

سناریوهای مدیریتی تامین آب شرب شهر گرگان با رویکرد توسعه پایدار

محمدرضا حسینی^۱، افراسیاب میرزایی^۲، امین حسینی^{۳*}، رمضانعلی الوند^۴، علی مسلمان زاده^۵

۱- مدیر طرح توسعه منابع آب محمدآباد، شرکت آب منطقه ای گلستان.

۲- مدیر طرحهای آبیاری و زهکشی، شرکت آب منطقه ای گلستان.

۳- مدیر تجهیز منابع مالی، شرکت آب منطقه ای گلستان.

۴- مدیر طرحهای توسعه منابع آب، شرکت آب منطقه ای گلستان.

۵- مدیر پروژه توسعه منابع آب محمدآباد، شرکت مهندسين مشاور طوس آب.

:

*نویسنده مسئول: aminh85@yahoo.com

خلاصه

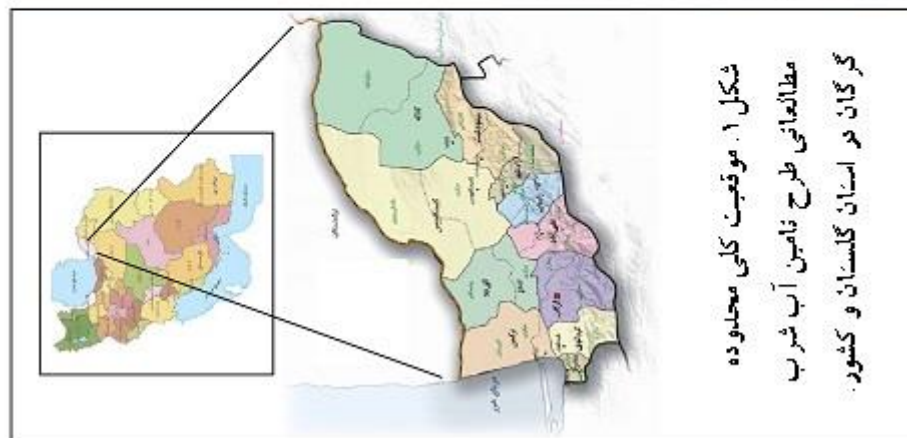
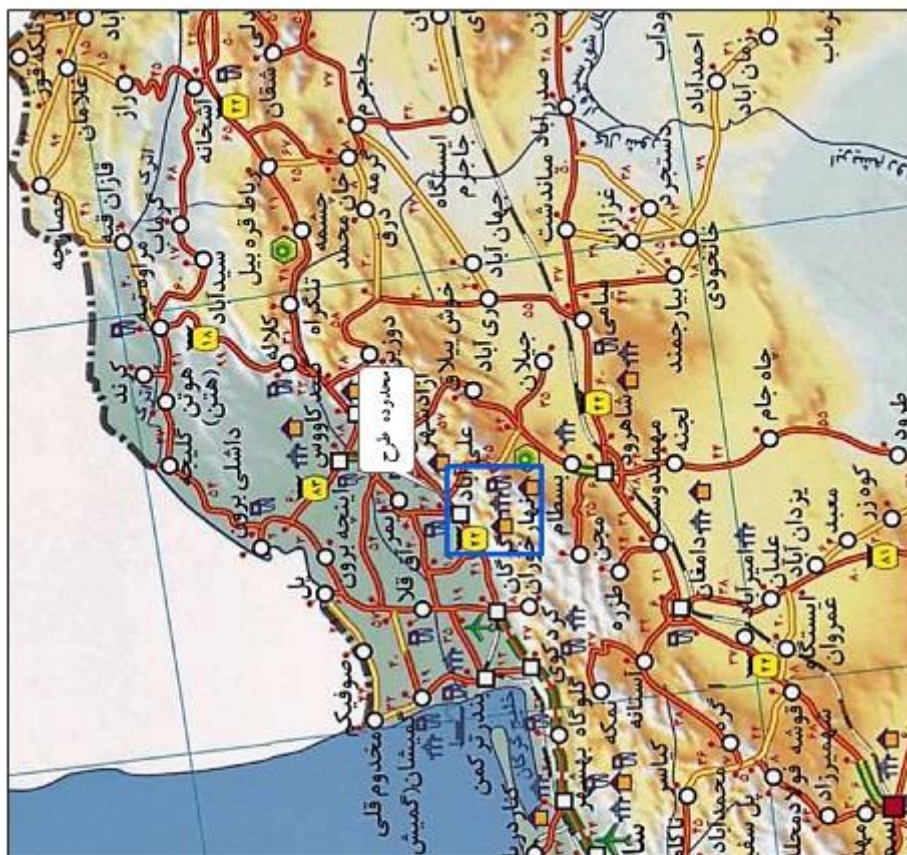
شهر گرگان با وجود بارندگی نسبتاً مناسب، به علت نبود حوضه آبریز و رودخانه پر آب مشرف به شهر، از نظر منابع آب سطحی بسیار ضعیف است. در شرایط حاضر در محدوده شهری گرگان، آبهای زیرزمینی کیفیت مناسبی ندارند و بر اساس طرح پیشنهادی در طول سالهای ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ به مرور زمان پس از وارد مدار شدن آب سطحی میبایست نسبت به حذف چاههای موجود در محدوده شهر گرگان اقدام نمود. به منظور تأمین آب شرب شهر گرگان بررسیهای جامعی انجام شده و سناریوها و راهکارهای مختلف تأمین آب شرب شهر گرگان از منابع آب سطحی نواحی مجاور مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: مدیریت منابع آب، بحران آب، توسعه پایدار.

مقدمه

شهر گرگان با وسعتی در حدود ۳۰۰۰ هکتار از شرق به شهرستانهای گنبدکاووس و علیآباد، از غرب به شهرستانهای بندرترکمن و کردکوی، از شمال به شهرستان آق قلا و از جنوب به رشتهکوه البرز محدود است. این شهر با وجود بارندگی نسبتاً مناسب، به علت نبود حوضه آبریز و رودخانه پر آب مشرف به شهر، از نظر منابع آب سطحی بسیار ضعیف است. بر اساس آخرین اطلاعات دریافتی، متوسط آب قابل تأمین شهر گرگان از حدود ۴۸ حلقه چاه عمیق و چشمه سارهای زیارت و همچنین آبهای سطحی محور النگدره و زیارت به طور متوسط حدود ۸۵۰ لیتر در ثانیه و حدود ۲۰ میلیون متر مکعب در سال است. در شرایط حاضر در محدوده شهری گرگان، آبهای زیرزمینی کیفیت مناسبی ندارند و بر اساس طرح پیشنهادی در طول سالهای ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ به مرور زمان پس از وارد مدار شدن آب سطحی میبایست نسبت به حذف چاههای موجود در محدوده شهر گرگان اقدام نمود. بنابراین، در آینده نزدیک و برای تأمین آب میانمدت شهر گرگان، میزان برداشت از تأسیسات تأمین موجود آب شهر به حدود ۵۰۰ لیتر در ثانیه کاهش خواهد یافت. بر اساس بررسیهای انجام شده، جمعیت شهر گرگان در دورههای میانمدت (سال ۱۳۹۵) و درازمدت (سال ۱۴۲۰) به ترتیب به ۳۶۳ و ۵۹۰ هزار نفر خواهد رسید. با توجه به مجموع تولید آب شرب شهری در وضع موجود به میزان

حدود ۸۵۰ لیتر در ثانیه و ملحوظ نمودن جمعیت شهری گرگان به میزان حدود ۲۹۰ هزار نفر در وضعیت کنونی ۲۵۰ لیتر در ثانیه کمبود آب وجود دارد که این کمبود با منظور نمودن نیاز آبی شهر آق قلا به حدود ۳۷۵ لیتر در ثانیه خواهد رسید [۱]. شاهد این مدعا، قطع طولانی مدت آب شهر گرگان و جیره بندی آن در تابستان چند سال گذشته است که مشکلات جدی را برای مردم و مسئولین منطقه به وجود آورده است. بدین منظور، در این مطالعه ضمن بررسی کلیه ظرفیت ها و سناریوهای منابع زیرزمینی و سطحی تامین آب شرب این شهر، بهینه ترین رویکرد در این زمینه مورد تجزیه و تحلیل و بررسی بیشتر قرار گرفته است. در شکل ۱ محدوده طرح تامین آب شرب شهر گرگان در نقشه تقسیمات کشوری ارائه شده است.



سناریوهای تامین آب شرب شهر گرگان

به منظور تامین آب شرب شهر گرگان بررسیهای جامعی انجام شده و راهکارهای تامین آب شهر گرگان به شرح زیر جمع‌بندی شده است [۲]:

الف- منابع آب‌های زیرزمینی

الف-۱- منابع آب‌های زیرزمینی جنوب محدوده شهر گرگان

در حال حاضر به منظور تامین آب شرب شهر گرگان با حداکثر و حتی بیش‌تر از ظرفیت پتانسیل مورد استفاده قرار می‌گیرد و امکان توسعه برداشت در این محدوده وجود ندارد.

الف-۲- منابع آب‌های زیرزمینی غرب شهر گرگان

این منابع در حال حاضر با حداکثر ظرفیت پتانسیل برای آب شرب گرگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به افت سطح آب در این منابع آب و کمبود آب شرب شهرهای کردکوی، بندرترکمن، گمیشان، بندرگز و روستاهای مسیر امکان استحصال بیشتر از این منابع برای شهر گرگان وجود ندارد.

الف-۳- منابع آب‌های زیرزمینی شرق شهر گرگان

بررسی بیان آبی محدوده شرق شهر گرگان نشان می‌دهد که این آبخوان در حال حاضر پتانسیل توسعه بهره‌برداری ندارد، با این حال با توجه به وضعیت بحرانی آب شرب شهر گرگان و کمبود آب شرب پیشنهاد برداشت موقت حداکثر ۶۰۰ لیتر در ثانیه از منابع آب‌های زیرزمینی حد فاصل شهر گرگان تا فاضل‌آباد برای تامین آب در کوتاه‌مدت ارائه شده است. بدیهی است با انتقال آب‌های سطحی طرح درازمدت و به منظور جلوگیری از آسیب جدی به آبخوان این برداشت بایستی قطع شود.

ب- آب‌های سطحی

ب-۱- آب‌های سطحی جنوب شهر گرگان

رودخانه‌های گرماب‌دشت، نومل و زیارت در جنوب و جنوب شرقی شهر گرگان واقعند که در حال حاضر از دبی پایه رودخانه زیارت برای آب شرب شهر گرگان و از آب رودخانه‌های نومل و گرماب‌دشت با احداث سد نومل برای استفاده کشاورزی منطقه بهره‌برداری می‌گردد. بنابراین، منابع قابل اتکای آب‌های سطحی در جنوب شهر گرگان وجود ندارد.

ب-۲- آب‌های سطحی غرب شهر گرگان در محدوده استان گلستان

با توجه به کمبود شدید و نیاز آب شرب شهرهای کردکوی، بندرترکمن، گمیشان، بندرگز و روستاهای منطقه، امکان استحصال آب سطحی در محدوده غرب استان برای تامین آب شرب شهر گرگان وجود ندارد.

ب-۳- آب‌های سطحی شرق شهر گرگان

در این محدوده دو منبع آبی سطحی وجود دارد که یکی مربوط به رودخانه‌های نزدیک شهر گرگان (حد فاصل شهر گرگان تا شهر فاضل‌آباد) و دیگر منابع دوردست‌تر شامل رودخانه‌های رامیان، نرماب، چهل‌چای و خرمالو واقع در استان گلستان است.

ب-۳-۱- منابع آب‌های سطحی حد فاصل شهر گرگان و علی‌آباد

منابع آب‌های سطحی نزدیک شهر گرگان شامل رودخانه‌های محمدآباد و زرین‌گل و چند رودخانه کوچک از جمله تقی‌آباد (جعفرآباد شرقی)، لالوند (جعفرآباد غربی)، هشن و قرن‌آباد است که مجموع آب‌دهی و سیلاب این رودخانه‌ها حدود ۶۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است. برای طرح میان‌مدت تا سال ۱۳۹۵ به میزان حداکثر ۳۱/۵ میلیون مترمکعب آن (حدود ۱۵۰۰ لیتر در ثانیه در حداکثر مصرف روزانه) برای تامین آب شرب شهر گرگان برنامه‌ریزی شده است.

ب-۳-۲- منابع آب‌های سطحی حد فاصل علی‌آباد تا مینودشت

منابع آب مناطق دوردست شرق شهر گرگان شامل آب‌های سطحی رودخانه‌های رامیان، نرماب، چهل‌چای و خرمالو است که با توجه به نیاز شدید شرب و کشاورزی شهرها و روستاها در محدوده آبخور این رودخانه‌ها، برای تنظیم و انتقال آب مازاد این رودخانه به شهر گرگان نیاز به بررسی جامع‌تری دارد.

ج- تأمین و انتقال آب از استان‌های هم‌جوار

سیستم‌های منابع آب و خاک استان‌های مازندران و گلستان به نحوی است که میزان منابع آب در غرب و مرکز استان مازندران، پتانسیل منابع آب مناسبی دارد، لیکن منابع خاک آن محدود است. به عکس در شرق استان مازندران (حد فاصل شهر بهشهر تا حد مرز استان گلستان) و هم‌چنین استان گلستان پتانسیل منابع خاک مناسب لیکن منابع تأمین آب بسیار ضعیف است. بدین جهت در طول ۲۰ سال گذشته ایده انتقال آب مازاد از قسمت‌های غربی و مرکزی استان مازندران به شرق استان مازندران و استان گلستان مطرح شده است [۳]. مطابق این بررسیها با استفاده از سیستم انتقال، آب‌های مازاد حد فاصل رودخانه چالوس تا هراز به دشت هراز و آب مازاد رودخانه هراز به دشت‌های بابل و تالار و آب مازاد رودخانه‌های بابل و تالار و تجن به دشت‌های بهشهر و گلوگاه و استان گلستان انتقال می‌یابد. در حال حاضر اجرای بخشی از سیستم انتقال از چالوس به هراز در دست اجرا و بقیه قسمت‌ها نیز در حال مطالعه است. انجام مطالعات و اجرای تمامی قسمت‌های مختلف طرح به ویژه انتقال از دشت‌های چالوس به هراز و بابل در برنامه‌ای بسیار طولانی‌مدت قابل دستیابی است و پاسخ‌گوی نیازهای افق طرح نخواهد بود.

د- منابع آب دریای مازندران و خلیج گرگان

همان‌طور که ملاحظه گردید منابع تأمین آب شرب شهر گرگان در حوالی این شهر از سطح اطمینان قابل قبولی برخوردار نیستند و آب‌های سطحی بالقوه نیز باید از مناطق دوردست و استان‌های هم‌جوار تأمین شوند که خود مشکلات عدیده‌ای دارد. از طرف دیگر تکیه و اعتماد به یک منبع می‌تواند در درازمدت آثار زیانباری داشته باشد، بنابراین تنوع منابع تأمین آب می‌تواند کمک مؤثری به کمبودهای طرح در شرایط بحرانی و خشک‌سالی نماید. وجود خلیج گرگان در حدود ۳۰ کیلومتری شهر گرگان می‌تواند به عنوان یکی از منابع آبی مطمئن به منظور تأمین آب شرب شهر گرگان و تصفیه آن به روش نمک‌زدایی مورد نظر قرار گیرد. دریای خزر دارای شوری آب متوسط تا نسبتاً کم (۱۵ تا ۲۲ دسی‌زیمنس بر متر) است و از این لحاظ در دسته آب‌های شور (Brackish) قرار می‌گیرد که انتقال آن برای شرب نیازمند عملیات کامل فرایند شیرین‌سازی (Desalination) است. در هر صورت، ذکر این نکته ضروری است که در حال حاضر پسروری آب دریا در محدوده خلیج گرگان نگرانی‌های زیادی از بابت احتمال وخیم تر شدن و حتی خشک شدن آب این خلیج ارزشمند در میان مردم و مسئولان منطقه و کشور ایجاد نموده است و برداشت آب جهت شیرین‌سازی از این خلیج می‌تواند مشکلات را در آینده‌ای نزدیک حادتر نیز نماید.

رشد تکنولوژی در زمینه شیرین‌سازی آب شور دریا موجب گردیده که هزینه احداث و بهره‌برداری از آب شیرین‌کن‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته و قابل مقایسه با سایر پروژه‌های تأمین آب از منابع آب سطحی است [۴]. بررسی‌های ابتدایی انجام شده نشان می‌دهد که هزینه یک مترمکعب آب تأمین شده از آب شیرین‌کن‌ها و انتقال (سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری سالیانه) به شهر گرگان حدود ۶۵۰۰ ریال هزینه خواهد داشت. بنابراین تأمین آب شهر گرگان از منابع آب دریای خزر به عنوان یکی از منابع اصلی محسوب می‌شود و می‌بایست مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. یکی دیگر از مزیت تأمین آب با استفاده از آب شیرین‌کن در این است که همزمان با رشد نیاز آبی می‌توان مدول‌های مختلف آب شیرین‌کن را در طول سال‌های برنامه به مرور وارد مدار بهره‌برداری کرده و از حجم سرمایه‌گذاری بالا در یک دوره کوتاه جلوگیری نمود. با توجه به موارد فوق و بر اساس مطالعات انجام شده، اولویت طرح‌های تأمین آب شهر گرگان عبارتند از:

- تأمین آب به صورت اضطراری و در کوتاه‌مدت (سال ۱۳۹۱) از آب زیرزمینی مناطق شصت کلا، سیاه‌تلو، والش‌آباد - تقی‌آباد و محمدآباد به میزان ۶۰۰ لیتر در ثانیه.
- تأمین آب در دوره کوتاه‌مدت تا پایان سال ۱۴۱۰ از آب‌های سطحی رودخانه‌های محمدآباد، شصت کلا، تقی‌آباد - لالاوند و هشن - قرن‌آباد و به میزان حدود ۱۵۰۰ لیتر در ثانیه.
- تأمین آب در بلند مدت تا پایان سال ۱۴۲۰ از آب‌های سطحی رودخانه‌های نکا، کسلیان، تجن یا رودخانه‌های نرماب و چهل‌چای به میزان ۳۰۰۰ لیتر در ثانیه.

نتایج و بحث

همانطور که مطرح شد، به منظور تأمین منابع آب شرب شهر گرگان طرح‌های اضطراری و کوتاه مدت انتقال منابع آب سطحی شرق استان و به ویژه محدوده رودخانه محمدآباد مد نظر قرار گرفت. رودخانه محمدآباد از سرشاخه‌های جنوبی گرگان‌رود، در فاصله حدود ۲۵ کیلومتری شرق گرگان و در حد فاصل دو رودخانه اصلی دیگر منطقه یعنی؛ گرماب‌دشت و زرین گل واقع شده است. در ابتدا طرح احداث سد مخزنی بر روی رودخانه محمدآباد با اهداف تأمین آب شرب گرگان و شهرهای مجاور، بهبود و توسعه کشاورزی در اراضی پایین‌دست و کنترل سیلاب در چهار ساختگاه اصلی و مطرح بر روی رودخانه محمدآباد آغاز شد اما شرایط پیچیده ژئوتکنیکی ساختگاه‌ها باعث ایجاد شک و تردید در طرح شد [۵]. در ادامه پیشنهاد انتقال آب غیربه‌هنگام رودخانه محمدآباد به مخزن سد موجود کوثر (نومل) ارائه شد [۶]. نهایتاً با پیشرفت عملیات ژئوتکنیکی در ساختگاه‌های مختلف رودخانه محمدآباد مشخص گردید که به دلیل عمق (بیش از ۱۲۰ متر) و شرایط ژئوتکنیکی خاص بخش آبرفتی پی (بسیار درشت‌دانه و نفوذپذیر)، هزینه احداث سد مخزنی بر روی رودخانه محمدآباد به مراتب بیش‌تر از برآوردهای اولیه است و اصولاً طرح توجیه اقتصادی مناسبی ندارد، هم‌چنین، سازمان محیط زیست استان گلستان مخالفت خود را با احداث سد مخزنی بزرگ، اعلام و جایگزینی آن را با بند و آبگیرهای کوچک مقیاس به طور جدی مطرح نمود.

در این تحقیق، منابع آبی مورد بررسی علاوه بر رودخانه محمدآباد شامل سرشاخه‌های تقی‌آباد (جعفرآباد شرقی)، لالاوند (جعفر آباد غربی)، هشن و قرن‌آباد بوده است. در برنامه‌ریزی منابع آب انجام شده مشخص شد که حجم آب مازاد قابل انتقال به مخازن کوثر یا والش‌آباد برای رودخانه‌های محمدآباد، تقی‌آباد - لالاوند و قرن‌آباد - هشن به ترتیب ۱۷/۵، ۹/۶ و ۳/۹ میلیون مترمکعب و مجموع رودخانه‌های مذکور حدود ۳۱ میلیون مترمکعب در سال خواهد بود. با توجه به محدودیت ظرفیت خطوط انتقال آب از این رودخانه‌ها به مخازن جانبی حداکثر آب قابل انتقال با ظرفیت معقول و اجرایی خطوط انتقال حدود ۲۵ میلیون مترمکعب برآورد شده است. با توجه به شرایط توپوگرافی و امکانات منطقه دو ساختگاه اصلی به عنوان محل‌های مناسب ذخیره آب مورد بررسی قرار گرفته است. این پتانسیل‌ها عبارت است از احداث سد مخزنی خاکی در ساختگاه والش‌آباد در فاصله (مستقیم) حدود ۱۵ کیلومتری غرب رودخانه محمدآباد و در مختصات UTM (286742,4078932) و دیگر ترفیع سد موجود کوثر در فاصله (مستقیم) حدود ۲۱ کیلومتری غرب رودخانه محمدآباد و در مختصات UTM (281542,4076612) بوده است [۷].

انحراف آب از رودخانه محمدآباد و سایر رودخانه‌های مورد نظر در این مطالعات با استفاده از سدهای انحرافی با ظرفیت آبیگیری مناسب انجام می‌گیرد. در بررسی روش‌های انتقال، گزینه انتقال با کانال در یک غربال اولیه به دلیل ضرورت تبعیت این گزینه از شرایط توپوگرافی و در نتیجه طولانی‌شدن مسیر و به دنبال آن خسارت‌های زیست‌محیطی (ضرورت تخریب جنگل) ناشی از آن حذف گردید. انتقال با لوله نیز از محل منابع مختلف به دو مخزن اصلی در بیش از ۵۰۴ گزینه

مختلف که در آن‌ها ظرفیت و مسیرهای مختلف مورد توجه قرار گرفته بود مورد بررسی فنی و اقتصادی قرار گرفت. بر اساس نتایج برنامه‌ریزی مخازن جانبی با هدف تنظیم و تحویل آب به شهر گرگان با سطح اعتماد قابل قبول، حجم حداکثر تنظیم آب در این سیستم حدود ۲۱ میلیون مترمکعب در سال و حجم آب تنظیمی پروژه در گزینه پیشنهادی ۱۹/۴ میلیون مترمکعب محاسبه شده است. به طور کلی، سیمای طرح پیشنهادی تامین آب شرب گرگان از طریق منابع آب سطحی عبارت است از [۷]:

- سازه‌های تأمین آب: احداث ۵ سد انحرافی بر روی رودخانه‌های محمدآباد، تقی‌آباد (جعفرآباد شرقی)، لالوند (جعفرآباد غربی)، هشن و قرن‌آباد.

- ایجاد خطوط انتقال مستقل با لوله‌های فولادی شامل:

الف- از سد انحرافی محمدآباد به مخزن سد کوثر به طول ۲۸ کیلومتر، قطر ۱۲۰۰ میلی‌متر و ظرفیت ۱۵۰۰ لیتر بر ثانیه (ثقلی).

ب- از سد انحرافی تقی‌آباد به سد انحرافی لالوند به طول ۲ کیلومتر، قطر ۱۰۰۰ میلی‌متر و ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه (ثقلی) و از سد انحرافی لالوند به مخزن سد کوثر به طول ۱۷ کیلومتر، قطر ۱۰۰۰ میلی‌متر و ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه (پمپاژ به ارتفاع ۸۲ متر).

ج- از سد انحرافی قرن‌آباد به رودخانه هشن به طول ۳ کیلومتر، قطر ۳۵۰ میلی‌متر و ظرفیت ۲۰۰ لیتر بر ثانیه (ثقلی) و از سد انحرافی هشن به مخزن سد کوثر به طول ۸ کیلومتر، قطر ۵۰۰ میلی‌متر و ظرفیت ۴۰۰ لیتر بر ثانیه (ثقلی).
- ایجاد مخزن اضافی در سد موجود کوثر به حجم ۱۴ میلیون مترمکعب با ترفیع سد به اندازه حدود ۱۲ متر بر فراز سد فعلی با توسعه پایین‌دستی، بدین ترتیب حداکثر ارتفاع سد از بستر رودخانه در محل محور به حدود ۲۵ متر بالغ خواهد شد.

هچنین، مشخصات پروژه پیشنهادی و گام‌های اجرای آن در طرح پیشنهادی به شرح زیر است [۷]:

- ترفیع سد کوثر با حجم افزایشی ۱۴ میلیون مترمکعب.
- احداث سد انحرافی محمدآباد و خط انتقال از این سد انحرافی به سد کوثر با ظرفیت ۱۵۰۰ لیتر بر ثانیه.
- احداث سدهای انحرافی تقی‌آباد و لالوند، خط انتقال از سد انحرافی تقی‌آباد به لالوند و خط انتقال و ایستگاه پمپاژ از سد انحرافی لالوند به سد کوثر با ظرفیت ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه.
- احداث سدهای انحرافی قرن‌آباد و هشن، خط انتقال از سد انحرافی قرن‌آباد به رودخانه هشن و خط انتقال از سد انحرافی هشن به سد کوثر با ظرفیت ۴۰۰ لیتر بر ثانیه.
- بر اساس مبانی ارائه شده و با فرض ارزش ۶۵۰۰ ریال برای هر مترمکعب آب تنظیمی شرب و صنعت در پای سد، شاخص‌های اقتصادی طرح مثبت است و B/C آن معادل ۱/۵۳، بهای تمام شده هر مترمکعب آب حدود ۴۱۰۰ ریال و ارزش خالص سالانه طرح ۴۲۶ میلیارد ریال خواهد بود.

منابع

۱. شرکت مهندسين مشاور مه‌اب قدس. (۱۳۹۴)، "مطالعات طح جامع آب شرب استان گلستان".

۲. شرکت مهندسين مشاور خزرآب. (۱۳۹۰)، "مطالعات آبرسانی به شهر گرگان".

-
۳. شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس. (۱۳۹۲)، "مطالعات انتقال آب مازاد استان مازندران به استان گلستان".
4. Eshtawi, T., Evers, M., Tischbein, B., Diekkrüger, B. (2016), "Integrated hydrologic modeling as a key for sustainable urban water resources planning", *Water Research*, Volume 101, pp 411-428.
۵. شرکت مهندسی مشاور طوس آب. (۱۳۸۵)، "مطالعات توجیهی احداث سد مخزنی بر روی روخانه محمدآباد".
۶. شرکت مهندسی مشاور طوس آب. (۱۳۸۷)، "مطالعات انتقال آب غیربه‌هنگام رودخانه محمدآباد به مخزن سد کوثر (نومل)".
۷. شرکت مهندسی مشاور طوس آب. (۱۳۹۶)، "مطالعات توسعه منابع آب محمدآباد".