سال چهارم، شماره ۲، زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۴۱ تا ۴۸
نشریه آب و توسعه پایدار

2018, Vol.4, No.2, Pages 41 to 48
Journal of Water and Sustainable Development

ارزیابی ریسک در اجزای سازه‌ی سرریز (مطالعه موردی: سد چندیر)

محسن مغربی[۱]، عباسعلی قزل‌سوفلو[۲*]، حسین علیمیرزایی[۳]

۱- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست، گرایش منابع آب، دانشگاه تهران.
۲- استادیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد.
۳- دانشجوی دکتری منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: ghezelsofloo@mshdiau.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۱

چکیده

در این مقاله به منظور بررسی ریسک سیلاب طراحی در سازه سرریز سد چندیر در استان خراسان شمالی به بررسی توزیع قابل قبول ریسک در اجزای سازه‌ی سرریز و اثرات پذیرش آن در عملکرد هیدرولیکی سازه پرداخته شده است. برای این منظور سازه بر اساس دبی‌های با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و ۱۰۰۰ ساله طراحی و در ادامه الگوی جریان در سازه طراحی شده در اثر وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و ۱۰۰۰ به صورت سه بعدی و با استفاده از نرم افزار FLOW3D مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که در اثر وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله در حالی که سازه بر اساس دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله طراحی گردیده است، شاهد جدایی جریان از حوضچه آرامش و افزایش تنش برشی موضعی در حوضچه آرامش می‌باشیم. علاوه بر آن، بررسی آنالیز ریسک در حوضچه آرامش نشان می‌دهد که طول حوضچه آرامش نقش موثری در کاهش نرخ سرعت در سازه استهلاک انرژی داشته، ولی افزایش طول حوضچه آرامش بیش از ۲۰ متر، باعث کاهش سرعت موثری نخواهد گردید. همچنین طول حوضچه آرامش بر مقدار عمق ثانویه موثر بوده و کاهش طول حوضچه آرامش به کمتر از ۱۵ متر باعث عدم شکل‌گیری پرش هیدرولیکی حتی در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله می‌گردد. در نهایت بررسی آنالیز ریسک در عملکرد اجزای هیدرولیکی سرریز نشان می‌دهد که با قبول خسارت ۱۳/۵۶ درصدی، امکان کاهش طول حوضچه آرامش به ۲۰ متر امکان‌پذیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مفهوم ریسک، سازه‌های اجرایی، مدل‌سازی عددی، نرم‌افزار FLOW3D.

Risk Assessment of Hydraulic Components in the Overflow Spillways (Case Study: Chandir Dam)

M. Maghrebi[1], A.A. Ghezelsofloo[2*], H. Alimirzaei[3]

1- PhD student of Environmental Engineering-Water Resources,University of Tehran, Iran. 2- Assistant professor, Department of Civil, Islamic Azad University of Mashhad (IAUM), Mashhad, Iran.
3- Ph.D Student of Water Resources, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
*(Corresponding author Email: ghezelsofloo@mshdiau.ac.ir)
Received: 02-10-2016
Accepted: 12-09-2017

Abstract

In this research to investigate the flood risk over the Chandir spillway, located in the North Khorasan province, the acceptable distribution of risk for the spillway components and its consequences on the hydraulic performance were studied. For this purpose, the spillway was designed for discharges with a return period of 100 and 1000 years. The 3D flow field for the designed structure was investigated in the event of flooding with a return period of 100 and 1000 years using the FLOW3D software. The results show that in the event of a flood with a 1000-year return period, whilst the structure has been designed based on a discharge with a 100-year return period, flow separation and an increase in the local shear stress occurs in the stilling basin. Moreover, the risk assessment results show that the stilling basin length plays an important role in flow energy dissipation however, increasing the stilling basin length more than 20 meters would not decrease the dissipation rate. Also, the length of the stilling basin influences the amount of the secondary depth, and the reducing of the basin length to less than 15 meters will prevent the formation of a hydraulic jump even for a discharge with a return period of 100 years. Finally, the risk assessment shows that by accepting the risk amount of 13.56 %, it is possible to reduce the length of the stilling basin to 20 meters.

Keywords: Risk concept, Executive structures, Numerical simulation, FLOW3D software.

DOI: 10.22067/jwsd.v4i2.59241

مقدمه

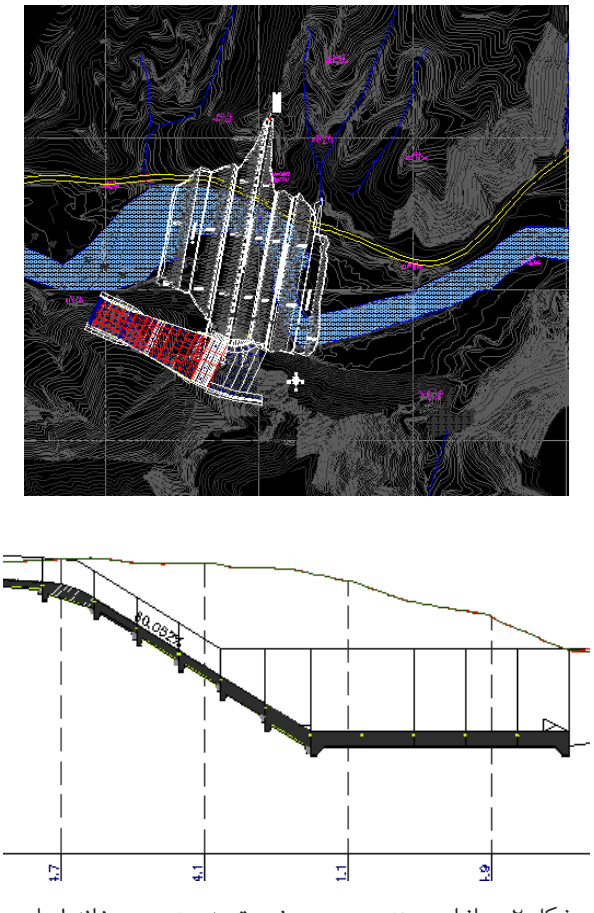
ریسک در پروژه، رویدادهای ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع، به صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه موثر می‌باشد. هر یک از این رویدادها، دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه و کیفیت پروژه موثر می‌باشد (Serafim، ۱۹۸۴). بنابراین شناسایی ریسک و تعیین میزان پیامدهای مثبت و منفی آن بر اهداف پروژه از اهمیت خاصی برخوردار است. در این بین توجه به تجزیه و تحلیل ریسک، ارزیابی ریسک، کاهش ریسک و ارزیابی خسارات یکی از مهمترین اقدامات مهندسی می‌باشد و مسأله‌ای است که همواره در جریان طراحی یک سد مورد توجه طراحان است (Maghrebi، ۲۰۱۲). بدیهی است که حفاظت سازه در مقابل کلیه حوادث طبیعی مقرون به صرفه نمی‌باشد. بنابراین هدف این است که بین سودهای حاصل از احداث و هزینه‌های ناشی از افزایش پایداری آن در سطح قابل قبولی از خطر، یک تعادل منطقی ایجاد شود (هنر، ۱۳۸۹). به عبارت دیگر این موضوع به مفهوم حذف انواع مختلف خطرات برای سازه نبوده، بلکه کاهش این خطر به حد قابل قبول می‌باشد. بر این اساس یکی از مهمترین بخش‌های تعیین ریسک و خطر در سدها، تعیین سیلاب طراحی می‌باشد. در این بین کشورهای مختلف برای تعیین ریسک سیلاب طراحی معیارهای مختلفی را برای یک سازه در نظر گرفته‌اند. نکته قابل تأمل در این بخش این است که بر اساس سیلاب طراحی مشخص شده، تمام اجزای یک سازه بر اساس آن سیلاب طراحی می‌گردد که می‌تواند خود باعث افزایش هزینه‌های ناشی از احداث سازه گردد (Godman، ۱۹۸۴). در این مقاله با استفاده از مدل عددی FLOW3D به بررسی الگوی جریان و پیش‌بینی ریسک در اجزای مختلف سرریز در اثر وقوع سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در سد چندیر در استان خراسان شمالی پرداخته شده است.

معرفی ناحیه‌ی مورد بررسی

سد چندیر بر روی رودخانه چندیر در مرز بین ایران و ترکمنستان و در شمال منطقه راز و جرگلان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن در شکل (۱) نشان داده شده است.

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی سد در استان خراسان شمالی

هدف از احداث این سد استفاده بهینه از رواناب کل حوزه آبریز و تامین نیاز آبی حداکثر کشاورزی از محل سد می‌باشد. سازه‌ی سرریز در این سد به لحاظ هندسی در جناح چپ سد قرار گرفته است. در ورودی سرریز دارای دو دیواره هدایت جریان به سمت اوجی به طول ۷۴ متر در ورودی سمت چپ و ۳۴ متر در ورودی سمت راست و به ارتفاع ۱۴ متر می‌باشد. شکل (۲) نشان‌دهنده‌ی پلان هندسه و جانمایی سرریز نسبت به سد می‌باشد.



شکل ۲- جانمایی هندسی سرریز نسبت به سد و رودخانه اصلی

پس از کانال ورودی[1]، سرریز دارای یک اوجی بتنی با ارتفاع

۶/۴ متر می‌باشد و پس از آن جریان گذرنده از روی اوجی وارد یک کانال انتقال جریان به سمت شوت با شیب متوسط ۶/۳ درصد می‌گردد. آستانه ورودی سرریز از ابتدای اوجی دارای یک مقطع تنگ شده می‌باشد، به طوری که در ابتدای اوجی عرض سرریز برابر با ۶۱ متر و در انتهای آن ۴۸/۸ متر می‌گردد. پس از کانال انتقال جریان وارد شوت با شیب حدود ۶۰ درصد وارد شده و با ریزش جریان به ارتفاع ۲۳/۶ متر وارد حوضچه آرامش می‌گردد. حوضچه آرامش نیز دارای دو ردیف شبکه مهار جریان در ورودی و انتهای حوضچه می‌باشد. حوضچه آرامش همچنین دارای طولی برابر با ۴۵ متر می‌باشد و برای احداث آن باید در حدود ۲۶ متر از تراز زمین طبیعی گودبرداری ایجاد گردد(مهندسین مشاور تحقیقات خاک مهار آب، ۱۳۸۶).

بررسی و آنالیز ریسک در اجزا سرریز سد چندیر

به منظور بررسی و آنالیز ریسک لازم است تا در ابتدا بر اساس دبی‌های مختلف جریان با پذیرش ریسک نسبت به طراحی اجزای مختلف اشاره شده اقدام گردد و در انتها الگوی جریان و بررسی‌های اقتصادی در خصوص خسارات وارده شده به سرریز در صورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت بالاتر مورد بررسی قرار گیرد. اما در این بین، آستانه ورودی به دلیل عملکرد حیاتی در کنترل پایداری و حیات سازه می‌بایستی دارای بیشترین درجه ایمنی باشد. لذا آستانه سرریز و اوجی با دبی ۱۰۰۰ ساله به همراه ارتفاع آزاد به منظور کنترل سیلاب ۱۰۰۰۰ ساله طراحی گردیده است. اما امکان بررسی ریسک در طراحی اجزای دیگر با سیلاب‌های مختلف امکان‌پذیر خواهد بود. به منظور بررسی الگوی جریان و پیش‌بینی خسارات احتمالی از نرم‌افزار FLOW3D استفاده گردیده است.

مدل عددی و معادلات حاکم

مدل شبیه‌سازی عددی FLOW3D در موسسه Flow Science Inc. در ایالات متحده تهیه و توسعه داده شده است (سلمانی، ۱۳۹۰). معادلات حاکم بر جریان سیال شامل معادله‌های پیوستگی و اندازه حرکت می‌باشد. معادله‌ی پیوستگی جریان از قانون بقای جرم و با نوشتن معادله‌ی تعادل جرم برای یک المان سیال بدست می‌آید. به صورت کلی این معادله به شکل رابطه‌ی (۱) نوشته می‌شود.

$$V_F \frac{d\rho}{dt} + \frac{d}{dx}(\rho u A_x) + \frac{d}{dy}(\rho v A_y) + \frac{d}{dz}(\rho w A_z) = 0 \qquad (۱)$$

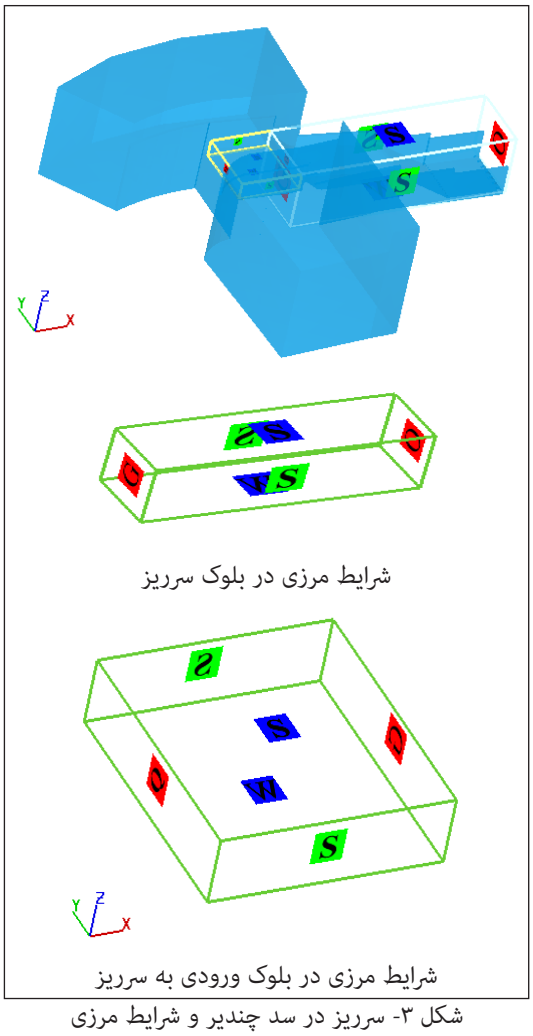
که در آن V_F نسبت حجم سیال عبوری از یک المان به حجم کل المان و ρ دانسیته سیال می‌باشد. مولفه‌های سرعت (u,v,w) در جهات (x,y,z) هستند. A_x نسبت مساحت سیال عبوری از یک المان به مساحت کل المان در جهت x است. A_z و A_y به طور مشابه سطوح جریان در جهات z و y هستند. معادلات حرکت ناویر-استوکس سیال با مولفه‌های سرعت (u,v,w) در مختصات سه بعدی به شکل روابط (۲) تا (۴) نمایش داده می‌شود.

$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{V_F}\left(uA_x\frac{du}{dx} + vA_y\frac{du}{dy} + wA_z\frac{du}{dz}\right) = \frac{-1}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}\right) + G_x + f_x \qquad (۲)$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{1}{V_F}\left(uA_x\frac{dv}{dx} + vA_y\frac{dv}{dy} + wA_z\frac{dv}{dz}\right) = \frac{-1}{\rho}\left(\frac{dp}{dy}\right) + G_y + f_y \qquad (۳)$$

$$\frac{dw}{dt} + \frac{1}{V_F}\left(uA_x\frac{dw}{dx} + vA_y\frac{dw}{dy} + wA_z\frac{dw}{dz}\right) = \frac{-1}{\rho}\left(\frac{dp}{dz}\right) + G_z + f_z \qquad (۴)$$

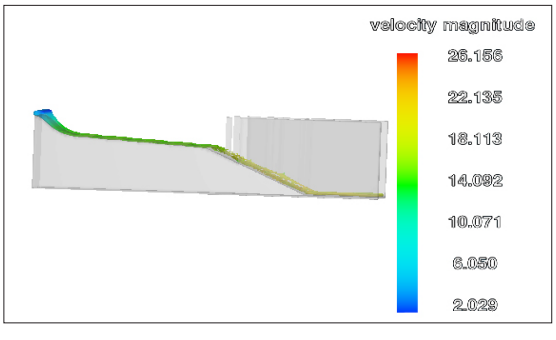
که در این معادلات G_z، G_y، G_x ترم‌های شتاب جرم، f_z، f_y، f_x ترم‌های شتاب لزجت می‌باشند.



شکل ۳- سرریز در سد چندیر و شرایط مرزی

بررسی آنالیز ریسک در کانال انتقال

حد فاصل اوجی و شوت، سرریز شامل یک کانال هدایت‌شونده با شیب مثبت می‌باشد که دارای تنگ‌شدگی و یا انقباض در پلان می‌باشد. بر طبق دستورالعمل BUREAU (۱۹۷۷) موجود در طراحی سامانه‌های انقباض جریان، انقباض جریان در پلان سرریز تابعی از عدد فرود جریان در محدوده‌ی انتقال می‌باشد. به منظور بررسی اثر طراحی سازه‌ی انتقال با دبی ۱۰۰ ساله و بررسی عملکرد آن با دبی ۱۰۰۰ ساله بر اساس عدد فرود جریان محاسبه شده در سرریز، سازه‌ی انتقال طراحی و وارد مدل عددی گردیده است. شکل (۴) نشان‌دهنده‌ی مشخصات جریان در انقباض طراحی شده بر اساس دبی ۱۰۰ ساله در دبی ۱۰۰۰ ساله می‌باشد. همان‌طور که در این شکل مشخص است در ناحیه‌ی همگرایی و در ادامه تبدیل کانال هدایت‌شونده به شوت در پایاب جریان سیال به خوبی بر روی شوت مستقر شده و به سمت پائین‌دست هدایت می‌شود. این امر نشان‌دهنده‌ی عملکرد مناسب انقباض در پلان در دبی طراحی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله و در صورت وقوع سیلاب ۱۰۰ ساله می‌باشد.

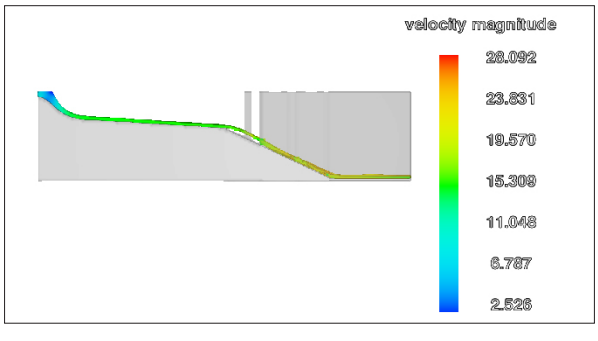


شکل ۴- الگوی جریان در سرریز با انقباض بر اساس دبی ۱۰۰ ساله و دبی سیلاب در سرریز ۱۰۰ ساله

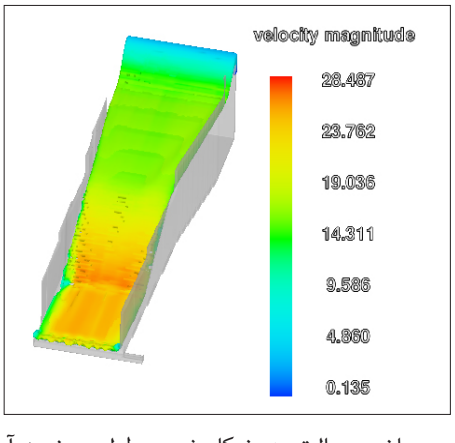
بررسی آنالیز ریسک در حوضچه آرامش

به منظور بررسی اثر ریسک در طراحی حوضچه آرامش، کاهش طول موثر در حوضچه آرامش در دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساله مورد بررسی قرار گرفته است. این امر به منظور بررسی اثر ترکیبی دبی و کاهش طول حوضچه در توزیع سرعت و مشخصات جریان در ورودی و خروجی به حوضچه آرامش انجام پذیرفته است و درصد استهلاک انرژی در طول‌های مختلف حوضچه و در دبی‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. شکل (۶) نشان‌دهنده‌ی اثر کاهش طول بر مشخصات جریان در حوضچه آرامش می‌باشد.

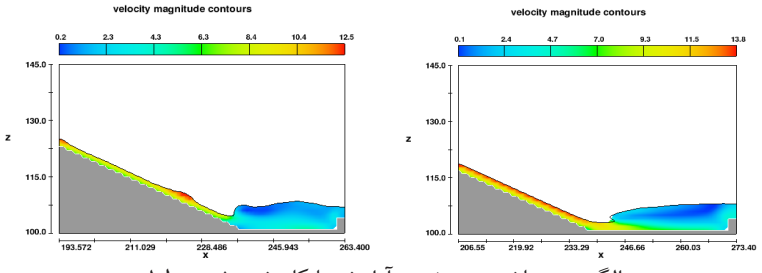
شکل (۵) نشان‌دهنده‌ی الگوی جریان با دبی با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله در سرریز و سازه‌ی انتقال طراحی شده با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله می‌باشد. همان‌طور که دراین شکل دیده می‌شود با وقوع سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله در حالی که سازه‌ی انقباض با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله طراحی شده است، شاهد پرش و جدایی جریان از حوضچه آرامش در محل ورود سیلاب از کانال هدایت‌شونده به شوت انتهایی می‌باشیم. این امر خود باعث افزایش سرعت جریان ورودی و افزایش تنش برشی موضعی در محل برخورد بر شوت می‌شود. علاوه بر آن الگوی جریان بعد از ریزش جریان بر روی شوت نیز دچار نوسانات مختلفی در جهات طولی و عرضی می‌گردد که بر روی انتقال جریان بر روی شوت موثر بوده و شرایط جریان ورودی به حوضچه آرامش را نیز دچار اختلال می‌نماید. لذا استفاده از دبی طراحی ۱۰۰ ساله برای کانال دارای انقباض در پلان، در صورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت بالاتر می‌تواند باعث افزایش پتانسیل تخریب در شوت و همچنین عملکرد نامطلوب حوضچه آرامش گردد.



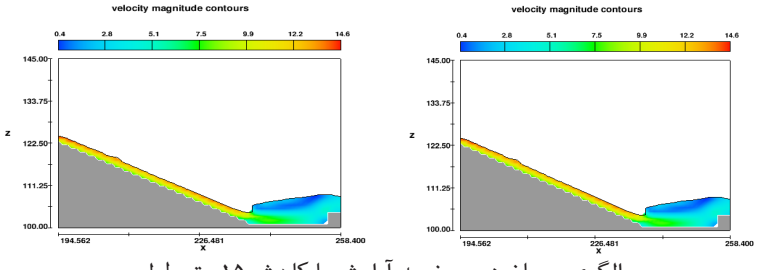
شکل ۵- الگوی جریان در سرریز با انقباض بر اساس دبی ۱۰۰ ساله و دبی سیلاب در سرریز ۱۰۰۰ ساله



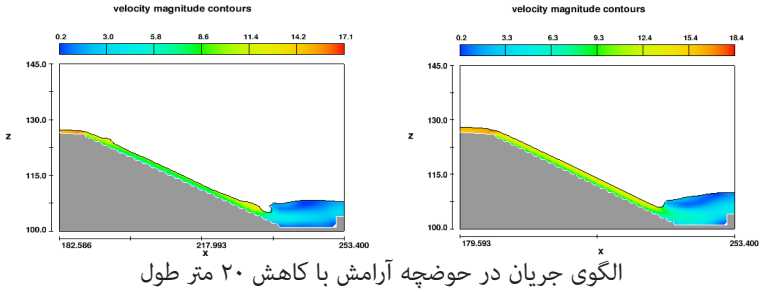
الگوی جریان در حالت بدون کاهش در طول حوضچه آرامش
شکل ۶- الگوی جریان در حوضچه آرامش در دبی‌های ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساله و در طول‌های مختلف حوضچه آرامش



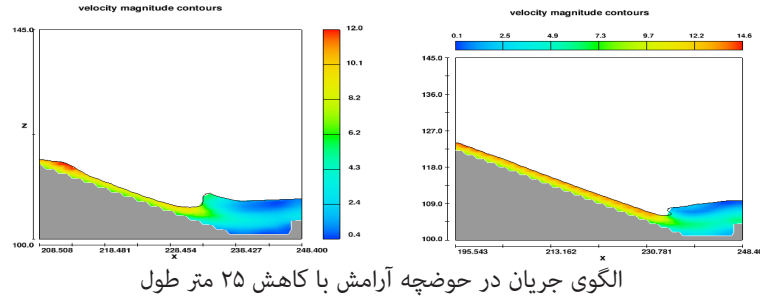
الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۱۰ متر طول



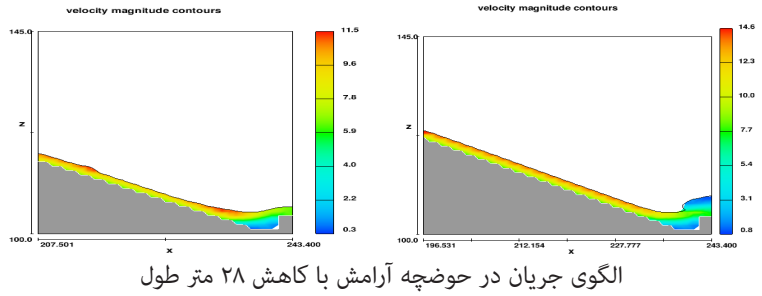
الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۱۵ متر طول



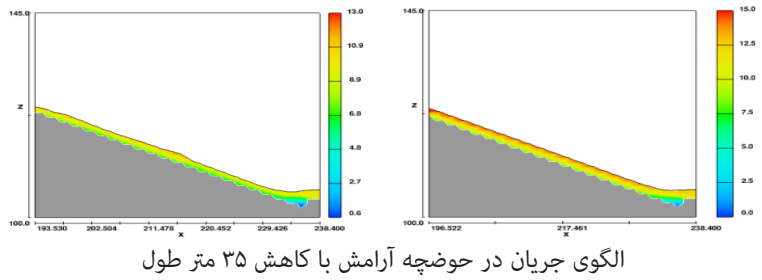
الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۲۰ متر طول



الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۲۵ متر طول



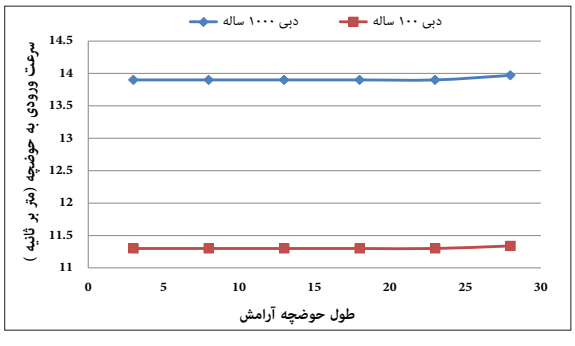
الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۲۸ متر طول



الگوی جریان در حوضچه آرامش با کاهش ۳۵ متر طول

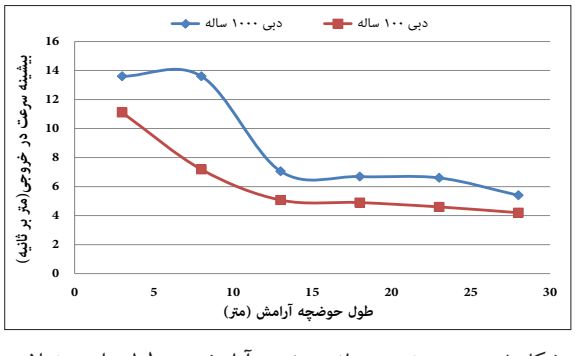
ادامه شکل ۶- الگوی جریان در حوضچه آرامش در دبی‌های ۱۰۰ و ۱۰۰۰ ساله و در طول‌های مختلف حوضچه آرامش

همان‌طور که در این اشکال مشخص است با کاهش طول حوضچه آرامش نرخ استهلاک انرژی کاهش پیدا نموده و جریان با سرعت بیشتر و قدرت تخریبی بیشتری از حوضچه آرامش خارج می‌گردد. شکل (۷) نشان‌دهنده‌ی سرعت ورودی به حوضچه آرامش در طول‌های مختلف حوضچه آرامش در دبی‌های با دوره بازگشت‌های ۱۰۰ ساله و ۱۰۰۰ ساله می‌باشد. همان‌طور که در این شکل مشخص است با کاهش طول، سرعت ورودی در دبی‌های یکسان تغییرات زیادی نمی‌نماید و به طور کلی در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله، شاهد کاهش سرعت ورودی نسبت به دبی با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله می‌باشیم.



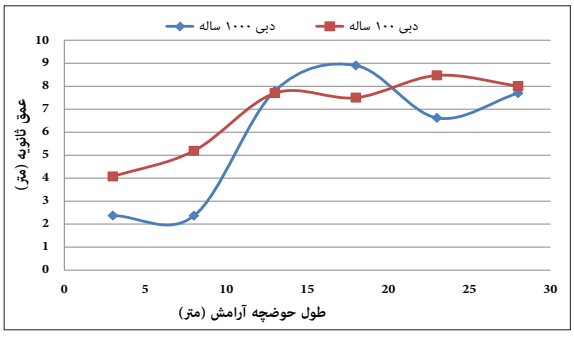
شکل ۷- سرعت ورودی به حوضچه آرامش در طول‌های مختلف حوضچه

شکل (۸) نشان‌دهنده‌ی اثر طول حوضچه آرامش بر بیشینه سرعت خروجی از حوضچه آرامش می‌باشد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، افزایش طول حوضچه آرامش بیش از ۲۰ متر، اثر چندانی بر روی کاهش سرعت بیشینه در حوضچه آرامش نخواهد داشت.



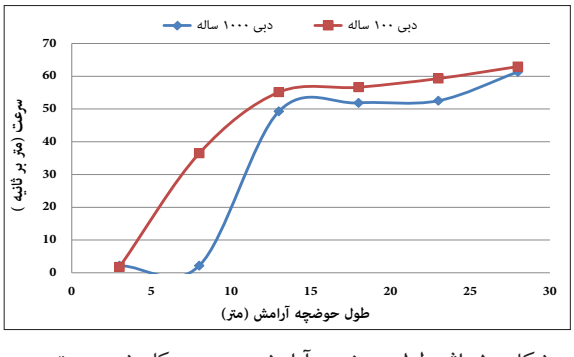
شکل ۸- سرعت خروجی از حوضچه آرامش در طول‌های مختلف حوضچه

شکل (۹) نشان‌دهنده‌ی اثر طول حوضچه آرامش بر عمق ثانویه پرش هیدورلیکی می‌باشد. همان‌طور که در این شکل مشخص است در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله، پرش هیدرولیکی در طول‌های مختلف حوضچه آرامش مشخصات متفاوتی از خود بروز می‌دهد، در حالی که در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله تغییرات عمق پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش وابسته به طول حوضچه آرامش می‌باشد. همچنین در طول ۲۰ متر از حوضچه آرامش عمق پرش هیدرولیکی در دبی‌های مختلف یکسان می‌گردد.



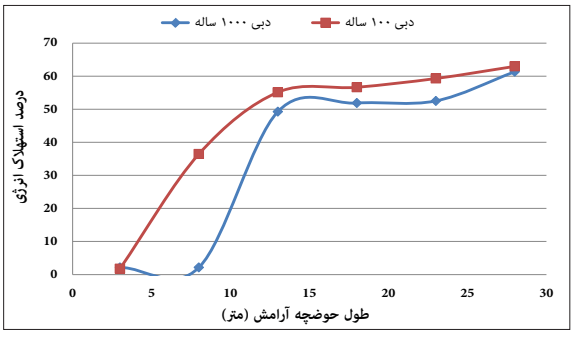
شکل ۹- عمق ثانویه در حوضچه آرامش

شکل (۱۰) نشان‌دهنده‌ی اثر طول حوضچه آرامش بر روی درصد کاهش سرعت در حوضچه آرامش می‌باشد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود به طور کلی درصد استهلاک سرعت بیشینه در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله بیش از درصد استهلاک انرژی در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله می‌باشد، البته این امر با افزایش طول حوضچه آرامش درصد استهلاک سرعت در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله به درصد استهلاک انرژی در دبی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله نزدیک می‌گردد.



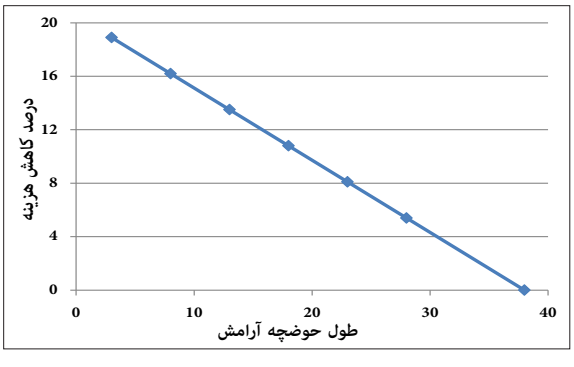
شکل ۱۰- اثر طول حوضچه آرامش بر درصد کاهش سرعت در حوضچه

شکل (۱۱) نشان‌دهنده‌ی درصد استهلاک انرژی در طول‌های مختلف حوضچه آرامش می‌باشد. همان‌طور که در این شکل مشخص است در طول‌های بیش از ۲۰ متر حوضچه آرامش، اختلاف استهلاک انرژی در دبی‌های مختلف کاهش پیدا می‌نماید و در طول‌های کم حوضچه آرامش، تفاوت درصد استهلاک انرژی قابل توجهی می‌باشد.



شکل ۱۱- توزیع درصد استهلاک انرژی در طول‌های مختلف حوضچه آرامش

شکل (۱۲) نشان‌دهنده‌ی اثر طول حوضچه آرامش بر روی کاهش هزینه‌های احداث سرریز می‌باشد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود با کاهش طول حوضچه آرامش، هزینه‌های احداث حوضچه آرامش، حداکثر تا میزان ۲۰ درصد کاهش پیدا می‌کند. در مقابل هزینه‌های ناشی از تخریب در سازه در برابر وقوع سیلاب‌های با دوره بازگشت بالاتر افزایش پیدا خواهد نمود. البته با کاهش عرض سرریز تا ۴۶ متر، علاوه بر کاهش هزینه‌ها در حوضچه آرامش، صرفه‌جوئی اقتصادی برابر با ۵/۱ درصد نیز در هزینه‌ها مشاهده می‌نماییم.

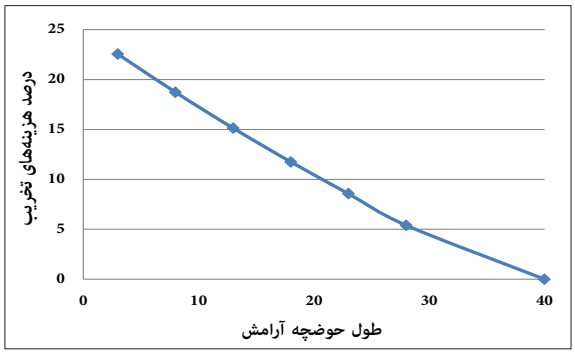


شکل ۱۲- درصد کاهش هزینه در طول‌های مختلف حوضچه

نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی کاربرد مفهوم ریسک در طراحی سازه سرریز سد چندیر در استان خراسان شمالی پرداخته شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با توجه به اهمیت پایداری سد در مقابل دبی با دوره بازگشت‌های بالا، محور سرریز می‌بایستی با درجه اطمینان بالا و با سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله، طراحی گردد. همچنین آنالیز ریسک و مدل‌سازی عددی الگوی جریان در انقباضات عرض سرریز در پلان نشان

شکل (۱۳) نشان‌دهنده‌ی هزینه‌های ناشی از تخریب در حوضچه آرامش در صورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت بیش از طراحی در طول‌های مختلف حوضچه آرامش می‌باشد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، در صورتی که حوضچه آرامش طولی برابر با ۴۰ متر داشته باشد، تمامی جریان مستهلک شده و هزینه‌های ناشی از خسارت در صورت وقوع سیلابی با دوره بازگشت بالاتر برابر با صفر خواهد بود. بالطبع با کاهش طول حوضچه آرامش، هزینه‌های ناشی از خسارت در حوضچه به منظور استهلاک انرژی افزایش پیدا خواهد نمود که در نهایت با حذف حوضچه آرامش و یا احداث حوضچه آرامش به طول صفر، هزینه‌های ناشی از خسارت برابر با ۲۵ درصد خواهد بود.



شکل ۱۳- اثر طول حوضچه آرامش بر روی خسارات سیل

لذا با توجه به دستورالعمل موجود اداره عمران و آبادانی ایالات متحده لازم است تا حداقل ۵۰ درصد از انرژی جریان در حوضچه آرامش در صورت وقوع سیلاب مستهلک گردد، لذا با توجه به شکل (۱۱) طول حوضچه آرامش برابر با ۲۰ متر انتخاب می‌گردد. در این طول برابر ۱۳/۴۹ درصد از هزینه‌های احداث سرریز کاسته شده، اما درصورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت‌های بالاتر، امکان ایجاد خساراتی در پایاب سد در حدود ۱۰ درصد، وقوع خواهد داشت.

داد که کاهش دوره بازگشت سیلاب در طراحی این سازه و یا افزایش ریسک در این قسمت از سازه‌ی سرریز، می‌تواند باعث پرش در طول سازه‌ی انتقال و افزایش پتانسیل کاویتاسیون و یا ایجاد موج‌های عرضی در ورودی به حوضچه آرامش گردد. لذا کاهش دوره بازگشت سیلاب در این قسمت از سازه‌ی سرریز نیز نمی‌تواند دارای منفعت‌های اقتصادی باشد. امّا آنالیز جریان در حوضچه آرامش نشان می‌دهد که می‌توان با پذیرش ریسک ۱۰ درصدی، طول حوضچه آرامش را به میزان ۲۰ متر کاهش داد. در این حالت حوضچه آرامش بیش از ۵۰ درصد انرژی جریان ورودی

به حوضچه آرامش با دوره بازگشت ۱۰۰۰ ساله را مستهلک خواهد نمود و در صورت وقوع سیلاب با دوره بازگشت بیش از ۱۰۰۰ ساله می‌توان انتظار داشت که هزینه‌ای معادل ۱۰ درصد هزینه ساخت حوضچه آرامش را به منظور هزینه‌های تخریب ایجاد نماید. لذا با پذیرش ریسک ۱۰ درصدی در این سازه می‌توان در مرحله‌ی طراحی، طول حوضچه آرامش را به ۲۰ متر کاهش داد و بر اساس فهرست بهای سال ۱۳۹۲ معادل ۲۲۰۰ میلیون ریال در هزینه‌های احداث سرریز صرفه‌جویی نمود.

پی‌نوشت

1- Approach channel

منابع

سلمانی، ف. ۱۳۹۰. بررسی آزمایشگاهی استهلاک انرژی جریان از روی سرریز پلکانی، نشریه دانش آب و خاک، ۲۱(۴): ۱۵۲-۱۶۴.

مهندسین مشاور تحقیقات خاک مهارآب. ۱۳۸۶. مطالعات مرحله‌ی دوم طرح احداث سد مخزنی بر روی رودخانه چندیر، جلد یازدهم، سازه‌های هیدرولیکی.

هنر، ت. ۱۳۸۹. مطالعات آزمایشگاهی پرش هیدرولیکی همگرا در حوضچه آرامش، نشریه آب و خاک، ۲(۵): ۹۷۲-۹۷۶.

Serafim J.L. 1984. Safety of dam. Proceeding of the international conference on safety of dam, co-loumbia. USA.

Godman A S. 1984. Principeles of water resource planning. P331-Spillway design.

Maghrebi M. Alizadeh S. Lotfi R. 2012. Nuemrical simulation of flow field over rectangular broad crested weir (real case study). 3th international conf on dam and hydropower, Tehran, Iran.

BUREAU, O.R. 1977. Design of small dams. Washington. DC: Govt. Print. Off.