بخش دوم

آب

فصل ششم

آب و منابع آن

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

۱ــ ساختمان مولکولی آب را توضیح دهد.

۲ــ خواص فیزیکی آب را بیان کند.

۳ــ خواص شیمیایی آب را بیان کند.

۴ــ گردش آب در طبیعت را تشریح کند.

۵ــ آب‌های سطحی را توصیف کند.

۶ــ جریان موقت و دائم آب راتعریف کند.

۷ــ آب‌های زیرزمینی را توصیف کند.

۸ــ منشأ و منابع آب‌های زیرزمینی را بیان کند.

۹ــ چشمه را تعریف کند.

۱۰ــ قنات را تعریف کند.

۱۱ــ چاه را تعریف کرده و انواع آن‌را نام ببرد.

۱۲ــ انواع چاه را تعریف کند.

اهمیت آب

آب فراوان‌ترین ترکیب روی زمین بوده و در حدود $\frac{۳}{۴}$ سطح کره زمین و ۸۰ درصد وزن پروتوپلاسم سلول‌های زنده گیاهی و جانوری را آب تشکیل می‌دهد. این ماده به‌عنوان حلال عمومی، محیط انتقال و عامل حیات کلیه جانداران محسوب شده، بدون آن ادامه حیات در کره زمین غیرممکن خواهد شد.

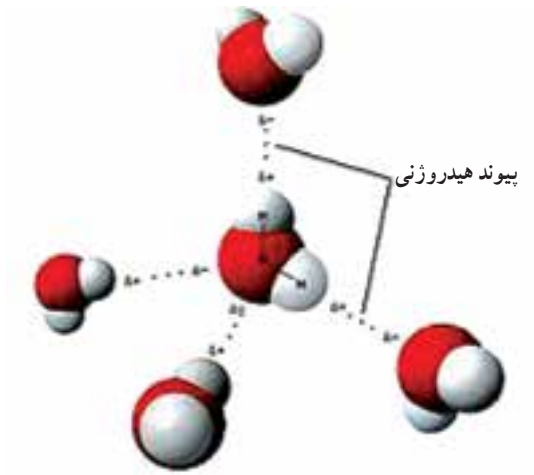
آب در زندگی بشر در مواردی از قبیل آشامیدن، کشاورزی، دامپروری، تولید نیرو و مصارف صنعتی و شهری کاربرد وسیعی دارد.

علیرغم فراوانی آب در سطح جهان، آب قابل مصرف در اکثر کشورها و به‌خصوص در کشور ما از نظر منابع محدودیت داشته، صرفه‌جویی و جلوگیری از مصرف بی‌رویه این نعمت الهی، با توجه به افزایش جمعیت و فزونی نیاز به مواد غذایی و رشد صنعت یک وظیفه شرعی به‌حساب می‌آید.

مطالعات وسیعی در مورد ذخیره‌سازی و نحوه مصرف آب در صنعت و کشاورزی و جوامع شهری و حتی تصفیه و بازیابی پس آب‌های شهری و صنعتی جهت استفاده مجدد در کشورهای پیشرفته در حال انجام است که بجاست در برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی کشور ما نیز از آن‌ها استفاده گردد.

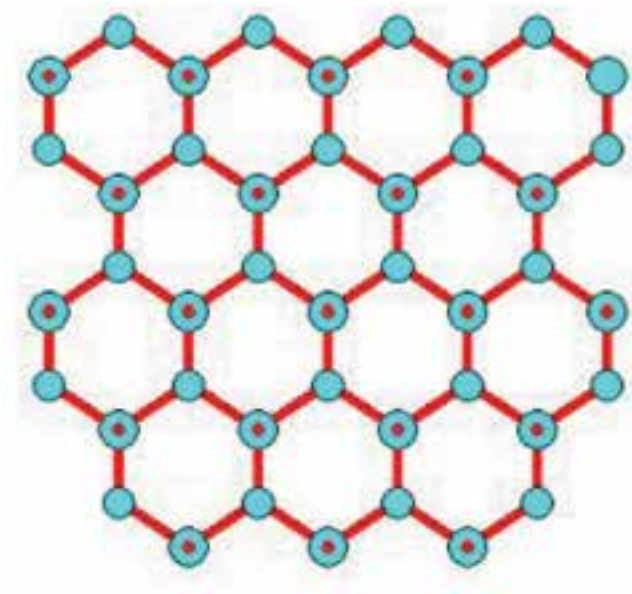
مولکول آب و خواص آن

مولکول‌های آب با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصل هستند این پیوند بین اتم هیدروژن از یک مولکول آب با اتم اکسیژن از مولکول دیگر آب برقرار می‌گردد (شکل ۱ــ۶).



شکل ۱ــ۶ــ پیوند هیدروژنی بین دو مولکول آب

انرژی پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب ضعیف‌تر از انرژی پیوندهای کووالانسی موجود در مولکول آب می‌باشد به همین جهت می‌توان آب را مجموعه‌ای از مولکول‌ها که با پیوند هیدروژنی به‌یکدیگر متصل‌اند دانست. این ساختمان در بلورهای یخ به‌صورت کامل وجود دارد. به این ترتیب که هر مولکول به‌وسیله پیوند هیدروژنی به چهار مولکول مجاور متصل می‌شود و یک ساختمان نسبتاً باز شش‌وجهی را به‌وجود می‌آورد (شکل ۲ــ۶).



شکل ۲ــ۶ــ ساختار یخ

وجود پیوند هیدروژنی در آب عامل مهمّی در پیدایش بسیاری از ویژگی‌های آن است، ویژگی‌هایی که برای زندگی انسان و سایر موجودات زنده اهمیت حیاتی دارند.

می‌دانیم آب مایعی است که در فشار متعارفی در ۱۰۰° سانتی‌گراد به جوش می‌آید و در صفر درجهٔ سانتی‌گراد منجمد می‌شود، گرمای ویژه و گرمای نهان تبخیر آب از مایعات دیگر بیشتر است. کشش سطحی آن بسیار زیاد است، همچنین آب می‌تواند بسیاری از ترکیبات یونی مانند نمک طعام و کووالانسی قطبی مانند HCl را در خود به‌خوبی حل کند. در ضمن اگر آب را سرد کنیم حجم آن به‌تدریج کاهش می‌یابد و در ۴° سانتی‌گراد به‌حداقل می‌رسد آنگاه مجدداً شروع به افزایش می‌کند تا یخ ببندد. در موقع یخ‌بستن حجم آن به طور ناگهانی زیاد می‌شود و پس از آن مانند سایر مواد براثر سردکردن متوالی کاهش حجم پیدا می‌کند. پیوندهای هیدروژنی به‌علت ضعیف‌بودن مرتباً شکسته و مجدداً تشکیل می‌شوند به این دلیل آب در دمای معمولی مایع است. تمام مواردی که ذکر گردید فقط به‌علت وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن می‌باشد.

جدول ۱ــ۶ فراوانی پیوند هیدروژنی درنتیجه تأثیر درجه حرارت را نشان می‌دهد، در کدام حالت آب دارای بیشترین مقدار پیوند هیدروژنی و در کدام حالت کمترین پیوند هیدروژنی را دارد؟

جدول ۱ــ۶ــ اثر درجه حرارت در فراوانی پیوند هیدروژن و در حالت‌های مختلف آب

درجه حرارت ــ °C	حالت آب	فراوانی پیوند هیدروژنی
صفر	یخ	۱ درصد
صفر	آب مایع	۸۵ درصد
۴	آب مایع	بیش از ۵ درصد
۱	بخار	بیش از ۱ درصد

خواص فیزیکی آب

نقطه انجماد : انجماد مایعات در درجه حرارت معینی شروع شده که این درجه حرارت را نقطه انجماد مایع می‌نامند. نقطه انجماد آب خالص در شرایط متعارفی[1] صفر درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

وجود ناخالصی و افزایش فشار نقطه انجماد آب را کاهش می‌دهد. زیرا از تشکیل ساختمان بلورهای یخ جلوگیری می‌کند.

نقطه جوش : نقطه جوش دمایی است که در آن، آب از حالت مایع به‌حالت بخار تبدیل می‌شود.

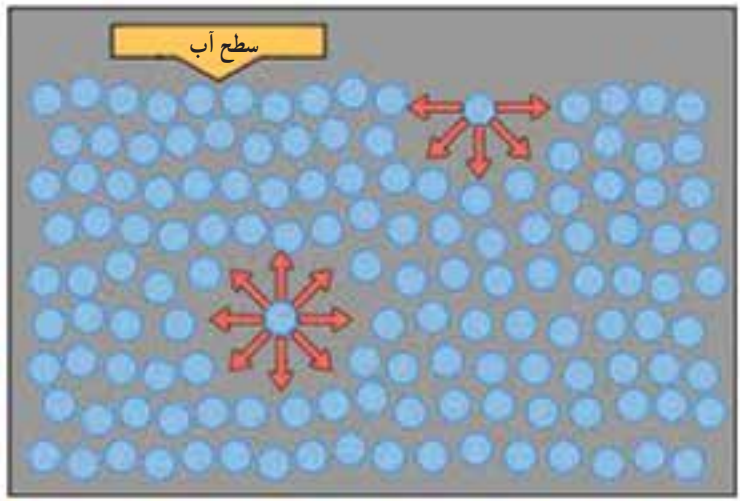
نقطه جوش آب خالص در شرایط متعارفی ۱۰۰° سانتی‌گراد است و وجود ناخالصی و املاح نقطه جوش را افزایش می‌دهد.

وزن مخصوص آب : وزن یک سانتی‌مترمکعب آب خالص را وزن مخصوص آب می‌نامند که در ۴° سانتی‌گراد معادل یک می‌باشد. وزن مخصوص آب در حالت جامد (یخ) حدود ۰/۹۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب است. چون آب به‌صورت یخ وزن مخصوص کمتری نسبت به آب در حالت مایع دارد، یخ‌ها بر روی آب شناور می‌مانند و بیشترین وزن مخصوص آب در دمای ۴° سانتی‌گراد می‌باشد.

کشش سطحی : وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب باعث به‌وجودآمدن نیرویی می‌شود که کشش سطحی نامیده می‌شود (شکل ۳ــ۶).

بالابودن کشش سطحی آب فعالیت موئینگی را ممکن می‌سازد. موئینگی یکی از عوامل مؤثر در بالارفتن آب در لوله‌های آوندی گیاهان است.

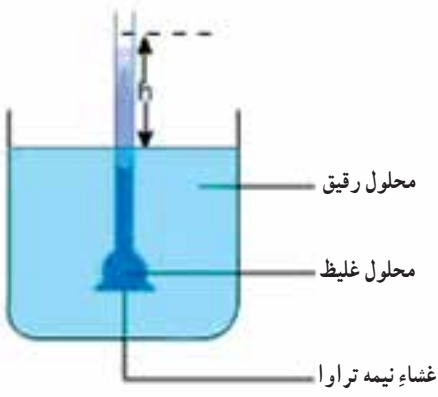
۱ــ فشار یک اتمسفر و آب خالص



شکل ۳ــ۶ــ کشش سطحی به‌دلیل آنکه اتصال مولکول‌های آب به یکدیگر شدیدتر از اتصال آن با مولکول‌های هوا است روی می‌دهد. بلندی یا درازای پیکان‌ها نشان‌دهنده نیروی جذب مولکولی بین مولکول‌های آب و نیز بین مولکول‌های آب و هوا می‌باشد.

خاصیت اسمزی : عبور مولکول‌های آب از طریق پرده نیمه‌تراوا را اسمز می‌نامند. اگر یک محلول غلیظ را با پرده نیمه‌تراوا از آب خالص یا محلول رقیق‌تر جدا کنیم، مشاهده خواهیم کرد آب از طرف آب خالص یا محلول رقیق‌تر به محلول غلیظ وارد می‌شود مانند ورود آب از محلول خاک (محیط رقیق‌تر) به داخل ریشه (محیط غلیظ‌تر) که در این فرآیند جذب، غشاء سلولی نقش پردهٔ نیمه‌تراوا را به‌عهده دارد. به‌مقدار فشاری که باید به محلول وارد کرد تا از ورود آب خالص به آن جلوگیری کند فشار اسمزی می‌گویند (شکل ۴ــ۶).

لزوجت Viscosity : لزوجت یا گرانروی عبارت است از نیروی مقاومتی که مایع در مقابل جریان یافتن از خود نشان می‌دهد.



شکل ۴ــ۶ــ خاصیت اسمزی در مولکول‌های آب

افزایش دما باعث کاهش لزوجت و فشار باعث ازدیاد آن می‌شود. یکی از دلایل بالابودن ضریب نفوذ آب در مناطق گرمسیری می‌تواند به‌علت پایین بودن لزوجت آب گرم باشد.

خواص شیمیایی آب

قابلیت هدایت الکتریکی : آب خالص قابلیت هدایت الکتریکی ندارد ولی با حل املاح هدایت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. در مسایل مربوط به آب و خاک با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول خاک و آب آبیاری توسط دستگاه هدایت‌سنج، درجه شوری یا میزان املاح را مشخص می‌کنند. در واقع اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب شاخص مهمّی در تعیین کیفیت آب محسوب می‌شود و با دانستن درجه شوری در مورد مصرف آن جهت آشامیدن، آبیاری و کاشت گیاهان توصیه‌های لازم اعمال می‌شود. قابلیت هدایت الکتریکی آب با افزایش دما ازدیاد پیدا می‌کند.

شناخت املاح محلول و غیرمحلول : یکی از خواص شیمیایی مهمّ آب خاصیت حلالیت زیاد این ماده می‌باشد. اغلب موادی که در خاک است در آب حل می‌شود. به عمل پراکنده‌شدن یکنواخت دو یا چند جسم در یکدیگر انحلال می‌گویند و در این صورت سیستم حاصل محلول نامیده می‌شود. آب بنا به دلایل زیر دارای خاصیت حلالیت بالایی می‌باشد.

۱ــ آب یک مولکول دوقطبی است درنتیجه قطب منفی آن جذب قطب مثبت و قطب مثبت آن جذب قطب منفی جسم محلول در آب می‌شود.

۲ــ وجود پیوند هیدروژنی در آب باعث میل ترکیبی فراوان این ماده با ترکیبات مختلف می‌شود. حلالیت اغلب املاح در آب با درجه حرارت افزایش می‌یابد.

دسته‌ای از مواد هستند که در آب غیرمحلول‌اند که از آن‌جمله می‌توان به نفت اشاره نمود. این مواد دارای مولکول‌های غیرقطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند.

گردش آب در طبیعت[۱]

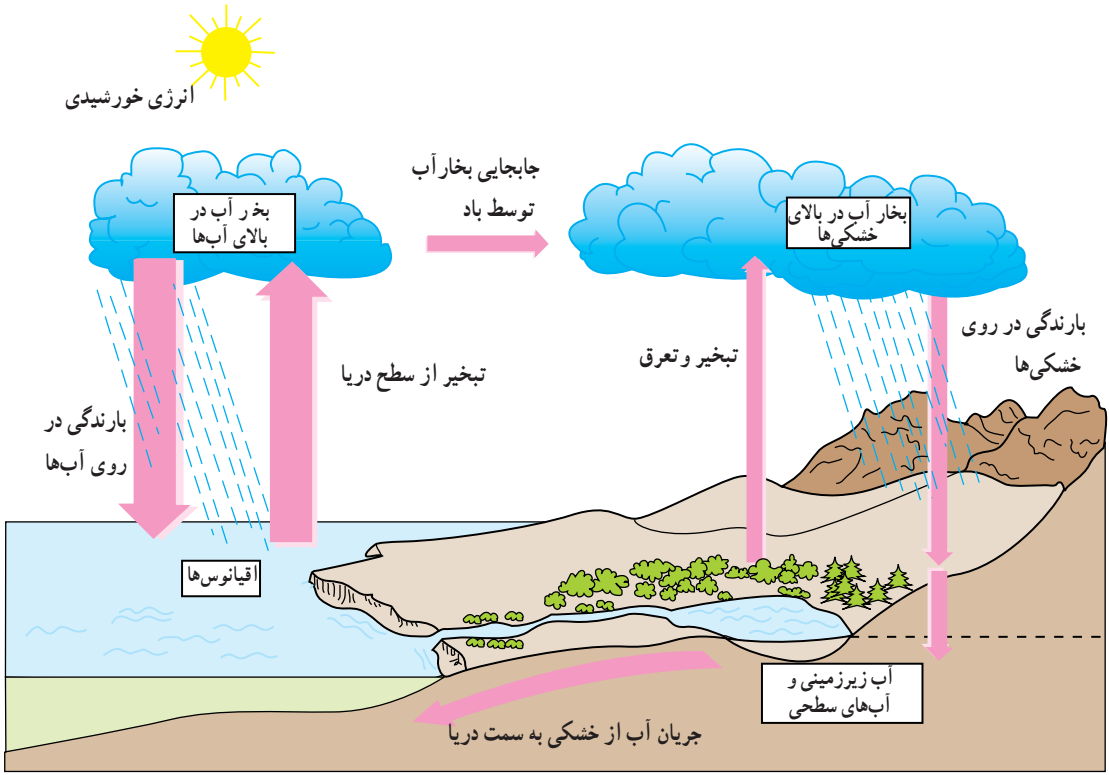
آب فعّال‌ترین مواد موجود در روی زمین به‌حساب می‌آید که به‌صورت مایع قسمت اعظم سطح زمین را می‌پوشاند. مقداری از آن به‌صورت یخ در قطبین و نقاط مرتفع زمین متمرکز است و مقداری هم به‌صورت بخار در آتمسفر[۲] می‌باشد. به‌طورکلّی به مجموعهٔ آب‌های موجود در کرهٔ زمین هیدروسفر[۳] گویند.

۱ــ The Hydro og c cyc e

۲ــ Atomosphere

۳ــ Hydrosphere

چرخهٔ آب در طبیعت یا دور هیدرولوژیکی فرآیند پیوسته‌ای است که آب از سطح اقیانوس‌ها و دریاها و دریاچه‌ها تبخیر شده و به‌روی خشکی کشیده می‌شود، و پس از متراکم‌شدن به‌صورت باران، برف و تگرگ ریزش می‌نماید و بالاخره به دریا برمی‌گردد (شکل ۵ــ۶) منشأ اغلب آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوّی بوده که از آتمسفر به‌صورت برف و باران باریده است.



شکل ۵ــ۶ ــ چرخهٔ آب در طبیعت

۲۲ تا ۳۰ درصد از تمام ریزش‌های جوّی سطح کرهٔ زمین به‌صورت رواناب به دریا برمی‌گردد. ولی اکثر آن‌ها به‌صورت تراوش در زمین نفوذ کرده و تشکیل آب‌های زیرزمینی را می‌دهد. مقدار زیادی از این آب به‌صورت تبخیر و یا از طریق تعرّق توسط گیاهان به جوّ برمی‌گردد.

بحث کنید : انرژی تابشی خورشید در چرخهٔ آب چه نقشی دارد؟

بیلان آبی : با توجه به شکل(۵ــ۶) چرخهٔ آب در طبیعت به‌صورت یک سیستم بسته است. حتی آب‌های زیرزمینی نیز از این سیستم بسته خارج نمی‌شوند. برداشت آب از چاه‌ها، جاری‌شدن آب در

قنوات و چشمه‌ها سبب تخلیه آب‌های زیرزمینی می‌گردد. گرچه این آب‌ها به مصرف شرب و کشاورزی و صنعت می‌رسد ولی سرانجام وارد چرخه می‌گردد.

بیلان آبی را می‌توان با فرمول کلّی زیر نشان داد :

P ET I R

P[1] کلّ ریزش‌های جوّی

ET[2] کلّ تبخیر و تعرّق

I[3] نفوذ سطحی

R[4] کلّ آب جاری

منابع و ذخائر آب

منابع آب را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی کرد :

۱ــ نزولات آسمانی (باران، برف و تگرگ)

۲ــ آب‌های دیگر آتمسفر (مه و شبنم)

۳ــ آب‌های جاری (سیلاب و رودخانه‌ها)

۴ــ آب‌های زیرزمینی (چشمه، چاه و قنات)

آب‌های سطحی

منظور از آب‌های سطحی، آب نهرها، رودخانه‌ها، سیلاب‌ها و ... می‌باشد که به‌طرق مختلف ممکن است از آن‌ها در آبیاری استفاده شود. اما به علت آلودگی‌ها (میکروبی، شیمیایی و گل آلودگی) قابل شرب نمی‌باشند.

جریان‌های دائم : کانون‌های این جریان‌ها در نواحی مرطوب یا مرتفعی که پراکندگی نزولات در طول سال، حداقل ۸ ماه ادامه می‌یابد،قرار دارد. در این نواحی ذخیرهٔ برف، اغلب تا شروع بارندگی سال بعد وجود دارد. میزان آب رودها پس از پایان بارندگی به‌تدریج کاهش می‌یابد و در پایان ماه‌های گرم سال به‌حداقل می‌رسد. این رودخانه‌ها منابع آب قابل اطمینانی برای توسعهٔ کشاورزی می‌باشند.

۱ــ Prec p tat on

۲ــ Evapotransp rat on

۳ــ Inf terat on

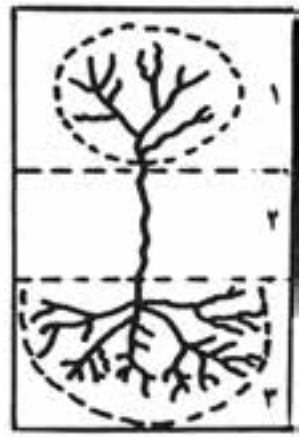
۴ــ Run off

می‌توان آب رودخانه را به محل دیگر که امکان استفاده بیشتر از آن وجود دارد انتقال داد. برای استفاده بیشتر از آب رودخانه می‌توان در مسیر آن‌ها اقدام به احداث مخازن بزرگ به‌نام سد کرد. امروزه از موتور پمپ‌ها نیز به‌مقدار زیاد برای برداشت آب رودخانه‌ها و بهره‌برداری از اراضی اطراف این نواحی استفاده می‌شود.

جریان‌های موقت : در نواحی کوهستانی خشک ایران که بارندگی اتفاقی و کوتاه است، کانون‌های آبگیر موقت وجود دارند.

باران‌های شدید مخصوصاً در نواحی خشک موجب سیلاب‌های مخرب می‌شود زیرا زمین‌های سخت بدون پوشش گیاهی به‌ویژه در سراشیب‌ها، با سرعت موجب جریان یافتن سیلاب‌ها می‌شود. جریان‌های موقت ممکن است رودخانه‌های اصلی را به‌وجود آورند، بسته به سرعت و مقدار سیلاب می‌توان تمام یا قسمتی از آن را منحرف کرده و برای آبیاری زمین‌هایی که قبلاً آماده شده استفاده کرد و وقتی بخواهند تمام آب را منحرف کنند لازم است با امکانات موجود سد انحرافی ساده‌ای، از جنس خاک در محل مناسب ازمسیر جریان ایجاد کرده و آب را به داخل نهر انحرافی هدایت کنند.

رودهایی که از کوه سرازیر می‌شوند وقتی که به زمین مسطح پایین دامنه رسیدند سرعت خود را از دست می‌دهند و موادی را که همراه آورده‌اند به‌ترتیب وزن ته‌نشین کرده و تشکیل مخروط‌افکنه را می‌دهند. درنتیجهٔ کاسته‌شدن سرعت آب چنین رودخانه‌ها، امکان نفوذ آب در درون رسوبات زیرین وجود دارد (شکل ۶ــ۶).



شکل ۶ــ۶ــ نمای فوقانی یک رودخانه موقت کوهستانی

آب‌های زیرزمینی

منابع عظیم آب‌های زیرزمینی از دیر زمان مورد توجه پیشینیان و اجداد ما قرار گرفته بود و در هر سرزمینی به‌نحوی از آن بهره می‌گرفتند.

استفاده از آب‌های زیرزمینی به روش حفر قنات از ابداع نیاکان ما بوده است و از شاهکارهای مهندسی جهان و زینت تاریخ ایران می‌باشد. آنان توانستند آب‌های زیرزمینی را به سطح زمین جاری کنند، و بدین طریق در مناطق خشک با احداث قنوات، شهرها و روستاهای بسیار به‌وجود آورند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

۱ــ با توجه به شکل ۵ــ۶ چرخهٔ آب در طبیعت، منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوّی است. زیرا مقداری از آب باران و برف به درون زمین راه می‌یابد.

۲ــ بعضی از آب‌های زیرزمینی نیز از سردشدن بخار آب ماگما پدید می‌آیند. این‌گونه آب‌ها در نواحی آتشفشانی زیادند.

۳ــ گاهی نیز آب دریا همزمان با عمل رسوب‌گذاری در منافذ و لابه‌لای مواد رسوبی محبوس می‌ماند. این قبیل آب‌های شور در بسیاری از معادن نفت همراه با آن یافت می‌شوند.

منابع آب‌های زیرزمینی

سطحی که در زیر زمین آب در امتداد آن می‌ایستد، به سطح ایستابی[۱] موسوم است. سطح ایستابی کمابیش شکل سطح زمین را به خود می‌گیرد و برحسب زمان فاصله آن تا سطح زمین متغیر می‌باشد. در زیر این سطح، تمام فضاهای موجود در سنگ‌ها پر از آب است. به همین سبب، این منطقه را منطقهٔ اشباع[۲] می‌نامند. در بالای سطح ایستابی منطقه دیگری وجود دارد که تا سطح زمین ادامه می‌یابد. در این منطقه فضای موجود بین ذرات خاک و سنگ قسمتی به‌وسیلهٔ هوا و قسمتی توسط آب پر شده است. نام این منطقه، منطقهٔ غیراشباع[۳] است (شکل ۷ــ۶).

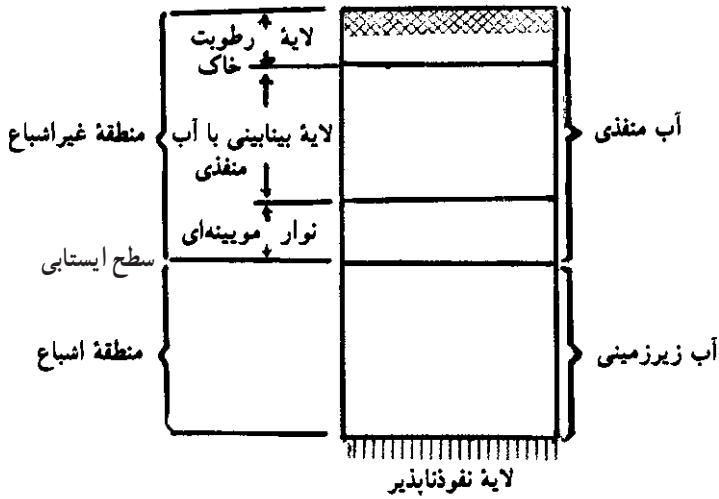
چشمه[۴] : زمانی که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی به سطح زمین برسد و جریانی کم و بیش مداوم

۱ــ Water tab e

۲ــ Zone of saturat on

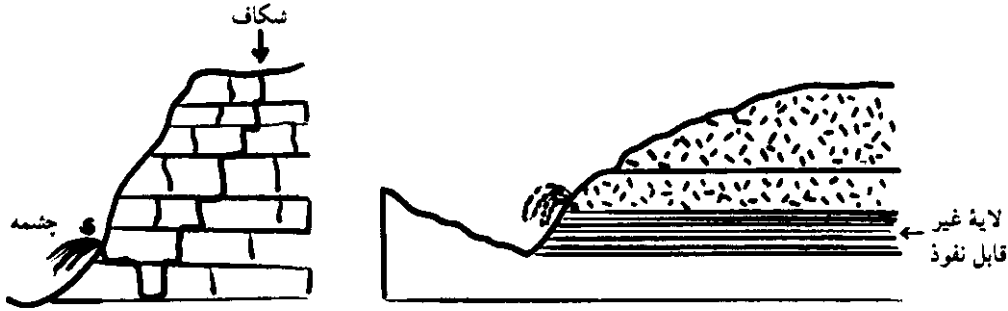
۳ــ Zone of aerat on

۴ــ Spr ng



شکل ۷ــ۶ــ لایه‌بندی خاک از نظر رطوبت

داشته باشد، تشکیل چشمه را می‌دهد. برخی از چشمه‌ها در دامنهٔ کوه‌ها و تپه‌ها، یعنی جایی که سطح ایستابی، سطح زمین را قطع می‌کند ظاهر می‌شوند. شکل ۸ــ۶ خروج آب در برخی از چشمه‌ها به‌صورت طبیعی یا نیروی زیاد را نشان می‌دهد.



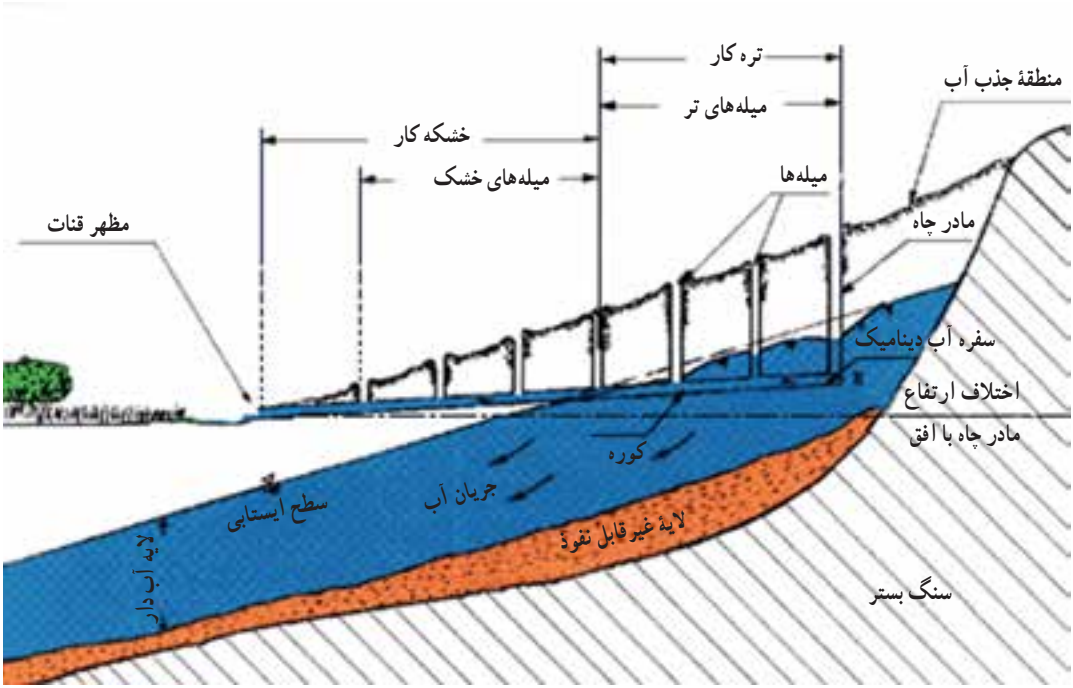
شکل ۸ــ۶

چشمه‌های گرم معدنی یا چشمه‌های گرمابی حاوی آبی که دراثر تماس با سنگ‌های زیرزمینی، گرم شده‌اند می‌باشد.

آب این نوع چشمه‌ها حاوی مقدار زیادی از مواد معدنی محلول است.

برخی از مواد معدنی موجود در چنین چشمه‌ها عبارتند از :
کلرید سدیم، گوگرد، سولفات منیزیم و گازهایی مانند دی‌اکسیدکربن و سولفید هیدروژن.

قنات : روش تأمین آب توسط قنات یا کاریز برای اولین بار توسط ایرانیان در حدود سه هزار سال قبل در سرزمین ایران توسعه یافت و سپس در برخی از کشورهای دیگر دنیا نظیر اسپانیا و مکزیک نیز به‌کار گرفته شد. قنات عبارت است از یک رشته چاه (میله) در یک زمین شیبدار که انتهای آن‌ها به کانالی افقی و شیبدار (کوره) متصل است. آب سفره‌های آبی کم‌عمق به‌ویژه در زمین‌های آبرفتی دامنه کوه‌ها در کوره تحت نیروی ثقل جریان یافته و هیچگونه انرژی دیگر لازم ندارد.
قنات چنانچه مرتب لایروبی و مرمت گردد تقریباً به‌طور مدام آبدهی خواهد داشت. (شکل ۹ــ۶)



شکل ۹ــ۶ــ مقطع طولی یک سیستم قنات

شناخت قنات

۱ــ به اولین چاه حفرشده به داخل لایهٔ آبدار مادر چاه اطلاق می‌گردد.
۲ــ محلی را که آب از دهانهٔ قنات خارج می‌شود مظهر قنات می‌نامند.

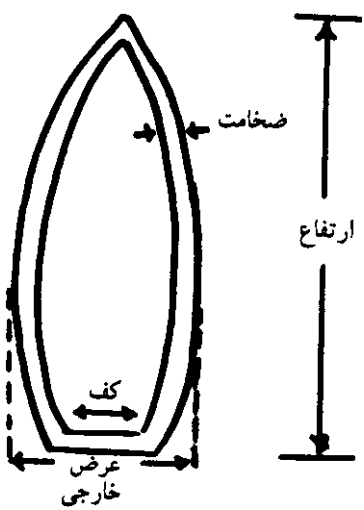
۳ــ چاه‌های بین مادر چاه و مظهر قنات که جهت تسهیل در حفر کوره و لایروبی قنات ایجاد می‌شوند را «میله یا چاه‌های تخلیه و تنفّس» گویند.

۴ــ خشکه‌کار و تره‌کار قنات : بخشی از طول کوره که از آبخانه (لایه آبده) می‌گذرد تره‌کار و قسمت دیگر را خشکه‌کار گویند.

۵ــ کول : برای جلوگیری از ریزش کوره از حلقه‌های سیمانی یا گلی (کول) که در (شکل ۱۰ــ۶) نشان داده شده است استفاده می‌شود.

۶ــ حدفاصل بین دو میله را «پشته» می‌گویند.

۷ــ حریم قنات : در تمام طول قنات به عرض ۱۲ متر حریم قنات می‌باشد که نباید در آن زراعت و آبیاری شود. معمولاً دو طرف حریم نهری احداث می‌شود، تا آب داخل حریم نشود. در صورت لزوم برای عبور نهرهای آب از روی حریم باید به‌اندازهٔ ۱۲ متر از آن در محدودهٔ حریم با مصالح ساختمانی پوشش داده شود.



شکل ۱۰ــ۶ــ کول

چاه‌ها[1] : چاه‌ها سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستابی حفر می‌گردند. اگر این سطح، به‌سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم‌عمق گویند. چاه‌های کم‌عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. این چاه‌ها اکثر قطری (دهانه‌ای) در حدود یک متر دارند.

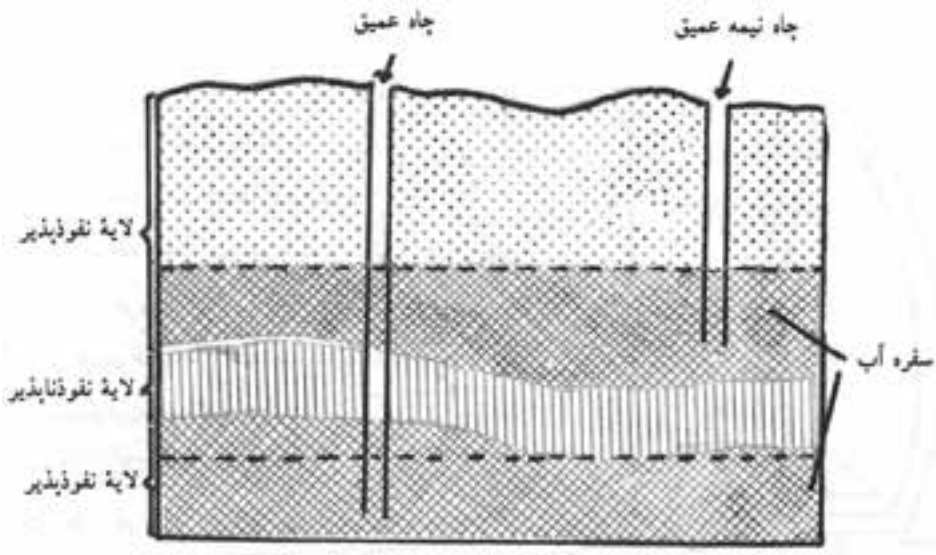
چاه‌های نیمه عمیق : در یک منطقه گاه ممکن است لایه‌های مختلفی از آب زیرزمینی وجود داشته باشد که روی یکدیگر قرار گرفته و به‌وسیلهٔ لایه‌های نفوذناپذیر از هم جدا شده باشند، چنانچه ضمن حفاری در یک منطقه که لایه‌های آب متفاوتی دارد چاه فقط به لایه اول برسد این چاه را چاه نیمه‌عمیق گویند.

چاه‌های عمیق : این چاه‌ها صرفاً برای کشاورزی، استفاده در قطب‌های صنعتی و یا آب مشروب شهرهای بزرگ حفر می‌شوند. چاه‌های عمیق را چاه‌های لوله‌ای نیز می‌گویند و علت این است که جداره این چاه‌ها به‌منظور جلوگیری از ریزش لوله‌گذاری می‌شود (شکل ۱۱ــ۶).

این جدار لوله‌ای حالت مشبک دارد تا بتواند به آسانی آب‌ها را از اطراف به‌داخل چاه نفوذ دهد.

۱ــ we s

در چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق)، معمولاً پس ازبرداشت، سطح آب به نقطه‌ای پایین‌تر از سطح ایستابی می‌رسد که همین کار خود باعث می‌شود آب دوباره از اطراف به درون چاه جریان یابد. اما این جریان فقط تا حدود معینی می‌تواند ادامه یابد. گذشته از آن، فاصله چاه‌ها از همدیگر، در میزان آبدهی آن‌ها کاملاً مؤثر است (شکل ۱۱ــ۶).



شکل ۱۱ــ۶ــ چاه عمیق و نیمه‌عمیق

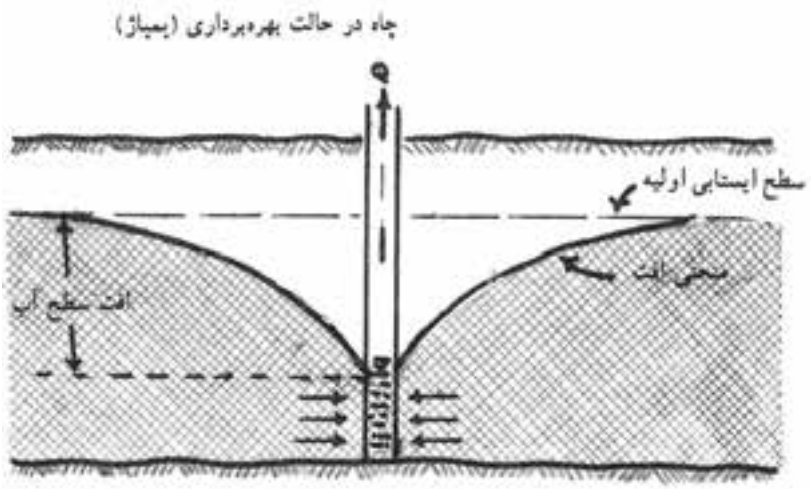
چاه‌های آرتزین[۱] : نام این چاه‌ها ازناحیهٔ آرتزیا[۲] نام قبلی استان آرتویز[۳] فرانسه که در آوریل سال ۱۲۲۶ اولین چاه حفرشده در این منطقه شروع به فوران نمود اقتباس گردیده است.

چنانچه آب زیرزمینی بین دو لایهٔ غیرقابل نفوذ قرار گیرد و منطقهٔ تغذیه آب در ارتفاعات بلند واقع شده باشد این آب تحت فشار قرار می‌گیرد. اگر در چنین محل‌هایی چاه حفر شود، به هر صورت سطح ایستابی آب زیرزمینی بالاتر از سطح چاه بوده و آب به‌صورت فوران از چاه خارج می‌شود که به آن چاه آرتزین می‌گویند (شکل ۱۳ــ۶).

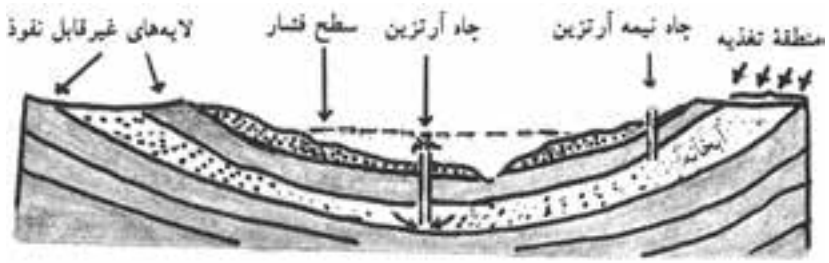
۱ــ Artes an

۲ــ Artes a

۳ــ Arto s



شکل ۱۲ــ۶ــ افت سطح آب به پایین‌تر از سطح ایستابی اولیه



شکل ۱۳ــ۶ــ چاه آرتزین و نیمه‌آرتزین

ارزشیابی

۱ــ پیوند هیدروژنی چه خواصی را در آب به‌وجود می‌آورد؟

۲ــ علت انحلال مواد در آب را توضیح دهید.

۳ــ چرا آب در هنگام انجماد ازدیاد حجم پیدا می‌کند؟

۴ــ با اضافه‌کردن مقداری نمک به آب خالص نقطه انجماد آب چه تغییری پیدا می‌کند؟ و علت آن چیست؟

۵ــ یک لیتر آب خالص در موقع انجماد ۹۰ سانتی‌مترمکعب افزایش حجم پیدا کرده است وزن مخصوص یخ را حساب کنید.

۶ــ اگر داخل لوله شیشه‌ای را که از قسمت زیرین با پرده نیمه‌تراوا بسته شده است محلول آب و قند ۵٪ ریخته و داخل آب خالص قرار دهیم. محلول داخل لوله بالا رفته و در ارتفاع معینی نسبت به سطح اولیه محلول می‌ایستد. اگر محلول قند و آب داخل لوله مزبور را به ۱۰٪ برسانیم حرکت محلول داخل لوله به چه صورتی است؟ علت آن را توضیح دهید.

۷ــ افزایش یا کاهش حرارت محیط چه تأثیری در لزوجت و نهایتاً در نفوذ آب به داخل خاک دارند؟

۸ــ عوامل مؤثر در قابلیت هدایت الکتریکی آب را شرح دهید.

۹ــ طبق تعریف یک میلی‌متر باران عبارت است از بارش یک کیلوگرم آب در سطح یک مترمربع که ارتفاعی برابر یک میلی‌متر پیدا می‌کند. اگر میزان متوسط بارندگی سالانه در سطح کلّ جهان برابر ۸۶۰ میلی‌متر باشد میزان متوسط بارندگی سالانه در کشور ما حدود چند میلی‌متر است؟

۱۰ــ به وضعیت چاه‌های شکل (۱۴ــ۶) توجه کنید :

چاه شمارهٔ ۱ در حال پمپاژ است، وضعیت آب چاه‌های شمارهٔ ۲ و ۳ را بیان کنید.

چه عاملی سبب تفاوت سطح ایستابی در چاه‌های شمارهٔ ۲ و ۳ گردیده است؟

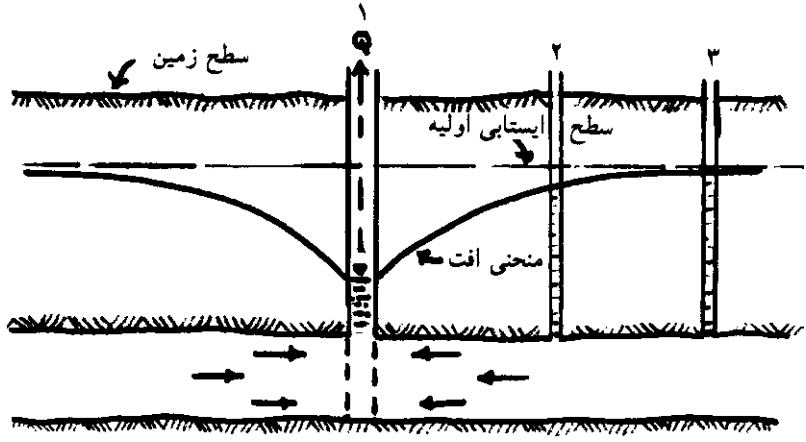
۱۱ــ طول بخش تره‌کار یک قنات ۱۰۰۰ متر و طول خشکه‌کار آن ۳۰۰۰ متر است.

اگر بخش خشکه‌کار همین قنات به ۳۳۳۰ متر افزایش پیدا کند :

الف) طول بخش تره‌کار قنات به چند متر می‌رسد؟

ب) سطح ایستابی چه تغییری پیدا می‌کند؟

ج) آیا میزان آبدهی قنات تغییر می‌کند؟ به چه صورت؟



شکل ۱۴ــ۶

فصل هفتم

هیدرولیک

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

۱ــ اهمیت اندازه‌گیری جریان آب را توضیح دهد.

۲ــ دبی جریان آب را تعریف کند.

۳ــ دبی جریان آب را به روش وزنی اندازه‌گیری کند.

۴ــ دبی جریان آب را به‌روش حجمی اندازه‌گیری کند.

۵ــ سرعت جریان آب را با جسم شناور در نهر اندازه‌گیری کند.

۶ــ در کانال‌های طبیعی و دست‌ساز سطح مقطع جریان را تعیین کند.

۷ــ با تعیین سرعت جریان و سطح مقطع جریان آب در کانال، دبی را محاسبه کند.

۸ــ بازده آبیاری را توضیح دهد.

۹ــ تأسیسات آبیاری در انتقال آب را توضیح دهد.

۱۰ــ پمپ‌های سانتریفوژ را توضیح دهد.

۱۱ــ پمپ‌های شناور را توضیح دهد.

۱۲ــ مفهوم ارتفاع مکش، ارتفاع رانش و ارتفاع مانومتریک را توضیح دهد.

مقدمه

آیا راجع به این موضوع فکر کرده‌اید که چرا آب آبیاری را اندازه می‌گیریم؟ به دو دلیل لازم است که آب آبیاری اندازه‌گیری شود :

۱ــ کمبود آب و لذا مصرف محاسبه شده بادیدگاه صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات.

۲ــ اطمینان از دریافت آب کافی توسط گیاهان.

بنابراین برای کنترل میزان آب مصرفی واجرای آبیاری صحیح، لازم است مقدار آبی راکه از منبع اصلی وارد کانال‌ها وبالاخره وارد واحدهای زراعی می‌شود اندازه‌گیری کرد.

هریک ازروش‌های اندازه‌گیری دبی آب دارای محاسن و معایب خود بوده وهرکدام در شرایط معیّنی به‌کار می‌روند.

روش‌هایی که برای اندازه‌گیری دبی جریان آب به‌کار برده شده‌اند عموماً در دو گروه کلی قرار می‌گیرند :

۱ــ روش‌هایی که در آن‌ها مستقیماً دبی آب اندازه‌گیری می‌شود.

۲ــ روش‌هایی که در آن‌ها سرعت جریان آب اندازه‌گیری شده وبعد بامحاسبه سطح مقطع جریان دبی را به‌دست می آورند.

تعریف دبی جریان

مقدار آبی را که در یک ثانیه از یک منبع آب (چاه، چشمه، قنات، رودخانه وکانال و غیره) جریان پیدا می‌کند دبی، بده ویا آبدهی آن منبع می‌گویند. و با حرف Q نشان می‌دهند. دبی جریان آب را درسیستم متریک برحسب متر مکعب در ثانیه و یا لیتر در ثانیه بیان می‌کنند. واحد متر مکعب در ثانیه برای دبی‌های زیاد مثل رودخانه وکانال‌های بزرگ و واحد لیتر در ثانیه برای جریان‌های آب چاه‌ها وآبی که وارد نشتی‌ها می‌شود، به‌کار می‌رود. برای تبدیل مترمکعب در ثانیه به لیتر در ثانیه می‌توان آن را در ۱۰۰۰ ضرب کرد.

در گذشته واحدهای مختلف محلی برای اندازه‌گیری جریان آب در ایران وجود داشت که در بعضی نقاط هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرد که متداول‌ترین آن‌ها سنگ است. هر سنگ آب معادل۱۴لیتر در ثانیه است.

از واحدهای قدیمی دیگر می‌توان :دست آب، جرعه، سبو، لوله، نهرآب، دانگ و آب بیل را نام برد.

روش‌های اندازه‌گیری دبی جریان آب

در این روش‌ها با به‌کارگیری ابزار و وسایل مخصوص، دبی را براساس فرمول‌ها و اندازه‌گیری‌های ساده به‌دست می‌آورند :

❐کار شمارهٔ ۱

روش وزنی : در این روش مقدار آب جریان یافته از یک منبع آب را در واحد زمان برحسب واحد وزنی اندازه می‌گیریم.

وسایل لازم : ظرف خالی، ترازوی مناسب برای توزین و زمان‌سنج.

شرح آزمایش : ظرف خالی که وزن آن قبلاً تعیین شده در زیر جریان آب قرار داده ومدت زمانی راکه طول می‌کشد ظرف از آب پرشود (t) مشخص می‌کنیم سپس ظرف پر از آب را با ترازو وزن کرده و با استفاده از فرمول زیر دبی را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma}$$

Q دبی یا بده جریان برحسب لیتر درثانیه

P_1 وزن ظرف خالی برحسب کیلوگرم

P_2 وزن ظرف آب برحسب کیلوگرم

t زمان برحسب ثانیه

γ وزن مخصوص آب برحسب کیلوگرم در لیتر

مثال : در روش اندازه‌گیری دبی آب به روش وزنی مفروضات زیر را داریم. دبی را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

P_1 ۱۴kg

P_2 ۳۴kg

t ۱۰۰s

γ ۱kg/l

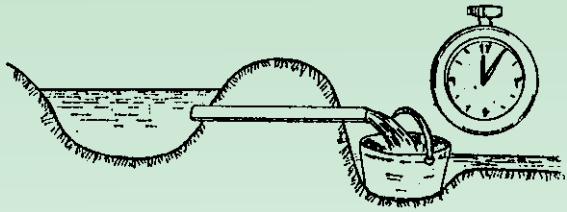
حل :

لیتر در ثانیه :

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma} = \frac{۳۴ - ۱۴}{۱۰۰ \times ۱} = \frac{۲۰}{۱۰۰} = \frac{۱}{۵}(l/s)$$

❐کار شمارهٔ ۲

روش حجمی : در این روش مستقیماً حجم آب جریان یافته از منبع آب را برحسب واحد حجمی در زمان معین اندازه گرفته و سپس دبی را در واحد زمان محاسبه می‌کنیم. روش حجمی دقیق‌تر از روش وزنی است.



شکل ۱ــ۷ــ اندازه‌گیری دبی به روش حجمی

وسایل مورد نیاز : زمان سنج، ظرف با حجم مشخص که متناسب با میزان دبی بوده و ممکن است از یک ظرف کوچک تا بشکه تغییر کند.

شرح آزمایش : ابتدا حجم ظرف را محاسبه کرده و سپس جریان منبع آب را وارد ظرف می‌کنیم وزمان لازم برای پرشدن ظرف را با زمان‌سنج اندازه می‌گیریم، دبی جریان از فرمول زیر به‌دست می‌آید :

$$Q = \frac{v}{t}$$

Q دبی بر حسب لیتر در ثانیه

v حجم ظرف بر حسب لیتر

t زمان پرشدن ظرف بر حسب ثانیه

مثال : اگرحجم ظرفی ۲ متر مکعب باشد و این ظرف در مدّت ۵۰ ثانیه از طریق جریان یک لوله آب پرشود، دبی جریان این لوله را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

حل : لیتر در ثانیه

$$Q = \frac{v}{t} = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{۵۰} = \frac{۲۰۰۰}{۵۰} = ۴۰ (l/s) \quad Q = \frac{v}{t}$$

اندازه گیری دبی آب در کانال‌ها با تعیین سرعت و سطح مقطع جریان آب

با توجه به تعریف دبی، دبی آب را در کانال‌ها می‌توان از فرمول زیر به‌دست آورد.

$$Q \quad V \times S$$

Q دبی بر حسب حجم در ثانیه

V سرعت آب بر حسب مسافت در ثانیه

S سطح مقطع آب در کانال بر حسب سانتی‌مترمربع یا مترمربع

واضح است که برای تعیین Q باید سرعت متوسط آب در کانال وسطح مقطع جریان آب در کانال را تعیین کرد. در مطالب بعدی نحوه اندازه‌گیری دو عامل مذکور را شرح می‌دهیم.

❐کار شمارهٔ ۳

اندازه‌گیری سرعت آب در کانال‌ها : همان طورکه می‌دانیم سرعت هر جسم متحرک عبارتست از مسافت طی شده توسط آن جسم در واحد زمان.

$$V = \frac{L}{t}$$

V سرعت

L مسافت

t زمان

سرعت آب در کانال‌ها را می‌توان با روش‌های مختلف اندازه گرفت که انتخاب روش معین به شرایط محلی و دقّت مورد نیاز و در اختیار بودن وسایل و امکانات بستگی دارد که در زیر به شرح برخی از روش‌های اندازه‌گیری سرعت آب می‌پردازیم :

اندازه‌گیری سرعت آب در کانال با جسم شناور ساده :

وسایل لازم : جسم شناور، کرونومتر و متر

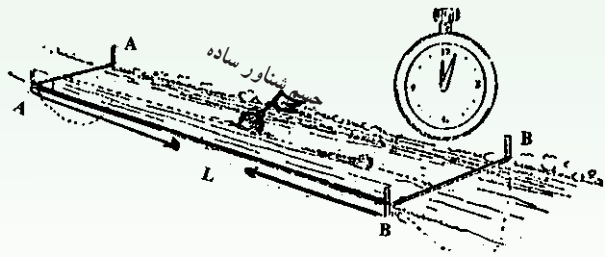
شرح آزمایش : برای تعیین سرعت آب در این روش که ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش اندازه‌گیری است دو نقطه را در مسیر آب به‌طول ۲۰ الی ۳۰ متر که نسبتاً مستقیم و عاری از علف وگیاهان آبی باشد انتخاب کرده و جسمی را که حتّی‌المقدور اثر باد در آن کمتر باشد (مثل یک بطری که تا نصف از آب پر شده) در ابتدای مسیر انتخاب شده (نقطه A) انداخته و فاصله زمانی را که جسم شناور به انتهای مسیر (نقطه B) برسد باکرونومتر اندازه می‌گیریم. اگر فاصله زمانی لازم t وفاصله بین دو نقطه (B و A) برابر با L باشد سرعت سطحی آب از فرمول زیر به‌دست می‌آید (شکل ۲ــ۷).

$$V = \frac{L}{t}$$

L مسافت متر (m)

t زمان ثانیه(s)

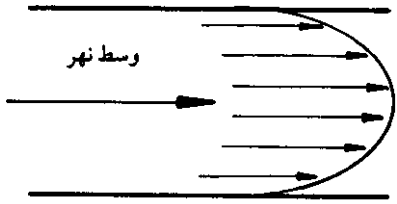
V سرعت (m/s) متر در ثانیه



شکل ۲ــ۷ــ اندازه‌گیری سرعت آب با جسم شناور ساده

باید توجه کرد که سرعت جریان آب (شکل ۳ـ۷) در دو طرف نهر کمتر و در وسط بیشتر است.

همچنین سرعت آب در اعماق مختلف نهر متفاوت است که بیشترین سرعت در سطح آب وکمترین آن در عمق نزدیک به کف کانال است. (شکل ۴ـ۷)



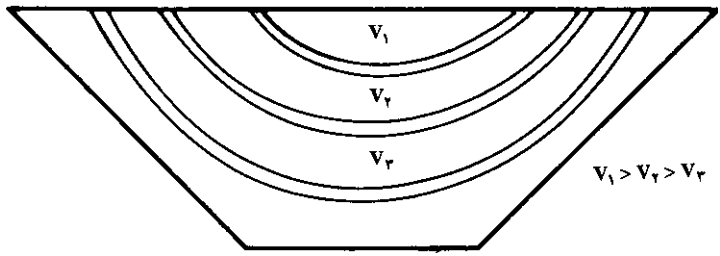
شکل ۳ـ۷ـ تغییرات سرعت در مقطع نهر (برش افقی)

لذا برای محاسبه سرعت، سرعت متوسط را اندازه‌گیری می‌کنند. V_m KV مقدار K به عمق آب بستگی دارد وحدوداً ۰/۸ در نظر می‌گیرند.

V_m سرعت متوسط

V سرعت سطحی

K ضریب



شکل ۴ـ۷ـتغییرات سرعت در مقطع عرضی کانال

مسأله : اگر فاصله دو نقطه AوB در مسیر نهر آب ۳۰ متر باشد و این فاصله را جسم شناور ساده در فاصله زمانی ۱۵ ثانیه طی کند سرعت متوسط جریان آب را برحسب متر در ثانیه حساب کنید.

حل :

$$V = \frac{L}{t} = \frac{۳۰}{۱۵} = ۲(m/s)$$ متر در ثانیه

V_m ۰/۸×V ۰/۸×۲ ۱/۶ (m/s) متر در ثانیه

اندازه‌گیری سرعت با سرعت‌سنج مکانیکی (مولینه) : سرعت‌سنج یا مولینه یا پروانه آبی متداولترین وسیله اندازه‌گیری سرعت آب است.

اساس کار سرعت‌سنج‌ها پروانه‌ای است که در مقابل جریان آب قرار می‌گیرد و در اثر سرعت

آب به چرخش در می‌آید. سرعت چرخش پروانه به سرعت آب بستگی دارد. سرعت آب بر روی صفحه نمایش داده می‌شود.

اندازه‌گیری سطح مقطع آب در کانال‌ها :برای محاسبه سطح مقطع جریان آب (S) اگر چنانچه مقطع نهر دست‌ساز و دارای شکل هندسی منظم (ذوزنقه‌ای، مستطیل، نیم‌دایره، مثلثی) باشد از قواعد هندسی استفاده می‌شود. در مواردی که سطح مقطع نهر شکل هندسی غیرمنظم داشته باشد در این صورت از طریق محاسبهٔ عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان آب، سطح مقطع جریان را به‌دست می‌آوریم.

شکل ۵ــ۷ــ مقایسه کانال‌های با سطح مقطع هندسی و غیر هندسی

❐کار شمارهٔ ۴

اندازه‌گیری عمق متوسط آب در کانال‌های طبیعی با سطح مقطع غیرهندسی

وسایل لازم : خط‌کش

شرح آزمایش : مقطعی از یک آب گذر را که جریان نسبتاً ملایمی داشته انتخاب می‌کنیم. خط‌کش را در کف نهر قرار داده به‌طوری که صفر خط‌کش در کف واقع شود سپس در فواصل مختلف عمق آب را اندازه گرفته و متوسط را پیدا می‌کنیم. از حاصلضرب عمق متوسط در عرض جریان، سطح مقطع جریان (S) به دست می‌آید (شکل ۶ــ۷).

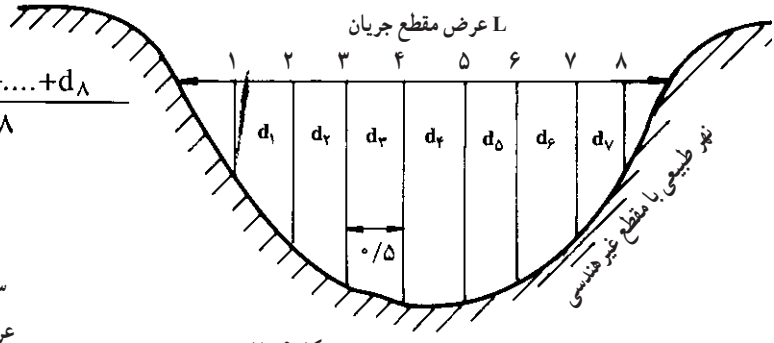
$$d_m = \frac{d_1 + d_2 + \ldots + d_8}{8}$$

$$S = d_m \times L$$

d_m = عمق متوسط

S = سطح مقطع جریان

L = عرض مقطع جریان



شکل ۶ــ۷

باید توجه کرد استفاده از خط‌کش مدرج در مواردی است که عمق آب کم باشد. اگر عمق آب زیاد باشد، از کابل‌هایی که وزنه سنگینی به آن متصل شده استفاده می‌شود که با بالا وپایین بردن‌کابل به داخل آب با دست یا به کمک چرخ وقتی که وزنه به کف رودخانه برخورد کرد، مقدارطولی از کابل که داخل آب قرار گرفته، معادل عمق آب خواهد بود.

مسأله : اگر مفروضات زیر را در مورد جریان آب در یک کانال داشته باشیم، دبی را برحسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

سرعت متوسط آب	V_m ۲۰cm/s
عمق متوسط جریان آب	d_m ۴۰cm
عرض کانال	L ۸۰cm

حل :

Q S×V

S d_m× L ۴۰×۸۰ ۳۲۰۰cm^2 مساحت سطح مقطع جریان

Q ۳۲۰۰×۲۰ ۶۴۰۰۰cm^3/s سانتی‌متر مکعب در ثانیه

Q ۶۴۰۰۰÷۱۰۰۰ ۶۴ l/s دبی لیتر بر ثانیه

بازده[1] آبیاری

در دنیایی که آب بسیار ارزشمند است، نباید قطره‌ای از آن را هدر داد. لازم است تمام کسانی که از آب برای آبیاری استفاده می‌کنند، بازده آن را مشخص کنند. البته بازده آبیاری در نقاط مختلف متفاوت است.

بازده را در لغت نسبت منافع حاصله بر منبع سرمایه گذاری شده می‌گویند و در آبیاری، بازده به مفهوم نسبت آب مصرفی به وسیله گیاه بر کل آب جدا شده از منبع آبی است.

یکی از اهداف محاسبه بازده آبیاری، ارزیابی سیستم آبیاری و اصلاح میزان آب مصرفی در جهت حداکثر استفاده از آن است. هدف‌های دیگری مانند محاسبه ظرفیت کانال‌های آب بر، تعیین توان موتور پمپ و یا الکتروپمپ‌ها و ... دنبال می‌شود.

افزایش بازده آبیاری مستلزم کاهش تلفات آن است. در این بخش ضمن توضیح بازده آبیاری، تلفات آن را نیز شرح داده و راه‌های جلوگیری از اتلاف آب را بیان می‌داریم. به‌طور کلی آب بلافاصله پس

۱ـ Randman

انشعاب از منبع اصلی (رودخانه، چاه، یا هر منبع دیگر) تا محلی که به مصرف گیاه می‌رسد، تحت تأثیر عواملی نظیر نفوذ به اعماق خاک، تبخیر از سطح آب در کانال، جریان‌های سطحی و غیره تلف می‌گردد. هرچه تلفات بیشتر باشد، به همان نسبت مقدار بازده کمتر خواهد بود. بازده آبیاری را به چند جزء تقسیم می‌نمایند :

۱ــ بازده انتقال، ۲ــ بازده توزیع، ۳ــ بازده ذخیره در منطقه توسعه ریشه، ۴ــ بازده کل که حاصل‌ضرب همهٔ این بازده‌ها است.

بنا به تعریف بازده، انتقال مقدار آب رسیده به محل مصرف، تقسیم برمقدار آب گرفته شده از منبع آبی می‌گویند.

برای افزایش بازده انتقال باید تلفات انتقال را شناخت و آن را کاهش داد. به‌طور کلی بازده انتقال را در کانال‌های خاکی می‌توان ۵۰٪ و در کانال‌های بتنی تا ۹۵٪ و در لوله‌های فولادی تا ۹۹٪ دانست.

جدول ۱ــ۷ــ نحوهٔ کاهش تلفات انتقال در کانال‌ها

انواع تلفات انتقال	نحوهٔ کاهش آن
نفوذ عمقی در بستر کانال	پوشش بستر کانال
تبخیر از سطح آب در کانال	کاشت درختان پهن‌برگ به موازات کانال
نشت از دیوار	استفاده از سیستم کنترل (دریچه ــ آبگیر و ...)

اندازه‌گیری بازده آبیاری : همیشه منبع آب آبیاری و مزرعه (محل مصرف) در یک محل واقع نشده‌اند. دراین صورت باید آب را از فاصله‌ای دور به مزرعه منتقل کرد. در این عمل کمیّت وکیفیّت آب دستخوش تغییراتی می‌شود که حادترین حالت آن زمانی است که کانال خاکی از زمین‌هایی با کیفیت خاک نامطلوب یا بافت سبک عبور کند. با اندازه‌گیری آب در محل انشعاب ازمنبع آب آبیاری (چاه ــ چشمه ــ قنات ــ رودخانه و ...) و اندازه‌گیری آن در محل ورود به مزرعه می‌توان تلفات آب در مسیر انتقال و نهایتاً بازده را اندازه‌گیری کرد.

تأسیسات آبیاری در انتقال آب

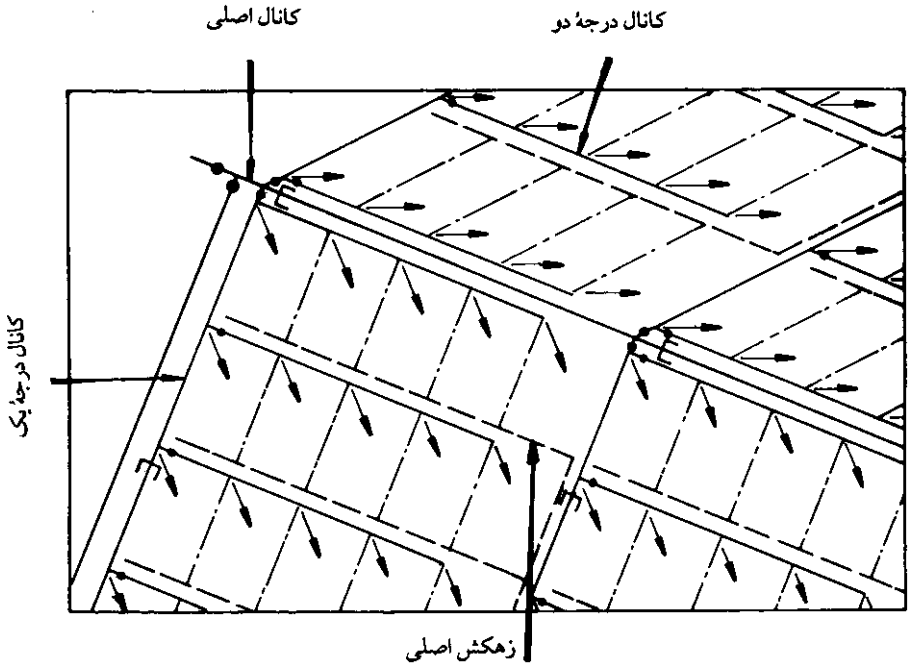
اراضی تحت آبیاری غالباً از منابع تأمین‌کننده آب فاصله زیادی دارند. معمولاً آبی که از رودخانه‌های طبیعی و مخازن سطحی به‌دست می‌آید نسبت به آبی که از مخازن زیرزمینی بیرون کشیده می‌شود مسافت بیشتری را می‌پیماید. طول کانال‌های اصلی هدایت آب در پروژه‌های آبیاری بین یک

تا ۱۵۰ کیلومتر یا بیشتر است. در این مسیر آب از زمین‌های مختلف با شرایط متفاوت عبور می‌کند که برای کنترل وتوزیع آن نیاز به تأسیسات مخصوصی است. در این قسمت با انواع ساختمان‌های انتقال و توزیع آب آشنا می‌شویم.

آبراهه‌های روباز : آبراهه‌های روباز از معمول‌ترین روش‌های انتقال آب به‌شمار می‌آیند. این آبراهه‌ها در شبکه آبیاری، کانال و در شبکه زهکشی، زهکش نامیده می‌شوند. در آبراهه‌های روباز آب فقط در امتداد شیب زمین حرکت می‌کند و به همین دلیل کانال‌ها معمولاً در بالاترین قسمت زمین ساخته می‌شوند تا آب بتواند از طریق کانال وارد مزرعه شود. سیستم کانال‌های آبرسانی از اجزای زیر تشکیل شده است.

جدول ۲ــ۷ــ انواع آبراهه‌ها و وظایف هرکدام

نوع آبراهه	وظیفه‌ای که به عهده دارد
کانال اصلی	آب را از منبع به محل کشت می‌رساند
کانال درجه یک	آب را از کانال اصلی دریافت و به قسمت مشخصی از اراضی هدایت می‌کند
کانال درجه دو	آب را از کانال درجه یک دریافت و به مزرعه منتقل می‌کند
جوی آب	آب را در داخل مزرعه به هریک از قطعات می‌رساند
جویچه‌های مزرعه	آب را در داخل قطعات جابجا می‌کند



شکل ۷ــ۷ــ انواع آبراهه‌ها

کانال‌های پوشش نشده : این کانال‌ها معمول‌ترین نوع کانال به شمار می‌آیند که بر روی زمین حفر می‌شوند و خاک‌های حفاری شده به منظور تشکیل خاکریز کنار کانال مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کانال پوشش شده : کانال‌ها را می‌توان از مصالح مختلفی چون خاک رس کوبیده شده، بتن، آجر، آسفالت و ورقه‌های (PVC پی وی سی) پوشش داد. در این صورت از رشد علف‌های هرز، فرسایش خاک، نفوذ دیواره و ... جلوگیری کرده و بازده انتقال آب را افزایش داده‌ایم.

خطوط لوله : گاهی در بعضی از سیستم‌های آبیاری به جای کانال‌های روباز و یا به جای قسمتی از آن‌ها از لوله استفاده می‌شود، دلایل این‌کار عبارتنداز :

ـ کم کردن تلفات آب ناشی از نشت و تبخیر.
ـ عدم رویش علف‌های هرز.
ـ کنترل بهتر برنحوهٔ توزیع آب.
ـ اشغال زمین کمتر در سیستم آبیاری.
ـ جنبه‌های بهداشتی و کیفیت آب.

تأسیسات کنترل آب

دریچه تنظیم : دریچه‌ای است که درمسیر جریان آب قرار می‌گیرد و مقدار عبور آب از آن، در حد دلخواه تنظیم می‌شود. (شکل۸ـ۷ و ۹ـ ۷)

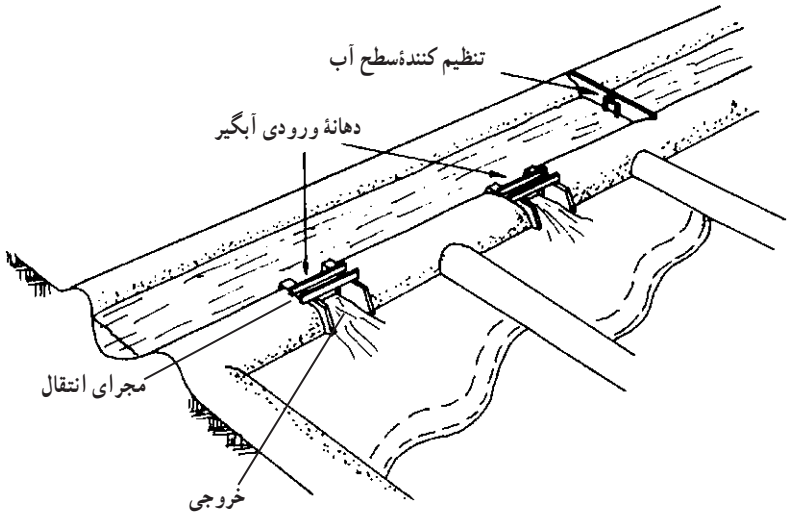
شکل ۸ ـ۷ـ دریچه قطاعی و اتوماتیک

شکل ۹ـ۷ـ دریچه نیرپیک

مقسّم‌ها : برای تقسیم آب کانال به دو یا چند بخش معیّن به‌طوری که هر کدام از قسمت‌ها حجم معینی ازجریان آب کانال را شامل شوند، از ساختمان‌هایی به نام مقسّم (شکل ۱۰ــ۷) استفاده می‌شود.

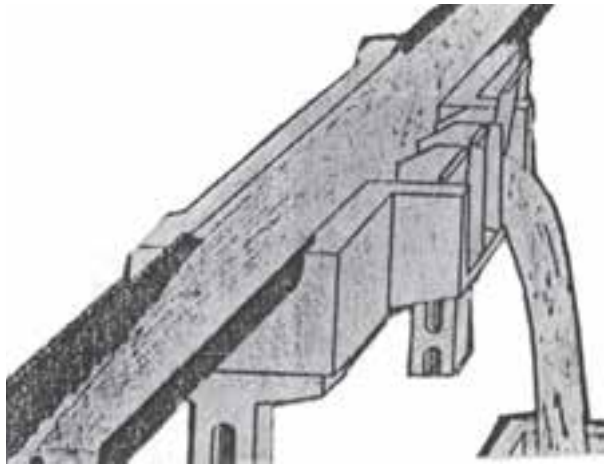
شکل ۱۰ــ۷ــ مقسم سه قسمتی

آبگیر : برای انحراف آب از کانال‌های آبرسانی به کانال‌های کوچکتر یا سطح مزرعه از آبگیر استفاده می‌شود که شامل سه قسمت دهانه ورودی، مجرای انتقال و تبدیل خروجی است.



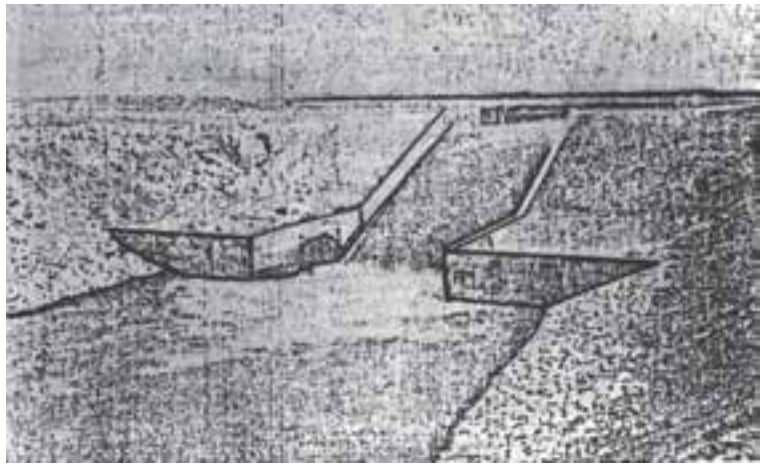
شکل ۱۱ــ۷

فلوم‌ها : برای عبور آب از روی گودال‌ها و یا درّه‌های تنگ و نیز به‌منظور هدایت آب برای آبیاری در امتداد دامنه تپه‌های شیبدار از فلوم‌های چوبی، فلزی و یا ترکیبی از چوب و فلز استفاده می‌شود (شکل۱۲ــ۷).



شکل ۱۲ــ۷ــ فلوم

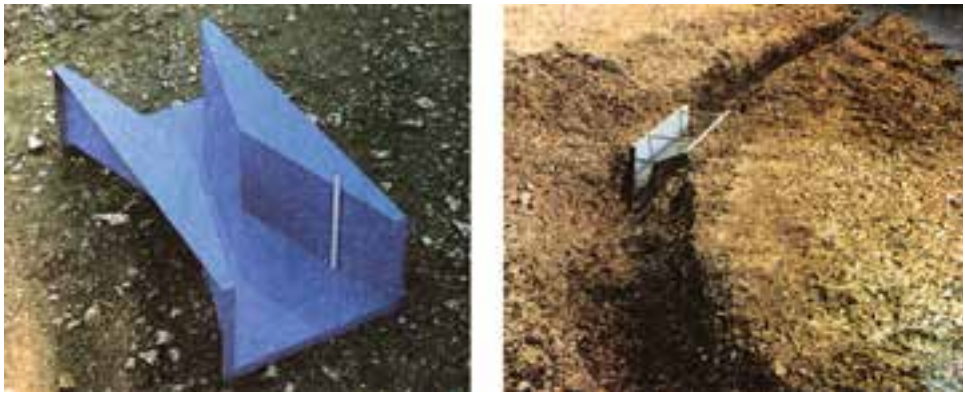
شیب‌شکن : جایی که شیب زمین زیاد است و براثر سرعت بیش از حد آب، امکان فرسایش کف و دیواره‌های کانال وجود دارد از شیب شکن استفاده می‌شود (شکل ۱۳ــ۷).



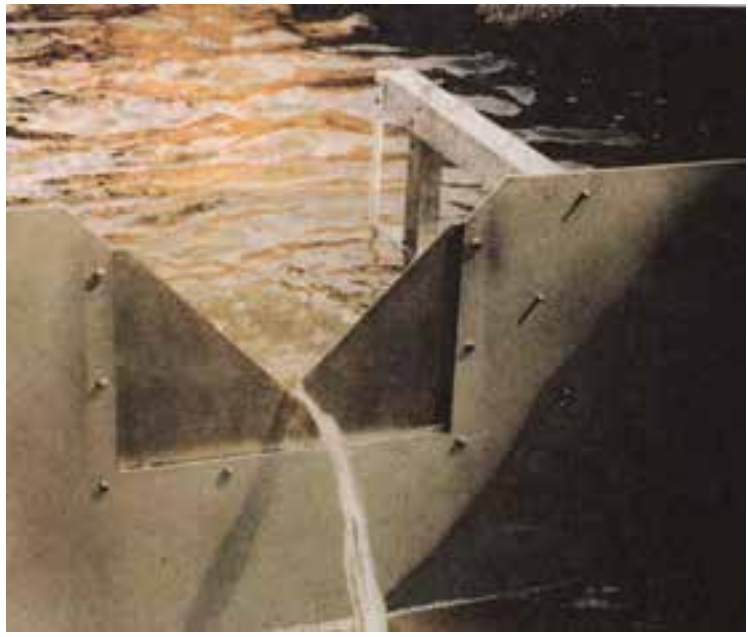
شکل ۱۳ــ۷ــ شیب شکن

سیفون معکوس : از سیفون‌های معکوس به‌منظور انتقال آب، از زیر جاده، رودخانه، نهرزه‌کش و... استفاده می‌شود.

ابزار اندازه‌گیری جریان : برای اندازه‌گیری حجم آب انتقالی در واحد زمان از ابزاری چون سرریز، روزنه و پارشال فلوم استفاده می‌شود (شکل ۱۴ــ۷ و ۱۵ــ۷).



شکل ۱۴ــ۷ــ پارشال فلوم



شکل ۱۵ــ۷ــ سرریز مثلثی

پمپ و اهمیت آن

در عملیات تأمین آب موارد متعددی وجود دارد که لازم است آب را به ارتفاع معینی بالا برده یا فشار آب را افزایش دهیم. به عنوان مثال استخراج آب از چاه، بالا آوردن آب رودخانه و جریان‌دادن آب در مزرعه، تأمین فشار لازم در آبیاری بارانی و قطره‌ای و یا آبرسانی شهری را می‌توان نام برد.

انرژی مورد نیاز ممکن است از نیروی انسانی، حیوانی، باد، آب یا از موتورهای احتراقی یا برقی تأمین شود. وسایل بالادهنده آب چه از نظر منبع انرژی وچه از نظر وسیله انتقال انرژی به آب دارای انواع متعددی است و برای منظورهای متفاوتی ساخته شده‌اند که ذیلاً به آن اشاره می‌شود.

۱ــ انتقال آب مصرفی : پمپ‌ها قادرند که آب قابل استفاده مراکز صنعتی و شهری را تهیه کنند. آبیاری اراضی، پمپاژ آب از چاه‌های عمیق و غیره از جمله وظایف پمپ‌هاست.

۲ــ خارج‌کردن آب‌های غیر قابل استفاده :زهکشی و پمپاژ آب از باتلاق‌ها و معادن توسط پمپ‌ها صورت می‌گیرد.

۳ــ به گردش در آوردن مایعات :به‌حرکت درآوردن محلول غذایی در گلخانه‌های آبکشت و همچنین به گردش درآوردن آب به‌منظور گرم کردن و یا خنک کردن توسط پمپ‌ها امکان‌پذیر است.

۴ــ انتقال جامدات : در صنایع غذایی آب تحت فشار لازم است که این فشار توسط پمپ تأمین می‌شود.

تعریف پمپ

پمپ دستگاهی است که می‌تواند انرژی مکانیکی را از یک منبع انرژی دریافت و به مایعی که در داخل آن جریان دارد منتقل کند. انتخاب صحیح یک پمپ به منظور آبیاری اراضی یکی از دقیق‌ترین کارهای کشاورز است و بیشتر کشاورزان با پمپ‌ها آشنایی نداشته و باید از متخصصین کمک بگیرند.

پمپ‌های سانتریفوژ

کلیات و اهمیت : اصول کار این پمپ‌ها براساس استفاده از نیروی گریز از مرکز پایه‌گذاری شده است. هرجسمی که در یک مسیر دایره‌ای یا منحنی‌الشکل حرکت کند، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع می‌شود، جهت نیروی مذکور طوری است که همواره تمایل دارد که جسم را ازمحور یا مرکز دوران دور کند.

با یک آزمایش ساده می‌توان طرز کار این پمپ‌ها را مشاهده کرد. سطل آبی را سوراخ کنید و در دست بچرخانید. چه اتفاقی می‌افتد؟

قطعه دواری که در داخل پوسته پمپ وجود دارد با حرکت سریع خود موجب گردش آب می‌شود. در نتیجه این عمل، آب تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع شده واز مجرای خروجی خارج می‌شود. در نتیجه ایجاد خلأ نسبی، فشار اتمسفر باعث ورود آب به محور پمپ می‌شود تا زمانی که آب در داخل پمپ وجود داشته و پرّه آن به حرکت دورانی خود ادامه دهد، مراحل فوق‌الذکر نیز تکرارمی‌شوند. قطعه دواری که در داخل پمپ‌های گریز از مرکز قرار دارد،پرّه (پروانه) نامیده می‌شود. پرّه مذکوردر داخل بدنه پمپ گردش می‌کند. مجرای ورود یا مکش آب در مرکز پره قرار داشته و سوراخ خروجی در پیرامون بدنه واقع شده است. در موقع کار، آب از مجرای ورودی مکیده شده و پس از آنکه تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز قرار گرفت از طریق مجرای خروجی خارج می‌شود.

شکل ۱۶ــ۷

شکل ۱۷ــ۷ــ پمپ یک تکه

پمپ‌های سانتریفوژ بر حسب فشار مورد لزوم به یک یا چند طبقه تقسیم می‌شوند.

۱ــ پمپ‌های یک طبقه : این پمپ دارای یک پروانه (پره) در روی محور است. اکثریت پمپ‌های یک طبقه با پوسته حلزونی و افقی هستند ولی به صورت عمودی نیز می‌توانند باشند.

۲ــ پمپ‌های چند طبقه : برای ارتفاع آبدهی زیاد در پمپ‌های یک طبقه پروانه‌ای با قطر خیلی بزرگ با سرعت خیلی زیاد لازم است. هر دوی این عوامل در عمل با مشکلاتی مواجه می‌شوند که استفاده از پمپ چند طبقه را معقول می‌سازد.

در یک پمپ چند طبقه دو یا چند پروانه به‌طور متوالی روی یک محور قرار می‌گیرند. آب از طبقه اول در پوسته همان طبقه جمع شده و به محور پروانه طبقه دوم تخلیه می‌شود و از دوم به سوم و به همین ترتیب ادامه می یابد.

شکل ۱۸ــ۷

کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ : به‌منظور کاربرد صحیح پمپ‌های گریز از مرکز ابتدا باید دانست از یک پمپ به‌خصوص در کجا استفاده می‌شود یا به‌عبارت دیگر چه نوع پمپی برای کار مورد نظر مناسب است.

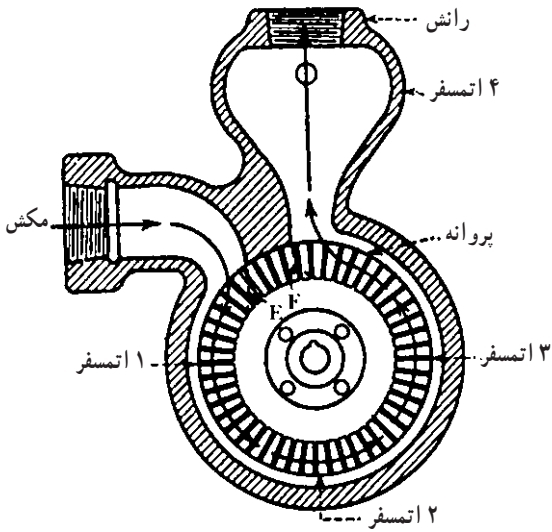
پمپ‌های چاه عمیق (پمپ توربینی)

این پمپ‌ها عموماً از نوع توربینی قائم و چند طبقه هستند. موتور محرک این پمپ‌ها ممکن است الکتروموتور، موتور دیزلی، بنزینی و یا توربین بخار باشد. شافت انتقال بین موتور و پمپ معمولاً یکی از دو نوع زیر است :

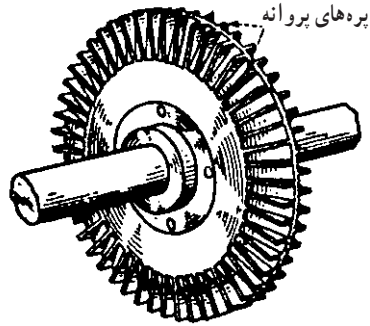
نوع اول بدون غلاف بوده و شافت مستقیماً با آب در تماس است و به‌وسیله آن خنک می‌شود.

نوع دوم شافت در داخل لولهٔ پر از روغنی به نام غلاف جای می‌گیرد و بدین ترتیب خنک‌کاری آن با روغن انجام می‌شود. در واسطهٔ انتقال شافت وغلافی همیشه اندکی روغن وارد آب چاه می‌شود. بدین دلیل در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی، از شافت بدون غلاف استفاده می‌شود. (شکل ۱۹ــ۷)

شکل ۱۹ــ۷ــ الف ــ پمپ توربینی چند طبقه عمودی



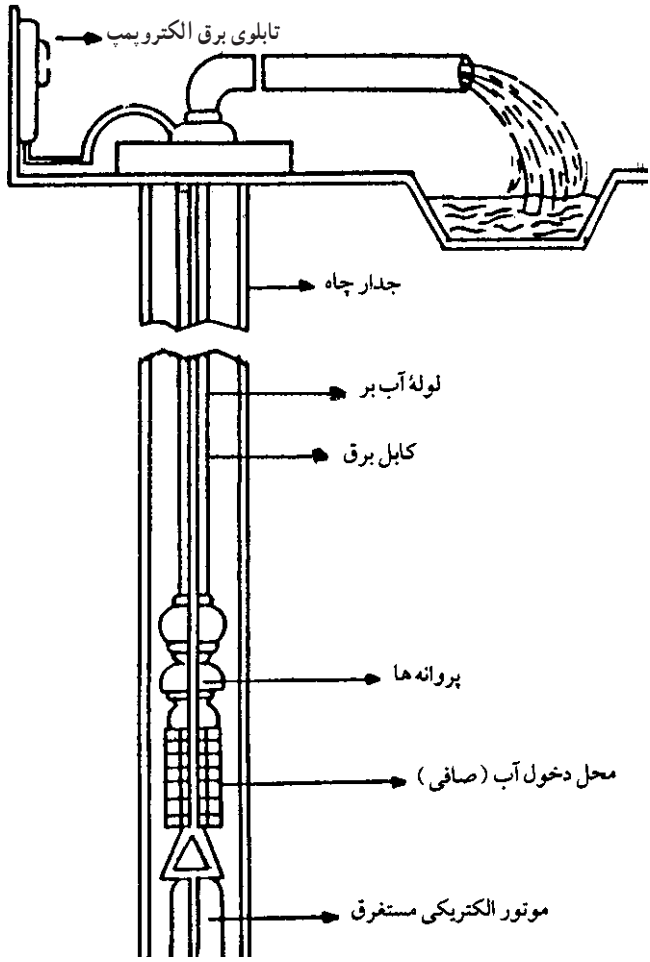
شکل ۱۹ــ۷ــ ب



شکل ۱۹ــ۷ــ ج

پمپ شناور

در این طرح پمپ چند طبقهٔ توربینی قائم مستقیماً روی یک موتورالکتریکی به قطر کم سوار شده و در زیر آب قرارمی‌گیرد. وزن موتور و پمپ از طریق لولهٔ رانش به فونداسیون دهنه چاه منتقل می‌شود و گاهی به‌منظور اطمینان بیشتر به‌وسیله سیم بکسل مهار می‌شود. به موازات لولهٔ رانش یک لولهٔروغن روانکاری و یک کابل انتقال برق تا موتور امتداد پیدا می‌کند. موتورهای مورد استفاده در این پمپ‌ها معمولاً طوری طراحی می‌شود که به اندازهٔ عمر پمپ بتواند بدون مراقبت کار کنند، زیرا در صورت خراب شدن باید ازچاه بیرون کشیده شوند و این کار هزینه و مشکلات زیادی در بر دارد. یکی از معایب پمپ‌های شناور نیز همین امر است. (شکل ۲۰ــ۷)



شکل ۲۰ــ۷ــ پمپ شناور

ظرفیت پمپ

در کشاورزی و صنعت اغلب اندازه و مشخصات پمپ را به اینچ بیان می‌کنند. (پمپ ۲ اینچی، ۳ اینچی و غیره) و آن عبارت است از قطر دهانه خروجی (رانش) پمپ برحسب اینچ، حال رابطه آن را با مقدار آبدهی یا ظرفیت پمپ بیان می کنیم. (جدول۳ــ۷)

جدول ۳ــ۷ــ اندازه تقریبی ظرفیت و بازده پمپ‌های موجود

اندازهٔ پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد	اندازه پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد
۱	۱/۵	۲۷	۵	۳۸/۶	۵۹
۱ ۱/۲	۳/۵	۳۵	۶	۵۵/۶	۶۲
۲	۶/۲	۴۳	۸	۹۸/۸	۶۵
۳	۱۳/۹	۵	۱	۴/۴	۶۷
۴	۲۴/۷	۵۵	۱۲	۲۲۲/۳	۶۹

ارتفاع پمپ

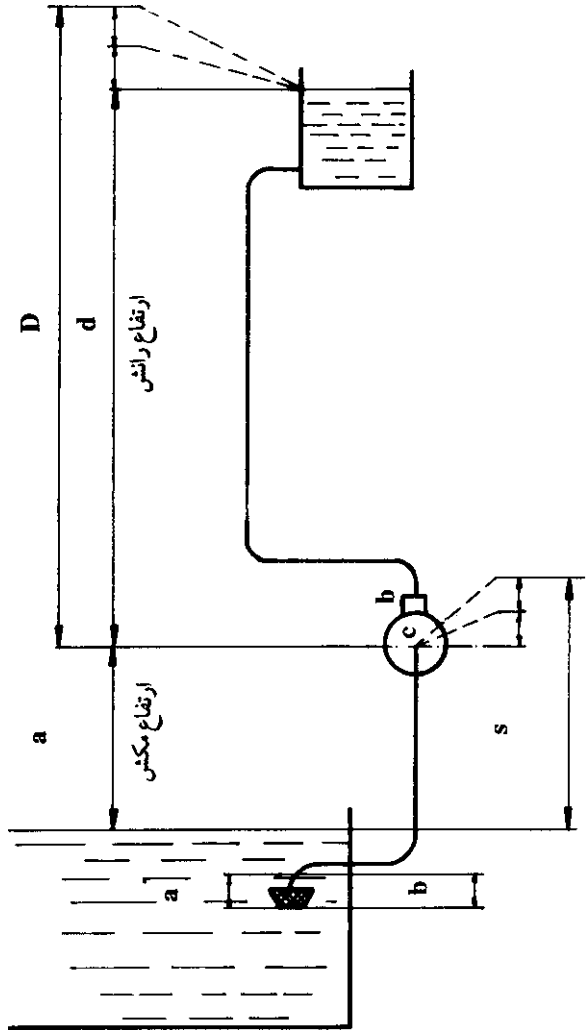
در رابطه با ارتفاع یک پمپ سه نوع از آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ارتفاع مکش : عبارت است از طول قائم بین خط محور پمپ و سطح آب. درعمل تعیین ارتفاع مکش اهمیت زیادی دارد زیرا پمپ وقتی کار می‌کند که عمق مکش از مقدار معینی (که بستگی به عوامل متعددی دارد) زیادتر نباشد (شکل ۲۱ــ۷).

بزرگترین عمقی که پمپ قادر به مکش آب است، بستگی به فشار هوای محیط، اتلافات اصطکاک در لولهٔ مکش و ارتفاع نظیر سرعت در لوله مکش دارد که می‌توان آن را با توجه به ارتفاع محل از سطح دریا و درجه حرارت محیط به‌دست آورد.

ارتفاع رانش : عبارت است از طول قائم بین خط محور پمپ و سطح آب در مخزن.

ارتفاع مانومتریک : در پمپ‌ها عموماً آب در داخل لوله‌ای جریان می‌یابد. ضمن جریان در داخل آن در نتیجه اصطکاک قسمتی از انرژی خود را از دست می‌دهد. مقدار انرژی از دست رفته را افت انرژی می‌نامند. به‌علاوه سرعتی که آب در لوله به‌خود می‌گیرد، دارای مقداری انرژی است. همچنین در زانوها و شیرها مقداری انرژی تلف می‌شود. بعد از آشنایی با مفاهیم فوق بدیهی است وقتی



شکل ۲۱ــ۷ــ ارتفاع پمپ

در نظر داریم پمپی نصب کنیم که مقدار معینی آب را به ارتفاع مشخصی رسانده یا فشار معینی را در نقطه مشخصی ایجاد کند، باید پمپ قادر باشد آب را به ارتفاع مورد نظر رسانده و افت فشارها و انرژی جریان را نیز تأمین کند. مجموع این مقادیر را که همگی برحسب ارتفاع آب مشخص می‌شوند، ارتفاع مانومتریک می‌نامند و یا به عبارت دیگر حاصل جمع ارتفاع مکش، ارتفاع رانش و تأمین افت فشار در داخل لوله‌ها و پمپ و زانوها را ارتفاع مانومتریک می‌نامند.

ارزشیابی

۱ــ دبی جریان آب را تعریف کنید.

۲ــ از واحدهای سنتی موجود در منطقه (برای اندازه‌گیری دبی آب) چند نمونه را نام ببرید.

۳ــ روش‌های اندازه‌گیری جریان آب را نام ببرید.

۴ــ دبی جریان آبی را که از لولهٔ شیر آب در آزمایشگاه جاری است به روش حجمی تعیین کنید.

۵ــ سرعت آب را با استفاده از جسم شناور ساده و در کانال‌های منطقه اندازه گیری نمایید.

۶ــ در یک آب‌گذر طبیعی با مقطع غیرهندسی از طریق محاسبهٔ عمق متوسط سطح مقطع جریان آب را تعیین کنید.

۷ــ اهمیت اندازه‌گیری دبی آب را بیان کنید.

۸ ــ اصول کار و ساختمان یک پمپ سانتریفوژ را توضیح دهید.

۹ــ چرا برای آبدهی زیاد، پمپ چند طبقه استفاده می‌شود؟

۱۰ــ چرا نمی‌توان از پمپ‌های توربینی نوع شافت و غلافی در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی استفاده کرد؟

۱۱ــ یکی از معایب پمپ‌های شناور را توضیح دهید.