

اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی ایران به روش AHP و ANP

سید مصطفی طباطبائی^{۱*}، محمد جواد زینلی^۲ و بهاره‌سادات همراز^۳

چکیده

محدودیت منابع آب شیرین در ایران و ضرورت برنامه‌ریزی برای استفاده مناسب از ظرفیت‌های متنوع منابع آب، توجه به استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی را برجسته‌تر می‌کند. در این پژوهش، سیاست‌های راهبردی که دولت برای استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی ایران می‌تواند اتخاذ کند، طبق نظر کارشناسان در قالب ۲۰ پرسش‌نامه و بر اساس ۵ معیار و ۱۲ راهبرد تهیه شده و با استفاده از روش AHP و ANP اولویت‌بندی شد و نتایج با استفاده از روش تری آنفیلو و همکاران (۱۹۹۷) تحلیل حساسیت شد. طبق نتایج راهبرد A_I در روش AHP با ارجحیت ۱۱/۸۹ درصد و در روش ANP با ارجحیت ۱۱/۰۸ درصد در اولویت اول قرار گرفت. همچنین راهبرد A_{II} در روش AHP با ارجحیت ۸/۱۷ درصد و در روش ANP با ارجحیت ۶/۱۱ درصد در اولویت آخر قرار گرفت. همچنین میزان منفعت با ضریب ۰/۱۸۵ به‌عنوان حساس‌ترین معیار معرفی شد. راهبرد A₄ با ضریب ۰/۱۷۸ نسبت به سایر راهبردها حساس‌ترین سیاست راهبردی می‌باشد که بر اساس معیار میزان منفعت حاصل شده است. در گام نهایی پس از نرمال‌سازی وزن راهبردها با توجه به معیار بحرانی، اولویت‌بندی راهبردها با اندکی تغییر در وزن‌ها بدون تغییر باقی ماند.

واژه‌های کلیدی: آب‌های مرزی، دیپلماسی آب، روش‌های چندمعیاره، رودخانه، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل شبکه‌ای.

ارجاع: طباطبائی س. م.، زینلی م. ج. و همراز ب. ۱۳۹۹. اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی ایران به روش AHP و ANP. مجله پژوهش آب ایران. ۳۹: ۵۱-۳۹.

۱- دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۲- دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۳- دانشجوی دکتری منابع آب، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.

* نویسنده مسئول: Tabatabaei1984@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹

مقدمه

نقشه جغرافیایی زمین، نشان‌دهنده عدم انطباق مرزهای سیاسی با حوضه‌ها است که در بسیاری از کشورها وجود رودخانه‌های مرزی اختلافاتی بر سر تصاحب آب این رودخانه‌ها به وجود آورده است که رقابت‌ها و منازعاتی را برای بهره‌برداری هر چه بیشتر از آب به دنبال خواهد داشت و آنچه رقابت بر سر آب‌های مرزی را جدی‌تر می‌کند، ماهیت روابط بین‌الملل کشورهای بالادست و پایین‌دست رودخانه‌هاست که بهره‌برداری از آب را به اهرم سیاسی تبدیل می‌کند؛ در حالی که در اغلب معاهدات بین‌المللی سهم آب هر کشور تعیین شده است. بررسی‌های انجام شده توسط گوردانو و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که معاهده بین‌المللی مستقل شامل ۶۸۸ موافقت‌نامه روی ۱۱۳ حوضه مشترک بین سال‌های ۱۸۲۰ تا ۲۰۰۷ امضا شده است که این معاهدات ۷۰ درصد از حوضه‌های فرامرزی جهان را پوشش می‌دهد و از لحاظ محتوا نیز تمرکز آن از موضوعات تنظیم و توسعه منابع آب به موضوعات مدیریت منابع آب و ایجاد ساختار و چارچوبی برای این مدیریت تغییر یافته است (گوردانو و همکاران، ۲۰۱۴).

موقعیت جغرافیایی ایران که در منطقه نیمه‌خشک خاورمیانه و جنوب غربی آسیا واقع شده است و مرزهای مشترک آبی متعدد و حساسی با کشورهای همسایه خود دارد، لزوم توجه به حقایق رودخانه‌های مرزی را برجسته‌تر می‌کند. مرزهای رودخانه‌ای ایران در مجموع به طول ۱۸۳۰ کیلومتر و معادل ۲۰/۹ درصد کل مرزهای ایران با کشورهای همسایه خود و مشتمل بر ۲۶ رودخانه مرزی است (حافظ‌نیا، ۱۳۹۳). مهمترین رودخانه‌های ورودی به کشور را می‌توان هیرمند و هریرود در شرق، اروند، ارس و ساریسو و قره‌سو در غرب دانست. سهم ایران از آب رودخانه هیرمند ۲۶ مترمکعب در ثانیه و در حدود ۸۰۰ میلیون مترمکعب در سال است. رودخانه هریرود در شرق کشور با دبی متوسط سالانه حدود ۲/۱ میلیارد مترمکعب جاری است و در حال حاضر حدود ۱۵۰ میلیون مترمکعب وارد کشور می‌شود.

جریان آب رودخانه اروند که از دو رودخانه دجله و فرات سرچشمه گرفته، با دبی ۱۷۵۰ مترمکعب بر ثانیه ۸۱ کیلومتر از مرز ایران و عراق را طی کرده است و به خلیج فارس منتهی می‌شود. حقایق از این رودخانه به‌طور مساوی

است. رودخانه ارس از کشور ترکیه سرچشمه گرفته و حجم آورد سالانه آن در قسمت‌های مختلف رودخانه به دلیل اضافه شدن سرشاخه‌ها متفاوت است. این مقدار در محل سد ارس حدود ۸/۴ میلیارد مترمکعب و حقایق این رودخانه بین کشورهای همسایه به نسبت مساوی می‌باشد. رودخانه‌های ساریسو و قره‌سو در مرز ایران و ترکیه قرار دارند. پروتکل‌هایی در خصوص بهره‌برداری از آب رودخانه‌های قره‌سو و ساریسو بین دو کشور وجود دارد؛ ولی همواره بر سر اجرای آن‌ها اختلاف وجود دارد.

از مهم‌ترین رودخانه‌های خروجی کشور، می‌توان به اترک، گلیل و سرانی، چندیر و سومبار در شمال شرق، لار، پیران و روتگ در جنوب شرق اشاره کرد. رودخانه‌های خروجی از غرب کشور را می‌توان به دو دسته رودخانه‌های با دبی کم تا متوسط و رودخانه‌های با دبی زیاد تقسیم‌بندی کرد. در بخش رودخانه‌های با آبدی کم تا متوسط رودخانه‌هایی چون قوره‌تو، کنگیر، میمه، دویرج و غیره وجود دارند که به صورت متوالی هستند. رودخانه‌های آستاراچای، ذاب و سیروان از رودخانه‌های خروجی با دبی زیاد اند.

حجم جریان سالانه رودخانه اترک در محل چات حدود ۴۴۰ میلیون مترمکعب که ۲۲۰ میلیون مترمکعب از آن سهم ایران است و در حال حاضر از ۸۵ میلیون مترمکعب آن بهره‌برداری می‌شود. گلیل و سرانی، چندیر و سومبار و چندین رودخانه کوچک دیگر عمدتاً به صورت متوالی از ایران سرچشمه گرفته و با جریان سالانه حدود ۱۲۰ میلیون مترمکعب از کشور خارج می‌شوند. حقایق ایران از این رودخانه‌ها طبق پروتکل‌های موجود عمدتاً ۵۰ درصد است. جریان خروجی سالانه از رودخانه‌های لار، پیران و روتگ حدود ۵۰ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. جریان خروجی سالانه رودخانه آستاراچای حدود ۷۰ میلیون مترمکعب است که پس از ورود به کشور آذربایجان به دریای خزر منتهی می‌شود. از طریق رودخانه‌های ذاب و سیروان مجموعاً سالانه به‌طور متوسط حدود ۳-۴ میلیارد مترمکعب آب از کشور خارج می‌شود (شهیدی و همکاران، ۲۰۱۷).

تاکنون در رابطه با رودخانه‌های مرزی ایران پژوهش‌های مختلفی انجام شده است و از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های پاک‌نژادمتکی و فرجی‌راد (۱۳۸۹) در زمینه هیدروپلیتیک رودخانه مرزی ارس و تأثیر آن بر امنیت

غیرجبرانی و مدل‌های فردی و گروهی تقسیم‌بندی می‌شود. مدل‌های گسسته شامل مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه^۲ (MADM) و مدل‌های پیوسته شامل مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه^۳ (MODM) است. اگر تعداد مجموعه جواب‌های قابل قبول قابل شمارش باشد، مسأله چندمعیاره را گسسته می‌نامند (کورهونن و همکاران، ۱۹۹۲). برخی از پژوهشگران مانند هوانگ و یون (۱۹۸۱) و زیمزن (۱۹۹۶) این نوع مسائل را به اختصار مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) نام‌گذاری کرده‌اند. اگر جواب‌های قابل قبول غیرقابل شمارش باشند، در این صورت مسأله چندمعیاره را پیوسته می‌نامند. دیوئر و همکاران (۲۰۰۳) معتقدند که تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره رهیافت‌هایی هستند که با رتبه‌بندی و گزینش یک یا چند تأمین‌کننده از میان مجموعه‌ای از تأمین‌کنندگان سروکار دارند. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره چارچوب مؤثری را برای مقایسه تأمین‌کنندگان بر اساس ارزیابی معیارهای متفاوت به دست می‌دهند. پژوهشگرانی مانند هوانگ و مسعود (۱۹۷۹) و زیمزن (۱۹۹۶) این نوع مسائل را (با در نظر گرفتن استثنائاتی چون برنامه‌ریزی اعداد صحیح) مدل‌های تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) نامیده‌اند. تاکنون روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متعددی ابداع و در زمینه‌های مختلف استفاده شده است که در ادامه به مرور مهم‌ترین روش‌های چندمعیاره در پژوهش‌های مختلف پرداخته شده است. تحلیل و مقایسه نتایج روش‌های چندمعیاره برای مدیریت منابع آب توسط هاجکویکر و هایجیز (۲۰۰۶) بررسی شد. این ارزیابی‌ها با مقایسه شش مورد تصمیم‌گیری چندمعیاره منابع آب در نقاط مختلف جهان انجام گرفت. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و کاربرد آن در مدیریت و کنترل سیل به کمک مخازن توسط فو (۲۰۰۶) مورد استفاده قرار گرفت. در این روش از نقاط ایده‌آل و عکس ایده‌آل برای اولویت‌بندی گزینه‌ها استفاده شد. کایا و قهرمان (۲۰۱۰) با به کارگیری روش برنامه‌ریزی چندمعیاره جهت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از روش تحلیل سلسله مراتبی

استان اردبیل؛ نجفی و وطن‌فدا (۱۳۹۰) اهمیت مدیریت جامع منابع آب در رودخانه مرزی هیرمند؛ هیدروپلیتیک رودخانه مرزی اترک و تأثیر آن بر روابط ایران و ترکمنستان؛ زرقانی و لطفی (۱۳۹۰) نقش رودهای مرزی در همکاری و همگرایی منطقه‌ای رودخانه هریرود و سد دوستی؛ رضایی و کشوردوست (۱۳۹۲) تحولات ژئوپلیتیک مرزهای شمالی ایران؛ معصومی و همکاران (۱۳۹۲) نقش ژئوپلیتیک رودخانه و ژئواکونومی بازارچه مرزی در برقراری امنیت اجتماعی شهرستان هیرمند و روابط اقتصادی بین ایران و افغانستان؛ اکبری و یاری (۱۳۹۵) نقش رودخانه‌های مرزی در روابط ایران و عراق از دوره پهلوی تا آغاز جنگ بین دو کشور در سال ۱۳۵۸ اشاره کرد که هر کدام موضوع مورد نظر پژوهش خود را مورد بحث و بررسی قرار داده‌اند. بدیعی ازنادهی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی نقش تغییرات مورفولوژی رودخانه مرزی هیرمند در روابط سیاسی ایران و افغانستان پرداختند و دریافتند که تغییرات بستر رودخانه، سبب جابجایی خطوط مرزی و باعث ایجاد مناقشات بین دو کشور می‌شود. نیرومندفرد و شهیدی (۱۳۹۷) در پژوهش خود هیدروپلیتیک ایران و عراق و روش‌های بهینه‌سازی مصرف آب‌های مشترک مرزی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که هیدروپلیتیک ایران در برخورد با عراق باید رویکردی تنش‌زدا و هیدرودیلیماسی داشته باشد و چشم انداز آینده هیدروپلیتیک ایران و عراق باید بر محور مدیریت مشترک دو کشور در اروندرود متمرکز باشد. پناهی و شرفی (۱۳۹۷) نقش تغییرات بستر رودخانه‌های مرزی کشورها در مناقشات مرزی ایران را بررسی کردند. یافته‌های آنان نشان داد که جابجایی طولی و عرضی بستر رودخانه‌ها بر روابط و مناسبت‌های بین ایران و همسایگان خود بر سر تعیین حقابه، چگونگی بهره‌برداری از منابع اقتصادی، اختلافات بر سر تغییرات قلمرو، تعیین حدود مرزی، خسارت به تأسیسات مرزی، خسارت به منابع و اراضی کشاورزی تأثیرگذار است و در نتیجه آن، تغییرات بستر رودخانه‌های مرزی می‌تواند موجب تغییر خطوط مرزی شود.

از سوی دیگر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ به سه دسته کلی مدل‌های گسسته و پیوسته، مدل‌های جبرانی و

2- Multiple Attribute Decision Making (MADM)
3- Multiple Objective Decision Making (MODM)

1- Multiple Criteria Decision Making

بررسی کرد. همچنین آرماگوست و حسینی (۱۹۹۴) روندی را برای تعیین بحرانی‌ترین معیار یک سطح از سلسله مراتب در مسائل AHP ارائه دادند و در نهایت تری آنتافیلو و همکاران (۱۹۹۷) روش تحلیل حساسیت برای تصمیم‌گیری‌های چندهدفه ارائه شده توسط ریوس اینسوا (۱۹۹۰) را تأیید و با توسعه این روش، روشی مناسب را به منظور تحلیل حساسیت در فرایند تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه کردند. این روش را می‌توان به‌عنوان ابزاری برای بررسی سیستماتیک آنالیز حساسیت و تحلیل تغییرات راهبردها دانست. همچنین این روش قادر است معیارهای کیفی را به صورت بهینه کمی کند و فرایند تصمیم‌گیری حاصل از این معیارها را بهبود بخشد.

با توجه به موقعیت جغرافیایی و وضعیت اقلیمی کشور که خشکی پهنه وسیعی از آن را در بر گرفته است و وجود رودخانه‌های مرزی و منابع آب شیرین مشترک از شمال تا جنوب مرزهای شرقی و غربی کشور، استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی در جلوگیری از برخی خسارت‌های طبیعی ناشی از بروز خشکسالی و برخی منازعات داخلی بین حوضه‌ای، کاهش فشار به منابع داخل حوضه‌ای و جلوگیری از معضلات اجتماعی مانند مهاجرت و غیره مؤثر می‌باشد. در این راستا نقش سیاست‌های داخلی و خارجی دولت در دستیابی به اهداف مورد نظر اجتناب‌ناپذیر است. در این پژوهش، بر اساس نظر متخصصان داخلی، سیاست‌های راهبردی که دولت برای استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی ایران می‌تواند اتخاذ کند، با استفاده از روش AHP و ANP اولویت‌بندی شده است. ارائه معیار و سیاست‌های راهبردی و اولویت‌بندی آن‌ها بر اساس نظرات کارشناسان در قالب ۲۰ پرسش‌نامه تنظیم شده است و نتایج بر اساس خروجی نرم‌افزار و روش‌های نام برده محدود است. با توجه به بررسی منابع انجام شده، پژوهش‌های درباره رودخانه‌های مرزی اغلب از دیدگاه سیاسی یا جغرافیایی مورد توجه بوده که در این پژوهش رودخانه‌های مرزی از دیدگاه منابع آب مورد توجه قرار گرفته و در آن جنبه‌های مختلف اقتصادی، فنی و مهندسی در نظر گرفته شده است. همچنین تاکنون پژوهشی درباره ارائه و اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی برای استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی ایران انجام نشده است.

(AHP) و ویکور فازی برای انتخاب بهترین روش استفاده از انرژی‌های پاک در شهر استانبول کشور ترکیه مورد استفاده قرار دادند. آریافرد و سراج (۱۳۹۰) با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS, SAW, WPMML را برای اولویت‌بندی طرح‌های توسعه منابع آب خوزستان بررسی قرار کردند. حسینی و رضائیان (۱۳۹۳) برای انتخاب سیستم ساختمانی بهینه از بین سیستم‌های نوین ساختمانی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره TOPSIS, SAW, MADM, AHP بهره بردند. صمیمی‌نمین و همکاران (۱۳۹۴) روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره AHP, ANP, TOPSIS, VIKOR را برای انتخاب روش استخراج معادن به کار بردند. نتایج آنان نشان داد روش‌های AHP و ANP که بر اساس مقایسه زوجی استوار است، نسبت به دو روش TOPSIS و VIKOR برای انتخاب روش استخراج کارایی بالاتری دارند. فرجی سبکبار و همکاران (۱۳۹۴) برای تحلیل و ارزیابی توسعه سکونت‌گاهی در نواحی شهری استان آذربایجان شرقی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ANP, PROMETHEE II, DEMATEL بهره بردند.

تحلیل حساسیت، از مباحث مهم برنامه‌ریزی خطی است که همواره از بدو پیدایش و ابداع برنامه‌ریزی خطی تاکنون مورد توجه متخصصین تحقیق در عملیات واقع شده است. تحلیل حساسیت عبارت است از تحلیل و بررسی چگونگی تغییر پارامترهای یک مدل برنامه‌ریزی خطی و ارزیابی تأثیر آن در جواب بهینه (آذر، ۱۳۸۳) و هدف آن شناخت پارامترهای کاملاً حساس است تا تخمین و برآوردشان با دقت بیشتری انجام شود و جواب بهینه جدید نیز بر همین اساس محاسبه شود (مهرگان، ۱۳۸۴). روش تری آنتافیلو را می‌توان به‌عنوان ابزاری برای بررسی سیستماتیک آنالیز حساسیت و تحلیل تغییرات راهبردها دانست. در عین حال این روش با معرفی معیارهای بحرانی و ارزیابی مجدد آنالیز اوزان قادر است معیارهای کیفی را به صورت بهینه کمی کند و فرایند تصمیم‌گیری حاصل از این معیارها را بهبود بخشد (احمدی، ۱۳۷۹). مسعودا (۱۹۹۰) آنالیز حساسیت را در فرایند تصمیم‌گیری تحلیلی سلسله مراتبی

مواد و روش‌ها

تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توماس ال‌ساعتی (۱۹۷۰) آن را ابداع کرده است. این روش هنگامی که تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبرو باشد، کاربرد دارد. هدف AHP انتخاب بهترین گزینه بر اساس معیارهای مختلف از طریق مقایسه زوجی است. از این تکنیک برای وزن‌دهی به معیارها نیز استفاده می‌شود. اساس کار این روش به‌طور خلاصه شامل مقایسه زوجی و تعیین وزن معیارها، مقایسه زوجی گزینه‌ها بر اساس معیارها، محاسبه سازگاری مقایسه‌های زوجی، محاسبه و اولویت‌بندی نهایی است. در پژوهش حاضر روش کار این تکنیک با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice در چهار مرحله انجام شده است: اول تهیه اطلاعات مورد نیاز برای وارد کردن به نرم‌افزار شامل معیار یا زیرمعیارهای مختلف؛ مرحله دوم شامل ساخت مدل در نرم‌افزار Expert Choice بر اساس اطلاعات لایه‌های مختلف؛ مرحله سوم وزن‌دهی و امتیازدهی گزینه‌ها در سطوح مختلف، مرحله چهارم اجرای نرم‌افزار و انتخاب بهترین گزینه‌ها می‌باشد (اصغری‌پور، ۱۳۹۲).

تکنیک تحلیل شبکه‌ای^۲ (ANP)

تفوری روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای (ANP) را که ویرایش سطح بالاتری از روش AHP است توماس ال‌ساعتی (۱۹۸۰) ارائه داد. در سال‌های بعد تغییراتی در این روش اعمال شد و سرانجام در سال ۲۰۰۵ برای در نظر گرفتن اولویت‌های منفی مورد تجدید نظر قرار گرفت (گارسیا و همکاران، ۲۰۰۸). هدف روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ANP ساختارمند کردن فرآیند تصمیم‌گیری با توجه به یک سناریو متأثر از فاکتورهای چندگانه مستقل از هم است (چانگ و همکاران، ۲۰۰۵). این تکنیک، فرآیند روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ANP را به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره به وسیله جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد. مراحل اجرای روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ANP شامل ساخت مدل و ساختار بندی آن، مقایسه-

های زوجی بردارهای اولویت، تشکیل سوپر ماتریس و در نهایت انتخاب بهترین گزینه می‌باشد؛ بنابراین ANP را می‌توان متشکل از دو قسمت دانست. سلسله مراتب کنترلی^۳ و ارتباط شبکه ایده‌ال^۴ سلسله مراتب کنترلی ارتباط بین هدف، معیارها و زیرمعیارها را شامل می‌شود، بر ارتباط درونی سیستم تأثیرگذار است و ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود (زبردست، ۱۳۸۹). در این پژوهش انجام تحلیل شبکه‌ای در محیط برنامه‌نویسی Matlab انجام شده است. در گام اول با بررسی و مطالعه پژوهش‌های انجام شده درباره رودخانه‌های مرزی ایران و وجود معضلات و مشکلات ناشی از کم آبی در رودخانه‌های ورودی به کشور، راهبردهای سیاسی مؤثر بر استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی و کاهش شدت معضلات ناشی از کم آبی که ایران می‌تواند برای تحقق اهداف مورد نظر اتخاذ کند در یک بحث متمرکز بین متخصصان در گرایش‌های مختلف مهندسی آب مورد بررسی قرار گرفت. پس از ادغام و حذف برخی موارد مورد اصلاح شده در قالب پرسش‌نامه تنظیم و روایی و پایایی آن بررسی شد. روایی پرسش‌نامه با همکاری کارشناسان و استادان مسلط به موضوع تحقیق و پرسش‌نامه اصلاح و بررسی پایایی پرسش‌نامه از طریق نتایج ۲۰ پرسش‌نامه در محیط نرم‌افزار آماری SPSS به روش آزمون آلفای کرونباخ انجام شد و مورد تأیید قرار گرفت (این ضریب ۰/۷۳۵ محاسبه شد). جامعه آماری پژوهش را متخصصان رشته‌های مختلف مانند کارشناسان مهندسی آب، محیط‌زیست، جغرافیای طبیعی، مسائل سیاسی و مدیران با تجربه بخش میانی وابسته به سازمان مدیریت منابع آب ایران تشکیل می‌دهند. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه و کمی کردن مقادیر، تجزیه و تحلیل‌ها به روش AHP در محیط نرم‌افزار expert choice و به روش ANP در محیط برنامه‌نویسی متلب انجام شد. معیارهای اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی مطابق جدول ۱ می‌باشد و سیاست‌های راهبردی استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی در جدول ۲ ارائه شده است.

پس از اولویت‌بندی و مقایسه، ابتدا تحلیل حساسیت معیارها و سیاست‌های راهبردی به روش تری آنتافیلو و همکاران (۱۹۹۷) به شرح ذیل انجام شد. برای تحلیل

3- Control Hierarchy
4- Network Relationship

1- Analytical Hierarchy Process
2- Analytical Network Process

سیاست‌های راهبردی ابتدا مقادیر عددی مقدار آستانه وزنی a_{ij} (ijk) از طریق معادله (۷) محاسبه شد و سپس درصد آن از طریق معادله (۸) حاصل می‌شود. چنانچه هر یک از مقادیر محاسبه شده کوچک‌تر یا مساوی ۱۰۰ باشد، شرط لازم در محاسبه برقرار است و در غیر این صورت، مقدار محاسبه شده i, j, k در محاسبات بعدی وارد نمی‌شود. در گام بعد درجه بحرانی راهبردها i, j, k که معادل قدرمطلق کمترین مقدار مربوط به k و i, j است، از معادله (۹) به دست می‌آید و برآورد بحرانی‌ترین راهبردها (Lk) که معادل قدرمطلق کمترین مقدار درجه بحرانی سیاست‌های راهبردی است، از معادله (۱۰) حاصل می‌شود. سپس ضرائب حساسیت راهبردها $sens(a_{ij})$ که معادل معکوس بحرانی‌ترین راهبردها، از معادله (۱۱) محاسبه و با یکدیگر مقایسه شده است. مقدار عددی حساس‌ترین راهبرد با استفاده از معادله (۱۲) اصلاح شد. بدین معنا که حساس‌ترین راهبرد مقدار جدیدی اختیار می‌کند. در این معادله a_{ij}^* مقدار عددی جدید مربوط به راهبرد حساس a_{ij} ، مقدار عددی راهبرد حساس در شرایط اولیه، i, j, k مقدار عددی آن طبق تعریف از طریق معادله (۱۳) محاسبه شد. در گام آخر، مقادیر هر یک از سیاست‌های راهبردی نسبت به حساس‌ترین معیار با توجه به معادله (۶) نرمال‌سازی شد.

حساسیت معیارها ابتدا مقدار عددی حساس‌ترین معیار با استفاده از معادله (۱) محاسبه و سپس وزن سایر معیارها بر مبنای آن اصلاح شد. در معادله (۱): δ_k ، مقادیر عددی کمترین تغییر وزنی، a مقدار وزنی هر گزینه که با توجه به معیار مربوطه کسب می‌کند. P درجه ارجحیت معیار و گزینه‌ها و W مقدار وزنی معیار مربوطه است. پس از مقایسه دودویی راهبردها با هم بر مبنای معادله (۱) مقادیر عددی i, j, k با W_k مربوطه مقایسه می‌شود. چنانچه $\delta_{k,i,j} \leq W_k$ ، شرط لازم در محاسبه برقرار است و در غیر این صورت، امکان تغییر در وزن معیارها جهت تغییر در اولویت‌بندی وجود ندارد. در ادامه درصد حد آستانه تغییر در وزن معیارها $\delta_{k,i,j}$ با استفاده از معادله (۲) و ضریب حساسیت معیارها با استفاده از معادله (۳) محاسبه شد. در این معادله $D'K$ معکوس درجه بحرانی است که از قدرمطلق کمترین مقدار درصد حد آستانه تغییر در وزن معیارها حاصل می‌شود (معادله (۴)). در انتهای این مرحله مقدار عددی حساس‌ترین معیار با استفاده از معادله (۵) اصلاح شد. در این معادله w^* مقدار عددی جدید مربوط به حساس‌ترین معیار و W مقدار عددی مربوط به معیار حساس در شرایط اولیه است. پس از تعیین مقدار جدید برای حساس‌ترین معیار و با توجه به اینکه تغییر ایجاد شده در حساس‌ترین معیار موجب ضرورت اصلاح سایر معیارها می‌شود؛ لذا تمام معیارها بر اساس معادله (۶) اصلاح شد. برای تحلیل حساسیت

جدول ۱- معیارهای اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی برای استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی

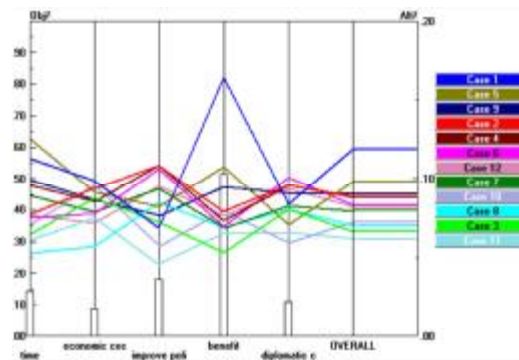
ردیف	معیار ارزیابی	توضیحات
۱	زمان‌بری	از این نظر که اثربخشی برخی از راهبردها ممکن است کوتاه مدت و یا بلندمدت باشد.
۲	میزان هزینه اقتصادی	اجرای شدن برخی از راهبردها هزینه اقتصادی دارد و برخی بدون هزینه قابل اعمال است.
۳	بهبود موقعیت سیاسی ایران در منطقه	برخی از راهبردهای دیپلماتیک و مسالمت‌آمیز با همسایگان در ارتقای جایگاه سیاسی ایران در منطقه تأثیر مثبت دارد.
۴	میزان منفعت (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی)	اجرای برخی از راهبردهای یک طرفه موجب جلوگیری از بروز معضلات می‌شود و به‌طور مستقیم برای کشور سودآوری دارد.
۵	هزینه دیپلماتیک (هزینه تعامل و سازش)	برای دستیابی به اهداف مورد نظر چه امتیازاتی به طرف مقابل داده می‌شود و دست‌آورد حاصل از توافق به چه میزان ارزشمند است.

جدول ۲- سیاست‌های راهبردی استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی

ردیف	سیاست‌های راهبردی
A ₁	مهار و کنترل بیشتر رودخانه‌های خروجی از کشور و اعمال فشار برای کاهش تعرفه واردات کالاهای با آب مجازی بالا به داخل کشور؛
A ₂	ایجاد وابستگی همسایه‌گان از طریق ظرفیت‌های موجود و استفاده از آن به‌عنوان اهرم فشار برای رعایت حقایق رودخانه‌های ورودی؛
A ₃	تجهیز رودخانه‌های مرزی به وسایل اندازه‌گیری دقیق حجم آب و افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری؛
A ₄	همکاری با کشورهای همسایه برای دسترسی بهتر به آب دریا، تغییر الگوی کشت با نیاز آبی کم و رونق در سایر پتانسیل‌های اقتصادی کشور
A ₆	همسایه برای کاهش تمایل به فعالیت‌های با نیاز آبی زیاد؛
A ₇	پیگیری مجدانه حقوقی حقایق رودخانه‌های ورودی به کشور در سطح بین‌الملل؛
A ₈	ایجاد کارگروه متشکل از شخصیت‌های دیپلماتیک و متخصص آب و محیط زیست از کشورهای دارای حوضه‌های مشترک منطقه به‌عنوان یک مرجع رسیدگی به اختلافات بر سر حقایق؛
A ₉	ایجاد سازو کارهای مشترک با کشورهای همسایه برای طراحی، اجرا و مدیریت طرح‌های آبی در حوضه مشترک؛
A ₁₀	استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی از طریق گسترش روابط صلح و دوستی و تعاملات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی با کشورهای دارای حوضه مشترک؛
A ₁₁	افزایش اعتبارات لازم برای مدیریت سازه‌های آبی و لایروبی رودخانه‌های مرزی برای تسهیل ورود آب به کشور و جلوگیری از تلفات آن؛
A ₁₂	تحت تاثیر قرار دادن سایر روابط خارجی با همسایه‌گانی که حقایق رودخانه‌های ورودی را رعایت نمی‌کنند؛
	اصلاح موافقت‌نامه‌ها و اسناد قدیمی دو جانبه با توجه به وضعیت جغرافیایی و اقلیمی جدید؛

جدول ۳- روابط مورد استفاده در روش تری آنفیلو و همکاران (۱۹۹۷)

۱	$\delta_{k,i,j} = \frac{(P_j - P_i)}{(a_{jk} - a_{ik})}$	۸	$i', j, k = \frac{i,j,k \times 100}{a_{ij}}, 1 \leq i, k \leq M, 1 \leq i \leq N$
۲	$\delta'_{k,i,j} = \frac{\delta_{k,i,j} \times 100}{W_k}$	۹	$i', j = \min\{ i', j, k \} M \geq i \geq 1, N \geq j \geq 1 \quad k \neq i$
۳	$Sens(C_k) = \frac{1}{Dr_k}, N \geq K \geq 1$	۱۰	$L'k = \min \left\{ \min\{i', j\} \right\}, 1 \leq i \leq j \leq M$
۴	$D'K = \min \left[\left \delta'_{k,i,j} \right \right], N \leq K \leq 1, 1 \leq i < j \leq M$	۱۱	$sens(a_{ij}) = \frac{1}{i'j} M \geq i \geq 1, N \geq j \geq 1$
۵	$W^* = W - \delta_{kij}$	۱۲	$a_{ij}^* = a_{ij} - i, j, k$
۶	$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^m a_{ij}}$	۱۳	$i', j, k = \frac{i', j, k \times a_{ij}}{100}$



شکل ۲- نتایج حاصل از اعمال هر یک از سیاست‌ها با توجه به معیارهای پنج‌گانه

نتایج و بحث

اولویت‌بندی معیارها در جدول ۴ و سیاست‌های راهبردی جدول ۳ با تشکیل ماتریس زوجی برای هر یک از معیارها مطابق شکل ۱ الف تا ه است.

با توجه به نتایج حاصل از پرسش‌نامه، ماتریس‌های زوجی به‌طور مجزا به نرم‌افزار expert choice و با فایل اکسل به محیط برنامه‌نویسی متلب برای اولویت‌بندی به روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) معرفی و بر اساس هر یک از معیارها میزان ارجحیت هر یک از سیاست‌های راهبردی مشخص شد. میزان ارجحیت کلی سیاست‌های راهبردی مورد نظر بر اساس خروجی نرم‌افزار expert choice مطابق شکل ۲ است.

جدول ۴- اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی

معیار	میزان منفعت	بهبود موقعیت سیاسی	هزینه اقتصادی	هزینه دیپلماتیک	زمان‌بری
وزن	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۳
اولویت	۱	۲	۴	۳	۵

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10	Case 11	Case 12
Case 1		1.05	1.13	1.16	1.08	1.27	1.25	1.73	1.14	1.03	1.31	1.38
Case 2			1.07	1.1	1.03	1.21	1.19	1.66	1.09	1.02	1.25	1.31
Case 3				1.03	1.13	1.04	1.11	1.54	1.01	1.09	1.17	1.22
Case 4					1.07	1.09	1.08	1.5	1.01	1.12	1.14	1.19
Case 5						1.17	1.16	1.61	1.06	1.05	1.22	1.28
Case 6							1.01	1.37	1.11	1.23	1.04	1.09
Case 7								1.39	1.1	1.21	1.05	1.1
Case 8									1.52	1.68	1.32	1.36
Case 9										1.11	1.15	1.21
Case 10											1.27	1.33
Case 11												1.05
Case 12	Incon: 0.00											

الف) ماتریس زوجی با توجه به معیار زمان‌بری

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10	Case 11	Case 12
Case 1		1.48	1.84	1.18	1.11	1.5	1.26	2.14	1.14	1.6	1.84	1.4
Case 2			1.24	1.25	1.64	1.01	1.17	1.45	1.3	1.68	1.24	1.06
Case 3				1.56	2.04	1.23	1.46	1.16	1.61	1.15	1.0	1.31
Case 4					1.31	1.27	1.07	1.81	1.04	1.36	1.65	1.19
Case 5						1.67	1.4	2.38	1.27	1.78	2.04	1.56
Case 6							1.19	1.43	1.32	1.67	1.29	1.07
Case 7								1.7	1.11	1.27	1.46	1.11
Case 8									1.86	1.34	1.16	1.53
Case 9										1.4	1.61	1.23
Case 10											1.15	1.14
Case 11												1.33
Case 12	Incon: 0.00											

ب) ماتریس زوجی با توجه به معیار هزینه اقتصادی

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10	Case 11	Case 12
Case 1		1.50	1.05	1.58	1.2	1.55	1.30	1.23	1.11	1.2	1.51	1.09
Case 2			1.5	1.0	1.32	1.02	1.16	1.28	1.42	1.9	2.38	1.14
Case 3				1.5	1.14	1.47	1.29	1.17	1.06	1.27	1.59	1.32
Case 4					1.32	1.02	1.16	1.28	1.42	1.9	2.38	1.14
Case 5						1.25	1.14	1.05	1.08	1.44	1.8	1.16
Case 6							1.14	1.25	1.39	1.66	2.35	1.12
Case 7								1.1	1.22	1.64	2.95	1.02
Case 8									1.11	1.48	1.86	1.12
Case 9										1.34	1.68	1.25
Case 10											1.25	1.67
Case 11												2.09
Case 12	Incon: 0.00											

د) ماتریس زوجی با توجه به معیار منفعت

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10	Case 11	Case 12
Case 1		2.07	3.07	2.24	1.52	2.45	2.38	2.38	1.22	2.0	2.52	2.14
Case 2			1.48	1.80	1.36	1.18	1.15	1.15	1.2	1.03	1.22	1.03
Case 3				1.17	2.02	1.25	1.29	1.29	1.20	1.53	1.22	1.44
Case 4					1.41	1.09	1.06	1.06	1.3	1.12	1.12	1.05
Case 5						1.61	1.57	1.57	1.14	1.32	1.66	1.41
Case 6							1.03	1.03	1.42	1.22	1.03	1.15
Case 7								1.0	1.38	1.19	1.06	1.11
Case 8									1.38	1.18	1.06	1.11
Case 9										1.16	1.46	1.24
Case 10											1.26	1.07
Case 11												1.18
Case 12	Incon: 0.00											

ج) ماتریس زوجی با توجه به معیار بهبود موقعیت ایران در منطقه

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7	Case 8	Case 9	Case 10	Case 11	Case 12
Case 1		1.14	1.64	1.14	1.19	1.2	1.01	1.04	1.60	1.42	1.28	1.12
Case 2			1.19	1.8	1.36	1.05	1.15	1.19	1.05	1.61	1.46	1.02
Case 3				1.19	1.14	1.25	1.03	1.0	1.13	1.36	1.23	1.17
Case 4					1.36	1.05	1.15	1.19	1.05	1.61	1.46	1.02
Case 5						1.43	1.18	1.14	1.20	1.19	1.60	1.33
Case 6							1.21	1.25	1.11	1.7	1.54	1.07
Case 7								1.03	1.1	1.4	1.26	1.13
Case 8									1.13	1.34	1.23	1.17
Case 9										1.53	1.39	1.03
Case 10											1.1	1.58
Case 11												1.43
Case 12	Incon: 0.00											

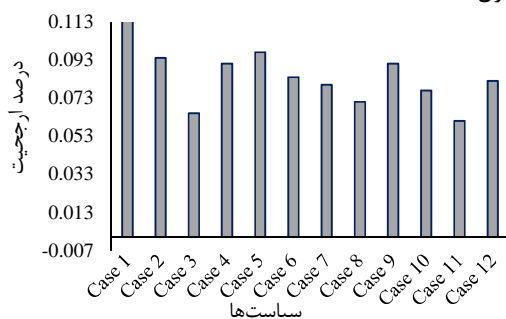
ه) ماتریس زوجی با توجه به معیار هزینه دیپلماتیک

شکل ۱- تشکیل ماتریس‌های زوجی بر اساس هر معیار

اجرای این سیاست کمترین تاثیر را بر بهبود موقعیت سیاسی ایران در منطقه به خود اختصاص داده که عمده دلیل آن، این است که مهار رودخانه مرزی خروجی از کشور نیازهای آبی برنامه‌ریزی شده آن سوی مرز را با تنش مواجه ساخته و در نهایت منجر به واکنش سیاسی از سوی دولت‌مردان کشور همسایه می‌شود و می‌تواند بر

بر اساس شکل ۲ سیاست‌های راهبردی به ازای هر معیار قابل تفسیر است؛ برای نمونه می‌توان به دو مورد اشاره کرد. مهار و کنترل بیشتر رودخانه‌های خروجی از کشور و اعمال فشار برای کاهش تعرفه واردات کالاهای با آب مجازی بالا به داخل کشور از نظر منفعت توجیه اقتصادی، اجتماعی دارد و در اولویت اول قرار دارد؛ در حالی که

بر اساس این نتایج تجهیز رودخانه‌های مرزی به وسایل اندازه‌گیری دقیق حجم آب و افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری بر افزایش آب ورودی به کشور تأثیر چندانی ندارد. به‌طور مشابه نتیجه نهایی سیاست‌های راهبردی به روش ANP در جدول ۵ اولویت‌بندی شده و مطابق آن اولویت‌ها به جز در موارد سوم، چهارم و پنجم مشابه روش AHP است. برای مقایسه نتایج حاصل از دو روش، جدول ۶ تدوین شده است. مقایسه اولویت‌بندی‌ها به دو روش نشان می‌دهد در روش AHP اولویت سوم، چهارم و پنجم به ترتیب موارد نهم، دوم و چهارم جدول ۲ و این اولویت‌ها در روش ANP به ترتیب موارد چهارم، نهم و دوم این جدول است.



شکل ۳- ارجحیت سیاست‌ها با توجه به مجموع معیارها

روابط دو کشور تأثیرگذار باشد. به‌طور مشابه اثربخشی پنجمین سیاست راهبردی مبنی بر برگزاری جلسات چندجانبه (و نه فقط دوجانبه) به صورت دوره‌ای بین کشورهای دارای حوضه مشترک و ارتقای سطح دیپلماتیک برای حل اختلافات بر اساس معیار زمان‌بر بودن نیاز به زمان بیشتری دارد؛ اما از نظر منفعت پس از مهار آب‌های خروجی در اولویت دوم قرار دارد که هزینه دیپلماتیک و اقتصادی زیادی هم متحمل کشور نساخته و می‌تواند در ارتقای جایگاه سیاسی کشور در منطقه نیز مفید واقع شود. با توجه به شکل ۳ که ارجحیت هر یک از گزینه‌ها در آن به روش AHP مشخص شده است، می‌توان سیاست‌های راهبردی را اولویت‌بندی کرد. بر این اساس مهار و کنترل رودخانه‌های خروجی از کشور و اعمال فشار برای کاهش تعرفه واردات کالاهای با آب مجازی بالا به داخل کشور و برگزاری جلسات چندجانبه (و نه فقط دوجانبه) به صورت دوره‌ای بین کشورهای دارای حوضه مشترک و ارتقای سطح دیپلماتیک برای حل اختلافات در اولویت‌های بالا قرار گرفته‌اند. این به این معنا است که از یک طرف خروجی آب از کشور کنترل شود و از سوی دیگر برای افزایش آب ورودی به کشور رایزنی‌های دیپلماتیک انجام پذیرد.

جدول ۵- اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی به روش ANP

ترتیب اولویت	سیاست‌های راهبردی
۱	مهار و کنترل بیشتر رودخانه‌های خروجی از کشور و اعمال فشار برای کاهش تعرفه واردات کالاهای با آب مجازی بالا به داخل کشور؛
۲	برگزاری جلسات چندجانبه (و نه فقط دوجانبه) به صورت دوره‌ای بین کشورهای دارای حوضه مشترک و ارتقای سطح دیپلماتیک برای حل اختلافات؛
۳	همکاری با کشورهای همسایه برای دسترسی بهتر به آب دریا، تغییر الگوی کشت با نیاز آبی کم و رونق در سایر ظرفیت‌های اقتصادی کشور همسایه برای کاهش تمایل به فعالیت‌های با نیاز آبی زیاد؛
۴	استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی از طریق گسترش روابط صلح و دوستی و تعاملات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی با کشورهای دارای حوضه مشترک؛
۵	ایجاد وابستگی همسایه‌گان از طریق ظرفیت‌های موجود و استفاده از آن به‌عنوان اهرم فشار جهت رعایت حقایق رودخانه‌های ورودی؛
۶	پیگیری مجدانه حقوقی حقایق رودخانه‌های ورودی به کشور در سطح بین‌الملل؛
۷	اصلاح موافقت‌نامه‌ها و اسناد قدیمی دو جانبه با توجه به وضعیت جغرافیایی و اقلیمی جدید؛
۸	ایجاد سازمانی متشکل از شخصیت‌های دیپلماتیک و متخصص آب و محیط زیست از کشورهای دارای حوضه‌های مشترک به‌عنوان یک مرجع رسیدگی به اختلافات بر سر حقایق؛
۹	افزایش اعتبارات لازم برای مدیریت سازه‌های آبی و لایروبی رودخانه‌های مرزی برای تسهیل ورود آب به کشور و جلوگیری از تلفات آن؛
۱۰	ایجاد سازو کارهای مشترک با کشورهای همسایه برای طراحی، اجرا و مدیریت طرح‌های آبی در حوضه مشترک؛
۱۱	تجهیز رودخانه‌های مرزی به وسایل اندازه‌گیری دقیق حجم آب و افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری؛
۱۲	تحت تأثیر قرار دادن سایر روابط خارجی با همسایه‌گانی که حقایق رودخانه‌های ورودی را رعایت نمی‌کنند.

تحلیل حساسیت نتایج حاصل از روش AHP

پس از برآورد کمترین مقدار قدر مطلق موجود در هر ستون مربوط به هر معیار برای تعیین درجه بحرانی بودن معیارها ضرایب حساسیت معیارها مطابق جدول ۷ است. مطابق این نتایج معیار میزان منفعت (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی) حساس‌ترین معیار است.

مقدار عددی وزن این معیار با استفاده از معادله (۶) اصلاح شده و مقدار $0/242$ به دست آمده و به دنبال آن مطابق جدول ۸ وزن سایر معیارها نرمال‌سازی شده است. مطابق نتایج مشاهده می‌شود که با تغییر جزئی ایجاد شده در مقدار وزن معیارها، اولویت‌بندی معیارها ثابت مانده است.

جدول ۶- مقایسه نتایج حاصل از روش ANP و AHP

برنامه نویسی متلب ANP		نرم‌افزار expert choice AHP		رتبه
درصد ارجحیت	سیاست	درصد ارجحیت	سیاست	
۱۱/۰۸	۱	۱۱/۸۹	۱	۱
۹/۸۰	۵	۸/۸۸	۵	۲
۹/۱۱	۴	۶/۵۷	۹	۳
۹/۰۱	۹	۸/۷۹	۲	۴
۸/۹۴	۲	۹/۷۷	۴	۵
۸/۴۴	۶	۸/۳۲	۶	۶
۸/۴۰	۱۲	۸/۰۳	۱۲	۷
۸/۲۴	۷	۶/۹۶	۷	۸
۷/۱۶	۱۰	۸/۹۵	۱۰	۹
۶/۹۴	۸	۷/۳۳	۸	۱۰
۶/۷۷	۳	۶/۲۱	۳	۱۱
۶/۱۱	۱۱	۸/۱۷	۱۱	۱۲

جدول ۷- ضریب حساسیت معیارها

معیار	میزان منفعت	بهبود موقعیت سیاسی	هزینه اقتصادی	هزینه دیپلماتیک	زمان بری
ضریب حساسیت	۰/۱۷۸	۰/۱۱۶	۰/۰۲۱	۰/۰۷۵	۰/۰۰۴

جدول ۸- نرمال‌سازی وزن معیارها

معیار	وزن اولیه	رتبه	وزن نرمال	رتبه جدید
میزان منفعت	۰/۲۵۷	۱	۰/۲۴۵	۱
بهبود موقعیت سیاسی	۰/۲۳۳	۲	۰/۲۳۸	۲
هزینه اقتصادی	۰/۲۰۳	۳	۰/۲۰۶	۳
هزینه دیپلماتیک	۰/۱۷۱	۴	۰/۱۷۴	۴
زمان بری	۰/۱۳۶	۵	۰/۱۳۷	۵

سپس برای آنالیز حساسیت سیاست‌های راهبردی پس از محاسبه حداقل درصد تغییر در ارزش عملکرد هر یک از سیاست‌ها، درجه بحرانی بودن آن‌ها محاسبه و بر اساس آن با استفاده از معادله (۱۳) مطابق با جدول ۹ ضریب حساسیت سیاست‌های راهبردی محاسبه شد. در این جدول معیارها با نماد C و راهبردها با نماد A نشان داده

شده است. معیارها بر حسب اولویت، همچنین سیاست‌های راهبردی به ترتیب اولویت‌بندی در جدول ۳ است. به این ترتیب سیاست گسترش روابط صلح و دوستی و تعاملات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی با کشورهای دارای حوزه مشترک به‌عنوان حساس‌ترین سیاست راهبردی شناسایی شد که مربوط به معیار میزان

(اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی)، مطابق جدول ۱۰ وزن سیاست‌های راهبردی نسبت به معیار منفعت اصلاح شد و مطابق آن اولویت‌بندی مرحله قبل بدون تغییر باقی ماند.

منفعت (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی) است. در ادامه وزن حساس‌ترین راهبرد با استفاده از معادله (۱۴) اصلاح شد. با توجه به لزوم اصلاح وزن سایر سیاست‌های راهبردی نسبت به معیار میزان منفعت

جدول ۹- ضرایب حساسیت سیاست‌های راهبردی

راهبردها												
معیار	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
C1	۰/۱۶۲	۰/۱۵۵	۰/۱۱۹	۰/۰۹۴	۰/۰۶۸	۰/۱۳۵	۰/۰۷۴	۰/۱۲۸	۰/۱۱۰	۰/۱۳۲	۰/۱۱۶	۰/۰۸۶
C2	۰/۱۵۸	۰/۱۴۹	۰/۰۹۳	۰/۱۸۵	۰/۰۱۱	۰/۱۱۶	۰/۰۲۵	۰/۱۱۲	۰/۰۵۸	۰/۱۴۸	۰/۰۹۶	۰/۰۴۵
C3	۰/۱۶۰	۰/۱۲۸	۰/۰۷۴	۰/۱۳۶	۰/۰۲۷	۰/۱۲۲	۰/۰۴۴	۰/۱۳۴	۰/۰۹۲	۰/۱۲۹	۰/۰۶۱	۰/۰۸۸
C4	۰/۱۶۹	۰/۱۳۷	۰/۰۸۷	۰/۱۱۹	۰/۰۱۶	۰/۱۱۷	۰/۰۶۱	۰/۱۲۰	۰/۰۷۹	۰/۱۲۱	۰/۰۸۲	۰/۰۷۹
C5	۰/۱۷۲	۰/۱۶۴	۰/۱۰۲	۰/۰۸۹	۰/۰۴۹	۰/۱۳۰	۰/۰۳۷	۰/۱۱۸	۰/۰۶۵	۰/۱۱۶	۰/۰۶۴	۰/۰۶۱

جدول ۱۰- نرمال‌سازی وزن سیاست‌های راهبردی بر اساس معیار بحرانی میزان منفعت (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی)

سیاست راهبردی												
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	
۰/۰۷۸	۰/۱۱۱	۰/۱۰۱	۰/۱۳۵	۰/۰۸۹	۰/۱۰۶	۰/۰۶۴	۰/۰۴۲	۰/۰۸۴	۰/۰۵۰	۰/۰۷۱	۰/۰۶۹	وزن اولیه
۷	۲	۴	۱	۵	۳	۱۰	۱۲	۶	۱۱	۸	۹	رتبه
۰/۰۷۹	۰/۱۱۵	۰/۱۰۳	۰/۱۲۰	۰/۰۹۱	۰/۱۰۸	۰/۰۶۴	۰/۰۴۲	۰/۰۸۶	۰/۰۵۰	۰/۰۷۲	۰/۰۷۰	وزن نرمال
۷	۲	۴	۱	۵	۳	۱۰	۱۲	۶	۱۱	۸	۹	رتبه جدید

هزینه‌های دیپلماتیک بر کشور اعمال کند. چند اولویت آخر به سیاست‌های راهبردی که از نظر اقتصادی برای کشور هزینه‌بر هستند و تأثیر منفی بر سایر روابط دو کشور دارد، اختصاص یافته است. همچنین میزان منفعت با ضریب ۰/۱۸۵ حساس‌ترین معیار و سیاست راهبردی همکاری با کشورهای همسایه برای دسترسی بهتر به آب دریا، تغییر الگوی کشت با نیاز آبی کم و رونق در سایر ظرفیت‌های اقتصادی کشور همسایه جهت کاهش تمایل به فعالیت‌های با نیاز آبی زیاد با ضریب ۰/۱۷۸ نسبت به سایر راهبردها حساس‌ترین سیاست راهبردی است که این بالاترین مقدار، بر اساس معیار میزان منفعت حاصل شده است. پس از نرمال‌سازی وزن راهبردها با توجه به معیار بحرانی، اولویت‌بندی راهبردها نیز با اندکی تغییر در وزن‌ها بدون تغییر باقی ماند.

منابع

۱. احمدی حسن. ۱۳۸۴. ژئومرفولوژی کاربردی- بیابان و فرسایش بادی. جلد ۲. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه تهران. ۷۰۶ ص.
۲. اصغریور م. ج. ۱۳۹۲. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۰ ص.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اولویت‌بندی سیاست‌های راهبردی برای استحصال حقایق رودخانه‌های مرزی به روش AHP و ANP در اغلب موارد مشابه است و بر اساس آن اعمال دو سیاست مهار و کنترل بیشتر رودخانه‌های خروجی از کشور و اعمال فشار برای کاهش تعرفه واردات کالاهای آب مجازی بالا به داخل کشور به همراه رایزنی‌های دیپلماتیک در اولویت بالای هر دو روش قرار گرفته و می‌تواند در جلوگیری از برخی خسارت‌های طبیعی ناشی از بروز خشکسالی و برخی منازعات داخلی بین حوضه‌ای، کاهش فشار به منابع داخل حوضه‌ای و جلوگیری از معضلات اجتماعی مانند مهاجرت و غیره موثر واقع شود؛ به‌گونه‌ای که پیشبرد سیاست اول از نظر زمان‌بر بودن در مدت زمان کوتاه‌تری اثربخش خواهد بود و هزینه اقتصادی تحمیل نخواهد کرد و ممکن است از نظر سیاسی تنش‌هایی در روابط دیپلماتی دو کشور ایجاد کند و پیش‌برد اولویت دوم از نظر زمان‌بر بودن در زمان طولانی‌تری اثربخش خواهد بود و مانند اولویت اول هزینه اقتصادی ندارد و از نظر سیاسی می‌تواند منجر به بهبود جایگاه سیاسی کشور در منطقه شود؛ در حالی که می‌تواند

۱۲. زبردست ا. ۱۳۸۹. کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی. ۲(۴۱): ۷۱-۹۰.
۱۳. زرقانی ه. و لطفی ا. ۱۳۹۰. نقش رودهای مرزی در همکاری و همگرایی منطقه‌ای نمونه موردی: هریر رود و سد دوستی. نشریه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای. ۹(۱۶): ۵۷-۸۳.
۱۴. صمیمی‌نمین ف. نوری ح. و ملکی ا. ۱۳۹۴. مقایسه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ANP، TOPSIS و VIKOR در انتخاب روش استخراج معادن. اردیبهشت، سومین کنفرانس معادن و بازار ایران.
۱۵. فرجی سبکبار ح. حسینی ع. عشورنژاد غ. سلیمانی هادی. شیرپور مهدی. و احمدتوزه و. ۱۳۹۴. تحلیل و ارزیابی توسعه سکونتگاهی در نواحی شهری استان آذربایجان شرقی با ترکیبی نوین از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره. مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه گلستان. ۵(۱۷): ۲۷-۵۴.
۱۶. معصومی م. اژدری ب. و ملکوتی م. ج. ۱۳۹۲. نقش ژئوپلیتیکی رودخانه و ژئوآکونومی بازارچه مرزی در برقراری امنیت اجتماعی شهرستان هیرمند و روابط اقتصادی بین ایران و افغانستان. نشریه جغرافیای انتظامی. ۱(۳): ۶۵-۹۶.
۱۷. مهرگان م. ر. ۱۳۸۴. پژوهش عملیاتی: برنامه‌ریزی خطی و کاربردهای آن. انتشارات سالکان و کتاب دانشگاهی. ۵۵۰ ص.
۱۸. نجفی ع. ر. و وطن‌فدا ج. ۱۳۹۰. اهمیت مدیریت جامع منابع آب در حوضه‌های آبریز فرامرزی نمونه مطالعاتی: رودخانه فرامرزی هیرمند. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران. ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران.
۱۹. نیرومندفرد ف. و شهیدی ع. ۱۳۹۷. هیدروپلیتیک ایران و عراق و بهینه کردن مصرف آب‌های مشترک مرزی. فصلنامه علمی پژوهشی سیاست جهانی. ۷(۲): ۲۳۳-۲۵۹.
۲۰. Armacost R. L. and Hosseini J. C. 1994. Identification of determinant attributes using the analytic hierarchy process. Journal of the
۳. اکبری م. و یاری س. ۱۳۹۵. نقش رودخانه‌های مرزی در روابط ایران و عراق از دوره پهلوی تا آغاز جنگ تحمیلی (مطالعه موردی: گنگیر و کنجان چم در استان ایلام). نشریه پژوهش‌های تاریخی ایران و اسلام. ۱۰(۱۸): ۱-۲۰.
۴. آذر ع. ۱۳۸۳. تحقیق در عملیات. انتشارات مؤسسه نشر علوم نوین. چاپ سوم. ۷۶۸ ص.
۵. آریان فرد ل. و سراج م. ۱۳۹۰. کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM) در اولویت‌بندی طرح‌های توسعه منابع آب خوزستان. اولین کنفرانس بین‌المللی و سومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه برقابی. ۱۹ و ۲۰ بهمن، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران. ۶ ص.
۶. بدیعی ازدنداهی م. گودرزی مهر س. و رحیمی حرآبادی س. ۱۳۹۴. نقش تغییرات مورفولوژی رودخانه مرزی هیرمند در روابط سیاسی ایران و افغانستان، نشریه پژوهش‌های جغرافیای انسانی. ۴۳(۷۸): ۱۹۷-۲۲۰.
۷. پاک‌نژاد متکی ح. ر. و عزتی ع. ا. ۱۳۹۰. هیدروپلیتیک رودخانه مرزی اترک و تأثیر آن بر روابط ایران و ترکمنستان. نشریه چشم‌انداز جغرافیایی. ۶(۱۴): ۱۹-۳۷.
۸. پناهی ح. و شرفی ن. ۱۳۹۷. نقش تغییرات بستر رودخانه‌های مرزی در مناقشات مرزی منطقه خاور میانه (مطالعه موردی: کشور ایران). نشریه علوم و فنون مرزی. ۱۹(۱): ۶۵-۹۶.
۹. حافظ‌نیا م. ر. ۱۳۹۳. اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک. پژوهش‌کنده امیرکبیر (انتشارات پاپلی)، چاپ چهارم. ۴۰۰ ص.
۱۰. حسینی ا. ح. و رضائیان ع. ۱۳۹۳. انتخاب سیستم ساختمانی بهینه از بین سیستم‌های نوین ساختمانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با تأکید بر سه روش AHP، SAW، MADM، TOPSIS. اولین کنگره مهندسی ساخت و ارزیابی پروژه‌های عمرانی. سوم اردیبهشت، گرگان. ۱۲ ص.
۱۱. رضایی ا. و کشوردوست ع. ر. ۱۳۹۲. نگاهی بر تحولات ژئوپلیتیک مرزهای شمالی ایران. نشریه فضای جغرافیایی. ۱۳(۴۲): ۱-۱۵.

- Notes in Economics and Mathematical System. Berlin, Germany: Springer-Verlag
33. Saaty T. L. 1970. The Analytic Network Process. Pittsburgh: RWS Publications.
 34. Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process: Planning Priority Setting, Resource Allocation. Pittsburgh: RWS Publications.
 35. Shahidi A. Pourreza Bilondi M. and Tabatabaei S. M. 2017. Investigating the importance of hydroplotic boundary basins. 6th International conference on SCIENCES and ENGINEERING. Paris.
 36. Triantaphyllou E. and Sanchez A. 1997. a sensitivity analysis approach for deterministic multicriteria decision making methods. *Jornal of decision sciences*. 28(1): 151-194.
 37. Zimmerman N. 1996. Fuzzy Set Theory And Its Applications. Boston. USA, Kluwer Academic Publishers. 525 p.
 - Academy of Marketing Science. 22(4): 383-392.
 21. Chung S. H. Lee A. H. L. and Pearn W. L. 2005. Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. *International Journal of Production Economics*. 96(5): 15-36.
 22. De Boer L. and Van der Wegen L. L. M. 2003. Practice and promise of formal supplier selection: a study of four empirical cases. *Journal of Purchasing and Supply Management*. 9(3): 109-118.
 23. Fu G. 2006. A fuzzy optimization method for multicriteria decision making: an application to reservoir flood control operation. *Journal of Expert Systems with Applications*. 34(1): 145-149.
 24. Garcia-Melon M. Javier F. Jeronimo A. B. Pablo A. B. and Rocio P. 2008. Farmland appraisal based on the analytic network Process, *Journal of Global Optimization*. 42(11): 143-155.
 25. Giordano M. Drieschova A. Duncan J. A. Sayama Y. De Stefano L. and Wolf A. T. 2014. A review of the evolution and state of transboundary freshwater treaties. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* .14(3): 245-264.
 26. Hajkowicz S. and Higgins A. 2006. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *Journal of Operational Research*. 184(1): 255-265.
 27. Hwang C. L. and Masud A. S. 1979. *Multiple Objective Decision Making Methods and Applications: A State of The Art Survey*" Berlin, Springer- Verlag.
 28. Hwang C. L. and Yoon K. 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications; A State-of-the-Art Survey (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems)*. Springer, New York. 259 p.
 29. Kaya T. and Kahraman C. 2010. Multicriteria renewable energy planning using an integrated fuzzy VIKOR and AHP methodology: The case of Istanbul. *Journal of Energy*. 35(6): 2517-2527.
 30. Korhonen P. and Herbert Moskowitz. J. 1992. *European Journal of Operational Research*. 63(3): 361-375.
 31. Masuda T. 1990. Hierarchical Sensitivity analysis of the priorities used in Analytical Heirarchy Process. *Jornal of Systems Science*. 21(2): 415-427.
 32. Rios Insua D. 1990. Sensitivity analysis in multi-objective decision making. *Lecture*

