



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری



نشریه فنی

**بررسی علمی - تحلیلی چالش‌ها و
نابسامانی‌های سامانه پخش سیل
بر آبخوان شهید بحری (چسکین)
استان قزوین و ضرورت بازطراحی آن**

نویسندگان:
محمد رستمی، افشین یوسف‌گمرکچی

شماره ثبت: ۶۹۴۸۲

۱۴۰۵

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

نشریه فنی:

بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل
بر آبخوان شهید بحری (چسکین) استان قزوین و ضرورت بازطراحی آن

نویسندگان:

محمد رستمی، افشین یوسف‌گمرکچی

شماره ثبت: ۶۹۴۸۲

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

عنوان: بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل بر آبخوان شهید بحری
(چسکین) استان قزوین و ضرورت بازطراحی آن
نویسندگان: محمد رستمی، افشین یوسف‌گمرکچی
ویراستار ادبی: سعید نبی‌پی لشکریان
صفحه آرای و طراحی جلد: عباس صدیق
ناشر: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
شمارگان: ۱۰ نسخه

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۵

این اثر در مورخه ۱۴۰۵/۰۳/۳۰ با شماره ۶۹۴۸۲ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است. حق چاپ محفوظ است. نقل مطلب، تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر ماخذ بلامانع است.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده.....	۱
مقدمه.....	۲
سوابق و ادبیات موضوع.....	۳
معرفی سامانه پخش سیلاب چسکین و منطقه طرح.....	۵
روش تحقیق.....	۹
ارزیابی اجزاء سامانه پخش سیلاب چسکین.....	۱۰
الف- ارزیابی منابع آب و مورفولوژی رودخانه حاجی عرب.....	۱۰
ب- ارزیابی سازه کفبند (سرریز) و آبگیر.....	۲۰
جمع‌بندی نابسامانی‌ها و مشکلات سامانه پخش سیل و ارائه راهکارهای پیشنهادی.....	۳۴
ملاحظات اخلاقی.....	۳۷
منابع.....	۳۸
ABSTRACT:.....	۳۹

صفحه	عنوان
۶	شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه پخش سیلاب چسکین در سطح استان و حوزه آبریز رودخانه حاجی‌عرب
۷	شکل ۲- اجزاء اصلی سامانه پخش سیلاب چسکین
۸	شکل ۳- اجزاء اصلی داخل ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب چسکین
۱۲	شکل ۴- موقعیت سد بالاخانلو نسبت به ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب چسکین و نمایی از سد الف- موقعیت سد بر روی تصویر ماهواره‌ای، ب- نمایی از بدنه سد
۱۴	شکل ۵- بازه مورد بررسی در مطالعه ریخت‌شناسی رودخانه حاجی‌عرب
۱۴	شکل ۶- بازه‌بندی ریخت‌شناسی رودخانه حاجی‌عرب در بازه مورد مطالعه
۱۶	شکل ۷- تصویر ماهواره‌ای از سازه سرریز سالم و تخریب‌شده در محل آبرسان آبرسان سامانه پخش سیلاب چسکین
۱۶	شکل ۸- نمایی از برداشت مصالح از بستر رودخانه از بازه ۶ واقع در پایین‌دست سازه کف‌بند
۱۸	شکل ۹- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۴ میلادی (۱۳۹۳ شمسی) از محدوده سرریز و سردهنه کانال آبرسان و شنچال ایجادشده در بالادست آن
۱۸	شکل ۱۰- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۷ میلادی (۱۳۸۶ شمسی) از محدوده سرریز و سردهنه کانال آبرسان و نحوه انتقال آب به سمت آبخوان در نتیجه ایجاد گودال با برداشت مصالح (شنچال)
۱۹	شکل ۱۱- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۲۵ میلادی (۱۴۰۴ شمسی) از تغییرات ایجادشده در موقعیت سردهنه کانال آبرسان و وضعیت شریانی‌بودن بستر رودخانه حاجی‌عرب
۱۹	شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۲۰ میلادی (۱۳۹۹ شمسی) از تغییرات ایجادشده در موقعیت سردهنه کانال آبرسان
۲۱	شکل ۱۳- مدل رقومی با دقت ۰/۱ متر از محدوده سازه انحرافی تخریب‌شده سامانه پخش سیلاب چسکین و مشاهده فرسایش شدید بستر در محدود آسپیدیدگی‌های سازه الف- تصویر واقعی از سازه سرریز تخریب‌شده سامانه پخش سیلاب چسکین ب- مدل رقومی از سازه کف‌بند (سرریز)
۲۱	تخریب‌شده
۲۲	شکل ۱۴- پروفیل عرضی از بستر رودخانه حاجی‌عرب در محل سرریز و بخشی از پروفیل طولی کانال آبرسان (مقطع A-A در شکل ۱۳-ب)
۲۳	شکل ۱۵- تصویری از کانال خاکی آبرسان سامانه پخش سیلاب چسکین
۲۴	شکل ۱۶- پروفیل طولی کانال آبرسان از ابتدای محل آبرگیری از رودخانه حاجی‌عرب تا ورودی به عرصه پخش سیلاب
۲۴	شکل ۱۷- تصویر یکی از سازه‌های شیب‌سکن احداث‌شده در داخل کانال آبرسان و تغییرات صورت‌گرفته در آن

- شکل ۱۸- تصویری از سازه پل (زیرگذر) احداث شده بر روی کانال آبرسان در فاصله یک کیلومتری از محل آبیگری از رودخانه حاجی‌عرب ۲۵
- شکل ۱۹- مرز عرصه موجود (رنگ قرمز) و مرز اولیه (رنگ آبی) عرصه پخش سیل چسکین ۲۶
- شکل ۲۰- بخش‌های شرقی و غربی عرصه پخش سیل چسکین ۲۶
- شکل ۲۱- آبراه طبیعی (مقسم) ، کانال گسترشی و کانال تخلیه جریان ۲۷
- شکل ۲۲- موقعیت شیب‌شکن‌های احداث شده بر روی آبراه مقسم جریان ۲۸
- شکل ۲۳- پروفیل طولی عرصه پخش سیل چسکین ۲۹
- شکل ۲۴- نمونه‌ای از خاکریزهای آسپدیده در داخل عرصه پخش سیلاب ۳۰
- شکل ۲۵- تصویر عدم قرارگیری تعدادی از خاکریزهای بخش شرقی عرصه پخش سیل چسکین بر روی خطوط تراز توپوگرافی ۳۱
- شکل ۲۶- نمایش جزئیاتی از بخش غربی عرصه پخش سیل چسکین به همراه محدوده‌هایی که امکان آبیگری آن‌ها فراهم نیست. الف- موقعیت سه محدوده بر روی تصویر ماهواره‌ای ب- موقعیت سه محدوده بر روی نقشه توپوگرافی ۳۳
- شکل ۲۷- تصویر عدم قرارگیری تعدادی از خاکریزهای بخش غربی عرصه پخش سیل چسکین بر روی خطوط تراز توپوگرافی ۳۴

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱- مشخصات ریخت‌شناسی بازه‌های منتخب رودخانه حاجی‌عرب در محدوده مطالعاتی.....	۱۵
جدول ۲- راهکارهای پیشنهادی برای نابسامانی‌ها و مشکلات سامانه پخش سیلاب شهید بحری (چسکین).....	۳۷

چکیده

پخش سیلاب به عنوان یکی از روش های مؤثر تغذیه مصنوعی آبخوان ها، نقش مهمی در مدیریت منابع آب مناطق خشک و نیمه خشک ایفا می کند. با این حال، عملکرد موفق این سامانه ها به کارایی سازه های آبریزی، انتقال و توزیع جریان و همچنین انطباق آن ها با شرایط هیدرولوژیکی و مورفولوژیکی حوزه آبریز وابسته است. در این پژوهش، عملکرد هیدرولیکی و وضعیت سازه ای سامانه پخش سیلاب بر آبخوان شهید بحری (چسکین) در استان قزوین مورد ارزیابی علمی و تحلیلی قرار گرفت. برای این منظور، بازدیدهای میدانی، تحلیل تصاویر ماهواره ای چند دوره ای، تهیه مدل رقومی زمین با دقت ۰/۱ متر از طریق تصویربرداری پهپادی، بررسی شرایط مورفولوژیکی رودخانه حاجی عرب و ارزیابی اجزای مختلف سامانه شامل سازه آبریز، کانال آبرسان، آبراهه مقسم، کانال های گسترشی، خاکریزها و سازه های کنترل جریان انجام شد. نتایج نشان داد که تغییرات مورفولوژیکی رودخانه حاجی عرب، تخریب سازه کفبند و کاهش تراز بستر رودخانه نسبت به تراز کانال آبرسان، موجب افت قابل توجه راندمان آبریزی سامانه شده است. همچنین محدودیت ظرفیت سازه زیرگذر جاده، فرسایش شدید آبراهه مقسم، تخریب شیب شکن ها، رسوب گذاری در کانال های گسترشی و اجرای نامناسب بخشی از خاکریزها، کارایی انتقال و توزیع سیلاب در سطح عرصه را کاهش داده است. از سوی دیگر، بهره برداری قریب الوقوع از سد مخزنی بالاخانلو در بالادست سامانه، با تغییر رژیم جریان رودخانه و کاهش فراوانی سیلاب های قابل بهره برداری، چالش جدیدی برای تداوم عملکرد آبخوان داری چسکین ایجاد خواهد کرد. براساس نتایج این تحقیق و توجه ویژه به احداث سد بالاخانلو در حوضه اصلی رودخانه حاجی عرب، بازطراحی سازه آبریز و سرریز انحرافی، اصلاح سازه های تقسیم و کنترل جریان، لایروبی کانال های گسترشی، بهسازی خاکریزها و توسعه مدل هیدرولیکی سامانه به منظور ارزیابی سناریوهای مختلف بهره برداری ضروری است. نتایج این پژوهش می تواند به عنوان مبنایی برای بازنگری فنی سامانه پخش سیلاب چسکین و ارتقای عملکرد طرح های مشابه آبخوان داری در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آبخوان چسکین، بازطراحی سامانه پخش سیلاب، رودخانه حاجی عرب، سد بالاخانلو.

مقدمه

کاهش منابع آب تجدیدپذیر، افت مستمر سطح آب‌های زیرزمینی، افزایش فراوانی خشکسالی‌ها و رشد تقاضای آب در بخش‌های مختلف، مدیریت پایدار منابع آب را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان تبدیل کرده است. در بسیاری از این مناطق، برداشت بیش از حد از آبخوان‌ها موجب افت سطح ایستابی، کاهش کیفیت آب، فرونشست زمین و بروز مشکلات زیست‌محیطی گسترده شده است. در چنین شرایطی، استفاده از روش‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر برای جبران کسری مخزن آب‌های زیرزمینی و افزایش پایداری منابع آب مورد توجه قرار گرفته است.

پخش سیلاب یکی از شناخته‌شده‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها است که در آن بخشی از رواناب‌ها و سیلاب‌های فصلی از طریق سازه‌های انحرافی از رودخانه‌ها برداشت شده و پس از انتقال به عرصه‌های مناسب، در سطح زمین توزیع می‌شوند تا فرصت نفوذ آب به لایه‌های زیرسطحی و تغذیه آبخوان فراهم شود. علاوه بر افزایش ذخایر آب زیرزمینی، این روش می‌تواند در کاهش خسارات ناشی از سیلاب، کنترل فرسایش خاک، بهبود شرایط پوشش گیاهی و تقویت پایداری اکوسیستم‌های وابسته به آب زیرزمینی نیز مؤثر باشد.

موفقیت سامانه‌های پخش سیلاب به عملکرد مناسب مجموعه‌ای از سازه‌های هیدرولیکی شامل آبگیرها، سازه‌های انحرافی، کانال‌های انتقال، سرریزها، سازه‌های توزیع جریان و کرت‌های پخش وابسته است. هرگونه ضعف در طراحی، اجرا، بهره‌برداری یا نگهداری این اجزا می‌تواند موجب کاهش راندمان آبگیری، توزیع نامناسب جریان، افزایش رسوب‌گذاری، تخریب سازه‌ها و در نهایت کاهش اثربخشی سامانه شود. از سوی دیگر، تغییرات مورفولوژیکی رودخانه‌ها، وقوع سیلاب‌های بزرگ، فرسایش بستر و کناره‌ها، رسوب‌گذاری در مسیر انتقال و تغییر شرایط هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز می‌تواند عملکرد اولیه این سازه‌ها را در طول زمان تحت تأثیر قرار دهد.

به همین دلیل، ارزیابی عملکرد سامانه‌های پخش سیلاب موجود و شناسایی نقاط ضعف آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این ارزیابی‌ها علاوه بر تعیین میزان موفقیت طرح‌های اجرا شده، اطلاعات ارزشمندی

برای اصلاح، بازطراحی و بهینه‌سازی پروژه‌های مشابه در آینده فراهم می‌کنند. بررسی میدانی وضعیت سازه‌ها، تحلیل نحوه انتقال و توزیع جریان، ارزیابی میزان خسارت و تخریب اجزای مختلف و شناخت عوامل مؤثر بر کاهش کارایی سامانه، از مهم‌ترین مراحل این فرآیند به شمار می‌رود.

ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب چسکین در استان قزوین یکی از مهم‌ترین عرصه‌های آبخوان‌داری کشور است که طی سال‌های گذشته نقش قابل توجهی در تغذیه آبخوان منطقه ایفا کرده است. با این حال، وقوع سیلاب‌های متعدد، تغییرات بستر رودخانه، فرسایش و رسوب‌گذاری و همچنین استهلاک سازه‌ها، عملکرد برخی از اجزای این سامانه را تحت تأثیر قرار داده است. از این رو، ارزیابی وضعیت موجود و بررسی عملکرد هیدرولیکی و سازه‌ای اجزای مختلف این سامانه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای بهبود بهره‌برداری و افزایش راندمان آن فراهم آورد.

براین اساس، هدف اصلی تهیه گزارش فنی حاضر ارزیابی عملکرد اجزاء سامانه پخش سیلاب چسکین شامل رودخانه حاجی‌عرب، آبگیر، کانال انتقال، سرریزها، آبراه مقسم، سازه‌های توزیع جریان و کرت‌های پخش است. همچنین میزان تخریب، خسارت و عوامل مؤثر بر کاهش کارایی هر یک از اجزای سامانه مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای لازم برای بهبود عملکرد و افزایش پایداری سامانه ارائه شده است. نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان مبنایی برای طراحی، بازسازی و مدیریت بهینه سامانه‌های پخش سیلاب در سایر مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مورد استفاده قرار گیرد.

سوابق و ادبیات موضوع

مدیریت پایدار منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک همواره یکی از چالش‌های اساسی در توسعه کشاورزی و تأمین نیازهای زیست‌محیطی به شمار می‌رود. سامانه‌های پخش سیلاب به عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در این زمینه، علاوه بر کاهش خسارات ناشی از سیلاب، نقش مهمی در تغذیه آبخوان‌ها و افزایش بهره‌وری آب ایفا می‌کنند (Singh و Sharma, ۲۰۱۸). این سامانه‌ها با هدایت و توزیع جریان‌های سیلابی در عرصه‌های وسیع، امکان نفوذ آب به لایه‌های زیرسطحی و کاهش تبخیر سطحی را فراهم می‌سازند (Abu Talib و Najwa Zainal, ۲۰۲۴). با وجود مزایای متعدد، عملکرد این سامانه‌ها به شدت

----- بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل ۴/

تحت‌تأثیر شرایط هیدرولیکی و مورفولوژیکی رودخانه‌های تغذیه‌کننده قرار دارد. تغییرات بستر رودخانه، رسوب‌گذاری، ضعف در سازه انحراف جریان و عدم احداث اصولی کانال‌های توزیع جریان و کرت‌ها و همچنین سرریزها می‌تواند موجب کاهش سهم آبیگری و عدم یکنواختی در پخش سیلاب شود. بنابراین، ارزیابی مستمر عملکرد سازه‌های پخش سیلاب و بررسی میزان تخریب و آسیب‌دیدگی آن‌ها، برای سنجش کارایی واقعی این پروژه‌ها امری ضروری است. این ارزیابی همواره مورد توجه پژوهشگران قرار داشته است. مطالعات پیشین، درس‌های مهمی را برای ارزیابی و طراحی سیستم‌های پخش سیلاب ارائه داده‌اند.

گودرزوند چگینی و یوسف‌گمرکچی (۱۳۸۶) وضعیت نفوذپذیری خاک در عرصه ایستگاه تحقیقاتی شهید بحری (چسکین) قزوین را بررسی کردند. نتایج آزمایش‌های نفوذپذیری به روش استوانه مضاعف نشان داد که پس از وقوع سیلاب، نفوذپذیری خاک از ۱۴۰ به ۷۹ میلی‌متر در ساعت کاهش یافته است که می‌تواند کارایی تغذیه مصنوعی آبخوان را تحت‌تأثیر قرار دهد.

اسلامی و همکاران (۱۳۸۶) در بازبینی و اصلاح طرح تغذیه مصنوعی فاروب-رومان نشان دادند که انتخاب نامناسب محل آبیگری و بند انحرافی، عدم کنترل دبی ورودی، نشت جریان از خاکریزها و مشکلات سازه‌ای از مهم‌ترین عوامل کاهش کارایی و تخریب تأسیسات تغذیه مصنوعی بوده است.

عباسی و همکاران (۱۳۸۹) با ارزیابی عملکرد سازه‌های آبیگری و پخش سیلاب آبخوان کاشمر دریافتند که به‌دلیل شیب زیاد و ناهمواری عرصه، روش لبه پخش کارایی لازم را نداشته و تمرکز جریان در میکروآبراهه‌ها موجب فرسایش و تخریب کانال‌های انتقال شده است. رجایی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی هیدرولیک جریان در سرریزهای جانبی شبکه‌های پخش سیلاب، استفاده از روابط دومارچی را برای طراحی سرریزهای کناری توصیه کردند.

عادل‌پور و همکاران (۱۳۹۳) در ارزیابی عملکرد سامانه پخش سیلاب کوثر فارس نشان دادند که نگهداری و تعمیر مستمر سازه‌ها یکی از عوامل کلیدی در پایداری عملکرد سامانه‌های پخش سیلاب است و پایش دوره‌ای سازه‌ها می‌تواند نقش مهمی در افزایش عمر مفید طرح‌ها داشته باشد.

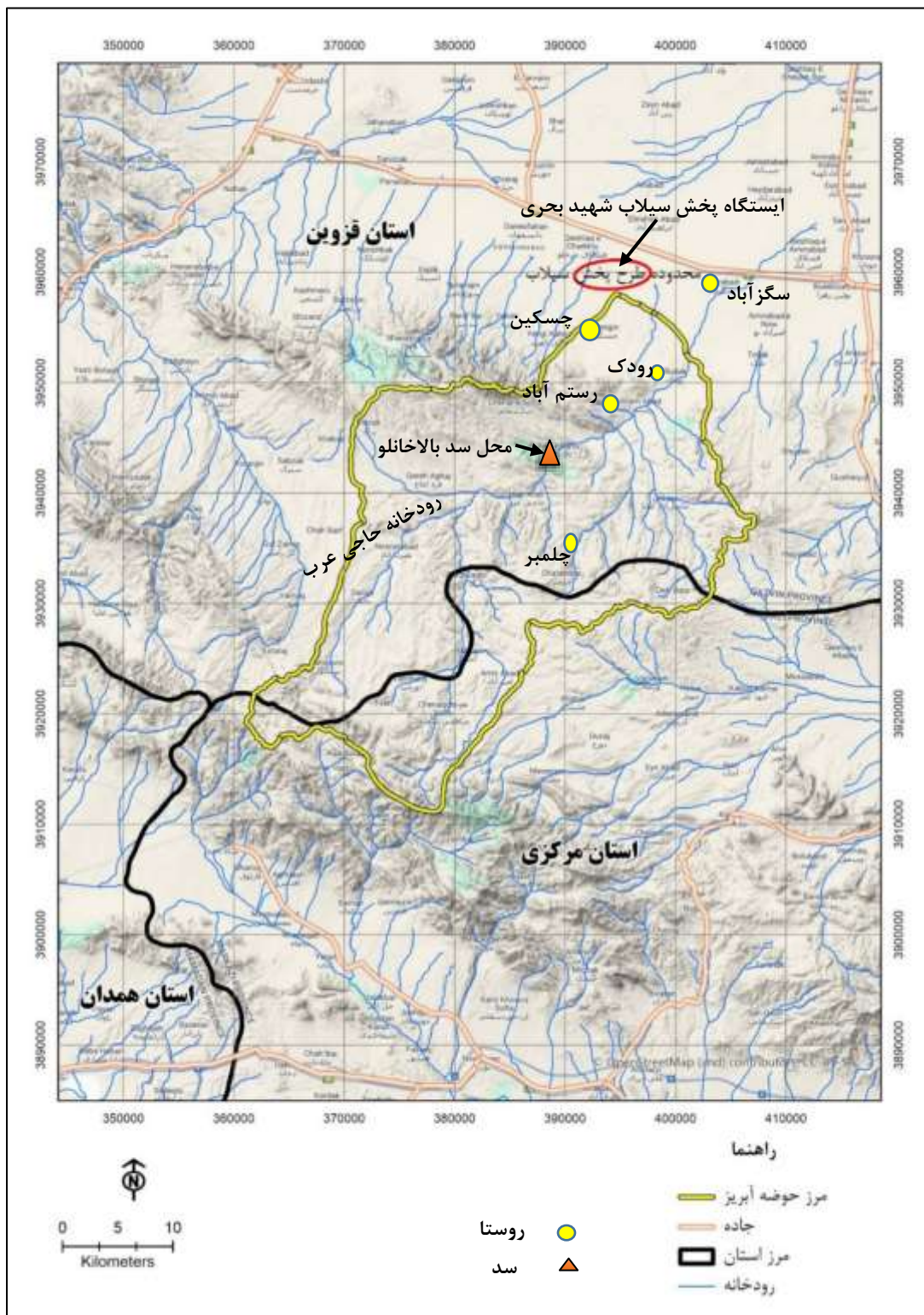
اسلامی و عباسی (۱۴۰۴) با بررسی عملی انواع روش‌های پخش سیلاب و اجزای آن‌ها نشان دادند که ورود رسوب به سازه‌های آبگیری، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش راندمان سامانه‌ها است. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد که در عرصه‌های دارای شیب زیاد و میکروآبراهه‌های فعال، استفاده از سامانه‌های لبه پخش موجب تمرکز جریان، فرسایش و کاهش یکنواختی توزیع سیلاب می‌شود، درحالی‌که این روش در عرصه‌های هموار و با شیب کم عملکرد مناسبی دارد.

مطالعات بین‌المللی نیز اهمیت ارزیابی عملکرد سازه‌های تغذیه مصنوعی و پخش سیلاب را تأیید کرده‌اند. به‌عنوان مثال، Bouwer (۲۰۰۲) و Dillon (۲۰۰۵) نشان دادند که موفقیت طرح‌های تغذیه مصنوعی علاوه بر ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی منطقه، به عملکرد صحیح سازه‌های انتقال و توزیع جریان و نگهداری مستمر آن‌ها وابسته است. همچنین بررسی‌های انجام‌شده توسط Scanlon و همکاران (۲۰۱۶) نشان داد که بسیاری از پروژه‌های تغذیه مصنوعی در صورت عدم مدیریت رسوب و عدم پایش مستمر سازه‌ها با کاهش تدریجی راندمان مواجه می‌شوند.

معرفی سامانه پخش سیلاب چسکین و منطقه طرح

ایستگاه چسکین در عرصه‌ای با وسعت تحت پوشش طرح ۶۳۷ هکتار در سال ۱۳۷۷ و در ۸۲ کیلومتری قزوین و ۲۳ کیلومتری شهر بوئین‌زهره احداث شده است. موقعیت مکانی ایستگاه تحقیقاتی آموزشی و ترویجی پخش سیلاب و آبخوانداری چسکین، مختصات ۳۰°، ۴۹° الی ۵۰°، ۵۰° طول جغرافیایی ۲۰°، ۳۵° الی ۵۰°، ۳۵° عرض جغرافیایی در جنوب استان قزوین می‌باشد (شکل ۱). این ایستگاه با هدف اصلی ارائه الگو برای استفاده از سیلاب‌های رودخانه حاجی‌عرب، بررسی سازگاری گونه‌های مختلف گیاهی، ارائه طرح جامع توسعه طرح پخش سیلاب در کل منطقه و با اهداف فرعی از قبیل بررسی امکان استفاده از جریان پایدار در فصل‌های غیرزراعی و جلوگیری از اتلاف آب و ورود آن‌ها به حوضه‌های شور، بررسی امکان کاهش خسارات خشکسالی با استفاده از مدیریت سیلاب و توسعه پوشش گیاهی در منطقه احداث شده است. توسعه جنگل‌های دست کاشت با کاشت ۴۵۰۰۰ اصله درخت در این ایستگاه انجام گرفته است. این ایستگاه دارای یک ایستگاه هواشناسی است و مستعد اجرای طرح‌های تحقیقاتی است. بارندگی سالیانه منطقه طرح

۲۲۰ تا ۲۴۰ میلی‌متر، درجه حرارت متوسط منطقه ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد و با اقلیم نیمه‌خشک معتدل است.

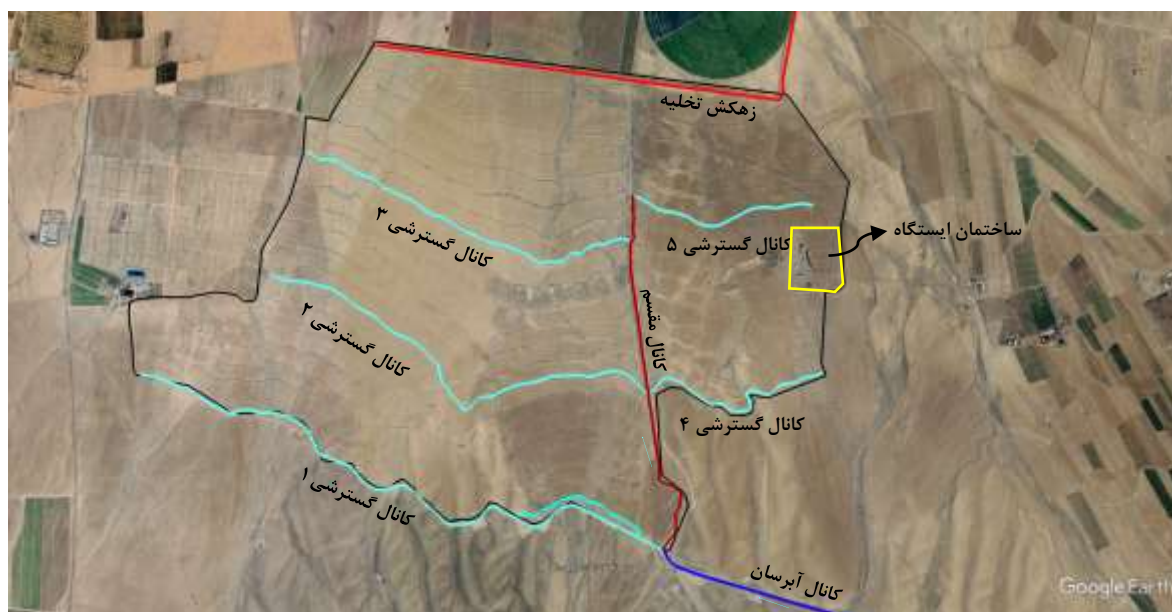


شکل ۱- موقعیت مکانی ایستگاه پخش سیلاب چسکین در سطح استان و حوزه آبریز رودخانه حاجی عرب

اجزای سامانه پخش سیلاب چسکین شامل رودخانه حاجی عرب، بند انحرافی (سازه کفبند یا سرریز) به طول ۲۰۰ متر برای منحرف کردن سیلاب از رودخانه حاجی عرب، کانال انتقال آب یا کانال آبرسان به طول تقریبی ۷/۵ کیلومتر دارای مقطع دوزنقه‌ای با شیب جانبی ۱:۱ و عرض کف ۱۰ متر، کانال مقسم آب به طول تقریبی دو کیلومتر، کانال‌های گسترشی، کرت‌ها (پلاک‌هایی برای پخش آب)، دروازه‌ها، کانال تخلیه اضطراری است. در شکل ۲ موقعیت اجزای اصلی سامانه پخش سیلاب و در شکل ۳ اجزاء اصلی سامانه در داخل محدوده ایستگاه تحقیقاتی - آموزشی نشان داده شده است.



شکل ۲- اجزاء اصلی سامانه پخش سیلاب چسکین



شکل ۳- اجزاء اصلی داخل ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب چسکین

با توجه به ساختار فعلی سامانه پخش سیلاب چسکین، تأمین آب این طرح به وضعیت جریان در رودخانه حاجی‌عرب، عملکرد مناسب سازه انحرافی رودخانه حاجی‌عرب، کانال آبرسان، کانال‌های گسترشی و شبکه توزیع جریان وابسته است. این سامانه در زمان طراحی بر مبنای شرایط هیدرولوژیکی و مورفولوژیکی چند دهه گذشته احداث شده و در آن زمان رودخانه حاجی‌عرب به‌عنوان منبع اصلی و نسبتاً پایدار تأمین آب عرصه پخش سیلاب در نظر گرفته شده بود. با این حال، طی سال‌های اخیر شرایط حوزه آبریز و رودخانه و همچنین سازه‌های هیدرولیکی احداث شده در داخل سامانه دستخوش تغییرات قابل توجهی شده است. از سوی دیگر، ماهیت غیر دائمی جریان‌های تأمین‌کننده آبخوان موجب شده است که عملکرد سامانه بیش از گذشته به وقوع سیلاب‌ها وابسته باشد. بنابراین ضروری است ظرفیت و کارایی سازه‌های موجود، نحوه آگیری، انتقال و توزیع جریان، میزان خسارت و تخریب اجزا و همچنین سازگاری سامانه با شرایط جدید هیدرولوژیکی و بهره‌برداری مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.

براین اساس، قبل از بازنگری سامانه پخش سیلاب بر آبخوان شهید بحری (چسکین) استان قزوین ضروری است تا ضمن شناسایی نقاط ضعف موجود، راهکارهای فنی لازم برای افزایش راندمان آگیری، بهبود عملکرد سازه‌ها، انطباق سامانه با شرایط جدید منطقه و ارتقای پایداری طرح در بلندمدت ارائه شود.

روش تحقیق

این مطالعه با بهره‌گیری از یک رویکرد نظام‌مند و در قالب مراحل زیر جهت ارزیابی فنی سامانه پخش سیلاب چسکین اجرا شد:

۱. **شناسایی و ثبت اجزای سامانه:** در گام نخست، پیکره‌بندی سامانه شامل کانال اصلی انتقال،

سازه‌های تقاطعی و شیب‌شکن، حوضچه‌های آرامش، کانال مقسم و پهنه‌های پخش سیلاب، شناسایی و نقشه‌برداری شد.

۲. **برداشت‌های میدانی و پایش سازه‌ای:** وضعیت فیزیکی و پایداری سازه‌های هیدرولیکی،

خاکریزها و مقاطع انتقال جریان طی بازدیدهای میدانی مکرر پایش شد. در این راستا، با استفاده از تجهیزات نقشه‌برداری و مشاهده مستقیم، تغییرات مورفولوژیک بستر و کناره‌ها و نحوه الگوی توزیع جریان در عرصه‌ی پخش مستندسازی شد.

۳. **گردآوری داده‌های کیفی و تجربی:** داده‌های تکمیلی از طریق پیمایش میدانی و

مصاحبه‌های تخصصی با بهره‌برداران محلی و کارشناسان ایستگاه تحقیقاتی برای شناسایی چالش‌های عملیاتی سامانه حاصل شد.

۴. **مدل‌سازی رقومی زمین (DEM):** به‌منظور تحلیل دقیق ناترازی‌های ارتفاعی و ابعاد

هندسی، مدل رقومی زمین با استفاده از تصویربرداری هوایی (فتوگرامتری با پهپاد) با تفکیک‌پذیری ۰/۱ متر تهیه شد.

۵. **تحلیل مورفولوژیک و رفتارشناسی اجزا:** رفتار ریخت‌شناختی^۱ اجزای سامانه با تلفیق

داده‌های میدانی و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه ارزیابی شد تا اثر تغییرات مورفولوژیک بر عملکرد هیدرولیکی سامانه به‌صورت کمی و کیفی مشخص شود.

۶. **بررسی عملکرد هیدرولیکی:** عملکرد هیدرولیکی سامانه از جنبه‌های زیر مورد ارزیابی قرار

^۱ . Morphology

گرفت:

- نحوه آبرگیری از رودخانه حاجی‌عرب و انتقال جریان تا عرصه پخش سیلاب
- نحوه توزیع و پخش سیلاب در سطح عرصه
- میزان تطابق عملکرد فعلی با ظرفیت طراحی

۷. تحلیل عوامل کاهش کارایی سامانه و ارائه راهکارهای اصلاحی: پس از جمع‌آوری

داده‌های میدانی، علل تخریب سازه‌های هیدرولیکی و خاکریزها، فرسایش بستر و کناره‌های سیستم‌های انتقال بر کارایی عملکرد سامانه و عدم توزیع مناسب سیلاب در سطح عرصه مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از این تحلیل‌ها منجر به ارائه راهکارها برای بهبود عملکرد سامانه پخش سیلاب می‌شود.

ارزیابی اجزاء سامانه پخش سیلاب چسکین

الف- ارزیابی منابع آب و مورفولوژی رودخانه حاجی‌عرب

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، منبع اصلی تأمین آب سامانه پخش سیلاب چسکین، رودخانه حاجی‌عرب است. مهم‌ترین تغییر منابع آب ایجاد شده در این رودخانه علاوه بر تغییرات اقلیمی، احداث سد مخزنی بالاخانلو در بالادست سامانه است. براین‌اساس، رژیم جریان رودخانه در پایین‌دست سد نسبت به شرایط اولیه طراحی سامانه تغییر یافته و پیش‌بینی می‌شود حجم و فراوانی جریان‌های قابل بهره‌برداری برای تغذیه آبخوان چسکین کاهش یابد.

طی سال‌های ۱۳۸۲ تاکنون، مطالعات، طراحی و اجرای سد مخزنی بالاخانلو توسط شرکت آب منطقه‌ای استان قزوین در دست انجام بوده و پیش‌بینی می‌شود این سد در سال ۱۴۰۵ به بهره‌برداری کامل برسد. سد بالاخانلو در فاصله حدود ۱۵ کیلومتری بالادست محل آبرگیری سامانه پخش سیلاب چسکین از رودخانه حاجی‌عرب واقع شده است (شکل ۴-الف). حجم مخزن این سد حدود ۳۵ میلیون مترمکعب برآورد شده که تقریباً معادل متوسط آورد سالانه رودخانه حاجی‌عرب است (شکل ۴-ب). اهداف اصلی احداث سد شامل

تأمین بخشی از آب شرب شهرستان بویین‌زهرا، تأمین آب کشاورزی اراضی پایین‌دست و کنترل سیلاب‌های رودخانه حاجی‌عرب است. براساس گزارش مطالعات سد، متوسط آورد سالانه رودخانه حاجی‌عرب حدود ۳۸ میلیون مترمکعب برآورد شده است.

براساس گزارش مطالعات سد، متوسط آورد سالانه رودخانه حاجی‌عرب حدود ۳۸ میلیون مترمکعب برآورد شده است. با توجه به نزدیکی حجم مخزن سد به میزان آورد سالانه رودخانه، انتظار می‌رود بخش عمده جریان‌های ورودی در مخزن ذخیره شده و در شرایط بهره‌برداری عادی، جریان قابل توجهی برای تغذیه سامانه پخش سیلاب چسکین در پایین‌دست رهاسازی نشود. بنابراین، امکان آگیری سامانه عمدتاً در شرایطی فراهم خواهد شد که مخزن سد تکمیل شده و در اثر وقوع سیلاب‌های بزرگ، بخشی از جریان از طریق سرریز سد به پایین‌دست منتقل شود.

در چنین شرایطی، مهم‌ترین منبع تأمین آب برای سامانه پخش سیلاب چسکین، زیرحوضه‌های واقع در پایین‌دست سد بالاخانلو خواهد بود. از میان این زیرحوضه‌ها، حوزه آبریز محدوده روستای چلمبر (شکل ۴-الف) نقش اصلی را در تأمین رواناب پایین‌دست ایفا می‌کند. جریان‌های تولیدشده در این حوضه در محدوده روستای رستم‌آباد از ساحل راست وارد رودخانه حاجی‌عرب شده و سپس به سمت محل آگیری سامانه چسکین حرکت می‌کنند. با این حال، رژیم جریان این حوضه ماهیتی کاملاً سیلابی و ناپایدار داشته و وابسته به وقوع رگبارهای شدید و بارش‌های کوتاه‌مدت است. از این رو، حجم و تداوم جریان‌های قابل انتقال به سامانه پخش سیلاب با عدم قطعیت قابل توجهی همراه خواهد بود.



شکل ۴- موقعیت سد بالاخانلو نسبت به ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب چسکین و نمایی از سد الف -

موقعیت سد بر روی تصویر ماهواره‌ای، ب- نمایی از بدنه سد

بنابراین با توجه به احداث سد بالاخانلو و کاهش جریان‌های دایمی رودخانه، فقط در زمان رخداد بارندگی و برقراری جریان در رودخانه حاجی‌عرب، امکان آبیگری و تغذیه آبخوان چسکین فراهم می‌شود. ضروری است سامانه پخش سیل چسکین با توجه به تغییر منابع آب حوضه حاجی‌عرب، مجدد مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

در ادامه ارزیابی رودخانه حاجی‌عرب، به وضعیت ریخت‌شناسی و تغییرات صورت‌گرفته در این رودخانه در محدوده آبیگری عرصه پخش سیلاب چسکین پرداخته شده است. بازه منتخب برای ارزیابی مورفولوژی

رودخانه حاجی عرب در محدوده روستای رودک قرار دارد و از مختصات $X=401045$ و $Y=3950866$ (ابتدای بازه) تا ۵۰۰ متر پایین دست سازه انحراف آب (کف بند یا سرریز) احداث شده برای آبرگیری کانال آبرسان به $X=401326$ و $Y=3959600$ (انتهای بازه) واقع شده است (شکل ۵). طول مستقیم بازه مورد مطالعه حدود ۳/۵۸ کیلومتر و طول منحنی بازه مورد مطالعه ۳/۷۲ کیلومتر است. به عبارتی رودخانه حاجی عرب در بازه مورد مطالعه پلان منحنی شکل با ضریب پیچشی (نسبت طولی منحنی مسیر رودخانه به طول مستقیم همان بازه) حدود ۱/۰۴ را تجربه کرده است. عرض بستر رودخانه در ابتدای بازه حدود ۳۵ متر، در بخش میانی حدود ۱۴۵ متر و در انتهای بازه حدود ۱۵۸ متر است. از نظر شکل پلان، طول بازه مورد مطالعه به هفت بازه تقسیم شده است (شکل ۶). پلان محدوده منتخب برای ریخت شناسی دارای پنج بازه منحنی یا خم (خطوط قرمز و آبی رنگ) و دو بازه مستقیم (خط زرد رنگ) است. از پنج خم شناسایی شده، سه خم دارای جهت راست گرد (منحنی آبی رنگ) و دو خم دیگر دارای جهت چپ گرد (منحنی قرمز رنگ) می باشند. مطابق شکل ۶، مشخصات بازه های ریخت شناسی رودخانه از بالادست محدوده مورد مطالعه به شرح جدول ۱ است.

همان طور که ملاحظه می شود، بازه های منتخب از ضرایب پیچشی بالایی برخوردار ناست. اما به دلیل نزدیکی خم بازه شماره ۳ به دهانه آبرگیر کانال آبرسان، چپ گرد بودن خم و همچنین تعریض بستر از بازه ۳ به بازه ۴ موجب شده است که اولاً: جهت جریان بیشتر به سمت ساحل راست رودخانه و دور از سردهنه آبرگیر متمایل شود، ثانیاً: بستر رودخانه به دلیل افزایش عرض بستر حالت شریانی را تجربه کند که در شرایط کم آبی، احتمال ورود جریان به یکی از شریان های دور از سردهنه آبرگیر وجود دارد. در این شرایط سامانه پخش سیلاب با کاهش میزان آبرگیری مواجه است. با این حال، باید اشاره کرد که وجود خم چپ گرد در ۵۰۰ متری بالادست آبرگیر و هدایت جریان سیلابی به کناره راست (پیش از رسیدن به سازه کف بند)، منجر به یک پدیده رسوبی مثبت در سمت راست سازه کف بند شده است. پس از استهلاك انرژی جریان توسط سازه و ته نشینی رسوبات در کناره راست، جریانی با غلظت رسوب کمتر به سمت سرریز سازه و همچنین دهانه آبرگیر (واقع در سمت چپ) هدایت می شود. این تحلیل با نتایج بازدیدهای میدانی نیز انطباق دارد و

حاکمی از آن است که در وضعیت فعلی، رسوب‌گذاری در محدوده دهانه آبگیر نسبت به سایر بخش‌ها کمتر است.



شکل ۵- بازه مورد بررسی در مطالعه ریخت‌شناسی رودخانه حاجی عرب

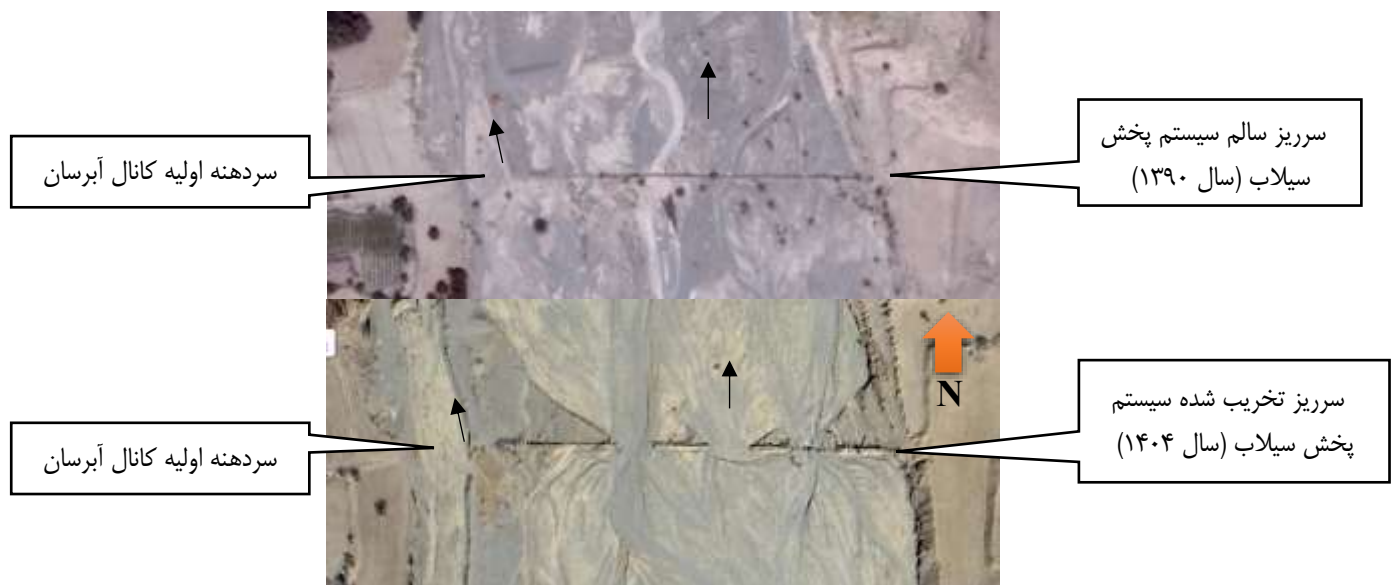


شکل ۶- بازه‌بندی ریخت‌شناسی رودخانه حاجی عرب در بازه مورد مطالعه

جدول ۱- مشخصات ریخت‌شناسی بازه‌های منتخب رودخانه حاجی عرب در محدوده مطالعاتی

شماره بازه	شکل پلان	طول بازه (متر)	ضریب پیچشی	متوسط عرض رودخانه (متر)	توضیحات
۱	مسیر مستقیم	۲۰۷	۱	۳۵	
۲	خم راست‌گرد	۶۴۱	۱/۰۳	۷۰	
۳	خم چپ‌گرد	۴۵۱	۱/۰۶	۱۱۶	
۴	مسیر مستقیم	۷۷۶	۱	۱۷۶	موقعیت سازه سرریز و سردهنه کانال آبرسان
۵	خم راست‌گرد	۵۶۲	۱/۰۵	۱۳۶	
۶	خم چپ‌گرد	۴۹۸	۱/۰۴	۱۷۳	برداشت مصالح از بستر
۷	خم راست‌گرد	۵۹۳	۱/۰۳	۱۸۰	

در داخل بازه شماره ۴ سازه سرریز یا همان کف‌بند حادثی از جنس گابیون برای آبرگیری کانال آبرسان وجود دارد که در سال‌های گذشته در نتیجه فرسایش بستر رودخانه در پایین‌دست آن و همچنین دخالت‌های انسانی تخریب شده است (شکل ۷). لازم به ذکر است که در سال‌های اخیر و در فاصله ۱۳۰۰ متری از سازه سرریز، برداشت مصالح در سطحی حدود ۱ هکتار به عمق ۱/۵ متر صورت گرفته (شکل ۸) که در کاهش تراز بستر رودخانه در محدوده بخش‌های تخریب شده سرریز مؤثر بوده است. تخریب صورت گرفته بیشتر در مرکز و در ساحل راست رودخانه قرار دارند. این مسئله تهدیدی برای کاهش میزان آبرگیری کانال آبرسان پخش سیلاب چسکین شده است.



شکل ۷- تصویر ماهواره‌ای از سازه سرریز سالم و تخریب‌شده در محل آبرسانی کانال آبرسان سامانه پخش

سیلاب چسکین



شکل ۸- نمایی از برداشت مصالح از بستر رودخانه از بازه ۶ واقع در پایین‌دست سازه کف‌بند

براساس تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۴ میلادی (۱۳۹۳ شمسی) مشخص شد که برداشت مصالحی از بستر رودخانه در فاصله ۱۰۰ متری از بالادست سازه سرریز نیز صورت گرفته است و مخزنی (شن‌چالی) موقت به واسطه آن شکل گرفته است (شکل ۹). جریان کم رودخانه به این مخزن موقت وارد شده و با ایجاد یکی مسیر در کناره چپ شن‌چال، شرایط برای انتقال جریان به داخل کانال آبرسان فراهم شده است (شکل

۱۰). مسیر دیگری نیز از مخزن موقت برای انتقال جریان به سمت پایین دست جدا شده است. با توجه به عرض زیاد رودخانه در محل سردهنه آبگیر کانال آبرسان و نیز عدم یکنواختی تراز سرریز (کفبند) در عرض بستر رودخانه، شرایط لازم برای آبگیری مطلوب کانال آبرسان فراهم نشده است. علاوه بر این، تخریب سازه سرریز در سال های اخیر نیز این مشکل را تشدید کرده است. به همین دلیل طی سال های ۱۳۹۸ تا ۱۳۹۹، مسئولین ایستگاه تحقیقاتی چسگین اقدام به تغییر محل سردهنه کانال آبرسان با انجام عملیات لایروبی و کانال کنی در ساحل چپ رودخانه کرده و موقعیت آبگیری را به فاصله حدود ۵۰۰ متر بالادست محل اولیه سردهنه (محل سرریز) منتقل کرده اند (شکل ۱۱). در نتیجه لایروبی، کانال موقتی به عرض حدود ۱۵ متر ایجاد شده است که کناره راست کانال با مصالح حاصل از لایروبی ایجاد شده است. سردهنه این کانال جدید اضافه شده به کانال آبرسان از پایداری مناسبی برخوردار نبوده و در نتیجه رخداد سیلاب بزرگی از بین خواهد رفت. آبگیری کانال آبرسان براساس تغییر موقعیت آبگیری را می توان در تصویر ماهواره ای سال ۲۰۲۰ میلادی (سال ۱۳۹۴ شمسی) مشاهده کرد (شکل ۱۲).

به طور کلی، بررسی های انجام شده نشان می دهد که مورفولوژیکی ناپایدار بستر رودخانه در بالادست سازه انحرافی، برداشت مصالح در پایین دست به عنوان عامل اصلی در تخریب سازه سرریز شرایط ناپایداری را برای آبگیری کانال آبرسان فراهم کرده اند. ایجاد مسیرهای موقت آبگیری، اگرچه به صورت مقطعی بخشی از مشکل تأمین آب سامانه را برطرف کرده اند، اما راهکارهای پایداری محسوب نمی شوند. بنابراین بازطراحی سازه سرریز و اصلاح هندسه و تراز آن به منظور هدایت مؤثرتر جریان به سمت کانال آبرسان، می تواند راهکاری اساسی برای افزایش راندمان آبگیری سامانه، به ویژه در شرایط کم آبی و کاهش جریان های رودخانه پس از احداث سد بالاخانلو باشد.



شکل ۹- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۴ میلادی (۱۳۹۳ شمسی) از محدوده سرریز و سردهنه کانال آبرسان و

شن چال ایجادشده در بالادست آن



شکل ۱۰- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۷ میلادی (۱۳۸۶ شمسی) از محدوده سرریز و سردهنه کانال آبرسان و

نحوه انتقال آب به سمت آبخوان در نتیجه ایجاد گودال با برداشت مصالح (شن چال)



شکل ۱۱- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۲۵ میلادی (۱۴۰۴ شمسی) از تغییرات ایجادشده در موقعیت سردهنه

کانال آبرسان و وضعیت شریانی بودن بستر رودخانه حاجی عرب



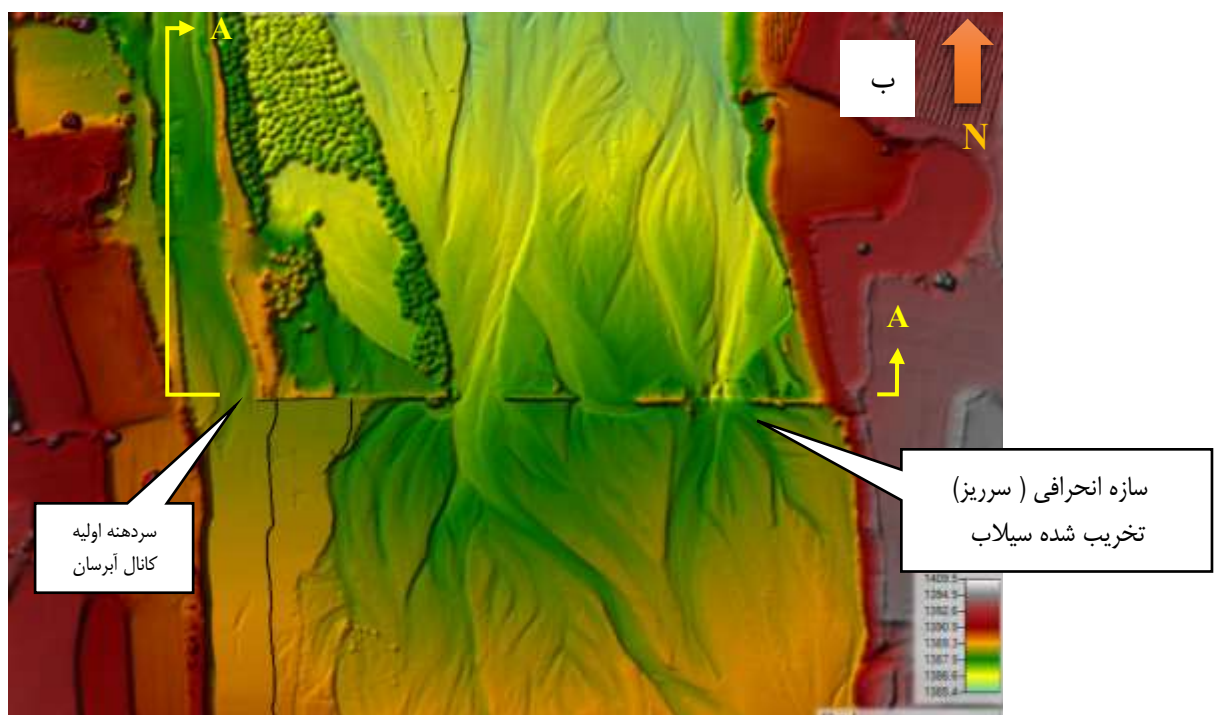
شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۲۰ میلادی (۱۳۹۹ شمسی) از تغییرات ایجادشده در موقعیت سردهنه

کانال آبرسان

ب- ارزیابی سازه کف‌بند (سرریز) و آبگیر

همانطور که قبلاً اشاره شد، در طرح پخش سیلاب چسکین، به‌منظور استفاده از سیلاب‌های رودخانه حاجی‌عرب که دارای کیفیت نسبتاً مطلوبی است، یک سازه کف‌بند به‌طول حدود ۲۰۰ که ۱۰۰ متر میانی آن نقش سرریز را ایفا می‌کند، احداث شده است. در حال حاضر سازه انحرافی از سه نقطه تخریب‌شده که شامل دستک سمت راست و دو نقطه از سرریز است. در شکل ۱۳، تصویر واقعی و مدل رقومی سازه کف‌بند (سرریز) تخریب‌شده سازه انحرافی نشان داده شده است. براساس بازدید میدانی و مشاهده اجزاء سازه انحرافی، رقوم تراز سرریز و دستک‌های سازه انحرافی تعیین شد. براساس مدل رقومی تهیه‌شده از بستر رودخانه با دقت ۰/۱ متر، مقطع عرضی رودخانه حاجی‌عرب در محل سازه انحرافی و دهانه آبگیر کانال آبرسان استخراج و پروفیل عرضی سازه انحرافی بر روی پیاده‌سازی شد. در شکل ۱۴ پروفیل عرضی رودخانه حاجی‌عرب در محل سازه کف‌بند و بخشی از کانال آبرسان (مطابق مقطع A-A در شکل ۱۳-ب) را در کنار طرح اولیه سازه کف‌بند (سرریز) نشان داده شده است. براساس مدل رقومی، تراز تاج سرریز ۱۳۸۸/۶ متر، تراز بالای دستک‌های طرفین سرریز ۱۳۸۹/۱ متر و تراز کف کانال آبرسان در محل آبگیری حدود ۱۳۸۸/۵ متر است. بررسی انجام شده نشان داد که از ۱۰۰ متر عرض سرریز، حدود ۳۵ متر آن کاملاً تخریب شده است. از ۴۲ متر دستک سمت راست سازه نیز حدود ۲۰ متر (حدود ۵۰ درصد) کاملاً تخریب شده است. در سیلاب‌های بعدی، جریان از محل تخریب شده گذر کرده و باعث کاهش شدید تراز آب و در نتیجه کاهش میزان آبگیری کانال آبرسان شده است. مساحت تخریب‌شده حدود ۷۵ مترمربع است که با عمق یک متر جریان در داخل مساحت تخریب‌شده، شیب حدود ۰/۰۰۵ رودخانه در محدوده سازه انحرافی و ضریب مانینگ ۰/۰۳۵، سرعت جریان سیلابی در عبور از بخش‌های تخریب‌شده حدود ۱/۹۸ متر بر ثانیه (حدود ۲ متر بر ثانیه) باشد. بنابراین در صورت وقوع سیلاب با دبی حدود ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه، جریان داخل بخش‌های تخریب شده عبور می‌کند و افزایش تراز برای ورود جریان به داخل کانال آبرسان صورت نمی‌گیرد. به‌عبارتی برای جریان‌های بیش از ۱۵۰ مترمکعب بر ثانیه، شرایط آبگیری کانال آبرسان و عرصه پخش سیلاب فراهم خواهد بود. به همین دلیل است که مسئولین ایستگاه تحقیقاتی بجای ترمیم پرهزینه

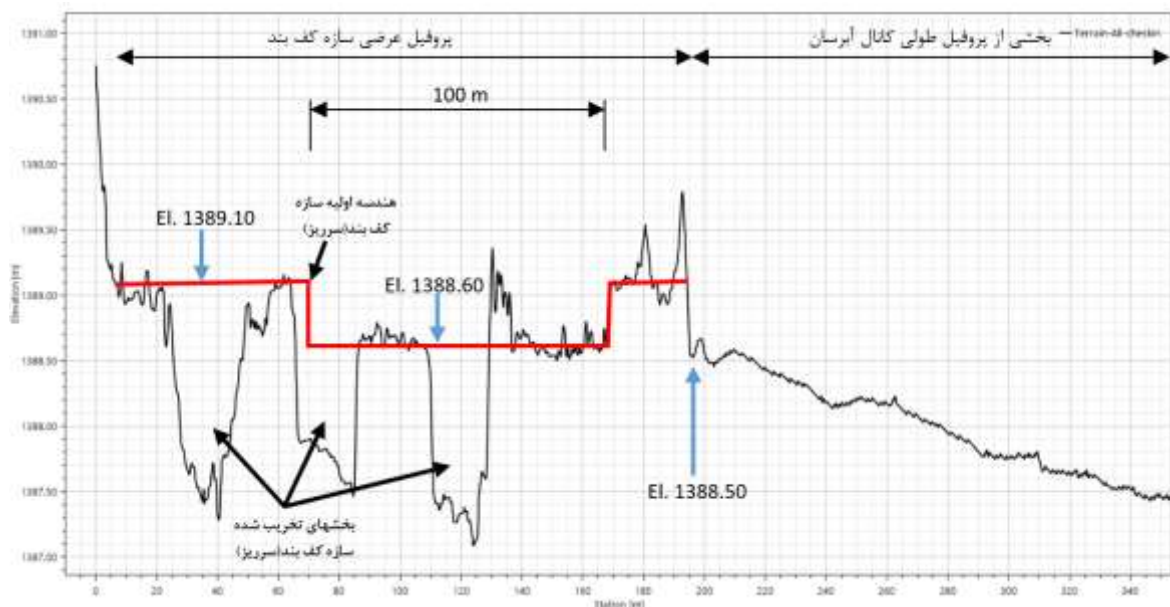
سازه، دهانه آبگیر را با کانال کنی در بستر رودخانه به موقعیتی حدود ۵۰۰ متر بالادست مکان فعلی منتقل کرده‌اند.



شکل ۱۳- مدل رقومی با دقت ۰/۱ متر از محدوده سازه انحرافی تخریب‌شده سامانه پخش سیلاب چسکین و

مشاهده فرسایش شدید بستر در محدود آسیب‌دیدگی‌های سازه؛ الف- تصویر واقعی از سازه سرریز

تخریب‌شده سامانه پخش سیلاب چسکین ب- مدل رقومی از سازه کف‌بند (سرریز) تخریب‌شده



شکل ۱۴- پروفیل عرضی از بستر رودخانه حاجی‌عرب در محل سرریز و بخشی از پروفیل طولی کانال آبرسان
(مقطع A-A در شکل ۱۳-ب)

ب- ارزیابی کانال آبرسان و سازه‌های تقاطعی و هیدرولیکی موجود در آن

در طرح گسترش سیلاب چسکین، جهت انتقال آب از رودخانه حاجی‌عرب به عرصه پخش سیلاب، کانال خاکی دوزنقه‌ای شکل با عرض متغیر (۱۰ تا ۱۵ متر) و طول تقریبی ۷۵۰۰ متر احداث شده است (شکل ۱۵).

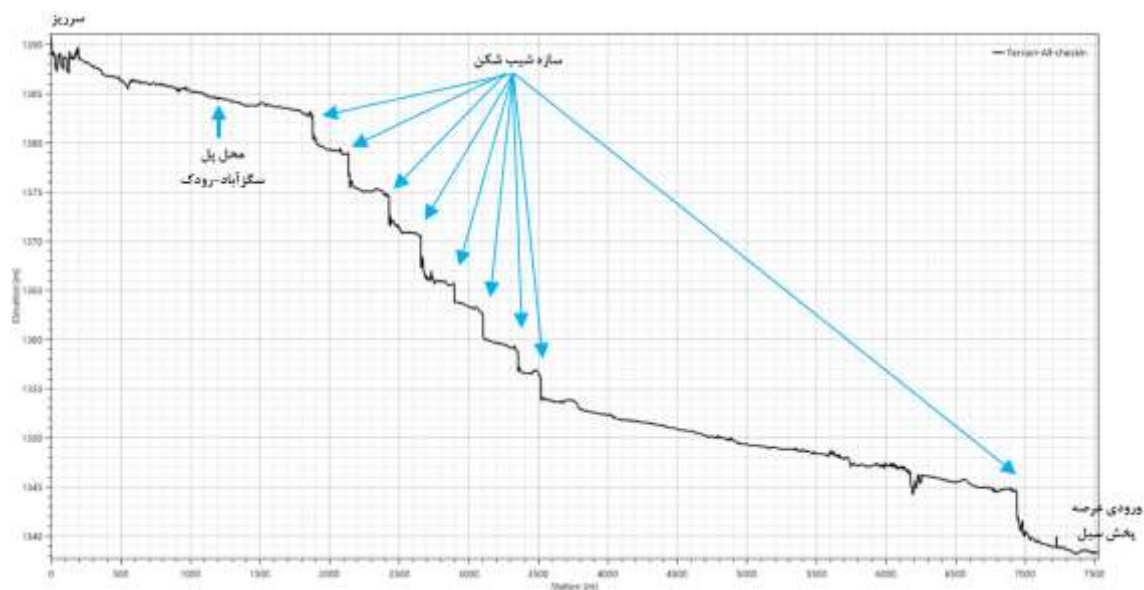
اختلاف تراز حدود ۵۰ متری میان ابتدا و انتهای کانال، منجر به ایجاد شیبی در حدود ۰/۷ درصد در مسیر شده است. به‌منظور کنترل این شیب و مدیریت انرژی جریان، ۹ سازه شیب‌شکن با ارتفاع ۲ تا ۳ متر و با مصالح بنایی (سنگ و ملات) به همراه حوضچه آرامش در فاصله ۱۷۰۰ متری از محل آگیری کانال آبرسان یا حدود ۷۰۰ متری پایین‌دست پل یا سازه زیرگذر جاده سگزآباد-رودک احداث شده است (شکل ۱۶). بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که اکثر این سازه‌ها و یا حوضچه آرامش آنها تخریب شده است (شکل ۱۷). اگرچه این آسیب‌ها در حال حاضر اختلال مستقیم در فرآیند آگیری یا انتقال جریان ایجاد نکرده‌اند، اما پیامدهای ثانویه مخربی به شرح زیر داشته‌اند:



شکل ۱۵- تصویری از کانال خاکی آبرسان سامانه پخش سیلاب چسکین

۱. افزایش سرعت جریان: تخریب حوضچه‌های آرامش، قابلیت استهلاک انرژی سازه‌ها را از بین برده و منجر به افزایش غیرمجاز سرعت جریان (سرعتی بیش از آستانه فرسایش) شده است؛
۲. انتقال انرژی مخرب: جریان پرانرژی به سمت پایین‌دست (ابتدای عرصه پخش سیل) و کانال مقسم هدایت شده که پیامد آن فرسایش شدید بستر کانال مقسم و تخریب سازه‌های هیدرولیکی مستقر در آن بوده است.

علاوه بر موارد فوق، احداث یک پل با ابعاد 3×5 متر در فاصله یک کیلومتری از نقطه آگیری، موجب ایجاد «تنگ‌شدگی» در مقطع کانال شده است (شکل ۱۸). این عامل در کنار فرسایش بستر در پایین دست، تغییرات هیدرولیکی (پسزدگی جریان) در بالادست تا دهانه آگیری را به همراه داشته که ظرفیت آگیری کانال را کاهش داده است. عرض بستر کانال در حدود ۱۰ متر که در نتیجه احداث سازه پل، ۵۰ درصد کاهش یافته است. با توجه به شیب بستر کانال برابر $0/001$ ، ضریب مانینگ بستر برابر $0/035$ و ابعاد ۵ در ۳ متر سازه پل، ارزیابی هیدرولیکی با استفاده از رابطه تجربی مانینگ نشان می‌دهد که ظرفیت عملیاتی پل نسبت به ظرفیت طراحی کانال (30 مترمکعب بر ثانیه)، با کاهشی قابل توجه به حدود ۱۶ مترمکعب بر ثانیه رسیده است.



شکل ۱۶- پروفیل طولی کانال آبرسان از ابتدای محل آگیری از رودخانه حاجی عرب تا ورودی به عرصه پخش

سیلاب



شکل ۱۷- تصویری از سازه‌های شیب‌شکن احداث‌شده در داخل کانال آبرسان و تغییرات صورت‌گرفته در

آن



شکل ۱۸- تصویری از سازه پل (زیرگذر) احداث شده بر روی کانال آبرسان در فاصله یک کیلومتری از محل آبیگیری از رودخانه حاجی عرب

ج- ارزیابی عرصه پخش سیل و اجزاء آن

عرصه پخش سیل بر آبخوان چسکین با مساحتی حدود ۶۰۰ هکتار در ساحل راست رودخانه حاجی عرب و منتهی الیه کانال آبرسان قرار دارد (مرز قرمز رنگ در شکل ۱۹). براساس نقشه قدیمی دریافتی از محدوده عرصه پخش سیل، مشخص شد که مساحت اولیه عرصه در حدود ۷۱۵ هکتار بوده است (مرز آبی رنگ در شکل ۱۹) که در حال حاضر تنها در حدود ۶۰۰ هکتار آن کانال‌های گسترشی و خاکریزها اجرا شده است. عرصه پخش سیلاب توسط یک آبراه طبیعی با جهت جنوبی- شمالی که نقش مقسم آب را ایفا می‌کند، به دو بخش شرقی و غربی تقسیم شده است (شکل ۲۰). مساحت بخش شرقی عرصه پخش سیلاب حدود ۱۵۵ هکتار است که ساختمان ایستگاه تحقیقاتی شهید بحری (چسکین) نیز در این بخش قرار دارد. مساحت بخش غربی عرصه پخش سیلاب حدود ۴۳۵ هکتار است که حدود ۴۵ هکتار آن فاقد شبکه پخش سیل است. باقی مساحت عرصه (۱۰ هکتار) به آبراه مقسم و جاده دسترسی موجود در ساحل راست آبراه اختصاص داده شده است. آبراه طبیعی مقسم، جریان دریافتی از کانال آبرسان را به کل بخش شرقی و

-----بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل ۲۶

بخش غربی از طریق پنج کانال گسترشی منتقل می‌کند (شکل ۲۱). جریان از طریق دروازه تعبیه‌شده بر روی خاکریزها در کل عرصه پخش می‌شوند. جریان اضافی منتقل شده به انتهای عرصه از طریق یک کانال تخلیه به محدوده روستای ابراهیم‌آباد منتقل می‌شود.



شکل ۱۹- مرز عرصه موجود (رنگ قرمز) و مرز اولیه (رنگ آبی) عرصه پخش سیل چسکین



شکل ۲۰- بخش‌های شرقی و غربی عرصه پخش سیل چسکین



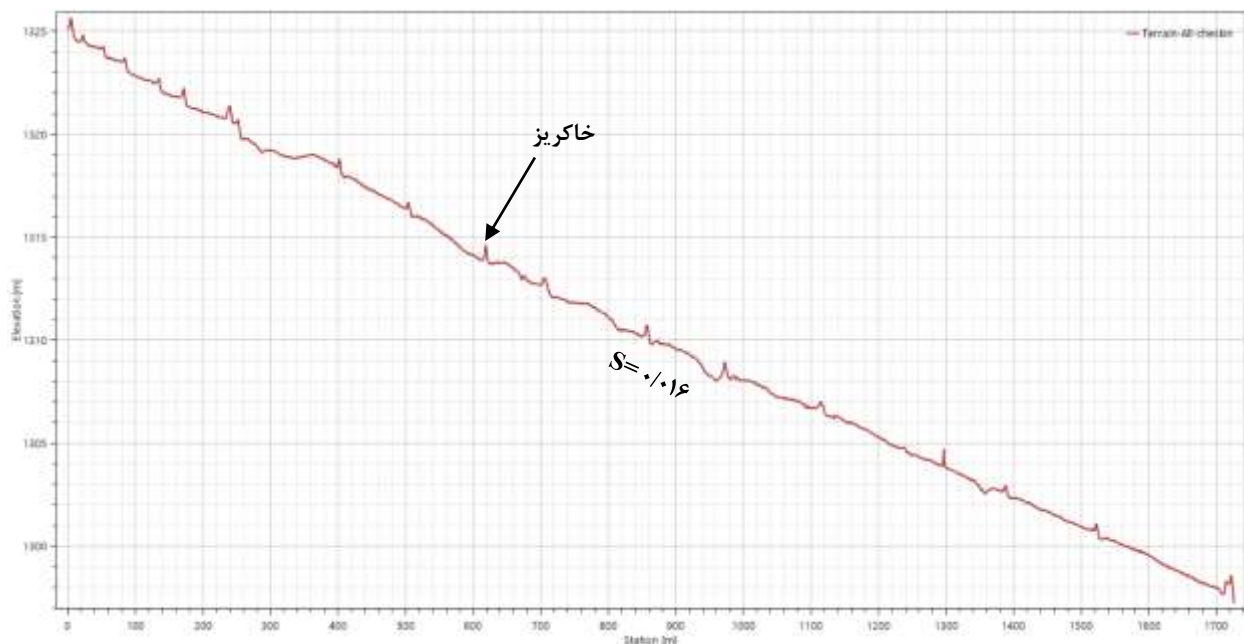
شکل ۲۱- آبراه طبیعی (مقسم)، کانال گسترشی و کانال تخلیه جریان

به دلیل شیب زیاد آبراه مقسم جریان و به منظور کاهش سرعت جریان ورودی به کانال‌های گسترشی، از ۵ آب‌شکن به ارتفاع ۱ تا ۲ متری در طول مسیر انتقال آب استفاده شده است. در شکل ۳۲ موقعیت آب‌شکن‌ها ارائه شده است. در حال حاضر تعداد از آب‌شکن بویژه آب‌شکن‌های شماره ۱ و ۲ تخریب شده است و نیاز به مرمت و بازسازی دارند. تخریب این دو سازه موجب شده است تا جریان ورودی به داخل عرصه و هدایت آن توسط آبراه مقسم، با سرعت زیادی مواجه شود که ضمن کف کنی و تعمیق آبراه، موجب کاهش تراز سطح آب و در نتیجه عدم ورود جریان به کانال‌های گسترشی ۲ و ۴ شود. بنابراین جریان با سرعت بیشتری به سمت پایین‌دست منتقل شود و با توجه به محدود بودن ظرفیت آگیری کانال‌های گسترشی ۴ و ۵، جریان از دسترس عرصه خارج شده و وارد کانال یا زهکش تخلیه شود. بنابراین توزیع جریان دریافتی از رودخانه حاجی‌عرب به‌خوبی در داخل عرص انجام نشود. بنابراین مرمت و بازسازی سازه‌های شیب‌شکن می‌بایست در اولویت قرار گیرد.



شکل ۲۲- موقعیت شیب‌شکن‌های احداث‌شده بر روی آبراه مقسم جریان

متوسط شیب طولی عرصه پخش سیل در حدود $1/6$ درصد است (شکل ۲۳) که شرایط برای ماندگاری سیل در سطح کل عرصه را محدوده کرده و در صورت عدم وجود خاکریزهای عرضی، پس از ورود سیل به عرصه، در کمترین زمان به انتهای عرصه هدایت شده و ذخیره‌سازی مناسبی برای آبخوان شکل نمی‌گرفت. احداث خاکریزهای در راستای عرضی نیز تنها در ذخیره بخشی از سیلاب می‌توانند نقش ایفا کنند. به دلیل شیب طولی زیاد عرصه، سیل در کل پهنه بین دو خاکریز (که تشکیل یک کرت را می‌دهند) پخش و ماندگار نمی‌شود. با عبور جریان از روی دروازه‌های ورودی به کانال‌های پخش، جریان وارد کرت شده و بلافاصله به خاکریز بعدی منتقل می‌شود. جریان با پهنه‌ای نهایت برابر با تراز خاکریز، در بالادست آن توسعه می‌یابد. حتی در بعضی از خاکریزها به دلیل افزایش ارتفاع آب از ارتفاع خاکریز، جریان از روی خاکریزها سرریز کرده و فرسایش بدنه آن و در نهایت تخریب آن را موجب شده است (شکل ۲۴). همین مسئله باعث شده است تا توزیع یکنواخت سیل در سطح عرصه صورت نگیرد و چه بسا از عرصه نیز به سرعت خارج شود.



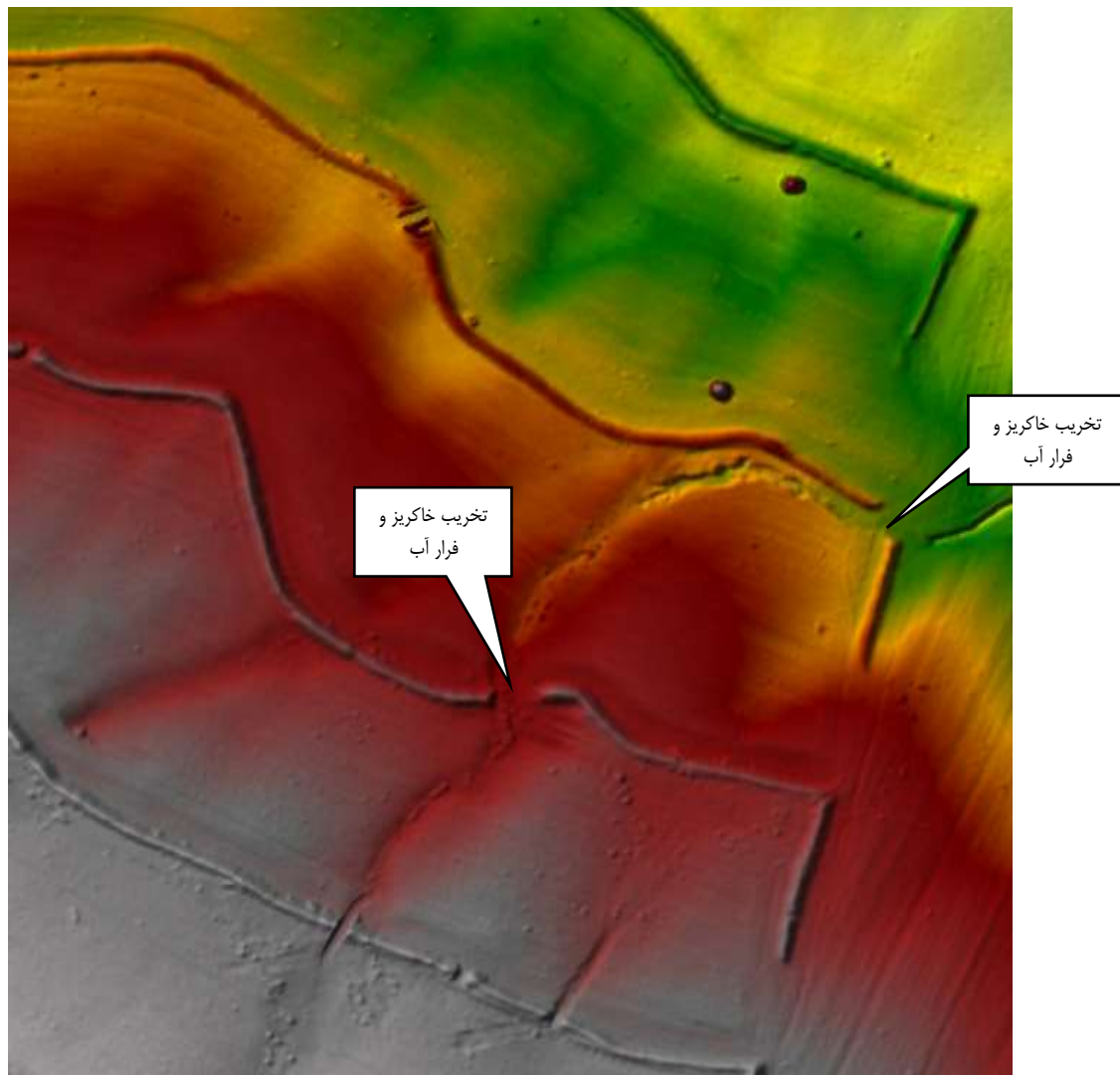
شکل ۲۳- پروفیل طولی عرصه پخش سیل چسکین

ضمناً شیب زیاد باعث شده است که جریان فقط وارد مسیل‌های موجود در سطح آبخوان شده و شرایط برای گسترش عرضی در سطح کرت‌ها فراهم نشود. تمرکز جریان در این مسیل‌ها موجب افزایش دبی و سرعت جریان شده و در برخورد با خاکریزها و دروازه‌های پخش سیل، فرسایش شدید و تخریب را به آن‌ها تحمیل کرده است. رسوبگذاری در داخل کانال‌های گسترشی (شکل ۲) و همچنین کانال‌های پخش سیل موجب توزیع غیریکنواخت سیل در سطح عرصه شده است و جریان به انتهای عرضی عرصه نرسد. مشکلات فوق (شیب طولی زیاد عرصه، تخریب خاکریزها، وجود مسیل‌های قدیمی در سطح عرصه) موجب شده تا سیل به جای گسترشی عرضی، گسترشی طولی را تجربه نماید و در زمان کوتاهی به انتهای عرصه رسیده و از طریق کانال تخلیه به بیرون از عرصه منتقل شود. حجم زیاد جریان هدایت شده به انتهای عرصه، شرایط را برای سیل‌گیری اراضی کشاورزی اهالی بومی منطقه در پایین‌دست و نارضایتی آن‌ها را فراهم آورده است. بافت سبک و متخلخل خاک منطقه و نفوذپذیری نسبتاً بالای آن، تاثیری مثبت بر تغذیه آبخوان داشته‌است، اما مشکلات مذکور موجب کاهش راندمان آبیگری و نفوذ جریان در آبخوان شده است.

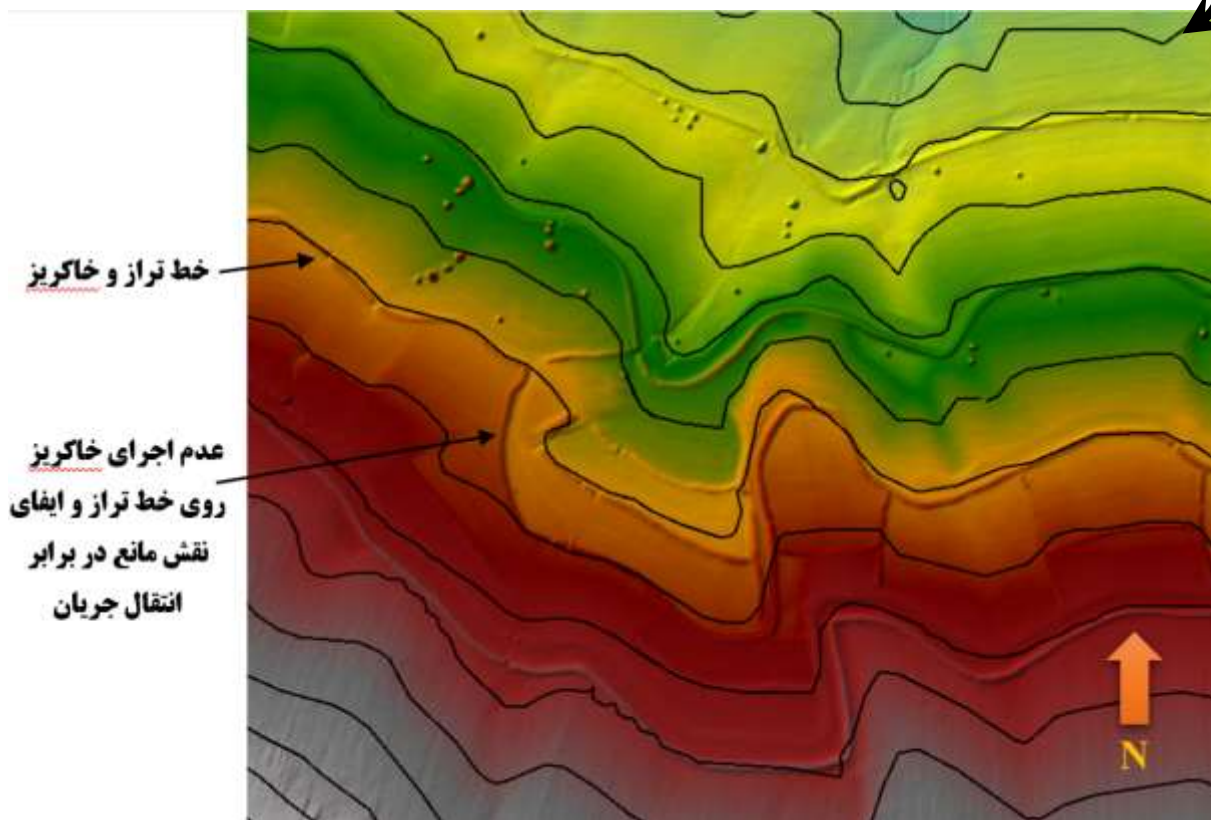
همان‌طور که قبلاً اشاره شد، کل عرصه شرقی دارای کرت‌های پخش و ذخیره سیل می‌باشد که توسط خاکریزهای احداث‌شده بر روی خطوط تراز از هم جدا شده‌اند. تعداد ۱۳ خاکریز که بر روی آن‌ها دورازه‌ها

-----بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل / ۳۰

نیز تعبیه شده‌اند، در بخش شرقی عرصه پخش احداث شده‌اند (شکل ۲۰). ساختمان ایستگاه در این بخش واقع شده است. کل محدوده بخش شرقی قابلیت دریافت جریان را دارد اما در زمان اجراء بخشی از خاکریزها بر روی خط تراز مربوطه قرار نگرفته (شکل ۲۵) و همین مسئله موجب شده تا جریان ورودی به کرت پخش سیلاب با مانع مواجه شده و جریان تا انتهای کرت پیش نرود.



شکل ۲۴- نمونه‌ای از خاکریزهای آسیب‌دیده در داخل عرصه پخش سیلاب



شکل ۲۵- تصویر عدم قرارگیری تعدادی از خاکریزهای بخش شرقی عرصه پخش سیل چسکین بر روی

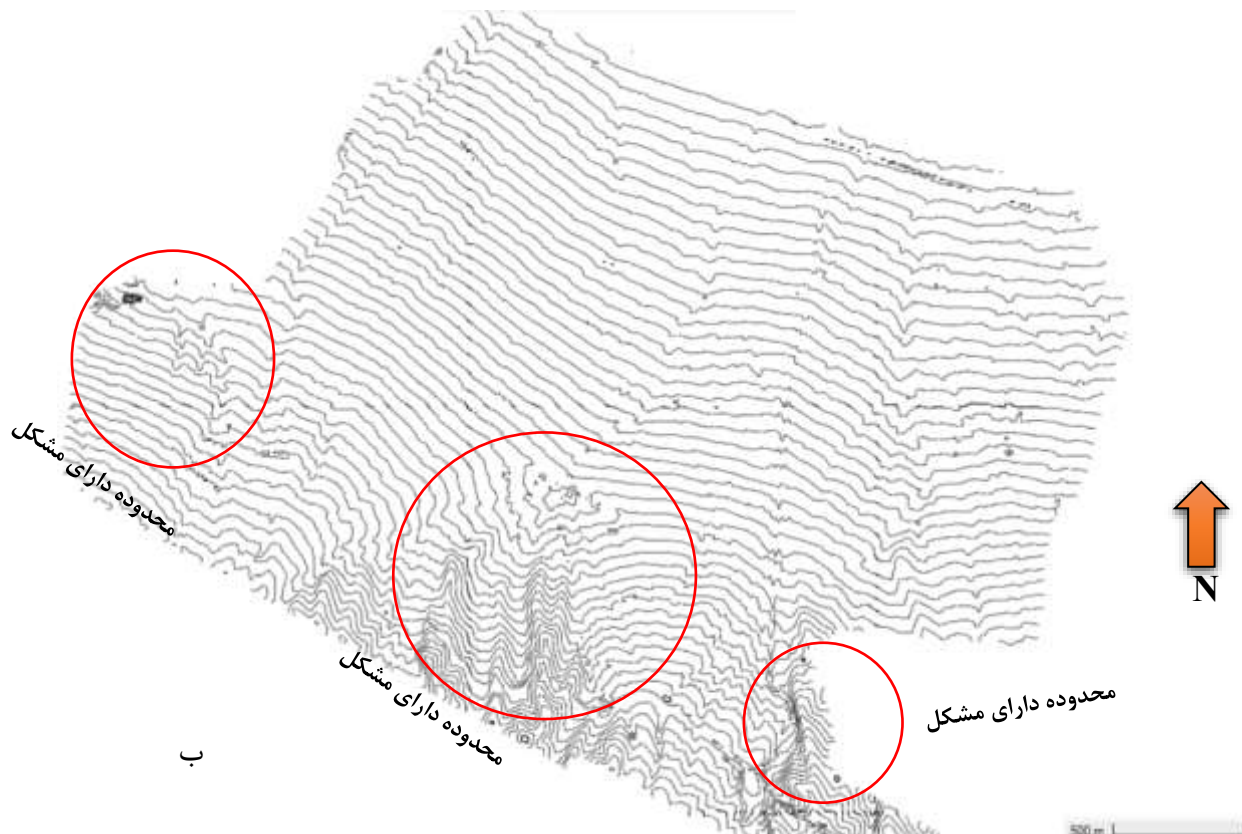
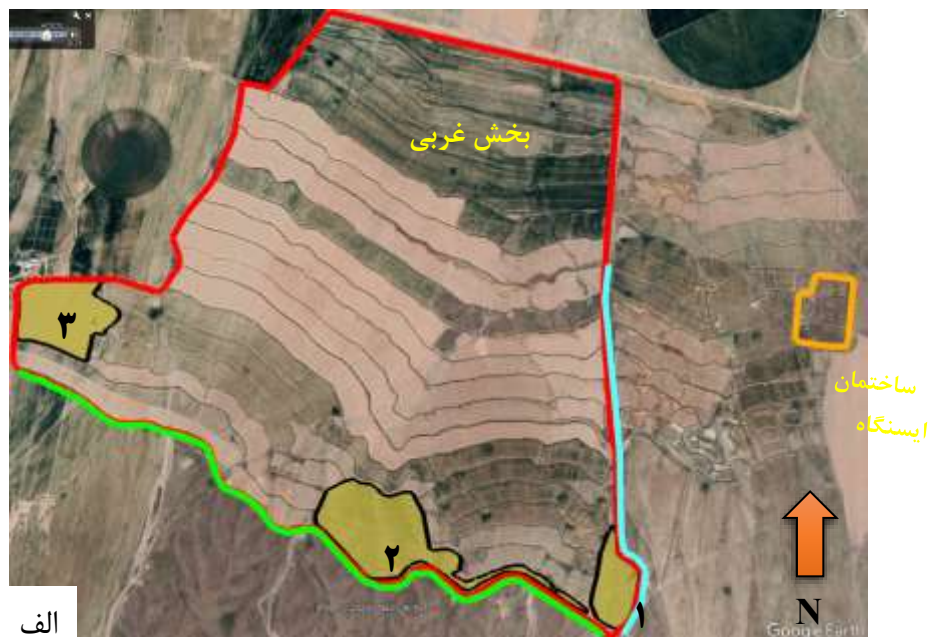
خطوط تراز توپوگرافی

-----بررسی علمی-تحلیلی چالش‌ها و نابسامانی‌های سامانه پخش سیل ۳۲/

اما در قسمتی‌هایی از بخش غربی عرصه پخش سیل به دلیل وجود بلندی‌هایی در بخش جنوبی آن، امکان استقرار کرت‌ها و خاکریزها و در نتیجه آبرگیری وجود نداشته است. موقعیت سه محدوده شناسایی شده در عرصه غربی، در شکل ۲۶ الف نشان داده شده است. وضعیت توپوگرافی در محدوده‌های مذکور به گونه‌ای است که امکان توسعه خاکریزها و هدایت مطلوب‌تر جریان به داخل آنها وجود ندارد (شکل ۲۶ ب). مساحت قسمت‌های اجرانشده در بخش غربی حدود ۴۵ هکتار است.

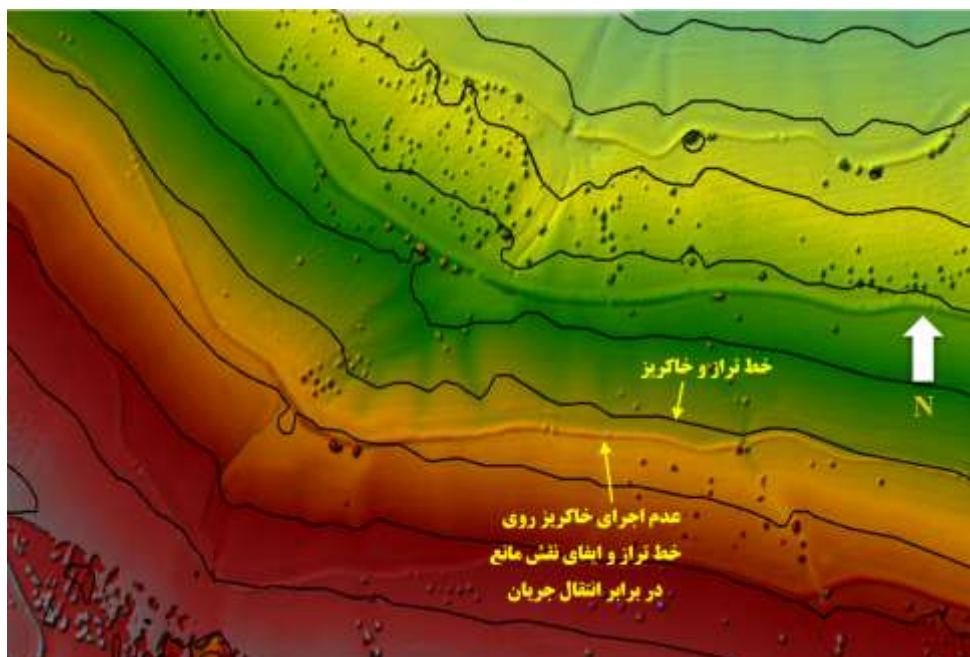
در کل بخش غربی پخش سیل، تعداد ۲۲ خاکریز که بر روی آنها دروازه‌ها نیز تعبیه شده‌اند، احداث شده‌اند. طول بخش غربی در حدود ۲۲۵۰ متر و متوسط عرض آن ۲۱۰۰ متر است. شیب طولی (در جهت جنوبی-شمالی) بخش غربی عرصه پخش سیل براساس پروفیل طولی تهیه شده از مدل رقومی با دقت ۰/۱ متر برابر ۱/۷۵ درصد تعیین شده است.

در زمان احداث سامانه پخش سیل چسکین در بخش غربی نیز نقشه‌های توپوگرافی با دقت مناسب در دسترس نبوده است. همین مسئله موجب شده تا تعدادی از خاکریزهای بخش غربی عرصه پخش سیل بر روی یک خط تراز قرار نگیرند (شکل ۲۷) و از یک تراز پایین به تراز بالا تغییر مسیر دهند. این مسئله موجب عدم انتقال کامل جریان در عرض عرصه نشده و آبرگیری کامل صورت نگیرد.



شکل ۲۶- نمایش جزئیاتی از بخش غربی عرصه پخش سیل چسکین به همراه محدوده‌هایی که امکان آبیگری آنها فراهم نیست. /الف- موقعیت سه محدوده بر روی تصویر ماهواره‌ای ب- موقعیت سه محدوده بر روی نقشه

توپوگرافی



شکل ۲۷- تصویر عدم قرارگیری تعدادی از خاکریزهای بخش غربی عرصه پخش سیل چسکین بر روی خطوط تراز توپوگرافی

جمع‌بندی نابسامانی‌ها و مشکلات سامانه پخش سیل و ارائه راهکارهای پیشنهادی

براساس ارزیابی انجام‌شده نابسامانی‌ها و مشکلات سامانه پخش سیلاب چسکین به شرح زیر است:

- ساختار مورفولوژی رودخانه حاجی‌عرب در بالادست و پایین‌دست سازه کف‌بند موجب شده است که جریان بیشتر به سمت قوس خارجی خم قبل از کف‌بند هدایت شده و شرایط برای دریافت سهم بیشتر سیل توسط کانال آبرسان فراهم نشود؛
- تخریب سازه کف‌بند (سرریز انحراف جریان به کانال آبرسان) در بخش میانی و کاهش تراز بستر رودخانه حاجی‌عرب نسبت به تراز کف کانال آبرسان که موجب عدم آبرگیری مطمئن کانال آبرسان شده است. در این شرایط یک کانال موقت از محل دهانه آبرگیر کانال آبرسان به سمت بالادست به طول حدود ۵۰۰ متر برای بهبود تراز آبرگیری و انطباق آن با تراز بستر رودخانه ایجاد شده است. در شرایط دبی‌های کم امکان آبرگیری وجود دارد، اما در شرایط سیلابی دهانه کانال جدید تخریب می‌شود؛

- عدم ظرفیت کافی سازه زیرگذر جاده سگزآباد - رودک برای انتقال دبی طراحی آبخوان (۳۰ مترمکعب بر ثانیه) موجب شده است که حداکثر جریان ایمن قابل انتقال به عرصه از ۳۰ متر مکعب به حدود ۱۶ مترمکعب تغییر کند. هرچند ورود این میزان جریان به داخل کانال آبرسان از طریق حوزه آبریز رودخانه حاجی‌عرب در طی مدت ۲۴ ساعت (میانگین زمان پایه هیدروگراف حوضه‌های ۱ و ۲)، قادر به تأمین ظرفیت قابل نفوذ روزانه عرصه پخش سیلاب (حدود ۱۴۰۰ هزار مترمکعب) است؛
- فرسایش شدید بستر آبراهه مقسم آب موجود در داخل عرصه و در حد فاصل بخش شرقی و غربی که موجب کاهش تراز سطح آب در محدوده کانال‌های گسترشی و در نتیجه کاهش جریان ورودی به آن‌ها خواهد شد. احداث شیب شکن یا کف‌بندهایی مازاد بر کف‌بندهای موجود می‌تواند شرایط بهبود تقسیم آب به داخل عرصه را مهیا کند؛
- تخریب سازه‌های شیب‌شکن موجود در آبراهه مقسم آب و افزایش فرسایش بستر و همچنین افزایش سرعت جریان موجب کاهش عمق جریان در محدوده تقسیم آب شده و عدم آگیری مناسب کانال‌های گسترشی را به‌همراه داشته است؛
- رسوبگذاری در کانال‌های گسترشی، به ویژه در بخش میانی و انتهایی آن‌ها، موجب شده است تا با جریان ورودی به داخل کانال گسترشی به انتهای هدایت نشده و از همان دوازه‌های ابتدایی خارج و به کرت‌های پایینی منتقل و در نتیجه سریعتر به سمت کانال تخلیه موجود در انتهایی عرصه هدایت شود. لایروبی کانال‌های گسترشی موجب رفع مشکل مذکور خواهد شد؛
- عدم اجرای اصولی خاکریزها از نظر تراکم خاک و ارتفاع برای ذخیره بیشتر و مطمئن سیل موجب عدم توزیع مناسب سیل در سطح عرصه شده است؛
- عدم اجرای اصولی خاکریزها منطبق بر خطوط تراز در برخی از نقاط عرصه شرقی و غربی موجب عدم آگیری کامل کانال گسترشی و کانال‌های پخش سیلاب شده است.

به‌طور کلی، نتایج این ارزیابی نشان می‌دهد که عملکرد سازه‌های پخش سیلاب در آبخوان چسکین به‌شدت تابع رعایت اصول فنی در مراحل طراحی، انتخاب نوع سازه، کیفیت اجرا و نیز حفاظت و نگهداری پس از بهره‌برداری است. در بخش‌هایی که این اصول رعایت نشده‌اند، بروز آسیب‌های سازه‌ای، اختلال در آبیگری، فرسایش خاکریزها و کاهش کارایی سامانه کاملاً مشهود است. بنابراین، بازنگری در نوع و ابعاد سازه آبیگیر، تقویت سازه‌های اصلی، اجرای اصولی خاکریزها براساس خطوط تراز، و نیز پیش‌بینی تمهیدات حفاظتی برای جلوگیری از تخریب انسانی، از جمله اقدامات ضروری برای بهبود عملکرد و افزایش پایداری این سامانه در آینده به‌شمار می‌آید. در نهایت پیشنهاد می‌شود با توجه به تهیه مدل رقومی با دقت ۰/۱ متر، یک مدل هیدرولیکی با استفاده از مدل‌های ریاضی شبیه‌ساز جریان سیل در رودخانه‌ها و عرصه‌های پخش سیل تهیه و ضمن شبیه‌سازی شرایط موجود و ارزیابی مشکلات و علل آن سامانه پخش سیل چسکین، نسبت به بازطراحی سامانه اقدام شود.

در نهایت، براساس مشکلات و نابسامانی‌های معرفی شده در بخش قبل، راهکارهای مورد نظر بررسی و عناوین آن‌ها به‌همراه اولویت اجرایی در جدول ۲ ارائه شده است. مبنای اولویت بندی اجرای طرح‌ها اصلاحی، بهبود وضعیت آبیگری و پخش آن در سطح عرصه آبخوان چسکین است.

جدول ۲ - راهکارهای پیشنهادی برای نابسامانی‌ها و مشکلات سامانه پخش سیلاب شهید بحری (چسکین)

ردیف	مشکل و نابسامانی مشاهده شده	راهکار	اولویت اجرایی
۱	ساختر مورفولوژی رودخانه حاجی‌عرب و وجود خم‌چپ‌گرد قبل از دهانه آبگیر کانال آبرسان و کاهش جریان ورودی به کانال	احداث آب‌شکن قبل از سازه انحرافی یا تغییر ساختار سازه انحرافی از شکل کنونی به شکل پلکانی در عرض رودخانه	۱
۲	تخریب سازه کف‌بند (سرریز انحراف جریان به کانال آبرسان) در بخش میانی	اصلاح و ترمیم سازه مطابق ردیف ۱	۱
۳	عدم ظرفیت کافی سازه زیرگذر جاده سگزآباد - رودک برای انتقال دبی طراحی آبخوان	افزایش ابعاد دهانه زیرگذر یا افزایش تعداد دهانه‌ها	۳
۴	فرسایش شدید بستر آبراهه مقسم آب موجود در داخل عرصه	احداث شیب‌شکن یا کف‌بندهایی مازاد بر کف‌بندهای موجود	۱
۵	تخریب سازه‌های شیب‌شکن موجود در آبراهه مقسم آب	ترمیم شیب‌شکن‌های تخریب‌شده	۱
۶	رسوبگذاری در کانال‌های گسترشی	لایروبی کانال‌های گسترشی	۱
۷	عدم اجرای اصولی خاکریزها و پشته‌های ذخیره سیل در سطح عرصه	افزایش ارتفاع خاکریزها و متراکم کردن آن‌ها	۱
۸	عدم اجرای اصولی خاکریزها منطبق بر خطوط تراز	اصلاح پلان خاکریزها	۲

ملاحظات اخلاقی

تضاد منافع نویسندگان: نویسندگان اعلام می‌دارند که این اثر با رعایت کامل اخلاق نشر تهیه شده و هیچ‌گونه سرقت ادبی، رفتار سوء، جعل داده‌ها، ارسال یا انتشار هم‌زمان در جای دیگر صورت نپذیرفته است. همچنین هیچ منافع تجاری در راستای آن وجود نداشته و وجهی بابت ارائه اثر پیش از این دریافت نشده است.

نقش نویسندگان: نویسنده اول: تدوین اثر، انجام اصلاحات، نویسنده مسئول، کنترل نهایی اثر؛ نویسنده دوم: گردآوری اطلاعات از مراجع ذیربط.

بیانیه: نویسندگان محتوا را بررسی و ویرایش کردند و مسئولیت کامل محتوای منتشرشده را بر عهده می‌گیرند.

منابع

- اسلامی، ع. ر.، عباسی، ع. ا.، آثم، ح. و کرجی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی سیستم و اصلاح طرح تغذیه مصنوعی فاروب - رومان. دومین کنفرانس ملی تجربه‌های ساخت تأسیسات آبی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه تهران. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، ۸ صفحه.
- اسلامی، ع. ر. و عباسی، ع. ا. ۱۴۰۴. رهیافتها و تجربیات سیلگیری از رودخانه یا خشکه‌رود و عملکرد سامانه‌های پخش سیلاب بر آبخوان‌ها. سامانه‌های سطوح آبخیز باران. ۳(۱۳): ۷۲-۵۹.
- رجایی، س. ح.، واحدی طرقي، ع. و شیبانی زاده، ز. ۱۳۹۱. هیدرولیک جریان در سرریزهای کناری کانال آبرسان-گسترشی شبکه‌های پخش سیلاب. یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران. ارومیه، ۸ صفحه.
- عباسی، ع. ا.، فروغی، ع.، رجایی، س. ح.، روحانی، ح. و طباطبایی یزدی، ج. ۱۳۸۹. بررسی و پایش عملکرد سازه‌های آبخیزی و پخش در ایستگاه آبخوان کاشمر. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۶۰ صفحه.
- عادلپور، ع.، فروغی، ع.، و قهاری، غ. ر. ۱۳۹۳. پایش و بررسی عملکرد سازه‌های آبخیزی و پخش در ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب بر آبخوان کوثر. انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. شماره فروست ۴۵۲۸۹ مورخه ۹۳/۱/۴، ۴۵ صفحه.
- گودرزوند چگینی، و. و یوسف گمرکچی، ا. ۱۳۸۶. بررسی اثرات پخش سیلاب در نفوذپذیری خاک در عرصه آبخوان چسکین. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. مدیریت حوزه‌های آبخیز، ۶ صفحه.
- مهندسین مشاور آشناب. ۱۳۸۰. گزارش طراحی سد بالاخانلو. شرکت آب منطقه‌ای استان قزوین.
 - Bouwer, H. 2002. Artificial recharge of groundwater: Hydrogeology and engineering. *Hydrogeology Journal*, 10(1): 121-142. <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0182-4>.
 - Dillon, P. 2005. Future management of aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, 13(1): 313-316. <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0413-6>.
 - Najwa Zainal, N. & Abu Talib, S.H. 2024. Review paper on applications of the HEC-RAS model for flooding, agriculture, and water quality simulation. *Water Practice & Technology*, 19(7): 2883-2900.
 - Scanlon, B.R., Reedy, R.C., Faunt, C.C., Pool, D. & Uhlman, K. 2016. Enhancing drought resilience with conjunctive use and managed aquifer recharge in California and Arizona. *Environmental Research Letters*, 11(3): 035013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/035013>.
 - Sharma, K.D. & Singh, H.P. 2018. Floodwater spreading for groundwater recharge in arid regions. *Journal of Hydrology*, 19, 671-677

Abstract:

Flood spreading, as an effective method of artificial groundwater recharge, plays a significant role in water resources management in arid and semi-arid regions. However, the successful performance of such systems depends on the efficiency of water diversion, conveyance, and distribution structures, as well as their compatibility with the hydrological and morphological conditions of the watershed. This study presents a scientific and analytical assessment of the hydraulic performance and structural condition of the Shahid Bahri (Cheskin) flood spreading system located in Qazvin Province, Iran. To this end, field investigations, multi-temporal satellite image analyses, the preparation of a high-resolution digital elevation model (DEM) with a spatial accuracy of 0.1 m using UAV photogrammetry, evaluation of the morphological characteristics of the Haji Arab River, and detailed assessments of the system components—including the diversion structure, conveyance canal, distribution channel, spreading canals, embankments, and flow-control structures—were conducted. The results revealed that morphological changes in the Haji Arab River, destruction of the grade-control structure, and lowering of the riverbed elevation relative to the conveyance canal intake have significantly reduced the water diversion efficiency of the system. In addition, the limited hydraulic capacity of the road culvert crossing, severe erosion within the distribution channel, deterioration of drop structures, sediment deposition in the spreading canals, and inadequate construction of some embankments have adversely affected the conveyance and distribution of floodwaters across the spreading area. Furthermore, the imminent operation of the Balakhanlou Dam upstream of the system is expected to alter the river flow regime and reduce the frequency of exploitable flood events, creating a new challenge for the long-term sustainability and effectiveness of the Cheskin groundwater recharge scheme. Based on the findings of this study, and considering the strategic implications of the Balakhanlou Dam within the main Haji Arab River watershed, redesign of the diversion and overflow structures, rehabilitation of flow distribution and control facilities, dredging of spreading canals, improvement of embankments, and development of a comprehensive hydraulic model for evaluating alternative operational scenarios are strongly recommended. The outcomes of this research can serve as a technical basis for revising and upgrading the Cheskin flood spreading system and for improving the performance of similar managed aquifer recharge projects throughout Iran.

Key words: Cheskin Aquifer, Flood Spreading System Redesign, Haji Arab River, Balakhanlou Dam

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Title: Assessment of the Challenges, Performance Deficiencies, and Redesign Requirements of the Shahid Bahri (Cheskin) Flood Spreading System in Qazvin Province

Authors: Mohammad Rostami, Afshin Yousef-Gomrokchi

Editor: Saeed Nabipay Lashkarian

Page Layout: Abbas Seddigh

Publisher: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Circulation: 10 copies

Date of publication: Spring 2026

This scientific work has been registered with the series number of **69482** at the date of **2026-06-20** the Agriculture Information and Scientific Documents Center. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or translated without the original reference.

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Technical Manuscript:

Scientific and Analytical Evaluation of the Challenges, Deficiencies, and
Performance Problems of the Floodwater Spreading System on the Shahid
Bahri (Cheskin) Aquifer, Qazvin Province

Authors:

Mohammad Rostami, Afshin Yousef-Gomrokchi

Series number: 69482

2026



Ministry of Agriculture - Jihad
Agriculture Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute



Technical Manuscript

**Scientific and Analytical Evaluation of the
Challenges, Deficiencies, and Performance
Problems of the Floodwater Spreading
System on the Shahid Bahri (Cheskin)**

Authors:

Mohammad Rostami, Afshin Yousef-Gomrokchi

Series Number: 69482

2026