

## برآورد سهم آب زاینده‌رود در اقتصاد استان اصفهان

فاطمه حیات‌غیبی، ناصر شاهنوشی، منصور زیبایی، محمود دانشور و نعمت‌اله اکبری\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۰۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۰۴

### چکیده

در این بررسی، با تبیین ارتباط بین بخش‌های مختلف اقتصاد استان اصفهان، ارزش اقتصادی آب رودخانه زاینده‌رود در این استان برآورد شده است. برای این منظور از یک الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی، که در آن هدف‌های برنامه چهارم توسعه و حداکثر نمودن ارزش افزوده استان، مدنظر قرار گرفته، استفاده شده است. با توجه به نتایج الگوی تدوین‌شده، ارزش واقعی هر مترمکعب آب در استان اصفهان حداقل ۱۰۴۰۰ ریال (به قیمت سال ۱۳۸۰) تخمین زده شد، که بر این پایه سهم آب زاینده‌رود حدود ۱۳/۵۵ درصد ارزش افزوده استان اصفهان می‌باشد. همچنین، برای تداوم هدف‌های برنامه چهارم توسعه (که هم راستا با هدف‌های برنامه پنجم توسعه نیز می‌باشند) لازم است حداقل رشد سالانه سرمایه‌گذاری در استان، ۷/۸۶ درصد باشد. در ساختار کنونی اقتصاد استان، افزایش سرمایه‌گذاری و مدیریت منابع آب در دسترس دو عامل مهم در کاهش ریسک برآورده نشدن هدف‌های برنامه توسعه، می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: O25، C67، D57

واژه‌گان کلیدی: الگوی داده-ستانده، برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی، زاینده‌رود، استان اصفهان

\* به ترتیب دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و استاد گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان

## مقدمه

آب به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، گنجینه مشترک انسان‌ها، منشأ حیات و زیربنای رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی هر جامعه‌ای است. امروزه آب در بسیاری از مناطق جهان به یک بحران جدی تبدیل شده است. کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. در بین مناطق مختلف ایران، استان اصفهان و به‌ویژه نواحی شرقی آن جزء مناطقی است که با محدودیت منابع آبی روبه‌رو است. سرانه منابع آب در استان اصفهان، ۱۵۲۰ مترمکعب است که به ترتیب ۲۴، ۶۱ و ۸۰ درصد کمتر از سرانه در ایران، آسیا و جهان است. همچنین با توجه به این‌که حد بحرانی سرانه آب در مدیریت منابع آب ۱۷۶۰ مترمکعب عنوان شده، بنابراین منطقه اصفهان حدود ۱۴ درصد زیر ناحیه بحرانی قرار دارد (ابراهیمی، ۱۳۸۵). بنابراین کمبود آب را می‌توان مهم‌ترین چالش پیش‌روی استان اصفهان تلقی نمود.

استان اصفهان در تولید محصول ناخالص داخلی، رتبه سوم را دارد (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶). سهم این استان در ایجاد ارزش افزوده بخش صنعت، خدمات و کشاورزی به ترتیب ۱۴/۷، ۶/۴ و ۵/۹ درصد می‌باشد که به این ترتیب رتبه دوم، سوم و پنجم را در تولید این بخش‌ها به خود اختصاص داده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵). به‌طور کلی عوامل مختلف تولید، در ایجاد ارزش تولید هر یک از بخش‌های اقتصاد سهم مشخصی دارند. آب به عنوان یک نهاده تولید در ایجاد ارزش تولید بخش‌های اقتصادی استان نقش به‌سزائی دارد. ارزش تولید هر بخش، سرمایه‌گذاری و اشتغال در آن بخش و ارزش تولید دیگر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین نقش و اهمیت آب در بخش‌های اقتصادی تنها محدود به تأثیر مستقیم آن نمی‌شود. با توجه به ارتباط متقابل بخش‌های مختلف اقتصاد با یک‌دیگر، اثرگذاری آب بر یک بخش، به‌طور غیرمستقیم به دیگر بخش‌ها نیز منتقل می‌شود. بنابراین هرچه روابط بین بخش‌های اقتصاد گسترده‌تر و پیوند بین بخش‌ها قوی‌تر باشد، اهمیت آب روشن‌تر خواهد شد.

تعیین ارزش اقتصادی آب، به روش‌های متفاوتی صورت گرفته است. برای مثال حسین‌زاده فیروزی و سلامی (۱۳۷۹) با استفاده از تابع سود ترانسلوگ مقید، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب را در تولید چغندر قند در استان خراسان حدود ۱۲۰ ریال محاسبه کرده‌اند.

### برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۳

کریم‌کشته و همکاران (۱۳۸۰) با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی خطی بیشترین و کمترین قیمت سایه‌ای را برای آب در منطقه سیستان به ترتیب ۲۹۰۵ و ۵۴/۶ ریال به دست آورده‌اند. آقاپور صباغی و عزیزان (۱۳۸۶) با استفاده از تابع تولید ارزش واقعی نهاده آب را برای محصول‌های گندم، جو و ذرت در شبکه آبیاری و زهکشی مارون به ترتیب برابر با ۵۷۰، ۳۹۰ و ۴۶۰ ریال برآورد کرده‌اند. تهامی‌پور و همکاران (۱۳۸۸) نیز با به‌کارگیری روش تابع تولید ارزش اقتصادی آب را برای تولید محصولات گندم آبی، پنبه آبی، سویا آبی و گوجه فرنگی آبی استان گلستان به ترتیب ۱۱۵۰، ۱۸۰۱، ۱۴۵۲ و ۲۱۸۰ ریال بر مترمکعب محاسبه کرده‌اند. در همه بررسی‌های یاد شده، ارزش اقتصادی آب کشاورزی و یا تنها یک یا چند محصول خاص زراعی مورد توجه قرار گرفته است. در حالی که در بررسی میرزایی خلیل‌آبادی و ابریشمی (۱۳۸۶)، مارک و باون (۱۹۸۱)، چن (۲۰۰۰)، سائز (۲۰۰۰)، بوهیا (۲۰۰۱)، هی و چن (۲۰۰۴)، لیوو و همکاران (۲۰۰۷) و یانگ و همکاران (۲۰۰۷) از الگوی داده-ستانده و یا تلفیقی از الگوی داده-ستانده و برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین ارزش اقتصادی آب بهره گرفته شده است. بنا بر نتایج بررسی چن (۲۰۰۰)، بر پایه ترکیب الگوی برنامه‌ریزی خطی و جدول داده- به‌کارگیری عوامل- ستانده<sup>۱</sup> استان شانخی، در صورتی که از یک تن آب (نزدیک به اترمکعب) به درستی استفاده شود، تولید ناخالص داخلی این استان ۶/۷ یوان (معادل ۶۶۴۰ ریال به قیمت سال ۲۰۰۰) افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از تلفیق الگوی برنامه‌ریزی خطی و داده- ستانده به وسیله لیوو و همکاران (۲۰۰۷) برای محاسبه قیمت‌های سایه‌ای آب صنعتی و آب تولیدی در ۹ حوضه اصلی چین برای سال ۱۹۹۹ نیز نشان می‌دهد، هر چند اختلاف بین ارزش محاسبه شده برای آب صنعتی و آب تولیدی زیاد است اما در صورتی که میانگین این دو قیمت در نظر گرفته شود، ارزش هر مترمکعب آب برای ۴ حوضه SE، ZH، YT و SW به ترتیب معادل ۱۰۴۸۰، ۱۴۱۴۰، ۱۴۶۷۰ و ۱۱۵۲۰ ریال<sup>۲</sup> و برای دیگر حوضه‌ها بیش از ۵۰۰۰ ریال (به قیمت سال ۱۳۷۸) می‌باشد.

<sup>۱</sup> Input-Occupancy-Output

<sup>۲</sup> در سال ۱۳۷۸ (۱۹۹۹ میلادی)، هر یوان معادل ۰/۱۲۱ دلار و هر دلار در حدود ۸۶۴۰ ریال ارزش داشته است.

بررسی‌های گسترده صورت گرفته در زمینه تعیین ارزش اقتصادی آب، بیانگر اهمیت اقتصادی این منبع طبیعی می‌باشد. اما به نظر می‌رسد در ایران بر خلاف دیگر کشورها، برای محاسبه ارزش اقتصادی آب تنها به نقش آن در بخش کشاورزی توجه شده است. هرچند بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است، اما نادیده گرفتن بخش‌های دیگر اقتصاد و ارتباط متقابل آن‌ها با یک‌دیگر و با بخش کشاورزی منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای خواهد شد. همان‌طور که نتایج بررسی وانگ و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از الگوی داده- ستانده نشان می‌دهد، هرچند بخش‌های صنعت و خدمات در تولید خود، به‌طور مستقیم آب کمتری نسبت به بخش‌های تولید غذا و جنگل‌داری مصرف می‌کنند، اما نهاده‌های واسطه‌ای بخش‌هایی را مورد استفاده می‌دهند که در فرایند تولید آن‌ها آب زیادی مورد نیاز است. بنابراین لازم است در محاسبه ارزش اقتصادی آب تعامل و پیوند بین بخش‌های مختلف اقتصاد نیز لحاظ شود.

بررسی موقعیت جغرافیایی استان اصفهان نشان می‌دهد که این استان در مرکز فلات ایران واقع شده است و با وسعتی در حدود ۱۰/۶ میلیون هکتار و میانگین بارش حدود ۱۲۰ میلیمتر در سال جزء استان‌های خشک و نیمه خشک کشور می‌باشد (دهقانی و مامن‌پوش، ۱۳۸۵). کل مصرف آب استان اصفهان در سال ۱۳۸۵، ۸۰۶۰/۵۷ میلیون مترمکعب بوده که ۲۵/۵۶ درصد آن از منابع سطحی و ۷۴/۴۴ درصد از منابع زیرزمینی تأمین شده است. سهم حوضه زاینده‌رود در تأمین آب مورد نیاز استان، ۷۲/۷۶ درصد است. همچنین ۶۶/۳۱ درصد از آب مصرفی این حوضه، از منابع زیرزمینی و ۳۳/۶۹ درصد از آن منابع سطحی می‌باشد (استانداری استان اصفهان، ۱۳۸۷؛ استانداری استان اصفهان، ۱۳۸۶ و سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان، ۱۳۸۷). در این میان رودخانه زاینده‌رود، مهم‌ترین منبع تأمین آب‌های سطحی و زیرزمینی استان است. برپایه میانگین ۳۴ ساله (۸۴-۱۳۵۰)، حجم آب خروجی از سد زاینده‌رود ۱۴۴۵ میلیون مترمکعب در سال گزارش شده است (ضرابی و همکاران، ۱۳۸۶). زاینده‌رود طولانی‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه فلات داخلی ایران می‌باشد که از کوه‌های زاگرس در استان چهارمحال و بختیاری سرچشمه گرفته و مسیر ۳۵۰ کیلومتری خود را تا باتلاق گاوخونی در جنوب شرقی استان اصفهان ادامه می‌دهد (صفوی و افشار، ۱۳۸۵). بدون وجود این رودخانه

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۵

و جریان دائمی آن حفظ تعادل هیدرولوژیک و بقای اصفهان به آسانی میسر نیست (حسینی ابری، ۱۳۸۲).

علاوه بر تولیدهای بخش کشاورزی استان اصفهان که به میزان زیادی متأثر از آب زاینده‌رود می‌باشند، بخش‌های صنعت و خدمات این استان نیز که جزو بخش‌های پیشتاز در کشور هستند به طور مستقیم و غیرمستقیم از منابع آبی این رودخانه تأثیر پذیرفته و رونق گرفته‌اند. عمده صنایع مادر و کلیدی کشور از جمله صنایع فولاد، صنایع نظامی، مرکز فناوری هسته‌ای، صنایع شیمیایی بسیار گسترده مانند پالایشگاه، پلی‌اکریل، پتروشیمی، دی‌ام‌تی، صنایع برق و شمار بسیاری از صنایع ساختمانی از جمله کارخانه‌های سیمان، آجر، سنگ و نیز واحدهای پرشمار نساجی در حاشیه زاینده‌رود استقرار یافته است. منبع تأمین‌کننده آب همه این صنایع، رودخانه زاینده‌رود می‌باشد. بنابراین هرگونه تغییرها و نبود مدیریت آب‌رسانی به این صنایع حتی برای یک روز آسیب‌های جبران‌ناپذیری را به‌همراه خواهد داشت (مومن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

زاینده‌رود در تأمین آب آشامیدنی و بهداشت جمعیت ساکن در بخش مرکزی نیز نقش اساسی دارد. آب مورد نیاز بیش از ۸۰٪ جمعیت استان اصفهان در شهرها و روستاهای مختلف از جمله شهرهای بزرگ اصفهان و کاشان و بیش از ۳۰٪ شهرهای دیگر استان و بخشی از جمعیت شهرهای استان‌های همجوار از جمله شهرهای یزد، اردکان و میبد و صدها روستا از شاه‌رگ حیاتی رودخانه زاینده‌رود تأمین می‌شود (مومن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

با نگاهی اجمالی به آنچه گفته شد می‌توان شکوفایی اقتصادی استان اصفهان را به میزان زیادی ناشی از وجود زاینده‌رود در این استان دانست. اگرچه اهمیت رودخانه زاینده‌رود در استان اصفهان به عنوان یک اصل کلی مورد پذیرش همگان قرار گرفته است، ولی نقش و سهم آن در اقتصاد استان به‌طور مشخص نشان داده نشده است. از این‌رو در این بررسی تلاش شده است، تا با تبیین روابط بین بخش‌های مختلف استان اصفهان و لحاظ کردن پیوندهای بین‌بخشی، ارزش اقتصادی آب در این استان تعیین و سهم آب زاینده‌رود در ایجاد ارزش

افزوده استان برآورد شود.

### روش تحقیق

با توجه به ارتباط و پیوند میان بخش‌های مختلف اقتصاد، آب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم ارزش تولید فعالیت‌های مختلف را متأثر می‌سازد. به منظور لحاظ نمودن این اثرگذاری‌ها، استفاده از الگوی داده-ستانده پیشنهاد شده است (کارتر و ایرری، ۱۹۷۰؛ زاس و ویک، ۱۹۷۴ و هریس و ری، ۱۹۸۴)؛ اما با توجه به این‌که هدف این بررسی، تعیین سهم آب زاینده‌رود در اقتصاد استان اصفهان با در نظر گرفتن حداکثر نمودن ارزش افزوده استان می‌باشد، نیاز به تدوین الگویی است که بر پایه آن امکان استفاده بهینه از منابع آبی استان وجود داشته باشد. هرچند تکنیک داده-ستانده ابزاری قدرتمند برای ایجاد یک برنامه هماهنگ می‌باشد اما به-ناچار پاسخ بهینه به‌دست نمی‌آید (توفیق، ۱۳۷۱). هم‌چنین با وجود این‌که امکان توسعه همه بخش‌ها از فرض‌های اولیه الگوی داده-ستانده است اما تحقق این فرض در عالم واقع به‌ندرت صورت می‌پذیرد (شریفی، ۱۳۸۱). لذا به منظور رفع این کاستی‌ها، برای رسیدن به پاسخی بهینه و لحاظ کردن پیوند میان بخش‌های مختلف اقتصاد، از تلفیق الگوی داده-ستانده و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی خطی (LP) استفاده شده است؛ به این صورت که ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف به‌دست آمده از جدول داده-ستانده استان اصفهان، به‌عنوان ضرایب فنی الگوی LP در نظر گرفته شده‌اند.

هم‌چنین محدودیت آب، سرمایه‌گذاری و دست‌یابی به ارزش افزوده‌های تعیین‌شده در هدف-های برنامه چهارم توسعه در الگوی LP وارد و ضرایب فنی مربوط به آن‌ها از جدول داده-ستانده استخراج شده است. به‌این ترتیب، در الگوی به‌دست آمده علاوه بر لحاظ نمودن پیوندها و روابط متقابل بین بخش‌های مختلف اقتصاد استان در تعیین ارزش اقتصادی آب، حداکثر ارزش افزوده استان با توجه به محدودیت آب و محدودیت‌های دیگر برآورد شده است. بنابراین، قیمت سایه‌ای محاسبه شده برای آب در این الگو، با توجه به روابط متقابل بخش‌های مختلف اقتصاد بر یک‌دیگر بوده و می‌تواند به‌عنوان ارزش اقتصادی آب در نظر

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۷

گرفته شود. در نهایت به منظور محاسبه سهم آب زاینده‌رود در ارزش افزوده استان اصفهان، از حاصل ضرب حجم آب این رودخانه (میانگین حجم آب خروجی از سد زاینده‌رود (۱۴۰۰ میلیون مترمکعب) به عنوان شاخص حجم آب رودخانه در سال، در نظر گرفته شده است) در قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب استفاده شده است.

شکل کلی الگوی تدوین شده به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Max : } V = \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (v_i \times C_{ij}) \times F_j \quad \text{حداکثر کردن ارزش افزوده}$$

Subject to:

$$1) \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow v_i \times \sum_{j=1}^{46} C_{ij} \times F_j \geq V_{ib} \quad \text{قیود تأمین هدف‌های برنامه}$$

$$2) \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow v_i \times \sum_{j=1}^{46} C_{ij} \times F_j \leq V_{imax} \quad \text{قیود حداکثر ظرفیت تولیدی}$$

$$3) \quad \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (h_i \times v_i \times C_{ij}) \times F_j \leq H \quad \text{محدودیت آب}$$

$$4) \quad \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (g_i \times v_i \times C_{ij}) \times F_j \leq G \quad \text{محدودیت سرمایه‌گذاری}$$

$$5) \quad F_j \leq F_{j\max}, \quad j \in \{1, 2, \dots, 46\} \quad \text{محدودیت حداکثر تقاضا برای بخش‌ها}$$

$$6) \quad F_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, 46$$

$F_j$  = تقاضای نهایی بخش  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 46$ ) و  $z$  و نشان‌دهنده ۴۶ بخش موجود در جدول داده- ستانده استان است).

$v_i$  = نسبت ارزش افزوده بخش  $i$  به ستانده این بخش

$C_{ij}$  = مؤلفه  $ij$  ماتریس معکوس لئونتیف است و نشان‌دهنده اثرگذاری‌های مستقیم، غیرمستقیم و القا شده بر ستانده بخش  $i$  به‌ازای یک واحد افزایش در تقاضای نهایی بخش  $j$  می‌باشد.

$V_{ib}$  = میزان ارزش افزوده تعیین‌شده در برنامه چهارم توسعه برای بخش  $i$

$V_{imax}$  = حداکثر ظرفیت تولیدی بخش  $i$

$h_i$  = میزان آب مورد نیاز بخش  $i$  برای تولید یک واحد ارزش افزوده

$H$  = حداقل آب مورد نیاز برای تأمین هدف‌های برنامه چهارم توسعه

$g_i$  = میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز بخش  $i$  برای تولید یک واحد ارزش افزوده

$G$  = حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای تأمین هدف‌های برنامه چهارم توسعه

$F_{jmax}$  = حداکثر تقاضای نهایی برای بخش  $j$

در سطوح مختلف برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری مدیریت و تولید، از برنامه‌ریزی ریاضی کلاسیک استفاده می‌شود. در چنین مواردی تابع هدف و محدودیت‌های قطعی به‌کار گرفته می‌شوند، اما در مسائل واقعی همواره انحراف، نوسان و انعطاف وجود دارد؛ بنابراین در این موارد لازم است از برنامه‌ریزی ریاضی فازی با محدودیت‌ها و توابع هدف فازی استفاده شود (آذر و فرجی، ۱۳۸۶). در این بررسی نیز با توجه به این‌که تعیین میزان دقیق پارامترهای مورد نیاز در الگوی برنامه‌ریزی تدوین شده ممکن نمی‌باشد، لازم است از پارامترهای فازی بهره گرفته شود. بنابراین نخست الگوی LP تدوین شده به‌صورت فازی تبدیل و پس از آن برآورد شده است. به‌منظور حداکثرسازی تابع هدف برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی از روش جیمنز (۱۹۹۶) و جیمنز و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شده است.

نخست لازم است الگو به ازای هر سه حد بالا، پایین و ممکن‌ترین میزان ضرایب تابع هدف برآورد شود. تابع هدف فازی به‌ازای سه حد یادشده به‌ترتیب با  $V^p$ ،  $V^m$  و  $V^l$  نشان داده شده است.



برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۹

$$\text{Max} : V^p = \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (v_i \times C_{ij})^p \times F_j$$

$$\text{Max} : V^m = \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (v_i \times C_{ij})^m \times F_j$$

$$\text{Max} : V^l = \sum_{j=1}^{46} \sum_{i=1}^{46} (v_i \times C_{ij})^l \times F_j$$

محدودیت‌های فازی نیز به صورت زیر می‌باشند:

محدودیت حداقل (محدودیت (۱) قطعی):

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow v_i \times \sum_{j=1}^{46} C_{ij} \times F_j \geq V_{ib}$$

سمت چپ محدودیت (۱) فازی:

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow \sum_{j=1}^{46} \left[ \frac{(1-\alpha)}{\gamma} \left( (v_i \times C_{ij})^p + (v_i \times C_{ij})^m \right) + \frac{\alpha}{\gamma} \left( (v_i \times C_{ij})^p + (v_i \times C_{ij})^l \right) \right] F_j$$

سمت راست محدودیت (۱) فازی:

$$\geq \left[ \frac{\alpha}{\gamma} \times \left( (V_{ib})^p + (V_{ib})^m \right) + \frac{(1-\alpha)}{\gamma} \times \left( (V_{ib})^p + (V_{ib})^l \right) \right]$$

محدودیت حداکثر (محدودیت (۲) قطعی):

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow v_i \times \sum_{j=1}^{46} C_{ij} \times F_j \leq V_{imax}$$

سمت چپ محدودیت (۲) فازی:

$$\forall i \in \{1, 2, \dots, 46\} \Rightarrow \sum_{j=1}^{46} \left[ \frac{\alpha}{\gamma} \left( (v_i \times C_{ij})^p + (v_i \times C_{ij})^m \right) + \frac{(1-\alpha)}{\gamma} \left( (v_i \times C_{ij})^p + (v_i \times C_{ij})^l \right) \right] F_j$$

سمت راست محدودیت (۲) فازی:

$$\leq \left[ \frac{(1-\alpha)}{\gamma} \times \left( (V_{imax})^p + (V_{imax})^m \right) + \frac{\alpha}{\gamma} \times \left( (V_{imax})^p + (V_{imax})^l \right) \right]$$

$p$ ،  $m$  و  $l$  به ترتیب نشان‌دهنده ممکن‌ترین حالت، حد بالا و حد پایین یک عدد فازی می‌باشند. بنابراین:

$$F_j = (v_i \times C_{ij})^p \text{ = ممکن‌ترین میزان ضریب } F_j \text{ در محدودیت (۱) و (۲) قطعی}$$

$$F_j = (v_i \times C_{ij})^m \text{ = بیشترین میزان ضریب } F_j \text{ در محدودیت (۱) و (۲) قطعی}$$

$$F_j = (v_i \times C_{ij})^l \text{ = کم‌ترین میزان ضریب } F_j \text{ در محدودیت (۱) و (۲) قطعی}$$

$(1-\alpha)$  = ریسک ناممکن بودن محدودیت‌ها و  $\alpha$  درجه ممکن بودن محدودیت‌ها است.

حل الگوی برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی در مرحله اول نیازمند تعیین مقدار  $\alpha$  و میزان قابل قبول برای تابع هدف می‌باشد. در این بررسی حداقل سطح قابل قبول برای  $\alpha$ ، ۰/۶ در نظر گرفته شده است؛ به این معنا که حداکثر ریسک قابل قبول ناممکن بودن محدودیت‌ها، ۴۰ درصد می‌باشد؛ بنابراین حداکثر ۴۰ درصد امکان برآورد نشدن محدودیت‌های الگو وجود دارد و با اطمینان ۶۰ درصد می‌توان گفت قیود تعیین شده، تأمین می‌شوند. علاوه بر این الگو به‌ازای مقادیر کمتر ریسک نیز برآورد شده است.

داده‌های مورد نیاز بررسی از جدول داده- ستانده استان اصفهان (۱۳۸۰) (حیات‌غیبی، ۱۳۸۸)، سند ملی توسعه استان اصفهان (موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصادکشاورزی و دبیرخانه ستاد برنامه پنج‌ساله چهارم، ۱۳۸۴)، قانون برنامه چهارم توسعه، گزارش اقتصادی- اجتماعی استان اصفهان (استانداری استان اصفهان، ۱۳۸۷)، سال‌نامه آماری استان اصفهان سال ۱۳۸۶ (استانداری استان اصفهان، ۱۳۸۶)، حساب‌های ملی ایران، حساب‌های منطقه‌ای استان اصفهان (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵) و گزارش‌های و آمار سازمان آب منطقه‌ای اصفهان دریافت شده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار Excel و winQSB صورت گرفته است.

## نتایج و بحث

پس از گردآوری و محاسبه اطلاعات مورد نیاز و همچنین با به‌کارگیری جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ استان اصفهان، الگوی تلفیقی داده- ستانده و برنامه‌ریزی ریاضی به‌ازای ریسک‌های

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۱

متفاوت برآورد و قیمت سایه‌ای محاسبه شده برای آب در این الگو، به‌عنوان ارزش اقتصادی آب در نظر گرفته شده است. هم‌چنین میزان آب و سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای دستیابی به هدف‌های برنامه چهارم توسعه و کاهش در ریسک تعیین شده است.

جدول (۱) نتایج به‌دست آمده از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی را به‌ازای نشان می‌دهد. ستون ۳ از سمت راست بیان‌گر آب مورد نیاز در هر بخش است. در حالی‌که ستون ۴ کل آب مورد نیاز برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش را نشان می‌دهد که ممکن است در بخش یادشده و یا بخش‌های دیگر برای تأمین تقاضای نهایی بخش مورد نظر مصرف گردد. بر این پایه برای تأمین تقاضای نهایی تولیدهای بخش "زراعت و باغداری"، ۷۶۵۷/۹ میلیون مترمکعب آب مورد نیاز است، اما آب مورد نیاز این بخش در حدود ۷۸۳۷/۸ میلیون مترمکعب می‌باشد. بنابراین کل آب مورد نیاز بخش "زراعت و باغداری"، ۱۷۹/۹۶ میلیون مترمکعب بیش از میزان آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی تولیدهای این بخش است. در واقع، حداقل ۱۷۹/۹۶ میلیون مترمکعب آب مصرف شده در بخش "زراعت و باغداری"، به‌طور غیرمستقیم به مصرف بخش‌های دیگر می‌رسد. بنابراین این بخش در ارتباط با مصرف ۱۷۹/۹۶ میلیون مترمکعب آب، تنها به‌صورت یک واسطه عمل می‌کند و این میزان آب را به‌طور غیرمستقیم همراه با تولیدهای خود (که به‌عنوان نهاده واسطه در اختیار بخش‌های دیگر قرار می‌دهد) به بخش‌های دیگر منتقل می‌کند. به نظر می‌رسد در نظر گرفتن این میزان آب به‌عنوان سهم بخش‌های دیگر، تصویر واقع بینانه‌تری از مصرف آب را در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهد.

در مجموع نتیجه‌های به‌دست آمده به‌ازای ریسک ۴۰ درصد به شرح ذیل است:

- به‌ازای ریسک ۴۰ درصد، حداقل آب مورد نیاز استان برای رسیدن به هدف‌های برنامه چهارم توسعه، ۸۷۹۵ میلیون مترمکعب می‌باشد. بنابراین، در مقایسه با میزان آب موجود در سال ۱۳۸۵، استان اصفهان با نزدیک به ۷۳۵ میلیون مترمکعب کمبود آب مواجه است.

- سهم آب مورد نیاز بخش‌های "کشاورزی"، "صنعت و معدن" و "خدمات" از کل آب مورد نیاز برای دستیابی به هدف‌های برنامه چهارم توسعه، به ترتیب ۸۹/۸، ۳/۳۹ و ۶/۸۱ درصد می‌باشد.
- برای تأمین تقاضای نهایی برای تولیدهای بخش‌های "کشاورزی"، "صنعت و معدن" و "خدمات" به ترتیب ۷۷۲۳/۵، ۴۹۱ و ۵۸۱ میلیون مترمکعب آب لازم است. بنابراین، سهم آب مورد نیاز برای پاسخ‌گویی به تقاضا برای این بخش‌ها به ترتیب ۸۷/۸۱، ۵/۵۸ و ۶/۶۱ درصد می‌باشد.
- قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب ۱۰۴۰۰ ریال و کل ارزش افزوده به دست آمده برای استان ۱۰۷۴۶۰۲۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۰) است. بنابراین افزایش یک مترمکعب آب، ۱۰۴۰۰ ریال به ارزش افزوده به دست آمده اضافه خواهد کرد.
- حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای دستیابی به ارزش افزوده‌های تعیین شده در برنامه چهارم توسعه، ۳۵۲۵۱۰۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۸۰) می‌باشد. بنابراین، لازم است سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۵ حداقل ۲۵/۴۹ درصد رشد داشته باشد؛ یعنی به طور میانگین رشد سالانه آن ۷/۸۶ درصد باشد.
- در صورتی که حجم آب رودخانه زاینده‌رود ۱۴۰۰ میلیون مترمکعب در سال در نظر گرفته شود، سهم این رودخانه در ارزش افزوده استان، ۱۳/۵۵ درصد می‌باشد.

برآورد سهم آب زاینده رود... ۱۳

جدول (۱): نتیجه‌های به دست آمده از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی به ازای  $\alpha = 0/6$  و میزان آب و سرمایه‌گذاری مورد نیاز در استان (ثابت ۱۳۸۰)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش
زراعت و باغداری	۴۷۵۳۹۷۹	۷۸۳۷۸۳۰۳۵۶/۴۵	۷۶۵۷۸۶۶۱۹۱/۱۴	۳۳۳۳۰۵/۱۸
پرورش حیوانات، کرم ابریشم، زنبور عسل و شکار	۲۲۸۸۹۷۰	۱۱۲۷۷۷۹۴/۲۵	۶۱۰۴۲۵۰۲/۰۶	۵۷۷۴۲۹/۶۶
جنگل‌داری	۶۰۳۴۷/۵۷	۰	۶۰۸۸۴/۴۲	۳۴۷۷/۴۷
ماهی‌گیری	۳۲۴۴۶/۸۹	۴۰۱۱۱۵۲/۳۵	۴۵۰۲۳۷۲/۴۸	۴۱۵۵/۰۱
معدن	۸۴۹۵۳۶/۱۰	۲۷۲۸۳/۷۶	۱۱۸۵۶۹۰/۱۰	۱۹۲۳۶۰/۱۷
ساخت فرآورده‌های غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۱۸۴۴۳۶۰	۱۴۴۴۷۱۸۸/۰۵	۱۸۰۸۵۱۸۸۴/۹۵	۷۹۴۰۹۵/۰۱
ساخت فرآورده‌ها از توتون و تنباکو	۲۸۸۴/۷۷	۰	۷۰۷۱۲۷/۶۰	۱۴۰۰/۳۹
ساخت منسوج‌ها	۱۸۶۴۳۸۶	۱۷۶۹۶۴۶۷/۹۰	۴۱۰۶۱۵۷۵/۴۰	۵۷۳۶۸۹/۸۵
ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن پوست خردار	۱۵۶۶۰۹/۶۰	۲۵۱۳۴۳/۲۹	۹۵۳۱۶۹/۴۹	۱۴۹۰۷/۳۷
تولید چرم و فرآورده‌های چرمی	۶۹۴۲۱/۵۸	۲۶۴۲۲۹/۷۸	۴۲۸۹۶۱/۱۱	۵۵۱۶۸/۷۲
ساخت چوب و فرآورده‌های چوبی	۲۰۶۱۳۵۳	۳۱۳۴۲۵۴/۶۰	۴۲۴۱۹۹۴/۳۲	۱۶۳۸۴۲/۳۵
ساخت کاغذ و انتشار رسانه‌های ضبط شده	۱۱۵۲۷۴/۴۰	۱۲۸۹۷۴۵/۳۷	۱۳۸۲۰۹۳/۵۸	۱۰۸۵۷۰/۶۴
ساخت فرآورده‌های نفتی تصفیه‌شده و...	۱۲۲۱۷۵۵۰	۱۹۸۲۰۷۰۱/۱۹	۲۱۷۷۳۴۱۷/۵۳	۵۲۸۳۴۰/۲۸
ساخت مواد و فرآورده‌های شیمیائی	۱۵۹۰۹۷۵	۹۳۶۳۷۱۸/۱۳	۹۱۴۲۴۷۴/۱۱	۴۶۰۵۹۸/۴۵
ساخت فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی	۲۵۶۲۰۹	۵۸۲۷۱۶۸/۶۳	۵۶۱۵۳۰۴/۸۷	۱۸۵۶۹۹/۶۰
ساخت دیگر فرآورده‌های کانی غیرفلزی	۲۸۸۸۳۴۱	۳۱۶۳۱۹۹۸/۶۲	۲۸۳۵۰۵۳۸/۲۳	۸۸۴۱۲۷/۱۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ادامه جدول (۱)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی در استان برای تأمین	کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز تقاضای نهایی هر بخش
ساخت فلزهای اساسی	۱۲۶۳۱۹۵۰	۱۷۴۸۴۷۴۴۰/۱۸	۱۶۴۸۸۶۱۸۵/۷۲	۲۷۳۵۳۰/۴۰
ساخت فرآورده‌های فلزی فابریکی به- جز ماشین‌ها و تجهیزات	۱۰۴۱۵۲۸	۵۹۹۳۴۲۷/۹۰	۷۷۵۵۷۴۴/۳۹	۱۶۱۸۰۷/۷۴
ساخت ماشین‌ها و تجهیزات	۱۱۰۵۱۴۶	۵۹۴۹۱۷۴/۸۳	۷۷۱۹۹۰۹/۰۵	۲۴۵۹۲۶/۱۷
ساخت ماشین‌ها و دستگاه‌های برقی دیگر	۳۰۵۱۴۷/۳۰	۲۰۷۸۸۶۳/۷۹	۳۳۴۴۲۳۹/۸۱	۱۱۲۱۵۰/۹۵
ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۵۹۲۰۱/۴۶	۵۳۶۵۲/۶۶	۲۴۴۵۹۳/۰۷	۱۷۱۹۹/۳۲
ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق	۱۲۶۳۷۸	۴۴۰۴۵۷/۱۵	۷۷۳۹۰۶/۵۵	۳۰۶۱۱/۲۶
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۹۸۳۹۹۵/۳۰	۱۶۹۷۲۴۸/۷۸	۶۷۰۶۰۹۳/۶۲	۶۰۰۸۳۴/۶۷
ساخت دیگر تجهیزات حمل و نقل	۵۶۳۲۱/۰۶	۱۳۹۷۷۱/۴۲	۴۲۳۴۰۹/۶۵	۱۱۹۰۰/۱۶
ساخت مبلمان، دیگر فرآورده‌های چوبی و بازیافت	۹۷۱۷۲۰/۴۰	۱۶۷۸۸۵۷/۶۶	۲۵۶۰۵۰۶/۳۲	۲۱۷۹۴/۸۳
تولید، انتقال و توزیع برق	۲۱۷۸۱۳۷	۰	۷۳۵۹۴۳/۴۶	۱۰۳۰۴۰/۴۶
پالایش و توزیع گاز طبیعی	۱۷۱۳۴۵۵	۰	۱۳۸۰۲۷/۲۷	۶۴۶۸/۲۲
گردآوری، تصفیه و توزیع آب	۲۰۹۵۲۶/۲۰	۵۳۰۷۲۰۳۹۵/۰۴	۴۶۹۰۹۴۳۴/۳۴	۱۲۸۴۴/۳۲
ساختمان‌های مسکونی	۲۸۸۱۹۸۸	۰	۶۴۵۵۴۶۵/۵۶	۸۰۱۹۷۳۹/۹۳
دیگر ساختمان‌ها	۳۵۸۵۰۰۳	۰	۸۲۵۱۸۲۸/۱۶	۱۲۱۴۶۹۶۸/۵۴
عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، خدمات تعمیراتی	۱۶۵۲۸۰۷۰	۰	۹۲۷۹۰۵۵/۷۵	۴۵۵۸۸۳۰/۲۸
هتل و رستوران	۸۱۴۸۲۲/۷۰	۰	۴۹۲۲۴۳۰/۵۹	۱۱۵۸۱/۸۹
حمل و نقل و خدمات پشتیبانی آن	۸۳۸۳۳۵۲	۰	۱۹۰۵۰۷۵/۳۳	۲۴۷۱۰۰۵/۷۴
پست و مخابرات	۱۱۰۶۲۰۷	۰	۲۷۷۳۰۲/۱۹	۵۷۴۳۲۲/۷۰
واسطه‌گری مالی	۱۲۱۸۲۷۲	۰	۶۰۳۶۸۰/۲۲	۵۸۷۷/۹۳
بیمه	۱۳۳۶۰۹	۰	۳۸۲۲۴/۴۵	۴۷۸/۴۳
مستغلات	۷۶۰۴۸۷۵	۰	۱۴۶۴۶۱۳/۷۳	۲۳۹۲۸۹/۰۳
کرایه و خدمات کسب و کار	۱۱۷۶۶۵۳	۰	۱۱۳۴۱۴۲/۲۰	۲۸۲۸۹۷/۵۲

برآورد سهم آب زاینده رود... ۱۵

ادامه جدول (۱)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش
امور عمومی	۱۶۶۳۸۴۹	۰	۴۰۵۵۲۳۴/۶۲	۱۲۹۵۱۵/۷۰
امور دفاعی و انتظامی	۲۶۴۵۳۹۴	۰	۱۷۰۲۸۷۰/۳۷	۱۰۸۰۴
تأمین اجتماعی اجباری	۱۲۴۳۹۴	۰	۶۳۳۰۸/۵۰	۱۸۸۹۱/۵۸
آموزش	۲۸۸۵۲۸۴	۰	۲۲۰۳۳۱۹/۳۰	۱۱۰۴۸۰/۹۶
بهداشت و مددکاری	۲۷۵۵۱۷۵	۰	۴۲۶۴۹۲۸/۱۵	۳۳۶۳۳/۶۲
خدمات مذهبی سیاسی	۱۱۶۶۹۴/۶۰	۰	۶۶۶۷۲۵/۸۴	۷۲۷۴/۸۵
تفریحی، فرهنگی و ورزشی	۸۲۰۶۷۰	۶۴۶۱۶۱۱۷/۶۵	۶۳۹۹۰۵۲۵/۸۲	۱۴۵۹۶۸/۷۷
سایر خدمات	۴۰۷۸۴۳/۷۰	۰	۶۷۵۱۰۵/۶۰	۵۲۲۹/۱۵
کل ارزش افزوده استان			۱۰۷۴۶۰۲۰۰	
حداقل آب مورد نیاز			۸۷۹۵۵۰۰۰۰۰	
قیمت سایه‌ای آب			۰/۰۱۰۴ (میلیون ریال/ متر مکعب)	
حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز			۳۵۲۵۱۰۰۰	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول (۲) نتیجه‌های به‌دست آمده به‌ازای  $\alpha = 0/7$  یا به عبارت دیگر ریسک ۳۰ درصد ارائه شده است. خلاصه نتایج به شرح زیر است:

- در این حالت، حداقل آب مورد نیاز برای دست‌یابی به هدف‌های برنامه چهارم توسعه ۸۸۷۹/۶ میلیون مترمکعب و حداقل سرمایه‌گذاری لازم ۳۵۷۸۰۰۰۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۸۰) است. همچنین ارزش افزوده برآورد شده برای استان ۱۰۶۰۵۸۳۰۰۰ میلیون ریال می‌باشد.
- ۱۰ درصد کاهش در ریسک (از ۴۰ درصد به ۳۰ درصد)، نیازمند ۸۴/۱ میلیون مترمکعب آب و ۵۲۹۰۰۰۰ میلیون ریال سرمایه‌گذاری بیشتر است.

- در صورت تأمین آب مورد نیاز، به‌ازای ریسک ۳۰ درصد قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب، ۱۵۳۰ تومان می‌باشد.
- سهم بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات از میزان آب مورد نیاز به‌ترتیب ۸۹/۹۱، ۳/۲۷ و ۶/۸۱ درصد است.
- به‌منظور تأمین هدف‌های برنامه چهارم توسعه لازم است سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۵ حداقل ۲۷/۳۸ درصد رشد داشته باشد. یعنی به‌طور میانگین نرخ رشد سالانه سرمایه‌گذاری ۸/۴ درصد باشد.
- در صورتی‌که حجم آب رودخانه زاینده‌رود ۱۴۰۰ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شود، سهم این رودخانه در ارزش افزوده استان، ۲۰/۲۰ درصد می‌باشد.

انتخاب بین ریسک ۴۰ درصد و ۳۰ درصد به قابلیت و امکان تأمین آب و سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای استان بستگی دارد. در صورتی‌که بتوان آب و سرمایه‌گذاری لازم برای کاهش ریسک را برای استان فراهم نمود، با اطمینان بیشتری می‌توان نسبت به دست‌یابی و تداوم هدف‌های برنامه چهارم (که هم‌راستا با هدف‌های برنامه پنجم توسعه نیز می‌باشند) امیدوار بود. در غیر این‌صورت، به‌ناچار باید ریسک بیشتر برآورده نشدن هدف‌های برنامه را پذیرفت. ضمن آن‌که با توجه به نتیجه‌های بررسی امکان کاهش ریسک به ۲۰ درصد یا کمتر وجود ندارد. علت این امر، ممکن است ناهمخوانی ساختار اقتصادی استان و ظرفیت تولیدی بخش‌ها با هدف‌های تعیین‌شده در برنامه چهارم توسعه و یا نبود انعطاف‌پذیری اقتصاد استان باشد؛ یعنی به دلیل بازدارنده‌های ساختاری امکان کاهش بیشتر ریسک وجود ندارد.

همان‌طور که اشاره شد حداقل سهم آب رودخانه زاینده‌رود در ارزش افزوده استان اصفهان، ۱۳/۵۵ درصد است. ارزش به‌دست آمده با توجه به نقش رودخانه زاینده‌رود در تأمین آب مورد نیاز بخش کشاورزی حوضه زاینده‌رود که قطب کشاورزی استان اصفهان است و هم-چنین اهمیت آن در تولید صنایع بزرگ و آب‌بر استان از یک سو و کلیدی بودن این بخش‌ها و تأثیر به‌سزای آن‌ها بر تولیدات کل اقتصاد از سوی دیگر، قابل توجه است.



برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۷

جدول (۲): نتیجه‌های به‌دست آمده از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی به‌ازای  $\alpha = 0.7$  و میزان آب و سرمایه‌گذاری مورد نیاز در استان (ثابت ۱۳۸۰)

کل	سرمايه‌گذاري	مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	ارزش افزوده (میلیون ریال)	نام بخش
۳۳۶۸۰۵/۱۳	۷۷۳۸۲۷۹۳۹۵/۱۹	۷۸۷۶۹۵۷۰۳۱/۱۸	۴۷۷۷۷۱۱	زراعت و باغداری		
۵۸۶۳۰۱/۹۶	۶۱۹۸۰۴۳۰/۵۰	۱۱۳۳۳۹۶۷/۱۷	۲۳۰۰۳۷۱	پرورش حیوانات، کرم ابریشم، زنبور عسل و شکار		
۱۸۰۲/۴۹	۳۱۵۵۸/۴۱	۰	۴۴۲۹۸/۷۵	جنگل‌داری		
۴۱۹۷/۰۵	۴۵۴۷۹۲۸/۵۱	۴۰۳۱۰۰۸/۵۳	۳۲۶۰۷/۵۱	ماهی‌گیری		
۱۹۳۸۷۱/۳۹	۱۱۹۵۰۰۵/۱۱	۲۷۲۸۳/۴۶	۸۴۹۵۲۷	معادن		
۸۰۲۶۸۳/۱۷	۱۸۲۸۰۷۸۰۳/۴۵	۱۴۵۱۹۱۰۴/۴۰	۱۸۵۳۵۴۱	ساخت فرآورده‌های غذایی و انواع آشامیدنی‌ها		
۱۴۰۷/۳۵	۷۱۰۶۴۴/۸۲	۰	۲۸۸۴/۸۷	ساخت فرآورده‌ها از توتون و تنباکو		
۵۸۳۴۷۷/۸۲	۴۱۸۳۵۰۶۷/۰۷	۱۷۷۸۴۵۰۴/۷۹	۱۸۷۳۶۶۱	ساخت منسوج‌ها		
۱۴۸۸۷/۱۸	۹۵۱۸۷۸/۶۹	۲۴۹۶۶۷/۹۳	۱۵۵۵۶۵/۷۰	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن پوست خزدار		
۵۵۷۷۶/۸۶	۴۳۳۶۸۹/۶۱	۲۶۵۶۵۴/۱۲	۶۹۷۹۵/۸۰	تولید چرم و فرآورده‌های چرمی		
۱۶۴۶۵۷/۴۹	۴۲۶۳۰۹۸/۷۷	۳۱۳۲۸۷۰/۹۶	۲۰۶۰۴۴۳	ساخت چوب و فرآورده‌های چوبی		
۱۰۹۷۲۹/۳۹	۱۳۹۶۸۴۴/۳۲	۱۲۹۶۱۶۴/۲۰	۱۱۵۸۴۸/۱۰	ساخت کاغذ و انتشار رسانه‌های ضبط شده		
۵۱۷۲۳۴/۳۱	۲۱۳۱۵۷۲۹/۶۸	۱۹۳۰۹۹۸۰/۵۵	۱۱۹۰۲۷۴۰	ساخت فرآورده‌های نفتی تصفیه‌شده و...		
۴۶۲۴۲۳/۵۹	۹۱۷۸۷۰۱/۵۲	۹۴۱۰۳۱۹/۶۹	۱۵۹۸۸۹۳	ساخت مواد و فرآورده‌های شیمیایی		
۱۸۷۸۲۸/۸۸	۵۶۷۹۶۹۱/۴۱	۵۸۵۶۴۳۷/۶۳	۲۵۷۴۹۵/۹۰	ساخت فرآورده‌های لاستیکی و پلاستیکی		
۸۹۷۴۷۹/۸۸	۲۸۷۷۸۷۰۸/۹۵	۳۱۷۸۹۳۷۳/۳۲	۲۹۰۲۷۱۱	ساخت دیگر فرآورده‌های کانی غیر فلزی		
۲۴۹۲۳۶/۲۰	۱۵۰۲۴۱۴۵۷/۰۷	۱۶۱۳۰۶۸۱۴/۳۵	۱۱۶۵۳۷۰۰	ساخت فلزهای اساسی		
۱۶۳۱۸۰/۶۹	۷۸۲۱۵۵۲/۶۲	۶۰۲۳۲۵۹/۰۱	۱۰۴۶۷۱۲	ساخت فرآورده‌های فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌ها و تجهیزات		
۲۴۸۴۳۳/۹۶	۷۷۹۸۶۳۱/۷۷	۵۹۷۸۸۴۱/۴۱	۱۱۱۰۶۵۷	ساخت ماشین‌ها و تجهیزات		

ادامه جدول (۲)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش
ساخت ماشین‌ها و دستگاه‌های برقی دیگر	۸۹۱۲۵۱	۶۰۷۱۷۸۷/۰۷	۱۰۰۲۷۱۰۴/۱۷	۳۳۶۲۶۴/۵۳
ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۵۹۴۹۰/۸۲	۵۳۹۱۴/۹۰	۲۴۶۷۸۹/۸۰	۱۷۳۵۳/۷۹
ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق	۱۲۷۰۱۳/۲۰	۴۴۲۶۷۰/۹۸	۷۸۱۱۱۷/۷۳	۳۰۸۹۶/۵۰
ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۹۹۷۸۳۲/۸۰	۱۷۲۱۱۱۶/۴۶	۶۸۳۳۲۶۶/۷۷	۶۱۲۲۲۸/۷۹
ساخت دیگر تجهیزهای حمل و نقل	۸۷۴۱۵/۲۳	۲۱۶۹۳۷/۵۲	۶۶۴۲۳۲/۹۹	۱۸۶۶۷/۶۳
ساخت مبلمان، دیگر فرآورده‌های و بازیافت	۹۶۴۴۸۲	۱۶۶۶۳۵۱/۷۵	۲۵۵۵۲۰۰/۲۸	۲۱۷۴۹/۶۶
تولید، انتقال و توزیع برق	۲۱۸۸۹۷۶	۰	۷۵۱۶۱۵/۲۶	۱۰۵۲۳۴/۶۹
پالایش و توزیع گاز طبیعی	۸۱۵۴۶۹/۴۰	۰	۵۹۹۰۲/۰۴	۲۸۰۷/۱۲
گردآوری، تصفیه و توزیع آب	۲۱۰۶۰۰/۹۰	۵۳۳۴۴۲۵۶۱/۵۶	۴۷۶۷۹۲۹۵۰/۲۲	۱۳۰۵۵/۱۲
ساختمان‌های مسکونی	۲۸۹۶۳۰۵	۰	۶۵۲۲۲۵۶/۸۲	۸۱۰۲۷۱۵/۹۱
دیگر ساختمان‌ها	۳۶۰۲۸۳۹	۰	۸۳۳۷۳۶۹/۹۵	۱۲۲۷۲۸۸۸/۹۴
عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، خدمات تعمیراتی	۱۶۶۱۰۲۹۰	۰	۹۳۶۵۰۸۱/۲۸	۴۶۰۱۰۹۴/۹۱
هتل و رستوران	۸۱۴۸۳۱/۹۰	۰	۴۹۴۴۴۳۲/۵۹	۱۱۶۳۳/۶۶
حمل و نقل و خدمات پشتیبانی آن	۸۴۲۵۰۶۴	۰	۱۹۲۷۴۰۱/۴۰	۲۴۹۹۹۶۴/۱۰
پست و مخابرات	۱۱۱۱۷۱۱	۰	۲۸۰۲۳۶/۰۷	۵۸۰۳۹۹/۰۷
واسطه‌گری مالی	۱۲۲۴۳۳۶	۰	۶۱۱۰۸۷/۰۲	۵۹۵۰/۰۵
بیمه	۱۳۴۳۴۱/۸۰	۰	۳۸۷۱۷/۷۵	۴۸۴/۶۰
مستغلات	۷۶۴۲۷۵۸	۰	۱۴۷۹۱۴۷/۳۰	۲۴۱۶۶۳/۵۳
کرایه و خدمات کسب و کار	۱۱۸۲۵۰۸	۰	۱۱۴۹۷۱۵/۵۴	۲۸۶۷۸۲/۱۰
امور عمومی	۱۳۱۳۱۰۰	۰	۳۲۱۱۳۳۳/۸۲	۱۰۲۵۶۳/۲۸

برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۹

ادامه جدول (۲)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (مترمکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	سرمايه‌گذاري مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش
امور دفاعی و انتظامی	۲۶۴۵۴۹۶	۰	۱۷۱۱۷۴۴/۶۴	۱۰۸۶۰/۳۰
تأمین اجتماعی اجباری	۱۲۴۳۹۴	۰	۶۳۶۲۳/۴۷	۱۸۹۸۵/۵۷
آموزش	۲۸۸۵۲۹۹	۰	۲۲۱۴۱۷۸/۸۵	۱۱۱۰۲۵/۴۹
بهداشت و مددکاری	۲۷۶۸۹۴۰	۰	۴۳۰۸۰۳۵/۵۷	۳۳۹۷۳/۵۷
خدمات مذهبی و سیاسی	۱۱۷۳۷۲/۵۰	۰	۶۷۵۱۴۹/۷۲	۷۳۶۶/۷۷
خدمات تفریحی، فرهنگی و ورزشی	۸۲۰۶۹۹	۶۴۶۱۸۴۰۰/۹۹	۶۴۳۳۷۷۳۶/۸۷	۱۴۶۷۶۰/۸۰
سایر خدمات	۴۱۰۰۱۲	۰	۶۸۳۷۷۱/۵۸	۵۲۹۶/۲۷
کل ارزش افزوده استان		۱۰۶۰۵۸۳۰۰		
حداقل آب مورد نیاز		۸۸۷۹۶۰۰۰۰۰		
قیمت سایه‌ای آب		۰/۰۱۵۳ (میلیون ریال / متر مکعب)		
حداقل سرمايه‌گذاري مورد نیاز		۳۵۷۸۰۰۰۰		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این بررسی به منظور تعیین سهم آب زاینده‌رود در اقتصاد استان اصفهان، با توجه به ارتباط و تعامل بخش‌های اقتصاد با یکدیگر، تلفیقی از الگوی داده-ستانده و برنامه‌ریزی خطی به-کلی فازی، مورد استفاده قرار گرفته است؛ نتیجه‌های به‌دست آمده به‌ازای ریسک‌های متفاوت برآورد نشدن محدودیت‌ها و هدف‌های برنامه، متفاوت می‌باشد. اما در مجموع ارزش واقعی هر مترمکعب آب در استان اصفهان حداقل ۱۰۴۰۰ ریال است. بر این پایه سهم آب زاینده‌رود حدود ۱۳/۵۵ درصد ارزش افزوده استان اصفهان می‌باشد.

مقایسه نتیجه‌های به‌دست آمده با بررسی‌های گسترده صورت گرفته در ارتباط با تعیین ارزش اقتصادی آب، نشان می‌دهد اختلاف بین ارزش به‌دست آمده برای آب در این بررسی با بررسی‌هایی که در آن‌ها ارتباطها بین بخشی در محاسبه ارزش آب در نظر گرفته شده است (مانند بررسی چن، ۲۰۰۰ و لیوو و همکاران، ۲۰۰۷) بسیار کمتر از اختلاف آن با بررسی‌هایی است که این امر را در بررسی‌های خود لحاظ نموده‌اند.

همچنین مقایسه کلی نتیجه‌های به‌دست آمده نشان می‌دهد کل آب مورد نیاز بخش کشاورزی بیش از میزان آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی تولیدهای این بخش است. در واقع، بخشی از آب مصرف‌شده در بخش کشاورزی، به‌طور غیرمستقیم به مصرف بخش‌های دیگر می‌رسد. این موضوع گویای اهمیت لحاظ پیوندهای بین بخشی در بررسی مسائل مربوط به آب است. به عبارت دیگر بررسی نقش آب در یک بخش، بدون در نظر گرفتن پیوندهای آن بخش با بخش‌های دیگر ارزش واقعی آب را به‌درستی نشان نخواهد داد. بر این پایه هرچند بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است اما منافع به‌دست آمده از مصرف آب در این بخش تنها محدود به خود بخش نمی‌شود و به دیگر بخش‌های اقتصاد نیز منتقل خواهد شد. بنابراین اهمیت آب در بخش کشاورزی، فراتر از تولید در این بخش است؛ زیرا تقویت یا آسیب آن، دیگر بخش‌های اقتصاد استان را نیز به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم متأثر می‌سازد.

بنا بر نتیجه‌های به‌دست آمده از بررسی، می‌توان پیشنهادهای زیر را مد نظر قرار داد:

۱- توجه به تأثیر غیرمستقیم آب بر تولید بخش‌های اقتصاد علاوه بر تأثیر مستقیم آن، تصویر واقع‌بینانه‌تری را از اهمیت آب در تولید بخش‌ها در اختیار تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران قرار می‌دهد. بنابراین، بایستی در بررسی‌های مرتبط با تعیین ارزش اقتصادی آب این موضوع مدنظر قرار گیرد.

۲- همان‌طور که نتیجه‌های این بررسی نشان داد سهم آب زاینده‌رود در ارزش افزوده استان اصفهان، حداقل ۱۳/۵۵ درصد می‌باشد. بنابراین، تصمیم‌گیری‌های بهینه و برنامه‌ریزی اصولی برای حفظ این شریان حیاتی که از پایه‌های اصلی توسعه در استان

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۲۱

اصفهان می‌باشد، ضروری است. در این راستا لازم است بر حفظ اکوسیستم طبیعی حاکم بر این رودخانه اهتمام جدی شود. هم‌چنین از آن‌جا که استان اصفهان یکی از مهم‌ترین استان‌های صنعتی کشور به‌شمار آید و سهم به‌سزائی از تولیدهای کشور را در بخش‌های اقتصادی به خود اختصاص داده است، به نظر می‌رسد ارزش واقعی برآورده شده برای هر مترمکعب آب (۱۰۴۰۰ ریال) در این استان نسبت به استان‌های مجاور بیشتر باشد. از این‌رو برای اجرای پروژه‌های انتقال آب زاینده‌رود به دیگر استان‌های مجاور، لازم است به توجیه اقتصادی آن توجه کافی شود.

۳- حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز استان برای دستیابی به هدف‌های برنامه چهارم توسعه، ۳۵۲۵۱۰۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۸۰) محاسبه شده است؛ بنابراین لازم است حداقل رشد سالانه سرمایه‌گذاری ۷/۸۶ درصد باشد. با توجه به این‌که افزایش سرمایه‌گذاری و منابع آب در دسترس دو عامل مهم کاهش ریسک در اقتصاد استان اصفهان می‌باشند، ایجاد بستر مناسب به منظور افزایش این دو متغیر کلیدی در اقتصاد استان باید به عنوان سیاست‌های راهبردی مد نظر برنامه‌ریزان استان قرار گیرد. برای مثال می‌توان به تقویت و پشتیبانی از توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، کاهش ریسک و نوسان‌ها، هدایت نقدینگی به سمت سرمایه‌گذاری مولد و مدیریت بهتر منابع و مصارف آب اشاره نمود.

۴- نتیجه‌های بررسی نشان داد که کاهش ریسک تولید یا به بیان دیگر ریسک فعالیت‌های اقتصادی به ۲۰ درصد یا کمتر در چارچوب ساختار کنونی اقتصادی استان و هدف‌های تعیین‌شده امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا لازم است در تدوین استراتژی‌های بلندمدت در استان، نسبت به تغییر ساختار اقتصادی استان و تعدیل هدف‌ها، تأکید شود.

## منابع

- آذر، ع. و فرجی، ح. (۱۳۸۶) علم مدیریت فازی، چاپ اول، انتشارات موسسه کتاب مهربان نشر، تهران.
- آقاپور صباغی، م. و عزیزان، ع. (۱۳۸۶) تعیین قیمت واقعی آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی مارون). مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، ۸ تا ۹ آبان، مشهد.
- ابراهیمی، ع.ر. (۱۳۸۵) ارائه معیار اقتصادی ارتقای بهره‌وری در صنعت آب. لوح فشرده مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۳ تا ۴ بهمن، اصفهان.
- استانداری استان اصفهان. (۱۳۸۶) سالنامه آماری استان اصفهان. دفتر آمار و اطلاعات، اصفهان.
- استانداری استان اصفهان. (۱۳۸۷) گزارش اقتصادی- اجتماعی استان اصفهان سال ۱۳۸۵. معاونت برنامه‌ریزی، دفتر برنامه‌ریزی و بودجه.
- توفیق، ف. (۱۳۷۱) تحلیل داده - ستانده در ایران و کاربردهای آن در سنجش، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی، انتشارات آموزش انقلاب اسلامی، تهران.
- تهامی‌پور، م.، زارع‌پور، ز. و شاوردی، ع. (۱۳۸۸) برآورد ارزش اقتصادی آب در استان گلستان: بررسی اهمیت انتخاب فرم تابعی صحیح در روش تابع تولید. مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، ۱۴ تا ۱۵ بهمن، تهران.
- حسین‌زاده فیروزی، ج. و سلامی، ح. (۱۳۷۹) برآورد ارزش اقتصادی نهاده‌های آب، زمین و نیروی کار خانوادگی در تولید چغندر قند (مطالعه موردی استان خراسان). مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، ۲۹ بهمن تا ۱ اسفند، مشهد.
- حسینی ابری، س.ح. (۱۳۸۲) زاینده‌رود و اصفهان. فصلنامه تحقیقات اقتصادی، ۷۰: ۱۰۵-۱۱۸.
- حیات‌غیبی، ف. (۱۳۸۸) برآورد سهم آب زاینده‌رود در اقتصاد استان اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

### برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۲۳

دهقانی، م. و مامن‌پوش، ع.ر. (۱۳۸۵) خشکسالی اخیر و پیامدهای آن بر منابع آب و کشاورزی حوضه زاینده‌رود. لوح فشرده مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۳ تا ۴ بهمن، اصفهان.

سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان. (۱۳۸۷) آمار منتشر نشده.

شریفی، ن. (۱۳۸۱) الگوی برنامه‌ریزی اقتصادی استان گلستان. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی مازندران.

صفوی، ح.ر. و افشار، ع. (۱۳۸۵) مدلسازی یکپارچه منابع آب، مطالعه موردی: حوضه آبریز زاینده‌رود. لوح فشرده مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۳ تا ۴ بهمن، اصفهان.

ضرابی، ا.، حلبیان، ا.ح. و شبانکاری، م. (۱۳۸۶) برنامه‌ریزی انتقال بین حوضه‌ای آب از کارون به زاینده‌رود. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، ۲۲(۱): ۶۷-۸۴.

کریم‌کشته، م.ح.، کوپاهی، م. و کیمیا، ا.ج. (۱۳۸۰) استفاده بهینه از آب رودخانه سیستان، مطالعه موردی بخش شیب آب. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۵: ۱۹۷-۲۲۱.

مرکز آمار ایران. (۱۳۸۵) حساب‌های منطقه‌ای، سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۵.

مرکز آمار ایران. (۱۳۸۶) سالنامه آماری ایران.

موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی و دبیرخانه ستاد برنامه پنج‌ساله چهارم. (۱۳۸۴) سند ملی توسعه استان اصفهان. انتشارات موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و

اقتصاد کشاورزی- مدیریت امور پردازش و تنظیم یافته‌های تحقیقاتی، تهران.

مومن‌زاده، س.ا.، یزدانیان، ح. و حبیبی، ن. (۱۳۸۵) مدیریت حوضه زاینده‌رود و چالش‌های فراروی آن. لوح فشرده مقالات دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۳ تا ۴ بهمن، اصفهان.

میرزایی خلیل‌آبادی، ح.ر. و ابریشمی، ح. (۱۳۸۶) نقش آب در توسعه بخش کشاورزی. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، ۸ تا ۹ آبان، مشهد.

Bouhia, H. (2001) Water in the Macro Economy. Burlington, VT: Ashgate Publishing Ltd.

Carter, H.O. and Ileri, D. (1970) Linkage of California-Arizona input-output models to analyze water transfer pattern, Applications of Input-Output Analysis. North-Holland Publishing Co. Amsterdam, 139-168.

- Chen, X. (2000) Shanxi water resource input-occupancy-output table and its application in Shanxi province of China, 13th international conference on input-output techniques. August 21-25.
- Gomez-Limon, J.A. and Martinez, Y. (2006) Multi-criteria modeling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study, *European Journal of Operational Research*, 173: 313-336.
- Harris, T.R, and Rea, M.L. (1984) Estimating the value of water among regional economic sectors using the 1972 national Interindustry format, *Journal of the American Water Resources Association*, 20(2): 193-201.
- He, J. and Chen, X. 2004. A dynamic computable general equilibrium model to calculate shadow prices of water resources: implications for China. Institute of Systems Science, Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing, P.R. China.
- Jiménez, M. (1996). Ranking fuzzy numbers through the comparison of its expected intervals. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 4 (4): 379-388 .
- Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A. and Rodri'guez, M.V. (2007). Linear programming with fuzzy parameters: An interactive method resolution. *European Journal of Operational Research*, 177 (3): 1599-1609.
- Liu, X., Chen, X., Li, J. and Zhang, H. (2007). Calculate and forecast shadow price of water resources in China and its nine major river basins. 16th International Conference on Input-Output Techniques, July 2-6, Turkey.
- Mark, S.H. and Bowen, E. (1981). A method for estimating the value of water among sectors of a regional economy. *Southern Journal of Agricultural Economics*, December: 125-127.
- Saenz, G. (2000) A Hybrid Input- Output Model of Water, 13th international conference on input-output techniques, August 21-25.
- Thoss, R., and Wiik, K. (1974) A linear decision model for the management of water quality in the Ruhr, *Management of Water Quality and the Environment*, MacMillan. London, 104-141.
- Wang, Y., Xiao, H.L. and Lu, M.F. (2009) Analysis of water consumption using a regional input-output model: Model development and application to Zhangye City, Northwestern China. *Journal of Arid Environments*, 73: 894–900.
- Yang, Y., Hubacek, K., Guan, D. and Feng, K. (2007) Construction and application of regional input-output models: Assessing water consumption in South East and North East of England. In *Proceedings of 16th International Conference of Input-Output Technique*,. Turkey, July .