین آب برای رفع کمبود آن برای توسعه و رفاه جامعه استفاده از آبهای شور می باشد و لذا دانش و فناوریهای نمک زدایی باید در کشور گسترش یابد تا نهاد متعالی و مسئولین دولتی بتوانند از این فناوریها برای توسعه و عمران کشور بدون نگرانی استفاده نمایند.

از یک دهه پیش ظاهراً بدلیل کمبود اعتبارات بخش دولتی در توسعه طرحهای آب و فاضلاب در کشور استفاده از سرمایه های بخش خصوصی مورد بهره برداری قرار گرفته است. گرچه پتانسیل های استفاده از بخش خصوصی در قالب طرحهای راهگشا برای توسعه طرحهای آب و فاضلاب استراتژی مبارکی است اما با توجه به محدودیت منابع آب در شرایط فعلی نباید بحران آب را به دلیل نیاز به این سرمایه خدتر نمود. در صورتیکه طرحهای نمک زدایی از آبهای شور و لب شور در دسترس موفق شویم پتانسیل استفاده از بخش خصوصی برای بازچرخانی و استفاده دوباره امیدوارکننده تر خواهد شد و مشتریهای خوبی برای آب و فاضلاب خواهند بود.

برای اطلاعات بیشتر به کتابهای نمک زدایی از آبهای شور و لب شور (علم و صنعت) و استفاده دوباره آب (طرح و برنامه) از نشریات شرکت نارون آرا مراجعه شود.



پیشانه کار

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور طی چند سال گذشته پس از حصول تجارب موفق در زمینه روش های تجهیز منابع و اخذ وام های متعدد از بانک های توسعه ای اعم از بانک جهانی، بانک توسعه اسلامی و بانک تجارت و توسعه اکو و همچنین انواع فاینانس اعم از فاینانس داخلی، فاینانس خارجی و فاینانس جاری، توسعه مشارکت بخش غیردولتی را در دستور کار خود قرار داد. روس های نوین سرمایه گذاری در بخش آب و فاضلاب را پیگیری و در موارد متعددی پیاده سازی نموده است و در حال حاضر سرمایه گذاران متعددی به روش های مختلف اعم از R.O.T.B.O.T.B.O.O، بیع متقابل و... در حال اجرا و بهره بردار در پروژه های آب و فاضلاب می باشند. افزایش بهره وری، کاهش هزینه های جاری شرکت های آب و فاضلاب در اجرای عالیه های واگذار شده به بخش غیردولتی در نتیجه کاهش تصدی گری و تسریع در تکمیل پروژه های واگذار شده به بخش غیردولتی از نتایج مشهود در قراردادهای فوق الذکر می باشد. در سطح کلان نیز، اشتغال زایی و کاهش اثرات سوء محیطی از اهداف دستیابی به شاخص های توسعه ای است که این پروژه ها به خوبی و به نحو مطلوبی صنعت را به این مسیر هدایت می کند. دستیابی به این اهداف جز با حمایت و تلاش همه دست اندرکاران اعم از وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور و شرکت های تابعه و همچنین همیاری و همکاری سرمایه گذاران بخش غیردولتی، محقق نشده است.

وزارت نیرو، و در راستای مفاد ماده ۱۴۲ قانون برنامه پنجم توسعه و دستورالعمل شورای محترم اقتصاد به نحو مطلوبی چارچوب های قانونی و قراردادی مربوطه را فراهم نموده و بازنگری و بهبود این موضوع را در دستور کار خود داشته که این مهم علاوه بر توانمند سازی شرکت های آب و فاضلاب به عنوان مشتریان قراردادهای مذکور، منجر به ایجاد اطمینان و اعتماد در سرمایه گذاران نیز گردیده است. از طرفی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور نیز با ایجاد وحدت رویه در فرایندها از تعریف پروژه تا تصویب، ارجاع، اجرا، بهره برداری، انتقال یا مالکیت، بستر لازم و شفافی را برای ادامه استوارتر این فعالیت مهیا نموده است در خاتمه ضمن قدردانی و تشکر از زحمات همکاران اینجانب در دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی و شرکت های آب و فاضلاب شهری و روستایی و شرکت های آب منطقه ای که با دقت نظر نسبت به پیاده سازی مقررات ابلاغی اقدام می نمایند، امیدوارم با همفکری و همیاری همه دست اندرکاران گام های بلندتر و استوارتری در مسیر توسعه مشارکت در بخش آب و فاضلاب برداشته شود.

سید حمیدرضا کشفی

مدیر دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیردولتی



پیشگفتار ناشر

قریب به یک دهه همکاری با صنعت آب و فاضلاب در عرصه چاپ و نشر، این انتشارات را به یکی از دینفغان کلیدی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور مبدل ساخته است. هنگامی که ایده ورود این انتشارات به حوزه کتاب‌های تخصصی این عرصه مطرح گردید، گزینگر تعریف عناوین تخصصی تا این حد گسترده به ذهن خطور نمی‌کرد اما امروز که ۴ سال از آن روزهای گذشت، به نظر می‌رسد که بدون درگیر ساختن منابع شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور با دانش متخصصان، حمایت صاحبان کالا و خدمات این بخش و تلاش کارشناسان این انتشارات توانسته‌ایم در راستای اعتلای دانش فنی و اصلاح بخشی از این حوزه نقش آفرین باشیم. کتاب فن‌آوری‌های نمک زدایی حاصل کار مشترک همکاران در دیپارتمان آب و فاضلاب انتشارات مکث نظر است. بی‌شک اگر همدلی، حوصله و مدیریت آقای مهندس سیر سیینی‌راد (مدیر دیپارتمان آب و فاضلاب) در بخش تدوین و گردآوری نبود، این اثر پدید نمی‌آمد.

بعنوان ناشر این اثر لازم میدانم، از حمایت‌های جناب آقای مهندس حبیب‌رضا کشفی مدیر دفتر تجهیز منابع مالی و گسترش مشارکت بخش غیر دولتی، حضور دلگرم کننده استاد معظم جناب آقای دکتر ناصر رازقی و همکاری سرکارخانم مهندس رویا منصوری و شرکت نارون آرا که با پشتیبانی همی بودند به غنا بخشی این اثر ملی یاری رساندند، تقدیر و تشکر کنم.

در پایان امیدوارم با رویکرد موجود بتوانیم بعنوان مجموعه‌ای خصوصی در توسعه دانش آگاهی حوزه آب و فاضلاب کشور در حد بضاعت خود نقش سازنده‌ای داشته باشیم.