

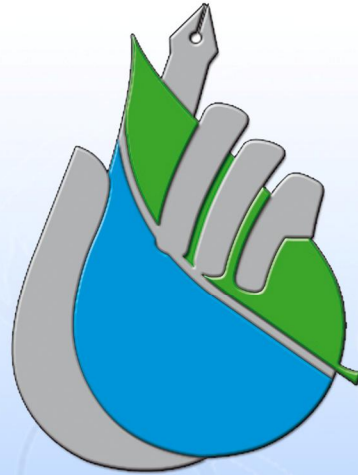
وزارت نیرو  
شرکت مدیریت منابع آب ایران



شرکت آب منطقه ای اصفهان



تأسیس ۱۳۶۸



داناب  
طرح ملی دانش آموزی نجات آب  
Danab

طرح ملی دانش آموزی نجات آب

داناب

“جزوه آموزشی رابطین”

تهیه و تنظیم :

روابط عمومی شرکت آب منطقه ای اصفهان

فروردین ۱۳۹۱

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وَجعلنا من الماء كل شيء حيء  
وحر چیزی را از آب زنده کردیم... (انباء/۳۰)



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
<b>پیشگفتار: نجات آب، نجات زندگی</b>	
۶	۱-۰. مقدمه
۶	۲-۰. طرح ملی دانش آموزی نجات آب: «دانا»
۶	۱-۲-۰. معرفی طرح
۷	۲-۲-۰. ضرورت اجرای طرح
۹	۳-۰. معرفی و تاریخچه شرکت آب منطقه‌ای اصفهان
<b>فصل اول: آب در فرهنگ اسلامی، ایرانی</b>	
۱۲	۱-۱. مقدمه
۱۲	۲-۱. آب از منظر قرآن و روایات
۱۲	۳-۱. آب در فرهنگ اسلامی
۱۳	۴-۱. آب در فرهنگ ایرانی
<b>فصل دوم: منابع آب</b>	
۱۷	۱-۲. مقدمه
۱۷	۲-۲. وضعیت آب در جهان
۱۹	۳-۲. وضعیت آب در ایران
۲۳	۴-۲. وضعیت آب در استان اصفهان
<b>فصل سوم: تقسیم‌بندی منابع آب</b>	
۲۷	۱-۳. مقدمه
۲۷	۲-۳. آب‌های سطحی

۲۹ ۳-۳. آب‌های زیرزمینی

### فصل چهارم: تأسیسات مهم آبی استان

۳۴ ۱-۴. مقدمه

۳۴ ۲-۴. سد و تونل

۳۶ ۳-۴. شبکه‌های آبیاری و زهکشی

۳۷ ۴-۴. طرح‌های آبرسانی

### فصل پنجم: زاینده‌رود، قلب تپنده فلات مرکزی ایران

۳۹ ۱-۵. مقدمه

۳۹ ۲-۵. معرفی حوضه زاینده‌رود

۳۹ ۳-۵. نام‌های زاینده‌رود

۴۰ ۴-۵. تقسیم آب زاینده‌رود در گذشته

۴۱ ۵-۵. منابع اصلی تأمین آب زاینده‌رود

۴۲ ۶-۵. دلایل خشکی زاینده‌رود

۴۲ ۷-۵. تأثیرات بحران خشکی زاینده‌رود

### فصل ششم: مصارف آب

۴۴ ۱-۶. مقدمه

۴۴ ۲-۶. انواع مصارف آب

۴۵ ۳-۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی

۴۷ ۴-۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش شرب و بهداشت

۴۹ ۵-۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش صنایع

۴۹ ۶-۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش محیط زیست

## فصل هفتم: کیفیت آب

۵۲	۱-۷. مقدمه
۵۲	۲-۷. تعریف کیفیت آب
۵۳	۳-۷. آلودگی آب و منابع آلاینده آن

## فصل هشتم: آب مجازی

۵۶	۱-۸. مقدمه
۵۶	۲-۸. تعریف آب مجازی
۵۶	۳-۸. تجارت آب مجازی
۵۷	۴-۸. تجارت آب مجازی در ایران

پیشگام

# نجات آب، نجات زندگی

اهداف این بخش:

۱. شناخت و بررسی اهداف طرح ملی دانش‌آموزی نجات آب «داناب»
۲. آگاهی از ضرورت اجرای طرح داناب
۳. آشنایی با پیشینه شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان
۴. شناخت وظایف، اهداف و مأموریت‌های شرکت

## ۱-۰. مقدمه

زمین را هنگامی که برای نخستین بار از فضا دیده شد، سیاره آبی نامیدند زیرا قسمت اعظم زمین را آب فراگرفته و رنگ آبی آب، معرف این سیاره و ویژگی آن است. این سیاره آبی تنها سیاره‌ای است که در آن حیات وجود دارد و به همین سبب آب و حیات جدایی‌ناپذیرند.

در دنیای امروز به دنبال دگرگونی جوامع و تحولات جمعیتی، استفاده از آب به شکل دیگری درآمده است. کمبود آب، خشکسالی‌های پی‌درپی و آلودگی آب‌ها از مسایل مهم دنیای امروز می‌باشند. به گزارش بانک جهانی هنوز بیش از یک میلیارد نفر در دنیا، قادر به استفاده از آب سالم نیستند و همه ساله حدود ۳ میلیون نفر به خاطر آب آلوده از بین می‌روند.

آب به عنوان یکی از عوامل اصلی حیات بشر، علاوه بر نیاز شرب، جهت سایر مصارف مرتبط با انسان و طبیعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آب اساس هستی و سنگ زیرین خلقت است. مسأله آب و کمبود آن به حدی جدی است که دهه ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ دهه بین‌المللی آب اعلام شده است.

## ۲-۰. طرح ملی دانش‌آموزی نجات آب: «داناب»

### ۱-۲-۰. معرفی طرح

طرح ملی دانش‌آموزی نجات آب که به اختصار از آن با عنوان داناب یاد می‌شود؛ براساس ایده‌ای علمی برگرفته از مطالعات جامع پیرامون طرح‌های فرهنگی و آموزشی، در سال تحصیلی ۸۹-۸۸ در یکی از استان‌های کشور به اجرا درآمد.

در این طرح با هدف قرار دادن دانش‌آموزان، برنامه‌ریزی شده است تا مسائل و چالش‌های اصلی حوزه آب اعم از مسائل ارزشی پیرامون آب، مسائل کمی، مسائل کیفی، بحث آب مجازی، ارزش ذاتی و اقتصادی آب و ... در روندی نظام‌مند به این قشر آموزش داده شود.

این طرح پس از اجرای موفق در یکی از استان‌های کشور، در سال تحصیلی ۹۰-۸۹ در چند استان کشور به عنوان پایلوت اجرا شد. سنجش اثربخشی طرح در اجرای دوساله این طرح، حاکی از موفقیت آن بوده و بر این اساس و با توجه به ضرورت اقدامات جدی و فراگیر در عرصه آموزش و بهبود فرهنگ در قبال مسائل حوزه آب، این طرح برای سال تحصیلی جاری ملی اعلام شده و به عنوان وظیفه مجمعی استان‌ها توسط مدیرعامل شرکت مدیریت منابع آب ایران، تعیین شده است.

حسب توافق و برنامه‌ریزی‌های انجام شده در شورای سیاست‌گذاری طرح‌های دانش‌آموزی آب و آبفا؛ دانش‌آموزان مقطع راهنمایی و بالاتر به عنوان قشر هدف ویژه حوزه آب و دانش‌آموزان مقطع دبستان و پیش‌دبستانی به عنوان قشر هدف در نظر گرفته شده برای حوزه آبفا تعیین شده است.

در طرح داناب، مخاطب اصلی طرح، دانش آموزان مقطع راهنمایی می‌باشند که از یک سو قدرت دریافت و تحلیل مسائل گسترده و بعضاً انتزاعی حوزه آب (از قبیل کسری مخازن آب زیرزمینی، آب مجازی و ...) را دارا بوده و از سوی دیگر هنوز به شکلی جدی درگیر مباحث مربوط به کنکور یا مسائل کاری و شغلی نشده‌اند.

ویژگی‌های اصلی طرح:

- ✓ راهبری کلان و ملی از سوی شرکت مدیریت منابع آب ایران با همکاری مشاور ملی؛ ضمن لحاظ کردن مسائل مدیریت بومی برای استان‌ها؛
- ✓ مبتنی بودن بر مطالعات علمی و تعریف اصولی (پشتوانه ۳ سال اجرای پایلوت و متکی بر مطالعات مشاور ملی)؛
- ✓ تمرکز بر آموزش پایه‌ای و عمقی و پرهیز از اقدامات صرفاً نمایشی؛
- ✓ نظام‌مند بودن طرح؛
- ✓ افق درازمدت برای اجرای مستمر طرح همراه با اعمال اصطلاحات سالانه بر اساس بازخوردهای اجرا.

## ۲-۲-۰. ضرورت اجرای طرح

ضرورت اول: سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری

نگاهی به سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری، شرایط بحرانی منابع آب کشور و کمبود شدید آگاهی و حساسیت عمومی نسبت به شرایط بحرانی منابع آب، ضرورت اجرای طرح ملی دانش‌آموزی نجات آب به عنوان فعالیتی غیرسازه‌ای مبتنی بر فعالیت‌های بهبود فرهنگ عمومی در جهت کاهش مصرف منابع آب را بیش از پیش روشن می‌سازد.

در جهان امروز، آب مهم‌ترین عامل توسعه است و نقش به‌سزایی در توسعه اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و سیاسی کشورها ایفا می‌نماید. بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگترین فعالیت اقتصادی به‌خصوص در کشورهای جهان سوم، سهم بزرگی از مصرف منابع آب کشورها را به خود اختصاص می‌دهد.

مقام معظم رهبری در بند ۸ سیاست‌های ابلاغی اصلاح الگوی مصرف، صراحتاً به ضرورت ارتقاء بهره‌وری مصرف آب به‌خصوص در بخش کشاورزی به‌عنوان بزرگترین مصرف‌کننده آب در کشور تأکید می‌فرمایند. در بند ۴ این ابلاغیه نیز لزوم آموزش روش‌های بهینه مصرف در کلیه پایه‌های آموزش عمومی اشاره می‌شود.

نظر به سیاست‌های ابلاغی مقام معظم رهبری، طرح ملی دانش‌آموزی داناب با هدف آگاهی‌بخشی، حساس‌سازی و ارائه راهکار در زمینه ارتقاء فرهنگ عمومی در مصرف صحیح منابع آب کشور تعریف و اجرا می‌گردد.

بند ۴- آموزش اصول و روش‌های بهینه‌سازی مصرف در کلیه پایه‌های آموزش عمومی و آموزش‌های تخصصی دانشگاهی.



بند ۸- ارتقاء بهره‌وری و نهادینه شدن مصرف بهینه آب در تمام بخش‌ها به ویژه بخش کشاورزی در چارچوب سیاست‌های زیر:

- طراحی، تدوین و اجرای سند ملی الگوی مصرف آب در بخش‌های مختلف و به هنگام سازی آن؛
- اعمال سیاست‌های تشویقی و حمایتی از طرح‌های بهینه‌سازی استحصال، نگهداری و مصرف آب؛
- تدوین و اعمال استانداردها و ضوابط لازم برای کاهش ضایعات آب، پایش کیفیت منابع آب و جلوگیری از آلودگی آب‌ها؛
- اصلاح الگوی کشت و اعمال شیوه‌های آبیاری کارآمدتر، ایجاد سامانه‌های بهینه تأمین و توزیع آب شرب و بهینه‌سازی تخصیص و مصرف آب در بخش تولید بر اساس ارزش راهبردی و اقتصادی بیشتر؛
- برنامه‌ریزی برای استفاده مجدد و باز چرخانی آب؛
- تدوین و اجرای برنامه‌های عملیاتی مناسب برای ایجاد تعادل بین منابع و مصارف آب به ویژه در سفره‌های زیرزمینی دارای تراز منفی و اعمال مدیریت خشکسالی و سیل، سازگار با شرایط اقلیمی.

ضرورت دوم: بحران شدید آب در منابع آب کشور و لزوم فعالیت‌های غیره سازه‌ای

امروزه دستیابی به آب کافی با کیفیت مناسب را می‌توان یکی از مهم‌ترین چالش‌های قرن دانست، رشد بی‌رویه جمعیت، افزایش تولیدات کشاورزی برای تأمین غذا، افزایش سطح رفاه و ... موجب افزایش تقاضا برای این ماده گرانبها شده است. در کشور ما میانگین بارندگی سالانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد که کمتر از یک سوم بارش متوسط جهانی است، از طرفی میزان ریزش نزولات جوی و محل ریزش آن‌ها نیز با نیاز بخش کشاورزی، که مصرف‌کننده اصلی آب در کشور می‌باشد مطابقت ندارد. بنابراین باید پذیرفت که خشکی در کشور ما یک واقعیت اقلیمی است. در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت و گسترش زمین‌های زیر کشت، تقاضا برای مصرف آب به خصوص در بخش کشاورزی، فشار قابل ملاحظه‌ای را بر منابع آب زیرزمینی کشور تحمیل کرده است به طوری که میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی به حدی افزایش یافته که اغلب دشت‌های کشور در معرض بحرانی شدن قرار گرفته‌اند. در سال‌های اخیر روند تغییرات اقلیمی سبب افزایش دوره‌های خشکسالی در کشور شده است با طولانی شدن مدت خشکسالی، منابع آب کشور، با چالش‌های جدی مواجه شده و لزوم برنامه‌ریزی‌های مناسب مبتنی بر مدیریت مصرف بهینه از پتانسیل‌های آبی کشور را بیش از پیش روشن کرده است.

از آنجا که موفقیت هر طرح و برنامه‌ای مرهون حضور و مشارکت عموم می‌باشد، اجرای برنامه‌های آموزشی و آگاهی بخشی، اولین گام برای جلب مشارکت اقشار مختلف در استفاده معقول از منابع آب می‌باشد.

استفاده از جامعه بزرگ دانش‌آموزان به عنوان پتانسیلی مناسب برای نهادینه کردن رفتار صحیح مصرف منابع آب، اساسی‌ترین گام برای اشاعه آموزش و بهبود فرهنگ عمومی در این زمینه می‌باشد. از این رو طرح ملی داناب با هدف

آگاهی بخشی، حساس سازی و ارائه راهکار، با مخاطب قرار دادن کلیه دانش آموزان مقطع راهنمایی سطح کشور، تعریف و اجرا می گردد.

ضرورت سوم: عدم آگاهی و حساسیت اقشار مختلف جامعه نسبت به مشکلات و معضلات منابع آب

با توجه به اهمیت مسأله بحران آب و نظر به طولانی بودن زمان تجدیدپذیری منابع آبی تنها راهکار مقابله و پیشگیری، مصرف بهینه آن می باشد که این راهکارها در دو سطح راهکارهای فنی مصرف بهینه و آموزش مردم می باشد. راهکارهای فنی و تکنولوژی در سال های اخیر پیشرفت چشمگیری در کشور ما داشته است اما عدم آگاهی و تمایل مردم به عنوان قشر استفاده کننده از شیوه های نوین و بهینه استفاده از منابع آب، همچنان مهجور مانده است. این شکاف، باعث شده است که علی رقم وجود روش های بهینه برای کاهش مصرف آب به خصوص در بخش کشاورزی، برداشت از منابع آب به شیوه غیر اصولی بوده و سطح حساسیت آنان نسبت به بحران آب، آن ها را هدایت می کند تا از ابزارآلات و روش های نوین در عرصه های مختلف مصرف به ویژه کشاورزی استفاده کنند.

نتایج پژوهشی که برای سنجش آگاهی و حساسیت اقشار مختلف جامعه و دانش آموزان در برخی استان های کشور صورت گرفته است، لزوم اجرای برنامه های آموزشی در این زمینه را بیش از پیش روشن می سازد.

### ۳-۰. شرکت آب منطقه ای اصفهان

تاریخچه و معرفی:

مدیریت آب اصفهان از سال ۱۳۳۹ برعهده دو شرکت آبیاری به نام های شرکت سهامی کوه رنگ اصفهان و شرکت سهامی آبیاری نائین بوده که به آن ها بنگاه مستقل آبیاری نیز می گفته اند و زیر نظر وزارت کشاورزی وقت اداره می شده است. در دی ماه سال ۱۳۴۴ و به منظور ایجاد هماهنگی بین فعالیت های شرکت های مذکور و همچنین برای کنترل و بهره برداری از رودخانه زاینده رود سازمان آب منطقه ای اصفهان تأسیس و به تدریج شرکت های فوق در آن ادغام گردیدند.

این سازمان، مدیریت منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود را به عهده داشته و استان های اصفهان و چهارمحال و بختیاری و همچنین شهرستان یزد تحت پوشش آن بوده اند. تا سال ۱۳۵۸، یزد یکی از فرمانداری های استان اصفهان محسوب می شده ولی علی رغم این که در آن سال به صورت یک استان مستقل معرفی گردید ولی عملاً تا سال ۱۳۶۶ زیرمجموعه آب منطقه ای اصفهان بوده است. در ابتدای سال ۱۳۸۵ نیز شرکت آب منطقه ای چهارمحال و بختیاری تأسیس شد و حوزه عمل شرکت به استان اصفهان محدود گردید.

## وظائف، اهداف، مأموریت‌ها:

به موجب اساسنامه شرکت، مصوب هیأت محترم وزیران در سال ۱۳۸۵، موضوع فعالیت و وظایف شرکت به شرح زیر می‌باشد:

شناخت، مطالعه، توسعه، حفاظت، بهره‌برداری بهینه از منابع آب، تولید انرژی برق آبی، ایجاد، توسعه، بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات و سازه‌های آبی و برق آبی که در قالب عناوین عمده ذیل جمع‌بندی می‌گردد:

- انجام مطالعات لازم برای شناخت، توسعه و بهره‌برداری از منابع آب و انرژی برق آبی؛
- اجرای طرح‌ها و پروژه‌های تأمین و انتقال آب برای بخش‌های مختلف مصرف، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، آبرسانی به شهرها و صنایع، پایداری و ایمنی سدها، مهندسی رودخانه و سواحل، کنترل سیلاب و تغذیه مصنوعی؛
- بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات و سازه‌های تأمین آب، انتقال آب، تولید انرژی برق آبی ایجاد شده و یا واگذاری شده و بهره‌برداری و تحقیقات منابع آب؛
- اجرای برنامه‌ها و مصوبات و اموری که وزارت نیرو در اجرای قانون توزیع عادلانه آب و سایر قوانین و مقررات مربوط به آب به عنوان کارگزاری ارجاع می‌نماید.

چشم‌انداز شرکت: تبدیل شدن به شرکتی متعالی و معتبر با در نظر گرفتن پوشش کامل نیازمندی‌های آبی منطقه  
بیانیه مأموریت شرکت: تلاش در جهت حفظ و توسعه حیات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی در منطقه از طریق مدیریت منابع آبی به‌طور مطلوب و پایدار

# فصل اول

## آب در فرهنگ اسلامی، ایرانی

اهداف آموزشی:

۱. بررسی آیات و روایات مرتبط با مبحث «آب»
۲. آشنایی با جایگاه آب در فرهنگ اسلامی
۳. آشنایی با جایگاه آب در فرهنگ ایرانی

## ۱-۱. مقدمه

در ادیان و مذاهب گوناگون همواره به اهمیت آب توجه می‌شود و دستورات متعددی در خصوص حفظ و پاکیزه نگه داشتن آب‌های موجود در هر کدام از ادیان الهی ذکر شده است. در دین اسلام نیز همچون سایر ادیان به آب به عنوان هدیه‌ای الهی اشاره شده و خداوند متعال انسان‌ها را به تفکر و تأمل در این آیات الهی فراخوانده است. از سوی دیگر، در بین ایرانیان نیز چه از دوران ایران باستان و چه بعد از ورود اسلام همواره به آب به عنوان یکی از عناصر اصلی طبیعت اهمیت داده می‌شده و می‌شود. در این بخش سعی می‌شود به بررسی آب از منظر دین اسلام و همچنین تمدن ایرانی بپردازیم.

## ۱-۲. آب از منظر قرآن و روایات

از مجموع آیاتی که به‌طور مستقیم (۶۳ مرتبه) و غیرمستقیم (مثل دریا، باران، نهر، شرب و...) در قرآن و روایات به آب اشاره شده است می‌توانیم تقسیم‌بندی زیر را داشته باشیم که البته به‌صورت بسیار خلاصه آمده است:

الف) وسیله‌ای برای شناخت آفرینش مجموعه جهان هستی و انسان از آب (انبیاء/۳۰) (فرقان/۵۴) (مرسلات/ ۲۱ و ۲۲)

عظمت و یگانگی خدا

آب وسیله پرورش گیاهان و معاش جانداران (نمل/۶۰) (حجر/۲۲) (مومنون/ ۱۸ و ۱۹)

ب) آب وسیله پاکی و طهارت (فرقان/ ۴۸ و ۴۹) (انفال/ ۱۱)

ج) آب وسیله امتحان و آزمایش (آل عمران/ ۱۵۴) (قمر/ ۲۴)

د) وسیله نجات صالحان و عذاب ستمکاران در دنیا (طه/ ۳۹) (هود/ ۴۲) (قصص/ ۷)

ه) وسیله‌ای برای تشبیه دنیا و ولایت اهل بیت علیهم السلام (کافی ج ۲/ص ۱۳۶) (مستدرک الوسائل/ ص ۳۵۳)

و) وسیله‌ای برای اثبات معاد (فاطر/ ۹) (روم/ ۲۴)

## ۱-۳. آب در فرهنگ اسلامی

نهی از آلوده کردن آب و جلوگیری از آلوده شدن آن

در اسلام، به هماهنگی کامل بین پاکیزگی جسمی و معنوی تأکید فراوانی شده است. از آنجایی که پاکیزگی جسمی نیازمند آب پاکیزه می‌باشد قرآن کریم و سنت به پاکیزگی و تمیزی آب توجه زیادی نموده‌اند. مسلمانان بسیار سفارش

شده‌اند که آب را آلوده نکنند. دین اسلام، از کمترین آلودگی‌ها مانند: ادا کردن در آب راکد، حمام کردن در آب راکد جهت رفع وضعیت ناپاکی تشریفاتی و ... نهی کرده است. بخش مهمی از احکام فقهی اسلام، احکام بهداشتی- محیطی است. احکام آب‌ها، احکام زمین، احکام مربوط به کشاورزی و حفاظت از محیط‌زیست و اهمیت بهداشت بسیار مورد توجه قرار گرفته و احکام ویژه‌ای برای هر یک از آنها وضع شده است. احادیث زیر نشان می‌دهند که در اسلام چقدر به سالم نگه داشتن آب سفارش شده است:

\* امام صادق (ع) فرمودند: آب مورد استفاده مردم را آلوده نکن.

\* رسول اکرم (ص) از افکندن آب دهان در چاهی که مردم از آن آب می‌نوشند و از دمیدن در خوراک و آب نهی فرمودند.

\* امام صادق (ع) فرمودند: "خداوند آب را پاک و پاک کننده آفریده است."

\* امام صادق (ع) فرمودند: "آب پاک می‌کند ولی اگر نجس شود چیزی آن را پاک نمی‌کند."

## ۱-۴. آب در فرهنگ ایرانی

### الف) آب در فرهنگ پیش از آریایی

در فرهنگ پیش از آریایی ایران، صورت کاملی از رابطه آب و اسطوره‌های خلقت در میان نیست؛ اما نشانه‌ها و آگاهی‌های گسیخته‌ای وجود دارد که بیانگر اهمیت و جایگاه اسطوره‌ای آب در فرهنگ ایران می‌باشد. از این میان آثار بازمانده از فرهنگ ایلامی که طی بیش از دو هزار سال از شاخص‌ترین جریان فکری این سرزمین بوده، از اهمیت بیشتری برخوردار است. از این شمار است:

- معماری معابد ایلامی در خوزستان و حضور و نقش چشمگیر آب در آنها و به‌ویژه در چغازنبیل؛

- نقش برجسته ایلامی "کورانگون" واقع در کنار رودخانه فهلیان (بر سر راه شیراز به بهبهان) که مراسم آیینی در رابطه با تقدس آب را می‌نمایاند؛

- نقش و نمادهای متعدد، بر مهرها و نقش مهرها و دیگر اشیاء یافته شده در کاوش‌های مختلف مربوط به ایلام؛

- ظروف فلزی یافت شده در کاوش‌های شهاداد با نقش نه ماهی مربوط به حدود پنج هزار سال پیش.

## ب) ایران باستان طلایه‌دار اندیشه «آب پاک»

ایرانی‌ها به طبیعت به عنوان مظهر الهی احترام می‌گذاشتند و مقدس می‌شمردند و می‌گفتند این‌ها از پدیده‌های ایزدی و مقدس است. بنابراین نمی‌توانند دست آلوده به آب بزنند، آب را گل‌آلود کنند زیرا آب به این پاکی و شفافیت را برای پاک کردن فرستاده‌اند.

ایرانیان باستان از دیرباز با آگاهی از اهمیت حفظ محیط‌زیست و جلوگیری از آلودگی هوا از مواد آلاینده خودداری می‌کنند. یافته‌های تحقیقات نشان می‌دهد که ایرانیان باستان به عنوان یکی از کهن‌ترین و ممتازترین تمدن‌های بشری از بسیاری موارد که به بهبود کمیت و کیفیت زندگی انسان منجر می‌شده کاملاً آگاهی داشته‌اند و این موارد که ظاهراً از رهیافت‌های تمدن‌های معاصر می‌باشد در واقع جزئی از آداب و فرهنگ این دیار کهن بوده است، مثلاً ایرانیان باستان بر اساس تعالیم دین زرتشت، که نخستین مبادی یکتاپرستی بوده، آلوده کردن آب را از گناهان بزرگ می‌شمردند و همچنین خداوند یکتا را به خاطر آموزش در حفظ محیط‌زیست سپاس می‌گفتند.

در حقیقت، در اعتقاد ایرانیان باستان، آب مظهر آبادانی و خرمی بوده و می‌بایست همواره پاکیزه نگهداری می‌شد. آب مانند رگ‌های بدن درون خاک را نگه می‌دارد و عامل بقاء و حیات خاک است. آنان توصیه می‌کردند پلیدی اندر آب می‌فکنید، تن و جامه را در آب روان بشوید، کاریز (قنات) بسازید و زمین خشک را برومند سازید.

آناهیتا [ایزدبانوی آب‌ها] و آبان، فرشتگان پاسدار آب، آذر و نیروسنگ فرشتگان پاسدار آتش، زامیاد فرشته پاسدار زمین و خاک و ویو فرشته پاسدار باد و هوا بوده است.

## ج) جشن‌های ایران باستان در رابطه با آب

در فرهنگ ایرانیان، جشن‌های مختلفی در رابطه با آب وجود داشته است که در ادامه برخی از آن‌ها به اختصار معرفی می‌شود:

### ✓ جشن تیرگان

این جشن پیوند ژرفی با تقدس آب در فرهنگ ایرانیان دارد و جشن تیرگان، تیر روز از تیرماه آئین ویژه ایزد باران است. به‌طور کلی زرتشتیان می‌گویند در قدیم این جشن به بزرگی نوروز برگزار می‌شد و ۹ روز طول می‌کشید.

### ✓ جشن آبانگان

در فرهنگ ایرانیان قدیم و زرتشتیان امروز، روز دهم آبان، آبان روز نام دارد. وقتی نام روز و ماه در فرهنگ زرتشتی یکی شد، جشن برپا می‌شود. دهم آبان نیز به جشن آبانگان اختصاص دارد (روز دهم آبان در تقویم زرتشتی به نام "آبان" است و اکنون در گاه‌شماری جدید این روز، ۶ روز به عقب آمده و ۴ آبان شده است. دلیل این تفاوت این است

که در گاه‌شماری قدیم، همه ماه‌های سال ۳۰ روز بودند و حالا که شش ماه نخست سال ۳۱ روزه است، این روزها تغییر می‌کنند). آبان به نام آب و فرشته آب است؛ در اوستا آبان فرشته‌ای است که به‌عنوان فرزند آب‌ها معرفی شده است

احترام به آب امروز نیز در کشور کم آب ما مشهود است. اگر ناخواسته آبی به روی کسی پاشیده شود، می‌گویند آب روشنایی است یا این که پشت سر مسافر آب می‌پاشند تا سفرش بی‌خطر انجام گیرد و زود بازگردد و این اعتقاد که آب ناخواسته و یا نطلبیده، مراد است. این‌ها همه نشان از احترام و ارزشی است که مردم ایران نسبت به این مایع حیات‌بخش قائل هستند.

با آرزوی این که تمامی ما ایرانیان تا جایی که توان داریم به احترام آب‌های تمام دنیا که پاک است و پاک‌کننده، به آن ارج نهیم و در حفاظت و پاک نگه داشتن آن بکوشیم.



# فصل دوم

## وضعیت منابع آب

اهداف آموزشی:

۱. بررسی اهمیت بحران آب با توجه به کمبود منابع آب شیرین در جهان

۲. شناخت وضعیت منابع آب در ایران

۳. بررسی وضعیت منابع آب استان اصفهان

## ۲-۱. مقدمه

با توجه به کمبود منابع آب شیرین در دسترس انسان، برای شناخت وضعیت کنونی شاید بهترین راه شناخت منابع در دسترس جهانی، ملی و منطقه‌ای باشد. گاهی اوقات بی‌توجهی انسان‌ها نسبت به حفظ و نگهداری از منابع موجودشان به دلیل عدم آگاهی ایشان از کمبود این منابع است. لذا در جهت ارائه شناخت و آگاهی لازم در این بخش اطلاعات لازم پیرامون منابع آب جهان، ایران و استان اصفهان ارائه می‌گردد.

## ۲-۲. وضعیت آب در جهان

آب شیرین نه یک منبع جهانی، بلکه منبعی منطقه‌ای محسوب می‌شود که در حوضه‌های آبخیز خاصی از جهان قابل دسترس است و به دلیل محدودیت آن به اشکال مختلفی یافت می‌شود. در برخی از حوضه‌های آبخیز، این محدودیت‌ها فصلی هستند که به قابلیت و توانایی ذخیره‌سازی آب در دوره‌های خشک وابسته است. در سایر مناطق، محدودیت‌ها از میزان تغذیه «دوباره» سفره‌های آب زیرزمینی، میزان ذوب برف یا از ظرفیت خاک جنگل‌ها برای ذخیره‌سازی آب متأثر است.

ماهیت منطقه‌ای آب مانع از آن شده است تا جامعه جهانی بیانیه یا کنوانسیون خاصی را برای آن تصویب کند؛ بیانیه‌ای که به‌طور فزاینده عمق نگرانی‌های بشر را در این خصوص منعکس سازد. آب کالایی منحصربه‌فرد و ماده‌ای بسیار حیاتی است. محدودیت‌های این ماده حیاتی ظرفیت‌های سایر منابع حیاتی - از جمله غذا، انرژی، ذخایر ماهی و حیات وحش - را تحت فشار قرار می‌دهد. استحصال سایر منابع - از جمله غذا، مواد معدنی و فرآورده‌های جنگلی - نیز به تناسب مقدار کمی و کیفی منابع آب می‌تواند محدود شود. در شماری از حوضه‌های آبخیز جهان محدودیت‌های آب آشکار شده است. در برخی از فقیرترین و ثروتمندترین کشورهای جهان نیز سرانه استحصال آب به دلیل مسایل زیست‌محیطی، افزایش هزینه‌ها و کمیابی در حال کاهش است.

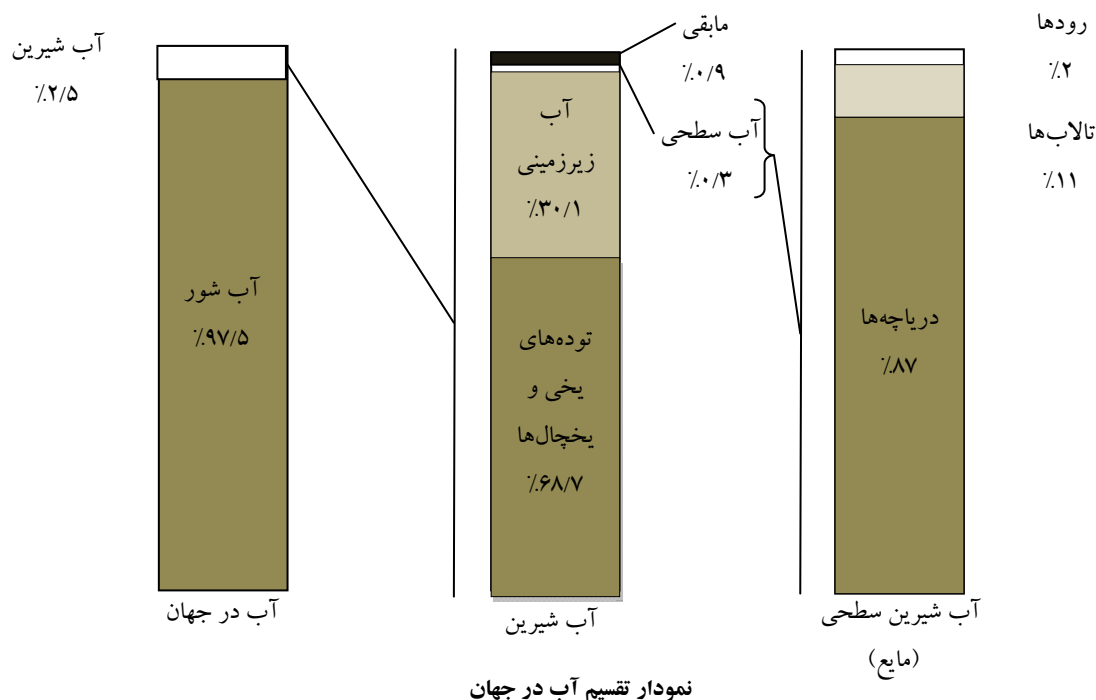
توزیع جریان‌های آبی نیز در سطح جهان نامتعادل است و با توزیع جمعیت تناسب ندارد. از مجموع کل آب‌های جهان، به‌طور تقریبی ۹۷/۵٪ آن را آب شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند که به دلیل شوری در عمل قابل استفاده نیستند. به این ترتیب از مجموع منابع آبی جهان، ذخایر آب شیرین تنها ۲/۵٪ کل حجم ذخایر آب‌های سطح زمین را شامل می‌شود که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطب‌های کره زمین و یخچال‌های طبیعی و آب‌های زیرزمینی وجود دارند که در دسترس نیستند. به این ترتیب از مجموع آب‌های کره زمین تنها حدود یک‌صدم درصد آب قابل استفاده بوده و در واقع حیات آدمی وابسته به همین مقدار اندک آب است.

میزان آبی که سالانه از اقیانوس‌ها تبخیر می‌شود حدود ۴۲۵ هزار کیلومتر مکعب است که بخش اعظم آن به‌صورت بارندگی به اقیانوس‌ها بر می‌گردد و تنها حدود ۴۰ هزار کیلومتر مکعب به صورت نزولات جوی در خشکی‌ها تخلیه و به صورت روان‌آب از طریق رودخانه‌ها جریان‌های زیرزمینی دوباره به سوی اقیانوس‌ها جاری می‌شود.

به این ترتیب مشاهده می‌شود، به‌رغم اینکه بخش اعظم سطح زمین را آب پوشانده، تنها بخش اندکی از آن برای بشر قابل استفاده است و در حقیقت تمام برنامه‌ریزی‌های بشر باید با توجه به این محدودیت‌ها صورت پذیرد. از طرف دیگر، توزیع و پراکنش این حجم محدود آب نیز در سطح کره زمین بسیار ناهمگون است و توزیع مکانی و زمانی آب نیز بسیار متغیر بوده و منطبق با پراکنش جمعیت و نیاز جوامع بشری به آب نیست.

### توزیع جهانی آب:

برای توضیح نسبتاً کامل برای مقدار آب در جهان، می‌توانید به نمودار و جدول زیر نگاه کنید. این وضعیت توسط چرخه‌ی آب که تشریح حرکت آب در دنیا است و به‌واسطه اتمسفر که یک بزرگراه عظیم حرکت آب است ایجاد شده است، نمودار و جدول زیر وضعیت فعلی آب در جهان را نشان می‌دهد و اگر شما به هزاران و یا میلیون‌ها سال پیش بازگردید، این اعداد ممکن است متفاوت شد.



نمودار تقسیم آب در جهان

منبع آب	حجم آب به کیلومتر مکعب	حجم آب به مایل مکعب	درصد آب شیرین	درصد کل حجم آب
اقیانوس‌ها، دریاها و گذرگاه‌ها	۱,۳۳۸,۰۰۰,۰۰۰	۳۲۱,۰۰۰,۰۰۰	--	۹۶,۵
توده‌های یخ، یخچال‌ها و برف‌های دائمی	۲۴,۰۶۴,۰۰۰	۵,۷۷۳,۰۰۰	۶۸,۷	۱,۷۴
آب زیرزمینی	۲۳,۴۰۰,۰۰۰	۵,۶۱۴,۰۰۰	--	۱,۷
شیرین	۱۰,۵۳۰,۰۰۰	۲,۵۲۶,۰۰۰	۳۰,۱	۰,۷۶
شور	۱۲,۸۷۰,۰۰۰	۳,۰۸۸,۰۰۰	--	۰,۹۴
رطوبت خاک	۱۶,۵۰۰	۳,۹۵۹	۰,۰۵	۰,۰۰۱
یخ زیرزمینی و یخ دائمی	۳۰۰,۰۰۰	۷۱,۹۷۰	۰,۸۶	۰,۰۲۲
دریاچه‌ها	۱۷۶,۴۰۰	۴۲,۳۲۰	--	۰,۰۱۳
شیرین	۹۱,۰۰۰	۲۱,۸۳۰	۰,۲۶	۰,۰۰۷
شور	۸۵,۴۰۰	۲۰,۴۹۰	--	۰,۰۰۶
اتمسفر	۱۲,۹۰۰	۳,۰۹۵	۰,۰۴	۰,۰۰۱
آب تالاب‌ها	۱۱,۴۷۰	۲,۷۵۲	۰,۰۳	۰,۰۰۰۸
رودخانه‌ها	۲,۰۱۲۰	۵۰۹	۰,۰۰۶	۰,۰۰۰۲
آب بیولوژیکی	۱,۰۱۲۰	۲۶۹	۰,۰۰۳	۰,۰۰۰۱
کل	۱,۳۸۶,۰۰۰,۰۰۰	۳۳۲,۵۰۰,۰۰۰	-	۱۰۰

## ۲-۳. وضعیت آب در ایران

ایران سرزمینی کوهستانی است که دو رشته کوه البرز با جهت گیری غربی- شرقی و رشته کوه زاگرس با جهت گیری شمال غربی- جنوب شرقی در آن قرار گرفته‌اند. این دو رشته کوه همانند دیواره‌ای مانع رسیدن ابرهای باران‌زا از شمال و

غرب کشور می‌شوند و به همین دلیل نیز بخش اعظم کشور را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد. کمبود منابع آبی همواره به عنوان یک عامل محدودکننده فعالیت‌ها در کشور مطرح بوده است.

جدول یک. مساحت و ضریب جریان سطحی حوضه ای آبریز اصلی

حوضه آبریز اصلی	مساحت (هزار کیلومتر مربع)	ضریب جریان سطحی متوسط ۳۷ ساله (۱۳۸۴-۱۳۴۷) (درصد)
کل کشور	۱۶۲۲/۶	۲۲/۷
دریای خزر	۱۷۴/۶	۲۴/۴
خلیج فارس و دریای عمان	۴۲۴/۵	۳۱/۵
دریاچه ارومیه	۵۱/۸	۳۱/۸
فلات مرکزی	۸۲۴/۴	۱۰/۳
مرزی شرق	۱۰۳/۲	۱۵/۷
قره قوم	۴۴/۲	۳۳/۲

مأخذ: سالنامه آماری کشور ۱۳۸۵

جدول دو- حجم آب حاصل از ریزش های جوی در حوضه های آبریز اصلی

سال آبی	کل کشور	دریای خزر	خلیج فارس و دریای عمان	دریاچه ارومیه	فلات مرکزی	مرزی شرق	قره قوم
متوسط ۳۷ ساله (۱۳۴۷-۱۳۸۴)	۴۱۲/۱۹۷	۷۴/۰۶۴	۱۶۱/۳۱۷	۱۷/۸۱۵	۱۳۷/۸۸۹	۱۱/۰۹۳	۱۰/۰۱۹
۱۳۶۹-۱۳۷۰	۳۸۷/۹۶۰	۶۵/۲۳۰	۱۲۷/۰۸۰	۱۶/۱۵۰	۱۵۰/۲۶۰	۱۵/۷۵۰	۱۳/۵۱۰
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۵۱۱/۸۰۰	۶۸/۴۱۰	۲۱۲/۶۵۰	۱۶/۰۰۰	۱۸۹/۲۰۰	۱۹/۴۹۰	۶/۰۴۰
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۲۹۹/۵۵۰	۶۰/۷۵۶	۱۱۰/۴۵۰	۱۲/۰۳۱	۱۰۵/۹۳۱	۳/۹۲۳	۶/۴۵۹
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۴۱۸/۵۷۵	۷۲/۳۶۵	۱۶۶/۰۴۵	۱۸/۵۴۴	۱۴۳/۸۷۹	۷/۷۳۱	۱۰/۰۱۲
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۴۰۶/۶۲۶	۸۴/۵۸۸	۱۳۶/۹۱۷	۱۹/۴۶۵	۱۴۳/۵۲۹	۱۰/۳۴۷	۱۱/۷۸۰
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۳۹۹/۹۳۴	۸۲/۸۴۵	۱۵۰/۹۳۴	۱۹/۹۳۵	۱۳۰/۳۸۱	۵/۵۰۲	۱۰/۳۳۷
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۴۷۱/۱۶۶	۸۱/۵۷۲	۱۸۵/۳۳۴	۱۶/۷۲۸	۱۵۷/۸۶۸	۱۸/۵۰۳	۱۱/۱۶۲
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۳۵۱/۶۹۷	۶۶/۱۶۴	۱۴۷/۱۶۷	۱۷/۱۰۲	۱۰۹/۵۸۳	۴/۷۳۱	۶/۹۵۰

مأخذ: سالنامه آماری کشور ۱۳۸۵.

توزیع مکانی آب در ایران به دلیل شرایط طبیعی بسیار ناهمگن است. توزیع زمانی نزولات جوی در کشور نیز مانند توزیع مکانی روند مشابهی را نشان می‌دهد و میزان آن در سال‌های مختلف متغیر بوده و این مسأله مشکلات گوناگونی را در چند سال اخیر برای بخش‌های مختلف، به‌ویژه بخش کشاورزی و تأمین آب شرب شهرها به‌همراه داشته و زیان‌های

زیادی را به این بخش تحمیل کرده است. حتی توزیع نامناسب زمانی بارش‌ها طی سال‌های نرمال نیز از تنگناهای جدی محدودیت منابع آب ایران است و این معضل در سال‌های خشک تشدید می‌شود. به‌عنوان نمونه، در مناطقی که از نظر بارش نزولات جوی در زمره مناطق پر باران طبقه‌بندی می‌شوند، در بعضی از ماه‌های سال کم‌آبی مشهود است. تحلیل زمانی نزولات جوی بیان‌کننده دامنه تغییرات زیاد آن از سالی به سال دیگر است. جدول شماره ۲ حجم حاصل از ریزش‌های جوی را در حوضه‌های آبریز کشور نشان می‌دهد.

با توجه به روند رشد جمعیت کشور و تشدید نیاز بخش‌های مختلف، افزایش مصرف آب بخش شهری، روستایی و صنعتی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. آب در فرآیند توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور نقش عمده و کلیدی دارد. افزایش تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی، توسعه مراکز جمعیت شهری و روستایی و بهبود و ارتقای کیفیت زندگی در گروی انجام سرمایه‌گذاری‌های لازم و هماهنگی در ابعاد مختلف توسعه و بهره‌برداری از منابع آب است.

منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به وضعیت بارندگی، پوشش گیاهی و سایر عوامل تأثیرگذار در حجم نزولات جوی، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال است که حجم قابل استحصال و با احتساب آب‌های برگشتی حدود ۱۲۶ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۱۰۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد متر مکعب را جریان‌های نفوذی به منابع آب زیرزمینی تشکیل می‌دهند.

در حالی که متوسط حجم کل آب سالانه کشور رقم ثابتی است تقاضا برای آب به علت رشد جمعیت، توسعه کشاورزی، شهرنشینی و صنعت در خلال سال‌های اخیر، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است به طوری که این رقم در سال ۱۳۴۰ حدود ۵۵۰۰ متر مکعب بود، در سال ۱۳۵۷ به حدود ۳۴۰۰، در سال ۱۳۶۷ به حدود ۲۵۰۰ و در سال ۱۳۷۶ به حدود ۲۱۰۰ متر مکعب کاهش یافته است. این میزان با توجه به روند افزایش جمعیت کشور در سال ۱۳۸۵ به حدود ۱۷۵۰ تنزل یافته است و در افق سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۳۰۰ متر مکعب تنزل خواهد یافت. صرف‌نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور و طیف گسترده مناطق خشک نظیر سواحل خلیج فارس و دریای عمان، نیمه شرقی کشور از خراسان تا سیستان و بلوچستان و نیز حوضه‌های مرکزی که میزان سرانه آب قابل تجدید در آن‌ها از میزان متوسط کشور به مراتب پایین‌تر است. ارقام متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی و کم‌آبی خواهد بود.

برداشت بی‌رویه آب از آب‌های زیرزمینی یکی دیگر از مسایل اساسی کشور در بخش آب به‌شمار می‌آید که در حال حاضر مشکلات جدی را در کشور پدید آورده است. به همین دلیل نیز در بسیاری از نواحی کشور سطح سفره‌های آب زیرزمینی افت کرده و با توجه به خشکسالی‌های اخیر، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی تشدید شده و خسارت‌های غیر قابل جبرانی را بر منابع آبی زیرزمینی کشور وارد آورده است.

در کنار کاهش کمیت منابع آب، انتشار پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری نیز از دیگر عوامل تهدیدکننده منابع محدود آب کشور محسوب می‌شوند. هر چند در خلال سال‌های گذشته به ویژه برنامه‌های سوم و چهارم توسعه اقدام‌های

قابل قبولی برای تصفیه پساب‌های شهری و صنعتی صورت گرفته، اما با توجه به افزایش جمعیت کشور، گسترش شهرنشینی و توسعه فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی ضروری است تا اقدام‌ها از شتاب بیشتری برخوردار شوند.

ویژگی‌های کلی حوضه‌های آبریز اصلی کشور											
اراضی زراعی (درصد نسبت به مساحت حوضه)	تعداد شهرکهای صنعتی	تعداد شهرها	نام شهرهای بزرگ	استان های واقع در حوضه	ارتفاع حوضه (متر)		تعداد ایستگاه های هیدرومتری	نام رودخانه های مهم	متوسط بارندگی (میلی‌متر)	مساحت کیلومتر مربع	حوضه (منطقه) آبریز
					از سطح دریا	حداکثر حداقل					
۹/۱	۶	۱۰۳	رشت، زنجان، ساری، گرگان	گیلان، مازندران، گلستان، زنجان، آذربایجان شرقی	۵۶۷۱	-۲۶	۲۲۹	سفیدرود، چالوس، تنج، گرگانرود، هراز، ارس	۵۹۹	۱۰۸۵۸۴	شمال
۷/۲	۷	۶۵	تبریز، ارومیه، اردبیل	آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، اردبیل	۴۸۱۱	۴۰	۱۶۹	ارس، زربینه رود، سیمینه رود، آچی چای	۳۹۹	۹۰۴۲۷	آذربایجان
۶/۶	۱۵	۱۰۸	اهواز، کرمانشاه، سنندج، بوشهر، شهرکرد، یاسوج، ایلام	ایلام، کردستان، کرمانشاه، خوزستان، بوشهر، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، آذربایجان غربی	۴۴۰۹	صفر	۲۵۲	کارون، دز، کرخه، سیروان، جراحی، زهره، زاب	۵۴۵	۱۹۸۳۱۶	خوزستان و غرب
۳/۹	۶	۶۴	بندرعباس و شیراز	فارس و هرمزگان	۳۹۴۳	صفر	۱۱۶	مند، کل، کر	۲۷۸	۱۹۰۱۷۱	فارس و هرمزگان
۱/۱	۱۲	۵۴	زاهدان، چابهار، زابل	سیستان و بلوچستان، کرمان، خراسان جنوبی، یزد، هرمزگان	۴۴۶۵	صفر	۸۱	سرباز، هلیل رود، بپوره، هیرمند	۱۳۲	۴۹۶۷۱۶	کرمان و سیستان و بلوچستان
۳/۵	۱۳	۵۸	اصفهان، یزد	اصفهان، یزد و چهارمحال بختیاری	۴۰۷۵	۷۹۰	۲۳	زاینده رود، درانجیر	۱۵۲	۹۳۳۴۷	اصفهان و یزد
۸/۴	۹	۶۷	تهران، قزوین، قم، اراک، ساوه، همدان	تهران، قزوین، قم، مرکزی، ساوه، همدان	۴۳۷۵	۷۵۰	۱۴۵	خارود، کرخ، قم رود	۲۸۷	۹۲۵۵۳	تهران و مرکزی
۲/۹	۱۶	۶۵	مشهد، بخیرود	خراسان شمالی، خراسان رضوی	۴۰۲۲	۲۶	۱۲۰	کشف رود، هریرد، قره قوم، اتراک	۱۹۷	۳۳۳۷۸۵	خراسان

## ۲-۴. وضعیت آب در استان اصفهان

استان اصفهان با وسعت ۱۰۷ هزار کیلومتر مربع دارای بارندگی متوسط سالانه ۱۲۰ میلیمتر در سال بوده و پس از تبخیر بخش اعظم آن دارای ۴/۵ میلیارد مترمکعب آب تجدیدپذیر است که به صورت منابع آب سطحی و زیرزمینی در بخش های شرب، صنعت و خدمات و کشاورزی و محیط زیست مصرف می‌رسد. ولی مصارف آب در استان بیش از ۷ میلیارد متر مکعب بوده که بخشی از آن به دلیل وجود آب در چرخه نفوذ و مصرف دوباره می‌باشد.

مهم‌ترین منبع آب سطحی استان رودخانه زاینده‌رود بوده که جریان آب در آن به دلیل بارندگی و ذوب برف بوده و توسط سد زاینده‌رود امکان ذخیره و تنظیم آب برای مصارف فراهم شده است و دلیل عمده توسعه صنعت در استان وجود این سد می‌باشد. با وجود ساخت این سد که در سال ۱۳۴۹ احداث گردید در سال‌های بعد به دلیل رشد تقاضا برای تأمین آب و وقوع خشکسالی کمبود آب محسوس گردید و این باعث گردید که مسولان استان برای جبران بخشی از این کمبود اقدام به وارد نمودن محصولات کشاورزی آب بر از سایر کشورها نمایند و هم‌زمان اقدام به حفاظت از منابع آب موجود نموده و به احداث سدهای بیشتر همت نموده و در جستجو برای استحصال آب بیشتر باشند.

مقدار حجم بهره‌برداری از منابع آب سطحی در استان تا حدودی کمتر از آب‌های زیرزمینی بوده ولی در سال‌های خشک مصرف از آب‌های زیرزمینی بسیار بیشتر از آب‌های سطحی می‌باشد و این به دلیل وجود تقاضا برای تأمین ناگزیر آب و غذا می‌باشد و در این سال‌ها می‌توان بخشی از کمبود را با واردات از سایر کشورها جبران نمود.

منابع آب موجود و تجدیدپذیر استان اصفهان زیربنای توسعه و حیات جاری و آینده استان می‌باشد. تعیین هویت منابع آب در بخش ریزش‌های جوی، روان‌آب‌های جاری و نفوذ در سفره‌های زیرزیرزمینی و میزان ورود آب به داخل استان و تعیین میزان خروج آب و مشخص نمودن میزان مصرف در کلیه بخش‌های شرب، صنعت و کشاورزی که حاکی از میزان آب استحصال و مصرف شده می‌باشد، مسئولین را قادر به برنامه‌ریزی برای آینده نموده تا بتوانند براساس رشد جمعیت و نیاز غذایی و توسعه صنعت و اشتغال، ایجاد امید و رفاه نموده و از پتانسیل‌های منابع آب استفاده کرده و برای کمبودها برنامه‌ریزی نمایند.

شرکت آب منطقه‌ای اصفهان در حوزه عملکرد خود با وسعت بیش از ۱۰۷ هزار کیلومترمربع و جمعیت افزون بر ۴/۵ میلیون نفر را شامل می‌گردد و گستره سازمان در ۵ حوضه آبریز اصلی واقع شده که عبارتند از:

۱- حوضه گاوخونی

۲- حوضه آبریز دق سرخ - اردستان

۳- حوضه کویری

۴- حوضه دز و کارون

۵- حوضه قمرود



۱- حوضه گاوخونی: این حوضه با وسعت بالغ بر ۴۲۰۰۰ کیلومتر مربع که ۲۴ هزار کیلومتر مربع آن دشت می‌باشد، مهم‌ترین زیرحوضه آن زاینده رود با وسعت ۲۶۹۱۷ کیلومتر مربع می‌باشد و از این مقدار حدود ۹۳ درصد در محدوده استان اصفهان و ۷ درصد در محدوده استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد.

زیرحوضه‌های این حوضه با توجه به اختلاف ارتفاع و موقعیت جغرافیائی از نظر حجم ذخیره آبخوان با هم تفاوت زیادی دارند، به طوری که زیر حوضه‌های دامنه و بوئین- میان‌دشت با بیشترین نزولات جوی و زیرحوضه‌های گاوخونی- ایزدخواست با کمترین نزولات جوی قرار دارند. بیشترین منابع آب قابل استحصال در این حوضه می‌باشد. با توجه به اینکه در دشت‌های مهم این حوضه ریزش نزولات جوی پائین می‌باشد ولی برعکس تراکم جمعیت و صنعت در آن‌ها بالا و همه ساله حجم قابل توجهی از ذخیره آب‌های زیرزمینی به مصرف می‌رسد، بدون اینکه جایگزین شود. لذا به طور مستمر از ذخیره آب‌های زیرزمینی کاسته می‌شود، به طوری که در حال حاضر تعدادی از دشت‌های مهم حوضه از نظر بهره‌برداری در حالت ممنوعه و ممنوعه بحرانی می‌باشند. بالغ بر ۳۲۲۳ میلیون مترمکعب از منابع زیرزمینی در این حوضه استحصال می‌گردد.

۲- حوضه آبریز دق سرخ - اردستان: این حوضه با مساحت بالغ بر ۲۰ هزار کیلومتر مربع که ۱۵ هزار کیلومتر مربع آن را دشت شامل می‌گردد. قسمت وسیعی از استان اصفهان شامل دشت‌های اردستان، طرق- اییازن، خالدآباد، دق سرخ، انارک و نائین را در بر می‌گیرد.

این حوضه به دلیل قرار گرفتن در مناطق کویری و خشک و عدم وجود منابع آب‌های سطحی آبخوان‌ها دارای اهمیت ویژه می‌باشد و با توجه به کمبود نزولات جوی حجم ورودی به آبخوان‌ها نسبت به حجم آب مصرفی ناچیز بوده و جوابگوی نیازهای منطقه نمی‌باشد در این مناطق اکثر سفره‌های آب زیرزمینی به صورت فسیلی بوده و طبیعتاً آبخوان فسیلی بایستی با کنترل شدید توأم با بهره‌برداری باشد. متأسفانه در حال حاضر استفاده از آبخوان‌ها به طور بی‌رویه صورت می‌گیرد، به طوری که وضعیت بهره‌برداری دشت‌های این حوضه، ممنوعه و یا ممنوعه بحرانی می‌باشد که جهت تأمین آب شرب شهرهای نائین و اردستان از طریق انتقال آب از زاینده رود اقدام شده است. در حال حاضر بالغ بر ۵۹۰ میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی این حوضه استحصال می‌گردد ولی منابع آب سطحی قابل توجه در این حوضه واقع در استان وجود ندارد.

۳- حوضه کویری: مساحت این حوضه بالغ بر ۱۷۴۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد که بالغ بر ۱۱۲۰۰ کیلومتر مربع آن در دشت واقع شده است. به دلیل قرار گرفتن این نقاط در داخل کویر خشک و بی‌علف دشت‌های این حوضه از نظر منابع آب بسیار فقیر و در حال حاضر فقط بالغ بر ۵۰ میلیون مترمکعب از منابع آب‌های زیرزمینی از طریق قنات و چاه‌های آب استحصال می‌گردد و منابع آب سطحی در این حوضه وجود ندارد.

۴- حوضه دز و کارون: تعداد ۶ محدوده مطالعاتی شرکت در مناطق سمیرم و فریدونشهر (استان اصفهان) واقع شده است که حدود ۳۰۰ میلیون مترمکعب از منابع آب زیرزمینی از طریق این دشت‌ها استحصال می‌گردد. با توجه به وفور منابع آب

سطحی در این مناطق فقط مقدار ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون مترمکعب از این منابع بهره‌برداری می‌شود و مابقی به میزان ۲۳۷۰ میلیون مترمکعب از استان خارج می‌گردد.

۵- حوضه قمرود: مساحت این حوضه بالغ بر ۱۲۷۶۲ کیلومتر مربع می‌باشد که حدود ۵۷۴۰ کیلومتر مربع آن در دشت واقع شده است. در حال حاضر حدود ۶۹۰ میلیون مترمکعب از منابع آب‌های زیرزمینی از طریق چاه‌ها و قنوت و چشمه‌ها استحصال می‌گردد و مصارف آب سطحی از این حوضه حدود ۵۹ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد.

# فصل سوم

## تقسیم بندی منابع آب

اهداف آموزشی:

۱. شناخت و مقایسه منابع آب زیرزمینی و سطحی
۲. آشنایی با شیوه‌های برداشت آب زیرزمینی
۳. بررسی اهمیت منابع آب زیرزمینی و حفاظت از آنها
۴. شناخت منابع آب سطحی استان

### ۳-۱. مقدمه

در تقسیم‌بندی‌های مختلفی که از منابع آبی موجود، به عمل می‌آید یکی از مهم‌ترین و شاخص‌ترین دسته‌بندی‌ها، تقسیم منابع آب به دو دسته آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی می‌باشد. در این مبحث سعی می‌شود جهت آشنایی هر چه بیشتر به ارائه اطلاعاتی در خصوص این منابع و چالش‌های انسان در بهره‌برداری و استفاده بهینه از این منابع پردازیم.

### ۳-۲. آب‌های سطحی

تعریف: به کلیه آب‌های جاری در رودخانه‌ها و انهار طبیعی و دره‌ها و جویبارها و هر مسیر طبیعی از جمله سیلاب‌ها و دریاچه‌ها آب‌های سطحی گویند. یکی از راه‌های کنترل آب‌های سطحی و استفاده بهینه از آن ایجاد سدها در مسیر رودخانه‌ها می‌باشد. در گذشته‌های دور، سدها برای ذخیره آب و آبیاری استفاده می‌شدند اما امروزه با پیشرفت تمدن‌ها و نیاز به آب بیشتر، سدها جهت تأمین آب شرب، بهداشت، آبیاری زمین‌های کشاورزی، استفاده در صنعت، کنترل سیلاب، بهبود کیفیت آب، کنترل رسوب رودخانه‌ها و تولید برق احداث می‌گردند.

آب‌های سطحی مهم‌ترین منبع تأمین‌کننده آب شرب می‌باشند. همچنین جهت مصارف کشاورزی، صنعت، فضای سبز و مصارف زیست محیطی استفاده می‌شوند.

منابع آب‌های سطحی: مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب‌های سطحی رودخانه‌ها می‌باشند. رودخانه‌ها در اثر بارش و حرکت روان‌آب‌های حاصل از آن در سطح حوضه پدید می‌آیند. فروریختن آب از آسمان به شکل‌های مختلف را «بارش» گویند. بارش به صورت باران، برف و تگرگ می‌باشد و علت وجود بارش چرخه هیدرولوژی می‌باشد.

آب پس از بارش به سه شکل تبدیل می‌گردد:

۱. بر روی زمین جاری می‌شود و رودخانه‌ها تشکیل می‌دهد.
۲. بخار می‌شود و ابرها را به وجود می‌آورد.
۳. به زیرزمین فرو می‌رود و آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد.

معمولاً بخشی از بارش‌ها به زمین نفوذ می‌کند، لیکن وقتی باران به زمین کاملاً خیس یا غیرقابل نفوذ (مانند کوه‌ها) برخورد می‌کند، شروع به جاری شدن در جهت شیب خواهد کرد. در طی یک بارندگی با شدت زیاد، رگه‌های کوچک جریان آب به سمت سراشیبی می‌روند و روان‌آب در این شرایط روی زمین حرکت می‌کند و رسوب و دانه‌های خاک را نیز با خود حمل می‌کند و به داخل رودخانه می‌آورد.

با افزایش سرعت و مدت بارندگی آب کمتر تبخیر شده و همچنین میزان بارش بیشتر از مقدار آبی می‌شود که زمین قادر است آن را جذب کند و در این موقع آب در سطح زمین جاری می‌شود. به آب‌هایی که بر سطح زمین جریان می‌یابند «آب‌های جاری یا روان‌آب» می‌گویند. قابل ذکر است که حدود ۸۰ درصد از بارندگی‌ها روی خشکی‌ها به نهرها و

رودخانه‌ها می‌رسند و یا بخار شده و به شکل ابر درمی‌آیند و ۲۰ درصد بقیه به سفره‌های آب زیرزمینی نفوذ می‌یابند. از جاری شدن آب بر روی زمین، جویبارها به وجود می‌آیند و آب‌های جاری در ابتدا به صورت تعداد زیادی جویبارهای کوچک جریان می‌یابند و سپس در مسیرهای معینی به یکدیگر متصل می‌شوند. این نهرها و جویبارها مرتباً به هم می‌پیوندند و رودخانه‌ی اصلی را به وجود می‌آورند. رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر:

زمین‌شناسی، خصوصیات و تشکیلات آبرفتی منطقه، مشخصات هیدرولوژیکی حوضه آبریز، شرایط هیدرولوژیکی جریان و نیز نحوه بهره‌برداری بشر از آن قرار دارند. ویژگی تغییرپذیری برخی از این عوامل سبب شده تا رودخانه‌ها حتی در کوتاه مدت و در بازه‌های مختلف آن همواره در معرض تغییر و تحول باشند. رودخانه‌ها به دو نوع دائمی و فصلی تقسیم می‌شوند.

از مهم‌ترین منابع آب سطحی استان اصفهان می‌توان به رودخانه زاینده‌رود در فلات مرکزی ایران، رودخانه‌های ماربر، کاسگان، قره آقاچ و ونک در منطقه سمیرم، رودخانه‌های پلاسجان و وهرگان در مناطق فریدونشهر، رودخانه قهرود در کاشان و رودخانه گلپایگان نام برد. همچنین جهت افزایش منابع آب سطحی انجام طرح‌های انتقال بین حوضه‌ای انجام می‌گردد که می‌توان به طرح انتقال کوه‌رنگ یک و دو و سه از حوضه کارون و طرح انتقال آب چشمه لنگان از حوضه دز به حوضه زاینده‌رود نام برد.

مسائل مرتبط با بهره‌برداری از منابع آب سطحی:

۱- افزایش جمعیت و تأمین آب شرب: جمعیت استان اصفهان در ۳۰ سال قبل حدود ۲/۵ میلیون نفر بوده که اکنون به حدود ۴/۷ میلیون نفر رسیده که این امر موجب افزایش مصرف آب شرب و در نتیجه کاهش مصرف سرانه آب گردیده است.

۲- تأمین آب مورد نیاز صنایع؛

۳- تأمین آب محیط‌زیست؛

۴- تأمین آب کشاورزی؛

۵- مسائل و مشکلات ناشی از عدم مدیریت یکپارچه منابع آب؛

۱-۵ عدم کنترل برداشت آب در نواحی بالادست حوضه

۲-۵ نوسانات دبی رودخانه‌ها در اثر برداشت‌های نامنظم بالادست

۳-۵ مسائل مربوط به تخصیص آب

۴-۵ مشکلات حفاظت کیفی آب رودخانه‌ها

۶- ترکیب ساختار مصرف؛

۷- تشدید رقابت بین متقاضیان آب؛

۸- فرسودگی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و هزینه‌های تعمیر و نگهداری آن؛

۹- مدیریت در شرایط بحران؛

۱۰- فقدان قوانین جامع همه‌سونگر که متناسب با تحولات مدیریت آب کشور و نظام بهره‌برداری از منابع آب به صورت رسمی و قانونی درآمده باشد؛

۱۱- جایگاه بخش آب در شکل‌دهی و آمایش سرزمین؛

۱۲- مشارکت ذینفعان در مدیریت منابع و مصارف؛

۱۳- ارتقای فرهنگ عمومی در مصرف به‌خصوص در بخش کشاورزی، صنعت و شرب؛

۱۴- ایجاد بازار آب در استان یا در حوضه یا در سطح ملی.

### ۳-۳. آب‌های زیرزمینی

تعریف: آب در زیرزمین در منافذ و فضاهای خالی سنگ‌ها و خاک‌ها جمع می‌شود. اما همه آب موجود در زیر سطح زمین به راه‌های معمولی مثل حفر چاه قابل برداشت نیست. وقتی چاهی در زمین حفر می‌شود ممکن است به خاک‌ها یا سنگ‌های مرطوب یا حتی اشباع از آب برخورد کند. ولی تا زمانی که این آب‌ها نتوانند آزادانه به داخل چاه تراوش کنند مستقیماً قابل بهره‌برداری نیستند. «آب زیرزمینی» یا «آب زیرسطحی» اصطلاحی است که به تمام آب‌های موجود در زیر سطح زمین اطلاق می‌شود. آب باران و برف (به‌طور کلی آب‌های جوی) منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی هستند. به‌طور کلی از مهم‌ترین مفاهیمی که در خصوص با آب‌های زیرزمینی به کار برده می‌شوند و دانستن آن‌ها الزامی است عبارتند از:

حوضه آبخوان: آبخوان یا سفره آب زیرزمینی سازند زمین‌شناسی زیرسطحی است که آب زیرزمینی را ذخیره کرده و از خود عبور می‌دهد و به آبخوان آزاد و تحت فشار تقسیم می‌شود.

حوضه آبریز: پهنه‌ای از زمین که توسط یک سیستم رودخانه‌ای واحد زهکشی می‌شود.

دشت آزاد: در دشت‌های آزاد با گرفتن مجوز امکان حفر چاه جدید وجود دارد. اما باید در نظر داشت که برداشت از این دشت‌ها باید به گونه‌ای صورت پذیرد که از تبدیل شدن به دشت ممنوعه و ممنوعه بحرانی جلوگیری شود.

دشت ممنوعه: در دشتهایی که ممنوعه اعلام می‌شود با توجه به افت سطح آب زیرزمینی در آن‌ها، اجازه حفر چاه جدید داده نمی‌شود و برداشت‌ها باید طبق قوانین تعیین شده انجام پذیرد.

دشت ممنوعه بحرانی: در دشتهای ممنوعه بحرانی سطح آب زیرزمینی افت شدیدی داشته و برداشت از این دشتهای حتی از چاههایی که مجوز دارند با احتیاط و به اندازه‌های تعیین شده صورت می‌گیرد. متأسفانه وضعیت این دشتهای را نمی‌توان به حالت اولیه بازگرداند و با اتخاذ تدابیر حفاظتی تنها می‌توان از بدتر شدن وضعیت این دشتهای جلوگیری نمود.

بهره برداری از منابع آب زیرزمینی: بهره‌برداری از منابع آب زیرسطحی به راه‌های مختلف انجام می‌گیرد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از حفر چاه و قنات و استفاده از آب چشمه‌ها. امروزه مهم‌ترین روش برداشت آب زیرزمین، چه در دنیا و در چه در کشور ما، حفر چاه‌های آب است. بر اساس آخرین آمار تعداد چاه‌ها و قنات و چشمه‌های استان که از آنها آب استحصال می‌شود به شرح زیر می‌باشد:

۵۰۰۶۰ حلقه چاه (اعم از مجاز و غیرمجاز) شامل ۳۲۴۱۳ حلقه چاه نیمه عمیق با ۲۵۰۰/۱۴۶ میلیون متر مکعب تخلیه سالیانه و ۱۷۶۴۷ حلقه چاه عمیق با تخلیه سالیانه ۲۸۷۰/۱۳۴ میلیون متر مکعب.

۸۸۱۶ دهانه چشمه با ۹۳۸/۲۴۲ میلیون متر مکعب تخلیه سالیانه.

۴۰۵۱ رشته قنات با ۶۷۳/۲۹۷ میلیون متر مکعب تخلیه سالیانه.

در حال حاضر همه ساله در استان اصفهان بیش از ۲۵۰ میلیون متر مکعب آب اضافه بر ظرفیت آب‌های زیرزمینی و تغذیه آن برداشت می‌شود که به لحاظ مقایسه، برابر یک چهارم آورد یک سال رودخانه زاینده‌رود می‌باشد.

الف) چاه آب: چاه آب حفره‌ای استوانه‌ای شکل و قائم است که در زمین حفر می‌کنند تا به لایه آبدار برخورد کند. آب زیرزمینی از منافذ و درز و شکاف سنگ‌ها به درون چاه تراوش می‌کند و در آن جمع می‌شود که این آب به راه‌های مختلف به‌ویژه با استفاده از پمپ‌های توربینی استخراج می‌کنند. چاه‌های آب را معمولاً بر اساس عمق به چاه‌های کم عمق و عمیق تقسیم‌بندی می‌کنند.

ب) قنات: یکی از راه‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی که از قدیم در کشور ما و برخی از کشورهای دیگر معمول بوده، قنات است. اولین قنات‌ها در ایران و در حدود ۳۰۰۰ سال پیش ساخته شده‌اند. قنات یا کاریز عبارت است از یک مجرای زیرزمینی با شیب کم، همراه با تعدادی چاه قائم به نام میله، که در زمین حفر می‌شود تا آب زیرزمینی خود به خود، بدون نیاز به تلمبه یا وسایل مصنوعی دیگر، در سطح زمین جریان پیدا کند. قنات‌ها را در رسوبات آبرفتی، به‌خصوص در مخروط‌افکنه‌ها حفر می‌کنند. آب باران و آب‌های سطحی با نفوذ به درون رسوبات غالباً دانه درشت قسمت‌های بالای مخروط‌افکنه‌ها، مخازن آب زیرزمینی غنی موجود در آن‌ها را تغذیه می‌کنند.

ج) چشمه: از راه‌های دیگر بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی استفاده از آب چشمه‌هاست. چشمه عبارت است از تخلیه متمرکز آب زیرزمینی که به صورت جریانی از آب در سطح زمین ظاهر می‌شود. چشمه‌ها را براساس چگونگی تشکیل به طور کلی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. یکی چشمه‌هایی که علت ایجاد آن‌ها نیروهای غیر گرانشی است و دیگری که جریان آب آن‌ها نتیجه اثر نیروی گرانشی زمین است. همچنین چشمه‌ها را براساس دما به ۴ دسته چشمه‌های سرد، معمولی، گرم و داغ تقسیم‌بندی می‌کنند.

مشکلات جاری منابع آب زیرزمینی (به ویژه در استان اصفهان):

۱- افت سطح آب‌های زیرزمینی و نشست سفره در اثر برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی. (تصویر تخریب دشت مهبیار)





۲- عدم توجه به قانون و سفارشات دینی- مذهبی و نامطلوب بودن وضعیت آگاهی و فرهنگ عمومی جامعه در خصوص منابع آب زیرزمینی؛

۳- عدم آگاهی‌رسانی کافی و ارائه هشدارهای متناسب با وضعیت بحرانی منابع آب توسط مسئولین به مردم؛

۴- آلودگی منابع آب زیرزمینی در اثر ورود فاضلاب‌های مختلف به‌ویژه فاضلاب‌های صنعتی به سفره‌های آب زیرزمینی؛

۵- بهره‌برداری از چاه‌های صنعتی دامی و طیور در مناطق مختلف به‌ویژه مناطق ممنوعه جهت مصارف کشاورزی؛

۶- مدیریت ناپیوسته آب و عدم حکمرانی آب.

بررسی طرح تعادل بخشی: تعادل بخشی چیست؟ از اواخر برنامه سوم توسعه کشور دفتر حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی شرکت مدیریت منابع آب ایران با طراحی پروژه تعادل بخشی سعی در افزایش حفظ و حراست از منابع آبی موصوف نموده است که هدف این پروژه به تعادل رسانیدن وضعیت آب‌های زیرزمینی در مناطق مختلف ایران است. اطلاع‌رسانی و نظرسنجی، تشکیل گروه‌های گشت بازرسی و نظارت در شرکت‌های آب منطقه‌ای، ساخت و نصب کنتورهای هوشمند آب و برق، ایجاد تشکل‌های آب‌بران به منظور انتقال وظایف تصدی‌گری دولت به مردم، ایجاد پروژه‌های تغذیه مصنوعی جدید و افزایش همکاری مابین مجموعه‌های اداری و اجرایی با نهادهای انتظامی و قضایی جلوگیری از برداشت‌های غیر مجاز از منابع آب زیرزمینی از مهم‌ترین پروژه‌های این طرح محسوب می‌شود.

# فصل چهارم

## تأسیسات مهم آبی استان

اهداف آموزشی:

۱. شناخت مهم ترین تأسیسات آبی استان
۲. بررسی اهمیت تأسیسات ایجاد شده
۳. بررسی تلاش های انجام شده در جهت آبرسانی به مناطق مختلف استان
۴. شناخت منطقه ای تأسیسات آبی در استان

#### ۴-۱. مقدمه

معمولاً برای بهره‌برداری از آب‌های موجود و در دسترس و یا انتقال آن به مناطقی که مورد نیاز است (برحسب نیاز به آب کشاورزی، شرب یا صنعت) از تأسیسات مختلفی استفاده می‌شود که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به سد و تونل انتقال آب و کانال‌ها و شبکه‌های آبیاری و زهکشی اشاره نمود. در این بخش سعی می‌شود قسمتی از تلاش‌های استانی در جهت بهره‌وری بهتر از منابع آب موجود در سطح استان، از طریق بکارگیری تأسیسات آبی گوناگون نشان داده شود.

#### ۴-۲. سد و تونل

##### ۱. سد و تونل اول کوه‌رنگ: استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان کوه‌رنگ، شهر چلگرد

طول تونل: ۲۸۰۰ متر، طول تاج سد: ۷۰ متر

هدف اصلی: انتقال سالیانه به‌طور متوسط ۲۹۷ میلیون مترمکعب آب به حوضه زاینده‌رود

##### ۲. سد زاینده‌رود: ۱۱۰ کیلومتری غرب اصفهان

سال شروع: ۱۳۴۶؛ سال خاتمه: ۱۳۴۹؛ طول تاج: ۴۵۰ متر؛ حجم مخزن: ۵۴ کیلومتر مربع

##### ۳. سد تنظیمی زاینده‌رود: ۴ کیلومتری پایاب سد زاینده‌رود

ظرفیت تنظیم آب: ۱/۴۵۰ میلیون مترمکعب؛ ارتفاع سد: ۱۴ متر

اهداف اولیه: ذخیره و تنظیم آب خروجی از سد (بعد از تولید برق) برای مصارف مختلف حاشیه رودخانه زاینده‌رود در طول ساعات و زمان‌های مختلف شبانه‌روز به میزان متوسط ۱۱۴۷ مترمکعب در سال؛ کنترل و تسکین سیلاب در مواقع سیلابی رودخانه

##### ۴. سد و تونل دوم کوه‌رنگ: استان چهارمحال و بختیاری، شهرستان کوه‌رنگ، دهستان بیرگان

سال شروع: ۱۳۵۲؛ سال خاتمه: ۱۳۶۴؛ طول تونل: ۲۸۲۷ متر؛ قطر تونل: ۲/۴ متر؛ طول تاج: ۷۳ متر

هدف اصلی: انتقال ۲۴۶ میلیون مترمکعب آب در سال از رودخانه کوه‌رنگ به دره زاینده‌رود

##### ۵. سد و تونل ماربران: استان چهارمحال و بختیاری

سال شروع: ۱۳۵۴؛ سال خاتمه: ۱۳۶۶؛ طول تاج: ۴۳ متر؛ طول تونل: ۱۰۳۶۰ متر

هدف اصلی: انتقال آب چشمه ماربران و کلنچین به تونل دوم، به‌طور متوسط به میزان ۱۱۵ میلیون مترمکعب سالیانه

##### ۶. سد انحرافی نکوآباد: ۵۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، روستای نکوآباد

سال شروع: ۱۳۴۹؛ سال خاتمه: ۱۳۵۱؛ طول سد: ۶۱ متر

هدف اصلی: بالا بردن سطح آب رودخانه و برگرداندن آب به طرف کانال‌های اصلی شاخه راست و چپ

**۷. سد انحرافی چم آسمان:** ۶۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان، روستای چم آسمان  
سال شروع: ۱۳۶۰؛ سال خاتمه: ۱۳۶۷؛ طول تاج سد: ۱۵۰ متر  
هدف اصلی: هدایت آب به داخل حوضچه‌های ترسیب با ظرفیت آبرگیری ۱۲/۵ مترمکعب در ثانیه جهت ورود به  
تونل‌های آب خام و سپس تصفیه‌خانه و در نهایت تأمین آب شرب شهری

**۸. سد مخزنی خمیران:** استان اصفهان، شهرستان نجف آباد، ۲۸ کیلومتری شمال غربی شهرستان تیران  
سال شروع: ۱۳۶۵؛ سال خاتمه: ۱۳۷۱؛ طول تاج سد: ۱۸۵ متر؛ حجم مخزن: ۶ میلیون مترمکعب  
هدف اصلی: تنظیم ۹ میلیون مترمکعب در سال به منظور تأمین آب کشاورزی منطقه

**۹. سد کردعلیا:** استان اصفهان، شهرستان تیران و کرون، ۳ کیلومتری غرب روستای کردعلیا  
سال شروع: ۱۳۸۱؛ سال خاتمه: ۱۳۸۵؛ طول تاج: ۱۰۳۰ متر؛ حجم مخزن: ۸۰۰ هزار مترمکعب  
هدف اصلی: تنظیم آبدهی چشمه شاهی به منظور تأمین آب کشاورزی روستای کردعلیا

**۱۰. سد مخزنی حنا:** استان اصفهان، ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی سمیرم، روستای حنا  
سال شروع: ۱۳۶۲؛ سال خاتمه: ۱۳۷۶؛ طول تاج: ۲۳۰ متر؛ حجم مخزن: ۵۰ میلیون مترمکعب  
هدف اصلی: تنظیم جریان آب رودخانه حنا و کنترل سیلاب‌های آن در جهت آبیاری بیش از ۹۰۰۰ هکتار اراضی

**۱۱. سد کمانه:** ۲۲ کیلومتری شمال غربی شهرستان سمیرم، نزدیک روستای قلعه قدم  
سال شروع: ۱۳۸۲؛ سال خاتمه: ۱۳۸۶؛ طول تاج سد: ۲۱۰ متر  
هدف اصلی: جمع‌آوری و تنظیم آب رودخانه کمانه و کنترل سیلاب‌های آن

**۱۲. سد قره‌آقاج سمیرم:** ۱۵۰ کیلومتری جنوب شهر اصفهان و ۱۳ کیلومتری شمال شهر سمیرم  
سال شروع: ۱۳۷۶؛ سال خاتمه: ۱۳۸۷؛ طول تاج: ۶۴۵ متر؛ حجم نرمال سد: ۲۱ میلیون مترمکعب  
هدف اصلی: کنترل و ذخیره‌سازی جریان‌های سطحی حوضه رودخانه قره‌آقاج

**۱۳. سد آغچه:** شهرستان بوئین و میاندشت، روستای آغچه  
سال شروع: ۱۳۸۳؛ سال خاتمه: ۱۳۸۷؛ طول تاج: ۵۲۵ متر؛ حجم مخزن: ۲/۵ میلیون مترمکعب  
هدف اصلی: تأمین آب کشاورزی در جهت بهبود کشت ۸۰۰ هکتار از اراضی روستاهای منطقه

**۱۴. سد مخزنی باغکل:** شهرستان خوانسار  
سال شروع: ۱۳۸۳؛ سال خاتمه: ۱۳۹۰؛ حجم مخزن در تراز عادی: ۵ میلیون مترمکعب  
هدف اصلی: استفاده بهینه از پتانسیل رودخانه به منظور تأمین آب شرب شهر خوانسار

#### ۱۵. سد و تونل چشمه لنگان و خدنگستان: فریدونشهر

سال شروع: ۱۳۷۹؛ اتمام مرحله دوم: ۱۳۹۰؛ طول تونل چشمه لنگان: ۱۳/۷ کیلومتر؛ ارتفاع سد اصلی: ۱۸/۴۴؛ تونل فرعی به طول ۱/۶ کیلومتر؛ طول تونل خدنگستان: ۱۱/۳ کیلومتر  
هدف اصلی: مجموع آب رودخانه‌های سبک و سرداب و چشمه لنگان که در مرحله اول به بهره‌برداری رسیده است بالغ بر ۱۲۰ میلیون مترمکعب بوده است که با اضافه کردن آب چشمه خدنگستان و روان آب دره‌های مسیر به حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال می‌رسد.

#### ۱۶. سد و تونل سوم کوهرنگ: ۱۲۰ کیلومتری شهرکرد- چلگرد

سال شروع: ۱۳۷۲؛ سال خاتمه تونل: ۱۳۹۰؛ سال خاتمه سد: ۱۳۹۴؛ طول تونل: ۲۳۴۰۹ متر  
هدف اصلی: تأمین و انتقال آب به میزان ۲۶۸ میلیون مترمکعب در سال

#### ۱۷. سد مخزنی گلپایگان: ۲۰ کیلومتری جنوب غربی گلپایگان

سال شروع: ۱۳۲۳؛ سال خاتمه مرحله دوم: ۱۳۴۹؛ طول تاج: ۳۶۰ متر  
هدف اصلی: کنترل و بهره‌برداری سیلاب‌های رودخانه و تنظیم حق آبه

### ۳-۴. شبکه های آبیاری و زهکشی

۱. شبکه آبیاری و زهکشی آبشار: سال شروع: ۱۳۴۹؛ سال خاتمه: ۱۳۶۱؛ کل سطح زیرکشت: ۲۹۰۰۰ هکتار

۲. شبکه آبیاری و زهکشی نکوآباد: سال شروع: ۱۳۴۹؛ سال خاتمه: ۱۳۵۸؛ سطح زیرکشت: ۳۸۴۰۰ هکتار

۳. شبکه آبیاری و زهکشی مهیار و جرقویه: سال شروع: ۱۳۶۵؛ سال خاتمه: ۱۳۷۵؛ سطح پوشش: ۲۲۰۰۰ هکتار؛  
هدف اصلی: انتقال آب به میزان ۹۵ میلیون مترمکعب جهت تضمین بقای کشاورزی منطقه و توسعه سطح زیرکشت

۴. شبکه آبیاری و زهکشی برخوار: سال شروع: ۱۳۶۸؛ سال خاتمه: ۱۳۷۵؛ سطح زیرپوشش: ۳۶۰۰۰ هکتار

۵. شبکه آبیاری و زهکشی رودشتین: سال شروع: ۱۳۶۷؛ سال خاتمه: رودشت شمالی/۱۳۸۰ و رودشت جنوبی/۱۳۹۱؛ هدف اصلی: ایجاد شبکه آبیاری و زهکشی به منظور ۴۲۲۰۰ هکتار اراضی منطقه

۶. شبکه آبیاری تیران و کرون: سال شروع: ۱۳۶۸؛ سال خاتمه: ۱۳۷۱؛ سطح زیرپوشش: ۵۵۰۰ هکتار

۷. شبکه آبیاری حنا: سال شروع: ۱۳۷۵؛ سال خاتمه: ۱۳۸۴؛ سطح زیرپوشش: ۹۴۰۰ هکتار

۸. شبکه آبیاری و زهکشی پادنا: سال شروع: ۱۳۷۴؛ سال خاتمه: ۱۳۸۹؛ سطح زیرکشت: ۲۷۹۰ هکتار؛ هدف اصلی: انتقال آب به میزان ۴۴/۸ میلیون مترمکعب جهت مصارف کشاورزی

۹. شبکه آبیاری و زهکشی قره آقاج: سال شروع: ۱۳۷۶؛ سال خاتمه: ۱۳۹۰؛ هدف اصلی: توسعه سطح زیر کشت به میزان خالص ۱۸۱۰ هکتار و ۳۰۰ هکتار بهبود اراضی کشاورزی

۱۰. شبکه آبیاری گلپایگان: هدف اصلی: تأمین آب کشاورزی در سطح ۷۰۰۰ هکتار از اراضی منطقه به میزان ۸۰ میلیون مترمکعب در سال

#### ۴-۴. طرح های آبرسانی

۱. طرح آبرسانی به اصفهان بزرگ: سال شروع مطالعات: ۱۳۴۶؛ سال شروع اجرا: ۱۳۵۵؛ سال خاتمه: ۱۳۹۰؛ هدف اصلی: تأمین آب آشامیدنی اصفهان بزرگ و بیش از ۵۰ شهر و ۲۵۰ روستای مسیر با دبی جمعاً ۱۵ متر مکعب در ثانیه

۲. طرح آبرسانی به شهرهای کاشان و آران و بیدگل: از محل سد تنظیمی زاینده رود به سمت میمه و کاشان؛ سال شروع: ۱۳۷۴؛ سال خاتمه: ۱۳۹۱؛ هدف اصلی: انتقال سالیانه حدود ۴۰ میلیون مترمکعب آب از محل سد تنظیمی زاینده رود به شهر کاشان و شهرهای در مسیر خط انتقال

۳. طرح آبرسانی به شهرضا: سال شروع: ۱۳۷۶؛ سال خاتمه: ۱۳۸۵؛ هدف اصلی: انتقال حدود ۵۰۰ لیتر در ثانیه آب چاه های آهکی حفاری شده در تنگ آهن دشت گرم آباد طی دو مرحله پمپاژ به شهرضا

۴. طرح آبرسانی به سمیرم: سال شروع: ۱۳۷۶؛ سال خاتمه: ۱۳۸۵؛ هدف اصلی: انتقال حدود ۱۳۵ لیتر در ثانیه آب چشمه حسین آبد به سمیرم

۵. طرح آبرسانی به مبارکه: سال شروع: ۱۳۸۳؛ سال خاتمه: ۱۳۸۸؛ هدف اصلی: تأمین آب شرب شهر مبارکه و شهر و روستایهای مسیر به میزان ۱۰۰۰ لیتر در ثانیه

۶. طرح آبرسانی به شهرهای نایین و انارک: سال شروع: ۱۳۸۲؛ سال خاتمه: ۱۳۹۰؛ هدف اصلی: تأمین بلند مدت نیاز آب شرب شهرهای نایین و انارک و سایر شهرها و روستاهای مسیر با مجموع ۱۷۴ شهر و روستا به میزان ۱۴۵۰ لیتر در ثانیه

۷. طرح انتقال آب به فلات مرکزی ایران (مطالعاتی): محل جغرافیایی: ساختگاه سد در ۷ کیلومتری جنوب غرب شهر اردل در استان چهارمحال و بختیاری و در فاصله حدود ۲۷۰۰ کیلومتری بعد از محل تلاقی دو رودخانه کوهرنگ و بهشت آباد بر روی رودخانه بهشت آباد واقع است. این تونل در راستای شمال شرق به طول ۶۵ کیلومتر در بالادست سد چم آسمان به زاینده رود منتهی می گردد.

هدف اصلی: انتقال سالیانه حدود ۷۴۶ میلیون مترمکعب آب از تلاقی رودخانه بهشت آباد و کوهرنگ به منطقه مرکزی ایران

# فصل پنجم

## زاینده رود: قلب پهنه فلات مرکزی ایران

اهداف آموزشی:

۱. شناخت و بررسی اهمیت حوضه آبریز زاینده رود
۲. بررسی پیشینه زاینده رود و تقسیم آب مربوط به آن در اصفهان
۳. شناخت بحران‌های پیش روی زاینده رود

## ۵-۱. مقدمه

همان گونه که پیش تر گفته شد منابع آب موجود و تجدیدپذیر استان اصفهان زیربنای توسعه و حیات جاری و آینده استان می باشد. با توجه به اینکه مهم ترین منبع آب سطحی استان رودخانه زاینده رود می باشد و به عبارتی می توان بر آن عنوان قلب تپنده فلات مرکزی ایران را نهاد، سعی می شود در این بخش ضمن معرفی حوضه زاینده رود به ارائه اطلاعات جامعی در خصوص رودخانه و مشکلات پیش روی آن بپردازیم.

## ۵-۲. معرفی حوضه زاینده رود

حوضه زاینده رود شامل منطقه ای است واقع در جنوب غربی حوضه داخلی ایران است که از دامنه های شمال شرقی ارتفاعات زردکوه بختیاری، آخوره و هفت تنان در مرز استان لرستان آغاز شده و تا شرق مرداب گاوخونی و نواحی غربی استان یزد ادامه دارد و در مسیر خود شهرستان های فارسان، شهرکرد، فریدن، فریدونشهر، زرین شهر، لنجان، مبارکه، خمینی شهر، اصفهان و برخوار و میمه را تحت پوشش دارد. حوضه زاینده رود در واقع زیرحوضه ای از حوضه گاوخونی است که دارای وسعتی در حدود ۲۶۹۱۷ کیلومتر مربع می باشد که ۹۳ درصد آن در استان اصفهان قرار دارد و ۷ درصد در محدوده استان چهارمحال و بختیاری واقع است.

زاینده رود طبیعی از شمال شرقی زردکوه بختیاری در شرق شهرستان فارسان (دهستان شوراب) در پای کوه کارکنان در روستای چهلگرد سرچشمه می گیرد و در طول مسیر در استان چهارمحال و بختیاری و شهرستان های فریدن و فریدونشهر شعب بزرگ و کوچک بی شماری به آن می ریزد. هر چه از سرچشمه به طرف مرداب گاوخونی پیش می رویم از مقدار آب وارده کاسته می شود تا جایی که بعد از رسیدن به محل سد زاینده رود شعب دائمی آن به طور کلی قطع می شود و فقط شعبه فصلی رودخانه شود و رودخانه مرغاب به آن می ریزد. (شعب اصلی تشکیل دهنده رودخانه زاینده رود عبارتند از: رودخانه های کوه رنگ، شیخ علیخان، آب زری، چم در و چشمه های دیمه، خوربه، نعل اشکنان، جوب آسیاب، کاگونک، فرسانک، پلاسگان، شور و مرغاب)

به طور خلاصه مناطق اصلی در تأمین آب زاینده رود منحصر به دهستان های شوراب و تنگ گزی (چهارمحال و بختیاری) قسمت هایی از پیشکوه موگویه و دهستان های فریدن مرکزی و شرقی است. آب زاینده رود تنها در جلگه های لنجان و اصفهان، بر آن و رودشتین به طور کامل به مصرف کشاورزی می رسد و در مناطق سرچشمه، دره تنگ و بستر عمیق رودخانه امکان کشاورزی وجود ندارد.

## ۵-۳. نام های زاینده رود

از گذشته دور تاکنون زاینده رود به اسامی مختلفی نامیده شده که مهم ترین آن عبارت است از: زند رود، زندک رود، زرن رود، زرین رود، زنده رود، زاینده رود و رودخانه اصفهان



اطلاق نام زاینده رود به این رودخانه به این دلیل است که به علت سختی سطح زمین در بستر و حوالی رودخانه (از جنس شیست) آب‌های آبیاری شده مجدداً بعد از نفوذ در زیر خاک اراضی، کم و بیش به زاینده‌رود باز می‌گردد. به عبارتی می‌توان گفت که بستر زاینده‌رود زهکش اراضی و مناطق اطراف آن است.

#### ۵-۴. تقسیم آب زاینده رود در گذشته

بر اساس تقسیمات منسوب به شیخ بهایی، آب زاینده‌رود به ۳۳ سهم اصلی تقسیم می‌شود. محدوده آبخور این رود تا آنجا که در تقسیمات طومار آورده شده از اواسط بلوک آیدغمش (بالا تر از باغهداران فعلی) تا مزرعه دیزی واقع در کرانه شمالی تپه شنی ساحل مرداب گاوخونی است و به شرح ذیل می‌باشد:

۱- لنجان والنجان	۱۰ سهم
۲- ماربین و جی	۱۰ سهم
۳- براآن و رودشتین	۱۰ سهم
۴- کرارج	۳ سهم

تقسیم‌بندی فوق نیز در داخل منطقه به سهام کوچکتر تقسیم می‌شود تا جایی که این تقسیمات در بین بلوکات جمعاً به ۲۷۵ سهم بالغ می‌گردد.

استفاده از آب زاینده‌رود در مواقع کم‌آبی و به‌خصوص از نیمه خرداد تا اواخر آبان بر اساس سهام فوق صورت می‌گرفته و در سایر ماه‌ها رودخانه آزاد بوده مگر در شرایط کم‌آبی و خشکسالی که نحوه اجرای آن بر اساس طومار با شرایط خاص بوده است. بر اساس مستندات تاریخی تقسیم آب در زاینده‌رود بر اساس محدودیت‌های موجود قبل از طومار شیخ بهایی نیز وجود داشته است و حتی بعد از تنظیم طومار نیز با توجه به قایل شدن حق تقدم بهره‌برداری از آب زاینده‌رود برای بلوکات بالادست رودخانه و نیز قطع برق جریان آب در ماه‌های تابستان و مواقع خشکسالی، باعث خشکی و در نتیجه ویرانی تدریجی بلوکات پایین‌دست رودخانه شده است. (در این تقسیم‌بندی یک مسئله خاص جغرافیایی آشکار به چشم می‌خورد و آن موضوع تقلیل دبی رودخانه در فصل تابستان است و چون در این فصل تبخیر آب و نفوذ آن در زمین در اثر طی مسافت طولانی بسیار زیاد می‌شود، کوشیده‌اند فعالیت‌های کشاورزی را هر چه بیشتر به سرچشمه رودخانه نزدیک‌تر کنند تا حداکثر استفاده از آب موجود به عمل آید).

هر چند شواهد فراوانی وجود دارد که قبل و بعد از شیخ بهایی جهت تقسیم آب زاینده‌رود اقدامات زیادی صورت گرفته اما علت انتساب طومار به شیخ بهایی را با توجه به اهمیت آب در منطقه کم‌آبی چون اصفهان و کافی نبودن مقدار آب رودخانه در فصول آبیاری، بایستی به کسی نسبت می‌دادند که مورد اعتماد مردم باشد تا از برخوردها و عدم اعتمادها جلوگیری به عمل آید. این اقدام در جاهای دیگر ایران نیز وجود داشته از جمله تقسیم آب قنات اردستان را به خواجه نصیرالدین طوسی نسبت می‌دهند و تقسیم آب هرات را به عبدالرحمان جامی. البته با توجه به اهمیت علمی و مقام مذهبی شیخ بهایی از یک سو و این که شیخ مدتی نیز مقام صدری اصفهان را عهده‌دار بوده است، به سادگی نمی‌توان انکار کرد

که شیخ بهایی به هر صورت نظری در تنظیم تقسیم نامه آب زاینده رود ارائه کرده باشد گو اینکه تقسیم آب زاینده رود با شبکه وسیع آبیاری آن حتی در تمامی طول عمر شیخ بهایی نمی توانسته به انجام برسد.

خشکسالی های ادواری:

- کمبود آب در حوضه زاینده رود پیشینه ای تاریخی دارد.
  - ۶ بار تلاش صفویه در اقدام به آغاز عملیات اجرائی انتقال آب از حوضه کارون مؤید بحران کمبود آب در آن زمان است.
  - وقوع دوره های خشکسالی ادواری، ناشی از طبیعت ذاتی و ماهیت رژیم آبدهی زاینده رود است.
- وقوع خشکسالی های شدید در حوضه زاینده رود پدیده ای نوظهور نیست و پیشینه ای تاریخی دارد.

## ۵-۵. منابع اصلی تأمین آب زاینده رود

در حال حاضر کل آب زاینده رود از ۵ منبع به شرح ذیل تأمین می شود:

۱) رودخانه زاینده رود از چشمه دیمه واقع در استان چهارمحال و بختیاری سرچشمه می گیرد. از سرچشمه تا انتها (تالاب گاوخونی) بیش از ۴۲۰ کیلومتر طول دارد و در طول مسیر آبراهه ها و چشمه سارها و بازیافت ها و برگشت آب های برداشت شده و بارش های مناطق پایین دست به آن اضافه می شود و در نهایت میانگین حجمی حدود ۹۰۰ میلیون مترمکعب آب تولید می شود. در تکمیل نظام نامه های مکتوب قبلی، مرحوم علامه شیخ بهایی در زمان صفویه در طرح جامعی موسوم به طومار شیخ بهایی آب رودخانه را بر اساس میزان اراضی و استعداد آن در حوضه آبریز، بلندی و گودی مناطق، امکان انتقال آب به روش ثقلی و بسیاری فاکتورهای دیگر، به ۳۳ سهم در مناطق ۷ گانه مالکیت ۱۹ سهم آن به حق آبه داران شرق اصفهان شامل رودشتین، برآن جنوبی و شمالی، جی و قهاب و کرارج، و ۴ سهم آن به باغات شهری شهر اصفهان و ماربین و... و ۱۰ سهم آن به غرب اصفهان شامل لنجانان (زرین شهر و مبارکه و فلاورجان و ...) تعلق گرفت.

علاوه بر تقسیم آب، وی طراحی بسیار عملی و کارایی جهت احداث شبکه مادی های و انهار آبرسانی انجام داده که تا به امروز نیز همچنان کاراست و بدون مصرف انرژی و با احداث بندهای متعدد به منظور آبرگیری انهار و مادی های مذکور در مسیر، آب رودخانه را به این مناطق ارسال می نموده و سهم مشخص و مکتوب شده تک تک روستاها و مناطق به طور کامل و بدون مشکل در بالادست و پایین دست تحویل می شده است.

۲) تونل اول کوه رنگ نیز که در سال ۱۳۳۳ احداث شد، حجم آبی معادل میانگین سالانه ۳۳۰ میلیون مترمکعب تولید می کند.

۳) تونل دوم کوه رنگ نیز که با اعتبارات ملی و استانی احداث شده است و حجم میانگین معادل حدود ۲۷۰ میلیون مترمکعب آب در سال به حوضه زاینده رود انتقال می دهد.

۴) تونل چشمه لنگان که با اعتبارات ملی و استانی احداث شده و سالانه حجم آبی معادل متوسط ۱۲۰ میلیون مترمکعب از منطقه فریدون‌شهر در غرب استان اصفهان وارد حوضه زاینده‌رود می‌نماید.

۵) تونل چشمه خدنگستان که در سال ۱۳۹۰ به اتمام رسید و سالانه به‌طور متوسط ۷۵ میلیون مترمکعب از منطقه فریدون‌شهر در غرب استان اصفهان وارد حوضه زاینده‌رود می‌نماید.

## ۵-۶. دلایل خشکی زاینده‌رود

برخی از مهم‌ترین دلایل خشکی زاینده‌رود عبارتند از موارد زیر:

- الف- نوسانات میزان نزولات جوی حوضه؛ کمی بارش نزولات آسمانی در سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۶؛
- ب- برداشت‌های بی‌رویه و غیرقابل کنترل در بالادست رودخانه (استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری)؛
- ج- توسعه بی‌رویه کشاورزی، شهرنشینی، صنعت و غیره که خارج از ظرفیت آب زاینده‌رود بوده و بارگذاری بسیار زیادتر از آب موجود را برای زاینده‌رود باعث شده است. (افزایش مصرف شرب و صنعت و حفر چاه‌های حریمی)؛
- د- تضييع زياد آب از طريق شبکه‌های پوسیده آبرسانی شهرها به‌ویژه اصفهان و...؛
- ه- عدم استفاده بهینه از آب زاینده‌رود به خصوص در بخش کشاورزی.

## ۵-۷. تأثیرات بحران خشکی زاینده‌رود: (پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و حقوقی، روانی)

- ازدست رفتن مشاغل مستقیم و غیرمستقیم زیاد در بخش کشاورزی و دامداری و گلخانه، صنعت؛
- کاهش و از بین رفتن آب‌های زیرزمینی؛
- مهاجرت بی‌رویه؛
- افسردگی؛
- گرد و غبار و بیماری‌های فراوان به دلیل عدم کشت و عدم تولید اکسیژن؛
- فروش‌های ارزان اراضی و ترک شغل؛
- عدم مقابله با آلاینده‌های صنعتی و غیره؛
- عدم وجود انگیزه و علاقه برای نسل جوان برای ورود به بخش‌های کشاورزی و دامی؛
- کاهش صنعت توریسم؛
- افزایش بیابان‌ها و کویرهای حوضه آبریز زاینده‌رود؛
- کاهش تنوع زیستی و جانوری در منطقه؛
- خشکی شدید لایه‌های رسی زیرزمینی شهر، ایجاد شکاف در لایه‌های زمین و رانش و... و در نهایت خسارت به ابنیه تاریخی شهر اصفهان؛
- افزایش بیماری‌های تنفسی و پوستی به دلیل کاهش رطوبت نسبی هوا؛
- و غیره.

# فصل هشتم

## مصارف آب

اهداف آموزشی:

۱. بررسی مصارف آب در ۴ بخش اصلی
۲. آشنایی با راه‌های جلوگیری از اتلاف آب در بخش‌های مربوطه
۳. بررسی اهمیت بهینه‌سازی مصرف آب

## ۶-۱. مقدمه

بارها گفته شده که اگر چه سه چهارم کره زمین را آب تشکیل داده، اما فقط درصد کوچکی از آن آب شیرین و قابل استفاده برای ما است. آب با همه سادگی‌اش با ارزش‌ترین منبع طبیعی است که در زمین وجود دارد و بدون آن حیات وجود نخواهد داشت. با این حال آنچه در چند دهه اخیر مشاهده می‌کنیم این است که انسان آب را تلف کرده، از منابع آب موجود بیش از حد بهره گرفته و کنترلی در استفاده از آن اعمال نکرده است. عواقب این رفتار بدون تفکر، به تدریج گریبان او را می‌گیرد. همچنان که اکنون نشانه‌های کمبود آب نمایان شده و در آینده‌ای نزدیک سطح آب سفره‌های زیرزمینی پایین‌تر می‌آید، از وسعت دریاچه‌ها کاسته شده، آب‌های جاری و رودخانه‌ها خشک و کم‌آب شده و زمین‌های مرطوب ناپدید می‌شوند. با توجه به کمبود آب شیرین و محدودیت‌های روزافزون، آگاهی از میزان مصرف امروزی در جهت تأمل و تفکر عمیق‌تر به مسئله هدر رفتن آب و آشنایی با روش‌های بهینه‌سازی مصرف در بخش‌های مختلف ضروری به نظر می‌رسد. لذا در این بخش نگاهی بر این مسائل خواهیم داشت.

## ۶-۲. انواع مصارف آبی و وضعیت آن در کشور در سال افق ۱۴۰۰

به‌طور کلی انواع مصارف آبی را در ۴ دسته کلی شامل: (۱) کشاورزی (۲) شرب و بهداشت (۳) صنعت و (۴) محیط زیست می‌توان دسته‌بندی نمود.

سهم هر یک از بخش‌های فوق در سال افق ۱۴۰۰ در کل کشور به‌طور تقریبی به شرح زیر برآورد شده است:

نوع مصرف	مقدار (میلیارد متر مکعب)	درصد
شرب و بهداشت	۷/۸	۶/۵
کشاورزی	۱۰۳	۸۷
صنعت	۲/۴	۲
محیط زیست	۵	۴/۵

همان‌گونه که از انواع مصارف آبی مشاهده می‌شود، هر یک از افراد جامعه به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در انواع مصارف آبی دخالت دارند بنابراین دستیابی به اهداف بهینه‌سازی مصرف آب مستلزم مشارکت همه مردم و عزم جدی اقشار مختلف جامعه جهت نیل به آن می‌باشد.

دلایل و ضرورت‌های بهینه‌سازی مصرف آب در کشور:

۱. کشور ما کشور کم آبی است و با محدودیت شدید منابع آبی مواجه هستیم؛
۲. آب یک کالای اقتصادی است که استحصال و توزیع آن دارای هزینه‌های زیادی است و در صورتی که هزینه آن در هزینه‌های جاری زندگی ما به‌طور دقیق و واقعی منظور گردد ارقام قابل توجهی را شامل می‌شود؛
۳. عدم بهینه‌سازی مصرف آب در یک بخش، مصارف سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌عنوان مثال عدم صرفه‌جویی در مصرف آب شرب و بهداشت، کشاورزان را در معرض خطر کمبود آب قرار می‌دهد؛
۴. عدم صرفه‌جویی در مصرف آب در یک منطقه ممکن است مصرف‌کنندگان سایر مناطق را با خطر مواجه کند. به‌عنوان مثال عدم صرفه‌جویی مصرف آب در مناطق بالادست رودها، مناطق پایین‌دست را با مشکل مواجه می‌کند؛
۵. در صورت بهینه‌سازی مصرف آب می‌توانیم فرصت‌های جدیدی جهت ایجاد اشتغال و توسعه اجتماعی و اقتصادی در کشور فراهم کنیم؛
۶. مصرف بی‌رویه آب منجر به افت شدید آب‌های زیرزمینی می‌شود که پیامد آن پدیده نشست زمین و از بین رفتن ظرفیت طبیعی آبخوان‌های کشور می‌باشد؛
۷. عدم بهینه‌سازی مصرف آب در برخی از موارد منجر به زهدار شدن اراضی و یا بروز آثار زیان‌بار زیست‌محیطی می‌گردد.

### ۳-۶. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی

با توجه به اینکه قریب به ۸۷ الی ۹۳ درصد منابع آب کشور در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد، لذا بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی حائز اهمیت زیادی است. عمده‌ترین مصارف آب در بخش کشاورزی عبارتند از:

- (۱) آبیاری محصولات زراعی (۲ آبیاری باغات (۳ آب مصرفی در گلخانه‌ها (۴ مصارف آبی دامداری‌ها و دامپروری‌ها
- (۵) کارگاه‌های پرورش ماهی (۶) آب مصرفی جهت شستشوی محصولات تولیدی و غیره.

از آن‌جا که بخش عمده آب مصرفی در بخش کشاورزی جهت آبیاری باغات و محصولات زراعی به کار می‌رود، لذا بهینه‌سازی مصرف آب در این دو بخش تأثیر بسیار زیادی در بهبود وضعیت منابع آبی کشور دارد. لازم به ذکر است که میانگین راندمان آبیاری در مزارع استان اصفهان در چند گزارش تحقیقاتی بین ۳۵ تا ۴۵ درصد گزارش شده است.

مهم‌ترین اقدامات فنی و مهندسی که جهت بهبود آبیاری باغات و مزارع به کار می‌رود عبارتند از:

۱. ایزولاسیون انهار خاکی: در شرایط فعلی راندمان انتقال آب داخل مزارع ایران عمدتاً کمتر از ۵۰ درصد است. با اجرای طرح ایزولاسیون انهار خاکی می‌توان آن را تا بیش از ۹۰ درصد افزایش داد.

۲. تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی: یکی از دلایل اتلاف آب در مزارع ایران پستی و بلندی مزارع و خرد بودن قطعات زراعی می‌باشد. با اجرای طرح‌های تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی می‌توان ضمن تسهیل عملیات آبیاری، راندمان آن را نیز به مقدار بسیار زیادی افزایش داد.

۳. اصلاح روش‌های آبیاری سطحی: در شرایط فعلی بیش از ۸۵ درصد مزارع استان اصفهان با استفاده از روش‌های آبیاری سطحی آبیاری می‌شوند. در این‌گونه روش‌ها جهت دستیابی به راندمان آبیاری مناسب، ابعاد کرت‌ها، نوارها و شیارهای آبیاری بایستی با توجه به جنس خاک، شیب زمینی و دبی آبیاری طراحی شوند ولی متأسفانه بیشتر کشاورزان به این موضوع توجه نکرده و بدین ترتیب بخش زیادی از آب مصرفی خود را به صورت تلفات آبیاری از دست می‌دهند.

۴. استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار: در صورت استفاده از روش‌های آبیاری تحت فشار، راندمان آبیاری در روش قطره‌ای تا حدود ۹۵ درصد و در روش بارانی تا حدود ۷۵ درصد افزایش می‌یابد. روش آبیاری قطره‌ای برای آبیاری درختان و محصولات ردیفی و روش آبیاری بارانی برای آبیاری غلات، محصولات علوفه‌ای و بسیاری از محصولات زراعی دیگر مناسب است.

۵. استفاده از روش‌های آبیاری زیرقشری: این روش آبیاری توسط بکارگیری لوله‌های سفالی است که اخیراً در ایران توسط آقای دکتر باستانی در کرمان به مرحله اجرا درآمده است.

علاوه بر اقدامات فنی و مهندسی، از روش‌های بهینه‌سازی زراعی نیز می‌توان جهت بهینه‌سازی مصرف آب در بخش کشاورزی استفاده نمود. مهم‌ترین این روش‌ها عبارتند از:

۱. اصلاح الگوی کشت و پرهیز از کشت‌های پرمصرف: با توجه به کمبود شدید منابع آب در حوضه مرکزی ایران، کشاورزان بایستی حتی‌المقدور از کشت محصولات پرمصرف مانند برنج خودداری کنند.

۲. آبیاری دقیق و به موقع متناسب با نیاز آبی گیاه در طول فصل رشد: با توجه به این‌که نیاز آبی محصولات زراعی در مراحل مختلف رشد متفاوت است لذا کشاورزان می‌توانند با شناخت نیاز آبی گیاه و تنظیم زمان آبیاری، متناسب با مراحل مختلف رشد در میزان آب مصرفی، صرفه جویی کنند.

۳. استفاده از روش‌های کم آبیاری تنظیم شده: کم آبیاری به روش‌هایی اطلاق می‌شود که طی آن در مراحل از رشد گیاه آب مورد نیاز گیاه به‌طور کامل تأمین نشود و گیاه تا حدودی تحت تأثیر تنش آبی قرار بگیرد. اثر این تنش آبی در میزان عملکرد محصول در مراحل مختلف رشد متفاوت است. لذا در مواقعی که کشاورزان با کمبود شدید آب مواجه می‌باشند می‌توانند در مقاطعی از دوره رشد که تأثیر کمتری بر عملکرد محصول دارد، بخشی از آب مورد نیاز گیاه را به آن ندهند. این عمل از هزاران سال پیش تا کنون در بین کشاورزان منطقه مرکزی ایران متداول بوده است و کشاورزان استان اصفهان دارای تجارب بسیاری خوبی در این زمینه می‌باشند. علاوه بر روش‌های مهندسی و روش‌های بهینه‌سازی زراعی، اصلاح تعرفه‌های آب کشاورزی نیز می‌تواند تأثیر بسزایی در افزایش راندمان مصرف آب در بخش کشاورزی داشته باشد.

## ۶-۴. بهینه‌سازی مصرف آب در بخش شرب و بهداشت

طبق برآوردهای به عمل آمده میانگین آب مصرفی در شبکه‌های توزیع آب در مناطق شهری ایران به ازای هر نفر در حدود ۱۷۵ لیتر در شبانه روز محاسبه شده است در حالی که این رقم در شرایط فعلی در شبکه‌های آب شهری در بسیاری از کشورهای پیشرفته به‌ندرت از ۱۰۰ لیتر به ازای هر نفر در شبانه‌روز تجاوز می‌کند. ذکر این نکته لازم است که مقدار استاندارد مصرف بهینه آب در زندگی شهری برابر ۱۳۰ لیتر در روز برای هر نفر می‌باشد.

به‌طور کلی تلفات آب در شبکه‌های آب شهری تحت تأثیر دو دسته عوامل مختلف قرار دارد. یک‌دسته از این عوامل ناشی از اشکالات فنی در شبکه‌های انتقال و توزیع آب شهری است مانند خرابی و فرسودگی شبکه‌های توزیع آب، خرابی خطوط لوله و تأسیسات داخل منازل، نشت و سرریز آب از مخازن و غیره. ولی دسته دیگر از عوامل موثر در تلفات آب مربوط به مسائل فرهنگی است. از مهم‌ترین عوامل فرهنگی می‌توان به عدم آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به مشکلات و هزینه‌های تأمین آب و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آن اشاره نمود. همچنین برداشت‌های غلط فرهنگی و دینی نیز بعضاً موجب عدم صرفه‌جویی در مصرف آب می‌گردد.

در اینجا توضیح این مطلب لازم است که در بیشتر کشورهای جهان از جمله بسیاری از کشورهای اروپایی که به لحاظ منابع آبی در وضعیت خوبی قرار دارند، شبکه آب شرب و بهداشت مستقل از یکدیگر می‌باشد ولی در عمده شهرهای ایران و از جمله استان اصفهان شبکه آب شرب و بهداشت مستقل نبوده و بخش زیادی از آبی که با صرف هزینه زیاد جهت مصرف آب شرب استحصال و تصفیه شده است، در اثر بی‌توجهی در هنگام استفاده در مصارف خانگی مانند استحمام، شستشوی ظروف و وسایل منزل، آبیاری درختان، شستشوی خودرو و ... به هدر می‌رود.

### راهکارهای عملی بهینه‌سازی مصرف آب خانگی عبارتند از:

- با هر دقیقه دوش گرفتن بین ۲۰ تا ۴۰ لیتر آب مصرف می‌شود. بنابراین بهتر است زمان مورد نیاز برای دوش گرفتن را کاهش دهیم و استفاده از وان نیز ضروری نیست.
- می‌توانیم با استفاده از یک لیوان آب، دندان‌های خود را مسواک بزنیم و هنگام مسواک زدن جریان آب را قطع کنیم.
- هنگام وضو گرفتن، شیر آب را بدون استفاده باز نگذاریم.
- از باز گذاشتن آب در زمان اصلاح صورت خودداری کنید. مقداری آب گرم به داخل کاسه‌ای بریزید و تیغ صورت تراشی را در آن شستشو دهید.
- مواظب خرابی سیفون توالت‌ها باشید، چون در صورت خرابی، حدود ۱۵۰ لیتر در شبانه‌روز آب هدر می‌رود.
- چکه کردن و نشت آب از شیر و لوله‌ها موجب هدررفتن مقدار زیادی آب در هر ۲۴ ساعت می‌شود، پس همواره شیرها را بررسی و در صورت خرابی در مورد رفع این مشکل و تعویض واشر آن‌ها اقدام نمایید.



- هنگام شستن میوه و سبزی شیر آب و راه خروجی ظرف شویی را بسته، آن را تا نیمه پر از آب کرده، سپس سبزی و میوه را در آن بریزید و ضدعفونی کنید و در پایان سبزی‌ها را آبکشی کنید.
- اگر ظروف خانه را به طریق دستی می‌شوید، در موقع شستشوی آن‌ها، از باز گذاشتن شیر آب و اتلاف آب خودداری کنید.
- ماشین لباس‌شویی را با حداکثر ظرفیت، مورد استفاده قرار دهیم.
- چند بطری آب آشامیدنی در یخچال بگذاریم تا ناچار نشویم شیر آب را برای خنک شدن باز بگذاریم و مقدار قابل توجهی آب را هدر دهیم.
- برای نوشیدن آب به جای آن که شیر آب را به مدت زیادی باز بگذارید، بهتر است ابتدا چند قطعه یخ در لیوان قرار دهید و سپس شیر آب سرد را باز کنید.
- آب نوشیدنی بچه‌ها را خودمان در اختیارشان بگذاریم تا به دلیل عدم تجربه‌شان در بستن شیر و یا اشتیاق آن‌ها به بازی با آب، مقدار زیادی آب تصفیه شده هدر نرود.
- به کودکان توصیه نماییم که با شیلنگ شیر آب و امثال آن بازی نکنند. زیرا این کار موجب اتلاف بسیار زیاد آب می‌شود.
- باغچه را تنها در ساعات خنک روز آبیاری کنیم، این کار از رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌کند و تبخیر آب را به حداقل می‌رساند.
- زمانی که سرگرم آب دادن باغچه و گل‌های منزل هستید با شنیدن صدای زنگ تلفن یا زنگ بهتر است ابتدا شیر آب را ببندید و بعد به آن‌ها پاسخ دهید.
- پله‌ها را با جارو پاکیزه کنیم، اگر این کار را با شیلنگ انجام دهیم مقدار زیادی آب هدر خواهد رفت.
- برای شستن اتومبیل از چند سطل آب به جای شیلنگ استفاده کنیم.
- کولر آبی را بازدید کنیم و در صورت اتلاف آب، شیرهای شناور با دوام و محکم به کار ببریم.
- لازم است گاهی اوقات از لوله‌کشی ساختمان خود امتحانی به عمل آورید. توصیه می‌شود تمام شیرهای آب را ببندید و سپس کنتور را کنترل کنید.
- کار کردن کنتور در زمانی که همه شیرهای آب بسته است دلیل اتلاف آب از لوله‌های داخل ساختمان است که در نتیجه آن مقدار زیادی آب به هدر رفته و هزینه گزاف آن را شما خواهید پرداخت.
- مسئولان کارگاه‌های ساختمانی توجه کنند کارگران ساختمانی شیر آب را باز نگذارند و در درجه اول توصیه می‌شود که از آب تصفیه شده برای ساختمان‌سازی استفاده نشود.
- آب را دور نریزید و مگر این که مطمئن شوید دیگر نمی‌توان آن را مصرف کرد.
- در مواردی که امکان‌پذیر است از وسایل کاهش‌دهنده مصرف، نظیر شیرهای قطع و وصل، سرشیرهای پودرکننده و شیرهای فشارشکن استفاده کنیم.

## ۶-۵. بهینه‌سازی مصرف آب در صنایع

مصرف آب در صنایع عموماً به ۴ صورت زیر انجام می‌شود:

- الف) مصرف آب جهت تولید انرژی مانند نیروگاه‌های آبی و آسیاب‌های آبی؛
- ب) مصرف آب در فرآیند تولید محصول مانند کارخانه‌های نوشابه‌سازی؛
- ج) مصرف آب جهت شستشوی دستگاه‌ها و مواد اولیه مانند آب مصرفی در کارخانجات نساجی و کارخانجات تولید مواد لبنی؛
- د) مصرف آب جهت خنک کردن دستگاه‌ها مانند کارخانجات فولاد و برخی از نیروگاه‌ها.

در بین روش‌های فوق، در مواردی که از انرژی آب در صنعت استفاده می‌شود، تقریباً هیچ‌گونه اتلاف آبی وجود نداشته و آب مصرفی مجدداً به چرخه آبی باز می‌گردد. آب مصرفی در نیروگاه سد زاینده‌رود از همین نوع مصرف است این نیروگاه با تولید ۵۵ مگاوات برق نقش موثری در تأمین برق بخشی از استان بالادریه در دوره‌های پیک مصرف ایفا می‌کند. تلفات آب در صناعی که آب مصرفی جهت تولید محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز معمولاً ناچیز است ضمن آن‌که آب مصرفی در این‌گونه صنایع به صورت آب مجازی مجدداً وارد چرخه آبی می‌گردد.

در صناعی که آب مصرفی جهت شستشوی دستگاه‌ها و یا مواد اولیه به کار می‌رود، می‌توان با روش باز چرخایی آب نسبت به بهینه‌سازی مصرف آب اقدام نمود. در این‌گونه موارد بایستی صنایع به تجهیزات تصفیه آب مجهز باشند تا بتوانند آب مصرفی را مجدداً تصفیه نموده و به فرآیند تولید بازگردانند. این روش به لحاظ حفظ محیط‌زیست نیز بسیار حائز اهمیت است زیرا صناعی که پساب خود را به صورت تصفیه نشده در طبیعت رها می‌کنند خسارات جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد می‌کنند.

تعداد زیادی از صنایع از آب جهت خنک کردن دستگاه‌های خود استفاده می‌کنند. متأسفانه تعداد زیادی از صنایع احداث شده در حوضه زاینده‌رود بر همین اساس در این منطقه بنا شده‌اند. در این‌گونه صنایع بخش زیادی از آب مصرفی به صورت تلفات تبخیری از دسترس خارج می‌شود ضمن آن‌که این‌گونه صنایع دارای آلودگی‌های زیست‌محیطی زیادی نیز می‌باشند، لذا توصیه می‌شود که از احداث این‌گونه صنایع در حوضه مرکزی ایران که به شدت با مشکل کمبود آب مواجه است خودداری شده و یا در صورت احداث آن، جهت خنک کردن تأسیسات از روش‌های دیگری که نیاز کمتری به آب دارد استفاده شود.

## ۶-۶. بهینه‌سازی مصارف آبی جهت محیط‌زیست

وقتی صحبت از بهینه‌سازی مصرف آب می‌شود، عامه مردم جنبه‌های کمی مصرف آب را مدنظر قرار می‌دهند، در حالی‌که بهینه‌سازی مصرف آب به لحاظ کیفی نیز با توجه به اثرات آن در حفظ محیط‌زیست دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

به طور کلی عمده ترین مصارف زیست محیطی منابع آبی عبارتند از:

۱. حیات طبیعی رودخانه ها و تالاب ها

۲. گردشگری

۳. فضای سبز

با توجه به موارد فوق می توان گفت که بهینه سازی مصرف آب در مصارف زیست محیطی هم به لحاظ کمی و هم به لحاظ کیفی حائز اهمیت زیادی است. در اکثر حوضه های آبریز ایران که با کمبود شدید منابع آبی و عدم تعادل بین منابع و مصارف آب قرار دارند نیازهای زیست محیطی، تحت تأثیر مصرف آب در سایر بخش ها قرار دارد. بنابراین می توان گفت که هرگونه اقدامی جهت بهینه سازی مصرف آب در بخش های شرب، صنعت و کشاورزی چه به لحاظ کمی و چه به لحاظ کیفی موجب بهبود مصارف آبی جهت نیازهای زیست محیطی نیز می گردد.

# فصل هفتم

## کیفیت منابع آب

اهداف آموزشی:

۱. آگاهی از مفهوم کیفیت آب و ویژگی‌های آب سالم

۲. آشنایی با منابع آلوده کننده آب‌ها

## ۷-۱. مقدمه

پیش‌تر از این و در بخش‌های گذشته درباره کمبود منابع آب شیرین در دسترس انسان صحبت کردیم. نکته‌ای که جای تأمل بیشتری دارد این است که انسان با وجود آگاهی نسبت به کمبود منابع آب شیرینی که به آن دسترسی دارد، فراموش می‌کند که آلوده کردن این عنصر حیاتی بعضاً چالش‌های پیشروی او را در این حوزه بیشتر خواهد کرد. مسلماً آب آلوده، آب قابل استفاده‌ای برای انسان نیست. از این رو باید توجه داشت که در کنار حفظ و مصرف بهینه منابع آبی (اعم از سطحی و زیرزمینی)، به پاک نگه داشتن و آلوده نکردن آن‌ها نیز توجه کنیم. در این بخش با منابع آلوده‌کننده آب آشنا خواهیم شد.

## ۷-۲. تعریف کیفیت آب

کیفیت آب عبارتی است که برای توصیف ویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی آب با توجه به تناسب آب با کاربری‌های سودمند آن استفاده می‌شود. مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی آب که در خصوص کیفیت آب موثر می‌باشد در جدول زیر اشاره شده است.

### طبقه‌بندی پارامترهای کیفیت آب

عوامل زیستی	عوامل فیزیکی - شیمیایی
- کل کلی فرم‌ها	- درجه حرارت
- کل کلی فرم‌های مدفوعی	- رنگ
- اشرشیا کلی	- بو
- انتروکوکسی	- کدورت
- کلروفیل a	- ذرات معلق
- پریفیتون‌ها	- قابلیت هدایت الکتریکی
- زئوپلانکتون‌ها	- PH
- فیتوپلانکتون‌ها	- رادیواکتیویته
- تخم انگل	- مواد محلول (کاتیون‌ها و آنیون‌ها)
	- سختی
	- کلر باقیمانده
	- فلزات سنگین: آرسنیک، کادمیوم، کرم، مس، نیکل،..
	- مواد آلی خطی و حلقوی (TOC)
	- ترکیبات نیتروژن
	- ترکیبات فسفر
	- اکسیژن محلول
	- خواست اکسیژن بیوشیمیایی (BOD)
	- خواست اکسیژن شیمیایی (COD)

## ویژگی های آب سالم:

- عاری از عوامل زنده بیماری زا باشد؛
- عاری از مواد شیمیایی زیان آور باشد؛
- بدون رنگ و بو و دارای طعم مطبوع باشد؛
- قابل استفاده برای مصارف خانگی باشد.

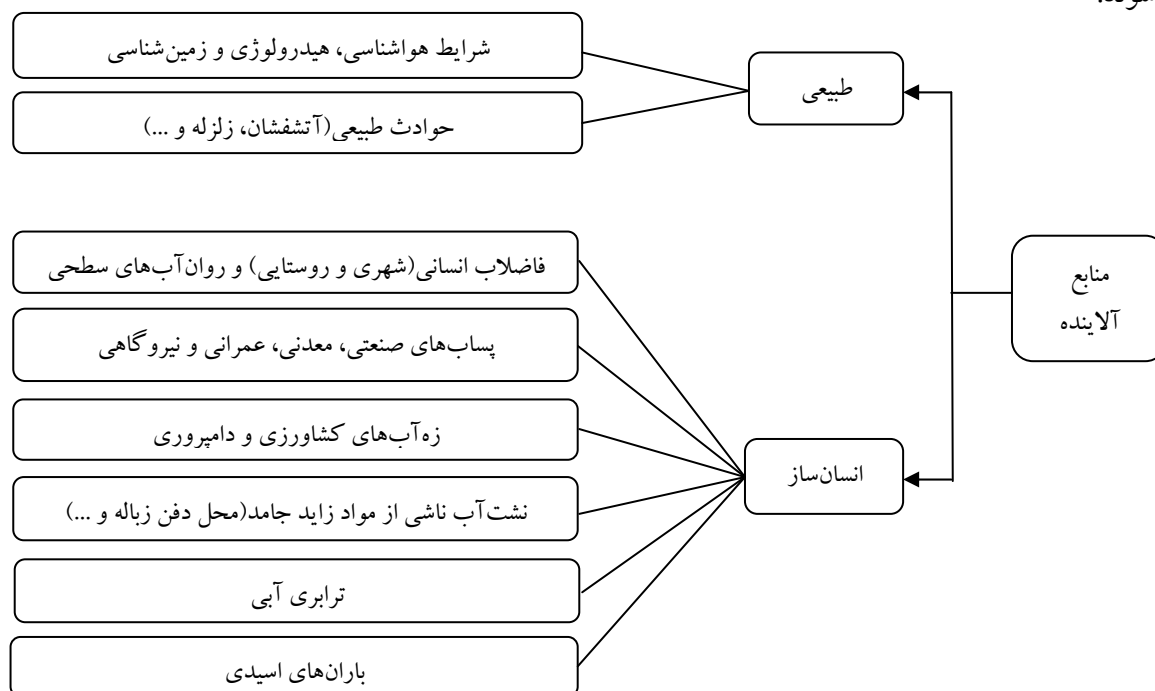
آبی که یک یا دو مورد از ویژگی های بالا را نداشته باشد (به ویژه مورد یک و دو) آن را آلوده و برای شرب غیر قابل مصرف می دانند.

## ۷-۳. آلودگی آب و منابع آلاینده آن

ورود مستقیم و غیر مستقیم مواد آلاینده و انرژی (حرارت) از منابع طبیعی یا مصنوعی به منابع آب پذیرنده سطحی و زیرزمینی را که موجب هر گونه تغییر نامطلوب در خواص فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی آب شده و در نتیجه باعث به خطر انداختن سلامت، بقاء و فعالیت های انسان و موجودات زنده شود آلودگی است. آبی که دارای عوامل بیماری زای عفونی یا انگلی، مواد شیمیایی سمی فاضلاب های خانگی و صنعتی باشد آلوده است. آب خالص در طبیعت وجود ندارد و ناخالصی ها به صورت حل شده، معلق یا بینابینی در آن وجود دارد. جنبه وخیم آلودگی آب، ناشی از فعالیت های انسانی مانند شهرنشینی و صنعتی شدن است.

### منابع آلاینده آب:

آلاینده های آب می توانند منابع مختلفی داشته باشند. به طور کلی منابع آلاینده به دو گروه طبیعی و انسان ساز تقسیم می شوند.



## مهم‌ترین آلاینده‌های آب عبارتند از:

- ۱- موجودات بیماری‌زا شامل (باکتری‌ها - ویروس‌ها - پروتوزوآها - کرم‌های انگلی) که منشأ اصلی آن‌ها فضولات حیوانی و انسانی می‌باشند که باعث بیماری‌های مختلف می‌شوند؛
- ۲- مواد معدنی محلول در آب شامل (اسیدها و قلیاها - ترکیبات فلزات سنگین همچون سرب، آرسنیک - نمک‌های محلول مانند کلرید سدیم در اقیانوس‌ها و فلوریدها در برخی خاک‌ها) که منبع اصلی آن‌ها روان‌آب‌های صنایع و پاک‌کننده‌های خانگی می‌باشند که باعث ناراحتی‌های پوستی، فلج ستون فقرات، آسیب‌های گردنی، بیماری‌های عصبی، کبدی و کلیوی، نابودی آبزیان، کاهش محصولات کشاورزی و خوردگی فلزات می‌شوند؛
- ۳- مواد مغذی گیاهی شامل (آمونیاک، نیتريت، نیترات، پتاس و فسفات). منبع تولید آن‌ها زهاب‌های کشاورزی حاوی سموم و کودهای شیمیایی، فضولات شهری و دامی و فاضلاب‌های خانگی و صنعتی می‌باشد. اثرات سوء آن‌ها باعث رشد سریع جلبک‌ها و کمبود اکسیژن آب و مرگ آبزیان می‌شود همچنین افزایش نیترات و تبدیل آن به نیتريت و جذب آن درخون، ظرفیت حمل اکسیژن خون را کاهش می‌دهد و باعث کبود شدن جنین و مرگ وی می‌شود؛
- ۴- مواد معلق و رسوبات شامل گل‌ولای که در اثر فرسایش خاک ایجاد می‌گردد و باعث افزایش کدورت آب، پوشاندن بستر غذایی و محل تخم‌ریزی ماهی‌ها، حمل آفت‌کش‌ها و مواد مضر، پر شدن دریاچه‌ها و افزایش هزینه آب می‌شود؛
- ۵- مواد زائد قابل تجزیه بیولوژیکی که شامل پهن، بقایای گیاهی هستند که توسط باکتری‌ها تجزیه می‌گردند و منابع اصلی آن فاضلاب‌های شهری و صنعتی و فضولات حیوانی می‌باشد و تجزیه این مواد توسط باکتری‌های هوازی در آب باعث کاهش اکسیژن آب و مرگ آبزیان می‌شود؛
- ۶- مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی که شامل مواد نفتی و روغنی، حلال‌های شیمیایی، پاک‌کننده‌ها، آفت‌کش‌ها و سموم بوده که غیر قابل تجزیه بیولوژیکی هستند و منابع اصلی آن فاضلاب‌های صنایع و خانگی و زهاب‌های کشاورزی می‌باشد. این مواد باعث ایجاد اختلالات عصبی، اختلالات نازایی، انواع سرطان‌ها، سقط جنین، بیماری‌های روده‌ای و پوستی و نقص‌های مادرزادی، نابودی آبزیان و از بین رفتن جنگل‌ها می‌شود؛
- ۷- مواد رادیواکتیو که باعث جهش‌های ژنتیکی، سقط جنین، نقص‌های مادرزادی و انواع سرطان‌ها می‌شود؛
- ۸- آلودگی‌های حرارتی که شامل پساب‌های سیستم‌های خنک‌ساز می‌باشد و کاهش اکسیژن محلول آب و مرگ آبزیان را به دنبال دارد و تغییرات ناگهانی آب موجب تشدید فعل و انفعالات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در محیط‌های آبی و بروز تحولات سوء کیفی در آب می‌گردد.

# فصل هشتم

## آب مجازی

اهداف آموزشی:

۱. آشنایی با مفهوم آب مجازی
۲. شناخت تأثیر آب مجازی در صرفه‌جویی مصرف آب
۳. آشنایی با قابلیت‌های تجارت آب مجازی در ایران



## ۸-۱. مقدمه

ظهور بحث آب مجازی توانسته توجه مجامع مختلف جهانی را به جریان عظیم مجازی آب که توسط تجارت مواد غذایی در حال جریان است جلب کند. کشورهای کم آب می توانند با واردات مواد غذایی دسترسی خود را به منابع آب جهانی افزایش دهند. با توجه به اهمیت مبحث آب مجازی و تجارت آن در این بخش سعی می شود آگاهی لازم در این خصوص ارائه شود و ظرفیت های و کاربردهای آن نیز در ایران به اختصار بیان شود.

## ۸-۲. تعریف آب جازی

تولید بسیاری از کالاها به آب احتیاج دارد. آبی که در مراحل مختلف تولید یک کالا استفاده می گردد آب مجازی ذخیره شده در کالا نامیده می شود. تجارت جهانی کالاها یک جریان بین المللی از آب مجاز را بوجود می آورد که اصطلاحاً تجارت آب نامیده می شود. همزمان با آغاز تجارت بین المللی کالاها جریان آب مجازی از منطقه ای به منطقه دیگر در جهان در حال جریان است.

واژه آب مجازی برای اولین بار توسط J.A Allan در سال ۱۹۹۳ مطرح شد. با توجه بیشتر دانشمندان و محققین به مفهوم آب مجازی، انجام محاسبات کمی در این زمینه آغاز شد. محاسبات انجام شده از جابجایی جریان عظیمی از آب به طور مجازی با تجارت کالاهای آب بر در حال جریان است، خبر می دهد. قبل از سال ۱۹۹۳ واژه آب جاسازی شده برای رساندن این مفهوم به کار می رفت اما نتوانست توجه مدیران منابع آب را به خود جلب کند.

## ۸-۳. تجارت آب مجازی

واژه آب مجازی، آب، غذا و تجارت را به یکدیگر پیوند می دهد. کشورهای خشک و نیمه خشک می توانند با واردات کالاهای آب بر نظیر مواد غذایی آبی را که برای تولید آن نیاز است را برای استفاده در سایر بخش ها حفظ کنند. انتقال آب حقیقی در حجم زیاد و در فاصله های طولانی به علت مشکلات انتقال و هزینه های بالای آن تقریباً غیرممکن به نظر می رسد، در این حال تجارت مواد غذایی می تواند با انتقال مجازی حجم عظیمی از آب به عنوان همگون سازی توزیع ناهمگون منابع آب به حساب آورده شود.

بخش کشاورزی به عنوان پرمصرف ترین بخش در حدود ۷۴٪ از منابع آب شیرین جهان را مصرف می کند. برخی از کشورهای کم آب برای تأمین بخشی از این آب با نادیده گرفتن ظرفیت های طبیعی پمپاژ بیش از حد آب های زیرزمینی و نمک زدایی آب دریا می پردازند. نتایج نشان می دهد که تولید محصولات در چنین شرایطی بیش از پنج برابرگران تر است. کشورهای کم آب می توانند با دخالت دادن تجارت آب مجازی در سیاست های آبی علاوه بر اینکه میزان دسترسی خود را به منابع آب جهانی افزایش می دهند از افزایش فشار بر منابع محدود خود بکاهند. واردات مواد غذایی به منظور استفاده از منبع تجارت آب مجازی بخش های اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست یک کشور را تحت تأثیر قرار می دهد و

با امنیت غذایی و فرهنگ کشور ارتباط مستقیم دارد. کشورهای کم آب می توانند با توجه به شرایط، ظرفیت ها و نیازهای داخلی و همچنین ملاحظات امنیت غذایی خود نقطه بهینه ای را برای میزان واردات مواد غذایی به کشور بیابند.

بسیاری از کشورهای خشک و نیمه خشک با واردات مواد غذایی، بخشی از آبی را که برای تولید داخلی محصولات نیاز است را برای استفاده در سایر مصارف حفظ می کنند. به عنوان مثال مصر در سال ۱۹۹۵، ۵/۷ میلیون تن انواع غلات وارد کرده، تولید این مقدار غلات در مصر  $9/9 \text{ Km}^2$  آب نیاز دارد. در همین سال ژاپن با واردات ۲۷ میلیون تن غلات  $37 \text{ Km}^2$  از منابع آب داخلی خود را حفظ کرده است. اگر تولید محصولات در کشورهای صادرکننده نسبت به کشورهای واردکننده آب کمتری نیاز داشته باشد صرفه جویی در آب جهانی صورت می گیرد.

در تجارت درون کشوری (منظور تجارت آب مجازی در مناطق مختلف کشور می باشد؛ در مناطق بهره مند از آب محصولاتی که نیاز به آب زیاد دارند کشت شوند و به سایر نقاط ارسال گردد) آب مجازی می توان با استفاده از شبکه های مجازی آب بسیاری از نیازهای آبی و غذایی مناطق را مرتفع ساخت. در مطالعات انجام شده همواره نقش آب به عنوان یکی از عوامل کلیدی در تولید محصولات آب بر تأکید شده است. در تحقیقات تجارت آب مجازی، آب برای کشورهای کم آب یک منبع استراتژیک به شمار می رود که باید یا حفظ آن برای تولید محصولات کلیدی و سرمایه گذاری در بخش های اقتصادی در تخصیص و استفاده بهینه از آن کوشید. این نگاه جدید به آب می تواند بسیاری از الگوهای مصرف آب و تخصیص یارانه ها را در این زمینه تغییر دهد.

## ۸-۴. تجارت آب مجازی در ایران

بنابر پیش بینی های انجام شده جمعیت ایران تا سال ۱۴۰۰ به مرز ۱۰۰ میلیون نفر خواهد رسید که کاهش شدید سرانه متوسط منابع آبی در دسترس را به همراه خواهد داشت. تأمین نیازهای آبی و غذایی این جمعیت، خودکفایی در تولید گندم و خوداتکایی در تولید برخی از محصولات استراتژیک، سرمایه گذاری های عظیمی را در احداث زیرساخت های اقتصادی جهت رسیدن به حداقل شاخص های اقتصادی و اجتماعی و حرکت همگام با قافله اقتصادی جهانی، تأمین نیازهای ملی را با مشکلات عمده ای مواجه می کند. مصرف بالای آب در بخش کشاورزی (بیش از ۹۰٪ آب های شیرین) و راندمان پایین آبیاری به خوبی نشان دهنده نیاز به توسعه بیشتر این بخش در کشور است.

با توجه به مسائل و مشکلات ذکر شده به نظر می رسد بازنگری در سیاست های مدیریت منابع آب، جامع تر شدن آن ها و بررسی و استفاده از ظرفیت های جدید ایجاد شده در این زمینه اجتناب ناپذیر باشد. استفاده از آب های غیرمتعارف خصوصاً آب مجازی در سال های اخیر توجه مدیران منابع آب را به خود جلب کرده است. پتانسیل عظیمی که در این بخش وجود دارد می تواند بسیاری از مشکلات آبی را با صرف هزینه های کمتر و در زمان کوتاه تر حل کند.

آمارها نشان می دهد ایران در فاصله سال های ۲۰۰۱-۱۹۹۷ با واردات انواع محصولات کشاورزی سالانه از مصرف ۳۷ کیلومتر مکعب آب که برای تولید همان محصول در داخل نیاز داشته خودداری کرده است. همچنین پیش بینی می شود ایران در سال ۲۰۲۵ با واردات ۱۱/۳۶ میلیون تن انواع غلات از مصرف ۴۲/۲۷ کیلومتر مکعب از منابع آب خود اجتناب

می‌کند که در صورت تولید داخل این غلات ۱۲/۷۲ کیلومتر مکعب آن از طریق آب‌های تنظیم‌شده برای آبیاری زمین‌های کشاورزی تأمین خواهد شد. منابع آب در ایران دارای توزیع بسیار ناهمگن در سطح کشور است. در این حالت، تجارت درون‌کشوری آب مجازی نیز می‌تواند با صرف هزینه‌های کمتر بخش عمده‌ای از مشکلات را در بخش توزیع آب حل کند. تجارت درون‌کشوری آب مجازی با استفاده بهینه از منابع و ظرفیتهای داخلی می‌تواند از مصرف آب ملی بکاهد و میزان تولید محصولات کشاورزی را افزایش دهد.