فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت

دوره ۱۳، شماره سه، پاییز ۱۴۰۱، صص ۱۲۵-۱۴۲

مکان‌یابی پایگاه‌های اهدا در زنجیره تامین خون با لحاظ معیارهای زیست‌محیطی با استفاده از مدل ترکیبی ویکور و برنامه‌ریزی ریاضی (مطالعه موردی سازمان خون استان البرز)

مهیار کیان‌پور[۶۵]، مسعود ربانی[۶۶] و سید علی ترابی[۶۷]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۹ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۹

چکیده

امروزه با توجه به نقش خاص هر یک از تسهیلات در زنجیره تامین خون، استقرار این مراکز در مکان‌های مناسب با رعایت معیارهای زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سازمان خون استان البرز، با افزایش جمعیت و گسترش شهرها، همواره به دنبال مکان‌یابی مناسب جهت استقرار پایگاه‌های اهدا بوده است تا علاوه بر ارائه خدمت حداکثری به اهداکنندگان، بتوانند آسیب‌های زیست‌محیطی را کاهش دهد. در این مطالعه، برای مکان‌یابی مناسب جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون، معیارهای زیست‌محیطی در نظر گرفته شده است. هدف این مطالعه تعیین تعداد و محل مناسب قرارگیری پایگاه‌های اهدای خون در سطح شهر با استفاده از روش ترکیبی ویکور و مدل برنامه‌ریزی ریاضی است به گونه‌ای که این پایگاه‌ها بیش‌ترین سطح خدمت‌دهی را داشته باشند.

کلمات کلیدی: پایگاه اهدای خون، معیارهای زیست‌محیطی، ویکور و برنامه‌ریزی ریاضی.

---

[۶۵] کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۶۶] نویسنده مسئول، استاد تمام، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. آدرس پست الکترونیکی: mrabani@ut.ac.ir.

[۶۷] استاد تمام، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

مقدمه

خون انسان از جمله منابع کمیابی است که تنها توسط خود انسان‌ها تامین می‌شود. به عبارت دیگر هم تامین‌کننده و هم مصرف‌کننده این کالای حیاتی خود انسان است(ناگورنی و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از اجزای مهم زنجیره تامین خون، پایگاه‌های اهدای خون هستند که در سراسر شهر و استان حضور دارند و از زمان‌بندی مشخصی جهت خون‌گیری و جمع‌آوری خون پیروی می‌کند(باسنت و همکاران، ۲۰۰۹). موضوعی که اهمیت دارد این است که نیاز و تقاضا برای خون همیشه وجود داشته است که مصرف‌کنندگان در این زنجیره همان بیمارستان‌ها، مراکز درمانی و غیره می‌باشند که خون مناسب را به بیمار می‌رسانند(بلین و فورس، ۲۰۱۲). افزایش روزافزون جمعیت و گسترش بی‌رویه شهرها، پیامدهای زیست‌محیطی و بهداشتی از جمله عواملی هستند که مدیران زنجیره تامین خون را بر آن داشته است تا استقرار تسهیلات خود را با دقت و ملاحظات بیشتری تعیین کنند. بنابراین طراحی اصولی زنجیره تامین و تسهیلات مستقر در این زنجیره با روش‌های علمی و سیاست‌گذاری مناسب می‌تواند سرعت تخریب محیط‌زیست را به حداقل برساند(کوروپو، ۲۰۱۰). انتخاب معیارهای مناسب برای مکان‌یابی بهینه تسهیلات زنجیره تامین خون، با هدف سازماندهی فضای جغرافیای شهری و همچنین بهینه‌سازی طراحی شبکه این زنجیره در کنار سایر معیارهای انتخاب مکان مناسب این امکان را فراهم می‌کند که مقایسه و انتخاب صحیحی میان گزینه‌ها صورت بگیرد. در نهایت از میان مکان‌های کاندید جهت استقرار تسهیلات انتقال و توزیع باید تعیین کرد که کدامیک از این مکان‌ها جهت استقرار تسهیلات انتقال و توزیع خون مناسب‌تر هستند(وایتاکر و همکاران، ۲۰۰۷). در طول دهه‌های اخیر، به خصوص در کشورهای توسعه یافته جمعیت به سرعت افزایش یافته است و این افزایش جمعیت باعث به وجود آمدن مسایل و مشکلاتی شده است که پیامدهای سنگینی برای انسان و محیط‌زیست داشته است. یکی از این مسایل آلودگی و تخریب محیط‌زیست توسط استقرار تسهیلات است که عمدتاً از سوی تسهیلاتی ناشی می‌شود که دارای ضایعه و زباله‌های شیمیایی و مخرب هستند(نامیاس، ۱۹۸۲). تولید بیش از حد زباله، جمع‌آوری غلط و بازیافت ناقص زباله‌های صنعتی و بهداشتی که زباله‌های ناشی از فعالیت‌های پایگاه‌های اهدای خون هم شامل می‌شوند، پساب‌های صنعتی و شهری و نخاله‌های ساختمانی باعث آلودگی خاک و منابع آبی شده است. یکی از خطرناک‌ترین نوع این زباله‌ها، زباله‌های ناشی از مراکز اهدای خون می‌باشد که شامل سوزن‌های آلوده، کیسه‌های پلاستیکی و لوازم خون‌گیری آلوده به خون ناسالم و ... است. بنابراین اتخاذ تصمیم

درست در رابطه با استقرار این نوع تسهیلات، کمک فراوانی در پیشگیری از این فاجعه انسانی می‌کند. بنابراین پایگاه‌های اهدای خون باید در مکان مناسبی با لحاظ معیارهای زیست‌محیطی استقرار یابند. از این رو، در رابطه با مطالعات پژوهشی این موضوع، مطالعات اندکی در رابطه با مکان‌یابی تسهیلات خونی انجام شده است که عمدتاً این مطالعات از نوع مطالعات مدل‌سازی و بهینه‌سازی می‌باشد که معیارهای زیست‌محیطی در این مطالعات لحاظ نشده است.

در این مطالعه، معیارهای زیست‌محیطی جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون در نظر گرفته شده است و برای مکان‌یابی پایگاه‌های اهدای خون از روش ترکیبی تصمیم‌گیری ویکور و مدل برنامه‌ریزی خطی بهره گرفته‌ایم. برخی از معیارهای تعیین شده برای تصمیم‌گیری در رابطه با استقرار تسهیلات از نوع تصمیم‌گیری های گروهی بوده است که در آن گروهی از خبرگان و کارشناسان زنجیره تامین خون جهت استقرار تسهیلات نظرات کارشناسانه خود را ارائه می‌دهند و در نهایت با استفاده از حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی نقاط بهینه تعیین می‌گردند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

معیارهای زیست‌محیطی مکان‌یابی

تعیین یک معیار کلی و فراگیر برای تعیین مکان مناسب جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون، به دلیل تفاوت‌های شهری، اقتصادی، زیست‌محیطی و غیره کاری بسیار مشکل است.

با این وجود معیارهایی که جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون در نظر گرفته شده‌اند در پی یک هدف واحد (افزایش بهره‌وری زنجیره تامین خون) که در بیشتر موارد ممکن است وجوه مشترکی داشته باشند. بنابراین در این مطالعه معیارهای زیست‌محیطی مستخرج از منابع، همگی تحت بررسی خبرگان زنجیره تامین خون (تیم پژوهشی مرکز انتقال و توزیع خون) قرار گرفته است و از میان تمامی معیارهای شناسایی شده (۱۷ معیار زیست‌محیطی) ۱۳معیارهای زیر جهت ارزیابی و انتخاب مناطق تعیین شده‌اند:

مطلوبیت(E1): در مکان‌یابی فعالیت‌ها، باید مطلوبیت از نظر زیبایی چشم انداز، عوامل طبیعی و غیره مد نظر قرار گیرد(فراهانی و همکاران، ۲۰۱۰).

ایمنی عمومی(E2): در مکان‌یابی کاربری ها باید امنیت و تامین جان و مال مردم و منابع عمومی در مقابل حوادث طبیعی و غیرطبیعی مورد توجه قرار بگیرد(بهاتاچاریا و همکاران، ۱۹۹۲).

تراکم جمعیتی(E3): تعیین مکان مناسب جهت استقرار باید به گونه‌ای باشد که تسهیلات در بافت جمعیتی مناسب قرار بگیرند. این معیار ممکن است برای هر نوع تسهیل به نوعی متفاوت بیان شود. تعیین مکان مرکز انتقال و توزیع نباید در مناطقی قرار بگیرد که به لحاظ بافت جمعیتی بیش از ۳۰۰ نفر در هر هکتار باشد زیر این مناطق از جمله مناطق شلوغ محسوب می‌شوند(دمیرل و همکاران، ۲۰۱۰).

میانگین دما(E4): اطلاعات حداقل و حداکثر دما در مناطق کاندید باید به دقت شود تا تسهیلات بسته به نوع فعالیت‌شان در ناحیه‌ای قرار بگیرند که دارای میانگین دمایی مناسب‌تری است. برای مرکز انتقال و توزیع خون میانگین دمایی بین ۱۸ تا ٢٤ درجه سانتیگراد دمای مطلوب می‌باشد(کیاوارلا و پاتمو، ۲۰۰۳).

موقعیت و شکل زمین(E5): نواحی کوهستانی و نواحی که در ارتفاعات قرار گرفته‌اند، نواحی که در بافت جلگه‌ای قرار گرفته‌اند، یا در مجاورت دره یا رودخانه‌ای واقعه شده‌اند و غیره جهت استقرار نامناسب هستند بنابراین این معیار باید به با درستی و دقت لحاظ شود(هندفیلد و همکاران، ۲۰۰۲).

شیب(E6): پر واضح است که نواحی پرشیب برای انتخاب مکان استقرار مرکز انتقال و توزیع خون نامناسب هستند. بنابراین شیب نواحی کاندید از جمله معیارهای مهم جهت استقرار تسهیلات خونی در نظر گرفته می‌شوند. شیب مطلوب جهت استقرار مرکز انتقال و توزیع خون (٦-۹) درجه است(روگرس و بروئن، ۱۹۹۸).

سرعت باد غالب (E7): تسهیلات توزیع و انتقال خون نباید در مسیر تند بادها و جهت بادگیرهای شدید قرار بگیرند و در همچنین باید جهت منطقه استقرار به گونه‌ای باشد که به لحاظ آفتاب‌گیر بودن و تهویه در شرایط مناسبی قرار داشته باشد. حداکثر سرعت باد مطلوب ۳۵ کیلومتر بر ساعت برآورد شده است(روجانامون و همکاران، ۲۰۰۹).

ساختمان خاک(E8): اصطلاحاً زمین هایی که از نظر شرایط زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و مورفولوژیکی به علت تکتونیک فعال، طبقات ضخیم یا ساختمان خاک با نفوذ پذیری بالا و امثال آن‌ها زمین های ناپیدار شناخته می‌شوند. بنابراین چنین مناطقی با چنین نوع ساختمانی جهت استقرار تسهیلات مناسب نیستند(کیاوارلا و پاتمو، ۲۰۰۳).

شبکه های ارتباطی(E9): راه ها، وسایل حمل و نقل، فرودگاه‌ها و دیگر عوامل، از معیارهای مهم در مکان‌یابی مرکز توزیع و انتقال خون به شمار می‌روند. وجود این امکانات دسترسی قسمت‌های مختلف این زنجیره تامین تسهیل می‌کند(روگرس و بروئن، ۱۹۹۸).

پتانسیل آلودگی هوا و محیط(E10): همجواری با انواع کاربری‌های آلوده کننده هوا (صنایع، پایانه ها و غیره) و آلاینده‌های محیطی (فاضلاب‌ها، دامداری‌ها، کشتارگاه‌ها، گورستان‌ها، بیمارستان‌ها و غیره) (روگرس و بروئن، ۱۹۹۸).

دسترسی به زیرساخت‌های سازگار(E11): از جمله زیرساخت‌های سازگار، بیمارستان‌ها و مراکز درمانی هستند که به نوعی مرکز انتقال و توزیع خون با آن‌ها ارتباط مستقیم و غیرمستقیم دارد. بنابراین دسترسی به این زیرساخت ها ارتباط میان این زنجیره را با این تسهیلات تسهیل می‌کند(روجانامون و همکاران، ۲۰۰۹).

زلزله خیزی(E12): تخریب تسهیلات و مراکز به واسطه بروز بلایای طبیعی مانند زمین لرزه به وقوع می‌پیوندد. به همین دلیل مرکز توزیع و انتقال خون نباید در مناطق با پتانسیل زلزله و در مناطق دارای گسل ویرانگر بنا شود (هندفیلد و همکاران، ۲۰۰۲).

سیل خیزی (E13): همچنین تخریب تسهیلات و مراکز به واسطه بروز سیلاب‌ها و جریانات تند آب به وقوع می‌پیوندد. به همین دلیل مرکز توزیع و انتقال خون نباید در مناطقی بنا شود که در معرض تند آب‌ها و سیلاب‌ها قرار دارد(کیاوارلا و پاتمو، ۲۰۰۳).

مطالعات مربوط به خون و محصولات خونی عمدتاً از نوع مطالعات مربوط به موجودی و بانک خون هستند. به‌طوری که برای اولین بار نامیاس (۱۹۸۲) به ارائه یک مدل ریاضی جهت مدیریت موجودی محصولات خونی پرداخت. رویکردهای مختلفی در مدل‌سازی زنجیره تامین خون به کار گرفته شده است که عمده‌ترین این رویکردها، مدل‌های شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی آرمانی، روش‌های ارزیابی عملکرد، آنالیزهای آماری و تئوری صف بوده است. در میان مجموعه مسائل مطرح شده در زنجیره تامین خون، مساله مکان‌یابی تسهیلات خونی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(نامیاس، ۱۹۸۲). جاکوبس و همکاران (۱۹۹۶) با به کارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح به بررسی مکان‌یابی مجدد پایگاه‌های اهدای خون در ویرجینیا پرداخته‌اند(جاکوبس و

همکاران، ۱۹۹۶). کندال(۱۹۸۰) از برنامه‌ریزی آرمانی در رابطه با مسأله چرخه خون چندهدفه بهره گرفته است. هدف او از این مطالعه دستیابی به یک برنامه‌ریزی مدون برای جمع‌آوری، توزیع خون و چرخه خون است. وی مدلی که در مقاله خود ارائه کرده است این امکان را به تصمیم‌گیرنده می‌دهد که با توجه به اولویت‌های خود اهداف مدل را رتبه‌بندی کند(کندال، ۱۹۸۰). ستین و سارول (۲۰۰۹) از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی که ترکیبی از مدل‌های مکان‌یابی پیوسته گرانشی و مدل‌های مکان‌یابی گسسته پوششی بود استفاده کرده‌اند، هدف آن‌ها کاهش زمان سفر بین بانک خون و بیمارستان‌ها، هزینه‌های استقرار بانک خون و سایر هزینه‌های مرتبط با نابرابری مرتبط با عدالت اجتماعی در فاصله بود(ستین و سارول، ۲۰۰۹). هملمایر و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود از روش برنامه‌ریزی عدد صحیح برای تحویل محصولات خونی به بیمارستان‌های اتریش با هدف کاهش هزینه ی تمام شده پرداخته‌اند(هملمایر و همکاران، ۲۰۰۹). هملمایر و همکاران (۲۰۱۰) به توسعه رویکرد مطالعه هملمایر و همکاران (۲۰۰۹) پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود مصرف محصولات خونی را به صورت تصادفی در نظر گرفت (هملمایر و همکاران، ۲۰۱۰). سهین و همکاران (۲۰۰۷) به توسعه مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح به منظور حل مسایل مکان‌یابی تخصیص بخش خدمات خون‌رسانی در هلال احمر ترکیه پرداخته است(سهین و همکاران ،۲۰۰۷). ون دیجک و همکاران (۲۰۰۹) به توسعه یک رویکرد ریاضی در رابطه با مسأله موجودی پلاکت خون با ترکیب دو روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی و شبیه‌سازی پرداخته‌اند. آن‌ها در این مطالعه به حداقل سازی هزینه‌های کمبود و اتلاف پلاکت های خون می پردازند. پیچیدگی حل مسائل برنامه‌ریزی پویای تصادفی بسیار بیشتر از مدل‌سازی به مسأله به روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی است(ون دیجک و همکاران، ۲۰۰۹). هایجما و همکاران (۲۰۰۹) در یک مطالعه کاربردی و عملی از روش برنامه‌ریزی پویای تصادفی در بانک خون منطقه‌ای هلند بهره گرفته‌اند. آن‌ها در این مطالعه به موضوع افزایش سطح تقاضای پلاکت خون و تمایز گروه‌های مختلف خونی پرداخته‌اند (هایجما و همکاران، ۲۰۰۹). به کارگیری معیارهای زیست‌محیطی در مکان‌یابی‌ها اغلب به شرایط بومی و جغرافیایی محل مورد مطالعه بستگی دارد برای مثال لاگرگا و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه خود به مکان‌یابی تسهیلات با رعایت معیارهای زیست‌محیطی پرداخته‌اند اما در این مطالعه معیارهای فاصله از گسل ها و همچنین لرزه خیزی در نظر گرفته نشده است(لاگرگا و همکاران، ۲۰۰۲). در برخی از مطالعات نشان داده شده است که اولویت‌های دفع پسماندها به علت شرایط خاص اقلیم تغییر کرده است. به عنوان مثال ونتز(۲۰۰۱)

در مطالعه خود با بیان نقش تکنولوژی بازیافت در دفع پسماندها اولویت گزینه تصفیه، بازیافت و تولید به انرژی کردن پسماندها را بالاتر از امحاء و دفن پسماندها قرار داده است(ونتز،۲۰۰۱). با توجه به افزایش جمعیت و گسترش سازمان‌ها و زنجیره‌های تامین و نیاز مبرم بر تعیین استراتژی‌های کاربردی جهت دفع پسماندهای ناشی از تسهیلات صنعتی و غیر صنعتی که عامل اصلی تخریب محیط‌زیست محسوب می‌شوند. همچنان لحاظ معیارهای زیست‌محیطی در مکان‌یابی‌ها اغلب مورد توجه قرار نگرفته است. در این مطالعه برای اولین بار از رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی ریاضی جهت تعیین مناسب‌ترین مکان جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون با لحاظ معیارهای زیست‌محیطی بهره گرفته است. برای همین منظور از روش ترکیبی ویکور و برنامه‌ریزی ریاضی صفر و یک به انتخاب مناسب‌ترین مکان از میان مکان‌های کاندید جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون پرداخته‌ایم.

روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه برای اولین بار جهت مکان‌یابی پایگاه‌های اهدای خون در زنجیره تامین خون از رویکرد ترکیبی ویکور و مدل برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شده است. در فاز اول این مطالعه از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور جهت ارزیابی مناطق ۱۲ گانه استفاده شده است و در فاز بعدی با استفاده از پارامترهای تعیین شده و خروجی فاز اول، مدل برنامه‌ریزی ریاضی، جهت انتخاب نهایی مناطق کاندید به کار گرفته شده است.

الگوریتم روش ویکور

معیارهای ارزیابی گاه ممکن است ناسازگار باشند، به عبارت دیگر در تضاد با یکدیگر قرار بگیرند و همچنین در شرایطی که تصمیم‌گیرندگان قادر شناسایی و بیان برتری‌های یک مساله در زمان شروع و طراحی آن نیست، این روش می‌تواند به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری مطرح شود(لیراباراگان و همکاران، ۲۰۱۰). این روش ابتدا توسط تزنگ و آپریکوک در مواردی نظیر مهندسی زلزله و محیط‌زیست مورد استفاده قرار گرفته است(یانگ و همکاران، ۲۰۱۳). یکی از مزیت‌های روش ویکور در این است که الزاماً در این روش جهت ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارها، نیازی به استفاده از نظرات کارشناسان نیست بلکه می‌توان از داده‌های خام هم استفاده کرد(لیو و همکاران، ۲۰۱۱).

اگر در یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره m معیار و n گزینه وجود داشته باشد، به منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از این روش، مراحل روش به شرح ذیل می‌باشد:

قدم اول: تشکیل ماتریس تصمیم (اتریس تصمیم با X و هر درایه آن با x_{ij} نشان داده شده است.)

قدم دوم: نرمال‌سازی ماتریس و تعیین ماتریس تصمیم موزون

نرمال‌سازی ماتریس تصمیم با استفاده از رابطه زیر انجام می‌پذیرد:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{2}}} \qquad (۱)$$

همچنین با ضرب کردن مقادیر وزنی هریک از معیارها در ماتریس تصمیم نرمال شده، ماتریس تصمیم موزون به‌دست می‌آید.

قدم سوم: تعیین بهترین و بدترین مقدار از میان مقادیر موجود برای هر معیار در ماتریس تصمیم موزون

در این مرحله بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین عدد هر ستون تعیین می‌گردد. در اینجا منظور از بزرگ‌ترین عدد، یعنی عددی بیش‌ترین ارزش مثبت را داراست و کوچک‌ترین یعنی بیش‌ترین ارزش منفی. پس اگر معیار ما از نوع منفی باشد، بزرگ‌ترین عدد برعکس می‌شود یعنی می‌شود کم‌ترین مقدار و کوچک‌ترین می‌شود بیش‌ترین مقدار و بالعکس.

$$f_i^{+} \max_j(f_{ij})$$
$$f_i^{-} \min_j(f_{ij}) \qquad (۲)$$

قدم چهارم: محاسبه مقدارشاخص مطلوبیت S_jوشاخص نارضایتی R_j

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot \frac{f_i^{+} - f_{ij}}{f_i^{+} - f_i^{-}} \qquad (۳)$$

$$R_j = \max_i[w_i \cdot \frac{f_i^{+} - f_{ij}}{f_i^{+} - f_i^{-}}] \qquad (٤)$$

f_i^+ = بزرگ‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون

f_{ij} = عدد گزینه مورد نظر برای هر معیار در ماتریس نرمال وزنی

f^- = کوچک‌ترین عدد ماتریس نرمال وزنی برای هر ستون

طبیعتاً برای گزینه به ازای هر معیار یک شاخص مطلوبیت به دست می‌آید که مجموع آن‌ها شاخص نهایی S_j گزینه را مشخص می‌کند. بزرگ‌ترین S_j هر گزینه به ازای هر معیار ، شاخص نارضایتی (R) آن گزینه می‌باشد.

قدم پنجم: محاسبه مقدار Q

$$Q_j = v.\frac{S_j - S^-}{S^+ - S^-} + (1-v).\frac{R_j - R^-}{R^+ - R^-} \qquad (۵)$$

v	عدد ثابت ۰.۵
S_j	مجموع مقدار S برای هر گزینه
S^-	بزرگ‌ترین عدد شاخص S برای هر گزینه
S^+	کوچک‌ترین عدد شاخص S برای هر گزینه
R_j	مجموع مقدار R برای هر گزینه
R^-	بزرگ‌ترین عدد شاخص R برای هر گزینه
R^+	کوچک‌ترین عدد شاخص R برای هر گزینه

قدم ششم: رتبه‌بندی نهایی

دو شرط نهایی تصمیم‌گیری با تکنیک ویکور

در گام پایانی از تکنیک ویکور، گزینه‌ها براساس مقادیر Q, R, S در سه گروه از کوچک به بزرگ مرتب می‌شوند. بهترین گزینه آن است که کوچک‌ترین Q را داشته باشد به شرط آنکه دو شرط زیر برقرار باشد:

شرط یک: اگر گزینه A_1 و A_2 در میان m گزینه رتبه اول و دوم را داشته باشند، باید رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq \frac{1}{m-1} \qquad (۶)$$

شرط دو: گزینه $A1$ باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به عنوان رتبه برتر شناخته شود. اگر شرط نخست برقرار نباشد هر دو گزینه بهترین گزینه خواهند بود. اگر شرط دوم برقرار نباشد گزینه A_1و A_2 هر دو به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شوند.

نتایج و بحث

طبق بررسی های به عمل آمده، مرکز انتقال و توزیع خون استان البرز در نظر دارد تا با انجام مطالعه ای به موضوع مکان‌یابی جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون با تغییرات جدید بپردازد. سازمان انتقال خون استان البرز در نظر دارد با استقرار ٤ پایگاه اهدای خون در میان مناطق ۱۲ گانه شهر کرج اقدام کند تا بتواند در بازه زمانی تعیین شده سرویس دهی به داوطلبان را در هر منطقه بر عهده داشته باشد. بنابراین در فاز اول استقرار پایگاه‌های خون در هریک از این مناطق به عنوان گزینه در نظر گرفته شده است که با توجه به معیارهای تعیین شده جهت ارزیابی گزینه‌ها، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری اولیه را تشکیل می‌شود. قسمتی از اطلاعات مربوط به گزینه‌ها از طریق پرسشنامه‌های توزیع شده میان ٢٦ نفر از کارشناسان زنجیره تامین خون که در حوزه پژوهشی مرکز انتقال و توزیع خون کرج فعالیت می‌کنند جمع‌آوری شده است و سایر اطلاعات گزینه‌ها مانند میانگین دما، شیب، سرعت باد غالب، جهت جغرافیایی و تراکم جمعیت از طریق بانک اطلاعاتی شهرداری هر یک از مناطق ۱۲ گانه شهر کرج، سازمان محیط‌زیست و همچنین اداره کل هواشناسی استان البرز به‌دست آمده است. کارشناسان با استفاده از تکنیک ۷ نقطه‌ای لیکرت به پرسشنامه‌ها پاسخ داده‌اند. به‌طوری که مقدار عددی ۹ نشان‌دهنده متغیر بیانی کاملاً موافق، مقدار عددی ۷ نشان‌دهنده متغیر بیانی موافق، مقدار عددی ۵ نشان‌دهنده متغیر بیانی بدون نظر، مقدار عددی ۳ نشان‌دهنده متغیر بیانی مخالف و مقدار عددی ۱ نشان‌دهنده متغیر بیانی کاملاً مخالف است. جدول۱مقادیر عددی محاسبه شده برای شاخص نارضایتی(R_j)، شاخص مطلوبیت(S_j) و شاخص ویکور (Q) هر یک از مناطق را نشان می‌دهد. با توجه به رابطه ۵، هر چه میزان شاخص ویکور کمتر باشد گزینه مورد نظر به شرایط ایده‌آل نزدیک‌تر خواهد بود. با توجه به نظر خبرگان، مناطقی که شاخص ویکور آن‌ها بزرگ‌تر ۰.۵ باشد به لحاظ فاکتورهای زیست‌محیطی جهت احداث پایگاه خون مناسب نمی‌باشد.

جدول ۱ – اولویت‌بندی ترتیب مناطق بر اساس شاخص ویکور

	ویکور شاخص Q	مطلوبیت شاخص S	نارضایتی شاخص R
منطقه ۵	۰.۰۰٦	۰.۳۳۱	۰.۰۸٤
منطقه ٦	۰.۱٥٤	۰.٤٤٥	۰.۰۸٥
منطقه ۱	۰.۲۲	۰.۳٦	۰.۱۰۸
منطقه ۱۲	۰.۲۳٦	۰.٤۹۷	۰.۰۸۷
منطقه ۷	۰.۲۷٤	۰.۳۲۷	۰.۱۲
منطقه ۲	۰.٤۰۱	۰.٥۰۳	۰.۱۰۸
منطقه ۱۰	۰.٥۷	۰.٥۳۷	۰.۱۲٥
منطقه ۸	۰.٦۰۷	۰.٥۹۳	۰.۱۲۱
منطقه ۹	۰.٦٤٦	۰.٦۰۱	۰.۱۲٤
منطقه ۳	۰.٦٤۸	۰.٥۷٤	۰.۱۲۹
منطقه ۱۱	۰.٦٦۷	۰.٦٦۷	۰.۱۱٦
منطقه ٤	۱	۰.۷۲۷	۰.۱٥

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به مقادیر عددی شاخص ویکور در جدول (۱)، با توجه به نظر خبرگان، مناطقی که مقادیر عددی شاخص ویکور آن‌ها بالاتر ۰.۵ شده است از میان گزینه‌ها کنار گذاشته می‌شود و ادامه فرآیند انتخاب مناطق جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون با استفاده از مناطق باقیمانده انجام می‌پذیرد. مناطقی که به عنوان مناطق بالقوه جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون کاندید شده‌اند، مناطق ۱، ۲، ۵، ٦، ۷ و ۱۲ هستند. بنابراین سایر مناطق باید جهت اهدای خون به سایر مناطقی که دارای پایگاه اهدای خون هستند مراجعه کنند.

مدل ریاضی

در فاز دوم این مطالعه، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی دو هدفه انتخاب نهایی مناطق برگزیده جهت استقرار پایگاه خون ارائه می‌شود. که در این مدل تابع هدف اول، به صورت یک تابع خدمت‌دهی پایگاه اهدای خون i تعریف می‌شود:

با توجه به مشخص بودن جمعیت هریک از مناطق مختلف و همچنین تعداد افرادی که در هر یک از این نواحی اقدام به اهدای خون می‌کنند، سهم هر منطقه را به صورت زیر تعیین می کنیم:

$$S_i = \frac{D_i}{\sum_{i \in I} D_i} \quad (۷)$$

D_i تعداد افراد اهدا کننده خون در منطقه i

S_i سهم منطقه i

درصدی از افراد اهدا کننده هر منطقه نیز به عنوان اهدا کننده مهاجر اقدام به اهدای خون می‌کنند که با ضریب αS_i به سهم منطقه اضافه می‌شوند. علی‌رغم تعاریف موارد فوق ضریب خدمت‌دهی پایگاه اهدای i به منطقه j به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F(C_{ij}) = \frac{1}{e^{C_{ij}}} \quad (۸)$$

C_{ij} مسافت مرکز منطقه j تا پایگاه اهدای i

در نهایت تابع هدف اول از نوع ماکزیمم‌سازی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_{ij} = \exp(-C_{ij}) * S_j \quad (۹)$$

P_{ij} پتانسیل پایگاه اهدای i برای خدمت‌دهی

پارامترهای مدل:

c_{ii} هزینه استقرار پایگاه اهدای خون i ام در منطقه i

K تعداد پایگاه‌های اهدای خون مد نظر

متغیرهای مدل:

x_{ii} ۱=اگر منطقه i جهت استقرار پایگاه اهدای خون قرار بگیرد.

۰= در غیر این صورت.

x_{ij} ۱=اگر منطقه j از پایگاه اهدای خون i خدمت بگیرد.

۰= در غیر این صورت.

و مدل ریاضی به صورت زیر ارائه شده است:

$$Max \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} P_{ij} . x_{ij} \qquad (۱۰)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} \leq 1 \qquad \forall j \in J \qquad (۱۱)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ij} \leq K x_{ii} \qquad \forall i \in I \qquad (۱۲)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ii} = K \qquad (۱۳)$$

$$x_{ij} = 0 \ \ or \ \ 1 \qquad \forall i \in I, \ \forall j \in J \qquad (۱٤)$$

$$x_{ii} = 0 \ \ or \ \ 1 \qquad \forall i \in I \qquad (۱۵)$$

در مدل بالا، رابطه (۱۰) تابع هدف را نشان می‌دهد که در آن پتانسیل پایگاه اهدای i برای خدمت‌دهی باید بیشینه گردد. محدودیت (۱۱) تضمین می‌کند که هر منطقه حداکثر از یک پایگاه خون خدمت بگیرد. محدودیت (۱۲) نشان می‌دهد که یک منطقه زمانی می‌تواند به دیگر مناطق خدمت دهد که به عنوان منطقه دارای پایگاه اهدای خون شناخته شود. محدودیت (۱۳) همچنین نشان می‌دهد که به تعداد K که در این مطالعه برابر ٤ است. محدودیت‌های (۱٤) و (۱۵) بیانگر صفر و یک بودن متغیرهای مسئله هستند.

یافته‌های مدل ریاضی

پس از تعیین تمامی پارامترها و جمع‌آوری داده‌های مسئله، مدل ریاضی مکان‌یابی پایگاه‌های اهدای خون در نرم‌افزار *GAMS24.1.2* پیاده‌سازی شده است. مطابق جدول (۲) از میان ٦ منطقه کاندید جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون، ٤ منطقه ۱، ۵ ،٦ و ۱۲پتانسیل استقرار پایگاه خون را دارند یعنی مقادیر متغیر x_{ii} برای آن‌ها برابر ۱ شده است. همچنین مقادیر عددی متغیر x_{ij} نشان می‌دهد که مناطقی که فاقد پایگاه اهدای خون هستند جهت دریافت خدمت به کدام مناطق مراجعه می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که اهداکنندگان مناطق ۱۱، ۱۰ و ۲ به منطقه ۱۲، اهدا کنندگان مناطق ۹ و ۷ به منطقه ٦، اهداکنندگان منطقه ۸ به منطقه ۵ و اهداکنندگان مناطق ۳ و ٤ به منطقه ۱ جهت اهدای خون و دریافت خدمت مراجعه می‌کنند.

جدول۲- مناطق کاندید جهت استقرار و مناطق تحت پوشش خدمت رسانی

ردیف	منطقه استقرار پایگاه اهدای خون	مناطق تحت پوشش
۱	منطقه ۱	منطقه ۳ منطقه ٤
۲	منطقه ۵	منطقه ۸
۳	منطقه ٦	منطقه ۷ منطقه ۹
٤	منطقه ۱۲	منطقه ۲ منطقه ۱۰ منطقه ۱۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به ماهیت حساس و آسیب پذیر تسهیلات زنجیره تامین خون به خصوص پایگاه‌های اهدای خون، بنابراین استقرار این تسهیلات در یک مکان که به لحاظ معیارهای زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، حائز اهمیت است. همچنین مناطقی که به لحاظ معیارهای زیست‌محیطی فاقد پایگاه خون می‌باشند، اهدا کنندگان آن‌ها می‌توانند جهت دریافت خدمت به سایر مناطق مراجعه کنند. در این مطالعه مساله تعیین مکان مناسب جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون در مناطق ۱۲ گانه موردبررسی قرار گرفته است بنابراین معیارهای ارزیابی مناطق در گروه معیار زیست‌محیطی با غربالگری‌های صورت گرفته تعیین شدند تا بتوانند آسیب‌های تحمیلی به محیط‌زیست را به حداقل برسانند. با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور، از میان ۱۲ منطقه موجود، تنها ٦ منطقه کاندید جهت بررسی و تعیین مکان مناسب جهت استقرار پایگاه‌های اهدای خون تعیین شدند. همچنین از این تعداد باید در نهایت با توجه به سیاست سازمان خون استان البرز، ٤ پایگاه اهدای خون مستقر شوند. با حل مدل ریاضی ارائه شده، مناطق ۱، ۵، ٦ و ۱۲ جهت استقرار پایگاه اهدای

خون انتخاب شدند که حداکثر خدمت‌دهی را به اهدا کنندگان مناطق ارائه می‌کنند. اهدا کنندگان مناطق (۱۱، ۱۰ و ۲)، (۹ و۷)،(۸) و (۳ و٤) به ترتیب برای دریافت خدمت و اهدای خون به مناطق ۱۲، ٦، ۵ و ۱ مراجعه می‌کنند. در نظر گرفتن پایگاه‌های سیار و همچنین مکان‌یابی در فضای پیوسته می‌تواند به عنوان پیشنهادات آتی این مطالعات قرار بگیرد.

منابع

-Basnet, R. B., Lamichhane, D., & Sharma, V. K. (۲۰۰۹). A study of blood requisition and transfusion practice in surgery at Bir Hospital. *Postgraduate Medical Journal of NAMS*, *9*(۲), ۱٤-۱۹.

- Beliën, J., & Forcé, H. (۲۰۱۲). Supply chain management of blood products: A literature review. *European Journal of Operational Research*, *217*(۱), ۱-۱٦.

- Bhattacharya, U., Rao, J. R., & Tiwari, R. N. (۱۹۹۲). Fuzzy multi-criteria facility location problem. *Fuzzy Sets and Systems*, *51*(۳), ۲۷۷-۲۸۷.

- Brodheim, E., & Prastacos, G. P. (۱۹۷۹). A regional blood management system with prescheduled deliveries. *Transfusion*, *19*(٤), ٤٥٥-٤٦۲.

- Cetin, E. and Sarul, LS. (۲۰۰۹). "A blood bank location model: a multiobjective approach." Eur J Pure and Appl Math, Vol. ۲, No.۱, PP.۱۱۲-۱۲٤.

- Ciavarella, C., & Paterno, F. (۲۰۰۳, September). Design criteria for location-aware, indoor, PDA applications. In *International Conference on Mobile Human-Computer Interaction* (pp. ۱۳۱-۱٤٤). Springer Berlin Heidelberg.

- Demirel, T., Demirel, N. Ç., & Kahraman, C. (۲۰۱۰). Multi-criteria warehouse location selection using Choquet integral. *Expert Systems with Applications*, *37*(٥), ۳۹٤۳-۳۹٥۲.

- Farahani, R. Z., SteadieSeifi, M., & Asgari, N. (۲۰۱۰). Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*, *34*(۷), ۱٦۸۹-۱۷۰۹.

- Haijema, R., van Dijk, N., van der Wal, J., & Sibinga, C. S. (۲۰۰۹). Blood platelet production with breaks: optimization by SDP and simulation.*International Journal of Production Economics*, *121*(۲), ٤٦٤-٤۷۳.

- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (۲۰۰۲). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, *141*(۱), ۷۰-۸۷.

- Hemmelmayr, V., Doerner, K. F., Hartl, R. F., & Savelsbergh, M. W. (۲۰۰۹). Delivery strategies for blood products supplies. *OR spectrum*, *31*(٤), ۷۰۷-۷۲٥

- Hemmelmayr, V., Doerner, K. F., Hartl, R. F., & Savelsbergh, M. W. (۲۰۱۰). Vendor managed inventory for environments with stochastic product usage.*European Journal of Operational Research*, *202*(۳), ٦۸٦-٦۹٥.

- Jacobs, D. A., Silan, M. N., & Clemson, B. A. (۱۹۹٦). An analysis of alternative locations and service areas of American Red Cross blood facilities. *Interfaces*, *26*(۳), ٤۰-٥۰.

- Kendall, K. E. (۱۹۸۰). Multiple objective planning for regional blood centers.*Long range planning*, *13*(٤), ۹۸-۱۰٤.

- Kuruppu, K. K. (۲۰۱۰). Management of blood system in disasters. *Biologicals*, *38*(۱), ۸۷-۹۰.

- LaGrega M.D., Buckingham P.L., and Evans J.C., (۲۰۰۲), Hazardous waste Management. McGraw-Hill,Inc. New York.

- Lira-Barragán, L. F., Ponce-Ortega, J. M., Serna-González, M., & El-Halwagi, M. M. (۲۰۱۰). An MINLP model for the optimal location of a new industrial plant with simultaneous consideration of economic and environmental criteria. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *50*(۲), ۹۵۳-۹٦٤.

- Liou, J. J., Tsai, C. Y., Lin, R. H., & Tzeng, G. H. (۲۰۱۱). A modified VIKOR multiple-criteria decision method for improving domestic airlines service quality. *Journal of Air Transport Management*, *17*(۲), ۵۷-٦۱.

- Nagurney, A., Masoumi, A. H., & Yu, M. (۲۰۱۲). Supply chain network operations management of a blood banking system with cost and risk minimization. Computational Management Science, ۹(۲), ۲۰۵-۲۳۱.

- Nahmias, S. (۱۹۸۲). "Perishable inventory theory: a review." Operation Research., Vol. ۳۰, □□. ۴, □□. ۶۸۰-۷۰۸.

- Rogers, M., & Bruen, M. (۱۹۹۸). Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE. *European Journal of Operational Research*, *107*(۳), ۵٤۲-۵۵۱.

- Rojanamon, P., Chaisomphob, T., & Bureekul, T. (۲۰۰۹). Application of geographical information system to site selection of small run-of-river hydropower project by considering engineering/economic/environmental criteria and social impact. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *13*(۹), ۲۳۳٦-۲۳٤۸.

- Sahin, G., Sural, H., Meral, S. (۲۰۰۷). Locational analysis for regionalization of Turkish Red Crescent blood services. Computers and Operations Research ۳٤, ٦۹۲-۷۰٤.

- Van Dijk, N., Haijema, R., Van Der Wal, J., & Sibinga, C. S. (۲۰۰۹). Blood platelet production: a novel approach for practical optimization. *Transfusion*,*49*(۳), ٤۱۱-٤۲۰.

- Wentz, A., C., (۲۰۰۱), Hazardous waste management. ۲nd edition, McGraw-HILL, INC.

- Whitaker, B.I., Green, J., King, M.R., Leibeg, L.L., Mathew, S.M., Schlumpf, K.S., Schreiber, G.B., (۲۰۰۷). The ۲۰۰۷ national blood collection and utilization survey report. The United States Department of Health and Human Services.

- Yang, Y. P. O., Shieh, H. M., & Tzeng, G. H. (۲۰۱۳). A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. *Information Sciences*, *232*, ٤۸۲-۵۰۰.

Locating Donation Centers in Blood Supply chain considering Environmental Criteria Using Combined Vikor and Mathematical Programming Approach
(Case Study: Alborz Blood Transfusion center)

Mahyar Kianpour[۶۸], Masoud Rabani[۶۹] and Seyed Ali Torabi[۷۰]

Abstract

Nowadays with regards to the special role of blood supply chain facilities, the importance of blood donation centers establishment with environmental standards compliance is considerable. With the increase in population and urban sprawl, Alborz Blood Transfusion center has been looking for a suitable location to establish blood donation centers in order to providing maximum service to donors, in addition to reduce environmental damage. In this study, to find the appropriate location for blood donation centers, environmental criteria have been considered. The purpose of this study was to determine the number and establishment of blood donation centers using combined VIKOR and mathematical programming approach in order to blood donation centers have the highest level of service. From the ۱۲ existing regions, Only ٦ candidate regions were selected to determine the appropriate location for the establishment of blood donation centers using the VIKOR method as a multi-criterion decision making approach. Also, by solving the proposed mathematical model, ٤ regions were selected to locating a blood donation centers that providing maximum service to donors in the regions.

Keywords: Locating, Blood donation centers, Environmental Criteria, Vikor and Mathematical Programming.

[۶۸]Master of Engineering, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email Address: m.kianpour@ut.ac.ir.

[۶۹] Corresponding Author, Full Professor, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email Address: mrabani@ut.ac.ir.

[۷۰]Full Professor, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email Address: satorabi@ut.ac.ir.