The University of Tehran Press

Natural Resources Governance
Home Page: https://jnrg.ut.ac.ir/

Online ISSN:

Integrated Watershed Governance and its Role in Sustainable Adaptation to Climate Change

Saeedreza Moaezni Noghondar[1] | Arash Malekian[2]*

1. Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: moazeni.s@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: malekian@ut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received November 11, 2023
Revised January 01, 2024
Accepted January 09, 2024
Published online 24 March 2024

Keywords:
Climate change,
Integrated management,
Strategic planning,
Watershed,
SWOT matrix.

ABSTRACT

Comprehensive management of soil and water resources of a watershed is important due to its complexity, spatial and temporal dimensions, connection with natural laws, government, non-government and private organizations, and connection with the food security. In other words, integrated watershed management is a balanced governance of physical, biological, social and economic systems which provides conditions that minimize the negative impacts on resources while providing the benefits for the society. The purpose of current study is to investigate the effects of climate change in the three sectors including water resources, soil erosion and sedimentation and environmental problems. The research tries to provide a targeted management approach in order to achieve the priciples of good governance of natural resources in order to adaptab to climate change. For this purpose, strengths and weaknesses, opportunities and threats caused by climate change were identified in different vulnerable parts of the world, then the SWOT matrix and quantitative strategic planning were developed to prioritize the strategies. According to the results, gradual change strategies were accepted, which shows the superiority of strengths over weaknesses and the difference of opportunities over threats, which is of course very close to defensive or mitigation strategies. Therefore, the strategies extracted from the SWOT matrix provided a systematic approach, and the main goals of these strategies are the development of integrated watershed management in order to adapt to climate change impacts.

Cite this article: Moaezni Noghondar, S. & Malekian, A. (2024). Integrated Watershed Governance and its Role in Sustainable Adaptation to Climate Change. *Natural Resources Governance*. 1 (1), 83-99.

© Saeedreza Moaezni Noghondar, Arash Malekian. **Publisher:** The University of Tehran Press.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی

سایت نشریه: https://jnrg.ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی:

حکمرانی یکپارچهٔ حوزه آبخیز و نقش آن در سازگاری پایدار با تغییر اقلیم

سعیدرضا مؤذنی نقندر[۱] | آرش ملکیان[۲*]

۱. گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: moazeni.s@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: malekian@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۹
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۰۵

کلیدواژه:
برنامه‌ریزی راهبردی،
تحلیل SWOT،
تغییر اقلیم،
حوزه آبخیز،
مدیریت جامع.

چکیده

مدیریت همه‌سونگر منابع آب و خاک هر حوزه آبخیز به‌دلیل پیچیدگی و ابعاد مکانی و زمانی، ارتباط با قوانین طبیعی و سازمان‌های دولتی، غیردولتی و خصوصی و ارتباط با مسئولیت‌های امنیت غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است. به‌عبارت دیگر مدیریت جامع آبخیز، حکمرانی هماهنگ و موزون بر سیستم‌های فیزیکی، بیولوژیک و اجتماعی و اقتصادی است و شرایطی را فراهم می‌سازد که ضمن تأمین منافع جامعه، تأثیر منفی بر منابع به حداقل برسد. هدف این پژوهش، نخست، بررسی تأثیرات تغییر اقلیم در سه بخش منابع آب، فرسایش خاک و رسوب و مشکلات زیست‌محیطی است. این پژوهش تلاش دارد که رویکرد مدیریتی هدفمندی را در زمینهٔ دستیابی به حکمرانی منابع طبیعی و یک حوزه آبخیز سازگار با تغییرات اقلیمی ارائه کند. بدین منظور ابتدا نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از تغییر اقلیم در نقاط مختلف کرهٔ زمین شناسایی و سپس ماتریس SWOT و برنامه‌ریزی راهبردی کمّی برای اولویت‌بندی راهبردها تدوین شد. با توجه به نتایج، راهبردهای تغییر تدریجی پذیرفته شدند که نشان‌دهندهٔ برتری قوت‌ها نسبت به ضعف‌ها و اختلاف فرصت‌ها نسبت به تهدیدهاست که البته بسیار نزدیک به راهبردهای تدافعی یا کاهشی است. بنابراین راهبردهای استخراج‌شده از ماتریس SWOT رویکرد مدیریتی دارند که اهداف اصلی این راهبردها توسعهٔ آبخیزداری و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز در جهت سازگاری با تغییر اقلیم است.

استناد: مؤذنی نقندر، سعیدرضا و ملکیان، آرش (۱۴۰۳). حکمرانی یکپارچهٔ حوزه آبخیز و نقش آن در سازگاری پایدار با تغییر اقلیم. *نشریهٔ حکمرانی منابع طبیعی*، ۱ (۱) ۸۳-۹۹ .

© سعیدرضا مؤذنی نقندر، آرش ملکیان **ناشر:** مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

اقلیم اثرهای مهم و متنوعی بر فعالیت‌های انسانی و همچنین پدیده‌ها و عوارض طبیعی بر جای می‌گذارد؛ از طرفی فعالیت‌های انسانی در طی دهه‌های اخیر تأثیرات زیادی بر اقلیم منطقه‌ای و جهانی گذاشته است. انتشار گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش دمای جو زمین شده و افزایش دمای جو زمین، موجب افزایش تبخیر و تعرق از سطح زمین و جذب رطوبت بیشتر در جو می‌شود که تغییر الگوهای بارشی را در پی دارد (Li et al., 2019). تا کنون مدیریت منابع آب و خاک مبتنی بر ثبات یا تغییر ناچیز منابع طبیعی پایه در میان‌مدت بوده است. به همین دلیل شواهد هیدرولوژیک گذشته راهنمای خوبی برای شرایط آینده محسوب می‌شد. اما تغییر اقلیم اعتبار این نظریه را زیر سؤال برده است؛ به‌طوری که ممکن است اقدامات فعلی در مواجهه با تغییر اقلیم کارایی لازم را نداشته باشد (IPCC, 2014).

بر اساس قاعده‌ای کلی، طبیعت بقای انسان را تعیین می‌کرد، اما پس از گذشت هزاران سال، اکنون انسان است که بقای طبیعت را تعیین می‌کند (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۸). مدیریت یکپارچهٔ منابع آب و خاک هر حوزه آبخیز به‌دلیل درهم‌تنیدگی ابعاد و مقایسه‌های مکانی و زمانی متفاوت و فراگیری وسیع و ارتباط با قوانین و مقررات طبیعی، سازمان‌های دولتی، غیردولتی و خصوصی و ارتباط با مباحث امنیت غذایی و مسائل زیربنایی، از اهمیت خاصی برخوردار است و مشتمل بر مدیریت سیستم زمین، سیستم حیات و سیستم جامعه و مردم قرار است. بدین دلیل هر نوع حکمرانی خوب و شایستهٔ سرزمینی باید یکپارچه‌نگری را در مدیریت حوزه آبخیز مدنظر قرار دهد که این مدیریت شامل هماهنگی بین‌بخشی در مدیریت آب و زمین برای دستیابی به اهداف استحصال آب کافی و سالم و عاری از هر گونه آلودگی، تخصیص بهنگام آب مورد نیاز بخش کشاورزی، تأمین آب شرب سالم، تأمین نیازهای بخش صنعت و انرژی و محیط زیست، جلوگیری از فرسایش حوزه‌های آبخیز، کنترل سیل و رسوب و افزایش طول عمر مخازن سدهاست. این مدیریت ابعاد مختلفی دارد که هم به بخش‌ها و وزارتخانه‌های مختلف مرتبط می‌شود و هم به مردم و فرهنگ و رفتار جامعه و از این‌رو به‌صورت اجتناب‌ناپذیر باید در سطح ملی و به‌صورت جامع نگریسته شود (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۸). آبخیز، واحدی طبیعی برای آمایش و مدیریت سرزمین است و مدیریت بر آن، مدیریت بر منابع زیست‌محیطی است؛ به‌طوری که در حالت بهره‌وری حداکثر از منابع، حداقل خسارات زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی حاصل شود. مدیریت جامع آبخیز، مدیریت هماهنگ و موزون سیستم‌های فیزیکی، بیولوژیک و اجتماعی و اقتصادی است و شرایطی فراهم می‌سازد که ضمن تأمین منافع جامعه، تأثیر منفی بر منابع به حداقل برسد. اقدامات مدیریت حوزه‌های آبخیز بیشتر بر اساس داده‌های تاریخی موجود (دبی جریان، داده‌های اقلیمی و ...) طراحی و اجرا می‌شوند. تغییر اقلیم ممکن است این اقدامات و معیارهای طراحی حفاظت آب و خاک را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به‌شدت تأثیرگذاری و اهمیت متغیرهای اقلیمی در مدیریت منابع آب و خاک، توجه به تغییر اقلیم و اثرهای آن در برنامه‌ها و سیاستگذاری‌های حفاظت آب و خاک ضروری است. در همین زمینه انجمن حفاظت آب و خاک آمریکا گزارشی منتشر کرده و با بررسی مجموع سوابق مطالعاتی به این پرسش که آیا اثر تغییر اقلیم بر منابع آب و خاک به حدی است که دلیلی برای تغییر در سیاست‌ها و اقدامات حفاظتی باشد پاسخ مثبت داده است و از این‌رو دست‌اندرکاران حفاظت آب و خاک را به توجه جدی به پیامدهای تغییر اقلیم ملزم کرده است (SWCS[1], 2003). بین سال‌های ۱۸۵۰ تا ۲۰۱۰ دمای متوسط زمین و سطح اقیانوس‌ها، ۰/۸۵ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش و سطح پوشش یخ‌ها از ۱۰ میلیون کیلومتر مربع به ۵ میلیون کیلومتر مربع کاهش یافت و سطح آب دریاها در طی سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۱۰ افزایش پیدا کرد (IPCC, 2014). تغییر در بیلان آبی می‌تواند بسیاری از فرایندهای زمین‌ریختی از جمله فرسایش، پایداری شیب، تغییرات آبراهه‌ها و انتقال رسوب را تحت تأثیر قرار دهد. پیش‌بینی‌های اتحادیهٔ اروپا نشان می‌دهد که تغییر اقلیم موجب خواهد شد که در سال ۲۰۵۰ نزدیک به ۸۰ درصد اراضی کشاورزی اروپا در معرض فرسایش آبی قرار گیرد (EEA, 2010).

بخشی از این پیامدها، ناشی از عوامل طبیعی همچون خشکسالی، تغییر اقلیم و ... بخشی دیگر متأثر از سیاست‌های حکمرانی منابع طبیعی است. امروزه حکمرانی منابع طبیعی از اثربخش‌ترین انواع مدیریت راهبردی به شمار می‌رود. به‌طور کلی حکمرانی بر شیوه‌های سیاستگذاری، تعیین خط مشی، اولویت‌های مختلف در انتخاب خط مشی‌های مؤثر و تبدیل منافع گوناگون به کنشی متحد تأکید دارد (Hipel et al., 2014). ازآنجا که حکمرانی منابع طبیعی، گسترهٔ وسیعی از سیستم‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و

1. Soil and Water Conservation Society

اداری را در بر می‌گیرد، در هر منطقه موجب توسعه و مدیریت منابع آب و خاک و ارائهٔ خدمات مرتبط با آن در سطوح مختلف جامعه می‌شود (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۹). در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، توجه به این مفاهیم یکی از الزامات مدیریت یکپارچه منابع طبیعی، به‌منظور تعادل و تخصیص بهینهٔ منابع و بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی در حوزهٔ آب و خاک است. به‌عبارت دیگر تنظیم اهداف و اقدامات توسعهٔ پایا برای رسیدن به مدیریت یکپارچهٔ منابع طبیعی، بدون شناخت مفاهیم برنامه، اندازه‌گیری و سنجش داده و در نهایت ارائهٔ برنامهٔ مدیریت راهبردی برای منابع طبیعی امکان‌پذیر نخواهد بود (قائمی و همکاران، ۲۰۱۷).

با توجه به اهمیت تغییر اقلیم و اثرهای آن در حوزه‌های آبخیز در این پژوهش به تحقیقات انجام‌گرفته در این زمینه پرداخته شده و بدین منظور تحقیقات در سه بخش اثر تغییر اقلیم بر منابع آب، اثر تغییر اقلیم بر فرسایش خاک و رسوب و اثر تغییر اقلیم بر مشکلات زیست‌محیطی ارائه شده است. همچنین در این تحقیق، رویکردی مدیریتی با هدف دستیابی به حکمرانی سازگار با منابع طبیعی و تغییر اقلیم در جهان در حال تغییر ارائه شده است. بنابراین از نتایج تحقیق حاضر می‌توان در ترسیم جایگاه تحقیقات مرتبط با تغییر اقلیم در مدیریت جامع منابع آب و خاک و مدیریت همه‌سونگر در حوزه‌های آبخیز و دستیابی به چشم‌انداز آیندهٔ تحقیقات استفاده کرد.

نتایج تحقیقات مختلف نشان‌دهندهٔ توجه جامعهٔ جهانی به راه‌هایی برای تعدیل و سازگاری با تغییر اقلیم است. به‌طوری که انجمن حفاظت آب و خاک آمریکا در گزارشی با نام «پیامدهای حفاظتی تغییر اقلیم: فرسایش خاک و رواناب در اراضی زراعی» ضمن بیان اثرهای بالقوهٔ تغییر اقلیم بر فرسایش خاک و تولید رسوب، راهکارهایی را برای لحاظ تغییر اقلیم در برنامه‌های حفاظت آب و خاک ارائه کرده است (SWCS, 2003) و در همین زمینه در گزارشی دیگر با عنوان «برنامه‌ریزی برای وقایع حدی» به لزوم توجه به اثرهای تغییر اقلیم و به‌کارگیری آن در برنامه‌های تعدیل و سازگاری با تغییر اقلیم پرداخته است (SWCS, 2007). اکا[1] و همکاران (۲۰۲۰) در استان فوکوشیما در شمال شرقی ژاپن تأثیر تغییر اقلیم بر انرژی‌های تجدیدپذیر مانند فتوولتاییک را بررسی کردند و نشان دادند که تولید سالانهٔ انرژی فتوولتاییک به‌طور متوسط در سال‌های ۲۰۵۰،۲۰۳۰ و ۲۰۷۰ به‌ترتیب ۱/۷، ۳/۹ و ۴/۹ درصد به‌دلیل تغییرات اقلیمی افزایش خواهد یافت. از نظر وانگ[2] و همکاران (۲۰۲۱) به‌منظور دستیابی به توسعهٔ پایدار در مقابل تغییرات اقلیمی با به‌کارگیری ماتریس SWOT، پتانسیل زیادی برای توسعهٔ انرژی خورشیدی در اتحادیهٔ کشورهای جنوب شرقی آسیا یافت می‌شود. جهان[3] و همکاران (۲۰۲۲) با تحلیل SWOT شیوه‌های آگروفارستری را به‌عنوان راهبردی برای کاهش اثر تغییر اقلیم پذیرفتند.

سازگاری با تغییر اقلیم در حال تبدیل شدن به راهبردی مهم برای مدیریت حوزه آبخیز است. کیو[4] و همکاران (۲۰۱۹) کارایی بهترین روش‌های مدیریت حوزه آبخیز (BMPs[5]) و تأثیرات احتمالی تغییرات اقلیمی را ارزیابی کردند که نتایج حاکی از اهمیت مدیریت جامع در مقیاس زیرحوضه برای سازگاری با تغییر اقلیم است. روش‌ها و یافته‌های ایشان، تقویت سیستم آبخیزداری را در مقابل تغییرات اقلیمی فعلی و آینده نوید می‌دهد. همچنین نتایج پژوهش کیو[6] و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که افزایش فراوانی در وقایع بارندگی ممکن است سبب کاهش کارایی BMP در حوضهٔ میون[7] چین شده و آبخیزداری باید با توجه به تغییرات اقلیمی در آینده تنظیم شود. سدسویتوبن[8] و همکاران (۲۰۲۱) به تحلیل SWOT در تعیین راهبرد مدیریت حوزه آبخیز رودخانهٔ رندانی اندونزی پرداختند. بر اساس نتایج آنها راهبردهای مدیریت منطقه برای حفظ توابع هیدرولوژیکی عبارت‌اند از: حفاظت از حوزه آبخیز و مدیریت منابع آب با همکاری ذی‌نفعان عمومی، جوامع دیگر، دانشگاه‌ها، سازمان‌های اجتماعی و بخش خصوصی. صادقی‌زاده بافنده و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با هدف تطابق اصول حکمرانی خوب با دانش بومی مدیریت منابع آبی بیان کردند که با مطالعهٔ دانش بومی مناطق مختلف و همچنین مدنظر قرار دادن ساختارهای جدید حکمرانی می‌توان

1. Oka
2. Wang
3. Jahan
4. Qiu
5. Best Management Practices
6. Qiu
7. Miyun
8. Sadsoeitoeboen

به راهکارهایی نوین برای مدیریت منابع آبی با توجه به شرایط امروزه و سازگار با شرایط اقلیمی، زیست‌محیطی و اجتماعی در هر منطقه دست یافت. قربانی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود با هدف ارزیابی خصوصیات ساختاری سرمایه اجتماعی در راستای حکمرانی منابع طبیعی بیان کردند که بدون وجود سرمایه اجتماعی در بین افراد، حکمرانی منابع طبیعی به‌معنای واقعی تحقق نخواهد یافت و مدیریت منابع طبیعی با اعمال قدرتی یکسویه در تصمیم‌گیری باقی خواهد ماند.

اومپراکاش[1] (۲۰۱۶) تأثیر پروژهٔ توسعهٔ آبخیزداری در منطقهٔ هیمالیا و شناسایی سازوکار سازگاری از طریق برنامه‌های آبخیزداری را با توجه به فعالیت‌هایی برای بهبود وضعیت معیشت روستاییان، تأثیر بر آب آشامیدنی، تأثیر در کشاورزی و جنگلداری، تأثیرگذاری بر اقتصاد، ظرفیت‌سازی و پیشرفت چشمگیر در زمینه‌های مختلف توسعه از جمله فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان داد. پروژه‌های آبخیزداری سبب افزایش بهره‌وری اراضی و رژیم آبی در مناطق تحت بررسی می‌شود، به‌گونه‌ای که سبب ایجاد معیشت پایدار برای جوامع می‌شود. دولت اندونزی در پاسخ به این چالش که بیشتر مناطق اندونزی در معرض سیل، رانش زمین، فرسایش خاک، خشکسالی و باران‌های شدید قرار دارد، مدیریت یکپارچهٔ حوزه آبخیز را یکی از برنامه‌های کلیدی برای کاهش این اثرها تعیین کرده است. بر این اساس باسوکی[2] و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی تلاش‌های اندونزی را در کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی از طریق رویکرد مدیریت جامع حوزه آبخیز بررسی کردند. آنها بیان کردند که مدیریت جامع را می‌توان با تقویت هم‌افزایی بین نهادهای مسئول آبخیزداری و نهادهای مسئول مدیریت و سازگاری تغییر اقلیم، هماهنگی و مشارکت در سطح بین‌المللی و استفاده از دانش بومی بهبود داد.

۱-۱. اثر تغییر اقلیم بر منابع آب

نتایج تحقیقات مختلف بیانگر متفاوت بودن اثرهای تغییر اقلیم بر منابع آب در مناطق مختلف جهان است؛ به‌طوری که کاهش رواناب مؤثر در شمال پاتاگونیا (Natalia et al., 2020)، در قسمت‌های زیادی از انگلستان و ولز برای سال ۲۰۶۵ (Pilling and Jones, 1999) کاهش ۱۳ درصدی منابع آب در زامبیا تا سال ۲۱۰۰ (Hamududu and Ngoma, 2020) و کمبود فزایندهٔ آب شیرین و کاهش بهره‌وری آب در کشورهای جنوب مدیترانه (Gaalou et al., 2020) پیش‌بینی شده است. منجیستو[3] و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی اثر تغییرات اقلیمی را بر رژیم هیدرولوژیکی حوضهٔ رودخانه نیل بررسی کردند. پیش‌بینی‌های آنها نشان داد با اینکه رواناب سطحی ۱۴ درصد افزایش می‌یابد، آب در دسترس حوضه ۱۰ تا ۲۲ درصد کاهش پیدا می‌کند. شیلینگ[4] و همکاران (۲۰۲۰) به تأثیر تغییرات اقلیمی بر منابع آب کشورهای آفریقای شمالی پرداختند و نشان دادند که در سراسر آفریقای شمالی، ترکیب تغییرات آب‌وهوایی و رشد شدید جمعیت به احتمال زیاد وضعیت آب را که از قبل دچار کمبود بوده وخیم‌تر می‌کند. برای کاهش تأثیر تغییرات اقلیمی، کاهش وابستگی اقتصادی و معیشتی به کشاورزی دیم، تقویت شیوه‌های پایدار استفاده از زمین و افزایش ظرفیت سازگاری و نیز افزایش همکاری منطقه‌ای ضرورت دارد. نتایج تحقیقی دیگر در کالیفرنیا اختلاف چندانی را در جریان ماهانه به‌جز در ماه‌هایی که جریان کم است نشان نداد (Maurer et al., 2010). در برخی نقاط مثل حوضهٔ شبه‌جزیرهٔ مالزی نیز نتایج پژوهش نشان داده که میانگین کلی جریان ماهانه رودخانه تغییر چندانی نخواهد داشت (Shaaban et al., 2011). اما در مجموع نتایج تحقیقات بر تغییر در بخش‌های مختلف چرخهٔ آب دلالت دارد. آغاز زودهنگام ذوب برف، روند مثبت بارش، کاهش جریان بهاره و سالانه در کانادا (Merritt et al., 2006)، تغییر مرکز ثقل رواناب سطحی به زمان زودتر در سال در سیِرانوادا (Young et al., 2009)، افزایش دبی جریان در فصل مرطوب و کاهش در ماه‌های خشک در شمال تایوان (Yu and Wang, 2009)، افزایش جریان زمستانه و کاهش جریان تابستانه در ایالت اورگان (Chang and Jung., 2010)، کاهش ۳۴ تا ۷۲ درصدی جریان رواناب حوضه‌ای در مناطق نیمه‌خشک برزیل (Montenegro and Ragab., 2010)، روند منفی در رواناب بهار و تابستان و روند مثبت در پاییز و زمستان در حوضهٔ ویلامت[5] در آمریکا (Jung

1. Omprakash
2. Basuki
3. Mengistu
4. Schilling
5. Willamete

and Chang, 2011) و کاهش ۵ درصدی میانگین رواناب سالانه در نیوساوت‌ولز استرالیا (Vaze and Teng., 2011) بخشی از این پیش‌بینی‌های اثرهای تغییر اقلیم در نقاط مختلف جهان است.

لهنر[1] و همکاران (۲۰۰۶) خطرهای خشکسالی و تأثیر تغییر اقلیم بر سیلاب در اروپا را با استفاده از آنالیز جامع قاره‌ای برآورد کردند. نتایج، نشان داد که مناطق اروپای شمالی و شمال شرق آن بیشتر در معرض افزایش فراوانی‌های سیلاب قرار دارند، درصورتی که در جنوب و جنوب شرق اروپا فراوانی خشکسالی افزایش معنی‌داری خواهد داشت. در مناطق بحرانی، رویدادها با شدت سیلاب و خشکسالی‌های ۱۰۰ ساله ممکن است هر ۱۰ تا ۵۰ سال تا سال ۲۰۷۰ اتفاق بیفتد. کوسانگایا[2] و همکاران (۲۰۱۳) اثرهای تغییرات اقلیمی را بر پارامترهای بارش، دما، کشاورزی و منابع آب کشور آفریقای جنوبی بررسی کردند و نتیجه گرفتند که افزایش مقادیر حدی در دوره‌های آتی اتفاق خواهد افتاد، به‌طوری که توفان‌های سهمگین و سیلاب بیشتر شده و نیز تغییر اقلیم سبب ایجاد اثرهای مخرب بر کشاورزی و منابع آب منطقه شده است. کوموزپ و چونگ[3] (۲۰۱۴) در حوضهٔ گئومهو در کرهٔ جنوبی تأثیر تغییر اقلیم بر رواناب و شاخص خشکسالی را بررسی کردند و دریافتند که در دوره‌های آتی تا ۲۰۶۰ احتمال وقوع رواناب و بروز خشکسالی افزایش خواهد داشت.

گبرمسکل و کبید[4] (۲۰۱۸) تأثیر تغییر اقلیم را بر منابع آب در حوزه آبخیز وری[5] در شمال اتیوپی با استفاده از مدل‌های هواشناسی (WetSpa) و هیدرولوژی (SDSM[6]) برای سال‌های ۲۰۵۰–۲۰۱۵ پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد که بارندگی ۲۴ درصد، کمینه و بیشینهٔ دما به‌ترتیب ۰/۱۷ و ۰/۰۹ درجهٔ سانتی‌گراد، جریان پایه ۱۴ درصد و تبخیر و تعرق ۱۵ درصد افزایش خواهد یافت. با این‌حال رواناب سطحی ۱۳ درصد کاهش خواهد یافت. سرور[7] (۲۰۲۰) میزان دسترسی به منابع آب آبی و سبز را در شرایط تغییر اقلیم در حوضهٔ رودخانهٔ ویب[8] در اتیوپی در سطح حوضه و زیرحوضه با استفاده از مدل هیدرولوژیکی ArcSWAT مدلسازی کرد. یافته‌های او نشان داد که میانگین جریان آب سالانهٔ آبی و سبز در همهٔ سناریوهای تغییر اقلیم افزایش می‌یابد. این پژوهش بینش شایان توجهی از دسترسی آب شیرین را تحت تغییر شرایط اقلیمی آینده ارائه و راهبردهای سازگاری و کاهش تغییرات اقلیم را در این حوضه توسعه داده است.

۱-۲. اثر تغییر اقلیم بر فرسایش خاک و رسوب

نتایج برخی از تحقیقات در زمینهٔ اثر تغییر اقلیم در فرسایش خاک و تولید رسوب عبارت است از: افزایش ۲۷ درصدی رسوب سالانه در برزیل (Favis-Mortlock and Guerra., 1999) افزایش رواناب از ۱۰ به ۳۱۰ درصد و افزایش هدررفت خاک از ۳۳ به ۲۷۴ درصد در سال ۲۰۵۹–۲۰۴۰ در ایالت‌های مرکز و غرب آمریکا (O'Neal et al., 2005)، افزایش ۸۲–۱۸ درصدی هدررفت خاک در اوکلاهمای مرکزی (Zhang and Nearing., 2005)، افزایش رواناب و هدررفت خاک به‌ترتیب به میزان ۱۱۲ درصد و ۱۶۷–۳۱ درصد در ایستگاه چانگوو[9] چین (Zhang et al., 2009)، افزایش رواناب سالانه و هدررفت خاک به میزان ۹۲–۷۹ درصد و ۱۵۷–۱۲۷ درصد در آریزونای جنوبی آمریکا (Zhang et al., 2012)، افزایش دبی رودخانه در فصل مرطوب به همراه افزایش رسوبگذاری در حوضهٔ سونگ‌کائو در ویتنام (Phan et al., 2011)، تشدید فرسایش و رسوبدهی حوضه در زمستان به‌دلیل جابه‌جایی زمانی ذوب برف و کاهش سهم بارش به‌صورت برف در حوضهٔ کانونزویل[10] در آمریکا (Mukundan et al., 2013)، افزایش رسوبدهی به میزان ۹۲/۱ درصد در منطقهٔ خاک سیاه در شمال شرقی چین (Fang and Fan, 2021)، کاهش ۹۵ درصدی رسوبدهی حوضهٔ دهبار ایران در بهار و تابستان و افزایش ۳۴۰ درصدی آن در پاییز و زمستان

1. Lehner
2. Kusangaya
3. Komozep & Chung
4. Gebremeskel & Kebede
5. Werii
6. statistical downscaling model
7. Serur
8. Weyb
9. Changwu
10. Cannonsville

(شرفتی و همکاران، ۲۰۲۰) و افزایش فرسایش خاک در حوضهٔ لام فرا فلوئنگ[1] در تایلند در اثر افزایش شدت بارندگی ناشی از تغییرات اقلیمی (Sirikaew et al., 2020).

آناچ[2] و همکاران (۲۰۱۸) اثرهای تغییر اقلیم را بر رواناب و فرسایش خاک در مقیاس دامنه در سرادو[3] در برزیل برای سال‌های ۲۰۳۰، ۲۰۶۰ و ۲۰۹۰ پیش‌بینی کردند. نتایج حاکی از آن بود که تغییرات اقلیمی پیش‌بینی‌شده، تأثیر معنی‌داری بر رواناب و فرسایش خاک برای چهار کاربری اراضی آنالیزشده در این پژوهش ندارد. د هیپت[4] و همکاران (۲۰۱۹) اثرهای تغییر اقلیم و تغییر کاربری اراضی را بر منابع آب و فرسایش خاک در مناطق استوایی غرب آفریقا با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SHETRAN شبیه‌سازی کردند. نتایج شبیه‌سازی، افزایش آبدهی از ۲۴/۵ به ۴۶/۷ درصد و افزایش رسوبدهی از ۳۱/۱ تا ۵۴/۷ درصد بین دوره‌های ۲۰۰۵-۱۹۹۰ و ۲۰۲۰-۲۰۰۶ را نشان می‌دهد. تیان[5] و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به بررسی تأثیر تغییر اقلیم در فرایندهای هیدرولوژیکی حوضهٔ رودخانهٔ لهاسا در فلات چینگهای - تبت، بر اساس مدل SWAT پرداختند. نتایج نشان داد که بار رسوب و رواناب به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و این تغییرات اغلب در اثر افزایش دما ایجاد می‌شود.

۱-۳. اثر تغییر اقلیم بر محیط زیست

در چارچوب حقوق بین‌الملل محیط زیست، اثرهای تغییر اقلیم بر مبنای مشکلات عدیده زیست‌محیطی این گونه تبیین شده است:

الف: تغییرات اقلیمی، سبب گرمایش جهانی شده و متعاقباً اختلال و نوسان‌های آب‌وهوایی رخ داده است؛

ب: آلودگی‌های محیطی ناشی از دود و غبار تغییرات اقلیمی را تشدید کرده است؛

پ: پدیدهٔ ال‌نینو و تغییرات آب‌وهوایی مخاطرهٔ زیست‌محیطی خشکسالی را به‌همراه دارد؛

ت: ردپای زیستی بیانگر مقدار منابع مورد استفادهٔ هر شخص و سهم او در آلودگی است؛

ث: متوسط دمای جهان بین سال‌های ۱۸۶۶ تا ۱۹۶۶ بیش از ۱ درجه افزایش یافته و در سال‌های ۱۹۸۸، ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ بیشترین دما به ثبت رسیده است (Miles., 2008).

همچنین تغییرات اقلیمی موجب آلودگی میکروپلاستیک، مواد مغذی و رسوب معلق در دریاچه‌های اتروفیک می‌شود (Zhang et al., 2020). د اولیویرا[6] و همکاران (۲۰۲۰) تغییرات اقلیمی بلم[7] برزیل را از طریق آنالیز داده‌های هواشناسی توصیف کرند. نتایج نشان داد که در پی یک روند اقلیمی، منطقه در حال گرم‌تر و خشک‌تر شدن و وزش باد شدید است. همچنین این شهر افزایش بارندگی سالانه خود را تجربه کرده است که ممکن است ناشی از تغییرات جوی مربوط به فرایند شهرنشینی باشد. پالتینینو و چیتو[8] (۲۰۲۰) نشان دادند که تغییر اقلیم موجب به هم خوردن تعادل بین گلدهی درختان و گرده‌افشانی حشرات شده است.

دنگ[9] و همکاران (۲۰۲۰) اثر CO_2 اتمسفر بر عملکرد گیاهان را با فراتحلیل با استفاده از ۱۰۷ مقالهٔ منتخب بررسی کردند که نتایج ایشان نشان داد غلظت زیاد CO_2، عملکرد گیاهان را به‌طور کلی ۳۴ درصد افزایش داد، اما محتوای مادهٔ خشک را تحت تأثیر قرار نداد. افزایش CO_2، شاخص برداشت محصول را ۲۳ درصد افزایش داد، اما سبب افزایش ۸ درصدی ریشه نسبت به زیست‌توده شد. مارشال و راندهیر[10] (۲۰۰۸) از یک مدل شبیه‌سازی تغییر اقلیم برای ارزیابی پیامدهای احتمالی افزایش دما بر کمیت و کیفیت آب در مقیاس منطقه‌ای در حوزه آبخیز رودخانهٔ کنتیکت در نیوانگلند استفاده کردند. آنها پیش‌بینی کردند که تغییرات اقلیمی می‌تواند تأثیر چشمگیری در جریان رودخانه، بار بستر و رسوبگذاری مواد مغذی (ازت و فسفر) در یک حوزه آبخیز داشته باشد. تغییرپذیری جریان و آلاینده‌ها که ناشی از تغییرات اقلیمی است، پیامدهای مهمی در تأمین آب، کیفیت آب و

1. Lam Phra Phloeng
2. Anache
3. Cerado
4. De Hipt
5. Tian
6. de Oliveira
7. Belém
8. Paltineanu & Chitu
9. Dong
10. Marshall & Randhir

اکوسیستم‌های آبی یک حوزه آبخیز دارد. تأثیرات احتمالی این تغییرات شامل تأمین کمبود آب در فصول اوج تقاضای آب، افزایش پتانسیل اتروفیکیشن و تأثیر بر مهاجرت ماهی‌هاست.

بیشتر تحقیقات ارزیابی اثرهای تغییر اقلیم بر کمیت منابع آب و تغییرات الگوی زمانی متمرکز شده‌اند. در خصوص فرسایش و رسوب نیز که با پیچیدگی‌های بیشتری همراه است، بررسی تحقیقات خارجی نشان می‌دهد که اثر تغییر اقلیم بر اجزای چرخهٔ آب متنوع و منطقه‌ای است و به‌عبارتی اجرای پژوهش‌های مشابه در نقاط مختلف نمی‌تواند پاسخگوی نیاز تحقیقاتی کشورهای دیگر باشد. فرسایش خاک و تولید رسوب به‌دلیل تأثیرپذیری زیاد از وقایع حدی اقلیمی به‌شدت متأثر از تغییر اقلیم است. شواهد موجود نشان می‌دهد که اثر تغییر اقلیم بر فرسایش خاک و رسوب بیشتر از بارندگی و رواناب است.

تغییرات اقلیمی دگرگونی‌ای جهانی و پدیده‌ای خزنده است که تمام کرهٔ زمین را درگیر کرده است و با توجه به اینکه اثرهای آن به‌دلیل تدریجی بودن ملموس نیست، اگر اقدام راهبردی برای مقابله با اثرهای آن انجام نگیرد، در درازمدت دچار مشکل خواهیم شد. برنامه‌ریزی راهبردی، مأموریت‌های سازمانی را تعریف می‌کند و با اولویت‌بندی برنامه‌ریزی و تشخیص محدودهٔ تمرکز، برخورد منطقی با تغییرات محیطی را ممکن می‌سازد و مدیریت راهبردی، تدوین، اجرا و قاعده‌مندسازی تصمیم‌های متقابل و چندگانه را با دیدگاهی آینده‌نگر و با بررسی محیط داخلی و خارجی برای رسیدن به اهداف بلندمدت میسر می‌کند (David, 2011). در این زمینه اوزن قهرمان و کالیسکان[1] (۲۰۱۲) از روش تجزیه‌وتحلیل SWOT برای شناسایی راهبردهای توسعهٔ روستایی حوضهٔ رودخانهٔ توزلا استفاده کردند. آنها با استفاده از ماتریس کمّی برنامهٔ راهبردی، سه راهبرد برتر حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، توسعهٔ بخش گردشگری، کشاورزی و دام و بهبود منابع معاش را برای رفع این موانع مطرح کردند. سرینیواس[2] و همکاران (۲۰۱۸) به‌منظور مدیریت پایدار حوضهٔ رودخانهٔ گنگ در هندوستان، یک چارچوب پشتیبان تصمیم‌گیری را برای ارزیابی پایداری با ارتباط بین نقاط ضعف، نقاط قوت، فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) مبتنی بر یک رویکرد زمین‌آماری ارائه دادند. آنها نتیجه گرفتند که این مدل، توان و قدرت زیادی دارد و مدیران محیط زیست، برای برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار حوضهٔ رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، تالاب‌ها یا هر بخش آبی مهم جهان می‌توانند از آن بهره گیرند. سومیارسیح[3] و همکاران (۲۰۱۸) با به‌کارگیری تحلیل SWOT مدیریت پایدار راهبردی برای سامانهٔ انتقال آب در اندونزی بررسی کردند و دریافتند اولویت با راهبردهایی است که در آنها عوامل فرصت و نقاط قوت برای حل مشکلات ضعف و تهدیدها به‌کار برده می‌شوند.

۲. روش‌شناسی

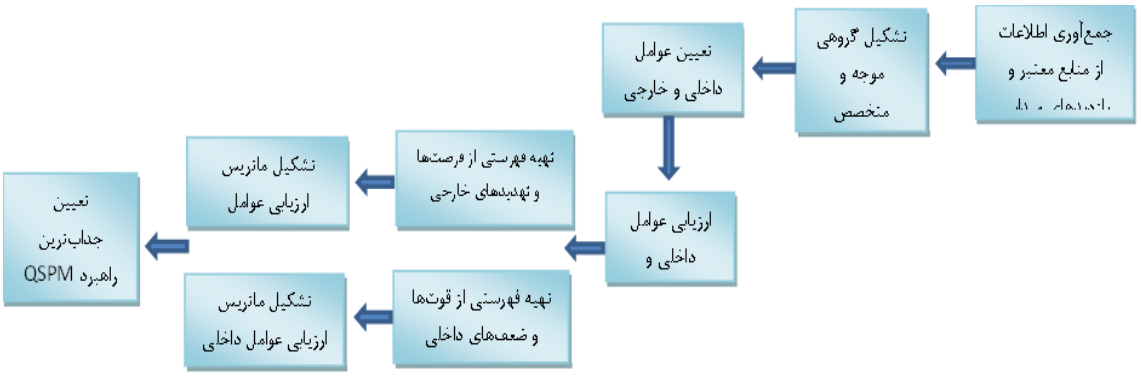
روش تحقیق این پژوهش کاربردی و پژوهش در چارچوب توصیفی- تحلیلی است. این پژوهش طی مراحلی پیوسته شامل ۱. بررسی و شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید مبتنی بر اثرهای تغییرات اقلیمی از طریق مرور منابع و مصاحبهٔ حضوری و استفاده از دیدگاه استادان دانشگاه، متخصصان و خبرگان امر؛ ۲. فهرست‌بندی عوامل داخلی و خارجی مؤثر؛ ۳. طراحی ماتریس SWOT برای این عوامل؛ و ۴. استفاده از ماتریس برنامه‌ریزی راهبردی کمّی QSPM برای اولویت‌بندی راهبردها و پیوند عوامل درونی و بیرونی انجام گرفت. این ماتریس برای ارزیابی امکان‌پذیری و پایداری راهکارهای پیشنهادی در مواجهه با شرایط محیطی و وضع موجود است که در ادامه به توضیح آن پرداخته می‌شود.

۲-۱. تکنیک یا ماتریس SWOT

در این تحقیق، در گام نخست، عوامل محیطی داخلی و خارجی بررسی و شناسایی شد. گام دوم تحلیل و ارزیابی عوامل داخلی و خارجی و تعیین راهبردها با استفاده از ماتریس SWOT بود. در واقع با مقایسهٔ نقاط قوت و فرصت راهبرد تهاجمی یا توسعه‌ای (SO)، با استفاده از نقاط ضعف و فرصت، راهبرد بهبود مستمر یا محافظه‌کارانه (WO)، با مقایسهٔ نقاط ضعف و تهدید راهبرد تدافعی یا کاهشی (WT) و با مقایسهٔ نقاط قوت و تهدید راهبرد بهبود تدریجی (ST)، مشخص شد. پس از این گام‌ها، مرحلهٔ

1. Ozozen Kahraman & Caliskan
2. Srinivas
3. Sumiarsih

نهایی اولویت راهبردهای منتخب با تشکیل ماتریس برنامه‌ریزی کمّی راهبردی (QSPM) تعیین شد. شکل ۱ نمودار جریانی مراحل کار را برای تعیین موقعیت راهبردی به روش SWOT نشان می‌دهد.



شکل ۱. نمودار جریانی مراحل کار

مدل SWOT یکی از مدل‌هایی است که امروزه با اولویت‌بندی معیارها در راستای مدیریت راهبردی عمل می‌کند. واژهٔ SWOT از سرواژهٔ عبارات قوت[1]، ضعف[2]، فرصت[3] و تهدید[4] ایجاد شده است. برتری مدل SWOT بر دیگر ماتریس‌ها و مدل‌ها ریشه در جامعیت، انعطاف‌پذیری، سرعت و سهولت استفاده از این مدل دارد. تکنیک یا ماتریس SWOT، ابزاری برای شناخت تهدیدها و فرصت‌های موجود در محیط خارجی یک سیستم و بازشناسی ضعف‌ها و قوت‌های داخلی آن به‌منظور سنجش وضعیت و تدوین راهبرد برای هدایت و کنترل آن سیستم است. این روش نتیجهٔ مستقیم مدل دانشکدهٔ تجاری هاروارد است. در واقع این روش بهترین راهبرد برای سازمان‌ها و ابزاری ارزشمند برای تحلیل‌های راهبردی است.

ماتریس ارزیابی عوامل خارجی و داخلی براساس جدول ۱ شرح می‌شود (David, 2011):

ستون اول ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، شامل فرصت‌ها و تهدیدهاست. در دومین ستون به عوامل راهبردی بر اساس میزان اهمیت و حساسیت، عددی بین ۱ تا ۱۰ اختصاص داده می‌شود. تخصیص ضرایب باید به‌گونه‌ای باشد که مجموع ضرایب ۱ شود. به این منظور این وزن‌ها نرمالیزه خواهند شد. در ستون سوم برحسب میزان آمادگی موجود یا مقابله با عامل خارجی به هر عامل، رتبه‌ای بین ۱ تا ۴ اختصاص داده می‌شود. ۴ فرصتی طلایی و ۱ تهدیدی مخرب است. ستون چهارم نیز نمرهٔ هر عامل را مشخص می‌کند که حاصل‌ضرب ستون‌های دوم و سوم است. اگر جمع امتیاز نهایی (نمرهٔ جذابیت) بیشتر از ۲/۵ شود، سازمان فرصت‌های بیشتری را در مقایسه با تهدیدها پیش رو خواهد داشت. در غیر این‌صورت تهدیدها جدی‌تر از فرصت‌ها خواهند بود. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی هم مشابه عوامل خارجی است. فقط در ستون سوم، برای رتبه‌بندی عوامل، عدد ۴ قوت عالی و ۱ ضعف بحرانی محسوب می‌شود. مشابه ماتریس پیشین اگر جمع کل امتیاز نهایی بیشتر از ۲/۵ شود، قوت‌ها بر ضعف‌ها غلبه خواهند داشت. در غیر این‌صورت نقاط ضعف سازمان بر قوت‌ها برتری دارند.

جدول ۱. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی در مدل SWOT

عوامل خارجی	ضریب اهمیت نسبی	رتبه	نمره	عوامل داخلی	ضریب اهمیت نسبی	رتبه	نمره
فرصت‌ها				نقاط قوت			
تهدیدها				نقاط ضعف			
مجموع	∑=1		1<x<4	مجموع	∑=1		1<x<4

1. Strength
2. Weakness
3. Opportunity
4. Threat

۲-۲. ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی QSPM

یکی از روش‌ها و فنون ارزیابی، پایش و نظارت برای تحقق راهبرد (استراتژی) استفاده از ماتریس کمّی برنامه‌ریزی راهبردی است. در این روش که در بسیاری از پژوهش‌های مربوط به مدیریت و برنامه‌ریزی راهبردی استفاده می‌شود مشخص می‌شود که کدام یک از گزینه‌های راهبردی انتخاب‌شده امکان‌پذیر است و در واقع این روش، راهبردها را اولویت‌بندی می‌کند. این ماتریس از اطلاعات به‌دست‌آمده در مراحل مختلف مدیریت و برنامه‌ریزی راهبردی و راهبردی استفاده می‌کند و مانند دیگر روش‌های راهبردی نیازمند قضاوت خوب، خبرگی و آگاهی است. ماتریس کمّی برنامه‌ریزی راهبردی برای ارزیابی امکان‌پذیری و پایداری راهکارهای پیشنهادی در مواجهه با شرایط محیطی و وضع موجود است. جدول ۲ انتخاب بهترین راهبرد را با استفاده از ماتریس ارزیابی کمی (QSPM) تشریح می‌کند.

جدول ۲. ماتریس ارزیابی کمی (QSPM) برای تعیین جذاب‌ترین راهبرد

SWOT	نقاط قوت S	نقاط ضعف W
فرصت‌ها O	راهبردهای SO- سیاست‌های تهاجمی (توسعه)	راهبردهای WO- سیاست‌های بهبود مستمر (محافظه‌کارانه)
تهدیدها T	راهبردهای ST- سیاست‌های تغییر تدریجی رقابتی	راهبرد WT- سیاست‌های تدافعی (کاهشی)

با ترکیب عوامل داخلی و خارجی چهار نوع راهبرد ایجاد می‌شوند. برای تجزیه‌وتحلیل هم‌زمان محیط داخلی و خارجی از ماتریس ارزیابی کمی (QSPM) استفاده می‌شود. به این منظور، جمع نمره‌های حاصل از ارزیابی عوامل داخلی و خارجی در محورهای افقی و عمودی این ماتریس قرار داده می‌شوند تا رویکرد مطلوب معین شود. به‌طور معمول از یک ماتریس چهارخانه استفاده می‌شود که از تناظر نزدیکی با ماتریس برخوردار است. بر مبنای نمره‌های به‌دست‌آمده از مجموع عوامل داخلی و خارجی، راهبرد منتخب در یکی از چهار موقعیت WT، WO، SO و ST قرار می‌گیرند و بر اساس آن جذاب‌ترین راهبرد مشخص می‌شود (David, 2011).

۳. یافته‌های پژوهش

عوامل تأثیرگذار داخلی و خارجی با مرور منابع، هم‌اندیشی و مصاحبهٔ حضوری با استادان دانشگاه و متخصصان حوضه تعیین شد. جدول ۳ نشان‌دهندهٔ عوامل داخلی ماتریس SWOT شامل نقاط قوت و نقاط ضعف در خصوص تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان است. با توجه به نتایج، تعداد نه نقطهٔ قوت شناسایی شد که به‌طور کلی شامل دریافت انرژی‌های بیشتر و کشف منابع جدید است. همچنین هفت نقطه ضعف نیز شناسایی شد که در رأس آن گرمایش جهانی و اثرهای ناشی از آن به‌همراه بی‌نظمی‌های اقلیمی و کمبود آب قرار دارد.

جدول ۳. عوامل داخلی تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان

		عوامل داخلی
نقاط قوت S	S1	افزایش حجم رواناب دریافتی در فصول پرباران
	S2	دریافت بیشتر انرژی خورشید
	S3	افزایش سرعت باد
	S4	افزایش انرژی امواج اقیانوس‌ها
	S5	ایجاد میلیون‌ها هکتار اراضی در سرزمین‌های قطبی
	S6	ایجاد منابع آب شیرین از ذوب شدن برف‌ها
	S7	باز شدن مسیر آبی تجارت جهانی از اقیانوس منجمد شمالی
	S8	کشف منابع جدید نفت و گاز در زیر اقیانوس منجمد شمالی
	S9	کشف جزایر جدید در منطقه غنی از انرژی اقیانوس منجمد شمالی
نقاط ضعف W	W1	افزایش دما و گرمایش جهانی
	W2	کاهش بارش برف و حجم توده‌های برفی
	W3	کاهش آب در دسترس در فصول خشک
	W4	افزایش وقایع حدی اقلیمی (رگبار، توفان)
	W5	بی‌نظمی در پدیده‌های آب و هوایی (نوع و زمان بارش‌ها)
	W6	افزایش تبخیر و تعرق
	W7	افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو

براساس یافته‌های تحقیق، هفت فرصت برای تأثیر تغییرات اقلیمی شناسایی شد که می‌توان به ارتقای فناوری‌های نوین در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش عملکرد گیاهان و امکان استفاده از منابع کمیاب در اقیانوس منجمد شمالی اشاره کرد. در ادامه ۲۳ تهدید شناسایی شد که بیشتر آنها ناشی از بر هم خوردن نظم و تعادل عوامل طبیعی جهان است. همچنین از دیگر تهدیدهای تغییر اقلیم می‌توان به ایجاد مشکلات زیست‌محیطی، به خطر افتادن امنیت و بروز مشکلات اجتماعی مختلف اشاره کرد. جدول ۴ عوامل خارجی ماتریس SWOT شامل فرصت‌ها و تهدیدهای به‌وجودآمده از تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان را نشان می‌دهد.

جدول ۴. عوامل خارجی تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان

فرصت‌ها O	O1	امکان ذخیرهٔ حجم زیاد رواناب در فصول پرباران
	O2	ارتقای فناوری‌های نوین در نیروگاه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر خورشیدی
	O3	ارتقای فناوری‌های نوین در دانش نیروگاه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر امواج دریا
	O4	ارتقای فناوری‌های نوین در دانش نیروگاه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر باد
	O5	افزایش عملکرد گیاهان بر اثر غلظت زیاد CO_2
	O6	امکان کشت دوم برخی محصولات با توجه به تغییر رژیم دمایی و کاهش یا حذف روزهای یخبندان در برخی مناطق
	O7	امکان استفاده از گنجینهٔ بالقوهٔ گاز طبیعی و مواد معدنی کمیاب در اقیانوس منجمد شمالی
تهدیدها T	T1	بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها و زیر آب رفتن بعضی از شهرها
	T2	تبخیر زیاد آب دریاچه‌ها و سدها
	T3	خشکسالی ناشی از تغییر اقلیم
	T4	ایجاد فشار شدید بر اوج تقاضا برای نیروی برق‌آبی در ماه‌های تابستان
	T5	کاهش حجم و کیفیت آب‌های زیرزمینی
	T6	افزایش فرسایش خاک و رسوبگذاری در حوضه‌ها
	T7	کاهش کیفیت آب آشامیدنی
	T8	آلودگی هوا
	T9	خفگی تالاب‌ها در اثر آلودگی مواد مغذی و رسوب معلق
	T10	توفان‌های شنی و ایجاد گردوغبار
	T11	افزایش وقایع سیلاب در فصل بارش
	T12	تنزل منابع محیط زیستی مانند حیات وحش، ساحل‌ها، اکوسیستم‌های موجود و مناظر زیبا
	T13	از دست رفتن تنوع زیستی
	T14	به هم خوردن خواب زمستانی گیاهان و جانوران
	T15	افزایش آفات و بیماری‌ها در رویشگاه‌ها و منابع طبیعی و باغ‌ها
	T16	ایجاد شرایط مناسب برای رشد حشرات بیماری‌زا مانند پشهٔ مالاریا
	T17	به هم خوردن تعادل بین گلدهی گیاهان و گرده‌افشانی حشرات
	T18	ناهنجاری اقلیمی مثل پدیدهٔ ال‌نینو
	T19	افزایش مخاطرهٔ آتش‌سوزی
	T20	افزایش احتمال وقوع زلزله
	T21	به خطر افتادن امنیت بین‌المللی
	T22	به خطر افتادن امنیت غذایی (بروز قحطی و ناآرامی‌های اجتماعی)
	T23	مهاجرت مردم از مناطق آسیب‌دیده و به‌تبع آن بروز ناهنجاری‌های اجتماعی

پس از مشخص شدن عوامل داخلی و خارجی اثرهای تغییر اقلیم، با توجه به میزان اهمیت و حساسیت این عوامل، ضریبی بین صفر و ۱ به هر کدام از آنها اختصاص داده شد. سپس بر اساس وضع موجود هر عامل که چقدر می‌تواند مفید یا مضر باشد رتبه‌ای بین ۱ تا ۴ اختصاص داده شد. در نهایت با حاصل‌ضرب رتبه و ضریب اهمیت، نمرهٔ هر عامل مشخص شد. جدول ۵ امتیاز نهایی عوامل داخلی تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان را نشان می‌دهد. با توجه با نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۵ مشخص شد که مجموع نمره‌های عوامل داخلی برابر با ۲/۶۶ (بیشتر از ۲/۵) است که نشان‌دهندهٔ نقاط قوت قوی‌تر در مقایسه با نقاط ضعف است.

ارزیابی عوامل خارجی اثرهای تغییر اقلیم هم مانند عوامل داخلی آن مشخص می‌شود؛ با این تفاوت که به‌جای نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۶ مشخص شد که مجموع نمره‌های عوامل خارجی برابر با ۱/۹۴ (کمتر از ۲/۵) است که نشان‌دهندهٔ غلبهٔ تهدیدها در مقابله با فرصت‌های به‌وجود آمده است.

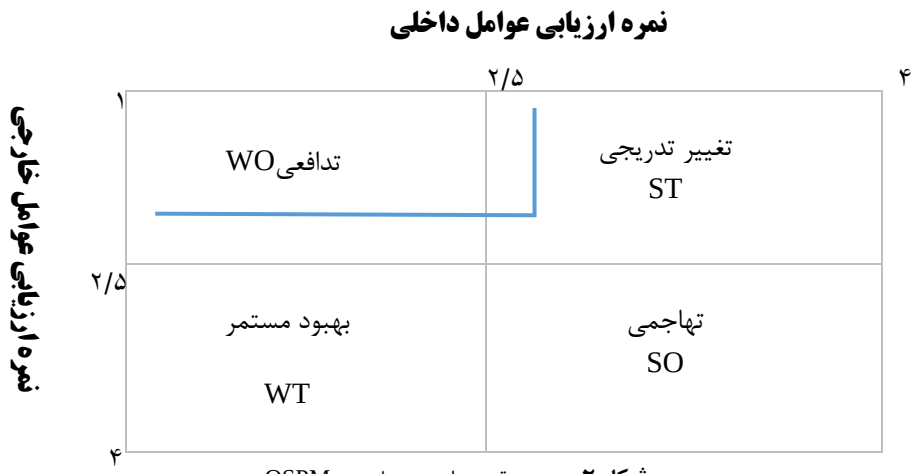
جدول ۵. امتیاز نهایی عوامل داخلی تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان

عوامل	ضریب اهمیت نسبی	رتبه	نمره
S1	۰/۰۶۶	۳/۵۵	۰/۲۳
S2	۰/۰۷۳	۳/۹	۰/۲۹
S3	۰/۰۶۷	۳/۶	۰/۲۴
S4	۰/۰۵۸	۳/۴	۰/۲
S5	۰/۰۶۸	۰/۷۵	۰/۲۵
S6	۰/۰۵۷	۳/۱	۰/۱۸
S7	۰/۰۶۱	۳/۴۵	۰/۲۱
S8	۰/۰۶۹	۳/۸	۰/۲۶
S9	۰/۰۴۵	۳	۰/۱۳
W1	۰/۰۶۹	۱/۲۵	۰/۰۹
W2	۰/۰۶۴	۱/۴۵	۰/۰۹
W3	۰/۰۶۵	۱/۵	۰/۱
W4	۰/۰۶۵	۱/۵	۰/۱
W5	۰/۰۵۷	۰/۷۵	۰/۱
W6	۰/۰۵۳	۱/۵۵	۰/۰۸
W7	۰/۰۶۱	۱/۶	۰/۱
مجموع	۱		۲/۶۶

جدول ۶. امتیاز نهایی عوامل خارجی تأثیر تغییرات اقلیمی در جهان

عوامل	ضریب اهمیت نسبی	رتبه	نمره
O1	۰/۰۳۴	۳/۵	۰/۱۲
O2	۰/۰۳۹	۳/۹	۰/۱۵
O3	۰/۰۳۴	۳/۴۵	۰/۱۲
O4	۰/۰۳۵	۳/۶۵	۰/۱۳
O5	۰/۰۳۱	۳/۳	۰/۱
O6	۰/۰۳۶	۳/۶	۰/۱۳
O7	۰/۰۳۷	۳/۷۵	۰/۱۴
T1	۰/۰۳۷	۱/۲	۰/۰۴
T2	۰/۰۲۶	۲	۰/۰۵
T3	۰/۰۳۸	۱/۱۵	۰/۰۴
T4	۰/۰۳۳	۱/۴	۰/۰۵
T5	۰/۰۳۳	۱/۳۵	۰/۰۵
T6	۰/۰۳۳	۱/۳	۰/۰۴
T7	۰/۰۳۲	۱/۵۵	۰/۰۵
T8	۰/۰۳۶	۱/۱۵	۰/۰۴
T9	۰/۰۳۳	۱/۶۵	۰/۰۵
T10	۰/۰۳۶	۱/۴	۰/۰۵
T11	۰/۰۳۷	۱/۲	۰/۰۴
T12	۰/۰۳۲	۱/۳	۰/۰۴
T13	۰/۰۳۴	۱/۱۵	۰/۰۴
T14	۰/۰۲۲	۱/۹	۰/۰۴
T15	۰/۰۲۸	۱/۷	۰/۰۵
T16	۰/۰۲۹	۰/۷۵	۰/۰۵
T17	۰/۰۲۶	۱/۸	۰/۰۵
T18	۰/۰۳۱	۱/۵	۰/۰۵
T19	۰/۰۳۲	۱/۴۵	۰/۰۵
T20	۰/۰۳۳	۱/۳	۰/۰۴
T21	۰/۰۳۷	۱/۱	۰/۰۴
T22	۰/۰۳۹	۱/۱	۰/۰۴
T23	۰/۰۳۶	۱/۳	۰/۰۵
مجموع	۱		۱/۹۴

با به‌دست آمدن امتیاز نهایی هریک از عوامل داخلی و خارجی، می‌توان با ترکیب این عوامل و قرار دادن جمع نمره‌های حاصل از ارزیابی آنها در محورهای افقی و عمودی ماتریس QSPM، موقعیت و نوع راهبرد را مشخص کرد. شکل ۲ ماتریس چهارخانهٔ QSPM را نشان می‌دهد که براساس برتری نقاط قوت نسبت به نقاط ضعف و غلبهٔ تهدیدها به فرصت‌ها استفاده از راهبرد تغییر تدریجی (ST) را پیشنهاد می‌کند که البته بسیار نزدیک به راهبردهای تدافعی یا کاهشی نیز است.



شکل ۲. تعیین موقعیت راهبردی ماتریس QSPM

بر این اساس راهبردهای سازگاری با تغییر اقلیم تعیین شد که به‌شرح زیر است:

۱. توسعهٔ آبخیزداری و مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز و تنظیم آن با توجه تغییرات اقلیمی؛
۲. تقویت هم‌افزایی بین نهادهای مسئول آبخیزداری و نهادهای مسئول مدیریت و سازگاری با تغییر اقلیم؛
۳. ایجاد حکمرانی منابع طبیعی بر بنیان سرمایهٔ اجتماعی؛
٤. بومی‌سازی شاخص‌های حکمرانی منابع طبیعی بر اساس شرایط هر جامعه در جهت رسیدن به پایداری اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی؛
٥. جلوگیری و منع اقدامات جنگل‌زدایی؛
٦. کاشت درخت و جنگلداری؛
۷. به‌کارگیری سیستم آگروفارستری به‌منظور دستیابی به سیستم پایدار در برابر تغییرات اقلیمی؛
۸. اجرای پروژه‌های پخش سیلاب و استحصال رواناب به‌منظور تغذیه سفره‌های زیرزمینی و رفع مشکل کمبود آب در فصل خشکی؛
۹. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشید، باد، زمین‌گرمایی، امواج و سوخت‌های زیستی)؛
۱۰. بهینه‌سازی سیستم کشاورزی برای کاهش مصرف آب‌های زیرزمینی به‌ویژه حفر چاه‌های عمیق؛
۱۱. کاشت گیاهانی که موجب بهبود وضعیت خاک و تثبیت رطوبت خاک می‌شوند؛
۱۲. سرمایه‌گذاری برای بازیافت پسماندها و استفادهٔ مجدد از آنها برای مصرف سوخت؛
۱۳. برآورد رد پای کربن در هر صنعت برای تولید کالاهای کم‌کربن و در نتیجهٔ پیشبرد اقتصاد کم‌کربن؛
۱٤. جذب و ذخیرهٔ کربن توسط تالاب‌ها؛
۱٥. مدیریت یکپارچهٔ حوزه‌های آبخیز در سطح بین‌المللی؛
۱٦. اجرای توافق‌نامه‌های بین‌المللی دربارهٔ مناقشات بر سر منابع زیستی.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در زمینهٔ تغییر اقلیم قوت‌ها بیشتر شامل مزیت‌های طبیعی از قبیل انرژی خورشید، باد، امواج و ... و همچنین منابع طبیعی که با ذوب شدن یخ‌ها در دسترس قرار می‌گیرند است. همچنین در بین عوامل ضعف، برخی عوامل طبیعی مثل گرمایش جهانی،

آلودگی هوا و رخ دادن وقایع حدی بارش تأثیرگذار بوده است. فرصت‌ها بیشتر شامل ارتقای فناوری‌های نوین در نیروگاه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و امکان استفاده از گنجینهٔ بالقوهٔ گاز طبیعی و مواد معدنی کمیاب در اقیانوس منجمد شمالی است. تهدیدها اغلب از نوع بلایای طبیعی از قبیل سیل، توفان، آتش‌سوزی، زلزله، خشکسالی، زیر آب رفتن برخی شهرها و بروز مشکلات زیست‌محیطی و همچنین مشکلات اجتماعی مثل فقر، مهاجرت و بروز قحطی و ناآرامی‌های اجتماعی و مشکلات بهداشتی و در نهایت به خطر افتادن امنیت بین‌المللی است. انتخاب راهبرد تغییر تدریجی به این معناست که باید با استفاده از نقاط قوت داخلی موجود، تهدیدهای خارجی را برطرف کرد. بنابراین راهبردهای استخراج‌شده از ماتریس SWOT رویکرد مدیریتی دارند که اهداف اصلی این راهبردها توسعهٔ حکمرانی منابع طبیعی و آبخیزداری با هدف سازگاری با تغییر اقلیم است.

رویکرد مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز در سطح جهانی برای مدیریت منابع طبیعی به‌کار گرفته شده است. تغییر اقلیم امروزه موضوع مهمی است که انطباق در قوانین و سیاست‌های حاکم بر مدیریت یکپارچه را ضروری می‌کند. در نتیجه، مدل‌ها و نوآوری‌های جدیدی برای بهبود رویکرد مدیریت یکپارچه در جنبه‌های متعدد ضرورت دارد. رویکرد سازگاری با تغییر اقلیم باید به‌طور کل‌نگر انجام گیرد؛ به این معنا که اولویت دادن به هماهنگی و مشارکت هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی انجام گیرد. افزون‌بر این ازآنجا که مشکلات متعددی در مدیریت حوزه‌های آبخیز فرامرزی وجود دارد، یافتن راه‌حل چنین مشکلاتی منوط به داشتن برنامه‌ریزی، اجرا، نظارت و ارزیابی همه‌جانبهٔ کشورهای دخیل است. یکی از موانع مهم در به‌کارگیری مدیریت جامع برای مدیریت منابع طبیعی و سازگاری با تغییر اقلیم، ناهماهنگی بین نهادهای مسئول مدیریت آبخیزداری و نهادهای مسئول سازگاری با تغییرات اقلیمی است. در این زمینه با تقویت هم‌افزایی بین این نهادها می‌توان مدیریت جامع را با رسیدگی به مشکلات تخریب حوضه‌های آبخیز و تأثیر تغییر اقلیم به‌طور همزمان در یک پروژه بهبود بخشید. همچنین با توجه به گسترگی نظام منابع طبیعی، دولت‌ها نمی‌توانند به‌تنهایی در عرصه‌های منابع طبیعی برنامه‌ریزی و مدیریت داشته باشند، بلکه جوامع محلی که تأثیرگذارترین قشر بر این عرصه‌ها هستند، باید در تصمیم‌گیری‌ها سهیم باشند. به‌طور کلی زیاد بودن اعتماد و مشارکت در بین بهره‌برداران سبب افزایش تراکم و انسجام اجتماعی و تسریع در تحقق سرمایهٔ اجتماعی شبکه ذی‌نفعان محلی خواهد شد و در نتیجه حکمرانی منابع طبیعی به‌شکلی مطلوب تحقق خواهد یافت. نتایج تحقیقات مختلف نیز مؤید این مطلب است (قربانی و همکاران، ۲۰۱۸؛ باقری و شهبازی، ۲۰۱۰)

در عین‌حال، اقدامات سازگاری با تغییر اقلیم را می‌توان در درجهٔ اول از طریق تنوع محصول، کشت مجدد و سازگاری اجتماعی– اقتصادی انجام داد. سیستم اگروفارستری، رویکردی مفید در سازگاری با اثرهای تغییر اقلیم است که می‌تواند الزامات پایداری اکولوژیکی و اقتصادی را برآورده کند. سیستم اگروفارستری عملکردهای هیدرولوژیکی را حفظ می‌کند و بهبود می‌بخشد، انتشار دی‌اکسید کربن را از طریق تجمع کربن در پوشش گیاهی و خاک کاهش می‌دهد و درآمد جامعه را از طریق محصولات کشاورزی، شیلات و دام افزایش می‌دهد.

سازگاری با تغییرات اقلیمی مرتبط با مدیریت جامع باید دولت‌ها را در همه سطوح درگیر کند. تقویت نقش فعال روستاها و دولت‌های محلی با حمایت دولت مرکزی و سایر ذی‌نفعان می‌تواند حکمرانی برای مدیریت یکپارچهٔ سازگار با تغییرات اقلیمی در نظر گرفته شود. برای دستیابی به نقطهٔ تلاقی بین نیازهای جامعه و برنامه‌های دولتی، مدیریت جامع را می‌توان با ترکیبی از رویکردهای پایین به بالا و از بالا به پایین اجرا کرد. رویکرد از پایین به بالا می‌تواند خواسته‌های جوامع محلی را برآورده کند، درحالی که رویکرد از بالا به پایین می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای برنامه‌های دولت عمل کند. از این‌رو مدیریت جامع حوضه‌های آبخیز رهیافتی جامع در مواجهه با تغییر اقلیم در بیشتر کشورها است که با ارائهٔ راهکارهای مؤثر، امکان تعدیل تغییر اقلیم و از سوی دیگر زمینهٔ سازگاری با اثرهای تغییر اقلیم را فراهم می‌آورد.

References

Anache, J. A., Flanagan, D. C., Srivastava, A., & Wendland, E. C. (2018). Land use and climate change impacts on runoff and soil erosion at the hillslope scale in the Brazilian Cerrado. *Science of the Total Environment*, 622, 140-151.

Bagheri, A. R., Shahbazi, M. (2010). Good governance in local management with an emphasis on social capital Tehran, neighborhood councils, *Conference on the rights and duties of citizenship and community management*, Tehran, (In Persian).

Basuki, T. M., Nugroho, H. Y. S. H., Indrajaya, Y., Pramono, I. B., Nugroho, N. P., Supangat, A. B., ... & Simarmata, D. P. (2022). Improvement of Integrated Watershed Management in Indonesia for Mitigation and Adaptation to Climate Change: A Review. *Sustainability*, 14(16), 9997.

Chang, H., & Jung, I. W. (2010). Spatial and temporal changes in runoff caused by climate change in a complex large river basin in Oregon. *Journal of Hydrology*, 388(3-4), 186-207.

David, Fred R. (2011), Strategic management: concepts and cases, Prentice Hall, 13th ed, 172- 352.

De Hipt, F. O., Diekkrüger, B., Steup, G., Yira, Y., Hoffmann, T., Rode, M., & Näschen, K. (2019). Modeling the effect of land use and climate change on water resources and soil erosion in a tropical West African catch-ment (Dano, Burkina Faso) using SHETRAN. *Science of the Total Environment*, 653, 431-445.

De Oliveira, J.V., Cohen, J.C.P., Pimentel, M., Tourinho, H.L.Z., Lôbo, M.O., Sodré, G., & Abdala, A. (2020). Urban climate and environmental perception about climate change in Belém, Pará, Brazil. *Urban Climate*, 31, 100579.

Dong, J., Gruda, N., Li, X., Tang, Y., Zhang, P., & Duan, Z. (2020). Sustainable vegetable production under changing climate: The impact of elevated CO2 on yield of vegetables and the interactions with environments-A review. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119920.

Ebrahimi, F., Ghorbani, M., Salajeghe, A., Alambaigi, A., & Fahmi, H. (2019). Social Network, Joint Image Building and Adaptation toward Water Governance (Case Study: Taleghan Watershed). *Journal of Watershed Management Research*, 10(20), 201-211. (In Persian).

EEA, 2010, The European environment state and outlook 2010: Thematic assessment adapting to climate change, *European Environment Agency*.

Fang, H., & Fan, Z. (2021). Impacts of climate and land use changes on water and sediment yields for the black soil region, northeastern China. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 6259-6278.

Favis-Mortlock, D. T., & Guerra, A. J. (1999). The implications of general circulation model estimates of rainfall for future erosion: a case study from Brazil. *Catena*, 37(3-4), 329-354.

Gaaloul, N., Eslamian, S. A. E. I. D., & Katlance, R. (2021). Impacts of climate change and water resources management in the southern mediterranean countries. *Water Productivity Journal*, 1(1), 51-72.

Gebremeskel, G., & Kebede, A. (2018). Estimating the effect of climate change on water resources: Integrated use of climate and hydrological models in the Werii watershed of the Tekeze river basin, Northern Ethiopia. *Agriculture and Natural Resources*, 52(2), 195-207.

Ghaemi, A., Larijani, M., Shobeiri, S. M., & Sarmadi, M. (2017). A Conceptual Model for the Sustainable Governance of Integrated Management of National Water Resources with a Focus on Training and Capacity Building. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab*, 28(4), 112-117. (In Persian).

Ghorbani, M. Avazpur, L. yusefi, M., & Heydari Kohanali, S. (2018). Evaluating the structural characteristics of the social capital of the network of local stakeholders in the direction of participatory governance of natural resources (study area: Sarayan city, South Khorasan province). *Journal of Range and Watershed Management*, 71(1): 241-252. (In Persian).

Hamududu, B. H., & Ngoma, H. (2020). Impacts of climate change on water resources availability in Zambia: implications for irrigation development. *Environment, Development and Sustainability*, 22(4), 2817-2838.

Hipel, K. W., Kilgour, D. M., & Kinsara, R. A. (2014). Strategic investigations of water conflicts in the Middle East. *Group Decision and Negotiation*, 23, 355-376.

IPCC, [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. (2014). "Syn-thesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assess-ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". *IPCC. Swit-zerland. 151*.

Jahan, H., Rahman, M. W., Islam, M. S., Rezwan-Al-Ramim, A., Tuhin, M. M. U. J., & Hossain, M. E. (2022). Adoption of agroforestry practices in Bangladesh as a climate change mitigation option: Investment, drivers, and SWOT analysis perspectives. *Environmental Challenges*, 7, 100509.

Jung, I. W., & Chang, H. (2011). Assessment of future runoff trends under multiple climate change scenarios in the Willamette River Basin, Oregon, USA. *Hydrological processes*, 25(2), 258-277.

Kusangaya, S., Warburton, M. L., Van Garderen, E. A., & Jewitt, G. P. (2014). Impacts of climate change on water resources in southern Africa: A review. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts a/b/c*, 67, 47-54.

Lehner, B., Döll, P., Alcamo, J., Henrichs, T., & Kaspar, F. (2006). Estimating the impact of global change on flood and drought risks in Europe: a continental, integrated analysis. *Climatic Change*, 75, 273-299.

Li, Z., Li, X., Wang, Y., & Quiring, S. M. (2019). Impact of climate change on precipitation patterns in Houston, Texas, USA. *Anthropocene*, 25, 100193.

Marshall, E., & Randhir, T. (2008). Effect of climate change on watershed system: a regional analysis. *Climatic Change*, 89(3-4), 263-280.

Maurer, E. P., Brekke, L. D., & Pruitt, T. (2010). Contrasting Lumped and Distributed Hydrology Models for Estimating Climate Change Impacts on California Watersheds 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 46(5), 1024-1035.

Merritt, W. S., Alila, Y., Barton, M., Taylor, B., Cohen, S., & Neilsen, D. (2006). Hydrologic response to scenarios of climate change in sub watersheds of the Okanagan basin, British Columbia. *Journal of Hydrology*, 326(1-4), 79-108.

Mengistu, D., Bewket, W., Dosio, A., & Panitz, H. J. (2021). Climate change impacts on water resources in the upper blue nile (Abay) river basin, ethiopia. *Journal of Hydrology*, 592, 125614.

Miles, K (2008) International Investment Law and Climate Change: Issues in the Transition to a Low Carbon World, paper presented at New Horizons of International Economic Law, The Inaugural Conference of the Society of International Economic Law, Geneva, Switzerland, July, 27-32.

Montenegro, A., & Ragab, R. (2010). Hydrological response of a Brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study. *Hydrological Processes*, 24(19), 2705-2723.

Mukundan, R., Pradhanang, S. M., Schneiderman, E. M., Pierson, D. C., Anandhi, A., Zion, M. S., ... & Steenhuis, T. S. (2013). Suspended sediment source areas and future climate impact on soil erosion and sediment yield in a New York City water supply watershed, USA. *Geomorphology*, 183, 110-119.

Natalia, P., Silvia, F., Silvina, S., & Miguel, P. (2020). Climate change in northern Patagonia: critical decrease in water resources. *Theoretical and Applied Climatology*, 140(3-4), 807-822.

Oka, K., Mizutani, W., & Ashina, S. (2020). Climate change impacts on potential solar energy production: A study case in Fukushima, Japan. *Renewable Energy*, 153, 249-260.

Omprakash, M.D. (2016). Adaptation through Watershed Management in the Changing Climate. *Global NEST Journal*, 18(1), 11-24.

O'Neal, M. R., Nearing, M. A., Vining, R. C., Southworth, J., & Pfeifer, R. A. (2005). Climate change impacts on soil erosion in Midwest United States with changes in crop management. *Catena*, 61(2-3), 165-184.

Özözen Kahraman S., & Çalışkan, V. (2012). Suggestions on Rural Development for Tuzla River Basin (NW Turkey). *Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks* 4(3), 221-235.

Paltineanu, C., & Chitu, E. (2020). Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment. *Scientia Horticulturae*, 261, 109011.

Phan, D. B., Wu, C. C., & Hsieh, S. C. (2011). Impact of climate change on stream discharge and sediment yield in Northern Viet Nam. *Water Resources*, 38, 827-836.

Pilling, C., & Jones, J. A. A. (1999). High resolution climate change scenarios: implications for British runoff. *Hydrological processes*, 13(17), 2877-2895.

Qiu, J., Shen, Z., Hou, X., Xie, H., & Leng, G. (2020). Evaluating the performance of conservation practices under climate change scenarios in the Miyun Reservoir Watershed, China. *Ecological Engineering*, 143, 105700.

Qiu, J., Shen, Z., Leng, G., Xie, H., Hou, X., & Wei, G. (2019). Impacts of climate change on watershed systems and potential adaptation through BMPs in a drinking water source area. *Journal of Hydrology*, 573, 123-135.

Rahimi, J., Malekian, A., & Khalili, A. (2019). Climate change impacts in Iran: assessing our current knowledge. *Theoretical and Applied Climatology*, 135, 545-564.

Sadeghizadeh Bafandeh, Sh., Mianabadi, H., & Hosseini, M. (2019). Recognition and matching the good governance principles with the tacit knowledge of water resources management. *The second conference on governance and public policy*, Tehran, Iran. (In Persian).

Sadsoeitoeboen, B. M., Aipassa, M. I., Sumaryono, M., & Sulistioadi, Y. B. (2021). SWOT Analysis in Determining the Management Strategy of Rendani River Catchment Area in Manokwari District.

Schilling, J., Hertig, E., Tramblay, Y., & Scheffran, J. (2020). Climate change vulnerability, water resources and social implications in North Africa. *Regional Environmental Change*, 20, 1-12.

Serur, A. B. (2020). Modeling blue and green water resources availability at the basin and sub-basin level under changing climate in the Weyb River basin in Ethiopia. *Scientific African*, 7, e00299.

Shaaban, A. J., Amin, M. Z. M., Chen, Z. Q., & Ohara, N. (2011). Regional modeling of climate change impact on Peninsular Malaysia water resources. *Journal of Hydrologic Engineering*, 16(12), 1040-1049.

Sharafati, A., Pezeshki, E., Shahid, S., & Motta, D. (2020). Quantification and uncertainty of the impact of climate change on river discharge and sediment yield in the Dehbar river basin in Iran. *Journal of Soils and Sediments*, 20, 2977-2996.

Sirikaew, U., Seeboonruang, U., Tanachaichoksirikun, P., Wattanasetpong, J., Chulkaivalsucharit, V., & Chen, W. (2020). Impact of climate change on soil erosion in the lam phra phloeng watershed. *Water*, 12(12), 3527.

Srinivas, R., Singh, A. P., Dhadse, K., Garg, C., & Deshmukh, A. (2018). Sustainable management of a river basin by integrating an improved fuzzy based hybridized SWOT model and geo-statistical weighted thematic overlay analysis. *Journal of Hydrology*, 563, 92-105.

Sumiarsih, N. M., Legono, D., & Kodoatie, R. J. (2018, January). Strategic sustainable management for water transmission system: A SWOT-QSPM analysis. In *Journal of the Civil Engineering Forum*, 4(1).

Tian, P., Lu, H., Feng, W., Guan, Y., & Xue, Y. (2020). Large decrease in streamflow and sediment load of Qinghai–Tibetan Plateau driven by future climate change: A case study in Lhasa River Basin. *Catena*, 187, 104340.

Vaze, J., & Teng, J. (2011). Future climate and runoff projections across New South Wales, Australia: results and practical applications. *Hydrological Processes*, 25(1), 18-35.

Wang, H., Yang, X., Lou, Q., & Xu, X. (2021). Achieving a sustainable development process by deployment of solar pv power in asean: A swot analysis. *Processes*, *9*(4), 630.

Young, C. A., Escobar-Arias, M. I., Fernandes, M., Joyce, B., Kiparsky, M., Mount, J. F., ... & Yates, D. (2009). Modeling the Hydrology of Climate Change in California's Sierra Nevada for Subwatershed Scale Adaptation 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 45(6), 1409-1423.

Yu, P. S., & Wang, Y. C. (2009). Impact of climate change on hydrological processes over a basin scale in northern Taiwan. *Hydrological Processes: An International Journal*, 23(25), 3556-3568.

Zhang, X. C., Liu, W. Z., Li, Z., & Zheng, F. L. (2009). Simulating site-specific impacts of climate change on soil erosion and surface hydrology in southern Loess Plateau of China. *Catena*, 79(3), 237-242.

Zhang, X. C., & Nearing, M. A. (2005). Impact of climate change on soil erosion, runoff, and wheat productivity in central Oklahoma. *Catena*, 61(2-3), 185-195.

Zhang, Y., Hernandez, M., Anson, E., Nearing, M. A., Wei, H., Stone, J. J., & Heilman, P. (2012). Modeling climate change effects on runoff and soil erosion in southeastern Arizona rangelands and implications for mitigation with conservation practices. *Journal of soil and water conservation*, 67(5), 390-405.

Zhang, Y., Liang, J., Zeng, G., Tang, W., Lu, Y., Luo, Y., ... & Huang, W. (2020). How climate change and eutrophication interact with microplastic pollution and sediment resuspension in shallow lakes: A review. *Science of the Total Environment*, 705, 135979.