

سدهای خارج از بستر رودخانه، گامی در جهت انتقال آب بین حوضه ای معرفی سد خارج از بستر قیقاج

سید مهدی عصمت ساعتلو^۱

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی ارشد، عضو باشگاه پژوهشگران جوان

پست الکترونیکی: Meh_Scat@Yahoo.com

خلاصه

پیشرفت در همه زمینه ها مرهون استفاده بهینه از منابع آب می باشد. در چند سال اخیر با بهره گیری از روشهای جدید طراحی و مدیریتی، گامهای مناسبی در جهت تحقق این امر صورت گرفته است. چنانچه استفاده از آب در چرخه های بازگشتی متفاوت، بر اساس نیازهای خاص زمانی و مکانی، نوید بخش یک حرکت نوین در کنترل و استفاده مناسب از این منابع است. یکی از روشهای مهم و کارا جهت نیل به این هدف، احداث سد بر روی رودخانه ها است. بواسطه ایجاد این سازه ها و تاسیسات جانبی، ذخیره و متعاقب آن انتقال آب از یک مکان به مکان دیگر امکان پذیر است. در این راستا نیاز به طراحی و احداث سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه با توجه به نیاز آب در مناطقی که جریان آبهای سطحی و زیر زمینی در آنها قابل اغماض باشد، به روشنی مشهود و قابل تامل است. انحراف و انتقال آب از رودخانه های اصلی، مخازن دیگر سدها و یا محل های تجمع آب به مخازن سدهای خارج از بستر، می تواند در انتقال آب بین حوضه ای به عنوان یکی از مباحث مهم و کارآمد به شمار آید.

کلمات کلیدی: سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه، انتقال آب بین حوضه ای، سد قیقاج

مقدمه

در صورتی که جریان رودخانه منحرف شود یا بخشی از آن جدا شود و در مکانی دیگر، خارج از بستر رودخانه بر روی آن سد احداث شود، سد را خارج از بستر رودخانه گویند. چنین مخازنی در فاصله ای مناسب از رودخانه اصلی با محل مصرف قرار داشته و در شرایطی که امکان ایجاد مخزن در مسیر رودخانه اصلی وجود نداشته یا احداث آن با مشکلاتی همراه باشد، مد نظر قرار می گیرند. [۳ و ۴ و ۵]

رودخانه مرزی ارس یکی از پر آب ترین رودخانه های شمال غرب ایران است. سد ارس بر روی این رودخانه به صورت مشترک بین ایران و شوروی سابق احداث گردیده تا آب مورد نیاز بخش هایی از اراضی دو کشور را تامین نماید. شبکه آبیاری دشت مغان واقع در پایین دست این سد که در استان آذربایجان شرقی واقع گردیده، سهم عمده ای از حقایه ایران را به خود اختصاص داده است و بخشی از آب ذخیره شده در مخزن سد ارس و بالادست آن به استان آذربایجان غربی اختصاص یافته است. با توجه به اینکه تراز ارتفاعی اراضی کشاورزی بالاتر از تراز آب در مخزن سد ارس می باشد، لذا استفاده از حقایه تنها بوسیله پمپاژ امکان پذیر خواهد بود. در حال حاضر برداشت از حقایه مذکور با ظرفیت ۴/۷ متر مکعب در ثانیه با احداث ایستگاههای پمپاژ در چهارچوب دو پروژه،

۱- ایستگاه پمپاژ و شبکه آبیاری دشت شیبیلو با امکان پمپاژ حداکثر ۲/۷ متر مکعب در ثانیه

۲- ایستگاه پمپاژ و شبکه آبیاری و زهکشی اراضی جنوبی دریاچه ارس (ایستگاه پمپاژ قنبر

کندی ۱) به میزان حداکثر ۲ متر مکعب در ثانیه انجام می پذیرد.

همان گونه که ذکر گردید، ظرفیت طراحی شده برای ایستگاه های پمپاژ در دو طرح فوق برای دبی حداکثر مورد نیاز در ماه پیک می باشد. با این حال سهم حقایه در نظر گرفته شده برای استان آذربایجان غربی، ۱۰ متر مکعب در ثانیه و به مدت ۸ ماه اولیه سال (فروردین تا آبان ماه) می باشد. در باقی مانده سال، میزان برداشت کمتر از مقدار فوق بوده، لذا کمتر از حقایه بین المللی برداشت می شود.

¹ کارشناس شرکت مهندسین مشاور زیستاب

هدف طرح

با توجه به مطالب ذکر شده ، ملاحظه می گردد که در پروژه های اجرا شده (ایستگاههای پمپاژ قنبر کندی ۱ و شیبیلو) ، امکان بهره برداری از تمامی حجم حقبه سالیانه کشور ایران دیده نشده است و با تکمیل این طرح ها از طریق نصب خطوط لوله متصل به ایستگاه های پمپاژ موجود ، همراه با احداث بندهای خاکی و کانال انتقال آب از مخازن ایجاد شده به اراضی مستعد می توان از حداکثر حجم مجاز حقبه که ایستگاههای پمپاژ شیبیلو و قنبر کندی (۱) براساس آن طراحی و احداث شده اند ، در تمام سال استفاده نمود .

در الویت بندی استفاده از دو ایستگاه احداث شده شیبیلو و قنبر کندی (۱) ، پروژه اول به دلیل اینکه بخشی از کانال های توزیع آب که در منطقه پلدشت قرار می گیرد ، مطالعه شده و نقشه های اجرایی آن تهیه شده است در اولویت قرار می گیرد . با توجه به اولویت فوق ، پروژه استفاده از آب مازاد ایستگاه های پمپاژ شیبیلو ، شامل اجرای یک خط لوله جدید به همراه احداث یک مخزن ذخیره سازی آب مازاد مصرف شبکه کنونی و کانال انتقال آب از مخزن به اراضی تخصیص یافته در منطقه پایاب قرار گرفته است .

کلیات طرح

با توجه به این که رودخانه و سد ارس مرزی می باشد ، عملاً احداث سد بر روی این رودخانه ، به صورت اختصاصی برای ایران امکان پذیر نمی باشد . بنابر این لازم است ذخیره سازی آب مازاد بر نیاز از حقبه ایران به کمک سدی در محدوده ای نزدیک به ایستگاههای پمپاژ ، خارج از بستر اصلی رودخانه صورت پذیرد . تا پس از انتقال و ذخیره سازی آب بتوان از آن برای آبیاری نقلی اراضی پایین دست استفاده نمود . بدین منظور جستجوهای لازم از طریق بررسی نقشه های توپوگرافی ، عکس های هوایی و بازدیدهای صحرائی برای یافتن محل یا محل های مناسب جهت ایجاد مخزن انجام گردید . در نهایت پس از انتخاب چند محل برای احداث سد و انجام بررسی های ژئوتکنیکی ساختگاه ها و مقایسه اقتصادی با یکدیگر ، محور فعلی سد قیقاچ در حدود ۴/۵ کیلومتری ایستگاه پمپاژ شیبیلو به عنوان گزینه برتر جهت احداث سد انتخاب گردید . بر اساس مطالعات منابع آب لازم است که حجم مفید مخزن قیقاچ حدود ۱۰ میلیون متر مکعب باشد تا نیازهای آبی اراضی پایاب را با الگوی کشت تعیین شده بر اساس مطالعات اقتصادی تامین نماید .

جدول ۱- الگوی کشت بر اساس مطالعات اقتصادی

محصول	گندم	جو	یونجه	آفتابگردان	صیفی	کنجد	چغدرقند	جمع
درصدکشت	۲۰	۲۰	۲۵	۱۵	۱۰	۵	۵	۱۰۰

از آنجایی که توپوگرافی خط الراس جناحین پایین تر از تاج می باشد ، سد قیقاچ جهت تامین حجم مورد نیاز مخزن به صورت پلان U شکل انتخاب گردیده است . محل محور سد بر روی یک مسیل فصلی می باشد که در نهایت این مسیل به دریاچه سد ارس متصل می گردد .

از نظر زمین شناسی حوضه آبریز این مسیل سازند قرمز فوقانی می باشد که متشکل از مارن ، شیل و ... است . جهت جلوگیری از وارد شدن رسوبات این مسیل که به دلیل نوع سازند زمین شناسی حوضه آبریز کیفیت آب مخزن را کاهش می دهند ، احداث یک بند انحرافی و کانال انحراف جهت تغییر مسیر مسیل قیقاچ به داخل مسیل مجاور آن مورد توجه قرار گرفت . پیش بینی چنین سیستم انحرافی برای مسیل قیقاچ دارای مزایای زیر برای سد مخزنی قیقاچ می باشد ،

الف - جلوگیری از ورود رسوب به داخل مخزن سد و در نتیجه جلوگیری از کاهش حجم مفید مخزن

ب - امکان پایین آوردن تراز حداقل آگیری برای استفاده از حداکثر حجم ممکن مخزن

ج - جلوگیری از کاهش کیفیت آب مخزن

د - عدم نیاز به سرریز با توجه به ورود کنترل شده آب به داخل مخزن و عدم ورود سیلاب بالادست به مخزن

براساس مطلب فوق ، وضعیت بخش تاثیر گذار سیستم انحراف که در تمام پروژه های سدهای مخزنی بر روی بستر اصلی رودخانه ، چالش بزرگی در سیمای طرح و در روش اجرا ، زمان اجرا و در نهایت زمان و هزینه تمام شده طرح دارند مشخص گردید ، که به دلیل فصلی بودن مسیل قیقاچ عملاً احداث سیستم انحراف که در تمام پروژه ها شرط لازم برای اجرای بدنه اصلی سد می باشد به عنوان عامل بحرانی از مسیر زمانبندی اجرای پروژه حذف گردید . بنابراین اجزای طرح به صورت جدا از هم که تاثیری بر همدیگر از نظر برنامه زمانبندی پروژه ندارد به شرح زیر می باشند ،

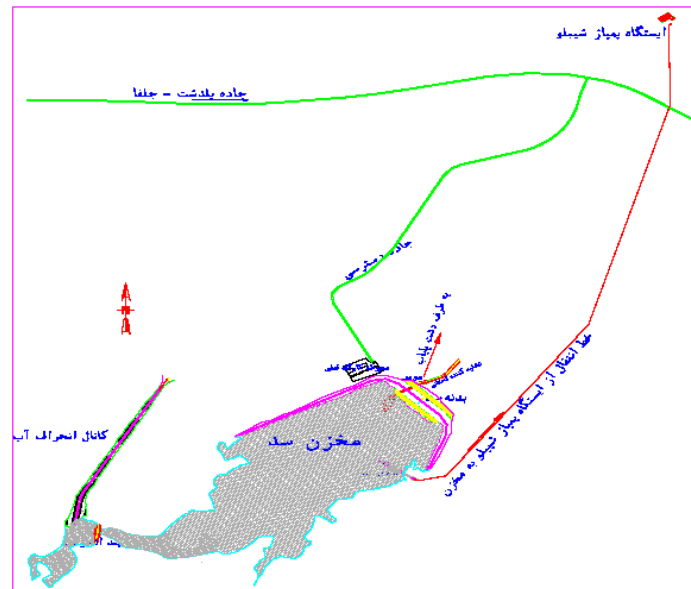
بند انحرافی ، کانال انحراف ، بدنه سد و کالورت آگیر ، سازه ورودی و خروجی کالورت ، سازه ورودی آب از خط انتقال ، خط و کانال انتقال از ایستگاه پمپاژ شیبیلو به مخزن سد و اراضی پایاب .

بنابراین بجز کالورت آگیر که از زیر بدنه سد عبور می کند ، سایر اجزای طرح از نظر برنامه زمان بندی اجرایی پروژه به یکدیگر وابسته نمی باشند . حتی در مورد بدنه سد و کالورت نیز به دلیل شکل محور می توان بدنه سد را به سه بخش جناح راست ، جناح چپ و بخش میانی تفکیک نمود و به صورت همزمان عملیات احداث کالورت و عملیات خاکریزی بدنه سد را بدون محدودیت فضای اجرایی شروع نمود . شایان ذکر است با توجه به اینکه ارتفاع سد قیقاچ در ۴۰۰ متر از محور آن حداکثر مقدار خود را (حدود ۲۹ متر) داشته و در مابقی طول محور دارای ارتفاعی د حدود ۱۰ متر می باشد . بنا براین با توجه به حجم و نوع مصالح در دسترس در فاصله حمل اقتصادی ، بدنه سد از نوع همگن همراه با یک سیستم زهکش داخلی طراحی

گردیده است. در مجموع با توجه به منفک بودن اجزای طرح از همدیگر از نظر وابستگی اجرایی، پروژه دارای سهولت اجرایی بوده و با تامین ماشین آلات و تجهیزات و منابع انسانی لازم می توان مطابق با برنامه زمان بندی عملیات اجرایی آن را به اتمام رسانید.

مشخصات اجزاء طرح

طرح قیقاچ به طور کلی شامل سه بخش خط انتقال آب از ایستگاه شیبلو به مخزن، سد مخزنی و تاسیسات وابسته و کانال انتقال آب به اراضی پایاب می باشد. ساختگاه مورد نظر برای احداث سد قیقاچ در استان آذربایجان غربی در ۱۰۰ کیلومتری شهرستان ماکو و ۳۰ کیلومتری شهر پلدشت و حدود ۳ کیلومتری روستای قیقاچ واقع شده است که دسترسی به آن از طریق جاده آسفالتی ارس - پلدشت - ماکو و احداث یک جاده به طول ۴ کیلومتر امکان پذیر می باشد.



شکل ۱ - جانمایی کلی اجزاء طرح

خط انتقال آب به مخزن

این خط انتقال فلزی بوده و جهت انتقال مازاد آب ایستگاه پمپاژ شیبلو به مخزن سد قیقاچ طراحی گردیده است، که مشخصات کلی آن به قرار زیر است،

جدول ۲- مشخصات کلی خط انتقال

مشخصات کلی خط انتقال			
طول خط	:	۴۲۲۴ متر	ضخامت جدار لوله
قطر لوله	:	۱۶۰۰ میلی متر	ظرفیت
			۶/۳۵ میلی متر
			۲/۲ مترمکعب برثانیه

سد مخزنی و تاسیسات وابسته

مشخصات کلی سد و مخزن

هیدرولوژی

بر اساس آمار جدید و نتایج مطالعات به روز شده هواشناسی و هیدرولوژی طرح مساحت حوزه آبریز منطقه ۳۸/۶ کیلومتر مربع و متوسط بارندگی در حوزه آبریز سد ۲۵۸ میلی متر می باشد .

مخزن سد

مخزن تشکیل شده در بالادست محور سد در تراز نرمال دارای طولی در حدود ۲۸۰۰ متر می باشد که مشخصات آن به قرار زیر است،

جدول ۳- مشخصات مخزن

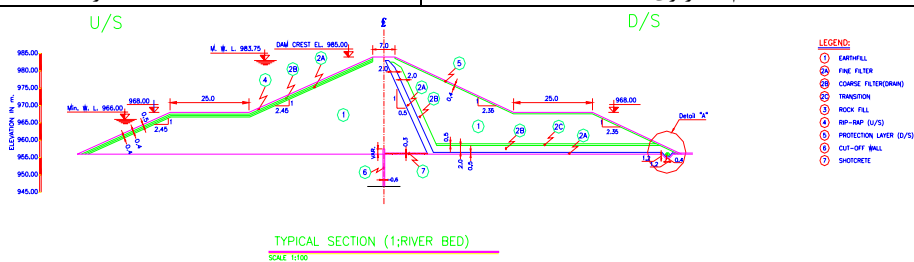
مشخصات مخزن	
تراز کف بستر رودخانه در محل سد	۹۷۵ متر
تراز حداکثر	۹۸۴/۷۵ متر
حجم مفید	۹۸۴/۷۵ متر
سطح مخزن در تراز عادی	۱/۲ کیلومتر مربع

بدنه سد

سد خاکی از نوع همگن با سیستم زهکش داخلی می باشد که در جدول زیر مشخصات آن آمده است. شکل (۲) مقطع عرضی بدنه را در بخش میانی محور سد را نشان می دهند .

جدول ۴- مشخصات بدنه

مشخصات بدنه	
طول تاج	۱۹۹۵ متر
عرض تاج	۷ متر
تراز تاج	۹۸۵
تراز حداکثر مخزن	۹۸۳/۷۵
شیب بالا دست	۱ : ۲/۴۵
شیب پایین دست	۱ : ۲/۳۵
ارتفاع از سنگ بستر	۲۹ متر
حجم خاکبرداری	۲۱۹/۰۰۰ متر مکعب
حجم خاکریزی	۱/۰۵۰/۰۰۰ متر مکعب



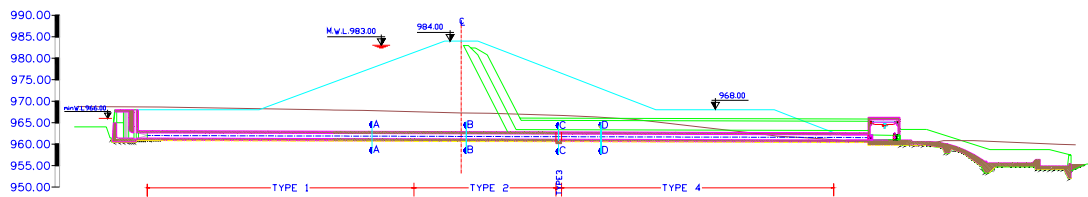
شکل ۲- مقطع عرضی بدنه در بخش میانی محور سد

سیستم تخلیه کننده تحتانی

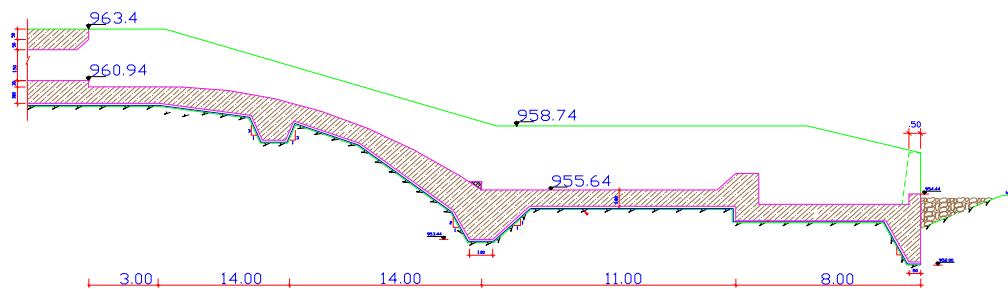
به منظور کنترل آبیگری اولیه و تخلیه سریع مخزن سد قیقاچ در مواقع اضطراری ، یک سیستم تخلیه کننده تحتانی در نظر گرفته شده است . تخلیه کننده شامل آبیگیر ، دریچه راس ، لوله انتقال تحت فشار و دریچه های تخلیه آب می باشد . در جدول زیر مشخصات کالورت آمده است .

جدول ۵- مشخصات کالورت

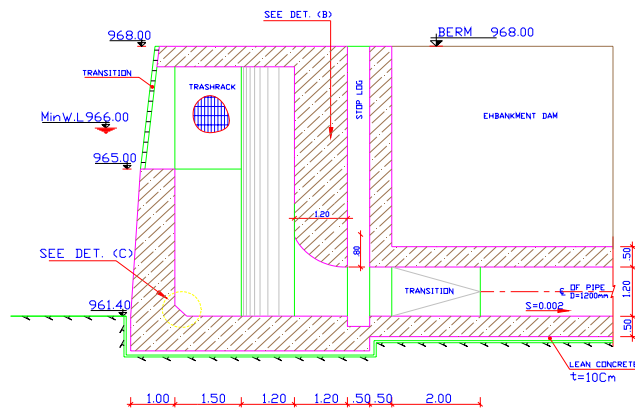
مشخصات کالورت	
قطر لوله داخلی کالورت	۱۶۰۰ میلی متر
طول کالورت	۲۲۰ متر
حداقل ظرفیت تخلیه کننده	۴/۳ متر مکعب بر ثانیه
تراز دهانه آبیگری	۹۶۸
حداکثر ظرفیت تخلیه کننده	۱۰/۳۴ متر مکعب بر ثانیه
حداکثر نیاز آبیگری	۱/۷ متر مکعب بر ثانیه



شکل ۳- نمایی کلی از سازه تخلیه کننده تحتانی در زیر بدنه سد



شکل ۴- مقطع حوضچه آرامش



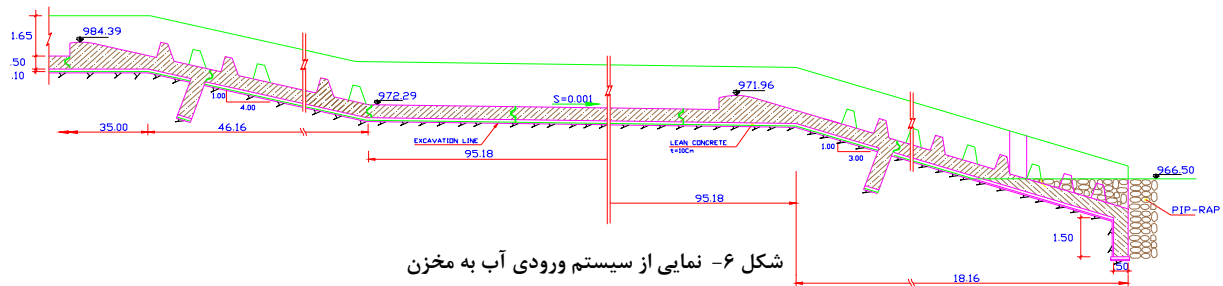
شکل ۵- مقطع سازه ورودی (کالورت)

سیستم ورودی آب به مخزن

مازاد آب مورد نیاز شبکه شیبیلو توسط خط انتقالی با لوله به قطر ۱۶۰۰ میلی متر از طریق سازه ورودی به مخزن سد قیقاج منتقل می گردد . در جدول زیر مشخصات کلی سیستم ورودی آب آمده است .

جدول ۶- مشخصات سیستم ورودی آب به مخزن

مشخصات سیستم ورودی آب به مخزن	
طول کانال	۲۱۵/۵ متر
قطر لوله	۱۶۰۰ میلی متر
دبی ورودی	۲/۲ متر مکعب بر ثانیه
عرض حوضچه آرامش	۴/۵ متر
طول حوضچه آرامش	۶/۵ متر



شکل ۶- نمایی از سیستم ورودی آب به مخزن

سیستم انحراف

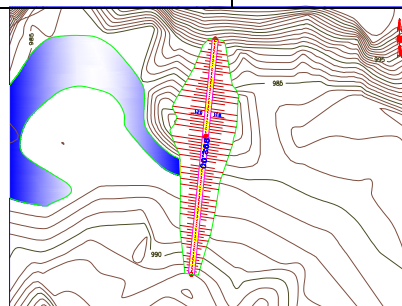
همان طوری که قبلاً ذکر گردید ، مسیل مورد نظر برای ایجاد سد مخزنی قیقاج فصلی می باشد و مخزن سد نیز به صورت یک مخزن بسته عمل می کند (ورودی آب به داخل مخزن از طریق ایستگاههای پمپاژ انجام می پذیرد) ، جهت تخلیه سیلابهای رودخانه از یک بند انحرافی در بالادست مخزن سد استفاده می شود که با احداث این بند انحرافی خاکی ، امکان ورود آب های با کیفیت نامطلوب ناشی از سیلاب های طبیعی به مخزن سد قیقاج از بین خواهد رفت . هم چنین با احداث یک کانال خاکی در جناح راست ، سیلاب ها به سمت مسیل مجاور منحرف می گردند . بدین ترتیب برای احداث سد قیقاج به سیستم انحراف موقت آب در دوره ساختمان ، نیاز نخواهد بود و مجموعه بند خاکی بالادست و کانال خاکی بالادست نقش سیستم انحراف طرح مذکور را ایفا خواهند کرد . علاوه بر آن امکان رسوبات به داخل مخزن از بین خواهد رفت . این موارد از جمله مزیت های اجرای سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه می باشد .

الف- بند انحرافی

بند انحرافی موجود از نوع خاکی با مصالح همگن است که مشخصات آن به شرح زیر است .

جدول ۷- مشخصات بند انحرافی

مشخصات بند انحرافی	
تراز تاج	۹۹۲ متر از سطح دریای آزاد
طول تاج	۱۸۰ متر
عرض تاج	۵ متر
تراز سیلاب حداکثر	۹۹۱ متر از سطح دریای آزاد
شیب بالادست	۱:۲
شیب پایین دست	۱:۱/۸
حجم خاکریزی	۲۶۰۰۰ متر مکعب
حجم خاکبرداری	۸۰۰۰ متر مکعب



شکل ۷- نمایی کلی بند انحرافی بالادست

ب - کانال انحراف آب

این کانال در جناح راست بند واقع شده است و وظیفه آن انتقال آب ذخیره شده در بند به بیرون از آن می باشد . در جدول زیر مشخصات کلی آن آمده است .

جدول ۸- مشخصات کانال انحراف آب

مشخصات کانال انحراف آب	
طول کانال	۱۲۸۰ متر
عرض کانال	۱۰ متر
شیب دیواره کانال در مقطع آبراهه	۱:۱/۵
شیب دیواره کانال در بالای مقطع آبراهه	۱:۲
تراز سیلاب حداکثر در ورودی کانال	۹۹۱ متر از سطح دریای آزاد
شیب طولی کانال	۰/۰۰۳
حجم حفاری	۲۹۴۰۰۰ متر مکعب

کانال انتقال آب

این کانال دارای مقطع دوزنقه ای ، با لاینینگ بتنی به ضخامت ۱۰ سانتی متر می باشد که در جهت انتقال آب مخزن به اراضی پایاب طراحی شده است و مشخصات کلی آن به قرار زیر است ،

جدول ۹- مشخصات کانال انتقال آب

مشخصات کانال انتقال آب	
نوع کانال	دوزنقه ای با عرض کف ۱/۲ متر
طول کانال	۱۱۷۰۰ متر
شیب عرضی کانال	۱:۱/۵
شیب طولی کانال	۰/۰۰۱
دیی کانال	۲/۵ متر مکعب بر ثانیه

جمع بندی و نتیجه گیری حاصل از احداث سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه در موارد زیر قابل بررسی است ،

- انتقال آب بین حوضه ای و مقابله با خشکسالی احتمالی حوضه
- آبیاری تکمیلی اراضی پایاب و یا تغذیه مصنوعی سفره های زیر زمینی
- افزایش قدرت انتخاب محل مناسب ساختگاه به لحاظ شرایط زمین ساختی
- تسریع در زمان اجرای ساختمان سد باتوجه به نزدیکی محل انتخاب ساختگاه سد به منابع قرضه و عدم نیاز به سیستم های بزرگ انحراف آب درحالت مشابه که محور سد بر روی بستر اصلی رودخانه قرار گرفته است .
- کاهش ریسک خراب شدن در زمان ساخت
- عدم نیاز به سرریز بزرگ با توجه به ورود کنترل شده آب به داخل مخزن و هم چنین عدم وقوع سیلابهای مخرب با توجه به کوچک بودن حوضه
- عدم نیاز به لایروبی یا جلوگیری از ورود رسوب به داخل مخزن و متعاقب آن کاهش تراز حداقل آبیگری از مخزن
- عدم تداخل جبهه های کاری باهم
- حرکت در راستای اهداف مهندسی ارزش برای تسریع و کاهش هزینه های رسیدن به توسعه پایدار

مراجع

- /۱/ سیمای طرح سد قیقاج ، مهندسین مشاور زیستاب
- /۲/ مجید رضاپور ، شمس اله آرین فر ، سد قیقاج ، اولین کارگاه تخصصی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه
- /۳/ ویژگی های فنی واقتصادی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه با اشاره به مطالعات موردی ، ابراهیم مکلف سربند ، سید مهدی امیری ، محمد بدلی مشاهیر و عباس خطیبی ، اولین کارگاه تخصصی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه
- /۴/ محمد ابراهیم یخکشی و هوشنگ آب برین، معرفی سد خارج از بستر کیودوال ، اولین کارگاه تخصصی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه
- /۵/ شرکت مهندسین مشاور آب پوی ، مسائل و ویژگی های فنی و اجرایی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه و معرفی سد بار، اولین کارگاه تخصصی سدهای خارج از بستر اصلی رودخانه