دوره‌ی۳۴، شماره‌ی ۱، شماره‌ی پیاپی ۱۳۰، بهار ۱۴۰۰، صفحه‌های ۱۱۱-۹۳
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2020.341588.1308

پژوهش‌های آبخیزداری

تدوین راه‌کارهای مدیریت منابع در آبخیز گرگان‌رود با روی‌کرد پیش‌ران-فشار-وضعیت-اثر-پاسخ

جمال مصفایی
(نویسنده‌ی مسئول)* استادیار پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
امین صالح‌پورجم
استادیار پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
سید محمودرضا طباطبایی
استادیار پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
محمدرضا کوثری
استادیار پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: jamalmosaffaie@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲۹ دی ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۱۰ خرداد ۱۳۹۹

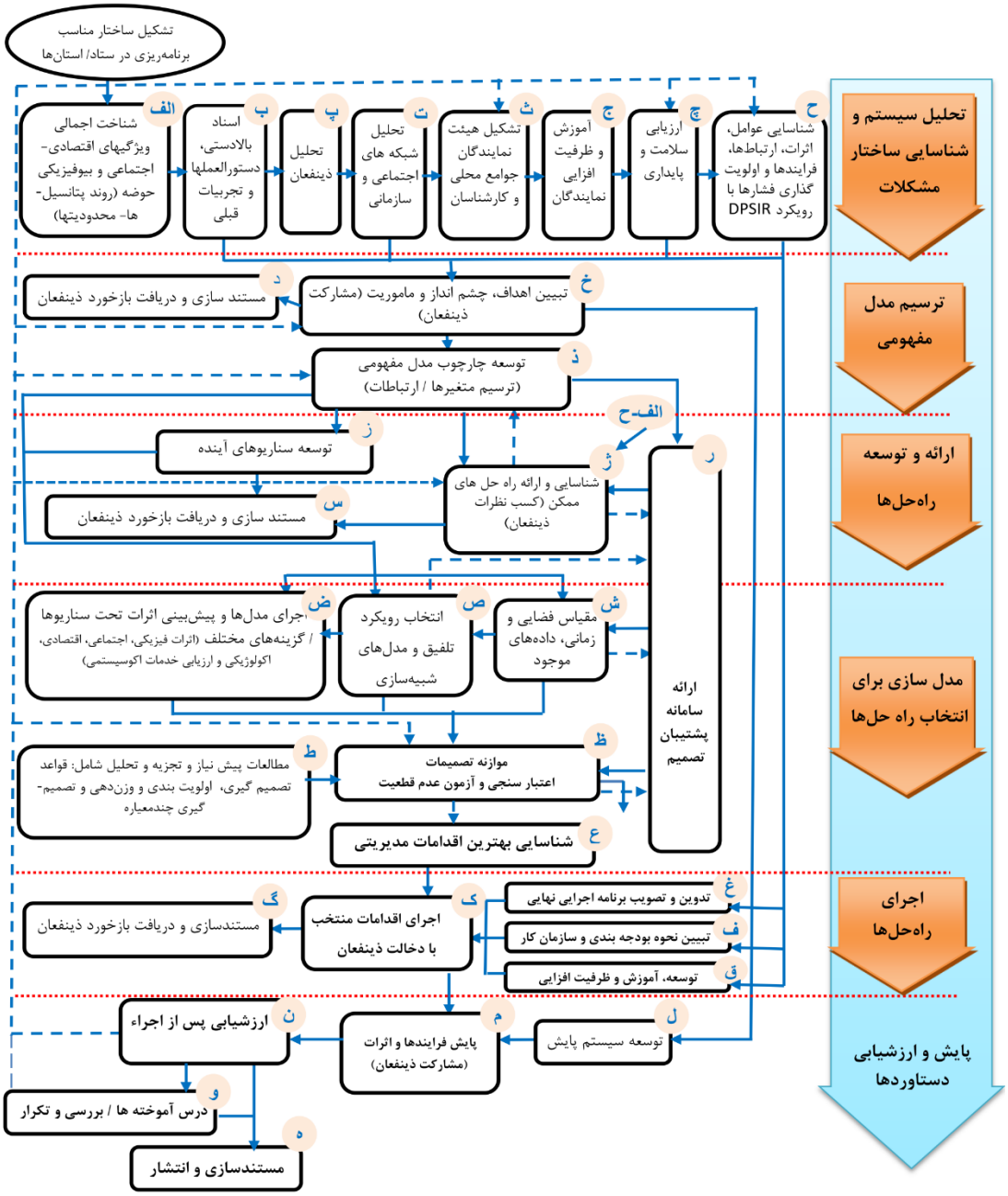
چکیده
اصولی‌ترین گام در طرح‌های مدیریت آبخیز شناخت آسیب‌های آبخیز و بررسی دلیل آن‌ها، و نتیجه‌ی آن شناسایی راه‌کارهای اصلی مدیریتی است. بنابراین پیش از تدوین‌کردن برنامه‌های کاری، بررسی‌کردن ریشه‌یی آسیب‌ها و تعیین‌کردن راه‌کارهای مدیریت ضروری است. هدف این پژوهش شناسایی و تحلیل‌کردن آسیب‌های آبخیز گرگان‌رود برای تعیین‌کردن پاسخ‌های مدیریتی است. آسیب‌های آبخیز شناسایی و با چارچوب دپسیر (DPSIR) تحلیل علت‌ومعلولی شد، و مهم‌ترین راه‌کارهای مدیریتی تعیین شد. برای اولویت‌بندی‌کردن مؤلفه‌های دپسیر پرسش‌نامه‌ی طیف لیکرت مبتنی بر دیدگاه خبرگان و آزمون فریدمن به‌کار گرفته شد. نتیجه نشان داد که در آبخیز گرگان‌رود چهار نیروی محرک (تغییر اقلیم، رشد جمعیت، ساختار مدیریت، و قانون‌ها) باعث ایجادشدن ۲۵ فشار بر منابع آبخیز شده‌است که مهم‌ترین آن‌ها بخشی‌نگری، گسترش کشاورزی نااصولی و بهره‌برداری مفرط از منابع آب است. فشارها به نوبه‌ی خود باعث ایجادشدن ۱۰ وضعیت نابسامان در آبخیز شده‌است، که مهم‌ترین آن‌ها کاهش منابع آب، افزایش سیل‌خیزی و افزایش فرسایش است. این وضعیت ۱۳ پی‌آمد ناخواسته دارد، که افزایش‌یافتن خسارت سیل، رعایت‌نشدن حق‌آبه‌ی پایاب، و کاهش‌یافتن اعتماد مردم به دستگاه‌های دولتی مهم‌ترین آن‌ها است. برای بهبود دادن وضعیت، ۲۸ پاسخ مدیریتی داده شد که مدیریت‌کردن جامع آبخیز، مبناکردن آمایش سرزمین، و تشکیل‌دادن ساختار سازمانی مناسب مهم‌ترین آن‌ها است. نتیجه‌ی کلی این که روی‌کرد دپسیر با تحلیل علت‌ومعلولی، تامین‌کننده‌ی زیرساخت فکری مناسب و پیش‌نیاز ورود به تدوین برنامه‌ی کاری آبخیز است. بنابراین پیشنهاد می‌شود دستگاه‌های اجرایی مرتبط پیش از تدوین‌کردن برنامه‌های کاری در هر آبخیز، پاسخ‌های مناسب را با به‌کارگیری این روی‌کرد شناسایی کنند.

واژگان کلیدی: اولویت‌بندی آسیب‌ها، تحلیل علت و معلولی، طیف لیکرت، مدیریت پایدار آبخیز

مقدمه

رابطه‌ی انسان و طبیعت از آغاز خلقت تاکنون هیچ‌گاه به اندازه امروز نگران‌کننده و تهدیدآمیز نبوده است. در پایان قرن بیستم، رشد سریع جمعیت در بسیاری از جاها منجر به محدودیت دست‌رسی به زمین، آب و سایر منابع طبیعی شد، و با توسعه‌ی فن آوری برای بخش‌های مختلف، زمینه‌ی بهره‌برداری مفرط و نااصولی از اندوخته‌های منابع طبیعی که بستر طبیعی حیات و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی است، فراهم شد. نیم قرن توسعه‌ی ناپایدار، برون‌دادی جز برهم‌خوردن نظام طبیعی و تاریخی آبخیزهای کشور نداشته است (آرمین و همکاران ۲۰۱۹؛ مصفایی و صالح‌پورجم ۲۰۱۸). این پدیده در کشورهای توسعه‌یابنده حادتر می‌نماید، زیرا فن‌آوری‌های جدید بی احتیاط لازم به‌کار گرفته شده است، و هیچ روی‌کرد جامعی برای بررسی همه‌ی جنبه‌های مربوط نیست (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۶). پی‌آمدهای این رخداد در زمین‌های شیب‌دار و اقلیم‌های خشک و نیمه-خشک مانند بیشتر منطقه‌های ایران، به‌دلیل حساسیت و شکنندگی زیاد بوم‌سامانه، چندین برابر حساس‌تر و جبران‌ناپذیرتر است (صالح‌پورجم و همکاران ۲۰۱۹؛ رشوند و همکاران ۲۰۱۳). در ایران نیز منابع طبیعی با آسیب‌ها و تهدیدهای جدی مانند تغییرکردن اقلیم، خشک‌سالی، کم‌بود آب، آلودگی (آب، خاک، هوا)، فرسایش شدید خاک، بیابان‌زایی، اثرهای تغییر کاربری زمین مانند جنگل‌تراشی، تخریب مرتع، کشاورزی نامناسب و نااصولی و توسعه‌ی ناپایدار روبه‌رو است (محسنی ساروی و همکاران ۲۰۱۴؛ مرتضایی و همکاران ۲۰۱۶؛ صالح‌پور جم و همکاران ۲۰۲۰؛ طباطبایی و همکاران ۲۰۲۰). تقریبا همه‌ی برنامه‌ریزان و سیاست-گزاران بخش منابع طبیعی کشور در این نکته هم‌نظر اند که این منابع در زوال و تخریب است، و این روند با شیوه‌های کنونی بهره‌برداری و مدیریت ادامه خواهد داشت. خشک‌شدن دریاچه‌ها و تالاب‌ها، افت‌کردن تراز سفره‌های آب زیرزمینی، شورشدن زمین و تشدیدشدن فرآیندهای بیابان‌زایی، ایجاد شدن کانون‌های ریزگرد، تغییردادن کاربری زمین، فرسایش‌یافتن شدید، و روی دادن سیلاب‌های متعدد آسیب‌هایی است که بیان‌گر به‌کارنبردن مدیریت صحیح بر منابع طبیعی کشور، و در نتیجه بحرانی‌شدن وضعیت آن‌ها است (مصفایی و همکاران ۲۰۱۵؛ جویباری و همکاران ۲۰۱۷).

برای دست‌یابی به توسعه‌ی پایدار طرح‌ریزی برنامه‌ی مدیریتی صحیح ضروری است، چرا که نخستین گام توسعه‌ی پایدار تهیه و تدوین‌کردن راهبرد کلان و ملی است. آگاهی از آسیب‌های آبخیز و پی‌آمدهای آن، اصولی‌ترین گام در اجرای طرح‌های مدیریتی آبخیز و دست‌یابی به هدف‌های مدیریت جامع آبخیز است (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۷؛ مصفایی و همکاران ۲۰۱۷). اولویت بندی‌کردن آسیب‌های آبخیز، گامی اصولی در چرخه‌ی مدیریت آبخیز و مدیریت‌کردن شایسته‌ی آبخیزها، و شناختن آسیب‌ها و اولویت‌بندی‌های آن راه‌گشای تدبیر برای حذف‌کردن مانع‌ها و تصمیم‌گرفتن در برنامه‌ریزی‌های مدیریت جامع و کارآمد آبخیز است. شناسایی آسیب‌ها و چشم‌انداز هدف‌های آرمانی و راه‌کارهای پیشنهادشده، مسیر راهبردی مدیریت منابع طبیعی را تعیین می‌کند. در حقیقت با تبیین‌کردن نقشه‌ی راه کلی و تهیه و تدوین‌کردن راهبرد یا سامانه‌ی مدیریتی هدفمند، برنامه‌ریزی‌های کاری به دنبال بهبود وضع موجود خواهند بود. تجربه‌ی کشورهای متعدد نشان می‌دهد که فعالیت‌ها و اقدام‌های دولت‌ها به تنهایی کارآمدی لازم را ندارد، و به تدوین برنامه‌ریزی راهبردی که بتواند اساسی‌ترین و عام‌ترین نیازها را مبنا کند، و به‌عبارتی فراگیر، سامانه‌یی (سیستمی) و مردم‌سالارانه باشد، نیاز است (جویباری و همکاران ۲۰۱۵). بر پایه‌ی اهمیت برگزیدن روی‌کرد مدیریت جامع در توسعه‌ی پایدار منابع آبخیزهای کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مجری محوری طرح ملی مدیریت جامع آبخیزها مصوب شورای عالی عتف شد. در این طرح، ساختار مفهومی مدیریت جامع آبخیز شش گام اصلی شناخت سامانه، ترسیم مدل مفهومی، طرح‌ریزی راه‌حل‌ها، انتخاب راه‌حل‌ها، اجرای راه‌حل ها، و پایش و ارزش‌یابی دست‌آورد دارد (شکل ۱).



شکل۱- ساختار مدل مفهومی ارزیابی و مدیریت جامع آبخیزها (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۶).

هم‌اکنون این طرح در مرحله‌ی یک (شناخت تفصیلی) است و مدل مفهومی در آبخیز گرگان‌رود پیاده می‌شود. بر اساس ساختار مدل مفهومی ارزیابی و مدیریت جامع آبخیزها، آخرین مرحله از گام اول (تحلیل سامانه و شناسایی ساختار آسیب‌ها)، تحلیل آسیب‌های زیست‌محیطی با چارچوب دپسیر (DPSIR)[1] است. دپسیر (پیش‌ران-فشار-وضعیت-اثر-پاسخ) ابزاری است که آسیب‌های محیط‌زیستی را با رابطه‌های علت‌ومعلولی میان فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست توصیف می‌کند. این چارچوب برای جامع‌ترین مدل تاییدشده‌ی بنگاه محیط‌زیست اروپا، زمینه‌یی را فراهم می‌کند که شاخص‌های متفاوت با هم ترکیب شوند و نه تنها تاثیرهای محیط‌زیستی، بل‌که تاثیرهای اقتصادی-اجتماعی ناشی از تغییر وضعیت بوم‌سامانه‌ها

1- Driving Force, Pressure, State, Impact, Response

را نیـــز در نظر می‌گیـــرد. بنابراین، این ابـــزار اطلاعات متنوع درباره‌ی ســـامانه‌ی محیط زیستی را طبقه‌بندی و ساده‌سازی می‌کند تا برای پاسخ‌های احتمالی به سیاست‌گزاران داده‌شود، و به همین دلیل محققان و سیاست‌گزاران در دهه‌های اخیر با سرعت فزاینده‌یی آن را به‌کار برده اند (کریستنسن و همکاران ۲۰۰۸؛ گرگـــوری و همـــکاران ۲۰۰۵؛ ماکســـیم و همکاران ۲۰۰۹؛ بل ۲۰۱۲؛ نمالوا و همکاران ۲۰۱۳؛ شـــائو و همکاران ۲۰۱۴؛ گـــری و همکاران ۲۰۱۸؛ جـــزی و همکاران ۲۰۱۸، واحدبردی و همکاران ۲۰۲۰). واحدبردی و همکاران (۲۰۲۰) راه‌کارهای احیای آبخیز حبله‌رود را با نظرهای جامعه‌ی محلی و کارشناسی و به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره اولویت‌بندی کردنـــد، و نتیجه گرفتند که دســـته راه‌کارهای برنامه‌ریزی و مدیریت زمیـــن، ازجمله تهیه و تدوین برنامه‌ی مدیریـــت جامع آبخیـــز و منابع آب، تهیـــه و تدوین برنامه‌ی آمایش سرزمین در مقیاس‌های مختلف، و شناسایی و آموزش شـــغل‌های جدید و جای‌گزین اولویت بیش‌تری دارد. جزی و همکاران (۲۰۱۸) با مدل‌های دپسیر و AHP عامل‌های موثر بر پایداری شـــهر گرمسار را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که این شـــهرِ وابسته به آبخیزِ بالادســـت پایداری اجتماعی ندارد و شـــش عاملِ روند کاهشِ جمعیت شـــهر و افزایش جمعیت آبخیـــز، کاهشِ کمیت و کیفیت آب، افزایـــش تولید و انتقال رســـوب، افزایش تعارض‌های اجتماعی، کاهش روند اشـــتغال مولد وابسته به کشـــاورزی، و کاهش جمعیت مولد روستایی مهم‌ترین عامل‌های موثر بر ناپایداری شـــهر اســـت. ایشان با تلفیق کردن مدل‌های دپسیر و سوات، از هشت راهبرد اصلی برای پایداری شـــهر، تدوین برنامه‌ی مشترک آب، کشاورزی و منابع طبیعی در آبخیز شـــهری را در اولویت گذاشـــتند. در چارچوب دپسیر مرکب برای هر پیش‌ران یک چرخه‌ی منفرد دپســـیر جا دارد، و این امکان را فراهم می‌کند تا برای چندین پیش‌ران اثرهای متقابل پیچیده بین فشـــارها، اثرها و پاسخ‌ها نمایان شـــود. یکپارچه کردن این فعـــل و انفعال‌ها به کاربران امکان می‌دهد که رابطه‌ها را کشـــف، و اقدام‌هایی را که منجر به حالت ممکن مدیریتی برد-برد می شود بشناسند. محققان مختلـــف تا کنون اصلاحـــات متفاوتـــی در آن داده‌اند، مانند DPCER، DPSWR، mDPSIR و DPSER (گـــری و همکاران ۲۰۱۵).

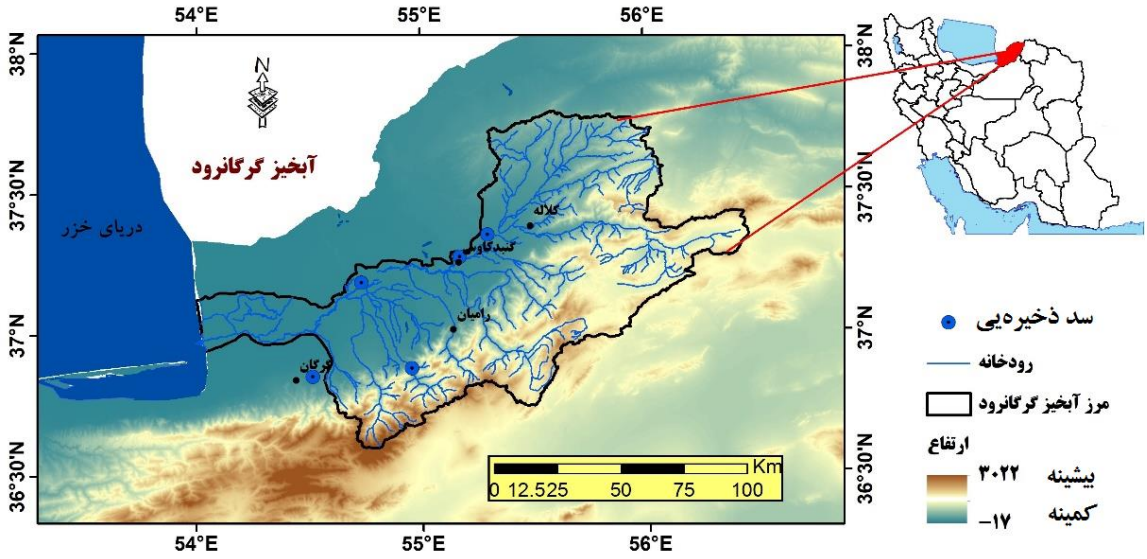
چارچوب دپســـیر با تحلیل‌کردن علت‌ومعلولی مسایل آبخیز و شناختن ریشـــه‌ی آسیب‌ها، زیرســـاخت فکری مناسبی را تامیـــن می‌کند که پیش‌نیاز ورود به کار تدوین برنامه‌ی کاری آبخیز است. در حالی که هم‌اکنون دستگاه‌های اجرایی کشور، برنامه‌های کاری برای احیای آبخیزها را بی انجام‌دادن چونین تحلیلـــی تدوین کرده‌اند، و در شـــرح خدمـــات پژوهش‌های تفصیلی-اجرایی آبخیزداری نیز هیچ توجهی به آن نشده است. بنابراین ضروری است که پیش از تدوین‌کردن برنامه‌های کاری و احیایـــی آبخیز، راه‌کارهای اصلی با به‌کارگیری این روی‌کرد پاسخ‌ســـاز تعیین کرده‌شود. هدف از این پژوهش تحلیل‌کردن رابطه‌های علت‌ومعلولیِ مهم‌ترین آسیب‌ها در آبخیز گرگان‌رود (از گام‌های آزمایشـــیِ طرح کلان مدیریت جامع آبخیزها) با ابزار دپســـیر، و به‌دســـت‌دادن مهم‌ترین راهبردهای مدیریتی برای بهترکردن وضعیت آبخیز است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی بررسی شده

گرگان‌رودیکی از مهم‌ترین رودخانه‌های شمال شرق‌ایران‌است که یکی از گام‌های آزمایشی طرح کلان مدیریت حوزه‌های آبخیز در آبخیز آن اجرا می‌شـــود. این آبخیز با مساحت ۱۱۴۱۰۰۰ هکتار، یکی از ۳۰ آبخیز درجه‌ی دو در تقسیم‌بندی آبخیزهای کشور است. اگر چه اقلیم ایران به‌طورکلی در دسته‌ی خشک و نیمه‌خشـــک طبقه‌بندی می‌شود، آبخیز گرگان‌رود دو اقلیم متفاوت نیمه خشک در بخش غربی و مرطوب در بخش شرقی دارد (آذری و همکاران ۲۰۱۷). میانگین بارش سالانه‌ی آبخیز از ۱۹۵ mm تا حـــدود ۹۴۶ mm، و دامنه‌ی میانگین دمای سالانه‌ی آن از ۱۱/۰ °C تا ۱۸/۱ °C در ایستگاه‌های هواشناسی اســـت. تقریبا ۳۶٪ از بارش سالانه‌ی آبخیز در زمستان است. بیشینه و کمینه‌ی ارتفاع آن ۲۸۹۸ و ۲۸ متر از تراز دریاهای آزاد اســـت (محضری و همـــکاران ۲۰۱۶). از نظر ویژگی‌های پستی‌بلندی، ســـطح آبخیز ترکیبی از کوهستان (۴۶٪)، تپه (۱۰٪)، ایوان‌های (تراس) بالایی (۵ ٪)، دشت‌های پای‌کوهی (۱۵٪)، دشـــت‌های ســـیلابی رودخانـــه (۱۶٪) و زمین‌های پست (۸٪) اســـت. کاربری‌های اصلی زمین آبخیز زمین‌های کشـــاورزی (۳۷٪)، مرتـــع (۳۴٪)، و جنگل (۲۸٪) اســـت، و عمده‌ی محصول‌های زراعی آبخیز گنـــدم، جو، آفتابگردان و کلزا اســـت (آذری و همکاران ۲۰۱۷). تمرکز جمعیت استان گلســـتان در آبخیز گرگان‌رود اســـت، که حدود ۱/۲ میلیون نفر در آن اســـت. این آبخیز تامین‌کننده‌ی خدمت‌هایی برای منطقه نظیر کشاورزی (۴۶٪ جمعیت)، صنعت و معدن (۲۰٪ جمعیت) و زیستگاه حیات وحش است (شکل ۲).

آبخیز گرگان‌رود آســـیب‌های زیادی از فرســـایش تشدیدی،



شکل۲- موقعیت آبخیز گرگان‌رود.

تندسیلاب‌ها و مواد رسوبی زیاد دیده است. رخداد تندسیلاب در سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در شاخه‌ی فرعی مادرسو در پارک ملی گلستان و بخش‌های شرقی آبخیز سبب مرگ به ترتیب ۳۰۰ و ۴۶ نفر شد.

روش تحقیق

شناسایی مؤلفه‌های روی‌کرد دپسیر

آسیب‌های آبخیز مبتنی بر پژوهش‌های کتابخانه‌یی، پرسش از کارشناسان، و بازدید تعیین، و بر همین اساس راهبردهای احتمالی مشخص شد. بنابراین قبل از کاربرد چارچوب دپسیر در آبخیز گرگان‌رود، شناختی مقدماتی از بخش‌های مختلف آن با بررسی های گسترده و مختلف مانند بررسی سندها، مقاله‌های علمی، بازدیدهای میدانی، مصاحبه با دستگاه‌های دولتی و سودمندان و دانشگاهیان، و تارنماهای مختلف به‌دست آمد (شکل۳). برای جمع‌آوری دیدگاه‌ها و دانش سودمندان مختلف از این آسیب‌های زیست‌محیطی آبخیز، مصاحبه‌های متعددی با کارشناسان دستگاه‌های مختلف دولتی مرتبط با منابع طبیعی و محیط زیست (سازمان جهاد کشاورزی، سازمان آب منطقه‌یی، سازمان حفاظت محیط زیست، اداره‌ی کل منابع طبیعی و آبخیزداری و استادان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) انجام شد.

برای شناسایی تحلیل رابطه‌های علت و معلولی بین عامل‌هایی که تعیین‌کننده‌ی مشخصه‌های تأثیرگزار بر محیط‌زیست در آبخیز گرگان‌رود است ابزار دپسیر به‌کار گرفته شد. مسیر منطقی اجرای این مدل از تبیین وضعیت موجود شروع می‌شود و سپس عامل‌های مستقیم (فشارها) و نامستقیم (پیش‌ران‌ها) را که موجب بروز وضعیت شده‌اند شناسایی و معرفی می‌کند. برای درک کردن پویایی رابطه‌های میان ریشه و پی‌آمدهای آسیب‌های محیط‌زیستی لازم است که بر ارتباط‌های میان عنصرهای دپسیر تمرکز کرد. در زمینه‌ی پژوهش‌های چندجانبه‌ی محیط‌زیستی شرح ارتباط‌های ابزار دپسیر به روش زیر است:

۱) چه چیزی؟ بر سر محیط‌زیست چه آمده است؟ (در مدل دپسیر با شاخص‌های وضعیت (S) و پی‌آمد (I) بازنمایی می‌شود.)

۲) چرا و چگونه این اتفاق افتاده است؟ (علت‌های انسانی و طبیعی این تغییرها یا پیش‌ران‌ها (D) و فشارها (P) چه است؟)

۳) چه کاری انجام می‌شود و یا باید انجام شود و چقدر موثر است؟ (پاسخ‌های جامعه برای حفظ محیط چیست؟)

بنگاه محیط زیست اروپا (۲۰۰۳) اجزای مختلف دپسیر را چونین تعریف کرده است: نیروی محرک عبارت است از توسعه‌های اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی در جامعه‌ها و تغییرها در سبک زندگی، ترازهای کلی مصرف و الگوهای تولید. شاخص‌های فشار مربوط به رهاسازی مواد (انتشارها)، عامل‌های فیزیکی و زیستی، منابع و کاربرد زمین برای فعالیت‌های انسانی. شاخص‌های وضعیت نمایی از کمیت و کیفیت پدیده‌های فیزیکی (مانند دما)، زیستی (مانند مقدار ماهی)، شیمیایی (مانند غلظت CO_2 در نیوار) را در مکانی مشخص به‌دست می‌دهد. تغییر وضعیت باعث ایجاد اثرهایی بر عمل‌کرد محیط زیست (مانند سلامت انسان و بوم‌سامانه، دسترس بودن منابع، هدررفتن سرمایه‌ی تولید و تنوع زیستی) می‌شود. پاسخ‌ها نیز اقدام‌هایی است که مردم جامعه یا دولت

برای جلوگیری‌کردن، جبران‌کردن، بهبوددادن یا سازگارکردن با تغییر وضعیت محیط زیست می‌کنند. جدول دپسیر برای آسیب‌های محیط‌زیستی آبخیز گرگان‌رود تشکیل شد، که در آن فهرستی از پیش‌ران‌های موجود، فشارهای ناشی از آن‌ها، تغییرهای وضعیت ناشی از بروز فشارها، اثرهای پس از آن، و راهبردهای مدیریتی ممکن داده شد.

شکل ۳- نمونه‌ی تصویرهایی از مرحله‌های شناسایی و اولویت‌بندی آسیب‌های آبخیز گرگان‌رود.

اولویت‌بندی گویه‌های مؤلفه‌های دپسیر

پس از مشخص‌کردن آسیب‌های آبخیز، جدول مؤلفه‌های دپسیر برای آبخیز تکمیل کرده‌شد (جدول ۱). برای اولویت‌بندی و تعیین کردن اهمیت آسیب‌ها، فشارها و راهبردهای مدیریتی آبخیز پرسش‌نامه‌ی با طیف لیکرت به‌مانند ابزار سنجش به‌کار گرفته، و روایی پرسش‌نامه مبتنی بر نظرهای خبرگان تایید شد. مبتنی بر روش شناسه گزار چندپاسخی، متغیرهای پرسش‌نامه از نوع متغیرهای ترتیبی کیفی و منطبق با طیف لیکرت (خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴)، و خیلی زیاد (۵)) است، به‌طوری‌که از کارشناسان خبره (اداره‌ی کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان (۶ نفر)، اداره‌ی کل محیط زیست (۴ نفر)، شرکت سهامی آب منطقه‌یی (۴ نفر)، سازمان جهاد کشاورزی (۴ نفر)، اعضای هیات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و گنبد کاووس (۴ نفر)، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی (۲ نفر)) نظرسنجی شد. برای رتبه‌بندی کردن گویه‌ها از آزمون فریدمن[2] و برای بررسی‌کردن پایایی پرسش‌نامه (اعتمادکردن به ابزار اندازه‌گیری) روش آلفای کرونباخ[3] با نرم-افزار SPSS نسخه ۲۲ به‌کار گرفته شد (منصورفر ۲۰۰۶):

رابطه‌ی ۱

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right)$$

2 - Friedman test
3 - Cronbach Alpha Method

K تعداد گویه‌ها ، S_i^2 پراش امتیازهای گویه‌ی شماره j ام، و S_t^2 پراش جمع امتیازهای هر پاسخگو (پراش کل گویه‌ها) است.

از آزمون فریدمن برای تجزیه‌ی پراش دوطرفه از راه رتبه‌بندی و مقایسه‌ی میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف در نرم‌افزار SPSS بهره‌گیری شد. به‌طورکلی تحلیل پراش دوطرفه‌ی رتبه‌یی فریدمن این فرضیه را می‌آزماید که k گروه همتا از توزیع پیوسته‌یی واحد، یا از چند توزیع با میانه‌ی یکسان، یا در حالت تقارن توزیع‌ها با میانگین یکسان گرفته شده‌است (رابطه‌ی ۲):

$$\chi^2 = \frac{12}{Nk(k+1)}\sum_{j=1}^{k} R_j^2 - 3N(k+1)$$ رابطه‌ی ۲

K تعداد ستون‌ها یا سئوال‌ها، N تعداد سطرها، Rj حاصل جمع رتبه‌ها در ستون j ام است. در این حالت، درجه‌ی آزادی به روش k-1 است (منصورفر ۲۰۰۶).

نتایج

آسیب‌های شناسایی شده و عامل‌های مؤثر در ایجاد آن‌ها

بر اساس منابع و مصاحبه‌های انجام‌شده با دستگاه‌های مختلف اجرایی و بازدیدهای میدانی، نیروهای محرک در آبخیز گرگان‌رود را می‌توان به دو دسته‌ی اصلی نیروهای محرک اولیه و ثانویه طبقه‌بندی کرد. نیروهای محرک اولیه رشد جمعیت و توسعه‌ی فن آوری است، که سبب ایجادشدن نیروهای محرک ثانویه‌ی تغییر اقلیم در آبخیز گرگان‌رود (تشدید فعالیت‌های کشاورزی، صنعت، معدن، و زیرساخت‌ها، دام‌داری و دام‌پروری) شده‌است. علاوه بر این‌ها، ساختار مدیریتی نامناسب و قانون و مقررات ناکارآمد نیز مانند محرک‌های اصلی فشار بر منابع طبیعی و محیط زیست در آبخیز گرگان‌رود است.

نیروهای محرک آبخیز گرگان‌رود را از دیدگاه دیگر می‌توان به دو دسته‌ی کلی نیروهای محرک درون‌زاد و برون‌زاد تقسیم کرد. منشا نیروهای محرک درون‌زاد، درون آبخیز است، بنابراین می‌توان آن‌ها را مهار کرد، ولی از آن‌جا که منشا نیروهای محرک برون‌زاد ممکن است بیرون از آبخیز و یا حتی خارج از کشور باشد این نیروهای محرک را نمی‌توان چندان مهار کرد. به جز تغییر اقلیم و توسعه‌ی فن‌آوری که ممکن است نیروی محرک ثانویه دانسته شود، سایر نیروهای محرک معرفی‌شده درون‌زاد است، بنابراین می‌توان با در نظر گرفتن پاسخ‌های مدیریتی مناسب تا حد زیادی اندازه‌های آن‌ها را مهار کرد. بر اساس آمار موجود، جمعیت استان گلستان از ۱۵۵۷۸۹۹ نفر در سال ۱۳۸۳ به ۱۸۶۸۸۱۹ نفر در ۱۳۹۵ افزایش یافته است. رشد تولید ناخالص داخلی کشاورزی استان گلستان ۱۵/۸٪ در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۱ بوده است، که بیان‌گر تشدید و رشد فعالیت‌های کشاورزی استان گلستان و آبخیز گرگان‌رود است.

در همین دوره، رشد تولید ناخالص داخلی استان گلستان در بخش صنعت نیز ۱۹/۶٪ است که بیان‌گر رشد فعالیت‌های صنعتی است.

عامل محرک تغییر اقلیم ممکن است با اعمال‌کردن فشارهایی مانند تغییر اندازه‌های حدی بارش، تغییر اندازه‌های حدی دما، تغییر الگوی مکانی و زمانی بارش، تغییر نوع بارش، خشک‌سالی، و تغییر تبخیر و تعرق سبب تغییرهایی در وضعیت منابع طبیعی و محیط زیست آبخیز شود. در آبخیز گرگان‌رود، تقریبا همه‌ی کارشناسان مرتبط این موضوع به‌ویژه تاثیر این فشارها بر افت‌کردن تراز آب دریا و خط ساحل، و وقوع سیلاب‌های بزرگ را تایید کرده‌اند.

عامل محرک توسعه‌ی فعالیت‌های کشاورزی نیاز به منابع پایه‌یی مانند آب و خاک و نهاده‌های کشاورزی را در آبخیز گرگان‌رود افزایش داده است. تامین آب بخش کشاورزی با ساختن سدهای ذخیره‌یی (سدهای وشمگیر، بوستان و گلستان)، و کندن چاه‌های متعدد سبب بهره‌برداری مفرط از منابع آب سطحی و زیرزمینی به‌ویژه در بخش میانی آبخیز شده است. در نتیجه حق‌آبه‌ی زیست‌محیطی پایاب رودخانه‌ی گرگان‌رود رعایت نشده و تخصیص نیافته است. هم‌اکنون در ۵۵٪ از سال پایاب گرگان‌رود خشک و بی جریان آب پایه‌ی محیط‌زیستی است، پدیده‌یی که سبب تشدیدشدن آلودگی پایاب و ایجادشدن آسیب‌های زیست‌محیطی به‌ویژه در زیستگاه ماهی‌ها شده است (فاطمی و همکاران ۲۰۱۳). کاربرد بیش از اندازه‌ی نهاده‌های کشاورزی مانند مصرف مفرط کود و سم کشاورزی باعث ورود و انتشار بیش‌ازپیش این مواد به طبیعت آبخیز شده، و شسته‌شدن خاک‌های غنی از مواد مغذی به داخل گرگان‌رود به‌همراه کاهش بیش از اندازه‌ی آب‌دهی پایه، شرایط را برای پرخوراک‌شدن (یوتروفیکاسیون) نیز مهیا کرده است، که علاوه بر آسیب‌های آلودگی، اثرهای آن به‌راحتی به پایاب رودخانه نیز سرایت می‌کند.

توسعه‌ی فعالیت‌های کشاورزی علاوه بر فشارآوردن بر منابع آبی آبخیز و انتشار کود و سم کشاورزی به محیط زیست آبخیز، به علت محدودیت‌داشتن دسترسی به زمین‌های کشاورزی سبب ایجادشدن تغییر کاربری‌های نااصولی بسیار شدید (جنگل‌تراشی و تبدیل‌شدن زمین‌های جنگلی و مرتعی به زمین‌های کشاورزی) به‌خصوص در کوهپایه‌ها و جنگل‌های پایین‌دست شده‌است (شکل ۲). رعایت نکردن روش‌های صحیح کشاورزی نظیر شخم‌زدن زمین‌های شیب‌دار و شخم‌زدن در جهت شیب در این منطقه‌ها شرایط را برای ایجاد کردن روان‌آب تسهیل، و فرسایش و تندسیلاب‌های این منطقه تشدید کرده است.

کاهش‌یافتن سطح مرتع‌ها ناشی از تغییردادن نااصولی کاربری زمین و تبدیل‌کردن زمین‌های جنگلی و مرتعی به زمین‌های

کشاورزی از یک‌سو، و افزایش‌دادن تعداد دام از سوی دیگر باعث فشار مفرط ناشی از چرای دام به مرتع‌ها شده و دامنه‌ی کوه‌های منطقه به‌دلیل چرای مفرط، تغییر نااصولی کاربری زمین، و خشک‌سالی نسبتا بی‌پوشش است. چرای مفرط سبب کوبیدگی خاک و فرسایش شدید ورقه‌یی شده است. ویژگی‌های خاک و شخم‌زدن در جهت شیب شرایط را برای ایجادشدن روان‌آب تسهیل، و فرسایش و سیلاب‌ها تشدید کرده است. بر این اساس آبخیز گرگان‌رود آسیب‌های زیادی از فرسایش تشدیدی، تندسیلاب‌ها و مواد رسوبی زیاد دیده است.

از دیگر نیروهای محرک در آبخیز گرگان‌رود ساختار نامناسب مدیریتی و قانون‌های ناکارآمد است که سبب ایجاد فشارهایی نظیر بخشی‌نگری، نبود انسجام سازمانی و هم‌آهنگی درون و برون‌سازمانی، موازی‌کاری و تداخل هدف‌های سازمانی، و دست‌درازی به دارایی‌های عمومی مانند زمین‌های ملی و منابع آب شده‌است. فهرستی از نیروهای محرک، فشارهای ناشی از آن‌ها، تغییر وضعیت ناشی از بروز فشارها، اثرهای پس از آن و اقدام‌های اصلاحی ممکن برای آبخیز گرگان‌رود در جدول ۱، و ارتباط میان مؤلفه‌های مختلف چارچوب دپسیر در جدول ۲ آورده شده‌است. این رابطه‌ها پیش از این در جدول‌های تعاملی میان اجزای مختلف داده شده‌است (مصفایی و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۱- مؤلفه‌های روی‌کرد دپسیر و راهبردهای مدیریت پایدار منابع در آبخیز گرگان‌رود.

پیش‌ران	فشار	وضعیت	پی‌آمد	پاسخ
	تغییر اندازه‌های حدی بارش (P1)			افزایش سازگاری با شرایط جدید اقلیمی و خشک‌سالی (R1)
	تغییر اندازه‌های حدی دما (P2)			حالت‌های مختلف الگوی کشت مبتنی بر تغییر اقلیمی و خشک‌سالی (R2)
	تغییر الگوی مکانی و زمانی بارش (P3)			ایجاد و تقویت صندوق‌های حمایتی (R3)
	تغییر نوع بارش (P4)			ایجاد و تقویت خدمات بیمه‌یی (R4)
	خشک‌سالی (P5)			طراحی و توسعه‌ی سامانه‌های برداشت آب (R5)
	تغییر تبخیر و تعرق (P6)			سامان‌دهی و رعایت حریم رودخانه (R6)
	بهره‌برداری مفرط از منابع آب (P7)			جای‌گزینی گونه‌های گیاهی و جانوری سازگار با شرایط جدید (R7)
	بهره‌برداری مفرط از منابع خاک (P8)			انجام اقدام‌های ترسیب کربن (R8)
تغییر اقلیم	بهره‌برداری مفرط از پوشش گیاهی (P9)	کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی (S1)	رعایت نکردن حق‌آبه پایاب (I1)	اجرای کارهای مهار سیلاب (R9)
(D1)	تراکم سدسازی در میان‌دست و پایین‌دست (P10)	کاهش کیفیت منابع آب (گل‌آلودگی) (S2)	کاهش عمل‌کرد محصول (I2)	اجرای طرح‌های افزایش بهره‌وری کشاورزی (R10)
	شخم‌زدن زمین‌های شیب‌دار و شخم‌زدن در جهت	افزایش فرسایش‌پذیری و فرسایندگی (S3)	افزایش خسارت سیل (I3)	اجرای حفاظت آب و خاک (R11)
رشد جمعیت	شیب (P11)	افزایش سیل‌خیزی (S4)	کاهش درآمد خانوار (I4)	ارزیابی توان بوم‌شناختی و مبنا گرفتن آمایش سرزمین (R12)
(D2)	مصرف مفرط کود و سموم کشاورزی (P12)	کاهش حاصل‌خیزی خاک (S5)	افزایش هزینه‌های زندگی (I5)	حالت‌های مختلف الگوی کشت مبتنی بر مصرف بخش‌های مختلف (R13)
	توسعه‌ی جاده‌ها، خط انتقال گاز و برق و ... (P13)	افزایش تنش سرمایی (S6)	سخت‌شدن شرایط و محیط زندگی (I6)	ارزیابی و تعیین نظام‌های مناسب بهره‌برداری کشاورزی در آبخیز (R14)
ساختار	توسعه‌ی صنعت، معدن و دام‌داری صنعتی (P14)	کاهش تولید علوفه و ظرفیت چرای مرتع	افزایش مهاجرت از روستاها به شهرها (I7)	بهینه‌سازی علمی تخصیص حق‌آبه‌ی بخش‌های مختلف (R15)
مدیریت	نبود اشتغال و بیکاری (P15)	(S7)	کاهش عمر مفید سدها (I8)	اجرای کامل کاداستر (حدنگاری) (R16)
(D3)	چرای مفرط و بهره‌برداری نااصولی از مرتع (P16)	آلودگی منابع آب و خاک (S8)	آسیب به سلامت و بهداشت (I9)	برنامه‌های آموزشی و ترویجی فرهنگ منابع طبیعی (R17)
	تولید پسماند و فاضلاب خانگی و صنعتی (P17)	کاهش ظرفیت‌های گردشگری (S9)	تخریب زیستگاه (I10)	بازنگری رشد جمعیت در آمایش سرزمین (R18)
قانون‌ها	تغییر نااصولی کاربری زمین (P18)	افت تراز آب دریا و خط ساحل (S10)	کاهش جمعیت و تنوع زیستی (I11)	بازبینی در مفهوم خودکفایی و امنیت غذایی (R19)
(D4)	آتش‌سوزی (P19)		کاهش اعتماد مردم به دولت (I12)	تدوین برنامه‌های حفاظت فیزیکی و فنی از جنگل (R20)
	قطع درختان جنگلی و قاچاق چوب (P20)		کاهش بهره‌وری و هدررفت سرمایه (I13)	ایجاد شغل‌های جای‌گزین با وابستگی کم‌تر به منابع آبخیز (R21)
	نبود انسجام و هم‌آهنگی درون و برون‌سازمانی (P21)			تشکیل ساختار سازمانی مناسب برای مدیریت منابع (R22)
	بخشی‌نگری و بی توجهی به پایداری منابع (P22)			تدوین الگوی مناسب برای مدیریت جامع آبخیز (R23)
	موازی‌کاری و تداخل هدف‌های سازمانی (P23)			تدوین الگوهای مشارکت سودمندان (R24)
	قانون‌های نامناسب، ناکارآمد و خلاءهای قانونی			ترویج روی‌کرد مدیریت جامع آبخیز (R25)
	(P24)			خصوصی‌سازی و برون‌سپاری وظیفه‌های دولتی (R26)
	دست‌درازی به انفال مانند زمین‌های ملی و منابع آب			بازنگری، اصلاح و اجرای دقیق قانون‌ها (R27)
	(P25)			کاربرد بیشینه‌یی از ظرفیت‌های دولت اعم از بخشنامه و دستورعمل و .. (R28)

جدول ۲- مدل مفهومی ارتباط میان مولفه‌های مختلف چارچوب دپسیر در آبخیز گرگان‌رود.

پیش‌ران	فشارهای مربوط	فشار	وضعیت‌های مربوط	وضعیت	اثرهای مربوط	پاسخ	مؤلفه‌های مربوط
D1	P1,P2,P3, P4,P5,P6	P1	S1,S2,S3,S4,S5,S7	S1	I1,I4,I5,I7,I10, I11,I12,I13	R1	P7,P10,I13
		P2	S1,S6,S7			R2	P7
		P3	S1,S2,S3,S4,S7			R3	I4,I12
		P4	S1,S2,S3,S4	S2	I5,I6,I7,I9, I10,I11,I12	R4	I4
		P5	S1,S2,S3,S4,S7,S10			R5	S1
		P6	S1,S3,S7			R6	I3
		P7	S1,S10	S3	I2,I4,I6,I7,I8, I10,I12,I13	R7	P7,I13
D2	P7,P8,P9, P10,P11,P12, P13,P14,P15, P16,P17,P18, P19,P20	P8	S2,S3,S4,S5,S7,S8			R8	D1,S2,S3,S4,S7
		P9	S1,S2,S3,S4,S5,S7			R9	S1,I3
		P10	S1,S10	S4	I3,I5,I6,I7,I8, I9,I10,I12,I13	R10	I2,I13
		P11	S2,S3,S4,S5,S7,S9			R11	S1,S2,S3,S4,S7
		P12	S8			R12	P8,P9,P11,P18
		P13	S2,S3,S7	S5	I2,I4,I5,I6, I7,I8,I10, I12,I13	R13	P7
		P14	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8			R14	I5,I13
D3	P21,P22,P23	P15	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8			R15	P7,S8,I1,I10,I11
		P16	S2,S3,S4,S5,S7	S6	I4,I5,I7,I13	R16	P18,P25,
		P17	S2,S5,S8,S9			R17	P7,P11,P16,P18, P19,P20,P25,I12
		P18	S1,S2,S3,S4,S5,S7	S7	I2,I4,I7, I12,I13	R18	D2,P15
						R19	P7,P8,P9
		P19	S1,S3,S5,S7			R20	P9,P18,P19,P20
		P20	S2,S3,S4	S8	I5,I6,I7,I9,I10, I11,I12,I13	R21	P7,P8,P9,P16,I4
D4	P24,P25	P21	S1,S2,S3,S4,S5, S7,S8,S9,S10			R22	D3,P21,P22,P23
						R23	D3,P21,P22,P23
		P22	S1,S2,S3,S4,S5, S7,S8,S9,S10	S9	I4,I7,I13	R24	D3,I12
						R25	D3,P21,P22,P23
		P23	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8,S9			R26	D3
		P24	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8,S9	S10	I12	R27	D4,P24
		P25	S1,S2,S3,S4,S5,S7,S8			R28	D4,P24

اولویت‌بندی آسیب‌ها و راه‌حل‌های مدیریتی

پس از تأییدشـــدن پرســـش‌نامه‌ی تدوین شده به‌دست خبرگان (روایـــی پرســـش‌نامه)، برای بررســـی پایایی پرســـش‌نامه‌های تکمیل‌شـــده، مقدار آلفای کرونباخ برای هر یک از اجزای دپسیر (گویه‌ها) محاســـبه کرده شـــد (جدول۳). این ضریب بیش‌تر از ۰/۷ بود، بنابر این پایایی ابزار ســـنجش (پرسش‌نامه) زیاد است. به عبـــارت دیگر، پایایی و ســـازگاری درونـــی گویه‌های درنظر گرفته‌شده زیاد است.

جدول ۳- اندازه‌های آلفای کرونباخ محاسبه‌شده‌ی گویه‌ها در آبخیز گرگان‌رود.

مؤلفه	تعداد گویه‌ها	آلفای کرونباخ
نیروی محرک	۴	۰/۷۰۲
فشار	۲۱	۰/۸۰۵
وضعیت	۹	۰/۷۸۸
اثر	۱۰	۰/۷۶۳
پاسخ	۲۴	۰/۸۹۹

نتیجه‌ی تحلیل‌کردن پرســـش‌نامه‌های تکمیل‌شـــده به‌دســـت خبـــرگان و اجراکـــردن آزمـــون فریدمن بـــرای اولویت‌بندی و تعیین‌کردن اهمیت آســـیب‌ها، فشـــارها و راهبردهای مدیریتی آبخیز گرگان‌رود در جدول ۴ تا ۸ آورده شده است.

جدول ۴- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در آبخیز گرگان‌رود.

اختصار	گویه	میانگین رتبه	رتبه‌ی کلی	تعداد پرسش‌نامه	مجذور کای	درجه‌ی آزادی	Asymp. Sig
D3	ساختار مدیریت	۳,۱۷	۱	۲۴	۹,۹۹	۳	۰/۰۰
D4	قانون‌ها	۲,۶	۲				
D2	رشد جمعیت	۲,۳۷	۳				
D1	تغییر اقلیم	۱,۸۷	۴				

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در آبخیز گرگان‌رود از دیدگاه خبرگان در جدول ۴ آورده شده است. دامنه‌ی تفاوت اندازه‌های میانگین رتبه‌ها از ۱/۸۷ تا ۳/۱۷ متغیر است. نتیجه‌ی رتبه‌بندی گویه‌ها مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در روی‌کرد دپسیر است، به‌طوری‌که ساختار مدیریت با میانگین رتبه‌ی ۳/۱۷ و تغییر اقلیم با میانگین رتبه‌ی ۱/۸۷ به‌ترتیب رتبه‌ی اول و چهارم را در این نظرسنجی گرفت.

جدول ۵- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در آبخیز گرگان‌رود.

اختصار	گویه	میانگین رتبه	رتبه‌ی کلی	تعداد پرسش‌نامه	مجذور کای	درجه‌ی آزادی	Asymp. Sig
P21	بخشی‌نگری و بی‌توجهی به پایداری متوازن منابع	۱۶,۷	۱	۲۴	۱۰۳/۵	۲۱	۰/۰۰
P11	گسترش کشاورزی نااصولی	۱۵,۹۷	۲				
P7	بهره‌برداری مفرط از منابع آب	۱۵,۷	۳				
P17	تغییر نااصولی کاربری زمین	۱۵,۰۳	۴				
P15	چرای مفرط دام و بهره‌برداری نااصولی از مرتع	۱۴,۹۷	۵				
P10	تراکم سدسازی به‌ویژه در میان‌دست و پایین‌دست	۱۴,۶۷	۶				
P5	خشک‌سالی	۱۳,۷	۷				
P14	نبود اشتغال (بی‌کاری)	۱۳,۵	۸				
P8	بهره‌برداری مفرط از منابع خاک	۱۳,۰۳	۹				
P20	نبود انسجام و هم‌آهنگی درون و برون‌سازمانی	۱۲,۹۳	۱۰				
P12	توسعه‌ی فزاینده‌ی زیرساخت‌ها	۱۲	۱۱				
P9	بهره‌برداری مفرط از منابع پوشش گیاهی	۱۱,۱۳	۱۲				
P3	تغییر الگوی مکانی و زمانی بارش	۱۱,۰۳	۱۳				
P1	تغییر اندازه‌های حدی بارش	۱۰,۱۷	۱۴				
P4	تغییر نوع بارش	۱۰,۱۷	۱۵				
P22	موازی‌کاری و تداخل هدف‌های سازمانی	۱۰,۰۷	۱۶				
P19	قاچاق چوب	۱۰,۰۳	۱۷				
P16	تولید پس‌ماند و فاضلاب خانگی و صنعتی	۷,۱۳	۱۸				
P2	تغییر اندازه‌های حدی دما	۶,۷۳	۱۹				
P18	آتش‌سوزی	۶,۳۳	۲۰				
P13	توسعه‌ی فزاینده‌ی صنعت، معدن و دام‌داری صنعتی	۶,۱۳	۲۱				
P6	تغییر تبخیر و تعرق	۵,۸۷	۲۲				

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در آبخیز گرگان‌رود از دیدگاه خبرگان در جدول ۵ آورده شده است. دامنه‌ی تفاوت اندازه‌های میانگین رتبه‌ها از ۵/۸۷ تا ۱۶/۷ متغیر بود. رتبه‌بندی گویه‌ها مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در روی‌کرد دپسیر است، به‌طوری‌که بخشی‌نگری و بی‌توجهی به پایداری متوازن منابع با میانگین رتبه‌ی ۱۶/۷ و تغییر تبخیر و تعرق با میانگین رتبه‌ی ۵/۸۷ رتبه‌ی اول و بیست‌ودوم را داشت.

جدول ۶- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی وضعیت در آبخیز گرگان‌رود.

ردیف	اختصار	گویه	میانگین رتبه	رتبه‌ی کلی	تعداد پرسش‌نامه	مجذور کای	درجه‌ی آزادی	Asymp. Sig
۱	S1	کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی	۸،۵۷	۱	۲۴	۷۳،۷	۹	۰/۰۰
۲	S4	افزایش سیل‌خیزی	۷،۲	۲				
۳	S3	افزایش فرسایش‌پذیری و فرسایندگی	۶،۹	۳				
۴	S5	کاهش حاصل‌خیزی خاک	۶،۱۷	۴				
۵	S7	کاهش تولید علوفه و ظرفیت چرای مرتع	۶،۱۳	۵				
۶	S2	کاهش کیفیت منابع آب	۶،۰۳	۶				
۷	S8	آلودگی منابع آب و خاک	۵،۰۷	۷				
۸	S6	افزایش تنش سرما	۴،۴۳	۸				
۹	S10	افت تراز آب دریا و خط ساحل	۲،۸۳	۹				
۱۰	S9	کاهش ظرفیت‌های گردشگری	۱،۶۷	۱۰				

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی وضعیت در آبخیز گرگان‌رود از دیدگاه خبرگان در جدول ۶ آورده شده است. دامنه‌ی تفاوت اندازه های میانگین رتبه‌ها از ۱/۶۷ تا ۸/۵۷ متغیر بود. رتبه‌بندی گویه‌ها نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی وضعیت در روی‌کرد دپسیر است. کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی با میانگین رتبه‌ی ۸/۵۷ و کاهش ظرفیت‌های گردشگری با میانگین رتبه‌ی ۱/۶۷ رتبه‌ی اول و دهم را گرفت.

جدول ۷- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پی‌آمد در آبخیز گرگان‌رود.

ردیف	اختصار	گویه	میانگین رتبه	رتبه‌ی کلی	تعداد پرسش‌نامه	مجذور کای	درجه‌ی آزادی	Asymp. Sig
۱	I3	افزایش خسارت سیل	۷,۸۳	۱				
۲	I1	رعایت‌نشدن حق‌آبه‌ی پایاب	۷,۰۳	۲				
۳	I12	کاهش اعتماد مردم به دستگاه‌های دولتی	۶,۹	۳				
۴	I10	تخریب زیستگاه	۶,۷۳	۴				
۵	I7	افزایش مهاجرت از روستاها به شهرها	۶,۲۳	۵				
۶	I8	کاهش عمر مفید سدها	۶,۱	۶				
۷	I13	کاهش بهره‌وری و هدررفت سرمایه	۶,۰۷	۷	۲۴	۲۹,۸	۱۲	۰/۰۰
۸	I4	کاهش درآمد خانوار	۶,۰۳	۸				
۹	I11	کاهش جمعیت و تنوع زیستی	۵,۷۷	۹				
۱۰	I6	سخت‌شدن شرایط و محیط زندگی	۳,۹	۱۰				
۱۱	I5	افزایش هزینه‌های زندگی	۳,۴	۱۱				
۱۲	I2	کاهش عمل‌کرد محصول	۳,۳۷	۱۲				
۱۳	I9	آسیب به سلامت و بهداشت	۳,۰۳	۱۳				

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی اثر در آبخیز گرگان‌رود از دیدگاه خبرگان در جدول ۷ آورده شده است. دامنه‌ی تفاوت اندازه‌های میانگین رتبه‌ها از ۳/۰۳ تا ۷/۸۳ متغیر بود. نتیجه‌ی رتبه‌بندی گویه‌ها با آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی اثر در روی‌کرد دپسیر بود. افزایش خسارت سیل با میانگین رتبه‌ی ۷/۸۳ و آسیب به سلامت و بهداشت با میانگین رتبه‌ی ۳/۰۳ به‌ترتیب رتبه‌ی اول و سیزدهم را داشت.

جدول ۸- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در آبخیز گرگان‌رود.

ردیف	اختصار	گویه	میانگین رتبه	رتبه‌ی کلی	تعداد پرسش‌نامه	مجذور کای	درجه‌ی آزادی	Asymp. Sig
۱	R24	روی‌کرد مدیریت جامع آبخیز	۱۷،۳۹	۱				
۲	R12	ارزیابی توان زیست‌بومی و مبناگرفتن آمایش سرزمین	۱۷،۳۲	۲				
۳	R22	تدوین الگوی مناسب برای مدیریت جامع آبخیز	۱۶،۷۹	۳				
۴	R21	تشکیل ساختار سازمانی مناسب برای مدیریت منابع	۱۶،۷۱	۴				
۵	R14	بهینه‌سازی علمی تخصیص حق‌آبه‌ی بخش‌های مختلف	۱۶،۴۳	۵				
۶	R19	ایجاد شغل‌های جای‌گزین مبتنی بر آمایش سرزمین	۱۵،۶۱	۶				
۷	R2	حالت‌های مختلف الگوی کشت مبتنی بر تغییر اقلیم	۱۵،۵۴	۷				
۸	R23	تدوین الگوهای مشارکت سودمندان	۱۴،۶۴	۸				
۹	R5	اجرای عملیات مهار سیلاب	۱۴،۳۶	۹				
۱۰	R11	اجرای طرح‌های افزایش بهره‌وری کشاورزی	۱۳،۷۱	۱۰				
۱۱	R13	ارزیابی و تعیین نظام‌های مناسب بهره‌برداری کشاورزی	۱۳،۷۱	۱۱				
۱۲	R20	بازنگری، اصلاح و اجرای دقیق قانون‌ها	۱۳،۲۵	۱۲				
۱۳	R18	بازبینی در مفاهیم خودکفایی و امنیت غذایی	۱۳،۱۴	۱۳				
۱۴	R16	برنامه‌های آموزشی و ترویجی فرهنگ منابع طبیعی	۱۲،۶۱	۱۴	۲۴	۰،۸۹	۲۴	۰/۰۰
۱۵	R7	سامان‌دهی و رعایت حریم رودخانه	۱۲،۵	۱۵				
۱۶	R4	اجرای عملیات حفاظت آب و خاک	۱۲،۰۴	۱۶				
۱۷	R17	بازنگری رشد جمعیت در آمایش سرزمین	۱۱،۶۸	۱۷				
۱۸	R9	انجام اقدام‌های ترسیب کربن	۱۰،۹۶	۱۸				
۱۹	R15	اجرای کامل حدنگاری (کاداستر)	۱۰،۵	۱۹				
۲۰	R8	جای‌گزینی گونه‌های گیاهی و جانوری سازگار با شرایط جدید	۹،۸۹	۲۰				
۲۱	R6	طراحی و توسعه‌ی سامانه‌های برداشت آب	۹،۸۶	۲۱				
۲۲	R1	افزایش سازگاری با شرایط جدید اقلیمی و خشک‌سالی	۹،۷۵	۲۲				
۲۳	R3	ایجاد و تقویت خدمات بیمه‌یی	۹،۷۵	۲۳				
۲۴	R10	تدوین برنامه‌های حفاظت فیزیکی و فنی از جنگل	۹،۳۶	۲۴				
۲۵	R25	خصوصی‌سازی و برون‌سپاری وظیفه‌های دولتی	۷،۵	۲۵				
۲۶	R26	ایجاد و تقویت صندوق‌های حمایتی	۷،۳۲	۲۶				

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در آبخیز گرگان‌رود از دیدگاه خبرگان در جدول ۸ آورده شده است. دامنه‌ی تفاوت اندازه‌های میانگین رتبه‌ها از ۷/۳۲ تا ۱۷/۳۹ متغیر بود. رتبه‌بندی گویه‌ها نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در روی‌کرد دپسیر است. روی‌کرد مدیریت جامع آبخیز با میانگین رتبه‌ی ۱۷/۳۹ و ایجاد و تقویت صندوق‌های حمایتی با میانگین رتبه‌ی ۷/۳۲ به ترتیب رتبه‌ی اول و بیست‌وششم را داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

پس از شناسایی مهم‌ترین آسیب‌های زیست‌محیطی و منابع طبیعی آبخیز گرگان‌رود، در پیاده‌کردن ساختار مدل مفهومی ارزیابی و مدیریت جامع آبخیز، رابطه‌های علت‌ومعلولی بروز آسیب‌های موجود با ابزار دپسیر بررسی، و مهم‌ترین راهبردهای مدیریتی برای بهبوددادن وضعیت موجود داده شد.

در آبخیز گرگان‌رود با شرایط اقلیمی و خاکی مناسب، پوشش جنگلی دامنه‌ی کوه‌های منطقه به‌دلیل چرای مفرط، تغییردادن نااصولی کاربری زمین، و خشک‌سالی تا حد زیادی تخریب شده است. تغییردادن نااصولی کاربری زمین به‌خصوص در کوهپایه‌ها، و رعایت نکردن روش‌های صحیح کشاورزی نظیر شخم‌زدن زمین‌های شیب‌دار و شخم‌زدن در جهت شیب در این منطقه شرایط را برای ایجادشدن روان‌آب تسهیل، و فرسایش و تندسیلاب‌های این منطقه را تشدید کرده، و چرای مفرط سبب کوبیدگی خاک و فرسایش شدید ورقه‌یی در این جاها شده است؛ سعادت و همکاران (۲۰۰۸) نیز این روند را گزارش کرده اند. بنابر این آبخیز گرگان‌رود آسیب‌های زیادی از فرسایش تشدیدی، تندسیلاب‌ها و مواد رسوبی زیاد دیده است؛ مدرک آن وقوع سیلاب‌های متعدد در سال‌های گذشته است. وجود خاک‌های بی‌پوشش، مواد جابه‌جاشدنی، شیب‌های تند، بارش شدید، تخریب جنگل‌ها و مرتع‌ها، فعالیت‌های نااصولی کشاورزی و توسعه‌ی نامناسب، و

تغییر اقلیم از مهم‌ترین عامل‌های ایجادشدن سیلاب‌ها است. شـــریفی و همکاران (۲۰۱۱) نیز دلایل مشـــابهی برای وقوع سیلاب‌های آبخیز گرگان‌رود آورده‌اند.
ســـدهای اصلی این آبخیز (وشـــمگیر، بوســـتان و گلستان) تعدیل‌کننـــده‌ی منابـــع آب آبخیز، با هدف‌هایـــی نظیر مهار سیلاب و آبیاری زمین‌های کشاورزی است. رودخانه گرگان‌رود در محل اتصال به دریای خزر شرایط زیست‌محیطی مناسبی ندارد. از مهم‌ترین دلایل آن مصرف منابع آب در بالادســـت و ندادن حق‌آبه‌ی پایاب ناشـــی از احداث این ســـدها است. این نتیجه‌ها با تحقیق فاطمی و همکاران (۲۰۱۳) هم‌راستا است. هم‌اکنون حدود ۵۵ از ســـال پایاب گرگان‌رود خشـــک و بی جریان آب پایه‌ی زیســـت‌محیطی است، که سبب ایجادشدن آسیب‌های زیســـت‌محیطی به‌ویژه در زیستگاه ماهی‌ها شده اســـت (فاطمی و همکاران ۲۰۱۳). البته کسری حجم جریان آب در شاخه‌های فرعی رودخانه در اقلیم‌های مرطوب و خیلی مرطوب کم‌تر از اقلیم‌های نیمه‌خشـــک و نیمه مرطوب است (علیجانی و همکاران ۲۰۱۶).
توسعه‌ی فعالیت‌های کشاورزی، علاوه بر بهره‌برداری مفرط از منابع آب و ندادن حق‌آبه‌ی پایاب، باعث کاربرد بیش از اندازه از نهاده‌های کشاورزی شده، که شست‌وشوی خاک‌های غنی از مواد مغذی به داخل رودخانه، به‌همراه کاهش بیش از اندازه‌ی آب دهی پایه، شرایط را برای پرخوراک‌شدن (یوتروفیکاسیون) نیز مهیا کرده است. ســـاختار نامناسب مدیریتی و قانون‌های ناکارآمد سبب ایجاد فشارهایی نظیر بخشی‌نگری و موازی‌کاری شده‌اند. مصفایی و همکاران (۲۰۱۹) نیز برای به‌انجام رسیدن مدیریت صحیح آبخیز، تشکیل‌دادن سازمانی واحد و قدرتمند و ایجادکردن شوراهای آبخیز را لازم دانسته‌اند.
نتیجه‌ی به‌دست‌آمده از رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی وضعیت در آبخیز گرگان‌رود مبتنی بر آزمون فریدمن نشـــان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های این مؤلفه در روی‌کرد دپســـیر بود، به‌طوری که گویه‌های کاهش منابع آب ســـطحی و زیرزمینی و کاهـــش ظرفیت‌های گردشـــگری به‌ترتیـــب در رتبه‌ی اول و دهم اهمیـــت از دیدگاه خبرگان بـــود، درحالی که کاهش منابع آب ســـطحی و زیرزمینی، افزایش سیل‌خیزی و افزایش فرســـایش‌پذیری و فرســـایندگی ســـه اولویت نخســـت بود. تحقیقات گذشته نیز وضعیت منابع آب (علیجانی و همکاران ۲۰۱۶)، ســـیل‌خیزی (محضری و همکاران ۲۰۱۶؛ شریفی و همکاران ۲۰۱۱) و فرســـایش (ســـعادت و همکاران ۲۰۰۸) آبخیز گرگان‌رود را نامســـاعد دانســـتند، که با نتیجه‌های این تحقیق هم‌راستا است.
چهـــار عامل (تغییر اقلیم، رشـــد جمعیت، ســـاختار مدیریت و قانون‌هـــا) بـــرای عامل‌های مؤلفـــه‌ی نیـــروی محرک در روی‌کرد دپســـیر مبتنی بر نظر خبرگان دانشگاهی و اجرایی و بررســـی منابع و داده‌های اطلاعاتی شـــناخته شد. نتیجه‌ی رتبه‌بنـــدی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک نشـــان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های این مؤلفه در روی‌کرد دپســـیر بود، به‌طوری‌که گویه‌های ســـاختار مدیریت و تغییر اقلیم به‌ترتیب در رتبه‌ی اول و چهارم اهمیت از دید خبرگان بود.
رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی فشار نیز بیان‌گر تفاوت معنی‌دار آن‌ها در روی‌کرد دپســـیر بود. بخشـــی‌نگری و بی‌توجهی به پایداری متوازن منابع و تغییرکردن تبخیروتعرق به‌ترتیب در رتبه‌ی اول و بیســـت و دوم اهمیت، و گویه‌های بخشی‌نگری و بی‌توجهی به پایداری منابع، گســـترش کشـــاورزی نااصولی و بهره‌بـــرداری مفرط از منابع آب ســـه اولویت نخســـت بود. برجی و همکاران (۲۰۱۸) نیز بهره‌برداری مفرط از منابع آب و گسترش کشـــاورزی نااصولی را مهم‌ترین فشارهای موثر بر افت‌کردن سفره‌های آب زیرزمینی در کوهدشت دانستند، که با نتیجه‌های این تحقیق هم‌راستا است.
رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی اثـــر نیز گویای تفاوت معنی‌دار میان گویه‌هـــای این مؤلفه در روی‌کرد دپســـیر بود. افزایش خســـارت سیل و آســـیب به سلامت و بهداشـــت به‌ترتیب در رتبه‌ی اول و ســـیزدهم اهمیت از دیدگاه خبرگان، و افزایش خســـارت سیل، رعایت نکردن حق‌آبه‌ی پایاب، و کاهش‌یافتن اعتماد مردم به دستگاه‌های دولتی سه اولویت نخست بود.
پاســـخ‌ها، راه‌حل‌های اصلاحی وضعیت و اثرهـــای مربوط، و راه‌حل‌های مهاری یا تعدیل‌کننده‌ی نیروهای محرک و فشارها است که برای همه‌ی مؤلفه‌های روی‌کرد دپسیر داده می‌شود. رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پاســـخ مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌ها در روی‌کرد دپسیر بود. روی‌کرد مدیریت جامـــع آبخیز و ایجاد و تقویت صندوق‌های حمایتـــی به ترتیب در رتبه‌ی اول و بیست‌وششـــم اهمیت از دیدگاه خبرگان، و روی‌کرد مدیریت جامع آبخیز، ارزیابی توان بوم‌شـــناختی و مبناگرفتن آمایش ســـرزمین، و تدوین الگوی مناســـب برای مدیریت جامع آبخیز، ســـه اولویت نخست بود. واحدبردی و همکاران (۲۰۲۰) نیز در آبخیز حبله‌رود دســـته راه‌کارهای برنامه‌ریزی و مدیریت زمین از جمله تهیه و تدوین برنامـــه‌ی مدیریت جامـــع آبخیز و منابـــع آب، تهیه و تدوین برنامه‌ی آمایش سرزمین در مقیاس‌های مختلف و شناسایی و آموزش شـــغل‌های جدید و جای‌گزین را مهم‌ترین راه‌کارهای احیایی آبخیز دانستند، که همخوانی زیادی با نتیجه‌های این تحقیق دارد.
به‌طورکلـــی ایـــن تحقیق نشـــان داد که روی‌کرد دپســـیر با ایجادکردن پاســـخ‌های اصلاحی برای هر یـــک از مؤلفه‌های ســـاختاری (نیروی محرک، فشـــار، وضعیت، اثر) از یک ســـو فراهم‌آورنده‌ی زیرســـاخت فکری مناسب برای مدیریت جامع آبخیز، و از ســـوی دیگر کلید ورود به تدوین کارهای اجرایی

آبخیز مبتنی بر سرفصل‌های راهبردی به‌دست‌آمده از روی‌کرد پاسخ‌ساز خود است. بنابراین، تدوین برنامه‌ی کاری آبخیز که با مشارکت و تأیید همه‌ی سودمندان به انجام برسد از گام‌های اصولی در مدیریت جامع آبخیز است. پیشنهاد می‌شود که برای بهبوددادن فرآینـــد مدیریت آبخیز گرگان‌رود، گام‌هایی مانند اصلاح‌کردن ســـاختار ســـازمانی فعلی، ایجادکردن شوراهای آبخیز، حکمرانی‌کردن مشـــارکتی بر آبخیـــز، و نقش‌دادن به همه‌ی سودمندان آن در سیاست‌گزاری‌ها برداشته شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش در پژوهشـــکده‌ی حفاظت خـــاک و آبخیزداری (شناســـه‌ی ۹۸۰۴۳۰-۰۲۷-۲۹-۲۹-۲۴) و بـــا هزینـــه‌ی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (زیرمجموعه‌ی طرح کلان مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز) به انجام رســـید. نویسندگان به این وســـیله از همه‌ی دست‌اندرکاران به‌ویژه از همکاری آقایان دکتر امیر سعدالدین و دکتر واحدبردی شیخ صمیمانه قدردانی می‌کنند.

فهرست منابع

Alijani R, Vafakhah M, Malekian A. 2016. Spatial and temporal analyses of monthly stream flow deficit intensity in Gorganroud watershed, Iran. ECOPERSIA. 4 (1): 1313-1329. DOI:10.18869/modares.Ecopersia.4.1.1313

Armin M, Mosaffaie J, Ghorbannia Kheybari V, Khairi A. 2019. Landslide zoning and its risk management plan in Kohgiluyeh and Boyerahmad Province using Haeri-Sami model. Quantitative Geomorphological Research. 7(4): 176–196. (In Persian).

Azari M, Moradi HR, Saghafian B, Faramarzi M. 2016. Climate change impacts on streamflow and sediment yield in the North of Iran. Hydrological Sciences Journal. 16 (1): 123–133.

Azari M, Saghafian B, Moradi HR, Faramarzi M. 2017. Effectiveness of soil and water conservation practices under climate change in the Gorganroud Basin, Iran. Clean Soil Air Water. 45 (8), doi: 10.1002/clen.201700288.

Bell S. 2012. DPSIR=a problem structuring method? An exploration from the ‘‘Imagine’’ approach. Eur. J. Oper. Res. 222, 350e360.

Borji M, Moghadam Nia A, Malekian A, Salajegheh A, Khalighi Sh. 2018. Comprehensive evaluation of groundwater resources based on DPSIR conceptual framework. Arabian Journal of Geosciences. 11(158): 1–13. DOI:10.1007/s12517-018-3453-2

EEA .2003. Environmental indicators: Typology and use in reporting. European Environment Agency, 20 p.

Fatemi E. Vafaie F. Bressers H. 2013. Assessment of environmental flow requirement effects at an estuary. Water Management. 166(8):411–421.

Gari SR, Newton A, Icely JD. 2015. A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social–ecological systems. Ocean Coast. Manage. 103: 63–77.

Gari SR, Guerrero CEO, Uribe B, Icely JD, Newton A. 2018. A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. Water Science. 32: 318–337.

Gregory AJ, Atkins JP, Burdon D, Elliot M. 2005. A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modeling process. European Journal of Operational Research 227: 558–569.

Jazi H. Karkehabadi Z. Kamyabi S. 2018a. Sustainability analysis of garmsar as a city dependent to the upstream watershed based on dpsir assessment model. Iranian-Watershed Management Science & Engineering. 12 (41): 115–124. (In Persian).

Jazi H, Karkehabadi Z, Kamyabi S. 2018b. Sustainable development strategies in upper basin watershed cities, Case study: Garmsar City. Watershed Engineering and Management. 9(4): 426–440. (In Persian(.

Joybari J, Kavian A, Mosaffaie J. 2015. Evaluation the effect of precipitation characteristics on the spatial and temporal variation of landslide movement (Case study:Tavan landslide of Qazvin province). Geography and Environmental Hazards. 4 (16): 75–86. (In Persian(.

Joybari J, Kavian A, Mosaffaie J. 2017. An evaluation of the effect of land use on the amount of landslide movement (Case study: Tavan landslide of Qazvin). Watershed Management Research. 30 (3): 29–39. DOI: 10.22092/wmej.2017.116713. (In Persian(.

Kristensen JB, Thygesen LG, Felby C, Jorgensen H, Elder T. 2008. Cell-wall structural changes in wheat straw pretreated for bioethanol production. Biotechnol Biofuels.1(5): 1–9. https://doi.org/10.1186/1754-6834-1-5.

Mahzari S, Kiani F, Azimi M, Khormali F. 2016. Using SWAT model to determine runoff, sediment yield and nitrate loss in Gorganroud Watershed, Iran. Ecopersia. 4 (2): 1359–1377.

Mansourfar K. 2006. Advanced methods of statistics with computer programs, University of Tehran Press, Tehran.

Mohseni Saravi M, Mortezaii Frizhandi Gh. 2015. Integrated watershed management. University of Tehran Press, 279 p.

Mortezaii Frizhandi Gh, Shahbazi R, Rostamizad Gh. 2016. Exploitation and sustainable development of watersheds (section 3) decision support tool, models and case studies. Iranian Student Book Agency, 218p.

Mosaffaie J, Malekinezhad H. 2017. Peak flow estimation in ungauged catchments using flow index. Journal of Watershed Management Science and Engineering. 11(37): 85–88. (In Persian).

Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Salehpour Jam A, Rajabi MR. 2017. Sediment source ascription in Vartavan catchment using composite fingerprint technique. Journal of Watershed Management Research. 8(16): 123–131. (In Persian).

Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Salehpour Jam A. 2017. Comparison of fingerprinting and field measurement of erosion in water sediment source tracing. Journal of Watershed Management Science and Engineering. 12(40): 1–9. (In Persian).

Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Salehpour Jam A. 2017. Seasonal variation of the erosion rate using direct measurement. Journal of Watershed Management Research. 30(2): 48–56. (In Persian).

Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Dastorani MT. 2015. Evaluation of downstream trends in sediment morphometric characteristics affected by hydrologic and lithologic controls in Vartavan Catchment. Journal of Watershed Management Science and Engineering. 9 (30): 23–30. (In Persian).

Mosaffaie J, Ekhtesasi MR, Dastorani MT, Azimzadeh HR, Zare Chahuki MA. 2015. Temporal and spatial variation of the water erosion rate. Arabian journal of Geosciences. 8 (8): 5971–5979. DOI: 10.1007/s12517-014-1628-z

Mosaffaie J, Salehpour Jam A. 2018. Economic assessment of the investment in soil and water conservation projects of watershed management. Arabian Journal of Geosciences. 11(368): 1–10. DOI: 10.1007/s12517-018-3706-0.

Mosaffaie J, Salehpour Jam A, Kamali M. 2018. Evaluation of the ecological capability of Aqujan watershed for rangeland and agriculture using GIS. RS and GIS for Natural Resources. 9 (1): 131–144. (In Persian).

Mosaffaie J, Nikkami D, SalehPour jam A. 2019. Watershed management in Iran: History, evolution and future needs. Journal of Watershed Engineering and Management. 11 (2): 283–300. DOI: 10.22092/ijwmse.2018.121169.1459. (In Persian).

Mosaffaie, J., Salehpour Jam, A., Tabatabaei, M. R., Kousari, M. R. 2021. Investigation of solutions for resources management in Gorganroud watershed using DPSIR framework. Research project No. 24-29-29-027-980430. Soil Conservation & Watershed Management Research Institute (SCWMRI).

Namaalwa S, Van dam AA, Funk A, Ajie GS, Kaggwa RC. 2013. A characterization of the drivers, pressures, ecosystem functions and services of Namatala wetland, Uganda. Environmental Science and Policy. 34: 44–57.

Rashvand S, Mosaffaie J, Darvish M, Rafiei Emam A. 2013. Investigation on potential of desertification in terms of decay of vegetation. Case study: rude shoor, Qazvin. Journal of Range and Desert Research. 20 (1): 38–49. (In Persian).

Rashvand S, Mosaffaie J. 2013. Investigation of human population pressure on environment, case study: Masile Basin of Qazvin. Human and Environment. 11(25): 41–55. (In Persian).

Saadat H. Bonnell R. Sharifi F. Mehuys G. Namdar M. Ale-Ebrahim S. 2008. Landform classification from a digital elevation model and satellite imagery. Geomorphology. 100 (3–4): 453–464.

Sadoddin A, Shahabi M, Bai M. 2017. Integrated watershed assessment and management, principles and approaches for modelling and decision making. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 170 p. (In Persian).

Sadoddin A, Sheikh VB, Ownegh M, Najafi Nejad A, Sadeghi HR. 2016. Development of a national mega research project on the integrated watershed management for Iran. Environmental Resources Research. 4(2): 231–238.

Salehpour Jam A, Tabatabaei M, Sarreshtehdari A, Mosaffaie J. 2019. Investigation of drought characteristics in north-west of Iran using Deciles Index. Journal of Watershed Engineering and Management. 10 (4): 552–563. DOI: 10.22092/IJWMSE.2018.115672.1360. (In Persian).

Salehpour Jam A, Mosaffaie J, Tabatabaei M. 2019. Investigation of pedological criterion affecting on desertification in alluvial fans using nonparametric tests, case study: south of Rude-Shoor watershed area. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazarts. 6 (3): 1–14. (In Persian).

Salehpour Jam A, Peyrowan H, Tabatabaei M, Sarreshtehdari A, Mosaffaie J. 2019. An assessment of the land degradation potential using the TOPSIS method (Case study: Rangelands overlooking the city of the Eshtehard, the Province of Alborz). Watershed Management Research. 32 (4): 72–93. DOI: 10.22092/wmej. 126535.1227. (In Persian).

Salehpour Jam A, Fahimeh R, Sarreshtehdari A, Mosaffaie J, Kianian MK. 2020. Prioritization of preventing social indices affecting on peoples› participation in natural resources plans using AHP method and nonparametric tests. Journal of Watershed Engineering and Management. 12(1): 330–339. doi:10.22092/ijwmse.2018.121767.1480. (In Persian).

Shao C, Guan Y, Chu C, Shi R, Ju M, Shi J. 2014. Trends analysis of ecological environment security based on DPSIR model in the coastal zone: A survey study in Tianjin, China. International journal of Environment Research. 8(3): 765–778.

Sharifi F, Samadi SZ, Wilson CAME. 2011. Causes and consequences of recent floods in the Golestan Catchments and Caspian Sea regions of Iran.Natural Hazards.61(2): 533–550.doi:10.1007/s11069-011-9934-1

Sheikh V, Zare Garizi A, Alvandi E, Asadi Nalivan O, Khosravi Gh, Sadoddin A, Ownegh M. 2020. Participatory site selection for the proposed options in the management of the Hable-Roud Basin. Watershed Management Research. 32 (4): 2–18. DOI: 10.22092/wmej.125497.1194. (In Persian).

Tabatabaei MR, Salehpour Jam A, Mosaffaie J. 2020. Improvement of the efficiency of artificial neural network model in suspended sediment simulation using particle swarm optimization algorithm. Journal of Watershed Engineering and Management. 12 (3): 756–770. (In Persian).

Watershed Management Research

VOL. 34, No. 1, Ser. No: 130, Spring 2021, pp. 93 -111
DOI: .22092/wmej.2020.341588.1308

Developing Resources Management Responses in the Gorganroud Watershed Using the Driving Force, Pressure, State, Impact, Response (DPSIR) Software

Jamal Mosaffaie
(Corresponding Author)* Assistant Professor of Watershed Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran
Amin Salehpour jam
Assistant Professor of Watershed Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran
Mahmood Reza Tabatabaei
Assistant Professor of Watershed Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran
Mohammad Reza Kousari
Assistant Professor of Watershed Management, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute (SCWMRI), Agricultural Research, Education and ExtensionOrganization (AREEO), Tehran, Iran

Corresponding Author Email: jamalmosaffaie@gmail.com
Received: 19 January 2020 Accepted: 30 May 2020

Abstract
Recognizing watershed problems and investigating the causes which arose them is the most fundamental step in watershed management plans, which results in identifying key management responses in each watershed. Therefore, it is necessary to thoroughly analyze the problems and determine management strategies before developing operational plans to solve them. The aim of this study was to analyze the environmental problems of the Gorganrood Basin to determine the main managerial responses. Identifying and analyzing the main environmental problems resulted in developing management responses for the region. To prioritize different components of the DPSIR, a Likert questionnaire filled with expert opinions and the Friedman test were used. The results indicated that four driving forces, namely climate change, population growth, management structure, and rules have caused 25 pressures on the Gorganrood Basin resources. The most important pressures were part-thinking organizations, incorrect agricultural expansion and excessive exploitation of water resources. These pressures, in turn, have caused 10 disturbed states, the most important of which are water resources depletion, flooding and soil erosion. These situations have 13 adverse impacts, the most important of which are flood damages, reduced downstream water rights and reduced public confidence in the government agencies. To improve the situation, 28 management responses were presented, of which the most important are integrated watershed management, land use planning and proper organizational structure. The overall result is that cause and effect analysis using the DPSIR framework provides an appropriate conceptual infrastructure, which is a prerequisite for developing the Basin›s operational management plan. Therefore, it is suggested that executive organizations identify suitable responses by using this approach before developing operational plans for each watershed.

Keywords: **Cause and effect analysis, Likert scale, prioritizing the problems, sustainable basin management**