

مقاله پژوهشی

کاربرد نظریه بازی در حل مناقشه آبی حوضه دریاچه ارومیه

مصطفی بنی طالبی دهکردی^{۱*} و حسین رضایی^۲

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۰۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۳

۱- دانشجوی دکترای مهندسی منابع آب، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mustafa.dehkordi@gmail.com

چکیده

تاکنون تحقیقات مختلفی در مورد علل خشکی دریاچه ارومیه و راه‌های احیای این ثروت ملی انجام شده است. در این تحقیق با استفاده از نظریه بازی و تعریف پنج سناریو، مناقشه آبی حوضه دریاچه ارومیه برای سال آبی ۹۵-۹۴ مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور، درآمد بخش کشاورزی و آبی که به دریاچه می‌ریزد، به‌عنوان دو بازیکن معرفی شدند. در این بازی غیر همکارانه، حوضه اجازه برداشت بیش از ۱۰۰٪ از منابع آب تجدیدپذیر طبیعی خود را نداشته و حداقل ۳/۵ میلیارد مترمکعب آب به دریاچه تخصیص داده شده است. علاوه بر این، این‌گونه فرض شد که درآمد بخش کشاورزی، نباید از درآمد فعلی آن در سال آبی مورد مطالعه کمتر شود. بر مبنای فرضیات فوق، سناریو ۴ که در آن زراعت آبی حذف شده و کل مساحت اراضی زراعی به کشت دیم اختصاص یافته و علاوه بر آن کل مساحت باغات آبی تحت پوشش آبیاری قطره‌ای قرار گرفته است، نتایج مطلوب‌تری نسبت به بقیه سناریوها در پی داشت. در نقطه تعادل محاسبه‌شده در سناریو ۴، حوضه با مصرف ۲۶/۷۸٪ از آب تجدیدپذیر طبیعی خود برای مصارف کشاورزی، شرب و صنعت، ۴۲۳۵ میلیون مترمکعب آب به دریاچه تخصیص داده است. علاوه بر این درآمد بخش کشاورزی نیز در نقطه تعادل محاسبه‌شده، ۱۹٪ بیشتر از حالت فعلی بوده است. در این نقطه تعادل، به دلیل حذف زراعت آبی، هزینه‌های جاری کاهش یافته و می‌تواند با اقبال عمومی از جانب کشاورزان روبرو شود.

واژه‌های کلیدی: آب تجدیدپذیر، حوضه دریاچه ارومیه، سناریو، نظریه بازی، نقطه تعادل.

Application of Game Theory to Conciliate Urmia Lake Basin Water Conflict

M Banitalebi Dehkordi*¹, H Rezaei²

Received: June 22, 2019

Accepted: January 12, 2021

1-Ph. D student of Water Resources Engineering, Dept. of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran.

2-Prof. Dept. of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Urmia, Urmia, Iran.

*Corresponding Author, E-mail: mustafa.dehkordi@gmail.com

Abstract

Several researches have been performed to investigate reasons of Urmia Lake dry out and solutions to stop Lake shrinkage. In this research, by means of game theory and establishing five different scenarios, the Urmia Lake conflict, has been discussed. Therefore, income of agriculture sector and water which is discharged to Lake, are introduced as two players. In this non-cooperative game, the basin consumers sector was not allowed to consume more than 100% of natural renewable water resources and at least 3.5 billion cubic meters of water was allocated to the Lake. Moreover, another hypothesis was that agricultural income should not be less than current amount. Based on above limitations, compared to other scenarios, the 4th scenario, in which, irrigated cropping pattern was completely prohibited and all orchards were irrigated using drip irrigation, presented the most desirable results. In the equilibrium point, which was located at 4th scenario, agricultural, domestic and industry sectors, consumed 26.78% of natural renewable water and 4235 million cubic meters (mcm) of water was allocated to the Lake. Moreover, the agricultural income in this equilibrium point was increased by 19% compared to the current situation. At the equilibrium, as a consequence of crop irrigation prohibition, current costs diminished and therefore it might be in interest of farmers more than other scenarios.

Keywords: Equilibrium, Game theory, Renewable water resources, Scenario, Urmia Lake basin.

مقدمه

شناسایی شده که منابع آب آن‌ها به‌طور مشترک توسط دو یا چند آب بر به مصرف می‌رسد (جاست و نتانیا هو (۱۹۸۸).

شرایط کنونی دریاچه ارومیه، پیامد چندین دهه توسعه نامتوازن و ناپایدار در حوضه آبریز و برداشت بی‌رویه از منابع آب تجدید پذیر حوضه می‌باشد. مجموعه عوامل انسانی و طبیعی مختلف مانند اجرای طرح‌های متعدد منابع آب، توسعه روزافزون بخش کشاورزی، تغییر الگوی کشت و گرایش به تولید

در سال‌های اخیر، رشد روزافزون جمعیت و توسعه اقتصادی در سرتاسر دنیا منجر به افزایش تقاضا برای منابع محدود آبی شده و مدیریت آن‌ها را با مناقشات جدی مواجه کرده است. علاوه بر این، منابع آب مشترک که توسط دو یا چند آب بر تقسیم شده و به مصرف می‌رسند، باعث تشدید پیچیدگی در مدیریت و برنامه‌ریزی بخش منابع آب شده است. تاکنون، بیش از ۲۰۰ حوضه آبریز در سرتاسر دنیا

آب در این منطقه کاهش یابد و علاوه بر آن منافع کشاورزان و دیگر ذینفعان به مخاطره نیفتد. در سال‌های اخیر، سیاست‌های توسعه کشاورزی، موجب افزایش سطح اراضی زیر کشت در این حوضه (بی نام ۲۰۱۰) و رشد تقاضای آبی در بخش کشاورزی شده است و به‌نوبه خود تقویت سیاست افزایش طرح‌های توسعه آبی را به دنبال داشته است. (بی نام ۲۰۰۵) و تخمین زده می‌شود تا سال ۱۴۰۰، حدود ۹۰ درصد کل تقاضای آبی این حوضه، فقط به بخش کشاورزی اختصاص یابد (بی نام ۲۰۰۲)؛ بنابراین، تضاد بین هدف حفظ حیات و سلامت دریاچه با هدف بهره‌برداران، یعنی توسعه اقتصادی از طریق افزایش برداشت از منابع آبی مشترک و محدود بالادست این حوضه، محور اصلی مناقشه آبی دریاچه ارومیه است.

همچنین در سالیان اخیر، تعداد سدهای بهره‌برداری شده در حوضه، پیوسته رو به افزایش بوده است. در سال ۱۳۷۱ این تعداد، پنج مورد (بی نام ۱۹۹۴)، در سال ۱۳۸۱، شانزده مورد (بی نام ۲۰۰۲) و در سال ۱۳۹۲ به پنجاه‌وسه مورد (بی نام ۲۰۱۳) رسیده است. این امر، در کنار پتانسیل‌های آبی فراوان حوضه آبریز دریاچه ارومیه و حمایت سیاسی شدید از تداوم طرح‌های توسعه آبی در سطح کلان حاکمیتی (بی نام ۲۰۱۰)، اتکای معیشت بخش عمده‌ای از جوامع محلی حوضه به اقتصاد زراعت مبنا و بازده پایین آبیاری، موجب گرایش کشاورزان به ادامه برداشت غیرمجاز از منابع آبی بالادست حوضه می‌شود. به علت اینکه توقف طرح‌های توسعه کشاورزی از سوی استان‌های حوضه یا وزارت جهاد کشاورزی، امکان بهره‌مندی کشاورزان از حمایت‌های دولتی برای توسعه سطح زیر کشت را بسیار کاهش می‌دهد، آنان مایل به این امر نخواهند بود. از همین رو، کشاورزان به توقف طرح‌های

محصولاتی با مصرف بالای آب در سطح حوضه، بهره‌وری پایین مصرف آب و همچنین عدم حفاظت مؤثر از منابع زیست‌محیطی و اکولوژیکی حوضه از یک طرف و نوسانات اقلیمی و کاهش میزان بارش‌ها و رواناب‌ها در سطح حوضه از طرف دیگر، چنین شرایطی را برای بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران و دومین دریاچه فوق شور جهان رقم‌زده است. در سال‌های اخیر عدم ورود آب کافی به دریاچه منجر به تشدید روند کاهش تراز، سطح و حجم دریاچه گردیده است (بی نام ۲۰۱۴).

سطح زیر کشت آبی کنونی در سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه نزدیک ۵۰۰ هزار هکتار برآورد شده که نشانگر افزایش ۲۰۰ هزار هکتاری در اراضی آبی حوضه نسبت به اوایل دهه ۱۳۵۰ شمسی می‌باشد (بی نام ۲۰۱۴).

تاکنون طی مطالعات مختلف صورت گرفته، رهنمودهای سیاست‌گذاری گوناگونی برای حفاظت و احیای دریاچه ارائه شده است. از آن جمله می‌توان به پیشنهاد انتقال آب از سایر حوضه‌ها (ضرغامی و احسانی ۲۰۱۱، ایمان فر و محبی ۲۰۰۷، جعفری ۲۰۱۲)، بهبود مدیریت منابع آب حوضه از طریق افزایش کارایی مصرف، کاهش تقاضای مصرف و کاهش انحراف آب در بالادست حوضه برای مصارف کشاورزی (حسن‌زاده و همکاران ۲۰۱۲)، بارورسازی ابرها به‌منظور افزایش بارش در حوضه (گلایبان ۲۰۱۰) و درنهایت تخصیص منصفانه آب بین ذی‌نفعان حوضه آبریز دریاچه ارومیه (ابریشمچی و همکاران ۲۰۱۱)، اشاره کرد.

با توجه به بهره‌وری پایین آب کشاورزی در حوضه دریاچه ارومیه، باید راهکارهایی جهت کاهش مصرف این ماده حیاتی در حوضه دریاچه ارومیه به‌گونه‌ای در نظر گرفته شود تا در نخستین گام مصرف

در چنین پس‌زمینه فکری، نظریه بازی، چارچوب مناسبی را برای بررسی رفتارهای مبتنی بر عقلانیت فردی ذی‌نفعان و نتایج ناگوار ناشی از آن، در این مناقشات فراهم می‌کند (مدنی ۲۰۱۰). نظریه بازی، شاخه‌ای از علم ریاضیات کاربردی است که به مطالعه رفتارهای رقابتی و همکاریانه افراد می‌پردازد. این نظریه، در واقع، مطالعه شیوه‌هایی است که در آن تعاملات استراتژیک و تصمیمات متقابل بین چندین تصمیم‌گیرنده، با توجه به اولویت‌های آنان، نتایجی را ایجاد می‌کند که ممکن است هیچ‌یک از آنان، خواهان دستیابی به آن نبوده باشند (بی نام ۲۰۰۶).

نظریه بازی چیست؟

پیروزی در هر بازی تنها تابع یاری شانس نیست بلکه اصول و قوانین ویژه خود را دارد و هر بازیکن در طی بازی سعی می‌کند با به‌کارگیری آن اصول خود را به برد نزدیک کند و در این میان کسی پیروز میدان خواهد بود که بیش از دیگران از این اصول بهره گیرد. یک بازی شامل مجموعه‌ای از بازیکنان، مجموعه‌ای از حرکت‌ها یا راهبردها و نتیجه مشخصی برای هر ترکیب از راهبردها می‌باشد. نظریه بازی تلاش می‌کند تا رفتار ریاضی حاکم بر یک موقعیت استراتژیک (تضاد منافع) را مدل‌سازی کند. این موقعیت هنگامی پدید می‌آید که موفقیت یک فرد وابسته به راهبردهایی است که دیگران انتخاب می‌کنند. هدف نهایی این دانش یافتن راهبرد بهینه برای بازیکنان است (پاندستون ۱۹۹۲).

تعادل نش

تعادل نش یکی از بنیادی‌ترین مفاهیم در تئوری بازی می‌باشد و به نام جان نش معروف است. تعادل نش بدین معنی است که هیچ بازیکنی نمی‌تواند با تغییر یک‌جانبه از تعادل، نتیجه نهایی خود را بهبود دهد. مفهوم راهحل اغلب مورد استفاده در تئوری بازی، تعادل نش

توسعه آبی نیز که تأمین‌کننده تقاضای رو به رشد آبی آنان است، تمایلی ندارند (صفایی و ملک محمدی ۲۰۱۴).

در تحقیقات انجام شده، لزوم تحلیل تمایلات و تعاملات تصمیم‌گیرندگان مناقشه دریاچه ارومیه، که ممکن است موجب بروز رفتارهای غیرهمکارانه و بهره‌برداری بیش‌ازاندازه از منابع آبی مشترک و محدود حوضه شود، در نظر گرفته نشده است. بی‌توجهی به این امر، موجب شده است که مطالعات صورت گرفته و پیشنهادهای سیاست‌گذاری ارائه شده، فاقد دیدگاه کلی‌نگر و استراتژیک به مناقشه آبی دریاچه ارومیه باشد. این در حالی است که با توجه به چارچوب فکری که در خصوص رفتار ذی‌نفعان بهره‌برداری از منابع مشترک بدان اشاره شد، ضرورت چنین مطالعه‌ای پیش از ارائه و اجرای هرگونه اقدام سیاست‌گذارانه، کاملاً احساس می‌شود. بر مبنای این چارچوب فکری، تحلیل نکردن تمایلات و تعاملاتی که ممکن است ذی‌نفعان را به رفتارهای غیرهمکارانه وادارد، موفقیت سایر رهنمودها و اقدامات سیاست‌گذاری برای حل بحران دریاچه را با ابهام و چالش روبه‌رو می‌کند (صفایی و ملک محمدی ۲۰۱۴).

منشأ اصلی بحران دریاچه ارومیه، رفتار ذی‌نفعان بر اساس عقلانیت فردی، ترجیح منافع شخصی کوتاه‌مدت و ناکارآمدی سازوکار حکمرانی محیط برای جلوگیری از این شرایط است که در اجرای طرح‌های حقایق بر جدید تجلی می‌یابد. نتایج نشان می‌دهند که تنها راهحل دگرگونی این شرایط، دستور توقف طرح‌های ایجادکننده حقایق جدید و برخورد جدی با متخلفان توسط هیئت دولت و قوه قضائیه به‌منزله نهادهای ارشد حاکمیتی است (صفایی و ملک محمدی ۲۰۱۴).

شناخته شود، احتمال پذیرش آن از سوی تصمیم‌گیرندگان مناقشه و در نتیجه تحقق عینی آن در جهان واقعی افزایش می‌یابد (صفایی و ملک محمدی ۲۰۱۴).

از منظر اقتصادی، منابع مشترک^۲ به کالاهایی اطلاق می‌شوند که ماهیت بهره‌برداری از آن‌ها رقابتی^۳ است، به گونه‌ای که بهره‌برداری برخی از ذی‌نفعان، موجب کاهش پتانسیل بهره‌مندی سایرین می‌شود (استرم و همکاران ۱۹۹۴). بهره‌برداران از منابع مشترک، ناگزیرند به منظور تضمین افزایش سود و بهره‌مندی خود در بلندمدت، میزان بهره‌برداری خویش را در کوتاه‌مدت کاهش دهند (مدنی و دینار ۲۰۱۲). اما در بسیاری از موارد، بی‌اعتمادی، ریسک‌گریزی و بینش کوتاه‌نگر ذی‌نفعان در بهره‌برداری از این سیستم‌ها (مدنی و هیپل ۲۰۱۱، مدنی ۲۰۱۰)، موجب می‌شود که رفتار آن‌ها به جای آنکه بر عقلانیت جمعی و تلاش برای بهینه‌سازی سود سیستم و همه ذی‌نفعان در بلندمدت مبتنی باشد، بر اساس عقلانیت فردی و چشم‌پوشی نکردن از کاهش کوتاه‌مدت مزایایشان استوار شود (استرم ۲۰۱۰) این امر به بروز رفتارهای رقابتی (غیرهمکارانه)، بهره‌برداری بیش‌ازاندازه و در نتیجه ایجاد مناقشاتی موسوم به تراژدی مشترکات^۴ (هاردین ۱۹۶۸) منجر می‌شود. در چنین مناقشاتی که بهره‌برداری از منابع طبیعی و به‌ویژه منابع آبی از مصادیق آن محسوب می‌شود، اگرچه سرپیچی یک بهره‌بردار از قوانین، به سود کوتاه‌مدت شخص او منجر خواهد شد، هزینه‌های خارجی اقدام وی به صورت آسیب‌های محیط‌زیستی بر جامعه تحمیل

است. این مفهوم حالت پایداری از راهبرد بازی‌ها را نمایش می‌دهد که در آن هر بازیکن باید انتظار درستی پیرامون رفتار بازیکنان دیگر داشته باشد و منطقی عمل کند. تعادل نش مربوط به آن ترکیب از راهبردهاست که بهترین انتخاب برای هر تک بازیکن است اگر همه مخالفان او بهترین تصمیم را بگیرند. هر بازیکن شرکت‌کننده در این بازی رفتار منطقی دارد و تلاش می‌کند تا نتیجه نهایی خود را به حداکثر برساند، به عبارت دیگر بر اساس نظریه تعادل نش، اگر فرض کنیم در هر بازی با استراتژی مختلط، بازیکنان به طریق منطقی و معقول راهبردهای خود را انتخاب کنند و به دنبال حداکثر سود در بازی هستند، دست‌کم یک راهبرد برای به دست آوردن بهترین نتیجه برای هر بازیکن قابل انتخاب است و چنانچه بازیکن راه‌کار دیگری به‌غیر از آن را انتخاب کند، نتیجه بهتری به دست نخواهد آورد (عبدلی ۲۰۰۷).

مشخصات راهبردی $s = (s_1^*, \dots, s_N^*)$ تعادل نش است اگر هیچ‌یک از بازیکنان انگیزه‌ای برای تغییر راهبرد خود نداشته باشد. اگر s_i نتیجه نهایی بازیکن i ام باشد، آنگاه شرایط زیر تعادل نش را تعریف می‌کند

$$s_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \dots, s_N^*) \geq s_i(s_1^*, \dots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \dots, s_N^*) \quad [1]$$

بدین معنی که وقتی N بازیکن در نمایه راهبردی $s = (s_1^*, s_2^*, \dots, s_N^*)$ بازی می‌کند، تصمیم بازیکن s_i به جای s_i^* نمی‌تواند نتیجه نهایی خود را افزایش دهد (عبدلی ۲۰۰۷). به عبارت دیگر اگر وضعیتی به ازای مفهوم حل معین، برای تمامی تصمیم‌گیرندگان، پایدار باشد، نقطه تعادل^۱ مناقشه نامیده می‌شود. از آنجاکه مفاهیم حل گوناگون، ویژگی‌های رفتاری متنوع ممکن برای تصمیم‌گیرندگان را بیان می‌کنند، هرچه وضعیتی، بر اساس تعداد مفاهیم حل بیشتری به‌منزله نقطه تعادل

²Common poll resources (cprs)

³Competitive

⁴Tragedy of the commons

¹ Equilibrium point

مدنی (۲۰۱۰) در گزارشی به بررسی استفاده از نظریه بازی برای حل مناقشات آبی پرداخته و کارایی آن را در مدیریت منابع آبی اذعان نموده است. قندهاری و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی حوضه مرزی رودخانه هریرود با استفاده از نظریه بازی پرداخته و سیاست آینده ایران، ترکمنستان و افغانستان را در قبال این حوضه تعیین کرده‌اند. آن‌ها اظهار داشتند که همکاری بین سه کشور می‌تواند بیشترین سود را برای آن‌ها فراهم سازد. جلیلی کامجو و خوش‌اخلاق (۲۰۱۶) نیز در تحقیقی با استفاده از نظریه بازی سناریوهای مختلفی در ارزیابی رابطه بین پنج متقاضی آب شامل مسکونی، کشاورزی، صنعت، گردشگری و محیط‌زیست و عرضه بلندمدت اقتصادی آب در حوضه آبریز زاینده‌رود ارائه و به‌منظور برآورد توابع عرضه و تقاضا از یک سیستم معادلات هم‌زمان در دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۰ استفاده کردند.

محمدپور و باقری (۲۰۱۷) در تحقیقی با استفاده از نظریه بازی بر روی دریاچه ارومیه، در ابتدا دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی را به‌عنوان دو بازیکن این بازی در نظر گرفتند. در این حالت بازیکنان با بازی غیر مشارکتی ریسک خود را پایین آوردند. در مرحله بعد دولت نیز به‌عنوان بازیکن سوم وارد بازی شد تا بتوان بازی را از حالت غیر مشارکتی به مشارکتی تغییر داد. چراکه بازیکنان در حالت اول همانند بازی معمای زندانی به دلیل عدم اعتماد و تخصیص مجدد آب کشاورزی تمایلی به مشارکت از خود نشان نمی‌دهند؛ در حقیقت دولت به‌عنوان یک ضمانت برای تقسیم سود ناشی از مشارکت، بازیکنان را ترغیب به مشارکت می‌کند. درنهایت نتایج نشان داد که تعادل بین بازیکنان در حالتی که بازی همکارانه داشته باشند دارای بازدهی بیشتری خواهد بود.

می‌شود. از این شرایط به پارادوکس^۱ CC-PP یا «سود یک بهره‌بردار در مقابل ضرر همگان» تعبیر می‌شود (هاردین ۱۹۹۳).

در چنین مواردی، سیاست‌گذاری نهادهای حاکمیتی، در تنظیم سازوکار بهره‌برداری از منابع و حفظ محیط‌زیست نقش حیاتی دارد. موفقیت سیاست‌های حکمرانی منابع آبی مشترک، مستلزم توجه به رفتارها، منافع و تعاملاتی است که ذی‌نفعان را به‌سوی بهره‌برداری بیش‌ازحد و غیر بهینه سوق می‌دهد. در این صورت، می‌توان حتی در محیط‌هایی که رفتارهای غیرهمکارانه غلبه دارد، با ارائه پیشنهادهایی برای تغییر استراتژی بهره‌برداری یا منطق تصمیم‌گیری ایشان، از بروز تراژدی مشترکات جلوگیری کرد (مدنی و دینار ۲۰۱۲ ب). در مقابل، در صورت فقدان چنین درکی از ویژگی‌ها و تعاملات بهره‌برداران، مهیاکردن زمینه همکاری بین آنان و توافق بر سر راه‌حل‌های بهینه، در عمل با چالش مواجه شده است و احتمال تحقق عینی آن کاهش می‌یابد (مدنی و دینار ۲۰۱۲).

افتاده و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی بر روی حوضه گاوخونی با استفاده از نظریه بازی به بررسی مناقشات آبی بین نیازهای زیست‌محیطی از یک‌طرف و زمین‌داران و کشاورزان بالادست از طرف دیگر پرداختند. آن‌ها وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی را به‌عنوان دو بازیکن این بازی در نظر گرفته و پنج سناریو نیز معرفی کردند. درنهایت آن‌ها سناریو یک و دو را که به ترتیب معادل یک و دو برابر برداشت آب کشاورزی برای جبران کمبود آب ۳۲۴ میلیون مترمکعبی باتلاق گاوخونی بود را به‌عنوان راهکار حل مناقشات آبی این منطقه معرفی کردند.

¹ Common cost vs. private profit (CC-PP)

دستیابی به راه‌حل‌های همکارانه برای تصمیم‌گیرندگان افزایش می‌یابد (مدنی ۲۰۱۰).

مدنی و لاند (۲۰۱۲) با استفاده از نظریه بازی، به بررسی مناقشه بر سر دلتای سن خواکین - ساکرامنتو در ایالت کالیفرنیا امریکا پرداختند که به علت ایجاد سدهای متعدد و انحراف آب در بالادست، با بحران مواجه شده است. آنان بیان کردند که به‌رغم تمایل همه ذی‌نفعان به حل مناقشه، توجه صرف به کسب حقایق بیشتر، موجب رقابت و تقابل می‌شود و راه‌حل‌های همکارانه را بسیار دشوارتر می‌کند. ایشان نتیجه گرفتند که حل مناقشه دلتا، بدون دخالت نهاد ارشد حاکمیتی که از طریق تشویق راه‌حل همکارانه بین ذی‌نفعان و تنبیه متخلفان، حکمرانی مؤثری اعمال کند، ممکن نیست.

لی و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی بر روی رودخانه‌های مرزی چین با استفاده از نظریه بازی یک بازی غیر همکارانه برای به دست آوردن نقطه بهینه برداشت آب را پیشنهاد دادند. امیدوار و همکاران (۲۰۱۶) با تدوین یک مدل فازی بهینه‌سازی الگوی کشت و تخصیص آب بر مبنای تئوری بازی‌های همکارانه در شبکه آبیاری درود زن فارس، بیان داشتند که با تخصیص آب بیشتر به بخش‌های با پتانسیل تولید بیشتر، سود و بهره‌وری اقتصادی آب افزایش می‌یابد.

دانش یزدی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقی بر روی تخصیص آب در حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از نظریه بازی، اظهار داشتند که استان کردستان دارای بهترین وضعیت در تأمین نیازهای آبی خود و استان آذربایجان شرقی دارای بیشترین کمبود به لحاظ تأمین منابع آبی هر دو بخش کشاورزی و محیط‌زیستی بود. طبق مطالعات بخش محیط‌زیست شرکت مهندسی مشاور مه‌آب قدس با مشاور مادر طرح جامع منابع آب کشور،

افسری و همکاران (۲۰۱۷) نبودن آمایش سرزمین، کم‌اهمیت شمردن مطالعات ارزیابی اجتماعی و زیست‌محیطی، خلأ قانونی مسئولیت‌ها، تعهدات و وظایف ذی‌نفعان آب و نبودن هماهنگی و رویه مشخص بین سازمان‌های دخیل را از جمله مهم‌ترین شرایط علی‌بحران دریاچه ارومیه دانسته و مقابله و اصلاح در قالب تغییر نوع کشت، پلمپ و بستن چاه‌های غیرمجاز و صرفه‌جویی در مصرف آب را به‌عنوان راهبردهای مقابله با این مشکل معرفی کرده‌اند.

لوایسیگا (۲۰۰۴) با مقایسه نتایج رهیافت‌های همکارانه و غیرهمکارانه در یک بازی بهره‌برداری از منبع آب زیرزمینی مشترک در امریکا، نتیجه گرفت که در این بازی‌ها، حداقل یکی از ذی‌نفعان، به علت کاهش منافع اقتصادی کوتاه‌مدت، به خسارات بلندمدت اقتصادی و محیط‌زیستی برداشت بیش‌ازحد، بی‌توجهی می‌کند؛ بنابراین، در چنین مسائلی اعمال نفوذ بر ذی‌نفعان، برای وادار کردن آن‌ها به همکاری، مفید خواهد بود.

مازندرانی‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) مدلی برای رفع اختلاف میان دو بهره‌بردار شهری و کشاورزی از یک سفره آب زیرزمینی ارائه دادند. مقایسه نتایج به‌کارگیری مدل‌های غیرهمکارانه با همکارانه نشان داد که اگرچه منافع مدل‌های همکارانه، بیشتر است، ضمانت تحقق عملی آن‌ها نسبت به مدل‌های غیرهمکارانه کمتر است. مدنی در سال ۲۰۱۰ نشان داد که در مناقشه بهره‌برداری از سفره آب زیرزمینی مشترک بین دو کشاورز، بی‌اعتمادی، ریسک‌گریزی و نداشتن دانش کافی در خصوص ویژگی‌های سایر تصمیم‌گیرندگان و سرنوشت آینده مناقشه، آنان را به‌سوی همکاری نکردن و برداشت حداکثری سوق می‌دهد. وی نتیجه گرفت با تکامل ساختار مناقشه و از دست رفتن فرصت‌های مناسب طی زمان، هزینه

و بندهای انحرافی) مهم‌ترین علل بروز این بحران بوده‌اند (حسن‌زاده و همکاران ۲۰۱۲).

اگرچه در گذشته نیز تحقیقاتی با محوریت نظریه بازی‌ها بر روی حوضه دریاچه ارومیه صورت گرفته است، ولی در تحقیق حاضر بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده و دریاچه ارومیه به عنوان یک ثروت ملی به عنوان دو بازیکن این بازی مطرح شده و بر خلاف تحقیقات گذشته نتایج بصورت کاملاً کمی ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

اولین پارامتر موردنیاز برای انجام تحقیق حاضر، میزان آب تجدید پذیر حوضه و میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف حوضه در سال آبی مورد مطالعه می‌باشد. طبق تعریف آب تجدیدپذیر مقدار آبی است که مقدار آبی است که حوضه، طی چرخه آبی سالیانه توانایی بازیابی آن را دارد. این مقادیر در تحقیقی که توسط دهکردی و رضایی صورت گرفت محاسبه شده است. ایشان بیان داشتند که در سال آبی ۹۵-۹۴، حوضه بیش از ۱۲۰٪ از آب تجدید پذیر خود را مصرف کرده که از این مقدار، کشاورزی با مصرف حدود ۸۴٪، بزرگترین مصرف‌کننده آب در سال آبی مورد مطالعه بوده است. بر اساس تحقیقات ایشان، کل آب تجدید پذیر طبیعی حوضه دریاچه ارومیه در سال آبی ۹۵-۹۴ برابر ۵۷۸۰/۵۹ میلیون مترمکعب بوده که از این مقدار ۵۵۵/۳۸ میلیون مترمکعب آن صرف شرب و صنعت، ۴۸۵۳/۵۸ میلیون مترمکعب صرف کشاورزی و ۱۷۲۴/۲۵ میلیون مترمکعب نیز به دریاچه ریخته شده است. همان‌گونه که مشخص است جمع این مصارف از کل آب تجدید پذیر حوضه بیشتر بوده و در حقیقت، حوضه در این سال ۱۵۴۱/۰۲ میلیون مترمکعب از منابع آب تجدید ناپذیر خود را مصرف کرده است که از این مقدار

برای دوره‌های زمانی‌تر، نسبت نیاز محیط‌زیستی رودخانه‌ها به متوسط آورد سالانه هر گره، برابر با ۰/۱۱ و این نسبت برای دوره‌های زمانی خشک برابر با ۰/۳ در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق حاکی از این بود که نظریه بازی‌های همکارانه به همراه یک مدل جامع مدیریت منابع آب می‌تواند به‌طور مؤثری برای ارزیابی حالات مختلف همکاری در حوضه آبریز دریاچه ارومیه به کار گرفته شود.

هدف از پژوهش حاضر، تحلیل استراتژیک رفتارها و تعاملات بهره‌برداران از منابع آبی حوضه آبریز دریاچه ارومیه به‌منظور ارائه توصیه‌هایی برای حل اختلاف بین آن‌ها، سیاست‌گذاری و حکمرانی پایدار منابع آبی مشترک این حوضه و حفظ حیات و سلامت دریاچه ارومیه بود. در این مناقشه، تضاد بین هدف حفظ سلامت دریاچه ارومیه با هدف زی‌نفعان، یعنی توسعه اقتصادی از طریق افزایش برداشت از منابع آبی مشترک و محدود بالادست این حوضه، موجب بروز بحران و تهدید حیات دریاچه شده است. در شرایط کنونی، اصرار همه زی‌نفعان به کسب حقایق بیشتر و موافقت نکردن با توقف طرح‌های ایجادکننده حقایق جدید در حوضه، علاوه بر تشدید بحران دریاچه، با ایجاد بن بست در مناقشه، امکان دستیابی به راه حل همکارانه را دشوار کرده است. 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.

عوامل انسانی همچون افزایش انحراف و برداشت از جریان‌های آبی بالادست حوضه برای آبیاری اراضی کشاورزی، افزایش طرح‌های توسعه کشاورزی و پروژه‌های توسعه منابع آبی (سدها، شبکه‌های آبیاری

نکته حائز اهمیت این است که این مقادیر محاسبه شده بر مبنای استفاده از ۱۲۵٪ آب اختصاص یافته به کشاورزی و دریاچه بوده است، حال آنکه در تحقیق حاضر فرض شده است که استفاده بیش از ۱۰۰٪ ممنوع بوده و لذا تمامی مقادیر با استفاده از تناسب گیری تعدیل شده است؛ بدین معنا که مساحت زیر کشت آبی و قیمت محصولات آبی تولیدی کاهش پیدا کرده است. لازم به ذکر است که مقدار آب تجدیدپذیر حوضه بر اساس تحقیقات دهکردی و رضایی (۲۰۱۹) معادل ۵۷۸۰/۵۹ میلیون متر مکعب در نظر گرفته شد.

نظریه بازی

در این پژوهش به منظور بهره‌گیری از نظریه بازی، پنج سناریو تعریف شده و هر سناریو نیز قابلیت استفاده از صفر تا صد درصد آب تخصیصی به کشاورزی و دریاچه را با فاصله ۵٪ دارا می‌باشد؛ بنابراین ماتریسی به ابعاد ۲۱ سطر و ۵ ستون تشکیل شده و هر سلول حاوی دو عدد، یکی قیمت محصولات کشاورزی تولیدی و دیگری آب ورودی به دریاچه، می‌باشد.

سناریوها

سناریو ۱

در این سناریو این‌گونه فرض شده است که باغات به حالت سابق به فعالیت خود ادامه داده ولی الگوی کشت زراعت آبی با توجه به نتایج تحقیقات محققین، به گندم، جو، نخود، لوبیا، عدس، کلزا و چغندر قند با مساحت‌های مساوی، تغییر داده شده است؛ علاوه بر این، الگوی کشت زراعت دیم نیز با توجه به عملکرد ریالی محصولات و قابلیت کشت محصولات در هر سه استان، به گندم، جو، نخود و عدس با مساحت مساوی تغییر داده شده است.

سناریو ۲

در این سناریو باغات آبی به‌طور کامل تحت پوشش سیستم آبیاری قطره‌ای قرار گرفته و لذا راندمان آبیاری در

۱۱۱۹/۶۲ میلیون مترمکعب آن توسط برداشت از سفره‌های زیرزمینی و ۴/۲۱ میلیون مترمکعب باقیمانده از افت سطح آب دریاچه ارومیه تأمین شده است (دهکردی و رضایی ۲۰۱۹).

با توجه به اهمیت مصرف آب شرب و همچنین مصرف ناچیز بخش صنعت، در این تحقیق فرض شده است که شرب و صنعت با روند فعلی، به مصرف آب ادامه دهند؛ در این حالت کشاورزی و دریاچه بیش از ۱۲۵٪ از آب باقیمانده را استفاده کرده‌اند که این اضافه برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی و همچنین کاهش حجم آب موجود در دریاچه تأمین شده است. نکته حائز اهمیت این است که شاخص کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل برای استفاده از آب تجدید پذیر از صفر تا ۲۰ درصد را ایمن، از ۲۰ تا ۴۰ درصد را قابل قبول و بیش از ۴۰ درصد را بسیار پرخطر دانسته است. در این تحقیق فرض شده است که استفاده بیش از ۱۰۰٪ از منابع آب تجدید پذیر تحت هر شرایطی ممنوع بوده و محاسبات بر مبنای صفر تا صد درصد صورت گرفته است (لالانا و مارسلو ۲۰۱۶).

در مرحله بعد، میزان تولیدات کشاورزی استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و کردستان و همچنین قیمت سرخرمن محصولات برای سال آبی ۹۵-۹۴ از سالنامه‌های آماری جهاد کشاورزی استان‌ها استخراج گردید؛ از آنجاکه حوضه دریاچه ارومیه شامل قسمت‌هایی از سه استان مذکور می‌باشد، با قرار دادن نقشه حوضه بر روی نقشه تقسیمات استانی در نرم‌افزار ARCMAP، بخشی از مساحت استان‌ها که درون مرزهای حوضه قرار گرفته است، مشخص گردید. سپس با استفاده از میانگین‌گیری وزنی، میزان تولید محصولات در کل حوضه و به تبع آن مساحت، قیمت و عملکرد هر محصول محاسبه شد.

داده شده است. علاوه بر این، الگوی کشت زراعت دیم نیز با توجه به عملکرد ریالی محصولات و قابلیت کشت محصولات در هر سه استان، به گندم، جو، نخود و عدس با مساحت مساوی تغییر داده شده است.

لازم به ذکر است که در سناریوهای ذکر شده، در حالاتی که میزان آب تخصیص داده شده به کشاورزی جوابگوی نیاز آبی کشت آبی نباشد، چهار حالت ممکن است اتفاق بیفتد:

- هیچ آبی به کشاورزی اختصاص نیابد؛ در این حالت کل مساحت بخش زراعت بر اساس الگوی کشت تعیین شده در سناریو، به کشت دیم اختصاص یافته و درآمد این بخش محاسبه شده است. سپس درآمد باغات دیم نیز محاسبه شده و در نهایت، محصولات باغی که قابلیت تولید محصول دیم را دارا می‌باشند مشخص شده و عملکرد آن‌ها محاسبه شده است. در این حالت جمع سه درآمد فوق، به‌عنوان درآمد کشاورزی در نظر گرفته شده است.
- آب تخصیصی، تنها جوابگوی بخشی از نیاز باغات بوده و به زراعت آبی هیچ آبی تخصیص نمی‌یابد؛ در این حالت کل مساحت بخش زراعت بر اساس الگوی کشت تعیین شده در سناریو، به کشت دیم اختصاص یافته و درآمد این بخش محاسبه شده است. سپس درآمد باغات دیم نیز محاسبه شده و سپس آب تخصیصی بر اساس مساحت محصولات مختلف، بین آن‌ها توزیع شده و درآمد باغات آبی نیز محاسبه شده است. در این حالت جمع سه درآمد فوق، به‌عنوان درآمد کشاورزی در نظر گرفته شده است.
- آب تخصیصی جوابگوی کل نیاز باغات و بخشی از نیاز زراعت آبی است؛ در این حالت، آب تخصیصی به زراعت آبی، بر اساس نیاز آبی

آن‌ها از ۳۵٪ به ۹۰٪ (ستاد احیای دریاچه ارومیه) افزایش داده شده است. همچنین زراعت آبی به حالت سابق بوده و زراعت دیم نیز با توجه به عملکرد ریالی محصولات و قابلیت کشت محصولات در هر سه استان، به گندم، جو، نخود و عدس با مساحت مساوی تغییر داده شده است.

سناریو ۳

در این سناریو که ترکیبی از سناریوی ۱ و ۲ می‌باشد، باغات آبی به‌طور کامل تحت پوشش سیستم آبیاری قطره‌ای قرار گرفته و لذا راندمان آبیاری در آن‌ها از ۳۵٪ به ۹۰٪ (ستاد احیای دریاچه ارومیه) افزایش داده شده است. همچنین الگوی کشت زراعت آبی با توجه به نتایج تحقیقات محققین، به گندم، جو، نخود، لوبیا، عدس، کلزا و چغندر قند با مساحت‌های مساوی، تغییر داده شده است؛ علاوه بر این، الگوی کشت زراعت دیم نیز با توجه به عملکرد ریالی محصولات و قابلیت کشت محصولات در هر سه استان، به گندم، جو، نخود و عدس با مساحت مساوی تغییر داده شده است.

سناریو ۴

در این سناریو باغات آبی به‌طور کامل تحت پوشش سیستم آبیاری قطره‌ای قرار گرفته و لذا راندمان آبیاری در آن‌ها از ۳۵٪ به ۹۰٪ (ستاد احیای دریاچه ارومیه) افزایش داده شده است. همچنین زراعت آبی به‌طور کامل حذف شده و کلیه اراضی زراعی با توجه به عملکرد ریالی محصولات و قابلیت کشت محصولات در هر سه استان، به گندم، جو، نخود، عدس، یونجه و گیاهان دارویی با مساحت مساوی اختصاص داده شده است.

سناریو ۵

در این سناریو باغات آبی به‌طور کامل تحت پوشش سیستم آبیاری قطره‌ای قرار گرفته و لذا راندمان آبیاری در آن‌ها از ۳۵٪ به ۹۰٪ (ستاد احیای دریاچه ارومیه) افزایش داده شده است. همچنین زراعت آبی به‌طور کامل تحت پوشش آبیاری بارانی قرار گرفته و لذا راندمان آبیاری در آن‌ها از ۳۵٪ به ۷۰٪ (ستاد احیای دریاچه ارومیه) افزایش

نتایج و بحث

تحقیقات متعددی که در مقدمه مورد بررسی قرار گرفته است، همگی بر نقش تعیین‌کننده نهادهای حکومتی بر الزام بازیکنان به رعایت برخی قیود تأکید دارند؛ چراکه در صورت عدم وجود این قدرت، برای مثال در مناقشه دریاچه ارومیه، کشاورزان به صورت مجاز و غیرمجاز، نه تنها کل آب تجدید پذیر طبیعی را مصرف خواهند کرد، بلکه آسیب جبران‌ناپذیری نیز به منابع آبی تجدید ناپذیر حوضه، مانند منابع آب زیرزمینی وارد خواهند کرد؛ بنابراین در این تحقیق فرض شده است که دولت به هیچ‌عنوان اجازه مصرف بیشتر از ۱۰۰٪ آب تجدید پذیر را به مصرف‌کنندگان نخواهد داد. از طرف دیگر مجموع مصارف شرب و صنعت، در سال آبی ۹۵-۹۴ برابر ۵۵۵/۳۸ میلیون مترمکعب بوده که حدود ۱۰٪ از آب تجدید پذیر را تشکیل می‌دهد. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، از آنجاکه این مقدار در مقایسه با مصارف کشاورزی بسیار ناچیز بوده و علاوه بر آن از اهمیت بالایی برخوردار است، لذا این دو بازیکن از بازی حذف شده و در عمل تنها بازیکنان، بخش کشاورزی و نیاز آبی دریاچه خواهند بود. در این حالت سهمی از آب که برای مصارف کشاورزی و نیاز دریاچه باقی می‌ماند، ۵۲۵/۲۱ میلیون مترمکعب می‌باشد.

در جداول ۱ و ۲، سطح زیر کشت و درآمد بخش کشاورزی بر مبنای استفاده از ۱۰۰٪ آب تخصیصی ارائه شده است. در جداول ۳ و ۴ نیز مساحت و درآمد بخش کشاورزی، به شیوه‌ای که قبلاً توضیح داده شد، برای هر سناریو و به ازای برداشت‌های مختلف آب، ارائه شده است.

محصولات زراعی، بین آن‌ها توزیع شده و مساحت و درآمد زراعت آبی مشخص شده است؛ مابقی مساحت بخش زراعت با توجه به الگوی کشت هر سناریو به دیم اختصاص یافته و درآمد آن محاسبه شده است. سپس از جمع دو مقدار فوق با درآمد باغات آبی و باغات دیم، درآمد کل بخش کشاورزی محاسبه شده است.

- آب تخصیصی بیش از نیاز بخش کشاورزی است؛ در این حالت با توجه به الگوی کشت مشخص شده در هر سناریو، بخش کشاورزی توانایی مصرف کسری از این آب را داشته و درآمد آن از حد مشخصی تجاوز نکرده و مابقی آب به دریاچه سرازیر می‌شود.

با مشخص شدن اعداد هر سلول به ازای درصد استفاده از آب تخصیص داده شده و سناریوها، ماتریس استراتژی‌ها تشکیل شده است. لازم به ذکر است که بر اساس نقشه راه تعیین شده توسط ستاد احیای دریاچه ارومیه، باید ۳۵۰۰ میلیون مترمکعب آب به صورت سالانه به دریاچه اختصاص داده شود (بی نام ۲۰۱۹). از طرف دیگر، کشاورزان نیز به هیچ‌عنوان حاضر نخواهند شد که درآمدی کمتر از درآمد در حالت اولیه داشته باشند. بدین منظور، اعداد هر سلول را که شامل حجم آب ورودی به دریاچه در سال و درآمد سالیانه کشاورزی می‌باشد را بر حداقل آب ورودی مجاز به دریاچه (۳۵۰۰ میلیون مترمکعب) و درآمد حاصل از کشاورزی در سال ۹۵-۹۴ تقسیم نموده تا ماتریسی متشکل از اعداد بی‌بعد حاصل شود. در این ماتریس هر عدد بزرگ‌تر از یک نشانگر این مطلب است که قید مورد نظر ارضا شده است؛ تنها سلول‌هایی با دو عضو بزرگ‌تر یا مساوی یک، می‌توانند نقطه تعادل مناقشه باشند.

جدول ۱- سطح زیر کشت بخش کشاورزی (هکتار) بر مبنای استفاده از ۱۰۰٪ سهمیه آب در سال ۹۴-۹۵.

	زراعت			باغات			کل		
	دیم	آبی	کل	دیم	آبی	کل	دیم	آبی	کل
آذربایجان شرقی	۳۲۵۵۶۶	۱۵۹۲۴۶	۴۸۴۸۱۲	۲۷۳۲	۵۴۶۸۲	۵۷۴۱۴	۳۲۸۲۹۸	۲۱۳۹۲۸	۵۴۲۲۲۶
آذربایجان غربی	۳۷۰۳۳۷	۱۵۲۷۶۱	۵۲۳۰۹۸	۱۱۲۹	۸۳۲۸۰	۸۴۴۰۹	۳۷۱۴۶۶	۲۳۶۰۴۱	۶۰۷۵۰۷
کردستان	۷۶۱۵۶	۱۲۰۹۱	۸۸۲۴۷	۲۹۰	۲۲۴۳	۲۵۳۳	۷۶۴۴۶	۱۴۳۳۴	۹۰۷۸۰
جمع	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۱۰۹۶۱۵۷	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۴۴۳۵۶	۷۷۶۲۱۰	۴۶۴۳۰۳	۱۲۴۰۵۱۳

جدول ۲- درآمد بخش کشاورزی (میلیارد تومان) بر مبنای استفاده از ۱۰۰٪ سهمیه آب در سال ۹۴-۹۵.

	زراعت			باغات			کل		
	دیم	آبی	کل	دیم	آبی	کل	دیم	آبی	کل
آذربایجان شرقی	۴۴۳/۱۲	۶۸۶/۴۳	۱۱۲۹/۵۵	۱۵/۰۹	۸۶۹/۵۳	۸۸۴/۶۲	۴۵۸/۲۱	۱۵۵۵/۹۵	۲۰۱۴/۱۶
آذربایجان غربی	۳۵۲/۸۷	۶۷۹/۹۴	۱۰۳۲/۸۱	۱۶/۱۹	۷۲۴/۸۳	۷۴۱/۰۲	۳۶۹/۰۶	۱۴۰۴/۷۸	۱۷۷۳/۸۴
کردستان	۲۳۸/۷۱	۱۴۸/۴۷	۳۸۷/۱۸	۱۴/۶۸	۹۷/۲۱	۱۱۱/۸۹	۲۵۳/۳۹	۲۴۵/۶۸	۴۹۹/۰۷
جمع	۱۰۳۴/۷	۱۵۱۴/۸۴	۲۵۴۹/۵۴	۴۵/۹۶	۱۶۹۱/۵۷	۱۷۳۷/۵۳	۱۰۸۰/۶۶	۳۲۰۶/۴۱	۴۲۸۷/۰۷

جدول ۳- مساحت کشاورزی آبی و دیم (هکتار) در سناریوها بر اساس درصد برداشت از آب.

	سناریو ۱		سناریو ۲		سناریو ۳		سناریو ۴		سناریو ۵											
	زراعت		باغ		زراعت		باغ		زراعت		باغ									
	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی								
۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۴۴۳۵۶	۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۴۴۳۵۶	۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۴۴۳۵۶	۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۴۴۳۵۶	۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۴۴۳۵۶	۰
۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۳۱۰۶۸	۱۳۲۸۸	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۰۱۸۷	۳۴۱۶۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۰۱۸۷	۳۴۱۶۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۰۱۸۷	۳۴۱۶۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۰۱۸۷	۳۴۱۶۹
۱۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۷۷۸۰	۲۶۵۷۶	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۰۱۷	۶۸۳۳۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۰۱۷	۶۸۳۳۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۰۱۷	۶۸۳۳۹	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۰۱۷	۶۸۳۳۹
۱۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۰۴۴۹۲	۳۹۸۶۴	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۸۴۸	۱۰۲۵۰۸	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۸۴۸	۱۰۲۵۰۸	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۸۴۸	۱۰۲۵۰۸	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۸۴۸	۱۰۲۵۰۸
۲۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۹۱۲۰۴	۵۳۱۵۲	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۷۹	۱۳۶۶۷۷	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۷۹	۱۳۶۶۷۷	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۷۹	۱۳۶۶۷۷	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۶۷۹	۱۳۶۶۷۷
۲۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۷۷۹۱۶	۶۶۴۴۰	۱۰۶۵۳۹۸	۳۰۷۵۹	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۶۵۳۹۸	۳۰۷۵۹	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۲۴۶۳۸	۶۱۵۱۹	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۳۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۶۴۶۳۷	۷۹۷۲۹	۱۰۳۱۰۹۷	۶۵۰۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۳۱۰۹۷	۶۵۰۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۹۶۶۰۳۸	۱۳۰۱۱۹	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۳۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۵۱۳۳۹	۹۳۰۱۷	۹۹۶۷۹۷	۹۹۳۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۹۹۶۷۹۷	۹۹۳۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۹۷۴۳۷	۱۹۸۷۲۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۴۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۳۸۰۵۱	۱۰۶۳۰۵	۹۶۲۴۹۷	۱۳۳۶۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۹۶۲۴۹۷	۱۳۳۶۶۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۲۸۸۳۶	۲۶۷۳۲۱	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۴۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۲۴۷۶۳	۱۱۹۵۹۳	۹۲۸۱۹۶	۱۶۷۹۶۱	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۹۲۸۱۹۶	۱۶۷۹۶۱	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۵۰	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۱۱۴۷۵	۱۳۲۸۸۱	۸۹۳۸۹۶	۲۰۲۲۶۱	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۹۳۸۹۶	۲۰۲۲۶۱	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۵۵	۱۰۸۰۷۶۲	۱۵۳۹۵	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۵۹۵۹۵	۲۳۶۵۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۵۹۵۹۵	۲۳۶۵۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۶۰	۱۰۴۶۴۶۲	۴۹۶۹۵	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۲۵۲۹۵	۲۷۰۸۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۸۲۵۲۹۵	۲۷۰۸۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۶۵	۱۰۱۲۱۶۲	۸۳۹۹۵	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۹۰۹۹۵	۳۰۵۱۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۹۰۹۹۵	۳۰۵۱۶۲	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۷۰	۹۷۷۸۶۱	۱۱۸۲۹۶	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۷۵	۹۴۳۵۶۱	۱۵۲۵۹۶	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۸۰	۹۰۹۲۶۰	۱۸۶۸۹۷	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۸۵	۸۷۴۹۶۰	۲۲۱۱۹۷	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۹۰	۸۴۰۶۶۰	۲۵۵۴۹۷	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۹۵	۸۰۶۳۵۹	۲۸۹۷۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵
۱۰۰	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۱۰۹۶۱۵۷	۰	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵	۷۷۲۰۵۹	۳۲۴۰۹۸	۴۱۵۱	۱۴۰۲۰۵

درصد آب اختصاص یافته به کشاورزی

جدول ۴- درآمد کشاورزی آبی و دیم (میلیارد تومان) در سناریوهای بر اساس درصد برداشت از آب.

	سناریو ۱		سناریو ۲		سناریو ۳		سناریو ۴		سناریو ۵											
	زراعت		باغ		زراعت		باغ		زراعت		باغ									
	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی	دیم	آبی								
۰	۲۹۶۱	۰	۲۳۸	۰	۲۹۶۱	۰	۲۳۸	۰	۲۳۸	۰	۲۳۸	۰	۲۳۸	۰	۲۹۶۱	۰	۲۳۸	۰	۲۳۸	۰
۵	۲۹۶۱	۰	۲۲۰	۱۶۰	۲۹۶۱	۰	۱۹۲	۴۱۲	۲۹۶۱	۰	۱۹۲	۴۱۲	۳۴۸۴	۰	۱۹۲	۴۱۲	۲۹۶۱	۰	۱۹۲	۴۱۲
۱۰	۲۹۶۱	۰	۲۰۲	۳۲۱	۲۹۶۱	۰	۱۴۵	۸۲۵	۲۹۶۱	۰	۱۴۵	۸۲۵	۳۴۸۴	۰	۱۴۵	۸۲۵	۲۹۶۱	۰	۱۴۵	۸۲۵
۱۵	۲۹۶۱	۰	۱۸۴	۴۸۱	۲۹۶۱	۰	۹۸	۱۲۳۷	۲۹۶۱	۰	۹۸	۱۲۳۷	۳۴۸۴	۰	۹۸	۱۲۳۷	۲۹۶۱	۰	۹۸	۱۲۳۷
۲۰	۲۹۶۱	۰	۱۶۶	۶۴۱	۲۹۶۱	۰	۵۱	۱۶۴۹	۲۹۶۱	۰	۵۱	۱۶۴۹	۳۴۸۴	۰	۵۱	۱۶۴۹	۲۹۶۱	۰	۵۱	۱۶۴۹
۲۵	۲۹۶۱	۰	۱۴۷	۸۰۲	۲۸۷۸	۱۴۴	۴۶	۱۶۹۲	۲۸۷۸	۳۱۰	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۷۹۵	۶۱۹	۴۶	۱۶۹۲
۳۰	۲۹۶۱	۰	۱۲۹	۹۶۲	۲۷۸۵	۳۰۴	۴۶	۱۶۹۲	۲۷۸۵	۶۵۵	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۶۰۹	۱۳۱۰	۴۶	۱۶۹۲
۳۵	۲۹۶۱	۰	۱۱۱	۱۱۲۲	۲۶۹۲	۴۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۲۶۹۲	۱۰۰۱	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۴۲۴	۲۰۰۱	۴۶	۱۶۹۲
۴۰	۲۹۶۱	۰	۹۳	۱۲۸۳	۲۶۰۰	۶۲۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۶۰۰	۱۳۴۶	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۲۳۹	۲۶۹۲	۴۶	۱۶۹۲
۴۵	۲۹۶۱	۰	۷۴	۱۴۴۳	۲۵۰۷	۷۸۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۵۰۷	۱۶۹۱	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۵۰	۲۹۶۱	۰	۵۶	۱۶۰۳	۲۴۱۵	۹۴۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۴۱۵	۲۰۳۷	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۵۵	۲۹۱۹	۱۵۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۳۲۲	۱۱۰۶	۴۶	۱۶۹۲	۲۳۲۲	۲۳۸۲	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۶۰	۲۸۲۷	۵۰۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۲۲۹	۱۲۶۶	۴۶	۱۶۹۲	۲۲۲۹	۲۷۲۸	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۶۵	۲۷۳۴	۸۴۶	۴۶	۱۶۹۲	۲۱۳۷	۱۴۲۶	۴۶	۱۶۹۲	۲۱۳۷	۳۰۷۳	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۷۰	۲۶۴۱	۱۱۹۱	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۷۵	۲۵۴۹	۱۵۳۷	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۸۰	۲۴۵۶	۱۸۸۲	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۸۵	۲۳۶۳	۲۲۲۷	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۹۰	۲۲۷۱	۲۵۷۳	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۹۵	۲۱۷۸	۲۹۱۸	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲
۱۰۰	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۱۵۱۵	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲	۳۴۸۴	۰	۴۶	۱۶۹۲	۲۰۸۵	۳۲۶۴	۴۶	۱۶۹۲

درصد آب اختصاص یافته به کشاورزی

که برخی سناریوها با توجه به الگوی کشت پیشنهادی و بهبود در راندمان آبیاری، توانایی استفاده از کل آب تجدید پذیر تخصیصی به کشاورزی را نداشته و مصرف آب و درآمد این سناریوها از حد مشخصی تجاوز نکرده است.

اگر قید ممنوعیت برداشت بیش از ۱۰۰٪ آب تجدید پذیر حوضه در نظر گرفته شود، با توجه به جدول ۵، کشاورز سناریوهای ۱ و ۳ و ۵ را انتخاب خواهد کرد که در آن‌ها بیشترین درآمد عاید کشاورز شده است؛ این سلول‌ها در جدول ۵ با کادر دور آن‌ها مشخص شده‌اند. لازم به ذکر است

جدول ۵- سناریوهای پنج‌گانه؛ آب ورودی به دریاچه (میلیارد متر مکعب) و درآمد بخش کشاورزی (میلیارد تومان).

درصد آب اختصاص یافته به کشاورزی	سناریو ۱		سناریو ۲		سناریو ۳		سناریو ۴		سناریو ۵	
	شرایط فعلی		آب ورودی به دریاچه		آب ورودی به دریاچه		آب ورودی به دریاچه		آب ورودی به دریاچه	
	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد	درآمد
۰	۱۰۸۰/۶۶	۵۲۲۵/۲۱	۳۱۹۹/۳۶	۵۲۲۵/۲۱	۳۱۹۹/۳۶	۵۲۲۵/۲۱	۳۱۹۹/۳۶	۵۲۲۵/۲۱	۳۱۹۹/۳۶	۵۲۲۵/۲۱
۵	۱۲۴۰/۹۸	۴۹۶۳/۹۵	۳۳۴۱/۴۳	۴۹۶۳/۹۵	۳۵۶۴/۶۹	۴۹۶۳/۹۵	۳۵۶۴/۶۹	۴۰۸۷/۹۱	۴۹۶۳/۹۵	۳۵۶۴/۶۹
۱۰	۱۴۰۱/۳	۴۷۰۲/۶۹	۳۴۸۳/۵۱	۴۷۰۲/۶۹	۳۹۳۰/۰۲	۴۷۰۲/۶۹	۳۹۳۰/۰۲	۴۷۰۲/۶۹	۴۴۵۳/۲۴	۴۷۰۲/۶۹
۱۵	۱۵۶۱/۶۲	۴۴۴۱/۴۳	۳۶۲۵/۵۸	۴۴۴۱/۴۳	۴۲۹۵/۳۵	۴۴۴۱/۴۳	۴۲۹۵/۳۵	۴۴۴۱/۴۳	۴۸۱۸/۵۷	۴۴۴۱/۴۳
۲۰	۱۷۲۱/۹۴	۴۱۸۰/۱۷	۳۷۶۷/۶۵	۴۱۸۰/۱۷	۴۶۶۰/۶۸	۴۱۸۰/۱۷	۴۶۶۰/۶۸	۴۱۸۰/۱۷	۴۶۶۰/۶۸	۴۶۶۰/۶۸
۲۵	۱۸۸۲/۲۶	۳۹۱۸/۹۱	۳۹۰۹/۷۲	۳۹۱۸/۹۱	۴۷۵۹/۰۸	۳۹۱۸/۹۱	۴۹۲۵/۰۵	۳۹۱۸/۹۱	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۳۰	۲۰۴۲/۵۸	۳۶۵۷/۶۵	۴۰۵۱/۸	۳۶۵۷/۶۵	۴۸۲۶/۷۵	۳۶۵۷/۶۵	۵۱۷۷/۸	۳۶۵۷/۶۵	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۳۵	۲۲۰۲/۹	۳۳۹۶/۳۹	۴۱۹۳/۸۷	۳۳۹۶/۳۹	۴۸۹۴/۴۲	۳۳۹۶/۳۹	۵۴۳۰/۵۵	۳۳۹۶/۳۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۴۰	۲۳۶۳/۲۲	۳۱۳۵/۱۳	۴۳۳۵/۹۴	۳۱۳۵/۱۳	۴۹۶۲/۰۹	۳۱۳۵/۱۳	۵۶۸۳/۳	۳۱۳۵/۱۳	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۴۵	۲۵۲۳/۵۴	۲۸۷۳/۸۷	۴۴۷۸/۰۱	۲۸۷۳/۸۷	۵۰۲۹/۷۶	۲۸۷۳/۸۷	۵۹۳۶/۰۵	۲۸۷۳/۸۷	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۵۰	۲۶۸۳/۸۶	۲۶۱۲/۶۱	۴۶۲۰/۰۹	۲۶۱۲/۶۱	۵۰۹۷/۴۳	۲۶۱۲/۶۱	۶۱۸۸/۷۹	۲۶۱۲/۶۱	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۵۵	۲۸۴۴/۱۸	۲۳۵۱/۳۴	۴۸۱۱/۸۳	۲۳۵۱/۳۴	۵۱۶۵/۱	۲۳۵۱/۳۴	۶۴۴۱/۵۴	۲۳۵۱/۳۴	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۶۰	۳۰۰۴/۵	۲۰۹۰/۰۸	۵۰۶۴/۵۸	۲۰۹۰/۰۸	۵۲۲۲/۷۷	۲۰۹۰/۰۸	۶۶۹۴/۲۹	۲۰۹۰/۰۸	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۶۵	۳۱۶۴/۸۳	۱۸۲۸/۸۲	۵۳۱۷/۳۳	۱۸۲۸/۸۲	۵۳۰۰/۴۴	۱۸۲۸/۸۲	۶۹۴۷/۰۴	۱۸۲۸/۸۲	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۷۰	۳۳۲۵/۱۵	۱۵۶۷/۵۶	۵۵۷۰/۰۸	۱۵۶۷/۵۶	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۷۵	۳۴۸۵/۴۷	۱۳۰۶/۳	۵۸۲۲/۸۳	۱۳۰۶/۳	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۸۰	۳۶۴۵/۷۹	۱۰۴۵/۰۴	۶۰۷۵/۵۸	۱۰۴۵/۰۴	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۸۵	۳۸۰۶/۱۱	۷۸۳/۷۸	۶۳۲۸/۳۳	۷۸۳/۷۸	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۹۰	۳۹۶۶/۴۳	۵۲۲/۵۲	۶۵۸۱/۰۸	۵۲۲/۵۲	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۹۵	۴۱۲۶/۷۵	۳۶۱/۲۶	۶۸۳۳/۸۲	۳۶۱/۲۶	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲
۱۰۰	۴۲۸۷/۰۷	۰	۷۰۸۶/۵۷	۰	۵۳۳۷/۸	۱۶۸۴/۵۹	۷۰۸۶/۵۷	۱۶۸۴/۵۹	۵۲۲۱/۶۲	۴۱۵۳/۲

اینکه کشاورز در هیچ حالتی راضی نخواهد شد که درآمدی کمتر از درآمد فعلی داشته باشد. با تقسیم اعداد جدول ۵ بر این دو قید مذکور، اعداد بی‌بعدی به دست خواهد آمد که در آن، هر عدد بزرگ‌تر از یک، نشانگر این

همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، دو قید دیگر نیز در این مناقشه وجود دارد، یکی اینکه بر اساس نقشه راه مصوب ستاد احیای دریاچه ارومیه، هرسال باید حداقل ۳۵۰۰ میلیون مترمکعب آب به دریاچه ریخته شود و قید دوم

مشخص شده‌اند، همان‌گونه که مشخص است، سناریوی یک در هیچ سطحی توانایی ارضای دو قید موردنظر را نداشته است، یا به عبارت دیگر، اصلاح الگوی کشت به‌تنهایی نمی‌تواند راه نجات دریاچه ارومیه از بحران خشک شدن باشد.

واقعیت است که قید موردنظر ارضا شده است. این اعداد بی‌بعد در جدول ۶ نمایش داده شده است. با در نظر گرفتن دو قید اخیر، تنها سلول‌هایی از جدول ۶ که هر دو عضو آن‌ها بزرگتر از یک باشد، می‌تواند نقطه تعادل بازی باشد؛ این سلول‌ها در جدول ۶ با کادر دورشان

جدول ۶- سناریوهای پنج‌گانه بی‌بعد شده؛ آب ورودی به دریاچه و درآمد بخش کشاورزی.

درصد آب اختصاص یافته به کشاورزی	سناریو ۵		سناریو ۴		سناریو ۳		سناریو ۲		سناریو ۱		شرایط فعلی	
	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه
	۰	۱/۴۹	۰/۷۵	۱/۴۹	۰/۷۵	۱/۴۹	۰/۷۵	۱/۴۹	۰/۷۵	۱/۴۹	۰/۷۵	۱/۴۹
۵	۱/۴۲	۰/۸۳	۱/۴۲	۰/۸۳	۱/۴۲	۰/۸۳	۱/۴۲	۰/۸۳	۱/۴۲	۰/۷۸	۱/۴۲	۰/۳۹
۱۰	۱/۳۴	۰/۹۲	۱/۳۴	۰/۹۲	۱/۳۴	۰/۹۲	۱/۳۴	۰/۹۲	۱/۳۴	۰/۸۱	۱/۳۴	۰/۳۳
۱۵	۱/۲۷	۱/۰۰	۱/۲۷	۱/۰۰	۱/۲۷	۱/۰۰	۱/۲۷	۱/۰۰	۱/۲۷	۰/۸۵	۱/۲۷	۰/۳۶
۲۰	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۱۹	۰/۸۸	۱/۱۹	۰/۴۰
۲۵	۱/۱۲	۱/۲۰	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۰/۹۱	۱/۱۲	۰/۴۴
۳۰	۱/۰۵	۱/۳۲	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۲۱	۱/۰۵	۱/۲۱	۱/۰۵	۱/۱۳	۱/۰۵	۱/۰۵	۰/۴۸
۳۵	۰/۹۷	۱/۴۴	۰/۹۷	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۹۷	۱/۲۲	۱/۱۴	۰/۹۷	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۵۱
۴۰	۰/۹۰	۱/۵۶	۰/۹۰	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۹۰	۱/۲۲	۱/۱۶	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۵۵
۴۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۸۲	۱/۲۲	۱/۱۷	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۵۹
۵۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۷۵	۱/۲۲	۱/۱۹	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۶۳
۵۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۶۷	۱/۲۲	۱/۲۰	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۷	۰/۶۶
۶۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۶۰	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۷۰
۶۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۵۲	۱/۲۲	۱/۲۴	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۷۴
۷۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۷۸
۷۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۸۱
۸۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۸۵
۸۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۸۹
۹۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۹۳
۹۵	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۹۶
۱۰۰	۰/۸۳	۱/۶۵	۰/۸۳	۱/۲۲	۱/۲۲	۰/۴۸	۱/۲۲	۱/۲۵	۰/۴۸	۰/۴۸	۰/۴۸	۱/۰۰

از آنجا که دو سلول دارای اعدادی نزدیک به هم هستند، با میانگین‌گیری اعداد مرتبط دو سلول، می‌توان نقطه‌ای را پیدا کرد که هیچ‌یک از دو بازیکن رغبتی برای تغییر موقعیت خود نداشته باشند؛ چراکه اگر یک بازیکن بخواهد موقعیت خود را تغییر دهد، بازیکن دیگر نیز با تغییر موقعیت خود، باعث ضرر بازیکن اول خواهد شد. این نقطه که همان تعادل نش بازی فوق است دارای مختصات (۱/۱۹۵ و ۱/۱۸) خواهد بود. این بدان معناست

با نگاهی به مجموعه جواب محدود شده، مشخص است که بیشترین درآمد بخش کشاورزی در سناریو ۵ و با استفاده از ۳۰٪ آب تخصیصی اتفاق افتاده است؛ حال آنکه بیشترین آب ورودی به دریاچه در سناریوی ۴ و با استفاده از ۱۰٪ آب تخصیصی اتفاق افتاده است؛ این سلول‌ها در جدول ۶ به صورت هایلایت مشخص شده‌اند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تعادل نش بازی حاضر، باید جایی در سناریوی ۴ و ۵ و یا مابین آن‌ها باشد.

همین منظور سناریوهای ۴ و ۵ که نقطه تعادل درون آن‌ها قرار دارد را با فاصله یک درصد مرتب کرده و سلولی که بیشترین قرابت به جواب موردنظر را داشته باشد، انتخاب شده است. همان‌گونه که در جدول ۷ مشخص است، سناریو ۴ دارای بیشترین قرابت با جواب موردنظر بوده است؛ این ناحیه در جدول شماره ۷ با کادر دور آن مشخص شده است. در ناحیه مذکور به ازای استفاده از ۱۹٪ از آب تخصیصی، نزدیکترین جواب ممکن به حالت مطلوب رخ داده است و لذا این نقطه که در جدول ۷ به صورت تیره رنگ نشان داده شده است به عنوان نقطه تعادل بازی و پاسخ نهایی تحقیق معرفی شده است.

که می‌توان با وزن دهی به سناریوی ۴ و ۵، به این نقطه تعادل رسید؛ بدین منظور با حل سیستم معادلات زیر وزن هر سناریو برای تعیین نقطه تعادل مشخص شده است:

$$\begin{cases} 1.04S_4 + 1.32S_5 = 1.18 \\ 1.34S_4 + 1.05S_5 = 1.195 \end{cases} \quad [2]$$

که در رابطه فوق S_4 و S_5 ، وزن هر یک از سناریوهای ۴ و ۵ در نقطه تعادل می‌باشند.

از حل معادله فوق، وزن سناریو ۴ برابر ۰/۴۸ و وزن سناریوی ۵ معادل ۰/۵۲ محاسبه شده است که این بدان معناست که باید ۴۸٪ از سناریو ۴ و ۵۲٪ از سناریو ۵ استفاده کرد. اگرچه در برخی مناقشات، چنین راهکاری دارای قابلیت اجرا است، ولی در مناقشه حاضر چنین راهکاری مبنای فیزیکی نداشته و قابل اجرا نمی‌باشد. به

جدول ۷- نقطه تعادل بازی.

	سناریو ۴		سناریو ۵	
	درآمد	آب ورودی به دریاچه	درآمد	آب ورودی به دریاچه
۱۰	۱/۰۴	۱/۳۴	۰/۹۲	۱/۳۴
۱۱	۱/۰۶	۱/۳۳	۰/۹۳	۱/۳۳
۱۲	۱/۰۷	۱/۳۱	۰/۹۵	۱/۳۱
۱۳	۱/۰۹	۱/۳	۰/۹۷	۱/۳
۱۴	۱/۱۱	۱/۲۸	۰/۹۸	۱/۲۸
۱۵	۱/۱۲	۱/۲۷	۱	۱/۲۷
۱۶	۱/۱۴	۱/۲۵	۱/۰۲	۱/۲۵
۱۷	۱/۱۶	۱/۲۴	۱/۰۴	۱/۲۴
۱۸	۱/۱۸	۱/۲۲	۱/۰۵	۱/۲۲
۱۹	۱/۱۹	۱/۲۱	۱/۰۷	۱/۲۱
۲۰	۱/۲۱	۱/۱۹	۱/۰۹	۱/۱۹
۲۱	۱/۲۱	۱/۱۹	۱/۱۱	۱/۱۸
۲۲	۱/۲۱	۱/۱۹	۱/۱۳	۱/۱۶
۲۳	۱/۲۱	۱/۱۹	۱/۱۶	۱/۱۵
۲۴	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۱۸	۱/۱۳
۲۵	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۲	۱/۱۲
۲۶	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۲۳	۱/۱
۲۷	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۲۵	۱/۰۹
۲۸	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۲۷	۱/۰۷
۲۹	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۳	۱/۰۶
۳۰	۱/۲۲	۱/۱۹	۱/۳۲	۱/۰۵

درصد آب اختصاص یافته به کشاورزی

و صنعت، مقدار کل مصارف برابر ۱۵۴۸/۱۷ میلیون مترمکعب خواهد بود. لذا مقدار شاخص بهره‌برداری از آب (WEI¹) حوضه در سال آبی ۹۵-۹۴ برابر ۲۶/۷۸٪ خواهد شد. این در حالی است که با مقایسه نقطه تعادل با شرایط فعلی، نه تنها با مصرف آب کمتر، درآمد بخش کشاورزی ۱۹٪ افزایش داشته است، بلکه آب ورودی به دریاچه نیز ۲۱٪ بیشتر از حداقل مقدار مصوب توسط ستاد احیای دریاچه ارومیه خواهد بود.

تاکنون دلایل متنوعی برای خشک شدن دریاچه ارائه شده است، این دلایل به دو دسته طبیعی از قبیل تغییر اقلیم و کاهش میزان بارش‌ها و انسانی از قبیل

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، مصارف شرب و صنعت، به دلیل مصرف ناچیز و اهمیت بالا در بازی دخالت داده نشده و تنها بخشی از آب که مورد نیاز این دو مصرف‌کننده نبوده است، در بازی دخالت داده شده است. مجموع مصارف شرب و صنعت در سال آبی مذکور معادل ۵۵۵/۳۸ میلیون مترمکعب، برابر ۹/۶٪ از آب تجدید پذیر بوده است، این بدان معناست که آب تخصیصی به کشاورزی و نیاز دریاچه برابر ۵۲۲۵/۲۱ میلیون مترمکعب معادل ۹۱/۴٪ از آب تجدیدپذیر است. با توجه به اینکه در نقطه تعادل، بخش کشاورزی ۱۹٪ آب تخصیصی، معادل ۹۹۲/۷۹ میلیون مترمکعب آب را استفاده نموده است، از جمع این مقدار با مصارف شرب

¹ Water exploitation index

تأمین شده است. تحقیقات افتاده و همکاران (۲۰۱۷) بر روی حوضه گاوخونی نیز به کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی به منظور تأمین نیاز آبی باتلاق گاوخونی تأکید دارد. همچنین صفایی و ملک محمدی (۲۰۱۴) در تحقیقی کیفی با استفاده از نظریه بازی در حوضه دریاچه ارومیه، اصلاح الگوی کشت و آبیاری، رهاسازی آب و انتقال بین حوضه‌ای، توقف طرح‌های جدید توسعه آبی، توقف برداشت غیرمجاز از منابع آبی حوضه و توقف طرح‌های جدید حقا به بر را به عنوان بهترین نقطه تعادل برای مناقشه آبی دریاچه ارومیه معرفی نمودند. همچنین ضرغامی و صفاری (۲۰۱۳) سهم ۳۹٪ از منابع آب تجدید پذیر حوضه را برای دریاچه ارومیه مناسب دانستند. با توجه به اینکه اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای برای کل باغات، فرآیندی زمان‌بر و پرهزینه می‌باشد، این عملیات در سه حالت ۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵ مساحت باغات نیز محاسبه شده است. بر این اساس در نقطه تعادل تعیین شده، با مصرف ۱۹٪ از آب تخصیصی برای مصارف کشاورزی، در حالت ۰/۲۵، درآمد کشاورزی ۱/۰۲ برابر حالت فعلی و در حالت ۰/۵، درآمد کشاورزی ۱/۰۸ برابر حالت فعلی و در حالت ۰/۷۵، درآمد کشاورزی ۱/۱۴ برابر حالت فعلی^۱ محاسبه شد. نتایج فوق نشان می‌دهد که در نقطه تعادل در سناریو ۴، تغییر در راندمان آبیاری قطره‌ای، اختلاف معنی‌داری در درآمد بخش کشاورزی ایجاد کرده است. نکته حائز اهمیت این است که حذف کشت دیم، فقط برای زراعت امکان‌پذیر بوده و برای باغات به دلیل تبعات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی احتمالی، مورد بررسی قرار نگرفته است.

لازم به ذکر است که در حالت فعلی که بخش کشاورزی حدود ۱۲۵٪ از آب تخصیصی را استفاده

برداشت بی‌رویه آب و پروژه‌های عمرانی آبی و ... تقسیم می‌شوند. اکثر محققین بر این باور که مصرف آب کشاورزی در حوضه دریاچه ارومیه، یکی از مهم‌ترین دلایل خشک شدن این گنجینه ملی است، اتفاق نظر دارند (بی نام ۲۰۱۴). اگرچه نتایج تعدادی از تحقیقات صورت گرفته (محمدپور و باقری ۲۰۱۷، مازندرانی زاده و همکاران ۲۰۰۹) نشان می‌دهد که مدل همکارانه نظریه بازی می‌تواند منافع بلندمدت بیشتری نصیب ذی‌نفعان کند، با این حال ضمانت عملی شدن این مدل از بازی‌ها به مراتب کمتر از بازی‌های غیر مشارکتی است (مازندرانی زاده و همکاران ۲۰۰۹) و بر نقش دولت به منظور ضمانت عملی شدن این سناریوها تأکید شده است. در تحقیق حاضر که یک مدل کمی از نظریه بازی‌های غیر همکارانه است، با استفاده از آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی، کلیه تولیدات کشاورزی آبی و دیم حوضه در سال آبی ۹۵-۹۴ محاسبه شده و میزان عملکرد وزنی و قیمتی هر محصول به تفکیک آبی و دیم مشخص شده است؛ بر اساس سناریوهای تعریف شده، در مرحله اول مشخص شد که اصلاح الگوی کشت به تنهایی نمی‌تواند جوابگوی نیازهای آبی دریاچه باشد و نهایتاً سناریو چهارم، در حالتی که کشاورزی ۱۹٪ از آب تخصیصی را استفاده می‌کند، به عنوان نقطه تعادل بازی معرفی شد. در این نقطه تعادل، آب ورودی به دریاچه، ۲۱٪ بیشتر از مقدار مصوب ستاد احیای دریاچه ارومیه و معادل ۴۲۳۵ میلیون مترمکعب و درآمد بخش کشاورزی نیز نسبت به حالتی که ۱۰۰٪ آب را مصرف کند، به مقدار ۱۹٪ افزایش داشته و معادل ۵۱۰۱/۶۱ میلیارد تومان خواهد بود. در این سناریو که شامل بالا بردن راندمان آبیاری در باغات و توقف زراعت آبی در حوضه است، هدف نهایی که همانا کاهش مصرف آب کشاورزی، به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است،

¹ Current

مهمترین اهداف هر فعالیتی کسب درآمد و ایجاد اشتغال می باشد، لذا پیشنهاد می گردد که در تحقیقات آتی بخش های صنعت و خدمات (علی الخصوص گردشگری) نیز به عنوان بازیکنان جدید وارد بازی شده تا نتایج بهتری حاصل گردد.

نتیجه گیری کلی

در تحقیق حاضر، مناقشه آبی حوضه دریاچه ارومیه در سال آبی ۹۵-۹۴، با استفاده از نظریه بازی و تعریف پنج سناریو مورد بررسی قرار گرفت. دو بازیکن این بازی درآمد بخش کشاورزی و آب ورودی به دریاچه در نظر گرفته شد. قیود مورد نظر در این بازی نیز عبارت بودند از اینکه اولاً حوضه اجازه برداشت بیش از ۱۰۰٪ از منابع آب تجدید پذیر خود را نداشت و ثانیاً درآمد بخش کشاورزی نباید از درآمد فعلی آن کمتر می شد و ثالثاً حداقل آب ورودی به دریاچه بایستی بیشتر از ۳/۵ میلیارد متر مکعب در سال می بود.

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که سناریو چهارم که در آن کل مساحت بخش زراعت به کشت دیم اختصاص داده شده و کل مساحت باغات آبی تحت پوشش آبیاری قطره ای قرار گرفته است، نتایج مطلوب تری نسبت به سایر سناریو ها در پی داشت. در نقطه تعادل محاسبه شده واقع در سناریو چهارم، حوضه با مصرف ۲۶/۷۸٪ از آب تجدیدپذیر طبیعی خود برای مصارف کشاورزی، شرب و صنعت، ۴۲۳۵ میلیون متر مکعب آب روانه دریاچه کرده و درآمد بخش کشاورزی نیز ۱۹٪ افزایش داشته است.

کرده بود، درآمد این بخش ۵۱۱۷/۰۹ میلیارد تومان بوده است که اختلاف معنی داری با نقطه تعادل تعیین شده ندارد. به عبارت دیگر، در نقطه تعادل مشخص شده، با مصرف ۱۹٪ از آب تخصیص داده شده، درآمد بخش کشاورزی با شرایطی که از ۱۲۵٪ این آب استفاده کرده است، برابر خواهد بود.

در تحقیق حاضر، شاخص بهره برداری از آب محاسبه شده برای حوضه بر اساس نقطه تعادل تعیین شده ۲۶/۷۸٪ بوده که در صورت به کار گرفتن این سناریو می توان انتظار داشت که دریاچه ارومیه طی یک بازه چندساله احیا شود.

همان گونه که قبلاً اشاره شد، دو سناریو ۴ و ۵ دارای بهترین شرایط، هم از نظر تأمین آب دریاچه و هم از نظر تأمین درآمد بخش کشاورزی هستند؛ نکته مهم در این رابطه، میزان هزینه اولیه برای اجرای هر یک از این سناریوها است. در سناریو ۴، زراعت آبی کلاً حذف شده و از این رو صرفه جویی قابل توجهی در هزینه های آبیاری و نیروی برق و ... اتفاق خواهد افتاد. در حالی که در سناریو ۵، کل زراعت آبی تحت پوشش آبیاری بارانی رفته که مستلزم هزینه های بسیار زیاد اجرا، نگهداری و تأمین نیروی برق خواهد بود. از این رو می توان نتیجه گرفت که سناریو ۴ که نقطه تعادل نیز در این سناریو قرار دارد، با اقبال بهتری از طرف کشاورزان روبرو شود. با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، تغییر الگوی کشت زراعت و بالا بردن راندمان آبیاری باغات نقش بسیار چشمگیری در کاهش مصرف آب کشاورزی داشته و به تبع آن کمک موثری در روند احیای دریاچه ارومیه خواهد بود. لازم به ذکر است که معمولاً بخش کشاورزی نسبت به بخش های صنعت و خدمات مصرف آب بالاتری دارد؛ از آنجا که یکی از

منابع مورد استفاده

- Abdoli GH, 2007. Game theory and its applications. Jahad Daneshgahi Publishing Organization. Tehran. (In Persian)
- Abrishamchi A, Danesh-Yazdi M and Tajrishy M, 2011. Conflict resolution of water resources allocations using game theoretic approach: the case of Orumieh river basin in Iran. AWRA summer specialty conference. June 27 – 29. Snowbird, Utah, USA.
- Abrishamchi A, Danesh-Yazdi M 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 with English abstract)
- Afsari A, Haji Naseri S, Fazeli M and Firahi D, 2018. A sociological examination of water governance in lake urmia crisis: grounded theory model. *Strategic Studies of Public Policy*. 7(25): 53-72.
- Anonymous, 1994. Studies of the second preliminary phase of the project: Shahid Kalantari Highway, located in Urmia Lake. Ministry of Roads and Transportation. Volume 16. (In Persian)
- Anonymous, 2002. Urmia Lake environmental management project. Ministry of Jihad Agriculture: Deputy of Water and Soil, Iran. (In Persian)
- Anonymous, 2006. Game Theory. [Http: //plato.stanford.edu/entries/game-theory](http://plato.stanford.edu/entries/game-theory).
- Anonymous, 2010. Comprehensive management program of Urmia Lake catchment area. Protection Plan for Wetlands in Iran, Iran. (In Persian)
- Anonymous, 2013. List of exploited dams of Urmia main catchment area, Deputy of Design and Development: Water Resources Development Plans Office, Iran. (In Persian)
- Anonymous, 2015. Expert Working Group Report on Urmia Lake Drying, Iran. (In Persian)
- Anonymous, 2015. Investigation and analysis of economic and social situation of Urmia Lake catchment area. Third edition, Iran. (In Persian with English abstract)
- Anonymous, 2015. Report of the Social and Cultural Committee of Urmia Lake, causes of drought and possible threats. Vol.1. (In Persian)
- Banitalebi Dehkordi M and Rezaie H, 2019. Evaluation of renewable water resources of Urmia Lake Basin using GLEAM. *Iran Water Resources Research*. 15(3): 144-154. (In Persian with English abstract)
- Djafarov T, 2011. Water transfer of Aras River to Lake Urmia is discussed between Iran and Azerbaijan. Trend News Agency, 26 December 2011.
- Eimanifar A and Mohebbi F, 2007. Urmia Lake (Northwest Iran): a brief review. *Saline Systems*. 3(5): 1-18.
- Golabian H, 2010. Urumia Lake: hydro-ecological stabilization and permanence macro-engineering seawater in unique environments. Pp.65–397, pringer-Verlag, Berlin.
- Hardin G, 1968. The tragedy of the commons. *Science*. 162(3859): 1243-1248.
- Hardin G, 1993. *Living Within Limits*. Oxford University Press. UK.
- Hassanzadeh E, Zarghami M and Hassanzadeh Y, 2012. Determining the main factors in declining the Urmia Lake level by using system dynamics modeling. *Water Resources Management*. 26(1): 129–145.
- Jalili Kamjoo SP and Khosh Akhlagh R, 2016. Using the game theory in optimal allocation of water in Zayandehrud. *Iranian Journal of Applied Economic Studies*. 5(18): 53-80. (In Persian with English abstract)
- Just R and Netanyahu S, 1998. International water resource conflicts: Experience and potential. *Natural Resource Management and Policy* 11: 1-26.
- Lallana C and Marcuello C, 2016. Indicator Fact Sheet (WQ2): Water use by Sectors. European Environment Agency, Copenhagen.
- Li B, Tan G and Chen G, 2016. Generalized uncooperative planar game theory model for water distribution in transboundary rivers. *Water Resources Management*. 30(1): 225-241.
- Loaiciga HA, 2004. Analytic game theoretic approach to ground-water extraction. *Journal of Hydrology*. 297(1-4): 22-33.
- Madani K and Dinar A, 2012b. non-cooperative institutions for sustainable common pool resource management: application to groundwater. *Ecological Economics* 1(74): 34–45.

- Madani K and Dinar A, 2012a. Cooperative institutions for sustainable common pool resource management: application to groundwater. *Water Resources Research*. 48(9): 1–30.
- Madani K and Hipel K, 2011. Non-cooperative stability definitions for strategic analysis of generic water resources conflicts. *Water Resources Management*. 25(8): 1949–1977.
- Madani K and 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.
- Madani K, 2010. Game theory and water resources. *Journal of Hydrology*. 381(3-4): 225-238.
- Mazandaranzadeh H, Ghaheri A and Abdoli A, 2009. Sustainable exploitation model of groundwater aquifer shared between urban and agricultural operators using game theory. *Agricultural Economics and Development*, 17(68): 77-102. (In Persian with English abstract)
- Mohammadpour M and Bagheri A, 2017. Common pool water resources management considering a regulator interference: A game theory approach to derive managerial policies for Urmia Lake, Iran. *Lakes & Reservoirs Research & Management*. 22(1): 85-94.
- Oftadeh E, Shourian M and Saghafian B, 2017. An ultimatum game theory-based approach for basin scale water allocation conflict resolution. *Water Resources Management*. 31(13): 4293-4308.
- Omidvar M, Honar T, Nikoo MR and Sepaskhah AR, 2016. Developing a fuzzy crop pattern and water allocation optimization model based on cooperative game theory: a case study, Ordibehesht canal at the Doroodzan irrigation network, northwest of Fars province in Iran. *Journal of Water and Soil Sciences-Isfahan University of Technology*. 20(76): 1-13. (In Persian with English abstract)
- Ostrom E, 2010. Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*. 100(3): 641-672.
- Ostrom E, Gardner R and Walker J, 1994. *Rules, Games and Common-Pool Resources*. University of Michigan Press.
- Poundstone W, 1992. *Prisoner's Dilemma: John von Neuman, Game Theory, and the Puzzle of the Bomb*, Anchor.
- Qandahari A, Alavi Moghaddam M and Omranian Khorasani H, 2016. Water resources management in Harirood catchment based on game theory. *Water and Sustainable Development*. 3(1): 115-121. (In Persian with English abstract)
- Safaei A and Malek Mohammadi B, 2014. Game theory guidelines for sustainable governance of common water resources (case study: Urmia Lake water conflict). *Journal of Environmental Science*. 40(1): 121-138. (In Persian with English abstract)
- Zarghami M and Ehsani I, 2011. Evaluation of different group multi-criteria decision-making methods in selection of water transfer projects to Urmia Lake Basin. *Iranian Water Resources Research*. 7(2):1-14. (In Persian with English abstract)
- Zarghami M and Safari N, 2013. Optimum water allocation for agricultural section of Zarrinehrud River by non-symmetric Nash modeling. *Iranian Journal of Agricultural Economics*. 7(2): 107-125. (In Persian with English abstract)