Watershed Engineering and Management
DOI: 10.22092/IJWMSE.2023.362273.2022

Volume 16, Issue 2, 2024, Pages 185-200

Organization of Lashtaghan shrimp breeding site with HEC-RAS two-dimensional model

Shabnam Vakili[1]*, Mahmoud Erhami[2] and Hossein Baghdadi[3]

[1] PhD Student, Water Resources Civil Engineering, K.N., Toosi University of Technology, Tehran, Iran
[2] Msc, Water Civil Engineering, CEO of Asarab Consulting Engineers, Tehran, Iran
[3] Msc, Water Civil Engineering, River Expert, Asarab Consulting Engineers, Tehran, Iran

Received: 16 August 2023 Accepted: 11 December 2023

Extended abstract

Introduction

The main purpose of this research is to identify the behavior of rivers in the area of Lashtghan shrimp breeding site and to provide technical solutions to organize and prevent flood risks there.

Materials and methods

In this study, HEC-RAS was used to perform hydraulic flow calculations based on unsteady flow. Calculations were done with changes in flood flow with different return periods. To determine the flood zone for the 25-year return period, the water height was transferred to ArcGIS. Using the HEC-Geo-RAS extension, the flood zone was determined in ArcGIS. To present the proposed natural bed line, satellite images at different time intervals were analyzed and the proposed bed line was extracted after verifying the flood zone with these images. The amount of technical protection was calculated using the DLSRS (Discharge Location Stability Regime Social Tension) method. The flood return period for the design was considered to be 100 years, based on economic, social, and climatic conditions. Considering the project's purpose, domain of usage, and technical and economic conditions, an earthen dike was selected for the land protection plan against floods. In Civil 3D software, the protective dike project line was defined and, according to the 100-year flood water level, the protective dike was designed.

Results and discussion

The boundary for modeling the flow of rivers and canals leading to the Lashtghan site was established upstream of the hydrograph and downstream of the water level (2.9 meters, or 76% of the duration of the course is less than this value), based on justification studies. The observed minimum height is approximately 0.65 meters, the maximum height is 5.7 meters, and the average height is approximately 1.6 meters; these measurements are insufficient to ascertain the height of the dike. The height reached its highest and lowest values every six hours. In the northern region of the site, the maximum water level, maximum flow depth, and maximum flow speed were more apparent. The water level fluctuated between 1.2 and 35 meters, the maximum flow depth increased from 0.001 to 40 meters, and the maximum flow velocity improved from 0.00033 to 1.8 meters per second.

Conclusion

The model output included characteristics of the maximum flow level, depth of flow, and maximum flow velocity in the study area. It was observed that the built dike has no effect on the surrounding residential areas. Due to the topography, the earthen dike acts like a reservoir in some places, preventing downstream flow and storing water behind the dike. This reservoir has a volume of about 3 million cubic meters for a 100-year return period flood. By constructing a borrow pit near the dike, a significant part of the water can be transferred downstream. Finally, the height of the dike, the slope of the body, and the width of its crown were calculated, with the cost estimated at 72,925,000,000 million Rials.

Keywords: Dike, DLSRS, Flood zoning, HEC-RAS (2D) model, Unsustainable flow

* Corresponding author: vakili_c@yahoo.com

DOI: 10.22092/IJWMSE.2023.362273.2022

Cite this article: Vakili, Sh., Erhami, M., Baghdadi, H., 2024. Organization of Lashtaghan shrimp breeding site with HEC-RAS two-dimensional model. Watershed Engineering and Management 16(2), 185-200.

© 2024, The Author(s). Published by Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۶، شماره ۲، ۱۴۰۳، صفحات ۱۸۵-۲۰۰

Watershed Engineering and Management
Volume 16, Issue 2, 2024, Pages185-200
DOI:10.22092/IJWMSE.2023.362273.2022

کنترل سیلاب سایت پرورش میگوی لشتغان با مدل دو بعدی HEC-RAS

شبنم وکیلی[1*]، محمود ارحمی[2] و حسین بغدادی[3]

[1] دانشجوی دکتری مهندسی عمران منابع آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، تهران، ایران

[2] کارشناس ارشد مهندسی عمران آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس، مدیر عامل شرکت مهندسین مشاور آسارآب، تهران، ایران

[3] کارشناس ارشد مهندسی عمران آب، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران،کارشناس رودخانه شرکت مهندسین مشاور آسارآب، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

چکیده مبسوط

مقدمه

با توسعه کشور و گسترش مناطق مسکونی، ییلاقی، کشاورزی و صنعتی، نزدیک شدن اراضی در مجاورت رودخانه‌ها اجتناب‌ناپذیر و حفظ و حراست از رودخانه‌ها به‌عنوان سرمایه‌های طبیعی الزامی است. همچنین، لزوم حفاظت طرح های توسعه در برابر سیلاب امری ضروری است. بر این اساس، هدف اصلی از این پژوهش شناسایی رفتار رودخانه‌های محدوده سایت پرورش میگوی لشتغان و ارائه راهکارهای فنی جهت ساماندهی و جلوگیری از خطرات سیلاب در آن است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، جهت انجام محاسبات هیدرولیکی جریان بر مبنای جریان غیرماندگار از HEC-RAS استفاده شد. بدین صورت که محاسبات با تغییرات دبی جریان سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف انجام شد. به‌منظور تعیین پهنه سیل به‌ازای دوره بازگشت ۲۵ ساله، ارتفاع آب به محیط ArcGIS منتقل شد. در محیط ArcGIS، با داشتن سطح آب و با استفاده از الحاقیه HEC-Geo-RAS پهنه سیلاب تعیین شد. در نهایت، جهت ارائه خط بستر طبیعی پیشنهادی، با توجه به پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ ساله و تصاویر ماهواره‌ای در فواصل زمانی مختلف، پس از تدقیق پهنه سیلاب با عکس ماهواره‌ای خط بستر پیشنهادی استخراج شد. مقدار حریم فنی به روش DLSRS نیز محاسبه شد. دوره بازگشت سیلاب طراحی بر اساس شرایط اقتصادی، اجتماعی، اقلیمی و غیره حاکم بر آن، ۱۰۰ سال در نظر گرفته شد. با توجه به هدف طرح، دامنه کاربرد و شرایط فنی و اقتصادی، گزینه دایک خاکی به‌عنوان گزینه منتخب جهت طرح حفاظت اراضی در مقابل سیلاب، به‌عنوان گزینه منتخب معرفی شد. سپس، در نرم‌افزار Civil 3D خط پروژه دایک حفاظتی تعریف شد و سپس با توجه به تراز سطح آب سیلاب ۱۰۰ ساله طراحی دایک حفاظتی انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به اطلاعات موجود برای تعیین شرایط مرزی به‌منظور مدل‌سازی جریان رودخانه‌ها و مسیل‌های منتهی به سایت لشتغان در بالادست هیدروگراف جریان از هیدروگراف‌های جریان و در پایین‌دست تراز سطح آب (۲/۹ متر که ۷۶ درصد طول دوره کمتر از این مقدار است) از مطالعات توجیهی استخراج و استفاده شد. مشاهده شد حداقل ارتفاع موج حدود

* مسئول مکاتبات: vakili_c@yahoo.com

۰/۶۵ و حداکثر ارتفاع آن ۵/۷ متر و ارتفاع نرمال آن حدوداً ۱/۶ متر است که در تعیین ارتفاع دایک می‌تواند مؤثر باشد. هر شش ساعت موج به مقدار یشینه ارتفاع و کمینه ارتفاع رسید. مقادیر بیشینه تراز سطح آب، بیشینه عمق جریان و بیشینه سرعت جریان در بخش شمالی سایت بیشتر قابل‌ملاحظه بود. تراز سطح آب از ۱/۲ تا ۳۵ متر و بیشینه عمق جریان از ۰/۰۰۱ تا ۴۰ متر و بیشینه سرعت جریان از ۰/۰۰۰۳۳ تا ۱/۸ متر بر ثانیه تغییر کردند.

نتیجه‌گیری

خروجی مدل شامل مشخصات بیشینه تراز سطح جریان، عمق جریان و بیشینه سرعت جریان در محدوده موردمطالعه بود که با توجه به آن‌ها مشاهده شد که دایک احداث شده تأثیری بر مناطق مسکونی اطراف ندارد. دایک خاکی در برخی از نقاط با توجه به توپوگرافی موجود مشابه یک مخزن عمل کرده و جریان به پایین‌دست انتقال نمی‌یابد و در پشت دایک ذخیره می‌شود که حجم آن حدوداً ۳ میلیون مترمکعب برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله است که می‌توان با احداث گودال قرضه‌ای که در مجاورت دایک احداث می‌شود، بخش قابل‌توجهی از آن را به پایین‌دست انتقال داد. در نهایت، ارتفاع دایک، شیب بدنه و پهنای تاج آن محاسبه شد و هزینه آن ۷۲،۹۲۵،۰۰۰،۰۰۰ میلیون ریال برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، سیلاب طراحی، شبیه‌سازی هیدرولیکی، مدیریت سیلاب، هیدرولیک جریان

مقدمه

طغیان رودخانه‌ها، یکی از متداول‌ترین و مضرترین بلایای طبیعی در سطح جهان است. این پدیده‌ها ناشی از تغییرات اقلیمی است که باعث رخدادهای طبیعی هیدرولوژیکی مانند باران‌های شدید شده است (Chabu ketal., 2022). از آنجایی که بیشترین فعالیت های اقتصادی-کشاورزی در مناطق مجاور رودخانه در دشت‌های سیلابی است، بحث مدیریت این مناطق قابل توجه است. نقشه پهنه‌بندی، تأثیر مهمی در مدیریت سیلاب، حد بستر رودخانه و غیره دارد.

استفاده از مدل‌های کامپیوتری و استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی شامل Arc/GIS و همچنین مدل‌های هیدرولیکی و هیدرولوژیکی از روش های رایج نقشه‌های پهنه‌بندی دشت سیلابی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است (ShahiriParsa et al., 2013). Farahmand et al., (2011)، علاوه بر بررسی رفتار هیدرولیکی جریان رودخانه بابل‌رود، محل سیل‌گیر را شناسایی کرده و درصد پیشروی سیلاب و ارتفاع نسبت به رقوم سطح زمین، ویژگی‌های سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف و پهنه‌بندی سیلاب را تعیین کردند. نتایج مشخص کرد که حدود ۳/۸ درصد از پهنه سیل گرفته متعلق به سیلاب‌هایی با دوره بازگشت ۲۵ سال یا کمتر است. Bahadornezhad (2012)، به‌منظور تعیین بازه‌های ساماندهی برای جلوگیری از پخش سیلاب در محدوده بین پل کمربندی تا پل داخل شهر نکا، از مدل هیدرولیکی HEC-RAS استفاده کردند و نتیجه گرفتند اجرای خاکریز مقرون به‌صرفه است.

Azam et al., (2013)، در ساماندهی رودخانه کارون به این نتیجه رسیدند که حذف معاندر نعل اسبی پایین‌دست اهواز بیشترین تاثیر در کاهش تراز سیلاب و رسوبگذاری در بازه اهواز دارد. Ghodrati et al., (2016)، به بررسی مهار فرسایش در کناره رودخانه‌ها با استفاده از روش‌های بیولوژیک پرداختند. آنها با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS، شرایط هیدرولیک مرزی جریان و تنش برشی ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که در صورت کشت نهال، به همراه پایدارسازی و ایجاد مقاومت نهال در مقابل جریان‌های شدید، با استفاده از سیستم حفاظتی مانند چپر کردن، میخ‌کوبی، بافت حصیری دیوارها و یا با استفاده از مصالح توریو گابیون می‌توان از وقوع جریان های شدید جلوگیری کرد.

Habibi et al., (2017)، با توجه به اهداف و استراتژی‌ها در منطقه شهری رود دره زیارت گرگان به ارائه راهکارهای اکولوژیکی پرداختند و حسب مورد

ساماندهی در مقیاس خرد ارائه دادند. Nohani (2018) Moalaimazrae and، گزینه آبشکن-گوره را جهت ساماندهی رودخانه زهره اعلام کردند. Moosapour et al., (2019)، روی رودخانه بابل‌رود هزینه اجرای گزینه های خاکریز، سیل‌بند بتنی و سیل‌بند بتنی T طره‌ای شکل را برآورد کردند و استفاده از خاکریز سیل‌بند را اقتصادی اعلام کردند.

Islam et al., (2016)، به صورت مروری، مکانیسم مدیریت بلایای سیل در آسیا را تحلیل کردند. اعلام کردند که نتایج مطالعه آنها می‌تواند سیستم مدیریت بلایای کشورهای آسیا را بهتر پاسخ دهد و به ریسک بلایا رسیدگی کند و خسارات اجتماعی و اقتصادی ناشی از بلایا را کاهش دهد. Harsanto Et al., (2021)، فرسایش رودخانه وینگو را با مدل عددی HEC-RAS با سیلاب دو ساله بررسی کردند و نتیجه گرفتند که فرسایش باعث آسیب به دیوار حائل مانند ترک، صاف شدن و ریزش می‌شود. Pornaby Darz et al., (2021)، با مدل عددی HEC-RAS به شناسایی پهنه های سیلابی رودخانه چشمه کیله پرداختند و بیشترین سطح سیلابی را مربوط به زمین‌های زراعی و کمترین را باغی اعلام کردند.a

Jamasbi nd Mardookhpour (2017)، با تجزیه و تحلیل نقشه‌های پهنه‌بندی به تشریح کاربرد مدل HEC-RAS و GIS برای تعیین نقشه دشت‌های سیلابی برای بخشی از رودخانه سردابرود در استان مازندران پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در بیش از ۱۶۸ کیلومتر مربع در مقایسه با جریان نرمال رودخانه احتمال آبگرفتگی وجود دارد. Burshtynska and Halochkin (2021)، از ماژول هیدرولوژیکی NES-RAS، که بر اساس مدل فیزیکی بازتولید فرایند کانال عمل می‌کند، برای مدل‌سازی استفاده کردند. دقت مدل‌سازی آنها ۰/۵۷ درصد بودکه مدل را مناسب اعلام کردند. Kolaković et al., (2021)، روشی برای مدل مدیریت سیل در رودخانه دانوب در قلمرو صربستان با شاخه های آن با استفاده از مدل‌های دقیق زمین دیجیتال[1] و مدل ترکیبی جریان ناپایدار 1D/2D ارائه دادند و روشی برای تعیین سیل طراحی که برای تعیین ارتفاع تاج خاکریز استفاده می‌شود در این مقاله توسعه دادند. Alawadi et al., (2022)، رودخانه طبیعی که به مرداب الحویزه می‌ریزد، را با مدل دو بعدی با استفاده از نرم‌افزار معروف HEC-RAS برای ارزیابی تغییرات عمق و سرعت آب به عنوان پاسخ به سه سناریو مختلف هیدرولوژیکی (خشک، متوسط و مرطوب) شبیه‌سازی کردند. ویژگی‌های توپوگرافی مانند دایک های خاکی که به‌طور قابل توجهی بر هیدرودینامیک این تالاب تأثیر می‌گذارد، در مدل با بهبود دقت داده های توپوگرافی موجود برای انعکاس زمین واقعی در نظر گرفته شد. نتایج مدل آنها نشان داد که در طول رویداد خشک، عمق آب دو تا سه متر کمتر از رویدادهای خفیف و مرطوب خواهد بود. برای سرعت، در مقایسه با فصول مرطوب‌تر، در طول شرایط خشک، کاهش محسوسی در مقادیر سرعت مشاهده نشد.

در صورتی‌که ساماندهی رودخانه به روش سازه‌ای مدنظر باشد، بررسی اثرات سازه‌های ساماندهی بر هیدرولیک و ریخت‌شناسی رودخانه بسیار حائز اهمیت بوده و می‌بایست جهت تصمیم‌گیری مناسب در خصوص احداث سازه‌های ساماندهی، اثرات آنها به طور دقیق بررسی شود، در غیر این صورت، ممکن است این سازه‌ها در آینده مشکلات جبران‌ناپذیری به بار آورده و اثری غیرقابل‌تصور و در جهت نابسامانی رودخانه داشته باشند .همچنین مقرون‌به‌صرفه بودن سازه‌ها نیز از اولویت‌های اصلی اجرایی به شمار می‌رود که ابعاد سازه و احجام آن در این امر دخیل است که در این پژوهش باتوجه‌به مدل‌سازی این امکان برای سایت پرورش میگو فراهم شده است و راهکار فنی مناسب ارائه شده است.

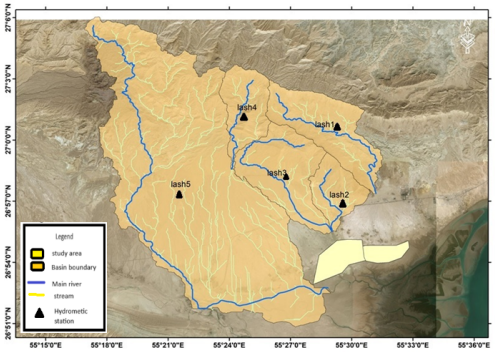
پژوهش حاضر، به ساماندهی و حفاظت در برابر سیلاب در محدوده سایت پرورش میگوی لشتغان با مدل دوبعدی HEC-RAS پرداخته است. برای این منظور اقداماتی از قبیل بازدید کار شناسان شرکت از محل سایت، تصاویر رودخانه و شرایط آن، موقعیت و

[1] DTM

محدوده آبراهه ها، نقشـــه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های موجود مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه، میزان دبی با دوره های بازگشـــت مختلف آبراهه‌ها و رودخانه‌های مشرف و مجاور سایت بر اســاس اطلاعات و آمار ایســتگاه‌های هواشــناســی و هیدرومتری منطقه تعیین شد. سپس، با شبیه سازی دوبعدی جریان در مطالعات هیدرولیک و سیلاب پهنه ســیلابی مورد ارزیابی قرار گرفت و بر مبنای شــرایط، خط بســتر و حریم رودخانه اســتخراج شــد. در انتها باتوجه به پهنه‌های ســیلابی با دوره بازگشــت طراحی، طرح‌های حفاظت در برابر سیلاب ارائه شد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه: محدوده مورد مطالعه در محدوده استان هرمزگان، در مسیر جاده بندر خمیر- بندر لنگه در مجاورت روستاهای لشتغان و کوشکی واقع شده است. حدود مختصات UTM این سایت X=348210 و Y=2979012 است. در شکل ۱، نمایی از محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه همراه با ایستگاه‌های هیدرومتری
Fig. 1. The studied area with hydrometric stations

تعیین دوره شاخص سیلاب: ایســتگاه هیدرومتری دژگان، در نزدیکی ســایت بوده و دارای آمار طولانی مدت اســت. بر اســاس آمار ســیلاب حداکثر روزانه و لحظه‌ای این ایستگاه، دوره آماری ۳۲ ساله ۶۲-۱۳۶۱ تا ۹۷-۱۳۹۶ به‌عنوان دوره آماری شاخص انتخاب شد. پس از کنترل اولیه داده‌ها، آزمون نقاط پرت[1] و آزمون ران تســت[2] نیز بر روی داده‌های حداکثر روزانه انجام شــد و علاوه بر تعیین حد بالا و پایین ســیلاب ها، همگنی آنها نیز مورد برر سی قرار گرفت. با ا ستفاده از روابط همبستگی بین دبی‌های حداکثر سیلاب روزانه و لحظه‌ای، آمار سیلاب لحظه‌ای ایستگاه دژگان تکمیل و تطویل شد. سپس، با ا ستفاده از توزیع‌های متداول در نرم‌افزار Hyfran مورد تجز یه و تحلیل قرار گرفته اســت. پس از مقایســه مقادیر کای اســکور[3] و R.S.S و همچنین مقایســه چشــمی منحنی برازش شــده برای ایستگاه، توزیع‌های آماری مناسب برای برآورد حداکثر سیلاب یک روزه با دوره بازگ شت‌های مختلف انتخاب شــده که مســاحت این ایســتگاه ۷۴۷۸ کیلومترمربع است.

انت خاب نحوه تحل یل جر یان و م حاســ بات هیدرولیک جریان: با توجه به هدف نهایی طرح که مهار ســیلاب و تعیین حد بســتر و حریم رودخانه‌ها و مســیل‌های منتهی به ســایت پرورش میگوی لشــتغان اســت، انجام محاســبات هیدرولیکی جریان بر مبنای جریان غیرماندگار استفاده شده است. بدین صورت که محاســبات با تغییرات دبی جریان ســیلاب با دوره برگشــت‌های مختلف (هیدروگراف مربوط به آن) انجام شــده اســت. جهت حل معادلات از معادلات Full momentum که دقت بیشــتری دارد و از روش Full implicit با مقدار Θ=۱ استفاده شد و همچنین، از عدد کورانت جهت همگرایی بهره گرفته شد.

تهیه پلان مدل و ترسیم شبکه: پارامتر شبکه‌بندی سطح نقش بسزایی در هیدرولیک جریان دارد در مدل دو بعدی دارد. لذا، جهت مدل سازی و استخراج مقادیر رقومی و تراز های ارتفاعی و اطلاعات رود خانه تهیه شده است. در مدل هیدرولیکی بازه مطالعاتی از دو نوع شبکه‌بندی استفاده شده است. ابتدا، محدوده خارجی به مساحت ۱۱۶۴۶/۸ هکتار با سلول‌های ۳۰ متری شبکه‌بندی شده سپس محدوده داخلی به مساحت ۳۰۴۱/۶ هکتار با ســلول‌های ۱۰ متری شــبکه‌بندی شده است.

الف) تهیه مدل رقومی زمین

[1] Outlier Test
[2] Run Test
[3] Chi-Squares

از جمله مشخصات موردنیاز به‌منظور ارزیابی خصوصیات هیدرولیک جریان رودخانه، تعیین شبکه بندی در طول مسیر رودخانه است. سلول‌های شبکه بندی دربردارنده خصوصیات جغرافیایی موردنیاز به‌منظور انجام محاسبات در مدل دو بعدی HEC-RAS است. اطلاعات جغرافیایی سلول‌ها از مدل رقومی زمین که از مدل ارتفاع رقومی[1] با دقت ۱۰ متر که از تلفیق توپوگرافی برداشت شده محدوده و DEM خارج از محدوده که توسط سنجنده ALOS برداشت و پردازش شده، در محیط GIS استخراج می‌شوند. بدین ترتیب که پس از تعریف یک پروژه جدید در نرم‌افزار ArcGIS، وارد کردن داده‌های مذکور در آن و فراخوانی ابزار های لازم، مدل رقومی زمین (DEM) مربوط به بازه استخراج می‌شود.

ب) تهیه فایل ورودی HEC_RAS

این فایل در بردارنده خصوصیات جغرافیایی مورد نیاز به‌منظور انجام محاسبات در مدل HEC-RAS است. شکل ۲، پلان و موقعیت سطح شبکه‌بندی بازه مطالعاتی را که از نقشه‌های توپوگرافی و با استفاده از RAS Mapper تهیه شده است، نشان می‌دهد. پس از تهیه سطح شبکه‌بندی شده در RAS Mapper طبق شکل ۳، شرایط برای انجام مدل‌سازی هیدرولیک جریان فراهم شد. دو نوع شبکه‌بندی برای محدوده مورد مطالعه برای خارج و داخل محدوده سایت تهیه شده است. همان‌طور که بیان شد، عامل شبکه‌بندی سطح مورد مطالعه نقش بسزایی در هیدرولیک جریان دارد. بنابراین، با استفاده از نقشه‌های تهیه شده، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (ARC/GIS) برای استخراج اطلاعات هندسی رودخانه مورد مطالعه استفاده شده است. جهت بررسی ضریب زبری با توجه به بازدید میدانی از سایت و استفاده از مرجع ارتش آمریکا از آنجا که کاربری اکثر نقاط یکسان بود از ضریب زبری یکسان استفاده شد.

واسنجی و صحت سنجی مدل: جهت کالیبره مدل تعدادی نقاط شاخص و بحرانی در نظر گرفته شد و از طریق بازدید میدانی با نقاط داغاب محل سایت مقایسه شد.

نتایج و بحث

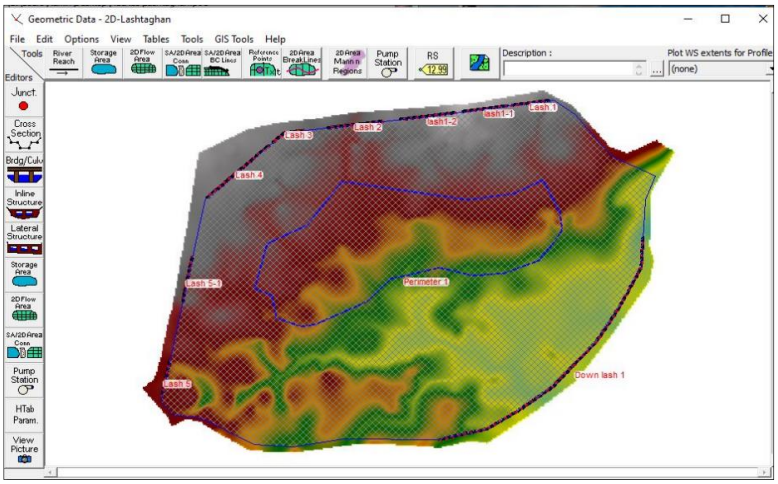
انتخاب مقادیر دبی سیلاب جهت شبیه‌سازی رودخانه مطالعاتی: با توجه به هدف طرح مبنی بر مهار سیلاب و تعیین حد بستر و حریم رودخانه، مطالعات هیدرولیک جریان می‌بایست بر اساس دبی‌هایی که نیازهای مختلف طرح را تأمین کند، انجام پذیرد. تعیین دامنه سیل‌گیری هدف عمده این طرح ساماندهی است که می‌بایست محاسبات هیدرولیک جریان در نهایت نیازهای این بخش را تأمین کند. از این‌رو محاسبات هیدرولیک جریان بر مبنای جریان غیرماندگار انجام گرفته است و از هیدروگراف جریان برای دوره‌های بازگشت مختلف برای شبیه‌سازی استفاده شده است. با توجه به اطلاعات موجود برای تعیین شرایط مرزی به‌منظور مدل‌سازی جریان رودخانه‌ها و مسیل‌های منتهی به سایت لشتغان در بالادست هیدروگراف جریان از هیدروگراف‌های جریان و در پایین‌دست تراز سطح آب (۲/۹ متر که ۷۶ درصد طول دوره کمتر از این مقدار است) از مطالعات توجیهی استخراج و استفاده شده است. در شکل ۳، تغییرات جزر و مد در محدوده سایت لشتغان ارائه شده است. همان‌طور که در شکل ۳، مشاهده می‌شود حداقل ارتفاع موج حدود ۰/۶۵ و حداکثر ارتفاع آن ۵/۷ متر و ارتفاع نرمال آن حدوداً ۱/۶ متر است که در تعیین ارتفاع دایک می‌تواند مؤثر باشد. هر شش ساعت موج به مقدار حداکثر ارتفاع و حداقل ارتفاع می‌رسد.

نتایج محاسبات هیدرولیک جریان رودخانه مطالعاتی برای تعیین حد بستر رودخانه: مدل هیدرولیکی مورد استفاده قادر است، عامل‌های متعددی از جریان در رودخانه که حاصل شبیه‌سازی جریان است، نظیر سرعت جریان، عمق جریان، عرض جریان، عدد فرود، تنش برشی، سطح جریان و غیره را در قالب های مختلف همچون جدول و یا شکل گرافیکی ارائه نماید. در شکل‌های ۴ تا ۶، به‌ترتیب تغییرات بیشینه

[1] Digital Elevation Model (DEM)

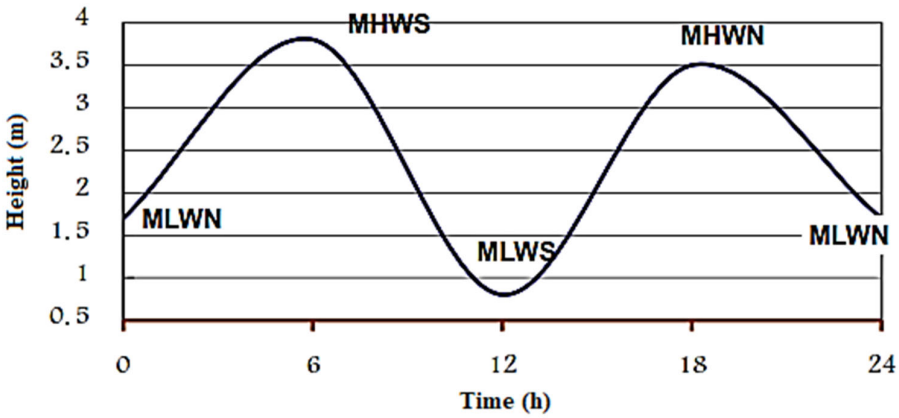
تراز سطح جریان، بیشینه عمق جریان و بیشینه سرعت جریان برای سیلاب ۵۲ ساله در محدوده مورد مطالعه ارائه شده است. با توجه به شکل‌های ۴ تا ۶، مشاهده می‌شود که مقادیر بیشینه تراز سطح آب، بیشینه عمق جریان و بیشینه سرعت جریان در بخش شمالی سایت بیشتر قابل‌ملاحظه است.

تراز سطح آب از ۱/۲ تا ۳۵ متر و بیشینه عمق جریان از ۱۰۰/۰ تا ۰۴ رتم و بشیینه سرعت جریان از ۰/۰۰۰۳۳ تا ۱/۸ متر بر ثانیه تغییر می‌کنند.



شکل ۲- سطح شبکه‌بندی ساخته شده در RAS Mapper برای مدل دو بعدی HEC-RAS

Fig. 2. Network level created in RAS Mapper for HEC-RAS two-dimensional model



شکل ۳- تغییرات جزر و مد در محدوده سایت لشتغان

Fig. 3. Tide changes in the area of Lashtaghan site

انتقال نتایج محاسبات هیدرولیک به محیط GIS : تعیین محدوده آب‌گرفتگی رودخانه و زمین‌های اطراف آن در دبی‌های مختلف از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین نتایج مطالعات هیدرولیک محسوب می‌شود. پس از انجام محاسبات هیدرولیک جریان توسط مدل HEC-RAS، مشخصات جریان در تمام طول مسیر رودخانه‌ها تعیین شد. به‌منظور تعیین پهنه سیل به‌ازای دوره بازگشت۲۵ ساله، ارتفاع آب به محیط ArcGIS منتقل شد. در محیط ArcGIS با داشتن سطح آب، و با استفاده از الحاقیه HEC-Geo-RAS پهنه سیلاب تعیین شد. در نهایت جهت ارائه خط بستر طبیعی پیشنهادی، با توجه به پهنه سیلابی با دوره بازگشت ۲۵ ساله و تصاویر ماهواره‌ای در فواصل زمانی مختلف، پس از تدقیق پهنه سیلاب با عکس ماهواره‌ای خط بستر پیشنهادی استخراج شد.

محاسبه حریم کمی به روش DLSRS: عبارت DLSRSمخفف شاخص‌هایی است که در تعیین حریم کمی مؤثر بوده و عبارت‌اند از: دبی ۲۵ سال[1]، مکان (موقعیت)[2]، پایداری بستر و کناره[3]، رژیم جریان[4]، تنش اجتماعی[5]. به هر یک از شاخص‌های پنج‌گانه روش DLSRS به نسبت اهمیت آنها در تعیین حریم، ضریب وزنی در محدوده ۰/۳ تا ۰/۷ اختصاص داده می‌شود. به شاخص‌هایی که نقش افزاینده در مقدار حریم دارند، وزن مثبت و به شاخص‌هایی که نقش تعدیل‌کننده در مقدار حریم دارند، وزن منفی تعلق می‌گیرد. بنابراین برای بازه‌های مختلف رودخانه‌های پروژه مقدار حریم فنی به روش DLSRS محاسبه گردیده که در جدول 1 ارائه شده و حدود بستر و حریم نهایی بر روی عکس ماهواره‌ای گوگل ارث در شکل 7 ارائه شده است. حد بستر با رنگ آبی و حریم کمی با رنگ قرمز نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۱ قابل مشاهده است مقدار حریم کمی از ۷ متر تا ۱۶ متر متغیر ارائه شده است.

جدول ۱- حریم کمی رودخانه‌های مورد مطالعه

Table1. Quantitative border of studied rivers

River name	Border (m)	Return period (m^3sec^{-1})
Lashtaghan1	7	64
Lashtaghan2,3 2,3	11	101
Lashtaghan4	7	45
Lashtaghan5	16	203

تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی: سیلاب طراحی برای بازه‌های موردنظر از رودخانه‌های مورد مطالعه بر اساس ملاحظات اجتماعی و بر اساس آیین‌نامه‌ها و استانداردها برآورد شد. بنابراین، دوره بازگشت سیلاب طراحی برای رودخانه‌های منتهی به سایت لشتغان به این صورت است که دوره بازگشت سیلاب طراحی برای اراضی غیرکشاورزی (مجتمع پرورش میگو با سرمایه‌گذاری بالا) ۱۰۰ سال در نظر گرفته شد. از آنجا که عمده نابسامانی در این محدوده سیل‌گیری اراضی بر اثر سیلاب بود بنابراین پهنه سیل گیری اراضی با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله ارائه شد. در مواقع سیلابی به دلیل وقوع همزمان سیلاب در همه آبراهه‌ها، حفاظت در برابر سیلاب ضروری است. اوج سیلاب ۱۰۰ ساله برای آبراهه لشتغان ۱،۲،۳،۴و ۵ به ترتیب ۴۹،۸۶، ۶۰، ۸۵ و ۲۵۵ مترمکعب بر ثانیه برآورد شد.

بررسی و مقایسه گزینه‌ها و پیشنهاد مناسب‌ترین روش کنترل سیلاب: با توجه به ملاحظات اقتصادی و اجتماعی و توانایی‌های فنی و تخصصی جهت مهار سیلاب در طرح ساماندهی اراضی پرورش میگوی لشتغان، انحراف سیلاب به‌وسیله دیوار حفاظتی پیشنهاد شد. با عنایت به هدف طرح، دامنه کاربرد و شرایط فنی و اقتصادی، گزینه دایک خاکی به‌عنوان گزینه منتخب جهت طرح حفاظت اراضی در مقابل سیلاب، به‌عنوان گزینه منتخب معرفی شد.

مدل هیدرولیکی جریان برای شرایط طراحی دایک حفاظتی: ابتدا در نرم‌افزار Civil 3D خط پروژه دایک حفاظتی تعریف و سپس، با توجه به تراز سطح آب سیلاب ۱۰۰ ساله طراحی دایک حفاظتی انجام شد. با خروجی گرفتن از سازه موجود به‌صورت DEM و تلفیق آن با DEM موجود در نرم‌افزار HEC-RAS سازه در قالب TIN به نرم‌افزار معرفی شد. سپس، برای شرایط سیلاب ۱۰۰ ساله مدل‌سازی انجام شد. در شکل ۸، سازه حفاظتی در قالب TIN و در شکل ۹، شبکه‌بندی مدل برای سازه و دیگر نواحی ارائه شده است.

نتایج محاسبات هیدرولیک جریان رودخانه مطالعاتی در شرایط طراحی: پس از تهیه مدل رودخانه‌های بازه مطالعاتی و شبیه‌سازی دایک حفاظتی طراحی شده در محدوده مورد مطالعه و همچنین، معرفی کلیه عامل‌های موردنیاز در مدل HEC-RAS، جریان آب در رودخانه در شرایط طراحی مدل‌سازی شد. خروجی مدل شامل مشخصات بیشینه تراز سطح جریان، عمق جریان و بیشینه سرعت جریان در محدوده مورد مطالعه است که در شکل‌های ۱۰ تا ۱۲، به‌ترتیب

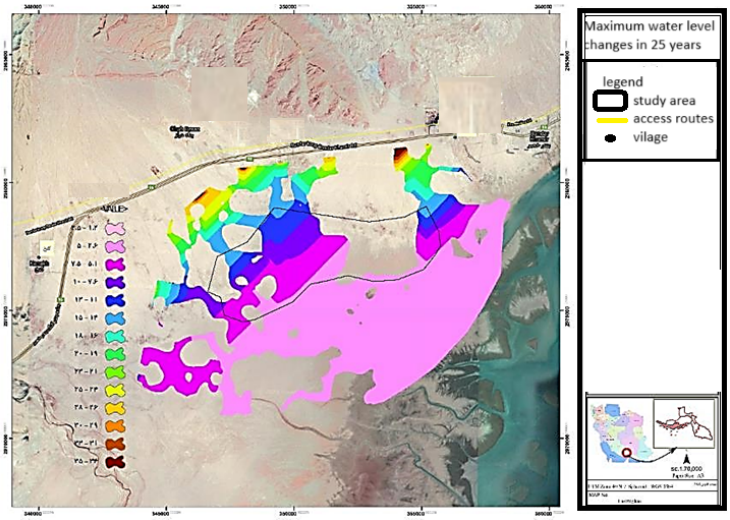
[1] Discharge
[2] Location
[3] Stability
[4] Regime
[5] Social Tension

ارائه شده است. با توجه به شکل ۱۳، مشخص است که دایک احداث شده تأثیری بر مناطق مسکونی اطراف ندارد، در ضلع شرقی سایت دایک احداث شده با روستای لشتغان فاصله‌ای دو کیلومتری دارد و جریان منحرف شده تأثیری بر روستای لشتغان ندارد و از مجاورت دایک به سمت پایین‌دست انتقال می‌یابد و شاخه‌ای از رودخانه که از مجاورت روستا عبور می‌کند، تأثیری بر محدوده سایت ندارد. در پایین‌دست روستای چاه احمد دایک خاکی با توجه به توپوگرافی موجود مشابه یک مخزن عمل کرده و جریان به پایین‌دست انتقال نمی‌یابد و در پشت دایک ذخیره می‌شود که حجم آن حدوداً سه میلیون مترمکعب برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله است که پس‌زدگی جریان به مناطق مسکونی نمی‌رسد. با احداث گودال قرضه‌ای که در مجاورت دایک احداث می‌شود بخش قابل‌توجهی از آن به پایین‌دست انتقال می‌یابد. در محدوده روستای کوشکی دایک خاکی فقط جریان را منحرف می‌کند و جریان در مجاورت دایک به پایین‌دست انتقال می‌یابد و باعث پس‌زدگی جریان و انحراف جریان به سمت روستا نمی‌شود. دایک حفاظتی حدود ۹۹ درصد از خسارات وارد به سایت جلوگیری می‌کند.

طراحی دایک: در این مرحله، به طراحی دایک پیشنهادی پرداخته شده است. دایک، بند خاکی کوتاهی است که در فواصل مختلف از کناره دو طرف رودخانه و در امتداد آن ساخته می‌شود تا به‌عنوان کناره های مصنوعی، در دوره‌های سیلابی که آب رودخانه از کناره‌های طبیعی خود بیرون می‌رود، زمین‌های اطراف رودخانه را از آب‌گرفتگی محافظت نماید (Asarab Consulting Engineers, 2020).

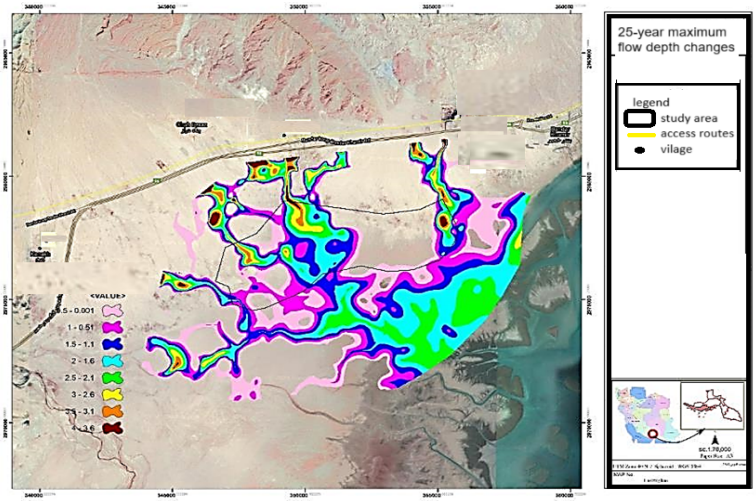
ارتفاع دایک: به منظور استخراج ارتفاع دایک مراحل کار به‌ترتیب زیر انجام شد، ابتدا، پروفیل طولی مسیر دایک با استفاده از Surface در نرم‌افزار Autocad Civil3D 2020 بدست آمد. Golmohammadi et al., (2017)، از این نرم‌افزار جهت تعیین ابعاد بهینه دایک استفاده کردند و قابلیت آن را تایید کردند. در مرحله بعد مقاطع مورد استفاده در مدل‌سازی هیدرولیکی منطقه بر روی این پروفیل جانمایی شد. با استفاده از نتایج مدل دو بعدی HEC-RAS ارتفاع مورد نیاز برای دایک در هر مقطع با احتساب مقادیر ارتفاع آزاد، نشست تاج و اثر قوس خارجی، مشخص شده است.

در نتیجه خط پروژه نهایی به‌صورت مناسب‌ترین خط برازش داده شده از نقاط مشخص شده بر روی پروفیل، تدقیق شده ارتفاع دایک در نقاط مختلف خط پروژه مشخص شد. در نهایت، ارتفاع دایک در کیلومتراژهای مختلف بر اساس پروفیل طولی آن به دست آمد. Shah Mohammad Nabi et al., (2017)، ارتفاع دایک در رودخانه زهره را برای سیلاب ۱۰۰ ساله یک متر اعلام کردند.



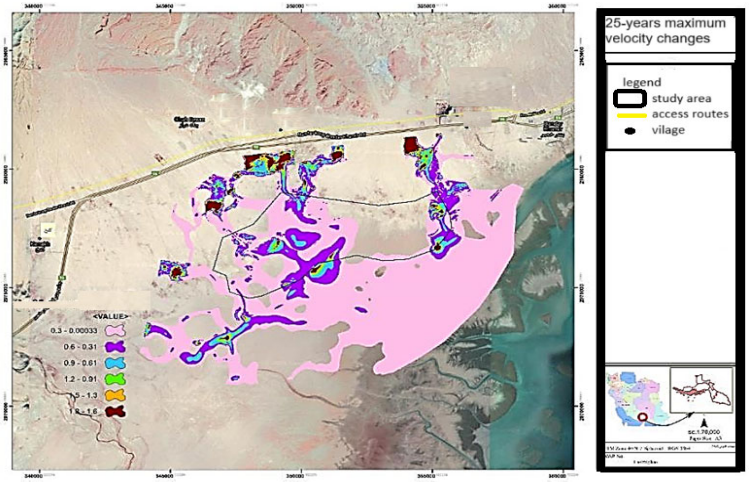
شکل ۴- تغییرات تراز سطح آب برای دبی ۲۵ ساله در محدوده مطالعاتی

Fig. 4. Water level changes for 25-year discharge in the study area



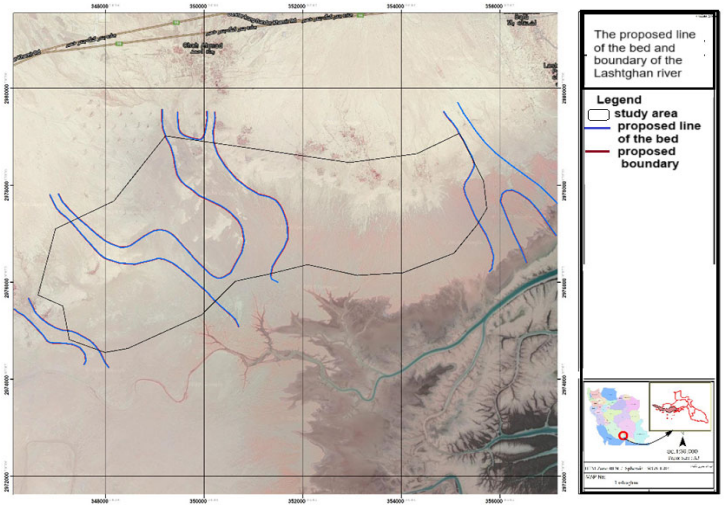
شکل ۵- تغییرات ماکزیمم عمق جریان برای دبی ۲۵ ساله در محدوده مطالعاتی

Fig. 5. Maximum flow depth changes for 25-year discharge in the study area



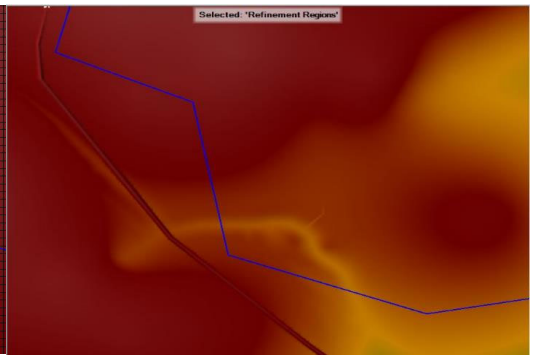
شکل ۶- تغییرات ماکزیمم سرعت جریان برای دبی ۲۵ ساله در محدوده مطالعاتی

Fig. 6. Maximum flow changes for 25-year discharge in the study area

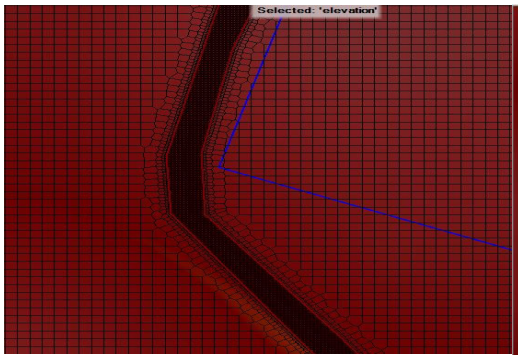


شکل ۷- حد بستر و حریم کمی رودخانه‌های لشتغان

Fig. 7. The bed and the quantitative boundaries of Lashtghan rivers



شکل ۸- مدل رقومی سازه حفاظتی در قالب TIN
Fig. 8. Digital model of protective structure in TIN format



شکل ۹- شبکه‌بندی صورت گرفته بر روی سازه و دیگر نواحی
Fig. 9. Networking done on the structure and other areas

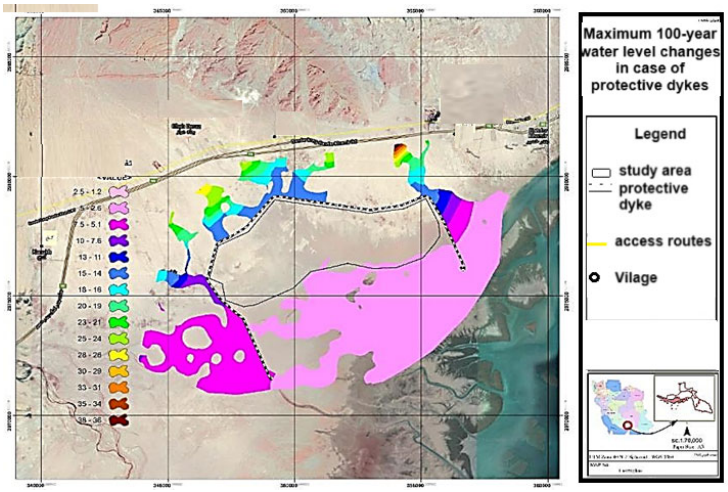
شیب بدنه دایک: طبق نشریه شماره ۲۱۴ وزارت نیرو شیب ۱:۲ تا ۲/۵: ۱ در سمت ساحل برای گسترش پوشش گیاهی و نگهداری و حفاظت آن و در سمت رودخانه شیب ۱:۳تا ۱:۳/۵ توصیه می‌شود. در این طرح شیب سمت ساحل ۱:۲/۵ و سمت رودخانه ۱:۲/۵ به دلیل فاصله نسبتاً زیاد با رودخانه و اهمیت طرح مناسب تشخیص داده شده است. دقیق در سال ۱۳۸۶ شیب بدنه دایک را جهت برآورد هزینه مصالح از ۲:۱ به ۱:۱/۴ بررسی کرد و نتیجه گرفت هر چه شیب کمتر می‌شود، مقدار مصالح کاربردی نیز کاهش می‌یابد. در سمت رودخانه و در قسمت‌هایی که سرعت جریان بیشتر از ۰/۹ متر بر ثانیه است، باید روی شیب از پوشش (سنگی یا پوشش گیاهی) استفاده کرد در حالی‌که شیب سمت خشکی نیاز به حفاظت ندارد.

پهنای تاج: پهنای تاج جهت تأمین حداقل عرض مورد نیاز بر اساس ضرورت‌های دوره ساخت تعیین می‌شود. به‌طورکلی، عرض تاج دایک در حدود سه تا پنج متر پیشنهاد می‌شود (Asarab Consulting Engineers, 2020). در این طرح، با توجه به ریزدانه بودن جنس خاک و فرسایش‌پذیر بودن آن پهنای تاج معادل پنج متر مناسب تشخیص داده شده است.

منابع قرضه: بر اساس مطالعات خاک‌شناسی و مکانیک خاک انجام شده برای محدوده سایت لشتغان که قبلاً توسط مهندسین مشاور آب و خاک تهران انجام شده است، بافت خاک سطحی در محدوده طرح ۵۰ درصد SCL ، ۲۲ درصد SC، ۹/۵ درصد SL، ۹/۵ درصد SC و ۹/۵ درصد باقی آن نیز CL است که با توجه به جدول U.S.B.R برای احداث دایک مناسب است.

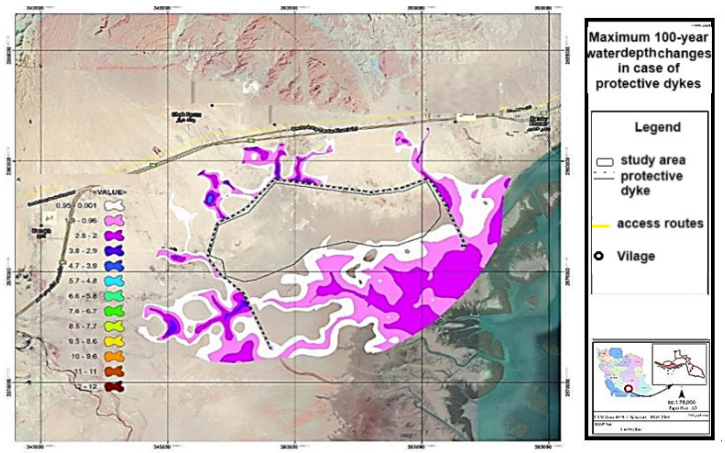
جانمایی منابع قرضه: محل‌های قرضه باید ترجیحاً در سمت رودخانه‌ای دایک باشند، زیرا علاوه بر نزدیک بودن به محل احداث آن، به‌دلیل افزایش سطح مفید به ظرفیت عبور سیل نیز می‌افزاید. باید بین پنجه شیروانی دایک و لبه گودال قرضه، نواری نسبتاً پهن جا گذاشته شود. پهنای این نوار بستگی به شرایط شالوده، ارتفاع دایک و مقدار زمین موجود دارد. بهترین فاصله باید حدود پنج تا ۱۰ برابر ارتفاع بیشینه آب در مجاورت دایک باشد، اما در هرصورت نباید کمتر از ارتفاع دایک باشد. در رودخانه‌های بزرگ حداقل پهنای نوار برای سمت رودخانه ۱۲ متر است (Asarab Consulting Engineers, 2020).

گودال‌های قرضه به‌عنوان منبع تأمین مصالح و محل عبور سیلاب: شیروانی گودال‌های قرضه باید پایدار باشد. شیب شیروانی گودال قرضه در مجاورت دایک نباید تندتر از یک قائم به سه افقی باشد. تغییرات شیب باید به گونه‌ای صورت پذیرد که کار با ماشین‌آلات راحت باشد. عمق گودال قرضه بستگی به تراز سطح آب زیرزمینی، عمق مصالح مناسب و ملاحظات زیست محیطی دارد. عمق گودال در سمت دایک نباید بیش از یک متر باشد و کف گودال باید با شیب ملایمی، حداکثر تا عمق ۲/۵ تا ۳/۵ متر پایین رود. علت شیب‌دار بودن کف گودال قرضه دور کردن زه از دایک است (Asarab Consulting Engineers, 2020). در نهایت، به برآورد هزینه دایک پرداخته شده است. هزینه اجرای طرح حفاظت به صورت جدول ۲، است.



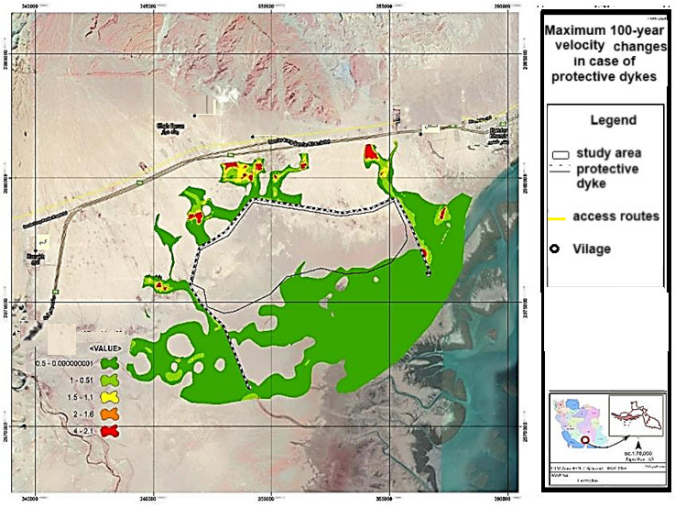
شکل ۱۰- تغییرات ماکزیمم تراز سطح آب در شرایط طراحی

Fig. 10. Maximum water level changes in design conditions



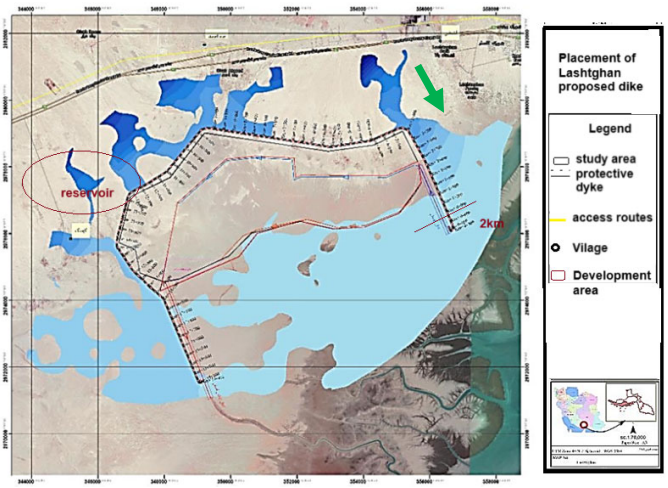
شکل ۱۱- تغییرات ماکزیمم عمق جریان در شرایط طراحی

Fig. 11. Changes of the maximum current in design conditions



شکل ۱۲- تغییرات ماکزیمم سرعت جریان در شرایط طراحی

Fig. 12. Maximum flow speed changes in design conditions



شکل ۱۳- اثرات دایک احداث شده بر مناطق مسکونی
Fig. 13. Dike project built in residential areas

جدول ۲- برآورد هزینه اجرای طرح حفاظت در برابر سیلاب سایت پرورش میگوی لشتغان
Table 2. Estimated implementation of flood protection plan of Lashtghan shrimp farming site

Description	Estimating the cost of implementation (Rial)	Unit price (Rial)	Embankment volume (m^3)	Length (m)
Embankment of variable height	72925000000	125000	583400	19400

نتیجه‌گیری

برای کاهش "خطر سیل با اثرات نامطلوب"، مدیریت موج سیل و تعیین اقدامات برای کاهش اثرات نامطلوب از طریق شبیه‌سازی رویدادهای مختلف ضروری است. این نیاز به یک مدل هیدرولیکی با دقت کافی دارد که بتواند ارزیابی دقیقی از تأثیر هر اندازه‌گیری بر دبی اوج ارائه دهد. در این پژوهش، نتایج مطالعات حفاظت در برابر سیلاب برای رودخانه مجاور و جنوبی سایت پرورش میگوی لشتغان (در مسیر جاده ارتباطی بندر خمیر-بندر لنگه) که آورده شد و بر مبنای این مطالعات، طرح حفاظتی در برابر سیلاب ارائه شد. مطالعات فیزیوگرافی و هیدرولوژی رودخانه‌ها انجام گرفت و دبی سیلابی با دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شد. در مطالعات هیدرولیک، پس از ساخت مدل HEC-RAS شبیه‌سازی دوبعدی سیلاب رودخانه انجام شد. جهت انجام محاسبات هیدرولیکی و استخراج پهنه با دوره‌های بازگشت مختلف، لایه‌های موردنیاز HEC-RAS با استفاده اطلاعات جغرافیایی سلول‌ها از مدل رقومی زمین که از لایه DEM با دقت ۱۰ متر که از تلفیق توپوگرافی برداشت شده محدوده طرح و DEM خارج از محدوده که توسط سنجنده ALOS برداشت و پردازش شده، استفاده شد. برای تعیین خط بسترهای پیشنهادی با بررسی و تدقیق پهنه محاسبه شده با دوره بازگشت ۲۵ ساله با عکس‌های ماهواره‌ای در فواصل زمانی مختلف اقدام شد و در ادامه حریم کمی رودخانه بر اساس دستورالعمل مدل DLSRS محاسبه شد. Idi (2011)، از این روش جهت تعیین حریم کمی رودخانه های استان ایلام استفاده کردند. در نهایت، برای حفاظت در برابر سیلاب، دایک خاکی حفاظتی به همراه احداث آبراهه‌ای در مقابل آن که نقش تأمین منابع فرضه را دارد برای هدایت سیلاب پیشنهاد شد. طول دایک ۱۹۴۰۰ متر با ارتفاع متغیر حداکثر ۶/۵ متر با حجم خاکریزی حدود ۵۸۳۳۷ مترمکعب در برابر سیلاب در پیرامون سایت پیشنهاد و برای تأمین مصالح مورد نیز دایک نیز از مصالح گودال مقابل آن استفاده شد. Winari et al., (2021)، جهت حل مشکل رسوبگذاری مخزن Wonogiri در اندونزی با راه‌حل دایک بسته مجهز به دایک سرریز و یک سرریز جدید به دو مخزن را پیشنهاد دادند که شامل دایک بسته A (۷۰۰ متر)، B (۷۰۰ متر)،C (۳۰۲ متر) و دایک سرریز

(۲۹۸ متر) پیشنهاد دادند. Habibi Alagoz et al., (2017)، با توجه به شرایط منطقه موردمطالعه و مصالح در دسترس برای حفاظت دیواره‌های رودخانه دره رود در هر دو ساحل رودخانه، سازه گوره (دایک خاکی) را در نظر گرفتند. همچنین، Haji Ali Gol et al., (2021)، با طرح دایک به طول ۱۶۸ متر جهت اتصال قسمت انتهایی ساحل‌سازی به بستر غیر قابل فرسایش رودخانه ارس، فرایند تثبیت انجام دادند و با مدل‌سازی دوبعدی HEC-RAS مشخص کردند که گزینه پیشنهادی توانایی ممانعت از غرقاب‌شدن زمین‌های دشت ساحلی و جلوگیری از کاهش دبی آبگیر سمت ایران را داراست. آن‌ها نیز قابلیت مدل HEC-RAS دوبعدی را تأیید کردند. در پژوهش حاضر، با توجه به هدایت آب به سمت دریا توسط گودال مقابل دایک، احداث این طرح اثر سیلابی بر روستاهای لشتغان (با فاصله حدود دو کیلومتری) و کوشکی ندارد. در پایین‌دست روستای چاه احمد دایک خاکی به دلیل اینکه دایک مانند مخزن عملکرد جریان به پایین‌دست انتقال نیافت و در پشت دایک ذخیره شد که حجم آن حدوداً سه میلیون مترمکعب برای سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ ساله است که پس‌زدگی جریان به مناطق مسکونی نمی‌رسد. در مطالعات مشابه، مورد دایک پیشنهادی توسط Winari et al., (2021)، حجم مخزن ۸۴۳۲۲ میلیون مترمکعب بود.

همچنین در صورت احداث دایک‌های حفاظتی میزان خسارت وارد شده به منطقه حدود ۹۹ درصد نسبت به شرایط عدم وجود دایک کاهش یافته است که Hadad Omid et al., (2013)، با ساخت دایک حفاظتی خسارت را تا ۹۹ درصد کاهش دادند. در جانمایی این دایک تجهیزات آبگیری و تخلیه زهاب لحاظ شده است. در پژوهش حاضر، ذکر این نکته ضروری است برای جانمایی نهایی دایک در فاز ۲ مطالعات ضمن تهیه نقشه بزرگ مقیاس باید هماهنگی لازم جهت عدم بروز مسائل اجتماعی و معارضت هایی از این نوع صورت پذیرد. پیشنهاد می‌شود، برای حصول نتیجه بهتر می‌توان پهنه‌بندی را در محدوده موردنظر به کمک نرم‌افزار دیگری نیز مدل‌سازی نمود و نتایج را با هم مقایسه نمود.

تشکر و قدردانی

پژوهش انجام شده با حمایت مهندسین مشاور آساراب انجام شده است که بدین وسیله از کلیه عزیزانی که ما را در این راه کمک نموده‌اند، تشکر می‌شود.

تعارض منافع

در این مقاله تضاد منافعی وجود ندارد و این مساله مورد تأیید همه نویسندگان است.

منابع مورد استفاده

Asarab Consulting Engineers, A., 2020. Flood control studies of Lashtghan shrimp breeding site, Tehran Press, 132 pages (in Persian).

Alawadi, W.A., Al-Tofan, M., Al-Suraifi, A.,. Al-Rekabi, W.S., 2022. 2D hydraulic modeling for predicting water depth and velocity changes in Al Hawizeh Wetland in response to dry conditions. Model. Earth Syst. Environ. 9(1), 631-646.

Azam, N., Ghomeshi, M., Fayezizade, Z., Mansouri, H.M., 2013. Hydraulic Simulation the improving methods using the mathematical model Hec-Ras4, case study: Karun River. J. water soil. 4(27), 802-811.

Bahadornezhad, K., 2012. Hydraulic investigation of Nekaroud River situated between beltway bridge and city bridge and suggestion of some river training methods. MSc. Thesis, University of Semnan (in Persian).

Chabuk, A., Al-Zubaidi, A.M., Abdalkadhum, H., Al-Ansari, A.J., Ali Abed, N., Al-Maliki, S., Laue, A., Ewaid, J.S., 2022. Application ArcGIS on Modified-WQI Method to evaluate water quality of the Euphrates River, Iraq, using physicochemical parameters. Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology, 1(236), 657-675.

Farahmand, S., Sarjaz, M.R., Solaimani, K., 2011. Flood hazard zonation of Babolrud River using hydraulic model of HEC-RAS in a geographical information system environment (GIS). J. Watershed Manage. 2(3), 19-33 (in Persian).

Ghodrati, A., Sajedi, M., Habibi, M., Pournasrollah. M.R., 2016. The method of preparing the river side in urban environment using biological operations. Proceeding of the Second International Congress of Earth Sciences and Urban Development, Kian Science Project, East Azarbaijan Province University Jihad Research Institute, 2(3), 19-33.

Gol Mohammadi, H., Ashrafi, M., Samet, K., 2018. Simulation of the earth dike of Avajigh River by AutoCAD Civil 3D. The 5th International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, 5(22),143-158 (in Persian).

Habibi Ardabili, N., Mathnavi, M.R., Malek Mohammadi, B., 2017. Compilation of strategies for organizing and ecological design of inner-city rivers with emphasis on flood control, case study: Gorgan Ziarat River. Ecology 4(43), 60-629.

Habibi Alagoz, S., Shahbazi Bileh Sawar, M., Etaat, A., Sahebgherani, B., 2017. Organization of Dareh Rood River using HEC-RAS model and geographic information system. The 16th Iranian Hydraulic Conference, 16(23), 532-550 (in Persian).

Hadad Omid. B., Khosroshahi Asl., S., Zarezadeh, M., Pouia. J., 2013. Development of optimization simulation model in the protection of flooded areas. Water Soil J. (Agri. Sci. Indust.). 3(27), 462-471.

Haji Ali Gol, S., Jafari, H., Ali Akbari, M., 2021. Investigation of Aras River upstream of Mil-e-Moghan Dam with constructing an erosion connection dike using a two-dimensional HEC-RAS model. 12th International Conference on River Engineering, Chamran university, Ahvaz (in Persian).

Halochkin, M., Burshtynska. K., 2021. Modeling of flooding of the nearshore area of part of the Dnister River using the HEC-RAS module. In International Conference of Young Professionals "GeoTerrace-2021". Europ. Asso. Geosci. Engin. 7(7), 1-5.

Harsanto, P., Kamiel, B.P., Cahyani, I., 2021. Riverbed erosion analysis of Winongo River using HEC-RAS 5.0. 7. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science 933(1), 126-140.

Idi Z., 2011. Determining the quantitative boundaries of rivers based on the DLSRS model with the regional estimation of the 25-year flood discharge at the level of the study areas of Ilam Province. The First International Conference and the Third National Conference on Dams and Hydropower Plants, 8(13), 78-96.

Islam, R., Kamaruddin, R., Ahmad, S.A., Jan, S., Anuar, A.R., 2016. A review on mechanism of flood disaster management in Asia. Internati. Review Manage. Market. 6(1), 29-52.

Kolaković, S., Fabian, J., Jeftenić, G., Trajković, A., 2021. River floodplain 1D/2D hydraulic modelling combined with recent LiDAR DTM technology. S. Tehnički vjesnik, 28(3), 880-890.

Mardookhpour, A., Jamasbi, H., 2017. Flood zoning estimation and river management by using HEC-RAS and GIS model. Int. J. Energy Water Resou. 1(1), 13-18.

Moosapour, R., Mousavi, S.F., Hosseini, K., 2019. Hydraulic and structural analysis of Babolrud River training using some applied software. JWSS-Isfahan University of Technology. 23(4), 93-106 (in Persian).

Nohani, E., Moalaimazrae, A., 2018. Organization and stabilization of river coastal using a mathematical model, case study: Zohreh River. J. Nat. Environ. Hazards. 7(17), 83-98.

Pornaby Darzi, S., Vafakhah, M., Rajabi, M.R., 2021. Flood hazard zoning using HEC-RAS hydraulic model and ArcGIS, case study: CheshmehKileh River in Tonekabon County. J. Nat. Environ. Hazards. 10(28), 15-28.

ShahiriParsa, A., Vuatalevu, N.Q., Heydari, M., Noor Farahain, B.M.A., 2013. Introduction to floodplain zoning simulation models through dimensional approach. International Conference on Advances in Structural, Civil and Environmental Engineering-SCEE2013, Kuala Lumpur, Malaysia. 6(8), 215-227.

Shah Mohammad Nabi, B., Egderanjad, A., Khan Baba, M., 2017. Investigating the flood control system design of Zahra River in Hendijan region using the RAS-HE model. The 16th Iranian Hydraulic Conference, Technical and Engineering Faculty, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, 5(12), 234-252 (in Persian)

Winari, T., Mardjono, A., Juwono., P.T., Sisinggih, D., Legono, D., Windianita, K., Hidayat, F., 2021. The Development of closure dike as countermeasure of sedimentation in the Wonogiri Reservoir, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 930(1), 116-132.