

## گزینہ یابی سد و نیروگاه خرسان ۱ با استفاده از روش WASPAS و مقایسه آن با دیگر روش های تصمیم گیری چند شاخصه

عباس جهانگیری\* ۱

چکیده

مسئله گزینہ یابی سدها و نیروگاهها یکی از مسائل مهم در مدیریت منابع آب است. هدف از این تحقیق، گزینہ یابی سد و نیروگاه خرسان ۱ به وسیله یکی از جدیدترین روش های تصمیم گیری چند شاخصه به نام **Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)** و مقایسه آن با سایر روش های تصمیم گیری چند شاخصه بود. در این مطالعه موردی که داده های مورد نیاز جهت تشکیل ماتریس تصمیم در تحقیقات قبل به دست آمده است، سه طرح محور **D** - بتنی قوسی، محور **D** - سنگریزه ای و محور **F** - بتنی قوسی جهت انتخاب و به گزینی با استفاده از روش **WASPAS** و به کمک نرم افزار **EXCEL 2010** مورد تحلیل قرار گرفت. نمرات محاسبه شده نشان داد محور **D** - بتنی قوسی اولویت اول ( $Q=0.9081$ )، محور **F** - بتنی قوسی اولویت دوم ( $Q=0.8487$ ) و نهایتاً محور **D** - سنگریزه ای اولویت سوم ( $Q=0.8202$ ) را کسب نموده اند. به طور کلی می توان گفت روش های **AHP**، **SAW** و **WASPAS** به نتیجه یکسانی منجر شده اند در حالی که روش **TOPSIS** نتیجه متفاوتی داشته است.

واژه های کلیدی

ارزیابی محصول جمع شده با وزن (**WASPAS**)، به گزینی، تصمیم گیری چند شاخصه، سد، نیروگاه.

\*. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران [jahangirieng@yahoo.com](mailto:jahangirieng@yahoo.com)

## مقدمه

از معیارهاست (جهانگیری و جهانگیری، ۱۳۹۶؛ جهانگیری و همکاران، ۱۳۹۶). امروزه تحقیقات داخلی و خارجی مختلفی در رابطه با به‌کارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در توسعه‌ی سدها صورت گرفته‌شده است که به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌شود.

رضایی و همکارانش در سال ۲۰۱۳ میلادی با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به انتخاب بهترین مکان جهت ساخت یک سد زیرزمینی پرداخته‌اند (رضایی و همکاران، ۲۰۱۳). تحقیقی دیگر در سال ۲۰۱۷ میلادی توسط ال‌آدمات و همکارانش<sup>۲</sup> در جنوب اردن با هدف مکان‌یابی برداشت آب از سدها صورت گرفته‌شده است (ال‌آدمات و همکاران، ۲۰۱۷). عیسوی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ شمسی از دوروش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۳</sup> و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی<sup>۴</sup> در تعیین مناطق مناسب برای سدهای زیرزمینی در منطقه طالقان استفاده نموده‌اند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی انعطاف‌پذیری بیشتر و قابلیت بالاتری در تعیین مناطق مناسب سد دارد (عیسوی و همکاران، ۱۳۹۱). درفشان و همکارانش در سال ۱۳۹۵ شمسی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به مکان‌یابی محل مناسب از میان ۲۷ محل جهت احداث سد زیرزمینی در ناحیه اندیکا-خوزستان پرداخته‌اند (درفشان و همکاران، ۱۳۹۵). روزبهنای و شهبازی سحرانی در سال ۱۳۹۵ شمسی با استفاده از روش‌های مجموع وزنی ساده<sup>۵</sup>، تاپسیس<sup>۶</sup> و تحلیل سلسله مراتبی تحقیقی موردی در خصوص به‌گزینی محل و نوع سد و نیروگاه خرسان ۱ در استان چهارمحال و بختیاری انجام دادند. آنان بیان نمودند که نتایج این تحقیق کمک شایان توجهی به صنعت آب کشور در زمینه مدیریت صحیح طرح‌های سدسازی با استفاده از تلفیق روش‌های نوین تصمیم‌گیری و نظرات کارشناسی می‌کنند (روزبهنای و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵)

در دنیای امروز با توجه به رشد سریع جمعیت و متناسب با آن افزایش نیازهای جوامع به فرآورده‌های کشاورزی و صنعتی، محدودیت منابع آبی باکیفیت مناسب و نیز بهره‌برداری‌های نادرست از منابع مذکور، بحث به‌گزینی، مطالعه و اجرای طرح‌های توسعه منابع آبی و همچنین اولویت‌بندی آن‌ها اهمیت بسیار زیادی پیدا کرده است. توسعه‌ی منابع آبی عبارت است از فعالیت‌های فیزیکی به‌منظور بهبود بخشیدن به استفاده سودآور از منابع آب در تأمین آب، آبیاری، مهار کردن سیلاب و غیره. از سویی دیگر با توجه اینکه امروزه سوخت‌های فسیلی جهت تأمین انرژی موردنیاز جوامع بشری هزینه‌های بالایی را دارا می‌باشند، لذا پروژه‌های برق آبی دارای توجیه اقتصادی بسیار بالایی هستند. از این نظر احداث سدها و نیروگاه‌های آبی به‌عنوان یک منبع ارزان‌قیمت موردتوجه اغلب کشورهای جهان قرار گرفته است. کشور ایران با توجه به شرایط آب‌وهوای حاکم بر آن، وجود رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس و رودخانه‌های بزرگ و کوچک، دارای شرایط مناسبی برای احداث و بهره‌برداری نیروگاه‌های برق آبی است. احداث سدهای گوناگون در مناطق مختلف ایران نیز بر اساس نیل به اهداف فوق صورت گرفته‌شده است (دربان مقامی و همکاران، ۱۳۹۰؛ روزبهنای و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵).

با توجه به اهمیت موضوع به‌گزینی، مطالعه و اجرای طرح‌های توسعه منابع آبی از جمله سدهای برق آبی، وجود یک ابزار تصمیم‌گیری مناسب در این خصوص ضروری است. یکی از ابزارهای کارآمد در این زمینه، روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه<sup>۱</sup> است. از دیدگاه علمی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه با مسائلی که از قبل، تعداد گزینه‌ها در آن تعیین شده باشد، مرتبط است و تصمیم‌گیرنده تعداد محدودی گزینه را انتخاب و اولویت‌بندی می‌کند. تقریباً همه مسائل تصمیم‌گیری دارای چندین معیار هستند که این معیارها باهم متفاوت هستند. به‌طور کلی روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به دنبال ارزیابی یک مجموعه از گزینه‌ها با توجه به مجموعه‌ای

<sup>۱</sup>. Simple Additive Weighting method (SAW)

<sup>۲</sup>. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal

<sup>۳</sup>. Solution (TOPSIS)

<sup>۱</sup>. Multiple Attribute Decision Making (MADM)

<sup>۲</sup>. Al-Adamat et al

<sup>۳</sup>. Analytical Hierarchy Process (AHP)

<sup>۴</sup>. Fuzzy-AHP

حدود ۰/۶ است. مساحت حوضه آبخیز این سد ۸۸۷۳/۲ کیلومترمربع و دارای ارتفاع متوسط ۲۳۱۲ متری است. حداقل حجم مخزن برابر ۲۶۲/۷ میلیون مترمکعب و حجم مخزن در رقوم به هنجار ۱۲۹۱ میلیون مترمکعب بوده و آبدهی در محل سد برابر ۱۰۸/۶ مترمکعب بر ثانیه، آبدهی طراحی نیروگاه ۲۸۲ مترمکعب بر ثانیه و ظرفیت نصب نیروگاه آن ۳۹۰ مگاوات است. این طرح یک برنامه توسعه منابع آب بسیار مهم در استان چهارمحال و بختیاری است (روزبهبانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵). پیکربندی رودخانه خرسان و مخازن ذخیره در شکل ۱ قابل مشاهده است.

اولین گام در حل مسائل با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، تشکیل ماتریس تصمیم است. به عبارت دیگر می‌بایست شاخص‌های موردنظر و وزن هر کدام از آن‌ها و همچنین گزینه‌های مورد مطالعه که قصد رتبه‌بندی و انتخاب بهترین آن‌ها را داریم و بالاخره امتیاز کسب شده‌ی هر گزینه از هر شاخص، مشخص شود و در یک ماتریس قرار گیرند. لازم به ذکر است ماتریس تصمیم مسئله‌ی مربوطه، طی تحقیقات قبلی (منبع (روزبهبانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵)) به دست آمده است که در این قسمت به توضیح نحوه‌ی تشکیل شدن آن توسط محققین قبلی می‌پردازیم.

با توجه به اینکه تحقیقات اندکی در زمینه گزینه‌یابی صحیح محل و نوع احداث سدهای مخزنی بزرگ صورت گرفته‌شده است که عدم انتخاب اصولی آن منجر به اتلاف هزینه‌های زیادی خواهد شد، لذا در مطالعه‌ی حاضر سعی شده است با استفاده یکی از جدیدترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به نام ارزیابی محصول جمع شده با وزن<sup>۱</sup> که در سال ۲۰۱۲ میلادی توسط زاوادسکاس و همکارانش<sup>۲</sup> معرفی شده است به گزینه‌یابی سد و نیروگاه خرسان<sup>۱</sup> که یکی از مهم‌ترین طرح‌های مطالعاتی مدیریت منابع آب و تولید برق در استان چهارمحال و بختیاری است، پرداخته شود (زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۲).

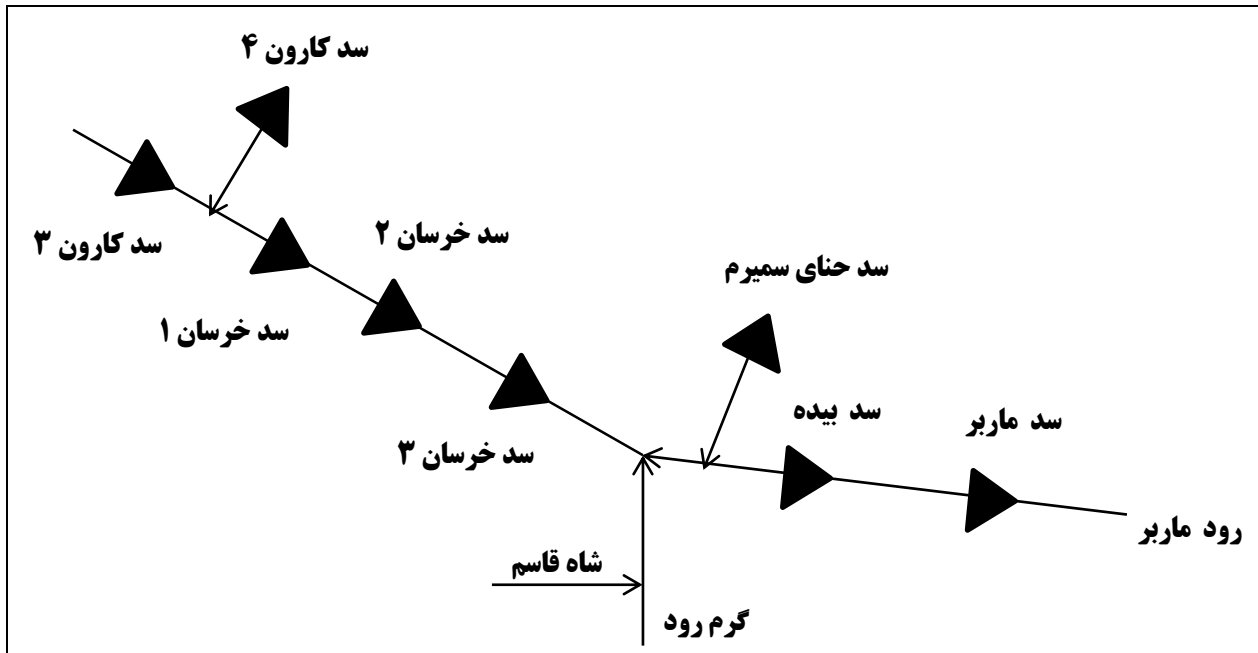
لازم به ذکر است به خاطر جدید بودن روش مذکور، تحقیقات مختلفی در سال‌های اخیر توسط محققین به منظور به‌گزینی و رتبه‌بندی گزینه‌ها با استفاده از آن صورت گرفته‌شده است. به‌عنوان مثال وفایی پور و همکارانش در سال ۲۰۱۴ میلادی تحقیقی را به منظور ارزیابی اولویت مناطق برای اجرای پروژه‌های خورشیدی در ایران انجام نمودند ( وفایی پور و همکاران، ۲۰۱۴). به‌عنوان مثالی دیگر می‌توان به تحقیق زاوادسکاس و همکارانش در سال ۲۰۱۶ میلادی اشاره کرد که مطالعه‌ای را به منظور ارزیابی و انتخاب یک محیط مطلوب داخلی شش آپارتمان انجام داده‌اند (زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین هدف کلی از انجام این تحقیق گزینه‌یابی سد و نیروگاه خرسان<sup>۱</sup> با استفاده از روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن و مقایسه آن با دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است.

### مواد و روش‌ها

طرح سد و نیروگاه خرسان<sup>۱</sup> در بخش سفلاهی خرسان در استان چهارمحال و بختیاری در حدود ۱۴ کیلومتری بالادست تلاقی رودهای کارون و خرسان و در ناحیه‌ای به طول شرقی ۵۰ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۷ ثانیه و عرض شمالی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه واقع شده است. عرض بستر در دره‌ی ساختگاه سد ۴۰-۵۰ متر و شیب متوسط رودخانه در این محل

<sup>۲</sup>.Zavadskas et al

<sup>۱</sup>.Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)



شکل (۱): پیکربندی رودخانه کارون و موقعیت سدهای برقایی خرسان (روزبهرانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵)

اخذ اطلاعات کارشناسان و مدیران طرح، ۷ معیار کیفی و یک معیار کمی تعریف شده است. لازم به توضیح است که در تدوین پرسشنامه‌ها و استخراج اطلاعات از مصاحبه حضوری و غیرحضوری با ۱۶ کارشناس، ۵ خبره‌ی دانشگاهی و ۲ مدیر استفاده شده و اطلاعات دریافتی طی چند مرحله صحت سنجی شده‌اند. ۷ معیار کیفی بنابر نظرات کارشناسان به معیارهای کمی تبدیل شده‌اند. نحوه‌ی کمی سازی معیارهای کیفی بر اساس مقیاس دوقطبی بوده است به گونه‌ای که برحسب مثبت یا منفی بودن جنس معیار از کمترین تا بیشترین مقدار بیانی یا همان معیار کیفی معیار، عددی از ۱ تا ۹ یا بالعکس به معیار موردنظر اختصاص یافته است. برای تشکیل ماتریس تصمیم مربوط به این مطالعه تمام معیارها در بازه‌ی یکسان ۰ تا ۱۰ امتیازدهی شده‌اند؛ بنابراین اعداد موجود به این بازه انتقال یافته. برای وزن دهی به معیارها از روش ماتریس مقایسات زوجی استفاده شده است (روزبهرانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵). جدول ۱ ماتریس تصمیم مسئله مربوطه را نشان می‌دهد.

هدف اصلی از احداث سدهای خرسان ۱ و ۲ تولید انرژی برقایی منطقه است. در ابتدای مطالعات مرحله اول، با توجه به شرایط پستی و بلندی و طول نسبتاً زیاد دره ساختگاه خرسان ۱، ۶ گزینه‌ی محور سد برای بررسی‌ها و مطالعات مقدماتی زمین‌شناسی تعیین و امکان‌پذیری احداث سد در آن‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. از بین این محورها که به ترتیب از بالادست به پایین دست A، B، C، D، E و F نام‌گذاری شده‌اند، چهار محور A، B، C و E به دلیل شرایط نامناسب ژئوتکنیکی مردود شده و از دور مطالعات خارج شده‌اند. در ادامه، مطالعات تکمیلی در مورد دو محور باقی‌مانده انجام شده تا نوع سد مناسب برای احداث در هر یک از محورها تعیین شود. نتایج این بررسی‌ها نمایانگر شرایط نسبتاً مناسب محور D برای احداث دو نوع سد بتنی قوسی و سنگریزه‌ای و نیز شرایط مناسب محور F برای گزینه‌های سدهای بتنی وزنی، بتنی قوسی و سنگریزه‌ای بوده است. از میان این ۵ گزینه، گزینه‌ی سد بتنی وزنی و سد سنگریزه‌ای در محور F به دلیل عدم توجیه اقتصادی و فنی حذف شده و سه گزینه برای مقایسه باقی‌مانده است. با کمک پرسشنامه و

جدول (۱): ماتریس تصمیم مسئله مربوطه (روزبانه‌ی و شهپازی سحرانی، ۱۳۹۵)

شاخص اقتصادی B/C	محدودیت‌های ناشی از توکل دسترسی	جانمایی سازه‌ها	سهولت‌های اجرایی	شرایط ژئو مکانیکی توده سنگ پی	اثر گسل بر بدنه سد	در دسترس بودن منابع قرصه	شرایط آب‌بندی پی سد	
۱/۷۴	۶	۷/۵	۷	۷	۹/۱۷	۹/۳۳	۹	محور D - بتنی قوسی
۱/۶۹	۴	۶/۲۵	۵	۹	۹/۱۷	۶/۶۷	۸	محور D - سنگریزه‌ای
۱/۶۳	۸	۸/۷۵	۹	۹	۵/۸۳	۹/۳۳	۳/۷۵	محور F - بتنی قوسی
۰/۱۸۴	۰/۰۸۵	۰/۱۱۲	۰/۱۲۲	۰/۱۱۵	۰/۱۳۳	۰/۰۹۴	۰/۱۵۳	وزن‌ها

۳- محاسبه مقدار  $Q_i^{(2)}$  با استفاده از فرمول ۴

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (\bar{x}_{ij})^{w_j} \quad (4)$$

۴- محاسبه  $Q_i$  با استفاده از فرمول ۵.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)}, \lambda = 0, \dots, 1 \quad (5)$$

در فرمول‌های فوق  $X_{ij}$  امتیاز گزینه  $i$  از شاخص  $j$ ،  $\bar{x}_{ij}$  نرمال شده مقدار  $X_{ij}$ ،  $\text{Max}_i X_{ij}$  و  $\text{Min}_i X_{ij}$  به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار  $X_{ij}$  در شاخص  $j$ ،  $\lambda$  عددی بین صفر و یک،  $Q_i^{(1)}$  و  $Q_i^{(2)}$  به ترتیب مجموع وزنی و محصول وزنی گزینه  $i$  و نهایتاً  $w_j$  وزن شاخص  $j$  است (وفایی پور، ۲۰۱۴؛ زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۶؛ زاوادسکاس و همکاران، ۲۰۱۲). لازم به ذکر است مقدار  $\lambda$  در این تحقیق برابر ۰/۵ در نظر گرفته شده است و پردازش ماتریس تصمیم و محاسبه‌ی تمامی فرمول‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 صورت گرفته است. بدیهی است هر گزینه که مقدار  $Q$  بیشتری کسب کند دارای امتیاز و اولویت بالاتری خواهد بود.

### نتایج و بحث

همان‌گونه که گفته شد ماتریس تصمیم باید نرمال‌سازی شود. جدول (۲) ماتریس نرمال‌سازی شده مسئله مربوطه را نشان

همان‌گونه که مشخص است این ماتریس دارای هشت شاخص و سه گزینه است. لازم به ذکر است تمامی شاخص‌ها به جنس سود تبدیل شده‌اند.

پس از مشخص شدن ماتریس تصمیم جهت رتبه‌بندی و انتخاب بهترین گزینه با استفاده از روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن، می‌بایست گام‌های ریاضی‌وار زیر را برداشت:

۱- نرمال‌سازی ماتریس تصمیم با استفاده از روش خطی به‌وسیله‌ی فرمول ۱ در صورتی که شاخص موردنظر از جنس سود باشد؛ یعنی هرچه مقدار آن شاخص بیشتر باشد اولویت بالاتری خواهد داشت و استفاده از فرمول ۲ در صورتی که شاخص موردنظر از جنس هزینه باشد؛ یعنی هرچه مقدار آن شاخص کمتر باشد اولویت بالاتری خواهد داشت.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\text{Max}_i x_{ij}} \quad (1)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\text{Min}_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (2)$$

۲- محاسبه‌ی مقدار  $Q_i^{(1)}$  با استفاده از فرمول ۳

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (3)$$

امتیاز است و به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود. پس‌از آن گزینه سوم یعنی محور F و به شکل بتنی قوسی اولویت دوم را جهت انتخاب اخذ می‌نماید و نهایتاً گزینه دوم یعنی محور D به شکل سنگریزه‌ای اولویت آخر را جهت انتخاب اخذ می‌کند؛ زیرا مقدار Q آن از بقیه کمتر است. از سویی دیگر مشخص است اختلاف Q گزینه اول با گزینه‌های دوم و سوم به مراتب بیشتر از اختلاف بین Q گزینه سوم و Q گزینه دوم است. مشخص است این تفاوت و اختلافات حاکی از این است که گزینه اول با نمره و اهمیت بیشتری نسبت به دو گزینه‌ی دیگر اولویت اول را جهت انتخاب کسب کرده است درحالی‌که بین دو گزینه دوم و سوم تفاوت کمتری وجود دارد.

می‌دهد که با استفاده از روش خطی به کمک فرمول (۱) نرمال‌سازی شده است. جدول (۳) مقادیر محاسبه‌شده برای  $Q_i^{(1)}$  و  $Q_i^{(2)}$  و  $Q_i$  با استفاده از فرمول‌های ۳ و ۴ و ۵ با در نظرگیری  $\lambda=0/5$  را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول ۳ مشخص است مقدار  $Q_i$  برای سه طرح محاسبه‌شده است. بر اساس مقادیر محاسبه‌شده می‌توان گفت هر طرحی که دارای بیشترین مقدار Q باشد به‌عنوان بهترین طرح شناخته خواهد شد و به‌عبارت‌دیگر می‌توان تمامی گزینه‌ها را بر اساس مقدار Q رتبه‌بندی و اولویت‌بندی نمود. همان‌گونه که در جدول ۳ مشخص است مقدار Q برای گزینه اول یعنی احداث سد در محور D و به شکل بتنی قوسی دارای بیشترین

جدول (۲): ماتریس تصمیم نرمال‌سازی شده

شاخص اقتصادی B/C	محدودیت‌های ناشی از تونل دسترسی	جانمایی سازه‌ها	سهولت‌های اجرایی	شرایط ژئو مکانیکی توده سنگ پی	اثر گسل بر بدنه سد	در دسترس بودن منابع فرضه	شرایط آب‌بندی پی سد	
۱/۰۰۰۰	۰/۷۵۰۰	۰/۸۵۷۱	۰/۷۷۷۸	۰/۷۷۷۸	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	محور D - بتنی قوسی
۰/۹۷۱۳	۰/۵۰۰۰	۰/۷۱۴۳	۰/۵۵۵۶	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۷۱۴۹	۰/۸۸۸۹	محور D - سنگریزه‌ای
۰/۹۳۶۸	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۶۳۵۸	۱/۰۰۰۰	۰/۴۱۶۷	محور F - بتنی قوسی
۰/۱۸۴	۰/۰۸۵	۰/۱۱۲	۰/۱۲۲	۰/۱۱۵	۰/۱۳۳	۰/۰۹۴	۰/۱۵۳	وزن‌ها

جدول (۳): مقادیر  $Q_i^{(1)}$  و  $Q_i^{(2)}$  و  $Q_i$

گزینه	$Q_i^{(1)}$	$Q_i^{(2)}$	$Q_i$
محور D - بتنی قوسی	۰/۹۰۸۱	۰/۹۰۳۷	۰/۹۰۵۹
محور D - سنگریزه‌ای	۰/۸۲۰۲	۰/۷۹۹۹	۰/۸۱۰۱
محور F - بتنی قوسی	۰/۸۴۸۷	۰/۸۱۳۷	۰/۸۳۱۲

سلسله مراتبی و تاپسیس اقدام به گزینه‌یابی و اولویت‌بندی سد و نیروگاه خرسان ۱ نمودند. تحقیق آنان بر اساس

روزبهرانی و شهسازی سحرانی در سال ۱۳۹۵ شمسی در تحقیق خود با استفاده از روش‌های مجموع وزنی ساده، فرآیند تحلیل

غریبی و طهری، ۲۰۱۶). چن<sup>۱</sup> در سال ۲۰۱۲ میلادی در تحقیق خود به این نتیجه می‌رسد که تاپسیس و مجموع وزنی ساده، البته در محیط فازی، دارای شباهت‌هایی می‌باشند (چن، ۲۰۱۲). این در حالی است که اسماعیل‌زاده و افضل‌ی گروه در تحقیق خود مشاهده نمودند که روش‌های ویکور<sup>۲</sup> و ارزیابی محصول جمع شده با وزن نتیجه یکسانی در تصمیم‌گیری داشته‌اند ولی روش تاپسیس نتیجه‌ای متفاوت داشته است (اسماعیل‌زاده و افضل‌ی گروه، ۱۳۹۴). چزگی و همکارانش پس از انجام تحقیقی در سال ۱۳۹۵ به منظور مکان‌یابی احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل‌های تاپسیس، فرآیند تحلیل شبکه‌ای<sup>۳</sup> و الکترو س<sup>۴</sup> مشاهده می‌کنند مدل‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره به نتایج مختلفی منجر شده‌اند (چزگی و همکاران، ۱۳۹۵).

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نمرات محاسبه‌شده به روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن نشان می‌دهد که گزینه اول یعنی احداث سد در محور D و به شکل بتنی قوسی دارای بیشترین امتیاز است و به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود. پس از آن گزینه سوم یعنی محور F و به شکل بتنی قوسی اولویت دوم را جهت انتخاب دارا است و نهایتاً گزینه دوم یعنی محور D به شکل سنگریزه‌ای اولویت آخر را جهت انتخاب اخذ می‌کند.

علاوه بر نتیجه فوق، همان‌طور که مشخص است و می‌دانیم، استفاده از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه ممکن است به نتایج مختلف منجر شود؛ بنابراین با مقایسه نتایج این تحقیق با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌توان گفت در به‌گزینی مسئله‌ی گزینه‌یابی سد و نیروگاه خرسان<sup>۱</sup>، روش‌های مجموع وزنی ساده، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ارزیابی محصول جمع شده با وزن نتایج یکسانی داشته‌اند در حالی که روش تاپسیس نتیجه متفاوتی داشته است. غریبی و طهری در سال ۱۳۹۵ شمسی طی تحقیقی با هدف مکان‌یابی کارخانه فرآوری کرومیت در استان سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیده‌اند که روش‌های مجموع وزنی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نتیجه یکسانی داشته‌اند

روش‌های مجموع وزنی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نتایج یکسانی را نشان داد به‌گونه‌ای که در هر دو روش مذکور گزینه اول، سوم و دوم به ترتیب، اولویت‌های اول، دوم و سوم را جهت انتخاب کسب نموده‌اند؛ اما روش تاپسیس نتیجه‌ای متفاوت داشته است به‌گونه‌ای که در آن گزینه اول، دوم و سوم را به ترتیب اولویت مشخص نموده است؛ بنابراین مشخص است که نتایج این تحقیق مشابه روش مجموع وزنی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در تحقیق آنان است؛ زیرا در این تحقیق نیز که با روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن به اولویت‌بندی گزینه‌ها پرداخته شده است، گزینه‌های اول، سوم و دوم به ترتیب اولویت‌بندی شده‌اند (روزبهبانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵).

مطلب دیگر که در جدول ۳ می‌توان مشاهده نمود، مقادیر  $Q_i^{(1)}$  است. با کمی دقت در فرمول  $Q_i^{(1)}$  (فرمول ۳) متوجه می‌شویم که مقادیر محاسبه‌شده برای آنان در واقع همان مقادیر مجموع وزنی ساده می‌باشند؛ اما مشخص است که مقادیر SAW محاسبه‌شده توسط تحقیق روزبهبانی و شهبازی سحرانی با مقادیر  $Q_i^{(1)}$  محاسبه شده در تحقیق حاضر تفاوت دارد. علت آن تنها در تفاوت روش نرمال‌سازی ماتریس تصمیم است؛ زیرا در این تحقیق با استفاده از روش خطی به نرمال‌سازی ماتریس تصمیم پرداخته شده است ولی نرمال‌سازی ماتریس مربوطه در تحقیق روزبهبانی و شهبازی سحرانی با استفاده از روش نرم صورت گرفته شده است (روزبهبانی و شهبازی سحرانی، ۱۳۹۵).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مشخص است که روش‌های مجموع وزنی ساده، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و ارزیابی محصول جمع شده با وزن به نتایج یکسانی رسیده‌اند در حالی که روش تاپسیس نتیجه متفاوتی داشته است. غریبی و طهری در سال ۱۳۹۵ شمسی طی تحقیقی با هدف مکان‌یابی کارخانه فرآوری کرومیت در استان سیستان و بلوچستان به این نتیجه رسیده‌اند که روش‌های مجموع وزنی ساده و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نتیجه یکسانی داشته‌اند

<sup>۲</sup>. Analytic Network Process (ANP)

<sup>۴</sup>. ELECTRE III

<sup>۱</sup>. Chen

<sup>۲</sup>. VIKOR

زیرزمینی با استفاده از روش AHP تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی ناحیه اندیکا- خوزستان). مهندسی آب، ۴(۲)، ۲۰-۹.

۸- روزبهنای، عباس؛ و شهبازی سحرانی، مهشید. (۱۳۹۵). کاربرد شبیه‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در گزینه‌یابی سد و نیروگاه خرسان ۱. مهندسی منابع آب، ۹(۲۹)، ۵۰-۶۱.

۹- عیسوی، وحید، کرمی، جلال، علیمحمدی، عباس؛ و نیک‌نژاد، سید علی. (۱۳۹۱). مقایسه دو روش تصمیم‌گیری AHP و Fuzzy AHP در مکان‌یابی اولیه سدهای زیرزمینی در منطقه طالقان. علوم زمین، ۲۲(۸۵)، ۲۷-۳۴.

۱۰- غریبی، خداکرم؛ و طهری، آرژ. (۲۰۱۶). ارائه یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری به‌منظور مکان‌یابی کارخانه فرآوری کرومیت در استان سیستان و بلوچستان. روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن، ۶(۱۱)، ۵۳-۶۳.

11- Al-Adamat, Rida, Al-Shabeeb, Abdel Al-Rahman, Al-Fugara, A'kif, & Al-Amoush, Hani. (2017). The Use of Vector-Based GIS and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) for Siting Water Harvesting Dams in Karak Governorate/ South Jordan *Journal of Natural Sciences Research*, 7(6), 28-35.

12- Chen, Ting-Yu. (2012). Comparative analysis of SAW and TOPSIS based on interval-valued fuzzy sets: Discussions on score functions and weight constraints. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 1848-1861.

13- Rezaei, Parviz, Rezaie, Kamran, Nazari-Shirkouhi, Salman, & Jamalizadeh Tajabadi, Mohammad Reza. (2013). Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Analysis for Evaluating and Selecting the Best Location for Construction of Underground Dam. *Acta Polytechnica Hungarica*, 10(7), 187-205.

14- Vafaeipour, Majid, Hashemkhani Zolfani, Sarfaraz, Morshed Varzandeh, Mohammad Hossein, Derakhti, Arman, & Keshavarz Eshkalag, Mahsa. (2014). Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi-criteria decision making approach. *Energy Conversion and Management*, 86, 653-663.

15- Zavadskas, E. K. Kalibatas, D. & Kalibatiene, D. (2016). A multi-attribute assessment using WASPAS for choosing an optimal indoor environment. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 16(1), 76-85.

16- Zavadskas, E. K. Turskis, Z. Antucheviciene, J. & Zakarevicius, A. (2012). Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment. *Electronics and Electrical Engineering*, 122(6), 3-6.

طرح‌های بزرگ و پرهزینه از جمله احداث سدها و نیروگاه‌ها، با استفاده از روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه انجام دهند و گزینه‌ای که در بیشتر روش‌ها به‌عنوان گزینه‌ی برتر شناسایی شد انتخاب گردد. از سویی دیگر با توجه به جدید بودن روش ارزیابی محصول جمع شده با وزن و انجام نشدن تحقیقات گسترده به کمک آن، پیشنهاد بعدی به محققین آینده آن است که از روش مذکور در مسائل تصمیم‌گیری چند شاخصه بهره گیرند و با نتایج دیگر روش‌ها مقایسه نمایند.

## مراجع

- ۱- اسماعیل‌زاده، حسن؛ و افضل‌ی گروه، زهرا. (۱۳۹۴). استراتژی بهینه تحقق عدالت فضایی پراکنش جمعیت و خدمات شهری با استفاده از مدل ترکیبی (مطالعه موردی: شهر بناب). ساختار و کارکرد شهری، ۳(۱۱)، ۲۵-۵۲.
- ۲- جهانگیری، عباس؛ و جهانگیری، محمد. (۱۳۹۶). ارزیابی عملکرد بیمارستان با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه پویا: یک مطالعه موردی در بیمارستان تأمین اجتماعی امام خمینی (ره) اراک. مدیریت بهداشت و درمان، ۸(۱)، ۹۱-۱۰۲.
- ۳- جهانگیری، عباس، جهانگیری، محمد؛ و مصلی، علی. (۱۳۹۶). رتبه بندی استان‌های ایران از نظر وجود منابع بهداشتی و درمانی و سطح دسترسی افراد به آنان با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه. مدیریت بهداشت و درمان، ۸(۳)، ۷۳-۸۴.
- ۴- چزگی، جواد، ملکی نژاد، حسین، اختصاصی، محمدرضا؛ و نخعی، محمد. (۱۳۹۵). اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در مناطق خشک و نیمه‌خشک. خشکبوم، ۶(۲)، ۸۳-۹۵.
- ۵- دحیماوی، عادل، غنیان، منصور، مهرباب قوچانی، امید؛ و زارعی، حیدر. (۱۳۹۴). فرآیند به‌کارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در اولویت‌بندی اجرای طرح‌های توسعه منابع آب مناطق روستائی استان خوزستان. آب و توسعه پایدار، ۱(۳)، ۹-۱۶.
- ۶- دربان مقامی، علیرضا، شمسایی، ابوالفضل؛ و شاد، روزبه. (۱۳۹۰). توسعه سیستماتیک نیروگاه‌های برق‌آبی با استفاده از GIS و روش تصمیم‌گیری چند معیاره TOPSIS. نخستین کنفرانس ملی رویکرد سیستمی در ایران.
- ۷- درفشان، فرید، حیدرنژاد، محمد، بردبار، امین؛ و دانشیان، حسن. (۱۳۹۵). مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث سد



# Selectivity the Khersan 1 Dam and Power plant by Using WASPAS and its Comparison with Other Multiple Attribute Decision Making Methods

Abbas Jahangiri\*1

## Abstract

Selectivity the dams and Power plants is one of the most important issues in water resources management. The purpose of this paper was Selectivity the Khersan 1 dam and powerhouse by using one of the newest of the Multiple Attribute Decision Making (MADM) method in the name of Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) and its comparison with other MADM methods. In this case study that data required for making decision matrix is obtained in previous research, three alternatives: D axis- concrete arch, D axis- Pebble and F axis- concrete arch for selectivity by using WASPAS method with the help of the Excel 2010 software was analyzed. Calculated scores showed that D axis- concrete arch has achieved first priority ( $Q=0.9081$ ), F axis- concrete arch has achieved second priority ( $Q=0.8487$ ), finally D axis- Pebble has achieved third priority ( $Q=0.8202$ ). Generally it can be said that SAW, AHP and WASPAS methods have led to the same result while TOPSIS had different result.

**Keywords:** Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS), Selectivity, Multiple Attribute Decision Making (MADM), Dam, Power plant.

---

1.\* Young Researchers and Elite Club, Khomein Branch, Islamic Azad University, Khomein, Iran. [jahangirieng@yahoo.com](mailto:jahangirieng@yahoo.com)