

## فهرست

۱- مقدمه.....	۳
۲- انواع سرریز.....	۴
۱-۲ تقسیم بندی بر اساس وجود یا عدم وجود دریچه.....	۴
۳- سرریز ریزشی آزاد ( سرریز های با سقوط مستقیم).....	۵
۴- سرریز اوجی ( آبریز ).....	۷
۵- سرریز جانبی.....	۹
۶- سرریز پلکانی.....	۱۱
۷- سرریزهای تونلی و مجرای.....	۱۱
۸- سرریز شوت.....	۱۳
۹- سرریز با دهانه سقوط.....	۱۵
۱۰- سرریز نیلوفری ( لاله ای ).....	۱۶
۱۱- سرریز ریزشی مجهز به بار شکن.....	۱۷
۱۲- سرریز آبرو ( زیر گذر ).....	۱۷
۱۳- سرریز سیفونی.....	۱۹
۱۴- فرضیات مسئله.....	۲۲
۱۵- طراحی پارامترهای سرریز اوجی.....	۲۴
۱۶- طراحی شوت.....	۲۷

- ۱۷- طراحی حوضچه آرامش..... ۲۹
- ۱۸- طراحی بلوک های ابتدا و انتهای حوضچه آرامش..... ۳۰
- ۱۹- طراحی حوضچه آرامش دو مرحله..... ۳۱
- ۲۰- کد نویسی با متلب..... ۳۳
- ۲۱- خروجی های متلب..... ۴۰
- ۲۲- تصاویر خروجی از متلب برای سرریز اوجی..... ۴۱
- ۲۳- تصاویر خروجی از متلب برای شوت..... ۴۲

## ۱- مقدمه

برای عبور آب های اضافی از سراب بالادست ( به پایاب ) پایین دست ( سدها از سازه ای به نام سرریز استفاده می شود . سرریز یکی از کلیدی ترین اعضای سد به شمار می رود که شکست بسیاری از سد ها به عدم کفایت سرریزشان نسبت داده شده است.

ایمنی سد ها به طور اهم ارتباط مستقیم و تنگاتنگی با کفایت ظرفیت سرریز دارد . بیشتر شکست سدها در اثر عبور آب از روی تاج آنها بوقوع می پیوندد که مهمترین عامل آن کافی نبودن ظرفیت سرریز است . عملکرد ایمن سرریزها، در شرایط غیرعادی، عامل مهمی در ایمنی سدهاست. بر طبق گزارشات منتشر شده توسط کنفرانس بین المللی سد های بزرگ (ICOLD) حدود ۱/۳ شکست سد ها از عدم کفایت سرریز نشأت گرفته است . در نتیجه با توجه به حساس بودن کارکرد ، سرریز باید سازه ای قوی ، مطمئن و با راندمان بالا انتخاب شود که در هر لحظه بتواند برای بهره برداری آمادگی داشته باشد.

به طور کلی انتخاب سیل مبنای طرح سرریز های سد های مخزنی و معیار های طراحی آنها یکی از مسائل مهم سدسازی به شمار می آید و نقش عمده ای در کاهش خطر سیل گرفتگی شهرها یا اراضی بالادست سدها مخزنی دارد متأسفانه به دلیل نبود معیارهای فنی و تجربه های مناسب در زمینه مدیریت سیلاب بعضاً شاهد انتخاب نادرست نوع سرریز سدهای مخزنی هستیم . سرریز ها باید در کلیه ی شرایط آماده ی بهره برداری بوده و قادر به تخلیه ی سیل مبنای طرح باشند تا در هنگام وقوع سیل شاهد تلفات جانی و خسارات مالی بیش از حد انتظار نباشیم . همچنین یکی از عوامل مهم که پایداری و سازه سرریز را تهدید می کند و ممکن است باعث لطمه جبران ناپذیر به سرریزها شود پدیده نام آشنای کاویتاسیون می باشد. درک صحیح از عملکرد سرریزها می تواند تا حد زیادی هزینه ساخت را کاهش و مشکلات سیل گرفتگی را مرتفع نماید.

## ۲- انواع سرریز

به طور خلاصه می توان سرریز ها را با توجه به دارا بودن یا نبودن دریچه و یا ساختن آن در بدنه ی سد یاخارج از آن به صورت زیر تقسیم بندی نمود.

### ۲-۱ تقسیم بندی بر اساس وجود یا عدم وجود دریچه

چنان چه توپوگرافی محل و میزان سیل به نحوی باشد که بتوان از سرریز بدون دریچه استفاده نمود ، در آن صورت بهره برداری از سرریز ساده خواهد شد که این امر در مقاطع عریض رودخانه میسر است و برای مقاطع تنگ رودخانه سد معمولاً با دریچه طراحی می شود . در حالت دوم کنترل جریان بهتر میسر می گردد و این نوع سرریز به سرریز کنترل کننده سیل نیز معروف است . در زمان وقوع سیل ، اگر مخزن پر باشد ، دریچه ها به منظور عبور جریان سیل کاملاً باز نگاه داشته می شوند.

در حال حاضر بیشتر سد ها به دریچه های تنظیم مجهز هستند تا بهره برداری انعطاف پذیر از سد را امکان پذیر سازد . به منظور پیشگیری از وقوع سیل در پایاب سد ، دریچه ها را باید بر اساس بهره برداری آن باز و بسته کرد . دریچه ها را باید از نظر امکان ارتعاش آنها نیز آزمایش کرد . مزیت های دریچه های تعبیه شده روی سرریز ها عبارتست از:

✓ تغییر و کنترل تراز مخزن

✓ کنترل سیل

✓ ایجاد تراز ذخیره بالاتر در مخزن

در حالی که معایب آنها عبارتند از:

✓ خطر احتمالی ناشی از بهره برداری نامناسب یا خرابی آن

✓ صرف هزینه بیشتر برای تعبیه دریچه

✓ ضرورت تعمیر و نگهداری دریچه

بسته به اندازه و موقعیت سد ، استفاده از دریچه ها در شرایط زیر اولویت دارد:

✓ سد های بزرگ

✓ سیل های بزرگ

✓ امکان دستیابی راحت برای بهره برداری از دریچه

هم اکنون از سه نوع دریچه یعنی دریچه کشویی قائم (vertical lift gate)، دریچه یک طرفه لولا دار (hinged flap gate) و دریچه های قطاعی (radial gates) استفاده می شود. دریچه های یکطرفه را برای ارتفاع کم جریان در حد چند متر و باو دریچه های قطاعی طول زیاد می توان استفاده کرد. دریچه کشویی می تواند ارتفاع زیادی داشته باشد اما به متعلقاتی مانند شیار های دریچه ، وسیله بالابر قوی و سازه نگهدارنده نیاز دارد. دریچه های قطاعی را به دلیل سازه ساده آن ، نیروی نسبتاً کم مورد نیاز برای بکاراندازی آن و نیاز نداشتن به شیار دریچه در آن ، بیشتر برای سرریز های بزرگ و متوسط استفاده می کنند. مقاومت دریچه قطاعی به استحکام یا تاقان آن بستگی دارد. به دلایل ایمنی ، باید از تعدادی دریچه با ابعاد متوسط به جای تعداد کمتری دریچه بزرگتر استفاده شود. در زمان طراحی ، فرض می شود که بزرگترین دریچه از کار بیفتد و دریچه های دیگر باید توانایی عبور دبی مورد نظر را داشته باشد. تنظیم و باز و بسته کردن دریچه به وسیله بالابر یا جک های هیدرولیکی که با موتور الکتریکی کار می کنند انجام می شود. چنان چه احتمال قطع برق وجود داشته باشد ، زنراتورهای دیزلی -الکتریکی را می توان برای استفاده در مواقع ضروری پیش بینی کرد.

### ۳- 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. از سرریزهای ریزشی آزاد ، که در محدوده وسیعی از عمق پایاب بتواند مؤثر باشند ، می توان در سدهای خاکی

## Design Of Ogee Spillway

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.



سرریز ریزشی آزاد

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 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.

## Design Of Ogee Spillway

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



سرریز ریزشی آزاد

### ۴- 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 با شد . 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 .

## Design Of Ogee Spillway



سرریز اوجی

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 می یابد و بازده تخلیه سرریز کاسته می شود . 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 می افزاید . یک تاج آبریز همراه با کف بند پایین دست ، می تواند به عنوان یک سرریز کامل مورد استفاده قرار گیرد . این حالت را می توان 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.



## Design Of Ogee Spillway



سرریز اوجی

**۵- 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.

## Design Of Ogee Spillway



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.



## ۶- 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 .



سرریز پلکانی

## ۷- 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 سرپوشیده می تواند به شکل یک شفت قائم یا مایل ، یک تونل افقی از میان خاک یا سنگ و یا یک مجرای سرپوشیده ای باشد که در ترانشه‌هایی 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 دهانه‌های ورودی روزانه‌ای 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

## Design Of Ogee Spillway

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.



سرریزهای تونلی و مجرای

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 کانالها ی باز از خطر برف و لغزش سنگ مصون نیست، ممکن است سرریزهای تونلی رجحان داشته باشد.

سرریزهای مجرای 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 مجرای اجازه خواهد داد که کانال تخلیه سرریز، زیر سد و نزدیک بستر رودخانه قرار داده شود.



سرریزهای تونلی و مجرای

## ۸- 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 سرریز هایی 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 . سرریز های شوت در سدهای خاکی بیش از انواع دیگر به کار رفته است . عواملی که سبب انتخاب این سرریز می شوند ، عبارتند از:

- ✓ به سادگی قابل طرح و اجرا هستند
- ✓ تقریباً در کلیه شرایط فونداسیون می توان از آنها استفاده کرد

## Design Of Ogee Spillway

✓ 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

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 یکنواخت جریان در تأسیسات نهایی باید همگرایی و واگرایی در سطح شوت تدریجی باشد.

## ۹- 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.



## ۱۰- سرریز نیلوفری ( لاله ای )

سرریز نیلوفری ( 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.



سرریز نیلوفری

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.



## ۱۱- 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 .

## ۱۲- 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

## Design Of Ogee Spillway

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 آبروکاهش 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 ۵/۷ 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.

### ۱۳- 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 .



سرریز سیفونی

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

## Design Of Ogee Spillway

. 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 خودکار 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 .



## Design Of Ogee Spillway

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 سرریزسیفونی ، بعنوان سرریز اصلی ، به همراه یک سرریز اضطراری و یا کمکی می تواند انتخاب معقولی باشد

**۱۴-فرضیات مسئله :**

$$Q_{max} = 2000 \frac{m^3}{s}$$

دبی حداکثر سیلاب ده هزار ساله

$$p = 30 \cdot 8m$$

ارتفاع سرریز

$$t = 1m$$

ضخامت پایه های دماغه

$$b = 8m$$

عرض دهانه های سرریز

$$1000m = \text{رقوم سطح آب در بالادست سرریز اوجی}$$

$$964m = \text{رقوم سطح بستر در بالا دست سرریز اوجی}$$

$$1 = \text{شیب افقی سرریز در پایین دست}$$

$$0.8 = \text{شیب عمودی سرریز در پایین دست}$$

$$960m = \text{رقوم سطح بستر در پایین دست سرریز}$$

$$30\% = \text{شیب شوت بر حسب درصد}$$

$$930m = \text{رقوم سطح شوت در پایین دست}$$

$$0.02 = \text{ضریب مانینگ}$$

## Design Of Ogee Spillway

$$P + Hd = H_{up} - H_{bedup}$$

$$30.8 + Hd = 1000 - 964$$

$$Hd = 5.2m$$

$$Hd = He \rightarrow He = 5.2m \rightarrow \frac{He}{Hd} = 1 \rightarrow C = 2.195$$

$$\frac{P}{Hd} \geq 1.33 \rightarrow \frac{30.8}{5.2} = 5.92 \geq 1.33 \rightarrow$$

کاویتاسیون رخ نمی دهد.

$$\frac{He}{Hd} = 1 \rightarrow \frac{Cs}{C} = 1 \rightarrow Cs = 2.195$$

$$q = C(He)^{1.5} \rightarrow q = 2.195 \times (5.2)^{1.5} = 26.94 \frac{m^3.s}{m}$$

$$V_0 = \frac{q}{p + Hd} = 0.7284 \frac{m}{s}$$

$$H_0 = \frac{V_0^2}{2 \times 9.81} = 0.0270m$$

$$He1 = Hd + H_0 \rightarrow He1 = 5.2270m$$

$$\frac{He1}{Hd} = 1.0052 \rightarrow C = 2.2$$

ضریب دبی

$$leff = \frac{Q}{CH_e^{1.5}} = 74.21m$$

$$N = \frac{leff}{b} = 9.86 \rightarrow N \approx 10$$

تعداد دهانه ها

$$Ka = 0.1$$

$$Kp = 0.01$$

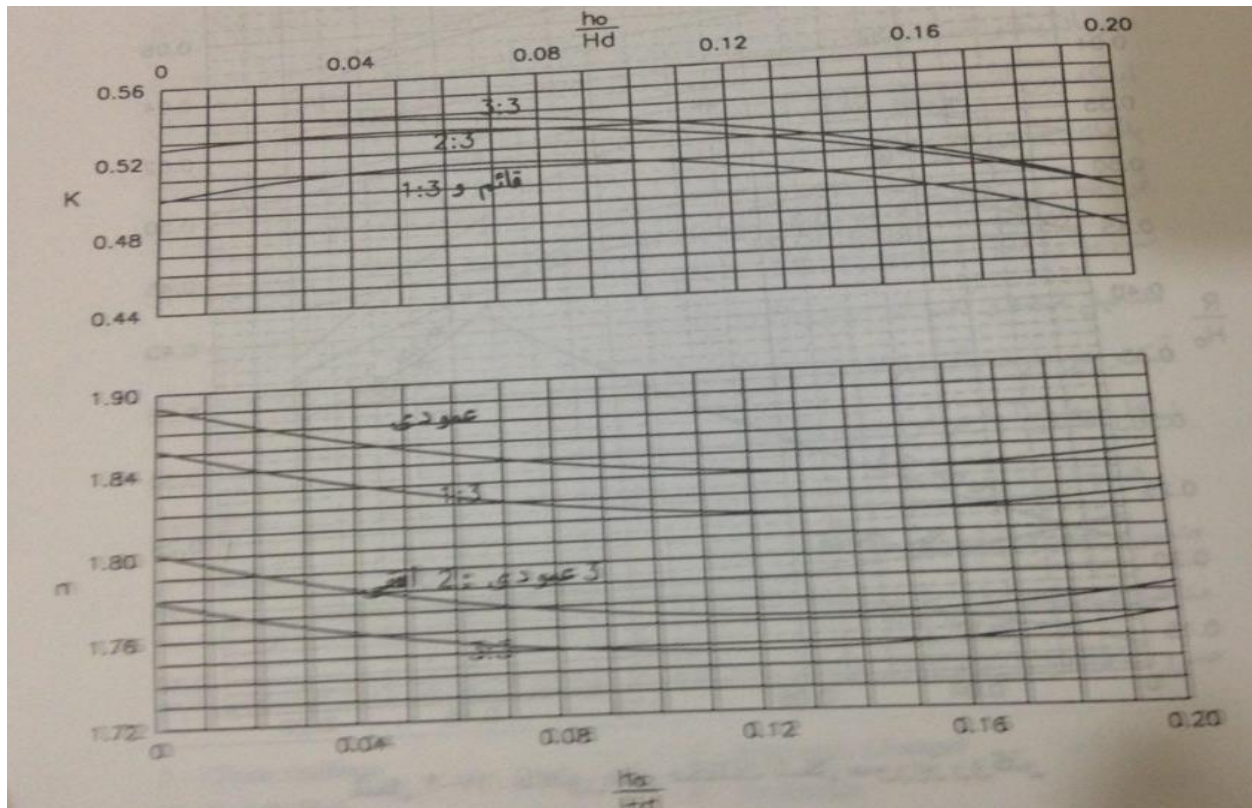
$$L = (Leff + 2 \times He \times (N-1) \times t) \rightarrow L = 84.4m$$

طول نهایی سرریز

## ۱۵- طراحی پارامترهای سرریز اوجی :

برای تعیین پارامترهای سرریز اوجی ابتدا نسبت  $\frac{H_0}{H_d}$  را بدست می آوریم و با استفاده از نمودارهای زیر

پارامترهای آن را بدست می آوریم.



بدست آوردن  $n, K$

$$\frac{H_0}{H_d} = 0.005$$

$$n = 1.88$$

پارامتر سرریز اوجی

$$\frac{H_0}{H_d} = 0.005$$

$$K = 0.503$$

پارامتر سرریز اوجی



## Design Of Ogee Spillway

حالا بعد از بدست آوردن  $n, K$  با استفاده از فرمول زیر معادله منحنی اوجی را بدست می آوریم:

$$\left(\frac{y}{H_d}\right) = -K \left(\frac{x}{H_d}\right)^n \quad \left(\frac{y}{5 \cdot 2}\right) = -0.503 \left(\frac{x}{5 \cdot 2}\right)^{1.88}$$

بعد از ساده سازی معادله به صورت زیر است:

$$y = -0 \cdot 1172 x^{1.88}$$

حالا برای بدست آوردن نقاط عطف منحنی و با از معادله بالا مشتق گرفته ونقطه عطف منحنی را بدست آوریم

با توجه به اینکه شیب منحنی اوجی برابر است قائم ۱ به افقی ۰٫۸ است مشتق را برابر این شیب قرا می دهیم و

$x, y$  نقطه عطف را بدست می آوریم:

$$-0 \cdot 1172 \times 1 \cdot 88 \times x^{0.88} = -\frac{1}{0.8} \quad x_c = 7 \cdot 1142m$$

حالا  $x$  بدست آمده را در معادله اصلی قرار می دهیم تا مقدار  $y_c$  بدست آید:

$$y_c = -0 \cdot 1172 \times (7 \cdot 1142)^{1.88} \quad y_c = -4 \cdot 724m$$

ارتفاع نقطه عطف سرریز

با توجه به شکل زیر می بایست پارامترهای  $R_1, R_2, y_c, x_c$  را بدست آورد. که این پارامترها از نمودارهای

مربوطه بدست می آیند.

ابتدا نسبت  $\frac{H_0}{H_{e1}}$  را بدست آورده سپس با استفاده از نمودارهای مربوطه پارامترهای مورد نظر را بدست می

آوریم:

$$\frac{H_0}{H_{e1}} = 0 \cdot 0052$$

$$X_c = 1 \cdot 2751$$

## Design Of Ogee Spillway

$$\frac{H_0}{H_{e1}} = 0.0052$$

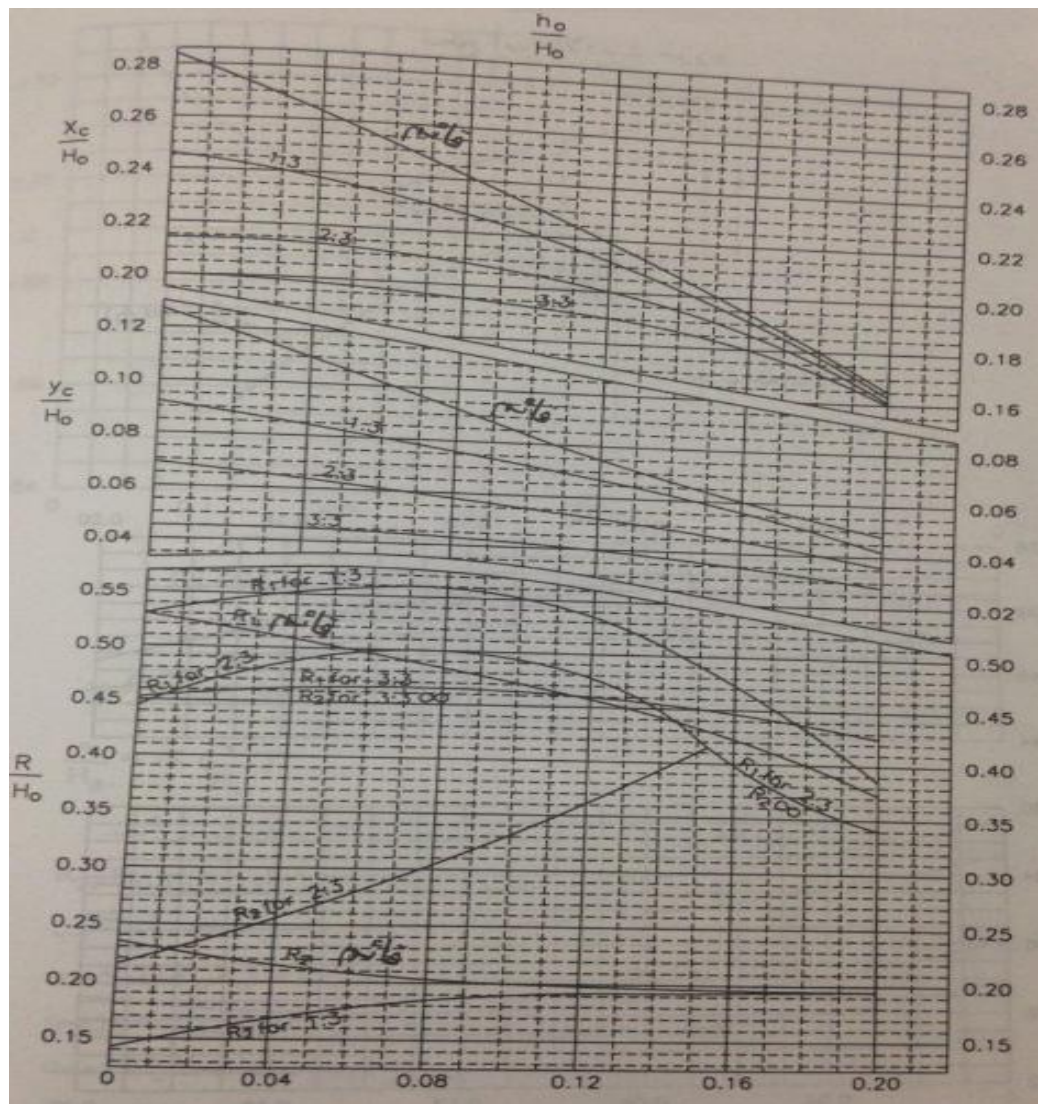
$$Y_c = 0.5516$$

$$\frac{H_0}{H_{e1}} = 0.0052$$

پارامترهای مربوط به سرریز اوجی  $Rr1 = 2.2451$

$$\frac{H_0}{H_{e1}} = 0.0052$$

پارامترهای مربوط به سرریز اوجی  $Rr2 = 1.1653$



بدست آوردن ضرایب  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $y_c$ ,  $x_c$

## ۱۶- طراحی شوت:

برای طراحی شوت ابتدا عمق آب را در دهانه شوت بدست می آوریم که با استفاده فرمول برنولی به صورت زیر است

معادله برنولی بین ابتدا و انتهای سرریز در پایین دست:

$$\Delta y + H_{e1} = Y_1 + \frac{q^2}{2 \times g \times Y_1^2} \quad 30 \cdot 8 + 5 \cdot 2270 = Y_1 + \frac{26 \cdot 9493^2}{2 \times g \times Y_1^2}$$

$$Y_1 = 0 \cdot 98m \quad \text{عمق آب در ابتدای شوت}$$

بعد از بدست آوردن عمق آب در ابتدای شوت باید عمق آب در انتهای شوت را با استفاده از معادله انرژی بدست آوریم:

$$Y_1 \times (\cos(\theta))^2 + \frac{q^2}{2 \times g \times Y_1^2} + \Delta z = Sf \times LL + Y_2 \times (\cos(\theta))^2 + \frac{q^2}{2 \times g \times Y_2^2}$$

در رابطه بالا  $\theta$  زاویه شیب شوت است که در اینجا  $0 \cdot 25$  است.  $LL$  طول مسیر شوت که به صورت زیر بدست می آید.

برای محاسبه  $Sf$  از رابطه مانینگ به صورت زیر بدست می آید.

$$S_f = \frac{n^2 \times V^2}{R^{\frac{4}{3}}}$$

$$n=0.02$$

$$R = \frac{A}{P} \quad R = \frac{L \times Y_1}{L + b \times Y_1} \quad R = 0 \cdot 9516m \quad \text{شعاع هیدرولیکی در ابتدای شوت}$$

$$V = \frac{q}{Y_1} \quad V = 27 \cdot 68 \frac{m}{s} \quad \text{سرعت آب در ابتدای شوت}$$



## Design Of Ogee Spillway

$$Sf = \frac{(0.02)^2 \times (27.86)^2}{(0.9516)^{\frac{4}{3}}} \quad Sf = 0.3274 \quad \text{اتلاف انرژی با استفاده از رابطه مانینگ}$$

$$\theta = \tan^{-1}(0.3) \quad \theta = 16.69^\circ \quad \text{زاویه شوت با افق بر حسب درجه}$$

$$LL = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$$

$$\Delta y = H_{bedd} - H_{shot} \quad \Delta y = 960 - 930 = 30 \quad \Delta y = 30m \quad \text{طول قائم شوت}$$

$$\Delta x = \frac{\Delta y}{s} \quad \Delta x = \frac{30}{0.3} = 100m \quad \text{طول افقی شوت}$$

$$LL = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$$

$$LL = \sqrt{(100^2 + 30^2)} \quad LL = 104.4031m \quad \text{طول مسیر شوت}$$

$$Y_1 \times (\cos(\theta))^2 + \frac{q^2}{2 \times g \times Y_1^2} + \Delta z = Sf \times LL + Y_2 \times (\cos(\theta))^2 + \frac{q^2}{2 \times g \times Y_2^2}$$

$$0.98 \times (\cos(16.69))^\circ + \frac{(26.94)^2}{2 \times g \times 0.98^2 \times (\cos(16.69))^\circ} + 30 \\ = +104.4031 \times 0.3274 + Y_2 \times (\cos(16.69))^\circ + \frac{26.94^2}{2 \times g \times Y_2^2 \times (\cos(16.69))^\circ}$$

از معادله بالا عمق آب در انتهای شوت :

$$Y_2 = 1.0259m$$

محاسبه ارتفاع دیوارهای شوت:

$$F \cdot B = 0.6 + 0.037V_2Y_2^{\frac{1}{3}}$$

## Design Of Ogee Spillway

$$V_2 = \frac{q}{Y_2} \quad V_2 = \frac{26 \cdot 94}{1 \cdot 02} = 26 \cdot 41 \quad V_2 = 26 \cdot 41 \frac{m}{s} \quad \text{سرعت آب در انتهای شوت}$$

$$F \cdot B = 0 \cdot 6 + 0 \cdot 037(26 \cdot 94)1 \cdot 02^{\frac{1}{3}} = 1 \cdot 6 \quad F \cdot B = 1 \cdot 6m \quad \text{ارتفاع دیوارهای شوت}$$

**۱۷- طراحی حوضچه آرامش:**

سرعت و عمق آب و عدد فرود اول در ابتدای حوضچه آرامش به شورت زیر به دست می آید:

$$V_1^* = \frac{q}{Y_2 \cos \theta} \quad V_1^* = 25 \cdot 16 \frac{m}{s} \quad \text{سرعت در ابتدای حوضچه آرامش}$$

$$Y_1^* = \frac{q}{V_1^*} \quad Y_1^* = 1 \cdot 1m \quad \text{عمق پرش هیدرولیکی در ابتدای حوضچه آرامش}$$

$$FR_1 = \frac{V_1^*}{\sqrt{g}} \quad FR_1 = \frac{V_1^*}{\sqrt{g \times Y_1^*}} \quad FR_1 = 7 \cdot 76 \quad \text{عدد فرود ابتدای حوضچه آرامش}$$

عمق ثانویه پرش هیدرولیکی از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{Y_2^*}{Y_1^*} = 0 \cdot 5 \left( \sqrt{1 + 8 FR_1^2} - 1 \right)$$

$$\frac{Y_2^*}{Y_1^*} = 0 \cdot 5 \left( \sqrt{1 + 8(7 \cdot 76)^2} - 1 \right) \quad Y_2^* = 11 \cdot 23m \quad \text{عمق پرش هیدرولیکی ثانویه}$$

انتخاب نوع حوضچه آرامش:

با توجه به شرط های زیر نوع حوضچه آرامش بدست می آید:

$$FR_1 > 4 \cdot 5 \quad \text{and} \quad V_1^* > 18 \cdot 3 \frac{m}{s} \quad \rightarrow \rightarrow \rightarrow USBR 2$$

پس از حوضچه آرامش نوع دو استفاده می شود.

## Design Of Ogee Spillway

برای بدست آوردن طول حوضچه آرامش با استفاده از نمودارهای مربوطه بدست می آید. ابتداء عدد فرود ابتدا حوضچه آرامش را در محور افقی به نمودار وصل میکنیم تا مقدار طول طوضچه آرامش بدست آید.

$$\frac{L_{basin}}{Y_2^*} = 4 \cdot 3462 \quad L_{basin} = 48 \cdot 83m \quad \text{طول حوضچه آرامش}$$

### ۱۸- طراحی بلوک های ابتدا و انتهای حوضچه آرامش:

حال برای بدست آوردن بلوک های ابتدا و انتهای حوضچه آرامش به صورت زیر عمل میکنیم:

$$h_1 = Y_1^* \rightarrow h_1 = 1 \cdot 1m \quad \text{ارتفاع بلوکهای پرتاب کننده ابتدایی}$$

$$S_1 = Y_1^* \rightarrow S_1 = 1 \cdot 1m \quad \text{فاصله بین بلوک های پرتاب کننده ابتدایی}$$

$$W_1 = Y_1^* \rightarrow W_1 = 1 \cdot 1m \quad \text{عرض بلوک های پرتاب کننده ابتدایی}$$

$$h_2 = 0 \cdot 2 Y_2^* \rightarrow h_2 = 2 \cdot 25m \quad \text{ارتفاع بلوک های انتهایی آستانه}$$

$$S_2 = 0 \cdot 15 Y_2^* \rightarrow S_2 = 1 \cdot 7m \quad \text{فاصله بلوک های انتهایی آستانه}$$

$$W_2 = 0 \cdot 15 Y_2^* \rightarrow W_2 = 1 \cdot 7m \quad \text{عرض بلوک های انتهایی آستانه}$$

## ۱۹- طراحی حوضچه آرامش دو مرحله:

$$Y_1^* = 1 \cdot 1m$$

عمق اولیه پرش هیدرولیکی

$$Y_2^* = 11 \cdot 23m$$

عمق ثانویه پرش هیدرولیکی

$$L_{a1} = 6Y_1^* \rightarrow L_{a1} = 6 \times 11 \cdot 23 = 67 \cdot 4m$$

$$L_{a1} = 67 \cdot 4m$$

طول حوضچه آرامش در مرحله اول

$$V_{a2} = \frac{q}{Y_2^*} \quad V_{a2} = 2 \cdot 4 \frac{m}{s}$$

سرعت جریان در انتهای حوضچه آرامش مرحله اول

حال برای اینکه بتوانیم عمق آب در ابتدای حوضچه آرامش مرحله دوم را بدست آوریم باید رابطه انرژی را بین ابتدای حوضچه آرامش مرحله دوم و انتهای حوضچه آرامش مرحله اول بدست آوریم؛

$$Y_2^* + \frac{(V_{a2})^2}{2g} = Y_1^{**} + \frac{q^2}{2g(Y_1^{**})^2}$$

$$11 \cdot 23 + \frac{2 \cdot 4^2}{2 \times 9 \cdot 81} = Y_1^{**} + \frac{(26 \cdot 94)^2}{2 \times 9 \cdot 81 \times (Y_1^{**})^2}$$

$$Y_1^{**} = 1 \cdot 97m$$

عمق آب در ابتدای حوضچه آرامش مرحله دوم

$$V_{2a}^{**} = \frac{q}{Y_1^{**}} \rightarrow V_{2a}^{**} = 13 \cdot 69 \frac{m}{s}$$

سرعت جریان آب در ابتدای حوضچه آرامش مرحله دوم

$$FR_1^{**} = \frac{V_{2a}^{**}}{\sqrt{gY_1^{**}}} \quad FR_1^{**} = 3 \cdot 11$$

عدد فرود در ابتدای حوضچه آرامش مرحله دوم

حال باید عمق جریان آب در انتهای حوضچه آرامش مرحله دوم را بدست آوریم:



## Design Of Ogee Spillway

$$\frac{Y_2^{**}}{Y_1^{**}} = 0.5(\sqrt{1 + 8 FR_1^{**}} - 1)$$

$$\frac{Y_2^{**}}{Y_1^{**}} = 0.5(\sqrt{1 + 8(3 \cdot 11)^2} - 1) \quad Y_2^* = 7.75m$$

$$Y_2^* = 7.75m$$

عمق جریان آب در انتهای حوضچه آرامش مرحله دوم

مقایسه بین حوضچه آرامش دو مرحله ای و حوضچه آرامش نوع دوم:

همانطور دیده می شود میتوان نتیجه گرفت استفاده از حوضچه آرامش دو مرحله ای عمق آب را میتوند ۳۱٪.

درصد کاهش دهد که میتواند از لحاظ اقتصادی به صرفه تر شد .

$$\frac{11.23 - 7.75}{11.23} = 0.31$$

کاهش عمق آب



## Design Of Ogee Spillway

## ۲۰- کد نویسی با متلب:

```

%soheil mahmoodi&
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% etelat avliyhe %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clc
clear all
Q=input('Qmax=');
P=input('p=');
n1=input('arze dahaneha=');
t=input('zekhamat payeha=');
Hup=input('roghom sathe ab dar bala dast=');
Hbedup=input('roghom sathe bastar dar bala dast=');
V=input('shibe badanhe dar payab vertical sarriz=');
H=input('shibe badanhe dar payab horizontal sarriz=');
Hbedd=input('roghom sathe bastar dar \ain dast sarriz=');
s1=input('shib shut ba hasbe darsad=');
Hshut=input('roghom sathe shot dar pain dast=');
nn=input('zarib manning=');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% mosahbe head tarahi %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Hd=Hup-P-Hbedup;
He=Hd;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% mohasebe C%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

if (P/Hd)>1.33;
    %meghdar c barazesh dadhe shode ast%
    C1=(( -0.04386) * ((P/Hd) ^ (-0.6147)))+2.226;
else (P/Hd)<1.33;
    disp('cavitason rokh midahad va bayad meghdar p ra bishtar konim');
end
q1=C1*(He)^(1.5);

```



## Design Of Ogee Spillway

```

V0=( (q1) / (P+Hd) );
H0=( (V0)^2) / (2*9.81);
disp(sprintf('Head sorat dar sarriz oggi=%0.2f',H0));
He1=Hd+H0;
disp(sprintf('head tarahi =%0.2f',He1));
ii=(He1/Hd);
C=C1*( (-.1404*(ii)^(-16.03))+1.149);
disp(sprintf('zarib C sarriz =%0.2f',C));
q=C*(He1)^(1.5);
disp(sprintf('debi dar vahed arze sariz =%0.2f',q));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% mohasebeh parametrhaye saarriz %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Le=(Q/((C*He1^1.5)));
disp(sprintf('Tole moaser sarriz=%0.2f',Le));
N=(Le/n1);
N1=ceil(N);
disp(sprintf('Tedad dahaneha =%0.2f',N1));
L1=Le+2*He1*((N-1)*0.01+0.1);
L=(L1+(N-1)*t);
disp(sprintf('Tole dahane sarriz =%0.2f',L));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

j=(H0/Hd);
K=-2.347*(power(j,2))+0.3116*j+0.502;
disp(sprintf('parametr (K) sarriz =%0.2f',K));
n=3.341*(power(j,2))-0.8848*j+1.887;
disp(sprintf('parametr (n) sarriz =%0.2f',n));
i=(H0/He1);
xc=(((-0.006114*i^3)+0.00027*i^3-0.01032*i+0.244))*(He1);
disp(sprintf('parametr (xc) sarriz =%0.2f',xc));

yc(((((-0.002093*i^3)-0.005172*i^3-0.01426*i+0.1056))*(He1));
disp(sprintf('parametr (yc) sarriz =%0.2f',yc));

```



## Design Of Ogee Spillway

```

Rr1=(( (0.003218*i^3)+0.00932*i^3-0.05583*i+0.4298))*(He1);
disp(sprintf('parametr (R2) sarriz =%0.2f',Rr1));

Rr2=(( (-0.001094*i^3)+0.0003061*i^3-0.0125*i+0.223))*(He1);
disp(sprintf('parametr (R1) sarriz =%0.2f',Rr2));

format short
X=sym('X');
y=-K*Hd*(power(X,n))*(power(Hd,-n));
s=diff(y,1,X);
Xc=solve((s==(-1)*(V/H)),X);
Xc=double(Xc);
disp(sprintf('enteha ofoghi bakshe monhani sarriz =%0.2f',Xc));

Yc=subs(y,X,Xc);
Yc=double(Yc);
disp(sprintf('enteha ghaem bakshe monhani sarriz =%0.2f',Yc));

t1=Hbedup+P-Hbedd;
x1=solve((-1*Yc==K*Hd*(power(X,n))*(power(Hd,-n))),X);
x1=round(x1);
e=0:0.5:Xc;
Y=-K*Hd*(power(e,n))*(power(Hd,-n));
figure(1)
plot(e,Y)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
t2=0:0.5:L;
[e,t2]=meshgrid(e,t2);
z=-1*K*Hd*(e.^n)*(Hd.^(-1*n));
figure(2)
mesh(e,t2,z)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% mohasebat shut %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
y1=sym('y1');

```



## Design Of Ogee Spillway

```

y1=solve((t1+He1==y1+((q)^2)/(2*9.81*power(y1,2))),y1>0);
y11=min(double(real(sort(y1))));
disp(sprintf('ertefa ab dar ebteda shut =%0.2f',y11))
R1=(L*y11)/(L+2*y11);
v11=(q/y11);
Sf=((nn^2*(v11)^2)/R1^(4/3));
disp(sprintf('ofte enerji(Sf) dar shut shut =%0.2f',Sf))
R11=0.305*10^((v11+6.4*Hd+4.88)/(3.6*Hd+19.52));
disp(sprintf('shoa enhena panje sarriz =%0.2f',R11))
teta=atand(s1);
disp(sprintf('zaviyhe nesbat be ofogh shut =%0.2f',teta))
deltay=Hbedd-Hshut;
deltax=(deltay/s1);
L11=((deltax)^2+(deltay)^2)^(0.5);
disp(sprintf('tole masire shut =%0.2f',L11))

y2=sym('y2');
y2=solve((y11*(cosd(teta))^2+((q)^2)/(2*9.81*((cosd(teta))^2)*power(y11,2))+d
elstay==Sf*L11+y2*(cosd(teta))^2+((q)^2)/(2*9.81*((cosd(teta))^2)*power(y2,2))
),y2>0);
y22=min(double(real(sort(y2))));
disp(sprintf('ertefa ab dar enteha shut =%0.2f',y22))
v111=(q/y22);
FB=0.6+0.037*v111*(y22)^(1/3);
disp(sprintf('ertefa divare shut =%0.2f',FB))
m=(deltay/deltax);
oy=0:1:L;
ox=0:1:(deltax);
c1=deltax-(ox*m);
figure(3)
plot(ox,c1)
figure(4)
[ox,oy]=meshgrid(ox,oy);
z1=deltax-(ox*m);
mesh(ox,oy,z1)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

## Design Of Ogee Spillway

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
V22=(q/y22*cosd(teta));
disp(sprintf('SOrat dar voridi hozhehe aramaesh =%0.2f',V22));
Y111=(q/V22);
disp(sprintf('paresh hidrolici avalihe =%0.2f',Y111));
FR1=V22/((9.81*Y111)^(0.5));
disp(sprintf('Nnumber froud aval =%0.2f',FR1));
Y222=-0.5*Y111*(1-(1+8*FR1^2)^(0.5));
disp(sprintf('paresh hidrolici sanaviyhe =%0.2f',Y222));
Fa=double(0.1*(V22+Y222));
disp(sprintf('ertefa divare hozhehe aramesh=%0.2f',Fa));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%stilling Basin USBR 2
if (FR1>4.5)&&(V22>18.3);
    disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%    stilling Basin    USBR2
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
    Lbasin=(Y222)*(0.0002491*((FR1)^3)-0.02559*((FR1)^2)+0.5047*(FR1)+1.854);
    W1=(Y111);
    disp(sprintf('arze Baffle Piers(boolok partab konadhe(W1)) =%0.2f',W1));
    S1=(Y111);
    disp(sprintf('favasel Baffle Piers(boolok partab konadhe(S1) =
%0.2f',S1));
    h1=(Y111);
    disp(sprintf('ertefa Baffle Piers(boolok partab konadhe(h1) =%0.2f',h1));
    W2=(0.15*Y222);
    disp(sprintf('arze Baffle Piers(astanhe entehai dandanhedar(W2))
=%0.2f',W2));
    S2=(0.15*Y222);
    disp(sprintf('favasel Baffle Piers(astanhe entehai dandanhe(s2) =
%0.2f',S2));
    h2=(0.2*Y222);
    disp(sprintf('ertefa Baffle Piers(astanhe entehai dandanhe(h2)
=%0.2f',h2));
    disp(sprintf('Lbasin USBR 2= %0.2f',Lbasin));
end

```



## Design Of Ogee Spillway

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%

```

```

%stilling Basin USBR 3

```

```

if (4.5<FR1) && (FR1<9) && (V22<18.3);
    disp('%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    stilling Basin  USBR2
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%');
    Lbasin=(Y222)*(0.006222*((FR1)^3)-0.1058*((FR1)^2)+0.1761*(FR1)+2.792);
    disp(sprintf('Lbasin USBR 3=: %0.2f',Lbasin));
    W1=(Y111);
    disp(sprintf('arze Baffle Piers(boolok partab konadhe(W1)) =%0.2f',W1));
    S1=(Y111);
    disp(sprintf('favel Baffle Piers(boolok partab konadhe(S1) =
%0.2f',S1));
    h1=(Y111);
    disp(sprintf('ertefa Baffle Piers(boolok partab konadhe(h1) =%0.2f',h1));
    M=(0.8*Y222);
    disp(sprintf('Fsele boolok ebteda va enteha =%0.2f',M));
    h3=(Y111*(0.1693*(FR1)+0.5729));
    disp(sprintf('ertefa boolok aram koonadhe(h3) =%0.2f',h3));
    S2=(0.75*h3);
    disp(sprintf('favesl boolok aram koonadhe(S2) =%0.2f',S2));
    W2=(0.75*h3);
    disp(sprintf('arze boolok aram koonadhe(W2) =%0.2f',W2));
    tb=(0.2*h3);
    disp(sprintf('zekhamat boolok aram koonadhe(tb) =%0.2f',tb));
    h4=(Y111*(0.06214*(FR1)+0.9314));
    disp(sprintf('ertefa astanhe enteha(h4) =%0.2f',h4));
end

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%

```

```

%stilling Basin USBR 4

```

```

if (2.5<FR1) && (FR1<4.5);

```



## Design Of Ogee Spillway

```

disp('%%%%%%%%%           stilling Basin   USBR2           &&&&&&&&&&&&&&&&&&');
Lbasin=(Y222)*(0.02523*((FR1)^3)-0.4928*((FR1)^2)+3.02*(FR1)+0.03825);
disp(sprintf('Lbasin USBR 4=: %0.2f',Lbasin));
W1=(Y111);
disp(sprintf('arze Baffle Piers(boolok partab konadhe(W1)) =%0.2f',W1));
S1=(2.5*Y111);
disp(sprintf('favasel Baffle Piers(boolok partab konadhe(S1) =
%0.2f',S1));
h1=(2*Y111);
disp(sprintf('ertefa Baffle Piers(boolok partab konadhe(h1) =%0.2f',h1));
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Two stage Stilling Basin %%%%%%%%%%
disp('%%%%%%%%%           Two stage Stilling Basin
%%%%%%%%%');
La1=6*Y222;
disp(sprintf('tole hozche aramesh aval =%0.2f',La1))
va2=(q/Y222);
Y333=sym('Y333');
Y333=solve((Y222+((va2)^2/(2*9.81))==Y333+((q)^2)/(2*9.81*power(Y333,2))),Y33
3>0);
Y333=min(double(real(sort(Y333))));
disp(sprintf('ertefa ab dar ebteda hozche dovom =%0.2f',Y333))
va22=(q/Y333);
FRa1=(va22)/((9.81*Y333)^(0.5));
Y444=-0.5*Y333*(1-(1+8*FRa1^2)^(0.5));
disp(sprintf('ertefa ab dar enteah hozche dovom =%0.2f',Y444))
La2=3*Y444;
disp(sprintf('tole hozche aramesh aval =%0.2f',La2))

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
RRR=((Y222-Y444)/(Y222));
disp(sprintf('ESTEFADHE AZ HOZHE ARAMESH DO MARHLEHI ERTEFA AB RA KAM MIKONAD
=%0.2f',RRR))
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

## ۲۱- خروجی های متلب

```

Qmax=2000
p=30.8
arze dahaneha=8
zekhamat payeha=1
roghom sathe ab dar bala dast=1000
roghom sathe bastar dar bala dast=964
shibe badanhe dar payab vertical sarriz=1
shibe badanhe dar payab horizontal sarriz=0.8
roghom sathe bastar dar ain dast sarriz=960
shib shut ba hasbe darsad=0.3
roghom sathe shot dar pain dast=930
zarib manning=0.02
Head sorat dar sarriz oggi=0.03
head tarahi =5.23
zarib C sarriz =2.26
debi dar vahed arze sariz =26.95
Tole moaser sarriz=74.21
Tedad dahaneha =10.00
Tole dahane sarriz =84.40
parametr (K) sarriz =0.50
parametr (n) sarriz =1.88
parametr (xc) sarriz =1.28
parametr (yc) sarriz =0.55
parametr (R2) sarriz =2.25
parametr (R1) sarriz =1.17

enteha ofoghi bakhshe monhani sarriz =7.11
enteha ghaem bakhshe monhani sarriz =-4.72
ertefa ab dar ebtada shut =0.97
ofte enerji(Sf) dar shut shut =0.33
shoa enhena panje sarriz =16.07
zaviyhe nesbat be ofogh shut =16.70
tole masire shut =104.40
ertefa ab dar enteha shut =1.03
ertefa divare shut =1.58
SOrat dar voridi hozhehe aramesh =25.16
paresh hidrolici avalihe =1.07
Nnumber froud aval =7.76
paresh hidrolici sanaviyhe =11.23
ertefa divare hozhehe aramesh=3.64

```



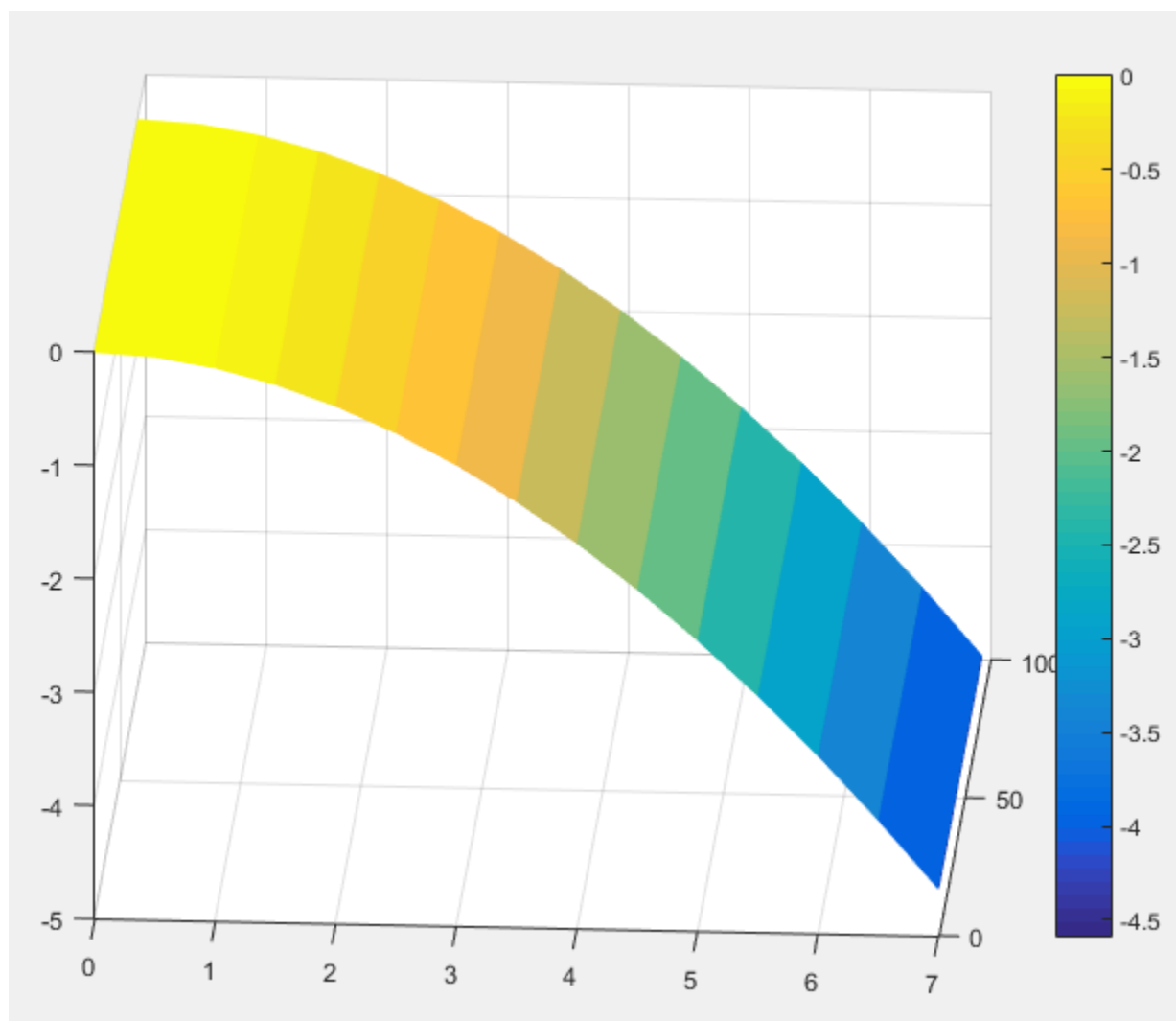
## Design Of Ogee Spillway

```

##### stilling Basin  USBR2 #####
arze Baffle Piers(boolok partab konadhe(W1)) =1.07
favasel Baffle Piers(boolok partab konadhe(S1)) = 1.07
ertefa Baffle Piers(boolok partab konadhe(h1)) =1.07
arze Baffle Piers(astanhe entehai dandanedar(W2)) =1.69
favasel Baffle Piers(astanhe entehai dandanhe(s2)) = 1.69
ertefa Baffle Piers(astanhe entehai dandanhe(h2)) =2.25
Lbasin USBR 2= 48.83
##### Two stage Stilling Basin #####
tole hozche aramesh aval =67.40
ertefa ab dar ebteda hozche dovom =1.97
ertefa ab dar enteah hozche dovom =7.75
tole hozche aramesh aval =23.24
ESTEFADHE AZ HOZHE ARAMESH DO MARHLEHI ERTEFA AB RA KAM MIKONAD =0.31

```

## ۲۲-تصاویر خروجی از سرریز اوجی



## ۲۳- تصاویر خروجی از شوت

