

حفاظت از رشته قنات‌ها در برابر سیلاب مطالعه موردی: رودخانه مود واقع در استان خراسان جنوبی (شهر بیرجند)

محمود فغفور مغربی

E-mail: Magrebi@yahoo.com استادیار دانشکده مهندسی فردوسی مشهد

علی اصغر حیدریگی

E-mail: Asghar512002@yahoo.com عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کاشمر

چکیده

پروژه آبخوانداری (پخش سیلاب) شهر بیرجند از سال ۱۳۷۵ در منطقه ای به مساحت ۵۰۰۰ هکتار، به منظور مهار جریانهای سیلابی چهار رودخانه تعریف شده است. به منظور انتقال جریان به اراضی پخش سیلاب یک سری سازه‌های هیدرولیکی در مجاورت رودخانه مود، در حال احداث می‌باشد که باعث انحراف جریان سیلابی به شبکه پخش سیلاب خواهد شد. در منطقه انحراف سیلاب، یک رشته قنات در منطقه سیل گیر واقع شده است که با احداث سرریز انحرافی، در اولین سیلاب تعدادی از میل چاههای قنات مذکور در مواجه با سیلاب، تخریب شده و مقادیر زیادی گل و لای به داخل قنات وارد شده و منجر به مسدود شدن قنات و یا افت شدید جریان قنات خواهد شد.

به منظور محافظت میل چاههایی که در معرض سیل گیری واقع می‌شوند راهکارهایی اندیشیده شده که از میان آنها افزایش ارتفاع میله چاه بر روی سطح زمین، تقویت میل چاهها و کوره قنات با کول گذاری را می‌توان نام برد. طراحی سازه‌های هیدرولیکی مورد نیاز جهت بهره‌برداری از سیلاب و راهکارهای محافظت میل چاهها در مواجه با سیلاب بر اساس اطلاعات هیدرولوژیکی، طغیان رودخانه، روند یابی سیل، میزان نفوذ و تبخیر انجام می‌شود.

واژه‌های کلیدی: قنات، آبخوان، مهار سیلاب

مقدمه

آبخوان به منطقه‌ای اطلاق می‌شود که دارای رسوبات درشت دانه و به صورت متخلخل است که قابلیت نفوذ، ذخیره و انتقال آب را داشته باشد. بحث آبخوانداری تقریباً به مدت دو دهه است که به طور جدی در آبخوانهای ایران دنبال می‌شود. سیستمهای پخش سیلاب از جمله کارآمدترین سیستمهای سطوح آگیر می‌باشند که در مقایسه با سایر سیستمهای مهار سیلاب موثرتر است. طرح پخش سیلاب با ابتکار و تلاش آقای کوثر [۱] در منطقه گریبایگان واقع در ۵۰ کیلومتری شهرستان فسا در استان فارس در سطح ۲۰۰ هکتار اجرا شد که از مزایای بسیاری برخوردار بود. از مهمترین نتایج حاصله طرح پخش سیلاب می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- کنترل و مهار سریع، اقتصادی و کم هزینه سیلابها همراه با کاهش و حتی حذف خسارات، و مدیریت و بهره‌برداری اقتصادی از آنها

۲- تزریق به موقع و کم هزینه سفره‌های آب زیر زمینی و استفاده بهینه از نزولات
 ۳- تبدیل اراضی غیر قابل استفاده آب‌رفتهای درشت دانه در عرصه‌های آبخوان و مخروط افکنه‌ها به مراتع
 مشجر و جنگلهای انبوه

۴- کور نمودن بسیاری از کانون‌های تولید و انتشار شن‌های روان با نشست رسوبات ریز و چسبند در
 عرصه‌های آبخوان و ایجاد رویشگاه بر روی آنها

۵- جلوگیری از توسعه بیابانها و احیای اراضی بایر و بیابانی

۶- افزایش تولیدات کشاورزی و ایجاد جایگاهی عظیم برای اقتصاد منابع طبیعی

نظر به اهمیت پروژه و پیشنهاد وزارت جهاد کشاورزی مبنی بر احداث ۳۰ ایستگاه تحقیقاتی - ترویجی و
 آموزشی پخش سیلاب در آبخوان و موافقت سایر دستگاههای دولتی ذیربط، مدیریت جهاد کشاورزی بیرجند با توجه به
 نیاز وافر و اولویت دشت بیرجند طرح توجیهی ایجاد ایستگاه را تهیه و تکمیل نمود که با توجه به توجیهات فنی و
 کارشناسی مورد تصویب قرار گرفت.

پروژه پخش سیلاب آبخوانداری بیرجند [۲]

منطقه مورد نظر در حد فاصل ۳۵' ۳۲° تا ۵۵' ۵۵' ۳۲° عرض جغرافیایی و حد فاصل ۱۵' ۵۹° تا ۴۵' ۵۹°
 طول جغرافیایی که دارای ۱۹ حوضه آبریز و در فاصله ۴۹۰ کیلومتری جنوب مشهد و حد فاصل کیلومتر ۷ تا ۳۵ جاده
 بیرجند- زاهدان در جنوب شهرستان بیرجند واقع شده است [۸].

حوضه‌های آبخیز منطقه به وسعت 916 km^2 و متوسط بارندگی ۲۱۱ میلی‌متر بر روی تشکیلات زمین شناسی
 کنگلومرا و ماسه سنگ می‌باشد. ضخامت تقریبی آبخوان (آبرفت) ۷۰ تا ۲۰۰ متر با ضریب تخلخل ۰/۲ و شیب عمومی
 یک تا دو درصد می‌باشد.

آبدهی حداکثر لحظه‌ای سالیانه در آبخیزهای منطقه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- آبدی حداکثر سالیانه در دوره بازگشت های متفاوت

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۱۰۰
آبدی حداکثر سالیانه (m^3/s)	۳۰/۷	۵۵/۷۷	۸۶/۶۷	۱۶۹/۰۴

این ایستگاه در حال حاضر علاوه بر مهار نزولات جوی در یک عرصه ۵۰۰۰ هکتاری قادر است رواناب چهار
 رودخانه فصلی بهدان، چاج- خراشاد، نوفرست و مود را بوسیله ۷ تورکینست، ۵۱ کانال آبرسان و پخش به طول ۱۱۸
 کیلومتر، ۱۷۸ دروازه سنگی- سیمانی و ۲ کالورت لوله‌ای هدایت و پخش نماید.

انحراف سیلاب‌های فصلی رودخانه مود

پروژه رودخانه مود دارای وسعت ۱۴۷ کیلومتر مربع، رواناب سالیانه حدود ۴ میلیون متر مکعب و مشخصات
 هیدرولوژی حوضه با دوره بازگشت‌های متفاوت می‌باشد که در جدول ۲ آمده است [۱۲].

جدول ۲ - مشخصات هیدرولوژی حوضه آبریز رودخانه مود

دوره بازگشت (سال)	۲	۵	۱۰	۲۰	۴۰	۱۰۰	۲۰۰
حجم رواناب (MCM)	۶/۶۲	۸/۱۴	۹/۰۱	۹/۶۶	۱۰/۱۹	۱۰/۵۸	۱۱/۳۲
دبی (m^3/s)	۱/۵۲	۲۶/۲۳	۶۵/۱۲	۱۰۶/۲۴	۱۶۳/۰۷	۲۰۰	-

در این فاز پس از تکمیل سازه‌های خاکی و سنگی-سیمانی به منظور بهره‌برداری از سیلاب‌های فصلی رودخانه مود نیاز به منحرف نمودن جریان‌های فصلی به سمت سازه‌های احداث شده و برداشت دبی مورد نیاز پروژه، انتقال دبی کنترل‌شده به دشت مجاور و نهایتاً انتقال دبی مازاد به مسیر اولیه رودخانه مود می‌باشد.

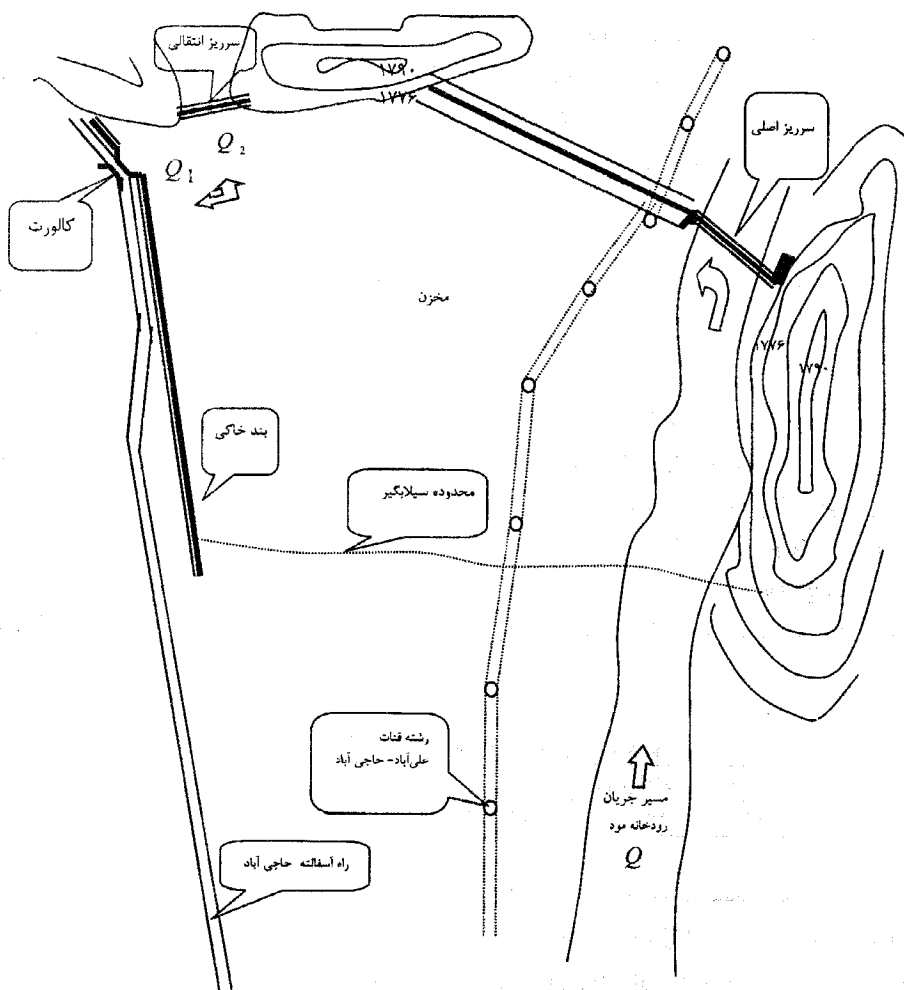
در مجاورت رودخانه مود دو سازه سنگی-سیمانی به منظور انتقال جریان سیلابی به داخل پروژه و انتقال سیلاب به منطقه دیگر احداث شده است. در شکل ۱ نمایی کلی از موقعیت قنات‌ها و سازه‌های احداث شده و در جدول ۳ کد ارتفاعی این سازه‌ها در مجاورت رودخانه مود مشخص شده است [۵]، [۶].

اساس طراحی شبکه انتقال سیلاب رودخانه مود بر اساس دبی پایه رودخانه $200 \text{ m}^3/\text{s}$ با دوره بازگشت صد ساله می‌باشد. شرایط نیاز آبی پروژه به اینصورت است که ابتدا باید دبی $12 \text{ m}^3/\text{s}$ از کالورت احداث شده در زیر جاده عبور نموده و پس از آن دبی مازاد حداکثر به میزان $80 \text{ m}^3/\text{s}$ از سرریز انتقالی عبور نموده و به دشت پایین دست به منظور نفوذ سیلاب، آبیاری تکمیلی فاز مود-سیجار و مصارف کشاورزی انتقال یابد و مابقی جریان سیلابی توسط سرریز اصلی وارد رودخانه مود گردد. به منظور انتقال سیلاب به کانال‌های پخش، جریان سیلابی پس از عبور از داخل کالورت وارد حوضچه آرامش شده و نهایتاً وارد شبکه پخش سیلاب می‌گردد. شرایط توپوگرافی منطقه به گونه‌ای است که حداقل دبی پایه رودخانه پس از انحراف توسط سرریز اصلی به سمت کالورت هدایت شده و زمانی که عمق جریان در ورودی کالورت به 80 cm می‌رسد میزان دبی عبوری از کالورت برابر با $12 \text{ m}^3/\text{s}$ می‌شود. جهت جلوگیری از انباشت بیشتر سیلاب در مخزن، در مجاورت کالورت سرریز انتقالی به عرض 40 m احداث شده است که ارتفاع تاج این سرریز از کف لوله به ارتفاع 80 cm در نظر گرفته شده است و هنگامی که عمق جریان به بیش از 80 cm برسد سرریز انتقالی عمل نموده و دبی حد اکثر $80 \text{ m}^3/\text{s}$ را از خود عبور می‌دهد.

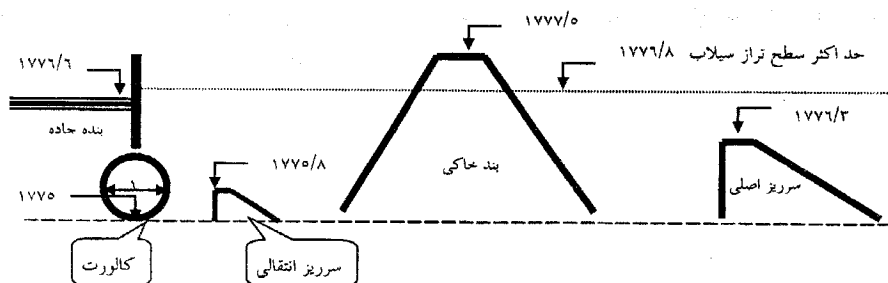
جدول ۳- کد ارتفاعی سازه‌های مجاور رودخانه مود

نوع عارضه	محدوده سیلابگیر	کف مخزن	سرریز اصلی	بند خاکی	سرریز انتقالی	کف کالورت	راه آسفته
کد ارتفاعی (m)	۱۷۷۷	۱۷۷۵/۵	۱۷۷۶/۳	۱۷۷۷/۵	۱۷۷۵/۸	۱۷۷۵	۱۷۷۶/۶

زمانی که دبی عبوری از سرریز انتقالی به میزان $80 \text{ m}^3/\text{s}$ می‌رسد عمق جریان سیلابی بر روی تاج سرریز برابر با یک متر و میزان عمق سیلاب در مجاورت کالورت برابر با $1/8 \text{ m}$ می‌رسد (شکل ۲). با توجه به اینکه با افزایش عمق سیلاب در ورودی کالورت به بیش از یک متر میزان دبی عبوری به بیش $12 \text{ m}^3/\text{s}$ خواهد رسید (در عمق ماکزیمم $1/8$ متر برابر با 27 متر مکعب)، لذا به منظور کنترل سیلاب ورودی به مخزن، بر روی سه عدد از لوله‌های انتقال سیلاب (لوله اول، سوم و پنجم) دریچه‌های قابل کنترلی نصب شده است که در مواقع ضروری (عمق جریان از $1/8 \text{ m}$ تا 1 متر) می‌توان آنها را به طور کامل بست که در حالت حداکثر ارتفاع سیلاب به میزان $1/8 \text{ m}$ در داخل مخزن دبی عبوری از کالورت برابر با $12 \text{ m}^3/\text{s}$ می‌شود (شکل ۳).

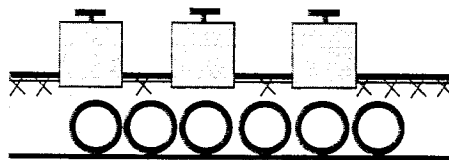


شکل ۱ - موقعیت قرارگیری میل‌قناتها در پروژه پخش سیلاب رودخانه مود بیرجند.



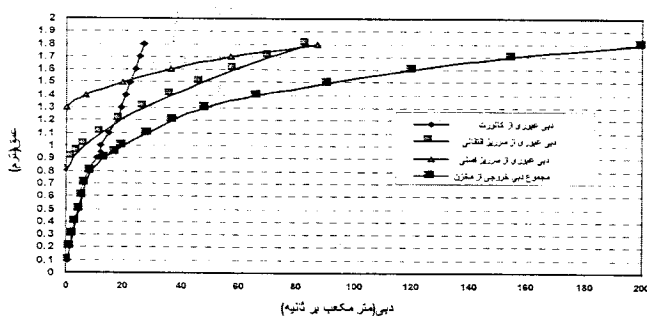
شکل ۲- مشخصات هیدرولیکی انحراف سیلاب رودخانه مود

به منظور انتقال سیلاب مازاد کالورت و سرریز انتقالی، یک سرریز سنگی-سیمانی بر روی رودخانه مود (سرریز اصلی) به عرض 120 m که حداکثر عمق سیلاب انتقالی از آن برابر 50 cm می‌باشد طراحی می‌گردد. این نکته قابل ذکر است که با توجه به مطالب مطرح گردیده تراز تاج سرریز اصلی واقع بر روی رودخانه مود نسبت به تراز کف لوله باید $1/3\text{ m}$ بالاتر باشد.



شکل ۳ - چگونگی قرار گیری دریچه‌های کنترلی بر روی کالورت با مقطع لوله‌ای

چنانچه سطح تراز آب در قسمت میانی مخزن حدود $1/8\text{ m}$ در نظر گرفته شود با توجه به نقشه توپوگرافی منطقه و نقشه برداری‌های انجام شده و باز دیده‌های میدانی مشخص می‌شود که حد فاصل سرریز اصلی رودخانه مود تا محدوده ارتفاعات مجاور سرریز انتقالی و حد فاصل پل لوله‌ای تا محدوده سیلابگیر (شکل ۱)، به منظور جلوگیری از خروج سیلاب از مخزن و جلوگیری از صدمه رساندن سیلاب به جاده آسفالت‌ه حاجی آباد نیاز به احداث بند خاکی با تراکم مناسب می‌باشد. در شکل ۴ نمودار تغییرات دبی خروجی از کالورت، سرریز انتقالی، سرریز اصلی و مجموع دبی خروجی از مخزن نشان داده شده است.



شکل ۴ - نمودار تغییرات دبی عبوری از کالورت، سرریز انتقالی، سرریز اصلی و مجموع دبی خروجی از مخزن

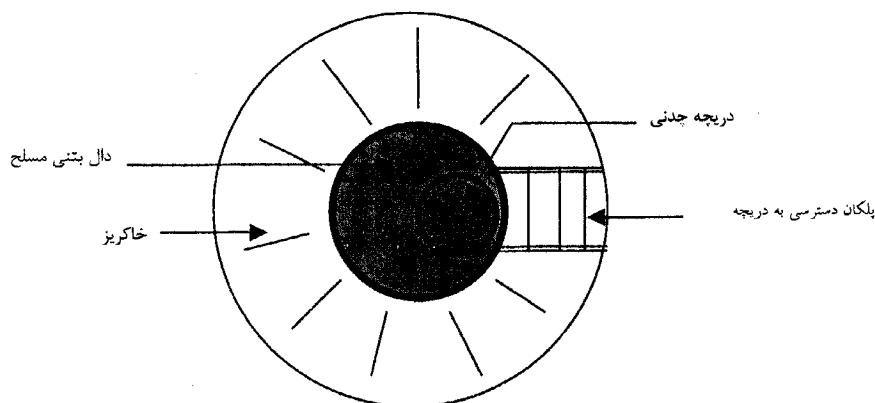
با استفاده از نقشه توپوگرافی منطقه و اطلاعات هیدرولیکی جریان سیلابی مشخص می‌شود که حجم مخزن حدود $500,000\text{ m}^3$ می‌شود و از طرفی احداث سرریز اصلی بر روی رودخانه باعث می‌شود که حداقل دبی‌های پایه را در مخزن نگه داشته و به پایین دست انتقال ندهد. با توجه به اینکه در پایین دست رودخانه روستاهایی وجود دارد که از جریانهای سیلابی رودخانه مود برای مصارف کشاورزی استفاده می‌نمایند، لذا دو عدد دریچه بر روی سرریز اصلی در نظر گرفته شده است که توسط آن حقابه روستاهای پایین دست تامین گردد.

محافظت از رشته قنات واقع در منطقه طرح

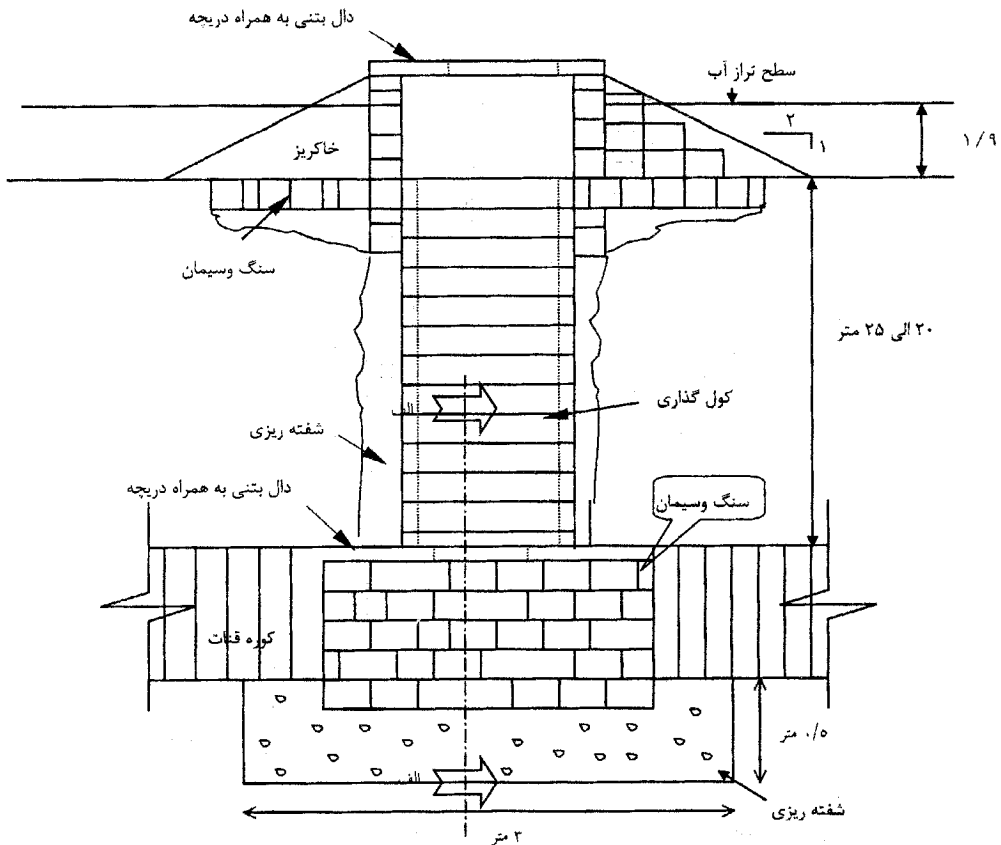
با توجه به شکل ۱ مشاهده می‌شود یک رشته قنات (قنات علی‌آباد-حاجی‌آباد) دقیقاً از داخل مخزن سیلابگیر یا دبی حدود 3 الی 5 لیتر در ثانیه عبور می‌نماید که با احداث سرریز اصلی بر روی رودخانه مود تعدادی از میل قنات‌ها مستغرق شده و با تخریب و ریزش بدنه میل قنات و نفوذ رسوبات ریزدانه و درشت‌دانه به داخل قنات باعث می‌شود که

مسیر جریان آب در قنات كاملا مسدود شود. لازم به ذكر است با توجه به ميزان بارندگي اندك در استان خراسان جنوبي و نقش بسزاي آبهاي زيرزميني در مصارف شرب و كشاورزي، باعث شده است كه اهميت آب رشته قنات براي روستاهاي پايين دست از اهميت حياتي برخوردار باشد.

به منظور محافظت از رشته قنات در محدوده پخش سيلاب، نخست مالکين قنات شناسايي شده و پس از توجيه آنان در خصوص چگونگي عملکرد پروژه و بيان تاثيرات مفيد پخش سيلاب مخصوصا بر روي آبهاي چاهها و قنات رضايتمالکين مبنی بر تقويت رشته قنات گرفته شد. پس از اين مرحله تيمهاي كارشناسي (كارشناس سازه، آب، آبخيزداري، بيولوژيك و تعدادي از رشتههاي مرتبط) بازديدهاي ميداني از منطقه داشته و در اين خصوص نظرات كارشناسي جمع آوري گرديد. طرح پيشنهادي به منظور محافظت ميل قناتها در شكل ۵ نشان داده شده است. به منظور سهولت انتقال جريان در كوره قنات، ابتدا حد فاصل قبل از بند خاكي تا محدوده سيلابگير (حدود ۳۰۰ متر) لايروبي شده و پس از آن مطابق طرح پيشنهادي محافظت قنات صورت مي پذيرد.

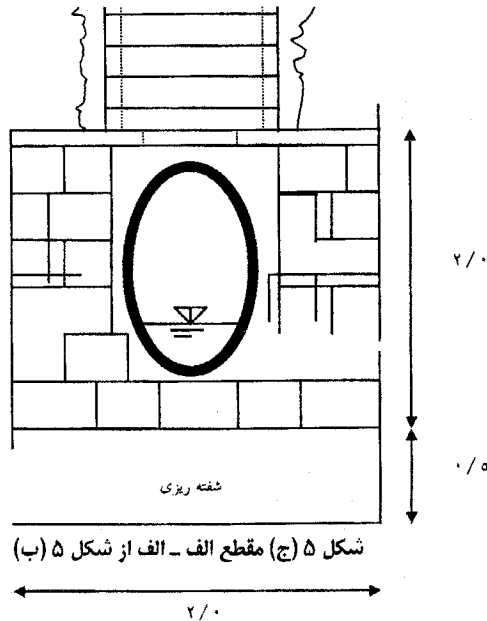


شكل ۵- پلان طرح پيشنهادي محافظت ميل قناتها در مقابل جريان سيلابي



شکل ۵ (ب) مقطع قائم طرح پیشنهادی محافظت میل قنات‌ها در مقابل جریان سیلابی.

در طرح پیشنهادی جهت بستر سازی مناسب، شفته ریزی در قسمت تقاطع کوره قنات با میل چاه منظور شده است و بر روی آن تا ابتدای میل چاه دیواره‌ای از سنگ و سیمان به همراه یک دال بتنی مسلح که دارای دریچه‌ای چدنی به منظور بازدید داخل کوره قنات، در نظر گرفته شده است. در داخل میل چاه قنات (از روی دال بتنی تا سطح زمین) کول گذاری به همراه شفته ریزی حد فاصل پیرامون کول‌ها و دیواره تنوره لحاظ شده است و به منظور جلوگیری از فرسایش سطح زمین توسط جریانهای سیلابی و صدمه وارد نمودن به کول‌های داخل میل چاه، دیواره‌ای سنگ-سیمانی مانند یک پرده آب‌بند در پیرامون میل چاه قنات طرح گردیده و سطح محصور بین دیواره آب‌بند تا میل چاه نیز توسط سنگ و سیمان پوشش داده شده و جهت جلوگیری از ورود سیلاب به داخل میل چاه، دیواره قائم به ارتفاع ۲/۵ متر با پلان دایره‌ای شکل و از جنس سنگ و سیمان منظور شده است که بر روی آن دال بتنی به همراه دریچه‌ای چدنی جهت ورود به داخل میل چاه طراحی شده است. جهت جلوگیری از برخورد مستقیم سیلاب با دیواره سنگ-سیمانی قائم واقع بر روی میل چاه، خاگریزی با مقطع مثلثی و با کوبیدگی لازم (۹۵ درصد) منظور شده است.



خلاصه و نتیجه گیری

با توجه به اینکه طرح پیشنهادی در مرحله اجراء می‌باشد و از طرفی پس از پایان عملیات اجرایی محافظت قنات‌ها نوبت به احداث سرریز اصلی می‌باشد، لذا مشخص شدن چگونگی عملکرد راهکارهای پیشنهادی محافظت میل قنات‌ها در مقابل هجوم سیلاب نیاز به تکمیل پروژه و سیلابی شدن رودخانه مود دارد. لازم به ذکر است در چند سال اخیر متأسفانه بعثت خشکسالی‌های پیاپی این رودخانه فصلی دارای سیلاب قابل توجه‌ای نبوده و امید است با شروع فصل پاییز بارندگی‌های در منطقه بوقوع بپیوندد که علاوه بر رفع نیاز آبی منطقه رودخانه مود سیلابی شود تا بدین وسیله ماهیت طرح پیشنهادی مشخص گردد.

منابع

- [۱] نشریه شماره ۴۰، سیمای اجرای پروژه‌های آبخوانداری در ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی استان خراسان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (نشریه داخلی)، صفحه ۲۸-۲۰، ۱۳۷۶ ش.
- [۲] نشریه شماره ۴۲ سیمای اجرای پروژه‌های آبخوانداری در ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی استان خراسان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (نشریه داخلی)، صفحه ۳۰-۲۳، ۱۳۷۸ ش.
- [۳] نشریه شماره ۵۳، سیمای اجرای پروژه‌های آبخوانداری در ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی استان خراسان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (نشریه داخلی)، صفحه ۳۵-۳۲، ۱۳۸۰ ش.
- [۴] نشریه شماره ۵۴، سیمای اجرای پروژه‌های آبخوانداری در ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی استان خراسان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (نشریه داخلی)، صفحه ۲۲-۱۸، ۱۳۸۱ ش.
- [۵] نشریه شماره ۵۵، سیمای اجرای پروژه‌های آبخوانداری در ایستگاه‌های تحقیقاتی، ترویجی و آموزشی استان خراسان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان (نشریه داخلی)، صفحه ۱۸-۱۴، ۱۳۸۲ ش.

[۶] نقشه‌های توپوگرافی منطقه و نقشه‌های سازه‌های هیدرولیکی اجرائی و در حال اجراء پروژه آبخوانداری بیرجند ، ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳ ش.

[۷] محمد ولی سامانی، حسین، طراحی سازه‌های هیدرولیکی، اهواز : انتشارات دانشگاه شهید چمران ، صفحه ۲۵۹ تا ۲۶۵، ۱۳۷۶ ش.

[۸] معرفی اجمالی عملکرد پروژه آبخوانداری بیرجند (نشریه داخلی شهرستان)، ۱۳۸۳ ش.

[9] Chaudhry, M. H., (1993), Open-channel flow: Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

[۱۰] مطالعات مرحله توجیهی احداث ایستگاههای تحقیقاتی ترویجی و آموزشی آبخوانداری ، صفحه ۱۰ تا ۱۵، پاییز ۱۳۷۵ ش.

[۱۱] بهنیا، عبدالکریم، قنات سازی و قنات داری، تهران : مرکز دانشگاهی ، صفحه ۱۰۹ تا ۱۲۰، ۱۳۶۷ ش.



International Conference on Qanat
Iranian Academic Center for Education, Culture and research
-Kerman branch
Shahid Bahonar University of Kerman
November 2005, Kerman, Iran



Protection of Qanats against flooding **Case Study: Mood River in Southern Part of Khorasan Province**

Mahmoud F. Maghrebi

Assistant Professor, Civil Engineering Department, Ferdowsi University of
Mashhad

magrebi@yahoo.com

Ali A. Heidarbeigi

Lecturer, Civil Engineering Department, Azad University of Kashmar
Asghar512002@yahoo.com

Abstract

In order to control the wild streams of four rivers in Birjand City which is located in the eastern part of Iran, the aquifer recharging project started in 1996 in a watershed with an area of 5000 ha. To transfer the flood flow into the extended lands considered for this purpose, a number of hydraulic structures near the Mood River are designed and constructed. The key roles of these structures are to handle the base flow through the main river, to spread the flood flow over the lands to recharge the aquifer safely. However, in the region of flood diversion, a Qanat conduit (Aliabad and Hajiabad) is located which is in the hazard of flooding. In the case of flooding, a number of qanat wells will be demolished and a large amount of mud and sediments will be entered into the qanat conduit. As a consequence of blockage the flow discharge will be reduced greatly.

In order to protect the qanat conduit and the associated wells, we have proposed to level up the wells and reinforce them with concrete blocks. In order to design the associated hydraulic structures a combination of hydrologic information with flood characteristics, as well as the related information of seepage and evaporation are required.

Key Words: aquifer, qanat, flood control