ارائه الگوی محاسبات ردپای آب بر اساس مدل معادلات ساختاری

مهناز میرزاابراهیم طهرانی[1]* ، رضا مرندی [2] و مریم نعمتی [3]
۱ و۲.گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳.گروه مدیریت محیط زیست گرایش HSE، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۳/۱۸

چکیده

این تحقیق برحسب هدف کاربردی و شیوه گردآوری داده‌ها توصیفی از نوع همبستگی می‌باشد. روش گردآوری اطلاعات مطالعات پیشینه کتابخانه‌ای و بخش میدانی استفاده از جامعه آماری و توزیع پرسشنامه انجام‌گرفته است. سؤالات پرسشنامه با بهره‌گیری از طیف لیکرت به شکل ۵ گزینه‌ای و سطوح رتبه‌ای با پایایی ۰/۸ انجام و رواسازی به شکل صوری صورت گرفته است. حجم نمونه انتخاب شده براساس کیفی بودن تحقیق و بهره گیری از مدل معادلات ساختاری از جدول مورگان –جامعه آماری۱۰۰ نفره با سطح اطمینان ۹۹ درصد- (۹۹ نمونه) انتخاب شد. با انتقال اطلاعات پرسشنامه از نرم افزار SPSS به نرم افزار AMOS پس از رسم مدل معادلات ساختاری (تحلیل مسیر تأییدی) پس از اعمال آخرین اصلاحات در مدل تحلیل عاملی تأییدی، نتایج مدل معادلات ساختاری اعم از ضرایب رگرسیونی استانداردشده و ضرایب توان دوم همبستگی چندگانه (معادل ضریب تعیین)، استخراج و گزارش‌شده است. یافته های توصیفی متغیرها نیز نشان می دهد از هشت متغیر آشکار (فنی، علمی، سیاسی، مالی، فرهنگی، اجتماعی، زمان و مکان) بیشترین میانگین (مطابق طیف لیکرت) پاسخ های پرسشنامه مربوط به عوامل فرهنگی و کمترین میانگین مربوط به عوامل علمی می باشد. نرمالیته متغیرها با بررسی چولگی و کشیدگی آنها سنجش و نرمال گزارش گردید. تحلیل عاملی مرتبه اول برای بررسی بارهای عاملی متغیرها و برازش مدل انجام شده و بدلیل مطلوب بودن ۳ شاخص از ۵ شاخص گزارش شده نتیجه برازش مبنی بر مطلوب بودن متغیرها می باشد. یافته های مدل ساختاری تایید می نماید که کنترل منابع اب بر ردپای آب- محاسبات ردپای آب بر توسعه اجتماعی-اقتصادی و محیط زیست تاثیر دارد. معناداری مسیر متغیرها با شاخص نسبت بحرانی (CR) مسیر ردپای آب با عوامل اجتماعی-اقتصادی با CR برابر ۵۵/۰۱ از معناداری بیشتری برخوردار است. با توجه به اهداف تحقیق، و مدل ارائه‌شده می‌توان نتیجه گرفت، به کنترل درآوردن منابع آبی به‌طور مستقیم تابع عوامل متعدد فنی، علمی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، زمان و مکان و تأثیرگذار در محاسبات ردپای آب می باشد. تحت تأثیر موارد برشمرده، مباحث کلان محیط زیستی و توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی نیز تحت تأثیر محاسبات ردپای آب قرار می‌گیرند. با بررسی مطالعات گذشته در خصوص ردپای آب به‌وضوح می‌توان نارسایی هر تحقیق را دریافت به خصوص در بخش داخلی که اساساً ماهیت اندازه‌گیری ردپای آب بالأخص همگام با استانداردی جهانی و برمبنای آن تاکنون انجام نگرفته است. همچنین در مقالات حاضر بیشترین نگرانی‌های مطرح‌شده به جهت عدم مدیریت صحیح منابع آب بوده که نگرانی‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و محیط‌زیستی به‌صورت مجزا اشاره‌شده است. در مدل ارائه‌شده سعی شده بخشی از کاستی‌های علمی جبران شده و قدمی تازه در محاسبات نهاده شود.

واژگان کلیدی: ردپای آب، مدل معالات ساختاری، محیط زیست، عوامل اقتصادی و اجتماعی، توسعه پایدار

---

*نگارنده پاسخگو: tehrani.mah@gmail.com

مقدمه

پیشرفت و توسعه بشر به همراه رشد جمعیت و افزایش تقاضا ازیک‌طرف و محدودیت عرضه منابع طبیعی از طرف دیگر باعث شده است استفاده بهینه و مناسب از این منابع از اهمیت زیادی برخوردار باشد، در این میان منابع آب به دلیل روند رو به رشد مصارف آب به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه از اهمیت مضاعفی برخوردار است(Manzardo *et al*., 2016) . ایران به دلیل واقع شدن در اقلیم خشک و نیمه خشک و همچنین با رشد روزافزون مصارف آب در سال‌های آتی با خطر بروز بحران آب مواجه هست. لذا برای مقابله با آن می‌بایست نسبت به انواع مصرف آب با حساسیت بیشتری برخورد شود (Cha *et al*., 2017).

زمانی که خسارات واردشده به منابع آبی به‌صورت گروهی از استفاده‌کنندگان قابل‌توجه باشد ، اعتبار اجتماعی سازمان‌های استفاده‌کننده آب از به چالش کشیده شده و در برخی از موارد به مداخله دولت‌ها برای جلوگیری از این بحران‌ها منجر می‌شود و مواردی از قبیل : افزایش بهای آب و تصفیه آن ، محدود کردن تأمین منابع آبی و حتی خدشه وارد شدن به نام تجاری سازمان را در بردارد (اخوان و همکاران، ۱۳۸۹). در برخی از زمان‌ها ممکن است حتی به جلوگیری از فعالیت و تعطیل شدن سازمان توسط دولت منجر شود. با این توضیحات می‌توان گفت که تمامی سازمان‌ها و شرکت‌هایی که آب به‌عنوان یکی از منابع مهم و تأثیرگذار در فرآیند تولید محصول و یا ارائه خدمت آن‌هاست ، ارزیابی ردپای آب برای آن‌ها از اولویت‌های تحلیل ریسک‌های مدیریتی است و به‌شدت کسب‌وکار آن‌ها را تهدید می‌کند. به‌طورکلی هدف از ارزیابی ردپای آب تحلیل این موضوع است که فعالیت‌های انسان یا کالا و محصولات خاص چه ارتباطی با آلودگی و کمیابی آب‌دارند و چگونه می‌توان این فعالیت‌ها و کالاها را از نقطه‌نظر آب پایدارتر ساخت (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲).

همراه با رشد روزافزون جوامع و پیشرفت و توسعه صنایع متعدد در نقاط گوناگون دنیا، همواره بشر با چالش‌های متعددی روبه‌رو شده و در پی راهی برای تسهیل دستیابی به اهداف متعدد علمی برای کمک به این چالش‌ها برآمده است. (Lovarelli *et al*., 2016) بحران کمبود آب و تمرکز بر آن به‌خصوص در چندین دهه اخیر بی‌دریغ مورد توجه جوامع بین‌المللی و ملی بوده است. مجموع میزان مصرف و آلودگی آب را معمول به صورت حاصل جمع انبوه تقاضای مستقل برای آب و فعالیت‌های آلاینده در نظر می‌گیرند. به این واقعیت توجه چندانی نشده است که در نهایت، مجموع مصارف و آلودگی‌های آب به مقدار مصرف جوامع و ساختار اقتصادی جهانی که انواع کالاها و خدمات مصرفی را عرضه می‌کنند مرتبط دانست). Schererr, 2016)

تحقیق پیش رو به موازات سایر تحقیقات انجام شده با هدف ارائه الگویی برای محاسبات ردپای آب سعی داشته به موضوعات بحرانی در این زمینه بپردازد. اهمیت موضوع آب و نقش مؤثر و غیرقابل‌انکار آن در زندگی بشر موجب شده تا مبحثی به نام ردپای آب به وجود آید. برنامه‌ریزی منابع آب جایگاه خود را در روابط سیاسی ، اقتصادی و اجتماعی حاکم بر ملت‌ها و دولت‌ها خواهد یافت(سلطانی، ۱۳۹۱).

آب یکی از حیاتی‌ترین عناصر برای حفظ بقا و تعادل محیط زیست است و اهمیت موضوع آب و نقش مؤثر و غیر قابل انکار آن در زندگی بشر موجب شده تا مبحثی به نام ردپای آب به وجود آید. در سرتاسر جهان منابع آب شیرین طی دهه گذشته، به دلیل افزایش جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی و در نتیجه آن‌ها افزایش در تخصیص آب کمیاب‌تر شده‌اند، لذا در تحقیق حاضر، به بررسی فاکتورهای تاثیرگذار در محاسبات ردپای آب پرداخته شده است.

مواد و روش ها

این تحقیق برحسب هدف کاربردی و شیوه گردآوری داده‌ها توصیفی از نوع همبستگی می‌باشد. روش گردآوری اطلاعات پیشینه تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و بخش میدانی با استفاده از جامعه آماری و توزیع پرسشنامه انجام‌گرفته است. سؤالات پرسشنامه با توجه به اهداف تحقیق و بهره‌گیری از طیف لیکرت به شکل ۵ گزینه‌ای و سطوح رتبه‌ای مطرح‌شده است.سپس پایایی هریک از سؤالات و پایایی کل سنجیده شده و رواسازی گردیده است.

ازآنجایی‌که حجم نمونه تا حد زیادی به هدف و روش تحقیق بستگی دارد، در تحقیقات قوم‌شناسی یا کیفی معمولاً از نمونه کوچک استفاده می‌شود. برای پژوهش‌های توصیفی، مانند مطالعات میدانی و زمینه‌یابی، نمونه‌ای به حجم حداقل ۱۰۰ نفر نیاز است. لذا جهت بررسی درستی کار استفاده از پرسشنامه، با استفاده از جدول مورگان حجم نمونه‌ها برای توزیع پرسشنامه‌ها برآورد گردیده است. طبق ارزیابی‌های

انجام فرآیند در سطح اطمینان ۹۹٪ از جامعه ۱۰۰ نفری تعداد
۹۹ نمونه انتخاب گردید.(جدول ۱)

جدول ۱- حجم تفکیک نمونه انتخابی

صنایع	تعداد	نمونه
پتروشیمی و صنایع وابسته	۱۴	۱۴
صنایع غذایی	۲۲	۲۲
داروسازی	۱۸	۱۸
نیروگاه	۸	۸
صنایع لبنی	۲۴	۲۳
صنایع وابسته به محصولات کشاورزی	۱۴	۱۴
جمع	۱۰۰	۹۹

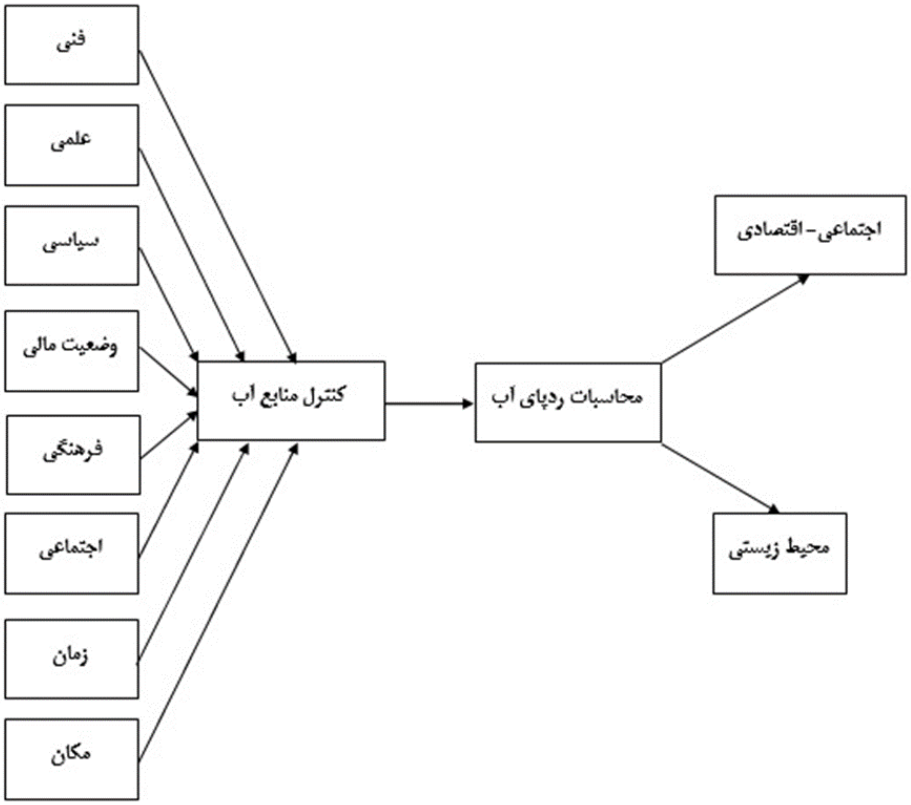
قابلیت اعتماد (پایایی و روایی)

قابلیت اعتماد یا پایایی تحقیق توسط آلفای کرونباخ برآورد شده است. این مقدار بین ۰-۱ در نوسان بوده و هرچه به عدد ۱ میل کند وسیله اندازه‌گیری به همان نسبت دارای اعتماد بالایی خواهد بود.پایایی کل : ۰,۸ ارزیابی گردید.

روایی پرسشنامه نیز به‌صورت اعتبار صوری پس از طراحی و تنظیم پرسشنامه با بررسی تعدادی از دانشجویان مقاطع دکتری و ارشد مورد ارزیابی قرار گرفت.

ارائه مدل مفهومی

بر اساس بررسی‌ها و تحقیقات انجام‌گرفته جهت ارائه مدل پیشنهادی، طرح زیر ترسیم گردیده است. تحقیقات گذشته بیان‌گر این هستند که مؤثرترین عوامل بر کنترل منابع آب هشت عامل اصلی زیر می‌باشند. تغییرات هرکدام از این عوامل اثراتی بر روی منابع آبی داشته و ازآنجاکه اگر منابع آبی تحت کنترل باشند محاسبات ردپای نتیجه‌ای نزدیک‌تر به واقعیت را به دست می‌دهد ، لذا این شکل مفهوم و ارتباطات فی‌مابین عوامل را قابل‌درک می‌نماید. اثرات مستقیم هشت عامل برشمرده بر کنترل منابع آب، در واقع اثری غیرمستقیم بر روی محاسبات ردپای آب دارد. با در نظر داشتن این نکته که تمامی محاسبات ردپای آب با اهداف کلان ازجمله اهداف محیط‌زیستی و رشد و توسعه پایدار، انجام می‌پذیرد، دو عامل تأثیرپذیر توسعه اجتماعی - اقتصادی و اثرات محیط‌زیستی به‌عنوان شاخص‌های نهایی مدل پیشنهاد گردیده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱-الگوی مولفه های موثر بر محاسبه ردپای آب

پیش‌فرض‌های مدل یابی معادلات ساختاری بررسی‌شده است ، و با استفاده از نرم افزار معادلات ساختاری (amos) تحلیل عاملی مرتبه‌ی اول ، برازش مدل ارزیابی‌شده و اصلاحاتی در مدل جهت بهبود مدل اعمال‌شده است.در آخر پس از رسم مدل معادلات ساختاری (تحلیل مسیر تأییدی) پس از اعمال آخرین اصلاحات در مدل تحلیل عاملی تأییدی، نتایج مدل معادلات ساختاری اعم از ضرایب رگرسیونی استانداردشده و ضرایب توان دوم همبستگی چندگانه (معادل ضریب تعیین)، استخراج و گزارش‌شده است.

بررسی پیش‌فرض‌های مدل یابی معادلات ساختاری

داده‌های گمشده

چنانچه در داده‌های خام استخراج‌شده از پرسشنامه‌ها ، آزمودنی (البته به‌شرط آنکه در کمتر از ۲۰ درصد سؤالات رخداده باشد) ، برخی سؤالات را بی‌پاسخ گذاشته باشد ، آن نمره داده گمشده (Missing Value) محسوب می‌شود که در این پژوهش پس از مشاهده این موارد ، با میانگین پاسخ سایر آزمودنی‌ها جایگزین شده است.

داده‌های پرت

داده‌های پرت (Outliers) نمراتی‌اند که در فاصله‌ی دورتری از سایر داده‌ها قرار می‌گیرند و از مقدار مورد انتظار بیشتر می‌باشند. دو نوع داده پرت تک متغیری و چند متغیری وجود دارد که برای بررسی داده‌های پرت تک متغیره که تنها بر روی یک متغیر نمرات بالاتر یا پایین‌تری دارد، می‌توان با رسم نمودار جعبه‌ای (Box Plot) به وجود آن‌ها پی برد و در صورت لزوم آن‌ها را با رعایت احتیاط حذف کرد. همچنین می‌توان در نرم‌افزار SPSS، نمرات Z متغیرها را محاسبه نمود و چنانچه نمرات Z بزرگ‌تر از قدر مطلق ۳ باشند، آن‌ها را از تحلیل حذف کرد، که در این تحلیل هیچ کدام از آزمودنی‌ها به‌عنوان داده پرت شناسایی نشدند.

برای بررسی داده‌های پرت چند متغیره از فواصل ماهالانوبیس استفاده می‌شود، اگر بیشترین فاصله ماهالانوبیس بزرگ‌تر از ارزش خی دو بحرانی با درجات آزادی معین (تعداد متغیرهای

مستقل یا پیش‌بین) در سطح آلفای ۰/۰۰۱ باشد ، مشکل داده پرت چند متغیری وجود دارد . در خروجی نرم‌افزار ایموس، چنانچه مقادیر ستون P1 جدول خروجی کوچک‌تر از ۰/۰۰۱ باشد ، آزمودنی کاندید داده پرت می‌باشد.

نرمال تک متغیره و چندمتغیره بودن متغیرها

نرمال بودن یکی از مفروضه‌های مهم است که قبل از اجرای تحلیل باید بررسی شود. از آنجا که بررسی نرمال چند متغیره بودن بسیار پیچیده می‌باشد، تنها به بررسی نرمال تک متغیره بسنده شده است. یکی از ملاک‌های متداول در بررسی این پیش‌فرض، محاسبه آماره‌های چولگی و کشیدگی می‌باشد. چنانچه هر دوی این آماره‌ها در بازه ۲- الی ۲+ قرار بگیرند، حاکی از نرمال بودن متغیر است. البته در برخی منابع رنج قابل قبول برای کجی (Skewness) را بازه‌ی ۳- الی ۳+ و بازه‌ی قابل‌قبول برای کشیدگی (Kurtosis) را ۱۰- الی ۱۰+ اعلام کرده‌اند.

جدول ۲- نتایج آماری برای بررسی نرمال بودن یافته ها

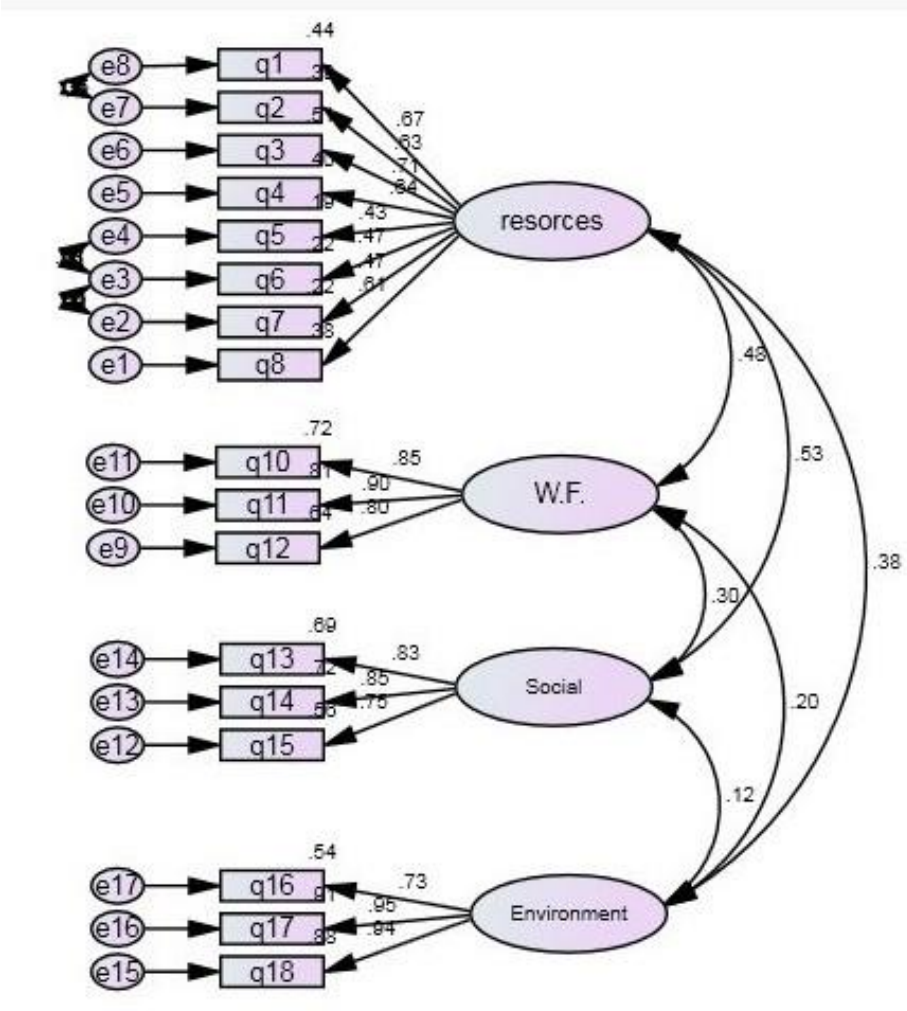
اعتبار	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8
تعداد نمونه	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹
داده گمشده	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کجی		-۱۱۱	-۰/۴۱۷	-۰/۱۷۵	-۰/۲۳۱	۰/۳۳۵	-۰/۴۲۴	-۰/۳۰
خطای استاندارد کجی		۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳
کشیدگی		۰/۳۷۰	-۰/۰۵	-۰/۵۳۰	-۰/۲۳۵	-۰/۲۴۳	۰/۴۷	۰/۰۵
خطای استاندارد کشیدگی		۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱

جدول ۳-آمار

	q10	q11	q12	q13	q14	q15	q16	q17	q18
تعداد نمونه	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹
داده گمشده	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کجی	۰/۰۹۱	۰/۰۸۰	-/۰۸۸	-۰/۱۴۲	-۰/۲۹۲	-۰/۱۵۸	-۰/۱۶۳	۰/۵۹	-۰/۱۲۸
خطای استاندارد کجی	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳	۰/۲۴۳
کشیدگی	-۰/۵۳۸	-۰/۵۱۲	-۰/۶۰۹	-۰/۹۶۰	۰/۵۴۳	-۱/۰۲۵	-۰/۷۹۷	۰/۸۲	-۰/۵۷۹
خطای استاندارد کشیدگی	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱	۰/۴۸۱

با توجه به مقادیر آماره‌های چولگی و کشیدگی در جداول(۲و۳) مشاهده می‌شود که تمام متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال یا نزدیک به نرمال تبعیت می‌کنند.

تحلیل عاملی تأییدی



شکل ۲- نتایج استانداردشده روی مدل تحلیل عاملی تأییدی Confirmatory Factor Analysis (CFA)

قبل از انجام تحلیل مسیر (مدل معادلات ساختاری)، بایستی برازش مدل ارزیابی شود تا نشانگرهای ضعیف در صورت وجود حذف شوند و شاخص‌های برازش تا حد ممکن در حد مطلوب حاصل شوند. این امر با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مرتبه اول (Confirmatory Factor Analysis) صورت پذیرفت.

نتایج

در این پژوهش، متغیرهای مکنون عبارت‌اند از متغیر Resources(کنترل منابع)، متغیر W.F. (رد پای آب)، متغیر Eco-Social (توسعه اقتصادی- اجتماعی) شو متغیر Environment (اثرات محیط‌زیستی). گویه ها یا نشانگرها (متغیرهای مشاهده‌پذیر) برای متغیر Resources عبارت‌اند از q1 (فنی)، q2 (علمی)، q3 (سیاسی)، q4 (مالی)،q5 (فرهنگی)، q6 (اجتماعی)، q7 (زمان)، q8 (مکان). همچنین متغیرهای مشاهده پذیر برای عامل W.F. عبارت‌اند از q10 وq11 و q12 . متغیرهای مشاهده‌پذیر برای عاملEco-Social عبارت‌اند از q13 وq14 و q15. متغیرهای مشاهده‌پذیر برای عامل Environment عبارت‌اند از q16 وq17 و q18 . تمام متغیرهای مکنون به همراه نشانگرهایشان از طریق کوواریانس به یکدیگر متصل شده و مدل اجرا می‌شود. چنانچه شاخص‌های برازش در حد مطلوب باشند، نیازی به اصلاح مدل نیست، اما چنانچه شاخص‌ها در رنج مطلوب حاصل نشوند باید اصلاحات صورت گیرد. اولین اصلاح حذف نشانگرها با بار عاملی کمتر از ۰/۴ می‌باشد. در مدل این پژوهش هیچ کدام از بارهای عاملی کمتر از ۰/۴ حاصل نشدند، اما شاخص‌های برازش در حد مطلوب در ابتدا به دست نیامد. لذا از طریق رسم کوواریانس بین خطاهای نشانگرها بر اساس پیشنهادات جدول Modification Indices در خروجی

ایموس، در نهایت شاخص‌های برازش به شرح جدول (۴) حاصل شد.

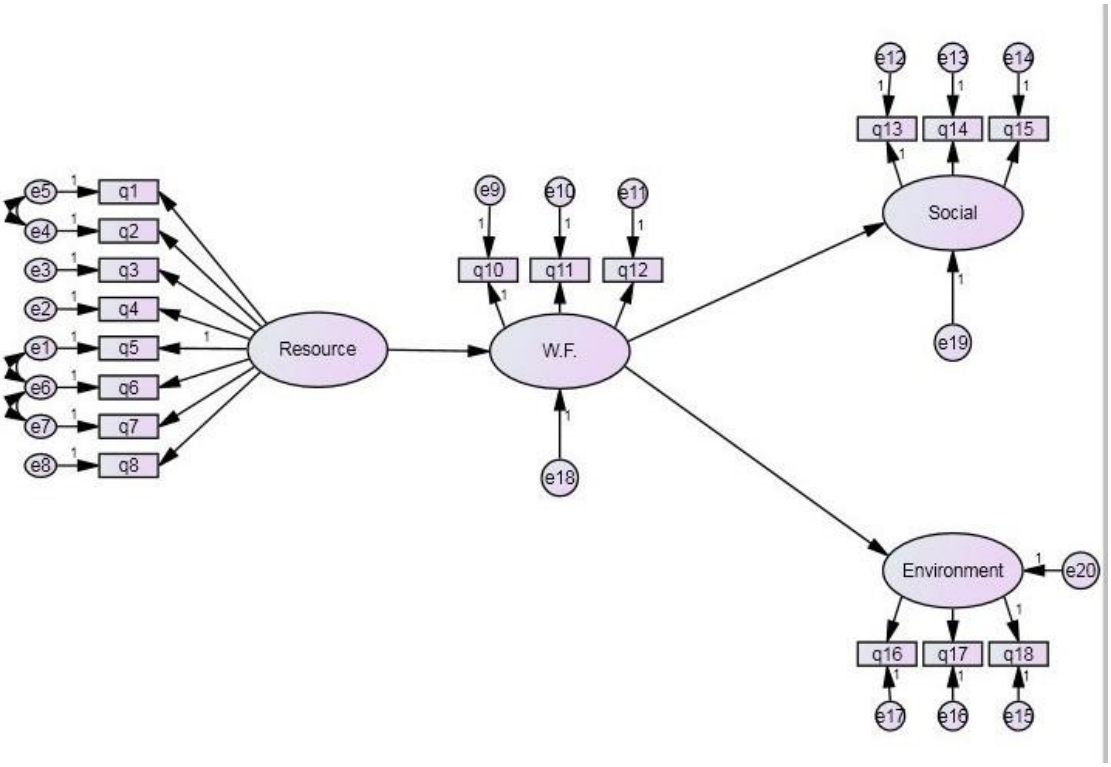
جدول ۴- شاخص‌های مدل

شاخص	مقدار آماره	وضعیت
Cmin / df	۳/۰۷۵	متوسط
RMSEA	۰/۰۸۱	متوسط
IFI	۰/۹۲۱	خوب
TLI	۰/۹۰۲	خوب
CFI	۰/۹۲۰	خوب

به‌طورکلی چنانچه شاخص کای دو تقسیم بر درجه آزادی(Cmin /df) کمتر از ۳ باشد (بین ۳ تا ۵ در سطح متوسط قابل‌قبول است) و شاخص RMSEA کمتر از ۰/۰۸ باشد (بین ۰/۰۸ تا ۱ نیز در سطح متوسط قابل‌قبول است) و سه شاخص از مجموع شاخص‌های برازش تطبیقی بزرگ‌تر از ۰/۹ باشند، شاخص‌های برازش مدل مطلوب حاصل شده است.

یافته‌های مدل ساختاری (تحلیل مسیر)

مدل معادلات ساختاری (SEM) پژوهش ترسیم‌شده در محیط ایموس گرافیک در شکل (۳) نمایش داده شده است.

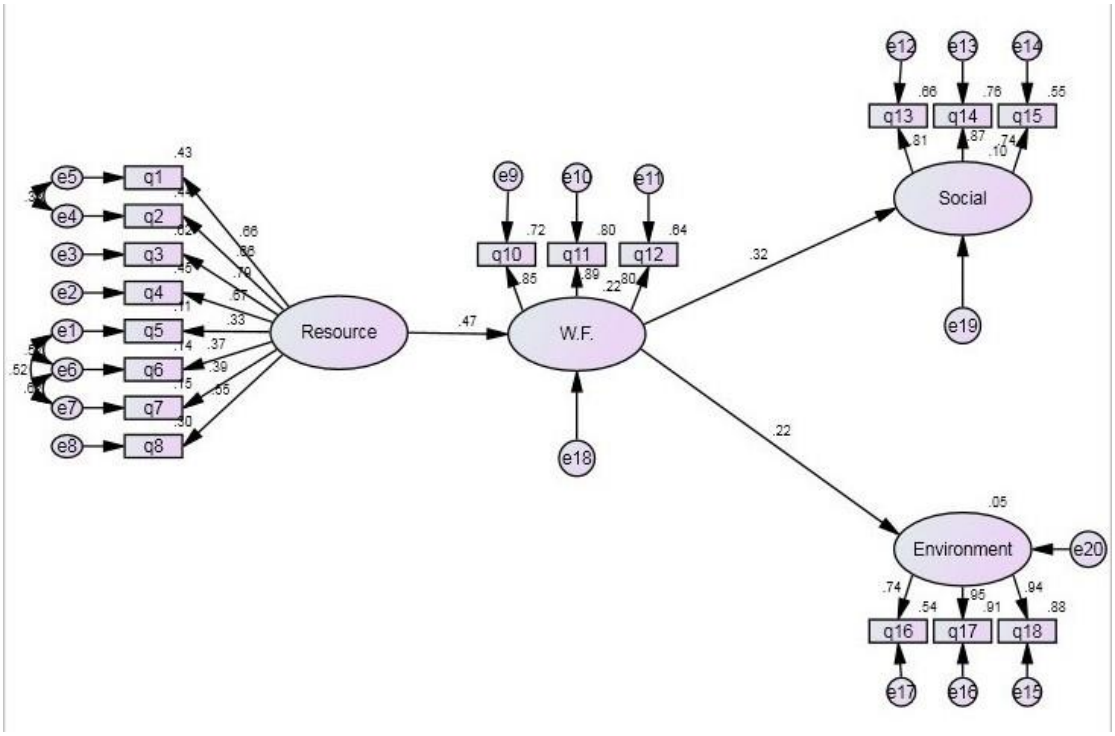


شکل ۳ - مدل معادلات ساختاری (SEM) پژوهش ترسیم‌شده در محیط ایموس گرافیک

ارزیابی مدل معادلات ساختاری (تحلیل مسیر تأییدی)

نتایج استانداردشده مدل معادلات ساختاری (SEM) در شکل (۴) نمایش داده شده است

.



شکل ۴-نتایج استانداردشده مدل معادلات ساختاری (SEM) تحقیق

در جدول (۵) نتایج تخمین تمام‌مسیرهای سازه گزارش‌شده است . آنچه در این پژوهش مهم است ضریب مسیر بین متغیرهای مکنون می‌باشد.

جدول ۵- شاخص‌های برآورد نمونه

شاخص	مقدار آماره	وضعیت
Cmin / df	**۲/۷۷۰**	**خوب**
RMSEA	**۰/۰۷۴**	**خوب**
IFI	**۰/۹۳۱**	**خوب**
TLI	**۰/۹۱۶**	**خوب**
CFI	**۰/۹۳۱**	**خوب**

جدول ۶- میزان رگرسیون

			میزان برآورد شده	S.E.	C.R.	P
W.F.	<---	Resources	۱/۲۷۰	۰/۲۷۹	۴/۵۵۶	***
Social	<---	W.F.	۰/۳۳۵	۰/۰۶۷	۵/۰۱۵	***
Environment	<---	W.F.	۰/۲۳۴	۰/۰۶۴	۳/۶۲۹	***

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر و ارائه شده در جدول شماره (۶)، معناداری هر یک از مسیرها با توجه به مقدار آماره‌ی نسبت بحرانی (C.R.) مشخص می‌گردد. چنانچه قدر مطلق این عدد بزرگ‌تر از مقدار ۱/۹۶ باشد، آن مسیر معنادار به دست‌آمده است. ضریب مسیر ۱/۲۷۰ برای مسیر از Resources به W.F. نشان می‌دهد که اولاً رابطه‌ی مثبتی بین این دو متغیر وجود دارد(T-Value> ۱/۹۶ و P< ۰/۰۰۱) ، ثانیاً به ازای هر واحد تغییر در متغیر Resources (به شرط ثابت فرض شدن سایر متغیرها)، مقدار متغیر W.F. به میزان ۱/۲۷۰ واحد تغییر می‌کند. ضریب مسیر ۰/۳۳۵ برای مسیر از W.F. به Social نشان می‌دهد که اولاً رابطه‌ی مثبتی بین این دو متغیر وجود دارد، ثانیاً به ازای هر واحد تغییر در متغیر W.F. (به شرط ثابت فرض شدن سایر متغیرها)، مقدار متغیر Social به میزان ۰/۳۳۵ واحد تغییر می‌کند. ضریب مسیر ۰/۲۳۴ برای مسیر از W.F. به Environment نشان می‌دهد که اولاً رابطه‌ی مثبتی بین این دو متغیر وجود دارد، ثانیاً به ازای هر واحد تغییر در متغیر W.F. (به‌شرط ثابت فرض شدن سایر متغیرها)، مقدار متغیر Environment به میزان۰/۲۳۴ واحد تغییر می‌کند.

با بررسی مقالات در خصوص ردپای آب به‌وضوح می‌توان نارسایی هر تحقیق را دریافت به‌خصوص در بخش داخلی که اساساً ماهیت اندازه‌گیری ردپای آب بالأخص همگام با استانداردی جهانی و برمبنای آن تاکنون انجام نگرفته است. همچنین در مقالات مطالعه شده بیشترین نگرانی‌های مطرح‌شده به جهت عدم مدیریت صحیح منابع آب بوده که نگرانی‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و محیط‌زیستی به‌صورت مجزا اشاره‌شده است. با در نظر گرفتن آب به‌عنوان کالایی اقتصادی و تأکید بر لزوم مدیریت تقاضای آب، نرخ‌گذاری را بهترین ابزار مدیریت منابع آبی دانسته و از سه بعد بنیادی، فنی و سیاسی به موضوع پرداخته است. عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب و قیمت نامناسب و ارزش‌گذاری نادقیق و عدم تبیین حقوق مالکیت آب از جمله مهم‌ترین عوامل پایین بودن کارایی بازار آب برشمرده می‌شوند. روش حسابداری برای قیمت‌گذاری آب در کشورهای توسعه یافته همراه با پارامترهای دیگری که عمدتاً متأثر از ارزش ذاتی آب مانند ارزش میراثی و وجودی انجام می‌پذیرد و قیمت‌گذاری تنها به روش حسابداری، در بلندمدت موجب اتلاف منابع آبی کشور می‌شود. وضعیت بحرانی منابع آب به‌خصوص در خاورمیانه و ساز و کارهای کنترل جمعیت، اصلاح الگوی مصرف و مدیریت تقاضای آب بیان‌شده است. شاخص‌های خشک‌سالی و شاخص منابع آب قابل‌دسترس در مقیاس روزانه در اقلیم‌های مختلف و مقایسه آن‌ها با نتایج رواناب ایستگاه‌های هیدرومتری و روابط بین آن‌ها پرداخته‌شده است و نتیجه‌گیری از آن نشان داده شاخص منابع آب قابل‌دسترس، اثرات خشک‌سالی را به‌عنوان تابعی از افت روزانه حاصل از تأثیر بارندگی در منابع آب منطقه‌ای به‌وضوح نشان می‌دهد. بررسی یک حوضه و طرح انتقال آب تأثیر تک‌بعدی روی بخش کشاورزی بررسی‌شده است. تعیین پروسه موازنه طبیعی آب متوسط ماهیانه عرضه آب، نزولات آسمانی و تقاضای طبیعی آب تبخیر و تعریق بالقوه محاسبه‌شده است. با مدل تعادل عمومی نتایج کم‌آبی بر متغیرهای کلان اقتصادی تفسیر شده که صراحتاً بیان می‌کند نتایج آن قادر به نشان دادن ارتباطات واضح مالی و اقتصادی و فیزیکی منابع آب نمی‌شود.

با جمع‌بندی اهداف تحقیق، فرضیه‌ها می‌توان بیان نمود که محاسبه ردپای آب در شرایط متفاوت و توسط پارامترهای مختلفی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و هشت پارامتر اشاره شده در این تحقیق به صورت مستقیم و غیرمستقیم در این محاسبات مؤثر هستند. به‌تبع این ارتباطات هرچه منابع آب بیشتری تحت کنترل درآمده باشند انجام صحیح‌تر و دقیق‌تر این محاسبات

امکان‌پذیرتر بوده و نتایج حاصل از این محاسبات قابل‌قبول و قابل استناد می‌باشد. در همین راستا بسیاری از اهداف کلان محیط‌زیستی وابسته به آب و حیات آبی متأثر خواهند شد. همچنین اهداف کلان اقتصادی-اجتماعی بی‌تأثیر از موارد نام‌برده نخواهند ماند.مدل ارائه‌شده صرفاً در قالب ساختار بوده و در قالب مورد مطالعاتی اجرایی نشده تا بتوان برآورد کمی از میزان مصرف آب، صرفه‌جویی آب، ردپای آب و میزان تأثیر عوامل مختلف بر این محاسبات انجام داد. به جهت برآورد حجم نمونه، دسترسی و برقراری ارتباط با کارشناسان حوزه محیط‌زیست مکان‌های صنعتی، تولیدی، سایر صنایع و سازمان‌ها با دشواری روبه‌رو بود. لذا زمان انجام تحقیق طولانی بود. نرم‌افزار مورداستفاده در برآورد مدل Amosدارای محدودیت‌هایی می‌باشد، به دلیل ضعف علمی در این زمینه ورژن جدید آن هنوز موجود نمی‌باشد .همان‌طورکه در بالا گفته شد مدل‌سازی معادلات ساختاری رویکردی تأییدی به تحلیل داده‌ها اتخاذ می‌کند. بعلاوه مدل‌سازی معادلات ساختاری با نیاز به از قبل مشخص شدن روابط بین متغیرها، برای تحلیل داده‌ها برای اهداف استنباطی مناسب است، درحالی‌که بیشتر شیوه‌های چندمتغیره مانند تحلیل عاملی اکتشافی دارای ماهیت اکتشافی هستند، بنابراین در آن‌ها آزمون فرضیه دشوار است.همچنین روش‌های چندمتغیره مرسوم قادر به ارزیابی یا اصلاح خطای اندازه‌گیری نیستند.

منابع

اخوان ، س.، عابدی کوپایی، ج.، موسوی ، س. ف.، عباس پور، ک.، افیونی، م. و اسلامیان ، س. س. ۱۳۸۹. تخمین آب آبی و آب سبز با استفاده از مدل SWAT در حوضه آبریز همدان. مجله *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۴(۵۳): ۲۳-۹.

دهقان، منشادی ح. ر.، نیک سخن، م. ح. و اردستانی، م. ۱۳۹۲. برآورد آب مجازی خوضه آبخیز و نقش آن در سامانه های انتقال آب بین حوضه ای. *مجله مهندسی منابع آب ایران*، ۶: ۱۱۱۴-۱۰۱.

سلطانی، غ. ۱۳۹۱. بررسی تطبیقی الگوی مصرف و مدیریت تقاضای آب کشاورزی در کشورهای منطقه منا. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۴(۲): ۲۵-۱

Cha, K., Son, M., Hong, S., An, S. & Part, S. 2017. Method to assess water footprint. a case study for white radishes in Korea. *International soil and water Conservation Research*, 5(2): 151-157.

Lovarelli, D., Ingrao, C., Fiala, M. & Bacenetti, J. 2016. Beyond the Water Footprint: A new framework proposal to assess freshwater environmental impact and consumption. *Journal of Cleaner Production*, 1-11. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.067.

Manzardo, A., Loss, A., Fialkiewicz, W., Rauch, W. & Scipioni, A. 2016. Methodological Proposal to assess the water footprint accounting of direct water use at an urban level: A case study of the municipality. *Ecological Indicators*, 69: 165-175.

Schererr, L. P. S. 2016. Global water footprint assessment of hydro power. *Renewable Energy*, 99: 711-720.

Water Footprint Calculation Model Based on Structural Equation Model

Mirza Ebrahim Tehrani [*1], M., Marandi [2], R. & Neamati[3], M.
1 & 2. Dept. of Environment, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran
3. Dept. of Environmental Management, HSE Group, Islamic Azad University, Tehran North Branch

Abstract
This is a descriptive correlation and data collection based research for practical purposes. The data collection was done by library research, and field studies were performed using statistical population and distribution of questionnaires. The questionnaire was used using Likert 5 option scale and ranking levels with a reliability of 0.8 and face-to-face validation. The sample size was selected based on the qualitative research and structural equation model from Morgan table was used - a statistical population of 100 people with a confidence level of 99% (99 samples). The information from the questionnaire was transferred from SPSS software to AMOS software, after designing the structural equation model (confirmatory path analysis) and after applying the latest corrections to the confirmatory factor analysis model, the results of structural equation modeling, including standardized regression coefficients and multiple power correlation coefficients were reported. The descriptive findings of the variables showed that from the eight most obvious variables (technical, scientific, political, financial, cultural, social, time and place), the cultural factor had the highest mean (according to the Likert spectrum), and the lowest mean was related to scientific factors. Normality of variables was reported by measuring their skew and elongation. The first order factor analysis was performed to examine the factor loads of variables and the fitting of the model. Because of the desirability of 3 of the 5 indexes reported, the fitting of result showed that the variables are desirable. Structural model findings, confirm that water resource control on water footprint-water footprint calculations affects socio-economic and environmental development. The significance of the paths of variables is significantly more than the critical ratio index (CR) of the water footprint with socioeconomic factors with CR of 5.015. Considering the research objectives and the proposed model, it can be concluded that control of water resources directly depends on numerous factors of technical, scientific, political, social, economic, cultural, time and place and influence in tracking water calculations. Affected by these issues, macroeconomic issues and sustainable socioeconomic development are also affected by water footprint calculations. By examining past studies of water footprints, it is clear that the research can be incomplete, especially in the internal sector, when basically the nature of the water footprint measurement has not been done specifically in accordance with international standards and in fact no research has been done accordingly so far. Also, in the the reviewed articles, most of the concerns raised are the lack of proper management of water resources, addressing the economic, social, cultural, political and environmental factors separately. The proposed model attempts to compensate for some of the scientific shortcomings and provide a new step in the calculation.

Key words: Water footprint, structural modeling, environment, economic and social factors, sustainable development

*Corresponding author: tehrani.mah@gmail.com