

بهینه سازی ابعاد بندهای انحرافی و تاسیسات هیدرولیکی وابسته به آن با استفاده از نرم افزار HECRAS3.1.1

تورج سبزواری

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد استهبان

Tooraj419@yahoo.com, 09177151596

دکتر ابوالفضل شمسایی

استاد دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف

چکیده:

مهمترین هدف از احداث بندهای انحرافی بالا آوردن سطح آب رودخانه و انتقال آب به صورت ثقلی توسط یک سیستم کانال به محل مصرف می باشد. مهمترین تاسیسات هر بند انحرافی عبارت است از بدنه خود بند، سیستم رسوب شور، آبگیر، کانال انحراف می باشد. در درون کانال انحراف بعضی از سیستم های هیدرولیکی از جمله دریچه ها، سرریز جانبی، سیستم تبدیل کانال مستطیلی به دوزنقه ای، حوضچه رسوب گیر، آبشکن مورد استفاده قرار می گیرد. منظور از بهینه سازی ابعاد سازه ها این است که یک بند انحرافی و تاسیسات به گونه ای باید باشد که کلیه جریانهای سطحی رودخانه تا دبی کامل انحراف مورد نیاز در محل مصرف را از رودخانه بگیرد و در مواقع سیلابی که دبی های بالاتر از دبی طراحی وارد سیستم آبگیر می شود (در حالت بدون اپراتور)، سیستم انتقال با ایمنی کامل آب را انتقال دهد. تعیین رقم کف آبگیر، عرض دهانه آبگیر، طول بهینه سرریز جانبی و رقم تاج سرریز جانبی، ارتفاع بند انحرافی، فاصله مناسب آبشکن تا آبگیر از جمله پارامترهای مهم طراحی می باشند که اگر درست طراحی نشوند، آبگیری مناسبی در عمل نخواهیم داشت. در این مقاله نحوه تعریف اجزای مختلف یک بند انحرافی را توسط نرم افزار قدرتمند Hecras3.1.1 را به صورت مناسب همراه با انتخاب بهترین گزینه ها و پارامترهای طراحی بیان می گردد.

کلمات کلیدی: بند انحرافی، بهینه سازی، Hecras، آبگیر

مقدمه:

تاسیسات انحراف آب رودخانه به طور کلی برای تامین هدفهایی از جمله بالا آوردن سطح آب رودخانه به اندازه کافی برای هدایت آب به داخل کانال اصلی، تنظیم و کنترل جریان به داخل کانال اصلی، کنترل و جلوگیری از ورود مواد رسوبی بستر به داخل کانال اصلی، کاهش نوسانات سطح آب در رودخانه به منظور آبگیری، ذخیره آب برای مدت کوتاه و به مقدار اندک سدهای انحرافی به طوریکه از اسم آنها معلوم است برای انحراف آب از رودخانه ها و هدایت آب به کانالهای اصلی ساخته می شوند.

اجزای اصلی سد انحرافی

قسمتهای مختلف سدهای انحرافی عبارتند از خاکریزها یا دیوارهای حفاظتی دو طرف رودخانه در بالادست سد، بدنه اصلی سد، دریچه ها و مجرای تخلیه مواد رسوب شده در مقابل دهانه آبگیر، حوضچه آرامش در پایین دست سد، دیواره های حفاظتی پایین دست حوضچه آرامش، دیوار آب بند برای آب بندی پی، محل ماهی رو

عملکرد و وظایف ساختمان دهانه آبگیر

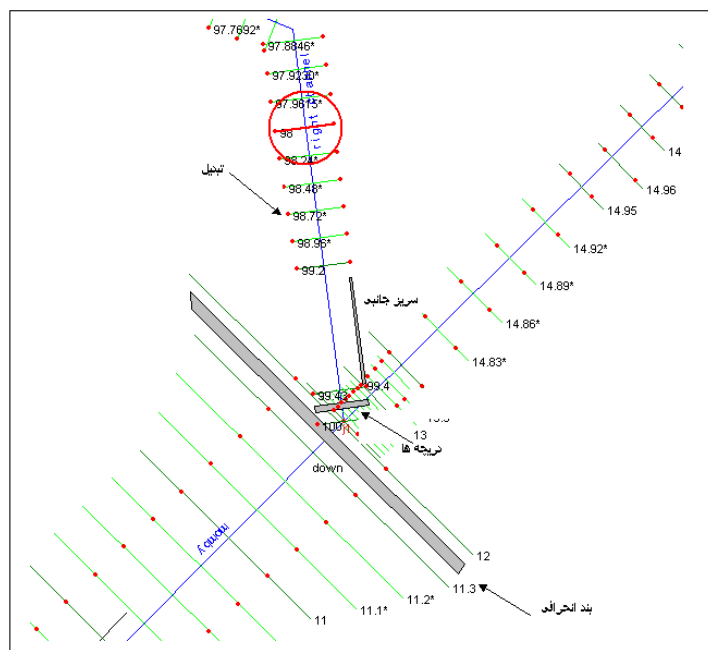
۱- نیاز آبی مورد نیاز را براساس آب موجود در رودخانه در کلیه فصول فراهم سازد.

۲- از عبور رسوبات دانه درشت جلوگیری نماید.

۳- جلوگیری از ورود اجسام شناور به داخل آبگیر

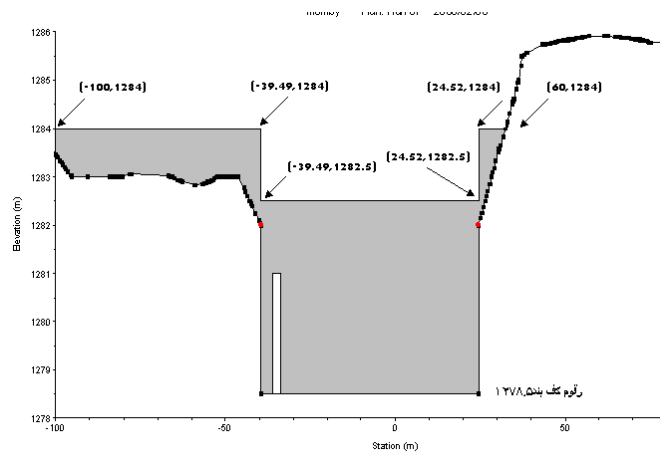
معرفی بند انحرافی

در این قسمت باید ابتدا بند انحرافی را در مسیر رودخانه معرفی نمائیم. برای این کار به منوی Edit/enter Geometric Data و سپس گزینه Create inline structures را انتخاب کنید. برای اضافه کردن سازه بند گزینه Add inline structures از منوی option را انتخاب نمائید. از شما می پرسد که این سازه در کدام مقطع قرار گیرد و نام مقطع را وارد نمائید. مقطع بند را باید همیشه در بازه پایین دست رودخانه (بعد از اتصال junction) بین دو مقطع اولیه این بازه تعریف نمائیم. بعد از انتخاب مقطع مورد نظر باید شکل بند انحرافی را به مدل تعریف کنیم. شکل (۱) پلانی از بند انحرافی و سیستم آبگیر همراه با دریچه ها و به دنبال آن سریز جانبی را نشان می دهد. برای تعریف شکل بند در صفحه inline structures data ، گزینه Weir Embankment را انتخاب نمائید و مختصات نقاط بالای بند که در شکل شماره (۲) نشان داده شده است را وارد نمائید.



شکل (۱) - پلانی از رودخانه در محل بند و سیستم آبگیر و کانال انحراف

اگر ارتفاع بند را در فرض اولیه ۴ متر در نظر بگیریم، ارتفاع تاج لبریز ۱۲۸۲٫۵ متر می باشد (رقوم کف بند ۱۲۷۸٫۵). عرض بند ۵۹ متر در محل محاسبه شده است لذا مختصات نقاط مختلف بالای بند بر اساس این اطلاعات مطابق شکل (۲) می باشد.



شکل (۲) - تعیین مختصات نقاط بند انحرافی

یکی از مواردی که در طرح های انحراف آب بسیار مهم است این است که بند انحرافی باید دبی طراحی کانال انحراف که یک دبی مورد نیاز در پایین دست است را ایجاد کند (Q_d) ، همچنین بند باید تمام دبی های کمتر از دبی طراحی کانال انحراف ($Q < Q_d$) را به داخل کانال انتقال دهد، مطلب دوم از مهمترین اهداف طرح یک بند است که معمولاً این قضیه کمتر مد نظر قرار می گیرد. به طور مثال اگر دبی طراحی کانال ۳۰ متر مکعب بر ثانیه باشد ، بند انحرافی خوب، بندی است که تا دبی ۳۰ متر مکعب بر ثانیه را به راحتی وارد کانال کند و در دبی های بالاتر در مواقع سیلابی امنیت کانال را بر آورده نماید. به طور کلی افزایش ارتفاع بند باعث افزایش دبی ورودی به کانال می شود زیرا هد آب افزایش می یابد ولی هزینه سد و تاسیسات نیز افزایش می یابد. افزایش عرض کانال انتقال آب و کاهش رقوم کف کانال می تواند در افزایش دبی عبوری به کانال موثرتر باشد.

تعریف ابعاد مقطع بند به مدل HECRAS

همانطور که در شکل (۲) مشاهده کردید مختصات رقوم بالای تاج بند معلوم است ، در مرحله بعدی باید این رقوم را به مدل معرفی نمائیم . اگر گزینه weir embankment را انتخاب نمائیم منویی مطابق شکل (۳) قابل مشاهده است:

Station	Elevation
1 -100.	1284.
2 -39.49	1284.
3 -39.49	1282.5
4 24.52	1282.5
5 24.52	1284.
6 60.	1284.
7	
8	

شکل (۳) - تعریف مقطع بند و مشخصات آن

مختصات نقاط را مطابق شکل (۲) از چپ به راست وارد این صفحه کرده و در قسمت پایین صفحه (weir data) نوع سریز که معمولاً اوجی است را انتخاب نمایید. با توجه به اینکه بند انحرافی بعد از مدتی پر خواهد شد ارتفاع کانال تقرب سریز (P) را تقریباً صفر داده و ارتفاع کل طراحی (Hd) را مقداری در نظر بگیرید و کلید cd را فشار دهید معمولاً مقدار ضریب دبی سریز ۱,۷ تولید می شود که مقدار مناسبی می باشد. ضریب دبی سریز برای سریز های لبه پهن در حدود ۱,۷۰۵ می باشد. اگر سریز از نوع لبه تیز باشد $(B < (2/3)Hd)$ که در آن B عرض لبریز و Hd ارتفاع طراحی آب روی سریز است، می توان مقدار $cd=1.84$ در نظر گرفت. در بالای صفحه مزبور width عرض سریز (B) و distance فاصله بند تا مقطع بالادست را نشان می دهد. بعد از تعریف موارد بالا شکل مقطع تکمیل می گردد.

مقطع رسوب شور (Undersluices)

مقطع رسوب شور که برای رسوب شوری طراحی می شود، رقوم تاج آن برابر رقوم عمیق ترین نقطه کف رودخانه در نظر می گیرند. برای تعریف این مقطع گزینه Gate را منوی مقطع بند انتخاب نموده ، منویی مطابق شکل (۴) پدیدار می شود:

شکل (۴) - معرفی مقطع رسوب شور داخل بدنه بند انحرافی

در منوی بالا ارتفاع و عرض رسوب شور را وارد نمائید و در قسمت Invert رقوم تاج رسوب شور که همان رقوم کف رودخانه یا کمی بالاتر را قرار می دهیم. در قسمت Centerline station مختصات مرکز مقطع را وارد نمائید ($x=-35$). قابل توجه است که داخل مقطع رسوب شور تعدادی دریچه قرار می دهند که باید نوع سریز و ضریب سریز نیز معین شوند. عرض و ارتفاع رسوب شور به ابعاد دریچه ها بستگی دارد و باید با تعداد آنها و ابعاد پایه بین آنها هماهنگ باشد. در قسمت اطلاعات دریچه ها (Gate Data) باید نوع دریچه که داخل مقطع رسوب شور قرار میگیرد اعم از کشویی یا شعاعی و ضریب دبی (Discharge coefficient) معین گردند.

ضریب دبی برای دریچه های کشویی ۰,۵ تا ۰,۷ و برای دریچه های شعاعی ۰,۶ تا ۰,۸ در نظر می گیرند. بقیه اطلاعات به صورت پیش فرض مناسب توسط برنامه در نظر گرفته می شود. شکل شماره (۲) مقطع رسوب شور داخل بدنه بند بتنی در حالت دریچه باز را نشان می دهد.

معرفی آبگیر

در این مرحله از پروژه باید کانال آبگیر را به مدل معرفی نمائیم. مشخصات کانال آبگیر عبارتند از رقوم کف کانال آبگیر، عرض کانال آبگیر، شکل کانال و مشخصات دریچه ها می باشد.

الف) رقوم کف آبگیر

رقوم کف آبگیر معمولاً از قبل باید تعیین شده باشد، از روی نقشه های توپوگرافی با توجه به شیب مسیر انتقال ونوع کانال(بتنی وخاکی) و رقوم کف کانال در انتهای پروژه باید شیب کلی طرح محاسبه شود وبا شیب مجاز کانال چک شود، رقوم کف کانال باید رقومی باشد که هزینه های خاکبرداری وخاکریزی به حداقل رسیده وهمچنین دبی طراحی نیز در آن رقوم ایجاد شود وهمچنین شیب مجازی برای کانال ایجاد کند. برنامه Hecras به راحتی می تواند رقوم کف های مختلفی را بپذیرد لذا می توان تغییرات این رقوم را در صورتی که مشکلات اجرایی نداشته باشد مورد بررسی قرار داد. هر چه رقوم کف کانال پایین تر شود ارتفاع آب روی کانال بیشتر ودبی عبوری از آبگیر بیشتر می شود. اگر رقوم کف کانال آبگیر در ابتدای کانال را ۱۲۸۰٫۵ در نظر بگیریم مشخصات آبگیری مطابق جدول زیر می باشد:

جدول (۱)- مشخصات آبگیری در رقوم کف آبگیر ۱۲۸۰٫۵

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
1	100	Q=5	4.90	1280.50	1281.14
1	100	Q=10	9.89	1280.50	1281.47
1	100	Q=15	14.89	1280.50	1281.73
1	100	Q=20	19.88	1280.50	1281.95
1	100	Q=30	29.88	1280.50	1282.32
1	100	Q=50	39.82	1280.50	1282.68
1	100	Q=262	74.80	1280.50	1283.64

اگر رقوم کف کانال آبگیر در ابتدا را ۱۲۸۰ در نظر بگیریم مشخصات آبگیری مطابق جدول زیر می باشد:

جدول (۲)- مشخصات آبگیری در رقوم کف آبگیر ۱۲۸۰

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
1	100	Q=5	4.91	1280.00	1280.83
1	100	Q=10	9.90	1280.00	1281.03
1	100	Q=15	14.90	1280.00	1281.25
1	100	Q=20	19.89	1280.00	1281.47
1	100	Q=30	29.89	1280.00	1281.84
1	100	Q=50	47.97	1280.00	1282.50
1	100	Q=262	87.13	1280.00	1283.59

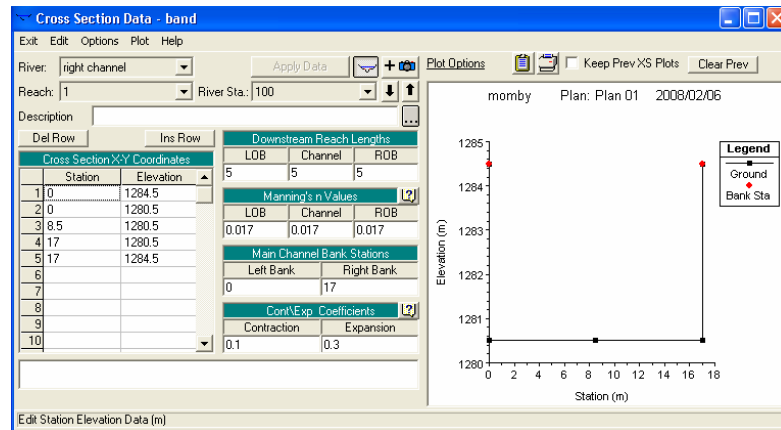
همانطور که مشاهده میکنید با کاهش تراز کف آبگیر دبی ورودی به آبگیر افزایش می یابد.

ب) عرض کف کانال

یکی از مهمترین پارامترهای طراحی آبگیر، عرض دهانه آبگیر است. معمولاً برای ایجاد دبی طراحی مورد نیاز وافزایش دبی، تغییرات عرض آبگیر پارامتر مناسبی می باشد. هر چه عرض را افزایش دهیم دبی عبوری از کانال افزایش می یابد. بهترین عرض آبگیر عرضی است که دبی های تا دبی طراحی را به راحتی به کانال انتقال دهد وهمچنین در دبی های سیلابی سرعت آب داخل کانال از مقدار مجاز فراتر نرود. بالخصوص در کانالهای خاکی این سرعت حتما باید مورد بررسی قرار گیرد زیرا سرعت های بالاتر از ۰٫۵ متر بر ثانیه در کانالهای خاکی با فرسایش همراه است. بهترین عدد فرود در کانال ها بین ۰٫۳ تا ۰٫۴ است وهمچنین سرعت های بالاتر از ۲ متر بر ثانیه در کانال های بتنی هم باید مورد بررسی قرار گیرد. در هر صورت سرعت های مجاز در قسمت های مختلف کانال که به عرض آبگیر بستگی دارد باید مد نظر باشد. بسیاری وقتهای می توان از ارتفاع بند کاسته و برای جبران دبی مورد نیاز به عرض آبگیر بیافزاییم، این کار را با تحلیل حساسیت در برنامه Hecras به راحتی می توان انجام داد.

معرفی دهانه آبگیر

دهانه آبگیر در حقیقت اولین مقطع در کانالی است که قبلاً در محل اتصال به رودخانه قرار دارد. برای تعریف این مقطع باید به Geometric Data رفته و گزینه Create cross section را انتخاب نموده و برای کانال مزبور از منوی option مقطع عرضی تعریف نمائیم. بعد از تعیین اولین مقطع عرضی برای کانال با نام مشخص (مثلاً مقطع شماره ۱۰۰) مشخصات آبگیر مطابق شکل (۵) وارد می کنیم.



شکل (۵) - معرفی مقطع آبگیر به مدل

فرض کنید می خواهید یک آبگیر مستطیل شکل به عرض $b=17m$ و با رقوم کف ۱۲۸۰,۵ را به مدل تعریف کنیم. مطابق شکل (۹) مختصات نقاط را از چپ به راست وارد صفحه می نمائیم. رقوم بالای دهانه آبگیر را ۲ تا ۳ متر از کف در نظر بگیرید (این رقوم تاثیری در محاسبات ندارد). در قسمت Downstream Reach lengths فاصله این مقطع تا مقطع بعدی در پایین دست داده می شود. ضریب مانینگ و بانکها را نیز که بین ۰ تا $b=17$ متر است نیز مشخص کنید.

در مرحله بعدی باید دریچه های آبگیر را معرفی نمائیم. برای این کار باز گزینه Create inline structures را انتخاب نموده، سپس در قسمت river کانال را انتخاب کرده و در منوی options یک سازه ایجاد می نمائید (شماره مقطع را از عدد ۱۰۰ که مقطع اول است کمتر بگیرید مثلاً ۹۹,۵). سپس گزینه weir embankment را انتخاب نموده و مطابق شکل (۶) یک مقطع بسته به عرض آبگیر b تعریف می نمائیم.

Station	Elevation
1	0
2	17
3	
4	
5	
6	
7	
8	

U.S Embankment SS: 0 D.S Embankment SS: 0

Weir Data
Weir Crest Shape
☒ Broad Crested
☐ Ogee

OK Cancel Clear

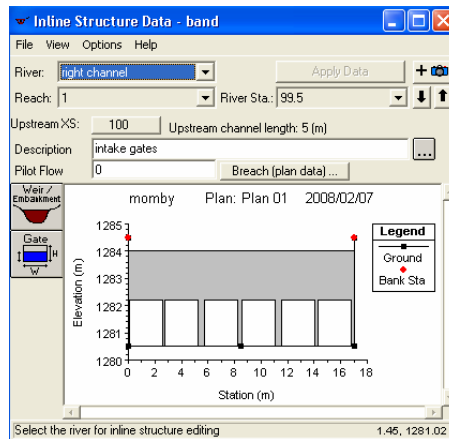
Enter station and elevation of the top of the weir embankment.

شکل (۶) - معرفی مقطع سرریز شکل

برای تعریف دریچه گزینه Gate را انتخاب نموده تا شکل (۷) ظاهر شود:

شکل (۷) - معرفی دریچه های کانال آبگیر

با توجه به اینکه عرض آبگیر ممکن است بزرگتر از عرض دریچه های موجود در بازار باشد لذا ممکن است از چند دریچه در آبگیر استفاده شود. در این پروژه از ۶ عدد دریچه به عرض ۲,۵ متر استفاده شده است. مقدار ۳ متر هم برای عرض دیواره ها قرار داده شده است. با استفاده از گزینه Add به تعداد لازم دریچه معرفی نموده و مقدار center line هر کدام را جداگانه وارد نمائید. در قسمت Invert رقوم کف کانال که ۱۲۸۰,۵ بوده است را وارد می نمائیم. همانطور که در شکل (۷) می بینید شما می توانید دو نوع سریز لبه تیز با ضریب سریز ۱,۸۴ و اوجی شکل استفاده نمائید. مهمترین قسمت این بخش انتخاب نقطه مرکزی هر دریچه است که با چند بار تکرار و مشاهده شکل کلی به مقدار واقعی مطابق شکل (۸) می رسمیم.

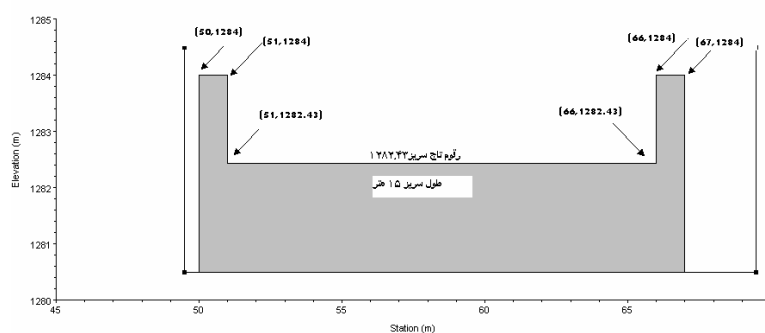


شکل (۸) - معرفی دریچه های آبگیر

معرفی سریز جانبی در کانال انحراف

همانطور که قبلاً گفته شد آبگیر باید دبی های رودخانه تا دبی طراحی انحراف (Qd) را بگیرد و در مواقع سیلابی که دبی بیشتر از دبی طراحی وارد آبگیر می شود، این دبی اضافی توسط سریز جانبی در داخل کانال تخلیه شود. سریز جانبی معمولاً در ابتدای کانال ساخته می شود تا آب اضافی سریز شده را با یک کانال دیگری به رودخانه برگرداند. برای این کار گزینه

Lateral structure را در Geometric data انتخاب نموده و در منوی option گزینه Add a lateral structure را انتخاب می‌نمائیم. باید مقطعی از کانال را که می‌خواهید سریز جانبی ایجاد شود را معرفی‌نمائید. معمولاً ابتدای کانال تا طول تقریباً ۲۰ متر از یک کانال بتنی بدون شیب استفاده نموده و بعد از آن سریز جانبی قرار می‌گیرد. البته این قضیه یک روش انتخابی می‌باشد. می‌خواهیم یک سریز جانبی مطابق شکل (۹) طراحی‌نمائیم. بعد از آن گزینه weir embankment را انتخاب کرده و مطابق شکل (۱۰) اطلاعات سریز جانبی را وارد مدل می‌نمائیم.



شکل (۹) - معرفی سریز جانبی در کانال انحراف

	Station	Elevation
1	50.	1284.
2	51.	1284.
3	51.	1282.43
4	66.	1282.43
5	66.	1284.
6	67.	1284.
7		
8		
9		
10		
11		

شکل (۱۰) - مختصات نقاط بالایی سریز

مختصات سریز مورد نیاز را با توجه به طول آن که در اینجا ۱۵ متر می‌باشد بر روی صفحه کاغذ ترسیم کرده و مختصات نقاط بالایی را استخراج و به مدل وارد می‌کنیم. یکی از مهمترین پارامترهای طراحی سریز جانبی رقوم تاج سریز جانبی است که در اینجا ۱۲۸۲٫۴۳ نهایی شده است. رقوم تاج سریز جانبی باید رقوم تراز آب کامل در کانال انحراف برای دبی طراحی انحراف باشد زیرا تا دبی‌های کمتر از آن نباید آب از روی سریز تخلیه شود و به محض اینکه دبی از دبی طراحی بیشتر شود باید آب از روی سریز تخلیه شود. این رقوم را ابتدا با استفاده از معادله مانینگ به راحتی قابل محاسبه است ولی برای دقیق کردن آن باید مدل را چندین بار اجرا‌نمائید و جوابهای نهایی سریز را چک کنید تا رقوم نهایی تاج سریز دقیق شود. مطابق شکل (۱۰) ضخامت لبه سریز و نوع سریز نیز باید به مدل معرفی‌نمائیم. اگر رقوم تاج لبریز را ۱۲۸۲٫۴۳ فرض کنیم نتایج مدل برای مقاطع بعد از سریز جانبی مطابق جدول زیر است:

جدول (۳) - اطلاعات مربوط به دبی کانال قبل از سریز جانبی وبعد از سریز شدن

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
1	99.5		Ini Struct		
1	99.43	Q=5	4.90	1280.50	1281.14
1	99.43	Q=10	9.89	1280.50	1281.46
1	99.43	Q=15	14.89	1280.50	1281.72
1	99.43	Q=20	19.88	1280.50	1281.93
1	99.43	Q=30	29.88	1280.50	1282.30
1	99.43	Q=50	39.82	1280.50	1282.55
1	99.43	Q=262	74.86	1280.50	1283.07
1	99.4		Lat Struct		
1	99.2	Q=5	4.90	1280.50	1281.13
1	99.2	Q=10	9.89	1280.50	1281.46
1	99.2	Q=15	14.89	1280.50	1281.71
1	99.2	Q=20	19.88	1280.50	1281.93
1	99.2	Q=30	29.88	1280.50	1282.29
1	99.2	Q=50	38.05	1280.50	1282.55
1	99.2	Q=262	59.52	1280.50	1283.10

مطابق جدول (۳) دبی کانال قبل از سریز برای شرایط مرزی $Q=30$ (دبی رودخانه) برابر ۲۹٫۸۸ متر مکعب بر ثانیه بعد از دریچه آبگیر بوده است و این دبی بعد از عبور از سریز جانبی دبی آن تغییر نکرده و ۲۹٫۸۸ باقی مانده است. با توجه به اینکه دبی طراحی کانال ۳۰ بوده لذا می توان گفت سریز تا اینجا خوب عمل کرده است. مثلاً در حالتی که دبی رودخانه ۲۶۲ باشد ، مقدار دبی ۷۴٫۸۶ وارد آبگیر شده و بعد از تخلیه توسط سریز جانبی مقدار دبی کانال ۵۹٫۵۲ می باشد (مقدار ۱۵٫۳۷ متر مکعب بر ثانیه تخلیه شده است).

الف) کاهش رقوم تاج سریز جانبی

اگر رقوم تاج را کاهش دهیم و به ۱۲۸۱٫۵ برسانیم نتایج اجرای مدل به شرح جدول (۴) است. با مشاهده نتایج بدست آمده برای دبی ۲۹٫۸۸ کانال بعد از عبور از سریز جانبی مقدار ۳٫۱۴ متر مکعب بر ثانیه تخلیه شده و مقدار دبی ۲۶٫۷۴ باقی خواهند ماند که این قضیه با توجه به اینکه دبی کانال ۳۰ است مناسب نیست لذا باید تراز تاج سریز جانبی را افزایش داد. این کار باید اینقدر انجام شود تا به جواب بهینه نهایی برسیم.

جدول (۴) - نتایج کاهش تراز تاج سریز جانبی

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)
1	99.5		Ini Struct		
1	99.43	Q=5	4.90	1280.50	1281.14
1	99.43	Q=10	9.89	1280.50	1281.46
1	99.43	Q=15	14.89	1280.50	1281.72
1	99.43	Q=20	19.88	1280.50	1281.93
1	99.43	Q=30	29.88	1280.50	1282.18
1	99.43	Q=50	44.46	1280.50	1282.42
1	99.43	Q=262	88.26	1280.50	1282.91
1	99.4		Lat Struct		
1	99.2	Q=5	4.90	1280.50	1281.13
1	99.2	Q=10	9.89	1280.50	1281.46
1	99.2	Q=15	14.89	1280.50	1281.71
1	99.2	Q=20	19.88	1280.50	1281.93
1	99.2	Q=30	26.74	1280.50	1282.19
1	99.2	Q=50	34.53	1280.50	1282.44
1	99.2	Q=262	55.40	1280.50	1283.01

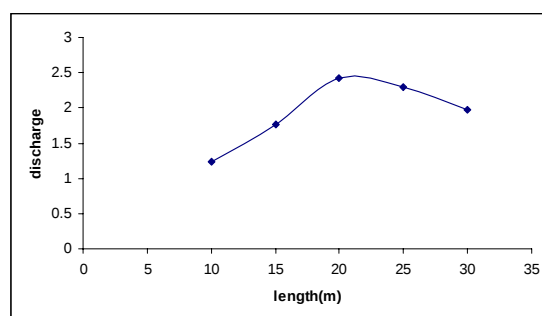
ب) افزایش طول سریز جانبی

به طور کلی اجرای سریز جانبی با طول های زیاد در اجرا مرسوم نبوده و در این تحقیق با بررسی های صورت گرفته تاثیرافزایش طول سریز جانبی برروی افزایش تخلیه سریز بسیار کم می باشد. به طور مثال برای دبی ۵۰ متر مکعب در رودخانه نتایج بدست آمده به صورت جدول زیر است:

جدول (۵) - تاثیر افزایش طول سریز برروی تخلیه سریز

میزان سریز	دبی بعد از سریز	دبی قبل از سریز	طول سریز
1.24	38.23	39.47	10
1.77	38.05	39.82	15
2.42	37.86	40.28	20
2.29	38.25	40.54	25
1.98	38.58	40.56	30

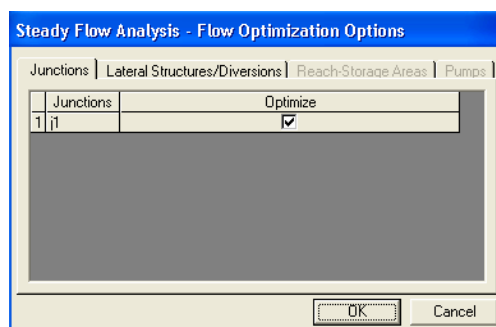
همانطور که مشاهده می شود افزایش طول سریز از ۱۰ متر به ۳۰ متر میزان تخلیه را از ۱,۲۴ به ۱,۹۸ افزایش داده و این مقدار بسیار کم می باشد. با بررسی طول های مختلف می توان بهینه ترین طول سریز جانبی را تعیین نمود، مطابق جدول (۵) برای طول ۲۰ متر میزان تخلیه از همه بیشتر بوده است. شکل (۱۱) این قضیه را تصدیق می نماید. لذا بهینه ترین طول سریز طول ۲۰ متر بوده است.



شکل (۱۱) - تاثیر افزایش طول سریز برروی تخلیه سریز

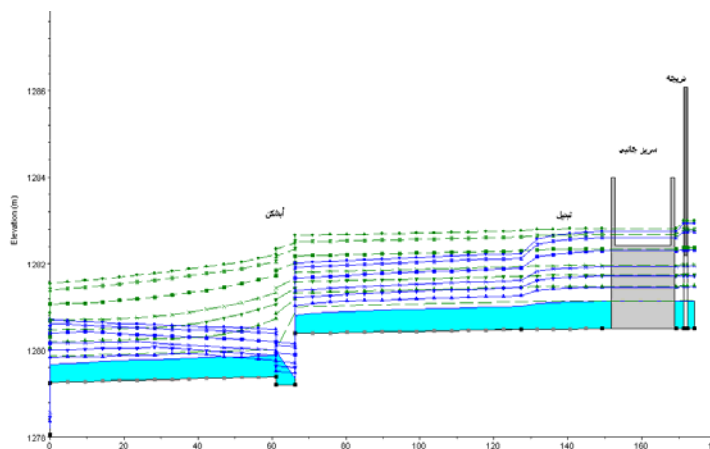
استفاده از تکنیک بهینه سازی در محل اتصالها

یکی از قدرتهای نرم افزار Hecras بهینه سازی دبی در محل اتصالها (Junctions) و همچنین در محل سریز جانبی می باشد. همانطور که در بحث شرایط مرزی دیدید، تقسیم دبی در محل اتصال باید بر اساس معادلات هیدرولیکی باشد. لذا باید گزینه بهینه سازی را قبل از اجرای مدل انتخاب کنید. برای این کار گزینه steady flow analysis از منوی Run انتخاب کنید. سپس به منوی option رفته و گزینه flow optimization کنید تا شکل زیر ظاهر شود:



شکل (۱۲) - گزینه بهینه سازی در محل اتصال ها

گزینه optimize رادر دو حالت بالای صفحه اتصال و سرریز جانبی تیک کنید. شکل (۱۳) پروفیل های مختلف جریان داخل کانال انحراف را نشان می دهد.



شکل (۱۳) - کانال انحراف و تاسیسات هیدرولیکی آن

معرفی آبشکن در کانال انحراف

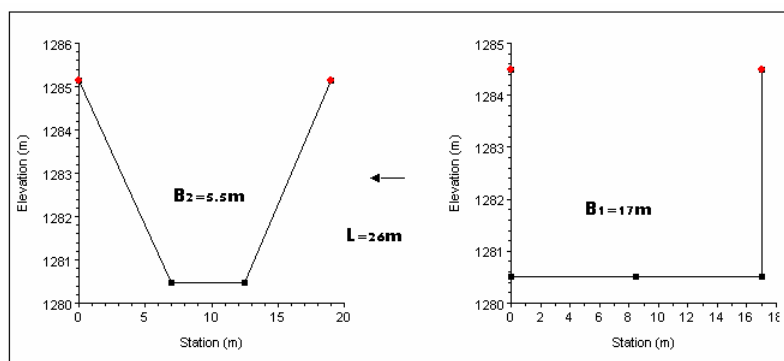
در بعضی از موارد ممکن است شیب مسیر کانال انحراف زیاد باشد و ما نتوانیم کانال را با شیب مجاز انتقال دهیم. در این حالت باید از شیب شکن استفاده شود (شکل ۱۳). شیب شکن یک مقطع است که کف آن نسبت به مقطع قبلی تا ارتفاع حداکثر ۱٫۵ متر پایین تر است. عمق تشکیل جریان روی شیب شکن ، عمق بحرانی است لذا یکی از مهمترین پارامترهای طراحی فاصله آبشکن تا دهانه آبگیر است. اگر فاصله آبشکن تا دهانه آبگیر کم باشد به دلیل اینکه پروفیل سطح آب می خواهد بر روی آبشکن به عمق بحرانی برسد لذا سرعت آب ورودی به آبگیر افزایش یافته و دبی عبوری به کانال افزایش می یابد. اگر تمایل ندارید که دبی افزایش یابد تا جایی که امکان دارد شیب شکن را از آبگیر دور نمائید. البته مطلب بالا یک تکنیک خوب برای افزایش دبی آبگیر است بدون اینکه ما نیازی به افزایش عرض آبگیر داشته باشیم است. لذا در حالتی که امکان ایجاد آبشکن از لحاظ توپوگرافی وجود داشته باشد استفاده از آن می تواند در افزایش دبی آبگیر کمک کند.

معرفی تبدیل در کانال انحراف

کانال مستطیل شکل انحراف باید به یک کانال دوزنقه ای شکل متصل شود که ابعاد آن باید ابتدا محاسبه شود. کانال دوزنقه ای شکل باید بر اساس دبی طراحی کانال طراحی شده و ابعاد آن معلوم است. طول تبدیل هم بر اساس معادلات هیدرولیکی قابل محاسبه می باشد. رابطه زیر نیز در محاسبه طول تبدیل استفاده می شود:

$$L = \frac{B_1 - B_2}{2 \tan(\theta)}$$

B2 عرض کانال دوزنقه ای و B1 عرض کانال مستطیل شکل است. مقدار زاویه را معمولاً ۱۲٫۵ در نظر می گیرند. برای معرفی تبدیل به شرح زیر عمل می کنیم: در آخرین مقطع مستطیل شکل داخل کانال ، در قسمت Down Stream Length آن مقطع طول تبدیل را وارد میکنیم و بلافاصله بعد از این مقطع، مقطع دوزنقه ای شکل طراحی شده را به مدل معرفی می نمائیم. شکل (۱۴) این مراحل را نشان می دهد.



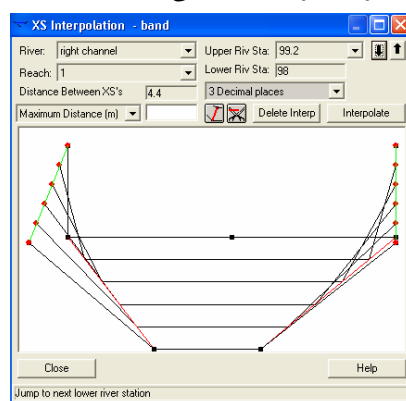
شکل (۱۴) - تبدیل طراحی شده جهت معرفی به مدل

در مرحله بعدی باید بین دو مقطع مستطیل شکل و ذوزنقه ای تعدادی مقطع تولید کنیم ، که این کار توسط برنامه Hecras به خوبی انجام می شود. برای این کار از تکنیک اینترپلشن استفاده می شود.

استفاده از تکنیک Interpolation

یک نکته بسیار مهم و کاربردی در معرفی کانال ها در برنامه Hecras این است که نیازی به وارد کردن تعداد زیادی مقطع نیستیم. مثلاً اگر یک کانال ذوزنقه ای به طول ۱۰۰۰ متر دارید کافی است یک مقطع در ابتدای کانال تعریف کنیم و فاصله این مقطع تا مقطع پایین دست را ۱۰۰۰ متر تعریف کنیم و سپس خود مقطع را در مقطع پایین دست کپی کنید و بر اساس شیب مقطع را تصحیح نموده و سپس بین این دو مقطع به فاصله دلخواه (مثلاً ۵ متر) مقاطع دیگر تولید کنید تا سرعت کار بالا رود. برای این کار در منوی Geometric data به گزینه option رفته و گزینه xs interpolation را انتخاب نموده و شما می توانید کل مسیر را برای اینر پلیشن انتخاب کنید یا بین دو مقطع معلوم این کار را انجام دهید.

مثلاً برای تبدیل تعریف شده می توانید بین دو مقطع مستطیل شکل و ذوزنقه ای شکل این کار را انجام دهید. شکل (۱۵) این عملکرد را نشان می دهد. شکل (۱۶) شرایط مرزی جریان را نشان می دهد.



شکل (۱۵) - اینتر پلیشن در تبدیل به فاصله ۴,۴ متر

Steady Flow Data - flow

File Options Help

Enter/Edit Number of Profiles (2000 max): 7 Reach Boundary Conditions Apply Data

Locations of Flow Data Changes

River: momby

Reach: up River Sta.: 50 Add A Flow Change Location

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates							
River	Reach	RS	Q=5	Q=10	Q=15	Q=20	Q=30	Q=50	Q=262	
1 momby	up	50	5	10	15	20	30	50	262	
2 momby	down	12	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5	222	
3 right channel	1	100	4.9	9.9	14.9	19.9	29.9	45	40	

Gate Openings Set

Edit Steady flow data for the profiles (m3/s)

شکل (۱۶) - اطلاعات مربوط به دبی جریان و شرایط مرزی

شرایط مرزی معرفی شده به مدل

همانطور که قبلاً نیز گفته شد، آبگیر بند انحرافی باید تمام دبی رودخانه تا دبی طراحی انحراف را بگیرد و در مواقع سیلابی علاوه بر اینکه این کار انجام می شود بقیه سیلابها از روی بند سریز می شود. پیشنهاد می شود که مدل Hecras را برای دبی های کمتر از دبی طراحی آبگیر و دبی های بزرگتر از آن تا دبی ۵۰ ساله رودخانه اجرا کنید و عملکرد آبگیر در کلیه این دبی ها مورد بررسی قرار گیرد. در این طرح دبی انحراف رودخانه ۳۰ متر مکعب بر ثانیه بوده و دبی ۵۰ ساله رودخانه ۲۶۲ متر مکعب بر ثانیه بوده است. همانطور که در جدول (۴) مشاهده می کنید دبیهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۲۶۲ متر مکعب بر ثانیه در تمام موارد گذشته مورد بررسی قرار گرفت. دبی های مختلف باید بین آبگیر و بازه پایین دست رودخانه تقسیم شوند، میزان تقسیم مهم نبوده زیرا ما در این برنامه از تکنیک بهینه سازی برای محل اتصال استفاده می کنیم. ولی در بعضی موارد انتخاب شرایط مرزی بد ممکن است بر روی همگرا نشدن جوابها تاثیر بگذارد. لذا معیار اصلی همگرا شدن جوابها بعد از اجرای برنامه است.

منابع:

- 1) Mark R. Jensen, Steven S. Piper, and Gary W. Brunner, P.E, Lateral Weir and Split Flow Optimization with the Hydrologic Engineering Center's River Analysis System (HEC-RAS), Building Partnerships - 2000 Joint Conference on Water Resource Engineering and Water Resources Planning & Management
- 2) HEC-RAS Online Help - Lateral Structures (Weirs, Gated Spillways, www.bossintl.com/.../source/lateralstructuresweirsgatedspillwaysculvertsanddiversionratingcurves4.htm

(۳) دکتر ابوالفضل شمسایی، طراحی سد های انحرافی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف

(۴) مهندس عبدا... اکبریان، طراحی سدهای انحرافی، انتشارات عمیدی

(۵) رزگار بابان، طراحی بندهای انحرافی، مهندسین مشاور سیناب گستر

(۶) سعید جبلی، سیستم تحلیل رودخانه با Hecras، دانشگاه صنعتی امیر کبیر