



Conflict Resolution of Sefidrud Irrigation and Drainage Network Using Games Theory

M. Gholami¹, A. Shahnazari^{2*}, M.R. Mortezaipoor³
and M.M. Shahnourian⁴

Abstract

In the recent years the inevitable consequence of increasing demand and decreasing reserves of natural resources, especially water, increasingly raised conflicts. The purpose of this study is to analyze and to provide solutions for solving the conflicts in Sefidrud irrigation and drainage network. In this regard, the game theory was employed. For modeling and analysis of the conflict, Graph Model for Conflict Resolution (GMCR) were used. After determining players and options and inserting them into the model, 64 states were created in this conflict. Using non-cooperative solution concepts with regard to prioritize strategies by decision-makers, 4 situations were identified as equilibrium points. After the final analysis of the strongest points of equilibrium, quo and the base status was one of the points of equilibrium. The other equilibrium point was situations that farmers take alternative irrigation tout for the favorable situation in the future. Therefore, it is essential to train farmers as a primary player and involve them in decisions and to form water user associations to improve the condition of their participation in the management of water resources. This would reduce the conflict using stability of the resources.

Keywords: Conflict, Sefidrud, Games Theory, Equilibrium Points, GMCR.

Received: January 30, 2017

Accepted: April 20, 2017

حل مناقشه‌ی شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سفیدرود با استفاده از نظریه‌ی بازی‌ها

مریم غلامی^۱، علی شاهنظری^{۲*}، محمدرضا مرتضی پور^۳ و محمد مهدی شاه نوریان^۴

چکیده

در سال‌های اخیر پیامدهای اجتناب ناپذیر سیر صعودی تقاضا و همچنین کاهش ذخایر منابع طبیعی مختلف، به خصوص آب موجب افزایش مناقشات شده است. هدف از این پژوهش بررسی و ارائه‌ی راهکار برای حل مناقشه‌ی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود با استفاده از نظریه‌ی بازی‌ها می‌باشد. برای مدل‌سازی و تحلیل مناقشه، از مدل گراف برای حل مناقشه (GMCR) استفاده گردیده است. پس از تعیین بازیگران (شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی، استانداری و کشاورزان منطقه) و گزینه‌های هر یک و وارد کردن آن‌ها به مدل، ۶۴ حالت در این مناقشه ایجاد شد، که با استفاده از مفاهیم حل غیرهمکارانه و با توجه به اولویت‌بندی استراتژی‌ها توسط تصمیم‌گیرندگان، ۴ وضعیت به منزله نقاط تعادل شناسایی شد. بعد از تحلیل نهایی نرم‌افزار در مورد قوی‌ترین نقاط تعادل، یکی از نقاط تعادل، وضع موجود و پایه است و نقطه تعادل دیگر وضعیتی است که کشاورزان آبیاری نوبتی را رعایت می‌کنند که وضعیت مطلوبی در آینده خواهد بود؛ لذا می‌بایست با آموزش کشاورزان و مشارکت دادن آنها در تصمیم‌گیری‌ها به عنوان یک بازیگر اصلی و با تشکیل تشکل آبران وضعیت مشارکت آنان را در مدیریت منابع آب منطقه بهبود بخشید، تا به پایداری وضعیت استفاده از منابع از مناقشه‌ها کاست.

کلمات کلیدی: مناقشه، سفیدرود، نظریه‌ی بازی‌ها، نقاط تعادل، GMCR.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱/۳۱

1- M. Sc Student in Water resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

2-Associated Professor, Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. Email: Aliponh@yahoo.com

3-Ph.d Student in Irrigation and Drainage, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

4-Water Resources Expert, Mazandaran Agricultural Organization, Sari, Iran.

*- Corresponding Author

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی منابع آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- کارشناس ارشد منابع آب، سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران

*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان اسفند ۱۳۹۶ امکانپذیر است

Mazandarani zadeh et al. (2009) مدلی برای رفع اختلاف میان دو بهره‌بردار شهری و کشاورزی از یک سفره‌ی آب زیرزمینی ارائه دادند. مقایسه‌ی نتایج به کارگیری مدل‌های غیرهمکارانه با همکارانه نشان داد که اگرچه منافع مدل‌های همکارانه، بیش‌تر است، ضمانت تحقق عملی آن‌ها نسبت به مدل‌های غیرهمکارانه کمتر است. آنان توصیه کردند که دولت‌های منطقه‌ای یا ملی، با وضع قوانین تشویقی، امکان شکل‌گیری ائتلاف بین بهره‌برداران خرد و حکمرانی پایدار منابع آبی مشترک را مهیا کنند. (Madani and Lund (2012) با استفاده از نظریه بازی‌ها، به بررسی مناقشه بر سر دلتای سن خواکین ساکرامنتو در ایالت کالیفرنیا، آمریکا پرداختند که به علت ایجاد سدهای متعدد و انحراف آب در بالادست، با بحران مواجه شده است. آنان بیان کردند که به رغم تمایل همه‌ی ذینفعان به حل مناقشه، توجه صرف به کسب حقایقه‌ی بیش‌تر، موجب رقابت و تقابل می‌شود و راه حل‌های همکارانه را بسیار دشوارتر می‌کند. ایشان نتیجه گرفتند که حل مناقشه‌ی دلتا، بدون دخالت نهاد ارشد حاکمیتی که از طریق تشویق راه حل همکارانه بین ذینفعان و تنبیه متخلفان، حکمرانی مؤثری اعمال کند، ممکن نیست. (Danesh Yazdi et al. (2014 پژوهشی روی دریاچه ارومیه انجام دادند، آن‌ها در این تحقیق ابتدا یک مدل جامع برنامه‌ریزی خطی برای به دست آوردن الگوی تخصیص اولیه بر اساس حقایقه اولیه کاربران توسعه دادند. سپس با استفاده از نتایج مدل برنامه‌ریزی منابع آب به همراه مفاهیم نظریه‌ی بازی مانند هسته، ارزش شاپلی و شاخص پایداری، حالات مختلف همکاری بین ذینفعان مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از این واقعیت بود که نظریه‌ی بازی‌های همکارانه به همراه یک مدل جامع مدیریت منابع آب می‌تواند به طور مؤثری برای ارزیابی حالات مختلف همکاری در حوضه آبریز دریاچه‌ی ارومیه به کار گرفته شود.

Zarezadeh et al. (2016) به مطالعه‌ی امکان سنجی همکاری ایران و افغانستان در حوضه آبریز هیرمند جهت تخصیص آب بیشتر به محیط زیست و کنترل محصول خشخاش با استفاده از رویکرد نظریه بازی پرداختند. تاکید این تحقیق، لزوم تغییرات مذاکرات دو کشور از صرف تنها آب به ترکیب مبحث آب و دیگر حوزه‌ها می‌باشد که می‌تواند شرایط برد-بردی را برای دو کشور رقم زند. (Alizadeh et al. (2016 به بررسی مدل‌های چانه زنی بازگشتی برای تخصیص بهینه منابع آب زیرزمینی دشت داریان استان فارس با لحاظ تعاملات ذینفعان پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد اعمال سیاست بهینه تخصیص حاصل از مدل چانه زنی بازگشتی با هم‌آرایی موجب کاهش ۵۴٪ برداشت از آبخوان و افزایش ۴/۲ متری سطح تراز آبخوان می‌شود.

امروزه اهمیت منابع آبی به عنوان یکی از نیازمندی‌های اساسی فرآیند رشد و توسعه، امری غیرقابل انکار است. از این رو، شتاب این فرآیند به ویژه در کشورهای در حال توسعه‌ای هم‌چون ایران، موجب افزایش نیاز آبی می‌گردد. این نیاز رو به رشد، در کنار موقعیت خاص اقلیمی کشور ایران که موجب محدود بودن منابع آب در دسترس می‌گردد و عوامل دیگری از جمله رشد جمعیت در شهرهای بزرگ، کاهش کیفیت آب به علت فرآیند کنترل نشده‌ی توسعه‌ی شهری، صنعتی و کشاورزی و نیز پدیده‌ی تغییر اقلیم و اثرات آن هم‌چون خشکسالی‌های شدید، منجر به تشدید کمبود منابع آبی در کشور می‌گردد (Safaei, 2012).

Ganji et al. (2007) از مدل بازی پویای احتمالاتی نش^۱ با اطلاعات کامل، جهت بررسی اختلاف بین مصرف‌کنندگان آب حوضه‌ی زاینده‌رود استفاده نمودند. مقایسه‌ی نتایج به دست آمده از این مدل با سایر روش‌های بهره‌برداری از مخزن، مانند برنامه‌ریزی پویای احتمالاتی بیزین، الگوریتم ژنتیک متوالی و رگرسیون برنامه‌ریزی پویا، نشان داد که در صورت سیاست‌گذاری مخازن آبی با بینش‌های به دست آمده از نظریه‌ی بازی‌ها، می‌توان تعاملات بین مصرف‌کنندگان و اداره‌کنندگان مخزن و اولویت‌های هر یک از آنان را مورد توجه قرار داد. (Madani and Dinar (2010 به بررسی مکانیزم‌های مختلف در رویکرد غیرهمکارانه در یک مسئله بهره‌برداری آب زیرزمینی پرداختند، این روش‌ها در یک مسئله بهره‌برداری آب زیرزمینی بکار برده شده‌اند تا مشخص شود چگونه متغیرهای تصمیم می‌توانند تحت تأثیر مکانیزم‌های مدیریتی مختلف قرار گیرند. نتایج نشان داد حتی در حالت غیرهمکارانه بهره‌برداران می‌توانند با لحاظ کردن عوامل خارجی و توسعه دادن طرح‌های بلندمدت سود خود را بهبود بخشند. (Mahjouri and Bizhani-Manzar (2013 در تحقیقی فرایند چانه‌زنی میان ذینفعان مختلف درگیر در مسئله بار آلودگی با استفاده از چانه‌زنی بازگشتی را شبیه‌سازی کردند. نتایج حاصل از این دو روش با هم مقایسه و سناریو نهایی تعیین شد. (Madani and Hipel (2011 به تبیین مزایای به کارگیری نظریه بازی‌ها به روش‌های مرسوم بهینه‌سازی در مسائل برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری منابع آب و محیط زیست پرداختند. آن‌ها با استفاده از تعدادی از بازی‌های غیرهمکارانه مرتبط با منابع آب، ضمن مرور میزان و نحوه کاربرد نظریه بازی‌ها در مدیریت منابع آب و حل اختلافات ایجاد شده، به تشریح ساختار پویای مسائل مرتبط با منابع آب و اهمیت توجه به مسیر تکامل بازی‌ها در مطالعه چنین مسائلی پرداختند.

(2014) Safaee and Malek Mohammadi پژوهشی روی مناقشهی آبی دریاچه ارومیه انجام دادند بر اساس نتایج این پژوهش از منظر استراتژیک، ریشه اصلی بحران دریاچه ارومیه، ترجیح منافع شخصی کوتاهمدت بر منافع بلندمدت محیط‌زیستی و اقتصادی-اجتماعی و غفلت از پیامدهای جانبی این انتخاب است. همچنین، نتایج ضمن تأیید کارایی GMCR^۲ برای حل مناقشات منابع آبی مشترک، نشان دادند که جلوگیری از تداوم وضع موجود و رهایی از بن‌بست کنونی، مستلزم دخالت فعال هیئت دولت به منزله تصمیم‌گیرنده‌ی ارشد حاکمیتی و ملزم کردن ذینفعان به خودداری از ایجاد حبابه‌ی جدید در حوضه است. (2015) Chu et al. در تحقیقی با استفاده از GMCR به حل مناقشهی رودخانه ژانگهی در چین پرداختند. این تحقیق نشان داد که حل برد-برد زمانی اتفاق می‌افتد که استان‌های پایین دست به همکاری برای خرید آب با قیمتی مناسب از استان بالادست موافقت کنند و آن‌ها سیستم مدیریت یکپارچه را برای کل حوضه توصیه کردند.

در این تحقیق مناقشهی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود واقع در استان گیلان شناسایی شده است و پس از مشخص نمودن تصمیم‌گیرندگان و استراتژی‌های آنان، به حل این مناقشه توسط مدل GMCR پرداخته و راهکارهایی نیز برای رهایی از مناقشه و بهبود وضع موجود ارائه شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- معرفی نظریه‌ی بازی‌ها و مدل GMCR

نظریه‌ی بازی‌ها یکی از روش‌های حل اختلاف است که به عنوان شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی شناخته شده و در علوم مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. یک بازی از سه جزء بازیکنان، مجموعه‌ای از حرکت‌ها یا راهبرد (استراتژی) و نتیجه تشکیل می‌شود. نظریه‌ی بازی‌ها تلاش می‌کند تا رفتار ریاضی حاکم بر یک موقعیت استراتژیک را مدل‌سازی کند. این موقعیت زمانی پدید می‌آید که موفقیت فرد وابسته به راهبردهایی است که دیگران انتخاب می‌کنند. هدف نهایی این دانش یافتن راهبرد بهینه برای بازیکنان است. اهمیت مطالعه و بررسی طیف متنوعی از مناقشات به نوبه‌ی خود منجر به رشد و تکامل روش‌ها و شاخه‌های گوناگونی در نظریه‌ی بازی‌ها گردید. مدل‌ها و تکنیک‌های نظریه‌ی بازی‌ها را می‌توان بر مبنای یک معیار کلی، یعنی نوع اطلاعاتی که مدل برای بیان اولویت‌بندی استراتژی‌های بازیکنان از آن استفاده می‌نماید، طبقه‌بندی کرد. بر این اساس، مدل‌ها به دو دسته‌ی مدل‌های کمی و کیفی تقسیم‌بندی می‌گردند (Madani and Hipel, 2011). در دسته‌بندی دیگر می‌توان بازی‌ها

را به دو دسته‌ی همکارانه و غیرهمکارانه تقسیم نمود. ممکن است بازیکنان در حین انجام بازی پیرامون انتخاب یک استراتژی با هم توافق نمایند. اگر توافق آنان قابل اجرا و عملی باشد، بازی را همکارانه و در غیر این صورت غیرهمکارانه گویند (Abdoly, 2011).

بر اساس مطالعات صورت‌گرفته، در تحلیل مناقشات آبی و زیست محیطی، مدل‌های غیرهمکارانه به ویژه GMCR، نسبت به مدل‌های همکارانه بسیار ارجح‌ترند، چرا که مدل‌های همکارانه برای حل چنین مسائلی بسیار انعطاف‌ناپذیر بوده و یا نیازمند اطلاعات و کالیبره‌سازی فراوان هستند که در عمل دشوار است (Kilgour and Hipel, 2005).

مدل گراف برای حل مناقشه (GMCR) که در زمره‌ی مدل‌های بازی غیرهمکارانه و با اطلاعات کامل قرار می‌گیرد، در سال ۱۹۹۳ میلادی توسط فانگ و همکاران با ترکیب مدل گراف و روش‌های تحلیل مناقشه، به وجود آمد. این مدل دارای سه جزء اساسی است: تصمیم‌گیرندگان یا همان بازیکنان، مجموعه‌ی انتخاب‌ها و یا اعمال ممکن برای هر تصمیم‌گیرنده، اولویت‌های هر یک از تصمیم‌گیرندگان نسبت به هر یک از وضعیت‌ها و نتایج ممکن بازی که آن تصمیم‌گیرنده قادر است با تغییر استراتژی‌ها و انتخاب‌هایشان در خلال فرآیند تکامل بازی در آن‌ها سهمیم گردد (Madani and Hipel, 2011). تعاریف تعادل غیرهمکارانه و مقایسه آن‌ها از نظر ویژگی‌های مختلف در جدول ۱ آورده شده است.

امکان در نظر گرفتن بیش از دو تصمیم‌گیرنده در مدل، متناهی بودن تعداد استراتژی‌های هر تصمیم‌گیرنده، استفاده از داده‌های کیفی (نسبی) جهت بیان اولویت گزینه‌ها برای بازیکنان، از جمله ویژگی‌های GMCR است (Fang et al, 1993).

به منظور بررسی روش‌های رویکرد GMCR در این تحقیق از آخرین نسخه‌ی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری یعنی GMCR II (منتشر شده در سال ۱۹۹۸) استفاده شده است. فرآیند حل مناقشه در GMCR، شامل دو مرحله‌ی اصلی مدل‌سازی و تحلیل است. در مرحله‌ی مدل‌سازی، ابتدا با مرور تاریخچه‌ی مناقشه، تصمیم‌گیرندگان و گزینه‌های آنان تعریف می‌شوند. سپس، وضعیت‌هایی که رخ دادن آن‌ها در واقعیت ممکن نیست، از مجموعه‌ی کل وضعیت‌های مناقشه حذف می‌شوند. در ادامه وضعیت‌هایی که هر تصمیم‌گیرنده می‌تواند از هر وضعیت اولیه به آن‌ها حرکت کند مشخص و آن‌گاه وضعیت‌های ممکن مناقشه بر اساس اولویت‌های بازیکنان رتبه‌بندی می‌شود.

Table 1. Description and comparison of the features of non-cooperative solution concepts used in GMCR (Fang et al, 1993)

جدول ۱- تشریح و مقایسه‌ی ویژگی‌های مفاهیم حل غیرهمکارانه‌ی 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 meta-rationality (GMR) ³	Medium	By opponents	Own Avoids	risk; conservative
Symmetric meta-rationality (SMR) ⁴	Medium	By opponents	Own Avoids	risk; conservative
Sequential stability (SEQ) ⁵	Medium	Never	All Takes	some risk; satisfies
Limited move stability (Lh) ⁶	Variable	Strategic	All Accepts	risk; strategizes
Non-myopic stability (NM) ⁷	High	Strategic	All Accepts	risk; strategizes

مناقشه، مطابق فرایند مدل گراف برای حل مناقشه که در ادامه توضیح داده خواهد شد، صورت پذیرفته است.

مراحل مختلف انجام گرفته در این تحقیق به صورت ذیل در نظر گرفته می‌شود:

۱- مدل‌سازی بازی شامل:

الف) تعریف بازیکنان دخیل در موضوع مناقشه‌ی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود: شامل شناسایی موقعیت بازیکنان بهره‌بردار و شناسایی ساختار بازی و چگونگی تعریف بازیکنان در ساختار بازی
ب) تعریف استراتژی‌های بازیکنان با مطالعه‌ی وضعیت موجود
ج) ترکیب استراتژی‌های بازیکنان و تعیین پی‌آمدهای ممکن بازی
۲- تعیین نقاط تعادل و راه‌حل‌های بازی شامل:

الف) انجام تحلیل‌های تعادل‌های موجود و تعیین نقطه‌ی تعادل بازی و مقایسه آن با وضعیت فعلی
ب) بحث، نتیجه‌گیری و ارائه‌ی راهکارهایی جهت مدیریت وضع موجود و مقابله با معضل تنش شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سفیدرود

براساس تاریخچه‌ی مناقشه و با توجه به قدرت تصمیم‌گیری و اجرایی، مهم‌ترین تصمیم‌گیرندگان مرتبط با این مناقشه عبارتند از:

- نماینده‌ی وزارت نیرو یعنی شرکت آب منطقه‌ای استان گیلان، به عنوان میرآب یا مدیر رودخانه، بر کل رودخانه اعم از سدها و کانال‌های

بعد از ایجاد مدل مناقشه، با استفاده از مفاهیم حل غیرهمکارانه، ابتدا وضعیت‌های پایدار برای هر بازیکن، سپس نقاط تعادل (نتایج احتمالی) مناقشه شناسایی می‌شوند. در نهایت، با تفسیر نتایج به دست آمده، رهنمودها و بینش‌های لازم برای سیاست‌گذاری، به تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌شوند.

۲-۲- روش کار

باید توجه داشت که برای مدل‌سازی، تاریخچه‌ی مناقشه مورد نیاز بوده است تا به این شیوه، مهم‌ترین بازیکنان بازی، گزینه‌ها و استراتژی‌های عمده‌ی هر یک و اولویت گزینه‌ها برای هر کدام از بازیکنان تعیین شود، روش به کار گرفته شده برای دست‌یابی به داده‌های مورد نیاز مدل‌سازی، شامل اخذ اطلاعات موجود و مطالعه‌ی اسناد و گزارش‌های مرتبط بوده است، که در مواردی نیز برای تکمیل داده‌های مورد نیاز مصاحبه‌هایی با کارشناسان و مسئولان ذیربط صورت گرفت و اطلاعات گردآوری شده برای مدل‌سازی مناقشه‌ی مذکور استفاده شدو پرسشنامه‌هایی توسط کارشناسان معاونت حفاظت و بهره‌برداری شرکت آب منطقه‌ای گیلان، اداره‌های امور آب فومنات، مرکزی و شرق گیلان، معاونت آب و خاک سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان و کشاورزان منطقه تکمیل شده است، جامعه‌ی آماری مشخصاً مسئولین ذیربطی بوده‌اند که در ارتباط با مسائل شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود آگاهی کافی را داشتند. در ادامه مدل مناقشه‌ی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود ایجاد شد و از فرآیند مدل‌سازی نظریه‌ی بازی‌ها استفاده شد. در نهایت مراحل مدل‌سازی و تحلیل

شده در نرم‌افزار به عنوان داده‌های ورودی گرفته می‌شود. این اولویت‌بندی عموماً ریشه در سود و منفعتی که ذینفعان برای خود در نظر گرفته و آن را دنبال می‌کند، داشته و استراتژی‌هایی که اتخاذ آن‌ها از طرف تصمیم‌گیرندگان روبرو، برای وی مطلوبیت تلقی می‌شود در چگونگی این اولویت‌بندی نقش دارند. در مناقشه‌ی آبی سفیدرود تمامی اولویت‌بندی‌ها به صورت کیفی و نه وزنی (کمی) صورت می‌گیرد. سپس نرم‌افزار بر اساس داده‌های ورودی، کلیه‌ی حالت‌ها را که با انتخاب «بلی» یا «خیر» به هر کدام از گزینه‌های مطرح شده توسط بازیگران به وجود می‌آید را پردازش می‌کند.

۲-۳- منطقه مورد مطالعه

شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود به مساحت ۲۸۴ هزار هکتار در دشت گیلان واقع شده است و دارای آب و هوای مدیترانه‌ای بوده و ارتفاع متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۱۲۰۰ میلیمتر می‌باشد که حدود ۷۰ درصد آن در فصل‌های پاییز و زمستان رخ می‌دهد. کشت اصلی دشت گیلان برنج می‌باشد که بیش از ۹۰ درصد سطح کشت سالانه را به خود اختصاص می‌دهد.

وسعت شالیزارهای گیلان ۲۳۳۴۱۰ هکتار (سنّتی و تحت پوشش شبکه) و تعداد شاربین دارای پیمان آب زراعی ۲۸۲۰۰۰ نفر می‌باشد (Pandam Consulting Engineers, 2004).

واحدهای عمرانی شبکه در ناحیه شرق گیلان شامل واحدهای D1 الی D5، در ناحیه مرکزی واحدهای G1 الی G7 و در ناحیه فومنات واحدهای F1 الی F5 می‌باشد، واحدهای عمرانی D1، D2، D3، F1، F2، F3، G1، G5، G6 و G7 با مساحت ۱۵۶۳۳۹ هکتار به عنوان واحدهای ساخته شده تلقی گردیده که حدود ۵۵ درصد از مساحت کل این شبکه آبیاری را شامل می‌شوند و واحدهای G2، G3، G4، D4،

اصلی انتقال آب نظارت داشته و آب را میان بخش‌های مختلف اعم از شرب، صنعت و کشاورزی تقسیم می‌کند.

نماینده‌ی وزارت جهاد کشاورزی یعنی سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان، که به نمایندگی از کشاورزان استان گیلان، آب را از شرکت آب منطقه‌ای استان تحویل نموده و به وسیله‌ی کانال‌های فرعی، میان کشاورزان توزیع می‌کند. جهاد کشاورزی بر الگوی کشت و آبیاری منطقه نیز نظارت داشته و سیاست‌گذاری‌های لازم را انجام می‌دهد.

کشاورزان به عنوان ذینفعی که بیشترین مصرف آب در این بخش می‌باشد.

استانداری گیلان به عنوان یک ستاد نظارتی.

در جدول ۲، تصمیم‌گیرندگان، گزینه‌ها و وضع موجود مناقشه (وضعیت پایه تحلیل) ارائه شده است. تمام حالت‌های موجود مناقشه در GMCR، که تعداد 2ⁿ حالت، n معرف تعداد کل استراتژی‌ها و گزینه‌های بازیکنان است، یعنی ۶۴ حالت است، که بازیکنان با انتخاب گزینه‌ی بلی (Y) یا خیر (N) به استراتژی اشاره شده، یک حالت را ایجاد می‌کنند. که تنها ۴۸ حالت از ۶۴ حالت، قابل قبول می‌باشد. به عنوان مثال، حالتی که در آن آب منطقه‌ای، برداشت غیرمجاز آب را کنترل نکند دیگر در مقابل استانداردی نمی‌تواند توزیع عادلانه‌ی آب داشته باشد. این حالت را از آن جهت می‌توان ناممکن دانست که با وضعیت موجود مناقشه، متضاد است. بدین ترتیب با معرفی حالات ناممکن، آن‌ها را از کل حالات حذف کرده تا به حالات ممکن دست یابیم؛ البته باید اشاره نمود که حالت‌های دیگری هم ممکن است پس از بررسی با نقطه نظری خاص، ناممکن به نظر بیایند، اما در وضعیت کنونی و موجود میان این چهار تصمیم‌گیرنده، تعداد وضعیت‌های ممکن مناقشه که در سایر مراحل مدل‌سازی و تحلیل به کار گرفته می‌شود ۴۸ مورد است. در گام بعدی اولویت‌بندی گزینه‌های مطرح

Table 2. Decision makers, options and favorite situation (the desirable option (Y), undesirable option (N)) of the players in conflict of Sefidrud irrigation and drainage network

جدول ۲- تصمیم‌گیرندگان، گزینه‌ها و وضع مورد علاقه (گزینه مطلوب (Y)، نامطلوب (N)) هر یک از بازیگران در مناقشه آبی

سفیدرود

Decision makers	Options	Basic situation
Agriculture Organization	1 Support of farmers to improve cropping patterns and irrigation	Y
	2 Consolidation and modernization of paddy fields	Y
Regional Water Company	3 Implementation of alternate irrigation	Y
	4 Unauthorized withdraw of water from the canals	N
Farmers	5 Implementation of alternate irrigation	N
Governor	6 Equitable distribution of water	Y

D5، F4 و F5 با مساحت ۱۲۷۸۴۰ هکتار، ۴۵ درصد از مساحت کل شبکه مذکور را تشکیل داده که به دلیل عدم وجود شبکه آبیاری در واحدهای فوق، انتقال و توزیع آب به روش سنتی و از طریق انهار اصلی و فرعی و رودخانه‌های محلی صورت می‌پذیرد (Nasiri & Gheidari et al., 2010).

۳- نتایج و بحث

در جدول ۳ گزینه‌ها و ۴۸ حالت ممکن که در قبل مطرح شد، ارائه شده است. جدول ۴ نتیجه‌ی اولویت‌بندی وضعیت‌های ممکن مناقشه‌ی آبی شبکه‌ی سفیدرود را برای تصمیم‌گیرندگان نشان می‌دهد به ترتیبی که اولویت از راست به چپ کاهش می‌یابد.

۳-۱- نحوه‌ی اولویت‌بندی تصمیم‌گیرندگان:

۳-۱-۱- اولویت‌های شرکت آب منطقه‌ای گیلان

نحوه‌ی اولویت‌بندی این ذینفع بدین ترتیب است که، در ابتدا این شرکت تمایل دارد که بخش کشاورزی، گزینه‌ی ۴ که عدم برداشت غیرمجاز آب از کانال‌ها را عملی کند و در انتخاب دوم تمایل به رخدادهای ۳ و ۵ که اجرای آبیاری نوبتی است و در اولویت سوم، گزینه‌ی ۱ یعنی حمایت از کشاورز برای بهبود الگوی کشت و آبیاری و چهارم، گزینه‌ی ۲ که اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری از سوی سازمان جهاد کشاورزی است. در نهایت، گزینه ۶ به صورت مجزا انتخاب پنجم این ذینفع است. با توجه به اولویت‌بندی فوق و بر اساس جدول ۴، وضعیت شماره (۴۸) دارای بیشترین اولویت و وضعیت شماره (۲۵) دارای کم‌ترین اولویت برای این تصمیم‌گیرنده است.

۳-۱-۲- اولویت‌های سازمان جهاد کشاورزی گیلان

سازمان جهاد کشاورزی حمایت از کشاورز برای بهبود الگوی کشت و آبیاری را به عنوان اولویت اول خود انتخاب کرده است، همچنین اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری که در راستای کاهش تلفات و افزایش راندمان و بهره‌وری آب می‌باشد را به عنوان اولویت بعدی خود قرار داده است و گزینه‌های ۳ و ۵ یعنی اجرای آبیاری نوبتی در اولویت بعدی این ذینفع قرار دارد. گزینه ۶ که توزیع عادلانه‌ی آب می‌باشد در اولویت چهارم و در آخر عدم رخداد گزینه‌ی ۴ (برداشت غیرمجاز آب از کانال‌ها) از سوی شرکت آب منطقه‌ای به عنوان آخرین اولویت این تصمیم‌گیرنده می‌باشد. با توجه به اولویت‌بندی فوق و بر اساس جدول ۴، وضعیت شماره (۴۸) دارای بیشترین اولویت و وضعیت شماره (۲۵) دارای کم‌ترین اولویت برای این تصمیم‌گیرنده است.

۳-۱-۳- اولویت‌های کشاورزان

این ذینفع گزینه‌ی ۳ و ۵ یعنی عدم اجرای آبیاری نوبتی را به عنوان اولویت اول خود انتخاب کرده است. گزینه ۴ را که برداشت غیرمجاز آب از کانال‌ها می‌باشد را به عنوان اولویت دوم و گزینه‌ی ۱ یعنی حمایت از کشاورز برای بهبود الگوی کشت و آبیاری در اولویت بعدی این ذینفع قرار دارد. گزینه ۲ که اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری می‌باشد در اولویت چهارم و در آخر گزینه ۶ که علامت منفی بدان معنا است که این ذینفع تمایلی به رخدادهای این گزینه (توزیع عادلانه آب) را ندارد. با توجه به اولویت‌بندی فوق و براساس جدول ۴، وضعیت شماره (۱۲) دارای بیشترین اولویت و وضعیت شماره (۳۷) دارای کم‌ترین اولویت برای این تصمیم‌گیرنده است.

۳-۱-۴- اولویت‌های استانداری

اولین اولویت استانداری به عنوان یک نهاد نظارتی، گزینه‌ی ۶ یعنی توزیع عادلانه آب می‌باشد و اولویت بعدی عدم برداشت غیرمجاز آب از کانال‌ها می‌باشد. اولویت سوم و چهارم به ترتیب گزینه‌های ۱ و ۲، یعنی حمایت از کشاورز برای بهبود الگوی کشت و آبیاری، و اجرای طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری می‌باشد و گزینه‌های ۳ و ۵ که اجرای آبیاری نوبتی می‌باشد را به عنوان آخرین اولویت می‌باشد. جدول ۴ نشان می‌دهد که به ترتیب وضعیت‌های شماره (۴۸) و (۹) بیشترین و کم‌ترین اولویت را برای این تصمیم‌گیرنده دارند.

۳-۲- تحلیل مناقشه

پس از مدل‌سازی مناقشه، مدل ایجاد شده با استفاده از تعاریف تعادل غیرهمکارانه‌ی Nash، GMR، SMR، SEQ، L2، L3، L4، L5، L6، L7، L8، L9، L10 و Non-Myopic مورد تحلیل قرار گرفته و وضعیت‌های پایدار برای هر بازیکن مشخص گردیده است به نحوی که با در نظر گرفتن تعریف حداقل یکی از تعادلات ذکر شده آن وضعیت برای بازیکنی مشخص پایدار باشد، که به این ترتیب برای وی نقطه تعادل محسوب می‌شود. مفهوم تعادل یا پایداری در نظریه‌ی بازی‌ها بیان‌گر، پایدار یا تغییرناپذیر بودن وضعیت بازی برای یک بازیکن معلوم می‌باشد.

در صورتی که تمام بازیکنان نتایج پایداری را بیابند، برای حرکت از مجموعه تصمیمات اتخاذ شده، تمایلی ندارند. بنابراین آن وضعیت پایدار بوده و یک حل ممکن برای اختلاف می‌باشد. در شرایطی که وضعیت برای بازیکن پایدار نباشد، با استفاده از تعریف پایداری می‌توان پیش‌بینی نمود، چگونه بازیکن استراتژی خود را از آن وضعیت در طی مسیر تغییر می‌دهد (Zare Zadeh, 2010).

Table3. The possible and feasible choices for conflict of Sefidrud irrigation and drainage players (the desirable option (Y), undesirable option (N))

جدول ۳- وضعیت‌های ممکن برای بازیگران مناقشه‌ی آبی سفیدرود و همه انتخاب‌های ممکن (گزینه مطلوب (Y)، گزینه نامطلوب (N))

Feasible states		Feasible states of conflict																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Players and options	Agriculture	1	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y
	Organization	2	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y
	Regional Water	3	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
	Company	4	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N
	Farmers	5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Governor	6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Feasible states		Feasible states of conflict																								
		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Players and options	Agriculture	1	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y
	Organization	2	N	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y	Y	N	Y
	Regional Water	3	N	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
	Company	4	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Farmers	5	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	Governor	6	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Table 4. The priority of 48 possible choices for the decision makers in the water conflict of Sefidrud in order of priority for players

جدول ۴- اولویت بندی ۴۸ وضعیت ممکن مناقشهی آبی سفیدرود بترتیب ارجحیت برای بازیگران

Order of priority for players																																																											
Decision makers																																																											
Agriculture												48	24	32	44	36	40	8	20	4	16	28	12	46	22	30	38	34	42	2	6	18	10	26	14																								
Regional Water Organization												48	24	46	22	47	23	45	21	40	36	44	4	8	20	42	38	34	18	2	6	39	35	43	3																								
Farmers												12	10	11	9	4	36	2	34	3	35	1	33	32	16	28	26	14	30	27	31	15	13	29	25																								
Governor												48	36	44	40	46	42	34	38	47	35	39	43	45	41	33	37	24	20	4	8	22	6	18	2																								
Order of priority for players																																																											
Decision makers																																																											
Agriculture												47	23	31	39	43	35	7	19	3	11	15	27	45	21	29	37	41	33	1	5	17	13	9	25																								
Regional Water Organization												7	19	37	41	33	1	17	5	32	30	31	29	16	12	28	14	10	26	15	27	11	13	9	25																								
Farmers												24	8	20	48	40	44	18	22	6	42	46	38	23	7	19	43	39	47	21	5	17	45	41	37																								
Governor												23	7	3	19	21	5	17	1	32	28	12	16	30	10	26	14	31	15	27	11	29	25	13	9																								

محتمل‌ترین نتایج مناقشه، بایستی از بین نقاط تعادل قوی‌تر، وضعیت‌هایی را که نسبت به سایر وضعیت‌ها برای بازیکنان دارای بیش‌ترین اولویت هستند معین نمود. یکی از نتایج مدل به عنوان نقطه‌ی تعادل، وضعیت موجود و پایه یعنی حالت ۴۰ می‌باشد؛

بدین معنی که پیش‌بینی شرایط فعلی مناقشه توسط مدل در حل مناقشه با GMCR از اهمیت بالایی برخوردار است و دلیلی بر انطباق مدل با تعاملات تصمیم‌گیرندگان و وضع موجود می‌باشد که به عنوان یکی از فرضیات این پژوهش بوده است. وضعیت ۳۶ نیز یکی از نتایج مدل می‌باشد، این حالت مشابه با وضع موجود مناقشه است با این تفاوت که آب منطقه‌ای آبیاری نوبتی را اجرا نخواهد کرد که علت آن را می‌توان رعایت نکردن آبیاری نوبتی توسط کشاورزان دانست. وضعیت ۴۸، به عنوان یکی از نتایج حاصل از مدل‌سازی در تشابه با وضع موجود می‌باشد با این اختلاف که در این حالت کشاورزان نیز آبیاری نوبتی را اجرا می‌کنند که وضعیت مطلوبی در آینده خواهد بود.

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

پس از انجام مطالعات مقدماتی و بررسی کلی شرایط شبکه‌ی آبیاری و زهکشی سفیدرود، مناقشه‌ی آبی با فرمت کنونی شناسایی شده و سپس در این تحقیق، تلاش شد تا با بهره‌گیری از روش GMCR و سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری GMCR II، این مناقشه، حل گردیده و راه‌حل‌های احتمالی آن، تعیین گردد.

پس از تعیین وضعیت‌های پایدار برای هر بازیکن بر مبنای تعاریف تعادل معین شده، بایستی نقاط تعادل بازی را مشخص نمود. نقطه‌ی تعادل بازی، حالتی است که به ازای یک تعریف تعادل معین برای تمامی بازیکنان، پایدار باشد و در واقع در اشتراک تعادل فردی آن‌ها قرار بگیرد. این بدان معنا است که بازیکنانی که دارای ویژگی‌های آن تعریف تعادل هستند، وضعیت مذکور را به عنوان راه حل مناقشه پذیرفته و مایل به تغییر آن نیستند. از آن‌جا که تعاریف تعادل گوناگون، نشان‌گر رفتارهای متفاوتی است که بازیکنان ممکن است در طول مناقشه ارائه دهند، هر چه وضعیتی بر اساس تعاریف تعادل بیش‌تری، برای همه‌ی بازیکنان، پایدار باشد، میزان قوت آن وضعیت به عنوان نقطه‌ی تعادل بازی بیش‌تر بوده و این، نشان‌گر آن است که احتمال آن که بازیکنان، آن وضعیت را به عنوان راه حل مناقشه بپذیرند افزایش می‌یابد. جدول ۵ نقاط تعادل مناقشه‌ی آبی سفیدرود و میزان اولویت آن را برای هر بازیکن بر اساس اولویت‌بندی انجام شده وضعیت‌ها نشان داده شده است.

در مجموع، ۴ نقطه‌ی تعادل، شامل وضعیت‌های ۳۶، ۴۰، ۴۴، ۴۸ برای بازیکنان شناسایی شده است. در این بین، وضعیت ۴۴ تنها بر اساس دو تعریف تعادل GMR و SMR و سه وضعیت دیگر بر اساس ۶ تعریف تعادل: Nash(R)، GMR، SMR، SEQ، NM، (L1، L2، L3، L4، L5، L6، L7، L8، L9، L10؛ h=6) Limited-Move برای تمامی بازیکنان پایدار هستند. از سوی دیگر، اولویت تمامی وضعیت‌ها برای بازیکنان یکسان نیست. لذا برای گزینش

Table 5. The conflict equilibrium and expediency points for each decision- maker

جدول ۵- نقاط تعادل مناقشه و میزان مطلوبیت آن برای هر تصمیم‌گیرنده

Decision makers		36	40	44	48
Equilibrium points					
Agriculture Organization	Support of farmers to improve cropping patterns and irrigation	Y	Y	Y	Y
	Consolidation and modernization of paddy fields	Y	Y	Y	Y
Regional Water Company	Implementation of alternate irrigation	N	Y	N	Y
	Unauthorized withdraw of water from the canals	N	N	N	N
Farmers	Implementation of alternate irrigation	N	N	Y	Y
Governor	Equitable distribution of water	Y	Y	Y	Y
Priority condition for Agriculture Organization		2	4	3	1
Priority condition for regional water		10	9	11	1
Priority condition for farmers		6	29	30	28
Priority condition for governor		2	4	3	1

۶- مراجع

- Abdoly Gh (2011) Game theory and its applications. Iranian Students Booking Agency, 454p (in persian)
- Alizadeh MR, Nikoo MR and Rakhshandehrou Gh R (2016) Developing an optimal groundwater allocation model considering stakeholder interactions; application of fallback bargaining models. *Iran-Water Resources Research* 11(3):43-56 (in Persian)
- Chu Y, Hipel K, Fang L and Wang H (2015) Systems methodology for resolving water conflicts: the Zhanghe River water allocation dispute in China. *International Journal of Water Resources Development* 1(31):106-119
- Danesh Yazdi M, Abrishamchi A, 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)
- Fang L, Hipel K, Kilgour D (1993) Interactive decision making: the graph model for conflict resolution. Wiley, New York, USA, 221p
- Ganji A, Khalili D, Karamouz M (2007) Development of stochastic dynamic Nash game model for reservoir operation. I. the symmetric stochastic model with perfect information. *Advances in Water Resources* 30:528-542
- Kilgour D, Hipel k (2005) The graph model for conflict resolution: past, present, and future. *Group Decision and Negotiation* 14:441-460
- Madani K, Dinar A (2010) Non-cooperative institutions for sustainable management of common pool resources. Working Paper 01-1210, Water Science and Policy Center, University of California, Riverside
- Madani K, Hipel KW (2011) Non-cooperative stability definitions for strategic analysis of generic water resources conflicts. *Water Resource Management* 25(8):1949-1977
- Madani K, Lund J (2012) California's sacramento-san joaquin delta conflict: from cooperation to chicken. *ASCE Journal of Water Resources Planning and Management* 138(2):90-99
- Mahjouri N, Bizhani-Manzar M (2013) Waste load allocation in rivers using fallback bargaining. *Water Resource Management* 27(7):2125-2136
- Mazandarani Zadeh H, Ghahery A, Abdoly Gh (2009) Model sustainable utilization of underground water shared between farmers and urban farmers using
- در بحث، پیرامون نقاط تعادل باید در نظر داشت که برای جواب مناقشه و راه حل پیشنهادی فقط پایداری نقاط را نباید در نظر گرفت بلکه باید به این نکته که آن حالت از نظر اولویت برای تصمیم‌گیرندگان چه وضعیتی دارد را نیز بررسی کرد. با توجه به آن چه گفته شد و نتایج خروجی حاصل از مدل‌سازی مناقشه توسط مدل GMCR می‌توان بهترین جواب و راه حل مناقشه را وضعیت ۴۸ دانست که برای ۳ تصمیم‌گیرنده (سازمان جهاد کشاورزی، شرکت آب منطقه‌ای و استانداری) جزء اولین اولویت است و فقط برای کشاورزان جزء اولویت‌های ابتدایی نمی‌باشد که علت این امر نیز ترجیح دادن منفعت شخصی کشاورزان بر منفعت کل شبکه می‌باشد بنابراین موارد ذیل به عنوان راه حل مناقشه به تصمیم‌گیرندگان توصیه می‌شود:
- ۱) شرکت آب منطقه‌ای با توجه به نتیجه‌ی مدل و همچنین اولویت‌های خود همچون گذشته باید به اجرای آبیاری نوبتی توجهی ویژه داشته باشد و نظارت کامل جهت عدم برداشت غیرمجاز آب از کانال‌ها را انجام دهد.
- ۲) سازمان جهاد کشاورزی همچنان بهبود الگوی کشت و آبیاری و اجرای طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری را به عنوان اولویت‌های خود بداند، چراکه این ۲ مورد جزء گزینه‌های این سازمان، هم در واقعیت و هم در نتیجه‌ی مدل می‌باشد؛ که رعایت موارد فوق می‌تواند تا حد زیادی در کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آن مؤثر باشد.
- ۳) کشاورزان نیز به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده‌ی آب، که خواستار عدم اجرای آبیاری نوبتی می‌باشند، توجه داشته باشند که طبق خروجی مدل، برای رسیدن به وضعیتی پایدار و حل مشکل آب در آینده باید با اجرای آبیاری نوبتی موافقت کرده و این موضوع را عملی نمایند.
- در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود می‌بایست به دنبال راهکار پایداری برای آینده بود لذا با توجه به نتیجه مدل می‌بایست مشارکت کشاورزان را در سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری شبکه افزود و با آموزش کشاورزان و تشکیل تشکل آبران آنان را در مدیریت منابع آب منطقه مشارکت داد تا وضعیت منابع آبی در منطقه بهبود یابد و وضعیت پایداری در آینده بگیرد.

پی‌نوشت‌ها

- 1- Nash
- 2- Graph Model for Conflict Resolution
- 3- General Meta Rationality
- 4- Symmetric Meta Rationality
- 5- Sequential
- 6- Limited- Move
- 7- Non- Myopic

- Safae A, Malek Mohammadi B (2014) Game theoretic insights for sustainable common poll water resources governance (case study: lake Urmia water conflict). *Journal of Environmental Studies* 40(1):121-138 (in Persian)
- Zarezadeh M (2011) Water allocation in Ghezel-Ozan basin under climate change using bankrupting in conflict resolution. Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat modares university (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)
- game theory. *Journal of Agricultural Economics and Development* 68(17):77-102 (in persian)
- Nasiri Gheidari O, Montazar A, Momeni M (2010) Using analytical hierarchy process and TOPSIS technique to determine the aggregate weight of indicators and performance assessment of irrigation and d networks (case study: the triple regions of Sefidrood irrigation network). *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 4(2):284-296 (in Persian)
- Pandam Consulting Engineers (2004) Report on improvement of irrigation and drainage network Guilan Sefidrud. Guilan Regional Water Authority (in Persian)
- Safae A (2012) Analysis of conflict for lake Urmia using game theory. Master's Thesis, Faculty of Environment, Tehran University (in Persian)