

۳-۱- تعاریف

حوضه آبریز سطحی است که تمامی رواناب ناشی از بارش (باران، برف، تکرگ...) بر روی آن توسط یک رودخانه به سمت یک خروجی مشخصی هدایت و به دریا، دریاچه، یا باتلاقی ختم می‌شود. به عبارتی دیگر حوضه آبریز پهنه‌ای است که کلیه رواناب‌های ناشی از بارش به طور طبیعی به یک نقطه خروجی، که گودترین قسمت حوضه است، هدایت می‌شود.

در بسیاری از نوشته‌ها فارسی به کلمه دیگری به نام حوضه آبریز برخورد می‌شود که همین تعریف را دارد. کلمه حوضه را برخی به صورت حوضه و برخی به صورت حوزه می‌نویسند بر اساس واژه‌نامه‌های متعدد فارسی، حوزه مرز یا محیط یک پهنه را تعریف می‌کند و لذا بعد از حوزه بایستی یک اسم بیاید مثل حوزه استحفاظی یک شهر یا استان و یا حوزه نظام وظیفه بنابراین بعد از آن بایستی به صورت حوزه آبریز و یا حوزه آبریز بیاید. کلمه حوضه مانند حوض است که خود معنی سطح را می‌دهد. مثل حوضه رودخانه کارون، حوضه رودخانه دز و امثالهم. کلمات انگلیسی مترادفی که برای این واژه بکار می‌رود عبارتند از:

Basin	بیشتر برای حوضه‌های بزرگ
Watershed	حوزه آبریز یا آبریز (در متون آمریکایی)
Catchment	حوزه آبریز یا آبریز (در متون انگلیسی UK)
Drainage area	بیشتر در مسائل زهکشی
Drainage basin	بیشتر در مسائل زهکشی

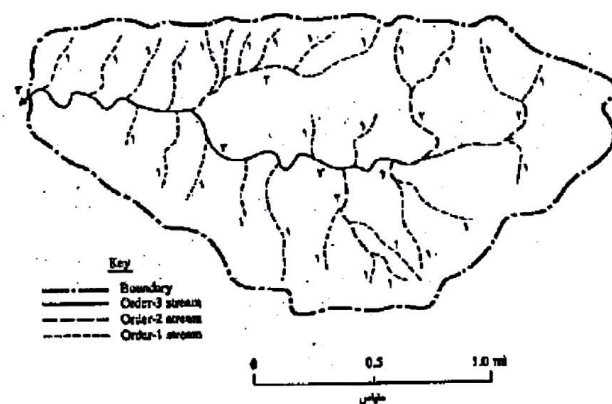
مرز حوضه را خط الراس تپه‌ها و کوه‌های یک منطقه مشخص می‌کند و آنرا از حوضه‌های مجاور جدا می‌کند. در هر طرح آبی مانند سد، بند، آبرو، پل، شبکه‌های آب و فاضلاب و دفع آبهای سطحی و زهکشی اراضی، شناخت حوضه آبریز اولین گام در بررسی هیدرولوژیکی است تا بتوان کمیت‌هایی مثل مقدار بارش (با تداوم معین) و رواناب و سیل را در آن تجزیه و تحلیل نمود و یا از روابط و فرمول‌های هیدرولوژیکی برای برآوردها از آنها استفاده نمود.

این سطح عامل تعیین کننده‌ای در حجم آبدی سالیانه رودخانه، دبی سیل و تداوم جریان و به طور کل نحوه تغییرات دبی در زمان می‌باشد.

یک حوضه آبریز بزرگ خود شامل چندین زیر حوضه است که هر گام دارای مشخصات فیزیکی و مرفولوژیکی می‌باشند. شکل (۳-۱) یک حوضه آبریز را نشان می‌دهد.

برای مشخص کردن یک حوضه آبریز ابتدا از نقشه توپوگرافی با مقیاس مناسب (معمولاً بستگی به مرحله مطالعات یعنی فاز مطالعات دارد) استفاده می‌شود. نقشه‌های توپوگرافی دارای خطوط هم ارتفاع می‌باشند که هر اندازه نقطه کوهستانی و پر شیب باشد، این خطوط بهم نزدیک است در حالیکه در دشت‌ها فاصله منحنی‌های تراز از هم دورتر می‌شوند.

طرز تفکیک زیر حوضه و یا حوضه اصلی بدین صورت است که ابتدا نقطه خروجی مورد نظر به روی رودخانه (مثلاً در محل ایستگاه هیدرومتری و یا نقطه معینی) مشخص می‌گردد و سپس با توجه به خطوط میزان منحنی اطراف آن خط الراس‌ها و یا مرز آنها از یکدیگر تفکیک می‌شود.



شکل (۳-۱) یک حوضه آبریز

۳-۲- مشخصات حوضه آبریز

ویژگیهای حوضه‌های آبریز را ممکن است به گروه‌های مختلفی تقسیم نمود. شاید یکی از ساده‌ترین این تقسیم‌بندی را می‌توان به صورت زیر ارایه نمود. این مشخصات به ۵ گروه عمده تقسیم می‌شوند.

الف: ویژگی‌های مرفوتری حوضه

ب: ویژگی‌های اقلیمی حوضه

ج: ویژگی‌های ذاتی و فیزیکی حوضه

د: ویژگی‌های زمانی حوضه

ه: ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه

۳-۲-۱- مشخصات مرفوتری حوضه

مشخصات مرفوتری یا هندسی حوضه شامل سطح، محیط، طول حوضه، شکل، موقعیت، طول آبراهه‌ها، شیب حوضه، شیب آبراهه و شبکه آبراهه‌ای می‌باشد که به اختصار در مورد آنها توضیح داده می‌شود.

۳-۲-۱-۱- مساحت حوضه

مساحت حوضه یکی از مشخصه‌های مهم می‌باشد زیرا بزرگی حجم رواناب و شدت جریان یا دبی به آن بستگی دارد. مساحت تصویر افقی حوضه را سطح حوضه می‌گویند معمولاً با علامت نشان می‌دهند.

مساحت حوضه را با پلانی‌تر (مساحت سنج) روی نقشه توپوگرافی با مقیاس مشخصی تعیین می‌شود و بر حسب کیلومتر مربع، هکتار و یا مایل مربع بیان می‌شود.

حوضه‌های آبریز را بر اساس سطح به سه گروه کلی حوضه‌های کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم می‌کند.

- حوضه‌های کوچک: مساحت حوضه کمتر از ۱۰۰ کیلومتر مربع
- حوضه‌های متوسط: مساحت حوضه بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلومتر مربع
- حوضه‌های بزرگ: مساحت حوضه بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر مربع

۳-۲-۱-۲- محیط حوضه

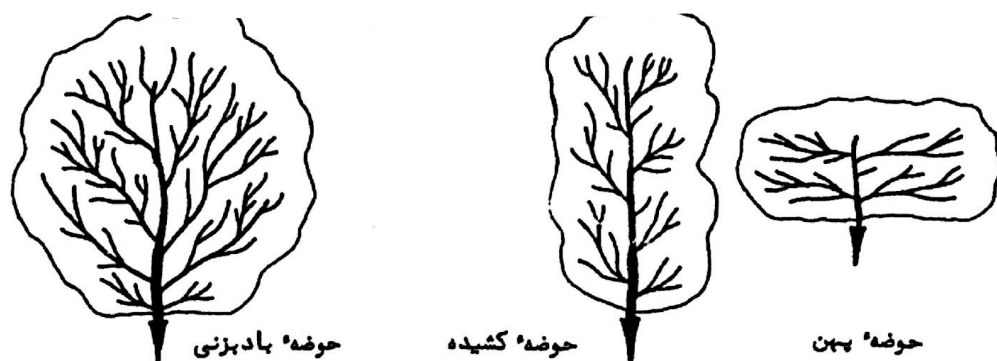
محیط حوضه در واقع طول خط تقسیم یا مرز حوضه است و آنرا از حوضه‌های مجاور جدا می‌کند. اندازه‌گیری محیط حوضه بوسیله منحنی سنج (Curve meter) تعیین و بر حسب کیلومتر و یا مایل و با حرف P بیان می‌شود.

۳-۲-۱-۴- طول حوضه

طول حوضه معمولاً به طول مسیر آبراهه اصلی از نقطه خروجی تا دورترین نقطه روی خط تقسیم آب گفته می‌شود. به آبراهه‌ای که بیشترین زمان پیمایش را در حوضه داشته باشد، آبراهه اصلی می‌گویند. اندازه‌گیری آن نیز توسط منحنی سنج صورت می‌گیرد و با حرف L بر حسب کیلومتر و یا مایل بیان می‌شود.

۳-۲-۱-۴- شکل حوضه

شکل حوضه آبریز از نظر ظاهری تأثیر زیادی روی رواناب سطحی و شکل هیدروگراف سیل دارد. حوضه‌ها از نظر شکل بسیار متنوع هستند ولی می‌توان آنها را به سه گروه عمده تقسیم نمود که شامل حوضه‌های کشیده، پهن و بادبزنی می‌باشند. افزون بر بیان توصیف شکل حوضه به نامهای ذکر شده در بالا معمولاً آنرا با استفاده از شاخص‌های کمی به صورت شکل (۳-۲) نشان می‌دهند.



شکل (۲-۳) انواع حوضه های آبریز از نظر شکل کلی

الف- ضریب شکل (Form Factor)

عبارت است از نسبت مساحت حوضه (A) به مجذور طول حوضه (L^2) که با علامت FF بیان می شود.

$$FF = \frac{A}{L^2} \quad (۱-۳)$$

اگر حوضه را مستطیل فرض کنید در این صورت:

$$FF = \frac{A}{L^2} = \frac{L \times B}{L^2} = \frac{B}{L} \quad (۲-۳)$$

این ضریب برای حوضه های مربع شکل معادل ۱ و برای حوضه های کشیده تا چندین برابر واحد است.

ب- ضریب فشردگی (Compactness)

ضریب فشردگی یا ضریب گراویلوس (Gravelius) عبارت از نسبت محیط حوضه (P) به محیط دایره فرضی که مساحت آن برابر با مساحت حوضه باشد (P') و به صورت زیر بیان می شود.

$$C = \frac{P}{P'} = \frac{0.28P}{\sqrt{A}} \quad (۳-۳)$$

این ضریب برای حوضه دایره کامل معادل یک و برای حوضه های کشیده تا ۲/۵ هم می رسد.

ج- نسبت دایره

نسبت دایره حوضه (R_c) عبارت از نسبت مساحت حوضه به مساحت دایره ای (A^0) که محیط آن مساوی محیط حوضه باشد:

$$R_c = \frac{A}{A^0} \quad (۴-۳)$$

در واقع این ضریب عکس ضریب گراویلوس می باشد.

د- نسبت کشیدگی (Elongation Ratio)

نسبت کشیدگی از رابطه زیر بدست می آید که در آن A مساحت و $\left[2\left(\frac{A}{\pi}\right)^{0.5}\right]$ قطر دایره معادل حوضه می باشد.

$$R_e = \frac{2}{L_m} \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0.5} \quad (۵-۳)$$

که در آن L_m طول حوضه در جهت موازی یا بزرگترین آبراهه حوضه است. بنابراین نسبت کشیدگی معادل نسبت قطر دایره فرضی هم مساحت حوضه به طول حوضه است.

ه- مستطیل معادل

اغلب شکل ظاهری حوضه به صورت یک مستطیل فرضی معادل بنام مستطیل معادل مقایسه می شود. این مستطیل دارای سطح، محیط و

ضریب گراویلوس مساوی حوضه اصلی است و از رابطه زیر محاسبه می شود. در روابط زیر C همان ضریب فشردگی یعنی $\frac{P}{P'}$ است.

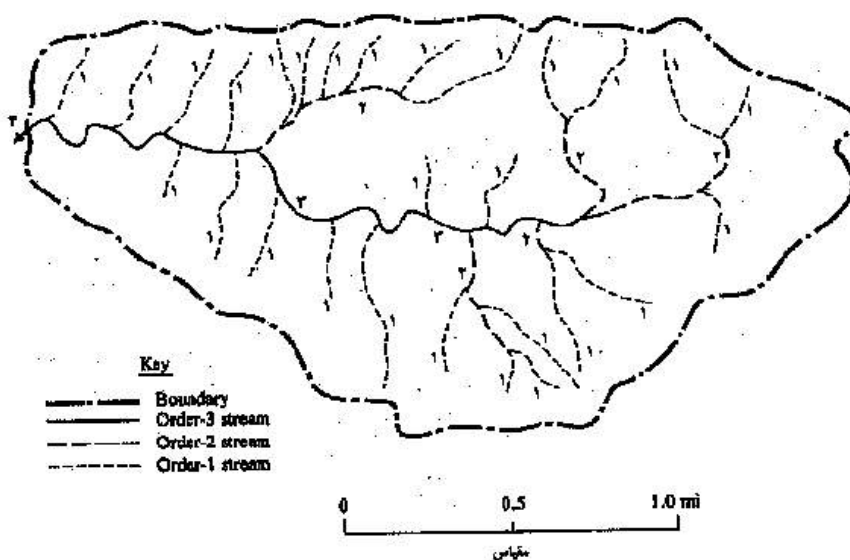
۳-۲-۱-۷- جهت حوضه

این معیار تأثیر زیادی روی پاسخ حوضه و بسیاری از فرآیندهای هیدرولوژیک مانند ذوب برف و تنوع پوشش گیاهی را مشخص می‌سازد. جهات شیب حوضه ممکن است روبه شمال و یا رو به جنوب و یا غرب و شرق باشد. ولی معمولاً از جهات چهارگانه اصلی و گاهی از شبکه جهات هشتگانه استفاده می‌شود. معمولاً شیب و جهت در حوضه به صورت گرافیکی بررسی می‌شود.

۳-۲-۱-۳- شبکه هیدروگرافی

مجموعه آبراهه‌ها و رودخانه‌های یک حوضه آبریز را شبکه هیدروگرافی یا شبکه آبراهه‌ای آن حوضه می‌گویند. آرایش این شبکه و چگونگی الگو و تراکم آن نقش بسزایی در نوع جریانهای رودخانه اصلی در پاسخ حوضه به بارش را دارد. طبقه‌بندی رودخانه‌ها را با توجه به دست حوضه و درجه انشعاب آنها انجام می‌دهند. رده رودخانه را با روش استرالر تعیین می‌کنند. بدین صورت که سرشاخه هر آبراهه را که از ارتفاعات شروع می‌شود.

آبراهه رده ۱ می‌گویند این گونه آبراهه‌ها که هیچگونه آبراهه‌ای وارد نمی‌شود Ordered Basin می‌گویند. از اتصال دو آبراهه یا هر چند آبراهه رده ۱، یک آبراهه رده ۲ بوجود می‌آید و مطابق شکل (۳-۷) سایر رده‌ها تعیین می‌شود.



شکل (۳-۷) رده بندی رودخانه با روش استرالر

هر اندازه رده یک رودخانه بزرگتر باشد نشان دهنده تعداد انشعاب بیشتر است و بنابراین سیلاب با سرعت بیشتری به انتهای حوضه می‌رسد و سریعتر تخلیه می‌شود. مجموعه رده‌های مختلف رودخانه‌ها را در یک حوضه آبریز، شبکه آبراهه‌ای و یا شبکه هیدروگرافی می‌گویند که دارای مشخصات زیر می‌باشد.

الف- درجه انشعاب:

با توجه به رده رودخانه اصلی در یک حوضه آبریز می‌توان درجه انشعاب رودخانه^{۲۶} آنرا محاسبه کرد. ضریب انشعاب عبارت از تعداد رودخانه‌های یک رده مشخص بر تعداد رودخانه‌های رده بالاتر از آن و به صورت زیر بیان می‌شود:

²⁶ Bifurcation Ratio

$$B_{ri} = \frac{N_{i-1}}{N_i} \quad (15-3)$$

هورتن این نسبت را به صورت زیر تعریف کرده است.

$$B_r = \frac{\sum [B_r (N_i + N_{i-1})]}{\sum N_i} \quad (16-3)$$

مثال: اگر در یک حوضه آبریز تعداد آبراهه‌های با درجات مختلف آن به صورت جدول (۹-۳) باشد درجه یا ضریب انشعاب رودخانه اصلی را حساب کنید.

جدول (۹-۳) ضریب انشعاب رودخانه اصلی

شماره رده	۱	۲	۳	۴	جمع
تعداد	۱۵	۵	۲	۱	۲۳
ضریب انشعاب	-	۳	۲.۵	۲	-
$N_i + N_{i-1}$	-	۲۰	۷	۳	-
$B_r(N_i + N_{i-1})$	-	۶۰	۱۷.۵	۶	۸۳.۵
					$3.63 = 4$

محاسبه درجه انشعاب هر یک از رده‌ها (B_{ri}) مطابق سطر سوم جدول بالا و سپس محاسبه درجه انشعاب کل حوضه (B_r) به صورت زیر:

$$B_{r1} = \frac{15}{5} = 3 \rightarrow \dots B_{r2} = \frac{5}{2} = 2.5 \rightarrow \dots B_{r3} = \frac{2}{1} = 2$$

$$B_r = \frac{3 \times 20 + 2.5 \times 7 + 2 \times 3}{23} = \frac{83.5}{23} \Rightarrow \dots B_r = 3.63 \approx 4$$

ب: تراکم آبراهه‌ای

علاوه بر نسبت انشعاب، تراکم شبکه آبراهه‌ای^{۲۷} یک از معیارها برای درجه توسعه رودخانه در یک حوضه آبریز می‌باشد که عبارت از:

$$D_d = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{A} \quad (17-3)$$

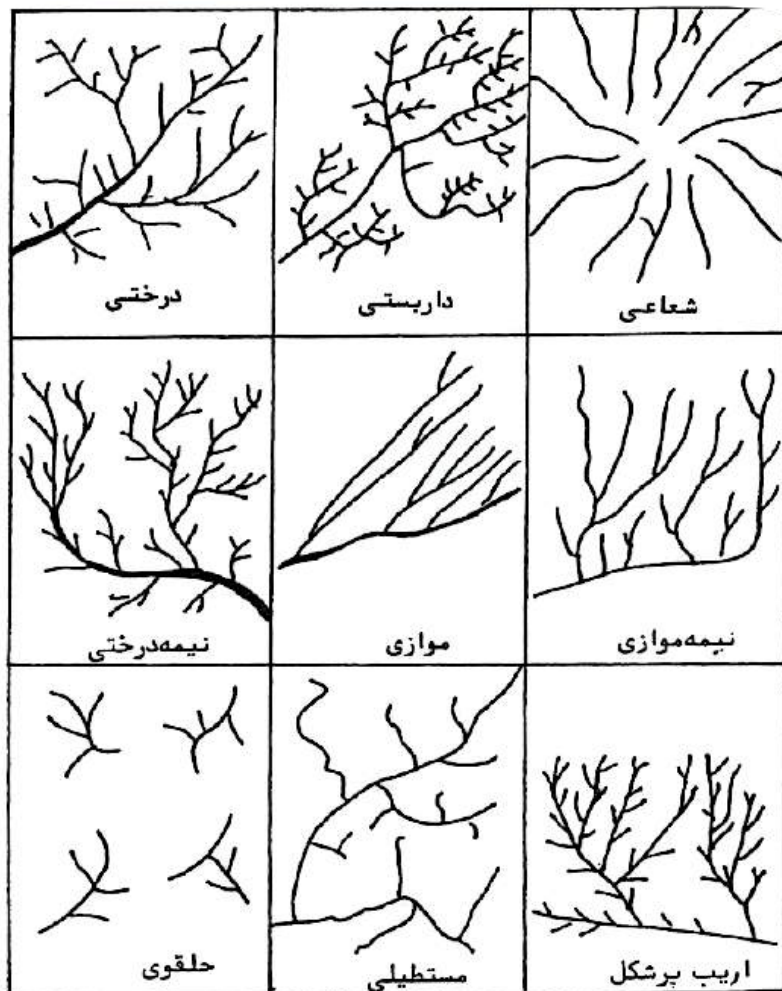
که در آن $\sum L_i$ مجموع طول رودخانه‌ها بر حسب کیلومتر و A مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع است. برای اینکار از روی نقشه حوضه طول آبراهه توسط منحنی سنج و یا نخ طول آبراهه‌ها مشخص می‌شود. این ضریب به شدت تابع مقدار و شدت بارندگی، شیب حوضه، جنس خاک حوضه، میزان فرسایش و رسوبگذاری می‌باشد.

ج- الگوی شبکه آبراهه‌ای

رودخانه اصلی و انشعابات آن تشکیل یک الگوی آبراهه‌ای را برای سرشاخه‌ها و رودخانه‌ها را می‌دهد. این الگوها شامل ۶ گروه اصلی می‌باشند که عبارتند از:

- ۱- الگوی درختی، ۲- مستطیلی، ۳- شبکه‌ای، ۴- شعاعی، ۵- مرکزی، ۶- حلقوی، ۷- دایره‌ای، ۳- راست گوشه‌ای را می‌توان نام برد. شکل (۸-۳) الگوهای شبکه آبراهه‌ای را نشان می‌دهد.

²⁷ Drainage Density



شکل (۸-۳) الگوهای شبکه آبراهه‌ای را نشان می‌دهد.

د- شیپ رودخانه

نیمرخ طولی (پروفیل طولی) رودخانه اصلی در یک حوضه آبریز اطلاعات خوبی را در مورد سرعت حرکت آب، زمان تمرکز، قدرت جریان و وضعیت فرسایشی رودخانه را به دست می‌دهد. برای اندازه‌گیری شیپ رودخانه یا آبراهه اصلی در یک حوضه آبریز، روش‌های مختلفی وجود دارد.

۳-۲-۴- ویژگیهای ذاتی و فیزیکی حوضه

هر حوضه آبریزی با توجه به مشخصات زمین شناسی به خاکشناسی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژیکی نوع کاربری اراضی و بهره‌برداری از آن دارای ویژگی‌هایی است که در ترکیب با مشخصات مرفومتري و زمانی نسبت به رویدادهای اقلیمی پاسخ حوضه را به صورت سیستمی تعیین می‌کند و مشخصات هیدرولوژیکی سطحی (رواناب و دبی جریان)، زیرزمینی (تغذیه و تخلیه و بیلان آب)، فرسایش و رسوبدهی، و کمیت

²⁸ Isochronal Map

آب را مشخص می‌سازد. به طور کلی این ویژگی‌ها طی مطالعات مختلف و توسط متخصصین مربوطه صورت می‌گیرد و افزون بر گزارش هواشناسی و اقلیم و فیزیوگرافی در قالب گزارشهای زیر تدوین می‌شود.

- ۱- زمین شناسی و ژئومورفولوژی
- ۲- خاکشناسی و قابلیت اراضی
- ۳- کاربری اراضی (شامل کشاورزی، دامپروری، جنگل و مرتع، اراضی مسکونی و معادن و...)
- ۴- فرسایش و رسوب
- ۵- اجتماعی و اقتصادی (مردم ساکن در حوضه)
- ۶- هیدرولیک و رسوب در رودخانه (مهندسی رودخانه)

تشریح مولرد فوق در جایگاه خود و در دروس مختلف برای رشته‌های مرتبط ارایه می‌شود و نیازی به توضیح آنها در اینجا نمی‌باشد و تنها به موضوعاتی مثل تبخیر و تعرق، نفوذپذیری و آبهای زیرزمینی و در مورد برخی از روش‌های برآورد رواناب و جریان رودخانه (مثل روش SCS و مدل‌های هیدرولوژیکی) توضیحاتی در مورد ویژگی‌های ذاتی و فیزیکی ارایه شده است.

۳-۲-۵- ویژگی‌های هیدرولوژیکی حوضه آبریز

بررسی ویژگی‌هایی که در بالا به آن اشاره شد در واقع برای درک درستی از خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه است زیرا پاسخ حوضه و در واقع خروجی آن بستگی کامل به این ویژگی‌ها دارد. به طور خلاصه ویژگی‌های هیدرولوژیکی را می‌توان در وضعیت تولید رواناب و رسوب، جریان رودخانه و سیلاب، آبهای زیرزمینی و کمیت آب و به طور کلی بیلان مؤلفه‌های مختلف چرخه طبیعی آب در سطح حوضه بکار گرفت. هر یک از این ویژگی‌ها در فصول مربوط به خود ارایه شده است.

²⁹ Precipitation