

بخش دوم

آب

آب و منابع آن

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

- ۱- ساختمان مولکولی آب را توضیح دهد.
- ۲- خواص فیزیکی آب را بیان کند.
- ۳- خواص شیمیایی آب را بیان کند.
- ۴- گردش آب در طبیعت را تشریح کند.
- ۵- آب‌های سطحی را توصیف کند.
- ۶- جریان موقت و دائم آب را تعریف کند.
- ۷- آب‌های زیرزمینی را توصیف کند.
- ۸- منشأ و منابع آب‌های زیرزمینی را بیان کند.
- ۹- چشمه را تعریف کند.
- ۱۰- قنات را تعریف کند.
- ۱۱- چاه را تعریف کرده و انواع آن را نام ببرد.
- ۱۲- 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 به خصوص 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 به حساب 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.

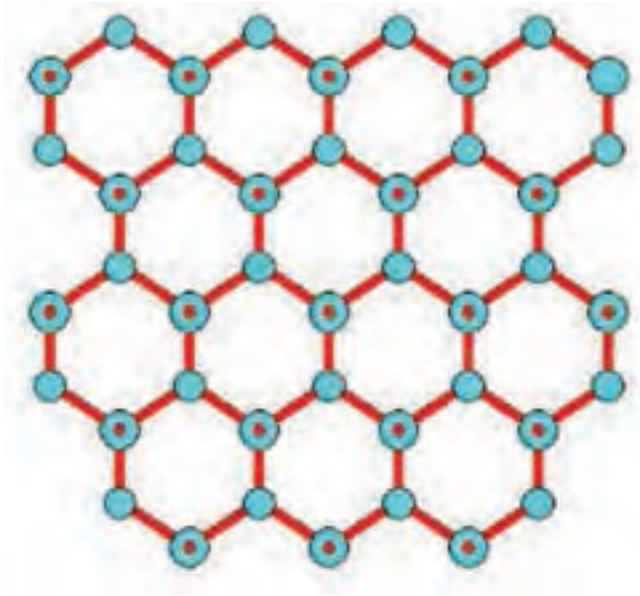
مولکول آب و خواص آن

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 ۱-۶).



شکل ۱-۶- 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 به یکدیگر متصل‌اند دانست. این ساختمان در بلورهای یخ به صورت کامل وجود دارد. به این ترتیب که هر مولکول به وسیله پیوند هیدروژنی به چهار مولکول مجاور متصل می‌شود و یک ساختمان نسبتاً باز شش‌وجهی را به وجود می‌آورد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶- ساختار یخ

وجود پیوند هیدروژنی در آب عامل مهمی 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 100° سانتی‌گراد به جوش می‌آید و در صفر درجه 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 به تدریج کاهش می‌یابد و در 4° سانتی‌گراد به حداقل می‌رسد آنگاه مجدداً شروع به افزایش می‌کند تا یخ بیند. در موقع یخ‌بستن حجم آن به‌طور ناگهانی زیاد می‌شود و پس از آن مانند سایر مواد بر اثر سرد کردن متوالی کاهش حجم پیدا می‌کند. پیوندهای هیدروژنی به‌علت ضعیف بودن 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 ۱-۶ فراوانی پیوند هیدروژنی در نتیجه 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 ۱-۶- اثر درجه حرارت در فراوانی پیوند هیدروژن و در حالت‌های مختلف آب

درجه حرارت - °C	حالت آب	فراوانی پیوند هیدروژنی
صفر	یخ	۱۰۰ درصد
صفر	آب مایع	۸۵ درصد
۴۰	آب مایع	بیش از ۵۰ درصد
۱۰۰	بخار	بیش از ۱۰ 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^۱ 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 به حالت بخار تبدیل می‌شود.

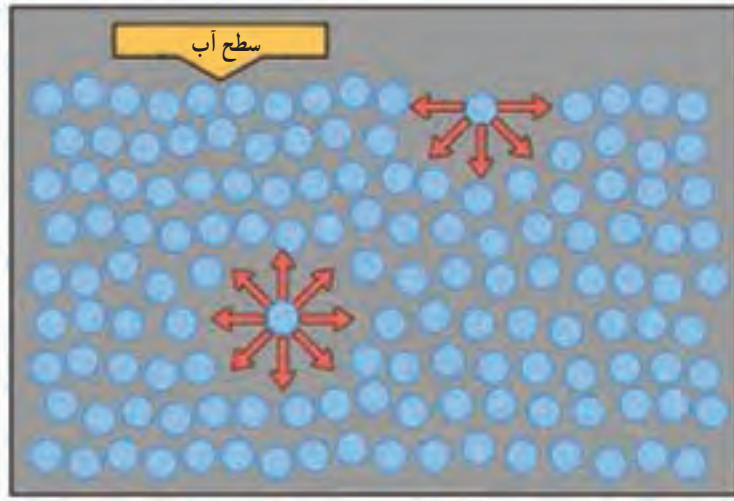
نقطه جوش آب خالص در شرایط متعارفی^۱ ۱۰۰° سانتی‌گراد است و وجود ناخالصی و املاح نقطه جوش را افزایش می‌دهد.

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 به صورت 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 به وجود آمدن نیرویی می‌شود که کشش سطحی نامیده می‌شود (شکل ۳-۶).

بالا بودن کشش سطحی آب فعالیت موئینگی را ممکن می‌سازد. موئینگی یکی از عوامل مؤثر در بالا رفتن آب در لوله‌های آوندی گیاهان است.

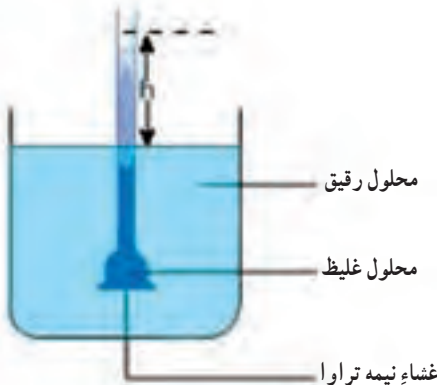
۱- فشار یک اتمسفر و آب خالص



شکل ۳-۶- کشش سطحی به دلیل آنکه اتصال مولکول‌های آب به یکدیگر شدیدتر از اتصال آن با مولکول‌های هواست 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 اسمزی 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 پرده نیمه‌تراوا را به عهده دارد. به مقدار فشاری که باید به محلول وارد کرد تا از ورود آب خالص به آن جلوگیری کند فشار اسمزی می‌گویند (شکل ۴-۶).

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



شکل ۴-۶- خاصیت اسمزی در مولکول‌های آب

افزایش دما باعث کاهش لزوجت و فشار باعث ازدیاد آن می‌شود. یکی از دلایل بالا بودن 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 مهمی 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 غیر محلول: یکی از خواص شیمیایی مهم آب خاصیت حلالیت زیاد این ماده می‌باشد. اغلب موادی که در خاک است در آب حل می‌شود. به عمل پراکنده شدن بکخواخت 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.

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

۲- 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 غیر محلول اند که از آن جمله می‌توان به نفت اشاره نمود. این مواد دارای مولکول‌های غیر قطبی هستند و در آب حل نمی‌شوند.

گردش آب در طبیعت^۱

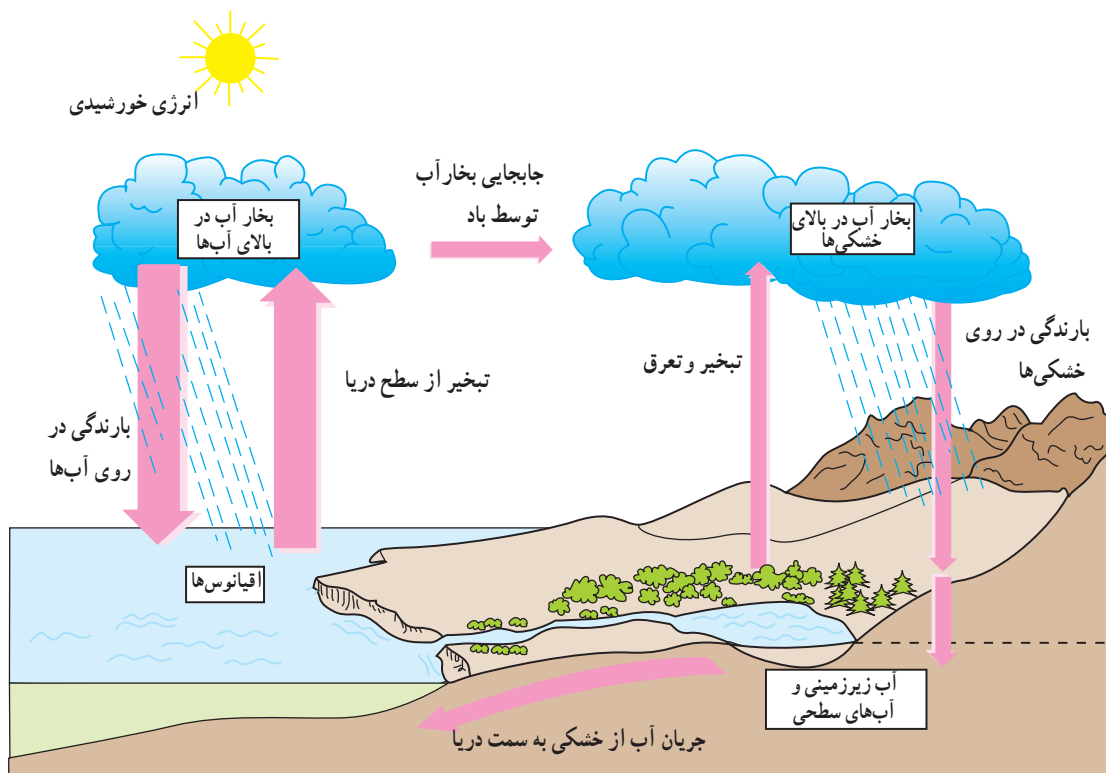
آب فعال‌ترین مواد موجود در روی زمین به حساب می‌آید که به‌صورت مایع قسمت اعظم سطح زمین را می‌پوشاند. مقداری از آن به‌صورت یخ در قطبین و نقاط مرتفع زمین متمرکز است و مقداری هم به‌صورت بخار در آتمسفر^۲ می‌باشد. به‌طور کلی به مجموعه آب‌های موجود در کره زمین هیدروسفر^۳ گویند.

۱- The Hydrologic cycle

۲- Atmosphere

۳- Hydrosphere

چرخه 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 ۵-۶) منشأ اغلب آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوئی بوده که از آتمسفر به‌صورت برف و باران باریده است.



شکل ۵-۶ - چرخه آب در طبیعت

۲۲ تا ۳۰ درصد از تمام ریزش‌های جوئی سطح کره 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 تعرق توسط گیاهان به جو برمی‌گردد. بحث کنید: انرژی تابشی خورشید در چرخه آب چه نقشی دارد؟
 بیلان آبی: با توجه به شکل (۵-۶) چرخه 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 کلی زیر نشان داد:

$$P=ET+I+R$$

کلی ریزش‌های جوئی $P = 1$

کلی تبخیر و تعرق $ET = 2$

نفوذ سطحی $I = 3$

کلی آب جاری $R = 4$

منابع و ذخائر آب

منابع آب را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

- ۱- نزولات آسمانی (باران، برف و تگرگ)
- ۲- آب‌های دیگر آتمسفر (مه و شبنم)
- ۳- آب‌های جاری (سیلاب و رودخانه‌ها)
- ۴- آب‌های زیرزمینی (چشمه، چاه و قنات)

آب‌های سطحی

منظور از آب‌های سطحی، آب نهرها، رودخانه‌ها، سیلاب‌ها و ... می‌باشد که به طرق 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 پراکنندگی نزولات در طول سال، حداقل ۸ ماه ادامه می‌یابد، قرار دارد. در این نواحی ذخیره برف، اغلب تا شروع بارندگی سال بعد وجود دارد. میزان آب رودها پس از پایان بارندگی به تدریج کاهش می‌یابد و در پایان ماه‌های گرم سال به حداقل می‌رسد. این رودخانه‌ها منابع آب قابل اطمینانی برای توسعه کشاورزی می‌باشند.

۱- Precipitation

۲- Evapotranspiration

۳- Infiltration

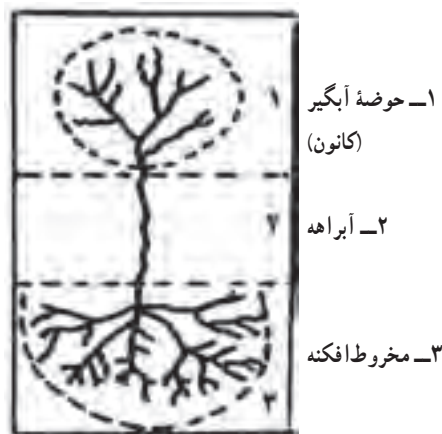
۴- Run - off

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 به نام سد کرد. امروزه از موتور پمپ‌ها نیز به مقدار 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 سراسیم‌ها، 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 از مسیر 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 مخروط افکنه را می‌دهند. در نتیجه کاسته‌شدن سرعت آب چنین رودخانه‌ها، امکان نفوذ آب در درون رسوبات زیرین وجود دارد (شکل ۶-۶).



شکل ۶-۶- 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 قنات، شهرها و روستاهای بسیار به‌وجود آورند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

۱- با توجه به شکل ۵-۶ چرخه آب در طبیعت، منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی از ریزش‌های جوی است. زیرا مقداری از آب باران و برف به درون زمین راه می‌یابد.

۲- بعضی از آب‌های زیرزمینی نیز از سرد شدن بخار آب ماگما پدید می‌آیند. این‌گونه آب‌ها در نواحی آتشفشانی زیادند.

۳- 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 ایستایی^۱ موسوم است. سطح ایستایی کمابیش شکل سطح زمین را به خود می‌گیرد و برحسب زمان فاصله آن تا سطح زمین متغیر می‌باشد. در زیر این سطح، تمام فضاها موجود در سنگ‌ها پر از آب است. به همین سبب، این منطقه را منطقه اشباع^۲ می‌نامند. در بالای سطح ایستایی منطقه دیگری وجود دارد که تا سطح زمین ادامه می‌یابد. در این منطقه فضای موجود بین ذرات خاک و سنگ قسمتی به‌وسیله هوا و قسمتی توسط آب پر شده است. نام این منطقه، منطقه غیر اشباع^۳ است (شکل ۷-۶).

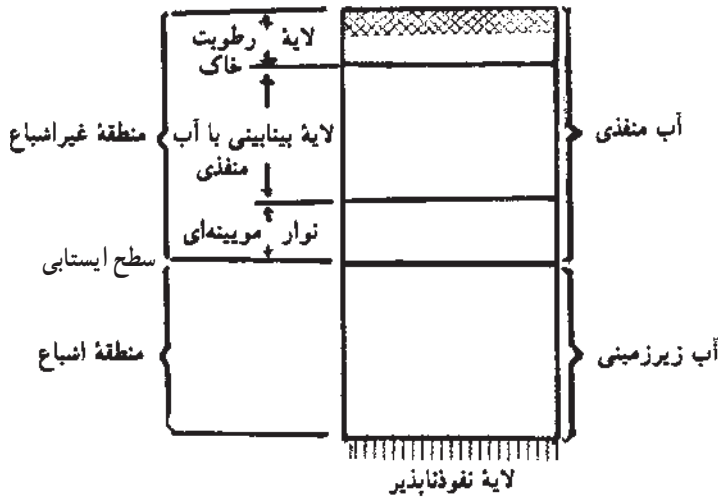
چشمه^۴: زمانی که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی به سطح زمین برسد و جریانی کم و بیش مداوم

۱- Water table

۲- Zone of saturation

۳- Zone of aeration

۴- Spring



شکل ۶-۷- لایه بندی خاک از نظر رطوبت

داشته باشد، تشکیل چشمه را می دهد. برخی از چشمه ها در دامنه کوه ها و تپه ها، یعنی جایی که سطح ایستابی، سطح زمین را قطع می کند ظاهر می شوند. شکل ۶-۸ خروج آب در برخی از چشمه ها به صورت طبیعی یا نیروی زیاد را نشان می دهد.



شکل ۶-۸

چشمه های گرم معدنی یا چشمه های گرمابی حاوی آبی که در اثر تماس با سنگ های زیرزمینی، گرم شده اند می باشد.

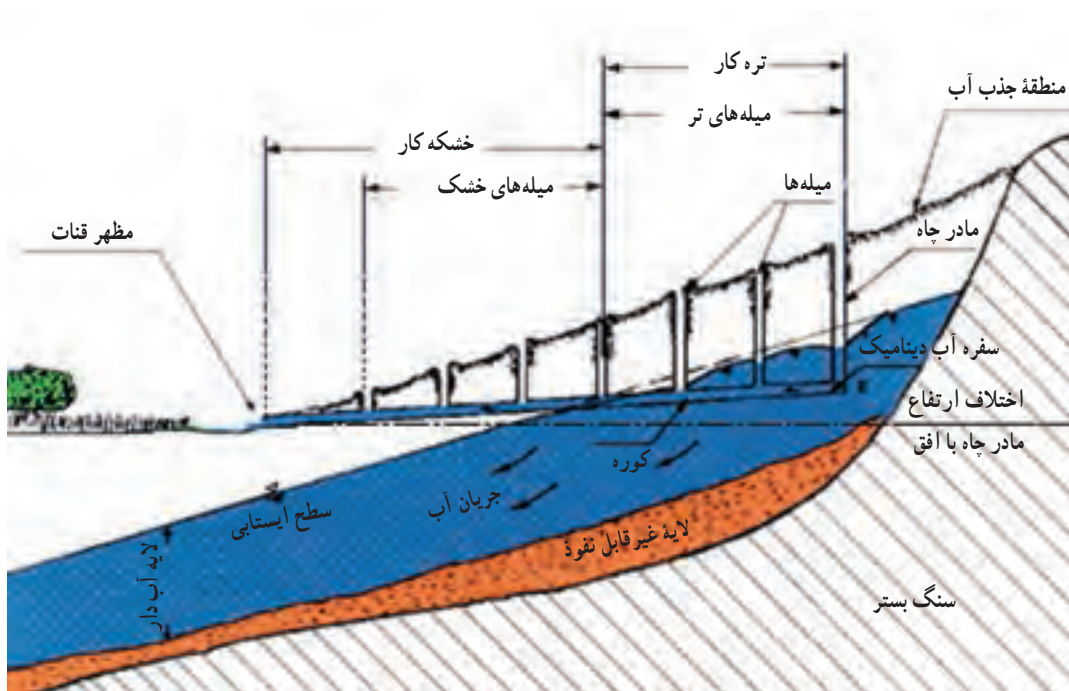
آب این نوع چشمه ها حاوی مقدار زیادی از مواد معدنی محلول است.

برخی از مواد معدنی موجود در چنین چشمه‌ها عبارتند از :

کلرید سدیم، گوگرد، سولفات منیزیم و گازهایی مانند دی‌اکسید کربن 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 به کار 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.

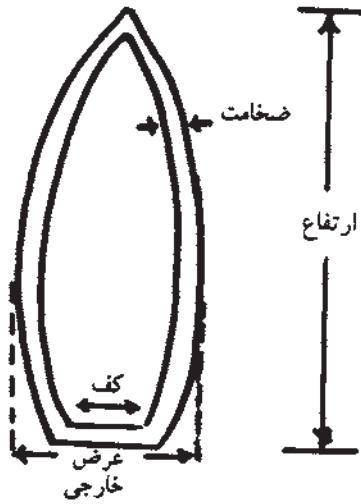
قنات چنانچه مرتب لایروبی و مرمت گردد تقریباً به‌طور مدام آبدهی خواهد داشت. (شکل ۹-۶)



شکل ۹-۶- مقطع طولی یک سیستم قنات

شناخت قنات

- ۱- به اولین چاه حفر شده به داخل لایه آبدار مادر چاه اطلاق می‌گردد.
- ۲- محلی را که آب از دهانه قنات خارج می‌شود مظهر قنات می‌نامند.



شکل ۱-۶-۱

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

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

۵- کول: برای جلوگیری از ریزش کوره از حلقه‌های سیمانی یا گلی (کول) که در (شکل ۱-۶-۱) نشان داده شده است استفاده می‌شود.

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

۷- 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 نه‌های آب از روی حریم باید به اندازه ۱۲ متر از آن در محدوده حریم با مصالح ساختمانی پوشش داده شود.

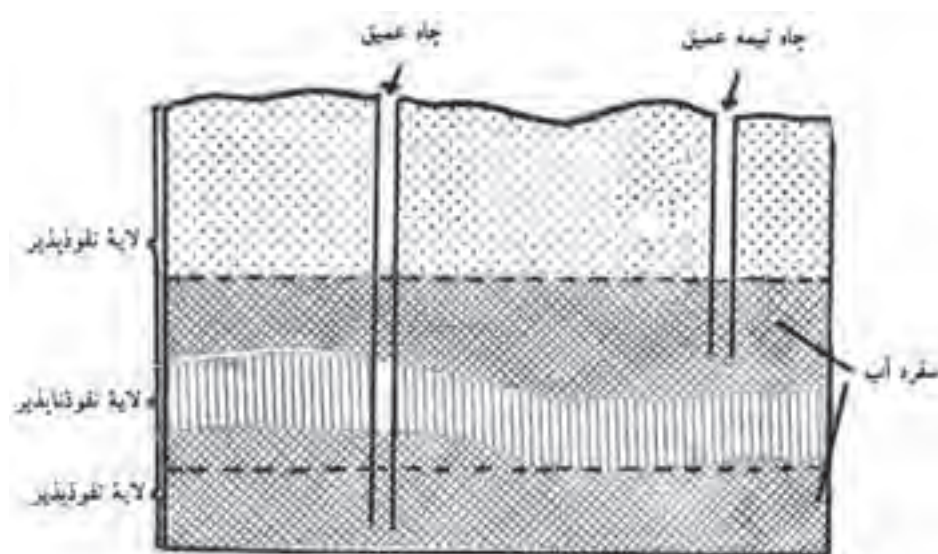
چاه‌ها: چاه‌ها سوراخ‌هایی هستند که تا زیر سطح ایستایی حفر می‌گردند. اگر این سطح، به سطح زمین نزدیک باشد، چاه را سطحی و کم‌عمق گویند. چاه‌های کم‌عمق را معمولاً در زمین‌های آبرفتی و با دست حفر می‌کنند. این چاه‌ها اکثر قطری (دهانه‌ای) در حدود یک متر دارند.

چاه‌های نیمه عمیق: در یک منطقه گاه ممکن است لایه‌های مختلفی از آب زیرزمینی وجود داشته باشد که روی یکدیگر قرار گرفته و به وسیله 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 نیمه عمیق 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 به منظور جلوگیری از ریزش لوله‌گذاری می‌شود (شکل ۱-۶-۱).

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

در چاه‌ها (چه سطحی و چه عمیق)، معمولاً پس از برداشت، سطح آب به نقطه‌ای پایین‌تر از سطح ایستایی 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 ۱۱-۶).



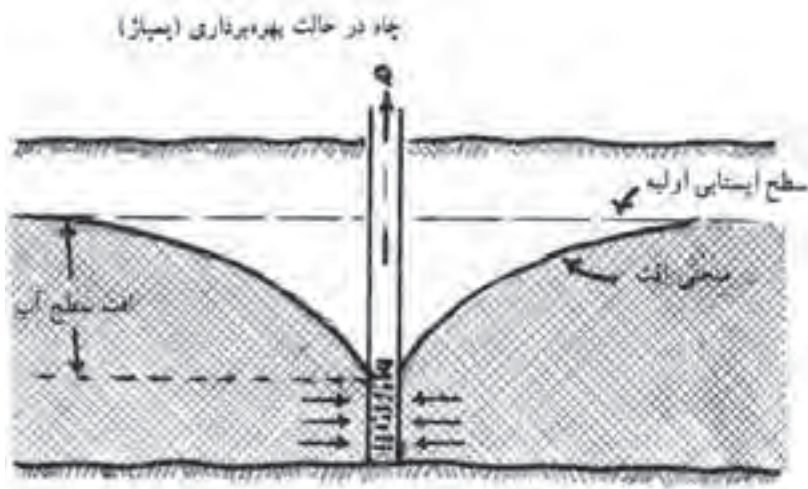
شکل ۱۱-۶- چاه عمیق و نیمه عمیق

چاه‌های آرتزین^۱: نام این چاه‌ها از ناحیه آرتزیا^۲ نام قبلی استان آرتویز^۳ فرانسه که در آوریل سال ۱۲۲۶ اولین چاه حفر شده در این منطقه شروع به فوران نمود اقتباس گردیده است. چنانچه آب زیرزمینی بین دو لایه غیرقابل نفوذ قرار گیرد و منطقه 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 ایستایی آب زیرزمینی بالاتر از سطح چاه بوده و آب به صورت فوران از چاه خارج می‌شود که به آن چاه آرتزین می‌گویند (شکل ۱۳-۶).

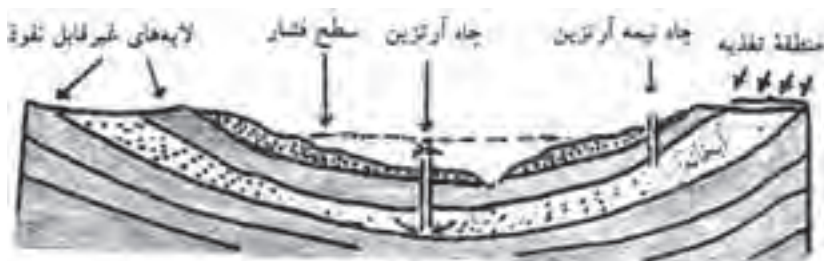
۱- Artesian

۲- Artesia

۳- Artois



شکل ۱۲-۶- افت سطح آب به پایین تر از سطح ایستایی اولیه



شکل ۱۳-۶- چاه آرتزین و نیمه آرتزین

ارزشیابی

- ۱- پیوند هیدروژنی چه خواصی را در آب به وجود می‌آورد؟
- ۲- علت انحلال مواد در آب را توضیح دهید.
- ۳- چرا آب در هنگام انجماد ازدیاد حجم پیدا می‌کند؟
- ۴- با اضافه کردن مقداری نمک به آب خالص نقطه انجماد آب چه تغییری پیدا می‌کند؟ و علت آن چیست؟
- ۵- یک لیتر آب خالص در موقع انجماد 90° سانتی‌متر مکعب افزایش حجم پیدا کرده است وزن مخصوص یخ را حساب کنید.

۶- 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.

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

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

۹- 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 کل جهان برابر ۸۶۰ میلی‌متر باشد میزان متوسط بارندگی سالانه در کشور ما حدود چند میلی‌متر است؟

۱۰- به وضعیت چاه‌های شکل (۱۴-۶) توجه کنید:

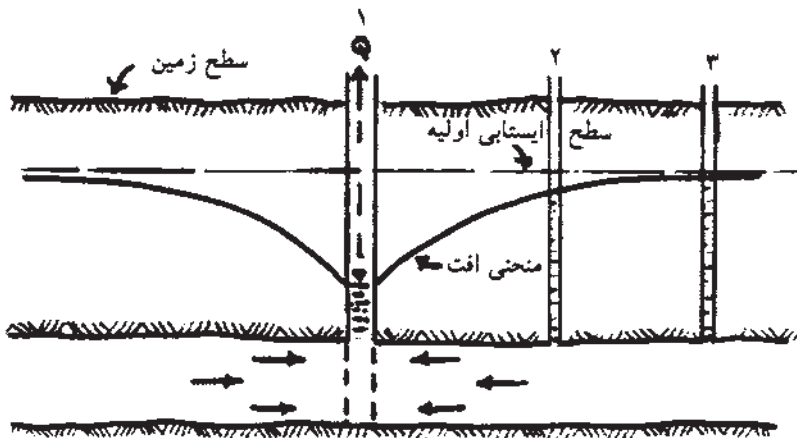
چاه شماره ۱ در حال پمپاژ است، وضعیت آب چاه‌های شماره ۲ و ۳ را بیان کنید. چه عاملی سبب تفاوت سطح ایستابی در چاه‌های شماره ۲ و ۳ گردیده است؟
 ۱۱- طول بخش تره‌کار یک قنات ۱۰۰۰ متر و طول خشکه‌کار آن ۳۰۰۰ متر است.

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 ۱۴-۶

هیدرولیک

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

- ۱- اهمیت اندازه‌گیری جریان آب را توضیح دهد.
- ۲- دبی جریان آب را تعریف کند.
- ۳- دبی جریان آب را به روش وزنی اندازه‌گیری کند.
- ۴- دبی جریان آب را به روش حجمی اندازه‌گیری کند.
- ۵- سرعت جریان آب را با جسم شناور در نهر اندازه‌گیری کند.
- ۶- در کانال‌های طبیعی و دست‌ساز سطح مقطع جریان را تعیین کند.
- ۷- با تعیین سرعت جریان و سطح مقطع جریان آب در کانال، دبی را محاسبه کند.
- ۸- بازده آبیاری را توضیح دهد.
- ۹- تأسیسات آبیاری در انتقال آب را توضیح دهد.
- ۱۰- پمپ‌های سانتریفوژ را توضیح دهد.
- ۱۱- پمپ‌های شناور را توضیح دهد.
- ۱۲- 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 :

- ۱- کمبود آب و لذا مصرف محاسبه شده بادیدگاه صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از تلفات.
- ۲- اطمینان از دریافت آب کافی توسط گیاهان.

بنابراین برای کنترل میزان آب مصرفی و اجرای آبیاری صحیح، لازم است مقدار آبی را که از منبع اصلی وارد کانال‌ها و بالاخره وارد واحدهای زراعی می‌شود اندازه‌گیری کرد.

هریک از روش‌های اندازه‌گیری دبی آب دارای محاسن و معایب خود بوده و هر کدام در شرایط معینی به کار می‌روند.

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

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

۲- روش‌هایی که در آن‌ها سرعت جریان آب اندازه‌گیری شده و بعد با محاسبه سطح مقطع جریان دبی را به دست می‌آورند.

تعریف دبی جریان

مقدار آبی را که در یک ثانیه از یک منبع آب (چاه، چشمه، قنات، رودخانه و کانال و غیره) جریان پیدا می‌کند دبی، بده و یا آبدهی آن منبع می‌گویند. و با حرف Q نشان می‌دهند. دبی جریان آب را در سیستم متریک بر حسب متر مکعب در ثانیه و یا لیتر در ثانیه بیان می‌کنند. واحد متر مکعب در ثانیه برای دبی‌های زیاد مثل رودخانه و کانال‌های بزرگ و واحد لیتر در ثانیه برای جریان‌های آب چاه‌ها و آبی که وارد نشتی‌ها می‌شود، به کار می‌رود. برای تبدیل متر مکعب 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 معادل ۱۴ لیتر در ثانیه است.

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

روش‌های اندازه‌گیری دبی جریان آب

در این روش‌ها با به کارگیری ابزار و وسایل مخصوص، دبی را بر اساس فرمول‌ها و اندازه‌گیری‌های ساده به دست می‌آورند:

□ کار شماره 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 و مدت زمانی را که طول می‌کشد ظرف از آب پر شود (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 در ثانیه

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.

$$P_1 = 14 \text{ kg}$$

حل:

لیتر در ثانیه:

$$P_2 = 34 \text{ kg}$$

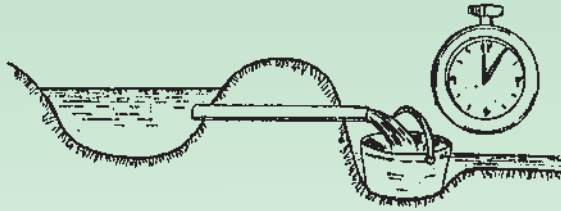
$$t = 100 \text{ s}$$

$$\gamma = 1 \text{ kg/l}$$

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{t \times \gamma} = \frac{34 - 14}{100 \times 1} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} \text{ (l/s)}$$

□ کار شماره 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 ۱-۷- 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 و زمان لازم برای پر شدن ظرف را با زمان سنج اندازه می‌گیریم، دبی جریان از فرمول زیر به دست می‌آید:

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

$Q =$ دبی بر حسب لیتر در ثانیه

$V =$ حجم ظرف بر حسب لیتر

$t =$ زمان پر شدن ظرف بر حسب ثانیه

مثال: اگر حجم ظرفی ۲ متر مکعب باشد و این ظرف در مدت ۵۰ ثانیه از طریق جریان یک لوله آب پر شود، دبی جریان این لوله را بر حسب لیتر در ثانیه حساب کنید.

حل: لیتر در ثانیه

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{2 \times 1000}{50} = \frac{2000}{50} = 40 (l/s) \quad Q = \frac{V}{t}$$

اندازه‌گیری 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 به دست آورد.

$$Q = V \times S$$

$Q =$ دبی بر حسب حجم در ثانیه

$V =$ سرعت آب بر حسب مسافت در ثانیه

$S =$ سطح مقطع آب در کانال بر حسب سانتی مترمربع یا مترمربع

واضح است که برای تعیین Q باید سرعت متوسط آب در کانال و سطح مقطع جریان آب در کانال

را تعیین کرد. در مطالب بعدی نحوه اندازه‌گیری دو عامل مذکور را شرح می‌دهیم.

□ کار شماره ۳

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

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

سرعت = V

مسافت = L

زمان = t

سرعت آب در کانال‌ها را می‌توان با روش‌های مختلف اندازه گرفت که انتخاب روش معین به شرایط محلی و دقت 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، کروномتر و متر

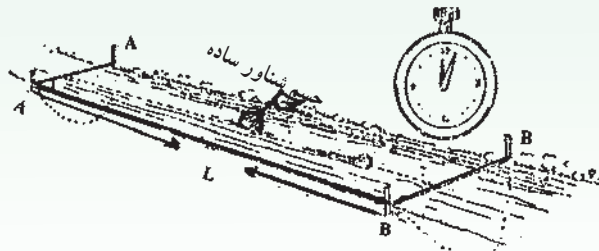
شرح آزمایش : برای تعیین سرعت آب در این روش که ساده‌ترین و معمولی‌ترین روش اندازه‌گیری است دو نقطه را در مسیر آب به طول ۲۰ الی ۳۰ متر که نسبتاً مستقیم و عاری از علف و گیاهان آبی باشد انتخاب کرده و جسمی را که حتی المقدور اثر باد در آن کمتر باشد (مثل یک بطری که تا نصف از آب پر شده) در ابتدای مسیر انتخاب شده (نقطه A) انداخته و فاصله زمانی را که جسم شناور به انتهای مسیر (نقطه B) برسد با کروномتر اندازه می‌گیریم. اگر فاصله زمانی لازم t و فاصله بین دو نقطه (A و B) برابر با L باشد سرعت سطحی آب از فرمول زیر به دست می‌آید (شکل ۲-۷).

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

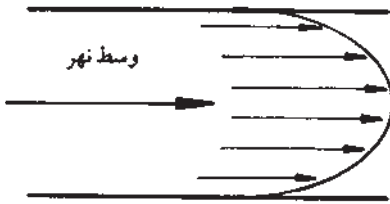
L = مسافت (m) متر

t = زمان (s) ثانیه

V = سرعت (m/s) متر در ثانیه



شکل ۲-۷ — اندازه‌گیری سرعت آب با جسم شناور ساده



شکل ۳-۷- تغییرات سرعت در مقطع نهر (برش افقی)

باید توجه کرد که سرعت جریان آب (شکل ۳-۷) در دو طرف نهر کمتر و در وسط بیشتر است.

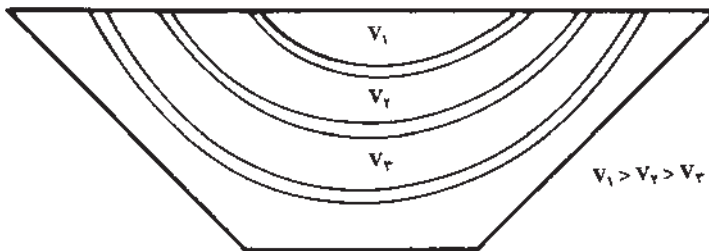
همچنین سرعت آب در اعماق مختلف نهر متفاوت است که بیشترین سرعت در سطح آب و کمترین آن در عمق نزدیک به کف کانال است. (شکل ۴-۷)

لذا برای محاسبه سرعت، سرعت متوسط را اندازه‌گیری می‌کنند. $V_m = KV$
مقدار K به عمق آب بستگی دارد و حدوداً 0.8 در نظر می‌گیرند.

V_m = سرعت متوسط

V = سرعت سطحی

K = ضریب



شکل ۴-۷- تغییرات سرعت در مقطع عرضی کانال

مسأله: اگر فاصله دو نقطه A و B در مسیر نهر آب 30 متر باشد و این فاصله را جسم شناور ساده در فاصله زمانی 15 ثانیه طی کند سرعت متوسط جریان آب را بر حسب متر در ثانیه حساب کنید.

$$V = \frac{L}{t} = \frac{30}{15} = 2 \text{ (m/s)} \quad \text{متر در ثانیه} \quad \text{حل:}$$

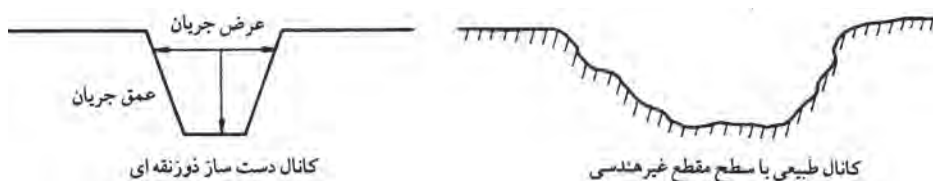
$$V_m = 0.8 \times V = 0.8 \times 2 = 1.6 \text{ (m/s)} \quad \text{متر در ثانیه}$$

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 غیر منظم داشته باشد در این صورت از طریق محاسبه عمق متوسط و حاصلضرب آن در عرض جریان آب، سطح مقطع جریان را به دست می‌آوریم.



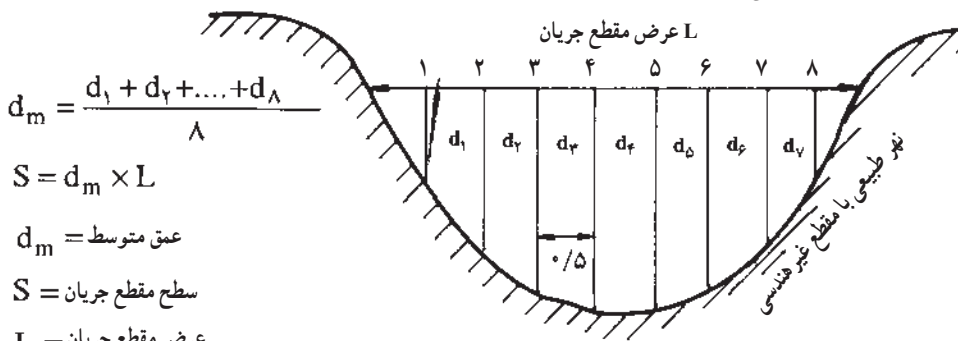
شکل ۵-۷- مقایسه کانال‌های با سطح مقطع هندسی و غیر هندسی

□ کار شماره ۴

اندازه‌گیری عمق متوسط آب در کانال‌های طبیعی با سطح مقطع غیر هندسی

و سایل لازم: خط‌کش

شرح آزمایش: مقطعی از یک آب‌گذر را که جریان نسبتاً ملایمی داشته انتخاب می‌کنیم. خط‌کش را در کف نهر قرار داده به طوری 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 ۶-۷).



شکل ۶-۷

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 و پایین بردن کابل به داخل آب با دست یا به کمک چرخ وقتی که وزنه به کف رودخانه برخورد کرد، مقدار طولی 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.

$V_m = 20 \text{ cm/s}$	سرعت متوسط آب
$d_m = 40 \text{ cm}$	عمق متوسط جریان آب
$L = 80 \text{ cm}$	عرض کانال

$Q = S \times V$ **حل:**

$S = d_m \times L = 40 \times 80 = 3200 \text{ cm}^2$ مساحت سطح مقطع جریان

$Q = 3200 \times 20 = 64000 \text{ cm}^3/\text{s}$ سانتی متر مکعب در ثانیه

$Q = 64000 \div 1000 = 64 \text{ l/s}$ دبی لیتر بر ثانیه

بازده 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

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:

۱- بازده انتقال، ۲- بازده توزیع، ۳- بازده ذخیره در منطقه توسعه ریشه، ۴- بازده کل که حاصل ضرب همه این بازده‌ها است.

بنا به تعریف بازده، انتقال مقدار آب رسیده به محل مصرف، تقسیم بر مقدار 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 ۱-۷- نحوه کاهش تلفات انتقال در کانال‌ها

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

اندازه‌گیری بازده آبیاری: همیشه منبع آب آبیاری و مزرعه (محل مصرف) در یک محل واقع نشده‌اند. در این صورت باید آب را از فاصله‌ای دور به مزرعه منتقل کرد. در این عمل کمیّت و کیفیت آب دستخوش تغییراتی می‌شود که حادث‌ترین حالت آن زمانی است که کانال خاکی از زمین‌هایی با کیفیت خاک نامطلوب یا بافت سبک عبور کند. با اندازه‌گیری آب در محل انشعاب از منبع آب آبیاری (چاه - چشمه - قنات - 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

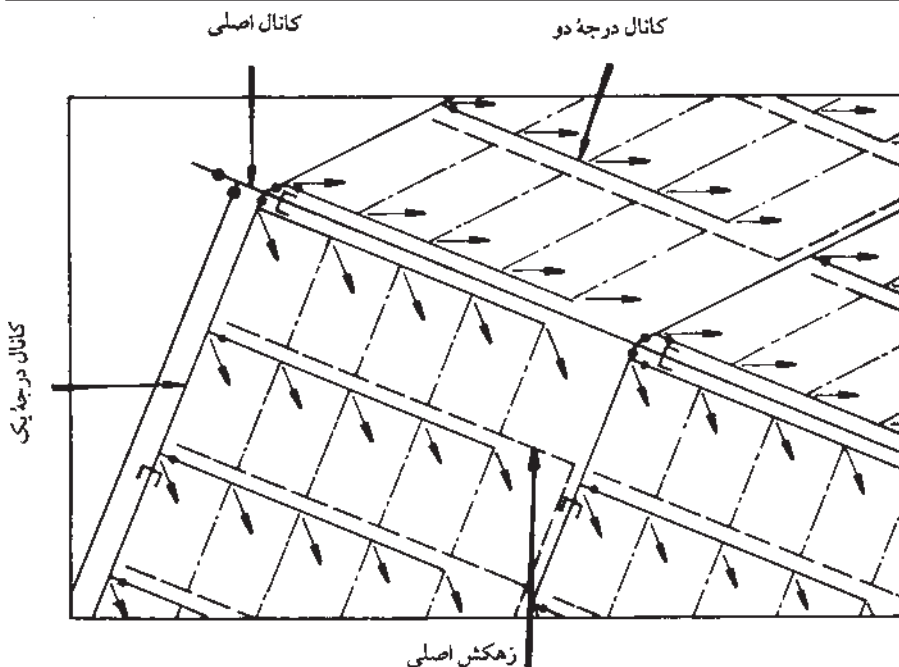
راضی تحت آبیاری غالباً از منابع تأمین‌کننده آب فاصله زیادی دارند. معمولاً آبی که از رودخانه‌های طبیعی و مخازن سطحی به‌دست می‌آید نسبت به آبی که از مخازن زیرزمینی بیرون کشیده می‌شود مسافت بیشتری را می‌پیماید. طول کانال‌های اصلی هدایت آب در پروژه‌های آبیاری بین یک

تا ۱۵۰ کیلومتر یا بیشتر است. در این مسیر آب از زمین‌های مختلف با شرایط متفاوت عبور می‌کند که برای کنترل و توزیع 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 ۲-۷- انواع آبراهه‌ها و وظایف هر کدام

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 ۷-۷- 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 این کار عبارتند از:

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

تأسیسات کنترل آب

دریچه تنظیم: دریچه‌ای است که در مسیر جریان آب قرار می‌گیرد و مقدار عبور آب از آن، در حد دلخواه تنظیم می‌شود. (شکل ۸-۷ و ۹-۷)



شکل ۹-۷- دریچه نیربیک



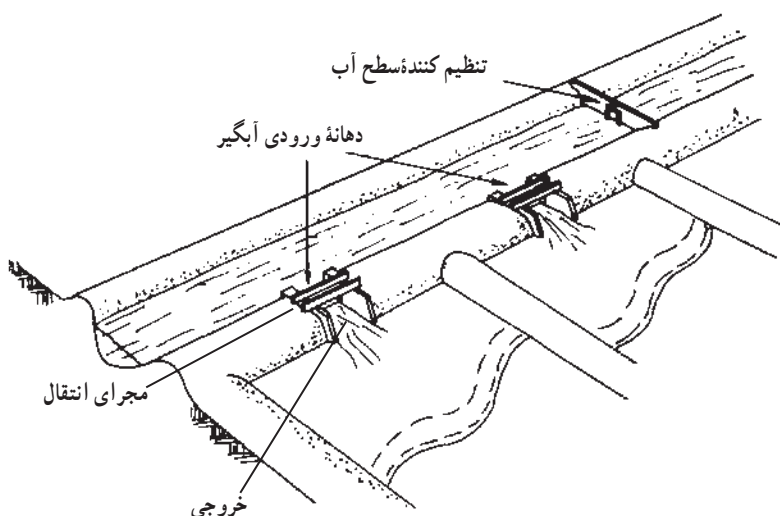
شکل ۸-۷- دریچه قطاعی و اتوماتیک

مقسّم ها : برای تقسیم آب کانال به دو یا چند بخش معین به طوری که هر کدام از قسمت‌ها حجم معینی از جریان آب کانال را شامل شوند، از ساختمان‌هایی به نام مقسّم (شکل ۷-۱۰) استفاده می‌شود.



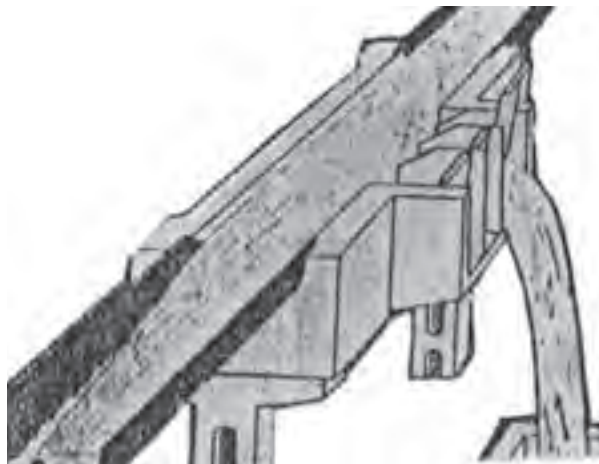
شکل ۷-۱۰- مقسّم سه قسمتی

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.



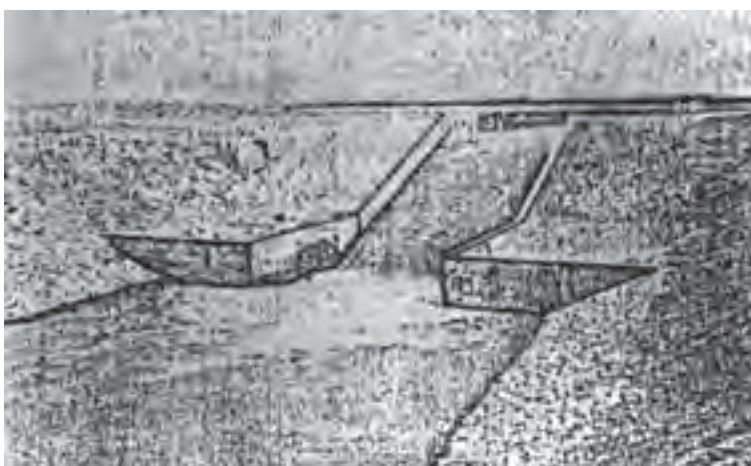
شکل ۷-۱۱

فلوم‌ها : برای عبور آب از روی گودال‌ها و یا درّه‌های تنگ و نیز به منظور هدایت آب برای آبیاری در امتداد دامنه تپه‌های شیب‌دار از فلوم‌های چوبی، فلزی و یا ترکیبی از چوب و فلز استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۲).



شکل ۷-۱۲- فلوم

شیب شکن : جایی که شیب زمین زیاد است و بر اثر سرعت بیش از حد آب، امکان فرسایش کف و دیواره‌های کانال وجود دارد از شیب شکن استفاده می‌شود (شکل ۷-۱۳).



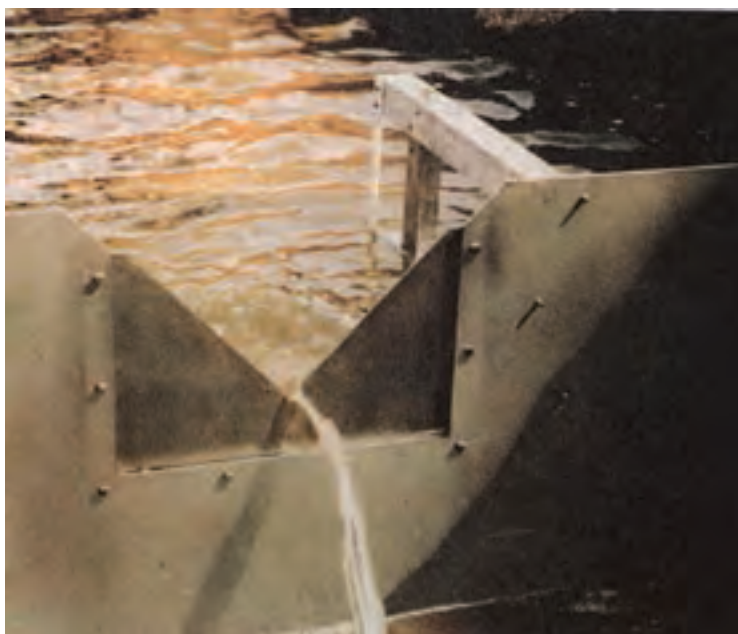
شکل ۷-۱۳- شیب شکن

سیفون معکوس : از سیفون‌های معکوس به منظور انتقال آب، از زیر جاده، رودخانه، نهرزه کش 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 ۷-۱۴ و ۷-۱۵).



شکل ۷-۱۴- پارشال فلوم



شکل ۷-۱۵- 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 جریان دادن 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 و چه از نظر وسیله انتقال انرژی به آب دارای انواع متعددی است و برای منظوره‌های متفاوتی ساخته شده‌اند که ذیلاً به آن اشاره می‌شود.

۱- 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.

۲- خارج کردن آب‌های غیر قابل استفاده: زهکشی و پمپاژ آب از باتلاق‌ها و معادن توسط پمپ‌ها صورت می‌گیرد.

۳- به گردش در آوردن مایعات: به حرکت در آوردن محلول غذایی در گلخانه‌های آبکشت و همچنین به گردش در آوردن آب به منظور گرم کردن و یا خنک کردن توسط پمپ‌ها امکان‌پذیر است.

۴- 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. هر جسمی 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 از محور 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 و از 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 پره آن به حرکت دورانی خود ادامه دهد، مراحل فوق‌الذکر نیز تکرار می‌شوند. قطعه دواری که در داخل پمپ‌های گریز از مرکز قرار دارد، پره (پروانه) نامیده می‌شود. پره مذکور در 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 ۱۷-۷- پمپ یک تکه



شکل ۱۶-۷

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

۱- 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.

۲- 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 به طور 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 می‌یابد.



شکل ۷-۱۸

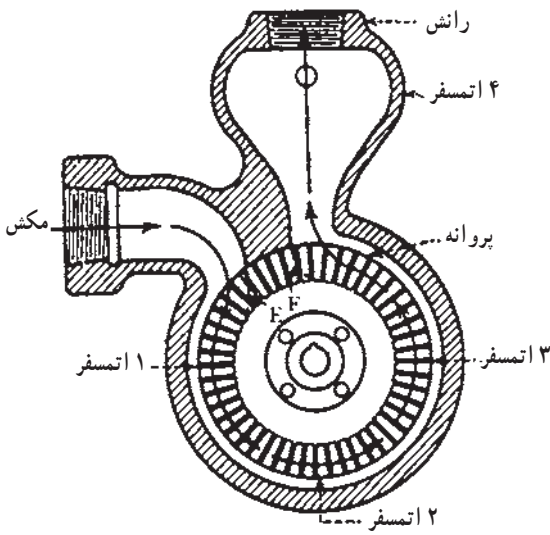
کاربرد پمپ‌های سانتریفوژ: به منظور کاربرد صحیح پمپ‌های گریز از مرکز ابتدا باید دانست از یک پمپ به خصوص در کجا استفاده می‌شود یا به عبارت دیگر چه نوع پمپی برای کار مورد نظر مناسب است.

پمپ‌های چاه عمیق (پمپ توربینی)

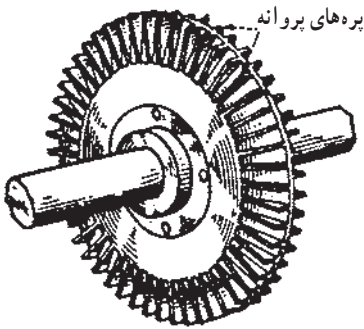
این پمپ‌ها عموماً از نوع توربینی قائم و چند طبقه هستند. موتور محرک این پمپ‌ها ممکن است الکتروموتور، موتور دیزلی، بنزینی و یا توربین بخار باشد. شافت انتقال بین موتور و پمپ معمولاً یکی از دو نوع زیر است:

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

نوع دوم شافت در داخل لوله‌ای پر از روغن به نام غلاف جای می‌گیرد و بدین ترتیب خنک‌کاری آن با روغن انجام می‌شود. در واسطه انتقال شافت و غلافی همیشه اندکی روغن وارد آب چاه می‌شود. بدین دلیل در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی، از شافت بدون غلاف استفاده می‌شود. (شکل ۷-۱۹)



شکل ۱۹-۷-ب



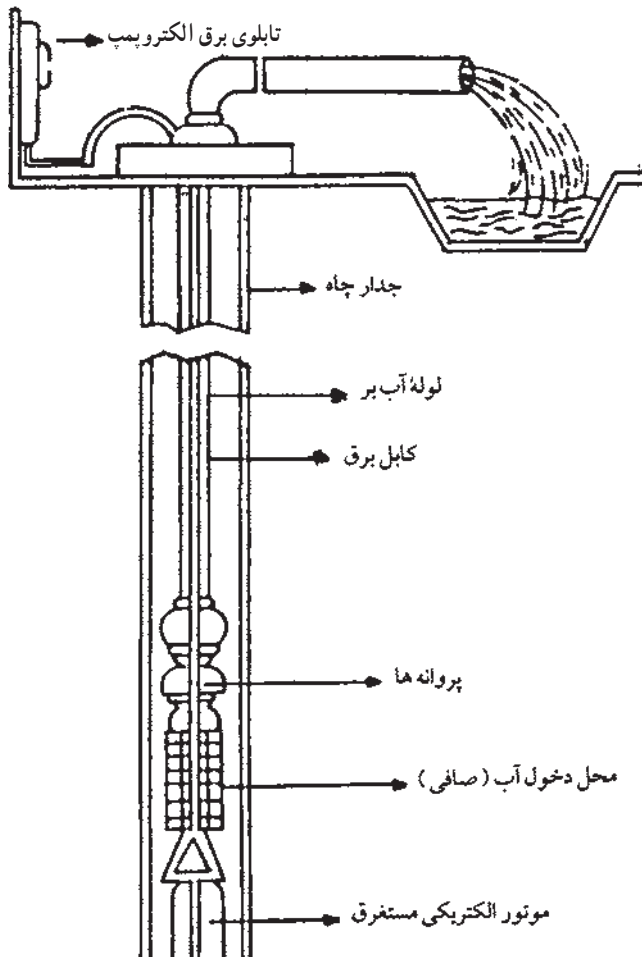
شکل ۱۹-۷-ج



شکل ۱۹-۷-الف - پمپ توربینی چند طبقه عمودی

پمپ شناور

در این طرح پمپ چند طبقه توربینی قائم مستقیماً روی یک موتور الکتریکی به قطر کم سوار شده و در زیر آب قرار می‌گیرد. وزن موتور و پمپ از طریق لوله رانش به فونداسیون دهنه چاه منتقل می‌شود و گاهی به منظور اطمینان بیشتر به وسیله سیم بکسل مهار می‌شود. به موازات لوله رانش یک لوله روغن روانکاری و یک کابل انتقال برق تا موتور امتداد پیدا می‌کند. موتورهای مورد استفاده در این پمپ‌ها معمولاً طوری طراحی می‌شود که به اندازه عمر پمپ بتواند بدون مراقبت کار کنند، زیرا در صورت خراب شدن باید از چاه بیرون کشیده شوند و این کار هزینه و مشکلات زیادی در بر دارد. یکی از معایب پمپ‌های شناور نیز همین امر است. (شکل ۲۰-۷)



شکل ۲۰-۷- 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 می‌کنیم. (جدول ۳-۷)

جدول ۳-۷- اندازه تقریبی ظرفیت و بازده پمپ‌های موجود

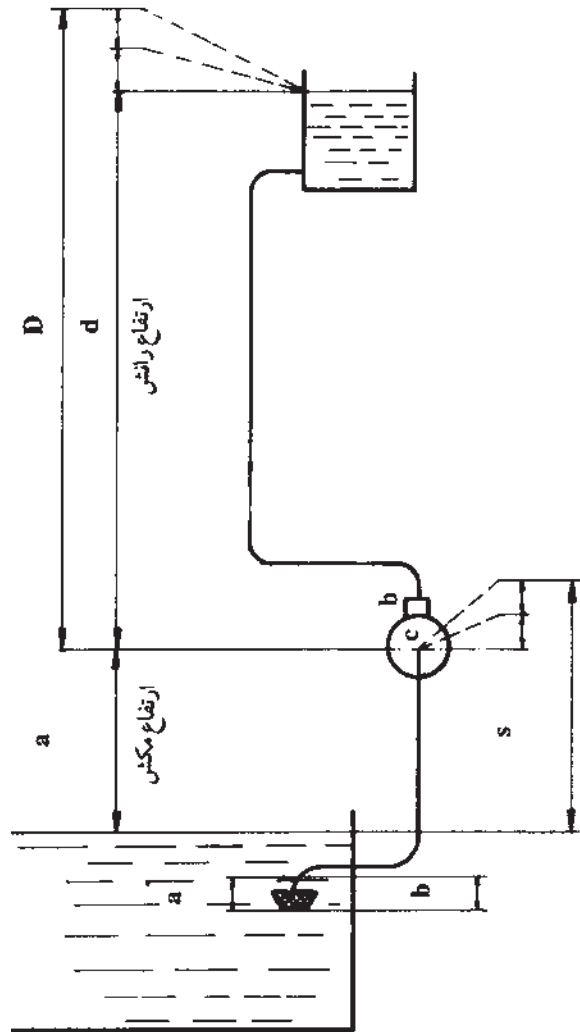
اندازه پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد	اندازه پمپ اینچ	ظرفیت لیتر بر ثانیه	بازده درصد
۱	۱/۵	۲۷	۵	۳۸/۶	۵۹
۱ ۱/۲	۳/۵	۳۵	۶	۵۵/۶	۶۲
۲	۶/۲	۴۳	۸	۹۸/۸	۶۵
۳	۱۳/۹	۵۰	۱۰	۴/۴	۶۷
۴	۲۴/۷	۵۵	۱۲	۲۲۲/۳	۶۹

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. در عمل 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 ۲۱-۷).

بزرگترین عمقی که پمپ قادر به مکش آب است، بستگی به فشار هوای محیط، اتلافات اصطکاک در لوله 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 به دست 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. به علاوه سرعتی که آب در لوله به خود می‌گیرد، دارای مقداری انرژی است. همچنین در زانوها و شیرها مقداری انرژی تلف می‌شود. بعد از آشنایی با مفاهیم فوق بدیهی است وقتی



شکل ۲۱-۷- 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 بر حسب 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.



- ۱- دبی جریان آب را تعریف کنید.
- ۲- از واحدهای سنتی موجود در منطقه (برای اندازه‌گیری دبی آب) چند نمونه را نام ببرید.
- ۳- روش‌های اندازه‌گیری جریان آب را نام ببرید.
- ۴- دبی جریان آبی را که از لوله شیر آب در آزمایشگاه جاری است به روش حجمی تعیین کنید.
- ۵- سرعت آب را با استفاده از جسم شناور ساده و در کانال‌های منطقه اندازه‌گیری نمایید.
- ۶- در یک آب‌گذر طبیعی با مقطع غیرهندسی از طریق محاسبه عمق متوسط سطح مقطع جریان آب را تعیین کنید.
- ۷- اهمیت اندازه‌گیری دبی آب را بیان کنید.
- ۸- اصول کار و ساختمان یک پمپ ساتریفوژ را توضیح دهید.
- ۹- چرا برای آبدهی زیاد، پمپ چند طبقه استفاده می‌شود؟
- ۱۰- چرا نمی‌توان از پمپ‌های توربینی نوع شافت و غلافی در پروژه‌های تهیه آب آشامیدنی استفاده کرد؟
- ۱۱- یکی از معایب پمپ‌های شناور را توضیح دهید.