ارائه یک مدل جدید چند هدفه فازی به منظور مکان یابی تسهیلات نامطلوب

محمد تقی تقوی فرد[1]، سید اسماعیل موسوی[2]، مجتبی حیدر[3]، سید محمد حسین مجتهدی[4]

چکیده

از یک دیدگاه کلی می توان مسائل مکان یابی را در دو دسته کلی مکان یابی تسهیلات مطلوب و تسهیلات نامطلوب بررسی نمود. در مکان یابی تسهیلات نامطلوب بر خلاف تسهیلات مطلوب، سعی می شود که تا حد امکان،تسهیلات دور از مناطق دریافت کننده خدمت استقرار یابند. در این مقاله مسئله مکان یابی تسهیلات مورد نیاز برای جمع آوری مواد مخاطره آمیز با در نظر گرفتن دو پارامتر فازی بصورت چند هدفه مدلسازی شده است. این اهداف، کمینه سازی مجموع هزینه های حمل و هزینه های ثابت استقرار و کمینه سازی میزان ریسک حاصل از استقرار تسهیلات با ظرفیتهای مختلف در مکانهای بالقوه جهت دفع مواد می باشند. هدف اخیر با این فرض در مدل لحاظ شده است که استقرار تسهیل در فاصله نزدیکتر به مناطق پر جمعیت تر ریسک بیشتری را برای مناطق مذکور به همراه دارد. دو پارامتر فازی پیش گفته نیز میزان ریسک برای هر منطقه و میزان ماده مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه می باشند. دو فرض جدید، یعنی امکان توزیع مواد مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه میان چند تسهیل دفع مواد و نیز امکان انتخاب از میان مجموعه ای از تسهیلات با ظرفیتهای مختلف جهت استقرار در مکانهای بالقوه در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است.

واژگان کلیدی

مکان یابی تسهیلات نامطلوب، برنامه ریزی چند هدفه، تئوری فازی، برنامه ریزی آرمانی فازی

A New Fuzzy Multi Objective Model for Locating of Undesirable Facilities

Taghavifard, M. T.; Mousavi, S. E.; Heydar, M.; Mojtahedi, S. M. H.

ABSTRACT

As overall point of view location problem could be classified as desirable facility location and undesirable facility location. In undesirable facility location problem contrary to desirable location, facilities are located far from service receiver facilities as much as possible. In this paper required facility location problem for collecting hazardous materials has been modeled with consideration of two fuzzy parameters in the figure of Multi Objective Decision Making (MODM).

One of the objects elaborates minimization of total transportation and fixed cost. The other object is in regards to minimization of risk consequence to settlement of different facility capacities in potential location in order to repel materials. The second object has been considered in this model due to describe settlement of facilities near to more crowded area has more risky attitudes towards area.

The risk value for each area and produced hazardous material for one area are two fuzzy parameters. Two new assumptions have been considered in this paper as; 1) The possibility of distribution of hazardous material in one area among some repelling facilities, and 2) The possibility of selection among different facility capacities in potential location.

[1] .دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی مرکز تحصیلات تکمیلی- تهران جنوب، Dr_taghavifard@yahoo.com

[2] .دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی مرکز تحصیلات تکمیلی- تهران جنوب، Mousavi9293@yahoo.com

[3] .دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی مرکز تحصیلات تکمیلی- تهران جنوب، Mh_ie8051@yahoo.com

[4] .دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی مرکز تحصیلات تکمیلی- تهران جنوب، Mojtahedi@ioic.ir

KEYWORDS
Undesirable facility location, Multi Objective Decision Making (MODM), Fuzzy logic, Fuzzy goal programming.

۱ . مقدمه

مدلهای مکان یابی بسیاری برای تسهیلات مطلوب همچون انبارها، مراکز خدماتی، مراکز پلیس و ... وجود دارند. درچنین نمونه هائی، تسهیلات مشتریان را به سوی خود جذب می کنند. با درنظر گرفتن وجود رابطه مستقیم بین مسافت طی شده و هزینه های سفر در این دسته مسائل، معمولاً مهمترین هدف آن است که تسهیلات به نحوی مکان یابی شوند که توابعی از مسافت یا به طور معادل هزینه های سرویس دهی برای تسهیلات کمینه گردد .

علاوه بر تسهیلات مطلوب، دسته ای از تسهیلات وجود دارند که در عین حالیکه وجود آنها برای زندگی افراد لازم و ضروری است، عموم افراد خواهان آن هستند که تا حد ممکن این تسهیلات دور از مکان زندگیشان قرار گیرند. این دسته از تسهیلات را به دلیل اثرات نامنفی و نامطلوب آنها بر روی کیفیت زندگی افراد، در قالب تسهیلات نامطلوب می شناسیم. رآکتورهای هسته ای، صنایع نظامی و کارخانجات شیمیایی مثالهائی از این دسته هستند. نزدیک بودن تسهیلات نامطلوب به مناطق مسکونی به دلیل آلایندگی زیاد و خطرناک بودن آنها، موجب پائین آمدن کیفیت زندگی در این مناطق و افزایش ریسک سلامتی برای ساکنین این مناطق می گردد. برخی از تسهیلات نامطلوب به مانند رآکتورهای هسته ای، تسهیلات استراتژیک یا صنایع نظامی وجود دارند که همواره ممکن است مورد تجاوز دشمنان قرار بگیرند. از این رو افراد ساکن در مناطق اطراف چنین تسهیلاتی همواره با یک خطر بالقوه روبرو هستند . نشت مواد رادیواکتیو از نیروگاه های هسته ای نیز از مواردی است که ریسک بسیار زیادی را برای افراد ساکن در همسایگی نیروگاه های هسته ای به همراه دارد .

مدلهای ریاضی نوشته شده برای تسهیلات نامطلوب معمولاً به سه پرسش اساسی زیر پاسخ می دهند :

۱. چه تعداد تسهیلات بایستی مکان یابی شوند ؟
۲. ظرفیت هر تسهیل به چه میزانی باید باشد ؟
۳. تقاضا برای سرویس دهی تسهیلات ، بایستی چگونه به تسهیلات تخصیص داده شود ؟

تکنیک های مورد استفاده در مکان یابی تسهیلات نامطلوب به دو دسته کلی تقسیم می شوند :
دسته اول شامل تکنیک هائی با هدف کمینه سازی هزینه های حمل ونقل بین تسهیلات و مشتریان است. معمولاً همراه این هدف از یک کران پائین برای فاصله بین تسهیلات و مشتریان سود جسته می شود. دسته دوم شامل تکنیک هائی با هدف بیشینه سازی میانگین یا حداقل فاصله بین مشتریان و تسهیلات است.

محل دفع مواد زائد و مخاطره آمیز نمونه دیگری از تسهیلات نامطلوب می باشد که موضوع اصلی این مقاله می باشد. در این مقاله مسئله مکان یابی محل دفع مواد زائد و مخاطره آمیز با در نظر گرفتن دو پارامتر فازی مورد بررسی قرار می گیرد. برای مسئله مدلی ریاضی نوشته می شود که شامل دو هدف مهم می باشد.

هدف اول کمینه نمودن مجموع هزینه های استقرار و هزینه های حمل و نقل مواد زائد و مخاطره آمیز است. این هدف مسئله را به سمتی پیش می برد که تسهیلات در کوتاهترین فاصله از مراکز تولید مواد زائد، استقرار یابند. هدف دوم شامل کمینه سازی مقدار ریسک پیش بینی شده حاصل از استقرار تسهیلات با ظرفیت های مختلف در مکان های بالقوه برای دفع مواد زائد و مخاطره آمیز می باشد. هدف اخیر با این فرض در مدل لحاظ شده است که استقرار تسهیل در فاصله نزدیکتر به مناطق پر جمعیت تر ، ریسک بیشتری را برای مناطق مذکور به همراه دارد .دو پارامتر فازی پیش گفته نیز میزان ریسک برای هر منطقه و میزان ماده مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه می باشد. در این مدل ریاضی فرضیه جدید امکان استقرار تسهیلات با ظرفیت های مختلف جهت استقرار در مکان های بالقوه مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر در هر مکان دفع مواد زائد ، امکان انتخاب از میان مجموعه ای از تسهیلات با ظرفیت های مختلف وجود دارد. ضمناً برای اولین مرتبه امکان توزیع مواد مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه بین چندین تسهیل نیز در نظر گرفته شده است .

۲ . پیشینه تحقیق

مدلهای مورد بررسی در زمینه مدیریت دفع مواد زائد و مخاطره آمیز را می توان به دو گروه کلی طبقه بندی نمود . گروه اول شامل مدلهایی است که تنها مسئله مکان یابی تسهیلات دفع مواد مخاطره آمیز را مورد بررسی قرار داده اند و در گروه دوم همزمان با مسئله مکان یابی ، مسئله مسیر یابی و طراحی مسیر بهینه حمل و نقل نیز مورد بررسی قرار گرفته است . در این مقاله تعدادی از مقالات مربوط به این دو گروه که بصورت چند هدفه ارائه مدل نموده اند، را مورد بررسی قرار می دهیم .

مجموعه مدل هائی که به صورت چند هدفه تنها مسئله مکان یابی را مورد بررسی قرار می دهند به شرح زیر است. Mehrez and Sinuany_Sterm and Stulman(1985) برای مدل خود یک تابع هدف وزین را در نظر گرفته اند که در آن با در نظر گرفتن فواصل بصورت بلوکی هر دو معیارماکسی مین و مینی ماکس با هم ترکیب می شوند. آنها مدل خود را بصورت چند معیاره حل نموده اند. این مدل در اصل برای مکان یابی یک تسهیل جدید در بین تسهیلات موجود نوشته شده است .

Benhamou and Melachrinoudis (1988) در مدل ارائه شده خود دو هدف را در نظر گرفته اند. هدف اول کمینه نمودن مجموع هزینه های حمل و نقل برای تسهیل جدید (Minisum) و هدف دوم، بیشینه نمودن حداقل فاصله وزین بین تسهیل جدید و تسهیلات موجود (Maximin) هستند . آنها فواصل را به صورت بلوکی در نظر گرفته و مسئله را در حالت تک تسهیله مدل نموده اند .Ratick and White (1988) برای مکان یابی تسهیلات نامطلوب مدل سه هدفه ای را ارائه نموده اند. اهداف آنها عبارت است از : کمینه سازی هزینه مکان یابی تسهیلات، کمینه سازی مخالفت با طرح مکان یابی و بیشینه سازی مقدار شاخص equity .

Daskin (1997) مجدداً و با تکیه بر تعریف اولیه Ratick and White شاخص equity را به صورت زیر تعریف نموده است: "اگر تسهیلی در مکان کاندید i استقرار یابد، شاخصequity برای مکان مورد نظر برابر است با تعداد دیگر تسهیلاتی که در خارج از فاصله پوششی تسهیل در مکان i قرار می گیرند" .

Wayman and kuby (1994) مدل چند هدفه ای را برای مکان یابی تسهیلات نامطلوب ارائه کرده اند که اهداف آنها کمینه سازی هزینه های ثابت ساخت و هزینه های حمل و نقل، کمینه سازی مقدار ریسک، کمینه سازی مقدار شاخص inequity می باشد. آنها بیان می دارند که شاخص equity را می توان در قالب مدلی تعریف نمود که در این مدل هدف کمینه سازی حداکثر فاصله وزینی می باشد که مواد مخاطره آمیز باید بین یک مرکز تولید و یک مرکز دفع طی کنند. Rahman and Kuby (1995) مسئله مکان یابی محل دفع مواد مخاطره آمیز را با نگرشی جدید مدل نموده اند. در این نگرش ، مواد مخاطره آمیز بوسیله ماشینهائی با ظرفیت نسبتاً کم از سطح شهر جمع آوری شده و به کامیون های بزرگتری انتقال داده می شود تا به محل اصلی دفع مواد، منتقل گردند. این رویکرد به دلیل استفاده از صرفه جوئی های اقتصادی حاصل از این کار انتخاب شده است. Giannikos (1998) از مفهوم شبکه جهت حمل و نقل و مکان یابی جهت دفع مواد زائد استفاده نموده است. وی در مدل خود دو هدف عمده را مورد نظر قرار داده است. کمینه سازی مجموع هزینه های عملیاتی و کمینه سازی ریسک پیش بینی شده کل از اهداف مورد نظر در این مدل هستند. وی همچنین با استفاده از برنامه ریزی آرمانی Goal Programming مدل خود را حل نموده است.(2000) Berman and Drezner به منظور تعیین بهترین مکان برای یک تسهیل نامطلوب بر روی شبکه مدل خود را ارائه نموده اند. همچنین این مدل حداقل فاصله وزین در تمام گره های شبکه را بیشینه می نماید.

مدلهایی که در آنها مسئله مکان یابی تسهیلات نامطلوب همزمان با مسئله مسیر یابی جهت حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفته اند عبارتند از:

Revell et al. (1991) سیستم را برای مکان یابی تسهیلات ذخیره و نگهداری میله های سوختی رآکتور های هسته ای توسعه داده اند و مدل چند هدفه ای را ارائه نموده اند که همزمان با مکان یابی تسهیلات ذخیره و تخصیص رآکتور ها به آنها، مسیر حمل و نقل میله های سوختی را نیز تعیین می نماید. Berman et al. (2000) مسئله مسیر یابی و مکان یابی جهت دفع مواد زائد را بر روی شبکه بررسی کرده اند. هدف اول آنها شامل یافتن مسیر بر روی شبکه و بین هر دو گره به نحوی است که میزان مخاطره و ریسک ایجاد شده بر روی آن حداقل گردد. هدف دوم شامل پیدا نمودن مکانی بر روی شبکه است که مخاطره و ریسک کمینه گردد. Marianov et al. (2002) مدلهایی را برای حمل و نقل مواد زائد ارائه نموده اند و مسئله طراحی مسیر به منظور حمل مواد زائد و مخاطره آمیز را بطور تفصیلی مورد بررسی قرار داده اند. Alumur and Kara (2005) مسئله مکان یابی تسهیلات و تعیین مسیر حمل مواد را بر روی شبکه بررسی نموده اند و در مدل برنامه ریزی ترکیبی خود دو هدف را مد نظر قرار داده اند که هدف اول کمینه سازی هزینه کل و هدف دوم کمینه سازی ریسک حمل و نقل می باشد.

در تمام مدل های بررسی شده تاکنون فرض بر این بوده که تنها یک نوع تسهیل دفع مواد زائد وجود دارد. در مدل ارائه شده در این مقاله امکان انتخاب از بین چند نوع تسهیل برای استقرار در یک مکان بالقوه در نظر گرفته شده است. امکان توزیع مواد مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه میان چند تسهیل دفع مواد، فرض جدید دیگری است که برای اولین بار در مدلسازی تسهیلات نامطلوب مورد توجه قرار گرفته است.

در این مدل فرض نموده‌ایم که میزان ماده مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه یک عدد فازی مثلثی می باشد. همچنین میزان ریسک ناشی از استقرار یک تسهیل با ظرفیت مشخص را می توان به سادگی در قالب متغیر های لفظی همچون خیلی کم، کم، متوسط و ... بیان نمود. به منظور استفاده از این ویژگی متغیرهای لفظی لازم است که ابتدا آنها را به مقادیر کمی تبدیل نموده و سپس وارد مدل نمائیم. جدول زیر مقادیر کمی معادل با واژه های لفظی مورد استفاده در این مدل را بصورت اعداد فازی مثلثی بیان می دارد.

متغیر بیانی	خیلی کم	کم	متوسط کم	متوسط	متوسط زیاد	زیاد	خیلی زیاد
عدد فازی معادل	(۰،۰،۰،۱)	(۰،۰،۱،۰،۳)	(۰،۱،۰،۳،۰،۵)	(۰،۳،۰،۵،۰،۷)	(۰،۵،۰،۷،۰،۹)	(۰،۷،۰،۹،۱)	(۰،۹،۱،۱)

جدول 1. مقادیر کمی معادل با متغیر های لفظی

۳ . مدلسازی مسئله

۳ , ۱ . پارامترها

فرض کنید که M مرکز تولید داریم که هریک از آنها $\tilde{d}_i$ واحد ماده مخاطره آمیز را در دوره زمانی معین تولید می کنند. از سوی دیگر N مکان بالقوه جهت استقرار تسهیلات دفع مواد مخاطره آمیز داریم که در هریک تنها بدلیل کمبود فضا تنها امکان استقرار یک نوع تسهیل وجود دارد. فرض می شود که در مجموع K نوع تسهیل با ظرفیت های مختلف جهت استقرار موجود می باشد که هزینه ثابت استقرار هر نوع از آنها در هر یک از مکان ها متفاوت از دیگری می باشد.

i اندیس بکار رفته برای مرکز تولید $i = 1,..., M$

j اندیس بکار رفته برای مرکز دفع $j = 1,..., N$

k اندیس بکار رفته برای نوع تسهیل $k = 1,..., K$

$\tilde{d}_i$ مقدار ماده خطرناک تولید شده توسط مرکز تولید i در دوره زمانی معین(یک عدد فازی)

S_k ظرفیت تسهیل از نوع k

C_{ij} هزینه حمل واحد بار از مکان تولید i به مکان دفع j

FS_{jk} هزینه ثابت استقرار تسهیل از نوع k در مکان j

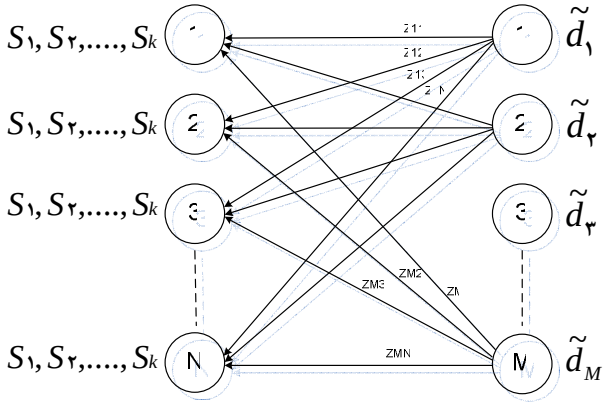
$\tilde{O}_{ij}$ میزان ریسک ناشی از پوشش مکان i توسط مکان j (یک عدد فازی)

۳ , ۲ . متغیر های تصمیم

Z_{ij} میزان ماده ای که از مکان تولید i به مکان دفع j حمل می شود

W_{jk} متغیر صفر و یک (یک زمانی که تسهیل از نوع k در مکان j استقرار یابد و صفر در غیر اینصورت.)

Y_{ij} متغیر صفر و یک (یک زمانی که مکان i تحت پوشش j قرار بگیرد و صفر در غیر اینصورت.)



دیاگرام 1. نمای شماتیک توزیع مواد مخاطره امیز

۳ , ۳ . ارائه مدل

Minimize $\sum_{i=۱}^{M}\sum_{j=۱}^{N} C_{ij} * Z_{ij} + \sum_{j=۱}^{N}\sum_{K=۱}^{K} FS_{jk} * W_{jk}$

Minimize $\sum_{i=۱}^{M}\sum_{j=۱}^{N} \tilde{O}_{ij} * Y_{ij}$

Subject to:

$$\sum_{j=۱}^{N} Z_{ij} \geq \tilde{d}_i \qquad i = ۱,..,M \qquad (۱)$$

$$\sum_{i=۱}^{M} Z_{ij} \leq \sum_{k=۱}^{K} S_k * W_{jk} \qquad j = ۱,...,N \qquad (۲)$$

$$\sum_{k=۱}^{K} W_{jk} = ۱ \qquad j = ۱,...,N \qquad (۳)$$

$$Z_{ij} \leq \mathbf{M} Y_{ij} \qquad i = ۱,..,M \ , \ j = ۱,...,N \qquad (۴)$$

$$Z_{ij} \geq 0$$

$$W_{jk} = Binary$$

$$Y_{jk} = Binary$$

۳ , ٤ . توابع هدف

اولین تابع هدف از جنس هزینه می باشد که خود از دو بخش تشکیل شده است. در بخش اول، مجموع هزینه های عملیاتی مربوط به حمل و نقل مواد مخاطره آمیز و در بخش دوم هزینه های ثابت استقرار انواع مختلف تسهیلات در مکان های بالقوه در نظر گرفته شده است. دومین تابع هدف که یک تابع هدف با ضرایب فازی می باشد، میزان کل ریسک ناشی از پوشش مکان i توسط مکان j را کمینه می کند. Y_{ij} یک متغیر پوشش می باشد که وقتی منطقه i تحت پوشش مکان j قرار گرفت، (یعنی متغیر Z_{ij} مقداری بیش از صفر اختیار کند) مقداری برابر با یک می گیرد. میزان

ریسک در منطقه i وقتی که تحت پوشش منطقه j قرار می گیرد، را می توان بوسیله متغیرهای لفظی اندازه گیری نموده و سپس آنها را با استفاده از یک مقیاس مناسب به مقادیر کمی تبدیل نمود.

۳,۵. محدودیت ها

اولین دسته از محدودیت ها این اطمینان را فراهم می آورند که تمام مواد مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه بطور حتم به مکان های دفع انتقال داده شوند. فرآیند اندازه گیری دقیق میزان ماده مخاطره آمیز تولید شده دریک منطقه با پیچیدگی های زیادی همراه است و لذا برای کاربردی‌تر نمودن مدل این پارامتر را بصورت یک پارامتر فازی در مدل لحاظ نموده‌ایم. دومین دسته از محدودیت ها این نکته را تضمین می کنند که کل مقدار ماده جمع آوری شده در یک مکان از ظرفیت تسهیل قرار داده شده در آن تجاوز ننماید. به عبارت بهتر این محدودیت بر روی ظرفیت تسهیلات قرار داده شده است. محدودیت های دسته سوم محدودیت بر تعداد انوع تسهیلات استقرار داده شده در یک مکان می باشند. همانطوری که قبلاً فرض شد، در یک مکان به دلیل کمبود فضا تنها امکان استقرار یک نوع تسهیل وجود دارد. محدودیت‌های دسته چهارم به منظور در نظر گرفتن ریسک ناشی از استقرار تسهیلات برای مناطق تولید کننده ماده مخاطره آمیز مورد توجه قرار گرفته است. چنانچه از مکان i به مکان j ماده ای حمل شود، آنگاه Y_{ij} مقدار یک می گیرد، یعنی میزان ریسک مورد نظر در تابع هدف در نظر گرفته می شود. لازم به ذکر است که M یک ثابت دلخواه بزرگ در مدل می باشد.

به منظور روشن تر شدن ساختار استفاده شده در مدل یک مسئله را بطور تصادفی تولید نموده و مدلسازی می‌نمائیم. پس از مدلسازی مسئله را حل نموده و جوابهای نهایی مدل را ارائه خواهیم نمود.

٤. مسئله نمونه

فرض کنید در شهر کوچکی امکان تعریف ۴ منطقه برای تولید مواد مخاطره آمیز وجود داشته باش . میزان تولید ماده مخاطره آمیز در هر منطقه مطابق جدول زیر می باشد. همانطوری‌که بیان گردید این مقادیر از پارامترهای فازی مدل می باشند.

منطقه تولید	۱	۲	۳	۴
میزان تولید (بر حسب تن)	(۱۵۰,۱۵۵,۱۷۰)	(۱۳۰,۱۴۰,۱۵۵)	(۱۲۵,۱۳۲,۱۴۰)	(۱۰۰,۱۱۰,۱۱۵)

جدول 2. میزان تولید ماده مخاطره آمیز در مناطق مختلف

در مجموع ۳ نوع تسهیل با ظرفیت های مختلف داریم که می توان آنها را در هر یک از مکان های بالقوه جهت استقرار تسهیلات نامطلوب، مستقر نمود. ظرفیت این تسهیلات مطابق جدول زیر می باشد.

نوع تسهیل	۱	۲	۳
میزان ظرفیت(برحسب تن)	۸۰	۱۲۰	۲۰۰

جدول 3. ظرفیت تسهیلات مختلف

هزینه حمل واحد بار از یک منطقه مشخص به یک مکان خاص در جدول زیر مشخص شده است.

j / i	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۱۰	۱۲	۸	۹	۱۶
۲	۸	۴	۱۰	۷	۶

۳	۵	۹	۱۳	۱۱	۱۲
۴	۱۰	۶	۵	۶	۸

جدول 4٠ هزینه حمل واحد بار از منطقه i به مکان j

از سوی دیگر در هر یک از این ۵ مکان امکان استقرار هر ۳ نوع تسهیل وجود دارد. هزینه ثابت استقرار تسهیلات نوع k در مکان j مطابق جدول زیر می باشد.

k \ j	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۷۰	۷۵	۸۰	۶۰	۷۰
۲	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۵	۱۰۰	۱۱۵
۳	۱۴۰	۱۳۵	۱۳۰	۱۲۵	۱۳۰

جدول 5٠ هزینه ثابت استقرار تسهیل از نوع k در مکان j

همانطوری که گفته شد، میزان ریسک ناشی از استقرار تسهیلات در یک مکان خاص برای یک منطقه مشخص را می توان در قالب یک متغیر لفظی بیان نمود. جدول زیر این مقادیر را برای مسئله فوق نشان می دهد.

i \ j	۱	۲	۳	۴	۵
۱	کم	زیاد	متوسط زیاد	متوسط کم	متوسط کم
۲	متوسط	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	کم
۳	متوسط زیاد	متوسط	زیاد	خیلی کم	کم
۴	زیاد	زیاد	متوسط زیاد	متوسط کم	کم

جدول 6٠ میزان ریسک در منطقه i ناشی از استقرار تسهیل در مکان j

۵ . روش حل مسئله

برای حل مدل ابتدا مدل فازی را به کمک روشهای فازی زدائی به یک مدل خطی دو هدفه تبدیل می نمائیم. بدین منظور، هم برای میزان ریسک ناشی ار استقرار تسهیلات و هم برای میزان ماده مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه از فرمول زیر استفاده می نمائیم.

$$\frac{a+4m+b}{6}$$

در این رابطه a کران پائین عدد فازی، b کران بالای عدد فازی و m مقدار میانی عدد فازی مربوطه می باشد. با استفاده از رابطه فوق مقادیر جدول ۲ بصورت زیر محاسبه می شوند.

منطقه تولید	۱	۲	۳	۴
میزان تولید (بر حسب تن)	۱۵۶،۶۷	۱۴۰،۸۳	۱۳۲،۱۷	۱۰۹،۱۷

جدول 7٠ میزان تولید ماده مخاطره آمیز

برای تبدیل مقادیر متغیر های لفظی مربوط به ریسک ناشی از استقرار تسهیلات، از مقادیر جدول ۱ کمک گرفته و پس از استفاده از رابطه اخیر مقادیر کمی متغیرهای اشاره شده بصورت جدول۸ محاسبه می گردند.

j \	۱	۲	۳	۴	۵

i					
۱	۰،۰۱۷	۰،۸۸۳	۰،۷	۰،۳	۰،۳
۲	۰،۵	۰،۵	۰،۹۸۳	۰،۸۸۳	۰،۱۱۲
۳	۰،۷	۰،۵	۰،۸۸۳	۰،۰۱۷	۰،۱۱۲
۴	۰،۸۸۳	۰،۸۸۳	۰،۷	۰،۳	۰،۱۲۲

جدول ۰۸ مقادیر کمی معادل با متغیرهای لفظی مقادیر ریسک

به کمک مقادیر موجود در جداول ۷ و۸ می توان مدل مورد نظر را نوشت. مدل خطی دو هدفه این مسئله در پیوست آورده شده است.

در مرحله دوم، این مدل خطی دو هدفه را حل خواهیم نمود. ایده اصلی در الگوریتم های مورد استفاده برای حل مدلهای چند هدفه تبدیل مسئله چند هدفه اصلی به یک مسئله تک هدفه می باشد. این الگوریتم ها به دو روش کلی مسئله را حل می کنند. در روش اول که به روش وزن دهی و یا Weighted Method معروف می باشد، به اهداف مختلف وزن داده شده و با جمع نمودن آنها یک تابع هدف وزین تشکیل می گردد. سپس مدل مربوطه با استفاده از تابع هدف جدید به کمک روش سیمپلکس و بصورت تک هدفه حل می گردد. روش دیگری که برای حل مدلهای چند هدفه استفاده قرار می گیرد، روش Preemptive می باشد. در این روش مدل در چند مرحله حل می گردد و در هر مرحله یک تابع هدف در نظر گرفته می شود. با حل هر مرحله محدودیتی به مسئله افزوده شده و مدل حاصل به همراه تابع هدف بعدی بصورت تک هدفه حل می گردد. لازم به ذکر است که مراحل بر اساس اهمیت اهداف از زیاد به کم حل می شوند و این روند تا جائی ادامه می یابد که کلیه اهداف مد نظر قرار گیرند .

برای مسئله فوق از یک الگوریتم برنامه ریزی آرمانی (Goal Programming) که بصورت Preemptive مدل را حل می کند، استفاده شده است. به دلیل وجود ۲ تابع هدف در مدل، جواب موثر نهایی مسئله از طریق حل دو مدل برنامه ریزی تک هدفه تعیین می شود. در اینجا فرض می شود که تابع هدف اول یعنی مجموع هزینه های عملیاتی از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا در مدل برنامه ریزی خطی اولیه ابتدا این تابع هدف را بعنوان تابع هدف مدل در نظر می گیریم. این مدل به سادگی توسط روش سیمپلکس حل می گردد. پس از تعیین مقادیر بهینه متغیرها و مقدار تابع هدف، مدل برنامه ریزی خطی ثانویه نوشته می شود. در این مدل تابع هدف دوم یعنی میزان ریسک ناشی از استقرارتسهیلات جایگزین تابع هدف اولیه می گردد. محدودیت های این مدل همان محدودیت های مسئله اصلی و مدل قبلی می باشند و تنها یک محدودیت زیر به مدل اضافه می گردد.

$$10*Z11+12*Z12+8*Z13+9*Z14+16*Z15+8*Z21+4*Z22+10*Z23+7*Z24+6*Z25+$$
$$5*Z31+9*Z32+13*Z33+11*Z34+12*Z35+10*Z41+6*Z42+5*Z43+6*Z44+8*Z45+$$
$$70*W11+120*W12+140*W13+75*W21+110*W22+135*W23+80*W31+105*W32+$$
$$130*W33+60*W41+100*W42+125*W43+70*W51+115*W52+130*W53<=3089.220$$

سمت چپ محدودیت فوق همان تابع هدف اول و سمت راست آن مقدار بهینه تابع هدف در مدل اولیه است. این محدودیت تعیین می کند که مقدار تابع هدف اولیه در مدل برنامه ریزی خطی ثانویه ، هیچ گاه از مقدار بهینه بدست آمده برای آن در مرحله اول کمتر نگردد.

با حل مدل ثانویه ، مقادیر نهائی متغیر ها و توابع هدف بصورت زیر مشخص می گردد.

$Y13=1$	$Y14=1$	$Y22=1$	$Y31=1$	$Y43=1$
$W13=1$	$W23=1$	$W33=1$	$W41=1$	$W51=1$
$Z13=90.83$	$Z14=65.84$	$Z22=140.83$	$Z31=132.17$	$Z43=109.17$

بقیه متغیرهایی که در جدول فوق ذکر نشده اند ، مقداری برابر صفر دارند.

مقدار کمینه هزینه حمل و نقل برابر۳۰۸۹،۲۲ واحد و مقدار بهینه ریسک برابر ۲،۹ است.

۶ . نتیجه گیری

در این مقاله مسئله مکان یابی تسهیلات نامطلوب در قالب یک مدل فازی دو هدفه مدلسازی گردید. دو فرض جدید در این مدل مورد توجه قرار گرفته است. اولین فرض مربوط به امکان انتخاب از میان مجموعه ای از انواع تسهیلات دفع مواد مخاطره آمیز، جهت استقرار در مکان های بالقوه است بطوری‌که هزینه استقرار هر نوع تسهیل با ظرفیت اسمی آن متناسب می باشد. دومین فرض مربوط به در نظر گرفتن امکان توزیع مواد مخاطره آمیز تولید شده در یک منطقه، میان چند مکان دفع می باشد. این دو فرض برای اولین در مدلهای مکان یابی تسهیلات نامطلوب مد نظر قرار گرفته است. در نظر گرفتن سه مرحله ای جمع آوری مواد مخاطره آمیز از مواردی است که می تواند مورد بررسی قرار بگیرد. در این دسته مسائل مرحله میانی، تسهیلات جمع آوری واسطه ای هستند که مواد را از وسائل با ظرفیت های کم تحویل گرفته و به مکان های دفع انتقال می دهند. تصادفی بودن مقدار ماده تولید شده در مناطق مختلف، در نظر گرفتن ظرفیت های مختلف برای ماشین های جمع آوری در مراحل میانی، امکان استقرار تسهیلات با ظرفیت های مختلف، در نظر گرفتن توام با مسئله تعیین مسیر بهینه جهت جمع آوری و انتقال مواد از جمله مواردی دیگری هستند که می توانند در قالب مدل های دیگری بررسی شوند.

۷ . تشکر و قدردانی

از صمیم قلب از استاد بزرگوارمان جناب آقای دکتر آریانژاد که همواره در طول دوران تحصیل ما را از رهنمود های خویش بهره مند ساخته اند تشکر می کنیم و این مقاله ناچیز را تقدیم او می نماییم، تا بتوانیم گوشه ای از زحمات ایشان را جبران کرده باشیم.

۸ . پیوست یک

Minimize
10Z11+12Z12+8Z13+9Z14+16Z15+8Z21+4Z22+10Z23+7Z24+6Z25+5Z31+9Z32+13Z33+11Z34+12Z35+10Z41+6Z42+5Z43+6Z44+8Z45+70W11+120W12+140W13+75W21+110W22+135W23+80W31+105W32+130W33+60W41+100W42+125W43+70W51+115W52+130W53

Minimize
0.017Y11+0.883Y12+0.7Y13+0.3Y14+0.3Y15+0.5Y21+0.5Y22+0.983Y23+0.883Y24+0.112Y25+0.7Y31+0.5Y32+0.883Y33+0.117Y34+0.112Y35+0.883Y41+0.883Y42+0.7Y43+0.3Y44+0.112Y45

Subject to:

Z11+Z12+Z13+Z14+Z15>=156.67
Z21+Z22+Z23+Z24+Z25>=140.83
Z31+Z32+Z33+Z34+Z35>=132.17
Z41+Z42+Z43+Z44+Z45>=109.17

Z11+Z21+Z31+Z41-80W11-120W12-200W13<=0
Z12+Z22+Z32+Z42-80W21-120W22-200W23<=0
Z13+Z23+Z33+Z43-80W31-120W32-200W33<=0
Z14+Z24+Z34+Z44-80W41-120W42-200W43<=0
Z15+Z25+Z35+Z45-80W51-120W52-200W53<=0

W11+W12+W13=1
W21+W22+W23=1
W31+W32+W33=1
W41+W42+W43=1
W51+W52+W53=1

Z11-10000Y11<=0
Z12-10000Y12<=0
Z13-10000Y13<=0
Z14-10000Y14<=0
Z15-10000Y15<=0
Z21-10000Y21<=0
Z22-10000Y22<=0
Z23-10000Y23<=0
Z24-10000Y24<=0
Z25-10000Y25<=0
Z31-10000Y31<=0
Z32-10000Y32<=0
Z33-10000Y33<=0
Z34-10000Y34<=0
Z35-10000Y35<=0
Z41-10000Y41<=0
Z42-10000Y42<=0
Z43-10000Y43<=0
Z44-10000Y44<=0
Z45-10000Y45<=0

Wij = Binary , Yij = Binary , Zij>=0

۹ . مراجع انگلیسی

1. Young-Jou L.; Ching-Lai H.; "*Fuzzy Mathematical Programming, Method and Application*". 1st ed., Springer-Verlage, 1992.
2. Taha, H.A.; "*OPERATIONS RESEACH: An introduction*". 7th ed., Prentice-Hall, 2003.
3. Mehrez, A.; Sinuany-Stern, Z.; Stulman, A.;"*The one-dimensional single facility maximin distance location problem* ", Comput. Ops. Res. 12/1, 51-60, 1985.
4. Benhamou, S.; Melachrinoudis, E.;"*A single rectilinear facility location problem using two criteria: Maximin and Minisum*", presented at TIME/ORSA meeting, Washington DC, April, 1988.
5. Ratick, S.J.; White, A.L.; "*A risk-sharing model for locating noxious facilities*", Environment and planning. B. 15, 165-179, 1988.
6. Erkut, E.; Neuman, S.; "*A multi-objective model for locating undesirable facility*", European Journal of Operational Research 40, 209-227, 1992.
7. Berman, O. ; Drezner, Z.; "*A note on the location of an obnoxious facility on a network*". European Journal of Operational Research 120, 215–217, 2000.
8. Berman, O.; Drezner, Z. ; Wesolowsky, G.; "*Routing and location on a network with hazardous threats*". Journal of the Operational Research Society 51, 1093–1099, 2000.
9. Giannikos, I.; "*A multi-objective programming model for locating treatment sites and routing hazardous wastes*" .European Journal of Operational Research 104, 333–342, 19980.
10. Marianov, V., Re Velle, C.; Shih, S.; "*Anti-coverage models for obnoxious material transportation*". Environmentand Planning B-Planning and Design 29, 141–150, 2002.
11. Rahman, M. ; Kuby, M.; "A *multi-objective model for locating solid-waste transfer facilities using an empirical opposition function*". INFOR 33, 34–49, 1995.
12. Re Velle, C.; Cohon, J.; Shobrys, D.; "*Simultaneous sitting and routing in the disposal of hazardous wastes*" .Transportation Science 25, 138–145, 1991.
13. Wayman, M.M.; Kuby, M.; "*Proactive optimization: general framework and a case study using a toxic waste location model with technology choice*". International Symposium on Location Decisions, ISOLDE VI, Lesvos and Chios, Greece, 1994.