

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی عمران

گروه مهندسی آب و محیط زیست

رشته مهندسی و مدیریت منابع آب

مدل پیش بینی حجم مخزن سدها با استفاده از داده های هیدرومتری، تبخیر
و GIS (مطالعه موردی سد ارداک چناران)

امیر شامبیاتی

اساتید راهنما:

دکتر رمضان واقعی

دکتر امیر عباس عابدینی

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

شهریور ۹۶

ب

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم و به مادر عزیزتر از جانم

که در سختی ها و دشواری های زندگی، همواره یآوری دلسوز و فداکار

و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده اند.

تقدیرنامه

نخستین سپاس و ستایش از آن خداوندی است که بنده کوچکش را در دریای میکران اندیشه، قطره ای ساخت تا وسعت آن را از دریچه اندیشه های ناب آموزگارانی بزرگ به تماشا نشیند. لذا اکنون که در سایه سار بنده نوازی پایش پایان نامه حاضر به انجام رسیده است، بر خود لازم می دانم تا مراتب سپاس را از بزرگوارانی به جا آورم که اگر دست یارگیرشان نبود، هرگز این پایان نامه به انجام نمی رسید.

از اساتید محترم؛ جناب آقایان دکتر رمضان واقعی و دکتر امیرعباس عبدینی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کلمی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راهنمایی این پایان نامه را بر عهده گرفتند، از همسرم به پاس قدردانی از قلبی آکنده از عشق و معرفت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش برای من فراهم آورده است؛ از خواهر و برادر عزیز و مهربانم به جهت همراهی و همفکری در خلال سالیان تحصیل، صمیمانه متشکر و سپاسگذارم.

از ریاست محترم دانشکده مهندسی عمران، اساتید عزیزم، آموزش دانشکده، و سایر دوستان و سرورانی که به نحوی از الطاف بی ریایشان بهره مند گشتم، متشکر و قدردانی می نمایم.

امیرشایبانی

شهریور ۹۶

تعهدنامه

اینجناب امیر شامبیاتی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه "مدل پیش بینی حجم مخزن سدها با استفاده از داده های هیدرومتری، تبخیر و GIS" تحت راهنمایی جناب آقایان دکتر رمضان واقعی و دکتر امیرعباس عابدینی متعهد می شوم:

- تحقیقات این پایان نامه توسط اینجناب صورت گرفته و از صحت و اصالت برخوردار می باشد.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی، در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام دانشگاه صنعتی شاهرود به چاپ خواهد رسید.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی، رعایت شده است.

تاریخ

امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطالب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه، ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه، بدون ذکر مرجع، مجاز نمی باشد.

چکیده

امروزه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده‌ای در مطالعات هیدرولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه مدل ارتفاعی رقومی (DEM) با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی حوزه سرخس ایجاد شد. این نقشه را می‌توان برای تعیین ویژگی‌های حوزه مانند شبکه جریان، حجم ذخیره سازی مخازن و سطح مخزن استفاده کرد. یکی از مهمترین مسائل در احداث سدهای مخزنی مکانیابی بهینه سد می‌باشد بطوریکه در صورت وجود چند گزینه مناسب از نظر ساختگاهی، گزینه‌ای بهینه محسوب می‌شود که حجم ذخیره مکفی را به لحاظ تأمین تقاضای آب داشته باشد. در این پژوهش، سد ارداک چناران در استان خراسان رضوی برای مطالعه موردی انتخاب شده است. ذخیره آب مورد نیاز منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی مشخص شد و منحنی ریبیل استخراج گردید. حجم ذخیره سازی مخزن سد با استفاده از نرم افزار ArcGIS 10.3 برآورد شد. روش کار برای تعیین حجم ذخیره سازی با توجه به ارتفاع سد می‌باشد. نقشه های تجمع جریان، جهت جریان، سطح و حجم ذخیره سازی از DEM با استفاده از نرم افزار ArcGIS و نمودار ارتفاع - حجم و ارتفاع - مساحت ایجاد شد. با توجه به این مطالعه، ظرفیت ذخیره سازی مخزن سد در حدود 30 Mm^3 محاسبه گردید. در این ظرفیت، ارتفاع سد ۴۶ متر برآورد شده و سطح آب در همان ظرفیت ذخیره سازی $1,66 \text{ Mm}^2$ تخمین زده شد. در مرحله بعد با مقایسه سطح و حجم محاسبه شده با سطح و حجم مربوط به گزارشات سد چناران تهیه شده از شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران دقت محاسبات مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه برای دو موقعیت دیگر در بالادست سد ارداک، مخزن سد مدلسازی شد و حجم و سطح مخازن بدست آمده و نسبت به محل فعلی سد ارداک مقایسه گردید.

کلمات کلیدی: سد ارداک، حجم و سطح ذخیره سازی مخزن سد، سیستم اطلاعات

جغرافیایی (GIS)، مدل ارتفاع رقومی (DEM)،

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات پژوهش.....	۱
(۱-۱) مقدمه	۲
(۲-۱) بیان مسئله	۳
(۳-۱) ضرورت و توجیه انجام پژوهش	۴
(۴-۱) هدف پژوهش	۵
(۵-۱) منطقه مورد مطالعه	۶
(۶-۱) تعاریف و اصطلاحات	۷
(۱-۶-۱) پیکسل	۷
(۲-۶-۱) داده	۷
(۳-۶-۱) قدرت تفکیک هندسی	۸
(۷-۱) ساختار پایان نامه	۸
فصل دوم: ادبیات و پیشینه پژوهش.....	۹
(۱-۲) مقدمه	۱۰
(۱-۱-۲) پیشینه سد سازی در ایران	۱۱
(۲-۲) داده‌ها و اطلاعات مقدماتی	۱۳
(۱-۲-۲) سیستم اطلاعات جغرافیایی	۱۳
(۱-۱-۲-۲) توصیف سیستم اطلاعات جغرافیایی	۱۴
(۲-۱-۲-۲) کلیات سیستم های اطلاعات جغرافیایی	۱۴
(۳-۱-۲-۲) ساختارهای سازمان دهی اطلاعات	۱۵
(۲-۲-۲) مدل ارتفاعی رقومی (DEM)	۱۵

۱۶	 سیستم تصویر	۳-۲-۲
۱۸	 تعادل آب	۴-۲-۲
۱۹	 روش تعیین حجم مخزن	۳-۲
۲۰	 (دیاگرام ریپل ۱۸۸۳)	۱-۳-۲
۲۱	 پیشینه تحقیق	۴-۲
۲۵	 فصل سوم: متدولوژی تحقیق	
۲۶	 مقدمه	۱-۳
۲۷	 مواد و روش ها	۲-۳
۲۷	 مدل رقومی ارتفاع (DEM)	۱-۲-۳
۳۰	 گزارشات سد ارداک	۲-۲-۳
۳۴	 مرزحوضه آبریز	۳-۳
۳۴	 پرکردن حفره‌های هیدرولوژیکی	۱-۳-۳
۳۵	 استخراج جریان تجمعی	۲-۳-۳
۳۷	 دلیل انتخاب یک رویکرد تک جریانی (D8)	۱-۲-۳-۳
۳۹	 انتخاب محل سد	۳-۳-۳
۴۱	 استخراج مرز حوضه	۴-۳-۳
۴۴	 محاسبه حجم و سطح آب مخازن	۴-۳
۴۸	 پیاده سازی برنامه میانجی DamRes	۵-۳
۵۲	 نتیجه گیری	۶-۳
۵۳	 فصل چهارم: تحلیل نتایج	
۵۴	 مقدمه	۱-۴
۵۴	 نتایج	۲-۴

۵۴.....	خروجی برنامه برای اندازه پیکسل‌های مختلف
۵۷.....	اعتبارسنجی
۶۳.....	بررسی نتایج موقعیت سد A
۶۶.....	بررسی محل احتمالی مخزن
۶۶.....	ضریب فشردگی حوضه
۶۷.....	پیش‌بینی حجم مخزن
۶۸.....	خروجی برنامه
۷۱.....	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۲.....	۱-۵) مقدمه
۷۲.....	۲-۵) انتخاب محل مناسب مخزن
۷۳.....	۳-۵) نتیجه‌گیری
۷۴.....	۴-۵) پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده
۷۴.....	منابع
۷۹.....	پیوست‌ها
۸۰.....	پیوست ۱: تهیه نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور
۸۰.....	خط تولید نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰
۸۱.....	سیستم سازمان نقشه‌برداری کشور برای نامگذاری نقشه‌های پوششی
۸۵.....	پیوست ۲: ساخت مدل و اسکریپت
۹۲.....	پیوست ۳: داده‌های هیدرومتری سد ارداک چناران

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: حوضه آبریز سد ارداک.....	۷
شکل ۱-۲: مقدار اطلاعات DEM 20 فوت در مقابل DEM 80 فوت.....	۱۶
شکل ۲-۲: نحوه قرارگیری کشور ایران در قاچه‌های سیستم تصویر UTM.....	۱۷
شکل ۳-۲: ورودی و خروجی مخزن؛ پارامترهای مدل تعادل آب.....	۱۸
شکل ۱-۳: نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه مورد مطالعه.....	۲۹
شکل ۲-۳: مدل رقومی ارتفاعی منطقه.....	۳۰
شکل ۳-۳: نمایش یک حفره قبل و بعد از اجرای دستور Fill.....	۳۵
شکل ۴-۳: تعیین تجمع جریان.....	۳۶
شکل ۵-۳: نقشه تجمع جریان منطقه مورد مطالعه.....	۳۷
شکل ۶-۳: اساس تجمع جریان.....	۳۸
شکل ۷-۳: توانایی الگوریتم‌ها با در نظر گرفتن سد.....	۳۹
شکل ۸-۳: موقعیت جغرافیایی سه نقطه پیشنهادی سد.....	۴۰
شکل ۹-۳: حوضه آبریز سد با موقعیت فعلی A (سد ارداک چناران).....	۴۲
شکل ۱۰-۳: حوضه آبریز سد در موقعیت B (بالا دست سد ارداک چناران).....	۴۲
شکل ۱۱-۳: حوضه آبریز سد در موقعیت C (بالا دست سد ارداک چناران).....	۴۳
شکل ۱۲-۳: فلوچارت مدل سازی هیدرولوژیکی.....	۴۴
شکل ۱۳-۳: طرح مفهومی از محاسبه حجم آب.....	۴۴
شکل ۱۴-۳: موقعیت سدها در امتداد رودخانه.....	۴۵
شکل ۱۵-۳: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۲۰ متر).....	۴۶
شکل ۱۶-۳: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۴۰ متر).....	۴۷
شکل ۱۷-۳: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۳۰ متر).....	۴۷
شکل ۱۸-۳: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۵۰ متر).....	۴۸
شکل ۱۹-۳: قسمتی از کد نوشته شده برای برنامه میانجی DamRes.....	۴۹
شکل ۲۰-۳: نمایی از منوی ورودی برنامه میانجی DamRes.....	۵۰
شکل ۲۱-۳: فلو چارت مدل سازی برنامه DamRes.....	۵۱

شکل ۴-۱: نمودار ارتفاع - حجم در موقعیت A ۶۳

شکل ۴-۲: نمودار ارتفاع - سطح در موقعیت A ۶۳

شکل ۴-۳: منحنی ریپل ۶۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱: گزارشات سد ارداک چناران.....	۳۱
جدول ۴-۱: حجم و سطح مخزن با توجه به اندازه پیکسل های مختلف.....	۵۵
جدول ۴-۲: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۵ متر.....	۵۸
جدول ۴-۳: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۱۰ متر.....	۵۹
جدول ۴-۴: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۱۵ متر.....	۶۰
جدول ۴-۵: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۲۰ متر.....	۶۱
جدول ۴-۶: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۲۵ متر.....	۶۲
جدول ۴-۷: گزارشات حجم و سطح سد ارداک چناران با توجه به ارتفاع.....	۶۴
جدول ۴-۸: خروجی برنامه میانجی حجم و مساحت با توجه به ارتفاع سد.....	۶۸
جدول ۵-۱: مقادیر برآوردی برای سدهای A,B,C.....	۷۲

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱) مقدمه

آب یکی از بزرگترین چالش های قرن حاضر بشریت است که می تواند سر منشاء بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. خلا بین توان تامین آب و شدت تقاضا، بحران آفرین است برپایه نظریه هیدروپلیتیک که ترکیبی متوازن از دو واژه «آب و سیاست» است، امروزه آب به شکل آشکاری وارد عرصه سیاست بین المللی گردیده و تلاش های بین المللی، در جهتی سازماندهی شده که آب به عنوان یکی از مهمترین موضوعات و چالش های بشر به مجمع عمومی سازمان ملل وارد گردیده و کمبود آب که زمانی پدیده ای محلی بود، اکنون مرزهای بین المللی را درگیر می کند. بنابراین افزایش تقاضا برای آب در قرن بیست و یکم، فشار بیشتری روی منابع آب وارد می کند و سیاستمداران و دولت ها مجبور خواهند بود مسایل مربوط به آب را در راس برنامه های خود قرار دهند [۱].

بر همین اساس، در دهه اخیر این نسبت در بیش از ۲۴ کشور جهان به مرز بحران رسیده یا از آن فراتر رفته است. به طوریکه در یک مقایسه رشد جمعیت و میزان تقاضای جهانی آب طی سال های ۱۹۹۵-۱۹۰۰ نشان می دهد که جمعیت جهان سه برابر و تقاضای آب بیش از ۶ برابر افزایش یافته است. این در حالی است که اکثر متخصصان بر این عقیده اند که اگر اقدامی جدی در زمینه توزیع منابع و الگوهای بهینه مصرف آب صورت نپذیرد، تا سال ۲۰۲۵ حدود دو سوم جمعیت جهان دچار کمبود نسبی شدید آب خواهد شد [۲].

در ایران بنا به شرایط جغرافیایی و بارندگی اندک به ویژه در نواحی خشک و نیمه خشک، شهرها و روستاها بیشتر در پیرامون منابع آبی استقرار یافته اند. با افزایش جمعیت در دهه های اخیر، متوسط آب تجدید شونده به ازای هر نفر کاهش یافته که این روند همچنان ادامه دارد. این شرایط آب و هوایی و جغرافیایی منجر به کاهش سطح منابع آب تجدید شونده کشور شده است. علاوه بر این شرایط آب و هوایی، کشور طی سال های اخیر شاهد رشد سریع جمعیت بوده که این رشد جمعیت باعث افزایش تقاضا در بحث تامین آب خواهد شد. با توجه به این مسائل توانایی دولت در تامین منابع

آب مناسب جزء ضروریات کشور خواهد بود که این امر باعث ایجاد امنیت و رفاه عمومی در جامعه می‌شود.

یکی از راه‌های بهره‌برداری سودمند از منابع آبی کشور برای توسعه کشاورزی و آبرسانی ساخت سدهای مخزنی است. سدسازی یا بندسازی از فعالیت‌های مهندسی به شمار می‌رود که شرایط تاریخی و جغرافیایی خاص مناطق در پیدایش، شکل‌گیری و گسترش آن سهم به سزایی دارند. در گذشته و در هر منطقه خاص جغرافیایی بنابر ضرورت یا نیاز ساکنین آن جا نسبت به ایجاد سد، بند یا آبگیر اقدام می‌شد تا نیازهای خود در زمینه آبیاری و آبرسانی را مرتفع سازند. در مناطقی نیز به خاطر پایین بودن سطح آب رودخانه‌ها یا به دلیل نیاز به تغییر جهت مسیر رود، سد سازی انجام می‌گرفته تا بتوانند سطح آب را بالا آورده و برای نیازهای کشاورزی و عمرانی از آن استفاده کنند، ولی عدم وجود یک فرآیند سیستماتیک برای شناسایی مکان‌های بالقوه تامین آب باعث شده تا احداث بسیاری از این سدها گرهی از مشکل تامین آب باز نکند.

در این پژوهش این نیاز با ایجاد یک سیستم محاسباتی اطلاعات جغرافیایی در بستر نرم افزار ArcGIS10.3 با مدل سازی هیدرولوژیکی برای شناخت منابع احتمالی ذخیره آب بررسی شده است. هدف اصلی ایجاد یک ابزار اکتشافی و تحلیلی برای شناخت مکان‌های بالقوه ذخیره آب در حوضه‌های آبریز کشور با توجه به نیاز منطقه و شرایط آب و هوایی منطقه مورد نظر است.

۱-۲) بیان مسئله

یکی از ابزارهای بهره‌برداری بهینه مخازن سدها بخصوص برای سدهایی که منبع تأمین آب شرب شهرها و روستاهای کشور محسوب می‌شوند، مدل‌های رایانه‌ای پیش‌بینی و محاسبه حجم مخزن سدها هستند. مدیران دریافته‌اند که با افزایش اطلاعات توصیفی از منابع گوناگون در زمان‌های مختلف و همچنین تعدد پارامترهای دخیل در تصمیم‌گیری، بررسی همه جانبه و تصمیم‌گیری دقیق،

نیاز به ابزاری دارد که بتواند اطلاعات را با دقت مناسب دریافت و تجزیه و تحلیل نموده و نتیجه را به طور ملموس و قابل درک ارائه نماید. که فناوری^۱ GIS یکی از ابزارهایی است که می‌تواند این کار را به خوبی انجام دهد. ابزار سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) شرکت‌های آب منطقه‌ای و آب و فاضلاب را قادر می‌سازند تا قبل از احداث مخازن ذخیره آب مدلی مناسب برای پیش‌بینی حجم آب مخزن ارائه داده تا محل مناسب برای ساخت مخزن قبل از احداث سد مشخص گردد. این مدل می‌تواند بر اساس سابقه اطلاعاتی دراز مدت یک سیستم رودخانه-مخزن و نیز در مواجهه با شرایط اقلیمی پیش‌رو و با استفاده از ابزار قدرتمند GIS حجم آب مخزن سد را با دقت قابل قبولی برآورد نماید.

۱-۳) ضرورت و توجیه انجام پژوهش

در ایران به جهت کمبود آب، شرایط اقلیمی خاص و نیازهای روزمره، آب ماده‌ای بسیار ارزشمند محسوب می‌شده که این امر را علاوه بر بندسازی، سدسازی و آثار به جا مانده می‌توان در فرهنگ ایرانی و ارزشی که برای آب قایل می‌شدند و حافظه تاریخی مردم ایران به وضوح مشاهده و مطالعه کرد. در طول قرن بیستم تعداد سدها فوق‌العاده افزایش یافته است. کمیسیون جهانی سدها^۲ گزارش داده که در حال حاضر تعداد سدها و مخازن بزرگ در حال بهره‌برداری بیش از ۴۷۰۰۰ است که آبیگرهای کوچک شامل این موارد نمی‌شوند. با توجه تعداد سدهای موجود در کشور و بستگی مستقیم آینده کشور به میزان ذخیره آب، پیش‌بینی حجم ذخیره آب پشت سدها برای استفاده بهینه از آب ذخیره شده با توجه به نیاز منطقه و کشور امری ضروری به نظر می‌رسد.

^۱ - Geographical Information System

^۲ -WCD,2000

۴-۱) هدف پژوهش

هدف اصلی این پژوهش توسعه یک سیستم اطلاعات جغرافیایی است که از داده‌های^۱ مکانی دیجیتال و تکنولوژی‌های دیجیتال برای مدل‌سازی مخازن ذخیره آب در حوضه‌های آبریز استفاده کرده تا منطقه مورد مطالعه را با استفاده از اصول مهندسی و هیدرولوژیکی و تجزیه و تحلیل حوضه برای شناخت سایت‌های بالقوه با توجه به ویژگی‌های مکانی و حجم و سطح ذخیره‌سازی مورد ارزیابی قرار دهد.

این پژوهش رویکردی را برای شناسایی سایت‌های بالقوه برای تامین آب و همچنین ارزیابی و اندازه‌گیری حجم و سطح مخازن فراهم می‌کند که نه تنها به تصمیم‌گیری‌های عمومی سیاست‌گزاران منابع آب بلکه به دانش عمومی در مورد تامین آب و تاثیر آن بر کشور کمک می‌کند. این سیستم می‌تواند برای کمک به سطوح مختلف تصمیم‌گیری در مورد مدیریت منابع آبی کشور استفاده شود.

این تحقیق نیاز به یک فرآیند سیستماتیک برای شناسایی سایت‌های ذخیره آب برای استفاده تامین‌کنندگان عمومی آب را بررسی می‌کند. این سیستم بوسیله برنامه‌نویسی در زبان پایتون که یک زبان برنامه‌نویسی شی گرا بوده تحت نرم افزار ArcGIS10.3 طراحی و توسعه داده شده است.

این مدل قادر خواهد بود با استفاده از نقشه‌های حوضه و مخزن سد و نیز با گرفتن داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری و نیز داده‌های بلند مدت اقلیمی حوضه حجم و سطح و ارتفاع آب ذخیره شده پشت سد را با ابزارهای آنالیز سه بعدی و مکانی GIS محاسبه نماید.

این مدل ضمن داشتن انعطاف‌پذیری کافی برای هر حوضه آبریز دیگری قابل استفاده بوده و می‌تواند به عنوان ابزاری مناسب در اختیار بهره‌برداران منابع آب کشور قرار گیرد.

^۱ -Data

۱-۵) منطقه مورد مطالعه

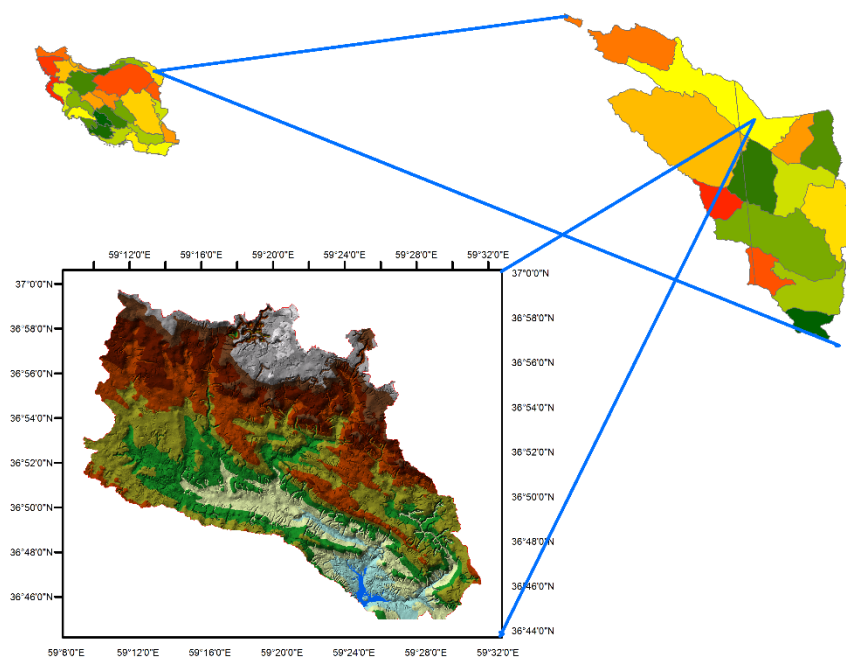
در این مطالعه، سد ارداک چناران به دلیل در دسترس بودن داده‌های آن و با توجه به اینکه این سد قسمتی از آب شرب کلانشهر مشهد را تامین می‌کند و از این جهت اهمیت ویژه‌ای دارد انتخاب شد. این مخزن در دست بهره‌برداری بوده و در ۷۰ کیلومتری شمال غربی مشهد در شمال شرقی شهر چناران در طول جغرافیایی $31^{\circ}24'37''$ و عرض جغرافیایی $36^{\circ}45'18''$ در حوضه آبریز اصلی سرخس واقع شده است.

حوضه آبریز سد ارداک چناران در فاصله تقریبی ۴۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان مشهد با مختصات $32^{\circ}07'59''$ تا $32^{\circ}32'59''$ طول شرقی و $36^{\circ}42'$ تا $36^{\circ}59'$ عرض شمالی واقع شده است. با مساحتی در حدود ۴۷۹/۲۵ کیلومتر مربع در حوضه آبریز کشف رود و از نظر سیاسی در محدوده دو شهرستان مشهد و چناران در بخش مرکزی واقع شده است.

این حوضه یکی از حوضه‌های کم‌بارش ایران محسوب می‌گردد. به همین دلیل حوضه آبخیز آن پتانسیل سیل خیزی داشته، رودهای آن جریان فصلی دارند و رودهای کشف‌رود و جام‌رود از مهمترین آنها به شمار می‌آیند. شهرهای مشهد، درگز، سرخس، تربت جام، فریمان و تایباد در این حوضه قرار دارند. در میان شنزارهای ترکمنستان چاله‌ای وجود دارد که آب‌های مناطقی از ایران، افغانستان و ترکمنستان را به خود جلب می‌نماید. این منطقه به قره‌قوم معروف می‌باشد [۳].

این منطقه به عنوان نمونه برای آزمایش این ابزار انتخاب شد تا توانایی‌های سیستم مورد ارزیابی قرار گیرد. در این پژوهش روشی مبتنی بر GIS برای به دست آوردن پتانسیل ذخیره آب مخزن مورد استفاده قرار گرفته است. برآورد ظرفیت ذخیره سازی به عنوان معیاری برای برنامه‌ریزی منابع آب کشور برای اولین بار به منظور تعیین مناسب ارتفاع تاج سد با استفاده از الگوریتمی مبتنی بر GIS مورد استفاده قرار گرفته است. در شکل ۱-۱ محدوده جغرافیایی حوضه آبریز سد نشان داده

شده است.



شکل ۱-۱: حوضه آبریز سد ارداک

۶-۱) تعاریف و اصطلاحات

۱-۶-۱) پیکسل^۱

کوچکترین المان یا جزء یک تصویر رقومی که اطلاعات توصیفی در مورد آن موجود است.

۱-۶-۲) داده^۲

نوعی از اطلاعات که قابل تفسیر و تشریح بوده و به نحوی مناسب برای نقل و انتقال، تفسیر

یا پردازش دسته‌بندی شده باشد.

^۱ - Pixel

^۲ - Data

۱-۶-۳) قدرت تفکیک هندسی^۱

کوچکترین مساحت قابل اندازه‌گیری توسط سنجنده که همان اندازه پیکسل تصویر اخذ شده است. با این مشخصه، میزان جزئیات قابل تشخیص عوارض زمینی، تعیین می‌شود.

۱-۷) ساختار پایان نامه

این پایان نامه در قالب پنج فصل تدوین شده است. در فصل اول مسئله مورد نظر بیان و اهداف پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل دوم به مروری بر پیشینه و ادبیات پژوهش پرداخته می‌شود و در فصل سوم به روش و متدولوژی تحقیق پرداخته و مورد بررسی قرار می‌گیرد. در فصل چهارم نیز به محاسبه و نتایج پژوهش پرداخته و در فصل پنجم نتیجه‌گیری ارائه شده و نتایج این تحقیق با داده‌های اندازه‌گیری شده سد ارداک چناران مقایسه می‌شود.

^۱ - Spatial Resolution

فصل دوم

مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

۲-۱) مقدمه

بشر برای تامین نیاز آبی خود مجبور به ایجاد تغییراتی در شبکه آبهای روان است. یکی از مهمترین آنها سد سازی در مسیر رودها است. بدست آوردن حجم و سطح مخازن این سدها قبل از احداث، برای بهره‌برداری بهینه و برنامه‌ریزی برای استفاده از آنها لازم و ضروری است. مخازن سازه‌هایی هستند که توسط بشر برای کنترل جریان رودخانه جهت تامین نیازهای آبی ساخته می‌شوند. با توجه به اینکه منابع آبی سطحی در ایران سهم عمده‌ای در تامین نیاز آبی بخش‌های مختلف شرب، کشاورزی و صنعت دارا هستند و سیستم‌های مخازن ذخیره، دارای نقش اساسی در کنترل آب‌های سطحی و تامین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف هستند به همین دلیل مطالعه دقیق رفتار این سیستم‌ها به منظور تامین آب مورد تقاضا به صورت رضایت‌بخش ضروری است. آبدهی رودخانه از نظر زمانی با یکدیگر همخوانی ندارد بنابراین اعتماد پذیری تامین آب به شدت کاهش می‌یابد که ممکن است خسارت زیادی به بخش مصرف‌کننده وارد آورد. از این رو جهت استفاده مناسب و کاهش ریسک باید از سدهای مخزنی به عنوان مخازن ذخیره آب استفاده نمود. اعتمادپذیری تامین آب توسط مخازن به عوامل مختلفی از جمله خصوصیات فیزیکی مخزن، سری زمانی آبدهی رودخانه، شرایط اقلیمی منطقه، میزان مصرف و روش بهره‌برداری بستگی دارد [۴]. از آنجا که مخازن جهت تنظیم و ذخیره آب برای دوره‌های کمبود آب، بسیار سودمند هستند، نقش مهمی در مدیریت منابع آبی در ایران بازی می‌کنند. مقدار آبدهی رودخانه (ورودی)، نیاز (خروجی)، تبخیر و رسوب از جمله عواملی است که باید در طراحی و تعیین حجم مخزن مورد توجه قرار گیرد. مجموع کل ظرفیت سدهای مخزنی کشور در حدود ۰/۰۰۵ مجموع ظرفیت مخزن‌های دنیا می‌باشد. تجارب سال‌های اخیر نشان داده است که عدم توجه کافی به مقوله بهره‌برداری مناسب از منابع آب و تاسیسات آبی باعث هدر رفتن سرمایه‌های اولیه و حتی تخریب زیست محیطی شده است. از آنجایی که طراحی و ساخت تاسیسات آبی هزینه‌های هنگفتی را می‌طلبد، بی توجهی به مسئله حجم مخزن نه تنها سود پیش

بینی شده حاصل از تاسیسات را تامین نمی‌کند بلکه در مقیاس کلی باعث ازدیاد مشکلات نیز می‌شود.

۲-۱-۱) پیشینه سد سازی در ایران

تاریخ سد سازی در ایران قدمتی بسیار طولانی دارد. پادشاهان عصر هخامنشی به واسطه نیاز جغرافیایی کشور و علاقه‌ای که در آبادانی سرزمین تحت فرمانروایی خود داشتند، در زمان حکومت خود سدها و بندهای زیادی در بخش‌های جنوب غربی و جنوبی ایران ساختند. یکی از رودخانه‌هایی که از قدیم به رودخانه ارونند می‌پیوسته است « دیاله » بوده است که به دستور کوروش بزرگ سدی برای آبیاری از خاک و چوب بر روی آن ساخته شده بود که شبکه کانال‌های آبرسانی را تغذیه می‌کرد. همچنین در زمان پادشاهان هخامنشی اولین کوشش برای سد سازی بر روی ارونند و فرات انجام شده است. علاوه بر بندها و آبگیرهایی که در زمان هخامنشیان بر روی رودخانه‌های ارونند و فرات ساخته شد، در آن زمان بر روی رودخانه گر^۱ در فارس نیز بندهایی برای آبیاری زمین‌های پیرامون تخت جمشید ایجاد شد. با این که آثاری از تمامی سدهای ساخته شده در زمان هخامنشی‌ها در دست نیست، ولی برخی از بندها که تا به امروز بر روی آن رودخانه بر جای مانده است از بناهای دوران هخامنشی هستند. از جمله این سدها، می‌توان به « بند ناصری » در ۴۸ کیلومتری شمال غربی تخت جمشید اشاره کرد. سد دیگر، بند فیض آباد نام دارد که در حدود ۴۸ کیلومتری شمال تخت جمشید قرار گرفته است و گفته می‌شود یکی از سه بندی بوده است که بر روی رودخانه کر با درازای ۲۵ متر و بلندای ۲۵ متر احداث گردیده است. در نزدیکی شهرک « کوار » در جنوب شیراز سد دیگری از دوره هخامنشی به نام « بند بهمن » وجود دارد که بر روی رودخانه « مند » بنا شده است. طول بند آن در حدود ۱۰۰ متر و بلندای آن حدود ۲۵ متر می‌باشد. بخش عمده‌ای از این سد تا کنون از گل و لای پر شده است. در زمان سلسله ساسانیان و هنگام حکومت شاپور اول، ارتش شکست خورده والرین رومی که مرکب از هفتاد هزار نفر می‌شدند به اسارت ایرانیان در آمدند. شاپور اول از این اسیران برای

^۱ -Kur

ساختن ساختمان‌هایی در ایران استفاده کرد. یکی از این ساختمان‌ها «سد شادروان شوشتر» بر روی رودخانه کارون است. شوشتر که در کناره شرقی کارون بر روی ساحل سنگی ساخته شده است از زمان ساسانیان یکی از شهرهای مهم بود. از زمان ایلامیان و دوران اولیه سلسله ساسانی برای بالا بردن سطح آب در کارون برای آبرسانی شهر شوشتر، سدی بر روی این رودخانه زده بودند. چنان که شواهد تاریخی نشان می‌دهد، سد اولیه بر روی کارون از لحاظ بالا بردن سطح آب چندان رضایت‌بخش نبوده و از رومیان برای رفع نقایص آن استفاده شده است. احتمالاً علاوه بر نیروی کارگری، چندین مهندس نیز در سپاه روم بوده‌اند. گام نخست، ایجاد رودخانه انحرافی «گرگر» بوده که در هنگام ساختن سد، آب کارون را هدایت می‌کرده است. این سد که پس از تعمیرهای پشت سر هم تا کنون به جا مانده است «بند میزان» نام دارد. سد دارای سرریزهایی است که در هنگام بالا آمدن، آب اضافی آن را تخلیه می‌کرده است. پهنای این سد بین ۱۰ متر تا ۱۲ متر است. ساختن این سد بین سه تا هفت سال طول کشید و هنگامی که ساختمان آن پایان یافت، ورودی رود گرگر با بند دیگری بسته شد که امروزه «بند قیصر» نامیده می‌شود. این سد نیز که تا کنون برجای است از تکه‌های بزرگ سنگی که با بست‌های آهنی محکم به یکدیگر ساخته شده است. در شاهنامه فردوسی نیز اشاره به این موضوع شده که سازنده و مهندس سد شادروان شوشتر شخصی به نام «برانوش» بوده است. ساختمان سد شادروان در زمان شاپور ساسانی در ۲۸۰ میلادی پس از سه سال عملیات ساختمانی به اتمام رسید. در ساختمان این سد برای پیوند و پابرجایی، سنگ‌های گرانیات به کار برده‌اند. بنا به شرح کتاب مجالی‌المومنین نوشته طبری، عمودهای آهنین که در سرب قرار داشته نیز در آنجا به کار رفته بوده است. یکی از بندهای دیگری که پس از سد شوشتر ساخته شد سد اهواز بوده که نشانه‌های آن هنوز هم به چشم می‌خورد. درازای این سد بیش از هزار متر بوده و احتمالاً ۸ متر ضخامت (پهنا) داشته است.

بند دیگری که در دهه چهارم میلادی توسط شاپور دوم (و احتمالاً بازمانده‌اش ارد شیر دوم)

ساخته شده، سد پل گونه دزفول است که بر روی رودخانه کرخه زده شده و در محل پی پل قرار گرفته بوده است. از زمان ساسانیان نام سد دیگری به نام « بند قیر » بر روی رودخانه کارون در محل پیوستن دو رود « آب گرگر » و « آب دز » به کارون برجای مانده که پس از سدهای شوشتر و اهواز از مهم‌ترین سدهای روی کارون به شمار می‌آمده است. پادشاهان و مهندسان ساسانی افزون بر ساختن سد بر روی کارون و کرخه در سرزمین عراق امروزی نیز به ساختن سدهایی به ویژه در کرانه شرقی اروند بین سامره و کوت مبادرت کردند و سامانه آبیاری رودخانه دیاله را گسترش دادند. گسترش شبکه آبیاری در جنوب ایران و بین‌النهرین در زمان خسرو اول پادشاه ساسانی (۵۷۹ — ۵۳۱ م) به درجه بالای خود رسید. یکی از نمونه‌های این گسترش کانال نهروان بوده است که از پشت سد بر روی اروند نزدیک محلی به نام دور^۱ تغذیه می‌شده است. این کانال بعدها در زمان خلفای عباسی تعمیر شد. کانال نهروان در محل باکوبه (واقع در پنجاه و سه کیلومتری شمال شرقی بغداد و حدود ۱۱۰ کیلومتری پایین دست سد) به رودخانه دیاله می‌رسید. افزون بر سدها و پل‌هایی که شرح آنها گذشت، در سرزمین خوزستان بندها، پل‌ها و سدهای دیگر نیز ساخته شده بوده است که به آبیاری زمین‌های پیرامون کمک فراوان می‌کرده‌اند، از جمله سد قلعه رستم، (در ۵ کیلومتری شمال گونه) بر روی کارون که دارای سه دهانه بزرگ از بالا به پایین بوده است. نهری که از این سه دهانه سد آب می‌گرفته نهر « جوی بند » و یا « دیم چه » می‌گفته‌اند درازای این نهر آبیاری، ۱۸ کیلومتر بوده است [۵].

۲-۲) داده‌ها و اطلاعات مقدماتی

۲-۲-۱) سیستم اطلاعات جغرافیایی

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) یک سامانه مبتنی بر کامپیوتر می‌باشد که در مورد اطلاعات

^۱ -Dur

زمین مرجع چهار قابلیت ورود، مدیریت (ذخیره و بازیابی)، پردازش و استخراج اطلاعات را فراهم می‌سازد [۶] مدیران دریافته‌اند که با افزایش اطلاعات توصیفی از منابع گوناگون در زمان‌های مختلف و همچنین تعدد پارامترهای دخیل در تصمیم‌گیری، بررسی همه‌جانبه و تصمیم‌گیری دقیق، نیاز به ابزاری دارد که بتواند اطلاعات را با دقت مناسب دریافت و تجزیه و تحلیل نموده و نتیجه را بطور ملموس و قابل درک ارائه نماید که فناوری GIS یکی از ابزارهایی است که می‌تواند این کار را به خوبی انجام دهد. در ادامه توصیفی از این ابزار ارائه می‌گردد.

۲-۲-۱-۱ توصیف سیستم اطلاعات جغرافیایی

مشخص است که برای درک آسان و دستیابی سریع به اطلاعات جغرافیایی، می‌بایست آنها را به صورت نقشه درآورد. نمایش گرافیکی اطلاعات جغرافیایی بسیار گویا و در جهان ثابته‌ها، بسیار کاربردی است. سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان دسترسی و بهره‌برداری مناسب از کلیه اطلاعات جغرافیایی را فراهم می‌سازد. در این سیستم‌ها می‌توان با تبدیل اطلاعات جغرافیایی به صورت رقومی و ذخیره آن در رایانه، امکان هر گونه فعالیت، بازنگری اطلاعات و وارد نمودن مجدد اطلاعات، تغییر مقیاس و عمومیت بخشیدن به نقش‌ها و تغییر در بخشی از اطلاعات آن را میسر ساخت.

در این قسمت ابتدا به کلیاتی از سیستم اطلاعات جغرافیایی، کاربردها و اجزای آن‌ها پرداخته

می‌شود

۲-۲-۱-۲ کلیات سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی ابزاری برای جمع‌آوری، ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی با موقعیت جغرافیایی مشخص هستند. عملیات ساماندهی و ذخیره‌سازی داده‌ها یک عامل بسیار مهم در این سیستم است و آنچه باعث برتری این سیستم به بسیاری از برنامه‌های رایانه‌ای دیگر نظیر برنامه‌های آماری و یا نرم‌افزار Auto Cad می‌شود، قابلیت انجام عملیات فضایی بر روی داده‌های مکانی، جست و جوی مکانی و انطباق لایه‌های اطلاعاتی مختلف بر روی هم می‌باشد.

۳-۱-۲-۲ ساختارهای سازمان‌دهی اطلاعات

سازمان‌دهی اطلاعات جغرافیایی، با یکی از ساختارهای زیر عملی می‌گردد.

۱-۳-۱-۲-۲ ساختار از نوع شبکه ای^۱

در این ساختار هر شیء از یک سری خانه‌های پر شده و یا کد دار در داخل یک جدول تشکیل شده است. هر خانه این جدول، آدرسی جداگانه و مخصوص دارد. در این روش سازمان‌دهی، رایانه کلیه خانه‌هایی را که با یک کد پر شده‌اند به یک شیء نسبت می‌دهند.

۲-۳-۱-۲-۲ ساختار اطلاعات از نوع برداری^۲

در این ساختار هر شیء به طریق ضمنی و از طریق استفاده از یک سری خطوط و اطلاعات مربوط به اتصال خطوط، تعریف می‌شود. هر یک از این خطوط به وسیله مختصات نقطه شروع، نقطه خاتمه و نقاط بین آن تعریف می‌شود. در این ساختار همواره هر نقطه، به وسیله مجموعه‌ای از نقاط، خطوط و یا سطوح که هر یک با اطلاعات غیر جغرافیایی خاصی تعریف می‌شوند، نشان داده می‌شود [۷].

۲-۲-۲ مدل ارتفاعی رقومی (DEM)

مدل رقومی ارتفاع، هرگونه تبیین رقومی از تغییرات پیوسته مربوط به پستی و بلندی‌های سطح زمین در قالب یک ساختار شبکه‌ای است که ارزش هر سلول آن، بیانگر یک ارتفاع از سطح زمین است و وضوح مکانی آن نشان‌دهنده میزان پوشش هر سلول با توجه به ارتفاع واحد آن است. ^۳DEM با یک قدرت تفکیک هندسی ^۴۸۰ فوت حاوی یک شبکه منظم با ارتفاع منحصر به فرد هر سلول که نشان دهنده ۸۰ فوت از سطح زمین در آن منطقه خاص است. در مقابل DEM با کیفیت مکانی ۲۰ فوت

^۱ -Raster

^۲ -Vector

^۳ -Digital Elevation Model

^۴ -Spatial Resolution

دارای یک ارتفاع منحصر به فرد برای هر ۲۰ فوت سطح زمین است. [۸]

20'				80'			
22	24	23	18	22	24	23	21
21	23	20	18	21	18	16	19
20	22	21	19	20	17	19	17
21	22	21	18	21	20	16	15
22	24	23	21	22	24	16	14
21	18	21	20	20	18	15	15
20	17	20	17	17	17	17	17
21	21	16	15	16	18	16	15

شکل ۲-۱: مقدار اطلاعات DEM 20 فوت در مقابل DEM 80 فوت

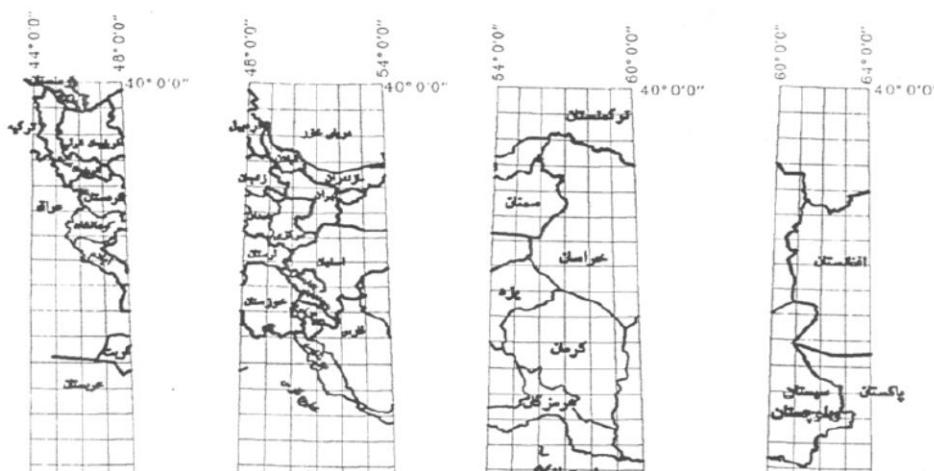
در عمل این موضوع بدین معناست که DEM ۲۰ فوت یک مجموعه اطلاعات بسیار متراکم‌تر از ناحیه را برای مدل‌سازی محل مخزن تولید می‌کند. در حالت قدرت تفکیک هندسی بزرگتر و زیرتر ۸۰ فوت تغییرات در ناحیه به اندازه DEM ۲۰ فوت ایجاد نمی‌شود، استفاده از DEM با مقیاس نرم‌تر می‌تواند برای شناسایی محل مخزن بالقوه و حوضه‌های زهکش که ممکن است در مقیاس‌های بزرگتر و زیرتر شناسایی نشده باشد کمک شایانی نماید [۹]. با این حال افزایش حجم داده‌های DEM ۲۰ فوت نیز باعث پیچیدگی و افزایش زمان پردازش اطلاعات در مناطق جغرافیایی بزرگ می‌شود. در هر حال مدل ارتفاعی رقومی را می‌توان از روش‌های متعددی مانند فتوگرامتری، خطوط منحنی میزان، نقشه‌برداری زمینی ایجاد کرد. در عمل عمده‌ترین روش تهیه مدل رقومی ارتفاع، بر اساس بکارگیری توابع درونیابی موجود در GIS بر روی نقشه‌های برداری می‌باشد.

۲-۲-۳) سیستم تصویر

برای نمایش سطح زمین بر روی صفحه نقشه، از سیستم تصویر جهانی Universal Transverse Mercator (UTM) با مشخصات زیر استفاده می‌شود:

- استوانه‌ای است؛

- متشابه است؛
 - نصف‌النهارها و مدارها به جز نصف‌النهار مرکزی و استوا منحنی هستند؛
 - شکل زمین بیضوی فرض شده (بیضوی WGS-84)
 - برای مناطق واقع در فاصله عرض‌های جغرافیایی 84°N و 80°S بکار می‌رود
 - متشکل از ۶۰ قاچ^۱ است که هر قاچ آن ۶ درجه طول جغرافیایی را در برمی‌گیرد .
(شماره‌گذاری از نصف النهار ۱۸۰ درجه در جهت شرق انجام می‌شود)؛
 - ضریب مقیاس نصف النهار مرکزی ۰/۹۹۹۶ است.
 - سیستم مختصات قائم‌الزاویه راستگرد است؛
 - مختصات بر حسب X (یا E) و Y (یا N) می‌باشد که به ترتیب در امتداد شرق و شمال هستند
 - مبدا مختصات تقاطع خط استوا و نصف النهار مرکزی هر قاچ است؛
 - مبدا مختصات در نیم کره شمالی دارای مختصات $X=500000\text{ m}$ و $Y=0$ و برای نیم کره جنوبی دارای مختصات $X=500000\text{ m}$ و $Y=10000000\text{ m}$ است.
- در این سیستم تصویر، کشور ایران با چهار قاچ سیستم UTM پوشش داده می‌شود شکل ۲-۲ نحوه پوشش کشور ایران توسط این سیستم تصویر را نمایش می‌دهد (شکل مقیاس خاصی ندارد)

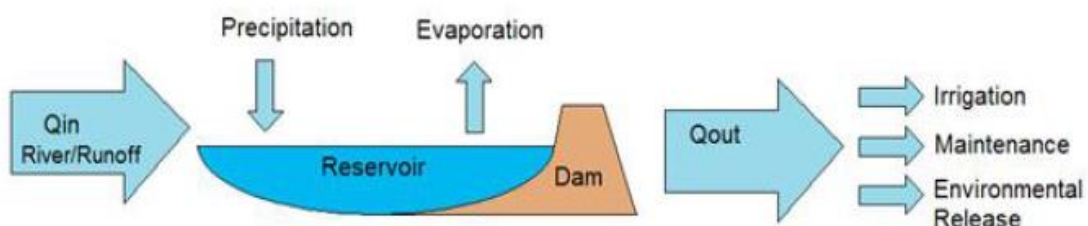


شکل ۲-۲: نحوه قرارگیری کشور ایران در قاچهای سیستم تصویر UTM

^۱ - Zone

۲-۲-۴) تعادل آب^۱

قطعاً تعادل آب ماهانه برای مخازن، تخمین حجم عرضه مخازن را به صورت ماهانه ممکن می‌سازد. تعادل آب برای مقایسه تقاضا آب هر ماه با ورودی‌های آب به منظور برآورد حجم عرضه مخزن نهایی برای یک ماه مشخص طراحی شده است. در شکل ۲-۳ پارامترهای اصلی بالانس آب یک مخزن ارائه شده است.



شکل ۲-۳: ورودی و خروجی مخزن؛ پارامترهای مدل تعادل آب.

فلش نشان دهنده ورودی‌ها و خروجی‌های مخزن است

بالانس آب برای یک مخزن از ورودی‌ها و خروجی‌ها تشکیل شده است. معادله ۲-۱ از معادله تعادل خط برای منابع بزرگ (با حجم بالاتر از ۵۰ متر مکعب) در یک منطقه گرمسیری نیمه خشک گرفته شده است. یک مرحله زمانی ماهانه به همراه داده‌های آب و هوا برای محاسبه متغیرها در میانگین ماهانه مشخص استفاده شده است.

$$V_m = V_{m-1} + (P + Q_{in}) - (E + Q_{out}) \quad \text{معادله ۲-۱:}$$

که V_m حجم ذخیره مخزن در ماه m می‌باشد، P بارش، Q_{in} ورودی رودخانه به مخزن می‌باشد.

E تبخیر و Q_{out} خروجی از کانال آبیاری اصلی و خروجی پایین دست می‌باشد.

در مدل تعادل آب حجم منبع هر ماه بر اساس حجم ماهی قبلی بعلاوه ورودی‌ها و منهای خروجی ماه مورد نظر محاسبه شده، محاسبه می‌شود. ورودی‌های منبع، ورودی از رودخانه، بارش و

^۱ - Water Balance

بارندگی می‌باشد. تلفات آب مخزن شامل تبخیر از سطح مخزن، آب تخلیه شده به کانال‌های آبیاری اصلی و آب تخلیه شده از طریق خروجی پایین دست برای جبران ماهانه جریان و رسوب‌گیری می‌باشد. تغییر در حجم از یک ماه به بعد می‌باشد به همین دلیل برابر با بارش به علاوه ورودی از رودخانه منهای تبخیر از سطح مخزن و تخلیه از خروجی سد است. از آنجایی که آغاز سال آبی توسط سازمان زمین شناسی ایالات متحده برای نیمکره شمالی ماه سپتامبر تعیین شده است این مدل سپتامبر را به عنوان ماه شروع استفاده می‌نماید. حجم شروع در مدل (V_{m-1}) می‌باشد که در نتیجه حجم برای سپتامبر، اکتبر سطح اول محاسبه شده است.

مقادیر ماهانه بارش (P) به مترمکعب داده شده است. تخلیه رودخانه برآورد شده (Q_{in}) بر حسب مترمکعب و دو مولفه (Q_{out})، جریان تخلیه محیطی و جریان نگهدارنده بر حسب مترمکعب در هر ماه داده شده است. سایر داده‌ها دریافتی از گزارش طراحی، داده آب و هوا ماهانه برای مصرف آب محصول (قسمتی از Q_{out}) و محاسبات تبخیر (E) به همراه فهرستی از مناطق سطحی مخزن در حجم‌های مشخص مخزن می‌باشد برای ایجاد حجمی برای معادله تبدیل سطح برای محاسبه تبخیر از مخزن (E) استفاده می‌شود [۱۰].

۲-۳ روش تعیین حجم مخزن

روش‌های معمول برای محاسبه حجم مخازن رودخانه‌ها عبارتند از روش منحنی توده^۱، روش منحنی توده تفاضلی^۲، روش پیک متوالی^۳ و روش شبیه‌سازی^۴. ریپل (۱۸۸۳) برای نخستین بار روش طراحی ترسیمی را برای طراحی مخزن پیشنهاد کرد. روش وی بصورت روش نمودار جرم تکامل یافت. محدودیت این روش بکار بردن تقاضای ثابت است. توماس^۵ (۱۹۶۰) روش ساده‌ای به نام روش پیک

^۱ - Mass Curve

^۲ - Residual Mass curve Method

^۳ - Sequent-peak Method

^۴ - Simulation Method

^۵ - Thomas

متوالی پیشنهاد کرد، که با این روش طراحی مخزن با توجه به تقاضای متغیر انجام می‌گیرد.

روش تخمین ظرفیت ذخیره مخزن ارائه شده در این پژوهش روش منحنی توده یا دیاگرام

ریپل ۱۸۸۳ می باشد

۲-۳-۱) نمودار جرم (دیاگرام ریپل ۱۸۸۳)

این روش متشکل از مراحل زیر است

ابتدا منحنی جریان یا انباشت تجمعی با استفاده از معادله ۲-۲ ترسیم می شود

$$\sum Q = \sum_{t=1}^N Qt, \quad t = 1, 2, \dots, N$$

معادله ۲-۲

در ادامه یک خط از تقاضای با توجه به تجمعی رسم شده

$$\sum D = \sum_{t=1}^N Dt, \quad t = 1, 2, \dots, N$$

معادله ۳-۲

تفاوت های متوالی بین خط موازی و منحنی جریان اندازه گیری شده و در آخرین مرحله ظرفیت

مخزن متناسب با حداکثر اندازه بدست آمده محاسبه می شود. مزیت این روش اجتناب از تکرار رسم

منحنی جریان برای تقاضاهای متفاوت است

فرضیه ها:

۱- روش Ripple زمانی قابل استفاده است که تقاضا ثابت باشد ۲ - کل تقاضا در طول بازه زمانی مورد

تجزیه و تحلیل از جریان کل مخزن تجاوز نکند [۱۱].

۲-۴) پیشینه تحقیق

تجارب سال‌های اخیر نشان داده است که عدم توجه کافی به مقوله بهره‌برداری مناسب از منابع آب و تاسیسات آبی باعث هدر رفتن سرمایه‌های اولیه و حتی تخریب‌های زیست محیطی شده است. از آنجایی که طراحی و ساخت تاسیسات آبی هزینه‌های هنگفتی را می‌طلبد، بی‌توجهی به مسئله حجم مخزن نه تنها سود پیش بینی شده حاصل از تاسیسات را تامین نمی‌کند بلکه در مقیاس کلی باعث ازدیاد مشکلات نیز می‌شود

نقشه‌برداری هیدروگرافیک یکی دیگر از روش‌های سنتی برای تخمین حجم مخزن است که شامل نقشه‌برداری کف مخزن و اطراف مخزن می‌شود. از دستگاه‌های صوتی برای نقشه‌برداری زیر آب استفاده می‌شود. نقشه‌برداری بالاتر از سطح آب با استفاده از عکس‌های هوایی یا نقشه‌برداری زمینی انجام می‌گیرد. وقتی نتایج حاصل از ۲ برداشت ترکیب شدند، توپوگرافی منطقه بدست می‌آید. سطح تحت پوشش چند تراز مشخص با استفاده از دستگاه پلاتومتر محاسبه می‌شود. حال با این اطلاعات می‌توان حجم آب بین ۲ تراز ارتفاعی را مشخص کرد. با رسم تابع توزیع تجمعی از کمترین ارتفاع کف مخزن تا سطح آب، منحنی مخزن بدست می‌آید [۱۲].

در گذشته برآوردهای منظمی از ظرفیت مخزن در زمان‌های متناوب با استفاده از روش‌های قدیمی مثل زاویه‌یابی^۱، مسافت سنجی دریایی^۲، عمق‌یاب صوتی^۳، و قایق کم سرعت^۴ انجام می‌گرفته است. برآورد مخزن اثر هنگفتی روی عملکرد مخزن دارد. نتایج اندازه‌گیری به علت پیچیدگی عوارض زمین، پوشش گیاهی و تجارب متفاوت مهندسين با هم به شدت اختلاف دارند برای مثال حدود هشت سال وقت و دو میلیون یوان هزینه صرف اندازه‌گیری حجم مخزن لانگ یانگ^۵ در کشور چین

^۱ -Sextant

^۲ -Rangefinder

^۳ -Echo Sounders

^۴ -Slow Moving Boats

^۵ - longyangxia

گردید که نهایتاً نتایج نیز راضی کننده نبود [۱۲].

روش شبیه سازی یکی دیگر از روش های معمول محاسبه حجم مخزن است. روش شبیه سازی مخزن عبارتست از تعیین حجم ذخیره مخزن در هر دوره بر اساس دبی ورودی به مخزن، برداشت آب و تلفات آب که با توجه به شرایط آب و هوایی و زمین شناسی محل رخ می دهد [۱۳]. مبنای روش شبیه سازی در نظر گرفتن رابطه توازن جرمی^۱، برای محاسبه حجم مخزن در انتهای هر دوره (گام زمانی) می باشد. معمولاً در مخازن بزرگ گام زمانی سالانه و در مخازن متوسط گام زمانی ماهانه و در مخازن کوچک گام زمانی چند هفته ای یا یک هفته ای مورد استفاده قرار می گیرد. در روش شبیه سازی تعیین حجم مخزن با مطالعه رفتار سیستم و با توجه به ریسک قابل قبولی برای عدم تامین نیازها صورت می گیرد.

مور و همکاران در تحقیقی گزارش بیان نمودند که استفاده گسترده از نقشه های رقومی ارتفاع بسته به تحولات در فناوری GIS مطالعات تحقیقاتی هیدرولوژیکی و زیست محیطی را شتاب می بخشد. در تحقیق آنها ظرفیت ذخیره سازی برای یک یا چند ارتفاع سد مختلف انجام شده و حجم مخزن می تواند با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات مکانی در GIS محاسبه شود. [۱۴].

چونگ سونگ یی و همکاران استفاده از روش تجزیه و تحلیل محلی برای انتخاب محل مناسب برای نیروگاه های برق آبی کوچک در قسمت فوقانی حوضه رودخانه گنوم، در کره جنوبی را انتخاب کردند. آنها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی در تجزیه و تحلیل محلی، شش سایت بالقوه برای دستگاه برق آبی کوچک شناسایی کردند. [۱۵]

صبار عبدالله و عبدالسلام مهدی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به بررسی

^۱ -Mass Balance

محل انتخاب شده برای سد مخزنی در وادی الجرنف^۱ در غرب منطقه الشرقاط^۲ عراق پرداختند و با توجه به تجزیه و تحلیل مورفومتریک، سه مکان مناسب برای ذخیره آب در دره پیشنهاد و حداکثر ارتفاع سطح آب، مساحت و حجم را برای مخازن پیشنهادی محاسبه کردند. [۱۶].

احمت ایروم^۳ با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در نرم افزار Ilwis 3.6 و روش ریپل به تعیین سطح و حجم ذخیره سازی سد در حال ساخت بایاک کاراکای^۴ پرداخت و در این مطالعه، از نقشه های DEM برای تعیین ویژگی های حوضه، شبکه جریان، حجم ذخیره سازی مخازن و سطح حجم ذخیره سازی استفاده کرد و توانست محاسبات را به راحتی و به سرعت با استفاده از GIS انجام داده و نمودار ارتفاع-حجم و ارتفاع-مساحت این سد را بدست آورد [۱۷].

تیموتی و موریسی^۵ رساله دکترا خود را به بررسی محل مخزن تامین آب شهری در ایالت کارولینای شمالی^۶ اختصاص داده و با طراحی و توسعه یک سیستم اطلاعات مکانی و محاسباتی با استفاده از اصول مهندسی نرم افزار، هیدرولوژی و جغرافیا، برای انجام تجزیه هیدرولوژیکی و تحلیل ناحیه در سراسر ایالت در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و استفاده از داده های لیدار^۷ به مدل سازی برای شناسایی بهترین محل برای ساخت مخزن تامین آب شهری پرداخته و چند سایت بالقوه برای احداث مخزن تامین آب شهری معرفی کردند [۱۸].

^۱ -Wadi Al-Jirnaf

^۲ -Shirqat

^۳ - Ahmet İRVEM

^۴ - Buyuk Karacay

^۵ -Timothy & Morrissey

^۶ -North Carolina

^۷ - LiDAR

فصل سوم

متدولوژی تحقیق

۳-۱) مقدمه

باتوجه به افزایش تقاضای آب ساخت سدهای ذخیره آب ضروری به نظر می‌رسد. علاقه فعلی در ساخت سدهای مخزنی بوده که عمدتاً استفاده از آنها برای آبیاری، نیروگاه‌های تولید برق، ماهیگیری، کنترل سیل و غیره است. سدها نه تنها به عنوان یک سیستم منابع آب بلکه در برنامه‌ریزی منابع آب و مدیریت منابع آب مهم هستند.

مقدار آبی که می‌تواند در یک مخزن ذخیره شود به عنوان ظرفیت مخزن و یا ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن می‌باشد. با این حال، این ظرفیت وابسته به مقدار آب ورودی به مخزن و میزان آب خروجی از مخزن است. تکنیک‌های موجود برای تخمین برآورد ظرفیت مخزن شامل روش‌های مستقیم (برداشت مخزن) و غیرمستقیم (استفاده از نقشه توپوگرافی) می‌باشد. بررسی‌های میدانی برای تخمین حجم آب و مساحت سطح مخازن، ظاهراً کار فشرده و وقت‌گیر است، و از این رو برآورد منابع آب سطحی یک حوضه هزینه‌های قابل ملاحظه دارد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده‌ای در مطالعات هیدرولوژیکی استفاده می‌شود. GIS به سادگی پردازش، تجزیه و تحلیل و ارائه داده‌های مکانی را انجام می‌دهد. این ویژگی، مطالعات امکان‌سنجی و قابلیت اطمینان از فرایند تصمیم‌گیری در برنامه‌های کاربردی را از روش‌های غیرمستقیم بالا برد [۱۸].

استفاده از DEM در GIS به تولید نقشه‌های جهت جریان، تجمع جریان، مسیر جریان، شیب، جهت، ارتفاع، و نقشه‌های شبکه زهکشی، سریع‌تر و دقیق‌تر مقایسه با روش‌های کلاسیک رایج وابسته به نقشه برداری می‌انجامد [۱۹]. برای پرداختن به این چالش تلاش شده است در این مطالعه به منظور تعیین ارتفاع تاج سد برای محاسبه ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن و مساحت سطح آب از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شود

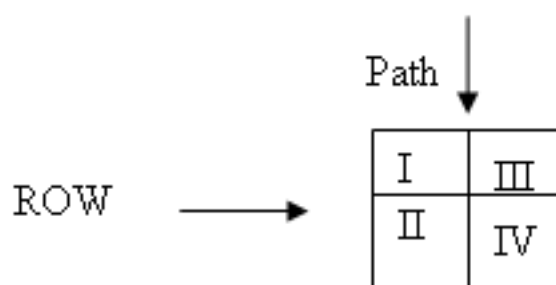
۲-۳ مواد و روش ها

در این مطالعه تهیه نقشه‌های رقومی ارتفاعی منطقه (DEM) از مهمترین مراحل تحقیق بشمار می‌آید. در اولین گام با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور در فرمت DGN منطقه مورد مطالعه لایه DEM تولید شد.

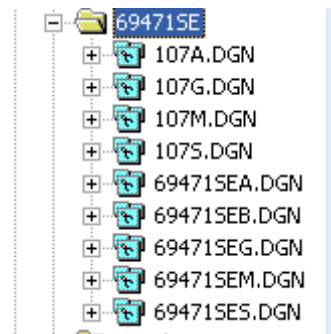
۱-۲-۳ مدل رقومی ارتفاع (DEM)

برای تهیه مدل رقومی ارتفاعی در این تحقیق از نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شده است. داده‌های مورد نیاز برای محاسبه ظرفیت ذخیره سازی مخزن مبتنی بر نقشه‌های توپوگرافی است که شامل داده‌های مکانی می‌باشد. داده‌های سازمان نقشه‌برداری با فرمت DGN در اختیار کاربران قرار می‌گیرد.

در ابتدا داده‌های DGN سازمان نقشه‌برداری ایران، مرور می‌شود. هر فایل DGN شامل ۵ رقم می‌باشد که دو رقم اول این فایل نشان‌دهنده PATH نوار ماهواره، دو رقم بعدی ROW گذر و رقم آخری نشان‌دهنده جهات جغرافیایی می‌باشد.



با باز کردن فایل مورد نظر، فایل‌های زیر را مشاهده می‌شود.



۱۰۷A: لژاندر عوارض آبی

۱۰۷G: : لژاندر عوارض ارتفاعی

۱۰۷M: : لژاندر عوارض مسطحاتی

۱۰۷S: : لژاندر پوشش گیاهی

فایل ۶۹۴۷۱NWG: خطوط میزان ارتفاع (Segment) و نیز در داخل این فایل، annotation

نقاط ارتفاعی mass point نشان داده می‌شود.

فایل ۶۹۴۷۱ NWB: چهار گوشه نقشه Map Extent را نشان می‌دهد. که برای merge کردن و

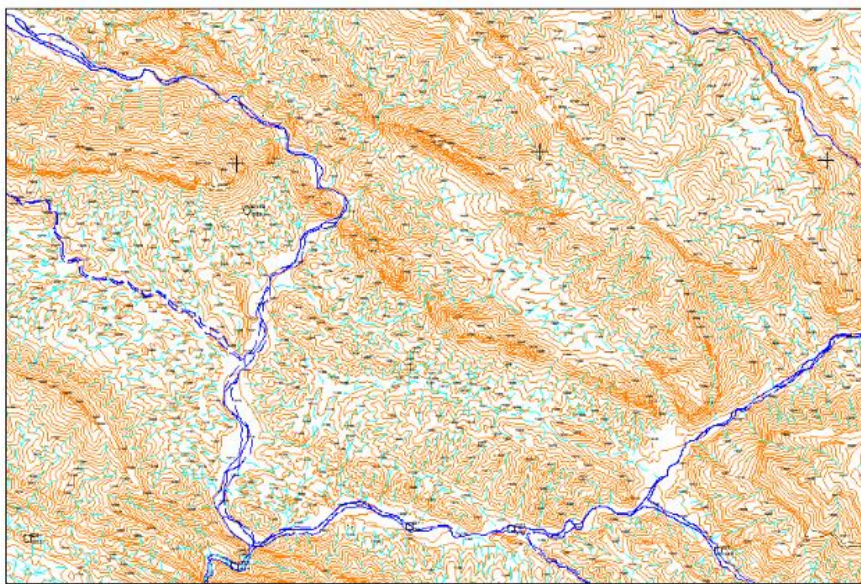
زمین مرجع کاربرد دارد.

فایل ۶۹۴۷۱ NWA: آبراه‌ها را نمایش می‌دهد.

فایل ۶۹۴۷۱ NWM: شبکه راه‌ها

فایل ۶۹۴۷۱ NWS: کاربری موجود را نشان می‌دهد

نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور با فرمت DGN همانطور که در شکل ۱-۳ نشان داده شده وارد محیط نرم افزار ArcGIS شد. با استفاده از خطوط تراز نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ نقاط ارتفاعی، رودخانه‌ها با استفاده از الگوریتم AUNDEM ابزار Topo To Raster در نرم افزار ArcGIS10.3 در پنج اندازه پیکسل مختلف (۵ و ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ و ۲۵) درون یابی گردید. الگوریتم AUNDEM به عنوان یکی از کامل‌ترین الگوریتم‌های ساخت مدل ارتفاعی رقومی به دلیل مبنای هیدرولوژیک می باشد که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۰].

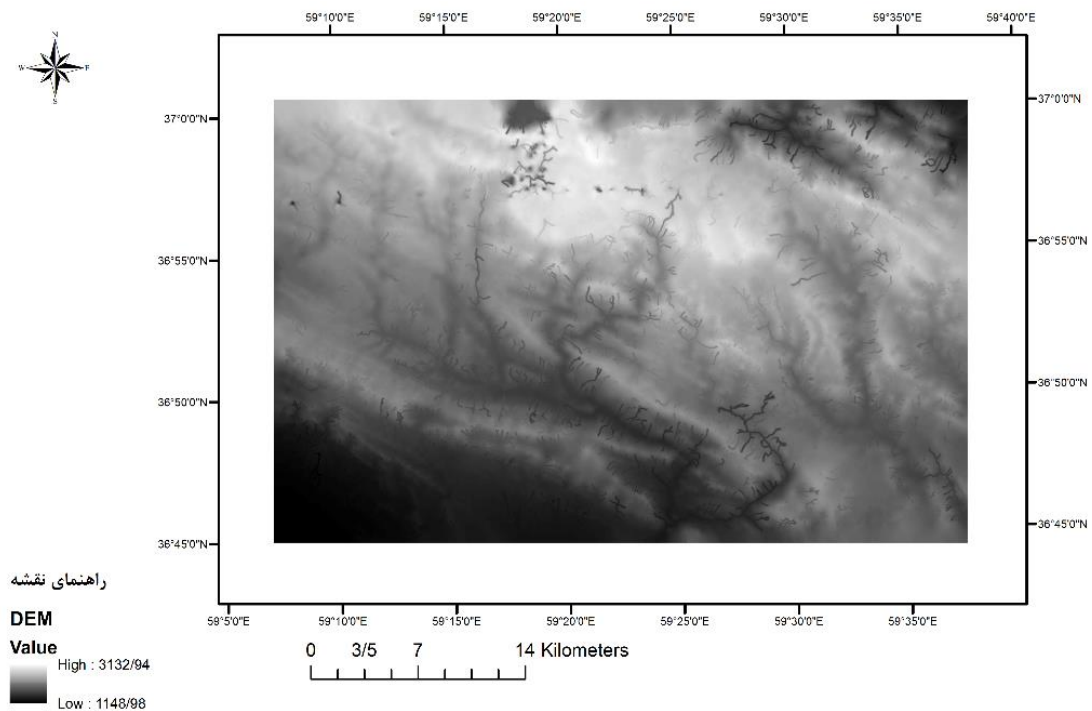


شکل ۱-۳: نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه مورد مطالعه

در ضمن نسخه فعلی AUNDEM که در نرم افزار ArcGIS10.3 مورد استفاده قرار گرفته نسخه ۵,۳ است. مدل ارتفاعی رقومی منطقه در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. اطلاعات DEM نشان می‌دهد حداکثر مقدار ارتفاع ۳۱۳۲ متر و حداقل ارتفاع ۱۱۴۸ متر می‌باشد.

در ادامه با داشتن این لایه با استفاده از عملگرهای مختلف موجود در نرم افزار ArcGIS10.3 لایه‌هایی همچون شیب، جهت شیب، شبکه زهکشی، مرز حوضه مورد استفاده در مدل استخراج شدند. برای انتخاب محل‌های احتمالی سد از تصاویر ماهواره‌ای نرم افزار گوگل ارث استفاده شد و سه

محل برای احداث سد انتخاب گردید



شکل ۳-۲: مدل رقومی ارتفاعی منطقه

۳-۲-۲) گزارشات سد ارداک

گزارشات سد ارداک چناران که در یکی از این سه محل انتخابی احداث شده، از شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران تهیه گردید (جدول ۳-۱) و نتایج بدست آمده از مدل در این محل با گزارشات سد مربوطه مقایسه و بررسی شد. سد ارداک چناران سد خاکی با هسته رسی در ۷۰ کیلومتری شمال غرب مشهد قرار دارد که با هدف مهار، کنترل، ذخیره و تنظیم جریانات دایم و فصلی رودخانه ارداک در موقعیت تلاقی دو آبراهه اصلی "آبقد" و "میانمرغ" به نام «دوآبی» احداث شده است.

جدول ۳-۱: گزارشات سد ارداک چناران

تاریخ		ورودی		ورودی از ابتدای سال آبی	خروجی MCM								جمع کل خروجی	کل خروجی از ابتدای سال آبی	تراز مخزن	حجم مخزن
سال	ماه	دبی m ³ /s	حجم MCM	MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبگیری	زهکش	نشت	تبخیر	سرریز	MCM	MCM	m	MCM
93-94	مهر	7/92	0	0	0	0	0	1/05	0	0	0	0	1/05	1/038	1370/7	1/24
	آبان	13/41	0	0/66	0	0	0	1/05	0	0	0	0	1/05	2/076	1371/550	1/36
	آذر	12/43	0	1/82	0	0	0	1/05	0	0	0	0	1/05	3/114	1371/8	1/39
	دی	8/17	0	2/82	0	0	0	0/21	0	0	0	0	0/21	3/322	1374/500	1/89
	بهمن	17/89	0	3/62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3/322	1378/55	3/44
	اسفند	45/29	0	5/25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3/322	1385/250	7/35
	فروردین	57/25	0	9/31	0	0	0	1/049	0	0	0	0	1/049	4/36	1389/9	11/26
	اردیبهشت	37/28	0	14/15	0	0	0	0/912	0	0	0	0	0/912	5/26	1392/200	13/58
	خرداد	29/81	0	17/66	0	0	0	0/868	0	0	0	0	0/868	6/115	1393/7	15/24
	تیر	4/47	0	19/96	0	0	0	0/868	0	0	0	0	0/868	6/971	1393/200	14/66
	مرداد	4/67	0	20/36	0	0	0	0/868	0	0	0	0	0/868	7/827	1392/77	14/19
	شهریور	5/22	0	20/82	0	0	0	0/868	0	0	0	0	0/868	8/682	1392/410	13/8

تاریخ		ورودی		ورودی از ابتدای سال آبی	خروجی MCM								جمع کل خروجی	کل خروجی از ابتدای سال آبی	تراز مخزن	حجم مخزن
سال	ماه	دبی m ³ /s	حجم MCM	MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبگیری	زهکش	نشت	تبخیر	سرریز	MCM	MCM	m	MCM
94-95	مهر	9/71	0	21/34	0	0	0	0/009	0	0	0/096	0	0/105	0/101	1393/1	14/55
	آبان	17/02	0	49/26	0	0	0	0/712	0	0	0/045	0	0/756	0/851	1393/720	15/27
	آذر	14/73	0	90/61	0	0	0	0	0	0	0/018	0	0/018	0/87	1394/8	16/52
	دی	13/53	0	126/56	0	0	0	0	0	0	0/024	0	0/024	0/893	1395/720	17/66
	بهمن	13/57	0	163/01	0	0	0	0	0	0	0/014	0	0/014	0/909	1396/63	18/82
	اسفند	15/82	0	194/14	0	0	0	0/93	0	0	0/054	0	0/982	1/885	1396/940	19/21
	فروردین	39/03	0	268/27	0	0	0	1/085	0	0	0/082	0	1/157	3/038	1398/55	21/44
	اردیبهشت	56/67	0	390/35	0	0	0	1/129	0	0	0/172	0	1/293	4/328	1401/390	25/04
	خرداد	74/12	0	621/57	0	0	0	1/269	0	0	0/283	0	1/552	5/877	1403/94	29/9
	تیر	12/6	0	703/33	0	0	0	1/364	0	0	0/357	0	1/723	7/599	1403/570	29/26
	مرداد	9/66	0	730/49	0	0	0	1/364	0	0	0/345	0	1/715	9/311	1403/05	28/38
	شهریور	9/03	0	755/44	0	0	0	1/442	0	0	0/258	0	1/697	11/005	1402/500	27/47

تاریخ		ورودی		ورودی از ابتدای سال آبی	خروجی MCM								جمع کل خروجی	کل خروجی از ابتدای سال آبی	تراز مخزن	حجم مخزن
سال	ماه	دبی m ³ /s	حجم MCM	MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبگیری	زهکش	نشت	تبخیر	سرریز	MCM	MCM	m	MCM
95-96	مهر	8/82	0	11/3	0	0	0	1/32	0	0	0/133	0	1/455	1/453	1402/08	26/77
	آبان	8/79	0	32/46	0	0	0	0/991	0	0	0/076	0	1/066	2/515	1401/910	26/4
	آذر	11/54	0	59/49	0	0	0	1/494	0	0	0/029	0	1/523	4/037	1401/7	25/85
	دی	14/35	0	94/65	0	0	0	0/864	0	0	0/012	0	0/872	4/908	1401/840	26/22
	بهمن	18/45	0	132/44	0	0	0	1/411	0	0	0	0	1/411	6/318	1401/93	26/46
	اسفند	29/98	0	201/49	0	0	0	2/208	0	0	0	0	2/208	8/525	1402/120	26/84
	فروردین	67/56	0	342/41	0	0/208	0	1/092	0	0	0	1/28	2/576	11/099	1404	30
	اردیبهشت	23/1	0	453/29	0	0	0	1/742	0	0	0	0/26	2/002	13/094	1404/000	30
	خرداد	18/55	0	519/76	0	0	0	2/834	0	0	0	0	2/834	15/918	1403/39	28/96
	تیر	9/72	0	547/54	0	0	0	3/296	0	0	0	0	3/296	19/211	1401/750	25/99
	مرداد	12/35	0/109	574/63	0	0	0	3/315	0	0	0	0	3/315	22/525	1400/43	23/46

۳-۳) مرز حوضه آبریز

حوضه آبریز بخشی از یک خشکی است که تمام آب بارش یافته و یا جاری شده در آن به یک نقطه انتهایی می‌رسد. با آنچه که تعریف شد می‌توان به این نتیجه رسید که داخل حوضه‌های آبریز، رودخانه‌ها، جاده‌ها، جنگل‌ها و حتی شهرها نیز قرار دارند و اشل مکانی که تحلیلهای هیدرولوژیک روی آن انجام می‌شود، حوضه آبریز یا بخشی از آن است.

بعد از تهیه مدل ارتفاعی رقومی منطقه اولین مرحله در انجام این پژوهش تعیین و استخراج مرز حوضه می‌باشد مرز حوضه در واقع بلندترین نقاط حوضه (خط الرأس) می‌باشد که منشاء حرکت جریان از این نقاط شروع می‌شود برای استخراج مرز حوضه مراحل زیر انجام می‌شود.

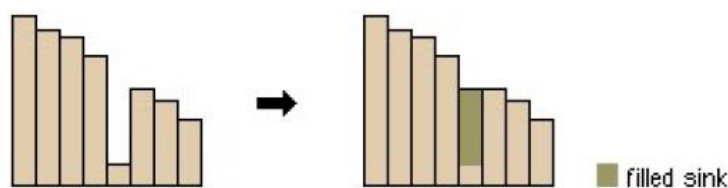
۳-۳-۱) پر کردن حفره‌های هیدرولوژیکی

حفره‌های هیدرولوژیکی^۱ عبارتند از پیکسلی که ارتفاع آن از ارتفاع پیکسل‌های هم‌سایه کمتر باشد که عوامل ایجاد آن عبارتند از کمبود داده‌ها برای درونیابی، روش درونیابی مورد استفاده و یا گرد کردن ارتفاعات به نزدیکترین مقدار صحیح و محدودیت اندازه برای پیکسل می‌باشد که ناشی از اندازه پیکسل کوچکتر از آستانه می‌باشد و هرچه این اندازه کوچکتر باشد به لحاظ افزایش اغراق آمیز در داده‌ها چاله‌ها افزایش می‌یابند. در مدل‌های هیدرولیکی این چاله‌ها موجب عدم مشارکت پیکسل‌های بالادست چاله در رواناب شده و باعث بروز خطا در مدل‌سازی می‌شود.

این حفره‌ها باید پر شوند تا اطمینان حاصل شود طرح مناسبی از حوضه و رودخانه‌های آن ساخته شده است. اگر حفره‌ها پر نشوند، شبکه زهکشی مشتق شده ممکن است ناپیوسته باشد. (شکل

۳-۳). [۲۱]

^۱ -sink



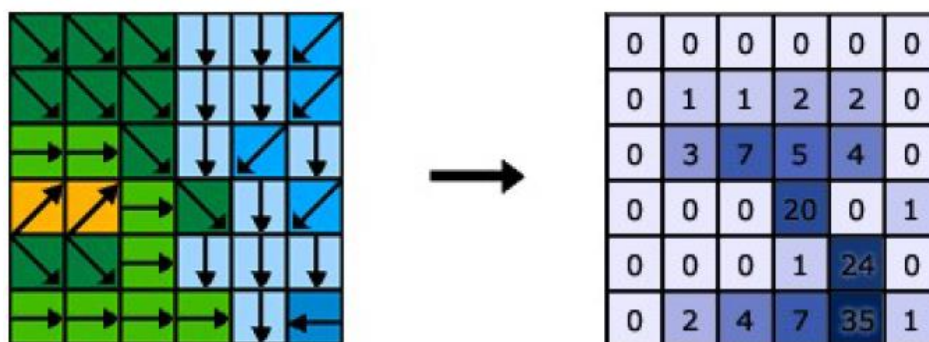
شکل ۳-۳: نمایش یک حفره قبل و بعد از اجرای دستور Fill

برای برطرف کردن این حفره‌های غیر منطقی در DEM با توجه به سلول‌های اطراف از الگوریتم D8 استفاده می‌شود. این الگوریتم در یک پنجره سه در سه که پیکسل حفره پیکسل مرکزی می‌باشد، حداقل ارتفاع هشت پیکسل همسایه را جایگزین پیکسل مرکزی می‌نماید و باعث از بین رفتن حفره می‌شود [۲۲] برای این منظور از گزینه Fill نرم افزار استفاده گردید. خروجی این دستور لایه ارتفاعی رقومی خواهد بود که بدون اشکال است و در ادامه کار از این لایه استفاده می‌شود.

۳-۲-۳) استخراج جریان تجمعی

مرحله بعد محاسبه جهت جریان تجمعی است با توجه به اینکه جهت جریان هر سلول بر اساس روابط بین سلول‌های همسایه بدست می‌آید. به منظور استخراج جهت جریان تجمعی از مدل‌های رقومی ارتفاعی، از الگوریتم D8 استفاده گردید. در این الگوریتم محاسبه جهت جریان تابع همسایه‌ها می‌باشد و جهت جریان پیکسل جهتی است که آب پیکسل از آن خارج می‌شود. اگر در جهت عقربه‌های ساعت برای هر پیکسل همسایه در نظر گرفته شود، برای این هشت پیکسل به ترتیب اعداد ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ که به ترتیب از ۲ به توان صفر تا ۲ به توان ۷ می‌باشد، اختصاص می‌یابد. اگر آب پیکسل مرکزی به هر کدام از آنها تخلیه شود در تعیین جهت جریان، شماره آن پیکسل را به خود می‌گیرد. پس از تعیین جهت جریان، جریان تجمعی را که عبارتست از تعداد پیکسل‌هایی که آب آنها به یک پیکسل می‌ریزد بدست آمد جریان تجمعی به عنوان وزن انباشته تمام سلول‌های جریان در سلول پایین دست در شطرنجی خروجی می‌باشد. در واقع مقدار تجمع جریان یک سلول تعداد سلول‌هایی که به این سلول تخلیه خواهد شد را نشان می‌دهد در شکل ۳-۴ سمت

چپ جهت حرکت جریان هر سلول و در سمت راست تعداد سلول که به هر سلول آن تخلیه شده را نشان می‌دهد [۲۲].



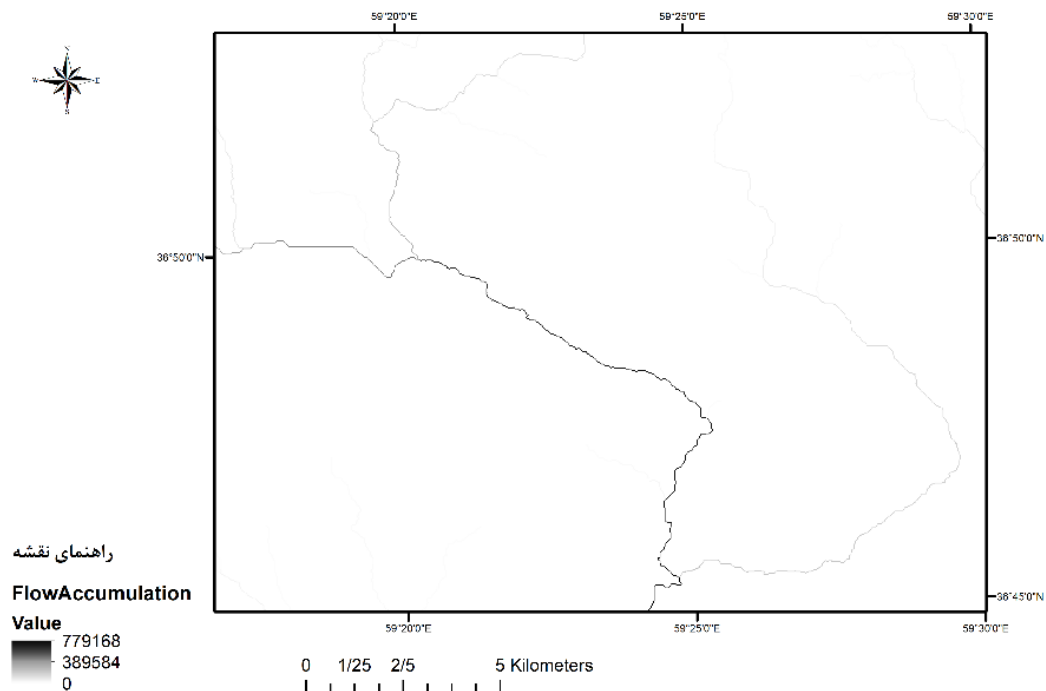
جهت جریان

تجمع جریان

شکل ۳-۴: تعیین تجمع جریان

سلول‌های با تجمع جریان بالا مناطق تمرکز جریان هستند و می‌تواند مورد استفاده برای شناسایی کانال‌های جریان قرار گیرد. سلول‌های با تجمع جریان صفر مرتفع‌ترین نقاط توپوگرافی محلی هستند و مورد استفاده برای شناسایی خط‌الراس ارتفاعات قرار می‌گیرند [۲۳].

برای استخراج لایه جهت جریان از گزینه Flow Direction نرم افزار ArcGIS10.3 استفاده شد، پس از استخراج لایه جهت جریان، لایه جهت جریان تجمعی بوسیله ابزار Flow Accumulation تهیه گردید. با توجه به موارد گفته شده نقشه جریان تجمعی منطقه مورد مطالعه بصورت شکل ۳-۵ استخراج گردید

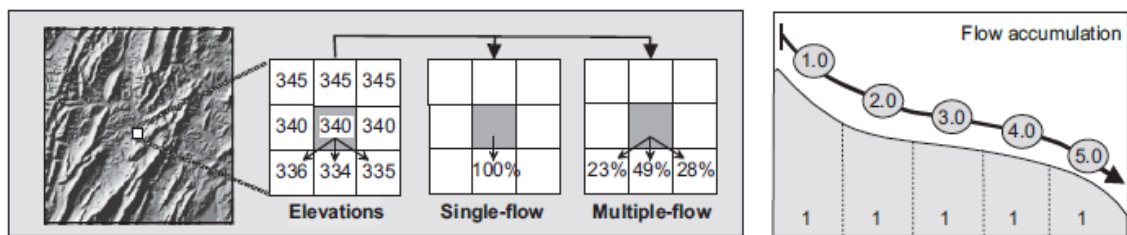


شکل ۳-۵: نقشه تجمع جریان منطقه مورد مطالعه

۳-۲-۱) دلیل انتخاب یک رویکرد تک جریانی (D8)

همانطور که گفته شد برای محاسبه تجمع جریان از الگوریتم D8 استفاده می‌شود. در این قسمت دلیل این انتخاب شرح داده می‌شود. برای محاسبه تجمع جریان، دو گروه مختلف اساسی از الگوریتم‌ها شامل تک جریان (D8) و جریان چند طرفه مانند الگوریتم FD8, Dinf یا جریان لوله ای توسعه یافتند [۲۴] [۲۵] [۲۶] [۲۷]. در یک پایگاه داده‌های رستری GIS، الگوریتم تک جریان محتوای کل سلول‌ها رو به پر شیب‌ترین سلول همسایه انتقال می‌دهد حال آنکه یک الگوریتم جریان چندطرفه محتوای یک سلول را به همه سلول‌های همسایه با ارتفاع کمتر بسته به وزن آنها انتقال

می‌دهد (شکل ۶-۳ (ب))



(ب) تجمع جریان بوسیله الگوریتم های متفاوت

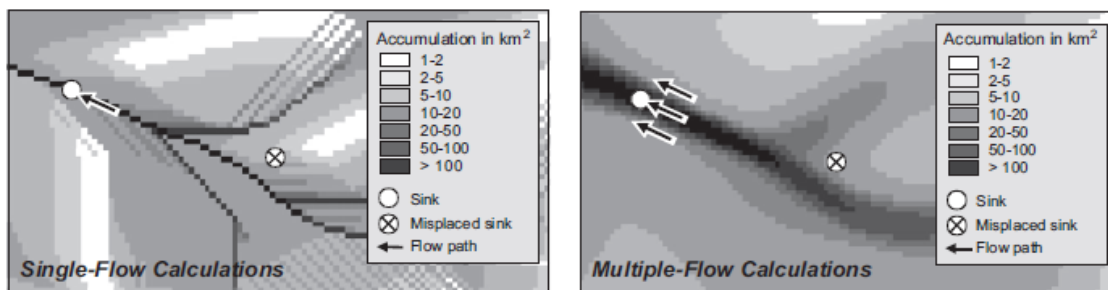
(الف) امتداد تجمع جریان غیره وزنی

شکل ۶-۳: اساس تجمع جریان

جدا از تفاوت‌های محاسباتی همه الگوریتم‌ها در یک اصل اساسی یکسان و مشترکند، آنها مقادیر انباشتگی سلول‌ها را در امتداد یک یا چند مسیر تک یا چند طرفه منتقل می‌کنند (شکل ۶-۳ (الف)). در اصل، تجمع جریان می‌تواند برآوردی بدون وزن باشد (تجمع سلول با وزن مساوی شکل ۶-۳ (الف)) یا یک شیوه وزن‌دار که ممکن است انباشتگی آن نه تنها تابع توپوگرافی باشد بلکه تابعی از عمق رسوب نمونه باشد. در هر حال محاسبات بدون وزن می‌تواند برای استخراج نسبی مساحت حوزه‌های آبریز استفاده شود و محاسبات وزن‌دار می‌تواند برای شبیه‌سازی پیچیده توده‌های جاری مانند دبی یا بار رسوب استفاده شود [۲۸]. هر کدام از انواع الگوریتم‌های جریان، تک‌جریان یا جریان چندطرفه یک میدان کاربرد ویژه دارند.

الگوریتم‌های جریان چندطرفه توانایی تحلیل و آنالیز موازی، همگرا و واگرایی بطور همزمان توده جاری را دارند. آنها برای زمین تخت، دامنه‌ها و حوزه رودخانه‌ها بدون نقطه سینک شکل مانند سدها و مخازن مناسبتر هستند. به هر حال با ملاحظه تحلیل و آنالیز سیستم سد مسلط بر رودخانه، الگوریتم‌های جریان چندطرفه بدلیل آنکه مولد مسیرهای جریان چند طرفه‌اند تاحدی که جریان در آنها قادر به عبور از اطراف یک سد است، مناسب نیستند (شکل ۷-۳ (الف))

الگوریتم‌های تک جریان برای آنکه در انشعاب محدودند و همگرا با مسیرهای جریان هستند مسیر تجمع جریان را از هم جدا نمی‌کنند (شکل ۷-۳ ب). بنابراین آنها برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های رودخانه ای و محاسبه توده جاری، که در پشت سدها به دام افتاده‌اند بسیار مناسبند. در ضمن همانطور که در شکل ۷-۳ مشخص است اگر موقعیت سد نامنطبق با کانال رودخانه باشد فقط می‌تواند جریان را از دست بدهد، اما در صورتیکه یک تابع مبتنی بر GIS بصورت خودکار در مسیر رودخانه حرکت کند و سد را در موقعیت صحیح خود در کانال جاگذاری کند می‌تواند مانع خوبی در برابر عبور جریان باشد [۲۹].



الف: مسیر در امتداد یک سیستم رودخانه محاسبه شده
با جریان چند طرفه FD8.

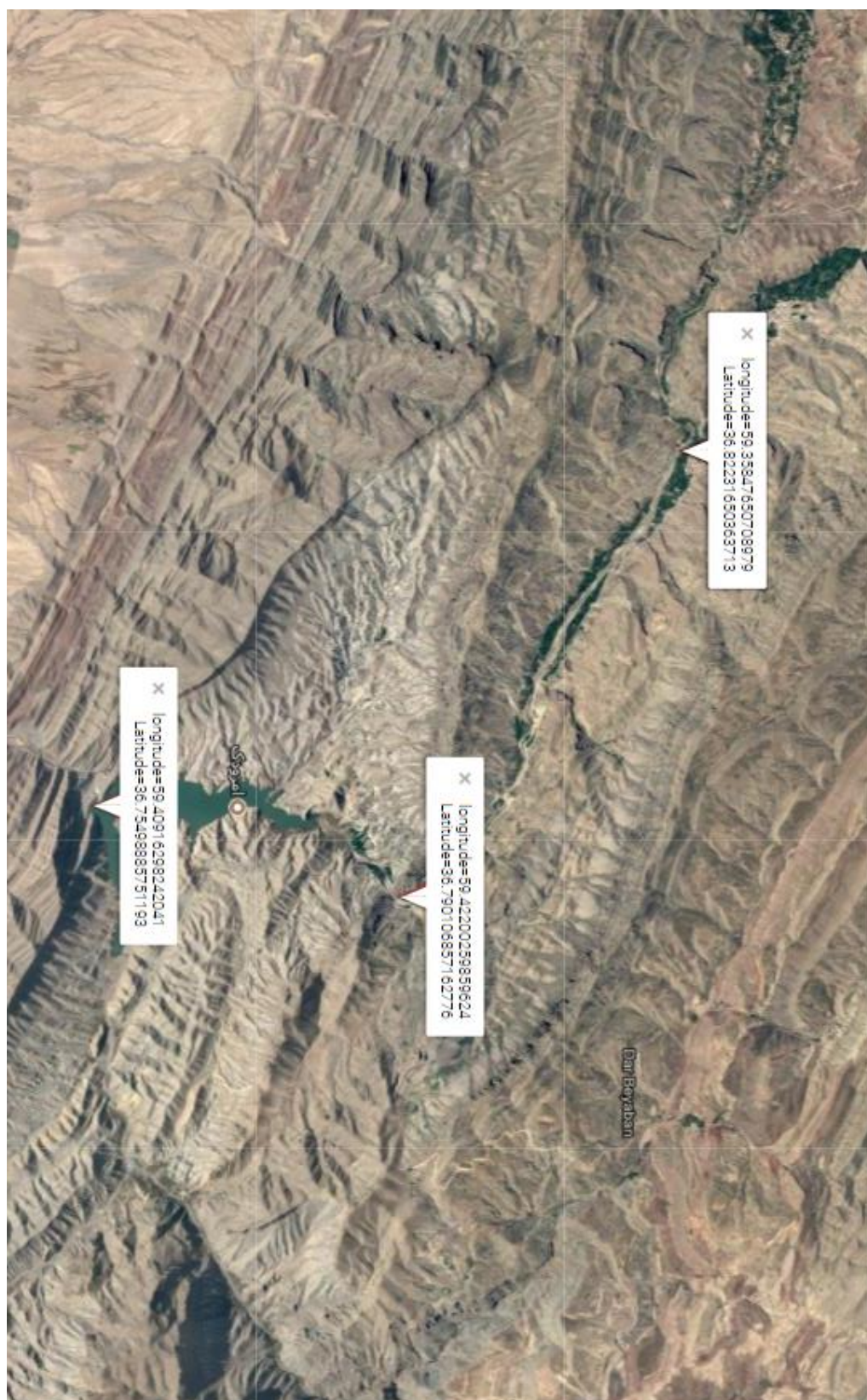
ب: مسیر در امتداد یک سیستم رودخانه ای محاسبه شده
با الگوریتم تک جریان D8.

شکل ۷-۳: توانایی الگوریتم‌ها با در نظر گرفتن سد.

انتخاب محل سد (۳-۳-۳)

در این مرحله با توجه به هندسه حوضه مورد مطالعه سه مکان برای احداث سد انتخاب می‌شود، اولین مکان موقعیت فعلی سد با مختصات $X=715061.818$, $Y=4070399.573$ (A) در سیستم مختصات UTM با توجه به اینکه داده‌های سد ارداک چناران در دسترس بود انتخاب شد تا نتایج بدست آمده با اطلاعات سد مقایسه شود و میزان خطا مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. دو مکان دیگر در قسمت بالا دست سد فعلی با مختصات $X=716109.518$, $Y=4074325.110$ (B) و (C) $X=710352.125$, $Y=4077757.253$ بو سیله تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار گوگل ارث انتخاب گردید تا محل انتخابی سد مورد بررسی قرار گرفته و مکان بهینه برای سد انتخاب گردد. در شکل ۸-۳

موقعیت جغرافیایی سه نقطه مذکور روی تصویر ماهواره ای نشان داده شده است.



شکل ۳-۸: موقعیت جغرافیایی سه نقطه پیشنهادی سد

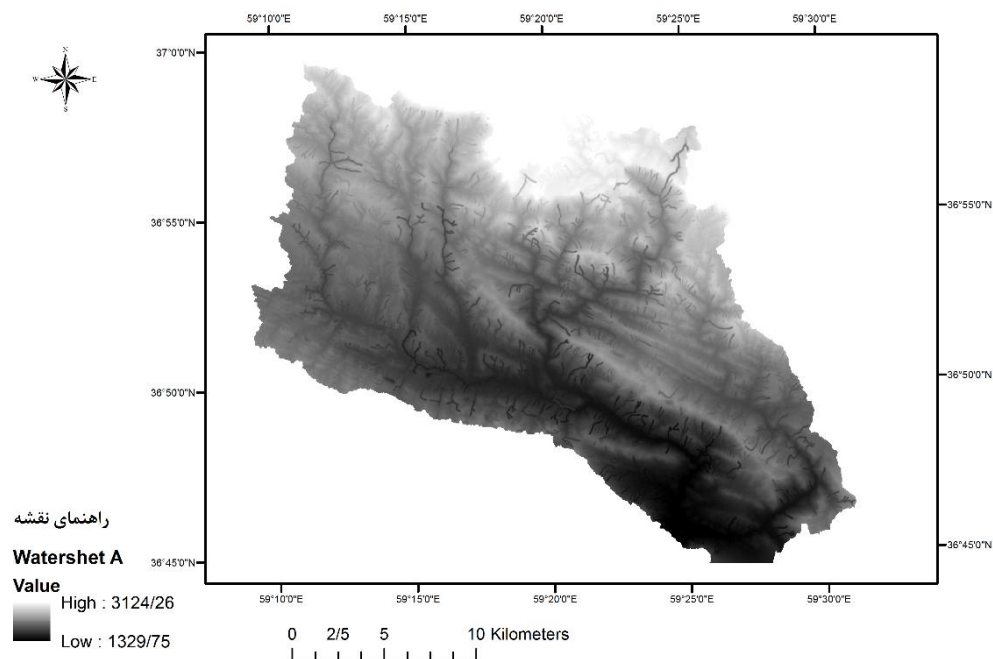
۳-۳-۴) استخراج مرز حوضه

بعد از انتخاب محل سد در واقع خروجی حوضه مشخص می‌شود و باید مرزهای حوضه با توجه به خروجی آن مشخص شود. مرز هر حوضه آبریز، خطالرأس ارتفاعات آن است، یعنی اگر دو حوضه کنار هم باشند، مرزهای جدا کننده آن، خطالرأس ارتفاعات است. همانطور که گفته شد، سلول‌ها با تجمع جریان صفر مرتفع‌ترین نقاط توپوگرافی محلی هستند و مورد استفاده برای شناسایی خطالرأس ارتفاعات قرار می‌گیرند [۲۳]. این نقاط در واقع مرز حوضه را تشکیل می‌دهند.

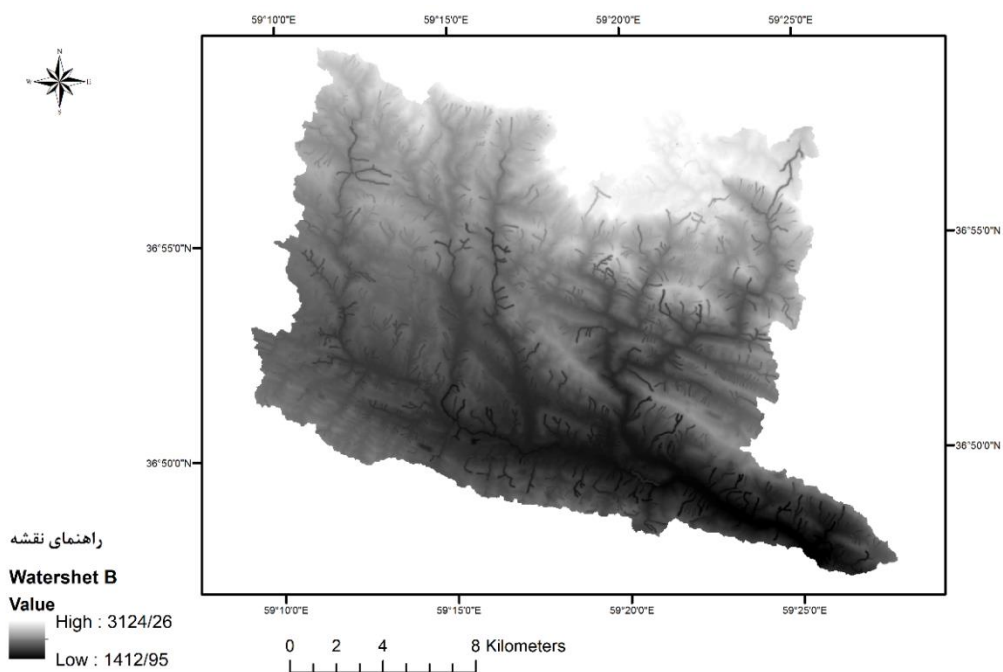
از آنجاکه موقعیت سد بصورت دستی انتخاب می‌شود اگر موقعیت سد نامنطبق با کانال رودخانه باشد نمی‌توان انتظار داشت که مرز حوضه آبریز به درستی استخراج شود. بدین منظور نیاز است که موقعیت سد بصورت یک لایه نقطه‌ای به نرم افزار معرفی شود. در انتخاب این نقطه باید دقت کافی داشت تا دقیقاً موقعیت سد بر روی سلولی از لایه رستری جهت جریان تجمعی قرار گیرد که منطبق بر کانال رودخانه باشد. این کار به کمک ابزار Snap Pour Point انجام می‌شود.

بعد از مشخص کردن محل سد برای استخراج مرز حوضه آبریز سد از ابزار Watershed استفاده گردید و مرز حوضه مشخص شد. جهت بدست آوردن پارامترهای مورد نیاز برای سد، باید لایه رستری بدست آمده را به مرز حوضه آبریز محدود کرد. یعنی این لایه رستری را به کمک یک پلیگون برش داد، برای این منظور ابتدا به وسیله ابزار Raster To Polygon حوضه آبریز استخراج شده تبدیل به پلیگون می‌شود و سپس به وسیله ابزار Clip لایه رستری حوضه آبریز سد برش داده می‌شود.

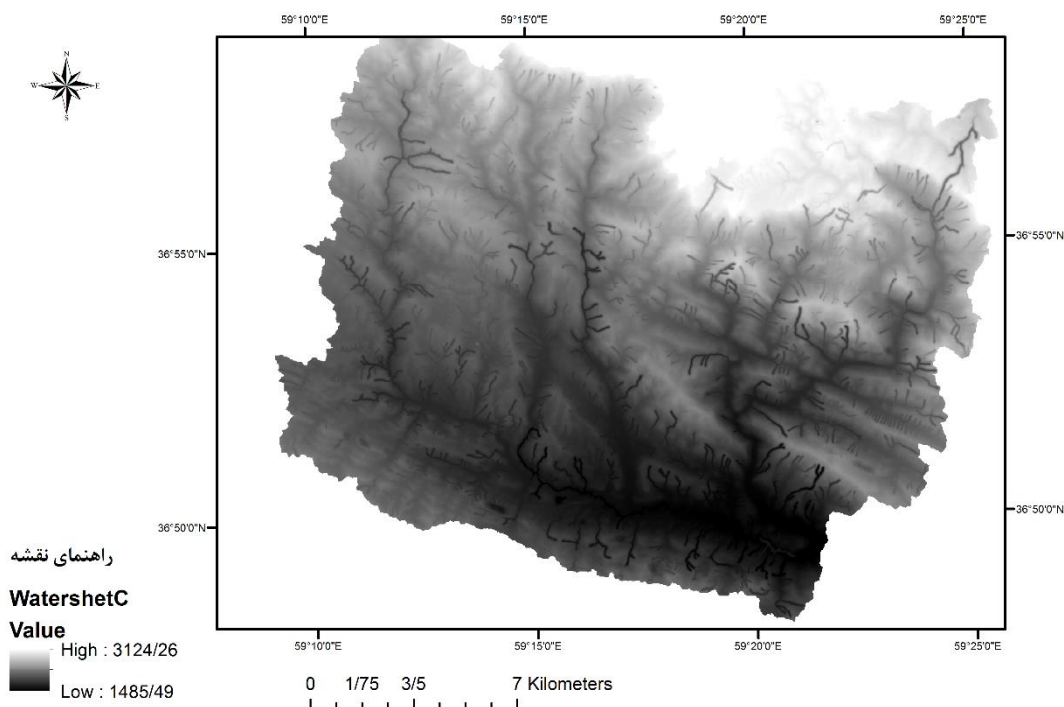
در شکل ۳-۹ و شکل ۳-۱۰ و شکل ۳-۱۱ حوضه‌های آبریز بدست آمده برای هر سه مکان انتخابی برای احداث سد با مختصات یاد شده نشان داده شده است.



شکل ۳-۹: حوضه آبریز سد با موقعیت فعلی A (سد ارداک چناران)

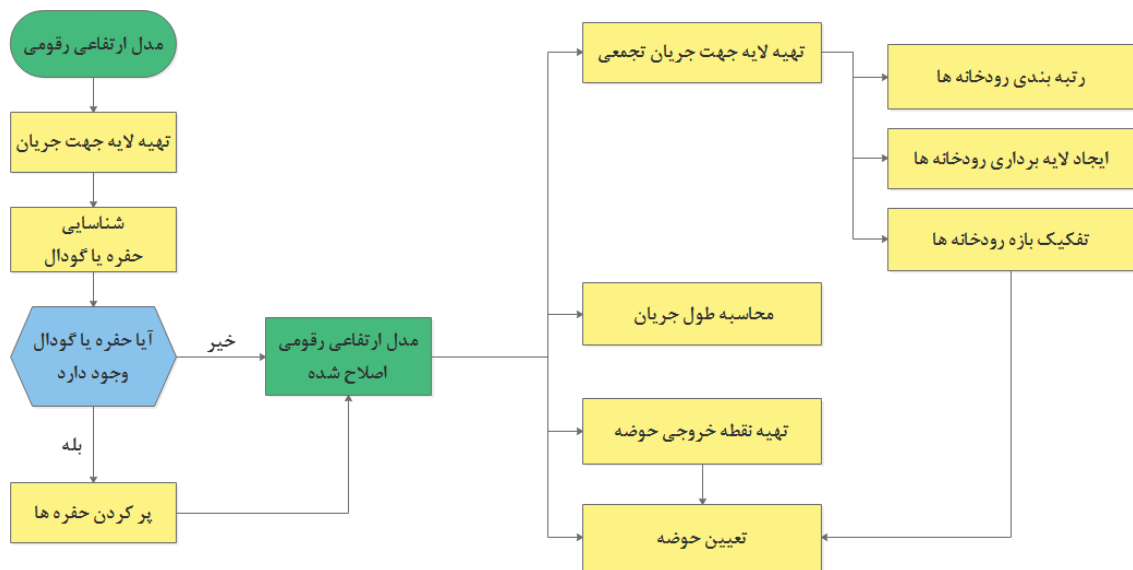


شکل ۳-۱۰: حوضه آبریز سد در موقعیت B (بالا دست سد ارداک چناران)



شکل ۳-۱۱: حوضه آبریز سد در موقعیت C (بالا دست سد ارداک چناران)

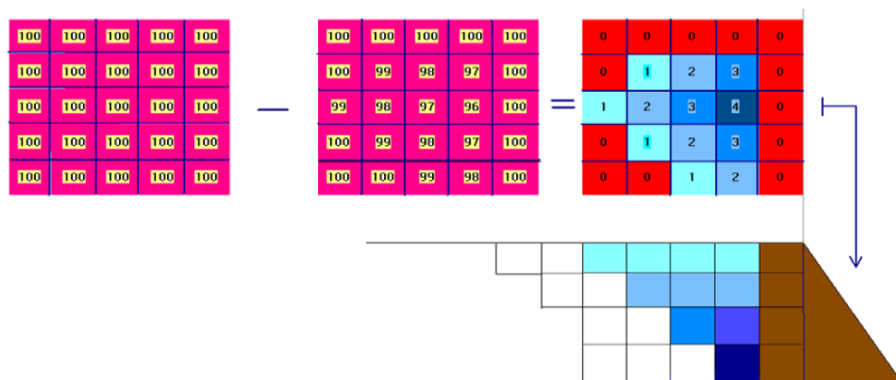
هنگام تعیین حوضه و یا تعیین شبکه جریان یک سری از مراحل انجام می شود، بعضی از این مراحل لازم است و برخی دیگر بسته به شرایط اختیاری می باشند. جریان در سراسر یک سطح همیشه در جهت بیشترین شیب رو به پایین در حرکت خواهد بود. هنگامی که جهت جریان خروجی هر سلول مشخص است، می توان مشخص کرد که چه تعداد سلول به هر سلول جریان را منتقل می کنند، این اطلاعات می تواند برای تعیین مرز حوضه و شبکه جریان استفاده شوند. فلوچارت (شکل ۳-۱۲) فرایند استخراج اطلاعات هیدرولوژیکی، مانند مرزهای حوضه و شبکه جریان، از یک مدل ارتفاعی رقومی (DEM) را نشان می دهد. [۳۰]



شکل ۳-۱۲: فلوچارت مدل سازی هیدرولوژیکی

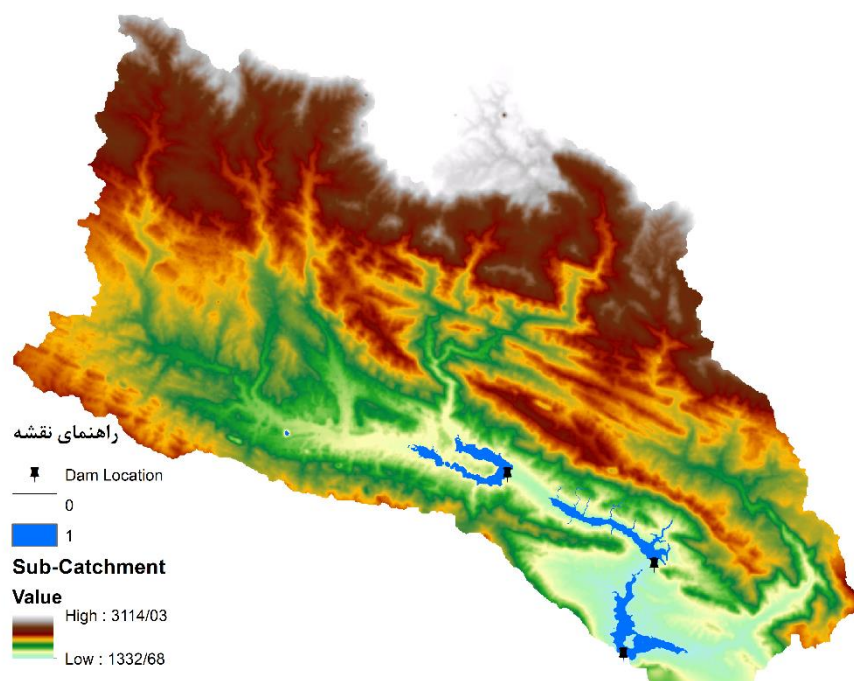
۳-۴) محاسبه حجم و سطح آب مخازن

بعد از استخراج حوضه سد مورد نظر مرحله نهایی محاسبات در مدل سازی سایت های احتمالی مخزن سد، محاسبه حجم و سطح مخزن احتمالی است در این مرحله عمق ذخیره سازی با کم کردن ارتفاع مدل ارتفاع رقومی از رقوم سطح آب در مخزن سد بدست می آید، سپس با جمع بندی اعماق ذخیره سازی با توجه به تعداد سلول ها و ضرب آنها در مساحت هر سلول حجم آب درون مخزن سد بدست می آید. این طرح در شکل ۳-۱۳ توضیح داده شده است.



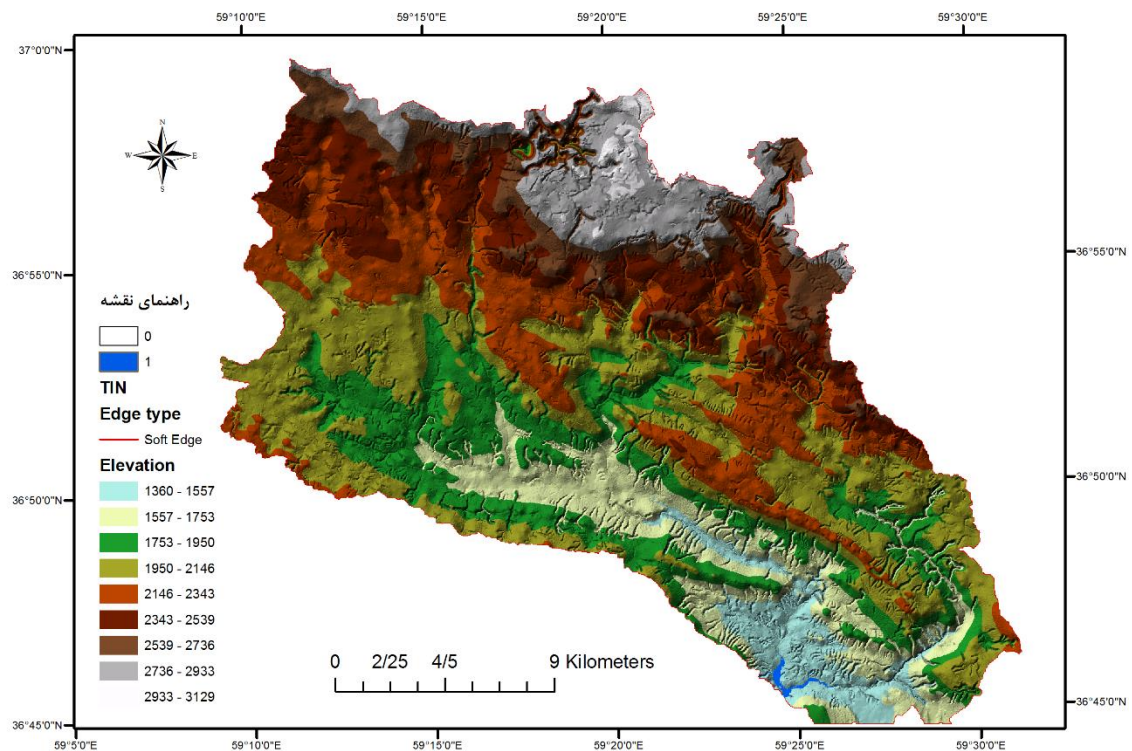
شکل ۳-۱۳: طرح مفهومی از محاسبه حجم آب

در واقع روش عمل بدین صورت می باشد که از نقشه رستری تعداد پیکسل های پر شده با آب مشخص می شود. با ضرب این پیکسل ها در مساحت پیکسل، حجم آب هر پیکسل به دست می آید. حجم آب از جمع پیکسل های پر از آب محاسبه می شود. برای محاسبه مساحت سطح آب، نقطه خروجی گرفته شده و تمام سلول های همسایگی که ارتفاع آنها کمتر از ارتفاع سد هستند و از طریق سلول های دیگر به سلول خروجی متصل اند بازدید می شوند. مورد اصلی برای این الگوریتم شرایط مرزی و یا پیدا کردن سلولی که تمام همسایگی های غیر بازدید شده با ارتفاعی بالاتر از ارتفاع سد خواهد بود [17]. برای این منظور از عملگر Surface Volume استفاده می شود و حجم و سطح مخزن سد در ارتفاع مورد نظر بدست می آید. در ادامه از آنجا که مختصات سه موقعیت برای سد قبلاً مشخص شده است، ظرفیت ذخیره سازی و سطح آب برای ارتفاع های مختلف تاج سد در هر سه موقعیت سد A و B و C قابل محاسبه است و می توان نمودار ارتفاع-حجم آب مخزن را با استفاده از نرم افزار ArcGIS تولید نمود. شکل ۳-۱۴ موقعیت سدها را در امتداد رودخانه در حوضه آبریز منطقه مورد مطالعه نمایش می دهد.

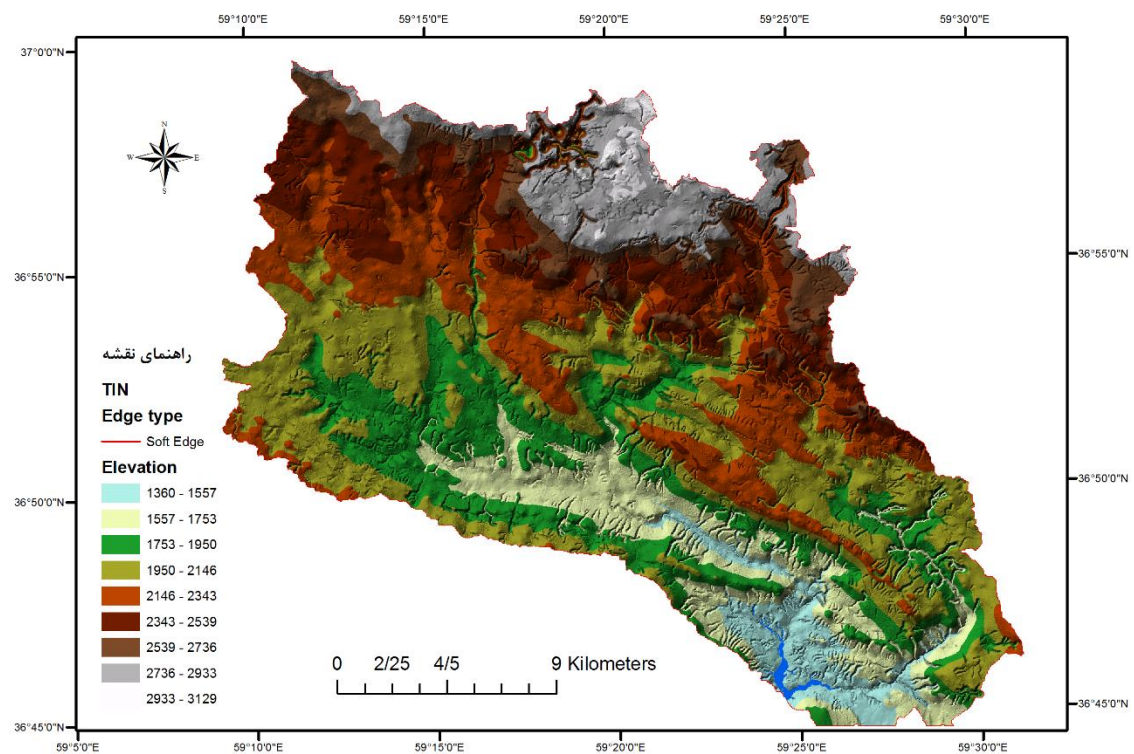


شکل ۳-۱۴: موقعیت سدها در امتداد رودخانه

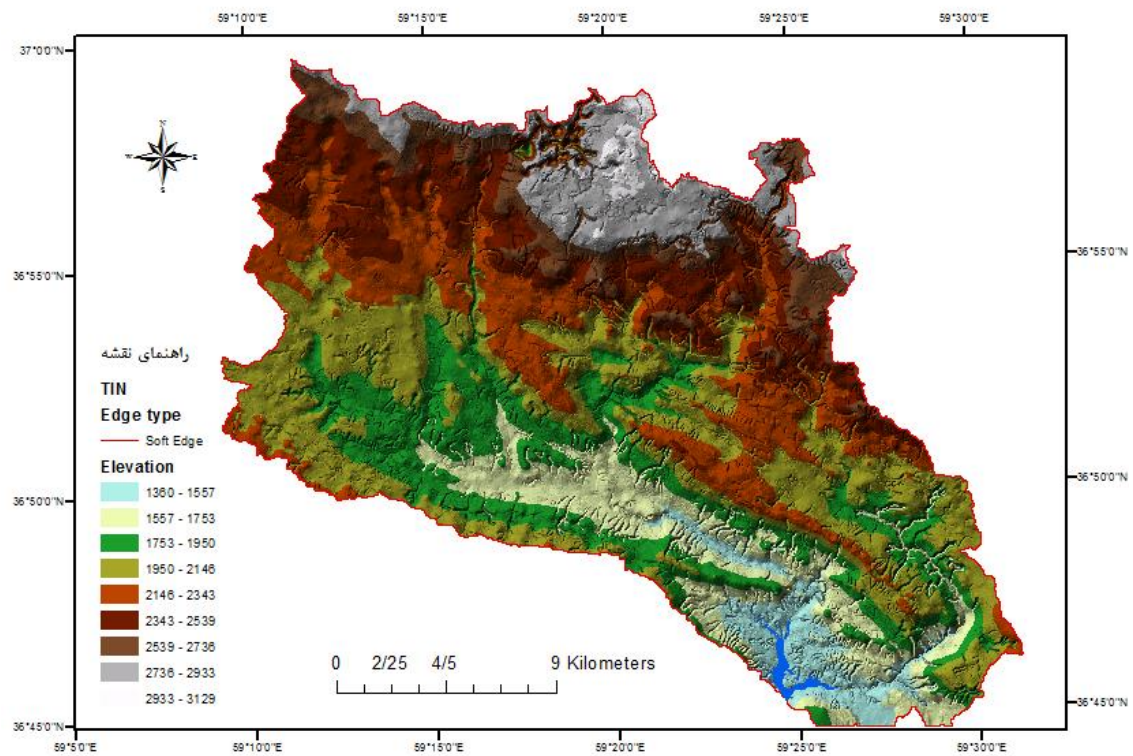
این مختصات در واقع نقطه شروع یک رویه محاسباتی را فراهم می‌کند تا ناحیه بالادست سد را با سطح آب به سد متصل کند. سپس مقدار ارتفاع برای آبدگیری مخزن تعیین می‌شود، مقدار ارتفاع سد (به عنوان مثال ۲۰ متر تا ۵۰ متر) به عنوان پارامترهای ورودی این روش می‌باشد. این فرآیند یک مدل از ارتفاعات مختلف برای یک سد در هر مکان مشخص را تحلیل کرده و سطح و حجم آب را برای این ارتفاعات مشخص محاسبه می‌نماید. شکل ۳-۱۵ الی ۳-۱۸ نمونه بالا آمدن آب در محل مخزن در موقعیت A (سد ارداک چناران) را نمایش می‌دهد.



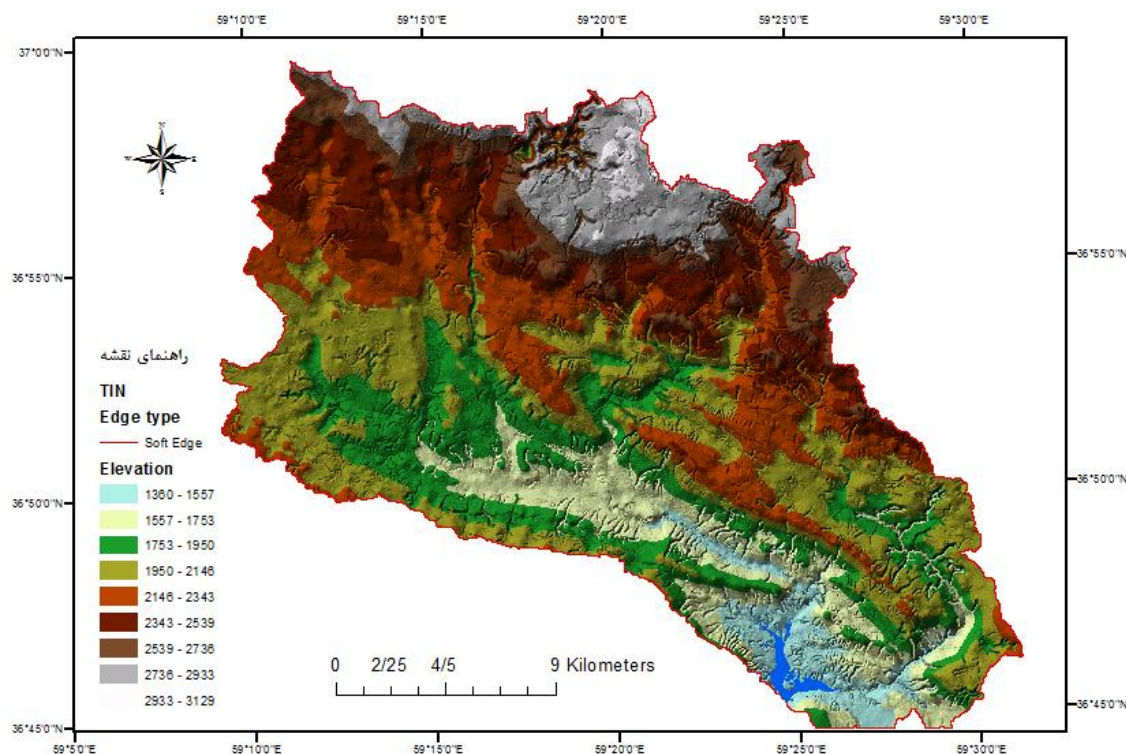
شکل ۳-۱۵: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۲۰ متر)



شکل ۳-۱۷: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۳۰ متر)



شکل ۳-۱۶: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۴۰ متر)



شکل ۳-۱۸: مدلسازی بالا آمدن آب مخزن A (تراز آب تا ارتفاع ۵۰ متر)

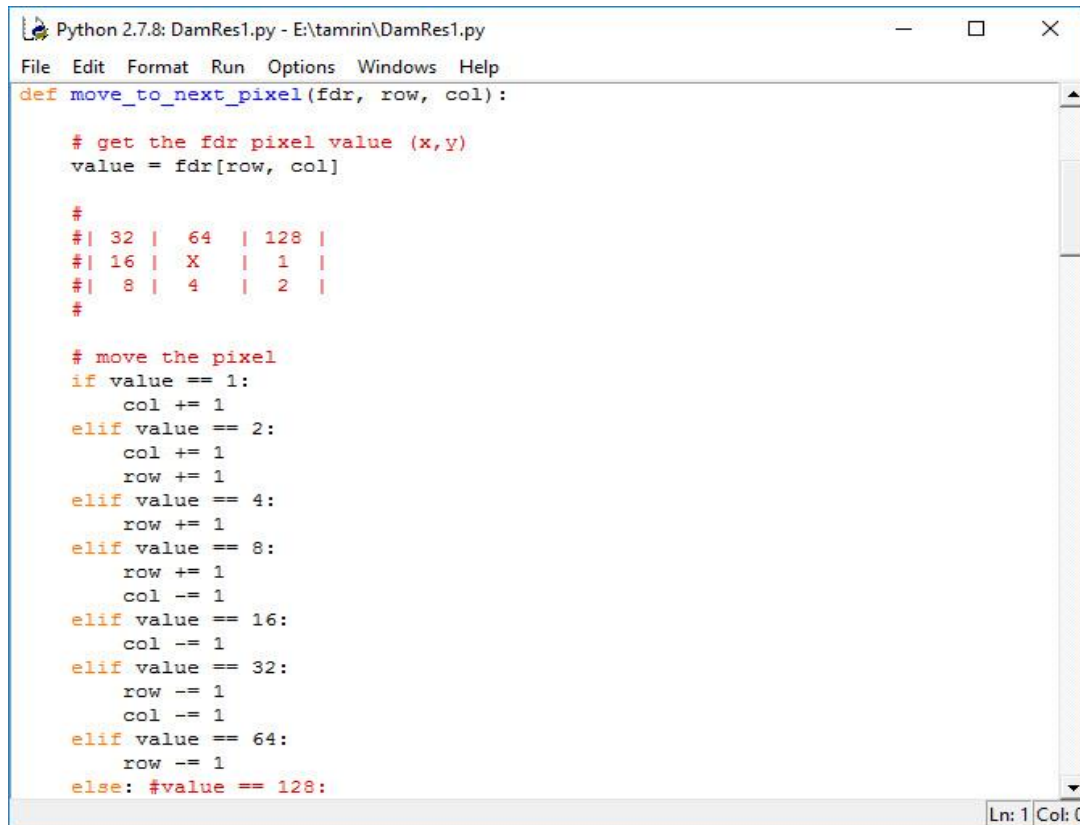
۳-۵) پیاده سازی برنامه میانجی DamRes

با توجه به مطالب گفته شده در ادامه مراحل انجام شده برای استخراج حجم و سطح مخزن بصورت یک برنامه میانجی بوسیله اسکریپت نویسی با زبان برنامه نویسی پایتون تحت نرم افزار ArcGIS10.3 انجام شد تا از آن برای استخراج سریع تر و آسان تر اطلاعات در مورد حجم و سطح آب ذخیره شده در مخزن سد برای ارتفاعات مختلف سرریز سد و مکان های مختلف سد در حوضه های آبریز مختلف کشور بهره برداری شود.

این برنامه میانجی شرکت های آب منطقه ای و فاضلاب را قادر می سازد تا قبل از احداث مخازن ذخیره آب، مدلی مناسب برای پیش بینی حجم آب مخزن ارائه داده تا محل مناسب برای ساخت مخزن قبل از احداث سد مشخص گردد. برنامه میانجی قابل اجرا در نرم افزار ArcGIS10.3 بوده و در کدنویسی آن از کتابخانه arcpy این نرم افزار استفاده می شود. در شکل ۳-۱۹ قسمتی از کد نوشته

شده برای این برنامه میانجی مشاهده می شود که در ادامه در مورد آن بیشتر توضیح داده می شود.

با کمک DamRes بسیار سریع می توان حوضه آبریز یک سد را تحلیل و بررسی نمود و حجم



```
Python 2.7.8: DamRes1.py - E:\tamrin\DamRes1.py
File Edit Format Run Options Windows Help
def move_to_next_pixel(fdr, row, col):

    # get the fdr pixel value (x,y)
    value = fdr[row, col]

    #
    #| 32 | 64 | 128 |
    #| 16 | X | 1 |
    #| 8 | 4 | 2 |
    #

    # move the pixel
    if value == 1:
        col += 1
    elif value == 2:
        col += 1
        row += 1
    elif value == 4:
        row += 1
    elif value == 8:
        row += 1
        col -= 1
    elif value == 16:
        col -= 1
    elif value == 32:
        row -= 1
        col -= 1
    elif value == 64:
        row -= 1
    else: #value == 128:

Ln: 1 Col: 0
```

شکل ۳-۱۹: قسمتی از کد نوشته شده برای برنامه میانجی DamRes

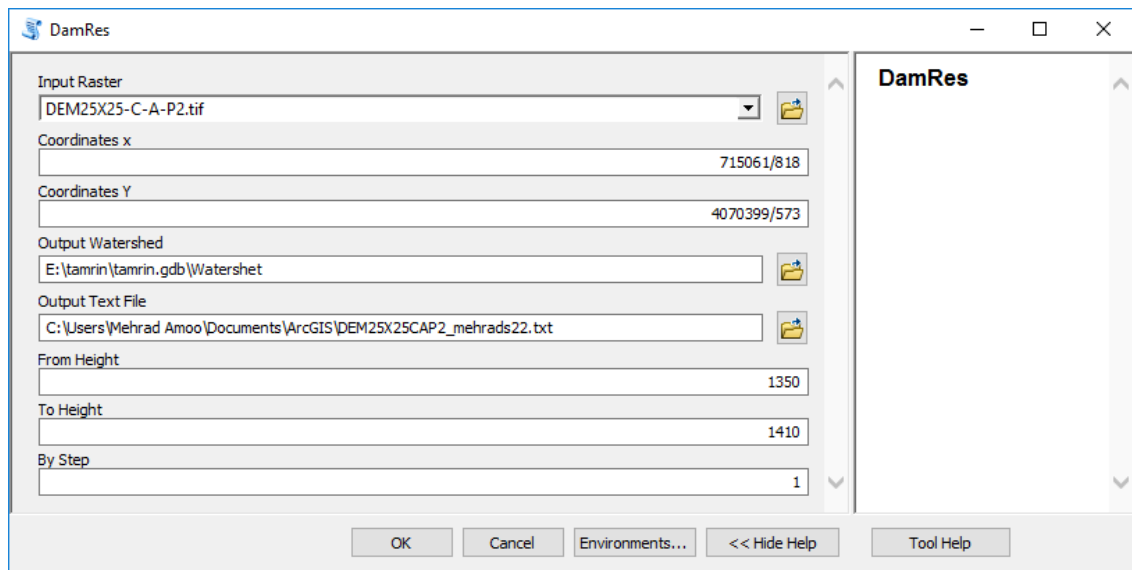
وسطح آب ذخیره شده در مخازن سد را در ارتفاعات مختلف از سد بدست آورد. این برنامه میانجی

اطلاعات حجم و سطح را در قالب یک فایل txt در اختیار کاربران قرار می دهد. داده های مورد نیاز این

برنامه شامل:

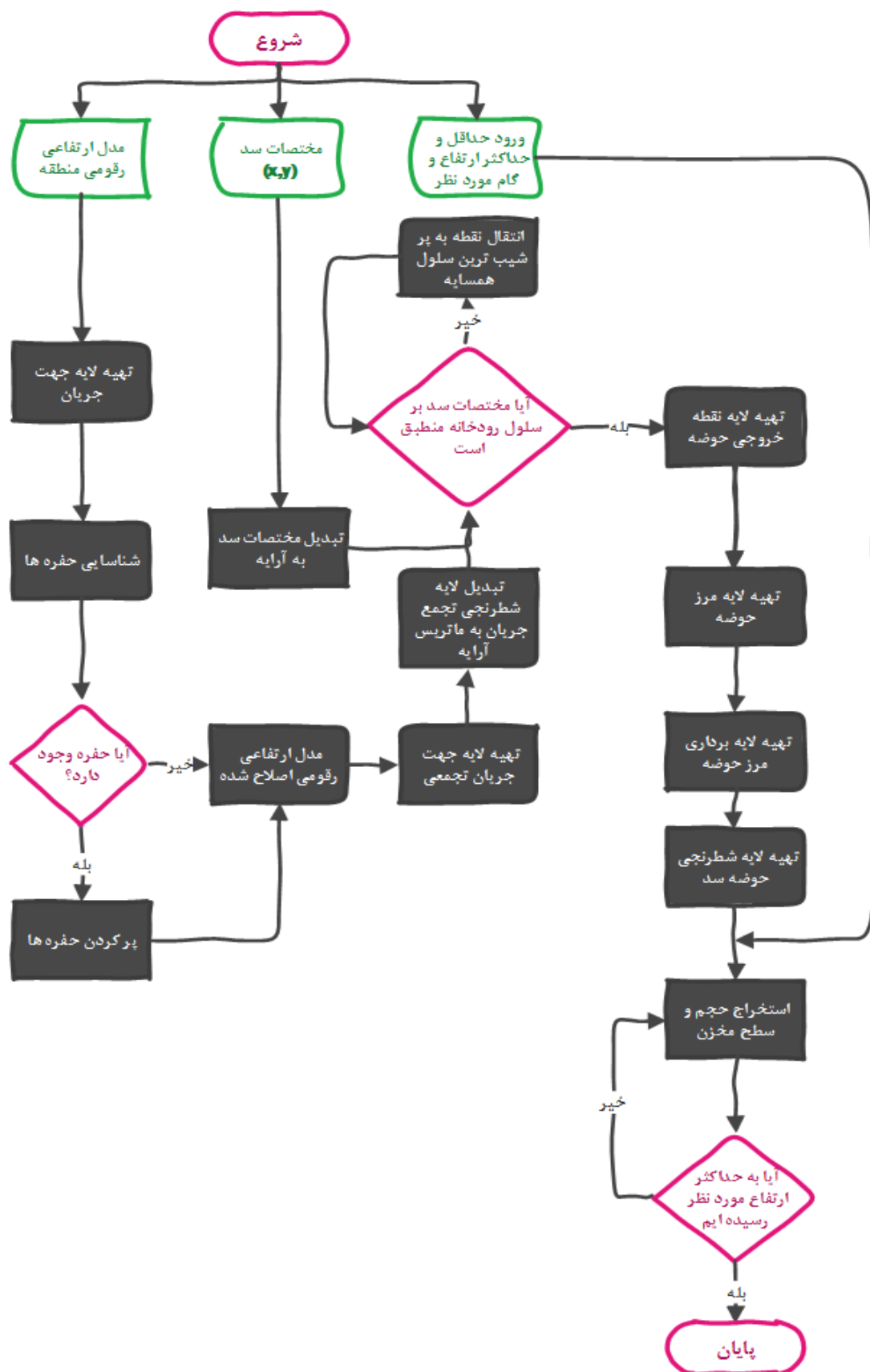
- مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد نظر در قالب یک فایل رستری
- مختصات محل احتمالی سد در قالب سیستم مختصات UTM

بوده که با وارد نمودن این داده‌ها برنامه پس از انجام یک پروسه نسبتاً زمانبر که در این فصل کاملاً توضیح داده می‌شود، پس از استخراج حوضه آبریز سد با توجه به ارتفاعات خواسته شده توسط کاربر اطلاعات سطح و حجم مخزن را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. در شکل ۳-۲۰ نمایی از منوی ورودی برنامه میانجی DamRes نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۰: نمایی از منوی ورودی برنامه میانجی DamRes

همانطور که در منوی برنامه میانجی DamRes مشخص است خروجی‌های برنامه در قالب یک فایل شطرنجی که حوضه آبریز سد بوده و یک فایل txt که حجم و سطح را نشان می‌دهد خواهد بود. حجم و سطح سد از یک ارتفاع مشخص تا یک ارتفاع مشخص دیگر که توسط کاربر درخواست می‌شود با یک فاصله درخواستی در قالب یک فایل txt در اختیار مدیران و تصمیم‌گیران منابع آبی کشور قرار گرفته تا بتوانند ارتفاع سد را نیز با توجه به نیاز آبی منطقه برآورد کنند. در واقع با توجه به نیاز مصرفی آب منطقه شامل آب شرب شهری، نیاز کشاورزی، نیروگاه برق آبی و حیات پایین دست سد و با توجه به هندسه محل نسبت به انتخاب ارتفاع مناسب برای احداث سد مخزنی اقدام نمایند. در ادامه فلوچارت طراحی برنامه در شکل ۳-۲۱ قابل رویت است.



شکل ۳-۲۱: فلو چارت مدل سازی برنامه DamRes

۳-۶) نتیجه گیری

در این مطالعه از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ برای تعیین ویژگی‌های حوضه، شبکه جریان، مرز حوضه، حجم ذخیره سازی مخزن و مساحت سطح مخزن ذخیره‌سازی استفاده شد. این محاسبات می‌تواند به راحتی و با سرعت بالا با استفاده از برنامه میانجی DamRes انجام شود. این برنامه تجزیه و تحلیل سه بعدی ناحیه را برای یک مکان و موقعیت مشخص سد انجام می‌دهد. این الگوریتم مشخصات فیزیکی (مانند حجم و سطح) یک مکان سد با مختصات (x,y) و ارتفاع داده شده (z) را تجزیه و تحلیل کرده و نه تنها آمار مربوط به سطح و حجم را محاسبه کرده بلکه حوضه استخراج شده از این محل سد را نیز تولید می‌کند. این برنامه میانجی مجموعه‌ای از خصوصیات مخزن در مکان‌های خواسته شده و ارتفاع درخواستی را محاسبه می‌کند. نتایج تولید شده توسط DamRes قابلیت‌های این برنامه میانجی را در مدل‌سازی مخازن بالقوه نشان می‌دهد.

فصل چهارم

نتایج و ملاحظات

۴-۱) مقدمه

رشد سریع جمعیت و شرایط آب و هوایی کشور در سال‌های اخیر موجب کاهش منابع آب کشور شده است. این رشد جمعیت باعث افزایش تقاضا در بحث تامین آب شده است. عدم وجود یک فرآیند سیستماتیک برای شناسایی مکان‌های بالقوه تامین آب باعث شده تا احداث برخی از سدها گره‌ای از مشکل تامین آب باز نکند. در این تحقیق با ایجاد یک برنامه میانجی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی در نرم افزار ArcGIS برای مدل‌سازی هیدرولوژیکی و شناخت منابع احتمالی ذخیره آب بررسی می‌شود.

در این مطالعه، از نقشه DEM برای تعیین ویژگی‌های حوضه، شبکه جریان، حجم ذخیره‌سازی مخازن و سطح حجم ذخیره‌سازی استفاده شد. این محاسبات می‌تواند به راحتی و به سرعت با استفاده از برنامه میانجی DamRes انجام شود.

۴-۲) نتایج

در این فصل خروجی‌های تولید شده از برنامه میانجی DamRes شامل خروجی برای پیکسل با اندازه‌های مختلف و خروجی برای سه محل احتمالی مخزن با توجه به اندازه پیکسل انتخابی شرح داده شده است.

۴-۲-۱) خروجی برنامه برای اندازه پیکسل‌های مختلف

با توجه به تولید مدل ارتفاعی رقومی با اندازه پیکسل‌های مختلف در نهایت برای سد در موقعیت A (سد ارداک چناران) سطح و حجم مخزن با توجه به ارتفاع به وسیله برنامه میانجی DamRes استخراج گردید (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱: حجم و سطح مخزن با توجه به اندازه پیکسل های مختلف

l size	5x5		10x10		15x15	
Plane-Height	Area-2D	Volume	Area-2D	Volume	Area-2D	Volume
1365	107921	622432	106575	584833	102076	561211
1366	120944	736554	119760	697403	113665	668766
1367	134602	864221	131815	823025	126088	787076
1368	147041	1004947	143362	960339	137534	918468
1369	159473	1158183	154878	1107597	149104	1059364
1370	176647	1325052	175758	1271299	165919	1215631
1371	196408	1512185	195545	1458063	184317	1390685
1372	211894	1716140	210897	1660733	199408	1581725
1373	227624	1935491	225706	1877401	213668	1787391
1374	247125	2172155	241152	2109761	228399	2006303
1375	274950	2431607	258803	2359237	250420	2243838
1376	312480	2725064	281924	2629016	283486	2507929
1377	350854	3056459	311657	2922701	321541	2807525
1378	391180	3427069	359791	3258175	365092	3148554
1379	438621	3840795	404208	3639488	421209	3538732
1380	494695	4307640	447288	4065422	482017	3990357
1381	544782	4827256	493488	4534312	532445	4495277
1382	594604	5396771	566172	5065880	579513	5050243
1383	645210	6017151	623632	5660276	628251	5654083
1384	692738	6685963	680820	6311077	678254	6305399
1385	739161	7401833	732647	7019044	726477	7005442
1386	784806	8163564	781693	7775512	774035	7754586
1387	831847	8971740	830906	8580658	822225	8554015
1388	882394	9828440	882169	9436372	872289	9397880
1389	937720	10737505	937651	10344476	924691	10291195
1390	1011017	11708770	1008234	11314418	986387	11248907
1391	1083590	12762726	1076881	12363823	1044881	12268882
1392	1121754	13865148	1114591	13457163	1083895	13327862
1393	1154980	15003150	1147106	14585952	1117311	14424971
1394	1186735	16173371	1178338	15744752	1147664	15551167
1395	1218596	17375551	1210610	16939070	1176570	16710549
1396	1254940	18610628	1245427	18164806	1206259	17899183
1397	1299471	19888003	1283272	19427763	1239334	19120453
1398	1349712	21212864	1325581	20729549	1280156	20372668
1399	1396069	22585742	1382499	22080476	1331597	21675913
1400	1444194	24005687	1440813	23490770	1385897	23034030
1401	1490987	25473115	1493774	24956491	1443659	24446831
1402	1538401	26987447	1545098	26476288	1501663	25917860
1403	1587570	28550339	1596338	28045329	1560623	27446522
1404	1641140	30164147	1649871	29669362	1623995	29035116
1405	1704376	31837206	1716610	31352376	1687180	30689511
1406	1769375	33573473	1782435	33101183	1751360	32409997
1407	1842159	35378493	1854139	34918211	1820796	34195465
1408	1927603	37261837	1937899	36811261	1899151	36048615
1409	2038570	39241764	2044974	38799439	1999123	37994314
1410	2228394	41359489	2225396	40924155	2203864	40084990
1411	2473006	43742465	2468844	43309149	2440950	42450097
1412	2576214	46268632	2572866	45831504	2542106	44945481
1413	2658395	48887063	2653922	48441741	2622871	47521725
1414	2726072	51580382	2721607	51129844	2695655	50177841

اندازه پیکسل	20x20		25x25	
Plane-Height	Area-2D	Volume	Area-2D	Volume
1365	91638	459314	89629	474280
1366	103168	557072	98604	567339
1367	116010	666598	110792	671573
1368	128559	785449	123432	784981
1369	141461	916056	136045	908435
1370	162292	1066621	155181	1053024
1371	183842	1238606	176652	1220253
1372	201190	1429266	194699	1398126
1373	221050	1638958	213162	1604036
1374	241490	1868881	232631	1827072
1375	260985	2115821	254425	2064064
1376	283354	2386230	278204	2325864
1377	326708	2684455	303654	2612306
1378	370030	3029858	340733	2930452
1379	414311	3417836	392232	3290722
1380	479262	3863814	459108	3710114
1381	535811	4364959	516483	4196509
1382	589909	4928058	568459	4731085
1383	641571	5538689	618526	5319407
1384	694481	6210690	666440	5960621
1385	743435	6928379	713279	6648146
1386	791136	7692165	760688	7381571
1387	838513	8506327	807199	8159922
1388	886829	9364432	854178	8985438
1389	937612	10268583	903062	9853573
1390	998445	11234691	963293	10793622
1391	1057569	12270571	1023516	11806073
1392	1097466	13342997	1065802	12839269
1393	1133177	14453341	1103282	13918212
1394	1166519	15596332	1138586	15029848
1395	1199301	16774361	1173641	16169322
1396	1232777	17989226	1208657	17348873
1397	1268971	19230517	1244070	18565826
1398	1323524	20519662	1281910	19820666
1399	1384463	21865239	1324088	21121042
1400	1440828	23273081	1376494	22456222
1401	1494758	24740220	1439016	23869445
1402	1549049	26253657	1500558	25324556
1403	1602570	27822440	1562251	26855589
1404	1655512	29455360	1621414	28446301
1405	1713133	31136135	1682473	30092432
1406	1778324	32884765	1751327	31809086
1407	1850501	34695540	1824098	33601312
1408	1933988	36587580	1906605	35453362
1409	2037331	38568587	2011123	37395891
1410	2240374	40699354	2209510	39517892
1411	2457895	43090844	2411380	41870526
1412	2562066	45592874	2514245	44336647
1413	2640418	48193752	2592567	46887708
1414	2709834	50865578	2660687	49507773

۴-۲-۲) اعتبارسنجی

صحت، به معنای نزدیکی و مطابقت پدیده‌های مشاهده شده با مقادیر واقعی همان پدیده‌ها است. در این پژوهش برای اعتبارسنجی، از مجذور مربع خطای میانگین (RMSE) استفاده گردید. نتایج بدست آمده از RMSE، میانگین تفاوت مقادیر با توجه به مقادیر واقعی را نشان می‌دهد. RMSE یک واحد کمی است که مشخصات خطا در سطح را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر برآورد شده در خروجی‌های برنامه میانجی DamRes برای بدست آوردن میانگین خطای کل و برای اینکه مقادیر مثبت و منفی همدیگر را خنثی نکنند از رابطه مجذور مربع خطای میانگین استفاده شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

که در این رابطه $RMSE$ نشان دهنده میزان خطا و y_i مقادیر استخراج شده از برنامه میانجی و $\hat{y}_i$ مقادیر اعلام شده در گزارشات سد ارداک و n تعداد نمونه‌ها است.

با توجه به فرمول بالا میزان خطا برای مدل ارتفاعی رقومی با اندازه پیکسل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و نهایتاً مدل ارتفاعی رقومی با اندازه پیکسل ۲۰ متر که کمترین خطای حجم مخزن بعد از مدل ارتفاعی رقومی با اندازه پیکسل ۱۰ متر را دارا بود انتخاب گردید علاوه بر حداقل خطا چون سرعت محاسبات با اندازه پیکسل ۲۰ متر بسیار بیشتر و سریعتر از مدل ارتفاعی رقومی با اندازه پیکسل ۱۰ متر است و میزان خطا در هر دو مدل بسیار نزدیک به هم بود این انتخاب صورت گرفت در ادامه میزان خطا برای اندازه پیکسل‌های مختلف در جداول ۴-۲ الی ۴-۶ نمایش داده شده است

جدول ۴-۲: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۵ متر

تراز مخزن m	مساحت (محاسباتی)	حجم (محاسباتی)	مساحت (گزارشات سد)	حجم (گزارشات سد)	حجم	مساحت
					$y_i - \hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
1374	0.25	2.17	0.29	1.7	0.47	-0.043
1379	0.44	3.84	0.46	3.61	0.23	-0.021
1381	0.54	4.83	0.54	4.63	0.20	0.005
1383	0.65	6.02	0.62	5.81	0.21	0.025
1385	0.74	7.40	0.7	7.16	0.24	0.039
1387	0.83	8.97	0.79	8.69	0.28	0.042
1389	0.94	10.74	0.88	10.4	0.34	0.058
1391	1.08	12.76	0.97	12.31	0.45	0.114
1393	1.15	15.00	1.1	14.43	0.57	0.055
1395	1.22	17.38	1.17	16.75	0.63	0.049
1397	1.30	19.89	1.27	19.29	0.60	0.029
1399	1.40	22.59	1.38	22.06	0.53	0.016
1401	1.49	25.47	1.49	24.02	1.45	0.001
1402	1.54	26.99	1.55	26.64	0.35	-0.012
1403	1.59	28.55	1.61	28.29	0.26	-0.022
1404	1.64	30.16	1.66	30	0.16	-0.019
1405	1.70	31.84	1.72	31.77	0.07	-0.016
1406	1.77	33.57	1.78	33.61	-0.04	-0.011
1407	1.84	35.38	1.84	35.1	0.28	0.002
1408	1.93	37.26	1.9	37.47	-0.21	0.028
1409	2.04	39.24	1.96	39.51	-0.27	0.079
1410	2.23	41.36	2.03	41.6	-0.24	0.198
1411	2.47	43.74	2.11	43.77	-0.03	0.363
1412	2.58	46.27	2.15	46	0.27	0.426
1413	2.66	48.89	2.22	48.3	0.59	0.438
1414	2.73	51.58	2.28	50.67	0.91	0.446
RMSE					0.480	0.173

جدول ۳-۴: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۱۰ متر

تراز مخزن m	مساحت (محاسباتی)	حجم (محاسباتی)	مساحت (گزارشات سد)	حجم (گزارشات سد)	حجم	مساحت
					$y_i - \hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
1374	0.24	2.11	0.29	1.7	0.41	-0.049
1379	0.40	3.64	0.46	3.61	0.03	-0.056
1381	0.49	4.53	0.54	4.63	-0.10	-0.047
1383	0.62	5.66	0.62	5.81	-0.15	0.004
1385	0.73	7.02	0.7	7.16	-0.14	0.033
1387	0.83	8.58	0.79	8.69	-0.11	0.041
1389	0.94	10.34	0.88	10.4	-0.06	0.058
1391	1.08	12.36	0.97	12.31	0.05	0.107
1393	1.15	14.59	1.1	14.43	0.16	0.047
1395	1.21	16.94	1.17	16.75	0.19	0.041
1397	1.28	19.43	1.27	19.29	0.14	0.013
1399	1.38	22.08	1.38	22.06	0.02	0.002
1401	1.49	24.96	1.49	24.02	0.94	0.004
1402	1.55	26.48	1.55	26.64	-0.16	-0.005
1403	1.60	28.05	1.61	28.29	-0.24	-0.014
1404	1.65	29.67	1.66	30	-0.33	-0.010
1405	1.72	31.35	1.72	31.77	-0.42	-0.003
1406	1.78	33.10	1.78	33.61	-0.51	0.002
1407	1.85	34.92	1.84	35.1	-0.18	0.014
1408	1.94	36.81	1.9	37.47	-0.66	0.038
1409	2.04	38.80	1.96	39.51	-0.71	0.085
1410	2.23	40.92	2.03	41.6	-0.68	0.195
1411	2.47	43.31	2.11	43.77	-0.46	0.359
1412	2.57	45.83	2.15	46	-0.17	0.423
1413	2.65	48.44	2.22	48.3	0.14	0.434
1414	2.72	51.13	2.28	50.67	0.46	0.442
RMSE					0.379	0.172

جدول ۴-۴: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۱۵ متر

تراز مخزن m	مساحت (محاسباتی)	حجم (محاسباتی)	مساحت گزارشات (سد)	حجم گزارشات (سد)	حجم	مساحت
					$y_i - \hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
1374	0.23	2.01	0.29	1.7	0.31	-0.062
1379	0.42	3.54	0.46	3.61	-0.07	-0.039
1381	0.53	4.50	0.54	4.63	-0.13	-0.008
1383	0.63	5.65	0.62	5.81	-0.16	0.008
1385	0.73	7.01	0.7	7.16	-0.15	0.026
1387	0.82	8.55	0.79	8.69	-0.14	0.032
1389	0.92	10.29	0.88	10.4	-0.11	0.045
1391	1.04	12.27	0.97	12.31	-0.04	0.075
1393	1.12	14.42	1.1	14.43	-0.01	0.017
1395	1.18	16.71	1.17	16.75	-0.04	0.007
1397	1.24	19.12	1.27	19.29	-0.17	-0.031
1399	1.33	21.68	1.38	22.06	-0.38	-0.048
1401	1.44	24.45	1.49	24.02	0.43	-0.046
1402	1.50	25.92	1.55	26.64	-0.72	-0.048
1403	1.56	27.45	1.61	28.29	-0.84	-0.049
1404	1.62	29.04	1.66	30	-0.96	-0.036
1405	1.69	30.69	1.72	31.77	-1.08	-0.033
1406	1.75	32.41	1.78	33.61	-1.20	-0.029
1407	1.82	34.20	1.84	35.1	-0.90	-0.019
1408	1.90	36.05	1.9	37.47	-1.42	-0.001
1409	2.00	37.99	1.96	39.51	-1.52	0.039
1410	2.20	40.08	2.03	41.6	-1.52	0.174
1411	2.44	42.45	2.11	43.77	-1.32	0.331
1412	2.54	44.95	2.15	46	-1.05	0.392
1413	2.62	47.52	2.22	48.3	-0.78	0.403
1414	2.70	50.18	2.28	50.67	-0.49	0.416
RMSE					0.796	0.159

جدول ۴-۵: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۲۰ متر

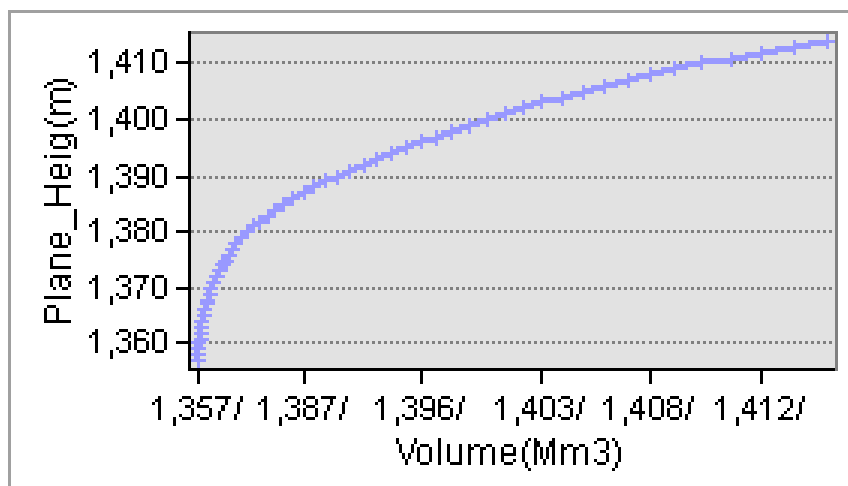
تراز مخزن m	مساحت (محاسباتی)	حجم (محاسباتی)	مساحت (گزارشات سد)	حجم (گزارشات سد)	حجم	مساحت
					$y_i - y_i^{\wedge}$	$y_i - y_i^{\wedge}$
1374	0.24	1.87	0.29	1.7	0.17	-0.049
1379	0.41	3.42	0.46	3.61	-0.19	-0.046
1381	0.54	4.36	0.54	4.63	-0.27	-0.004
1383	0.64	5.54	0.62	5.81	-0.27	0.022
1385	0.74	6.93	0.7	7.16	-0.23	0.043
1387	0.84	8.51	0.79	8.69	-0.18	0.049
1389	0.94	10.27	0.88	10.4	-0.13	0.058
1391	1.06	12.27	0.97	12.31	-0.04	0.088
1393	1.13	14.45	1.1	14.43	0.02	0.033
1395	1.20	16.77	1.17	16.75	0.02	0.029
1397	1.27	19.23	1.27	19.29	-0.06	-0.001
1399	1.38	21.87	1.38	22.06	-0.19	0.004
1401	1.49	24.74	1.49	24.02	0.72	0.005
1402	1.55	26.25	1.55	26.64	-0.39	-0.001
1403	1.60	27.82	1.61	28.29	-0.47	-0.007
1404	1.66	29.46	1.66	30	-0.54	-0.004
1405	1.71	31.14	1.72	31.77	-0.63	-0.007
1406	1.78	32.88	1.78	33.61	-0.73	-0.002
1407	1.85	34.70	1.84	35.1	-0.40	0.011
1408	1.93	36.59	1.9	37.47	-0.88	0.034
1409	2.04	38.57	1.96	39.51	-0.94	0.077
1410	2.24	40.70	2.03	41.6	-0.90	0.210
1411	2.46	43.09	2.11	43.77	-0.68	0.348
1412	2.56	45.59	2.15	46	-0.41	0.412
1413	2.64	48.19	2.22	48.3	-0.11	0.420
1414	2.71	50.87	2.28	50.67	0.20	0.430
RMSE					0.472	0.167

جدول ۴-۶: میزان خطای محاسباتی DEM با اندازه پیکسل ۲۵ متر

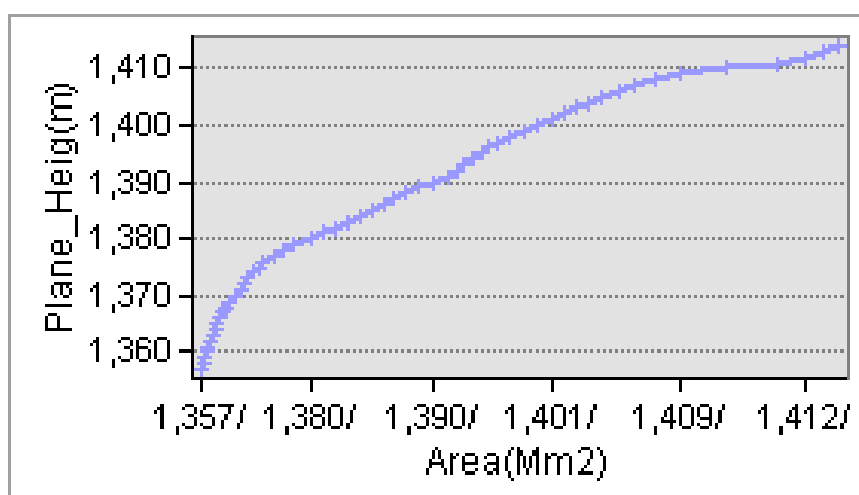
تراز مخزن m	مساحت (محاسباتی)	حجم (محاسباتی)	مساحت (گزارشات سد)	حجم (گزارشات سد)	حجم	مساحت
					$y_i - \hat{y}_i$	$y_i - \hat{y}_i$
1374	0.23	1.83	0.29	1.7	0.13	-0.057
1379	0.39	3.29	0.46	3.61	-0.32	-0.068
1381	0.52	4.20	0.54	4.63	-0.43	-0.024
1383	0.62	5.32	0.62	5.81	-0.49	-0.001
1385	0.71	6.65	0.7	7.16	-0.51	0.013
1387	0.81	8.16	0.79	8.69	-0.53	0.017
1389	0.90	9.85	0.88	10.4	-0.55	0.023
1391	1.02	11.81	0.97	12.31	-0.50	0.054
1393	1.10	13.92	1.1	14.43	-0.51	0.003
1395	1.17	16.17	1.17	16.75	-0.58	0.004
1397	1.24	18.57	1.27	19.29	-0.72	-0.026
1399	1.32	21.12	1.38	22.06	-0.94	-0.056
1401	1.44	23.87	1.49	24.02	-0.15	-0.051
1402	1.50	25.32	1.55	26.64	-1.32	-0.049
1403	1.56	26.86	1.61	28.29	-1.43	-0.048
1404	1.62	28.45	1.66	30	-1.55	-0.039
1405	1.68	30.09	1.72	31.77	-1.68	-0.038
1406	1.75	31.81	1.78	33.61	-1.80	-0.029
1407	1.82	33.60	1.84	35.1	-1.50	-0.016
1408	1.91	35.45	1.9	37.47	-2.02	0.007
1409	2.01	37.40	1.96	39.51	-2.11	0.051
1410	2.21	39.52	2.03	41.6	-2.08	0.180
1411	2.41	41.87	2.11	43.77	-1.90	0.301
1412	2.51	44.34	2.15	46	-1.66	0.364
1413	2.59	46.89	2.22	48.3	-1.41	0.373
1414	2.66	49.51	2.28	50.67	-1.16	0.381
RMSE					1.252	0.148

۳-۲-۴ بررسی نتایج موقعیت سد A

در ادامه برای بررسی نتایج بدست آمده نمودار ارتفاع- حجم آب مخزن با استفاده از منوی نمودار ArcGIS برای موقعیت (A) (سد ارداک چناران) ترسیم شد. نمودار ارتفاع-حجم و نمودار ارتفاع- سطح آب به ترتیب در شکل ۴-۱ و شکل ۴-۲ داده شده است.



شکل ۴-۱: نمودار ارتفاع- حجم در موقعیت A



شکل ۴-۲: نمودار ارتفاع- سطح در موقعیت A

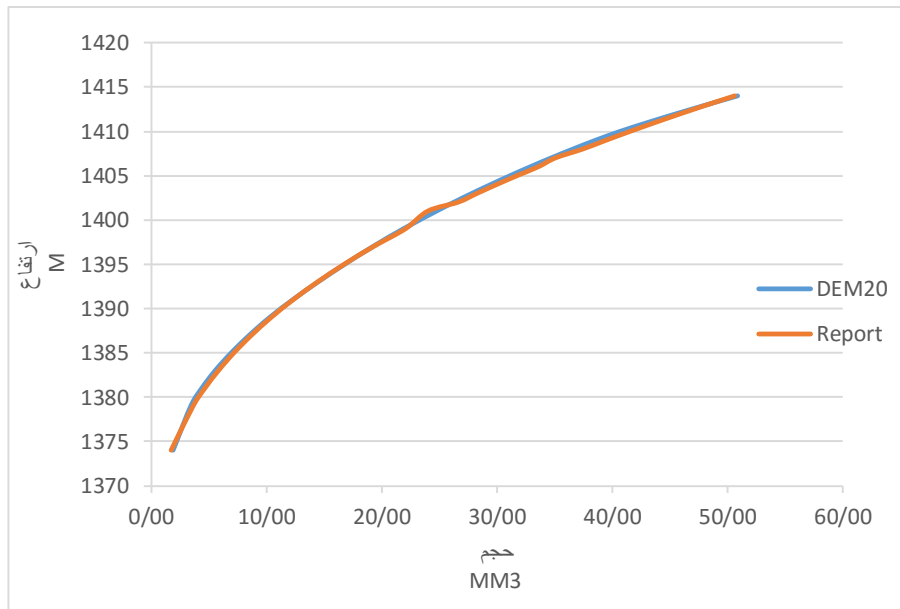
همچنین بر اساس گزارشات مربوط به حجم سد و مساحت سد در ارتفاعات مختلف بصورت

جدول ۷-۴ می باشد

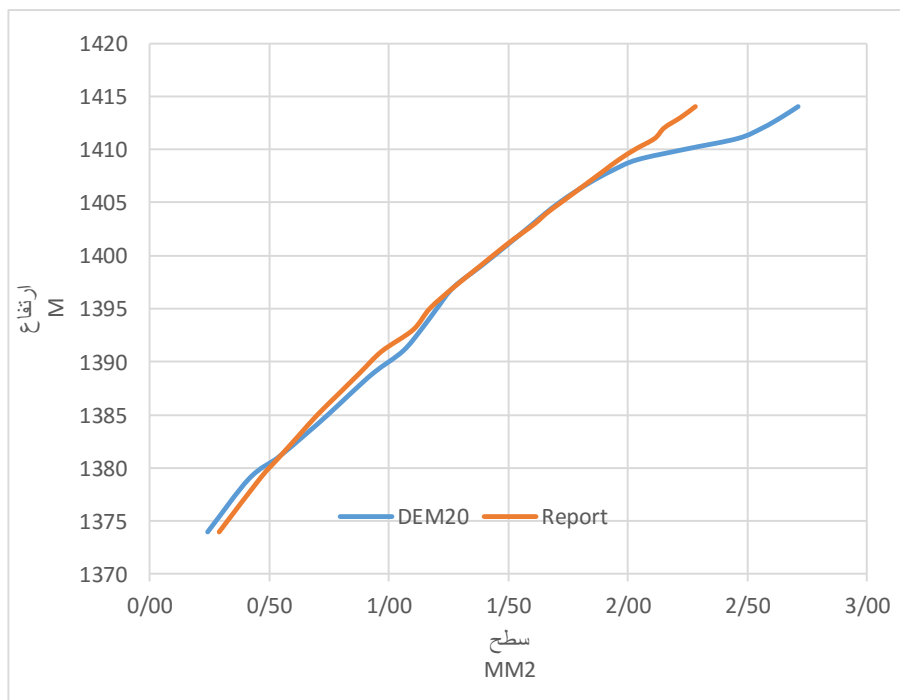
جدول ۷-۴: گزارشات حجم و سطح سد ارداک چناران با توجه به ارتفاع

سازمان سد	منحني سطح و حجم		خراسان رضوی ارداک چناران
	سطح	حجم	ارتفاع ردیف
0	0	0	1359
0	0	0	1360
0.01	0.01	0.01	1361
0.02	0.03	0.03	1362
0.29	1.7	1.7	1374
0.46	3.61	3.61	1379
0.54	4.63	4.63	1381
0.62	5.81	5.81	1383
0.7	7.16	7.16	1385
0.79	8.69	8.69	1387
0.88	10.4	10.4	1389
0.97	12.31	12.31	1391
1.1	14.43	14.43	1393
1.17	16.75	16.75	1395
1.27	19.29	19.29	1397
1.38	22.06	22.06	1399
1.49	24.02	24.02	1401
1.55	26.64	26.64	1402
1.61	28.29	28.29	1403
1.66	30	30	1404
1.72	31.77	31.77	1405
1.78	33.61	33.61	1406
1.84	35.1	35.1	1407
1.9	37.47	37.47	1408
1.96	39.51	39.51	1409
2.03	41.6	41.6	1410
2.11	43.77	43.77	1411
2.15	46	46	1412
2.22	48.3	48.3	1413
2.28	50.67	50.67	1414

نمودار مقایسه ارقام حجم و سطح استخراج شده توسط برنامه میانجی DamRes و گزارشات سد ارداک چناران در نمودار ۱-۴ و نمودار ۲-۴ آورده شده است همانگونه که مشخص است اعداد بدست آمده بسیار نزدیک به گزارشات مربوط به سد می باشد



نمودار ۱-۴: ارتفاع-حجم



نمودار ۲-۴: ارتفاع-سطح

۳-۴) بررسی محل احتمالی مخزن

با استفاده از این برنامه مساحت حوضه در موقعیت سد A (سد ارداک چناران) برابر ۴۸۱/۴۴ کیلومتر مربع و محیط آن ۱۳۵/۰۵ کیلومتر بدست آمد این ارقام برای دو موقعیت سد B و سد C نیز استخراج گردید که به ترتیب برابر ۳۶۳/۳۶ کیلومتر مربع مساحت و ۱۲۵/۷۲ کیلومتر محیط برای موقعیت B و ۳۵۵/۴۱ کیلومتر مربع مساحت و ۱۱۰/۲۱ کیلومتر محیط برای موقعیت C بدست آمد.

۱-۳-۴) ضریب فشردگی^۱ حوضه

در ادامه ضریب فشردگی یا گراویلیوس^۲ که عبارتست از نسبت محیط حوضه به محیط دایره فرضی که مساحت آن برابر مساحت حوضه است برای حوضه هر سه سد A, B, C محاسبه گردید

$$C = \frac{0.28P}{\sqrt{A}}$$

C = ضریب فشردگی P = محیط حوضه A = مساحت حوضه

اگر مقدار C نزدیک به یک باشد همگرایی شکل آبگیر به دایره را نشان داده که سرعت تخلیه بالای حوضه را نشان می‌دهد. در حالی که افزایش این نسبت، کشیدگی آبگیر را نشان می‌دهد که باعث طولیل شدن رود و تاخیر موج سیل می‌شود. و همچنین منجر به افزایش متوسط سرعت جاری شدن سیل و افزایش تخلیه و افزایش انتقال رسوب می‌شود، این پارامتر یکی از عوامل کنترل برای طراحی سد پیشنهادی می‌باشد.

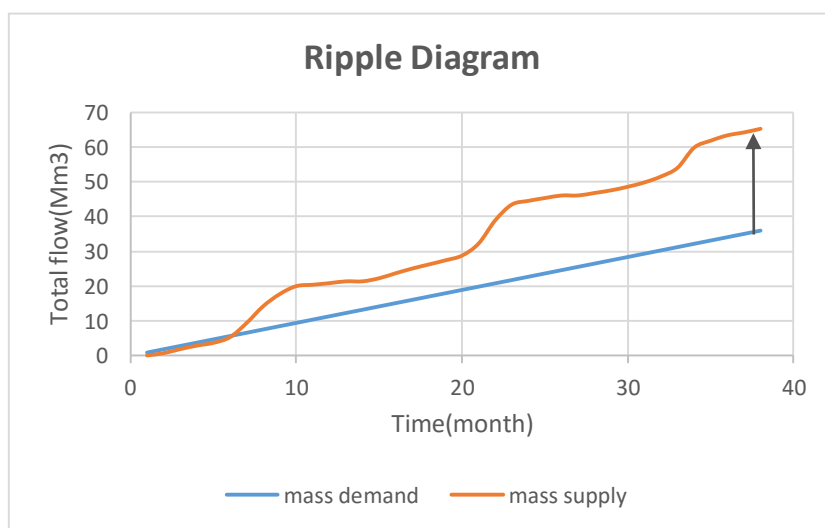
ضریب گراویلیوس برای سد A=1.72 و B=1.84 و C=1.69 بدست آمد.

^۱ -Compactness

^۲ -Gravelius

۴-۳-۲) پیش‌بینی حجم مخزن

پتانسیل آب منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی مشخص شد. اندازه‌گیری داده‌های جریان ماهانه از مهر ماه سال ۱۳۹۳-۱۳۹۶ برای تولید منحنی ریپل^۱ [۳۱] مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۴-۳). خط تقاضا از کل جریان خروجی تولید شده که مورد استفاده برای آب شرب، بخش کشاورزی، استفاده از آب برای جریان حیات طبیعی پایین دست قرار می‌گیرد. حداکثر تفاوت در منحنی توزیع و خط تقاضا مبتنی بر داده‌های جریان ورودی منطقه مورد مطالعه مقدار حجم آبی که می‌تواند ذخیره شود را نشان می‌دهد. حداکثر تفاوت در تیر ماه سال ۱۳۹۶ بوده که حجم آب محاسبه شده برابر ۳۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. که با توجه به تقاضای منطقه و با استفاده از برنامه DamRes برای هر سه محل احتمالی A,B,C حداقل ارتفاع سرریز سد محاسبه شد.



شکل ۴-۳: منحنی ریپل

ارتفاع سرریز سد A (ارداک چناران) برای این تقاضا برابر ۴۶ متر برآورد گردید در حالی که این ارتفاع برای سد B برابر ۶۷ متر و برای سد C این مقدار برابر ۵۰ متر محاسبه شد.

^۱ -Ripple Diagram

۴-۴) خروجی برنامه

باتوجه به مختصات وارد شده برای سه موقعیت احتمالی سد (A,B,C) نتایج استخراج شده

توسط برنامه میانجی DamRes درجدول ۴-۸ با توجه به ارتفاعات مختلف قابل رویت است

جدول ۴-۸: خروجی برنامه میانجی حجم و مساحت با توجه به ارتفاع سد

Dam A			Dam B			Dam C		
ارتفاع	مساحت	حجم	ارتفاع	مساحت	حجم	ارتفاع	مساحت	حجم
M	Mm ²	Mm ³	M	Mm ²	Mm ³	M	Mm ²	Mm ³
1358	0.029	0.064	1428	0.023	0.080	1540	0.036	0.071
1359	0.036	0.096	1429	0.026	0.102	1541	0.050	0.114
1360	0.042	0.134	1430	0.029	0.129	1542	0.062	0.169
1361	0.051	0.180	1431	0.036	0.160	1543	0.074	0.237
1362	0.061	0.234	1432	0.040	0.197	1544	0.089	0.316
1363	0.072	0.299	1433	0.044	0.237	1545	0.108	0.411
1364	0.082	0.375	1434	0.048	0.282	1546	0.128	0.529
1365	0.092	0.459	1435	0.052	0.329	1547	0.144	0.665
1366	0.103	0.557	1436	0.058	0.380	1548	0.160	0.815
1367	0.116	0.667	1437	0.066	0.439	1549	0.179	0.978
1368	0.129	0.785	1438	0.078	0.506	1550	0.213	1.175
1369	0.141	0.916	1439	0.091	0.588	1551	0.244	1.405
1370	0.162	1.067	1440	0.104	0.679	1552	0.269	1.659
1371	0.184	1.239	1441	0.118	0.784	1553	0.293	1.937
1372	0.201	1.429	1442	0.133	0.903	1554	0.316	2.238
1373	0.221	1.639	1443	0.146	1.038	1555	0.338	2.565
1374	0.241	1.869	1444	0.158	1.188	1556	0.358	2.909
1375	0.261	2.116	1445	0.171	1.344	1557	0.378	3.278
1376	0.283	2.386	1446	0.187	1.514	1558	0.398	3.663
1377	0.327	2.684	1447	0.205	1.700	1559	0.417	4.065
1378	0.370	3.030	1448	0.224	1.903	1560	0.435	4.492
1379	0.414	3.418	1449	0.243	2.125	1561	0.454	4.933
1380	0.479	3.864	1450	0.263	2.373	1562	0.473	5.395
1381	0.536	4.365	1451	0.283	2.638	1563	0.493	5.878
1382	0.590	4.928	1452	0.298	2.918	1564	0.515	6.383
1383	0.642	5.539	1453	0.311	3.206	1565	0.539	6.907
1384	0.694	6.211	1454	0.324	3.510	1566	0.563	7.455
1385	0.743	6.928	1455	0.336	3.821	1567	0.591	8.026
1386	0.791	7.692	1456	0.347	4.144	1568	0.624	8.631
1387	0.839	8.506	1457	0.359	4.478	1569	0.659	9.274
1388	0.887	9.364	1458	0.370	4.823	1570	0.697	9.954
1389	0.938	10.269	1459	0.381	5.179	1571	0.734	10.670
1390	0.998	11.235	1460	0.392	5.546	1572	0.766	11.412
1391	1.058	12.271	1461	0.403	5.927	1573	0.797	12.189
1392	1.097	13.343	1462	0.417	6.312	1574	0.826	12.996
1393	1.133	14.453	1463	0.431	6.710	1575	0.854	13.831
1394	1.167	15.596	1464	0.446	7.121	1576	0.882	14.693

Dam A			Dam B			Dam C		
ارتفاع	مساحت	حجم	ارتفاع	مساحت	حجم	ارتفاع	مساحت	حجم
M	Mm ²	Mm ³	M	Mm ²	Mm ³	M	Mm ²	Mm ³
1395	1.199	16.774	1465	0.460	7.545	1577	0.910	15.588
1396	1.233	17.989	1466	0.476	7.986	1578	0.938	16.506
1397	1.269	19.231	1467	0.494	8.437	1579	0.968	17.456
1398	1.324	20.520	1468	0.513	8.909	1580	1.000	18.438
1399	1.384	21.865	1469	0.534	9.399	1581	1.035	19.459
1400	1.441	23.273	1470	0.558	9.916	1582	1.071	20.510
1401	1.495	24.740	1471	0.584	10.450	1583	1.105	21.590
1402	1.549	26.254	1472	0.606	11.008	1584	1.140	22.716
1403	1.603	27.822	1473	0.633	11.586	1585	1.177	23.860
1404	1.656	29.455	1474	0.660	12.189	1586	1.215	25.049
1405	1.713	31.136	1475	0.686	12.814	1587	1.258	26.282
1406	1.778	32.885	1476	0.710	13.464	1588	1.312	27.563
1407	1.851	34.696	1477	0.735	14.138	1589	1.386	28.907
1408	1.934	36.588	1478	0.761	14.833	1590	1.481	30.339
1409	2.037	38.569	1479	0.786	15.553	1591	1.577	31.874
1410	2.240	40.699	1480	0.811	16.295	1592	1.648	33.491
1411	2.458	43.091	1481	0.836	17.063	1593	1.713	35.174
1412	2.562	45.593	1482	0.861	17.852	1594	1.778	36.913
1413	2.640	48.194	1483	0.888	18.666	1595	1.846	38.724
1414	2.710	50.866	1484	0.918	19.507	1596	1.917	40.598
			1485	0.947	20.374	1597	1.987	42.546
			1486	0.977	21.259	1598	2.058	44.564
			1487	1.006	22.176	1599	2.145	46.655
			1488	1.035	23.127	1600	2.245	48.842
			1489	1.067	24.101	1601	2.337	51.127
			1490	1.100	25.111			
			1491	1.137	26.153			
			1492	1.169	27.222			
			1493	1.201	28.323			
			1494	1.232	29.449			
			1495	1.263	30.603			
			1496	1.295	31.784			
			1497	1.329	32.995			
			1498	1.370	34.240			
			1499	1.423	35.536			
			1500	1.465	36.876			
			1501	1.504	38.248			
			1502	1.542	39.656			
			1503	1.582	41.103			
			1504	1.624	42.582			
			1505	1.681	44.110			
			1506	1.730	45.689			
			1507	1.776	47.314			
			1508	1.824	48.984			
			1509	1.874	50.702			

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱) مقدمه

هدف اصلی این تحقیق توسعه یک سیستم اطلاعات جامع جغرافیایی است که از داده‌های فضایی دیجیتالی و تکنولوژی‌های دیجیتال برای مدل‌سازی مخازن ذخیره آب شهری در سراسر کشور استفاده نماید. برای دستیابی به این هدف اولیه، یک سیستم اطلاعات محاسباتی، DamRes با استفاده از اصول برنامه‌نویسی، هیدرولوژی و جغرافیا محاسباتی برای انجام تجزیه و تحلیل هیدرولوژیکی زمین تحت نرم افزار ArcGIS طراحی شد. در این پژوهش از نقشه DEM برای تعیین ویژگی‌های حوضه، شبکه جریان، حجم ذخیره سازی مخازن و سطح ذخیره سازی مخازن استفاده شد. این محاسبات می‌تواند به راحتی و به سرعت بالا با استفاده از DamRes انجام شود.

۵-۲) انتخاب محل مناسب مخزن

با توجه به تقاضای منطقه حجم آب قابل ذخیره مخزن سد انتخابی برابر ۳۰ میلیون متر مکعب برآورد گردید برای این حجم آب مقادیر جدول ۵-۱ برای سه محل احتمالی مخزن برآورد گردید

جدول ۵-۱: مقادیر برآوردی برای سدهای A, B, C

مخزن	A	B	C
حجم	30	30	30
سطح	1.70	1.26	1.48
مساحت حوضه	481.44	363.36	355.41
ضریب فشردگی	1.72	1.84	1.69
ارتفاع سرریز	46	67	50

افزایش ضریب فشردگی منجر به افزایش متوسط سرعت جریان و افزایش انتقال رسوب می‌شود،

با توجه به این مسئله و جدول ۵-۱ مقدار این ضریب برای دو سد A و C حداقل بوده پس اولویت احداث سد در این دو مکان می‌باشد از طرفی در این حجم آب، سطح مخزن B کمترین بوده که این امر باعث کاهش تبخیر سطحی شده و مخزن B کمترین هر رفت آب را خواهد داشت ولی با توجه به اینکه حوضه آبریز سد A وسیع تر بوده و در نتیجه روناب بیشتری تولید می‌کند و با در نظر گرفتن این مسئله که ارتفاع سرریز سد A کمترین ارتفاع را داشته و هزینه احداث آن نسبت به دو مکان دیگر کمتر می‌باشد و از آنجا که این مکان محل تلاقی دو رودخانه است بنظر می‌رسد محل مناسبتری نسبت به دو موقعیت دیگر باشد چه آنکه سد ارداک چناران نیز در این محل احداث شده و به نظر می‌رسد انتخاب این مکان برای احداث سد مناسب بوده است.

۵-۳) نتیجه‌گیری

در این پژوهش، سد ارداک چناران در استان خراسان رضوی برای مطالعه موردی انتخاب شد. پتانسیل آب منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی مشخص شد و منحنی ریبیل استخراج گردید. حجم ذخیره سازی مخزن سد با استفاده برنامه میانجی DamRes تحت نرم افزار ArcGIS10.3 برآورد شد. نقشه های تجمع جریان، جهت جریان، سطح و حجم ذخیره‌سازی از DEM با استفاده از نرم افزار ArcGIS و نمودار ارتفاع-حجم و ارتفاع-مساحت ایجاد شد. با توجه به این مطالعه، ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن سد در حدود 30 Mm^3 مشخص شد، در این ظرفیت، ارتفاع سد ۴۶ متر برآورد گردید و سطح آب در همان ظرفیت ذخیره سازی $1,66 \text{ Mm}^2$ تخمین زده شد. در مرحله بعد با مقایسه سطح و حجم محاسبه شده با سطح و حجم مربوط به گزارشات سد چناران تهیه شده از شرکت سهامی مدیریت منابع آب دقت محاسبات مورد بررسی قرار گرفت با مقایسه اعداد بدست آمده برای حجم و سطح مخزن توسط برنامه میانجی DamRes و گزارشات سد ارداک چناران به نظر می‌رسید این برنامه می‌تواند با ارائه اطلاعات مفید برای مدیران و برنامه ریزان آب، ظرفیت ذخیره‌سازی آب و سطح آب را برای مکان های مختلف سد راحت‌تر از روش برداشت

مخزن مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و برای پیدا کردن محل مناسب برای ساخت و ساز سد مناسب است

۵-۴) پیشنهادات برای پژوهش های آینده

برنامه میانجی DamRes یک ابزار برای مدل سازی مخازن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل مخازن برای یافتن یک مخزن بالقوه است. این مطلب در فصل سوم توضیح داده شد و نمونه ای از اجرای این برنامه به عنوان یک پژوهش توصیف گردید. یک پیشنهاد برای جهت گیری آتی، توسعه برنامه میانجی DamRes بوده که شامل یک کارکرد اضافی برای این برنامه می باشد تا با داشتن یک محل اولیه برای مخزن و یک فاصله معقول این برنامه در کانال رودخانه اقدام به مدل سازی مخازن با فاصله مشخص نماید و در انتها نتایج را در اختیار کاربران قرار دهد تا کاربران با بررسی نتایج نسبت به انتخاب محل سد اقدام نمایند

منابع

- [۱] علیزاده؛ جعفری؛ (۱۳۸۴) "هیدروپلیتیک هیرمند و تاثیر آن بر روابط سیاسی ایران و افغانستان،" دانشگاه تربیت مدرس.
- [2] Gleick.P.H, (1993)"Water and conflict," *fresh water resources and international security*, p. 112,.
- [۳] خادمی، م و عمادی، ع، (۱۳۸۹) "تهیه منحنی فرمان بهره برداری از سد مخزنی درود زن با استفاده از مدل آبدهی،" در پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، مشهد.
- [۴] دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا، سالنامه آماری آب کشور (۱۳۸۹-۹۰)، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ص ۴-۶.
- [۵] مخدوم، م، ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی (۱۳۸۳)، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۰۴.
- [۶] ثنایی نژاد، ح، (۱۳۷۷) "مقدمه ای بر سیستم اطلاعات جغرافیایی،"
- [۷] تیموری راد، ح. کسایی رودسری، ب، (۱۳۸۷) "برآورد منحنی حجم مخزن بر مبنای شیوه سنجش از راه دور،".
- [8] Woodcock, C. E and Strahler(1987), A. H, "The factor of scale in remote sensing," *Remote sensing of Environment*, vol. 21, no. 3, pp. 311-332.,.
- [9] Marks, K and Bates, P,(2000)"Integration of high-resolution topographic data with floodplain flow models," *Hydrological*

Processes, vol. 14, no. 11-12, pp. 2109-2122,.

- [10] Guntner, A, Krol, M. S, De Araujo, J. C and Bronstert, A, (2004)"Simple water balance modeling of surface reservoir systems in a large data-scarce semiarid region," *Hydrological Sciences Journal–des Sciences Hydrologiques*, p. 49,.

[۱۱] افشین, یدالله, (۱۳۷۳) "رودخانه های ایران, " وزارت نیرو, شرکت مهندسی
مشاور جاماپ, تهران.

- [12] Peng, Dingzhi, et al, "Reservoir Storage Curve Estimation Based on Remote," *Journal of hydrologic engineering*, vol. 11, no. 2, pp. 165-172, 2006.

[۱۳] شریفی پور, م.ب. و شهیدی پور, م.م, (۱۳۸۲) "تحلیل سیستم های منابع
آب, " دانشگاه فردوسی مشهد.

- [14] Moore, I. D, Grayson, R and B., Lodson, A. R, (1991)"Digital terrain modeling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications," *Hydrol. Processes*, vol. 5, no. 1, pp. 3-30,.
- [15] Choong-Sung Y, Jin-Hee L and Myung-Pil S, (2010)"Site location analysis for small hydropower using geo-spatial information system," *Renewable Energy*, vol. 35, no. 2010, pp. 852-861,.
- [16] Salih, S. A and Al-Tarif, A. S. M, (2012)"Using of GIS spatial analyses to study the selected location for dam reservoir on Wadi Al-Jirnaf, West of Shirqat Area, Iraq,".
- [17] A. İrvem, (2011)"Application of GIS to determine storage volume and surface area of reservoirs: the case study of Buyuk Karacay dam," *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, vol. 5, no. 1, pp. 39-43,.

- [18] Morrissey and Timothy, (2013)"NCResSys: A Geospatial Modeling Information System for the Identification of Potential Municipal Water Supply Reservoir Locations across the State of North Carolina," *PhD. thesis*,.
- [19] A. Tribe, (1992) Automated Recognition of valley heads from digital elevation models, vol. Earth surface processes and landforms, pp. 33-49.
- [20] Hutchinson, M. F and T. I. Dowling, (1991)"A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia," *Hydrological Processes* 5, p. 45–58,.
- [21] D. G. Tarboton, R. L. Bras and I. Rodriguez–Iturbe, (1991)"On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data," *Hydrological Processes* 5, pp. 80-100,.
- [22] S. Jenson and D. J.O, (1988)"Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis," *Photogrammetric engineering and remote sensing*, vol. 54, no. 11, pp. 1593-1600,.
- [23] S. K. Jenson and J. O. Domingue, (1988) Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis, vol. 11, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54, , p. 1593–1600.
- [24] Gallant, J.C and Wilson, J.P,(2000)"Primary topographic attributesdams and their large scale hydrologic impacts.," *Water Resources Research*, vol. 35, no. 4, p. 1305–1311,.
- [25] Tarboton, D.G, (1997)"A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevationmodels," *Water Resources Research*, vol. 33, no. 2, p. 309–319,.
- [26] Costa-Cabral, M.C and Burges, S.J, (1994)"Digital elevation model

networks (DEMON): a model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas," *Water Resources Research*, vol. 30, no. 6, p. 1681–1692,.

[27] Quinn, P.F, Beven, P and Planchon, o , (1991)"The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modeling using digital terrain models," *Hydrological Processes* 5, p. 59–79,.

[28] Burrough, P.A and McDonnell, R.A, "Principles of Geographical Information Systems," *Oxford University Press, New York*, p. 356.

[29] Schäuble, H, Marinoni, O and Hinderer, M, (2008)"A GIS-based method to calculate flow accumulation by considering dams and their specific operation time," *Computers & Geosciences*, vol. 34, no. 6, pp. 635-646,.

[30] GIS by ESRI™, "Deriving runoff characteristics, (2015)" ArcGIS Help 10.3,.

[31] Rippl, W, (1883)"The Capacity of Storage Reservoirs for Water Supply," *Proc. Inst. of Civil Engin*, vol. 71, pp. 270-278,.

پیوست ها

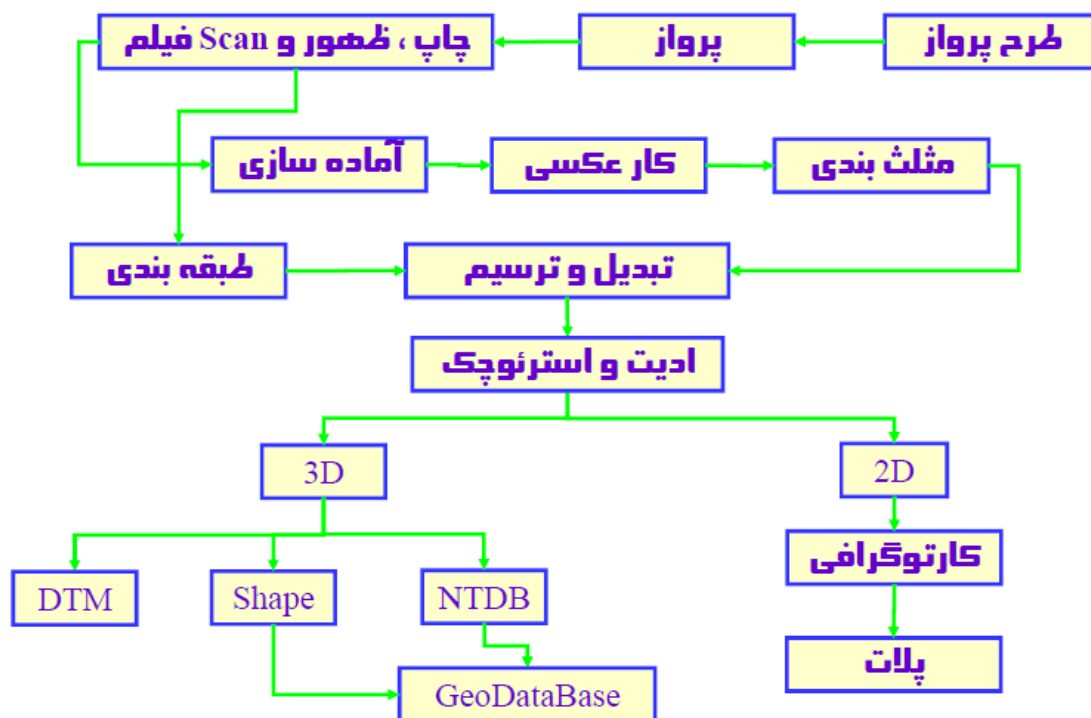
پیوست ۱

پ ۱-۱) تهیه نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور

یکی از پروژه‌های سازمان نقشه‌برداری کشور که توسط متخصصان این سازمان انجام شده، تهیه نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰ است. مقیاس تهیه نقشه‌های پوششی در هر کشور متناسب با وسعت، تراکم جمعیت و توسعه‌یافتگی مناطق مختلف آن کشور تعیین می‌گردد. اولین سری عکس‌های هوایی سراسری ایران را یک شرکت آمریکائی در سال ۱۹۵۵ تا ۱۹۵۷ میلادی (۱۳۳۴ تا ۱۳۳۶ هجری شمسی) با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۵۵۰۰۰ تهیه کرد و در این برنامه تکمیل و برطرف کردن نواقص مربوط به مناطق مرزی ۱۳ سال بطول انجامید. اصلی‌ترین هدف در این عکسبرداری تهیه نقشه پوششی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ بود. سری دوم عکسبرداری پوششی ایران توسط سازمان نقشه‌برداری کشور با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰ از سال ۱۳۴۳ (۱۹۶۴ میلادی) آغاز و در ۱۰ سال اول بخش عمده‌ای از کار انجام گردید. سری سوم عکسبرداری سراسری از سال ۱۳۷۰ در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ و ۱:۷۰۰۰۰۰ آغاز گردید و هدف از این عکسبرداری تهیه نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰ بوده است. انتخاب مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای تهیه نقشه‌های پوششی کشور و انجام دقیق این پروژه ملی نشان از توانمندی بالای سازمان نقشه‌برداری کشور دارد.

پ ۱-۲) خط تولید نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰

خط تولید نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مبتنی بر داده‌های سه بعدی و با استفاده از عکس‌های پوشش‌دار صورت گرفته به طوری که منابع تصویری تهیه بلوک‌های داخلی با عکس‌های هوایی کوچک مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره ای SPOT انجام شده است. مراحل انجام کار در فلوچارت شکل پ ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل پ ۱-۱: فلوچارت خط تولید نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری ایران

پ ۱-۳) سیستم سازمان نقشه‌برداری کشور برای نامگذاری نقشه‌های پوششی

نقشه‌های پوششی کشور در مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰ ، ۱:۵۰۰۰۰ ، ۱:۱۰۰۰۰۰ ، ۱:۲۵۰۰۰۰ به همراه نقشه‌های رقوم بزرگ مقیاس دارای قطع‌بندی و سیستم شماره‌گذاری یکنواخت به شرح زیر می‌باشند.

پ ۱-۳-۱) نقشه‌های پوششی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

۱۴۱ برگ نقشه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ با قطع‌بندی استاندارد ۱,۵ درجه طول جغرافیایی و ۱ درجه عرض جغرافیایی با طور کامل کشور را پوشش می‌دهند. نامگذاری این نقشه‌ها بر اساس سیستم شماره‌گذاری پیوسته از شمال‌غرب کشور با نقشه شماره ۱ آغاز شده و به ترتیب تا شماره نقشه ۱۳۲ ادامه پیدا می‌کند

پ ۱-۳-۲) نقشه‌های پوششی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

حدود ۶۵۰ برگ نقشه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ با قطع‌بندی ۳۰ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ دقیقه عرض جغرافیایی کشور را پوشش می‌دهد. شماره نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ یک عدد چهار رقمی می‌باشد که دو عدد سمت چپ در رابطه با طول جغرافیایی و دو عدد سمت راست در رابطه با عرض جغرافیایی به شکل مثال زیر می‌باشد.

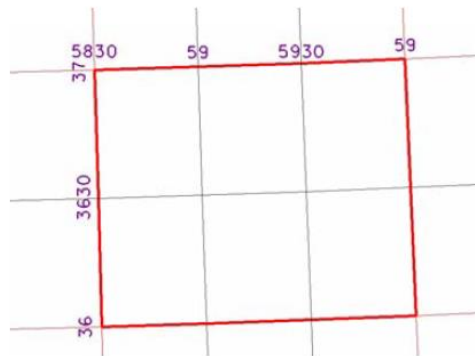
مثال: مشهد

$$f=36\ 20\ 04$$

$$\lambda=59\ 28\ 47$$

$$[2*59.4]-40=78$$

$$[2*36.3]-10=62$$



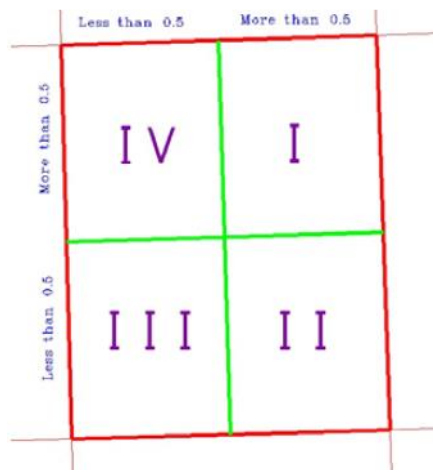
شماره شیت 7862

پ ۱-۳-۳) نقشه‌های پوششی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

حدود ۲۵۰۰ برگ نقشه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ با قطع‌بندی ۱۵ دقیقه طول جغرافیایی و ۱۵ دقیقه عرض جغرافیایی کشور را پوشش می‌دهند.

نامگذاری این نقشه‌ها بر اساس سیستم گسترش یافته، نامگذاری نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ است و با توجه به اینکه از تقسیم هر برگ نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ مربوطه به نام نقشه مذکور حاصل می‌گردد با اضافه شدن اعداد لاتین I, II, III, IV به شماره نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ مربوطه نام نقشه مذکور حاصل می‌گردد.

نامگذاری:



✓	$f < 0.5$ & $\lambda < 0.5$	✓
✓	بعد از شماره شیت ۱:۱۰۰۰۰۰	عدد یونانی I
✓	$f > 0.5$ & $\lambda < 0.5$	✓
✓	بعد از شماره شیت ۱:۱۰۰۰۰۰	عدد یونانی II
✓	$f > 0.5$ & $\lambda > 0.5$	✓
✓	بعد از شماره شیت ۱:۱۰۰۰۰۰	عدد یونانی III
✓	$f < 0.5$ & $\lambda > 0.5$	✓
✓	بعد از شماره شیت ۱:۱۰۰۰۰۰	عدد یونانی IV

مثال : مشهد

$$f=36 \ 20 \ 04$$

$$\lambda=59 \ 28 \ 47$$

$$2*59.4 - 40 = 78.334 < 0.5$$

$$2*36.3 - 10 = 62.479 < 0.5$$

شماره شیت III 7862

پ ۱-۳-۴) نقشه‌های پوششی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

حدود ۱۰۰۰۰ برگ نقشه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با قطع‌بندی ۷/۵ دقیقه کمانی طول جغرافیایی

و ۷/۵ دقیقه کمانی عرض جغرافیایی به طول میانگین ۱۲×۱۴ کیلومتر و مساحت ۱۵۰ تا ۱۷۵

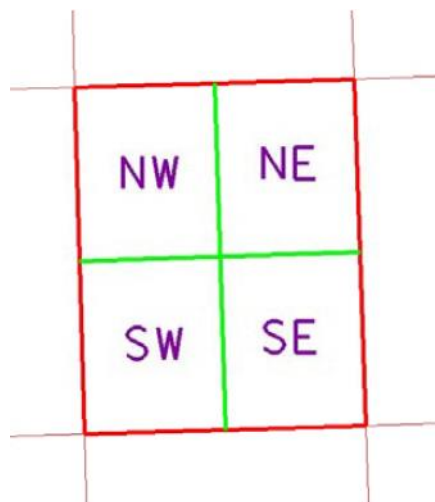
کیلومترمربع کشور را پوشش می‌دهد. نامگذاری این نقشه‌ها با اضافه کردن حروف لاتین

NE,SE,NW,SW متناسب با موقعیت قرار گرفتن نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ در یکی از چهار گوشه نقشه

۱:۵۰۰۰۰ حاصل می‌گردد.

نامگذاری

مثال : مشهد



$f=36\ 20\ 04$

$\lambda=59\ 28\ 47$

شماره شیت 7862 III SE

پیوست ۲

پ ۲-۱) ساخت مدل و اسکریپت

هدف از این ابزار اسکریپتی بدست آوردن سطح و حجم یک مخزن است. برای این کار ابتدا باید بتوان نقطه‌ای را در حوضه آبریز پایین به سمت خروجی حوضه که همان محل سد است، ردیابی کرد. ابتدا `numpy`, `arcpy` و کتابخانه `math` که بعداً مورد نیاز است وارد می‌شود. از تابع `arcpy.GetParameter(index)` برای گرفتن ورودی کاربر از ArcGIS UI استفاده می‌شود تا برخی از ورودی‌ها و خروجی‌های مورد نیاز را از کاربر دریافت کند.

```
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *
import numpy
import math
import json
import os

|
# Script arguments

Input_Topo_Raster_ = arcpy.GetParameterAsText(0)
my_x = arcpy.GetParameterAsText(1)
my_y = arcpy.GetParameterAsText(2)
pnt = arcpy.Point(my_x, my_y)
Use_Input_Features_for_Clippping_Geometry_ = "true"

Output_Topo_watershed = arcpy.GetParameterAsText(3)
if Output_Topo_watershed == '#' or not Output_Topo_watershed:
    Output_Topo_watershed = "E:\\tamrin\\tamrin.gdb\\TopoWatershet" # provide a default value if unspecified
volume_txt = arcpy.GetParameterAsText(4)
if volume_txt == '#' or not volume_txt:
    volume_txt = "E:\\tamrin\\geo\\volume_txt.txt" # provide a default value if unspecified

From_Value = arcpy.GetParameterAsText(5)
if From_Value == '#' or not From_Value:
    From_Value = "0" # provide a default value if unspecified

To_Value = arcpy.GetParameterAsText(6)

By_Value = arcpy.GetParameterAsText(7)
if By_Value == '#' or not By_Value:
    By_Value = "1" # provide a default value if unspecified
```

ورودی‌های این اسکریپت یک لایه رستری از منطقه مورد مطالعه و همچنین مختصات محل سد بصورت x,y در مختصات UTM و ارتفاع سد بوده و خروجی‌های برنامه حوضه آبریز سد و سطح و حجم آن در قالب یک فایل متنی است. ابتدا طبق مطالب گفته شده باید مدل ارتفاعی رقومی منطقه Fill شده تا حفره‌های هیدرولوژیکی پر شوند و سپس لایه‌های جهت جریان و جریان تجمعی تولید شود که این مهم بوسیله ابزار کتابخانه arcpy نرم افزار ArcGIS10.3 و کد نویسی با پایتون انجام می‌شود.

```
# Process: Fill
arcpy.AddMessage('running DEM Fill...')
Output_Fill = Fill(Input_Topo_Raster, "")
Output_Fill.save(Output_Fill_TopoTo_Raster)

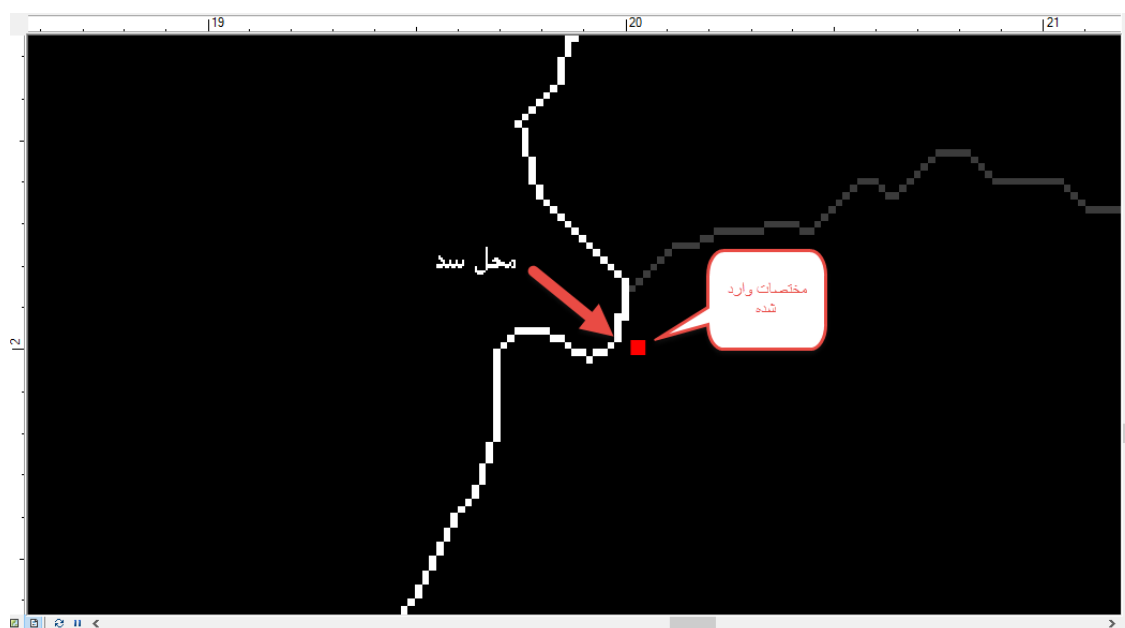
# Process: Flow Direction
arcpy.AddMessage('running Flow Direction...')
OutputFlowDir = FlowDirection(Output_Fill_TopoTo_Raster, "NORMAL")
OutputFlowDir.save(Output_FlowDir)

# Process: Flow Accumulation
arcpy.AddMessage('running Flow Accumulation...')
OutputFlowAcc = FlowAccumulation(Output_FlowDir, "", "FLOAT")
OutputFlowAcc.save(Output_FlowAcc)
```

حالا که برخی از پردازش‌های اولیه raster انجام شده است، بعد از استخراج لایه تجمع جریان با توجه به اینکه مختصات سد بصورت دستی وارد می‌شود این امکان وجود دارد که همان طور که در شکل پ ۱-۲ مشخص است مختصات سد دقیقا بر کانال رودخانه منطبق نشود که این امر باعث می‌شود بقیه مراحل بصورت صحیح انجام نشود برای اینکه این مشکل حل شود باید نقطه مورد نظر را در حوضه آبریز به سمت خروجی حوضه که همان محل سد است هدایت کرد. تا نقطه مورد نظر دقیقا منطبق بر کانال رودخانه شود.

برای اینکه این نقطه با داده‌های شطرنجی ورودی هماهنگ شود، دو مرحله باید انجام شود:

۱- شبکه‌های شطرنجی به عنوان داده‌های آرایه‌ای نشان داده شود ۲- مختصات Y, X به شاخص‌های آرایه تبدیل شود. برای تبدیل شبکه‌های شطرنجی (به عنوان مثال fill و fdr) به آرایه، از کتابخانه numpy، و بطور خواص از RasterToNumPyArray استفاده می‌شود.



شکل پ ۱-۲: مدل مفهومی هدایت نقطه مختصات سد به سمت کانال رودخانه

```
# convert rasters to arrays
fdr = arcpy.RasterToNumPyArray(OutputFlowDir, nodata_to_value=0)
fill = arcpy.RasterToNumPyArray(Output_Fill, nodata_to_value=0)
facc=arcpy.RasterToNumPyArray(OutputFlowAcc )

# create raster object to get metadata
upperLeft = Output_Fill.extent.upperLeft
ux = upperLeft.X
uy = upperLeft.Y
cell_width = Output_Fill.meanCellWidth
cell_height = Output_Fill.meanCellHeight

# convert point coordinates into raster indices
c = abs(int((ux - pnt.X) / cell_width))
r = abs(int((uy - pnt.Y) / cell_height))
```

حالا باید این نقطه مورد نظر در داخل ردیف حرکت خود را انجام دهد. به طور خاص، باید

نقطه مورد نظر از موقعیت فعلی خود به پایین ترین سلول هم سایه قرار گرفته بر روی کانال رودخانه منتقل شود. برای انجام این کار، باید یک تابع در بالای اسکریپت اضافه شود تا ارزش شبکه مسیر جریان را بررسی و نقطه را به ترتیب تا موقعیت مورد نظر حرکت دهد.

```
def move_to_next_pixel(fdr, row, col):

    # get the fdr pixel value (x,y)
    value = fdr[row, col]

    #
    #| 32 | 64 | 128 |
    #| 16 | X | 1 |
    #| 8 | 4 | 2 |
    #

    # move the pixel
    if value == 1:
        col += 1
    elif value == 2:
        col += 1
        row += 1
    elif value == 4:
        row += 1
    elif value == 8:
        row += 1
        col -= 1
    elif value == 16:
        col -= 1
    elif value == 32:
        row -= 1
        col -= 1
    elif value == 64:
        row -= 1
    else: #value == 128:
        row -= 1
        col += 1

    return (row, col)
```

در ادامه باید یک حلقه ایجاد شود که این حلقه تا زمانی که مقدار در محل (c,r) به آستانه رودخانه اصلی برسد اجرا شود. این حلقه تا زمانی که مقدار Z برابر آستانه رودخانه نیست ادامه خواهد یافت.

```
arcpy.AddMessage('Tracing Downstream...')
pntX = pnt.X                # get the initial X
pntY = pnt.Y                # get the initial Y
z = facc[r,c]               # get the initial Z
coords = [(pntX,pntY,z)]    # create a list to store our coordinates
while (z < 1000):

    # move to downstream cell
    last_r = r               # store current r value
    last_c = c               # store current c value
    r,c = move_to_next_pixel(fdr, r, c)

    # Calculate the coordinates of x and y (in map units)
    pntX += (c - last_c)*cell_width
    pntY += (last_r - r)*cell_height

    # get the Z value of the current (r,c) coordinate

    z = facc[r,c]

    # save this coordinate to our list
    coords+= [(pntX,pntY,z)]
```

این کد نقطه (c,r) را به همسایگی پایین دست خود انتقال می‌دهد و همچنان ادامه می‌دهد تا زمانی که به محل سد برسد. از آنجا که برای مرحله بعد نیاز به یک لایه پلیگونی می‌باشد، باید نقطه خروجی به عنوان Point Shapefile قالب‌بندی شود. قطعه کد زیر، ابتدا کلاس ویژگی چند خطی ایجاد می‌شود که نتایج را نگه می‌دارد. سپس برای نقطه انتهایی حلقه یک Point ایجاد شده و سپس این نقطه به عنوان یک Point به یک feature class اضافه می‌شود.

```

arcpy.AddMessage('Creating Output Path Shapefile...')

# create the output feature class
directory_path = os.path.dirname(trace_outpath)
file_path = os.path.basename(trace_outpath)

# create feature class
arcpy.CreateFeatureclass_management(directory_path, file_path, "POINT")

# define the point objects
point = arcpy.Point()
point_seg = arcpy.Array()

# Set X and Y for end points
point.X = coords[0][0]
point.Y = coords[0][1]
point_seg.add(point)
featureList = []
cursor = arcpy.InsertCursor(trace_outpath)
feat = cursor.newRow()

# Insert the feature
feat.shape = point
cursor.insertRow(feat)
del feat
del cursor

```

برای انتخاب سلول محل قرار گرفتن سد در لایه شطرنجی از کتابخانه arcpy و بطور خاص از SnapPourPoint استفاده می‌شود، سپس با دیگر ابزار کتابخانه arcpy یعنی Watershed حوضه آبریز سد استخراج شده و با ابزار RasterToPolygon این کتابخانه تبدیل به پلیگون می‌شود تا مرز حوضه بوسیله ابزار Clip کتابخانه arcpy برش خورده و آماده استخراج حجم و سطح مخزن با استفاده از ابزار SurfaecVolume شود، در این مرحله برای ورودی ارتفاع از یک حلقه for استفاده گردیده تا انتخاب ارتفاع از یک حداقل تا یک حداکثر با فاصله مشخص قابل انتخاب باشد

در انتها اسکریپت نوشته شده به جعبه ابزار ArcGIS اضافه شده تا بتوان آن را مانند هر ابزار دیگری اجرا کرد.

```

# Process: Snap Pour Point
arcpy.AddMessage('running Snap Pour Point...')
OutputSnapPour = SnapPourPoint(trace_outpath, Output_FlowAcc, "0", "OBJECTID")
OutputSnapPour.save(Output_SnapPour)

# Process: Watershed
arcpy.AddMessage('running Watershed...')
WatershFlow = Watershed(Output_FlowDir, Output_SnapPour, "Value")
WatershFlow.save(v_Output_Watersh_Flow)

# Process: Raster to Polygon
arcpy.AddMessage('running Raster to Polygon...')
arcpy.RasterToPolygon_conversion(v_Output_Watersh_Flow, Output_Raster_To_polygan_Watershed,
                                ["SIMPLIFY", "Value"])

# Process: Clip
arcpy.AddMessage('running Clip...')
arcpy.Clip_management(Input_Topo_Raster, "689031/512 4069215/692 734351/512 4098095/692",
                      Output_Topo_watershed,
                      Output_Raster_To_polygan_Watershed, "-3/402823e+038",
                      Use_Input_Features_for_Clippping_Geometry, "NO_MAINTAIN_EXTENT")

# Process: Surface Volume
arcpy.AddMessage('running Surface Volume...')
for Value in range(int(From_Value), int(To_Value), int(By_Value)):
    arcpy.SurfaceVolume_3d(Output_Topo_watershed, volume_txt, "BELOW", Value, "1", "0")

```

پیوست ۳

پ ۳-۱) داده های هیدرومتری سد ارداک چناران

9/1/2017

گزارش :: IRAN Dams ::

شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران
دفتر بهره‌برداری و نگهداری از سد ها
سیستم اطلاعات سد های مخزنی در حال بهره‌برداری DIS



گزارش دوره ای وضعیت خروجیها در مقایسه با حجم مخزن ورودی

سد ارداک چناران															آب منطقه خراسان رضوی		آب منطقه ای	
از تاریخ 95-07-01 تا تاریخ 96-05-31																		
حجم مخزن MCM	کل خروجی از ابتدای سال آبی MCM	جمع کل خروجی MCM	MCM خروجی								ورودی از ابتدای سال آبی MCM	ورودی MCM	دبی m3/s	تاریخ				
			سرریز	تبخیر	نشت	رهکش	دریچه آبیگیری	پمپاژ	تخلیه رسوب	توربین								
23.46	22.525	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.199	*0.04	0.5	960531				
23.52	22.423	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.159	*0.05	0.61	960530				
23.57	22.321	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.109	*0.04	0.5	960529				
23.63	22.219	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.069	*0.00	0.05	960528				
23.73	22.117	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.069	*0.01	0.16	960527				
23.81	22.015	0.102	0	0	0	0	0.102	0	0	0	19.059	*0.03	0.39	960526				
23.88	21.913	0.109	0	0	0	0	0.109	0	0	0	19.029	*0.10	1.14	960525				
23.89	21.804	0.109	0	0	0	0	0.109	0	0	0	18.929	*0.09	1.03	960524				
23.91	21.695	0.109	0	0	0	0	0.109	0	0	0	18.839	*0.09	1.03	960523				
23.93	21.587	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.749	*0.09	1.02	960522				
23.95	21.479	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.659	*0.15	1.7	960521				
23.91	21.371	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.509	*0.06	0.68	960520				
23.96	21.263	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.449	0.109	1.26	960519				
24.05	21.155	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.00	0.04	960518				
24.15	21.047	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.00	0.04	960517				
24.26	20.939	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.00	0.04	960516				
24.36	20.831	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.00	0	960515				
24.49	20.723	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.00	0	960514				
24.62	20.615	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.34	*0.03	0.34	960513				
24.7	20.507	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.31	*0.00	0.04	960512				
24.81	20.399	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.31	*0.00	0	960511				
25.02	20.291	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.31	*0.03	0.34	960510				
25.09	20.183	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.28	*0.03	0.34	960509				
25.17	20.075	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.25	*0.00	0.04	960508				
25.25	19.967	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.25	*0.03	0.34	960507				
25.33	19.859	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.22	*0.03	0.34	960506				
25.41	19.751	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.19	*0.03	0.34	960505				
25.49	19.643	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960504				
25.62	19.535	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0.04	960503				
25.72	19.427	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960502				
25.85	19.319	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960501				
25.99	19.211	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960431				
26.14	19.103	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960430				
26.3	18.995	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960429				
26.46	18.887	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960428				
26.61	18.779	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.00	0	960427				
26.72	18.671	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.16	*0.04	0.49	960426				
26.79	18.563	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.12	*0.03	0.3	960425				
26.87	18.455	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.09	*0.00	0	960424				
26.97	18.347	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	18.09	*0.16	1.82	960423				
26.92	18.239	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.93	*0.29	3.35	960422				
26.74	18.131	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.64	*0.06	0.68	960421				
26.79	18.023	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.58	*0.01	0.1	960420				
26.89	17.915	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.57	*0.01	0.1	960419				
26.99	17.807	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.56	*0.01	0.1	960418				

حجم مخزن MCM	کل خروجی از ابتدای سال آبی MCM	جمع کل خروجی MCM	سرریز	تخیر	نشت	زهکش	دریچه آبیگری	پمپاژ	تخلیه رسوب	توربین	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	ورودی دبی MCM m3/s	تاریخ
27.09	17.699	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.55	*0.03 0.3	960417
27.17	17.591	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.52	*0.03 0.3	960416
27.25	17.483	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.49	*0.01 0.1	960415
27.35	17.375	0.108	0	0	0	0	0.108	0	0	0	17.48	*0.01 0.1	960414
27.45	17.267	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.47	*0.00 0.05	960413
27.55	17.163	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.47	*0.00 0.05	960412
27.65	17.059	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.47	*0.00 0	960411
27.76	16.955	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.47	*0.00 0.05	960410
27.86	16.852	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.47	*0.10 1.2	960409
27.86	16.748	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.37	*0.05 0.63	960408
27.91	16.644	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960407
28.08	16.541	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960406
28.24	16.437	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960405
28.41	16.333	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960404
28.58	16.23	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960403
28.72	16.126	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960402
28.84	16.022	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0	960401
28.96	15.918	0.104	0	0	0	0	0.104	0	0	0	17.32	*0.00 0.01	960331
29.06	15.815	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.32	*0.01 0.06	960330
29.15	15.724	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.31	*0.01 0.06	960329
29.23	15.633	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.3	*0.01 0.06	960328
29.32	15.543	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.29	*0.01 0.06	960327
29.4	15.452	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.28	*0.01 0.06	960326
29.49	15.361	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.27	*0.04 0.46	960325
29.54	15.271	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.23	*0.04 0.46	960324
29.59	15.18	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.19	*0.04 0.46	960323
29.64	15.089	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.15	*0.04 0.46	960322
29.69	14.998	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.11	*0.04 0.46	960321
29.74	14.908	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	17.07	*0.09 1.05	960320
29.74	14.817	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.98	*0.04 0.46	960319
29.79	14.726	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.94	*0.04 0.46	960318
29.85	14.636	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.9	*0.04 0.46	960317
29.9	14.545	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.86	*0.04 0.46	960316
29.95	14.454	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.82	*0.06 0.65	960315
29.98	14.364	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.76	*0.07 0.85	960314
30	14.273	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.69	*0.09 1.05	960313
30	14.182	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.6	*0.09 1.05	960312
30	14.091	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.51	*0.00 0	960311
30	14.001	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.51	*0.00 0	960310
30	13.91	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.51	*0.09 1.05	960309
30	13.819	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.42	*0.09 1.05	960308
30	13.729	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.33	*0.09 1.05	960307
30	13.638	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.24	*0.09 1.05	960306
30	13.547	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.15	*0.09 1.05	960305
30	13.457	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	16.06	*0.09 1.05	960304
30	13.366	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.97	*0.09 1.05	960303
30	13.275	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.88	*0.09 1.05	960302
30	13.184	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.79	*0.09 1.05	960301
30	13.094	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.7	*0.09 1.05	960231
30	13.003	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.61	*0.09 1.05	960230
30	12.912	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.52	*0.09 1.05	960229
30	12.821	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.43	*0.09 1.05	960228
30	12.731	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.34	*0.09 1.05	960227
30	12.64	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.25	*0.09 1.05	960226
30	12.549	0.091	0	0	0	0	0.091	0	0	0	15.16	*0.09 1.05	960225

تاریخ	دبی MCM/m3/s	ورودی	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبگیری	زهکش	نشت	تخیر	سرریز	جمع کل خروجی MCM	کل خروجی از ابتدای سال آبی MCM	حجم مخزن MCM
960224	1.05	*0.09	15.07	0	0	0	0.091	0	0	0	0	0.091	12.459	30
960223	1.05	*0.09	14.98	0	0	0	0.091	0	0	0	0	0.091	12.368	30
960222	0.6	*0.05	14.89	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	12.277	30
960221	1.05	*0.09	14.84	0	0	0	0.091	0	0	0	0	0.091	12.225	30
960220	0.6	*0.05	14.75	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	12.135	30
960219	0.6	*0.05	14.7	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	12.083	30
960218	0.6	*0.05	14.65	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	12.031	30
960217	0.6	*0.05	14.6	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.979	30
960216	0.6	*0.05	14.55	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.928	30
960215	0.6	*0.05	14.5	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.876	30
960214	0.6	*0.05	14.45	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.824	30
960213	0.6	*0.05	14.4	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.772	30
960212	0.6	*0.05	14.35	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.72	30
960211	0.6	*0.05	14.3	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.669	30
960210	0.6	*0.05	14.25	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.617	30
960209	0.6	*0.05	14.2	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.565	30
960208	0.6	*0.05	14.15	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.513	30
960207	0.6	*0.05	14.1	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.461	30
960206	0.6	*0.05	14.05	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	11.41	30
960205	0.6	*0.05	14	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.358	30
960204	0.6	*0.05	13.95	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.306	30
960203	0.6	*0.05	13.9	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.254	30
960202	0.6	*0.05	13.85	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.202	30
960201	0.6	*0.05	13.8	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.151	30
960131	0.6	*0.05	13.75	0	0	0	0	0	0	0	0.052	0.052	11.099	30
960130	1.2	*0.10	13.7	0	0	0	0.052	0	0	0	0.052	0.104	11.047	30
960129	1.2	*0.10	13.6	0	0	0	0.052	0	0	0	0.052	0.104	10.943	30
960128	3.1	*0.27	13.5	0	0	0	0.052	0	0	0	0.216	0.268	10.84	30
960127	3.1	*0.27	13.23	0	0	0	0.052	0	0	0	0.216	0.268	10.572	30
960126	3.2	*0.28	12.96	0	0.052	0	0.052	0	0	0	0.173	0.276	10.304	30
960125	3.2	*0.28	12.68	0	0.052	0	0.052	0	0	0	0.173	0.276	10.028	30
960124	3.2	*0.28	12.4	0	0.052	0	0.052	0	0	0	0.173	0.276	9.751	30
960123	3.2	*0.28	12.12	0	0.052	0	0.052	0	0	0	0.173	0.276	9.475	30
960122	0	*0.00	11.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	30
960121	0	*0.00	11.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	30
960120	0	*0.00	11.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	30
960119	0	*0.00	11.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	30
960118	1.98	*0.17	11.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	30
960117	2.77	*0.24	11.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	29.83
960116	5.15	*0.44	11.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	29.59
960115	2.77	*0.24	10.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	29.15
960114	1.98	*0.17	10.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.199	28.91
960113	2.58	*0.22	10.58	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	9.199	28.73
960112	2.38	*0.21	10.36	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	9.147	28.56
960111	2.37	*0.20	10.15	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	9.095	28.41
960110	2.32	*0.20	9.95	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	9.043	28.26
960109	2.51	*0.22	9.75	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.991	28.11
960108	1.94	*0.17	9.53	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.94	27.94
960107	3.46	*0.30	9.36	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.888	27.83
960106	3.85	*0.33	9.06	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.836	27.58
960105	2.89	*0.25	8.73	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.784	27.3
960104	1.75	*0.15	8.48	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.732	27.1
960103	2.13	*0.18	8.33	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.681	27
960102	1.75	*0.15	8.15	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.629	26.97
960101	0.98	*0.08	8	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.577	26.87

تاریخ	دبی MCM/s	ورودی حجم	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبیگری	زهکش	نشت	تخیر	سرریز	جمع خروجی کل MCM	خروجی از ابتدای سال آبی MCM	حجم مخزن MCM
951230	0.98	*0.08	7.92	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.525	26.84
951229	0.98	*0.08	7.84	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.473	26.81
951228	1.17	*0.10	7.76	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.422	26.77
951227	1.17	*0.10	7.66	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.37	26.72
951226	0.6	*0.05	7.56	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.318	26.67
951225	1.89	*0.16	7.51	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.266	26.67
951224	0.9	*0.08	7.35	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.214	26.56
951223	1.21	*0.10	7.27	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.163	26.54
951222	0.9	*0.08	7.17	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.111	26.48
951221	0	*0.00	7.09	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	8.059	26.46
951220	0.77	*0.07	7.09	0	0	0	0.093	0	0	0	0	0.093	8.007	26.51
951219	0.77	*0.07	7.02	0	0	0	0.093	0	0	0	0	0.093	7.914	26.54
951218	1.08	*0.09	6.95	0	0	0	0.093	0	0	0	0	0.093	7.821	26.56
951217	0.77	*0.07	6.86	0	0	0	0.093	0	0	0	0	0.093	7.728	26.56
951216	1.08	*0.09	6.79	0	0	0	0.093	0	0	0	0	0.093	7.636	26.59
951215	0.75	*0.06	6.7	0	0	0	0.091	0	0	0	0	0.091	7.543	26.59
951214	0.75	*0.06	6.64	0	0	0	0.091	0	0	0	0	0.091	7.452	26.61
951213	1.03	*0.09	6.58	0	0	0	0.089	0	0	0	0	0.089	7.361	26.64
951212	1.03	*0.09	6.49	0	0	0	0.089	0	0	0	0	0.089	7.273	26.64
951211	1.03	*0.09	6.4	0	0	0	0.089	0	0	0	0	0.089	7.184	26.64
951210	1	*0.09	6.31	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	7.095	26.64
951209	1	*0.09	6.22	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	7.009	26.64
951208	1.61	*0.14	6.13	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.923	26.64
951207	0.8	*0.07	5.99	0	0	0	0.043	0	0	0	0	0.043	6.836	26.59
951206	0.8	*0.07	5.92	0	0	0	0.043	0	0	0	0	0.043	6.793	26.56
951205	1.3	*0.11	5.85	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.75	26.54
951204	1	*0.09	5.74	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.663	26.51
951203	1	*0.09	5.65	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.577	26.51
951202	1	*0.09	5.56	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.491	26.51
951201	1.61	*0.14	5.47	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.404	26.51
951130	1.91	*0.16	5.33	0	0	0	0.086	0	0	0	0	0.086	6.318	26.46
951129	1.51	*0.13	5.17	0	0	0	0.078	0	0	0	0	0.078	6.231	26.38
951128	1.51	*0.13	5.04	0	0	0	0.078	0	0	0	0	0.078	6.154	26.33
951127	0.4	*0.03	4.91	0	0	0	0.061	0	0	0	0	0.061	6.076	26.27
951126	0.35	*0.03	4.88	0	0	0	0.056	0	0	0	0	0.056	6.015	26.3
951125	0.62	*0.05	4.85	0	0	0	0.054	0	0	0	0	0.054	5.959	26.33
951124	0.6	*0.05	4.8	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.905	26.33
951123	0.3	*0.03	4.75	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.853	26.33
951122	0.6	*0.05	4.72	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.802	26.35
951121	0.6	*0.05	4.67	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.75	26.35
951120	0.6	*0.05	4.62	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.698	26.35
951119	0.3	*0.03	4.57	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.646	26.35
951118	0.6	*0.05	4.54	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.594	26.38
951117	0.6	*0.05	4.49	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.543	26.38
951116	0.9	*0.08	4.44	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.491	26.38
951115	0.9	*0.08	4.36	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.439	26.35
951114	0.6	*0.05	4.28	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.387	26.33
951113	0.9	*0.08	4.23	0	0	0	0.052	0	0	0	0	0.052	5.335	26.33
951112	0.15	*0.01	4.15	0	0	0	0.039	0	0	0	0	0.039	5.284	26.3
951111	0.1	*0.01	4.14	0	0	0	0.035	0	0	0	0	0.035	5.245	26.3
951110	0.35	*0.03	4.13	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.21	26.3
951109	0.35	*0.03	4.1	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.18	26.3
951108	0.35	*0.03	4.07	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.15	26.27
951107	0.65	*0.06	4.04	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.119	26.27
951106	0.65	*0.06	3.98	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.089	26.25

9/1/2017

گزارش : IRAN Dams

تاریخ	دبی MCM m3/s	ورودی	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبیگیری	زهکش	نشت	تبخیر	سرریز	جمع کل خروجی MCM	خروجی کل از ابتدای سال آبی MCM	حجم مخزن MCM
951105	0.65	*0.06	3.92	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.059	26.25
951104	0.35	*0.03	3.86	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	5.029	26.22
951103	0.35	*0.03	3.83	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.999	26.22
951102	0.35	*0.03	3.8	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.968	26.22
951101	0.35	*0.03	3.77	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.938	26.22
951030	0.35	*0.03	3.74	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.908	26.22
951029	0.65	*0.06	3.71	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.878	26.22
951028	0.35	*0.03	3.65	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.848	26.19
951027	0.35	*0.03	3.62	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.817	26.19
951026	0.5	*0.04	3.59	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.787	26.19
951025	0.5	*0.04	3.55	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.757	26.18
951024	0.49	*0.04	3.51	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0.029	4.727	26.17
951023	0.49	*0.04	3.47	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0.029	4.698	26.16
951022	0.5	*0.04	3.43	0	0	0	0.029	0	0	0.001	0	0.03	4.669	26.14
951021	0.49	*0.04	3.39	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0.029	4.639	26.13
951020	0.49	*0.04	3.35	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0.029	4.61	26.12
951019	0.49	*0.04	3.31	0	0	0	0.029	0	0	0	0	0.029	4.582	26.1
951018	0.32	*0.03	3.27	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0.028	4.553	26.09
951017	0.62	*0.05	3.24	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0.028	4.525	26.09
951016	0.32	*0.03	3.19	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0.028	4.497	26.06
951015	0.63	*0.05	3.16	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.028	4.47	26.06
951014	0.33	*0.03	3.11	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.028	4.442	26.04
951013	0.64	*0.06	3.08	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.029	4.413	26.04
951012	0.33	*0.03	3.02	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.029	4.384	26.01
951011	0.64	*0.06	2.99	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.029	4.356	26.01
951010	0.64	*0.06	2.93	0	0	0	0.028	0	0	0.002	0	0.029	4.327	25.99
951009	0.33	*0.03	2.87	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.029	4.297	25.96
951008	0.62	*0.05	2.84	0	0	0	0.028	0	0	0	0	0.028	4.269	25.96
951007	0.33	*0.03	2.79	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.028	4.241	25.93
951006	0.64	*0.06	2.76	0	0	0	0.028	0	0	0.001	0	0.029	4.213	25.93
951005	0.35	*0.03	2.7	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.184	25.91
951004	0.65	*0.06	2.67	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.154	25.91
951003	0.36	*0.03	2.61	0	0	0	0.03	0	0	0.001	0	0.031	4.124	25.88
951002	0.65	*0.06	2.58	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.093	25.88
951001	0.3	*0.03	2.52	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	4.063	25.85
950930	0.6	*0.05	2.49	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	4.037	25.85
950929	0.3	*0.03	2.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.011	25.83
950928	0.96	*0.08	2.41	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	4.011	25.8
950927	0.35	*0.03	2.33	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.031	3.981	25.78
950926	0.66	*0.06	2.3	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.031	3.95	25.78
950925	0.37	*0.03	2.24	0	0	0	0.03	0	0	0.002	0	0.032	3.919	25.75
950924	0.35	*0.03	2.21	0	0	0	0.03	0	0	0	0	0.03	3.888	25.75
950923	0.3	*0.03	2.18	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	3.858	25.75
950922	0.3	*0.03	2.15	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	3.832	25.75
950921	0.6	*0.05	2.12	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	3.806	25.75
950920	0	*0.00	2.07	0	0	0	0.026	0	0	0	0	0.026	3.78	25.72
950919	0.75	*0.06	2.07	0	0	0	0.065	0	0	0	0	0.065	3.754	25.75
950918	0.45	*0.04	2.01	0	0	0	0.065	0	0	0.001	0	0.065	3.689	25.75
950917	0.16	*0.01	1.97	0	0	0	0.065	0	0	0.002	0	0.066	3.624	25.78
950916	0.18	*0.02	1.96	0	0	0	0.065	0	0	0.004	0	0.068	3.557	25.83
950915	0.16	*0.01	1.94	0	0	0	0.065	0	0	0.002	0	0.067	3.489	25.88
950914	0.18	*0.02	1.93	0	0	0	0.065	0	0	0.003	0	0.068	3.423	25.93
950913	0.19	*0.02	1.91	0	0	0	0.065	0	0	0.004	0	0.069	3.355	25.99
950912	0.18	*0.02	1.89	0	0	0	0.065	0	0	0.003	0	0.068	3.286	26.04
950911	0.17	*0.02	1.87	0	0	0	0.065	0	0	0.003	0	0.068	3.218	26.09

http://dams.wrm.ir/report/oreport6/type-print/origcode=5/damcode=145/fromdate=95-07-01/todate=96-05-31

5/7

حجم مخزن MCM	کل خروجی از ابتدای سال آبی MCM	جمع کل خروجی MCM	سرریز	تخیر	نشست	زهکشی	دریچه آبیگیری	پمپاژ	تخلیه رسوب	توربین	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	ورودی دبی MCM	تاریخ
26.14	3.151	0.058	0	0.002	0	0	0.056	0	0	0	1.85	*0.01	0.06 950910
26.19	3.093	0.075	0	0.001	0	0	0.073	0	0	0	1.84	*0.02	0.26 950909
26.25	3.018	0.074	0	0.001	0	0	0.073	0	0	0	1.82	*0.02	0.25 950908
26.3	2.944	0.074	0	0.001	0	0	0.073	0	0	0	1.8	*0.05	0.56 950907
26.33	2.87	0.073	0	0	0	0	0.073	0	0	0	1.75	*0.07	0.85 950906
26.33	2.796	0.065	0	0	0	0	0.065	0	0	0	1.68	*0.04	0.45 950905
26.35	2.731	0.065	0	0	0	0	0.065	0	0	0	1.64	*0.06	0.75 950904
26.35	2.667	0.056	0	0	0	0	0.056	0	0	0	1.58	*0.03	0.35 950903
26.38	2.61	0.056	0	0	0	0	0.056	0	0	0	1.55	*0.06	0.65 950902
26.38	2.554	0.039	0	0	0	0	0.039	0	0	0	1.49	*0.01	0.15 950901
26.4	2.515	0.039	0	0	0	0	0.039	0	0	0	1.48	*0.04	0.45 950830
26.4	2.476	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0	1.44	*0.03	0.31 950829
26.38	2.475	0.004	0	0.004	0	0	0	0	0	0	1.41	*0.03	0.34 950828
26.35	2.472	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0	0	1.38	*0.03	0.31 950827
26.33	2.471	0.002	0	0.002	0	0	0	0	0	0	1.35	*0.03	0.32 950826
26.3	2.469	0.003	0	0.003	0	0	0	0	0	0	1.32	*0.00	0.03 950825
26.3	2.467	0.003	0	0.003	0	0	0	0	0	0	1.32	*0.00	0 950824
26.33	2.464	0.041	0	0.002	0	0	0.039	0	0	0	1.32	*0.04	0.47 950823
26.33	2.423	0.041	0	0.002	0	0	0.039	0	0	0	1.28	*0.04	0.48 950822
26.33	2.382	0.04	0	0.002	0	0	0.039	0	0	0	1.24	*0.01	0.16 950821
26.35	2.342	0.04	0	0.002	0	0	0.039	0	0	0	1.23	*0.01	0.16 950820
26.38	2.301	0.04	0	0.001	0	0	0.039	0	0	0	1.22	*0.04	0.43 950819
26.38	2.261	0.04	0	0.001	0	0	0.039	0	0	0	1.18	*0.01	0.16 950818
26.41	2.221	0.04	0	0.001	0	0	0.039	0	0	0	1.17	*0.04	0.46 950817
26.41	2.181	0.041	0	0.002	0	0	0.039	0	0	0	1.13	*0.04	0.51 950816
26.4	2.14	0.042	0	0.003	0	0	0.039	0	0	0	1.09	*0.02	0.18 950815
26.43	2.098	0.04	0	0.001	0	0	0.039	0	0	0	1.07	*0.04	0.46 950814
26.43	2.059	0.044	0	0.005	0	0	0.039	0	0	0	1.03	*0.04	0.5 950813
26.43	2.015	0.045	0	0.006	0	0	0.039	0	0	0	0.99	*0.02	0.21 950812
26.46	1.97	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.97	*0.05	0.56 950811
26.46	1.922	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.92	*0.05	0.55 950810
26.46	1.875	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.87	*0.05	0.55 950809
26.46	1.827	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.82	*0.02	0.24 950808
26.48	1.78	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.8	*0.02	0.25 950807
26.51	1.732	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.78	*0.05	0.54 950806
26.51	1.685	0.046	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.73	*0.00	0 950805
26.56	1.639	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.73	*0.00	0 950804
26.64	1.592	0.046	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.73	*0.00	0 950803
26.69	1.546	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.73	*0.00	0 950802
26.74	1.5	0.047	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.73	*0.01	0.16 950801
26.77	1.453	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.72	*0.01	0.16 950730
26.81	1.406	0.046	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.71	*0.01	0.15 950729
26.84	1.361	0.046	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.7	*0.03	0.34 950728
26.85	1.315	0.046	0	0.002	0	0	0.044	0	0	0	0.67	*0.03	0.34 950727
26.87	1.269	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.64	*0.01	0.17 950726
26.9	1.222	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.63	*0.01	0.17 950725
26.94	1.174	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.62	*0.02	0.19 950724
26.97	1.125	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.6	*0.03	0.36 950723
26.99	1.078	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.57	*0.03	0.37 950722
27	1.029	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.54	*0.03	0.38 950721
27.02	0.98	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.51	*0.03	0.38 950720
27.04	0.931	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.48	*0.03	0.38 950719
27.05	0.882	0.049	0	0.005	0	0	0.044	0	0	0	0.45	*0.03	0.38 950718
27.07	0.832	0.048	0	0.004	0	0	0.044	0	0	0	0.42	*0.03	0.36 950717
27.09	0.785	0.047	0	0.003	0	0	0.044	0	0	0	0.39	*0.03	0.36 950716

9/1/2017

گزارش : IRAN Dams

تاریخ	دبی MCM/m3/s	ورودی	ورودی از ابتدای سال آبی MCM	توربین	تخلیه رسوب	پمپاژ	دریچه آبیگری	زهکش	نشت	تبخیر	سرریز	جمع کل خروجی MCM	کل خروجی از ابتدای سال آبی MCM	حجم مخزن MCM
950715	0.35	*0.03	0.36	0	0	0	0.044	0	0	0.003	0	0.047	0.737	27.1
950714	0.16	*0.01	0.33	0	0	0	0.044	0	0	0.003	0	0.047	0.691	27.12
950713	0.36	*0.03	0.32	0	0	0	0.044	0	0	0.003	0	0.047	0.644	27.15
950712	0.36	*0.03	0.29	0	0	0	0.044	0	0	0.004	0	0.048	0.597	27.17
950711	0.36	*0.03	0.26	0	0	0	0.044	0	0	0.004	0	0.048	0.549	27.18
950710	0.34	*0.03	0.23	0	0	0	0.044	0	0	0.002	0	0.046	0.501	27.2
950709	0.34	*0.03	0.2	0	0	0	0.044	0	0	0.002	0	0.046	0.455	27.22
950708	0.4	*0.03	0.17	0	0	0	0.044	0	0	0.007	0	0.051	0.409	27.23
950707	0.39	*0.03	0.14	0	0	0	0.044	0	0	0.006	0	0.05	0.358	27.25
950706	0.39	*0.03	0.11	0	0	0	0.044	0	0	0.006	0	0.051	0.308	27.27
950705	0.2	*0.02	0.08	0	0	0	0.044	0	0	0.006	0	0.05	0.258	27.28
950704	0.22	*0.02	0.06	0	0	0	0.044	0	0	0.008	0	0.052	0.208	27.32
950703	0.03	*0.00	0.04	0	0	0	0.044	0	0	0.008	0	0.052	0.156	27.35
950702	0.23	*0.02	0.04	0	0	0	0.044	0	0	0.008	0	0.053	0.103	27.4
950701	0.2	*0.02	0.02	0	0	0	0.044	0	0	0.007	0	0.051	0.051	27.43
مجموع			19.199	0	0.208	0	20.567	0	0	0.25	1.54	22.558	22.525	23.46

* آب ورودی محاسبه شده توسط سیستم



میزان تخلیه خروجی مجموع

آب منطقه خراسان رضوی												
سد ارداک چناران												
از سال 93 تا سال 96												
سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
93	0	0	0	0	0	0	1.038	1.038	1.038	0.208	0	0
94	1.038	0.9	0.856	0.856	0.856	0.856	0.101	0.75	0.019	0.023	0.016	0.976
95	1.153	1.29	1.549	1.722	1.712	1.694	1.453	1.062	1.522	0.871	1.41	2.207
96	2.574	1.995	2.825	3.292	3.314	0.408	0	0	0	0	0	0
میانگین	0.051	0.045	0.056	0.063	0.063	0.044	0.029	0.032	0.029	0.012	0.016	0.036
کمترین	0	0.028	0.028	0.028	0.028	0	0	0.001	0	0	0	0
بیشترین	0.276	0.091	0.104	0.108	0.109	0.102	0.053	0.048	0.075	0.035	0.086	0.093



گزارش دوره ای وضعیت خروجیهای سد ها در مقایسه با ورودی و مصارف

آب منطقه ای خراسان رضوی سد ارداک چناران از تاریخ 95-07-01 تا تاریخ 96-06-08

ورودی MCM		دریچه آبیگری		تخلیه رسوب		توربین		تبخیر		زهکش		پمپاژ		نشتی		کل		مصارف MCM	
سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل
0.02	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0082	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0467
0.02	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0467
0.03	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0112	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0527
0.02	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0133	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.02	0.04	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0146	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.06	0.05	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0116	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.02	0.04	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0114	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0106	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.00	0.01	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0133	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.05	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0098	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1180	0.0441
0.02	0.10	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0111	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.09	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0119	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.09	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0117	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.09	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0109	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.15	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0094	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0114	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.109	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0141	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.0000	0.0441
0.04	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0124	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0123	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.013	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0122	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0101	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0115	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0129	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0124	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0102	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0059	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.0000	0.0441
0.03	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0055	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1093	0.0441
0.05	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0069	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1093	0.0441
0.02	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0083	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0109	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0114	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0115	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0129	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0129	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0127	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.5020	0.0441
0.04	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0123	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.00	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0126	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0143	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.04	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0129	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0118	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.00	0.102	0.102	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.02	0.16	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0092	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.0000	0.0441
0.04	0.29	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0122	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.06	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0132	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.04	0.01	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0134	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.05	0.01	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0127	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.03	0.01	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0125	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.03	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441
0.03	0.03	0.102	0.102	0	0	0	0	0.0106	0	0	0	0	0	0	0	0.102	0.102	0.1087	0.0441

ورودی MCM		سرریز		دریجه آبیگری		تخلیه رسوب		توربین		تبخیر		زهکشی		پمپاژ		نشینی		کل		مصارف MCM	
سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل	سال جاری	سال قبل
960415	*0.01	*0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0074	0	0	0	0	0	0.108	0.0515	0.1087	0.0441
960414	*0.01	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0089	0	0	0	0	0	0.108	0.053	0.1087	0.0441
960413	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0126	0	0	0	0	0	0.1037	0.0567	0.1037	0.0441
960412	*0.00	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0138	0	0	0	0	0	0.1037	0.0579	0.1037	0.0441
960411	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0138	0	0	0	0	0	0.1037	0.0579	0.1037	0.0441
960410	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0132	0	0	0	0	0	0.1037	0.0573	0.1037	0.0441
960409	*0.10	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0088	0	0	0	0	0	0.1037	0.0529	0.1037	0.0441
960408	*0.05	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0103	0	0	0	0	0	0.1037	0.0544	0.1037	0.0441
960407	*0.00	*0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0066	0	0	0	0	0	0.1037	0.0507	0.1037	0.0441
960406	*0.00	*0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0.1037	0.0511	0.1037	0.0441
960405	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0113	0	0	0	0	0	0.1037	0.0554	0.1037	0.0441
960404	*0.00	*0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0116	0	0	0	0	0	0.1037	0.0557	0.1037	0.0441
960403	*0.07	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0117	0	0	0	0	0	0.1037	0.0558	0.1037	0.0441
960402	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0125	0	0	0	0	0	0.1037	0.0566	0.1037	0.0441
960401	*0.00	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0127	0	0	0	0	0	0.1037	0.0568	0.1037	0.0441
960331	*0.00	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0144	0	0	0	0	0	0.1037	0.0585	0.1037	0.0441
960330	*0.01	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0139	0	0	0	0	0	0.0907	0.058	0.0907	0.0441
960329	*0.01	*0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0133	0	0	0	0	0	0.0907	0.0574	0.0907	0.0441
960328	*0.01	*0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0118	0	0	0	0	0	0.0907	0.0559	0.0907	0.0441
960327	*0.01	*0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0095	0	0	0	0	0	0.0907	0.0536	0.0907	0.0441
960326	*0.01	*0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0064	0	0	0	0	0	0.0907	0.0505	0.0907	0.0441
960325	*0.04	*1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0109	0	0	0	0	0	0.0907	0.055	0.0907	0.0441
960324	*0.04	*0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0092	0	0	0	0	0	0.0907	0.0533	0.0907	0.0441
960323	*0.04	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0112	0	0	0	0	0	0.0907	0.0553	0.0907	0.0441
960322	*0.04	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0109	0	0	0	0	0	0.0907	0.055	0.0907	0.0441
960321	*0.04	*0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0105	0	0	0	0	0	0.0907	0.0546	0.0907	0.0441
960320	*0.09	*0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.011	0	0	0	0	0	0.0907	0.0551	0.0907	0.0441
960319	*0.04	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0088	0	0	0	0	0	0.0907	0.0477	0.0907	0.0389
960318	*0.04	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0.0907	0.0479	0.0907	0.3890
960317	*0.04	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0106	0	0	0	0	0	0.0907	0.0495	0.0907	0.0389
960316	*0.07	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0095	0	0	0	0	0	0.0907	0.0484	0.0907	0.0389
960315	*0.06	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0067	0	0	0	0	0	0.0907	0.0456	0.0907	0.0389
960314	*0.07	*0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0052	0	0	0	0	0	0.0907	0.0441	0.0907	0.0389
960313	*0.09	*0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0029	0	0	0	0	0	0.0907	0.0418	0.0907	0.0000
960312	*0.09	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0081	0	0	0	0	0	0.0907	0.047	0.0907	0.0389
960311	*0.12	*0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0102	0	0	0	0	0	0.0907	0.0491	0.0907	0.0389
960310	*0.12	*0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0107	0	0	0	0	0	0.0907	0.0496	0.0907	0.0389
960309	*0.09	*0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0099	0	0	0	0	0	0.0907	0.0488	0.0907	0.0389
960308	*0.09	*0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0074	0	0	0	0	0	0.0907	0.0463	0.0907	0.0389
960307	*0.09	*0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0084	0	0	0	0	0	0.0907	0.0473	0.0907	0.0389
960306	*0.11	*0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0075	0	0	0	0	0	0.0907	0.0464	0.0907	0.0389
960305	*0.09	*0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0089	0	0	0	0	0	0.0907	0.0478	0.0907	0.0389
960304	*0.09	*0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0067	0	0	0	0	0	0.0907	0.0456	0.0907	0.0389
960303	*0.09	*0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0051	0	0	0	0	0	0.0909	0.044	0.0909	0.0389
960302	*0.09	*0.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0036	0	0	0	0	0	0.0907	0.0425	0.0907	0.0389
960301	*0.09	*1.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0088	0	0	0	0	0	0.0907	0.0477	0.0907	0.0389
960231	*0.09	*0.84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0147	0	0	0	0	0	0.0907	0.0536	0.0907	0.0389
960230	*0.09	*0.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0069	0	0	0	0	0	0.0907	0.0458	0.0907	0.0389
960229	*0.09	*0.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0078	0	0	0	0	0	0.0907	0.0467	0.0907	0.0389
960228	*0.07	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0.0907	0.0479	0.0907	0.0389
960227	*0.09	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0074	0	0	0	0	0	0.0907	0.0463	0.0907	0.0389
960226	*0.09	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0059	0	0	0	0	0	0.0907	0.0448	0.0907	0.0389
960225	*0.09	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0062	0	0	0	0	0	0.0907	0.0451	0.0907	0.0389
960224	*0.09	*0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0036	0	0	0	0	0	0.0907	0.0425	0.0907	0.0389
960223	*0.10	*0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0024	0	0	0	0	0	0.0907	0.0413	0.0907	0.0389
960222	*0.05	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0021	0	0	0	0	0	0.0518	0.041	0.0518	0.0389
960221	*0.09	*0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0019	0	0	0	0	0	0.0907	0.0408	0.0907	0.0389
960220	*0.05	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0054	0	0	0	0	0	0.0518	0.04	0.0518	0.0346
960219	*0.05	*0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0045	0	0	0	0	0	0.0518	0.0391	0.0518	0.0346
960218	*0.05	*0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0075	0	0	0	0	0	0.0518	0.0421	0.0518	0.0346

ورودي MCM		سررېز		درېچه آبگيري		تخليه رسوب		توربين		تېڅير		زهکش		پمپاژ		نشتي		کل		مصارف MCM	
سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال	سال
جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل	جاري	قبل
960217	*0.05	*0.07	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0065	0	0	0	0	0	0.0518	0.0411	0.0518	0.0346
960216	*0.05	*0.08	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0066	0	0	0	0	0	0.0518	0.0412	0.0518	0.0346
960215	*0.05	*0.09	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0046	0	0	0	0	0	0.0518	0.0392	0.0518	0.0346
960214	*0.05	*0.46	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0025	0	0	0	0	0	0.0518	0.0371	0.0518	0.0346
960213	*0.05	*0.06	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0	0	0.0518	0.0355	0.0518	0.0346
960212	*0.05	*0.08	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0042	0	0	0	0	0	0.0518	0.0388	0.0518	0.0346
960211	*0.05	*0.08	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0073	0	0	0	0	0	0.0518	0.0419	0.0518	0.0346
960210	*0.05	*0.10	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0.0518	0.0416	0.0518	0.0346
960209	*0.05	*0.10	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.008	0	0	0	0	0	0.0518	0.0426	0.0518	0.0000
960208	*0.05	*0.08	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.007	0	0	0	0	0	0.0518	0.0416	0.0518	0.0346
960207	*0.05	*0.11	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0054	0	0	0	0	0	0.0518	0.04	0.0518	0.0346
960206	*0.05	*0.10	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0	0.0052	0	0.05	0.0518	0	0	0.0518	0.0398	0.0518	0.0346
960205	*0.05	*0.08	0.0518	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0.0041	0	0	0	0	0	0.0518	0.0387	0.0518	0.0346
960204	*0.05	*0.11	0.0518	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0.0026	0	0	0	0	0	0.0518	0.0372	0.0518	0.0346
960203	*0.05	*0.11	0.0518	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0.0065	0	0	0	0	0	0.0518	0.0411	0.0518	0.0346
960202	*0.05	*0.12	0.0518	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0.0042	0	0	0	0	0	0.0518	0.0388	0.0518	0.0346
960201	*0.05	*0.12	0.0518	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0.0518	0.0366	0.0518	0.0346
960131	*0.05	*0.15	0.0518	0	0	0.0518	0.0346	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0	0	0.0518	0.0349	0.0518	0.0346
960130	*0.10	*0.15	0.0518	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0039	0	0	0	0	0	0.0518	0.0385	0.1036	0.0346
960129	*0.10	*0.30	0.0518	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0026	0	0	0	0	0	0.0518	0.0372	0.1036	0.0346
960128	*0.27	*0.56	0.216	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0019	0	0	0	0	0	0.0518	0.0365	0.2678	0.0346
960127	*0.27	*0.17	0.216	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0018	0	0	0	0	0	0.0518	0.0364	0.2678	0.0346
960126	*0.28	*0.13	0.1728	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0.0518	0	0	0.0028	0	0	0	0	0	0.0518	0.0374	0.2764	0.0346
960125	*0.28	*0.11	0.1728	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0032	0	0	0	0	0	0.0518	0.0378	0.2764	0.0346
960124	*0.28	*0.11	0.1728	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0032	0	0	0	0	0	0.0518	0.0378	0.2764	0.0346
960123	*0.28	*0.15	0.1728	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0028	0	0	0	0	0	0.0518	0.0374	0.2764	0.0346
960122	*0.00	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0346	0	0	0.0346
960121	*0.00	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0034	0	0	0	0	0	0.0346	0.038	0	0.0346
960120	*0.00	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0019	0	0	0	0	0	0.0346	0.0365	0	0.0346
960119	*0.00	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0081	0	0	0	0	0	0.0346	0.0427	0	0.0346
960118	*0.17	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0033	0	0	0	0	0	0.0346	0.0379	0	0.0346
960117	*0.24	*0.06	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0	0	0.0346	0.0349	0	0.0346
960116	*0.44	*0.11	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0027	0	0	0	0	0	0.0346	0.0373	0	0.0346
960115	*0.24	*0.09	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0.0019	0	0	0	0	0	0.0346	0.0365	0	0.0346
960114	*0.17	*0.08	0	0	0	0.0346	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0346	0.0000	0.0346	0.0346
960113	*0.22	*0.08	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0.0346
960112	*0.21	*0.05	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0035	0	0	0	0	0	0.0518	0.0381	0.0518	0.0346
960111	*0.20	*0.05	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0012	0	0	0	0	0	0.0518	0.0358	0.0518	0.0346
960110	*0.20	*0.05	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0031	0	0	0	0	0	0.0518	0.0377	0.0518	0.0346
960109	*0.22	*0.07	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0037	0	0	0	0	0	0.0518	0.0383	0.0518	0.0346
960108	*0.17	*0.07	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0029	0	0	0	0	0	0.0518	0.0375	0.0518	0.0346
960107	*0.30	*0.05	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.005	0	0	0	0	0	0.0518	0.0396	0.0518	0.0346
960106	*0.33	*0.07	0	0	0.0518	0.0346	0.0518	0	0	0	0	0.0042	0	0	0	0	0	0.0518	0.0388	0.0518	0.0346
																			0.0383	0.0518	0.0346



گزارش سالانه وضعیت بهره برداری سد ها در مقایسه با آمار بلند مدت بتفکیک ماه

آب منطقه ای خراسان رضوی سد ارداک جناران سال 96

مجموع	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال جاری	بارندگی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال گذشته	ایستگاه
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط بلند مدت	شاخص (mm)
11.519	0	0	0	0	0	0.24	1.039	0.84	1.62	1.95	5.83	سال جاری		
25.27	2.59	1.59	1.25	1.01	0.76	0.72	0.76	0.81	1.09	6.39	4.9	3.4	سال گذشته	ورودی MCM
22.072	2.7	1.44	1.05	1.11	1.14	0.744	0.713	0.775	3.534	3.348	4.743	متوسط بلند مدت		
13.66	0	0	0	0	0	0	23.3634	24.4695	27.3201	29.7424	30	28.9723	سال جاری	متوسط
26.33	26.6012	26.3125	26.054	25.9841	26.4339	27.0959	27.9031	28.8019	29.6271	28.6574	22.6022	19.8733	سال گذشته	حجم کل مخزن MCM
18.6	17.2004	15.7133	14.7322	14.4224	14.2511	14.1922	20.7717	22.5672	23.9751	24.4898	21.3351	19.5005	متوسط بلند مدت	
14.4075	0	0	0	0	0	0	0.408	3.3141	3.2921	2.8249	1.9948	2.5736	سال جاری	
17.6449	2.2073	1.4098	0.8713	1.5215	1.0621	1.4531	1.6936	1.7121	1.7217	1.5493	1.2898	1.1533	سال گذشته	کل خروجی MCM
14.6191	1.086	0.474	0.363	0.861	0.951	0.8928	1.3671	1.9592	1.9561	1.7422	1.3795	1.5872	متوسط بلند مدت	
1.5376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.259	1.2786	سال جاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال گذشته	خروجی سرریز
0.5115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0868	0.4247	متوسط بلند مدت	
12.6627	0	0	0	0	0	0	0.408	3.3141	3.2921	2.8249	1.7358	1.0878	سال جاری	
15.9159	2.2073	1.4098	0.8601	1.4944	0.9908	1.323	1.4355	1.3671	1.3671	1.2683	1.1199	1.0726	سال گذشته	خروجی دریاچه آبگیر MCM
13.345	1.065	0.471	0.351	0.843	0.912	0.8153	1.2493	1.8445	1.8383	1.6492	1.24	1.0664	متوسط بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال جاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال گذشته	خروجی توربین MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال جاری	
1.729	0	0	0.0112	0.0271	0.0713	0.1301	0.2581	0.345	0.3546	0.281	0.1699	0.0807	سال گذشته	خروجی تبخیر MCM
0.6976	0.018	0.006	0.012	0.015	0.039	0.0775	0.1209	0.1147	0.1178	0.093	0.0558	0.0279	متوسط بلند مدت	
12.9189	0	0	0	0	0	0	0.472	3.209	3.589	2.825	1.736	1.088	سال جاری	
16.8394	2.207	1.411	1.109	1.495	0.991	1.72	1.436	1.367	1.367	1.58	1.085	1.073	سال گذشته	کل مصارف MCM
14.13	1.2	0.6	0.3	0.9	0.9	0.93	1.24	1.86	2.17	1.86	1.24	0.93	متوسط بلند مدت	
8.1254	0	0	0	0	0	0	0.252	1.94	1.885	1.614	1.347	1.088	سال جاری	
4.3752	1.343	1.099	1.109	0.756	0	0	0.068	0	0	0	0	0	سال گذشته	مصرف شرب
3.98	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0.62	0.62	0.62	0.31	0.31	متوسط بلند مدت	
4.9465	0	0	0	0	0	0	0.22	1.379	1.748	1.211	0.389	0	سال جاری	
11.2885	0	0	0	0.739	0.991	1.72	1.367	1.367	1.367	1.58	1.085	1.073	سال گذشته	مصرف کشاورزی
9.55	0.3	0	0	0.6	0.9	0.93	1.24	1.24	1.55	1.24	0.93	0.62	متوسط بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال جاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال گذشته	تولید انرژی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط بلند مدت	



گزارش سالانه وضعیت بهره برداری سدها در مقایسه با آمار بلند مدت بتفکیک ماه

آب منطقه ای خراسان رضوی سد ارداک چناران سال 95

مجموع	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	بارندگی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالجاری	ایستگاه
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	شناختی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	(mm)
25.27	2.59	1.59	1.25	1.01	0.76	0.72	0.76	0.81	1.09	6.39	4.9	3.4	بلند مدت	
19.62	1.37	1.18	1.19	1.29	1.5	0.85	0.54	0.47	0.4	2.62	3.24	4.97	سالجاری	ورودی
22.072	2.7	1.44	1.05	1.11	1.14	0.744	0.713	0.775	0.775	3.534	3.348	4.743	سال	MCM
26.33	26.6012	26.3125	26.054	25.9841	26.4339	27.0959	27.9031	28.8019	29.6271	28.6574	22.6022	19.8733	گذشته	متوسط
14.97	19.0356	18.2541	17.08	15.9144	15.0672	14.0906	13.9759	14.4303	14.9781	15.0697	12.0914	9.656	متوسط	حجم کل
18.6	17.2004	15.7133	14.7322	14.4224	14.2511	14.1922	20.7717	22.5672	23.9751	24.4898	21.3351	19.5005	سال	MCM
17.6449	2.2073	1.4098	0.8713	1.5215	1.0621	1.4531	1.6936	1.7121	1.7217	1.5493	1.2898	1.1533	بلند مدت	کل
7.2453	0.9755	0.0159	0.0229	0.0191	0.7503	0.101	0.8556	0.8556	0.8556	0.8556	0.9002	1.038	سالجاری	خروجی
14.6191	1.086	0.474	0.363	0.861	0.951	0.8928	1.3671	1.9592	1.9561	1.7422	1.3795	1.5872	سال	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	خروجی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	سرریز
0.5115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0868	0.4247	بلند مدت	
15.9159	2.2073	1.4098	0.8601	1.4944	0.9908	1.323	1.4355	1.3671	1.3671	1.2683	1.1199	1.0726	سالجاری	خروجی
6.9977	0.9207	0	0	0	0.7078	0.0086	0.8556	0.8556	0.8556	0.8556	0.9002	1.038	سال	دریچه
13.345	1.065	0.471	0.351	0.843	0.912	0.8153	1.2493	1.8445	1.8383	1.6492	1.24	1.0664	گذشته	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	خروجی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	توربین
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
1.729	0	0	0.0112	0.0271	0.0713	0.1301	0.2581	0.345	0.3546	0.281	0.1699	0.0807	سالجاری	خروجی
0.2476	0.0548	0.0159	0.0229	0.0191	0.0425	0.0924	0	0	0	0	0	0	سال	تبخیر
0.6976	0.018	0.006	0.012	0.015	0.039	0.0775	0.1209	0.1147	0.1178	0.093	0.0558	0.0279	گذشته	MCM
16.8394	2.207	1.411	1.109	1.495	0.991	1.72	1.436	1.367	1.367	1.58	1.085	1.073	متوسط	
7.4881	1.232	0	0	0	0.535	0.009	0.856	0.773	1.352	0.828	0.9	1.003	سالجاری	کل
14.13	1.2	0.6	0.3	0.9	0.9	0.93	1.24	1.86	2.17	1.86	1.24	0.93	سال	مصارف
4.3752	1.343	1.099	1.109	0.756	0	0	0.068	0	0	0	0	0	گذشته	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
3.98	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0.62	0.62	0.62	0.31	0.31	سالجاری	مصرف
11.2885	0	0	0	0.739	0.991	1.72	1.367	1.367	1.367	1.58	1.085	1.073	بلند مدت	شرب
7.4437	1.232	0	0	0	0.389	0	0.856	0.856	1.352	0.856	0.9	1.003	سال	مصرف
9.55	0.3	0	0	0.6	0.9	0.93	1.24	1.24	1.55	1.24	0.93	0.62	گذشته	کشاورزی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	تولید
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	ارزی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
													بلند مدت	



گزارش سالانه وضعیت بهره برداری سد ها در مقایسه با آمار بلند مدت بتفکیک ماه

آب منطقه ای خراسان رضوی سد ارداک چناران سال 94

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع	بارندگی ایستگاه شاخص (mm)
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال گذشته	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
متوسط بلند مدت	4.97	3.24	2.62	0.4	0.47	0.54	0.85	1.5	1.29	1.19	1.18	1.37	19.62	19.62
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0.63	1.16	1.06	0.72	1.59	3.94	9.1	9.1
سال گذشته	4.743	3.348	3.534	0.775	0.775	0.713	0.744	1.14	1.11	1.05	1.44	2.7	22.072	22.072
متوسط بلند مدت	9.656	12.0914	15.0697	14.9781	14.4303	13.9759	14.0906	15.0672	15.9144	17.08	18.2541	19.0356	14.97	14.97
سال جاری	0	0	0	0	0	0	1.39	1.2522	1.3686	1.5537	2.5733	5.6402	1.15	1.15
سال گذشته	19.5005	21.3351	24.4898	23.9751	22.5672	20.7717	14.1922	14.2511	14.4224	14.7322	15.7133	17.2004	18.6	18.6
متوسط بلند مدت	1.038	0.9002	0.8556	0.8556	0.8556	0.8556	0.101	0.7503	0.0191	0.0229	0.0159	0.9755	7.2453	7.2453
سال جاری	0	0	0	0	0	0	1.038	1.038	1.038	0.2076	0	0	3.3216	3.3216
سال گذشته	1.5872	1.3795	1.7422	1.9561	1.9592	1.3671	0.8928	0.951	0.861	0.363	0.474	1.086	14.6191	14.6191
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال گذشته	0.4247	0.0868	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5115	0.5115
متوسط بلند مدت	1.038	0.9002	0.8556	0.8556	0.8556	0.8556	0.0086	0.7078	0	0	0	0.9207	6.9977	6.9977
سال جاری	0	0	0	0	0	0	1.038	1.038	1.038	0.2076	0	0	3.3216	3.3216
سال گذشته	1.0664	1.24	1.6492	1.8383	1.8445	1.2493	0.8153	0.912	0.843	0.351	0.471	1.065	13.345	13.345
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال گذشته	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0.0924	0.0425	0.0191	0.0229	0.0159	0.0548	0.2476	0.2476
سال گذشته	0.0279	0.0558	0.093	0.1178	0.1147	0.1209	0.0775	0.039	0.015	0.012	0.006	0.018	0.6976	0.6976
متوسط بلند مدت	1.003	0.9	0.828	1.352	0.773	0.856	0.009	0.535	0	0	0	1.232	7.4881	7.4881
سال جاری	0	0	0	0	0	0	1.038	1.038	1.038	0.208	0	0	3.3216	3.3216
سال گذشته	0.93	1.24	1.86	2.17	1.86	1.24	0.93	0.9	0.9	0.3	0.6	1.2	14.13	14.13
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال گذشته	0.31	0.31	0.62	0.62	0.62	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.6	3.98	3.98
متوسط بلند مدت	1.003	0.9	0.856	1.352	0.856	0.856	0	0.389	0	0	0	1.232	7.4437	7.4437
سال جاری	0	0	0	0	0	0	1.038	1.038	1.038	0.208	0	0	3.3216	3.3216
سال گذشته	0.62	0.93	1.24	1.55	1.24	1.24	0.93	0.9	0.6	0	0	0.3	9.55	9.55
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال جاری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
سال گذشته	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
متوسط بلند مدت	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



گزارش سالانه وضعیت بهره برداری سد ها در مقایسه با آمار بلند مدت بتفکیک ماه

آب منطقه ای خراسان رضوی سد ارداک جناران سال 93

مجموع	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	بارندگی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	ایستگاه
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	شناختن
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	(mm)
9.1	3.94	1.59	0.72	1.06	1.16	0.63	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	ورودی
22.072	2.7	1.44	1.05	1.11	1.14	0.744	0.713	0.775	0.775	3.534	3.348	4.743	گذشته	MCM
1.15	5.6402	2.5733	1.5537	1.3686	1.2522	1.39	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	متوسط
18.6	17.2004	15.7133	14.7322	14.4224	14.2511	14.1922	20.7717	22.5672	23.9751	24.4898	21.3351	19.5005	سال	حجم کل
3.3216	0	0	0.2076	1.038	1.038	1.038	0	0	0	0	0	0	گذشته	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
14.6191	1.086	0.474	0.363	0.861	0.951	0.8928	1.3671	1.9592	1.9561	1.7422	1.3795	1.5872	سال	کل
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	خروجی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	MCM
0.5115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0868	0.4247	بلند مدت	
3.3216	0	0	0.2076	1.038	1.038	1.038	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	خروجی
13.345	1.065	0.471	0.351	0.843	0.912	0.8153	1.2493	1.8445	1.8383	1.6492	1.24	1.0664	گذشته	دریچه
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	آبگیر
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	MCM
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	خروجی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	توربین
0.6976	0.018	0.006	0.012	0.015	0.039	0.0775	0.1209	0.1147	0.1178	0.093	0.0558	0.0279	متوسط	MCM
3.3216	0	0	0.208	1.038	1.038	1.038	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
14.13	1.2	0.6	0.3	0.9	0.9	0.93	1.24	1.86	2.17	1.86	1.24	0.93	سال	کل
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	مصارف
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	MCM
3.98	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0.62	0.62	0.62	0.31	0.31	بلند مدت	
3.3216	0	0	0.208	1.038	1.038	1.038	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	مصرف
9.55	0.3	0	0	0.6	0.9	0.93	1.24	1.24	1.55	1.24	0.93	0.62	گذشته	شرب
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	مصرف
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	کشاورزی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سالیجاری	تولید
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	سال	انرژی
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	گذشته	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	متوسط	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	بلند مدت	

Abstract

Nowadays, Geographic Information Systems (GIS) are widely used in hydrological studies. Topographic maps can be used for determination of basin characteristics such as stream network, storage volume of reservoirs and surface area of the storage volume. In this study, using topographic maps of Sarakhs basin, Digital Elevation Model (DEM) was generated. As one of the most important challenges facing the process of dam building is its optimal localization and the apt option selection criterion is its storage capacity that must be in proportion with the demanded water volume. In this study, the needed storage volume of Ardak Dam - situated in Khorasan Razavi, Iran- was estimated as the case study. Input and output data resulting in ripple curve helped to determine the demanded water volume.

Then applying ArcGIS10.3 software, flow accumulation, flow direction, surface area of storage volume maps generated by DEM, elevation-volume and elevation- area graphics. Ardak dam reservoir storage capacity was estimated about 30 Mm³, and crest elevation and water surface area were estimated 46 meters and 1.66 Mm² respectively.

In the next stage, to evaluate the estimate accuracy, the estimated water surface area and storage capacity were compared with the reported ones by the Iran water resources management company. Finally, dam storage capacity was modeled for two other upstream cases, their storage capacity and surface area were calculated and compared with the current position of Ardak dam.

Key words: Ardak Dam, Geographic Information Systems, Storage capacity, GIS, DEM



Shahroud University of Technology

Faculty of Civil Engineering

A predictive model For estimation of reservoir volume
Using hydrometric, evaporation and GIS data

Amir Shambayati

Supervisor:

Ramazan Vagheei

Amir Abbas Aabedini

September 2017