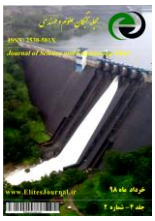
مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۴- شماره ۲- سال ۱۳۹۸

www.ElitesJournal.ir



کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی در تحلیل عددی سرریز مستطیلی

میلاد ارجمند[1*]، میثم نجفیان آذر[2]، فرازفرمانی خراجو[3]، مهدی رضایی[3]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران

۲-دانشجوی کارشناسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران

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

*Arjomand.civil@gmail.com

ارسال: اسفند ماه ۹۷ پذیرش: خرداد ماه ۹۸

چکیده

امروزه با پیشرفت دنیای نرم افزاری تحلیل عددی انواع سرریزهای به کار رفته در صنعت سدسازی به راحتی مقدور می باشد. هدف اصلی مقاله حاضر کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی در تحلیل عددی سرریز های مستطیلی به کمک نرم افزار flow3D می باشد.در این پژوهش از سرریز مستطیلی به ابعاد ۱۰، ۵۰، ۳۰ سانتی متر (طول،عرض،ارتفاع) در یک کانال استفاده شده است.پارامترهایی از قبیل تغیرات فشار،سرعت در راستای(Z،Y،X)، ویسکوزیته و... مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج هر بخش به صورت جداگانه در قسمت های بعدی توضیح داده شده است.

کلید واژگان:دینامیک سیالات محاسباتی،سرریز مستطیلی،معادلات حاکم برجریان،flow3D

۱- مقدمه

درمقاطعی از رودخانه ها،کانال های آبیاری وزهکشی وکانال های انتقال فاضلاب وآب های سطحی،ممکن است که دبی جریان بیشتر از دبی ظرفیت کانال یا رودخانه شود.درچنین مواردی جهت کنترل وحفظ کانال یا رودخانه،از سازه های کنترل دبی همانند سرریز جانبی استفاده می شود.هنگامی که سطح آب بالا می آید،قسمتی از جریان از روی سرریز به صورت جانبی منحرف می شود.این عملکرد باعث تنظیم دبی وکنترل سطح آب در کانال اصلی خواهد شد.کنترل وانحراف سیلاب در مخازن سدها،انحراف جریان ومحافظت کانال ها ورودخانه ها در برابر سیلاب ها از دیگر موارد کاربرد سرریزهای جانبی می باشد.همچنین سرریز جانبی یک سازه مهم وکلیدی در انتقال وانشعاب درشبکه های فاضلاب شهری به شمار می آید.

۲– پیشینه تحقیق

پرندین وهمکاران(۱۳۹۴)، با بررسی نیم رخ سطح آب به عنوان یکی از خصوصیات جریان در سرریز جانبی نشان دادند که اعداد فرود پایین برای سرریز جانبی مستطیلی، نیم رخ سطح آب تقریبا افقی است. با افزایش عدد فرود نیم رخ سطح در نزدیک به لبه ابتدای سرریزجانبی کمی پایین می افتد و پس از آن به آرامی تا لبه انتهایی تاج سرریز جانبی در پایین دست بالا می رود[۱]. رضایی وهمکاران (۱۳۹۴)، با مطالعه آزمایشگاهی سرریز کنگره ای مستطیلی، نشان دادند برای ارتفاع آب بالا دست ثابت دبی سرریز حداکثر ۲/۶ برابردبی سرریز مستقیم ودر دبی ثابت، ارتفاع آب بالادست سرریز مستقیم ۱/۸ برابر ارتفاع آب بالادست سرریز کنگره ای است، بنابراین استفاده از سرریز کنگره ای برای مناطقی که محدودیت ارتفاع و دبی وجود دارد پیشنهاد می شود[۲]. دانشفراز وهمکاران (۱۳۹۵)، با بررسی عددی سرریزهای پیانویی وکنگره ای مستطیلی با استفاده از نرم افزار flow3D، به این نتیجه رسیدند که سرریزهای پیانویی به واسطه وجود قسمت شیبدار در بالادست سرریز خود باعث بهبود جهت گیری وکاهش تداخل خطوج جریان عبوری از روی سرریزشده واین امر باعث بیشتربودن مقدار ضریب دبی و نرخ دبی در تمامی نسبت های H/P در مقایسه با سرریزهای کنگره ای مستطیلی شده است[۳]. قدسیان وهمکاران(۱۳۹۳)، در مقاله ای به بررسی عددی جریان روی سرریز جانبی لبه تیز مستطیلی با استفاده از نرم افزارflow3D پرداخته اند[۴]. Fares وHerbertson (۱۹۹۳)، رفتار جریان در اطراف سرریزجانبی لبه پهن را در زاویه ۶۰ درجه از قوس را مورد بررسی قرار دادند[۵]. Agaccioglu وYuksel (۱۹۹۸)،سرریز جانبی لبه تیز را در کانال قوسی مورد بررسی قرار داده ورابطه ای تجربی برای سرریز جانبی لبه تیز مستطیلی درکانال قوسی شکل ارائه دادند[۶].

۳– مواد وروش ها

۱–۳– معرفی کانال وسرریز

ابعاد کانال و سرریز مستطیلی مورد مطالعه در این پژوهش به شرح زیر می باشد:

ابعاد کانال :

X low=0

X high=4

Y low=0

Y high=0.5

Z low=-0.1

Z high=0

ابعاد سرریز:

X low=3

X high=3.1

Y low=0

Y high=0.5

Z low=0

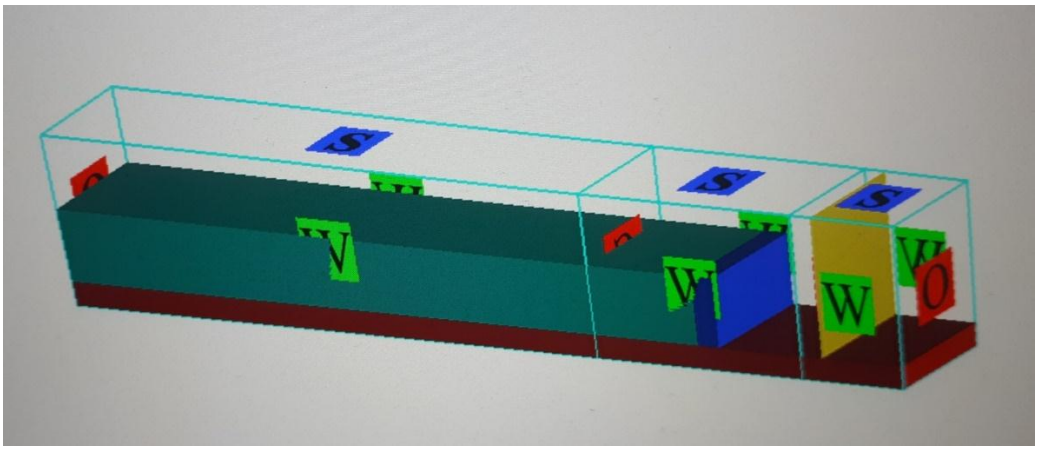
Z high=0.3

۲-۳- ایجاد شبکه حل

بعد از معرفی ابعاد کانال و سرریز در نرم افزار flow3D، سراغ ایجاد شبکه حل می رویم.در این پژوهش از Mesh block 3 مجاور استفاده شده است.

۳-۳- تعریف شرایط مرزی

در مدل flow3D به منظور مدل سازی سرریز مستطیلی از شرط مرزی "symmetry " برای شبیه سازی سطح آزاد جریان ومرز بین دو شبکه حل استفاده شده است.شرط مرزی" Wall"برای شبیه سازی کف ودیواره های کانال، شرط مرزی "volume of flow rate "به منظور تعیین عمق ودبی جریان،مرز"outflow" مطابق شکل ۱ به شرح زیر می باشند.



شکل۱- شرایط مرزی وشبکه حل

۴-۳- مدل آشفتگی

در نرم افزارflow3D ، ۵ نوع مدل آشفتگی وجود دارد. در این پژوهش از مدل آشفتگی $K-\epsilon$ که K معرف انرژی جنبشی آشفتگی وϵ معرف اتلاف انرژی می باشند استفاده شده است.

۱-۴-۳- مدل های صفر معادله ای

در این مدل ها، برای تعیین کمیت های آشفتگی از معادلات دیفرانسیلی استفاده نمی شود. این مدل ها نسبتا ساده بوده وبر اساس داده های تجربی و آزمایشگاهی تدوین می شوند. از انواع این مدل ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- مدل لزجت گردابه ای ثابت
- مدل طول اختلاط پرانتل
- مدل لایه برش آزاد پرانتل

۲-۴-۳-مدل های یک معادله ای

در این مدل ها از یک رابطه دیفرانسیلی بر حسب کمیت آشفتگی K استفاده می شود. K عبارت است از انرژی جنبشی آشفتگی که به صورت زیرتعریف می شود:

$$K = \frac{1}{2}(u'^2 + v'^2 + w'^2) \quad (۱)$$

مقیاس سرعت، v_t، به صورت زیر تعریف می شود:

$$v_t = \sqrt{K} \quad (۲)$$

بنابراین مجهول های آشفتگی به K و L تبدیل می شود.کمیت K با حل معادله ناویر استوکس برای این پارامتر قابل تعیین است.

۳-۴-۳- مدل های دو معادله ای

مقیاس طول در این مدل ها، برخلاف مدل های یک معادله ای ،بدون تکیه به روابط تجربی برآورد می شود. در این مدل ها،از کمیت های آشفتگی که از حل معادلات دیفرانسیلی استخراج می شوند برای تخمین مقیاس طول و مقیاس سرعت استفاده می شود. از انواع این مدل ها عبارتند از:

- لزجت گردابه ای
- جبری
- تنش رینولدز غیر خطی

در این مدل ها،کمیت آشفتگی دیگری نیز تعریف شده و مشابه k با استفاده از معادله ناویر استوکس برآورد می شود.از جمله کمیت های تعریف شده در این مدل ها،کمیت اتلاف آشفتگی یا ε است.کمیت ε نماینده مقیاس طول است.مقیاس طول بیانگر اندازه گردابه های بزرگ دارای انرژی جنبشی است که باعث انتقال آشفتگی در توده سیال می شود.

۴-۴-۳- مدل های دارای معادله تنش

این مدل بر پایه گروه های نرمال شده رینولدز (RNG) استوار است. مدل RNG از روابطی نظیر روابط موجود در مدل $K\text{-}\varepsilon$ استفاده می کند.با این تفاوت که ضرایب ثابت موجود در مدل های $K\text{-}\varepsilon$ ،که به روش تجربی استخراج می شدند، در مدل RNG به صورت صریح محاسبه می شوند.

۵-۴-۳- مدل های شبیه سازی گردابه های بزرگ

این مدل اطلاعات بیشتری نسبت به روش RNG تولید می کند.

۵-۳- شبیه سازی در محیط نرم افزار flow3D

برای شبیه سازی از ۵ نوار استفاده شده است که به صورت مختصر به شرح زیر می باشد:

General: از این نوار برای معرفی واحد ها و مدت زمان پایانی Run استفاده شده است.

Physics: به منظور معرفی نیروی ثقل و نوع مدل آشفتگی استفاده شده است.

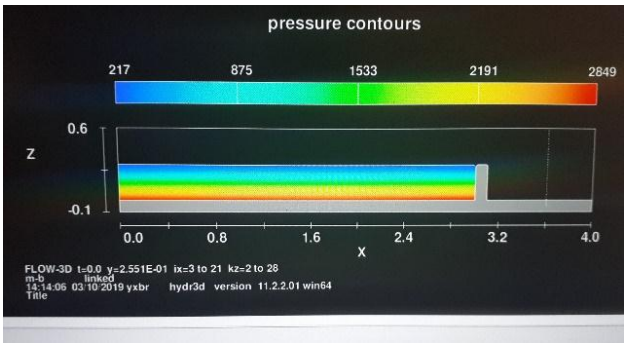
Fluids: کاربرد این نوار معرفی نوع سیال می باشد.

Meshing&Geometry: به منظوری شبیه سازی کانال و سرریز و ایجاد شبکه حل وشرایط مرزی استفاده شده است.

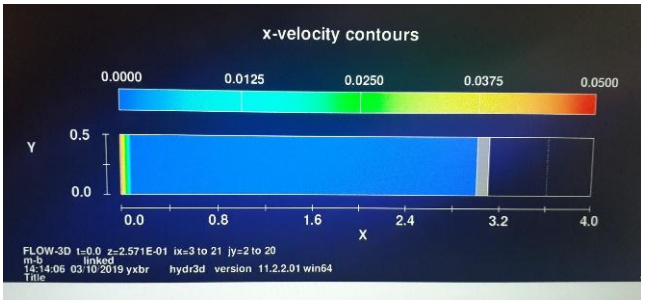
Output: این نوار معرف خروجی های مورد نیاز می باشد.

۶-۳- خروجی های مورد نیاز

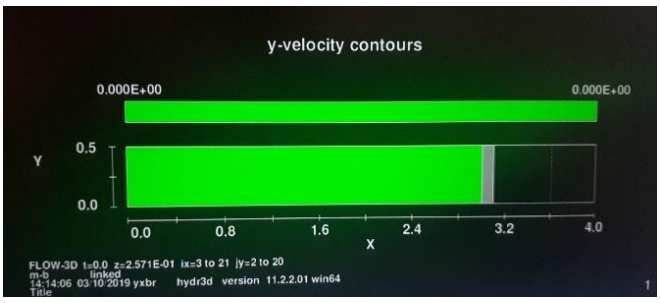
در این بخش خروجی های مورد نیاز مطابق شکل های زیر می باشد:



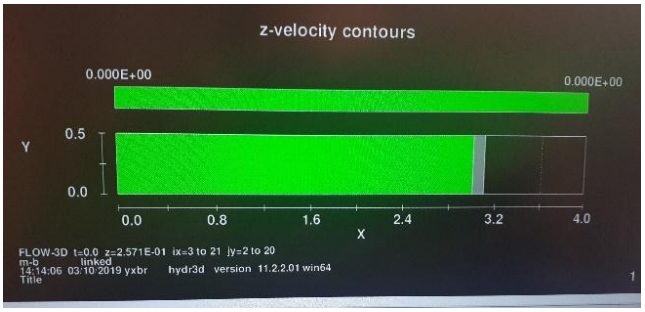
شکل ۲- pressure contours



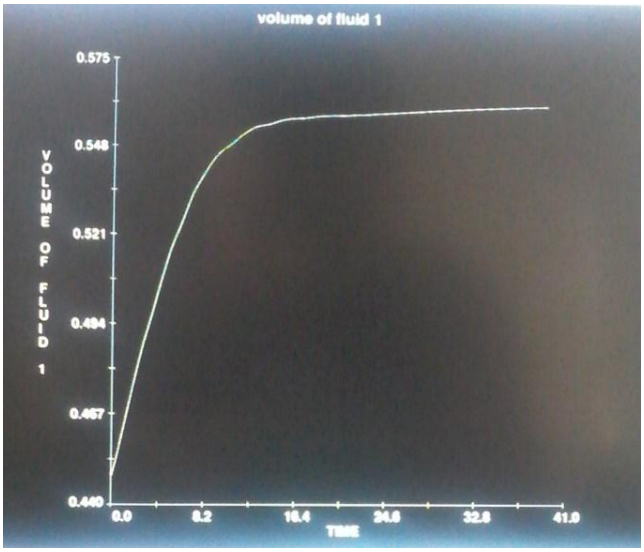
شکل۳-X-velocity contours



شکل۴-y-velocity contours



شکل ۵- z-velocity contours



شکل۶-volume of fluid

۷-۳- نتیجه گیری

همانطور که در بخش های قبلی اشاره شد هدف اصلی مقاله حاضر کاربرد دینامیک سیالات محاسباتی در تحلیل عددی سرریزمستطیلی به کمک نرم افزار flow3D می باشد. مدل Flow-3D شامل الگوهای فیزیکی بسیاری از جمله آب های کم عمق، لزجت،کاویتاسیون، آشفتگی، محیط های متخلخل و غیره است. به دلیل قابلیت هایی که این نرم افزار در زمینه شبیه سازی های هیدرولیکی دارد و جواب های قابل قبولی که در این زمینه تولید کرده است، اخیرا کاربرد های زیادی در این زمینه پیدا کرده است. بدین منظور جهت شناسایی نرم افزار و توانایی بالا در حل معادلات حاکم بر جریان خروجی هایی از این تحلیل ارائه گردید. می توان نتیجه گرفت این نرم افزار قابلیت تحلیل انواع سرریز، دریچه و... با دقت وشکل گرافیکی بهتر نسبت به سایر نرم افزار های مشابه می باشد.

۴- منابع

۱. پرندین،محمدحسین،حیدرپور،منوچهر،پرندین،محمدامین،"بررسی خصوصیات جریان در سرریز جانبی مستطیلی"،نشریه پژوهش های کاربردی علوم آب،سال اول،شماره اول، پاییز ۱۳۹۴.

۲. رضایی،مانی،عمادی،علیرضا،آقاجانی مازندرانی،قاسم،"مطالعه آزمایشگاهی سرریز کنگره ای مستطیلی"،نشریه آب وخاک،جلد۲۹، شماره ۶،بهمن-اسفند ۱۳۹۴.

۳. دانشفراز،رسول،دسینه،مهدی،قادری،امیر،"بررسی عددی سرریزهای پیانویی وکنگرهای مستطیلی با استفاده از نرم افزار flow3D"،دومین کنگره ملی آبیاری وزهکشی ایران،سال ۱۳۹۵.

۴. قدسیان،مسعود،رمی،عبدالحسین،پناهی،روزبه،کاظم زاده ،زهرا،"بررسی عددی جریان روی سرریز جانبی لبه تیز مستطیلی"،پانزدهمین کنفرانس دانشجویان عمران سراسر کشور،۱۳۹۳.

5. Fares ,Y .and J.Herbertson.1993.Behaviour of flow in a channel bend with a side overflow(flood relief) channel .Journal of Hydraulic Research,31(3):383-402.

6. Agaccioglu , H. and Y. Yuksel.1998.side-weir flow in curved channels .Journal of Irrigation and Drainage Engineering,124(3):163-175.