فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی – سال یازدهم، شماره ۳۱، زمستان ۹۲
صفحات ۳۳ - ۱۹

ارائه تابع ارزش(مطلوبیت) اولویت‌بندی پروژه های تحقیقاتی در مراکز تحقیق و توسعه با استفاده از روش UTA

(مطالعه موردی شرکت منابع آب ایران)

فاطمه سلاطی* - احمد ماکویی**

(تاریخ دریافت : ۹۱/۶/۱۹ - تاریخ پذیرش : ۹۲/۹/۱۱)

چکیده

موضوع اولویت‌بندی پروژه های تحقیقاتی، به دلیل محدودیت منابع که مهمترین آن منابع مالی، نیروی انسانی و تجهیزات است، ضروری می باشد. به همین منظور دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری شرکت منابع آب با انجام این طرح یک گام مهم در ساماندهی اجرای پروژه های تحقیقاتی در این سازمان برداشته است. در این مقاله سعی شده است شاخص های ارزیابی مناسب برای پروژه های تحقیقاتی این شرکت مشخص شود و در این بررسی ۱۰ پروژه تحقیقاتی شرکت منابع آب که به دلیل محرمانه بودن و عدم مجوز این شرکت از بیان عناوین پروژه های تحقیقاتی خودداری شده است به عنوان نمونه انتخاب شده است بعد از تعیین شاخص های تصمیم گیری با روش دلخواه AHP گروهی این پروژه ها رتبه بندی شده اند این رتبه بندی یک مجموعه مرجع برای برآورد تابع مطلوبیت تصمیم گیری می باشد و بدست آوردن این مجموعه مرجع با هر روش تصمیم گیری دیگر امکان پذیر است سپس با استفاده از روش UTASTAR تابع ارزش کلی برای مسئله برآورد شده است. هدف نهایی این مقاله ارائه تابع ارزش اولویت بندی برای پروژه های تحقیقاتی در این شرکت می باشد تا با استفاده از این تابع ارزش به دست آمده دفتر آموزش، تحقیقات و فناوری شرکت منابع آب بتواند پروژه های تحقیقاتی بخش های دیگر شرکت منابع آب یا پروژه هایی که در آینده شرکت با آنها روبرو خواهد شد را ارزیابی و رتبه بندی نماید. بی شک در این نگرش و در چارچوب توجه به تابع ارزش کلی مسئله، فرصت های مناسب تری برای ارتقا سیاست گذاری در زمینه اعتبارات برای اولویت بندی پروژه های تحقیقاتی فراهم می شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیقاتی- تصمیم گیری چند معیاره، روش AHP گروهی، روش UTA، تکنیک UTASTAR

---

* کارشناس ارشد مهندسی سیستمهای اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه علوم اقتصادی، تهران،ایران(نویسنده مسئول)
salati.166@gmail.com

** دانشیاردانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علم وصنعت، تهران،ایران

مقدمه

اهمیت فعالیت های پژوهشی و تحقیقاتی در توسعه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی هرکشور امری واضح می باشد. با توجه به اینکه سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات به عنوان پشتوانه مهم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها اهمیت فراوانی دارد، کشورهای در حال توسعه به لحاظ محدودیت منابع قادر به سرمایه‌گذاری گسترده در زمینه تحقیقات نیستند.(مکنون،۶۷:۱۳۷۵)

بنابراین اولویت‌بندی در بخش تحقیقات ضرورت پیدا می‌کند (قارون،۳۵:۱۳۸۱) شرکت منابع آب به عنوان یکی از زیر مجموعه های وزارت نیرو و مانند سایر نهادهای اجرایی کشور، در صدد است با اولویت بندی پروژه های تحقیقاتی در واحدهای تحقیق و توسعه[1] به این هدف برسد. هدف از تدوین این تحقیق، ارائه یک تابع ارزش می باشد تا با کمک آن سازمان منابع آب قادر باشد در هر زمان پروژه های تحقیقاتی را ارزیابی نموده و بهترین اولویت بندی ممکن را برای این پروژه ها داشته باشد.

پیشینه تحقیق

بررسی و شناسایی شاخصهای مهم جهت انتخاب پروژه های تحقیقاتی

در راستای ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیقاتی، اولین گام شناسایی شاخص ها و معیارهای مناسب است که از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. آنچه بیش از هر چیزی در این بخش اهمیت دارد، متناسب بودن این شاخص ها با اهداف سازمانی است. بر اساس مطالعاتی که در بیش از ۲۰ مورد مقالات شده است نتیجه می شود که غیر از شاخصهای اقتصادی جنبه های دیگری نیز باید در پروژه های تحقیقاتی مورد ارزیابی قرارگیرد. به عنوان مثال پروژه ای که سوددهی دارد ولی احتمال موفقیت فنی آن پایین است ارزشی ندارد و یا پروژه هر چه خوب تعریف شده باشد و سود اقتصادی بالایی برای آن پیش بینی شود اما سازمان مجری آمادگی به کارگیری نتایج پروژه را نداشته باشد نمی تواند ارزشمند باشد (فتحی وارجارگاه،۸۷:۱۳۸۵) یا مثلا" با توجه به میزان توسعه یافتگی کشور معیارهای متفاوتی دریک پروژه تحقیقاتی مدنظر قرارمی گیرد(falconi,1999:74) منابع مختلفی در داخل کشور به ذکر شاخصها ومعیارهای کلی و نیز ذکر روش تصمیم گیری پرداخته اند.(مکنون، ۸۱:۱۳۷۵) جدول(۱) برخی از تحقیقاتی که در زمینه ایجاد و توسعه شاخص های انتخاب و ارزیابی پروژه های تحقیقاتی انجام شده است را نشان می دهد.

1. Research & Development

مدل های تصمیم گیری

مدل سازی برای ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیقاتی ، تقریبا" به مدت ۳۰ سال مورد علاقه مدیران و پژوهشگران دانشگاهی بوده است .در منابع مختلفی که این موضوع را بررسی کرده اند، روشهای متفاوتی توصیه شده است و وحدت نظری در این رابطه وجود ندارد و هیچ گاه نمی توان ادعا کرد که یک مدل از سایر مدل ها بهتر است، زیرا تمامی مدل ها نقاط ضعف و قوت خود را دارند و هر مدل با توجه به مسئله مورد نظر، شاخص های مورد استفاده، درجه اطمینان موجود، میزان دسترسی به اطلاعات، ترجیحات تصمیم گیرندگان و... می تواند در شرایط خاص یک مدل نسبتاً مناسب می باشد انتخاب روش درست، بر اساس شرایط و مسائل موجود صورت می گیرید و این موضوع یک هنر است . در جدول (۲) برخی از رایج ترین مدل هایی که در ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفته است بیان شده اند. در این پژوهش، محقق به دنبال آن است که با برآورد تابع مطلوبیت برای مسئله، یک سیستم پشتیبانی تصمیم ارائه دهد. یکی از متداول ترین روش ها در برآورد تابع مطلوبیت روش MAUT[1] است. این روش از لحاظ نظری، پایه ای برای دیگر روش های تصمیم گیری است ولی برای حل مسئله روشی بسیار پیچیده و زمان بر است. روش دیگری که برای برآورد تابع مطلوبیت از آن استفاده می شود UTA[2] است که در این تحقیق از این مدل برای ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه های تحقیقاتی استفاده شده است.

جدول (۱): معیارهای انتخاب و ارزیابی پروژه های تحقیقاتی در مقاله های مختلف

معیارها و شاخص های اصلی عنوان شده	مرجع برای مطالعه
وجه اجتماعی – سیاسی، وجه اقتصادی، وجه فنی و وجه زیست محیطی	Hummel,(1998:41)
- اهداف، استراتژی، سیاستها و ارزشهای سازمان، - معیارهای بازاریابی، - تحقیق و توسعه، - شرایط مالی، - معیارهای تولید و – معیارهای زیست محیطی و محلی	goletsis, (1996:120-135)
موفقیت فنی پروژه، ارتباط با مجموعه پروژه‌ها، مشتریان و عوامل غیر کمی یا کیفی	twissl,(1986:3)
وابستگی، ریسک‌پذیری، منطقی بودن، معیاربازدهی علمی تحقیقات، معیار بازدهی برنامه‌ریزی شده پروژه و معیاربازدهی تجاری	lyigun, (1994:212-21)

1. Multi Attribute Utility Theory
2. Utility Additive

جدول(۲): طبقه‌بندی مدل‌های تصمیم گیری

طبقه	روش	برای مطالعه رجوع شود به
برنامه‌ریزی ریاضی	Integer programming Goal programming	(barri,2001:19) (golabi,1987:34) (poh,2001:31)
مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره	AHP MAUT Linear weighted point Interpretive structural modeling Fuzzy sets	(دورودیان، ۸۵:۱۳۸۳) (زارع، ۱۲۵:۱۳۷۷) (رجبی، ۷۰:۱۳۸۲) (کلانی، ۳۸:۱۹۸۶) (beuthe,2001:130) (chu,1996:32) (hwang,2001:19) (liberatore,1988:5) (mukherjee,1995:82)
تحلیل اماری	Astrategic methodology analysis Comparative analysis	(hall,1988:19) (santhanam,1995:19)
روش های ترکیبی	Group decision making Multiple methods	(رجبی، ۲۷:۱۳۸۲) (نجفی، ۷۳:۱۳۸۹)

مدل UTA

برای اتخاذ بهترین تصمیم در تصمیم‌گیری چندمعیاره، تکنیک های مختلفی وجود دارد. برای بهینه سازی تصمیم در مسئله مورد مطالعه در این پژوهش از روشUTA استفاده شده است این روش مجموعه تکنیک هایی است که به ارزیابی و تحلیل تابع مطلوبیت تصمیم‌گیری می پردازد. این تکنیک اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط سیسکوس[1] مطرح گردید. از آن زمان تاکنون از این روش در زمینه‌های مختلفی که چند نمونه از آنها در جدول(۳) آمده استفاده شده است. این مدل امکان برآورد تابع مطوبیت تصمیم‌گیرنده را فراهم می سازد و فقط به رتبه‌بندی اولیه گزینه ها نیاز دارد. همچنین به منظور اعتبار بیشتر مدل، تحلیل حساسیت پس از بهینگی انجام می‌شود.این مدل قادر است در حین برآورد تابع مطلوبیت مشکل وابستگی شاخص‌ها به یکدیگر را حل نماید (mhrez,1983:34).

1. Yannis Siskos

از معایب این روش می توان به محاسبات پیچیده آن اشاره کرد که با استفاده از نرم افزارهایی که بدین منظور طراحی شده اند مانند نرم افزار lingo حل مدل بسیار ساده می شود. و نیز ممکن است به چندین جواب بهینه برسد که این مشکل نیز با ایجاد اخلالهایی برطرف می گردد.

اصول اولیه UTA

این روش از تکنیک برنامه‌ریزی خطی به منظور رسیدن به توابع مطلوبیت استفاده می‌کند، به طوری که رتبه‌بندی های حاصل از این توابع تا حد ممکن مطابق با رتبه‌بندی اولیه انجام شده بر روی مجموعه‌ی مرجع A_R می‌باشد.فرض می‌شود که مدل ادغام[1] شاخص‌ها (معیارها) در UTA یک تابع ارزشی افزایشی[2] به صورت زیر است:

$$u(g) = \sum_{i=1}^{n} p_i u_i((g_i) \qquad (۱)$$

با محدودیت‌های (۲)

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} p_i = 1 \\ u_i(g_i^*) = 0 \quad u_i(g_i^*) = 1, \ \forall_i = 1.2,..., \ n \end{cases}$$

به طوری که ui توابع ارزش افزایشی هستند که تابع مطلوبیت[3] یا ارزش حاشیه[4] نام دارند و معمولا عددی بین ۰ و ۱ است. Pi وزن ui است. تابع ارزش حاشیه ای نرمال شده در شکل(۱) نشان داده شده است. ارزش هر گزینه $a \in Aa$ را می‌توان به صورت روبرونوشت:

$u'[g(a)] = \sum_{i=1}^{n} u_i[g_i(a) + \sigma(a) \quad Aa \in A_R$ (۳) به طوری که $\sigma(a)$ خطای بالقوه مربوط به u'[g(a)] است. سیسکوس و لاگزر [۲۱] به منظور بر آورد تابع ارزشی حاشیه‌ای مشابه در یک قالب خطی تکه‌ای منقطع استفاده از میانه یابی خطی[5] را پیشنهاد کرده‌اند. به طوری که برای هر شاخص بازه $[g_i^*, g_i^*]$ به $(a_i\text{-}1)$ فاصله‌های مساوی تقسیم می‌شوند به صورتی که نقاط پایانی هر بازه به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود: (۴)

1 . Aggrefation
2 . Additive
3 . Utility Function
4 . Marginal value
5 . Liner Interpilation

$$g_i^j = g_i + \frac{j-1}{\alpha_i - 1}(g_i^* - g_i^*) \quad \forall j = 1,2,..., a_i$$

ارزش حاشیه‌ای هر گزینه توسط یک میانه یابی خطی تقریب زده می شود. بنابراین برای فرمول $g_i(a) \in (g_i^j - g_i^{j+1})$ داریم: (۵)

$$u_i[g_i(a) = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^j - g_i^j}[u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)]$$

مجموع گزینه‌های مرجع A_R به طوریکه a_1 در بالای رتبه‌بندی (بهترین گزینه) و a_n در انتهای ربته‌بندی باشد(بدترین گزینه)، مرتب می‌شود حال برای هر جفت گزینه متوالی (a_k, a_{k+1}) که ممکن است a_k بر a_{k+1} برتری داشته $(a_k > a_{k+1})$ و یا نسبت به یکدیگر نداشته باشند $(a_{k+1}\ a_k \sim)$ داریم: (۶)

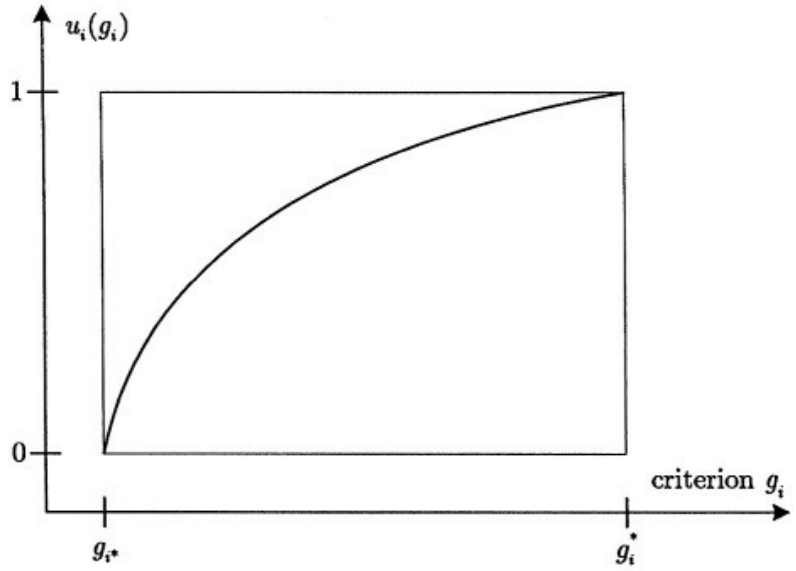
$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = u'[g(a_k)] - u'[g(a_{k+1})]$$

به طوریکه یکی از روابط زیر برقرار است: (۷)

$$\begin{cases} \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta & if\ a_k > a_{k+1} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) \geq 0 & if\ a_k \sim a_{k+1} \end{cases}$$

δ یک عدد بسیار کوچک مثبت است $(\delta \geq 0)$

شکل(۱): تابع ارزش حاشیه ای نرمال شده



مدل UTASTAR

روش UTASTAR نتیجه اصلاح شده روش UTA است این روش توسط سیسکوس و یاناکوپلس در سال ۱۹۸۵ ارائه شده است. در تحقیقی که برای مقایسه مدل‌های مشتق از UTA انجام شده، نشام می‌دهد که مدلUTASTAR در بسیاری از موارد نتایج بهتری نسبت به دیگر مدل‌ها ارائه می‌دهد. در نسخه اصلی UTA بر روی هر گزینه $a \in A_R$ یک خطای $\sigma(a)$ ارائه شده بو.د که این خطا باید حداقل شود اما در مدل UTASTAR سیسکوس دو خطای مثبت را تعریف می‌کند بنابراین فرمول $u_i[g_i(a)]$ به صورت زیر درمی‌آید: (۸)

$$u'[g(a)] = \sum_{i=1}^{n} u_i(g_i(a)] - \sigma^+(a) + \sigma'(a) \qquad \forall a \in A_R$$

خلاصه الگوریتم UTASTAR

مرحله اول: بیان ارزش کلی گزینه‌های مرجع $u[g(a_k)], k=1.2....n$ ابتدا بر حسب ارزش‌های حاشیه‌ای ui(gi) و سپس بر حسب متغیرهای wij طبق فرمول زیر باید توجه داشت که $u_i(g_i^1) = 0$ است.

$$W_{ij} = U_i(g_i^{j+1}) - U_i(g_i^j) \le 0 \;, \forall_i = 1,2,...,n \quad \forall_j = 1,2,...,\alpha_i \qquad (۹)$$

مرحله دوم: $\Delta(a_k, a_{k+1})$ را با در نظر گرفتن خطاهای $+\sigma$, $-\sigma$به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = U[g(ak)] - \sigma^+_{(ak)} + \sigma^-_{(ak)} \qquad U[g(a_{k+1})] + \sigma^+_{(a_{k+1})} - \sigma^-_{(a_{k+1})} \qquad (۱۰)$$

مرحل سوم: مدل نهایی برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر درمی‌آید: (۱۱)

$$Min \;\; z = \sum_{k-1}^{m} (\sigma^+_{(ak)} + \sigma^-_{(ak)})$$

$$\text{s.t.:} \begin{cases} \Delta(a_k, a_{k+1}) \ge \delta & \text{if } a_k > a_{k+1} \\ \Delta(a_k, a_{k+1}) \ge 0 & \text{if } a_k \sim a_{k+1} \end{cases}$$

$$\sum_{i-1}^{n} \sum_{j-1}^{\alpha_i - 1} w_{ij} = 1 \qquad W_{ij} \ge 0 \qquad , \forall_{i,j}$$

$$\sigma^+_{(ak)} \ge 0 \qquad , \forall_{i,j,k}$$

به صورتی که σعدد مثبت بسیار کوچکی است.

جدول(۳) نمونه‌های از کاربرد روش UTA

زمینه کاربرد	موضوع	منبع
مدیریت مالی	برآورد ریسک	Cosset, J,C., siskos, Y & Zopounidis, C. (1992)
	پیش‌بینی شکست سازمان	Zopounidis, C. (1987)
	ارزیابی سرمایه	Siskos, Y. & Zopounidis, C. (1987)
مدیریت عمومی	ارزیابی مشاغل	Spyridakos , A, siskos, Y., Yannakopoulism, D., & Skouris, A(2000)
	ارزیابی پروژه	Beuthe, M, Eeckhoudt, L., & sanella, G (2000)
	مدیریت محیط زیست	Hatzinakos, I., Yannacopoulos, D., Faltsetsa, C., & Ziourkas, C. (1991)

مطالعه موردی

شرکت منابع آب ایران به عنوان مورد در این پژوهش انتخاب شد برای شناسایی شاخص‌هایی برای انتخاب پروژه های تحقیقاتی این شرکت پرسشنامه ای طراحی شد این سوالات مبتنی بر ادبیات تحقیق و نیز مصاحبه با کمیسیونهای تخصصی این شرکت می باشد پس از تحلیل پرسشنامه ۹ شاخص که در جدول(۴)بیان شده اند انتخاب شده اند و نیز ۱۰ پروژه به عنوان مجموعه مرجع انتخاب شده است و با تکنیک AHP گروهی رتبه بندی شده اند نتایج این رتبه بندی در جدول(۵) به همراه امتیاز کسب کرده برای هر یک از پروژه ها آمده است.

جدول(۴): شاخص‌های انتخاب پروژه های تحقیقاتی

	زیرشاخص‌ها	شاخص‌های اصلی
C1	ارتباط موضوع ومیزان اهمیت پروژه در میان اولویتهای پژوهشی سازمان	استراتژی
C2	نوآوری پروژه درسطح ملی و فناوری نوین	
C3	نقش کاربردی و ارزش اقتصادی پروژه در حل مشکلات صنعت آب یا تهیه کدهای ملی	اقتصادی
C4	تناسب برآورد هزینه های درخواستی با پروژه	
C5	امکانپذیری اجرای پروژه مستند به متدولوژی	فنی
C6	توانایی علمی پژوهشگر وهمکاران در انجام پروژه	
C7	سابقه موفقیت پزوهشگر و همکاران در انجام پروژه های پیشین	
C8	تناسب زمانی اجرای پروژه	
C9	امکانات ومیزان مشارکت موسسه مجری در انجام پروژه	آمادگی سازمانی

جدول(۵): رتبه‌بندی پروژه های تحقیقاتی با استفاده از روش AHP گروهی

پروژه‌ها	امتیاز کسب شده	Ranking
D	0.1261	1
H	0.1054	2
J	0.1014	3
F	0.1013	4
I	0.0969	5
G	0.0961	6
C	0.0928	7
E	0.0904	8
B	0.0882	9
A	0.0833	10

برآورد تابع مطلوبیت به روش UTASTAR

به منظور حل مدل با توجه به مراحلی که بیان شد با توجه ماتریس تصمیم گیری و رتبه بندی گزینه های مرجع که در جدول(۵)بیان شده است مدل نهایی برنامه ریزی خطی به صورت زیر در می آید:

$$Min \quad z = \sum_{k-1}^{m} (\sigma^{+}_{(ak)} + \sigma^{-}_{(ak)})$$

$$W_{13}+W_{14}-W_{24}+W_{34}+W_{63}+W_{74}+W_{83}-W_{93}-\sigma_D^{+}+\sigma_D^{-}+\sigma_H^{+}-\sigma_H^{-}\geq\delta \qquad (۱۲)$$

$$W_{34}+W_{42}+W_{43}+W_{44}+W_{52}+W_{53}+W_{54}-W_{63}-W_{64}-W_{74}+W_{92}+W_{93}-\sigma_H^{+}+\sigma_H^{-}+\sigma_J^{+}-\sigma_J^{-}\geq\delta-$$

$$W_{12}+W_{23}+W_{24}-W_{42}-W_{43}-W_{52}-W_{53}-W_{54}+W_{63}+W_{64}+W_{74}-W_{83}-W_{84}-W_{92}-W_{93}-W_{94}-\sigma_J^{+}+\sigma_J^{-}+\sigma_F^{+}-\sigma_F^{-}\geq\delta$$

$$W_{23}-W_{24}+W_{34}+W_{53}+W_{54}-W_{63}-W_{64}+W_{83}+W_{84}-\sigma_F^{+}+\sigma_F^{-}+\sigma_I^{+}-\sigma_I^{-}\geq\delta-$$

$$W_{24}-W_{44}-W_{53}+W_{64}+W_{73}-W_{83}-W_{84}-\sigma_I^{+}+\sigma_I^{-}+\sigma_G^{+}-\sigma_G^{-}\geq\delta$$

$$W_{12}-W_{13}-W_{14}+W_{33}+W_{44}+W_{63}+W_{94}-\sigma_G^{+}+\sigma_G^{-}+\sigma_C^{+}-\sigma_C^{-}\geq\delta-$$

$$W_{13}+W_{14}-W_{63}-W_{64}-W_{73}+W_{84}-W_{94}-\sigma_C^{+}+\sigma_C^{-}+\sigma_E^{+}-\sigma_E^{-}\geq\delta$$

$$W_{12}-W_{33}+W_{53}+W_{64}+W_{93}+W_{94}-\sigma_E^{+}+\sigma_E^{-}+\sigma_B^{+}-\sigma_B^{-}\geq\delta$$

$$W_{12}-W_{13}+W_{33}+W_{43}-W_{53}+W_{63}+W_{83}-\sigma_B^{+}+\sigma_B^{-}+\sigma_A^{+}-\sigma_A^{-}\geq\delta-$$

$$\sum_{i-1}^{n}\sum_{j-1}^{\alpha_i-1} w_{ij} = 1$$

$W_{ij} \geq 0 \quad , \quad \forall_{i,j}$

$\sigma^{+}_{(ak)} \geq 0 \quad , \forall_{i,j,k} \qquad \sigma^{-}_{(ak)} \geq 0 \quad , \forall_{i,j,k}$

پس از حل مدل با استفاده از نرم افزار LINGO نتایج با در نظر گرفتن δ =0.05 به صورت زیر می باشد:

$Z^{*}=0$

$W_{12}=0.00833 \quad W_{14}=0.05833 \quad W_{24}=0.15833 \quad W_{34}=0.18333 \quad W_{43}=0.05833$

$W_{44}=0.11666 \quad W_{54}=0.03333 \quad W_{64}=0.00833 \quad W_{91}=0.34166 \quad W_{93}=0.03333$

تحلیل حساسیت

همانطور که قبلا" ذکر شد این جواب منحصر به فرد نیست و برای پیدا کردن دیگر جواب های بهینه یا جواب هایی که به جواب بهینه نزدیک است تحلیل حساسیت انجام می گیرد بدین صورت که تابع هدف قبل به عنوان یک محدودیت که برابر است با $0+\varepsilon$ وارد مسئله شده و تابع هدف جدیدی در هر مرحله طبق فرمول زیر وارد مسئله می شود:

$$U_i(g_i^{*})= \quad \sum_{j=1}^{qi-1} wij \qquad \forall i = 1,2,\ldots,n \quad , \forall j = 1, \qquad (۱۳)$$

$$z^{*}=\sum_{k=1}^{m} (\sigma^{+}_{(ak)}+\sigma^{-}_{(ak)}) = 0+\in$$

در آخر متوسط جواب های حاصل از حل مسئله در جدول(۶) آمده است. مطلوبیت کلی هر گزینه نیز در جدول(۷) محاسبه شده است. در نهایت تابع مطلوبیت مسئله به صورت زیر در می آید:

$$U(g)=0.098(g1)+0.161(g2)+0.172(g3)+0.128(g4)+0.118(g5)+0.041(g6)+0.123(g7)+0.050(g8)+0.109(g9) \qquad (۱۴)$$

رابطه ۱۴ برای محاسبه ارزش یک پروژه استفاده می شود در این رابطه g تابع ارزش حاشیه ای برای هریک از شاخص ها می باشد. و روند اولویت بندی کردن با استفاده از تابع مطلوبیت به این صورت است که ابتدا میزان شاخص ها برای هر یک از پروژه ها توسط کمیسیون تخصصی مشخص می شود و بعد با توجه به فرمول تابع ارزش حاشیه ای میزان ارزش هر

شاخص تعیین می شود و در نهایت میزان تابع مطلوبیت به ازای هر یک از پروژه ها تعیین می‌گردد و پروژه ها در مقایسه با هم اولویت بندی می شوند

جدول(۶):جواب های بهینه به دست آمده حاصل از هر مرحله تحلیل حساسیت

										average
W11	0.25									0.027778
W12	0.105		0.010	0.01						0.013889
W13							0.01			0.001111
W14	0.1	0.050	0.055	0.055	0.039	0.08	0.025	0.050	0.045	0.055444
W21										0
W22		0.355								0.0394444
W23										0
W24	0.095	0.150	0.16	0.16	0.095	0.155	0.085	0.100	0.095	0.121667
W31										0
W32			0.345							0.038333
W33	0.16				0.055	0.020	0.06	0.050	0.050	0.043889
W34	0.095	0.150	0.185	0.185		0.10		0.050	0.040	0.089444
W41				0.345						0.038333
W42										0
W43		0.475	0.160	0.065						0.019167
W44	0.045	0.10	0.115	0.115	0.028	0.11	0.025	0.050	0.045	0.070333
W51					0.338					0.037556
W52										0
W53										0
W54	0.050	0.050	0.030	0.03	0.128	0.11	0.125	0.100	0.105	0.080889
W61										0
W62						0.29				0.032222
W63										0
W64			0.005	0.005		0.07				0.008889
W71										0
W72							0.33			0.036667
W73										0
W74		0.0475			0.200		0.215	0.147	0.165	0.086111
W81										0
W82								0.355		0.039444
W83						0.025				0.002778
W84					0.017	0.040	0.010			0.007444
W91									0.350	0.038889
W92										0
W93	0.050	0.050	0.035	0.03	0.094		0.115	0.097	0.105	0.064056
W94	0.050				0.006					0.006222

جدول(۷): مطلوبیت بدست آمده هر گزینه با استفاده از مدلUTASTAR

رتبه‌بندی	پروژه های تحقیقاتی	مطلوبیت کلی
1	D	0.791722
2	H	0.742556
3	J	0.692556
4	F	0.642556
5	I	0.592556
6	G	0.542556
7	C	0.492556
8	E	0.443667
9	B	0.394500
10	A	0.343667

نتیجه‌گیری

اولویت‌بندی پروژه های تحقیقاتی از اهمیت زیادی برخوردار هستند که با تعیین شاخص‌های ارزیابی و بکار بردن انواع روشهای تصمیم گیری می توان آنها را رتبه بندی کرد مطمنا در مورد برتری این روشها به وضوح نمی توان نظر داد در این پژوهش روشی برای برآورد تابع مطلوبیت ارائه شده است که قادر است با گرفتن کمترین اطلاعات از تصمیم گیرنده تابع مطلوبیت را تخمین بزند و در صورت مستقل نبودن شاخص ها از یکدیگر نیز قادر به حل مسئله است. با بدست آوردن تابع مطلوبیت (رابطه ی ۱۴) می توان هر زمان میزان مطلوبیت هر پروژه تحقیقاتی را محاسبه نمود و این پروژه ها را رتبه بندی کرد. باید توجه شود هر چقدر مجموعه مرجع با دقت بیشتری تهیه شود تابع مطلوبیت بدست آمده کارایی بیشتری دارد. در این تحقیق مجموعه مرجع و رتبه بندی آن با روش AHP گروهی انجام شده است که محققان می توانند با هر روش دیگری از روشهای تصمیم گیری این مجموعه مرجع را ارائه دهند و این بستگی به نظر محقق و شرایط و نظرات کمیسیون های تصمیم گیرنده در شرکت منابع آب دارد و پیشنهاد می شود فرایند تحقیق با استفاده از سایر مدل ها تکرار گردد و نتایج با یکدیگر مقایسه شود. تا با این روند مشخص شود که تهیه رتبه بندی اولیه و مجموعه مرجع به چه میزان می تواند در تعیین تابع مطلوبیت موثر باشد. با روش بکار گرفته شده در این تحقیق تابع مطلوبیت ارزیابی پروژه های تحقیقاتی محاسبه شد و هر زمان که پروژه های تحقیقاتی جدید برای این شرکت تعریف شوند می توانند با این تابع مطلوبیت ارزیابی و رتبه بندی شوند.

منابع

دورودیان، احسان؛ *"تصمیم گیری چند معیاره برای ارزیابی پروژه های تحقیقاتی صنعت برق ایران"*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان،۱۳۸۳

رجبی، احمد؛ *"ارائه الگویی جهت اولویت بندی زمینه های توسعه فناوری و اولویتهای تحقیقاتی صنایع استان فارس"*، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی مرکز فارس، ۱۳۸۲

زارع، حسین؛ *"اولویت بندی پروژه های در شرکت های آب منطقه ای با استفاده از روش AHP"*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و فنون مازندران، ۱۳۷۷

نجفی، مهدی؛ منتظری ، مسعود ؛ رضایی ارجرودی ، عبدالرضا *"مدل اولویت بندی پروژه‌های راهسازی در کشور"*، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۹

کلانی، مهدی؛*"طراحی سیستم پشتیبان تصمیم گیری برای ارزیابی، اولویت بندی و انتخاب پروژه های تحقیقاتی مطالعه موردی: پژوهشکده علوم و فناوری های نوین"*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا،۱۳۸۶

فتحی وارجارگاه، کوروش؛ *"نیازسنجی پژوهشی"*، انتشارات آییژ، ۱۳۸۵

قارون.معصومه، *منابع مالی تحقیقات در ایران و سایر کشورها*.رهیافت ۲۷،۱۳۸۱

مکنون، رضا؛ *"بررسی روش های تعیین اولویت های تحقیقاتی توسط کمیسیون های شورای پژوهشهای علمی کشور"*، رهیافت ۱۲،۱۳۷۵

Badri, M.A., "A Comprehensive 0-1 Goal Programming Model for Project Selection*", International Journal of Project Management,* 19, 2001

Bard, J. F., Balachandra, R. "An interactive approach to R&D project selection and termination*", IEEE Trans. Eng. Manag*., Vol. 35, 1988

Beuthe,M.,& Scannella, G.(2001)."*Comparative analysis of UTA multicriterial methods. European Journal Of Operational Research*,130.

Brenner, M. S., "Practical R&D project prioritization", Res. Technol. Manage., Vol. 37, No. 5, 1994

Chu, P., Hsu, Y. and Fehling, M.*,* "A Decision Support System for Project Portfolio Selection*", Computer in Industry,* 32(2), 1996

Falconi, A. C "Methods for Priority Setting in Agricultural Biotechnology Research", *CAB International Managing Agricultural Biotechnology*, (1999).

Goletsis, Y., Psarras, J. And Samouilidis, J.E., (1996*).* "Project Ranking In The Armenian Energy Sector Using A Multicriteria Method For Groups", Annals Of Operations Research, 120, pp. 135–15

Golabi, K., *"Selecting a group of dissimilar projects for funding*", IEEE Trans. Eng. Manag., Vol. 34, 1987

Hall, D. L. and Nauda, A., (1988) *"Astrategic Methodology For Ir&D Project Selection*", IEEE. 1988.

Hummel, J., Omta, M., Rakhorst, G., Rossumw, Van S. W. F., Verkerke, G. J. and Rakhorst, G., (1998). "*The Analytic Hierarchy Process: An Effective Tool For A Strategic Decision Of A Multidisciplinary Research Centre*", Knowledge,Technology And Policy, Vol. 11, No 1, pp. 41-63.

Hwang C.L., "*Multiple Attribute Decision Making :Methods and Applications*. , springer-verlag,2001.

Iyigun, I. and Tanes, Y., (1994). "*An interactive project prioritization model implementation Engineering Management Conference*", IEEE International, pp. 212-218.

Jacquet-Lagreze,E.,& Siskos,Y.(1982).Assessing a set of additive utility function for multicriteria decision making: The UTA method. European Journal Of Operational Research, 10(2).

Liberatore, M. J., *"A decision support system linking research and development project selection with business strategy*", Project Manage. J., Vol. 19, No. 5, 1988

Mhrez, A. and Sinuany-Stern, Z, "An Interactive Approach to Project Selection", *Journal of Operational Research Society*, 34, 1983

Mukherjee, K. and Bera, A., "Application of Goal Programming in Project Selection-A Case Study from the Indian Coal mining Industry", *European Journal of Operational Research*, 82, 1995.

Poh, K. L., Ang, B. W. and Bai, F., "A Comparative Analysis of R&D Evaluation Methods", *R&D Management,* Vol. 31, No. 1, 2001

Santhanam, R., "A Multiple Criteria Decision Model for Information System Project Selection", Computers and Operations Research, 1995

Siskos, Y., & Jacquet-Lagreze,E.(1982). *" Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making*", The UTA method European Jornal Of Operational Research.

Twiss, B. (1986), " *Managing Technological Innovation*", 3rd ed., Pitman, London, .