رویکرد بهینه‌سازی چند هدفه برای مدیریت داوطلبان در زنجیره‌ی تأمین و لجستیک بحران

محمد علی فرقانی*: دانشیار، دانشکده مدیریت دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران، forghani@uk.ac.ir
مریم پیراسته‌فر: دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع، بخش مهندسی صنایع دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۳
تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۶

چکیده

یکی از مهم‌ترین عواملی که در افزایش یا کاهش میزان خسارات و تعداد تلفات انسانی در هنگام بروز بلایای طبیعی مؤثر است، بود و نبود سیستم مدیریت بحران کارا است که همواره در این سیستم داوطلبان حاضر به‌منزله‌ی منبع اصلی شناخته شده‌اند. در پژوهش پیش‌رو، یک مدل چند هدفه به‌منظور تخصیص داوطلبانی که با مهارت‌های مختلف و از هر درجه توانایی، برای انجام امور بشردوستانه اعلام آمادگی کرده‌اند، ارائه گشته است و تمرکز آن بر حداقل کردن مجموع تقاضای برآورده نشده در کنار افزایش رضایت شغلی داوطلبان است. به صورت خاص، در این مقاله منطقه‌ی تحت تأثیر بحران به مناطق کوچک‌تری تقسیم‌بندی می‌شود و به هر یک از آن‌ها بسته به نیازشان گروهی از افراد با مهارت‌ها و درجه توانایی‌های مختلف تخصیص داده می‌شود، به گونه‌ای که مجموع درجه‌ی توانایی افراد در آن گروه، از نسبت آستانه‌ی تعیین‌شده توسط تصمیم‌گیرندگان بیشتر باشد. در نهایت مدل ارائه‌شده توسط روش ال‌پی‌متریک حل و نتایج به ثبت رسیده است و برای بررسی رفتار مدل تحلیل حساسیت بر پارامترهای مختلف صورت پذیرفته است. نتایج نشان می‌دهند که در صورت امکان، داوطلبان به کاری که مرتبط با مهارتشان است تخصیص داده می‌شوند، تا آنجایی که مجموع تقاضاهای برآورده نشده بیش از حد معمول افزایش نداشته باشد.

واژه‌های کلیدی: *لجستیک و زنجیره‌ی تأمین بحران، تخصیص داوطلبان، گروه‌بندی، روش ال‌پی‌متریک، تصمیم‌گیری چند هدفه*

Multi-Objective Optimization Approach for Managing Volunteers in Supply Chain and Crisis Logistics

Mohammad Ali Forghani[1]*, Maryam Pirastehfar[2]

Abstract:

One of the most important factors affecting the rate of damages and casualties during natural disasters is the existence of an effective crisis management system in which the volunteers are recognized as the main factor. In the present research, a multi-objective model has been introduced for allocating volunteers with different skills and different levels thereof to humanitarian affairs. The objectives of the model are to minimize total unfulfilled demands as well as increasing volunteers' job satisfaction. Specifically, in this article the crisis zone has been divided into smaller groups; then the volunteers with different skills of different levels were allocated to them depending on each zone needs; in a way, that total degree of volunteers' abilities in each group is more than the threshold specified by the decision-makers. Finally, the introduced model was solved by an LP-metric method and in order to assess the behavior of the model, a sensitivity analysis has been carried out on various parameters. The results show that volunteers must be assigned to affairs related to their skills, but to the extent that the total of unmet demands does not increase more than usual.

Keywords: *logistics and supply chain crisis, allocation of volunteers, grouping, LP-metric method, multi-objective decision-making*

1 Associate Professor, College of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran; Email: forghani@uk.ac.ir
2 M.A. Student, Department of Industrial Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

مقدمه

رشد سوانحی نظیر زلزله در سال‌های اخیر منجر به افزایش خسارت وارده به انسان‌ها و جوامع بشری شده است. به‌طوری‌که امروزه این نوع حوادث در هر سال به ده‌ها میلیون انسان خسارت وارد کرده و منجر به کشته شدن ده‌ها هزار نفر شده است. از طرفی پیچیدگی بعضی از این سوانح طبیعی تا حدی است که با وجود استقرار هزاران ایستگاه به صورت شبکه‌ای در سرتاسر جهان و تحلیل پیوسته‌ی داده‌ها با استفاده از رایانه‌های قدرتمند، هنوز قادر نیستیم پیش‌بینی کنیم چه زمانی و در کجا چه حادثه‌ای رخ خواهد داد. این ماهیت تصادفی و غیرقابل پیش‌بینی، خود مزیدی بر علت شده و خسارات جانی و مالی وارده به جوامع بشری را در سال‌های اخیر افزایش داده است. تجربیات گذشته در کشور ما نشان می‌دهد که مقابله با حوادث غیرمترقبه و تبعات و عوارض آن به‌منزله‌ی یک چالش بزرگ فراروی مسئولان قرار دارد و مدیریت بحران در هنگام بروز حوادث همواره با مشکلات جدی روبه‌رو بوده است [۱]. برای مقابله با موقعیت‌های پیچیده و اضطراری ناشی از بلایای طبیعی، بازیگران درگیر به‌منظور افزایش بهره‌وری عملیات امدادرسانی باید انگیزه‌ی لازم برای هماهنگی با یکدیگر را داشته باشند. اصطلاح بازیگران اشاره به ذی‌نفعان مختلفی دارد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در عملیات امدادی مشارکت دارند. هماهنگی در این زمینه به گونه‌ای است که دولت و سازمان‌های غیردولتی باید به سرعت وضعیت موجود را ارزیابی کنند و در محدودیت زمانی پیش‌رو شروع به ارسال کالاهای امدادی و نیروهای انسانی به نقاط تقاضا کنند [۴].

طغیان اخیر از بلایای طبیعی در سراسر دنیا به غلیان احساسات داوطلبانه، منجر شده است. در طول تاریخ روحیه‌ی داوطلبی سهم قابل توجهی در بهبود شرایط مردم نیازمند و همچنین بهره‌وری سازمان‌ها، از نظر مالی و اجتماعی، داشته است. فعالیت‌های داوطلبانه بهره‌وری اقتصادی و همچنین انسجام اجتماعی به ارمغان می‌آورد. برخلاف سایر کارکنان، داوطلبان هیچ‌گونه مشوق مالی دریافت نمی‌کنند، از این رو القا و حفظ روحیه‌ی داوطلبی در بین افراد بسیار حائز اهمیت است.

در پژوهش پیش‌رو با استفاده از تکنیک‌های تحقیق در عملیات مدلی دو هدفه برای گروه‌بندی، تخصیص و آموزش مجموعه‌ای از داوطلبان در شرایط پس از وقوع بحران، ارائه گشته است. همواره به دنبال نیروهای داوطلبی هستیم که بتوانند به صورت گروهی عملکرد مطلوب با راندمان بالایی داشته باشند؛ از این رو پس از بررسی منطقه و سنجش ابعاد بحران رخ داده، نیاز هر منطقه تعیین و گروه‌هایی از داوطلبان اعزام می‌شوند. تمرکز این مدل بر تخصیص داوطلبان به گونه‌ای است که بهترین شبکه‌ی تعاملات را به ارمغان بیاورد که در نتیجه‌ی آن ضریب بهره‌وری گروه‌ها از مقدار آستانه که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین شده است، بیشتر شود و در ادامه میزان تقاضای برآورده نشده به‌منزله‌ی تابع هدف، به حداقل مقدار خود برسد. همان‌طور که از قبل بیان شد حفظ و نگه‌داری داوطلبان یکی از مهم‌ترین اهدافی است که سازمان‌ها به دنبال آن هستند. در مدل ارائه شده، این هدف در کنار هدف اصلی مدنظر قرار گرفته به گونه‌ای که داوطلبان به کاری که مهارت آن را دارند تخصیص داده شوند تا از رضایت شغلی بالایی برخوردار باشند. همچنین بحران‌های طبیعی جزو آن دسته از حوادثی نیستند که طبق روند خاصی اتفاق بیفتند تا بتوان توزیع مشخصی به پارامترهای آن اختصاص داد؛ در واقع در چنین شرایطی با پارامترهای مبهمی سروکار داریم؛ از این رو بررسی‌ها، با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی و بر محور سناریوهای ممکن پایه‌ریزی می‌شوند.

در ادامه و در بخش دوم به ارائه‌ی پیشینه‌ی پژوهش می‌پردازیم. در بخش سوم، با تعریف فرضیات، پارامترها و متغیرهای تصمیم، مسئله‌ی موردنظر بیان می‌شود. در بخش چهارم با رویکرد تصمیم‌گیری‌های چند هدفه و با کمک روش ال‌پی‌متریک، ارزیابی مدل با استفاده از مثالی عددی صورت می‌پذیرد. تجزیه و تحلیل نتایج و همچنین پیشنهادات آتی نیز در بخش پنجم ارائه می‌گردد.

پیشینه‌ی پژوهش

تدارکات انسانی و کمک‌های بشردوستانه یکی از چالش برانگیزترین حوزه‌های لجستیک است. با این حال تاکنون توجه نسبتاً کمی به این حوزه در مطالعات دانشگاهی صورت پذیرفته است. با وجود نقش مهمی که داوطلبان در تلاش‌های امدادی و بازیابی ایفا می‌کنند، از جمله بزرگ‌ترین مسائلی که پیش‌روست سوء مدیریت آن‌هاست [۵].

مدیریت داوطلبان

حرکت‌های داوطلبی یک بخش طبیعی از جامعه‌ی بشری هستند که توسط مجمع عمومی سازمان ملل به‌منزله‌ی فعالیت‌هایی که به نفع دیگران و توسط اراده‌ی آزاد و بدون دریافت پاداش مالی، انجام می‌شوند، معرفی شده‌اند. در جوامع متأثر از بحران یا فاجعه، فعالیت‌های داوطلبانه می‌توانند اشکال مختلفی داشته باشند [۶]. مدیریت داوطلب نیز به‌منزله‌ی بخشی از توابع مدیریت منابع انسانی معرفی گشته است که به انتخاب، استخدام، جهت‌گیری، آموزش، پشتیبانی و مدیریت عملکرد داوطلبان می‌پردازد [۷]. در بسیاری از مقالات بررسی شده چارچوبی ارائه می‌شود که در آن لزوم درک انگیزه‌های افراد برای مشارکت‌های داوطلبی مطرح می‌گردد و همواره بر این باور هستند که انتظارات این افراد که ناشی از همین انگیزه‌هاست باید برآورده شود تا به حفظ آن‌ها در سازمان کمک شود. در صورتی می‌توان به این باور رسید که در راه حفظ داوطلبان تلاش به‌سزایی صورت گرفته است که تخصیص داوطلب به کاری خاص به صورتی باشد که بتواند در آن زمینه خود را نشان دهد و با اعتماد به نفس بالا احساس کند که می‌تواند نتایج مورد نظر را به دست آورد و همواره در محیطی باشد که تعامل سایر داوطلبان را نیز به همراه داشته باشد [۸].

برنامه‌ریزی و تخصیص نیروی کار داوطلب

موضوع برنامه‌ریزی نیروی کار از جمله زمینه‌هایی است که به‌طور فزاینده به‌منزله‌ی بخش بزرگی از اقتصاد جهانی به رسمیت شناخته شده است [۵]. ادبیات موضوع در این زمینه بخش‌های مختلفی را شامل می‌شود. در مقالات هیاری و لی از افراد چندمهارته برای تخصیص در کارهای ساختمانی و تولیدی استفاده شده است[۹، ۱۰]. کوهل در زمینه‌ی برنامه‌ریزی و مدیریت خدمت‌دهندگان خطوط هوایی پژوهش‌های خود را به انجام رسانده است [۱۱]. علاوه بر این می‌توان به کارهای پرو آزائیز اشاره کرد که بحث برنامه‌ریزی و تخصیص کادر پرستاری را مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۲، ۱۳].

حال اگر مطالعات محدود به نیروی کار داوطلبی بشوند به‌منزله‌ی اولین مقاله نامی از گوردون و همکارش به میان می‌آید که در آن از یک برنامه‌ریزی عدد صحیح در برنامه‌ریزی داوطلبان برای یک جشن سالانه‌ی موسیقی بهره جسته اند. آن‌ها از تمایلات داوطلبان و محدودیت‌های پیش‌رو سخن به میان آورده‌اند ولی به صراحت از موضوع کمبود نیروی کار حرفی نزده‌اند [۱۴]. در مقاله‌ای که سمسون ارائه داده است، ابتدا تفاوت‌های موجود میان تخصیص نیروی کار داوطلب و نیروی کار سنتی بیان شده است. سپس این تفاوت را درون یک برنامه‌ریزی آرمانی گنجانده‌اند. در این مقاله مدلی برای بهینه‌سازی تخصیص داوران برای یک کنفرانس علمی ارائه شده است که در آن کمبود نیروی کار و تمایلات آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. در این برنامه‌ریزی آرمانی همواره هدف مینیمم کردن یک سری از هزینه‌های مربوط به کمبود نیروی انسانی، تخصیصات نامطلوب و استفاده‌ی بیش از حد (یا کمتر از حد قابل قبول) از داوطلبان است [۱۵]. فالاسکا و همکارش، کار سمسون را ادامه دادند و در این راه از برنامه‌ریزی چند هدفه بهره جسته‌اند. اول از همه تصورات بدون هزینه بودن داوطلبان را بی‌معنی انگاشته و مقداری را به‌منزله‌ی هزینه‌ی معاش روزانه در نظر گرفته‌اند. همچنین در این مقاله مسئله‌ی مکان‌یابی و تخصیص داوطلبان به مکان‌های مختلف نیز ادغام شده است [۵]. از دیگر مقالات مربوطه می‌توان به کار کاسپاری اشاره کرد که در آن یک برنامه‌ریزی آرمانی دو مرحله‌ای برای تخصیص داوطلبان با هدف ماکزیمم کردن تمایلات آن‌ها، ارائه شده است [۱۶].

ارائه‌ی به‌موقع کمک‌های پزشکی و روان‌بخشی از الزاماتی است که باید نسبت به جمعیت آسیب‌دیده مورد توجه قرار گیرد. مقاله‌ای که توسط روبیانو و همکارانش به چاپ رسیده است در مرحله‌ی پس از فاجعه و برای کاهش تأثیرات منفی حاصل از وقوع سیل، مسئله را از دو نظر مورد بررسی قرار داده است: از نظر استراتژیک و تعیین محل بهینه‌ی پناهگاه‌ها، همچنین از نظر عملیاتی با توزیع بهینه‌ی پرسنل واجد شرایط [۱۷]. در نهایت لسیتر و همکارانش یک مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف مینیمم کردن تقاضای برآورده نشده ارائه داده‌اند؛ زیر نظر محدودیتی که تلاش می‌کند درصد کل داوطلبانی که به کاری مربوط به مهارتشان، تخصیص داده می‌شوند از نسبت آستانه‌ی تعیین‌شده بزرگ‌تر شود. در این راه نمودار پارتو نشان می‌دهد که بهترین نسبت آستانه برای رسیدن به حداقل تقاضای برآورده نشده، کدام است. تقاضای تصادفی دوره‌ای و امکان آموزش در حین کمک‌رسانی ازجمله فرضیه‌های مهم در این مقاله هستند [۱۸]. پژوهش پیش‌رو، همان کار لسیتر و همکارانش را ادامه داده است، از این رو این مقاله، مرجع در نظر گرفته شده است، با این تفاوت که افزودن داده‌ها و فرضیات جدید به پژوهش آن را به دنیای واقعی نزدیک‌تر می‌کند. برای درک بهتر تفاوت‌ها، مدل ارائه‌شده در مقاله‌ی مرجع در ادامه آورده شده است:

Objective Function: (۱)

$$Min\ \theta_1 = \sum_s P_s \sum_j \sum_t \hat{d}_{jst}\, r_j + w \sum_s P_s \sum_j \sum_t \left| z_{jst} \right|$$

Subject to: (۲)

$$\hat{d}_{jst} = d1_{jst} + \hat{d}_{js(t-1)} -$$

$$\sum_i v_{ijt} e_{ij} - \sum_i \sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} q_{ijt\tau} e_{ij} + z_{jst} \qquad \forall j,s,t$$

(۳)

$$\sum_j (v_{ijt} + (\sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} q_{ijt\tau})) \le V_{it} \qquad \forall i,t$$

(۴)

$$V_{it} = V_{i(t-1)} + A_{it} - D_{it} + \sum_m q_{mi(t-\alpha_i)} - \sum_j q_{ij(t-\alpha_j)} \qquad \forall i,t$$

(۵)

$$\frac{\sum_i \sum_t v_{iit}}{\sum_i \sum_j \sum_t (v_{ijt} + q_{ijt})} \ge P$$

(۶)

$$d1_{jst} + \hat{d}_{js(t-1)} -$$

$$\sum_i v_{ijt} e_{ij} - \sum_i \sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} q_{ijt\tau} e_{ij} \le M(1 - Y_{jst}) \qquad \forall j,s,t$$

$$z_{jst} \ge -M Y_{jst} \qquad \forall j,s,t \qquad (۷)$$

$$\sum_i v_{ijt} e_{ij} + \sum_i \sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} q_{ijt\tau} e_{ij} - d1_{jst} \qquad (۸)$$

$$-\hat{d}_{js(t-1)} \le M Y_{jst} \qquad \forall j,s,t$$

$$\hat{d}_{js(t-1)} \le M(1 - Y_{jst}) \qquad \forall j,s,t \qquad (۹)$$

$$Y_{jst} \quad \text{binary} \qquad \forall j,s,t \qquad (۱۰)$$

$$v_{ijt}, q_{ijt}, V_{it}, \hat{d}_{jst} \ge 0 \qquad \forall i,j,s,t \qquad (۱۱)$$

(۱۲)

$$v_{ijt}, q_{ijt}, V_{it} \quad \text{integer} \quad \forall i, j, t$$

$$q_{ijt} = 0 \quad \forall (j \le i), \forall t \quad (۱۳)$$

در ادامه نوآوری مدل در مقایسه با تحقیقات قبلی از حیث‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد:

از حیث ساختار کلی مسئله، همواره باید خاطرنشان ساخت که مسئله‌ی گروه‌بندی، ناظر بر انتخاب زیرمجموعه‌ای از افراد حاضر و دارای مهارت است، به‌طوری که بتوانند مجموعه‌ای از مهارت‌ها را ارضا کنند ولی همواره نمی‌توان تمام افراد حاضر را در یک سطح قرار داد، از این رو فرضیاتی مبنی بر متفاوت بودن درجه‌ی مهارت و توانایی هر فرد مطرح شده و در نهایت بسته به شرایط موجود، گروهی از افراد برای ارضای حداقل سطح توانایی مورد توجه تصمیم‌گیرندگان، تشکیل می‌شود. بررسی‌های مربوط به گروه‌بندی داوطلبان و در نظر گرفتن درجه‌ی توانایی برای هر یک از افراد، در واقع کمبودی است که با دخالت دادن آن، مسئله‌ی تخصیص به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود. در این مقاله سطح مهارت ناهمگن به این معنی است که توانایی افراد در انجام یک وظیفه‌ی مشترک متفاوت است که این موضوع می‌تواند تحت تأثیر عوامل متفاوتی باشد و هر منطقه بسته به شدت بحرانی که رخ داده به یک سطح مشخص از این مهارت‌ها نیازمند است. در واقع تصمیم‌گیرندگان تعیین می‌کنند که هر منطقه به چه مهارت‌هایی نیاز دارد و به صورت میانگین، حداقل سطح مهارتی که افراد در هر گروه باید دارا باشند، چه میزان است.

در صورتی که مسئله از حیث محدودیت‌های پیش‌رو در واقعیت، تحلیل شود توجه به این نکته ضروری است که با بروز شرایط اضطراری که می‌تواند نتیجه‌ی بروز هر اتفاق غیرعادی و پیش‌بینی نشده‌ی طبیعی و غیرطبیعی باشد، به‌دلیل شرایط خاصی که بر جامعه تحمیل می‌شود، دیگر شاهد توازن بین نیازها و منابع نخواهیم بود؛ ولی در مقالات مربوط به تخصیص داوطلبان، از جمله مقاله‌ی مرجع، تنها منبع محدود را نیروی انسانی داوطلب در نظر گرفته‌اند، از این رو تجهیزات مورد نیاز به عنوان منبع بالقوه‌ی دیگری که تخصیصات داوطلبان و فعالیت آن‌ها را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد، در نظر گرفته می‌شود؛ به این صورت که برای کاربردی کردن مدل‌سازی برای موضوعیت امدادرسانی، محدودیت تجهیزات به این مدل افزوده شده است. در واقع هر کدام از داوطلبان تنها زمانی می‌توانند فعالیت خود را آغاز کنند که مواد و تجهیزات مورد نیاز خود را در دسترس داشته باشند. حل مدل و تحلیل حساسیت صورت گرفته ضرورت وجود این محدودیت را به وضوح نشان می‌دهد.

در شرایط واقعی وضعیت‌هایی رخ می‌دهد که مدلی ریاضی شامل تنها یک هدف، بیانگر واقعیت و خواسته‌های مورد نظر تصمیم‌گیرنده نبوده و این امر کارایی و مطلوبیت نتایج حاصل از مدل را کاهش می‌دهد. از حیث مدل و روش حل آن، در پژوهش حاضر یک مدل دوهدفه با درجه اهمیت‌های متفاوت (زیر نظر تصمیم‌گیرنده)، در قالب یک تک مدل ارائه شده است و بر اساس روش ال‌پی‌متریک که قادر است مثال‌هایی در اندازه‌های مختلف را در یک زمان محاسباتی منطقی حل کند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. صحت مدل ریاضی و کارایی روش حل از طریق ارائه‌ی مثالی عددی و انجام تحلیل حساسیت، ارزیابی می‌شود؛ نتایج حاکی از آن است که روش استفاده شده، از نظر کیفیت جواب‌ها و زمان محاسباتی در اکثر مثال‌های حل‌شده، کارا و اثربخش است.

روش تحقیق و ابزارها

در مدیریت بحران، خطرات بالقوه و منابع موجود مورد ارزیابی قرار گرفته و کوشش می‌شود که با برنامه‌ریزی‌های کارشناسانه بین منابع و توانایی‌های موجود و همچنین خطرات احتمالی، موازنه برقرار شود تا با استفاده از منابع در دسترس بتوان بحران را کنترل نمود. با داشتن یک برنامه‌ی عملیاتی دقیق و گروه‌های ماهر، می‌توان وضعیت نابهنجار پس از وقوع بحران را به کلی تغییر داد [۳].

ازجمله چالش‌های پیش‌رو در شرایط بحرانی، مدیریت نیروی داوطلب است؛ به درستی می‌دانیم که حضور و استقرار بسیاری از داوطلبان در شرایط اضطراری لزوماً مزیت نیست. بدون برنامه‌ریزی استراتژیک خوب برای پاسخ به سؤالاتی نظیر «به چه افرادی نیاز است»، «به چه منطقه‌ای این افراد ارسال خواهند شد»، «چه خواهند کرد و چگونه مورد نظارت قرار می‌گیرند»، داوطلبان می‌توانند تبدیل به مانع دیگری برای مدیریت مؤثر بحران شوند [۱۹]. مدل ارائه‌شده در این مقاله کمک شایانی به تخصیص داوطلبان در شرایط زمانی و مکانی مناسبی می‌کند و همواره سعی دارد که خواست افراد و رضایت شغلی آن‌ها را در انجام فعالیت‌هایشان در نظر بگیرد.

فرضیات مدل

تعداد گروه‌ها: همواره برای بیان ابعاد بلایا از سه شاخص کلی استفاده می‌شود: ۱. تعداد کشته‌شدگان؛ ۲. تعداد جمعیت تحت‌تأثیر (نیازمند کمک فوری)؛ ۳. میزان خسارات اقتصادی. در مقاله‌ی پیش‌رو فرض بر این است که منطقه‌ی تحت‌تأثیر بحران با توجه به ابعاد ذکر شده در بالا، برای رسیدگی و اعزام نیروی داوطلب، به مناطق کوچک‌تری تقسیم‌بندی می‌شود. در این راه گروهی از متخصصان به منطقه اعزام می‌شوند و پس از انجام مطالعات لازم، با توجه به شاخص‌های مدنظرشان، تعیین می‌کنند که منطقه‌ی مورد بررسی به چند گروه تقسیم شود، در هر گروه به چه تعداد نیروی داوطلب از هر مهارت نیاز است و در نهایت حداقل درجه‌ی تخصصی که به صورت نسبی هر گروه باید دارا باشد، تعیین می‌شود.

ترتیب سلسله‌مراتبی مهارت‌ها: از آنجایی که در مدل ارائه‌شده تعداد داوطلبان در هر مهارت و با هر درجه از توانایی در ابتدای هر دوره مورد بررسی قرار می‌گیرد، منطقی‌تر است که مهارت‌ها به صورت سلسله‌مراتبی باشند با این توصیف که اگر فردی مهارتی را آموزش ببیند به پله‌ای بالاتر انتقال داده می‌شود. در واقع کسانی

که در سطوح بالا قرار دارند نیازی به آموزش مهارت‌ها در مراتب پایین‌تر ندارند.

ضریب درجه‌ی توانایی افراد: با توجه به سطح آموزشی که داوطلبان در گذشته دیده‌اند و یا سابقه‌ی کاری که از قبل در این زمینه داشته‌اند، می‌توان مهارت‌های آن‌ها را درجه‌بندی کرد. در بررسی‌های انجام‌شده به دلیل اینکه از پیچیدگی بیش از حد مسئله جلوگیری کنیم، یک سطح از مهارت را به‌منزله‌ی درجه‌ی توانایی متوسط در نظر می‌گیریم و کسانی که در عملکرد ضعیف‌تر یا ماهرتر هستند نیز در دو سطح مجزا تقسیم‌بندی می‌شوند. همواره باید به این نکته توجه کرد که در صورت نیاز به آموزش، افراد آموزش‌دیده در کمترین سطح از درجه‌ی توانایی قرار خواهند گرفت.

مجموعه‌ها، پارامترهای ورودی و متغیرها

I: مهارت‌ها؛

T: دوره‌های زمانی؛

S: سناریوهای مربوط به تقاضا؛

G: گروه‌ها؛

K: درجه‌ی توانایی افراد در هر مهارت؛

$d1_{jsgt}$: میزان تقاضا از مهارت j تحت سناریو s برای فعالیت در گروه g در زمان t؛

X_{ik0}: تعداد کل داوطلبان دارای مهارت i با درجه‌ی توانایی k در شروع کار (زمان صفر)؛

α_j: زمان آموزش مورد نیاز برای آموختن مهارت j؛

r_j: اهمیت نسبی مهارت j (ثابت افزاینده در صورت برآورده نشدن نیاز مهارت jام)؛

P_s: احتمال رخ دادن سناریوهای مختلف؛

L_k: ضریب تأثیر مربوط به درجه‌ی توانایی داوطلبان؛

a_{ij}: میزان مؤثر بودن افراد زمانی‌که داوطلب با مهارت i به کاری مربوط به مهارت j تخصیص داده می‌شود؛

β_{gt}: حداقل درجه‌ی توانایی مجموع افراد تخصیص داده شده به گروه g در زمان t؛

O_{it}: تعداد تجهیزات موجود مربوط به مهارت i در زمان t؛

e_{ij}: داوطلبی که مهارت i را دارد، به چه میزانی ترجیح می‌دهد کاری مربوط به مهارت j انجام دهد؛

d_{jsgt}: میزان تقاضای برآورده نشده از مهارت j تحت سناریوی s برای فعالیت در گروه g در زمان t؛

x_{ikjgt}: تعداد داوطلبان دارای مهارت i با درجه‌ی توانایی k که به کاری مربوط به مهارت j در گروه g و در زمان t تخصیص داده شده‌اند؛

X_{ikt}: تعداد کل داوطلبان دارای مهارت i و درجه‌ی توانایی k در ابتدای دوره‌ی t؛

b_{ikjgt}: تعداد داوطلبان دارای مهارت i با درجه‌ی توانایی k که در ابتدای دوره‌ی t برای تخصیص به کاری مربوط به مهارت j در گروه g، آموزششان شروع می‌شود.

توابع هدف و محدودیت‌ها

رابطه‌ی ۱:
$$Min\ \ \theta_1 = \sum_s P_s \sum_j \sum_g \sum_t d_{jsgt} r_j$$

رابطه‌ی ۲:
$$Max\ \ \theta_2 = \sum_i \sum_k \sum_j \sum_g \sum_t \Big[\left(x_{ikjgt} + b_{ikjgt} \right) \times e_{ij} \Big]$$

رابطه‌ی ۳:
Subject to:

$$d_{jsgt} = d1_{jsgt} + d_{jsg(t-1)} - \sum_i \sum_k x_{ikjgt}\, a_{ij}$$
$$\sum_i \sum_k \sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} b_{ikjg\tau} a_{ij} \qquad \forall j, s, g, t$$

رابطه‌ی ۴:
$$\sum_j \sum_g \left(x_{ikjgt} + \left(\sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} b_{ikjg\tau} \right) \right) \le X_{ikt} \quad \forall i, k, t$$

رابطه‌ی ۵:
$$X_{i(k=1)t} = X_{i(k=1)(t-1)} + \sum \sum \sum b_{mkig(t-\alpha_i)} - \sum_j \sum_g b_{i(k=1)jg(t-\alpha_j)} \qquad \forall i, t$$

رابطه‌ی ۶:
$$X_{ikt} = X_{ik(t-1)} - \sum_j \sum_g b_{ikjg(t-\alpha_j)} \qquad \forall i, k, t, (k \neq 1)$$

رابطه‌ی ۷:
$$\sum_k \sum_j \sum_g \left(x_{ikjgt} + \left(\sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} b_{ikjg\tau} \right) \right) \le O_{it} \qquad \forall i, t$$

رابطه‌ی ۸:
$$\frac{\left[\sum_i \sum_k \sum_j (x_{ikjgt} \times L_k) \right] + \left[\sum_i \sum_k \sum_j \left(\left(\sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} b_{ikjg\tau} \right) \times L_1 \right) \right]}{\left[\sum_i \sum_k \sum_j \left(x_{ikjgt} + \left(\sum_{\tau=t-\alpha_j+1}^{\tau=t} b_{ikjg\tau} \right) \right) \right] \times L_3} \ge \beta_{gt} \qquad \forall g, t$$

رابطه‌ی ۹:
$$x_{ikjgt}, b_{ikjgt}, X_{ikt}, d_{jsgt} \ge 0 \qquad \forall i, k, j, s, g, t$$

رابطه‌ی ۱۰:
$$x_{ikjgt}, b_{ikjgt}, X_{ikt} \quad \text{integer} \qquad \forall i, k, j, g, t$$

رابطه‌ی ۱۱:
$$b_{ikjgt} = 0 \qquad \forall (j \le i), \forall t$$

توضیحات مدل

در بسیاری از وضعیت‌ها و مسائل واقعی تصمیم‌گیرندگان برای تصمیم‌گیری بیش از یک هدف را مدنظر قرار می‌دهند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود مدل ارائه شده دارای دو تابع هدف است. هدف اول (رابطه‌ی ۱) عبارت است از مینیمم کردن مقدار مورد انتظار از تقاضای برآورده نشده در طول افق برنامه‌ریزی محدود و هدف دوم (رابطه‌ی ۲) مربوط به افزایش رضایت شغلی داوطلبان است. همواره می‌دانیم که بهترین حالت زمانی رخ می‌دهد که فرد به کاری در ارتباط با مهارت خود تخصیص داده شود. عبارت مربوط به تابع هدف دوم میزان کل ترجیحات و در واقع رضایت افراد را محاسبه می‌کند.

محدودیت ۳ (رابطه‌ی ۳) تقاضای برآورده‌نشده برای هر مهارت و سناریو و گروه را در هر دوره‌ی زمانی محاسبه می‌کند که عبارت است از مجموع تقاضای مورد نیاز که به‌منزله‌ی پارامتر ورودی وارد مسئله می‌شوند و تقاضاهای برآورده‌نشده که از دوره‌ی قبل وارد این دوره می‌شوند، منهای تقاضاهایی که توسط تخصیص داوطلبان و آموزش افراد به انجام رسیده است. محدودیت ۴ (رابطه‌ی ۴) خاطرنشان می‌سازد تعداد کل داوطلبانی که مهارت i را دارند و برای انجام فعالیتی در هر گروه تخصیص داده می‌شوند و یا آموزش می‌بینند، باید کمتر مساوی تعداد کل داوطلبان در ابتدای دوره باشند. محدودیت‌های ۵ و۶ (رابطه‌ی ۵) و (رابطه‌ی ۶) تعداد کل داوطلبان در ابتدای هر دوره را محاسبه می‌کنند. در این محدودیت‌ها همواره باید به این نکته توجه کرد که افرادی که آموزش می‌بینند به دلیل اینکه تازه شروع به فعالیت کرده‌اند از پایین‌ترین درجه‌ی توانایی برخوردارند. محدودیت ۷ (رابطه‌ی ۷) مربوط به تجهیزات است به این صورت که تا زمانی که تجهیزی فراهم نباشد، تخصیص و آموزشی صورت نمی‌پذیرد. محدودیت ۸ (رابطه‌ی ۸) تأکید بر آن دارد که تخصیص افراد به گونه‌ای صورت پذیرد که ضریب بهره‌وری گروه از مقدار آستانه که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین شده است، بیشتر شود. صورت کسر عبارت است از مجموع درجه‌ی توانایی افرادی که برای فعالیت در هر گروه تخصیص داده شده‌اند و یا در حال آموزش و فعالیت به‌طور هم‌زمان هستند و مخرج کسر بهترین حالت ممکن را نشان می‌دهد که تمام افراد از بالاترین درجه‌ی توانایی برخوردار باشند.

محدودیت‌های ۹ و ۱۰ (رابطه‌ی ۹و ۱۰) وضعیت متغیرها را از نظر مثبت و صحیح بودن نشان می‌دهند. محدودیت ۱۱ (رابطه‌ی ۱۱) تأکید بر سلسله‌مراتبی بودن مهارت‌ها دارد؛ به این صورت که نشان می‌دهد چه افرادی نیاز به آموزش ندارند.

تئوری و محاسبات

در این بخش، برای ارزیابی صحت مدل و اعتبار آن، مثالی عددی به همراه تحلیل حساسیت بر روی پارامترهای مؤثر مسئله، ارائه می‌گردد.

جمع‌آوری اطلاعات و آگاهی در مورد اوضاع بحرانی یکی از مقدم‌ترین اقدامات است. با توجه به اینکه در زمان محدود امکان دستیابی به اطلاعات صحیح و قابل اعتماد مقدور نیست، گردآوری نشانه‌های کلی بحران و آثار مرتبط بر آن، می‌تواند کمک مؤثری در شناخت نوع و کیفیت وضعیت بحرانی، به دست داده و مسئولان را در اتخاذ تصمیمات نسبتاً معقول و حساب‌شده یاری دهد. در وضعیت بحرانی معمولاً آگاهی‌ها و اطلاعات تصمیم‌گیرندگان ناقص و غیرکافی است. بحران‌های طبیعی جزو آن دسته از حوادثی نیستند که طبق روند خاصی اتفاق بیفتند تا بتوانیم توزیع مشخصی به پارامترهای آن اختصاص دهیم؛ در واقع در چنین شرایطی با پارامترهای مبهمی سروکار داریم. از این رو به دلیل عدم اطمینان از برآورد وضعیتی که در آینده پیش خواهد آمد، با اطمینان نمی‌توان در مورد ورودی‌های مسئله‌ی پیش‌رو سخن به میان آورد، در نتیجه تنها به آوردن مثالی عددی با داده‌های تصادفی اکتفا می‌شود.

با استناد به پیشینه‌ی تحقیق بررسی شده و مقاله‌ی مرجعی که انتخاب گردیده است، کمبود اطلاعات اولیه به‌منزله‌ی شکاف تحقیقاتی پیش روی ما قرار دارد؛ از این رو از داده‌های تصادفی و سناریوهای مختلف در روند مطالعات استفاده می‌شود. با وجود اینکه داده‌ها بر اساس اطلاعات پیشین نیستند، ولی تمام سعی بر آن بوده است که تمام جوانب سنجیده شوند و تغییرات داده‌های ورودی بر اساس روندی مشخص و طبق منطقی خاص صورت پذیرد تا بتوانیم بهترین نتایج و مقایسات را در راستای آن داشته باشیم. اطلاعات اولیه در مورد پارامترهای ورودی در جدول‌های ۱ و ۲ مشاهده می‌شوند.

با گذشت زمان همواره با برنامه‌ریزی‌های دقیق و درخواست کمک، تجهیزات بیشتری در اختیار داوطلبان قرار می‌گیرد. پس با توجه به این فرضیه، همان‌طور که در افق زمانی به جلو پیش می‌رویم، به تعداد تجهیزات در دسترس افزوده می‌شود (جدول ۲). همچنین حداقل درجه‌ی توانایی مورد انتظار برای هر گروه و در هر دوره‌ی زمانی، اعدادی بین صفر و یک را در بر می‌گیرد. هر چه بحران رخ‌داده جدی‌تر باشد و نیازمند افرادی ماهر در زمینه‌های مختلف باشیم، این عدد به یک نزدیک‌تر می‌شود (جدول ۲).

برای بررسی‌های کامل ۱۰ نمونه‌ی منحصربه‌فرد برای تقاضا در نظر گرفته شده است که به صورت مجزا برای هر حالت، مدل اجرا می‌شود و نتایج به ثبت می‌رسد. نمونه‌های ارائه شده از جایگشت‌های مختلفی از توزیع تقاضا تشکیل شده‌اند، به این صورت که اوج نیاز به افراد از هر مهارت بین آغاز، میانه و پایان افق زمانی گسترده شده است و از نظر مقدار نیز با هم متفاوتند. نمونه‌های ذکر شده کمک می‌کنند تا در شرایط مختلف بتوانیم در رابطه با تخصیص نیروی داوطلب تصمیم درستی اتخاذ کنیم. اطلاعات مربوط به نمونه‌ی اول در جدول ۳ آورده شده است.

جداول تقاضا برای سایر نمونه‌ها در پیوست ۱ قابل دسترسی است.

روش حل

مدل‌سازی یا تبدیل مسائل به صورت مفاهیم و عبارات یک هنر است و حل آن نیز ذوق خاصی می‌طلبد. گاهی حل مدل نیاز به بررسی و تعمق زیادی دارد و به راحتی نمی‌توان جواب قابل قبولی

جدول ۱: پارامترهای ورودی

توضیحات	مقدار	پارامترهای ورودی
دو مهارت در نظر گرفته شده است	۲	I
دو سناریو برای تقاضا در نظر گرفته شده است	۲	S
سه درجه برای توانایی افراد در نظر گرفته شده است	۳	K
مطالعات برای سه گروه بررسی شده است	۳	G
افق زمانی مورد مطالعه به ده دوره‌ی زمانی تقسیم شده است	۱۰	T
آموزش مهارت دوم سه دوره‌ی زمانی به طول می‌انجامد	(۰و۳)	(α_1,α_2)
تقاضاهای مربوط به مهارت دوم پنجاه درصد مهم‌تر از مهارت اول هستند	(۱/۵ و ۱)	(r_1,r_2)
میزان مؤثر بودن افراد در انجام فعالیت‌هایشان	۰/۹	a_{12}
	(۱ و ۱ و ۱)	(a_{11},a_{22},a_{21})
احتمال رخ دادن هر دو سناریو یکسان است	(۰/۵ و ۰/۵)	(P_1,P_2)
ضریب تأثیر برای هر یک از درجه توانایی‌ها	(۱/۵ و ۱ و ۰/۵)	(L_1,L_2,L_3)
داوطلبان ترجیح می‌دهند کاری مربوط به مهارت خود را انجام بدهند	(۰/۱ و ۰/۱ و ۰/۹ و ۰/۹)	$(e_{11},e_{22},e_{12},e_{21})$
تعداد افراد آماده به کار در لحظه‌ی شروع (زمان صفر) از هر مهارت و درجه‌ی توانایی	(۴۰ و ۴۰ و ۲۰)	$(X_{110},X_{120},X_{130})$
	(۳۰ و ۴۰ و ۳۰)	$(X_{210},X_{220},X_{230})$

جدول ۲: تعداد تجهیزات و حداقل درجه‌ی توانایی

		دوره‌های زمانی									
O_{it}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره یک	مهارت اول	۷۳	۷۹	۸۱	۹۳	۹۵	۱۰۷	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۹	۱۵۱
	مهارت دوم	۷۰	۷۷	۸۵	۹۸	۹۹	۱۰۰	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۰	۱۶۰
β_{gt}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره یک	گروه یک	۰/۷۶	۰/۵۳	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۲۵	۰/۹۴	۰/۵	۰/۲۳
	گروه دو	۰/۶۸	۰/۷۹	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۴۱	۰/۱	۰/۱۴	۰/۱
	گروه سه	۰/۴۱	۰/۸۱	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۹۴	۰/۷۲	۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۲۱

جدول ۳: تقاضا، نمونه‌ی اول

				دوره‌های زمانی									
d^1_{jsgt}				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی یک	مهارت اول	سناریوی اول	گ۱	۲۰	۴۰	۱۰	۳۰	۵۰	۵۰	۲۰	۳۰	۱۰	۱۰
			گ۲	۲۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰	۳۰	۴۰	۲۰	۱۰
			گ۳	۱۰	۱۰	۵۰	۴۰	۳۰	۳۰	۴۰	۱۰	۳۰	۱۰
		سناریوی دوم	گ۱	۷۰	۵۰	۴۰	۱۰	۳۰	۴۰	۱۰	۳۰	۲۰	۲
			گ۲	۳۰	۵۰	۵۰	۴۰	۳۰	۲۰	۲۰	۱۰	۵	۳
			گ۳	۳۰	۳۰	۳۰	۶۰	۴۰	۲۰	۴۰	۱۰	۵	۵
	مهارت دوم	سناریوی اول	گ۱	۲۰	۳۰	۱۰	۳۰	۲۰	۶۰	۴۰	۲۰	۱۰	۳۰
			گ۲	۱۰	۴۰	۴۰	۲۰	۱۰	۲۰	۴۰	۵۰	۴۰	۲۰
			گ۳	۲۰	۱۰	۴۰	۴۰	۶۰	۱۰	۱۰	۴۰	۲۰	۲۰
		سناریوی دوم	گ۱	۱۰	۱۰	۳۰	۲۰	۱۰	۳۰	۵۰	۷۰	۳۰	۲۰
			گ۲	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۵۰	۷۰	۵۰	۷۰	۷۰	۳۰
			گ۳	۱۵	۲۰	۱۰	۳۰	۳۰	۲۰	۳۰	۱۰	۴۰	۵۰

برای مدل پیدا کرد. روش‌های آماری، حل بهینه، شبیه‌سازی و روش‌های ابتکاری از جمله روش‌های حل مدل‌ها هستند. جواب بهینه در مدل‌های چندهدفه لزوماً مترادف با بهینه شدن تمامی توابع اهداف نیست. در تصمیم‌گیری چندهدفه، روش‌های مختلفی برای حل این گونه مسائل وجود دارد که جواب هر روش با

جدول ۴: نتایج حاصل از حل مدل به‌ازای نمونه‌های مختلف

شماره‌ی نمونه	حل مدل در جهت بهینگی تابع هدف اول		حل مدل در جهت بهینگی تابع هدف دوم		حل مدل با روش ال‌پی‌متریک		
	مقدار بهینه تابع هدف اول	مقدار تابع هدف دوم	مقدار بهینه تابع هدف دوم	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف LP-۱	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف دوم
۱	۱۵۰۵/۶	۱۱۳۵	۱۴۰۶/۸	۲۳۲۰/۶	۰/۰۱	۱۵۱۴/۲۵	۱۳۸۷/۶
۲	۱۵۹۰/۵	۹۰۲/۲	۱۲۴۹/۲	۲۴۲۹/۹۵	۰/۰۰۸	۱۶۰۰/۳۵	۱۲۳۷/۴
۳	۲۰۱۱/۹	۹۱۷/۴	۱۳۵۶/۳	۴۳۳۰/۵	۰/۰۷۴	۲۰۴۶	۱۱۷۹/۹
۴	۴۶۴۹/۶۵	۱۳۰۳/۳	۱۵۹۹/۷	۵۴۴۷/۲۵	۰/۰۴۱	۴۹۱۱/۴۵	۱۵۵۸/۷
۵	۱۶۹۱/۰۵	۱۰۸۶/۳	۱۳۵۳	۲۹۶۸/۴	۰/۰۵۱	۱۷۰۷/۶۵	۱۲۲۹/۲
۶	۱۹۱۳/۳	۱۰۲۰/۵	۱۳۱۸/۱	۴۲۲۱/۵	۰/۰۷	۲۰۵۷/۵۵	۱۲۳۲/۷
۷	۱۹۴۰	۱۰۵۴/۵	۱۲۴۷/۶	۲۲۱۲	۰/۰۳۷	۲۰۳۱/۵	۱۲۱۴/۴
۸	۲۰۲۱/۸	۱۰۵۷	۱۲۳۳/۷	۲۲۵۹/۳	۰/۰۲۵	۲۰۶۷/۱۵	۱۱۹۸/۷
۹	۲۶۱۹/۱۵	۱۴۵۴/۳	۱۵۷۷/۸	۲۹۳۴/۲۵	۰/۰۱۴	۲۶۸۸/۳۵	۱۵۷۶/۷
۱۰	۴۶۶۲/۱۵	۱۲۹۲/۶	۱۳۵۶	۴۹۶۹/۷	۰/۰۱۲	۴۷۱۷/۳۵	۱۳۳۹/۷

روش دیگر لزوماً یکسان نیست، زیرا مفروضات هر روش و همچنین میزان مشارکت تصمیم‌گیرنده در فرایند حل متفاوت است.

در این تحقیق از روش ال‌پی‌متریک[۱] که یکی از روش‌های معروف در ادبیات مسائل چند هدفه است استفاده شده است. همواره ما به دنبال کمینه‌سازی انحرافات توابع اهداف از مقدار بهینه‌شان هستیم. در این روش ابتدا جواب‌های انفرادی برای بهینگی هر تابع هدف محاسبه شده است، سپس تابع هدف (رابطه‌ی ۱۲) کمینه می‌شود [۲]. برای شروع کار دو تابع هدف به یک اندازه دارای اهمیت هستند، از این رو وزن هر دو را در رابطه‌ی ال‌پی‌متریک یکسان در نظر می‌گیریم. در این مسئله مقدار p، یک در نظر گرفته شده است.

رابطه‌ی ۱۲:

$$Min \quad \theta_{LP}=\left[(\text{wei})\times\frac{obj_1-obj_1^*}{obj_1^*}\right]+\left[(1-\text{wei})\times\frac{obj_2^*-obj_2}{obj_2^*}\right]$$

مدل ارائه شده توسط نرم‌افزار GAMS کدنویسی شده و توسط حل‌کننده LINDO حل شده است. در این راه از لپ‌تاپ با مشخصات Inter(R) Core(TM) CPU M390 @ 2.67GHz به همراه RAM 4GB استفاده شده است.

نتایج حاصل از حل مدل

نتایج مربوط به بهینگی تک‌تک توابع اهداف به صورت مجزا در جدول ۴ آورده شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که هر یک از توابع با چه شرایطی می‌توانند به حالت بهینه‌ی خود دست یابند. همواره به دنبال جوابی هستیم که بتواند تا حدودی هر دو تابع هدف را به بهترین حالت ممکن نزدیک کند. از روش ال‌پی‌متریک و در نظر گرفتن ارزش یکسان برای هر دو تابع هدف استفاده شده و نتایج در جدول ۴ خلاصه شده است. در بعضی از نمونه‌ها مشاهده می‌شود که میزان تقاضای برآورده نشده به مقدار چشم‌گیری افزایش داشته است که این شرایط، نیاز به آموزش افراد و تخصیص آن‌ها به کاری غیرمرتبط با مهارتشان را افزایش می‌دهد. تخصیصات انجام‌شده و آموزش‌های صورت‌گرفته همه تحت تأثیر پارامترهای ورودی مسئله نیز هستند.

تحلیل حساسیت مربوط به پارامترهای ورودی

ممکن است تغییرات بسیاری از پارامترها بر روی جواب ارائه شده تأثیر بگذارد. در بخش پیش‌رو برخی از اثرات این پارامترها مورد بررسی و بحث قرار می‌گیرند.

در مدل‌های خطی بهترین راه برای نشان دادن اعتبار مدل، انجام تحلیل حساسیت و سنجش جواب‌های به‌دست آمده است.

تعداد داوطلبان ورودی

تغییرات تعداد داوطلبان ورودی از هر مهارت و با هر درجه از توانایی در جدول ۵ خلاصه شده است. با حل مدل به وضوح تأثیر تعداد داوطلبان ورودی مشخص می‌شود.

خلاصه‌ای از نتایج حاصل از تغییرات تعداد داوطلبان ورودی در تصویر ۱ نشان داده شده است.

در صورتی که تفاوت میان تعداد داوطلبان از هر مهارت زیاد باشد (حالت ۳ و ۴)، مجبور به آموزش و تخصیص داوطلبان به کارهایی مخالف با مهارتشان هستیم، از این رو مقدار تابع هدف دوم و کل ترجیحات کاهش پیدا می‌کند و به مراتب به دلیل کمبود نیروی کاری تقاضای برآورده نشده نسبت به سایر نمونه‌ها افزایش می‌یابد. بدترین حالت هم زمانی است که تعداد کل داوطلبان از هر دو مهارت کمترین مقدار خود را دارند. با توجه به نتایج ارائه شده، اهمیت حضور داوطلبان و در ادامه‌ی آن حفظ و نگه‌داری آن‌ها، به خوبی احساس می‌شود.

حداقل درجه‌ی توانایی هر گروه

همان‌طور که قبلاً ذکر شد حداقل درجه‌ی توانایی افراد در هر گروه اعدادی بین صفر و یک را در بر می‌گیرد که سه حالت می‌توان برای آن در نظر گرفت؛ حالت اول زمانی که حادثه‌ی عظیمی رخ داده باشد که نیازمند افراد با درجه‌ی توانایی و مهارت بسیار بالایی هستیم که در این حالت اعداد به یک نزدیک‌ترند. حالت دوم برعکس عمل می‌کند، به این صورت که اعداد به صفر نزدیک‌ترند و حالت آخر زمانی است که در طول افق برنامه‌ریزی به افراد با درجه مهارت‌های مختلف نیازمندیم که اعدادی بین صفر و یک را به خود اختصاص می‌دهند.

جدول ۵: نتایج حاصل از تغییرات تعداد داوطلبان ورودی

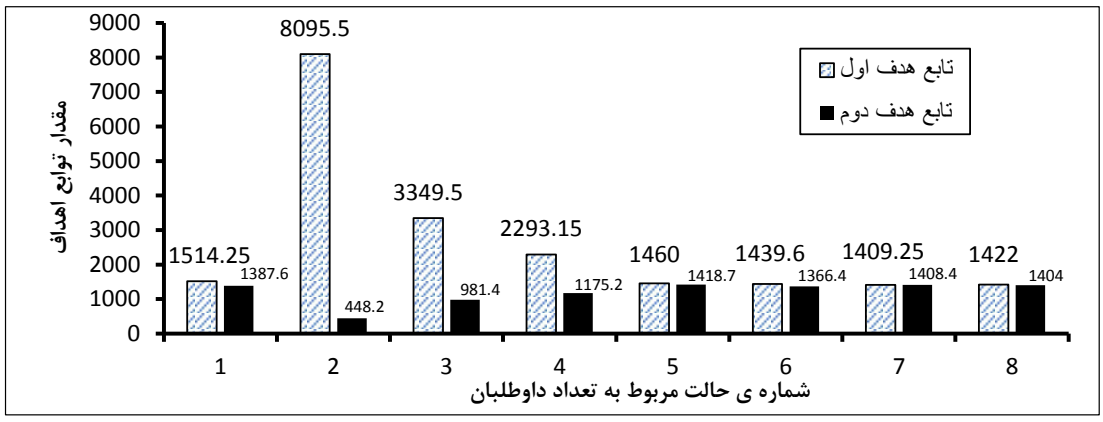
						حل با روش ال‌پی‌متریک		
	حالت	تعداد داوطلبان ورودی $x_{ik.}$	مقدار	مقدار بهینه تابع هدف اول	مقدار بهینه تابع هدف دوم	مقدار تابع هدف LP-۱	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف دوم
نمونه‌ی اول	۱	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۴۰و۴۰و۲۰)	۱۵۰۵/۶	۱۴۰۶/۸	۰/۰۱	۱۵۱۴/۲۵	۱۳۸۷/۶
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۳۰و۴۰و۳۰)					
	۲	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۱۵و۵و۵)	۷۶۶۰/۲۵	۴۵۰	۰/۰۳	۸۰۹۵/۵	۴۴۸/۲
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۱۵و۵و۵)					
	۳	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۱۵و۵و۵)	۳۳۴۱/۲	۹۸۱/۴	۰/۰۰۱	۳۳۴۹/۵	۹۸۱/۴
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)					
	۴	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)	۲۲۳۸/۰۵	۱۲۱۶	۰/۰۲۹	۲۲۹۳/۱۵	۱۱۷۵/۲
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۱۵و۵و۵)					
	۵	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۴۰و۴۰و۲۰)	۱۴۵۲/۴۵	۱۴۴۰	۰/۰۱	۱۴۶۰	۱۴۱۸/۷
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)					
	۶	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)	۱۴۱۵/۹	۱۴۰۹/۴	۰/۰۲۴	۱۴۳۹/۶	۱۳۶۶/۴
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۳۰و۴۰و۳۰)					
	۷	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۷۰و۵۰و۳۰)	۱۴۰۵/۴	۱۴۴۲/۷	۰/۰۱۳	۱۴۰۹/۲۵	۱۴۰۸/۴
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۷۰و۵۰و۳۰)					
	۸	$(X_{11.}, X_{12.}, X_{13.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)	۱۴۰۵/۲	۱۴۴۲/۷	۰/۰۱۹	۱۴۲۲	۱۴۰۴
		$(X_{21.}, X_{22.}, X_{23.})$	(۸۰و۶۰و۶۰)					

جدول۶: نمونه‌ی دوم از حداقل درجه‌ی توانایی مورد انتظار

		دوره‌های زمانی									
β_{gt}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره دو	گروه یک	۰/۷۳	۰/۵۶	۰/۷	۰/۷۸	۰/۹۸	۰/۸۲	۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۵	۰/۵۴
	گروه دو	۰/۹	۰/۹۲	۰/۷۸	۰/۵۱	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۵۱	۰/۶
	گروه سه	۰/۶۴	۰/۹۵	۰/۷۵	۰/۶۹	۰/۹	۰/۶۳	۰/۷۲	۰/۵۶	۰/۵۷	۰/۵

جدول ۷: نمونه‌ی سوم از حداقل درجه‌ی توانایی مورد انتظار

		دوره‌های زمانی									
β_{gt}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره سه	گروه یک	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۴۶	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۰۶
	گروه دو	۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۳۲	۰/۴۴	۰/۳	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۸
	گروه سه	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۲۹	۰/۴۷	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۷	۰/۱	۰/۱



تصویر۱: نمودار نتایج حاصل از تغییرات تعداد داوطلبان ورودی

جدول ۸: نتایج حاصل از تغییرات حداقل درجه‌ی توانایی

حل با روش ال‌پی‌متریک					
مقدار تابع هدف دوم	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف LP-۱	مقدار بهینه‌ی تابع هدف دوم	مقدار بهینه‌ی تابع هدف اول	شماره‌ی حالت	نمونه‌ی اول
۱۳۸۷/۶	۱۵۱۴/۲۵	۰/۰۱	۱۴۰۶/۸	۱۵۰۵/۶	۱	
۱۳۸۶/۸	۱۸۳۴/۶	۰/۰۱۹	۱۴۱۵/۹	۱۸۰۱/۸۵	۲	
۱۳۸۷/۷	۱۵۲۰/۸	۰/۰۱۱	۱۴۱۴	۱۵۱۶/۴۵	۳	

جدول ۹: نمونه‌ی دوم از تعداد تجهیزات در دسترس

		دوره‌های زمانی									
O_{it}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره‌ی دو	مهارت اول	۴۰	۴۹	۵۰	۵۷	۶۴	۷۰	۷۳	۸۰	۸۵	۹۱
	مهارت دوم	۴۲	۵۱	۵۳	۵۵	۶۰	۶۸	۷۵	۸۴	۸۹	۹۵

جدول ۱۰: نمونه‌ی سوم از تعداد تجهیزات در دسترس

		دوره‌های زمانی									
O_{it}		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حالت شماره‌ی سه	مهارت اول	۱۰۲	۱۰۸	۱۱۸	۱۲۹	۱۳۴	۱۳۷	۱۴۵	۱۴۸	۱۵۷	۱۷۳
	مهارت دوم	۱۰۵	۱۱۱	۱۱۵	۱۲۳	۱۳۱	۱۳۷	۱۴۰	۱۵۱	۱۶۰	۱۷۸

جداول ۶ و ۷ تغییرات مربوط به نسبت آستانه برای هر گروه و در هر دوره‌ی زمانی مد نظر متخصصان را نشان می‌دهند.

اجرای مدل نتایج جدول ۸ را به همراه داشته است.

نتایج حاصل از تغییرات حداقل درجه‌ی توانایی هر گروه به صورت تصویری در تصویر ۲ نشان داده شده است.

در صورتی که گروه‌ها بنا به تشخیص متخصصان، نیاز به افرادی با درجه‌ی توانایی بالا از هر مهارت داشته باشند، مسئله تحت‌تأثیر تعداد داوطلبان ورودی با بالاترین درجه‌ی توانایی قرار می‌گیرد؛ گاهی کمبود این افراد مسئله را محدود می‌کند و در نتیجه تقاضای برآورده نشده را افزایش می‌دهد. اما همان‌طور که مشاهده می‌کنیم، میزان کل ترجیحات مربوط به تابع هدف دوم تغییر قابل توجهی نداشته است.

تجهیزات

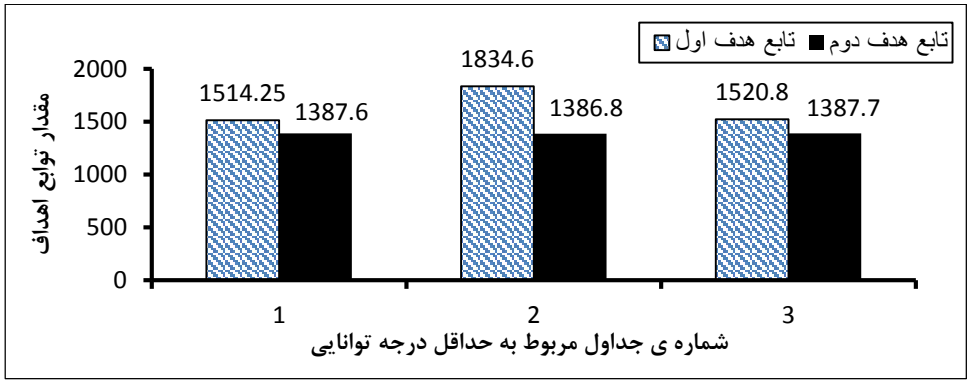
به دلیل اینکه مسئله‌ی تجهیزات رابطه‌ی مستقیمی با تعداد افراد حاضر دارد و فعالیت این داوطلبان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، سه حالت برای تعداد تجهیزات ورودی در نظر گرفته می‌شود؛ حالت اول: زمانی که تعداد تجهیزات در دسترس در هر دوره‌ی زمانی از تعداد کل داوطلبان بیشتر باشد. حالت دوم: زمانی که تعداد تجهیزات در دسترس در هر دوره‌ی زمانی از تعداد کل داوطلبان کمتر باشد. حالت سوم: زمانی که هر دو حالت قبل در دوره‌های زمانی مشاهده شود.

تغییرات مربوط به تعداد تجهیزات ورودی در جدول‌های ۹ و ۱۰ آورده شده است.

اجرای مدل نتایج جدول ۱۱ را به همراه داشته است.

نتایج حاصل از تغییرات تجهیزات ورودی در تصویر ۳ نشان داده شده است.

همان‌طور که می‌دانیم تا زمانی که تجهیزی وجود نداشته باشد، داوطلبان قادر به انجام فعالیتی نیستند. از این رو کمبود وسایل و تجهیزات مربوطه، تخصیص و آموزش داوطلبان را محدود کرده و در نتیجه تقاضای برآورده نشده را افزایش می‌دهد. پس عامل تجهیزات و فراهم کردن آن‌ها ازجمله مواردی است که باید مورد توجه مدیریت قرار گیرد.



تصویر ۲: نمودار نتایج حاصل از تغییرات حداقل درجه‌ی توانایی

جدول ۱۱: نتایج حاصل از تغییرات تعداد تجهیزات در دسترس

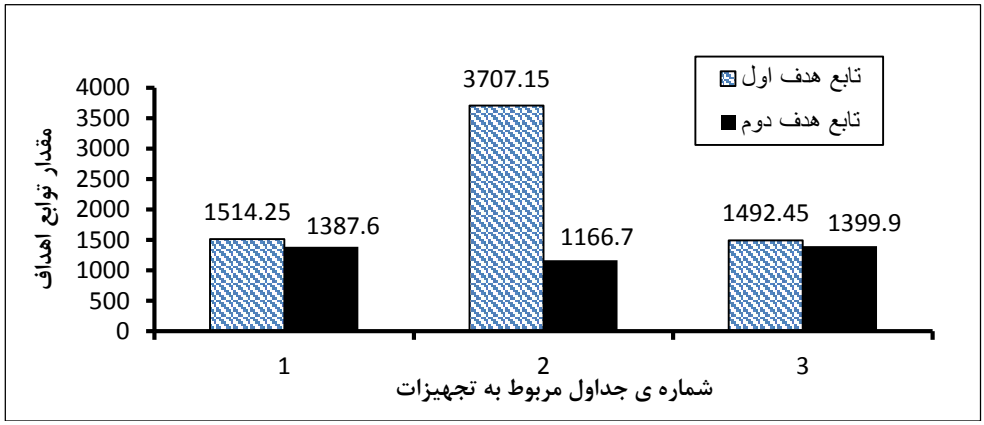
حل با روش ال‌پی‌متریک					
مقدار تابع هدف دوم	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف LP-۱	مقدار بهینه تابع هدف دوم	مقدار بهینه تابع هدف اول	شماره حالت
۱۳۸۷/۶	۱۵۱۴/۲۵	۰/۰۱	۱۴۰۶/۸	۱۵۰۵/۶	۱
۱۱۶۶/۷	۳۷۰۷/۱۵	۰/۰۴۴	۱۱۷۰/۱	۳۴۱۳/۴	۲
۱۳۹۹/۹	۱۴۹۲/۴۵	۰/۰۱	۱۴۱۰/۲	۱۴۷۳/۵	۳

نمونه‌ی اول

جدول ۱۲: نتایج حاصل از تغییرات وزن توابع هدف روش ال‌پی‌متریک

حل با روش ال‌پی‌متریک						
مقدار تابع هدف دوم	مقدار تابع هدف اول	مقدار تابع هدف LP-۱	وزن تابع هدف دوم	وزن تابع هدف اول	مقدار بهینه تابع هدف دوم	مقدار بهینه تابع هدف اول
۱۳۸۷/۶	۱۵۱۴/۲۵	۰/۰۱	۰/۵	۰/۵	۱۴۰۶/۸	۱۵۰۵/۶
۱۳۷۷/۵	۱۵۱۷/۵۵	۰/۰۰۹	۰/۱	۰/۹		
۱۴۱۳/۳	۱۶۹۹/۷	۰/۰۰۹	۰/۹	۰/۱		
۱۳۸۰	۱۵۲۱/۲۵	۰/۰۱۳	۰/۳	۰/۷		
۱۳۹۰/۸	۱۵۲۹/۷۵	۰/۰۱۳	۰/۷	۰/۳		

نمونه‌ی اول



تصویر ۳: نمودار نتایج حاصل از تغییرات تجهیزات ورودی

وزن هر یک از توابع در روش ال‌پی‌متریک

در روش ال‌پی‌متریک با توجه به خواست تصمیم‌گیرندگان و میزان اهمیتی که هر یک از اهداف برای آن‌ها دارند، می‌توانیم وزن توابع اهداف را در رابطه‌ی ال‌پی‌متریک تغییر دهیم و نتایج متفاوتی را به دست آوریم. در جدول ۱۲ این نتایج خلاصه شده‌اند.

نتایج حاصل از حل مدل توسط نرم‌افزار، در تمام مراحل به ثبت رسیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تغییرات جواب‌های حاصل، کاملاً مشخص و طبق روند خاصی صورت پذیرفته است. تضادی درون نتایج مشاهده نمی‌شود و با تغییرات اعمال‌شده مربوط به پارامترهای ورودی، جواب‌های حاصل به صورت منطقی تأثیر پذیرفته و تغییر کرده‌اند، که این موضوع خود دلیلی بر اعتبار مدل و کارایی روش حل است.

بحث و نتیجه‌گیری

منبع اصلی مورد بحث در این تحقیق افرادی هستند که به صورت داوطلبی، بدون دریافت مشوق پولی، برای کمک به هم‌نوعان خود، اعلام آمادگی کرده‌اند. همواره می‌دانیم که برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت نیروی انسانی اصلی‌ترین بخش برگزاری هر رویداد موفق محسوب می‌شود. انتخاب افراد مناسب و آموزش‌دیده موجب می‌شود تا دستیابی به اهداف مربوط به رویدادها بهتر و راحت‌تر صورت پذیرد. در این پژوهش به این نکته توجه شده است که افراد تا زمانی به فعالیت‌های داوطلبانه‌ی خود ادامه می‌دهند که این فعالیت‌ها نیازهای فردی آن‌ها را ارضا کنند؛ یا به بیانی دیگر بتوانیم روحیه‌ی داوطلبی را با ایجاد انگیزه و رضایت شغلی در آن‌ها زنده نگه داریم.

در این پژوهش برای مقابله با چالش مدیریت و تخصیص نیروی داوطلب پس از وقوع بحران، یک مدل بهینه‌سازی چند هدفه ارائه گشته و تقاضا به عنوان پارامتر ورودی، به صورت سناریومحور و مقادیر تصادفی بیان شده است. همچنین در مطالعات، بحث آموزش داوطلبان و رضایت شغلی آن‌ها گنجانده شده است. خواست و نیاز داوطلبان یکی از مهم‌ترین جنبه‌هایی است که باید به آن توجه کرد؛ از این رو افزایش رضایت شغلی داوطلبان به عنوان هدف دوم در کنار به حداقل رساندن تقاضای برآورده نشده، قرار گرفته است.

برای گسترش پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته، مباحث گروه‌بندی و تقسیم‌بندی داوطلبان با درجه مهارت‌های مختلف وارد مطالعات شده‌اند؛ به این صورت که منطقه‌ی تحت بررسی به مناطق کوچک‌تری تقسیم‌بندی می‌شود و به هر منطقه با توجه به شدت بحرانی که رخ داده، گروهی از داوطلبان تخصیص داده می‌شوند، در این راه همواره به دنبال آن هستیم که مجموع درجه‌ی توانایی افراد در آن گروه، از نسبت آستانه‌ی تعیین‌شده توسط تصمیم‌گیرنده بیشتر باشد. همچنین در مقالات بررسی شده تنها منبع محدود را نیروی انسانی داوطلب در نظر گرفته‌اند، از این رو تجهیزات مورد نیاز فعالیت آن‌ها به‌منزله‌ی منبع بالقوه‌ی دیگری در نظر گرفته می‌شود که تخصیصات داوطلبان را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد، به این صورت که برای کاربردی کردن مدل‌سازی برای موضوعیت امدادرسانی، محدودیت تجهیزات به این مدل افزوده شده است. مدل ارائه شده در آخر توسط روش ال‌پی‌متریک حل و نتایج آن به ثبت رسیده است. تحلیل حساسیت بر روی ده نمونه از تقاضاهای ورودی و پارامترهای تأثیرگذار مسئله، صورت پذیرفته است و نتایج به دست آمده گواهی بر توانایی تصمیم‌گیری با اعتماد بر نتایج حاصل از حل مدل است. این نتایج نشان می‌دهند که در صورت امکان داوطلبان به کاری که مرتبط با مهارتشان است تخصیص داده می‌شوند، تا آنجایی که مجموع تقاضاهای برآورده نشده بیش از حد معمول افزایش نداشته باشد.

همانند سایر تحقیقات، پژوهش پیش‌رو از کاستی‌هایی برخوردار است که می‌توان از آن‌ها به منزله‌ی پیشنهادات آتی یاد کرد. یک مطالعه‌ی موردی به همراه اطلاعات اولیه‌ی واقعی از فعالیت‌های بشردوستانه‌ی پیشین، می‌تواند به منزله‌ی اولویت نخست از فعالیت‌های آتی باشد، زیرا که مطالعات آینده بسیار تحت تأثیر این ورودی‌ها قرار می‌گیرند. همچنین ممکن است داوطلبان بنا به دلایل مختلفی نتوانند در تمام دوره‌های زمانی حضور داشته باشند، از این رو می‌توان حضور داوطلبان را به دوره‌های زمانی خاص محدود کرد که از آن‌ها به منزله‌ی شیفت‌های کاری یاد می‌شود و یا زمان ورود و خروج داوطلبان به صورت تصادفی به گونه‌ای بیان شوند که از توزیع‌های آماری پیروی کنند. توابع هدف مختلفی می‌توانند در این زمینه مدنظر قرار گیرند و یا هزینه‌های موجود به همراه محدودیت بودجه وارد مدل‌سازی شوند و در نهایت بحث روش حل مطرح می‌شود، زیرا که در مسائل با حجم‌های بالا حل مدل زمان‌بر است و بهتر است از روش‌های فراابتکاری بهره برده شود.

پی‌نوشت

1. LP-metric

منابع

۱. نجفی، مهدی؛ عشقی، ساسان؛ عشقی، کوروش (۱۳۹۳). مدل یکپارچه جهت پاسخ‌گویی به زلزله و جایگاه و اهمیت لجستیک در آن. *ماهنامه‌ی علمی - تخصصی لجستیک و زنجیره‌ی تأمین*، سال سوم . ۳۶، ۸-۱۹.

2. Kabra, G., Ramesh, A., & Arshinder, K. (2015). Identification and prioritization of coordination barriers in humanitarian supply chain management. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 13*, 128-138.

3. Falasca, M., & Zobel, C. (2012). An optimization model for volunteer assignments in humanitarian organizations. *Socio-Economic Planning Sciences, 46*(4), 250-260.

4. Ji, G.,ی & Zhu, C. (2012). A study on emergency supply chain and risk based on urgent relief service in disasters. *Systems Engineering Procedia, 5*, 313-325.

5. Cuskelly, G., Taylor, T., Hoye, R & ,.Darcy, S. (2006). Volunteer management practices and volunteer retention: A human resource management approach. *Sport Management Review, 9*(2), 141-163.

6. Gidron, B. (1985). Predictors of retention and turnover among service volunteer workers. *Journal of social service research, 8*(1), 1-16.

7. Hyari, K., El-Mashaleh, M., & Kandil, A. (2010). Optimal assignment of multiskilled labor in building construction projects. *International journal of construction education and research, 6*(1), 70-80.

8. Le, V. T., Zhang, J., Johnstone, M., Nahavandi ,S., & Creighton, D. (2013). *Dynamic control of skilled and unskilled labour task assignments.* Paper presented at the 2013 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics.

9. Kohl, N., & Karisch, S. E. (2004). Airline crew rostering: Problem types, modeling, and optimization. *Annals of Operations Research, 127*(1-4), 223-257.

10. Parr, D., & Thompson, J. M. (2007). Solving the multiobjective nurse scheduling problem with a weighted cost function. *Annals of Operations Research, 155*(1), 279-288.

11. Azaiez, M. N., & Al Sharif, S. (2005). A 0-1 goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research, 32*(3), 491-507.

12. Gordon, L., & Erkut, E. (2004). Improving volunteer scheduling for the Edmonton Folk Festival. *Interfaces, 34*(5), 367-376.

13. Sampson, S. E. (2006). Optimization of volunteer labor assignments. *Journal of Operations Management, 24*(4), 363-377.

14. Kaspari, M. (2010). *Optimal volunteer assignment with an application to the Denver B-cycle bike sharing program.* University of Colorado Denver.

15. Reyes-Rubiano, L. S., Torres-Ramos, A. F., & Quintero-Araújo, C. L. (2014). *Supply Chain Management for Medical and Psychological Assistance in Post-Disaster Calamities Situation-Case Flood.* Paper presented at the Proceedings of the 1st International Conference on Mathematical Methods & Computational Techniques in Science & Engineering (MMCTSE 2014).

16. Lassiter, K., Khademi, A., & Taaffe, K. M. (2015). A robust optimization approach to volunteer management in humanitarian crises. *International Journal of Production Economics, 163*, 97-111.

۱۷. گرکز، یونس؛ گرکز ، محمد ؛ و عطرچیان، محمد رضا .۱۳۸۳. اصول مدیریت بحران در حوادث غیر مترقبه و بلایای طبیعی. *کنفرانس دانشجویان عمران سراسرکشور*. ۱۱، ۶۵۹-۶۹۵.

18. Oloruntoba, R. (2005). A wave of destruction and the waves of relief: issues, challenges and strategies. *Disaster Prevention and Management: An International Journal, 14*(4), 506-521.

۱۹. اصغرپور، م. ج. (۱۳۹۳). *تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره*. چاپ دوازدهم، انتشارات دانشگاه تهران.

پیوست ۱: جداول مربوط به نمونه‌های مختلف از تقاضاهای ورودی

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی دو	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۱۵	۳۰	۶۰	۲۰	۲۵	۱۰	۳۰	۱۰	۱۰	۱۰
			گ۲	۱۵	۲۰	۵	۲۰	۳۵	۲۵	۲۰	۱۰	۱۰	۵
			گ۳	۲۰	۱۰	۵	۳۰	۱۰	۶۵	۱۰	۲۰	۱۰	۵
		سناریودوم	گ۱	۵۰	۲۵	۳۵	۲۰	۲۰	۲۵	۱۰	۲۵	۱۰	۱۰
			گ۲	۲۰	۲۵	۲۵	۲۰	۱۰	۱۰	۳۰	۱۰	۲۰	۱۰
			گ۳	۳۰	۴۰	۳۰	۴۰	۴۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۱۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۲۰	۲۵	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰	۴۰	۶۰	۲۰	۳۰
			گ۲	۲۰	۲۵	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۵۰	۷۰	۵۰	۳۰
			گ۳	۱۰	۳۰	۳۰	۳۰	۴۰	۳۰	۵۰	۱۰	۵۰	۴۰
		سناریودوم	گ۱	۱۰	۲۵	۱۰	۳۰	۲۰	۵۰	۵۰	۶۰	۵۰	۳۰
			گ۲	۱۰	۱۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۰	۳۰	۳۰	۳۰	۵۰
			گ۳	۱۰	۵	۲۰	۱۰	۴۵	۵۰	۵۰	۴۰	۵۰	۵۰
				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی سه	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۵	۱۰	۲	۲۰	۵۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵	۵	۳	۲۰	۵	۳۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۰	۵	۱۵	۰	۵	۳۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
		سناریو دوم	گ۱	۵	۱۰	۵	۳۰	۴۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
			گ۲	۱۵	۵	۱۳	۲۳	۵	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
			گ۳	۱۰	۱۵	۱۲	۷	۴۰	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۶۰	۱۰۰	۸۵	۱۰۰	۵۵	۱۰	۱۵	۲۰	۱۵	۱۵
			گ۲	۹۰	۲۵	۱۵	۱۰	۲۰	۱۰	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
			گ۳	۰	۲۵	۵۰	۱۰	۵	۳۰	۲۰	۱۵	۲۰	۲۰
		سناریو دوم	گ۱	۶۰	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۹۰	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
			گ۲	۹۰	۴۵	۶۱	۲۰	۱۰	۱۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
			گ۳	۲۰	۲۵	۱۰	۳۰	۲۰	۷۰	۲۰	۱۰	۱۰	۱۰

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی چهار	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۶	۳۵	۲۱	۶۲	۴۳	۴۰	۸۰	۸	۲۲	۲۹
			گ۲	۲	۷۲	۲۰	۵۰	۵۰	۲۲	۳۱	۲۰	۲۰	۲۵
			گ۳	۸	۶۰	۱۰	۵۰	۵۰	۸۰	۷۰	۳۰	۱۰	۵۵
		سناریو دوم	گ۱	۱۲	۲۳	۹۰	۲۹	۹۰	۶۰	۵۰	۷۸	۱۳	۵۴
			گ۲	۲۲	۴۰	۴۶	۳۰	۵۰	۲۷	۳۸	۵۰	۱۰	۵۰
			گ۳	۵۰	۵۰	۶۰	۴۰	۵۰	۸۰	۸۰	۵۰	۱۰	۵۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۹۷	۳۵	۹۰	۳۹	۵۶	۶	۲	۶۲	۲۲	۲۸
			گ۲	۸۰	۳۵	۲۱	۴۰	۵۰	۵	۱	۵۲	۴۰	۲۰
			گ۳	۱۰	۷	۳۲	۶۰	۵۰	۵	۲	۵۰	۵۰	۱۰
		سناریو دوم	گ۱	۵۳	۱۰	۵۰	۶۰	۸۳	۵۰	۳۰	۷	۲۵	۱۸
			گ۲	۵۰	۵	۵۰	۲۲	۵۰	۴۰	۴۶	۲۰	۲۵	۱۰
			گ۳	۹۰	۶	۳۷	۸۰	۵۰	۲۹	۶۰	۵۰	۵۵	۲۰

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی پنج	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۲	۵۰	۵۰	۵۰	۳۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۳	۵۰	۵۰	۴۰	۳۰	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰
		سناریو دوم	گ۱	۵۰	۵۰	۶۰	۴۲	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۲	۶۰	۶۰	۴۸	۵۲	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۳	۷۰	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰	۰	۰	۰	۰	۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵	۱۵	۲۰	۳۰	۳۰	۵۵	۵۰	۶۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۵	۵	۲۰	۳۰	۵۰	۴۵	۵۰	۴۰	۵۰	۵۰
		سناریو دوم	گ۱	۱۲	۲۴	۵۰	۵۰	۲۰	۴۲	۵۳	۴۰	۸۰	۵۰
			گ۲	۲	۲۲	۱۵	۲۰	۵۰	۵۲	۵۳	۶۰	۵۰	۸۰
			گ۳	۱۰	۲	۷	۲۶	۵۰	۵۰	۵۰	۶۸	۵۰	۵۰
				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی شش	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۵	۲۵	۳۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۰	۵	۱۰	۱۰	۳۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰
		سناریو دوم	گ۱	۵	۲۴	۵۲	۵۶	۵۰	۴۴	۴۴	۶۴	۸۰	۸۰
			گ۲	۵	۲۰	۱۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۱۴	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۴	۴	۱۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۹۰	۵۰	۵۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۵۰	۵۰	۴۰	۲۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۲	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۳	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
		سناریو دوم	گ۱	۸۰	۸۰	۶۴	۴۲	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۲	۵۰	۵۰	۵۴	۵۲	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
			گ۳	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی هفت	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۵	۲۵	۳۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۰	۵	۱۰	۱۰	۳۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰
		سناریو دوم	گ۱	۵	۲۴	۵۲	۵۶	۵۰	۴۴	۴۴	۶۴	۸۰	۸۰
			گ۲	۵	۲۰	۱۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۱۴	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۴	۴	۱۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۹۰	۵۰	۵۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۲۰	۵۰	۵۰	۳۰
			گ۲	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰
			گ۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰	۱۰	۱۰
		سناریو دوم	گ۱	۰	۰	۰	۰	۸۰	۸۰	۵۰	۵۰	۴۰	۱۵
			گ۲	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۴	۵۰	۵۶	۲۵
			گ۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۴۰	۲۰	۰	۲۰

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی هشت	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۲۰	۵۰	۵۰	۳۰
			گ۲	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳۰	۲۰	۱۰
			گ۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۰	۲۰	۱۰	۱۰
		سناریودوم	گ۱	۰	۰	۰	۰	۸۰	۸۰	۵۰	۵۰	۴۰	۱۵
			گ۲	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۵۴	۵۰	۵۶	۲۵
			گ۳	۰	۰	۰	۰	۵۰	۵۰	۴۰	۲۰	۰	۲۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۵	۲۵	۳۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۴۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵	۱۰	۲۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۰	۵	۱۰	۱۰	۳۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰
		سناریودوم	گ۱	۵	۲۴	۵۲	۵۶	۵۰	۴۴	۴۴	۶۴	۸۰	۸۰
			گ۲	۵	۲۰	۱۰	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۱۴	۵۰	۵۰
			گ۳	۱۴	۴	۱۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰	۹۰	۵۰	۵۰
				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی نه	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۱۰	۳۰	۲۵	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۶۰
			گ۲	۲۰	۱۰	۲۵	۵۰	۳۰	۲۰	۳۰	۶۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۲۰	۳۰	۴۰	۰	۳۰	۵۰	۵۰	۳۰	۵۰	۵۰
		سناریودوم	گ۱	۴۰	۶۰	۳۰	۵۰	۳۰	۴۵	۴۵	۲۵	۲۵	۱۰
			گ۲	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰	۳۰	۱۰	۱۰	۲۵	۱۰	۲۰
			گ۳	۵۰	۲۰	۴۰	۵۰	۴۰	۳۵	۲۵	۱۰	۱۵	۱۰
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۵۰	۵۰	۲۰	۲۰	۲۵	۲۰	۲۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۲	۵۰	۶۰	۱۰	۲۰	۱۵	۱۰	۱۰	۶۰	۶۰	۵۰
			گ۳	۵۰	۳۰	۸۰	۴۰	۱۰	۲۰	۴۵	۰	۳۰	۵۰
		سناریودوم	گ۱	۲۵	۳۰	۷۰	۴۰	۵۰	۵۰	۴۰	۴۰	۲۵	۱۰
			گ۲	۱۰	۴۰	۳۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۶۰	۲۵	۲۰
			گ۳	۱۵	۱۰	۱۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۱۰	۳۰	۱۰

				دوره‌های زمانی									
				۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نمونه‌ی ده	مهارت اول	سناریو اول	گ۱	۲۰	۳۰	۲۵	۱۰	۳	۳۰	۱۰	۱۰	۳۴	۵
			گ۲	۷	۲۰	۲۵	۳	۴	۲۰	۱۰	۵	۲۰	۵
			گ۳	۲۰	۱۰	۳۵	۴	۱۰	۲۳	۷	۲	۱۰	۴
		سناریودوم	گ۱	۱۱	۳۰	۲۸	۶	۱۰	۵۰	۲۰	۱۰	۴۵	۵
			گ۲	۲۰	۳۰	۵۰	۱۰	۶	۵۰	۱۰	۱۰	۱۶	۵
			گ۳	۴۰	۳۰	۵۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۶	۳۵	۱۱
	مهارت دوم	سناریو اول	گ۱	۴۱	۵۰	۵۰	۵۰	۳۶	۵۰	۵۰	۵۰	۱۷	۵۰
			گ۲	۲۰	۷۸	۲۴	۶۲	۵۰	۸۸	۵۰	۲۶	۵۰	۴۳
			گ۳	۴۰	۵۰	۵۰	۵۰	۳۰	۵۰	۸۰	۵۰	۵۰	۲۰
		سناریودوم	گ۱	۵۲	۹۷	۸۶	۴۳	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰	۷۶	۷۰
			گ۲	۵۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۷۴	۸۲	۱۰۰	۵۰	۵۰	۵۰
			گ۳	۵۰	۹۰	۵۰	۱۰۰	۵۰	۱۰۰	۷۰	۸۹	۵۰	۵۰