

مهندسی سازه

- مطالعه عددی تاثیر شکل و ابعاد بلوک های حوضچه آرامش در میزان استهلاک انرژی
الهام جعفری، حسن احمدی
- بررسی نقش احداث سد مخزنی طالقان بر رسوبگذاری شبکه آبیاری دشت قزوین
عباس ستوده نیا، سعید ستوده نیا
- تحلیل سدهای وزنی تحت اثر زلزله در ترازهای مختلف آب
پرویز ثابتي، احمد ملکی
- ارزیابی عملکرد فنی طرح های کنترل سیل در رودخانه های شهری و ارائه راهکارهای اصلاحی
مطالعه موردی رودخانه تالار در استان مازندران | محمد مرادی، محمد عامل صادقی، عبدالرسول تلوری
- بررسی علل ساخت سد مخزنی خاکی آغ چای به صورت قوسی
سپهر تاتلاری، فواد کیلانه ئی، محمود حسنلوراد
- بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه درون شهری
مطالعه موردی: رودخانه شهرچای ارومیه | الناز اسدی نیا، میرعلی محمدی، فاطمه وجودی مهربانی

Journal of Engineering & Construction Management



Vol. 1 , No. 4
Winter 2016

- **Numerical study of the shape and dimensions of the blocks in the energy dissipation of stilling basin**
Elham Jafari, Hassan Ahmadi
- **Dam reservoir sedimentation assess the role of Taloqan on Qazvin Plain Irrigation Network**
Abbas Setoodenia, Said Setoodenia
- **Analysis dams under earthquake at different levels of water weight**
Pervez Sabeti, Ahmad Maleki
- **Technical performance evaluation of flood control projects in urban rivers and solutions Aslahy**
Case Study: Rivers Hall in Mazandaran | Mohammad Moradi
Mohammad Aamel Sadeghi, Abdul Rasol Telvari
- **Investigating the causes of the construction of dirt dam Aghchay for an arc**
Sepehr Tatlary, Fouad Kilanehee, Mahmoud Hassanlu Rad
- **Assess the effect bridges constructed on hydraulic behavior of the rive within the city**
Case Study: River City tea Urmia | Elnaz Asadi Nia, Mir Ali Moh
Fatemeh Vojudi Mehrbani

الحمد لله رب العالمين



فصلنامه علمی تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت

فصلنامه علمی تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت

صاحب امتیاز و مدیر مسئول: دکتر روح اله طاهرخانی

سرمدبیر: دکتر محمد علی نکوئی

جانشین سرمدبیر: دکتر حمید رضا کاظم پور

مدیر اجرایی: ساره رودباری

همکاران علمی: دکتر روح اله طاهرخانی، دکتر رضا ضیائی موید، دکتر امیر عباس رصافی،
دکتر محمد مهدی معماریپور، دکتر مهدی مهدی خانی، دکتر محمد علی نکوئی،
دکتر حمید رضا کاظم پور، دکتر فرزین چاره جو، دکتر حمیدرضا عباسیان جهرمی،
دکتر ناصر شمس کیا

همکاران اجرایی: امیر حسین حاجی بابایی، اشکان کاظمی، ارغوان اکبریه، مریم تقی زاده،
پرستو نصری سیمپاری، هدیه کشاورز

طراحی: مریم حدادی

صفحه بندی: ساره رودباری

ویراستار فارسی: زهرا شعرباغچگی

ویراستار انگلیسی: سمیه میرزا بابایی

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۲۰۰۰۰ تومان

نشانی: تهران، بلوار آیت اله کاشانی، گلپای دوم، کوچه بنفشه، پلاک ۵

سندوق پستی: ۱۴۷۱۸۳۶۴۷۶۵

تلفن و نمابر: ۰۲۱۴۴۰۹۳۲۵۰

وبگاه: www.jecm.ir

تقدیر و تشکر: استاد عباس رحمانی (استاد خوشنویسی و عضو انجمن خوشنویسان ایران) جهت کتابت لوگوی فارسی فصلنامه

فهرست

- ۷.....مطالعه عددی تاثیر شکل و ابعاد بلوک های حوضچه آرامش در میزان استهلاک انرژی
- ۱۲.....بررسی نقش احداث سد مخزنی طالقان بر رسوبگذاری شبکه آبیاری دشت قزوین
- ۱۷.....تحلیل سدهای وزنی تحت اثر زلزله در ترازهای مختلف آب
- ۲۱.....ارزیابی عملکرد فنی طرح های کنترل سیل در رودخانه های شهری و ارائه راهکارهای اصلاحی - مطالعه موردی رودخانه تالار در استان مازندران
- ۲۶.....بررسی علل ساخت سد مخزنی خاکی آغ چای به صورت قوسی
- ۳۰.....بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه درون شهری (مطالعه موردی: رودخانه شهرچای ارومیه)

مطالعه عددی تاثیر شکل و ابعاد بلوک های حوضچه آرامش در میزان استهلاک انرژی



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: **الهام جعفری**

آدرس ایمیل:

Jafari_el59@yahoo.com

الهام جعفری*

دانشجوی کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش سازه هیدرولیکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

حسن احمدی

استاد یار گروه عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

چکیده:

در این مقاله با استفاده از نرم افزار Flow3D، شبیه سازی هیدرولیک جریان در حوضچه آرامش صورت گرفت و علاوه بر ارزیابی دقت مدل در شبیه سازی الگوی جریان در حوضچه های آرامش، به بررسی عددی تاثیر شکل و ابعاد بلوک های آستانه و پایاب در میزان اتلاف انرژی و پرش هیدرولیکی حوضچه آرامش پرداخته شد. ابتدا با استفاده از داده های آزمایشگاهی (پترا ۱۹۵۸) مدل ریاضی Flow3D برای حوضچه آرامش اجرا و واسنجی گردید. سپس نرم افزار برای شرایط هندسی و هیدرولیکی متفاوت دیگر مورد ارزیابی و آزمون قرار گرفت. به منظور انتخاب بهترین مدل تلاطمی به عنوان واسنجی نرم افزار، به مقایسه نتایج عمق اولیه پرش هیدرولیکی و عمق ثانویه پرش هیدرولیکی حاصل از سه مدل مختلف آشفتنی پرداخته شد. همچنین جهت واسنجی نرم افزار، شرایط مرزی کانال مورد بررسی قرار گرفته و نتیجه شد که با انتخاب شرط مرزی دبی ورودی، نتایج محاسبات عددی عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش به داده های آزمایشگاهی مربوط به آن نزدیک تر است. در ادامه برای بررسی عددی تاثیر شکل بلوک ها بر میزان استهلاک انرژی جریان، ابعاد و فاصله بلوک ها را با ضریب ۲ تغییر داده و مدل سازی هایی انجام شد و نتیجه گردید که به طور کلی افزایش و کاهش ارتفاع بلوک های آستانه و همچنین تغییر در فاصله بلوک های آستانه بر خصوصیات جریان و اعماق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی و همچنین میزان اتلاف انرژی اثرهای متفاوتی داشته و در پاره ای از موارد موجب افزایش میزان استهلاک انرژی و در حالتی موجب کاهش آن می گردد. و از آنجاییکه افزایش میزان استهلاک انرژی مطلوب ما می باشد لذا در بین حالتیهای مختلف کاهش فاصله بلوک های آستانه چون هم در محل بلوک های آستانه و هم در محل بلوک های پایاب یعنی محل تشکیل پرش هیدرولیکی موجب افزایش استهلاک انرژی می گردد برای ما به عنوان بهینه ترین حالت انتخاب گردید.

کلمات کلیدی: پرش هیدرولیکی- استهلاک انرژی- حوضچه آرامش- بلوک

Numerical study of the shape and dimensions of the blocks in the energy dissipation of stilling basin



V. 01 No. 04 - Winter 2016

Elham Jafari*

Civil engineering graduate student orientation hydraulic Islamic Azad University 5000/9

Hassan Ahmadi

Assistant Professor of Civil Branch of Islamic Azad University

Corresponding author:

Elham Jafari

Email address:

Jafari_el59@yahoo.com

۱- مقدمه

حوضچه آرامش سازه‌ای است که برای اتلاف انرژی جریان در پایین دست سرریزها، تندآب‌ها و پایانه‌ها احداث می‌شود. در این حوضچه‌ها، با تشکیل پرش هیدرولیکی و عبور جریان فوق بحرانی به زیر بحرانی، انرژی مستهلک می‌شود. در طراحی حوضچه های آرامش، عمق ثانویه و طول پرش هیدرولیکی، پارامترهای مهمی می باشند که با استفاده از آن ها می توان رقوم کف، عمق و طول حوضچه را طراحی کرد. ابعاد این حوضچه‌ها بستگی به مشخصات پرش از جمله طول پرش و عمق مزدوج دارد. طول پرش هیدرولیکی اغلب به عنوان مهمترین پارامتر طراحی در نظر گرفته می شود.

در حوضچه های آرامش با توجه به بتنی بودن این سازه ها، ابعاد حوضچه اهمیت زیادی دارد. بنابراین جهت کاهش ابعاد حوضچه آرامش اقداماتی چون ساخت بلوک های پای تندآب و یا بلوک های میانی به منظور اتلاف بیشتر انرژی جنبشی جریان در محدوده پرش و کاهش مشخصات آن مورد استفاده قرار می گیرد. بلوک های کف حوضچه آرامش، یک تغییر در تراز کف حوضچه آرامش هستند که می توانند به عنوان یک گزینه در انتخاب حوضچه آرامش در نظر گرفته شوند.

حوضچه های آرامش ممکن است دارای شکل هندسی متفاوت و یا حاوی ضامنه اضافی نظیر بلوک های کف و آستانه ها باشند که به عملکرد مؤثرشان کمک می کند. در حوضچه های آرامش به منظور کاهش طول پرش هیدرولیکی از بلوک ها و ایجاد موانع در برابر جریان استفاده می کنند که وجود مانع در مقابل جریان باعث جداشدگی خطوط جریان و استهلاک بیشتر انرژی و افزایش تنش برشی و نیز افزایش نیروی درگ می-شود.

۲- پیشینه تحقیق

پوزی و هسینگ (۱۹۳۸) تاثیر شیب جانبی را بر طول جهش در حوضچه ذوزنقه ای بررسی کردند. در این پژوهش با استفاده از نتایج بدست آمده از آزمایش هایی بر روی یک مدل آزمایشگاهی با شیب های جانبی ۵:۱ تا ۲۰:۱ صورت گرفت مشخص شد که کاهش شیب جانبی باعث کاهش طول جهش نسبت به جهش کلاسیک می شود. تانگ و میز (۱۹۸۲) به منظور اطمینان از تاثیر مستهلک کنند های انرژی، مدلی را برای بدست آوردن ابعاد پهنه حوضچه آرامش و ضامنه آن ارائه کرده اند. غزالی و همکاران (۱۹۹۹) آزمایش هایی را برای بررسی اثر اندازه، انحنا و موقعیت بلوک های میانی کف منحنی شکل در استهلاک انرژی و کنترل پرش هیدرولیکی انجام داده اند. نتایج حاصل از این آزمایش ها نشان می دهد که بلوک های منحنی در کم کردن انرژی جنبشی پایین دست نسبت به بلوک های با لبه مستقیم و مستطیلی مؤثرتر است.

در بخش مطالعات عددی میسرا و زو (۲۰۰۴) پرش هیدرولیکی آشفته را با روش های عددی شبیه سازی کردند. نتیجه های مربوط به سرعت افقی با اندازه گیری های تجربی مقایسه شدند. صباغ یزدی و همکارانش (۲۰۰۷)، در يك مدل سه بعدی به ارزیابی مدل های تلاطمی K-E و RNGK-E بر روی میزان ورود هوا در پرش هیدرولیکی با استفاده از روش حجم محدود پرداختند و اثر آن را بر روی دقت تخمین سرعت متوسط جریان با استفاده از مدل در مقایسه با نتایج آزمایشگاهی موجود از پرش هیدرولیکی مورد بررسی قرار دادند. مقایسه نتایج نشان داد که نرم افزار قادر به پیش بینی توزیع عمقی سرعت در پرش هیدرولیکی است و همچنین در این آزمون مدل آشفته گی RNG در مقایسه با K-E نتایج مناسب تری را ارائه کرده است.

شبیه سازی جریان با استفاده از FLOW3D

نرم-افزار Flow3D یکی از نرم افزارهای قدرتمند در زمینه هیدرولیک و مهندسی آب است که بر پایه روش های دینامیک سیالات محاسباتی کار می کند و یک مدل مناسب برای حل مسائل پیچیده دینامیک سیالات بوده و قادر است دامنه وسیعی از جریان سیالات را مدل کند. این مدل برای شبیه سازی جریان های سطح آزاد سه بعدی غیرمادگار با هندسه پیچیده کاربرد فراوانی دارد. این نرم افزار دارای یک رابط کاربری ساده و آسان است که از قدرت سه بعدی بسیار بالایی برای حل مسائل استفاده می کند. این نرم افزار معادله های حاکم بر حرکت سیال را با استفاده از تقریب احجام محدود حل می کند. محیط

جریان به شبکه ای با سلول های مستطیلی ثابت تقسیم بندی می شود که برای هر سلول مقدارهای میانگین کمیت های وابسته وجود دارد یعنی همه متغیرها در مرکز سلول محاسبه می شوند بجز سرعت که در مرکز وجوه سلول حساب می شود.

در این نرم-افزار از دو تکنیک عددی جهت شبیه سازی هندسی استفاده شده است:

- ۱- روش حجم سیال (VOF)
- ۲- روش کسر مساحت - حجم مانع (FAVOR)

معادلات حاکم

دینامیک سیالات محاسباتی، روشی برای شبیه سازی جریان است که در آن معادلات استاندارد جریان از قبیل معادلات ناویر استوکس و معادله پیوستگی قابل حل برای تمام فضای محاسبات می باشد. فرم کلی معادله پیوستگی به صورت شکل زیر بیان می شود:

$$V_F \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho u_x) + R \frac{\partial}{\partial y}(\rho u_y) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho u_z) + \xi \frac{\partial \rho}{\partial x} = R_{DIF} + R_{SOR}$$

که در آن VF ضریب حجم آزاد به سمت جریان و مقدار R در معادله فوق، ضریب مربوط به مختصات به صورت کارتزین و یا استوانه ای می باشد. اولین عبارت در سمت راست معادله پیوستگی مربوط به انتشار تلاطم بوده و به صورت زیر قابل تعریف می باشد:

$$RDIF = \frac{\partial}{\partial x} \left(v_p A_x \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + R \frac{\partial}{\partial y} \left(v_p A_y \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_p A_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) + \xi \frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{R_{SOR}}{\rho}$$

عبارت دوم در سمت راست معادله (۱) بیانگر منشأ دانسیته است که برای مدل سازی تزریق توده مواد اهمیت دارد:

$$\frac{V_F}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(u_x \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + R \frac{\partial}{\partial y} \left(u_y \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(u_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) + \xi \frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{R_{SOR}}{\rho} \quad (3)$$

همچنین فرم کلی معادلات حرکت (مومنتم) در حالت سه بعدی به صورت زیر می باشد:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left(u_x \frac{\partial u}{\partial x} + u_y \frac{\partial u}{\partial y} + u_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) - \xi \frac{A_y^2}{V_F} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + G_x + f_x - b_x - \frac{R_{SOR}}{\rho V_F} (u - u_w - \delta u) \quad (4)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left(u_x \frac{\partial v}{\partial x} + u_y \frac{\partial v}{\partial y} + u_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) - \xi \frac{A_x^2}{V_F} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + G_y + f_y - b_y - \frac{R_{SOR}}{\rho V_F} (v - v_w - \delta v) \quad (5)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left(u_x \frac{\partial w}{\partial x} + u_y \frac{\partial w}{\partial y} + u_z \frac{\partial w}{\partial z} \right) - \xi \frac{A_z^2}{V_F} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + G_z + f_z - b_z - \frac{R_{SOR}}{\rho V_F} (w - w_w - \delta w) \quad (6)$$

که در معادلات فوق G_x , G_y , G_z مربوط به شتاب حجمی می باشد. پارامترهای f_x , f_y , f_z شتاب های ناشی از جریان های لزج بوده و نیز شامل روابط مربوط به افت در محیط های متخلخل هستند.

مشخصات هندسی و هیدرولیکی مدل آزمایشگاهی

در این تحقیق جهت شبیه سازی الگوی جریان در حوضچه ای آرامش از داده های آزمایشگاهی پترکا (۱۹۵۸) استفاده شده است. این آزمایشات در کانال هایی با عرض ۰/۶۰۹۶ متر و ۱/۲۱۰۰۶ متر با بستر بتنی و دیواره هایی به ارتفاع ۱/۵ متر انجام شده است. بعد از مدل سازی های انجام شده با استفاده از داده های پترکا، برای بررسی عددی تاثیر شکل بلوک ها بر روی الگوی جریان

برابر ۱ میلیمتر انتخاب شد. تعداد سلول های تشکیل دهنده مش بندی غیر یکنواخت این مدل سازی حدود ۱۰۰۰۰۰ بود. شرایط مرزی کانال طبق جدول ۲ در نظر گرفته شده است.

جدول (۲) شرایط مرزی اعمال شده در نرم افزار

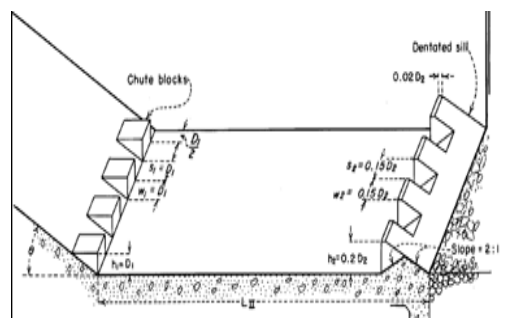
ورودی کانال	خروجی کانال	دیواره های کناری کانال	کف کانال	سقف کانال
دبی ورودی	جرایم خروجی	دیوار	دیوار	تقارن

جهت واسنجی نرم افزار، شرایط مرزی کانال مورد بررسی قرار گرفته و ورودی کانال در سه شرط مرزی فشار ویژه، سرعت ویژه و دبی جریان در نظر گرفته شده است که طی شبیه سازی های انجام شده در شرایط مرزی مختلف برای ورودی کانال، نتیجه می شود که با انتخاب شرط مرزی دبی ورودی، نتایج محاسبات عددی عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش به داده های آزمایشگاهی مربوط به آن نزدیک تر است. به منظور انتخاب بهترین مدل تلاطمی به عنوان واسنجی نرم افزار، به مقایسه نتایج عمق اولیه پرش هیدرولیکی (D1) و عمق ثانویه پرش هیدرولیکی (D2) حاصل از سه مدل آشفتگی k-ε، k-ε و RNG k-ε و LES پرداخته شده است.

ارزیابی مدل RNG k-ε

برای ارزیابی مدل RNG k-ε خطای نسبی محاسبات مدل برای عمق اولیه پرش هیدرولیکی (D1) و عمق ثانویه پرش هیدرولیکی (D2) برای مقادیر مختلف دبی (Q)، فاصله بلوک های آستانه از هم (W1)، ارتفاع بلوک های آستانه (h1)، فاصله بلوک های پایاب از هم (W2)، ارتفاع بلوک های پایاب (h2) و عرض حوضچه آرامش (B) نسبت به نتایج آزمایشگاهی ارزیابی شده است. جدول (۳) و شکل (۳) دقت این مدل تلاطمی را نشان می دهد.

و میزان استهلاک انرژی، ابعاد و فاصله بلوک ها را تغییر داده و مدل سازی های دیگر انجام شد.



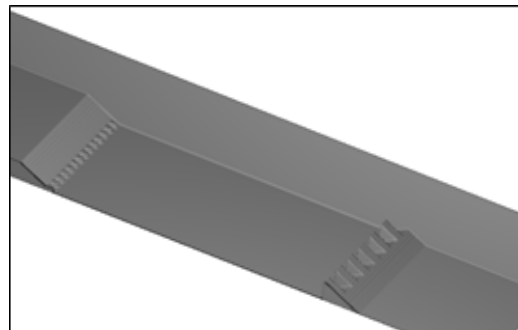
شکل (۱) مدل حوضچه آرامش بکار رفته در مدل سازی عددی

جدول (۱) محدوده داده های آزمایشگاهی به کار رفته جهت شبیه سازی حوضچه آرامش

دبی (m³/s)	عرض حوضچه	h1 (mm)	h2 (mm)	W1=S1 (mm)	W2=S2 (mm)
۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۲۱/۹۴۵۴	۶۸/۲۴۹۷	۲۱/۹۴۵۴	۵۱/۲۰۲۳
۰/۱۱۳۳	۰/۶۰۹۶	۳۴/۷۴۷۲	۸۷/۰۸۵۷	۳۴/۷۴۷۲	۶۵/۳۱۴۳
۰/۱۶۹۹	۰/۶۰۹۶	۵۱/۸۱۱۶	۱۰۶/۲۱۷۷	۵۱/۸۱۱۶	۸۰/۰۳۲۴
۰/۲۲۴۵	۰/۶۰۹۶	۶۸/۲۷۵۲	۱۲۳/۷۷۷	۶۸/۲۷۵۲	۹۷/۸۳۲۵
۰/۱۴۱۶	۱/۲۱۰۰۴	۱۸/۸۹۷۴	۷۵/۲۷۷۵	۱۸/۸۹۷۴	۵۶/۴۵۸۱
۰/۱۶۹۹	۱/۲۱۰۰۴	۲۲/۵۵۵۲	۸۷/۲۲۵۱	۲۲/۵۵۵۲	۶۱/۴۴۸۸
۰/۲۷۷۵	۱/۲۱۰۰۴	۳۴/۴۴۲۴	۱۰۶/۶۱۲	۳۴/۴۴۲۴	۷۹/۹۵۸۷
۰/۳۱۱۵	۱/۲۱۰۰۴	۳۹/۹۲۸۸	۱۱۷/۹۹۲	۳۹/۹۲۸۸	۸۶/۷۴۴۲
۰/۴۶۸۱	۱/۲۱۰۰۴	۴۶/۴۴۴۴	۱۲۳/۰۵۲	۴۶/۴۴۴۴	۹۷/۲۸۸۶
۰/۵۶۴۳	۱/۲۱۰۰۴	۹۷/۲۳۱۲	۲۲۹/۴۴۴	۹۷/۲۳۱۲	۱۷۷/۰۹۹

مشخصات مدل عددی

در صورتی که هندسه مدل آزمایشگاهی به صورت منظم باشد می توان شکل آن را در خود نرم افزار Flow3D ترسیم نمود اما در صورتی که مدل مورد نظر شکل نامنظم داشته باشد نرم افزار قادر خواهد بود فایل های ایجاد شده در نرم افزارهایی نظیر شگاهی نرم افزار قادر خواهد بود فایل های ایجاد شده در نرم افزارهایی نظیر CATIA، اتوکد و همچنین فایل های توپوگرافی به صورت X, Y, Z را مورد استفاده قرار دهد. در این تحقیق، مدل های بکار رفته در نرم افزار CATIA ترسیم شده است.



شکل ۲- نمونه ای از مدل های حوضچه آرامش ترسیم شده در نرم افزار CATIA

شبکه بندی حل معادلات جریان:

در شبیه سازی الگوی جریان در حوضچه های آرامش، مش بندی شبکه جریان، به صورت سه بعدی و ابعاد شبکه در هر سه بعد غیر یکسان و بین ۰/۰۰۳ تا ۰/۰۱ متر در نظر گرفته شد. برای این شبیه سازی، زبری دیواره ها

جدول (۳) ارزیابی مدل تلاطمی RNG K-ε جهت محاسبه عمق اولیه پرش هیدرولیکی (D۱) و عمق ثانویه پرش هیدرولیکی (D۲)

مشخصات مدل آزمایشگاهی								نتایج آزمایشگاهی		نتایج مدل		خطای مدل (%)	
دبی (m ³ /s)	B (m)	h _۱ (m)	h _۲ (m)	W _۱ (m)	W _۲ (m)	S _۱ (m)	S _۲ (m)	D _۱ (m)	D _۲ (m)	D _۱ (m)	D _۲ (m)	D _۱	D _۲
۰/۱۱۳۳	۰/۶۰۹۶	۰/۰۳۴۷	۰/۰۸۷۱	۰/۰۳۴۷	۰/۰۶۵۳	۰/۰۳۴۷	۰/۰۶۵۳	۰/۰۳۴۷	۰/۴۳۵۴	۰/۰۳۲۸	۰/۴۱۱۸	۵/۶۶	۵/۴۱۴
۰/۱۶۹۹	۰/۶۰۹۶	۰/۰۵۱۸	۰/۰۴۶۷	۰/۰۵۱۸	۰/۰۸۰۰۴	۰/۰۵۱۸	۰/۰۸۰۰۴	۰/۰۵۱۸	۰/۵۳۳۶	۰/۰۵۴۸	۰/۵۵۹۹۲	۵/۶۳۷	۴/۸۰۳
۰/۱۶۹۹	۱/۲۱۰۰۵۶	۰/۰۲۲۶	۰/۰۸۲۲	۰/۰۲۲۶	۰/۰۶۱۷	۰/۰۲۲۶	۰/۰۶۱۷	۰/۰۲۲۶	۰/۴۱۱۱	۰/۰۲۱۴	۰/۳۹۲۳	۵/۰۵۵	۴/۵۸۷
۰/۲۶۸۱	۱/۲۱۰۰۵۶	۰/۰۴۶۶	۰/۱۲۳۱	۰/۰۴۶۶	۰/۰۹۲۳	۰/۰۴۶۶	۰/۰۹۲۳	۰/۰۴۶۶	۰/۶۱۵۳	۰/۰۴۸۶	۰/۶۶۶۴	۴/۲۹۹۷	۵/۰۶۳

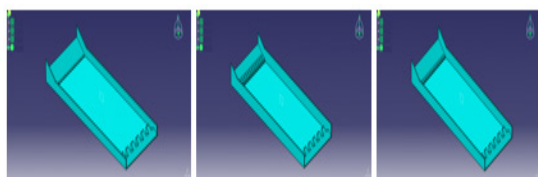
ثانویه پرش هیدرولیکی به ترتیب برابر ۵/۰۶۹۵ و ۴/۹۵۹۷ درصد اندازه گیری شده است.

برای بررسی عددی تاثیر شکل بلوک ها بر میزان استهلاک انرژی جریان، ابعاد و فاصله بلوک های آستانه را تغییر داده و مدل سازی هایی انجام شد. مشخصات مدل-سازی های انجام شده بشرح جدول (۴) می باشد.

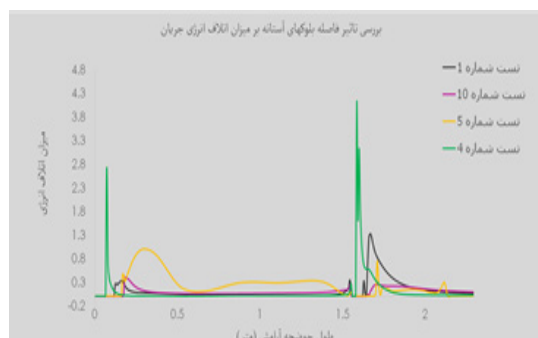
جدول (۴) مشخصات شبیه-سازی انجام شده جهت بررسی شکل بلوک-ها بر میزان استهلاک انرژی در حوضچه آرامش

شماره تست	دبی (m ³ /s)	عرض حوضچه (متر)	h _۱ (mm)	h _۲ (mm)	W _۱ =S _۱ (mm)	W _۲ =S _۲ (mm)
۱	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۲۱/۹۵۶	۶۸/۱۶۹۷	۲۱/۹۵۶	۵۱/۲۰۳
۲	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۴۳/۸۱۱۲	۶۸/۱۶۹۷	۲۱/۹۵۶	۵۱/۲۰۳
۳	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۱۰/۹۷۸	۶۸/۱۶۹۷	۲۱/۹۵۶	۵۱/۲۰۳
۴	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۲۱/۹۵۶	۶۸/۱۶۹۷	۴۳/۸۱۱۲	۵۱/۲۰۳
۵	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۲۱/۹۵۶	۶۸/۱۶۹۷	۱۰/۹۷۸	۵۱/۲۰۳
۱۰	۰/۰۷۰۸	۰/۶۰۹۶	۲۱/۹۵۶	۶۸/۱۶۹۷	-	۵۱/۲۰۳

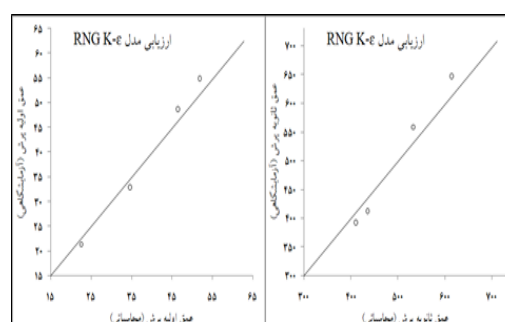
بررسی تاثیر ارتفاع بلوکهای آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان :



شکل (۵) مدل های حوضچه آرامش ترسیم شده در نرم افزار CATIA جهت نشان دادن افزایش و کاهش ارتفاع بلوک های آستانه



شکل (۶) بررسی تاثیر ارتفاع بلوک های آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان

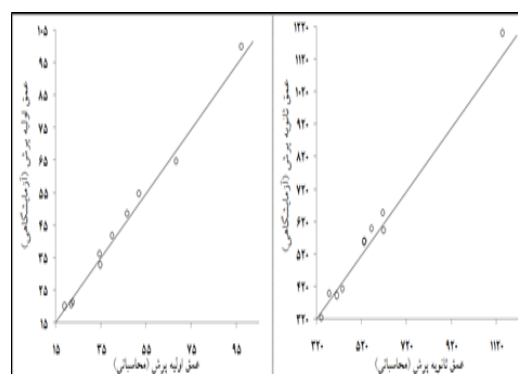


شکل (۳) ارزیابی مدل تلاطمی RNG K-ε جهت محاسبه عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی بر حسب میلیمتر

نتایج ارائه شده در انتخاب بهترین مدل تلاطمی نشان می‌دهد که مدل تلاطمی RNG k-ε نتایج تقریباً برابری با نتایج آزمایشگاهی دارند و تفاوت ناچیزی بین آنها وجود دارد. بنابراین برای مدل-سازی الگوی جریان در این تحقیق از مدل RNG k-ε استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل داده ها:

به منظور ارزیابی دقت مدل آشفته‌گی RNG k-ε در تمامی مدل سازی های انجام شده، به مقایسه نتایج عمق اولیه پرش هیدرولیکی (D۱) و عمق ثانویه پرش هیدرولیکی (D۲) حاصل از مدل آشفته‌گی RNG k-ε و داده‌های آزمایشگاهی پرداخته شده است. (شکل ۴).



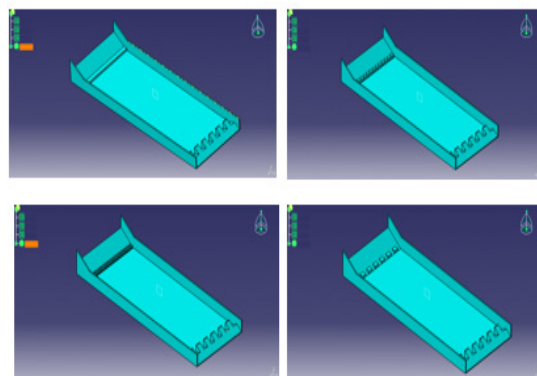
شکل (۴) ارزیابی دقت مدل RNG k-ε برای محاسبه عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی حوضچه آرامش بر حسب میلیمتر

نتایج نشان می‌دهد که مدل در محاسبات عمق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی در حوضچه آرامش دارای دقت بالایی است. همچنین میانگین خطای نسبی محاسباتی نرم-افزار برای عمق اولیه پرش هیدرولیکی و عمق

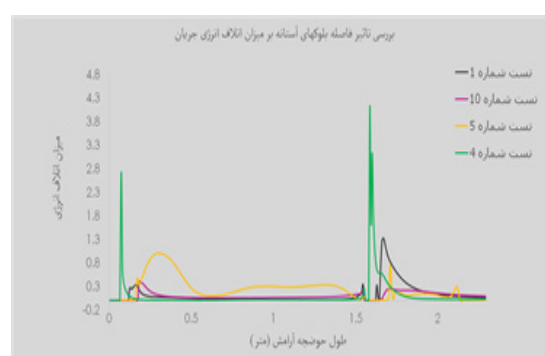
علمی - پژوهشی آب و خاک، دانشگاه تربیت مدرس.

- Posey, C.J. and P. S. Hsing. ۱۹۳۸. Hydraulic jump in trapezoidal channel. Eng. News- Record, p. ۷۹۷.
- Peterka A.J., ۱۹۸۴, "Hydraulic Design Of Stilling Basins and Energy Dissipaters". A Water Resource Technical Publication, Engineering Monograph No.۲۵, USBRRajaratnam N. ۱۹۶۸. Hydraulic jumps on rough beds. Trans. Eng. Inst. Canada. ۱۱(A۸-۱). (۲-).
- Posey, C.J. and P. S. Hsing. ۱۹۳۸. Hydraulic jump in trapezoidal channel. Eng. News- Record, p. ۷۹۷.

بررسی تاثیر ارتفاع بلوک های آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان :



شکل (۷) مدل های حوضچه آرامش ترسیم شده در نرم افزار CATIA جهت نشان دادن افزایش و کاهش فاصله بلوک های آستانه



شکل (۸) بررسی تاثیر فاصله بلوک های آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان

نتیجه گیری :

در این تحقیق با استفاده از مدل ۳D FLOW ، پرش هیدرولیکی به صورت عددی مدل و با استفاده از روش حجم محدود شبیه سازی شده و با مدل فیزیکی مقایسه شد. در مدل سازی از معادلات ناویر استوکس به منظور حل میدان جریان، از مدل آشفتگی RNG K-ε برای مدل سازی آشفتگی جریان و از مدل حجم سیال (VOF) به منظور شبیه سازی هندسی جریان و مقایسه اعماق اولیه و ثانویه پرش هیدرولیکی استفاده شد. جهت بررسی تاثیر ارتفاع بلوک های آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان، پروفیل میزان اتلاف انرژی جریان در طول حوضچه آرامش برای تست های شماره ۱ ، ۲ و ۳ مطابق شکل (۶) مقایسه شدند و نتیجه شد که افزایش ارتفاع بلوک های آستانه منجر به کاهش میزان اتلاف انرژی و کاهش ارتفاع بلوک های آستانه منجر به افزایش میزان اتلاف انرژی جریان می گردد. همچنین جهت بررسی تاثیر فاصله بلوک های آستانه بر میزان اتلاف انرژی جریان، پروفیل میزان اتلاف انرژی جریان در طول حوضچه آرامش برای تست های شماره ۱ ، ۴ ، ۵ و ۱۰ مطابق شکل (۸) مقایسه شدند و نتیجه شد که استفاده از بلوک آستانه بطور یکپارچه در عرض حوضچه آرامش منجر به کاهش میزان اتلاف انرژی جریان در طول حوضچه آرامش است. همچنین نتایج نشان داد که کاهش فاصله بلوک های آستانه نسبت به هم، افزایش میزان استهلاک انرژی و افزایش فاصله بلوک های آستانه نسبت به هم، کاهش میزان استهلاک انرژی در طول حوضچه آرامش را در پی دارد.

مراجع

- الیخانی پور، ر. ۱۳۸۹. بررسی عملکرد مدل الیخانی پور برای سدهای انحرافی بدون پایه و با تکیه گاه های عریض در بالای تاج. نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- بیرامی، م. ک. ۱۳۸۷. سازه های انتقال آب. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. چاپ هفتم.
- جعفری، ف. و صالحی نیشابوری، ع. ۱۳۹۳. "بررسی تاثیر بلوک های میانی حوضچه آرامش بر الگوی جریان در حالت پرش هیدرولیکی مستغرق". مجله

بررسی نقش احداث سد مخزنی طالقان بر رسوبگذاری شبکه آبیاری دشت قزوین



عباس ستودهنیا

دانشیار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، دانشکده فنی و مهندسی - گروه مهندسی آب

سعید ستودهنیا

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، دانشکده فنی و مهندسی - گروه مهندسی آب

فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: عباس ستودهنیا

آدرس ایمیل:

absotoodehniako@yahoo.com

چکیده:

در این مطالعه، وضعیت رسوبگذاری شبکه آبیاری قزوین، قبل و بعد از احداث سد مخزنی طالقان مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات رسوب حوزه نشان می‌دهد که منشأ اصلی رسوبات شبکه قبل از احداث سد مخزنی، رسوب تولید شده در حوضه آبریز رودخانه طالقان بوده است. بعد از احداث سد، قسمت اعظم این رسوبات در دریاچه سد مخزنی ته نشین شده و در حال حاضر آب زلال از طریق تونل انتقال به رودخانه زیاران وارد می‌گردد. با احداث سد مخزنی انتظار می‌رفت که مشکل رسوب در شبکه برطرف گردد، لکن در حال حاضر نیز رسوبگذاری در شبکه وجود دارد که در اثر عوامل مختلف می‌باشد. مثلاً با وجود حذف قسمت عمده رسوبات در مخزن سد طالقان، به علت وجود حوزه‌های آبریز میانی در حداقل خروجی تونل تا محل سد تنظیمی زیاران هنوز هم مقداری رسوب وارد شبکه آبیاری قزوین می‌گردد. از دیگر عوامل می‌توان به نامناسب بودن جاده سرویس کانال اصلی و کانالهای درجه ۲ و ورود خاک از روی جاده‌های سرویس به داخل کانال اشاره نمود. تخلیه آوار ساختمانی به ویژه در بازه‌هایی از کانال که از نزدیکی مناطق مسکونی عبور می‌کند، ورود زباله و فاضلاب شهری به داخل کانالها، شستشوی اتومبیل در جاده سرویس کانالها، ورود آبهای سطحی ناشی از بارندگی به داخل کانالها و نهایتاً تردد زیاد ماشین آلات سنگین بر روی جاده سرویس کانالها را می‌توان از جمله سایر عوامل مهم ایجاد رسوب در شبکه بر شمرد. یکی دیگر از عوامل مهم ایجاد رسوب در شبکه، دستکاری در تنظیم عملکرد هیدرولیکی دریچه‌های آمیل (با قرار دادن کیسه‌های شن روی دریچه‌ها) توسط کشاورزان می‌باشد که باعث کاهش بیش از حد سرعت جریان در بالادست دریچه و تجمع رسوبات ریزدانه در بالادست دریچه آمیل و پاره شده کیسه‌های شن نیز باعث ورود رسوب درشت‌دانه به داخل کانال درست پس از دریچه آمیل می‌گردد. ضمناً از آنجا که رسوبات رودخانه طالقان (قبل از احداث سد مخزنی) هنوز در داخل کانالها وجود دارند، لذا لایروبی کل شبکه بمنظور حذف رسوبات قبلی ضروری بنظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: تأسیسات هیدرولیکی، رسوب، شبکه آبیاری قزوین، سد مخزنی طالقان، کانال آبیاری

Dam reservoir sedimentation assess the role of Taleqan on Qazvin Plain Irrigation Network

Abbas Setoodenia

International University of Imam Khomeini (RA), Faculty of Engineering Department of Water Engineering

Said Setoodenia

Graduated Master of International University of Imam Khomeini (RA), Faculty of Engineering Department of Water Engineering



V. 01 No. 04 - Winter 2016

Corresponding author:
Abbas Setoodenia

Email address:
absotoodehniako@yahoo.com

۱- مقدمه

عملیات ساختمانی و عمرانی با توجه به گستردگی آن، در بیشتر یکی از محدودیت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری مسئله رسوبگذاری در این شبکه‌هاست. رسوبات باعث کاهش ظرفیت و تغییر شرایط هیدرولیکی جریان گردیده و در نهایت سبب کاهش کارایی شبکه می‌شوند. تنگ‌شدگی مقطع هیدرولیکی کانال و کاهش ظرفیت آن، افزایش عمق آب کانال نسبت به عمق طراحی و در نتیجه کاهش ارتفاع آزاد (FREEBOARD) که باعث بروز مشکلاتی چون سرریز آب به بیرون کانال و شستگی خاکریز پشت لاینینگ می‌گردد از جمله مشکلاتی است که رسوبات در شبکه ایجاد می‌نماید. از دیگر مشکلات رسوب در شبکه‌ها افزایش ضریب زبری کف و دیواره کانال و کاهش ظرفیت آن، بالاآمدگی سطح آب در پشت محل سازه‌های تنظیم جریان در اثر تجمع رسوبات، کاهش کارایی و یا از کار افتادگی سازه‌های انتقال و تنظیم جریان نظیر سیفون، آبگیر، کالورت و پل‌ها و پس زدگی جریان است که باعث تخریب پوشش کانال، جاده سرویس و آب گرفتگی اراضی مجاور کانال می‌گردد [۱]. در جهان ۲۷۰ میلیون حادثه ناشی از کار اتفاق می‌افتد که نزدیک بیا توجه به مشکلات فوق حذف رسوبات از کانال‌ها ضروری می‌باشد. از آنجا که لایروبی و تخلیه رسوبات معمولاً هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سالانه از شبکه‌ها را به شدت افزایش می‌دهد و تأمین این هزینه‌ها از توان زارعین خارج می‌باشد لذا باید تمهیداتی جهت جلوگیری از ورود رسوب به شبکه بکار رود. به عنوان مثال هزینه لایروبی سالانه کانال‌های آبیاری در واشنگتن ایالات متحده در سال ۱۹۹۵ بطور متوسط ۹/۵ دلار برای هر تن رسوب بوده است [۲].

بازدیدهای انجام شده نشان می‌دهد با وجود احداث سد مخزنی طالقان در بالادست هنوز حجم رسوبات در داخل شبکه آبیاری قزوین بسیار زیاد است و در این تحقیق سعی گردیده تا منشاء و راهکارهای کاهش این رسوبات بررسی گردد

۲- مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه در استان قزوین در فاصله ۱۵۰ کیلومتری غرب شهر تهران بین عرضهای شمالی ۳۶ درجه و صفر دقیقه و ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه و طولهای شرقی ۴۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه واقع شده است. شبکه آبیاری دشت قزوین با وسعتی معادل ۸۰۰۰۰ هکتار ناخالص بصورت نواری است به طول ۹۴ کیلومتر که از محدوده زیاران شروع شده و به اراضی کهک تا کستان منتهی می‌شود. عرض متوسط این نوار حدود ۸/۷ کیلومتر می‌باشد. این شبکه به طور عمده شهرهای قزوین، آبیک و همچنین بخشی از اراضی شهرستان‌های تاکستان و بوئین زهرا را در بر می‌گیرد. در شکل ۱ سیمای شبکه آبیاری قزوین ارائه شده است.

مساحت خالص اراضی تحت پوشش شبکه ۵۸۰۰۰ هکتار و نیاز آبی سالیانه برای مصارف کشاورزی ۳۶۶ میلیون مترمکعب برآورد شده است. الگوی کلی کشت منطقه شامل ۵۰ درصد کشت پاییزه که بیشتر به محصول گندم و جو اختصاص دارد و ۱۵ تا ۲۵ درصد کشت بهار و ۲۵ تا ۳۵ درصد آیش می‌باشد.

منبع تأمین آب

منبع تأمین آب شبکه تا قبل از بهار ۸۵

آب مورد نیاز شبکه در آن زمان توسط چاههای شخصی و تلفیقی به میزان ۹۹ میلیون مترمکعب در سال و رژیم طبیعی رودخانه طالقان به میزان ۱۸۴ میلیون مترمکعب تأمین می‌شد. در آن زمان تأسیسات انحراف آب رودخانه طالقان شامل سد انحرافی سنگبان، تونل انتقال آب طالقان (به طول ۹/۱ کیلومتر) و سد انحرافی زیاران وظیفه رساندن آب به ابتدای شبکه آبیاری قزوین را داشتند.

تأمین آب شبکه در حال حاضر

بعد از آبگیری سد مخزنی طالقان در بهار سال ۱۳۸۵، سهمیه آب تنظیمی این شبکه از طالقان‌رود به ۲۷۸ میلیون مترمکعب در سال بالغ می‌گردد. در حال حاضر سد انحرافی سنگبان در دریاچه پشت سد مخزنی به زیر آب رفته ولی سایر تأسیسات انتقال آب از حوزه طالقان‌رود به حوزه زیاران (تونل طالقان و سد انحرافی زیاران) در دست بهره‌برداری هستند.

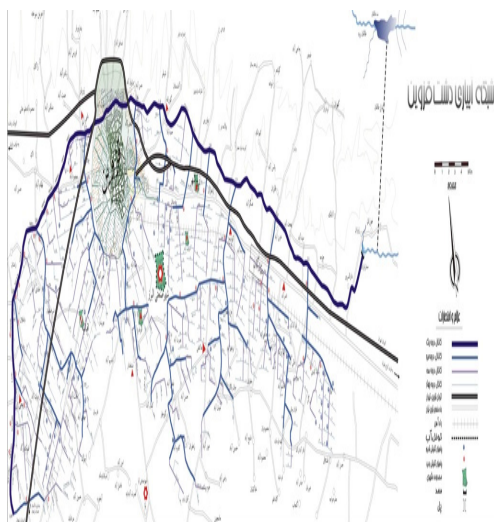
ویژگی‌های شبکه آبیاری قزوین

شبکه آبیاری قزوین دارای يك کانال اصلي به طول ۹۴ کیلومتر بوده که روی خط تراز ۱۳۰۰ متر احداث شده و تقریباً به موازات اتوبان تهران- زنجان قرار دارد. تعداد ۱۲ کانال درجه ۲ با نامهای L۱ تا L۱۰ و همچنین کانال‌های L۴a و L۲۰ از کانال اصلي منشعب می‌شوند. مجموع طول کانال‌های درجه ۲ شبکه برابر با ۲۲۰ کیلومتر و مجموع طول کانال‌های درجه ۳ و ۴ برابر با ۸۸۰ کیلومتر است.

ظرفیت کانال اصلي از ۳۰ تا ۱ مترمکعب در ثانیه متغیر می‌باشد. کانال اصلي در ۳ کیلومتر اول دارای مقطع مستطیلی با عرض کف ۴ متر و شیب ۰/۰۰۰۱۵ بوده و سرعت آب در حداکثر ظرفیت ۳ متر در ثانیه می‌باشد. مقطع کانال اصلي در سایر قسمت‌ها دوزنقه‌ای با شیب جداره (z) ۱/۵ به ۱ و عرض کف از ۳/۲ متر تا ۱/۲ متر در انتهای کانال می‌باشد. شیب طولی کانال اصلي نیز از ۰/۰۰۰۲۷ تا ۰/۰۰۰۸۵ متغیر است. سرعت طراحی کانال اصلي از ۱/۶۶ متر در ثانیه در اوایل تا ۱/۳۳ متر در ثانیه در انتهای آن تغییر می‌کند. مشخصات کلی کانال‌های شبکه آبیاری قزوین در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ مشخصات و ظرفیت کانال‌های شبکه آبیاری قزوین

نوع کانال	شکل مقطع	نوع پوشش	ظرفیت طراحی	طول کانال	مشخصات مقطع	
					عمق (متر)	عرض کف (متر)
درجه یک	دورزنه ای	بتنی	۲/۹-۴	۹۱	۱/۹-۲/۵	۱/۲-۴
درجه دو	دورزنه ای	بتنی	۰/۶-۲/۴	۲۲۰	-۱/۵ ۰/۴۵	۰/۸-۲
درجه سه	دورزنه ای	بتنی	۰/۱۷-۱	۴۲۰	۰/۶-۰/۸	۰/۶
درجه چهار	دورزنه ای	بتنی	-۰/۴۴ ۰/۱۷	۵۶۰	-۱/۵۵ ۰/۴	۰/۳-۱/۶



شکل ۱- سیمای شبکه آبیاری قزوین

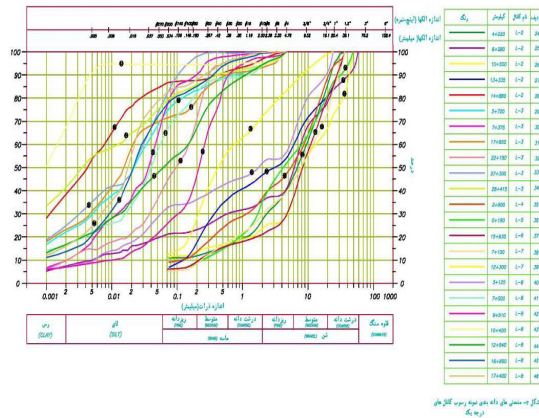
۳- روش تحقیق

مطالعات با بازدیدهای مکرر از سد طالقان و شبکه آبیاری قزوین انجام شد [۳].

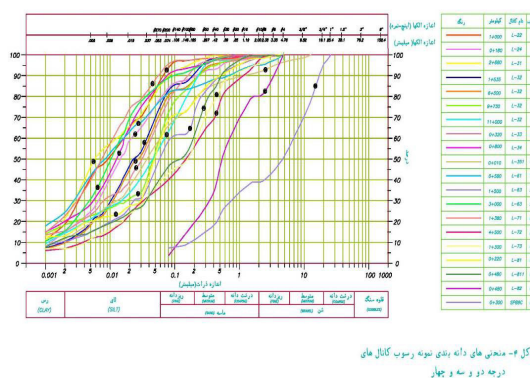
بعضی از این بازدهیها قبل از بهره‌برداری و برخی نیز بعد از بهره‌برداری از سد مخزنی طالقان بوده است. برای بررسی وضعیت رسوبگذاری در قبل از بهره‌برداری از سد مخزنی طالقان از مطالعات انجام شده قبلی استفاده شده است. در بازدهیهای اخیر از نقاط معرف شبکه به ترتیب در قسمت‌های ابتدایی، میانی و انتهایی کانال اصلی و همچنین از کانال‌های L_3 و L_8 که طول‌ترین کانال‌های درجه ۲ هستند نمونه‌برداری رسوب انجام گرفته و برای تعیین دانه‌بندی به آزمایشگاه ارسال شده است. برای بررسی تأثیر رسوبگذاری در اراضی زراعی با بعضی از مسئولین کانون‌های آبران و همچنین کشاورزان مصاحبه شد. در پایان مشکلات مشاهده شده در رابطه با رسوب در شرایط فعلی بررسی گردیده است.

۴- نتایج و بحث

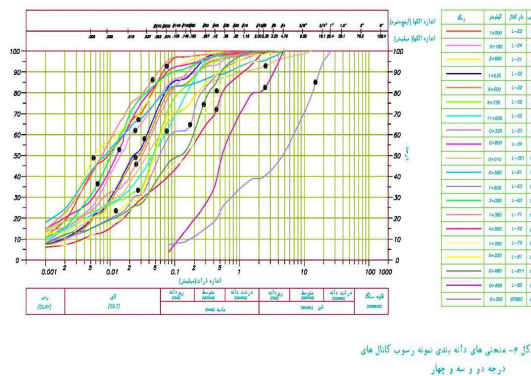
ارزیابی عوامل ایجاد رسوب در شبکه آبراری قزوین



شکل ۲- منحنی‌های دانه‌بندی نمونه‌های رسوب کانال



شکل ۳- منحنی‌های دانه‌بندی نمونه رسوب کانال‌های درجه یک



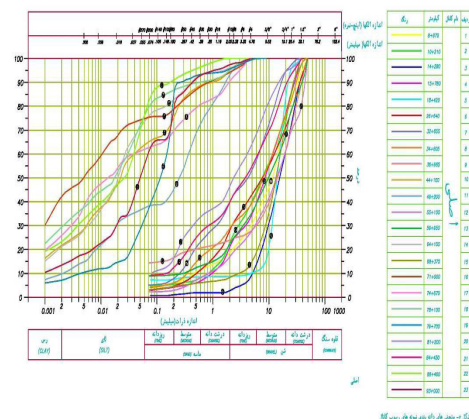
شکل ۴- منحنی‌های دانه‌بندی نمونه رسوب کانال‌های درجه دو و سه و چهار

رسوب شبکه بعد از احداث سد مخزنی

با احداث سد مخزنی طالقان انتظار می‌رفت که مشکل رسوب در شبکه آبراری قزوین به نحو مؤثری برطرف گردد. در حال حاضر تنها رسوبات مربوط به حوزه‌های آبریز میانی حفاصل تونل طالقان تا سد تنظیمی زیاران در سیستم وجود دارند که عمده آنها قبل از ورود به شبکه ته نشین می‌گردند. زلال بودن آب شبکه بعد از احداث سد مخزنی نیز نشان دهنده آن است که رسوب معلق به صورت مؤثر در دریاچه سد مخزنی طالقان و پشت سد تنظیمی ته‌نشین شده و آب کاملاً عاری از رسوب وارد شبکه می‌شود (شکل ۶). ولی در عین حال در بسیاری از نقاط شبکه هنوز رسوبات درشت‌دانه و ریزدانه وجود دارد. منشاء عمده این رسوبات مربوط به دوران قبل از احداث سد مخزنی است که هنوز در شبکه باقی مانده است.

۱- رسوب شبکه قبل از احداث سد مخزنی
برآورد بار رسوبی درازمدت ایستگاه گلینک در رودخانه طالقان نشان می‌دهد که روزانه به طور متوسط ۷۷۳ تن رسوب در این ایستگاه وجود داشته است. این بار رسوبی متناظر با دبی متوسط برابر با ۱۲/۲۲ متر مکعب در ثانیه بوده است [۴]. قبل از احداث سد مخزنی قسمت اعظم این رسوب در ماهیهای بهره‌برداری از کانال طالقان، از طریق تونل انتقال به پشت سد زیاران منتقل می‌شده است. مطالعه ۱۴ نمونه رسوب که در اسفند ۱۳۸۴ از رسوبات پشت سد زیاران توسط شرکت بهره‌برداری از شبکه آبراری دشت قزوین برداشته شده نشان می‌دهد که بیشتر این رسوبات نسبتاً درشت دانه یعنی لوم شنی هستند و این بدان معنی است که ذرات رس و سیلت فرصت ته نشینی پیدا نکرده و به صورت معلق همراه با جریان آب به پایین دست منتقل شده‌اند. منحنی‌های دانه‌بندی ۶۶ نمونه رسوب که در سال ۱۳۸۴ توسط مهندسین مشاور پندام در نقاط مختلف شبکه و در کانال اصلی و کانال‌های درجه ۱ تا ۴ برداشت شده نیز مؤید این مطلب است (شکل‌های ۲ تا ۵) [۵].

گل آلود بودن آب کانال قبل از احداث سد مخزنی نیز به این دلیل بوده است. این رسوبات دانه‌ریز به همراه جریان آب به اراضی کشاورزان منتقل شده و در آنجا ته نشین می‌شد. وجود یک لایه رسوب در اراضی زیر شبکه کانال نشانگر این موضوع است



شکل ۵- منحنی‌های دانه‌بندی نمونه‌های رسوب کانال



شکل ۶- زلای آب بعد از بهره برداری از سد مخزنی فرسایش فضای سبز اطراف کانال



شکل ۷- ورود رسوب ناشی از فرسایش فضای سبز اطراف کانال

شکل ۸- ورود رسوب ناشی از فرسایش فضای سبز اطراف کانال

ب) تردد زیاد ماشین آلات بر روی جاده سرویس در قسمت های میانی شبکه به ویژه از آبگیر کانال L۳ به بعد تردد ماشین آلات سنگین بر روی جاده سرویس کانال زیاد است. تردد زیاد کامیون ها بر روی جاده سرویس سبب تخریب جاده سرویس و در بعضی موارد تخریب پوشش کانال شده است. تردد کامیون ها علاوه بر پرتاب سنگ به داخل کانال سبب ایجاد گرد و خاک و نهایتاً ورود آن به داخل کانال می شود (شکل ۱۰). بعضی از این کامیون ها نیز خاک و آوار ساختمانی خود را به داخل کانال تخلیه می کنند (شکل ۱۱). در بعضی از قسمتهایی که تردد کامیون زیاد است به صورت غیر اصولی اقدام به تعریض جاده سرویس شده که این تعریض سبب ورود خاک به داخل کانال شده است (شکل ۱۲). در قسمتهایی از کانال نیز شستشوی اتومبیل در جاده سرویس سبب شسته شدن خاک جاده سرویس و سرازیر شدن آن به داخل کانال می گردد (شکل ۱۳).

ج) ورود رواناب سطحی حوزه های بالادست به داخل کانال در برخی از بازه های کانال اصلی رواناب ناشی از بارندگی به داخل کانال وارد می شود. نمونه هایی از این موارد در حدفاصل کانال های L۷ و L۸ و در نزدیکی آبگیر M۸۹ و همچنین در حد فاصل کانال های L۸ و L۹ و در نزدیکی آبگیر M۹۳ دیده می شود. با توجه به کاهش سرعت آب در قسمتهای انتهایی کانال اصلی (حدود کیلومتر ۹۴) قسمت اعظم رسوبات در این مقطع تجمع می یابد به گونه ای که ضخامت رسوبات در این مقطع به یک متر نیز می رسد.

د) دستکاری دریاچه های آمیل بعضی از دریاچه های آمیل موجود در مسیر کانال های درجه ۲ و ۳ با صحیح بالانس نشده اند و یا این که در اثر دستکاری عملکرد مناسبی ندارند. دستکاری دریاچه های آمیل سبب می شود که آب در کانال بالادست پس بزند و نهایتاً موج آب با ایجاد کردن خندق، سازه آمیل را دور زده و وارد مقطع کانال از پایین دست دریاچه آمیل شود. یک نمونه از این موارد در اولین سازه آمیل نصب شده بر روی کانال L۶ مشاهده می شود (شکل های ۱۴ و ۱۵). وجود ساقه های کنگر می تواند یکی از عوامل گرفتگی دریاچه آمیل باشد. در محل هایی که دریاچه آمیل به خوبی بسته نشده است، کشاورزان با قراردادن گونی های خاک بر روی پیشانی دریاچه سبب بالا رفتن سطح آب در کانال بالادست و در نتیجه آبگیری راحت تر دریاچه های خود می شوند. این گونی ها عمدتاً بعد از یک فصل زراعی در اثر تابش آفتاب پوسیده و خاک آن ها به مقاطع پایین دست منتقل می شود. در بعضی مواقع نیز برای بالا رفتن دریاچه و عبور آب بیشتر از زیر آن از این گونی های خاک استفاده می شود. (شکل شماره ۱۶)

ه) تخریب پوشش بتنی کانال های درجه ۲ و ۳

به منظور بررسی وضعیت رسوب در شبکه در حال حاضر (بعد از احداث سد مخزنی) تعداد ۸ نمونه رسوب از نقاط مختلف در بهمن ۸۵ توسط این گروه تحقیقاتی برداشته شد. موقعیت محل برداشت نمونه های رسوب به شرح ذیل بوده است:

- در فاصله ۸۰۰ متری بعد از دومین سیفون در مسیر کانال اصلی حوالی روستای جزمه

SS۲- ورودی آبگیر کانال L۱

SS۳- قبل از آبگیر L۳

SS۴- در محل تلاقی کانال های L۲۷ و L۳۲۱

SS۵- قبل از انشعاب کانال C-L۴۲ از کانال اصلی

SS۶- بالادست دریاچه آمیل که جهت انشعاب کانال L۶ از کانال اصلی احداث گردیده است

SS۷- در محل تقاطع کانال موازی کانال L۸ منشعب از A-L۹۲

SS۸- اولین آبگیر واقع در زیر جاده قدیم تاکستان در ابتدای کانال های B-L۸۶

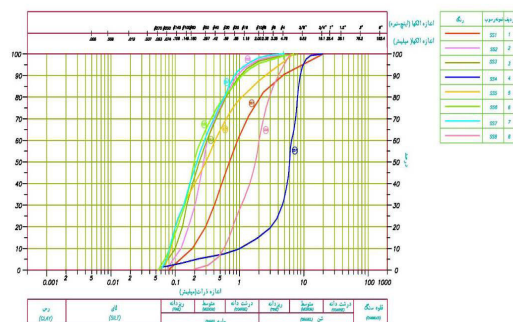
موقعیت نقاط نمونه رسوب در شکل ۱ مشخص گردیده است.

منحنی های دانه بندی این نمونه ها (شکل ۵) نشان می دهد که ۹۰٪ نمونه ها فقط از ماسه تشکیل شده و فقط در یک نمونه (نمونه شماره ۴) علاوه بر ماسه ذرات شن درشت دانه نیز وجود داشته است. در هیچ کدام از نمونه ها ذرات لای و رس مشاهده نشده است. برای بررسی عوامل رسوبگذاری در شبکه بعد از احداث سد مخزنی مطالعات میدانی انجام شده که نتایج این مطالعات نشان می دهد که عوامل زیر را می توان به عنوان عوامل اصلی برشمرد:

الف) عبور کانال اصلی از اراضی شهری

یکی از مشکلاتی که در زمان احداث شبکه های آبیاری بایستی بدان توجه داشت، پیش بینی طرح جامع شهرهایی است که کانال از نزدیکی آنها می گذرد. به دلیل رشد بی رویه شهر قزوین عملاً کانال اصلی که قبل از انقلاب با شهر فاصله زیادی داشته است در حال حاضر تقریباً در مرکز شهر واقع شده و شهر را به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می کند.

در این بازه، آب آبیاری فضای سبز اطراف کانال در محدوده شهر سبب شستشوی خاک فضای سبز و ورود آن به داخل کانال می شود. این پدیده به ویژه در حد فاصل خیابان های شهید بابایی و بلوار دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) تشدید می شود. شکل های ۷ و ۸ این موضوع را نشان می دهد. در همین نقطه فاضلاب یک منطقه مسکونی وارد کانال می شود (شکل ۹).



شکل ۵- منحنی های دانه بندی نمونه رسوب پس از احداث سد مخزنی طالقان

شکل ۵- منحنی های دانه بندی نمونه رسوب پس از احداث سد

تخریب پوشش بتنی کانال با توجه به سرعت زیاد آب در این کانال‌ها یکی از عوامل مهم تولید رسوب در مسیر این کانال‌هاست. سرعت زیاد آب قدرت فرسایش آن را بالا برده و سبب تخریب سریع جداره خاکی کانال و انتقال رسوب به پایین دست می‌شود. شکل شماره ۱۷ موردی از تخریب را که در کیلومتر ۱+۴۲۰ کانال L۱ اتفاق افتاده است نشان می‌دهد.

(و) نشت آب از سازه‌ها

نشت آب از برخی سازه‌ها و انسداد مجاری با توجه به عمر زیاد برخی سازه‌های موجود در کانال‌های درجه ۲ و ۳ و عدم کارآرایی مناسب لاستیک‌های آب بند آنها کشاورزان را وادار می‌دارد برای آب بندی دریاچه‌ها از خاک استفاده کنند. نمونه‌ای از این گونه آب بندی در شکل شماره ۱۸ ارائه شده است.

(ز) ساخت سازه‌های موقت خاکی برای عبور دام و انسان

در بعضی از قسمت‌های کانال‌های درجه ۲ و ۳، به دلیل کوچکی مقطع کانال و عدم وجود پل مناسب برای عبور دام و انسان، سازه‌های موقت خاکی ساخته شده است که سبب انتقال خاک به پایین دست می‌شود.

(ح) مسائل مربوط به رسوب در کانال‌های درجه ۴

با توجه به این که کانال درجه ۴ آخرین کانال‌های شبکه قبل از ورود آب به مزارع هستند، متأثر از رسوب انتقال یافته از کانال‌های بالادست خود هستند. علاوه بر آن موارد دیگری نیز وجود دارد که سبب به وجود آمدن رسوب در این کانال‌ها شده است که آنها را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

در بعضی از مناطق سطح آب کانال درجه ۴ پایین تر از اراضی اطراف می‌باشد و به دلیل سوار نشدن آب بر روی اراضی پائین دست، کشاورزان مجبور شده‌اند کانال را در بالادست شکسته و آب را به اراضی خود منتقل کنند. برای سوار شدن آب در این نقاط از بندهای موقتی استفاده می‌شود که از گونی‌های خاک و شن ساخته شده‌اند. خاک درون این گونی‌ها پس از پاره شدن گونی‌ها در کف کانال‌های درجه ۴ ته نشین می‌شود. نمونه‌ای از این گونه بهره‌برداری را می‌توان در کانال قوشچی منشعب از کانال اسماعیل آباد (L۶) مشاهده نمود. (شکل‌های ۲۰ و ۲۱) عدم بهره‌برداری و یا بهره‌برداری بدون مراقبت از کانال و همچنین تخریب پوشش بتنی باعث کاهش سرعت جریان و نهایتاً سبب پر شدن مقطع کانال از رسوبات و رشد علف‌های هرز شده است (شکل ۲۲).



شکل ۱۲- ورود خاک به کانال در اثر تخریب جداره سرویس
شکل ۱۳- آثار شست‌و شویی توسط آب در کانال
شکل ۱۴- شایع دستکاری دریاچه آمیل



شکل ۱۵- شایع دستکاری دریاچه آمیل
شکل ۱۶- تنظیم دریاچه آمیل با گونی خاک بر روی L8
شکل ۱۷- تخریب پوشش بتنی کانال L1 در کیلومتر ۱+۴۲۰



شکل ۱۸- آب بندی دریاچه با خاک در کانال L6
شکل ۱۹- سازه موقت برای عبور دام و انسان بر روی کانال L8
شکل ۲۰- شکستن دیواره کانال اسماعیل آباد



شکل ۲۱- عبور آب با لوله در اراضی مرتفع
شکل ۲۲- پر شدن مقطع کانال درجه ۲ از رسوب و رشد علف‌های هرز

۴- نتیجه‌گیری

به‌منظور کاهش رسوب در شبکه می‌توان راهکارهای ذیل را ارائه نمود:
۱- لایروبی کلی شبکه به‌منظور حذف رسوبات برجای مانده از قبل از احداث سد طاقان

۲- عملیات اجرایی آبخیزداری از جمله احداث سازه‌های توربینگی و افزایش تراکم پوشش گیاهی و همچنین جلوگیری از چرای بی‌رویه در حوضه آبریز رودخانه زیاران.

۳- رسوب‌زدایی سد زیاران با شیوه متداول (مخلوط کردن آب رودخانه با رسوب توسط بیل مکانیکی و انتقال آن به پائین دست از زیر دریاچه قطاعی سد (در فصول غیر زراعی) در کوتاه مدت

۴- بازنگری در طراحی قسمت‌هایی از شبکه و همچنین تعمیرات اساسی جاده سرویس‌ها و پوشش کانال‌ها و دریاچه‌ها و سایر سازه‌ها و در کنار آن ارتقاء فرهنگ عمومی در جهت بهره‌برداری بهینه از شبکه موجود ضروریست.

۵- مشارکت دادن کشاورزان در امور مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه مانند انجام عملیات لایروبی و بازسازی مقاطع تخریب شده از طریق تشکیل‌های آب‌بران

۶- رفع کلیه علل و عوامل رسوبگذاری در شبکه که در بخش‌های پیشین به آن اشاره گردید.

۵- مراجع

- De peweg, H., Mendez, N. (۲۰۰۲). Sediment transport in irrigation canals, Irrigation and Drainage, ۱۶۷, (۲) ۵۱-۱۶۷.
- Reckendorf, F. (۱۹۹۵). Sedimentation in Irrigation Water Bodies, Reservoirs, Canals, and Ditches, Working Paper No. ۵, Natural Resources Conservation Service.
- ستوده‌نیا، ع.، عسکری، م.، کاکاجی، ع.ا.، شیخ‌حسینی، م. (۱۳۸۵). راهکارهای انتقال مدیریت بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی به تشکیل‌های خصوصی (پایلوت شبکه آبیاری دشت قزوین).
- مهندسین مشاور آبران. (۱۳۸۴). مطالعات مرحله اول طرح جامع تأمین و انتقال آب شرب و صنعت استان قزوین.
- مهندسین مشاور پندام. (۱۳۸۴). مطالعات بازنگری شبکه آبیاری و زهکشی دشت قزوین.

تحلیل سدهای وزنی تحت اثر زلزله در ترازهای مختلف آب



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول:

پرویز ثابتی

آدرس ایمیل:

parvizesabeti@yahoo.com

پرویز ثابتی *

دانشجوی کارشناسی ارشد عمران - زلزله، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران

احمد ملکی

استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران

چکیده:

در این نوشتار اقدام به ارائه انواع آنالیز در حالات بارگذاری متعارف و لرزه ای براساس مولفه ای افقی زلزله، می پردازیم. سپس اقدام به ارزیابی تنش های وارده برسد قبل از آبیگری (مخزن خالی)، حین آبیگری (مخزن نیمه پر) و پس از آبیگری (تراز نرمال)، با استفاده از روش های کلاسیک مانند simplified method (چویرا- فنوس) و روش مدرن finite element، در قالب نرم افزارهای cadam و abaqus می پردازیم. اصول و روش های طراحی و تحلیل لرزه ای سدهای بتنی وزنی مبتنی بر تحلیل خطی و غیر خطی می باشد. با نگرش به ارزیابی سد وزنی بتنی زاوه وسد pineflat، بر پایه تحلیل خطی تاریخچه زمانی به نتایج تعیین کننده ای در خصوص مخازن در تراز نرمال، نیمه پر و خالی انجامیده است. در ادامه ارزیابی سد زاوه بر پایه تحلیلی های غیر خطی با استفاده از شتابنگاشتهای KOBE.KOYENA، CHI-CHI و مقایسه نتایج بدست آمده در هر مورد می پردازیم. در این حوزه المانهای که دارای ظرفیت کششی بیش از مقاومت کششی مصالح می باشند، به همراه موقعیت و مکانیزم ترک های کششی مورد ارزیابی قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: خطی و غیر خطی، پی صلب و ارتجاعی

Analysis dams under earthquake at different levels of water weight

Pervez Sabeti*

graduate student in civil-earthquake, Islamic Azad University of Maragheh, Maragheh, Iran

Ahmad Maleki

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Maragheh, Iran

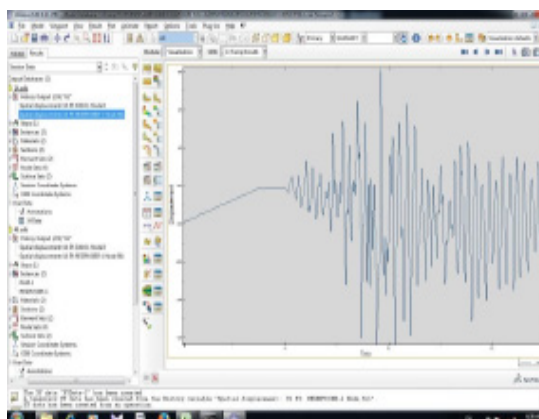


V. 01 No. 04 - Winter 2016

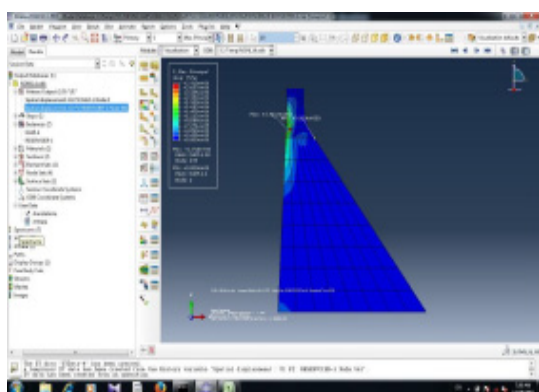
Corresponding author:
Pervez Sabeti

Email address:
parvizesabeti@yahoo.com

با توجه به شکل ۴-۳ و ۴-۴ جابجایی نسبی پس ماند در تاج سد نسبت به پاشنه ۵ میلیمتر بوده که شاهد ترك خوردگی جزئی در مقطع سد طی زلزله پایه می‌باشیم (KOYENA)



شکل ۳-۴ تاریخچه زمانی جابجایی نسبی تاج سد (KOYENA)



شکل ۴-۴ ترك خوردگی جزئی در اجزاء باتحلیل غیر خطی (KOYENA)

۵- نتیجه‌گیری، تفسیر نتایج

۱- ارزیابی نتایج حاصل از تحلیل سیستم مخزن پی بروش Simplified method و CADAM برای مخزن در تراز نرمال و نیمه پر، با فرض پی بر بستر ارتجاعی، و بستر صلب، اختلاف ناچیز ۲ الی ۸ درصد را نشان می‌دهد، که نتایج حاصله بیانگر صحت تحلیل انجام شده می‌باشد.

۲- در سدهای با فرض پی ارتجاعی، حداکثر مقادیر تنش‌های کششی و فشاری در حالت پی جرم دار بیش از مقادیر مشابه در حالت بدون جرم می‌باشد. مطالعات انجام شده بر روی سد PINEFLAT نیز موید این مطلب می‌باشد به جدول ۵-۱ توجه فرمایید.

جدول ۵ - ۱ مقادیر حداکثر تنش‌ها در حالت پی جرم دار و بدون جرم بروی پی ارتجاعی تراز نرمال

نوع پی	$s_{max}, s_{min} (Kg/m^2)$	PINE FLAT DAM	JAWEH DAM
پی جرم دار	s_{max}	۳۶.۷	۴۳.۲
	s_{min}	۴۹.۶	۳۹.۳
پی بدون جرم	s_{max}	۳۶.۴	۲۳.۸
	s_{min}	۴۵.۱	۲۴.۸

شکست رانکین اگر تنش اصلی ماکزیمم (کششی) در نقطه‌ای از مصالح بتن غیر مسلح از مقاومت کششی بتن بیشتر شود، بتن دچار ترك خوردگی می‌شود. راستای این ترك خوردگی عمود بر راستای تنش اصلی ماکزیمم می‌باشد. تحت زلزله‌های شدید معمولاً تغییر شکل‌ها از ظرفیت الاستیک سدهای بتنی تجاوز نموده، شاهد ترك خوردگی در مقطع سد و کاهش سختی کلی سازه خواهیم بود. برای پیش‌بینی خرابی و ترك خوردگی لازم است، تا وضعیت موجود تنش با مقاومت مصالح مقایسه شود [۷] دو منبع اصلی رفتار غیر خطی در سدهای بتنی وزنی شامل رفتار غیر خطی مصالح (ترك خوردگی کششی و یا خردشدگی فشاری مصالح بتن) و نیز رفتار غیر خطی هندسی (لغزش و بلند شدگی در امتداد درزهای موجود در سطوح ترك خورده) می‌باشد.

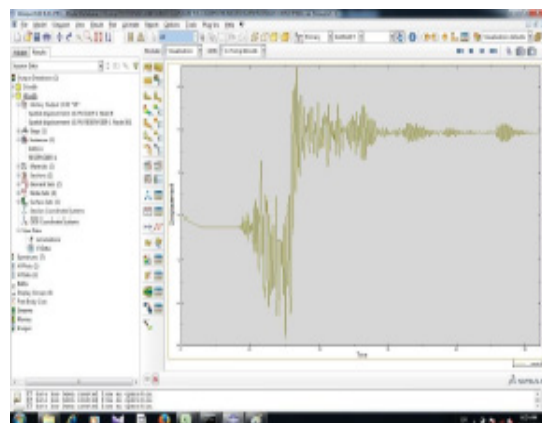
۴-۱ نتایج بدست آمده از تحلیل دینامیکی لرزه‌ای غیر خطی

تحلیل انجام شده با فرض مخزن در تراز نرمال و پی بر بستر ارتجاعی و براساس سه شتاب نگاشت KOBE، KOYENA و C HI-CHI مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

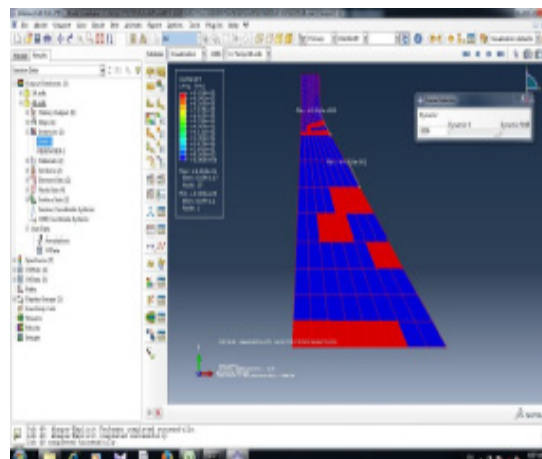
جدول ۴-۱ حداکثر تنش کششی و تغییر مکان نسبی تاج و پی بر اساس سه شتابنگاشت

	CHI-CHI	KOYENA	KOBE
$s_{max} (Kg/m^2)$	۲۷.۹	۲۷.۹	۲۷.۸
$d_{max} (cm)$	۰.۵۰	۰.۵۰	۴

با توجه به شکل ۴-۱ و ۴-۲ جابجایی نسبی پس ماند در تاج سد نسبت به پاشنه ۴۰ میلیمتر بوده که ناشی از ترك خوردگی در مقطع سد طی زلزله پایه می‌باشد. (KOBE)



شکل ۴-۲ تاریخچه زمانی جابجایی نسبی تاج سد (KOBE)



شکل ۴-۳ ترك خوردگی در اجزاء باتحلیل غیر خطی (KOBE)

EERC ۰۱/۸۰-، January ۱۹۸۰.

۳. Department of civil, Geological and Mining Engineering
E'cole Polytechnique De Montreal P.O.Box ۶۰۷۹, Station
Centre-Ville Montreal (Qu, bec) ۳C3A7

۴. Abaqus Analysis User's Manual, Version ۶/۱۱.

۵. باقری، محمد عالم. سید کاظمی، محمد. ۱۳۹۳، مدل سازی عددی
تهران: سیمای دانش. ABAQUS سدهای بتنی وزنی با استفاده از

۶. Hall JF. problems encountered from the use
(or misuse) of Rayleigh damping Earthquake
Engineering and Structural Dynamic ;۲۰۰۶

۵۴۵-۳۵:۵۲۵.

۷. Ghaemian M, Ghobarah A. Nonlinear seismic
response of concrete gravity dams with dam
reservoir interaction. Engineering Structures ;۱۹۹۹

۳۱۵-۲۱:۳۰۶.

۳- بررسی تحلیل تاریخچه زمانی سیستم سد-پی و مخزن در تراز نرمال و نیمه پر
بر روی پی ارتجاعی، بیانگر افزایش چشم گیر تغییر مکان نسبی تاج و پی سد، در
مقایسه با پی های صلب می باشد. (جدول ۵-۲). لذا در صورت کاهش در نسبت
Ef/Es شاهد کاهش در تغییر مکان های نسبی بین تاج و پاشنه سد می باشیم

جدول ۵-۲ حداکثر تغییر مکان نسبی در حالات پی ارتجاعی و صلب برای
مخازن در تراز نرمال و نیمه پر.

	RIGID PINE FLAT		RIGID JAWEH	FLEXIBLE PINE FLAT	FLEXIBLE JAWEH
σ_{max} (cm)	<u>Semifull.L</u>	۴/۹۳	۵ / ۹۶	۲۵ / ۴۶	۱۴/۷۴
σ_{max} (cm)	<u>Normal.L</u>	۵ / ۰۵	۳ / ۶۷	۱۰ / ۶۹	۱۴ / ۰۸

۴- در بررسی تحلیل تاریخچه زمانی سیستم سد-پی و مخزن در تراز نرمال
بر روی پی ارتجاعی نشان می دهد، در پی هایی که جرم لحاظ گردیده، نتایج
حاصل از تنش های فشاری و کششی بیش از پی بدون جرم می باشد جدول
(۳-۵). لذا به منظور کاهش هزینه احداث، پیشنهاد می شود مطالعات
فاز یک در محل ساختگاه با دقت و توجه خاصی انجام پذیرد. بدیهیست
در صورتیکه مطالعات انجام شده بیانگر وجود پی با کیفیت مناسب در
محل ساختگاه باشد، گزینه پی بدون جرم، گزینه مناسبتری خواهد بود.

جدول ۵-۳ حداکثر مقادیر تنش هادر تراز نرمال و نیمه پر در حالت پی جرم دار و بدون جرم
م بر روی پی ارتجاعی

	$\sigma_{maxmin}(Kg/m^2)$	Normal.L	Semifull.L
پی جرم دار	σ_{max}	۴۳.۲	۳۹.۲
	σ_{min}	۳۳.۹	۳۳.۲
پی بدون جرم	σ_{max}	۲۳.۸	۱۶.۶
	σ_{min}	۲۴.۸	۲۲.۱

۵- در بررسی تحلیل تاریخچه زمانی سیستم سد-پی و مخزن نیمه پر بر روی
پی صلب و ارتجاعی پیشنهاد می شود با توجه به مشکلات آبیگری که سدهای
کشور در حال حاضر با آن مواجه هستند و به منظور آگاهی کامل از تغییرات
تنش در ترازهای مختلف و ارائه اطلاعات جامع حین آبیگری سدها، ارزیابی
تاریخچه زمانی در ترازهای و نیز انجام پذیرد.

۶- در صورتیکه مقادیر تنش کششی بیش از مقاومت کششی مقطع باشد آنالیز
تاریخچه زمانی به منظور بررسی مکانیزم شکست و نواحی بحرانی شکست
الزامیست.

۷- بر اساس معیار شکست رانکین، اگر تنش اصلی ماکزیمم کششی در
نقطه ای از مصالح بتن غیر مسلح از مقاومت کششی بتن بیشتر شود، بتن
دچار ترک خوردگی می شود. لذا به منظور درک واقعی از تنش های کششی وارده
بر المانهای بدنه و مسیر شکست هایی که موجب گسیختگی و ایجاد ترک در
سازه می شود، آنالیز غیر خطی در سطح زلزله حداکثر (MCE) توسط ۳ رکورد
زلزله با مولفه های شتاب افقی و قائم که دارای مشخصه های نزدیک به طیف
طرح ساختگاه می باشند صورت پذیرد. به منظور صحت سنجی و نتایج با معیار
شکست رانکین و همچنین تغییر مکان نسبی تاج سد و پاشنه ارزیابی می شود.

۲۰

۶. مراجع

شماره چهارم

زمستان ۱۳۹۵

فصلنامه

علمی تخصصی



۱. شرکت مهندسین مشاور مشانیر، شرکت مهندسی ژبان «طرح اختلاط بتن

غلطکی سد زاوه» دفتر فنی. شهریور ۱۳۸۹

۲. Chopra. A.K. Chakrabarti P, Gupta S. Earthquake
response of concrete gravity dams including hydrodynamic
and foundation flexibility effects. EERC Report No. UCB/

ارزیابی عملکرد فنی طرح های کنترل سیل در رودخانه های شهری و ارائه راهکارهای اصلاحی - مطالعه موردی رودخانه تالار در استان مازندران



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: محمد مرادی

آدرس ایمیل:

ce.moradi@yahoo.com

محمد مرادی*

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفادشت

محمد عامل صادقی

دکترای سازه های آبی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

عبدالرسول تلوری

دکترای مهندسی منابع آب و هیدرولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده:

سازه های کنترل سیل بدلیل اثرات زیانبار سیل که همه سالها خسارات زیادی را به زمین های کشاورزی حاشیه رودخانه و تأسیسات جانبی و ... وارد می سازد، طراحی و احداث می گردند. در اثر وقوع سیل ارتفاع آب در رودخانه بالا آمده و سبب خارج شدن آن از مسیر اصلی رودخانه می گردد. سیلابدشت ها و مناطق مجاور رودخانه ها که به دلیل شرایط خاص آن فضاهایی مناسب برای انجام فعالیت های اقتصادی و اجتماعی محسوب می شوند، همواره در معرض خطرات ناشی از وقوع سیلاب قرار دارند. از اینرو در این مناطق اجرای طرح های ساماندهی بمنظور جلوگیری از اثرات مخرب سیلاب مورد استفاده قرار می گیرد. در رودخانه تالار و محدوده شهر قائمشهر، طرح هایی بعنوان طرح ساماندهی رودخانه اجرا شده که در این تحقیق سعی می شود عملکرد فنی و هیدرولیکی این طرح ها مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای اصلاحی در صورت بروز مشکلات ناشی از ساماندهی ارائه گردد.

کلمات کلیدی: کنترل سیل، ساماندهی، تالار، مازندران

Technical performance evaluation of flood control projects in urban rivers and corrective solutions- Case Study: Rivers Hall in Mazandaran

Mohammad Moradi*

M.Sc. Student, University of Safadasht

Mohammad Aamel Sadeghi

P. HD. of Hydraulic Structures, University of takestan

Abdul Rasol Telvari

P. HD. Hydrology and Water Resources Engineering, Islamic Azad University of Ahvaz



V. 01 No. 04 - Winter 2016

Corresponding author:

Mohammad Moradi

Email address:

ce.moradi@yahoo.com

۱- مقدمه

بسیاری از تعدی ها به حریم رودخانه به طور مستقیم باعث کاهش ظرفیت سیل گیری و افزایش تراز آب و کاهش ظرفیت انتقال جریان سیلابی به پایین دست می گردد که در هر صورت زمینه بروز سیلاب های مخرب را آماده تر می کند لذا تعیین حریم قانونی رودخانه به نحوی تعیین حریم خطر و محدوده احتمال بروز خسارت است که از جهت حفظ سازه اهمیت دارد. در برخی موارد سازه ها خود باعث افزایش احتمال وقوع سیلاب می گردند.

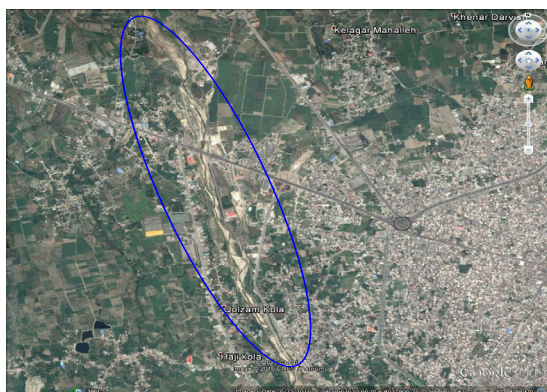
طرح های ساماندهی رودخانه از طریق یک مدل هیدرولیکی قابل ارزیابی فنی هستند، بطوریکه ابعاد و اندازه آن ها در یک مدل هیدرولیکی معرفی شده و مورد بررسی قرار می گیرند. برای مدلسازی هیدرولیک رودخانه ابتدا کلیه اطلاعات هیدرولوژیکی و هندسه رودخانه جمع آوری می گردد. با بازدید محلی نواحی غیر موثر جریان تعیین و مقاومت آبراهه و سیلابدشت ها در مقابل جریان برآورد می گردد. تخمین مقاومت آبراهه در مقابل جریان به تخمین ضریب زبری مانینگ منتهی می گردد. بر اساس هندسه رودخانه، مبانی هیدرولیک جریان رودخانه، نتایج محاسبات هیدرولوژی و بررسی سیستم رودخانه از جهت شیب و عوامل مؤثر بر پروفیل سطح آب، نوع جریان و سپس نرم افزار کامپیوتری مناسب آن انتخاب می گردد و سپس مشخصات و پروفیل سطح آب رودخانه محاسبه می گردد. در روند مزبور مبانی هیدرولیک رودخانه، عبور جریان از سازه های تقاطعی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. همچنین انتخاب نرم افزار مربوط به انجام محاسبات یکی از مهمترین قسمت های مطالعات هیدرولیک را تشکیل می دهد. مدل Hec-Ras بعنوان یک مدل شناخته شده به منظور شبیه سازی جریان رودخانه در طرح های ساماندهی مورد استفاده قرار می گیرد. تمامی خصوصیات مسطحاتی و رقمی رودخانه با استفاده از نقشه های توپوگرافی رودخانه مورد نظر استخراج شده و بطرق مختلف وارد مدل ریاضی Hec-Ras می گردد. این مدل با تحلیل کلی سیستم رودخانه کلیه پارامترهای هیدرولیکی جریان را در قالب جداول و نمودارهای متعدد در اختیار کاربر قرار می دهد. بررسی وضعیت رودخانه در شرایط موجود منجر به اتخاذ تصمیم در خصوص نابسامانی هایی که ممکنست در طول رودخانه تشخیص داده شوند، می گردد. در صورتی که ساماندهی رودخانه بروش سازه ای مدنظر باشد، بررسی اثرات سازه های ساماندهی بر هیدرولیک و ریخت شناسی رودخانه بسیار حائز اهمیت بوده و می بایست جهت تصمیم گیری مناسب در خصوص احداث سازه های ساماندهی، اثرات آن ها بطور دقیق بررسی گردد، در غیر این صورت ممکنست این سازه ها در آینده مشکلات جبران ناپذیری به بار آورده و اثری غیر قابل تصور و در جهت نابسامانی رودخانه داشته باشند. همچنین مقرون به صرفه بودن سازه ها نیز از اولویت های اصلی اجرایی بشمار می رود که ابعاد سازه و احجام آن در این امر دخیل است. ذکر این نکته که اکثر سازه های ساماندهی رودخانه مانند دیوار سیل بند، دایک، آشکن و حتی اصلاح مقطع رودخانه در طول رودخانه بکار می روند، ضروریست. با توجه به وضعیت موجود رودخانه تمامی طرح های ساماندهی در محدوده مطالعاتی در مدل هیدرولیکی معرفی گردیده و مورد بررسی هیدرولیکی قرار می گیرند.

۲- مواد و روش ها

رودخانه های شرق مازندران در حد فاصل شهرهای نکا تا آمل قرار داشته و تقریباً تمامی آنها دارای جهت شمالی - جنوبی بوده و از ارتفاعات البرز سرچشمه گرفته و به دریای خزر می ریزند. با بررسی انجام شده بر روی نقشه های موجود، مجموع طول این رودخانه ها حدود ۱۰۹۰ کیلومتر است که بخشی از این طول در محدوده کوهستانی بوده و قسمت عمده آن در محدوده دشت مرکزی و شرقی مازندران قرار دارد. خاطر نشان می گردد که رودخانه تالار از بین آن ها به طول ۹۰ کیلومتر در این تحقیق مد نظر قرار می گیرد.

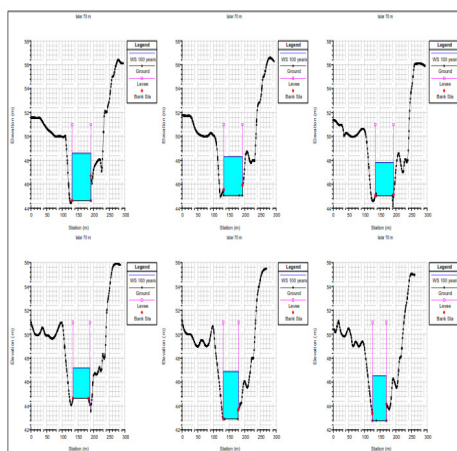
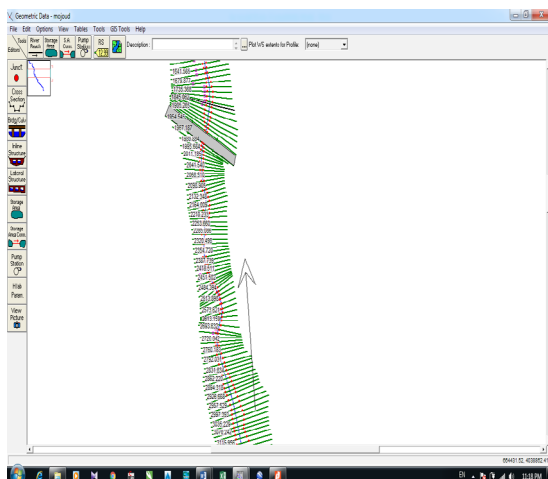
رودخانه تالار از بخش های شمالی رشته کوه های البرز (مناطق کوهستانی سوادکوه، عباس آباد، ورسک، گدوگ و کوه چاشم) سرچشمه می گیرد و از شاخه های متعددی چون کبیر، سرخاب، بزل، چرال، شش رودبار، کسلیان، تجون و توجی تشکیل شده و جهت جریان عمومی آن از جنوب به شمال می باشد که پس از گذر از غرب قائم شهر و روستای عرب خیل به دریای خزر می ریزد.

در شکل ۱ محدوده بازه مطالعاتی از رودخانه تالار نشان داده شده است.



شکل ۱ - موقعیت محدوده مطالعاتی رودخانه تالار

بمنظور تهیه مدل هیدرولیکی رودخانه تالار، محدوده مورد نظر با استفاده از نقشه های توپوگرافی موجود از منطقه طرح و تهیه مقاطع عرضی وارد مدل Hec-Ras گردید. سپس شرایط مرزی جریان در سیلاب با دوره بازگشت های مختلف به مدل معرفی و پارامترهای هیدرولیکی مورد نظر در شرایط موجود از مدل استخراج شد. سپس با استفاده از نتایج حاصل از بازدید و نقشه های برداشت شده، سازه های ساماندهی به مدل هیدرولیکی معرفی می گردد. پلان و مقاطع عرضی مدل هیدرولیکی در اشکال ۲ و ۳ ارائه شده است.



شکل ۳ - نمونه مقاطع عرضی در مدل هیدرولیکی در شرایط موجود و طرح های ساماندهی

همانگونه که در اشکال فوق مشاهده می گردد طرح های ساماندهی بخوبی اثر خود را بر پارامترهای هیدرولیکی نشان می دهند، در خصوص سرعت جریان می توان اینگونه اظهار نظر نمود که در طول زیادی از بازه مطالعاتی پس از اجرای طرح افزایش یافته است. عرض سطح آب کاهش قابل ملاحظه ای بعد از اجرای طرح دارد. همچنین تنش برشی بدلیل افزایش سرعت، افزایش قابل توجهی را نشان می دهد. بنابراین با در نظر گرفتن اثرات بلند مدت این طرح ها که فرسایش ناشی از افزایش سرعت و تنش برشی یکی از آن هاست. می بایست راهکارهای اصلاحی برای جلوگیری از اثرات تخریبی ناشی از این سازه ها در نظر گرفت. در ذیل به سازه های مورد نظر در جهت راهکارهای اصلاحی اشاره می گردد.

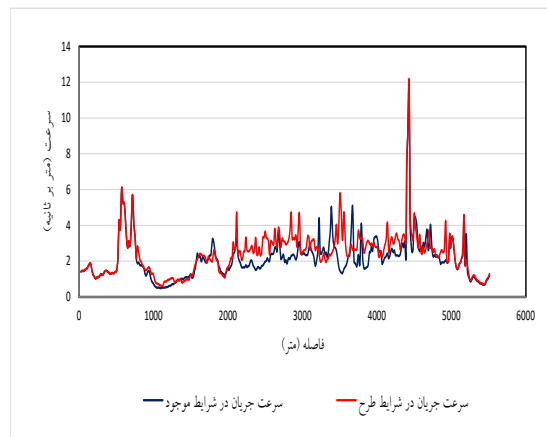
کف بندها

کف بندها، سازه هایی هستند در عرض بستر رودخانه، هم سطح کف بستر ساخته میشوند. این سازه بستر آبراهه را از فرسایش حفاظت می کند. این سازه ها در حدود تراز کف طبیعی رودخانه جهت حفاظت بستر رودخانه، در مقابل تنش برشی جریان ساخته می شوند. در شرایطی که سرعت آب به دلیل شتاب ایجاد شده، بیشتر شود، این سازه از تماس آب با مواد بستر جلوگیری میکند. به طور کلی دو نوع کف بند وجود دارد: کف بند افقی و شیبدار. از کف بندهای افقی در جایی که شیب بستر خیلی کم است، استفاده میشود. این در حالی است که کف بندهای شیب دار مخصوص بسترهای پرشیب می باشند. از طرف دیگر کف بندها با استفاده از مصالحی چون سنگ، سنگ و سیمان، توری سنگی و بتن ساخته میشوند. بر این اساس انواع مختلف آن شامل کف بند تورسنگی تشکی، جعبهای، سنگچین، بتنی، بلوکهای بتنی، بلوکهای بتنی به هم بافته شده، لحاف بتنی و کیسههای ماسه ای را می توان نام برد. شکل ۸ نمونه ای از کف بند توری سنگی در بستر رودخانه را نشان می دهد.

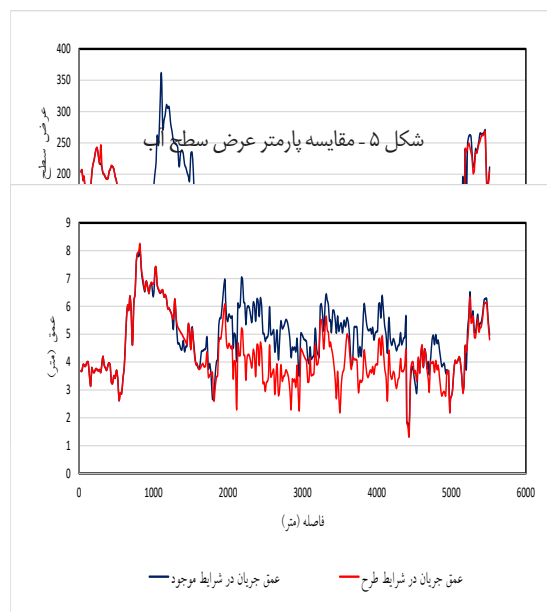


شکل ۸ - نمونه ای از کف بند توری سنگی در کنار دیواره سنگی

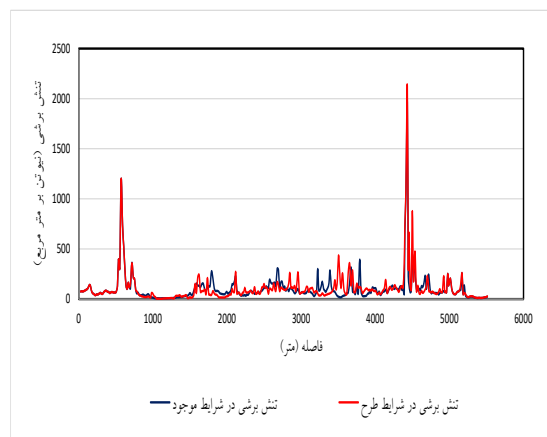
پس از معرفی کلیه سازه های طولی و تقاطعی ساماندهی به مدل نتایج مدل در قالب پارامترهای هیدرولیکی سرعت جریان، عرض سطح آب، عمق جریان و تنش برشی از مدل هیدرولیکی استخراج می گردد. بمنظور معرفی طرح ساماندهی در مدل هیدرولیکی Hec-Ras از ابزار Levee استفاده شده است. اشکال ۴ تا ۷ مقایسه پارامترهای هیدرولیکی در شرایط وجود یا عدم وجود طرح های ساماندهی را نشان می دهند.



شکل ۴ - مقایسه پارمتر سرعت جریان



شکل ۵ - مقایسه پارمتر عرض سطح آب



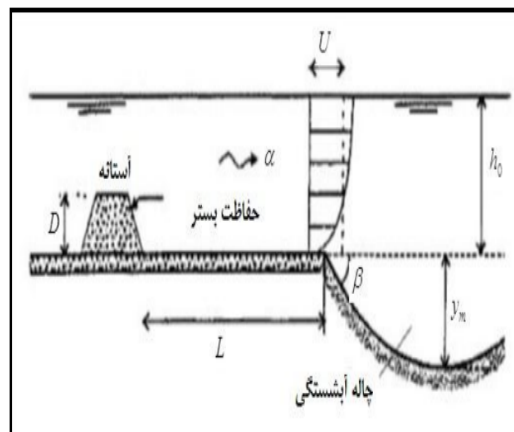
شکل ۶ - مقایسه پارمتر عمق جریان



شکل ۷ - مقایسه پارمتر تنش برشی جریان

آستانه

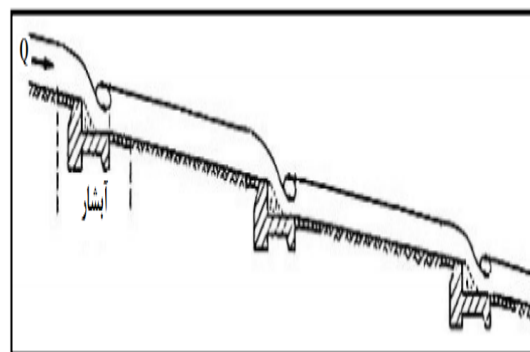
آستانه یکی دیگر از سازههای تثبیت کننده بستر است و به نحوی در عرض رودخانه ساخته می شود که تراز تاج آن با تراز بستر تقریباً یکسان یا بالاتر و کف بستر در بالادست و پایین دست سازه تقریباً یکسان باشد. این سازه با استفاده از مصالح سنگی، شمعکوبی یا سپری، بتنی، گابیون یا توربستگی و یا به صورت ترکیبی از آنها ساخته می شود. نمونه ای از آستانه نوع شمعکوبی در شکل ۹ نشان داده شده است. این سازه در کنترل شیب، تراز بستر و تراز سطح آب و جلوگیری از فرسایش بستر کاربرد فراوان دارد.



شکل ۹ - آستانه نوع شمعکوبی

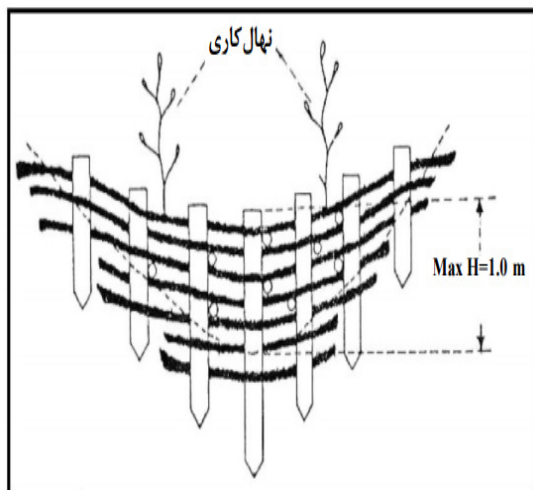
آبشار یا شیب شکن

آبشارها سازه هایی هستند که با ارتفاع کم در عرض رودخانه ساخته می شوند. این سازهها معمولاً به دو نوع با کف بند و آستانه انتهایی و دیگری با کف بند و بدون آستانه انتهایی تقسیم بندی می شوند. تعداد آنها به شیب رودخانه و ارتفاع سازه بستگی دارد. در شرایطی که از چند آبشار متوالی استفاده گردد، ارتفاع آنها نسبت به حالت عادی کاهش می یابد. از آنجایی که این سازهها را با استفاده از بتن، سنگچین، توربستگی، شمع های چوبی و سپرهای فلزی می سازند، معمولاً عرض مجرا را پوشش میدهند. برای شیب شکنهای کوچک و کانالها با عرض کم، از مصالحی از جنس سنگچین و شمعهای چوبی استفاده می گردد. توری سنگی ها و سازه های بتنی معمولاً برای شیب شکنهای بزرگ با عرض جریان زیاد به کار می روند. این سازهها به منظور کنترل پایین افتادگی بستر و تثبیت تراز بستر، در مجاری شیبدار استفاده میگردد. این سازه ها همچنین به عنوان استهلاک کننده انرژی نیز ساخته میشوند و از آبستکی بستر در بالادست خود جلوگیری می نمایند. نمونه ای از آبشارهای متوالی بر روی یک سطح شیبدار در شکل ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰ - آبشارهای متوالی بر روی سطح شیبدار

رودخانه و تثبیت آن می باشند. این سدها بر حسب نوع مصالح به کار گرفته شده به انواع مختلفی چون سدهای چپری، فلزی سبک، چوبی، خشکه چین، سنگ و سیمان و توربستگی طبقه بندی می شوند. در شکل ۱۱ نمونه ای از سد اصلاحی چپری نشان داده شده است. این سدها در آبراهه های نواحی کوهستانی به دلیل وجود فرسایش زیاد و در نتیجه تولید رسوب زیاد، کاربرد فراوان دارند. با احداث سدهای اصلاحی می توان شیب رودخانه را اصلاح نمود و فرسایش کف و جداره رودخانه را مهار کرد. گاهی اوقات نیز با برداشت شن و ماسه منجر به تغییر شیب و در نهایت کف کنی در بالادست می گردند. لذا احداث این سدها در این نواحی، در مهار فرسایش کف و جداره رودخانه و حفاظت از سازه هایی مثل پل، زمین ها و جاده های حاشیه رودخانه موثر می باشد.



شکل ۱۱ - نمای جلویی سد اصلاحی چپری

پوشش ها

پوشش ها از جمله سازه هایی هستند که جهت حفاظت و تثبیت بستر و کناره رودخانه ها در مقابل فرسایش ناشی از جریان، بارش باران، موج و تراوش زه آب زیرزمینی ساخته می شوند. اصولاً پوشش ها برای حفاظت از هر سطحی که در معرض فرسایش رودخانه ای است (نظیر شیب کناره، بدنه سازه های رودخانه ای و سطوح کف)، می توانند کاربرد داشته باشند. به طور کلی پوشش ها به دو دسته نفوذپذیر و نفوذناپذیر تقسیم می شوند. در پوشش های نفوذپذیر دولایه وجود دارد. لایه رویی که لایه سپر نام دارد و لایه زیرین که لایه فیلتر نامیده میشود. این در حالی است که در پوشش های نفوذناپذیر، معمولاً نیازی به لایه فیلتر نیست.

۳- نتیجه گیری و پیشنهادات

با توجه با اثرات ناشی از طرح های کنترل سیل که خود به ایجاد فرسایش می انجامد می بایست طرح های اصلاحی ارائه می شد که در فوق به آن ها اشاره گردید. در صورت مشخص شدن نوع فرسایش می بایست نوع و جانمایی سازه بطور دقیق مشخص گردد و بر اساس همان مورد طراحی لازم صورت پذیرد.

۴- منابع

- [۱] شرکت مهندسین مشاور یکم، گزارش های طرح های مطالعات مراحل ۱ و ۲ رودخانه های شرق مازندران.
- [۲] شفاعی بجستان، محمود (۱۳۷۳)، « هیدرولیک رسوب».
- [۳] حسینی، سید محمود (۱۳۸۲)، « هیدرولیک کانال های باز».
- [۴] یاسی مهدی (۱۳۷۱)، « اصلاح مسیر و حفاظت دیوار رودخانه های سیلابی با روش های مناسب ساختمانی - بیولوژیکی».
- [۵] انجمن هیدرولیک ایران (۱۳۷۴)، مجموعه مقالات کارگاه کنترل فرسایش در رودخانه ها.
- [۶] انجمن هیدرولیک ایران (۱۳۷۶)، مجموعه مقالات کارگاه مهار سیلاب رودخانه ها.

- [۷]Hemphill, R.W. and Bramley, M.E., (۱۹۸۹), " Protection of river and canal banks ", Ciria.
- [۸]Chow, V.T., (۱۹۵۹), " Open channel hydraulics ", MC Graw-Hill.
- [۹]Peterson, M.S., (۱۹۸۶), " River engineering ", Prentice-Hall.
- [۱۰]U.S. army/corps of engineers, (۱۹۷۸), Engineer Manual ۱۹۱۳-۲-۱۱۱۰, " Design and construction of levees ".
- [۱۱]U.S. army/corps of engineers, (۱۹۷۰), Engineer Manual ۱۶۰۱-۲-۱۱۱۰, " Hydraulic design of flood control channel ".
- [۱۲]U.S. army corps of engineers, (۲۰۰۴), HEC-Ras water surface profiles user manual.

بررسی علل ساخت سد مخزنی خاکی آغ چای به صورت قوسی



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: سپهر تاتلاری

آدرس ایمیل:

sepehrtatlary1024@gmail.com

سپهر تاتلاری*

دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

فواد کیلانتهئی

استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

محمود حسنلوراد

استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

چکیده:

سد آغ چای بزرگترین سد قوسی خاکی کشور است. طی مطالعات انجام شده پنج سایت به عنوان گزینه‌های مطرح برای محور سد مد نظر قرار گرفته است. بررسی‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی به همراه آزمایش‌های میدانی انجام شده نشان داد که گزینه ۱ (بالادست روستا قورول سفلی) نسبت به سایر گزینه‌ها ارجح بوده است. در مطالعات مرحله اول، پرده آببند به صورت محور مستقیم بود ولی در ساحل چپ، یک توده لغزشی بسیار بزرگ آهکی خرد شده وجود داشت که آببندی را با مشکلاتی مواجه کرده بود. در ساحل راست هم یک آبراهه مدفون قدیمی وجود داشت که توده‌ای ریزشی آن را پر کرده بود، به همین جهت تغییراتی انجام گرفت و پرده آببند به صورت مایل اجرا شد. انتخاب محور قوسی برای سد مذکور ضمن کاهش هزینه‌های اجرایی، زیبایی خاصی هم به سد داده است.

کلمات کلیدی: سد قوسی خاکی، پرده آببند، محور سد، وارینه‌های آهکی

Investigating the causes of the construction of dirt dam Aghchay for an arc

Sepehr Tatlatary*

Graduate student Civil Engineering, International University of Imam Khomeini.

Fouad Kilanehee

Assistant Professor of Civil Engineering, International University of Imam Khomeini, Iran.

Mahmoud Hassanlu Rad

Assistant Professor of Civil Engineering, International University of Imam Khomeini, Iran.



V. 01 No. 04- Winter 2016

Corresponding author:
Sepehr Tatlatary

Email address:
sepehrtatlary1024@gmail.com

سد آغ چای که بزرگترین سد قوسی خاکی کشور است، در شهرستان چاپپاره در شمال استان آذربایجان غربی، در فاصله زمینی ۴۵ کیلومتری شمال غربی شهر خوی، ۳۶ کیلومتری غرب شهر قره ضیاءالدین و در ۱ کیلومتری روستای قورول سفلی قرار دارد. محل جغرافیایی سد در طول ۴۴ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۸ ثانیه شرقی و ۳۸ درجه و ۵۱ دقیقه و ۵۰ ثانیه شمالی واقع شده است. این سد از نوع خاکی قوسی با هسته رسی و با ارتفاع ۱۰۸ متر از پی، طول تاج ۸۲۶ متر و با عرض تاج ۱۲ متر و حجم بدنه خاکریزی ۱۰ میلیون و ۵۰۰ هزار متر مکعب است.

حجم کل ذخیره آب ۲۱۱ میلیون متر مکعب بوده و تونل‌های انحراف شامل ۲ رشته به طول‌های ۷۵۲ و ۷۵۶ متر می‌باشد که این تونل‌ها دو منظوره است. یکی از تونل‌ها به عنوان تونل آبیاری و تونل دوم به عنوان تخلیه‌کننده تختانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حجم بتن‌ریزی بدنه سرریز ۶۴ هزار متر مکعب و متوسط آورد رودخانه ۱۹۰ میلیون متر مکعب است که با توجه به برنامه‌ریزی منابع آب قابلیت تنظیم ۱۳۶ میلیون متر مکعب آب را داراست. طرح سد مخزنی آغ چای یک طرح چند منظوره بوده و از اهداف آن می‌توان به مهار سیلاب فصلی و کنترل آن با توجه به سیستم سیلابی وحشی رودخانه آغ چای و تنظیم آن و انتقال آب به دشت نازک و قره ضیاءالدین به منظور بهبود ۶۵۰ هکتار از اراضی دشت‌های یاد شده و تامین آب شرب شهر خوی و چاپپاره و توسعه ۹۴۰۰ هکتار اراضی توسعه است.

در خصوص تاریخچه مطالعات و اجرای طرح لازم به توضیح می‌باشد که مطالعات مرحله اول طرح سد مخزنی آغ چای در چهار چوب مطالعات رودخانه‌های مرزی ایران و ترکیه در سال ۵۹ به شرکت مه‌پادس واگذار گردید. نتیجه این مطالعات در ۲۴ جلد گزارش و ۱۰ آلبوم نقشه در تیر ماه ۱۳۶۴ ارائه شد. بر پایه مطالعات مرحله یک انجام شده تنظیم آب رودخانه آغ چای، با احداث یک سد مخزنی امکان‌پذیر بود. مطالعات تکمیلی مرحله یک در تاریخ ۱۳۸۰/۵/۱۲ از طرف سازمان آب منطقه‌ای آذربایجان غربی به شرکت مه‌پادس قدس ابلاغ شد و در مرداد ماه ۱۳۷۵ به اتمام رسید.

متعاقباً مطالعات مرحله دوم سد مخزنی آغ چای در مهر ماه ۱۳۷۵ آغاز شده و در مهر ماه سال ۱۳۸۰ خاتمه یافته است. عملیات اجرایی سد در دی ماه سال ۱۳۸۰ آغاز گردید و در دی ماه سال ۱۳۸۹ به پایان رسید. در شهریور ماه ۱۳۹۰ با حضور رئیس جمهور وقت افتتاح گردید.

طی مطالعات مرحله اول و تکمیلی آن ۵ سایت مختلف به عنوان محل قرارگیری محور سد پیشنهاد شد. با توجه به مطالعات زمین‌شناسی و ژئوتکنیک، بررسی‌های اولیه نقشه‌ها و مدارک، وجود مشکلاتی در پی و تکیه‌گاه‌های ساختمان سد آشکار شد. در این مقاله سعی شده است با توجه به گزارشات و مدارک مختلف، دلایل انتخاب محور قوسی سد و محل آن مورد بررسی قرار گیرد.

۲- طرح مسئله

امکانات سدسازی در دره آق چای در یک فاصله تقریباً ۱۰ کیلومتری بالادست روستای بسطام (محل ورود رودخانه به دشت قره ضیاءالدین) مطالعه گردیده است. شرایط توپوگرافی مناسب برای احداث یک مخزن مصنوعی به طور مشخص در سه نقطه ملاحظه می‌گردد. موقعیت حل‌های انتخاب شده برای مطالعات سدسازی در شکل ۱ نشان داده شده است و در ضمن خصوصیات زمین‌شناسی و توپوگرافی هر یک از محل‌های سه‌گانه و امکانات سدسازی محل انتخاب شده به اختصار تشریح می‌شود:

سایت شماره ۱: این محل حدود یک کیلومتری بالادست روستای قورول پایین قرار دارد. عرض دره در کف ۱۰۰ متر و ۸۰ متر بالاتر از آن به ۴۵۰ متر می‌رسد. دامنه راست شیبی حدود ۲۵ تا ۳۵ درجه، دامنه چپ از کف تا ۷۰ متری شیبی تند و شیب به ۱۰ الی ۱۵ درجه تغییر می‌کند. دامنه راست عموماً با قشر نازکی از واریز پوشیده شده ولی در پایین دست محور، به طور موضعی ضخامت آن به ۱۵ متر بالغ می‌گردد. در دامنه چپ قشر بسیار ضخیمی از واریزه آهکی که در سیمانی آهکی در بر گرفته شده‌اند مشاهده می‌شود که حداکثر ضخامت آن‌ها به ۵۲ متر می‌رسد. ضخامت آبرفت بستر رودخانه به ۲۳ متر می‌رسد که اساساً متشکل از ماسه، شن و کمی قلوه سنگ می‌باشد. تناوبی از ماسه

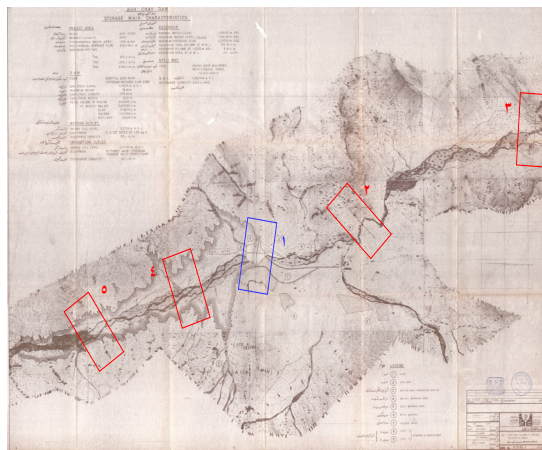
سنگ و کنگلومرا، پی و تکیه‌گاه‌های محل ۱ را تشکیل می‌دهند که مقطع خوبی از آن‌ها را می‌توان در دامنه راست مشاهده نمود. تشکیلات مذکور عموماً سیمانی سست داشته که به راحتی خرد می‌شوند و از مشخصه دیگر آن‌ها وجود بین لایه‌های رسی می‌باشد. لایه‌ها شیبی کم به طرفین داشته و در یال طاق‌دیزی قرار دارند که محور آن تقریباً به رودخانه منطبق می‌باشد. در مخزن سد مجموعه کالردمانژ متشکل از آمفیبولت، گنیس و سنگ‌های آذرین دیده می‌شوند که در نزدیکی محل مذکور تناوبی از ماسه سنگ و کنگلومرا روی آن‌ها قرار می‌گیرد. لایه‌های ذکر شده در دامنه چپ شیب ملایم و یکنواختی داشته ولی در دامنه راست در نتیجه عکس‌کرد چند گسل شیب طبقات تغییر یافته و به طور موضعی تا ۹۰ درجه افزایش پیدا نموده است. از نظر توپوگرافی امکان فرار آب به دره‌های مجاور وجود ندارد ولی از نظر زمین‌شناسی وجود پاره‌ای از شکستگی‌ها در دامنه راست می‌تواند باعث تراوش آب گردد که این امر می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. مجموعه کالردولانژ از انسجام کافی برخوردار بوده ولی تشکیلات روبی قابلیت تخریب و فرسایش دارند با وجود این، امکان لغزش در مورد تشکیلات اخیر حتی با آب اندازی مخزن وجود ندارد.

سایت شماره ۲: این محل حدود یک کیلومتری پایین دست قورول سفلی و در دره نسبتاً تنگی قرار دارد. تکیه‌گاه‌های آن در اولویت‌های پالتوزونیک تشکیل می‌دهند که با شیبی ملایم به شدت گسله و حاوی درز و شکاف بسیار بوده و حفرات انحلالی نیز در آن‌ها دیده می‌شود. در کف دره و حواشی آن لایه‌های تراورتن قرار دارند که بر اساس گمانه اکتشافی حفر شده در دامنه راست، ضخامت آن‌ها به ۲۹ متر می‌رسد. محل مذکور در هسته طاق‌دیزی قرار دارد که دولومیت‌های فوق‌الذکر به عنوان قدیمی‌ترین تشکیلات ناحیه در آن رخنمون یافته‌اند. لایه‌های تراورتن که در پهنه وسیعی گسترده‌اند دلیل بر وجود یک گسل عمیق در این محل می‌باشند. برخورد گمانه شناسایی با یک جریان ارتزین که حاوی آب ولرم با املاح آهن و گوگرد می‌باشد مبین این امر است که گسل مذکور از منابع عمیقی تغذیه می‌نماید.

سایت شماره ۳: این محل در ۷۰۰ متری غرب روستای بسطام قرار دارد. عرض دره در کف به ۳۰۰ متر رسیده و دامنه‌ها نامتقارن می‌باشند. در دامنه راست که از شیب متوسطی برخوردار می‌باشد. تناوبی از کنگلومرا و ماسه سنگ سست سیمان با بین لایه‌های رسی، با شیبی ملایم دیده می‌شوند. آهک‌های لایه ضخیم که شیبی ملایم به طرف شمال دارند دامنه چپ را تشکیل می‌دهد. بر اساس نتایج گمانه‌شناسایی ضخامت آبرفت بستر رودخانه حداقل ۶۳ متر بوده و چنانچه لای زیر آن ماسه سنگ تجزیه شده باشد (که محتمل است) ضخامت مذکور به ۷۰ متر می‌رسد. ارتفاع دامنه چپ از بستر رودخانه از ۱۵۰ متر تجاوز نمی‌کند و با توجه به این که شیب لایه‌های آهکی به طرف شمال می‌باشد، امکان تراوش آب به دره مجاور وجود دارد. با توجه به عدم تجانس دو دامنه، وجود یک گسل در امتداد دره محتمل است.

با آغاز مطالعات سدسازی و پس از بررسی‌های اولیه نقشه‌ها و مدارک مطالعات مرحله قبل وجود مشکلاتی در پی و تکیه‌گاه‌های سد آشکار شد که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت. برای بررسی امکان گریز از مشکلات این ساختمان، تصمیم گرفته شد که در بالادست محور پیشنهاد شده در مطالعات مرحله یک، جستجو برای یافتن محل‌های احتمالاً مناسب‌تر آغاز شود. در این بررسی‌ها که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی موجود انجام شد، دو محل به طور نسبی مناسب ارائه شد (شکل ۱) که به شرح زیر است:

سایت شماره ۴: در حدود ۱۲ کیلومتری بالادست محور قورول و حدود ۱ کیلومتر پایین دست روستای آجای
سایت شماره ۵: در حدود ۸/۵ کیلومتر بالادست قورول و حدود ۲/۵ کیلومتر پایین دست روستای زورآباد



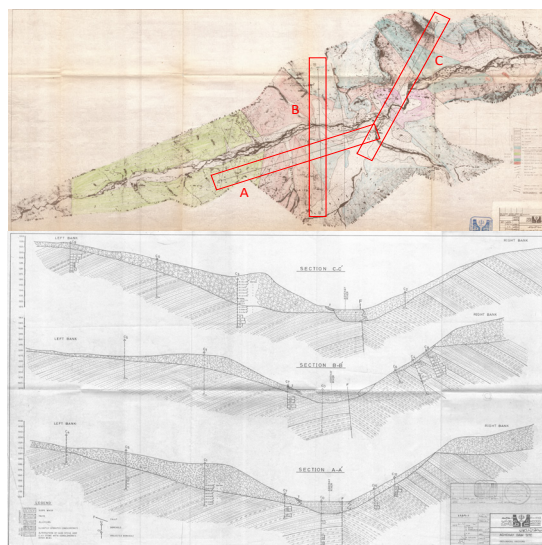
شکل ۱. محل سازه‌های پشته‌ای

با توجه به خصوصیات زمین‌شناسی محل سد که در بالا به آن اشاره شد ملاحظه می‌گردد که در هر یک از محل‌های مطالعه شده از نظر زمین‌شناسی (شکل ۲) مسائلی وجود دارد که در مطالعات سدسازی بایستی به دقت مورد بررسی و توجه قرار گیرند.

در سایت ۱ واریزه‌های ضخیمی که در دامنه چپ وجود دارد ایجاب می‌نماید تا روش‌های مناسبی برای جلوگیری از نفوذ آب از توده آن انتخاب شود. به علاوه مطالعات جامعی برای ارزیابی دقیق خصوصیات آب‌بندی مخزن الزامی است. در سایت ۲ وجود لایه تراورتن و جریان آرتزین از گمانه حفاری شده دلالت بر وجود منطقه گسل دارد که بالطبع امکانات سدسازی در این محل را منتفی می‌سازد. در سایت ۳ قشر ضخیم آبرفت نفوذپذیر در بستر رودخانه و ضخامت کم تکیه‌گاه‌ها مسائل فرار آب از پی سد و بدنه مخزن را مطرح می‌سازد. و علاوه بر آن دهانه عریض دره مستلزم انجام هزینه نسبتاً زیادی است.

سایت شماره ۵ در بررسی‌های دقیق‌تر صحرایی به علت وجود تکیه‌گاه‌های نامناسب از دیدگاه زمین‌شناسی، دوری محل از زمین‌های دشت نازک، فاصله بسیار زیاد از منبع قرضه ریزدانه، خسارت زیاد مخزن ناشی از به زیر آب رفتن زمین‌های کشاورزی و مشکلات اجتماعی ناشی از به زیر آب بردن روستاها کنار گذاشته شد.

سایت شماره ۴ نیز به رغم ناهمگون بودن پی سنگی، وجود آبراهه‌ای طولانی و ژرف در تکیه‌گاه راست، وجود چشمه‌ای پرآب و دائمی در همین تکیه‌گاه، نزدیک‌تر بودن به سیستم گسل بداولی، دور بودن فاصله حمل ریزدانه، افزایش بیش از ۱۲ کیلومتر به مسیر انتقال آب به دشت نازک، نبودن راه دسترسی از روستای قورول بالا (ضرورت احداث یک پل بزرگ روی رودخانه آغ چای برای دسترسی به ساختگاه سد) و از همه مهم‌تر افزایش هزینه‌های ساختمان سد به علت دو برابر شدن حجم خاکریزی از لیست گزینه‌ها خارج شد.



شکل ۲. مقاطع زمین‌شناسی

از مجموعه مطالب عنوان شده و مقایسه مسائل و مشکلاتی که در هر یک از محل‌های انتخاب شده برای سدسازی وجود دارد، چنین نتیجه می‌شود که سایت ۱ در بالادست قورول سفلی مناسب‌ترین برای احداث یک سد مخزنی است. که با توجه به خصوصیات توپوگرافی دره، این سد بایستی از نوع خاکریز یا سنگریز با هسته غیرقابل نفوذ باشد.

باتوجه به نتایج حفاری‌های اکتشافی در ارتباط با سیستم درز و شکاف‌ها و پدیده فرسودگی، برآورد شاخص کیفی (RQD) صورت گرفته است. در تکیه گاه چپ کیفیت توده سنگ بستر در رده کیفی ضعیف تا متوسط قرار می‌گیرد. ولی در تکیه گاه راست کیفیت سنگ از عمق ۶۰ متر به بعد در رده متوسط قرار می‌گیرد و نسبت به تکیه‌گاه چپ دارای کیفیت بهتری می‌باشد. در بستر رودخانه کیفیت توده سنگ بستر تا عمق ۳۰ متر در رده ضعیف ولی از عمق ۳۰ متر به پایین کیفیت سنگ در رده متوسط تا خوب قرار می‌گیرد. قسمت‌های سطحی توده سنگ بستر به علت درجه فرسودگی تحت اثر عوامل جوی دارای کیفیت ضعیف‌تری نسبت به قسمت‌های عمقی می‌باشد. این قشر به عنوان ناحیه فرسوده در نظر گرفته شده است که می‌بایستی همراه نهشته‌های کواترنر از زیر هسته رسی برداشت گردند. متوسط شاخص کیفی در تکیه‌گاه چپ حدود ۴۱ درصد (سنگ با کیفیت ضعیف)، در تکیه‌گاه راست حدود ۴۹ درصد (سنگ با کیفیت ضعیف تا متوسط) و در بستر رودخانه متوسط شاخص کیفی حدود ۳۷ درصد (سنگ با کیفیت ضعیف) می‌باشد.

بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش‌های نفوذپذیری، میانگین نفوذپذیری در تکیه‌گاه‌ها و بستر رودخانه در نهشته‌های کواترنر میان ۱۰-۴ سانتی‌متر بر ثانیه تغییر می‌کند که بیانگر نفوذپذیری زیاد این نهشته‌ها است. بر پایه آزمایش‌های انجام شده، متوسط نفوذپذیری توده سنگ بین ۱۹ الی ۲۹ واحد لوژان (لیتر بر دقیقه) است که بیانگر نفوذپذیری زیاد تا متوسط است. تزریق آزمایشی در محل سد آغ چای در مطالعات تکمیلی مرحله اول انجام گرفته است. هدف از انجام این آزمایش تعیین پارامترهای اصلی زیر بوده که در طراحی پرده آب‌بند در مرحله دوم مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است.

- مشخص شدن شعاع نفوذ سیمان برای تعیین فاصله بین گمانه های پرده آب‌بند
- میزان سیمان خوری در هر متر
- تعیین ترکیب دوغاب مناسب
- روش تزریق
- تعیین بیشینه فشار تزریق
- تاثیر تزریق بر نفوذپذیری

تعیین پارامترهای فوق در طراحی پرده آب‌بند و نیز برآورد هزینه‌های آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌گونه که در گزارش زمین‌شناسی مهندسی گفته شد، تناوب کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلستون و گل سنگ بخش اعظم سنگ بستر را تشکیل داده است. ولی سنگ‌های آهکی خردشده در ساحل چپ علیرغم گسترش کم از دیدگاه آلودگی از اهمیت ویژه‌ای در ساختگاه سد برخوردار می‌باشند. از این رو تزریق آزمایشی در این نوع سنگ نیز به‌طور جداگانه صورت گرفته است.

تزریق آزمایشی سیمان در آهک‌های خردشده تکیه گاه چپ در ارتفاع ۱۲۸۸ متر از سطح دریا انجام گرفته است. آرایش گمانه‌ها برای انجام آزمایش تزریق سیمان در دو آرایش مشترک انجام گرفته است. ابتدا سه گمانه AG۱، AG۲ و AG۳ با آرایش مثلثی به اضلاع ۳ متر به اجرا درآمدند، سپس گمانه AGC۱ به عنوان گمانه کنترل در مرکز مثلث مذکور حفر گردید. از آرایش فوق نتیجه مطلوبی گرفته نشد، در همین نقطه آرایش جدیدی با استفاده از گمانه‌های AG۱، AGC۱ و گمانه جدید AGV آرایش مثلثی به اضلاع ۱/۷۵ متر انجام گرفت. درخاتمه گمانه AGC۳ به عنوان گمانه کنترل در مرکز آرایش دوم حفر گردید.

براساس اطلاعات حاصله از نتایج تزریق آزمایشی، نفوذپذیری در گمانه شاهد AGC۱ حدود ۴۴ درصد و در گمانه شاهد AGC۳ (آرایش دوم) حدود ۷۴ درصد کاهش نشان داده است. میزان سیمان خوری متوسط تا عمق حدود ۱۰ متری به تبعیت از نفوذپذیری زیاد حدود ۹۷۰ کیلوگرم درمتر برآورد شده است. برای اعماق بیش از ۱۰ متر (تا عمق ۵۰ متر) حدود ۲۲۰ کیلوگرم درمتر تخمین زده شده است. در شرایط استثنایی که خردشدگی در برخی نقاط زیاد می‌باشد تا حدود ۱۴۸۰ کیلوگرم در متر نیز برآورد شده است. شعاع نفوذ موثر در آهک‌های خرد شده حدود ۰/۹ متر در طرفین هرگمانه می‌باشد. عملیات تزریق در آهک‌ها عمدتاً از بالا به پایین بوده است.

۳- نتیجه گیری:

عموما محور سدهای خاکی به صورت مستقیم ساخته می‌شوند. اجرای محور قوسی برای سدهای خاکی معمولاً به دلایل خاص زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی و آببند کردن تکیه‌گاه‌ها و پی سد مد نظر قرار می‌گیرد. در سد مخزنی آغ چای انتخاب محور قوسی خاکی مزیت‌هایی را به دنبال داشته که به شرح زیر است:

- کاهش هزینه‌های اجرای سد نسبت به سایر محورهای پیشنهادی
- کاهش ۲ میلیون متر مکعب خاکریزی
- قرار گرفتن سرریز سد در مسیر یک آبراهه‌ی قدیمی
- آببندی مناسب سد
- زیبایی سد

با توجه به توضیحات فوق و اجرای سد مخزنی آغ چای به صورت قوسی خاکی یک نمونه اجرایی برای پایش و کسب تجربه در کشور وجود دارد که در سایر نواحی پیشنهادی از این نوع برای ساخت سد خاکی می‌توان از این گزینه بهره گرفت.

قدردانی

در پایان نویسنده مقاله واجب می‌داند که از زحمات و راهنمایی‌های آقای مهندس حسن خسروی و آقای مهندس سیاوش تاتالاری سپاسگزاری نماید و از خداوند متعال توفیق سلامتی و بهروزی همه این بزرگواران را خواهانم.

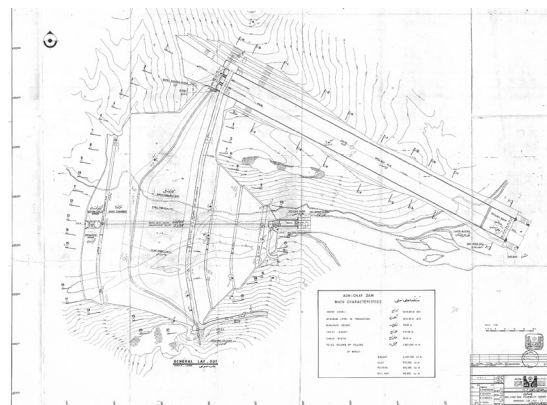
منابع:

برای تهیه این مقاله از آرشیو گزارشات و آلبوم نقشه‌های شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس به شرح زیر استفاده شده است:

۱. شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس، گزارش سیمای طرح سد مخزنی آغ چای، مطالعات مرحله دوم، مهر ماه ۱۳۸۰
۲. شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس، جلد ۳: گزارش فنی سد مخزنی آغ چای و سیستم انتقال، مطالعات مرحله یک تکمیلی، مرداد ماه ۱۳۷۵
۳. شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس، مطالعات امکان‌یابی رودخانه‌های مرزی ایران و ترکیه، گزارش مطالعات مرحله اول و آلبوم نقشه‌ها، جلد پانزدهم: سد مخزنی آغ چای، تیر ماه ۱۳۶۴
۴. شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس، مطالعات امکان‌یابی رودخانه‌های مرزی ایران و ترکیه، گزارش میانکار شماره ۲: برنامه‌ریزی منابع آب و خاک حوضه رودخانه آغ چای، اردیبهشت ماه ۱۳۶۲
۵. شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس، فصلنامه شماره ۵۵ دوره جدید، تابستان ۱۳۹۰

آزمایش تزریق سیمان در تناوب سنگ‌های کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلستون و گل سنگ در تکیه‌گاه راست و در ارتفاع ۱۲۵۰ متر از سطح دریا انجام گرفته است. گمانه‌های تزریق آزمایشی در این تکیه‌گاه با آرایش مثلثی به اضلاع ۲ متر به اجرا درآمدند که به ترتیب گمانه‌های AG۵، AG۴ و AG۶ صفر و در آنها تزریق آزمایشی صورت گرفت. گمانه AG۲ به عنوان گمانه کنترل در مرکز مثلث مذکور حفر گردید. براساس اطلاعات حاصله از نتایج تزریق آزمایشی نفوذپذیری در گمانه شاهد AG۲ حدود ۹۲ درصد موثر دوغاب سیمان در تناوب سنگ‌های فوق‌الذکر حدود یک متر در طرفین هر گمانه می‌باشد. عملیات تزریق در این تکیه‌گاه‌ها عمدتاً از پایین به بالا بوده است.

لازم به توضیح می‌باشد که در مطالعات مرحله اول، پرده آببند به صورت محور مستقیم بود ولی در ساحل چپ، یک توده لغزشی بسیار بزرگ وجود داشت که بعد از حفاری و تجهیز آزمایشی که صورت گرفت، مشاهده شد این توده آببندی نمی‌شود. به همین جهت محوری به عنوان "دریک" پیشنهاد شد که با توجه به اعلام کارفرما مبنی بر محدودیت امکانات، ساحل چپ حدود ۵۰۰ متر بالا رفت و روی سنگ‌های مارن و سیلستون معادل سازند قرمز فوقانی قرار داده شد که آببندی را تکمیل کند. در ساحل راست هم یک آبراهه‌ی مدفون قدیمی وجود داشت که توده‌ای ریزشی آن را پر کرده بود. به همین جهت تغییرهایی انجام گرفت و پرده آببند در آن به صورت مایل اجرا شد تا آببندی انجام شود و در حین اجرا گمانه‌هایی که کارشناسی شده بود، دوباره به شکل قائم انجام شد. محور سد نیز به اندازه ۱۰۰ متر به سمت بالا دست حرکت داده می‌شود و برای این که طول تاج کم‌تر شود قوسی به سمت راست جناح راست سرریز داده می‌شود. (شکل ۳) با قوسی کردن سد، علاوه بر کاهش ۲ میلیون متر مکعب خاکریزی، زیبایی خاصی (شکل ۴) را هم به دنبال داشته است.



شکل ۳. پلان عمومی سد مخزنی قوسی خاکی آغ چای



شکل ۴. نمای محور قوسی سد مخزنی قوسی خاکی آغ چای

بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه درون شهری (مطالعه موردی: رودخانه شهرچای ارومیه)



فصلنامه علمی تخصصی

مهندسی و مدیریت ساخت

سال اول، شماره چهارم، زمستان

۱۳۹۵

نویسنده مسئول: الناز اسدی نیا

آدرس ایمیل:

el_asadiniya@yahoo.com

الناز اسدی نیا

کارشناس ارشد مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

میرعلی محمدی

دانشیار مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

فاطمه وجودی مهربانی

دانشجوی دکتری مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه

چکیده:

در میان پیشرفت های روزافزون انسانی، فعالیت های نظیر احداث پل ها، نقش قابل توجهی بر رفتار هیدرولیکی رودخانه ها، بعنوان منبع اصلی حیات، دارند. در تحقیق حاضر، با تعریف چهار سناریو، به بررسی تأثیر پل های احداث شده بر رفتار هیدرولیکی رودخانه شهرچای ارومیه، با استفاده از هوش مصنوعی (GEP) و تلفیق نرم افزارهای HEC-RAS و HEC-GEORAS پرداخته می شود. در سناریو اول مشاهده می گردد که وجود یا عدم وجود سازه ها، در ظرفیت عبوری رودخانه و تراز سطح آب تأثیر چندانی ندارد. بررسی ها در سناریو دوم، تأییدی بر قابلیت سازه ها در عبور سیلاب با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ می باشند. در سناریوهای سوم و چهارم، پروفیل سطح آب در دبی های مختلف شبیه سازی شده است و ظرفیت عبوری هر یک از پل های موجود در مسیر، برابر با: ۶۵۰ متر مکعب بر ثانیه (پل جانوسلو)، ۱۲۰۰ متر مکعب بر ثانیه (پل قویون) و ۷۵۰ متر مکعب بر ثانیه (پل عدالت) بدست آمده است.

کلمات کلیدی: رودخانه درون شهری، پل، سیلاب طراحی، هوش مصنوعی، نرم افزار Hec-Ras.

Assess the effect bridges constructed on hydraulic behavior of the river within the city (Case Study: River City tea Urmia)

Elnaz Asadi Nia*

Master Student Engineering in Civil Engineering & Hydraulic, Department of Civil Engineering, University of Urmia, Iran

Mir Ali Mohammadi

Associate professor of hydraulic engineering constructions, Department of Civil Engineering, University of Urmia, Iran

Fatemeh vojudi Mehrbani

P. HD. civil engineering, Department of Civil Engineering, University of Urmia Iran



V. 01 No. 04 - Winter 2016

Corresponding author:
Elnaz Asadi Nia

Email address:
el_asadiniya@yahoo.com

۱- مقدمه:

رودخانه‌ها به‌عنوان اصلی‌ترین منبع تأمین‌کننده آب برای انسان و سایر موجودات زنده به شمار می‌آیند. با نگاهی به موقعیت و ساختار اغلب شهرها نیز می‌توان اذعان کرد، شکل‌گیری آن‌ها در کنار رودخانه‌ها و در مجاورت دره‌ها، به‌منظور بهره‌برداری از آب صورت گرفته است [۱].

بشر از زمان‌های دور با سیلاب آشنا بوده، اما اثرات مخرب سیلاب در گذشته به‌مراتب کمتر بوده است که از علل آن کمبود جمعیت و در نتیجه محدود بودن صنایع، زمین‌های کشاورزی و فعالیت‌های بشری در منطقه سیلاب‌دشت، در ادوار گذشته را می‌توان برشمرد. در سال‌های اخیر، رشد شهرهایی که در حاشیه رودخانه‌ها واقع شده یا بستر عبور رودخانه‌ها تلقی می‌گردند، باعث شده تا ساکنین و دارایی‌های موجود در این مناطق در معرض خطر سیلاب قرار گیرند [۲]. لذا رودخانه‌ها، به‌ویژه رودخانه‌های درون‌شهری به شدت تحت تأثیر محیط و اکوسیستم مجاورشان هستند.

در این میان دامنه بسیار وسیعی از فعالیت‌های انسانی از قبیل تأمین نیازهای شهری و صنعتی، کشاورزی، سد‌ها و تأسیسات برق‌آبی، توسعه‌ی جاده‌ها و حمل‌ونقل، نیاز به چوب و قطع درختان، معدن، دفع زباله، کنترل سیلاب و حتی نیاز انسان به تفریح و تفرج به‌ویژه در دو دهه اخیر، بیش‌ترین آثار منفی را بر تعادل دینامیکی رودخانه به‌جا نهاده است. لذا انسان بیش از هر زمان دیگری معتقد به تطابق خود با طبیعت در چارچوب حفظ و پایداری محیط است. شاید به جرأت بتوان ادعا کرد که اصلی‌ترین وظیفه انسان، حفظ و نگهداری تعادل محیطی است. به همین جهت، بررسی رفتار رودخانه‌ها به‌عنوان شریان‌های اصلی حیات، از هر جهت ضروری بوده و حفاظت و بهره‌برداری بهینه از آن‌ها و همچنین حراست از بستر و حریم از مهم‌ترین مسئولیت‌های وزارت نیرو می‌باشد [۳].

از مهم‌ترین مباحث مطرح در مهندسی و ساماندهی رودخانه‌ها، مباحث مربوط به بررسی تأثیر سازه‌های احداثی در مسیر جریان می‌باشد که در اغلب موارد و در بازه‌های مختلف آن، کاهش عرض در مقاطع رودخانه و به تبعیت از آن کاهش ظرفیت عبور جریان و... را در پی دارد. پل‌ها به‌عنوان مهم‌ترین و پرکاربردترین سازه‌های رودخانه‌ای هستند که از دیرباز مورد استفاده قرار گرفته‌اند که نقش استراتژیک و اهمیت زیاد آن‌ها بر هیچ‌کس پوشیده نیست. همه‌ساله با بروز سیل، تعداد کثیری از پل‌ها تخریب می‌شوند. یکی از دلایل تخریب پل‌ها را می‌توان عدم جدی گرفتن مباحث هیدرولیکی و هیدرولوژیکی توسط مهندسين طراح پل مربوط دانست [۳]. با بررسی هیدرولیک جریان، رفتار رودخانه و انجام اقدامات مهندسی به‌جا می‌توان ضمن ایمن‌سازی مناطق مورد نظر و پیش‌بینی رفتار رودخانه‌ها، از صرف هزینه‌های بسیار زیاد نیز جلوگیری نمود [۴].

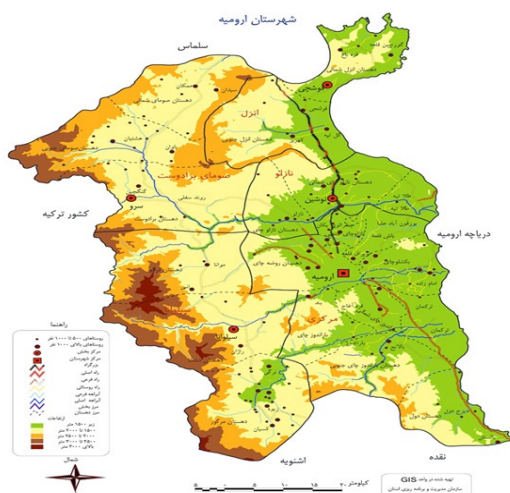
۲- روش تحقیق:

در این بخش به بیان روش تحقیق و مراحل انجام کار پرداخته می‌شود:

۱-۲ معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز شهرچای در غرب شهرستان ارومیه واقع است. در این میان رودخانه شهرچای یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های دائمی این حوضه به شمار می‌آید. این رودخانه دارای امتداد شمالی جنوبی است که پس از گذر از شهر ارومیه و سیراب نمودن کشتزارها و باغات شهرستان، در نهایت وارد دریاچه ارومیه می‌شود. نام‌های دیگر آن برده رود، برده سو، بکشلوچای و ارومیه رود و سنگ سرخ است.

منطقه مورد مطالعه بازه ای از رودخانه شهرچای در محدوده شهری ارومیه می‌باشد. این بازه از ایستگاه هیدرومتری بند به مختصات $X=500124/25$ و $Y=4150129/64$ تا حدود ۵ کیلومتر پایین‌دست آن، به مختصات $X=504138/09$ و $Y=4153246/32$ ادامه دارد. شکل ۱- الف) بیانگر موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه در نقشه استان آذربایجان غربی است و شکل ۱- ب) نمایانگر محدوده دقیق مطالعاتی رودخانه شهرچای ارومیه است که توسط خطوط آبی رنگ در محیط Google Earth نشان داده شده است.



الف



ب

شکل ۱- الف) نقشه موقعیت حوضه آبریز دریاچه ارومیه و ب) محدوده دقیق مطالعاتی رودخانه شهرچای

۲-۲ مدل Hec-Ras

Hec-Ras یکی از بسته‌های نرم‌افزاری مطرح در زمینه مهندسی رودخانه است. این برنامه توسط مرکز مهندسی هیدرولوژی HEC که بخشی از مؤسسه منابع آب IWR انجمن مهندسين ارتش آمریکا می‌باشد، تهیه گردیده است. از بارزترین توانایی‌هایی این نرم‌افزار، محاسبات نیم‌رخ‌های سطح آب در حالت پایدار و ناپایدار می‌باشد. در این تحقیق از نسخه Hec-Ras ۴,۱,۰ استفاده شده است [۷].

۳-۲ هوش مصنوعی؛ الگوریتم‌های تکاملی

به دلیل اهمیت بالای پدیده‌های رودخانه‌ای و تخمین عوامل مرتبط با جریان و رسوب در پروژه‌های آبی و ارتباط تنگاتنگ آن با مسائل اقتصادی، تاکنون تحقیقات فراوانی در زمینه روش‌های برآورد جریان و رسوب و تأثیر عوامل مختلف بر میزان آن‌ها انجام گرفته است. در این میان روش‌های هوش مصنوعی به عنوان ابزاری توانمند در حل این گونه مسائل به شمار می‌آیند. این مدل‌ها به عنوان یک جعبه سیاه مناسب که کمتر در قید و بند مسائل فیزیکی بوده و قادرند فرآیند غیرخطی و غیر ایستای جریان رودخانه را بدون نیاز به

مدل سازی عامل‌های محیطی و ژئومتری موثر بر جریان رودخانه مدل سازی کنند، می باشند.

از جمله تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، مطالعات ذاکر مشفق و همکاران [۸]، کیشی [۹]، داونسن و ویلی [۱۰] بر روی جریانات رودخانه‌ای حاکی از آن است که با کاربرد روش شبکه عصبی مصنوعی می توان دبی عبوری از رودخانه را با دقت قابل قبولی برآورد نمود. اگر چه در تمامی تحقیقات مذکور برتری دقت الگوهای متکی بر شبکه های عصبی مصنوعی نسبت به بر روابط تجربی و الگوهای سری زمانی نشان داده شده است لیکن بدلیل پیچیدگی در ایجاد ساختار و غیر صریح بودن این الگوها استفاده از این گونه الگوها در عمل به طور مناسبی توسعه نیافته است. لذا توسعه یک الگوی صریح و آسان برای پیش بینی جریان رودخانه ها ضروری می باشد.

مطالعات کتابخانه ای انجام شده نشان می دهد که در دهه اخیر روش های برنامه ریزی ژنتیک (GP) و الگوریتم ژنتیک (GA) به عنوان یک روش تناوبی موثر در پیش بینی داده ها در زمینه مهندسی آب مورد استفاده قرار گرفته اند. این روش ها جزء روش های الگوریتم تکاملی محسوب می شوند که مبنای تمامی آنها بر اساس نظریه تکامل داروین استوار است. برنامه ریزی ژنتیک در سال ۱۹۸۵ توسط کرامر [۱۱] ابداع شد، سپس توسط کوزا [۱۲] گسترش بیشتری یافت که در این تحقیق نیز این روش استفاده شده است.

۴-۲ تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی در کارهای مهندسی رودخانه

یکی از پارامترهای مهم در طرح های کنترل سیل و حتی ساماندهی رودخانه، کمیت سیلاب یا به عبارت دیگر سیلاب طراحی در بازه مورد نظر رودخانه می باشد (اسمعیلی، شیخ الاسلامی، ۱۳۹۰). با توجه به نشریه ۳۱۶ وزارت نیرو و با استفاده از روش تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح بر اساس ملاحظات اجتماعی مقدار سیلاب طراحی محاسبه گردید. با توجه به تنوع کاربری اراضی حاشیه رودخانه دورن شهری شهرچای، بازه مورد مطالعه به دو بخش اراضی کشاورزی و اراضی غیر کشاورزی تقسیم گردید که در نهایت دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ سال در نظر گرفته شد.

۵-۲ داده های آماری موجود از منطقه و بررسی آن ها

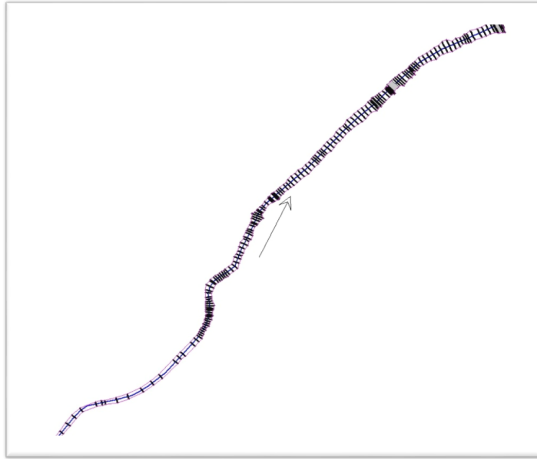
پایگاه داده ها نقش اساسی در کیفیت کار و تصمیم گیری ایفا می کنند. درواقع اطمینان از نتایج حاصله، بستگی به میزان صحت و دقت داده های ورودی اولیه دارند. آمار و اطلاعات هیدرولوژیکی ایستگاه بند و فایل نقاط رودخانه و نقشه آن از سازمان آب آذربایجان غربی تهیه گردید و پس از بررسی های لازم، در موارد مورد نیاز به بازسازی و تکمیل داده ها پرداخته شد.

به منظور تعیین شرایط اولیه جریان در نرم افزار HEC-RAS، از حداکثر دبی سیل حوضه آبریز شهرچای در محل ایستگاه بند ارومیه و از نرم افزار HEC-HMS که از توزیع پیرسون تیپ ۳ و نرم افزار Smada استفاده گردید که در نهایت هیدروگراف های این ایستگاه با دوره بازگشت های ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله حاصل شد.

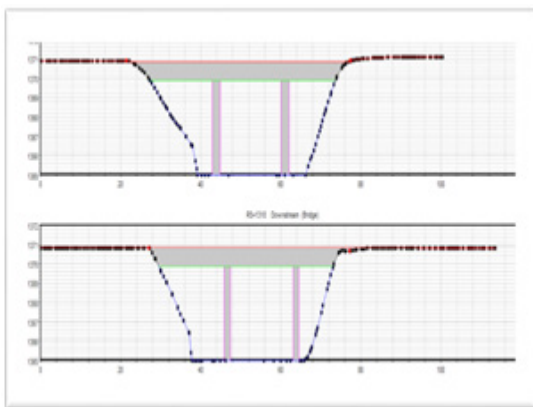
۶-۲ روند مدل سازی رودخانه و سازه ها با استفاده از نرم افزارهای HEC-RAS و ArcView

در این تحقیق به منظور تعیین مشخصات هندسی رودخانه از نرم افزار ArcView و الحاقیه HEC-GeorAS استفاده گردید. به این منظور ابتدا نقشه های توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۱۰۰۰ تهیه شد و در محیط ArcView شبکه نامنظم مثلثی منطقه تهیه گردید سپس با استفاده از الحاقیه HEC-GeorAS لایه های RAS تولید و با

توجه به شیب ۸ درصدی رودخانه و رعایت فاصله مقاطع، همان طور که در شکل ۲-الف مشاهده می شود، ۱۶۹ مقطع عرضی به صورت عمود بر مسیر جریان و از ساحل چپ به راست منظور گردید. موقعیت پل های موجود در مسیر نیز همانند شکل ۲-ب با ایجاد لایه مربوطه مشخص گردید.



الف



ب

شکل ۲-الف) مقاطع عرضی در HEC-RAS و (ب) ویرایشگر مربوط به یکی از پل موجود در مسیر رودخانه شهرچای (پل جانوسلو)

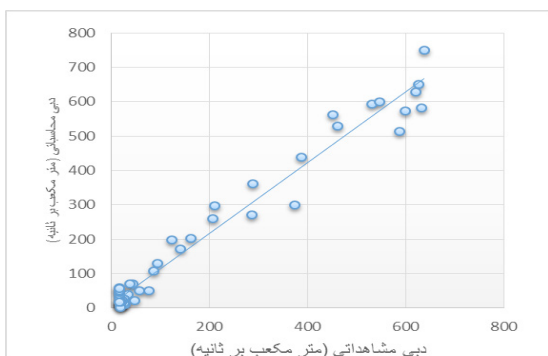
۷-۲ صحت سنجی و واسنجی مدل

در این پژوهش قابلیت مدل سازی انجام شده برای واسنجی و اعتبارسنجی مدل HEC-RAS بررسی شد. پس از انتقال اطلاعات به مدل HEC-RAS به منظور صحت سنجی بایستی مدل کالیبره شود. واسنجی مدل معمولاً از طریق بهتر تخمین زدن ضریب مانینگ صورت می گیرد که خود مشمول در دسترس بودن اطلاعات دبی-اشل در پایین دست محدوده مطالعاتی (داده های مشاهداتی) است.

اطلاعات دبی-اشل ایستگاه بند ارومیه بررسی شد و مشاهده گردید مقادیر اشل متناظر دبی های حد بالای سیلاب، ناقص می باشد؛ لذا اولین گام تکمیل داده های دبی-اشل در ابتدای محدوده مورد مطالعه و در انتهای محدوده مورد مطالعه (که فاقد ایستگاه است)، می باشد. به این منظور، با استفاده از روش GP رابطه بین دبی و اشل با دقت بالایی در ایستگاه بند برآورد گردید، سپس برای تعیین رابطه دبی-اشل متناظر در انتهای محدوده مطالعاتی با در نظر گرفتن ایستگاه فرضی و با توجه به عدم وجود دبی جانبی (وجود آنها و...) در محدوده مورد مطالعه و با فرض متوسط ضریب رواناب ۰/۳ برای تعیین دبی خروجی O۱ (آب منطقه ای استان آذربایجان غربی،

$$O_1 = \text{Log}(\text{pow}((I_1/9,99)^3) * \text{Sin}((3,02 * I_1) * I_1)) + (I_1 + \text{pow}(\text{Log}(\text{pow}(I_1, 3)) - \text{Sin}(I_1))) * \text{Exp}(\tan((I_1/9,99))) * \text{Cos}(\text{pow}(I_1 + 1, 3)) \quad (2)$$

در این رابطه I_1 جریان ورودی در بالادست و O_2 جریان خروجی در پایین دست رودخانه است. نمودار برازش داده‌شده مربوط به داده‌های دبی‌های مشاهداتی و دبی محاسباتی در شکل ۴ نشان داده شده است. در نهایت با تعمیم رابطه اول و با استفاده از روش GP مقادیر متناظر دبی-اشل‌ها در محل ایستگاه فرضی محاسبه گردید.



شکل ۴- مقایسه دبی جریان در شرایط واقعی و محاسباتی مدل GP

۳-۱- واسنجی و صحت‌سنجی مدل

به منظور واسنجی مدل HEC-RAS، ارتفاع سطح آب اندازه‌گیری شده در ایستگاه فرضی در پایین دست محدوده، از سال آبی ۵۸ تا ۹۰ استفاده گردید. لازم به ذکر است با استفاده از دبی‌های موجود، مدل در حالت جریان یکنواخت اجرا شده و تراز سطح ایستابی در ایستگاه موردنظر محاسبه می‌شود.

در نهایت با روش سعی و خطا، ضرایب مانینگ به گونه‌ای انتخاب می‌شود که اختلاف تراز سطح ایستابی در حالت شبیه‌سازی شده و شرایط موجود در منطقه، بسیار ناچیز گردد.

جدول ۱- ضریب زبری متوسط نهایی محدوده مورد مطالعه رودخانه شهرچای ارومیه

ضریب زبری کانال اصلی	ضریب زبری سیلاب‌دشت و کناره‌ها
۰/۰۲۷	۰/۰۳۳

پس از کالیبره نمودن مدل، با استفاده از یک سوم باقیمانده داده‌های مشاهده‌ای ایستگاه فرضی (داده‌های اشل سال‌های آبی از ۴۴ سال تا ۵۸)، صحت‌سنجی مدل نیز صورت گرفت. همانند بخش واسنجی مدل، مشاهده شد که داده‌های مربوط به سطح آب استخراج‌شده از نرم‌افزار در دبی‌های عبوری در نظر گرفته‌شده از رودخانه، تطابق مناسبی با داده‌های مشاهده‌ای دارند.

در این حالت مقدار $RMSE = ۱۲/۵۷$ سانتی متر به دست آمد که با توجه به روند کار خطای قابل‌قبولی است که نشان‌دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می‌باشد.

۳-۲- سناریو اول: تعیین ماکزیمم دبی عبوری رودخانه شهرچای

در این قسمت پروفیل سطح آب در دبی‌های مختلف شبیه‌سازی شد. ماکزیمم توان عبوری رودخانه در وضع موجود و در حالت سیلابی، معادل با ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه که معادل است با سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله، به دست آمد. پروفیل سطح آب در شرایط موجود در شکل ۵ نشان داده‌شده است.

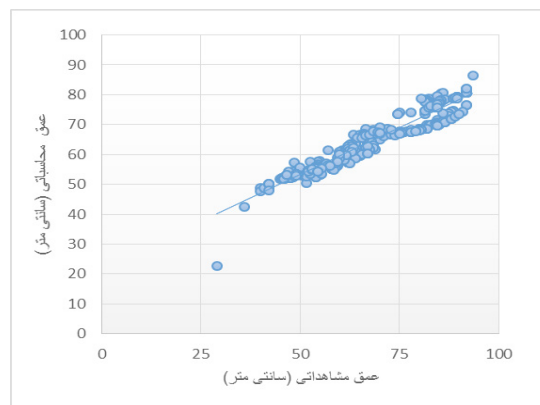
ارومیه) و با استفاده از روش ماسکینگام (روندیابی سیل در رودخانه) کد مربوطه در نرم‌افزار MATLAB نوشته شد (قسمتی از کد در پیوست آورده شده است) و مقادیر دبی در پایین‌دست محاسبه شد. با استفاده از روش GP، رابطه دبی‌های بالادست و پایین‌دست برآورد گردید و در نهایت با تعمیم رابطه اول و با استفاده از روش GP مقادیر متناظر با دبی-اشل‌های ایستگاه بند در محل ایستگاه فرضی تعیین شد. در این پژوهش، دوسوم داده‌ها به واسنجی ضرایب مدل‌ها و یک‌سوم دیگر آن‌ها به اعتبار‌سنجی مدل‌ها اختصاص داده شد. با مقایسه ارتفاع سطح آب محاسبه شده توسط مدل HEC-RAS با ارتفاع سطح آب محاسبه شده در انتهای محدوده مورد مطالعه (ایستگاه فرضی)، واسنجی و صحت‌سنجی مدل انجام شد.

۳-۳- ارائه نتایج

اطلاعات دبی-اشل ایستگاه بند ارومیه با لحاظ تأثیر سد شهرچای از سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی اخذ شد و مشاهده گردید مقادیر اشل متناظر با دبی‌های حد بالای سیلاب در این ایستگاه ناقص می‌باشد. اولین گام بازسازی داده‌های دبی-اشل ایستگاه بند ارومیه است. در این راستا ابتدا داده‌ها پردازش شد. سپس با استفاده از مدل GP رابطه بین دبی و اشل طبق رابطه ۱ با دقت بالایی در این ایستگاه برآورد گردید. در شکل ۳ به بررسی درستی این روش پرداخته شده است. مقدار $RMSE$ این رابطه، $۴/۷$ سانتی متر به دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می‌باشد.

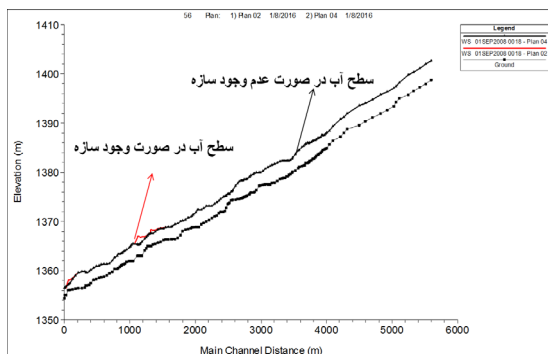
$$h = (Q + \cos(((\text{Log}(Q) + Q) * \tan(1/3))) * ((3,02 * Q) * \text{Log}(Q)) + ((9,99 + Q) - 3,02) * \text{Exp}(3,02/9)) \quad (1)$$

در این رابطه تراز سطح آب، دبی عبوری از مقطع رودخانه می‌باشد. نمودار برازش داده‌شده مربوط به داده‌های عمق مشاهداتی و عمق محاسباتی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- مقایسه عمق آب در شرایط واقعی و محاسباتی مدل GP

برای تعیین رابطه دبی-اشل متناظر در انتهای محدوده مطالعاتی (ایستگاه فرضی) از روش روندیابی رودخانه (روش ماسکینگام) و مدل GP استفاده شد. ابتدا با در نظر گرفتن ضریب رواناب $۰/۳$ (آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی، ارومیه) مقدار دبی خروجی O_1 محاسبه گردید، سپس با استفاده از روش ماسکینگام و هیدروگراف معین، برنامه مربوطه در نرم‌افزار MATLAB نوشته شد. نهایتاً مقادیر دبی در محل ایستگاه فرضی محاسبه شد و با استفاده از مدل GP، بهترین رابطه بین دبی‌های ایستگاه بند و ایستگاه فرضی تعیین گردید که در رابطه ۲ ارائه شده است. در این حالت نیز، مقدار $RMSE = ۶/۵۳$ مترمکعب بر ثانیه به دست آمد که نشان‌دهنده دقت بالا در استفاده از این مدل می‌باشد.

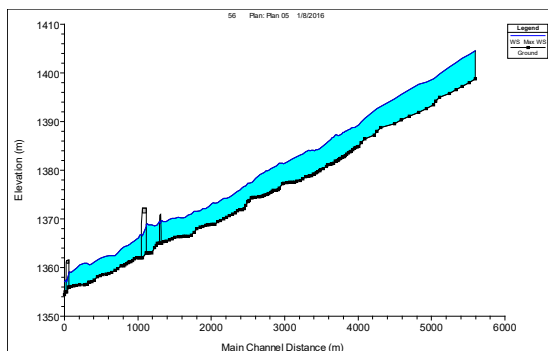


شکل ۸- مقایسه پروفیل سطح آب در صورت وجود و عدم وجود سازه‌ها

با توجه به نتایج حاصل شده، در این دبی، پل‌ها محدوده‌ای در حدود ۵۰ تا ۲۰۰ متری خود را تحت تأثیر قرار می‌دهند که در این محدوده نیز، وجود سازه‌ها به طور متوسط موجب افزایش ۰/۲۵ سرعت می‌گردد که دلیل آن، کاهش سطح مقطع رودخانه و وجود پایه پل‌ها و تأثیر در محدوده خاصی از بالادست و پایین دست رودخانه است.

۳-۴ سناریوی سوم: بررسی وضعیت سازه‌ها در سیلاب‌های با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله.

در این سناریو شبیه‌سازی پروفیل سطح آب در دبی‌های با دوره بازگشت ۲ تا ۱۰۰ ساله انجام شد و نحوه عملکرد سازه‌ها در عبور این سیلاب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که سازه‌های موجود در رودخانه توانایی عبور تمامی این سیلاب‌ها را از خود دارا می‌باشند. شکل ۹ پروفیل سطح آب در سیلاب ۱۰۰ ساله نشان می‌دهد.



شکل ۹- پروفیل سطح آب در سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله معادل ۶۲۵ مترمکعب بر ثانیه

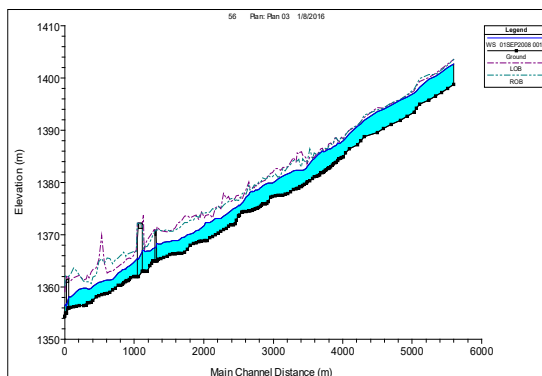
۳-۵ سناریوی چهارم: تعیین حداکثر جریان عبوری هر یک از سازه‌های موجود در رودخانه.

در این سناریو پروفیل سطح آب در دبی‌های مختلف شبیه‌سازی شد و ظرفیت عبوری هر یک از سازه‌ها تعیین گردید که نتایج در جدول ۲ حداکثر دبی عبوری هر یک از پل‌ها موجود در مسیر قابل مشاهده است.

جدول ۲- حداکثر دبی عبوری سازه‌های موجود در رودخانه شهرچای

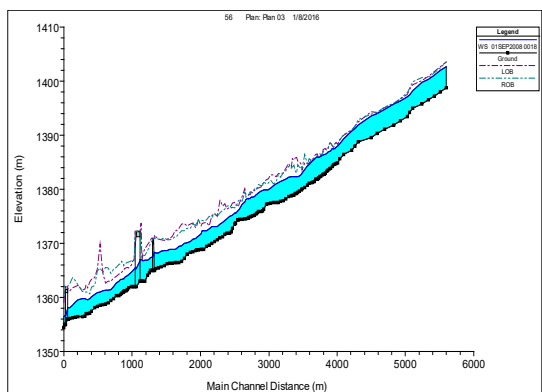
سازه	حداکثر دبی عبوری (مترمکعب بر ثانیه)
پل جانوسلو	۶۵۰
پل قویون	۱۲۰۰
پل عدالت	۷۵۰

با توجه به جدول بالا پیشنهاد می‌گردد که در جهت افزایش ظرفیت رودخانه، پل‌ها با کم‌ترین ظرفیت حذف گردیده و با جایگزینی پل‌هایی با ظرفیت بالاتر افزایش ظرفیت عبوری رودخانه را ایجاد نمود.

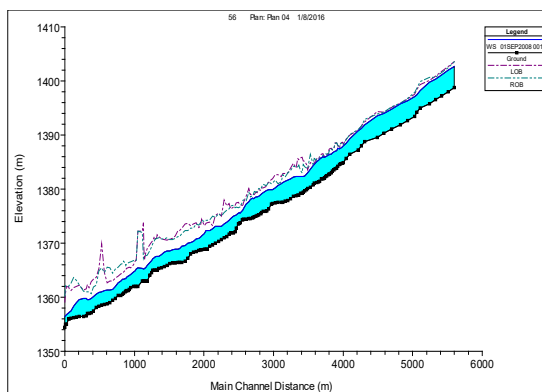


شکل ۵- پروفیل سطح آب در حالت موجود رودخانه شهرچای در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه

۳-۳ سناریوی دوم: شبیه‌سازی و ارزیابی شرایط هیدرولیکی حاکم بر رودخانه در صورت وجود و عدم وجود سازه‌های موجود
در این سناریو شبیه‌سازی پروفیل سطح آب در صورت وجود و عدم وجود سازه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و حداکثر ظرفیت رودخانه در هر دو حالت مقایسه شد. نتایج حاصل در شکل ۶، شکل ۷ و شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۶- پروفیل سطح آب در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه در صورت وجود سازه‌ها



شکل ۷- پروفیل سطح آب در دبی ۳۳۰ مترمکعب بر ثانیه در صورت عدم وجود سازه‌ها

با توجه به شکل‌های ۶، ۷ و ۸ مشاهده می‌گردد که سازه‌های موجود در مسیر رودخانه در ظرفیت عبوری رودخانه و تراز سطح آب آن، تأثیر فراوانی ندارند

۴- نتیجه گیری

بررسی رفتار رودخانه و سازه های متقاطع آن ها هم چون پل ها و نیاز به درک صحیحی از اثرات متقابل آن ها بر یکدیگر جهت پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه و انجام اقدامات مهندسی به جا لازم و ضروری است. به این دلیل شبیه سازی جریان در رودخانه از ابزار اولیه مطالعات مهندسی رودخانه می باشد.

پیش بینی رفتار هیدرولیکی رودخانه در مقابل سیلاب های احتمالی جهت کاهش خسارت وارده به مزارع و شهر یا تأسیسات در حال ساخت در اطراف رودخانه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. علاوه بر آن هر اقدامی که بر رودخانه اعمال می گردد همانند ساخت سازه های متقاطع که در نتیجه، کاهش عرض رودخانه و افزایش سرعت را در پی دارد.

۵- مراجع

- [۱] روشن، ح. و وهابزاده، ق. و سلیمانی، ک. و فرهادی، ر. (۱۳۹۲)، "شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه با استفاده از مدل HEC-RAS در محیط GIS (مطالعه موردی: رودخانه بشار، استان کهگیلویه و بویراحمد)"، پژوهشنامه ی مدیریت حوزه ی آبخیز، سال چهارم، شماره ۷، بهار و تابستان ۱۳۹۲، ص ۷۴-۸۰.
- [۲] مطلبیان، م. "ساماندهی تراز بستر با استفاده از مدل HEC-RAS در رودخانه ی سیستان"، پایان نامه کارشناسی ارشد گرایش سازه های هیدرولیکی، دانشگاه زابل، دانشکده آب و خاک، گروه مهندسی آب.
- [۳] سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، انتشارات وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبفا، دفتر مهندسی معیارهای فنی آب و آبفا، ۱۳۸۶، "راهنمای مطالعات فرسایش و رسوب در ساماندهی رودخانه ها"، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه ۳۸۳.
- [۴] شهربانیان، ا.، ۱۳۹۲، "بررسی تأثیر سازه های احداثی بر پهنه های سیلابی رودخانه با استفاده از مدل های تحلیل هیدرولیکی در رودخانه پسیخان-استان گیلان"، کنفرانس ملی تکنیک های نوین محاسباتی و بهینه سازی در مهندسی عمران، اردیبهشت ۱۳۹۲.
- [۵] مهدوی، م. ۱۳۷۸، "هیدرولوژی کاربردی"، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۶] مهندسین مشاور آبخوان، ۱۳۷۹، "مطالعات تکمیلی مرحله اول شبکه آبیاری و زهکشی اراضی آبخور شهرچای"، گزارش نهایی، سازمان آب منطقه ای آذربایجان غربی، جلد اول، آبیاری.
- [۷] U.S. Army Corps of Engineering (۲۰۱۰), Hec-ras, Hydraulic Reference Manual.
- [۸] Zaker Moshfeg, M., Ghodsian, M., and Montazer. Gh. A., ۲۰۰۴. River Flow Forecasting Using Artificial Neural Networks., Proceeding of the Hydraulics of Dams and River Structures. Yazdandoost and Attari (eds). London.
- [۹] Kisi, O., ۱۹۹۹. " River Flow Modeling Using Artificial Network. ", J. of Hydrology, Vol.۴۸-۳۲, ۲۱۴.
- [۱۰] Dawson C.W. and Wilby. R., ۱۹۹۸. A Comparison of Artificial Neural Network Used for River Flow Forecasting., J. of Hydrology and Earth System Sciences, ۵۴۰-۵۲۹, (۴)۳.
- [۱۱] Cramer, N. L., ۱۹۸۵. A Representation for the Adaptive Generation of Simple Sequential Programs, In: Grefenstette, J. J. (Ed.), Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms and Their Applications. July ۲۶-۲۴, at the Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Pa.
- [۱۲] Koza, J. R., ۱۹۹۲., Genetic Programming: on the Programming of Computers by Means of Natural Selection, Cambridge, MA: MIT Press