ریاست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان

آینده‌نگاری ملی

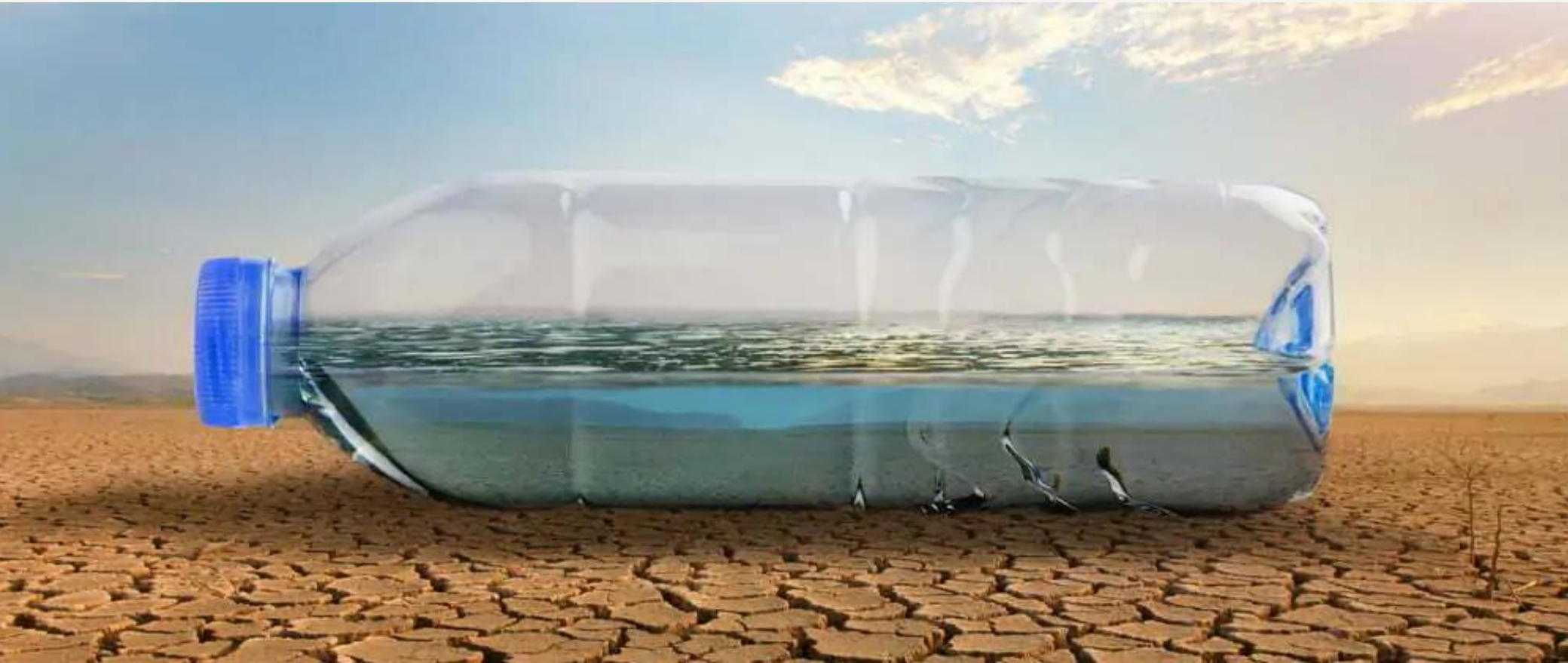
دانشگاه شهید بهشتی ۱۳۳۸

۱۹

راهکارهای فناورانه برای چالش‌های ملی

حوزه آب

سلسله گزارش‌های برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری ایران



راهکارهای فناورانه برای چالش‌های ملی در حوزه آب

نویسندگان: نرگس قدمگاهی، کیارش فرتاش و امیرهادی عزیزی

ناشر: دانش‌بنیان فناور

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

سال نشر: ۱۴۰۳

شابک: ۶-۶-۹۱۲۹۱-۶۲۲-۹۷۸

کلیه حقوق محفوظ و متعلق به دبیرخانه برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری است

۱
مروری بر وضعیت حوزه آب در ایران ۳

۲
راه‌حل‌های فناورانه برای چالش آب ۱۵

۳
جمع‌بندی ۶۱

مروری بر وضعیت حوزه آب در ایران

بررسی وضعیت آب در ایران

توسعه شهرنشینی در سال‌های اخیر، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، تقاضای آب را به منظور تأمین نیازهای جمعیتی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش داده است. این موضوع در مناطقی از جهان که به صورت طبیعی همواره با کمبود آب مواجه‌اند، اهمیت بیشتری دارد.

برآوردهای صورت‌گرفته نشان می‌دهد که وضعیت منابع آب در ایران چندان مطلوب نیست؛ ایران با بارشی معادل یک سوم متوسط بارش دنیا و یک دوم متوسط بارش آسیا، در منطقه‌ای خشک و کم‌آب قرار داشته و از منابع آبی به نسبت اندک و محدودی برخوردار است. در این گزارش عوامل زیر به عنوان عوامل موثر در بحران آب بررسی شده‌اند.

۱ تغییرات بارش

۲ تغییرات دما

۳ تغییرات منابع تجدیدپذیر

۴ تغییرات میزان مصرف آب

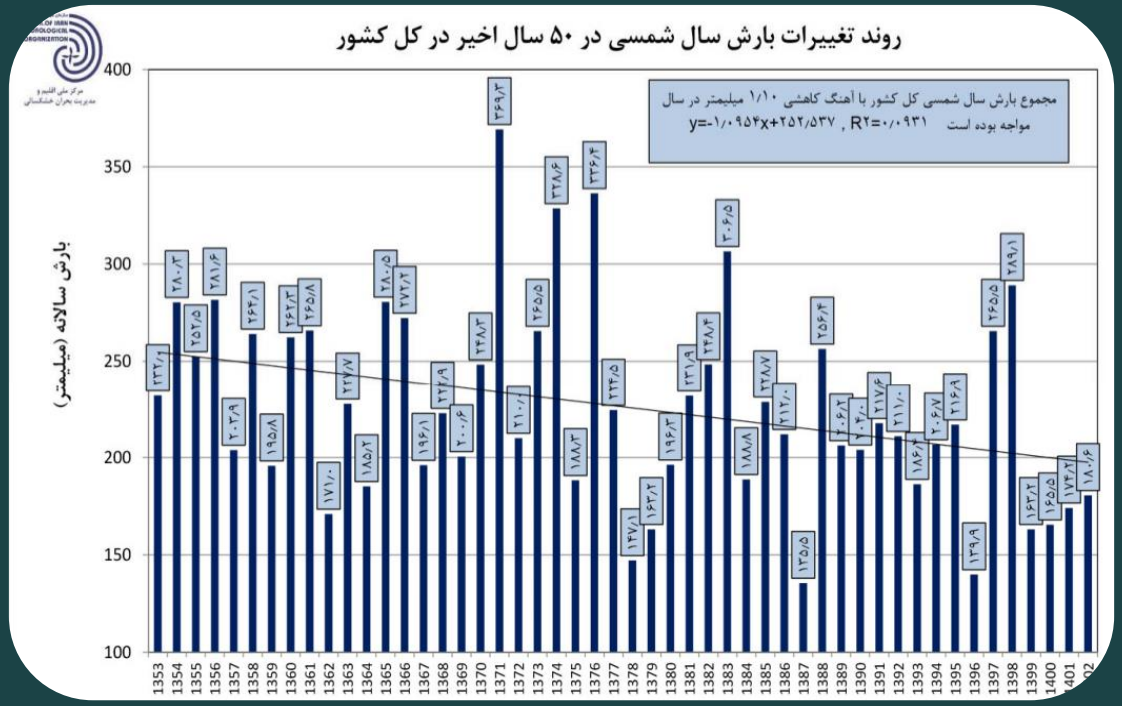
۵ افزایش جمعیت

۶ تغییرات منابع زیرزمینی

۱– تغییرات بارش

نمودار زیر مبین روند تغییرات مجموع بارش دریافتی کل کشور در پنجاه سال گذشته و منتهی به سال۱۴۰۲ است که میزان بارندگی‌ها در سی سال گذشته دارای روند کاهشی ۱/۱۰ میلی متر در سال بوده است.

بیشترین میزان بارش در سال ۱۳۷۱ به میزان ۳۶۹/۳ میلی‌متر و کمترین بارش در سال ۱۳۸۷ به میزان ۱۳۵/۵ میلی‌متر بوده است.

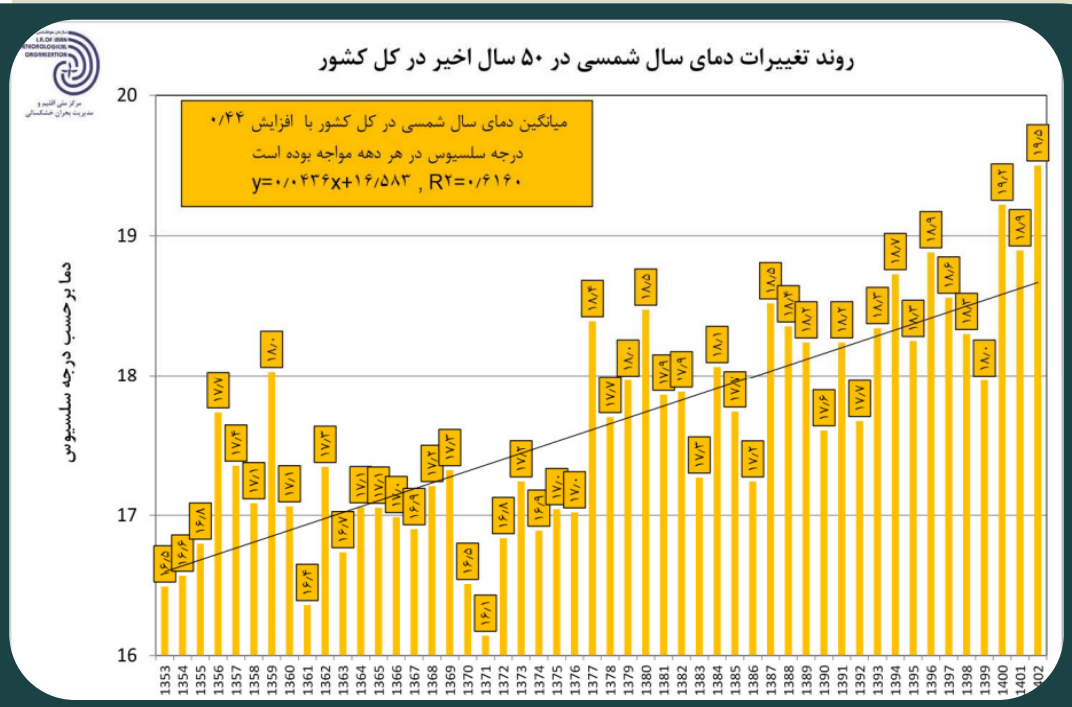


B2n.ir/g74104

۲- تغییرات دما

نمودار زیر براساس آمارهای بلندمدت دمای سالانه کشور، در طول سی سال گذشته (۱۳۵۳ تا ۱۴۰۲)، **میانگین دمایی کشور دارای روند سینوسی و افزایشی است.** طبق نمودار زیر در هر دهه حدود ۰/۴۴ درجه سانتی‌گراد افزایش دما در کشور وجود داشته است.

با توجه به نمودار زیر، این میزان افزایش دما بر بارش و تبخیر-تعرق پتانسیل اثر گذاشته و در نهایت باعث افزایش خشکسالی در کشور شده است.



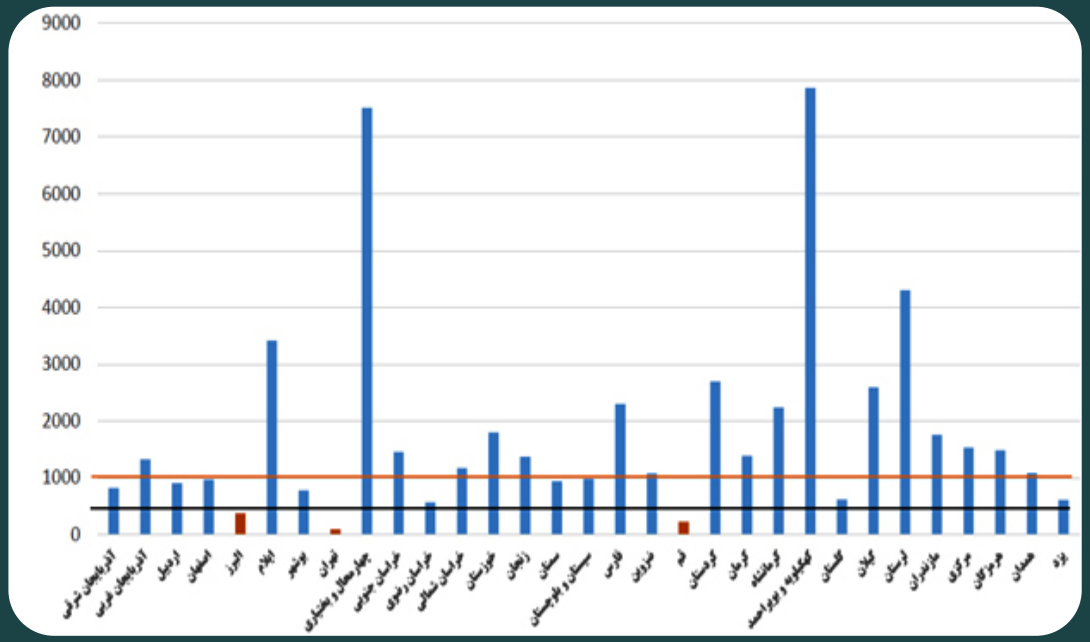
✓ نکته قابل توجه اینکه ، درمجموع بیشترین افزایش دما در ۵۰ سال گذشته مربوط به سال ۱۴۰۲ با دمای ۱۹/۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین افزایش دما در سال ۷۱ با دمای ۱۶/۱ درجه سانتی‌گراد بوده است.

https://zaya.io/pchj4

۳- تغییرات منابع آب تجدیدپذیر

سرانه منابع آب تجدیدپذیر ایران در حال حاضر حدود ۱۳۰۰ مترمکعب در سال است و همانطور که در سال‌های گذشته مشاهده شده، تنش‌های ناشی از کم‌آبی مکرراً در کشور بروز کرده است. سرانه منابع آب تجدیدپذیر متناسب با تغییرات اقلیمی و جمعیتی تغییر می‌کند.

پیش‌بینی می‌شود در صورت تحقق برنامه‌های افزایش جمعیت، **سرانه منابع آب تجدیدپذیر متوسط کشور در سه دهه آینده به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال خواهد رسید** و تنش‌های کم‌آبی در کشور شدت بیشتری خواهد یافت.



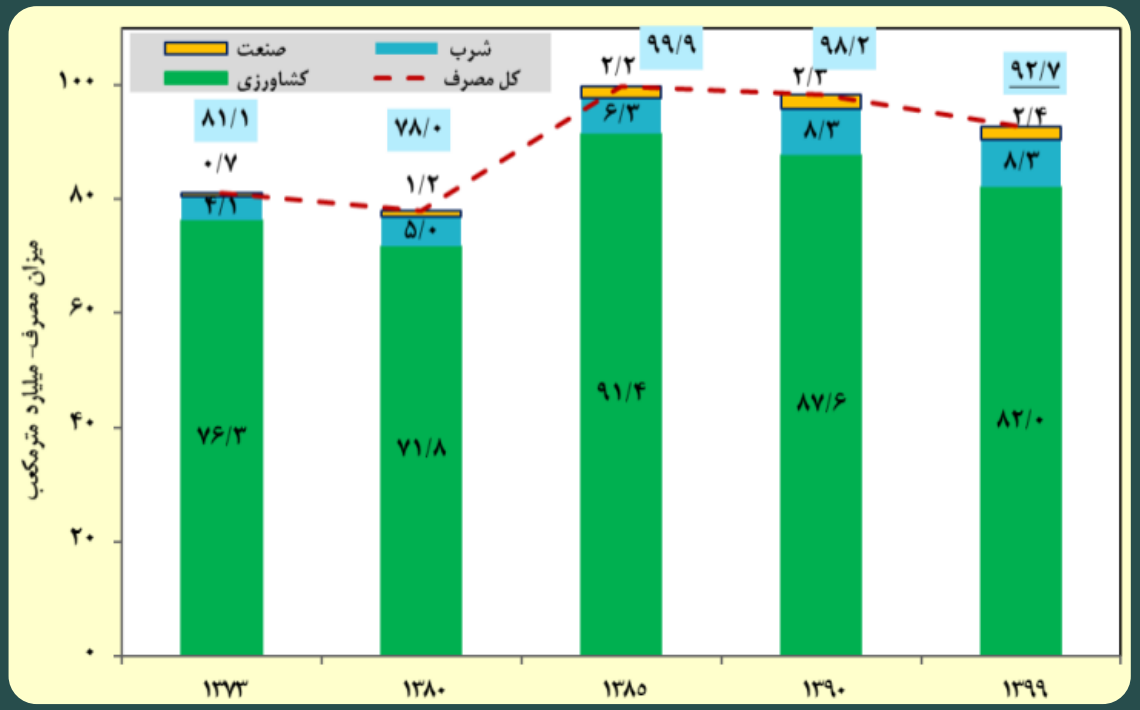
✓ سرانه منابع آب تجدید پذیر استان‌های کشور (خط مشکی: سرانه ۵۰۰ مترمکعب در سال و خط نارنجی: سرانه ۱۰۰۰ مترمکعب در سال)

http://www.opex.ir/opex_content/media/image/2023/09/37582_orig.pdf

۴- تغییرات میزان مصرف آب

با وجود کاهش منابع آب تجدیدپذیر، میزان مصرف از منابع آب، نه‌تنها کمتر نشده، بلکه افزایش نیز یافته به‌طوری‌که از حدود ۸۱ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۷۳ به حدود ۹۸ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۰ رسیده که بیش از ۲۰ درصد افزایش داشته است.

میزان مصرف در سال ۱۳۹۹ براساس داده‌های مربوط به اسناد کارگروه سازگاری با کم آبی به ۹۲/۷ میلیارد مترمکعب رسیده است.

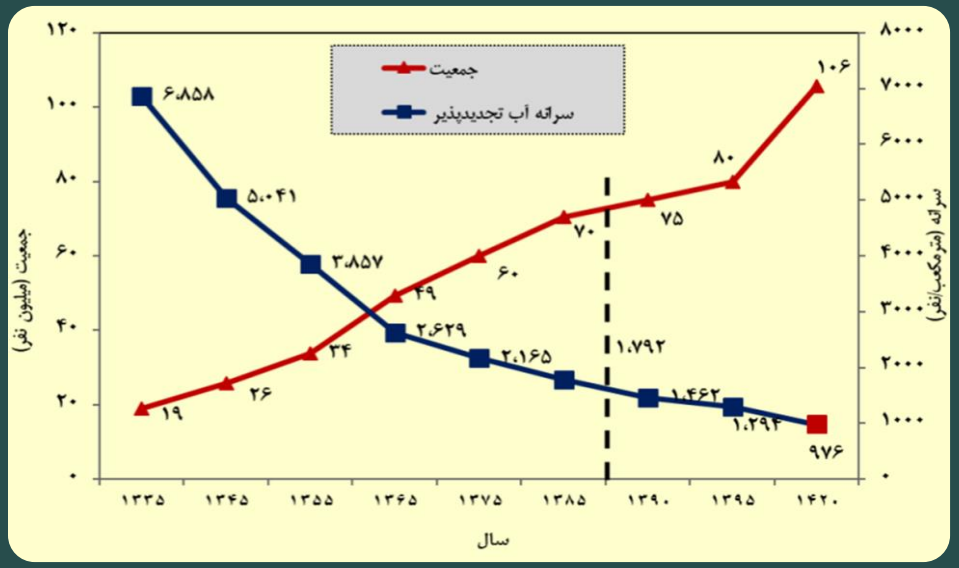


نمودار تغییرات میزان مصرف آب در کشور طی سال‌های مختلف

https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1681436

۵- افزایش جمعیت

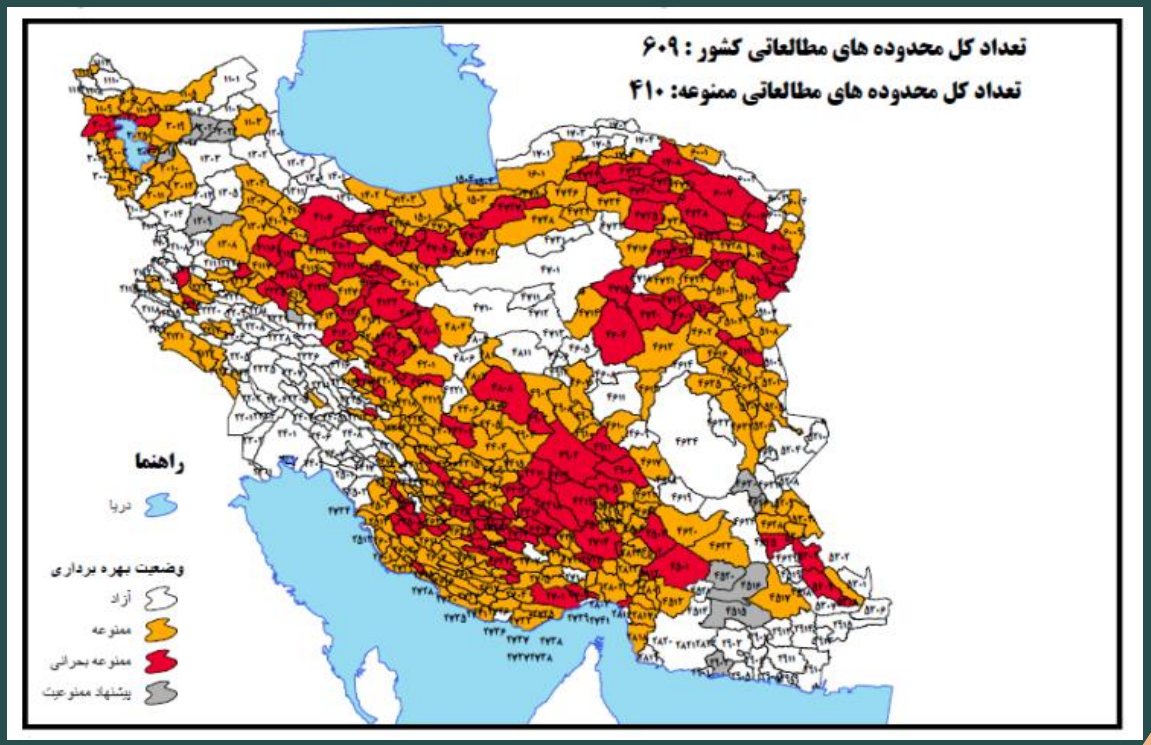
- همزمان با رشد جمعیت و کاهش منابع آب تجدیدپذیر، روند شاخص سرانه این منابع نیز در دهه‌های اخیر، نشان‌دهنده کاهش منظم آن است به‌طوری‌که مقدار آن از ۶۹۰۰ مترمکعب در سال ۱۳۳۵ به ۲۱۶۵ مترمکعب در سال ۱۳۷۶، ۱۴۶۲ مترمکعب در سال ۱۳۹۰ و ۱۲۹۴ مترمکعب در سال ۱۳۹۵ رسیده است.
- با توجه به جمعیت پیش‌بینی‌شده کشور در افق سال ۱۴۲۰ (حدود ۱۰۶ میلیون نفر- مطالعات به‌هنگام‌سازی طرح جامع آب کشور) و با فرض ۱۰۳ میلیارد مترمکعب میزان آب تجدیدپذیر درازمدت، میزان سرانه به ۹۷۶ مترمکعب در سال خواهد رسید.



به این ترتیب طی حدود ۶۰ سال سرانه آب تجدیدپذیر از محدوده نرمال (بدون تنش) به محدوده تنش آبی و سپس به سمت محدوده کمیابی آب تغییر خواهد کرد (براساس شاخص فالکن مارک، سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۷۰۰ متر مکعب در مرحله تنش و کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب بحران آبی خواهد بود).

https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1681436

۶- تغییرات منابع آب زیرزمینی



https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1681436

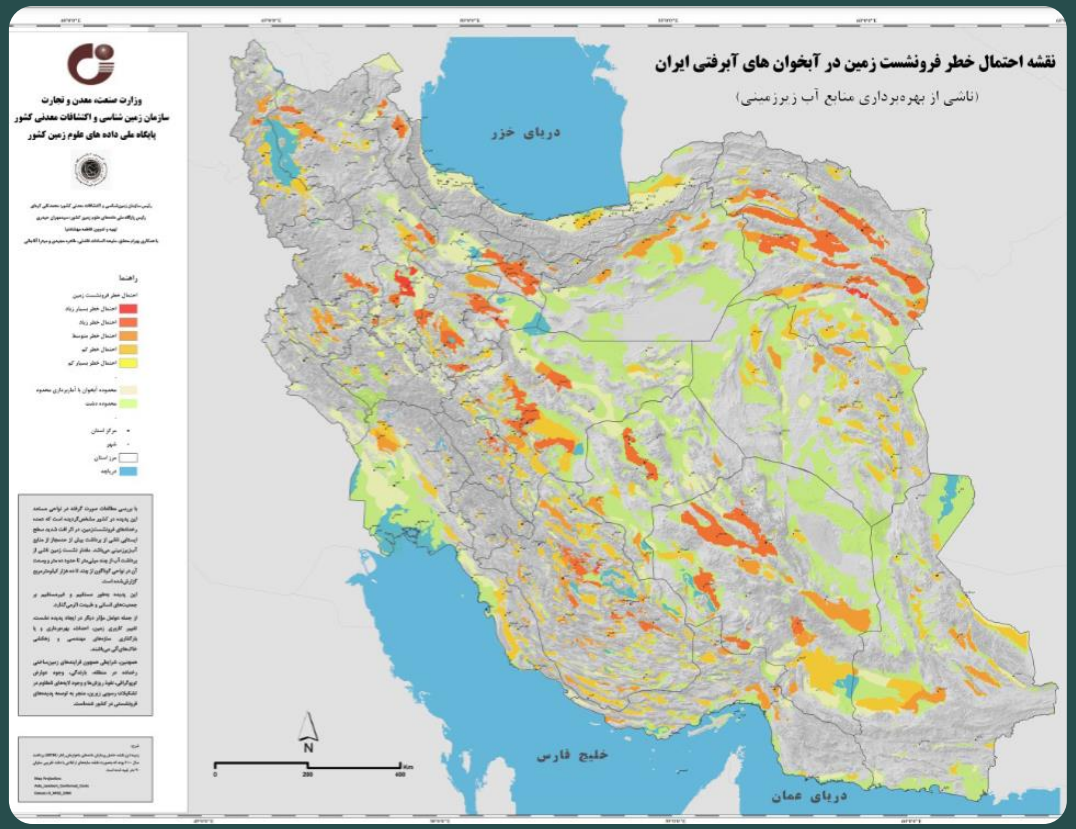
در حال حاضر از ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور، تنها ۱۹۹ محدوده آزاد بوده و مابقی ۴۱۰ محدوده ممنوعه و ممنوعه بحرانی است. از محدوده‌های آزاد نیز، تعداد قابل توجهی از آن‌ها در مناطق بیابانی یا کوهستان‌ها واقع شده و عملا فاقد پتانسیل قابل توجه برای برداشت آب زیرزمینی هستند.

در حال حاضر تقریباً اغلب محدوده‌های بزرگ و مطلوب و بااهمیت از نظر منابع آب زیرزمینی کشور از بین رفته است.

۶- تغییرات منابع آب زیرزمینی (۱)

طبق مطالعات انجام‌گرفته، نشست زمین در ایران به طور عمده ناشی از برداشت آب‌های زیرزمینی است. به‌طوری‌که بیشترین نرخ فرونشست زمین (۳۰ سانتی‌متر بر سال) مربوط به دشت‌های رفسنجان و کاشمر و کمترین نرخ فرونشست زمین (۴/۳ سانتی متر بر سال) متعلق به دشت‌های جمکران و کاشان است.

پدیده فرونشست ناشی از افت تراز سطح آب زیرزمینی اولین بار در ایران در دشت رفسنجان در سال ۱۳۴۶ همراه با پدیده لوله‌زایی در چاه‌های کشاورزی گزارش شده است. همچنین در سال‌های پیشین، این پدیده در بسیاری از دشت‌های کشور ازجمله دشت زرند و کرمان، اردکان یزد، فامینین- کبودرآهنگ همدان ، معین‌آباد- ورامین، تهران- شهریار، مشهد و دامغان پیامدهای ژئومورفیکی و مخاطره‌آور به دنبال داشته است.



نقشه احتمال خطر فرونشست زمین در دشتهای آبرفتی ایران
(ناشی از بهره‌برداری منابع آب زیرزمینی)، ۱۳۹۵

https://agrilib.areeo.ac.ir/book_9678.pdf

جمع‌بندی
وضعیت حوزه آب در ایران

با توجه به داده‌ها و اطلاعات موجود از وضعیت پارامترهای موثر، چالش آب در ایران جدی به نظر می‌رسد.

تغییرات بارش	میزان بارندگی‌ها در سی سال گذشته دارای روند کاهشی ۱/۱۰ میلی‌متر در سال بوده است
تغییرات دما	در هر دهه حدود ۰/۴۴ درجه سانتی‌گراد افزایش دما در کشور وجود داشته است
تغییرات منابع تجدیدپذیر	پیش‌بینی می‌شود سرانه منابع آب تجدیدپذیر متوسط کشور در سه دهه آینده به کمتر از ۱۰۰۰ متر مکعب در سال خواهد رسید
تغییرات میزان مصرف آب	میزان مصرف از منابع آب، نه‌تنها کمتر نشده، بلکه افزایش نیز یافته است.
افزایش جمعیت	با توجه به جمعیت پیش‌بینی‌شده برای کشور در افق سال ۱۴۲۰ و با فرض ۱۰۳ میلیارد مترمکعب میزان آب تجدیدپذیر درازمدت، میزان سرانه به ۹۷۶ مترمکعب در سال خواهد رسید.
تغییرات منابع آب زیرزمینی	در حال حاضر تقریباً اغلب محدوده‌های بزرگ و مطلوب و بااهمیت از نظر منابع آب زیرزمینی کشور از بین رفته است

ضرورت اتخاذ راهکارهای فناورانه در حل چالش آب

راه حل‌های فناورانه برای مقابله با چالش جهانی آب حیاتی هستند. نوآوری‌ها در تأمین آب، تصفیه آب، بازیافت آب و مدیریت هوشمند آب، راه‌های پایدار و کارآمدی را برای برآوردن نیازهای رو به رشد آب، کاهش اثرات تغییرات آب و هوا و حفاظت از منابع آب طبیعی ارائه می‌دهند. دولت‌ها، صنایع و جوامع باید برای سرمایه‌گذاری و پذیرش این فناوری‌ها همکاری کنند و آینده آبی ایمن و انعطاف‌پذیر را تضمین کنند.

افزایش کمبود آب

متأثر از تقاضای جهانی (با پیش‌بینی جمعیت جهانی به ۹.۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰) و تغییرات اقلیمی

نوآوری های فناورانه در مدیریت آب

فناوری‌های جدید در تأمین، تصفیه، بازیافت و مدیریت آب؛ مانند نمک‌زدایی، استفاده مجدد آب، اینترنت اشیا در مدیریت هوشمند آب و ...

مزایای راه حل های فناورانه

تأمین آب پایدار، بهره‌وری اقتصادی، حفاظت از محیط زیست و تاب آوری در برابر تغییرات آب و هوایی

راه‌حل‌های فناورانه
چالش آب

راه‌حل‌های فناورانه در حوزه آب

تأمین آب

فناوری‌ها و روش‌هایی که به افزایش منابع آبی کمک می‌کنند.

تصفیه آب

فناوری‌هایی که به تصفیه آب آلوده و رساندن آن به استانداردهای مصرف می‌پردازند.

بازیافت و استفاده مجدد از آب

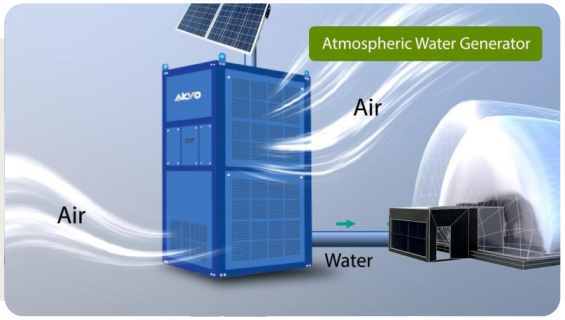
فناوری‌هایی که امکان استفاده مجدد از آب تصفیه‌شده را فراهم می‌آورند.

مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

فناوری‌هایی که به مدیریت و نظارت بر منابع آبی و صرفه‌جویی در مصرف آب کمک می‌کنند.

فناوری‌های تأمین آب

۱ فناوری تولید آب از هوا

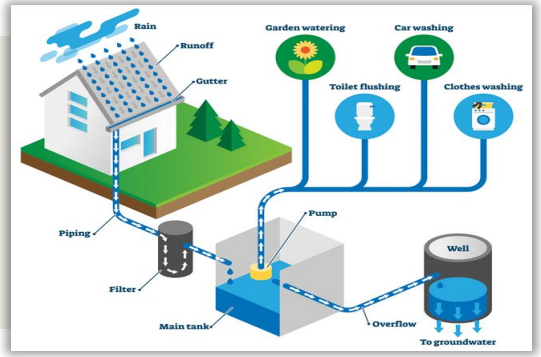


در تولید آب از هوا تلاش می‌شود تا رطوبت موجود در هوای شرجی به آب تبدیل شده و در مصارف مختلف استفاده شود.

۲ فناوری بارورسازی ابرها

بارورسازی ابرها یا ابرآمایی تعدیل وضع هوا به وسیله افزودن مواد به داخل یک ابر با هدف تقویت تشکیل و رشد «بلورهای یخ» و در نتیجه افزایش بارش برف یا باران است.

۳ فناوری برداشت آب باران



برداشت آب باران روشی برای جمع‌آوری آب باران از سطوحی که باران روی آن‌ها می‌بارد. در این روش آب باران فیلتر شده و برای مصارف متعدد ذخیره و استفاده می‌شود.

فناوری‌های تصفیه آب

۴ فناوری نمک‌زدایی

فناوری نمک‌زدایی فرآیندی است که نمک‌ها و مواد معدنی را از آب شور (مانند آب دریا) حذف می‌کند تا آب شیرین برای اهداف مختلف از جمله شرب، آبیاری و مصارف صنعتی تولید کند.

۵ فناوری‌های تصفیه آب

شامل هر فناوری‌ای است که کیفیت آب را بهبود می‌بخشد تا آن را برای یک هدف خاص مناسب‌تر سازد.

تصفیه برای تولید آب آشامیدنی شامل حذف آلاینده‌ها از آب ورودی برای تولید آبی است که به اندازه کافی برای مصرف انسان بدون خطر کوتاه‌مدت یا بلندمدت بر سلامتی انسان باشد.

فناوری‌های بازیافت و استفاده مجدد از آب

۶ فناوری استفاده از آب خاکستری در ساختمان

فناوری آب خاکستری به بازیافت و استفاده مجدد از آب‌های خاکستری (آب‌های دورریز از حمام، لباس‌شویی و...) می‌پردازد. این فناوری با تصفیه آب خاکستری امکان استفاده از آن برای مقاصد دیگر را فراهم می‌کند.

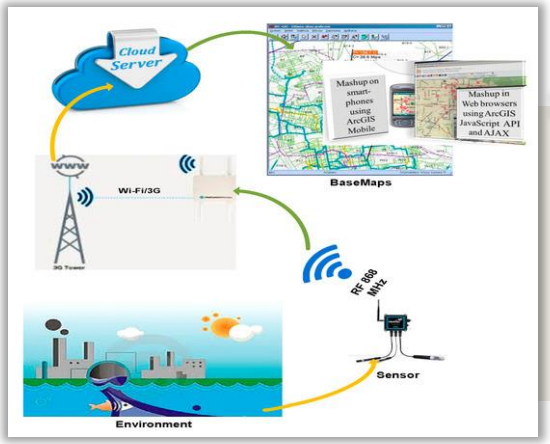
۷ فناوری بازیافت و استفاده مجدد از آب

در طی فرآیندهای استفاده مجدد از آب، آب را از منابع مختلف بازیابی کرده و سپس آن را برای اهداف مفیدی مانند کشاورزی و آبیاری، تأمین آب آشامیدنی، پرکردن آب‌های زیرزمینی، فرآیندهای صنعتی و احیای محیط زیست تصفیه و مجدداً از آن استفاده می‌کنند.

فناوری‌های مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

فناوری آبیاری دقیق در کشاورزی

فناوری آبیاری دقیق با استفاده از سنسورها، کنترل‌کننده‌ها و شبکه‌های هوشمند، امکان تعیین دقیق نیاز آبی گیاهان را فراهم می‌کند. این فناوری با به‌کارگیری روش‌های آبیاری که آب را با دقت به ریشه گیاهان می‌رسانند، امکان برنامه‌ریزی و اعمال زمان‌بندی آبیاری متناسب با نیاز گیاه و شرایط محیطی را فراهم می‌آورد.



۹ فناوری مدیریت هوشمند آب

مدیریت هوشمند آب (SWM) به استفاده از فناوری مانند حسگرها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و اتوماسیون برای بهبود کارایی، قابلیت اطمینان و پایداری سیستم‌های آب اشاره دارد.

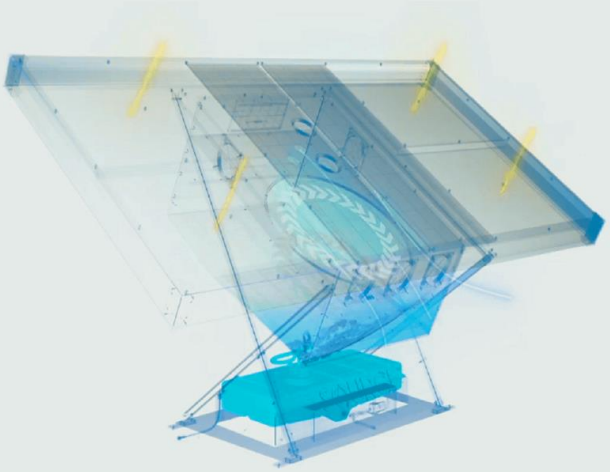
فناوری‌های تأمین آب

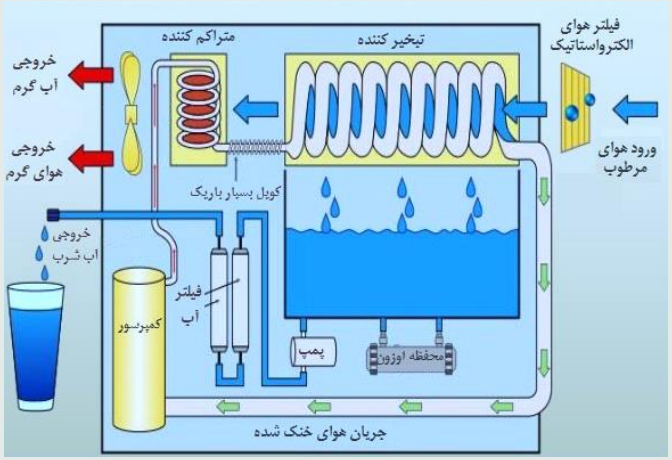
۱ تولیدکننده آب از هوا (AWG)

تولید آب از هوا یا Atmospheric Water Generator که به اختصار با AWG شناخته شده می‌باشد، یکی از روش‌های بسیار کاربردی و ارزان‌قیمت در تولید آب برای مکان‌های مرطوب است. به عبارت دیگر، با این روش‌ها در واقع تلاش می‌شود تا رطوبت موجود در هوای شرجی به آب تبدیل شده و در مصارف مختلف استفاده شود.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: هند، چین، عربستان
- ✓ مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:
  Akvo Atmospheric Water Systems Pvt. Ltd (هند)،
  Drinkable Air (ایالات متحده)، WaterMaker India
  Pvt. Ltd. (هند)، Eshara Water (امارات متحده عربی)،
  Dew Point Manufacturing (کانادا)
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: تراکم سرمایشی هوا، خشک‌کننده‌های مرطوب، تبدیل هوا به آب با دستگاه خورشیدی
- ✓ موارد استفاده: استفاده به عنوان آب آشامیدنی، استفاده در گلخانه‌ها و کشاورزی، استفاده در صنعت و تجاری

معرفی تولیدکننده آب از هوا (AWG)





رایج‌ترین روش‌های نوین برای تولید آب به هوا :

❖ تراکم سرمایشی هوا (Cooling condensation)

یکی از رایج‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها برای جذب رطوبت هوا و تبدیل آن به قطرات آب می‌توان به استفاده از تراکم سرمایشی اشاره نمود. اساس کار این دستگاه و فرآیند، سردکردن هوا و کمک به متراکم‌شدن آن و کاهش حجم هوا در نگهداری از آب می‌باشد.

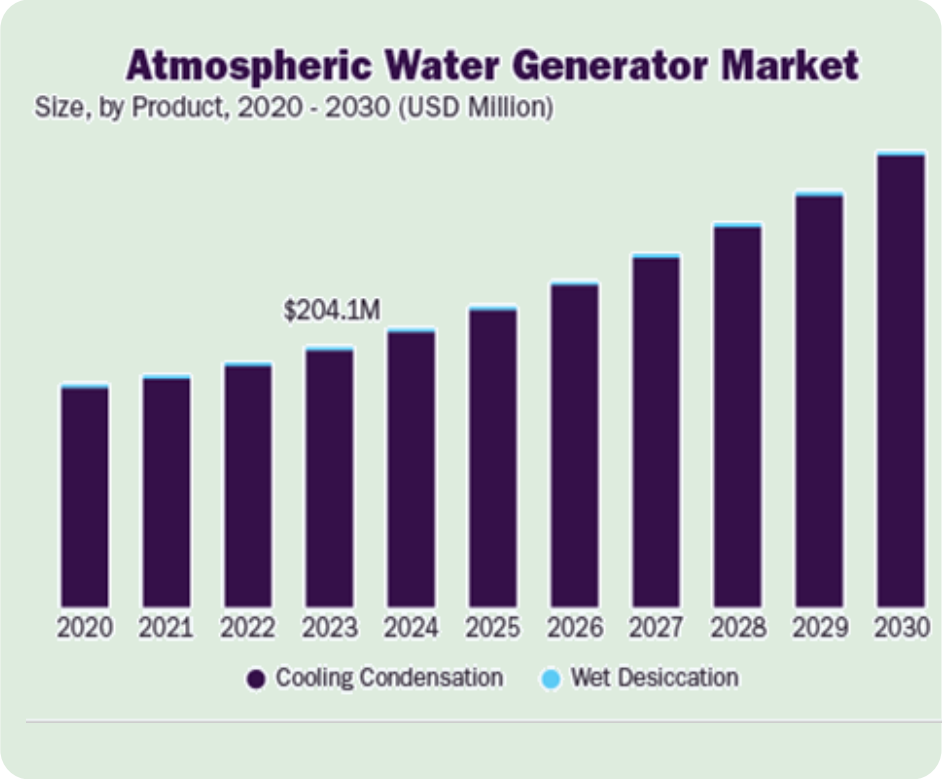
❖ خشک‌کننده‌های مرطوب (Wet desiccants)

این روش با کمک جذب رطوبت آب توسط محلول آب نمک عمل می‌کند. با توجه به اینکه محلول آب نمک قدرت بالایی در جذب رطوبت دارد، لذا می‌توان تا حد زیادی رطوبت موجود در هوا را به سمت این مخازن جذب نمود و در نهایت با تصفیه آب از آن‌ها استفاده کرد.

❖ تبدیل هوا به آب با دستگاه خورشیدی

از دیگر فرآیندهای تولید آب از هوا، استفاده از دستگاه‌های خورشیدی می‌باشد. دستگاه و طرحی به نام DC3 که توسط یکی از طراحان صنعتی هند به نام Ap Verheggen معرفی شد، به کمک دستگاه‌های خورشیدی عمل می‌کند و بدون مصرف انرژی جانبی می‌تواند رطوبت هوا را به آب شرب تبدیل نماید.

بازار جهانی تولیدکننده آب از هوا (AWG)



اندازه بازار جهانی تولیدکننده آب از هوا در سال ۲۰۲۳، میزان ۲.۴۵ میلیارد دلار برآورد شده است و پیش‌بینی می‌شود که تا ۲۰۳۰ با نرخ رشد سالانه ۹.۴ درصد رشد کند.

- ایالات متحده از سال ۲۰۲۴ تا ۲۰۳۰ رشد سالانه ۸/۴ درصد را به خود اختصاص داده است.
- آسیا و اقیانوسیه با سهم درآمدی ۳۶.۲ درصدی در سال ۲۰۲۳ بر بازار جهانی تسلط دارد.
- چین بیش از ۴۱ درصد از سهم بازار آسیا و اقیانوسیه را در اختیاردارد.

- بازار مولدهای آب از هوا در خاورمیانه و آفریقا در حال رشد است زیرا با اینکه این کشورها دارای هوای گرم و خشک هستند، اما این منطقه در طول عصر و شب دارای رطوبت بالایی است که می‌توان از آن برای تولید مقدار قابل توجهی آب از AWG استفاده کرد.
- بازار ژنراتورهای آب از هوا عربستان سعودی حدود ۳۰ درصد از سهم بازار خاورمیانه و آفریقا را در اختیار دارد.

https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-atmospheric-water-generator-market

فناوری‌های تأمین آب

۱ بارورسازی ابرها

فناوری بارورسازی ابرها شامل ورود عمدی مواد خاصی به ابرها برای اصلاح الگوهای بارش است. رایج ترین عوامل بذرکاری شامل یدید نقره، یدید پتاسیم یا پروپان مایع است. این بذرها به عنوان عامل هسته‌ای عمل می‌کنند و سطحی را برای متراکم‌شدن یا یخ‌زدن بخار آب فراهم می‌کنند. مواد بذر معمولاً با استفاده از ژنراتورهای زمینی، هواپیما یا موشک در ابرها پراکنده می‌شوند. این مواد با رطوبت موجود در لایه ابر مخلوط می‌شوند و باعث رشد بلورهای یخ یا قطرات شده و در نهایت به صورت بارش می‌ریزند.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: چین، هند، امارات متحده عربی**
- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**

3D SA, AFJets Sdn Bhd, Agni Aviation, Alfa Aesar, BOCSCI Inc., Cloud Seeding Technologies, Ice Crystal Engineering, Kyathi Climate Modifications LLP, Mettech S.p.A, Micron Platters, North American Weather Consultants, RHS Consulting Limited, Seeding Operations and Atmospheric Research, Snowy Hydro Limited, and Weather Modification Inc.

- ✓ **مهم‌ترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه**

https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/cloud-seeding-market

معرفی بارورسازی ابرها

بارورسازی ابرها از طریق سه روش مجزا بسته به شرایط جوی ابرها و همچنین نوع ابرهای مورد هدف، انجام می‌شود.

۱ بارورسازی ابرهای هیگروسکوپیک

اصطلاح Hygroscopic به توانایی یک ماده برای جذب رطوبت آب از هوا اشاره دارد و در این مورد، داشتن این خاصیت برای باروری ابرها برای اهداف تراکم بسیار مهم است. بارورسازی ابرهای هیگروسکوپی روی ابرهای گرم استفاده می‌شود. این روش از مواد معدنی نمکی مانند سدیم، پتاسیم و منیزیم استفاده می‌کند. آن‌ها اندازه قطرات را افزایش می‌دهند که باعث تسریع تراکم شیمیایی و افزایش احتمال بارش می‌شود

۲ بارورسازی ابرهای ساکن

پخش یدید نقره که به نام یخ خشک نیز شناخته می‌شود در ابرها، روش دیگر باروری ابرها است. این بارورسازی برای ابرهای سرد با دمای بین ۱۰- تا ۲۵- اعمال می‌شود. بنابراین، به منظور افزایش غلظت بلورهای یخ از مواد یخبندان در این روش استفاده می‌شود. علاوه بر این، همانطور که از نام آن پیداست، بارورسازی ساکن ابرها شامل حرکت هوا نمی‌شود، زیرا همه شرایط در طول فرآیند پایدار هستند.

۳ بارورسازی ابرهای پویا

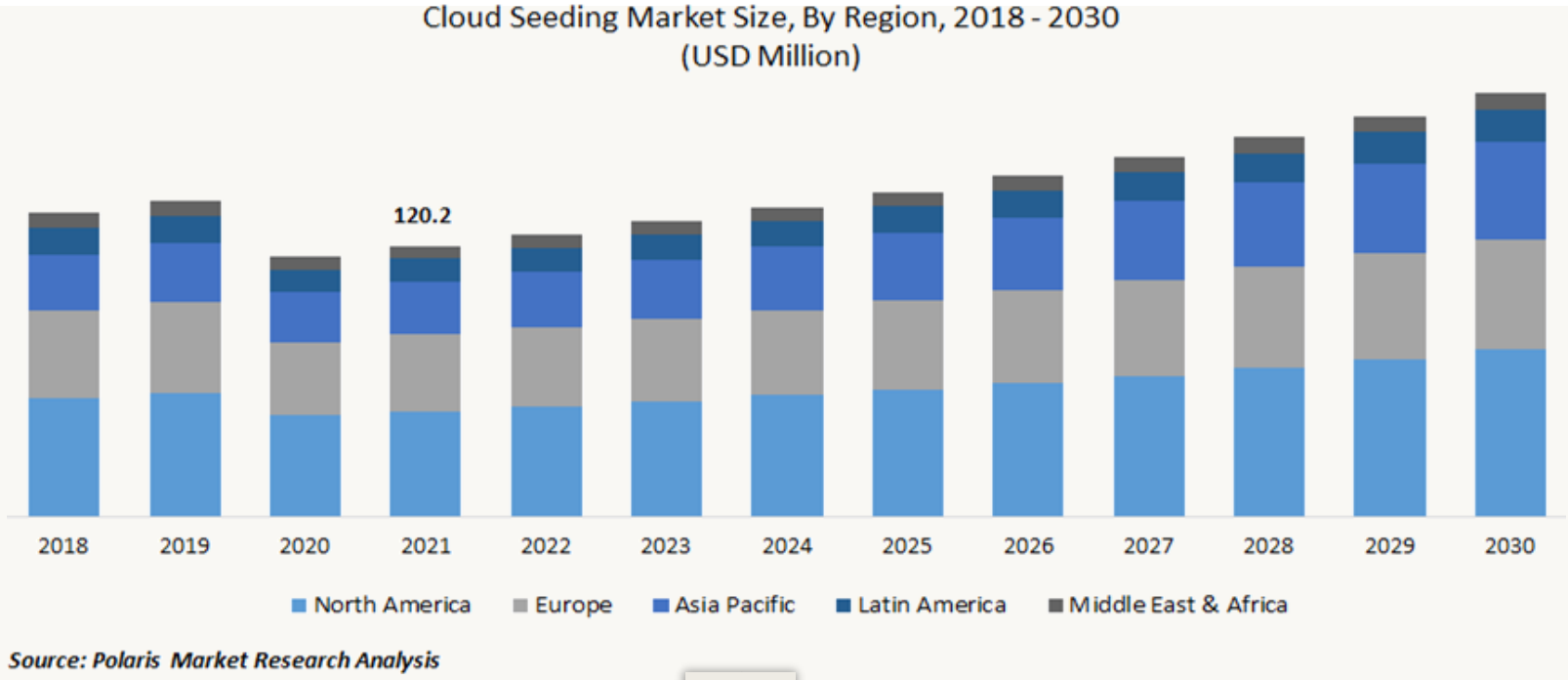
هدف از بارورسازی دینامیک (پویا) ابرها افزایش جریان‌های هوای عمودی است که به مقدار قابل توجهی قطرات آب اجازه عبور از ابرها را می‌دهد و شانس بارش را افزایش می‌دهد. بارورسازی ابرهای دینامیکی نیز بر روی ابرهای سرد انجام می‌شود و مواد مورد استفاده یخبندان هستند. با این حال، بارورسازی ابرهای پویا به مواد بیشتری نسبت به بارورسازی ابرهای ساکن نیاز دارد تا احتمال بارش را افزایش دهد.

https://www.bayancenter.org/en/wp-content/uploads/2022/07/ugyh.pdf

بازار جهانی بارورسازی ابرها

ارزش بـازار جهـانی بارورسـازی ابرهـا در سـال ۲۰۲۱ بـه ۱۲۰.۲ میلیـون دلار رسـید و پـیش بینـی می‌شـود در دوره پیش‌بینی با نرخ رشد سالانه ۵/۲ درصد رشد کند. بازار جهانی در نتیجه افـزایش سـرمایه‌گذاری در برنامـه‌های اصـلاح ابر، معرفی فناوری‌های جدید و افزایش تقاضا برای کاهش خطرات زیست محیطی در حال گسترش است.

علاوه بر این، افزایش استفاده از فناوری بارورسازی ابرها برای ایجاد باران مصـنوعی و حفـظ سـطح آب در یـک سـطح معین در مکان‌های خشک، چشم‌انداز جدیدی را به وجود می‌آورد.



https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/cloud-seeding-market

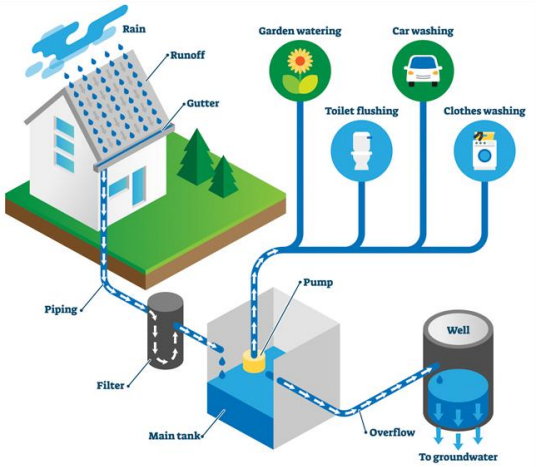
پیشرفت‌های اخیر جهانی در بارورسازی ابرها

- چین قصد دارد تغییرات آب و هوایی خود را که مستلزم ایجاد باران و برف مصنوعی است، در دسامبر ۲۰۲۰ گسترش دهد و تا سال ۲۰۲۵ منطقه‌ای به وسعت ۵.۵ میلیون کیلومتر مربع را پوشش دهد.
- اتیوپی همچنین در مارس ۲۰۲۱ ورود خود را به بازار بارورسازی ابرها اعلام کرد و دولت فاش کرد که باران‌هایی که در آن ماه در سراسر کشور بارید ناشی از تلاش‌های دولت برای مدرن‌سازی فناوری خود بود.
- محققان دانشگاه علم و صنعت خلیفه در امارات متحده عربی در حال بررسی موادِ بارورِ ابر مبتنی بر فناوری نانو هستند که به طور بالقوه می‌تواند اندازه و تراکم قطرات باران را تا حد زیادی افزایش دهد.
- به گفته مرکز ملی هواشناسی (NCM)، امارات، بیش از ۴۵۰۰ فلر تولیدشده توسط کارخانه بهبود آب و هوای NCM در ۲۱۹ عملیات بارورسازی ابرها در سراسر کشور مورد استفاده قرار گرفت.

https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/cloud-seeding-market

فناوری‌های تأمین آب

۳ برداشت آب باران



برداشت آب باران روشی برای جمع‌آوری از سطوحی است که باران روی آن می‌بارد، آن را فیلتر کرده و برای مصارف متعدد ذخیره می‌کند. برداشت آب باران به بازگشت آب به سطح طبیعی کمک می‌کند. این روش در حال تبدیل‌شدن به یک جایگزین مناسب برای تأمین آب خانوارها و مشاغل است. بهترین چیز در مورد آب باران این است که عاری از آلاینده‌ها، نمک‌ها، مواد معدنی و سایر آلاینده‌های طبیعی و مصنوعی است.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: چین، هند، امارات متحده عربی
- ✓ مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:

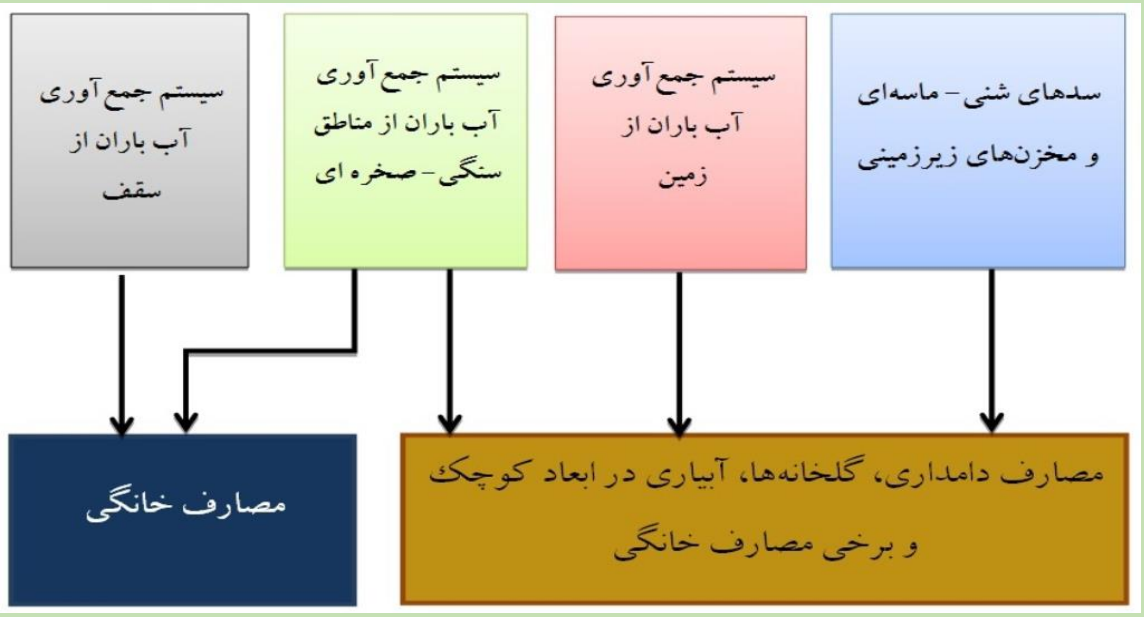
Watts Water Technologies, Inc., Kingspan Group, Graf Group, WISY AG, D&D Ecotech Services, Innovative Water Solutions LLC, Rain Harvesting Supplies, Inc., Stormsaver, Climate Tanks, and Water Field Technologies Pvt. Ltd.

- ✓ مهمترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و اقیانوسیه

https://www.verifiedmarketresearch.com/product/rainwater-harvesting-market

برداشت آب باران

برداشت آب باران فناوری است که برای جمع‌آوری، انتقال و ذخیره باران برای استفاده بعدی از سطوح نسبتاً تمیز مانند سقف، سطح زمین یا حوضه سنگ استفاده می‌شود. آب به طور کلی در یک مخزن آب باران ذخیره می‌شود یا برای شارژ مجدد آب‌های زیرزمینی هدایت می‌شود. نفوذ آب باران به زمین یکی دیگر از جنبه‌های برداشت آب باران است که نقش مهمی در پرکردن سطح آب زیرزمینی ایفا می‌کند. امروزه برداشت آب باران به عنوان یک فناوری مدرن، صرفه جویی در مصرف آب و ساده اهمیت زیادی پیدا کرده است.



سیستم جمع‌آوری آب باران و نحوه استفاده از آن در مقیاس کوچک

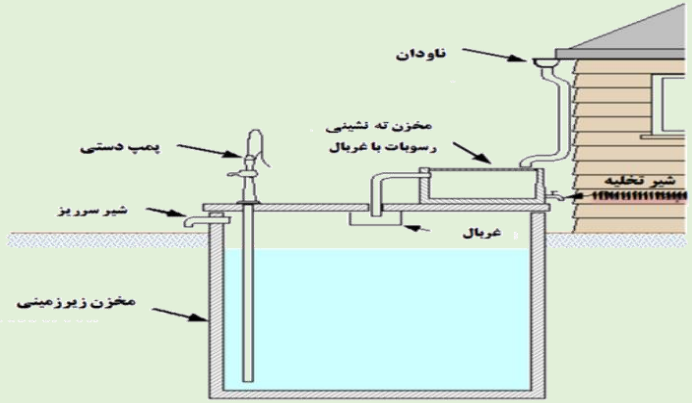
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KHOURY-NOLDE%20n.y.%20Rainwater%20Harvesting_0.pdf

برداشت آب باران (۱)

عمل جمع‌آوری آب باران از رویدادهای بارندگی را می‌توان به دو دسته کلی طبقه‌بندی کرد: زمینی و سقفی.

برداشت آب باران در زمین زمانی اتفاق می‌افتد که روان‌آب از سطح زمین در دایک‌های شیار، حوضچه‌ها، مخازن و مخازن جمع آوری شود.

برداشت آب باران بر اساس سقف به جمع‌آوری روان‌آب باران از سطوح سقف اشاره دارد که معمولاً منبع بسیار تمیزتری از آب را فراهم می‌کند که می‌تواند برای آشامیدن نیز استفاده شود.



- ✓ **سیستم‌های جمع‌آوری آب باران را می‌توان هم در ساختمان‌ها نصب کرد و از آب باران برداشت‌شده برای کاربردهای مختلف که نیازی به کیفیت آب آشامیدنی ندارند مانند شستشوی توالت، آبیاری باغ، آبیاری، نظافت و شستشوی لباس‌ها استفاده کرد. آب باران برداشت‌شده در بسیاری از نقاط جهان به عنوان منبع آب آشامیدنی نیز استفاده می‌شود. با برداشت آب باران، صرفه جویی در آب آشامیدنی می‌تواند تا ۵۰ درصد کل مصرف خانوارها باشد.**

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KHOURY-NOLDE%20n.y.%20Rainwater%20Harvesting_0.pdf

بازار جهانی برداشت آب باران

- ✓ اندازه بازار برداشت آب باران ۱۰۳۷.۹۳ میلیون دلار در سال ۲۰۲۴ ارزش‌گذاری شد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۱ با رشد سالانه ۵/۸۹ درصد سالانه به ۱۵۷۳.۶ میلیون دلار برسد.
- ✓ بر اساس تجزیه و تحلیل منطقه ای، بازار جهانی برداشت آب باران در آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و اقیانوسیه و سایر نقاط جهان طبقه‌بندی می‌شود. انتظار می‌رود بازار اروپا با وجود تعداد کمتر کارخانه‌های برداشت آب باران نسبت به آسیا و اقیانوسیه بر بازار تسلط داشته باشد. از آنجایی که هزینه این پروژه‌ها در سراسر کشورهای آسیایی به طور قابل توجهی کمتر از فضای بازار اروپا و آمریکای شمالی است.

https://www.verifiedmarketresearch.com/product/rainwater-harvesting-market/

۴ فناوری‌های تصفیه آب

تصفیه آب شامل هر فرآیندی است که کیفیت آب را بهبود می‌بخشد تا آن را برای یک هدف خاص مناسب‌تر سازد. هدف استفاده نهایی ممکن است شرب آب، تأمین آب صنعتی، آبیاری، نگهداری جریان رودخانه، تفریح با آب یا بسیاری از کاربردهای دیگر، از جمله بازگرداندن امن آن به محیط‌زیست باشد.

تصفیه آب آلاینده‌ها و اجزای نامطلوب را حذف و یا غلظت‌شان را کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که آب برای استفاده مورد نظر مناسب می‌شود.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: امریکا، آلمان، ژاپن، هند**
- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**
  Honeywell Pentair Plc (UK)، Panasonic Corporation (Japan)، LG Electronics (South Korea)، International Inc (US)، Hindustan Unilever COWAY CO. Ltd (South Korea)، Tata Culligan (US)، Eureka Forbes (India)، Limited (UK)، BWT Aktiengesellschaft (Austria)، Chemicals Ltd (India)، Whirlpool Corporation (US)
- ✓ **مهمترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آمریکای شمالی، آسیا و اقیانوسیه**
- ✓ **فناوری‌ها: اسمز معکوس** Reverse Osmosis، **اولترافیلتراسیون** Ultrafiltration، **میکروفیلتراسیون** Microfiltration، **الکترودیالیز** Electro-dialysis، جداسازی گاز Gas Separation

تصفیه آب

فناوری‌های تصفیه یک جریان آبی بسته به نوع و غلظت آلاینده، موقعیت مکانی و الزامات نظارتی تفاوت دارند. انواع روش‌های تصفیه بر اساس فرآیندهای فیزیکی (مانند جداسازی آب نفتی، جذب، و فیلتراسیون)، شیمیایی (اکسیداسیون، تبادل یونی، فوتوکاتالیز)، و بیولوژیکی (به عنوان مثال، فیلتراسیون بیولوژیکی) تقسیم می‌شوند. فناوری‌های تصفیه را می‌توان به‌طور مستقل یا به‌عنوان بخشی از یک فرایند تصفیه برای غلبه بر محدودیت‌های خاص سایت و حذف طیف وسیع‌تری از آلاینده‌ها استفاده کرد. هر روش تصفیه مزایا و محدودیت‌های خود را دارد و ممکن است برای همه انواع جریان آبی در یک سایت قابل اجرا باشند یا نباشند.

https://www.precisionbusinessinsights.com/market-reports/water-treatment-technology-market

فناوری‌های تصفیه آب

Reverse Osmosis

اسمز معکوس:

در فرآیند اسمز معکوس، آب تحت فشار از یک غشای نیمه‌تراوا عبور می‌کند که باعث جداسازی املاح و ناخالصی‌ها از آب می‌شود. این روش برای حذف انواع آلاینده‌ها مانند نمک‌ها، فلزات سنگین، میکروارگانیسم‌ها و مواد آلی از آب کاربرد دارد.

Ultrafiltration

اولترافیلتراسیون:

اولترافیلتراسیون یک فرآیند غشایی است برای حذف ذرات و مولکول‌های بزرگ مانند پروتئین‌ها، ویروس‌ها و باکتری‌ها از آب. در این روش، آب تحت فشار از غشاء با منافذ بسیار ریز عبور می‌کند و ذرات بزرگ در سمت دیگر غشاء باقی می‌مانند.

Microfiltration

میکروفیلتراسیون:

میکروفیلتراسیون نیز یک فرآیند غشایی است که برای حذف ذرات معلق، باکتری‌ها و برخی ویروس‌ها از آب استفاده می‌شود. در این روش، آب تحت فشار از غشاء با منافذ ریزتر از اولترافیلتراسیون عبور می‌کند.

Electro-dialysis

الکترودیالیز:

الکترودیالیز فرآیندی الکتریکی برای جداسازی املاح از آب استفاده است. در این روش، محلول بین دو غشاء یونی قرار داده شده و با اعمال ولتاژ، یون‌های مثبت و منفی به سمت الکترودهای مخالف حرکت می‌کنند و از محلول جدا می‌شوند.

Gas Separation

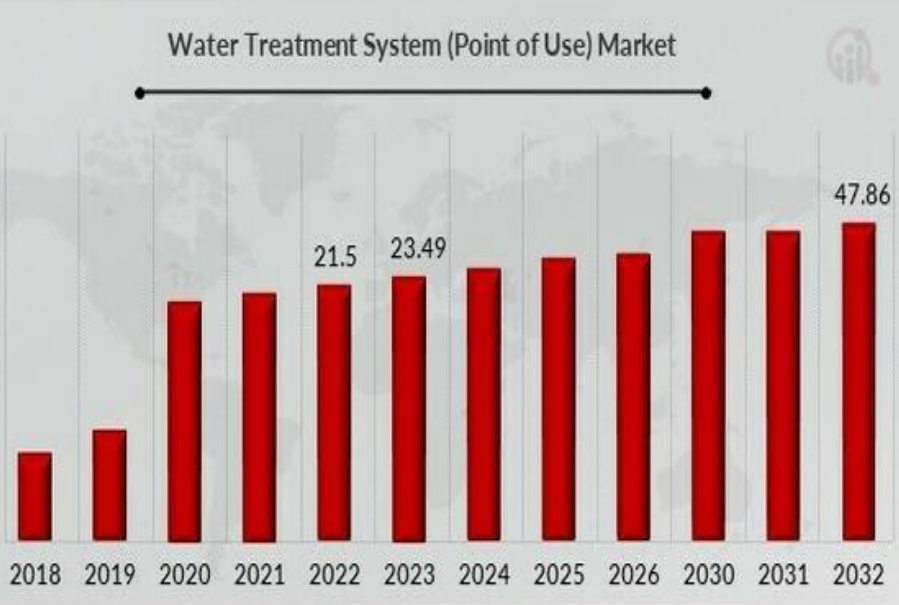
جداسازی گاز:

جداسازی گاز فرآیندی است که برای جداسازی گازهای مختلف مانند اکسیژن، نیتروژن، هیدروژن و دی‌اکسید کربن از یکدیگر استفاده می‌شود. این فرآیند معمولاً با استفاده از غشاهای نیمه‌تراوا که به طور انتخابی به برخی گازها اجازه عبور می‌دهند، انجام می‌شود.

https://www.precisionbusinessinsights.com/market-reports/water-treatment-technology-market

بازار جهانی سیستم تصفیه آب

اندازه بازار سیستم تصفیه آب ۲۳.۴۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ ارزش‌گذاری شده است. پیش‌بینی می‌شود صنعت سیستم تصفیه آب از ۲۵.۶۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۴ با نرخ رشد سالانه ۸.۱ درصد در طول دوره پیش بینی (۲۰۲۴ - ۲۰۳۲) به ۴۷.۸۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۳۲ برسد.

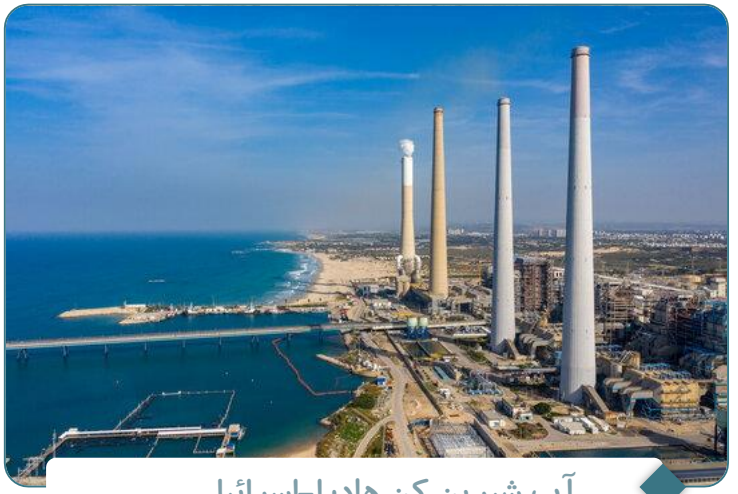


- ✓ **بازار سیستم تصفیه آب آمریکای شمالی بیشترین سهم بازار و اروپا دومین سهم را در سال ۲۰۲۲ به خود اختصاص داده‌اند.**
- ✓ **بازار سیستم تصفیه آب آلمان بیشترین سهم و بازار سیستم تصفیه آب در بریتانیا سریعترین بازار در حال رشد در منطقه اروپا بود.**
- ✓ **پیش‌بینی می‌شود بازار سیستم تصفیه آب آسیا و اقیانوسیه با سریع‌ترین نرخ رشد سالانه از سال ۲۰۲۳ تا ۲۰۳۲ رشد کند. بازار سیستم تصفیه آب چین بیشترین سهم و بازار سیستم تصفیه آب هند سریعترین بازار در حال رشد در منطقه آسیا و اقیانوسیه بود.**

https://zaya.io/stats/7935074/overview

فناوری‌های تصفیه آب

۵ نمک‌زدایی از آب دریا



آب شیرین کن هادرا-اسرائیل

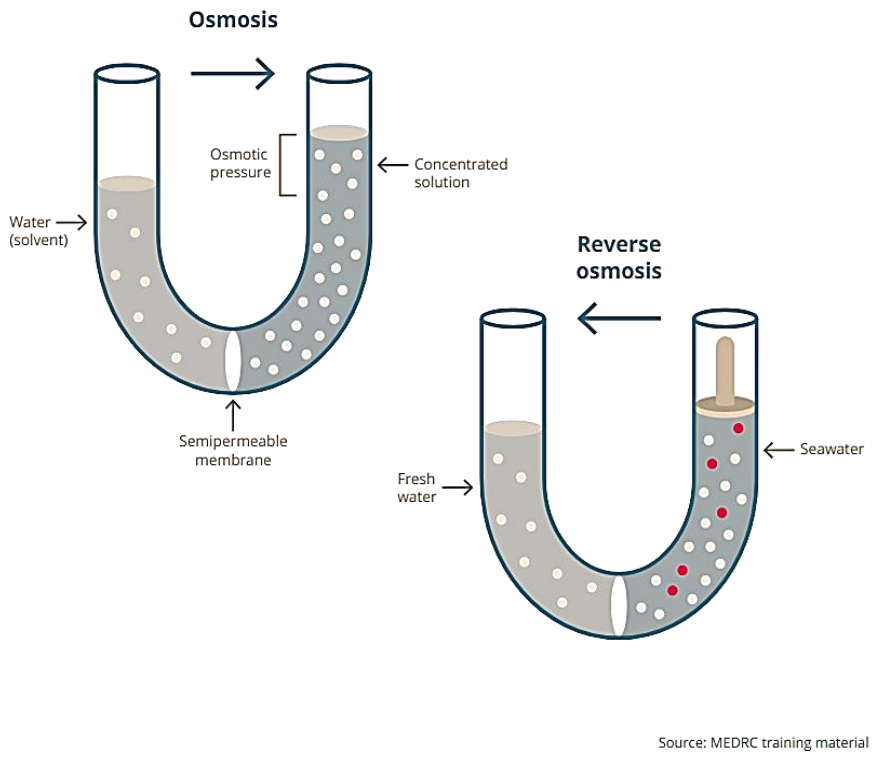
فناوری نمک زدایی فرآیندی است که نمک‌ها و مواد معدنی را از آب شور (مانند آب دریا) حذف می‌کند تا آب شیرین برای اهداف مختلف از جمله شرب، آبیاری و مصارف صنعتی تولید کند.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: عربستان، استرالیا
- ✓ مهمترین شرکت‌های تولیدکننده: Veolia(فرانسه)، Acciona (اسپانیا)، Doosan Heavy (کره جنوبی)، SEPCO (چین)، IDE (اسرائیل)
- ✓ مهمترین مناطق استفاده کننده از فناوری: خاورمیانه و افریقا، آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: فرآیندهای غشایی و فرایندهای حرارتی
- ✓ منابع آب مورد استفاده: آب دریا، آب شور، آب های زیرزمینی و سطحی
- ✓ بیش از ۲۱ هزار کارخانه نمک‌زدایی آب دریا در سراسر جهان در سال ۲۰۲۲

https://www.policycenter.ma/sites/default/files/2023-01/Eyl-Mazzega_Cassignol_Desalination_US_2022.pdf

فناوری نمک‌زدایی

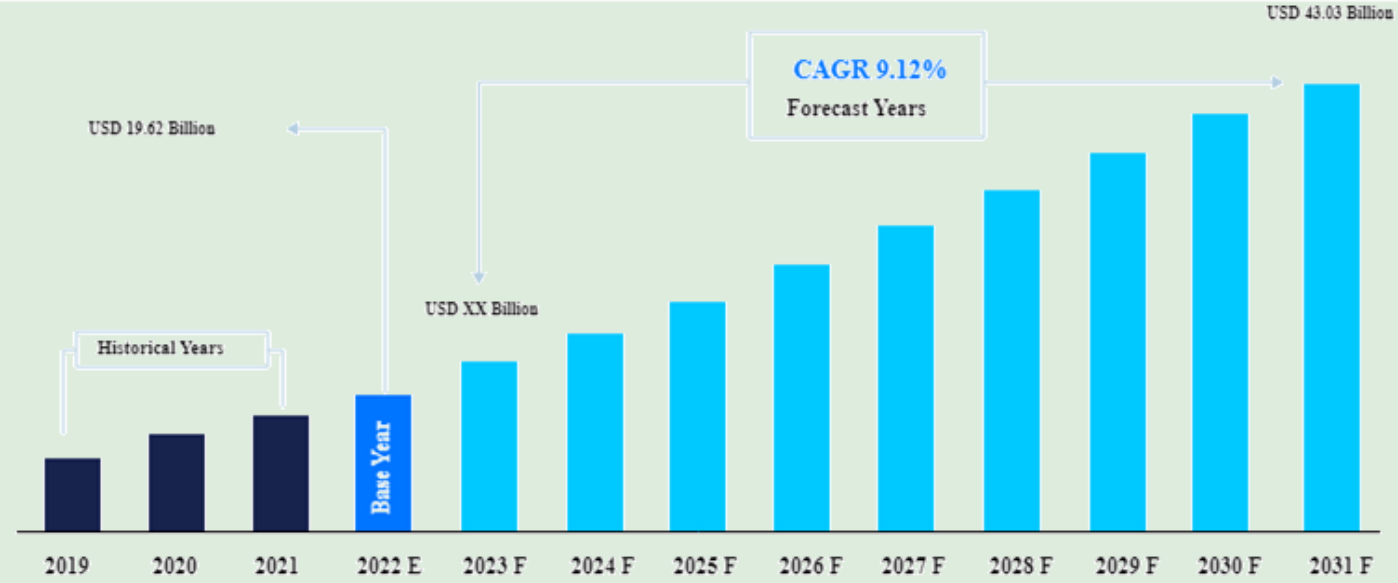
- فرآیند اصلی نمک‌زدایی شامل حذف نمک‌ها، سایر مواد معدنی و آلاینده‌ها از آب منبع است.
- فرآیند نمک‌زدایی می‌تواند حرارتی باشد، جایی که آب برای حذف نمک‌ها و مواد معدنی تبخیر می‌شود، یا اسمز معکوس (RO)، که در آن آب از طریق یک غشای نیمه‌تراوا مجبور می‌شود تا نمک‌ها و مواد معدنی را جدا کند.
- در طول ۲۰ سال گذشته، پیشرفت‌ها در فناوری غشاء و بازیافت انرژی، RO را به مقرون‌به‌صرفه‌ترین و ترجیح داده‌شده‌ترین فناوری نمک‌زدایی تبدیل کرده است و توسعه حرارتی تقریباً به صفر کاهش یافته است.



https://assets.bii.co.uk/wp-content/uploads/2022/12/27172548/Opportunities-for-impact-in-desalination_BII.pdf

بازار جهانی فناوری نمک‌زدایی

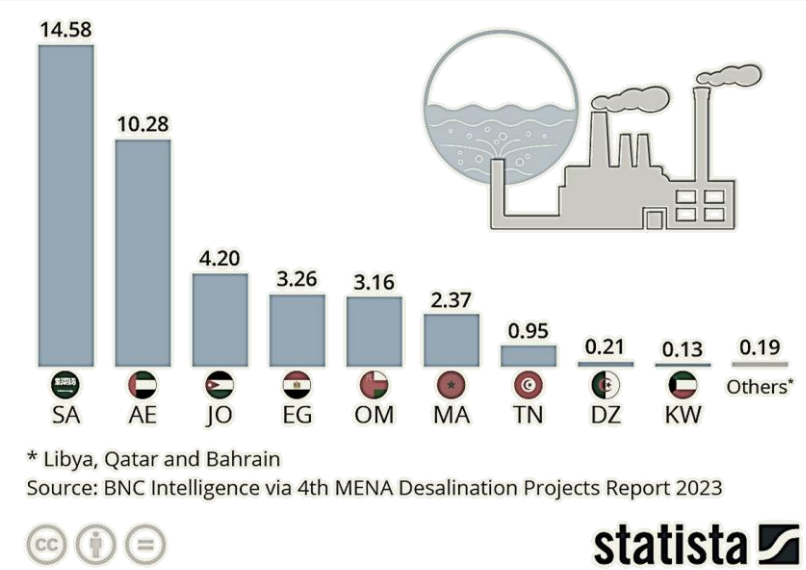
- اندازه بازار جهانی آب‌شیرین‌کن در سال ۲۰۲۲ به ۱۹.۶۲ میلیارد دلار رسید. تخمین زده می‌شود که تا سال ۲۰۳۱ به ۴۳.۰۳ میلیارد دلار برسد که در دوره پیش‌بینی (۲۰۲۳-۲۰۳۱) با نرخ رشد سالانه ۹/۱۲درصد رشد کند.
- خاورمیانه و آفریقا مهم ترین سهامدار بازار جهانی شیرین‌سازی آب هستند و پیش‌بینی می‌شود تا ۲۰۳۱ با نرخ رشد سالانه ۹/۰۳ درصد رشد کنند.
- پیش‌بینی می‌شود آسیا و اقیانوسیه با نرخ رشد سالانه ۹/۹۲ درصد تا ۲۰۳۱ رشد کنند.



https://straitsresearch.com/report/water-desalination-market#:~:text=Market%20Overview,period%20(2023%E2%80%932031).

نمک زدایی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA)

- بر اساس گزارش BNC Intelligence، خاورمیانه و شمال آفریقا حدود ۴۸ درصد از تولید روزانه آب شیرین شده در جهان را تشکیل می‌دهند. نمودار زیر به برخی از کشورهایی که بیشترین سرمایه‌گذاری را در این صنعت انجام می‌دهند را نشان می‌دهد.
- چهارمین گزارش پروژه‌های نمک‌زدایی MENA در سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد که در حال حاضر مجموعاً ۳۹.۳ میلیارد دلار برای پروژه‌های نمک‌زدایی در سراسر منطقه هزینه می‌شود.
- عربستان سعودی و امارات متحده عربی با مجموع پروژه‌های ۱۴.۵۸ میلیارد دلاری و ۱۰.۲۸ میلیارد دلاری بیشترین سرمایه‌گذاری را انجام می‌دهند.
- بر اساس گزارش شورای ایالات متحده و عربستان سعودی، ۶۰ درصد از آب این کشور از نمک‌زدایی در سال ۲۰۱۹ تأمین شده است که اکثریت آن توسط شرکت دولتی تبدیل آب شور (SWCC) تولید شده است.
- کشورهای عربستان سعودی و امارات متحده عربی به عنوان کشورهای نفت خیز با دسترسی به آب دریا و ابزار سرمایه‌گذاری، پروژه‌هایی در حال انجام دارند،
- عربستان سعودی پروژه‌هایی به ارزش ۷.۵۶ میلیارد دلار در حال حاضر در طرح، طراحی و مناقصه دارد.
- امارات متحده عربی پروژه‌هایی به ارزش ۷.۸۸ میلیارد دلار در دست اجرا دارد.



https://www.statista.com/chart/29660/total-cost-of-desaliation-plant-projects-in-mena-countries/

نمونه موردی نمک زدایی: برزیل

منطقه شمال شرقی برزیل یکی از خشک‌ترین و کم‌آب‌ترین مناطق کشور است که نمک‌زدایی را به یک استراتژی مهم برای افزایش ذخایر آب شیرین تبدیل می‌کند. برزیل ظرف دو دهه گذشته به طور پیوسته ظرفیت نمک‌زدایی خود را در این منطقه با تمرکز بر تأسیساتی که می‌توانند هم آب دریا و هم آب‌های زیرزمینی شور را تصفیه کنند، گسترش داده است.

برخی از پروژه‌های عمده نمک‌زدایی در شمال شرق عبارتند از:

ایالت سئارا: ایالت سئارا حدود ۲۰ تاسیسات آب‌شیرین‌کن دارد که بسیاری از آنها در دهه‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ ساخته شده اند. بزرگترین کارخانه آب‌شیرین‌کن آکویراز است که می‌تواند روزانه ۸۶۴۰۰ متر مکعب آب شیرین تولید کند.

ایالت ریو گرانده دو نورته: ریو گراند دو نورته چندین تأسیسات نمک‌زدایی در مقیاس بزرگ، از جمله کارخانه‌هایی در ناتال (پایتخت ایالت) و موسورو ایجاد کرده است. کارخانه آب‌شیرین‌کن ناتال می‌تواند روزانه تا ۴۸۰۰۰ متر مکعب آب شیرین تولید کند.

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1806089/FULLTEXT01.pdf

۶ بازیافت و استفاده مجدد از آب

در طی فرآیندهای استفاده مجدد از آب، آب را از منابع مختلف بازیابی می‌کند و سپس آن را برای اهداف مفیدی مانند کشاورزی و آبیاری، تامین آب آشامیدنی، پر کردن آب‌های زیرزمینی، فرآیندهای صنعتی و احیای محیط زیست تصفیه می‌کند و مجدداً از آن استفاده می‌کنند.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: چین، استرالیا، سنگاپور**
- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**

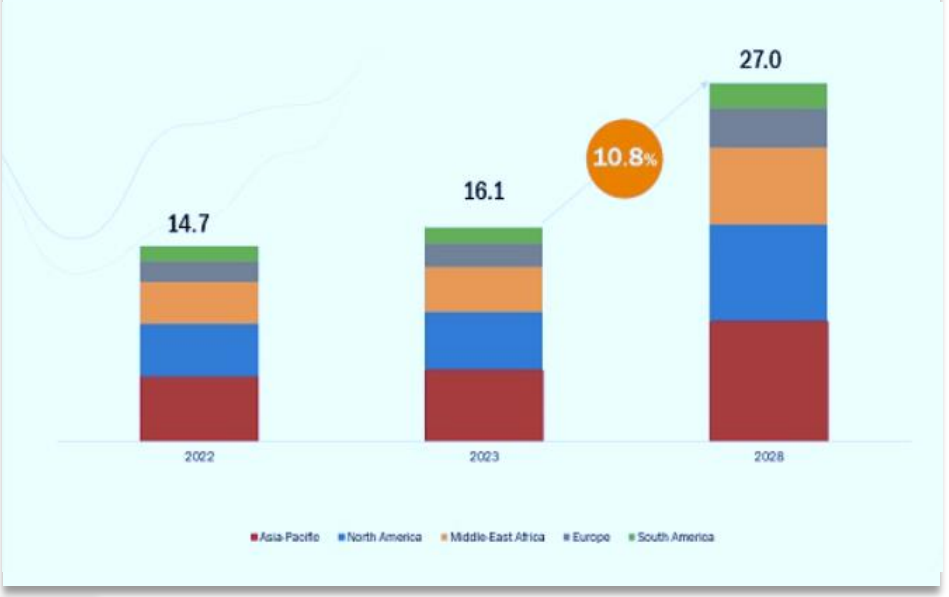
Veolia Water Technologies (France), SUEZ Water Technologies & Solutions (France), Evoqua Water Technologies (US), Fluence Corporation Limited (US), Dow Chemical Company (US), Hitachi Ltd. (Japan), Kubota Corporation (Japan), Siemens Energy (Germany), Alfa Laval (Sweden), Melbourne Water (Australia).

- ✓ **مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه**

https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/water-recycle-reuse-market-96335812.html

بازار جهانی بازیافت و استفاده مجدد از آب

بازار جهانی بازیافت و استفاده مجدد از آب در سال ۲۰۲۳ به ۱۶/۱ میلیارد دلار ارزش‌گذاری شده است و پیش‌بینی می‌شود با رشد سالا ۱۰/۸ درصدی از ۲۰۲۳ تا ۲۰۲۸ در سال ۲۰۲۸ به ۲۷ میلیارد دلار برسد.



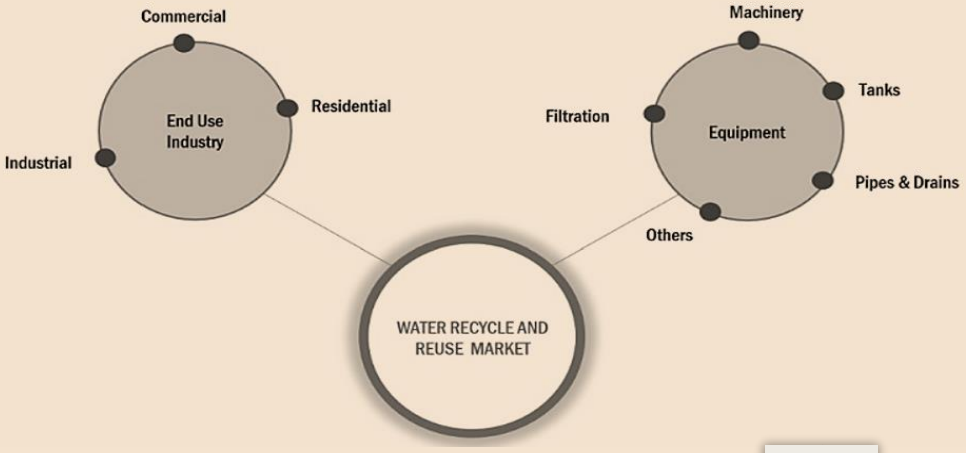
- آسیا و اقیانوسیه بزرگترین بازار بازیافت و استفاده مجدد آب در سال ۲۰۲۳ از نظر ارزش بود. از نظر ارزش، آسیا اقیانوسیه بر صنعت بازیافت و استفاده مجدد آب در سراسر جهان در سال ۲۰۲۳ تسلط داشت. بزرگترین بازار در منطقه آسیا و اقیانوسیه چین است.
- با توجه به بخش‌های قابل توجه صنعتی و تجاری، افزایش جمعیت و شهرنشینی، پیش‌بینی می‌شود که بیشترین رشد را در طول دوره پیش‌بینی‌شده تجربه کند.

https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/water-recycle-reuse-market-96335812.html

اکوسیستم بازار بازیافت و استفاده مجدد از آب

- بیشترین سهم بازار به فرآیند فیلتراسیون در بازیافت و استفاده مجدد از آب اختصاص یافته است. فیلتراسیون یکی از بزرگترین و حیاتی‌ترین بخش‌های فرآیند است.
- فیلتراسیون با عملکرد اصلی خود یعنی حذف ناخالصی‌ها، آلاینده‌ها، مواد جامد معلق و میکروارگانیسم‌ها از آب، تضمین می‌کند که آب بازیافتی استانداردهای کیفی مورد نیاز را برآورده می‌کند.
- در سیستم‌های بازیافت و استفاده مجدد آب، طیف گسترده‌ای از فناوری‌های فیلتراسیون برای حذف مؤثر ذرات، رسوبات، مواد آلی و عوامل بیماری‌زا از آب استفاده می‌شود. فیلتراسیون مسئول تولید آب بازیافتی با کیفیت بالا و مطابق با استانداردهای سخت‌گیرانه لازم برای کاربردهای مختلف است. فیلتراسیون بدون شک بزرگ‌ترین و مهم‌ترین بخش فرآیند در این بخش است.

- از منظر استفاده نهایی، بخش صنعت بیشترین سهم بازار را در بازار جهانی بازیافت و استفاده مجدد آب در سال ۲۰۲۳ به خود اختصاص داده و پیش‌بینی می‌شود که با بالاترین رشد سالانه از نظر ارزش در طول دوره پیش‌بینی رشد کند.
- بخش صنعت به سمت اتخاذ فناوری‌ها و شیوه‌های بازیافت آب برای پاسخ به کمبود آب، پیروی از مقررات، صرفه‌جویی در هزینه، همسویی با اهداف پایداری و برآورده کردن انتظارات ذینفعان حرکت می‌کند.



https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/water-recycle-reuse-market-96335812.html

نمونه موردی بازیافت و استفاده مجدد از آب: برزیل

برخی از شهرهای برزیل، مانند کامپیناس و سائوپائولو، سیستم‌های استفاده مجدد از آب را برای تصفیه و بازیافت فاضلاب برای مصارف غیرشرب مانند فرآیندهای صنعتی و محوطه‌سازی شهری پیاده‌سازی کرده‌اند. آکواپولو در حال حاضر ۶۵۰ لیتر در ثانیه آب مورد استفاده مجدد را برای مجتمع پتروشیمی Mauá در منطقه بزرگ ABC (RMSP) فراهم می‌کند. با این حال مجموع ظرفیت نصب‌شده ۱۰۰۰ L/s 20 است. پساب ورودی از کارخانه تصفیه فاضلاب ABC (ETE ABC)، که توسط SABESP اداره می‌شود، تأمین می‌شود. پس از فرآیند تصفیه استاندارد، آکواپولو پساب را با یک روش تکمیلی ارسال می‌کند تا آن را برای استفاده مجدد صنعتی تطبیق دهد. استانداردهای کیفیت آب که در پایان فرآیند باید رعایت شود توسط صنایع مجتمع پتروشیمی تعیین شده است.

Source: Aquapolo image database (nov/2018).

https://2030wrg.org/wp-content/uploads/2022/01/Article-2030-WRG-Brazil_Industrial-reuse-of-water-from-WWTPs.pdf

نمونه موردی بازیافت و استفاده مجدد از آب: ترکیه

- ✓ تاسیسات تصفیه فاضلاب آتاکوی در نزدیکی فرودگاه آتاتورک در پایتخت شهر استانبول قرار دارد.
- ✓ این تصفیه‌خانه با استفاده از فناوری پیشرفته و فراتر از استانداردهای سختگیرانه اتحادیه اروپا ساخته شده است. این تأسیسات شامل پیش‌تصفیه مکانیکی و یک مرحله بیولوژیکی آبشاری برای حذف کربن و مواد مغذی است. مرحله بیولوژیکی دارای طراحی سه مرحله ای برای قابلیت اطمینان عملیاتی بالا است.
- ✓ نکته برجسته این واحد، مرحله هضم قوی با شش مخزن هضم برای تصفیه لجن بی‌هوازی و تولید بیوگاز از لجن است. از حدود ۲ میلیون PE بیوگاز و با استفاده از دو توربین گازی برای تولید انرژی استفاده می‌شود. این انرژی هم برای خشک‌کردن لجن هضم‌شده در تأسیسات مدرن خشک‌کردن لجن و هم برای تأمین بخش بزرگی از انرژی الکتریکی استفاده می‌شود. این امر مصرف انرژی خارجی تأسیسات را به حداقل می‌رساند.

https://www.wte.de/en/references/wastewater-treatment-atakoey-turkey/

نمونه موردی بازیافت و استفاده مجدد از آب: ترکیه (۱)

لیست برخی دیگر از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در ترکیه:

۱. تصفیه خانه فاضلاب استانبول (İSKİ) واقع در توزلا، استانبول ظرفیت: ۱۲۰۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر استانبول خدمات رسانی می‌کند از فرآیند تصفیه لجن فعال استفاده می‌نماید	۴. تصفیه خانه فاضلاب آدانا (ASKI) واقع در آدانا ظرفیت: ۴۰۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر آدانا خدمات می‌دهد از فرآیند تصفیه لجن فعال استفاده می‌کند
۲. تصفیه خانه فاضلاب آنکارا (ASKİ) واقع در ماماک، آنکارا ظرفیت: ۷۵۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر آنکارا خدمات می‌دهد از فرآیندهای حذف لجن فعال و بیولوژیکی مواد مغذی استفاده می‌کند	۵. تصفیه خانه فاضلاب بورسا (BUSKİ) واقع در Mudanya، بورسا ظرفیت: ۳۰۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر بورسا خدمات رسانی می‌کند از فرآیندهای حذف لجن فعال و بیولوژیکی مواد مغذی استفاده می‌کند
۳. تصفیه خانه فاضلاب ازمیر (İZSU) واقع در Çiğli، ازمیر ظرفیت: ۵۰۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر ازمیر خدمات رسانی می‌کند از فناوری بیوراکتور غشایی (MBR) استفاده می‌کند	۶. تصفیه خانه فاضلاب آنتالیا (ASAT) واقع در لارا، آنتالیا ظرفیت: ۲۸۰۰۰۰ متر مکعب در روز به شهر آنتالیا خدمات رسانی می‌کند از فرآیند تصفیه لجن فعال استفاده می‌کند

نمونه موردی: تصفیه آب آشامیدنی در موربیلونگا سوئد

تأسیسات جدید تصفیه آب آشامیدنی (DWTF) در سال ۲۰۱۹ در موربیلانگا، شهری واقع در جنوب شرقی جزیره سوئد به بهره‌برداری رسید و از ترکیب منحصربفردی از آب‌های زیرزمینی شور و فاضلاب صنعتی از یک تصفیه‌خانه فاضلاب صنعتی مجاور (صنایع غذایی) استفاده می‌کند.

- ✓ کل طرح گردش مجدد مستلزم چندین مرحله مختلف تصفیه است. آن‌ها آب شور را مستقیماً از چاه‌هایی که در نزدیکی ساحل قرار دارند دریافت می‌کند. پساب صنعتی قبل از ورود به DWTF در سه فرآیند جداگانه تصفیه می‌شود. به عنوان اولین گام، آب فرآیند از صنایع غذایی قبل از تخلیه به تصفیه خانه صنعتی شهری تحت تصفیه مکانیکی و شیمیایی در تصفیه‌خانه صنایع غذایی قرار می‌گیرد. در تصفیه‌خانه صنعتی شهری، فاضلاب بیشتر با استفاده از تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی تصفیه می‌شود. در این مرحله آب به اندازه کافی تحت تصفیه قرار گرفته است تا با آب‌های سطحی طبیعی قابل مقایسه باشد و پس از آن به DWTF منتقل می‌شود.
- ✓ از فناوری تصفیه و نمک‌زدایی مبتنی بر غشاء استفاده می‌کند و ظرفیت تولید روزانه ۴۰۰۰ متر مکعب دارد.

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1806089/FULLTEXT01.pdf

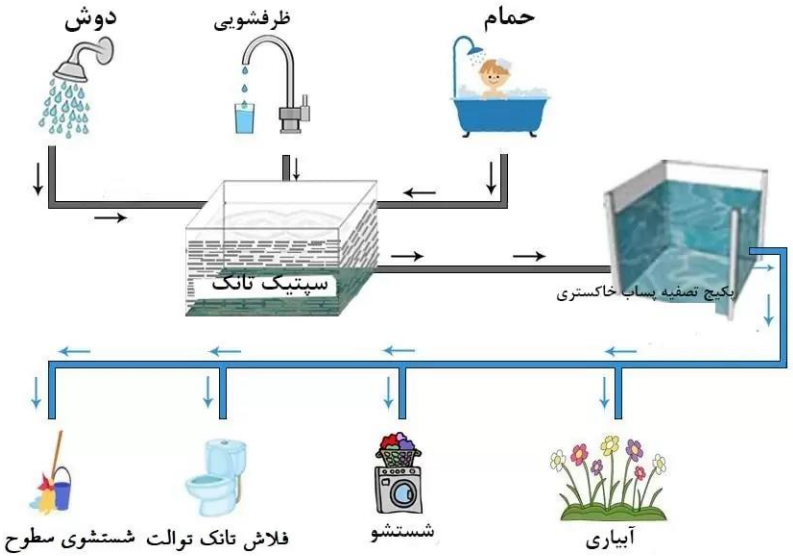
نمونه موردی: تصفیه فاضلاب در سنگاپور

- ✓ تصفیه فاضلاب در سنگاپور (NEWater) که جزء سیاست‌های منابع آب آن کشور است، فاضلاب را تصفیه و از آب شیرین‌شده برای کاربردهای قابل شرب و غیرشرب استفاده می‌کند.
- ✓ تا ۴۰ درصد از کل تقاضای آب کشور، توسط آب بازیافتی تأمین می‌شود که تأثیر مثبت قابل توجهی بر اقتصاد و همچنین محیط زیست دارد.
- ✓ قبل از اینکه فاضلاب به تصفیه خانه‌های NEWater منتقل شود، در فرآیند لجن فعال تصفیه می‌شود. NEWater در درجه اول به‌عنوان آب صنعتی استفاده می‌شود اما در دوره‌های خشک برای حفظ منبع آب خام برای آب آشامیدنی (یعنی به مخازن اضافه شده و با آب خام مخلوط و قبل از عرضه به مصرف‌کنندگان به‌عنوان آب لوله کشی در DWTF تصفیه می‌شود) استفاده می‌شود.

http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1806089/FULLTEXT01.pdf

بازیافت و استفاده مجدد از آب

۷ استفاده مجدد از آب خاکستری



آب خاکستری بخشی از فاضلاب خانگی است که در وان حمام، دوش، حوضچه دستی، تجهیزات لباسشویی، ماشین ظرفشویی و سینک آشپزخانه تولید می‌شود. آب خاکستری بازیافت شده را می‌توان برای اهداف نهایی مختلف، از جمله مصارف شرب و غیر قابل شرب استفاده کرد

- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**

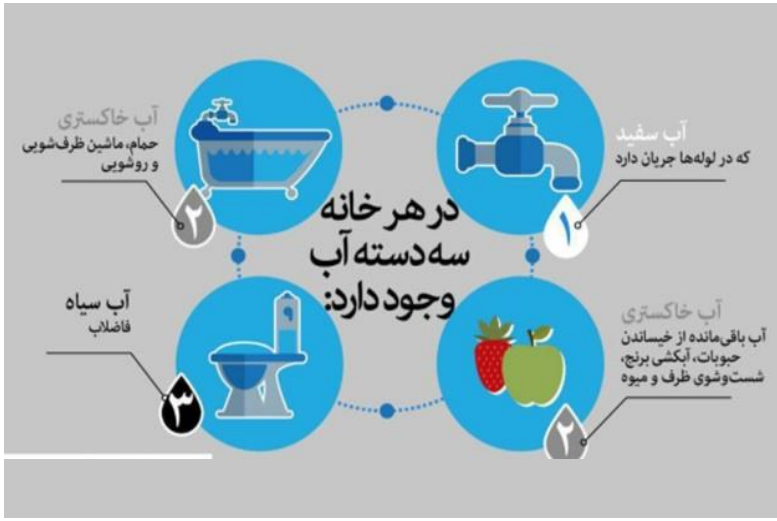
  Nexus eWater ،Water Wise Group ،Water Recycling Systems ،Aquacell ،WPL Ltd. ،Premier Tech Aqua ، Econocycle ،Clearmake ،Brac Systems ،Ecovie ، Fluence ،InCTRl Solutions Inc ،BioMicrobics ، UPMBR

- ✓ **مهم‌ترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آمریکای شمالی**

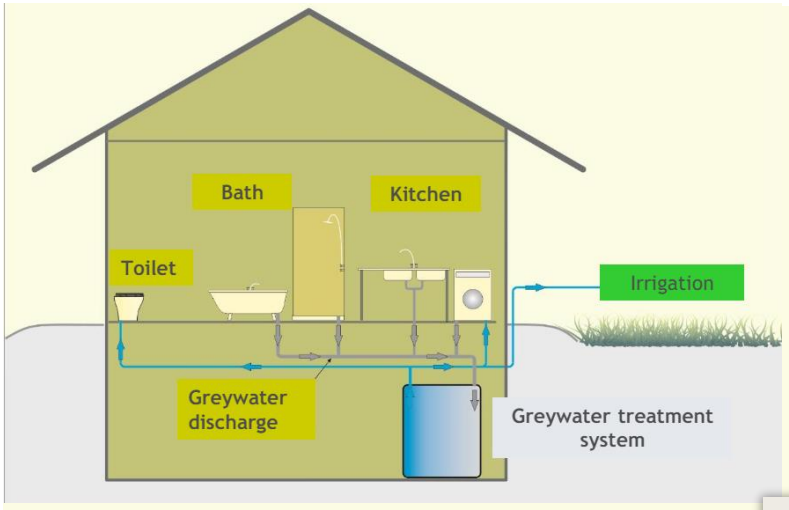
- ✓ **فناوری‌ها: سیستم فیلتر شن و ماسه، سیستم فیلتراسیون غشایی**

- ✓ **منابع آب مورد استفاده: فاضلاب خانگی**

آب خاکستری



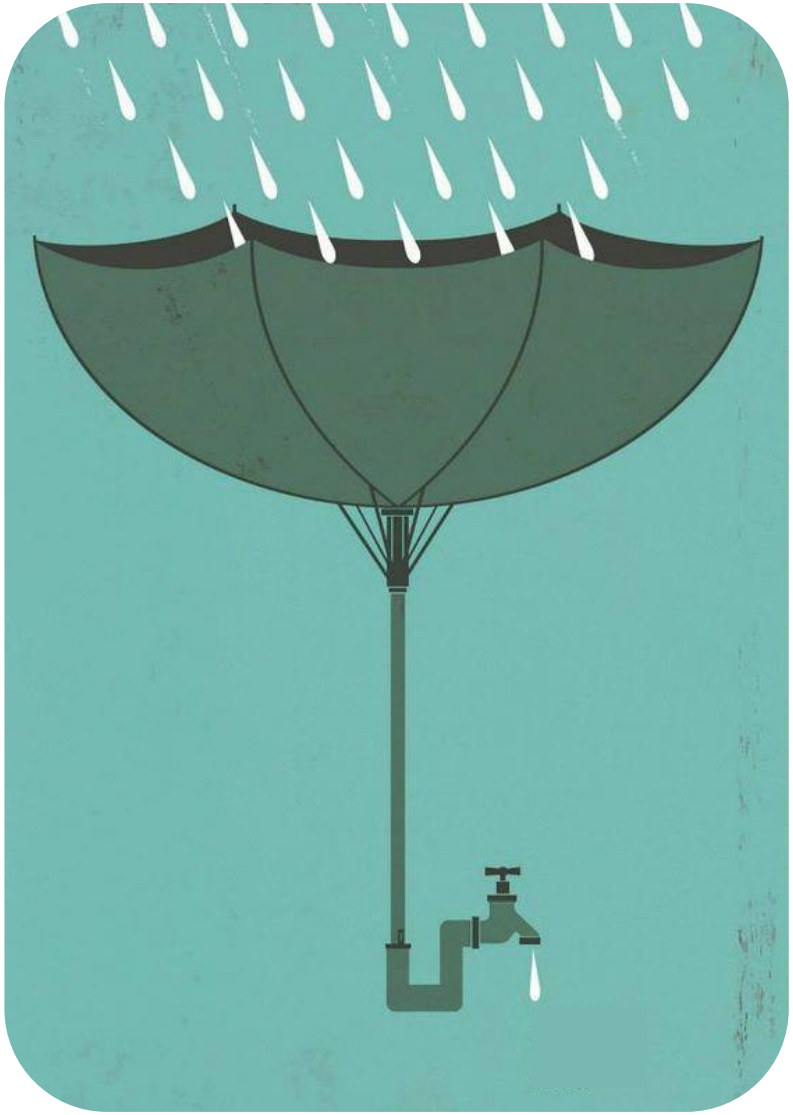
آب خاکستری بخشی از فاضلاب خانگی است که در وان حمام، دوش، حوضچه دستی، تجهیزات لباسشویی، ماشین ظرفشویی و سینک آشپزخانه تولید می‌شود. علاوه بر این، آب خاکستری اغلب به دو دسته تقسیم می‌شود؛ آب خاکستری روشن و آب خاکستری تیره. آب خاکستری روشن شامل فاضلاب دوش، وان حمام و حوضچه‌های دستی است، در حالی که آب خاکستری تیره حاوی فاضلاب تاسیسات لباسشویی، ماشین ظرفشویی و سینک آشپزخانه است.



آب خاکستری بازیافت‌شده را می‌توان برای اهداف نهایی مختلف، از جمله مصارف شرب و غیر قابل شرب استفاده نمود. بسته به هدف مورد نظر از استفاده مجدد، سطوح مختلف تصفیه برای مطابقت با الزامات قانونی و حفاظت از محیط زیست و سلامت عمومی مورد نیاز است. از این رو، درجه تصفیه باید بر اساس کیفیت مطلوب تصفیه تصمیم‌گیری می‌شود.

https://medium.com/@kartik.reportprime/grey-water-recycling-system-market-size-growth-forecast-2023-2030-ce7606abb3d6

بازار جهانی آب خاکستری



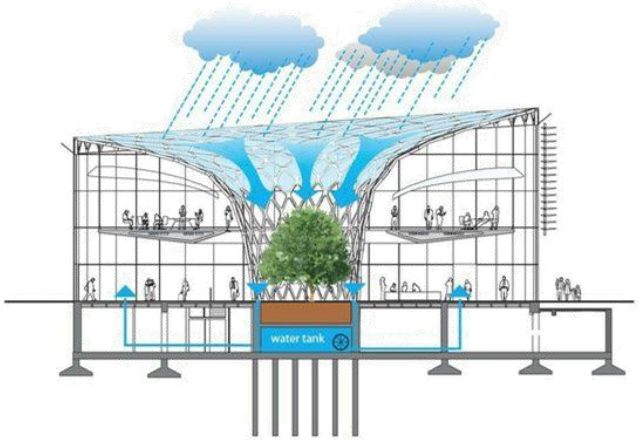
پیش‌بینی می‌شود که بازار سیستم تصفیه آب خاکستری بین سال‌های ۲۰۲۳ تا ۲۰۳۱ با نرخ رشد سالانه ۷/۹۴ رشد بالایی داشته باشد و ارزش بازار را تا سال ۲۰۳۱ به ۱۳۶.۵۸ میلیارد افزایش دهد.

حرکت به سمت دگرگونی دیجیتال، نوآوری‌های تکنولوژیکی، و ترجیحات مشتری در حال تکامل، عوامل کلیدی هستند که به این گسترش بازار قوی دامن می‌زنند. در کوتاه‌مدت، انتظار می‌رود بازار سیستم تصفیه آب خاکستری تا سال ۲۰۲۴ به ارزشی معادل ۸۰ میلیارد برسد که نشان‌دهنده فاز اولیه مسیر رشد آن است.

https://www.linkedin.com/pulse/global-greywater-treatment-system-market-zaqoe/

بازار جهانی آب خاکستری (۱)

- در آمریکای شمالی، بازار از پیشرفت‌های فناوری‌های پیشرفته و پایگاه مصرف‌کننده قوی که به سمت محصولات نوآورانه تمایل دارد، سود می‌برد. اروپا بازاری متفاوت با چارچوب‌های نظارتی سختگیرانه به نمایش می‌گذارد که استانداردسازی محصول و ابتکارات پایداری را پیش می‌برد.
- منطقه آسیا و اقیانوسیه به عنوان یک مرکز رشد پرسود ظاهر می‌شود که با صنعتی شدن سریع، شهرنشینی و افزایش درآمدهای قابل تصرف تغذیه می‌شود.
- آمریکای لاتین و مناطق خاورمیانه و آفریقا پتانسیل‌های بکری را ارائه می‌دهند که با توسعه پروژه‌های زیرساختی و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش‌های کلیدی پشتیبانی می‌شود.



https://www.linkedin.com/pulse/global-greywater-treatment-system-market-zaqoe/

مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

۸ آبیاری دقیق

آبیاری دقیق یک روش ویژه کشاورزی پایدار است که توزیع آب و مواد مغذی را در زمان و مکان مناسب و در دُزهای کوچک محاسبه‌شده به گیاه انجام می‌دهد تا بهترین شرایط رشد را برای آن فراهم کند.
آبیاری دقیق علاوه بر اینکه بهترین گزینه برای استفاده از آب است، موثرترین روش برای کوددهی نیز می‌باشد. با کمک کوددهی، می‌توان مواد مغذی را دقیقاً در زمان‌های مناسب رشد گیاه فراهم کرده و در عین حال از خاک در برابر شستشو و آلودگی آب‌های زیرزمینی محافظت کرد.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: اروپا، آسیا و اقیانوسیه و آمریکای شمالی**
- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**

Aquaspy (U.S.) ،CropMetrics (U.S.) ،Grodan (Netherlands) ،Hortau (U.S.) ،Hunter Industries (U.S.) ، Jain Irrigation Systems (India) ،Lindsay Corporation (U.S.) ،Nelson Irrigation (U.S.) ،Netafim (Israel) ،Rain Bird Corporation (U.S.)

- ✓ **مهمترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه**
- ✓ **فناوری‌ها: آبیاری قطره‌ای، فناوری GPS، فناوری مانیتورینگ و اتوماسیون**

https://bisresearch.com/insights/driving-factors-and-forecasted-growth-of-the-precision-irrigation-market

آبیاری دقیق

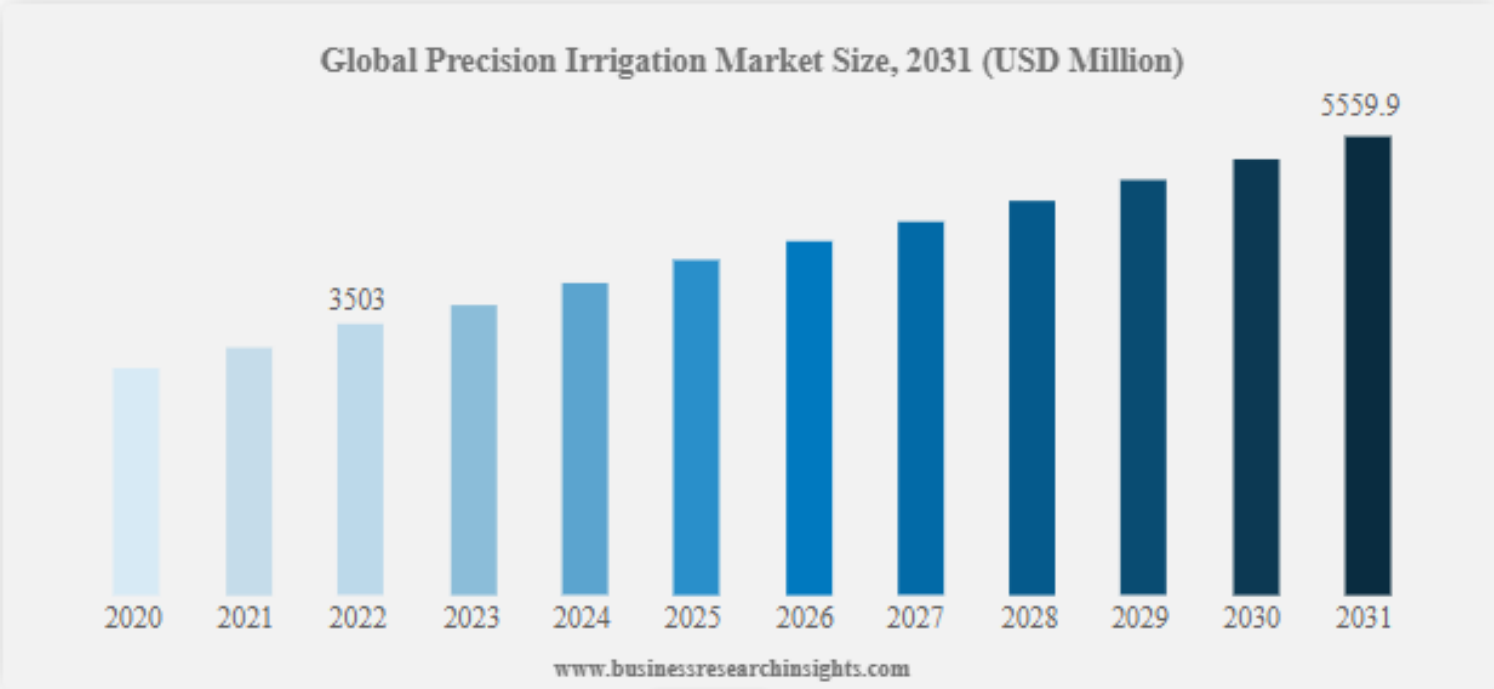
- استفاده از فناوری آبیاری دقیق نه تنها رشد سالم گیاهان را در مناطق نیمه خشک تضمین می‌کند، بلکه مصرف آب و سوخت را نیز کاهش می‌دهد. علاوه بر این، سیستم‌های آبیاری دقیق، کسب‌وکار کشاورزی را از خسارات ناشی از عدم قطعیت آب و هوا، مانند خشکسالی‌های غیرعادی محافظت می‌کند. دو روش عمده آبیاری دقیق، آبیاری قطره‌ای و آبیاری آب‌پاشی است.
- آب به طور دقیق‌تر از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای به ریشه گیاهان هدایت می‌شود که باعث کاهش تبخیر و زه‌کشی عمیق می‌شود. علاوه بر این، احتمال ابتلا به بسیاری از بیماری‌هایی را که می‌توانند با تماس آب با شاخ و برگ گسترش یابند، از بین می‌برد. در این سیستم آبیاری با سرعت بسیارپایین و با استفاده از فشار انجام می‌شود. این سیستم اجازه می‌دهد تا ۹۰ درصد آب مصرفی مستقیماً به محصول برسد.با استفاده از دبی‌سنج‌ها و کنترل‌کننده‌های آب در سیستم آبیاری، می‌توان سیستم را دقیق‌تر کرد تا اندازه‌گیری‌های دقیقی برای آبیاری انجام شود. این کار یا به صورت دستی با چرخاندن سوپاپ‌ها و یا به صورت خودکار با استفاده از ابزارهای هوشمند انجام می‌شود.

- این سیستم دارای مزایای توزیع یکنواخت آب، مدیریت آسان مزارع با شکل نامنظم و حفظ رطوبت در ریشه است. در کنار این، برخی از معایب از جمله احتمال گرفتگی در صورت عدم نگهداری و تمیز نگه‌داشتن سیستم است که می‌تواند منجر به هزینه‌های اضافی پاکسازی شود.

https://bisresearch.com/insights/driving-factors-and-forecasted-growth-of-the-precision-irrigation-market

روند بازار آبیاری دقیق

اندازه بازار جهانی آبیاری دقیق ۳۵۰۳ میلیون دلار در سال ۲۰۲۲ بود و پیش بینی می‌شود که بازار تا سال ۲۰۳۱ با نرخ رشد ۵.۳ درصد در طول دوره پیش‌بینی به ۵۵۵۹.۹ میلیون دلار برسد. پیش‌بینی می‌شود رشد بازار جهانی آبیاری دقیق به دلیل افزایش پذیرش آبیاری دقیق باشد. همچنین افزایش تولیدات کشاورزی با کاهش مصرف آب، ابتکارات دولت برای ترویج حفاظت از آب رشد بازار را در بازه زمانی پیش بینی شده افزایش خواهد داد.



https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/precision-irrigation-market-101782

روند بازار جهانی آبیاری دقیق (۱)

- درآمدهای بازار آبیاری دقیق در سال ۲۰۲۱ تحت سلطه اروپا، آسیا-اقیانوسیه، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی بوده و در طول دوره پیش‌بینی با بیش از ۱۷ درصد درشد سالانه افزایش یافت.
- آسیا و اقیانوسیه بزرگ‌ترین منطقه در بازار آبیاری دقیق بود و پیش‌بینی می‌شود که تا دوره پیش‌بینی، بزرگترین منطقه باقی بماند. می‌توان آن را به مساحت وسیع زمین کشاورزی و تقاضای فزاینده مواد غذایی در این منطقه نسبت داد. کشاورزان منطقه برای تأمین تقاضای فزاینده غذا، روش‌های کشاورزی پیشرفته را به کار می‌گیرند. همچنین بیشتر اراضی این منطقه قابل کشت بوده و در منطقه مستعد خشکسالی قرار دارد و به همین دلیل آبیاری دقیق در بین کشاورزان منطقه رواج بیشتری یافته است.

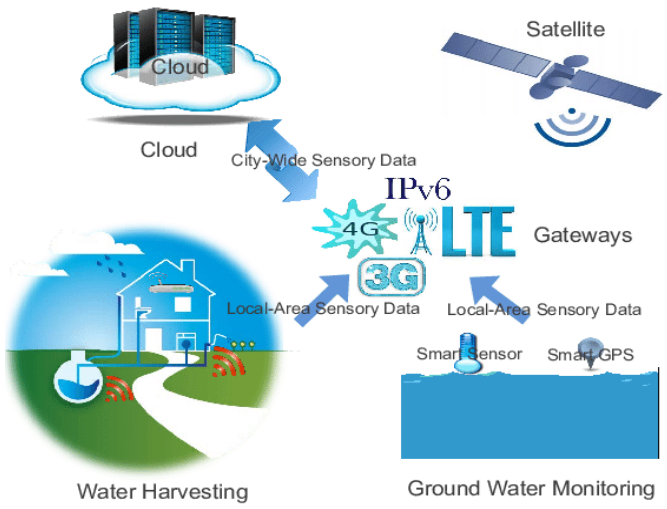
انواع		
آبیاری آبپاشی	آبیاری قطره‌ای	آبیاری بوم
از نظر نوع، آبیاری قطره ای بزرگترین بخش است.		

کاربردها
بازار به بخش‌های کشاورزی، پارک‌های عمومی، باغ‌ها و چمن‌های خانگی، زمین‌های ورزشی و غیره تقسیم می‌شود. از نظر کاربرد، کشاورزی بزرگترین بخش است.

https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/precision-irrigation-market-101782

مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

۹ مدیریت هوشمند آب

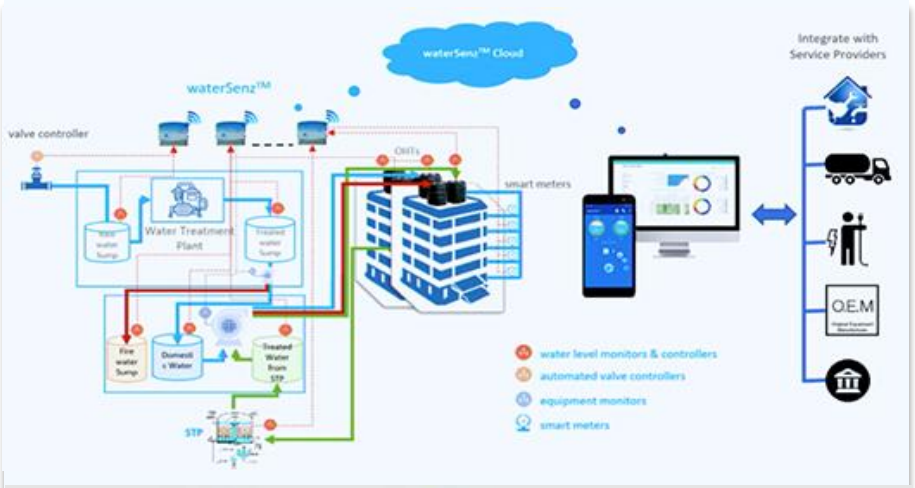


مدیریت هوشمند آب (SWM) به استفاده از فناوری مانند حسگرها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و اتوماسیون برای بهبود کارایی، قابلیت اطمینان و پایداری سیستم‌های آب اشاره دارد.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: سوئیس، ایالات متحده، فرانسه**
- ✓ **مهمترین شرکت‌های تولیدکننده:**

  ABB Ltd،BM Corporation،SUEZ Group، Honeywell International Inc.،Schneider Electric SE (+AVEVA)
- ✓ **مهمترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه**
- ✓ **فناوری‌ها: اینترنت اشیا (IoT) و تکنیک‌های هوش مصنوعی (AI)**

مدیریت هوشمند آب



- مدیریت هوشمند آب (SWM) به استفاده از فناوری مانند حسگرها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و اتوماسیون برای بهبود کارایی، قابلیت اطمینان و پایداری سیستم‌های آب اشاره دارد. مدیریت هوشمند آب می‌تواند شامل نظارت و مدیریت منابع آب، شبکه‌های توزیع و زیرساخت‌ها و همچنین کاهش هدررفت آب و بهبود کیفیت آب باشد. هدف مدیریت هوشمند آب، بهینه‌سازی استفاده از منابع آب و بهبود عملکرد کلی سیستم‌های آبی است.

https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-water-management-market

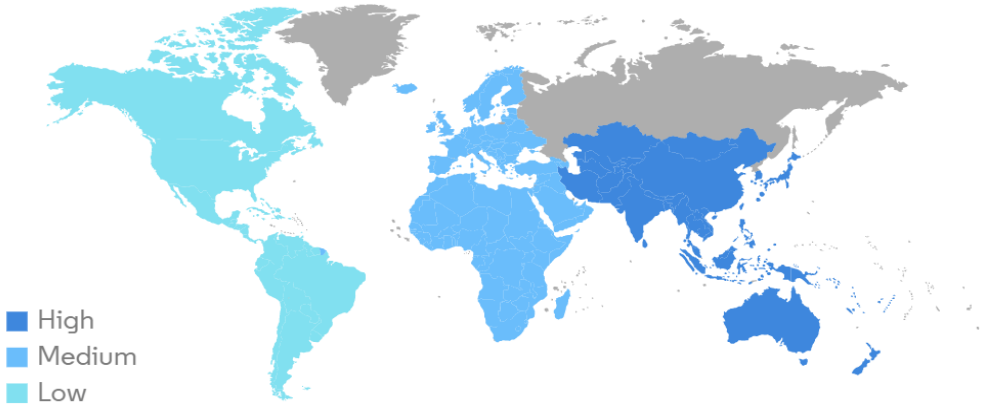
مدیریت هوشمند آب

مدیریت هوشمند آب (SWM) از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) استفاده می‌کند که بخشی جدایی‌ناپذیر از راه حل چالش‌های مدیریت آب است. کاربرد بالقوه سیستم‌های هوشمند در مدیریت آب بسیار گسترده است و شامل راه حل‌هایی برای کیفیت آب، کمیت آب، آبیاری کارآمد، نشت، فشار و جریان، سیل، خشکسالی و موارد دیگر است. روش‌های هوشمند مبتنی بر داده برای تشخیص تلفات آب در شبکه‌های عمومی محبوب شده‌اند.. چنین راه حل‌هایی مبتنی بر استفاده از اینترنت اشیا (IoT) و تکنیک‌های هوش مصنوعی (AI) است.

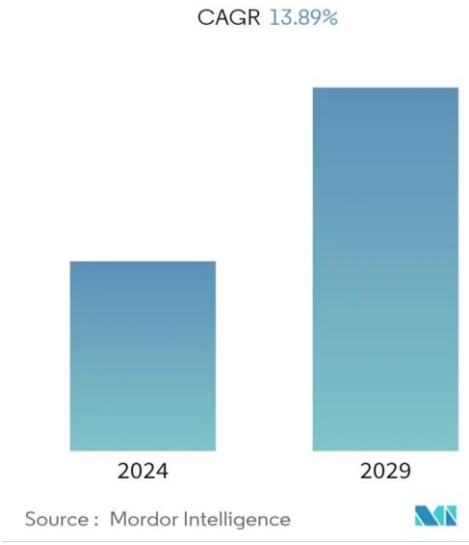
https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-water-management-market

بازار جهانی مدیریت هوشمند آب

- انتظار می‌رود اندازه بازار مدیریت هوشمند آب از ۱۶.۰۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۳ به ۳۰.۸۰ میلیارد دلار تا سال ۲۰۲۸ افزایش یابد و رشد سالانه ۱۳/۸۹ درصد در طول دوره پیش‌بینی‌شده داشته باشد.
- انتظار می‌رود آسیا و اقیانوسیه سریع‌ترین رشد را داشته باشد.
- این منطقه به دلیل افزایش تعداد دستگاه‌های متصل و پذیرش فناوری‌های اینترنت اشیا برای مدیریت آب، شاهد تقاضا برای پلتفرم‌های اینترنت اشیا است. به عنوان مثال، Agua Water Systems، یک استارت آپ هندی، نظارت بر مصرف آب را با کمک راه حل‌های هوشمند امکان پذیر می‌کند.
- سیستم plug-and-play از هوش مصنوعی (AI) برای تجزیه و تحلیل مصرف آب، اندازه‌گیری سطح آب در پمپ و کنترل توزیع آب استفاده می‌کند.



Source: Mordor Intelligence



https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/smart-water-management-market

جمع‌بندی

۱

تولیدکننده آب از هوا (AWG)

فناوری‌های تأمین آب

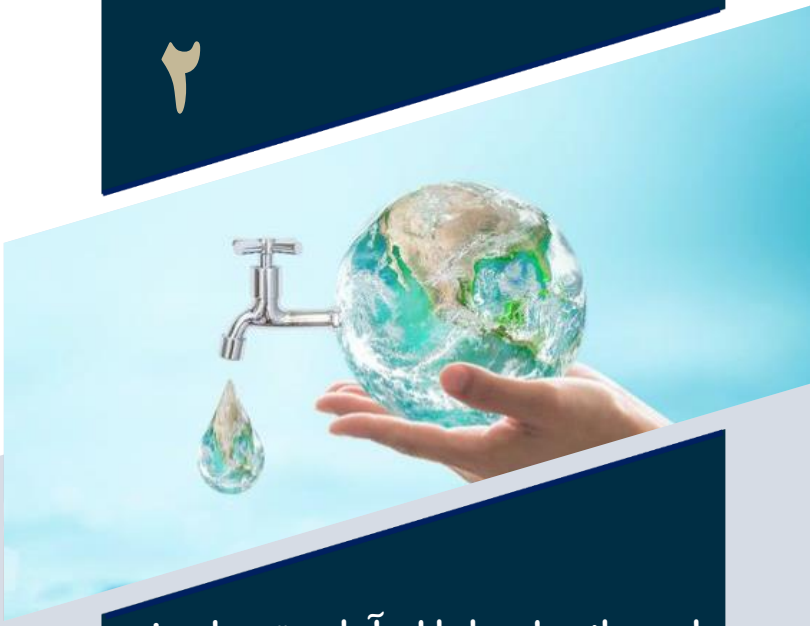
تولید آب از هوا یکی از روش‌های بسیار کاربردی و ارزان قیمت در تولید آب برای مکان‌های مرطوب می‌باشد. به عبارت دیگر، با این روش‌ها در واقع تلاش می‌شود تا رطوبت موجود در هوای شرجی به آب تبدیل شده و در مصارف مختلف استفاده شود.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: هند، چین، عربستان
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: تراکم سرمایشی هوا، خشک‌کننده‌های مرطوب، تبدیل هوا به آب با دستگاه خورشیدی

۲

بارورسازی ابرها

فناوری‌های تأمین آب



بارورسازی ابرها یا ابرآمایی تعدیل وضع هوا به وسیله افزودن مواد به داخل یک ابر با هدف تقویت تشکیل و رشد «بلورهای یخ» (Ice Crystal) در ابرهای سرد و رشد قطرک‌های درون ابرهای و در نتیجه افزایش بارش برف یا باران است. به عبارت دیگر باروری ابرها روشی برای تأثیرگذاری بر روی ابرهای طبیعی است که در آن با استفاده از مواد شیمیایی آب بیشتری از ابر به شکل باران یا برف درست می‌شود.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری:چین، هند، امارات متحده عربی
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده‌کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه

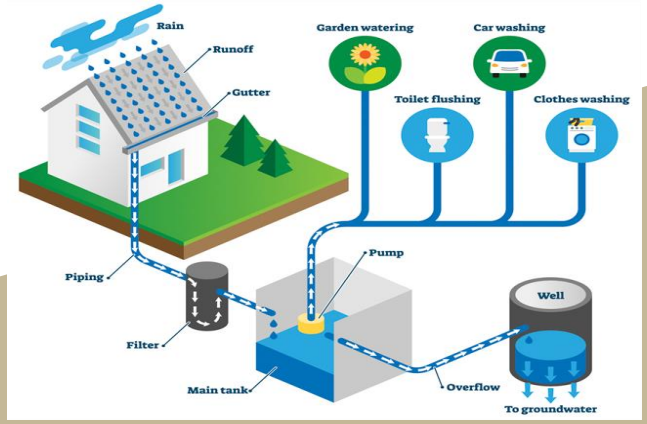
۳

برداشت آب باران

فناوری‌های تأمین آب

برداشت آب باران روشی برای جمع‌آوری آب باران از سطوحی است که باران روی آن می‌بارد، آن را فیلتر کرده و برای مصارف متعدد ذخیره می‌کند

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: چین، هند، امارات متحده عربی
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آمریکای شمالی، اروپا، آسیا و اقیانوسیه



۴

فناوری‌های تصفیه آب

تصفیه آب هر فرآیندی است که کیفیت آب را بهبود می‌بخشد تا آن را برای یک هدف خاص مناسب‌تر سازد. هدف استفاده نهایی ممکن است نوشیدن، تأمین آب صنعتی، آبیاری، نگهداری جریان رودخانه، تفریح با آب یا بسیاری از کاربردهای دیگر، از جمله بازگرداندن به صورت امن به محیط‌زیست باشد.

- ✓ **کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: امریکا، آلمان، ژاپن، هند**
- ✓ **فناوری‌ها: اسمز معکوس** Reverse Osmosis، **اولترافیلتراسیون** Ultrafiltration، **میکروفیلتراسیون** Microfiltration، **الکترودیالیز** Electro-dialysis، **جداسازی گاز** Gas Separation

۵

نمک‌زدایی از آب دریا

فناوری‌های تصفیه آب

فناوری نمک زدایی فرآیندی است که نمک‌ها و مواد معدنی را از آب شور (مانند آب دریا) حذف می‌کند تا آب شیرین برای اهداف مختلف از جمله شرب آب، آبیاری و مصارف صنعتی تولید کند.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: عربستان، استرالیا
- ✓ مهمترین مناطق استفاده کننده از فناوری: خاورمیانه و افریقا، آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: فرآیندهای غشایی و فرایندهای حرارتی

۶

فناوری بازیافت و استفاده مجدد از آب

در طی فرآیندهای استفاده مجدد از آب، آب را از منابع مختلف بازیابی می‌کنند و سپس آن را برای اهداف مفیدی مانند کشاورزی و آبیاری، تامین آب آشامیدنی، پر کردن آب‌های زیرزمینی، فرآیندهای صنعتی و احیای محیط زیست تصفیه می‌کنند و مجدداً از آن استفاده می‌کنند.

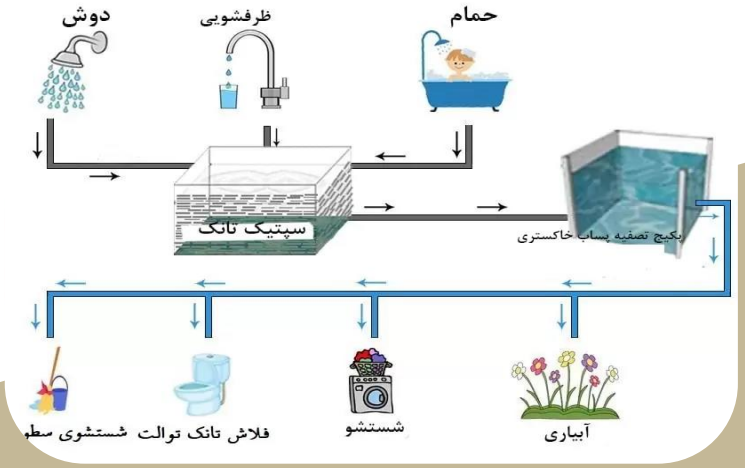
- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: چین، استرالیا، سنگاپور
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه
- ✓ بازیگران اصلی فعال در منطقه آسیا و اقیانوسیه عبارتند از Veolia Water Technologies، Fluence Corporation Limited

۷

استفاده مجدد از آب خاکستری

فناوری‌های بازیافت و استفاده مجدد از آب

- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آمریکای شمالی
- ✓ فناوری‌ها: سیستم فیلتر شن و ماسه، سیستم فیلتراسیون غشایی
- ✓ منابع آب مورد استفاده: فاضلاب خانگی



آب خاکستری بخشی از فاضلاب خانگی است که در وان حمام، دوش، حوضچه دستی، تجهیزات لباسشویی، ماشین ظرفشویی و سینک آشپزخانه تولید می‌شود. آب خاکستری بازیافت شده را می‌توان برای اهدافی مانند مصارف شرب و غیر قابل شرب استفاده کرد.

۸

آبیاری دقیق

فناوری‌های مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

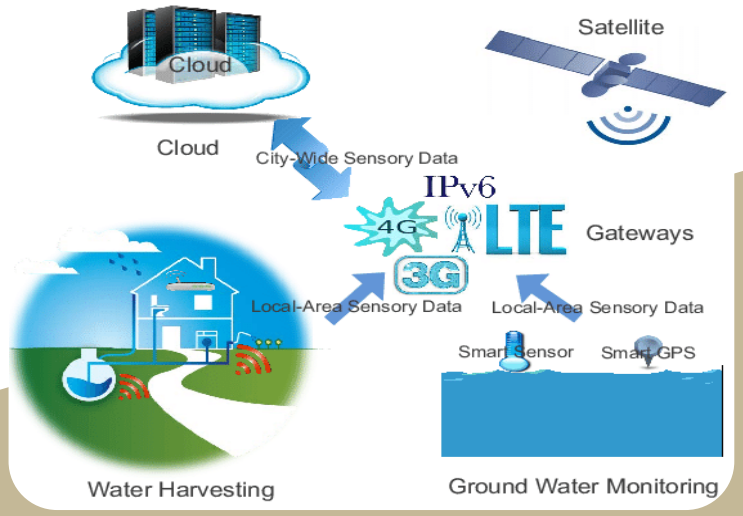
آبیاری دقیق یک روش ویژه کشاورزی پایدار است که توزیع آب و مواد مغذی را در زمان و مکان مناسب و در دُزهای کوچک محاسبه شده به گیاه انجام می‌دهد تا بهترین شرایط رشد را برای آن فراهم کند.

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: اروپا، آسیا و اقیانوسیه و آمریکای شمالی
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: آبیاری قطره‌ای، فناوری GPS، فناوری مانیتورینگ و اتوماسیون

مدیریت هوشمند آب

فناوری‌های مدیریت منابع و نحوه مصرف آب

- ✓ کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری: سوئیس، امریکا، فرانسه
- ✓ مهم‌ترین مناطق استفاده کننده از فناوری: آسیا و اقیانوسیه
- ✓ فناوری‌ها: اینترنت اشیا (IoT) و تکنیک‌های هوش مصنوعی (AI)



مدیریت هوشمند آب (SWM) به استفاده از فناوری مانند حسگرها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و اتوماسیون برای بهبود کارایی، قابلیت اطمینان و پایداری سیستم‌های آب اشاره دارد.

شرایط مناسب استفاده از فناوری‌ها

تولیدکننده آب از هوا (AWG)

برای مناطق خشک و کم‌بارش که نیاز به آب آشامیدنی دارند اما منابع آبی محدودی دارند.

بارورسازی ابرها

برای مناطق خشک و نیمه‌خشک که نیاز به افزایش بارندگی و تأمین آب برای کشاورزی و مصارف دیگر دارند.

برداشت آب باران

مناطق با بارندگی فصلی یا نامنظم مناسب است که می‌توانند از آب باران برای مصارف آبیاری، شستشو و غیره استفاده کنند.

تصفیه آب

برای همه مناطقی که به آب با کیفیت و استاندارد نیاز دارند.

آب‌شیرین‌کن

برای مناطقی که به آب استاندارد نیاز دارند اما منابع آبی آن‌ها شور است.

بازیافت و استفاده مجدد از آب

استفاده مجدد از آب خاکستری

برای مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند و می‌خواهند از منابع محدود آبی خود به طور مؤثرتری استفاده کنند

آبیاری دقیق

مدیریت هوشمند آب

برای مناطقی مناسب هستند که می‌خواهند مصرف آب را بهینه کرده و از منابع آبی خود به طور پایدارتر استفاده کنند.

نقاط قوت و ضعف

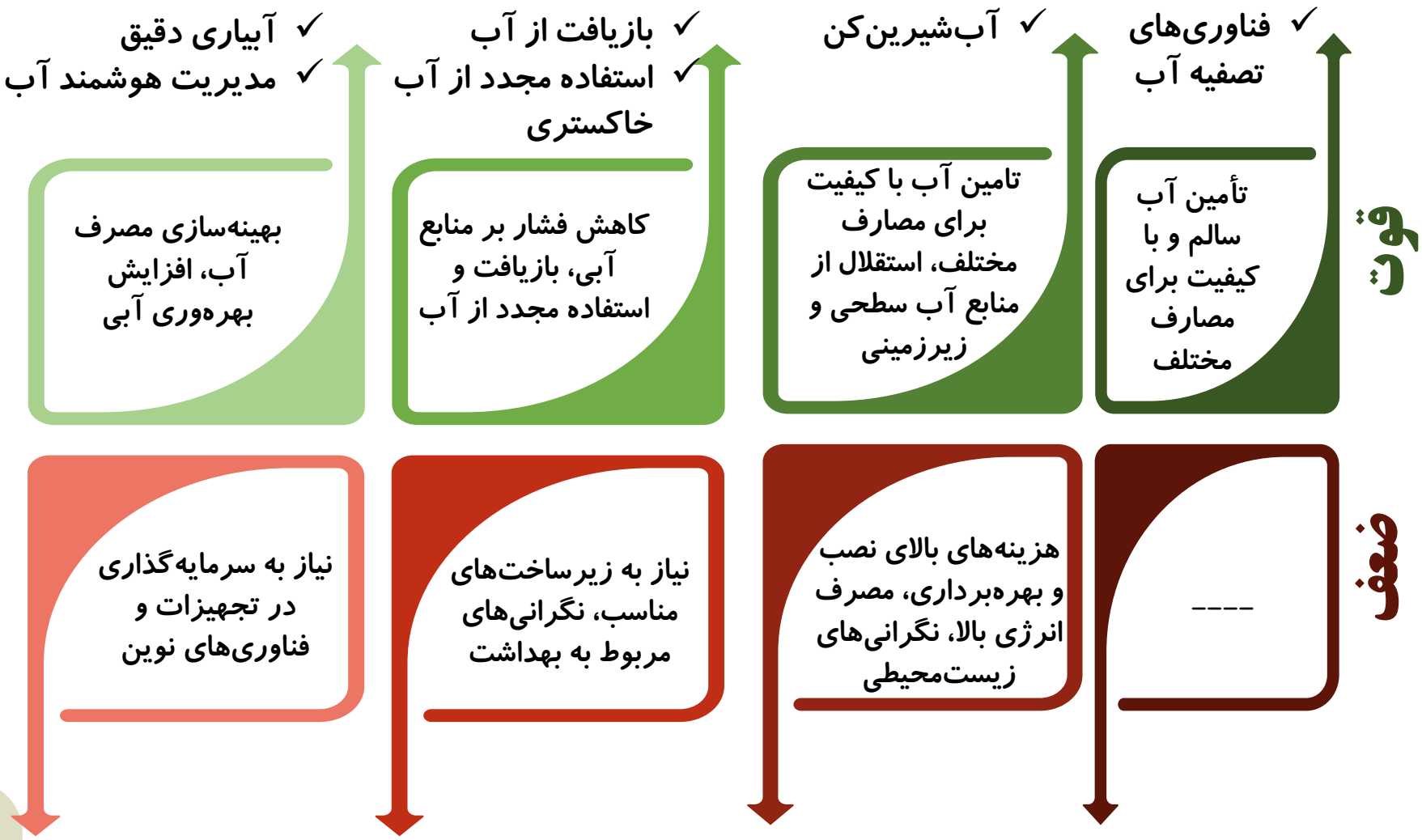
قوت

- ✓ تولیدکننده آب از هوا (AWG)
  - مستقل از منابع آبی سطحی و زیرزمینی، قابل استفاده در مناطق خشک و بیابانی
- ✓ بارورسازی ابرها
  - افزایش بارندگی برای مناطق خشک و کم‌باران، پایدارسازی چرخه آب
- ✓ برداشت آب باران
  - استفاده از منبع آب تجدیدپذیر، هزینه‌های نسبتاً پایین

ضعف

- انرژی‌بر بوده و هزینه‌های بالای نصب و بهره‌برداری
- تأثیر محدود در مقیاس کوچک، نگرانی‌های زیست‌محیطی
- وابسته به الگوی بارندگی، نیاز به زیرساخت‌های مناسب

نقاط قوت و ضعف



بررسی فناوری‌ها متناسب با شرایط ایران

تولیدکننده آب از هوا (AWG)

این فناوری در مناطق گرم و مرطوب ایران (مانند شمال و جنوب) قابل استفاده است.

بارورسازی ابرها

در مناطق خشک و نیمه خشک ایران می تواند استفاده شود.

برداشت آب باران

این فناوری در مناطق با بارش قابل توجه (شمال، غرب و شمال‌غرب) می‌تواند بسیار مؤثر باشد

فناوری‌های تصفیه آب

تصفیه آب برای استفاده در مصارف مختلف امری ضروری است.

آب‌شیرین‌کن

در مناطق ساحلی و جنوبی ایران که با کمبود آب شیرین مواجه هستند، آب‌شیرین‌کن‌ها می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند

بازیافت و استفاده مجدد از آب

استفاده مجدد از آب خاکستری

با توجه به کمبود آب در بسیاری از مناطق ایران، بازیافت و استفاده مجدد از آب می‌تواند بسیار مفید باشد.

آبیاری دقیق

آبیاری دقیق می‌تواند در بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی بسیار مؤثر باشد

مدیریت هوشمند آب

با توجه به محدودیت‌های آبی و لزوم بهینه‌سازی مصرف آب در ایران، مدیریت هوشمند آب در سراسر کشور می‌تواند بسیار سودمند باشد.

www.isti.ir

مرکز ارتباطات و اطلاع رسانی
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری

www.isti.ir