Progress and development of Kermanshah province
Online ISSN
ISSN - 2783-0713

Technical and economic evaluation of storage canals as a new model of flood storage in watersheds (Storage canals built on the border of agricultural and national lands in Kermanshah province)

Khalil Jalili
Assistant Professor, Department of Environmental Resources management, Physical Development Institute, ACECR, Kermanshah Province, Iran.
(Corresponding Author). jalili@acecr.ac.ir

Jalal Jalili
Assistant Professor, Department of Environmental Resources management, Physical Development Institute, ACECR, Kermanshah Province, Iran.
jjalili@acecr.ac.ir

Mohammad Khosravi
Assistant Professor, Department of Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Iran.
khosravi59@gmail.com

Abstract

Storage canals built on the border of agricultural and national lands is a new model for flood control and protection of water and soil resources, which was proposed, designed and implemented in Kermanshah for the first time in the country. In order to evaluate these canals, three basins of Mikhoran, Shishagan and Harsam and 3 canals were selected in each basin. Calculating the dimensions of the canal, the cost of constructing the canal according to the watershed management price list, the proportion between the capacity of the canal and the volume of incoming runoff, the technical and economic comparison of the canals, the correct location of the canals and the design and implementation method were evaluated. The results showed that, the maximum production runoff of the upstream surface of the canals in these basins varies from 0.02 to 3.68 cubic meters per second using the SCS method. The duration of this discharge to fill the volume of the canal has a range of data changes from 6 minutes to 194 minutes, and there is no proportionality between the volume of the upstream flood and the volume of the construction canals, and it leads to the wastage of credits. Therefore, the creation of canals with this state of design and implementation has no economic justification, but with the technical modifications of the structures and the proportionality of the dimensions of the canals with the upstream surface, the effectiveness of the structure in flood control in flood-prone basins is confirmed and recommended.

Keywords: Soil Protection, Flood Control, Watershed Management, Reserve Canals, National Lands, Kermanshah, Iran.

Progress and development of Kermanshah province
Kermanshah Management and Planning Organization, 2025, Vol. 4, No. 3, pp 45-64.
Received: 09/03/2024 - **Accepted:** 21/05/2025

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

ارزیابی فنی و اقتصادی کانال‌های ذخیره به عنوان الگوی نوین ذخیره سیلاب در حوزه‌های آبخیز (کانال‌های احداثی در مرز اراضی کشاورزی و ملی استان کرمانشاه)

خلیل جلیلی

استادیار پژوهش، گروه مدیریت منابع محیطی، پژوهشکده توسعه کالبدی، جهاددانشگاهی استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

(نویسنده مسئول) jalili@acecr.ac.ir

جلال جلیلی

استادیار پژوهش، گروه مدیریت منابع محیطی، پژوهشکده توسعه کالبدی، جهاددانشگاهی استان کرمانشاه،کرمانشاه، ایران.

jjalili@acecr.ac.ir

محمد خسروی

استادیار، گروه منابع طبیعی، دانشگاه رازی،کرمانشاه، ایران.

khosravi59@gmail.com

چکیده

کانال‌های ذخیره احداثی در مرز اراضی کشاورزی و ملی الگویی نوین برای کنترل سیلاب و حفاظت از منابع آب و خاک است که در کرمانشاه برای اولین بار در کشور پیشنهاد، طراحی و اجرا گردید. با هدف ارزیابی این کانال‌ها سه حوضه میخوران، شیشگان و هرسم و در هر حوضه ۳ کانال انتخاب گردید. محاسبه ابعاد کانال، هزینه احداث کانال مطابق فهرست بهای آبخیزداری، تناسب بین ظرفیت کانال و حجم رواناب وارده، مقایسه فنی و اقتصادی کانال ها، مکان یابی صحیح کانال‌ها و شیوه طراحی و اجرا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد حداکثر رواناب تولیدی سطح بالادست کانال‌ها در این حوضه‌ها به روش SCS از ۰/۰۲ تا۳/۶۸ مترمکعب بر ثانیه متغیر است. مدت زمان تداوم این دبی برای پرکردن حجم کانال از۶ دقیقه تا ۱۹۴ دقیقه دامنه تغییرات داده‌ای دارد و بین حجم سیلاب بالادست و حجم کانال‌های احداثی تناسبی وجود نداشته و هدررفت اعتبارات را به همراه دارد. لذا ایجاد کانال‌ها با این وضعیت طراحی و اجرا توجیه اقتصادی ندارد اما با اصلاحات فنی سازه ها و متناسب سازی ابعاد کانال‌ها با سطح بالادست آن، اثربخشی سازه در کنترل سیلاب در حوضه‌های سیل‌خیز مورد تأیید و توصیه می باشد.

کلیدواژه‌ها: حفاظت خاک، کنترل سیلاب، آبخیزداری، کانال ذخیره، اراضی ملی، کرمانشاه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه

فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۴، شماره ۳، ص ۴۵-۶۴

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۲۱/۱۹ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۲/۳۱

۱- مقدمه

تخریب روزافزون منابع طبیعی علاوه بر گسترش فقر، گرسنگی، قحطی و بروز بلایای طبیعی همچون سیل و خشکسالی جان میلیون‌ها انسان را نیز در معرض خطر جدی قرار داده است (امراللهی شریف آبادی و پیری اردکانی، ۱۳۸۴). با توجه به بروز چنین مسائلی، در دهه‌های اخیر نگرش‌ها و راهکارهای متعددی در زمینهٔ بهره‌برداری مناسب و پایدار از منابع طبیعی در سطح دنیا مطرح شده است (عمانی و چیذری، ۱۳۸۲). که در این راستا آبخیزداری روشی جامع و مناسب در مدیریت پایدار منابع طبیعی و انسانی است و شامل مهار فرسایش خاک، بهبود کیفیت منابع آب، تنظیم جریان‌های سیلابی و رسوبگذاری، اصلاح پوشش گیاهی منطقه و غیره است که در حوزه‌های آبخیز بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (بقائی و همکاران، ۱۳۸۵). افزایش جمعیت و فشار بر منابع آب و خاک در دوران اخیر، همراه با تحول و پیشرفت در فناوری تأمین آب و شیوه‌های کشت و کار کشاورزی، موجب شده تا اهمیت این منابع محدود در کشور ما بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. از این رو، مدیریت منابع آب و خاک و اقدامات حفاظتی به شیوه‌های نوین اهمیت و ضرورت بیشتری کسب نموده است.

بهره‌برداری غیراصولی از اراضی و منابع آب و خاک حوزه‌های آبخیز در دهه‌های اخیر موجب کاهش تغذیه طبیعی نزولات آسمانی و افزایش رواناب سطحی و فرسایش و رسوبگذاری شده است. برنامه‌های حفاظت خاک و آبخیزداری هم‌سو با توسعه پایدار و با اعمال مدیریت مسئولانه بر منابع، علاوه بر نیازهای امروز به منافع آینده نیز توجه دارد که در این راستا استفاده از دانش و اطلاعات فراهم آمده از طریق پژوهش‌های علمی و تلفیق آن‌ها با علوم طبیعی، آموزش، فرهنگ، ارتباطات و علوم اجتماعی از اهمیت و حساسیت ویژه برخوردار است. به‌منظور حفاظت آب و خاک هرگونه فعالیت و اجرای طرح در این خصوص باید با نگاه آبخیزداری مدیریت شود. جمع‌آوری آب، مهار سیلاب و استفاده از آن در هنگام نیاز از جمله مقوله‌هایی است که ضرورت توجه به آبخیزداری بیش از پیش نمایان می‌کند. پروژه‌های آبخیزداری شیوه‌های مناسبی می‌باشند تا علاوه بر حفاظت خاک و کنترل خسارات سیل، منابع آب زیرزمینی را تقویت نموده و مشکلات ناشی از خشکسالی را تعدیل نماید. ارزیابی یک پروژه اثرات مثبت یا منفی آن را مشخص نموده و میزان اثربخشی پروژه اجرایی را تعیین می‌نماید. بنابراین بایستی طرح‌های اجرا شده مورد بررسی قرار گیرد تا برنامه‌ریزی‌های بعدی بر اساس آن صورت پذیرد.

کنترل سیلاب و مدیریت منابع آب سطحی و زیرزمینی در حوزه‌های آبخیز هم از بعد کنترل و حفاظت از منابع آب و خاک و کاهش خسارات کشاورزی و باغی و هم از نظر حفظ رطوبت و تقویت منابع آب زیرسطحی و زیرزمینی حائز اهمیت است. لذا دیدگاه مدیریتی ذخیره سیلاب به عنوان یکی از منابع تأمین‌کننده آب در حوزه‌های آبخیز و بهره‌برداری بهینه از آن یک دیدگاه مترقی و پیشرو در مدیریت منابع طبیعی است. ایجاد بسترهای متنوع کنترل سیلاب از دیرباز مورد توجه بوده و با مفاهیم مختلفی همچون کنتورفارو، تراس‌های افقی و شیب‌دار، پیتینگ، تورکینست و ... مطابق استانداردهای اجرای هر عملیات اجرا گردیده است. ایجاد کانال‌های ذخیره به عنوان الگوی نوین کنترل و ذخیره‌سازی سیلاب، یکی از راهکارهای عملیاتی و اجرایی سازه‌ای است که در دهه اخیر در استان کرمانشاه به مرحله اجرا درآمده و با تغییر ساختار عملیات پیشنهادی اهداف چندگانه‌ای را هدف‌گذاری نموده

است. این کانال‌ها در مرز اراضی کشاورزی و منابع طبیعی احداث گردیده و علاوه بر جداسازی اراضی کشاورزی و ملی بستر کنترلی و ذخیره رواناب سطحی می‌باشند. نمونه تکمیل شده این کانال‌ها دارای سرریز بتنی در مسیر آبراهه اصلی زیرحوضه و دارای دو بال جانبی در طرفین بوده که ظرفیت متناسبی را برای ذخیره منابع آب سطحی حوضه ایجاد می‌نماید. این راهکار سازه‌ای، با این شیوه اجرا در سطح کشور سابقه‌ای ندارد. لذا پس از گذشت بیش از یک دهه از اجرای آن‌ها به نظر می‌رسد ارزیابی آن‌ها یک ضرورت می باشد که در این مقاله ابعاد فنی و اقتصادی آن‌ها مورد پژوهش قرار گرفته است.

۲- پیشینه پژوهش

از آنجا که طراحی و شیوه اجرای این کانال‌ها الگویی نوین در کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز می‌باشند لذا تحقیقات مشابه در کشور بدون سابقه بوده و در این مقاله به تحقیقاتی که به نحوی با ابعاد مختلف پژوهش مرتبط هستند پرداخته شده است.

فلاح‌پور و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی میزان تأثیر عملیات آبخیزداری در حوزه آبخیز بارده در استان چهارمحال و بختیاری از لحاظ کاهش میزان فرسایش و رسوب، میزان آب ذخیره شده؛کاهش وقوع سیلاب در شهرها و روستاهای سیل‌گیر و تغییرات پوشش گیاهی پرداختند. نتایج بدست آمده حاکی از اثر بخشی عملیات‌های آبخیزداری انجام شده در کاهش میزان فرسایش و رسوب؛ افزایش ذخیره آب و کاهش شدت سیلاب‌های منطقه‌ای می‌باشد. از سوی دیگر به علت عدم انجام توام عملیات مکانیکی و عملیات بیولوژیکی میزان موفقیت عملیات‌های مذکور (مکانیکی) اثر بخشی کمتر از حد انتظار نشان دادند.

مددی و ملکی (۱۳۹۷) به ارزیابی اثرات اجتماعی-اقتصادی پروژه‌های منابع طبیعی اجرا شده از دید ذینفعان درحوزه آبخیز اندبیل- شهرستان خلخال پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد، کنترل سیلاب، افزایش حجم آب‌های زیرزمینی و کاهش مهاجرت از مهم‌ترین دست آوردهای این طرح‌ها می‌باشد.

حشمتی و همکاران (۱۳۹۷) پروژه‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز رزین کرمانشاه را از لحاظ فنی مورد ارزیابی قرار دادند. در این حوضه به دلیل عدم خطرات سیل، فرسایش و رسوب، اقدامات مکانیکی به ویژه کانال (دایک) کنترل سیل از اولویت کمتری برخوردار بوده و مواردی چون مدیریت چرا، اصلاح شخم، کشاورزی پایدار و برنامه‌ریزی برای منابع آب و جاذبه‌های گردشگری و حفظ تنوع زیستی از اولویت برخوردار بودند.

محمدی گلرنگ و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی کیفی طر ح‌های آبخیزداری به روش توصیف همبستگی در گرگانرود، آگاهی روستاییان نسبت به طرح‌های آبخیزداری و مشارکت آنان در طرح‌ها را خیلی کم برآورد نمودند. در مقابل میزان پذیرش مردمی طرح‌ها در حد بالایی بود و هم چنین از دیدگاه بهره‌برداران محلی اجرای پروژه‌ها تا حدی توانسته معضل سیل را حل نماید. اما از جنبه‌های کارکردی دیگر کارایی پروژه‌ها مورد تأیید ذینفعان نبود.

راجور[1] (۱۹۹۸) برای ارزیابی اقدامات آبخیزداری در ایالت راجستان هندوستان شاخص‌های کیفی متعددی شامل شاخص‌ها ی فنی، اکولوژیک، منابع طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، و خدمات اساسی را به‌کار می گیرد.

1 . Rajora

دراسانا[1] (۲۰۰۲) در یک مطالعه موردی، اثرات کشاورزی، زیست محیطی و اجتماعی – اقتصادی پروژه‌های مدیریت حوزه آبخیز منطقه تسیازومپانیری[2] در ماداگاسکار را مورد بررسی قرار می‌دهد. وی بر اساس نتایج مطالعه خود این پروژه را در سه زمینه کشاورزی، زیست محیطی و اجتماعی - اقتصادی موفق ارزیابی کرده و مهم‌ترین دلایل آن را مشارکت عمومی، مجازشدن روستا ییان به نهال‌کاری در اراضی دولتی و ایجاد اطمینان متقابل میان مسئولان پروژه و مردم محلی می‌داند.

پالانیسامی[3] و کومار[4] (۲۰۰۹) بررسی پیامدهای اجرای برنامه‌ها و طرح‌های آبخیزداری در تامیل نادو به این نتیجه رسیدند که اجرای طرح‌های آبخیزداری در منطقهٔ مورد مطالعه از پیامدهای مثبت متعددی در حوض مختلف برخوردار بوده است که به‌طور کلی این پیامدها در چهار دستهٔ فیزیکی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی قرار گرفته‌اند.

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- منطقه مورد مطالعه

این پژوهش با یک ساختار ارزیابی ابعاد مختلف کانال‌های تغذیه، در یک قالب فراحوضه‌ای انجام شد. بدین معنا که این عملیات سازه‌ای در حوضه‌های آبخیز مختلف و با شرایط متنوع در استان اجرا گردیده است و ارزیابی مورد نظر یک بررسی مورد به مورد در یک حوضه نبوده بلکه این عملیات در سه حوضه منتخب به عنوان معرف و نمونه‌ای از حوزه‌های آبخیز استان به مرحله اجرا درآمده است. لذا کانال‌های انتخابی نمونه و معرف تنوع کانال‌ها در حوزه‌های آبخیز استان بوده است. سه حوضه انتخابی شامل حوزه آبخیز میخوران سنقر، شیشگان کنگاور و هرسم اسلام آباد غرب می‌باشد.

حوزه آبخیز میخوران با مساحت ۹۰۹۲.۲۲ هکتار در استان کرمانشاه، در شهرستان سنقر قرارگرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ″۵۶ ، ′۳۸ و °۴۷ تا ″۰۲ ، ′۴۷ و °۴۷ طول شرقی و ″۲۵ ، ′۵۶ و °۳۴ تا ″۰۹ ، ′۰۴ و °۳۵ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه ۳۲۶۳ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوضه برابر ۱۸۳۸ متر از سطح دریا می‌باشد. از نظر هیدرولوژیکی حوضه مطالعاتی میخوران یکی از سرشاخه‌های رودخانه گاوه‌رود از زیرحوضه‌های حوضه مرزی غرب کشور می‌باشد.

حوزه آبخیز شیشگان با مساحت ۳۵۱۶.۲۵۲ هکتار در غرب کشور، استان کرمانشاه، و شهرستان کنگاور و از نظر موقعیت جغرافیایی این حوضه بین ″۳۰ ، ′۵۰ و °۴۷ تا ″۰۰ ، ′۵۷ و °۴۷ طول شرقی و ″۰۰ ، ′۳۱ و °۳۴ تا ″۰۰ ، ′۳۵ و °۳۴ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه ۱۸۹۳ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوضه برابر ۱۵۱۰ متر می‌باشد. حوضه مطالعاتی شیشگان یکی ازسرشاخه‌های کوچک رودخانه گاماسیاب است که از زیر حوضه‌های رودخانه کرخه در حوضه خلیج فارس و دریای عمان است.

حوزه آبخیز هرسم با مساحت ۱۱۵۱۶.۲۵۲ هکتار در غرب کشور، استان کرمانشاه و شهرستان اسلام آباد و از نظر موقعیت جغرافیایی این حوضه بین ″۳۵ ′۴۸ °۴۶ تا ″۴۹ ′۵۲ °۴۶ طول شرقی و ″۳۶ ′۴۳ °۳۶ تا ″۳۰ ′۵۲

1 . Drasana
2 Tsiazompaniry Area
3 . Palanisami
4 . Kumar

°۳۳ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه ۱۹۸۷ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوضه برابر ۱۳۴۰ متر می‌باشد.

۳-۲- روش پژوهش:

۳-۲-۱- شیوه انتخاب حوزه‌های آبخیز

با عنایت به تنوع شکل و ویژگی‌های فنی و تیپ اجرایی کانال‌ها در سطح استان به عنوان الگوی نوین کنترل سیلاب و ذخیره آن در حوزه‌های آبخیز در سطح استان برای نخستین بار در کشور، ضرورت دارد کانال‌ها و حوضه‌هایی انتخاب گردند که بتوانند نمونه مناسب این کانال‌ها در حوضه‌ها بوده و نتایج آن قابل تعمیم به دیگر حوضه‌ها باشد. لذا در گام اول از بین کلیه حوضه‌هایی که در استان عملیات احداث کانال‌ها در آنها اجرا گردیده بود به پیشنهاد کارشناسان محترم و باتجربه مدیریت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی وآبخیزداری استان کرمانشاه سه حوضه انتخاب گردید به گونه‌ای که هم پراکنش مناسبی در استان داشته و هم در شرایط مختلف اقلیمی، زمین‌شناسی و کاربری قرار گرفته باشند و هم اطلاعات مربوط به آنها از دقت کافی برخوردار باشد. بنابراین سه حوضه هرسم در شهرستان اسلام آباد غرب، شیشگان در شهرستان کنگاور و میخوران در شهرستان سنقر و کلیایی انتخاب گردید.

۳-۲-۲- شیوه انتخاب و معیارهای اصلی انتخاب کانال‌ها در حوزه‌های آبخیز

در این پژوهش از هر حوضه سه کانال و در مجموع ۹ کانال انتخاب گردید. اما انتخاب کانال‌ها به صورت تصادفی نمی‌توانست باشد زیرا این کانال‌ها نمونه‌های منتخب برای تیپ‌های اجرایی کانال‌ها در حوهای آبخیز استان می‌باشند. لذا معیارهای کلی انتخاب کانال‌ها به گونه‌ای بود که پراکنش کانال‌ها در سازندهای مختلف زمین‌شناسی با وضعیت فرسایشی و فرسایش پذیری، نفوذپذیری و سیل‌خیزی مختلف باشد. به لحاظ توپوگرافیکی شیب‌ها و جهت‌های مختلف شیب و نیز طول شیب‌های مختلف را پوشش دهند و شیب دامنه یکنواخت و تغییر شیب ناگهانی وجود نداشته باشد. کانال‌ها در کاربری‌های مختلف مرتعی و جنگلی و وضعیت تراکم و پوشش گیاهی مختلف قرار گرفته باشند، در پایین دست آنها حتما اراضی کشاورزی وجود داشته باشد. تنوع تیپ اجرایی کانال‌ها شامل کانال‌های کنترلی دامنه‌ها و بدون سرریز وکانال‌های احداثی بر روی آبراهه دارای سرریز و با امتداد دامنه‌ای یا بال‌های جانبی در نظر گرفته شد.

۳-۲-۳- محاسبه ابعاد فنی و تحلیل اقتصادی کانال‌های احدائی

سطح مقطع این کانال به شکل مثلث یا ذوزنقه می‌باشد و روابط مربوط به این سطح مقطع در محاسبات پارامترهای مورد نظر لحاظ شده است. طول کانال توسط متر نواری اندازه گیری شد. مساحت کانال، محیط (پیرامون) مرطوب، شعاع هیدرولیکی، عرض سطح کانال، عمق هیدرولیکی و فاکتور سطح نیز بر اساس روابط ریاضی در کتب منبع

متناسب با شکل و مقاطع کانال انجام گرفت. پارامترهای لازم برای هر رابطه طی عملیات صحرایی اندازه‌گیری شد و در نهایت محاسبات لازم انجام گرفت. برای ارزیابی اقتصادی طرح با تأکید بر احداث کانال های ذخیره‌ای، محاسبات مربوط به هزینه‌های احداث کانال انجام شد.

نکته اساسی و حائز اهمیت در احداث کانال‌های خاکی توجه به مسائل فنی و توجیه اقتصادی احداث سازه‌هاست. با توجه به حجم عظیم عملیات خاک‌برداری و هزینه‌های اقتصادی احداث کانال‌های خاکی، دقت در اجرای پارامترهای طراحی شامل طول و سطح مقطع و محل درست احداث آن‌ها بایستی با حساسیت بالایی صورت پذیرد تا به لحاظ تحلیل‌های اقتصادی و بررسی سود به هزینه، این سازه‌ها دارای توجیه اقتصادی باشند و مسائل اقتصادی، اهداف بسیار ارزشمند و حائز اهمیت احداث این سازه‌ها را با چالش مواجه نسازد هزینه‌های لازم برای احداث کانال‌ها براساس فهرست بهای آبخیزداری در سال مبنا (سال ۱۴۰۰ به عنوان سال اجرای طرح پژوهشی) مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس فهرست بهای موجود هزینه لازم برای اجرای واحد حجم این کانال‌ها به دست آمد. و در یک فرایند مقایسه، ارزش‌گذاری اقتصادی به صورت مقایسه‌ای بین اعتبارات صرف شده و ارزش‌های اقتصادی خلق شده انجام گرفت.

۳-۲-٤- اثرات سازه برکنترل سیلاب و نگهداشت آن

پس از تحلیل لایه‌های اطلاعاتی و برداشت مکانی کانال‌های حفر شده در منطقه مورد مطالعه، بر اساس شاخص‌های کمی مربوط به این کانال‌ها ظرفیت نگهداشت آن‌ها محاسبه و با استفاده از روش‌های استدلالی و SCS مورد استفاده در گزارش‌های پایه حوضه‌های مورد مطالعه، در خصوص حجم ذخیره و نگهداشت اعلام نظر علمی شد. به منظور برآورد میزان مشارکت کانال‌های خاکی در نگه‌داشت و نفوذ رواناب، ابتدا با استفاده از لایه پراکنش کانال‌های خاکی در محدوده مطالعاتی و حداکثر سطح مشرف به این کانال‌ها یک لایه اطلاعاتی تهیه و در نتیجه با داشتن این داده‌ها می‌توان به شکل نسبی میزان آب قابل هدایت را به کانال‌ها تخمین زد. برای ارزیابی این موضوع، تناسب بین حجم و ظرفیت کانال‌ها مورد تحلیل قرار گرفت و مدت زمانی که سیلاب با دبی حداکثر بایستی تداوم داشته باشد تا بتواند ظرفیت کانال را پر کند به دست آمد که بتوان گستره اختلاف ظرفیت کانال با پتانسیل سیلاب تولیدی منطقه بالادست کانال در حوضه را تبیین گردد که این بررسی با تحلیل حجمی سیلاب ایجاد شده ۲۴ ساعته برای بررسی حجم نگهداشت کانال تکمیل گردید. ضمناً در خصوص اثرات کنترلی آن‌ها در سیلاب‌های مخرب در حوضه‌های سیل‌خیز ارزیابی لازم صورت گرفته و نقش مؤثرآن‌ها در این خصوص با جزییات لازم از طریق تکمیل پرسش نامه و انجام مصاحبه با آبخیزنشینان و نیز کارشناسان متخصص این حوضه تحلیل گردید.

٤- نتایج

٤-۱- نتایج حاصل از بررسی فنی ابعاد کانال‌های احداثی در حوزه‌های آبخیز

ابعاد فنی مورد نظر شامل طول، مساحت، شعاع هیدرولیکی، عرض سطح، عمق هیدرولیکی، فاکتور سطح و مقطع کانال‌ها محاسبه و به تفکیک حوضه‌ها ارائه گردید.

جدول ۱. مشخصات و ابعاد فنی کانال‌های حوضه میخوران بر حسب متر

	کانال ۱- دره باغ	کانال ۲- دره چوخه	کانال ۳- محمدآقا
طول کانال	۲۳۰	۱۳۰	۳۳۰
اندازه دیواره بالادست کانال رو به کوه	٤.٥	۲.٤	٥.٤
دیواره پایین دست بدون پشته	۳	۲.٥	۲.٥
کف کانال	۲	۲	۱.٥
دیواره پایین دست با پشته خاکی	۷	از خط الراس پشته تا کف کانال ٦.۳	از خط الراس پشته تا کف کانال ٥
عمق کانال تا لبه پایین- دست کانال	۱.٦	۱.٥	۱.٥
عمق کانال تا لبه بالادست کانال	۲.٤	۳-۲.٥	۳-۲.٥
لبه راه رو داخل کانال	۱	۱	۰
از خط الراس پشته خاکریز تا لبه کانال	۳.۷	۳.۷	۳.٥
از خط الراس پشته تا اراضی پایین‌دست	۷	٦	٦
نوع سرریز	ذوزنقه‌ای شکل با طول ۱۰ متر کف ۲ متر و دیواره‌های ۱ متر	ذوزنقه‌ای شکل با طول ۱۱ متر کف ۲ متر و دیواره‌های ۱ متر	ذوزنقه‌ای شکل با طول ۱۳/٥ متر کف ۲ متر و دیواره‌های ۱/۲ متر

جدول ۲. مشخصات و ابعاد فنی کانال های حوزه شیشگان بر حسب متر

	کانال شماره (۱) آب باریک	کانال شماره (۲) آب باریک	کانال ۳ داربسر
طول کانال	۱۰۰	۲۲۰	٤۹۰
اندازه دیواره بالادست کانال رو به کوه	٥.٥	٥.٤	٤.٤

دیواره پایین دست بدون پشته	۲.٦	۲	۱.۷
کف کانال	۱.۷	۲	۲
دیواره پایین دست با پشته خاکی	٦	۵.۱	۷.۳
عمق کانال تا لبه پایین‌دست کانال	۳.۱	۵	۱.۱
عمق کانال تا لبه بالادست کانال	۳	۱	۱
لبه راه رو داخل کانال	۰.۵	۱	۰.۵
از خط الراس پشته خاکریز تا لبه کانال	۳.٤	۵	۲
از خط الراس پشته تا اراضی پایین‌دست	۸	۳	۵.۷
نوع سرریز :	مستطیلی شکل با طول ۱۰/٤۰ متر کف ۳ متر و ارتفاع دیواره¬ ۰/۷ متر عرض دیواره ۰/۵ متر و طول بال ۱/۵ متر	فاقد سرریز	مستطیلی شکل با طول ۷ متر کف ۳/۲ متر و ارتفاع دیواره¬ ۰/۷ متر عرض دیواره ۰/۵ متر و طول بال ۰/۹ متر

جدول ۳. مشخصات و ابعاد فنی کانال های حوضه هرسم بر حسب متر

	کانال شماره (۱)	کانال شماره (۱)	کانال شماره (۱)
طول کانال	٥٦ متر	۸۰ متر	۷٤ متر
سطح مقطع کانال	مثلثی	مثلثی	ذوزنقه
مساحت کانال (متر مربع)	٤.۸٦	٤.۳٤	۳.۲
محیط مرطوب	٦.۵	٦.۱۲	۵.٤۵
شعاع هیدرولیکی	۰.۷۵	۰.۷	۰.۵۸
عرض سطح کانال	۵.٤	۵.۱	٤.۹
عمق هیدرولیکی	۰.۹	۰.۸۵	۰.٦۵
فاکتور سطح	٤.۵٦	۳.۹۵	۲.۵۸

تحلیل فرایند تشکیل هیدروگراف سیلاب نشان می‌دهد که بیشینه میزان تولید رواناب در نقطه اوج هیدروگراف سیلاب اتفاق می‌افتد و اگر هدف از تحلیل نقش کانال‌های ذخیره در کنترل رواناب و ذخیره آن است با بررسی دبی اوج سیلاب و ایجاد تناسب موجود بین حجم رواناب تولیدی در دبی اوج و حجم کانال‌های ذخیره می‌توان در خصوص تأثیرات کانال‌ها و اثربخشی آن‌ها اظهارنظر نمود. جدول شماره ۴ اطلاعات مربوط به کانال‌ها و عوامل تأثیر گذار در این تحلیل به لحاظ اولویت و ضرورت تشکیل و نیز حجم و دبی رواناب تشکیل شده را مدنظر قرار می‌دهد. قرار دادن این جدول در کنار اطلاعات مربوط به سطح مقطع و حجم کانال‌ها برای ذخیره رواناب اطلاعات ارزشمندی در اختیار قرار می‌دهد.

جدول ٤. محاسبات مربوط به زمان‌های مختلف برای پر کردن حجم کانال‌ها

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

حوزه آبخیز	کانال	طول کانال (متر)	مساحت (متر مربع)	حجم کانال (متر مکعب)	مدت زمان لازم بر حسب ساعت برای پر کردن حجم کانال با توجه به آبدهی متوسط سالانه (جاستین)	مدت زمان لازم بر حسب ساعت برای پر کردن حجم کانال با توجه به آبدهی متوسط سالانه (دبی –سطح)	مدت زمان تداوم دبی حداکثر لحظه ای با دوره بازگشت ۱۰ سال(SCS) برای پر کردن حجم کانال (بر حسب دقیقه)
میخوران	شماره ۱	۲۳۰	۸.۲۵	۱۸۹۷.۵	۷۵.۵	۸۷.۸۵	۸.۵۸
	شماره ۲	۱۳۰	۸.٤۸	۱۱۰۲.٤	۱۲.۲۵	۱٦.۱۲	۲۷.۸
	شماره ۳	۳۳۰	۷.۹٤	۲٦۲۰.٤	۲۹.۱۲	٤۰.٤٤	۳۰.۷۳
شیشگان	شماره ۱	۱۰۰	۸.۸۳	۸۸۳	۲٤.۵۳	۳۰.٦٦	۳٤.۵٦
	شماره ۲	۲۲۰	۳.۷۵	۸۲۵	۱۵.۲۸	۱۷.٦۳	۱۳.۹۹
	شماره ۳	٤۹۰	۸.۷۲	٤۲۷۲.۸	٤۷.٤۸	۵٦.۵۲	۱۹۳.۷۳
هرسم	شماره ۱	۵٦	۵.٤۱	۳۰۲.۹٦	به دلیل نبود اطلاعات حوضه امکان انجام محاسبات مقدور نشد.		٦.۲٦
	شماره ۲	۸۰	۳.۹۸	۳۱۹.۱			۱٦.۳۷
	شماره ۳	۷٤	۳.۲۳	۲۳۹			۱۷۵.٤۸

اعداد ستون ۸ از جدول نشان می دهد که تناسب مناسبی بین حجم سیلاب تولیدی در بالادست کانال‌ها با حجم کانال‌ها وجود ندارد و این نشان می‌دهد که شیوه اجرای این کانال بدون لحاظ شرایط بالادست، حجم سیلاب متناسب با شرایط فیزیکی، پوششی، هیدرولوژیکی و ادافیکی خاک سبب هدررفت اعتبارات هزینه شده خواهد شد. شرایط فوق حداکثر روانابی است که می‌تواند در شرایط طراحی سازه در بالادست آن تولید شود با این وجود بایستی مدت زمان زیادی تداوم داشته باشد که بتواند حجم کانال احداثی را پوشش دهد. دلیل این مطلب هم بررسی ظرفیت حجمی و هم بررسی ثبات و پایداری استقرار سازه در شرایط احتمالی حداکثر سیلاب لحظه‌ای در منطقه و نیز متوسط رواناب تولیدی است که مشخص گردید به لحاظ هیدرولوژیکی این مسئله توجیه ندارد لذا عدم تناسب ابعاد سازه با حجم سیلاب کاملاً مشخص است. برای توضیح بیشتر این مسئله و بررسی گنجایش کانال صرفاً به لحاظ حجم ذخیره رواناب و نه شرایط کنترل سیلاب حداکثر؛ در ادامه اطلاعات مربوط به بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال نیز ارائه خواهد شد. برای توضیح بیشتر این مسئله و بررسی گنجایش کانال صرفاً به لحاظ حجم ذخیره رواناب و نه شرایط کنترل سیلاب حداکثر؛ در ادامه اطلاعات مربوط به بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال نیز ارائه گردیده است.

جدول ۵. نتایج محاسبات مقایسه‌ای حجم بارش و نگهداشت سطحی حوضه در بالادست کانال‌ها

	واحد کاری	ضریب رواناب (۱۰ ساله)	مساحت بالادست (هکتار)	CN (متوسط حالت II رطوبت پیشین)	نگهداشت سطحی	شدت بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال (میلی‌متر بر ساعت)	ارتفاع بارش ۲۴ ساعته (میلی-متر)	حجم بارش (هزار متر مکعب)	حجم نگهداشت سطحی (هزار متر مکعب)	ظرفیت کانال احداثی (مترمکعب)
میخوران	m2	۰.۴۲	۳۰.۷۸۷	۷۸.۴	۶۹.۹۸	۲.۸۱	۶۷.۴۴	۲۰.۷۶۳	۲۱.۵۴۵	۱۸۹۷.۵
	m6-2	۰.۴۳	۷.۹۹۴۴	۷۹.۸	۶۴.۲۹	۲.۵۹	۶۲.۱۶	۴.۹۶۹	۵.۱۴۰	۱۱۰۲.۴
	m6-7	۰.۴۵	۱۵.۴۳۹	۸۲.۲	۵۵.۰۰	۱.۹۴	۴۶.۵۶	۷.۱۸۸	۸.۴۹۱	۲۶۲۰.۴
شیشگان	SH1-4-2-1	۰.۴۲	۹.۷	۷۷.۲	۷۵.۰۱	۱.۵۸	۳۷.۹۲	۳.۶۷۸	۷.۲۷۶	۸۸۳
	SH1-4-2-int	۰.۴۱	۹.۲۹	۷۶.۱	۷۹.۷۷	۱.۶۲	۳۸.۸۸	۳.۶۱۲	۷.۴۱۱	۸۲۵
	SH1-4-int	۰.۴۱	۳.۵۳	۷۶.۹	۷۶.۳	۱.۶۹	۴۰.۵۶	۱.۴۳۲	۲.۶۹۳	۴۲۷۲.۸
هرسم	B	۰.۴۲	۱۷.۰	۶۴.۷	۱۳۸.۵۸	۱.۴۵	۳۴.۸۶	۵.۹۲۶	۲۳.۵۵۹	۳۰۲.۹۶
	A	۰.۴۱	۱۰.۰	۸۴.۱	۴۸.۰۲	۱.۴۷	۳۵.۲۴	۳.۵۲۳	۴.۸۰۲	۳۱۹.۱
	A	۰.۴۱	۰.۷	۸۴.۱	۴۸.۰۲	۱.۴۷	۳۵.۲۴	۰.۲۴۷	۰.۳۳۶	۲۳۹

نتایج جدول شماره ۵ و سه ستون آخر نشان می‌دهد که ظرفیت نگهداشت سطحی از حجم بارش بیشتر بوده و روانابی شکل نمی‌گیرد که در دامنه جاری شده و به کانال‌های احداثی برسد. البته کاملاً مشخص است که اعداد شدت بارش متوسط روزانه بوده و ممکن است در برخی از ساعات شدیدتر و برخی از ساعات بارش‌های ملایم‌تری رخ دهد که در بارش‌های شدید تر در برخی از ساعات امکان جاری شدن رواناب وجود دارد.

شکل ۱. نمایی از مقطع عرضی نفوذپذیر کانال‌ها (حوضه آبخیز هرسم پاییز ۱۴۰۱)

٤-۲- برآورد اقتصادی هزینه احداث کانال‌ها

به دلیل اینکه سال ۱۴۰۰ به عنوان سال اجرای طرح پژوهشی است هزینه اجرای کانال‌های مورد بررسی ، بر اساس فهرست بهای آبخیزداری و منابع طبیعی سال ۱۴۰۰ ارایه شده است و لازم به‌ذکر است این برآورد برای نمونه‌های مورد بررسی است و در صورت تغییر در طول کانال یا توپوگرافی محل مقادیر و برآوردها تغییر می یابد. برآورد هزینه انجام و اجرای عملیات خاکی با ماشین، هزینه حمل شن و ماسه،هزینه حمل مصالح عمومی و هزینه بتن و کارهای بتنی کانال ها و همچنین در برآورد نهایی جمع بهای هر یک از فصول مورد بررسی با در نظر گرفتن اعمال ضرایب بالاسری منطقه ای و معادل ۰/۰۴تجهیز کارگاه، تمام مقادیر به دست آمده در ضریب ۱/۵۵۵ ضرب شده است. نتایج حاصل از محاسبات اقتصادی هزینه تمام شده احداث کانال‌ها برای کانال‌های نه‌گانه سه حوضه منتخب مطابق سطح مقطع، عمق و نوع سرریز و نیز هزینه های احداث واحد حجم و واحد طول کانال به تفکیک محاسبه و در جدول شماره ۶ ارائه گردیده است.

جدول ٦. مشخصات فنی کانال‌ها و برآورد هزینه واحد طول و حجم کانال

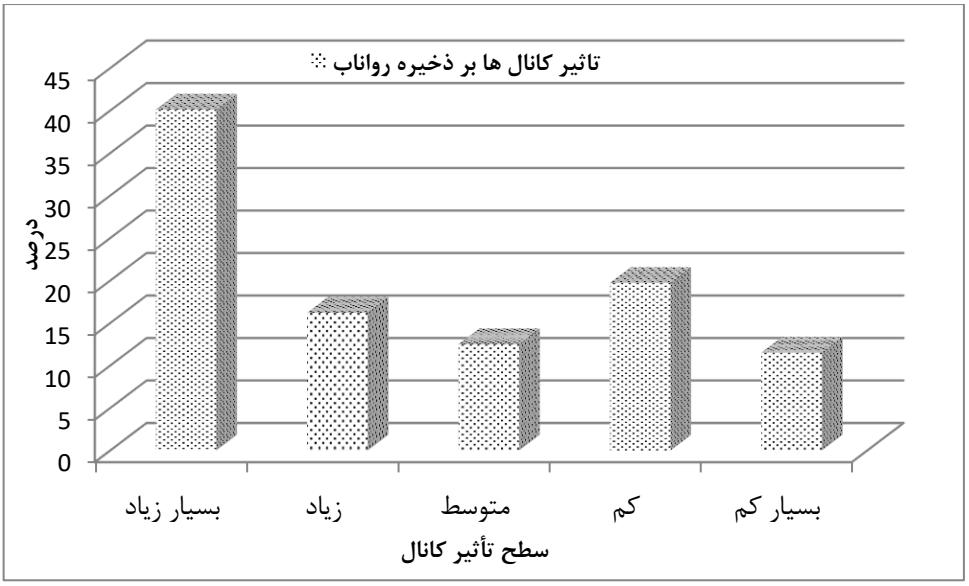
	کانال ۱	کانال ۲	کانال ۳	کانال ٤	کانال ٥	کانال ٦	کانال ۷	کانال ۸	کانال ۹
مقطع	ذوزنقه	ذوزنقه	ذوزنقه	ذوزنقه	ذوزنقه	ذوزنقه	مثلث	مثلث	ذوزنقه
مساحت	۸.۲٥	۸.٤۸	۷.۹٤	۸.۸۳	۳.۷٥	۸.۷۲	٥.٤۱	۳.۹۸	۳.۲۳
عمق	۲	۲.۱۲	۲.۱۲	۲.۱٥	۱	۲.۰٥	۱.۸	۱.۷	۰.۹
حجم	۱۸۹۷.٥	۱۱۰۲.٤	۲٦۲۰.۲	۸۸۳	۸۲٥	٤۲۷۲.۸	۳۰۲.۹٦	۳۱۹.۰٦	۲۳۹
طول	۲۳۰	۱۳۰	۳۳۰	۱۰۰	۲۲۰	٤۹۰	٥٦	۸۰	۷٤
هزینه واحد طول	۳۳۱۲۸۰	۳۳۸٦۹۳	۳۳۰٤۲٤	۳٦٤۲۱۰	۲۱۱۷۹۷	۳٤۷٤٦۲	۲۱٦٥۷٤	۱۷٤۱۳۰	۱٥۱٤۸۰
هزینه واحد حجم	٤۰۱٥٥	۳۹۹٤۰	٤۱٦۱٥	٤۱۲٤۷	٥٦٤۸۰	۳۹۸٤٦	٤۰۰۳۲	٤۳٦٦۰	٤٦۹۰۲
میانگین هزینه احداث هر حوضه (تومان)			٤۰٥۷۰			٤٥۸٥۸			٤۳٥۳۱
میانگین کل هر سه حوضه (تومان)	٤۳۳۲۰								

جدول شماره ۶ که نشان می‌دهد که در مقاطع مثلثی نسبت به ذوزنقه‌ای هزینه واحد طول کمتر است و با توجه به اینکه میزان رواناب دامنه‌های مختلف با همدیگر متفاوت است پیشنهاد می‌گردد در زیرحوضه‌هایی که میزان رواناب کمتری دارند سطح مقطع مثلثی اجرا گردد تا علاوه بر مسائل اقتصادی، میزان تخریب خاک و خاک‌برداری هم کاهش یابد. اما در زیرحوضه‌های سیل‌خیز برای مدیریت سیل به ناچار بایستی مقطع ذوزنقه اجرا نمود که هم تخریب و خاک‌برداری بیشتری دارد و هم میزان هزینه احداث واحد طول بیشتر می‌شود زیرا در این گونه حوضه‌ها مقطع مثلثی پاسخگو نیست چرا که لازم است برای مدیریت سیلاب عمق کانال بسیار افزایش یابد که البته عملیاتی نیست. همچنین هزینه احداث کانال‌ها به ازای واحد طول در کانال‌های با عمق کمتر، پایین‌تر و

در کانال‌های با عمق بیشتر بالاتر است که علاوه بر مسائل اقتصادی میزان تخریب و گودبرداری هم بیشتر می‌گردد.

٤-۳- تأثیر کانال‌ها بر ذخیره رواناب

بخشی از ارزیابی این تحقیق مربوط به تحلیل دیدگاه مردم بومی و آبیه منظور ارزیابی ابعاد کانال‌ها و متناسب بودن خیزنشینان است. از آنجا که در برخی از مناطق احساس شد که هیچ گونه روانابی به کانال ها نرسیده و از طرفی امکان ارزیابی این موضوع در سال تحقیق و به صورت موردی امکان پذیر نیست لذا از مردم بومی و ساکنان روستاهای مجاور کانال ها در این خصوص سوال شد که آیا در داخل کانال‌ها در سال‌های گذشته روانابی ذخیره گردیده است؟ میزان تأثیر کانال‌ها به چه میزان بوده است که نتایجی به شرح زیر به دست آمد.



شکل ۲. دیدگاه بهره برداران در خصوص تأثیر کانال‌ها بر ذخیره رواناب

نتایج نشان داد که پاسخ ۵۳ درصد افراد مثبت و ۴۷ درصد منفی بوده است. ۵۶.۳ از افرادی که نظرشان مثبت بوده است این ذخیره را بسیارزیاد و زیاد،۱۲/۵ درصد متوسط و سایرین این اثرات را کم و بسیار کم عنوان نموده‌اند. محمدی گلرنگ و همکاران (۱۳۹۵) بیان داشتند که از دیدگاه مردم بهره‌بردار، پروژه‌های آبخیزداری در حل معضل سیلاب نقش بسزایی داشت اما از جنبه‌های کارکردی دیگر کارآیی پروژه‌ها مورد تأیید ذینفعان نبود.

از دیدگاه مردم اجرای کانال‌های ذخیره اثر مهمی بر تولیدات کشاورزی و افزایش وسعت و عملکرد تولیدات باغی دارد. اما بیشترین دلیل بیان این تأثیر را آرامش روانی حاصل از کنترل سیلاب و نه افزایش عملکرد در واحد سطح که به طور سالانه در منطقه اتفاق می‌افتد دانستند زیرا اثرات منفی سیلاب بر تخریب در سطح وسیع اراضی و باغات منطقه سبب حوادث ناخوشایند شده است و به دلیل احداث کانال‌ها این تخریب‌ها و هدررفت محصولات کم شده است پس می‌توان گفت کانال ها باعث افزایش درآمد و ثبات درآمدی بهره برداران گردیده است. اما درگفت و گوهای چهره به چهره و تحلیل نتایج حاصل، تأثیر کانال ها در افزایش عملکرد سالانه معنی

دار نشان نداد زیرا بهره‌برداران در پاسخ به این مطلب که آیا تفاوتی بین تولید واحد سطح اراضی در پایین دست کانال نسبت به منطقه بدون کانال وجود دارد که قریب به اتفاق افراد عنوان نمودند که تفاوت خاک دو منطقه نسبت به داشتن یا نداشتن کانال تأثیرگذارتر است. با وجود احتمال تأثیر کانال‌ها و توسعه و احیای مراتع و در نتیجه تولیدات دامی منطقه، از نظر مردم این کانال‌ها حداقل تاثیر را در تولیدات مرتعی داشته است. شاید دلیل این امر احداث کانال‌ها در مرز اراضی کشاورزی با اراضی مرتعی و جنگلی است و عملا تأثیر قابل توجهی بر اراضی مرتعی نداشته است و اگر مراتع در پایین دست کانال‌ها هم احداث شده بود احتمال می‌رفت دیدگاه مردم محلی به‌گونه ای دیگر بیان می‌شد و سطح تأثیر بر تولیدات مرتعی را قابل توجه نشان می‌داد.

۵- بحث و نتیجه گیری

۵-۱- بررسی ابعاد و حجم کانال‌های احداث شده

جدول شماره ۴ نشان داد که بین ابعاد کانال‌ها و حجم قابل ذخیره آب در آن‌ها و نیز حجم آب تولیدی در سطح بالادست کانال‌ها در دور بازگشتی متناسب با عمر مفید این کانال‌ها تناسب مناسبی وجود نداشت. تغییرات به دست‌آمده زمان نشان می‌دهد که این اعداد صرف نظر از تناسب دارای گستره تغییر زیادی هستند مثلاً در حوضه هرسم از ۶ دقیقه تا ۱۷۶ دقیقه متغیر است که این مسئله تأییدی بر عدم تناسب کانال‌ها و حجم احداثی در مقایسه با سطح بالادست کانال بر روی دامنه‌های بالادست است که اصلاحاتی در خصوص ایجاد این تناسب بین ابعاد کانال متناسب با سطح مفید بالادست کانال بر روی دامنه ضرورت دارد. در دو حوضه دیگر که دارای سرریز بوده و بر روی آبراهه اصلی زیرحوضه‌ها ایجاد شده‌اند نیز این تغییر از ۹ تا ۱۹۴ دقیقه متفاوت است که باز هم تناسب این مسئله مورد سؤال است. جدول شماره ۵ و مقایسه حجم بارش بالادست کانال‌ها و حجم نگهداشت سطحی در همین مناطق نشان‌دهنده عدم تناسب و دقت مورد انتظار در طراحی و اجرای کانال‌هاست و ضرورت دارد در خصوص دستورالعمل طراحی ابعاد مختلف این سازه برنامه‌ریزی لازم صورت پذیرد. جدول ۴ نشان می‌دهد که در کلیه حوضه‌ها میزان نگهداشت سطحی بالادست حوضه از حجم بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال بیشتر است و بدین معنی است که به دلیل کمتر بودن شدت بارش از شدت نفوذ آب در خاک روانابی شکل نمی‌گیرد و لذا انتظار است روانابی در کانال‌ها قابل مشاهده نباشد. نکته قابل توجه این است که با اینکه بارش ۲۴ ساعته و شدت متناسب با آن ثبت می‌گردد اما ممکن است بارش ۲۴ ساعته به‌طور یکنواخت در طول شبانه‌روز رخ ندهد و در ساعاتی با شدت بیشتر و در زمان‌هایی از شدت کمتری برخوردار باشد لذا ممکن است در برخی از زمان‌ها اندک روانابی بر روی دامنه جاری گردد. این محاسبات و نتایج جدول و مقایسه ستون‌های مربوط به حجم بارش و حجم نگهداشت سطحی مؤید این مطلب است و ستون آخر ظرفیت کانال‌های ایجاد شده را نشان می دهد که بیانگر آن است که این حجم می‌تواند بسیار کمتر طراحی گردد و بهینه‌سازی ابعاد سازه‌ها متناسب با سطح بالادست و حجم رواناب قابل انتظار انجام گیرد.

مردم محلی و بهره‌برداران نیز در پاسخ به سؤال مربوط به متناسب بودن ابعاد و حجم کانال‌ها برای ذخیره سیلاب‌های جاری نیز این پاسخ‌ها ثبت گردید که ۷۵ درصد آن را مناسب و ۲۵ درصد مناسب ندانسته‌اند. اما ۷۳/۳ درصد از افرادی که نظرشان مثبت بوده است این تناسب را بسیار زیاد ارزیابی نموده‌اند که نشان از متناسب بودن کانال‌ها و نقش آنها در کنترل و ذخیره رواناب از دیدگاه آبخیزنشینان بوده است. این پاسخ نشان دهنده ابعاد و

حجم متفاوت کانال‌ها در حوضه‌های مختلف است. تحلیل نظرات کارشناسی نیز در این خصوص نشان داد که این تناسب ابعاد در برخی از زیرحوضه‌ها رعایت شده و ابعاد کانال متناسب با وضعیت سیل‌خیزی منطقه و حجم سیلاب تولیدی در دوره بازگشت طرح در سطح دامنه مشرف به کانال‌ها است اما در برخی دیگر از حوضه‌ها این تناسب به شکل قابل قبولی وجود ندارد و مشاهده گردید که ابعاد کانال‌ها در هر زیرحوضه‌ای، با هر سطح پوشش و هر نوع وضعیت تولید سیلاب یکسان بوده و در واقع کانال‌های تیپ در کل منطقه اجرا شده و مطالعه بخشی و حتی زیرحوضه‌ای وجود نداشته است. البته این موضوع متناسب با زمان انجام مطالعات تفصیلی- اجرایی و اجرای پروژه‌ها است و تناسب ابعاد در پروژه‌هایی که در سال‌های اخیر مطالعه و اجرا شده‌اند دقت بیشتری دارد اما در مطالعات دهه ۱۳۸۰ این تناسب با دقت مناسب در بیشتر حوضه‌ها رعایت نشده است.

۵-۲- بررسی فنی و اقتصادی احداث کانال‌ها:

در خصوص معیارهای فنی دو دسته شاخص مورد بررسی قرار گرفت. ابعاد کانال‌های طراحی شده در مقایسه با حجم سیلاب بالادست و کنترل رواناب و فرسایش و رسوب بررسی و در بخش مربوطه ارائه گردید. از طرفی عملیات میدانی گسترده انجام شده و بررسی تصاویر و عکس ها از حوضه‌های منتخب در استان که دارای کانال‌های ذخیره هستند نشان می‌دهد که اغلب معیارها و استانداردهای لازم در مکان‌یابی و طراحی ابعاد فنی کانال‌های ذخیره آب احداث شده در حوضه رعایت شده است. لازم به ذکر است در عملیات میدانی حوضه‌های منتخب استان و نیز تصاویر برداشتی از وضعیت برخی از کانال‌ها بویژه در حوزه آبخیز هرسم نشان از مواردی دارد که استانداردها و مسائل فنی کافی در برخی از کانال‌ها رعایت نشده است البته تعداد این موارد در مقایسه با حجم عملیات احداث کانال در سطح استان بسیار محدود و حتی ناچیز است لذا با وجود توصیه و پیشنهاد جدی بر رعایت موارد فنی و استانداردهای مورد نظر در این کانال‌ها می توان اذعان داشت کانال‌ها به لحاظ فنی مورد تأیید است. البته ذکر این نکته ضرورت دارد که حوضه‌هایی که مطالعات و اجرای این عملیات در آنها جدیدتر می‌باشد در مقایسه با حوضه-های قدیمی‌تر رعایت مسائل فنی با دقت بیشتری انجام گرفته است. از جمله این موارد ابعاد یکنواخت و خاص کانال‌ها در همه دامنه‌ها با هر طول و هر شیب و ویژگی هیدرولوژیکی و پوشش گیاهی است که به‌منظور افزایش بهره‌وری کانال‌ها و نیز اقتصادی نمودن اجرای این عملیات لازم است در این خصوص تجدید نظر صورت پذیرد و نکته مثبت اجرای این کانال‌ها در حوضه‌های مورد مطالعه و خصوصاً در حوضه‌های جدید احداث سرریزها در مسیر آبراهه‌ها و هدایت رواناب‌ها به کانال‌های باله‌ای در سمت چپ و راست این بندها و سرریزها است که در حوضه‌هایی که مطالعات آنها بیشتر از یک دهه گذشته است این موارد دیده نمی‌شود و به عنوان مشکلات فنی موجود در این عملیات در حوضه‌ها قابل بیان است.

به‌منظور تحلیل وضعیت اقصادی و اثربخشی کانال‌ها، اطلاعات متفاوتی قابل بررسی است. از بعد فنی، حداکثر رواناب تولیدی سطح بالادست کانال‌ها در این حوضه‌ها به روش SCS از ۰/۰۲ تا۳/۶۸ متر مکعب بر ثانیه متغیر است. مدت زمان تداوم این دبی برای پرکردن حجم کانال محاسبه و مشاهده گردید که از۶ دقیقه تا ۱۹۴ دقیقه دامنه تغییرات داده‌ای دارد. این نتایج نشان می‌دهد که بدون لحاظ شرایط بالادست کانال‌ها بین حجم سیلاب بالادست و حجم کانال‌های احداثی وجود نداشته و هدررفت اعتبارات را به همراه دارد زیرا در این شرایط نیاز

است که علاوه بر اینکه لازم است مدت زمان بارش از زمان تمرکز حوضه بیشتر باشد بایستی به اندازه این زمان تداوم دبی حداکثر لحظه‌ای ادامه یابد که یقیناً دبی حداکثری که بیش از ۳ ساعت در یک محدوده تداوم داشته باشد قطعاً از بارشی با دوره بازگشت ۱۰ سال و یا اندکی بیشتر نیست بلکه دوره بازگشت‌های طولانی‌تری باید داشته باشد . جدول ۶ نشان می‌دهد که در صورت لحاظ بارش ۲۴ ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال به دلیل کاهش شدت بارش نسبت به میزان نفوذ، روانابی شکل نگرفته و ورودی روانابی به کانال صفر خواهد بود البته لحاظ این موضوع که در برخی از ساعات بارش روزانه ممکن است شدت بیشتر بوده و روانابی هم جاری گردد اما با مقایسه با ستون آخر این جدول تفاوت بسیار زیادی بین حجم رواناب و حجم کانال وجود دارد. با لحاظ این شرایط که بیان شد ایجاد کانال‌ها با این وضعیت طراحی و اجرا توجیه اقتصادی ندارد و در صورتی که متناسب سازی ابعاد کانال‌ها با سطح بالادست آن صورت گیرد و یا اینکه بر حسب احتمال وقایع هیدرولوژیکی بارشی با دوره بازگشتی چند برابر دوره بازگشت طراحی کانال به وقوع بپیوندد که اثربخشی کانال ها قابل توجه گردد که این امر نیز به لحاظ تحلیل مهندسی غیر قابل قبول است که هزینه‌های چند برابری در کنار آسیب و تخریب منابع طبیعی بسیار زیادتر انجام پذیرد که بطور تصادفی و جدا از برنامه‌ریزی مدیریتی حوضه سبب کنترل رواناب حاصل از بارش‌های با دوره بازگشت بسیار بیشتر گردد.

۵-۳- نقش کانال‌ها در ذخیره آب و جریان‌های ناشی از رواناب در داخل کانال

پس از گذشت ۴۸ ساعت از بارندگی جهت بازدید کانال ها اقدام شد و مشاهدات نشان داد میزان رطوبت در داخل کانال‌ها در حد اشباع بود در زیر تصاویری از وضعیت رطوبت خاک داخل کانال‌ها مشاهده می‌شود.

شکل ۳. وضعیت رطوبتی خاک در کف کانال پس از گذشت ٤٨ ساعت از وقوع بارش (حوزه آبخیز شیشگان، بهار ١٤٠١)

شکل ٤. رسوبات به جای مانده ناشی از حمل رواناب در بالا دست کانال (حوزه آبخیز هرسم، بهار ١٤٠١)

شکل شماره ۳ نشان دهنده نقش کانال در نگهداشت رواناب‌های جاری در سطح اراضی مرتعی و جنگلی بالادست کانال‌ها است. نگهداشت این رواناب ها و فرصت ایجاد شده برای نفوذ آب در خاک از مزیت‌های قایل ذکر است که افزایش رطوبت پروفیل خاک را حتی تا روزهای بعد به همراه دارد. وضعیت اشباع پس از ۴۸ ساعت از وقوع بارش بیانگر آن است که مدت زمان نفوذ و ظرفیت نفوذ ایجاد شده طی ۴۸ ساعت در کانال برای بارش‌هایی که از بارش طراحی سازه کمتر هستند می‌تواند در افزایش رطوبت خاک در محدوده کانال تأثیرگذار باشد شکل شماره ۴ نیز نشان‌دهنده فرسایشی بودن منطقه بالادست کانال‌ها است که پتانسیل تولید رواناب و قدرت حمل خاک‌های فرسایش یافته نیز نشان از وضعیت هیدرولوژیکی هر زیرحوضه است و علیرغم اینکه این رسوبات به کانال‌ها نرسیده‌اند اما در صورت وقوع وقایع بارندگی یقیناً انتقال یافته و کانال‌ها بخوبی می‌توانند نقش خود را درکنترل رسوبات ایفا نمایند. اما باعنایت به اینکه داده‌های این طرح در یک سال برداشت شده و متأسفانه در آن سال وقایع بارشی با دوره بازگشت‌های بالا در منطقه رخ نداده است رصد مسائلی همچون قدرت کنترل رسوبات حمل شده قابل انجام نیست اما در مناطقی که هم‌پتانسیل وقوع فرساییش وجود دارد و هم وضعیت هیدرولوژیکی خوب مناطق گویای ایجاد و حرکت رواناب و حمل رسوبات مسیر است می توان گفت زمینه و بستر بررسی این موضوع و انجام تحقیقات کمی برای دستیابی به نتایج با اطمینان و مستدل فراهم می‌گردد و می‌توان در خصوص نقش کانال‌ها در کنترل رسوب اظهارنظر نمود.

پرداختن به مسائل مختلف که می‌تواند موضوع اقتصادی بودن کانال‌ها را متأثر سازد چند بعدی است و در قالب یک جمله خاص نمی‌توان نسبت به قبول و یا رد آن اظهار نظر نمود. اثر ملموس این کانال‌ها در کنترل سیلاب و کاهش جریان رواناب بالادست اراضی و خساراتی که ایجاد می‌نماید بر کسی پوشیده نیست و حجم سیلاب کنترلی و میزان خساراتی که به تولیدات و محصولات کشاورزی پایین‌دست وارد می کند قابل محاسبه است و می توان ارزش تولیدی واحد سطح اراضی کشاورزی و باغی را نسبت به حجم سیلاب کنترل شده توسط این سازه‌ها مورد مقایسه قرار داد اما از آنجا که حجم کانال‌های احداثی در حوضه‌ها، مبنای دقیق هیدرولوژیکی ندارد و سازه‌ها برای

چند منظور احداث شده اند لذا حجم رواناب با حجم کانال‌ها متفاوت و در نتیجه تحلیل خسارت پایین‌دست را دچار چالش می‌کند و گرنه در صورت رفع این مشکل با ارزش تولیدی محصولات متناسب با دوره بازگشت طراحی و ریسک ایجاد شده نسبت به تحلیل سود و هزینه سازه‌ها اظهارنظر نمود. به همین دلیل برآورد تولید در واحد سطح و ارزش ریالی آن مورد محاسبه قرار نگرفت زیرا در صورت محاسبات به دلیل وجود مؤلفه‌های متنوع تأثیرگذار عملاً نتایج قابل استناد علمی نیست. از طرفی هزینه‌ها و یا مزایای ناملموس حفاظت از منابع آب و خاک و نیز بهره‌برداری حیات وحش از دیگر مسائلی است که کمی‌سازی آن‌ها در مجال این تحقیق نمی‌گنجد لذا این بخش از تحقیق به صورت کمی-کیفی بررسی و اظهارنظر گردید. بعلاوه در حوضه‌هایی که تأثیر شگفت انگیز احداث کانال‌ها در کاهش خسارات ناشی از سیلاب‌های منطقه مورد بررسی قرار می گیرد و آرامشی که آبخیزنشینان نسبت به احداث این کانال‌ها در مصونیت از سیلاب‌های خسارت بار یافته‌اند یقیناً هر پژوهشی را به این سمت سوق خواهد داد که احداث این کانال‌ها به لحاظ اقتصادی دارای توجیه است که البته رعایت استانداردها و اصول فنی در افزایش اثربخشی کانال‌ها از نکات قابل تذکر در این تحلیل‌ها است که بایستی به صورت دقیق و با حساسیت ویژه مورد نظر ناظرین محترم اجرایی قرار گیرد.

در یک جمع‌بندی می توان گفت که مکان یابی احداث کانال در هر سه حوضه منتخب استان و بویژه حوضه‌های میخوران و شیشگان که مطالعات تفصیلی و طراحی و اجرای آن‌ها جدیدتر است دقیق‌تر و فنی‌تر و صحیح تر است اما اشکالاتی در حوزه آبخیز هرسم که قدیمی‌تر است دیده می‌شود لذا می‌توان گفت مکان‌یابی حوضه‌هایی که مطالعات و اجرای آن‌ها قدیمی‌تر است دارای اشکالات فنی و مکان‌یابی بیشتری هستند و این مسئله در ححوضه‌هایی دارای مطالعات طراحی و اجرای جدیدتر کمتر دیده می شود. لذا به لحاظ ابی اجرای این سازه‌ها قابل تأیید می‌باشد و تنها نکته مکان‌یابی این مطلب است که شاید احداث این کانال‌ها در همه دامنه‌ها و همه زیرحوضه‌ها به عنوان یک راهکار عمومی ضرورت نداشته باشد جلیلی و حصادی (۱۳۹۳) نیز بر این موضوع در حوزه آبخیز شاعران گیلانغرب تأکید نموده‌اند. اما در حوضه‌های دارای ضریب رواناب بالا و مناطق سیل‌خیز و دارای ضریب سیل‌خیزی قابل توجه، احداث این کانال‌ها به شدت قابل دفاع می‌باشد. مطابق جمع‌بندی صورت گرفته در پایان مشخصات مختلف کانال‌های هر حوضه، هرسم به دلیل سیل‌خیزی بیشتر نسبت به حوضه‌های دیگر، دارای اولویت در اجرای سازه است و می‌توان با به اشتراک‌گذاری نتایج این طرح و طرح‌های ارزیابی طرح‌های آبخیزداری در استان و سایر استان‌ها مبنایی برای تصمیم‌گیری به‌دست آورد که در چه حوضه‌هایی و با چه ویژگی‌هایی از سیل‌خیزی، این سازه‌ها را پیشنهاد داد. بویژه در حوضه‌هایی که بانک اطلاعاتی داده‌های دقیق و قابل استناد در دسترس پژوهشگران قرار داشته باشد اجرای سازه و انجام پایش و ارزیابی بسیار کاربردی‌تر و مفیدتر و مؤثرتر خواهد بود. زیرا گاهی چشم پوشی از یکی از مسائل و ساده‌سازی وضعیت پژوهش، خللی در تحقیق وارد می کند.

در خصوص ابعاد فنی این سازه‌ها آنچه که حاصل نتایج این تحقیق است و در این مجال قابل بحث است اینست که ابعاد فنی و خصوص سطح مقطع و عمق و طول این کانال‌ها متناسب با طول دامنه بالادست کانال باشد و سطح مقطع و عمق یکسان برای همهحوضه‌ها و همه دامنه‌ها جای اشکال است که نتایج جلیلی و حصادی (۱۳۹۳) نیز مؤید این مطلب است و توصیه می شود ابعاد فنی بویژه سطح مقطع و عمق کانال ها متناسب با سطح دامنه بالادست و بخصوص طول دامنه بالادست باشد وگرنه احداث کانال‌های بزرگ برای دامنه‌های کوچک نه تنها توجیه علمی

ندارد بلکه اثرات مخرب آن در فرایند اجرای کانال و گودبرداری صورت گرفته قابل توجه است لذا موکداً توصیه می‌گردد این موضوع توسط اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری به کارشناسان ناظر و پیمانکاران متذکر گردد.
نکته پایانی در خصوص مسائل فنی احداث کانال‌ها این است که هزینه‌های احداث واحد طول کانال‌ها بسیار متأثر از عمق کانال است و کانال‌های دارای عمق کمتر هزینه احداث کمتری در واحد طول داشته و علاوه بر حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از تخریب غیر منطقی سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش قدرت استدلالی در توجیه اقتصادی این سازه‌ها می‌گردد. شکل سطح مقطع هم پارامتر دیگری است که بایستی در اجرا مورد توجه قرار گیرد پیشنهاد می‌گردد که به دلیل ارتباط کاهش هزینه احداث واحد طول کانال در کانال‌های با مقطع مثلث این کانال‌ها در حوضه‌هایی که میزان سیلاب آن‌ها کمتر است اجرا گردند که علاوه بر مسائل اقتصادی، تخریب خاک و گودبرداری هم کاهش یابد البته در حوضه‌های سیلابی شدید اجرای مقطع مثلثی با چالش مواجه است و می‌توان با رعایت معیارهای فنی با ایجاد مقطع ذوزنقه با عمق متناسب با ویژگی‌های سیلاب نسبت به این مهم اقدام نمود.

در پایان ضمن تأکید مجدد بر اثربخشی کانال‌ها در کنترل سیلاب در حوزه‌های آبخیز سیل‌خیز و ایجاد آرامش روحی و روانی برای آبخیزنشینان و صیانت از منابع خاک و اراضی و محصولات کشاورزی در برابر وقوع سیلاب-های احتمالی حوضه؛ لحاظ موراد اصلاحی و نظارتی که در این مقاله به تفصیل بیان شد کانال‌های ذخیره احداثی بویژه کانال‌هایی که به عنوان باله‌های جانبی در مسیر آبراهه اصلی زیرحوضه‌ها ایجاد شده و سرریز برای آن‌ها طراحی و اجرا شده است الگویی نوین و قابل توصیه است و پیشنهاد می گردد به منظور اصلاح نقص‌های اجرایی و طراحی این کانال‌ها و اثربخشی فنی و اقتصادی آن‌ها موارد زیر مدنظر قرار گیرد.

- انجام پژوهش‌های کاربردی در جهت دستیابی به دستورالعمل استاندارد برای این سازه‌ها از بعد مطالعه، مکان-یابی، طراحی و اجرا مبتنی بر نتایج کمی و مستدل
- استانداردسازی و دستیابی به الگوی اجرایی این کانال‌ها بطوری که بتوان هر کانال را متناسب با اراضی دامنه‌ای بالادست و پتانسیل تولید رواناب اجرا نمود تا علاوه بر صرفه‌جویی مالی تخریب منابع ملی را به حداقل کاهش داد.
- با عنایت به نقش بی بدیل این کانال‌ها در کنترل رواناب و بویژه سیلاب‌های بزرگ و یا حوضه‌های سیل‌خیز، پیشنهاد می‌گردد پس از استانداردسازی به عنوان یک راهکار بومی و جدید به سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور ارائه و با نام استان ثبت گردد.
- با توجه به تأثیر بسیار زیاد عمق کانال در افزایش هزینه‌های احداث کانال و نیز نقش تخریبی افزایش عمق در طبیعیت پیشنهاد می‌گردد در طراحی ها، مسئله عمق کانال به عنوان یک شاخص دارای حساسیت مدنظر باشد.
- با توجه به تأثیری که آسیب فیزیکی و یا دخالت در ابعاد فنی این سازه‌ها می تواند در منطقه برجا بگذارد، ارائه راهکاری برای حفاظت و نگهداری این سازه‌ها در دستور کار اداره آبخیزداری باشد.
- استفاده تلفیقی از برخی از راهکارهای بیولوژیکی برای پایدار سازی خاک‌های حاصل از گودبرداری کانال‌ها
- پایش سالانه و بلند مدت اثرات این کانال‌ها در مناطق مختلف استان و در حوضه‌های منتخب.

فهرست منابع

امراللهی شریف ابادی، احمد و پیری اردکانی، محمود (۱۳۸۴). **مقایسه فعالیت‌های آبخیزداری در کنترل فرسایش و رسوب**، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، تهران.

بقائی، مسیب، چیذری، محمد و پزشکی راد، غلامرضا (۱۳۸۵). **روش های جلب مشارکت روستائیان در طرح های آبخیزداری (مطالعه موردی حوزه آبخیز زرچشمه هونجان)**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۷ ص.

جلیلی، خلیل و حصادی، همایون (۱۳۹۳). **ارزیابی عملکرد عملیات آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب حوزه آبخیز شاعران.** دهمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری (آبخیزداری سازگار)، بیرجند.

حشمتی، مسیب، قیطوری، محمد و شادفر، صمد (۱۳۹۷). **ارزیابی فنی پروژه‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز رزین کرمانشاه**. پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۹ (۱۸): ۳۵-۲۶.

عمانی، احمدرضا و چیذری، محمد (۱۳۸۲). **تحلیل پایداری نظام زراعی گندمکاران (مطالعه‌ای در استان خوزستان).** مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی ایران، ۳۴ (۲): ۲۶۶-۲۵۷.

فلاح پور، کامران، درخشان هوره، علی، مردانی، فرامرز و کاظمی تفتی، بهناز السادات (۱۳۹۱). **ارزیابی کیفی میزان اثر بخشی عملیات آبخیزداری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بارده در استان چهارمحال و بختیاری).** سومین همایش ملی-دانشجویی مرتع،آبخیز و بیابان،کرج.

مددی، المیرا و ملکی، محسن (۱۳۹۷). **ارزیابی اثرات اجتماعی - اقتصادی پروژه های منابع طبیعی اجرا شده از دید ذینفعان (مطالعه موردی: حوزه آبخیز اندبیل- شهرستان خلخال).** نشریهٔ علمی پژوهشی مرتع، ۱۲ (۳): ۲۸۰-۲۶۷.

نوری کمری، اکرم، یارعلی، نبی الله و مافی غلامی، داود (۱۳۸۸). **ارزیابی فاکتورهای مؤثر بر میزان مشارکت آبخیزنشینان در طرح های آبخیزداری.** مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی مدیریت منابع آب با رویکرد منطقه‌ای، شاهرود.

محمدی گلرنگ، بهرام، فود سی، لای و صادقی، سیدحمیدرضا (۱۳۹۵). **ارزیابی رابطه بین متغیر مستقل آگاهی از عملیات حفاظت خاک و آبخیزداری با مشارکت مردمی در حوزه های آبخیز در جهت توسعه روستایی.** نشریه جغرافیا و توسعه، ۱۴(۴۴): ۱۸۹-۲۰۸.

Palanisami, K. & Kumar, D. (2009). **Impacts of watershed development programs: experiences and evidences from Tamil Nadu**. Agricultural Economics Research Review, Vol. 22, pp. 387-396.

Rajora, r (1998); **Integrated Watershed Management, A Field Manual for Equitable, Productive and Sustainable Development, Rawat publication**, New Delhi, India, 616 p.

Drasana, A. (2002); **Impacts of Watershed Management Projects in Madagascar; case of Tsiazompaniry Area**; http://www.rinya.maff.go.jp/