«دانش مدیریت»
سال چهاردهم - شماره ۵۳ - تابستان ۱۳۸۰
ص‌ص ۱۳۲ - ۱۰۱

برنامه‌ریزی منابع در شرایط بحران با استفاده از الگوهای ریاضی

دکتر مسعود ربانی [۱] - محسن ضیایی [۲]

چکیده مقاله

برنامه‌ریزی، سازماندهی و هدایت منابع در هنگام بحران از موضوعات اساسی در مدیریت بحران قلمداد می‌شود. در مقاله حاضر برای سه وضعیت بحران و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی اقدام به تخصیص منابع شده است. می‌توان مدیریت منابع را از منظر بحرانهای طبیعی، بحرانهای صنعتی مورد توجه قرار داد. لذا ضرورت برنامه‌ریزی و آمادگی قبلی به عنوان بخشی از اقدامات پیشگیرانه مطرح می‌باشند. در این مقاله سه استراتژی برای وضعیت‌های بحران ارائه شده است. در کلیه موارد محدودیت‌های پیش‌بینی و مسأله در استراتژی‌های مختلف فرموله شده است. مثال‌های عددی در خصوص کارآیی مدل‌ها در قسمت انتهایی مدل‌ها ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی

بحران [۳] - الگوهای ریاضی [۴] - برنامه‌ریزی بحران [۵] - برنامه‌ریزی منابع [۶].

---

۱ - استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشکده فنی دانشگاه تهران

3- Crisis

4- Mathematical Modeling

مقدمه

فرض بنیادین مدیریت علمی که مبتنی بر وجود ثبات در محیط‌های داخلی و خارجی سازمان و قدرت پیش‌بینی تغییرات آتی بود، دیر زمانی است رنگ باخته است. امروزه سازمان‌ها در فضایی که مؤلفه‌های اصلی آن عدم اطمینان و ابهام است، با بروز انحراف در رابطه متعادلشان با محیط پیرامون به صورت روزافزونی در بحران‌ها غوطه‌ور می‌شوند. بحران‌هایی که تاکنون هیچگاه از چنین عواقب و پی‌آمدهای جدی برخوردار نبوده‌اند، در چنین وضعیتی، حتمی و اجتناب‌ناپذیر بودن مواجهه با بحران، به عنوان یک فرضیه بنیادین در مدیریت علمی، قابل طرح خواهد بود و از همین روی، مقوله مدیریت بحران، جایگاه ویژه‌ای را در علم مدیریت پیدا کرده است. نویسندگانی همچوین میتراف[۷]، پوچانت[۸]، شریواستاوا[۹]، پیرسون[۱۰]، کلیر[۱۱]، پرو[۱۲]، بوث[۱۳]، وایک[۱۴]، رابرتز[۱۵]، اسلاتر[۱۶]، لاگادک[۱۷]، از جمله پژوهشگران متأخری هستند که به تحقیق در این زمینه پرداخته‌اند. اما در

5- Resource Planning

6- Crisis Planning

7- Mitroff

8- Pauchant

9- Shrivastava

10- Pearson

11- Clair

12- Perrow

13- Booth

14- Weick

15- Roberts

16- Slater

17- Lagadec

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

همه تحقیقاتی که در حوزه علوم مدیریتی انجام شده است، استفاده از مدل‌های ریاضی کمتر به چشم می‌خورد. این خلاء تا حدی با تحقیقات کاربردی که در زمینه «بهینه سازی به کمک مدلهای ریاضی» صورت گرفته است، تکمیل شده است. تحقیقات انجام شده توسط فرد گلاور [1]، داروین کلینگمن [2]، نانسی وی فیلیپس [3] و ایوانو ویکتور [4] از جمله اینگونه تحقیقات بوده است.

لذا بنا به اهمیت این موضوع در این مقاله سعی شده است تا درباره چگونگی استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی خطی و غیر خطی در هنگام مواجهه با انواع بحران‌ها و تخصیص بهینه منابع به آنها، ایده‌های مفید و راهبردی به خوانندگان ارائه گردد.

قبل از ورود به بحث اصلی، به منظور درک بهتر مفهوم بحران و آشنایی با نوع بحران‌هایی که در این مقاله مورد نظر می‌باشند، ابتدا طبقه‌بندی بسیار کلی زیر از انواع بحران‌ها ارائه می‌گردد.

۱- بحران‌هایی که به طور ناگهانی بروز کرده و محیطی را که به عنوان بستر وقوع آنها در نظر گرفته می‌شود. کاملاً دستخوش تغییر و احتمالاً خسارت‌های فراوان می‌کنند. مانند بحران ناتوانی در پاسخگویی به موقع به یک سفارش با حجم زیاد در یک محیط صنعتی که قبلاً تعهد شده است و پرداخت جریمه‌های سنگین و یا احتمالاً ورشکستگی را به دنبال خواهد داشت؛ و یا بحران تهاجم ناگهانی دشمن به مرزها در یک مجموعه نظامی و یا بحران وقوع حوادث طبیعی مانند زلزله.

در اینگونه بحرآنها. زمان برای واکنش نسبت به آنها بسیار کم بوده و هر چه دیرتر اقدام گردد، خسارت‌ها و هزینه‌های وارده بیشتر می‌گردد. لذا در هنگام برنامه‌ریزی برای برخورد صحیح با آنها، زمان به عنوان مهمترین معیار در نظر گرفته می‌شود.

1- Fred Glover

2- Darwin Klingman

3- Nancy V. Phillips

4- Ivanov Victor

۲- بحران‌هایی که ناگهانی نبوده و به تدریج ظهور می‌کنند و در بازه‌های زمانی نسبتاً طولانی، کاملاً بر محیط خود تأثیرگذار هستند. این بحران‌ها عموماً حالتی خزنده دارند که تا مدت‌ها محسوس نبوده و هر چه دیرتر به آنها پی برده و با آنها برخورد شود، دامنه خسارت‌های آنها بسیار بیشتر می‌گردد مانند بحران بیکاری (تن‌برگ، ۱۳۷۳).

بحران‌های دیگری از همین نوع وجود دارند که به صورت دوره‌ای رخ می‌دهند و گر چه به طور تقریباً ناگهانی بروز می‌کنند، ولی عموماً تجربیاتی از قبل در جهت مقابله با آنها وجود داشته و به اندازه بحران‌های دسته اول، مهم و خطرناک نیستند (مظلومی، ۱۳۷۹). لذا از حیث شیوه برخورد با بحران، در این دسته از بحران‌ها قرار می‌گیرند. وقوع خسارت‌ها، تعویض دولت، تغییرت قوانین و کاهش بودجه، نمونه‌هایی از این دست هستند.

در این مقاله، بحران‌های نوع اول مورد بحث قرار می‌گیرند و هر جا سخن از بحران به میان آید، منظور بحران‌هایی است که ناگهانی بوده و باید در حداقل زمان نسبت به آنها عکس‌العمل مطلوب را نشان داد.

مفاهیم و اصطلاحات

بحران‌های مورد بحث، دارای وجوه مشترک زیادی بوده و برخی از مفاهیم و اصطلاحات، در همه آنها یکسان می‌باشند. در اینجا به منظور رعایت اختصار د رمطالب، ابتدا به تشریح این مفاهیم و اصطلاحات مشترک پرداخته می‌شود و سپس هر یک از انواع بحران‌ها به طور خاص مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نقطه یا نقاط بحرانی

نقطه بحرانی نقطه‌ای است که با بحران مواجه شده است و باید از سایر نقاط، منابع مورد نیاز به این نقطه ارسال گردد. این نقطه ممکن است یک شهر (در بحران‌های حوادث طبیعی مثل زلزله)، یک واحد تولیدی (در بحران‌های صنعتی مثل نیاز فوری به منابع اولیه یا قطعات برای پاسخگویی به یک تعهد یا مهلت زمانی بسیار محدود) و یا یک منطقه مرزی در کشور (در بحرانهای نظامی مانند تهاجم دشمن به مرزها) باشد.

این نقطه می‌تواند هر یک از نقاط موجود در شبکه مفروضی از نقاط باشد که منابع مورد نیاز آن، از سایر نقاط شبکه تأمین می‌شود.

منابع مورد نیاز

منابع مورد نیاز نقطه یانقاط بحرانی می‌باشد که می‌توانند از تنوع بسیار بالایی برخوردار باشند؛ مانند منابع انسانی، منابع تسلیحاتی، مواد اولیه صنعتی، تجهیزات امداد رسانی برای حوادث طبیعی و ... منابع دیگری نیز وجود دارند که زمان و کوتاه‌ترین مسیرها برای جابجایی آنها چندان اهمیتی نداشته و بیشتر، امنیت آنها در جابجایی بین نقاط از اهمیت بالایی برخوردار است؛ مانند اطلاعات و پول.

وسایل نقلیه

به هر آنچه که جهت انتقال یک یا چند منبع از منابع مورد نیاز، به نقطه بحرانی مورد استفاده قرار گیرد، لفظ کلی «وسیله نقلیه» اطلاق می‌گردد. با این تعریف میتوان حتی شبکه‌های کامپیوتری، وسیال ارتباطی مخابراتی و ... را به عنوان وسایل نقلیه‌ای در نظرگرفت که کار انقال اطلاعات که از مهمترین منابع مود نیاز در شرایط بحرانی هستند را بر عهده دارند. البته ظرفیت این نوع وسایل نقلیه خاص، از سایر منابع غیر اطلاعاتی صفر بوده و از منابع اطلاعاتی، بی نهایت می‌باشد.

ممکن است یک وسیله نقلیه، هم به عنوان یک منبع مورد نیاز برای نقاط بحرانی و هم به عنوان یک زسیله نقلیه در نظر گرفته شود که این امر، خللی در مدلهای ریاضی ایجاد نخواهد کرد.

استراتژی اول تخصیص منابع در شرایط بحران

این استراتژی برای بحرانهای طبیعی مثل سیل، زلزله، خشکسالی و ... مطرح می‌شود که در آنها چند نقطه بحرانی موجود بوده و بایستی از نقاط موجود، حداقل منابع مورد نیاز آنها ارسال گردد. نقاط بحرانی می‌توانند شهرهای بحران زده و نقاط موجود، شهرهای داوطلب

برای ارسال منابع مورد نیاز و هزینه تأمین آنها. فرض می‌شود که شبکه‌ای از نقاط، موجود داست و وسایل نقلیه برای حرکت به هر نقطه بحرانی از یکی از نقاط موجود، بایستی الزاماً از نقاط موجود در شبکه عبور کنند. این وسایل نقلیه می‌توانند در صورت داشتن ظرفیت اضافی، منابع موجود در نقاطی که در مسیر آنها قرار دارند را نیز به سوی نقطه بحرانی حمل نمایند. همچنین فرض می‌شود که «ترکیب محصولات در وسایل نقلیه»[1] مجاز می‌باشد (Siddhar, 1998). زمان طی مسیر از هر نقطه موجود در شبکه به هر یک از نقاط مجاور آن در شبکه که نزدیک‌ترین نقطه‌ها به آن نقطه می‌باشند، توسط هر یک از وسایل نقلیه و همچنین تعداد موجود از هر یک از انواع وسایل نقلیه و نیز مقدار موجود از هر یک از منابع در هر یک از نقاط شبکه، از قبل معین می‌باشد.

لازم به توضیح است که قبل از اقدام به مدلسازی مسأله بایستی زمان پیمودن مسیر بهینه بین هر زوج نقطه از نقاط شبکه توسط هر یک از وسایل نقلیه، که مسیری با حداقل زمان لازم برای طی کردن آن می‌باشد از قبل تعیین شده باشد. برای این کار می‌توان از الگوریتم فلوید[2] (۱) و یا الگوریتم‌های مشابه استفاده نمود.

فرضیات مدل استراتژی اول

I : تعداد کل نقاط موجود در شبکه شامل نقاط بحرانی و غیر بحرانی

J : تعداد کل نقاط بحرانی موجود در شبکه

{I} : مجموعه کل نقاط شبکه

{J} : زیر مجموعه نقاط بحرانی از مجموعه {I}

{I-J} : زیر مجموعه نقاط غیر بحرانی از مجموعه {I}

K : تعداد انواع وسایل نقلیه موجود

R : تعداد انواع منابع مورد نیاز نقاط بحرانی

1- Inbound Consolidation

2- Floyd

k : وسیله نقلیه نوع k ام ؛ k=1,...,K

r : منبع نوع r ام ؛ r= 1,...,R

t_{ijkr} : زمان مسیر بهینه از نقطه $i \in \{I-J\}$ به نقطه $I \notin J$ و $i \in \{I\}$ توسط وسیله نقلیه نوع k ام به منظور حمل منبع نوع r ام. این زمانها، درایه‌های متناظر در آخرین ماتریس مربوط ه زمان مسیرهای بهینه در الگوریتم ابتکاری کوتاه‌ترین مسیر شبکه می‌باشند. البته برای هر نوع وسیله نقلیه باید به ماتریس نهایی مربوط به آن مراجعه نمود. فرض می‌شود که تغییر در منابع حمل شده توسط وسایل نقلیه، تأثیری بر زمان مسیر بهینه نمی‌گذارد. البته می‌توان عکس این مطلب را نیز به عنوان فرض مسأله پذیرفت که در آن صورت t_{ijkr} و t_{ijkr} برای r و $_r$ـهای متفاوت، ممکن است مقادیری غیر مساوی باشند.

C_{ijkr} : هزینه ارسال یک واحد منبع نوع r توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه $i \in \{I=J\}$ به نقطه $i \in \{I\}$. این هزینه، شامل هزینه حمل از مسیر بهینه و نیز هزینه تأمین منبع خواهد بود.

S_{jr} : حداقل تقاضای نقطه بحرانی $j \in \{J\}$ از منبع نوع r

N_{ir} : تعداد وسیله نقلیه نوع r ی موجود در نقطه غیر بحرانی $i \in \{I\}$

a_{kr} : ظرفیت وسیله نقلیه نوع k از منبع نوع r، اگر فقط منبع نوع r را حمل نماید.

m_{ik} : تعداد وسیله نقلیه نوع k ی موجود در نقطه غیر بحرانی $i \in \{I\}$

γ_1: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف هزینه

γ_2: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف زمان

f_1 : مقدار تابع هدف هزینه به ازای جواب ایده‌آل مسأله

f_2 : مقدار تابع هدف زمان به ازای جواب ایده‌آل مسأله

لازم به توضیح است که جواب ایده‌آل مسأله جوابی است که هر دو تابع هدف هزینه و زمان را به طور همزمان بهینه سازد (اصغرپور، ۱۳۷۷).

p : درجه تأکید بر انحرافات موجود.

مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح استراتژی اول

متغیرهای تصمیم مدل استراتژی اول عبارتند از:

X_{ijkr} : یک متغیر صفر و یک است، به طوری که :

$$X_{ijkr} = \begin{cases} 1 & \text{اگر منبع نوع r توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه } i\in\{I\text{-}J\} \\ & \text{به نقطه } i\in\{I\} \text{ حمل شود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

y_{ijkr}: تعداد منبع نوع r که توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه $i \in \{I\text{-}J\}$ به نقطه $j \in \{J\}$ حمل می‌شود.

w_{ijkr}: تعداد وسیله نقلیه نوع k که از نقطه $i \in \{I\text{-}J\}$ به نقطه $j \in \{I\}$ منتقل می‌شود.

و مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مسأله فوق، به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{Minz} = \left[\gamma_1 \left(\frac{\left(\sum_{i\in\{I\text{-}J\}} \sum_{J\in\{I\}} \sum_{k=1}^{K} \sum_{r=1}^{R} C_{ijkr} \cdot Y_{ijkr} \right) - f_i^*}{f_i^*} \right)^P \right] +$$

$$\text{Minz} = \left[\gamma_2 \left(\frac{\left(\sum_{i\in\{I\text{-}J\}} \sum_{J\in\{I\}} \sum_{k=1}^{K} \sum_{r=1}^{R} t_{ijkr} \cdot x_{ijkr} \right) - f_2^*}{f_2^*} \right)^P \right]^{\frac{1}{P}} +$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

S.t.:

$$\sum_{i\in\{I\text{-}J\}} \sum_{k=1}^{K} y_{ijkr} \geq S_{jr} \qquad \text{به ازای هر r و } j\in\{J\}$$

$$\sum_{\substack{j\in\{I\} \\ j\neq i}} w_{jik} - \sum_{\substack{j\in\{I\text{-}J\} \\ ,j\neq i}} w_{jik} \leq m_{ik} \qquad \text{به ازای هر r و } i\in\{I\text{-}J\}$$

$$\sum_{r=1}^{R} \left[\frac{y_{ijkr}}{a_{kr}} \right] - w_{ijk} \leq 0$$

به ازای هر k و $i \in \{I-J\}$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I\}$ $(i \neq j)$ و k

$$\sum_{\substack{j \in \{I\} \\ ,j \neq i}} \sum_{k=1}^{K} y_{ijkr} - \sum_{\substack{j \in \{I-J\} \\ ,j \neq i}} \sum_{k=1}^{K} y_{ijkr} \leq N_{ir}$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I\}$ $(i \neq j)$ و k

$$w_{ijk} - \sum_{r=1}^{R} \left[\frac{y_{ijkr}}{a_{kr}} \right] < 1$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k و r

$$x_{ijkr} + x_{jikr} \leq 1$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k

$$\left[\sum_{r=1}^{R} x_{ijkr} \right] \left[\sum_{r=1}^{R} x_{jikr} \right] = 0$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k و r

$$y_{ijkr} - M \cdot x_{jikr} \leq 0$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k و r

$$x_{ijkr} = (0,1)$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k و r عدد صحیح و

$$y_{ijkr} \geq 0$$

به ازای هر $i \in \{I-J\}$ و $j \in \{I-J\}$ $(i \neq j)$ و k عدد صحیح و

$$w_{ijkr} \geq 0$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تابع هدف در مدل فوق، ترکیبی از دو تابع هدف هزینه و زمان می‌باشد که با کمک روش توابع سازگار [1] که بر کاهش انحراف از ایده‌آل آنها تأکید دارد، بنا نهاده شده است (۳). $\gamma 1$ و $\gamma 2$ بستگی به میزان اهمیت هریک از توابع هدف هزینه و زمان در شرایط واقعی دارند و معمولاً توسط مدیریت ستاد بحران تعیین می‌شوند. هر یک از f_1 و f_2 را می‌توان با حل مسأله تنها با یکی از توابع هدف هزینه و یا زمان به دست آورد.

نتایج محاسباتی استراتژی اول

در این قسمت به منظور تجزیه و تحلیل پارامترهای مدل و بررسی حساسیت و میزان اثرگذاری تغییرات آنها بر چگونگی حل مدل ریاضی استراتژی اول، چندین مسأله نمونه که از تغییر مقدار برخی پارامترهای مدل بدست آمده‌اند حل شده و نتایج محاسباتی آنها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

در جدول شماره ۱ به ازای مقادیر پارامترهای R, K, I-J, J و P در هر سطر، سه مسأله نمونه طراحی و به کمک نرم‌افزار Lindo (ویرایش ششم) حل شده است و میانگین نتایج آنها در مورد تعداد تکرارها، تعداد شاخه‌ها و زمان حل مسأله، در ستون‌های مربوطه در جدول شماره ۱ درج شده است. همچنین برای هر سطر، تعداد متغیرها صفر و یک مدل، تعداد متغیرهای عدد صحیح مدل (به جز متغیرهای صفر و یکو، تعداد کل متغیرها و نیز تعداد کل محدودیت‌های مدل در ستون‌های مربوطه آمده است.

شکل شماره ۱ اثر مقدار پارامترهای K, I-J, J, P و R را بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل نشان می‌دهد. نمودارهای نشان داده شده در این شکل با این فرض تشکیل شده‌اند که با افزایش مقدار یک پارامتر از مجموعه پارامترهای K, I-J, J, P و R، مقدار سایر پارامترها از این مجموعه ثابت باقی می‌ماند و این مقدار ثابت برای سایر پارامترها برابر با دو می‌باشد.

همانگونه که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است افزایش مقدار پارامترها I-J، بیشترین

1- compromise Functions

تأثیر را بر تعداد کل متغیرها و محدودیتهای مدل می‌گذارد و افزایش یا کاهش مقدار P، هیچ تاثیری بر تعداد متغیرها و محدودیتهای مدل نمی‌گذارد. گرچه که افزایش J، تأثیر نسبتاً کمی بر تعداد متغیرها و محدودیتهای مدل نمی‌گذارد. گرچه که افزایش J تأثیر نسبتاً کمی بر تعداد متغیرها دو محدودیتهای مدل دارد، ولی در عمل این پارامتر از افزایش چندانی برخوردار نخواهد شد. چرا که کمتر اتفاق می‌افتد که به طور همزمان تعداد بسیاری نقطه بحرانی - خصوصاً در بحرانهای طبیعی - وجود داشته باشند. در صورتی که تعداد نقاط بسیاری ممکن است وجود داشته باشند که قادر به امداد رسانی به نقطه بحرانی باشند. یعنی افزایش I-J در عمل محتمل‌تر است. در مورد میزان افزایش K و R در مسائل واقعی، اظهار نظر و پیشگویی چندانی نمی‌توان نمود و بستگی به شرایط مسأله واقعی خواهد داشت. ولی باید در نظر داشت که بر خلاف K، با افزایش مقدار R، تعداد کل متغیرها و محدودیتهای مدل به صورت غیر خطی افزایش می‌یابند. یعنی با فرض ثابت بودن سایر پارامترها و افزایش نسبتاً زیاد K و R به اندازه، مسأله با مقدار R زیاد، بسیار بزرگتر از مسأله با مقدار K زیاد خواهد بود و این نکته بسیار مهمی است که باید قبل از وقوع بحران به آن توجه ویژه داشت. چرا که تأثیر بسیار زیادی بر زمان حل مسأله خواهد گذاشت.

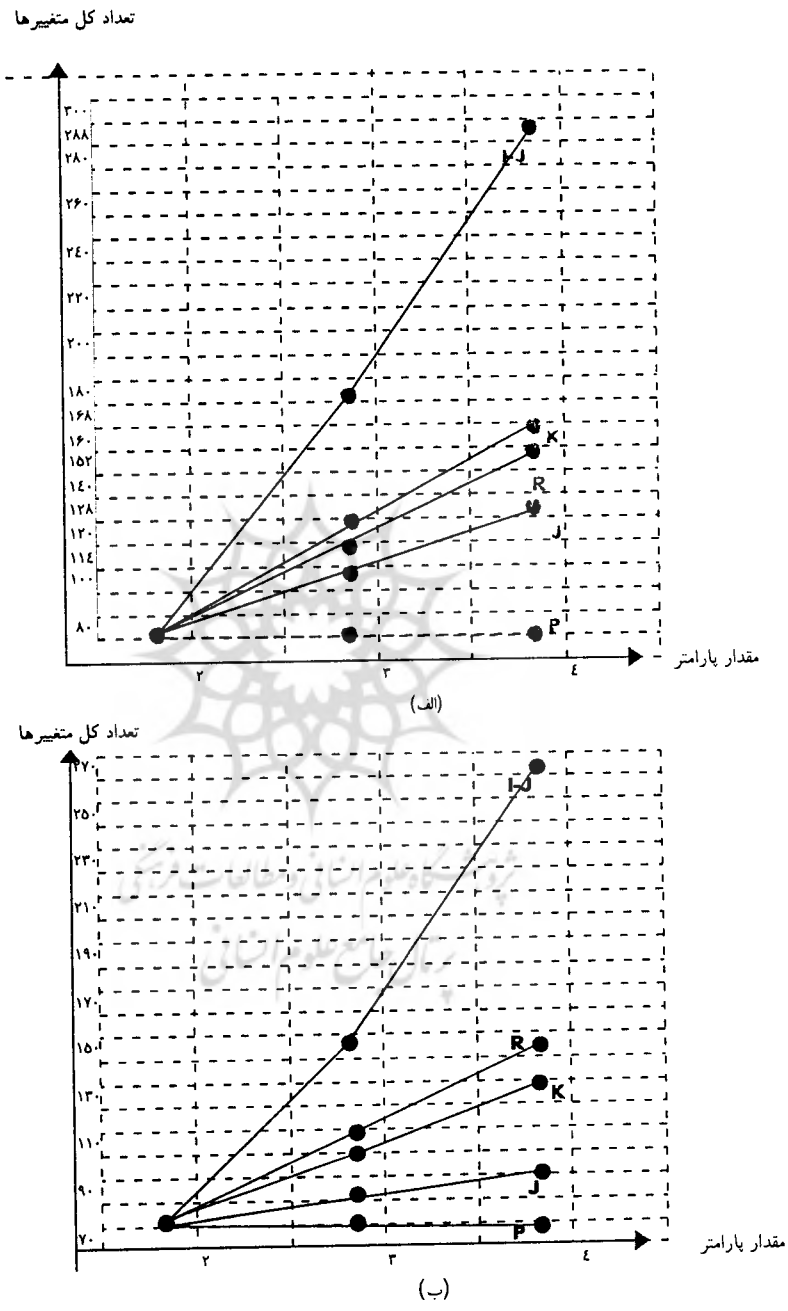
پارامترهای S_{jr} ، γ_1 و γ_2 را باید پس از وقوع بحران و بسته به نوع و شدت بحران تعیین نمود. برآورد دقیق این پارامترها بسیار مهم‌تر از پارامترهای قبلی بوده و هر گونه اشتباه در این امر، منجر به تصمیم‌گیری نادرست و در نتیجه تحمل خسارت‌های فراوان ناشی از بحران خواهد شد. حتماً لازم است در برآورد این پارمترها خصوصاً γ_1 و γ_2 از نظرات کارشناسان باتجربه و مدیریت بهره جست.

استراتژی دوم تخصیص منابع در شرایط بحران

این استراتژی برای بحران‌هایی مطرح می‌شود که در آنها می‌بایستی حداکثر منابع ممکن را با بیشترین ضریب اطمینان به نقطه بحرانی ارسال نمود. در نتیجه حداقل تقاضای نقطه بحرانی نسبت به منابع، معلوم نبوده و بایستی حداکثر منابع ممکن را بسته به اهمیت آنها برای منقطه بحرانی، به آن نقطه ارسال نمود. چون در اینگونه بحران‌ها کوچکترین تأخیر در ارسال

بررسی اثر پارامتر	میانگین زمان حل مسأله	میانگین تعداد شاخه‌ها	میانگین تعداد تکرارها	تعداد کل محدودیتها	تعدادکل متغیرها	تعداد متغیرهای عددصحیح	تعداد متغیرهای صفر و یک	P	R	K	I-J	J	ردیف
P	۱۵"	۸۹	۱۵۲۹	۷۰	۸۰	۴۸	۳۲	۱	۲	۲	۲	۲	۱
P	۲"	۹۲	۱۶۰۱	۷۰	۸۰	۴۸	۳۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
P	۱"	۷۱	۱۳۲۳	۷۰	۸۰	۴۸	۳۲	۳	۲	۲	۲	۲	۳
P	۱"	۱۳۸	۲۰۶۱	۷۰	۸۰	۴۸	۳۲	۴	۲	۲	۲	۲	۴
P	نزدیک‌به‌صفر	۴۶	۷۵۷	۷۰	۸۰	۴۸	۳۲	۵	۲	۲	۲	۲	۵
I-J	۲':۷"	۹۴۳	۲۸۶۵۰	۱۵۴	۱۶۸	۹۶	۷۲	۱	۲	۲	۲	۲	۶
J	۱۷"	۸۰۷	۱۱۴۲۲	۸۴	۱۰۴	۶۴	۴۰	۱	۲	۲	۲	۳	۷
J	۲۲"	۸۶۰	۱۲۳۰۲	۹۸	۱۲۸	۸۰	۴۸	۱	۲	۲	۲	۴	۸
K	۲۵"	۸۷۴	۱۳۴۸۶	۱۰۱	۱۲۰	۷۲	۴۸	۱	۲	۳	۲	۲	۹
K	۱':۱۴"	۱۷۴۰	۱۷۲۰۹	۱۳۲	۱۶۰	۹۶	۶۴	۱	۲	۴	۲	۲	۱۰
R	۵"	۱۲۰	۱۴۵۶	۱۰۸	۱۱۴	۶۰	۵۴	۱	۳	۲	۲	۲	۱۱
R	۱':۴۵"	۷۳۰	۲۱۸۱۵	۱۵۴	۱۵۲	۷۲	۸۰	۱	۴	۲	۲	۲	۱۲

جدول شماره ۱ - بررسی اثر مقدار پارامترهای K, I-J, J, P و R بر حجم مدل و چگونگی حل آن



شکل شماره ۱ - نمودارهای بررسی اثر مقدار پارامترها بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل

منابع، ممکن است باعث خسارت‌های جبران ناپذیری گردد، لذا از روش حداقل حداکثر، برای تابع هدف زمان استفاده می‌شود. در اینگونه بحران‌ها علاوه بر زمان، ایمنی منابع نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. در اینجا برای انتقال هر وسیله نقلیه از یکی از نقاط موجود به نقطه بحرانی، یک ضریب ایمنی تعریف می‌شود که عددی بین صفر و یک بوده و نشان دهنده درصد ایمنی وسیله نقلیه در طول مسیر می‌باشد. در اینگونه بحران‌ها عموماً درصدی به عنوان میانگین ضریب ایمنی قابل قبول توسط مدیریت ستاد بحران تعریف می‌شود که کاهش ضریب ایمنی کل وسایل نقلیه ارسالی به نقطه بحرانی از این مقدار، مطلوب نمی‌باشد. برای تعریف تابع هدف ایمنی در این مسأله، از روش برنامه‌ریزی آرمانی استفاده می‌شود.

همچنین مدلسازی این مسایل باید بگونه‌ای باشد که از وسایل نقلیه کمتری برای ارسال منابع به نقطه بحرانی استفاده شود تا برای بحران‌های احتمالی بعدی، وسیال نقلیه به اندازه کافی موجود باشد. در نتیجه حداقل کردن تعداد وسایل نقلیه مورد استفاده، به عنوان یک تابع هدف مطرح می‌گردد. در این استراتژی نیز مانند استراتژی اول فرض بر این است که ترکیب محصولات در وسایل نقلیه مجاز می‌باشد.

در این استراتژی فرض می‌شود که تنها یک نقطه بحرانی موجود است که البته باید اعمال تغییرات اندکی در مدل، می‌توان حالتی را که چند نقطه بحرانی موجود باشد را نیز در آن گنجاند.

در این استراتژی برخلاف استراتژی‌های قبلی، جابجایی وسایل نقلیه بین نقاط موجود مجاز نبوده و وسایل نقلیه از هر نقطه موجود، از طریق کوتاهترین مسیر از پیش تعیین شده که زمان آن نیز از قبل معین است به نقطه بحرانی منتقل می‌شوند.

فرضیات مدل استراتژی دوم

i : نقطه موجود i ام؛ I و $i=1,2,...$ که I تعداد کل نقاط موجود به جز نقطع بحرانی می‌باشد.

k : وسیله نقلیه نوع k ام؛ k و $k=1,2,...$ که K تعداد انواع وسایل نقلیه موجود می‌باشد.

r : منبع نوع r ام؛ R و $r=1,2,...$ که R تعداد انواع منابع مورد نیاز نقطه بحرانی می‌باشد.

t_{ikr} : زمان حمل نوع r توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه i به نقطه بحرانی، از طریق مسیر بهینه

از پیش تعیین شده.

N_{ir} : تعداد منبع نوع r موجود در نقطه i

m_{ik} : تعداد وسیله نقلیه نوع k موجود در نقطه i

a_{kr} : ظرفیت وسیله نقلیه نوع k از منبع نوع r، اگر فقط منبع نوع r را حمل نماید.

s_{ik} : ضریب امنیت وسیله نقلیه نوع k اگر از نقطه i به نقطه بحرانی از طریق مسیر بهینه منتقل شود؛ به طوری که $0?S_{ik}?1$

S : حداقل میانگین ضریب امنیتی قابل قبول برای مدیریت ستاد بحران

γ_1: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف زمان.

γ_2: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف وسایل نقلیه

γ_3: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف امنیت

γ_4: درجه اهمیت (وزن) تابع هدف منابع ارسالی

γ_k: درجه اهمیت (وزن) وسیله نقلیه نوع k در تابع هدف وسایل نقلیه

θ_r : درجه اهمیت (وزن) منبع نوع r در تابع هدف منابع ارسالی

مدل ریاضی استراتژی دوم

ابتدا متغیرهای تصمیم مدل به ترتیب زیر تعریف می‌شود:

X_{ijkr} : یک متغیر صفر و یک است، به طوری که:

(۴-۶)
$$X_{ikr} = \begin{cases} 1 & \text{اگر منبع نوع r توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه i به نقطه بحرانی انتقال یابد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

$Y_{ik\rho}$: تعداد منبع نوع r که توسط وسیله نقلیه نوع k از نقطه i به نقطه بحرانی حمل می‌شود.

V_{ik} : تعداد وسیله نقلیه نوع k که از نقطه i به نقطه بحرانی منتقل می‌شود.

max_t : حداکثر زمان انتقال منابع به نقطه بحرانی

z : میانگین ضریب ایمنی کل وسایل نقلیه ارسالی به نقطه بحرانی

s_i : مقدار افزایش میانگین ضریب ایمنی از حداقل قابل قبول آن (S)

s_2: مقدار کاهش میانگین ضریب ایمنی از حداقل قابل قبول آن (S)

و مدل ریاضی استراتژی دوم عبارت است از:

$$\text{Min } Z = \gamma_i \cdot \max_t + g_2 \cdot \left[\sum_{k=1}^{K} \lambda_k \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} v_{ik}\right)\right] + \lambda_3 \cdot s_2$$

$$\lambda_4 \left[\sum_{r=1}^{R} \theta_r \cdot \left(\sum_{i=1}^{I} \sum_{k=1}^{K} y_{ikr}\right)\right]$$

S. t. :

$\max_t \geq t_{ikr} \cdot \chi_{ikr}$ به ازای هر i و k و r

$y_{ikr} \leq M \cdot \chi_{ikr}$ به ازای هر i و k و r

$\sum_{k=1}^{K} y_{ikr} \leq N_{ir}$ به ازای هر i و r

$v_{ik} \leq M_{ik}$ به ازای هر I و K

$$\left(\prod_{r=1}^{R} a_{kr}\right) \cdot \left(\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ikr}}{a_{kr}}\right) - \left(\prod_{r=1}^{R} a_{kr}\right) \cdot (v_{ik}) \leq 0$$ به ازای هر i و k

$$\left(\prod_{r=1}^{R} a_{kr}\right) \cdot (v_{ik}) - \left(\prod_{r=1}^{R} a_{kr}\right) \cdot \left(\sum_{r=1}^{R} \frac{y_{ikr}}{a_{kr}}\right) < \left(\prod_{r=1}^{R} a_{kr}\right)$$ به ازای هر i و k

$z - S_1 + S_2 + S$

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{k=1}^{K} v_{ik} \cdot (S_{ik} - z) = 0$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

به ازای هر i و k $v_{ik} \geq 0$ عدد صحیح و

به ازای هر i و k و r $\chi_{ikr} = (0,1)$

به ازای هر i و k و r $y_{ikr} \geq 0$ عدد صحیح

در اینجا فرض شده است که اهمیت هر منبع با منبع دیگر برای نقطه بحرانی متفاوت است و در نتیجه از ضریب وزنی برای هر منبع در تابع هدف استفاده شده است. همچنین میزان اهمیت وسایل نقلیه نیز با یکدیگر متفاوت می‌باشد که از ضریب وزنی مربوطه در تابع هدف استفاده شده است.

نتایج محاسباتی استراتژی دوم

در این قسمت مانند استراتژی اول به منظور تجزیه و تحلیل پارامترهای مدل و بررسی حساسیت و میزان اثرگذاری تغییرات آنها بر چگونگی حل مدل ریاضی استراتژی دوم، چندین مسأله نمونه که از تغییر مقدار برخی پارامترهای مدل بدست آمده‌اند حل شده و نتایج محاسباتی آنها در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

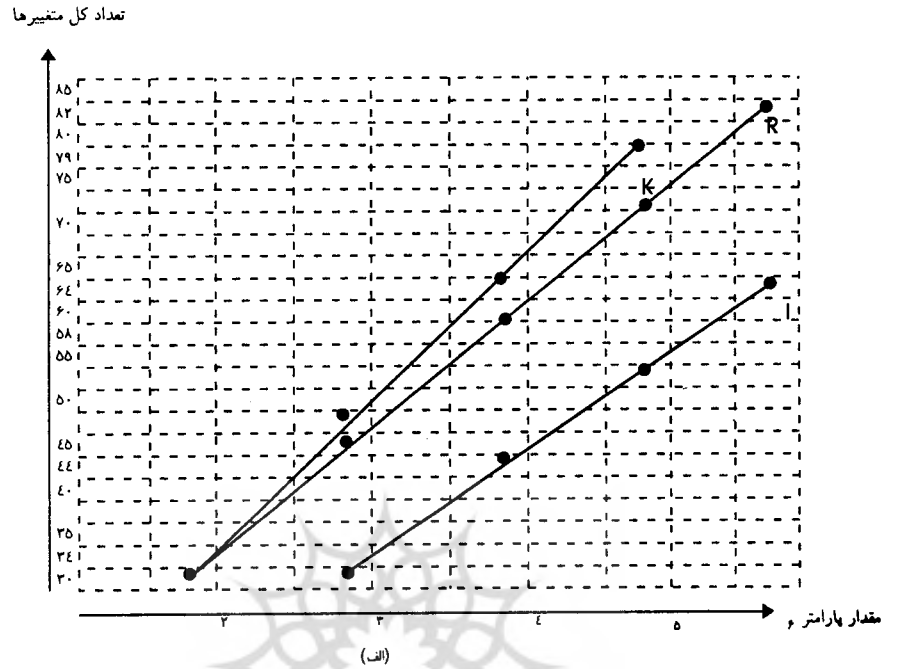
در جدول شماره ۲ به ازای مقادیر پارامترهای K, I و R در هر سطر، سه مسأله نمونه طراحی و به کمک نرم‌افزار Lingo (ویرایش سوم صنعتی) حل شده است و میانگین نتایج آنها در مورد تعداد تکرارها و زمان حل مسأله، در ستون‌های مربوطه در جدول شماره ۲ درج شده است. همچنین برای هر سطر، تعداد متغیرهای غیر خطی مدل، تعداد متغیرهای عدد صحیح مدل، تعداد کل متغیرها، تعداد محدودیت‌های غیر خطی و نیز تعداد کل محدودیت‌ها در ستون‌های مربوطه آمده است.

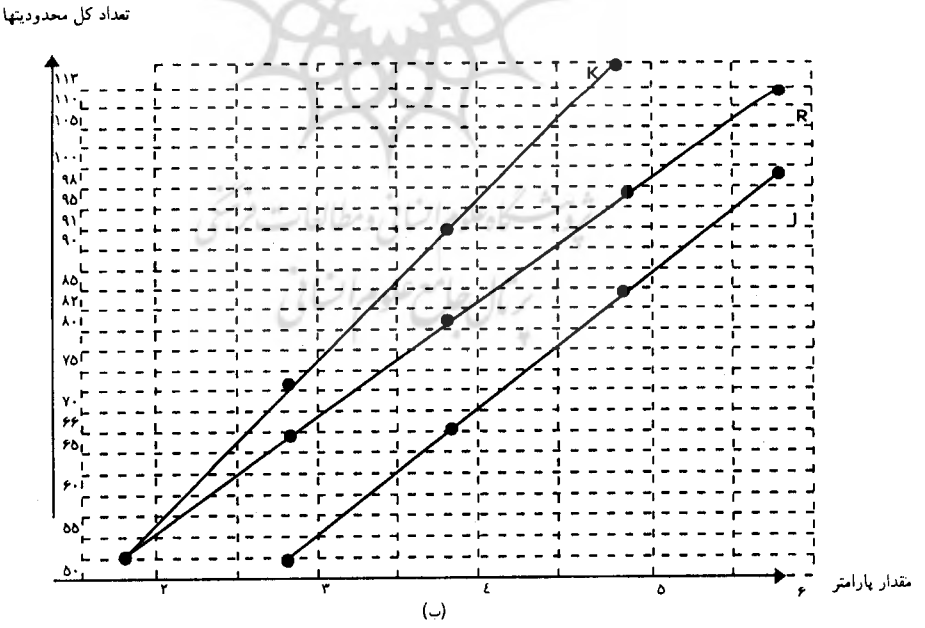
شکل شماره ۲ اثر مقدار هر یک از پارامترهای K, I و R را بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل نشان می‌دهد. این نمودارها نیز مانند نمودارهای شکل شماره ۱ با این فرض تشکیل شده‌اند که با افزایش مقدار یک پارامتر از مجموعه پارامترهای K, I و R مقدار سایر پارامترها از این مجموعه، ثابت باقی می‌ماند و این مقدار ثابت برای پارامترهای K, I و Rبه ترتیب برابر ۳، ۲ و ۲ می‌باشد.

همانگونه که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است افزایش مقدار K بیشترین تأثیر را

بررسی اثر پارامتر...	میانگین زمان حل مسأله	میانگین تعداد تکرارها	تعداد محدودیت‌های غیر خطی	تعدادکل محدودیتها	تعداد متغیرهای عددصحیح	تعداد متغیرهای غیرخطی	تعداد کل متغیرها	R	K	I	ردیف
I	"۱۶:۷'	۱۴۱۷۳	۱	۵۰	۳۰	۷	۳۴	۲	۲	۳	۱
I	"۴۴:۲۵'	۳۲۳۷۰	۱	۶۶	۴۰	۹	۴۴	۲	۲	۴	۲
I	"۱۹:۳۶'	۳۴۵۰۵	۱	۸۲	۵۰	۱۱	۵۴	۲	۲	۵	۳
I	"۷:۳۳'	۲۳۳۱۴	۱	۹۸	۶۰	۱۳	۶۴	۲	۲	۶	۴
K	"۲۴:۳۰'	۲۶۷۳۶	۱	۷۰	۴۵	۱۰	۴۹	۲	۳	۳	۵
K	"۵۵:۲۲'	۲۸۸۹۰	۱	۹۱	۶۰	۱۳	۶۴	۲	۴	۳	۶
K	"۵۰:۳۰'	۴۱۹۲۰	۱	۱۱۳	۷۵	۱۶	۷۹	۲	۵	۳	۷
R	"۴۰:۲۷'	۲۷۴۹۲	۱	۶۵	۴۲	۷	۴۶	۳	۲	۳	۸
R	"۱۹:۱۷'	۳۱۶۲۵	۱	۸۰	۵۴	۷	۵۸	۴	۲	۳	۹
R	"۱۸:۲۶'	۳۵۵۴۴	۱	۹۵	۶۶	۷	۷۰	۵	۲	۳	۱۰
R	"۳۷:۳۱'	۴۱۵۷۱	۱	۱۱۰	۷۸	۷	۸۲	۶	۲	۳	۱۱

جدول شماره ۲ - بررسی اثر مقدار پارامترهای K, I و R بر حجم مدل و چگونگی حل آن





شکل شماره ۲ - نمودارهای بررسی اثر مقدار پارامترها بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل

بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل می‌گذارد. با افزایش مقدار K ، روند افزایش تعداد کل محدودیت‌های مدل، به صورت خطی شکسته است؛ برخلاف روند افزایش تعداد کل متغیرها که به صورت خط مستقیم می‌باشد. یعنی در مقادیر بسیار زیاد K ، تعداد کل محدودیت‌ها بسیار بیشتر از تعداد کل متغیرها خواهد بود و با توجه به اینکه افزایش زمان محاسباتی مدل، بیشتر متأثر از تعداد محدودیت‌ها است تا تعداد متغیرها، لذا افزایش مقدار K منجر به افزایش زمان محاسباتی مدل، به صورت صعودی غیر خطی خواهد شد. رفتار پارامترهای I, R تقریباً شبیه پارامتر K می‌باشد. یعنی در مقادیر بسیار زیاد I, R تعداد کل محدودیت‌ها در مدل، بسیار بیشتر از تعداد کل متغیرها خواهد بود. با این تفاوت که با افزایش مقدار I, R هم روند افزایش تعداد کل متغیرها و هم روند افزایش تعداد کل محدودیت‌ها به صورت خطی مستقیم می‌باشد. نتیجه اینکه با فرض ثابت بودن سایر پارامترها در مدل، اگر K, I, R به یک اندازه زیاد شوند، زمان حل مسأله‌ای که از افزایش مقدار K ناشی شده است، بسیار بیشتر از زمان حل مسأله‌ای خواهد بود که از افزایش مقدار R یا I بدست آمده است.

استراتژی سوم تخصیص منابع در شرایط بحران

این استراتژی برای حل بحران‌های صنعتی که در آنها بایستی در مدت زمان بسیار محدود، به حجم عظیمی از تقاضاها پاسخ داده شود و ضرورت تصمیم‌گیری سریع نسبت به خرید یا ساخت قطعات اولیه برای مونتاژ نهایی محصول بوجود می‌آید، اتخاذ گردیده است. در این استراتژی فرض بر آن است که برای تأمین هر یک از قطعات چند محصول در موعد مقرر بایستی از میان چند فروشنده و چند سازنده، یکی را انتخاب نمود. فروشندگان و سازندگان در فواصل نسبتاً دوری از نقطه بحراین که همان محل مونتاژ نهایی محصولات می‌باشد قرار دارند. گرچه ممکن است هزینه‌های تأمین از طریق سازندگان کمتر از فروشندگان باشد اما در عوض فروشندگان، قطعات را سریع‌تر تحویل می‌دهند. برای تأمین قطعات از سازندگان باید هزینه‌های ثبات سفارش، هزنیه متغیر تأمین قطعه که بستگی ب تعداد قطعات دارد و هزینه حمل قطعات تا نقطه بحرانی را متحمل شد. اما برای تأمین قطعات از فروشندگان، فقط هزینه‌های خرید و حمل قطعات تا نقطه بحرانی مورد توجه قرار

می‌گیرند. فرض می‌شود که کلیه فروشندگان به ازای خرید بیشتر ازآنها، تخفیف در قیمت قطعات خود خواهند داشت. این تخفیف در قیمت به گونه‌ای است که اگر کل مقدار پول پرداخت شده به فروشنده برای کل قطعات خریداری شده از وی، با احتساب بالاترین قیمت قطعات یعنی قیمت مربوط به اولین نقاط شکست قیمت در نمودارهای تخفیف، از یک حد معینی بیشتر باشد کلیه قطعات خریداری شده، مشمول تخفیف در قیمت خواهند شد. فرض دیگری که در این استراتژی مطرح می‌گردد آن است که هر چه قطعات، دیرتر از موعد مقرر به نقطه بحرانی برسند، به همان میزان هزینه‌ای به عنوان جریمه دیرکرد بایستی پرداخت گردد و اگر زودتر از موعد مقرر به نقطه بحرانی برسند، هزینه نگهداری آنها شمال هزینه‌های انبار، سرمایه راکد و ... بر سیستم تحمیل خواهد شد.

فرضیات مدل استراتژی سوم

m : سازنده m ام؛ M و ...m =1,2, و M تعداد کل سازندگان می‌باشد.

s : فرونشده s ام؛ S و ...s =1,2, و S تعداد کل فروشندگان است.

i : محصول شماره i ؛ I و ...i =1,2, و I تعداد انواع محصولات است.

j : قطعه شماره j ؛ J و ...j =1,2, و J تعداد کل قطعات د رهمه محصولات است.

ممکن است برخی از قطعات د رچند محصول مشترک باشند. همچنین این انعطاف پذیری در استراتژی سوم وجود دارد که علاوه بر قطعات، برای خرید مواد اولیه نیز برنامه‌ریزی شود. د راین صورت مواد اولیه نیز با تعبیر قطعه در مدل مطرح می‌شوند که فقط امکان خرید آنها از فروشندگان وجود دارد و نمی‌توان آنها را از سازندگان تهیه نمود. یعنی هزینه ساخت آنها برای هر یک از سازندگان، عدد بسیار بزرگی منظور می‌شود.

CM_{jm} : هزینه متغیر ساخت یک واحد قطعه j ام توسط سازنده m ام که بستگی به تعداد قطعات ساخته شده دارد.

AM_{jm} : هزینه ثابت سفارش قطعه jام به سازنده m ام که بستگی به تعداد قطعات ساخته شده ندارد.

hM_{jm} : هزینه حمل یک واحد قطعه jام از سازنده m ام به نقطه بحرانی.

hS_{js} : هزینه حمل یک واحد قعطه jام از فروشنده sام به نقطه بحرانی.

CS_{jsf} : قیمت خرید یک واحد jام از فروشنده sام در نقطه شکست fام از نمودار تخفیف مربوطه.

Ch_i : هزینه نگهداری یک واحد محصول i در واحد زمان، شامل هزینه سرمایه راکد، انبارداری و ...

D_i : تقاضای محصول iام .

J_i : جریمه تأخیر به اندازه یک واحد زمان، در تحویل به موقع محصول iام.

B_{sf} : نقطه شکست fام در قیمت فروشنده sام؛ به طوری که اگر کل مقدار پول پرداخت شده به فروشنده برای کل قطعات خریداری شده از وی با احتساب بالاترین قیمت قطعات یعنی قیمت‌های مربوط به اولین نقاط شکست قیمت در نمودارهای تخفیف بین B_{sf} و $B_{s(f-1)}$ باشد، فروشنده s قیمت CS_{jsf} را برای قطعه jام منظور خواهد نمود.

n_s : تعداد نقاط شکست قیمت فروشنده sام.

N_{ij} : تعداد قطعه jام بکار رفته در محصول iام.

d_i : موعد تحویل محصول iام با فرض اینکه زمان شروع برنامه‌ریزی، زمان صفر باشد.

l_i : زمان تهیه یا مونتاژ نهایی محصول iام .

z_{ij} : یک متغیر صفر و یک است، به طوری که :

$$z_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{اگر قطعه jام در محصول iام بکار رفته باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \qquad (۵-۱)$$

ths_{js} : زمان رسیدن قطعه jام که از فروشنده sام خریداری شده است. یعنی مجموع زمان‌های آماده کردن قطعه و ارسال آن.

lm_{jm} : زمان تهیه قطعه jام توسط سازنده mام.

thm_{jm} : زمان آماده کردن قطعه jام (پس از انجام مرحله سخت آن) و ارسال قطعه jام که از سازنده jام mام خریداری شده است.

I_{js} : موجودی فروشنده sام از قطعه jام .

مدل ریاضی استراتژی سوم

متغیرهای تصمیم مدل عبارتند از:

XS_{js} : یک متغیر صفر و یک است؛ به طوری که:

(۵-۲)

$$XS_{js} = \begin{cases} 1 & \text{اگر قطعه } j \text{ ام مورد نیاز، از فروشنده } s \text{ ام خریداری شود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

XM_{jm} : یک متغیر صفر و یک است؛ به طوری که:

(۵-۳)

$$XM_{jm} = \begin{cases} 1 & \text{اگر کل قطعه } j \text{ ام مورد نیاز، از سازنده } m \text{ ام خریداری شود} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

YS_{js} : تعداد قطعه j ام خریداری شده از فروشنده s ام

Ym_{jm} : تعداد قطعه j ام خریداری شده از سازنده m ام

b_{sf} : یک متغیر صفر و یک است؛ به طوری که:

$$b_{sf} = \begin{cases} 1 & \text{اگر قیمت‌های فروشنده } s \text{ ام از نقطه شکست } f \text{ ام تبعیت کند} \\ & \text{و یا به عبارتی قیمت هر از قطعات } j \text{ ام خریداری شده} \\ & \text{از وی، } C_{jsf} \text{ باشد} \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

Mth_j : زمان رسیدن قطعه‌ای از قطعات محصول j ام که دیرتر از سایر قطعات این محصول، به نقطه بحرانی می‌رسد. فرض بر آن است که تا زمانی که همه قطعات یک محصول، به نقطه بحرانی نرسیده‌اند، مونتاژ نهایی آن محصول شروع نمی‌شود و لذا زمان رسیدن آخرین قطعه، زمان آغاز مونتاژ محصول می‌باشد.

DI_i : طول مدت زمانی که محصول i ام؛ زودتر از موعد مقرر تهیه شده باشد.

Dd_i : طول مدت زمان تأخیر در تحویل به موقع محصول i ام به مشتری.

مدل ریاضی مسأله فوق به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{MinZ} = \sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M}(CM_{jm} + hM_{jm}).\ YM_{jm} + \sum_{j=1}^{J}\sum_{s=1}^{S} hs_{js} \cdot ys_{js} \qquad (۴-۵)$$

$$+ \sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M} AM_{jm} \cdot XM_{jm} + \sum_{j=1}^{J}\sum_{s=1}^{S}\left[\sum_{f=1}^{n_s} CS_{jsf} \cdot b_{sf}\right].\ YS_{js}$$

$$+ \sum_{i=1}^{I} J_i \cdot Dd_i + \sum_{i=1}^{I}(D_i \cdot Ch_i) \cdot DI_i$$

Subject to:

(۵-۵)

$$Mth_i + DI_i - Dd_i = d_i - l_i$$

به ازای هر i

(۵-۶) به ازای هر j ,i

$$Mth_i - Z_{ij}\left[\sum_{s=1}^{S}(ths_{js} \cdot XS_{js}) + \sum_{m=1}^{M}(thm_{jm} + lm_{jm}) \cdot XM_{jm}\right] \geq 0$$

$$\sum_{f=1}^{n_S} b_{sf} \leq 1 \qquad (۵-۷)$$

به ازای هر S

(۵-۸) به ازای هر S و f مربوطه

$$\sum_{j=1}^{J}(CS_{js1} \cdot YS_{js}) - M(1 - b_{sf}) \leq B_{sf}$$

(۵-۹) به ازای هر S و f مربوطه

$$\sum_{j=1}^{J}(CS_{js1} \cdot YS_{js}) - M(1 - b_{sf}) \geq B_{sf}$$

به ازای هر j

$$\sum_{s=1}^{S} YS_{js} + \sum_{m=1}^{M} YM_{jm} \geq \sum_{i=1}^{I}(D_i \cdot N_{ij})$$

(۵-۱۰) به ازای هر j

$$\sum_{s=1}^{S} XS_{js} + \sum_{m=1}^{M} XM_{jm} = 1$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

به ازای هر j و m $YM_{jm} - M \cdot XM_{jm} \leq 0$

به ازای هر j و s $YS_{js} - M \cdot XS_{js} \leq 0$

به ازای هر j و s $YS_{js} \leq I_{js}$

به ازای هر j و m $XM_{jm} = (0,1)$

به ازای هر j و s $XS_{js} = (0,1)$

به ازای هر s و f مربوطه $b_{sf} = (0,1)$

به ازای هر j و s $YS_{js} \geq 0$ and Integer

به ازای هر j و m $YM_{jm} \geq$ and Integer

هدف مدل فوق، حداق کردن هزینه می‌باشد. هزینه‌های محاسبه شده عبارتند از: هزینه خرید قطعات از فروشندگان و هزینه حمل آنها تا نقطه بحرانی، هزینه ثابت سفارش و هزینه متغیر سفارش برای خرید قطعه از سازندگان و نیز هزینه حمل آنها تا نقطه بحرانی، جریمه تأخیر در تحویل به موقع محصول به مشتری و هزینه نگهداری محصول در صورتی که زودتر از موعد مقرر آماده گردد.

در تابع هدف این مدل، تأکید بر حل سریع بحران به کمک معیار هزینه صورت گرفته است؛ برخلاف استراتژی‌های قبلی که از معیار زمان استفاده شده است. می‌توان با افزایش بسیار زیاد J_i نسبت به سایر پارامترهای هزینه مثل hM_{jm}، CM_{jm}، Ch_i و ... از مدل در شرایط بحرانی‌تر که جریمه دیرکرد در آنها بسیار زیاد بوده و ممکن است منجر به خسارت جبران‌ناپذیر یا ورشکستگی شود استفاده نمود.

ممکن است این تصور بوجود بیاید که در صورتی که محصول زودتر از موعد مقرر آماده گردد می‌توان آن را در همان موقع، یعنی زودتر از موعد به مشتری تحویل داده و باعث بالا رفتن اعتبار واحد تولیدی شد. این موضوع ممکن است در شرایط غیر بحرانی صادق باشد.

ولی در شرایط بحرانی که واحد تولیدی با محدودیت شدید زمانی و سرمایه‌ای برای پاسخگویی به موقع به تعهدات خود مواجه است آماده کردن زودتر از موعد مقرر محصول، موجب راکد شدن سرمایه و استفاده نامطلوب از تجهیزات تولیدی می‌شود که هزینه‌های آنها بسیار بیشتر از سود ناشی از تحویل زودتر از موعد محصول به مشتری خواهد بود.

نتایج محاسباتی استراتژی سوم

در این قسمت مانند استراتژی‌های قبلی به منظور تجزیه و تحلیل پارامترهای مدل و بررسی حساسیت و میزان اثرگذاری تغییرات آنها بر چگونگی حل مدل ریاضی استراتژی سوم، چندین مسأله نمونه که از تغییر مقدار برخی پارامترهای مدل بدست آمده‌اند حل شده و نتایج محاسباتی آنها در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

در جدول شماره ۳ نیز مانند جداول شماره‌های ۱ و ۲ به ازای مقادیر پارامترهای I،S،M و J در هر سطر، سه مسأله نمونه طراحی و به کمک نرم‌افزار Lingo (ویرایش سوم صنعتی) حل شده است و میانگین نتایج آنها در مورد تعداد تکرارها و زمان حل مسأله، در ستون‌های مربوطه در جدول شماره ۳ درج شده است. همچنین برای هر سطر، تعداد متغیرهای غیر خطی مدل، تعداد متغیرهای عدد صحیح مدل، تعداد کل متغیرها، تعداد محدودیت‌های غیر خطی و نیز تعداد کل محدودیت‌ها در ستون‌های مربوطه در جدول آمده است.

شکل شماره ۳ اثر مقدار هر یک از پارامترهای I،S،M و J بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌ها اثرگذار بوده و باعث افزایش آنها می‌شوند. همچنین پارامتر I نسبت به سایر پارامترها از مجموعه فوق، کمترین تأثیر را بر تعداد کل متغیرهای مدل می‌گذارد.

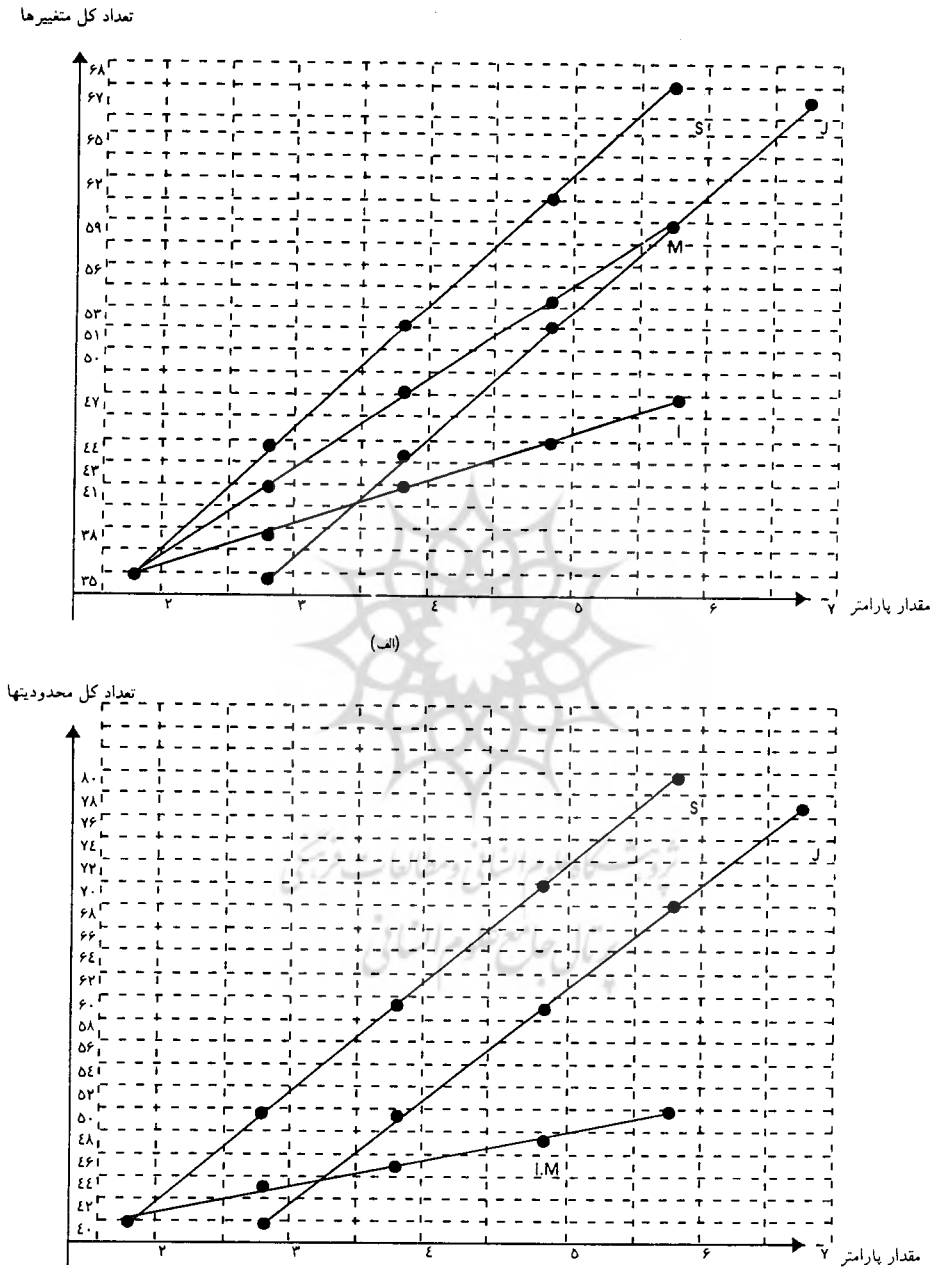
مقدار دقیق سایر پارامترها در مدل، حتماً بایستی قبل از وقوع بحران برآورد شده و در سیستم موجود باشد تا به هنگام وقوع بحران احتمالی با صرف کمترین وقت نتایج مطلوبی از این مدل حاصل شده و منجر به اتخاذ تصمیمات صحیح در آن شرایط بحرانی گردد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله سه استراتژی بر پایه الگوی‌های ریاضی، برای سه نوع بحران رایج در

ردیف	M	S	I	J	تعداد کل متغیرها	تعداد متغیرهای غیر خطی	تعداد متغیرهای عدد صحیح	تعداد کل محدودیتها	میانگین محدودیتهای غیرخطی	میانگین تعداد تکرارها	میانگین زمان حل مساله	بررسی‌اثر پارامتر	ملاحظات
۱	۲	۲	۲	۳	۳۵	۱۱	۲۹	۴۰	۱	۲۳۱	۸″	M	فروشنده ۱. یک نقطه شکست قیمت و فروشنده ۲ . دو نقطه شکست قیمت دارد.
۲	۳	۲	۲	۳	۴۱	۱۱	۳۵	۴۳	۱	۴۵۱	۲۱″	M	"
۳	۴	۲	۲	۳	۴۷	۱۱	۴۱	۴۶	۱	۱۳۲۶	۳۳″	M	"
۴	۵	۲	۲	۳	۵۳	۱۱	۴۷	۴۹	۱	۱۳۹۷	۳۵″	M	"
۵	۶	۲	۲	۳	۵۹	۱۱	۵۳	۵۲	۱	۱۴۵۱	۳۶″	M	"
۶	۲	۳	۲	۳	۴۳	۱۶	۳۷	۵۰	۱	۹۶۳	۳۰″	S	فروشنده ۱و۲ مانند مسائل بالا و فروشنده ۳ دو نقطه شکست قیمت دارد
۷	۲	۴	۲	۳	۵۱	۲۱	۴۵	۶۰	۱	۲۵۳۰	۱′ ۲۵″	S	فروشنده ۱و۲و۳ مانند مسائل بالا و فروشنده ۴ دو نقطه شکست قیمت دارد
۸	۲	۵	۲	۳	۵۹	۲۶	۵۳	۷۰	۱	۸۷۳۹	۷′ ۱۹″	S	فروشنده ۱و۲و۳و۴ مانند مسائل بالا و فروشنده ۵ دو نقطه شکست قیمت دارد
۹	۲	۶	۲	۳	۶۷	۳۱	۶۱	۸۰	۱	۲۰۳۹۸	۳۰′ ۳۳″	S	فروشنده ۱و۲و۳و۴و۵ مانند مسائل بالا و فروشنده ۶ دو نقطه شکست قیمت دارد
۱۰	۲	۲	۲	۴	۴۳	۱۳	۳۷	۵۰	۱	۴۸۹	۱۹″	J	"
۱۱	۲	۲	۲	۵	۵۱	۱۵	۴۵	۶۰	۱	۱۰۰۹	۵۲″	J	"
۱۲	۲	۲	۲	۶	۵۹	۱۷	۵۳	۷۰	۱	۱۴۸۹	۱′ ۱۵″	J	"
۱۳	۲	۲	۲	۷	۶۷	۱۹	۶۱	۸۰	۱	۲۶۴۰	۱′ ۳۴″	J	"
۱۴	۲	۲	۳	۳	۳۸	۱۱	۲۹	۴۳	۱	۳۳۳	۱۱″	I	محصول ۳ فقط دو قطعه دارد (۱ و۳)
۱۵	۲	۲	۴	۳	۴۱	۱۱	۲۹	۴۶	۱	۳۴۸	۱۲″	I	محصول ۳ فقط دو قطعه دارد (۱ و۲)
۱۶	۲	۲	۵	۳	۴۴	۱۱	۲۹	۴۹	۱	۳۵۰	۱۹″	I	محصول ۳ فقط دو قطعه دارد (۲ و۳)
۱۷	۲	۲	۶	۳	۴۷	۱۱	۲۹	۵۲	۱	۳۵۸	۲۰″	I	محصول ۳ فقط دو قطعه دارد (۱ و۳)
۱۸	۲	۲	۳	۴	۴۶	۱۳	۳۷	۵۴	۱	۸۶۵	۲۹″	I, J	محصول ۳ قطعات ۱و۲و۳را دارد

جدول شماره ۳- بررسی اثر مقدار پارامترهای I،S،M و J بر حجم مدل و چگونگی حل آن



شکل شماره ۳ - نمودارهای بررسی اثر مقدار پارامترها بر تعداد کل متغیرها و محدودیت‌های مدل

حوزه‌های صنعتی، اقلیمی ارائه شد. در استراتژی‌های مزبور تلاش گردید که توابع هدف با توجه به نیازمندی‌ها و ضرورت‌های بحران لحاظ شوند. در هر سه استراتژی با استفاده از مثال‌های عددی مکرر و آنالیز حساسیت پارامترهای کلیدی در مدل‌های ریاضی مربوطه معرفی شدند. قابلیت مدل‌های ریاضی در حوزه برنامه‌ریزی تأمین (تخصیص) منابع برای شرایط بحران مورد نظر در این مقاله ارزیابی گردید. شناسایی محدودیت‌های حاکم بر استراتژی‌های مقاله پیچیده می‌باشد. لذا استفاده از مدل‌های ریاضی و انجام آنالیزهای حساسیت در مقاله مورد توجه قرار گرفتند.

منابع و مآخذ

۱ اصغرپور، محمدجواد (۱۳۷۸)؛ تجزیه و تحلیل شبکه در تحقیق در عملیات؛ چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۲ - اصغرپور، محمدجواد (۱۳۷۶)؛ تحقیق در عملیات پیشرفته (جلد ۴)؛ انتشارات دانشگاه تهران.

۳ - اصغرپور، محمدجواد (۱۳۷۷)؛ تصمیم‌گیری‌های چند معیاره؛ چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۴ - الوانی، سیدمهدی (۱۳۷۶-۱۳۷۵)؛ «سازمان‌های بحران‌پذیر و بحران سیتز»، فصلنامه دانش مدیریت؛ شماره ۳۶-۳۵، انتشارات دانشگاه تهران.

۵- امیرکبیر، علیرضا (۱۳۷۶)؛ «مدیریت بحران»، مجله تدبیر؛ شماره ۷۸.

۶- تن‌برگ، دیودونیه (۱۳۷۳)؛ ۲۴ ساعت اول مدیریت بحران؛ ترجمه علی ذوالفقاری اصل؛ نشر حدیث.

۷- فتوحی قیام، کامران (۱۳۷۱)؛ نگرشی نو بر بروز بحران در یک حادثه طبیعی، مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی بلایای طبیعی در مناطق شهری (بخش سه مدیریت بحران)؛ دفتر مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

۸- لیبرمن، جرالد، ج. فردریک س هیلیر (۱۳۷۱)؛ برنامه‌ریزی خطی؛ ترجمه محمد مدرس و اردوان آصف وزیری؛ چاپ پنجم، نشر تندر.

۹- لیبرمن، جرالد، ج. فردریک س هیلیر (۱۳۷۴)؛ برنامه‌ریزی ریاضی؛ ترجمه محمد مدرس و اردوان آصف وزیری؛ چاپ دوم، نشر تندر.

۱۰- مشبکی، اصغر (۱۳۷۱)؛ «فراگرد تصمیم‌گیری و مدیریت بحران»، مجله دانش مدیریت؛ شماره ۱۹.

۱۱- مظلومی، نادر (۱۳۷۹)؛ «مدیریت بحران: رهیافتی استراتژیک»، فصلنامه مطالعات مدیریت؛ شماره ۲۵ و ۲۶.

۱۲- وایت، هوس (۱۳۷۰)؛ تجزیه و تحلیل سیستم‌ها با تکنیک شبکه؛ ترجمه دکتر فاطمی قمی؛ انتشارات امیرکبیر.

13- Balakrishnan, V. K. (1995); *Network Optimization*; Department of Mathematics University of Maine Orono, Maine USA, Chapman & Hall.

14- Bellah, R. N. & et. al. (1985); *Habits of the Heart*; Berkeley: University of California Press.

15- Booth, S. A. (1993); *Crisis Management Strategy*; London, Routledge.

16- Candida Mourao, M., Teresa & M. Almeida (2000); "Lower-bounding and Heuristic Methods for a Refuse Collection Vehicle Routing Problem", *European Journal of Operational Research*; 121, 420-434.

17- Caponigro, J. R. (1998); *The Crisis Counselor*; Southfield, MI: Barkder Business Books.

18- Connor, J. (1987); *The Meaning of Crisis*; Oxford, Basil Blackwell.

19- Crainic, T. G. & G. Laporte (1997); "Planning Models for Freight Transportation", *European Journal of Operational Research*; Vol. 97, No. 3, pp 409-438.

20- Fabrizio, Rossi, Stefano Smriglio (2001); "A Set Packing Model for The Ground Holding Problem In Congested Networks", *European Journal of Operational Research*; 131, 400-416.

21- Fred, Glover, Darwin Klingman & Nancy V. Phillips (1992); *Network Models in Optimization and Their Application in Practice*; John Wiley & Sons inc.

22- Hamdy, A. Taha (1997); *An Introduction To Operation Research*; 6th Edition, Prentice - Hall International Inc.

23- Hill-Norton, P. (1976); "Crisis Management", *NATO Review*; 5.

24- Hurst, David K. (1995); *Crisis & Renewal: Meeting the Challenge of Organizational Change*; Boston.

25- Ivanov, Victor V. (1999); *Model Development and Optimization*; Kluwer Academi Publishers.

26- Janine, L. Reid (2000); *Crisis Management: Planning and Media Relations for the Design and Construction Industry*; John Wiley and Sons Inc.

27- Kennedy, P. (1988); *The Rise & Fall fo Great Powers*; N. Y.: Random House.

28- Kohut, H. (1984); *How Does Analysis Cure*; Chicago, University of Chicago Press.

29- Kress M. (2001); "Efficient Strategies for Transporting Mobile Forces"; Center for Military Analyses, Haifa, Israel an Naval Postgraduate School; Monterey, California, USA, *Journal of the Operational Research Society 52*, pp. 310-317.

30- Lerginger, O. (1997); "The Crisis Manager", *Maheah*; JN: Lawrence Erlbaum.

31- Mills, S. (1991); "Salons and Beyond: Changing the World one Evening at a Time", *Utne Reader*; 44, pp. 68-77.

32- Mitchell, J. & G. Everly (1996); "Critical Incident Stress Debriefing: An Operationa Manual for the Prevention of Traumatic Stress Among Emergency Services and Disaster Workers", *Ellicaott City*; Md: Chevron.

33- Mitroff, I. & T. C. Pauchant (1992); *Transforming The Crisis Prone Organization*; San Francisco, Jossey-Bass Publichers.

34- Mirtoff, I., Pearson, C., Misra, S. & Clair, J. (1997); "Managing The Unthinkable", *Journal of Organizatioal Dynamics*; Autumn, S1-G4.

35- O'Connor, J. (1987); *The Meaning of Crisis*; Oxfor, Basil Blackwell.

36- Pauchant , T. & R. Douvill (1994); "A Study of 24 Authors Publication:, *Industrial and Environmental Crisis Quartly*; 7: 43-61.

37- Pearson, C. M. & J. A. Clair (1998); "Reframing Crisis Managemet", *Academty of*

Management Review; 23: 59-76.

38- Shrivastava. P. (1987); *Bhopal: Anatomy of a Crisis*; N. Y.: Ballinger.

39- Siddhar the Syam & Bala Shetty (1998); "Coordinated Replenishments from Multiple Suppliers With Price Discounts", *Journal of Naval Research Logistics*; Vol. 45, pp. 579-598.

40- Steve. Albercht (1996); "Crisis Management for Corportate Self Defense: How to Protect Your Organization in a Crisis", *AMACOM*; A division of American Management Association.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی