

Article Type: Technical paper

نوع مقاله: فنی و ترویجی

## An Evaluation and Critique of Research on the Issues Facing the Kashafrud River, Along with Proposing a Comprehensive Solution

R. Salajegheh<sup>1</sup>, S.R. Khodashenas<sup>2\*</sup>, S.A. Hashemi Monfared<sup>3\*</sup>, K. Esmaili<sup>4\*</sup>, F. Modaresi<sup>5\*</sup>

1, 2, 4, 5- Ph.D. Candidate of Water Structures, Associate Professor, Professor and Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. 3- Associate Professore, Department of Civil Engineering, Sistan and Baloochestan University, Zahedan, Iran.

\*(Corresponding Author Email: esmaili@um.ac.ir)

Received: 17-08-2023

Revised: 04-03-2024

Accepted: 12-03-2024

Available Online: 20-06-2024

## نقد و بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه چالش‌های کشف‌رود و ارائه راه‌حل جامع

رضوان سلاجقه<sup>۱</sup>، سعیدرضا خدائشناس<sup>۲\*</sup>، سید آرمان هاشمی منفرد<sup>۳\*</sup>، کاظم اسماعیلی<sup>۴\*</sup>، فرشته مدرسی<sup>۵\*</sup>

۱، ۲، ۴، ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، استاد، دانشیار و استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ۳- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشکده شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

\*(نویسنده‌ی مسئول، (E-Mail: esmaili@um.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

### Abstract

Critical to human survival, water resources, including groundwater and particularly rivers, are under threat from anthropogenic pollution. The major Kashafrud River, located in northeastern Iran, is a seasonal watercourse currently encountering numerous challenges. At present, a stretch of this historic river (Parkandabad to the basin's exit) carries wastewater, comprising industrial, urban, agricultural, and even livestock effluents, transforming it into a conduit for sewage. This study reviews existing research on the challenges faced by the Kashafrud River, including pollution, climate change, and its impacts, as well as reduced runoff and drought. It outlines the crisis afflicting the river and then explores solutions to mitigate the current conditions. This research process involved reviewing previous studies on the challenges of Kashafrud, conducting field visits, engaging in discussions with local residents, and validating these findings through consultation with regional water experts responsible for overseeing this water course. Research indicates that there has been a limited focus on the pollution issue in Kashafrud, underscoring the evident necessity for comprehensive scientific inquiry aimed at presenting suitable solutions to tackle river contamination. In conclusion, through analyzing solutions proposed in previous studies and summarizing their strengths and weaknesses, 13 practical solutions were presented to provide the most effective strategies for addressing the challenges of this significant river.

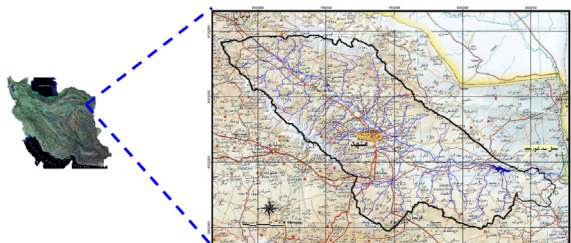
**Keywords:** Kashafrud, Sewage, River Pollution, Climate Change, Drought.

### چکیده

از مهمترین منابع حیات انسانی که در معرض خطر آلودگی‌های انسان‌ساز است منابع آبی همچون آب‌های زیرزمینی و به‌خصوص رودخانه‌ها هستند. رودخانه بزرگ کشف‌رود در شمال شرق ایران، رودخانه‌ای فصلی است که امروزه با چالش‌های زیادی مواجه می‌باشد. در حال حاضر در محدوده‌ای از این رودخانه تاریخی (پرکندآباد تا خروجی حوضه) فاضلاب شامل انواع فاضلاب‌های صنعتی، شهری، کشاورزی و حتی دامی جاری است و آن را به آبراه‌ای برای انتقال فاضلاب تبدیل کرده است. در این پژوهش، با رویکرد بررسی پژوهش‌ها و مطالعات انجام شده در زمینه مسائل و مشکلات این رودخانه همچون آلودگی، تغییر اقلیم و اثرات آن و نیز کاهش رواناب و خشکسالی به بیان بحران گریبان‌گیر کشف‌رود و سپس به بررسی راه‌کارهای برون رفت از شرایط موجود پرداخته شده است. در فرآیند این تحقیق برای بررسی مشکلات کشف‌رود از پژوهش‌های پیشین، بازدید منطقه و گفتگو با اهالی محل و نیز در جهت راستی آزمایی موارد فوق از نظر کارشناسان آب منطقه‌ای به‌عنوان متولی این آبراهه استفاده شده است. بررسی‌ها نشان داد راجع به مسئله آلودگی کشف‌رود پژوهش‌های محدودی صورت گرفته است و ضرورت مطالعه‌ای جامع که به‌صورت علمی در آن به ارائه راهکارهای مناسب حل مشکل آلودگی رودخانه بپردازد آشکار است. در نهایت با تحلیل راه‌حل‌های ارائه شده در مطالعات پیشین و جمع‌بندی نکات مثبت و منفی در پیشنهاد‌های ارائه شده، با ارائه ۱۳ راهکار کاربردی سعی شد بهترین راه‌حل‌ها برای رفع مشکل این رودخانه مهم ارائه شود.

**واژه‌های کلیدی:** کشف‌رود، فاضلاب، آلودگی رودخانه، تغییر اقلیم، خشکسالی.

کشف رود یک رودخانه فصلی در شمال خراسان رضوی و در حوضه آبریز قره‌قوم و به طول حدود ۳۲۰ کیلومتر و با مساحتی معادل ۱۶۵۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوضه قره‌قوم در سیستم تقسیم‌بندی حوضه‌های آبریز به‌عنوان ششمین حوضه اصلی کشور شناخته می‌شود که ۱۳ محدوده مطالعاتی دارد. حوضه آبریز کشف رود چهار محدوده (آق‌دربند، نریمانی، مشهد و سنگ‌بست) از ۱۳ محدوده مطالعاتی را شامل می‌شود و در طول جغرافیایی "۵۸° ۲۲' ۶" تا "۵۸° ۰۸' ۶۱" شرقی و عرض جغرافیایی "۳۵° ۲۷' ۵۸" تا "۳۷° ۰۳' ۵۶" شمالی واقع شده است. این حوضه شامل ۱۰ شهر مشهد، طرهبه، شاندیز، چناران، ملک‌آباد، رضویه، چکنه، فرهادگرد، مزداوند و گلپهار است. سرچشمه کشف رود نزدیک به سرچشمه اترک است و با گذشتن از شهرستان‌های قوچان، چناران و دشت مشهد و همچنین افزوده شدن شاخه‌هایی از دو سو به آن در جنوب مزداوند وارد ناحیه مرزی شهرستان سرخس شده است و در مرز ترکمنستان به رودخانه بزرگ هریرود می‌پیوندد. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸؛ شفایی و همکاران، ۱۴۰۰).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوضه آبریز کشف رود در ایران

#### • ناهنجاری‌های کشف رود

عامل اصلی آلودگی رودخانه کشف رود، جهت شیب این رودخانه در شهر مشهد است. شیب عمومی شهر مشهد از سمت جنوب به شمال موجب شده است تا تمام کانال‌های خروج آب و فاضلاب شهر مشهد به رودخانه کشف رود وارد شود و رودخانه‌ای از آب‌های آلوده به وجود آید؛ وجود کارگاه‌ها و کارخانجات در حاشیه این رودخانه آلودگی کشف رود را مضاعف کرده است. بزرگ شدن شهر مشهد و مهاجرت‌های بی‌رویه از مناطق مختلف کشور حاشیه‌نشینی را در مشهد پر رونق کرده و مردم هم به جهت مواجه شدن با مشکلات اقتصادی به این مناطق هجوم آورده و تعرض به حریم رودخانه را آغاز کرده‌اند. به نظر می‌رسد که سهل‌انگاری مردم و مسئولین موجب شده تا روز به روز مشکلات منطقه بیشتر شود (گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷). لشکری‌پور و همکاران (۱۳۸۸) عمده دلایل آلودگی آب سطحی و زیرسطحی منطقه کشف رود را به‌صورت زیر بیان کردند: ۱- پساب

کشف رود از بزرگترین رودخانه‌های فصلی شمال شرق کشور است. این رودخانه پرآب‌ترین رودخانه دشت مشهد است که در مسیر خود آب شرب مورد نیاز ده‌ها روستا، صدها هکتار اراضی کشاورزی، چندین طرح پرورش ماهی و کارخانجات صنعتی مهمی را تامین می‌کرده است (شفایی و همکاران، ۱۴۰۰). حوضه آبریز این رودخانه با مساحت ۱۶۵۰۰ کیلومتر مربع به‌عنوان زهکش اصلی دشت مشهد شناخته می‌شود.

کشف رود در گذشته رودخانه‌ای پرآب و مناسب کشاورزی بوده است اما متأسفانه در حال حاضر به دلیل احداث سد روی سرشاخه‌های تغذیه‌کننده آن، خشکسالی و ورود بی‌رویه و بدون نظارت انواع فاضلاب، این رودخانه به‌شدت آلوده و قسمتی از آن در محدوده پرکنندآباد تا خروجی حوضه تبدیل به آبراهه ای برای عبور جریان فاضلاب شده است (گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷؛ علایی، ۱۳۸۹؛ رضایی رنجبر و قزل سولولو، ۱۳۹۸). فاضلاب جاری در رودخانه توسط کشاورزان برای آبیاری محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه، فلزات سنگین وارد چرخه غذایی انسان می‌شود (سیدنژادگل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱؛ برات‌زاده‌پوستچی، ۱۳۹۸؛ مدرس‌شیخ و همکاران، ۱۳۹۲)؛ همچنین این ناحیه به دلیل مهاجرت زیاد و کنترل نشده، جمعیت زیادی دارد که به دلیل آلودگی زیاد، بوی نامطبوع و مسائل دیگر زندگی را برای ساکنین بسیار دشوار کرده است. چنانکه می‌توان گفت اکنون کشف رود به یک مشکل محیط‌زیستی جدی تبدیل شده است (سیدنژادگل‌خطمی و همکاران، ۱۴۰۱؛ گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷) و مسئولین درصدد یافتن راهکار برای رفع این معضل هستند.

برای رفع هر مشکلی اول باید آن را شناخت و تلاش‌ها و پژوهش‌هایی که تاکنون برای حل آن انجام شده‌اند را بررسی نمود. مشکلات اصلی که بر عملکرد رودخانه کشف رود اثر گذاشته است را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود: اول، اثرات طبیعی مانند تغییر اقلیم و کاهش بارندگی‌ها و دوم، اثرات انسانی شامل ساخت انواع سدها و بندها بر روی رودخانه و یا سرشاخه‌های آن و نیز ورود فاضلاب خام و گاهی تصفیه شده به رودخانه (بانژاد و شجاعان، ۱۳۹۴؛ مدرس‌شیخ و همکاران، ۱۳۹۲؛ علایی، ۱۳۸۹؛ لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۸؛ گل‌محمدی تولانی، ۱۳۸۷). عدم نظارت بر شرایط محیط‌زیستی رودخانه و دخل و تصرف‌های انجام شده در آن موجب ایجاد شرایط بحرانی و محیط‌زیستی برای این رودخانه شده است.

از این رو اطلاع و آشنایی با مسائل کشف رود از زوایای مختلف و به‌خصوص محیط‌زیستی و نیز اثرات تغییر اقلیم با جستاری در تحقیقات گذشته می‌تواند در ارائه یک راه‌حل مناسب بسیار با اهمیت باشد. لذا این پژوهش با چنین رویکردی به مشکلات و مسائلی این رودخانه مهم پرداخته است.

(پساب خانگی و صنعتی) تولیدی روستاهای حاشیه منطقه که بدون ملاحظات محیط‌زیستی وارد رودخانه می‌شود، ۲- پساب‌های خانگی شهر بزرگ مشهد؛ هر چند که این پساب در نهایت به تصفیه‌خانه‌های پرکندآباد واقع در غرب مشهد و اولنگ‌اسدی در قسمت شرقی شهر تخلیه می‌شود، اما تصفیه‌خانه پرکندآباد به دلیل افزایش بار ورودی به تصفیه‌خانه و شوک ناشی از آن همچنین به دلیل عدم کارایی سیستم تصفیه‌کنندگی (لاگون هوادهی) در شرایط کنونی قدرت تصفیه‌کنندگی نامناسبی داشته و پساب خروجی تصفیه‌خانه که به کشف‌رود وارد می‌شود شرایط مناسبی ندارد. همچنین، پساب خروجی از تصفیه‌خانه اولنگ‌اسدی در اکثر مواقع با کاهش پارامترهای کیفی پساب مواجه است، ۳- ورود پساب شهرک صنعتی طوس از بخش غربی مشهد که بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای به شبکه فاضلاب شهری و در نهایت به تصفیه‌خانه پرکندآباد وارد شده و موجب کاهش کیفیت پساب خروجی از این تصفیه‌خانه می‌شود. از آنجایی که در قسمت شرقی شهر هیچ‌کدام از صنایع اجازه تخلیه فاضلاب‌های صنعتی به شبکه منتهی به تصفیه‌خانه اولنگ‌اسدی ندارند، این فاضلاب‌ها توسط تانکرهای لجن‌کش مستقیماً وارد کشف‌رود می‌شوند، ۴- وجود کارگاه‌های منابع معدنی و شن و ماسه در حاشیه رودخانه که حوضچه ترسیب ندارند، ۵- آلودگی ناشی از ورود پساب‌های کشاورزی شامل مازاد سموم، کودهای شیمیایی و انواع افت‌کش‌ها و قارچ‌ها، ۶- افزایش فرسایش در سطح حوضه آبریز این منطقه که موجب گل‌آلودگی و افزایش کدورت آب منطقه می‌شود، ۷- آلودگی توسط آب باران که با جذب آلودگی هوا و شستشوی محیط آلوده این آلودگی را به آبخوان هدایت می‌کند (میزان سرب در بارندگی ۱۳۸۵/۹/۲۸ برابر با ۰/۲۴ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شد). نمونه‌برداری از ۱۷ حلقه چاه عمیق مورد استفاده در بخش صنعت در شمال غرب شهر نشان داد میزان کمینه فلزات سنگین (سرب، مس، کادمیوم، جیوه، آرسنیک، روی نیکل، وانادیوم، آهن دوظرفیتی و کروم) بسیار بیشتر از میزان بیشینه تعریف شده توسط استانداردهای سلامت است که این ناشی از وجود عوامل فوق‌الذکر می‌باشد. از طرفی تخصیص غیر یکپارچه و کمبود آب و در پی آن، تنزل کیفیت منابع آب، موجب مضاعف شدن مشکل منطقه شده است (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸).

با گذشت زمان مسائلی از جمله ایجاد باغات، برداشت بی‌رویه آب و بستن سد در بالادست باعث خشک شدن این رودخانه شد (رضایی‌رنجبر و قزل‌سوفلو، ۱۳۹۸). همچنین سالاریان و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی مشکلات حوضه آبریز کشف‌رود به بررسی کنشگران اصلی این حوضه پرداختند و در مجموع کنشگران این حوضه را به ۳ گروه شامل گروه‌های دولتی، خصوصی و جامعه مدنی تقسیم‌بندی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد مهم‌ترین دغدغه آبران این حوضه آلودگی آب و وضعیت معیشت مردم به خصوص کشاورزان و مسئله اصلی سیاستمداران، مسئولان و مدیران بهبود

وضعیت کمی و کیفی منابع آب حوضه است. سیدنژاد گل‌ختمی و همکاران (۱۴۰۰) فهرست برخی از مشکلات کشف‌رود را که در سال‌های اخیر در رسانه‌ها مطرح و خبرساز شده است، چنین برمی‌شمارند: ۱- تجاوز به بستر و حریم کشف‌رود و تغییر کاربری آن: وجود آلودگی‌های فراوان در اطراف کشف‌رود، احداث انبار، کارگاه‌های صنعتی سبک، کارگاه‌های خدماتی و آغل دام، وجود قالیشویی‌ها و کارگاه‌های آلاینده در بستر رودخانه، ۲- آسیب‌پذیری ساکنان رودخانه در زمان سیلابی شدن کشف‌رود، ۳- بوی نامطبوع رودخانه، ۴- اختلال در امنیت اجتماعی و ناامنی در محدوده رودخانه، ۵- تخلیه نخاله‌های ساختمانی، پسماندهای گوناگون، فاضلاب خانگی، صنعتی و تجاری، زهاب‌های کشاورزی حاوی سموم و کودهای شیمیایی و فاضلاب‌های تصفیه نشده، ۶- آلوده شدن خاک اطراف کشف‌رود، ۷- وجود ده‌ها موتور تلمبه که با انتقال فاضلاب خام از رودخانه کشف‌رود به زمین‌های کشاورزی مجاور و آبیاری آن‌ها، منجر به تولید محصولات کشاورزی بیماری‌زا (۱۶ محصول) و ابتلا به بیماری‌های پوستی و انگلی شده‌اند، ۸- افزایش سطح آلودگی در منطقه و رشد عوامل بیماری‌زا مانند انواع بیماری‌های قارچی، میکروبی، ویروسی و آفاتی مانند پشه سالک و مالاریا در نتیجه جاری شدن فاضلاب، ۹- به‌روز نبودن و ناکافی بودن تعداد تصفیه‌خانه‌های موجود و همچنین آلاینده بودن آب تصفیه شده خروجی برخی تصفیه‌خانه‌ها، ۱۰- عدم وجود و یا عدم انتشار آمار و اطلاعات به‌روز در مورد میزان آلوده بودن پساب‌ها، میزان سطح زیرکشت با آب‌های آلوده و میزان آلودگی محصولات کشاورزی تولید شده، ۱۱- عدم کفایت بودجه‌های دولتی و لزوم جذب سرمایه، ۱۲- دریافت فاضلاب توسط تصفیه‌خانه‌ها بیش از ظرفیتشان و در نتیجه جاری شدن فاضلاب مازاد در رودخانه، ۱۳- عدم رصد صحیح تانکرهای حمل فاضلاب و نیاز به رصد برخط با استفاده از GPS، ۱۴- فروش غیرقانونی فاضلاب خام و استفاده در بخش کشاورزی، ۱۵- ارتباط مستقیم با زندگی ۶۰۰ هزار نفر از همسایگان مشهدی، ۱۶- اعلام نیاز به تعیین الگوی کشت مناسب رودخانه کشف‌رود، ۱۷- غیرقابل استفاده شدن خاک حاشیه کشف‌رود برای کشاورزی و نیز، نابودی اکوسیستم و محیط‌زیست که امروزه توجه کمتری به آن می‌شود (که دلیل اهمیت نجات رودخانه کشف‌رود از وضعیت موجود و ارائه راه‌حلهایی برای جلوگیری از ورود این آلاینده‌ها به رودخانه است) (شفایی و همکاران، ۱۴۰۰؛ شجاعان و بانژاد، ۱۳۹۴؛ شاکری و علیزاده، ۱۴۰۱).

بر اساس موارد پیش‌گفته می‌توان انواع منشا آلودگی در بازه مورد بررسی را شامل موارد زیر دانست: ۱- استاندارد نبودن پساب تخلیه شده از تصفیه‌خانه‌ها، ۲- تخلیه سرریز اضافی فاضلاب خام از تصفیه‌خانه‌ها، ۳- تخلیه فاضلاب کارگاه‌ها و کارخانجات صنعتی حاشیه کشف‌رود که احتمالاً حاوی فلزات سنگین می‌باشند، ۴- توسعه حاشیه‌نشینی مشهد در امتداد کشف‌رود و تخلیه پساب

خانگی، ۵- ورود فاضلاب بخش کشاورزی که حاوی سموم، کودهای شیمیایی، انواع قارچ‌کش‌ها و افت‌کش‌ها هستند، ۶- تخلیه تانکرهای حمل فاضلاب صنایع قسمت شرقی مشهد. که از مهمترین دلایل آلودگی کشف‌رود بیان شده است. علاوه بر این، با احداث سد مخزنی شوریچه با هدف کنترل سیلاب بر روی کشف‌رود و نیز فصلی بودن این رودخانه و در نهایت استفاده از آب آن به عنوان آب شرب و کشاورزی شهر مشهد، اهمیت حل مشکلات کشف‌رود به خصوص در بحث فلزات سنگین، چندین برابر می‌شود.

با توجه به موارد مطرح شده اکنون سوال اساسی این است که راهکار حل مشکلات کشف‌رود چیست؟ برای پاسخگویی به این سوال باید اقدامات و تلاش‌های صورت گرفته در این زمینه را بررسی و ارزیابی کرد و چکیده آن را به عنوان راهکار برون رفت از مشکلات کشف‌رود ارائه نمود. به این منظور با بررسی پژوهش‌های انجام شده روی میزان آلودگی، خشکسالی و کاهش نزولات جوی، تغییر اقلیم و در نهایت

کاهش رواناب و تغذیه کشف‌رود، مشکل کشف‌رود باید بررسی و ارزیابی شود. در نهایت با تحلیل تمام این موارد دلایل عدم حل مشکلات این رودخانه و راهکارهای حل مشکلات ارائه خواهد شد.

### عوامل تاثیرگذار بر مسئله کشف‌رود

#### - آلودگی

باتوجه به اهمیت اندازه‌گیری انواع آلودگی در این رودخانه چکیده پژوهش‌های انجام شده در این زمینه در جدول (۱) آورده شده است. همان‌طور که جدول (۱) نشان می‌دهد با وجود اهمیت آلودگی در این رودخانه و اطلاع از میزان انواع آلودگی، از دیدگاه‌های مختلف، مطالعات محدودی در این زمینه انجام شده است. این پرسش به وجود می‌آید که چرا با وجود اهمیت موضوع، مطالعه و پایش رودخانه از نظر کیفی تا این حد ضعیف است؟

جدول ۱- پژوهش‌های انجام شده در رابطه با ارزیابی میزان آلودگی در کشف‌رود

| عنوان و مشخصات پژوهش  | خلاصه پژوهش انجام شده و نتایج  |
|---|--|
| بررسی غلظت سرب، کروم و جیوه در رودخانه کشف‌رود، خاک و برخی محصولات کشاورزی (مدرس‌شیخ و همکاران، ۱۳۹۲)   | آنها با نمونه‌برداری از آب رودخانه خاک و برخی محصولات کشاورزی آلودگی سرب، کروم و جیوه را بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که غلظت فلزهای سرب و کروم اختلاف معنی‌داری در آب رودخانه با حداکثر مجاز برای کاربردهای آشامیدن، کشاورزی و حیات‌آزبان دارد. میزان جیوه در تمام نمونه‌گیری‌ها به جز پرکندآباد بیش از حد مجاز آشامیدن بود. ولی همبستگی معنی‌داری بین غلظت سرب در برگ ذرت، بذر گندم و خاک به دست نیامد. هر چند که همبستگی معنی‌داری بین غلظت کروم در بذر گندم، برگ ذرت و خاک به دست آمد. با این وجود همبستگی معنی‌داری بین غلظت جیوه در برگ ذرت، بذر گندم و خاک وجود نداشت. |
| ارزیابی کیفیت آب رودخانه کشف‌رود مشهد با استفاده از شاخص‌های زیست‌محیطی (علی‌پناهی و رضائی، ۱۳۹۴)   | با بررسی میزان فلزات سنگین سرب، آهن، آرسنیک و کادمیوم در رودخانه کشف‌رود نتیجه گرفتند که حد مجاز تمامی فلزات از استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای آشامیدن بیشتر است. و این آب غیر قابل مصرف بوده، به نحوی که در برخی از ایستگاه‌ها میزان سرب به بیش از ۵۰۰ برابر حد مجاز رسیده است.   |
| ارزیابی وضعیت کیفی رسوبات رودخانه کشف‌رود مشهد با استفاده از شاخص شدت آلودگی رسوبات (IPOLL) (علی‌پناهی و رضائی، ۱۳۹۴)                               | با بررسی میزان فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه کشف‌رود مشهد دریافتند که میزان آلودگی رسوبات به آرسنیک، شدید؛ به کادمیوم، زیاد و به سرب، کمترین مقدار نسبت به سایر عناصر تحت آزمایش بود.   |
| اثرات آبیاری طولانی مدت با پساب تصفیه‌خانه پرکندآباد بر برخی خصوصیات شیمیایی و زیستی خاک (حاجی‌تمکی و همکاران، ۱۳۹۵)                                | بررسی اثر ۱۰ ساله آبیاری با پساب بر خصوصیات شیمیایی و زیستی خاک در حاشیه رودخانه کشف‌رود نشان داد، شوری خاک به میزان ۱۸ درصد و قلیائیت به میزان ۴ درصد نسبت به نمونه آبیاری با آب زیرزمینی افزایش داشته است. همچنین به علت تفاوت در ورودی‌های پساب به رودخانه در بازه‌های مختلف تغییر در فعالیت‌های زیستی و شیمیایی در مسیر انتخابی متفاوت بوده است.   |
| مطالعه غلظت برخی از عناصر سنگین در گندم، گوجه‌فرنگی و ذرت و ارزیابی ریسک کمی غیرسرطان‌زایی: حاشیه رودخانه کشف‌رود، مشهد (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۹) | با هدف پایش میزان تجمع فلزات سنگین سرب، آرسنیک و کادمیوم در برگ، ریشه و دانه محصولات گوجه‌فرنگی، ذرت و گندم این پژوهش انجام شد و نتایج نشان داد میزان تجمع این فلزات در محصولات نام برده کمتر از محدوده پیشنهادی استاندارد جهانی بود.  |
| بررسی وضعیت آلودگی رودخانه کشف‌رود با رویکرد انگل‌های تک‌یاخته (مولوی و همکاران، ۱۳۹۸)  | با رویکرد اندازه‌گیری انگلی از سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ از ۱۲ نقطه یازده نوبت نمونه‌برداری انجام شد. نتایج نشان داد محدوده تصفیه‌خانه اولنگ‌اسدی بیشترین نرخ آلودگی را دارد. آلوده‌ترین ماه‌های سال فروردین، اردیبهشت و شهریور هستند و به‌طور کلی در ماه‌هایی که شهر مشهد پذیرای حضور فراوان زائران است آلودگی این آب بسیار زیاد شده و تهدیدی جدی برای سلامت عمومی شهر به‌شمار می‌رود.   |
| بررسی تاثیرات زیست‌محیطی و هیستوپاتولوژیکی فلز سنگین کروم در حومه چرم‌شهر قزقان مشهد (برات‌زاده‌پوستچی و همکاران، ۱۳۹۸)                             | فاضلاب این منطقه بدون هیچ پیش‌تصفیه‌ای به کشف‌رود وارد می‌شود و از آنجایی که که عمده آلودگی این فاضلاب کروم است تهدیدی جدی برای گیاهان، جوندگان، دام و در نهایت انسان است تحقیق انجام شده نشان‌دهنده این تاثیرات می‌باشد.  |

## - تغییر اقلیم در حوضه آبریز کشف رود

تغییر اقلیم به عنوان یک مسئله ملی و فراملی مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است و به عنوان یک چالش حیاتی در پیش روی بشر قرار دارد. لذا باتوجه به افزایش روند رشد جمعیت جهان و گسترش انتشار گازهای گلخانه‌ای و سوخت‌های فسیلی و در نتیجه اثرات آن که باعث گرم‌تر شدن کره زمین و به تبع آن کاهش بارندگی می‌شود، باید به مسئله تغییرات اقلیم به عنوان یک ضرورت اصلی در مدیریت منابع آب نگریست. تغییر اقلیم اثرات مستقیمی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی نظیر تبخیر از سطح آب، تعرق از گیاه، تغذیه آب‌های زیرزمینی، رواناب یا ذوب برف دارد. سیاری و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر تغییر اقلیم بر دما و بارش در حوضه آبریز کشف رود را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد دما افزایش یافته ولی میانگین سالانه بارش تفاوت معنی داری پیدا نکرده است اما توزیع آن در فصل‌های مختلف متفاوت می‌باشد. میزان تبخیر تعرق تحت افزایش دما افزایش و با افزایش دما به میزان ۱،۲ و ۴ درجه سانتی‌گراد نیاز آبی گیاهان به ترتیب ۶، ۱۰ و ۱۶ درصد افزایش خواهد یافت (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۹). با بررسی تاثیر گرمایش جهانی بر حداقل و حداکثر دما، الگوی بارش و تبخیر تعرق پتانسیل گیاهانی همچون گندم، ذرت، گوجه فرنگی و چغندر قند در حوضه کشف رود به این نتیجه رسیدند که حداقل و حداکثر دما افزایش، تبخیر تعرق پتانسیل افزایش و میانگین بارش سالانه تغییر چندانی نداشته است (سیاری و همکاران، ۱۳۹۰). سیاری و همکاران (۱۳۹۰) سه شاخص خشکسالی را برای پیش مدت و فراوانی خشکسالی در حوضه کشف رود استفاده کردند. نتایج حاکی از افزایش فراوانی وقوع خشکسالی تحت شرایط تغییر اقلیم برای هر سه دوره مورد مطالعه بود. با هدف بررسی تغییرات فصلی بارش و درجه حرارت حوضه آبخیز کشف رود در دوره‌های آینده، آقاخانی افشار و همکاران (۱۳۹۵) دو پارامتر بارش و درجه حرارت را به عنوان مهمترین پارامترهای اقلیمی در حوضه‌های آبریز در نظر گرفتند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین بارش‌ها در فصل‌های بهار و تابستان رخ خواهد داد و درجه حرارت متوسط در تمامی فصول سال بیشتر از دوره پایه (دوره انتخاب شده برای پیش مدت‌ها ۱۳۷۱-۱۳۸۴) می‌باشد. همچنین، به طور متوسط در همه مدل‌ها و سناریوها، بیشترین و کمترین درجه حرارت متوسط در فصل‌های تابستان و زمستان حاصل خواهد شد و به تبع آن میزان بارش‌های فصلی نیز در این فصول به ترتیب کاهش و افزایش خواهد یافت. در بررسی اثرات تغییر اقلیم و تعیین بهترین مدل گردش عمومی جو در حوضه آبخیز کشف رود با رویکرد گزارش پنجم هیأت بین‌الدول (AR5) کاهش بارش، افزایش دمای حداکثر و حداقل در مقایسه با دوره پایه (دوره مطالعاتی ۱۹۹۲-۲۰۰۶) رخ می‌دهد؛ به طوری که بارش از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ به میزان ۲۹/۸۹ درصد کاهش و دما به میزان ۱۴/۰۹ درصد افزایش می‌یابد (آقاخانی افشار و همکاران، ۱۳۹۴؛ آقاخانی افشار و همکاران، ۱۳۹۵).

حسینی و زرین (۱۳۹۷) با مطالعه‌ای نشان دادند، افزایش دمای حداقل ۲ درجه و تبخیر و تعرق پتانسیل تا ۰/۲۵ میلیمتر در روز در تمامی حوضه آبریز کشف رود و همچنین افزایش تبخیر و تعرق پتانسیل و دما در آینده در بالادست حوضه آبریز کشف رود به ترتیب به میزان ۰/۷ میلیمتر در روز و ۸ درجه نسبت به دوره پایه محتمل است. باتوجه به تغییرات اقلیم، الگوی دما و بارش مناطق مختلف در آینده روند متفاوتی را در پیش خواهد گرفت. به منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر دبی حوضه رودخانه کشف رود و تامین آب شرب مشهد نتایج حاکی از آن است که کاهش جریان در فصل زمستان، بهار و پاییز به ترتیب مقادیر ۳۵،۲۰ و ۱۰ درصد را ثبت شده است. باتوجه به مقادیر به دست آمده از این پژوهش و همچنین باتوجه به اینکه عمده حجم رواناب در حوضه در فصول زمستان و بهار اتفاق می‌افتد، نتایج تحلیل سناریوهای مختلف در مورد پیش‌بینی شرایط آبی حاکی از آن است که حجم ورودی به مخازن کاهش می‌یابد که می‌تواند بیانگر کم‌آبی در سال‌های آینده باشد (سیف و همکاران، ۱۳۹۷).

خسروی و آذری (۱۴۰۱) روند بارش و دما در مقیاس‌های سالانه، فصلی و ماهانه در طول دوره آماری ۱۳۶۴-۱۳۹۵ در حوضه آبریز کشف رود را بررسی کردند. ایشان دریافتند روند دمای بیشینه در فصول بهار و زمستان و همچنین در مقیاس سالانه برای کلیه ایستگاه‌های حوضه افزایشی بوده است. اما در فصل تابستان و پاییز الگوی یکسانی وجود ندارد. روند دمای کمینه ایستگاه‌های حوضه در تمامی فصول از الگوی واحدی برخوردار نیست. نتایج تحلیل روند بارش نشان می‌دهد بارش سالانه حوضه تغییر نکرده در حالی که در فصل زمستان مقدار بارش حوضه روند کاهشی داشته است و در پاییز نیز در نیمه جنوبی روند افزایشی است. کاهش شدید بارش در زمستان و ماه‌های دی و بهمن و افزایش آن در آبان می‌تواند مدیریت منابع آب حوضه را در فصل خشک با چالش جدی مواجه کند زیرا خشکسالی اثرات معنی‌دار محیطی و اقتصادی-اجتماعی در ایران دارد.

حسینی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از مدل SWAT و مدل اقلیمی CCT اثرات تغییر اقلیم بر تغذیه آب‌های زیرزمینی در حوضه آبریز کشف رود را پیش‌بینی کردند. نتایج حاصل از ارزیابی تغییرات اقلیم در حوضه مطالعاتی این پژوهش حاکی از آن است که افزایش تبخیر در اثر افزایش دما و سهم کمتر نزولات جوی، زمینه‌ساز کاهش تغذیه آب زیرزمینی در سطح حوضه خواهد بود. پژوهش‌های بررسی شده بیانگر تغییر روند الگوی بارش و دما در حوضه کشف رود منطقه که ناشی از تغییر اقلیم است، می‌باشند. بنابراین اهمیت آلودگی کشف رود آشکارتر و پررنگ‌تر می‌شود زیرا با افزایش دما و کاهش بارندگی، انتشار بوی نامطبوع (براساس پژوهش‌های قسمت بحث در مورد آلودگی کشف رود که میزانی از این بوی نامطبوع ناشی از کروم شش ظرفیتی است که به شدت روی سیستم تنفسی تاثیرگذار است) حداقل مسئله این منطقه خواهد بود همانطور که این منطقه در فصل تابستان شاهد این پدیده است.

## - خشکسالی و کاهش تغذیه

از دیدگاه اقلیم‌شناسی وقوع خشکسالی از ویژگی‌های اصلی آب‌وهوای ایران محسوب می‌شود که هم در قلمرو آب‌وهوای مرطوب و هم خشک قابل مشاهده است. این حالت در نتیجه وجود نوسانات آب‌وهوایی شدید در مقیاس‌های مختلف زمانی حاصل می‌شود. از منظر کلی ویژگی‌های خشکسالی ایران نشان می‌دهد هیچ منطقه‌ای از کشور از این پدیده در امان نبوده و بخش‌های جنوبی، شرقی و مرکزی خصوصاً خراسان به علت نوسانات بیشتر در مقادیر بارندگی، آسیب‌پذیری بیشتری دارند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که حوضه آبریز کشف‌رود بیشتر تحت تأثیر خشکسالی‌های ملایم تا متوسط قرار خواهد گرفت تا خشکسالی‌های شدید (سیاری و همکاران، ۱۳۹۰ ب). وفاخواه و بشری‌سه‌قلعه (۱۳۹۱) با بررسی تمام ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه آبریز کشف‌رود و انتخاب داده‌های هیدرومتری ۱۶ ایستگاه و با استفاده از زنجیره مارکوف احتمال وقوع خشکسالی هیدرولوژیک در این منطقه را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد احتمال وقوع خشکسالی در منطقه بسیار بالا و نزدیک به ۹۵/۵ درصد، احتمال وقوع ترسالی ۲/۲۸ درصد و با احتمال ۱/۷۸ درصد نیز منطقه حالت متوسط را خواهد داشت. فرج‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای پیرامون نوسانات رواناب سطحی حوضه آبریز کشف‌رود به این نتیجه رسیدند که شدت خشکی‌ها در حال افزایش است، روند کلی بارش و دبی حوضه کاهش یافته است. همچنین از نظر فصلی بیشترین تغییرات ماهانه بر روی رواناب سطحی در فصل بهار و در فروردین ماه مشاهده شده است و کمترین این تغییرات در اواخر تابستان می‌باشد (دلیل آن خشک شدن رودخانه در این فصل در طی سال‌های مورد مطالعه ۱۳۴۷-۱۳۸۷ است). همچنین یافته‌های آن‌ها نشان داد با تغییر آماره آزمون من-کندال از مثبت به منفی که نشان‌دهنده تغییر جهت روند و کاهش دبی است در برخی از ایستگاه‌ها این تغییر از محدوده اطمینان ۹۵ درصد خارج شده و موجب تغییر اقلیم در سطح ایستگاهی شده است. با مطالعه روی ۱۳ ایستگاه هواشناسی در طی سال‌های ۱۳۵۱-۱۳۸۵ مشخص شد دبی رودخانه کشف‌رود هیچ‌رود افزایش نداشته است که می‌تواند به دلیل احداث سد‌ها و برداشت بی‌رویه آب باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد بارندگی سالانه تنها در ۵ ایستگاه افزایشی و بارندگی فصلی در فصل پاییز در بیشتر ایستگاه‌ها افزایشی بوده اما در فصل بهار در بیشتر ایستگاه‌ها کاهش یافته که این نشان‌دهنده تغییر اقلیم در این منطقه می‌باشد (وفاخواه و همکاران، ۱۳۹۱). آذرخشی و همکاران (۱۳۹۵) اقلیم حوضه آبریز کشف‌رود را بر اساس روش دمارتن نیمه‌خشک با بارندگی کم و تبخیر و تعرق پتانسیل زیاد معرفی کردند. پزشکی و همکاران (۱۳۹۷) پارامترهای هواشناسی موثر بر دبی به پیش‌بینی تغییرات دبی در دو ایستگاه سینوپتیک گل‌مکان و مشهد در حوضه کشف‌رود پرداختند. نتایج آنها نشان داد در سال‌های آینده در ایستگاه مشهد شاهد دوره ترسالی و

افزایش دبی اما در ایستگاه گل‌مکان که از تغذیه‌کنندگان کشف‌رود است، شاهد دوره خشکسالی و کاهش دبی خواهیم بود. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که روند تغییر اقلیم (افزایش دما و تشدید نوسانات بارندگی) منجر به خشک‌تر شدن حوضه آبریز کشف‌رود می‌گردد. این خشک‌تر شدن به نوبه خود باعث افزایش آلودگی در این منطقه می‌شود؛ زیرا از طرفی تغذیه رودخانه محدود شده و از طرف دیگر با تبخیر از حوضه میزان غلظت آلودگی افزایش می‌یابد.

## ارزیابی راهکارهای ارائه شده در پژوهش‌های پیشین برای حل مشکل کشف‌رود (از دیدگاه منابع آب و محیط‌زیست)

باتوجه به نقش مهم رودخانه کشف‌رود در تعادل زیستی، اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی منطقه و احتمال تامین آب شرب مشهد در آینده (به علت کاهش تراز سفره آب زیرزمینی)، شناسایی منابع آلاینده و پایش مستمر از تغییرات کیفی این رودخانه اولین قدم در راستای مدیریت پایدار منابع آب بر روی این رودخانه می‌باشد. به این منظور پژوهش‌های انجام شده که در آن پژوهشگران راهکارهایی را ارائه کردند، بررسی شد. سیدنژاد گل‌ختمی و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند که نظر می‌رسد مسائل به طور جامع تبیین نشده، نقش دستگاه‌ها در حل مسائل به طور واضح مشخص نشده و به برخی مشکلات نسبت به برخی دیگر توجه بیشتری شده است. اگر توجه به مسائلی بیشتر بوده به دلیل اهمیت و پرننگتر بودن آن‌ها است که محققین با مراجعه به محل و یا نمونه‌برداری و غیره به این نتایج دست یافته‌اند. مسائلی که بیشترین توجه را به خود جلب کرده بودند همانطور که در قسمت آلودگی بیان شد مسائل مربوط به انسان، محیط‌زیست که عمده دلایل آلودگی کشف‌رود بود.

سیدنژاد گل‌ختمی و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند حل مشکلات کشف‌رود به روش پیشنهادی برای ترسیم شبکه جامع مسائل مرتبط با رودخانه کشف‌رود، برگزاری سلسله جلسات «گفتگو برای تعیین شبکه مسائل رودخانه کشف‌رود» با حضور نخبگان، متخصصان و نمایندگان نهادهای مربوطه وابسته است. این روش در برخی موارد کارایی دارد چرا که بحث و گفتگو با متخصصین همیشه سودمند بوده است و این وجود قبلاً پژوهشگران دیگری همچون شفایی و همکاران (۱۴۰۰)، گل‌محمدی‌تولانی (۱۳۸۷)، شاکری و علیزاده (۱۴۰۱)، شجاعان و بانژاد (۱۳۹۴)، آقاصفیری و قربانی (۱۳۹۴) به‌طور کامل به شرح مشکلات کشف‌رود پرداخته‌اند.

راهکارهای پیشنهادی توسط گل‌محمدی‌تولانی (۱۳۸۷) عبارتند از: هماهنگی و همکاری قاطعانه تمام ارگان‌ها و نهادهای دولتی که به گونه‌ای سهمی در حل بحران می‌توانند داشته باشند، اختصاص بودجه کارآمد برای حل مشکلات فعلی، حفر یک کانال بزرگ فاضلاب در حاشیه کشف‌رود، هدایت تمام آب‌های فاضلاب شهری، روستایی و

صنعتی به این کانال، ادامه کاشت درختان مناسب از جمله صنوبر، فعال‌سازی شورای محل برای بسیج عمومی مردم، برخورد با دلالتان زمین‌های کشاورزی (که باعث تغییر کاربری این اراضی می‌شوند)، مبارزه جدی با ساخت‌وسازهای غیر مجاز در حاشیه رودخانه، مبارزه جدی با کشاورزانی که از آب‌های آلوده رودخانه استفاده می‌کنند، برخورد جدی با کارگاه‌های صنعتی و کارخانه‌های منطقه و انتقال آن‌ها به شهرک‌های صنعتی، اقدام قاطع و به موقع نیروی انتظامی و دادگستری با معتادها، قاچاقچیان مواد مخدر و افراد شرور و ولگرد حواشی رودخانه، رسیدگی جدی به وضعیت بهداشتی مردم منطقه و محیط‌های اطراف و جمع‌آوری حیوانات ولگرد و مریض که بهداشت مردم منطقه را به خطر می‌اندازند. در خصوص موارد فوق به نظر می‌رسد با وجود پیشنهادهای ساده و قابل اجرا تاکنون در مورد اجرایی شدن آنها اقدامات موثری صورت نگرفته که ممکن است ناشی از بی‌توجهی یا عدم آگاهی متولیان کشف‌فروند از نتایج این پژوهش باشند. شفایی و همکاران (۱۴۰۰) موارد زیر را به‌عنوان پیشنهادهایی کاربردی برای کاهش آلودگی رودخانه کشف‌رود بیان کردند: ۱- وضع قوانین و نظارت بر اجرای صحیح آن در زمینه تخلیه پسماندهای صنعتی برای صنایع فعال در محل عبور رود و تعیین جرایم سنگین برای خاطیان و تشویق صنایع به استفاده از پساب‌ها در مصرف صنایع خود به‌جای استفاده از آب‌های دیگر، ۲- تشویق کشاورزان و دامپروران منطقه برای استفاده از کودهای آلی و حیوانی به‌جای استفاده از کودهای شیمیایی و جلوگیری از سم‌پاشی‌های بیش از حد توسط کشاورزان منطقه، ۳- در نظر گرفتن مشوق‌های مالی برای بومیان منطقه در گزارش دادن تخلف‌های واحدهای صنعتی و کشاورزی آلوده‌کننده رودخانه و حمایت از کشاورزان و صنعتگرانی که قوانین مربوطه را رعایت می‌کنند، ۴- وضع مالیات برای استفاده مازاد از کود و آفت‌کش‌ها، ۵- ملزم نمودن واحدهای صنعتی فعال در مسیر رود به اختصاص مبلغی سالانه برای جلوگیری از آلودگی آب رودخانه و پیگیری دقیق وصول این مبالغ در زمینه کاهش آلودگی آب رودخانه. علایی (۱۳۹۸) بهترین راهکار را کاشت صنوبر می‌داند و بیان کرده است ۱۸۰ هکتار از اراضی که قبلاً تحت کشت صیفی‌جات بوده با صنوبر جایگزین شده است.

رضایی‌رنجبر و قزل‌سوفلو (۱۳۹۸) در بررسی احیاء کشف‌رود راهکارهای زیر را عنوان کردند: ۱- کشت جایگزین محصولات صنعتی در اراضی کشاورزی سبزی‌کاری شده، ۲- آزادسازی بستر و حریم کشف‌رود در کل محدوده طرح، ۳- ساماندهی و مدیریت بهره‌برداران پساب و فاضلاب کشف‌رود و سرشاخه‌های آن، ۴- ایجاد پارک خطی در حریم رودخانه کشف‌رود، ۵- ایجاد تصفیه‌خانه‌های استاندارد و ارتقاء سیستم تصفیه فاضلاب موجود، ۶- استفاده از پساب تصفیه شده استاندارد در طرح جایگزینی پساب با منابع آب کشاورزی و ذخیره‌سازی پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهر مشهد، ۷- استفاده از ژئولیت به جای کود و سموم شیمیایی در اراضی کشاورزی حاشیه

کشف‌رود، ۸- تصفیه بیولوژیکی با استفاده از تکنولوژی گیاه پالایی به‌وسیله گونه‌های سوپر جاذب فلزات سنگین، ۹- ایجاد سکوها صافی شنی در مقاطع مختلف بستر رودخانه برای بهبود کیفیت آب، ۱۰- تشکیل کارگروه ساماندهی صنایع آلاینده در محدوده کشف‌رود، ۱۱- جایگزینی پساب با حقابه اراضی پایین دست سدهای داخل حوضه آبریز، خصوصاً محدوده غرب و پایین دست سد اردک، ۱۲- جایگزینی پساب با کیفیت مناسب با آب چاه‌های کشاورزی با کیفیت و کمیت بالا، موجود در غرب مشهد (محدوده حوضه آبریز)، ۱۳- انحراف و ذخیره سیلاب‌های فصلی برای مصارف کشاورزی، فضای سبز و تفریحی و ۱۴- ذخیره نمودن پساب تصفیه شده در مخازن نزدیک به کشف‌رود برای متعادل نمودن عرضه و تقاضا.

شجاعان و بانژاد (۱۳۹۴) به تفصیل هم آلودگی را بررسی کردند و هم راه‌کارهای بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت را پیشنهاد کرده‌اند که به شرح زیر است:

**راهکارهای بلندمدت:** اجرای طرح جمع‌آوری و انتقال فاضلاب در بخش‌هایی از شهر که فاقد شبکه جمع‌آوری فاضلاب می‌باشد، احداث تصفیه‌خانه‌های جدید فاضلاب برابر با استانداردهای محیط‌زیستی، برنامه‌ریزی در راستای تغییر الگوی کشت در سطح حوضه آبریز کشف‌رود بر مبنای استفاده از پساب‌ها و آب‌های نامتعارف با در نظر گرفتن استانداردهای محیط‌زیست و در نهایت تدوین و پیشنهاد الگوی کشت استاندارد، توسعه نگرش به موضوع آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی و گران‌بها.

**راهکارهای میان‌مدت:** ۱- راه‌اندازی و بهره‌برداری هر چه سریعتر از تصفیه‌خانه‌های التیمور و خین عرب در دست احداث، ۲- جلوگیری از تخلیه روزانه ۳۰۰ تانکر فاضلاب خانگی، صنعتی و درمانی در کشف‌رود، ۳- جلوگیری از کاشت صیفی‌جات در حریم رودخانه کشف‌رود، ۴- جلوگیری از آبیاری اراضی کشاورزی با فاضلاب، ۵- ارتقا تصفیه‌خانه‌های اطراف حوضه آبریز کشف‌رود و دستیابی به پسابی با کیفیت استاندارد، ۶- جلوگیری از تخلیه فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و تجاری به خیابان‌ها و مسیرها، ۷- جلوگیری از اختلاط فاضلاب‌های درمانی و صنعتی با فاضلاب‌های خانگی.

**راهکارهای کوتاه‌مدت:** جلوگیری از کاشت صیفی‌جات و آبیاری آنها با فاضلاب و کاشت درختان غیر مثمر و نهال صنوبر، کاشت گیاهانی که خاصیت خودپالایی دارند و در کاهش آلودگی آب‌ها موثرند، برخورد قانونی با واحدهای صنعتی و تجاری حاشیه رودخانه که استانداردهای محیط‌زیست را رعایت نمی‌کنند و اطلاع‌رسانی برای پرهیز مردم از خرید و مصرف محصولات کشاورزی با فاضلاب آبیاری شده و جلوگیری از عرضه محصولات آلوده به بازار.

در حال حاضر تصفیه‌خانه خین عرب در دست بهره‌برداری است، نگارش مقاله شجاعان و بانژاد (۱۳۹۸) مربوط به سال‌های قبل از بهره‌برداری تصفیه‌خانه است. همچنین کاشت درخت صنوبر در مطالعه علایی (۱۳۹۸) نیز اشاره شده که ممکن است گزینه مناسبی

باشد. درباره جلوگیری از کشت صیفی جات در منطقه باید به این نکته توجه شود که اقتصاد برخی از کشاورزان این ناحیه وابسته به این نوع کشت بوده و راه دیگری برای کسب درآمد ندارند شاید بهتر باشد برای استفاده از این راهکار این نکته را در نظر گرفت. موارد مطرح شده در راهکارهای میان مدت موارد ۲، ۵، ۶ و ۷ قابل اجرا می باشد که برعهده شرکت آب و فاضلاب مشهد بوده ولی توجه لازم به موضوع آلودگی کشف رود ندارد. موارد اطلاع رسانی به مردم و برخورد با متجاوزین با تحقیقات تولایی (۱۳۸۷) و شفایی و همکاران (۱۴۰۰) همخوانی دارد و قابل اجرا است.

آقاصفیری و قربانی (۱۳۹۲) انگیزه های لازم در کشاورزان حوضه کشف رود برای کاهش آثار نامطلوب آب آلوده بر محیط زیست وجود دارد که می توان از این انگیزه ها با ایجاد حوضچه های تصفیه آب های آلوده در جهت کاهش آلودگی های تهدید کننده سلامت آب و خاک و به تبع آن انسان استفاده کرد. هزینه های سرمایه گذاری در این مورد می تواند از آلوده کننده ها، دریافت و هزینه های اجرایی آن از محل تعیین عوارض (به میزان آب آلوده ورودی به حوضچه) تأمین شود. همچنین هر چه کشاورزان آگاهی بیشتری داشته باشند که فاضلاب شهری و روستایی به رودخانه کشف رود وارد می شود، همکاری مشارکت مالی آن ها بیشتر خواهد بود. محمدی و همکاران (۱۳۸۸) بهترین راه حل کنترل آلودگی کشف رود را استفاده از نيزارهای مصنوعی بیان کردند. با وجود مزایای کاشت نی از آنجایی که کشف رود در محدوده شهر مشهد واقع است و در حاشیه آن روستاها و اماکن مسکونی بسیاری وجود دارد و باتوجه به حضور افراد قاچاقچی مواد مخدر و ... و احتمال ایجاد آتش سوزی این روش راهکاری پرخطر برای شهر و ساکنین منطقه است.

## نتایج و راهکارهای پیشنهادی

باتوجه به پژوهش های انجام شده مورد بررسی مشخص شد کشف رود شرایط بحرانی دارد و آلوده به انواع آلودگی ها است. باتوجه به بروز تغییر اقلیم و خشکسالی در منطقه و عدم تغذیه رودخانه به دلایل ذکر شده شرایط حتی دشوارتر هم خواهد شد. در کنار آن مسائل فرهنگی، اجتماعی و محیط زیستی منطقه نیز بسیار حائز اهمیت هستند. اینکه چرا با وجود آلودگی کشف رود پژوهش های انجام شده در این زمینه بسیار کم است؟ باید بیان کرد، نبود آگاهی و عدم توجه کافی مسئولان (هر چند آگاهی کلی از مسئله کشف رود دارند)، متخصصین و مردم نسبت به مسئله است، که می تواند ناشی از اقدامات ناکافی برای آگاهی و اطلاع رسانی افکار عمومی، جمعیت های مردم نهاد و مسئولان باشد. از طرفی نهادهای علمی پژوهشی در فرآیند اقدامات تحقیق خود در ارتباط با مسائل کشف رود با چالش های ایجاد شده از طرف دست اندرکاران روبه رو می شوند. در مورد مشارکت ذی نفعان همانطور که پیشتر بیان شد اگر

کشاورزان به درستی از عواقب ورود آلودگی به کشف رود آگاه شوند، نه تنها حاضر به مشارکت هستند بلکه به تغییر نوع کشت هم رضایت می دهند و این مشروط بر آن است که از نظر تأمین معاش و ایجاد درآمد پایدار مطمئن شوند. در یک جمع بندی برای بیان راه حل مشکلات کشف رود باید اظهار نمود باتوجه به جمع تحقیقات و ارزیابی های پژوهشگران راهکارهای زیر به عنوان کاربردی ترین راهکارها معرفی می شوند. با این وجود به نظر می رسد اطلاع رسانی می تواند اولین گام باشد چرا که باتوجه به پژوهش های انجام شده و نیز پژوهش سیدنژاد گل ختمی و همکاران (۱۴۰۱) به نظر می رسد پژوهشگران، اندیشمندان، جامعه علمی و حتی ساکنین شهر مشهد از مسائل و مشکلات کشف رود اطلاعات کامل و درستی ندارند. بنابراین اطلاع رسانی به عنوان گام نخست در حل این معضل معرفی می شود. با اطلاع رسانی هم پژوهشگران و جامعه علمی به پژوهش و ارائه راهکار می پردازند و هم ساکنین و عموم مردم آگاه شده و می توانند رویکرد مناسب تری در برخورد با خرید محصولات یا حتی کاشت آن ها داشته باشند. لذا به طور خلاصه می توان بیان نمود:

۱- تمامی راه حل های پیشنهادی باید مسئله امرار معاش کشاورزان و آسودگی زندگی برای ساکنین را در بر داشته باشد و موجب ایجاد یک معضل محیط زیستی جدید نشده و از نظر اقتصادی قابل قبول و انجام باشد.

۲- حضور و گفتمان با متخصصین و پژوهشگران با محوریت حل مشکلات.

۳- ایجاد یک کارگروه با ترکیبی از متخصصین و مسئولان مستقیم هر سازمان مرتبط با مسئله کشف رود به صورت تمام وقت؛ در نتیجه، حل مشکلات با این همکاری، و حفظ هماهنگی بین سازمان ها از جنبه تخصص و تجربه.

۴- برخورد قاطعانه با صنایع متخلف که منجر به آلودگی رودخانه می شوند.

۵- آگاهی و اطلاع رسانی به کشاورزان برای مشارکت در رفع مشکل و استفاده از زئولیت و کودهای حیوانی جایگزین کودهای شیمیایی.

۶- احداث شبکه های بهداشت عمومی با تخصص برای درمان بیماری های ناشی از آلودگی همچون سالک و ... و کمک به قشر کم درآمد و جلوگیری از افزایش افراد مبتلا.

۷- آموزش مردم برای جلوگیری از حضور کودکان و افراد ناآگاه در معرض آب آلوده.

۸- اطلاع رسانی به مردم از آلوده بودن محصولات و خرید کمتر این محصولات هم زمان جلوگیری از عرضه محصولات به بازار (البته باید راهکار محصولات جایگزین برای کشت در منطقه و ارائه به بازار نیز مد نظر باشد).

۹- جایگزینی محصولاتی که ره آورد اقتصادی دارند. همچون کاشت نهال صنوبر و پرورش آن ها برای استفاده از چوب این محصول.

۱۰- استفاده از سیلاب دشت رودخانه برای حل مشکلات فاضلاب



الته به صورت علمی و مطالعه شده.

۱۱- بررسی فنی تصفیه‌خانه پرکنندآباد برای جلوگیری از ورود پساب با کیفیت نامطلوب به رودخانه.

۱۲- احداث تصفیه‌خانه‌های جدید که بار فاضلاب شهر را پاسخگو باشند و انواع فاضلاب‌ها با یکدیگر ادغام نشده و تصفیه‌خانه‌های موجود را هم به خطر نیندازند.

۱۳- مالیات برای صناعی که به هر طریقی موجب آلودگی هستند و استفاده از این مالیات برای حل مشکل رودخانه و بیماری‌های ساکنین منطقه.

۱۴- ورود جمعیت‌های مردم نهاد و تشکیلات غیردولتی مردمی به مسائل مختلف شهری از جمله موضوع کشف‌رود.

## منابع

آذرخشی، مریم، سعادت‌پور، سیدجواد، و اسلامی، علیرضا. (۱۳۹۵). رابطه ویژگی‌های فیزیکی حوضه‌های آبخیز و دبی‌های حداقل با دوره‌های برگشت متفاوت (بررسی موردی: حوضه آبخیز کشف‌رود).

اکوهیدرولوژی، ۳(۲)، ۲۶۷-۲۷۷. doi: 10.22059/ije.2016.59670

آقاخانی‌افشار، امیرحسین، حسن‌زاده، یوسف، بسالت‌پور، علی‌اصغر، و پوررضایی‌بلندی، محسن. (۱۳۹۴). بررسی اثرات تغییر اقلیم و تعیین بهترین مدل گردش عمومی جو در حوضه آبخیز کشف‌رود با رویکرد گزارش پنجم هیات بین‌الدول (AR5). دهمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. <https://civil-ica.com/doc/676998>

آقاخانی‌افشار، امیرحسین، حسن‌زاده، یوسف، بسالت‌پور، علی‌اصغر، و پوررضایی‌بلندی، محسن. (۱۳۹۵). تغییرات فصلی بارش و درجه حرارت حوضه آبخیز کشف‌رود در دوره‌های آتی با رویکرد مدل‌های گردش کلیسری CMIP5. آب و خاک، ۳۰(۵)، ۱۷۱۸-۱۷۳۲. doi: 10.22067/jsw.v0i0.56154

آقاخانی‌افشار، امیرحسین، حسن‌زاده، یوسف، بسالت‌پور، علی‌اصغر، و پوررضایی‌بلندی، محسن. (۱۳۹۵). ارزیابی سالیانه مولفه‌های اقلیمی حوضه آبخیز کشف‌رود در دوره‌های آتی با استفاده از گزارش پنجم هیات بین‌الدول تغییر اقلیم. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۳(۶)، ۲۱۷-۲۳۳. doi: 10.22069/JWEST.2017.11186.2553

آقاصفری، حنا، و قربانی، محمد. (۱۳۹۴). آیا کشاورزان حاضرند برای کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی آب آلوده مشارکت مالی داشته باشند؟ (مطالعه موردی حوضه آبخیز رودخانه کشف‌رود). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۷(۲)، ۲۰۲-۲۱۴. doi: 10.22067/jag.v7i2.33105

برات‌زاده‌پوستچی، فریده، طباطبائی‌یزدی، فاطمه، موسوی، زهرا، و حیدری، آوا. (۱۳۹۸). بررسی تأثیرات زیست‌محیطی و هیستوپاتولوژیکی فلز سنگین کروم در حومه چرم‌شهر قزقان مشهد. دومین کنفرانس ملی توسعه پایدار در علوم کشاورزی و منابع طبیعی ایران. مرکز بین‌المللی همایش‌ها و سمینارهای توسعه پایدار علوم جهان اسلام تهران، تهران،

ایران. <https://civilica.com/doc/931650>

پزشکی، آتنا، اسماعیلی، کاظم، و فریدحسینی، علیرضا. (۱۳۹۷). تأثیر خشک‌سالی بر روند تغییر و پیش‌بینی خصوصیات هیدرولوژیکی حوضه آبریز موثر بر دبی مطالعه موردی (حوضه کشف‌رود). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۲(۲)، ۲۳۹-۲۴۷.

حاجی‌غمکی، سامان، امامی، حجت، فتوت، امیر، و حق‌نیا، غلامحسین. حاجی‌غمکی، س، امامی، ح، فتوت، ا، و حق‌نیا، غ. (۱۳۹۵). اثرات آبیاری طولانی مدت با پساب تصفیه‌خانه پرکنندآباد بر برخی خصوصیات شیمیایی و زیستی خاک. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۰(۲)، ۲۰۸-۲۲۰.

حسینی، فاطمه، و زرین، آذر. (۱۳۹۷). پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر تبخیر تعرق پتانسیل در حوضه آبریز کشف‌رود با استفاده از مدل RegCM4 و روش هارگریوز سامانی. دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. <https://civil-ica.com/doc/781022>

حسینی، امیرحسین، عباسی، علی، و زرین، آذر. (۱۴۰۱). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تغذیه منابع آب زیرزمینی با استفاده از مدل کوپل شده اقلیمی-هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: حوضه آبریز کشف‌رود). سیزدهمین کنگره ملی مهندسی عمران. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

خسروی، آمنه، و آذری، محمود. (۱۴۰۱). تعیین روند زمانی و مکانی و نقطه تغییر دما و بارش در حوضه کشف‌رود. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۲(۶۶)، ۲۸۹-۳۰۶. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1401.22.66.8.3>

ذوالفقاری، قاسم، دلسوز، مهری، سازگار، آمنه، و اخگری‌سنگ‌آتش، زهره. (۱۳۹۹). مطالعه غلظت برخی از عناصر سنگین در گندم، گوجه فرنگی و ذرت و ارزیابی ریسک کمی غیر سرطانزایی: حاشیه رودخانه کشف‌رود، مشهد. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۲(۲)، ۲۲۵-۲۳۹. doi: 10.22034/JEST.2018.21938.3102

رضایی رنجبر، فرزانه، و قزل سولفو، عباسعلی. (۱۳۹۸). بررسی راهبرد احیا برای نجات رودخانه تاریخی کشف‌رود. ششمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری و پنجمین همایشگاه تخصصی انبوه‌سازان مسکن و ساختمان استان. دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. <https://civil-ica.com/doc/927905>

سالاریان، محمد، داوری، کامران، علیزاده، امین، لگزبان، محمد، و فاضلی، محمد. (۱۳۹۸). چارچوب دستیابی به چشم‌انداز مشترک در مدیریت مشارکتی-راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کشف‌رود). اکوهیدرولوژی، ۶(۴)، ۸۶۵-۸۸۶. <https://doi.org/10.22059/ije.2019.279111.1088>

سالاریان، محمد، داوری، کامران، علیزاده، امین، لگزبان، محمد، و فاضلی، محمد. (۱۳۹۸). سیاست‌های دستیابی به مدیریت مطلوب مشارکتی-راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبریز کشف‌رود). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳(۶)، ۱۷۴۳-۱۷۶۰. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087942.1398.13.6.18.4>

سیاری، نسرین، علیزاده، امین، بنایان اول، محمد، حسامی کرمانی، مسعودرضا، و فریدحسینی، علیرضا. (۱۳۸۹). پیش‌بینی تغییرات اقلیم در حوضه کشف‌رود استان خراسان طی دوره‌های آماری با استفاده از ریزمقیاس نمایی آماری. اولین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا. دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

سیاری، نسرین، علیزاده، امین، بنایان اول، محمد، فریدحسینی، علیرضا، و حسامی کرمانی، مسعودرضا. (۱۳۹۰). بررسی روند خشکسالی تحت شرایط تغییر اقلیم در حوضه کشف‌رود (ایستگاه مشهد) در دوره‌های آتی با استفاده از مدل HadCM3 و دو سناریوی انتشار A2 و B2. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، ۲(۸-۷)، ۲۱-۴۲. [https://sid.ir/paper/392747/fa\\_per/392747/fa](https://sid.ir/paper/392747/fa_per/392747/fa)

سیاری، نسرین، علیزاده، امین، بنایان اول، محمد، فریدحسینی، علیرضا، و حسامی کرمانی، مسعودرضا. (۱۳۹۰). مقایسه دو مدل گردش عمومی جو (HadCM3، CGCM2) در پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی و نیاز آبی گیاهان تحت تغییر اقلیم (مطالعه موردی: حوضه کشف‌رود). آب و خاک، ۲۵(۴)، ۹۱۲-۹۲۵. doi: [10.22067/JSW.V0I0.10261](https://doi.org/10.22067/JSW.V0I0.10261)

سیف، امیر، مریدی، علی، و خزایی پول، احمد. (۱۳۹۷). بررسی اثر تغییر اقلیم بر دبی حوضه رودخانه کشف‌رود و تامین آب شرب مشهد. اولین کنفرانس کاربرد ابزار مدیریت آب و خاک (SWAT) در مدیریت منابع آب کشور. دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. <https://civilica.com/doc/820043>

سیدنژاد گل‌ختمی، نفیسه، سلیمی گل‌شیخی، محمد، و براتی، رضا. (۱۴۰۱). گفتگو برای تعیین شبکه مسائل رودخانه کشف‌رود. نشریه آب و توسعه پایدار، ۲۹(۲)، ۱۳۵-۱۳۷.

شجاعان، سمیرا، و بانزاد، حسین. (۱۳۹۴). همایش آب و محیط زیست: بررسی نقش اثرات واحدهای صنعتی و تصفیه‌خانه‌ها بر آلودگی رودخانه کشف‌رود دشت مشهد. کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران. <https://sid.ir/paper/869639/fa>

شاکری، ساعد، و علیزاده، محمود. (۱۴۰۱). بررسی روند تغییرات کیفیت آب حوزه رودخانه کشف‌رود. ششمین کنفرانس بین‌المللی توسعه فناوری علوم آب، آبخیزداری و مهندسی رودخانه. انجمن مدیریت و مهندسی توسعه فناوری، تهران، ایران. <https://civilica.com/doc/1558903>

شقایق، کیارش، خامچین مقدم، فرهاد، و باشی‌ازغدی، سیدناصر. (۱۴۰۰). اولویت‌بندی راهکارهای کاهش آلودگی رودخانه کشف‌رود: کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره. اولین همایش ملی مدیریت کیفیت آب و سومین همایش ملی مدیریت مصرف آب. انجمن آب و فاضلاب ایران و دانشگاه تهران، تهران، ایران. <https://civilica.com/doc/1442894>

علایی، محمد. (۱۳۸۹). فاضلاب خام جاری در کشف‌رود: تهدید یا فرصت؟ دومین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب. مهندسی مشاور سروآب، مشهد، ایران. <https://civilica.com/doc/103542>

علی‌پناهی، امین، و رضایی، محمدرضا. (۱۳۹۴). ارزیابی کیفیت آب

رودخانه کشف‌رود مشهد با استفاده از شاخص‌های زیست‌محیطی. دومین همایش ملی بهداشت محیط، سلامت و محیط زیست پایدار. همدان، ایران. <https://civilica.com/doc/423770>

علیزاده، امین، سیاری، نسرین، حسامی کرمانی، مسعودرضا، بنایان اول، محمد، و فریدحسینی، علیرضا. (۱۳۸۹). بررسی پتانسیل اثرات تغییر اقلیمی بر منابع و مصارف آب کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه کشف‌رود). آب و خاک، ۲۴(۴)، ۸۱۵-۸۳۵. Doi: [10.22067/JSW.V0I0.3907](https://doi.org/10.22067/JSW.V0I0.3907)

فرحزاده اصل، منوچهر، رجایی‌نجد آبادی، سعید، و قویدل رحیمی، یوسف. (۱۳۹۱). آشکارسازی اثر نوسانات بارش بر رواناب سطحی حوضه آبریز سرخس (کشف‌رود). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۳(۷)، ۱۱-۲۴.

گل‌محمدی تولانی، سیدمهدی. (۱۳۸۷). بررسی مشکلات و تنگناهای زیست‌محیطی کشف‌رود مشهد. نشریه علوم جغرافیایی، ۳(۹)، ۱۶۳-۱۶۴. [magiran.com/p1198454](https://magiran.com/p1198454)

لشکری‌پور، غلامرضا، غفوری، محمد، موسوی مداح، سیدمحمد، و بابایی، منیره. (۱۳۸۸). بررسی منشاء و عوامل موثر در آلودگی منابع آب سطحی و زیرسطحی مسیر رودخانه کشف‌رود (دشت مشهد). نخستین کنفرانس سراسری آب‌های زیرزمینی، بهبهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بهبهان، بهبهان، ایران. <https://civilica.com/doc/75382>

محمدی، زهره، بابایی، یاسمن، ادیبیان، حسن، و ساقی، غلامرضا. (۱۳۸۸). راهکارهای مناسب کنترل آلودگی و تصفیه پساب‌های ورودی به رودخانه کشف‌رود مشهد با رویکرد استفاده مجدد از آن‌ها. همایش ملی الگوهای توسعه پایدار در مدیریت آب. شرکت مهندسی مشاور مهتاب‌ثامن، مشهد، ایران. <https://civilica.com/doc/79379>

محمدیان، آزاده، و کوهی، منصوره. (۱۳۹۹). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر دبی حوضه آبریز کشف‌رود با استفاده از SWAT. هشتمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب ایران. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. <https://civilica.com/doc/1171987>

مدرس شیخ، محمد، رضایی، محمدرضا، و ناصری، محمدعلی. (۱۳۹۲). بررسی غلظت سرب، کروم و جیوه در رودخانه کشف‌رود، خاک و برخی محصولات کشاورزی. پژوهش آب در کشاورزی، ۲۷(۳)، ۳۵۷-۳۶۸. doi: [10.22092/jwra.2013.128841](https://doi.org/10.22092/jwra.2013.128841)

مولوی، فرحناز، دهقان، حامد، علیزاده، امیر، و حسینی‌فاطمی، سید مصطفی. (۱۳۹۸). بررسی وضعیت آلودگی رودخانه کشف‌رود با رویکرد انگل‌های تک‌یاخته. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری تجربی، ۱۸(۱)، ۲۹-۳۸. <https://doi.org/10.30473/eab.2019.5978>

وفاخواه، مهدی، و بشری سه قلعه، مهدی. (۱۳۹۱). بررسی احتمال وقوع دوره‌های ترسالی و خشکسالی هیدرولوژیک با استفاده از زنجیره مارکوف در حوزه آبخیز کشف‌رود. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۱(۱) (پیاپی ۹۴)، ۹۰-۹۱. <https://sid.ir/paper/200597/fa>

وفاخواه، مهدی، بخشی‌تیرگانی، محمد، و خزایی، مجید. (۱۳۹۱). تحلیل روند بارندگی و دبی در حوزه آبخیز کشف‌رود. نشریه جغرافیا و توسعه، ۱۰(۲۹)، ۷۷-۹۹. doi: [10.22111/gdj.2013.123](https://doi.org/10.22111/gdj.2013.123)