

کارایی زیست‌محیطی منابع آب کشور تحت محدودیت محیطی و اثرات سرریز فضایی

در ایران

محمد نوروزیان^{۱*} حسن اعمی بنده قرایی^۲، حسن مهرآفرین^۳، سید مهدی حسینی^۴

* - دانشجوی دکترا گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران

۲- مربی، عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور واحد تهران، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی گرایش بین الملل دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، ایران

۴- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول : norozianali@yahoo.com

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۱/۰۵

تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۱۰/۰۳

چکیده

آب می‌تواند به عنوان یکی از مهم‌ترین رشد و توسعه اقتصادی هر کشور دانست. کمبود منابع آب و کارایی پایین روش‌های بهره‌برداری از آن در سطح کشور باعث بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی و مشکلات زیست محیطی در ایران گردیده است. در این مطالعه، کارایی زیست‌محیطی منابع آب در کل کشور و برای ارزیابی کارایی از مدل متغیر کمبود (slack-based) مبتنی بر relaxation را در نظر گرفته شد. سپس، در این پژوهش با کاربرد مدل پائل پویای تصادفی با کاربرد روش گشتاورهای تعمیم‌یافته فضایی در دوره ۱۳۹۰-۱۳۹۷ در ۳۱ استان اثر آستانه‌ای استخراج منابع آب بر شاخصه‌ای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج کارایی کلی مرحله اول به‌طور قابل توجهی بالاتر از کارایی بهره‌برداری منابع آب در مرحله دوم است و کارایی کلی نزدیک به کارایی مرحله دوم است و کارایی مرحله دوم تعیین‌کننده کارایی کلی زیست محیطی استان‌های اصفهان، کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و یزد روند پایین رو به وخامت داشته‌اند. متغیر فضایی SAR دارای ضریب ۰/۱۴۲ است که نشان داد کارایی منابع آب در بین استان‌ها که موقعیت جغرافیای آن از بُعد محیط‌زیستی مستقل از تقسیمات سیاسی است، دارای تأثیرات سرریز فضایی بر تولید ناخالص داخلی استان‌های مجاور است. کارایی کلی بهره‌برداری از منابع آب دارای اثرات ناگهانی فضایی است و کارایی کلی مناطق تحت تأثیر مناطق همسایگی قرار دارد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم مصرف آب داخلی، درجه باز شدن و ساختار صنعتی عوامل مؤثر معنادار از کارایی کلی منابع آب در ایران است. اثرات فضایی مصرف آب داخلی و ساختار صنعتی تأثیر معناداری دارد. به‌منظور بهبود کارایی بهره‌برداری از منابع آب، دولت، شهروندان و کشاورزان باید بر روی راه‌حل‌هایی مانند کاهش آلودگی، صرفه‌جویی در مصرف آب داخلی و تبدیل ساختار صنعتی تمرکز کنند. پیشنهاد می‌شود که در استان‌های با کارایی کمتر به منظور بهبود کارایی، ساختارهای تولید و فناوری با به‌کارگیری هر چه بیشتر از فناوری‌های سازگار با منابع آبی به جای فناوری‌های مخرب و آلاینده روی آورند و نیز پیشنهاد می‌گردد که دولت با اجرای قوانین سختگیرانه در جهت حفظ منابع آبی کشور مجبور کنترل و بهبود کارایی مصرف آب کشور گردد.

کلمات کلیدی: "زیست محیطی"، "آلودگی"، "متغیر فضایی"، "منابع آب"،

۱- مقدمه

کشاورزی این مناطق در شرایط کنونی چگونگی تولید بیشتر غذا از آب کمتر است (ثقفی، ۱۳۹۵). با توجه به محدودیت منابع آب قابل دسترس در کشور و افزایش روزافزون تقاضا برای مصارف مختلف آب در کلیه جنبه‌های آن و در نتیجه رسیدن به مرز بحرانی استفاده از منابع آب تجدید پذیر ایجاب می‌کند که مدیریت تقاضا، مبنای کنترل مصرف و مدیریت منابع آب قرار گیرد تا ضمن تأمین امنیت آبی، قوانین مدون بر این مبنای جهت ایجاد تعادل بین مصرف و تأمین آب ایجاد گردد. آگاهی مدیران از منابع آبی موجود و به‌طور کلی کلیه اقشار ذی‌ربط از شیوه‌های مختلف تصمیم‌گیری تقاضا و به‌خصوص تعیین و تخمین عوامل اثرگذار آن از ضروری‌ترین موارد در مدیریت آب تلقی می‌شود (انصاری و همکاران، ۱۳۹۶). در سالهای اخیر، مطالعات تجربی زیادی در رابطه با بررسی عوامل مؤثر بر رشد مصرف آب در بین بخش‌های اقتصادی، مناطق یک کشور و بین کشوری صورت گرفته است. یکی از متغیرهای مهمی که به‌تازگی در مطالعات تجربی اقتصاد آب به آن توجه شده، بعد فضا و موقعیت جغرافیایی کشورها و مناطق است (نوروزیان و همکاران، ۱۴۰۰). در این بخش به خلاصه‌ای از مهم‌ترین مطالعات تجربی داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش اشاره می‌شود. بسیاری از محققان، راندمان مصرف آب ایران و عوامل مؤثر بر آن را با روش‌های مختلفی از جمله کارایی مرزی

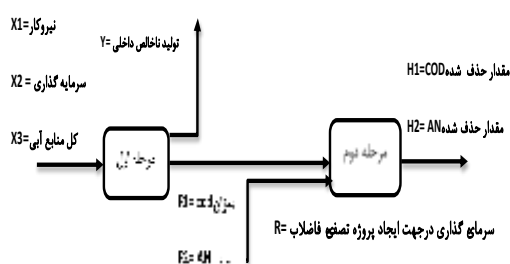
امروزه، کمبود آب بزرگترین معضل جهان است و بحران‌های ناشی از کمبود منابع آب شیرین تهدیدی بسیار جدی در توسعه پایدار، محیط زیست، سلامت و رفاه انسان هاست، به نحوی که دولت‌ها را وادار به تغییر در نحوه برخورد با این منابع و برگرفتن روش‌های مدیریت مشارکتی برای درگیری بهره‌برداران در تمامی مراحل و سطوح‌های مدیریت آبی و محیط زیست کرده است (ژائو و همکاران ۲۰۱۷). با این حال، کمبود آب و مشکلات کیفیت آب زیرزمینی در دهه‌های اخیر در ایران افزایش یافته است (نوروزیان و همکاران، ۱۴۰۰). توزیع غیرمستقیم منابع آب، دسترسی محدود به آب را کاهش می‌دهد. در حال حاضر منابع آب ایران با آلودگی و محیط‌زیستی مواجه شده است (کرد و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه بشر در جریان توسعه برای تأمین آب با مشکلات زیادی روبرو است این وضعیت در اقلیم‌های خشک کم بارش که اکوسیستم‌های دخیل در تأمین آب شکننده‌تر است با وقوع خشک‌سالی‌ها و برداشت بی‌رویه از ذخایر آب برنامه‌ریزان را با شرایط بحرانی‌تر روبرو ساخته است. محدودیت منابع آبی، رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های مصرف‌کننده آب تقاضای بیشتری برای مصرف داشته باشد، بنابراین مهم‌ترین چالش‌های بخش

اثر اندک بر بهره‌وری عوامل تولید دارد. در تحقیق فوق، مسائل مربوط به بهره‌وری منابع آب از دیدگاه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. متأسفانه، مطالعات انجام گرفته در داخل کشور در مورد منابع آب مصرفی در فرایند تولیدات کشاورزی و تأثیر متقابل آلودگی این بخش و تأثیر آن بر راندمان کلی منابع آبی کشور مطالعه دقیقی از نظر بعد مکانی، متغیرهای اقتصادی، جمعیتی و اقلیمی انجام نگرفته است. واقعیت آن است که در پژوهش‌های تجربی مدل‌های مکانی توزیع فناوری و بهره‌وری، نمی‌توان یک منطقه را مستقل از مناطق دیگر در نظر گرفت، زیرا بر اساس قانون جغرافیایی اول توپلر هر مکانی به مکانی دیگر وابسته است و مکان‌هایی که به هم نزدیک‌ترند بیشترین تأثیر را نسبت به مکان‌های دورتر، بر همدیگر دارند. در ادبیات اقتصادسنجی نیز عدم لحاظ بعد فضا در مدل‌سازی‌های تجربی آماری و اقتصادسنجی، منجر به خطای تخمین و استنتاج غلط آماری می‌شود (سیف و حمیدی رزی، ۱۳۹۶). مطالعات کمی در مورد بهره‌وری دو مرحله‌ای منابع آب بر اساس متغیرهای زیست محیطی بر اساس بررسی خروجی نامطلوب انجام نگرفته است که بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی تأثیرات فزاینده فضای بهره‌وری استفاده از منابع آب منطقه‌ای با استفاده از مدل اقتصادسنجی فضای برای رسیدن به نتایج منطقی و مشاهده اثرات فضای بهره‌وری مصرف آب و عوامل مؤثر بر آن از روش پانل دوربین فضای برای ۳۱ استان ایران در طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۷ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در مقایسه با مطالعات موجود که اثرات فضای را در نظر نمی‌گیرند، در این پژوهش عوامل مؤثر بر کارایی زیست محیطی منابع آبی ایران با توجه به اثرات سرریز فضایی پویا پرداخته شده است که از این منظر نسبت به مطالعات داخلی انجام گرفته، بدیع است.

۲- روش انجام تحقیق

در این پژوهش در ابتدا کارایی منابع آب استان‌ها با استفاده از مدل (SBM) برآورد شده است و سپس با استفاده از روش دوربین فضای (SDM) تأثیر عوامل مؤثر اقتصادی و مصرف نهاده آب در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. سیستم بهره‌برداری از منابع آب استان‌ها ایران می‌تواند به فرایند بهره‌برداری آب و فرایند درمان آلاینده‌های تقسیم شود، همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است. شکل ۱ سیستم دو مرحله‌ای منابع آب را نشان می‌دهد، با هر فرایند ورودی و خروجی DMU (واحد کنترل تصمیم‌گیری) متشکل از دو زیرمجموعه، مرحله اول ورودی X و تشکیل ستانده مورد نظر Y و خروجی نامطلوب F و مرحله دوم حذف خروجی نامطلوب F ، ورودی R و خروجی H .

شکل ۱. فرایند تولید دو مرحله‌ای با توجه به خروجی نامطلوب



تصادفی، تجزیه و تحلیل پوشش داده (DEA)، مدل اندازه‌گیری مبتنی بر متغیر کمبود (SBM)، مدل نامطلوب و متا مرزی و غیره مورد سنجش قرار داده‌اند (ژائو و همکاران ۲۰۱۷)، که در این پژوهش‌ها ارزش مطلق یا نسبی بهره‌وری مصرف آب را در استان‌های کشور تخمین زده‌اند و عوامل مؤثر بر آن را شامل عواید منابع آب، ساختار مصرف آب، ساختار صنعتی، پیشرفت فنی، سطح توسعه اقتصادی و غیره را مورد تأکید قرار داده‌اند. با این حال، موضوع راندمان مصرف آب در کشور پیچیده‌تر است و عوامل مؤثر در مناطق مختلف و مراحل توسعه متفاوت است. مطالعات قبلی به ندرت از تعامل فضایی بهره‌وری مصرف آب و عوامل تأثیرگذار برخوردار بوده است. اکثر این مطالعات اثرات مکانی و جغرافیایی (فضایی) را نادیده گرفته‌اند. در حقیقت، بهره‌وری مصرف آب در یک استان خاص ممکن است نه تنها با شاخص‌های اجتماعی-اقتصادی و محیط زیستی آن، بلکه همچنین با بهره‌وری مصرف آب در استان‌های همسایه ارتباط داشته باشد. علاوه بر این، ممکن است توسط استان همسایه تحت تأثیر قرار گیرد.

از مطالعات اندکی که به این موضوع پرداخته است به شرح زیر است: رنز و همکاران (۲۰۱۰) بهره‌وری آب و برق شهری را در مناطق نیو ساوت ولز و ویکتوریا بررسی کردند بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها با نهاده گر و همچنین ما و همکاران (۲۰۱۶)، فاضلاب را به عنوان یک آلاینده معرفی کرد تا کارایی استفاده از منابع آب در کل منطقه را در ۳۰ استان کشور چین تخمین بزنند. با در نظر گرفتن یک روش تحلیل پوشش داده‌ها با خروجی ناخواسته انجام گرفته و سان و همکاران (۲۰۱۴) کارایی زیست محیطی منابع طبیعی کشور چین را در ۳۱ استان اندازه‌گیری پرداختند و کارایی فنی منابع آب را با روش‌های مختلف مقایسه کردند. زیلانگ و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه به بررسی اندازه‌گیری و تجزیه کارایی کل عوامل آب سبز صنعتی در چین با روش مدل DEA-SBM با خروجی نامطلوب پرداختند که نتایج نشان داد بیشتر بخش‌های مورد مطالعه از کارایی زیستی محیطی پایین برخوردار هستند که پس ارزیابی کارایی زیستی در صنعت چین برای ارتقای بهره‌وری از منابع آب سبز صنعتی چین استفاده کنند تا در صرفه‌جویی مصرف آب زیرزمینی می‌گردد. ژائو و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی کارایی زیست محیطی منابع آبی تحت محدودیت محیطی و اثرات ناگهانی فضایی در چین پرداختند که از مدل DEA-SBM با خروجی نامطلوب منابع آب زیرزمینی پرداختند که نتایج نشان داد کارایی کلی بهره‌برداری از منابع آب دارای اثرات ناگهانی فضایی و کارایی مناطق تحت تأثیر هر دو منطقه و مناطق همسایگی قرار دارد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم مصرف آب داخلی، درجه باز شدن و ساختار صنعتی عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب در چین است. اثرات فضایی مصرف آب داخلی و ساختار صنعتی تأثیر معناداری دارد. مولایی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی برآورد کارایی زیست محیطی نهاده-محور محصولات کشاورزی و تأثیر پیشرفت فناوری و تغییرات کارایی بر رشد بهره‌وری بخش کشاورزی ایران به تفکیک استان‌های کشور پرداختند. بدین منظور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل مالم کوئست، اثرات تغییرات کارایی و فناوری بر رشد بهره‌وری در دوره زمانی ۱۳۸۳-۱۳۹۲ بررسی شده است. نتایج نشان داد تغییرات کارایی بر رشد بهره‌وری نقش غالب داشته و سهم تغییرات فناوری اندک است. همچنین یافته‌ها نشان داد اثر تغییرات نیروی کار بر رشد بهره‌وری مثبت بوده و تغییرات سرمایه

$$E_0 = \min \frac{1 - \frac{1}{m+p} \left(\sum_{i=1}^m \frac{S_i^x}{X_{i0}} + \sum_{i=1}^p \frac{S_i^r}{R_{i0}} \right)}{1 + \frac{1}{s+g} \left(\sum_{i=1}^s \frac{S_i^y}{Y_{i0}} + \sum_{i=1}^g \frac{S_i^h}{H_{i0}} \right)} \quad (۷)$$

$$\text{s.t: } \begin{cases} X_0 = X\lambda^1 + s^x & Y_0 = Y\lambda^1 - s^y \\ F_0 \geq F\lambda^2 & F_0 \geq F\lambda^1 \\ R_0 = R\lambda^2 + s^r \end{cases}$$

$$H_0 = H\lambda^2 - s^h \quad \lambda^1 \geq 0, \lambda^2 \geq 0$$

$$s^x \geq 0, s^y \geq 0, s^h \geq 0, s^r \geq 0$$

در معادله (۷) از اینجایی که

$$s^x \geq 0, s^y \geq 0, s^h \geq 0, s^r \geq 0, s^f \geq 0$$

مراحل

متغیرهای کمبود ورودی و خروجی در این مراحل است که منجر به فقدان ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌شود. در مقایسه با مدل داده-ستانده محوری، مدل اندازه‌گیری بر اساس (nonradial slack) به فرآیند تولید واقعی تأکید دارد (McCrystal Avkiran, 2012)؛ زیرا مدل در این مطالعه به‌طور هم‌زمان کمبود (slack) ورودی و خروجی را در نظر می‌گیرد. مدل (۲) را می‌توان با استفاده از معادله چارنر و کوپر ۱۹۷۶ به یک مدل خطی تبدیل کرد. صورت و مخرج کسر در تابع هدف مدل (۲) در یک عدد مثبت t ضرب شده و معیاری برابر با ۱ را ایجاد می‌کند و با تنظیم مقدار t معادله را به شرایط محدود می‌رساند، به شرح زیر است (ژائو و همکاران ۲۰۱۷):

$$E_0 = \min t - \frac{1}{m+p} \left(\sum_{i=1}^m \frac{S_i^r}{R_{i0}} + \sum_{i=1}^p \frac{S_i^r}{R_{i0}} \right)$$

$$\text{S.t: } 1 = t + \frac{1}{s+g} \left(\sum_{i=1}^s \frac{S_i^y}{Y_{i0}} + \sum_{i=1}^g \frac{S_i^h}{H_{i0}} \right)$$

$$\begin{cases} tX_0 = X\Lambda^1 + s^x & tY_0 = Y\Lambda^1 - s^y \\ tF_0 \geq F\Lambda^1 & tF_0 \geq F\Lambda^2 \end{cases} \quad (۸)$$

$$\begin{cases} tR_0 = R\Lambda^2 + s^r & tH_0 = H\Lambda^2 - s^h \\ \Lambda^1 \geq 0, \Lambda^2 \geq 0 \end{cases}$$

$$S^x \geq 0, S^y \geq 0, S^h \geq 0, S^r \geq 0$$

که در اینجا: $S_i^h = tS_i^h$, $\Lambda^1 = t\lambda^1$, $\Lambda^2 = t\lambda^2$

تحت شرایط نگاه‌داشتن $S_i^x = tS_i^x$, $S_i^r = tS_i^r$, $S_i^y = tS_i^y$ اندازه‌گیری کمبود ورودی و خروجی ثابت مدل (۷) داشته باشد، این مطالعه کارایی تولید مرحله اول را با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب از طریق مدل زیر به دست می‌دهد.

فرض کنید N ، $DMUs$ وجود دارد، DMU_j ($j=1, \dots, N$)، با هر DMU در مرحله اول با m ورودی $X=(X1j, \dots, Xmj)T$ و تولید خروجی موردنظر $Y=(Y1j, \dots, Ysj)T$. در همان زمان مشابه، هر DMU خروجی‌های نامطلوب $F=(F1j, \dots, Fdj)T$ تولید می‌کند. از سوی دیگر، خروجی‌های نامطلوب F و ورودی p موردنظر $R=(R1j, \dots, Rpj)T$ به مرحله دوم با g خروجی‌های مطلوب $H=(H1j, \dots, Hgj)T$ را تنظیم می‌کند. مجموعه DMU_0 را برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری در نظر گرفته و سپس، ارزش کارایی مرحله اول E^1_0 و مرحله دوم E^2_0 است. در فرایند تولید، سیاست‌گذاران عموماً امید بیشتری به خروجی بیشتر با نهاده کمتر دارند و خروجی‌های نامطلوب کمتر را از بین می‌برند؛ ارزیابی کارایی تولید باید از یک سیستم با کمینه کردن خروجی نامطلوب و حداکثر رساندن خروجی مطلوب به‌عنوان هدف استفاده کرد. در فرایند تولید واقعی، خروجی موردنظر بیشتر به معنای ورودی بیشتر و خروجی‌های نامطلوب بیشتری است (ژائو و همکاران ۲۰۱۷).

در این مطالعه، امکان تولید دومرحله‌ای تحت بازده نامطلوب و بازده ثابت به مقیاس می‌تواند تعریف کرد:

$$X_0 \geq X\lambda^1, \quad Y_0 \geq Y\lambda^1 \quad (۱)$$

$$F_0 \geq F\lambda^1, \quad F_0 \geq F\lambda^2 \quad (۲) \quad \text{محدودیت مرحله (۳) دوم}$$

$$R_0 \geq R\lambda^2, \quad H_0 \geq H\lambda^2 \quad (۴)$$

$$\lambda^1 \geq 0, \lambda^2 \geq 0$$

در معادله شماره (۱) در جایی که λ^1 و λ^2 نشان‌دهنده دو مرحله مدل هست، نابرابری‌ها (۱) و (۳) می‌تواند برای محدود کردن تولید مرحله اول و نابرابری‌ها (۴) و (۶) را می‌توان برای محدود کردن مرحله دوم تولید استفاده کرد. بر اساس مجموعه‌ای از قابلیت‌های فوق، این مطالعه به بررسی کارایی سیستم دومرحله‌ای می‌پردازد. در سیستم، متغیر واسطه F اولین خروجی نامطلوب و همچنین ورودی مرحله دوم است. در هنگام ارزیابی کارایی تولیدی مرحله اول، متغیر واسطه F به‌عنوان خروجی نامطلوب مرحله اول ممکن است بر اساس مدل SBM ناکارا باشد. این مطالعه یک ورودی و خروجی دومرحله‌ای را تنظیم کرده و متغیرهای کمبود نامطلوب خروجی $S^x \geq 0$, $S^y \geq 0$, $S^r \geq 0$ هستند.

بر اساس مدل اندازه‌گیری غیر رادیال و متغیر کمبود (slack-based) خروجی نامطلوب که توسط (Tone, 2003) پیشنهاد داد، در این مطالعه بازدهی نسبت به مقیاس ثابت در نظر گرفته شده است. مدل سیستم تولید دومرحله‌ای نامطلوب خروجی بر مبنای مدل اندازه‌گیری مبتنی بر کمبود (slack-based) و مجموعه امکانات تولید است (ژائو و همکاران ۲۰۱۷).

جایی که s^{r^*} و s^{h^*} با حل مدل (۷) ثابت هستند و s^{f2} نشان‌دهنده متغیر slack ورودی مرحله دوم به دلیل خروجی نامطلوب مرحله اول است. از طریق متغیر Slack از خروجی نامطلوب به‌عنوان ورودی، تعداد خروجی‌های نامطلوب است که می‌توان آن را حذف کرد، صریح است. بر اساس اندازه‌گیری میزان ورودی و خروجی s^{r^*} و s^{h^*} در مدل (۷) و s^{f2^*} خروجی نامطلوب در مدل (۱۱)، کارایی بهره‌برداری از منابع آب مرحله دوم به شرح زیر تعریف می‌شود (ژائو و همکاران ۲۰۱۷):

$$E_0^2 = \frac{1 - \frac{1}{d+p} \left(\sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f2^*}}{F_{i0}} + \sum_{i=1}^p \frac{s_i^{r^*}}{R_{i0}} \right)}{1 + \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g \frac{s_i^{h^*}}{H_{i0}}} \quad (12)$$

اگر $E_0^2 = 1$ ، کارایی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله دوم نشان خواهد داد و اگر $E_0^2 < 1$ ، ناکارایی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله دوم نشان می‌دهد. باین‌حال، با افزایش E_0^2 ، کارایی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله اول بیشتر خواهد شد.

در حالت کلی کارایی باید نهاده‌ها و ستانده‌ها را در کل سیستم در نظر می‌گیرد و همچنین هر مرحله از نهاده‌ها، خروجی‌ها و مشکل متغیرهای کمبود واسطه را در نظر بگیرد. سیستم کارایی کلی می‌تواند به شرح زیر تعریف شود: بر اساس اندازه‌گیری از کمبود s^{y^*} ، s^{x^*} ، s^{f1^*} ، s^{r^*} ، s^{h^*} و s^{f2^*} نهاده‌ها و خروجی s^{y^*} ، s^{x^*} ، s^{f1^*} ، s^{r^*} ، s^{h^*} و s^{f2^*} در مدل‌ها (۷)، (۱۰) و (۱۱)، کارایی بهره‌برداری منابع آب کلی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$GE_0 = \frac{1 - \frac{1}{m+d+p} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_i^{x^*}}{X_{i0}} + \sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f1^*}}{F_{i0}} + \sum_{i=1}^p \frac{s_i^{r^*}}{R_{i0}} \right)}{1 + \frac{1}{s+d+g} \left(\sum_{i=1}^s \frac{s_i^{y^*}}{Y_{i0}} + \sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f2^*}}{F_{i0}} + \sum_{i=1}^g \frac{s_i^{h^*}}{H_{i0}} \right)} \quad (13)$$

با توجه به تعریف اثربخشی تولید، اثربخشی کلی از هر دو مرحله باید به دست آید و تا زمانی که متغیر کمبودی در همه متغیرهای ورودی‌ها، خروجی‌ها و واسطه وجود ندارد و اثربخشی کلی از دو مرحله، یک شرط لازم، اما نه کافی از اثربخشی است. در مقایسه با مدل تجزیه‌وتحلیل پوشش داده‌های دومرحله‌ای، پیشنهاد شده توسط (ان و همکاران ۲۰۱۵) و (ژائو و همکاران ۲۰۱۷)، مدل در این مطالعه می‌تواند ضعف سیستم دو مرحله ورودی و خروجی و متغیرهای واسطه را با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب اندازه‌گیری کند. ورودی‌ها در مرحله اول از سیستم بهره‌برداری از منابع آب، منابع آب، سرمایه و نیروی کار هستند، درحالی‌که خروجی‌ها تولید ناخالص داخلی و خروجی‌های نامطلوب آلاینده‌های اصلی تولید (تقاضای اکسیژن

$$\text{Max} \sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f1}}{F_{i0}} \quad (9)$$

$$\text{s.t: } X_0 = X\lambda^1 + s^{x^*} \quad Y_0 = Y\lambda^1 - s^{y^*}$$

$$F_0 = F\lambda^1 + s^{f1} \quad s^f \geq 0, \lambda^1 \geq 0$$

جایی که s^{x^*} و s^{y^*} متغیرهای کمبود با مدل حل شده (۷) هستند، و s^{f1} نشان‌دهنده کمینه خروجی نامطلوب مرحله اول است.

این واقعیت که تعدادی از خروجی‌های نامطلوب می‌تواند کاهش یابد، با اندازه‌گیری کمبود خروجی نامطلوب مرحله اول آشکار می‌شود. بر اساس محاسبات s^{x^*} و s^{y^*} کمبود در ورودی و خروجی در مدل (۷) و s^{f1^*} خروجی نامطلوب در مدل (۹)، کارایی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله اول به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$E_0^1 = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_i^{x^*}}{X_{i0}} \right)}{1 + \frac{1}{s+d} \left(\sum_{i=1}^s \frac{s_i^{y^*}}{Y_{i0}} + \sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f1^*}}{F_{i0}} \right)} \quad (10)$$

اگر $E_0^1 = 1$ ، کارایی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله اول، اگر $E_0^1 < 1$ ، ناکارایی بهره‌برداری از منابع آب مرحله اول باشد باین‌حال، با افزایش E_0^1 ، بهره‌برداری از منابع آب در مرحله اول بهبود بخشد. E_0^1 نشان‌دهنده اثربخشی بهره‌برداری از منابع آب در مرحله اول است، با توجه به خروجی نامطلوب بدیهی است، مدل (۱۰) تنها ورودی و خروجی خارجی را در سیستم بهره‌برداری از منابع آب موردتوجه قرار دهد و اثرات آلودگی نهاده‌ها استفاده‌شده را بر کارایی کلی نادیده می‌گیرد. ارزیابی کارایی مرحله تنها از طریق مدل (۱۰) تنها یک اندازه‌گیری مؤثر از عوامل درونی تأثیرگذار بر کارایی سیستم نیست. لازم است سیستم ساختاری داخلی را برای تجزیه‌وتحلیل کارایی بهره‌برداری از منابع آب مرحله تولید در بهره‌برداری از منابع آب و فرایند درمان آلاینده بررسی کرد. تحت شرایط خروج از مدل (۷) از عدم تغییرات محاسبه‌شده کمبود ورودی و خروجی، این مطالعه یک کمبود خروجی نامطلوب دومرحله‌ای را با استفاده از مدل زیر به دست می‌آورد.

$$\text{Max} \sum_{i=1}^d \frac{s_i^{f2}}{F_{i0}} \quad (11)$$

$$\text{s.t: } F_0 = F\lambda^2 + s^{f2} \quad R_0 = R\lambda^2 - s^{r^*}$$

$$H_0 = H\lambda^2 + s^{h^*} \quad s^{f1} \geq 0, \lambda^2 \geq 0$$

اقتصادسنجی فضایی برآورد شده، سپس آزمون موران برای مشخص شدن اثرات فضایی بایستی تأیید شود و بر اساس آماره LM^6 فلوراکس و همکاران (۲۰۰۳) از میان مدل‌های اقتصادسنجی فضایی (SAR، SEM، SDM، SAC) مدل بهینه انتخاب شود و در انتها اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریزها) برآورد شود (هالچ و الهورست، ۲۰۱۵). در روش شناسی اقتصادسنجی فضایی بسته به اینکه متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی و یا جمله خطا وابستگی فضایی داشته باشند، مدل‌های فضایی متفاوتی مطرح می‌شود. در این مطالعه به منظور بررسی همگرایی فضایی متفاوتی مطرح می‌شود. در این مطالعه مدل دوربین فضایی (SDM) زیر تصریح می‌شود (ژائو و همکاران ۲۰۱۷):

$$Y_i = \tau Y_{i-1} + \rho WY_i + \beta_1 \ln CWAT_{it} + \beta_2 \ln PWAT_{it} + \beta_3 \ln VGNP_{it} + \quad (14)$$

$$\beta_4 \ln CAT_{it} + \beta_5 \ln TP_{it} + \beta_6 \ln Tech_{it} + \beta_7 \ln Degr_{it} + \beta_8 \ln Wat G_{it} +$$

$$\beta_9 \ln WAT C_{it} + \beta_{10} \ln Twater_{it} + \beta_{11} \ln T_{it} DX_{it} \theta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it}$$

که در رابطه (۱۴) Y_i ، $\ln CWAT$ ، $\ln PWAT$ ، $\ln VGNP$ ، T ، $WATC$ ، $WATG$ ، $Degr$ ، $Tech$ ، TP ، $\ln CAT$ و $Water$ و T به ترتیب نشان‌دهنده کارایی مصرف آب در هر استان، لگاریتم منابع آب سرانه، لگاریتم بهره‌وری مصرف آب، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، لگاریتم محصول غله سرانه، لگاریتم پیشرفت فناوری، لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد هر استان، لگاریتم منابع آب کشاورزی، لگاریتم مصرف آب شرب روزانه، لگاریتم مصرف کل آب و لگاریتم دما است. در ابتدا بایستی وجود خودهمبستگی فضایی در الگوی تحقیق بررسی شود که با آزمون‌های تشخیص صورت می‌گیرد. برای بررسی و آزمون ضریب خودهمبستگی فضایی و معنی‌داری آن می‌توان از آماره‌های مختلف همچون آماره موران^۷، گری^۸ و گتیس^۹ استفاده نمود. در مطالعات تجربی، عموماً از آماره موران در تحلیل خودهمبستگی فضایی استفاده می‌شود (رفیعی و قربانی، ۱۳۹۳). در مدل برآورد شده قبل از برآورد مدل‌های پانل فضایی لازم است وابستگی فضایی و وجود خودهمبستگی بین جملات اخلاص مورد آزمون قرار گیرد. برای این منظور از آزمون LM و آزمون موران استفاده می‌شود. فرض وجود خودهمبستگی فضایی میان مشاهدات توسط آزمون LM صورت می‌گیرد که به صورت رابطه زیر است (طالبلو و همکاران ۱۳۹۶):

$$\text{Moran's } I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (15)$$

شیمیایی (COD) و نیتروژن آمونیاک (AN) در فاضلاب را در نظر می‌گیرند. شاخص‌های ورودی مرحله اول عبارت‌اند از داده‌های کل مصرف آب، سرمایه‌گذاری ثابت دارایی و کارکنان که از "سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۰-۹۷ از مرکز آمار ایران و داده‌های منابع آب کشور از ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ از وزارت نیرو از جمهوری اسلامی ایران و خروجی مطلوب مرحله اول تولید ناخالص داخلی است. خروجی‌های نامطلوب مرحله اول COD در فاضلاب صنعتی و خروجی فاضلاب شهری و آب‌های زیرزمینی کشور است، درحالی‌که ورودی‌های مرحله دوم سرمایه‌گذاری جدید برای سرمایه‌گذاری پروژه‌های تصفیه فاضلاب صنعتی و سرمایه‌گذاری فاضلاب کامل شده است. خروجی‌های مرحله دوم، مقدار حذف COD و نترات (AN) است، مرحله دوم از سیستم بهره‌برداری از منابع آب، مرحله درمان آلاینده است که با بحث آلاینده‌ها در ارتباط است، زمانی که نیاز به سرمایه‌گذاری اضافی آلاینده برای مقابله با خروجی نامطلوب مرحله اول ضروری است. از طریق پردازش در مرحله اول COD و AN می‌توانند توسط تصفیه خروجی آن حذف شوند. به‌عنوان اندازه نمونه نباید کمتر از دو برابر شاخص‌های ارزیابی باشد.

مدل‌های اقتصادسنجی فضایی^۱

اقتصادسنجی فضایی شاخه‌ای از اقتصادسنجی است که اثرات فضایی را در نظر می‌گیرد. منظور از اثرات فضایی دودسته از عوامل هست که به مکان استقرار متغیرها مربوط می‌شوند و می‌توان آن‌ها را تحت عناوین وابستگی فضایی یا خودهمبستگی فضایی و ناهمسانی فضایی یا ساختار فضایی توضیح داد. این شاخه از اقتصادسنجی از یک‌جهت شباهت‌هایی با آمار جغرافیایی و آمار فضایی دارد، اما تفاوت اقتصادسنجی فضایی با آن‌ها درست مانند تفاوت اقتصادسنجی با آمار است (Elhorst, 2013). به‌طورکلی، الگوهای خود رگرسیون فضایی شامل الگوی عمومی خود رگرسیون فضایی (SAR)^۲، الگوی فضایی خود رگرسیون توأم (SAR)^۳، الگوی خود رگرسیونی با خودهمبستگی فضایی در جمله اخلاص (SEM)^۴ و الگوی فضایی دوربین (SDM)^۵ می‌باشند (سلامی و نعمتی، ۱۳۹۲). به‌منظور برآورد عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب در استان‌های ایران از رهیافت اقتصادسنجی فضایی استفاده شده است. بر این اساس، مدل‌های خود رگرسیون فضایی، خطای فضایی، مدل دوربین فضایی و مدل فضایی عمومی تخمین زده شده و درنهایت مدل بهینه نهایی، انتخاب شده است. برای تعیین اثرات غیرمستقیم یا سرریز، مدل دوربین فضایی مبنای قرارگرفته و اثرات سرریز متغیر کارایی مصرف آب در استان‌های ایران برآورد شده است. مدل‌های اقتصادسنجی فضایی همان‌طور که اشاره شد مشتمل بر ۴ قسم است که به‌اختصار شرح داده شده است. از میان مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، مدل خطای فضایی (SEM) امکان سنجش اثرات سرریز منطقه‌ای را ندارد (وگا و الهورست، ۲۰۱۳) مدل دوربین فضایی و مدل عمومی نتایج اثرات سرریز (فضایی) را بهتر نشان می‌دهند (زراء نژاد و منصور، ۱۳۹۴). برای تعیین مناسب‌ترین مدل لازم است که این مراحل طی شود. در ابتدا رگرسیون‌های مدل‌های

12 Maximum Likelihood

7 Moran I

8 Geary

3 Getis

1 Spatial Lag Model

2 Spatial Regression common model

3 Mixed autoregressive-regressive model

4 Spatial Error Model

5 Spatial Durbin Model

ناخالص داخلی (ما و همکاران ۲۰۱۶)، ۷- درجه باز بودن اقتصاد هر استان = میزان ارزش صادرات به واردات، ۸- آب مصرفی کشاورزی، ۹- آب مصرفی شرب و آب مصرفی کل (نوروزیان و همکاران، ۱۴۰۰). جامعه آماری این تحقیق ۳۱ استان کشور را شامل می‌شود، برای عوامل مؤثر بر کارایی از متغیرهای اقتصادی و مکانی (دما، منابع آب سرانه، آب کشاورزی، مصرف آب شرب روزانه، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد هر استان، ساختار صنعتی، پیشرفت فناوریانه بخش کشاورزی و مصرف کل آب در هر استان) طی دوره زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ از وزارت جهاد کشاورزی، سازمان هواشناسی و سازمان آب منطقه‌ای در قالب مدل پانل فضایی استفاده شده است. همچنین با استفاده از نرم‌افزار STATA 16 برآوردها صورت گرفته شده است.

۳- نتایج

نتایج در جدول (۱) نشان می‌دهد از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ کل بهره‌وری منابع آب منطقه‌ای در استان‌های کشور ایران به طور قابل توجهی متفاوت بود و توزیع فضایی بسیار نابرابر بود. با این حال، بهره‌وری زیست محیطی استان‌های اصفهان، کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و یزد روند پایین رو به وخامت داشته، در حالی که دیگر مناطق قبل از افزایش اثرات زیست محیطی یا قبل از کاهش و بعد روند کاهش داشته‌اند. جدول (۱) نشان می‌دهد ۷۰ درصد استان‌ها از کارایی بهره‌وری مصرف آب کمتر از حد متوسط (۴۰ درصد) در طول دوره موردبررسی دارند. نتایج بخش محیط‌زیست و حفظ منابع آبی در برخی استان‌ها عملکرد ضعیفی را نشان می‌دهد که می‌تواند با مدیریت صحیح و بهبود شرایط محیطی، اقتصادی و افزایش سطح آگاهی کشاورزان و مصرف بهینه آب و بهبود ارزش آب رفع گردد ولی در سال‌ها اخیر این ضعف تا حدود رفع شده و کارایی منابع آب از لحاظ (فنی و ارزش افزوده) طبق مطالعه مشابه ژائو و همکاران (۲۰۱۷) تا حدودی بهبود یافته است. نتایج جدول (۱) نشان داد که از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، کل بهره‌وری استفاده از منابع آب منطقه‌ای در ایران به‌طور قابل توجهی متفاوت بود و توزیع مکانی بسیار نابرابر بوده است. برای مثال، راندمان اولیه استان‌های کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و یزد نسبتاً کم است، اما متعاقباً این مناطق روند رو به رشد در راندمان آب نشان می‌دهد. با این حال، بهره‌وری از سیستان و بلوچستان، اصفهان و خوزستان روند نزولی در کارایی آب نشان می‌دهد. از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، مرحله اول بهره‌وری از منابع آب روند نزولی را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی سیستان و بلوچستان، اصفهان و خوزستان در حال کاهش است. استان‌های مختلف کشور ویژگی‌های مرتبط با توزیع مکانی در فضای جغرافیایی را از نظر کارایی کلی استفاده از منابع آب و کارایی هر مرحله به نمایش می‌گذارد. از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۷، بهره‌وری استفاده از منابع آب در مرحله اول نشان داد که روند رو به افزایشی داشته است. میانگین کمترین کارایی در استان‌های ناکارا در طول چند سال به ترتیب برابر: ۰/۲۸ و ۰/۲۵ (سیستان و بلوچستان، قم و سمنان) است و میانگین بیشترین کارایی ۰/۹۶ است که مربوط به استان گیلان است. تفاوت این دو عدد نشان‌دهنده‌ی میزان تفاوت استان‌های در مصرف منابع آب در

آزمون موران فرض وجود خودهمبستگی فضایی میان جملات اخلال را موردبررسی قرار می‌دهد و به‌صورت رابطه (۱۶) محاسبه می‌شود:

$$I_i = \left(x_i - \bar{x} \right) \sum_{j \neq i}^n w_{ij} \left(x_j - \bar{x} \right) \quad (16)$$

بعد از بررسی آزمون‌های تشخیصی بایستی اقدامات زیر برای تعیین مدل بهینه صورت گیرد (Zhao et al. 2017):

- مقایسه دو الگوی برآورد شده SAC و SEM بر اساس آزمون معنی‌داری متغیرها، میزان ضریب تعیین و ضریب همبستگی در جملات خطا - مقایسه الگوی SEM و SAR بر اساس دو آزمون LM (lag) و LM (error) - مقایسه الگوی SDM با سایر الگوها - انتخاب بهترین الگو (طالبو و همکاران ۱۳۹۶).

۳۱- نحوه استخراج ماتریس وزنی فضایی برای داده‌های استان کشور

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات در الگوسازی اقتصادسنجی فضایی عدم امکان تخمین ماتریس‌های وزنی فضایی به بهترین شکل ممکن است (طالبو و همکاران ۱۳۹۶). در مطالعات از دو روش بیشتر استفاده می‌شود؛ یکی روش مبتنی بر مجاورت و دیگری بر اساس فاصله مکان‌ها تعریف می‌شود. در روش مجاورت، اثرات فضایی فقط به مناطق همسایه (مناطق که از لحاظ جغرافیایی نقاط هم‌مرز داشته باشند) محدود می‌شوند در این روش عنصر متناظر با نقاط غیرهم‌مرز در ماتریس وزنی فضایی صفر در نظر گرفته می‌شود، اما در ماتریس مبتنی بر فاصله به‌نوعی تمام مکان‌ها با هم همسایه تلقی می‌شوند که در این مطالعه از روش فاصله مکانی استفاده شده است (طالبو و همکاران ۱۳۹۶).

- عوامل تأثیرگذار

تأثیر افزایش کارایی منابع آبی بر رشد اقتصادی پایدار بسیار مهم به شمار می‌آید و مطالعه عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب می‌تواند سیاست توسعه پایدار اقتصادی در مناطق مختلف را ارتقا دهد. عوامل مؤثر بر کارایی مصرف آب می‌تواند به متغیرهای همچون منابع آب سرانه، آب کشاورزی، مصرف آب شرب روزانه، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد هر استان، ساختار صنعتی، پیشرفت فناوریانه بخش کشاورزی و مصرف کل آب در استان‌ها ارتباط داشته باشد. در این مطالعه عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب در کوتاه‌مدت و بلندمدت با استفاده از مدل دوربین فضایی (با توجه به اثرات فضایی مستقیم و غیرمستقیم) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. به‌صورت خلاصه، متغیرهای پژوهش به شرح ذیل است: متغیر توضیحی: کارایی زیست‌محیطی مصرف آب هر استان (SBM) ۱- منابع آب سرانه = منابع کل آب / جمعیت کل، ۲- نسبت بهره‌برداری از منابع آب = مصرف کل آب / کل منابع آب، ۳- تولید ناخالص داخلی سرانه = تولید ناخالص داخلی / جمعیت (ژائو و همکاران ۲۰۱۷). ۴- کل سرمایه‌گذاری سرانه در دارایی‌های ثابت (ساختار صنعتی منطقه‌ای) = کل سرمایه‌گذاری در دارایی‌های ثابت / جمعیت کل (سان و همکاران ۲۰۱۵). ۵- محصولات غله سرانه = کل محصولات غله / کل جمعیت، ۶- تحقیق و پیشرفت = ارزش تحقیق و توسعه تقسیم‌بهر کل تولید

بیشینه‌سازی تولید است که در نتیجه‌ی تخصیص نا بهینه‌ی نهاده‌ها صورت گرفته است. تفاوت این اعداد نشان‌دهنده‌ی تفاوت استان‌ها در تخصیص بهینه‌ی منابع به لحاظ مصرف نهاده آب است. در این مورد دولت می‌تواند با قرار دادن سیاست‌های تبعیض قیمت برای نهاده آب در استان‌های ناکارا به حمایت از تولید در جهت بهبود ارزش افزوده مصرف آب در اقتصاد منطقه‌ای کمک کرده و کارایی مصرف آب در استان‌های مزبور را افزایش دهد. جدول (۱) نشان می‌دهد ۷۰ درصد استان‌ها از کارایی بهره‌وری مصرف آب کمتر از حد متوسط (۴۰ درصد) در طول دوره موردبررسی دارند. نتایج بخش محیط‌زیست و حفظ منابع آبی در برخی استان‌ها عملکرد ضعیفی را نشان می‌دهد که می‌تواند با مدیریت صحیح و بهبود شرایط محیطی، اقتصادی و افزایش سطح آگاهی کشاورزان و مصرف بهینه آب و بهبود ارزش آب رفع گردد ولی در سال‌ها اخیر این ضعف تا حدود رفع شده و کارایی منابع آب از لحاظ (فنی و ارزش افزوده) طبق مطالعه مشابه ژائو و همکاران (۲۰۱۷) تا حدودی بهبود یافته است. نتایج جدول (۱) نشان داد که از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، کل بهره‌وری استفاده از منابع آب منطقه‌ای در ایران به‌طور قابل توجهی متفاوت بود و توزیع مکانی بسیار نابرابر بوده است. برای مثال، راندمان اولیه استان‌های کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و یزد نسبتاً کم است، اما متعاقباً این مناطق روند رو به رشد در راندمان آب نشان می‌دهد. با این حال، بهره‌وری از سیستم‌ها و بلوچستان، اصفهان و خوزستان روند نزولی در کارایی آب نشان می‌دهد. از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷، مرحله اول بهره‌وری از منابع آب روند نزولی را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان، اصفهان و خوزستان در حال کاهش است. استان‌های مختلف کشور ویژگی‌های مرتبط با توزیع مکانی در فضای جغرافیایی را از نظر کارایی کلی استفاده از منابع آب و کارایی هر مرحله به نمایش می‌گذارد.

مطالعات علوم محیط زیست، دوره هفتم، شماره دوم، فصل تابستان، سال ۱۴۰۱، صفحه ۴۸۰۸-۴۸۲۲

جدول ۱- کارایی استفاده از منابع آب در ۳۱ استان ایران با استفاده از مدل کارایی دومرحله‌ای متغیر کمبود (SBM)												
1390-1391			1392			1394			1396			استان
مرحله اول	مرحله دوم	کارایی کل	مرحله اول	مرحله دوم	کارایی کل	مرحله اول	مرحله دوم	کارایی کل	مرحله اول	مرحله دوم	کارایی کل	نوع کارایی
0.70	0.28	0.40	0.76	0.30	0.43	0.73	0.29	0.42	0.74	0.30	0.42	آذربایجان شرقی
0.58	0.23	0.33	0.6	0.2	0.33	0.62	0.25	0.35	0.68	0.27	0.39	آذربایجان غربی
0.63	0.25	0.36	0.65	0.26	0.37	0.67	0.27	0.38	0.70	0.28	0.40	اردبیل
0.34	0.14	0.25	0.38	0.15	0.26	0.30	0.12	0.24	0.28	0.11	0.23	اصفهان
0.81	0.54	0.51	0.85	0.65	0.57	0.88	0.68	0.60	0.89	0.7	0.62	البرز
0.94	0.38	0.55	0.98	0.39	0.58	0.97	0.39	0.58	1.00	0.40	0.60	ایلام
0.30	0.12	0.24	0.30	0.12	0.24	0.36	0.14	0.25	0.39	0.16	0.26	بوشهر
0.50	0.20	0.30	0.52	0.21	0.31	0.50	0.20	0.30	0.59	0.24	0.34	تهران
0.83	0.33	0.48	0.81	0.32	0.46	0.84	0.34	0.48	0.85	0.34	0.49	چهارمحال و بختیاری
0.34	0.14	0.25	0.33	0.13	0.24	0.37	0.15	0.26	0.39	0.16	0.25	خراسان جنوبی
0.29	0.12	0.23	0.24	0.10	0.22	0.32	0.13	0.24	0.34	0.14	0.23	خراسان رضوی
0.32	0.13	0.24	0.31	0.12	0.24	0.38	0.15	0.26	0.31	0.12	0.24	خراسان شمالی
0.56	0.22	0.33	0.54	0.22	0.32	0.52	0.21	0.31	0.50	0.20	0.30	خوزستان
0.82	0.33	0.47	0.84	0.33	0.48	0.85	0.34	0.49	0.84	0.34	0.48	زنجان
0.25	0.13	0.23	0.27	0.11	0.23	0.29	0.12	0.23	0.28	0.11	0.23	سمنان
0.27	0.11	0.23	0.24	0.10	0.22	0.26	0.11	0.23	0.27	0.11	0.22	سیستان و بلوچستان
0.81	0.32	0.46	0.74	0.30	0.42	0.65	0.26	0.37	0.73	0.29	0.41	فارس
0.70	0.28	0.39	0.68	0.27	0.39	0.60	0.24	0.34	0.66	0.27	0.38	قزوین
0.28	0.11	0.23	0.25	0.10	0.23	0.25	0.10	0.23	0.36	0.14	0.25	قم
0.80	0.32	0.46	0.75	0.30	0.42	0.86	0.34	0.49	0.86	0.34	0.50	کردستان
0.29	0.12	0.23	0.26	0.10	0.23	0.25	0.10	0.22	0.28	0.11	0.21	کرمان
0.90	0.36	0.52	0.85	0.34	0.49	0.80	0.32	0.46	1.00	0.40	0.60	کرمانشاه
0.97	0.39	0.59	0.94	0.38	0.56	1.00	0.40	0.60	1.00	0.40	0.60	کهگیلویه و بویراحمد
0.83	0.33	0.48	0.80	0.32	0.46	0.84	0.34	0.48	0.87	0.35	0.50	گلستان
0.98	0.39	0.58	0.92	0.37	0.54	1.00	0.40	0.60	0.91	0.36	0.53	گیلان
0.77	0.31	0.44	0.80	0.32	0.45	0.73	0.29	0.41	0.69	0.28	0.39	لرستان
0.76	0.31	0.43	0.75	0.30	0.43	0.79	0.32	0.45	0.81	0.32	0.46	مازندران
0.51	0.20	0.30	0.54	0.22	0.32	0.53	0.21	0.31	0.54	0.22	0.32	مرکزی
0.31	0.12	0.24	0.33	0.13	0.24	0.35	0.14	0.25	0.36	0.14	0.28	هرمزگان
0.76	0.30	0.43	0.74	0.29	0.42	0.77	0.31	0.44	0.73	0.29	0.41	همدان
0.35	0.14	0.25	0.36	0.15	0.25	0.37	0.15	0.25	0.39	0.16	0.24	یزد
0.59	0.23	0.36	0.56	0.22	0.35	0.58	0.23	0.36	0.61	0.24	0.37	میانگین کل سال

یافته های تحقیق

عوامل تأثیرگذار با مدل خطای فضایی

کارایی منابع آب برای رشد اقتصادی پایدار بسیار مهم است و مطالعه عوامل مؤثر بر کارایی منابع آب می‌تواند سیاست توسعه پایدار اقتصادی در مناطق مختلف را ارتقا دهد. به‌طور کلی، اثربخشی کلی عوامل بهره‌برداری از منابع آب منطقه‌ای می‌تواند از جنبه‌های مختلف موردبررسی قرار گیرد: بارش، دما، منابع آب سرانه، آب صنعتی، مصرف آب شرب روزانه، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد هر استان، ساختار صنعتی، پیشرفت فناوریانه بخش کشاورزی و سایر جنبه‌ها در کل استان‌ها پرداخته شد. با توجه به دسترسی به داده‌ها، در این مطالعه با استفاده از مدل اقتصادسنجی فضایی با توجه به اثر فضایی به تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر

بهره‌برداری از منابع آب موردبررسی گردید. بر اساس جدول (۳)، در این تحقیق، آزمون‌های تشخیصی موران فضایی بازنه مطلوب بهره‌وری منابع آب ناشی از ۳۱ استان در ایران از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ به وسیله شاخص همبستگی فضایی شاخص موران مورد تحلیل گردید. این مطالعه شاخص موران را در کل بهره‌وری استفاده از منابع آب در جدول ۲ محاسبه شد. شاخص موران در کل بهره‌وری استفاده از منابع آب در طی دوره‌ها مثبت است. این بدان معنی است که بهره‌وری کل منابع آب در ۳۱ استان ایران در سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ دارای رابطه مثبت فضایی مثبت است و الگو توزیع فضایی دارای حالت تجمعی فضایی است؛ فرضیه صفر آزمون مدل SAR، عدم وابستگی فضایی در اجزای اخلال می‌باشد.

جدول ۲- آزمون‌های تشخیصی موران برای مدل بهره‌وری منابع آب دومارحله‌ای و پانل فضایی

مدل SAR	Moran	Geary	LR	Lmerror	Lmlag	Lmerror - robust	Lmlag- robust
۱۳۹۰	-۰/۱۴۲ ۰/۰۰۶	-۰/۷۶۹ ۰/۰۱۵	۱۵/۵۱ ۰/۰۱۸	۳۲/۲۳ ۰/۰۲۴	۴/۴۳ ۰/۰۰۲	۳/۹۷ ۰/۰۱۷	۵/۲۲ ۰/۰۱۹
۱۳۹۲	۰/۹۵ ۰/۰۱۹	-۰/۸۳۱ ۰/۰۰۳	۱۵/۳۴۳۲ ۰/۰۲۰	۲۱/۹۵۲ ۰/۳۲۹	۲/۱۴۰ ۰/۱۴۳	۱/۱۶۶ ۰/۰۳۳	۴/۱۱۴ ۰/۰۱۱
۱۳۹۴	-۰/۴۱۳ ۰/۰۴۳	-۰/۹۰۵ ۰/۰۱	۱۲/۱۴۲ ۰/۰۲۷	۲۴/۴۳۲ ۰/۲۳۵	۳/۲۲ ۰/۱۱۲	۳/۶۴۳ ۰/۰۰۲	۴/۱۸۸ ۰/۰۰۱

یافته‌های تحقیق

همبستگی فضایی صورت گیرد. فرضیه صفر این آزمون‌ها، عدم وابستگی فضایی در اجزای اخلال است. با توجه به رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وابستگی فضایی، می‌توان از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده کرد. جدول (۳) نشان می‌دهد که اثرات مشترک (زمان و فاصله) در مدل وجود دارد.

با توجه به رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وابستگی فضایی، می‌توان از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده کرد. نتایج بیانگر معنی‌داری مدل دوربین فضایی می‌باشد. مقدار مثبت و معنادار ضریب خودرگرسیون فضایی نشان می‌دهد که بخشی از بالا بودن کارایی منابع آب هر استان به واسطه اثر فاصله (یا مجاورت) بوده است. قبل از هر برآوردهای در مدل پانل فضایی بایستی آزمون‌های تشخیص

جدول ۳- آزمون‌های بررسی اثرات مشترک (زمان و فاصله)

اثرات مشترک	فرضیه صفر	آزمون LR	سطح احتمال
اثرات ثابت فضایی	اثرات مشترک فضایی وجود ندارد	۱۵/۱۶۵	۰/۰۰۰۱
اثرات ثابت زمانی	اثرات مشترک زمانی وجود ندارد	۰/۰۴۱۶ -	۰/۰۰۰۹

یافته‌های تحقیق جدول ۴- اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سریز) فضایی حاصل از تخمین الگوی نظری عوامل مؤثر بر کارایی

زیست‌محیطی منابع آبی به کمک تصریحات الگوی خود رگرسیون فضایی پویا

اثرات کل	اثرات غیرمستقیم	اثرات مستقیم		Short Term effects
		متغیر اصلی	ضریب (احتمال)	
ضریب (احتمال)	ضریب (احتمال)	ضریب (احتمال)	T	
-۰/۳۱۷ (۰/۰۴۹)***	-۰/۳۳۱ (۰/۰۵)**	۰/۰۱۴ (۰/۰۶۶)**		
۰/۰۰۲۵ (۰/۰۰)***	۰/۰۰۴ (۰/۰۰۳)***	۰/۰۰۰۹ (۰/۰۰)***	CWAT	
-۰/۷۰۳ (۰/۱۱)***	-۰/۷۲ (۰/۰۹۵)***	۰/۰۲۴ (۰/۷۷)	VGNP	Short Term effects
۰/۰۰۰۱ (۰/۰۱۵)**	۰/۰۰۰۱ (۰/۰۲۵)**	۰/۰۰۰۱ (۰/۱۸)	PWAT	
-۰/۳۹۶ (۰/۱)	-۰/۲۰۹ (۰/۳۷۲)	-۰/۱۸۷ (۰/۱۱)**	CAT	
-۰/۰۰۳۴ (۰/۱۹۸)	-۰/۰۰۳ (۰/۲۲۲)	-۰/۰۰۳۵ (۰/۳۹)	TP	
۰/۰۰۰۲ (۰/۶۵۹)	۰/۰۰۰۳ (۰/۵۷۱)	۰/۰۰۰۶۲ (۰/۵۲)	Tech	
۰/۲۷۸ (۰/۰۱۵)**	۰/۱۵۶ (۰/۰۲۳)***	-۰/۱۲۲ (۰/۱۱)	Degr	

*** (۰/۰۳) (۰/۱۱)	(۰/۱۵۳) (۰/۰۷۴)	*** (۰/۰۱) (۰/۰۳۶)	WATG	
*** (۰/۰۰۸) (۰/۰۰۱۶)	*** (۰/۰۰۵) (۰/۰۰۱۶)	(۰/۱۸۸) (۰/۰۰۰۱)	WATC	
(۰/۱۲۷) (۰/۰۰۰۰۹)	(۰/۰۹۹) (۰/۰۰۰۰۵)	(۰/۳۲) (۰/۰۰۰۰۹)	TWAT	
*** (۰/۰۰۲) (۰/۰۰۰۰۱۳)	*** (۰/۰۰۱) (۰/۰۰۰۰۱۴)	(۰/۴۳) (۰/۰۰۰۰۱)	swater	
(۰/۱۰۱) (۰/۴۴۱)	*** (۰/۰۹۴) (۰/۴۸۱)	(۰/۵۵) (۰/۰۴)	T	
*** (۰/۰۰۹) (۰/۰۰۷۷)	*** (۰/۰۳۳) (۰/۰۰۶)	*** (۰/۰۰۲) (۰/۰۰۰۱۵)	CWAT	Long Term effects
(۰/۱۶۵) (۰/۹۸۲)	(۰/۱۳۲) (۰/۰۵۷۱)	(۰/۶۴۸) (۰/۰۷۴۹)	VGNP	
*** (۰/۰۷۵) (۰/۰۰۰۲۵)	*** (۰/۰۹۹) (۰/۰۰۰۰۲)	(۰/۳۲۸) (۰/۰۰۰۰۲)	PWAT	
(۰/۱۶۱) (۰/۵۵۲)	(۰/۵۹) (۰/۲۱۴)	*** (۰/۰۱۴) (۰/۳۳)	CAT	
(۰/۲۶۶) (۰/۰۰۴)	(۰/۳) (۰/۰۰۴)	(۰/۴۸۷) (۰/۰۰۰۰۵)	TP	
(۰/۶۸۸) (۰/۰۰۰۳)	(۰/۵۷) (۰/۰۰۰۰۴)	(۰/۴۵۷) (۰/۰۰۰۰۱)	Tech	
*** (۰/۰۶۶) (۰/۷۸)	*** (۰/۰۸۷) (۰/۶)	(۰/۲۲۵) (۰/۱۷۸)	Degr	
*** (۰/۰۰۶) (۰/۰۱۵)	(۰/۲۹۵) (۰/۰۰۸۸)	*** (۰/۰۰۳) (۰/۰۰۶)	WATG	
*** (۰/۰۲۳) (۰/۰۰۰۲۳)	*** (۰/۰۱۴) (۰/۰۰۰۲۳)	(۰/۸۲۵) (۰/۰۰۰۰۴)	WATC	
(۰/۱۵۴) (۰/۰۰۰۰۱)	(۰/۹۱۷) (۰/۰۰۰۰۶)	(۰/۳۳۴) (۰/۰۰۰۰۰۱)	TWAT	
*** (۰/۰۱۱) (۰/۰۰۰۰۱۸)	*** (۰/۰۰۴) (۰/۰۰۰۰۲)	(۰/۳۱۷) (۰/۰۰۰۰۲)	swater	
۱/۲۶	hausman آزمون	۰/۷۲۴	R ²	

relaxation را در نظر گرفته شد. سپس، در این پژوهش با کاربرد مدل پانل پویای تصادفی با کاربرد روش گشتاورهای تعمیم یافته فضایی در دوره ۱۳۹۰-۱۳۹۷ در ۳۱ استان اثر آستانه‌ای استخراج منابع آب بر شاخصه‌ای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۷ کل بهره‌وری منابع آب منطقه‌ای در استان‌های کشور ایران به طور قابل توجهی متفاوت بود و توزیع فضایی بسیار نابرابر بود. با این حال، بهره‌وری از کرمان، سمنان، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و یزد روند پایین رو به وخامت گذاشته است. از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۷، بهره‌وری زیست محیطی استفاده از منابع آب در مرحله دوم نشان داد که روند رو به رشد در سال‌های اخیر داشته و در حال کاهش می‌باشد. با استفاده از فرآیند تولید دو مرحله‌ای با توجه به خروجی نامطلوب، تجزیه و تحلیل رابطه دو مرحله‌ای بین تولید آلاینده‌های آب و دفع در این مطالعه نشان می‌دهد که مرحله دوم دفع آلودگی آب عمدتاً بر تولید آب بر کارایی کلی سیستم تأثیر می‌گذارد. در حال حاضر، بحران آب در کشور به دلیل استفاده گسترده از آب، منجر به درخواست بیش از حد ظرفیت منابع آب شده است. این الگوی بهره‌برداری دارای اثرات جدی برای محیط زیست خواهد داشت. با اجرا مقررات زیست محیطی باید الگوهای استفاده از آب را تغییر داد و حفاظت از آب را تقویت کرد. برای افزایش بهره‌وری کل آب در این سیستم‌ها، کشور باید به طور قابل توجهی تسهیل باز یافت و استفاده مجدد از فاضلاب را در فرایندهای تولید افزایش دهد. علاوه بر این، لازم است که مدیریت تصفیه فاضلاب صنعتی را تقویت کرد. ضروری است که نظارت و بازرسی شرکت‌های بزرگ تولید آلودگی را برای دستیابی به استانداردهای تخلیه آب تقویت گردد. نتایج این پژوهش با مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. بهره‌وری بهره‌برداری منابع آب منطقه‌ای در کل منطقه، دارای تفاوت‌های مکانی قابل توجه است: مناطق بهره‌وری بالاتر عمدتاً در امتداد شمال کشور و شمال غربی ایران بهره‌وری بالاتری

منبع: یافته‌های پژوهش (** و ***) به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد) Y_i ، T، WATC، CWAT، VGNP، TP، Tech، Degr، WATG، TWAT، WATC، TWater. water به ترتیب کارایی مصرف آب در هر استان، لگاریتم دما، لگاریتم منابع آب سرانه، لگاریتم بهره‌وری مصرف آب، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، لگاریتم محصول غله سرانه، لگاریتم پیشرفت فناوری، لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد هر استان، لگاریتم منابع آب کشاورزی، لگاریتم مصرف آب شرب روزانه، لگاریتم مصرف کل آب و آب مصرفی صنعت است. نتایج جدول (۴) اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثر کل (سریزهای فضایی) را در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد. نکته اصلی الگوی دوربین فضایی این است در کوتاه‌مدت چهار متغیر دما، منابع آب سرانه، بهره‌وری مصرف آب، تولید ناخالص داخلی سرانه، کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، پیشرفت فناوری و درجه باز بودن اقتصاد هر استان به صورت معنادار، اثر غیر مستقیمی بر کارایی زیست محیطی منابع آبی کشور دارد. بنابراین متغیرهای دما، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد هر استان، درجه باز بودن اقتصاد هر استان و مصرف کل آب در کوتاه‌مدت بیشترین تأثیر معنی دار و منفی بر کارایی منابع آب در استان‌های موردنظر خواهد داشت ولی در بلندمدت شش متغیر منابع آب سرانه، بهره‌وری مصرف آب، درجه باز بودن اقتصاد هر استان، منابع آب کشاورزی، مصرف آب شرب روزانه و آب مصرفی صنعت به صورت معنادار، اثر مستقیمی بر کارایی منابع آبی استان‌های کشور دارد. مقایسه اثرات افزایش بهره‌وری منابع آب نشان می‌دهد که تأثیر غیرمستقیم آن بر سطح مصرف منابع آب، بیشتر از اثر مستقیم آن است.

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مطالعه، کارایی زیست محیطی منابع آب در کل کشور و برای ارزیابی کارایی از مدل متغیر کمبود (slack-based) مبتنی بر

و ساختار صنعتی قابل توجه است و عامل اصلی تأثیرگذار بر بهره‌وری کل منابع آب در کشور می‌باشد. اثرات فرسایشی مصرف آب داخلی و ساختار صنعتی اثرات قابل توجهی دارد. با توجه به اثرات مستقیم و غیر مستقیم فضایی داخلی مصرف آب در تمام مناطق باید به نسبت بیشتر کاهش یابد. از نظر ساختار صنعتی، صنعت با ارزش افزوده بیشتر و صنعت سبز باید ارتقا یابد. مکانیسم بازار کامل باید برقرار شود و سیاست‌هایی برای توسعه صنعتی باید به طور نزدیک با سیستم استفاده پایدار آب مرتبط باشد. پیشنهاد می‌شود برای ارزیابی طرح‌های دیگر، با توجه به خروجی نامطلوب هر طرح تولید می‌کند، این مدل می‌تواند به راحتی در ارزیابی کارایی انرژی و سایر منابع در هنگام ارزیابی کارایی کلی سیستم مورد استفاده قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که در استان‌های با کارایی کمتر به منظور بهبود کارایی، ساختارهای تولید و فناوری با به کارگیری هر چه بیشتر از فناوری‌های سازگار با منابع آبی به جای فناوری‌های مخرب و آلاینده روی آورند و نیز پیشنهاد می‌گردد که دولت با اجرای قوانین سختگیرانه در جهت حفظ منابع آبی کشور مجبور کنترل و بهبود کارایی مصرف آب کشور گردد.

نسبت به شرق کشور و جنوب غربی می‌باشد. هر منطقه نیاز به همکاری منطقه‌ای و ارتباطی با شرایط خاص خود دارد تا به تدریج میزان بهره‌وری منابع آب منطقه‌ای را از کمترین به بالاترین تغییر برده. راندمان بهره‌برداری از منابع آب منطقه‌ای ایران، نشان دهنده تأثیر مستقیم فضایی مثبت و اثرات فضایی در هنگام تحلیل تأثیرات جانشین عوامل موثر بر آن است. مسئولین هر منطقه باید سیاست‌های مبتنی بر شرایط محلی را بسازد و روابط بین سیاست حفاظت از آب، مصرف آب خانگی، ساختار صنعتی و ... را هماهنگ کند. با توسعه اقتصادهای منطقه‌ای، عوامل تأثیرگذار بر مناطق مجاور بهره‌وری منابع آب می‌توانند کارایی مناطق منطقه‌ای با اثرات ناگهانی فضایی را افزایش دهند. برای توسعه درآمدت ضروری است که شکاف بهره‌وری استفاده آب از استان‌ها و شهرها را از طریق مبادلات اقتصادی و تکنولوژیکی بین منطقه‌ای ارتقا داد. بهره‌وری کلی منابع آب منطقه‌ای کشور نه تنها با مصرف آب خانگی، GDP در سرتاسری و درجه باز شدن اقتصاد منطقه، مصرف آب، ساختار صنعتی و آب در صنعت، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم مصرف داخلی آب، درجه باز شدن

منابع

- انصاری ح، بوستانی آ، طباطبایی ع، و. و. فروش م. (۱۳۹۶). بررسی مدیریت مصرف و برآورد میزان تقاضای آب شرب شهری مشهد در افق ۱۴۲۰ (یادداشت فنی). آب و توسعه پایدار، ۴(۱): ۱۲۵-۱۳۲.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۸). www.cbi.ir
- تقفی، علی اصغر، ۱۳۹۵، تحلیل و ارزیابی عوامل اثر گذار در مدیریت پایدار منابع آب در بخش کشاورزی، اولین همایش ملی مدیریت آب با رویکرد مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی، همدان، دبیرخانه دائمی همایش
- رفیعی دارانی، ه. و قربانی، م. ۱۳۹۳. مشارکت نیروی کار در اقتصاد ملی: تحلیلی در چارچوب رگرسیون فضایی، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۱۸.
- زراء نژاد، م. و منصوری، س. ا. ۱۳۹۴. بررسی آثار متقابل فضایی همسایگی بر نوسانات تجارت بین‌الملل: رویکرد اقتصادسنجی ترکیبی فضایی و هموارسازی موجک. تحقیقات اقتصادی، ۴(۵۰): ۸۳۵-۸۵۹.
- سازمان هواشناسی کل کشور (۱۳۹۷-۱۳۹۰)
- سالنامه آماری جهاد کشاورزی. (۱۳۹۷-۱۳۸۹).
- سلامی، ح. نعمتی، م. ۱۳۹۲. بررسی ریسک سیستماتیک عملکرد و عوامل مؤثر بر شدت آن در محصول سیب در ایران، کاربرد الگوهای اتورگرسیو فضایی، مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، شماره ۴.
- سیف اله مراد، حمیدی رزی داود. ۱۳۹۶. عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای فضایی. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۳(۵۳): ۶۱-۱۰۳.
- طالبلو، ر. محمدی، ت. و پیر دایه، ه. ۱۳۹۶. تحلیل انتشار فضایی تغییرات قیمت مسکن در استان‌های ایران؛ رهیافت اقتصادسنجی فضایی، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال هفدهم، شماره ۶۶.
- کرد س، حسینی س م، سردار شهرکی ع، تخصیص بهینه آب مخزن سد گلستان تحت کاربرد الگوریتم فرا ابتکاری رقابت استعماری، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ۱۳۹۷
- گمرک جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۸). www.irica.gov.ir
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۸). www.amar.org.ir
- منجدب، م. ر. و نصرتی، ر. ۱۳۹۷. مبانی اقتصادسنجی همراه با ایویوز و استاتا، انتشارات مهربان
- مولایی، م. حصار شرمه، ن. و جوان بخت، ع. ۱۳۹۶. برآورد کارایی زیست‌محیطی نهاده-محصولات کشاورزی (مطالعه موردی: کارایی زیست‌محیطی تولید برنج. مجله علمی پژوهشی اقتصاد کشاورزی، ۱۱(۲): ۱۵۷-۱۷۲.
- نوروزیان، م، حسینی. س م، اسفندیاری. م، و موسی پور. ش، ۱۳۹۸، بررسی کارایی زیست‌محیطی پنبه کاران کشور. مجله علوم زیست محیطی تهران.
- نوروزیان، م، حسینی، س. م، اکبری، ا. و دادرس مقدم، ا. ۱۴۰۰. عوامل موثر بر کارایی زیست محیطی کلزاکاران در استان‌های ایران (رهیافت اقتصاد سنجی مکانی). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۳(۴).

- An, Q., Chen, H., Wu, J., et al., 2015. Measuring slacks-based efficiency for commercial banks in China by using a two-stage DEA model with undesirable output. *Ann. Oper. Res.* 235 (1), 13e35.
- Anselin, L., 1995. Local indicators of spatial association-LISA. *Geogr. Anal.* 27 (2), 93e116.
- Avkiran, N.K., McCrystal, A., 2012. Sensitivity analysis of network DEA: NSBM versus NRAM. *Appl. Math. Comput.* 218 (22), 11226e11239.
- Byrnes, J., Crase, L., Dollery, B., Villano, R., 2010. The relative economic efficiency of urban utilities in regional New South Wales and Victoria. *Resour. Energy Econ.* 32, 439e455.
- Elhorst P. 2013. Spatial Panel Data Models. *Handbook of applied spatial analysis*. Edited by Fisher, M.M.
- Halleck V S, Elhorst J P, 2015. The SLX models. *Journal of Regional Science*, 55(3): 339-363
- Karaçuka, M., and Catik, N. A. 2011. A Spatial Approach to Measure Productivity Spillovers of Foreign Affiliated Firms in Turkish Manufacturing Industries, Düsseldorf Institute for Competition Economics (DICE) Discussion Papers, No. 21.
- Karamouz, M., Nazif, S., Sherafat, M.A., Zahmatkesh, Z., 2014. Development of an Optimal Reservoir Operation Scheme Using Extended Evolutionary Computing Algorithms Based on Conflict Resolution Approach: A Case Study, *Water Resources Management*, Vol 28, pp. 3539-54,
- Ma, H.L., Shi, C.L., Chou, N.T. 2016. China's water utilization efficiency: an analysis with environmental considerations. *Sustainability* 8 (6), 516-531.
- Tone, K., 2003. Dealing with Undesirable Outputs in DEA: a Slacks-based Measure (SBM) Approach. *GRIPS Research Report Series*, 2003.
- Sun, C.Z. Zhao, L.S. and Zou, W. 2014. The interprovincial water resources global environmental technology efficiency measurement in China and its spatial effect. *J. Nat. Resour.* 4 (29), 553-563.
- Vega, S. H., and Elhorst, J. P. 2013. On spatial econometric models, spillover effects, and W, Paper presented at the 53rd ERS Congress, Palermo, Italy.
- Xilong, Y. Wei, F. Xiaoling, Z. Wenxi, W. Chentao, Z. and Shaqiu, Y. 2018. Measurement and decomposition of industrial green total factor water efficiency in China, *Journal of Cleaner Production*,(198):144-1156.
- Zhao, L. Sun, C and Liu, F. 2017. Interprovincial two-stage water resource utilization efficiency under environmental constraint and spatial spillover effects in China, *Journal of Cleaner Production*, 164:715-725

Environmental efficiency of the country's water resources under environmental constraints and increasing spatial effects in Iran

Mohammad Norouzian^{1*}, Hassan Aama Bandeh gharaee², Hassan Mehrafarin³, seyed mahdi Hosseini⁴

*1- Ph.D. student in the Department of Agricultural Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchistan, Iran.

2- Assistant Professor, Faculty Member, Payame Noor University, Kashmar Branch, Iran.

3- Graduate of International Management, Islamic Azad University, Neishabour Branch, Iran

4- Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Environmental Sciences and Agriculture, Sistan and Baluchistan University, Iran

*Email Address : norozianali@yahoo.com

Abstract

Water can be considered as one of the most important factors of growth and economic development of each country. The lack of water resources and low efficiency of methods of operation in the country has made the country to use excessive groundwater resources and have environmental problems in Iran. In this study, environmental efficiency of water resources across the country in order to evaluate the efficiency of the variable - based model (slack - based) model on relaxation was considered. Then, in this study, using the dynamic panel model with the application of the generalized moments of space in 2011 - 2018 in 31 provinces, the effect of threshold extraction of water resources was studied. The results of the overall efficiency of the first stage were significantly higher than the performance of water resources in the second stage and the overall efficiency was close to the effectiveness of the second stage and the efficiency of the second stage determined the overall effectiveness of the environmental efficiency of Isfahan, Kerman, Semnan, North Khorasan, South Khorasan, Razavi Khorasan, and Yazd. The SAR space variable had a coefficient 0.142, which indicated that the efficiency of water resources across the provinces, where the geography location was independent of political divisions, had spatial effects on the real GDP of the neighboring provinces. overall efficiency of water resources had sudden spatial effects and the overall efficiency of regions was affected by neighborhood regions. Direct and indirect effects of internal water consumption, opening degree and industrial structure had meaningful effect on the overall efficiency of water resources in Iran. The spatial effects of internal water consumption and industrial structure had a significant effect. In order to improve the efficiency of water resources, the government, citizens and farmers should focus on solutions such as reducing pollution, saving domestic water and converting industrial structures. It was suggested that in the lower - efficiency oblasts with less efficiency in order to improve efficiency, production structures and technologies with the use of more efficient water resources rather than destructive and polluting technologies, the government controled and improved the efficiency of the country 's water consumption by implementing strict laws to protect the country 's water resources.

Introduction

Today, water shortages are the biggest problem in the world, and the crises caused by the lack of freshwater resources pose a serious threat to sustainable development, the environment, health and well - being of human beings, so that it forces governments to change how to deal with these resources and include collaborative management practices in all stages and levels of water and environmental management (Zhao et al., 2017). However, water shortages and water quality problems have increased in Iran in recent decades (Norouzian, et al 2021) The indirect distribution of water resources reduces limited access to water. Iran 's water resources are currently facing pollution and environmental (Kurd 2018). Nowadays, humans face many problems in the development process to supply water. This situation in arid climates, where ecosystems involved in water supply is more fragile and makes critical problems with drought and excessive removal of water reservoirs with more critical conditions. The limitations of water resources, rapid population growth and the need for more production have caused the agricultural sector to demand more for consumption, so the most important challenges of the agricultural sector in these regions are less likely to produce more food than water (Saghafi, 2016). Considering the limitations of water resources available in the country and increasing demand for different water consumption in all its aspects and thus reaching the critical boundary using water resources, renewable water resources are required to provide water security, codified rules on this basis for balancing water consumption and water supply. managers ' knowledge

of available water resources and generally all the relevant categories of different methods of demand management decisions and especially the determination and estimation of effective factors are considered as the most essential items in water management (Ansari et al., 2017).

Method

in this study, the efficiency of the water resources of the provinces is estimated using the model (SBM) and then has been examined using the Spatial Durbin model (SDM) the effect of effective economic factors and water consumption in different sectors. Based on the non - linear measurement model and the deficit variable (slack - based), the undesirable output proposed by (Tone, 2003) is considered to be efficient compared to fixed - scale. Undesired production system model is based on a lack of slack - based measurements and production facilities (Zhao et al., 2017).

Spatial Econometric Models

The spatio econometric is the branch of the econometric that considers the spatial effects. The spatial effects are more than that of the factors related to the location of the variables and can be explained in terms of spatial dependence, spatial correlation, spatial differentiation, or spatial structure. It is similar to econometric with geographic statistics and spatial statistics, but the spatial econometric difference with them is just the same as the econometric difference (Anslin, 1995). in general, the spatial model of the spatial regression consists of the general pattern of the spatial regression (SAC), the spatial pattern of the regression (SAR), the regression model with spatial autocorrelation, such as the disturbances (SEM) and the Spatial Durbin model (SDM), (Salami and Nemati ,2012). To estimate the effective factors on water resources efficiency in Iranian provinces, the spatial econometric approach has been used. on this basis, the models of spatial regression, spatial error, spatial camera model and the general spatial model are estimated and finally the final optimal model is selected. In order to determine the indirect effects of the spillover, the spatial camera model has been studied and the effects of the variable spillover efficiency are estimated in the provinces of Iran. The spatial econometric models, as indicated, are included 4 kinds, that are briefly described. Among the spatial econometric models, the spatial error model (SEM) is not possible to measure the effects of the regional spillover (Vega and Alorest, 2013; Carachoca and Catic 2011). The spatial camera model and the general model show the results of the effects of the spillover effects (spatial)strain (Zaranejad and Mansuri, 2015). In order to determine the most appropriate model, it is necessary to take these steps. At first the regressions of the estimated spatial econometric models are estimated, then the Moran 's test to determine the spatial effects must be confirmed and Based on LM statistics (Florax et al 2003) from the spatial econometric models (SAR, SEM, SDM, SAC) the optimum model is chosen. At the end the direct and indirect effects (spillover) are estimated. According to literature, spatial models are considered as follows (Alorest, 2015).

Conclusion

in this study, environmental efficiency of water resources across the country in order to evaluate the efficiency of the variable - based model (slack - based) model on relaxation was considered. Then, in this study, using the dynamic dynamic panel model with the application of the generalized moments of space in 2011 - 2018 in 31 provinces, the effect of threshold extraction of water resources was studied. The results showed that from 2011 to 2018 the total energy efficiency of regional water resources in the provinces of Iran was significantly different and spatial distribution was very unequal. However, the efficiency of Kerman, Semnan, Northern Khorasan, South khorasan, Khorasan, and Yazd is deteriorating. From 2011 to 2018 the environmental productivity of water resources in the second stage showed that the growing trend in recent years was declining. Using the two - step production process with respect to the undesirable output, the two - stage relationship analysis between production of water pollutants and disposal in this study showed that the second stage of disposal of water pollution affects the overall efficiency of the system. Currently, the water crisis in the country has resulted in excessive demand for water resources due to widespread use of water. This pattern of exploitation will have serious effects on the environment. The implementation of environmental regulations must change the patterns of water use and strengthen protection of water. To increase the total water efficiency in these systems, the country has to significantly facilitate recycling and reuse of sewage in production processes. Moreover, it is necessary to strengthen the management of industrial wastewater treatment. It is essential to strengthen oversight and inspection of large - scale pollution production companies to meet water depletion standards. The results of this study correspond to the study by Zhao et al (2017). The efficiency of regional water resources in the whole region has signifi-

cant spatial differences: higher productivity regions mainly along the North and North West of Iran are higher productivity than East and Southwest of Iran. Each region needs regional co - operation and communication with its own conditions to gradually change the efficiency of regional water resources from the lowest to the highest.

Key Words:

Ecological, Pollution, Spatial available, Water Resources,