



www.mohandesyar.com

عنوان

مقدمه

سرریزها انواعی از سازه های آبی هستند که برای انتقال یا عبور سیلاب و آبهای اضافی از سرآب به پایاب سدها کاربری دارند. طراحی سرریزها به عوامل متعددی از قبیل سیل طرح و محل سد و اندازه و نحوه بهره برداری از مخزن بستگی دارد. غیر از مسایل اقتصادی عواملی از قبیل دقت و اعتماد در بیش بینی های سیل ، لرزه خیزی ساختگاه پروژه ، دوره و مقدار سرریزی ، توپوگرافی زمین شناسی و نوع سد نیز در طراحی سرریزها موثرند. سرریزها به منظور تبدیل رژیم جریان از زیر بحرانی به فوق بحرانی به کار می روند نتیجتاً در پایانه این سازه آبی ، امکان فرسایش زیاد است . بنابراین علاوه بر طراحی سرریزها ، باید سازه های پراکنده کننده انرژی را پایاب سرریز اجرا نمود که به این سازه ها حوضچه های آرامش می گویند.

سرریزها را به روش های مختلفی می توان طبقه بندی نمود. در تقسیم بدی سرریزها بر اساس عملکرد ، سرریزها به دسته های سرویس اضطراری و کمکی تقسیم می شوند. چنانچه چگونگی تنظیم در نظر باشد سرریزها در دو دسته سرریز آزاد (بدون دریچه) می گنجند ، و اگر رده بندی بر اساس معیارهای هندسی صورت پذیرد ، سرریزها در نوع ریزشی ، اوجی ، جانبی ، شوت ، مجرای ، تونلی ، نیلوفری ، سقوطی با بار شکن ، آبرو و سیفونی مشخص می گردد.

مطالعه و بررسی کامل انواع سرریز خارج از بحث این مقاله است ، در ابتدا به طور خلاصه انواع سرریزها را بررسی کرده و سپس به طور کامل سرریز سیفونی را مورد بررسی قرار می دهیم.

انواع سرریز ها

۱- سرریز ریزشی آزاد (سرریز های با سقوط مستقیم)

در این نوع سرریزها جریان آب بطور آزاد از روی تاج سرریز فرو می ریزد. این سرریزها برای سدهای بتنی قوسی نازک، سدهای پشت بنددار و یا تاجهایی که وجه پایین دست آنها تقریباً قائم است، مناسب می باشد. جریان ممکن است بصورت آزاد همانند یک لبریز لبه تیز انجام گیرد و یا تا فاصله کمی در روی اوجی هدایت شود. غالب اوقات تاج را بصورت یک لبه آویزان ادامه می دهند، تا جریان های کوچک را به نقطه ای دورتر از دیواره مقطع سرریز شونده هدایت کند.



در سرریزهای ریزشی آزاد، به زیر سفره آب به اندازه کافی هوا داده می شود تا از شکل گیری جت های ضربانی و نوسان کننده جلوگیری شود. اگر هیچگونه تأسیسات حفاظتی مصنوعی در پای سقوط در نظر گرفته نشود، در بیشتر موارد در بستر رودخانه فرسایش ایجاد می شود و یک حوضچه استغراق شکل می گیرد عمق و حجم حوضچه تابعی از عمق پایاب، ارتفاع سقوط آب و تغییرات دبی جریان است.

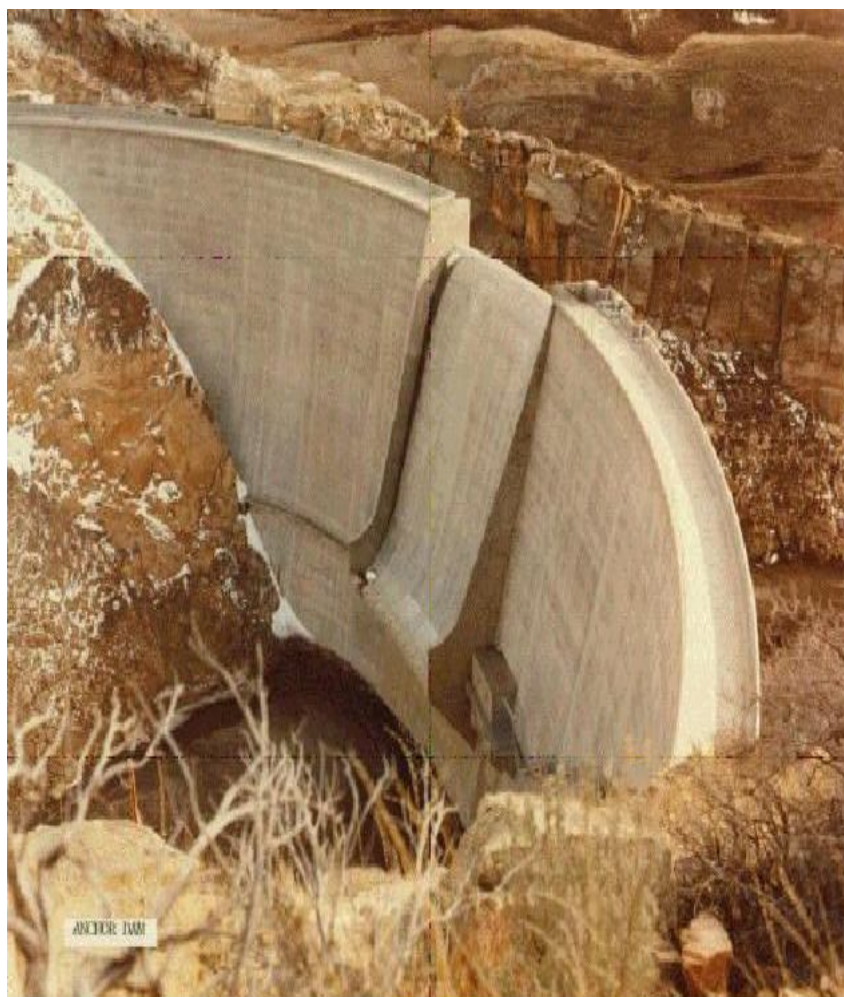
فرسایش ناپذیری مواد بستر (مانند سنگ) اثر جزئی بر روی اندازه حوضچه دارد، چرا که فقط می تواند زمان حفر کامل حوضچه را به تعویق بیندازد. در مواردی که فرسایش بستر غیر قابل تحمل باشد، می توان با احداث یک سد کمکی در پایین دست سازه اصلی، به ایجاد یک حوضچه مصنوعی پرداخت. این کار همچنین می توان با حفر یک حوضچه انجام داد و سپس آنرا به کف بند بتنی مجهز ساخت.

به شرط وجود عمق کافی، هنگامی که جت آب به روی یک کف بند افقی سقوط می کند، جهش هیدرولیکی شکل خواهد گرفت. برای تعیین مولفه های جهش هیدرولیکی فوق الذکر می توان معادله مومنتم را در پای سقوط به کار گرفت. از سرریزهای ریزشی آزاد، که در محدوده وسیعی از عمق پایاب بتواند مؤثر باشند، می توان در سدهای خاکی استفاده کرد. این سرریز از یک دیواره مستقیم مجهز به لبریز تشکیل شده که در قسمت بالای یک فلوم با مقطع مستطیلی کار گذاشته شده است. کف بند افقی آن بر رقوم کف رودخانه منطبق است و یا پایین تر از آن قرار می گیرد. در این حالت، به منظور کمک به تشکیل جهش هیدرولیکی و کاهش فرسایش پایین دست، سیستم به بلوکهایی در کف و یک آستانه در انتها مجهز شده است. این نوع سازه هیدرولیکی، برای اختلاف ارتفاعهای زیاد مناسب نیست، زیرا در اینصورت باید کف بند، نیروی عظیم برخورد جت با فونداسیون را تحمل کند. ارتعاشهای حاصل از این برخورد، ممکن است سبب ترک خوردگی و یا جابجائی قسمتهایی از سازه شود و خطر انهدام آنها در اثر بروز پدیده های جوشش ماسه (پایپینگ) و زیر شویی را به وجود آورد.

معمولاً نباید در مواردی که اختلاف تراز آب مخزن و پایاب از ۶ متر متجاوز است، از این نوع سازه هیدرولیکی استفاده شود.

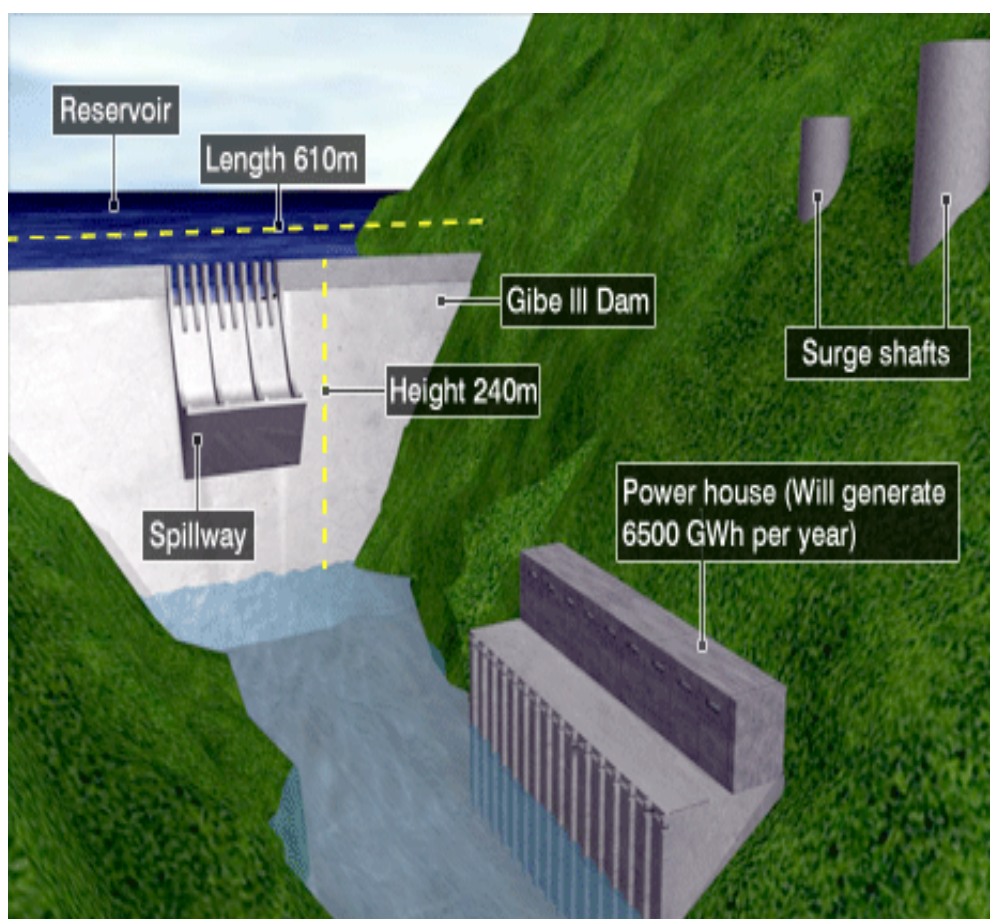
۲- سرریز اوجی (آبریز)

این سرریزها یک لبریز کنترل دارند که به شکل منحنی اوجی (پیوند) یا دارای پروفیل S شکل است . معمولاً قسمت فوقانی منحنی پیوند طوری طراحی می شود که هر چه نزدیکتر ، بر پروفیل زیرین سفره آبی که از روی یک لبریز لبه تند هوا دهی شده ، فرو می ریزد منطبق باشد . با جلوگیری از ورود هوا به زیر سفره آب ، امکان تماس بین آب سرریز شده و پروفیل تاج سرریز فراهم می آید . برای دبی های نظیر ارتفاع طراحی ، جریان آب بدون مزاحمتی از طرف لایه مرزی ، به آرامی بر روی پروفیل تاج سرریز حرکت می کند و تقریباً حداکثر بازده تخلیه به دست می آید . پایین تر از قسمت فوقانی منحنی پیوند ، پروفیل به صورت مماسی در طول یک شیب ادامه می یابد و بدین ترتیب ورقه آب را در روی سطح قسمت آبریز حفاظت می کند . در انتهای شیب ، یک منحنی معکوس جریان را بداخل حوضچه آرامش و یا کانال تخلیه سرریز برمی گرداند .



منحنی فوقانی تاج سرریز را می توان تند تر و یا ملایمتر از پروفیل سفره ریزشی آب انتخاب کرد . شکل ملاتمیر پروفیل سبب خواهد شد که ورقه آب به سطح پروفیل بچسبد و فشار هیدرواستاتیکی مثبتی را در سطح تماس

پدید آورد. در این حالت، مقاومت جریان افزایش می‌یابد و بازده تخلیه سرریز کاسته می‌شود. برای پروفیل تندتر، امکان جدا شدن ورقه آب از سطح تاج وجود دارد که با وقوع فشار منفی در سطح تماس همراه خواهد بود. اثر این گونه فشارهای منفی، در افزایش ارتفاع مؤثر است که در نتیجه برد بی جریان می‌افزاید. یک تاج آبریز همراه با کف بند پایین دست، می‌تواند به عنوان یک سرریز کامل مورد استفاده قرار گیرد. این حالت را می‌توان در سدهای بتنی وزنی مشاهده کرد. در حالت دیگر، تاج آبریز ممکن است فقط بصورت سازه کنترل، برای انواع دیگر سرریزها مورد استفاده قرار گیرد.



۳- سرریز جانبی

سرریز جانبی عبارتست از سرریز جداگانه ای که در کنار سد در دره ساخته می شود. جریان آب پس از عبور از سرریز جانبی وارد کانالی می شود که موازی تاج سرریز است و کانال جانبی نامیده می شود. معمولاً این نوع سرریز در قسمت باریک دره ساخته می شود. جریان آب پس از عبور از روی سرریز وارد کانال جانبی می شود و حدود ۹۰ درجه تغییر جهت می دهد. سپس جریان وارد شوت یا تونل می گردد. انرژی جنبشی جریان ناشی از پایین آمدن جریان آب، از روی سرریز توسط تلاطم داخل کانال جانبی مستهلک شده و سرعت دیگری در جهت موازی سرریز بوجود می آید. کانال جانبی باید آنقدر گود باشد که ارتفاع آب کافی جهت حرکت در آن بوجود آید. معمولاً سطح مقطع کانال متناسب با افزایش بده در جهت پایین دست جریان زیاد می گردد. جریان از شوت یا تونل معمولاً بصورت فواره به رودخانه وارد می شود. پرتاب کننده جامی یکی از راههای مناسب هدایت جریان و مستهلک کردن انرژی آن می باشد.



خصوصیات هیدرولیکی تاج سرریز جانبی نیز شبیه خصوصیات سرریز آبریز معمولی است و از پروفیل تاج لبریز تبعیت می کند. البته برای حداکثر جریان ممکن است خصوصیات هیدرولیکی سرریز جانبی با سرریز آبریز تفاوت نماید. علت امر این است که امکان وجود محدودیت در کانال جانبی که به سهم خود سبب استغراق نسبی تاج سرریز می شود، وجود دارد. در اینصورت کنترل دبی جریان توسط عامل محدود کننده ای که در پایین بخش کانال جانبی وجود دارد، انجام خواهد گرفت.

سرریزهای جانبی، نه تنها از نظر هیدرولیکی کارآیی خوبی ندارند، بلکه از نظر اقتصادی نیز ارزان تمام نمی شود. البته دارای محاسنی نیز می باشند که کاربرد آنها را توجیه پذیر می کند. در مواردی که محدود کردن ارتفاع طراحی سرریز با طولانی تر شدن تاج سرریز همراه باشد و تکیه گاه ها دارای شیب تند و بصورت پرتگاه

باشند ، انتخاب سرریزهای جانبی می تواند بهترین گزینه باشد . همچنین در مواردی که لازم است تأسیسات کنترل به کانال یا تونل تخلیه باریکی وصل شود، سرریز جانبی می تواند مورد توجه قرار گیرد .

۴- سرریز شوت

در سرریزهای شوت جریان آب مخزن اصلی از طریق یک کانال باز که در طول تکیه گاه سد و یا قسمت فرو رفته بین دو قله قرار می گیرد ، به رود خانه می رسد . این تعریف را می توان بدون توجه به تأسیسات کنترلی که برای تنظیم جریان مورد استفاده قرار گرفته است ، به کار برد. بنابراین ، سازه کنترلی سرریز شوت می تواند به صورت تاج آزاد ، روزنه دریچه دار ، تاج جانبی و یا انواع دیگر باشد . تنها شرط لازم این است که کانال تخلیه آنها بصورت شوت باشد.

البته سرریز شوت بیشتر به سرریزهایی اطلاق می شود که سازه کنترل سرریز تقریباً عمود بر محور یک کانال باز است و خطوط جریان در بالا و پایین تاج کنترل با محور سرریز هم سو هستند . سرریزهای شوت در سدهای خاکی بیش از انواع دیگر به کار رفته است . عواملی که سبب انتخاب این سرریز می شوند ، عبارتند از :

- (۱) به سادگی قابل طرح و اجرا هستند .
- (۲) تقریباً در کلیه شرایط فونداسیون می توان از آنها استفاده کرد .
- (۳) حجم وسیع خاکبرداری حاصله را می توان در بدنه سد خاکی مورد استفاده قرار داد و از این طریق از هزینه کاست . سرریز شوت ، بر روی انواع مختلف فونداسیون از سنگ سخت تا زمین نرم با موفقیت اجرا و بهره بردای شده است



سرریز شوت معمولاً شامل یک آبراهه ورودی ، یک سازه کنترل ، کانال تخلیه ، سازه پایانه و یک آبراهه خروجی است .

ساده ترین شکل سرریز شوت ، یک محور مستقیم دارد و عرض آن در سرتاسر شوت ثابت است . اغلب لازم می شود که به منظور انطباق بر پستی و بلندی طبیعی ، محور آبراهه ورودی و یا کانال تخلیه را بصورت قوس در نظر گرفت . در اینگونه موارد سعی می شود که حتی المقدور ، بخاطر سرعت تقریب کم ، انحناء را به آبراهه ورودی محدود کرد . هر گاه لازم باشد که به کانال تخلیه قوس داده شود ، کف شوت را می توان در سمت خارجی قوس بلندتر ساخت . در اینصورت جریان سریع در اطراف قوسها محافظت شده و از تراکم جریان آب در سمت خارجی شوت جلوگیری می شود . معمولاً انتخاب نهایی پروفیل شوت ، با توجه به توپوگرافی منطقه و شرایط لایه های زیرین انجام می پذیرد . سازه کنترل نیز عموماً با محور سد در یک خط قرار می گیرد و یا بالا دست آن واقع میشود . معمولاً ، برای به حداقل رساندن خاکبرداری ، قسمت اولیه کانال تخلیه را با حداقل



شیب ممکن تا آنجایی ادامه می دهند که کانال تخلیه به سطح زمین برسد . سپس قسمتی از کانال تخلیه که دارای شیب تند خواهد بود آغاز می شود و با توجه به شیب طبیعی زمین ادامه می یابد . جریان در بالا دست تاج سرریز معمولاً در حالت زیر بحرانی است و به هنگام عبور از روی سازه کنترل به سرعت بحرانی میرسد . در شوت عموماً جریان به صورت فوق بحرانی و بر حسب مورد بصورت یکنواخت یا تند شونده خواهد بود . این حالت می تواند تا رسیدن به تأسیسات نهایی ادامه یابد . برای عملکرد خوب هیدرولیکی ، لازم است که از تغییر ارتفاعهای ناگهانی و منحنیهای قائم مقعر و یا محدب در پروفیل شوت خودداری شود . به همین گونه ، برای جلوگیری از بروز امواج عرضی و سوار شدن جریان بر روی دیواره ها ، آشفتگی اضافی و یا توزیع غیر یکنواخت جریان در تأسیسات نهایی باید همگرایی و واگرایی در سطح شوت تدریجی باشد .

۵- سرریز پلکانی

در بعضی موارد و زمانی که شیب برای احداث تنداب بسیار تند است، برای انتقال آب از سراب به پایاب از سرریز پلکانی استفاده می شود. همانطوری که در شکل دیده می شود در سرریزهای پلکانی چند حوضچه آرامش پشت سر هم قرار می گیرند. در سالهای اخیر در بعضی از سدهای وزنی سرریز پلکانی بدون حوضچه آرامش و بصورت پله های معمولی ساخته شده اند، هدف در اینجا کاهش انرژی جنبشی مخرب در پایانه سرریز است.



۶- سرریزهای تونلی و مجرایی

هرگاه برای انتقال آب از یک مجرای سر پوشیده ای استفاده شود که از اطراف و یا زیر سد عبور کند ، سرریز حاصله را به ترتیب 'سرریز تونلی و یا مجرایی' گویند. مجرای سر پوشیده می تواند به شکل یک شفت قائم یا مایل ، یک تونل افقی از میان خاک یا سنگ و یا یک مجرای سر پوشیده ای باشد که در ترانشه هایی ساخته شده و سپس توسط مواد خاکی پشت آن پر می شود .





در قسمت کنترل این نوع سرریزها می توان از اغلب اشکال سازه های کنترل ، مانند تاجهای آبریز دهانه های ورودی روزانه ای قائم و یا مایل ، دهانه های ورودی سقوطی و تاجهای سرریز جانبی استفاده کرد . به استثنای مواردی که از دهانه های ورودی روزنه ای و سقوطی استفاده می شود ، طرح این سرریزها به نحوی صورت می گیرد که در سرتاسر طول تونل جریان آزاد برقرار باشد . در مواردی که از دهانه ورودی روزنه ای و یا سقوطی استفاده می شود ، قطر تونل به نحوی تعیین می گردد که فقط برای قسمت کوتاهی جریان تحت فشار باشد و در بقیه طول تونل جریان آزاد برقرار باشد . برای جلوگیری از شکل گیری و توقف متوالی عمل سیفونی ، لازم است این گونه سرریزها به سیستم هوادهی گسترده ای مجهز شوند . این پدیده در مواردی اتفاق خواهد افتاد که قسمتی از تونل ، به علت برگشت آب و عملکرد امواج ، موقتاً هوایش را از دست بدهد و بسته شود .

برای تضمین جریان آزاد در تونل ، نسبت سطح مقطع جریان به سطح مقطع تونل غالباً به حدود ۷۵٪ محدود می شود . ممکن است در نقاط بحرانی طول تونل ، مجرای هوادهی ساخت تا هوای کافی به تونل برسد و مانع ایجاد جریان غیر دائمی در سرریز شود . در سدهایی که در دره های باریکی ساخته می شوند که دیواره های آنها

شیب بسیار تندی دارد و یا در مواردی که کانالهای باز از خطر برف و لغزش سنگ مصون نیست، ممکن است سرریزهای تونلی رجحان داشته باشد.

سرریزهای مجرایی ممکن است برای دره های عریضی که شیب دیواره های ملایم است و تکیه گاهها به فاصله نسبتاً زیادی از بستر رودخانه قرار دارند، مناسب باشد. استفاده از سرریز مجرایی اجازه خواهد داد که کانال تخلیه سرریز، زیر سد و نزدیک بستر رودخانه قرار داده شود.



6

سرریز

با دهانه سقوط

در این گونه سرریزها، همان طور که از اسم آنها پیداست، آب از روی یک تاج افقی وارد یک شفت قائم و یا مایل می شود و سپس از طریق یک تونل یا مجرای سرپوشیده تقریباً افقی به رودخانه می پیوندد

در واقع این نوع سرریزها را باید متشکل از سه عضو زیر دانست :

- (۱) لبریز کنترل
- (۲) تبدیل قائم
- (۳) آبراهه تخلیه سرپوشیده

به سرریزهایی که دهانه آنها بصورت قیف است، سرریز نیلوفری می گویند. خصوصیات هیدرولیکی سرریزهای با دهانه سقوط، با تغییرات ارتفاع آب روی سرریز متغیر خواهد بود. قسمت کنترل جریان ممکن است بر حسب دبی جریان در تاج سرریز تبدیل و یا تونل باشد. بعنوان مثال، هرگاه ارتفاع آب روی تاج سرریز کم باشد، جریان بصورت آزاد است و کنترل در تاج سرریز خواهد بود. با افزایش ارتفاع آب، قسمت کنترل به تبدیل قائم منتقل می شود و دبی جریان توسط جریان روزنه ای کنترل خواهد شد. از این مرحله به بعد ممکن است جریان مجاری تحت فشار حاکم شود و دبی جریان توسط تونل پر کنترل گردد. البته طرح سرریزها بر اساس تونل پر توصیه نمی شود. در مواردی که ارتفاع سقوط خیلی کم است، می تواند از این قاعده مستثنی باشد.



۷- سرریز نیلوفری (لاله ای)

به سرریزهایی که دهانه آنها بصورت قیف است ، سرریز نیلوفری می گویند . خصوصیات هیدرولیکی سرریزهای با دهانه سقوط ، با تغییرات ارتفاع آب روی سرریز متغیر خواهد بود . قسمت کنترل جریان ممکن است بر حسب دبی جریان در تاج سرریز تبدیل و یا تونل باشد . بعنوان مثال ، هرگاه ارتفاع آب روی تاج سرریز کم باشد ، جریان بصورت آزاد است و کنترل در تاج سرریز خواهد بود . با افزایش ارتفاع آب ، قسمت کنترل به تبدیل قائم منتقل می شود و دبی جریان توسط جریان روزنه ای کنترل خواهد شد . از این مرحله به بعد ممکن است جریان مجاری تحت فشار حاکم شود و دبی جریان توسط تونل پر کنترل گردد . البته طرح سرریزها بر اساس تونل پر توصیه نمی شود . در مواردی که ارتفاع سقوط خیلی کم است ، می تواند از این قاعده مستثنی باشد



سرریز نیلو فری (سرریز با دهانه سقوط) معمولاً در سدهایی که در دره باریک اجرا شده‌اند و یا دارای شیب تند تکیه گاه می باشد ، بکار می روند . همچنین در مواردی که تونل ها و گالریهای انحراف با قطر کافی در اختیار باشد ، می توان از این نوع سرریزها استفاده کرد . یکی دیگر از نکات مثبت این سرریزها این است که با ارتفاع نسبتاً کم می توان به ظرفیت ماکزیمم آن نزدیک شد . این خصوصیت می تواند در مواردی که حداکثر جریان خروجی از سرریز باید محدود باشد ، مفید واقع شود.

از طرف دیگر اگر ارتفاع آب روی سرریز از ارتفاع مبنای طرح تجاوز کند ، تغییرات دبی جریان خروجی بسیار جزئی خواهد بود . این نکته می تواند بعنوان یکی از نقاط ضعف این نوع سرریزها تلقی شود . چرا که اگر دبی سیل ورودی از سیل مبنای طرح تجاوز کند ، ارتفاع لازم برای تخلیه آن بسیار زیاد خواهد بود . البته در صورتیکه این نوع سرریز بعنوان سرریز اصلی عمل کند و در کنار آن یک سرریز کمکی نیز وجود داشته باشد . این ضعف بر طرف می شود.



۸- سرریز ریزشی مجهز به بار شکن

از این نوع سرریزها در مواردی استفاده می شود که بخواهیم ، بدون ساختن حوضچه آرامش ، آب را از یک ارتفاع زیاد به ارتفاع کمتری منتقل کنیم . در این سرریزها پایه های بارشکن می تواند بصورت مانع عمل کند و سبب استهلاک انرژی آب شود . بدین ترتیب آب در مسیر حرکت خود دارای سرعت نسبتاً کمی خواهد بود . سرعت خروجی کم و اقتصادی بودن را می توان ، بدون توجه به بلندی آبشار ، از محاسن این نوع سرریزها دانست .

همچنین در این سرریزها ، سایش پایین دست اثری بر روی عملکرد سرریز ندارد و نیازی به تأمین عمق پایاب مشخصی برای عملکرد صحیح حوضچه آرامش نخواهد بود . کانال تخلیه معمولاً با شیب ۱ : ۲ و یا مسطحتر ساخته می شود و تا پایین تر از کف آبراهه خروجی ادامه می یابد . اگر لازم باشد شیب ناودان تخلیه از ۱ : ۲ تجاوز کند ، مطالعات مدلی ضروری است و باید پایداری آن بررسی و کنترل گردد . انتهای پایین دست ناودان تخلیه باید به میزان قابل توجهی پایین تر از کف رودخانه ساخته شود تا مانع بروز خسارات ناشی از فرسایش و سایش گردد.



۹- سرریز آبرو (زیر گذر)

سرریز آبرو یک شکل خاصی از سرریزهایی است که آبراهه تخلیه آنها بصورت تونل و یا مجاری سر پوشیده است. سرریز زیر گذر از یک مجرا که از بدنه یا تکیه گاه های سد عبور میکند تشکیل می گردد. مقطع مجرای زیر گذر می تواند به شکل دایره ای، مربعی، مستطیلی، یا نعل اسبی ساخته شود. تفاوت سرریز آبرو با سرریز مجهز به دهانه سقوط، در این است که دهانه ورودی آنها شکل قائم و یا مایل دارد و شیب کف آنها در سرتاسر مسیر تقریباً یکنواخت است و محدودیتی ندارد دهانه ورودی سرریز می تواند دارای لبه های تیز و یا مدور باشد و کانال تقریباً سرریز ممکن است دیواره های موازی و یا واگرا داشته باشد.

کف کانال تقرب سرریز ممکن است مسطح و یا دارای یک شیب دلخواه باشد. هرگاه دهانه سرریز آبرو مستغرق نباشد، سیستم همانند کانال باز عمل خواهد کرد. ممکن است دهانه سرریز مستغرق باشد، ولی روزه ورودی طوری تنظیم شده باشد که آبرو پر نشود. در اینصورت سرریز، مانند یک سرریز با دهانه سقوط یا یک سرریز شوت که کنترل روزه ای بر آنها حاکم است، عمل خواهد کرد. هنگامی که عمل هواگیری منظور شده و جریان در آبرو بصورت پر است، عملکرد آن شبیه سرریز سیفونی خواهد بود. هرگاه از سرریز آبرو

بصورت سرریز سیفونی استفاده شود. باید به نقاط ضعف سرریزهای سیفونی (اشاره شده در بخش سرریزهای سیفونی) توجه کرد .

اگر سرریزهای آبرو در شیب تند قرار گرفته و جریان در آن بصورت پر باشد ، فشار در طول مرزهای آبرو کاهش می یابد و ممکن است به حالت منفی در آید . در صورتیکه فشار منفی زیاد باشد ، خطر پدیده کاویتاسیون در سطح آبراهه زیاد می شود و امکان انهدام آن وجود خواهد داشت . در صورتیکه در مناطق با فشار منفی چنین ترکها و حفره هایی بوجود آید ، ممکن است که خاک اطراف آبرو را به داخل خود بکشد . بنابراین برای سیستمهای با ارتفاع زیاد که ممکن است ایجاد فشار منفی قابل توجهی در آبرو نماید ، نباید از این گونه سرریزها استفاده کرد . افزون بر آن ، گذر از جریان آزاد به جریان تحت فشار با ارتعاشات زیادی همراه است که با افزایش اختلاف ارتفاع بین ابتدا و انتهای آبرو ، بر میزان آن افزوده می شود . به این دلایل نباید از سرریزهای فوق برای مواردی که افت هیدرولیکی از ۷/۵ متر تجاوز می کند ، بهره جست .



امکان بهره برداری بصورت پر و نیمه پر ، اقتصادی بودن و سهولت اجرای آنها ، از جمله محاسن این نوع سرریزهاست . آبروها را می توان بر روی یک بستر که در طول تکیه گاه و با شیب نسبتاً تند حفاری شده است ، کار گذاشت . همانند سرریزهای مجهز به دهانه سقوط و سرریزهای سیفونی ، عیب اصلی این نوع سرریزها این است که بعد از پر شدن آبرو تغییرات ظرفیت سرریز با افزایش ارتفاع ، زیاد نیست . این امر سبب پایین آمدن ضریب اطمینان سرریز می شود . البته در صورتیکه در کنار سرریز آبرو از یک سرریز اضطراری و یا کمکی نیز استفاده شود ، این عیب بر طرف خواهد شد .

۱۰- سرریز سیفونی :

سرریز سیفونی عبارتست از مجرای بسته به شکل U معکوس که تاج آن در سطح نرمال قرار می گیرد. هنگامی که سطح آب در مخزن بالای سطح نرمال قرار بگیرد، جریان از روی سرریز به شکل جریان آزاد رود گذر خواهد بود. عمل سیفونی شدن موقعی شروع می شود که هوای روی تاج مجرا خارج شود و جریان ادامه یابد. غالب سرریزهای سیفونی از ۵ جزء اصلی تشکیل شده اند، دهانه ورودی، ران رویی، گلوگاه یا مقطع کنترل، ران زیرین و مجرای خروجی. معمولاً برای جلوگیری از ادامه عمل تخلیه، به هنگامی که سطح آب مخزن به تراز نرمال میرسد، از یک مجرای هوادهی که عمل سیفون را متوقف می سازد، استفاده می شود. در غیر اینصورت، سیفون آنقدر به عمل تخلیه ادامه خواهد داد تا هوا وارد دهانه ورودی شود. برای جلوگیری از ورود آشغال و یخ و ... به داخل سیفون، دهانه ورودی را به میزان قابل توجهی پایینتر از سطح نرمال دریاچه قرار می دهد. افزون بر آن، با این عمل از تشکیل گردابها نیز در مدخل که ممکن است سبب پایین آمدن راندمان کار سیفون شود، جلوگیری به عمل می آید.

برای اتصال دهانه ورودی قائم به گلوگاه از ران فوقانی به صورت یک تبدیل همگرا استفاده می شود، معمولاً گلوگاه یا مقطع کنترل دارای سطح مقطع مستطیلی است و در بالاترین قسمت خم زیرین سیفون قرار می گیرد. ادامه خم زیرین به یک لوله قائم یا مایل وصل می شود که ران زیرین را تشکیل می دهد. اغلب همانطور که در شکل نشان داده شده است، ران زیرین بر روی شیب معکوس قرار می گیرد، این امر سبب خواهد شد که عمل هواگیری با تشکیل یک پرده جریان که سرتاسر ران زیرین را می پوشاند به خوبی انجام پذیرد. از سرریز سیفونی نیز می توان در سدهای خاکی استفاده نمود. به علت وجود فشارهای منفی، لازم است لوله به اندازه کافی سخت باشد تا بتواند نیروهای مخرب را تحمل نماید. اتصالات باید کاملاً آب بندی شوند و اقدامات لازم برای جلوگیری از ترک خوردگی لوله که ممکن است در نتیجه حرکت و یا نشست خاکریز حاصل شود، بعمل آید. برای جلوگیری از کاهش فوق العاده فشار مطلق و نزدیک شدن به حد کاویتاسیون، کل افت بار در سیفون نباید از ۶ متر تجاوز کند.

حسن عمده سرریز سیفونی در این است که با افزایش جزئی سطح آب بالا دست می تواند دبی کامل طرح را از خود عبور دهد حسن دیگر این نوع سرریزها در خود کار بودن و عملکرد خوب آنها بدون نیاز به وسایل مکانیکی یا وسایل محرک است. علاوه بر هزینه سنگین، در مقایسه با سایر سرریزها، سرریزهای سیفونی دارای معایبی هستند که موارد زیر از آن جمله است

۱. قادر نیستند یخ و آشغال را از خود عبور دهند

۲. امکان دارد سیفون و یا لوله هوا دهی، توسط شاخ و برگ درختان بسته شود

۳. امکان دارد در نتیجه تغییرات ناگهانی شروع و توقف عمل سیفون جریان خروجی بطور سریع قطع و وصل شود و یا بصورت امواج به رود خانه بریزد. این عمل سبب ایجاد نوسانهای ناخواسته در تراز پایاب رود خانه خواهد شد.

۴. ارتعاشات در این نوع سرریزها، در مقایسه با سایر انواع بیشتر است. لذا لازمه استفاده از آنها، داشتن فونداسیون خوب است که بتواند ارتعاشات را تحمل کند

همانند سایر انواع سرریزها که دارای مجاری تخلیه سر پوشیده هستند، یکی از عمده ترین عیوب سرریزهای سیفونی عدم قدرت آنها در تخلیه جریانهای بزرگتر از سیل طرح، برای افزایش معمول سطح آب مخزن است. زیرا با تجاوز سطح آب مخزن از ارتفاع طرح سرریز، تغییرات دبی جریان خروجی قابل توجه نخواهد بود. در نتیجه می توان گفت که انتخاب سرریز سیفونی، بعنوان سرریز اصلی، به همراه یک سرریز اضطراری و یا کمکی می تواند انتخاب معقولی باشد.

سرریز سیفونی عبارتست از مجرای بسته به شکل U معکوس که تاج آن در سطح نرمال قرار می گیرد. هنگامی که سطح آب در مخزن بالای سطح نرمال قرار بگیرد، جریان از روی سرریز به شکل جریان آزاد رود گذر خواهد بود. عمل سیفونی شدن موقعی شروع می شود که هوای روی تاج مجرا خارج شود و جریان ادامه یابد.

معیار های طراحی

معیار های طراحی ارائه شده مربوط به سر ریز سیفونی که در پایین دست تاج آنها مجرا به صورت مستقیم است. مزیت این است که نوع سر ریز نسبت به نوع S شکل به شرح زیر است

۱. یکنواختی و پیوستگی بیشتر در ظرفیت جریان

۲. کاهش زمان تخلیه

۳. سادگی احداث در نتیجه مقرون به صرفه بودن

۴. تخلیه هوا با بار آبی کمتر در روی تاج سرریز

در ادامه به تشریح چگونگی محاسبات هیدرولیکی سر ریز سیفونی می پردازیم

دبی:

برای عبور دبی های زاد در سرریز های سیفونی که سطح مقطع آن کو چک است .بار آبی زیاد باشد دبی عبوری از سرریز سیفونی با استفاده از معادله روزنه به شرح زیر محاسبه می شود:

$$q = cd\sqrt{2gh}$$

دبی فوق برابر یا کمتر از دبی حداکثر باشد که بر اساس معادله جریان گردابی مطابق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$q_{max} = R_c(\sqrt{0.7h} 2g) \ln RS/R_c$$

q = دبی بر حسب واحد عرض سرریز

$R_c, R_c h$ = پارامتر

D = عرض داخلی مجرا

C = ضریب جریان در معادله روزنه

H = فشار اتمسفریک در محل احداث سازه سرریز سیفونی

نکته

ضریب ۰,۷ به منظور اطمینان برای جلوگیری از ایجاد فشار اتمسفریک میباشد

بار آبی کل:

ارتفاع فشار اتمسفریک بر حسب ارتفاع محل احداث نسبت به سطح دریا متغیر است بار آبی اعمال شده نباید از ارتفاع فشار اتمسفریک باشد. سازه بتنی به گونه ای باشد که در برابر فشار منفی داخلی ایجاد شده معادل با بار H اضافه دیگر بارهایی که به سازه وارد می شود مقاومت می کند.

ورودی:

سطح مقطع ورودی روزنه باید حداقل در برابر سطح مقطع گلوگاه باشد سطح اب نرمال در داخل کانال نیز به گونه ای باشد که لبه بالای ورودی روزنه در حدود $1.5H_c$ به علاوه ۱۵ سانتی متر با حداقل ۳۰ سانتی متر مستغرق شود.

تاج

تاج سرریز باید به اندازه ۶ سانتی متر بالاتر از رقوم سطح نرمال در کانال باشد.

حوضچه

حوضچه پایین دست خروجی سیفون را مستغرق کرده و از وزود هوا به داخل سیفون جلوگیری می کند سقف سیفون باید تا اندازه ای بالاتر از سطح آب در حوضچه باشد که امکان تخلیه هوا از داخل حوضچه تخلیه شود با فرض این که کانال خروجی جریان روی استانه را غرق آب نمی کند

در مورد سرریز سیفونی دو نکته را باید در نظر داشت:

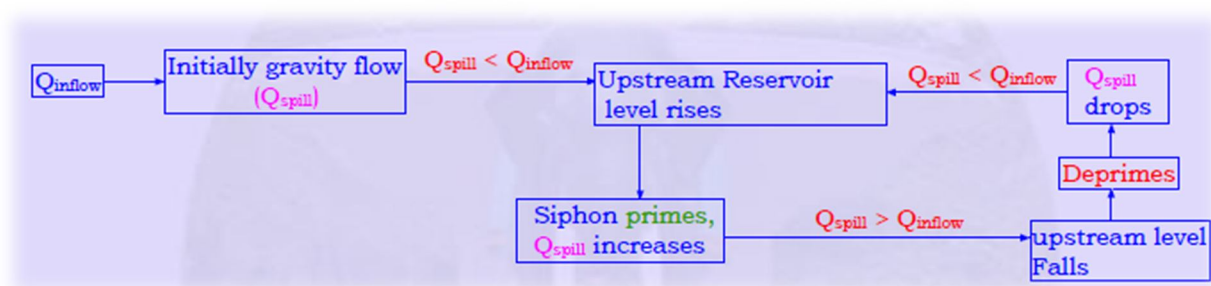
۱. سطح قسمت تخلیه هوا بالاتر از سطح مخزن است از این رو جریان در لوله بالاتر از سطح مخزن برقرار می شود.
۲. سیفون باید دارای قابلیت خود شویی باشد.

مشکلات سرریز سیفونی

1_ شرایط ناپایدار هوادهی

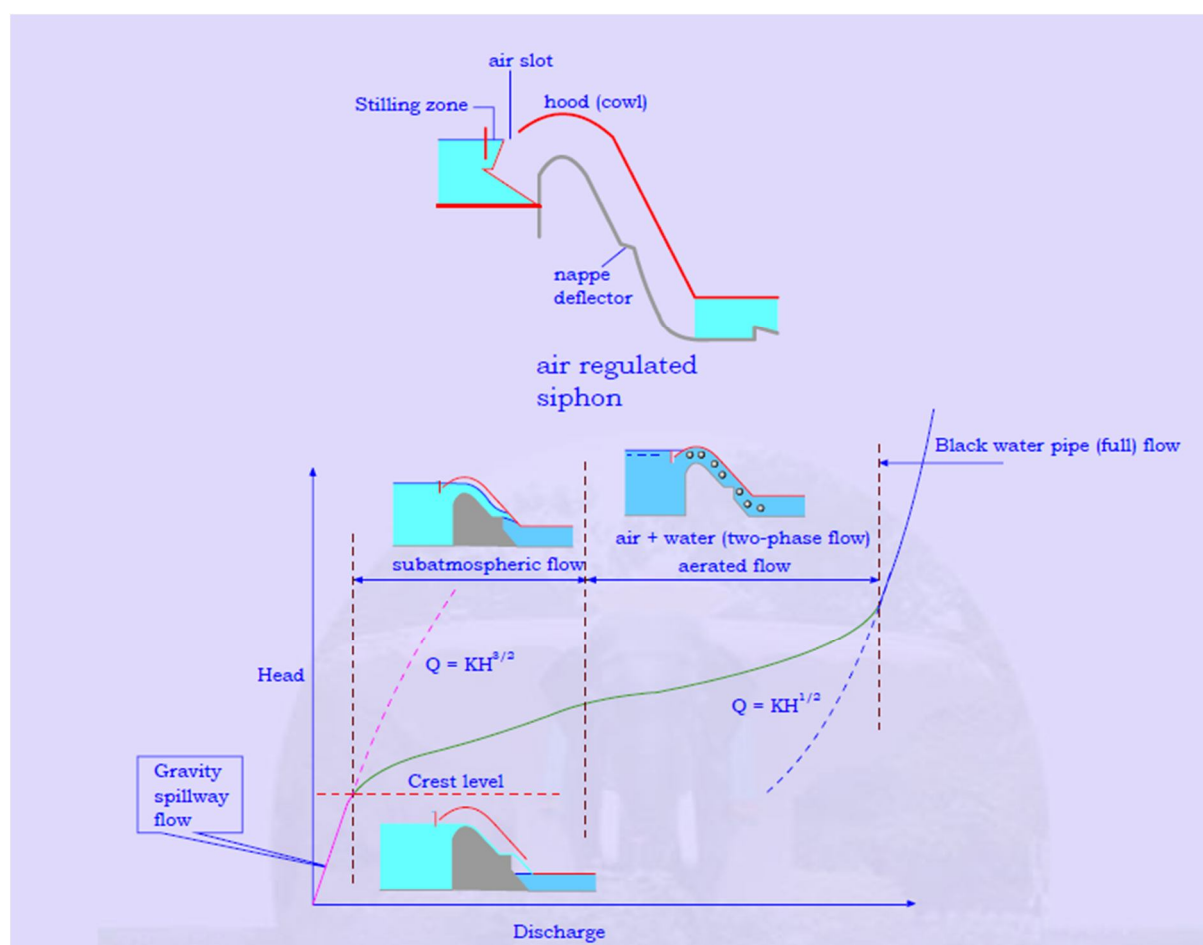
If

$$\left. \begin{array}{l} Q_{\text{inflow}} > Q_{\text{spillway}} \\ Q_{\text{inflow}} < Q_{\text{blackwater}} \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{\text{spill}} < Q_{\text{inflow}} < Q_{\text{blackflow}}$$



نمونه چرخه عملکرد سرریز سیفون

این رفتار چرخه ای سرریز ناشی از موج شعاعی و ارتعاش گذرا می باشد.



ممکن است در مجرای سیفون کانال جریان بوجود آید که از نوع جریان گردابی و جریان لوله ای با توجه به هد آب موجود باشد.

مشکلات زیر ممکن است در این زمینه رخ دهد:

۱. مسدود شدن سیفون به وسیله زباله ها.
۲. یخ زدن قسمت ورودی سیفون (پایه سیفون) در اثر این نوع جریانها.
۳. ممکن است جریانها به صورت موجی و ضربه ای وارد مدخل سیفون شوند.

معادله تخلیه:

با استفاده از معادله انرژی میتوان اختلاف ورودی و خروجی سیفون را به شکل زیر محاسبه کرد.

$$H_1 + H_2 = \left(K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + f \frac{D}{L} \right) \frac{V^2}{2g}$$

$$v = \sqrt{2gh_c} \frac{R_c}{r} \quad , \quad vR = \cos s \tan t$$

$$Q = \sqrt{2gh_c} R_c b \ln \frac{R_0}{R_c}$$

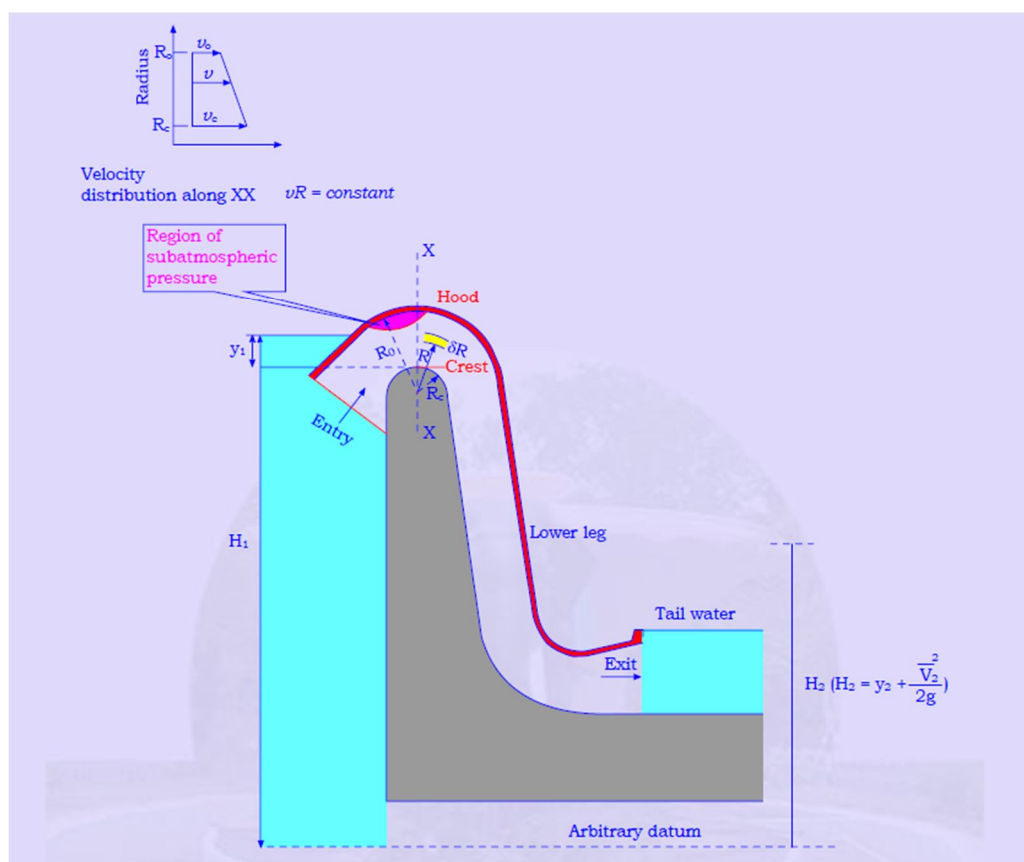
$$k_1 = \text{ورودی}$$

$$k_2 = \text{زانوی اول}$$

$$k_3 = \text{زانوی دوم}$$

$$k_4 = \text{خروجی}$$

$$fL/d = \text{تلفات اصطکاک}$$

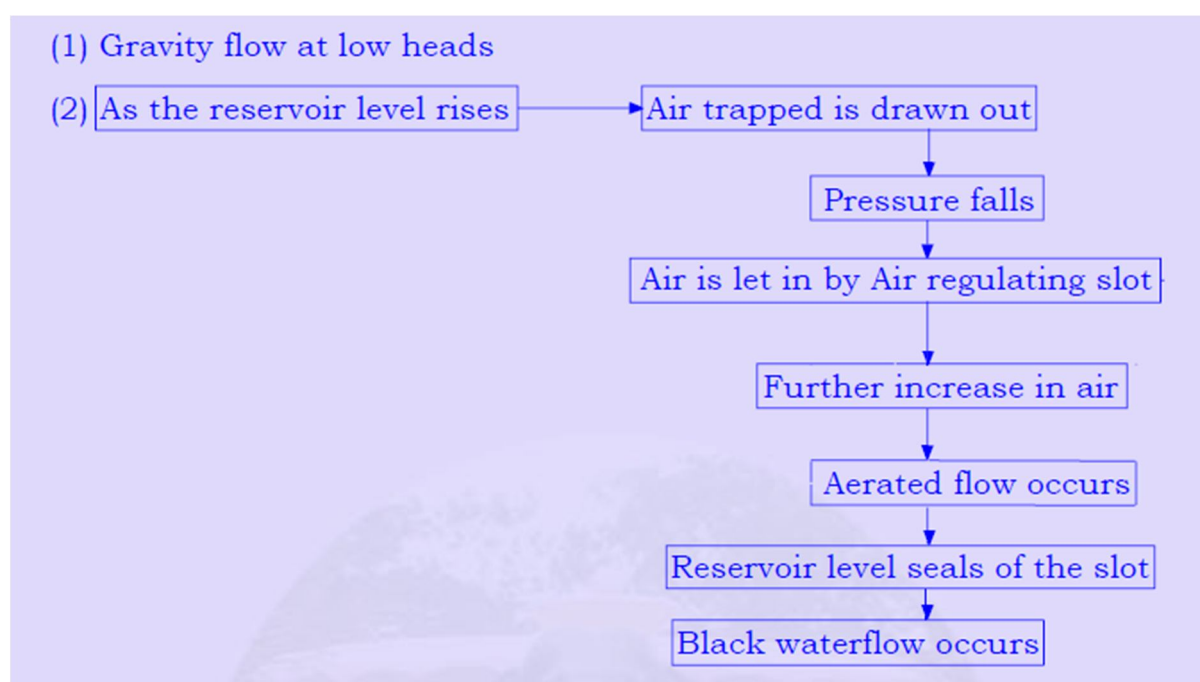


تخلیه در یک سرریز سیفونی

جلوگیری از ایجاد موج در داخل سیفون

برای جلوگیری از ایجاد موج در داخل سیفون سرریز راههای زیر وجود دارد:

۱. استفاده از سیفون های مختلف با ارتفاع تاج متفاوت.
۲. تنظیم هوای موجود در سیفون که باعث مکش می شود طبق الگوی آب مورد نیاز.



بسته به عمق بالادست سه نوع عملکرد ممکن است اتفاق بیافتد

۱. جریان گرانشی سرریز
۲. جریان هوادهی
۳. لوله (جریان آب سیاه و سفید).

شرایط هوادهی در سیفون ناپایدار است و این شرایط فقط برای مدت زمان کوتاهی از شروع سیفونی شدن باقی می ماند زیرا هوا نمی تواند به یکباره وارد قسمت پوشش داده شده سیفون شود. بنابراین در سیفون های معمولی کمی تغییر در ارتفاع هد سیفون باعث یک کاهش یا افزایش شدید در دبی خروجی از سرریز سیفونی می شود.

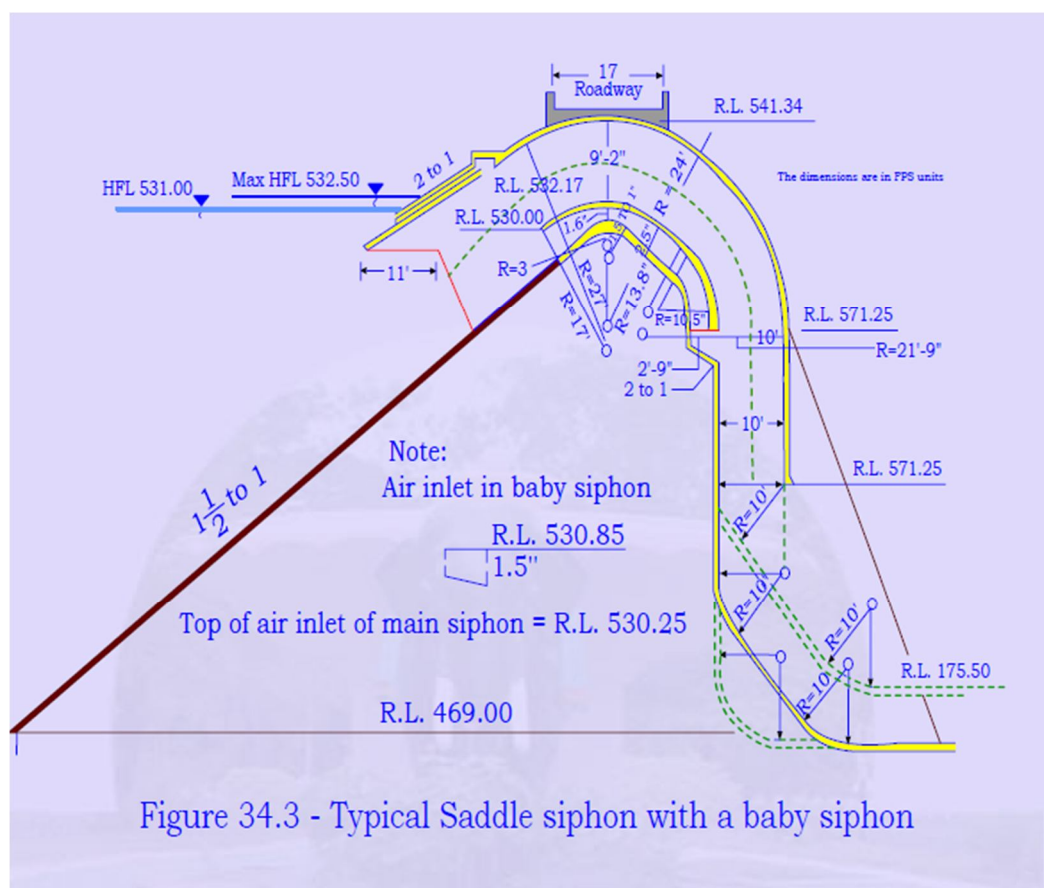
این تغییرات به خصوص زمانی که دبی ورودی به مخزن بزرگتر از جریان سرریز است می تواند ایجاد مشکل کند.

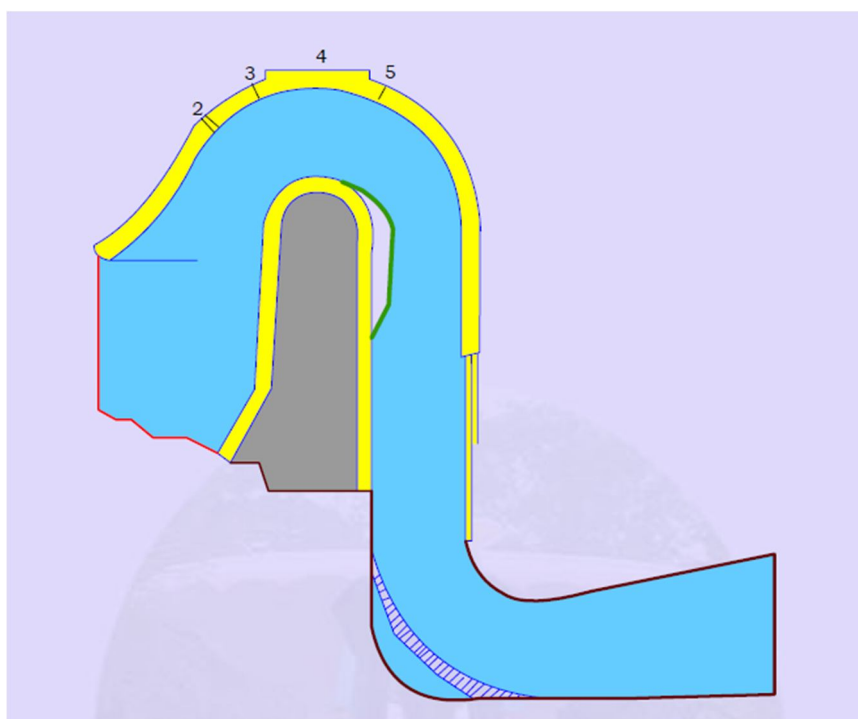
۱. اگر سرریز در ابتدا به کمک جریان ثقیلی راه اندازی شد، سطح آب بالادست سیفون باید افزایش پیدا کند.

۲. زمانی که سطح آب بالادست به اندازه کافی از دهانه سیفون بالاتر رفت دبی خروجی سرریز به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

۳. سطح آب بالادست تا زمانی که به دهانه سیفون نرسیده کاهش می یابد.

غالب سرریزهای سیفونی از ۵ جزء اصلی تشکیل شده اند ، دهانه ورودی ، ران رویی ، گلوگاه یا مقطع کنترل ، ران زیرین و مجرای خروجی .





تبدیل خروجی

در انتهای سرریز سیفونی به طور معمول از تبدیل نوع یک استفاده می شود. زاویه سطح آب در این تبدیل در سرریز سیفونی برابر ۲۵ درجه در نظر گرفته می شود

حفاظت در برابر فرسایش

در تقاطع های زهکشی ، باید به هر راه ممکن در برابر فرسایش محافظت شود. در کانال خاکی در قسمت سنگ چین حفاظتی باید تا مرکز کانال به طول دو برابر دهانه ورودی سیفون و با حداقل ۲,۵ سانتی متر هر کدام بشتر باشد ادامه یابد.

سازه های انتقال آب (تالیف : دکتر محمد کریم بیرامی)

کتاب هیدرولیک کانال های باز دکتر ابریشمی

بنا های آبی (تالیف دکتر حبیب الله بیات)

Sastry P.G., "Morning Glory Shaft Spillways - A detailed survey" ,
Vishwakarma, page

۳۴۰ to 348.