کاربرد روش‌های تئوری ورشکستگی در تخصیص عادلانه منابع آب در راستای کاهش مناقشات محیط‌زیستی (نمونه موردی: حوضه دریاچه ارومیه)

نگار طیب‌زاده مقدم[۱]، بهرام ملک محمدی*[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶-۱۰-۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸-۰۳-۱۳ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹-۰۲-۲۲

چکیده

در سالهای اخیر، رشد روز افزون جمعیت و توسعه اقتصادی در سرتاسر دنیا منجر به افزایش تقاضا برای منابع محدود گشته و این امر سبب ایجاد مناقشات در چگونگی بهره‌برداری از منابع مشترک شده است. در چنین وضعیت‌های اختلافی به منظور تخصیص بهینه و عادلانه از ابزارهای ریاضی متعددی مرتبط با تئوری‌های مختلف استفاده می‌شود. با استفاده از این تئوری‌ها می‌توان به درکی نظامند از تعاملات بین افراد و گروه‌های ذینفع در مناقشات محیط زیستی دست یافت و راه‌حل‌های موثر عملی و استراتژیک برای مدیریت و سیاست‌گذاری‌های کاراتر ارائه نمود. تئوری ورشکستگی از جمله تئوری‌های نوین، کاربردی و با انعطاف پذیری بالا در مدل‌سازی مسائل مربوط به مناقشات محیط‌زیستی است. بدین منظور در این تحقیق با استفاده از روشهای مختلف تئوری ورشکستگی چون روش ورشکستگی نسبی (PRO)، مقید به ضرر یکسان (CEL)، پینایل (Pin)، مقید به سود یکسان (CEA)، ورشکستگی تعدیل شده (AP) و تالمود (TAL) تخصیص آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه بین سه استان ذینفع (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و کردستان با رعایت تامین حداقل نیاز اکولوژیکی دریاچه ارومیه به میزان ۳۱۰۰ میلیون متر مکعب بررسی شد و نتایج حاصل از روشهای مختلف با یکدیگر مقایسه گردید. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، روش CEA حداکثر میزان تخصیص را برای دو استان کردستان به میزان ۱۰۰ درصد و آذربایجان شرقی به میزان ۹۳ درصد فراهم می‌کند و رضایت دو استان از سه استان را بیش از سایر روش‌ها برآورده می‌کند. از اینرو بر مبنای قانون تعدد، روش CEA به عنوان روش برتر در این مطالعه انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: تئوری ورشکستگی، منابع مشترک، مناقشات محیط‌زیستی، دریاچه ارومیه.

[۱] دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

[۲] دانشیار گروه برنامه ریزی محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: Malekb@ut.ac.ir

مقدمه

در سالهای اخیر، محدودیت موجودی قابل برداشت، اشتراک در حق بهره‌مندی از منابع مشترک، رشد روز افزون جمعیت و توسعه اقتصادی در سرتاسر دنیا زمینه‌ساز افزایش رقابت و بروز مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف شده است (ولف، ۲۰۰۷). از اینرو بایستی به تخصیص منابع مورد استفاده مشترک توسط ذینفعان مختلف با رعایت اصول کارآمدی و پایداری پرداخت. منشأ مناقشات موجود در مدیریت منابع مشترک بین چند ذینفع را عمدتاً می‌توان وجود عدم نوعی تقارن در اطلاعات، قدرت و یا موقعیت دانست. مجموعه این ناتقارنی‌ها این امکان را به برخی از ذینفعان داده تا دارای نوعی قدرت استراتژیک در چگونگی تقسیم و استفاده از این منابع مشترک نسبت به سایرین باشند (جاست و نتانیاهو، ۱۹۹۸). از منظر اقتصادی منابع مشترک به کالاهایی اطلاق می شود که ماهیت بهره‌برداری از آنها رقابتی است، به گونه‌ای که بهره برداری برخی از ذی‌نفعان موجب کاهش پتانسیل بهره‌مندی سایرین می‌شود. همچنین، انحصارناپذیری این منابع سبب می‌گردد تا بهره‌مندی از آنها لزوما منحصر به افرادی که حاضرند هزینه بهره‌مندی از آنها را بپردازند، نباشد (استروم و همکاران، ۱۹۹۴).

مسئله منابع مشترک، از گذشته مورد توجه اندیشمندان بوده و این مسئله را با دیدگاه‌ها و شیوه‌های مختلف مورد بررسی قرار داده اند. برای مثال، ارسطو معتقد بود "چیزی که عده زیادی از مردم در استفاده از آن مشترک باشند زمان کمتری برای آن مبذول می‌گردد و هرکسی بیشتر از همه به مال شخصی خود می‌اندیشد و اموال عمومی به ندرت مورد توجه او قرار می‌گیرد" (دورانت، ۱۳۶۹). به اعتقاد توماس هابز انسان در مسئله منابع مشترک تلاش می‌کند که نفع خود را به ضرر دیگران افزایش دهد (وثوقی و محمدی، ۱۳۹۱). در مقابل برخی دیگر، معتقدند که انسانها با وجود نفع طلب بودن، در تولید کالا یا خدمات و استفاده از دارایی‌های مشترک با هم همکاری می‌کنند. هایلبرونر بر آن است که موجود انسانی با مسئله ادامه حیات، نه به طور فردی، بلکه به عنوان عضوی از گروه اجتماعی روبرو است (هایلبرونر، ۱۳۷۰). میزس نیز معتقد بود که اکثر افراد به استثنا گوشه نشینانی که ترک دنیا کرده‌اند، همکاری را بهترین وسیله رسیدن به اهداف خود می‌دانند، اهدافی که برای حفظ سلامت، تضمین و بقا است (میزس، ۱۳۸۵). مسائل زیست محیطی همچون مناقشات آبی، آلودگی‌ها و مواردی چون تغییر کاربری اراضی دارای ماهیتی چند معیاره بوده و نیز چند تصمیم‌گیرنده دارند. رهیافت‌های علمی متفاوتی نیز در چارچوب پژوهه‌های عملیاتی برای چنین مسائلی پیشنهاد شده که از آن جمله می‌توان به روش‌های LECTRE [۱], SMART [۲], TOPSIS [۳], PROMETHEE[۴],AHP[۵],ANP[۶] و الگوریتم ژنتیک اشاره کرد (مدنی، ۲۰۱۰). این مناقشات در سطوح مختلف محلی، ملی، منطقه‌ای و بین المللی قابل شکل‌گیری است (شوارتز و سینگ، ۱۹۹۹). به منظور مطالعه و تحلیل سیستماتیک رفتارهای رقابتی تصمیم‌گیرندگان و ذی‌نفعان در چنین وضعیت‌های اختلافی از ابزارهای ریاضی متعددی مرتبط با تئوری‌های مختلف استفاده می‌شود (مدنی، ۲۰۱۰).

انواع مختلفی از تئوری‌ها، روشها و مدل‌های وابسته به آنها در حل تضادها و مناقشات محیط‌زیستی کاربرد دارد که از آن بین می‌توان به تئوری بازی‌های همکارانه و غیر همکارانه و مدل‌های مرسوم حل اختلاف نش، کالای اشمورودینسکس، خسارت متعادل، سطح یکنواخت و مدل گراف برای حل مناقشه در آنها اشاره نمود (کاظمی و عراقی نژاد، ۱۳۹۴). تئوری بیزین و کاربرد شبکه‌های باور بیزین در مدل‌سازی مسائل مربوط به مناقشات محیط زیستی نیز از جمله مدل‌های نوین و کاربردی است (جوردانو و همکاران، ۲۰۱۳). تئوری ورشکستگی نیز به عنوان یکی از رویکردهای نظریه بازی‌های همکارانه، از تئوری‌های مطرح در زمینه حل مناقشات محیط زیستی است. با استفاده از تئوری ورشکستگی می‌توان چگونگی تخصیص منابع در شرایط کمبود منابع را بررسی نمود. هدف این روش، توزیع یک دارایی (E) در بین گروهی از ذی‌نفعان است، زمانی که این میزان برای برطرف‌کردن

[1] Elimination and Choice Expressing Reality
[2] Specific, Measurable, Achievable, Realistic, Time-bound
[3] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
[4] Preference ranking organization method for enrichment evaluation
[5] Analytic Hierarchy Process
[6] Analytic Network Process

مطالبات همه (C) ناکافی است (میان آبادی و همکاران، ۲۰۱۳). تئوری ورشکستگی زیر مجموعه‌ای از نظریه بازی‌ها است که با روش‌های متعددی چون روش ورشکستگی نسبی [1](PRO)، ورشکستگی تعدیل شده [2](AP)، مقید به سود یکسان [3](CEA)، مقید به ضرر یکسان [4](CEL) نالمود [5](TAL)، پینایل [6](Pin)، ورود تصادفی [7](RA) و قوانین اشتراک متناوب [8](SSR)؛ به بررسی مسئله باز توزیع منابع مشترک محدود بین مدعیان می‌پردازد (میان آبادی و همکاران، ۲۰۱۴ و مدنی و زارع زاده، ۲۰۱۲). از آنجایی که هر کدام از روش‌های این تئوری، رویکردی متفاوت نسبت به مسئله عدالت دارند و همچنین از قوانین قابل درکی برای تخصیص استفاده می‌کنند، می‌توانند به عنوان شروعی برای مذاکره و همچنین تصمیم‌گیری نهایی بین ذی‌مدخلان به کار گرفته شوند (میرشفیعی و همکاران، ۱۳۹۴).

در تحقیقی در سال ۲۰۱۲ زارع زاده و همکاران با استفاده از تئوری ورشکستگی و چهار روش مرسوم P، AP، CEA و CEL، به تخصیص آب حوضه قزل اوزن– سفیدرود بین استان‌های ذی‌نفع پرداختند و با استفاده از شاخص اکثریت روش برتر را در این مطالعه روش CEAبیان نمودند (زارع زاده و همکاران، ۲۰۱۲). در تحقیقی در سال ۲۰۰۸ شیخ محمدی و مدنی با استفاده از تئوری ورشکستگی و روش‌های P ، AP و CEA به تخصیص ذخایر نفت و گاز موجود در بستر دریای خزر، بین پنج کشور ساحلی جمهوری آذربایجان، قزاقستان، ایران، روسیه و ترکمنستان پرداختند (شیخ محمدی و مدنی، ۲۰۰۸).

در تحقیقی در سال ۱۳۹۴ میرشفیعی و همکاران شش روش تئوری ورشکستگی شامل PRO، AP، TAL، Pin، RA و SSR را تشریح و کاربرد آن ها در بازتوزیع منابع آب مشترک بررسی نمودند. در این تحقیق، محدوده مطالعاتی بخشی از حوضه اترک واقع در استان گلستان و متشکل از پنج منطقه می باشد که میزان تخصیص آب به هر منطقه بر اساس روشهای ذکر گردیده مشخص شده است و بر اساس قانون تعدد، تمامی روشهای به کار گرفته شده به غیر از روش TAL و SSR برای تخصیص آب در منطقه مناسب معرفی شده‌اند (میرشفیعی و همکاران، ۱۳۹۴).

در تحقیقی در سال ۲۰۱۵ میان آبادی و همکاران با استفاده از یک روش حل ورشکستگی وزن‌دار، میزان تخصیص آب رودخانه فرات را بین سه کشور، ترکیه، سوریه و عراق مشخص کرده‌اند و مزیت این روش را با سایر روشهای مرسوم ورشکستگی مقایسه نموده‌اند (میان آبادی و همکاران، ۲۰۱۵).

در تحقیقی در سال ۲۰۱۲ انسینک و ویکارد با فرض اینکه کشورها و مدعیان در طول رودخانه به طور خطی قرار گرفته‌اند، مسئله تقسیم آب رودخانه را با روش‌های جدیدتری از رویکرد ورشکستگی با عنوان اختصاری SSR برای دو نماینده حل کردند وآن رابه لحاظ ریاضی قابل تعمیم به نمایندگان بیش‌تری دانستند. آنها با مقایسه این قانون با مهم‌ترین قوانین ورشکستگی چون PRO، TAL، CEA و CEL در چهار گروه داده فرضی به این نتیجه رسیدند که روش‌های SSR در هنگام تخصیص سهم آب رودخانه مرزی، سهم مشارکتی هر نماینده را در تأمین آب رودخانه در نظر می‌گیرند که این امر مهم‌ترین نقطه قوت این روش در مقایسه با سایر روش‌های ورشکستگی است (آنسینک و ویکارد، ۲۰۱۲). هدف از این تحقیق بررسی کاربرد روش‌های مختلف تئوری ورشکستگی به منظور تخصیص بهینه آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه بین سه استان ذینفع حوضه (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی و کردستان) با رعایت تامین حداقل نیاز اکولوژیکی دریاچه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

چنانچه فرض نمائیم که در یک منبع آبی مشترک، n تعداد دینفعان ($n \geq 2$) و $c_i \geq 0$; $c = (c_1,\ldots, c_n)$ و $a_i \geq 0$; $a = (a_1,\ldots, a_n)$ به ترتیب برابر میزان ادعا و مشارکت هر ذینفع باشد، با توجه به اینکه مجموع ادعای ذی‌نفعان از مقدار آب در دسترس بیشتر است، لذا هدف اصلی نظریه ورشکستگی این است که مقدار آب تخصیص یافته به هر ذینفع $x_i \geq 0$; $x = (x_1,\ldots, x_n)$ را با نگاهی عادلانه

[1] Proportional
[2] Adjusted proportional
[3] Constrained equal awards
[4] Constrained equal lost
[5] Talmud
[6] Pinile
[7] Random arrival
[8] Sequential sharing rules

مشـخص کند. از آنجا که تعاریف مختلف و متعددی در خصـوص "عدالت" در بازتوزیع منابع آب وجود دارد، لذا روش‌های مختلفی نیز بر اسـاس این تعاریف توسـعه داده شـده‌اند (میان آبادی و همکاران، ۲۰۱۳). در این تحقیق کاربرد شش نوع از روشهای تئوری ورشکستگی به منظور تخصـیص بهینه و عادلانه آب سـطحی حوضـه دریاچه ارومیه بین سـه استان ذینفع بررسی شده است. در مسئله ورشـکسـتگی باید همواره دو قانون زیر را در نظر گرفته شود:

$$\sum_{i=1}^{n} ai = \sum_{i=1}^{n} xi \qquad (۱)$$

$$0 \le xi \le ci \qquad (۲)$$

۱– روش ورشکستگی نسبی (PRO)

قانون ورشـکسـتگی نسـبی شـناخته شـده ترین و خردمندانه ترین راه‌حل، در بین قوانین ورشکستگی است (زارع زاده و همکاران، ۲۰۱۳). در این روش سهم هر یک از ذینفعان با اسـتفاده از رابطه (۳) با با ضریبی یکسان از میزان نیاز آن‌ها محاسبه می‌شود:

$$xi = \lambda ci \qquad (۳)$$

در این رابطه ضریب تخصیص (λ) نیز طبق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\lambda = \frac{E}{C} \qquad (۴)$$

در این روابط C مجموع کـل نیازهای ذی نفعان، Eکل موجودی، x_i سـهم هر مدعی، ci میزان نیاز هر ذینفع می باشد.

۲– روش مقید به ضرر یکسان (CEL)

در ایـن روش میزان کسـری موجود، بین همـه مدعیان به صـورت یکسـان تقسـیم میگردد. در این روش تفاضـل مجموع درخواسـت‌ها با موجودی منبع محاسبه و بر تعداد مدعیان تقسـیم می‌شـود. مقدار حسـاب شده که در واقع ضـرر یکسـان محسـوب می‌شـود از کلیه درخواست‌های مدعیان کسر می‌گردد و به عنوان تخصیص هر مـدعی در نظر گرفتـه می شـود. این روش اولویت تخصـیص را به نمایندگان با نیاز بیشـتر می‌دهد (هررو و ویار، ۲۰۰۱).

$$xi = max(0, ci - \lambda), \sum_{i \epsilon N} \max(0, ci - \lambda) E \qquad (۵)$$

۳– قانون پینایل (Pin)

در این روش ابتدا به هر مدعی به اندازه نصف نیازش تخصـیص داده می‌شـود، سـپس روش پینایل باقیمانده دارایی را با اسـتفاده از روش مقید به سود یکسان تقسیم می‌کند. از اینرو پیش‌بینی می‌شـود در نهایت تخصیص به نفع نمایندگان با نیاز کم‌تر خواهد بود (پینلز، ۱۸۶۱). بر اسـاس این قانون میزان سـهم تخصیص یافته به هر مدعی بر اساس روابط زیر محاسبه می‌گردد:

$$xi = CEA\left(\frac{ci}{2}, E\right) \quad if \quad \frac{1}{2}C \ge E \qquad (۶)$$

$$xi = \frac{ci}{2} + CEA\left(\frac{ci}{2}, E - \frac{C}{2}\right) if \ \frac{1}{2}C \le E \qquad (۷)$$

۴– روش مقید به سود یکسان (CEA)

در این روش باید میزان نیاز به صـورت یکسـان برآورده شـود به‌طوری‌که میزان تخصـیص یافته به هر ذینفع، از میزان نیازش بیشـتر نباشـد (Ansink and Weikard., 2012). در این روش ابتدا کمترین درخواست مدعیان به عنوان تخصـیص اولیه برای همه در نظر گرفته می‌شـود و پس از تأمین این درخواست، با حذف مدعی با حداقل تخصـیص، این روند با سـایر مدعیان ادامه پیدا می‌کند این روش الویت تخصـیص را به ذی‌نفعان با نیاز کمتر می‌دهد، بنابراین این دسـته از ذی‌نفعان به سـهم بیشـتری از نیاز خود در مقایسـه با سـایرین دسـت پیدا می‌کنند (Herrero and Villar, 2001) . رابطه (۸) نحوه تخصیص این روش را نشان می‌دهد.

$$xi = \min(\lambda, ci), \sum_{i \epsilon N} \min(\lambda, ci) = E \qquad (۸)$$

۵– روش ورشکستگی نسبی تعدیل شده (AP)

در این روش ابتدا مقدار تخصیص اولیه υi به مدعی i از سـوی سـایر مدعیان واگذار می‌شـود. برای تخصـیص اولیه به فرد i ابتدا نیاز همه مدعیان غیر از فرد i برآورده می‌شـود و باقیمانده به فرد i اختصـاص داده می‌شـود و چنـانچـه چیزی باقی نماند و یا مقدار باقی مانده منفی محاسـبه شود، مقدار صفر به فرد i تخصیص داده می‌شود. از آنجا که این روش برای تعیین تخصـیص اولیه مدعی i

ابتدا سایر نمایندگان را در نظر می‌گیرد و الویت را به آن‌ها می‌دهد، به تخصیص اولیه، حداقل حق مدعی i گفته می‌شود. تخصیص ثانویه با استفاده از ضریبی مشابه باروش نسبی محاسبه می‌شود. در این روش بعد از تخصیص اولیه، آنچه از دارایی کل باقی مانده است بر مجموع میزان تقاضای برآورده نشده، تقسیم می‌شود و عدد حاصل به عنوان ضریب در نظر گرفته می شود. این ضریب در میزان نیاز باقیمانده هر فرد اعمال و تخصیص ثانویه مشخص می‌شود. از مجموع تخصیص اولیه و ثانویه میزان تخصیص یافته به هر ذینفع مشخص می‌شود (زارع زاده، ۱۳۸۹).

$$\upsilon i = \max\{0, E - \sum_{j\neq i} cj\} \qquad (۹)$$

$$xi = vi + (ci - vi)(\sum_{j\epsilon N}(ci - vi))\text{-}1(E - \sum_{j\epsilon N} vi) \qquad (۱۰)$$

۶- قانون تالمود (TAL)

بر طبق این روش که اگرمیزان دارایی‌ها از نصف مجموع طلب‌ها کمتر باشد هیچ یک از مدعیان بیش از نیمی از نیازشان را دریافت نمی‌کنند و بالعکس، اگر میزان دارایی‌ها بیشتر از نصف مجموع طلب‌ها باشد همه طلبکاران بیشتر از نیمی از طلبشان را دریافت می‌کنند(Aumann and Maschler, 1985). روابط (۱۱) و (۱۲) این قانون را شرح می‌دهند.

$$Ti(c,E) = \min\left\{\frac{ci}{2}, \lambda\right\}, \quad if \ \sum(\frac{ci}{2}) \geq E \qquad (۱۱)$$

$$\sum \min\{\frac{ci}{2}, \lambda\} = E$$

$$Ti(c,E) = ci - \min\left\{\frac{ci}{2}, \lambda\right\}, if \sum(\frac{ci}{2}) \leq E \qquad (۱۲)$$

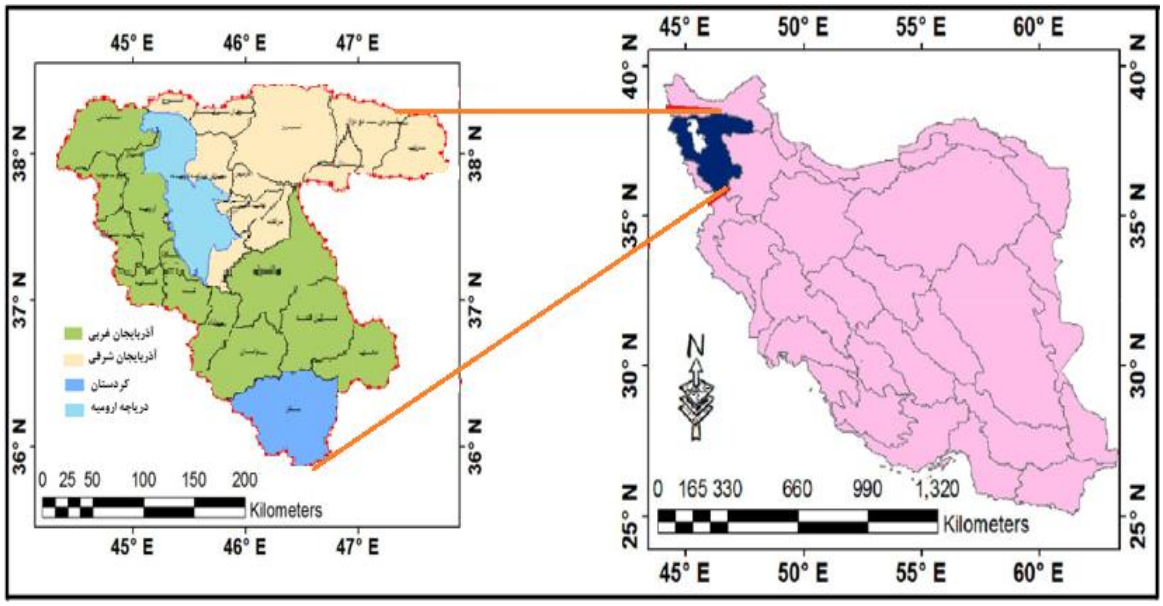
$$\sum[ci - \min\{\frac{ci}{2}, \lambda\}] = E$$

منطقه مطالعاتی

حوضه دریاچه ارومیه در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. این منطقه بیش از ۵۱۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. از مهم‌ترین عوارض توپوگرافی این منطقه، می‌توان به وجود کوهستان سهند و امتداد رشته کوه زاگرس در غرب دریاچه ارومیه اشاره کرد. جلگه ارومیه و دشت‌های تبریز و سراب، مهم‌ترین مناطق پست ارتفاعی این محدوده را تشکیل می‌دهند (رضایی مقدم، ۱۳۹۱). دریاچه ارومیه به عنوان بیستمین دریاچه بزرگ و دومین دریاچه شور جهان در این حوضه قرار گرفته است و بسته به میزان جریان آب و تبخیر مساحتی بین ۴۷۵۰ تا ۶۱۰۰ کیلومتر مربع دارد (رزم آرا و همکاران،۲۰۱۳ و ایمانی فر و محبی، ۲۰۰۷). در شکل شماره (۱)، موقعیت حوضه دریاچه ارومیه، محدوده دریاچه و هر یک از سه استان در حوضه دریاچه ارومیه مشخص شده است. سهم هریک از استانها از وسعت این حوضه به ترتیب؛ استان آذربایجان غربی ۴۶ ٪، آذربایجان شرقی ۴۳ ٪ و کردستان ۱۱٪ می‌باشد (صفاری و ضرغامی، ۱۳۹۲). با توجه به شرایط اقلیمی منطقه میزان پتانسیل آبی حوضه دریاچه ارومیه حدود ۶۸۰۰ میلیون مترمکعب است که از طریق ۱۹ رودخانه به سمت دریاچه جاری می‌شوند. حداقل تراز اکولوژیک آب دریاچه ارومیه نیز که شرایط زیست‌محیطی لازم برای بقاء اکوسیستم دریاچه را در بلند مدت تامین می‌کند ۱۲۷۴/۱ است که برای تامین آن نیاز آبی دریاچه سالانه ۳۱۰۰ میلیون متر مکعب برآورد شده است (طرح حفاظت از تالاب های ایران، ۱۳۹۱). در دهه گذشته، تقسیم منابع آب موجود در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بین سه استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان منشأ افزایش مناقشات موجود در این حوضه بوده است (دانش یزدی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج و بحث

تامین حقابه زیست محیطی دریاچه ارومیه از طریق استانهای واقع در حوضه در کارگروه آب و کشاورزی حوضه و با همکاری وزارت نیرو محاسبه و در کمیته تخصصی ستاد اجرایی مورد تصویب قرار گرفته است. استانهای واقع در حوضه بر این اساس ملزم به تأمین حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه می‌باشند (طرح حفاظت از تالاب های ایران، ۱۳۹۱). در جدول (۱) سهم هریک از استانها در تامین حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه مشخص شده است. از میزان مشارکت هر استان در تامین کل جریان، سهم هر



شکل ۱- موقعیت حوضه دریاچه ارومیه

استان در تامین حقابه زیست‌محیطی دریاچه به منظور اطمینان از تامین نیاز آبی سالانه دریاچه کسر گردید و بر این اساس نیاز و میزان مشارکت هر یک از استانها به عنوان ذینفعان پس از کسر حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه بدست آمد. در جدول (۱) نیاز ذینفعان و میزان مشارکت آنها در تامین جریان، قبل و پس از تامین حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه آورده شده است. سپس میزان حجم آب تخصیص یافته و درصد تامین شده از نیاز هر یک از سه استان ذینفع با استفاده از روشهای مختلف تئوری ورشکستگی محاسبه گردید. نتایج بدست آمده در جدول (۲) مشخص شده است.

جدول ۱- نیاز ذینفعان و میزان مشارکت در تامین جریان قبل و پس از تامین حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه

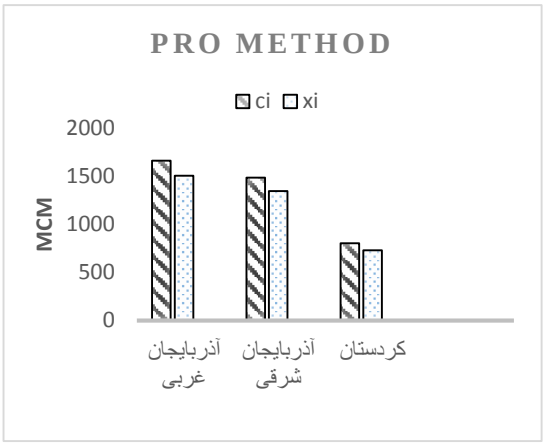
استان (ذینفع)	میزان مشارکت در تامین کل جریان (MCM)	سهم استان در تامین حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه (MCM)	میزان مشارکت پس از کسر حقابه زیست‌محیطی دریاچه ارومیه (MCM)	نیاز و ادعای استان (MCM)
آذربایجان غربی	۳۵۲۵	۱۸۷۰/۵	۱۶۵۴/۵	۱۶۶۱
آذربایجان شرقی	۱۵۷۱	۲۷۰/۵	۱۳۰۰/۵	۱۴۸۴
کردستان	۱۵۸۰	۹۵۹	۶۲۱	۸۰۳
مجموع	۶۶۷۶	۳۱۰۰	۳۵۷۶	۳۹۴۸

جدول۲- حجم آب تخصیص یافته و درصد تامین شده از نیاز هر استان با استفاده روشهای تئوری ورشکستگی

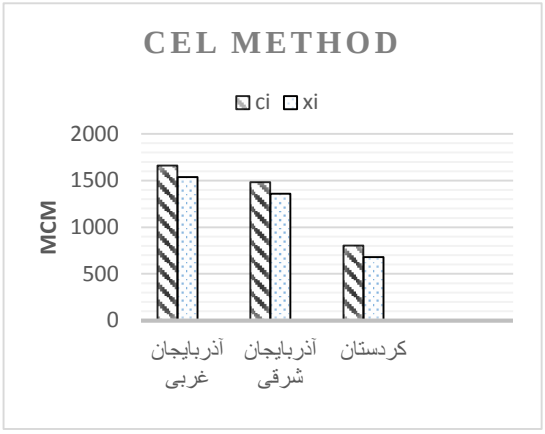
استان (ذینفع)	PRO		CEL		Pin		CEA			AP		TAL	
	x_i	λ	x_i	λ	x_i	λ	x_i	λ	υ_i	x_i	λ	x_i	λ
آذربایجان غربی	۱۵۰۴	٪ ۹۱	۱۵۳۷	٪ ۹۳	۱۴۱۷	٪۸۵	۱۳۸۶/۵	٪ ۸۳	۱۲۸۹	۱۵۳۷	٪ ۹۳	۱۵۳۷	٪ ۹۳
آذربایجان شرقی	۱۳۴۴	٪ ۹۱	۱۳۶۰	٪۹۲	۱۳۵۶	٪ ۹۱	۱۳۸۶/۵	٪ ۹۳	۱۱۱۲	۱۳۶۰	٪۹۲	۱۳۶۰	٪۹۲
کردستان	۷۲۸	٪ ۹۱	۶۷۹	٪ ۸۵	۸۰۳	٪ ۱۰۰	۸۰۳	٪ ۱۰۰	۴۳۱	۶۷۹	٪ ۸۵	۶۷۹	٪ ۸۵
مجموع	۳۵۷۶	-	۳۵۷۶	-	۳۵۷۶	-	۳۵۷۶	-	۲۸۳۲	۳۵۷۶	-	۳۵۷۶	-

میزان نیاز و حجم آب تخصیصی با استفاده از روش-های مختلف تئوری ورشکستگی در حوضه دریاچه ارومیه شکل (۲) در نمودارهای (a تا f) نشان داده شده است.

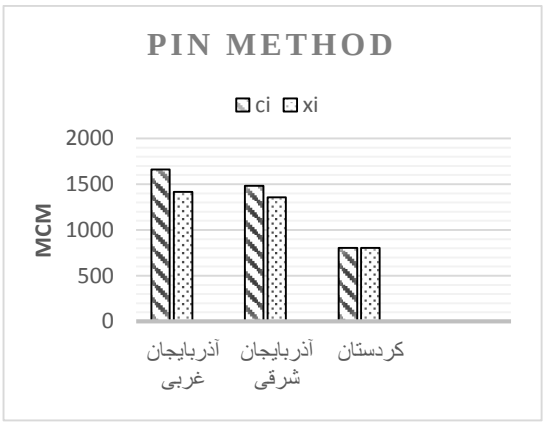
در روش PRO به صورت برابر و به میزان ۹۱ درصد از نیاز هر استان تامین می‌شود. مقدار آب تخصیص یافته به هر استان به روش PRO متناسب با میزان ادعای استان بوده و نسبت میزان تخصیص به میزان ادعا مابین مقدار محاسبه شده به روش CEA و CEL است. در روش CEL نیز همان‌طور که پیش‌تر ذکر گردید، اولویت تخصیص به ذینفعان با نیاز بیشتر داده می‌شود. از این‌رو در این روش بیشترین تخصیص به استان آذربایجان غربی و سپس به استان آذربایجان شرقی و کمترین تخصیص به استان کردستان که کمترین نیاز را دارد داده شده است. به طور کلی می‌توان انتظار داشت در تمام روشهایی که از این قانون در روابط آنها استفاده می‌شود اولویت تخصیص با ذینفعان با نیاز بیشتر است. اما در روش CEA و روابط در برگیرنده این قانون عکس موضوع صادق است و به عبارتی بیشترین میزان تخصیص مربوط به مدعیان با نیاز کمتر



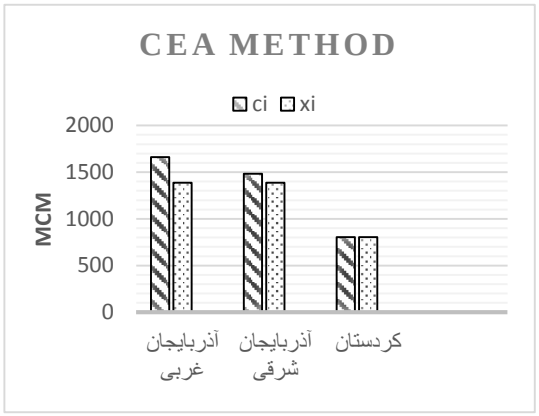
شکل (۲):(a)



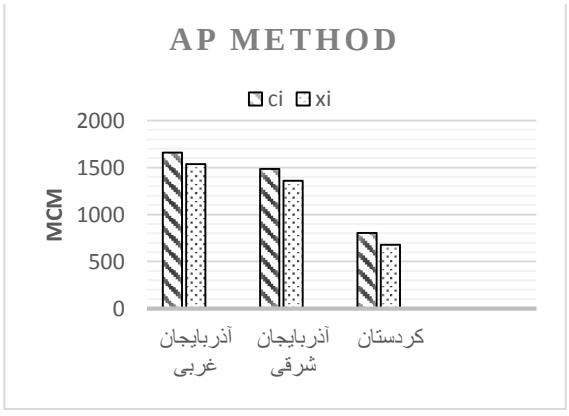
شکل (۲): (b)



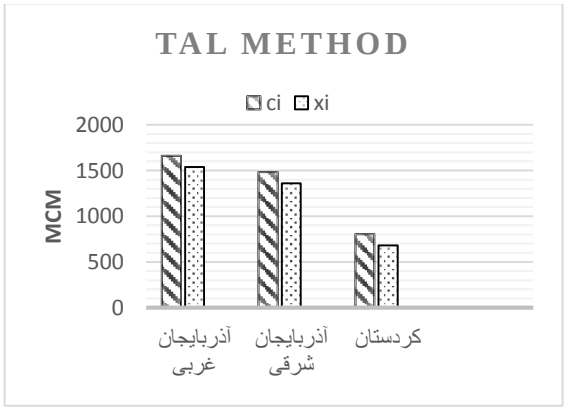
شکل (۲): (c)



شکل (۲): (d)



شکل (۲): (e)

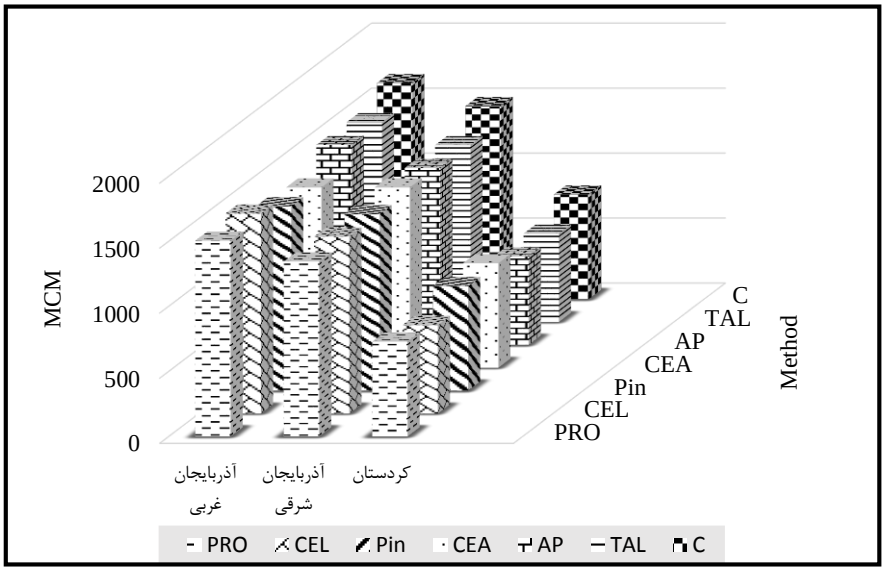


شکل (۲): (f)

شکل ۲- میزان نیاز و حجم آب تخصیصی با استفاده از روشهای تئوری ورشکستگی

است. در روش Pin نیز همان‌طور که انتظار می‌رود بیشترین تخصیص در نهایت به نفع مدعیان با نیاز کم‌تر خواهد بود. در این روش، حداکثر میزان تخصیص مربوط به استان کردستان با کمترین نیاز آبی نسبت به دو استان دیگر و به میزان ۱۰۰ درصد است. مقادیر تخصیص در روش Pin بین ۸۵ تا ۱۰۰ درصد نیاز مدعیان است. در روش CEA همان‌طور که ذکر گردید، بیشترین میزان تخصیص مربوط به استانهای با ادعای کمتر است. نیاز استان کردستان به میزان ۱۰۰ درصد در این روش برآورده شده است. اما در روش AP همانند روش CEL بیشترین تخصیص به مدعیان با درخواست بیشتر داده می‌شود. در روش AP ابتدا تخصیص اولیه به هر سه استان صورت پذیرفت و مجموع تخصیص اولیه ۲۸۳۲ میلیون متر مکعب برآورد شد و در نهایت میزان تخصیص نهایی بر اساس روابط ارائه شده در این روش صورت پذیرفت. بر طبق این روش، تخصیص به استان آذربایجان غربی بیش از دو استان دیگر و به میزان ۹۳ درصد از کل نیاز این استان می‌باشد.

مقادیر تخصیص به هر یک از استانها بر اساس روابط ارائه شده در روش TAL نیز همانند روشهای CEL و Pin بدست آمد و این میزان از ۸۵ تا ۹۳ درصد متغیر است. در روش‌های TAL و Pin مدعیان بیشتر از نصف نیازهایشان را دریافت داشتند زیرا در این تحقیق میزان موجودی از مجموع نصف نیاز هر یک از استانها بیشتر می‌باشد. البته با این تفاوت که پس از برآورد نیمی از نیاز مدعیان، باقیمانده به نفع نیازهای بزرگتر تقسیم می‌شود. برای مقایسه نتایج روش‌های مختلف تئوری ورشکستگی برای هر استان شکل (۳) ارائه شده است. در این تحقیق، به منظور تعیین میزان قابل پذیرش بودن روش‌های مختلف ارائه شده و انتخاب بهترین روش از قانون جمع‌گرایی یا تعدد استفاده شد. بر اساس این شاخص، روشی که بیشترین طرفدار را دارد و توافق بهتری روی آن وجود دارد می‌تواند به عنوان روش منتخب معرفی شود (مدنی و زارع زاده، ۲۰۱۲). با مقایسه میزان تخصیص برای هر استان با استفاده از روشهای مختلف تئوری ورشکستگی می‌توان بیان نمود که روش CEA به دلیل اینکه حداکثر میزان تخصیص را برای دو استان کردستان به میزان ۱۰۰ درصد نیاز و آذربایجان شرقی به میزان ۹۳ درصد فراهم می‌کند و رضایت دو استان از سه استان را بیش از سایر روشها برآورده می‌کند روش مناسب‌تری می‌باشد. البته پیشنهاد می‌شود به منظور تصمیم‌گیری صحیح و نهایی در ارتباط با میزان تخصیص مناسب علاوه بر نتایج حاصل از روشهای تئوری ورشکستگی به وضعیت فعلی و آتی هر یک از ابعاد زیست-محیطی، اقتصادی و اجتماعی در منطقه و همچنین ارتباطات عمودی و تاثیرات کرانه‌ای سیستم‌های متنوع و فراوان ولی همبسته و وابسته که در میزان تخصیص و بهره‌برداری از آب مهم تلقی می‌شوند توجه لازم مبذول گردد.



شکل۳- مقایسه نتایج روش‌های مختلف تئوری ورشکستگی برای هر استان

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، کاربرد روشهای تئوری ورشکستگی در تخصیص منابع آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه بین سه استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان با رعایت تامین حداقل نیاز اکولوژیکی دریاچه ارومیه به میزان ۳۱۰۰ میلیون متر مکعب بررسی شد و نتایج حاصل از روشهای مختلف با یکدیگر مقایسه و روش CEA به عنوان روش برتر در این مطالعه انتخاب گردید. تئوری ورشکستگی با به‌کارگیری روش‌های مختلف، تخصیص عادلانه را در هر روش با رویکردی خاص در روابط ریاضی وارد می‌کند و به این ترتیب دیدگاه‌های مختلف در تخصیص منابع مشترک در نظر گرفته می‌شود. باید تاکید نمود که این روش‌ها به تنهایی نمی‌تواند تنش‌های موجود در بهره‌برداری از منابع آبی مشترک را حل کند، بلکه با توجه به امتیازاتی که دارد به عنوان گامی در راستای بر نامه‌ریزی برای تخصیص عادلانه پیشنهاد می‌شود.

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که تئوری ورشکستگی به عنوان یکی از رویکردهای نظریه بازی‌های همکارانه با کاربرد قوانین قابل درک در تخصیص منابع مشترک می‌تواند به عنوان ابزاری موثر و کارآمد به منظور تقسیم منابع آب موجود در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بین سه استان آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و کردستان مورد استفاده قرار گیرد.

اگر چه هدف اصلی روش‌های ورشکستگی آن است که موجودی ناکافی را به طور عادلانه و منصفانه بین مدعیان تقسیم کند اما از آنجا که تعاریف متفاوتی از تساوی و عدالت وجود دارد، روش‌های متفاوت نتایج متفاوتی را ارائه می‌کند. در چنین شرایطی برای ارائه بهترین تخصیص باید علاوه بر منطق و اساس هر روش، به ماهیت مسئله موجود نیز توجه داشت. ولی به طور کلی، هیچگاه نمی‌توان ادعا کرد که یک روش بهترین روش برای تخصیص منابع مشترک است. انجام مطالعات اجتماعی و شناخت بهتر منطقه می تواند به پیدا کردن روش مناسب کمک کند.

در مطالعات آتی، کاربرد سایر روشهای تئوری ورشکستگی در حوضه و مقایسه نتایج حاصل با نتایج روشهای ارائه شده در این تحقیق و تحلیل حساسیت بر روی نتایج و انتخاب مدل برتر و همچنین ارائه برنامه تخصیص به صورت پویا با در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های محیط‌زیستی چون خشکسالی‌ها و تغییرات آب و هوایی و عدم قطعیت‌های انسانی چون تغییرات جمعیتی و تبدیل کاربری اراضی پیشنهاد می‌شود.

منابع

۱) دانش یزدی، محمد. ابریشم‌چی، احمد. تجریشی، مسعود. ۱۳۹۳. حل مناقشات در مدیریت تخصیص منابع آب با استفاده از نظریه بازی، مطالعه موردی: حوضه آبریز دریاچه ارومیه. مجله آب و فاضلاب، ۲: ۴۸-۵۷.

۲) دورانت، ویل. ۱۳۶۹. تاریخ فلسفه. ترجمه عباس زریاب خویی. تیران: انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی.

۳) صفاری، نسیم. ضرغامی، مهدی. ۱۳۹۲. تخصیص بهینه منابع آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه به استانهای ذینفع با روشهای تصمیم گیری فاصله محور. نشریه دانش آب و خاک، ۲۳ (۱): ۱۳۵-۱۴۹.

۴) رضایی مقدم، محمد حسین. ۱۳۹۱. ارزیابی کارایی داده های سنجنده MODIS در برآورد خشکسالی. جغرافیا و پایداری محیط، ۵: ۳۷-۵۲.

۵) زارع زاده، م. ۱۳۸۹. تخصیص منابع آب حوضه آبریز قزل اوزن- سفیدرود تحت تاثیر تغییر اقلیم با به کارگیری رویکرد ورشکستگی در حل اختلافات. پایان نامه ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۶) کاظمی مرشت، پروانه. عراقی نژاد، شهاب. ۱۳۹۴. تخصیص آب با استفاده از مدل شکار-شکارچی و مقایسه آن با روش های مرسوم حل اختلاف (مطالعه موردی: حوضه آبریز اترک)، آب و فاضلاب، شماره ۵: ۳-۱۳.

۷) میرشفیعی، سمیرا. انصاری، حسین. میان آبادی، حجت. ۱۳۹۴. روش‌های نظریه ورشکستگی در تخصیص منابع آبی مشترک (مطالعه موردی: رودخانه اترک)، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۹ (۴): ۵۹۴-۶۰۴.

۸) میزس، لودویک فان. ۱۳۸۵. در جست و جوی ارزش های مطلق. ترجمه عزت الله فولادوند . انتشارات نگاه نو.

۹)وثوقی، منصور. محمدی، احمد. ۱۳۹۱. بررسی عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثر در مدیریت جمعی منابع آب در روستاهای فریدونکنار. توسعه روستایی، دوره چهارم، شماره ۲.

۱۰) هایلبرونر، رابرت. ۱۳۷۰. بزرگان اقتصاد. ترجمه دکتر احمد شمیسا. انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی.

۱۱) گزارش وضعیت دریاچه ارومیه و خلاصه اهم اقدامات انجام شده برنامه مدیریت جامع حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، طرح حفاظت از تالاب های ایران، ۱۳۹۱.

12) Aumann, R.J., Maschler, M. (1985). "Game theoretic analysis of a bankruptcy problem from the Talmud"J. Journal of Economic Theory 36, 195–213.

13) Ansink, E., Weikard, H. P.(2012). Sequential sharing rules for river sharing problems. Social Choice and Welfare. 38 (2): 187–21.

14) Eimanifar A. and Mohebbi, F. (2007). Urmia Lake (Northwest Iran): a brief review, Saline Systems, vol. 8, pp. 1–8.

15) Giordano, R., D'Agostino, D., Apollonio, C., Lamaddalena, N., Vurro, M. (2013). Bayesian Belief Network to support conflict analysis for groundwater protection: The case of the Apulia region. Journal of Environmental Management, 115: 136-146.

16) Herrero, C. and Villar, A. (2001). The three musketeers: four classical solutions to bankruptcy problems, .J. Mathematical Social Sciences, 42(3), 307-328.

17) Just, R., and Netanyahu, S. (Eds.) Conflict and cooperation on trans-boundary water resources, Kluwer Academic Pub., pp. 1-26.

18) Madani, K. (2010). Game theory and water resources, Journal of Hydrology, Vol. 381, No. 3-4, PP: 225-238.

19) Madani, K., Zarezadeh, M. (2012). Bankruptcy methods for resolving water resources conflicts. In: Loucks, D.P. (Ed.), World Environmental and Water Resources Congress 2012. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, pp. 2247-2252.

20) Mianabadi, H., Mostert, E., Pande, S., and van de Giesen, N. (2015). Weighted Bankruptcy Rules and Transboundary Water Resources Allocation. Water Resour Manage, 29 (7): 2303-2321.

21) Mianabadi, H., Mostert, E. and Van de Giesen, N. (2013). Transboundary River Basins Management: From Conflict to Cooperation, in 6th International Conference on Water Resources and Environment Research (ICWRER 2013).

22) Mianabadi, H., Mostert, E., Zarghami, M., van de Giessen, N. (2014). A new bankruptcy method for conflict resolution in water resources allocation. Journal of Environmental Management 144:152-159.

23) Mianabadi, H., Mostert, E., Zarghami, M., van de Giesen, N. (2013). Transboundary water resources allocation using bankruptcy theory; Case study of Euphrates and Tigris Rivers. Proceedings of the TWAM 2013 International Conference & Workshops.

24) Ostrom, E., Gardner, R., Walker, J. 1994. Rules, games and common-pool resources, University of Michigan Press, Ann Arbor.

25) Razmara, P., Massah Bavani, A. R., Motiee, H., Torabi, S. and Lotfi, S. (2013). Investigating uncertainty of climate change effect on entering runoff to Urmia, Hydrol. Earth Syst. Sci., vol. 10, pp. 2183–2214.

26) Schwartz, D., and Singh, A. (1999). Environmental Conditions, Resources, and Conflicts. An Introductory Overview and Data Collection. United Nations Environment Programme (UNEP).

27) Sheikhmohammady, M. and Madani, K. (2008). Sharing a multi-national resource through bankruptcy procedure. Proceeding of the 2008 World Environmental and Water Resources Congress, Honolulu, Hawaii, Edited by Babcock R. W. and Walton R., 1-9, American Society of Civil Engineers.

28) Wolf, A. T. (2007). SharedWaters: Conflict and Cooperation, The Annual Review of Environment and Resources is online at http://environ.annualreviews.org.

29) Zarezadeh, M., Madani, K., Morid, S. (2012). Resolving transboundary water conflicts: lessons learned from the Qezelozan-Sefidrood river bankruptcy problem. In: World Environmental and Water Resources Congress 2012. American Society of Civil Engineers, Reston, VA, pp. 2406–2412.

30) Zarezadeh, M., Madani, K., Morid, S.(2013). Resolvingconflicts over trans-boundary Rivers using bankruptcy methods. In: Hydrology and Earth System Sciences. Discuss. 10: 13855–13887.