

مکان‌یابی توزیع تسهیلات موقتی برای شرایط اضطراری با در نظر گرفتن تابع

جریمه نمائی

پیام محمدی واحد، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، بناب، ایران

مهدی یوسفی نژاد عطاری*، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب، ایران

انسبه نیشابوری جامی، استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، بناب، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mahdi108108@gmail.com

دریافت: ۹۶/۰۷/۲۰ - پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۵

صفحه ۴۹-۶۵

چکیده

مکان‌یابی نقش مهم و عمده در زندگی امروزی بشر و در پروژه‌های صنعتی، تجارت و از جمله حوزه سلامت و امداد رسانی دارد. نقش تعیین مکان در زمینه اورژانس و نیروهای امدادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد از ضرورت‌های این مقاله می‌توان برای افزایش سرعت خدمات رسانی، تعیین محل تجهیزات، کاهش هزینه‌های حمل و نقل، زمان بندی و نحوه مدیریت با استفاده از منابع و ظرفیت‌های محدود نام برد. بنابر این هدف عمده از این پژوهش حداقل کردن هزینه تاخیر، افزایش سرعت خدمات رسانی با تعریف تابع جریمه نمائی می‌باشد. داده‌ها و اطلاعات لازم از جمله هزینه‌های حمل و نقل، مسافت شهرها و سایر اطلاعات، پس از جمع‌آوری و بررسی در نرم افزار گمز برای تابع جریمه نمایی و خطی اجرا شده و نتایج و تفاوت بین جواب‌ها در هر دو حالت تابع جریمه خطی و نمائی را با هم مقایسه شده است. نتایج نشان داد که مدل ریاضی که تابع جریمه نمائی دارد نسبت به روش خطی جواب‌های معقول و مورد تایید ارائه می‌دهد و نسبت به روش خطی سعی بیشتری در بر آورده کردن تقاضاهای اضطراری دارد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، تابع جریمه خطی، تابع جریمه نمایی، تجهیزات اورژانس

۱-مقدمه

شده است که با در نظر گرفتن یک توزیع کننده مرکزی، چهار توزیع کننده موقتی و شانزده نقطه تقاضا این مدل‌سازی انجام می‌شود. با استفاده از مدل سازی ریاضی که دارای تابع جریمه خطی می‌باشد برنامه‌ریزی را انجام داده و سپس همان حالات را با استفاده از تابع جریمه نمائی انجام می‌دهیم، در کل هدف کاهش هزینه‌های حمل و نقل و کاهش هزینه جریمه می‌باشد. از ضرورت‌های این مقاله

مکان‌یابی نقش مهم و عمده در زندگی امروزی بشر و در پروژه‌های صنعتی، تجارت و از جمله حوزه سلامت و امداد رسانی دارد. نقش تعیین مکان در زمینه اورژانس و نیروهای امدادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. پژوهشی حاضر از نوع پژوهش کاربردی می‌باشد که با توجه به مقاله (Khayal et al. (2015) برای مکان‌یابی تجهیزات و پایگاه‌های امداد رسانی در استان آذربایجان شرقی بررسی

می‌توان برای افزایش سرعت خدمات رسانی، تعیین محل تجهیزات، کاهش هزینه‌های حمل و نقل، زمان بندی و نحوه مدیریت با استفاده از منابع و ظرفیت‌های محدود نام برد.

۲- پیشینه تحقیق

وظیفه و هدف اصلی اورژانس مراجعه و خدمت به حادثه زدگان و فرد نیازمند به امداد می‌باشد بطوریکه در وقت مقرر رسیده و مجروح یا مجروحان را به بخش و یا درمانگاه و بیمارستان انتقال دهد. (Lam et al (2015) به بررسی نقش خدمات پزشکی اضطراری قبل از بیمارستان (اورژانس) نقش حیاتی را در ارائه پرسنل، تسهیلات و تجهیزات نسبت به تحویل موثر و هماهنگ مراقبت پزشکی تحت شرایط اضطراری پرداختند. سیستم‌های خدمات پزشکی اضطراری در سراسر جهان یک هدف را به اشتراک می‌گذارند و برای خدمت به شرایط بسیار اضطراری در یک منطقه حداکثر زمان از پیش مشخص شده است. (Nickel et al. 2016) روش‌های متعددی برای برنامه ریزی مکانیابی سیستم‌های اضطراری وجود دارد که اغلب با فرض دو نقطه (محل) عرضه (محل تاسیسات) و تقاضا (محل حادثه) برنامه ریزی می‌شود و این امر چالش‌هایی را به دنبال دارد به گونه ای که با وجود عدم قطعیت و میزان عرضه و تقاضا باید برنامه ریزی شود. (Owen & Daskin 1998) به بررسی یک مسئله کلی و عمومی محل تسهیلات و مجموعه ای از مشتریان و مجموعه ای از محل‌های نهایی و بالقوه ی تسهیلات برای خدمت کردن به خواست و تقاضای مشتریان پرداختند. (Caunhye, Zhang, Li, & Nie, (2016) مدل ریاضی را با در نظر گرفتن پارامترهای: مجموعه ای از انبارها، مجموعه‌ای از نقاط تقاضا، مجموعه ای از انبارها و نقاط تقاضا، مجموعه‌ای از وسایل نقلیه مجموعه‌ای از سناریوهای مختلف، هزینه راه اندازی برای انبارها، زمان حمل و نقل، زمان حمل و نقل عرضه خارجی ذخیره سازی، مجموع عرضه، ظرفیت ذخیره سازی

از انبار، تقاضا از نقطه تقاضا تحت سناریو مختلف، تابع جریمه برای تقاضای ارضا نشده، ظرفیت خودرو حمل، اندازه دسته‌ای انتقال ایجاد کردند. چنین مسائل و مدل‌های ریاضی که دارای تابع جریمه هستند اگر تابع جریمه بصورت نمائی باشد به جواب‌های بهینه انعطاف پذیری می‌رسیم. در تمامی روش‌های جریمه در حل مسائل بهینه سازی نقش مهمی را ایفا می‌کنند و همچنین در انواع مدل‌های ریاضی کاربرد دارد که پژوهش‌هایی در مورد مدل‌های خطی و غیر خطی با تابع جریمه انجام و مورد مطالعه قرار گرفته شده است که به عنوان مثال نظریه (Invexity et al. 2014) روش جریمه یکی از تکنیک‌های قدرتمند برای حل مسائل بهینه سازی غیر خطی محدود است. Nguyen & Strodiot (1979) یک روش موثر برای حل مساله برنامه‌ریزی غیر خطی با استفاده از توابع جریمه است. White (1984) به بررسی و تحقیق در مورد استفاده از روش تابع جریمه به مساله برنامه نویسی چندهدفه و مطالعه درباره مساله همگرایی و کارایی خواص دنباله ای از مشکلات جریمه مدلسازی چند هدفه نامحدود پرداخت. نظریه‌ها و روش‌های مختلفی در مورد تابع جریمه و جریمه نمائی وجود دارد. یکی از مدل‌های گسترده و انعطاف پذیر روش جریمه خطی، روش جریمه نمایی می‌باشد که روش جریمه نمایی نسبت به روش خطی دارای جواب‌های قابل قبول و نزدیک به حالات واقعی می‌باشد. در برنامه ریزی غیر خطی، روش مجازات نمایی دارای مزایایی از هر دو روش جریمه داخلی و خارجی می‌باشد. این قضیه ما را قادر به یک برآورد نرخ از همگرایی می‌کند (Fiacco 1979). (Cominetti & San Martín 1994) پیشنهاد برای حل یک برنامه محذب نامحدود با اضافه کردن یک مدل مجازات نمایی مرتبط با نقض محدودیت را به تابع هدف خطی با رویکرد مجازات نمایی برای حل مشکلات برنامه‌ریزی خطی دادند. در جدول (۱) خلاصه تحقیقات صورت گرفته در این خصوص با هم مقایسه شده‌اند.

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های بررسی شده

نویسنده	مدل ریاضی	موضوع			نوع تابع		رویکرد عدم قطعیت				روش حل				مطالعه موردی		نوع تابع هدف		هزینه		
		مکان یابی	مسیریابی	مکان یابی مسیریابی	جریمه زمانی	جریمه خطی	قطعی	فازی	ریاست	تصادفی	قطعی	ابتکاری	فراابتکاری	شبیه سازی	بنی	پرا	تک هدف	چند هدف	هزینه حمل	هزینه احداث	تأسیسات
Milena Bieniek	MIP	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-
F.SibelSalman n, EdaYücel	MIP	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-
Konstantin Knyazkov l et al	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
Stefan Nickel Et al	MIP	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-
Sean Shao Wei Lam et al	MP	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-
Danya Khayal Et al	MIP	✓	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
Tonguç &Ünlüyurt Yasir Tunçer	MIP	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-
Aakil M. Caunhye	MIP	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
D. & X. L. SUN LI	LP	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tadeusz Antezak	LP	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anurag et al	LP	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

۳- روش‌شناسی پژوهش

ظرفیت کل پیش بینی شده در توزیع کننده مرکزی در طول تمام افق برنامه ریزی از مجموع تقاضاها در نقاط تقاضا بیشتر می‌باشد. در شروع هر دوره توزیع، مرکز توزیع کننده موقت را باتوجه به مرکز تقاضا و ظرفیت تسهیلات انتخاب می‌کنیم، منابع از توزیع کننده مرکزی و همچنین از توزیع کننده موقت به توزیع کننده موقت دیگر انتقال می‌یابند و به نقاط تقاضا اختصاص می‌یابند. در طول دوره توزیع، ممکن است تقاضا در تعدادی از نقاط تقاضا در صورتی که عرضه مناسب در توزیع کننده مرکزی برای دوره توزیع کمتر از تقاضای کل دوره باشد برآورده نشده باقی بماند. تقاضای اضافی در صورت عقب افتادن در دوره‌های بعدی برآورده می‌گردد. در یک دوره زمانی که عرضه موجود از یک منبع مشخص در توزیع کننده مرکزی بزرگتر از تقاضای جمع شده کلی برای همان منبع باشد، ممکن است توزیع کننده مرکزی تعداد اضافی از آن منبع را به توزیع کننده موقت اختصاص بدهد که در دوره‌های بعدی از همان توزیع

در این قسمت به بررسی مدل اصلی مقاله پایه و مدل نوآوری شده می‌پردازیم. در این پژوهش ما سه مکان با عنوان‌های توزیع کننده مرکزی، توزیع کننده موقتی و محل تقاضای انباشته شده (تقاضا) در نظر می‌گیریم که از توزیع کننده مرکزی به توزیع کننده موقتی، کالا انتقال داده شده و در صورت لزوم از توزیع کننده موقتی به توزیع کننده موقتی دیگر کالا انتقال داده می‌شود و از توزیع کننده موقتی به محل تقاضای انباشته کالا انتقال داده می‌شود. به منظور توسعه این مدل، ما فرض می‌کنیم که توزیع از یک نقطه مرکزی شروع می‌گردد که یک نقطه جمع آوری می‌باشد و بطور پیوسته منابع را بدست آورده و آن‌ها را برای توزیع آماده می‌کند. افق برنامه ریزی به دوره‌های زمانی کوتاه مدت تقسیم شده است، که به دوره‌های توزیع اشاره می‌کند، ظرفیت تقاضا و عرضه در هر دوره معین می‌باشد و در نواحی حادثه دیده، نقاط تقاضا در مجاورت نزدیک به یکدیگر در نقاط تقاضای جمع شده گروه بندی می‌گردد. علاوه بر این فرض شده است که

توزیع کننده موقتی به توزیع موقتی دیگر و کاهش هزینه حمل از منبع مشخص شده به تقاضای جمع شده در منطقه و مقدار توزیع شده از توزیع کننده موقتی، زمانی که تقاضا بیش از حد ظرفیت توزیع کننده صورت بگیرد می‌باشد.

کننده‌های موقتی استفاده شده و یا از طریق انتقال به توزیع کننده موقتی دیگر استفاده خواهند شد. وظیفه این تابع هدف، حداقل سازی مجموع هزینه‌های ثابت، هزینه حمل از تامین کننده مرکزی به توزیع کننده موقتی، هزینه حمل از

متغیرها

i	نقاط تقاضا
j	نقاط توزیع کننده موقتی
k	نوع کالا
l	دوره زمانی
t	بازه زمانی

پارامترها

\mathcal{M}	قرار دادن مرکز توزیع کننده موقتی شاخص شده j توسط m
\mathcal{N}	قرار دادن محل تقاضای جمع شده‌های شاخص شده توسط i
\mathcal{T}	قرار دادن تایم دوره‌های شاخص شده توسط t
\mathcal{K}	قرار دادن مقدار منابع شاخص شده توسط k
S^k	فضای ضروری برای هر یک از منابع از نوع k
L_t	زمان اندازه دوره t در داخل توزیع t برنامه ریزی شده
N	تعداد دوره‌های تایم
D_{il}^k	تقاضا از منبع k در محل تقاضای جمع شده i در دوره t
G_{it}^k	ظرفیت منابع نوع k در محل تقاضای جمع شده در دوره
V_j	ظرفیت j مرکز توزیع کننده موقتی
F_j	هزینه ثابت عملیات j مرکز توزیع کننده موقتی
τ_j^0	زمان سفر از مرکز تامین کننده مرکزی به j مرکز تامین کننده مرکزی
τ_{ji}	زمان سفر بین مرکز تامین کننده مرکزی j به i محل تقاضای جمع شده
TC_j^{k0}	واحد هزینه حمل از منبع نوع k از مرکز تامین کننده مرکزی به j مرکز توزیع کننده موقتی
TC_{mj}^{kl}	واحد هزینه حمل از منبع نوع K از مرکز توزیع کننده موقتی m به j مرکز توزیع کننده موقتی
TC_{ji}^{kE}	واحد هزینه حمل از منبع نوع K از مرکز توزیع کننده موقتی j به i محل تقاضای جمع شده
P_{itl}^k	واحد هزینه تاخیر برای محل تقاضای جمع شده از وسیله نوع k در پرورد l در بازه زمانی t
B	عدد بزرگ

پارامترها

y_{jt}	متغیر صفر و یک اگر تجهیزات j توسط مرکز توزیع کننده موقتی در دوره t انتخاب شوند یک و در غیر اینصورت صفر می‌گیرد
x_{ijt}	متغیر صفر و یک اگر محل تقاضای جمع شده i منابع را از مرکز توزیع کننده موقتی j دریافت کند در دوره t (یک و در غیر اینصورت صفر)
r_{jt}^k	مقدار منابع نوع k اختصاص داده شده از مرکز تامین کننده مرکزی برای انتخاب j مرکز توزیع کننده موقتی در دوره t
q_{mjt}^k	مقدار از منبع نوع k انتقال داده شده از توزیع موقتی m در دوره $t-1$ به توزیع موقتی j در دوره t
a_{jt}^k	مقدار از منبع نوع k مناسب در j مرکز توزیع کننده موقتی در دوره t
z_{jit}^k	مقدار از منبع توزیع شده نوع k از توزیع موقتی j در دوره t برای ارضا کردن تقاضای جمع شده در همان دوره
w_{jitl}^k	کل کالاهای k حمل شده و ارضا شده توسط توزیع موقتی j در دوره t برای تقاضای جمع شده در دوره l زمانی که l کوچکتر از t باشد
b_{jt}^k	مقدار کل از منبع توزیع داده شده نوع k برای تمام محل تقاضای جمع شده از j مرکز توزیع کننده موقتی در دوره t

۲-۳- مدل ریاضی

$$\sum_{j \in \mathcal{M}} \sum_{t \in \mathcal{T}} F_j y_{jt} + \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{j \in \mathcal{M}} \sum_{t \in \mathcal{T}} TC_j^{k0} \cdot r_{jt}^k + \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{m \in \mathcal{M}} \sum_{j \in \mathcal{M}} \sum_{t \in \mathcal{T}} TC_{mj}^{kl} \cdot q_{mjt}^k$$

$$+ \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{j \in \mathcal{M}} \sum_{i \in \mathcal{N}} \sum_{t \in \mathcal{T}} TC_{ji}^{kE} \cdot \left[z_{jit}^k + \sum_{l \in \mathcal{T}, l < t} w_{jitl}^k \right] + \sum_{k \in \mathcal{K}} \sum_{j \in \mathcal{M}} \sum_{i \in \mathcal{N}} \sum_{l \in \mathcal{T}, l < t} \sum_{t, l, i, j} e^{\sum_{k=1}^k D_{i,t,l}^k} \cdot w_{j,i,t,l}$$

Subject to

- 1) $\sum_{i \in \mathcal{N}} x_{ijt} - B y_{jt} \leq 0 \quad \forall j \in \mathcal{M}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 2) $\sum_{j \in \mathcal{M}} r_{jt}^k \leq G_t^k \quad \forall k \in \mathcal{K}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 3) $\sum_{k \in \mathcal{K}} S^k a_{jt}^k \leq V_j y_{jt} \quad \forall j \in \mathcal{M}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 4) $b_{jt}^k + \sum_{m \in \mathcal{M}} q_{jm(t+1)}^k = a_{jt}^k \quad \forall j \in \mathcal{M}, k \in \mathcal{K}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 5) $z_{jit}^k \leq B x_{ijt} \quad \forall k \in \mathcal{K}, j \in \mathcal{M}, i \in \mathcal{N}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 6) $w_{jitl}^k \leq B x_{ijt} \quad \forall k \in \mathcal{K}, j \in \mathcal{M}, i \in \mathcal{N}, t \in \mathcal{T}, \text{ and } l < t$
- 7) $\tau_{ji} x_{ijt} \leq L_t \quad \forall i \in \mathcal{N}, j \in \mathcal{M}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$
- 8) $\sum_{j \in \mathcal{M}} \left(z_{jit}^k + \sum_{l \in \mathcal{T}, l < t} w_{jitl}^k \right) = D_{il}^k \quad \forall k \in \mathcal{K}, i \in \mathcal{N}, \text{ and } l \in \mathcal{T}$

$$9) q_{mjt}^k = 0 \quad \forall k \in \mathcal{K}, j, m \in \mathcal{M}, \text{ and } t = 1, N + 1$$

$$10) y_{jt} \in (0,1) \quad \forall j \in \mathcal{M}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$$

$$11) x_{ijt} \in (0,1) \quad \forall i \in \mathcal{N}, j \in \mathcal{M}, \text{ and } t \in \mathcal{T}$$

$$12) r_{jt}^k, q_{mjt}^k, z_{jit}^k \geq 0 \quad \forall i \in \mathcal{N}, j, m \in \mathcal{M}, k \in \mathcal{K} \text{ and } t \in \mathcal{T}$$

$$13) w_{jitt}^k \geq 0 \quad \forall i \in \mathcal{N}, j \in \mathcal{M}, k \in \mathcal{K} \text{ } t \in \mathcal{T}, \text{ and } l \in \mathcal{T}, l < t$$

۴- مطالعه موردی

قلمرو پژوهش مربوط به استان آذربایجان شرقی و نقاط عرضه و تقاضا مربوط به شهرها و شهرستان‌های این استان می‌باشد تامین کننده مرکزی که یک شهر می‌باشد، از میان شهرهای مراغه، مرند، اهر، بناب، میانه، بستان آباد، تبریز با استفاده از روش تاپسیس که وزن دهی و انتخاب معیار با توجه به موقعیت استراتژیک، تعداد جمعیت منطقه، میزان دسترسی انجام شده و در نهایت شهر تبریز به عنوان تامین کننده مرکزی انتخاب می‌شود. که این موضوع در شکل (۱) نشان داده شده است.

با استفاده از روش تاپسیس از بین شهرهای اهر، مرند، کلیبر، ورزقان، مراغه، میانه، بستان آباد، چهار شهر اهر مرند، مراغه و میانه به عنوان نقاط تامین کننده موقتی انتخاب می‌شوند و سایر شهرها و شهرستان‌هایی که باقی مانده اند به عنوان نقاط تقاضا انتخاب می‌شوند. زمان سفر با استفاده از گوگل مپ محاسبه شده است و هزینه حمل و نقل برای دو نوع کالا، که کالای نوع اول مواد غذایی می‌باشد و کالای نوع دوم تجهیزات دارویی می‌باشد که هزینه حمل و نقل کالای نوع دوم به علت حساس بودن آن نسبت به کالای نوع اول بیشتر می‌باشد و برآورد هزینه با مشاوره یک شرکت خدمات حمل و نقلی برآورد شده است. هزینه های حمل و نقل و سایر اطلاعات اولیه لازم در جداول (۱) تا (۷) نشان داده شده است.

وظیفه این تابع هدف، حداقل سازی مجموع هزینه‌های ثابت، هزینه حمل از تامین کننده مرکزی به توزیع کننده موقتی، هزینه حمل از توزیع کننده موقتی به توزیع موقتی دیگر و کاهش هزینه حمل از منبع مشخص شده به تقاضای جمع شده در منطقه و مقدار توزیع شده از توزیع کننده موقتی، زمانی که تقاضا بیش از حد ظرفیت توزیع کننده صورت بگیرد می‌باشد. محدودیت اول تضمین می‌کند که محل تقاضای جمع شده در زمان t به توزیع کننده موقتی اختصاص داده شده است، محدودیت دوم نشان دهنده تخصیص منابع از توزیع کننده مرکزی به توزیع کننده موقتی می‌باشد که کالای حمل شده از مقدار کالای تامین کننده مرکزی تجاوز نمی‌کند، محدودیت سوم بیانگر ظرفیت توزیع کننده موقتی می‌باشد، محدودیت چهارم حفاظت جریان در توزیع کننده موقتی که اطمینان می‌دهد تمام مقادیر اضافی به توزیع کننده‌های موقتی در دوره‌های فعالیتی منتقل می‌شوند، محدودیت پنجم تضمین کننده ارضا شدن تقاضاها می‌باشد، محدودیت ششم توزیع منابع تنها بین کننده موقتی و محل تقاضا جمع شده است، محدودیت هفتم زمان سفر مورد نیاز برای خدمت به تقاضا محل جمع شده توزیع کننده موقتی در زمان t از طول زمان دوره تجاوز نمی‌کند، محدودیت هشتم نشان دهنده جبران همه تقاضا در محل تقاضا در پایان افق برنامه‌ریزی می‌باشد.

جدول ۲. زمان سفر (بر حسب دقیقه) از تامین کننده مرکزی (تبریز) به چهار نقطه تامین کننده موقتی

مراغه	مرند	میانه	اهر	تبریز
۱۲۰	۹۰	۱۶۶	۱۵۰	

جدول ۳. هزینه حمل و نقل (بر حسب تومان) از تامین کننده مرکزی به توزیع کننده‌های موقتی

مراغه	مرند	میانه	اهر	تبریز
۶۰۰۰۰	۴۵۰۰۰	۸۳۰۰۰	۷۵۰۰۰	کالای نوع اول
۸۴۰۰۰	۶۳۰۰۰	۱۱۶۲۰۰	۱۰۵۰۰۰	کالای نوع دوم

جدول ۴. مقدار تقاضا در نقاط مختلف برای دو نوع کالا در چهار دوره زمانی مختلف

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
t=1	K1	۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰
	K2	۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۷	۰	۰	۰	۰
t=2	K1	۰	۰	۷	۷	۴	۱۰	۷	۹	۵	۸	۷	۴	۲	۴	۸	۳
	K2	۰	۰	۴	۸	۶	۵	۵	۱۳	۴	۷	۴	۳	۵	۳	۱۳	۵
t=3	K1	۰	۱۳	۰	۶	۷	۹	۸	۰	۵	۶	۸	۴	۸	۶	۰	۴
	K2	۰	۱۲	۰	۳	۲	۶	۶	۰	۵	۴	۷	۱	۳	۴	۰	۷
t=4	K1	۰	۰	۴	۰	۵	۴	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	K2	۰	۰	۷	۰	۴	۳	۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول ۵. ظرفیت توزیع کننده مرکزی (تبریز) در چهار دوره زمانی برای دو نوع کالا

زمان	نوع کالا	ظرفیت
t=1	K1	۱۷
	K2	۲۳
T=2	K1	۸۹
	K2	۸۱
T=3	K1	۸۲
	K2	۶۰
T=4	K1	۱۹
	K2	۲۱

جدول ۶. زمان سفر (بر حسب دقیقه) از تامین کننده‌های موقتی به نقاط تقاضا

مرند	میانہ	مراغہ	اھر		
۲۴۹	۲۷۱	۳۰۹	۶۲	کلیبر	۱
۲۹۵	۳۱۷	۳۵۴	۱۰۸	خداآفرین	۲
۲۴۶	۲۶۸	۳۰۵	۵۹	هوراند	۳
۶۸	۲۴۷	۲۶۲	۲۴۷	جلفا	۴
۱۶۴	۲۲۰	۲۲۷	۴۶	ورزقان	۵
۱۶۴	۱۸۱	۲۲۴	۶۱	هریس	۶
۶۲	۲۳۸	۱۹۶	۱۸۱	شبستر	۷
۲۰۳	۱۷۷	۲۲۷	۱۳۳	سراب	۸
۱۳۳	۱۰۸	۱۵۷	۱۰۱	بستان آباد	۹
۹۲	۱۹۵	۱۱۶	۱۴۵	اسکو	۱۰
۱۱۷	۲۲۱	۸۰	۱۷۰	آذرشهر	۱۱
۲۱۲	۶۶	۱۰۰	۱۵۵	هشترود	۱۲
۲۳۳	۸۶	۱۰۸	۲۴۰	چاراویماق	۱۳
۲۰۸	۱۸۷	۴۷	۲۶۱	ملکان	۱۴
۱۷۷	۱۹۲	۱۸	۲۳۰	بناب	۱۵
۱۵۴	۲۱۴	۴۰	۲۰۷	عجب شیر	۱۶

جدول ۷. هزینه حمل و نقل (بر حسب تومان) بین توزیع کننده‌های موقتی و نقاط تقاضا

مرند	میانہ	مراغہ	نوع کالا	اھر	
۱۲۴۵۰۰	۱۳۵۵۰۰	۱۵۴۵۰۰	کالای نوع اول	۳۱۰۰۰	کلیبر
۱۷۴۳۰۰	۱۸۹۷۰۰	۲۱۶۳۰۰	کالای نوع دوم	۴۳۴۰۰	
۱۴۷۵۰۰	۱۵۸۵۰۰	۱۷۷۰۰۰	کالای نوع اول	۵۴۰۰۰	خداآفرین
۲۰۶۵۰۰	۲۲۱۹۰۰	۲۴۷۸۰۰	کالای نوع دوم	۷۵۶۰۰	
۱۲۳۰۰۰	۱۳۴۰۰۰	۱۵۲۵۰۰	کالای نوع اول	۲۹۵۰۰	هوراند
۱۷۲۲۰۰	۱۸۷۶۰۰	۲۱۳۵۰۰	کالای نوع دوم	۴۱۳۰۰	

۱۲۳۵۰۰	۳۴۰۰۰	۱۲۳۵۰۰	۱۳۱۰۰۰	کالای نوع اول	جلفا	۴
۱۷۲۹۰۰	۴۷۶۰۰	۱۷۲۹۰۰	۱۸۳۴۰۰	کالای نوع دوم		
۲۳۰۰۰	۸۲۰۰۰	۱۱۰۰۰۰	۱۱۳۵۰۰	کالای نوع اول	ورزقان	۵
۳۲۲۰۰	۱۱۴۸۰۰	۱۵۴۰۰۰	۱۵۸۹۰۰	کالای نوع دوم		
۳۰۵۰۰	۸۲۰۰۰	۹۰۵۰۰	۱۱۲۰۰۰	کالای نوع اول	هریس	۶
۴۲۷۰۰	۱۱۴۸۰۰	۱۲۶۷۰۰	۱۵۶۸۰۰	کالای نوع دوم		
۹۰۵۰۰	۳۱۰۰۰	۱۱۹۰۰۰	۹۸۰۰۰	کالای نوع اول	شبستر	۷
۱۲۶۷۰۰	۴۳۴۰۰	۱۶۶۶۰۰	۱۳۷۲۰۰	کالای نوع دوم		
۶۶۵۰۰	۱۰۱۵۰۰	۸۸۵۰۰	۱۱۳۵۰۰	کالای نوع اول	سراب	۸
۹۳۱۰۰	۱۴۲۱۰۰	۱۲۳۹۰۰	۱۵۸۹۰۰	کالای نوع دوم		
۵۰۵۰۰	۶۶۵۰۰	۵۴۰۰۰	۷۸۵۰۰	کالای نوع اول	بستان آباد	۹
۷۰۷۰۰	۹۳۱۰۰	۷۵۶۰۰	۱۰۹۹۰۰	کالای نوع دوم		
۷۲۵۰۰	۴۶۰۰۰	۹۷۵۰۰	۵۸۰۰۰	کالای نوع اول	اسکو	۱۰
۱۰۱۵۰۰	۶۴۴۰۰	۱۳۶۵۰۰	۸۱۲۰۰	کالای نوع دوم		
۸۵۰۰۰	۵۸۵۰۰	۱۱۰۵۰۰	۴۰۰۰۰	کالای نوع اول	آذرشهر	۱۱
۱۱۹۰۰۰	۸۱۹۰۰	۱۵۴۷۰۰	۵۶۰۰۰	کالای نوع دوم		
۷۷۵۰۰	۱۰۶۰۰۰	۳۳۰۰۰	۵۰۰۰۰	کالای نوع اول	هشترو	۱۲
۱۰۸۵۰۰	۱۴۸۴۰۰	۴۶۲۰۰	۷۰۰۰۰	کالای نوع دوم		
۱۲۰۰۰۰	۱۱۶۵۰۰	۴۳۰۰۰	۵۴۰۰۰	کالای نوع اول	چاراویماق	۱۳
۱۶۸۰۰۰	۱۶۳۱۰۰	۶۰۲۰۰	۷۵۶۰۰	کالای نوع دوم		
۱۳۰۵۰۰	۱۰۴۰۰۰	۹۳۵۰۰	۲۳۵۰۰	کالای نوع اول	ملکان	۱۴
۱۸۲۷۰۰	۱۴۵۶۰۰	۱۳۰۹۰۰	۳۲۹۰۰	کالای نوع دوم		
۱۱۵۰۰۰	۸۸۵۰۰	۹۶۰۰۰	۹۰۰۰	کالای نوع اول	بناب	۱۵
۱۶۱۰۰۰	۱۲۳۹۰۰	۱۳۴۴۰۰	۱۲۶۰۰	کالای نوع دوم		
۱۰۳۵۰۰	۷۷۰۰۰	۱۰۷۰۰۰	۲۰۰۰۰	کالای نوع اول	عجب شیر	۱۶
۱۴۴۹۰۰	۱۰۷۸۰۰	۱۴۹۸۰۰	۲۸۰۰۰	کالای نوع دوم		



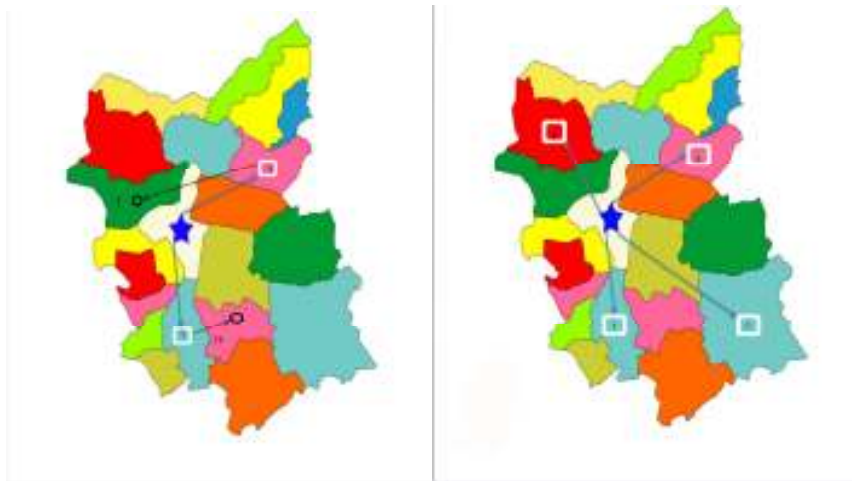
شکل ۱. نمای کلی از نقشه استان آذربایجان شرقی با در نظر گرفتن نقاط توزیع کننده مرکزی، نقاط عرضه و تقاضا

۵- یافته‌های پژوهش

تحلیل نتایج دوره اول:

در حالت خطی در دوره اول، فقط از تامین کننده مرکزی به تامین کننده‌های موقتی کالا ارسال شده و تبادل کالاها از تامین کننده موقت به محل تقاضاها دوره‌های بعدی شروع می‌شود، در واقع در دوره اول به هیچ نقطه تقاضایی کالا

ارسال نمی‌شود. ولی مطابق آنچه که در شکل (۲) نشان داده شده است، در حالت نمایی از تامین کننده مرکزی به تامین کننده‌های موقتی اول و چهارم کالا ارسال شده و از آنها به نقطه تقاضای دوازده نقطه تقاضای هفتم از کالای نوع اول و دوم بر حسب تن ارسال می‌شود.



شکل ۲. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره زمانی اول در حالت خطی و حالت نمایی (شکل سمت راست حالت خطی و شکل سمت چپ حالت نمایی می‌باشد).

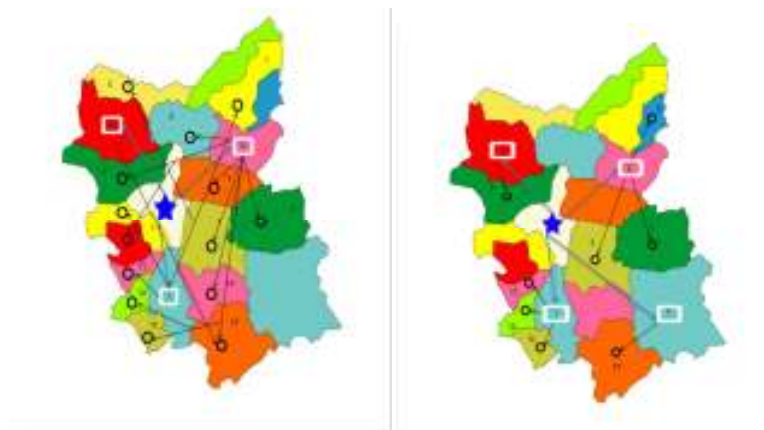
جدول ۸. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره زمانی اول در حالت نمایی

تأمین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا	مقدار انتقال داده شده
تأمین کننده اول	۱۲	کالای نوع اول	۴.۰۰۰
		کالای نوع دوم	۲.۰۰۰
تأمین کننده چهارم	۷	کالای نوع اول	۴.۰۰۰
		کالای نوع دوم	۳.۰۰۰

تحلیل نتایج دوره دوم:

است. مطابق شکل (۳)، در همان دوره و در حالت مدل نمایی، از تأمین کننده مرکزی به تأمین کننده‌های موقتی یک، سه و چهار کالا برای ارسال به نقاط تقاضا ارسال می‌شود. سپس از تأمین کننده اول به نقاط تقاضای یک، چهار، ده و شانزده و از تأمین کننده سوم به نقطه تقاضای سیزده، و از تأمین کننده موقتی چهارم به نقاط تقاضای شش، هفت، هشت، نه، یازده، دوازده، سیزده، چهارده، پانزده و پنجم تجهیزات لازم ارسال می‌شوند.

در دوره دوم در مدل خطی، کالای نوع اول و دوم از تأمین کننده مرکزی به چهار تأمین کننده موقتی ارسال می‌شود، سپس از تأمین کننده اول به نقاط تقاضای چهارده، پانزده و شانزدهم، و از تأمین کننده دوم به نقطه تقاضای تقاضای سیزدهم، و از تأمین کننده سوم به نقطه تقاضای هفتم و در نهایت از تأمین کننده موقتی چهارم به نقاط تقاضای سه، هشت و نهم کالا ارسال می‌شود. مقادیر کالای ارسالی بر حسب تن در جدول (۹) برای این حالت مشخص شده



شکل ۳. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره زمانی دوم در حالت خطی و حالت نمایی (شکل سمت راست حالت خطی و شکل سمت چپ حالت نمایی می‌باشد).

تحلیل نتایج دوره سوم:

تامین کننده مرکزی به تامین کننده‌های موقتی اول، دوم و چهارم کالاها ارسال شده و از تامین کننده موقتی اول به نقاط تقاضای سه، پنج، هفت، هشت، یازده، چهارده و پانزده تجهیزات ارسال می‌شود. از تامین کننده دوم به نقاط دوازده و سیزدهم و در نهایت از تامین کننده چهارم به نقاط تقاضای یک، دو، سه، پنج، شش، هفت، هشت و شانزده کالا ارسال می‌گردد.

در این دوره از تامین کننده مرکزی به هر چهار نقطه تامین کننده موقت کالا و تجهیزات ارسال می‌گردد و سپس از تامین کننده موقت اول به نقاط تقاضای یازده، چهارده، پانزده و شانزدهم و از تامین کننده دوم به نقاط دوازده و سیزدهم و از تامین کننده سوم به نقاط تقاضای چهار، هفت و ده و از تامین کننده موقتی چهارم به نقاط دو، شش، هشت و نهم کالای مربوطه ارسال می‌گردد. در حالت نمایی از

جدول ۹. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره

تأمین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا	مقدار انتقال داده شده
تأمین کننده یک	۱۴	K1	۳.۰۰۰
	۱۵	K2	۰.۰۰۰
	۱۶	K1	۲.۰۰۰
	۱۶	K2	۷.۰۰۰
تأمین کننده دوم	۱۳	K1	۷.۰۰۰
	۱۳	K2	۷.۰۰۰
تأمین کننده سوم	۷	K1	۰.۰۰۰
	۷	K2	۴.۰۰۰
تأمین کننده چهارم	۳	K1	۴.۰۰۰
	۳	K2	۳.۰۰۰
	۸	K1	۵.۰۰۰
	۸	K2	۹.۰۰۰
	۹	K1	۰.۰۰۰
	۹	K2	۸.۰۰۰

جدول ۱۰. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره زمانی دوم در حالت نمایی

تأمین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا	مقدار انتقال داده شده
تأمین کننده یک	۱	K1	۳.۰۰۰
	۴	K2	۶.۰۰۰
	۱۰	K1	۱۳.۰۰۰
	۱۰	K2	۱۱.۰۰۰
تأمین کننده سوم	۱۶	K1	۸.۰۰۰
	۱۶	K2	۷.۰۰۰
تأمین کننده چهارم	۱۳	K1	۳.۰۰۰
	۱۳	K2	۷.۰۰۰
	۶	K1	۲.۰۰۰
	۶	K2	۴.۰۰۰
تأمین کننده چهارم	۷	K1	۵.۰۰۰
	۷	K2	۵.۰۰۰
	۸	K1	۵.۰۰۰
	۸	K2	۳.۰۰۰
	۸	K1	۴.۰۰۰
	۸	K2	۰.۰۰۰
	۹	K1	۸.۰۰۰
	۹	K2	۰.۰۰۰
	۱۱	K1	۵.۰۰۰
	۱۱	K2	۰.۰۰۰
	۱۲	K1	۵.۰۰۰
	۱۲	K2	۴.۰۰۰
تأمین کننده یک	۱۳	K1	۳.۰۰۰
	۱۳	K2	۲.۰۰۰
تأمین کننده یک	۱۴	K1	۳.۰۰۰
	۱۴	K2	۰.۰۰۰
تأمین کننده یک	۱۵	K1	۲.۰۰۰
	۱۵	K2	۰.۰۰۰
تأمین کننده یک	۵	K1	۱.۰۰۰
	۵	K2	۱.۰۰۰

جدول ۱۱. مقادیر انتقال داده شده از تامین کننده‌ها به نقاط

تامین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا		مقدار انتقال داده شده
		K1	K2	
تامین کننده یک	۱۱	K1	K2	۱۱.۰۰۰
	۱۴	K1	K2	۹.۰۰۰
		K1	K2	۰.۰۰۰
	۱۵	K1	K2	۳.۰۰۰
		K1	K2	۰.۰۰۰
	۱۶	K1	K2	۶.۰۰۰
K1		K2	۰.۰۰۰	
تامین کننده دوم	۱۲	K1	K2	۴.۰۰۰
		K1	K2	۱۰.۰۰۰
	۱۳	K1	K2	۵.۰۰۰
K1		K2	۱۰.۰۰۰	
تامین کننده سوم	۴	K1	K2	۴.۰۰۰
		K1	K2	۳.۰۰۰
	۷	K1	K2	۱۵.۰۰۰
K1		K2	۲.۰۰۰	
تامین کننده چهارم	۱۰	K1	K2	۸.۰۰۰
		K1	K2	۲.۰۰۰
	۲	K1	K2	۱۳.۰۰۰
		K1	K2	۱۲.۰۰۰
	۶	K1	K2	۱۰.۰۰۰
		K1	K2	۹.۰۰۰
۸	K1	K2	۵.۰۰۰	
	K1	K2	۰.۰۰۰	
۹	K1	K2	۱.۰۰۰	
	K1	K2	۵.۰۰۰	

جدول ۱۲. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره

تامین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا		مقدار انتقال داده شده
		K1	K2	
تامین کننده یک	۳	K1	K2	۰.۰۰۰
		K1	K2	۱۱.۰۰۰
	۵	K1	K2	۱۰.۰۰۰
		K1	K2	۱۰.۰۰۰
	۷	K1	K2	۷.۰۰۰
		K1	K2	۱۱.۰۰۰
۸	K1	K2	۰.۰۰۰	
	K1	K2	۶.۰۰۰	
تامین کننده دوم	۱۱	K1	K2	۶.۰۰۰
		K1	K2	۹.۰۰۰
	۱۴	K1	K2	۷.۰۰۰
K1		K2	۷.۰۰۰	
تامین کننده سوم	۱۵	K1	K2	۶.۰۰۰
		K1	K2	۱۳.۰۰۰
	۱۲	K1	K2	۱.۰۰۰
K1		K2	۵.۰۰۰	
تامین کننده چهارم	۱۳	K1	K2	۵.۰۰۰
		K1	K2	۲.۰۰۰
	۱	K1	K2	۱۰.۰۰۰
		K1	K2	۶.۰۰۰
	۲	K1	K2	۱۳.۰۰۰
		K1	K2	۲.۰۰۰
۳	K1	K2	۱۱.۰۰۰	
	K1	K2	۰.۰۰۰	
۵	K1	K2	۱.۰۰۰	
	K1	K2	۱.۰۰۰	
۶	K1	K2	۱۰.۰۰۰	
	K1	K2	۷.۰۰۰	
۷	K1	K2	۰.۰۰۰	
	K1	K2	۴.۰۰۰	
۸	K1	K2	۳.۰۰۰	
	K1	K2	۴.۰۰۰	
۱۶	K1	K2	۴.۰۰۰	
	K1	K2	۵.۰۰۰	

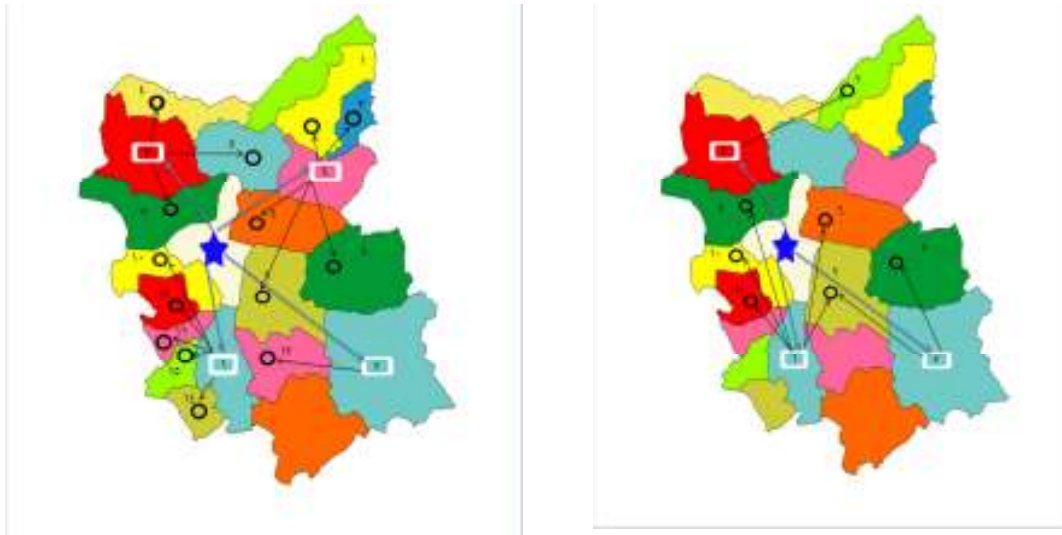
تحلیل نتایج دوره چهارم:

در دوره چهارم که آخرین دوره برنامه ریزی می‌باشد، در مدل خطی با توجه به جدول ۴-۱۳ تجهیزات از توزیع کننده مرکزی به تمام توزیع کننده‌های موقتی ارسال می‌شود و توزیع کننده موقتی اول، نقاط تقاضای یازده، چهارده، پانزده و شانزدهم را تامین می‌کند، نقطه تقاضای دوازدهم از تامین کننده دوم اتمام تقاضا می‌شود و تامین کننده سوم

تقاضای نقاط هفت، ده و چهارم را تامین نموده و در نهایت تامین کننده چهارم نقاط تقاضای یک، سه، پنج، شش، هشت و نه را تامین می‌کند و هیچ تقاضایی باقی نمی‌ماند. در مدل نمایی در دوره آخر تعداد نقاط تقاضای کمتری نسبت به حالت خطی باقی مانده است، تجهیزات از تامین کننده مرکزی به محل‌های تامین کننده موقتی ارسال شده و از

نقطه تقاضای دوم را تامین می‌کند و هیچ تقاضایی باقی نمی‌ماند.

تامین کننده موقت اول به نقاط تقاضای شش، هفت، نه و دهم ارسال می‌شوند و نقاط تقاضای هشتم و نهم توسط تامین کننده موقت دوم ارضا شده و در آخر تامین کننده سوم



شکل 5. مقادیر انتقال داده شده بین نقطه عرضه و تقاضا در دوره زمانی چهارم در حالت خطی و حالت نمایی (شکل سمت راست حالت خطی و شکل سمت چپ حالت نمایی می‌باشد).

۴- نتیجه گیری

کالاها انتقال داده شد و از تامین کننده‌های موقتی به هشت نقطه تقاضا کالا ارسال شد ولی در مدل نمایی در همان دوره به تامین کننده‌های موقتی اول، سوم و چهارم کالا تخصیص داده شد در حالی که به پانزده نقطه تقاضا کالا ارسال شد. در دوره سوم در مدل خطی از تامین کننده مرکزی به هر چهار تامین کننده مرکزی ارسال شد و از تامین کننده‌های موقتی به سیزده نقطه تقاضا کالا ارسال شد. ولی در مدل نمایی همان دوره به تامین کننده اول، دوم و چهارم کالا ارسال شد و به هجده نقطه تقاضا در همان دوره پاسخ داده شد. در دوره چهارم به چهار تامین کننده موقتی کالا ارسال شد و به چهارده نقطه تقاضا پاسخ داده شد ولی در مدل نمایی به تامین کننده‌های موقتی اول، دوم و سوم کالا ارسال شد و هشت نقطه تقاضا تامین شدند. نتایج نشان می‌دهد که مدل نمایی تمایل بیشتری در ارضا کردن تقاضاها نسبت به مدل خطی دارد و به حالت واقعی نزدیکتر است. تحقیقاتی که می‌توانند در آینده مورد بررسی قرار بگیرند می‌توانند پژوهشگرهای آتی که در این مدل ما دو نوع کالا را در نظر

هدف از این پژوهش بررسی و تحقیق در مورد مساله مکانیابی بود و بیان تفاوت مدل خطی با مدل نمایی بود که با توجه به پژوهش پایه (Khayal et al. 2015) را که در کارلینای جنوبی (از ایالت‌های آمریکا) که برای شانزده شهر که شامل یک تامین کننده مرکزی، یازده نقطه تقاضا و چهار نقطه عرضه بود با مدل ریاضی خطی انجام نداده بودند، ما با توجه به پژوهش پایه این مدل‌سازی را با حالت نمایی در منطقه آذربایجان شرقی برای بیست و یک شهر که تشکیل یافته از یک تامین کننده مرکزی، شانزده نقطه تقاضا و چهار تامین کننده موقتی بود با مدل نمایی مورد پژوهش قرار دادیم. اهمیت تحقیق در یافتن مکان بهینه تسهیلات برای مناطق حادثه زده پیدا شد و مدل نمایی واکنش بیشتری نسبت به مدل خطی نشان داد. در دوره اول هیچ تبادلی در مدل خطی صورت نگرفت ولی در مدل نمایی از تامین کننده مرکزی اول و چهارم انتقال کالا صورت گرفت و از هر کدام به دو نقطه تقاضا کالا انتقال داده شد. در دوره دوم در مدل خطی از تامین کننده مرکزی به چهار تامین کننده مرکزی

گرفته بودیم می‌توانند از سه و یا تعداد نوع بیشتری از کالاها در پژوهش خود نام ببرند، این پژوهش می‌تواند در سایر استان‌ها و سایر کشورها با توجه به موقعیت جغرافیایی آن‌ها

مورد بررسی قرار بگیرد و همچنین این پژوهش می‌تواند به عنوان تخصیص و با وجود محدودیت‌های جدید نوآوری شود.

جدول ۱۳. مقادیر انتقال داده شده از تامین کننده‌ها به نقاط تقاضا در دوره چهارم در مدل خطی

تامین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا	مقدار انتقال داده شده
تامین کننده یک	۱۱	K1	۴.۰۰۰
		K2	۲.۰۰۰
	۱۴	K1	۷.۰۰۰
		K2	۴.۰۰۰
	۱۵	K1	۶.۰۰۰
		K2	۰.۰۰۰
تامین کننده دوم	۱۶	K1	۰.۰۰۰
		K2	۵.۰۰۰
	۱۲	K1	۰.۰۰۰
		K2	۶.۰۰۰
تامین کننده سوم	۷	K1	۶.۰۰۰
		K2	۴.۰۰۰
	۱۰	K1	۶.۰۰۰
		K2	۹.۰۰۰
تامین کننده چهارم	۴	K1	۱۰.۰۰۰
		K2	۱.۰۰۰
	۱	K1	۱۳.۰۰۰
		K2	۱۲.۰۰۰
	۳	K1	۶.۰۰۰
		K2	۲.۰۰۰
	۵	K1	۱۲.۰۰۰
		K2	۱۲.۰۰۰
	۶	K1	۱۳.۰۰۰
	K2	۹.۰۰۰	
	۸	K1	۴.۰۰۰
		K2	۵.۰۰۰
	۹	K1	۱.۰۰۰
	K2	۴.۰۰۰	

جدول ۱۴. مقادیر انتقال داده شده از تامین کننده‌ها به نقاط تقاضا در دوره چهارم در مدل نمایی

تامین کننده	نقطه تقاضا	نوع کالا	مقدار انتقال داده شده
تامین کننده اول	۶	K1	۸.۰۰۰
		K2	۶.۰۰۰
	۷	K1	۳.۰۰۰
		K2	۶.۰۰۰
	۹	K1	۰.۰۰۰
		K2	۴.۰۰۰
	۱۰	K1	۶.۰۰۰
		K2	۴.۰۰۰
تامین کننده دوم	۱۱	K1	۴.۰۰۰
		K2	۲.۰۰۰
	۸	K1	۳.۰۰۰
		K2	۳.۰۰۰
تامین کننده سوم	۹	K1	۲.۰۰۰
		K2	۰.۰۰۰
	۲	K1	۰.۰۰۰
	K2	۱۰.۰۰۰	

- Lam, S.S.W. et al., (2015), "Dynamic ambulance reallocation for the reduction of ambulance response times using system status management". *American Journal of Emergency Medicine*, 33(2), pp.159–166. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2014.10.044>.
- Nguyen, V.H. & Strodiot, J.J., (1979), "On the convergence rate for a penalty function method of exponential type". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 27(4), pp.495–508.
- Nickel, S., Reuter-Oppermann, M. & Saldanha-da-Gama, F., (2016), "Ambulance location under stochastic demand: A sampling approach". *Operations Research for Health Care*, 8, pp.24–32. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orhc.2015.06.006>.
- Owen, S.H. & Daskin, M.S., (1998), "Strategic facility location: A review". *European journal of operational research*, 111(3), pp.423–447.
- White, D.J., (1984), "Multiobjective programming and penalty functions". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 43(4), pp.583–599.
- Caunhye, A.M. et al., (2016), "A location-routing model for prepositioning and distributing emergency supplies". *Transportation Research Part E*, 90, pp.161–176. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2015.10.011>.
- Cominetti, R. & San Martín, J., (1994), "Trajectory analysis for the exponential penalty method in linear programming. *Math. Programming*, 67, pp.169–187.
- Fiacco, A. V, (1979), "An Exponential Penalty Method for Nondifferentiable Minimax Problems with General Constraints". , (2), pp.205–219.
- Invexity, E., Jayswal, A. & Choudhury, S., (2014), "An Exact 1 1 Exponential Penalty Function Method for Multiobjective Optimization Problems", 2012(41), pp.75–91.
- Khayal, D. et al., (2015), "A model for planning locations of temporary distribution facilities for emergency response". *Socio-Economic Planning Sciences*, 52, pp.22–30. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2015.09.002>.