Archive of SID

مجله بین المللی علوم مهندسی، شماره ۴، جلد۱۶، زمستان ۱۳۸۴، صفحه ۱۳۴- ۱۲۵
دانشگاه علم وصنعت ایران

طراحی یک مدل ارزیابی عملکرد پروژه های تحقیقاتی بر اساس مثلث پروژه

محمد سعیدی مهرآباد و رحیم احسانی

چکیده: این مقاله درمورد یک مدل ارزیابی عملکرد برای پروژهای تحقیقاتی بر اساس مثلث پروژه که شامل زمان، هزینه و محدوده می باشد، بحث می کند. برای ارزیابی عملکرد پروژه ها چندین روش مانند چک لیست ها، مدل امتیاز دهی، تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک های اقتصاد مهندسی در ادبیات موضوع، ارایه شده اند. نکته ای که حایز اهمیت می باشد این است که در یک مجموعه تحقیقاتی شاخص های مختلفی برای ارزیابی عملکرد پروژه ها وجود دارند اما در این مقاله سه شاخص ارزیابی انحراف از زمان، هزینه و کیفیت، بر اساس مثلث پروژه، تعریف می گردند. سپس تابعی برای محاسبه عملکرد یک پروژه تعیین می شود که این سه شاخص را با استفاده از منطق تابع زیان درجه دو در مهندسی کیفیت، یکپارچه می کند. همچنین مدل فوق با استفاده از داده های موجود در یک مرکز پژوهشی تست می شود و با نتایج مدل موجود در آن، مقایسه می گردد.

واژه‌های کلیدی: مدل ارزیابی عملکرد، شاخص عملکرد، پروژه تحقیقاتی، مثلث پروژه، ضریب عملکرد، تابع زیان درجه دو

۱. مقدمه

مدیران پروژه های تحقیقاتی برای انجام بهتر پروژه های خود علاوه بر اطلاعات مدیریت پروژه، به اطلاعات عملکرد آنها در دوره های مشخص و به صورت پیوسته نیاز دارند. آنها با استفاده از این اطلاعات در صورت لزوم، تصمیمات‌لازم (تخصیص منابع بیشتر مانند پول، نیروی انسانی و دانش فنی به پروژه) را در مورد ادامه روند اجرای پروژه اخذ می نمایند. در این راستا، آنها به یک سیستم مناسب برای ارزیابی عملکرد پروژه های خود نیاز دارند تا در دوره های مشخص، عملکرد آنها را بر اساس شاخص های معین و روش های درست، اندازه گیری شود. اصولا اندازه گیری عملکرد[1] نقش مهمی را درحصول اطمینان از موفقیت یک پروژه، بازی می کند. بررسی های انجام شده در شرکت های متمرکز امریکایی نشان می دهد موضوع اصلی که مدیران پروژهای تحقیق و توسعه با آن روبرو هستند، اندازه گیری و بهبود کارایی پروژه می باشد[۱]. اندازه گیری عملکرد، پیشرفت انجام یک برنامه را در مقایسه با اهداف از پیش تعیین شده، به صورت پیوسته و عملی نشان می دهد. شاخص های عملکرد نیز نوع یا سطح فعالیت های انجام شده در برنامه و محصولات یا نتایج حاصله از این برنامه را نشان می دهد. این برنامه ممکن است شامل فعالیت ها، پروژه ها، وظایف، ماموریت ها و سیاست هایی که یک هدف مشخص یا یک مجموعه اهداف را دارند، باشد[۲]. به عبارت دیگر، اندازه گیری عملکرد به عنوان فرایند کمی کردن کارایی[2] و اثربخشی[3] یک عمل (فعالیت) می باشد. در نتیجه شاخص عملکرد[4] به عنوان یک معیار برای کمی کردن کارایی و یا اثر بخشی یک عمل استفاده می شود. سیستم اندازه گیری عملکرد نیز به عنوان یک مجموعه از معیارها برای کمی کردن کارایی واثر بخشی یک عمل تعریف می گردد[۳]. پیتر دراکرکارایی و اثربخشی را در تحلیل عملکرد به عنوان « انجام چیزها به درستی » و« انجام چیزدرست » استفاده نموده است. اگر یک مدیر خروجی رابرای یک سطح داده شده از ورودی بهینه می کند، کارایی و در غیراین صورت عدم کارایی او را نشان می دهد. اثربخشی به درجهٔ دستیابی به مجموعه اهداف سازمان یا پروژه بازمی گردد[۴]. دراین مقاله سعی خواهد شد که با در نظر گرفتن شاخص های تعریف شده برای کارایی و اثربخشی پروژهٔ تحقیقاتی، یک مدل ارزیابی عملکرد پروژه براساس این شاخص ها و مفهوم تابع زیان درجه دو[5] توسعه داده شود. ساختارمقاله درادامه به شرح زیر می باشد:

ابتدا مروری بر ادبیات موضوع در زمینه شاخص ها و روش های ارزیابی پروژه های تحقیقاتی، انجام می شود. دربخش سوم، شرایط و

مقاله در تاریخ ۱۳۸۳/۲/۲۶ دریافت شده و در تاریخ ۱۳۸۳/۱۱/۳ به تصویب نهایی رسیده است.

دکتر محمد سعیدی مهرآباد دانشیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم وصنعت ایران، mehrabad@iust.ac.ir.
رحیم احسانی دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران و عضو هیأت علمی پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، ehsani@jercen.com.

[1] Performance measurement

[2] Efficiency
[3] Effectiveness
[4] Measure
[5] Quadratic loss function

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای مدل تعریف می شود. دربخش چهارم، شاخص های ارزیابی پروژه معرفی می گردند. در بخش پنجم، مدل ارزیابی وروش حل آن بیان می گردد. دربخش ششم، تصدیق وصحه گذاری مدل ارزیابی همراه با مثال عددی، مورد بررسی قرار می گیرد. دربخش آخر نیز روی نتایج حاصله بحث می شود و پیشنهاداتی درمورد کارهای آتی ارایه خواهد شد.

۲. مرور ادبیات تحقیق

خیلی از مدیران پروژه های تحقیقاتی نگران هستند که روش های ارزیابی پروژه های آنها، آن طوری که باید خوب باشند، نیستند. آنها نسبت به سیستم ارزیابی ناراضی بوده و همواره نسبت به سودمندبودن ارزیابی عملکرد پروژه، انتقاد می کنند. البته این می تواند ناشی از ماهیت سیستم ارزیابی باشد و این که کارایی پروژه تحقیقاتی، به آسانی قابل اندازه گیری نیست. بعضی اوقات ارزیابی پروژه های تحقیقاتی در هر صنعتی، به دلیل کمبود شاخص هایی که بتوانند عملکرد آنها را در راستای هدف شان نشان دهند، مشکل می باشد.

مطالعات تجربی خیلی کمی وجود دارند که استفاده از شاخص های کارایی پروژه و تکنیک های آن را در شرکت های صنعتی نشان دهند. البته یک مورد مطالعه در شرکت های متمرکز آمریکایی نشان داد که ۶۰ درصد آنها کارایی پروژه های تحقیقاتی وتوسعه ای را اندازه گیری نمی کنند و تنها ۷ درصد از آنها به طور منظم از شاخص های کارایی پروژه استفاده می کنند[۵]. مارتینز و همکارانش (۲۰۰۲) در مقاله خود اظهار داشتند که اندازه گیری کارایی پروژه های تحقیقاتی و توسعه‌ای نه تنها شامل اطلاعاتی در مورد خروجی و نتایجی مانند پتنت ها، محصولات جدید و سود بوده، بلکه دربارهٔ فرآیند منتهی به آنها نیز می باشد. کارایی پروژه به عنوان استفاده بهینه از مدیریت فرآیند و خروجی آن برحسب دستیابی به اهداف بازار و تکنولوژی پروژه می باشد. آنها در بررسی خود روی صنایع اسپانیایی و تحلیل های آماری دو شاخص انحراف زمان و انحراف هزینه پروژه را جزء شاخص های مهم، معرفی نمودند. آنها در ادبیات موضوع روش های ارزیابی عملکرد پروژه، چک لیست ها، مدل امتیازدهی و مدل ریاضی را بررسی کرده اند. چک لیست ساده ترین روش ارزیابی پروژه تحقیق و توسعه است که لیستی از شاخص های مؤثر در تعیین کارایی پروژه تهیه می کند و به آنها امتیاز می دهد. درنتیجه، مقایسه پروژه های متفاوت به دلیل درنظر نگرفتن وزن شاخص ها مشکل خواهد بود. روش امتیازدهی با تخصیص وزن به معیارها و خلاصه کردن نتایج، به عنوان نمره یک پروژه، این مشکل را حل می کند[۶]. درانگلن و همکارانش درمقالهٔ خود، عملکرد پروژه های تحقیق و توسعه را از جنبه های کیفیت، نوآوری، زمان و هزینه، درنظر گر فته اند. همچنین روش های چک لیست، مدل مقیاس بندی و مدل نمره دهی را برای ارزیابی عملکرد پروژه ذکر کرده اند[۷]. پوه و همکارانش (۲۰۰۱) درمقالهٔ خود روش های ارزیابی پروژه تحقیق و توسعه را به دو دسته اصلی روش های رتبه بندی و وزن دهی و روش سوددهی، تقسیم می کنند[۸]. سووینگجو و همکارانش (۲۰۰۰) نیز در مقاله خود از روش نمودار درختی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، برای اندازه گیری عملکرد، استفاده نمودند[۹]. سایواتانو پیلای و همکارانش (۲۰۰۲) نیز در مقاله خود یک مدل برای اندازه گیری عملکرد پروژه های تحقیق و توسعه، در محیط چند پروژه و مهندسی همزمان، ارایه نموده اند. آنها سه مرحله انتخاب[1]، اجرا[2] و پیاده سازی[3] را برای دوره عمر[4] یک پروژه تحقیق و توسعه در نظر گرفتند. سپس یک شاخص عملکرد یکپارچه[5] را پیشنهاد می دهند که عملکرد یک پروژه تحقیق وتوسعه را به وسیله یکپارچه کردن فاکتور های کلیدی موثر در هر مرحله از عمر پروژه، اندازه گیری می کند[۱۰]. در این مقاله بر مرحله اجرای پروژه تحقیقاتی تمرکز شده است و عملکرد آن از دیدگاه کارایی و اثر بخشی، مورد بررسی قرار می گیرد. عملکرد یک پروژه تحقیقاتی از سه جنبه زمان، هزینه و کیفیت، بر مبنای مفهوم مثلث پروژه که در مدیریت پروژه تعریف می گردد، مورد ارزیابی قرارمی گیرد. عملکرد پروژه بر اساس شاخص های انحراف از پیشرفت (زمان)، انحراف از هزینه به عنوان شاخص های کارایی و انحراف از کیفیت به عنوان شاخص اثربخشی ارزیابی می شود. مدل ارزیابی بر اساس مفهوم تابع زیان درجه دوم، که توسط پروفسور تگوچی در مهندسی کیفیت مطرح شده است، طراحی می گردد.

۳. تعریف شرایط و پارامترهای مدل

ارزیابی عملکرد پروژه ها ی تحقیقاتی نیازمند به تعریف و تعیین سه مورد زیر می باشند:

۱- شرایط ارزیابی؛ یعنی ویژگی هایی که یک پروژه باید داشته باشد تا مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- شاخص های ارزیابی که بر اساس آنها عملکرد پروژه، اندازه گیری می شود.

۳- مدل ارزیابی که نتایج شاخص های ارزیابی را با هم ترکیب و عملکرد پروژه را تعیین می نماید.

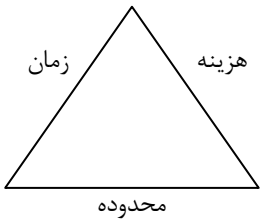
شرایط لازم برای ارزیابی پروژه ها عبارتند از:

۱- مشخص بودن موضوع و هدف پروژه، زمان انجام و اعتبار آن که این شرط، جزء ویژگی های هر پروژه می باشد. هر پروژه ای، ترکیبی از سه متغیر محدوده[6]، زمان و هزینه است که به صورت شکل۱ نشان داده می شود [۱۱]. محدوده، بیانگر تعهدات یا کل کار و مجموع فعالیت هایی است که تا انتهای پروژه باید انجام شوند.

[1] Selection phase
[2] Execution phase
[3] Implementation phase
[4] Life cycle
[5] Integrated performance index
[6] Scope

www.SID.ir

هزینه نیز بیانگر کل منابع مورد نیاز برای انجام پروژه می باشد که عموما به بودجه مورد نیاز پروژه اطلاق می شود. زمان نیز بیانگر مدت زمان انجام تعهدات پروژه از ابتدا تا انتهای آن می باشد.



شکل ۱. مثلث پروژه

۲- داشتن برنامه زمان بندی برای انجام فعالیت های مورد نیاز به منظور رسیدن به هدف پروژه و مشخص بودن وزن فعالیت ها. یکی از کارهایی که درمدیریت پروژه[1] باید انجام شود، زمان بندی پروژه[2] می باشد. براساس محدوده کاری پروژه و تعهداتی که درآن وجود دارد، ساختارشکست کار[3] تهیه شده و فعالیت های موردنیاز برای انجام تعهدات پروژه می بایست شناسایی شوند و وزن آنها نسبت به کل پروژه تعیین گردند.

۳- مشخص بودن خروجی هر فعالیت تعریف شده در برنامه زمان بندی. یعنی این که انجام فعالیت مذکور به چه چیزی منجر می شود (مانند نقشه، قطعه یا محصول، دفترچه محاسبات، گراف و نمودارهای تحلیل، تست و آزمایش).

۴- داشتن برنامه پیش بینی هزینه های مورد نیاز برای انجام فعالیت های تعریف شده در برنامه زمان بندی. فعالیت های تعریف شده در برنامه زمانبندی پروژه نیازمند منابعی هستند که همه آنها به هزینه منتهی می شوند. بنابراین، براساس برنامه زمانبندی پروژه ها، می بایست برنامه پیش بینی هزینه مورد نیاز برای انجام تعهدات پروژه، تهیه گردد. براساس مثلث یک پروژه، عملکرد یک پروژه تحقیقاتی نیز از سه جنبه زمان، هزینه و کیفیت مورد بررسی قرار می گیرد که درشکل ۲ نشان داده شده است.

بنابراین، در این مدل برا ی ارزیابی عملکرد یک پروژه تحقیقاتی، شاخص های زیر ازجنبه های مختلف تعریف می گردند:

۱- شاخص انحراف زمان(p)

۲- شاخص انحراف هزینه ای(c)

۳- شاخص انحراف کیفی(q)

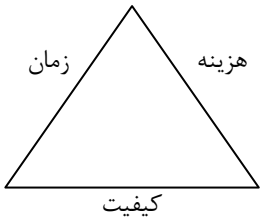
شاخص p: بیانگر میزان انحراف پیشرفت واقعی یک پروژه از پیشرفت برنامه ای آن می باشد.

شاخص c: بیانگر میزان انحراف هزینه برنامه ای یک پروژه از هزینه واقعی آن است.

[1] Project Management
[2] Scheduling
[3] Work Breakdown Structure(WBS)

Archive of SID

شاخص q : بیانگر میزان انحراف امتیاز کیفی از مقدار ایده آل آن (یعنی ۱۰۰) می باشد.



شکل۲. مثلث جنبه های عملکرد پروژه

البته این امتیاز کیفی براساس نحوۀ انجام فعالیت، گزارشات علمی و خروجی های انتشاراتی حاصل از انجام آنها داده می شود.

E_P: ضریب انحراف کلی یک پروژه از برنامه

W_j: اهمیت j امین شاخص ارزیابی

T_p: ضریب عملکرد یک پروژه

۴. تعریف شاخص های ارزیابی

شاخص های ارزیابی عملکرد p ; c ; q به صورت زیر تعریف می شوند.

الف – شاخص مغایرت زمانی

$$P_{(t)} = \frac{Pp_{(t)} - Ap_{(t)}}{Pp_{(t)}} \qquad (۱)$$

$P_{(t)}$: شاخص انحراف زمانی در دوره ارزیابی t

$Pp_{(t)}$: پیشرفت برنامه‌ای در دوره ارزیابی t

$Ap_{(t)}$: پیشرفت واقعی در دوره ارزیابی t

$$Pp_{(t)} = \sum_{i=1}^{n_1} WT_i \qquad (۲)$$

WT_i: وزن فعالیت i ام که در دوره t طبق برنامه زمان بندی باید انجام شود.

n_1: تعداد فعالیت هایی که در دوره t طبق برنامه زمان بندی باید انجام شوند.

$$Ap_{(t)} = \sum_{i=1}^{n_2} WT_i \qquad (۳)$$

WT_i: وزن فعالیت i ام که در دوره t طبق برنامه زمان بندی انجام شده است.

n_2: تعداد فعالیت هایی که در دوره t طبق برنامه زمان بندی انجام شده اند.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- شاخص مغایرت هزینه ای

$$C_{(t)} = \frac{Ac_{(t)} - Pc_{(t)}}{Pc_{(t)}} \quad (۴)$$

$C_{(t)}$: شاخص انحراف زمانی در دوره ارزیابی t

$Pc_{(t)}$: هزینه برنامه‌ای در دوره ارزیابی t

$Ac_{(t)}$: هزینه واقعی در دوره ارزیابی t

$$Ac_{(t)} = \sum_{i=1}^{n_2} act_i + Ac_{(t-1)} \quad (۵)$$

act_i: هزینه واقعی فعالیت i ام که در دوره t

$Ac_{(t-1)}$: کل هزینه واقعی تا آخر دوره

$$Pc_{(t)} = \sum_{i=1}^{n_2} pct_i + Pc_{(t-1)} \quad (۶)$$

pct_i: هزینه برنامه ای فعالیت i ام در دوره t ام.

$Pc_{(t-1)}$: کل هزینه برنامه تا آخر دوره $t-1$

ج- شاخص مغایرت کیفی

$$q_{(t)} = \frac{100 - Qs_{(t)}}{100} \quad (۷)$$

$q_{(t)}$: شاخص انحراف کیفی در دوره ارزیابی t

$Qs_{(t)}$: امتیازکیفی پروژه در دوره ارزیابی t از ۱۰۰- ۰

امتیاز کیفی یک پروژه براساس روش امتیازدهی[1] و شاخص های تعریف شده در جدول(۱) محاسبه می گردد.

د- شاخص های ارزیابی کیفی یک پروژه

شاخص های جدول (۱) بر اساس موارد ذکر شده برای بررسی عملکرد پروژه از جنبه کیفی در منابع و جلسات تصمیم گیری گروهی [۱۲]، تعیین گردیده اند.

بنابراین، بر اساس گزارشاتی که برای هر فعالیت به وسیله مجری آن ارایه می گردد، امتیازی بین ۱۰۰-۰، نسبت به شاخص های تعریف شده در جدول (۱)، در نظر گرفته می شود. امتیاز فوق به وسیله ارزیاب فنی پروژه داده می شود. بنابراین امتیاز کیفی یک پروژه طبق فرمول (۹) قابل محاسبه می باشد.

$$Qs_{(t)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} WT_i . QsT_i}{\sum_{i=1}^{n} WT_i} \quad (۸)$$

$$QsT_i = \frac{\sum_{i=1}^{8} SX_i}{8} \quad (۹)$$

SX_i : امتیاز شاخص i ام برای فعالیت T_i؛ QsT_i : امتیاز کیفی نهایی برای فعالیت T_i

لیست فعالیت هایی که در یک دوره ارزیابی (مثلا سه ماهه) مطابق برنامه باید انجام شوند، براساس برنامه زمان بندی و برنامه هزینه یک پروژه در آن دوره، مشخص می گردند. سپس با در نظر گرفتن وزن فعالیت ها، مطابق با شکل(۳)، پارامترهای درصد پیشرفت واقعی، درصدپیشرفت برنامه، هزینهٔ واقعی و هزینهٔ برنامهٔ پروژه در دوره، محاسبه می گردند[۱۳]. پس از ارزیابی کیفی فعالیت ها در دوره t, فعالیت هایی که تایید نشوند به لیست فعالیت های دوره بعد، انتقال داده می شوند.

۵. مدل ارزیابی عملکرد پروژه

عملکرد یک پروژه بر اساس شاخص های تعریف شده p, q, c در قالب مدلی که بر اساس مفهوم تابع زیان درجه دوم که به وسیله پروفسور تگوچی در مهندسی کیفیت مطرح شده است، ارزیابی می شوند.

تابع زیان درجه دوم

فلسفه پروفسور تگوچی در مورد مهندسی کیفیت، کاربرد وسیعی دارد. یکی از مولفه های مهم و کلیدی فلسفه تگوچی، تغییرپذیری است. در اغلب موارد، برای هر مشخصه کیفی یک مقدار هدف یا اسمی، مشخص می گردد. در چنین مواقعی، هدف کاهش تغییر پذیری در اطراف این مقدار هدف است. تگوچی دور شدن از این مقدار هدف را با یک تابع زیان مدلسازی می کند که در شکل ۴-a نشان داده شده است. طبق تابع زیان درجه دو، زیان کیفیت به وسیله رابطه (۱۰) به دست می آید [۱۴].

$$L(y) = k(y-m)^2 \quad (۱۰)$$

$$k = A_0 / \Delta_0^2 \quad (۱۱)$$

L(y) بیانگر زیان کیفیت، y مشخصه کیفی یک محصول، m مقدار اسمی مشخصه کیفی، Δ_0 مقدار تلرانس مجاز مشخصه کیفی می باشد و k یک مقدار ثابت که ضریب زیان کیفی نامیده می شود. تابع زیان درجه دو چند حالت دارد که یک حالت آن بیانگر این است که هر چه مقدار مشخصه کیفی به سمت صفر میل کند، زیان آن کمتر است و مقدار آن نیز نمی تواند کمتر از صفر باشد. در این حالت، تابع زیان درجه دو به صورت شکل ۴-b می باشد و زیان کیفیت به وسیله رابطه(۱۲) به دست می آید [۱۵].

$$L(y) = ky^2 \quad (۱۲)$$

باتوجه به این که هر کدام از شاخص های تعریف شده بیانگر میزان انحراف پروژه از یک جنبه عملکرد می باشد، با استفاده از روش میانگین موزون [۱۶] انحراف کلی پروژه، E_p، با استفاده از رابطه(۱۳) قابل محاسبه است.

$$E_p = w_1 p + w_2 c + w_3 q \quad (۱۳)$$

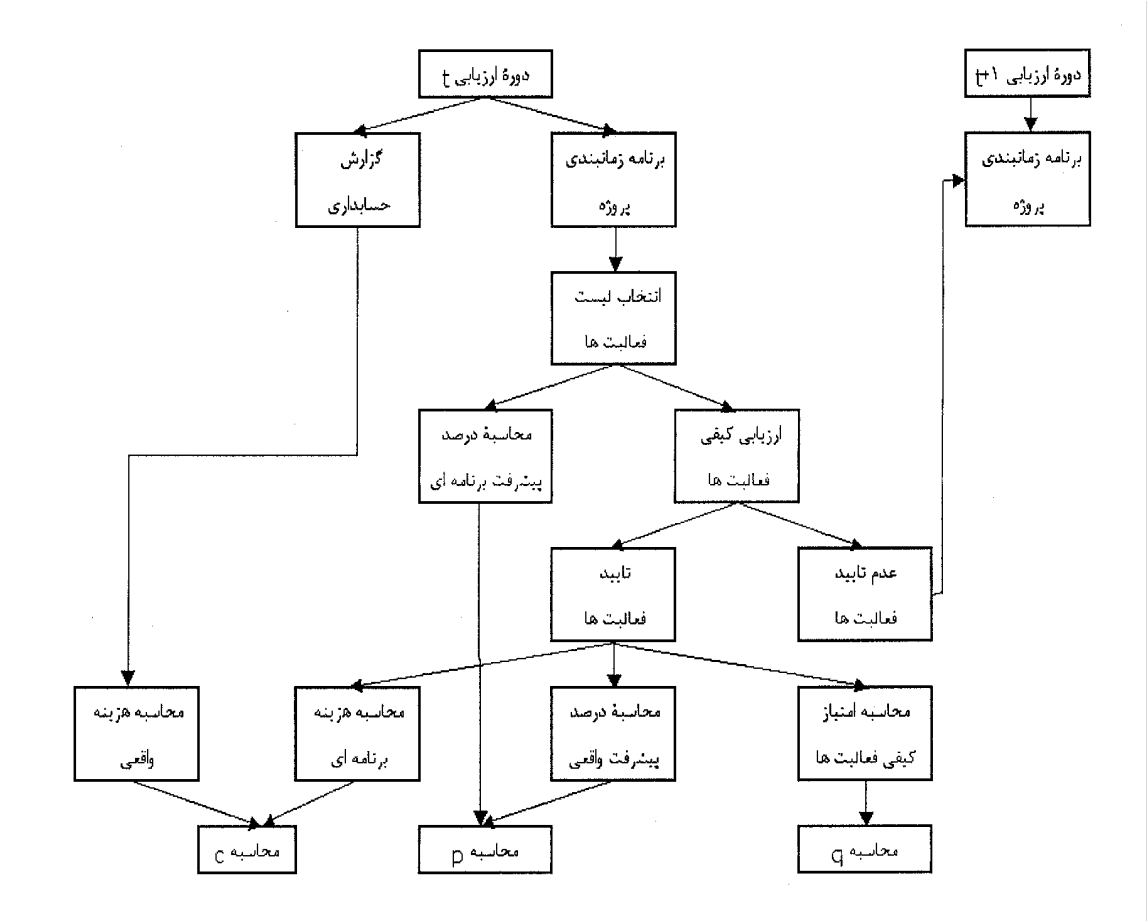
1 Scoring

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱. شاخص‌های امتیاز کیفی پروژه

ردیف	شاخص کیفی	متغیر
۱	تطابق عملیات انجام شده بابرنامه(مستندانجام فعالیت+ تایید کارفرما یا ناظر)	X_1
۲	کفایت اطلاعات علمی جمع اوری شده ازمتون علمی(مستند)	X_2
۳	تطابق عملیات انجام شده باروش های تایید شده درمتون علمی(روش مستند)	X_3
۴	کفایت مستندات علمی وفنی(مستندات تولید شده) میزان تطابق مستند بافعالیت	X_4
۵	کیفیت تحلیل داده ها ونتیجه گیری(مستندات تولید شده)	X_5
۶	کیفیت مستند سازی (مستندسازی تولیدشده)فرم ظاهری،رعایت نکات دستوری و.....	X_6
۷	تناسب وترکیب تخصصی پرسنل درگیر درپروژه	X_7
۸	مقاله،سمینار،پایان نامه	X_8

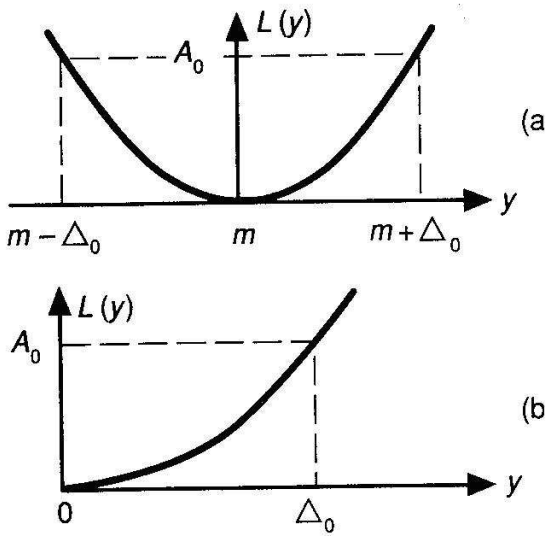


شکل ۳. نحوهٔ محاسبهٔ پارامترهای مورد نیاز مدل ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به توضیح است که w_i بیانگر اهمیت شاخص ها می باشد و اگر p=1 آنگاه E_p=0 است. در این مدل انحراف منفی در نظر گرفته نمی شود. یعنی فرض بر آن است که پروژه در بهترین وضعیت خود از هر سه جنبه زمان، هزینه و کیفیت طبق برنامه عمل کند.



شکل۴ :a) تابع زیان درجه دو با مقدار اسمی m برای مشخصه کیفی y

b) تابع زیان درجه دو با مقدار اسمی m=0 برای مشخصه کیفی y

اکنون با توجه به مفهوم تابع زیان درجه دو که میزان زیان حاصله از فاصله گرفتن مشخصه کیفی از مقدار اسمی خود را نشان می دهد، انحراف کلی پروژه از برنامه به عنوان مشخصه کیفی در نظر گرفته شده و میزان زیان حاصله از انحراف کلی به پروژه بر اساس شکل - ۴b به دست می آید. با این فرض پارامتر های زیر در رابطه(۱۲) جایگزین می شود.

$$y = E_p \ ،\Delta_0 = u \ ،L(E_p) = A_0 = 1$$

$$L(E_p) = kE_p^{\,2} \qquad (۱۴)$$

$$k = \frac{1}{u^2} \qquad (۱۵)$$

$L(E_p)$: میزان زیان حاصله از انحراف کلی به پروژه می باشد که بین صفر و یک است. یعنی این که اگر انحراف کلی پروژه برابر صفر باشد، زیان حاصله به پروژه صفر و اگر انحراف فوق از حد مجاز بیشتر باشد، زیان حاصله یک یا صد درصد خواهد بود.

E_p: انحراف کلی پروژه

u: حد مجاز برای انحراف کلی پروژه

در نهایت T_p به عنوان ضریب عملکرد پروژه کـه بیـانگر مطلوبیـت ناشی از انحراف ایجاد شده در پروژه و یا زیـان وارده بـه پـروژه مـی باشد، به صورت رابطه (۱۶) تعریف می گردد.

$$T_p = 1 - L(E_p) \qquad (۱۶)$$

لازم به توضیح است که T_p بین صفر و یک است.

۶. تصدیق و صحه گذاری مدل ارزیابی همراه با مثال عددی و نتایج ارزیابی

ابتدا اشاره ای به تعریف تصدیق و صحه گذاری که در کنفرانس شبیه سازی(۱۹۹۸) ارایه شد، می گردد. تصدیق مدل به این مفهوم است که مدل با قصد و دقت کافی از یک شکل به شکل دیگری، تبدیل شده باشد. به عبارت دیگر، تصدیق روی ساختن مدل به درستی بحث می کند. صحه گذاری مدل به این مفهوم است که مدل در محدوده کاربردش به درستی نسبت به اهداف مدل رفتار کند. صحه گذاری روی ساختن مدل درست بحث می کند[۱۷]. هدف مدل طراحی شده در این تحقیق، ارزیابی عملکرد یک پروژه از سه جنبه زمان، هزینه و کیفیت می باشد، بطوری که سیاست های سازمانی که پروژه در آن در حال انجام می باشد، در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، وقتی که سازمان تحمل a درصد تاخیر در انجام فعالیت های پروژه در یک دوره ارزیابی را دارد، عملکرد پروژه از نظر زمان بر اساس این میزان تاخیر، سنجیده می شود. مدل فوق از دو بخش تشکیل می گردد؛ شاخص های ارزیابی و روابط ریاضی که نتیجه شاخص های ارزیابی را با هم ترکیب می کند و وضعیت عملکرد پروژه را به صورت کلی نشان می دهد.

الف- صحت شاخص های ارزیابی

در ارتباط با تصدیق و صحه گذاری در مورد شاخص های ارزیابی، با به کارگیری روش دلفی و تشکیل یک تیم پنج نفره که با موضوع تحقیق آشنا بودند، طراحی و تجزیه و تحلیل پرسشنامه های مورد نیاز فرایند دلفی، انجام شد. همچنین پرسشنامه ها برای افراد خبره که عموما دارای ویژگی هایی مثل سابقه انجام فعالیت های تحقیقاتی، تجربه مدیریت پروژه تحقیقاتی یا مدیریت واحد تحقیقاتی، آشنا با فعالیت های سازمان تحقیقاتی و آگاه از سیاست ها و استراتژی های سازمان تحقیقاتی، ارسال گردید. تعداد ۶۲ پرسشنامه برای افراد مختلف در سطح مدیر پروژه، مدیر اجرایی، معاون و رییس مرکز تحقیقاتی، ارسال شد که به ۵۰ پرسشنامه پاسخ داده شد. نظرات افراد خبره درباره شاخص های ارزیابی عملکرد پروژه های تحقیقاتی، در مقیاس پنج نقطه ای لیکرت (خیلی موافق، موافق، بی تفاوت، مخالف، خیلی مخالف)، از طریق پرسشنامه ها جمع آوری شد. پس از تجزیه و تحلیل آماری پرسشنامه ها به کمک نرم افزار مینی تَب[1] فرض صفر که میانگین نظرات برابر موافق است در مقابل فرضی که میانگین نظرات پایین تر از موافق است، تست شد. نتیجه تست نشان داد که با سطح

1 Minitab

www.SID.ir

Archive of SID

اطمینان ۹۵ درصد، فرض صفر برای شاخص ها مذکور پذیرفته است. به عبارتی با اطمینان ۹۵ درصد، افراد خبره شاخص های تعریف شده را به عنوان شاخص های ارزیابی یک پروژه تحقیقاتی، در سطح موافق قبول دارند.

ب- صحت روابط ریاضی

صحت و درستی نتیجه روابط استفاده شده به منظور تعیین ضریب عملکرد پروژه نیز از طریق نظر سنجی از افراد خبره، تعیین گردید. برای انجام این کار، به ازای مقادیر مختلف از شاخص های مغایرت زمان، هزینه و کیفیت برای پروژه ها مشخص، از افراد خبره ای که با پروژه ها آشنا بودند (مانند ارزیاب های فنی پروژه ها، مدیران گروه های پژوهشی)، خواسته شد که عملکرد پروژه را مورد ارزیابی قرار دهند. سپس، نتیجه حاصل از نظر سنجی با نتیجه مدل مقایسه گردید. برای انجام محاسبات موردنیاز این مدل، یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری[1] در صفحه گسترده اکسل[2] طراحی شده است که با در نظر گرفتن اطلاعات موردنیاز، ضریب عملکرد هر پروژه را محاسبه می نماید. در این مدل، با توجه به سیاست های مرکز پژوهشی فوق و ماهیت پروژه های تحقیقاتی، از طریق تصمیم گیری گروهی، حد مجاز برای انحراف کلی پروژه، u، ۰/۵ درنظر گرفته شده است. یعنی این که اگر انحراف کلی یک پروژه از سه شاخص در نظر گرفته شده بیشتر از ۰/۵ باشد مطلوبیت ناشی ازآن یا عملکرد مربوطه، صفر در نظر گرفته می شود. همچنین، ضرایب W_1 و W_2 و W_3 نیز براساس نظرسنجی از افراد خبره به ترتیب ۰/۳۵، ۰/۳، ۰/۳۵ لحاظ گردیدند.

نتیجه مدل و نظر افراد خبره برای ارزیابی عملکرد هشت پروژه در جدول (۲) نشان داده شده است. سپس میزان انطباق نتیجه مدل با خواسته ها و انتظارات افراد خبره به وسیله فرض صفر که اختلاف نتیجه مدل با نتیجه نظر سنجی در حد ۰/۰۶ است در مقابل فرض که اختلاف بیشتر از ۰/۰۶ است با انجام تست آماری t به کمک نرم افزار مینی تَب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج آزمون در جدول (۳) ارایه گردیده است. در این جدول، c_1 - c_4 بیانگر اختلاف نظر افراد خبره ۴-۱ با نتیجه مدل در مورد هشت پروژه می باشد و c_5 بیانگر مجموع اختلاف نظرات چهار نفر خبره با نتیجه مدل می باشد.

نتیجه تست نشان می دهد که با سطح اطمینان ۹۵ درصد فرض صفر برای تمام حالت ها پذیرفته می شود. یعنی نتیجه مدل ارزیابی با سطح اطمینان ۹۵ درصد در حد شش درصد با نظر افراد خبره اختلاف دارد.

مدل فوق در یک مرکز پژوهشی برای ارزیابی عملکرد پروژه ها در دوره های ارزیابی سه ماهه تست شد. با توجه به سیاست سازمان، در محاسبه شاخص c جنبه منفی آن در نظر گرفته نشده است. عملکرد پروژه ها دراین مرکز در دوره های سه ماهه ارزیابی می شود و در موارد متعدد مانند پرداخت بخشی از حقوق و دستمزد، تخصیص منابع مازاد، توجیه برنامه کاری و مقایسه عملکرد پروژه ها نسبت به یکدیگر استفاده می گردد. در اینجا با استفاده از اطلاعات مربوط به هفت پروژه، نحوهٔ اجرای مدل در جدول (۴) نشان داده می شود.

نمودار(۱) روند تغیرات انحراف کلی، زیان حاصله و ضریب عملکرد پروژه های مختلف و نمودار (۲) مقایسه نتایج سیستم موجود و سیستم پیشنهادی را نشان می دهند.

۷. نتیجه گیری و تحقیقات آتی

ارزیابی عملکرد پروژه های تحقیقاتی امری دشوار و در عین حال مورد نیاز مدیران پروژه هاجهت تصمیم گیری درمدیریت پروژه می باشد. در این مقاله ضمن مطالعه وبررسی فعالیت های انجام شده در این زمینه، سه شاخص انحراف زمانی هزینه ای برای ارزیابی عملکرد پروژه های تحقیقاتی، بر اساس مثلث جنبه های عملکرد یک پروژه تعریف شده و سپس، انحراف کلی پروژه از ترکیب خطی این انحرافات، بدست می آید. همچنین با استفاده از مفهوم تابع زیان درجه دو در مهندسی کیفیت یک تابع درجه دو برای محاسبه زیان ناشی از این انحراف در نظر گرفته شده است. نهایتا مطلوبیت ناشی از این انحراف کلی پروژه از برنامه یا عملکرد پروژه بر اساس زیان حاصله، به دست می آید. مدل طراحی شده به اندازه کافی منعطف است تا DM با توجه به موقعیت سازمان و شرایط پروژه ها، شدّت و نحوهٔ برخورد با مغایرت های حاصله در پروژه را تغییر دهد. این مدل با استفاده از اطلاعات موجود در یک مرکز پژوهشی[3]، تست شده است که نتایج آن با نتایج مدل موجود، مقایسه گردید. مقایسه فوق نشان می دهد که سخت گیری مدل پیشنهادی نسبت به مدل موجود در رابطه با انحراف کلی پروژه، کمتر می باشد. توسعه مدل ارزیابی فوق در زمینه‌های زیر جزء تحقیقات آتی، پیشنهاد می گردد:

۱- دسته بندی پروژه ها و تعین حدود مجاز برای انحراف پروژه از برنامه در هر دسته.

۲- توسعه این مدل به صورت یک مدل دینامیکی به طوری که اثر نتایج ارزیابی یک دوره بر دوره بعد، در نظرگرفته شود.

1 Decision Support System

2 Excel

۱- مورد عملی مطالعه و تحقیق در پژوهشکده مهندسی جهادکشاورزی، تست شده است .

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲. ارزیابی عملکرد پروژه های مختلف به وسیله مدل پیشنهادی و نظر افراد خبره

ردیف	نام پروژه	P	c	q	Tp	نظر افراد خبره در مورد Tp			
		۰،۳۵	۰،۳	۰،۳۵	نتیجه مدل	۱	۲	۳	۴
۱	P1	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۹۹۶	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۶
۲	P2	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۸۳	۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۲
۳	P3	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۹۶۰	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۸	۰/۹۰
۴	P4	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۲۰	۰/۹۵۶	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۶	۰/۸۷
۵	P5	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۵۰	۰/۷۲۴	۰/۶۶	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۶۵
۶	P6	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۳۴۴	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۸
۷	P7	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۳۵	۰/۸۸۴	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۴	۰/۸۲
۸	P8	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۵۰	۰/۷۳۵	۰/۶۸	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۶۸

جدول ۳. نتایج آزمون آماری t با سطح اطمینان ۹۵ درصد

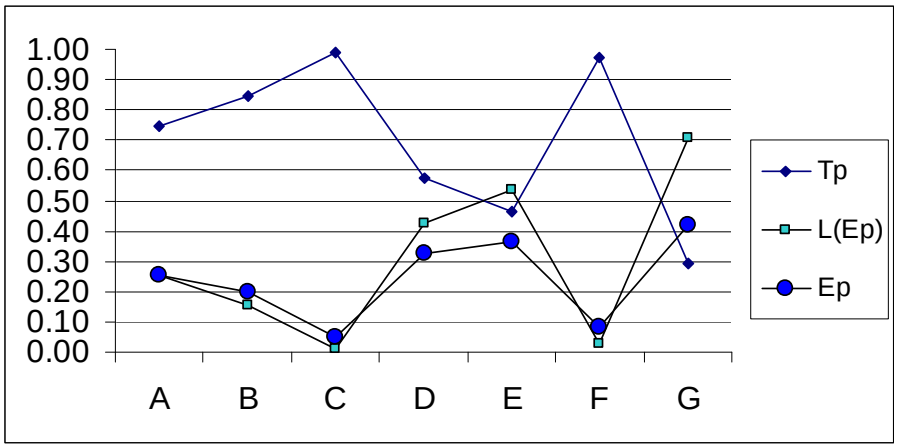
One-Sample T: C1; C2; C3; C4; C5				Test of mu = 0.06 vs. mu > 0.06				
نتیجه تست	T	95.0% Lower Bound	SE Mean	StDev	میانگین	تعداد	متغییر	ردیف
+	۰/۵۶	۰/۰۵۳۲۵	۰/۰۰۵۱	۰/۰۱۴۴	۰/۰۶۲۹	۸	C1	۱
+	۰/۰۳	۰/۰۳۸۶	۰/۰۱۱۵	۰/۰۳۲۴	۰/۰۶۰۴	۸	C2	۲
+	-۰/۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۱۴۹	۰/۰۴۲	۰/۰۵۹۱	۸	C3	۳
+	-۰/۱	۰/۰۴۲۶	۰/۰۰۸۷	۰/۰۲۴۷	۰/۰۵۹۱	۸	C4	۴
+	۰/۰۷	۰/۰۵۱۷۷	۰/۰۰۵۱	۰/۰۲۸۷	۰/۰۶۰۴	۳۲	C5	۵

جدول ۴. نحوه محاسبه ضریب عملکرد پروژه های مختلف در مدل پیشنهادی

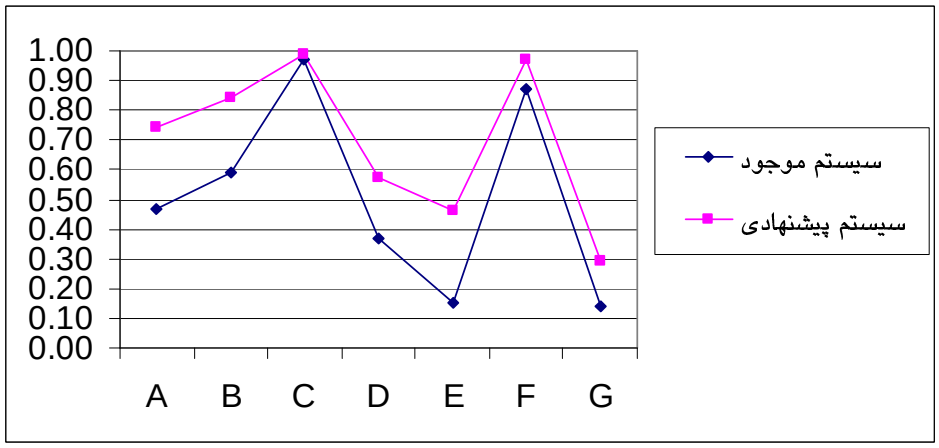
									میلیون ریال		درصد		
Tp سیستم موجود	Tp سیستم پیشنهادی	L(Ep)	Ep	q ۰/۳۵	c ۰/۳	p ۰/۳۵	Qs	Ac	Pc	Ap	Pp	نام پروژه	ردیف
۰/۴۷	۰/۷۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۲۷	۰/۳۰	۸۱	۶،۹۷۲	۵،۴۸۱	۳/۹۴	۵/۶۱	A	۱
۰/۵۹	۰/۸۴	۰/۱۶	۰/۲	۰/۲۷	۰/۰۵	۰/۲۵	۷۳	۱،۱۱۵	۱،۰۶۱	۶	۸	B	۲
۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۶	۳۳۹	۵۶۹	۲۰	۲۰	C	۳
۰/۳۷	۰/۵۷	۰/۴۳	۰/۳۳	۰/۴۲	۰/۱۴	۰/۳۹	۵۸	۱،۹۶۲	۱،۷۲۳	۳/۳۵	۵/۵۳	D	۴
۰/۱۵	۰/۴۶	۰/۵۴	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۰۳	۰/۴۹	۴۷	۱،۴۸۷	۱،۴۴۰	۵/۲	۱۰/۲	E	۵
۰/۸۷	۰/۹۷	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۷۶	۳۴۶	۷۷۳	۲۹	۲۹	F	۶
۰/۱۴	۰/۲۹	۰/۷۱	۰/۴۲	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۴۴	۶۱	۵۰	۳۵	۱۰	۱۸	G	۷

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱. روند تغیرات انحراف کلی، زیان حاصله و ضریب عملکرد پروژه های مختلف



نمودار ۲. مقایسه نتایج سیستم موجود و سیستم پیشنهادی

مراجع

[1] Burkhart R., *Survey results to the three biggest problems*, Washington, D.C., USA: Industrial Research Institute, 1995.

[2] *The Performance-Based Management Hand Book*, Volume2, Establishing an Integrated Performance Measurement System, Sep. 2001.

[3] Andy Neely, Mike Gegory and Ken Platts, *"Performance measurement system design A Literature review and research agenda"*, International Journal of Operations &Production Management, V.15, N.4, 1995, pp. 80-116.

[4] Drucker, Peter F., *Peter Drucker on the profession of Management*, Chinese Edition, Common Wealth publishing Co., Ltd 1999.

[5] Schaninblat A., *How companies measure the productivity of engineers and scientists*. Research Management, 1982. 25, 10-18.

[6] Angel Martinez Sanchez, Manuela Perez Perez, *R&D project efficiency management in the Spanish industry*, International Journal of project Management 20 (2002), 545-560.

[7] Drongelen et al., *"Performance Measurement in Industrial R&D"*, International Journal Of Management Reviews, Jun 2000, vol.2 Issue 2, P111, 44P.

[8] Poh K.L., Ang B.W. and Bai F., *A comparative analysis of R&D project evaluation method*, R&D Management, 31, 1, 2001.

[9] Suwignjo P., Bititci U.S. and Carrie A.S., *"Quantitave models for Performance measurement system"*, International Journal of Production Economics vol. 64, Is.1-3, 01 – March –2000.

[10] Sivathanu Pillai A. et al., *"Performance Measurement of R&D projects in a multi –project, concurrent engineering environment"* International Journal of project Management 20 (2002), 165- 177.

[11] Devaux Stephen A., *Total Project control: a manager's guide to integrated project planning, measuring and tracking*, John Wiley & Sons Inc. 1999.

www.SID.ir

Archive of SID

[12] Asgharpour, M., *Group Decision Making and Game Theory in Operation Research*, Tehran University Publication, 2003.

[13] Saidi M., Ehsani R., *"Evaluating Performance of Research Projects"*, 32 CIE Conferences, 12-14 Aug. 2003, Ireland.

[14] Noorolsana R., *Statistical Quality Control*, IUST Publication, 1998.

[15] Madhav S.Phadke, *Quality Engineering Using Robust Design*, AT&T Bell Laboratories, 1989.

[16] Asgharpour, M., *Multicriteria Decision Making*, Tehran University Publication, 1998.

[17] Osman Balci, *"Verification, Validation, And Accreditation"*, Proceedings of the simulation conference, Winter, 1998.

www.SID.ir