



## مطالعه مهندسی ارزش خط ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی - انزلی - پره سر

سمیه محمدی

دانشجوی مهندسی صنایع دانشگاه الزهرا (س)

[Mohammadi84.ie@gmail.com](mailto:Mohammadi84.ie@gmail.com)

مهسا صادقیان

کارشناس کنترل پروژه شرکت برق منطقه‌ای تهران

[msadeghiann@yahoo.com](mailto:msadeghiann@yahoo.com)

سالیان درازی است که روش مهندسی ارزش در کشورهای مختلف و برای طراحی و ساخت محصولات متفاوت و اجرای پروژه‌های متعدد مورد استفاده قرار گرفته و ضمن بهبود کارایی، صرفه‌جویی‌های فراوانی برای کارفرمایان مختلف به همراه داشته است. شرکت توانیر در پایه‌گذاری، اجرا و بکارگیری این روش در صنعت برق با برنامه‌ریزی دقیق و منسجم، نقش محوری خویش را به عهده گرفته است و این مقاله به شرح کارگاه برگزار شده در خصوص خط ۴ مداره ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی - انزلی - پره سر، که کارفرمای آن شرکت برق منطقه‌ای گیلان بوده پرداخته است. تیم مهندسی ارزش کارگاه مذکور با حضور کارشناسانی مجرب تشکیل گردید و با برگزاری کارگاه، طرح پایه تشریح و معیارهای ارزش تعیین شدند؛ نمودار FAST به روش جزء به کل رسم و ایده‌پردازی به روش طوفان فکری انجام و گزینه‌های برتر غربال شده و با ترکیب آن‌ها، سناریوها تعریف گردید و نهایتاً سناریوی برتر پس از بررسی‌های فنی و اقتصادی انجام شده با صرفه‌جویی قابل قبول انتخاب شد.

نتیجه کارگاه مهندسی ارزش خط مذکور بار دیگر ثابت نمود که در صورت انتخاب و به‌کارگیری یک تیم کاری پویا و پایبند به اصول کار تیمی، نیل به اهداف از پیش تعیین شده با در نظر گرفتن صرفه‌جویی قابل قبول و بهره‌وری، دور از دسترس نخواهد بود. در جریان این مطالعه سعی بر این است که چکیده‌ای از روند برگزاری کارگاه بیان شده و نقاط قوت و ضعف آن مورد بررسی قرار گیرد. واژه‌های کلیدی:

مهندسی ارزش، خط انتقال، مطالعه ارزش، تحلیل کارکرد، صرفه‌جویی، بهره‌وری

## مقدمه

مهندسی ارزش به عنوان شیوه‌ای کارآمد برای شناسایی و حذف هزینه‌های غیر ضروری و بهینه‌سازی طرح‌ها، بکار گرفته می‌شود. این روش با ارائه راهکارهای نو، ابتکارها، خلاقیت‌ها و استفاده از تجربه‌ها، نتایج سودمندی را در زمینه صرفه جویی در هزینه با حفظ و یا بهبود کیفیت به عنوان دو عامل بسیار اساسی در پی داشته است. مهندسی ارزش به تعبیری همان محاسبه ارزش است و روشی سیستماتیک با تکنیک‌های مشخص می‌باشد که کارکرد محصول یا خدمات را شناسایی و تحلیل می‌کند. هدف مهندسی ارزش را می‌توان ایجاد کنترل برای مجموع هزینه‌ها در زمینه محصول و خدمات در طول عمر پروژه، با حفظ و بهبود کیفیت بیان کرد. محدوده کار مهندسی ارزش به اندازه و پیچیدگی پروژه بستگی دارد.

باتوجه به حجم سرمایه‌گذاری که در طرح‌های عمرانی کشور وجود دارد، لزوم اعمال مهندسی ارزش در این پروژه‌ها احساس می‌شود. از آنجا که در شرکت سهامی برق منطقه‌ای تهران طرح‌های متنوع و سرمایه‌بری در حال تهیه و اجرا می‌باشد؛ لزوم بکارگیری مهندسی ارزش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

معیارهای انتخاب پروژه/ پروژه‌ها برای انجام مطالعات مهندسی ارزش در برق تهران عبارتند از:

- هزینه پروژه بیش از ده میلیارد ریال باشد.
  - پیچیدگی طراحی یا فرآیندهای پروژه / پروژه‌ها
  - اهمیت پروژه / پروژه‌ها
  - جدید بودن فن‌آوری‌ها در پروژه / پروژه‌ها
  - وجود محدودیت‌ها (زمان، موقعیت، بودجه، امکانات اجرائی و ...)
- در راستای اعمال مهندسی ارزش در پروژه‌های شرکت برق منطقه‌ای، کارگاه مهندسی ارزش برای خط چهار مداره ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی - انزلی - نیروگاه پره سر به کارفرمایی شرکت برق منطقه‌ای تهران ابلاغ گردید.

## تاریخچه پروژه

بر اساس مطالعات انجام شده در خصوص طرح‌های شبکه انتقال و فوق توزیع برق گیلان تا سال ۱۳۹۳ و ابلاغ شرکت توانیر در سال ۸۵، احداث خط چهار مداره ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی - انزلی - نیروگاه پره سر با اهداف ذیل در دستور کار شرکت برق گیلان قرار گرفت.

- توان انتقالی خطوط ۲۳۰ کیلوولت به میزان ۳۰۰ مگاوات در حالت عادی
  - توان انتقالی ۲۳۰ کیلوولت در حالت اضطراری ۵۰۰ مگاوات
  - توان انتقالی خطوط ۶۳ کیلوولت به میزان ۳۵ مگاوات در حالت عادی
  - توان انتقالی ۶۳ کیلوولت در حالت اضطراری ۵۰ مگاوات
  - رواداری ولتاژ ۲۳۰ و ۶۳ با حداکثر ۵٪ افزایش و کاهش
  - افزایش قابلیت اطمینان و پایداری شبکه برق گیلان
- در زمان اجرای مهندسی ارزش، مسیریابی و طراحی اولیه خط انجام گرفته بود و قرارداد خرید برج‌های زاویه پروژه به میزان ۲۳۰۰ تن به مبلغ ۴۲۰۰۰ میلیون ریال بسته و ۱۱۰۰ تن از آن به کارفرما تحویل داده شده بود.
- طی جلسه‌ی پیش کارگاه، توضیحاتی در زمینه‌ی مهندسی ارزش، پروژه و اهداف آن بیان گردید و ذینفعان پروژه به این شرح مشخص شدند:

- شرکت توانیر،

- شرکت برق منطقه‌ای گیلان،
- مردم و استفاده‌کنندگان،
- تأمین کنندگان،
- پیمانکاران و مشاوران.

سپس از مسیر خط ۴ مداره ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی - انزلی - پره‌سر بازدید کاملی توسط تیم صورت گرفت و اعضای کارگاه ضمن بررسی در جریان مسیر تعیین شده قرار گرفتند.

### روند کارگاه مهندسی ارزش

پس از معرفی کامل پروژه، اهداف، محدوده، الزامات و محدودیت‌های پروژه تعیین گردید؛ سپس مشخصات طرح پایه بیان شد و مورد بررسی قرار گرفت. براساس برآورد اولیه‌ی مشاور و با توجه به پیکربندی در نظر گرفته شده، هزینه طرح پایه ۴۶۳۸۱۰ میلیون ریال برآورد گردید که به شرح جدول ۱ می باشد.

عنوان	چهار مداره ۲۳۰ و ۶۳	حسن رود ۶۳	شش مداره	پوش پرده سر ۲۳۰	جمع مقادیر	قیمت کل (ریال)	درصد نسبت به هزینه کل
آهن آلات با اسباب (کیلوگرم)	۴۰۷۱۹۸۰	۳۳۸۴۷	۹۶۹۹۳۶	۵۹۴۵۳۶	۵۶۷۰۷۹۴	۹۵۰۵۴۴۰۹۹۸۰۰۰۰	۲۹.۱۱٪
سیم squab (کیلوگرم)	۹۶۸۰۰۰	۰	۱۶۳۸۲۰	۱۷۸۲۳۰	۱۳۱۰۰۵۰	۴۴۰۵۴۱۰۷۰۰۰۰۰۰	۱۳.۵۷٪
سیم lynx (کیلوگرم)	۳۳۵۰۰۰	۷۹۹۹	۱۱۷۰۴۶	۰	۴۷۰۰۴۵	۱۵۰۵۱۱۰۳۸۵۰۰۰۰	۴.۷۳٪
شیلد وایر (کیلوگرم)	۴۴۸۹۰	۸۱۸	۱۳۵۹۲	۸۹۱۴	۶۸۲۱۴	۹۵۴۰۹۹۴۰۰۰۰	۰.۲۹٪
بیراق آلات (ست)	۲۴۹۱۲	۱۶۴	۵۴۱۰	۱۷۳۱	۳۲۲۱۷	۸۰۶۲۷۰۵۷۰۰۰۰۰	۲.۵۳٪
مقره	۷۷۶۶۸	۴۶۴	۱۴۸۹۴	۱۱۷۸۰	۹۸۸۰۶	۷۷۰۴۱۸۰۱۲۰۰۰۰۰	۶.۷۲٪
قیمت کل تجهیزات خطوط هوایی						۱۸۷۰۳۹۸۰۸۶۹۰۰۰	۵۷٪

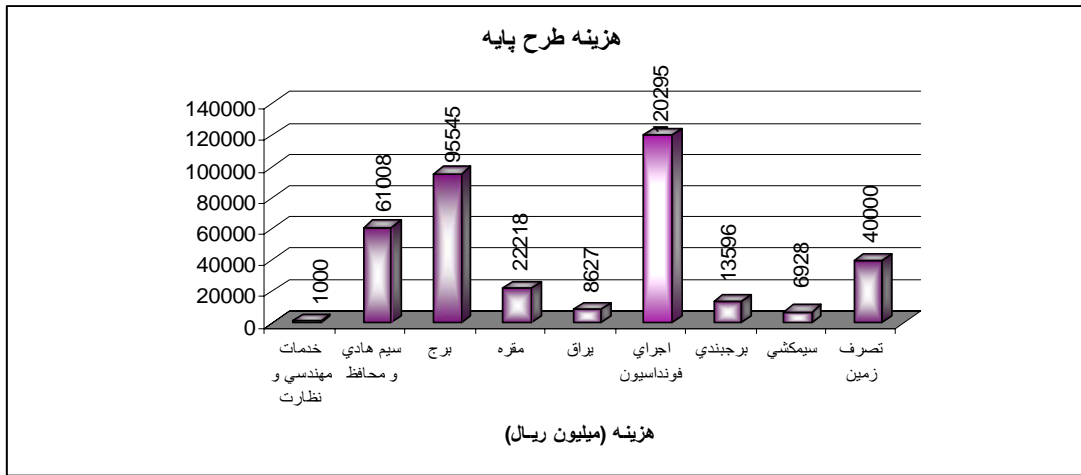
خط انتقال چهار مداره ۲۳۰-۶۳ کیلوولت رشت - انزلی - پره‌سر (مسیر انتخابی ج)							
اجرای عملیات احداث خطوط							
عنوان	چهار مداره ۲۳۰ و ۶۳	حسن رود ۶۳	شش مداره	پوش پرده سر ۲۳۰	قیمت کل	درصد نسبت به هزینه کل	
عملیات فونداسیون	۹۱۰۲۰۰۰۰۰۰۰۰	۷۹۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۷۰۰۰۰۰۰۰۰	۹۰۶۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۲۹۵۰۰۰۰۰۰۰	۳۶.۶۵٪	
عملیات برج بندی	۹۰۷۶۱۰۶۴۶۰۰۰	۷۸۰۷۳۶۰۲۹۰	۲۰۳۲۷۰۰۸۶۰۷۷۰	۱۰۴۲۸۰۳۹۵۰۹۷۰	۱۳۰۵۹۵۰۸۶۵۰۶۳۰	۴۰.۱۴٪	
عملیات سیم کشی	۴۰۹۵۴۰۳۰۰۰۰۰۰	۵۱۰۷۵۰۰۰۰۰	۱۰۲۱۷۰۹۲۰۰۰۰۰	۷۰۴۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۰۹۲۷۰۹۷۰۰۰۰۰۰	۲۰.۱۱٪	
قیمت کل اجرا					۱۴۰۰۸۱۸۰۸۳۵۰۶۳۰	۴۳٪	

عنوان	چهار مداره ۲۳۰ و ۶۳	حسن رود ۶۳	شش مداره	پوش پرده سر ۲۳۰	جمع مقادیر	قیمت کل (ریال)	درصد نسبت به هزینه کل
کابل ۶۳ کیلوولت (کیلو متر مدار)	---	---	---	---	۲۴	۶۱۰۰۸۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۶۴.۵۷٪
اجرای کابل کشی	---	---	---	---	۲۴	۴۳۰۵۱۲۰۸۰۵۰۰۰۰	۳۵.۴۳٪
قیمت کل خرید اجرا کابل						۹۴۰۵۹۲۰۸۰۵۰۰۰۰	۱۰۰٪

جدول 1- هزینه‌های طرح پایه

بر طبق جداول هزینه فوق، نمودار ۱ در خصوص هزینه طرح پایه ترسیم گردید. با بررسی جداول نمودار هزینه، مشخص گردید اجرای فونداسیون و خرید برج و سیم هزینه‌برترین اقلام در پروژه مورد مطالعه می‌باشند؛ که با توجه به شرایط اقلیمی پروژه و زمین‌های کشاورزی امری طبیعی بود و کارگاه جهت بررسی این موارد زمان بیشتری صرف نمود. سپس با توجه به اینکه مسیریابی پروژه در حین برگزاری کارگاه انجام شده بود، مسیرهای پیشنهادی که شامل ۴ آلترناتیو بود؛ بررسی و مسیر نهایی با توجه به مزیت‌های آن انتخاب گردید.

پس از این بررسی‌های اولیه در خصوص طرح پایه، به تعیین معیارهای ارزش و امتیازدهی به آن‌ها پرداخته شد.



نمودار 1

#### معیارهای ارزش

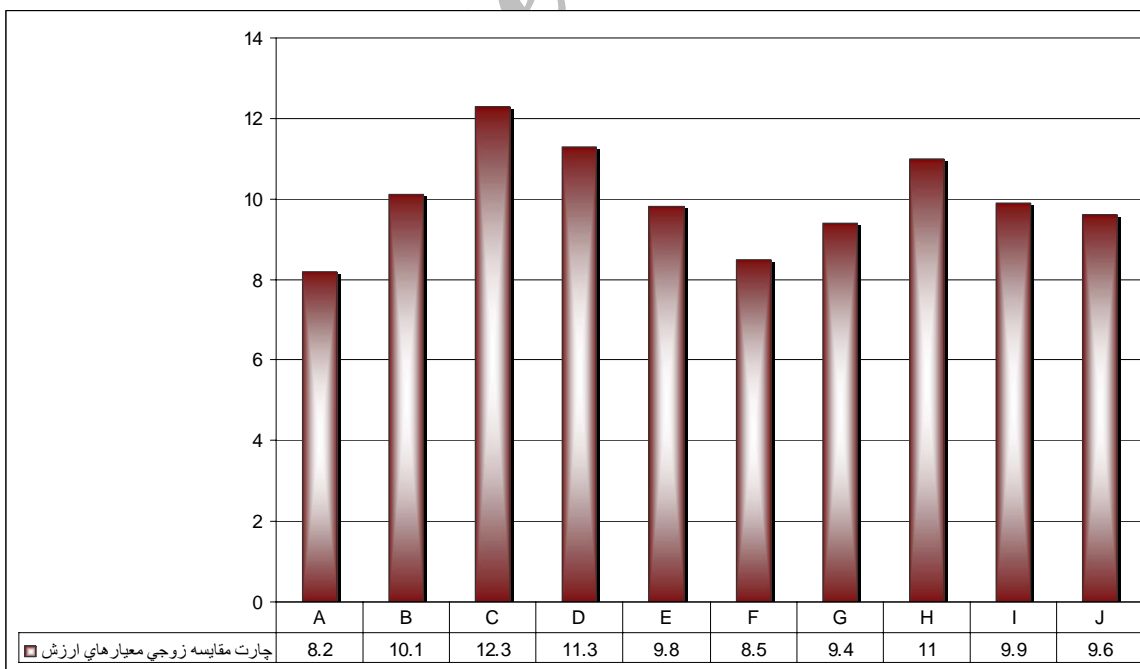
در مهندسی ارزش، از معیارهای ارزش برای مقایسه گزینه‌ها و ایده‌های مختلف استفاده می‌گردد که در فازهای ارزیابی و توسعه تعیین می‌شود. این فاکتورها جایگاه کیفی و کمی گزینه‌های جدید را نسبت به طرح اولیه از نظر برآورده کردن نیازها و خواسته‌های کارفرما، کیفیت و مطلوبیت طرح مشخص خواهند کرد. این معیارها در طول مطالعات، بازنگری، اصلاح و نسبت به یکدیگر وزن‌دهی خواهند شد. گروه مهندسی ارزش پس از بررسی، به اتفاق معیارهای ارزشی که در مراحل بعدی در انتخاب ایده‌های برتر ملاک ارزیابی قرار می‌گیرد را به شرح ذیل تعیین نمودند:

- A. سهولت بهره‌برداری
- B. سهولت اجرا
- C. کمترین معارض
- D. قابلیت اطمینان
- E. کمترین تلفات و افت ولتاژ
- F. سهولت تأمین تجهیزات و مصالح
- G. حفظ محیط زیست
- H. اشغال حداقل حریم
- I. سهولت تعمیر و نگهداری
- J. کوتاهی مسیر

سپس این معیارها به روش زوجی نسبت به یکدیگر وزن‌دهی شدند. جدول مقایسه زوجی و نمودار مربوط به آن، در جدول و نمودار شماره ۲ در صفحه آتی ارائه گردیده است.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	جمع	درصد
A	۵,۲ ۴,۸	۶,۴ ۳,۶	۶,۳ ۳,۷	۶,۰ ۴,۰	۴,۹ ۵,۱	۵,۹ ۴,۱	۶,۳ ۳,۷	۵,۶ ۴,۴	۶,۵ ۳,۵	۳۶,۹	۸,۲
B		۵,۸ ۴,۲	۵,۳ ۴,۷	۴,۹ ۵,۱	۴,۲ ۵,۸	۴,۵ ۵,۵	۵,۶ ۴,۴	۴,۶ ۵,۴	۴,۵ ۵,۵	۴۵,۷	۱۰,۱
C			۴,۰ ۶,۰	۴,۴ ۵,۶	۳,۶ ۶,۴	۳,۸ ۶,۲	۴,۰ ۶,۰	۳,۸ ۶,۲	۳,۵ ۶,۵	۵۵,۲	۱۲,۳
D				۳,۹ ۶,۱	۳,۳ ۶,۷	۴,۵ ۵,۵	۴,۸ ۵,۲	۴,۴ ۵,۶	۴,۰ ۶,۰	۵۰,۷	۱۱,۳
E					۴,۱ ۵,۹	۵,۱ ۴,۹	۵,۵ ۴,۵	۵,۴ ۴,۶	۵,۱ ۴,۹	۴۴,۱	۹,۸
F						۵,۳ ۴,۷	۶,۲ ۳,۸	۵,۵ ۴,۵	۵,۱ ۴,۹	۳۸,۱	۸,۵
G							۵,۲ ۴,۸	۵,۷ ۴,۳	۶,۲ ۳,۸	۴۲,۱	۹,۴
H								۴,۲ ۵,۷	۳,۹ ۶,۱	۴۹,۵	۱۱,۰
I									۴,۶ ۵,۴	۴۴,۶	۹,۹
J										۴۳,۳	۹,۶

جدول ۲ - جدول مقایسه زوجی معیارهای ارزش

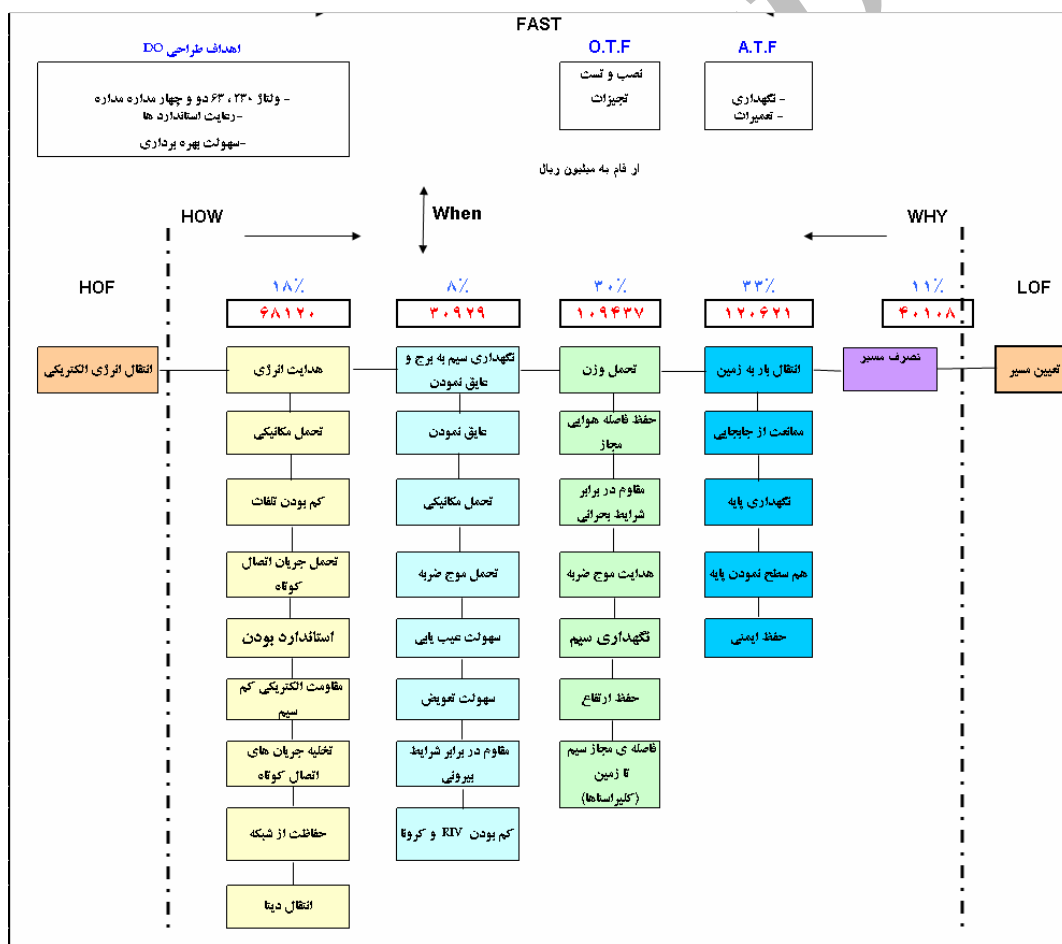


نمودار ۲-نمودار مقایسه زوجی معیارهای ارزش

پس از تعیین معیارهای ارزش، به تحلیل کارکرد پرداخته شد.

## تحلیل کارکرد

تحلیل کارکرد و ترسیم نمودار<sup>1</sup> FAST به عنوان قلب مهندسی ارزش تعریف می گردد و انجام کامل و دقیق آن نقش تعیین کننده ای در شناسایی کشتزارهای خلاقیت و تحلیل هزینه ناشی از تغییرات به کارگیری ایده های جدید، خواهد داشت. برای استخراج و ترسیم جدول تحلیل کارکرد، روش های متعددی از قبیل: از کل به جزء، از جزء به کل و تصادفی وجود دارد. روش استخراج از جزء به کل که روش کلاسیک انجام کار می باشد؛ علیرغم زمان بر بودن آن، موجب حصول اطمینان از منظور نمودن همه اجزاء و کارکردها در دیاگرام FAST می گردد؛ از این رو در کارگاه از این روش استفاده گردید و جدول کارکردها که کارکردهای اصلی، فرعی و پشتیبانی به همراه هزینه برآوردی مشاوره می باشد، با توافق گروه مشخص شد و مبنای ترسیم نمودار FAST قرار گرفت. جهت ترسیم نمودار FAST، ابتدا با کار گروهی به شناسایی اجزای طرح پایه پرداخته شد و سپس عملکردهای اصلی و ثانویه شناسایی و تعیین گردیدند. نهایتاً دیاگرام FAST مربوطه بر اساس مدل کلاسیک مطابق نمودار ۳ ترسیم شد.



نمودار ۳- نمودار FAST

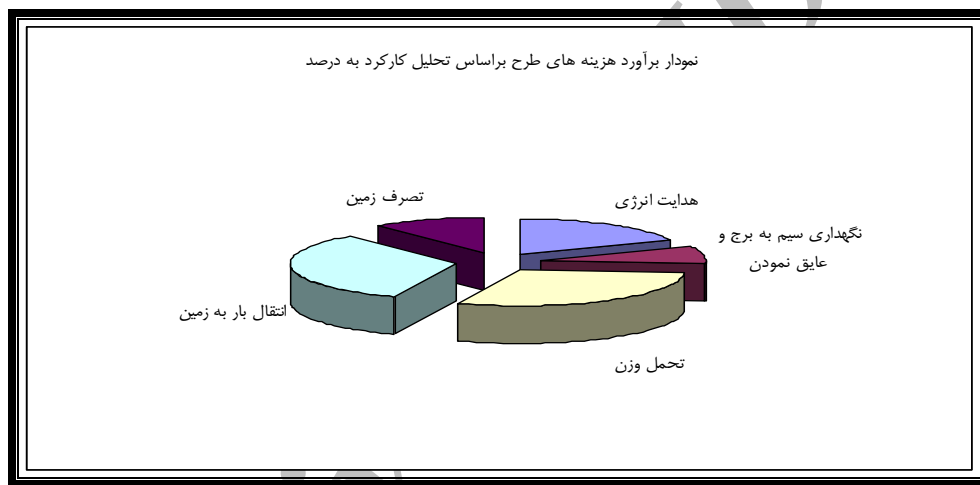
مطابق دیاگرام، بالاترین مرتبه کارکرد (HOF)<sup>2</sup>، انتقال انرژی الکتریکی و پایین ترین مرتبه کارکرد (LOF)<sup>3</sup>، تعیین مسیر، تعیین شد.

- 1- Function Analysis system Technique
- 2- Higher Order Function
- 3- Lower Order Function

جدول و نمودار برآورد هزینه‌های طرح براساس تحلیل کارکرد و با توجه به دیاگرام FAST در جدول ۳ و نمودار ۴ آورده شده است.

شرح آیتم	برآورد (میلیون ریال)	درصد وزنی
هدایت انرژی	68120	18%
نگهداری سیم به برج و عایق نمودن	30929	8%
تحمل وزن	109437	30%
انتقال بار به زمین	120621	33%
تصرف زمین	40108	11%

جدول ۳- برآورد هزینه‌های طرح براساس تحلیل کارکرد



نمودار ۴- نمودار برآورد هزینه های طرح براساس تحلیل کارکرد به درصد

جدول فوق نشان‌دهنده‌ی این مسئله می‌باشد که انتقال بار به زمین و تحمل وزن دارای بالاترین درصد کارکرد از کل پروژه می‌باشد و در نتیجه کارگاه روی این موارد تمرکز بیشتری نمود. پس از تحلیل کارکرد، کارگاه به فاز خلاقیت و ایده‌پردازی پرداخت.

#### خلاقیت و ایده‌پردازی

فاز خلاقیت و هم‌اندیشی یکی از مراحل مهم فرایند مهندسی ارزش است. در این مرحله کمیت ایده‌ها مهم است نه کیفیت آن‌ها. در این فاز اعضای گروه با توجه به تعیین اجزای مهم طرح (فونداسیون، برج) و کارکردها، ایده‌های جدید و خلاق را به صورت طوفان ذهنی<sup>۴</sup> ارائه نمودند.

تأکید شده است که در این مرحله از کار هیچ‌گونه قضاوت و یا انتقادی در مورد عملی بودن و یا نبودن، کارایی، محاسن و معایب ایده‌ها مطرح نگردیده و گروه به صورت کاملاً آزاد، بدون هرگونه خودسانسوری و یا دغدغه ذهنی، هر ایده‌ای که به ذهنشان می‌رسد را مطرح کنند و با استفاده از ایده‌های یکدیگر، ایده‌های جدید بسازند. نتیجه این فاز ۹۵ ایده بود.

۴- Brain Storming

## ارزیابی ایده‌ها

ایده‌های مطرح شده با توجه به اهداف کارگاه، امکان‌پذیر بودن به لحاظ اجرایی و نیز داشتن صرفه اقتصادی غربال و ارزیابی شدند. برای امتیازدهی به ایده‌ها، هر عضو امتیازی را به ایده‌ی موردنظر اختصاص داده و با توجه به امتیازات اعضا، ایده مورد نظر، قبول یا رد گردید. سپس جهت تعیین گزینه‌های برتر و غربال ثانویه، ایده‌های خلق شده با توجه به رتبه‌بندی ایده‌ها که شامل قبول ایده‌های با امتیاز بالاتر از ۳، حذف ایده‌های تکراری، حذف ایده‌های پرت و انتخاب ایده‌های قابل توسعه می‌باشد؛ مورد قضاوت و بازبینی قرار گرفتند که نهایتاً منجر به استخراج ۱۹ گزینه جهت فاز توسعه گردید. در مرحله بعدی، پس از غربال ایده‌ها، ۴ گروه کاری، با توجه به تخصص افراد تیم، جهت بررسی گزینه‌ها در فاز توسعه تعیین شدند.

## فاز توسعه

در این مرحله ایده‌هایی که در مرحله ارزیابی به عنوان **راه‌حل‌های علمی** و گزینه برای مسائل دارای اهمیت در پروژه، مورد توجه قرار گرفته و انتخاب شده‌اند، **توسعه** می‌یابند.

این فرایند شامل بررسی دقیق اقتصادی، فنی و عملی بودن گزینه‌ها می‌باشد، که به شرح ذیل انجام گرفت:

۱. تعیین معیارهای ارزش در گزینه‌ها
۲. تحلیل گزینه‌ها و انتخاب گزینه‌های برتر
۳. ترکیب گزینه‌ها و تهیه سناریو
۴. انتخاب سناریوی نهایی و ارائه پیشنهاد نهایی
۵. تهیه گزارش کارگاه

در این مرحله تعدادی از گزینه‌ها به دلیل اقتصادی و بعضاً نبودن امکان اجرایی، حذف گردیدند و نهایتاً از ۱۹ گزینه قابل مطالعه، ۱۲ مورد به دلیل اقتصادی نبودن و عدم پاسخگویی در مطالعات شبکه رد شدند و ۷ گزینه‌ی باقی‌مانده جهت ساخت سناریو به مرحله بعدی انتقال یافتند.

## ترکیب گزینه‌ها و تعریف سناریو

آخرین مرحله در فرایند مهندسی ارزش ترکیب گزینه‌های برتر جهت رسیدن به سناریویی با بالاترین ارزش ممکن می‌باشد؛ در این راستا اعضا پس از بررسی و تبادل نظر گزینه‌هایی را که ترکیب آن‌ها با یکدیگر امکان‌پذیر بود، انتخاب کردند و چهار سناریو را جهت تصمیم‌گیری نهایی و بررسی فنی و هزینه‌ای ارائه نمودند. نهایتاً هزینه اجرای هر یک از چهار سناریوی تعریفی و همچنین طرح پایه، توسط کارشناسان مجرب تیم برآورد گردید که نتیجه‌ی آن به شرح جدول شماره ۴ ارائه گردیده است.



کد	هزینه سرمایه گذاری	هزینه نگهداری و بهره برداری (۳۰ سال)	جمع کل هزینه
پایه	463810.0	3422.0	467232.0
سناریو ۱	315266.3	2643.6	317909.9
سناریو ۲	317376.3	2641.1	320017.4
سناریو ۳	336759.3	3172.3	339931.6
سناریو ۴	340112.9	3257.4	343370.3

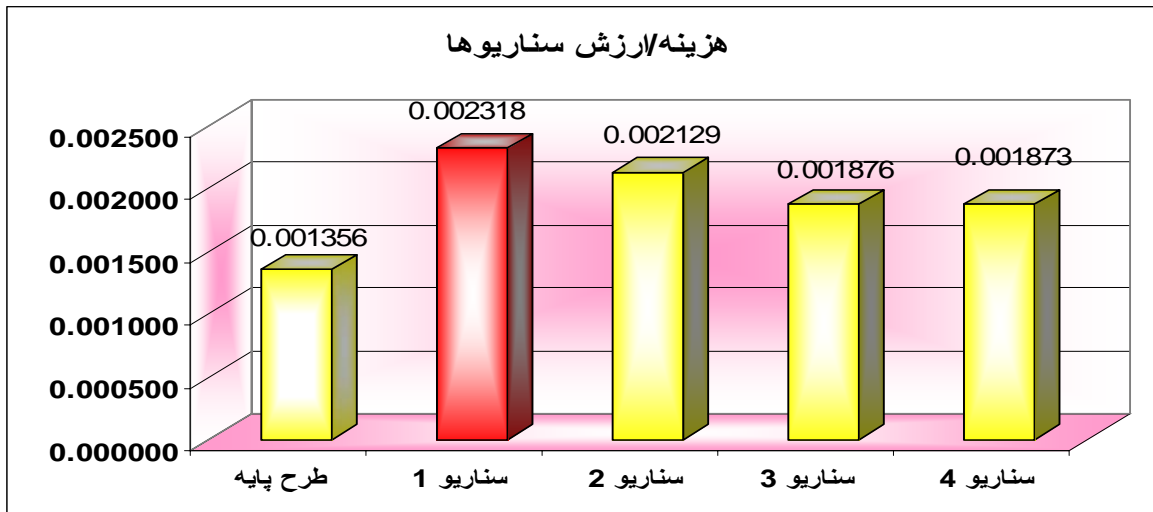
جدول ۴- هزینه‌ی سناریوها و طرح پایه

سپس ارزش طرح پایه و هر سناریو بر اساس معیارهای ارزشی که قبلاً توسط اعضا مشخص شده بود، توسط گروه تعیین گردید که مقایسه ارزش طرح پایه و سناریوها به نتایج جدول ۵ منجر گردید.

جمع	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	کد معیار	سناریو
	۹,۶	۹,۹	۱۱,۰	۹,۴	۸,۵	۹,۸	۱۱,۳	۱۲,۳	۱۰,۱	۸,۲	وزن	
۶۳	۶	۵	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۵	۶		طرح پایه
۶۳۳,۵	۵۷,۶	۵۰	۷۷	۵۶,۴	۵۹,۵	۶۸,۶	۷۹,۱	۸۶	۵۱	۴۹		
۷۴	۸	۸	۷	۷	۸	۷	۷	۷	۷	۸		سناریو ۱
۷۳۶,۹	۷۶,۸	۷۹	۷۷	۶۵,۸	۶۸	۶۸,۶	۷۹,۱	۸۶	۷۱	۶۶		
۶۸	۷	۷	۶	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۷		سناریو ۲
۶۸۱,۲	۶۷,۲	۶۹	۶۶	۶۵,۸	۵۱	۶۸,۶	۷۹,۱	۸۶	۷۱	۵۷		
۶۳	۸	۵	۷	۷	۴	۷	۶	۸	۵	۶		سناریو ۳
۶۳۷,۶	۷۶,۸	۵۰	۷۷	۶۵,۸	۳۴	۶۸,۶	۶۷,۸	۹۸	۵۱	۴۹		
۶۴	۷	۵	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۵	۶		سناریو ۴
۶۴۳,۱	۶۷,۲	۵۰	۷۷	۵۶,۴	۵۹,۵	۶۸,۶	۷۹,۱	۸۶	۵۱	۴۹		

جدول ۵- جدول محاسبه ارزش سناریوها

با توجه به جدول فوق، سناریوی شماره ۱، بدون در نظر گرفتن هزینه اجرایی آن اولین رتبه را به خود اختصاص داد اما انتخاب سناریوی برتر باید با توجه به هزینه و ارزش صورت گیرد که نتیجه‌ی آن مطابق نمودار شماره ۵ می‌باشد.



نمودار ۵- نمودار شاخص هزینه/ارزش سناریوها  
همانطور که مشخص است؛ سناریوی یک با توجه به شاخص ارزش بزرگتر، به عنوان سناریوی برتر انتخاب شد.

#### نتیجه کارگاه

طی جلسه‌ای که با حضور معاونت محترم برنامه‌ریزی شرکت توانیر و مدیریت محترم عامل شرکت برق منطقه‌ای گیلان برگزار گردید، مزایا و معایب سناریوها مورد بحث و بررسی قرار گرفت و با وجود اینکه سناریوی یک با ۳۰٪ صرفه‌جویی و بالاترین ارزش، در رتبه یک قرار داشت، سناریوی چهارم جهت ابلاغ به برق گیلان انتخاب گردید. دلیل انتخاب سناریوی چهارم به عنوان سناریوی برتر این بود که علاوه بر پیشنهاد اصلاحاتی در خصوص اتصالات ۶۳ کیلوولت، اصلاحات فونداسیون و نحوه سیم‌کشی، صرفه‌جویی چشمگیری نیز از نظر **زمانی** به علت استفاده از قرارداد خرید برج‌های زاویه‌ای که قبل از برگزاری کارگاه مهندسی ارزش بسته شده بود، دربر داشت که استفاده از هر سناریوی دیگری به جز سناریوی مذکور، نیازمند عقد قرارداد جدید بود که این فرایند خود نیازمند صرف زمانی قابل توجه بود، لذا با توجه به اهمیت زمان در پروژه‌های برق، کوتاه نمودن مدت اجرای پروژه با دربرداشتن صرفه‌جویی چشمگیر، در کسب بهره‌وری موردنظر تأثیر به‌سزایی داشته و در نتیجه با لحاظ نمودن صرفه‌جویی زمانی چشمگیر که بالتبع از نظر هزینه‌ها نیز مقرون به صرفه خواهد بود، سناریوی چهارم به عنوان سناریوی برتر انتخاب گردید.

#### نتیجه‌گیری

نتیجه‌ی این کارگاه این نکته را به تصویر کشید که در صورت به‌کارگیری کارشناسان مجرب و پایبند به اصول کار، می‌توان به اهداف موردنظر با ارتقاء کیفیت و رسیدن به بهره‌وری و صرفه‌جویی قابل قبول دست یافت. همچنین کارگاه مذکور با ارائه توصیه‌های ارزشمندی به کارفرما، زمینه مطالعات فنی آتی را فراهم نمود و به نتایج قابل قبولی در خصوص پروژه مورد مطالعه نائل گردید. امید است این چنین فعالیت‌هایی با رویکرد کار گروهی، چراغی جهت روشنایی راه آیندگان گردد.

منبع

گزارش نهائی کارگاه مهندسی ارزش خط ۴ مداره ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت رشت شمالی-انزلی-پره‌سر

Archive of SID