



دانشگاه سindh
پم

مبانی هیدرولوژی

دکتر نسرين نیک اندیش

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	یازده
راهنمای مطالعه کتاب	سیزده
فصل اول: جایگاه هیدرولوژی در جغرافیا	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۲
اهمیت آب	۳
تعریف هیدرولوژی و وظایف هیدرولوژیست	۵
تاریخچه تکامل هیدرولوژی	۶
علوم مرتبط با هیدرولوژی	۸
لیمنولوژی یا دریاچه‌شناسی	۱۰
چرخه هیدرولوژی	۱۱
فرایندهای اصلی چرخه هیدرولوژی	۱۴
بیان آب	۱۵
اهمیت بیان آب	۱۶
آب موجود و آب قابل‌دسترس	۱۸
حوضه آبریز	۲۰
داده‌های هیدرولوژی، هیدرومتئورولوژی و هیدروکلیماتولوژی	۲۲
ایستگاه‌های هواشناسی	۲۴
ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک	۲۴
ایستگاه‌های هواشناسی اقلیم‌شناسی	۲۵
ایستگاه‌های هواشناسی باران‌سنجی و برف‌سنجی	۲۵
ایستگاه‌های هواشناسی کشاورزی	۲۵

۲۶	ایستگاه‌های هواشناسی جو بالا
۲۶	ایستگاه‌های هواشناسی دریایی
۲۷	ایستگاه‌های هواشناسی ویژه
۲۷	ایستگاه‌های هیدرومتری
۲۸	واحدهای ضروری برای اندازه‌گیری‌های اجزای چرخه هیدرولوژی
۲۹	خلاصه فصل اول
۳۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۳۲	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۳۳	فصل دوم: بارش
۳۳	هدف کلی
۳۳	هدف‌های یادگیری
۳۴	مقدمه
۳۴	فرایند ایجاد بارش
۳۴	عوامل مؤثر در ایجاد بارش
۳۴	وجود رطوبت کافی در هوا
۳۶	شرایط لازم برای تراکم رطوبت و تولید بارش
۳۹	اشکال مختلف بارش
۴۰	انواع بارش
۴۲	توزیع زمانی و مکانی بارش
۴۴	بارش‌های استثنایی به وقوع پیوسته در جهان
۴۵	اندازه‌گیری بارش
۴۶	انواع باران‌سنج‌ها
۴۷	باران‌سنج‌های ثابت یا باران‌نگار
۴۹	محل نصب باران‌سنج‌ها و شرایط لازم برای انتخاب محل نصب
۴۹	تعداد باران‌سنج‌های لازم در یک حوضه
۵۰	محاسبه مقدار متوسط بارندگی در یک حوضه
۵۸	بررسی مشخصات بارش و روابط بین آن‌ها
۶۲	حداکثر بارندگی محتمل
۶۲	هیدرولوژی برف
۶۳	تفاوت برف و باران از نظر هیدرولوژی
۶۳	عوامل مؤثر در ذوب برف
۶۴	اندازه‌گیری برف
۶۵	برف راهه
۶۵	ضریب برف
۶۶	ضریب انباشت برف
۶۶	ضریب تراکم

۶۶	خلاصه فصل دوم
۶۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۶۹	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۷۱	فصل سوم: تبخیر و تعرق
۷۱	هدف کلی
۷۱	هدف‌های یادگیری
۷۲	مقدمه
۷۲	تبخیر
۷۳	تعرق
۷۳	فرایند تبخیر و تعرق
۷۴	اهمیت تبخیر و تعرق
۷۵	فرایند تبخیر
۷۶	تبخیر و تعرق پتانسیل و تبخیر و تعرق واقعی
۷۷	عوامل مؤثر بر تبخیر
۷۷	تشعشع خورشید
۷۹	اندازه‌گیری تبخیر و تعرق
۸۰	روش‌های برآورد تبخیر
۸۶	روش غیر مستقیم، استفاده از معادلات تجربی
۹۴	خلاصه فصل سوم
۹۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۹۶	خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۹۷	فصل چهارم: خصوصیات فیزیکی حوضه آبریز
۹۷	هدف کلی
۹۷	هدف‌های یادگیری
۹۸	مقدمه
۹۸	حوضه آبریز
۱۰۰	خصوصیات شبکه آبراهه‌های حوضه
۱۰۲	سیستم‌های زهکشی
۱۰۵	خصوصیات فیزیکی حوضه‌های آبریز
۱۰۶	مساحت حوضه
۱۰۶	محیط حوضه
۱۰۷	طول حوضه
۱۰۸	شکل حوضه
۱۱۰	ارتفاع حوضه
۱۱۴	شیب حوضه

۱۱۶	خلاصه فصل چهارم
۱۱۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۱۹	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۲۱	فصل پنجم: رواناب
۱۲۱	هدف کلی
۱۲۱	هدف‌های یادگیری
۱۲۲	مقدمه
۱۲۲	فرایندهای تولید رواناب
۱۲۴	تعریف رواناب
۱۲۴	انواع رواناب
۱۲۶	عوامل مؤثر در ایجاد رواناب
۱۲۶	ویژگی‌های اقلیمی
۱۲۷	عوامل فیزیوگرافی
۱۲۹	تأثیر توسعه شهرها بر رواناب
۱۳۱	روش‌های محاسبه رواناب
۱۳۷	رواناب ناشی از ذوب برف
۱۳۸	هیدروگراف
۱۳۹	بخش‌های مختلف یک هیدروگراف
۱۳۹	متغیرهایی که می‌توان از هیدروگراف استخراج کرد
۱۴۱	عوامل مؤثر در شکل هیدروگراف
۱۴۱	عوامل فیزیکی
۱۴۲	عوامل مربوط به بارش
۱۴۳	تفکیک هیدروگراف
۱۵۰	هیدروگراف واحد
۱۵۱	کاربرد هیدروگراف واحد
۱۵۱	منحنی تداوم جریان
۱۵۴	خلاصه فصل پنجم
۱۵۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۵۷	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۵۹	فصل ششم: هیدرومتری (آب‌سنجی)
۱۵۹	هدف کلی
۱۵۹	هدف‌های یادگیری
۱۶۰	مقدمه
۱۶۱	اندازه‌گیری سطح آب
۱۶۳	عمق‌یاب

۱۶۴	لیمنیگراف
۱۶۵	اندازه‌گیری عمق آب
۱۷۰	اندازه‌گیری سرعت متوسط
۱۷۲	اندازه‌گیری دبی آب
۱۷۶	اندازه‌گیری دبی در جریان‌های کوچک
۱۷۸	خلاصه فصل ششم
۱۷۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۸۰	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۱۸۱	فصل هفتم: آب‌های زیرزمینی
۱۸۱	هدف کلی
۱۸۱	هدف‌های یادگیری
۱۸۲	مقدمه
۱۸۲	تشکیل آب‌های زیرزمینی
۱۸۳	انواع آب زیرزمینی
۱۸۴	آب محبوس، آب ثقلی یا آب آزاد و آب اشباع
۱۸۴	خواص فیزیکی آب‌های زیرزمینی
۱۸۵	مزایای استفاده از آب‌های زیرزمینی
۱۸۶	مشکلات استفاده از آب‌های زیرزمینی
۱۸۶	سفره آب زیرزمینی
۱۸۷	تخلخل و آبدهی
۱۸۹	انواع سفره آب زیرزمینی
۱۹۱	حرکت آب زیرزمینی
۱۹۳	قانون دارسی
۱۹۴	عوامل مؤثر در سرعت آب زیرزمینی
۱۹۵	سیستم سفره آب زیرزمینی
۱۹۵	معادله سیستم
۱۹۶	مشکلات سیستم
۱۹۷	انواع محیط‌های هیدروژئولوژیکی
۲۰۵	تأثیر شهر بر آب‌های زیرزمینی
۲۰۷	خلاصه فصل هفتم
۲۰۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۲۱۰	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم
۲۱۱	فصل هشتم: هیدرولوژی ایران
۲۱۱	هدف کلی
۲۱۱	هدف‌های یادگیری

۲۱۲	مقدمه
۲۱۳	اقلیم ایران
۲۱۴	بیان آب
۲۱۶	سرانه آب
۲۱۷	آب‌های زیرزمینی
۲۲۰	آب‌های سطحی
۲۲۱	حوضه دریای خزر
۲۲۲	حوضه خلیج فارس و دریای عمان
۲۲۴	حوضه دریاچه ارومیه
۲۲۴	حوضه دریاچه نمک قم
۲۲۴	حوضه اصفهان و سیرجان
۲۲۵	حوضه نیریز یا بختگان
۲۲۵	حوضه جازموریان
۲۲۵	حوضه دشت کویر
۲۲۶	حوضه کویر لوت
۲۲۶	حوضه اردستان و یزد و کرمان
۲۲۶	حوضه صحرای قره قوم
۲۲۶	حوضه هامون
۲۲۷	خلاصه فصل هشتم
۲۲۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۲۲۹	خودآزمایی تشریحی فصل هشتم
۲۳۱	پاسخنامه
۲۳۳	منابع

پیشگفتار

خداوند در قرآن کریم حیات هر چیزی را وابسته به آب دانسته است. آب از دیرباز و از بدو پیدایش حیات نقش اساسی در ادامه زندگی و موجودیت انسان ایفا کرده است. در طول تاریخ آب عامل مهمی در تشکیل جوامع بشری، شکل دادن به روش زندگی بشر و توسعه تکنولوژی، زبان و فرهنگ بوده است. با پیشرفت جوامع و تخصصی شدن نیازها، استفاده از آب نیز متنوع تر شد. بدین ترتیب ضرورت شناخت جامع آب در قالب علمی تحت عنوان هیدرولوژی بیش از پیش مطرح شد.

هیدرولوژی علمی است که در مورد آب های موجود در کره زمین از نظر موجودیت، جریان، توزیع زمانی و مکانی، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و رابطه واکتش محیطی آن در محیطی که در برگیرنده موجودات زنده نیز هست بحث می کند. بنابراین واضح است علوم مختلف برای رسیدن به اهدافشان به نوعی ناگزیرند جنبه هایی از آب را بررسی کنند. گیاه شناسان در مطالعه جریان آب در داخل نسوج گیاهی، متخصصان پزشکی در بررسی جریان آب در داخل بدن انسان، مهندسان در بررسی منابع آب قابل دسترس و خسارت های احتمالی در خصوص آب و جغرافی دانان در بررسی نقش آب در طبیعت و ارتباط آن با دیگر پدیده های جغرافیایی از هیدرولوژی بهره می برند. زمینه مطالعاتی جغرافیا بسیار گسترده است. مکان یابی سکونتگاه ها، برنامه ریزی کاربری مطلوب زمین و تعیین معیشت، میزان جمعیت مجاز و حتی نوع کشت که در جغرافیای انسانی به آن پرداخته می شود تماماً در گرو مطالعات جامع منابع آب است. علاوه بر این تأثیری که آب در خلق چشم اندازها دارد و مخاطرات

هیدرولوژیکی مانند سیل و خشکسالی که گاه و بیگاه قربانی می گیرند از موضوعاتی هستند که در شاخه های مختلف جغرافیای طبیعی به آن ها پرداخته می شوند. به جرأت می توان گفت امروزه هیچ طرح عمرانی و زیربنایی بدون اطلاع از هیدرولوژی مکان طرح به سرانجام نخواهد رسید.

نسرین نیکانندیش

راهنمای مطالعه کتاب

کتاب مبانی هیدرولوژی برای دانشجویان رشته جغرافیا تدوین شده است. برای درک بهتر مفاهیم و موضوعات این کتاب لازم است دانشجویان ابتدا واحدهای مبانی اقلیم‌شناسی و نقشه‌خوانی را گذرانده باشند. در این کتاب سعی شده است موضوعات مختلف آب در نه فصل ارائه شود. این موضوع دارای اهمیت است که دانشجوی جغرافیا بدانند چرا باید هیدرولوژی را بیاموزد. به همین علت در فصل اول در مورد جایگاه هیدرولوژی در جغرافیا مطالبی ارائه شده است. در فصل دوم برخی مفاهیم پایه در مورد هیدروکلیماتولوژی و هیدرومئتئورولوژی مورد بررسی قرار گرفته است. بارش یکی از مهم‌ترین اجزای چرخه هیدرولوژی است که در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل چهارم در مورد تبخیر و تعرق و نقش آن در بیلان آبی مطالبی ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های هیدرولوژی که نقش مهمی در زندگی انسان‌ها دارد رواناب است که موضوع فصل پنجم است. یکی از موضوعاتی که لازم است دانشجویان در مورد آن اطلاعاتی را کسب کنند، آشنایی با ابزارهای اندازه‌گیری آب است که موضوع فصل هفتم کتاب است. بسیاری از نیازهای انسان از طریق آب زیرزمینی تأمین می‌شود، بنابراین باتوجه به اهمیت این ماده حیاتی فصل هشتم به بررسی آب‌های زیرزمینی می‌پردازد. در انتها در فصل نهم مطالبی در مورد هیدرولوژی ایران ارائه شده است تا دانشجویان بتوانند ضمن آشنایی با ویژگی هیدرولوژی ایران، در مورد آن نیز قضاوت کنند.

در انتهای هر فصل سؤالاتی به صورت تستی و تشریحی طرح شده است. دانشجویان می‌توانند پس از پاسخ به سؤالات و انطباق آن با پاسخ‌نامه که در انتهای کتاب

آورده شده است، دانسته‌های خود را بیازمایند. همچنین دانشجویان می‌توانند با به بحث گذاشتن سؤالات تشریحی در کلاس درس به معلومات خود بیفزایند.

هدف کلی کتاب

هدف کلی این کتاب آشنایی دانشجویان با چرخه آب‌شناسی، ویژگی اجزای آن، دست‌یابی به نگرش سیستمی در مطالعه حوضه‌های آبریز و شناخت اجمالی از هیدرولوژی ایران است.

فصل اول

جایگاه هیدرولوژی در جغرافیا

هدف کلی

آشنایی با مقدار آب‌های سیاره زمین، اهمیت آب، چرخه آب شناسی، درک مفهوم حوضه آبریز، مفاهیم هیدروکلیماتولوژی و هیدرومتئورولوژی هدف‌های کلی این فصل را تشکیل می‌دهد.

هدف‌های یادگیری

از دانشجویان انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل به اهداف زیر دست یابند:

۱. اهمیت آب را بدانند.
۲. مفهوم هیدرولوژی را دریابند.
۳. با مفهوم چرخه آب در مقیاس جهانی و حوضه‌ای آشنا شوند.
۴. در مورد آب موجود و آب قابل دسترسی در آب‌کره اطلاعاتی حاصل کنند.
۵. بیان سالانه آب روی خشکی‌ها و اقیانوس‌ها را باهم مقایسه کنند.
۶. با مفهوم زمان مبادله آشنا شوند.
۷. با سیستم هیدرولوژیکی آشنا شوند.
۸. با مفهوم حوضه آبریز آشنا شوند.
۹. ارتباط میان هیدرولوژی و جغرافیا را دریابند.
۱۰. با مفهوم هیدرولوژی جدید آشنا شوند.
۱۱. مفهوم کلیماتولوژی و متئورولوژی را بدانند.

۱۲. مفهوم هیدروکلیماتولوژی و هیدرومتئورولوژی را دریابند.
۱۳. در مورد داده‌های اقلیم شناسی اطلاعاتی حاصل کنند.
۱۴. بتواند داده‌های اقلیم شناسی و آب‌شناسی را باهم مقایسه کنند.

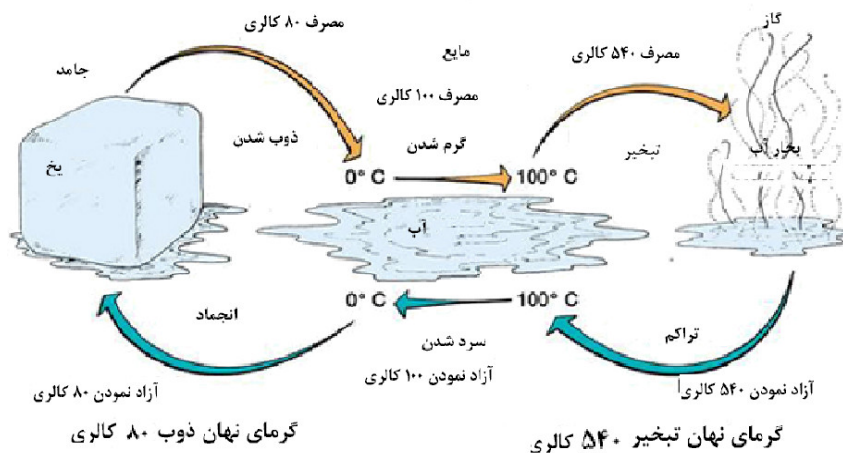
مقدمه

زمانی که منظومه شمسی به وجود آمد فقط شامل ابر گازی هیدروژن و مقادیر کمی از مواد دیگر بود. به تدریج زمینه ترکیبات شیمیایی فراهم شد که یکی از آن‌ها ترکیب هیدروژن با اکسیژن و تشکیل آب بود. منظومه شمسی با سیارات خود که زمین مأوای زندگی ما یکی از آن است در فضایی بی‌انها موسوم به کهکشان راه شیری قرار دارد و تنها دمای سطحی کره زمین است که اجازه می‌دهد آب به صورت مایع وجود داشته و حیات شکل گیرد. اعتقاد بر آن است که بیش از $\frac{4}{5}$ میلی ارسال از عمر زمین می‌گذرد، وجود اتمسفر (هواکره)، هیدروسفر (آب‌کره) و لیتوسفر (سنگ‌کره) این سیاره را منحصر به فرد کرده است. در فصل مشترک این سه کره، کره چهارم یعنی بیوسفر یا زیست‌کره وجود دارد و این بدان معنی است که برای ایجاد حیات و استمرار آن وجود آب، هوا و خاک ضروری است. سه چهارم زمین پوشیده از آب است و آب در مسیری که چرخه آب نامیده می‌شود فرایندهایی را طی می‌کند که هر کدام به نوعی حیات بر روی زمین را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. تشکیل بخار از اقیانوس‌ها، تراکم و ایجاد ابر و بارندگی و جاری شدن آب در رودخانه‌ها و سرانجام بازگشت مجدد آن به اقیانوس‌ها، سرآغاز حیاتی است که ابتدا با گیاهان و جانداران پست آغاز شد و سپس به گیاهان و حیوانات عالی رسید. علاوه بر این آب‌های جاری با مشارکت هوا و شرایط زمینی که بر آن جاری شده‌اند سبب وقوع و یا تشدید هوازدگی و فرسایش می‌شوند که بحث مهمی را در ژئومورفولوژی دینامیک به خود اختصاص می‌دهند. این فرایندها منجر به ایجاد چشم‌اندازهایی می‌شوند که هر کدام به نوعی در شیوه زندگی انسان‌ها تأثیر می‌گذارند. انسان‌های نخستین از آب تنها برای شرب استفاده می‌کردند به تدریج با پیشرفت تمدن و گذشت زمان از آن برای گردش آسیاب‌ها، کشاورزی و حمل‌ونقل نیز استفاده شد. هم‌زمان با پیشرفت تمدن‌ها، استفاده از آب نیز شکل تازه‌ای به خود گرفت به طوری که امروزه در بسیاری از زمینه‌ها، از کشاورزی گرفته تا صنعت و از همه مهم‌تر تولید انرژی از آب استفاده می‌شود. در حال حاضر دسترسی به آب کافی و با کیفیت مناسب در زمان و مکان مناسب یکی از دغدغه‌های ساکنین

سکونتگاه‌ها است. به‌همین دلیل هر ساله سرمایه‌های زیادی برای توسعه منابع آب و طرح‌های مرتبط با آن مثل سدسازی و احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی، آبخیزداری، مهار سیل و تغذیه آب‌های زیرزمینی اختصاص می‌یابد. بدون شک تمام فعالیت‌های مذکور در قالب نگرش حوضه‌ای می‌تواند مثمرتر باشد.

اهمیت آب

آب فراوان‌ترین ماده روی زمین است و بسیاری از ترکیبات که برای حیات ضروری است با وجود آن امکان‌پذیر می‌شود. آب تنها ماده‌ای است که می‌تواند به سه حالت جامد، مایع و گاز بوده و با تغییر حالت در انتقال انرژی در سطح کره زمین بسیار مؤثر باشد (شلتون^۱، ۲۰۰۹: ۱). آب در تغییر حالت‌های خود، مقادیری گرما را نهان یا آزاد می‌سازد. در نتیجه تبخیر از سطح آب‌ها مقدار زیادی گرما به شکل نهان توسط بخار آب منتقل می‌شود. یک کالری گرما می‌تواند دمای یک گرم آب را یک درجه سانتی‌گراد اضافه کند. زمانی که یک گرم آب به بخار تبدیل می‌شود به ۵۴۰ تا ۶۰۰ کالری انرژی نیاز دارد (علیزاده، ۱۳۹۱: ۱۱۹). این انرژی صرف تبدیل مولکول‌های آب از حالت مایع به حالت گاز می‌شود. در نتیجه فرایند تراکم، گرمای نهان به صورت گرمای محسوس آزاد می‌شود و سبب گرم شدن اتمسفر می‌شود و به این ترتیب در تنظیم هوای زمین نقش مهمی را ایفا می‌کند (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱. فرایند ذخیره و آزاد شدن گرمای نهان آب

آب در بین سیالات بیشترین ظرفیت گرمایی را دارا است. منظور از ظرفیت گرمایی این است که یک گرم آب برای اینکه دمای یک درجه افزایش یابد به یک کالری گرما نیاز دارد، این میزان حدود ده برابر مقدار گرمایی است که برای یک گرم آهن لازم است. این خاصیت سبب می‌شود آب گرمای زیادی را جذب و در خود ذخیره کند، دمایش دیرتر گرم یا سرد شود یعنی نوسان دمای آب نسبت به خشکی کمتر است. یکی از دلایل مهم معتدل بودن مناطق کنار دریا و مناطق مرطوب همین ویژگی آب است. امروزه با استفاده از این خاصیت در ایجاد فضای سبز و فضاهای مناسب که به نحوی سبب آسایش انسان شود، استفاده می‌شود (پیدورنی^۱، ۲۰۰۶).

اگر آب وجود نداشت، اختلاف دمای روز و شب و اختلاف دمای فصل‌های مختلف بسیار بیشتر می‌شد.

آب‌ها به علت جاری بودن می‌توانند از طریق فرایند فرسایش، حمل و رسوب‌گذاری، بیشترین تغییرات را در سطح زمین به وجود آورند و چشم‌اندازها و مناظر متنوعی را ایجاد می‌کنند (سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۲، ۲۰۱۰).

غلظت آب با دما تغییر می‌کند و در ۴ درجه به حداکثر مقدار خود می‌رسد. این تغییر در ناحیه‌هایی که آب و هوای زمستانی دارند اهمیت فراوانی دارد. با پایین آمدن دمای هوا لایه‌های غلیظ‌تر آب به کف دریاچه منتقل می‌شوند. در این فرایند گردشی اکسیژن و مواد غذایی کمابیش به‌طوریکه‌خواخت به تمام قسمت‌های دریاچه می‌رسد. بعد از رسیدگی به حالت پایدار دمای قسمت زیرین آب به ۴ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و باعث می‌شود تا جانوران آبی در زمستان به زندگی خود ادامه دهند. از طرف دیگر کم‌بودن غلظت یخ که دارای دمای صفر درجه است، نسبت به آب که در بالاترین غلظت دمای آن ۴ درجه است، باعث می‌شود یخ در سطح آب شناور شود. اگر یخ سنگین‌تر از آب بود آب کف دریاها و رودخانه‌ها یکپارچه منجمد می‌شد و عواقب خطرناکی برای آبیان در پی داشت.

همچنین آب یک حلال طبیعی بسیار مؤثری است که می‌تواند به‌عنوان یک آلاینده طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. در مجموع آب‌کره از نظر تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی، تولید انرژی و حمل‌ونقل، فراهم‌آوردن غذا و مواد معدنی، نقش مهمی در زندگی انسان دارد (پیدورنی^۳، ۲۰۰۶).

تعریف هیدرولوژی و وظایف هیدرولوژیست

هیدرولوژی^۱ یک واژه یونانی است که از دو کلمه هیدرو به معنی آب و لوژی به معنی شناخت تشکیل شده است. بنابراین هیدرولوژی علم شناخت آب است. علمی که در مورد پیدایش، خصوصیات و نحوه توزیع آب در طبیعت بحث کرده، گردش آب در طبیعت را بررسی می‌کند و در مجموع علمی است که درباره پیدایش، گردش و توزیع آب در طبیعت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، واکنش‌های آب در محیط و ارتباط آن با موجودات زنده بحث می‌کند. از دیگر تعاریفی که برای هیدرولوژی وجود دارد این است که این علم، تغییرات مکانی و زمانی آب را در بخش‌های مختلف جوی، اقیانوسی و قاره‌ای چرخه آب، بررسی می‌کند.

انجمن علوم و فنون ایالات متحده تعریف زیر را برای هیدرولوژی برگزیده است: هیدرولوژی علم مطالعه آب در کره زمین است و در مورد پیدایش، گردش، انتقال و توزیع آب، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، واکنش‌های آب در محیط و ارتباط آن با موجودات زنده و بی‌جان بحث می‌کند (صفوی، ۱۳۹۳، ۱).

هیدرولوژی جدید به عنوان علمی تعریف می‌شود که ایجاد و حرکت آب بر سطح زمین و زیر آن را مطالعه می‌کند. همچنین خواص فیزیکی و شیمیایی آب، ارتباط آب با محیط‌های زنده و غیرزنده و تأثیر انسان بر آب از دیگر مباحث مطالعاتی هیدرولوژی جدید است. هیدرولوژی نگاه ویژه بر سطح زمین دارد و بر فرایندهایی که در چرخه آب‌شناسی، زمین را متأثر می‌سازد، تأکید می‌کند. هیدرولوژی برای حل معضلات و مسائل مدیریت آب و منابع آب که به استفاده آب، کنترل و کیفیت آن مربوط می‌شود، علمی مانند زیست‌شناسی، شیمی، ریاضی و فیزیک را مورد استفاده قرار می‌دهد. به‌طور کلی آگاهی از هیدرولوژی، برای متخصصان آب و کارشناسان محیطی که وظیفه طراحی و اجرای سازه‌های آبی، تصفیه فاضلاب، آبیاری، مدیریت سیل، دریانوردی، کنترل آلودگی و تولید برق آبی را عهده‌دار هستند، ضروری است (وارد و رابینسون، ۲۰۰۰).

هیدرولوژیست‌ها یا آب‌شناسان، یافته‌های علمی و اصول ریاضی را برای حل مسائل مربوط به آب که اغلب در ارتباط با کیفیت، کمیت و استحصال آب است را به‌کار

1. Hydrology

2. Ward and Robinson

می‌گیرند. تأمین آب مراکز جمعیتی و یا مزارع، کنترل سیل و فرسایش، کاهش یا پیشگیری از آلودگی آب از جمله وظایف آن‌ها است. هیدرولوژیست و کسانی که برای انجام وظایفشان به مطالعات آب نیاز دارند اغلب با بررسی‌های کتابخانه‌ای، آزمایشگاهی و زمینی سروکار دارند که مکمل یکدیگر و در ارتباط باهم هستند. آن‌ها در روی زمین داده‌های اصلی را برداشت می‌کنند، آزمایش کیفیت آب را انجام می‌دهند و با تجهیزات مربوط به آب‌سنجی مستقیماً دبی و سرعت آب، ابعاد رودخانه و سطح رودخانه را اندازه می‌گیرند. در محیط اداری و کتابخانه‌ای نیز طیف گسترده‌ای از وظایف خود را انجام می‌دهند. با استفاده از رایانه و روش‌های آماری و فنون دورسنجی، به پردازش و تفسیر داده‌ها می‌پردازند (داوی هان^۱، ۲۰۱۰: ۱۱۵). برای پیش‌بینی خطرات هیدرولوژیکی مانند وقوع سیل، خشکسالی، طوفان و نشست زمین مدل‌سازی می‌کنند. توسعه سکونتگاه‌ها را براساس آب موجود طراحی می‌کنند و در مورد آمایش سرزمین طرح کلی ارائه می‌دهند. همچنین دانش هیدرولوژی متکی بر هواشناسی و اقلیم‌شناسی است. برخی از مؤلفه‌های چرخه هیدرولوژی مانند بارش و تبخیر خود متغیر هواشناسی و اقلیم‌شناسی هستند برخی دیگر مانند رواناب و آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر عملکرد متغیرهای اقلیمی و اندرکنش آن‌ها با سطح زمین ایجاد می‌شوند. بنابراین یک متخصص هیدرولوژی برای آنکه بتواند از نتایج محاسبات خود به‌خوبی نتیجه‌گیری کند لازم است با مفاهیم و فرایندهای هواشناسی و اقلیم‌شناسی، آشنا باشد. وظایف اخیر با وظایف جغرافیای طبیعی بسیار مرتبط است.

تاریخچه تکامل هیدرولوژی

آب همواره هم به‌عنوان مایه حیات و هم به‌عنوان خطری بالقوه زمانی که بیش از اندازه به‌صورت سیل و یا کمتر از حد معمول به‌صورت خشکسالی زندگی انسان‌ها را به‌مخاطره می‌انداخت، مطرح بوده است. به‌همین علت انسان همواره در جستجوی شناخت و مدیریت آن بوده است. تا جایی که تاریخ نشان می‌دهد اولین تجارب آب‌شناسی به مفهوم کلاسیک آن مربوط به سومری‌ها و مصری‌ها است. به‌طوری‌که قدمت سدسازی روی رودخانه نیل به ۶۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد. در همین زمان فعالیت‌های مشابهی در چین نیز وجود داشته است. از بدو تاریخ تا حدود ۱۴۰۰ سال بعد از میلاد مسیح

فلاسفه و دانشمندان مختلفی از جمله هومر، طالس، افلاطون و ارسطو در مورد سیکل هیدرولوژی یا چرخه آب‌شناسی اندیشه‌های گوناگونی ارائه داده‌اند.

در دوره رنسانس یعنی قرن شانزدهم میلادی، لئوناردو داوینچی^۱ و برنارد پالیسی^۲ ارتباط جریان رودخانه با بارش را بررسی کردند. شاید بتوان گفت هیدرولوژی جدید از قرن ۱۷ با اندازه‌گیری‌های مختلف آغاز شد. در این دوره پرالت^۳ توانست مقدار بارندگی، تبخیر و صعود موئینه‌ای را در حوضه آبریز رودخانه سن^۴ اندازه‌گیری کند.

ماریوت^۵ با اندازه‌گیری سرعت و سطح مقطع، جریان دبی رودخانه سن را در پاریس اندازه‌گیری کرد.

در قرن ۱۸ مطالعات تجربی در زمینه‌های هیدرولوژی شکوفایی خاصی پیدا کرد. براساس این مطالعات بود که بسیاری از اصول هیدرولوژیکی پایه‌گذاری شد. از آن جمله می‌توان به ابداع وسایلی مانند پیزومتر برنولی، لوله پیتوت، جریان‌سنج ولت‌من، لوله بوردا، و وضع نظریه‌هایی مانند نظریه برنولی^۶، معادله شزی^۷ و قوانین دالامبرت^۸ اشاره کرد. از آن زمان به بعد هیدرولوژی از جنبه کیفی به کمی سوق داده‌شده و اندازه‌گیری بسیاری از متغیرهای هیدرولوژی امکان‌پذیر شد.

قرن ۱۹ را می‌توان دوره طلایی هیدرولوژی دانست در این زمان زمین‌شناسی نیز به عنوان یک علم تکمیل‌کننده به علم آب‌های زیرزمینی ملحق شد. قانون دارسی^۹ و فرمول‌های دو پوئی - تیم^{۱۰} نمونه‌ای از پیشرفت‌های هیدرولوژی آب‌های زیرزمینی است. در زمینه هیدرولوژی آب‌های سطحی نیز به خصوص به هیدرومتری یا آب‌سنجی توجه فراوانی مبذول شد. فرمول‌های فرانسیس در مورد سرریزها، گانگیه^{۱۱}، کوتر^{۱۲} و مانینگ^{۱۳} درباره جریان آب در کانال‌های روباز از جمله این مواردند. فعالیت‌های دالتون^{۱۴} در زمینه

1. Leonardo da Vinci

2. Bernard Palissy

3. Perault

4. Seine

5. Mariotte

6. Bernoulli

7. Chezy

8. D Alembert

9. Darcy

10. Dupuit-Thiem

11. Gangmillett

12. kmutter

13. Manning

14. Dalton

تبخیر نیز بسیار حائز اهمیت بود. گرچه قسمت اعظم هیدرولوژی جدید در قرن ۱۹ پایه‌گذاری شد، ولی تا این زمان هنوز هیدرولوژی علمی از تکامل زیادی برخوردار نبود و بیشتر توصیفی - تجربی بود.

در اواخر قرن ۱۹ و به‌خصوص در ۲۰ سال اول قرن بیستم، صدها فرمول تجربی پیشنهاد شد که می‌بایست ضرایب و پارامترهای آن‌ها براساس قضاوت و تجربه به‌دست می‌آمد. برای حل این مشکل در بسیاری از کشورها، مؤسسات و انیسیتوهای تحقیقاتی در زمینه هیدرولوژی تأسیس شد که می‌توان به جامعه بین‌المللی هیدرولوژی کاربردی اشاره کرد. در این دوره دانشمندان زیادی ظهور کردند که روش‌های استدلال‌های منطقی را جایگزین روش‌های تجربی کردند. مثلاً در سال ۱۹۳۲ شرمن^۱ نظریه روش هیدروگراف واحد برای تخمین رواناب را پیشنهاد کرد. نظریه تیس^۲ در حل مسائل مربوط به هیدرولوژی چاه‌ها، روش پیشنهادی گامبل^۳ در سال ۱۹۴۱ برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و روش‌های انیشتاین^۴ (برادر آلبرت انیشتاین) در مطالعات رسوب رودخانه‌ها از دیگر روش‌های کاربردی و معتبر هستند. از سال ۱۹۵۰ به بعد روش‌های نظری در هیدرولوژی بسیار معمول شد به‌طوری‌که اکثر فرمول‌ها و روش‌های تجربی در قالب ریاضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (علیزاده، ۱۳۹۱: ۳۸).

امروزه هیدرولوژی در طراحی و عملکرد سازه‌های هیدرولیکی نظیر سدهای ذخیره‌ای و انحرافی، کانال‌های آبیاری و زهکشی، پل، مهندسی رودخانه، کنترل سیلاب، آبخیزداری، راه‌سازی، طراحی تفرجگاه، مسائل بهداشتی و فاضلاب شهری و صنعتی و زمینه‌های زیست‌محیطی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

علوم مرتبط با هیدرولوژی

همان‌گونه که در قسمت‌های قبل مطرح شد، علم هیدرولوژی بسیار گسترده بوده و مجموعه مسائلی را که به آب مربوط می‌شوند را در برمی‌گیرد. بنابراین متناسب با وظیفه و زمینه کاری، با علوم دیگر مرتبط است. این ارتباط سبب ایجاد تخصص‌هایی شده است که از علوم خاصی برای انجام وظایف ویژه مربوط به آب استفاده می‌شود، برخی از این تخصص‌ها عبارت‌اند از:

1. Sherman
2. Thies
3. Gammble
4. Einstein