گاهنامهٔ علمی-تخصصی

تاڤگه

(آبشار)

نشریهٔ تخصصی انجمن علمی
علوم و مهندسی آب،
دانشگاه کردستان

شمارهٔ هشتم، زمستان ۱۴۰۲

نشریهٔ علمی تخصصی

تاقگه

انجمن علمی علوم و مهندسی آب
دانشگاه کردستان

صاحب امتیاز: انجمن علمی گروه علوم و مهندسی آب

ناشر: دانشگاه کردستان

تیراژ: ۴۰عدد

مدیر مسئول: آروین امین‌پناه

سردبیر: سهیل مظفریان

مشاور علمی: دکتر بهروز مهدی‌نژادیانی

ویراستار: عسل مرادی

صفحه آرایی و طراحی جلد: عسل مرادی

هیئت تحریریه:

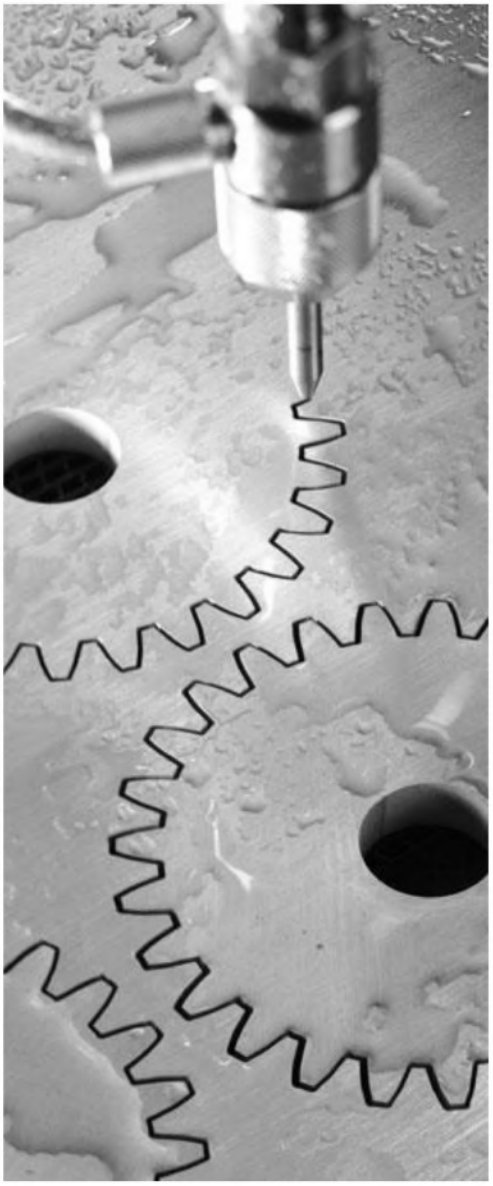
شیوا امیری
آروین امین پناه
نگین حجازی
پویا شهیدی
عسل مرادی
سهیل مظفریان
سارو موالی

با تشکر از :
دکتر عیسی معروف‌پور، دکتر پیام خسروی‌نیا، دکتر بختیار کریمی، دکتر سامان نیک‌مهر و دکتر هادی ثانی‌خانی.

فهرست مطالب

فصل اول؛

معرفی رشتهٔ علوم و مهندس آب ۰۰۱



فصل دوم؛

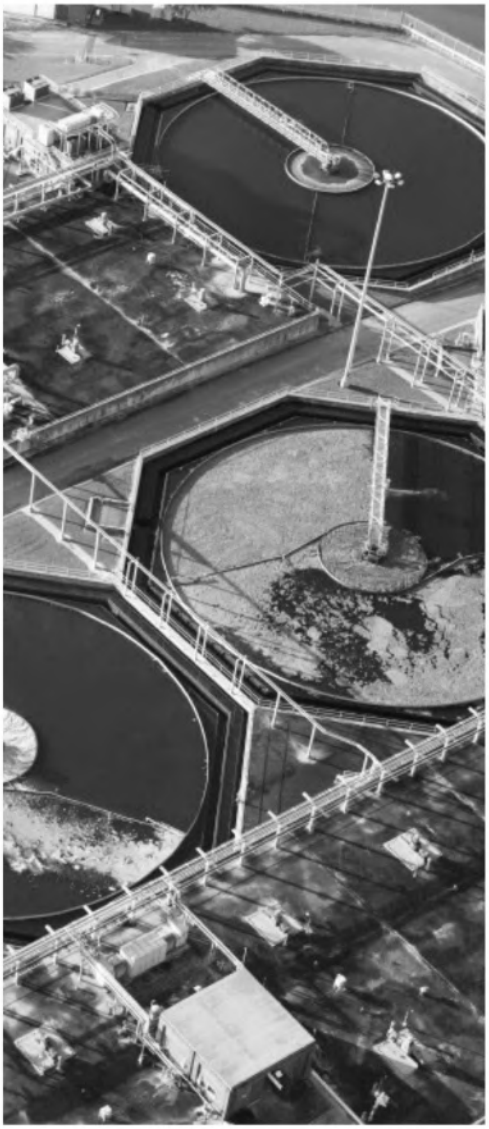
تلفیق تکنولوژی و مهندسی آب ۰۰۵

بارور کردن ابرها ۶
شیرین کردن آب بر پایهٔ انرژی خورشیدی ۹
جت آب ۱۱
دستگاه تبدیل بخار هوا به آب مایع ۱۳

فصل سوم؛

آبیاری و روش‌های آن ۰۱۴

تاریخچهٔ آبیاری ۱۵
سیفون معکوس ۱۶
مدرن‌سازی آبیاری ۱۷
آبیاری و اهداف آن ۱۷
انواع آبیاری ۱۸



فصل چهارم؛

کیفیت آب ۰۲۷

بازیافت آب و استفادهٔ مجدد از آن ۲۸
کیفیت آب آبیاری ۳۱
آب‌های زیرزمینی و سطحی ۳۳
مدیریت کیفی آب ۳۵
تصفیهٔ آب برای مصارف شهری و صنعتی ۳۶
فناوری نوین در مدیریت زیست محیطی
منابع آب ۳۹

فصل پنجم؛

گردشگری ۰۴۱

تالاب نیلوفر آبی ۴۲
غار کرفتو ۴۳
چشمه وقت و ساعت ۴۴
سازه‌های آبی شوشتر ۴۵
تالاب لیپار ۴۸
ساحل شب‌تاب ۴۸

فصل اول

معرفی رشته ی علوم و مهندسی آب

مهندسی آب
اهمیت کار مهندسین آب
جوانب مختلف این رشته
گرایش ها
نرم افزار های مورد استفاده
چالش ها
آینده ی کاری
توصیه ای برای شما

"در جریان آب، رازهای آینده نهفته‌است و مهندسان آب، با سازگاری با این جریان، به زیبایی ترازوی حیات را تنظیم می‌کنند."

● رشتهٔ علوم و مهندسی آب

این رشته به بررسی و مدیریت منابع آب، طراحی سیستم‌های تأمین آب، تصفیه آب، کنترل سیلاب، مدیریت آب و فاضلاب و مدیریت آب در مزرعه می‌پردازد. اگر علاقه‌مند به موضوعات مربوط به آب، محیط زیست و مهندسی هیدرولیک هستید، مهندسی آب میتواند گزینهٔ خوبی برای شما باشد.

مهندسین آب در توسعه و حفاظت منابع آب نقش کلیدی دارند. آن‌ها به طراحی و اجرای سیستم‌های تأمین و توزیع آب، تصفیه آب، مدیریت سدها و سیلاب‌گیرها و حل مشکلات مرتبط با کیفیت آب مشغولند.

● اهمیت کار مهندسین آب

۱. تأمین آب: طراحی و اجرای سیستم‌هایی که به انسان‌ها آب تمیز و قابل استفاده فراهم کنند.

۲. مدیریت سیلاب و خطرات آب: آب به عنوان یک منبع قدرتمند و همچنین خطرناک، مدیریت می‌شود تا از سیلاب، تخریب و خطرات آبی جلوگیری شود.

۳. تصفیه آب و فاضلاب: تصفیهٔ آب و فاصلاب در توسعه و پیشرفت سیستم‌های تصفیه برای حفظ کیفیت آب و حذف آلودگی‌ها نقش دارد.

۴. مدیریت منابع آب: مدیریت منابع آب شامل برنامه‌ریزی برای بهره‌وری بهتر از منابع آب و حفظ تعادل در اکوسیستم‌های آبی است.

۵. پایش و کنترل کیفیت آب: پایش و کنترل کیفیت آب، در ارزیابی مستمر کیفیت آب و اعمال تکنولوژی‌های به‌روز برای جلوگیری از آلودگی نقش دارد.

۶. مدیریت آب در کشاورزی: آب، ورودی مهمی برای تولیدات محصولات کشاورزی است و نقشی اساسی در امنیت غذایی دارد. مدیریت آب در کشاورزی نیز، به بررسی آب مورد استفاده در آبیاری کشاورزی می‌پردازد.

به طور کلی، مهندسین آب نقش مهمی در تضمین امنیت و استفاده بهینه از منابع آب برای جوامع دارند.

● گرایشات مهندسی آب

رشته علوم و مهندسی آب در دوره ارشد و دکتری از گرایش های زیر تشکیل شده است:

-سازه های آبی
-آبیاری و زهکشی
-منابع آب
-هواشناسی کشاورزی
-هیدروانفورماتیک
-رودخانه و اکوسیستم های آبی
-مدیریت و برنامه ریزی منابع آب
-آثار و سازه های تاریخی آب

● جوانب مختلف در مهندسی آب

۱. هیدرولوژی: مطالعهٔ فرآیندهای مرتبط با چرخهٔ آب؛ از تبخیر تا باران، ذوب برف، نفوذ آب در خاک، و جریان آب در رودخانه‌ها.

۲. هیدرولیک: طراحی و مدیریت سیستم‌های تأمین آب، شبکه‌های آبرسانی، و سیستم‌های آبیاری. همچنین، بررسی جریان آب در سدها، تأمین آب شهری، و مکانیک سویه‌ها.

۳. تصفیه آب و فاضلاب: طراحی و اجرای سیستم‌های تصفیه آب برای تأمین آب آشامیدنی و همچنین سیستم‌های فاضلاب برای حذف آلودگی‌ها از آب.

۴. مدیریت منابع آب: برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آب، مدیریت سدها و تنظیم جریان آب برای کنترل سیلاب و حفاظت از محیط زیست.

۵. تکنولوژی‌های نوین: استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته برای بهبود بهره‌وری و کیفیت آب، از جمله نانوتکنولوژی در تصفیه آب.

۶. مطالعات اقتصادی: ارزیابی اقتصادی پروژه‌های زیربنایی مرتبط با آب و تأثیرات آن بر اقتصاد.

۷. حوزه محیط زیست: مطالعه تأثیرات سیستم‌های آبی بر محیط زیست و اقدامات برای حفاظت از بیوتا و اکوسیستم‌ها.

۸. کشاورزی: آشنایی با علم آب و خاک و آموزش دربارهٔ نحوهٔ استحصال آب، انتقال آب و شبکه‌های توزیع آب، تأمین نیازهای آبی زمین، خارج ساختن آب اضافی توسط شبکه‌های زهکشی و احداث سدهای انحرافی و خاک.

رشتهٔ مهندسی آب، به دانشجویان این امکان را می‌دهد که در حل چالش‌های مربوط به منابع آب، کیفیت آب و مدیریت سیستم‌های آبی نقش ایفا کنند و به بهبود استفاده از این منبع حیاتی برای جوامع کمک کنند.

● نرم های مورداستفاده در این رشته

مهندسی آب از نرم‌افزارهای مختلفی برای مدل‌سازی، طراحی، و تحلیل انجام پروژه‌ها استفاده می‌کند. برخی از نرم‌افزارهای مهم در این حوزه عبارتند از:

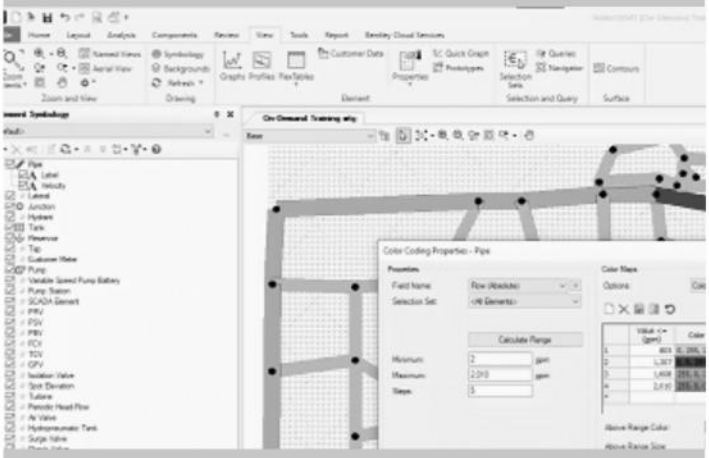
HEC-RAS
برای مدل‌سازی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی جریان رودخانه و تحلیل سیلاب.

EPANET
برای طراحی و تحلیل شبکه‌های آبرسانی و فاضلاب.

SWMM (Storm Water Management Model)
جهت مدل‌سازی و تحلیل جریان سطحی و سیلاب.

Civil 3D و AutoCAD
برای طراحی زیرساخت‌های آبی و هیدرولوژیک.

Water CAD
جهت تحلیل شبکه‌های آبی و مدیریت منابع آب.



MODFLOW
برای مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی و مدیریت منابع آب زیرزمینی.

MIKE by DHI
یک سری از نرم‌افزارها برای مدل‌سازی مسائل هیدرولوژیکی و هیدرودینامیکی مانند:
MIKE Flood.، و MIKE 21، MIKE SHE

ArcGIS
برای تحلیل و نمایش داده‌های مکانی و مکانیزه‌سازی فرآیندهای مختلف.

MATLAB
برای تحلیل داده‌ها، مدل‌سازی ریاضی، و انجام محاسبات پیچیده.

WMS (Watershed Modeling System)
جهت تحلیل و مدل‌سازی حوضه آبی و هیدرولوژی.

● چالش ها و بحث های انگیزشی

۱. حفاظت از منابع آب: مهندسان آب در حفاظت از منابع آب، تصفیهٔ آب و مدیریت سیستم‌های آبی، نقش اساسی دارند. با انتخاب این رشته، شما می‌توانید به حفظ یکی از منابع حیاتی زمین و ارتقاء کیفیت زندگی انسان‌ها کمک کنید.

۲. چالش‌های جهانی: با توجه به تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت جهان، مسائل آبی از جمله چالش‌های اصلی جهانی هستند. مهندسان آب در پی حل مشکلاتی چون کمبود آب، تخریب محیط زیست آب و مدیریت پایدار منابع آب هستند.

۳. تأثیر مستقیم بر زندگی انسان‌ها: کار در زمینه مهندسی آب به شما این فرصت را می‌دهد که تأثیر مستقیم و قابل لمس بر زندگی روزمره مردم داشته باشید. تأمین آب آشامیدنی، کنترل سیلاب و تصفیهٔ فاضلاب از جمله زمینه‌هایی هستند که تأثیر مثبت زیادی دارند.

۴. توسعه فناوری‌های پیشرفته: مهندسان آب در توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای بهبود بهره‌وری و کیفیت آب نقش دارند. این امکان را دارید که در زمینه‌های نانوتکنولوژی، حسگرهای هوشمند و سیستم‌های اطلاعاتی جدید مشغول به کار شوید.

۵. مسئولیت اجتماعی: با توجه به اهمیت منابع آب برای زندگی، مهندسان آب مسئولیت اجتماعی بالایی دارند. این مسئولیت شما را به سوی ارتقاء سلامت عمومی و برقراری تعادل میان توسعه و حفاظت از محیط زیست هدایت می‌کند.

● آینده کاری در این رشته

یکی از چالش‌های اصلی در هر رشته‌ای، بحث آیندهٔ‌کاری آن رشته برای فارغ‌التحصیلان است.
با توجه به گستردگی و ارتباط نزدیکی که رشته علوم و مهندسی آب با رشته‌های دیگر دارد، زمینه‌های اشتغال مربوط به آن نیز، بسیار متنوع است و فارغ‌التحصیلان این رشته می‌توانند در بخش‌های زیر مشغول به کار شوند:

-وزارت نیرو مانند شرکت های آب منطقه ای، شرکت‌های آب و فاضلاب شهری و روستایی
-وزارت جهاد کشاورزی
-مهندسین مشاور آب و خاک
-شرکت های خصوصی مشاور و پیمانکاری
-شیلات

● توصیه‌ایی به دانشجویان رشتهٔ‌مهندسی‌آب

با مبانی علوم مرتبط نظیر هیدرولوژی، هیدرولیک، محیط زیست، کشاورزی و علوم زمین آشنا شوید.

شرکت در پروژه‌های عملی نیز به شما کمک می‌کند، مهارت‌های عملی و تجربی خود را تقویت کنید.

یادگیری نرم‌افزارهای مدل‌سازی هیدرولیک و هیدرولوژی از مهم ترین اصل‌های این رشته است.

ایجاد ارتباط با صنعت و دیگر حوزه‌های مرتبط با آب برای فرصت‌های شغلی آینده می‌تواند بسیار مفید باشد.

توانایی ارتباط مؤثر با تیم‌های چند رشته‌ای و مشتریان کیفیت فضای کاری شما را دو چندان میکند.

با پیگیری اخبار و تحقیقات جدید در حوزهٔ مهندسی آب، با مفاهیم و فناوری‌های نوین خودرا به‌روز کنید.

مهارت‌ها و آشنایی با پیشرفت‌های علمی و فناورانهٔ خودرا از طریق آموزش پیوسته ارتقا دهید.

فصل دوم

تلفیق تکنولوژی و مهندسی آب

بارورکردن ابرها
شیرین‌کردن آب بر پایهٔ خورشید
دستگاه تبدیل بخارآب به آب‌مایع
جت آب

آروین امین پناه

بارور کردن ابرها

● بارور کردن ابرها چیست و چگونه انجام میشود؟

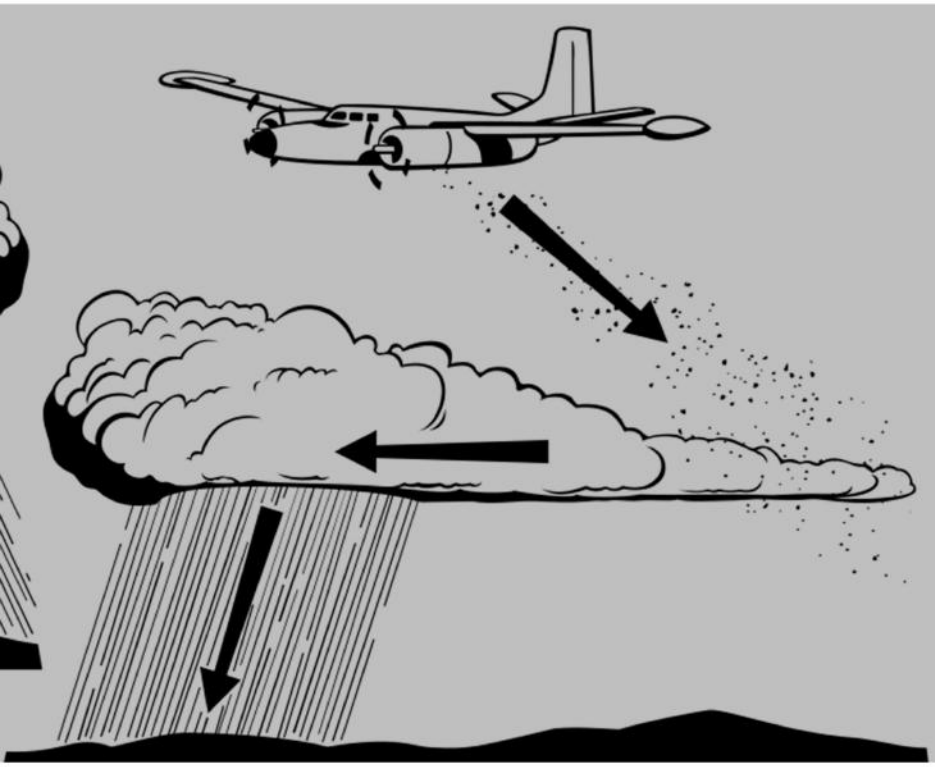
باروری سازی ابرها(Cloud Seeding) به زبان ساده، اضافه کردن مجموعه‌ای مواد شیمیایی به ابرها در جهت بارش باران و برف است.
دو روش برای بارورسازی ابرها وجود دارد؛ زمینی و هوایی.
در روش زمینی، موادی که برای بارورکردن ابر لازم است، توسط ژنراتورهایی به هوا تزریق می‌شود. در ادامه، جریان هوا در مسیر باد باعث می‌شود تا مواد با ذرات ابر ترکیب شوند و بارورسازی صورت میگیرد.
در روش هوایی نیز، مواد مورد نظر توسط هواپیما بر روی سطح فوقانی ابر پاشیده می‌شود. در روش بارورسازی با هواپیما، یدیدنقره در هنگام پرواز هواپیما در داخل ابر سوزانده و پخش می‌شود.

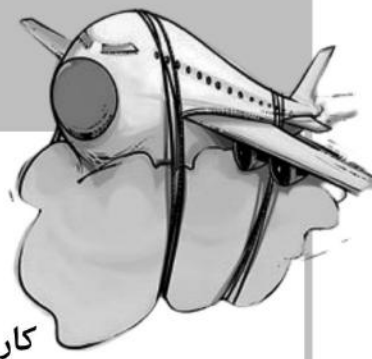
ژنراتور زمینی بارورسازی ابرها

شاید بپرسید از چه موادی برای بارورسازی استفاده میشود؟ در پاسخ به این سوال باید گفت؛ ابرها دو نوع هستند: ابر گرم و ابر سرد. هر کدام از این نوع ابرها با مواد بخصوصی بارور میشوند؛ پس مواد مورداستفاده به دو دسته تقسیم میشوند:
عوامل یخ‌ساز و عوامل نم‌گیر.

عوامل یخ‌ساز در ابرهایی که دارای ساختار مایع به‌صورت آب اَبَر سرد هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند که موجب ایجاد بلورهای یخ می‌گردند. این عوامل عبارتند از:
یدیدنقره، یخ‌خشک، پروپان‌مایع، نیتروژن‌مایع، دی‌اکسیدکربن‌مایع و برخی مواد آلی دیگر.
از بین این مواد، یدیدنقره و یخ‌خشک(دی‌اکسیدکربن‌جامد) متداول‌ترین عوامل مورد استفاده در باروری ابرهای سرد هستند.

عوامل نم‌گیر نیز در ابرهای‌گرم به‌دلیل قابلیت جذب رطوبت استفاده میشود. عوامل نم‌گیر، آب محتوی ابر را جذب کرده و رشد می‌کنند و در نهایت موجب ریزش باران می‌شوند. این عامل‌ها عبارتنداز: نمک، اوره و نیترات آمونیوم.





● آیا واقعا بارورکردن ابرها نتیجه بخش است؟

با وجود اینکه تاکنون تلاش‌های زیادی برای انجام فرایند بارورسازی ابرها صورت گرفته است، این کار خارج از محیط کوچک آزمایشگاه دشوار است. علت این دشواری این است که در سال‌های گذشته، اندازه‌گیری لحظه ای ابعاد قطره‌ی آب موجود در ابرها امکان پذیر نبوده است. دانشمندان بدون اینکه در مورد عملکرد ابرها اطلاعات داشته باشند نمی‌توانند از نتیجه‌بخش بودن این اقدام مطمئن شوند.

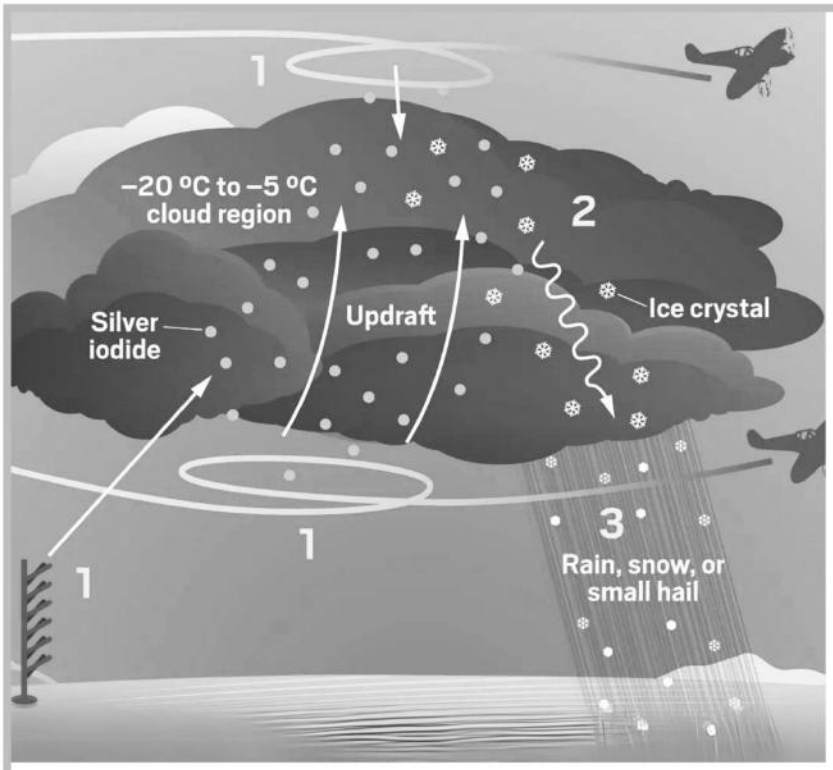
علت دیگر این عدم اطمینان از نتیجه بخش بودن بارورسازی ابرها، ماهیت بی‌نظم آب‌وهوا است؛ این امر، انجام آزمایش‌های کنترل‌شده و طبیعی را تقریبا غیرممکن کرده است. با اجرای یک مرتبه بارورسازی دیگر نمی‌توان آن را در همان جو مشابه برای بار دوم تکرار کرد؛ زیرا شرایط جوی تغییر کرده و تکرار نمی‌شود. بنابراین وقتی با داده‌های جهان واقعی ارتباط داشته باشیم، اندازه‌گیری و فاکتوربندی دقیق، غیرممکن است.

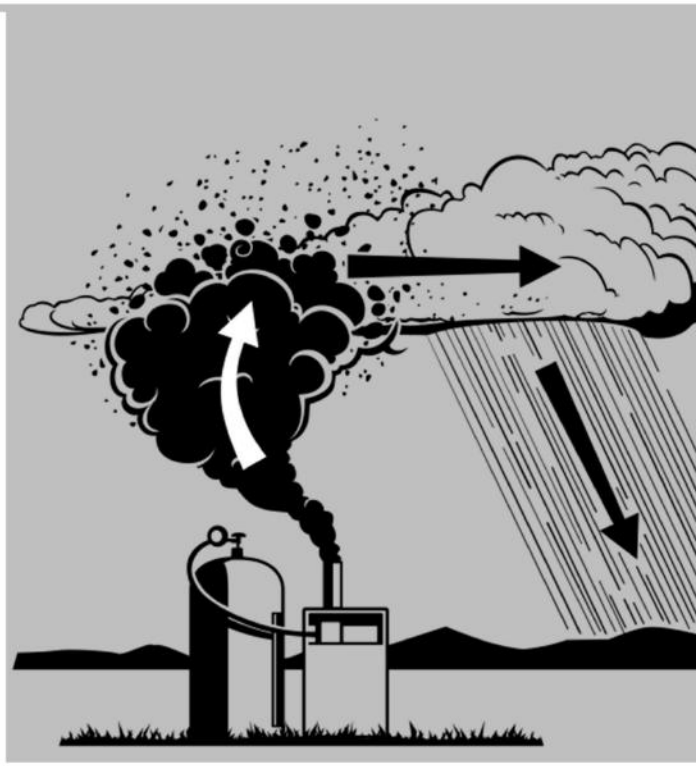
● اما مشکلات بارور سازی ابرها چیست؟

بارورسازی ابرها با وجود اینکه می‌تواند در روند کاهش خشکسالی تأثیر قابل توجهی بگذارد و آب مورد نیاز را با بارش برف و باران تأمین کند، معایب و مشکلاتی نیز دارد.

یکی از مشکلاتی که بارورسازی ابرها با آن روبه‌روست، بارورسازی ابرها به شکل پاشش مواد است.
پاشیدن مواد، به ویژه یدید نقره به ابرها برای بارورکردن آنها، ممکن است باعث عدم تأثیر گذاری مستقیم و توانائی کنترل آن شود. در این روش بالاترین ضریب موفقیت تنها ۱۳درصد عنوان شده‌است. در برخی موارد، عدم کنترل می‌تواند باعث وقوع سیلاب‌های ویرانگر شود. همچنین از نظر اقتصادی، پاشیدن یدید نقره که بهترین راندمان و عملکرد را در بارورسازی دارد، مقرون به صرفه نیست.

از دیگر مشکلات مربوط به بارورسازی ابرها می‌توان به جهت باد اشاره کرد. جهت وزش باد باعث می‌شود بارش در یک منطقه‌ی دیگر رخ دهد. البته با وجود گزارش‌های سالیانه، هنوز هیچ گزارش قابل تفکیکی در رابطه با میزان بارندگی در جهت باد مشاهده نشده است.





● LAICOTM بالون هوشمند

اطلاعات جدیدی از اختراعات یک شرکت خبر از طراحی دستگاهی نوین در زمینه بارورساختن ابرها می‌دهد. این دستگاه بدون نیاز به هیچ‌گونه هواپیما و یا وسیلهٔ هزینه‌بردار دیگری، تنها با به‌کارگیری چند بادکنک مخصوص و مقداری گاز هلیوم، امکان فرایند باورسازی را فراهم میکند.

با کمک بادکنک و هلیوم، ترکیب گاز مد نظر را به محل مورد نیاز فرستاده و در ارتفاع مناسب با کنترل هوشمند، گاز مورد نظر را رهاسازی میکنند.

اطلاعاتی که شرکت مخترع این دستگاه در اختیار مردم قرار داده است به این صورت است:

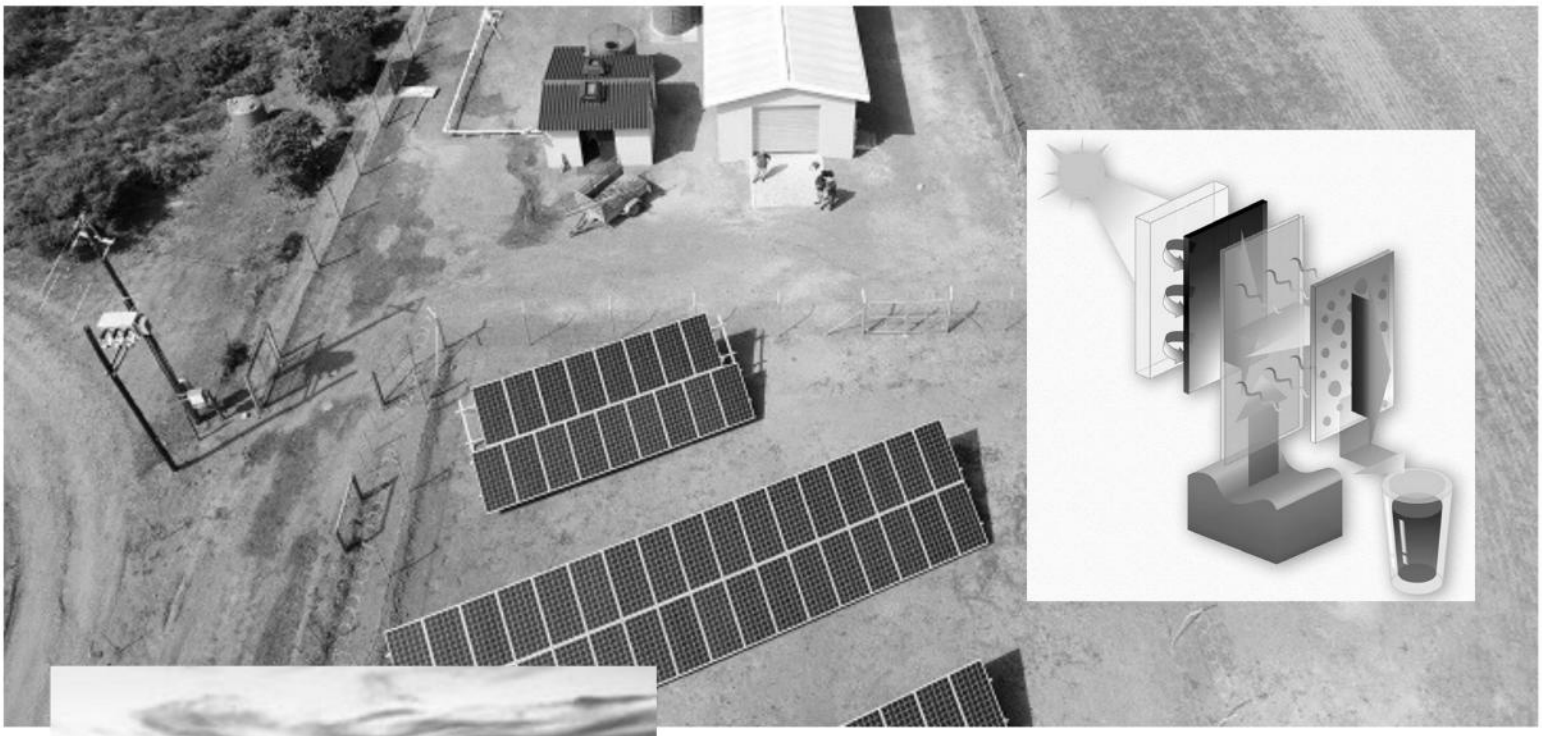
"رقابتی ترین و ساده ترین وکتور باروری ابرها"

LAICOTM، یک راه حل کامل است که به اپراتورها اجازه بارورسازی ابرها را میدهد.

این دستگاه را یک پرتاب دستی یا کنترل از راه دور و یک بالون هوشمند منحصر به فرد تشکیل میدهد.

با این دستگاه شما قادر خواهید بود، ابرها را در کمتر از ۱۰ دقیقه بارور کنید.

در نسخه استاندارد خود، هر بالون می تواند با ۲۳ گرم یدید نقره یا ۲۲۰ گرم نمک رطوبت سنجی، تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری سوار شود و این مسئله با مقررات هوای شهری نیز مطابقت دارد.



● شیرین کردن آب بر پایهٔ انرژی خورشیدی

یکی از مسائلی که امروزه ذهن بسیاری از مهندسان مهندسی‌آب را به خود درگیرکرده است، تصفیهٔ آب شور به آب شیرین در راستای مقابله با مشکلات کم‌آبی است.

مشکل اصلی این کار، پرهزینه و زمان‌بر بودن آن است و همین امر باعث شده‌است که کسی به فکر آن نباشد. این درحالی‌ست که تحقیقات اخیر نشان میدهد، ما می‌توانیم برای تصفیهٔ آب‌های شور از انرژی خورشیدی استفاده کنیم.

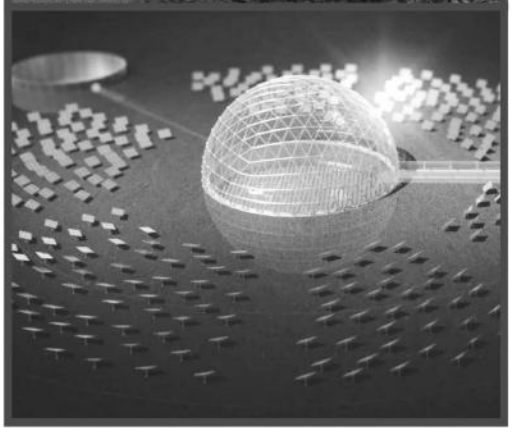
جالب است بدانید:

در سیستم شیرین کنندهٔ آب بر پایهٔ خورشید، به ازای هر متر مربع پلن خورشیدی در روز،
چهار لیتر آب‌شیرین تولید میشود.
این درحالی‌ست که،
هر انسان در طول روز پنج لیتر آب می‌نوشد .

● شرح کارکرد سیستم شیرین‌کنندهٔ آب بر پایهٔ خورشید:

این دستگاه‌ها، بر اساس قوانین تبخیر و تقطیر کار می‌کنند؛

۱- در مرحله اول، آب شوری که وارد دستگاه می‌شود، توسط تابش نور خورشید که از سطح شیشهٔ دستگاه عبور می‌کند و گرم می‌شود.
۲- پس از آن، آب شور داخل آب شیرین‌کن، شروع به تبخیر می‌کند.
۳- نمک، میکروب و دیگر ذرات موجود در آب، در تشتک این دستگاه باقی می‌ماند و بخار آب حاصل از این فرآیند، فاقد هیچ‌گونه مواد اضافه‌ای خواهد بود.
۴- در مرحله بعد، بخار آب به سمت بالا حرکت کرده و در سطح زیری شیشهٔ تقطیر جمع می‌گردد.
۵- و در آخر، قطرات تقطیر شده از آنجا به سوی ظرف جمع‌کننده رفته و در آنجا به آب تصفیه شده، تبدیل می‌شوند.



دستگاه تصفیهٔ آب خورشیدی، از نظر ساختمانی به دو دسته ی کلی مستقیم و غیر مستقیم تقسیم میشود. در روش مستقیم، فقط انرژی حرارتی خورشید به‌کار می‌رود اما در روش غیرمستقیم، انرژی‌های کمکی، شامل انرژی حرارتی خورشید و انرژی برق نیز مورد استفاده قرار میگیرد.
امروزه به‌دلیل پروژه‌های بزرگ تولید آب شیرین از آب دریا، با توجه به بازده انرژی و ظرفیت تولید زیاد آب، انرژی خورشید به طور غیر مستقیم به کار می‌رود.

شاید فکر کنید استفاده این دستگاه، تنها در تهیه آب شرب است؛ اما این دستگاه، یک دستگاه چند قابلیتی است که می‌توان از آب تولیدی در موارد زیر نیز بهره برد:

-کاربرد در بیمارستان‌ها جهت استریل کردن
-استفاده در صنایع جهت رفع نیازهای صنعتی
-استفاده در صنایع مخابراتی به عنوان آب باتری
-استفاده در آزمایشگاه تجزیه مواد
-استفاده در مناطق مجاور دریا جهت تهیه آب شرب آشامیدنی

جالب است بدانید؛
در بعضی کشور ها برای تولید آب شیرین از دریا،
روزانه ..۳هزار بشکه نفت سوزانده می‌شود.
به همین دلیل است که باید تمامی کشور ها
به فکر تولید اب به روش بهینه باشند.

جالب است بدانید؛
بزرگ ترین پارك خورشیدی جهان در دبی ساخته شده است
که با تولید روزانه ..۱۳۲ گالن آب آشامیدنی،
بزرگترین مجموعه تولید اب شیرین است

از مزایای عمده‌ی این دستگاه می‌توان به
۱- تبدیل اب های بسیار شوربه اب شیرین،
۲- کارکرد مناسب بدون نیاز به انرژی فسیلی،
۳- حداقل مقدار پساب،
۴- نصب ونگهداری آسان،
۵- طول عمر بالا و
۶- قیمت ارزان و اقتصادی اشاره نمود.

در پایان؛
بنا بر آنچه گفته شد، استفاده از آب شیرین‌کن خورشیدی در شرایط خاصی قابل توجیه و دارای صرفهٔ اقتصادی است. در برخی موارد نیز، استفاده از دستگاه های سختی‌گیر آب برای رسیدن به هدف مورد نظر کافی است و می‌تواند نیاز آبی را در حد مطلوب فراهم کند.

● جت آب یا واترجت؛

همهٔ ما می‌دانیم که الماس را فقط با الماس می‌توان برش داد، اما برش با آب چه؟ آیا می‌توان الماس را با آب برش داد؟

جت آب، شامل تجهیزاتی است که از یک جریان فشار بالای آب، برای اهداف برش‌کاری و تمیزکاری بهره گرفته‌است.

جت ساینده، زیر شاخه‌ای از جت آب است که از مواد ساینده برای تسریع امر برش استفاده می‌کند. آب خروجی از شیرهای معمولی را در نظر بگیرید؛ فرض کنید این آب تحت فشار ۶۰۰۰ پوند بر اینچ قرار بگیرد و از طریق یک سوراخ بسیار کوچک بیرون رانده‌شود و در نهایت با سنگ ساینده ترکیب شود؛ حال شما یک جریان باریک آب دارید که بیشتر مواد را با سرعت بسیار زیاد می‌ساید.

جت آب خالص نیز، نوعی دیگر از جت آب است که در آن از ذرات سنباده، استفاده نشده‌است. این جت‌های آبی برای برش مواد نرمی همانند غذا، لاستیک و فوم استفاده می‌شوند.

یکی از دلایل رشد محبوبیت جت‌های آبی در نزد مردم، تطبیق و انعطاف‌پذیربودن این ماشین افزار است. شما به‌وسیله‌ی این دستگاه، قادر به برش گونه‌های مختلفی از مواد به‌طور کارآمد و مقرون به صرفه هستید و می‌توانید، گونه‌های مختلفی از قطعات را خلق کنید.

● از فواید استفاده از جت آب:

برش با واترجت بطور ذاتی، دارای خاصیت برش‌کاری سرد است و ایجاد گرما نمی‌کند. این در حالی‌ست که در روش‌های دیگر برشکاری، احتمال سوختن، ذوب، تاب برداشتن و یا ترک برداشتن مواد وجود دارد. به علاوه‌ی اینکه، بعضی از فرایندهای گرمازا، سبب ایجاد گازهای خطرناک از قطعه می‌شوند.

برشکاری سرد می‌تواند بر جاهای که دچار سختی نشده‌اند نشانی گذاشته و در هر قسمتی از کار، سوراخ‌کاری یا برش‌کاری را انجام دهد. این فرایند برای برش‌کاری و شیارزنی غیر فلزات متخلخل، مانند چوب، چرم، اسفنج و... نیز مناسب است. همچنین برای برش‌کاری کامپوزیت‌ها، برداشتن روکش سیم‌ها و پلیسه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واترجت و لیزر، هردو قادرند فلزات و دیگر مواد را برش دهند؛ اما دستگاه‌های واترجت ارزان‌تر از دستگاه‌های لیزر هستند.

جت آب یک ابزار برشی است که هرگز کند نمی‌شود و نمی‌شکند.

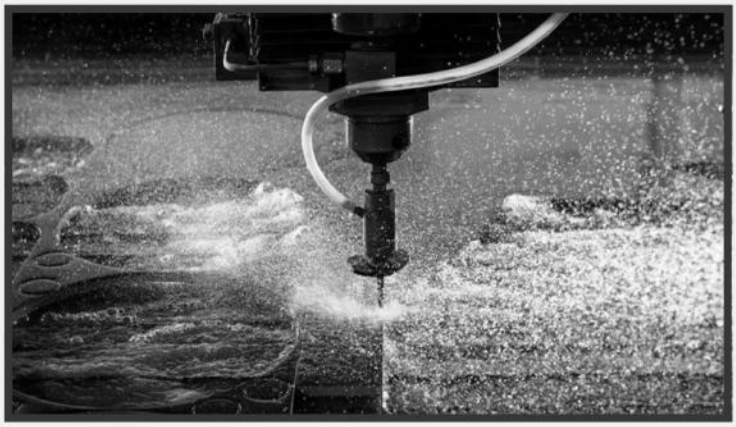
همان‌طور که گفته شد، جت های آبی می‌توانند مواد گوناگونی را برش دهند که مس، برنج، آلومینیوم، فولاد پیش سخت شده، فولاد نرم، مواد نا متعارف همانند تیتانیوم ,آلیاژهای اینکونل و هستلوی، فولاد زنگ نزن، مواد ترد همانند شیشه، سرامیک، کوارتز، انواع سنگ، مواد لمینیت و مواد قابل اشتعال تعدادی از آنها هستند.

یکی از اندک مواردی که نمی‌توانند توسط جت آب برش داده‌شوند، شیشه های آبدیده هستند. برای اینکه شیشه آبدیده تحت تنش بوده و به محض شروع برش، به‌صورت تکه‌های ریزی شکسته خواهند شد.

نکتهٔ حائز اهمیت در ارتباط با استفاده از این دستگاه این است که؛ هر چقدر سرعت دستگاه بالاتر باشد، قطعه کار، به نسبت دارای کیفیت پایین‌تری خواهد بود. بنابراین، با کم‌کردن سرعت دستگاه، شاهد نتیجه‌ای با کیفیت بالاتر و سطحی صیقلی‌تر خواهیم‌بود.

مواد زائد و ذرات ساینده‌ای که از کار با دستگاه حاصل شده، قابل دفن در زمین هستند؛ به شرطی که مواد ماشین‌کاری شده، زیان‌آور نباشند. سنگ‌های ریز سنباده نیز، از زباله‌های دیگر قابل تفکیک است. برای مثال، اگر شما مقدار زیادی سرب را ماشین‌کاری کنید، بایستی دور ریز خودرا به‌صورت مناسب تفکیک، و آب را بازیافت کنید.

در بیشتر موارد، آب اضافی به سمت فاضلاب رانده می‌شود اما در برخی مکان‌ها، پیش از ریخته شدن آب به فاضلاب، بایستی پاک‌سازی آب صورت بگیرد. در موارد کمی نیز، آب باید در یک سیستم بسته بازیافت شود.



در ماشین‌کاری جت آب، قسمتی مسطح از ماده روی یک میز قرار می‌گیرد و نوک برّنده، روی آن حرکت می‌کند. (اگرچه در برخی از سیستم‌های خاص، ماده در مقابل نوک ثابت حرکت می‌کند.)

این سادگی به این معناست که می‌توان به سرعت و سادگی هر چه تمام تر، قطعه کار را تعویض کرد و نیازی به تعویض ابزار برش نیز نیست. برای تمامی مواد، از یک نوک برنده مشترک استفاده می‌شود؛ در نتیجه، نیازی به برنامه‌های تعویض ابزار برش یا کنترل کردن دستی چندین ابزار برش نیست.

تغییرمکان نوک برّنده، توسط کامپیوتر کنترل می‌شود که این امر، عملیات کنترل جت‌آب را بسیار ساده کرده‌است. در بیشتر موارد، برنامه‌ریزی یک قطعه به معنی استفاده از برنامه کَد(CAD)، تنها برای رسم شکل قطعه است. این به این معنی‌ست که مشتریان می‌توانند رسم‌های خود را، براحتی توسط دستگاه جت آب، برش دهند.

هر گرمای کوچکی که توسط جت آب تولید گردد، به‌وسیله آب جذب شده و به مخزن جمع‌کننده هدایت و خود مواد هم تقریباً هیچ تغییر دمایی در مدت زمان ماشین‌کاری متحمل نمی‌شوند. برای مثال؛ در سوراخ‌کاری فولاد ضخیم، دما ممکن است تا ۵۰ درجهٔ سانتی گراد نیز بالا رود، اما در طرف دیگر، ماشین‌کاری در آن دما انجام می‌شود. نتیجتاً هیچ نقطه گرما دیده‌ای در ماده موجود نیست. علاوه بر این، نبود گرمای زیاد در ماشین‌کاری، امکان تولید بخارهای سمی، ذوب مجدد ماده و تاب برداشتن را از بین می‌برد. شما حتی قادر به ماشین‌کاری قطعاتی هستید که قبلاً تحت عملیات حرارتی بوده‌اند.

● دستگاه تبدیل بخار هوا به آب مایع محصولی از شرکت کومولوس(Kumulus)

بنابر اطلاعات موجود، دستگاه کومولوس، یک تولیدکنندهٔ آب از هوا است که روزانه ۲۰ تا ۳۰ لیتر آب آشامیدنی تولید می‌کند که این میزان حتی از پنل‌های خورشیدی تصفیهٔ آب شور نیز بیشتر است.

این یک دستگاه کاملا مستقل، دارای حمل و نقل آسان با راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری ساده است.

هوا وارد دستگاه شده و ابتدا از فیلتر هوا عبور می‌کند تا آلاینده‌ها پاک شوند. سپس، با سرد کردن هوا، آب موجود در آن روی سطوح داخلی دستگاه متراکم می‌شود و می‌توان آن‌را در مخزن آب، جمع آوری کرد. این دستگاه به یک پنل نیروی خورشیدی مجهز شده‌است تا به صورت مستقل کار کند.

هدف شرکت، کاهش کمبود آب و زباله‌های پلاستیکی است.

-این دستگاه، به‌راحتی با ریموت کنترل، کنترل می‌شود.
-قابل جا به جایی است.
-با طراحی زیبا و در ابعاد یک متر طول، در نیم‌متر عرض و یک متر ارتفاع تولید شده است.

یکی از انگیزه های شرکت کومولوس برای تهیه این دستگاه، مقابله با مشکل کم‌آبی در جهان است چراکه بر این باور هستند که تا سال ۲۰۴۰ میلادی، ۶۰۰میلیون کودک، در مناطقی با محدودیت شدید آبی زندگی خواهند کرد.

این شرکت، بسیاری از تولیدات خود را در مدارس به صورت رایگان برای استفاده‌ی دانش‌آموزان کار گذاشته است.

تاریخچه‌ی آبیاری
سیفون معکوس
مدرن‌سازی آبیاری
تعریف آبیاری و اهداف آن
انواع آبیاری

فصل سوم
آبیاری و روش‌های آن

شیوا امیری
پویا شهیدی

● پیدایش آبیاری

تولید محصولات کشاورزی مختلف، به عوامل آب‌وهوایی نظیر دما، فراوانی و توزیع بارندگی، نوع خاک‌و... بستگی دارد. کشاورزان با تلاش برای کنترل جنبه‌های مختلف، کشف‌کردند که رطوبت مورد نیاز گیاهان، از طریق آبیاری تأمین می‌شود.

دانش آبیاری، قسمت بزرگی از مشکلات ناشی از بارندگی طبیعی را حل‌کرده و بشر را قادر به پرورش محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک می‌کند.

به‌طور کلی، آبیاری را می‌توان به عنوان کاربرد استفاده از آب مازاد فراتر از بارندگی منطقه، به‌منظور افزایش رشد و عملکرد گیاه در خاک تعریف کرد.

توسعه آبیاری، اغلب مستلزم ایجاد سدهای بزرگ، محاصره آب، انحراف آب و یا ایجاد چاه‌ها است. این امر می‌تواند عملکردهای دیگری نیز به‌غیر از تقویت رشد محصول؛ اعم از کنترل سیل، تولید برق و ایجاد منطقه تفریحی را فراهم‌کند.

در بسیاری از موارد توسعه پایدار، آبیاری، نیازمند گسترش همزمان زهکشی سطحی و زیر سطحی است.

● منشا و اهمیت باستانی آبیاری و تاریخچه آن

آبیاری ممکن‌است از نظر استراتژیک، مهم‌ترین تغییر محیطی باشد که بشر آموخته است. آبیاری در گذشته به اندازه‌ی امروزه در اقتصاد کشاورزی جهان و تأمین مواد غذایی، حیاتی و مهم نبوده؛ اما همیشه تأثیرات محلی، پیامدهای تاریخی و اجتماعی زیادی به همراه داشته‌است.

در کُتُب مقدّس ادیان مختلف نظیر مسیحیت، یهود و اسلام آمده‌است؛ خداوند اندکی پس از خلقت بشر، آدم را به عنوان سرپرست آبیاری باغ (بهشت) منصوب کرده است.

برخی از انسان‌شناسان و مورخان، توسعه آبیاری را به عنوان محرّکی مهم درجهت تعامل مهارت‌ها و فعالیت‌های مهندسی، سازمانی، سیاسی و خلاقیت می‌دانند که حاصل آن، تمدن نامیده‌می‌شود.

در زبان پارسی، کلمه آبادانی و تمدن از ریشه آب، گرفته شده‌است. همچنین، چشم‌اندازهای اجتماعی، فرهنگی، مذهبی، سیاسی، زیبایی شناختی، اقتصادی، فناوری و زیست محیطی مناطق پیشرفته و مدرن در طول تاریخ، به استفاده آن‌ها از آبیاری نسبت داده شده است.

اولین شواهد باستان‌شناسی در خصوص آبیاری در کشاورزی، مربوط به حدود ۶۰۰۰سال قبل از میلاد است. اعتقادات عمومی بر این است که در مصر، آبیاری در همان زمان انجام می‌شده است و اولین نمایش تصویری آبیاری مصر، در حدود ۳۱۰۰سال قبل از میلاد است.

در هزاره‌های بعدی، آبیاری در سراسر ایران، خاورمیانه و غرب به امتداد مدیترانه گسترش یافت و بعد از آن، فناوری آبیاری کم‌وبیش به‌طور مستقل، در سراسر قاره آسیا (هند، پاکستان، چین و...) ظاهر شد. با گذشت زمان، این فناوری در شمال و جنوب غربی فعلی ایالات متحده نیز ظاهر شد.

در جهان باستان، سطح پیچیدگی آبیاری از یک محیط به محیط دیگر، متفاوت بود. این اختلافات، بیشتر ناشی از تفاوت در درک اصول هیدرولیک در مقیاس کوچک و بزرگ و همچنین، قابلیت‌های ساخت نیروهای‌مهندسی هیدرولیک است.

جالب است بدانید:
سیستم‌ها، تجهیزات آبیاری و روش‌های آبیاری؛
برای خنک کردن دام‌ها،
کاهش گرد و غبار،
دفع فاضلاب و رشد معادن نیز
استفاده می‌شده است.

● سیفون معکوس

سیفون معکوس یا Inverted Siphon، ازجمله سازه‌های انتقال آب است که به‌صورت یک مجرای بسته تونل مانند به منظور انتقال آب از زیر زهکش‌ها، کانال‌هاوجاده‌ها، مورداستفاده قرارمی‌گیرد. سیفون‌وارونه، مجرایی سرپوشیده با جریان پر و زیرفشار کم است. جریان برقرار در این سیفون، بر اساس نیروی ثقل کار می‌کند؛ بنابراین، از طراحی و اجرای ساده‌ای برخوردار است.

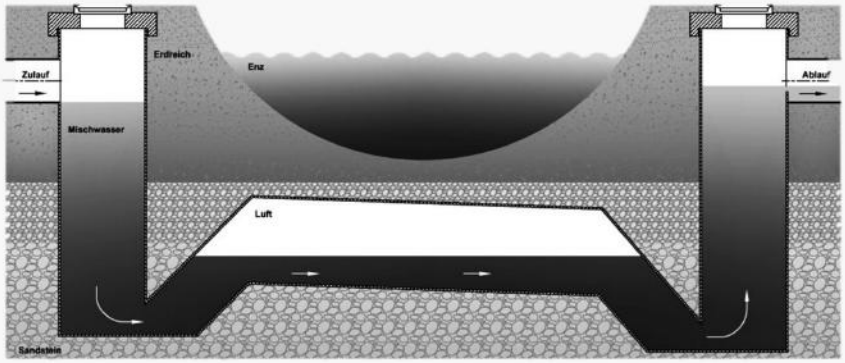
این سازه دارای تبدیل‌هایی است که در ورودی و خروجی دو طرف تونل نصب می‌شود.

از مزایای سیفون معکوس، هزینهٔ طراحی و اجرای کمتر آن نسبت به سایر سازه‌ها می‌باشد اما مشکلاتی نیز نظیر رسوب گذاری، گرفتگی در اثر مواد معلق و زباله و خطرات جانی(به‌خصوص در مناطقی با تراکم جمعیت بالا)، باعث استقبال کم متخصصین، نسبت به ساخت این سازه شده است.

گزینهٔ جانشین برای این نوع سیفون در محل تقاطع با مسیر، رودخانه و نواحی گود، ناو هوایی است. در بعضی محلات مانند تقاطع‌ها و جاده‌ها، پل نیز گزینه ای مناسب برای جایگزینی سیفون معکوس است.

به طورکلی، برای دبی‌های برابر یا کمتر با ۳مترمکعب‌درثانیه، استفاده از سیفون به جای سایر سازه ها، ازنظر اقتصادی به صرفه تر است.

مجرای سیفون معکوس می تواند به صورت لوله، گرد یا مکعبی باشد. همچنین در این سازه می‌توان از یک یا چند مجرا نیز استفاده کرد که اگر به‌صورت لوله باشد، معمولاً از بتن پیش‌تنیده‌شده استفاده می کنند.



خواندنی؛

کاریز گناباد یا قنات قصبه، به عنوان عمیق‌ترین و قدیمی‌ترین قنات جهان، در روز ۲۴تیر ماه سال ۱۳۹۵، در فهرست آثار جهانی یونسکو به ثبت رسید.

این قنات در شهر گناباد خراسان است و قدمتی بیش از ۲۵۰۰ سال دارد.

قنات قصبه نماد تمدن بشر در ایران باستان و یکی از شاهکارهای تاریخی ساخت بشر در زمینهٔ مهندسی آبرسانی است.

آنطور که در سفرنامهٔ ناصر خسرو و منابع شفاهی آمده‌است، در زمان گذشته به آن قنات کی‌خسرو میگفتند. جالب است بدانید، یکی از دلایل مطرح شده برای انتخاب نام گناباد، کلمه گُن در معنای دیو است و معتقد بوده‌اند که حفر قنات قصبه کار انسان‌های عادی نبوده‌است! برخی نیز معتقدند که گنابد جمع گنبد بوده و از آنجایی که در قدیم تمام خانه ها گنبدی شکل ساخته می‌شده اند، نام آنجا را گناباد گذاشته اند. برخی نیز معتقدند گناباد، گون‌آباد بوده و گون در ترکی، به معنای خورشید است. و عده‌ای دیگر آنرا گَون‌آباد میخوانند چرا که گیاه گَون در آن منطقه به وفور می‌روید.

جالب است بدانید؛

آشوری ها در حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد، یک سیفون معکوس در قنات نینوا ساختند که بعد ها ساخت سیفون های تحت فشار قنات در کشور های دیگر نیز گسترش یافت.

● مدرن سازی آبیاری

در اواسط قرن نوزدهم، علوم مختلف از جمله شیمی، فیزیک، شیمی‌فیزیک، کانی شناسی و زیست شناسی، با رشد قابل‌توجهی روبه‌رو بودند. این علوم در زیررشته های نوین درحال ظهور؛ همچون شیمی خاک، فیزیک خاک و فیزیولوژی گیاهان و زراعت(که اصول اساسی آن ها برای ایجاد یک سیستم آبیاری پایدار، ضروری است)، مورد استفاده قرار گرفتند.

در تحولات آبیاری باستان خاک، آب و هوا و کیفیت آب در بعضی از مناطق، مساعدتر از سایر نقاط بود. در قسمت‌هایی که خاک‌ها دارای نفوذپذیری بودند، آب به‌راحتی تخلیه می‌شد و همچنین آب دارای ترکیبات مطلوبی از غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های خاص بود؛ آبیاری تا به امروز، بدون نیاز به مدیریت پیچیده‌ای، ادامه‌یافته‌است. اما در مناطق دیگر، نمک‌زدایی، فرسایش خاک و عدم زهکشی مناسب، باعث کاهش طول عمر طرح‌های آبیاری شد و یا بهره‌وری، آن‌ها را با مشکل رو به رو ساخت.

پس از جنگ‌جهانی‌دوم، توسعهٔ آبیاری در سراسر جهان، وارد دورهٔ سریع رشد خود شد. به دلیل افزایش امید به زندگی ناشی از کشف دارو های جدید واستفاده از ددت(دی‌کلرو دی‌فنیل تری‌کلرواتان؛ معروفترین عامل شیمیایی دفع آفات)، برای کنترل مالاریا و سایر حشرات ناقل بیماری، جمعیت جهان رو به افزایش بود. پیشرفت فناوری کشاورزی و دسترسی به منابع برق، بخار و احتراق داخلی و به‌دنبال آن اختراع سیستم‌های پمپاژ قوی، سیستم‌های آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای و... در چند دههٔ کوتاه، تحولی شگرف را در آبیاری رقم زده است.

● تعریف آبیاری و اهداف آن؛

آبیاری، یعنی برداشت آب از منابع، انحراف، انتقال، توزیع و نهایتاً پخش آب روی زمین، در جهت نفوذ در خاک برای رفع کمبود نیاز آبی گیاهان، تولید بیشتر محصول و برنامه ریزی برای حفاظت گیاهان در برابر اثرات خشکی و کمبود بارندگی است.

هدف از آبیاری، تأمین رطوبت مورد نیاز ناشی از توزیع نامناسب بارندگی، توسعه کشاورزی در مناطق خشک و بیابانی و بهبود شرایط رشد، برای گیاهان است.

آبیاری را می‌توان در دو دستهٔ:
آبیاری تکمیلی(در نواحی دارای بارندگی، برای قسمتی‌از فصل‌زراعی) و آبیاری کامل(در نواحی بدون بارندگی، در تمام فصول) دسته بندی کرد.

● منابع آب در جهان:

-اقیانوس ها: ۹۴٪
-آب های زیر زمینی: ۴/۱۳٪
-یخچال ها: ۱/۶۵٪
-رودخانه‌ها، آب‌های‌سطحی و رطوبت موجود در گیاهان: کمتر از۰/۵٪

جالب است بدانید:
بیشتر آب‌های موجود برای کشاورزی و شرب، از همین ۵٪ تأمین می‌شود که ۸۰٪ آن، در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
از این‌رو، محدود بودن منابع، کشاورزی را با چالش روبرو کرده‌است.

● **انواع روش های آبیاری؛** (که در ادامه بیشتر با آنها آشنا می‌شویم)

سیستم‌های سطحی:	کرتی	شیاری	نواری
سیستم‌های تحت فشار:	بارانی	قطره‌ای	

آبیاری کرتی (غرقابی)

یکی از قدیمی‌ترین و سنتی‌ترین روش‌های آبیاری زمین‌های کشاورزی، روش آبیاری کرتی یا غرقابی است. در این روش که نیاز به تخصص و هزینه ی زیادی ندارد، زمین به کرت های مشخص(قطعات مختلف مربع یا مستطیل شکل) تقسیم شده و آبیاری انجام می‌شود. در داخل کرت ها جوی آبی جریان پیدا کرده و عملیات آبرسانی صورت می‌گیرد. همچنین برای جداکردن کرت‌ها و مرزبندی دور تا دور هر بخش، دیواره‌های کوتاه خاکی قرار داده می‌شود.

از گذشته تا کنون، برای آبیاری گیاهانی مانند حبوبات، سبزیجات، برنج، گندم، جو، یونجه، درختان و... از این روش استفاده می‌شده‌است.

از مهم‌ترین روش‌های آبیاری کرتی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- روش غرقابی دائم:

در این روش، آب به طور پیوسته و دائمی وارد زمین شده و خاک به طور دائم، غرقاب می‌شود. از این روش معمولاً در کاشت برنج استفاده می‌شود و مناسب زمین‌هایی است که سرعت نفوذپذیری پایینی دارند.

۲-آبیاری بدون فاضلاب :

در این روش، زمین کشاورزی را با نهر آبی که در کنار زمین قرار دارد، آبیاری می‌کنند و زمانی‌که آبیاری انجام شد، آن را قطع می‌کنند.

۳-آبیاری با فاضلاب :

در این روش، کرت‌ها را طولانی و با عرض کم می‌سازند. زمانی که کرت‌ها پر آب شدند، به فاضلاب تعیین شده‌ای هدایت می‌شوند تا برای آبیاری کرت‌های پایین‌تر، استفاده شوند.

● اندازه کرت‌ها:

اندازه کرت‌ها به نوع خاک یا به بیان بهتر مقدار نفوذپذیری خاک، شیب زمین و مقدار آب، در هر نوبت آبیاری بستگی دارد. هرچقدر نفوذپذیری خاک بیشتر، شیب زمین بیشتر و مقدار آب کمتر باشد، اندازه کرت‌ها کوچک‌تر خواهد بود.

● مزایا و معایب آبیار کرتی:

+عدم نیاز به ابزار و وسایل خاص
+عدم نیاز به تخصص و مهارت
+هزینه مقرون‌به‌صرفه
+عملکرد بهتر نسبت به روش‌های دیگر در آب یا خاک شور
+امکان آبیاری زمین‌هایی با حجم بسیار بالا
-مصرف آب بسیار زیاد
-هدررفت آب تا حدود ۴۰درصد از طریق تبخیر و روان‌آب
-عدم اجرا در زمین‌های خشک و کم‌آب
-عدم اجرا در زمین های شیب‌دار
-نیاز به تسطیح مناسب زمین
-از بین بردن مواد مغذی خاک
-امکان ازبین‌رفتن دیواره‌ها و پشته‌ها در زمین‌های بافت سبک
-نیاز به مراقبت از کرت ها
-امکان سله بستن در خاک های سنگین
مشکل در رفت و آمد ماشین‌آلات کشاورزی
-نامناسب‌بودن برای گیاهان حساس به آب زیاد، گیاهانی با ریشه کم‌عمق و گیاهان کاشته شده با فاصلهٔ زیاد

آبیاری شیاری

آبیاری‌شیاری شامل مجاری کوچک و کم عمقی است که در مزرعه ایجاد می‌شود تا آب را ضمن نفوذ، به انتهای مزرعه برساند و ممکن است در امتداد یا عمود بر شیب احداث شود.

این روش، برای گیاهان حساس به غرقاب شدن، خاک های متوسط تا ریز بافت با ظرفیت نگهداری آب قابل استفادهٔ نسبتاً بالا، هدایت عمودی و افقی و گیاهانی که کاشت ردیفی دارند مناسب است و معمولاً به شکل سهمی با شیب جانبی در حدود ۲ به ۱ احداث می‌شود. فاصله بین خطوط کشت که همان عرض شیار است، بستگی به نوع گیاه دارد.

● مزایا و معایب آبیار شیاری:

+راندمان نسبتاً بالا درصورت آماده‌سازی‌زمین‌و اجرای عملیات مدیریتی
+بیشتر بودن شدت نفوذ اولیه در شیارهای آبیاری نشده
+عدم تماس خاک با ساقه گیاه و درنتیجه، عدم پوسیدگی طوقه
+قابل اجرا در خاک‌هایی که سله می‌بندند به‌دلیل نفوذ جریان جانبی آب به خاک
+زهکشی مناسب در صورت شیب مناسب مزرعه و خروج آب اضافی
-ایجاد هرز آب تا تکمیل آبیاری
-فرسایش خاک یا صدمه گیاه، در شیب های تند به‌وسیله ی بارندگی
-نیازمند تلاش بیشتر برای دستیابی به یکنواختی
-عدم کفایت نفوذ جانبی در خاک‌های درشت دانه
-نیازمند تسطیح و شیب‌بندی زمین برای داشتن شیارهای یکنواخت

آبیاری قطره‌ای

امروزه، با توجه به بحران آب که در بسیاری از نقاط جهان به‌وجود آمده‌است، از روش‌ها و تکنولوژی‌های مختلفی برای آبیاری گیاهان، درختان و محصولات کشاورزی استفاده می‌شود که میزان هدر رفت آب به حداقل میزان ممکن برسد.

آبیاری قطره ای، یکی از بهترین و رایج‌ترین از انواع روش‌های آبیاری است که می‌تواند در صرفه‌جویی آب، نقش بسیار ویژه‌ای داشته باشد. در این روش، گیاهان می‌توانند به مرور زمان و آهستگی، آب مورد نیاز خود را دریافت کنند.

برای آبیاری و لوله‌کشی قطره‌ای، از روش های مختلفی استفاده می‌شود که هر کدام می‌توانند، مزایا و معایب خاص خود را داشته باشند.

در حقیقت این نوع از روش های آبیاری، در صنعت کشاورزی به روشی موضعی یا میکرو گفته می‌شود که در آن، آب می‌تواند با فشاری کم، از روزنه‌ها یا تجهیزات مختلفی همچون قطره چکان‌ها، به ریشه گیاهان برسد. با توجه به این‌که مساحت و عمق کمی از سطح خاک خیس می‌شود، میزان تبخیر آب نیز به حداقل میزان رسیده و گیاهان می‌توانند، حداکثر استفاده را از آن داشته باشند.

همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد؛ آبیاری قطره‌ای، نوعی از آبیاری تحت فشار است که در آن، آب از شبکه لوله‌ها و نهایتاً خروجی نوار تیپ و یا قطره چکان‌ها عبور می‌کند و می‌تواند از سایر روش‌های آبیاری مانند آبیاری سطحی و آبیاری بارانی، کارایی بیشتری داشته باشد.

در آبیاری قطره‌ای از تجهیزات مختلفی اعم از لوله و اتصالاتی نظیر تانک‌کود، سیستم بک واش، شیر کنترل فشار، لوله اصلی، لوله آب رسانی، لوله های جانبی یا فرعی، قطره‌چکان ها، شیرهای یک طرفه، دستگاه تزریق کود و سم، صافی شن، دستگاه کلرزنی و ... استفاده می شود.

● مزایا و معایب آبیاری قطره‌ای:

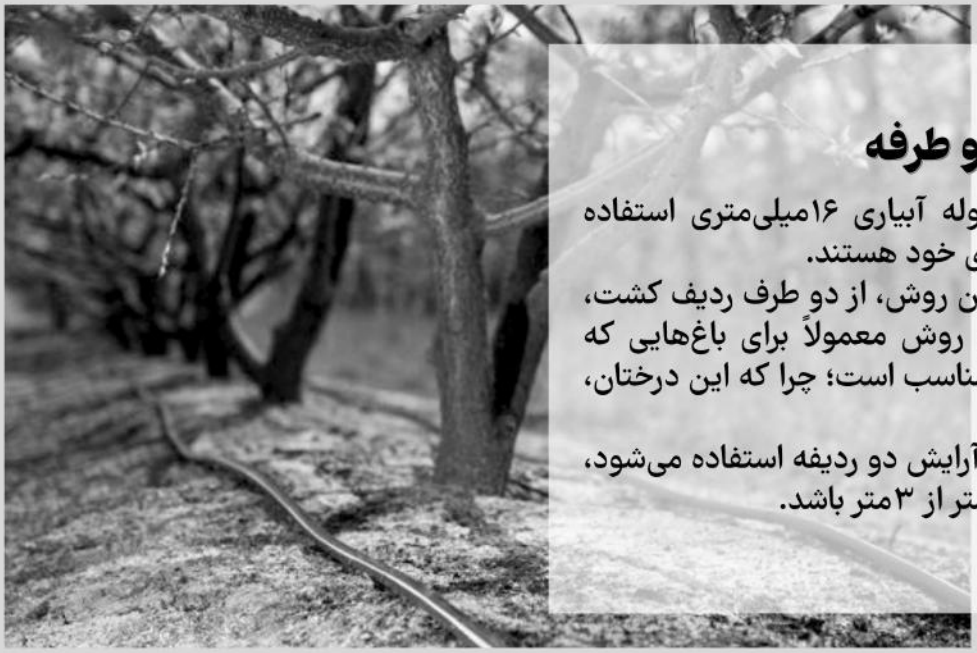
+استفاده بهینه از منابع آبی و صرفه‌جویی در آب
+کاهش میزان فرسایش خاک
+استفاده در زمین‌های مسطح و شیب دار
+کاهش مدت زمان آبیاری
+کاهش رشد علف های هرز
+مناسب برای انواع خاک
+عدم نیاز به نیرو انسانی زیاد
+کاهش احتمال بیماری های قارچی در گیاهان و درختان
+امکان بارگیری کود و سم همراه با آب و کاهش میزان استفاده از کود
+رشد بهتر و بیشتر گیاهان و کاهش میزان تبخیر آب
+تهویه مناسب محیط ریشه گیاهان
-هزینه بالا
-گرفتگی لوله ناشی از عدم استفاده از فیلتراسیون مناسب
-مطلع نشدن از صحت آبیاری در آبیاری زیرسطحی
-کم بودن میزان ذخیرهٔ آب در زمین در فاصلهٔ زمانی‌های بالا بین آبیاری‌ها
-امکان تجمع نمک ها در سطح خاک
-آسیب به گیاه در صورت قطع آبیاری ناشی از حوادث کنترل نشده

● آبیاری قطره‌ای با آرایش یک طرفه

در آبیاری قطره‌ای با آرایش یک طرفه، آب توسط یک خط لوله ۱۶میلی‌متری که شامل قطره چکان‌هایی با فواصل مشخص است، به پای گیاهان و درختان ریخته می‌شود.

در این روش، لوله‌ها از یک طرف درختان‌یا گیاهان عبور داده می‌شوند. این روش معمولاً برای محصولات ردیفی و گیاهان یک ساله کاربرد دارد. در صورت استفاده از این روش برای آبیاری درختان، بهتر است که فاصله درختان از هم کمتر از ۲.۵ متر باشد.

لوله‌های پلیمری مورد استفاده در روش‌های آبیاری قطره ای، مزیت‌های متعددی نسبت به سایر لوله‌ها دارند و مشکلاتی همانند خوردگی لوله بتنی را، متحمل نمی‌شوند.



● آبیاری قطره‌ای با آرایش دو طرفه

در این روش، از دو خط لوله یا لوله آبیاری ۱۶میلی‌متری استفاده می‌شود که دارای قطره‌چکان‌هایی بر روی خود هستند.

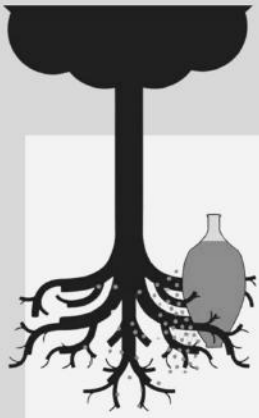
برای انتقال آب به ریشه گیاهان در این روش، از دو طرف ردیف کشت، دو لوله فرعی عبور داده می‌شود. این روش معمولاً برای باغ‌هایی که دارای ریشه‌های توسعه یافته هستند، مناسب است؛ چرا که این درختان، نیازمند آب بیشتری هستند.

همچنین زمانی که از روش آبیاری با آرایش دو ردیفه استفاده می‌شود، فاصله کشت گیاهان از یکدیگر، باید کمتر از ۳متر باشد.

● آبیاری قطره‌ای با آرایش لوپ یا حلقه ای

در آبیاری قطره ای لوپ، از یک طرف ردیف گیاهان یک خط لوله ۱۶میلی‌متری عبور داده می‌شود و بعد از رسیدن لوله به پای گیاه، با استفاده از یک سه راه فشاری ۱۶میلی‌متری، یک خط لوله ۱۶میلی‌متری دیگر، به خط لوله قبلی انشعاب داده می‌شود.

این روش می‌تواند برای کشت درختان جوان که در فاصله‌های بیشتر از ۴متر از هم قرار دارند، مورد استفاده قرار گیرد و اگر برای درختان مسن استفاده شود، به تعداد قطره چکان ها اضافه خواهد شد.



● آبیاری قطره‌ای سفالی یا کوزه‌ای

این روش نیز، شباهت بالایی به روش لوله‌کشی قطره‌ای یک ردیفه یا دو ردیفه دارد.
لوله های لترال(لوله‌های مشبک و نیمه مشبک از جنس پلی اتیلن) می‌توانند در سطح خاک یا کمی زیر خاک قرار بگیرند. در این روش به جای استفاده از قطره چکان‌ها از سفال یا کوزه های خاصی استفاده می‌شود که به‌طور تقریبی دارای طول ۱۵ تا ۲۵سانتی‌متر و قطر ۵ تا ۱۰سانتی‌متری هستند.
این کوزه ها در عمق ۴۰سانتیم‌تری خاک دفن شده و دورتادور آنها، شن ریخته می‌شود و آب مورد نیاز گیاهان را تأمین می‌کنند.

● آبیاری قطره‌ای نواری یا تیپ

آبیاری نواری یکی دیگر از روش‌های آبیاری قطره ای است که در آن از نوارهایی با ضخامت کم استفاده می‌شود.
قطره‌چکان یا سوراخ‌های تعبیه شده بر روی این لوله فشاری، باعث می‌شوند که آب به ریشهٔ گیاه برسد.
این لوله‌ها انعطاف پذیری بالایی دارند و می‌توانند برای کشت انواع گیاهان یک ساله، ردیفی، بوته ای و صیفی‌جات استفاده شوند.
نوارهای آبیاری در این روش، شامل سه نوع نوار تیپ قطره ای بغل دوخت، نوار تیپ پالک دار و نوار تیپ وسط دوخت هستند.

● آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

این روش بسیار شبیه روش آبیاری با آرایش دو ردیفه است و در آن، مقداری از خاک اطراف گیاه برداشته شده و لوله در زیر خاک دفن می‌شود.
عمق خاک می‌تواند تا ۴۰سانتی‌متر برسد و سپس، خط لوله ۱۶میلی‌متری درپیردار(لوله قطره‌چکان‌دار) درون آن قرار داده شود.
آب مورد نیاز گیاهان، توسط قطره‌چکان‌های مخصوص به ریشهٔ گیاهان منتقل خواهند شد.
این روش دارای محبوبیت زیادی است و می‌تواند کمک شایانی به مدیریت ریشهٔ گیاه بکند. در این روش آبیاری، تاج گیاهان در قسمت انتهایی مکان مرطوب شده از سطح خاک، قرار گرفته و نیاز آبی ریشه گیاه، کاملاً رفع می‌شود. لذا؛ این روش، برای مناطقی که دارای منابع آبی محدود هستند، مناسب است.

آبیاری بارانی

در آبیاری بارانی، آب از طریق پمپ از منبع آب خارج شده و از طریق لوله‌های اصلی و فرعی به آب‌پاش‌ها می‌رسد. درنهایت، به شکل آب‌پاشی، قطرات آب برروی زمین می‌ریزند.
آبیاری بارانی در انواع زمین‌ها قابل اجرا هستند؛ اما در زمین‌های شیب‌دار، با افت فشار همراه می‌شوند. از این رو؛ برای اینکه آبیاری در کل سطح مزرعه به‌صورت یکنواخت انجام شود، فشار آب بایستی در لوله‌ها یکسان باشد.

سیستم‌های آبیاری بارانی مدرن یا اتوماتیک، با تکنولوژی پیشرفته‌تری ساخته‌می‌شوند و برای زمین‌های بسیار وسیع و یکپارچه مناسب هستند. این نوع سیستم خود به چهار نوع زیر تقسیم می‌شود:

لینر

در روش سیستم آبیاری بارانی لاینر یا خطی، بال‌های آبیاری(لترال‌ها)، به‌وسیلهٔ چرخ‌هایی که به آن متصل شده‌اند، به‌صورت خطی جابه‌جا شده و آب‌پاش‌های کوچک یا همان آبفشان‌ها، به صورت معلق از بازوها آویزان و عملیات آبیاری را انجام می‌دهند.
این روش برای زمین‌های مربع یا مستطیل‌شکل مناسب است.

سنترپیوت

در این سیستم که به آن سیستم عقربه‌ای یا آبفشان دوّار هم می‌گویند، بال‌های آبیاری حول یک محور زمین را به شکل دایره‌ای آبیاری می‌کنند.
شعاع دایره تحت آبیاری، به اندازهٔ طول لوله لترال بستگی دارد و معمولاً بین ۱۵۰ تا ۶۰۰ متر می‌باشد.
این روش، نیازمند نیروی انسانی کمی است و هر فرد می‌تواند ۴ الی ۵ دستگاه یا به عبارتی ۳۰۰-۲۰۰ هکتار را مدیریت کند. این روش در زمین‌های بسیار وسیع کاربرد داشته، به هزینه اولیه‌ی زیادی نیاز دارد و در زمین‌هایی با شیب بیشتر از ۱۵درصد، کارآیی‌ندارد؛ چراکه گوشه‌های زمین آبیاری نشده و در انتهای مسیر، روان‌آب ایجاد می‌کند.

ویل موو

این نوع آبیاری که به آن سیستم‌ماشین‌آبیاری قرقره‌ای، لوله چرخ‌دار یا آبفشان غلتان نیز می‌گویند، از لوله‌های آلومینیومی به همراه چرخ تشکیل شده که در وسط آن، یک موتور بنزینی پرقدرت با توانایی بالا برای جابه‌جایی سیستم نصب شده‌است.
سرعت جابه‌جایی این دستگاه بسته به نوع سیستم، در حدود ۱۰متر بر دقیقه می‌باشد. ساعات کارکرد هر نوبت آبیاری نیز، به نوع محصول و نیاز آبی آن وابسته است.
گفتنی‌ست که این روش، برای آبیاری محصولاتی با ارتفاع بلند مانند ذرت، مناسب نیست.

تفنگی

در سیستم آبیاری بارانی تفنگی، ارابه‌ای یا قرقره‌ای، لوله‌های پلی‌اتیلن به دور قرقره‌ای پیچیده شده و در انتهای لوله، به یک آب‌پاش تفنگی متصل می‌شود که می‌تواند آب را تا شعاع ۳۰ الی ۵۰ متری، پرتاب کند.
مهم‌ترین مزیت این روش، قابلیت جابه‌جایی آن است و برای آبیاری زمین‌های ماسه‌ای و سبک، به‌کار می‌رود.

سیستم آبیاری لینر

سیستم آبیاری سنترپیوت

مزایای آبیاری بارانی

+موجب کاهش مصرف آب و جلوگیری از هدررفت آب
+مناسب برای انواع زمین‌های کشاورزی به استثنای زمین‌های رسی.
+مناسب برای آبیاری زمین‌هایی با تراکم بالا نظیر گندم، یونجه، ذرت، کلزا و چغندرقند.
+جلوگیری از فرسایش خاک.
+افزایش کمیّت و کیفیت محصولات تولیدی.
+اندازه‌گیری میزان آب مصرفی.
+توزیع یکنواخت آب در سطح مزرعه.
+فراهم کردن امکان کوددهی همراه با آبیاری.

معایب آبیاری بارانی

-نامناسب برای آبیاری گیاهان حساس به رطوبت و ایجاد قارچ در آنها.
-بالا بودن میزان تبخیر آب.
-نامناسب برای استفاده در مناطق گرم و خشک.
-باعث ایجاد روان‌آب در خاک‌های سفت.
-بالا بودن هزینه‌های اولیه نسبت به روش‌های سنتی.
(البته این مورد در دراز مدت با کاهش مصرف آب، افزایش سطح تولید و بهبود کیفیت محصولات، قابل جبران و به سود کشاورز است. علاوه بر آن؛ برای تأمین هزینه‌های اولیهٔ موردنیاز، می‌توان از وام‌هایی که جهاد کشاورزی به‌منظور اصلاح روش‌های آبیاری پرداخت می‌کند، استفاده نمود.)

سیستم آبیاری ویل موو

سیستم آبیاری تفنگی

آبیاری هوشمند

در ایالات متحدهٔ آمریکا به‌طور میانگین، روزانه ۹میلیارد بشکهٔ آب در فضای باز کشاورزی مصرف می‌شود. به‌علت ناکارآمدی آبیاری‌سنتی، بیش از نیمی از این آب هدر می‌رود. تنها گزینهٔ مناسب برای حل این مشکل، آبیاری‌هوشمند است.

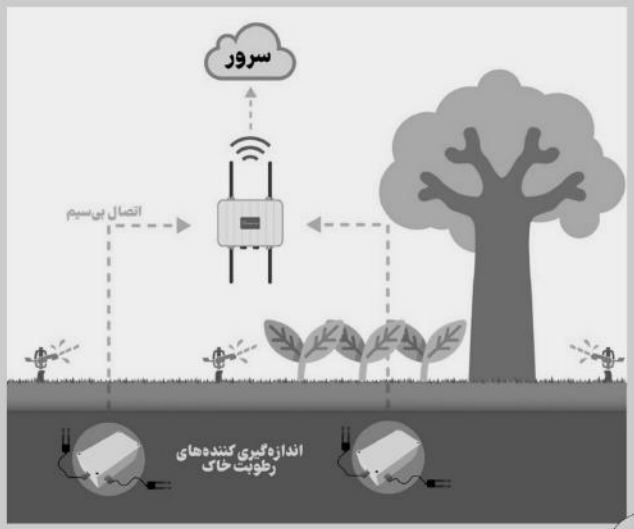
اما چرا سیستم آبیاری هوشمند؟ سیستم‌های آبیاری هوشمند، برنامه‌ریزی آبیاری را متناسب با آب‌وهوا و رطوبت خاک، تنظیم میکنند. این برنامه‌ها و کنترل‌کننده‌ها به طور قابل‌توجهی، راندمان استفاده از آب در آبیاری فضای باز را بهبود می‌بخشند.

برخلاف کنترل‌کننده‌های آبیاری سنتی که طبق یک برنامه‌ریزی متداول و از پیش تعیین‌شده کار میکنند؛ کنترل کننده‌های آبیاری هوشمند، بر وضعیت آب‌وهوا، تبخیر، تعرق و میزان استفادهٔ گیاه از آب، نظارت مستقیم داشته تا به طور خودکار، برنامه‌ریزی آبیاری را با شرایط واقعی زمین کشاورزی، تنظیم کنند. به عنوان مثال؛ با افزایش درجهٔ حرارت در فضای مزرعه یا کاهش بارندگی، کنترل کننده‌های آبیاری هوشمند، با توجه به متغیرهای اختصاصی خود، مانند نوع خاک، نحوهٔ عملکرد آب‌پاش‌ها، رطوبت خاک و...، زمان‌بندی آب‌پاش‌ها را تنظیم میکنند.

● انواع سیستم آبیاری هوشمند:

۱- سیستم آبیاری هوشمند مبتنی بر رطوبت خاک:

کنترل‌کننده‌های آبیاری هوشمند مبتنی بر حسگر رطوبت خاک، برای اندازه‌گیری میزان رطوبت خاک، از فناوری‌های خوبی استفاده میکنند. سنسورها به هنگام دفن در ناحیه ریشه چمن‌ها، درختان یا درختچه‌ها، رطوبت خاک را به طور دقیق اندازه‌گیری کرده و سپس این اطلاعات را به کنترل کننده‌ها منتقل می‌کنند.



سنسور رطوبت، خود به دو روش سیستم آبیاری چرخه معلق و سیستم آبیاری متناسب با نیاز، طبقه‌بندی می‌شود:

۱-سیستم آبیاری چرخه معلق: در این روش، کنترل‌کننده‌ها همانند روش سنتی تنظیم شده‌اند که زمان آغاز و پایان برای آبیاری در آنها، مشخص شده‌است. تفاوت این سیستم در این است که؛ در صورت وجود رطوبت کافی در خاک، آبیاری برنامه‌ریزی شده بعدی را، متوقف می‌کند.

۲-سیستم آبیاری متناسب با نیاز: در این روش، یک آستانهٔ پایین و یک آستانهٔ بالا برای کنترل‌کننده‌ها، تعریف شده‌است که در صورت عدم وجود رطوبت کافی در خاک و پایین آمدن از سطح حداقلی مورد نیاز، آبیاری آغاز می‌شود.

۲-سیستم آبیاری هوشمند مبتنی بر آب‌وهوا:

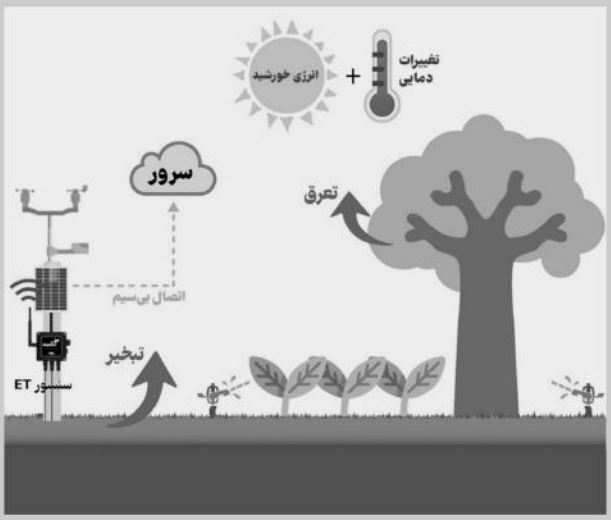
کنترل‌کننده‌های مبتنی بر آب و هوا که به عنوان کنترل‌کننده‌های تبخیر و تعرق(ET) نیز شناخته می‌شوند، از داده‌های‌محلی هواشناسی برای تنظیم برنامه آبیاری، استفاده میکنند. تبخیر و تعرق ترکیبی از تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح گیاهان است. این کنترل‌کننده‌ها، اطلاعات مربوط به وضعیت آب و هوا را جمع آوری کرده و زمان آبیاری گیاهان را تنظیم میکنند تا سطح به مقدار مناسب و کافی، آب دریافت کند. داده های هواشناسی، از چهار پارامتر آب‌وهوایی(دما، باد، تابش خورشید و رطوبت) استفاده میکنند. این دقیق‌ترین روش برای محاسبهٔ مقدار نیاز زمین کشاورزی، به آب است.

به طور کلی؛ سه نوع کنترل‌کننده مبتنی بر آب‌وهوا داریم:

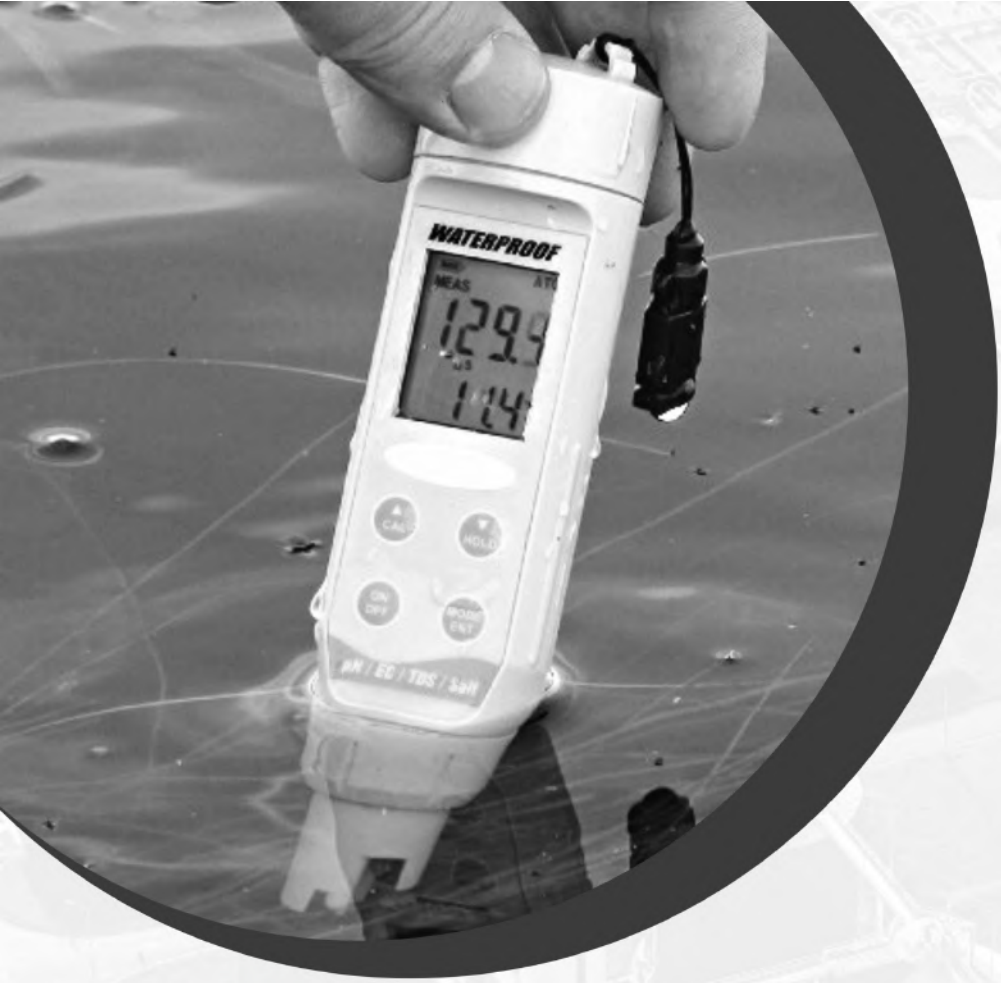
۱-کنترل‌کننده‌های مبتنی بر سیگنال: در این روش، از داده‌های هواشناسی یک منبع عمومی برای محاسبه تبخیر و تعرق سطوح، استفاده می‌شود. سپس داده‌های تبخیر و تعرق از طریق اتصال بی‌سیم به کنترل‌کننده‌ها ارسال می‌شود.

۲-کنترل‌کننده‌های مبتنی بر اطلاعات تاریخی: این روش از یک منحنی از پیش تعیین و برنامه‌ریزی شده بر اساس اطلاعات تاریخی آب در مناطق زمین، استفاده می‌کند. این منحنی، می‌تواند بر اساس دما و شدت تابش خورشید، تنظیم شود.

۳-کنترل‌کننده اندازه‌گیری آب‌وهوا در سایت: این روش نیز از داده‌های آب‌وهوایی جمع‌آوری‌شده در سایت، استفاده میکند تا تبخیرو تعرق را به‌طور مداوم، اندازه‌گیری کرده و زمان‌بندی آبیاری را، تنظیم کند.



بدون شک آبیاری هوشمند در مقایسه با سایر سیستم‌های آبیاری، عملکردی عالی در صرفه‌جویی مصرف آب دارد. مطالعات مختلف نشان می‌دهد، سیستم‌های آبیاری هوشمند، بین ۲۰ تا ۵۰ درصد در مصرف آب، صرفه‌جویی می‌کنند. در چنین شرایطی می‌توان ادعا داشت که آبیاری هوشمند، علاوه بر اینکه یک راهکار هوشمندانه با کاهش هزینه‌ها محسوب می‌شود، یک رویکرد مسئولانه در برابر محیط زیست است. چنین سیستمی در بخش کشاورزی که بیشترین هدر رفت آب را دارد، نه تنها لازم، بلکه ضروری است.



فصل چهارم

کیفیت آب

بازیافت آب و استفاده مجدد از آن
کیفیت آب آبیاری
آب های زیرزمینی و سطحی
مدیریت کیفی آب
تصفیهٔ آب برای مصارف شهری و صنعتی
فناوری‌های نوین در مدیریت زیست‌محیطی منابع آب

سارو موالی
سهیل مظفریان

● بازیافت آب و استفادهٔ مجدد از آن

بازیافت آب، مجموعهٔ ای از فرآیندهایی است که آب را از منابع مختلف جمع‌آوری کرده، سپس بازیافت، تصفیه و آماده برای استفادهٔ مجدد می‌کند. آب حاصل از این فرآیند را می‌توان برای اهداف سودمندی نظیر آبیاری و کشاورزی استفادهٔ کرد. استفاده مجدد از آب می‌تواند جایگزینی مناسب، برای حفظ منابع آب موجود باشد.

منابع آب مختلفی اعم از فاضلاب شهری، فاضلاب‌های صنعتی، طوفان و سیل، روان‌آب کشاورزی و... می‌توانند در این بازیافت، مورد استفاده قرار گیرند. آب مورد استفاده از این منابع، به اندازهٔ کافی تصفیه می‌شود تا انتظارات مورد نیاز در استفادهٔ بعدی خود را برآورده کند. برآورده‌کردن مشخصات لازم برای هدف بعدی استفاده و الزامات تصفیه برای رساندن آب از یک منبع خاص به کیفیت مورد نظر برای اطمینان از سلامت عمومی، حفاظت از محیط زیست یا نیازهای خاص، مهم‌ترین بخش تصفیهٔ آب است.

به طور مثال؛ آب بازیافتی برای آبیاری محصولات، بایستی از کیفیت کافی برای جلوگیری از آسیب به گیاهان و خاک، حفظ ایمنی مواد غذایی و حفاظت از سلامت کارگران مزرعه برخوردار باشد. به طور کلی، در مصارفی که به طور مستقیم با انسان سر و کار دارد، آب به تصفیهٔ بیشتر و دقیق‌تری نیاز دارد.

● انواع بازیافت

استفاده مجدد از آب را می‌توان به دو دستهٔ **برنامه‌ریزی‌شده** و **برنامه‌ریزی‌نشده** دسته‌بندی کرد. بازیافت برنامه‌ریزی‌نشده به آن دسته از بازیافت گفته‌می‌شود که در آن، منبع آب به شکل عمده ای از آب استفاده شدهٔ قبلی تشکیل شده باشد؛ برای مثال، نمونه رایج بازیافت بدون برنامه، زمانی است که یک منطقه، منابع آب خود را از رودخانه‌هایی تأمین می‌کند که منطقه بالادست آن، فاضلاب تصفیه‌شده خود را در آن رودخانه تخلیه کرده است.

بازیافت برنامه‌ریزی‌شده نیز به سیستم‌هایی اشاره دارد که با هدف استفادهٔ مجدد سودمند از منابع آب بازیافتی، طراحی شده‌اند. نمونه‌هایی از بازیافت برنامه‌ریزی‌شده شامل آبیاری کشاورزی، تأمین آب مورد استفاده در صنایع، منابع آب آشامیدنی و مدیریت تأمین آب زیرزمینی است.

● کاربرد های بازیافت و احیاء آب:

-آبیاری در کشاورزی
-آبیاری در محوطه‌سازی؛ مانند پارک‌ها
-تأمین آب شهری
-تأمین آب شرب آشامیدنی
-استفاده در فرآیندهای صنعتی نظیر نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و کارخانه‌ها
-کنترل گرد و غبار یا پاکسازی سطح جاده‌ها، محل ساخت و سازها و سایر مناطق پرتردد
-اختلاط بتن و سایر فرآیندهای ساخت و ساز
-تأمین آب دریاچه‌های مصنوعی
-تأمین آب سفره‌های آب زیرزمینی یا ساحلی
-احیاء محیط زیست

(آبیاری کشاورزی، قدیمی‌ترین روش استفادهٔ مجدد از آب است. بسته به نوع محصولی که آبیاری می‌شود، آب بازیافتی به سطح بالایی از تصفیه نیاز دارد؛ مانند تصفیه دوباره، سه‌باره یا پیشرفته که در نتیجهٔ آن، آب با کیفیت بالایی ارائه می‌شود.)

طی سال‌ها آزمایش، تجزیه‌وتحلیل؛ ایمنی آب بازیافتی برای استفاده در کشاورزی، قابل مقایسه با سایر منابع آب بوده و برای انسان و محیط‌زیست، بی‌خطر است.

آب بازیافتی، مطابق با استانداردهای مبتنی بر استفادهٔ نهایی تصفیه می‌شود و کیفیت آن، می‌تواند بالاتر از کیفیت منابع سنتی نظیر آب‌های سطحی(که در معرض انواع منابع آلودگی قرار دارند،) باشد.

● مزایای بازیافت آب در کشاورزی

استفاده از آب بازیافتی یا منابع آب غیرسنتی در کشاورزی، فواید زیادی دارد. سؤال این است که این منابع، چگونه با منابع سنتی‌تر مقایسه می‌شوند؟

در این بخش؛ به این پرسش از منظرهای مختلفی پاسخ می‌دهیم:

-مقرون به صرفه بودن:

بازیافت آب می‌تواند در دراز مدت، هزینه‌های مالی کمتری به همراه داشته باشد. با کاهش آب های زیرزمینی، هزینه ها و انرژی مرتبط با پمپاژ نیز افزایش می‌یابد؛ چراکه برای به حرکت درآوردن پمپ‌ها، به انرژی بیشتری نیاز است. از این رو بازیافت آب می تواند در طول زمان، به صرفه‌جویی در هزینه کمک کند.

-صرفه جویی در انرژی:

آب و انرژی، ارتباط پیچیده‌ای باهم دارند؛ از آب برای تولید انرژی استفاده می‌شود و برای جمع‌آوری، تمیز کردن و توزیع آب نیز، به انرژی نیاز است. علاوه بر این، مصارف نهایی مختلف آب هر یک، به درجات کیفیت مختلفی نیاز دارند.

استفادهٔ مجدد از آب و تصفیهٔ آن برای استفاده مورد نظر، باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود.

-قابل استفاده در مناطق خشک و کم‌آب:

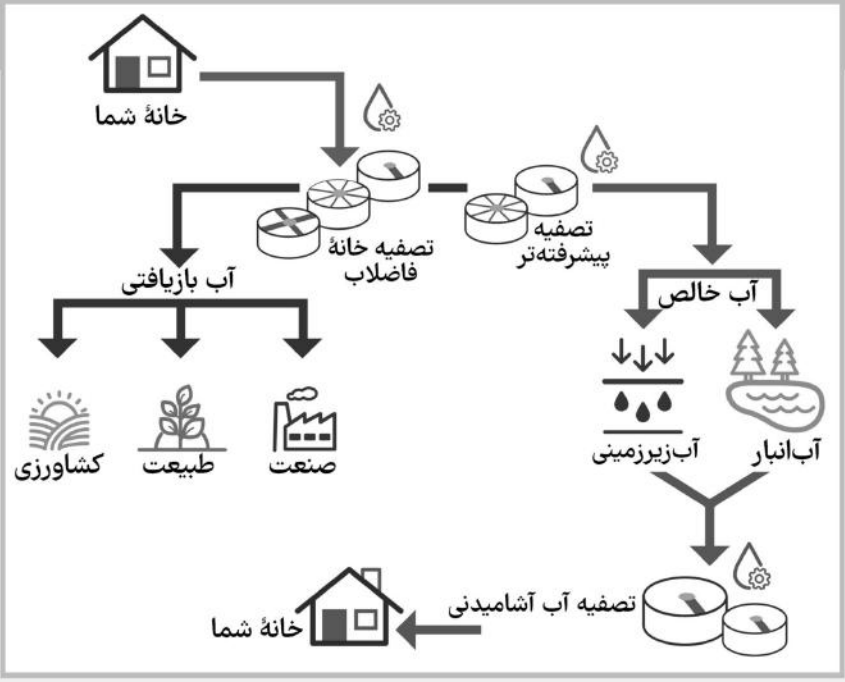
هنگامی که آب بازیافت می‌شود، مناطق خشک و کم‌آب، دیگر نیازی به انتقال آب از مناطق دیگر ندارند و این امر، سهولت دسترسی به آب در این مناطق را، افزایش می‌دهد.

-سهولت دسترسی به آب در صنعت

بازیافت آب در صنعت، قابلیت کاهش هزینه‌های تأمین آب و تصفیهٔ فاضلاب، توسط صنایع را دارد. همچنین باعث کاهش فشار بر منابع آب می‌شود.

فاضلاب را می‌توان در خود کارخانه یا بین چندین کارخانه، مورد استفادهٔ مجدد قرار داد. این فاضلاب را بسته به نوع و کیفیت آن، می‌توان به صورت مستقیم به‌طور مجدد مورد استفاده قرار داد یا قبل از استفاده مجدد، تصفیه کرد.

● بازیافت فاضلاب



از مهم‌ترین برنامه‌های مدیریتی در مصرف آب، بازیافت فاضلاب است که فرصت بهره‌وری چند باره از آب را فراهم میکند. از سوی دیگر؛ کاهش هزینه‌های انتقال فاضلاب، برطرف‌سازی مشکلات مربوط به تصفیه‌خانه‌های غیرمتمرکز و کاهش خطرات زیست‌محیطی، از نقاط مثبت برنامه های بازیافت فاضلاب می‌باشد.

آب خاکستری، بخش قابل توجهی از فاضلاب تولیدی در بخش شهری است که به دلیل تفاوت در کمیت و کیفیت آلاینده‌های موجود در آن، گزینهٔ مناسبی برای بازیافت می‌باشد.

موارد مصرف آب خاکستری تصفیه‌شده، شامل استفاده در فلاش تانک، آبیاری فضای سبز و کشاورزی، شستشوی محوطه، کارواش، استفاده در تأسیسات سرمایشی و... می‌باشد.

از مزایای بازیافت آب خاکستری، کاهش مصرف آب از منابع مرسوم است که این آب، می‌تواند بسته به نوع و میزان تصفیه، برای مصارف غیر شرب و آبیاری سطحی و زیرزمینی، مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

به‌طورکلی؛ سیستم‌های بازیافت و استفاده مجدد از آب خاکستری، شامل چند بخش و واحد اصلی‌ست:

۱-سیستم جمع‌آوری تشکیل شده از شیرها و لوله‌ها به‌منظور انتقال آب خاکستری به بیرون از خانه.

۲-مخزن جمع‌آوری برای نگهداری موقت مقدار زیادی از آب خاکستری.

۳-سیستم‌ها و واحدهای مربوط به فرایندهای مختلف تصفیه؛ مانند آشغالگیر، انواع فیلترها، گندزدایی و... .

۴-پمپ انتقال آب خاکستری تصفیه‌شده از مخزن جمع‌آوری به مقاصد مورد استفاده.

● تاریخچهٔ بازیافت و استفاده ی مجدد از آب

در کشور ژاپن، تعداد موارد استفاده از سیستم‌های بازیافت آب خاکستری در ساختمان‌ها رو به افزایش است؛ به‌طوری‌که این تعداد از ۱۸مورد در سال۱۹۶۹ به ۱۰۴مورد در سال۲۰۱۰ رسیده‌است و تعداد کل پروژه‌های استفادهٔ مجدد از آب خاکستری در ساختمان‌ها، از سال ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۰ برابر ۳هزار و ۶۵۴ مورد بوده‌است.

در یکی از پروژه‌های موفق توکیو که به منظور استفاده مجدد از آب خاکستری در یک مجتمع شامل ساختمان اداری، هتل، مراکز فرهنگی و تجاری انجام شده است، سالانه ۳۴۵ هزار مترمکعب پسآب تصفیه‌شده، حاصل می‌شود که از این مقدار، ۲۳۰ هزار مترمکعب، برای مصارف آبیاری فضای سبز و سرویس‌های بهداشتی، مورد استفاده قرار گرفته و مابقی سرریز می‌شود.

● کیفیت آب آبیاری یعنی چه؟

کفیت آب، به خصوصیاتی از یک منبع آبی اشاره دارد که مناسب بودن آن را برای آبیاری، مشخص می‌کند. این به این معنی است که؛ آیا از آب در دسترس می‌توان برای آبیاری مزارع و محصولات کشاورزی استفاده کرد یا نه.

شاخص کیفیت آب با ویژگی‌های فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیکی خاصّی تعریف می‌شود. برای تعیین کیفیت آب در دسترس کشاورزی، آب موجود باید مورد آزمایش قرار گرفته تا نتیجه‌گیری شود چگونه متناسب با کیفیت آب موجود، از آن در آبیاری استفاده کرد. بر اساس تحقیقات، تجربیات و پاسخ‌های اندازه گیری شده در مراکز علمی؛ استانداردهای خاصّی برای آن تعریف شده‌است که کیفیت آب را برحسب آنها، مشخص می‌کند.

عوامل موثر بر کیفیت آب در کشاورزی عبارتند از شوری، نرخ نفوذ آب، سمّی شدن و سایر موارد.

۱. شوری

به تجمع نمک با غلظت معین در اطراف ریشه که میزان دسترسی محصول به آب را کاهش داده و منجر به کاهش عملکرد و بازدهی محصول شود، شوری گفته می‌شود.

در مناطق آبیاری شده، نمک به وسیله آب آبیاری یا از طریق مواد مغذی اضافه شده به خاک، می‌تواند اطراف ریشه را شور کند. کاهش عملکرد زمانی اتفاق می‌افتد که تجمع نمک به حدی در اطراف ریشه افزایش پیدا کند که گیاه نتواند آب را از محلول آب نمک ایجاد شده، جذب کند که در نهایت؛ این امر در دراز مدت منجر به استرس آبی در گیاه و کاهش بازدهی محصول می‌شود. در این حالت، به دلیل کاهش جذب آب توسط گیاه، سرعت رشد بسیار کند می‌شود و علائمی مانند خشکی، پژمردگی و تغییر رنگ به سمت تیرگی در گیاه، ظاهر می‌شود. این علائم بنابراینکه گیاه در چه مرحله‌ای از رشد باشد، متغیر و اثرات آن در مراحل رشد اولیه و جوانه زنی، مخرب‌تر و خطرناک‌تر است.

نمک‌هایی که منجر به شوری خاک می‌شوند، محلول در آب بوده و به راحتی توسط آب به مناطق مختلف خاک انتقال می‌یابند. اگر از آب غیر شور برای آبیاری در فصول زراعی استفاده شود، بخشی از خاک هایی که با تجمع نمک در اطراف ریشه مواجه شده‌اند با این روش شسته شده و نمک‌ها به عمق پایین‌تر از ریشه هدایت می‌شوند. به این فرآیند آبشویی گفته می‌شود. میزان شسته شدن خاک به کیفیت آب آبیاری و تحمل شوری محصول بستگی دارد.

یکی از روش‌های موثر آبیاری در زمین‌های شور، آبیاری قطره‌ای است که می‌تواند هزاران هکتار از زمین‌های غیر قابل کشت را، به زیر کشت ببرد. تأثیر این نوع آبیاری در رفع مشکل شوری خاک در تگزاس نشان می‌دهد، این امر پیشرفت بزرگی در کشاورزی نوین ایجاد کرده‌است.

۲. نرخ نفوذ آب

هنگامی‌که درصد سدیم یک خاک زیاد باشد، یک خاک با سدیم بالا تشکیل شده‌است که ساختار خاک را تضعیف می‌کند. در چنین حالتی ساختار خاک سطحی، به ذرات کوچک‌تر پراکنده شده و منافذ خاک را مسدود می‌کنند. این حالت در شرایطی که نمک خاک کم است نیز، می‌تواند رخ دهد. مقدار نسبتا زیاد سدیم در خاک یا آب، میزان نفوذ آب آبیاری را در زمین کاهش داده و سبب می‌شود آب به مقدار کافی به تمامی قسمت‌های گیاه نرسد.

یکی از مشکلاتی که به دلیل نرخ پایین نفوذ آب در خاک رخ می‌دهد، کاهش نرخ نفوذ آب بارندگی به خاک و در ادامه کاهش دسترسی گیاه به آب می‌باشد. اگرچه میزان نفوذ آب به داخل خاک تا حد زیادی به کیفیت آب آبیاری بستگی دارد، اما عوامل دیگری از قبیل: ساختار خاک، درجه تراکم، درصد مواد عالی و... نیز می‌توانند تا حد زیادی بر میزان جذب تاثیرگذار باشند.

دو شاخص اصلی در کیفیت آب ومیزان نفوذ استاندارد آب در خاک دخیل هستند؛ عامل اول درجه شوری آب و عامل دوم، مقدار سدیم به نسبت کلسیم و منیزیم می‌باشد. شوری آب منجر به افزایش نفوذ آب در خاک شده و بالعکس، وجود سدیم زیاد موجب کاهش نرخ نفوذ در خاک می‌گردد. تعدادی از مشکلاتی که بر اثر این دو عارضه بوجود می‌آیند؛ مواردی از قبیل پوسته پوسته شدن بذر، بوجود آمدن علف‌های هرز زیاد، غرق شدن محصول، اختلالات تغذیه‌ای، غده‌های زراعی ضعیف در مناطق مرطوب و کم ارتفاع می‌باشند.

۳. سمی شدن

اگر میزان یون‌های معینی از قبیل سدیم، کلراید و بور موجود در آب یا خاک به غلظت خاصی برسند، منجر به تخریب گیاه و کاهش بازدهی محصول می‌شوند و اینجاست که مشکل سمی شدن آب یا خاک را بوجود می‌آورند.

برآورد میزان خسارت، به میزان جذب و درجه حساسیت محصول بستگی دارد. در چنین شرایطی محصولات دائمی یعنی محصولات درختی، حساس‌تر هستند. اگر تجمع این یون‌ها بیشتر شود، می‌تواند سبب بروز مشکلاتی چون سوختگی برگ درختان، آسیب‌های جدی به گیاه و حتی مرگ محصول شود. البته ممکن است مشکل سمی شدن، در غلظت پایین‌تر یون‌ها نیز اتفاق بیفتد اما عموماً سمی شدن، به همراه مشکلاتی نظیر شوری یا نفوذ آب همراه است که این مسئله را پیچیده‌تر کرده و موجب آسیب بیشتری می‌شود. در این حالت؛ یون‌های سمی به‌وسیله آب در داخل گیاه حرکت کرده و بعد از تعریق، در برگ رسوب می‌کند.

یون‌ها در مناطقی از گیاه که تعریق بیشتر است(عموماً لبه‌ها و کناره‌های برگ‌ها)، بیشتر رسوب می‌کنند. این تجمع به مرور زمان اتفاق می‌افتد و اغلب، علائم ظاهری آن با تأخیر همراه است. میزان خسارت به مدت زمان قرار گرفتن در معرض یون‌ها، غلظت یون‌های سمی، حساسیت محصول و میزان آب خروجی(تعریق) بستگی دارد. این نکته قابل ذکر است که در فصول گرم سال و نیز مناطق گرمسیر، انباشت این یون‌ها به نسبت مناطق سردسیر بیشتر است.

همچنین سمی شدن، می‌تواند از جذب مستقیم یون‌های سمی از طریق برگ‌های مرطوب شده توسط آب‌پاش‌ها نیز، ایجاد شود. سدیم و کلرید یون‌های اصلی جذب شده در برگ‌ها می‌باشند.

۴. سایر موارد

موارد دیگری نیز وجود دارند که بر کیفیت آب در کشاورزی اثر می‌گذارند. یکی از این موارد، غلظت بالای نیتروژن در آب است که منجر به رشد بیش از حد گیاه شده و بلوغ گیاه را به تأخیر می‌اندازد. مورد بعدی، رسوبات حاوی بی‌کربنات، سنگ گچ یا سنگ آهن است که می‌تواند مشکل ساز شود. PH آب هم در صورت نامناسب بودن(اسیدی یا قلیایی بودن آب) می‌تواند مشکلات زیادی به وجود آورد. مشکل دیگری نیز که همواره با آن روبرو هستیم، خوردگی یا گرفتگی آب‌پاش‌ها و تجهیزات آبیاری بارانی(به دلیل کیفیت آب مورد استفاده) است؛ رسوبات معدنی و آلی، منجر به گرفتگی سری آب‌پاش‌ها شده و عملکرد آنها را مختل می‌سازد و بطور کلی؛ رسوبات، کانال‌های خاک‌ریزها را پر کرده و هزینهٔ لایروبی را افزایش می‌دهد.

● آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی، منابع مخفی آب هستند که در زیر زمین، در شکستگی‌ها و فضاهای خالی بین سنگ‌ها و خاک، به صورت سفره‌های زیرزمینی، وجود دارند.

عامل اصلی بوجود آمدن آب‌های زیرزمینی، بارش است. هنگامی که بارش به‌صورت باران یا برف صورت می‌گیرد و خاک اشباع می‌شود، آب به سفره‌های زیر زمین نفوذ کرده و منابع آب زیر زمینی را پر می‌کند. سپس؛ آب های زیر زمینی به آرامی از طریق زمین حرکت کرده تا زمانی‌که به طور طبیعی در دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و نهرها، جاری شوند یا از طریق چاه‌های حفر شده، به سطح زمین کشیده شوند. بنابراین؛ آب‌های زیر زمینی، منبعی حیاتی به شمار می‌آیند و دور بودن این منابع آب از چشم انسان، معلول بر کم اهمیت بودن آن‌ها نیست و در واقع؛ بزرگ‌ترین منبع آب شیرین روی کرهٔ زمین که آب آشامیدنی بیش از ۵۰% از جمعیت جهان را تأمین می‌کند، آب‌های زیرزمینی هستند.

یکی از موضوعات بحث برانگیز در مورد آب‌های زیرزمینی این است که بعد از آلوده‌شدن، برای تصفیه پرهزینه هستند؛ بنابراین، حفاظت از آنها اهمیت بسیار زیادی دارد.

جالب است بدانید:

میزان آب های زیر زمینی، هزاران برابر آن چیزی است که در رودخانه‌ها و دریاچه‌های جهان وجود دارد.

همچنین، مدت زمانی که طول میکشد تا آب‌های زیرزمینی تنها یک مایل(۱.۶کیلومتر) را طی کنند، می‌تواند به اندازهٔ طول عمر انسان باشد.

● آلودگی آب‌های زیرزمینی

منابع آب‌های زیرزمینی، نه تنها برای بیش از نیمی از جمعیت جهان آب آشامیدنی تأمین می‌کنند؛ بلکه، بیشتر زمین‌های کشاورزی نیز، برای آبیاری به آب‌های زیرزمینی متکی هستند. با این حال، همانطور که پیش‌تر هم گفته شد؛ آب‌های زیرزمینی در برابر استفادهٔ بی‌رویه و آلودگی، آسیب پذیر هستند.

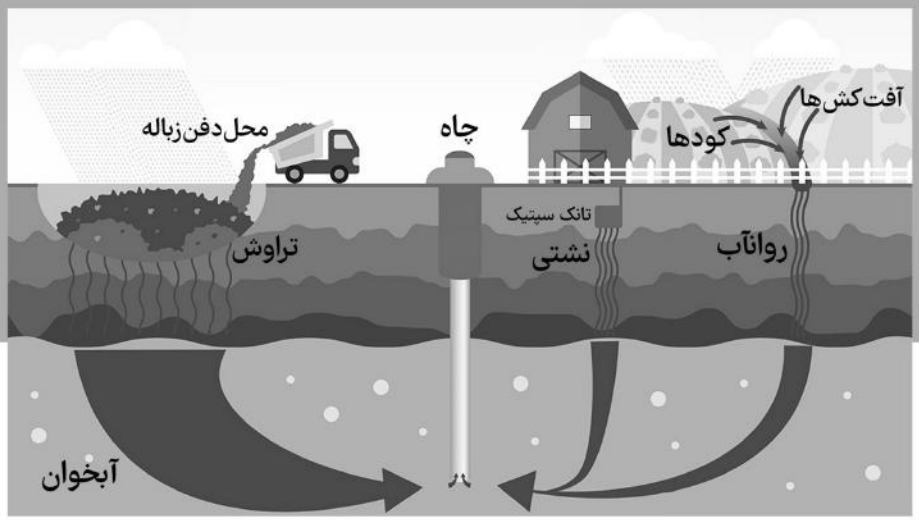
میکرو ارگانیسم هایی چون باکتری‌ها و ویروس‌ها، فلزات سنگینی مانند آرسنیک، مس، آهن و منگنز، آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها، روغن و گازوئیل، محصولات خانگی نظیر رقیق‌کننده رنگ و مواد شیمیایی استخرها، نیترات و نیتریت، ترکیبات آلی فرّار، کلرید، فلوراید، سیانید، سولفات و رادیونوکلئیدها، تعدادی از آلودگی‌هایی هستند که می‌توانند در آب‌های زیرزمینی یافت شوند.

اگر ضایعات خطرناک از جمله رقیق کننده رنگ، مواد شیمیایی استخر و بنزین، در محل دفن زباله استاندارد دفع نشوند، مواد شیمیایی می‌توانند وارد خاک شده و در نهایت، به آب‌های زیرزمینی نفوذ کنند.

مخازن ذخیرهٔ زیرزمینی اغلب برای ذخیره بنزین، روغن حرارتی و دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرند و با کهنه‌و فرسوده شدن، دچار خوردگی شده و با نشت مواد مضر در خاک و آب‌های زیرزمینی، آنها را آلوده می‌کنند.

معادن نیز زباله هایی تولید می‌کنند که اغلب شامل فلزات، مواد معدنی و سولفیدها است. در زمان بارش باران، این زباله‌ها به آب‌های زیرزمینی نفوذ می‌کنند.

استفاده از سموم دفع آفات و کودها، بسیار گسترده است. این مواد نه تنها در کشاورزی، بلکه در بسیاری از حرفه‌ها دیگر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و در نهایت در چمنزارها و محصولات زراعی تجمع پیدا کرده و با نفوذ در خاک، به آب های زیرزمینی وارد می‌شوند.



● تصفیهٔ آب‌های زیرزمینی

دو نوع تصفیه آب زیرزمینی وجود دارد؛ در محل و خارج از محل.

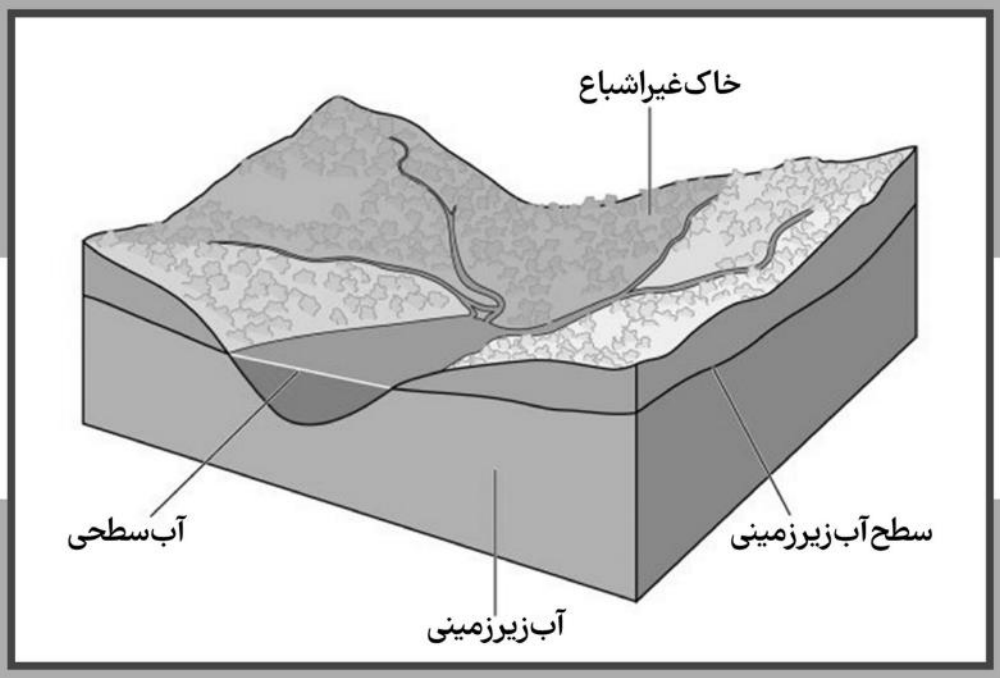
تصفیهٔ در محل، اغلب به عنوان پالایش زیستی نامیده می‌شود، چراکه شامل وارد کردن میکروارگانیسم‌ها به آب‌های زیرزمینی است که آلودگی‌های معدنی و آلی را از بین برده یا سم زدایی می‌کند. در این روش، آب دقیقاً در جایی که قرار دارد، تصفیه می‌شود. اما تصفیهٔ آب خارج از محل به این صورت است که، آب‌های زیرزمینی با استفاده از یک پمپ خلأ، به صورت فیزیکی پمپ و از محل خارج شده و بعد از تصفیه، به سفرهٔ زیر زمین، باز می‌گردد.

هر دو روش بایستی توسط یک کارشناس حرفه‌ای انجام شود. ناگفته نیز نماند که یک منبع آب زیرزمینی که یک بار آلوده شده‌است، باید در سال‌های آینده، تحت کنترل قرار گیرد. جلوگیری از آلودگی آب‌های زیرزمینی در درجهٔ اول، روش ایده آل تصفیه است.

● آب‌های سطحی

آب‌های سطحی، به آب‌های موجود بر سطح زمین؛ مانند آب موجود در یک رود، دریاچه، تالاب یا اقیانوس گفته می‌شود که در مقابل آب‌های زیرزمینی و آب‌های جوی، قرار می‌گیرد. آب‌های سطحی غیرشور، از راه بارندگی و رسیدن آب‌های زیرزمینی به سطح زمین تأمین می‌شود. مقداری از این آب‌ها، از طریق تبخیر سطحی و نفوذ به زمین و تبدیل به آب‌های زیرزمینی، استفاده توسط گیاهان جهت تعرق، استخراج توسط انسان در راستای کشاورزی، شرب و صنعت یا ورود به دریاها و تبدیل به آب شور، از دست می‌رود. آبهای سطحی دارای ویژگی‌های خاصی هستند؛ اصلی ترین این پارامترها عبارتند از:

۱. زلال نیستند؛ یعنی مواد معلق و کدورت زیادی دارند.
۲. مقدار PH در این آب‌ها بین ۷ تا ۸ می‌باشد.
۳. حاوی شوینده‌ها، مواد آلی و فلزات سنگین می باشند.
۴. معمولاً آلوده به میکروارگانیسم‌ها هستند.
۵. مقدار آمونیاک، فنول، فسفات‌ها و نیترات‌ها، در آنها زیاد است.



به‌طور کلی؛ آب‌های سطحی مقدار زیادی آلودگی مواد آلی، میکروبی و ویروسی دارند. برکه‌های مخزنی، دریاچه‌هایی مصنوعی هستند که به‌طور معمول، به‌صورت خاک‌ریز یا با مهندسی ساخته شده و در آنها مقدار بسیار زیادی، آب نگهداری می‌شود. سدهایی که در راستای رودخانه‌ها و نهرهای کوهستانی ساخته می‌شود هم، مخازن بزرگی از آب‌های سطحی را تأمین می‌کنند. منطقه‌ای که آب آن در برکه انبار می‌شود، منطقهٔ آب‌خیز نامیده می‌شود. یکی از عیوب این آب‌ها که به‌مدت زیاد نگهداری می‌شوند این است که؛ جلبک‌ها و دیگر جانداران ذره‌بینی در آنها رشد کرده و طعم و بوی نامطبوعی به آنها می‌دهد.

آب‌های سطحی زمین‌های مرتفع، ناخالصی‌های حوزهٔ آبخیز خود را دارند؛ ممکن است منبع ناخالصی سکونت انسان یا جانوران باشد. این باور همگانی که آب رودخانه‌های کوهستانی بسیار خالص است، بیشتر اوقات نادرست است. حتی اگر انسان و دام در آن منطقه نباشد نیز، باز هم ممکن است آلودگی از حیوانات وحشی به‌وجود آید.

آب رودخانه‌ها در فصل باران، گل‌آلود اما در فصول دیگر، ممکن است صاف باشد. صاف بودن آب، سلامت آن را از نظر آشامیدنی تضمین نمی‌کند. آب رودخانه دارای همه نوع ناخالصی‌های نامحلول است و شمار قابل توجهی از باکتری و حتی باکتری‌های روده‌ای در این آب‌ها وجود دارد.

به‌وسیلهٔ نیروهای طبیعی پالایش تا حدودی آب رودخانه‌ها به طور خودکار پالایش می‌یابد. این نیروها عبارتند از رقیق شدن، رسوب کردن، هوا دهی، اکسیداسیون، نور آفتاب، گیاهان و جانوران. البته این نیروها برای قابل آشامیدن شدن آب کافی نیستند و آب قبل از آشامیدن، بایستی تصفیه شود.

● مدیریت کیفی آب

ایران، سرزمینی نسبتاً خشک است. متوسط بارندگی سالانه در سطح کرهٔ زمین، در حدود ۸۹۰میلی‌متر تخمین زده می‌شود؛ این در حالی‌ست که در ایران، رقمی معادل ۲۶۰میلی‌متردارد. این به این معنی است که مقدار بارندگی در ایران، حتی از یک سوم میانگین بارندگی جهان نیز کمتر است. علاوه بر این موضوع، پراکنش زمانی و مکانی همین اندک بارندگی در ایران نیز، بسیار نامناسب است و اغلب شهر های ایران، در مناطقی قرار دارند که دسترسی آنها به آب، کم است. بطور کلی؛ ایران شرایط اقلیمی خشکی دارد.

بنا بر تعریف سازمان ملل متحد، **شاخص کم‌آبی کشورها** بر مبنای حجم سالانه آب تجدید شونده و نسبت آن، با میزان تقاضا و مصرف آب صورت می‌گیرد.

آب تجدید پذیر، مقدار آبی است که حوضه آبریز، طی چرخهٔ آبی سالیانه، توانایی بازیابی آن را دارد. بر این اساس، هرگاه مجموع مصرف آب یک کشور از ۶۰درصد کل منابع آب سالانه تجدید شونده بیشتر باشد، آن کشور با کم آب مواجه است. کشور ایران نیز، با بحران شدید مصرف آب روبرو است.

● هدف مدیریت یکپارچهٔ آب

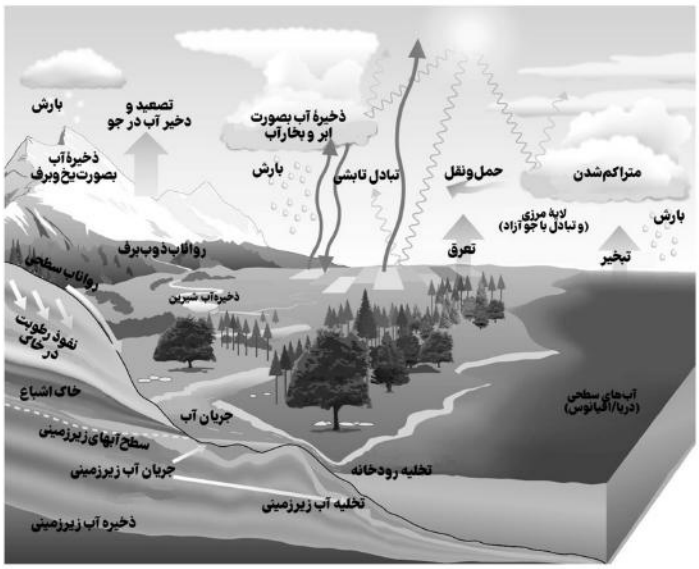
مدیریت یکپارچهٔ آب، به دو عامل مدیریت منابع و مدیریت تقاضا(مصارف) وابسته است. اولویت مدیریت آب با مدیریت منابع است که به پایداری کمّی و کیفی آب‌های سطحی و زیرزمینی گفته می‌شود و نیازمند چارچوب و سامانه پایش، قوانین و فرهنگ‌سازی است. همچنین مدیریت تقاضا به بالا بردن هر چه بیشتر بهره‌وری آب(مصرف معقول) گفته می‌شود که آن هم به اندازه‌گیری و قیمت گذاری آب، ایجاد بازار آب و فرهنگ سازی نیاز دارد.

مدیریتی کارا و مؤثر نیز در حفظ و استفادهٔ صحیح از آب، توسعه منابع آب جدید نظیر سدهای بزرگ، افزایش شبکه‌های انتقال آب، احداث تأسیسات تصفیهٔ آب و شبکه‌های توزیع است. البته می‌توان از روش‌های ارزان‌تری نیز به جای توسعه منابع آب جدید، استفاده کرد که شامل پیشگیری از هدررفت آب و پیشگیری از مصرف بی‌رویه آبی که پیشاپیش ذخیره، تصفیه و به شبکهٔ تأمین، انتقال داده شده است.

● مشکلات اصلی در تأمین آب:

۱. توزیع غیریکنواخت؛ فصلی و جغرافیایی.
۲. افزایش جمعیت و در نتیجه، افزایش مصرف سرانه.
۳. آلودگی آب؛ شیرابه حاصل از زباله، تخلیه فاضلاب‌ها و آلاینده های اتمسفری.

آلودگی آب، تغییر خواص آب و نقش اساسی آن در مصارف ویژه ناشی از افزایش یک ماده شیمیایی، فیزیکی و یا بیولوژیکی است.



● چرخهٔ آب

آب موجود در کرهٔ زمین، بطور مداوم در حال چرخش است. حرکت پیوسته بخار آب به هوا و برگشت آن بصورت نزولات جوی به سطح زمین ، چرخهٔ آب یا چرخه آبشناسی نام دارد. این چرخه، نحوهٔ حرکت آب در زمین و اتمسفر را مشخص می‌کند و یکی از سیکل یا چرخه‌های اساسی در طبیعت محسوب می‌شود. با توجه به حرکت چرخشی آب، نمی‌توان ابتدا و انتهایی برای آن در نظر گرفت. همچنین، آب در این چرخه، در شرایط مختلف به صورت مایع، جامد و بخار شکل می‌گیرد.

انسان با فعالیت‌های خود، می‌تواند بر این چرخه اثر گذاشته و چرخه‌های مصنوعی آب را هم بوجود آورد. تخلیهٔ پساب تصفیه خانه‌های فاضلاب به داخل رودخانه‌ها از مواردی است که موجب ایجاد یک چرخهٔ مصنوعی می‌گردد و شامل برداشت از آب‌های سطحی، انجام پروسه‌های تصفیه، توزیع در شبکهٔ آب آشامیدنی، جمع‌آوری فاضلاب، تصفیهٔ فاضلاب، تخلیهٔ پساب تصفیه‌شده به آب‌های سطحی جهت رقیق‌سازی، انجام زلال سازی طبیعی در رودخانه‌ها و تکرار مراحل فوق در هر یک از شهرهای مسیر رودخانهٔ مذکور است.

فعالیت‌های مؤثر در چرخه‌های مصنوعی آب شامل موارد زیر است:

-فعالیت های کشاورزی
-تغییر ساختار شیمیایی اتمسفر
-جنگل زدایی
-جنگل زایی
-استخراج منابع آب زیرزمینی
-برداشت آب از رودخانه ها
-احداث سد؛ شهر نشینی و توسعه شهری

● منابع آب

کیفیت آب‌های زیرزمینی در مقایسه با آب های سطحی اغلب پایدارتر است اما تعیین محل آب‌های سطحی نسبت به آب‌های زیرزمینی ساده‌تر و معمولاً شناسایی آنها، نیازمند تخصصاتی از قبیل آب‌شناسی(هیدرولوژی) یا زمین‌شناسی نیست.

به طور کلی؛ غلظت مواد معدنی در آب‌های سطحی، در حدی نیست که به عنوان آلاینده تلقی گردد اما به سادگی می‌توانند توسط عوامل بیماری‌زای مختلف، آلوده شوند. مواد شیمیایی گوناگون نیز می‌توانند آب‌ها را از طریق رواناب‌ها یا تخلیهٔ فاضلاب‌های صنعتی و زباله‌های شهری به آب‌های سطحی، آلوده سازند. این مشکلات، مبتنی بر فصل یا خشک‌سالی که میزان آب‌های سطحی کاهش می‌یابد، آشکارتر است.

برای دسترسی به آب‌های زیرزمینی، چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق حفر کرده و با نصب تلمبه‌های مناسب، آنها را استحصال می‌کنند.

آب‌های زیرزمینی نیز در معرض آلودگی قرار دارند اما اغلب صاف و بی‌رنگ بوده و مقدار مواد آلی و میکروارگانیسم‌های آنها کمتر از آب های سطحی است؛ چراکه آب ضمن عبور از لایه‌های مختلف خاک، تا حدی تصفیه می‌شود. مواد معدنی(نظیر یون‌های کلسیم و منیزیم) که عامل اصلی سختی آب هستند، معمولاً در منابع آب‌های زیرزمینی بیشتر از آب‌های سطحی مجاور آن است.

بطورکلی؛ مقدار و نوع مواد معدنی موجود در آب‌های زیرزمینی، خصوصیات مواد معدنی زمین آن منطقه را بیان می‌کند.

تغییرات درجهٔ حرارت آب‌های زیرزمینی نیز ثابت‌تر از آب‌های سطحی بوده و اغلب نزدیک به میانگین سالانهٔ درجهٔ حرارت هوای منطقه است.

آب‌های زیرزمینی، ممکن است فقط با تصفیهٔ میکروبی برای مصارف عمومی مناسب شوند و در صورتی که وجود آلاینده‌ها باعث شکایت و نارضایتی مصرف‌کنندگان شود، باید از آب حذف شده و یا مقدارشان به حدی تقلیل داده‌شود که برای مصرف‌کنندگان قابل تحمل بوده و اثر منفی بر سلامتی آنها نداشته باشد.

جالب است بدانید:

از لجن برای تصفیهٔ فاظلاب استفاده میشود و در هر یکصد سانتی‌متر مکعب فاظلاب تصفیه نشده، در حدود چند میلیون باکتریوجود دارد!

فاظلاب تصفیه شده، حاوی مواد آلی‌ست و به‌عنوان کود نیز از آن استفاده می‌شود.

● کیفیت و کمیت آب

به نظر شما کیفیت آب مهمتر است یا کمیت آب؟

در بسیاری از شرایط بحرانی، انتقال بیماری‌ها از طریق آب، به همان اندازه به ناکافی‌بودن میزان آب برای موارد بهداشت شخصی و خانگی بستگی دارد، که به استفاده از آب ناسالم نیز مربوط می‌باشد.

تا زمانی که حداقل استانداردهای مربوط به کمیت و کیفیت به دست آیند، اولویت اصلی، دسترسی یکسان به مقدار مناسب آب است. حتی اگر کیفیت آب در حد متوسط باشد، نباید تلاش کرد که با تهیه مقدار ناکافی آب سعی کنیم به حداقل استاندارد کیفیت دسترسی پیدا کنیم.

همچنین باید در نظر داشت افرادی که از ویروس اچ‌آی‌وی(ایدز) رنج می‌برند، به آب شرب و بهداشت‌فردی بیشتری نیاز دارند.

علاوه بر موارد بالا، باید بر برآورده شدن نیازهای دامی و دانه‌ها(مخصوصاً در زمان خشکسالی) اطمینان حاصل شود.

● تصفیهٔ آب شهری

آب، مهم‌ترین مادهٔ غذایی در رژیم انسان‌ها است. انسان بالغ در طول روز، به نوشیدن ۲لیتر معادل ۸لیوان آب نیاز دارد تا آب ازدست‌رفته ناشی از تعرق، دستگاه تنفسی و ادرار بدن خود را جبران کند اما استفاده بسیاری از منابع آب برای تأمین این نیاز، به‌سادگی امکان‌پذیر نیست. ۹۹/۷درصد منابع آب کره‌زمین برای انسان، قابل‌استفاده نیست. این آب‌ها شامل آب‌دریا، یخچال‌های طبیعی و رطوبت موجود در هوا می‌باشد.

تنها آب شیرین در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی وجود دارد اما بسیاری از این منابع نیز برای نوشیدن مناسب نیست چراکه بسیاری از بیماری‌های خطرناک مانند وبا در اثر استفاده از آب شرب حاوی بیماری‌های انگلی به وجود می‌آید.

به علاوه، منابع آب شیرین می‌توانند حاوی مقادیر زیادی از پساب‌های صنعتی و مواد شیمیایی استفاده‌شده در کشاورزی باشند که این مواد نیز، ممکن است سمّی بوده و بر سلامت آب تأثیرگذارند. بنابراین؛ انسان نیازی ضروری برای دسترسی به یک منبع آب شیرین سالم برای آشامیدن دارد.

به غیر از آب شرب، حجم بیشتری از آب برای انسان، در جهت کاربردهای دیگر استفاده می‌شود؛ کاربردهایی نظیر مصارف خانگی مانند آشپزی یا شست‌وشو، صنعتی، کشاورزی و تفریحی.

بنابراین؛ کیفیت منابع آب شیرین برای هر بخش از زندگی روزمره از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و لذا، دولت‌ها و سازمان‌ها، قوانین مختلفی را برای بررسی، تصفیه و محافظت از منابع آب شیرین تصویب کرده‌اند.

● منابع تأمین آب شیرین

آب شور برای مصرف انسان مناسب نیست و آب موجود در یخچال‌های طبیعی و بخار هوا برای مصرف انسان به‌سادگی در دسترس نیست. با این حساب تنها ۰/۳٪ از آب کره زمین به شکل آب شیرین وجود دارد. حجم عظیمی از این آب (در حدود ۹۸/۵٪) نیز در زیر زمین و به شکل آب‌های زیرزمینی وجود دارد. منابع باقیمانده آب مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با نام آب‌های سطحی شناخته می‌شوند. استفاده از آب‌های سطحی یا زیرزمینی، منطقه به منطقه متفاوت است. به‌صورت کلی، آب‌های زیرزمینی تمیزتر بوده و به تصفیه کمتری نیاز دارند؛ اما آب‌های سطحی در دسترس‌تر اند.

● آلودگی آب‌های شیرین

واضح است که منابع آب شیرین تنها از آب خالص تشکیل نشده و بررسی ترکیبات شیمیایی این منابع نشان می‌دهد که آب شیرین به‌صورت محلولی از آب و ذرات حل‌شده در دسترس‌اند.

آب شیرین می‌تواند شامل موارد زیر باشد:
-یون‌ها (نظیر Na^+، Ca^{2+}، F^-و HSO_4^-)
-گازهای محلول (مانند O_2و CO_2)
-سایر مولکول‌های حل‌شده نظیر محصولات جانبی آلی
-مولکول‌های حل‌شده ناشی از فعالیت‌های بشری مانند پساب‌های صنعتی و کشاورزی

علاوه بر ذراتی که در آب شیرین حل شده‌اند، ذرات زیادی نیز به‌صورت معلق در این آب وجود دارند. برخی از این ذرات شامل باکتری‌ها، بقایای شناور مانند شاخ و برگ درختان، زباله‌ها، شت، ماسه و خاک است.

نوع و میزان این آلودگی‌ها در یک نمونه آب، به منبع آن و روش تصفیه‌اش بستگی دارد. برخی از ذرات محلول مانند اکسیژن، اجتناب‌ناپذیرند. برخی دیگر مانند یون F^-، ذراتی مفیدند که حتی ممکن است در مراحل تصفیهٔ آب به آن اضافه شوند. اما بیشتر این ذرات، برای سلامت آب آشامیدنی خطرناک هستند و یا موجب غیر شرب بودن آب شیرین می‌شوند. برای مثال؛ Ca^{2+}؛ این یون به‌عنوان عامل سختی آب شناخته شده و می‌تواند موجب بروز رسوب شود. لذا؛ این ذرات بایستی با تصفیه از آبی که قرار است به مصارف شهری و آشامیدنی برسد، حذف شوند.

● تصفیهٔ آب شهری؛ ۱.غربالگری

آب‌های سطحی معولاً حاوی ذرات بزرگی مانند شاخ و برگ درختان، آبزیان و زباله‌هاییست که در آب شناورند. این ذرات می‌توانند موجب انسداد سیستم تصفیهٔ آب شهری شده و بایستی پیش از ورود آب به واحد تصفیه، از آن جداسازی شوند.

تجهیزات تصفیهٔ آب شرب شهری دارای تورهای غربال بزرگی هستند که ناحیه ورود آب شیرین را پوشش داده‌اند. ذرات باقیمانده به دلیل ابعاد خود نمی‌توانند از این غربال‌ها عبور کرده و بدین ترتیب از آب حذف می‌شوند. این تورهای غربال بایستی به‌صورت دوره‌ای تمیز شده تا ذرات چسبیده به آن از بین رفته و موجب کاهش دبی آب ورودی نشوند. همچنین ممکن است برخی آبزیان در این نواحی شروع به رشد و تکثیر کرده و موجب انسداد این تورها شوند که برای از بین بردن آنها از پتاسیم پرمنگنات استفاده می‌شود.

● ۲.لای‌گیری آب شهری

سایر ذرات معلق و انحلال ناپذیر آب مانند شن و خاک، آن‌قدر کوچک هستند که بتوانند به‌آسانی از تورهای غربال عبور کنند. این ذرات، به کمک روش دیگری که لای‌گیری نامیده می‌شود از آب جداسازی می‌شوند. هنگامی‌که آب به حالت راکد درمی‌آید، با گذشت زمان ذرات معلق در کف آب ته‌نشین شده چراکه، چگالی بیشتری نسبت به آب دارند. سپس، آب فاقد ناخالصی‌های معلق می‌تواند بدون ایجاد آشفتگی در لایه پایین حاوی گل‌ولای، از لایه بالا جمع‌آوری شود.

برخی اوقات، ذرات نامحلول بسیار کوچک‌اند و به‌سرعت ته‌نشین نمی‌شوند. در اینجاست که از دو فرآیند منعقدسازی و لخته‌سازی استفاده می‌شود. با استفاده از این فرآیندها، ذرات بزرگ‌تری ایجاد شده که سریع‌تر ته‌نشین می‌شوند.

در لخته‌سازی با هم زدن آب، ذرات کوچک بدون سطح سفت‌و سخت، در کنار هم انباشته و بصورت توده ای بزرگ‌تر، ته‌نشین می‌شود. تعدادی از ذرات معلق با لخته‌سازی به‌خوبی متراکم نمی‌شوند؛ برای حذف این دسته، بایستی از انعقاد استفاده شود. انعقاد نیز، فرآیند جمع‌آوری ذرات بصورت توده‌ایست اما با افزودن برخی مواد شیمیایی به نام منعقدکننده‌ها صورت می‌گیرد. مهم‌ترین منعقدکننده‌هایی که در تصفیهٔ آب شرب مورد استفاده قرار می‌گیرند، آلومینیوم سولفات و سایر نمک‌های آلومینیوم و آهن مانند آلومینیوم کلرید، آهن کلرید، آهن سولفات هستند. این نمک‌ها با یون‌های طبیعی موجود در آب، برای تولید رسوب جامد واکنش می‌دهند. هنگامی‌که رسوب تشکیل شد، سایر ذرات معلق موجود در آب نیز در آن به دام افتاده و توده ایجادشده در کف آب ته‌نشین می‌شود.

آیا می‌دانستید:
اکثر مشکلات دستگاه‌های تصفیهٔ آب، به دلیل نگهداری نادرست آن است؟

● ۵.جذب سطحی

ترکیبات آلی محلول در آب نظیر آفت‌کش‌ها و پساب‌های صنعتی، می‌توانند سبب به وجودآمدن مشکلاتی جدی برای سلامت انسان شوند و همچنین، بر بو و مزهٔ آب شرب اثرگذار باشند. برای حذف آنها از فرآیند جذب سطحی استفاده می‌شود که فرآیند چسبیدن یک ماده به سطح ماده‌ای دیگر است. از فیلتر کربن اکتیو پودری، برای این عملیات استفاده می‌شود و هنگامی‌که این ماده به آب افزوده می‌شود، ترکیبات آلی به دانه‌های گرانول این ماده می‌چسبند. دانه‌های گرانول کربن اکتیو، اشکال نامنظمی داشته که موجب داشتن میزان سطح زیاد در حجم کم می‌شود. سپس؛ توسط فرآیند فیلتراسیون از آب خارج شده و مواد آلی چسبیده به خود را نیز از آب جدا می‌کند و درنتیجه، باعث تصفیهٔ آب شرب می‌شود.

در تأمین آب شرب از بسیاری از منابع آب شیرین؛ عمدهٔ مشکلات ایجادشده، ناشی از مواد شیمیایی نبوده و ارگانیسم‌های عفونی یا به عبارتی، باکتری‌ها مسبب بروز چنین اختلالاتی هستند.

کلر، به‌عنوان مهم‌ترین، ارزان‌ترین و قوی‌ترین ضدعفونی‌کننده در از بین بردن عوامل بیماری‌های سخت، شناخته‌می‌شود. هرچند که استفاده از کلر موجب ایجاد محصولات جانبی متعددی از جمله تری‌هالومتان که در بروز سرطان نقش دارد، می‌شود. به دلیل وجود نگرانی ناشی از تولید محصولات جانبی کلر، امروزه از کلر در کمترین مقدار ممکن استفاده شده و از سایر روش‌های گندزدایی و ضدعفونی نیز در تأمین آب شرب، استفاده می‌شود.

کلرآمین‌ها، گندزداهایی پایدارتر از کلر بوده و محصولات جانبی بی‌خطرتری ایجاد می‌کنند اما همانند کلر، مقرون‌به صرفه نیستند. همچنین؛ سایر روش‌ها، نظیر اشعه فرابنفش، ازون‌زنی و فیلتراسیون پیشرفته هم در حذف میکروارگانیسم‌ها مؤثر هستند.

● ۶. افزودن مواد شیمیایی

بدیهی‌است که مهم‌ترین وظیفهٔ سیستم‌ها و تجهیزات تصفیهٔ آب شهری، حذف مواد خطرناک از آب است؛ اما یکی از مهم‌ترین مراحل در تصفیهٔ آب شرب، افزودن مواد شیمیایی به آب در جهت بهبود کارایی آن است. برای مثال؛ فلوئورید برای محافظت از دندان‌ها، در مراحل تصفیهٔ آب شرب، به آن اضافه می‌شود.

● ۷.تصفیهٔ آب شهری در محل استفاده

پس از تصفیهٔ آب شهری در واحدهای تصفیهٔ، آب در مخازنی ذخیره و در بین مصرف‌کنندگان خانگی، صنعتی و تجاری توزیع می‌شود. در بیشتر جوامع، آبی که به خانه‌ها و کارخانجات صنعتی می‌رسد، آبی تمیز و فاقد ناخالصی‌هایی‌اند که بر سلامتی انسان، تأثیر منفی می‌گذارند. البته؛ تجهیزات تصفیهٔ، به‌گونه‌ای عمل می‌کنند که ممکن است آب خروجی از آنها، به‌خوبی تصفیه نشده یا در مسیر لوله‌کشی آن، مجدداً آلودگی‌هایی را وارد به آب کند. همچنین؛ برخی کاربران شبکه لوله‌کشی آب شهری، نیاز به کیفیت متفاوتی از آب شرب دارند. در این شرایط، استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های تصفیهٔ آب در محل ضروری است.

دستگاه تصفیهٔ آب در محل، آب را به‌گونه‌ای تصفیه می‌کند که کیفیت آن برای استفاده در همان محل، مناسب باشد. برای‌مثال؛ تصفیهٔ آب زیر سینک یا رومیزی آشپزخانه برای شرب، پکیج و آبگرم کن، ماشین‌های لباسشویی و ظرفشویی، آب حمام و... .

امروزه دستگاه‌های زیادی برای تصفیهٔ آب در محل در بازار وجود دارد که دو دستهٔ عمده آنها سختی گیرهای رزینی و دستگاه‌های تصفیه آب حاوی مراحل فیلتراسیون اضافی مانند فیلتر اسمز معکوس یا فیلتر اولترافیلتراسیون هستند.

● ۳.رسوب‌گیری

مراحلی که تا این قسمت گفته‌شد، برای حذف و تصفیهٔ ذرات نامحلول در آب به کار می‌رفت. پیش‌از این نیز بیان شد، علاوه بر ذرات نامحلول، ذرات محلول در آبی نیز به شکل مولکول یا یون در آب حضور دارند. بخش زیادی از این یون‌ها می‌توانند توسط رسوب‌گیری از آب حذف شوند. رسوب‌گیری عبارت است از واکنش یون‌های محلول در آب، با سایر یون‌ها برای تولید جامدات نامحلول که می‌توانند توسط لای‌گیری یا فیلتراسیون از آب جدا شوند.

اما تفاوت رسوب‌گیری با لای‌گیری چیست؟ در رسوب‌گیری، ذراتی که حذف می‌شوند به‌عنوان بخشی از یک واکنش شیمیایی، رسوب را تشکیل می‌دهند اما در انعقاد، ذرات حذف‌شده بخشی از واکنش شیمیایی نبوده و تنها در رسوبی که توسط افزودن مواد شیمیایی به آب تشکیل می‌شود، به دام می‌افتند.

دو دستهٔ از یون‌های اصلی که با رسوب‌گیری از آب حذف می‌شوند، یون‌های کلسیم، منیزیم و یون‌های آهن و منگنز هستند.

-یون‌های کلسیم و منیزیم از مواد معدنی به آب افزوده شده و به‌عنوان سختی آب شناخته می‌شوند. این یون‌ها به‌طور مستقیم برای سلامتی انسان مشکل‌ساز نیستند اما می‌توانند در واکنش‌هایی شرکت کنند که موجب رسوب مواد معدنی نامحلول می‌شود؛ مانند حلقه‌های سفید ایجادشده بر روی شیرهای حمام و ظروف. رسوب می‌تواند از کارایی آب برای مصارف مختلف بکاهد.

-یون‌های آهن و منگنز که می‌توانند موجب تغییر رنگ تأسیسات لوله‌کشی و لکه‌دار شدن لباس‌ها حین شست‌وشو شوند. این یون‌ها همچنین می‌توانند موجب تسریع رشد باکتری‌هایی شوند که بر بو و مزه آب تأثیر می‌گذارند.

فرآیند حذف یون‌های کلسیم و منیزیم با نام سختی گیری آب شناخته می‌شود. دو ماده معدنی آهک و سدیم‌کربنات، در سختی‌گیری آب شهری به کار می‌روند. برای حذف یون‌های آهن و منگنز نیز، علاوه بر مواد بیان‌شده، از واکنش اکسایش به کمک مولکول‌های اکسیژن یا پتاسیم‌پرمنگنات استفاده می‌شود.

● ۴.فیلتراسیون

برای حذف ذرات ریز ایجاد شده توسط واکنش‌های رسوب‌گیری که با لای‌گیری از آب جدا نمی‌شوند، از فیلترهای گرانشی استفاده می‌شود. در این فرآیند، آب حاوی ناخالصی‌های جامد از یک بستر متخلخل عبور می‌کند که این بستر از شن و ماسه تشکیل‌شده و از نیروی جاذبه، برای عبور آب استفاده می‌شود. مولکول‌های آب می‌توانند از حفره‌های موجود میان شن و ماسه عبور کرده اما ناخالصی‌های جامد در این بستر باقی می‌مانند. آب خارج‌شده از این فیلتر، دیگر حاوی ناخالصی‌های جامد نیست.

برای شست‌وشوی فیلترهای شنی در واحدهای تصفیهٔ آب شرب، از عملیات شست‌وشوی معکوس و عبور معکوس جریان آب استفاده می‌شود

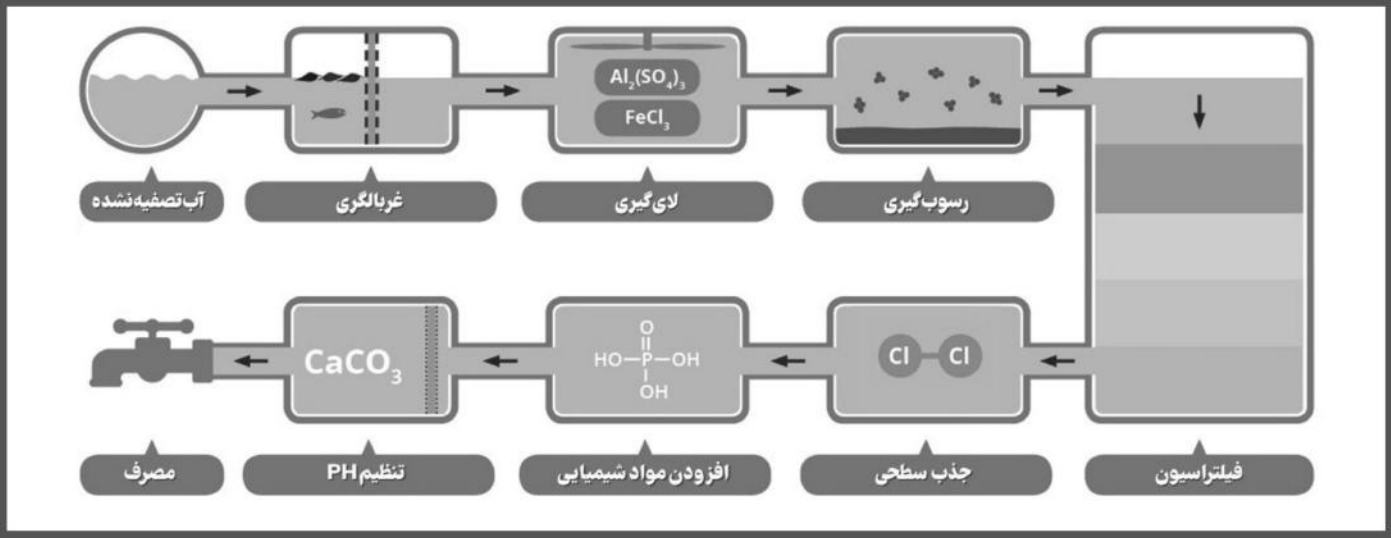
● اهمیت تصفیه آب آلوده در مصارف صنعتی

آب به عنوان یک عنصر کلیدی در فرآیندهای صنعتی شناخته می‌شود که قابلیت بازیافت و استفادهٔ مجدد در سیستم را نیز دارد. در صنعت، آب وظایف بسیاری نظیر استفاده به عنوان مادهٔ اولیه، حمل و نقل، تمیزکردن و خنک‌کردن دستگاه‌ها را در سیستم بر عهده دارد.

در صنایع مختلفی مانند صنایع شیمیایی، فلزی، مواد غذایی و آشامیدنی، کاغذسازی و نساجی، از آب به عنوان یکی از اجزای اصلی سیستم نام‌برده می‌شود. در این بین، صنایع شیمیایی بالاترین پتانسیل را برای افزایش بهره‌وری زیست محیطی در مدیریت آب صنعتی ارائه می‌دهد؛ چراکه، از یک سو بزرگترین مصرف کننده صنعتی آب است و از سوی دیگر، صنایع شیمیایی محصولات مختلف، از جمله آنتی‌اسکالانت و فناوری‌های نوآورانه‌ای را برای مدیریت کارآمد آب و تصفیهٔ آب آلوده، ارائه می دهد.

افزایش صنعت و ایجاد شرایطی نظیر تغییرات آب و هوایی، باعث افزایش تقاضای روزانه برای تأمین آب و نیاز به سرمایه‌گذاری در زمینه تصفیهٔ آب می‌شود. در نتیجه؛ استفادهٔ صحیح از منابع آبی و بکارگیری سیستم‌های تصفیهٔ آب صنعتی مناسب، می‌تواند علاوه بر حفظ منابع آبی، باعث کاهش هزینه‌های سیستم صنعتی هم گردد.

مراحل تصفیهٔ آب:



● فناوری های نوین در مدیریت زیست محیطی منابع آب

آیا فناوری‌های نوین در صنعت آب، تاثیر گذار است؟

از گذشته تا کنون؛ آب حیاتی ترین دغدغه بشر برای بقا بوده و با توجه به تغییرات اقلیمی ایجاد شده در کره زمین و محدودیت دسترسی به آب شیرین، این دغدغه دوچندان شده است. افزایش جمعیت و افزایش تقاضای آب و عدم تعادل ایجاد شده بین تقاضا و تأمین آب، موجب بروز بحران‌های اساسی در زمینه آب شده است. از طرف دیگر، گسترش فعالیت‌های های صنعتی در جهان مدرن امروز، تولید حجم بالای پساب ناشی از این صنایع و تخلیهٔ این فاضلاب‌ها، موجب آلودگی منابع آب موجود شده‌است.

ورود فلزات سنگین همچون جیوه ،سرب و کادمیم به واسطه تخلیه پساب و فاضلاب صنعتی نیز، منجر به آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است که پیامدهای جبران ناپذیری در پی خواهد داشت و بدیهی‌ترین پیامد این آلودگی‌ها، شیوع بیماری‌ها، مرگ و میر انسان‌ها، جوانوران و از بین رفتن محیط زیست می‌باشد. به همین منظور؛ پیدا کردن راهکارهای مناسب برای حذف آلاینده‌ها، جزو دغدغه‌های مهم در حوزهٔ صنعت آب به شمار می‌رود.

جالب است بدانید؛
دستگاه ردیاب آب در منابع زیرزمینی از دیگر اختراعات محققان داخلی است که از طریق آن، آب های اعماق زمین بدون نیاز به عملیات حفاری از روی زمین شناسایی میشوند.

تاکنون روش‌های گوناگونی برای تصفیهٔ آب در مقیاس‌های بزرگ و کوچک مورد بررسی قرار گرفته است اما با توجه به تنوع آلاینده‌ها نسبت به گذشته و نیاز به صرف هزینه و زمان، در برخی روش‌ها، دانشمندان برای یافتن روشی کم‌هزینه و سریع، ترغیب شده‌اند.

نانوفناوری به معنی علم، فناوری و روش‌های مهندسی مرتبط با فهم و کنترل مواد در ابعاد۱ تا ۱۰۰نانومتر می‌باشد. فناوری نانو در سال‌های اخیر، جایگاه قابل توجهی در صنایع مختلف یافته است.

صنعت آب و محیط زیست به عنوان یکی از حیاتی‌ترین صنایع نیز، از این قاعده مستثنی نیست. کاربردهای زیست‌محیطی نانو تکنولوژی را می‌توان به سه بخش کلی تقسیم کرد؛

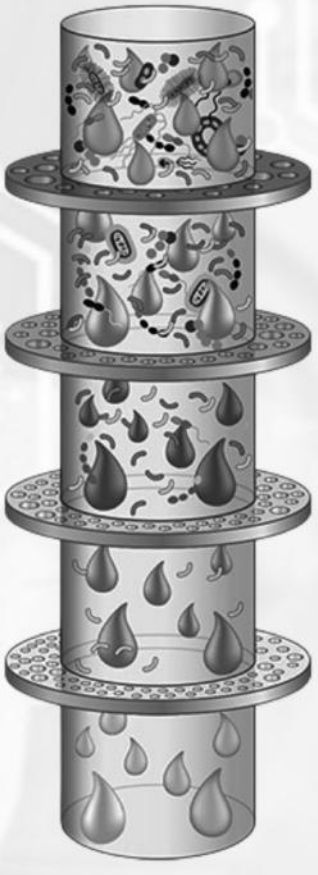
- تولید محصولات بی خطر برای محیط زیست(شیمی سبز)
- تصفیهٔ آلودگی‌های محیط زیست
- ساخت حسگرهایی برای تشخیص ذرات محیطی

در بحث علوم و مهندسی آب؛ مسئلهٔ برآورده‌کردن نیاز آبی و رشد زیرساخت‌ها دشوار بوده و سرعت کمتری نسبت به رشد نیاز جامعه داشته است. بهره‌گیری از این فناوری‌های نوین در تصفیهٔ پساب‌ها در سطح کلان می‌تواند نتیجه‌بخش واقع گردد. نانوفناوری، بهبود کیفیت فاضلاب را تا حد استفادهٔ مجدد از آب، ممکن می‌سازد؛ به‌طوری‌که، حداقل می‌توان از فاضلاب تصفیهٔ شده در بخش صنعت و کشاورزی استفاده کرد.

فرآیندهای نانو ذرات، نانو فیلترها، نانو پلیمرها، نانو حسگرها و... از جمله فرآیندهای بر پایه این فناوری‌اند که با توجه به نوع و منشأ آلودگی و برآورد بعد اقتصادی پروژه، می‌توان از هر یک از روش‌های زیر بهره برد.

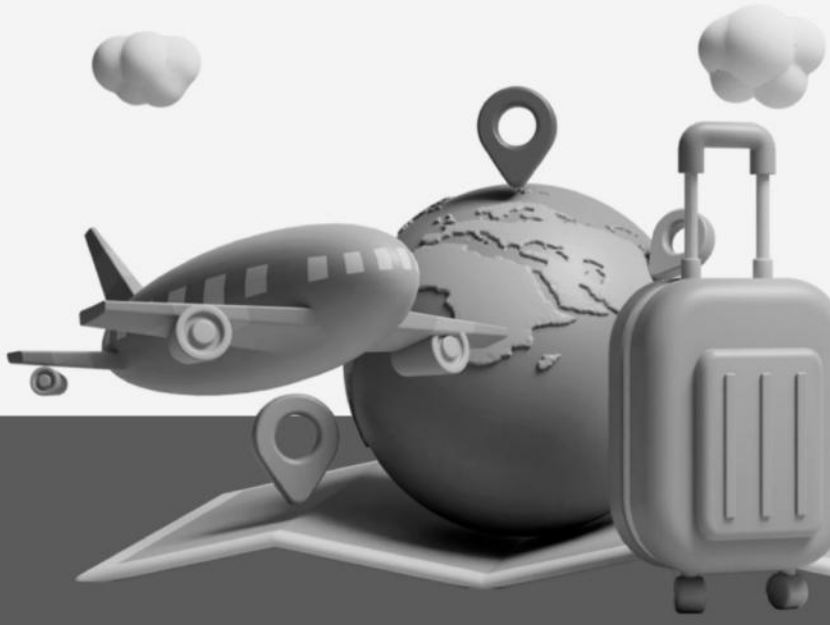
در مجموع نانو دارای کاربردهای مختلفی در علوم آب است که تعدادی از این کاربردها عبارتند از:

۱. استفاده از مواد نانو ساختار در تصفیهٔ پساب
۲. استفاده از نانو فیلترها
۳. استفاده از نانو کامپوزیت‌ها
۴. کاربرد نانو پوشش‌ها در مقاوم سازی شبکه های انتقال آب و سازه‌های آبی
۵. استفاده از فناوری‌های نانو فیلتراسیون و نانو کویتاسیون
۶. نانو پلیمرهای متخلخل
۷. نانو حسگرها جهت تشخیص آلودگی



جالب است بدانید؛
شیوه های نوین شستشوی وسایل‌نقلیه که در آنها از شلنگ‌های بخصوصی استفاده می‌شود، مصرف آب را به ۳۰ لیتر در دقیقه کاهش میدهند.

همچنین؛
استفاده از چمن مصنوعی درورزشگاه‌ها ب جای چمن طبیعی، مصرف آب را کم میکند.



گردشگری

تالاب نیلوفر آبی
غار کرفتو
چشمه وقت و ساعت
سازه‌های آبی شوشتر
تالاب لیپار
ساحل شبتاب

عسل مرادی
نگین حجازی

در فصل آخر؛
قرار است کمی با هم ایران گردی کنیم و شهر به شهر، نگاهی به تعدادی از جاذبه‌های گردشگری آبی ایران بزنیم.

سفرمان را با عروس ایران، مازندران شروع میکنیم:

جالب است بدانید؛
بابل به معنی جایی که آب فراوان دارد است و به شهر بهارنارنج نیز، معروف است.

تالاب گل نیلوفر آبی؛ تالابی با نگین‌های صورتی!

گل نیلوفر آبی که به نام لوتوس نیز شناخته می‌شود؛ در زمان‌های مختلف پادشاهی نماد زیبایی، هارمونی، جلال و شکوه ایران بوده و آنرا با سبک خاصی از معماری هنر اصیل ایرانی تلفیق کرده اند. این گل، از زمان شاهنشاهی هخامنشی در سال ۵۵۲ پیش از میلاد، گل ملی ایران است.

نیلوفر آبی به هنگام طلوع خورشید باز و در هنگام غروب همانند غنچه‌ای، بسته می‌شود و از این منظر، نماد پاکی و نمادی از مرگ وزندگی انسان است. ناهید از ایزد بانوهای برجسته در سنت‌های باستانی، این گل را الهه آب، باروری و خرد و شفا دانسته است. ریاضت، تندرستی، زیبایی، عشق، کامیابی، صلح جهانی، باروری، عبادت، حمایت از موجودات زنده و قدرت حاصل خیز بودن زمین از دیگر نمادهای این گل شگفت‌انگیز است. گل نیلوفر آبی را میتوان در رنگ های سفید، آبی، قرمز، نارنجی، زرد و حتی بنفش دید.

برخی از گونه‌های نیلوفر، خاصیت دارویی دارند و در معالجهٔ بیماری‌های مختلفی مثل بیماری‌های قلبی و کلیوی، دیابت و سرطان استفاده می شوند.

حضور گل نیلوفر آبی در آب، به ماهی‌ها کمک می‌کند که در سایهٔ آن رشد بهتری داشته و به عنوان غذا نیز از آن تغذیه کنند. این گل به خنک‌تر ماندن آب نیز، کمک میکند.

استان مازندران در تمامی فصول سال، غالباً به عنوان اولین مقصد شمالی برای سفری چندروزه انتخاب می‌شود. این استان علاوه بر دریا و جنگل، شگفتی‌های زیادی نیز نظیر چشمه باداب سورت، آبشار اسپه او، سد سلیمان تنگه، دشت دریاسر و ده‌ها جاذبه گردشگری دیگر از زیبایی‌های توریستی این منطقه هستند؛ اما در این میان؛ درست در محدوده‌ی شهر بابل، به تالاب نیلوفر بابل می‌رسیم که با تمام جاذبه‌های تاریخی و طبیعی که تا به حال در مازندران دیده‌اید تفاوت دارد.

تالاب نیلوفر آبی، یکی از دیدنی‌ترین جاذبه‌های طبیعی استان مازندران است که به سبب وجود گل‌هایش به یکی از جاذبه‌های توریستی کمیاب در ایران بدل شده؛ چراکه این گل، تنها در مناطق بسیار محدودی از ایران، یافت می‌شود. این تالاب، یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های محدودهٔ شهری استان مازندران است که آب کشاورزی سه منطقهٔ حیدر، کلا حاجی کلا و حمزه کلا را، تأمین میکند. این تالاب با سه حوضچهٔ طبیعی که گل‌های نیلوفر آبی روی آنها را پوشانده، حتی از فاصلهٔ چند صد متری نیز، نمایان است. این مجموعهٔ تفریحی با دارا بودن امکاناتی مثل قایق، آلاچیق، سوپرمارکت، رستوران، وسایل بازی کودکان، نمازخانه و سرویس بهداشتی؛ می‌تواند شما را ساعت‌ها سرگرم کند.

بهترین زمان بازدید از تالاب نیلوفر آبی، تابستان و به خصوص تیر و مرداد است. چشم‌انداز بی‌نظیر آن در این ماه، گردشگران زیادی را به سمت خود می‌کشد و از آنجایی که تیرماه جزو گرم‌ترین و شرجی‌ترین ماه های سال در استان مازندران است، بهتر است صبح زود برای بازدید از این تالاب راهی جاده شوید.

از سمت مازندران به سمت کردستان حرکت میکنیم تا سری به غار کرفتو بزنیم:

غار کرفتو؛ غاری که از شما محافظت می‌کند!

۱۶۰کیلومتر که از سنندج(مرکز استان کردستان) به طرف دیواندره فاصله بگیریم، به غاری به نام کرفتو، بزرگ‌ترین غار طبیعی و دست‌کن ایران می‌رسیم.

این غار آهکی و باستانی در دوران مزوزوئیک شکل گرفته اما معماری این غار، به دوران اشکانیان و ساسانیان برمی‌گردد. این محل، هم برای انجام عبادات و هم برای اهداف نظامی(به عنوان دژ) مورداستفاده قرار می‌گرفته است. این در حالی است که بعضی از باستان‌شناسان، معتقدند که این غار، استفاده قضایی نیز داشته و به عنوان زندان مورد استفاده قرار گرفته بوده‌است؛ به این صورت که زندانیان را به وسیله حلقه‌های آهنی یا فولادی به سنگ‌های آنجا می‌بستند.

این غار ۴ طبقه‌ای، ۷۱۵متر طول دارد که هنوز بخش‌هایی از آن کشف نشده است. محوطهٔ بزرگی در درون غار وجود دارد که اطراف آن، مملو از آب است و گویا سالن اجتماعات و سخنرانی بوده که به تمامی طبقات، دسترسی دارد و محیطی عایق از دما و صدا را می‌سازد.

یکی دیگر از اثرات باستانی و امید بخش این غار، کشف کتیبه ای به زبان یونان باستان است که وردی بر روی آن نوشته شده است. محققان، فضانوردان و کاشفان باستانی، این متن را بین گونه ترجمه کرده‌اند:

((این خانه هراکلیس است. هرکس در آن وارد شود، در امان خواهد ماند؛ تا آخر عمر.))

از ویژگی‌های اعجاب انگیز و خارق العاده ی دیگر این غار، تابستان‌های بسیار خنک و زمستان های گرم و مرطوب است.

در قسمت جلویی غار، ۴طبقه معماری صخره‌ای و دست نخورده وجود دارد که در هر طبقه، اتاق‌های تو در تو با پنجره و نورگیر ساخته شده است. دالان‌ها و راهروهایی نیز برای دسترسی به طبقات دیگر وجود دارد. همچنین؛ پله‌های این غار از جنس سنگ ساخته است. تعداد اتاق‌ها و راهروهای موجود در طبقات این غار، به طور کامل مشخص نیست و مجموعهٔ معماری بسیار گسترده‌ای دارد که در طی سال‌ها، تخریب شده‌است. زیباترین بخش معماری غار نیز، طبقهٔ سوم آن است که در تراش و کنده‌کاری اتاق‌ها، حالت خاص سقف‌ها با پنجره و نورگیرها، هارمونی خاصی دارد.

در داخل غار هنوز هم آب وجود دارد و برای دیدن بعضی از قسمت‌ها، باید سوار قایق های کوچک شد.

بازدید از این غار، فصل و زمان خاصی نیاز ندارد و شما هر زمانی که بخواهید، می‌توانید از آنجا دیدن کنید.

از کردستان به سمت لرستان، شهرستان دورود، حرکت میکنیم:

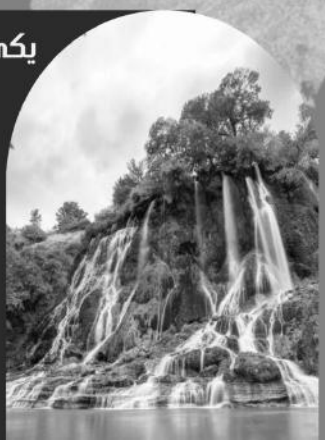
چشمه وقت و ساعت

طبیعت کوهستانی لرستان با وجود چشمه‌های فصلی و دائمی، همواره با آغاز فصل رویش، جانی تازه می‌گیرد و سرسبزی و طراوت خیره‌کننده‌ای را به این خطه می‌بخشد.
به جرأت می‌توان لرستان را **سرزمین چشمه‌ها** دانست. چشمه‌هایی که در دامنهٔ کوه‌ها، اعماق دره‌ها و یا حتی مناطق نسبتاً بایر؛ بیشه‌زارهای سرسبز و زیبا را به‌وجود آورده است که می‌تواند محیط مناسبی برای تفریح و دوری خانواده‌ها از هیاهو و دغدغه‌های شهری باشد.

یکی از این چشمه‌ها، چشمه وقت و ساعت است در کوه پریز شهرستان درود واقع شده است.
این چشمه اسرار آمیز، به این جهت وقت و ساعت نامیده می‌شود که در فواصل زمانی خاص، قطع و وصل می‌گردد و به خاطر نوع خاص آب‌دهی خود، گوشه‌ای از اعجاز خداوند در زمین را به نمایش گذاشته است؛ به نحوی که در طول دورهٔ زمانی یک ساعته، آب آن به طور خروشان جاری بوده و پس از آن، به مدت یک‌ساعت متوقف می‌شود. این چرخه به طور متناوب ادامه داشته اما امروزه، به دلیل تغییرات بسیاری که در حجم آب سفره‌های آب زیرزمینی به وجود آمده، مدت زمان جوشیدن و توقف آب چشمه، به طور تدریجی تغییر کرده‌است.
زمین‌شناسان، علت علمی جریان آب تناوبی متغیر در چشمه را، وجود گسلی فعال در درّه گهر رود در کنار کوه پریز می‌دانند. در اعماق این گسل، بخار آب متراکم شده و زمانی که تراکم بخار به مقداری معین می‌رسد، فشاری ایجاد کرده که در اثر این فشار، آب به سطح زمین رسیده و جریان آب چشمه، افزایش می‌یابد. سپس با کاهش تراکم بخار آب، جریان آب کاهش یافته و سرریز آب، متوقف می‌شود.

یکی دیگر از زیبایی‌های چشمه، قرار گرفتن آن در غاری‌است که بعد از روان شدن از دل غار، مسیری را طی کرده و سپس به دامنه‌های کوه پریز سرازیر و جریان می‌یابد.
مظهر چشمه در انتهای غاری به عمق ۵۰متر با ارتفاع ۱۵متری قرار گرفته‌است و آب خروجی از این چشمه، با گذر از میان غار به یک آبشار تبدیل شده و به درّه پایین دست، وارد می‌شود.
راویان از گذشته نقل کرده‌اند که بومیان و عشایر منطقه، از این چشمه به عنوان ساعت برای تشخیص زمان استفاده می‌کرده‌اند.

جالب است که بدانید؛ چشمه وقت و ساعت دیگری نیز در شهرستان شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری به نام چشمه وقت و ساعت شمس‌آباد وجود دارد که علت نام‌گذاری این چشمه نیز، مشابه چشمه وقت و ساعت دورود است و آب چشمه در فواصل زمانی خاصی قطع و وصل می‌شود.



یکی دیگر از جاذبه‌های دیدنی شهرستان دورود؛ آبشار بیشه است که زیبایی خیره‌کننده‌ای دارد و به عنوان یکی از آثار ملی کشور، در فهرست میراث طبیعی ایران ثبت شده است. این آبشار در نهایت به رود سزار می‌پیوندد.

در این بین، از لرستان به سمت خوزستان حرکت میکنیم تا به شهر تماشایی شوشتر برسیم.

● سازه‌های آبی شوشتر؛ شاهکار صنعت پیش از انقلاب صنعت!

در شمال خوزستان، شهری به نام شوشتر قرار دارد که تنها ۶۳کیلومتر با دزفول فاصله دارد. این شهر به دلیل مجموعهٔ آبشار و سازه‌های آبی آن معروف است و هرساله پذیرای گردشگران زیادی است. تاریخ‌نویسان معتقدند که ساخت این شهر به دنبال از بین‌رفتن شهر شوش است. از این‌رو؛ شهری به نام شوشتر، به معنی شهری بهتر در چندکیلومتری شهر شوش ساخته‌شد. عبور رودخانه کارون و دز باعث شده که در این شهر، یک سیستم آبیاری پیچیده و عظیم به وجود بیاید که قدمت آن، به دوران هخامنشیان و ساسانیان بازمی‌گردد. این سازه متشکل از پل، بند، آبشار، کانال و تونل‌های بزرگی است که به صورت بسیار هماهنگ و منظمی با همدیگر در ارتباط هستند و نقش هدایت آب را دارند.

مجموعهٔ آبی شوشتر از بزرگترین مجموعه‌های صنعتی قبل از انقلاب صنعتی است که در نوع خود، نه تنها در ایران بلکه در جهان نیز بی‌نظیر است و نام خود را در فهرست میراث جهانی یونسکو به ثبت رسانده است.

این سازه‌ها نشان دهندهٔ دانش بالای ایرانیان باستان در مهندسی هیدرولیک است که با مدیریت و کنترل آب، اقدام به بهره‌برداری صحیح و اصولی از منابع آبی کرده‌اند. آنها هوشمندانه با احداث سازه‌های آبی متعدد، انحراف و انتقال آب رودخانه کارون، از آب نهایت استفاده را برده‌اند و از آن برای آشامیدن، آبیاری زمین‌های کشاورزی و صنعت، استفاده کرده‌اند.

● تاریخچهٔ سازه‌های آبی شوشتر

اولین سیستم‌های آبیاری تأیید شده از کانال‌های این منطقه، به تمدن عیلامی در قرن سیزدهم قبل از میلاد، مربوط می‌شود. احتمالاً، آن‌ها تحت‌تاثیر نحوهٔ آبیاری در بین‌النهرین توسط سومری‌ها از هزاره چهارم پیش از میلاد بوده‌اند.

داریوش بزرگ، پادشاه هخامنشی از آغاز سدهٔ پنجم پیش از میلاد، سیستم آبیاری عیلامی را تعمیر کرد. ایجاد پل بند بزرگ شادروان، عبور از رودخانه کارون را فراهم کرد. این سازه جسورانه توسط شاهنشاه دوم ساسانی، شاپور، در اواسط قرن سوم میلادی انجام شد. گفته می‌شود؛ مهندس این پل، معماری اندیمشکی بوده‌است که نژادی رومی داشته و به نظر می‌رسد معماری رومی در ساخت این اثر، نقش بسیاری داشته است.

در دورهٔ ساسانیان با اضافه شدن آبگیر میزان، پل بند شادروان و کانال گرگر، استفاده دوباره از این سازهٔ آبی برای تأمین آب شوشتر و کشاورزی در دشتی نیمه بیابانی از سر گرفته شد. بسیاری از منابع گذشته، پل بند شادروان را از عجایب جهان و این سرزمین می‌دانند. به طور خلاصه؛ سازه های آبی شوشتر طی صدها سال ساخته شده است و مجموعه‌های مختلفی برای کارهای متفاوتی به آن اضافه شده است. ابتدا تنها یک سد بود، اما بخش‌هایی نظیر آسیاب برای تأمین آب شرب و کشاورزی مردم منطقه، به آن اضافه شد.

در ساخت این بنا از سنگ، آجر و ملات ساروج استفاده کرده‌اند. ساروج یکی از مصالح قدیمی است که بیشتر در ساخت‌وسازهای جنوب کشور به چشم می‌خورد. مخلوطی از آهک، خاکستر، گل و آب را در کوره می‌سوزاندند تا ساروج به دست بیاید. شاید به نظر برسد که این مخلوط دوام کافی ندارد؛ اما همین ملات، سازه‌های آبی شوشتر را ۱۰هزارسال است که سرپا نگه داشته است.

● بخش‌های مختلف این سازه:

این سازه از ۱۳ بخش اصلی تشکیل می‌شود و بخش‌هایی همانند پل‌ها و تونل‌ها، این بخش‌هارا به‌هم متصل می‌کنند.

جالب است که بخش‌های مختلف این سازه، اسم های مختلفی دارد که هر کدام نیز، از بخش‌های مختلفی با نام های متفاوت تشکیل شده‌اند. در ادامه با تعدادی از این قسمت‌ها، آشنا می‌شویم:

● بند میزان، سدی نیم‌دایره

سازه‌های آبی شوشتر از بند میزان شروع می‌شود. بند معنی‌های مختلفی دارد و در اینجا، به معنای سد است. بند، دیوار محکمی است که برای مهار جریان آب یا تغییر جهت آن، در مسیر رود ساخته می‌شود. رودخانه کارون، ارتفاع کمتری نسبت به شهر داشت؛ از این رو روی آن سدی ساختند تا آب پشت آن جمع شود و هر از چندگاهی این آب را به سمت شهر هدایت می‌کردند. شدت جریان آب، آن را به شهر می‌رساند. البته این سد جلوی طغیان‌های گاه‌وبی‌گاه کارون را هم می‌گرفت. شاپور اول ساسانی، کسی بود که دستور ساخت این بند کاربردی را داد.

بند میزان طول ۴۰۰متری و ارتفاعی ۵متری دارد. این بند ۱۰دهانه دارد که هر کدام جریان آب را به سمت مشخصی هدایت می‌کنند. دهانه اصلی بند، آب کارون را به نسبت‌های ۲ و ۴ بین دو رود گرگر(مسرقان) و رود شُطیط تقسیم می‌کند؛ به همین خاطر نیز به رود گرگر دو دانگه و به رود شطیط، چهار دانگه هم می‌گویند.

مهم‌ترین ویژگی بند، تنظیم خودکار آن است. اگر دِبی یا میزان حجم عبور آب از گرگر بیشتر از یک‌سوم شود، آب به سمت شطیط روانه می‌شود. حالت وارونه این اتفاق هم می‌افتد؛ یعنی اگر حجم آب عبوری از شطیط از یک‌سوم بیشتر شود، جهت آب به سمت گرگر برمی‌گردد. شاید لازم باشد یادآوری کنیم که این تکنولوژی برای دوره ساسانیان است و همین موضوع این سازه را بر سر زبان‌ها می‌اندازد.

● برج کلاه فرنگی

در انتهای بند میزان، یک برج هشت‌ضلعی به نام برج کلاه فرنگی خودنمایی می‌کند. برج کلاه فرنگی هم یادگاری از توسعه سازه‌های آبی شوشتر در سلسلهٔ ساسانیان است. پایه برج از سطح زمین، حدود ۴متر بلندا دارد. ارتفاع کل برج حدود ۷متر و اندازه قاعدهٔ هر ضلع برج هم ۱.۱۰ تا ۱.۲۸ متر است. معمارها نمای بیرونی برج را هم، با سنگ‌های تراشیده به‌زیبایی تزیین کرده بودند. از این برج، دید کاملی به بند میزان وجود دارد؛ به همین خاطر است که پژوهشگران دربارهٔ کارکرد این برج، دو نظریه دارند: اول اینکه قیصر روم و شاپور ساسانی، از این برج بر کارِ کارگرها نظارت می‌کردند و دوم اینکه، در قدیم مقدار و شدت آب رودخانه از این نقطه بررسی می‌شده است.

● رودخانه دست‌کند گرگر و پل‌بند آن

رودخانه گرگر همان طور که از اسمش پیداست، دست‌ساز است. ابتدای گرگر در شمال شهر شوشتر است و همانطور که گفته شد، یکی از جریان‌های جدا شده در بند میزان، به این رودخانه می‌ریزد. اگر جریان آب را دنبال کنیم، به جنوب شهر شوشتر می‌رسیم. در مسیر آب، نخل‌های سرسبز جنوب طراوت را به دل خشکی آورده‌اند. به این بخش سرسبز، باغ خان می‌گویند. در انتها این رود، در محل بند قیر، دوباره با شطیط یکی می‌شود. رود دز هم با این دو رود همراه می‌شود و در آخر به کارون می‌ریزند. کندن بستر رودخانه را در دوره هخامنشیان شروع کرده‌اند و دستور تکمیل و پایانش نیز توسط اردشیر ساسانی صادر شده‌است. بستر رودخانه را هم سنگ‌فرش و با بست‌های فلزی به هم وصل کردند تا جلوی نِشَستِ رودخانه را بگیرند.

● مجموعهٔ آسیاب‌ها و آبشارها

احتمالاً زیباترین بخش سازه‌های آبی شوشتر برای هرکسی، بخش آبشارها و آسیاب‌ها، شاهکار دیگری از هنر دست ساسانیان است. جریان آب از کانال بند گرگر، وارد این مجموعه می‌شود. ساسانیان این آسیاب‌ها را ساختند تا از جریان آب بهترین بهره را ببرند. در آن زمان حدود ۴۰ آسیاب در این قسمت برپا بود. هر آسیاب از دو قسمت پره‌های آسیاب در بخش پایینی و چرخ آسیاب در بخش بالایی تشکیل می‌شد. این آسیاب‌ها گندم‌ها را آرد می‌کردند و به لطف چرخیدن چرخ آن‌ها، چرخ زندگی مردم شوشتر هم می‌چرخید. متأسفانه این بخش هم از عوامل طبیعی، جان سالم به در نبرد. امروزه تنها چند آسیاب از ۴۰ آسیاب را می‌توان دید. آسیاب رضا گلاب، از آسیاب‌های به جا مانده است.

در امتداد آسیاب‌ها، آبشارهایی وجود دارد که آبشان به حوضچه میان مجموعه می‌ریزد.

● پلکان چهارهزار ساله

بخش جنوبی آبشارها را با ۲۰۰ پله سنگی و دست‌ساز، به خانه‌های مسکونی شهر وصل کرده‌اند. سنگ‌نوشته‌هایی روی پله‌ها نشان از عمر ۴هزار ساله‌ی آنهاست. اگر پله‌ها را که یکی‌یکی جلو برویم، به اتاقک‌هایی شبیه اتاقک‌های نگهبانی می‌رسیم. نگهبانان شبانه‌روز از پنجره‌های سنگی این اتاقک‌ها، به حوضچه و آبشارها نظارت می‌کردند.

● پل بند برج عیار و نیایشگاه صابئین و سیکاها

ساسانیان در ادامه آبشارها، پل بند برج عیار را روی رود گرگر در محوطهٔ باغ ساختند. اسم دیگر این پل، بند صابی‌کش است. دهانهٔ این بند، منحنی شکل است. پل بند برج عیار، دو بخش ۱۵۰متری دارد. بخشی از این بند، به‌خاطر عوامل طبیعی از بین رفت و همراهش، بخشی از باغ را هم تخریب کرد. آب از کانال بلیتی به سمت این بند هدایت می‌شود.

نیایشگاه صابئین هم، در کنار پل بند برج عیار قرار دارد. این نیایشگاه، محل نیایش صفویان و قاجاریان بوده‌است.

سیکا، محلی برای استراحت و تفریح در کنار آب بود. این سکوهای سنگی در بخش غربی آبشارها قرار دارند.

● بند ماهی بازان

بند ماهی‌بازان را، به اسم بند خدا آفرین هم می‌شناسند. این بند، دیواره‌ای بین رود گرگر و داریون است. این بند را از سنگی یک‌پارچه ساخته‌اند و سه دیواره در بخش میانی آن وجود دارد که جریان آب از آنجا سرازیر می‌شود.

● نهر داریون

کانال یا نهر داریون، شاخه‌ای از رود شطیط است که در انتها به این رودخانه می‌پیوندد. حفر این کانال، به دستور داریوش هخامنشی بود؛ به همین دلیل، آن را به اسم نهر داریوش یا نهر دارا هم می‌شناسند. داریون اسمی است که در کتاب‌های تاریخ یونان، به داریوش نسبت داده‌اند. کانال داریون از شمال تا جنوب شهر ادامه دارد و آن را برای آبیاری دشت میاناب و دسترسی به قلعه سلاسل ساخته بودند. کانال داریون در انتها به بخش شمالی بند لشکر ریخته و بعد از آن، به دو شاخه تقسیم می‌شود.

● بند دارا

این بند را نیز در زمان هخامنشیان، در مسیر رود گرگر ساختند و در کارون تا حوالی این بند، کشتی‌رانی می‌کردند.

● قلعهٔ سلاسل

قدیمی ترین بخش سازه‌های آبی شوشتر، قلعه سلاسل است. این قلعه را برای دفاع از شهر و کنترل نهر داریون ساختند. در گذشته، قلعه سلال بخش‌های دیگری نیز نظیر حیاط‌های بزرگ، باغ‌ها، اسطبل‌ها، برج‌های نگهبانی، پادگان‌ها، آشپزخانه، حرمسرا، اسلحه‌خانه، خندق، شبستان و .. داشته است. نهر داریون هشت آبگیر داشت که شروعشان از زیر قلعه سلاسل بود. یکی از جالب‌ترین بخش‌ها، پله‌های زیر قلعه بود که به نهر داریون راه داشت. در زمان محاصره قلعه، سربازها از این پله‌ها به‌راحتی به آب دسترسی داشتند.

پل‌بند شادروان

رودخانه دست‌کند گرگر

بند میزان

برج کلاه فرنگی

پل‌بند شادروان

بند ماهی‌بازان

مجموعهٔ سازه‌های آبی شوشتر

قلعهٔ سلاسل

مجموعهٔ سازه‌های آبی شوشتر

به عنوان مقصد آخر سفر، میخواهیم از خوزستان سری به جنوب سیستان و بلوچستان، یعنی چابهار بزنیم.

تالاب لیپار

مقصد اول در۱۵ کیلومتری شرق چابهار، نزدیک روستای رمین، تالاب شگفت انگیز صورتی رنگ لیپار است.

نام دشتی که دریاچه در آن قرار گرفته است، لیپار است؛ برای همین هم این نام را به تالاب اختصاص داده‌اند. در زبان بلوچی، محل تلاقی آب رودخانه و آب دریا را لیپار می‌گویند. این تالاب آب شور، در واقع نوعی دشت آبرفتی وسیع با مساحت حدودی ۱۴کیلومتر است.

صورتی بودن تالاب لیپار به دلیل وجود پلانکتون‌های گیاهی و فعل و انفعالاتی است که در طبیعت صورت می‌گیرد. وجود حدود ۹۰ درصد از پلانکتون‌های گیاهی(۹۳گونهٔ مختلف)، ازدیاد مواد آلی و معدنی که از طریق رودخانه‌ها به دریاچه منتقل می‌شوند و جریان‌های دریایی فصلی مونسون، همگی دست به دست هم داده و تالاب چابهار را به طرز معجزه‌آسایی صورتی رنگ کرده‌اند.

تعداد پلانکتون‌ها از اواسط خرداد ماه تا شهریور رو به افزایش است و در نهایت، در آذر ماه به بیشترین مقدار خود می‌رسند.

موجودات زنده در تالاب لیپار چابهار کم نیستند و انواع و اقسام موجودات زنده در داخل و خارج دریاچه وجود دارد.

این تالاب معمولاً در ماه‌های بهمن، اسفند، فروردین، شهریور و مهر، به زیباترین حالت خود می‌رسد و رنگ شگفت‌انگیز آن به وضوح دیده می‌شود. توجه داشته باشید که فصل تابستان به خاطر آب‌وهوای گرم و کاهش سطح آب، زمان مناسبی برای بازدید از تالاب لیپار نیست.

در اطراف دریاچه، اتاقک‌هایی برای طراحی دست با حنا نیز وجود دارد و گاهی هم می‌توان از موسیقی با سازهای محلی بومیان منطقه، لذت برد. همچنین، تعدادی شتر برای افرادی که به تجربهٔ شترسواری علاقه دارند هم، وجود دارد.

ساحل شبتاب

مقصد دوم ما در چابهار، ساحل شب تاب است. ساحل شب تاب چابهار ، خارج از شهر و در نزدیکی شهر کنارک واقع شده است. باید درنظر داشت که بایستی حتما در شب از آن دیدن کرد.

این ساحل آبی رنگ، یکی از پدیده‌های زیستی است که به اسم ساحل پلانکتون یا ساحل باکتری‌های نور افشان دریایی هم معروف شده است. در شب های تیره، دانه‌های آبی رنگی در ساحل، همچون الماس‌های درخشان می‌درخشند و محیط ساحل را روشن می‌کنند.

دلیل نورانی بودن این ساحل آبی رنگ، همانند دریاچه لیپار، درواقع نوعی دیگر از پلانکتون هاست. پلانکتون‌هایی که در تاریکی شب کنار هم جمع شده و نوری آبی رنگ از خود ساطع می‌کنند. فیتوپلانکتون‌ها که عمر بسیار کوتاهی هم دارند، ساکن دریای عمان هستند و در قسمت‌های بسیار تاریک ساحل، با موج‌های دریا خودشان را به ساحل می رسانند. این موجودات توانایی زنده ماندن بیرون از آب را ندارند و خیلی زود می میرند.

چابهار شهر سردی نیست، پس در هر فصلی می‌توان از آن دیدن کرد.

کوه‌های مریخی، ساحل صخره‌ای(ساحل دریای بزرگ)، جنگل حرا، اسکلهٔ رمین، اسکلهٔ کنارک، مسجد جامع تیس، روستای درک، درخت مکرزن چابهار، پلاژ ساحلی تیس، سواحل مکران، گِل‌فشان تنگ و غارهای بان مسیتی از جمله مکان‌های دیدنی دیگر شهر زیبای چابهار است که در کنار تالاب لیپار و ساحل شبتاب، می‌توانید از آنها نیز دیدن کنید.

منابع موضوعات

(Wikipedia.org); (kanoon.ir); (mapta.co);
(assignmentpoint.com); (qeios); (selerys.fr)
(sepahanpalayesh.com); (faran_company.com);
(civilica.com); (energyinformation.ir)

کتاب اصول طراحی سیستم‌های آبیاری در مزرع؛ نوشتهٔ امین علیزاده
کتاب طراحی سیستم‌های آبیاری جلد۱و۲؛ نوشتهٔ امین علیزاده

دکتر هادی خان‌بلاغی، گروه مهندسی پاک پساب‌اقلیم
;(pakpasabeghlim.ir)
شرکت‌ویسپار (vispa.co); نوشتهٔ زهرامنتظری(abin.ir);
دانشیاری(daneshyari.com);

مجله های گردشگری؛ لیدوماتریپ(lidomatrip.co);
جاباما(jabama.com); ره‌بال آسمان(blog.rahbal.com);
علی‌بابا (alibaba.ir);کجارو(kojaro.com);
سفرمارکت(safarmarket.com); سیری در ایران(seeiran.ir);
آنیجا(anyja.ir); شرمیلا(shermila.net);

دکتر ماسارو ایموتو، پژوهشگر ژاپنی معتقد است؛ مولکول‌های آب در مقابل کلمات و افکار انسان‌ها سریعاً واکنش نشان می‌دهند و در شرایط گوناگون یا تحت صداهای مختلف، اشکال گوناگونی را نیز به‌خود می‌گیرند!

در هنگام پرخاشگری و ناراحتی یا در مقابل کلمات دارای بار منفی، کریستال‌های آب به هم می‌ریزند؛ در مقابل، در آرامش و تحت صداهای مثبت، طرح‌های زیبایی را بوجود می‌آورند.

از آنجایی که بدن ما انسان‌ها نیز از ۷۰درصد آب تشکیل شده‌است، می‌توان گفت که این موضوع، روی ما نیز بی اثر نیست؛ برای همین هم از این خاصیت آب، در مدیتیشن و صدا درمانی استفاده می‌شود.