

## برآورد سهم آب زاینده‌رود در اقتصاد استان اصفهان

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

تاریخ ارسال ۱۳۹۱/۰۵/۰۴

تاریخ پذیرش ۱۳۹۱/۱۰/۰۵

### چکیده

در مطالعه حاضر، 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 اهداف 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 اساس سهم آب زاینده‌رود حدود ۱۳/۵۵ درصد ارزش افزوده استان اصفهان می‌باشد. همچنین، جهت تداوم اهداف برنامه چهارم توسعه (که هم راستا با اهداف برنامه پنجم توسعه نیز می‌باشند) لازم است حداقل رشد سالانه سرمایه‌گذاری در استان، ۷/۸۶ درصد باشد. در ساختار فعلی اقتصاد استان، افزایش سرمایه‌گذاری و مدیریت منابع آب در دسترس دو عامل مهم در کاهش ریسک عدم برآورد اهداف برنامه توسعه، می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: O25، C67، D57

واژه‌های 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 به‌عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، گنجینه مشترک انسان‌ها، منشأ حیات و زیربنای رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی هر جامعه‌ای است. در حال حاضر 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 مواجه است. سرانه منابع آب در استان اصفهان، ۱۵۲۰ مترمکعب است که به‌ترتیب 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، لذا 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 داراست (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶). سهم این استان در ایجاد ارزش افزوده بخش صنعت، خدمات و کشاورزی به‌ترتیب 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 به‌عنوان یک نهاده تولید در ایجاد ارزش تولید بخش‌های اقتصادی استان نقش به‌سزائی ایفا می‌کند. ارزش تولید هر بخش، سرمایه‌گذاری و اشتغال در آن بخش و ارزش تولید سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین نقش و اهمیت آب در بخش‌های اقتصادی تنها محدود به اثرات مستقیم آن نمی‌شود. با توجه به ارتباط متقابل بخش‌های مختلف اقتصاد با یکدیگر، اثرگذاری آب بر یک بخش، به‌طور غیرمستقیم به سایر بخش‌ها نیز منتقل می‌شود. لذا 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. کریم‌کشته و همکاران (۱۳۸۰) با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی خطی بیشترین و کمترین قیمت سایه‌ای را برای آب در سیستان به‌ترتیب ۲۹۰۵ و ۵۴/۶ ریال به‌دست آورده‌اند. آقاپور صباغی و عزیزان (۱۳۸۶) با استفاده از تابع تولید ارزش واقعی نهاده آب را برای محصولات گندم، جو و ذرت در

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۸۹

شبکه آبیاری و زهکشی مارون به‌ترتیب برابر با ۵۷۰، ۳۹۰ و ۴۶۰ ریال برآورد کرده‌اند. تهامی‌پور و همکاران (۱۳۸۸) نیز با بکارگیری روش تابع تولید، ارزش اقتصادی آب را برای تولید محصولات گندم آبی، پنبه آبی، سویا آبی و گوجه فرنگی آبی استان گلستان به‌ترتیب ۱۱۵۰، ۱۸۰۱، ۱۴۵۲ و ۲۱۸۰ ریال بر مترمکعب محاسبه کرده‌اند.

در کلیه مطالعات ذکر شده، ارزش اقتصادی آب کشاورزی و یا تنها یک یا چند محصول خاص زراعی مورد توجه قرار گرفته است. در حالی‌که در مطالعه میرزایی خلیل‌آبادی و ابریشمی (۱۳۸۶)، مارک و باون (۱۹۸۱)، چن (۲۰۰۰)، سائنز (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. بر اساس نتایج مطالعه چن (۲۰۰۰)، بر مبنای ترکیب الگوی برنامه‌ریزی خطی و جدول داده-بکارگیری عوامل-ستانده<sup>۱</sup> استان شانخی، در صورتی‌که از یک تن آب (تقریباً معادل ۱ مترمکعب) به‌درستی استفاده شود، تولید ناخالص داخلی این استان ۶/۷ یوان (معادل ۶۶۴۰ ریال به قیمت سال ۲۰۰۰) افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از تلفیق الگوی برنامه‌ریزی خطی و داده-ستانده توسط لیوو و همکاران (۲۰۰۷) برای محاسبه قیمت‌های سایه‌ای آب صنعتی و آب تولیدی در ۹ حوضه اصلی چین برای سال ۱۹۹۹ نیز نشان می‌دهد هرچند اختلاف بین ارزش محاسبه‌شده برای آب صنعتی و آب تولیدی زیاد است اما در صورتی‌که میانگین این دو قیمت در نظر گرفته شود ارزش هر مترمکعب آب برای ۴ حوضه SE، ZH، YT و SW به‌ترتیب معادل ۱۰۴۸۰، ۱۴۱۴۰، ۱۴۶۷۰ و ۱۱۵۲۰ ریال<sup>۲</sup> و برای دیگر حوضه‌ها بیش از ۵۰۰۰ ریال (به قیمت سال ۱۳۷۸) می‌باشد.

مطالعات گسترده صورت گرفته در زمینه تعیین ارزش اقتصادی آب، بیانگر اهمیت اقتصادی این منبع طبیعی می‌باشد. اما به‌نظر 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 مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از الگوی داده-ستانده نشان می‌دهد،

<sup>۱</sup> Input-Occupancy-Output

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

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، منابع زیرزمینی و ۳۳/۶۹ درصد 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. براساس 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 و جریان دائمی آن حفظ تعادل هیدرولوژیک و بقای اصفهان به آسانی میسر نیست (حسینی ابری، ۱۳۸۲).

علاوه بر تولیدات 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 به‌طور 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 تکنولوژی هسته‌ای، صنایع شیمیایی بسیار گسترده مانند پالایشگاه، پلی‌اکریل، پتروشیمی، دی‌ام‌تی، صنایع برق و تعداد بسیار زیادی از صنایع ساختمانی از جمله کارخانجات سیمان، آجر، سنگ و نیز واحدهای متعدد نساجی در حاشیه زاینده‌رود استقرار یافته است. منبع تأمین‌کننده آب کلیه این صنایع، رودخانه زاینده‌رود می‌باشد. بنابراین هرگونه تغییرات و عدم مدیریت آبرسانی

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۹۱

به این صنایع حتی برای یک روز خسارات جبران‌ناپذیری را به‌همراه خواهد داشت (مومن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵).

زاینده‌رود در تأمین آب شرب 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 که گفته شد می‌توان شکوفایی اقتصاد استان اصفهان را به مقدار زیادی ناشی از وجود زاینده‌رود در این استان دانست. اگرچه اهمیت رودخانه زاینده‌رود در استان اصفهان به عنوان یک اصل کلی مورد پذیرش عموم جامعه قرار گرفته است، ولی نقش و سهم آن در اقتصاد استان به‌طور مشخص نشان داده نشده است. از اینرو در مطالعه حاضر تلاش شده است 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 اثرات، استفاده از الگوی داده- ستانده پیشنهاد گردیده است (کارتر و ایرری، ۱۹۷۰؛ زاس و ویک، ۱۹۷۴ و هریس و ری، ۱۹۸۴)؛ اما با توجه به این‌که هدف مطالعه حاضر، 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 الزاماً جواب بهینه حاصل نمی‌کند (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 جوابی 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 به دست آمده از جدول داده- ستانده استان اصفهان، به عنوان ضرایب فنی الگوی LP در نظر گرفته شده‌اند.

همچنین محدودیت آب، سرمایه‌گذاری و دستیابی به ارزش افزوده‌های تعیین شده در اهداف برنامه چهارم توسعه در الگوی LP وارد و ضرایب فنی مربوط به آن‌ها از جدول داده- ستانده استخراج شده است. به این ترتیب، در الگوی حاصل شده 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 گردیده است. بنابراین، قیمت سایه‌ای محاسبه شده برای آب در این الگو، با توجه به روابط متقابل بخش‌های مختلف اقتصاد بر یکدیگر بوده و می‌تواند به عنوان ارزش اقتصادی آب در نظر گرفته شود. در نهایت به منظور محاسبه سهم آب زاینده‌رود در ارزش افزوده استان اصفهان، از حاصل ضرب حجم آب این رودخانه (متوسط 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:

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

Subject to:

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

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

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

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

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

برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۹۳

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

$F_j =$  تقاضای نهایی بخش  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, 46$ ) 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 اثرات مستقیم، غیرمستقیم و القاشده بر ستانده بخش  $i$  به‌ازای یک واحد افزایش در تقاضای نهایی بخش  $j$  می‌باشد.

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

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

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

$H =$  حداقل آب مورد نیاز جهت تأمین اهداف برنامه چهارم توسعه

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

$G =$  حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت تأمین اهداف برنامه چهارم توسعه

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

در سطوح متعدد 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 مطالعه حاضر نیز با توجه به این‌که تعیین مقدار دقیق پارامترهای مورد نیاز در الگوی برنامه‌ریزی تدوین شده ممکن نمی‌باشد، لازم است از پارامترهای فازی بهره گرفته شود. بنابراین ابتدا الگوی LP تدوین شده به‌صورت فازی تبدیل و سپس برآورد شده است. به‌منظور حداکثرسازی تابع هدف برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی از روش جیمنز (۱۹۹۶) و جیمنز و همکاران (۲۰۰۷) استفاده شده است.

ابتدا لازم است الگو به‌ازای هر سه حد بالا، پایین و ممکن‌ترین مقدار ضرایب تابع هدف برآورد شود. تابع هدف فازی به‌ازای سه حد مذکور به‌ترتیب با  $V^p$ ،  $V^m$  و  $V^l$  نشان داده شده است.

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

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

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

محدودیت‌های فازی نیز به صورت ذیل 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:

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

سمت راست محدودیت (۱) فازی:

$$\geq \left[ \frac{\alpha}{2} \times \left( (V_{ib})^p + (V_{ib})^m \right) + \frac{(1-\alpha)}{2} \times \left( (V_{ib})^p + (V_{ib})^l \right) \right]$$

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:

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

سمت راست محدودیت (۲) فازی:

$$\leq \left[ \frac{(1-\alpha)}{2} \times \left( (V_{imax})^p + (V_{imax})^m \right) + \frac{\alpha}{2} \times \left( (V_{imax})^p + (V_{imax})^l \right) \right]$$

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



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

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

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

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

حل الگوی برنامه‌ریزی خطی با پارامترهای فازی در مرحله اول نیازمند تعیین مقدار  $\alpha$  و مقدار قابل قبول برای تابع هدف می‌باشد. در مطالعه حاضر حداقل سطح قابل قبول برای  $\alpha$ ،  $0/6$  در نظر گرفته شده است؛ به این معنا که حداکثر ریسک قابل قبول عدم ممکن 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 مطالعه از جدول داده-ستانده استان اصفهان (۱۳۸۰) (حیات‌غیبی، ۱۳۸۸)، سند ملی توسعه استان اصفهان (موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی 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 گزارشات و آمار سازمان آب منطقه‌ای اصفهان اخذ شده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار Excel و winQSB صورت گرفته است.

## نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری و محاسبه اطلاعات مورد نیاز و همچنین با بکارگیری جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰ استان اصفهان، الگوی تلفیقی داده-ستانده و برنامه‌ریزی ریاضی به‌ازای ریسک‌های متفاوت برآورد و قیمت سایه‌ای محاسبه شده برای آب در این الگو، به‌عنوان ارزش اقتصادی آب در نظر گرفته شده است. همچنین مقدار آب و سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت دستیابی به اهداف برنامه چهارم توسعه و کاهش در ریسک تعیین گردیده است.

جدول (۱) نتایج حاصل از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی را به‌ازای نشان می‌دهد. ستون ۳ از سمت راست بیانگر آب مورد نیاز در هر بخش است. در حالی که ستون ۴ کل آب مورد نیاز برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش را نشان می‌دهد که ممکن است در بخش مزبور و

یا بخش‌های دیگر جهت تأمین تقاضای نهایی بخش مورد نظر مصرف گردد. بر این اساس جهت تأمین تقاضای نهایی تولیدات 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 مقدار آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی تولیدات 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 مقدار آب را به‌طور غیرمستقیم همراه با تولیدات خود (که به‌عنوان نهاده واسطه در اختیار بخش‌های دیگر قرار می‌دهد) به بخش‌های دیگر منتقل می‌کند. به نظر می‌رسد در نظر گرفتن این مقدار آب به‌عنوان سهم بخش‌های دیگر، تصویر واقع بینانه‌تری را از مصرف آب در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهد.

در مجموع نتایج حاصل به‌ازای ریسک ۴۰ درصد به شرح ذیل است:

- به‌ازای ریسک ۴۰ درصد، حداقل آب مورد نیاز استان جهت رسیدن به اهداف برنامه چهارم توسعه، ۸۷۹۵ میلیون مترمکعب می‌باشد. بنابراین، در مقایسه با مقدار آب موجود در سال ۱۳۸۵، استان اصفهان تقریباً با ۷۳۵ میلیون مترمکعب کمبود آب مواجه است.
- سهم آب مورد نیاز بخش‌های "کشاورزی"، "صنعت و معدن" و "خدمات" از کل آب مورد نیاز جهت دستیابی به اهداف برنامه چهارم توسعه، به‌ترتیب ۸۹/۸، ۳/۳۹ و ۶/۸۱ درصد می‌باشد.
- جهت تأمین تقاضای نهایی برای تولیدات بخش‌های "کشاورزی"، "صنعت و معدن" و "خدمات" به‌ترتیب ۷۷۲۳/۵، ۴۹۱ و ۵۸۱ میلیون مترمکعب آب لازم است. بنابراین، سهم آب مورد نیاز جهت پاسخگویی به تقاضا برای این بخش‌ها به‌ترتیب ۸۷/۸۱، ۵/۵۸ و ۶/۶۱ درصد می‌باشد.
- قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب ۱۰۴۰۰ ریال و کل ارزش افزوده حاصل شده برای استان ۱۰۷۴۶۰۲۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۰) است. بنابراین افزایش یک مترمکعب آب، ۱۰۴۰۰ ریال به ارزش افزوده حاصل اضافه خواهد کرد.
- حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت دستیابی به ارزش افزوده‌های تعیین شده در برنامه چهارم توسعه، ۳۵۲۵۱۰۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۸۰) می‌باشد. بنابراین، لازم

برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۹۷

است سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۸۵ حداقل ۲۵/۴۹ درصد رشد داشته باشد؛ یعنی به‌طور متوسط 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.

جدول (۱) نتایج حاصل از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی به‌ازای  $\alpha = 0/6$  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
ماهگیری	۳۲۴۴۶/۸۹	۴۰۱۱۱۵۲/۳۵	۴۵۰۲۳۷۲/۴۸	۴۱۵۵/۰۱
معادن	۸۴۹۵۳۶/۱۰	۲۷۲۸۳/۷۶	۱۱۸۵۶۹۰/۱۰	۱۹۲۳۶۰/۱۷
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۱۸۴۴۳۶۰	۱۴۴۴۷۱۸۸/۰۵	۱۸۰۸۵۱۸۸۴/۹۵	۷۹۴۰۹۵/۰۱
ساخت محصولات از توتون و تنباکو	۲۸۸۴/۷۷	۰	۷۰۷۱۲۷/۶۰	۱۴۰۰/۳۹
ساخت منسوجات	۱۸۶۴۳۸۶	۱۷۶۹۶۴۶۷/۹۰	۴۱۰۶۱۵۷۵/۴۰	۵۷۲۶۸۹/۸۵
ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن پوست خردار	۱۵۶۶۰۹/۶۰	۲۵۱۳۴۳/۲۹	۹۵۳۱۶۹/۴۹	۱۴۹۰۷/۳۷
تولید چرم و محصولات چرمی	۶۹۴۲۱/۵۸	۲۶۴۲۲۹/۷۸	۴۲۸۹۶۱/۱۱	۵۵۱۶۸/۷۲
ساخت چوب و محصولات 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 محصولات شیمیایی	۱۵۹۰۹۷۵	۹۳۶۳۷۱۸/۱۳	۹۱۴۲۴۷۴/۱۱	۴۶۰۵۹۸/۴۵
ساخت محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵۶۲۰۹	۵۸۲۷۱۶۸/۶۳	۵۶۱۵۳۰۴/۸۷	۱۸۵۶۹۹/۶۰
ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۸۸۸۳۴۱	۳۱۶۳۱۹۹۸/۶۲	۲۸۳۵۰۵۳۸/۲۳	۸۸۴۱۲۷/۱۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۹۹

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
ساخت فلزات اساسی	۱۲۶۳۱۹۵۰	۱۷۴۸۴۷۴۴۰/۱۸	۱۶۴۸۸۶۱۸۵/۷۲	۲۷۳۵۳۰/۴۰
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۱۰۴۱۵۲۸	۵۹۹۳۴۲۷/۹۰	۷۷۵۵۷۴۴/۳۹	۱۶۱۸۰۷/۷۴
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات	۱۱۰۵۱۴۶	۵۹۴۹۱۷۴/۸۳	۷۷۱۹۹۰۹/۰۵	۲۴۵۹۲۶/۱۷
ساخت ماشین‌آلات 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 سایر تجهیزات حمل و نقل	۵۶۳۲۱/۰۶	۱۳۹۷۷۱/۴۲	۴۲۳۴۰۹/۶۵	۱۱۹۰۰/۱۶
ساخت مبلمان، سایر مصنوعات 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
جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب	۲۰۹۵۲۶/۲۰	۵۳۰۷۲۰۳۹۵/۰۴	۴۶۹۰۹۴۳۴۴/۳۴	۱۲۸۴۴/۳۲
ساختمان‌های مسکونی	۲۸۸۱۹۸۸	۰	۶۴۵۵۴۶۵/۵۶	۸۰۱۹۷۳۹/۹۳
سایر ساختمان‌ها	۳۵۸۵۰۰۳	۰	۸۲۵۱۸۲۸/۱۶	۱۲۱۴۶۹۶۸/۵۴
عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، خدمات تعمیراتی	۱۶۵۲۸۰۷۰	۰	۹۲۷۹۰۵۵/۷۵	۴۵۵۸۳۰/۲۸
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	۱۱۳۴۱۴۲/۳۰	۲۸۲۸۹۷/۵۲

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 نیاز در استان برای تأمین	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) نتایج حاصل به‌ازای  $\alpha = 0/7$  یا به عبارت دیگر ریسک ۳۰ درصد ارائه شده است. خلاصه نتایج به شرح ذیل است:

- در این حالت، حداقل آب مورد نیاز جهت دستیابی به اهداف برنامه چهارم توسعه ۸۸۷۹/۶ میلیون مترمکعب و حداقل سرمایه‌گذاری لازم ۳۵۷۸۰۰۰۰ میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۸۰) است. همچنین ارزش افزوده برآورد شده برای استان ۱۰۶۰۵۸۳۰۰ میلیون ریال می‌باشد.
- ۱۰ درصد کاهش در ریسک (از ۴۰ درصد به ۳۰ درصد)، نیازمند ۸۴/۱ میلیون مترمکعب آب و ۵۲۹۰۰۰ میلیون ریال سرمایه‌گذاری بیشتر است.
- در صورت تأمین آب مورد نیاز، به‌ازای ریسک ۳۰ درصد قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب، ۱۵۳۰ تومان می‌باشد.

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۰۱

- سهم بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات از میزان آب مورد نیاز به ترتیب ۸۹/۹۱، ۳/۲۷ و ۶/۸۱ درصد است.
- به‌منظور تأمین اهداف 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 صورتی که 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 صورتی که بتوان آب و سرمایه‌گذاری لازم جهت کاهش ریسک را برای استان فراهم نمود، با اطمینان بیشتری می‌توان نسبت به دستیابی و تداوم اهداف برنامه چهارم (که هم‌راستا با اهداف برنامه پنجم توسعه نیز می‌باشند) امیدوار بود. در غیر این صورت، به‌ناچار باید ریسک بیشتر عدم دستیابی به اهداف برنامه را پذیرفت. ضمن آن‌که با توجه به نتایج مطالعه امکان کاهش ریسک به ۲۰ درصد یا کمتر وجود ندارد. علت این امر، ممکن است عدم تطابق ساختار اقتصادی استان و ظرفیت تولیدی بخش‌ها با اهداف تعیین‌شده در برنامه چهارم توسعه و یا عدم انعطاف‌پذیری اقتصاد استان باشد؛ یعنی به دلیل موانع 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 همچنین 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 توجیه است.

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

کل	کل آب مورد نیاز	آب مورد نیاز در	ارزش افزوده	نام بخش
سرمایه‌گذاری	استان برای تأمین	هر بخش	(میلیون ریال)	
مورد نیاز در	تقاضای نهایی هر	(متر مکعب)		
استان برای تأمین	بخش			
تقاضای نهایی				
هر بخش				
۳۳۳۸۰۵/۱۳	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	۴۴۲۹۸۷۵	جنگلداری
۴۱۹۷/۰۵	۴۵۴۷۹۲۸/۵۱	۴۰۳۱۰۰۸/۵۳	۳۲۶۰۷/۵۱	ماهگیری
۱۹۳۸۷۱/۳۹	۱۱۹۵۰۰۵/۱۱	۲۷۲۸۳/۴۶	۸۴۹۵۲۷	معادن
۸۰۲۶۸۳/۱۷	۱۸۲۸۰۷۸۰۳/۴۵	۱۴۵۱۹۱۰۴/۴۰	۱۸۵۳۵۴۱	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
۱۴۰۷/۳۵	۷۱۰۶۴۴/۸۲	۰	۲۸۸۴/۷۷	ساخت محصولات از توتون و تنباکو
۵۸۳۴۷۷/۸۲	۴۱۸۳۵۰۶۷/۰۷	۱۷۷۸۴۵۰۴/۷۹	۱۸۷۳۶۶۱	ساخت منسوجات
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 محصولات چرمی
۱۶۴۶۵۷/۴۹	۴۲۶۳۰۹۸/۷۷	۳۱۳۲۸۷۰/۹۶	۲۰۶۰۴۴۳	ساخت چوب و محصولات 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 محصولات شیمیایی
۱۸۷۸۲۸/۸۸	۵۶۷۹۶۹۱/۴۱	۵۸۵۶۴۳۷/۶۳	۲۵۷۴۹۵/۹۰	ساخت محصولات لاستیکی و پلاستیکی
۸۹۷۴۷۹/۸۸	۲۸۷۷۸۷۰۸/۹۵	۳۱۷۸۹۳۷۳/۳۲	۲۹۰۲۷۱۱	ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی
۲۴۹۲۳۶/۲۰	۱۵۰۲۴۱۴۵۷/۰۷	۱۶۱۳۰۶۸۱۴/۳۵	۱۱۶۵۳۷۰۰	ساخت فلزات اساسی
۱۶۳۱۸۰/۶۹	۷۸۲۱۵۵۲/۶۲	۶۰۲۳۲۵۹/۰۱	۱۰۴۶۷۱۲	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۲۴۸۴۳۳/۹۶	۷۷۹۸۶۳۱/۷۷	۵۹۷۸۸۴۱/۴۱	۱۱۱۰۶۵۷	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات



برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۰۳

ادامه جدول (۲)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (متر مکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	سرمايه‌گذاري مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل
ساخت ماشین آلات 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 سایر تجهیزات حمل و نقل	۸۷۴۱۵/۲۳	۲۱۶۹۳۷/۵۲	۶۶۴۲۳۲/۹۹	۱۸۶۶۸/۶۳	
ساخت مبلمان، سایر مصنوعات 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	
جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب	۲۱۰۶۰۰/۹۰	۵۳۳۴۴۲۵۶۱/۵۶	۴۷۶۷۹۲۹۵۰/۲۲	۱۳۰۵۵/۱۲	
ساختمان‌های مسکونی	۲۸۹۶۳۰۵	۰	۶۵۲۲۲۵۶/۸۲	۸۱۰۲۷۱۵/۹۱	
سایر 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	

ادامه جدول (۲)

نام بخش	ارزش افزوده (میلیون ریال)	آب مورد نیاز در هر بخش (متر مکعب)	کل آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	سرمايه‌گذاري مورد نیاز در استان برای تأمین تقاضای نهایی هر بخش	کل
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	۲۷۶۱۹۴۰	۰	۴۳۰۸۰۳۵/۵۷	۳۳۹۷۳/۵۷	
خدمات مذهبی و سیاسی	۱۱۷۳۷۲/۵۰	۰	۶۷۵۱۴۹/۷۲	۷۳۶۶/۷۷	
خدمات تفریحی، فرهنگی و ورزشی	۸۲۰۶۹۹	۶۴۶۱۸۴۰۰/۹۹	۶۴۳۳۷۳۶/۸۷	۱۴۶۷۶۰/۸۰	
سایر خدمات	۴۱۰۰۱۲	۰	۶۸۳۷۷۱/۵۸	۵۲۹۶/۲۷	
<b>کل ارزش افزوده استان</b>			<b>۱۰۶۰۵۸۳۰۰</b>		
<b>حداقل آب مورد نیاز</b>			<b>۸۸۷۹۶۰۰۰۰۰</b>		
<b>قیمت سایه‌ای آب</b>			<b>۰/۰۱۵۳ (میلیون ریال / متر مکعب)</b>		
<b>حداقل سرمايه‌گذاري مورد نیاز</b>			<b>۳۵۷۸۰۰۰۰</b>		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر 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 تماماً فازی، مورد استفاده قرار گرفته است؛ نتایج حاصل به‌ازای ریسک‌های متفاوت عدم برآورد شدن محدودیت‌ها و اهداف برنامه، متفاوت می‌باشد. اما در مجموع ارزش واقعی هر مترمکعب آب در استان اصفهان حداقل ۱۰۴۰۰ ریال است. بر این اساس سهم آب زاینده‌رود حدود ۱۳/۵۵ درصد ارزش افزوده استان اصفهان می‌باشد.

مقایسه نتایج حاصل با مطالعات گسترده صورت گرفته در ارتباط با تعیین ارزش اقتصادی آب، نشان می‌دهد اختلاف بین ارزش به‌دست آمده برای آب در مطالعه حاضر با مطالعاتی که در

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۰۵

آن‌ها ارتباطات بین‌بخشی در محاسبه ارزش آب در نظر گرفته شده است (مانند مطالعه چن، ۲۰۰۰ و لیوو و همکاران، ۲۰۰۷) بسیار کمتر از اختلاف آن با مطالعاتی است که این امر را در بررسی‌های خود لحاظ ننموده‌اند.

همچنین مقایسه کلی نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد کل آب مورد نیاز بخش کشاورزی بیش از مقدار آب مورد نیاز استان برای تأمین تقاضای نهایی تولیدات این بخش است. در واقع، مقداری از آب مصرف‌شده در بخش کشاورزی، به‌طور غیرمستقیم به مصرف بخش‌های دیگر می‌رسد. این موضوع مبین اهمیت لحاظ پیوندهای بین‌بخشی 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 اساس هرچند بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است اما منافع حاصل از مصرف آب در این بخش تنها محدود به خود بخش نمی‌شود و به سایر بخش‌های اقتصاد نیز منتقل خواهد شد. لذا 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. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه، می‌توان پیشنهادات زیر را مد نظر قرار داد:

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، توصیه می‌شود در بررسی‌های مرتبط با تعیین ارزش اقتصادی آب این موضوع مدنظر قرار گیرد.

همان‌طور که نتایج مطالعه حاضر نشان داد سهم آب زاینده‌رود در ارزش افزوده استان اصفهان، حداقل ۱۳/۵۵ درصد می‌باشد. بنابراین، اتخاذ تصمیمات صحیح و برنامه‌ریزی اصولی جهت حفظ این شریان حیاتی که از پایه‌های اصلی توسعه در استان 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 محسوب می‌شود و سهم بسزائی از تولیدات 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 سایر استان‌های مجاور، لازم است به توجیه اقتصادی آن توجه کافی شود.

حداقل سرمایه‌گذاری مورد نیاز استان جهت دستیابی به اهداف 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 این که 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 حمایت از توسعه سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، کاهش ریسک و نوسانات، هدایت نقدینگی به سمت سرمایه‌گذاری مولد و مدیریت بهتر منابع و مصارف آب اشاره نمود. نتایج مطالعه نشان داد که کاهش ریسک تولید یا به بیان دیگر ریسک فعالیت‌های اقتصادی به ۲۰ درصد یا کمتر در چارچوب ساختار فعلی اقتصادی استان و اهداف تعیین شده امکان‌پذیر نمی‌باشد، لذا لازم است در تدوین استراتژی‌های بلندمدت در استان، نسبت به تغییر ساختار اقتصادی استان و تعدیل اهداف، 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.

## برآورد سهم آب زاینده‌رود... ۱۰۷

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.

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 حوضه‌های 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 Ireri, 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