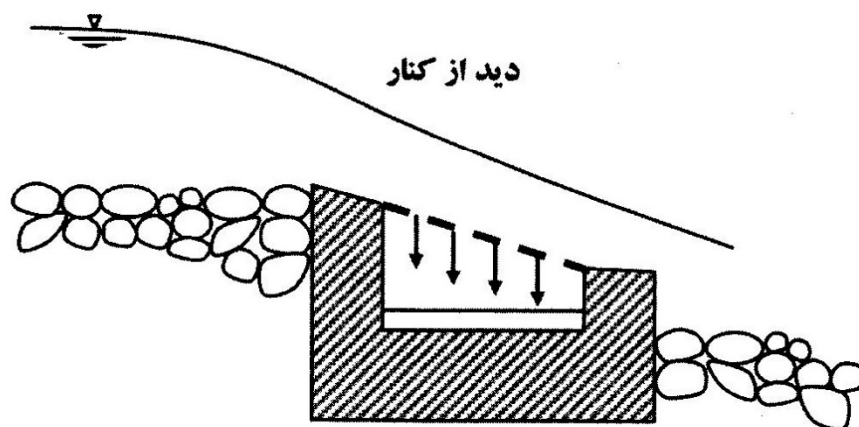
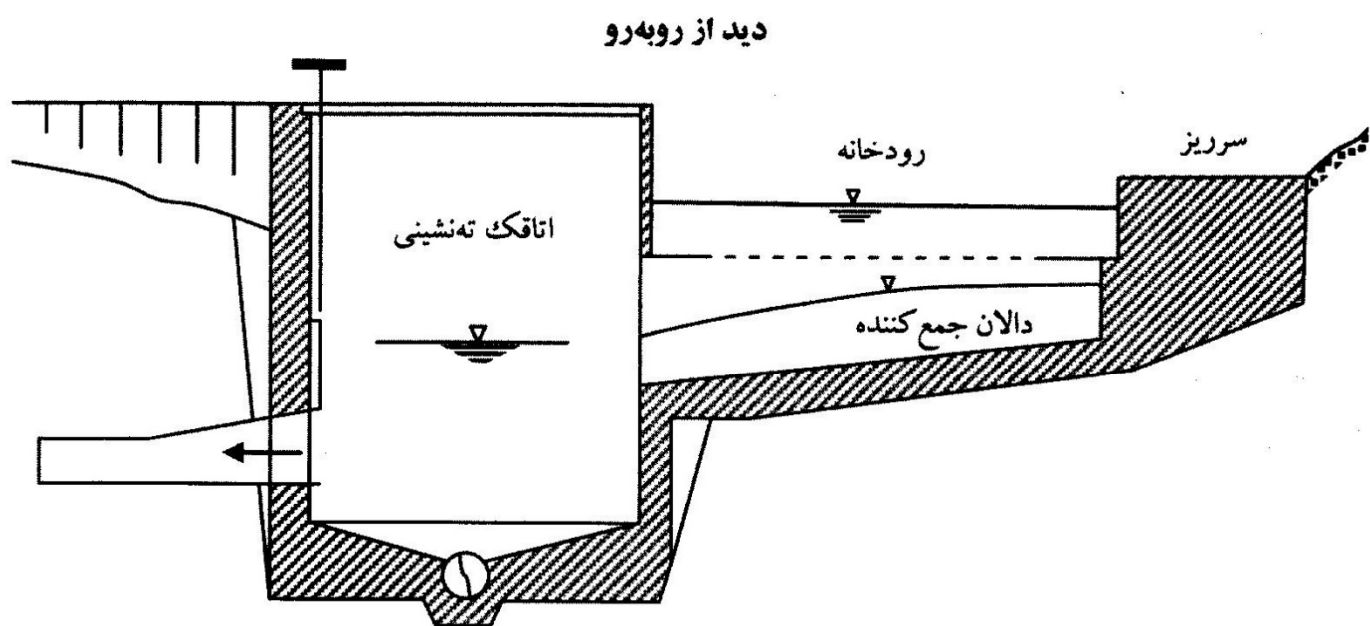
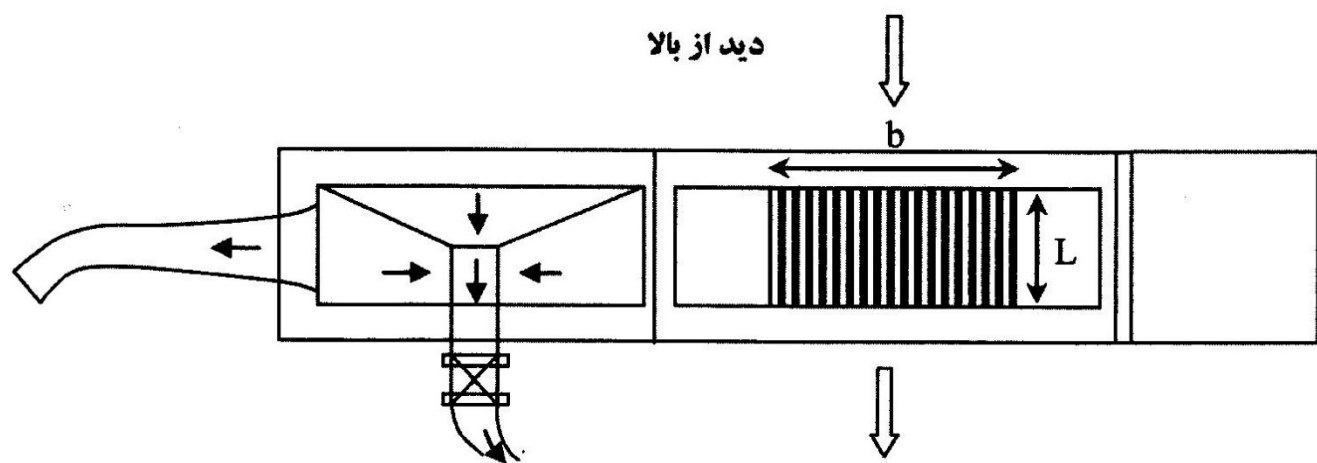


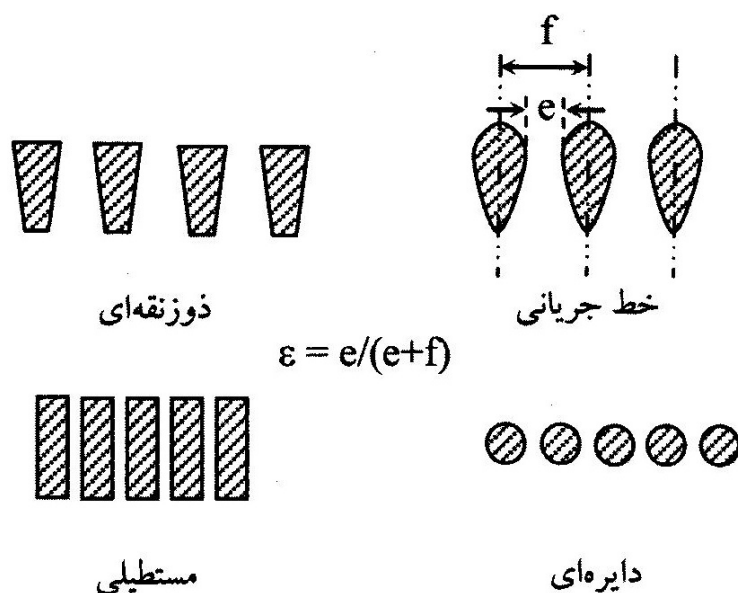


شکل ۳-۴۴ طرح کلی از یک آبگیر کف

اولین عامل مهم در طراحی کف مشبک، شکل مقطع عرضی میله‌ها است. شکل‌های متفاوتی از میله‌های شبکه می‌توانند، نیازهای ذکر شده را برآورده نمایند. مطابق شکل (۳-۴۵)، مقطع عرضی این میله‌ها می‌تواند خط جریانی، دوزنقه‌ای، دایره‌ای و یا مستطیلی شکل باشد. میله‌هایی با شکل خط جریانی، مناسب‌ترین مقطع به‌عنوان میله‌های کف مشبک هستند. چراکه کم‌ترین مقاومت هیدرولیکی را ایجاد می‌کنند. میله‌های دوزنقه‌ای شکل، ساده‌تر بوده و از مسدود شدن یا گرفتگی شبکه جلوگیری می‌کنند. میله‌های دایره‌ای شکل مشخصه‌های هیدرولیکی خوبی دارند. اما در برابر ضربات وارد شده مقاومت کم‌تری از خود نشان می‌دهند. میله‌های مستطیل شکل ارزان‌ترین نوع هستند. با این وجود کارایی هیدرولیکی آنها کم‌تر بوده و خطر مسدود شدن آنها بیش‌تر است.

به‌منظور تسهیل عبور بار بستر از روی کف مشبک، توصیه شده است که به کف مشبک یک شیب طولی داده شود. مقدار این شیب حداقل ۲۰٪ است. در صورتی که بار بستر خیلی زیاد باشد، شیب کف مشبک می‌تواند بیش‌تر و حدود ۴۰٪ در نظر گرفته شود. البته باید در نظر داشت که شیب طولی اعمال شده سبب کاهش بازده هیدرولیکی سازه می‌شود.

دومین عامل مهم در طراحی کف مشبک، فاصله بین میله‌های شبکه است. بر اساس تجربه‌های موجود استفاده از فاصله (e) برابر با ۵۰ میلی‌متر و یا بزرگ‌تر از آن توصیه شده است. صرف‌نظر از نوع و شکل میله‌ها، ایجاد گرفتگی جزئی توسط اجسام جامد (آشغال‌های گیاهان) غیرقابل اجتناب است. لازم است در طراحی کف مشبک این گرفتگی، معادل ۲۵ الی ۷۵ درصد سطح مفید آبگیر کف، در نظر گرفته شود.



شکل ۳-۴۵ انواع مقاطع میله در آبگیرهای کف

همان‌طور که اشاره شد، ساحل خارجی رودخانه‌ها به دلیل کاهش رسوب ورودی و افزایش بازده آبگیری، محل مناسبی برای احداث آبگیر است. اما این محل‌ها مستعد فرسایش نیز هستند، لذا هنگامی که آبگیری از قوس خارجی رودخانه صورت می‌گیرد، مسأله فرسایش دیواره‌ها و بستر رودخانه در اطراف آبگیر تشدید می‌شود و می‌تواند موجب پایین افتادن تراز آب و کاهش کارایی آبگیر شود.

فرسایش بستر و سواحل رودخانه در بالادست و پایین‌دست آبگیرها مشکلات متعددی را به همراه دارد که از این میان، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- فرسایش دیواره‌های رودخانه در اطراف آبگیر می‌تواند با گذشت زمان موجب به خطر افتادن سازه آبگیر و تخریب آن شود. لذا دیواره‌های رودخانه در بالادست و پایین‌دست آبگیر باید با پوشش‌های حفاظتی یا روش‌های مناسب دیگر حفاظت شوند.

۲- فرسایش دیواره‌های رودخانه در بالادست آبگیر ممکن است موجب تغییر مسیر رودخانه و دور زدن سازه آبگیر و در نتیجه از دست رفتن کاربری سازه آبگیر شود.

۳- فرسایش بستر رودخانه در جلوی آبگیر بدون بند انحرافی، موجب پایین افتادن تراز سطح آب شده و در نتیجه ممکن است کاربری آبگیر با مشکل مواجه شود. هم‌چنین فرسایش بستر رودخانه در جلوی آبگیر می‌تواند موجب تخریب بیشتر سازه آبگیر شود.

با توجه به موارد یادشده تثبیت بستر رودخانه در محدوده آبگیر ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های حفاظت دیواره‌ها در مقابل فرسایش عبارتند از:

۱- روش‌های مستقیم که شامل محافظت دیواره‌ها به وسیله سنگ‌ریزی، پوشش‌های بتنی، کیسه‌های محتوی خاک، دیواره‌های بتنی یا ساخته شده از مصالح بنایی، سازه‌های توری سنگی (گابیونی) و حفاظت به وسیله گیاهان اشاره نمود.

۲- روش‌های غیرمستقیم که شامل استفاده از آب‌شکن‌ها و صفحات مستغرق به منظور دور کردن جریان از کناره‌ها و کاهش قدرت جریان در مجاورت سواحل است. برای اطلاعات بیشتر از طراحی آب‌شکن‌ها می‌توان به نشریه شماره ۵۱۶ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی مراجعه نمود.

روش‌های تثبیت بستر رودخانه‌ها نیز شامل دو دسته کلی است، که هریک می‌توانند در بالادست، پایین دست و یا در جلوی آبگیر به کار برده شوند. روش اول شامل بهره‌گیری از پوشش‌های محافظتی، نظیر پوشش‌های سنگ‌ریز، بتنی و توری سنگی، برای تثبیت و اصلاح بستر رودخانه است. روش دوم نیز شامل استفاده از تثبیت‌کننده‌های بستر مانند صفحات مستغرق، آستانه و شیب‌شکن است.

صفحات مستغرق دیواره‌های کوچکی هستند که برای اصلاح الگوی جریان نزدیک بستر و انتقال رسوب در طول مقطع عرضی کانال طراحی می‌شوند. این صفحات با زاویه ۱۵ تا ۲۵ درجه نسبت به جهت جریان و با ارتفاع حدودی ۰/۲ تا ۰/۴ عمق جریان نصب می‌شوند. عمل کرد آنها وابسته به تولید جریان ثانویه در اطراف صفحات است که بزرگی و جهت تنش‌های برشی بستر را تغییر می‌دهد و موجب تغییر در توزیع سرعت جریان، عمق جریان و انتقال رسوب در ناحیه متأثر از صفحات می‌شود.

آستانه در عرض رودخانه معمولاً به صورت یک برآمدگی در بستر رودخانه است. این سازه ممکن است از مصالح سنگی، شمع کوبی یا سپری، بتنی یا توری سنگی ساخته شود، که همانند صفحات مستغرق سبب کنترل تنش‌ها در بستر رودخانه می‌شود.

شیب‌شکن‌ها سازه‌هایی هستند که به منظور تثبیت تراز بستر در مجاری شیب‌دار و همچنین کنترل پایین افتادگی بستر استفاده می‌شوند. چنانچه در محدوده آبگیرها امکان پایین رفتن تراز بستر وجود داشته باشد، یا بستر دست‌خوش تخریب زیادی شده باشد، به منظور تثبیت آن می‌توان از شیب‌شکن‌ها استفاده کرد. این سازه‌ها به عنوان مستهلک‌کننده انرژی نیز ساخته می‌شوند و در بالادست خود از آب‌شستگی بستر جلوگیری می‌کنند. شیب‌شکن‌ها معمولاً عرض مجرا را می‌پوشانند و از بتن، سنگ‌چین، توری سنگ، شمع‌های چوبی و سپرهای فلزی ساخته می‌شوند. سنگ‌چین و شمع‌های چوبی برای شیب‌شکن‌های کوچک و کانال‌های با عرض کم‌تر از ۳۰ متر و سپرهای فلزی، توری سنگ‌ها و سازه‌های بتنی معمولاً برای شیب‌شکن‌های بزرگ با عرض جریان متغیر تا حداکثر ۱۰۰ متر به کار می‌روند. در بعضی موارد از چند شیب‌شکن متوالی با ارتفاع کم نیز جهت تثبیت تراز بستر استفاده می‌شود.

۳-۴- آبگیری از مخازن سدها

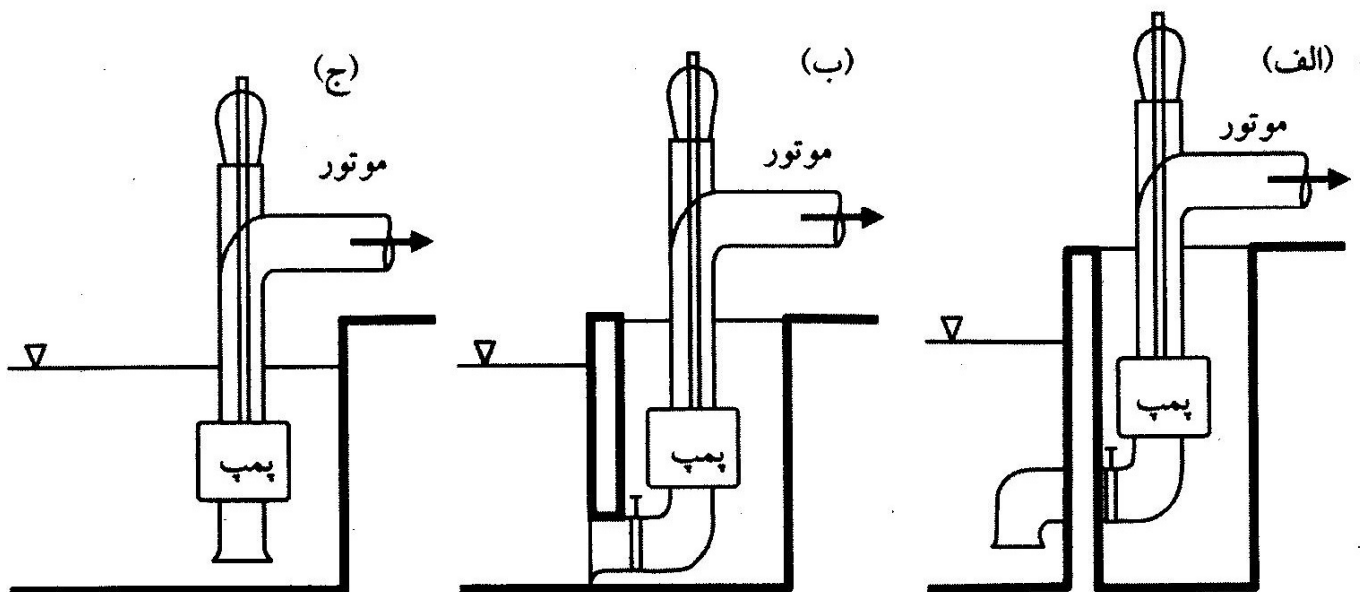
آبگیری از مخازن سدها یکی از رایج‌ترین روش‌های آبگیری است که به وسیله پمپاژ و یا به صورت سطحی یا تحتانی انجام می‌شود. در ادامه به بررسی روش‌های مختلف برداشت آب از مخازن سدها پرداخته می‌شود.

۳-۴-۱- آبگیری از مخازن به صورت پمپاژ

آبگیری از مخازن به صورت پمپاژ را می‌توان با استفاده از شکل (۳-۴۶) انجام داد. در شکل (۳-۴۶-الف)، پمپ در داخل چاهک خشک قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از ایجاد گرداب و ورود هوا به داخل لوله مکش پمپ، به خصوص در شرایطی که عمق آب روی دهانه ورودی لوله مکش کم است، سر دهانه ورودی رو به پایین قرار داده می‌شود. فاصله لبه دهانه ورودی لوله مکش تا بستر حداقل $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{5}$ متر در نظر گرفته می‌شود.

در شکل (۳-۴۶-ب) پمپ پایین‌تر از سطح آب و در داخل چاهک خشک قرار می‌گیرد. این نوع پمپاژ برای شرایطی که عمق آب روی دهانه ورودی لوله مکش پمپ زیاد باشد، کاربرد دارد.

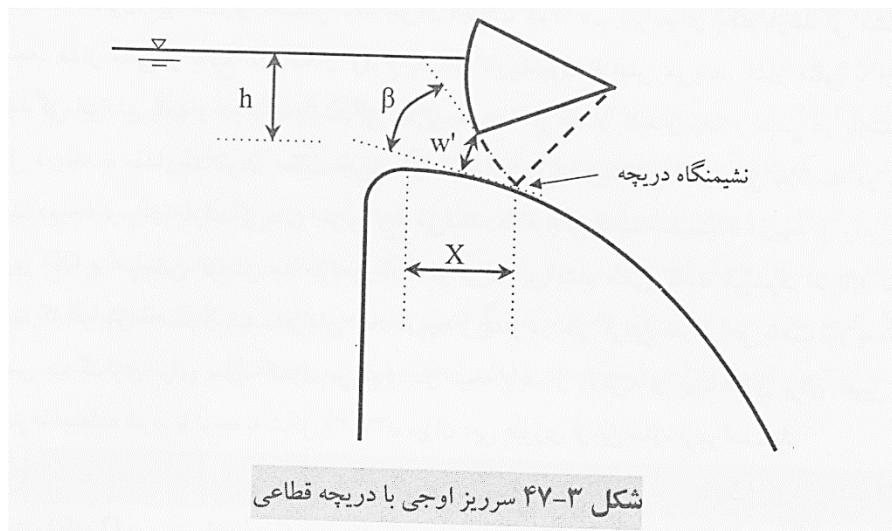
در شکل (۳-۴۶-ج) پمپ در زیر آب و در داخل چاهک احداث شده در نزدیک ساحل، قرار می‌گیرد. در اینجا نیز حداقل فاصله لبه دهانه ورودی لوله مکش تا کف چاهک رعایت می‌شود. این نوع پمپاژ معمولاً کم‌هزینه بوده و به صورت وسیع به کار گرفته می‌شود. عیب این نوع پمپاژ مسائل نگهداری و حفاظت آن است. اصول طراحی ایستگاه‌های پمپاژ و انتخاب نوع پمپ در فصل نهم ارائه شده است.

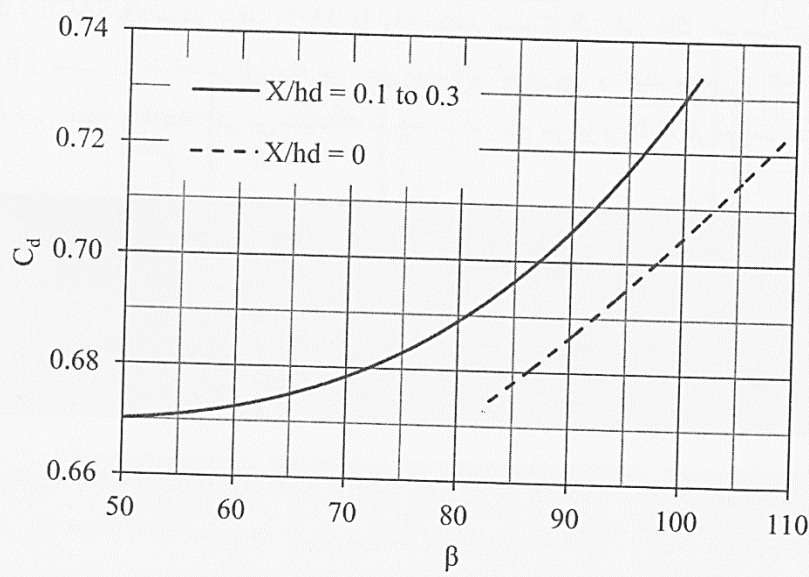


شکل ۳-۴۶ انواع آبگیری به صورت پمپاژ؛ الف و ب- به صورت خشک و ج- به صورت تر

آبگیری سطحی از مخازن سدها معمولاً با استفاده از دریچه‌ها صورت می‌گیرد. در متداول‌ترین روش از یک دریچه بر روی تاج یک سرریز اوجی، مطابق شکل (۳-۴۷) استفاده می‌شود (جزئیات طراحی این نوع از سرریزها در فصل هفتم ارائه می‌شود). موقعیت نشیمنگاه دریچه در پروفیل سرریز، بر ضریب دبی جریان مؤثر است. مشخصات دریچه‌ها بایستی به گونه‌ای انتخاب شود که از وقوع ارتعاشات، تشکیل گردابه در مخزن بالادست و اغتشاش تیغه جریان اجتناب شود. همچنین برای یک بازشدگی مشخص دریچه، فشار منفی و به تبع آن امکان وقوع پدیده کاویتاسیون افزایش می‌یابد. فشار منفی با ازدیاد بازشدگی افزایش یافته و در یک بازشدگی جزئی به حداکثر مقدار خود رسیده و سپس در بازشدگی کامل دریچه به مقدار متناظر در حالت جریان آزاد کاهش می‌یابد. بیشترین فشار منفی بلافاصله در پایین دست دریچه و برای بازشدگی‌های جزئی رخ می‌دهد. با افزایش فاصله نشیمنگاه دریچه از رأس تاج سرریز (X) و همچنین افزایش هد طراحی (h_d) از میزان این فشار منفی کاسته می‌شود. اما باید توجه داشت که افزایش فاصله X سبب افزایش ابعاد دریچه و بیشتر در نظر گرفتن هد طراحی باعث نیاز به مقطع عرضی بزرگ‌تری برای سازه کنترل می‌شود. در نتیجه باید از روش‌های بهینه‌سازی برای تعیین این پارامترها استفاده شود. با توجه به شکل (۳-۴۷)، میزان دبی عبوری از این سازه برابر است با:

$$Q = C_d w' b \sqrt{2gh}$$





شکل ۴۸-۳ ضریب دبی در سرریزهای اوجی با دریچه قطاعی (USACE)

مثال (۱۳-۳): در یک سد بتنی قوسی از چندین دریچه قطاعی به منظور کنترل جریان عبوری از تاج سرریز اوجی با هد طراحی ۱۱/۳ متر استفاده شده است. عرض هر دریچه ۱۲/۸ متر و نشیمنگاه دریچه به فاصله ۱/۴ متر از رأس تاج سرریز واقع شده است. دبی عبوری از هر دریچه را برای هد $h = ۳$ متر، بازشدگی $w' = ۱/۲$ متر و زاویه β برابر با ۶۷° درجه تعیین کنید.

حل) با توجه به شکل (۴۸-۳) و مقادیر $X/h_d = 1.4/11.3 = 0.12$ و $\beta = 67^\circ$ ضریب دبی در این شرایط برابر با ۰/۶۷۶ است و در نتیجه دبی به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$Q = C_d w' b \sqrt{2gh} = 0.676 \times 1.2 \times 12.8 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 3} = 79.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

در مواردی که عمق آب در مخزن سد زیاد است، برای مصارف آب در پایین دست و همچنین برای تخلیه سد در مواقع اضطراری و در برخی موارد برای تخلیه رسوبات انباشته شده در مخزن سد، از آبگیرهای تحتانی استفاده می‌شود. آب با کمک تونل یا لوله به پایاب سد فرستاده می‌شود. در شکل (۳-۴۹) آبگیرهای تحتانی و نیروگاهی یک سد نشان داده شده است. دهانه ورودی به آبگیر به نحوی ساخته می‌شود که افت در ناحیه ورودی آن به حداقل برسد. در آبگیرها معمولاً از دو دریچه یکی دریچه اصلی در پایین دست و دیگری دریچه اضطراری در بالادست استفاده می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد هرگونه خلاء در ناحیه ورودی به آبگیر از لوله هواده^۱ استفاده می‌شود. وجود آشغال گیر در دهانه ورودی الزامی است. برای این که به ازای رقوم پایین، جریان آب پر و بدون گرداب باشد، برای دهانه ورودی کلاهمک^۲ منظور می‌شود.

در سدهای وزنی آبگیر معمولاً در بدنه سد قرار می‌گیرد. در سدهای پایه دار (پشت بنددار) آبگیر بین پایه‌ها قرار داده می‌شود. در سدهای خاکی آبگیر در بدنه سد قرار داده نمی‌شود. چرا که اگر آب از آبگیر به بیرون نشت یابد، امکان پوسیده شدن لوله آبگیر زیاد است و نشت آب در بدنه سد خاکی باعث آب شستگی و در نهایت ویرانی سد می‌گردد. در سدهای خاکی بلند، لوله آبگیر به هیچ عنوان در بدنه سد قرار نمی‌گیرد. ولی در سدهای خاکی کوتاه و به خصوص در آن دسته از سدهای خاکی که در اثر خراب شدن آنها، جان انسان‌ها تهدید نمی‌شود، احداث لوله آبگیر در بیرون بدنه سد مقرون به صرفه نیست. برای احداث لوله آبگیر در سدهای خاکی کوتاه دستورالعمل‌های زیر به کار گرفته می‌شود:

۱- لوله آبگیر بهتر است روی صخره یا زمین سفت قرار بگیرد.

۲- برای این که لوله آبگیر در اثر جابه‌جا شدن یا نشست پی نشکند، به صورت یک پارچه ساخته نمی‌شود. برای اتصال لوله‌ها از درز^۳ همراه با آب بند^۴ استفاده می‌شود (شکل ۳-۵۰). فاصله بین درزها معمولاً بین ۳/۵ تا ۴/۵ متر است. درزهای بین لوله‌ها را با گوه، خار فلزی و یا مفصل‌های انبساطی آب بندی می‌کنند.

۳- برای جلوگیری از آب شستگی خاک کنار لوله آبگیر، مطابق شکل (۳-۵۰)، برای لوله آبگیر طوقه^۵ در نظر گرفته می‌شود. ارتفاع طوقه‌ها بین ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر و عرض آنها حدود ۴۵ سانتی‌متر است. تعداد طوقه‌ها را به نحوی تعیین می‌کنند که طول مسیر زه در کنار لوله آبگیر حدود ۲۰ الی ۳۰ درصد افزایش یابد.

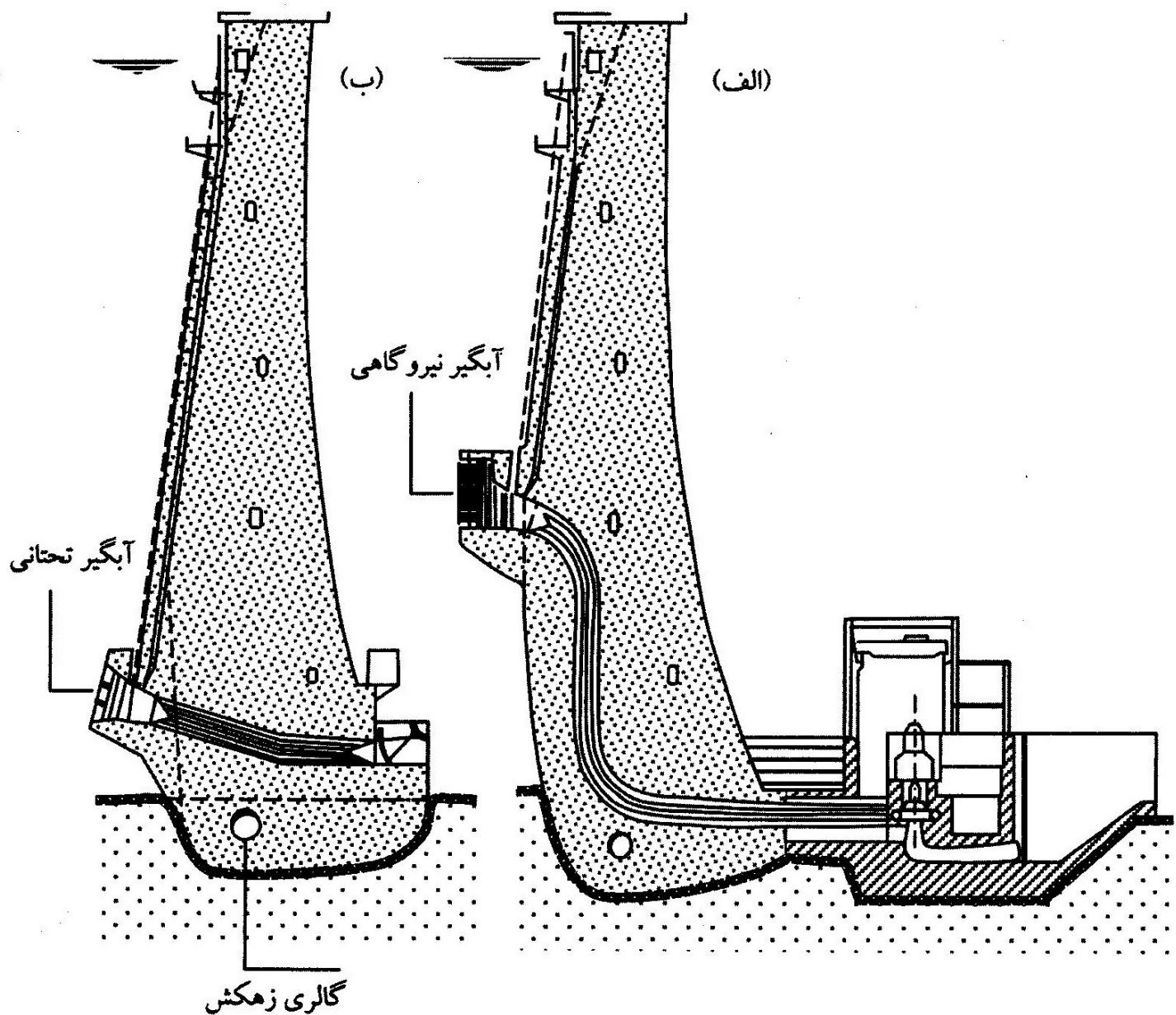
^۱ Air Vent

^۲ Hood

^۳ Joint

^۴ Water Stop

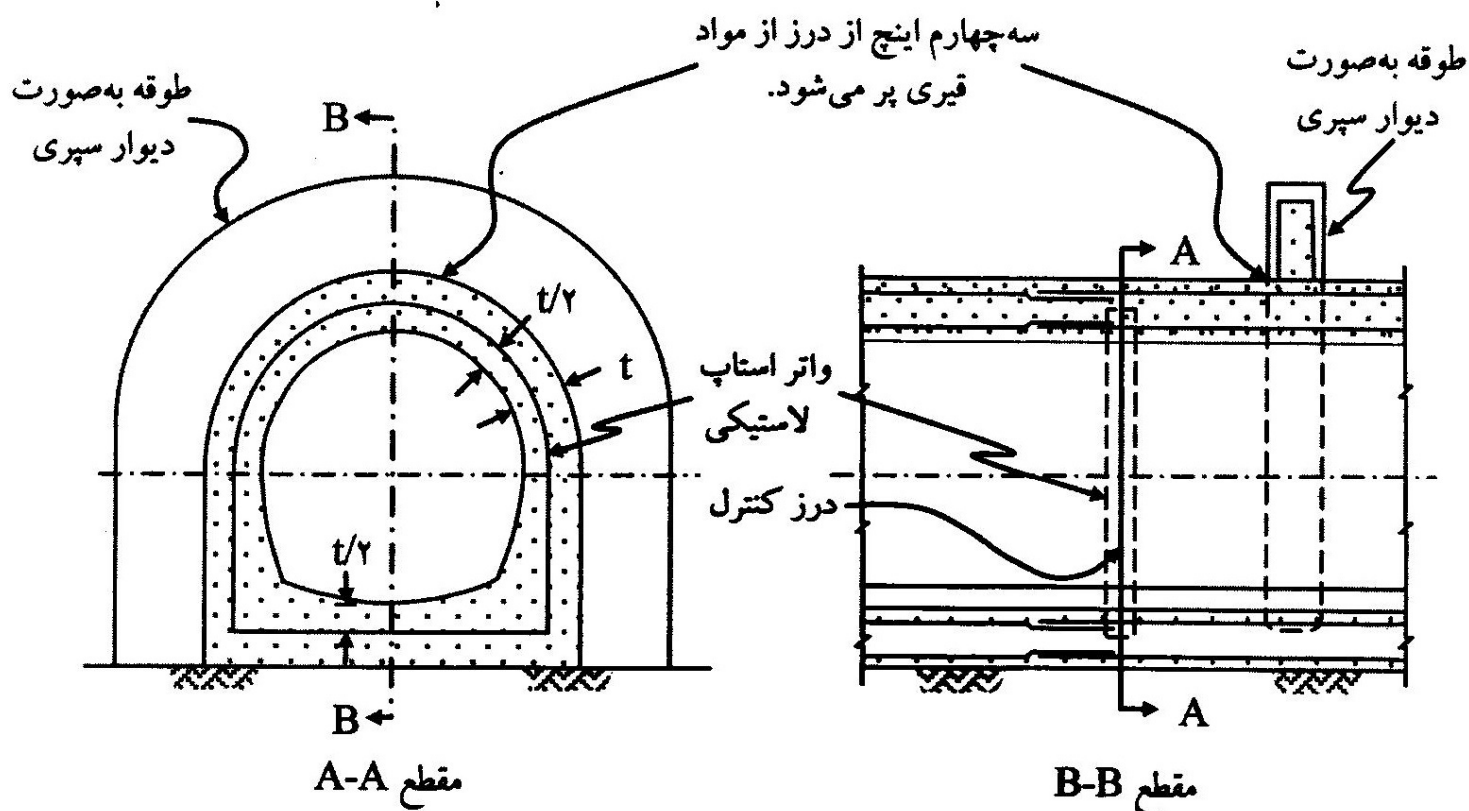
^۵ Collar



شکل ۳-۴۹ آبگیرهای سد؛ الف-آبگیر نیروگاهی ب-آبگیر تخلیه کننده تحتانی

- ۴- برای خروج آب های نشت یافته، زهکش^۱ در اطراف لوله آبگیر در نظر گرفته می شود.
- ۵- نوع لوله آبگیر در سدهای خاکی کوتاه معمولاً چدنی، فولادی یا بتنی و در سدهای بلند، فولادی است. نوع لوله آبگیر باید طوری در نظر گرفته شود که تحمل بار خارجی و داخلی را داشته باشد. در صورت لزوم لوله آبگیر ممکن است در داخل غلاف بتنی قرار داده شود.

^۱ Drain



طوقه برای پی سنگی نشان داده شده است. برای پی خاکی طوقه در تمام محیط مجرا قرار داده می شود.

اتصال مقاطع مجرا در فاصله کمتر از ده روز از یکدیگر صورت نگیرد.

شکل ۳-۵۰ نقشه تیپ درز و طوقه آبگیر

۶- در سدهای با اهمیت بلند، لوله آبگیر باید به نحوی احداث شود که امکان نظارت و تعمیر وجود داشته باشد. با توجه به این موضوع گالری نظارت (شکل ۳-۵۱) برای آبگیر در نظر گرفته می شود.

۷- سطح لوله و طوقه ها را قیراندود می کنند، تا چسبندگی لازم با خاک تأمین شود.

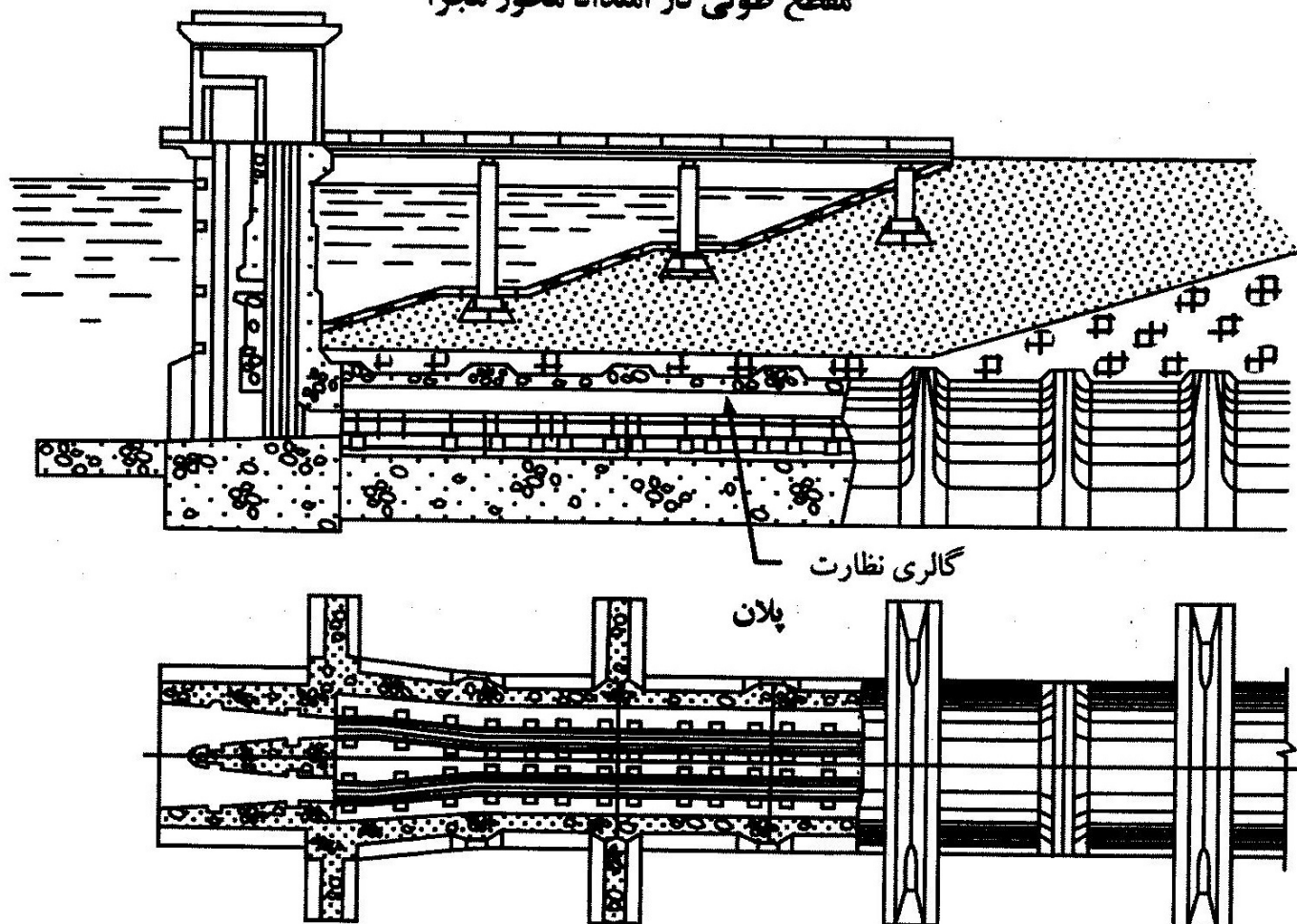
۸- در سدهای خاکی بلند دریچه اصلی آبگیر معمولاً در وسط و در نزدیکی های محور عمودی سد قرار می گیرد (شکل ۳-۵۲). با این عمل طول نسبتاً زیادی از لوله آبگیر تحت فشار زیادی قرار نمی گیرد و امکان تعمیرات نیز وجود دارد. هم چنین دریچه اضطراری همراه با آشغال گیر در ابتدای لوله آبگیر در نظر گرفته می شود.

۹- دهانه ورودی لوله آبگیر ممکن است، مانند شکل (شکل ۳-۵۳) به صورت دودکشی^۱ و یا به صورت یک جعبه آشغال گیر^۲ (شکل ۳-۵۴) ساخته شود.

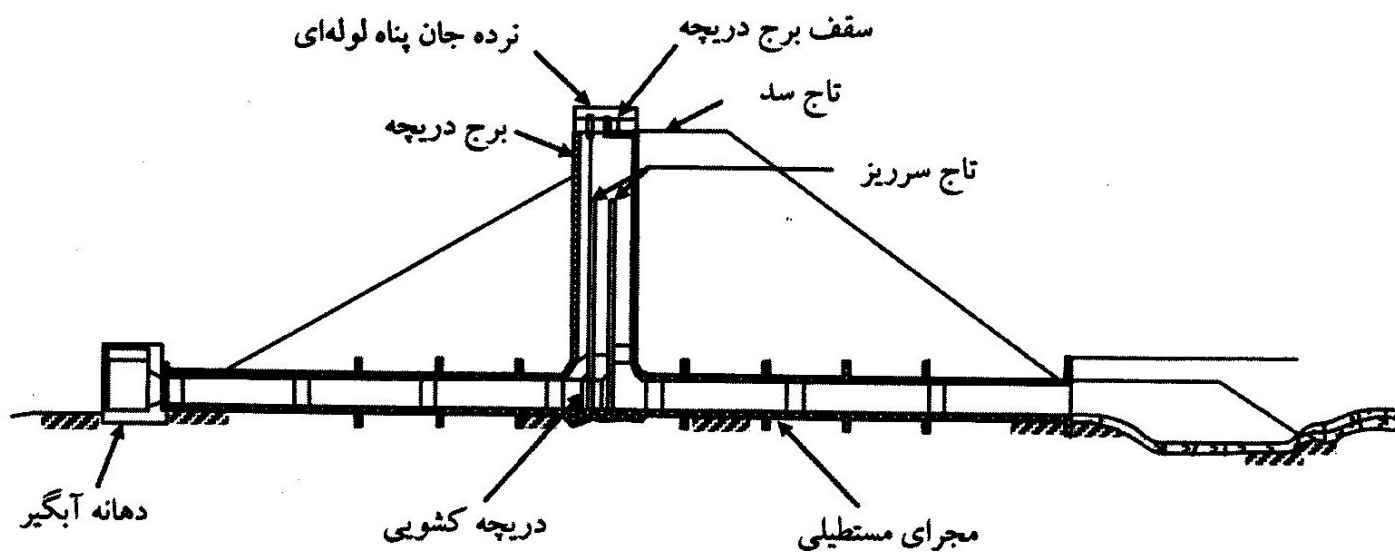
^۱ Drop Inlet

^۲ Trash Racked Box

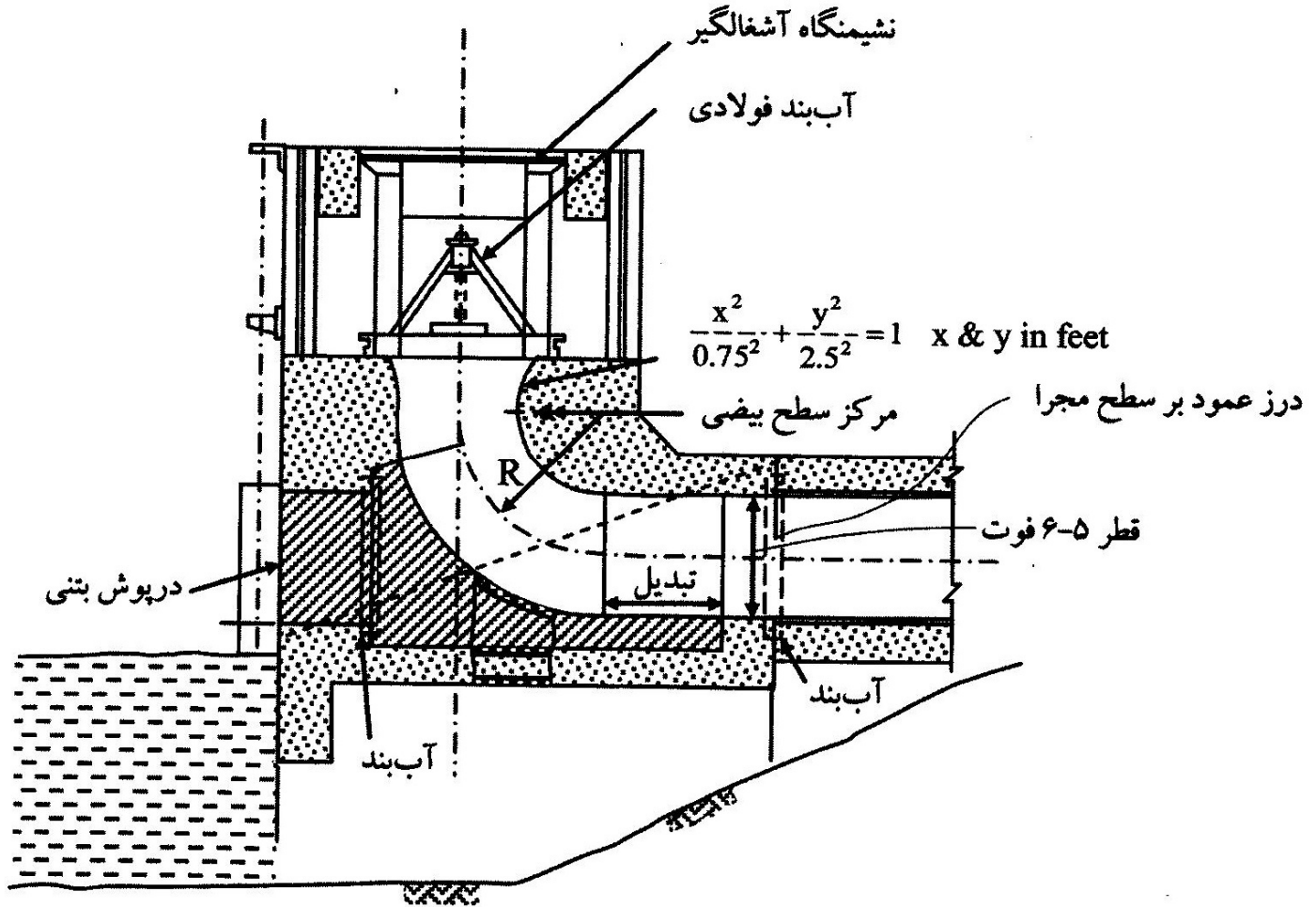
مقطع طولی در امتداد محور مجرا



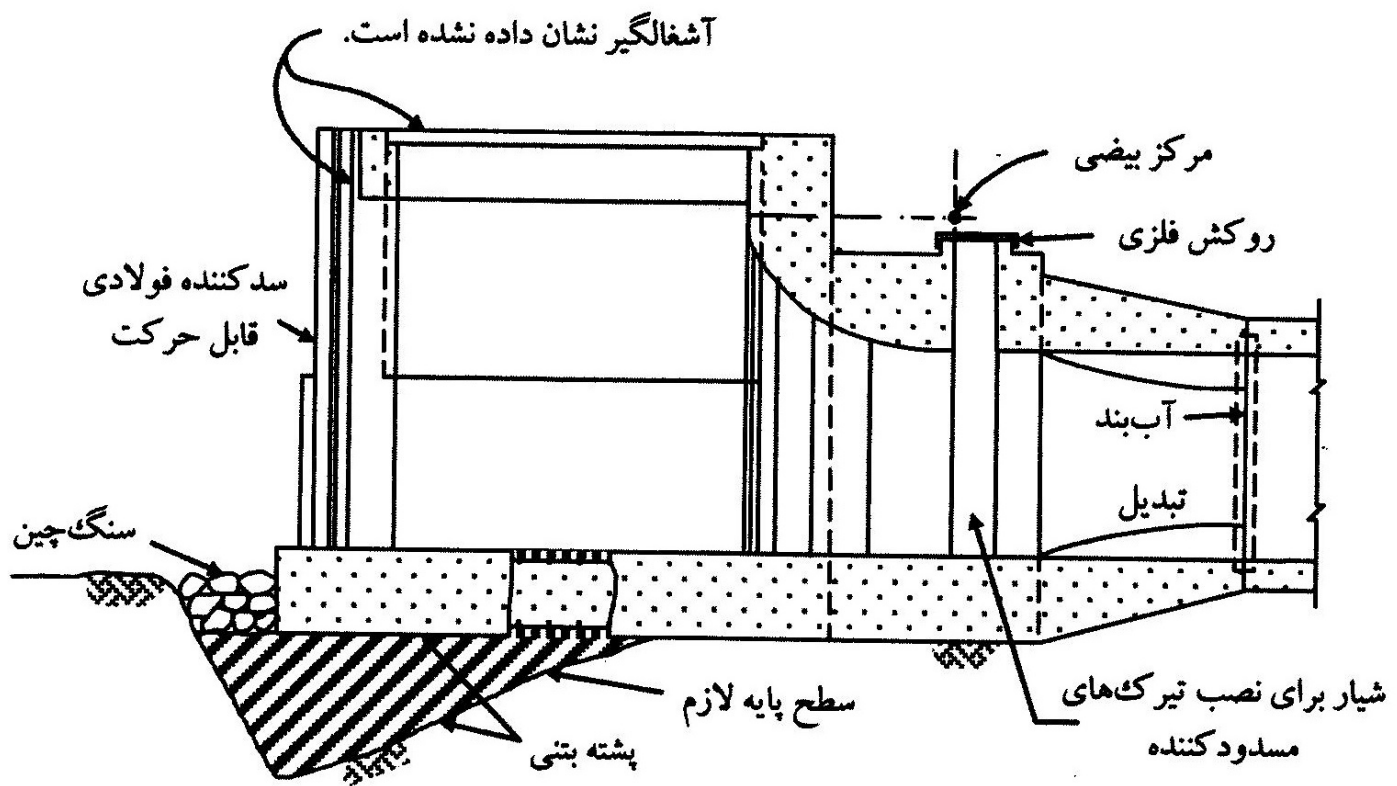
شکل ۳-۵۱ آبگیر در سد خاکی، همراه با گالری جهت نظارت



شکل ۳-۵۲ آبگیر در سد خاکی



شکل ۳-۵۳ دهانه دودکشی در آبگیر سدهای خاکی

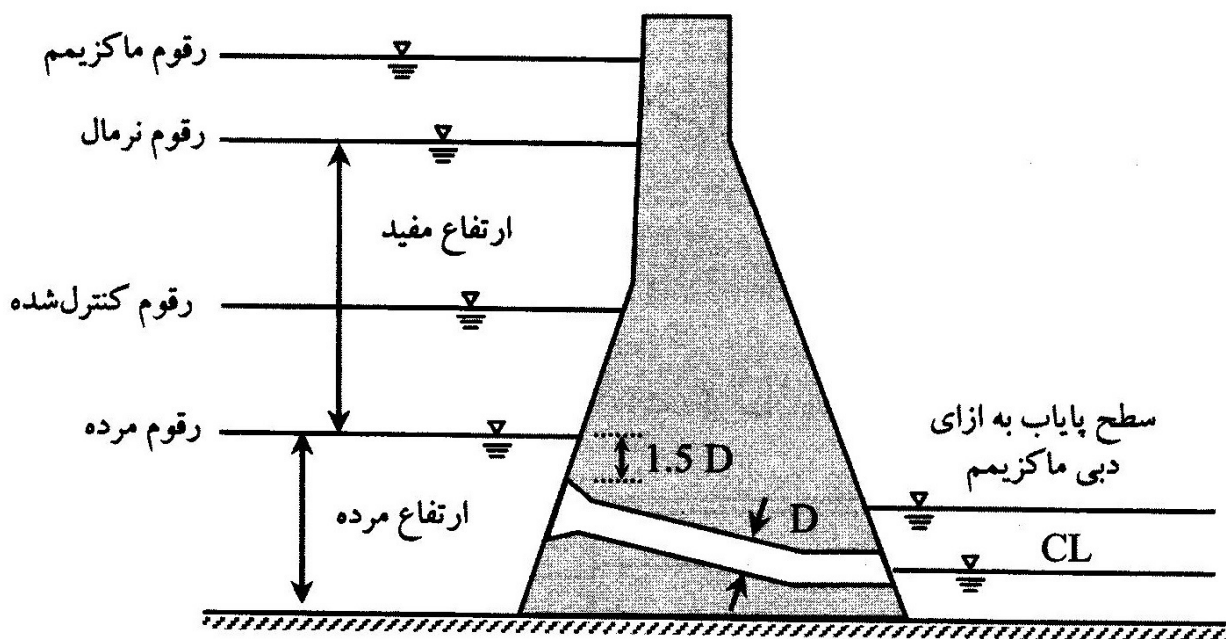


شکل ۳-۵۴ جعبه آشغالگیر در دهانه ورودی آبگیر

اساس محاسبات هیدرولیکی لوله‌های آبگیر در سدها را معادله انرژی تشکیل می‌دهد. نکات زیر در طراحی و محاسبات لوله‌های آبگیر در نظر گرفته می‌شود.

۳-۴-۴-۱- تعیین رقوم طراحی سطح آب در مخزن سد

با توجه به این که موضوع این بخش، آبگیری از مخازن سدهای ذخیره‌ای یا مخزنی است (شکل ۳-۵۵)، حداکثر رقوم سطح آب در مخزن در شرایط عادی (بدون سیلاب) رقوم نرمال و حداقل رقوم سطح آب رقوم مرده است. در شرایط سیلابی آب در مخزن تا رقوم حداکثر بالا می‌آید. رقوم مرده مربوط به حداکثر رقومی است که در زمان عمر مفید سد، رسوبات می‌توانند در مخزن جمع شوند.



شکل ۳-۵۵ وضعیت آبگیری در سدهای مخزنی

با توجه به برداشت آب برای امور کشاورزی یا آبرسانی شهری، معمولاً حداکثر برداشت آب در ماه‌های تیر و مرداد صورت می‌گیرد. در اوایل بهار معمولاً مخزن سد پر از آب و سطح آب در رقوم نرمال و در اواخر پاییز سطح آب در پایین‌ترین رقوم ممکن یعنی در رقوم مرده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر سطح آب در مخزن بین رقوم مرده و نرمال در نوسان است و حداکثر برداشت آب برای رقوم بین نرمال و مرده صورت می‌گیرد. این رقوم را می‌توان بر اساس جدول بهره‌برداری از سد، به صورتی که در مثال (۳-۱۴) آمده است، به دست آورد. چنانچه بخواهند در پایین‌دست، دبی دائم و مطمئن داشته باشند، واضح است

که دهانه آبگیر باید در زیر رقوم مرده قرار بگیرد. بر اساس تجربیات، چنانچه فاصله رقوم مرده و سقف دهانه ورودی حدود ۱/۵ برابر قطر لوله باشد، در تمام شرایط آبگیری، در لوله آبگیر گرداب ایجاد نمی‌شود. برای کاهش این فاصله از کلاهک استفاده می‌شود.

۳-۴-۲- محاسبات هیدرولیکی لوله آبگیر

چنانچه به‌ازای دبی طرح، سطح آب در پایاب، پایین‌تر یا هم‌تراز محور خروجی لوله آبگیر قرار گیرد، جریان آزاد بوده و معادله انرژی بین رقوم طراحی در سراب و رقوم محور خروجی لوله آبگیر نوشته می‌شود. در صورتی که رقوم سطح آب در پایاب، بالاتر از رقوم محور خروجی لوله باشد، معادله بین سطوح آب در دو طرف سازه نوشته می‌شود. در این حالت جریان مستغرق است.

در معادله انرژی افت‌ها به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند (شکل ۳-۵۶).

الف- افت در طول لوله آبگیر (h_{fL})

این افت بستگی به طول لوله L ، قطر لوله D و سرعت جریان در لوله V دارد.

$$h_{fL} = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

در رابطه فوق، که به معادله دارسی- وایسباخ معروف است، ضریب اصطکاک (f) به عدد رینولدز و زبری نسبی لوله بستگی دارد که از نمودار مودی (شکل ۳-۵۷) یا رابطه کلبروک^۱ (رابطه ۳-۵۱) قابل محاسبه است.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

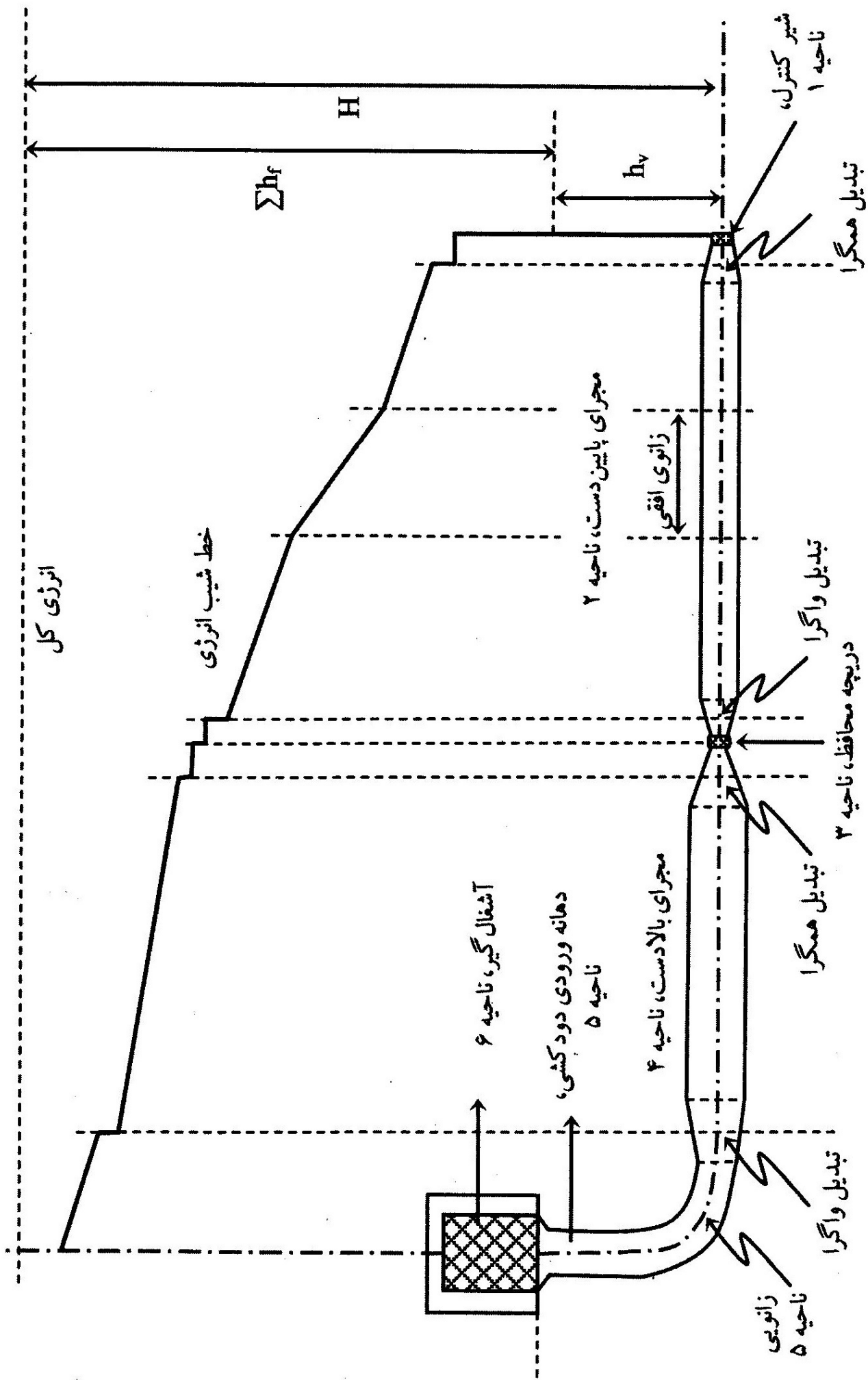
در رابطه فوق ε ارتفاع زبری مطلق سطح لوله است.

در بسیاری از مسائل عملی به‌جای معادله (۳-۵۰)، افت در طول لوله از رابطه زیر، که بر اساس معادله مانینگ به‌دست آمده است، محاسبه می‌شود.

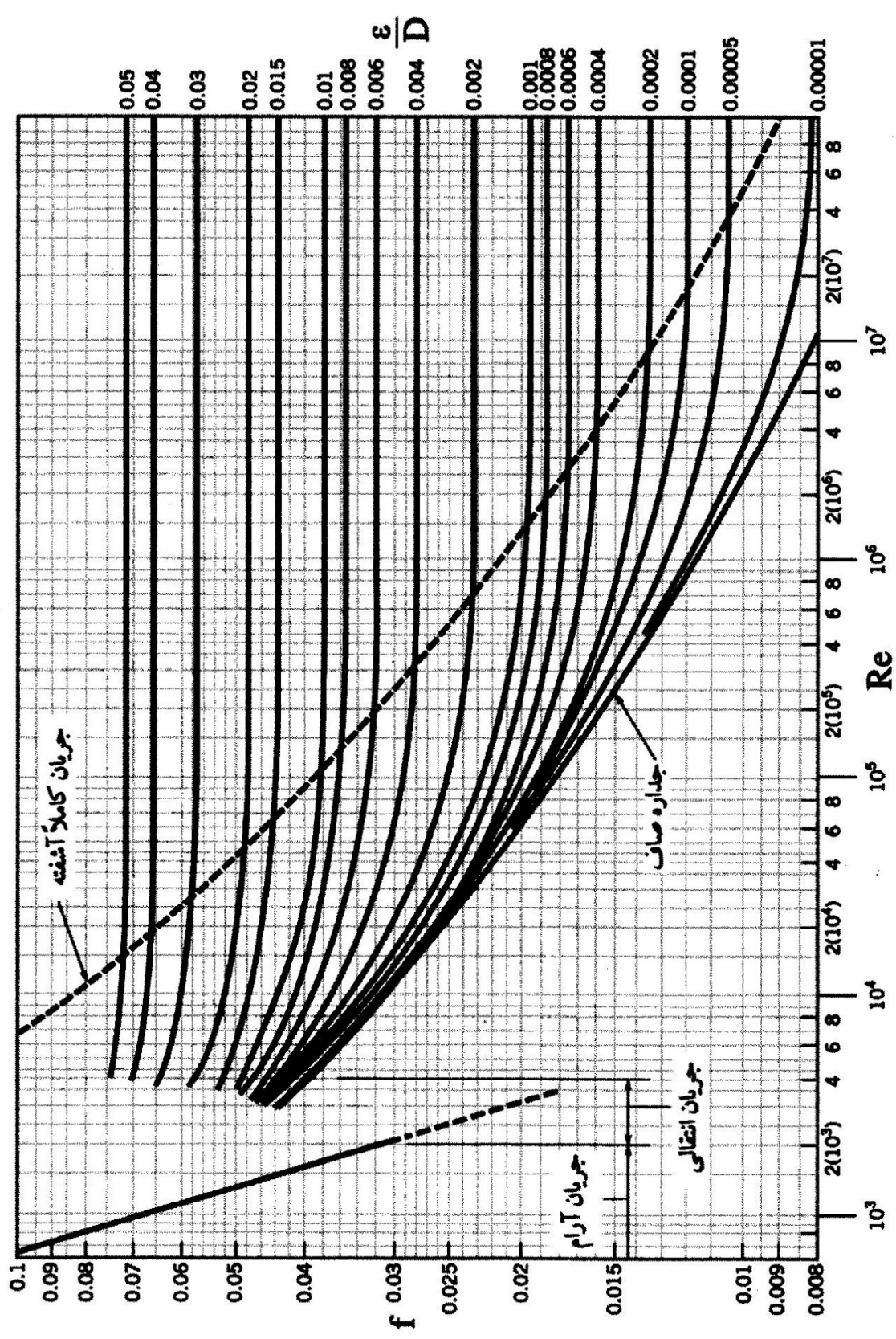
$$h_{fL} = S_f L = 19.6 n^2 \frac{L}{R_h^{\frac{4}{3}}} \times \frac{V^2}{2g}$$

در این رابطه، R_h شعاع هیدرولیکی و برابر با یک چهارم قطر لوله است. ضریب زبری مانینگ (n) برای لوله‌های بتنی ۰/۰۱۳، لوله‌های فولادی ۰/۰۱۲، بتنی ۰/۰۱۴ و برای تونل سنگی بدون پوشش ۰/۰۳۵ است. در دستگاه انگلیسی ضریب ۱۹/۶ به ۲۹/۱ تبدیل می‌شود.

^۱ Colebrook



شکل ۳-۵۶ افت انرژی در لوله آبگیر تحت فشار



شکل ۳-۵۷ نمودار مودی جهت تعیین ضریب اصطکاک داریسی-وایسباخ

افت ایجادشده در توری آشغالگیر را می‌توان به کمک رابطه زیر حساب کرد:

$$h_{ft} = K_t \frac{V_n^2}{2g} \text{ و } K_t = 1.45 - 0.45 \frac{A_n}{A_g} - \left(\frac{A_n}{A_g} \right)^2$$

در روابط یاد شده، K_t ضریب افت موضعی در آشغال گیر، A_n سطح خالص^۱ آشغال گیر، A_g سطح ناخالص^۲ آشغال گیر که سطح تکیه گاه‌های آشغال گیر را نیز شامل می‌شود و V_n سرعت آب در سطح خالص آشغال گیر است.

با فرض این که ۵۰ درصد سطح خالص آشغال گیر به وسیله آشغال و مواد معلق اشغال شده باشد و با توجه به این که سطح ناخالص آشغال گیر حدود ۲۰ درصد بیشتر از سطح خالص آن است، نسبت $A_g/A_n = ۲/۴$ در نظر گرفته می‌شود.

ج- افت در دهانه ورودی (h_{in})

این میزان افت بستگی به شکل دهانه ورودی دارد. ضریب افت در دهانه ورودی (K_{in})، برای دهانه‌های ورودی لبه تیز ۰/۵ و برای دهانه‌های شیپوری^۴ حدود ۰/۰۵ است.

$$h_{in} = K_{in} \frac{V^2}{2g}$$

که در آن، V سرعت جریان در لوله توپر است.

د- افت در زانو (h_b)

$$h_b = K_b \frac{V^2}{2g}$$

ضریب افت در زانو (K_b)، به زاویه (α) و شعاع انحنای زانو (r) بستگی دارد. در شکل (۳-۵۸) جریان در یک زانوی ۹۰ درجه نشان داده شده است. مقادیر K_b را می‌توان از جدول (۳-۱۱) تعیین نمود.

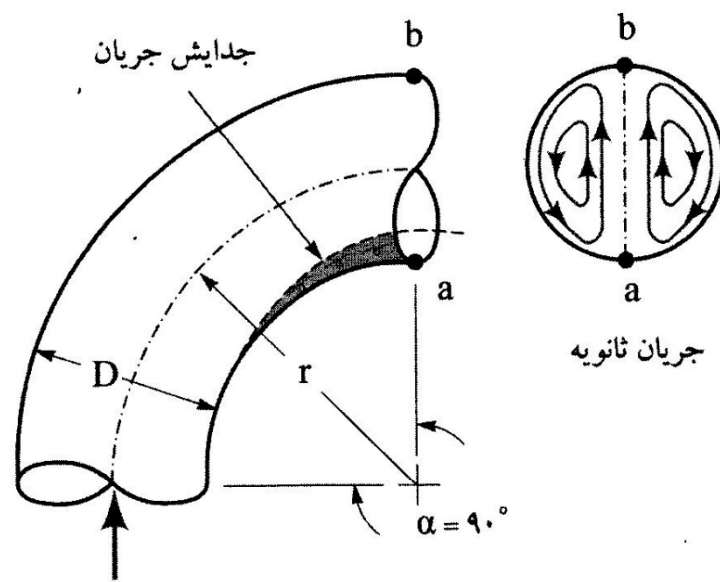
¹ Trash Rack Loss

² Net Area

³ Gross Area

⁴ Bell Mouth

⁵ Bend Loss



شکل ۵۸-۳ جریان در یک زانوی ۹۰ درجه

جدول ۱۱-۳ ضریب افت در زانوها (K_b)

زاویه انحنا (α)					نوع زانو
۹۰°	۶۰°	۴۵°	۳۰°	۱۰°	
1.1	0.50	0.24	0.11	0.03	دایره‌ای بدون شعاع انحنا
1.4	0.60	0.30	0.14	0.04	مستطیلی بدون شعاع انحنا
0.30	0.20	0.20	0.10	0.05	دایره‌ای با شعاع انحنا برابر قطر لوله
0.20	0.10	0.10	0.08	0.03	دایره‌ای با شعاع انحنا دو برابر قطر لوله
0.10	0.08	0.07	0.05	0.02	دایره‌ای با شعاع انحنا سه برابر قطر لوله

د- افت در تبدیل‌ها^۱ (h_{ex} یا h_c)

چنانچه بخواهند دو مقطع دارای ابعاد متفاوت را به یکدیگر وصل کنند، از تبدیل استفاده می‌شود. مقادیر افت در حالت همگرایی^۲ با مقادیر افت در حالات واگرایی^۳ متفاوت است. در حالت همگرایی افت به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$h_c = K_c \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (۵۷-۳)$$

^۱ Transition Loss

^۲ Contraction

^۳ Expansion

ضریب K_e در حالت ایده آل ۰/۱ و در حالت تبدیل ناگهانی با طول تبدیل صفر برابر ۰/۵ است. در حالت واگرایی داریم:

$$h_{ex} = K_{ex} \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \quad (58-3)$$

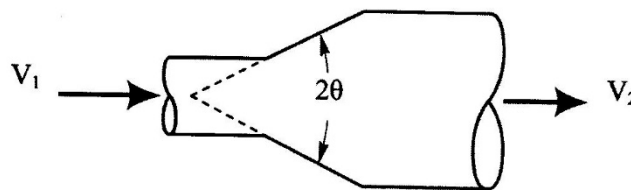
زاویه دیواره تبدیل با محور لوله یا زاویه تبدیل θ (شکل ۵۹-۳)، در حالت ایده آل برای تبدیل همگرا، به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\tan \theta = \frac{1}{Fr_{ave}} \quad (59-3)$$

و در حالت ایده آل واگرایی داریم:

$$\tan \theta = \frac{1}{2Fr_{ave}} \quad (60-3)$$

در این حالت $K_{ex} = 0/2$ اختیار می شود. در این روابط اندیس های ۱ و ۲ به ترتیب مربوط به مقاطع قبل و بعد از تبدیل و Fr_{ave} متوسط عدد فرود بین این دو مقطع است.



شکل ۵۹-۳ زاویه تبدیل در یک تبدیل واگرا

طول تبدیل در حالت واگرایی بیش از طول در حالت همگرایی در نظر گرفته می شود. افت در تبدیل واگرا حدود ۲ برابر افت در تبدیل همگرای مشابه است. در تبدیل واگرا انحنای خطوط جریان بیشتر، جریان گردابی تر و امکان افت انرژی بیشتر است.

و- افت در دریچه ها^۱ و شیرها (h_g)

میزان افت در دریچه ها و شیرها نیز از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$h_g = K_g \frac{V_g^2}{2g} \quad (61-3)$$

چنانچه دریچه کاملاً باز باشد و سطح بالادست و پایین دست آن دایره ای و برابر باشد، تنها افت در شیر^۲ مربوط به دریچه به وجود می آید که K_g در رابطه یاد شده از ۰/۱ تجاوز نمی کند. چنانچه دریچه در مجرای مستطیلی نسبتاً عریض کار گذاشته شود، ضریب افت K_g در حالت باز بودن دریچه ۰/۱۹ و در حالتی که ۷۵ درصد دریچه باز است ۱/۱۵ و به ازای ۵۰ درصد بازشدگی ۵/۶ و برای ۲۵ درصد بازشدگی معادل ۲۴ است.

برای دریچه های پروانه ای در مجرای عریض در شرایطی که دریچه کاملاً باز است، $K_g = 0/15$ و برای مجرای تنگ این ضریب تا ۰/۵ افزایش می یابد.

ز- افت خروجی (h_{out})

افت خروجی نیز همانند سایر افت ها به صورت ضریبی از هد سرعت تعریف می شود:

$$h_{out} = K_{out} \frac{V^2}{2g} \quad (62-3)$$

ضریب افت خروجی در جریان مستغرق برابر ۱ در نظر گرفته می شود. چنانچه لوله در انتها به صورت واگرا باشد $K_{out} = (A_1/A_2)^2$ در نظر گرفته می شود. در اینجا A_1 و A_2 سطح مقطع جریان به ترتیب در ابتدا و انتهای واگرایی هستند.