



هیدرولوژی

و روش تحقیق آن در عمران ناحیه‌ای

گروه جغرافیای دانشگاه فردوسی مشهد

محمدجعفر زمردیان

مقدمه:

بی‌گمان نقش حیاتی آب بر همه اشکار و ضرورت شناخت آن در قالب مطالعات پیشرفته هیدرولوژی قبل از اجرای هرگونه پروژه عمرانی از قبیل ایجاد کارخانجات هیدروالکتریک (برق آبی)، تأسیسات آبرسانی، حفاظت در مقابل سیل و طغیان، زهکشی و آبخیزداری، آبیاری و گسترش در رودخانه و... الزامی است. طرح برنامه‌های صنعتی، کشاورزی و به طور کلی اقتصادی برای ممالک توسعه نیافته و برنامه پروژه‌های بزرگ صنعتی در ممالک پیشرفته نیز اغلب باید با مطالعات نسبتاً طولانی هیدرولوژی در جهت برآورد منابع آبهای سطحی و زیرزمینی موجود توأم باشد.

همچنین تعیین ابعاد وسایل ایمنی و استفاده صحیح از تأسیسات هیدرولیکی همیشه باید بر مبنای برآورد‌های انجام شود که در آنها نه تنها مقدار آب موجود (به طور متوسط)، بلکه بخصوص دبی‌های حد (طغیان و خشکسالی) مورد توجه قرار گیرند و در این رابطه مسائل مربوط به پیش‌بینی دبی‌های معمولی یا استثنایی نیز در عمل شایان توجه فراوانی می‌باشد و مسلم است که مطالعه اغلب پارامترهای فوق‌الذکر مستلزم استفاده از محاسبات پیچیده آماری خواهد بود.

هر واضح است که بازرگان این شناسایی‌ها بیشتر بر دوش جغرافیا و جغرافیدان خواهد بود. برای اثبات این ادعا شاید لازم باشد ابتدا جایگاه هیدرولوژی را در علم جغرافیا مشخص نماییم (اگرچه در ادامه بحث به طور ضمنی به این ارتباط پی خواهیم برد). در این رابطه می‌توان عبارات زیر را که در بعضی کتب هیدرولوژی نقل شده مورد توجه قرار داد. در مقدمه کتاب هیدرولوژی، نوشته محمدحسن مهدوی اردبیلی چنین آمده است:

"هیدرولوژی آن رشته از جغرافیای طبیعی است که، از آبهای موجود در زمین با توجه مخصوص به خواص و نمودها Phenomena و توزیع آن گفتگو می‌کند، هیدرولوژی به ویژه از حصول آب در روی زمین، توصیف زمین از لحاظ آب، تأثیرهای طبیعی آب روی زمین و رابطه آب با زندگی روی زمین بحث می‌کند."

همچنین در مقدمه کتاب اصول مهندسی هیدرولوژی نوشته ژ.ر. مینراس اینچنین می‌خوانیم:

"هیدرولوژی که ابتدا رشت‌های از جغرافیای فیزیکی به شمار می‌رفت امروز به صورت یک فن مهم درد ست‌س مهندسی است که مسئولیت استخراج و کنترل آبهای طبیعی را عهده‌دار می‌باشند."

این قبیل مندرجات را در کتب و منابع دیگر نیز می‌توان مشاهده نمود که اشاره به آنها از حوصله این مقاله خارج است. به علاوه دلایل و شواهد دیگری وجود دارد که ارتباط دیرینه هیدرولوژی و جغرافیا را بهتر مستدل می‌نماید که نمونه‌هایی از آن در ذیل درج می‌گردد:

- ۱- جغرافیا به عنوان یکی از علوم زمین، فضای کره زمین را در مقیاس کامل مورد مطالعه قرار می‌دهد و در واقع در یک فضای سه بعدی، طول و عرض تمامی قسمت زمین را از یک سو، و ارتفاع گل ضخامت جو تا بخش‌هایی از زیر قشر خاکی را از سوی دیگر مورد توجه و بینش خاص خود قرار می‌دهد. آب به صورت و حالات مختلف بخش اعظم این فضای سه بعدی را تشکیل می‌دهد و در این میان پیکره‌های آبی بزرگ و کوچک (مانند اقیانوسها، دریاها، دریاچه‌ها، تالابها، مردابها، برکه‌ها، لش‌آبها، یخچالها، برفها، رودخانه‌ها و سیلابها و...) تقریباً سطحی معادل $\frac{1}{4}$ وسعت کره زمین را در بر می‌گیرد و همواره مقداری آب و رطوبت نیز به صورت مختلف در جو و زیرزمین که بخشی از ضخامت بیوسفر را تشکیل می‌دهند وجود دارد، که مطالعه همه اینها در قلمرو علم جغرافیا و جغرافیدان قرار می‌گیرد، چرا که بدون در نظر گرفتن این قشر آبی (هیدروسفر) جغرافیا مفهوم خود را از دست می‌دهد. بنابراین می‌توان ادعا نمود که بررسی حالات توزیع و حرکت آب در مقیاس جهانی و به عنوان جزئی از سیستم زمین یکی از موضوعات اصلی جغرافیا می‌باشد.
- ۲- مطالعات هیدرولوژی در این قالب از فضای زمین، در سه محیط اصلی کره زمین یعنی آتمسفر (هواکره) هیدروسفر (آب‌کره) و لیتوسفر (سنگ‌کره) و به ۳ صورت گاز (بخار)، مایع و جامد انجام می‌گیرد و در واقع دامنه

حرکت آب در سه بخش مذکور به طور متوسط در هکتار ۸۰۰ متر در سنگ‌گروه تا ارتفاع حدود ۱۶ کیلومتر در هواگروه تغییر می‌کند. به این ترتیب موضوع علم هیدرولوژی تنها حجم هیدروسفر نیست که تقریباً 10^9 km^3 (یا 10^9 m^3) حجم ثابتی را در مقیاس جغرافیایی شامل می‌شود، بلکه موضوع هیدرولوژی حرکت دائمی است که همیشه در چرخه آب ادامه دارد و از زندگی انسان جدا نمی‌باشد.

با توجه به اینکه مطالعات هر یک از محیط‌های سه‌گانه فوق در ارتباط با شاخه‌های جغرافیای طبیعی از قبیل اقلیم‌شناسی، ژئومورفولوژی، اقیانوس‌شناسی و غیره می‌باشد بنابراین یک پیوند عمیق بین هیدرولوژی و جغرافیا (به ویژه جغرافیای طبیعی) وجود دارد.

۳- سایر عوامل طبیعی که پهنوی در ارتباط با مطالعات جغرافیای طبیعی قرار دارند در فرآیندهای هیدرولوژی نیز تأثیر به‌سزایی دارند. از جمله نقش خاک و پوشش گیاهی به ویژه در عملکرد آبهای جاری سطحی حائز اهمیت فراوانی است.

به‌طور کلی امروزه علوم متعددی در مطالعات هیدرولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از: هواشناسی، اقلیم‌شناسی، ژئومورفولوژی، اقیانوس‌شناسی، دریاچه‌شناسی، زمین‌شناسی و... که مستقیماً وابسته به فیزیک زمین هستند و برخی از این علوم خود شاخه‌هایی از جغرافیای طبیعی به شمار می‌آیند و بر همین مبنا می‌توان اظهار داشت که: "هیدرولوژی به مثابه تالیف و کلیت جغرافیای فیزیکی است، که در این رهگذر جغرافیدان نخست مکانیسم و فرآیندهای هیدرولوژی عمومی را که مربوط به قوانین عمومی طبیعت است مورد مطالعه قرار می‌دهد و سپس در حالات کمی و مقداری از آمار و احتمالات و احیاناً قوانین مربوط به مباحث استفاده می‌کند."

به هر تقدیر نیازهای متعدد جوامع بشری در چند دهه اخیر، توسعه سریع علم هیدرولوژی را سبب گردیده و متخصصین مختلف از قبیل جغرافیدانان، زمین‌شناسان، فیزیکدانان، مهندسان کشاورزی و عمران و حتی داروسازان و غیره را واداشته است تا هر یک در حد مسائل مورد نیاز خود پژوهشهای ارزنده‌ای را در این زمینه به عمل آورند. بنابراین تعدد نیازها، مشارکت متخصصین و گروههای مختلف، و وسعت و پیچیدگی تعریف هیدرولوژی (که بعداً به آن اشاره خواهد شد)، موجب شاخ و برگ گرفتن این دانش گردیده و به همین دلیل سعی خواهیم کرد ضمن ارائه تعریف و یک طبقه‌بندی جامع از علم هیدرولوژی حوزه نفوذ جغرافیا و جغرافیدان را در قلمرو مطالعات مربوط به آب‌شناسی به طور دقیق‌تر مشخص و معین نمائیم.

طبقه‌بندی و معرفی واژه‌ها:

حا خواهد بود بر اساس نحوه استقرار و حالات مختلف آب در کره زمین و بر حسب تخصصها و نیازهای گوناگون جنبه‌هایی از این علم را، که خود می‌تواند جزئیات تعریف فوق را آشکار سازد، در زیر ارائه دهیم:

الف - ژئوهیدرولوژی (Geohydrology): عبارت است از مطالعه و بررسی ویژگیهای آب در رابطه با تمامی کره‌های (شناخت آبهای کره زمین). علم به چگونگی پیدایش، استقرار، حالات و حرکات آب در مقیاس سیاره‌ای زمین در قلمرو این بخش قرار می‌گیرد. این بخش خود به مقاطع و زیربرده‌های دیگری تقسیم می‌گردد که عبارتند از:

الف - هیدرومتئورولوژی (Hydrometeorology): عبارت است از علم شناسایی آبهای جوی و هیدرومتئورها که در واقع به مطالعه عوامل مؤثر بر دبی رودخانه‌ها می‌پردازد. بعضی آن را هیدرواقلیسم (واژه‌ای سه‌چندان مناسب) و گروهی نیز هیدروکلیما‌تولوژی گفته‌اند.

ب - هیدروژئومورفولوژی (Hydrogeomorphology): این واژه را می‌توان معادل هیدروژئوگرافی (Hydrogeography) دانست و آن عبارت خواهد بود از مطالعه و بررسی آبهای سطحی زمین که خود شامل آبهای فواره‌ای و دریایی بوده و دارای تقسیمات

هیدرولوژی از دو واژه یونانی Hydro یا Hydrous^۳ (به معنی آب) و Logos (علم شناسایی) ترکیب شده و در یک بیان ساده و کلی عبارت است از علم شناسایی آب (آشناسی). اما این شناخت مفهوم گسترده و عمیقی را در بر دارد و در معنای وسیع کلمه، آب را در تمامی ابعاد و حالاتش مورد بررسی قرار می‌دهد. زیرا همان‌طور که گفته شد در سیاره زمین، آب به صور مختلف گاز (بخار)، مایع و جامد در سه محیط آتمسفر، هیدروسفر و لیتوسفر ظاهر شده و به وسیله گردش زنجیره‌ای خود این سه محیط را به یکدیگر پیوند می‌دهد. از سوی دیگر بررسی خواص فیزیکوشیمیایی آب از قبیل رنگ، بو، مزه، آلودگی، ترکیبات شیمیایی و... نیز در این شناسایی جایگاه ویژه‌ای دارد. بنابراین می‌توان گفت: "هیدرولوژی عبارت است از علمی که آبهای موجود در سیاره زمین، و نیز گردش، توزیع و تحولات و اثرات آب را به اشکال گوناگون و با توجه به خواص فیزیکی شیمیایی، در طبیعت مورد مطالعه قرار می‌دهد." با توجه به تعریف و مطالب فوق ملاحظه می‌گردد که هیدرولوژی یک مفهوم عام و همه‌جانبه از مطالعات آب را در بر دارد. لذا به

ب (۱) - اقیانوس شناسی (Oceanology) و اقیانوس نگاری
 Oceanography - که مطالعهٔ پیکره‌های آبی بزرگ سطح
 را در محدودهٔ بررسیهای خود قرار می‌دهد. در اینجا پارامترهایی
 نظیر درجه‌حرارت، شوری و املاح، وزن مخصوص، جریانهای دریایی،
 موج و تسونامی‌ها^۴، نوسانات آب و جزر و مد، ژئومورفولوژی
 بر دریاچه‌ها و اعماق و امثال آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.
 ب (۲) - لیمنولوژی (Limnology) - بررسی پیکره‌های
 آبی کوچک سطح زمین نظیر دریاچه‌ها، تالابها، مردابها، برکه‌ها،
 لشن‌آبها و نظایر آن را در بر می‌گیرد.

ب (۳) - پوتامولوژی (Potamology) - بررسی و تجزیه و
 تحلیل رودخانه‌ها، حوضه‌های آبریز و شبکهٔ آبهای جاری (آبنگاری
 Hydrography) و انجام محاسبات و عملیات آب‌سنجی
 (Hydrometry) در این محدوده قرار می‌گیرد.

ب (۴) - کرایولوژی (Cryology) - عبارت است از شناخت
 آبهای منجمد و یخ بسته زمین (برف، یخسرف، یخ پهنه‌ها، آیسبرگها،
 اندلاند سبیس‌ها، کلاهکها یا عرقچین‌های یخچالی و...) کرایولوژی
 خود به دو بخش فرعی تقسیم می‌شود: گلاسیولوژی (یخچال شناسی
 Glaciology) و نیوولوژی (Nevelogy).

ج - هیدروژئولوژی (Hydrogeology) و هیدروپدولوژی
 (Hydropedology): دانش مطالعهٔ خصوصیات زمین (زمین-
 شناسی) در ارتباط با آب شناسی، و به عبارت دیگر استقرار و حالات
 آب در لایه‌های مختلف زمین (شناخت آبهای زیرزمینی) را
 هیدروژئولوژی گویند. هیدروپدولوژی نیز به بررسی رطوبت و آب
 موجود در خاک می‌پردازد که خود شاخه‌ای از هیدروژئولوژی است.
 د - بیوهیدروژئولوژی (Biohydrology): بررسی آبهای
 موجود در اندامهای گیاهی و جانوری (آبزیست‌شناسی) را گویند. به علاوه
 مطالعهٔ عمل و تأثیر متقابل آب، گیاهان و حیوانات را در بر می‌گیرد.

۲- هیدروگرافی (Hydrography): عبارت است از بیان
 ترسیمی و گرافیکی اشکال آب در محیط‌های سه گانه طبیعت و در
 قالب نقشه‌های مختلف نظیر نقشه‌های هم‌عمق (ایزوبات) نقشه‌های
 پهرومتری، نقشه‌های مربوط به جریانهای دریایی، شبکه هیدروگرافی
 و غیره. به تعبیری دیگر نیز این بخش را می‌توان معادل هیدروژئوگرافی
 قرار داد.

۳- هیدروبیولوژی (Hydrobiology) و هیدروشیمی
 (Hydrochemistry): که به مطالعهٔ خواص زیستی، شیمیایی،
 فیزیکی و آلودگی آنها و حتی انگلها و باکتریها و موجودات
 میکروسکوپی و ماکروسکوپی داخل آب (زیست‌شناسی آب) می‌پردازد.

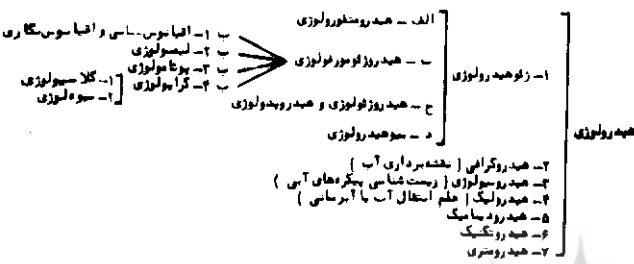
۴- هیدرولیک (Hydraulic): مطالعه قوانین مربوط به
 مایعات و آب و نیز اثرات مکانیکی مایعات با در نظر گرفتن ویژگیهای
 ویسکوزیته (نا روانی) و کاپیلاریته (سروی شعریه‌ای و موئنیکی) و
 حرکات آشفته مایعات را در بر دارد. و معادلات حاصل از طرق

۵- هیدرودینامیک (Hydrodynamic): مطالعات مربوط
 به حرکت و مکانیسم آبهای سطحی، زیرزمینی و اقیانان جوی بر
 اساس مدلهای ریاضی را در بر می‌گیرد و بعضی آن را معادل
 هیدروژئودینامیک قلمداد می‌کنند.

۶- هیدروتکنیک (Hydrotechnic): که عبارت خواهد
 بود از به کارگیری کلیه موارد علم هیدرولیک در صنایع و کارهای
 فنی، و همچنین تکنیکهایی که در بر داشت آب مورد استفاده قرار
 می‌گیرد. مثل تکنیک قنات، چاه عمیق، بندسازها، خوشاب و غیره.

۷- هیدرومتری (Hydrometry): عبارت است از
 اندازه‌گیری آب از نظر دبی و حالات کمی و کیفی (مثل سختی آب
 و املاح آب و...) (۰۰۰)

"تابلوی تقسیمات هیدرولوژی"



اینک با توجه به مفاهیم فوق و طبقه‌بندی مربوط به آنها،
 قلمرو فعالیت جغرافیا و جغرافیدان در مطالعات هیدرولوژیکی کاملاً
 مشخص و مرزبندی می‌گردد. به این ترتیب که سندهای ۱ و ۲ با لایحه
 و تا حدودی ۵ و ۶ و ۷ که زیربنایترین بررسیهای هیدرولوژیکی را
 در بر می‌گیرند، در برر مطالعات جغرافیایی و محیطه کار جغرافیدانان
 قرار می‌گیرد. در واقع بررسی و تجزیه و تحلیل همین موارد است
 که در برنامه‌ریزیها و عمرانهای ناحیه‌ای اساس کار را تشکیل می‌دهد.
 زیرا برای ارائه یک برنامه‌ریزی جامع و دستیابی به شرایط زیست-
 محیطی مطلوب (عمران)، شناخت محیط (محیط طبیعی به عنوان
 زیربنا و محیط انسانی اجتماعی به شکل تابعی از آن) امری ضروری
 است. به عبارت دیگر بایستی ابتدا محیط را شناخت، سپس
 برنامه‌ریزی نمود و آنگاه برای نیل به اهداف برنامه‌ریزی و عمران،
 پروژه‌ها را به مرحله اجرا گذاشت (برنامه‌گزار). شناخت محیط
 می‌تواند در سطوح مختلف و مقیاسهای گوناگون انجام بگیرد، یعنی
 از سطوح جهانی گرفته تا سطوح منطقه‌ای، ملی و ناحیه‌ای و محلی
 هرکدام به نوعی مورد توجه قرار می‌گیرند. در این میان ناحیه به
 عنوان یک محیط جغرافیایی همگن می‌تواند بهترین واحد برای
 برنامه‌ریزی به شمار بیاید. اگرچه از ناحیه تعاریف نسبتاً جامع و
 دقیقی ارائه شده است اما در واقع ناحیه عبارت است از سطحی که
 هر برنامه‌ریزی جهت اجرای طرح یا پروژه بدان نیاز دارد، و در
 هیدرولوژی بهترین ناحیه و واحد مطالعات عبارت است از حوضه آبریز.
 اینک که با مفاهیم و ابعداد هیدرولوژی تا اندازه‌ای آشنا شدیم،

ببینیم که مطالعات مربوط به هیدرولوژی یک ناحیه چگونه آغاز شده و چه مراحل را طی می‌نماید. در این رابطه موارد زیر اساس و کلیات روش تحقیق علم مذکور را نشان می‌دهد.

۱- انتخاب و تعیین حدود حوضه

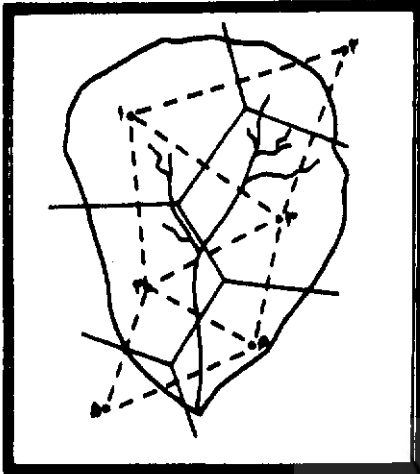
با توجه به هدف و برنامه مورد نظر، حوضه آبریز را انتخاب می‌کنیم. ^۶ آنگاه توسط نقشه‌های توپوگرافی (معمولاً $\frac{1}{250,000}$)، یا عکسهای هوایی محدوده حوضه مذکور را با اتصال خط‌الرأسها (خط تقسیم آبها) به یکدیگر تعیین و رسم می‌نماییم. سپس موقعیت ایستگاههای هیدرولوژی، هواشناسی یا کلیتاً توپوگرافی موجود در سطح حوضه را بر روی نقشه رسم شده مشخص کرده و به دنبال آن محیط، مساحت، طول و عرض متوسط حوضه را، با استفاده از وسایل اندازه‌گیری مربوطه مانند کوریومتر (برای تعیین محیط و پیرامون حوضه)، پلانیمتر (برای مساحت حوضه) و نظایر آن محاسبه می‌نماییم. بعد از انجام عملیات فوق به بررسی و مطالعه عوامل دیگر در سطح حوضه می‌پردازیم.

۲- انجام مطالعات هیدرومئورولوژیکی

با علم به اینکه جو و اقلیم هر ناحیه کلید بررسیهای آبشناسی آن ناحیه است، لذا آتمسفر را مبدا^۷، و نقطه آغازین مطالعات هیدرولوژی قرار می‌دهیم، زیرا جو و فرآیندهای اقلیمی به عنوان موتور و محرک اصلی^۷ سیکل هیدرولوژی به حساب می‌آیند. در این مرحله تجزیه و تحلیل منطقی سنجش‌ها و مشاهدات مربوط به عوامل هیدرومئورولوژیکی هر پدیده به دقت بررسی می‌شود تا مکانیسم و قوانین احتمالات آن به وضوح شناخته شده و منظور اصلی که عبارت از دستیابی به روشهای پیش‌بینی کمی و تعیین دامنه تغییرات یا احتمال وقوع پدیده مورد نظر می‌باشد، حاصل گردد. نمونه این نوع مطالعات مبارت است از پیش‌بینی دبی سیلابها خواه با استفاده از دبی‌های استثنایی که قبلاً در طول سالهای متعددی مشاهده شده و خواه از روی بارندگی مولد این سیلابها (با احتساب کلیدفرآیندهایی که به نحوی "تابع باران - دبی" را تحت تأثیر قرار می‌دهند).

ایجاد بیلان هیدرولوژی یک حوضه بر مبنای یک دوره زمانی مناسب جهت تعیین ابعاد شبکه‌های فاضلاب یا پیاده نمودن یک سیستم آبیاری نیز مستلزم آن است که برآورد مبهم کیفی را به وسیله جداول عددی و نمودارهایی جایگزین کنیم که نه تنها نمایشگر ارقام متوسط پارامترهای مؤثر بوده بلکه پراکندگی احتمالی در حدود این مقدار "مبنایی" را نیز به تبعیت از نوسانات شرایط اقلیمی مشخص سازند. بر این اساس اوضاع عمومی جو و نیز هیدرومئورها (دما و درجه حرارت، فشار و باد، تبخیر و تعرق، رطوبت و بارش، پوشش ابر، مه، شبنم و زاله، یخبندان) را با توجه به آمارهای خام حاصل از ایستگاههای هواشناسی و باران‌سنجی و به کارگیری قوانین، مدلها و روشهای آماری، در سطح حوضه تجزیه و تحلیل و مطالعه

می‌نماییم. در این میان دما به عنوان عامل تأمین‌کننده انرژی مورد نیاز موتور سیکل هیدرولوژی، و پارامترهای بارش و تبخیر و تعرق نیز به عنوان اساس ترازنامه آب‌شناسی بیش از همه مورد توجه قرار می‌گیرند. به دنبال بررسی عوامل فوق‌الذکر، تب و نوع آب و هوا، ضریب خشکی و نیاز آبی حوضه را می‌توان مشخص نمود و پیشنهادات لازم را ارائه داد.



شکل شماره ۱- مدل تبیین (محاسبه میانگین بارش در سطح حوضه آبریز)

۳- مطالعات هیدروژئومورفولوژیکی

در این بخش به مطالعه آبهای سطح حوضه به ویژه آبهای جاری می‌پردازیم. در واقع نحوه استقرار و دینامیک آبها از ویژگیهای سطحی پوسته زمین و ناهمواریها تبعیت می‌کند و لذا در این بخش آب و ژئومورفولوژی در ارتباط با یکدیگر مطرح می‌شوند. به این ترتیب آبهای سطحی متأثر از عواملی هستند که هر یک بخشی از فیزیکوگرافی و ژئوگرافی فیزیک حوضه به شمار می‌آیند و این عوامل عبارتند از: ویژگیهای اقلیمی، توپوگرافی و چگونگی وضع پوسته زمین، پوشش گیاهی و خاک و تا اندازه‌ای خواص ژئولوژیکی. بنابراین با توجه به اثرات هیدرومئورها بر روی پوسته زمین، نحوه و چگونگی تشکیل و توزیع آبهای جاری و سطحی حوضه را بررسی و تحلیل نموده و ویژگیهای آبهای سطح الارضی را با توجه به مشخصات طبیعی حوضه آشکار می‌سازیم. به گونه‌ای که ژئومورفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، شکل حوضه و ضریب گراولوس^۸، ارتفاع متوسط حوضه (منحنی هیپسو متریک)، شیب حوضه، تراکم و شبکه‌های خشکی، نظام آبراهها، دبی، تکامل رودخانه، رسوبات و مواد مطلق، تحولات آینده حوضه و امثالهم را بررسی نموده و با دستیابی به نتایج حاصله در صورت نیاز پیشنهادات مربوط به پروژه‌های آبی ارائه می‌گردد. در این مطالعات نیز نقشه‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژیکی، عکسهای هوایی، آمارهای هیدرولوژی و روشهای آماری و تهیه نقشه‌ها و دیگرام‌ها و همانند آنها مبنای کار قرار خواهند گرفت.

در این مرحله آبهای زیرزمینی که متأثر از فرآیندهای دینامیک آبهای سطحی و جوی هستند، با توجه به وضعیت بالئوژئوگرافی (جغرافیای دیرینه)، استراتیگرافی (چینه شناسی)، زمین شناسی ساختمانی (تکتونیک) و جنس خاک و زمین که هر کدام در چگونگی نفوذ آب و ایجاد جریانهای زیرزمینی و تشکیل سفره های آب زیرزمینی (آبخوان^۱) به نوبه تأثیر می گذارند، مطالعه می گردد. به منظور نیل به این اهداف، کاربرد نقشه های زمین شناسی، وسایل آزمایشگاهی و نقشه های پیرومتری و غیره ضرورت می یابد. نتیجه گیری و ارائه طریق در این بخش نیز می تواند راهگشا باشد.

۵- مطالعات هیدروشیمی و بیولوژیکی

برای این منظور می بایست از آبهای سطحی (در مقاطع مختلف رود مانند سرچشمه، قسمتهای میانی، مصب و جاهایی که مورد نیاز است) و آبهای زیرزمینی نمونه برداری شود (البته عمل نمونه برداری تحت شرایط و ضوابط خاصی بایستی صورت گیرد) و برای انجام بررسیهای مختلف و مورد نظر به آزمایشگاه فرستاده شود و آنگاه از نتایج آزمایشات برحسب هدف استفاده کرد. در این آزمایشات معمولاً به سختی آب، درجه شوری، آلودگی و احیاناً انگلهای آب، ضریب جذب سدیمی و نظایر آن توجه می شود.

۶- بیلان آب و مسائل مربوط به آن

مطالعه سیستماتیک بخشهای قبلی، سیکل هیدرولوژی حوضه آبریز را برای ما به تصویر می کشاند و با توجه به آن و تحلیل آمارها، می توان میزان آبهای سطحی، زیرزمینی، تبخیر و تعرق و بارش، و حتی آبهای ورودی و خروجی حوضه را در یک تابلو به نام ترازنامه آب شناسی به نمایش درآورد.

$$Pg = Et + Q + I$$

فرمول بیلان آب

Pg = بارش کل حوضه

Et = مقدار تبخیر و تعرق در سطح حوضه

Q = مقدار دبی

I = میزان نفوذ

فرمول تغییرات ذخایر آبی (مرحله ذخیره) $\Delta S = I - Q$

I = آبهای ورودی به حوضه

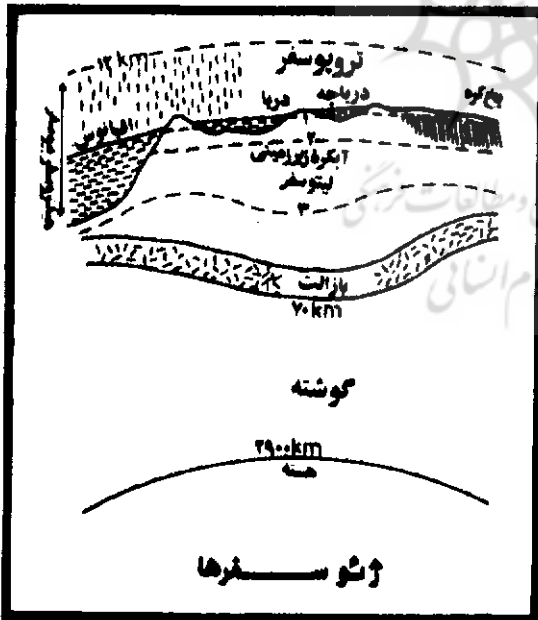
Q = آبهای خروجی از حوضه

در این فاز در واقع منابع و مسائل آب حوضه و به دنبال آن ظرفیت عمران پذیری ناحیه، جهت برنامه ریزیهای شهری، روستایی، کشاورزی، صنعتی، جمعیتی و موارد دیگر تعیین می گردد. به عبارت دیگر در این فصل مهمترین منبع تأمین آب حوضه را مشخص می نمائیم، مثلاً: اگر عمده ترین منبع آبی حوضه، بارشها و آبهای جوی باشد، در رابطه با مقدار بارش و تبخیر و تعرق، توزیع زمانی و مکانی بارش، فرم و شکل بارش و به طور کلی ویژگیهای اقلیمی، تقویم زراعی و جدولهای زمانی کشت را می توان مشخص و بر اساس آن برنامه -

ریزی نمود. یا اگر منابع آب جوی کم اهمیت بوده و آبهای سطحی مهمتر جلوه کند (مانند زایل و دشت سیستان) می توان در رابطه با تحلیل و مطالعه پارامترهای هیدروژئومورفولوژی احتمال وقوع سیل، فرسایش خاک و با احتمال و میزان ذخیره سازی آب راپیش بینی کرد و به وسیله طرحهایی نظیر احداث سد، آبخیزداری، سیل بند، زهکشی و نظایر آن به مقابله با مشکلات برخاست. همچنین اگر منابع آب زیرزمینی عمده ترین منبع تأمین آب ناحیه باشد (مانند اکثر نقاط ایران)، چگونگی بهره برداری از آنها (توسط چشمه، چاه دستی، چاه عمیق و نیمه عمیق، قنات) و مسائل مربوط به آنها را آنالیز نموده و برنامه های عمرانی خود را با آنها منطبق می نمائیم. در اینجا همچنین لازم است مسائل و مشکلات مربوط به منابع آب و طرق بهره برداری از آنها، و ارائه طریق جهت رفع این مشکلات مطرح گردد.

نتیجه:

- ب- به طور کلی در مطالعات هیدرولوژی مسائل و موضوعات زیر ابزار وسایل کار قرار می گیرند:
- الف - عکسهای هوایی، نقشه های توپوگرافی، ژئومورفولوژی، هیدروگرافی و ژئولوژی و فیزیوگرافی.
- ب - مطالعه پارامترهای طبیعی حوضه یا ناحیه، اندازه گیری و ثبت آمار.
- ج - تجربه و تحلیل آمار.
- د - کاربرد آمار تجربه و تحلیل شده.
- ه - ارائه طریق کلی.



شکل شماره ۲- چگونگی استقرار و حالات مختلف آب در کره زمین

انسان و جغرافیای انسانی نیز در مطالعات هیدرولوژی جایگاه خاص خود را دارد. مثلا "انسان با اجرای پروژه‌های مربوط به سدسازی، آبخیزداری و... می‌تواند نظم چرخه هیدرولوژی را به هم بزند و در واقع چرخه ساده را به یک چرخه پیچیده و مرکب مبدل سازد.

از طرفی بررسی و اجرای اکثر پروژه‌های مربوط به آب، چگونگی استفاده از آب، کنترل و ذخیره آب و به طور کلی مطالعات هیدرولوژی در نهایت برای انسان و جوامع بشری (شهری و روستایی) انجام می‌گیرد و هر یک می‌تواند در زندگی انسان اثر بگذارد که مطالعه این اثرات در حیطه تحقیقات جغرافیای انسانی قرار می‌گیرد.

همچنین بحث در مورد منابع مختلف (معنی، غذایی و...) موجود در آبها و حمل و نقل آبی و یا مسائل مربوط به فلات قاره و حرم سیاسی آن و مرزهای دریایی و قوانین مربوط به آنها و... در مباحث جغرافیای اقتصادی و جغرافیای سیاسی می‌گنجد و به این ترتیب پیوندی بین آب و مطالعات جغرافیای انسانی برقرار می‌سازد.

2-Hydrology.

3-Hydor یا Hudor (واژه‌های لاتین).

4-Tsunami. آب لرزه.

۵- به استثنای بند (د).

ع- حوضه آبریز ممکن است با مشکلاتی از نظر مطالعه مواجه باشد. مثلا: "نمی‌توان حوضه وسیعی مثل سفیدرود را به علت وسعت زیاد، و دارا بودن شرایط متفاوت آب و هوایی، توپوگرافی و دیگر مسائل به صورت یک حوضه واحد مطالعه نمود و یک برنامه برای سراسر این حوضه در نظر گرفت و به اجرا گذاشت. بنابراین برای مطالعه و برنامه‌ریزی در حوضه‌های آبریز وسیع بایستی آن را به حوضه‌های فرعی تقسیم نمود تا هم مطالعه بهتر و آسانتر صورت گیرد و هم برنامه‌ریزیها از موفقیت بیشتری برخوردار باشد. در نواحی مختلف یک حوضه وسیع ممکن است اهداف برنامه‌ریزی نیز متفاوت باشد. مثلا: "ایجاد طرح‌های آبخیزداری، تولید الکتریسیته، سیل‌بند و سیل‌گیر، آبرسانی و تأمین آب مورد نیاز، گشتیرانی و حمل و نقل آبی و غیره. پس با توجه به هدف، یک حوضه وسیع به چند حوضه کوچکتر تقسیم می‌شود، سپس در این حوضه‌های فرعی، پارامترهای هیدرولوژی مطالعه شده و در برنامه‌ریزیها مورد استفاده قرار گیرد.

۷- نیروهای موثر در مکانیسم و حرکات آب عبارتند از: کشش اسمزی، کشش موئینه، نیروی کوریولیس، فشار هیدرواستاتیک و نیروهای محرک اصلی در سیکل هیدرولوژی نیز عبارتند از انرژی آفتاب و توانایی تبخیر آتمسفر، نیروی ثقل و جاذبه، که حرکات عمودی (عمودی و نزولی) و افقی (جابه‌جایی سطحی) را ایجاد می‌کنند.

۸- حوضه‌ها از نظر شکل و ضریب فشردگی (گراولیتوس) دو دست‌اند: گروهی گرد و مدورند که بارش در آنها سرما" تبدیل به جریان شده و همگی شانس رسیدن به پایین حوضه را دارند. بنابراین این گروه سیل‌خیز هستند. دسته دیگر دراز و مطول هستند که به علت تأثیر ناهمواریها، تبخیر، امکان نفوذ و هدر رفتن در مسیر و... همه بارش امگن و شانس رسیدن به پایین دست حوضه را ندارد. برای تعیین شکل حوضه از ضریب گراولیتوس و فرمول مربوط به آن استفاده می‌شود.

$$Kc = \text{ضریب گراولیتوس}$$

$$Kc = \sqrt{28} \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$P = \text{معیط یا پیرامون حوضه}$$

$$A = \text{مساحت حوضه}$$

اگر Kc برابر یک باشد حوضه کاملا" دایره است. و اگر برابر ۱/۱۲ باشد به شکل مربع است و هر چه از آن بیشتر باشد، کشیده‌تر و مطول است.

9-Aquifer.

منابع

۱- (پازوش - هرمز) (۱۳۵۴)، شناخت آبهای زیرزمینی، تألیف راجرد - وست، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- زمر دیان، محمدجعفر (۱۳۶۶)، ژئومورفولوژی کاربردی مجله رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۰.

۳- زمر دیان، محمدجعفر (۱۳۶۶)، مفاهیم هیدرولوژی و روش تحقیق در آن، نشریه مانده جهاد دانشگاهی، دانشگاه تربیت معلم زاهدان.

۴- شعبی فسندیس، ابراهیم، هیدرولوژی جغرافیایی موارد مطالعه در هیدرولوژی، مسئله آب در ایران، مجله رشد آموزش جغرافیا، سال سوم، شماره ۱۳ بهار ۱۳۶۷.

۵- صدقی، حسین (۱۳۶۳)، اصول مهندسی هیدرولوژی، ج ۱ و ۲، نوشته ژ-رمیزان، چاپ سوم، مرکز نشر و ترجمه امور آب وزارت نیرو.

۶- غفوری م. ر و مرتضوی (۱۳۵۷)، آبشناسی، انتشارات دانشگاه تهران.

۷- گامیاب، ابرج (۱۳۶۲)، اصول هیدرولوژی جنگل، تألیف هیولت نونز، نشر جهاد دانشگاهی مازندران.

۸- مقتدر مزدهی، عبدالحسین (۱۳۴۴)، هیدروژئولوژی.

۹- مهدوی اردبیلی، محمدحسن (۱۳۳۷)، هیدرولوژی (جلد اول)، انتشارات بنگاه مستقل آبهاری، قسمت بررسی آبهای سطحی.

۱۰- (موجد دانش، علی‌اصغر) (۱۳۶۲)، هیدرولوژی مهندسی تیریز.

11-P.P.Klimentov, General Hydrogeology, 1983.