نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۵، ص. ۱۱۰۱-۱۰۹۰

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 4, Sept.-Oct. 2016, p. 1090-1101

اثرات هیدرولوژیک احداث سد چاشم در پایین دست حوزه آبخیز رودخانه تالار

محمدرضا خالقی[1*]- وحید غلامی[2]- قربانعلی خدابخشی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۸

چکیده

احداث سدهای مخزنی موجب بروز مشکلات هیدرولوژیک و زیست محیطی در پایین دست خواهد شد. احداث سد چاشم با هدف تأمین آب شرب استان سمنان بر روی سرشاخه های حوزه آبخیز رودخانه تالار مازندران در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفته است. تحقیق حاضر به بررسی آثار هیدرولوژیک و زیست محیطی (نیاز آبی) احداث سد مذکور در پایین دست حوضه پرداخته است. ابتدا، خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز، سطح اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی منطقه و درصد اراضی غیرقابل نفوذ با بکارگیری داده‌ها و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شدند. سپس، با بکارگیری روش SCS برای شبیه‌سازی هیدروگراف جریان، روش کمبود اولیه و ثابت، برای برآورد ارتفاع رواناب و روش فروکش نمایی برای برآورد آب پایه در محیط مدل HEC-HMS، یک مدل بارش- رواناب برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه ارائه شد. سپس، بهینه‌سازی و اعتباریابی مدل انجام پذیرفت. در مرحله بعد، شبیه‌سازی خصوصیات فیزیکی سد چاشم و مخزن آن در مدل اعتباریابی شده به منظور روندیابی در مخزن و شبیه‌سازی عملکرد هیدرولوژیک مخزن سد انجام شد. همچنین، نیاز آبی منطقه با میزان مشارکت مخزن سد در تأمین آب شهر سمنان و جریان خروجی از مخزن سد مقایسه و بررسی شد. نتایج نشان داد که حجم آبدهی سالانه حوضه سد چاشم در حالت نرمال کمی کمتر از مجموع نیاز آبی نه میلیون متر مکعبی در نظر گرفته شده است.

واژه‌های کلیدی: اثرات هیدرولوژیک، مخزن سد، مدل HEC-HMS، نیاز آبی

مقدمه

احداث سدها با اهداف تامین آب برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنایع در قرن اخیر رونق یافته است (۱۴) اما، عملکرد سدها موجب اثرات نامطلوبی بر روی محیط زیست پایین دست و میزان دسترسی به منابع آب می‌شود. احداث سد چاشم بر روی سرشاخه‌های رودخانه تالار به منظور تامین آب شهرستان سمنان در نظر گرفته شده است. نکته حائز اهمیت این می‌باشد که رودخانه تالار به لحاظ مدیریت و آبدهی از شرایط حادی بر خوردار است. به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه انهار زراعی، بستر عادی رودخانه در پایین دست در سال‌های اخیر محدودتر شده است و این روند ادامه دارد. با وجود چنین شرایطی احداث سد چاشم بر روی سرشاخه‌های رودخانه تالار و انتقال بین حوضه‌ای آب حوضه مذکور، برای تامین بخشی از نیاز آبی استان سمنان در نظر گرفته شده است. آنچه مسلم است احداث این سد مخزنی موجب کاهش دسترسی به منابع آب، کاهش دبی پایه، تغییرات در اکوسیستم رودخانه، کاهش قدرت حمل رودخانه و در نتیجه افزایش رسوبگذاری و اثرات نامطلوب زیست محیطی خواهد شد (۵ و ۱۸). بنابراین جای آن دارد که اثرات احداث این سازه بر روی محیط زیست رودخانه تالار، آبدهی و رژیم جریان رودخانه تالار قبل از احداث، بررسی و مطالعه گردد. از طرفی در سطح حوضه تالار، افزایش جمعیت انسان با تخریب اراضی جنگلی و مرتعی همراه بوده که اثرات نامطلوب آن عبارتند از: افزایش جریان سطحی و رواناب سالانه، افزایش دبی اوج حوزه آبخیز، کاهش زمان تأخیر بین شروع بارندگی و ایجاد رواناب و افزایش شیب هیدروگراف (۸، ۲ و ۱۲). مگ لی گن[4] و همکاران (۱۳ و ۱۷)، ذکر نمودند که احداث سدها موجب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در جریان رودخانه در پایین دست مانند فراوانی و بزرگی جریان‌های حداقل و حداکثر و زمان جریان خواهد شد. آنها تغییرات را در دو مقطع زمانی قبل و بعد از احداث سد، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. کاسادو[5] و همکاران (۴) به بررسی اثر احداث سد بر روی رژیم دمایی آب رودخانه پرداختند و نتایج آنها نشان داد که مخزن سدها موجب ایجاد تغییرات فاحش در رژیم دمایی

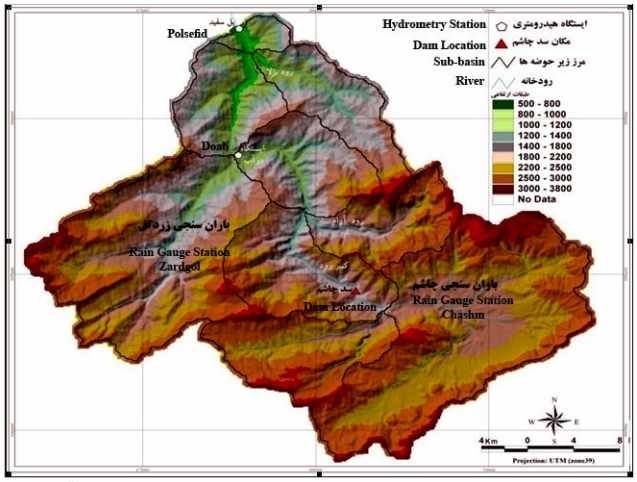
۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تایباد، تایباد
(*- نویسنده مسئول: Email:drmrkhaleghi@gmail.com)
۲- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان
۳- مدیر مطالعات پایه منابع آب شرکت آب منطقه‌ای مازندران، ساری

۴- Maglligan
۵- Casado

رودخانه بخصوص در بعد مکانی خواهد شد. غلامی و همکاران (۷)، مدیریت و عملکرد مخزن یک سد را تابع عوامل متعددی نظیر وضعیت آبدهی رودخانه، نیاز آبی مخزن و پایین دست، اهداف کنترل سیلاب برشمردند. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات احداث سد چاشم (هیدرولوژیک و زیست محیطی) در سطح حوضه آبخیز تالار استان مازندران انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

رودخانه تالار از ارتفاعات البرز مرکزی در استان مازندران سرچشمه گرفته و با گذر از شهرهای پل سفید و قائم شهر به دریای خزر می‌ریزد. به منظور تأمین آب مورد نیاز شهر سمنان، احداث سد چاشم در روی یکی از سرشاخه‌های رودخانه تالار به نام کبیررود در دستور کار وزارت نیرو قرار گرفته است (شکل ۱). این در حالی است که رودخانه تالار دارای شرایط حادی از لحاظ هیدرولوژیک و زیست محیطی می‌باشد و دلیل آن بهره‌برداری‌های غیرمجاز و بی‌رویه (بخصوص انهار زراعی) در سرشاخه‌ها و تجاوز به حریم بستر رودخانه است. به منظور بررسی اثرات هیدرولوژیک احداث سد چاشم با بکارگیری یک مدل بارش- رواناب، حوزه آبخیز تا محل ایستگاه هیدرومتری پل سفید به مساحت تقریبی ۱۰۵۷ کیلومتر مربع در نظر گرفته شد (شکل ۱). ارتفاع متوسط حوضه حدود ۲۱۴۹ متر، طول آبراهه اصلی حدود ۷۰ کیلومتر، تراکم زهکشی ۱/۸۹ کیلومتر در کیلومتر مربع و متوسط شیب آبراهه اصلی ۲/۶ درصد می‌باشد. بارش متوسط سالانه در حوضه مطالعاتی از کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در بخش جنوبی حوضه (استان سمنان) تا حدود ۶۰۰ میلی‌متر در بخش شمالی در استان مازندران متغیر است.



شکل ۱- حوزه آبخیز مطالعاتی، رودخانه ها، ایستگاه های هیدرومتری و باران سنجی، مکان احداث سد چاشم و نمای از مخزن سد چاشم و رودخانه موجود

Figure 1- Study area, rivers, hydrometric and rain gauge stations, location of Chashm dam and a view of the dam reservoir and the Talar River

یک مدل بارش- رواناب برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز سد چاشم و پایین دست آن با بکارگیری مدل HEC-HMS ارائه شد. داده‌های اقلیمی شامل آمار بارش روزانه ایستگاه‌های باران‌سنجی زردگل، شورآب و پل سفید بصورت جزء به جزء یا اینکرمنتال در بخش زیر مدل اقلیمی مدل بارش- رواناب وارد و شبیه‌سازی گشت. به منظور اعمال توزیع زمانی و مکانی غیریکنواخت بارش، سطح اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی با روش تیسن و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین شد. در تعیین مرز زیرحوضه‌های حوضه مطالعاتی به محدوده اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی توجه شد تا بارش در سطح زیر حوضه‌ها براساس سطح اثر ایستگاه‌ها اعمال و شبیه‌سازی شود. مدل فیزیکی حوضه مطالعاتی نیز با بکارگیری مدل ارتفاعی رقومی ۱۰ متر و الحاقیه HEC-GeoHMS در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شبیه‌سازی شد و در محیط مدل HMS وارد و تکمیل گشت (شکل ۲). شبیه‌سازی سد چاشم در مدل بصورت فیزیکی شامل شبیه‌سازی ابعاد فیزیکی و حجم مخزن سازه پس از اعتباریابی مدل بارش– رواناب و تأیید کارایی مدل در شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز مطالعاتی انجام پذیرفت (شکل ۳).

ارائه مدل هیدرولوژیک حوزه آبخیز

در این تحقیق، یک مدل بارش- رواناب برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوزه آبخیز ارائه شد. ابتدا، خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز با بکارگیری الحاقیه HEC-GeoHMS و مدل ارتفاعی رقومی

(DEM) ده متر، در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شبیه‌سازی شد (۶). سپس، مدل فیزیکی حوضه به محیط نرم افزار HEC-HMS وارد شد و در مرحله بعد، اطلاعات بارش ایستگاه‌های باران‌سنجی و هیدروگراف‌های ثبت شده ایستگاه هیدرومتری پل سفید وارد مدل شد. استفاده صحیح از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل HEC-HMS نتایج مطلوبی در شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک یک حوزه آبخیز به همراه خواهد داشت (۷). سطح اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی جهت شبیه‌سازی بارش روزانه با شدت غیر یکنواخت در سطح حوضه مطالعاتی تعیین شد. همچنین، روش SCS به منظور شبیه‌سازی هیدروگراف جریان، روش کمبود اولیه و ثابت (Initial/Constant) جهت برآورد ارتفاع رواناب و روش مدل فروکش نمایی (Recession) برای شبیه‌سازی آب پایه در مدل بارش– رواناب استفاده گردید. روش کمبود اولیه و ثابت بر این اصل استوار است که حداکثر نرخ پتانسیل تلفات بارش در طول یک واقعه بارش ثابت می‌ماند. در صورتی که تلفات یا هدر رفت اولیه جهت ارائه ذخیره چالابی و گیرش گیاهی به مدل افزوده گردد، تا زمانی که بارش تجمعی بر روی سطوح نفوذناپذیر از حجم تلفات اولیه فراتر نرود، روانابی نخواهیم داشت. این مدل در حقیقت دارای دو پارامتر ورودی اصلی شامل نرخ ثابت تلفات و میزان تلفات اولیه می‌باشد. این دو پارامتر بر اساس خصوصیات خاک حوضه، کاربری اراضی و پوشش گیاهی و شرایط رطوبت پیشین خاک تعیین می‌گردند (۳ و ۱۱).

روش مدل فروکش نمایی اغلب برای تشریح زهکشی از ذخیره طبیعی در یک حوضه استفاده می‌گردد. این مدل رابطه بین جریان پایه در هر زمان با مقدار اولیه آن را بصورت زیر مشخص می‌نماید:

$$Q_t = Q_0 K^t \quad (۱)$$

Qt: جریان پایه در زمان مورد نظر

Q_0: جریان پایه اولیه در زمان صفر

K^t: یک ثابت کاهشی یا خشکیدگی نمایی

یک پارامتر دیگر این روش، جریان پایه آستانه می‌باشد که بعد از دبی اوج رواناب مستقیم خواهیم داشت. روش ساده تعیین پارامترهای مدل فروکش نمایی، ترسیم هیدروگراف جریان و تفسیر آن می‌باشد. جریان پایه اولیه، آبدهی قبل از شروع رواناب یا شاخه اوج می‌باشد و دبی پایه آستانه نقطه عطف شاخه خشکیدگی است. همچنین، برای روندیابی در آبراهه‌ها، روش Lag (زمان پیمایش) بکار گرفته شد. از طرفی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، درصد اراضی غیرقابل نفوذ در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی برآورد گشت. برای تهیه نقشه پوشش گیاهی و کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای ETM^+ استفاده شد. بنابراین، آمار بارش روزانه سه ایستگاه باران‌سنج ذخیره‌ای بر اساس سطح اثر آنها و هیدروگراف جریان سالانه (دبی‌های متوسط روزانه) دهه هشتاد در مدل بارش– رواناب وارد شد. بر اساس داده‌های موجود پنج سال اول دهه هشتاد، مدل بارش– رواناب برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوزه آبخیز ارائه گشت و سپس بهینه‌سازی مدل با پارامترهای هدر رفت اولیه، میزان آب پایه و زمان تاخیر زیر حوضه‌ها انجام پذیرفت. در مرحله بعد با بکارگری آمار چهار سال انتهای دهه هشتاد، اعتباریابی مدل هیدرولوژیک حوضه از طریق مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده و مشاهداتی صورت پذیرفت که نتایج دلالت بر کارایی مدل داشته است.

شبیه‌سازی سد چاشم و عملکرد مخزن آن

برای شبیه‌سازی سد چاشم از روش سطح– ارتفاع (Elevation- Area) و سطح– ارتفاع– جریان خروجی (Elevation- Area -Outflow) استفاده گردید. با استفاده از این روش‌ها، برای ارتفاعات مختلف با گام‌های مشخصی، سطح و حجم مخزن در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی با بکارگیری پلان رقومی مخزن سد (مقیاس ۱:۱۰۰۰) محاسبه شد. مزیت این روش توانایی به هنگام شدن مدل در طی زمان در ارتباط با انباشت رسوبات و کاهش حجم مخزن می‌باشد. پس از انجام محاسابات حجم مخزن سد، اقدام به شبیه‌سازی سد چاشم در مدل بارش– رواناب اعتباریابی شده شامل: سرریز، ابعاد فیزیکی، میزان تخلیه، حوضه بالادست و حجم مخزن سد گردید. در مرحله بعد، با اجرای مدل بارش– رواناب اعتباریابی شده که سد چاشم در آن نیز شبیه‌سازی گشته است مراحل زیر دنبال شد: الف) روندیابی در مخزن سد چاشم و شبیه‌سازی هیدروگراف‌های ورودی و خروجی سد. ب) تعیین حجم ذخیره در مخزن سد و تعیین میزان کاهش دبی و حجم جریان در پایین دست در اثر احداث سد (اعمال نیاز آبی سمنان).

بررسی تأثیر احداث سد چاشم در رژیم جریان پائین دست رودخانه تالار

برای بررسی تأثیر احداث سد در رژیم جریان رودخانه در پائین دست، مدل در دو مقطع زمانی با احداث سد و بدون آن اجرا شد و معیارهای جریان‌های حداکثر، جریان‌های حداقل، دبی اوج، حجم رواناب، تداوم جریان یا توقف جریان و تغییرات در جریان رودخانه از طریق مقایسه هیدروگراف‌ها بررسی شد (۱۳).

بررسی اثرات احداث سد چاشم بر محیط زیست (نیاز آبی) اکوسیستم پایین دست

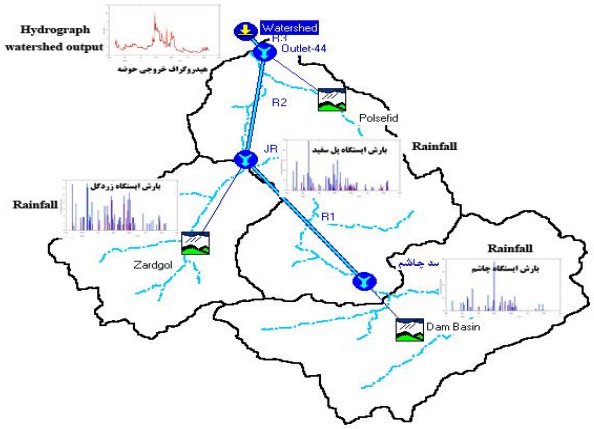
با در نظر داشتن میزان حقابه زیست محیطی تعیین شده توسط مطالعات وزارت نیرو (مهندسین مشاور کمندآب، ۱۳۹۰)، به بررسی اثرات کاهش آبدهی رودخانه در اثر احداث سد بر حوضه پایین دست سد پرداخته شد. در این مطالعه با بکارگیری مدل بارش– رواناب و شبیه‌سازی عملکرد مخزن سد چاشم، رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز

مطالعاتی (دبی اوج، دبی متوسط، حجم جریان و هیدروگراف جریان) در دو مقطع زمانی قبل و بعد احداث سد بررسی شد. برای برآورد نیاز آبی کشاورزان پایین دست سد، ابتدا سطح اراضی کشاورزی (باغات و شالیزارها) با استفاده سنجش (RS) از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با بکارگیری تکنیک تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای تعیین شد. برا ساس مطالعات سطح اراضی کشاورزی تحت پوشش شبکه آبیاری سد ۱۶۴ کیلومتر مربع می‌باشد. برآورد نیاز آبی در بخش‌های مختلف توسط مهندسین مشاور کمند آب (۱۳۹۰) در مطالعات پایه سد چاشم انجام و مورد تایید وزارت نیرو قرار گرفت. احداث سد چاشم با توجه به انتقال بین حوضه‌ای آب از حوضه آبخیز تالار مازندران به استان سمنان بحث برانگیز بود و در نتیجه انجام تحقیق حاضر را ضروری نمود. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات احداث سد مذکور و عملی بودن تامین نیازهای آبی برآوردی بوده است. نیاز جوامع انسانی و صنایع نیز بر اساس گزارش‌های موجود برآورد گشت. در نهایت تغییرات در دسترسی به آب در اثر احداث سد و تحلیل آن با نیاز آبی پایین دست (شرب، صنعت، کشاورزی و حقابه زیست محیطی) صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

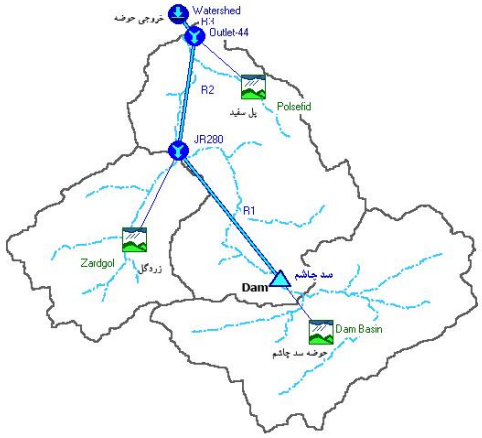
یک مدل بارش- رواناب برای شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز سد چاشم و پایین دست آن با بکارگیری مدل HEC-HMS ارائه شد. داده‌های اقلیمی شامل آمار بارش روزانه ایستگاه‌های باران‌سنجی زردگل، شورآب و پل سفید بصورت جزء به جزء یا اینکرمنتال در بخش زیر مدل اقلیمی مدل بارش- رواناب وارد و شبیه‌سازی گشت. به منظور اعمال توزیع زمانی و مکانی غیریکنواخت بارش، سطح اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی با روش تیسن و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی تعیین شد. در تعیین مرز زیرحوضه‌های حوضه مطالعاتی به محدوده اثر ایستگاه‌های باران‌سنجی توجه شد تا بارش در سطح زیر حوضه‌ها براساس سطح اثر ایستگاه‌ها اعمال و شبیه‌سازی شود. مدل فیزیکی حوضه مطالعاتی نیز با بکارگیری مدل ارتفاعی رقومی ۱۰ متر و الحاقیه HEC-GeoHMS در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی شبیه‌سازی شد و در محیط مدل HMS وارد و تکمیل گشت (شکل ۲). شبیه‌سازی سد چاشم در مدل بصورت فیزیکی شامل شبیه‌سازی ابعاد فیزیکی و حجم مخزن سازه پس از اعتباریابی مدل بارش– رواناب و تأیید کارایی مدل در شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز مطالعاتی انجام پذیرفت (شکل ۳).

مدل‌سازی برای پنج سال آبی از سال ۸۲-۱۳۸۱ تا ۸۶-۱۳۸۵ انجام پذیرفت. در مرحله بعد اقدام به بهینه‌سازی پنج سال مذکور، از طریق انتخاب پارامترهای مناسب بهینه‌سازی و تابع هدف مناسب انجام گرفت (از طریق مقایسه و تطابق هیدروگراف‌های مشاهداتی و هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده). نمونه‌ای از مقایسه بین هیدروگراف‌های مشاهداتی و هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده در مراحل مدل‌سازی و بهینه‌سازی مدل در اشکال شماره ۴ و ۵ ارائه شده است. پس از بهینه‌سازی مدل، تست کارایی یا اعتباریابی مدل انجام پذیرفت که نمونه‌ای از مقایسه هیدروگراف‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده در مورد چهار سال آبی در مرحله اعتباریابی مدل در شکل ۶ ارائه شده است. آنچه که در تحقیق حاضر مهم است تعیین میزان آبدهی رودخانه در محل سد چاشم و پایین دست آن و تغییرات ناشی از آن پس از احداث سد چاشم می‌باشد. میزان آبدهی رودخانه حوضه سد چاشم که توسط مدل برآورد شده است، در جدول شماره ۱ ارائه شده است.



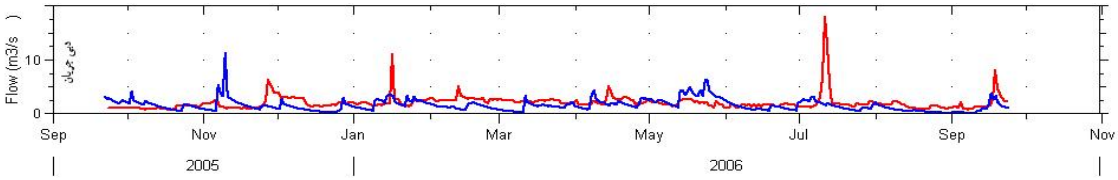
شکل ۲- ساختار مدل بارش- رواناب حوضه مطالعاتی: مدل فیزیکی حوضه، هایتوگراف بارش سه ایستگاه بصورت جزء به جزء (Incremental) و هیدروگراف جریان سالانه ایستگاه پل سفید)

Figure 2- The rainfall-runoff model in the study area: the basin physical model, rainfall hyetograph of three stations as incremental and annual flow hydrograph of Pole Sefid station)



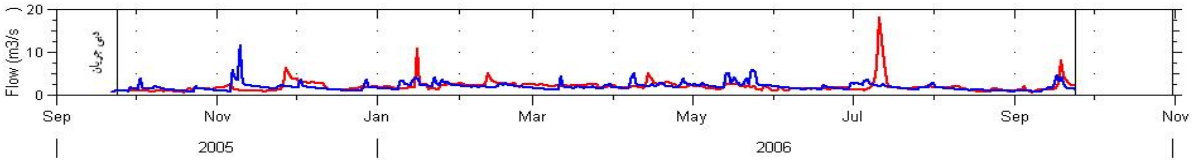
شکل ۳- ساختار فیزیکی مدل بارش- رواناب اعتباریابی شده حوضه مطالعاتی

Figure 3- The physical structure of validated rainfall-runoff model in the study area



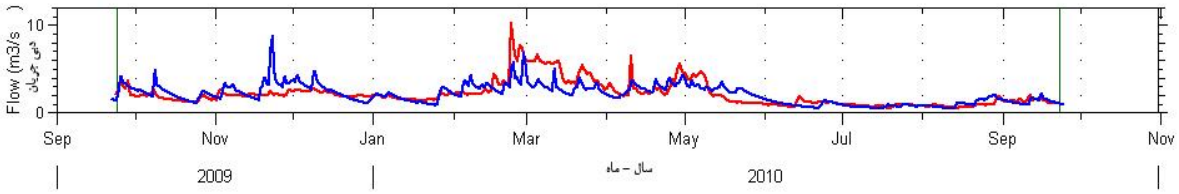
شکل ٤- مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده (رنگ آبی) و مشاهداتی (رنگ قرمز) مرحله مدل‌سازی، سال آبی ۸۵-٤

Figure 4- Comparison of simulated hydrographs (blue color) and observed hydrographs (red color) in the modeling stage, year 2004-2005



شکل ٥- مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده (رنگ آبی) و مشاهداتی (رنگ قرمز) در مرحله بهینه سازی مدل، سال آبی ۸۵-۱۳۸٤

Figure 5- Comparison of simulated hydrographs (blue color) and observed hydrographs (red color) in the model optimizing stage, year 2004-2005



شکل ٦- مقایسه هیدروگراف‌های شبیه‌سازی شده (رنگ آبی) و مشاهداتی (رنگ قرمز) در مرحله اعتباریابی مدل، سال آبی ۸۹-۱۳۸۸

Figure 6- Comparison of simulated hydrographs (blue color) and observed hydrographs (red color) in the model validating stage, year 2008-2009.

به منظور تحلیل اثرات احداث سد چاشم، نیاز به برآورد نیاز آبی پایین دست و نیاز زیست محیطی منطقه می‌باشد که این داده‌ها بر اساس مطالعات تایید شده مهندسین مشاور کمندآب در جدول ۲ ارائه شده است. در نهایت بررسی کمی اثرات احداث سد چاشم بر دبی جریان و مقایسه نیاز آبی پایین دست با میزان آبدهی رودخانه در جدول شماره ۳ ارائه شده است. با استفاده از مدل بارش- رواناب اعتباریابی شده آبدهی رودخانه در محل سد چاشم و حجم جریان برای هر ماه در طی دهه هشتاد برآورد گشت و بدین ترتیب متوسط آبدهی رودخانه حوضه سد چاشم برآورد شد و مقایسه نتایج آن با نیازهای آبی ماهانه در شکل شماره ۷ ارائه شده است.

جدول ۱- آبدهی حوضه سد چاشم در سال‌های مختلف (تعیین ترسالی و خشکسالی بر اساس نسبت بازش سالانه به بارش نرمال منطقه)

Table 1- The Chashm Dam discharge in various years (Wet and dry years has been determined on the basis of rainfall stations data and there is no unique condition on the study area)

سال آبی Water year	وضعیت بارش Precipitation	دبی متوسط Average discharge (m^3/s)	حجم آبدهی Flow volume ($1000000m^3$)
2001-2002	تقریبا نرمال ~Normal	0.26	8.301
2002-2003	ترسالی Wet year	0.32	10.156
2003-2004	ترسالی Wet year	0.21	6.733
2004-2005	ترسالی Wet year	.027	8.612
2005-2006	ترسالی Wet year	0.44	13.9
2006-2007	خشکسالی Dry year	0.23	7.36
2007-2008	خشکسالی Dry year	0.2	6.42
2008-2009	تقریبا نرمال ~Normal	0.25	8.18
2009-2010	تقریبا نرمال ~Normal	0.25	7.96

جدول ۲- نیاز آبی ماهانه محیط زیست پایین دست سد چاشم و نیاز آبی اراضی پایین دست سد چاشم تا تلاقی به رودخانه تالار بر حسب میلیون متر مکعب (۱۶)

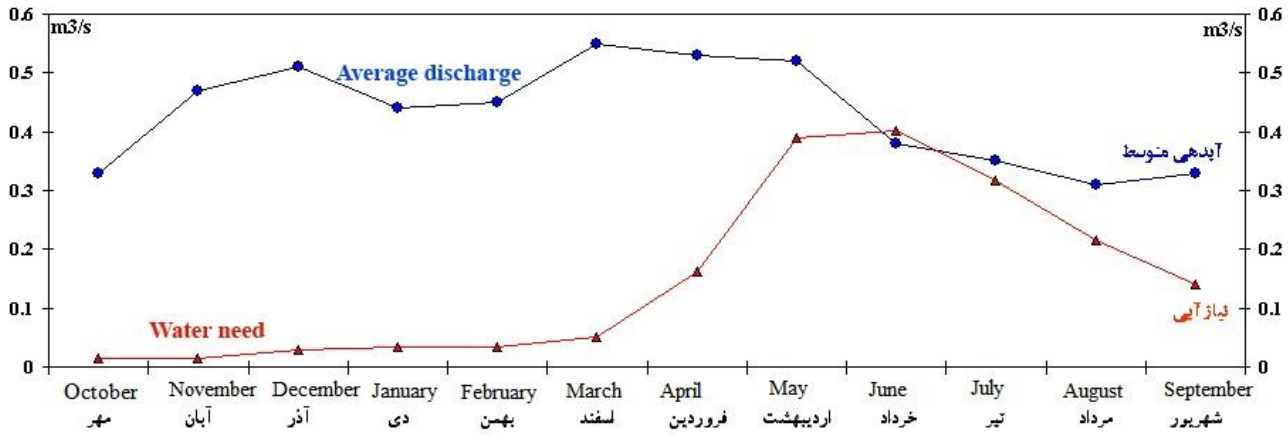
Table 2- Monthly water requirement of the Chashm Dam downstream environment and water requirement of the Chashm Dam downstream lands to cross the Talar river (Kamandab Consulting Engineers, 2010)

ماه Month	دبی متوسط متر مکعب بر ثانیه Average discharge (m^3/s)	مجموع نیاز آبی میلیون متر مکعب Sum of water needs $1000000\ m^3$	نیاز زیست محیطی میلیون متر مکعب Environmental needs $1000000\ m^3$	نیازی آبی پایین دست میلیون متر مکعب The downstream water needs $1000000\ m^3$
مهر (October)	0.015	0.04	0.02	0.02
آبان (November)	0.014	0.037	0.037	0
آذر (December)	0.028	0.075	0.075	0
دی (January)	0.033	0.087	0.087	0
بهمن (February)	0.034	0.09	0.09	0
اسفند (March)	0.051	0.128	0.123	0.005
فروردین (April)	0.161	0.433	0.283	0.15
اردیبهشت (May)	0.389	1.042	0.572	0.47
خرداد (June)	0.401	1.076	0.426	0.65
تیر (July)	0.316	0.848	0.258	0.59
مرداد (August)	0.216	0.701	0.251	0.45
شهریور (September)	0.141	0.38	0.23	0.15
متوسط سالانه Annual average	0.156	4.932	2.452	2.48

جدول ۳ - اثر احداث سد چاشم بر آبدهی پایین دست بر فرض قبول نیاز آبی مطرح شده

Table 3- The effects of the Chashm Dam construction on downstream discharge assuming that raised the need for water

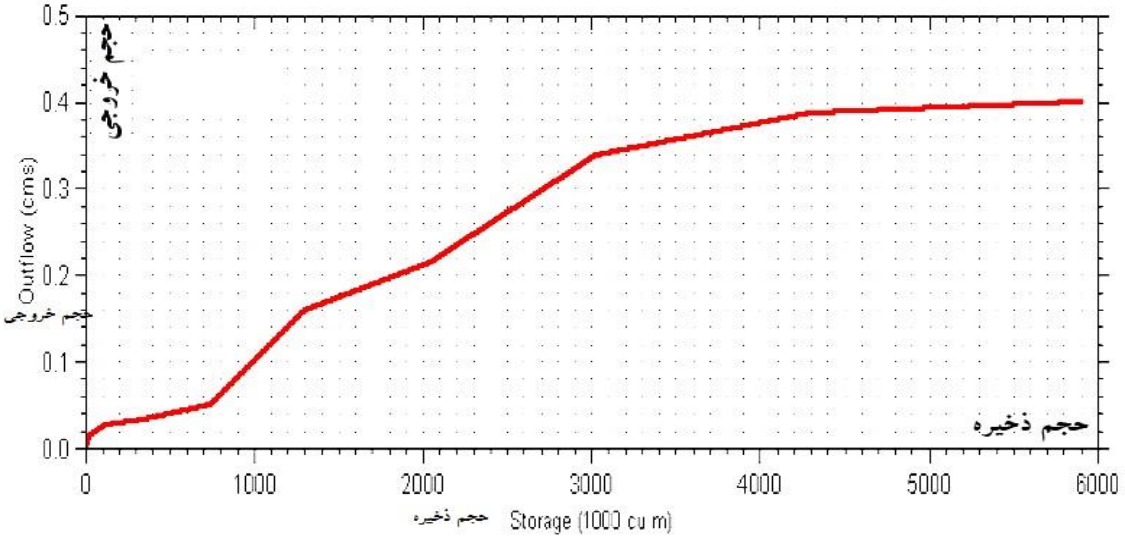
متوسط جهار سال اعتباریابی The mean of the validated Yeers	نیاز آبی پایین دست (cum) The downstream water needs	حداقل دبی نیاز پایین دست (m3/s) The minimum of water needs	دبی متوسط بدون احداث سد (m3/s) Average discharge	اختلاف نیاز آبی و آبدهی (m3/s) Water shortage
مهر (October)	40000	0.015	0.33	0.015
آبان (November)	37000	0.014	0.47	0.014
آذر (December)	75000	0.028	0.51	0.028
دی (January)	87000	0.033	0.44	0.033
بهمن (February)	90000	0.034	0.45	0.034
اسفند (March)	128000	0.051	0.55	0.051
فروردین (April)	433000	0.161	0.53	0.161
اردیبهشت (May)	1042000	0.389	0.52	0.389
خرداد (June)	1076000	0.401	0.38	Negative
تیر (July)	848000	0.316	0.35	0.04
مرداد (August)	701000	0.216	0.31	0.09
شهریور (September)	380000	0.141	0.33	0.189
متوسط سالانه Annual average	4932000	0.156		



شکل ۷- مقایسه مقادیر متوسط آبدهی رودخانه درمحل سد چاشم و نیاز آبی پایین دست سد در طول سال

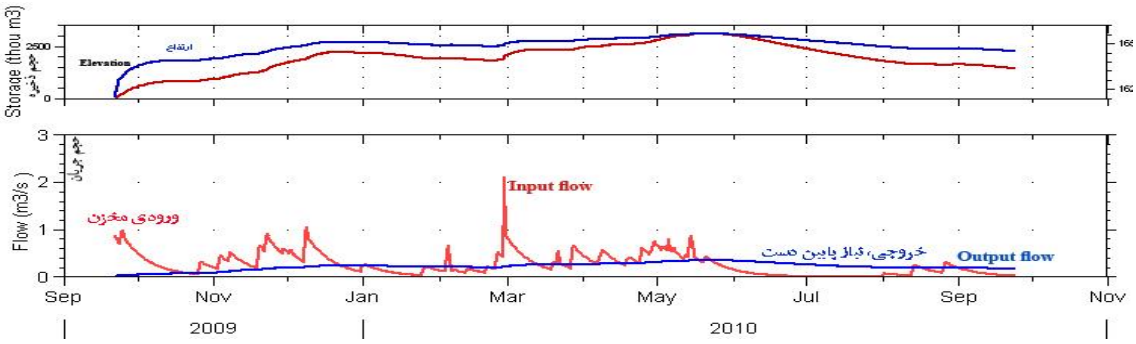
Figure 7- Comparison of river average discharge in the Chashm Dam site and dam downstream water needs throughout the year

برای تحلیل عملکرد مخزن سد چاشم، مقایسه هیدروگراف‌های ورودی به مخزن سد چاشم (آبدهی رودخانه) و هیدروگراف‌های خروجی مخزن (نیاز آبی پایین دست) در طی سال‌های دهه هشتاد پس از شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه سد و سد چاشم در مدل بارش- رواناب انجام پذیرفت. نمودار میزان ذخیره جریان و جریان خروجی مخزن (نیاز آبی) سد چاشم در شکل شماره ۸ ارائه شده است. مقاطع زمانی از سال که هیدروگراف جریان ورودی زیر هیدروگراف جریان خروجی قرار می‌گیرد، آبدهی کمتر از نیاز آبی می‌باشد و تأمین همزمان کامل نیاز آبی پنج میلیون متر مکعبی شهر سمنان و نیاز آبی پایین دست سد، امکان پذیر نخواهد بود. هیدروگراف جریان ورودی و خروجی مخزن سد چاشم با روندیابی در مخزن و در نظر گرفتن تخلیه نیاز آبی متوسط ۰/۱۵ متر مکعب بر ثانیه شبیه‌سازی و در شکل شماره ۹ ارائه شده است. بر اساس نتایج شکل شماره (۹) که میزان دبی ورودی و خروجی را نشان می‌دهد، آبگیری کامل مخزن سد چاشم با ظرفیت شش میلیون متر مکعب و تأمین نیاز آبی پایین دست امکان پذیر نخواهد بود.



شکل ۸- نمودار میزان ذخیره جریان و جریان خروجی مخزن (نیاز آبی) سد چاشم

Figure 8- Diagram of flow storage rate and outflow from the reservoir (water requirement)



شکل ۹- هیدروگراف جریان ورودی به مخزن سد و هیدروگراف جریان خروجی (نیاز آبی پایین دست) بر اساس شرایط سال آبی ۸۹-۸۸. مقاطع زمانی که هیدروگراف ورودی پایین تر از هیدروگراف خروجی قرار می گیرد کمبود آب خواهیم داشت

Figure 9- Inlet and outlet (downstream water requirement) hydrographs of dam reservoir based on water year conditions of 2008-2009.Water shortages will be when the Inlet hydrograph is lower levels of outlet hydrograph

نتیجه‌گیری

شبیه‌سازی رفتار هیدرولوژیک حوضه آبخیز مطالعاتی نشان داد که متوسط حجم آبدهی حوضه سد چاشم حدود ۸/۶ میلیون متر مکعب است. این رقم در طی دوره‌های ترسالی و خشکسالی تغییرات قابل توجه‌ای خواهد داشت. حداقل آبدهی ماهانه حوضه سد چاشم در مرداد ماه حدود ۰/۳۱ متر مکعب بر ثانیه و حداکثر در اسفند ماه حدود ۰/۵۵ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد. نیاز آبی ماهانه حداقل و حداکثر به ترتیب در ماه‌های مهر و مرداد برابر با ۰/۰۱۵ و ۰/۴ متر معکب بر ثانیه برآورد شده که میزان آبدهی رودخانه در خرداد ماه کمتر از نیاز آبی پایین دست می‌باشد. بر اساس مطالعات مصوب مهندسین مشاور کمندآب، نیاز آبی شرب سمنان ۴/۵۴ میلیون متر مکعب، نیاز حقابه بران ۲/۱۶۴ میلیون متر مکعب و نیاز زیست محیطی پایین دست ۲/۴۴۸ میلیون متر مکعب برآورد شده است. مجموع نیاز آبی حدود ۹ میلیون متر مکعب است. این در حالی است که حجم آبدهی سالانه حوضه سد چاشم در حالت نرمال کمی کمتر از این رقم می‌باشد. از طرفی، سطح مخزن سد چاشم، حدود ۱۱۰ هکتار می‌باشد و با در نظر گرفتن حداقل تبخیر واقعی ۷۰۰ میلی‌متری در سال، حدود هفتصد هزار متر مکعب هدررفت آب ذخیره شده در مخزن سد را خواهیم داشت. با توجه به اینکه در فصول گرم سال حداکثر نیاز آبی، حداکثر تبخیر و حداقل ورودی آب همزمان رخ خواهد داد، تامین این نیازها بر اساس مطالعات انجام شده مقدور نمی‌باشد و بدون شک در صورت تامین نیاز آبی استان سمنان، توقف یا بند آمدن جریان رودخانه در پایین دست سد را خواهیم داشت. نتایج مطالعه حاضر و سایر مطالعات (۱۵) نشان می‌دهد که احداث سدها در روی رودخانه موجب کاهش

مدت زمان و فراوانی آبگیری دشت‌های سیلابی و فراوانی و مدت مقطع پر رودخانه خواهد شد که این تغییرات موجب تغییرات در اکوسیستم پایین دست می‌شود. نتایج شبیه‌سازی و بررسی اثر سد چاشم نشان داد که احداث سد موجب اثرات زیر در پایین دست خواهد شد: الف) توقف یا بند آمدن جریان رودخانه در پایین دست محل احداث. ب) کاهش شدید آبدهی رودخانه‌ها در جریان‌های حداقل. پ) کاهش دبی و حجم جریان‌های حداکثر. ج) تغییرات در رژیم هیدرولوژیک رودخانه از جمله جریان پایه، توقف و بند آمدن جریان، فراوانی مقطع پر رودخانه و قدرت جریان رودخانه که موجب تغییرات فاحش در مرفولوژی رودخانه و اکوسیستم آن در پایین دست خواهد شد (۵ و ۱). نکته قابل توجه که بوسیله مدل‌سازی و مطالعات قابل بررسی و پیش‌بینی نیست، نحوه مدیریت مخزن سد می‌باشد. میزان ذخیره آب در مخز سد و میزان تخلیه آب به پایین دست، مستقیما تابعی از نحوه مدیریت مخزن خواهد بود.

سپاسگزاری

در پایان لازم می‌دانیم از همه کسانی که به نحوی ما را در این تحقیق یاری نموده‌اند، بخصوص پرسنل محترم بخش مطالعات شرکت آب منطقه‌ای مازندران و شرکت مدیریت منابع آب ایران تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

1- Aglligan F., and Nislow K.H. 2005. Changes in hydrologic regime by dams. Journal of Geomorphology, 71: 61-78.
2- Burns D., Vitvarb T., McDonnellc J., Hassettb J., Duncanb J., and Kendalld C. 2005. Effects of suburban development on runoff generation in the Croton River basin. New York, USA, Journal of Hydrology, 311: 266-281.
3- Camorani G., Castellarin A., and Brath A. 2005. Effects of land-use changes on the hydrologic response of reclamation systems. Journal of Physics and chemistry of earth, 3: 561-574.
4- Casado A., Hannah D.M., Peiry J.L., and Campo A.M. 2013. Influence of dam-induced hydrological regulation on summer water temperature: Sauce Grande River, Argentina. Journal of Ecohydrology, 6(4): 523–535.
5- Choi S.U.K., Yoon B., and Hyoseop W. 2005. Effects of dam-induced flow regime change on downstream river morphology and vegetation cover in the Hwang River. Korea. Journal of Earth and Environmental Science, 21(2-3): 315– 325.
6- Esmaeeli Gholzom H., and Gholami V. 2012. A comparison between natural forests and reforested lands in terms of runoff generation potential and hydrologic response (Case study: Kasilian Watershed). Journal of Soil & Water Research, 7(4): 166–173.
7- Fleming M., ASCE M., and Vincent N. 2004. Continuous Hydrologic Modeling Study with the Hydrologic Modeling System. Journal of Hydrologic Engineering, 9(3): 175-183.
8- Hirsch R.M., Walker J.F., Day J.C., and Kallio R. 1990. The influence of man on hydrologic systems. In: Wolman, M.G., Riggs, H.C. (Eds.), Surface Water Hydrology, vol.1. Geological Society of America, Boulder, Colorado, USA, 329–359.
9- Gholami V., Mohseni Saravi M., and Ahmadi H. 2010. Effects of impervious surfaces and urban development on runoff generation and flood hazard in the Hajighoshan watershed. Caspian Journal of Environmental Sciences (CJES), 8(1): 1-12.
10- Gholami V., 2010. Simulation of watershed management activities to verify its effects on downstream flood and flow regime in the Hajighoshan watershed, Ph.D Dissertation, Tehran Sciences and research branch, Islamic Azad University, PP: 201.
11- Gholami V. 2010. Modeling of watershed management practices to investigate their effects on flood and flow regime in Hajighoshan Watershed, Golestan. PhD. Thesis of Natural Resources Engineering-Watershed Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Supervisor: Dr Mohseni Saravi M, 200P.
12- Katz B., and Bradley J. 1999. Divided we sprawl, Atlantic Monthly, 284: 26–42.
13- Maglligan F., and Keith N. 2005. Changes in hydrologic regime by dams. Journal of Geomorphology, 71: 61-78.
14- Nathan R., and Lowe L. 2012. The hydrologic impacts of farm dams. Australian Journal of Water Resources, 16(1): 75-83.
15- Page K., Read A., Frazier P., and Mount N. 2005. The effect of altered flow regime on the frequency and duration of bank full discharge: Murrumbidgee River, Australia. Earth and Environmental Science, 21(5): 567–578.
16- Regional Water Company of Semnan 2011. The first stage studies of Chashm Dam construction. Kamandab consulting Engineering, P386.

17- Xiang L., Shenglian G., Pan L., and Guiya CH. 2010. Dynamic control of flood limited water level for reservoir operation by considering inflow uncertainty. Journal of Hydrology, 391: 124-132.
18- Yuksel I., and Sandalci M. 2007. An investigation on flood control structures in the Sakarya Basin. International Congress on river basin management, 516-526.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 4, Sept.-Oct. 2016, p. 1090-1101

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، مهر – آبان ۱۳۹۵، ص. ۱۱۰۱-۱۰۹۰

Hydrological Effects of Chashm Dam on the Downstream of Talar River Watershed

M. R. Khaleghi[1]*- V. Gholami[2]- Gh. A. Khodabakhshi[3]

Received: 06-05-2015
Accepted: 09-11-2015

Introduction: In the last century**,** dams have constructed with the objective of water supplies for agriculture, drinking water and industry. However, the results from the performance review of dams show adverse effects on the downstream environment and the availability of water resources. The purpose of the Chashm dam construction on the TalarRiver's tributaries is the water supply for Semnan city.

Materials and Methods: This study was conducted in TalarRiver watershed. TalarRiveroriginatesfrom AlborzMountains in Mazandaran province, in the southern Caspian Sea basin, in north of Iran and flows parallel with the Firouzkooh-Ghaemshahr road and it arrives to the Caspian beach area in the Malek Kala village. In order to supply the water requirements of Semnan city, the construction of Chashm dam on the TalarRiver's tributaries placed on the agenda of the Ministry of Energy. However, because of the uncontrolled exploitation of agricultural streams and invasion of privacy riverbed, the TalarRiver has acute and critical conditions from the point of hydrologic and environmental. To study the hydrological impacts of Chashm dam, Talar watershed was considered with an area of approximately 1057 square kilometers of the Pole Sefid gauging station using a rainfall-runoff model.

Results and Discussion: Simulation of the study area hydrological behavior shows that the Chashm Dam average water discharge is near to 8.6 million m3. This figure will be significant changes during wet and droughtperiods. The minimum and maximum monthly discharge of the Chashm Dam watershed in August and February is equal to 0.31 and 0.55 m3/s respectively. The minimum and maximum monthly water demand in turn in October and August is equal to 0.015 and 0.4 m3/s respectively and this shows that the river discharge in June is lower than the downstream water demand. Based on confirmed studies of the Kamandab Consulting Engineers, drinking water requirement of Semnan province, water rights users' requirement and downstream environmental requirements are 4.54, 2.164 and 2.448 million m3, respectively. This is despite the fact that the volume of annual input water is slightly lower than this figure in normal.

Conclusion: Simulation of the study area hydrological behavior shows that the Chashm Dam average water discharge is near to 8.6 million m^3. This figure will be significant changes during wet and drought periods. The minimum and maximum monthly discharge of the Chashm Dam watershed in August and February is equal to 0.31 and 0.55 m^3/s respectively. The minimum and maximum monthly water demand in turn in October and August is equal to 0.015 and 0.4 m^3/s respectively, and this shows that the river discharge in June is lower than the downstream water demand. Based on confirmed studies of the Kamandab Consulting Engineers, drinking water requirement of Semnan province, water rights users' requirement and downstream environmental requirements are 4.54, 2.164 and 2.448 million m^3, respectively. This is despite the fact that the volume of annual input water is slightly lower than this figure in normal. In addition, the Chashm Dam area is about 110 hectares and given the minimum annual actual evaporation equal to 700 mm, about seven hundred thousand cubic meters of water stored in the reservoir will be lost. Due to the simultaneous occurrence of the maximum water requirement, maximum evaporation and a minimum of water inlet to the Chashm Dam reservoir in warm seasons, it seemsthat, it is not possible to provide needs based on these studies and no doubt, in the case of water supply in Semnan province, we have to stop the flow of the river in downstream of the dam. The results of this study suggest that on many rivers large headwater dams have reduced the frequency and duration of floodplain inundation downstream and these changes lead to changes in downstream ecosystems. The results from the simulation and analysis of the Chashm Dam in downstream are as follows: a) stop of the river flow in downstream of the dam site, b) the sharp decline in river discharge in minimum (varied) flows, c) reduce in the rate and volume of maximum flows, d) changes in the hydrological regime of the river such as base flow, flow

۱- Assistant Professor, Taybad Branch, Islamic Azad University, Taybad, Iran
(*- Corresponding Author Email: drmrkhaleghi@gmail.com)
۲- Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, The University of Guilan, Faculty of Natural Resources, Sowmeh Sara, Iran
۳- Mazandaran Regional Water Company, Sari, Iran

stop, the frequency of the river full section and competency which will make dramatic changes in the morphology of the river and downstream ecosystems. Note that is not verified by modeling and forecasting studies, is how to manage the reservoir. The amount of water stored in the reservoir and discharge to downstream is directly a function of the reservoir management.

Keywords: Dam reservoir, HEC-HMS model, Hydrologic effects, Water need