

## Technical Report

### Flood Control in Urban Basins Using Detention Ponds Comparison to Localized River Engineering Countermeasures

A.R. Shokoohi<sup>1</sup> and Sh. Daneshvar<sup>2</sup>

#### Abstract

In this paper effects of constructing detention ponds for flood control in basins immediately upstream an urban area, are studied. Comparisons are made between this practice and conventional localized river engineering countermeasures regarding socio-economical aspects. The study is conducted in Abkharvar urban basin in Behbahan city in the Khuzestan Province, in southwestern Iran. Based on the design flood routing, the effects of detention ponds on the dimensions of the conveyance canal are studied. Total costs of flood control alternatives are then compared. Results show that regarding socio-economical issues, detention ponds are superior to conventional localized river engineering and flood control countermeasures for flood control purposes in urban basins.

**Keywords:** Detention Ponds, Urban Basin, Flood Control, River Engineering, Geographical Information Systems, HEC-HMS, HEC-geoHMS

## گزارش فنی

### بررسی تأثیر احداث مخازن تأخیری در حوضه‌های آبریز در مقایسه با عملیات موضعی مهندسی رودخانه برای کنترل سیل در محدوده شهر

علیرضا شکوهی<sup>۱</sup> و شهاب دانشور<sup>۲</sup>

#### چکیده

این تحقیق تأثیر مخازن تأخیری قابل احداث در حوضه‌های آبریز شهری، یعنی حوضه‌ای که بلافاصله در بالادست و مشرف بر شهر قرار دارد، را بررسی نموده و به مقایسه اقتصادی و اجتماعی آن با گزینه‌های مرسوم مهندسی رودخانه برای کنترل سیل در محدوده شهری می‌پردازد. در این تحقیق که به طور موردی در حوضه آبریز شهری آبخروار در شهرستان بهبهان از استان خوزستان صورت گرفته است، پس از تعیین سیل طراحی و روندیابی آن، تأثیر سیلاب در پایاب بر ابعاد کانال انتقال، ابتدا بدون در نظر گرفتن مخازن و سپس با در نظر گرفتن مخازن، مورد بررسی قرار گرفته است. جهت برآورد اقتصادی طرح، هزینه عملیات عمرانی کنترل سیلاب در هر دو حالت با یکدیگر مقایسه شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که کنترل سیلاب در حوضه آبریز منتهی به شهر در مقابل گزینه‌های کنترل سیل در محدوده شهری و عملیات مهندسی رودخانه، چه به لحاظ اقتصادی و چه به لحاظ امنیت روانی از اولویت ویژه‌ای برخوردار است.

**کلمات کلیدی:** مخازن تأخیری، حوضه آبریز شهری، کنترل سیل، مهندسی رودخانه، مدل ریاضی HEC-HMS، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، بسته الحاقی HEC-GEOHMS

1- Assistant Professor of Imam Khomeini International University, Ghazvin, Iran.  
2- Water Resources Engineer, River Engineering sec., Mahab Ghods Consulting Engineers, Tehran, Iran.

۱- استادیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران  
۲- کارشناس ارشد عمران - آب، بخش مهندسی رودخانه شرکت مهندسی مشاور مه‌آب قدس، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

آبریز مشرف بر شهر آبخروار نام دارد. حوضه آبریز آبخروار در غرب بهبهان قرار داشته و در گذشته‌ای نه چندان دور مسبب خطر اصلی سیل‌گیری بهبهان قلمداد می‌شد. دو مسیل از داخل شهر بهبهان عبور می‌نماید که حوضه آبخروار منبع تغذیه مسیل اصلی آن دو می‌باشد. حوضه آبخروار حوضه چندان وسیعی نبوده و مساحت آن در حدود ۷۳۰۰۰ هکتار می‌باشد. سرمایه‌گذاری وسیعی برای کنترل سیل و رسوب در سطح این حوضه صورت گرفته است. متجاوز از ۱۴۰ بند آبخیزداری در سرشاخه‌ها و سه سد بزرگ تأخیری بر روی شاخه‌های اصلی رودخانه آبخروار در طی سالهای گذشته احداث شده که براساس بررسی‌های انجام شده توانسته است مشکل سیل‌گیری هرساله شهر بهبهان را حل نماید (آبکاووش سرزمین، ۱۳۸۴).

به دلیل وجود پیچیدگی‌های ناشی از وجود حدود ۱۴۰ بند کوچک و ۳ سد تأخیری (شکل ۱)، تحلیل حوضه بدون استفاده از مدل ریاضی و GIS امکان‌پذیر نمی‌باشد. مدل ریاضی منتخب، مدل HEC-HMS و نرم‌افزار GIS منتخب، نرم‌افزار ArcView با بسته الحاقی HEC-geoHMS می‌باشد. برای تحلیل چنین سیستمی، با استفاده از مفاهیمی که به عاریت گرفته شده از مدل‌های توزیعی (Distributed Models) است، با ساخت DEM-GRID حوضه، ساخت DEM-GRID هیدرولوژیکی، تشکیل ماتریس و نقشه جهت و تجمع جریان، حوضه به بخشها و زیرحوضه‌هایی تقسیم گردیده است. پارامترهای مورد نیاز برای تک تک زیرحوضه‌ها به‌همراه نقشه‌های DEM-TIN، DEM-GRID و شیب، بدست آورده شده و سپس طول بلندترین مسیر هیدرولیکی، طول آبراهه اصلی و شیب آن تعیین شدند. به منظور تعیین مقادیر رگبارهای حدی با تداوم‌های مختلف و همچنین توزیع زمانی رگبارهای منطقه، رگبارهای ثبت شده در ایستگاه هواشناسی دره‌کفتارک در نزدیکی بهبهان مورد تحلیل قرار گرفته و نتیجه نهایی به صورت بدون بعد برای دوره‌های زمانی ۶ ساعته و ۲۴ ساعته تعیین شد. برای شبیه‌سازی سیلاب از روش عدد منحنی و هیدروگراف بدون بعد SCS و برای کالیبراسیون مدل، از سیلاب مورخ ششم دی ماه ۱۳۸۰ استفاده به عمل آمد. سدهای تأخیری در دو حالت بدون ریزش و با ریزش جریان سیلابی از روی بدنه سد دیده شدند و سرریز اضطراری آنها به صورت لبه پهن شبیه‌سازی گردید. برای بندهای تأخیری نیز از مشابیهت عملکرد آنها با حوضچه‌های تأخیری و گزینه‌ای که برای این سازه در مدل ریاضی وجود داشت استفاده به عمل آمد. برای رسیدن به اهداف تعریف شده در ابتدای مقاله با فرض عدم وجود هر گونه محدودیت تهیه مصالح و هزینه‌های حمل و نقل، اقدام به طراحی کانال انتقال درون شهر در دو حالت بدون وجود مخازن و با وجود مخازن و برآورد

بطور کلی شهرهای بنا شده در حاشیه آبراهه‌ها در معرض سیلابهای درون شهری و برون شهری قرار دارند. سیلابهای درون شهری معمولاً تلفات جانی به همراه ندارند و عمدتاً باعث بروز خسارات ناشی از آبرگرفتگی، اختلال در عبور و مرور، وقفه در فعالیت‌های اجتماعی - اقتصادی و مشکلاتی از این قبیل می‌شوند، در حالی که خسارات ناشی از سیلابهای برون شهری غالباً سنگین و گاه همراه با تلفات زیاد و فاجعه آمیز است. نمونه‌های فراوانی از هر دو نوع سیل‌زدگی در کشور ثبت و گزارش شده است. گرایش قابل توجهی در دنیا در ارتباط با انتخاب گزینه کنترل سیل در بیرون از شهر در مقابل کنترل سیل در درون شهر در سالهای اخیر دیده می‌شود. در ارزیابی روش‌های کنترل و مدیریت سیلاب، (Green et al. (2000) گزینه استفاده از سدهای مخزنی و تأخیری را گزینه‌ای قابل توجه برای کنترل سیلاب معرفی کرده‌اند. در همین مرجع، از گزارش سالانه اداره مهندسی ارتش آمریکا (Corps of Engineers) و ادعای این اداره در مورد کاهش دبی اوج سیلاب به علت استفاده از مخازن ذخیره‌ای، اطلاعاتی ارائه شده است. (Dannil et al. (2000) در ارتباط با توصیه بهترین سیستم کنترل سیلاب در یکی از زیرحوضه‌های مشرف بر شهر آتن به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از یک گودال موجود و همچنین ساخت یک سد کنترل سیلاب در بالادست به نحوی که بتواند سیلاب ۵۰ ساله را کنترل نماید کاراترین روش محافظت شهر از نظر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خواهد بود.

هدف این تحقیق انجام مقایسه میان دو گزینه احداث سد تأخیری در حوضه بیرون شهر و عملیات موضعی مهندسی رودخانه به منظور کنترل سیلاب در محدوده حوضه شهری می‌باشد. حاصل این مطالعات که تاکنون در ایران انجام نشده است، با توجه به استفاده از یک حوضه واقعی جهت انجام مطالعات، می‌تواند مورد استناد محققین و مهندسين در انتخاب گزینه بهینه کنترل سیلاب قرار گیرد. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از مدل ریاضی و اطلاعات مورد نیاز مدل، با استفاده از GIS تأمین شده است.

## ۲- روش تحقیق

در مرحله اول حوضه‌ای برای مطالعه انتخاب گردید که هم مشرف بر شهر بوده و هم دارای سدهای تأخیری برای حفاظت و کنترل سیل می‌باشد. شهرستان بهبهان در استان خوزستان دارای مشخصات حوضه مورد نظر می‌باشد. سیلاب‌های ورودی به شهر از طریق سه مسیل از شهر خارج شده و نهایتاً به رودخانه مارون می‌ریزند. حوضه

هزینه‌های جنبی نظیر تملک زمین و احداث پل گردید. برای طراحی ابنیه انتقال از دبی ۵۰ ساله استفاده شده است.

حالت بدون ساختمان سدهای تأخیری ۶۳ میلیارد ریال و برای حالت پس از ساختمان سدها ۳۸ میلیارد ریال برآورد شده است.

### ۳- خلاصه نتایج

نتایج اجرای مدل برای برآورد سیل حوضه آبخروار در سه حالت بدون وجود مخازن، مخازن در حالت خالی و مخازن در حالت پر (در هنگام وقوع سیلاب) به شرح جدول (۱) می‌باشد.

به منظور برآورد میزان تأثیر سدهای تأخیری، نسبت به برآورد درصد کاهش دبی پیک اقدام شد. نتایج در جدول (۲) ارائه شده است.

هزینه عملیات ساختمانی با توجه به یک layout اولیه و طرح هادی شهر برآورد گردیده است. بدیهی است که ارقام ریالی، برآورد اولیه و صرفاً به منظور مقایسه گزینه‌ها بوده و به همین دلیل دقت زیادی در برآورد واقعی هزینه‌ها نشده است. قابل ذکر است که ایجاد سدهای تأخیری به مفهوم حذف سیلاب در پایین دست نمی‌باشد و لذا در برآورد هزینه‌های گزینه ایجاد سدهای تأخیری، تمام هزینه‌های حالت بدون وجود سد وجود خواهد داشت. هزینه‌های برآورد شده شامل مواردی از قبیل احداث کانال، تملک زمین، احداث پل و احداث مخازن بوده است. مجموع ریالی تمام آیت‌های هزینه‌ای

### ۴- نتیجه‌گیری

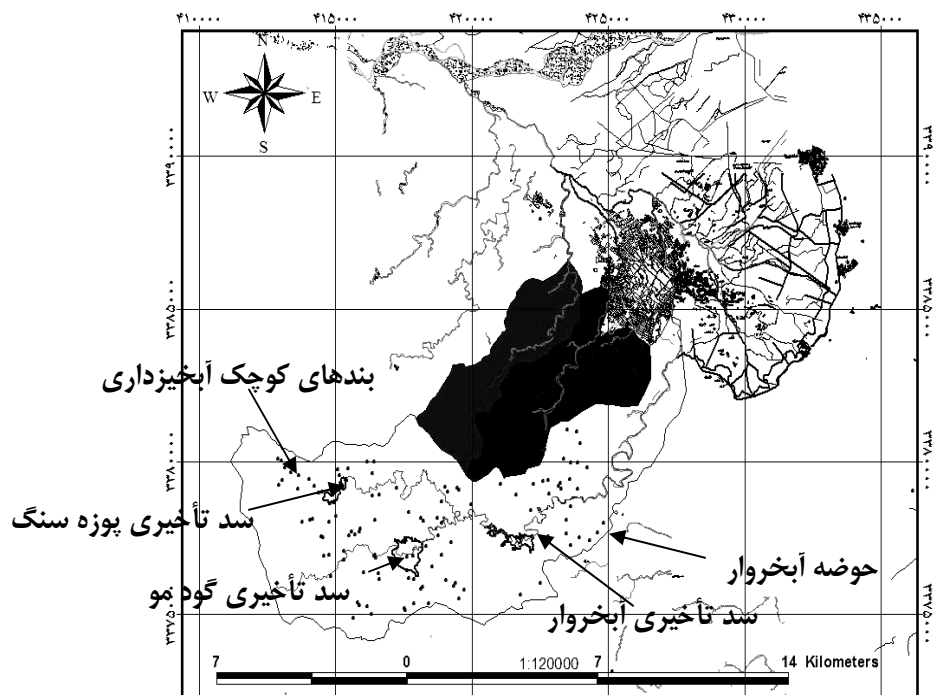
نتایج نشان می‌دهند که با تعبیه مخازن، میزان دبی خروجی، حجم و هزینه اقدامات مهندسی رودخانه و کنترل سیل در حوضه‌های شهری بشدت کاهش خواهد یافت و از طرف دیگر ضریب ایمنی در مناطق فوق افزایش می‌یابد. همانطوری که ملاحظه گردید با احداث مخازن تأخیری در حوضه آبریز منتهی به شهر بهبهان، هزینه‌های عمرانی کنترل سیلاب در حدود ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. از طرف دیگر با احداث سدهای تأخیری، دبی اوج سیلاب بخصوص در دوره‌های بازگشت بالا کاهش معنی‌داری در حدود بالاتر از ۶۰ درصد را تجربه می‌نماید. بر این اساس و جدای از موارد یاد شده، سود روانی ناشی از احداث مخازن را باید به هزینه ریالی صرفه‌جویی در احداث سیستم انتقال افزود. جایگاه ویژه مدل ریاضی HEC-HMS و ArcView GIS به همراه بسته الحاقی HEC-geoHMS در طراحی سناریوهای مختلف و در نظر گرفتن سیمای طرح از جنبه‌های گوناگون و همچنین تولید ابزارهای سریع تحلیل سیستم هیدرولوژیکی قابل توجه می‌باشد.

جدول ۱ - نتایج اجرای مدل برای برآورد سیل حوضه آبخروار

دبی حوضه با مخازن پر (m <sup>3</sup> /sec)	دبی حوضه با مخازن خالی (m <sup>3</sup> /sec)	دبی حوضه بدون مخزن (m <sup>3</sup> /sec)	دوره بازگشت (سال)
۲/۳۰	۰	۰/۰۹	۵
۲/۶۴	۱/۰۴	۱/۴۳	۱۰
۴/۳۸	۲/۶۶	۷/۵۰	۲۵
۷/۳۹	۵/۳۵	۱۷/۱۳	۵۰
۱۲/۳۵	۱۰/۱۵	۳۲/۴۴	۱۰۰
۲۱/۳	۱۷/۳۸	۵۴/۴۰	۲۰۰

جدول ۲ - درصد کاهش دبی پیک با وجود سدهای تأخیری

درصد کاهش دبی پیک برای مخازن پر	درصد کاهش دبی برای مخازن خالی	دوره بازگشت (سال)
۲/۳۰	۱۰۰	۵
۲/۶۴	۲۷/۳	۱۰
۴/۳۸	۶۴/۵	۲۵
۷/۳۹	۶۸/۸	۵۰
۱۲/۳۵	۶۸/۷	۱۰۰
۲۱/۳	۶۸/۱	۲۰۰



شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز آبروار، بندهای آبخیزداری و سد تأخیری موجود

Green, C. H., Parker, D. J. and Tunstall, S. M. (2000), "Assessment of Flood Control and management option", *Flood Hazard Research Centre*, Middlesex University (A Report prepared for the World Commissions on Dams(WCD)).

#### ۵- مراجع

گزارش کنترل سیلاب شهرستان بهبهان، (۱۳۸۴)، شرکت مهندسی مشاور آبکاووش سرزمین، تهران

Daniil , E.I., Bouklis, G.D., Lazaridis, P.L. and Lazaridis, L.S. (2000), "Integrated approach for environmental flood protection for northern suburbs of Athens, Greece", *ASCE joint conference on Water Resources Engineering and Water Resources Planning and Management*, Minneapolis, MN, USA.

تاریخ دریافت گزارش فنی: ۲۰ اردیبهشت ۱۳۸۵

تاریخ اصلاح گزارش فنی: ۱ خرداد ۱۳۸۶

تاریخ پذیرش گزارش فنی: ۱۷ خرداد ۱۳۸۶