پیاده‌سازی مهندسی ارزش در اجرای بدنه سدهای خاکی مطالعه موردی سد سیکان دره شهر- ایلام

آرمین منیر عباسی[1]، علی حسنی*[2]

۱- استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور کرج

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه پیام نور کرج

چکیده

انتخاب گزینه‌ها با در نظر گرفتن تمامی ابعاد آن همواره یکی از بزرگترین موارد در تصمیم گیری‌ها است. در این میان استفاده از ابزاری که بتواند این انتخاب را به طور ساختار یافته‌ای هدایت نماید بسیار سودمند است. در این پژوهش، مهندسی ارزش در کنار روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یک ابزار، جهت انتخاب بهترین گزینه نوع سد و همچنین بهترین نوع سرریز استفاده شده است. برای انجام این کار سه معیار هزینه اجرا، زمان اجرا و عملکرد به عنوان شاخص‌های اصلی تصمیم گیری در نظر گرفته شده‌اند. با توجه به نتایج مشخص گردید، بهترین گزینه سد بتن غلتکی با سرریز آزاد می‌باشد.

کلمات کلیدی: مهندسی ارزش – سدسازی – تحلیل سلسله مراتبی

Implementation of Value Engineering in the Body of Earth Dams: A Case Study of Sikan Dam, Daree- shahr, Ilam

Armin Monirabasi[1], Ali Hassani*[2]

1- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Payame noor university of Karaj

2- MSc student in Construction Engineering and Management, Department of Civil Engineering, Payame noor university of Karaj

Abstract

One of the biggest items in decision-making is selecting the best choices considering all their aspects. In the meantime, employing an instrument that can guide the choice in a structuralized way is very useful. In this research, value engineering along with hierarchical analytic processing method as instruments to select the best choice for the type of dam and the spillway are utilized. To do this, three categories of operational cost, time and performance as the main indicators of decision-making have been considered. The results revealed that the best choice is the roller compacted concrete dam with free spillway.

Keywords: Value engineering, Dam construction, Analytical hierarchy process

* مؤلف مسئول: علی حسنی Ali_Hasani_1369 @ yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۱۰/۱۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۹/۱۸

۱- مقدمه

افزایش هزینه‌های اجرایی با گذشت زمان و محدودیت‌های مالی باعث شده تا در دهه‌های اخیر، بهره‌برداری از طرح‌ها با تأخیر انجام شود. بازگشت سرمایه در این پروژه‌های بزرگ نیز به دلیل تأخیر ایجاد شده توجیه اقتصادی طرح را با مشکل جدی مواجه نموده است. عمدتاً این اشکال زمانی بروز می‌کند که فاصله بین مطالعه و طراحی با مرحله اجرا زیاد شود. از طرف دیگر ممکن است بنا به دلایلی، مشاور طرح امکان دسترسی به کلیه اطلاعات پایه جهت محاسبات و تهیه نقشه را برای انتخاب بهترین طرح نداشته باشد. لذا درمرحله اجرا که جبهه‌های مختلف کاری عوارض پنهان و ناشناخته عملیات را آشکار می‌سازد، اشکالات و نارسایی‌های طراحی ظاهر می‌شوند. از این رو مناسب است تا اهرم نظارتی دستگاه مشاور با بهره‌گیری از دانش مهندسی ارزش مجموعه‌ای مشتکل از چندین متخصص فنی را جهت بازنگری و تحلیل اجزای کار مجدداً بسیج و سازماندهی نماید، تا اجرای کامل طرح را با کمترین هزینه و زمان تحقق بخشد.

اساس مهندسی ارزش، یافتن رابطهٔ بین هزینه، وظایف و تحلیل وظایف است. این مطالعه منجر به یافتن راه‌های متفاوت برای دست یابی به هزینهٔ کمتر و ارائهٔ خدمات بیشتر می‌شود. از بین این روشهای متفاوت، باید روشی را که دارای کمترین هزینه است، انتخاب گردد.[۱]

لئو مطرح ساخت که، مهندسی ارزش یکی از موفق‌ترین متدلوژی‌های مسأله، کاهش هزینه و بهبود عملکرد کیفیت است. رویکرد اجرایی مهندسی ارزش، سرعت بالای به نتیجه رسیدن آن و راه‌حل‌های اجرایی که ارایه می‌کند، از وجوه تمایز آن در مقایسه با دیگر تکنیک‌ها و روش‌های مهندسی است.

علی اکبر کاش قندی [۲]، به بررسی فرآیند مهندسی ارزش در سیستم تخلیه سیلاب سد شهریار شامل سرریزها و حوضچه استغراق که منجر به تغییرات عمده‌ای در طرح و کاهش قابل توجه هزینه‌ها گردید، پرداخته شده است. نتایج مهندسی ارزش نشان داد که در فرآیند مهندسی ارزش سیستم تخلیه سیلاب، کاهش سرعت جریان پرتابه سرریز دریچه‌دار و به تبع آن مرتفع نمودن نیاز به پوشش بتنی دیواره حوضچه استغراق به عنوان کارکرد ارزش، دارای اهمیت فوق العاده‌ای بود. این امر از طریق مدل کردن ترکیب اثرات پرتابه سرریز آزاد با بخشی از جریان برگشتی پرتابه سرریز دریچه دار حاصل گردید. به عبارت دیگر سرعت جریان برگشتی پرتابه سرریز دریچه دار پس از برخورد با پرتابه سرریز آزاد، به گونه‌ای کاهش یافت که اثرات تخریبی آن روی حوضچه قابل صرفنظر بوده و پوشش بتنی حوضچه حذف گردید. پس از تکمیل فرآیند مهندسی ارزش سد و سازه‌های وابسته، ارتفاع سد با دستور کارفرمای طرح ۲۳ متر کاهش یافته و به تبع آن تراز آستانه سرریزها و اثرات پرتابه آنها نیز دستخوش تغییراتی شد که منجر به صرفه جویی بیش از ۷/۵ میلیون دلاری گردیده و در کنار آن عملکرد هیدرولیکی و سازهای مجموعه سد را نیز ارتقا داده است.

مطالعات مهندسی ارزش سد میمه- خرداد ماه [۳] توسط شرکت آب منطقه‌ای استان ایلام نشان داد که در سد مخزنی میمه، سر ریز از نوع اوجی آزاد در جناح چپ محور، به عنوان سامانه تخلیه سیلاب پیش‌بینی شده که جریان سیلاب ورودی پس از تسکین در مخزن از روی اوجی سرریز شده و توسط شوت وارد سازه استهلاک انرژی می‌شود. در این سازه، انرژی جنبشی آن مستهلک شده و به آرامی توسط کانال پایین دست به رودخانه تخلیه می‌شود. با توجه به محاسبات هیدرولیکی انجام شده در سناریوهای مختلف توسط تیم مهندسی ارزش، بیشترین صرفه جویی هزینه در حالتی است که سیستم تخلیه سیلاب به صورت ترکیبی از سرریز اصلی به طول ٤٠ متر در تراز ۳۲۰ متر از سطح دریا و سرریز پلکانی به طول ۱۵۰ متر با ۲ متر اختلاف ارتفاع و بالاتر از سرریز اصلی می‌باشد. در این سناریو قبل از سرریزی آب از مقطع پلکانی، تا دبی ۲۵۰ مترمکعب از سرریز اصلی با ارتفاع تیغه آب ۲ متر تخلیه خواهد شد. در دبی‌های بیشتر از این مقدار تا سیلاب طراحی، سرریز پلکانی نیز عمل کرده و به صورت ترکیبی سیلاب از مخزن سد تخلیه می‌شود. در این گزینه تراز تاج سد بیشترین کاهش را داشته که به واسطه آن احجام بدنه نیز کاهش می‌یابند و مشارکت سرریز اصلی در تخلیه سیلاب نسبت به سایر گزینه‌ها منطقی‌تر بوده و بار کمتری (با توجه به دبی ویژه مجاز) برروی سرریز پلکانی خواهد بود.

خسرو حمزه پور و همکاران [٤]، به منظور استفاده از توانایی‌ها و دانش کارشناسان، متخصصین و مجریان طرح‌ها در پروژه‌های عمرانی، دستورالعملی که ساز وکار تبدیل پیشنهادهای پیمانکاران، به طرح‌های قابل اجرا را روشن نماید با عنوان"تهیه، ارائه وبررسی پیشنهادهای تغییر، با نگاه مهندسی ارزش" توسط معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور تدوین شده است. در این راستا با بهره‌گیری از مبانی مهندسی تحلیلی در طول سال‌های ۸۸ و ۸۹ صرفه جویی معادل ۳۲۵ میلیارد ریال توسط گروه نظارت عالیه سد سازی شرکت آب منطقه‌ای اردبیل با نگاه مهندسی ارزش در طرح‌های آبی استان اردبیل و استفاده از تجارب علمی کشور در مدت ۱۸ ماه به وقوع پیوسته است.

کیپینگ شن و گیوون لیو [٥]، در تحقیقی با عنوان فاکتورهای بحرانی موفقیت‌آمیز در مطالعه مدیریت ارزش در پروژه‌های ساخت و ساز به این نتیجه دست یافتند که مطالعات پروژه‌های ساخت و ساز اغلب با فشار کمبود زمان و منابع محدود روبرو هستند. پس شناسایی عوامل کلیدی مؤثر در مدیریت ارزش این امکان را می‌سازد که با تخصیص زمان مناسب و منابع محدود به خروجی بهتر دست یافت. آنها در این مقاله به دنبال تشخیص این فاکتورها با توجه به درجه اهمیت شان در موفقیت مدیریت ارزش می‌باشد. به همین منظور ابزار مصاحبه‌ای برای جمع‌آوری مشاهدات کارشناسان باتجربه در زمینه مدیریت ارزش تهیه شد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که دو عامل که در تحقیقات قبلی اثربرجسته‌ای نداشتند به عنوان دو فاکتور با تأثیر قابل توجه در مدیریت ارزش شناخته شدند.

سد سیکان یکی از طرح‌های مهم استان ایلام در حوزه بهره‌برداری از منابع آب کشور می‌باشد که با تصویب طرح مطالعاتی اولیه، به صورت مشخص تمرکز زیادی بر روی اجرای فازهای مقدماتی و ابتدایی طرح در حال انجام است. سد مخزنی سیکان در ۱۲۰ کیلومتری شرق مرکز استان ایلام بر روی رود خانه گپر آب سیکان و در روستای فرهاد آباد ساخته می‌شود. طراحی و اجرای این سد بر مبنای بدنه خاکی می‌باشد.

۲- روش پژوهش

در این پژوهش ضمن بررسی پیاده سازی مهندسی ارزش در اجرای بدنه سدهای خاکی مطالعه موردی سد سیکان دره شهربه بررسی عملکرد فرآیند مهندسی ارزش به منظور انتخاب گزینه بهتر و درنظر گرفتن کاهش اتلاف و صرف هزینه‌های غیر مثمر بر اساس گزینه‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این پژوهش تمرکز فعالیت‌های مدیریت ارزش بر دو دسته کلی واقع شده است: دسته اول تعیین نوع بهینه سد با توجه به ساختگاه و دسته دوم انتخاب نوع سرریز آن با توجه به معیارهای لازم می‌باشد.

۲-۱- روش جمع‌آوری داده‌ها

باتوجه به در دسترس بودن اطلاعات توپوگرافی در طول مسیر ۲۲۰ کیلومتری تمامی شیب‌ها، اندازه‌گیری فاصله نقاط برای استقرار ایستگاههای تقویت فشار، اختلاف ارتفاع ایستگاهها باتوجه به فاصله نقاط نسبت به هم، اختلاف ارتفاع نسبت به سطح دریا در طول مسیر پیشنهادی سامانه انتقال بدست آمد. همچنین با توجه به دبی آب در مبدا و دبی تحویلی به مقصد و علل اتلاف آب با توجه به آمار مربوطه در طول مسیر بررسی شدند.

۲-۲- روش و ابزار گردآوری اطلاعات

الف) اطلاعات کتابخانه‌ای: با استفاده از نقشه‌های طرح، استفاده از کتب و منابع مربوطه و همچنین مقالات و پایان نامه‌های مشابه اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری می‌شود.

ب) روش میدانی: مصاحبه با خبرگان و کارشناسان آشنا به مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی، مرور و مشاهده کار از نزدیک، جمع‌آوری اطلاعات مربوط به احداث سد از مهندسین مشاور طرح و بررسی محلی اطلاعات میدانی گردآوری می‌گردد. گردآوری اطلاعات با

استفاده از بانک‌های اطلاعاتی جمع‌آوری شده از آرشیو اداره آب منطقه‌ای استان ایلام و همچنین بازدیدهای صورت گرفته از محل اجرای پروژه می‌باشد.

۳- نتایج

۳-۱- اطلاعات اولیه

۳-۱-۱- اطلاعات اولیه برای انتخاب نوع سد

در رابطه با متغیر نوع سد، سه گزینه خاکی، بتن قوسی و بتن غلتکی وجود دارد. لازم به ذکر است اطلاعات مربوط به هزینه، زمان و عملکرد هر یک از سه گزینه از اسناد و مدارک موجود استخراج شده‌اند. اطلاعات هر یک از سه گزینه در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱: اطلاعات کلی گزینه‌های مختلف سد سیکان

نوع سدهای مورد بررسی	ظرفیت مخزن	ارتفاع تاج	طول تاج
خاکی(سیکان)	۲۰۰ میلیون متر مکعب	٤۲	۷٤۰
بتنی	۳۲۰ میلیون متر مکعب	۱۱۲	۲۰۲
RCC	۲۰۵ میلیون متر مکعب	۳۸	۳۱۲

از آنجایی که برای انتخاب گزینه برتر، میزان هزینه به ازای واحد حجم مخزن باید با یکدیگر مقایسه شوند، این هزینه و سایر اطلاعات در جدول شماره ۲ محاسبه شده است.

جدول ۲: هزینه به ازای واحد حجم مخزن و زمان اجرای سدها

نوع سد	هزینه به ازای واحدحجم مخزن	زمان اجرا
خاکی	۳/۳٤	۱۰۷۷
بتن قوسی	۲/۳۱	۱۱٦۹
بتن غلتکی	۳/٤٤	۱۱۰۷

مشخصات عملکردی هر سه گزینه در جداول ۳ تا ۵ نشان داده شده است.

جدول ۳: مشخصات عملکردی گزینه خاکی

ردیف	متغیر	میزان	هزینه/درآمد میلیارد ریال	زمان اجرا	عملکرد
۱	ظرفیت نیروگاه/ مگاوات	۲٤۰	۸۷/٤۲	۱۲٦	متوسط
۲	تعداد توربین	۲	۱٦/۱۱	۸۰	
۲	مقاومت در برابر زمین لغزش	متوسط	-	-	
۳	درآمد زایی سالانه/ میلیارد ریال	۷۲۰		۳٦۰ روز	
٤	دوره اور هال	۳ ساله	۸/۸	۳۰ روز	

جدول ٤: مشخصات عملکردی گزینه بتن قوسی

ردیف	متغیر	میزان	هزینه/درآمد میلیارد ریال	زمان اجرا	عملکرد
١	ظرفیت نیروگاه/ مگاوات	٤٨٠	١١٢/٢٣	١٥٥	عالی
٢	تعداد توربین	٣	٢٥/٦٣	١١٠	
٢	مقاومت در برابر زمین لغزش	عالی	-	-	
٣	درآمد زایی سالانه/ میلیارد ریال	١٣٢٠		٣٦٠ روز	
٤	دوره اور هال	٥ ساله	٩/٩	٣٠ روز	

جدول ٥: مشخصات عملکردی گزینه بتن غلتکی

ردیف	متغیر	میزان	هزینه/درآمد میلیارد ریال	زمان اجرا	عملکرد
١	ظرفیت نیروگاه/ مگاوات	٢٨٨	٩٢/٣٦	١٠٥	خوب
٢	تعداد توربین	٢	١٦/١١	٨٠	
٢	مقاومت در برابر زمین لغزش	متوسط	-	-	
٣	درآمد زایی سالانه/ میلیارد ریال	٨١٠		٣٦٠ روز	
٤	دوره اور هال	٤ ساله	٦/٢	٣٠ روز	

بررسی مشخصات کیفی مربوط به هر یک از سه سد مورد بررسی نشان داده است که به لحاظ درآمدزایی، مقاومت‌های مکانیکی و دبی‌های خروجی میزان شرایط کیفی سدهای بتنی در اولویت قرار داشته و بین سدهای خاکی و RCC تفاوت زیادی ملاحظه نشده است.

٣-١-٢- اطلاعات اولیه برای انتخاب نوع سر ریز سد:

در رابطه با متغیر نوع سرریز سد با توجه به تعدد کمی سرریزها اقدام به بررسی تعداد چهار نوع سر ریز مختلف شده است.

جدول٦: اطلاعات کلی گزینه‌های سرریز

نوع سرریز مورد بررسی	مقدارعددی جریان آب/مترمکعب بر ثانیه	ارتفاع جریان آب	هزینه/میلیارد ریال	زمان/روز
آزاد	٨٧	١١٢	٣٢٤	٥٦٧
نیم دایره‌ای	٥٣	٧٣	٣٧٦/٧٩	٧٤٩
پلکانی	٤٢	١١٠	٣٥٤/١٧	٦٨٠
استوانه‌ای	٤٥	٤٤	٣٨٠/٦١	٧٩٧

جدول ٧: مشخصات عملکردی سرریز آزاد

ردیف	متغیر	میزان	عملکرد
١	ظرفیت ایجاد نیروی اصطکاک در هر مقطع	کم	ضعیف
٢	ضریب دبی برای قطر مشخص/متر مکعب بر ثانیه	١٢	
٣	توزیع سرعت آب بر روی سر ریز	متوسط	
٤	سرعت جریان در هر مقطع/متر مکعب بر ثانیه	٤٨	
٥	سطح ایجاد فشار هوا	زیاد	
٦	سطح نسبی دبی عبوری/متر مکعب بر ثانیه	٥٤	
٧	دوره اور هال	٤ ساله	

جدول ۸: مشخصات عملکردی سرریز نیم دایره‌ای

ردیف	متغیر	میزان	عملکرد
۱	ظرفیت ایجاد نیروی اصطکاک در هر مقطع	متوسط	خوب
۲	ضریب دبی برای قطر مشخص/متر مکعب بر ثانیه	۱۵	
۳	توزیع سرعت آب بر روی سر ریز	متوسط	
٤	سرعت جریان در هر مقطع/متر مکعب بر ثانیه	۳۲	
۵	سطح ایجاد فشار هوا	متوسط	
٦	سطح نسبی دبی عبوری/متر مکعب بر ثانیه	۳۹	
۷	دوره اور هال	۵ ساله	

جدول ۹: مشخصات عملکردی سر ریز پلکانی:

ردیف	متغیر	میزان	عملکرد
۱	ظرفیت ایجاد نیروی اصطکاک در هر مقطع	زیاد	متوسط
۲	ضریب دبی برای قطر مشخص/متر مکعب بر ثانیه	۱۱	
۳	توزیع سرعت آب بر روی سر ریز	زیاد	
٤	سرعت جریان در هر مقطع/متر مکعب بر ثانیه	۳۰	
۵	سطح ایجاد فشار هوا	کم	
٦	سطح نسبی دبی عبوری/متر مکعب بر ثانیه	۳۵	
۷	دوره اور هال	۳ ساله	

جدول ۱۰: مشخصات عملکردی سر ریز استوانه‌ای:

ردیف	متغیر	میزان	عملکرد
۱	ظرفیت ایجاد نیروی اصطکاک در هر مقطع	زیاد	عالی
۲	ضریب دبی برای قطر مشخص/متر مکعب بر ثانیه	۱٦	
۳	توزیع سرعت آب بر روی سر ریز	زیاد	
٤	سرعت جریان در هر مقطع/متر مکعب بر ثانیه	٤۲	
۵	سطح ایجاد فشار هوا	زیاد	
٦	سطح نسبی دبی عبوری/متر مکعب بر ثانیه	٤۵	
۷	دوره اور هال	۵ ساله	

در این بخش از پژوهش سعی شده است انتخاب بهترین گزینه نوع سد و یا نوع سرریز در راستای معیارهای مهندسی ارزش با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[1] انجام شود. به این منظور ابتدا یک ماتریس سه در سه مقایسه زوجی تشکیل گردید، که سطر و ستون آن شامل زمان، هزینه وعملکرد است. بر اساس این معیارها، ماتریس مقایسه زوجی مطابق جدول ۱۱ تهیه شده است. اعداد درون ماتریس بر اساس روش دلفی[2] و با اجماع نظر کارشناسان کارفرمای محترم طرح تعیین گردید.

1- AHP

۲- Delphi Method: روش دلفی بر اساس رویکرد پژوهش جدلی یعنی: نظر یا تز (ایجاد عقیده یا نظر)، پادنظر یا آنتی تز (نظر و عقیده مخالف) و نهایتاً ساخت سنتز (توافق و اجماع جدید شکل گرفته است که در پی فرآیند ساخت نظریه تازه‌ای ایجاد می‌شود.

جدول۱۱: ماتریس مقایسه زوجی بین معیارهای مختلف

	زمان اجرا	هزینه اجرا	عملکرد اجرا
زمان اجرا	۱	۰/۵	۱/۳۳
هزینه اجرا	۲	۱	۳
عملکرد اجرا	۰/۷۵	۰/۳۳	۱

بر اساس ماتریس مقایسه زوجی فوق، شاخص ناسازگاری در حد قابل قبول بوده وزن هر معیار به شرح زیر تعیین می‌شود:

وزن زمان اجرا= ۰/۲٦

وزن هزینه اجرا= ۰/۵۵

وزن عملکرد اجرا= ۰/۱۹

٤- مرحله امتیاز دهی

برای محاسبه مقادیر نرمال شده هر معیار، مقدار هر گزینه ازآن معیار به مجموع گزینه‌ها تقسیم می‌گردد. همچنین اگر نحوه اثر معیاری معکوس باشد، ابتدا عکس مقادیرگزینه‌ها ازآن معیار محاسبه شده سپس عملیات نرمال سازی انجام می‌شود. با توجه به کیفی بودن مقادیر عملکرد، ابتدا این مقادیر به مقیاس ۰ تا ۵ تبدیل شده، سپس سایر عملیات انجام می‌شود.

برای انتخاب بهترین گزینه نوع سد مطابق جدول ۱۲ عمل می‌شود:

جدول ۱۲: انتخاب بهترین گزینه نوع سد

	هزینه اجرای سد	زمان اجرای سد	عملکرد	معکوس هزینه	معکوس زمان	عملکرد	نرمالیزه معکوس هزینه	نرمالیزه معکوس زمان	نرمالیزه عملکرد
خاکی	٦٧٥/٢٤	١٧٤٣	٣	١/٦٧٥/٢٤	١/١٧٤٣	٣	٠/٣٤٩	٠/٣٣٨	٠/٢٥
بتنی	٧٤١/٨٩	١٩١٧	٥	١/٧٤١/٨٩	١/١٩١٧	٥	٠/٣١٧	٠/٣٠٨	٠/٤١
بتن غلتکی	٧٠٦/٥٣	١٦٧١	٤	١/٧٠٦/٥٣	١/١٦٧١	٤	٠/٣٣٤	٠/٣٥٤	٠/٣٤

فرمول محاسبه امتیازدهی به واحدهای ویژه در هرگزینه که شامل وزن هر معیار ومقدار نرمال شده خود معیار است مطابق رابطه ۱ بدست می‌آید:

$$P=X(xn)+Y(yn)+Z(zn) \qquad (1)$$

X: وزن معیارx

Xn: مقدار گزینه از معیارx

Y: وزن معیارy

Yn: مقدار گزینه از معیارy

Z: وزن معیارz

Zn: مقدار گزینه از معیار z

بر این مبنا وزن گزینه‌های مختلف ساخت سد سیکان در جدول شماره۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۱۳: وزن نهایی گزینه‌های مختلف ساخت سد سیکان

اولویت	سد	وزن
۱	بتن غلتکی	۰/۳٤۱
۲	بتنی	۰/۳۳۲
۳	خاکی	۰/۳۲۷
	مجموع	۱

چنانچه ملاحظه می‌شود سد بتن غلتکی بر اساس شرایط این ساختگاه بهترین گزینه است. این در حالی است که سد یاد شده در حال حاضر به صورت خاکی در حال اجرا است. لازم به ذکر است تمامی اطلاعات لازم بر اساس مدارک مطالعات تایید شده مشاور و نظر کارشناسان فنی کارفرما حاصل شده است.

به همین ترتیب برای انتخاب بهترین گزینه نوع سرریزسد به شرح زیر اقدام شده است:

جدول ١٤: انتخاب بهترین گزینه نوع سر ریز سد

نرمالیزه کیفیت	نرمالیزه زمان	نرمالیزه هزینه	کیفیت	معکوس زمان	معکوس هزینه	کیفیت	زمان اجرای سرریز	هزینه اجرای سرریز	
۰/۱٤۲	۰/۳۰۳	۰/۲۷۵	۲	۱/۵٦۷	۱/۳۲٤	۲	۵٦۷	۳۲٤	آزاد
۰/۲۸۵	۰/۲۲۸	۰/۲۳۸	٤	۱/۷٤۹	۱/۳۷٦/۷۹	٤	۷٤۹	۳۷٦/۷۹	نیم دایره‌ای
۰/۲۱۵	۰/۲۵٤	۰/۲۵۳	۳	۱/٦۸۰	۱/۳۵٤/۱۷	۳	٦۸۰	۳۵٤/۱۷	پلکانی
۰/۳۵۸	۰/۲۱۵	۰/۲۳٤	۵	۱/۷۹۷	۱/۳۸۰/٦۱	۵	۷۹۷	۳۸۰/٦۱	استوانه‌ای

جدول ۱۵: وزن نهایی گزینه‌های مختلف سرریز

اولویت	سرریز	وزن
۱	آزاد	۰/۲۵۷
۲	استوانه ای	۰/۲۵۳
۳	پلکانی	۰/۲٤٦
٤	نیم دایره ای	۰/۲٤٤
	مجموع	۱

چنانچه ملاحظه می‌شود سرریزآزاد بهترین انتخاب است.

۵- نتیجه‌گیری

همانطور که در بررسی مدارک و مستندات طرح عنوان شد، در مطالعات سد سیکان، گزینه خاکی، بتنی و بتن غلتکی ملاحظه شده است که بر مبنای میزان کل هزینه‌ها، در گزینه خاکی پایین‌تر ازسایر گزینه‌ها بوده و این اساس در مرحله مطالعات گزینه خاکی انتخاب شده است. اما همانطور که در این پژوهش مشاهده گردید با در نظر گرفتن مواردی چون زمان اجرا و عملکرد، گزینه بتن غلتکی بهترین گزینه بوده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش سرریز آزاد نیز نسبت به سایر گزینه‌ها بهتر بوده است.

همچنین این پژوهش نشان داد کاربرد مهندسی ارزش در کنار روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند ابـزاری سـودمند جهـت ارزیـابی جامع گزینه‌ها در اختیار قرار دهد.

قدردانی و تشکر

بر خود لازم می‌دانم که از همکاری و حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه پیام نور واحد کرج کـه در جهـت انجـام ایـن پـژوهش از هـیچ کمکی دریغ ننموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

٦- مراجع

[1] Albert P. Womack, Daniel T. Jones (Contributor), Daniel Roos (Contributor), Harperperennial Library, The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, 2012.

[۲] علی اکبر کاش قندی (۱۳۸۸)، مهندسی ارزش در سازه‌های هیدرولیکی سد شهریار، عضو هیأت مدیره شرکت ساختمانی تابلیه آذرماه.

[۳] مطالعات مهندسی ارزش سد میمه، خردادماه (۱۳۹۲)، شرکت آب منطقه‌ای استان ایلام، شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، شرکت مهندسین مشـاور فـراز آب و شرکت جنرال الکتریک

[٤] خسرو حمزه پور و همکاران (۱۳۸۳)، مهندسی ارزش درتأسیسات آبی استان اردبیل، چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر تهران.

[5] Shen, Q. and Liu, G. (2003) "Critical Success Factors for Value Management Studies in Construction." J. Constr. Eng. Manage., 129(5), 485–491