



پژوهشنامه‌ی مدیریت اجرایی

علمی - پژوهشی

سال سوم، شماره‌ی ۵، نیمه‌ی اول ۱۳۹۰

مدل برونسپاری خدمات و وارانتی^۱ با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره^۲

عزت‌ا... اصغری‌زاده *

احمد بیطرف **

محمد رضا نازآبادی ***

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱/۲۱

چکیده

این مقاله به ارائه‌ی مدلی برای برون‌سپاری خدمات وارانتی محصولات تولیدی پرداخته است. در بخش اول مدل پیشنهادی، که از دو مرحله تشکیل شده؛ هنگامی که محصول معیوبی برای تعمیر ارجاع می‌شود، ابتدا با استفاده از روش پرومته^۳ شروع به رتبه‌بندی پیمانکاران طرف قرارداد می‌شود و در بخش بعدی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی چندهدفه نسبت به تخصیص و ارسال محصول معیوب برای انجام خدمات مورد نیاز اقدام می‌شود. هدف اصلی در این مسأله کمینه کردن هزینه‌های انجام تعمیر و هم‌چنین بیشینه کردن رضایت مشتریان است که این امر با استفاده از برنامه‌ریزی خطی صفر و یک چندهدفه و با تکیه بر اولویت‌های تعیین شده محقق می‌شود. به عنوان یک نتیجه، با کاهش زمان انتظار برای تعمیر محصول یا کاهش فواصل در ارسال محصول برای تعمیر، می‌توان افزایشی برای رضایت مشتری متوقع بود.

واژه‌های کلیدی: برون‌سپاری، وارانتی، پرومته، برنامه‌ریزی خطی

1-Warranty

2-Multi Criteria Decision Making (MCDM)

* نویسنده مسئول - دانشیار گروه مدیریت دانشگاه تهران

** کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تهران

*** کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه تهران

3- Preference Ranking Organization METHod for Enrichment
Evaluation(PROMETHEE)

مقدمه

شرکتی را مورد مطالعه قرار داده ایم که قصد دارد خدمات وارانتهی محصولات تولیدی خود را به چندین پیمانکار واگذار کند. در این جا چندین پیمانکار وجود دارد که هر کدام با نرخ تعمیری که دارند، ظرفیت مخصوصی را برای پذیرش محصولات معیوب تحت وارانتهی دارا می‌باشند. به عنوان مثال فرض کنیم که محصول خریداری شده توسط یک مشتری دچار شکست می‌شود. مشتری در اولین فرصت با تولیدکننده تماس می‌گیرد و خواستار رفع عیب از محصول خود می‌شود. در این جا سؤالی مطرح می‌شود که محصول معیوب به کدام پیمانکار ارجاع شود تا علاوه بر کمینه کردن هزینه‌ها، رضایت مشتری نیز بیشینه گردد؟

مشاهده می‌شود که تصمیم‌گیری در مورد این مسأله کار مشکلی است. چرا که ابتدا باید مشخص شود اولویت‌بندی پیمانکاران برای ارسال محصولات معیوب چگونه است. هم چنین باید با در نظر گرفتن ظرفیت در دسترس هر پیمانکار، محصولات معیوب را به گونه‌ای تخصیص داد تا علیرغم ارسال محصول معیوب به پیمانکاری که دارای بالاترین رتبه است، کمینه هزینه‌های تولیدکننده شامل: هزینه تعمیر و هزینه تأخیر در تحویل و هزینه‌های خریدار شامل: کمترین مسافت رفت‌وآمد و نیز کمترین زمان انتظار حاصل شود. مشخص است که در برخی موارد به علت جلب رضایت مشتریان، تحمل هزینه‌های اضافی برای تولیدکننده امری اجتناب ناپذیر است. در این مقاله، از اولویت‌ها به عنوان شاخصی برای بیشینه کردن رضایت مشتریان استفاده شده است. یعنی هدف، اختصاص محصولات معیوب به پیمانکاری است که علاوه بر داشتن بالاترین میزان امتیاز، کمترین هزینه‌ی ممکن را داشته و تا حد امکان به خریدار دارای محصول معیوب نزدیک باشد، به طوری که با ارجاع کار به او بتوان در جلب رضایت مشتری موفق تر عمل کرد. برای این منظور یک مدل ترکیبی طراحی شده است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

۱- تعریف مسأله

در دنیای رقابتی امروزی، بازارها از مرزهای جغرافیایی و حالت سنتی خود خارج شدند و شرکت‌ها در تلاشند تا محصولات خود را در مناطق مختلف و با کمترین هزینه‌ی ممکن ارائه کنند(رز و دیگران، ۲۰۰۵: ۲۳). از سوی دیگر، ارائه‌ی خدمات

وارانتهی در سال های اخیر به عنوان یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در کسب رضایت مشتریان شناخته شده است (مورتی و ژامالودین، ۲۰۰۲: ۲۳۱). این موضوع یکی از مواردی است که هزینه های زیادی را به شرکت ها تحمیل می کند و اعمال سیاست های مناسب در این خصوص می تواند از هزینه های مربوطه جلوگیری نماید (هوانگ و ژو، ۲۰۰۴: ۱۶۳؛ هوانگ و دیگران، ۲۰۰۶: ۱۶۷۴؛ اسکندر و دیگران، ۲۰۰۵: ۶۶۹).

یکی از این سیاست ها تعویض قطعات کوچک یا ارزان قیمت، با قطعات سالم است (لین و شو، ۲۰۰۵: ۶۹) که علاوه بر انجام خدمات در کمترین زمان ممکن، نیاز به تسهیلات و تجهیزات متنوع تعمیراتی و هزینه های ناشی از آن را نیز مرتفع می کند (بوچکووسکی، ۲۰۰۳: ۱۲۴).

ولیکن برخلاف قطعات کوچک یا ارزان قیمت، قطعاتی هستند که از ارزش بالایی برخوردارند و تعویض آن ها به صرفه نیست و لذا باید آن ها را تعمیر کرد. در چنین مواردی تولیدکننده دو راه دارد: یکی این که خود با ایجاد تسهیلات و امکانات لازم، تعمیر قطعات معیوب را به عهده گیرد و یا این که با اعمال فرایند برون سپاری، پیمانکارانی را برای انجام این تعمیرات تحت پیمان گیرد.

برونسپاری بسته به نحوه ی به کارگیری و مدیریت آن، مزایا و معایب فراوانی دارد. برخی از این مزایا عبارتند از تمرکز بر فعالیت های اصلی که از ارزش افزوده ی بالاتری برخوردارند، به کارگیری مطلوب دارایی ها و در نهایت بهبود رضایت مشتریان و از سوی دیگر این امر با خطراتی نیز مواجه است که احتمال کاهش رضایت مشتریان یکی از آن هاست. در صورتی که پیمانکاران از تجربه ی کافی برخوردار نباشند یا رفتار مطلوبی با مشتریان نداشته باشند، این موضوع می تواند باعث کاهش خریدهای آینده مشتریان از تولیدکننده گردد (سارنور یوزا و کریستن، ۲۰۰۵: ۸۱).

شرکت ها بعد از به کارگیری استراتژی برون سپاری، با مباحث مهمی روبه رو هستند که یکی از آن ها مسأله ی تخصیص است. این مسأله موقعی به وجود می آید که تولیدکننده با چندین پیمانکار قرارداد دارد و می خواهد کالای تولیدی جهت خدمات وارانتهی را بگونه ای تخصیص دهد که با کمترین هزینه ی ممکن، دیگر اهداف مورد نظر خود را نیز تأمین نماید (پال، ۲۰۰۷: ۹۷).

اگرچه امروز کاربرد مدل های تخصیص که در همان ابتدا فروشنده، خدمات پس از فروش را به عهده ی یک پیمانکار می گذارد، در مورد برون سپاری خدمات وارانتهی گسترش یافته است؛ ولیکن این مدل اولین بار توسط "رالف"، "پرول"، "دایر"، "شانتیکومار" و دیگران مطرح گردید. از سوی دیگر، اختصاص خدمات پس از فروش به یک پیمانکار خاص در همان ابتدا، علیرغم مزایایی که دارد به دلیل هزینه های بالایش، کاربرد چندانی ندارد. بنابراین مدلی که در اینجا پیشنهاد شده این است که هر خریدار در هنگام بروز مشکل با شرکت تولیدکننده (فروشنده) ارتباط برقرار کند و شرکت نیز با توجه به ظرفیت موجود هر پیمانکار، مشتری را به یک پیمانکار ارجاع نماید به طوری که مشتری با کمترین هزینه و در کمترین زمان ممکن، خدمت مورد نظر خود را دریافت کند.

۲- روش شناسی

برای حل این مسأله، از ترکیب روش پرومتی^۱ و برنامه ریزی خطی صفر و یک چندهدفه استفاده شده است. این مدل شامل واژه های زبانی، مجموعه ها، متغیرهای تصمیم گیری، عوامل و داده های مسأله، محدودیت ها و توابع هدف است که در ادامه، هر یک از آن ها به تفصیل تشریح می شود.

۲-۱- روش پرومتی

در مقاله ی حاضر از روش پرومتی برای اولویت بندی پیمانکاران استفاده شده است. این روش که در سال ۱۹۸۶ میلادی از سوی دو پروفیسور بلژیکی به نام های جان پیر برنز و برتراند مارسکال ارائه شد، دارای تکنیک های پشتیبانی تصمیم گیری چندشاخصه است و باعث ایجاد تحول در روش های رتبه بندی شده است (برانس و دیگران، ۱۹۸۶، ۲۲۸).

روش های پرومتی به صورت چند تصمیم گیرنده عمل می کند و ترکیب این روش ها با روش های ترسیمی، ابزار مفیدی برای تحلیل ارتباط میان شاخص ها و تصمیم گیرندگان ایجاد می کند و شکاف باقیمانده تا توافق بر تصمیم را از بین می برد (برانس و مارسکال، ۲۰۰۵: ۱۶۳).

روش های پرومتی به صورت کلی شامل سه گام است:

1-Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation(PROMETHEE)

الف- انتخاب معیار تصمیم: این معیارها تلاش دارند تا دامنه‌ی انحراف بین ارزیابی گزینه‌ها را محاسبه کنند. ارزیابی در این روش به صورت قطعی است و حالت احتمالی ندارد. هم چنین درک عوامل این روش برای تصمیم‌گیرنده ساده است؛ زیرا تمامی عامل‌های تعریف شده ماهیت اقتصادی دارند. مقایسات زوجی بین گزینه‌های امکان-پذیر مجموعه‌ی A ، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$a, b \in A \quad f(a) > f(b) \iff aPb$$

$$a, b \in A \quad f(a) = f(b) \iff aIb$$

در این روش برای محاسبه و ارزیابی انحرافات گزینه‌ها نسبت به شاخص‌های مختلف، یک معیار تصمیم برای هر شاخص در نظر گرفته می‌شود. به همین منظور، تابع برتری گزینه‌ی a بر گزینه‌ی b نسبت به شاخص f را به صورت $P(a,b)$ تعریف می‌کنیم. در اغلب موارد می‌توان فرض کرد که $P(a,b)$ یک تابع انحراف (d) است:

$$d = F(a) - F(b)$$

در این حالت اگر فرض کنیم که تابع انحراف مذکور نرمال شود، داریم:

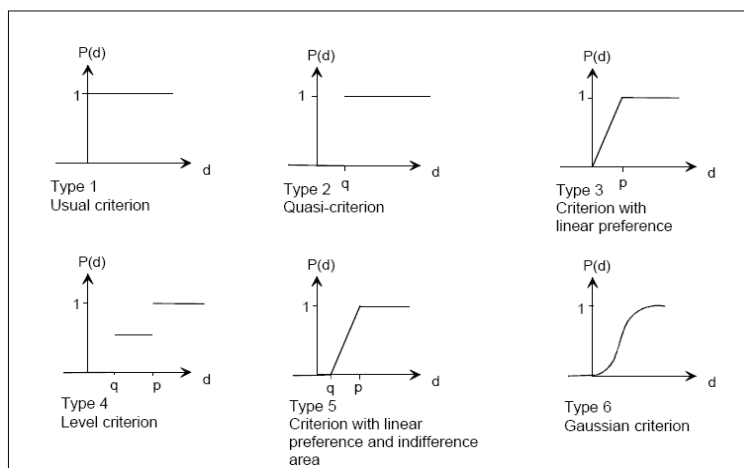
$$P(a,b) = 0 \quad \text{if} \quad 0 \leq d \quad \text{بدون وجود برتری یا اختلاف}$$

$$P(a,b) \approx 0 \quad \text{if} \quad d > 0 \quad \text{برتری ضعیف}$$

$$P(a,b) \approx 1 \quad \text{if} \quad d \gg 0 \quad \text{برتری قوی}$$

$$P(a,b) = 1 \quad \text{if} \quad d \gg \gg 0 \quad \text{برتری خیلی قوی}$$

روش پرومیتی ایجاب می‌کند که یک معیار تصمیم به هر شاخص $f_j (j=1,2,3,\dots,k)$ مرتبط شود (برانس و مارسکال، ۲۰۰۵: ۱۶۳). برای تسهیل این امر، یک مجموعه‌ی معیار به تصمیم‌گیرنده ارائه می‌شود که از ۱ تا ۶ شماره گذاری شده است.



شکل شماره ی یک - معیارهای تصمیم (برانس و دیگران، ۱۹۸۶: ۲۲۸)

نوع داده ها و نظر تصمیم گیرنده، تعیین کننده نوع معیار است. میزان P در هر تابع توسط یک رابطه ی ریاضی محاسبه می شود. روابط جدول شماره ی یک، نشان دهنده ی هر یک از این توابع است.

ب- مقایسه ی گزینه ها: در این گام به مقایسه ی دو به دو ی گزینه ها در تمام شاخص ها پرداخته می شود و برای هر جفت از گزینه ها، میزان کلی برتری یک گزینه به دست می آید.

$$\pi(a,b) = \sum w_j \cdot p_j(a,b)$$

جدول شماره ی یک - تعریف و عوامل معیارهای تصمیم (برانس و دیگران، ۱۹۸۶: ۲۲۸)

نوع معیار	تعریف	عامل ها
نوع ۱	$H(d) = \begin{cases} 0, & d = 0; \\ 1, & d > 0. \end{cases}$	--
نوع ۲	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q; \\ 1, & otherwise. \end{cases}$	p
نوع ۳	$H(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, & d \leq p; \\ 1, & d > 0. \end{cases}$	p

نوع ۴	$H(d) = \begin{cases} 1, & d \leq q; \\ 1/2, & q < d \leq p; \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$	q, p
نوع ۵	$H(d) = \begin{cases} 1, & d \leq q; \\ \frac{ d - q}{p - q}, & q < d \leq p; \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$	q, p
نوع ۶	$H(d) = 1 - \exp\left\{-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right\}$	σ

مقادیر W_j وزن های مرتبط با هر شاخص است که اعداد حقیقی مثبت است و به اندازهی شاخص بستگی ندارند. در برخی از حالت ها نیز وزن ها به صورت یکسان در نظر گرفته شده و شاخص برتری $\pi(a,b)$ ، به صورت میانگین تمام $p(a,b)$ ها به دست می آید.

$$\pi(a,b) = (1/k) \sum p_j(a,b)$$

به طور ضمنی یک برتری عمومی ضعیف از a بر b را نشان می دهد: $\Pi(a, b) \approx 0$
 به طور ضمنی یک برتری عمومی قوی از a بر b را نشان می دهد: $\Pi(a, b) \approx 1$
 $\pi(a,b)$ نشان می دهد که چگونه و به چه میزان گزینهی a بر گزینهی b برتری دارد و در مقابل، $\pi(b,a)$ نشان می دهد که گزینهی b چگونه و با چه درجهای بر گزینهی a برتری دارد. لذا برای هر جفت از گزینههای $a, b \in A$ ، میزان $\pi(a,b)$ و $\pi(b,a)$ محاسبه می شود. با این کار، اولویت بندی کامل گزینههای امکان پذیر مجموعهی A تنظیم می شود.

ج- تصمیم گیری: برای انتخاب گزینهی مطلوب، لازم است که $n-1$ گزینهی دیگر متعلق به مجموعهی A رد شوند. بنابراین دو جریان اولویت بندی را تعریف می کنیم.

$$\Phi^+(a) = 1/(n-1) \sum \pi(a, x) \quad \text{جریان خروجی (مثبت):}$$

$$\Phi^-(a) = 1/(n-1) \sum_{x \in A} \pi(x, a) \quad \text{جریان ورودی (منفی):}$$

جریان خروجی، نشان دهندهی میزان اولویت هر گزینه نسبت به سایر گزینههاست. به عبارت دیگر $\Phi^+(a)$ نشان دهندهی قوت و قدرت هر گزینه است. جریان ورودی نیز نشان دهندهی میزان اولویت دیگر گزینهها بر گزینهی مورد نظر می باشد. بنابراین $\Phi^-(a)$ نشان دهندهی ضعف هر گزینه است.

۲-۲- اولویت بندی جزئی (پرومتی I): با توجه به توضیحات فوق، به طور طبیعی دو نوع طبقه بندی استنباط می شود که آن ها را به ترتیب با (P^+, I^+) و (P^-, I^-) نشان می دهیم.

$$\begin{aligned} a P^+ b: & \text{if } \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \\ a I^+ b: & \text{if } \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \\ a P^- b: & \text{if } \Phi^-(b) > \Phi^-(a) \\ a I^- b: & \text{if } \Phi^-(b) = \Phi^-(a) \end{aligned}$$

اولویت بندی جزئی که در روش پرومتی II ایجاد می شود ناشی از اشتراک این دو نوع طبقه بندی است و نتیجه ی حاصل به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} a P^I b \text{ if: } & a P^+ b \text{ and } a P^- b \\ & a P^+ b \text{ and } a I^- b \\ & a I^+ b \text{ and } a P^- b \\ a I^I b \text{ if: } & a I^+ b \text{ and } a I^- b \\ a R^I b \text{ if: } & \text{در موارد دیگر} \end{aligned}$$

بنابراین نتایج مقایسه های دوگانه ی پرومتی I به صورت زیر جمع بندی می شود:

۱- $aP^I b$: در این حالت گزینه ی a بر گزینه ی b ترجیح داده می شود.
 ۲- $aI^I b$: در این حالت گزینه ی a و b، اختلاف چندانی با یک دیگر ندارد و هر دو جریان ورودی و خروجی یکسان است.

۳- $aR^I b$: در این حالت گزینه های a و b غیر قابل مقایسه اند. این حالت معمولاً وقتی اتفاق می افتد که گزینه ی a بر روی مجموعه ای از شاخص هایی که گزینه ی b نامطلوب بوده، مطلوب است و به طور متقابل گزینه ی b بر روی گروه دیگری از شاخص ها که گزینه ی a نامطلوب بوده، مطلوب است. در این حالت بهتر است در مورد ترجیح گزینه ها تصمیمی گرفته نشود. این ویژگی یکی از مهم ترین نقاط ضعف روش پرومتی I است که در مراحل بعدی سیر تکاملی روش، این مشکل نیز حل شده است (ماکاریس و دیگران، ۲۰۰۴: ۳۰۷).

۲-۳- اولویت بندی کامل (پرومتی II): برای ایجاد یک اولویت بندی کامل توسط تصمیم گیرنده، جریان خالص اولویت بندی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

با توجه ایجاد تعادل بین جریان های خروجی و ورودی در این روش، جریان خالص بزرگ تر بیان کننده‌ی گزینه‌ی بهتر است. بنابراین اولویت‌بندی کامل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$a P^{\text{II}} b \text{ if: } \Phi(a) > \Phi(b)$$

$$a I^{\text{II}} b \text{ if: } \Phi(a) = \Phi(b)$$

با توجه به تعادل ایجاد شده، همه‌ی گزینه‌ها در این حالت قابل مقایسه هستند. بنابراین گزینه‌های باقیمانده، غیر قابل مقایسه نیستند، ولی نتیجه‌ی حاصل شده جای بحث بیشتری دارد؛ زیرا یک بخش قابل بررسی از اطلاعات با جمع جبری رتبه‌ها گم شده است (ماکاریس و دیگران، ۲۰۰۴: ۳۰۷). در نهایت می‌توان رتبه‌های حاصل شده از پرومته‌ی II را به عنوان یکی از ورودی‌های مدل برنامه‌ریزی خطی در نظر گرفت. این ورودی‌ها در تابع هدفی استفاده می‌گردند که باید بیشینه شود (گوماس و لگرو، ۲۰۰۰: ۶۰۶).

۳- مراحل حل مسأله

مدل ترکیبی ارائه شده در این مقاله از دو بخش اولویت‌بندی و تخصیص تشکیل شده است. در ادامه به تشریح هر یک از این بخش‌ها خواهیم پرداخت:

۳-۱- بخش اول

همان طور که در توضیح روش پرومته بیان شد، ابتدا باید شاخص‌ها و پیمانکاران مهم را شناسایی کرد و ماتریس مربوطه را تشکیل داد. بعد از شناسایی شاخص‌ها و پیمانکاران (گزینه‌ها)، محاسبات لازم صورت می‌گیرد و نتایج حاصله وارد مدل برنامه‌ریزی خطی می‌شود. محصولات معیوب مراجعه کننده برای تعمیر، تماماً دارای مشخصاتی هستند که از آن‌ها می‌توان برای محاسبات استفاده کرد. به عنوان مثال اطلاعات مربوط به نوع محصول، میزان تعمیر هر پیمانکار برای هر محصول، مدت زمان انتظار برای تعمیر، هزینه‌ی تأخیر و... برای تک تک محصولات، در هر دوره و برای هر پیمانکار در دسترس است. حال با استفاده از اولویت‌های به دست آمده برای هر پیمانکار، می‌توان محصولات معیوب را با توجه به اهداف مورد نظر، برای تخصیص مشخص کرد. در این مرحله که اتمام بخش اول مدل ترکیبی است، با استفاده از روش پرومته، کلیه‌ی پیمانکاران برای ارسال محصولات معیوب اولویت بندی شده‌اند.

۲-۳- بخش دوم

قبل از تشریح بخش دوم لازم است که مفروضات مدل برنامه ریزی خطی چندهدفه معرفی شود. از این رو در ابتدا باید اطلاعات مربوط به داده های ورودی مسأله را جمع-آوری کرد.

۲-۳-۱- داده ها

برای حل مدل برنامه ریزی خطی چندهدفه نیاز به وارد کردن داده های مورد نیاز است که عبارتند از:

۱- ظرفیت موجود پیمانکاران: باید مشخص شود که ظرفیت موجود هر یک از پیمانکاران، در هر دوره و برای هر کالا چقدر است.

میزان ظرفیت پیمانکار j در دوره ی i برای کالای k : $Capacity_{ijk}$:

۲- هزینه ی تعمیر هر واحد کالا: هزینه ی تعمیر هر واحد کالای k از سوی پیمانکار j باید مشخص و وارد مدل شود. در این جا فرض بر این است که هزینه ی تعمیر در طول دوره های برنامه ریزی ثابت است.

هزینه ی تعمیر کالای k توسط پیمانکار j : C_{jk} :

۳- مسافت: بالطبع هر کدام از خریداران، باید فاصله ای را تا رسیدن به نزدیک ترین پیمانکار بپیمایند. این مسافت با d_j نمایش داده شده که نشان دهنده ی مسافت تماس گیرنده تا محل تعمیر است.

۴- جریمه ی تأخیر در تعمیر: هزینه ی تأخیر در تحویل هر واحد کالای k توسط تولیدکننده مشخص شده و وارد مدل می شود. در این جا فرض بر این است که هزینه ی تأخیر در طول دوره های برنامه ریزی و برای هر پیمانکار ثابت است.

هزینه ی تأخیر در تحویل هر واحد کالای k : CH_k :

۲-۳-۲- مدل ریاضی چندهدفه

با توجه به داده های تعریف شده در بخش های قبلی، مدل برنامه ریزی خطی این مسأله به صورت زیر است:

$$\text{Max } Z_1 = \sum_j R_{jk} \times X_{jk} + \sum_i \sum_j R_{jk} \times Y_{ijk}$$

$$\text{Min } Z_2 = \sum_i \sum_j C_{jk} \times (X_{jk} + Y_{ijk}) + \sum_i \sum_j CH_k \times Y_{ijk} \times (i-1)$$

$$\text{Min } Z_3 = \sum_j d_j \times (X_{jk} + \sum_i Y_{ijk})$$

S.t

$$\sum_j (X_{jk} + \sum_i \sum_j Y_{ijk}) = 1$$

$$i=1$$

$$\forall i > 1$$

$$\forall i \in R$$

$$X_{jk} \leq \text{Capacity}_{ijk}$$

$$Y_{ijk} \leq \text{Capacity}_{ijk}$$

$$X_{jk} \geq \sum_i \text{Capacity}_{ijk} \times Y_{ijk}$$

$$X_{jk} \in \{0,1\}$$

$$Y_{ijk} \in \{0,1\}$$

در مدل ذکر شده، مجموعه‌ها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

۱. دوره‌های برنامه‌ریزی: $i = 1, 2, \dots, I$

۲. پیمانکاران: $j = 1, 2, \dots, J$

۳. نوع محصول معیوب: $k = 1, 2, \dots, K$

هم چنین متغیرهای تصمیم‌گیری به صورت زیر هستند:

X_{jk} : محصول k اختصاص یافته برای تعمیر به پیمانکار j در دوره‌ی اول

اگر تعمیر محصول k در دوره‌ی اول به پیمانکار j سپرده شود $X_{jk} = 1$ و گرنه $X_{jk} = 0$.

Y_{ijk} : تعمیر محصول k در دوره‌ی i ام توسط پیمانکار j ام

اگر تعمیر محصول k به دوره i منتقل شود، $Y_{ijk} = 1$ و گرنه $Y_{ijk} = 0$.

۳-۲-۳- محدودیت‌های مدل

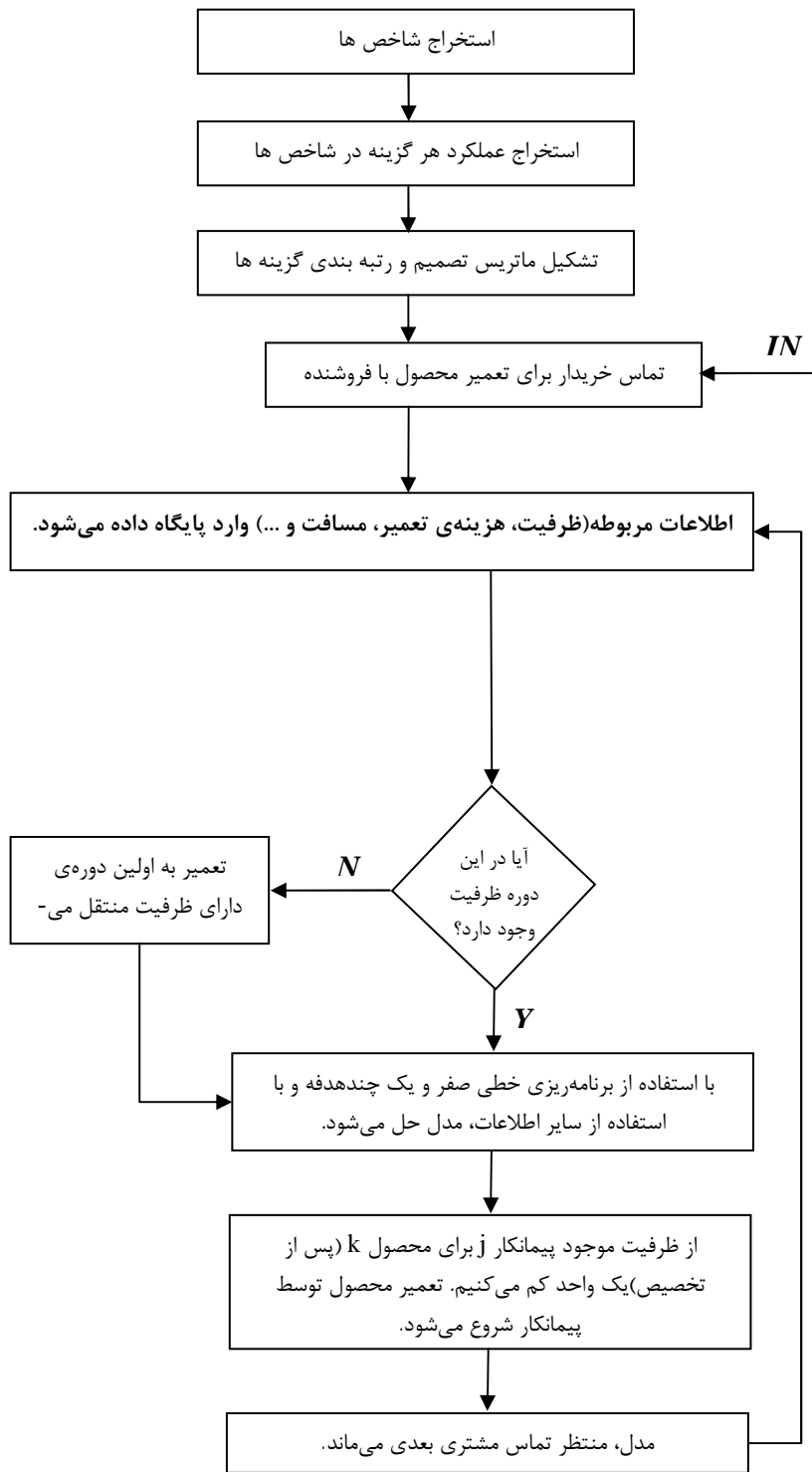
▪ محدودیت اول: هر محصول ورودی، برای تعمیر باید فقط جهت تعمیر به یک پیمانکار در یک دوره‌ی مشخص اختصاص یابد.

▪ محدودیت دوم: هر محصول ورودی باید در صورتی در دوره‌ی اول به یک پیمانکار اختصاص یابد که پیمانکار مورد نظر دارای ظرفیت خالی باشد (به ازای

$i=1$. این محدودیت حداکثر ظرفیت موجود هر پیمانکار برای تخصیص در دوره ی برنامه ریزی را مشخص کرده و محصول معیوب در صورتی تخصیص می یابد که این ظرفیت بزرگ تر یا مساوی یک باشد.

- محدودیت سوم: هر محصول ورودی بایستی در صورتی در دوره های بعدی به یک پیمانکار اختصاص یابد که هیچ کدام از پیمانکاران در دوره ی جاری دارای ظرفیت خالی نباشند (به ازای $i > 1$). این محدودیت حداکثر ظرفیت موجود هر پیمانکار برای تخصیص در دوره های بعد را مشخص می کند و محصول معیوب در صورتی تخصیص می یابد که این ظرفیت بزرگ تر یا مساوی یک باشد.
- محدودیت چهارم: اگر ظرفیت تعمیر محصول در هر دوره وجود داشته باشد (بدون توجه به محل تعمیر و در نتیجه رضایت مشتری)، باید ارسال به تعمیر صورت گیرد و هزینه ی جریمه به تولیدکننده تعلق نمی گیرد. ولی اگر تعمیر محصول ورودی، به علت فقدان ظرفیت تعمیر، به دوره های بعدی منتقل شود، جریمه ی تأخیر به ازای هر دوره تأخیر تعلق می گیرد. در کل این محدودیت باعث می شود که در صورت وجود ظرفیت خالی در هر دوره ی برنامه ریزی، تعمیر محصول به دوره های بعدی منتقل نشود.
- محدودیت های پنجم و ششم: نشان دهنده ی صفر و یک بودن متغیرهای تصمیم می باشند.

ممکن است در برخی مواقع، مسائلی وجود داشته باشد که مدل ریاضی ارائه شده در بخش دوم نیازمند اندکی تغییر باشد. به عنوان مثال ممکن است در بعضی موارد به دلیل محدودیتی که برای مسافت پیموده شده وجود دارد، جوابی وجود نداشته باشد. در این صورت این امکان وجود دارد که با نظر مساعد مشتری و مدیریت، مقدار d_j افزایش یابد تا مسأله به یک جواب موخه برسد. در غیر این صورت باید منتظر خالی شدن ظرفیت تعمیرگاه های دیگر بود. هم چنین می توان در محدودیت دوم و سوم برای ظرفیت پیمانکاران، حد پایین نیز در نظر گرفت. خلاصه ی مطالعه انجام شده در این مقاله را می توان در شکل شماره ی دو نشان داد.



شکل شماره‌ی دو - دیاگرام مدل ترکیبی

۴- نتیجه گیری

امروزه، داشتن یک سیستم خدمات پس از فروش مناسب به عنوان عاملی مؤثر در جهت افزایش فروش به شمار می رود؛ چرا که این سیستم می تواند با توجه به هزینه ها، کیفیت خدمات و ... در راستای جلب رضایت مشتریان عمل کند. از سوی دیگر امروزه شرکت ها به سمتی پیش می روند که فعالیت های غیراصلی و حتی در برخی موارد، فعالیت های اصلی خود را به شرکت های دیگری که در موضوع مورد نظر دارای تخصص و توانایی می باشند، واگذار می کنند تا تجهیزات، منابع و به طور کلی ظرفیت آزاد شده را در امور دیگری که از ارزش افزوده ی بالاتری برخوردار است درگیر کنند.

بنابراین در این مقاله یک مسأله ی واقعی که اکثر شرکت های تولیدی از جمله شرکت مورد مطالعه (شرکت مهرگستر) با آن مواجه هستند، مورد بررسی قرار گرفت. هدف اصلی، یافتن راه حلی برای برنامه ریزی تعمیر محصولات معیوب در زمان وارانتهی بود به نحوی که علیرغم صرفه جویی لازم در هزینه های شرکت خدمات دهنده، رضایت مشتریان نیز برآورده شود. در نهایت یک مدل ترکیبی با استفاده از روش پرموتی و برنامه ریزی خطی صفر و یک با سه تابع هدف برای حل مسأله ارائه گردید که با استفاده از آن در مرحله ی اول، برترین پیمانکاران (در هنگام مراجعه ی محصول معیوب) انتخاب شده، سپس با استفاده از اولویت های به دست آمده و هم چنین دیگر اهداف که حداقل کردن هزینه های تعمیر و بیشینه نمودن میزان رضایت مشتریان بوده، محدودیت های موجود مد نظر قرار گرفته و جواب بهینه برای اختصاص محصول معیوب به پیمانکاران (تعمیرکاران) به دست آمده است.

با توجه به مورد استفاده، می توان با تهیه ی یک نرم افزار مناسب، در انجام تصمیم گیری در مورد ارسال محصولات معیوب مورد نظر و اولویت بندی ارسال آن ها تسریع لازم را به عمل آورد به طوری که به طور مداوم و پویا و با ورود اطلاعات جدید، بروز گردد.

در این مقاله سعی شده است تا مدلی ارائه شود که علاوه بر استفاده در مورد مذکور، با اندک تغییراتی در اهداف و محدودیت های مدل، قابل استفاده در بسیاری از مسائل دنیای واقعی باشد.

۵- منابع و مأخذ

- 1- Rolfe A.J.(1971)«A note on marginal allocation in multiple-server service systems», *Management Science*, 17,656-658
- 2- Brans JP, Vincke Ph, Mareschal B.(1986)«How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method», *European Journal of Operational Research*, 24,228-238.
- 3- Brans, J.P. and Mareschal, B. (2005)«PROMETHEE methods, in Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (Eds)», Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Springer, New York, NY, pp. 163-198, Ch. 5.
- 4-Buczowski. P.S. (2003)«Determining policies for managing warranty costs», *Doctoral dissertation proposal*, Dept. of Operational Research, UNC-Chapel Hill. March, 25
- 5-Macharis c., Springael j., De Brucker k., Verbeke a. (2004) «PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multi-criteria analysis: Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP», *European Journal of Operational research*, 153,307-317
- 6-Dyer M.E. & L.G.Proll. (1977)«On the validity of marginal analysis for allocating servers in M/M/c queues», *Management Science*, 23, 1019-1022
- 7-Goumas M, Lygerou V. (2000)«An extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: ranking of alternative energy exploitation», *European Journal of Operational Research*, 123,606-613
- 8-Huang, Y.S. Zhuo, Y.F. (2004) «Estimation of future breakdowns to determine optimal warranty policies for products with deterioration»,*Reliability Engineering & System Safety*, 84, 163-168.
- 9-Huang, H.Z., Zuo, M.J. and Sun, Z.Q. (2006)«Bayesian reliability analysis for fuzzy lifetime data », *Fuzzy Sets and Systems*, 157, 1674-1686.
- 10-Hemanta K.D., (2007)«Developing an integrated management system for optimizing project options», *Journal of Enterprise Information Management*, 20, 465-486.

- 11-Iskandar, B.P., Murthy, D.N.P. and Jack, N. (2005)«A new repair-replace strategy for items sold with a two-dimensional warranty», *Computers and Operations Research*, 32, 669-682
- 12-Lin, P.C. and Shue, L.Y. (2005)«Application of optimal control theory to product pricing and warranty with free replacement under the influence of basic lifetime distributions», *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 48 No. 1, pp. 69-82.
- 13-Murthy, D.N.P. & Djameludin, I. (2002)«New product warranty: a literature review» *International Journal of Production Economics*, 79, 231-260.
- 14-Paul L., James B., P.J. Byrne, Cathal H. (2007)«Contract costing in outsourcing enterprises: Exploring the benefits of discrete-event simulation », *Int. J. Production Economics*, 110, 97-114
- 15-Ross Jr., Fré'de'ric Dalsace, Erin Anderson. (2005)«Should you set up your own sales force or should you outsource it? Pitfalls in the standard analysis », *Business Horizons*, 48, 23-36
- 16-Sartoriusa K., Kirstenb J., (2005)«The boundaries of the firm: why do sugar producers outsource sugarcane production?», *Management Accounting Research*, 16, 81-99
- 17-Shanthikumar J.G. & D.D.Yao. (1987)«Optimal server allocation in a system of multi server station», *Management Science*, 33, 1173-1180
- 18-Shanthikumar J.G. & D.D.Yao. (1988)«On server allocation in multi center manufacturing systems », *Operational Research*, 36, 333-342