سومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش
۲۶آذرماه ۱۳۸۷

معرفی مدل هزینه کارکرد _ محور

مورد نمونه " گاردریل"

محمد سارنگ و فرشید گلزاده کرمانی
شرکت توسعه صنایع حمل و نقل ریلی گسترش و شرکت مهندسی مشاوره سامان
Sarang958@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

نگرش مدیریت سنتی در مطالعات بهبود محصول، مبتنی بر رویکرد اجزاء – محور بوده است. در این رویکرد کلیه فرآیندهای تولید اجزاء مورد بازبینی واقع شده و مدیریت بهبود در قالب "صرف هزینه متناسب با اجزاء " معنا می یافت.

محصول اصلاح شده ← چگونه محصول بهتری بسازیم؟ ← محصول مبنا

در معماری مدیریت نوین "دستیابی به کارکردهای مورد انتظار با صرف کمترین هزینه" را ارزش نامیده‌اند. در مفهوم این تعریف، روح رویکرد کارکرد – محور و ضرورت ایجاد تعادل بین کارکردهای کسب شده و منابع مصرف شده نهفته است. در این رویکرد کلیه کارکردهای یک محصول مورد تحلیل واقع شده و مدیریت بهبود در قالب بازآفرینی معنا می‌یابد.

محصول نوآورانه ← چه بسازیم؟ ← چرا باید این محصول را بسازیم؟ ← محصول مبنا

از آنجا که در مدیریت نوین، شناسائی و حذف موداها – هر آنچه که منابع را صرف نموده ولی ارزش جدیدی تولید نمی کند- یک ضرورت بنیادین است و شناسائی هزینه کارکردها موضوعی حائز اهمیت می‌باشد؛ در این مقاله روش توزیع هزینه یک محصول بر روی کارکردهای آن مورد توجه قرار گرفته است.

این مقاله در قالب یک مورد نمونه، روش تخصیص هزینه اجزاء گاردریل به کارکردهای آن ارائه کرده است.

تعاریف کلیدی

محصول (Deliverable) : هر خروجی قابل اندازه‌گیری، مشهود یا غیرمشهود و قابل صحه‌گذاری تولیدی یا تدارکاتی جهت تکمیل کل یا قسمتی از یک پروژه یا فرآیند.

هزینه (Cost) : هزینه منابع مورد نیاز جهت ایجاد یک محصول

مدل هزینه (Cost Model) : یک نوع ارائه مالی شامل کاربرگ، جدول و یا نمودار است که کلیه هزینه‌های وابسته به یک محصول را نمایش می‌دهد.

هزینه دوره عمر (Life Cycle Cost) : مجموع هزینه‌های تملک و کسب، تولید یا ساخت، عملیات، نگهداری، بهره‌برداری، توسعه و دفن یک محصول در یک بازه زمانی تعریف شده.

هزینه کارکرد (Function Cost): هزینه منابع مورد نیاز جهت تحقق کارکرد

مدل هزینه کارکرد محور (Function-Oriented Cost Model) : یک نوع ارائه مالی که کلیه هزینه های وابسته به کارکردهای یک محصول را نمایش می‌دهد.

www.SID.ir

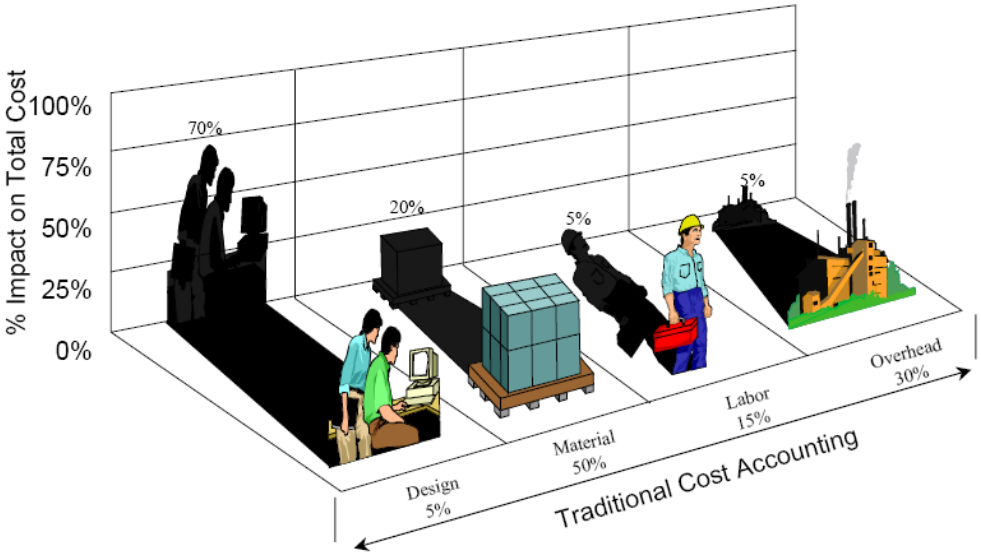
مدل هزینه

یکی از حوزه‌های دانش مدیریت پروژه، مدیریت هزینه است. مدل هزینه یکی از روشهای برآورد هزینه بوده که در مدیریت ارزش نیز به عنوان یک ابزار تحلیل هزینه کاربرد دارد. با توجه به ماهیت منحصر به فرد پروژه‌ها و انواع بی‌شمار فرآیندها نمی‌توان نسخه واحد و استانداردی برای ترسیم مدل هزینه تصویر کرد لیکن می‌توان متدولوژی استانداردی برای ترسیم یک مدل هزینه متناسب با بسته‌های پروژه در سازمانها تعریف نمود.

هزینه و تاثیر هزینه

تجارب پروژه‌های عمرانی – صنعتی نشان میدهد طراحی 5درصد، مواد اولیه 50درصد، نیروی‌کار 15درصد و سربار 30درصد هزینه کل یک پروژه را به خود اختصاص می‌دهند. به صورت پیش‌فرض تصور می‌شود به منظور مدیریت هزینه می‌بایست تدارکات و خرید مواد اولیه را مرکز توجه قرار داد .در صورتیکه صاحبنظران علم مدیریت پروژه اعتقاد دارند میزان تاثیر هزینه تعیین کننده مرکز توجه در مدیریت هزینه است .همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود تاثیر طراحی یک پروژه/محصول بر هزینه کل یک پروژه 70درصد است در حالیکه تدارکات و مواد اولیه فقط تاثیر 20 درصدی بر هزینه کل پروژه دارد.

درتکنیک‌های نوین مدیریت از طراحی به عنوان اهرم هزینه‌ای یاد شده و این فاز از پروژه مرکز توجه در مدیریت هزینه و کیفیت محسوب می‌شود. لذا طراحی یک محصول تاثیر مستقیم بر هزینه‌های دوره عمر محصول داشته و نگرش هزینه دوره عمر می‌بایست مورد توجه خاص در طراحی قرار گیرد.



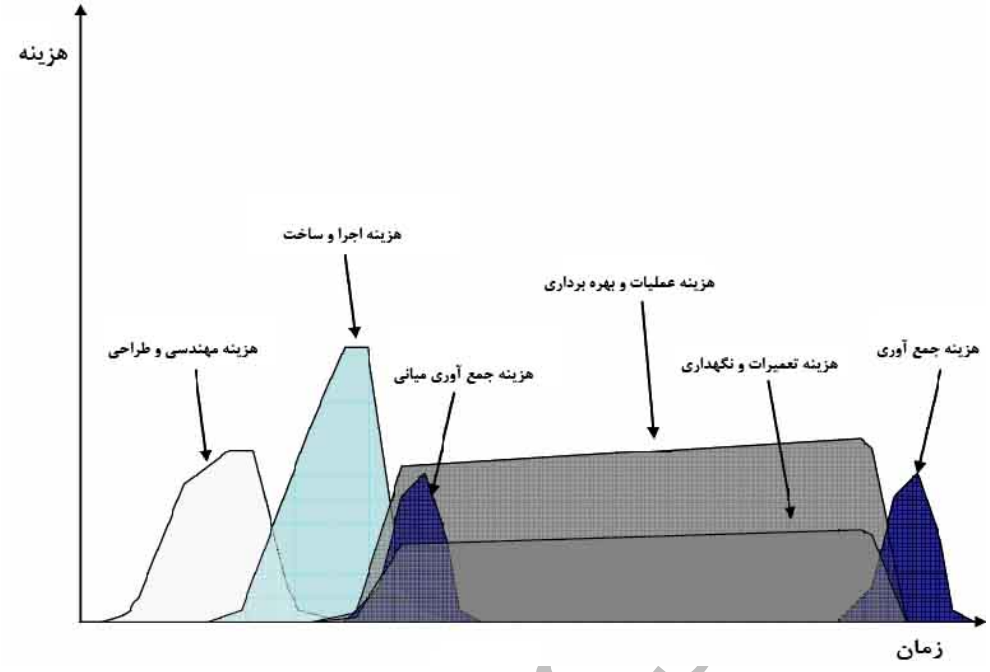
شکل ۱: درصد هزینه و تاثیر هزینه در یک پروژه عمرانی

مدل هزینه دوره عمر

صرفا هزینه‌های محصول، برای مشتری دارای اهمیت نیست بلکه کیفیت محصول به لحاظ اثر گذاری بر هزینه‌های طول عمر محصول نیز حائز اهمیت است. لذا توجه به هزینه های دوره عمر پروژه، یک ضرورت اجتناب ناپذیر بوده و سازمان‌هایی که هزینه‌های دوره عمر را مورد توجه قرار نمی دهند هرگز برآورد مناسبی از هزینه محصول نخواهند داشت.

شکل ۲ نشان می‌دهد دوره عمر یک پروژه از زمان مطالعات اولیه و پایه شروع و تا بهره‌برداری و جمع‌آوری پروژه ادامه دارد. لذا مدل هزینه دوره عمر باید به‌گونه‌ای تعریف شود که میدان دید هزینههای شناخته شده (معلوم **Known Cost**) را افزایش و دایره هزینه‌های ناشناخته (مجهول **Unknown Cost**) را محدود نماید. در مدیریت ارزش، و با استفاده از مدل هزینه دوره عمر و با نگرش پارتوئی اجزاء اصلی پرهزینه و دارای پتانسیل بهبود/کاهش هزینه شناسائی می‌گردد. این مدل مبنای محاسبات و تحلیل و مقایسه گزینه‌های مطالعات ارزش خواهدبود.

www.SID.ir



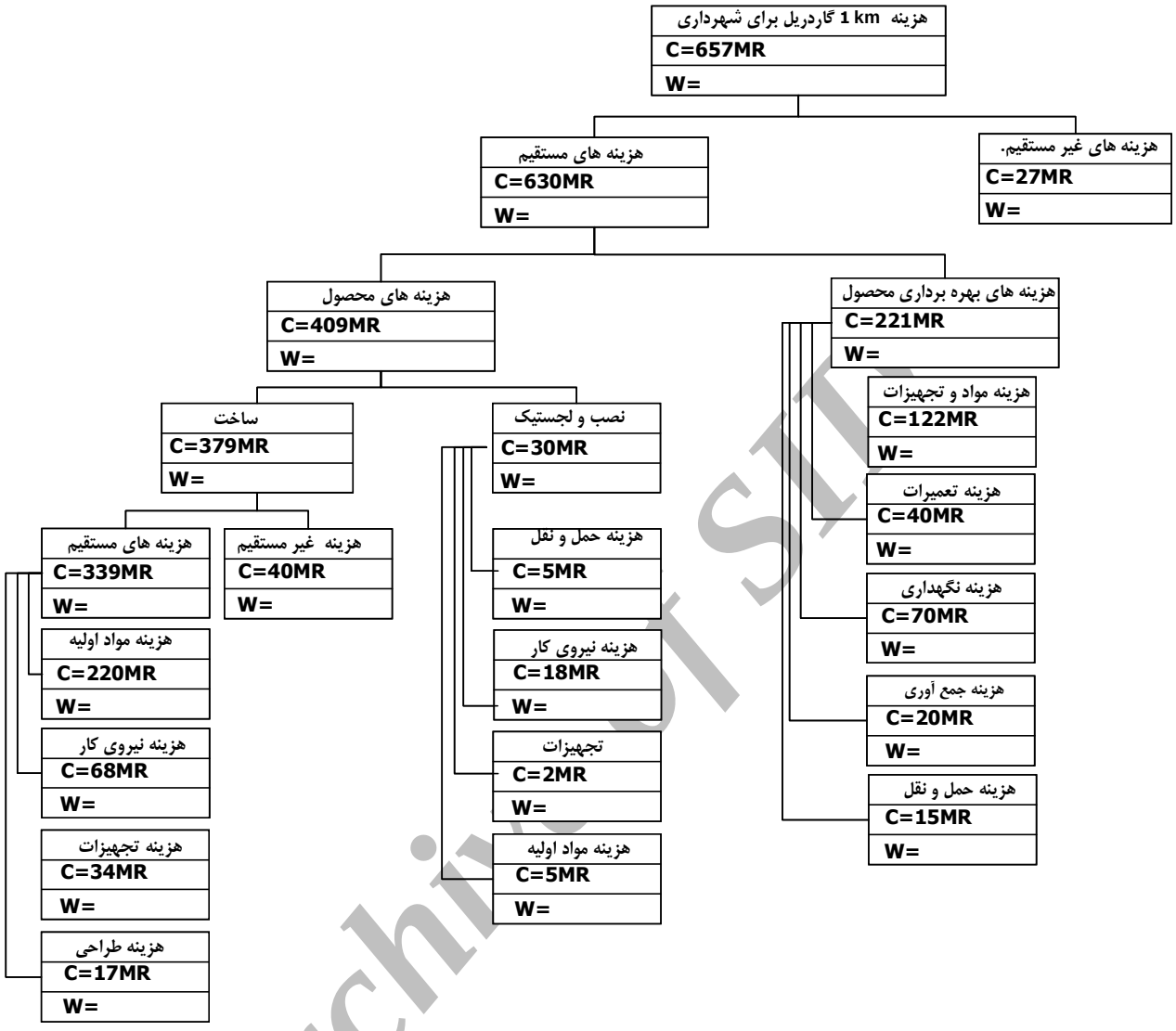
شکل ۲: هزینه دوره عمر یک پروژه عمرانی

مدل هزینه دوره عمر یک کیلومتر گاردریل

گاردریل به منظور کاهش میزان خسارات و تلفات ناشی از انحراف خودرو و جلوگیری از سقوط در پرتگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. خاصیت انعطاف پذیری نرده باعث جذب انرژی شده و به کاهش شدت تصادف می‌انجامد.

Archive of SID

www.SID.ir



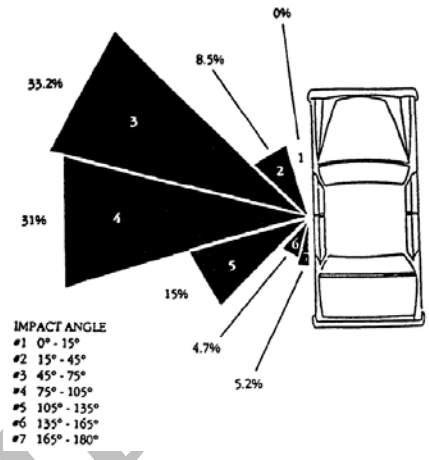
شکل ۳: نمودار درختی هزینه دوره عمر یک کیلومتر گاردریل

در شکل ۳ مدل هزینه دوره عمر یک کیلومتر گاردریل نمایش داده شده است. در این مدل فرض شده یکی از شرکت های وابسته به شهرداری ساخت، نصب و نگهداری و جمع‌آوری گاردریل را در یک دوره ۵ ساله انجام می‌دهد.

روش محاسبه هزینه های دوره عمر محصول

هر سیستمی شامل حداقل سه مرحله ورودی، پردازش و خروجی می‌باشد. ورودی اطلاعات در محاسبه هزینه‌های دوره عمر محصول مدل هزینه محصول، مستندات پروژه‌های مشابه، تجارب و دانش متخصصین است. در کارگاه مدیریت ارزش براساس اطلاعات جمع‌آوری شده، و تمرکز تیم، وزن هزینه های دوره عمر هر یک از اجزاء محصول در یک دوره ۵ ساله برآورد و با اطلاعات یک ساله بهره‌برداری، جزئیات این هزینه‌ها محاسبه شده است.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ٤: زاویه تاثیر نیرو در برخورد خودرو با گاردریل

بر اساس نتایج حاصله در مورد گاردریل هزینه دوره عمر در سال اول ۳۱، سال دوم ۴۷ ، سال سوم ۷۰، سال چهارم ۹۴ و سال پنجم ۱۱۸ میلیون ریال برآورد شده است که مجموع آن معادل ۳۶۰ میلیون ریال است؛ لیکن همانطور که در مدل هزینه دوره عمر شکل۳ ملاحظه شد با توجه به اینکه در مدل هزینه دوره عمر می‌بایست هزینه‌های به روز شده(ارزش فعلی هزینه آینده) را وارد نمود پس از به روز نمودن هزینه‌های دوره عمر گاردریل در یک دوره ۵ ساله، این رقم معادل ۲۲۱ میلیون ریال محاسبه و در مدل هزینه مذکورنشان داده شده است.

روش محاسبه ارزش فعلی هزینه آینده استفاده از رابطه زیر می‌باشد. فرض استفاده از این رابطه هزینه نمودن در پایان هر سال می‌باشد.

در محاسبات این مدل نرخ تنزیل سالانه ثابت و معادل ۱۵٪ فرض شده است.(جدول۱)

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

[P : ارزش فعلی، F : ارزش آینده، i : نرخ تنزیل، n : تعداد سال]

جدول۱: هزینه‌های بهره‌برداری محصول در یک دوره ۵ ساله به تفکیک اجزاء

	هزینه سال اول	هزینه سال دوم	هزینه سال سوم	هزینه سال چهارم	هزینه سال پنجم	جمع هزینه ۵ ساله	ارزش فعلی هزینه سال اول	ارزش فعلی هزینه سال دوم	ارزش فعلی هزینه سال سوم	ارزش فعلی هزینه سال چهارم	ارزش فعلی هزینه سال پنجم	ارزش فعلی مجموع هزینه ۵ ساله
							n=1 i=15%	n=2 i=15%	n=3 i=15%	n=4 i=15%	n=5 i=15%	
پایه	9	14	22	26	34	106	8	11.0	14.4	14.9	17.0	65
بست	9	14	17	22	26	88	8	10.5	11.2	12.6	12.9	55
پیچ	6	8	14	20	24	72	5	6.0	9.2	11.4	11.9	44
واشر	3	5	8	13	16	45	3	3.8	5.3	7.4	8.0	27
مهره	1	1	2	4	6	14	1	0.5	1.3	2.3	3.0	8
گارد	1	2	3	3	4	14	1	1.4	1.9	1.9	2.2	8
شبرنگ	1	2	3	3	4	14	1	1.4	1.9	1.9	2.2	8
رنگ	1	1	2	2	3	9	1	1.0	1.2	1.3	1.5	6
جمع	31	47	70	94	118	360	27	35.6	46.3	53.8	58.8	221

Archive of SID
www.SID.ir

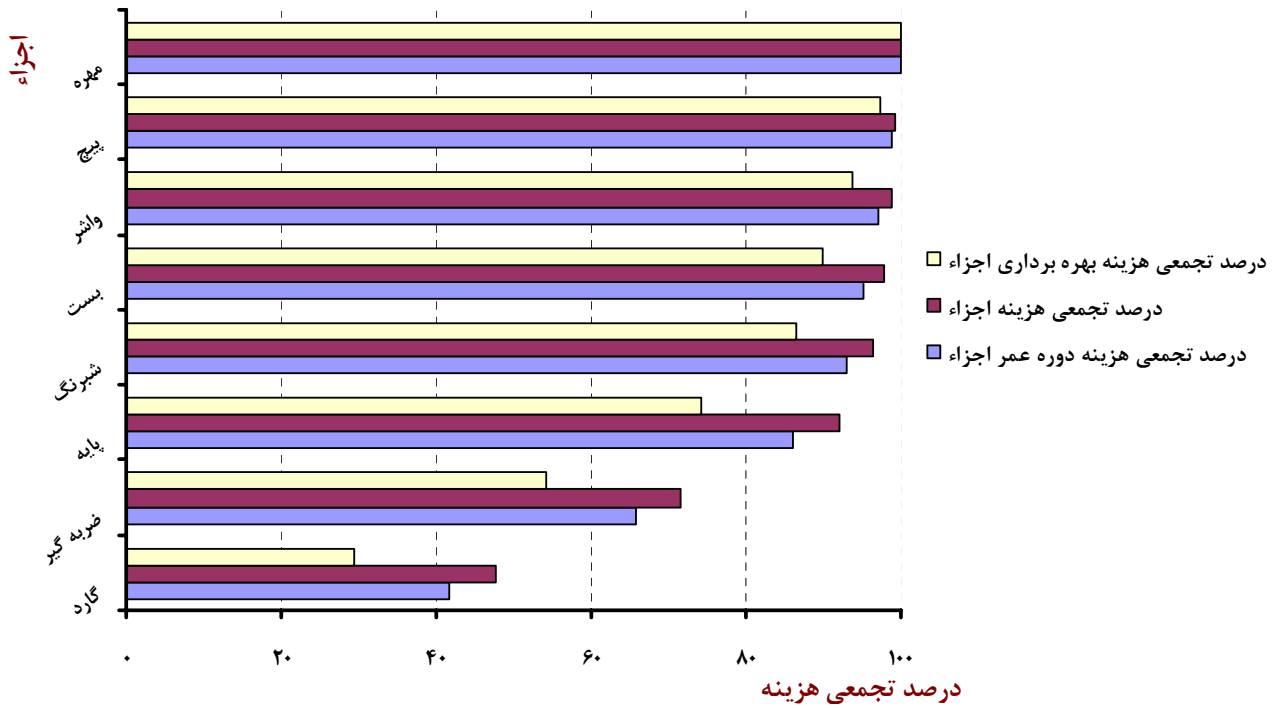
توزیع هزینه دوره عمر گاردریل برروی اجزا

یک کیلومتر گاردریل شامل ۱۰۰۰ متر گارد، ۲۵۰عدد ضربه گیر، ۲۵۰ عدد پایه، ۳۰۰ متر شبرنگ، ۵۰۰ عدد بست، ۲۰۰۰ عدد واشر، ۲۰۰۰ عدد پیچ و مهره است. براساس مدل هزینه، مستندات پروژه‌های مشابه و بررسی بازار و تجارب تیم متخصص ۶۵۷ میلون ریال هزینه دوره عمر شامل ۳۷۹ میلیون ریال هزینه ساخت، ۳۰ میلیون ریال هزینه نصب و لجستیک، ۲۲۱ میلیون ریال ارزش فعلی هزینه بهره‌برداری ۵ ساله و ۲۷ میلیون ریال هزینه غیر مسقیم متناسب با وزن هر یک از اجزاء محصول بر روی آنها پخش شده است.

به عنوان مثال همانطور که در جدول۲ مشاهده می‌شود گارد ۲۷۳ میلیون ریال از هزینه دوره عمر گاردریل را به خود اختصاص داده است.

جدول۲: هزینه‌های دوره عمر محصول در یک دوره ۵ ساله به تفکیک اجزاء

			هزینه دوره عمر یک کیلومتر گاردریل در دوره ۵ ساله					
			هزینه های مستقیم					
			هزینه محصول					
	واحد	تعداد	هزینه ساخت	هزینه نصب و لجستیک	هزینه بهره برداری	هزینه غیر مسقیم	جمع هزینه	هزینه دوره عمر
گارد	متر	1000	196	6	65	6.2	208.2	273
ضربه گیر	عدد	250	95	3	55	5.9	103.9	159
پایه	عدد	250	70	12	44	7.3	89.3	133
شبرنگ	متر	300	7.5	6.6	27	5.1	19.2	46
بست	عدد	500	4.5	0.6	8	0.3	5.4	13
واشر	عدد	2000	3	0.6	8	0.8	4.4	13
پیچ	عدد	2000	1.5	0.6	8	0.8	2.9	11
مهره	عدد	2000	1.5	0.6	6	0.5	2.6	8
جمع			379	30	221	27	436	657



شکل ۵: نمودار درصد تجمعی هزینه‌های دوره عمر اجزاء گاردریل در یک دوره ۵ ساله

Archive of SID
www.SID.ir

شکل ۵ نشان می‌دهد اصل پارتو بر مورد مطالعاتی گاردریل نیز صادق بوده و حدودا ۸۰ درصد هزینه دوره عمر مربوط به ۲۰ درصد اجزا، گارد و ضربه‌گیر است. در تکنیک‌های سنتی بهبود با نگرش اجزاء–محور بهبود را متوجه اجزاء کلیدی محصول (در اینجا گارد و ضربه‌گیر) می-نمایند.

توزیع هزینه دوره عمر گاردریل برروی کارکردهای اجزاء

مهندسی ارزش یکی از تکنیک‌های برجسته و توانمند با رویکرد کارکرد – محور است. در مطالعات ارزش با روش‌های متعارف کارکردهای محصول شناسائی و برای بهبود کارکردهای بحرانی(کارکردهای پرهزینه، پر ریسک، پر فرصت) به فاز خلاقیت فرستاده می‌شوند.

در این مطالعات و به منظور شناسائی کارکردهای پر هزینه، کارکردهای اجزاء تعریف و وزن هزینه‌ای هر یک از کارکردهای همان جزء به روش‌های متعارف از جمله فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توسط تیم ارزش محاسبه می‌شود. این عملیات در مورد مطالعاتی گاردریل در ستون مربوطه درجدول ۳ نمایش داده شده است.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود؛ به منظور محاسبه هزینه کارکردهای هر جزء، هزینه همان جزء را در وزن کارکردهای آن تاثیر می‌دهیم.

جدول۳: هزینه‌های دوره عمر محصول در یک دوره ۵ ساله به تفکیک اجزاء – کارکرد

شرح اجزا	هزینه (میلیون ریال)	کارکرد		توصیف	وزن هزینه کارکردها (تیم)	هزینه کارکرد (میلیون ریال)
گارد	273	انرژی	جذب کردن		0.2	54.6
		صربه	هدایت کردن		0.7	191.1
		حوزه راه	تعریف کردن		0.1	27.3
ضربه گیر	159	انرژی	جذب کردن		1	159.0
پایه	133	وزن	تحمل کردن		0.1	13.3
		انرژی	جذب کردن		0.25	33.3
		انرژی	انتقال دادن		0.25	33.3
		پایداری	حفظ کردن		0.4	53.2
شبرنگ	46	نور	بازتاب کردن		0.7	32.2
		حوزه راه	تعریف کردن		0.3	13.8
بست	13	انرژی	انتقال دادن		0.5	6.5
		انرژی	جذب کردن		0.5	6.5
واشر	13	نیرو	توزیع کردن		1	13
پیچ	11	هم محوری	حفظ کردن		0.6	6.6
		پایداری	حفظ کردن		0.4	4.4
مهره	8	نیرو	نگهداشتن		0.2	1.6
		نیرو	توزیع کردن		0.8	6.4

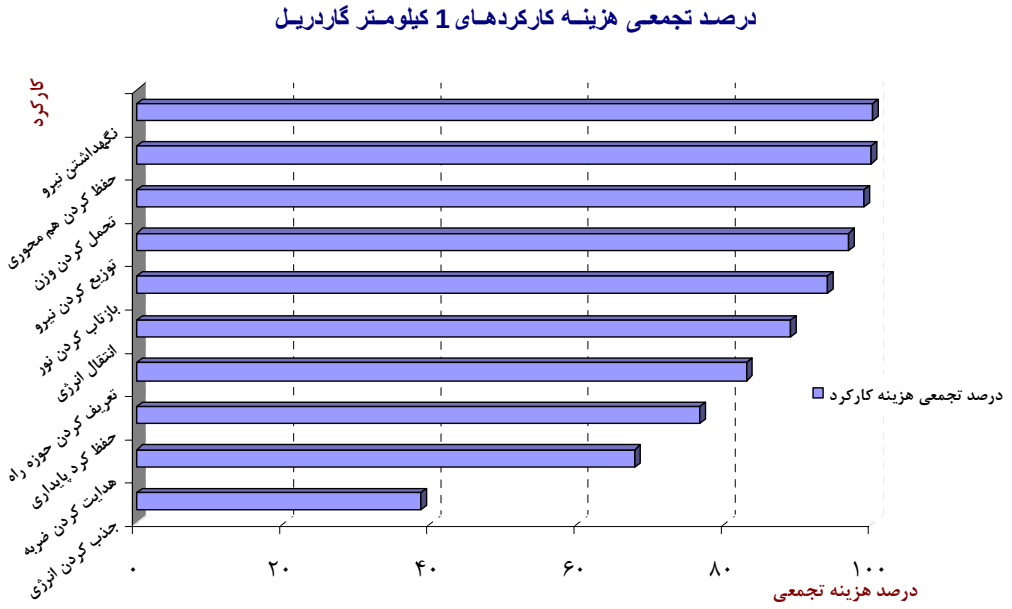
از آنجاکه عموما اجزاء مختلف یک محصول کارکردهای مشابه نیز دارند در جدولی مشابه جدول۴ هزینه کل هر یک از کارکردها محاسبه می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول٤: هزینه‌های دوره عمر محصول در یک دوره ۵ ساله به تفکیک کارکرد

کارکرد/ اجزا	تحمل کردن وزن	جذب کردن انرژی	انتقال دادن انرژی	حفظ کردن پایداری	حفظ کردن هم محوری	توزیع کردن نیرو	نگهداشتن نیرو	هدایت کردن ضربه	تعریف کردن حوزه راه	بازتاب کردن نور	جمع
گارد		54.6						191.1	27.3		273
ضربه گیر		159									159
پایه	13.3	33.3	33.3	53.2							133
شبرنگ									13.8	32.2	46
بست		6.5	6.5								13
واشر						13					13
پیچ				4.4	6.6						11
مهره						6.4	1.6				8
هزینه کارکرد	13.3	253.4	39.8	57.6	6.6	19.4	1.6	191.1	41.1	32.2	657

شکل ۶ نشان می‌دهد جذب کردن انرژی، هدایت کردن ضربه و حفظ کردن پایداری، کارکردهائی هستند که حدود ۸۰ درصد هزینه کارکردها را به خود اختصاص داده‌اند. لذا این کارکردها به عنوان کارکردهای پر هزینه شناسائی می‌شوند.



شکل ٦: نمودار درصد تجمعی هزینه‌های دوره عمر کارکردهای گاردریل در یک دوره ۵ ساله

نتیجه‌گیری:

www.SID.ir

از آنجا که شهر تهران با مسائل متنوع و پیچیده‌ای روبرو است نمی‌توان در هر پروژه مثلث معروف هزینه، زمان و کیفیت را تک بعدی و منحصر به فرد نگاه کرد و از تاثیر کارکردهای پروژه بر روی کلیه ذی‌نفعان و پروژه‌های دیگر گذر کرد؛ بدیهی است مسائل اجتماعی، فنی و اقتصادی بر کلیه پروژه‌ها خصوصا پروژه‌های شهری که در ارتباط مستقیم و لحظه‌ای با انسان قرار گرفته موثر بوده و تنها با نگاه طول عمری و کارکردگرا خواهیم توانست این تاثیرهای متقابل را مدیریت نمائیم.

با این رویکرد در مطالعات مهندسی ارزش، نگرش طول عمری در مسائل مرتبط با هزینه، ریسک و فرصت کارکردهای محصول/ پروژه حائز اهمیت است و در این مقاله سعی شده در حد امکان روش محاسبه هزینه طول عمری کارکردهای یک محصول نمایش داده شود.

امید است در سایه تجارب ارزشمند کلیه متخصصین شهر تهران تبدیل به فراشهری نظامند و خلاق شود.

فهرست منابع:

الف: مستندات

۱. مستندات کارگاه شبیه سازی در پروژه فراشهر (فرهنگ سازی مهندسی ارزش در شهرداری تهران)

ب: کتاب‌ها

۱. مهندسی مشاوره سامان، کتاب کار جامع مهندسی ارزش ، نوبت اول، معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران، فراشهر، ۱۳۸۷

2.Dr. Khaled A. Obeid, PE, CVS- life, workbook,2006

Archive of SID

www.SID.ir