تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال بیستم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳
Volume 20, No. 2, Summer 2024 (IR-WRR)
۹۱-۱۰۴

# تحلیل اختلاف آب ایران و افغانستان در حوضه هیرمند: ارائه یک راه حل پایدار با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری GMCR

لیلا زارعی[۱] و حامد مازندرانی‌زاده[۲*]

## چکیده

دسترسی به منابع آب یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات قرن حاضر است که می‌تواند در آینده نزدیک منشأ بسیاری از تحولات در آینده جهان باشد. اختلاف بر سر بهره‌برداری، تعیین حقابه و یا تعیین حاکمیت رودخانه‌های مرزی یکی از مهمترین ریشه‌های اختلاف کشورهای همسایه است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل مناقشه آبی میان ایران و افغانستان در حوضه هیرمند و ارائه راهکار پایدار برای حل آن با استفاده از تئوری بازی‌ها انجام شده است. مدل‌سازی و تحلیل مناقشه با استفاده از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری GMCR صورت پذیرفته است. پس از تعیین بازیکنان و گزینه‌های هریک از آنها، ۲۵۶ حالت برای برقراری تعادل ایجاد شد که از این بین، ۴۰ حالت به عنوان حالت ممکن یا شدنی شناسایی شد. در مرحله بعد با استفاده از مفاهیم حل بازی‌های غیرهمکارانه و با توجه به اولویت‌بندی استراتژی‌ها توسط تصمیم‌گیران، پنج وضعیت به عنوان نقاط تعادل شناسایی شد. پس از تحلیل نهایی مدل، قوی‌ترین و مطلوب‌ترین حالت از بین حالت‌های ممکن مناقشه، حالتی شناسایی شد که دولت ایران ضمن حمایت از الگوی کشت بهینه محصولات استراتژیک در کشور افغانستان به ارایه خدمات مهندسی در توسعه زیربناهای آبی آن کشور نیز اقدام نماید و به صورت متقابل دولت افغانستان نیز ضمن به رسمیت شناختن حقابه دولت ایران و آزادسازی حقابه به سوی ایران، اقدام به همکاری نمایند.

***کلمات کلیدی:*** مناقشه آبی حوضه هیرمند، تئوری بازی، تعادل، مفاهیم حل غیرهمکارانه.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۵/۱

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان پائیز ۱۴۰۳ امکانپذیر است.

# Analyzing the Iran-Afghanistan Water Dispute in the Hirmand (Helmand) River Basin: A Sustainable Solution Using the GMCR Decision Support System

*L. Zarei [1] and H. Mazandarani Zadeh [2]*

## Abstract

Access to water resources is one of the most challenging issues of this century, which can be central to many future developments in the world. One of the most common causes of disputes between neighboring countries is the disagreement over the exploitation, ownership, or sovereignty of border rivers. The current research was conducted with the aim of analyzing the water dispute between Iran and Afghanistan in the Hirmand River basin and providing a sustainable solution using game theory. Conflict modeling and analysis were done using the GMCR decision support system. After identifying the players and their options, 256 states were created to maintain the balance, of which 40 were identified as possible or feasible states. In the next step, by solving non-cooperative games and prioritizing strategies by decision-makers, 5 potential outcomes were identified. After the final analysis of the model, the strongest and most desirable state among the possible conflict states was identified. This state involves the Iranian government supporting the optimal cultivation of strategic crops in Afghanistan, while also providing engineering services for the development of Afghanistan's water infrastructure. In turn, the Afghan government would cooperate by recognizing the Iranian government's claims and releasing the Iranian water rights.

***Keywords*:** Hirmand/Helmand Basin Water Dispute, Game Theory,Equilibrium Point, Non-Cooperative Solution Concepts.

Received: March 5, 2024
Accepted: July 22, 2024

1- Master's Degree Graduated, Water Science and Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: zareeil1988@gmail.com
2- Associate Professor, Water Science and Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: mazandaranizadeh@eng.ikiu.ac.ir
*- Corresponding Author
Doi: 10.22034/IWRR.2024.447123.2747

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## ۱- مقدمه

مبحث چالش‌برانگیز آب از گذشته‌های دور تاکنون به صورت مسأله تعیین‌کننده در روابط دولت‌ها نمود یافته است و همچنان نیز در سراسر جهان آب به عنوان عاملی برجسته در احتمال وقوع منازعه بوده و تنش‌های جدیدی بین کشورهای مختلف بر سر مسئله آب پدیدار می‌شود. منشأ مناقشات موجود در مدیریت منابع آبی مشترک بین ذینفعان را می‌توان وجود عدم تقارن در اطلاعات، قدرت و یا موقعیت دانست. مجموعه این نامتقارنی‌ها برخی ذینفعان را در موقعیتی برتر نسبت به سایر ذینفعان قرار داده است به گونه‌ای که ذینفعان بالادست از قدرت استراتژیک بیشتری در تقسیم و بهره‌برداری از منابع آب موجود در یک حوضه، نسبت به سایرین داشته باشند. اختلاف بر سر رودخانه‌های بین‌المللی اغلب به خاطر استفاده بیش از اندازه رودخانه در بخش بالادست و کاهش میزان حقابه کشورهای پایین‌دست روی می‌دهد.

در این میان یکی از مشغله‌های مهم سیاسی و آبی ایران در یک سده اخیر، تعیین رژیم حقوقی هیرمند بوده است. هرچند مرزهای بین‌المللی ایران و افغانستان در میان شاخه اصلی هیرمند در شرایط کنونی مورد پذیرش دو کشور است، ولی نحوه تقسیم آب هیرمند، نحوه بهره‌برداری از آن در منطقه دلتا و سایر حقوق مربوط به این رودخانه همچنان لاینحل باقی مانده است. قرار داشتن سرچشمه‌ها و بخش وسیعی از حوضه رودخانه هیرمند در فضای سرزمین افغانستان، باعث شده این کشور به لحاظ ژئوپلیتیکی در موضع برتر و ایران در موضع فرودست قرار گیرد. این در حالی است که قرارگیری منطقه سیستان از کشور ایران در بخش انتهایی حوضه هیرمند و وابستگی شدید به آن، باعث آسیب‌پذیری زیاد منطقه سیستان شده است. بر این اساس Soltani and Karbsi (2002) طی مطالعه‌ای ضمن بررسی وضعیت آب سیستان، عوامل محدودکننده ذخایر سطحی، تأثیر سدهای احداثی افغانستان بر وضعیت کنونی و آینده منابع آب سیستان و رژیم‌های حقوقی تقسیم آب بین دو کشور ایران و افغانستان را تحلیل کردند و براساس نتایج تحلیلی، برای کاهش وابستگی و بهبود وضعیت راهکارهایی ارائه کردند. Kevin et al. (2007) در گزارشی بطور مفصل به بررسی بیلان آب بخش بالادست رودخانه هیرمند پرداختند. این مطالعه اطلاعاتی را در مورد جریان آب ماهانه تاریخی و آینده در حوضه آبریز فوقانی هلمند و ذخیره مخزن کجکی در افغانستان ارائه داده است که می‌تواند توسط مقامات افغان برای تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و جمعیتی استفاده شود. امکان‌سنجی همکاری ایران و افغانستان درحوضه آبریز هیرمند جهت تخصیص آب بیشتر به محیط زیست و کنترل کشت محصول خشخاش با استفاده از نظریه بازی‌ها نشان می‌دهد لزوم تغییرات مذاکرات دو کشور از محدود نمودن مذاکره فقط بر روی آب، به ترکیب مبحث آب با دیگر حوزه‌ها ضروری است، چراکه می‌تواند شرایط برد- برد را برای دو کشور رقم بزند (Zarezadeh et al., 2016).

با توجه به گستردگی مسئله ذکر شده در سراسر جهان، از تئوری‌های رفع اختلاف از جمله تئوری بازی‌ها برای حل مناقشات استفاده می‌شود. نظریه بازی‌ها شاخه‌ای از علم ریاضیات کاربردی است که تلاش می‌کند تا رفتار ریاضی حاکم بر موقعیت استراتژیک را مدل‌سازی کند و در نتیجه راهبرد بهینه برای بازیکنان را شناسایی نماید. به شرایطی که سود، زیان و یا هر آنچه که بازیکنان به دنبال آن هستند نه تنها تحت تأثیر تلاش خود بلکه تحت تأثیر تصمیم سایر بازیکنان نیز باشد بازی اطلاق می‌شود است (Hashemi et al., 2020). Rogers (1969) اولین بار به استفاده ازمفاهیم تئوری بازی‌ها در مدیریت منابع آب رودخانه مرزی گنگ اقدام نمود. ایشان با استفاده از مفاهیم تئوری بازی‌ها، طیف وسیعی از استراتژی‌های مربوط به همکاری بین دو کشور ساحلی هند و پاکستان را مورد بررسی قرار دادند که می‌تواند منافع قابل توجهی را برای هر یک از طرفین حاصل نماید. Madani (2010) در پژوهشی عنوان کرد که کاربرد نظریه بازی‌ها در مناقشات مرتبط با مدیریت منابع آب بدین صورت است که می‌تواند رفتار هر کدام از بازیکنان را شناسایی و تفسیر نموده و از طرفی به چگونگی اثر متقابل بازیکنان مختلف بر تصمیم سایر بازیکنان می‌پردازد. ایشان کاربرد تئوری بازی‌ها در منابع آب را با سه نوع بازی مختلف و پرکاربرد در این نظریه اعم از بازی ترسوها، معمای زندانی و شکار و شکارچی در این پژوهش بررسی کرده است.

استفاده از روش گراف یا GMCR[1] که یکی از شاخه‌های بازی‌های غیرهمکارانه است مورد توجه بسیاری از محققین به ویژه محققین حوضه منابع آب قرار گرفته است. بررسی Hipel et al. (1993) در مورد اختلاف میان وزارت محیط زیست، دولت محلی و کارخانه تولیدکننده پساب صنعتی در کشور کانادا، نشان داد که روش GMCR ابزاری کارآمد جهت تحلیل مناقشات زیست محیطی است. Madani and Hipel (2007) با استفاده از نظریه بازی‌ها به بررسی مناقشات منابع آب کشورهای حاشیه رود اردن با استفاده از مدل GMCR پرداختند که هم‌زمان با افزایش جمعیت و رشد اقتصادی تقاضای آب کشورهای حاشیه رود اردن نیز افزایش یافته است. این موضوع باعث ایجاد تنش بین کشورهای حاشیه رود مذکور شده است. نتایج نشان داد که روابط سیاسی کنونی کشورهای عربی و اسرائیل با تشکیل ائتلاف و اتحاد بین کشورهای عربی و از طریق مداخله شخص ثالث یا ابزار زور ممکن است. نتایج مطالعه‌ای که به بررسی مناقشه

بین‌المللی میان آمریکا و کانادا بر سر ساخت یک بند انحرافی که به روی رودخانه Devils ایجاد شده بود نشان داد که با استفاده از قابلیت‌های GMCR می‌توان حتی در شرایطی که ساخت پروژه‌های در حال مناقشه در حال اتمام بوده و پروژه در شرف بهره‌برداری است، راه‌کارهایی برای اصلاح تصمیمات و دستیابی به وضعیت‌های بهینه‌تر بازیکنان ارائه داد (Ma et al., 2011). در پژوهشی نیز که جهت بررسی مناقشه آبی دریاچه ارومیه با استفاده از مدل GMCR صورت گرفت، نتایج نشان داد که از منظر استراتژیک، ریشه اصلی بحران، ترجیح منافع شخصی کوتاه مدت بر منافع بلند مدت محیط زیستی و اقتصادی- اجتماعی و غفلت از پیامدهای جانبی این انتخاب است. همچنین، نتایج ضمن تأیید کارایی GMCR برای حل مناقشات منابع آبی مشترک، نشان دادند که جلوگیری از تداوم وضع موجود و رهایی از بن بست کنونی، مستلزم دخالت فعال دولت به عنوان تصمیم‌گیرنده ارشد حاکمیتی و ملزم کردن ذینفعان به خودداری از ایجاد حقابه جدید در حوضه است (Safaee and Malek Mohammadi, 2014). Gholami et al. (2017) نیز مناقشه شبکه آبیاری و زهکشی سفید رود واقع در استان گیلان را با استفاده از مدل GMCR مورد بررسی قرار دادند. نتایج داد که آموزش کشاورزان و مشارکت دادن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها به عنوان بازیگر اصلی و تشکیل تشکل آبران وضعیت مشارکت آنان را در مدیریت منابع آب منطقه بهبود بخشید. بررسی مناقشه تخصیص آب سد ایلام بین ذینفعان که شامل جهاد کشاورزی، سازمان محیطزیست، شرکت آب و فاضلاب است با استفاده از مدل GMCR نشان داد که سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب و فاضلاب، آب بیشتری را برداشت کرده و سهم ناچیزی برای بخش محیط زیست باقی می‌ماند و حضور یک عامل سوم مانند دولت و یا دادگستری می‌تواند نتیجه این مناقشه را تغییر دهد و به سمت حالت بهینه سوق دهد (Zanjanian et al., 2018). Mortezapur et al. (2019) در پژوهشی دیگر به بررسی و ارائه راهکار برای حل مناقشات موجود و حکمرانی در پایین دست سد سفید رود با استفاده از روش غیر همکارانه تئوری بازی‌ها پرداختند. آنها از مدل GMCR برای این منظور استفاده کردند. با توجه به نتایج به دست آمده حل این منافشات بدون حکمرانی مؤثر به منظور تشویق راه حل‌های همکارانه بین ذینفعان و تنبیه متخلفان امکانپذیر نیست.

مرور مطالعات گذشته حاکی از توانمندی روش GMCR در حل مناقشات مرتبط با منابع آب است، به همین منظور در این پژوهش استفاده از این روش قوی برای حل یکی از مهم‌ترین مناقشات حوزه آبی مرزی مشترک کشور ایران درنظر گرفته شده است. هدف از این پژوهش بررسی و ارائه راه حل پایدار برای حل مناقشه آبی رودخانه مرزی هیرمند با استفاده از تئوری بازی‌ها است، به این صورت که پس از تعیین تصمیم‌گیرندگان و استراتژی‌های قابل اجرای هرکدام، از مدل GMCR برای حل مناقشه استفاده می‌شود و مطلوب‌ترین راه حل برای مناقشه ایجاد شده و بهبود وضع موجود، ارائه شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

هیرمند یکی از طولانی‌ترین و مهم‌ترین رودخانه‌های افغانستان و زهکش اصلی نیمه جنوبی این کشور است. حوضه رودخانه هیرمند بین مختصات جغرافیایی ´۳۳،° ۵۹ تا ´۵۰،° ۶۱ طول شرقی و ´۰۸،۲۹° تا ۵۱،°۳۲ عرض شمالی واقع شده است. این رودخانه در محل کوهک به دو شاخه اصلی سیستان (شاخه غربی) و پریان مشترک (شاخه شرقی) تقسیم می‌شود. شاخه غربی طی مسافتی در حدود ۷۰ کیلومتر به دریاچه هامون تخلیه می‌گردد. شاخه دیگری که پریان مشترک نام دارد، قسمتی از مرز ایران و افغانستان را تشکیل می‌دهد که در نهایت به هامون پوزک در سرزمین افغانستان می‌ریزد (Haji Hoseini et al., 2014 ،Etaat and Varzesh., 2013). مجموع جریان آب در هیرمند در سال‌هایی که خشک‌سالی نیست، حدود ۷ کیلومتر مکعب در سال تخمین زده شده است. دبی متوسط این رودخانه ۹۰ الی ۴۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه و بیشینه دبی آن ۱۸۰۰۰ الی ۲۰۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه است (Shroder and Ahmadzai, 2016). شکل ۱ به نمایش حوزه آبریز رودخانه هیرمند می‌پردازد.

### ۲-۲- تئوری بازی‌ها

زیرمجموعه‌ای از علم ریاضیات است که در بستر علم اقتصاد توسعه یافته و می‌کوشد رفتارها و نتایج رفتار تصمیم‌گیرانی را که حق انتخاب دارند، را محاسبه نماید. تئوری بازی‌ها مدل‌های گوناگونی دارد که در تخصیص منابع آب مشترک حوضه‌ای و بین‌حوضه‌ای مرزی قابل استفاده است. انتخاب نوع بازی، بسته به شرایط بازیکنان و موقعیت راهبردی آن‌ها دارد ولی به طور کلی به دو دسته بازی‌های همکارانه و غیر همکارانه تقسیم می‌شود (Danesh ؛ Gholami et al., 2017 Salehi et al., ،Ghandhary et al., 2016 ؛ yazdi et al., 2014 2019). بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه مهم‌ترین شاخه تئوری بازی‌ها تلقی می‌شود. از عمده‌ترین تعاریف تعادل همکارانه می‌توان به مدل‌های چانه‌زنی، مدل‌های مشارکتی، مدل‌های نوکلئولوس، روش شاپلی و مدل‌های ورشکستگی و از تعاریف تعادل غیرهمکارانه می‌توان به $GMR^2$، $SMR^3$، $SEQ^4$، $NM^5$، $R^6$ و Limited move stability و اشاره کرد (Madani, 2010; Madani and Hipel, 2011).

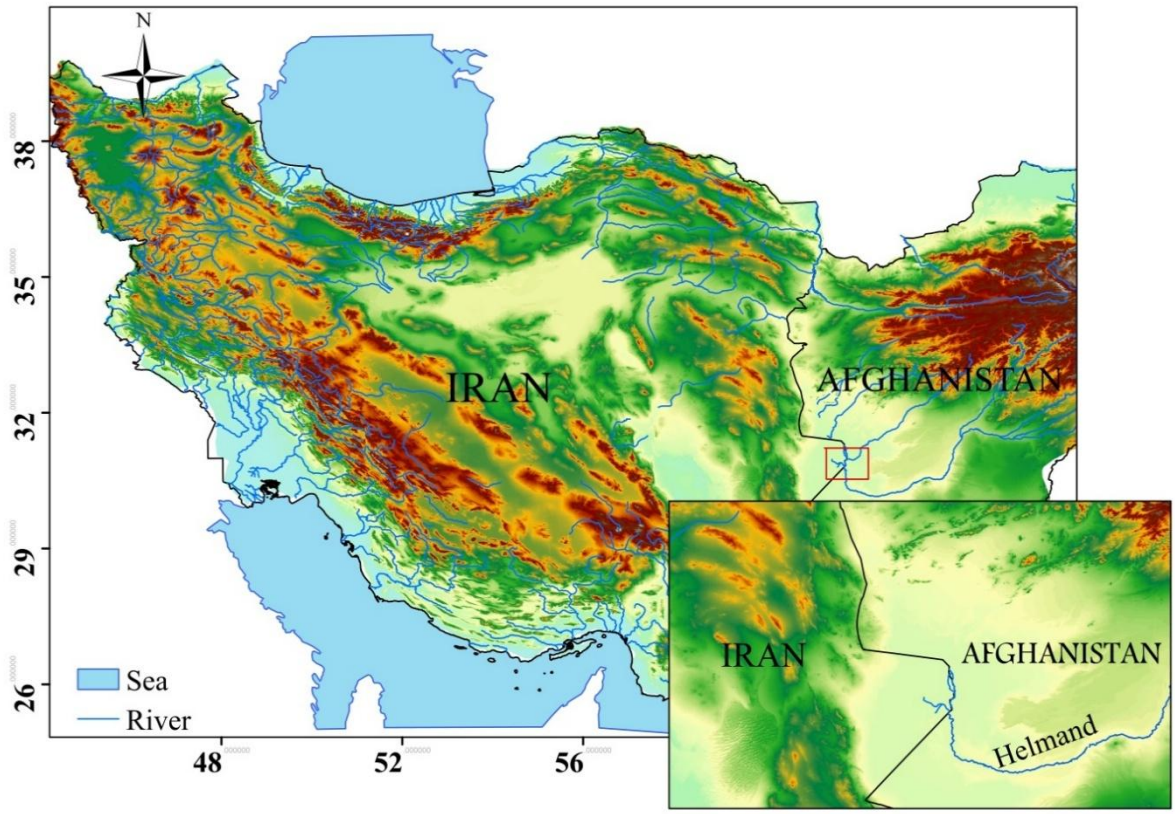


**Fig. 1- Hirmand river basin**
**شکل ۱- حوزه رودخانه هیرمند**

اگرچه منافع مدل‌های همکارانه نسبت به غیرهمکارانه بیشتر است؛ اما ضمانت تحقق عملی آن‌ها نسبت به مدل‌های غیرهمکارانه کمتر است. از سویی دیگر انعطاف استفاده از مدل‌های غیرهمکارانه، شبیه بودن آن به مناقشات واقعی و عدم نیاز به اطلاعات و کالیبراسیون فراوان، کاهش حجم محاسبات را می‌توان علت دیگر کارآمد بودن این روش بیان کرد (Kilgoure and Hipel, 2005).

نقطه تعادل بازی، حالتی است که به ازای یک تعریف تعادل معین برای تمامی بازیکنان پایدار باشد و در واقع در اشتراک تعادل آن‌ها قرار بگیرد، بدان معنا که بازیکنانی که دارای ویژگی آن تعریف تعادل هستند وضعیت مذکور را به عنوان راه حل مناقشه پذیرفته‌اند و مایل به تغییر آن نیستند (Gholami et al., 2017). مفهوم تعادل در تئوری بازی‌ها بیانگر پایداری وضعیت برای همه بازیکنان است. در صورتی‌که تمامی بازیکنان، به وضعیت مطلوب خود دست یابند برای تغییر و بهبود تصمیم اتخاذ شده، تمایلی ندارند. مدل‌های نظریه بازی‌ها، بر مبنای نوع اطلاعاتی که مدل برای اولویت‌بندی استراتژی بازیکنان، از آن استفاده می‌نماید به دو نوع مدل‌های کمی و کیفی تقسیم‌بندی می‌شوند (Madani and Hipel, 2011). شکل ۲ به نمایش جایگاه مدل گراف در بین مدل‌های نظریه بازی‌ها می‌پردازد.

### ۲-۳- GMCR و مزایای استفاده از آن در حل مناقشات آبی

Fang et al. (1993) سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری یا مدل گراف برای حل مناقشه را، با ترکیب مدل گراف و روش‌های تحلیل مناقشه به وجود آوردند. این مدل شامل سه جزء اساسی تصمیم‌گیران یا بازیکنان، مجموعه استراتژی‌ها یا حالات ممکن برای هر بازیکن و اولویت‌های هریک از تصمیم‌گیرندگان نسبت به هر یک از وضعیت‌ها و نتایج بازی که تصمیم‌گیرنده می‌تواند با تغییر استراتژی و انتخاب‌هایش در خلال فرآیند تکامل بازی در آن‌ها سهیم باشد (Madani and Hipel, 2011). بر اساس پژوهش‌ها و مطالعات صورت‌گرفته پیشین، برتری استفاده از مدل‌های غیرهمکارانه به ویژه مدل GMCR بر مدل‌های همکارانه به اثبات رسیده است؛ چراکه مدل‌های همکارانه انعطاف‌پذیری بالایی برای حل مناقشات آبی ندارند و همچنین به اطلاعات و کالیبراسیون فراوان نیازمند است که در عمل کار را دشوار کرده است (Kilgour and Hipel, 2005).

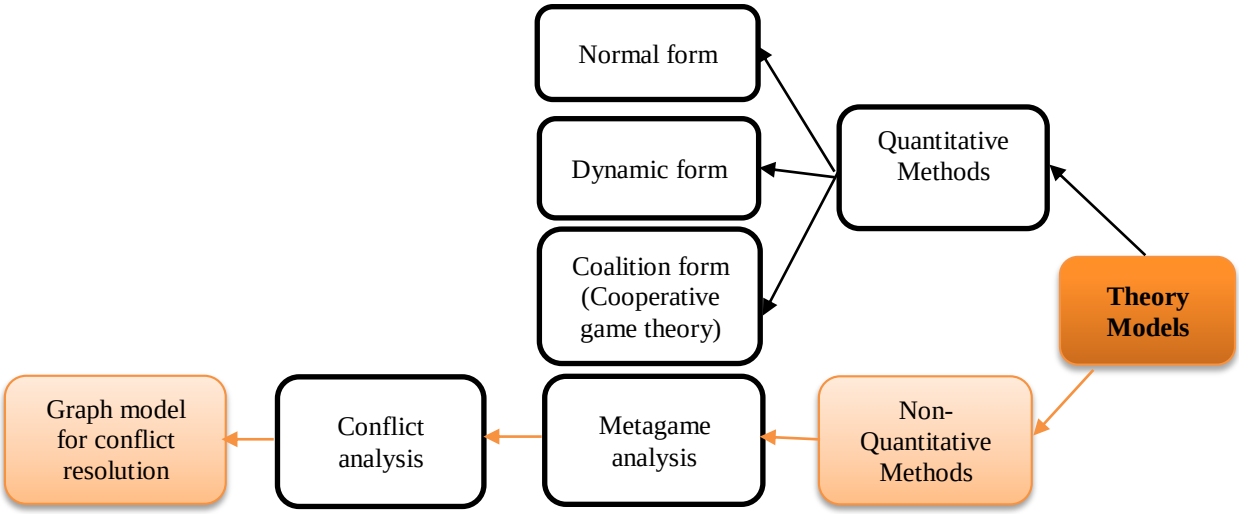


**Fig. 2- The graph model position among game theory models (Madani and Hipel, 2011)**

**شکل ۲- برخی از انواع مدل‌های نظریه بازی‌ها و جایگاه مدل گراف (Madani and Hipel, 2011)**

از مهم‌ترین مزایای استفاده از مدل GMCR می‌توان به درنظرگرفتن مطلوبیت‌های متضاد تصمیم‌گیران و تمایل آن‌ها برای بهینه‌سازی سود شخصی، عدم نیاز به وزن‌دهی کمی به معیارها و تصمیم‌گیران، به کارگیری داده‌های نسبی و کیفی و همچنین کاهش حجم محاسبات اشاره کرد. مدل GMCR و تعاریف تعادل غیرهمکارانه که در جدول ۱ عنوان شده است، به نوعی توانایی شکل‌گیری نوعی بینش طراحی، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی را دارد که کسب آن از طریق سایر روش‌های مهندسی که مرسوم است، امکان‌پذیر نیست. در جدول ۱ به ویژگی‌های شش روش رفع اختلاف غیرهمکارانه که در مدل GMCR استفاده می‌شود اشاره شده است. به عبارت دیگر این مدل، پس از یافتن نقاط تعادل، انطباق‌پذیری هر یک آن را با هر یک از شش روش غیرهمکارانه کنترل می‌نماید، نقطه تعادلی که بر اساس تعداد روش بیشتری، حائز شرایط تعادل باشد به عنوان نقطه تعادل نهایی قابل معرفی است.

نرم‌افزار GMCR II، نرم‌افزاری کاربرپسند و قابل اجرا تحت سیستم عامل ویندوز است که باعث به کارگیری ساده مدل گراف برای حل اختلاف مناقشات دنیای واقعی از جمله مناقشات آبی شده است. داده‌های ورودی این نرم‌افزار شامل، تصمیم‌گیران، گزینه‌ها و استراتژی‌های ممکن تصمیم‌گیران است و با توجه به داده‌های ورودی، یک مدل گراف برای آنالیز حل اختلاف ایجاد می‌نماید (Koohani et al., 2023).

### ۲-۴- فرآیند حل مسأله در GMCR

یک گراف، نمایشی تصویری از مجموعه تصمیم‌گیرانی است که با هم ارتباط دارند. هر یک از این تصمیم‌گیران را رأس یا گره می‌نامند. رأس‌ها نیز از طریق یال‌ها یا آرک‌ها با هم مرتبط هستند. در مدل گراف، فرآیند حل مسأله، به صورت حرکت از یک رأس به رأس‌های دیگر به وسیله آرک‌های گراف که توسط تصمیم‌گیران کنترل می‌شود، نشان داده می‌شود. وضعیت‌های در دسترس برای هر تصمیم‌گیرنده یا بازیکن عبارت است از: وضعیت‌هایی که او می‌تواند در یک گام و با انجام حرکات یک جانبه از وضعیت مبدأ اولیه به آن‌ها برسد. مجموعه این دسترسی‌ها، ماتریس دسترسی بازیکن را شکل می‌دهد. در ماتریس ذکر شده، وضعیت‌هایی که تصمیم‌گیرنده می‌تواند با انجام یک حرکت از وضعیت مبدأ به آن‌ها برسد با عدد یک و سایر وضعیت‌ها با عدد صفر مشخص می‌شود. همچنین، در ماتریس دسترسی، وضعیت‌هایی که تصمیم‌گیرنده می‌تواند انجام یک حرکت از وضعیت مبدأ خود به آن‌ها برسد، لیست حرکات یک جانبه بازیکن نامیده می‌شود و با عدد یک مشخص می‌شود. در لیست حرکات یک‌جانبه، وضعیت‌هایی که برای تصمیم‌گیرنده، دارای ارجحیت بیشتری نسبت به وضعیت مبدأ است، لیست پیش‌روی‌های یک جانبه نامیده می‌شود و با عدد یک مشخص می‌شوند. فرآیند حل مسأله در GMCR به طور کلی شامل دو مرحله مدل‌سازی و تحلیل مناقشه است. شکل ۳ گام‌های هر مرحله را نمایش می‌دهد.

**Table 1- Comparison of the features of non-cooperative solution concepts used in GMCR (Fang et al, 1993)**

**جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های مفاهیم حل غیرهمکارانه استفاده شده در GMCR (Fang et al., 1993)**

| Solution concepts | Foresight | Dis-improvements | Knowledge of preferences | Strategic risk |
|---|---|---|---|---|
| Nash stability (R) | Low | Never | Own | Ignores risk |
| General Metarationality (GMR) | Medium | By opponents | Own Avoids | risk; conservative |
| Symmetric Metarationality (SMR) | Medium | By opponents | Own Avoids | risk; conservative |
| Equential stability (SEQ) | Medium | Never | All Takes | Some risk; satisfices |
| Limited move Stability (Lh) | Variable | Strategic | All Accepts | risk; strategizes |
| Non-myopic Stability (NM) | High | Strategic | All Accepts | risk; strategizes |

## ۳- مدل‌سازی

### ۳-۱- تحلیل مناقشه آبی حوضه هیرمند با استفاده از مدل GMCR

به منظور بررسی مناقشه آبی حوضه هیرمند، اطلاعات ورودی برای ایجاد مدل با استفاده از تاریخچه و مطالعات کتابخانه‌ای، گزارش‌های مرتبط از سازمان‌های ذی‌صلاح همچون وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب و مصاحبه با افراد اگاه جمع‌آوری و صحت‌سنجی شده است و در نهایت مراحل مدل‌سازی و تحلیل مناقشه آبی حوضه مذکور طبق مدل گراف GMCR انجام شده است. در بخش مدل‌سازی یکی از مهم‌ترین اقدامات، شناسایی تصمیم‌گیران و ذینفعان، سپس شناسایی وضعیت‌های ممکن مناقشه و تعیین انتقال وضعیت‌های مجاز و در گام اخر تعیین اولویت‌های نسبی هر تصمیم‌گیر است.

با توجه به قدرت تصمیم‌گیری و اجرایی، مهم‌ترین تصمیم‌گیران مرتبط با این مناقشه شامل دولت‌های ایران و افغانستان است. برای مدل‌سازی مناقشه، پنج مرحله شامل شناسایی تصمیم‌گیران، تعریف استراتژی‌های هر تصمیم‌گیر، حذف حالات غیرممکن و تعیین وضعیت‌های ممکن، بررسی برگشت‌پذیری تصمیم و ترکیب استراتژی‌ها و تعیین پیامدهای بازیکنان انجام شده است. در جدول ۲ تصمیم‌گیران و استراتژی‌های آن‌ها نشان داده شده است. منظور از N و Y در جدول زیر به ترتیب عدم استفاده و استفاده از استراتژی مورد نظر در حال حاضر است. به عنوان مثال در ردیف اول این جدول، که به استراتژی ایران اختصاص دارد، استراتژی "دریافت سرانه آب مصرفی به ازای هر کدام از مهاجران افغان" در وضعیت N قرار دارد به این مفهوم که در حال حاضر چنین استراتژی از سوی ایران اجرا نمی‌شود.

لازم به ذکر است که تعداد کل وضعیت‌های مناقشه از رابطه $2^n$ به دست می‌آید. در این رابطه n تعداد کل گزینه‌های مناقشه است، بنابراین با توجه به تعداد گزینه‌ها که ۸ مورد است، تعداد کل وضعیت‌های مناقشه ۲۵۶ حالت خواهد بود. برای حذف حالات غیرممکن مناقشه، وضعیت‌هایی که رخ دادن آن‌ها در واقعیت ممکن نیست، از مجموعه کل وضعیت‌های مناقشه حذف می‌شوند. این وضعیت‌ها را به دلیل این‌که با وضعیت موجود مناقشه متضاد است، می‌توان ناممکن دانست. از منظر شرایط واقعی، امکان رخ دادن همه وضعیت‌ها و حالات (یعنی ۲۵۶ حالت) وجود ندارد و محدودیت‌هایی باعث می‌شود تا وضعیت‌های ممکن مناقشه کاهش یابد که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- حالات یا گزینه‌هایی که هم‌زمان رخ نمی‌دهند. شامل ترکیب‌ها و حالات بازی‌ای که در آن گزینه‌ها نمی‌توانند در کنار یکدیگر قرار گیرند. بنابراین این ترکیب‌ها از حالات بازی حذف می‌شوند. به عنوان مثال استراتژی ۵ و ۷ دولت افغانستان نمی‌تواند همزمان رخ دهد، به این معنی که همزمان قبول حقابه ایران و امتناع از پذیرش حقابه رخ نمی‌دهد.

- گزینه‌هایی که بین آن‌ها همبستگی وجود دارد. برای مشخص نمودن همبستگی بین گزینه‌های بازیکنان، باید گزینه‌هایی را مشخص نمود (مشروط) که حتما در صورت وقوع گزینه دیگر (شرط) رخ می‌دهند. به

عنوان مثال عبارت AF7: Y اگر IR1:N IR2:N IR3:N نشان می‌دهد که اگر دولت افغانستان به معاهده بین دو کشور پایبند باشد و اقدام به رهاسازی آب نماید، دولت ایران نیز از اقدامات خود جهت دریافت حقابه مصوب خود که شامل پیگیری حقوقی حقابه خود در مجامع بین‌المللی، دریافت سرانه آب مصرفی به ازای هریک از مهاجران افغان و همچنین افزایش مالیات بر مبادلات تجاری خود در برابر افغانستان چشم‌پوشی خواهد کرد و یا عبارت AF5: Y اگر IR8: N IR4:N نشان می‌دهد که در صورتی که دولت افغانستان از استراتژی خود مبنی بر امتناع از پذیرش حقابه مصوب ایران، ذخیره آب در پشت سدها و انتقال آن به حوضه‌های داخلی خود صرف‌نظر کند در مقابل دولت ایران نیز می‌تواند از خدمات مهندسی خود جهت توسعه زیربناهای آبی کشور افغانستان و همچنین آموزش و ترویج کشاورزی بهره‌برداران آن کشور کمک شایانی کند. در مجموع با اعمال دو شرط مذکور ۲۱۶ وضعیت از وضعیت‌های اولیه، ناممکن شناخته می‌شوند و تعداد وضعیت‌های ممکن که تحلیل تعادل بر روی آن انجام می‌گیرد به ۴۰ وضعیت کاهش پیدا خواهد کرد که در جدول ۳ وضعیت‌های ممکن مناقشه به عنوان ورودی نرم‌افزار نشان داده شده است.

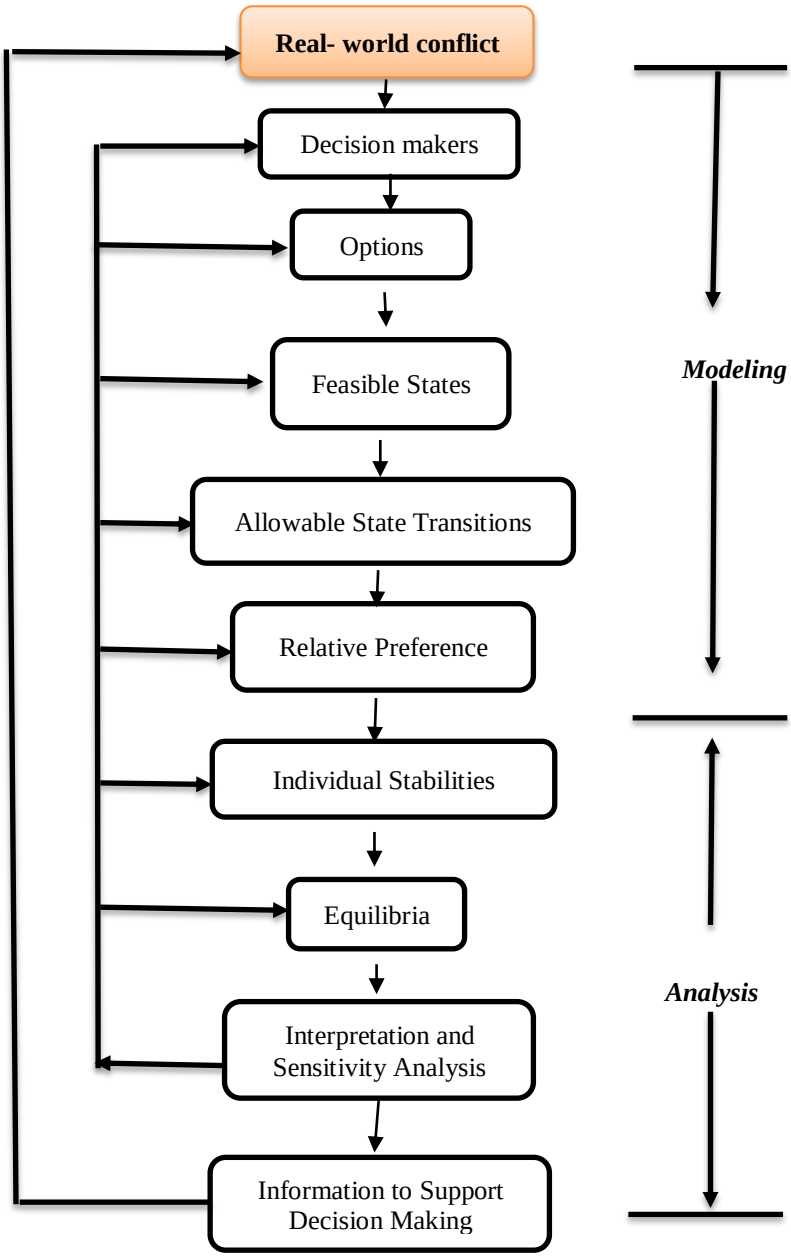


**Fig. 3- Modeling and analysis process in GMCR model (Hipel et al., 1993)**

**شکل ۳- فرآیند مدل‌سازی و تحلیل در مدل GMCR (Hipel et al., 1993)**

**Table 2- Players, strategies and basic situations of analysis in Hirmand water conflict**

**جدول ۲- بازیکنان، استراتژی‌ها و وضعیت‌های پایه تحلیل در مناقشه آبی هیرمند**

| Decision makers | NO | Options | Basic situation |
|---|---|---|---|
| Iran | 1 | Receiving per capita water consumption for each Afghan immigrant (IR) | N |
| | 2 | Increasing the tax on commercial transactions vis-à-vis Afghanistan (IR) | N |
| | 3 | Legal follow-up of the claim of 26 $m/s$ of rights and protection of Hamon International Wetland in international forums. (IR) | Y |
| | 4 | Supporting the optimal cultivation model and strategic and low consumption products (IR) | Y |
| Afghanistan | 5 | Refusal to accept the approved concession, store water behind the dams and transfer it the interior basine of Afghanistan (AF) | Y |
| | 6 | Use of oil versus water leverage (AF) | N |
| | 7 | Accepting the approved rights and releasing water behind the dams (AF) | N |
| | 8 | Using Iran's engineering services in the development of water infrastructure and the development of education and agricalture in Afghanistan using Iran's experiences (AF) | N |

**Table 3- The possible and feasible choices for conflict of Hirmand water conflict players (the desirable option(Y), undesirable option (N))**

**جدول ۳- وضعیت‌های ممکن برای بازیگران مناقشه آبی هیرمند و همه انتخاب‌های ممکن (گزینه مطلوب (Y)، گزینه نامطلوب (N))**

| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Iran** | IR1 | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| | IR2 | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y |
| | IR3 | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y |
| | IR4 | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y |
| **Afghanistan** | AF5 | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | N | N | N | N |
| | AF6 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| | AF7 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| | AF8 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |

| | | **21** | **22** | **23** | **24** | **25** | **26** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** | **36** | **37** | **38** | **39** | **40** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Iran** | IR1 | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| | IR2 | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y | N | Y |
| | IR3 | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y | N | N | Y | Y |
| | IR4 | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y |
| **Afghanistan** | AF5 | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| | AF6 | Y | Y | Y | Y | N | N | N | N | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |
| | AF7 | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N | N |
| | AF8 | N | N | N | N | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |

### ۳-۲- انتقال وضعیت‌های مجاز یا برگشت‌پذیری

پس از تعیین وضعیت‌های ممکن مناقشه، می‌بایست وضعیت‌هایی که هر بازیکن می‌تواند با تغییر استراتژی خود، از هر وضعیت اولیه به آن دست یابد، را مشخص کنیم. جهت تعیین این وضعیت‌ها که به مجموع آن‌ها لیست دسترسی هر بازیکن نامیده می‌شود، می‌بایست شروطی تعیین شود که توسط آن‌ها وضعیت‌های مجاز برای انتقال از هر وضعیت مشخص شود، بنابراین باید حرکات غیرقابل برگشت نیز برای هر بازیکن مشخص شود. در مورد مناقشه آبی هیرمند، با نگاهی به استراتژی بازیکنان مشاهده می‌شود که تمامی حرکات ایران و افغانستان به صورت رفت و برگشتی بوده و دارای حرکات برگشت‌ناپذیر نمی‌باشد به این معنی که می‌تواند در هر زمان موضع Y (انتخاب گزینه) خود را در هر استراتژی به موضع N (عدم انتخاب گزینه) تغییر داده و برعکس که جدول ۴ انتقال وضعیت‌های مجاز برای بازیکنان را نشان می‌دهد.

### ۳-۳- اولویت‌بندی وضعیت‌های ممکن برای تصمیم‌گیران

اساس اولویت‌بندی بر پایه سود و منفعت ذینفعان برای خود و استراتژی‌هایی که اتخاذ آن‌ها از طرف تصمیم‌گیران روبه رو، برای وی مطلوبیت درنظر گرفته و آن را دنبال می‌کنند، است. اولویت‌بندی مشخص می‌کند که هر بازیکن در بین وضعیت‌های در دسترس خود تمایل بیشتری به حرکت به سوی کدام وضعیت دارد. عدد قرار گرفته در هر سلول جدول نمایش دهنده شماره وضعیت مورد نظر در لیست وضعیت‌های ممکن بازی است.

اولویت‌ها و ترجیحات می‌تواند در غالب ترجیحات شرطی و غیرشرطی در مدل GMCR وارد شود. ترجیحات و اولویت‌های غیرشرطی با کلمات ربط دهنده نفی (-)، ربط (&) و انفصال (or) اعمال می‌شود. ترجیحات شرطی نیز توسط عملگر (If) بهم وصل می‌شوند (Obeidi et al., 2005). اولویت و ترجیح (–) به معنی عدم تمایل به انتخاب توسط تصمیم‌گیر است.

### - اولویت‌های دولت ایران

این روند برای اولویت‌بندی دولت ایران به شرح جدول ۵ نمایش داده شده است. اولویت اول پذیرش حقابه مصوب از سوی دولت افغانستان و رهاسازی آب پشت سدها، اولویت دوم به عدم تمایل به تصمیم دولت افغانستان و امتناع از پذیرش حقابه مصوب، ذخیره آب در پشت سدها و انتقال آن به حوضه‌های داخلی افغانستان است، اولویت سوم به عدم تمایل به استفاده دولت افغانستان از نفت به عنوان اهرم فشار در مقابل آب می‌باشد.

**Table 4- Moves to determine the transfer of allowed statuses for Hirmand basin players**

**جدول ۴- حرکات تعیین انتقال وضعیت‌های مجاز برای بازیکنان حوضه هیرمند**

| Decision makers | NO. | Options | Basic situation |
|---|---|---|---|
| Iran | 1 | Receiving per capita water consumption for each Afghan immigrant | N ⟷ Y |
| | 2 | Increasing the tax on commercial transactions vis-à-vis Afghanistan | N ⟷ Y |
| | 3 | Legal follow-up of the claim of 26 $m/s$ of rights and protection of Hamon International Wetland in international forums. | Y ⟷ N |
| | 4 | Supporting the optimal cultivation model and strategic and low consumption products | Y ⟷ N |
| Afghanistan | 5 | Refusal to accept the approved concession, store water behind the dams and transfer it the interior basine of Afghanistan | Y ⟷ N |
| | 6 | Use of oil versus water leverage | N ⟷ Y |
| | 7 | Accepting the approved rights and releasing water behind the dams | N ⟷ Y |
| | 8 | Using Iran's engineering services in the development of water infrastructure and the development of education and agricalture in Afghanistan using Iran's experiences (AF) | N ⟷ Y |

اولویت چهارم استفاده از خدمات مهندسی ایران در توسعه زیربناهای آبی دولت افغانستان و همچنین توسعه آموزش و ترویج کشاورزی با استفاده از تجارب ایران، اولویت پنجم حمایت از الگوی کشت بهینه و محصولات استراتژیک و کم مصرف، اولویت ششم به این صورت است که اگر دولت افغانستان امتناع از پذیرش حقابه مصوب و ذخیره آب در پشت سدها و انتقال آن به حوضه‌های داخلی خود را همچنان در دستور کار خود قرار دهد دولت ایران پیگیری حقابه مصوب خود و همچنین حفاظت از تالاب بین‌المللی هامون را از طریق مجامع بین‌المللی در دستور کار خود قرار خواهد داد. اولویت هفتم نیز به این صورت است که اگر همچنان دولت افغانستان از پذیرش حقابه مصوب ایران امتناع کند، ایران نیز در مقابل می‌تواند دریافت سرانه آب مصرفی به ازای هر کدام از مهاجران افغان از دولت افغانستان را در دستور کار خود قرار دهد. در اولویت هشتم نیز دولت ایران می‌تواند در مقابل امتناع دولت افغانستان از پذیرش حق‌آبه ایران مالیات بر مبادلات تجاری ایران در بندرچابهار را افزایش دهد. در این جدول اولویت (۵-) به این معنی است که دولت ایران به شدت به امتناع دولت افغانستان به پذیرش حقابه مصوب ایران و ذخیره در پشت سدها تمایل ندارد. ۳if۵ به این معنی است که دولت افغانستان در صورتی‌که همچنان به تعهد خود مبنی بر پذیرش حقابه مصوب و رهاسازی آب پشت سدها عمل نکند و همچنین پایبند به حقابه زیست محیطی دریاچه بین‌المللی هامون نباشد، دولت ایران از طریق مجامع بین‌المللی این امر را پیگیری می‌نماید.

**- اولویت‌های دولت افغانستان**

همانطور که درجدول ۶ نشان داده شده است نحوه اولویت‌بندی برای دولت افغانستان بدین ترتیب است که در ابتدا تمایلی برای پذیرش حقابه مصوب ندارد و تمایل آن به ذخیره آب و انتقال آن به حوضه‌های داخلی افغانستان است. اولویت دوم آن به استفاده از اهرم فشار نفت در مقابل آب است، اولویت سوم آن در نهایت پذیرش حقابه و رهاسازی آب ذخیره شده پشت سدها است که درمقابل می‌تواند از خدمات مهندسی دولت ایران برای توسعه زیربناهای آبی و همچنین آموزش و ترویج کشاورزی با استفاده از تجارب ایران بهره ببرد که در قالب اولویت چهارم مطرح شده است. اولویت بعدی می‌تواند حمایت از الگوی کشت بهینه و کشت محصولات استراتژیک و کم مصرف باشد. در اولویت‌های پنجم تا هشتم این ذینفع تمایلی برای انتخاب گزینه‌هایی که اولویت اصلی دولت ایران که شامل پیگیری حقوقی حقابه ۲۶ مترمکعب برثانیه و همچنین پیگیری حقوقی حفاظت از تالاب بین‌المللی هامون، دریافت سرانه آب مصرفی به ازای هر یک از مهاجران افغان و افزایش مالیات بر مبادلات تجاری از سوی ایران است ندارد.

## ۴- بحث و نتایج

برای تحلیل مناقشه میان ایران و افغانستان از سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری GMCR استفاده شد که نتایج در ذیل ذکر می‌شوند.

**Table 5- Prioritization of Iranian government options**

**جدول ۵- اولویت‌بندی گزینه‌های دولت ایران**

| Priority number | Options | |
|---|---|---|
| 1 | 7 | Accepting the approved rights and releasing water behind the dams |
| 2 | -5 | Refusal to accept the approved concession, store water behind the dams and transfer it the interior basine of Afghanistan |
| 3 | -6 | Use of oil versus water leverage |
| 4 | 8 | Using Iran's engineering services in the development of water infrastructure and the development of education and agricalture in Afghanistan using Iran's experiences (AF) |
| 5 | 4 | Supporting the optimal cultivation model and strategic and low consumption products |
| 6 | 3 if 5 | Legal follow-up of the claim of 26 $m/s$ of rights and protection of Hamon International Wetland in international forums. |
| 7 | 1 if 5 | Receiving per capita water consumption for each Afghan immigrant |
| 8 | 2 if 5 | Increasing the tax on commercial transactions vis-à-vis Afghanistan |

**Table 6- Prioritization of Afghan government options**

**جدول ۶- اولویت‌بندی گزینه‌های دولت افغانستان**

| Priority number | | Options |
|---|---|---|
| 1 | 5 | Refusal to accept the approved concession, store water behind the dams and transfer it the interior basine of Afghanistan |
| 2 | 6 | Use of oil versus water leverage |
| 3 | 7 | Accepting the approved rights and releasing water behind the dams |
| 4 | 8 | Using Iran's engineering services in the development of water infrastructure and the development of education and agricalture in Afghanistan using Iran's experiences (AF) |
| 5 | 4 | Supporting the optimal cultivation model and strategic and low consumption products |
| 6 | -3 | Legal follow-up of the claim of 26 $m/s$ of rights and protection of Hamon International Wetland in international forums. |
| 7 | -1 | Receiving per capita water consumption for each Afghan immigrant |
| 8 | -2 | Increasing the tax on commercial transactions vis-à-vis Afghanistan |

### ۴-۱- وضعیت‌های پایدار برای هر تصمیم‌گیرنده

در مرحله بعدی تحلیل مناقشه آبی حوضه هیرمند، پس از تعیین وضعیت‌های پایدار برای هر تصمیم‌گیرنده بر مبنای تعاریف تعادل معین شده، بایستی نقاط تعادل بازی مشخص شود. تجزیه و تحلیل مدل بر اساس وضعیت پایداری و تعادل تصمیم‌گیران یا بازیکنان انجام می‌گیرد. نقطه تعادل بازی، در واقع حالتی است که به ازای یک تعریف تعادل معین، برای تمامی بازیکنان پایدار باشد. این بدین معنا است که بازیکنانی که دارای ویژگی‌های آن تعریف تعادل هستند وضعیت فوق را به عنوان راه حل مناقشه پذیرفته و مایل به تغییر آن نیستند. از آن‌جا که تعاریف تعادل گوناگون نشان‌دهنده رفتارهای متفاوتی است که بازیکنان ممکن است در طول مناقشه انجام دهند، هرچه وضعیتی با تعداد بیشتری از تعاریف تعادل (جدول ۱) انطباق داشته باشد، میزان قوت آن نقطه تعادل بیشتر بوده و بدین معنا است که احتمال آن که بازیکنان آن وضعیت را به عنوان راه‌حل مناقشه بپذیرند، افزایش می‌یابد (Koohani et al., 2023).

نقاط تعادل خروجی نرم‌افزار در جدول ۷ نمایش داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود تعداد نقاط تعادل مناقشه آبی هیرمند ۵ مورد شامل نقاط ۲۴، ۳۷، ۳۸، ۳۹ و ۴۰ است که در این میان وضعیت‌های ۲۴ و ۳۷ قوی‌ترین تعادل‌ها با بیش‌ترین تعداد پایداری هستند که در شش تعریف تعادل غیرهمکارانه R، GMR، SMR، SEQ، NM و Limited-Move به پایداری رسیده و هم‌زمان برای دو بازیکن این پایداری‌ها وجود دارد. همچنین، در این جدول ۳ نقطه تعادل دیگر ۳۸، ۳۹ و۴۰ به صورت وضعیت نیمه‌پایدار وجود دارند که در ۵ تعریف پایداری به تعادل رسیده‌اند. از آن‌جا که اولویت تمام وضعیت‌ها هر یک از بازیکنان یکسان نیست، لذا برای انتخاب محتمل‌ترین نتیجه مناقشه، بایستی از نقاط تعادل قوی‌تر وضعیت‌هایی که نسبت به سایر وضعیت‌ها برای بازیکنان دارای بیشترین اواویت هستند مشخص نمود.

همانگونه که مشاهده می‌شود دو نقطه تعادل ۲۴ و ۳۷ در تضاد کامل با یکدیگر هستند. نقطه تعادل ۲۴ رویکردی خصمانه میان دوکشور را پیشنهاد می‌نماید، در حالی که نقطه تعادل ۳۷ بر رویکردی مبتنی بر تعامل و همکاری و خلق ارزشهای بیشتر است. در حالت ۲۴ دولت افغانستان با عدم پذیرش حقابه مصوب و استفاده از اهرم نفت سعی بر پیش برد اهداف خود دارد که در مقابل ایران نیز از اهرم فشار مهاجران افغان در کنار پیگیری حقابه مصوب خود در مجامع بین المللی استفاده می‌کند که این حالت وضعیت مناقشه را تشدید می‌کند و منجر به دستیابی هیچ‌یک از دوکشور به خواسته‌های خود نخواهد شد، لیکن طرف مقابل را نیز از دستیابی به خواسته‌های خود باز می‌دارد. بر اساس نقطه تعادل ۳۷ هم ایران و هم افغانستان به خواسته‌های خود دست پیدا خواهند کرد و این همکاری منجر به خلق ثروتی مازاد بر وضعیت موجود خواهد شد، چراکه ایران علاوه بر دریافت سرانه آب به ازای هریک از مهاجران افغان، نسبت به حمایت از الگوی کشت بهینه در افغانستان اقدام خواهد نمود و دولت افغانستان نیز ضمن پذیرش حقابه مصوب ایران از خدمات مهندسی ایران در توسعه زیر بناهای آبی بهره‌مند خواهد شد.

حالت ۳۸ وضعیتی را نشان می‌دهد که دولت ایران رویکرد دریافت سرانه آب مصرفی و افزایش مالیات بر مبادلات تجاری را در پیش می‌گیرد و دولت افغانستان نیز در قبال استفاده از اهرم نفت و خدمات مهندسی ایران حاضر به پذیرش حقایه مصوب ایران می‌شود و این حالت برای هر دو بازیکن رویکرد خصمانه دارد که منجر به افزایش

اختلافات بین طرفین می‌شود. در حالت ۳۹ دولت افغانستان از پذیرش حقاله مصوب ایران و رهاسازی آب پشت سدها امتناع می‌کند و در مقابل دولت ایران از طریق مجامع بین المللی حقابه خود و حفاظت از تالاب بین المللی هامون را پیگیری می‌کند که که این وضعیت نشان از ترجیح منافع شخصی کوتاه مدت دولت افغانستان بر منافع بلند مدت زیست محیطی است.

حالت ۴۰ نیز حاکی از وضعیتی است دولت افغانستان از اهرم نفت جهت پیش‌برد هدف خود استفاده می‌کند که در مقابل دولت ایران نیز جهت نیل به حقابه مصوب خود از اهرم دریافت سرانه آب مصرفی به ازای هر کدام از مهاجران افغان و همچنین افزایش مالیات بر مبادلات تجاری خود با دوبت افغانستان استقاده می‌کند این وضعیت شرایطی مداخله شخص سوم مطرح می‌شود.

در توضیح شرایط تعادل به دست آمده مجددا تأکید می‌شود که از آنجا که استراتژی‌های انتخاب شده برای هر دو بازیکن از قابلیت برگشت‌پذیری برخوردار هستند، چنانچه پس از انجام توافق هر یک از طرفین از تعهد خود عدول نماید، طرف مقابل نیز می‌تواند نسبت به اقدامات انجام شده خود تجدید نظر نماید. شرط برگشت‌پذیری تصمیم‌ها از مهمترین دلایل اجرایی بودن چنین توافقی خواهد بود، به عبارت دیگر چنین شرطی باعث می‌شود هیچ یک از طرفین تمایلی برای عدول از مفاد قرارداد نداشته باشد.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق، مدل‌سازی و تحلیل مناقشه آبی حوضه هیرمند برای ارزیابی مناقشه به وجود آمده صورت پذیرفت. دو تصمیم‌گیر و بازیگر مهم مناقشه آبی هیرمند عبارتند از: دولت ایران و دولت افغانستان. با توجه به مطالعات و تحلیل تاریخچه، تصمیم‌گیران بازی و استراتژی‌های اصلی آن بیان شد، سپس بازی ایجاد شده میان آن‌ها برای حل مناقشه در مدل GMCR مدل‌سازی شد. استراتژی‌های بازیکنان به صورت برگشت‌پذیر انتخاب شدند، به گونه‌ای که چنانچه پس از توافق هر یک از طرفین از انجام مفاد آن سر باز زد، طرف دیگر نیز بتواند اقدامات خود را ملغی نماید. همچنین، رتبه‌بندی استراتژی‌های بازیکنان بر اساس مطالعات صورت گرفته قبلی انجام می‌شود. در مرحله مدل‌سازی اقدام به حذف وضعیت‌های ناممکن از مجموع ۲۵۶ وضعیت اولیه مناقشه شد که در نهایت ۲۱۶ وضعیت به عنوان وضعیت‌های ناممکن شناسایی و ۴۰ وضعیت دیگر به عنوان وضعیت‌های ممکن که تحلیل تعادل بر اساس آن‌ها انجام می‌گیرد، شناسایی شد. سپس با توجه به معیارهای هر تصمیم‌گیر اولویت‌های نسبی و کیفی آن‌ها نسبت به وضعیت‌های ممکن مناقشه تعیین شد. پس از مدل‌سازی مناقشه، مدل ایجاد شده با استفاده از تعاریف تعادل غیرهمکارانه مورد تحلیل قرار گرفت و وضعیت‌های پایدار برای هر تصمیم‌گیر مشخص شد. در پایان پس از تحلیل‌های صورت گرفته، نقاط تعادلی که بیش‌ترین پایداری و نزدیک‌تر به اولویت بازیکنان است به عنوان راه‌حل پیشنهادی مناقشه حاضر ارائه شد.

**Table 7- Equilibrium Points of Hirmand Basin Water Dispute**

**جدول ۷ – نقاط تعادل مناقشه آبی حوضه هیرمند**

| Decision makers / Equilibrium point | | 24 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Iran | Receiving per capita water consumption for each Afghan immigrant | Y | Y | Y | Y | Y |
| | Increasing the tax on commercial transactions vis-à-vis Afghanistan | Y | N | N | N | N |
| | Legal follow-up of the claim of 26 $m/s$ of rights and protection of Hamon International Wetland in international forums. | Y | N | N | Y | Y |
| | Supporting the optimal cultivation model and strategic and low consumption products | N | Y | Y | Y | Y |
| Afghanistan | Refusal to accept the approved concession, store water behind the dams and transfer it the interior basine of Afghanistan | Y | N | N | N | N |
| | Use of oil versus water leverage | Y | Y | Y | Y | Y |
| | Accepting the approved rights and releasing water behind the dams | N | N | N | N | N |
| | Using Iran's engineering services in the development of water infrastructure and the development of education and agricalture in Afghanistan using Iran's experiences (AF) | N | Y | Y | Y | Y |
| Number of stability based on non- cooperative equilibrium definitions | | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |

طبق نتایج خروجی مدل، تعداد نقاط تعادل این مناقشه در مدیریت منابع آب حوضه هیرمند، ۵ گزینه است. پس از تحلیل نهایی و مقایسه نقاط به دست آمده، مشخص شد دو حالت ۲۴ و ۳۷ با بیشترین تعداد روش‌های رفع اختلاف انطباق دارد، حالت ۲۴ حالتی خصمانه میان طرفین است در حالی که حالت ۳۷ وضعیتی همکارانه دارد و در صورت توافق طرفین بیشترین منافع را برای دو طرف به همراه خواهد داشت. در این حالت دولت ایران با حمایت از الگوی کشت بهینه و محصولات استراتژیک و ارائه خدمات مهندسی در توسعه زیربناهای آبی به کشور افغانستان از یک سو و از سوی دیگر کشور افغانستان با آزادسازی حقابه به سوی ایران از منافع دراز مدت این توافق بهره‌مند خواهند شد.

## پی‌نوشت‌ها

1- Graph Model for Conflict Resolution
2- General Metarationality
3- Symmetric Metarationality
4- Sequential Stability
5- Non-Myopic Stability
6- Nash Stability

## ۵- مراجع


Danesh Yazdi M, Abrishamchi A, and Tajrishy M (2014) Conflict resolution of water resources allocations using the Game Theoretic Approach: The case of Orumieh River Basin. Journal of Water and Wastewater 25(2):48-57 (In Persian)

Etaat J and Varzesh E (2013) Hirmand hydropolitics: reasons, effects and consequences. Human Geography Research 44(80):193-212 (In Persian)

Fang L, Hipel K W, and Kilgour D M (1993) Interactive decision making: The graph model for conflict resolution. Vol. 3, John Wiley & Sons

Ghandhary A, Hadam Alavi S M R, and Omranian Khorasani H (2016) Predicting the necessity of cooperation between the harirud basin countries based on game therory: the shapely value approach, Journal of Water and Sustainable Development 3(1):115-121 (In Persian)

Hipel K W, Kilgour D M, Fang L, and Haight M (1993) Environmental conflict resolution using the graph model. International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Systems Engineering in the Service Of Humans, Conference Proceeding

Haji Hoseini M R, Haji Hoseini H R, and Morid S (2014) An overview of the agreements between Iran and Afghanistan regarding the use of the Hirmand transboundary river and the effect of the agreements on the water crisis created in Hamon International Wetland. The First National Conference on Water Crisis, Isfahan (In Persian)

Hashemi M, Mazandarani Zadeh H, Daneshkare Arasteh P, Zarghami M (2020) Evaluation of management policies to simultaneously maintain groundwater resources and farmers' livelihoods using the system dynamics and game theory. Iran-Water Resources Research 16(3):1-17 (In Persian)

Kilgour D M, Hipel K W (2005) The graph model for conflict resolution: past, present, and future. Group Decision Negotiation 14:441–460

Kassab M, Hipel K, and Hegazy T (2006) Conflict resolution in construction disputes using the graph model. Journal of Construction Engineering and Management 132(10):1043-1052

Koohani M, Behmanesh J, Verdinejad V R, and Mohammadpour M (2023) Common water resources conflict analysis due to agriculture land development using game theory and GMCR+ (Case study: Nazlouchay basin in Urmia lake watershed). Journal of Water and Soil 37(4):531-545 (In Persian)

Madani k (2010) Game theory and water resources. Journal of Hydrology 381(3):225-238

Madani K and Hipel K W (2011) Non-cooperative stability definitions for strategic analysis of generic water resources conflicts. Water Resources Management 25(8):1949-1977

Ma J, Hipel K W, and De M (2011) Devils lake emergency outlet diversion conflict. Journal of Environmental Management 92:437-447

Mortezapur M R, Shahnazari A, Khaledian M R (2019) Water governance in the Sefidrud Basin using the Theory of Games Approach. Journal of Watershed Management Research 10(19):13-21

Gholami M, Shahnazari A, Mortezapour M R, and Shahnourian M M (2017) Conflict resolution of sefidrud irrigation and drainage network using games theory. Iran-Water Resources Research 13(3):101-111 (In Persian)

Obeidi A and Hipel K (2005) Trade versus the environment: Strategic settlement from a systems perspective. Systems Engineering 8(3):211-233

Rogers P (1969) A game theory approach to the problems of interntional river basins. Journal of Water Resources Research 5(4):749-760

Soltani J and Karbasi A (2002) The performance role of legal rights of hirmand river in regulation of sistan droughts. Agriculture Economy and Development 10(38):155-184 (In Persian)

Safaee A and Malek Mohammadi B (2014) Game theoretic insights for sustainable common poll water resources governance (case study: Lake Urmia water conflict). Journal of Enviromental Studies 40(1):121-138 (In Persian)

Shroder J F and Ahmadzai S J (2016) Transboundary water resources in Afghanistan: Climate change and land-use implications. Elsevier, 521 p.

Salehi D, Goodarzi M, and Montaseri H (2019) Conflict resolution of water resources allocation in zayandehrood basin using game theory and WEAP model. Journal of Water and Soil Science 23(4):183-198 (In Persian)

Zarezadeh M, Morid S, Fatemi F, and Madani K (2016) The strategic cooperation between Iran and Afghanistan in Helmand basin to allocate more water to environment and control opium cultivation using game theory approach. Iran-Water Resources Research 12(3):12-21 (In Persian)

Zanjanian H, Abdolabadi H, Niksokhan MH, and Sarang A (2020) Influential third party on water right conflict: A game theory approach to achieve the desired equilibrium (Case study: Ilam dam, Iran). Journal of Environmental Management 22(6):251-266 (In Persian)