

# مدل یکپارچه تصمیم‌گیری برای انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان

ابراهیم تیموری  
استادیار

میربهادر قلی‌آریانژاد  
دانشیار

دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

## چکیده

در دنیای کنونی که رقابت با شدت بیشتری بین عرضه‌کنندگان کالاها دنبال می‌شود، خرید و استراتژی‌های آن در جهت انتخاب و ایجاد روابط نزدیک و مستحکم‌تر با تامین‌کنندگان ارجح، برای یک خریدار حائز اهمیت است. در این مقاله مسئله انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان بصورت توأم مورد بررسی قرار می‌گیرد. از آنجاییکه در بعضی از شرایط انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان در حضور تعداد کثیری از اقلام تامینی و نیز آلترناتیوهای تامین انجام می‌شود نیازمند مقایسات فراوان برای دستیابی به اهداف متعدد بر اساس معیارهای کیفی و کمی است، لذا استفاده از یک مدل ریاضی چند هدفه توجیه‌پذیر است. از فواید مدل‌های ریاضی و از جمله مدل ارائه شده در این مقاله، توانایی تحلیل حساسیت و ارزیابی سناریوهای مختلف که در آینده امکان وقوع دارند، می‌باشد. پس از تعریف مسئله و ارائه مدل ریاضی، در ادامه مثالی برای روشن شدن بهتر مطالب آورده می‌شود. بعلاوه جذابیت و انعطاف‌پذیری نسبتاً خوب مدل‌های ریاضی امکان تعمیم و لحاظ کردن شرایط غیرقطعی در مدل از جمله شرایط مبهم و فازی، وجود دارد.

## کلمات کلیدی

## An Integrated Mathematical Decision Making Model for Supplier Selection and Development Problem

M. B. Aryanezhad  
Associate Professor

E. Teimouri  
Assistant Professor

Industrial Engineering Department,  
University of Science and Technology

### Abstract

*The competitive and social context in which companies compete is changing. As a result managers must reevaluate their attitudes and approaches to suppliers who are competing. Specially, they have to plan a new strategy for selecting their suppliers, and generate a new strong relationship with their loyal suppliers. In this research, the problem of suppliers selection and its development problem will be considered. Based on variety of different condition of suppliers selections for a large number of items and various method of supplying, it would need to do a lot of comparison. In order to achieve different goals with qualitative and quantitative criterias, it is possible to have a multiobjective mathematical programming, it has considered several scenarios by sensitivity analysis of the model.*

*A numerical example is given to show the results. Finally, the special structure of the model being used, and its extension have been asked through further research for the fuzzy situation.*

### Keywords

*Supplier Selection and Development, Mathematical Model, Optimization, Decision Making*

## مقدمه (Introduction)

در دنیای کنونی رقابت بین تولیدکنندگان خدمات و محصولات با شدت بیشتری برای جلب رضایت مشتری، کسب سود بیشتر، و دستیابی به بازارهای بین المللی دنبال می‌شود. در این راستا، شرکت‌ها نیازمند انعطاف‌پذیری بیشتر در عرضه محصولات و خدمات خود هستند. این انعطاف‌پذیری در قیمت، کیفیت، تحویل، و سایر مشخصه‌های مورد نظر مشتری می‌تواند تعبیر شود. انعطاف‌پذیری مستلزم همکاری و همیاری کلیه واحدهای درونی و نیز واحدهای بیرونی است که شرکت از محصولات و خدمات آنها بهره می‌برد. از آنجاییکه بخش اعظم هزینه تمام شده محصولات و خدمات متعلق به هزینه اقلام بیرونی است [4]، و از سوی دیگر کیفیت و انعطاف‌پذیری در محصولات و خدمات ارائه شده توسط شرکت به میزان قابل توجهی تحت تاثیر اقلام بیرونی آن قرار می‌گیرند، لذا قسمت خرید بعنوان متولی امر تامین، اقلام از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار شده است و عملکرد آن بسیار حائز اهمیت است.

در حال حاضر، بسیاری از شرکت‌ها با درک اهمیت عملکرد قسمت خرید و همکاری نزدیک آن با سایر بخش‌های شرکت مانند قسمت ساخت، مهندسی، و طراحی، در پی پیاده کردن استراتژی‌هایی هستند که آسودگی خیال آنها را از جانب تامین اقلام بیرونی دنبال داشته باشد. استراتژی‌های تامین بر حسب نوع محصولات و خدمات، جایگاه شرکت، و عملکرد رقبا می‌تواند متفاوت باشد. هر اندازه اقلام تامینی از درجه اهمیت بیشتری برخوردار باشند به همان اندازه سیاست‌ها و رویه‌های سنجیده‌تری برای تامین آنها نیاز است.

در سالهای گذشته استراتژی‌های تامین اقلام مهم، منجر به پدید آمدن مقوله‌هایی همچون شراکتی بلند مدت (Partnership)، اتحادهای بلند مدت (Alliance)، و انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان شایسته شده است. تمامی این مقوله‌ها در راستای ایجاد ارتباطی نزدیک با تامین‌کنندگان است تا در سایه آن شرکت بتواند سیاست‌های اطمینان بخش خود را برای تامین اقلام اعمال نماید. مقاله حاضر در خصوص انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان مناسب در جهت دست‌یابی به اهداف استراتژیک تامین اقلام بیرونی است.

در ادبیات انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان، مقالات متعددی یافت می‌شود که بیشتر آنها مطالعه موردی هستند، و مقالات اندکی را می‌توان یافت که از برنامه‌ریزی ریاضی برای انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان استفاده کند. از آنجاییکه با جستجوی انجام شده در ادبیات انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان، این ادبیات فاقد مقاله مشترک و همزمان در زمینه انتخاب و توسعه است، لذا در ذیل ابتدا ادبیات برنامه‌ریزی ریاضی در انتخاب تامین‌کنندگان، و سپس ادبیات موجود در توسعه آنها بصورت خلاصه بیان می‌شود.

در بحث انتخاب تامین‌کنندگان، ادبیات موجود به دو قسمت کلی تقسیم می‌شود [4]. قسمت اول که به حالت منبع‌یابی منفرد (Single Sourcing) معروف است حالتی را شامل می‌شود که هر یک از تامین‌کنندگان بالقوه، توانایی پاسخگویی به نیازهای خریدار را در تمامی ابعاد دارا می‌باشند. نیازهای خریدار بعنوان مثال می‌توانند میزان توان پاسخگویی به تقاضا، کیفیت، زمان تحویل، و غیره باشند. بدین ترتیب آنچه که مسئله اصلی در این حالت بشمار می‌رود، انتخاب یک تامین‌کننده از میان سایرین با توجه به معیارهای مختلف است. در این حالت بیشتر می‌توان از تکنیک‌های رتبه‌بندی در بحث تئوری تصمیم‌گیری برای حل مسئله یاد کرد.

از جمله مقاله‌هایی که می‌توان در بحث منبع‌یابی منفرد نام برد، به موارد زیر اشاره می‌شود [4]:

Ghobadian et al [22], Timmerman [23], Narasimhn [24].

بهر حال مقالات دیگری نیز در این زمینه قید شده است [3] اما با توجه به موضوع مورد نظر ما، نیازی به ذکر مجدد آنها در اینجا نیست.

قسمت دوم که به حالت منبع‌یابی چندگانه (Multiple Sourcing) معروف است حالتی را شامل می‌شود که هر یک از تامین‌کنندگان بالقوه به تنهایی توان پاسخگویی به نیاز خریدار را در تمامی ابعاد ندارند. بعنوان مثال میزان توان تامین در هر یک از تامین‌کنندگان آنقدر نیست که بطور کامل نیاز خریدار را بتواند پاسخ دهد. در این حالت مسئله انتخاب خود به دو قسمت عمده تقسیم می‌شود، یکی تامین‌کننده یا تامین‌کنندگانی که انتخاب می‌شوند و دیگری میزان خرید از هر یک. در [3] Ghodyspour مروری کامل بر ادبیات انتخاب تامین‌کننده انجام شده است. همانطور که مشخص است در حالت

منبع‌یابی منفرد برنامه‌ریزی ریاضی نمی‌تواند از جایگاه آنچنانی برخوردار باشد اما در حالت منبع‌یابی چندگانه این امر چهره دیگری خواهد داشت. مقاله‌هایی که در زمینه برنامه‌ریزی ریاضی در ادبیات منبع‌یابی چندگانه یافت شده‌اند عبارتند از: چهار مقاله از برنامه‌ریزی خطی [5-8]، ۶ مقاله از رویکرد برنامه‌ریزی عدد صحیح مخلوط [9-14]، دو مقاله از تکنیک‌های برنامه‌ریزی آرمانی [15,16]، [17] Weber & Current از برنامه‌ریزی چند هدفه، دو مقاله از تکنیک‌های برنامه‌ریزی غیرخطی [18,19]، [20] Current & Weber از دید مسئله استقرار امکانات، و در نهایت [21] Seshadri et al، مدل احتمالی در زمینه منبع‌یابی چندگانه ارائه کرده‌اند [4].

بیشتر مقالات موجود در ادبیات توسعه تامین‌کننده مطالعه موردی هستند. در این مقالات نحوه ارتقای تامین‌کنندگان بسته به سیاست‌ها و استراتژی‌های خریدار بیان شده‌اند. گرچه در بعضی از آنها مشکلات موجود بر سر راه توسعه یاد شده است اما همگی به بهبود حاصله در اثر اجرای آن اذعان دارند. از جمله مقالات موردی در این زمینه می‌توان به: [25] Moffat & Archibald، [26] Galt & Dale، [27] Flood & Isaac، [28] Pender، [29] Morgan & Jessop، Hines & [30] Carbone، [31] Carbone، [32] Carbone اشاره کرد.

دسته دیگری از مقالات در ادبیات توسعه تامین‌کننده به مطالب عمومی و غیرموردی اختصاص دارد. در این مقالات به تعریف و مراحل توسعه تامین‌کننده، نکاتی که در آغاز توسعه باید توجه کرد، موانع بر سر راه توسعه، مدل مفهومی برای تهیه برنامه توسعه، روابط و شراکت‌های بلند مدت بین خریدار و تامین‌کننده، اهمیت و طرز بهبود آن، ابزارهای در دسترس برای توسعه، و در نهایت فاکتورهایی که بر سرمایه‌گذاری زمانی و منابع موجود شرکت خریدار در توسعه تامین‌کننده مقدم هستند اشاره دارند. مجموعه مقالات در این ارتباط در جدول ۱ به‌مراه سایر ادبیات مذکور در فوق، بصورت خلاصه آمده است. مشروح کامل ادبیات داخل هر مقاله در [47] Teimoury آمده است.

در ادبیات موجود انتخاب و توسعه تامین‌کننده یک فرایند مجزای دو قسمتی طی می‌شود. عبارت دیگر ابتدا عمل انتخاب و سپس بر روی تامین‌کنندگان انتخاب شده، نحوه توسعه تصمیم‌گیری می‌شود. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، شرکت‌های بزرگ در حال بهینه‌سازی پایه تامین (بهینه‌سازی تعداد تامین‌کنندگان) خویش هستند. این کشورها با مسئله انتخاب تامین‌کنندگان ارجح و توانمند، و شراکتی بلند مدت روبرو هستند. در صورتیکه فرایند انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان خویش را بصورت همزمان در یک افق بلندمدت بتوانند ببینند، از توان و ظرفیت موجود خویش و نیز پتانسیل کلیه تامین‌کنندگان بالقوه موجود بیشتر می‌توانند استفاده نمایند. در قسمت ۲ بطور مبسوط راجع به این مسئله و ابعاد آن صحبت خواهد شد. در قسمت ۲ همچنین این مسئله بصورت یک برنامه ریزی ریاضی مدل بندی می‌شود. در قسمت ۳ به ارائه مثال برای روشن شدن مدل ریاضی و در قسمت ۴ به ارائه تحلیل حساسیت برای ارزیابی جواب‌های مدل می‌پردازیم. در انتها به بحث و نتیجه‌گیری و نیز پیشنهاد برای کارهای تحقیقاتی آتی می‌پردازیم.

## ۲- تعریف مسئله (Problem Definition)

همانطور که در مرور ادبیات گفته شد، مسئله انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان بصورت منفک از هم دیده شده است. در این شرایط روال عمومی انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان مطابق نمودارهای شکل ۱ و ۲ خواهد بود [2]. به این ترتیب طبیعی است که در بحث انتخاب تامین‌کننده، بصورت جدا از هم اقدام تامینی مورد بررسی قرار گیرند و در شرایط منبع‌یابی منفرد از روش‌های معمول رتبه‌بندی و در منبع‌یابی چندگانه از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی موجود در ادبیات استفاده شود. البته چون انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان از یکدیگر جدا هستند در ادبیات بسیار تاکید شده است که معیارهای انتخاب بگونه‌ای فهرست شوند که تا حد امکان توسعه‌های بعدی بر روی تامین‌کنندگان انتخابی را تسهیل کنند. نکته حائز اهمیت شکسته‌شدن مسئله انتخاب به تفکیک اقدام تامینی است. البته حل این مسئله در حالت چند قلم کالا نیز به ثبت رسیده است [48]، ولی بهر حال تاکید آنچنانی برای دخالت توأم تمامی اقدام تامینی نیست. در این شرایط مسئله توسعه تامین‌کننده نیز برای موارد انتخابی و نهایی شده، قابل طرح است. بنابراین توسعه و تهیه برنامه آن با توجه به هر کدام از تامین‌کنندگان بصورت منفک از بقیه مورد بحث قرار می‌گیرد. شکل ۲ بر این مطلب تاکید می‌کند. وقتی که هر تامین‌کننده بصورت جدای از بقیه برای توسعه و ارتقاء مورد بررسی قرار می‌گیرد، تاکید آنچنانی بر منابع در دسترس سازمان و رقابت بین تامین‌کنندگان برای استفاده از این منابع

نمی‌شود. به این ترتیب طبیعی است که در ادبیات موجود کمتر بتوان مدل ریاضی برای تخصیص منابع موجود یک شرکت بین تامین‌کنندگان کاندید توسعه آن پیدا کرد.

در این مقاله، مسئله انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان بگونه‌ای متفاوت تعریف می‌شود. این تعریف برخاسته از نیاز بعضی از شرکت‌های موجود در کشورهای در حال توسعه است. این شرکت‌ها در حال حاضر با مجموعه‌ای از تامین‌کنندگان خویش در حال همکاری هستند و برای آنها مطلوبیت فراوانی دارد تا عمل بهینه‌سازی پایه تامین، و انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان آنها بصورت یکپارچه و همزمان در یک افق بلند مدت و بصورت استراتژیک، طرح و مورد بررسی قرار گیرد.

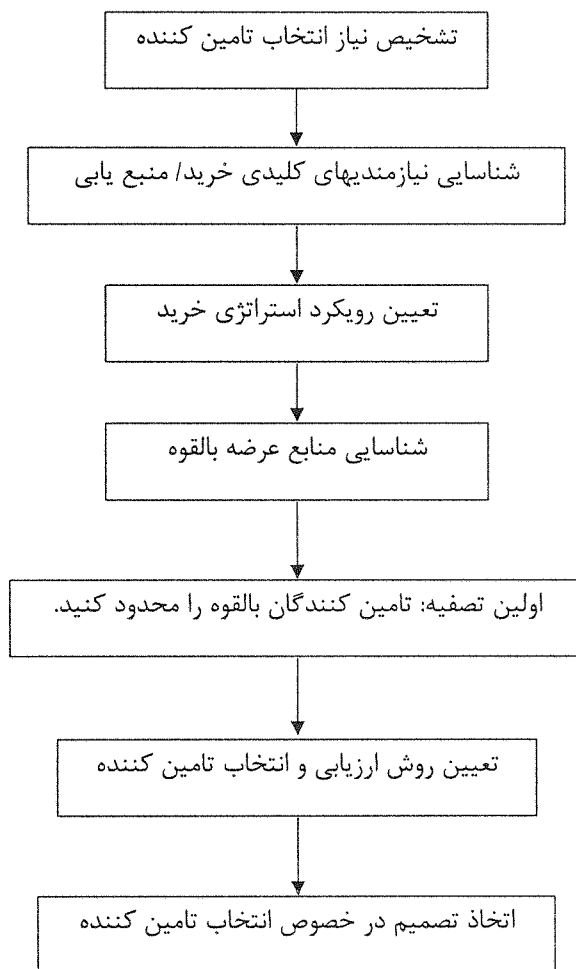
وقتیکه شرایط مسئله بدینگونه تغییر می‌کند، عملاً نمی‌توان اقلام تامینی مختلف را بصورت منفک از هم برای انتخاب تامین‌کننده یا تامین‌کنندگان شان مورد تحلیل قرار داد، زیرا امکان نیاز به استفاده از منابع داخل شرکت بصورت همزمان برای توسعه و ارتقای تامین‌کننده یا تامین‌کنندگان این اقلام وجود دارد. بنابراین ممکن است در همان ابتدای امر که تامین‌کنندگان بالقوه برای انتخاب به رقابت با یکدیگر می‌پردازند، تعیین میزان نیاز به منابع برای توسعه آنها نیز لازم باشد. به این ترتیب تصمیم‌گیری در مورد انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان بسادگی حالت قبل نخواهد بود. زیرا اولاً اقلام از یکدیگر براحتی قابل تفکیک نیستند ثانیاً اطلاعات بیشتری برای حل مسئله نیاز خواهد بود، و ثالثاً به یک مدل یکپارچه برای تصمیم‌گیری نیاز است.

جدول (۱) خلاصه ادبیات انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان.

Ghobadian et al. (1993) Timmerman (1986) Narasimhan (1983)	منبع یابی منفرد	
Pan (1989) Kingsman (1986) Anthony & Buffa (1977) Moore & Fearon (1973) Gaballa (1974) Bender et al. (1985) Turner (1988) Ghodsypour & O'Brien (1998) Seshadri et al. (1991)	Narasimhan & Stoyhoff (1986) Chaudhry et al. (1993) Rosenthal et al. (1995) Buffa & Jackson (1983) Sharma et al. (1989) Weber & Current (1993) Bentone (1991) Hong & Hayya (1992) Current & Weber (1994)	انتخاب تامین‌کنندگان منبع یابی چندگانه
Moffat & Archibald (1990) Galt & Dale (1991) Flood & Isaace (1993) Pender (1993) Morgan (1993)	Hines & Jessop (1995) Carbone (1996a) Carbone (1996b)	مطالعه موردی
Bache et al. (1987) Lascalles & Dale (1989) Bertodo (1991)	روابط و شراکت‌های بلند مدت	توسعه تامین‌کنندگان
Lascales & Dale (1990) Hahn et al. (1990) Watts & Hahn (1993) Claunch (1993) Burnes & Whittle (1995) Hartley & Choi (1996)	Hartley & Jones (1997) Krause (1997) Krause et al. (1998) Porter (1998) Krause (1999)	

وضعیتی را در نظر بگیرید که یک خریدار مجموعه‌ای از اقلام مورد نیاز خویش را از بیرون تهیه می‌کند. این اقلام از لحاظ اهمیت دارای استراتژی‌های تامین متفاوتی نسبت به یکدیگر می‌توانند باشند. بعنوان مثال ممکن است در میان آنها اقلامی باشند که دسترسی به آنها بسیار راحت است و در ارائه آنها تامین‌کنندگان فراوانی به رقابت می‌پردازند. بنابراین قیمت پیشنهادی از طرف تامین‌کنندگان فاکتور مهمی در نظر خریدار خواهد بود. بهرحال فاکتورها و معیارهای دیگری همچون توان مهندسی و طراحی، کیفیت، زمان تحویل، میزان توان پاسخگویی به تقاضا و انعطاف‌پذیری در آن، می‌توانند حائز اهمیت باشند. بنابراین در قدم اول این خریدار بایستی با توجه به فهرست اقلام تامینی و مشخصات فنی و بازاری آنها، و استراتژی‌های تامین

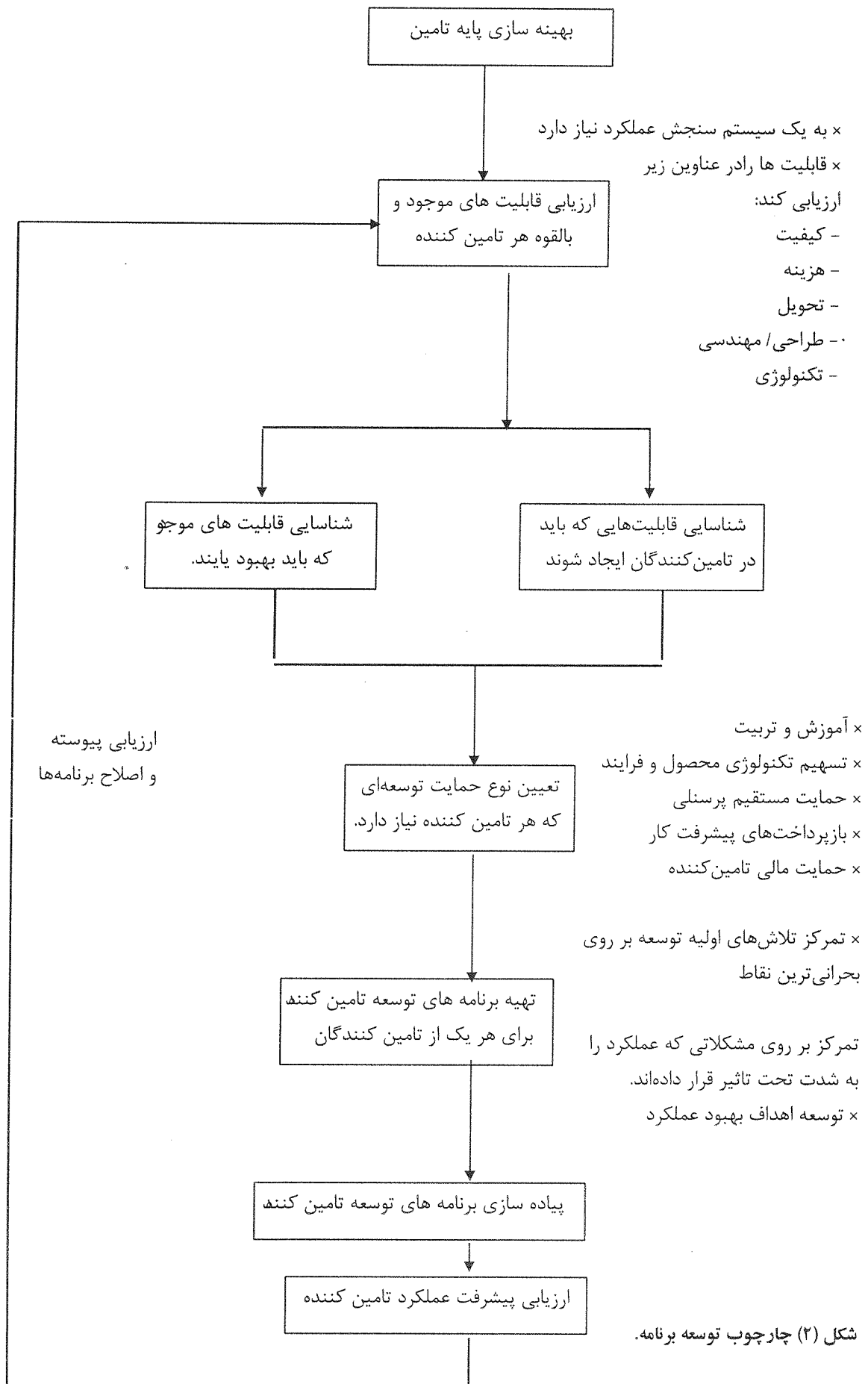
که از سوی مدیریت ارشد (و برنامه‌های عملیاتی وی) برای قسمت خرید ترجمه می‌شود، به سیاست‌گذاری بر روی تامین‌کنندگان کالاهای مختلف و حداقل‌هایی که تامین‌کنندگان آنها با توجه به معیارهای مختلف باید داشته باشند بپردازد. عبارت دیگر برای تامین یک کالای مشخص حداقل‌هایی که یک تامین‌کننده نوعی باید داشته باشد، مشخص گردد (زیر مسئله الف). خریدار بعنوان تصمیم‌گیرنده می‌تواند در این راه از تئوری مطلوبیت استفاده کند. برای اینکه نحوه استفاده از این تئوری روشن شود در ذیل توضیح مختصری راجع به آن می‌دهیم.



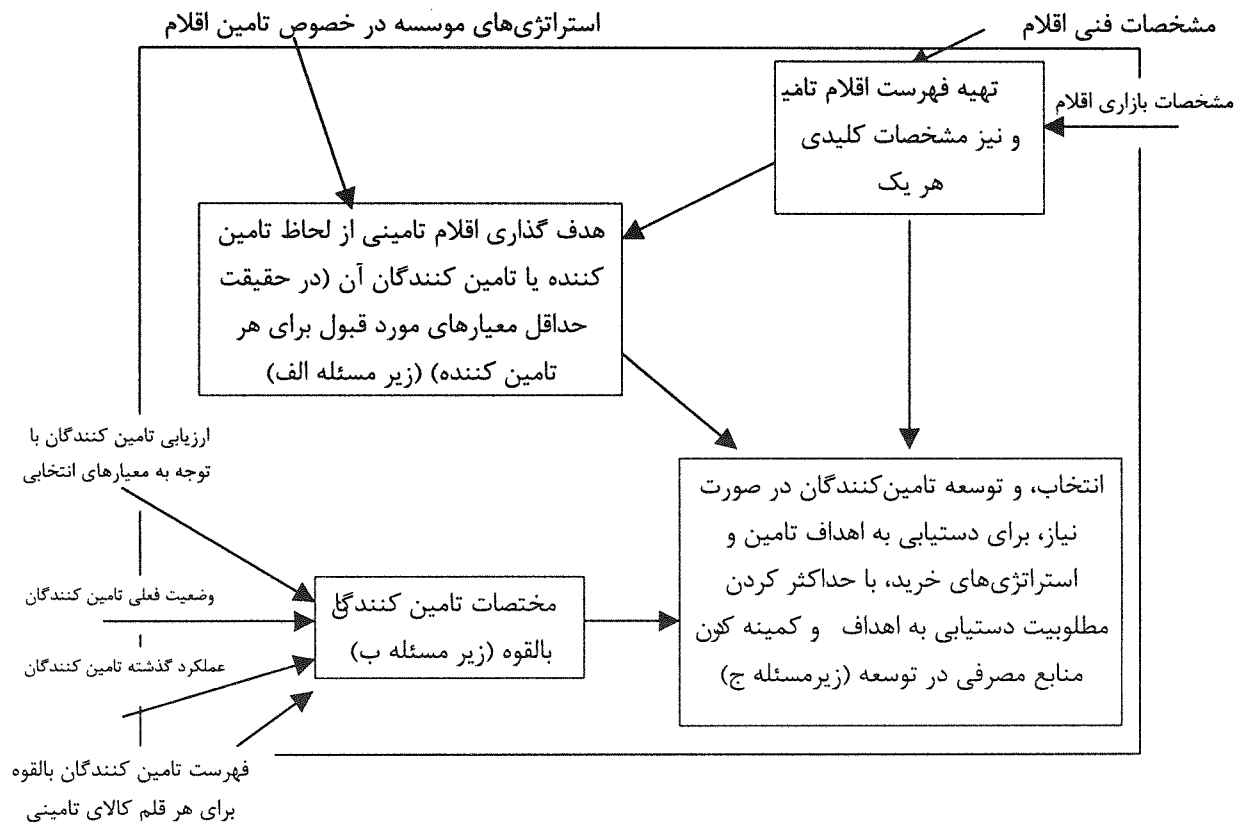
شکل (۱) فرایند ارزیابی و انتخاب تامین کننده [۲].

برای هر قلم کالای تامینی، خریدار بایستی معیارهای خود را برای سنجش عملکرد یک تامین‌کننده نوعی مشخص کند. همانطور که قبلاً ذکر شد، بر حسب استراتژی‌های تامین، اهمیت این معیارها متفاوت خواهد بود. فرض کنید کیفیت اقلام تامینی یکی از معیارها مدنظر خریدار برای یک کالای مشخص (مثلاً کالای شماره ۱) باشد و با توجه به وضعیت تامین این قطعه و نیز خواسته‌های مشتری که خریدار بایستی تامین کند، کیفیت و نیز مطلوبیت‌های آن در نظر خریدار بصورت شکل زیر باشد:

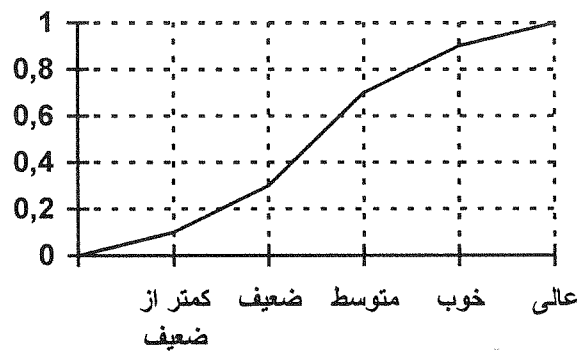
× مدیریت ارشد نیازمندیهای بهینه‌سازی و توسعه تامین‌کننده را حمایت می‌کند.



در نگاه اول بدیهی است که تلفیق شکل‌های ۱ و ۲ و ترسیم نمودار سومی برای تشریح ترکیب اجزای مسئله جدید لازم بنظر می‌رسد. این تلفیق بصورت شکل ۳ انجام گرفته است. شکل ۳ ب خوبی اجزای مسئله را به تصویر می‌کشد و موکد این مطلب است که برای رسیدن به جواب نهایی باید پیش نیازهای آنرا از قبل تهیه کرد. با تشریح خلاصه این شکل (۳)، مسئله جدید بصورت کامل تعریف می‌شود.



شکل (۳) ارتباط بین اجزای مسئله جدید - ترکیب شکل‌های ۱ و ۲ از دیدگاه نویسنده.



شکل (۴) نمودار مطلوبیت خریدار در مقابل کیفیت کالای شماره I.

منحنی این نمودار از فردی به فرد دیگر و حتی از معیاری به معیار دیگر می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین منحنی فوق که به تابع مطلوبیت معروف است بیان‌کننده میزان رضایت درونی تصمیم‌گیرنده از کیفیت کالای مزبور می‌باشد. این تابع از انعطاف

پذیری زیادی برخوردار بوده و همین امر باعث می شود که جوابگوی مسایل علمی باشد. تصویر چنین نموداری در عمل بصورت دقیق و مشخص، کاری بس دشوار است. اما با توجه به تجربه افراد خبره در زمینه کالای مزبور و نیز استراتژی های موسسه (خریدار) می توان به ترسیم هر چند تقریبی آن امیدوار بود. بهر حال در عمل با ارزیابی این منحنی در نقاط محدودی شاید بتوان از دشواری های ترسیم آن کاست.

اکنون با توجه به شرایط کالای تامینی و نمودار فوق، تصمیم گیرنده (خریدار) حداقل کیفیت مورد درخواست و به تبع آن حداقل مطلوبیت مورد نظر خویش را می تواند بیان کند و به این ترتیب زیر مسئله الف کامل خواهد شد.

در طرف دیگر مسئله وضعیت موجود تامین کنندگان مختلف کالاها قرار دارد که زیر مسئله ب را تشکیل خواهد داد. این تامین کنندگان می توانند بر حسب هر قلم کالا دسته بندی شوند. با توجه به عملکرد گذشته، نقاط قوت و ضعف، و ارزیابی ای که از آنها صورت می گیرد، مختصات آنها نسبت به هر یک از کالاها تعیین می شود. این ارزیابی بر اساس معیارهایی خواهد بود که در زیر مسئله الف برای هر کالا فهرست شد. مجموعه معیارهای ارزیابی تامین کنندگان در [1] Handfield آمده است. عبارت دیگر خریدار باید بداند برای تامین یک کالای خاص چه تامین کننده یا تامین کنندگانی را برای مقایسه و انتخاب باید مدنظر قرار دهد و مختصات هر کدام از آنها با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده چیست؟ در این مرحله دو حالت ممکن است برای هر کدام از اقلام تامینی روی دهد. یکی اینکه حداقل یک تامین کننده که حائز تمامی حداقل های مدنظر خریدار باشد وجود داشته باشد. به این ترتیب خریدار از بین تامین کنندگانی که حائز چنین شرایطی هستند می تواند آنرا یا آنهایی را که بالاترین رتبه را دارند برای همکاری انتخاب کند.

حالت دوم مربوط به شرایطی است که هیچ یک از تامین کنندگان بطور کامل حائز شرایط مدنظر خریدار نیستند. بعنوان مثال کیفیت کالای شماره I که توسط تامین کنندگان مربوطه آن تامین می شود حداقل مدنظر خریدار را تامین نمی کند. عبارت دیگر حداقل مطلوبیت متناظر با کیفیت برای کالای I بیشتر از مطلوبیت کیفیت تامین کنندگان کالای I است. به این ترتیب خریدار بایستی برنامه های مورد نیاز برای توسعه تامین کنندگان را برای رساندن آنها به بالاتر از سطح حداقل های مدنظر خویش تهیه و با توجه به منابع مورد نیاز شان مورد ارزیابی قرار دهد. این برنامه ها عموماً به منابعی نیاز دارند که بطور کلی می توان آنها را به منابع مالی، سخت افزاری (تجهیزاتی و امکاناتی)، و نیروی انسانی تقسیم بندی کرد. این برنامه ها در حقیقت منابع مورد نیاز برای ارتقای تامین کنندگان کالای مربوطه را نشان می دهند. با اجرای این برنامه ها، بعنوان مثال می توان امیدوار بود که مطلوبیت کیفیت تامین کنندگان کالای I به بالاتر از حداقل مطلوبیت متناظر با کیفیت برای کالای I افزایش می یابد.

با توجه به معیارهای سنجیده شده برای هر یک از تامین کنندگان و کالای تامینی خریدار، وی در موقعیتی قرار دارد که می تواند تامین کنندگان ارجح خود را انتخاب کند. در حالتی که تامین کنندگان نیازمند ارتقاء باشند، او علاقه دارد انتخاب بگونه ای صورت گیرد که در این راه حداقل منابع را صرف نماید. به این ترتیب در پایان این مرحله (زیر مسئله ج) خریدار به هدف خود رسیده است. کل این مجموعه، مسئله ای را معرفی می سازد که می توان نام آن را "مسئله انتخاب و توسعه تامین کنندگان بطور همزمان" گذاشت. این مسئله دارای پیچیدگی ها و ابعاد مختلفی است که برای حل، بر روی آن مفروضاتی را اعمال کرده ایم. فرضیات حل این مسئله در ذیل بیان شده اند. فرضیات برای ساخت مدل ریاضی و تحلیل مسئله در محیطی نسبتاً تعریف شده بیان می شوند.

## ۲- الف فرضیات (Assumption)

فرضیاتی که برای ساخت مدل ریاضی و تحلیل مسئله شده اند عبارتند از:

دوره ای که برنامه ریزی استراتژیک انتخاب و توسعه تامین کنندگان در آن انجام می شود معلوم است. این دوره می تواند، یک ساله، دو ساله، یا هر مدت زمان دیگری باشد.

۱- میزان دستیابی به اهداف (منبع یابی) توسط مطلوبیت خریدار با توجه به معیارهای مورد نظر وی، اندازه گیری می شود. در حقیقت میزان رضایت خریدار برای دستیابی به یک هدف توسط تابع مطلوبیت اندازه گیری می شود. این تابع بصورت گسسته بیان می شود. در عمل کارشناسان خریدار مسئولیت تهیه آنها را بعهده می گیرند.

۲- مطلوبیت دستیابی به هر یک از اهداف با توجه به معیارهای مختلف، در پنج سطح ارزیابی می شود. این پنج سطح قابل



تغییر است و مطلوبیت دستیابی به هدف با توجه به این سطوح تعیین می‌شود و مقدار آن معلوم است. اما بهر حال تعداد سطوح فرد مناسبتر است.

- ۳- وضعیت موجود تامین‌کنندگان و میزان مطلوبیت متناسب با آن، معلوم و مشخص است.
  - ۴- میزان مطلوبیت دستیابی به اهداف، تابعی غیرنزولی نسبت به منابع مصرف شده برای ارتقای آن است. بعنوان مثال با صرف منابع آموزشی و فرهنگی، فرهنگ مدیریت کاهش پیدا نمی‌کند.
  - ۵- حداقل مطلوبیت‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده برای هر یک از اقلام و برای هر یک از معیارها معلوم است.
  - ۶- میزان منابع مورد نیاز برای افزایش مطلوبیت دستیابی به هر یک از اهداف و برای هر یک از کالاها معلوم و ثابت است.
  - ۷- نوع منابع مورد نیاز برای ارتقای مطلوبیت دستیابی به هر یک از اهداف و برای هر یک از کالاها معلوم و مشخص است.
  - ۸- منابع مورد نیاز برای ارتقای تامین‌کنندگان بصورت مالی، تجهیزاتی و انسانی تقسیم‌بندی شده است که می‌تواند بیش از این نیز باشد.
  - ۹- میزان بهبود در مطلوبیت دستیابی به هر یک از اهداف برای هر یک از کالاها در اثر مصرف منابع معلوم و مشخص است.
  - ۱۰- تجهیزات مورد استفاده و نیز نیروی انسانی مربوط به ارتقای تامین‌کنندگان بصورت همگون در نظر گرفته شده است که می‌تواند بهتر از این نیز دسته‌بندی شود.
  - ۱۱- برای ارتقای تامین‌کنندگان با توجه به هر یک از معیارها، تنها یک استراتژی بیان شده است که می‌تواند تعداد آنها بیشتر از این باشد.
  - ۱۲- وزن مربوط به هر یک از معیارهای مربوط به هر یک از کالاها معلوم است.
  - ۱۳- استراتژی‌ها و معیارهای مختلف برای هر یک از اقلام تامینی که موسسه دنبال می‌کند معلوم است.
  - ۱۴- میزان ظرفیت تولید تامین‌کنندگان (میزان تامین) و تقاضای هر یک از کالاها معلوم است.
  - ۱۵- تامین‌کنندگان بالقوه تمایل به همکاری با شرکت خریدار را دارند و بعد از انتخاب در تمام طول دوره در کنار او خواهند بود. در حقیقت فهرست تامین‌کنندگان بالقوه مشخص است.
  - ۱۶- مجموع ظرفیت تامین‌کنندگان بالقوه (برای تامین هر یک از کالاها)، حداقل به اندازه نیاز آن کالا در طول دوره مورد بررسی، است.
  - ۱۷- تامین‌کنندگان از لحاظ کالایی که تحویل می‌دهند (شکل کالا) یکسان هستند. یعنی اینکه تامین‌کننده‌ای کالاها را بصورت مونتاژ شده تحویل نمی‌دهد مگر اینکه بقیه نیز این کار را انجام دهند.
- مجموعه این فرضیات موکد ایجاد محیطی قطعی و قابل برنامه ریزی است. گرچه قطعیت در امور طبیعی امری قابل بحث است اما ایجاد مدل‌های غیرقطعی تنها بر اساس توسعه مدل‌های قطعی و ساده امکان پذیر است. بهر حال اولین مدل برای یکپارچگی تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان در حالت قطعی از مطلوبیت بیشتری برخوردار است. در قسمت نتیجه‌گیری به نقد مدل ارائه شده در مقاله حاضر خواهیم پرداخت و تحقیقات آتی قابل انجام برای آن را بیان می‌کنیم. در ذیل پارامترهای مورد استفاده در ساخت مدل را تعریف می‌کنیم:

## ۲- ب - پارامترها (Parameters)

پارامترهایی که در ساخت مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند در این قسمت تعریف می‌شوند. این پارامترها و تعاریف آنها بصورت ذیل است:

$m$  = تعداد کالاهای تامینی

$U_k^i$  = حداقل میزان مطلوبیت معیار  $k$  در کالای  $i$

$P_{ij}$  = ظرفیت تولید یا تامین کالای  $i$  در تامین‌کننده  $j$

$T_i$  = حداکثر تعداد تامین‌کننده بالقوه‌ای که برای تامین کالای  $i$  می‌خواهد در نظر گرفته شود.

$S_i$  = حداکثر تعداد تامین‌کننده بالقوه کالای  $i$

$D_i$  = تقاضای دوره مورد نظر برای کالای  $i$

$W_k^i = i$  وزن معیار  $k$  در خصوص کالای  $i$

$F_{ij}^{jk} = I$  میزان منابع مالی مورد نیاز برای رفتن از سطح  $I$  به  $I'$  با توجه به معیار  $k$  در تامین کننده  $Z$  در خصوص کالای  $i$

$H_{ij}^{jk} = I$  میزان نفر ساعت نیروی انسانی مورد نیاز برای رفتن از سطح  $I$  به  $I'$  با توجه به معیار  $k$  در تامین کننده  $Z$  برای کالای  $i$

$E_{ij}^{jk} = i$  میزان ساعت تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای رفتن از سطح  $I$  به معیار  $I'$  با توجه به معیار  $k$  در تامین کننده  $Z$  در خصوص کالای  $i$

$U_{ijkl} = I$  مطلوبیت دستیابی به هدف با توجه به معیار  $k$  ام برای کالای  $i$  در تامین کننده  $Z$  در سطح  $I$

$i=1,2,\dots,m$   $l=0,1,2,3,4$   $j=1,\dots,S_i$   $k=1,\dots,k_i$

$K_i = i$  تعداد معیارهای مربوطه به کالای  $i$

$I_0 =$  سطح موجود تامین کننده

## ۲- ج - متغیرها (Variables)

در مدل ریاضی ساخته شده دو نوع متغیر وجود دارد. یکی متغیرهای تصمیم و دیگری متغیرهایی که از روی متغیرهای

تصمیم بدست می آیند. متغیرهای تصمیم در مدل ریاضی عبارتند از:

$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر کالای } i \text{ به تامین کننده } Z \text{ داده شود} \\ 0 & \text{در غیراینصورت} \end{cases}$

$Y_{ijkl} = \begin{cases} 1 & \text{اگر سطح } I \text{ برای معیار } k \text{ ام برای قطعه } i \text{ در تامین کننده } Z \text{ انتخاب شود} \\ 0 & \text{در غیراینصورت} \end{cases}$

$i=1,2,\dots,m$   $l=I_0, \dots, 4$   $j=1,\dots,S_i$   $k=1,\dots,k_i$

متغیرهایی که از روی متغیرهای تصمیم محاسبه می شوند عبارتند از:

$W_{ij} = Z$  وزن اختصاص کالای  $i$  به تامین کننده  $Z$

$U_k^j = k$  مطلوبیت تامین کننده  $Z$  برای تامین کالای  $i$  با توجه به معیار  $k$

طرز محاسبه این متغیرها در متن مدل کاملا مشهود است.

به ازای هر  $i, Z, k$  جدولی برای ارائه مقادیر پارامترهای مطلوبیت، و میزان نیاز به منابع مالی، تجهیزات و امکاناتی، و نیروی

انسانی برای ارتقاء و توسعه آنها می تواند تهیه شود. این جدول بصورت نمونه پر شده است که در ذیل آمده است.

مقادیر مطلوبیت، و میزان منابع مالی، تجهیزاتی و امکاناتی، و نیروی انسانی برای توسعه تامین کننده  $Z$  در خصوص کالای  $i$  با توجه به معیار  $k$

جدول (۲) مصرف منابع برای ارتقای تامین کنندگان.

$U_{ijkl}$					
سطح (level)		۱	۲	۳	۴
به از	ضعیف	متوسط-ضعیف	متوسط	خوب-متوسط	خوب
ضعیف		$F_{01}^{jk}, E_{01}^{jk}$ $H_{01}^{jk}$	$F_{02}^{jk}, E_{02}^{jk}$ $H_{02}^{jk}$	$F_{03}^{jk}, E_{03}^{jk}$ $H_{03}^{jk}$	$F_{04}^{jk}, E_{04}^{jk}$ $H_{04}^{jk}$
ضعیف-متوسط			$F_{12}^{jk}, E_{12}^{jk}$ $H_{12}^{jk}$	$F_{13}^{jk}, E_{13}^{jk}$ $H_{13}^{jk}$	$F_{14}^{jk}, E_{14}^{jk}$ $H_{14}^{jk}$
متوسط				$F_{23}^{jk}, E_{23}^{jk}$ $H_{23}^{jk}$	$F_{24}^{jk}, E_{24}^{jk}$ $H_{24}^{jk}$
متوسط-خوب					$F_{34}^{jk}, E_{34}^{jk}$ $H_{34}^{jk}$
خوب					

ذکر دو نکته در اینجا حائز اهمیت است. یکی اینکه اگر کالای  $i$  توسط تامین کننده  $j$  تامین شود در آن صورت  $X_{ij}$  مربوط به آن قابل تعریف خواهد بود در غیر این صورت اصلاً تعریف نمی‌شود. نکته دوم اینکه مقادیر  $T_i$  در مدل بترتیب  $1, 2, \dots, S_i$  گذاشته خواهند شد و اولین  $T_i$  که مدل را شدنی سازد انتخاب شده و افزایش داده نخواهد شد. بعبارت دیگر  $T_i$  نشان‌دهنده تعداد تامین کنندگان لازم برای توانایی پاسخگویی به تقاضای هر کدام از کالاها است.

## ۲-۳ - مدل ریاضی (Mathematical Model)

با توجه به تعاریف پارامترها و متغیرها، مدل ریاضی ذیل برای تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب و توسعه تامین‌کننده ارائه می‌شود. این مدل از نوع برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک چند هدفه است و برای حل آن ابتدا مدل برنامه‌ریزی را به حالت تک هدفه تبدیل و آن را حل می‌کنیم. در هر صورت برنامه‌ریزی چند هدفه دارای روش‌های متعددی است که هر کدام از آنها که نسبت به بقیه برای این مدل مناسب‌تر باشد می‌تواند انتخاب شود.

نکته حائز اهمیت این است که خریدار می‌تواند در صورت داشتن حداکثر منابع در دسترس، سه تابع هدف موجود در رابطه (۲) که در ذیل می‌آید را به محدودیت‌ها منتقل ساخته و مسئله را با یک تابع هدف حل کند. مدل ریاضی بصورت زیر است:

$$\begin{aligned} \text{Max } & \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{S_i} W_{ij} X_{ij} \\ \text{Min } & \sum_i \sum_j \sum_k \sum_{l=l_0+1}^4 Y_{ijkl} F_{l_0,l}^{ijk}, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Min } \sum_i \sum_j \sum_k \sum_{l=l_0+1}^4 H_{l_0,l}^{ijk} Y_{ijkl},$$

$$\text{Min } \sum_i \sum_j \sum_k \sum_{l=l_0+1}^4 E_{l_0,l}^{ijk} Y_{ijkl},$$

S.t:

$$\sum_{j=1}^{S_i} X_{ij} \leq T_i; T_i = 1, 2, \dots, S_i; i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^{S_i} P_{ij} X_{ij} \geq D_i; i = 1, \dots, m \quad (4)$$

$$X_{ij} = \sum_{l=l_0}^4 Y_{ijkl}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, \dots, S_i; k = 1, \dots, k_{ij} \quad (5)$$

$$\sum_{l=l_0}^4 Y_{ijkl} U_{ijkl} \geq U_k^i \left( \sum_{l=l_0}^4 Y_{ijkl} \right); \forall i, j, k; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, \dots, S_i; k = 1, \dots, k \quad (6)$$

$$\begin{cases} U_k^j = \sum_{l=l_0}^4 U_{ijkl} Y_{ijkl} & ; i = 1, \dots, m, j = 1, 2, \dots, S_i, k = 1, \dots, k_i \\ W_{ij} = \sum_{k=1}^{k_i} U_k^j W_k^i & ; i = 1, \dots, m, j = 1, 2, \dots, S_i \end{cases}$$

$$X_{ij}, Y_{ijkl} \in \{0,1\}; i = 1, \dots, m, j = 1, 2, \dots, S_i, k = 1, \dots, k_i, l = l_0, \dots, 4 \quad (9)$$

روابط (1) و (2) در حقیقت هدف مدل ریاضی را نشان می‌دهند. همانطور که قبلاً ذکر شد، هدف از مدل پیدا کردن بهترین تامین‌کنندگان و ارتقای آنها (در صورت نیاز) با صرف کمترین منابع در دسترس (اعم از منابع مالی، تجهیزاتی و امکاناتی، و نیروی انسانی) است. در رابطه ۲ اگر  $l_0=4$  باشد، به ازای  $i, j, k$  مربوطه،  $F_{l_0}^{ijk}$  وجود ندارد و بنابراین عبارت آن صفر می‌شود. برای  $E_{ij}^{ijk}$  و  $H_{ij}^{ijk}$  نیز چنین است.

مجموعه روابط (3)، نیز همانطور که قبلاً گفته شد برای دخالت دادن آندسته از تامین‌کنندگان مناسب است که نیاز تقاضا که در مجموعه روابط (4) نوشته شده است ارضا شوند. مقادیر  $T_i$  توسط تصمیم‌گیرنده از یک آغاز می‌شود و در صورت عدم وجود جواب شدنی در اثر رابطه (4)، مقدار آن افزایش می‌یابد. کمترین مقدار  $T_i$  که روابط (4) ارضا نماید انتخاب خواهد شد.

مجموعه روابط (5) برای اتصال تامین‌کننده انتخابی  $Z$  برای تامین کالا  $i$  و انتخاب سطح مورد نیاز آن از لحاظ عملکرد نوشته می‌شود. وقتی که  $X_{ij}$  برابر صفر در نظر گرفته می‌شود عملاً هیچکدام از سطوح عملکرد تامین‌کننده  $Z$  برای کالا  $i$  انتخاب نخواهد شد. مدل بسته به نیاز می‌تواند هر یک از سطوح موجود و یا بالاتر از وضعیت موجود را انتخاب کند.

مجموعه روابط (6) برای ارضای نیازهای تامین‌کننده و اهداف استراتژیک وی از منبع یابی نوشته می‌شوند. با توجه به حداقل نیازهای وی در خصوص مطلوبیت‌های معیارهای مختلف، تصمیم‌گیرنده می‌تواند از عملکرد قابل قبول تامین‌کننده انتخابی اطمینان حاصل کند. در صورتیکه عملکرد تامین‌کننده‌ای در یکی از معیارهای مورد سنجش وی پایین‌تر از حد انتظار باشد، مدل در صورت نیاز اقدام به ارتقای تامین‌کننده با صرف منابع مورد نیاز خواهد کرد. بهر حال تصمیم‌گیری در خصوص اینکه کدام تامین‌کننده انتخاب و در صورت نیاز ارتقا یابد به مدل بر می‌گردد.

مجموعه روابط (7) و (8) برای ارتباط بین متغیرهای تصمیم‌گیری مستقل و وابسته نوشته شده است و از پیچیدگی روابط مدل می‌کاهد. بهر حال اگر تعداد روابط مدل زیاد باشد می‌توان مجموعه روابط (7) و (8) را حذف و سایر روابط را در صورت نیاز تصحیح کرد.

مجموعه روابط (9) برای صفر و یک بودن متغیرهای تصمیم‌گیری مستقل نوشته می‌شود. همانطور که در مدل مشخص است تعداد متغیرهای مستقل تصمیم‌گیری  $X_{ij}$  در این مدل برابر است با  $\sum_{x=1}^m S_x$  و حداکثر تعداد متغیرهای مستقل  $Y_{ijkl}$  با در نظر گرفتن پنج سطح برابر است با  $5 \sum_{i=1}^m K_i S_i$ .

مدلهای ریاضی در بحث مسایل کیفی عموماً دارای اشکالاتی هستند که باعث می‌شود از آنها استفاده نشود. در این قسمت برای مسئله انتخاب و توسعه تامین‌کنندگان از یک مدل ریاضی استفاده کردیم که در این زمینه استثناء نخواهد بود. اما استفاده از مطلوبیت در ساخت مدل، دارای دو ویژگی مهم است. اولاً مطلوبیت براحتی علایق کیفی را در مدل لحاظ می‌کند و ثانیاً مورد قبول مدل ریاضی ما نیز هست. بنابراین مدل ارائه شده براحتی می‌تواند در زمینه مسایل کیفی مشکل را برطرف سازد.

یکی دیگر از خواص مدل‌های ریاضی و از جمله مدل ارائه شده در این مقاله، توانایی انجام تحلیل حساسیت برای شناسایی پارامترها و فرضیات حساس در ساخت مدل است. از اینرو براحتی می‌توان سناریوهای مختلف برای مقادیر پارامترها و تغییرات حاصل در استراتژی‌های منبع‌یابی را در مدل دخالت داد و جواب مدل را مبنای تصمیم‌گیری‌های آتی قرار داد. بعبارت دیگر جوابی را انتخاب نمود که از جمیع جهات تصمیم‌گیرنده و ریسک انتخاب او را ارضاء نماید.

در مسایل دنیای واقعی امکان این وجود دارد که تصمیم‌گیرنده در خصوص اقلام تامینی از یک تامین‌کننده، سیاست خرید کلی را اتخاذ کند. بعبارت دیگر خریدار یا تمام کالاهای تامینی یک تامین‌کننده را بپذیرد و یا اینکه هیچ کالایی را از او خریداری نکند. یا اینکه بعنوان مثال اگر از تامین‌کننده‌ای کالایی را خریداری کرد از رقیب او نیز این کالا را حتماً خریداری کرده و یا حتماً خریداری نکند. سیاست‌هایی این‌چنینی در دنیای واقعی طبیعی هستند. مدل ریاضی توانایی این را دارد که براحتی چنین تصمیماتی را لحاظ کند. البته مدل ارائه شده در ساده‌ترین شکل خود نوشته شده است و چنین محدودیت‌هایی در آن بچشم نمی‌خورد.

در این قسمت برای روشن شدن مدل ساخته شده، و طرز کار آن، مثالی آورده می‌شود. در این مثال خریدار بایستی تامین‌کنندگان مربوط به ۵ قلم کالای مورد نیاز خویش را انتخاب کند. قلم کالای ۱ دارای ۳ تامین‌کننده، قلم کالای ۲ و ۳ هر یک دارای ۴ تامین‌کننده و قلم کالای ۴ و ۵ هر یک دارای ۶ تامین‌کننده هستند. قلم کالای ۱، ۲ و ۳ نیازمند توسعه تامین‌کنندگان خویش هستند در حالیکه قلم کالای ۴ و ۵ حداقل دارای یک تامین‌کننده که از جمیع جهات حداقل‌های خریدار را تامین کنند وجود دارد.

خریدار از سه معیار برای کلیه انتخاب‌ها استفاده می‌کند. این سه معیار عبارتند از: کیفیت، قیمت، و لجستیک. بسته به نوع کالا، این سه معیار دارای وزن‌ها و حداقل‌های مختلف از دید خریدار هستند. برای راحتی میزان مطلوبیت‌های جدید پس از سرمایه‌گذاری بر روی هر تامین‌کننده قید شده است. برای هر تامین‌کننده نیازمند توسعه سه سطح تعریف شده است که سطح صفر همان سطح موجود است. میزان تقاضای هر قلم کالا و نیز میزان توان تامین هر یک از تامین‌کنندگان متناظر با آن آورده شده است. برای جلوگیری از اطاله کلام این اطلاعات در جداول ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ارائه شده است. این مسئله با تعریف متغیرهای تصمیم زیر مدل‌بندی می‌شود:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

اگر کالای  $i$  به تامین‌کننده  $j$  اختصاص یابد  
در غیر اینصورت

$$X_{ijl} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$j = 1, \dots, j_i$$

$$j_1 = 3; j_2, j_3 = 4; j_4 = j_5 = 6; l = 0, 1, 2$$

اگر سطح  $l$  برای تخصیص کالای  $i$  به تامین‌کننده  $j$  انتخاب شود  
در غیر اینصورت

همانطور که ملاحظه می‌شود اندیس سوم متغیرهای  $Y_{ijl}$  حذف شده است که علت آن یکپارچگی برنامه‌های توسعه برای کل ۳ معیار می‌باشد. به‌رحال می‌توان سرمایه‌گذاری‌ها را از یکدیگر منفک کرده و جداگانه برای انتخاب هر یک از آنها تصمیم‌گیری کرد. برای سادگی و درک راحتتر این امر صورت گرفته است. از آنجاییکه کلیه تامین‌کنندگان توان پاسخگویی به نیاز کالاها را دارند بنابراین مقادیر  $T_i$  ها در مدل همگی برابر یک گرفته شده‌اند. در این مثال هیچ تامین‌کننده‌ای کاندید بیش از یک کالا نیست.

مدل در قسمت ضمیمه به همراه متعلقات نرم افزار GAMS که برای حل آن استفاده شده است قرار دارد. جواب‌های حاصل از حل مدل توسط نرم افزار GAMS بصورت زیر است:

$$Z = 4.465$$

$$X_{11} = X_{21} = X_{32} = X_{46} = X_{54} = 1$$

$$Y_{1102} = Y_{2102} = Y_{3201} = 1$$

$$WX = 4.73$$

$$ALFA = 2.1159 \times 10^{-7}$$

$$BETA = 0.027$$

$$GAMA = 0.238$$

همچنین برای کاهش تعداد متغیرهای مدل با عمل جایگذاری روابط ۷ و ۸ در مدل حذف شده‌اند. بنابراین متغیرهای  $U_k^{ll}$

و  $W_{ij}$  در آن دیده نمی‌شوند.

برای حل این مدل، تابع هدف شماره ۱ با  $WX$ ، توابع هدف شماره ۲ بترتیب با  $ALFA$ ،  $BETA$ ، و  $GAMA$  برای سرمایه‌گذاری مالی، تجهیزاتی، و نیروی انسانی نشان داده شدند و سپس با عمل نرمالیزه کردن توابع هدف شماره ۲، تابع هدف جدید مسئله برابر

$$Z = WX - ALFA - BETA - GAMA$$

گرفته شد و چهار تابع هدف فوق به محدودیت‌ها منتقل شدند. برای نرمالیزه کردن توابع هدف شماره ۲، از حداکثر آنها (حد فوقانی) استفاده شد که بترتیب برابر ۱۷۲۵۰۰۰۰۰۰ (تومان)، ۱۳۶۲۰۰ (ساعت)، و ۱۴۳۵۰۰ (نفر ساعت) بدست آمده بودند. در قسمت بعد برای آشنایی بیشتر با فواید مدل ریاضی قسمت قبل، آنالیز حساسیت این مثال آورده می‌شود.

جدول (۲) جدول اطلاعات مربوط به قلم کالای ۱، با ۱۵۰۰۰ واحد نیاز سالیانه.

تامین کننده	توان تامین سالیانه (واحد)	معیار	وزن معیار	مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۱		مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۲		مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۳	
				حداقل	مطلوبیت معیار	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۱	سطح ۲
۱	۱۵۰۰۰	کیفیت C <sub>1</sub>	یک سوم	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷
۲	۲۰۰۰۰	کیفیت C <sub>2</sub>	یک سوم	۰.۹۷	۰.۹۸	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷
۳	۲۵۰۰۰	لجستیک C <sub>3</sub>	یک سوم	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۹	۰.۹۵	۰.۹۵	۰.۹۷
				منابع مالی	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰
				منابع تجهیزاتی	۲۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۲۰۰۰۰
				منابع انسانی	۲۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰

جدول (۳) جدول اطلاعات مربوط به قلم کالای ۲، با ۱۰۰۰۰ واحد نیاز سالیانه.

تامین کننده	توان تامین سالیانه (واحد)	معیار	وزن معیار	حداقل	مطلوبیت معیار	مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۱				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۲				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۳				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۴		
						سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۱
۱	۱۰۰۰۰	کیفیت C <sub>1</sub>	۰.۴۵	۰.۹۵	۰.۹	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۸	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۷
۲	۱۲۰۰۰	کیفیت C <sub>2</sub>	۰.۲۵	۰.۸	۰.۷	۰.۸۲	۰.۹۵	۰.۷۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸۲	۰.۹۵	۰.۸۲	۰.۹۵	۰.۸۲	۰.۹۵	۰.۸۲	۰.۹۵	۰.۸۲	۰.۹۵
۳	۱۵۰۰۰	لجستیک C <sub>3</sub>	۰.۳	۰.۹	۰.۸۵	۰.۹۱	۰.۹۵	۰.۶	۰.۹	۰.۹۷	۰.۸۵	۰.۹۱	۰.۹۷	۰.۸۵	۰.۹۱	۰.۹۷	۰.۸۵	۰.۹۱	۰.۹۷	۰.۸۵
۴	۱۵۰۰۰																			
					منابع مالی	۸۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰
					منابع تجهیزاتی	۱۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰
					منابع انسانی	۸۰۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰

جدول (۴) جدول اطلاعات مربوط به قلم کالای ۳، با ۱۵۰۰۰ واحد نیاز سالیانه.

تامین کننده	توان تامین سالیانه (واحد)	معیار	وزن معیار	حداقل	مطلوبیت معیار	مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۱				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۲				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۳				مطلوبیت معیارهای تامین کننده ۴		
						سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۱
۱	۱۵۰۰۰	کیفیت C <sub>1</sub>	۰.۲۵	۰.۹	۰.۹	۰.۹	۰.۹۷	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۷	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۷	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۷	۰.۹۲	۰.۹۲	۰.۹۷	۰.۹۲
۲	۲۰۰۰۰	کیفیت C <sub>2</sub>	۰.۳	۰.۸	۰.۶	۰.۸۵	۰.۹۵	۰.۷	۰.۸۲	۰.۹	۰.۸۲	۰.۹	۰.۸۲	۰.۹	۰.۸۲	۰.۹	۰.۸۲	۰.۹	۰.۸۲	۰.۹
۳	۱۵۰۰۰	لجستیک C <sub>3</sub>	۰.۲۵	۰.۹	۰.۷	۰.۹	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸	۰.۹۵	۰.۸
					منابع مالی	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰
					منابع تجهیزاتی	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰
					منابع انسانی	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۰۰۰۰

جدول (۵) جدول اطلاعات مربوط به قلم کلای ۴، با ۱۵۰۰۰ واحد نیاز سالانه.

حداقل مطلوبیت معیار	وزن معیار	معیار تامین کننده	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۰.۸	۰.۴	کیفیت : C <sub>1</sub>	۰.۹	۰.۹۱	۰.۸	۰.۸۵	۰.۹۵	۰.۸۵
۰.۷	۰.۳۵	قیمت : C <sub>2</sub>	۰.۷	۰.۸	۰.۹	۰.۸۵	۰.۹۵	۰.۷
۰.۷۵	۰.۲۵	لجستیک: C <sub>3</sub>	۰.۸	۰.۸۵	۰.۹	۰.۷۵	۰.۸	۰.۹
		توان تامین سالیانه	۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۵۵۰۰

جدول (۶) جدول اطلاعات مربوط به قلم کلای ۵، با ۱۰۰۰۰ واحد نیاز سالانه.

حداقل مطلوبیت معیار	وزن معیار	معیار تامین کننده	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۰.۷	۰.۴	کیفیت : C <sub>1</sub>	۰.۷	۰.۹	۰.۸	۰.۹۵	۰.۹	۰.۹۲
۰.۹	۰.۴	قیمت : C <sub>2</sub>	۰.۸	۰.۹۵	۰.۹	۰.۹	۰.۹۲	۰.۹۲
۰.۸	۰.۲	لجستیک: C <sub>3</sub>	۰.۹	۰.۹۷	۰.۹۵	۰.۹۸	۰.۹۹	۰.۹۸
		توان تامین	۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱۷۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۳۰۰۰

## ۴- نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

در این مقاله مسئله انتخاب و توسعه تامین کنندگان بصورت یکپارچه توسط یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح صفر و یک فرموله بندی شد. گرچه محیطی که در آن مسئله تعریف شد، محیطی قطعی بشمار می رود، اما این مدل بخاطر ارزیابی همزمان آلترناتیوهای متعدد و نیز قابلیت تحلیل حساسیت و ارزیابی آلترناتیوهای مختلف محیطی از قابلیت های قابل توجهی برخوردار است. در شرایطی که نتوان توسعه تامین کنندگان را به میزان قطعی پیش بینی کرد و یا بهر دلیل تعیین پارامترهای ورودی مدل با دقت کامل امکان پذیر نباشد، می توان از فرموله بندی های فازی و یا احتمالی استفاده نمود. به این ترتیب قابلیت های مدل به اندازه قابل توجهی افزایش پیدا خواهد کرد. همچنین می توان علاوه بر مطلوبیت سرمایه گذاری بر روی تامین کنندگان به تابع ریسک و مخاطره در سرمایه گذاری نیز توجه بیشتری کرد و توسعه را با اطمینان بیشتری انتخاب نمود. می توان با تغییرات اندکی در محیطی پویا بجای محیط ایستا برای تغییر استراتژی های تامین قدم برداشت و با بررسی پیوسته تامین کنندگان بالقوه با تامین کنندگان توسعه یافته و انتخاب شده فعلی همواره در جهت بهینه سازی پایه تامین تلاش کرد. تحلیل همزمان مشکلات پیاده سازی و زمان بندی تخصیص منابع مورد قبول مدل، از دیگر تحقیقات آتی است که می توان یاد کرد. بعبارت دیگر بحث محدودیت زمانی توسعه تامین کنندگان از دید خریدار قابل طرح است. از دید تصمیم گیری چند هدفه می توان بجای اینکه اهداف را با وزن های یکسان و نرمالیزه شده با یکدیگر جمع کرد بسته به نظر تصمیم گیرنده از وزن های متفاوت استفاده نمود تا با شرایط حاکم بر خریدار همخوانی بیشتری داشته باشد.

## مراجع

- [1] Handfield R. B., and E. L. Nichols, JR. , "Introduction to Supply Chain Management", New Jersey, Prentice Hall, 1999.
- [2] Monczka R., Trent R., and R. Handfield, "Purchasing and Supply chain Management", South-western college, Cincinnati, ohio, USA, 1998.
- [3] S. H. Ghodsypour, "A Decision support system for supplier Selection : Integrating Analytical Hierarchy Process with Operations Research Methods", Ph. D. Thesis, Nottingham University, 1996.
- [4] Ghodsypour S. H., C. O'Brien, "A Decision support system for supplier Selection using an Integrated analytic Hierarchy Process and Linear Programming", International Journal of Production Economics, 56-57 (1998), P. 199-212.
- [5] Pan A. C., "Allocation of order quantity among suppliers", Journal of Purchasing and Material Management, Fall, 1989, P. 36-39.
- [6] Kingsman B. G., "Purchasing raw materials with uncertain fluctuating Prices", European Journal of operational Research, 25 (1986), P. 358- 372.
- [7] Anthony T. F., and F. P. Buffa, "Strategic Purchasing Scheduling", Internatioal Journal of Purchasing and

- Material Management, Fall 1977, P. 27-31.
- [8] Moore D. L., and H. E. Fearon, "Computer- assisted decision Making in Purchasing", Journal of Purchasing, 9 (1973), P. 5-25.
- [9] Gaballa A. A., "Minimum Cost Allocation of tenders", Operations Research Quarterly, 25 (3), 1974, P. 389-398.
- [10] Bender P. S., R. W. Brown, H. Isaac, and J. F. Shapiro, "Improving Purchasing Productivity at IBM with a normative decision support system", Interfaces, 15 (1985), P. 106-115.
- [11] Turner I., "An Independent System for the Evaluation of Contract tenders" Journal of the operational Research Society, 39 (6), 1988, P. 551-561.
- [12] Narasimhan R., and K. Stoyhoff, "Optimizing Aggregate Procurement Allocation Decisions", International Journal of Purchasing and Material Management, Spring (1986), P. 23-30.
- [13] Chaudhry S. S., F. G. Forst, and J. L. Zydiak, "Vendor Selection with Price Breaks", European Journal of operational Research, 70 (1), 1993, P. 52-66.
- [14] Rosenthal E. C., J. L. Zydiak, and S. S. Chaudhry, "Vendor Selection with Bundling", Decision Sciences, 26 (1), 1995, P. 35-48.
- [15] Buffa F. P., and W. M. Jackson, "A Goal Programming Model for Purchase Planning", International Journal of Purchasing and Material Management, Fall (1983), P. 27-34.
- [16] Sharma D., W. C. Benton, and R. Srivastava, "Competitive Strategy and Purchasing Decision", Proceeding 1989, Annual Conference of the Decision Sciences Institute, P. 1088 - 1090.
- [17] Weber C. A., and J. R. Current, "A multiobjective approach to Vendor Selection", European Journal of operational Research, 68 (1993), P. 173-184.
- [18] Benton W. C., "Quantity Discount decision under conditions of multiple items, multiple suppliers and resource limitation", International Journal of Production Research, 29 (10), 1991, P. 1953-1961.
- [19] Hong J. D., and J. C. Hayya, "Just - in- time Purchasing: Single or multiple sourcing?", International Journal of Production Economics, 27 (1992), P. 175-181.
- [20] Current J., and C. Weber, "Application of facility location modeling constructs to Vendor Selection", European Journal of operational Research, 76 (3), 1994, P. 387-392.
- [21] Seshadri S., K. chatterjee, and G. L. Lilien, "Multiple Source procurement competitions", Marketing Science, 10 (3), 1991, P. 246-253.
- [22] Ghobadian A., A. Stainer, and T. Kiss, "A computerised Vendor rating system", Proceeding of 1st International symposine on Logistics, 1993, P. 321-328.
- [23] Timmerman E., "An Approach to Vendor performance evaluation", International Journal of Purchasing and Material Management, Winter (1986), P. 2-8.
- [24] Narasimhan R., "An analytical approach to supplier selection", International Journal of Purchasing and Material Management, Winter (1983), P. 27-32.
- [25] Moffat P. L., and W. H. Archibald, "Developing suppliers in korea" Quality, Oct. 1990, Vol. 29, No. 10, 28-32.
- [26] Galt J. D. A., and B. G. Dale, "Supplier Development: A british case study", International Journal of Purchasing and Material Management, Winter (1991), Vol. 27, No. 1, PP. 16-22.
- [27] Flood R. L., and M. Isaac, "Co- Makership for small and Medium-sized companies: The case of cosalt Holiday Homes", International Journal of Quality and Reliability Management, 1993, Vol. 10, No. 8, PP. 25-40.
- [28] Pender R., "Partnering for Profit", TQM - Magazine, Oct. 1993, Vol. 5, No. 5, P. 13-16.
- [29] Morgan J., "Building a world class supply base from scratch", Purchasing and supply Management, Apr. 1995, P. 37.
- [30] Hines P., and D. Jessop, "Getting more from your suppliers", Purchasing and supply Management, Apr. 1995, P. 37.
- [31] Carbone J., "Chrysler wants QS9000 Standards for all suppliers", Purchasing, Jan. 11, 1996, Vol. 120, No. 1, P. 68-71.
- [32] Carbone J., "Honda Pushes suppliers toward six- sigma level", Purchasing, Jan. 11, 1996, Vol. 120, No. 1, P. 52-54.
- [33] Bache J., R. Carr, J. Parnaby, and A. M. Tobias, "Supplier Development system", International Journal of Technology Management, 1987, Vol. 2, No. 2, P. 219-228.
- [34] Lascelles D. M., and B. G. Dale, "The Buyer- supplier Relationship in Total Quality Management", International Journal of Purchasing and Material Management, Summer 1989, Vol. 25, No. 2, P. 10-19.
- [35] Bertodo R., "The role of suppliers in Implementing a Strategic Vision", Long Range Planning, Jun. 1991, Vol. 24, No. 3, P. 40-48.
- [36] Lascelles D. M., and B. G. Dale, "Examining the Barriers to supplier Development", International Journal of Quality and Reliability Management, 1990, Vol. 7, No. 2, P. 46-56.
- [37] Hahn C. K., C. A. Watts, and K. Y. Kim. "The Supplier Development Program: A conceptual model", International Journal of purchasing and Material Management, Spring 1990, Vol. 26, No. 2, P. 2-7.



- [38] Watts C. A., and C. K. Hahn, "Supplier Development Program: An Empirical analysis", International Journal of Purchasing and Material Management, Spring 1993, Vol. 29, No. 2, P. 10-17.
- [39] Claunch J. W., "Developing World- class suppliers", TQM-Managazine, Dec. 1993, Vol. 5, No. 6, P. 33-36.
- [40] Burnes B., and P. Whittle, "Supplier Development, Getting Started", Logistics focus, Jan/Feb., 1995, Vol. 3, No. 1, P. 10-14.
- [41] Hartley J. L., and T. Y. Choi, "Supplier Development: Customers as a catalyst of process change", Business Horizons, Jul./Aug. 1996, Vol. 39, No. 4, P. 37-44.
- [42] Hartley J. L., and G. E. Jones, "Process oriented supplier development: Building the capability for change", International Journal of Purchasing and Material Management, Summer 1997, Vol. 33, No. 3, P. 24-29.
- [43] Krause D. R., "Supplier Development: Current Practices and Outcomes", International Journal of Purchasing and Material Management, Spring 1997, Vol. 33, No. 2, PP. 12-19.
- [44] Krause D. R., R. B. Handfield, and T. V. Scannell, "An Empirical investigation of supplier development: Reactive and strategic Process", Journal of operations Management, Dec. 1998, Vol. 17, No. 1, P. 39-58.
- [45] Porter A. M., "Survey finds few firms lend real resources to suppliers", Purchasing, May 21, 1998, Vol. 124, No. 8, P. 25-27.
- [46] Krause D. R., "The antecedents of Buying firms' effort to improve suppliers", Journal of operations Management, Jan. 1999. Vol. 17, No. 2, P. 205-224.
- [47] Teimoury E., "Optimizing Distribution systems in uncertain Environment", Ph. D. Thesis, Science and Technology university of Iran, 2000.
- [48] Jayarman, "Multi- Suppliers, Multi - Item model foe Simultaneous Supplier Selection", Proceeding of the 1996, 27 th Annual Meeting of the Decision Science Institute.
- [49] تیموری، ابراهیم، " توسعه مدل انتخاب تأمین کنندگان و توزیع با نگرش مدیریت زنجیره عرضه"، اسفند ۱۳۷۸، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده صنایع.