

ارزیابی چند معیاره پروژه‌های منابع آب از دیدگاه توسعه پایدار در ایران

مهندس علی سمیعی^۱
مهندس محمد ابراهیم رئیسی^۲

چکیده:

مفهوم توسعه پایدار در جهان امروز در خصوص بهره‌برداری بهینه از تمام منابع مطرح بوده و با توجه به شرایط اقلیمی خشک حاکم بر پهنه فلات ایران، استفاده پایدار از منابع آب مهمترین رکن توسعه طرحهای مزبور قلمداد می‌شود.

ارزیابی زیست محیطی - اقتصادی طرحهای توسعه منابع آب با هدف تولید انرژی برقی یا کشاورزی بطور همزمان همواره مورد توجه تصمیم‌گیرندگان و مسئولان انجام اینگونه پروژه‌ها بوده است. در این مقاله ضمن معرفی روش‌های ارزیابی چند معیاره طرحها، از روش A.H.P (Analytic Hierarchy Process) جهت ارزیابی زیست محیطی - اقتصادی پروژه‌های تولید انرژی برقی رودبار لرستان و بهشت آباد و همچنین یک پروژه مفروض با هدف توسعه کشاورزی استفاده شده است. معیارهای مورد توجه عبارتند از: میزان جابجایی جمعیت، اثرات زیست محیطی، میزان تولید انرژی، میزان اراضی تحت کشت، سود خالص سالیانه، نرخ بازده داخلی، کاربری اراضی و سرمایه‌گذاری تولید که با توجه به آنها سه طرح فوق مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که طرح با هدف توسعه کشاورزی با توجه به ارزیابی چند معیاری انجام شده، بهترین گزینه و پس از آن پروژه‌های تولید انرژی برقی رودبار لرستان و بهشت آباد قرار دارند. در حالیکه بررسی‌های صرفاً اقتصادی، پروژه رودبار لرستان را به عنوان بهترین پروژه از میان پروژه‌های فوق معرفی می‌نماید.

کلمات اصلی و مهم:

توسعه پایدار - ارزیابی - زیست محیطی - اقتصادی - منابع آب - معیار A.H.P

^۱ کارشناس ارشد برنامه ریزی محیط زیست (مهندسین مشاور قدس نیرو) Asamiei @ Ghods - niroo . com

^۲ کارشناس ارشد مهندسی اقتصاد کشاورزی (مهندسین مشاور قدس نیرو) Eraesi @ Ghods - niroo . com

مقدمه

عوامل اصلی توسعه سرزمین شامل منابع مالی، طبیعی و نیروی انسانی است. بهره‌برداری بهینه و پایدار از این منابع نیز مستلزم برخورداری از سطوح متناسبی از دانش و آگاهی و همچنین بکارگیری تکنولوژی و مدیریت در خور و شایسته سرزمین است. در تقسیم‌بندی توسعه از نظر پایداری دو مفهوم توسعه پایدار و ناپایدار مطرح است که در برخورد اولیه با این مفهوم توسعه پایدار آن نوع از توسعه است که بهره‌برداری از منابع قابل تجدید را مد نظر داشته باشد. توسعه ناپایدار نیز هنگامی بروز خواهد کرد که بهره‌برداری از منابع غیرقابل تجدید در اولویت باشد که نهایتاً منجر به تخلیه منابع شده و جایگزینی برای آنها اندیشیده نشود (آر.ک. ترنر و همکاران ۱۳۷۴).

تاریخچه تفکر توسعه پایدار به زمانهای بسیار دور باز می‌گردد ولی مفهوم توسعه پایدار به شکل کنونی برای نخستین بار توسط تئودور روزولت در سال ۱۹۰۸ میلادی به سران حکومتی وقت، گوشزد گردید. روزولت معتقد بود که باید طوری با منابع رفتار گردد که ارزش آنها برای نسلهای آینده حفظ گردد (Gilpin 1999).

براساس استراتژی حفاظت جهانی (WCS) که در سال ۱۹۸۰ پایه‌گذاری شد، توسعه هنگامی پایدار است که منابع حفظ شده و سیاستهای توسعه و حفاظت در راستای یکدیگر قرار گیرند (Gilpin 1999).

در سال ۱۹۸۷ کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (کمیسیون برون‌تلااند) تعریفی از توسعه پایدار ارائه داد که براساس آن توسعه پایدار عبارت از توسعه‌ای است که نیازهای نسل حاضر را برطرف نموده بدون آنکه توانایی و قابلیت برطرف نمودن نیازهای نسل آینده را با تهدید و یا مشکل مواجه سازد. این نوع توسعه قبل از هر چیزی نیازمند بررسیهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی در سطوح بالا و تصمیم‌گیران دولتی است (WCED 1987).

مفهوم توسعه پایدار در جهان امروزی در خصوص بهره‌برداری بهینه از تمامی منابع مطرح بوده و با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک حاکم بر پهنه فلات ایران، استفاده پایدار از منابع آب مهمترین رکن توسعه طرحهای مزبور قلمداد می‌شود و بدین منظور لازم است در چگونگی مهار و کنترل آبهای سطحی به آن توجه خاصی گردد. مهار و کنترل آبهای سطحی و اتخاذ روشهای مناسب جهت بهره‌برداری از این منبع با ارزش، سابقه طولانی در فرهنگ و تمدن مردم ایران داشته و در سالهای اخیر نیز بتدریج با افزایش میزان تقاضای ناشی از رشد جمعیت و تراکم شدید شهرها، هر چه بیشتر بر اهمیت آن افزوده شده است، بطوریکه در برنامه‌های اول و دوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور از سال ۱۳۶۸ مقادیر قابل توجهی از اعتبارات عمرانی کشور صرف احداث و راه‌اندازی سدها و طرحهای آبی پایین دست آنها شده است (سازمان برنامه و بودجه ۱۳۷۳).

هدف:

ارزیابی زیست محیطی - اقتصادی طرحهای توسعه منابع آب با هدف تولید انرژی برقایی به طور همزمان همواره مورد توجه تصمیم‌گیرندگان و مسئولان انجام اینگونه پروژه‌ها بوده است. بدین منظور تاکنون روشهای گوناگونی بطور جداگانه جهت نیل به این هدف ارائه شده است.

این مقاله سعی دارد ضمن معرفی یک روش مناسب جهت این امر، روش منتخب را در ارزیابی زیست محیطی - اقتصادی پروژه‌های سدهای رودبار لرستان و بهشت‌آباد با هدف تولید انرژی برقایی که در حوزه‌های آبریز دز و کارون و توسط مهندسين مشاور قدس نیرو در دست مطالعه می‌باشد بکار گرفته و آن را با طرح توسعه کشاورزی نمونه و مفروض مقایسه نموده و اولویت اجرای آنها را در راستای اهداف توسعه پایدار و در قالب معیارهای زیست محیطی - اقتصادی تعیین نماید.

۱-روش کار:

روشهای گوناگونی جهت انجام ارزیابیهای زیست محیطی - اقتصادی طرحها و تعیین اولویت اجرای آنها وجود دارد. هر کدام از این روشها تنها قادر به ارزیابی جداگانه اقتصادی و زیست محیطی طرحها خواهند بود و ترکیب عوامل مختلف زیست محیطی - اقتصادی و تعیین بهترین طرح در یک حوزه آبریز و یا یک منطقه با استفاده از این روشها امکان پذیر نیست.

جهت انجام ارزیابی چند معیاری طرحها، روشهای مختلفی ارائه شده که با انجام آنها امکان یک کاسه کردن پارامترهای اقتصادی - زیست محیطی و اجتماعی و ... بوجود خواهد آمد. این روشها شامل روش رایزن، فولر و Analytic Hierachy Process A.H.P (است). در این بخش از مقاله روشهای رایزن و فولر بطور مختصر معرفی شده و با توجه به آنکه امکان کمی کردن برخی معیارها (عوامل) موردی به این مقاله وجود ندارد. روش A.H.P به عنوان روش مناسب ارزیابی پایداری زیست محیطی - اقتصادی طرحهای توسعه سدهای رودبار لرستان و بهشت آباد و یک طرح توسعه کشاورزی (جهت مقایسه) مورد استفاده قرار گرفته است.

-روش رایزن:

در این روش عوامل کمی شونده و غیر کمی شونده به یک واحد مشترک تبدیل می شوند و به هر کدام از این عوامل وزن داده می شود (قدرت نما ۱۳۷۲). سپس وزن هر عامل در واحد تبدیل شده ضرب گردیده و نتیجه در مقدار هر کدام از عوامل برای هر طرح ضرب شده و برای هر عامل (معیار) رقمی بدست می آید. جمع نمودن اعداد مزبور در هر طرح، امکان مقایسه آنها را میسر خواهد نمود. هر طرحی که رقم بیشتری را به خود اختصاص دهد، ارجح خواهد بود.

-روش فولر:

این روش بر جدول فولر که برای مقایسه های دو به دو به کار می رود، استوار است. بدین ترتیب که ابتدا جدولی تهیه می گردد که معیارها در سطرها و ستونهای آن قرار می گیرند (قدرت نما ۱۳۷۲). بعد از تشکیل این جدول معیارها دو به دو با هم مقایسه شده و هر معیاری که برتری داشته باشد در سلول مربوط به تقاطع جدول معیارها یادداشت می شود. در مرحله دوم تعداد برتریهای هر معیار (عامل) شمارش شده و در ستون دیگری یادداشت می گردد. در مرحله سوم به هر کدام از معیارها یا عوامل بر اساس تعداد برتریها وزن تعلق گرفته که در ستون دیگری از جدول مزبور ثبت می گردد. در مرحله چهارم لازم است برای هر یک از معیارها بطور جداگانه جدولی مشابه جدول مذکور تهیه گردد که در آن طرحها از لحاظ معیار مورد نظر دو به دو مورد مقایسه قرار گیرند. در مرحله پنجم جدول مشترکی بنام جدول ارزشیابی نهایی طرحها تهیه و در ستون اول آن معیارها (عوامل) وارد شده و سپس ضریب برتری که از شمارش تعداد برتریهای هر معیار بدست می آید در ستون دیگری ثبت می گردد. در این جدول برای هر کدام از طرحها نیز دو ستون تشکیل شده که در یکی از آنها ضریب برتری (حاصل از جدول مقایسه طرحها) نوشته می شود و در ستون دیگر ضریب برتری معیار (عامل) در ضریب برتری همان معیار در طرح مورد نظر، ضرب شده و ثبت می گردد که به آن ضریب وزن داده شده می گویند. در نهایت با جمع ضریب وزنها داده شده تمام معیارها در هر طرح، امکان مقایسه طرحها بوجود خواهد آمد. هر طرحی که بیشترین رقم را نشان دهد بهترین طرح بوده و اولویت اجرا خواهد داشت. (قدرت نما ۱۳۷۲)

جداول شماره (۱) تا (۳) بکارگیری روش فولر را جهت تعیین بهترین طرح برای یکی از عوامل نشان می دهند.

وزن	تعداد برتری	معیار(عامل)	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲
		۱							

جدول شماره (۱) - مقایسه دو به دو معیارها

نام عامل (معیار)		اثرات زیست محیطی	
		طرح ۲	طرح ۳
وزن	تعداد برتری	طرح ۱	
		طرح ۲	
		طرح ۳	

جدول شماره (۲) - مقایسه دو به دو طرحها از نظر هر یک از معیارها

عامل (معیار)		طرح ۱		طرح ۲		طرح ۳	
شماره	ضریب برتری	ضریب برتری	ضریب وزن داده شده	ضریب برتری	ضریب وزن داده شده	ضریب برتری	ضریب وزن داده شده
۱							

جدول شماره (۳) - ارزشیابی نهایی طرحها

روش A.H.P (Analytic Hierarchy Process) :

روش A.H.P در واقع یک فرآیند سلسله مراتبی است. در سطح اول این سلسله مراتب «انتخاب بهترین طرح»، در سطح دوم «معیارها یا عوامل» و در سطح سوم آن طرحهای مورد انتخاب قرار می گیرند. (قدرت نما ۱۳۷۲)

از آنجا که روش A.H.P در ارزیابی چند معیاری پروژه های سد سازی رودبار لرستان، بهشت آباد و یک طرح نمونه آبیاری اراضی کشاورزی از نظر تعیین میزان پایداری طرحها مورد استفاده قرار گرفته است، این روش بطور مفصل بیان خواهد شد تا در نهایت بهترین طرح از لحاظ اولویت و میزان پایداری آن مشخص گردد.

در این روش معیارها (عوامل) به عنوان معیارهای تصمیم گیری انتخاب طرح بهینه مد نظر قرار می گیرند.

مبنای مقایسه و اهمیت معیارها (عوامل) و طرحها به صورت جدول شماره (۴) است:

اهمیت	امتیاز
مساوی	۱
مساوی تا کمی بهتر	۲
کمی بهتر	۳
کمی تا خیلی بهتر	۴
خیلی بهتر	۵
خیلی تا خیلی خیلی بهتر	۶
خیلی خیلی بهتر	۷
خیلی خیلی بهتر تا بی نهایت بهتر	۸
بی نهایت بهتر	۹

جدول شماره (۴) - مقیاس امتیاز دهی در مقایسه دو به دو عوامل (معیارها)

در مرحله اول روش A.H.P طرحها از نظر هر کدام از معیارها در ماتریسهای جداگانه با هم مقایسه می گردند . در مرحله دوم ، ماتریسهای محاسبه ارزشیابی طرحها از نظر هر کدام از عوامل یا معیارها تهیه می گردد. اعداد این ماتریس از تقسیم اعداد سلولهای ماتریسهای مقایسه طرحها از نظر عوامل به حاصل جمع ستونهای عمودی مربوط به هر طرح بدست می آید. سپس برای هر طرح ، میانگین ردیفها محاسبه و در ستون میانگینها یادداشت می گردد . اعداد ستون میانگینهای این جداول به عنوان ضریب معیارها (عوامل) می باشند . (اصغرپور ۱۳۷۷)

در مقایسه طرحها مطابق جدول شماره (۴) به طرحها امتیاز داده می شود . با توجه به این نکته که در جدول ۴ امتیازهای منفی وجود ندارد ، به هنگام مقایسه دو عامل که اولی در رتبه پایین تری نسبت به دومی قرار دارد ، ابتدا عامل دوم را نسبت به عامل اول ارزیابی کرده و در کل مناسب خود در ماتریس قرار می دهیم . سپس در مکان مربوط به مقایسه طرح اول با دوم عکس امتیاز داده شده را اعمال می نماییم .

بر اساس روش A.H.P در مرحله سوم لازم است ضریب همخوانی بدست آید . بدین ترتیب مشخص خواهد شد که تا چه اندازه همخوانی در دادن امتیازها رعایت شده است . برای بدست آوردن ضریب یا نسبت همخوانی ابتدا باید وکتور جمع های وزن داده شده و وکتور همخوانی بدست آید . وکتور جمعها از طریق ضرب ضریب معیارها در مقدار امتیازات داده شده و جمع ردیف به ردیف آنها بدست می آید . وکتور همخوانی نیز از تقسیم اجزاء وکتور جمعها بر اجزاء وکتور ضریبهای هر کدام از عوامل یا معیارها بدست می آید .

برای یافتن ضریب یا نسبت همخوانی باید سه عامل دیگر یعنی متوسط اجزاء وکتور همخوانی ، شاخص تصادفی بودن و شاخص همخوانی نیز بدست آید .

$$L = (C + D + E + \dots) n$$

C و D و E و ... = اجزاء وکتور همخوانی

L = متوسط اجزاء وکتور همخوانی

شاخص همخوانی از فرمول زیر بدست می آید :

$$CI = \frac{L - n}{n - 1}$$

n تعداد اجزاء یا سیستمهایی است که با هم مقایسه می شوند که در اینجا n = ۳ است .

بر اساس روش A.H.P مقدار RI (شاخص تصادفی بودن) از جدول شماره (۵) بدست می آید .

RI	n
۰/۰۰	۲
۰/۵۸	۳
۰/۹۰	۴
۱/۱۳	۵
۱/۲۴	۶
۱/۳۲	۷
۱/۴۱	۸

جدول شماره (۵) - شاخص تصادفی بودن

ضریب همخوانی به ترتیب زیر از تقسیم شاخص همخوانی بر شاخص تصادفی بودن حاصل می گردد :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

ضریب همخوانی

در روش A.H.P ضریب یا نسبت همخوانی نمایانگر همخوان بودن امتیازهایی است که به عوامل مختلف داده شده است. هر چه مقدار این ضریب بیشتر باشد، همخوانی کمتر است و بر عکس. بطور کلی اگر این ضریب کمتر از ۰/۱ باشد، امتیازهای داده شده با هم همخوانی دارند و در غیر اینصورت در دادن امتیازها باید تجدید نظر صورت گیرد.

یکی از مزیت‌های A.H.P امکان آزمون همخوانی است که در دو روش دیگر وجود ندارد. در مرحله چهارم روش A.H.P عوامل دو به دو نیز با هم مورد مقایسه قرار می‌گیرند و برحسب اهمیتی که به آنها داده می‌شود به آنها امتیاز تعلق می‌گیرد (براساس جدول شماره ۴)، بعد از تشکیل این ماتریس محاسبات ادامه یافته و با بدست آوردن میانگین اجزاء ماتریس در ردیفها، وزن عوامل یا معیارها بدست می‌آید. (اصغرپور ۱۳۷۷) با ضرب ماتریس وزن طرحها برحسب عوامل در وکتور وزن عوامل، ماتریس جدیدی حاصل می‌شود که اگر در آن اجزاء ستون مربوط به هر کدام از طرحها با هم جمع گردد، مقدار ارزش نهایی هر یک از طرحها بدست خواهد آمد.

بحث و نتیجه گیری:

در این بررسی هشت معیار (عامل) به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری انتخاب طرح بهینه از میان سه طرح رودبارلرستان و بهشت‌آباد و طرح توسعه کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. معیارهای مورد استفاده جهت این پروژه‌ها مجموعه‌ای از عوامل اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی هستند. جابجایی جمعیت از مسائل بسیار اساسی در طراحی و اجرای پروژه‌های توسعه منابع آب می‌باشد که همواره در تصمیم‌گیری‌ها موثر بوده است. اثرات زیست محیطی یکی دیگر از معیارهای مورد توجه در این بررسی است. اگرچه احداث نیروگاههای برقابی به خودی خود در کاهش اثرات سوء زیست محیطی - به سبب تولید انرژی پاکیزه‌تر نسبت به نیروگاههای حرارتی - موثرند، اما همواره اثرات سوء زیست محیطی دیگری نظیر تخریب محیط زیست جانوران، تخریب جنگلها و مراتع، تغییر جهت جریان آب و تخریب بناهای تاریخی را به دنبال دارند. میزان تولید انرژی و میزان اراضی تحت کشت به سهم خود با توجه به اهداف توسعه از اهمیت خاصی برخوردارند و مقایسه همزمان اینگونه طرحها با اهداف گوناگون آنها می‌تواند قابل توجه باشد. ارزش حال خالص سالیانه (B-C) (Annual net present worth)، نرخ بازده داخلی (IRR) (Internal Rate of Return) و سرمایه‌گذاری اولیه به عنوان شاخصهای اساسی اقتصادی در تصمیم‌گیری جهت اولویت‌بندی طرحها مورد توجه می‌باشند. معیار کاربری اراضی نیز یکی دیگر از عوامل موثر در تصمیم‌گیری برای پروژه‌های منابع آب است. برای عوامل کمی شونده مقادیر آنها و برای عوامل کیفی، شاخصهای زیست محیطی و کاربری اراضی امتیازهای بین حداکثر ۵ و حداقل ۱ در نظر گرفته شده است. این معیارها به همراه مقادیر آنها در طرحهای سه گانه در جدول (۶) آمده است.

ردیف	معیارها(عوامل)	پروژه رودبارلرستان (طرح ۱)	پروژه بهشت‌آباد (طرح ۲)	طرح توسعه کشاورزی (طرح ۳)
۱	میزان جابجایی جمعیت(نفر)	۱۳۰	۲۷۰۰	۱۸۰۰
۲	اثرات زیست محیطی	۵	۲	۳
۳	میزان کل انرژی تولیدی سالیانه(گیگاوات ساعت)	۱۲۲۶	۲۰۶	صفر
۴	میزان اراضی تحت کشت (هکتار)	صفر	صفر	۳۰۰۰۰
۵	ارزش حال خالص سالیانه(میلیون ریال)	۸۲۰۰۰	۵۰۰۰	۷۰۰۰۰
۶	نرخ بازده داخلی (درصد)	۱۵/۴	۱۰	۱۴
۷	کاربری اراضی	۴	۱	۲
۸	سرمایه‌گذاری اولیه (میلیون ریال)	۸۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۶۵۰۰۰۰

جدول شماره (۶) - معیارهای هشتگانه و مقادیر و امتیاز آنها در طرحهای مورد مقایسه

با استفاده از جدول ۶، ماتریس مقایسه طرحها، از لحاظ هر یک از معیارهای هشتگانه مورد بحث، تشکیل و هریک از طرحها از نظر معیار مورد نظر با یکدیگر مقایسه شده‌اند. جداول ۷ تا ۱۴ این ماتریسها را نشان می‌دهد.

جدول ۸-ماتریس مقایسه طرحها از نظر اثرات زیست محیطی

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۷	۵
۲	$\frac{1}{7}$	۱	$\frac{1}{4}$
۳	$\frac{1}{5}$	۴	۱
جمع	$\frac{1}{34}$	۱۲	$\frac{6}{25}$

جدول ۷-ماتریس مقایسه طرحها از نظر جابجایی جمعیت

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$
۲	۷	۱	۲
۳	۶	$\frac{1}{2}$	۱
جمع	۱۴	$\frac{1}{64}$	$\frac{3}{17}$

جدول ۱۰-ماتریس مقایسه طرحها از نظر اراضی تحت کشت

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۱	$\frac{1}{9}$
۲	۹	۱	$\frac{1}{9}$
۳	۱	۹	۱
جمع	۱۱	۱۱	$\frac{1}{22}$

جدول ۹-ماتریس مقایسه طرحها از نظر انرژی تولیدی

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۹	۵
۲	$\frac{1}{5}$	۱	۵
۳	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{5}$	۱
جمع	$\frac{1}{31}$	$\frac{6}{2}$	۱۵

جدول ۱۲-ماتریس مقایسه طرحها از نظر نرخ بازده داخلی

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۲	۲
۲	$\frac{1}{2}$	۱	$\frac{1}{2}$
۳	$\frac{1}{2}$	۲	۱
جمع	۲	۵	$\frac{3}{5}$

جدول ۱۱-ماتریس مقایسه طرحها از نظر ارزش حال خالص سالانه

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۶	۲
۲	$\frac{1}{6}$	۱	$\frac{1}{6}$
۳	$\frac{1}{2}$	۶	۱
جمع	$\frac{1}{67}$	۱۳	$\frac{3}{17}$

جدول ۱۴-ماتریس مقایسه طرحها از نظر سرمایه گذاری اولیه

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۴	۲
۲	$\frac{1}{4}$	۱	$\frac{1}{3}$
۳	$\frac{1}{2}$	۳	۱
جمع	$\frac{1}{75}$	۸	$\frac{3}{35}$

جدول ۱۳-ماتریس مقایسه طرحها از نظر کاربری اراضی

طرح / طرح	۱	۲	۳
۱	۱	۷	۴
۲	$\frac{1}{7}$	۱	$\frac{1}{5}$
۳	$\frac{1}{4}$	۵	۱
جمع	$\frac{1}{39}$	۱۳	$\frac{5}{2}$

پس با استفاده از ماتریس مقادیر طرحها، برای هر یک از عوامل، ماتریس محاسبه ارزشیابی طرحها از نظر هر یک از عوامل هشتگانه را تشکیل می‌دهیم. این ماتریسها در جدول ۱۵ تا ۲۲ محاسبه شده‌اند.

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۷۱	۰/۸	۰/۵۸	۰/۷۵	۱
۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱	۲
۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۳۳	۰/۱۵	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۷	۱
۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۵	۲
۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳	۰/۴۳	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۱
۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۲
۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۷۲	۰/۶	۰/۸۱	۰/۷۶	۱
۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۲
۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۸	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۴۹	۰/۵۷	۰/۴	۰/۵	۱
۰/۲	۰/۱۴	۰/۲	۰/۲۵	۲
۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۴	۰/۲۵	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۴۶	۰/۶	۱
۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱	۲
۰/۳۵	۰/۳	۰/۴۶	۰/۳	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۵۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵۷	۱
۰/۱۲	۰/۱	۰/۱۳	۰/۱۴	۲
۰/۳۲	۰/۳	۰/۳۸	۰/۲۹	۳

میانگین ردیفها	۳	۲	۱	طرح / طرح
۰/۶۸	۰/۷۷	۰/۵۴	۰/۷۲	۱
۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۱	۲
۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۳۸	۰/۱۸	۳

نکته مهم در این مرحله بررسی این مطلب است که آیا همخوانی در دادن امتیازات به هر معیار رعایت شده است یا خیر. جهت آزمون این امر باید ضریب همخوانی را برای هر یک از عوامل محاسبه نمود. این محاسبه انجام شده است و نتایج آن در جدول ۲۳ درج شده است.

معیار	جابجایی جمعیت	اثرات زیست محیطی	انرژی تولیدی	اراضی تحت کشت	ارزش حال خالص سالیانه	نرخ بازده داخلی	کاربری اراضی	سرمایه گذاری سرمایه
ضریب همخوانی	۰/۰۳	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۱

جدول ۲۳ - ضریب همخوانی هر یک از معیارهای هشتگانه مورد استفاده

نتایج بدست آمده از محاسبه ضریب همخوانی نشان می دهد که در امتیاز دهی به کلیه عوامل همخوانی رعایت شده است. مقایسه دو به دو عوامل با توجه به ضریب اهمیت هر یک به دیگری با استفاده از شیوه امتیازی پیشنهادی در روش A.H.P مرحله بعدی محاسبات را تشکیل می دهد. این ماتریس با استفاده از نقطه نظرات کارشناسی و اهمیت هر عامل بر دیگری و درجه آن محاسبه شده است (جدول ۲۴).

عامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
۱	۱	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۲۵	۴	۰/۳۳
۲	۶	۱	۴	۵	۴	۵	۷	۳
۳	۴	۰/۲۵	۱	۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۲	۳
۴	۴	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۰/۳۳
۵	۳	۰/۲۵	۳	۴	۱	۳	۴	۴
۶	۴	۰/۲	۳	۴	۰/۳۳	۱	۳	۴
۷	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۵	۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۱	۳
۸	۳	۰/۲۵	۰/۳۳	۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۳۳	۱
جمع	۲۵/۲۵	۲/۴۶	۱۲/۵۸	۲۲/۲۵	۶/۸۲	۱۰/۴۱	۲۱/۶۶	۱۸/۶۶

جدول (۲۴) - ماتریس مقایسه دو دویی عوامل (معیارها) برای انتخاب بهترین طرح

جدول (۲۵) ماتریس محاسبه ارزشیابی عوامل (معیارها) برای انتخاب بهترین طرح است. این ماتریس در تعیین وزن عوامل جهت انتخاب بهترین طرح از میان ۳ طرح مورد بحث از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

عامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	میانگین ردیفها
۱	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۵
۲	۰/۲۴	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۵۹	۰/۴۸	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۳۴
۳	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۱۰
۴	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵
۵	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۸
۶	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۱۴
۷	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۰۶
۸	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶

جدول (۲۵) - ماتریس محاسبه ارزشیابی عوامل (معیارها) برای انتخاب بهترین طرح

ضریب ماتریس وزن طرحها بر حسب عوامل در وکتور وزن عوامل و محاسبه حاصل از آن ماتریسی را ارائه می‌دهد که با جمع هر ستون از آن ارزش نهایی طرحها و در نتیجه رتبه‌بندی آنها امکان پذیر خواهد بود. نتیجه این محاسبات، ماتریس درج شده در جدول ۲۶ خواهد بود.

طرح عامل	۱	۲	۳
۱	۰/۰۰۳۵	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷۵
۲	۰/۲۴۱۴	۰/۰۲۷۲	۰/۰۷۱۴
۳	۰/۰۷۲	۰/۰۲۲	۰/۰۰۶
۴	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۴۱
۵	۰/۱۰۰۸	۰/۰۱۴۴	۰/۰۶۳
۶	۰/۰۶۸۶	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳۴
۷	۰/۰۴۰۸	۰/۰۰۴۲	۰/۰۱۵
۸	۰/۰۳۳۶	۰/۰۰۷۲	۰/۰۱۹۲
جمع	۰/۵۶۵۲	۰/۱۳۶۵	۰/۲۳۹۶

جدول (۲۶) - ماتریس ارزشیابی نهایی طرحها

بدین ترتیب با توجه به محاسبات انجام شده و نتایج بدست آمده با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی، طرح توسعه کشاورزی بهترین طرح از میان پروژه‌های سه گانه است. پس از آن طرح تولید انرژی برقایی رودبارلرستان قرار داشته و طرح تولید انرژی برقایی بهشت آباد با توجه به عوامل موجود در اولویت سوم قرار دارد. نکته قابل توجه آنکه بررسی‌های صرفاً اقتصادی این سه پروژه با استفاده از شاخصهای ارزش حال خالص سالیانه (B-C) و نرخ بازده داخلی (IRR) نتایج متفاوتی را بدست می‌دهد. بدین معنی که مقادیر این دو شاخص در پروژه رودبارلرستان به میزان قابل توجه و معنی‌داری بیش از مقادیر آنها در طرح توسعه کشاورزی است و در میان طرح‌های مطرح در اولویت نخست قرار می‌گیرد. طرحهای توسعه کشاورزی و بهشت آباد به ترتیب در مراتب بعدی قرار دارند.

پیشنهادات:

پیشنهاد می‌شود با توجه به توانایی روش ارزیابی چند معیاره A.H.P در مقایسه طرحهای منابع آب به سبب در نظر گرفتن عوامل گوناگون با ماهیت‌های مختلف (زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی) این روش در ارزیابی اینگونه طرحها مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری:

بدینوسیله از مساعدتهای به عمل آمده در معاونت سازه‌های آبی مهندسین مشاور قدس نیرو در تهیه این مقاله و سرکار خانم پوراسد جهت تایپ آن سپاسگزاری می‌شود.

مراجع و مأخذ

-Gilpin Alan , (1999), "Environmental Economics", John willey & sons , PP89-112

- Good land .R,(1996) , “The Environmental sustainability challenge for the Hydro Industry” ,
Journal of Hydropower & Dams , Issue one, pp.37-42
- World commission on Environment and Development ,(1987) , “Our Common Future” ,
oxford university press, P 43 .

- آر. کت ترنر، دی پریس، ای باتمن _ (۱۳۷۴) - اقتصاد و محیط زیست - ترجمه عیوض کوچکی، سیاوش دهقانان، علی کلاهی اهری _ صفحات ۷۱ تا ۸۲.

- اصغر پور، محمد جواد _ (۱۳۷۷) _ تصمیم گیری چندمعیاره، دانشگاه تهران

- سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۳) _ مستندات برنامه اول و دوم توسعه اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران

- قدرت نما، قهرمان _ (۱۳۷۲) _ ارزیابیهای چند معیاری در طرحهای توسعه منابع آب - آب و توسعه - شماره ۲ . ۲۳ - ۱۱

- مهندسین مشاور قدس نیرو _ (۱۳۷۶) _ طرح سد و نیروگاه رودبار لرستان (گزارشهای مطالعات مرحله اول)

- مهندسین مشاور قدس نیرو _ (۱۳۷۷) _ طرح سد و نیروگاه بهشت آباد (گزارشهای مطالعات مرحله اول)