نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

IERPS

ISSN: 2345-2269

سال چهارم، شماره هشتم، پاییز و زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۱۸۱-۱۹۳

www.ier.basu.ac.ir

ارائه یک الگوریتم ژنتیک ترکیبی جدید برای حل مدل چندهدفه مسئله مکانیابی نقاط انتقال با در نظر گرفتن مقدار تخصیص و وسایل حمل متفاوت: رویکرد مطالعه موردی

اقدس بدیعی [۱]، کامران شهانقی [۲،*]، حامد کلانتری [۱]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

۲. استادیار، دانشکده صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۳۹۴/۰۵/۲۸

پذیرش ۱۳۹۵/۰۹/۱۴

کلمات کلیدی:

برنامه‌ریزی آرمانی

الگوریتم ژنتیک ترکیبی

مسئله مکانیابی چندگانه

نقاط انتقال

مسئله مکانیابی تسهیل چندهدفه

خلاصه

مسئله مکانیابی نقطه انتقال عموماً به یافتن مکان بهینه نقطه انتقال بین تسهیل و مجموعه‌ای از نقاط تقاضا اتلاق می‌شود، به طوری که حداکثر فاصله (مجموع فواصل) مشتریان تا تسهیل از طریق نقطه انتقال در شرایط قطعی حداقل گردد. از این رو مقاله پیش‌رو، سعی بر مدل‌سازی مسئله مذکور به صورت چند هدفه به ازای مکانیابی یک یا چند نقطه انتقال در حضور یک یا چند تسهیل، تحت شرایط قطعی در فضای شبکه دارد. اهداف مورد نظر نیز مشتمل بر کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های حمل و نقل و برپایی نقاط انتقال، کمینه‌سازی مجموع زمان‌های جابجایی و بیشینه‌سازی مقدار پوشش می‌باشند. هم‌چنین به دلیل پیچیدگی بالای محاسباتیّ، از یک نوع الگوریتم ژنتیک ترکیبی جدید جهت حل مدل بکار گرفته شده و به جواب نزدیک به بهینه در زمان محدود بسنده شده است. در انتها، اعتبار و کاربرد مدل‌سازی پیشنهادی تحت شرایط قطعی، از طریق ارائه یک مطالعه موردی در مورد سیستم توزیع گندم اسیاب شده در شهرستان اندیمشک استان خوزستان نشان داده شده است.

۱- مقدمه

یکی از مدل‌های موجود در ادبیات جستجوی مکان تسهیلات در ارتباط با تعیین مکان هاب، مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال (Transfer Point Location Problem) است که در آن، نقاط انتقال، همان نقاط جمع‌آوری خدمت برای مشتریانی هستند که نیاز به دریافت نوعی خدمت از یک یا چند تسهیل دارند [۱]. به عنوان مثال، تقاضا برای خدمات اضطراری توسط بیماران را در نظر بگیرید. این تقاضا، به صورت مجموعه‌ای از نقاط تقاضا نمایش داده می‌شود که نیاز به دریافت خدمت از سوی بیمارستان (تسهیل) دارند. یا حتی می‌توان به مسئله مکان‌یابی نقاط جمع‌آوری برای مواد بازیافت‌پذیر اشاره کرد که در آن ساکنین، زباله‌های قابل بازیافت را در یک نقطه انبار می‌کنند (نقطه انتقال) و این زباله‌ها به طور دوره‌ای به مکانی دیگر انتقال می‌یابند (به عنوان یک تسهیل ثابت). به عنوان مثالی دیگر، می‌توان به مسئله مکان‌یابی چندین انبار منطقه‌ای برای سرویس‌دهی به مجموعه‌ای مشخص از فروشگاه‌ها/خرده‌فروشی‌ها اشاره کرد که در آن، کالاها از انبار مرکزی با هزینه‌ای مشخص به انبارهای منطقه‌ای منتقل‌شده و از انبارهای منطقه‌ای با هزینه‌ای متفاوت از هزینه قبلی به فروشگاه‌ها انتقال می‌یابند. مفهوم مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال برای اولین بار توسط برمن و همکاران [۲] به صورت تک هدفه جهت کمینه‌سازی مجموع فواصل مشتریان تا تسهیل از طریق نقطه انتقال معرفی شد. در دنیای واقعی کاربردهای زیادی از موضوع مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال را می‌توان برشمرد، که از آن جمله می‌توان به سیستم‌های لجستیک نظامی، لجستیک امداد در شرایط بحران، جمع‌آوری و توزیع محموله‌های پستی، جمع‌آوری مواد بازیافت‌پذیر، جمع‌آوری محصولات دامی و کشاورزی، سیستم

* نویسنده مسئول. کامران شهانقی

تلفن: ۷۳۲۲۵۰۵۱-۰۲۱؛ پست الکترونیکی: shahanaghi@iust.ac.ir

توزیع تولیدات صنعتی و به طور کلی، در هر جا که با جمع‌آوری و توزیع تعدادی از کالاها در ارتباط باشد اشاره نمود.

در ادامه، در ابتدا به بیان کلی مقالات مرتبط با مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال و پس از آن به بررسی ادبیاتی پرداخته می‌شود که صرفاً در ارتباط با مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال شکل گرفته‌اند. به طور کلی در ادبیات مکان‌یابی، مدل‌هایی مرتبط با مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال وجود دارد که از آن جمله می‌توان به مسائل مکان‌یابی «مدل انبار جمع‌آوری»[1] [۳-۷]، مسائل مکان‌یابی «سفر رفت و برگشت» [۸,۹]، مسائل «فروشنده دوره گرد» [۱۰-۱۳]، مسائل «مکان‌یابی هاب»[۱۴-۱۷]، مدل‌های «مکان‌یابی-مسیریابی» [۱۸] و مسائل «مکان‌یابی- تخصیص» [۱۹] اشاره کرد.

اخیراً، مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال به عنوان یک حوزه تحقیق مجزا از مسائل مکان‌یابی شناخته می‌شود. به طور کلی مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال دارای اقسام مختلفی می‌باشد که عبارت‌اند از:

۱. مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال (TPLP) عبارت‌اند از: مکانیابی تسهیل جدید (نقطه انتقال) جهت ارائه خدمت به نقاط تقاضا به عنوان یک نقطه اتصال.

۲. مسئله مکان‌یابی نقاط انتقال[2] (MLTP) که انتقالِ خدمات از تسهیل، با مختصاتِ $d(x_k, y_k)$، به نقاط تقاضا، با مختصاتِ $d(x_i, y_i)$، توسط نقاط انتقال، با مختصاتِ $d(x_j, y_j)$ به عنوان متغیرهای تصمیم مسئله، صورت می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های مسئله MLTP این است که تقاضای نقاطِ تقاضا علاوه بر اینکه می‌توانند از طریق نقاط انتقال به تسهیل F منتقل شوند، قادرند تا بدون واسطه و به طور مستقیم به تسهیل F انتقال یابند.

۳. مسئله مکان‌یابی تسهیل و نقاط انتقال[3](FTPLP) که در واقع مدل توسعه‌یافته MLTP برای پیدا کردن مکان بهینه تسهیل می‌باشد. این مدل به عنوان یک مدل عمومی شناخته می‌شود که سایر مدل‌های مذکور از آن مشتق شده‌اند.

برمن و همکاران [۲۰-۲۲] برای نخستین بار به معرفی مسئله مکان-یابی نقاط انتقال پرداختند. آن‌ها در ابتدا TPLP را تحت شرایطی که مکان تسهیل و نقاط تقاضا معلوم بوده و هدف آن شناسایی مکان بهینه برای نقاط تقاضا است، پیشنهاد کردند. آن‌ها همچنین TPLP را در شبکه بررسی کرده و الگوریتمی جهت حل مسئله پیشنهاد نمودند. هم‌چنین آن‌ها، مسئله مکان‌یابی نقاط انتقال را به عنوان توسعه‌ای بر TPLP پیشنهاد کردند، جایی که استقرار چند نقطه انتقال مجاز می‌باشد. آن‌ها نشان دادند که مسئله حداقل‌سازی مجموع و حداقل‌سازی حداکثر FTPLP در یک شبکه می‌تواند به ترتیب به عنوان یک مسئله p+1-میانه و p+1-مرکز با یک تسهیل ثابت در نظر گرفته شود. همچنین، آن‌ها مدلی با چندین تسهیل ثابت ارائه کردند که به صورت یک مسئله p + q - میانه با q تسهیل ثابت فرموله شده بود. برمن و همکاران[۲۳] استفاده از الگوریتم‌هایی ابتکاری را نیز جهت حل مسئله FTPLP با تابع هدف حداقل‌سازی حداکثر فواصل در شبکه پیشنهاد کردند. آن‌ها [۲] مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال را با تابع هدف حداقل‌سازی حداکثر فواصل، بر روی صفحه و برای حالتی که نقاط تقاضا وزن‌دهی نشده‌اند و مختصات معلومی دارند بررسی نموده و به تحلیل خواص جواب‌های مدل TPLP پرداختند. در این تحلیل، متغیرها در صفحه و شبکه، با توابع هدف حداقل‌سازی مجموع فواصل و حداقل‌سازی حداکثر فواصل بررسی شدند. در این تحقیق، مسئله MLTP نیز در صفحه و شبکه مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها، نتایج مطالعه پیشین را بکار گرفته [۲۴] و جهت حل MLTP، الگوریتم‌های ابتکاری را پیشنهاد دادند. آن‌ها اثبات کردند که با توجه به ابعاد بزرگ مسئله MLTP، این الگوریتم‌ها جواب بهینه را برآورد نخواهند کرد. ساساکی و همکاران [۲۵] نشان دادند که مسئله MLTP با تابع هدف حداقل سازی مجموع فواصل را می‌توان به صورت یک مسئله p-میانه فرموله کرد که به حل دقیق دست یافت. آن‌ها همچنین، یک فرموله‌بندی جدید از FTPLP ارائه نموده و رویکردی مبتنی بر شمارش جهت حل مسئله در حضور یک تسهیل پیشنهاد کردند. محمودیان و همکاران [۲۶] در مقاله‌ای دو روش تکرار شونده ابتکاری را جهت حل مسئله مکان‌یابی نقاط انتقال پیشنهاد کردند. آن‌ها در مقاله خود، ابتدا به خوشه‌بندی نقاط تقاضا پرداخته و سپس مکان بهینه نقاط انتقال را تعیین نمودند و در الگوریتم بعدی، عکس حالت اول اتفاق می‌افتد؛ یعنی ابتدا به جستجو مکان بهینه نقاط انتقال پرداخته‌شده و سپس نقاط تقاضا به صورت خوشه‌ای به نقاط انتقال تخصیص می‌یابند. در مقاله آراسته و همکاران [۱] نیز، یک مدل جدید برنامه‌نویسی عدد صحیح مختلط برای چند مرکز و چند نقطه انتقال با محدودیت ظرفیت در تسهیلات توسعه داده شده است. مدل پیشنهادی تلاش دارد مجموع هزینه زمان کل بیماران در زنجیره امدادی سفر و بیماران را حداقل نماید.

در ادبیات موضوع TPLP مدل‌های غیرقطعی نیز به چشم می‌خورد. حسینی‌جو و بشیری [۲۷,۲۸] مدل‌های احتمالی را برای مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مقالات، حالتی که در آن تقاضا به صورت ناحیه در نظر گرفته شده و نواحی تقاضا وزن‌دار می‌باشد و مختصاتشان از توزیع یکنواخت و مستقل از هم تبعیت می‌کنند مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف از این مسئله، پیدا کردن بهترین نقطه (مکان) برای استقرار نقطه انتقال می باشد که حداکثر متوسط وزنی فواصل از نقاط تقاضا از طریق نقطه انتقال حداقل شود. کلانتری و همکاران [۲۹] مدل غیر قطعی TPLP را با در نظر گرفتن وزن برای نقاط تقاضا توسعه دادند. در این تحقیق، مختصات نقاط تقاضا به صورت اعداد فازی در نظر گرفته شده است. آن‌ها با توسعه یک سیستم استنتاج فازی اقدام به استخراج متغیرهای تصمیم فازی در فضای فازی نمودند. لازم به ذکر است، رویکرد آن‌ها جهت استخراج متغیرهای تصمیم فازی، رویکردی

1. Collection depot model
2 . Multiple Locations of Transfer Points(MLTP)
3. Facility and Transfer Point Location Problem

مبتنی بر دانش خبرگی بوده است. آن‌ها همچنین، به بیان توضیح مفهومی وزن‌های بکار رفته در مدل پرداختند. از سوی دیگر، مقاله جبارزاده و همکاران [۳۰] یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه را برای طراحی سیستم مدیریت زباله ارائه می‌دهد که شامل مشتریان، ایستگاه‌های انتقال، محل‌های دفن زباله و وسایل نقلیه مجموعه ارائه شده است. مدل توسعه‌یافته دارای اهداف متعددی همچون به حداقل رساندن هزینه کل، انتشار گازهای گلخانه‌ای و نرخ مصرف انرژی است. برای مقابله با اهداف چندگانه نیز از رویکرد برنامه‌ریزی فازی تعاملی استفاده شده است. مدل پیشنهادی قادر به تعیین محل و تخصیص ایستگاه‌های انتقال و همچنین انتخاب تکنولوژی برای پردازش ضایعات است. ابراهیم‌زاده و لطفی نیز در مقاله‌ای [۳۱]، مسئله یک تسهیل و نقطه انتقال بر اساس زمان خدمت موردنظرِ تصمیم‌گیرنده را فرموله و مشابه شرایط دنیای واقعی، زمان و هزینه حمل و نقل را به صورت تصادفی و تسهیلات را با ظرفیت محدود در نظر گرفته‌اند. با این حال، فرض نموده‌اند در خدمات اورژانس، رد متقاضی به دلیل نبود ظرفیت وجود ندارد. بنابراین، سعی شده است مدل مسئله چندهدفه با وجود محدودیت ظرفیت منعطف برای تسهیلات و حداقل رساندن زمان اضافه کاری در حالتی با بالاترین تقاضا ارائه شود. برای حل مدل نیز از روش کمینه‌سازی واریانس و برنامه‌ریزی شانس محدودیت‌دار استفاده شده است. در این راستا جدول (۱) طبقه‌بندی مقالات موجود در حوزه مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال را ارائه می‌کند.

با توجه به آنچه در مرور ادبیات TPLP بیان شد، شکاف‌های متعددی در ارتباط با فرضیات مدل‌سازی مکان‌یابی نقطه انتقال شناسایی شده است که چند مورد آن شامل: عدم وجود اهداف چندگانه در مسائل مکان‌یابی نقاط انتقال، در نظر نگرفتن وسایل مختلف در امر حمل‌ونقل، در نظر نگرفتن ظرفیت محدود نقاط انتقال و تسهیلات و در نظر نگرفتن امکان پوشش تقاضای یک ناحیه از طریق نقاط انتقال متفاوت، می‌باشد که به عنوان شکاف تحقیقاتی این مقاله معرفی شده است.

مدل موجود در این مقاله، یافتن مکان بهینه نقاط انتقال بین چند تسهیل و مجموعه‌ای از نقاط تقاضا می‌باشد، بطوری‌که چندین هدف به طور همزمان برآورده شود. آنچه که می‌توان از آن به عنوان نوآوری این مقاله نام برد شامل موارد زیر است:

۱. مدل‌سازی مسئله MLTP با در نظر گرفتن اهداف کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های حمل‌ونقل و پردازش نقاط انتقال، کمینه سازی مجموع زمان‌های جابجایی و بیشینه‌سازی مقدار پوشش،
۲. تعیین مقدار تخصیص (allocation) هر نقطه انتقال در مدلسازی مسئله
۳. لحاظ نمودن وسایل حمل‌ونقل با ظرفیت محدود
۴. لحاظ نمودن هزینه‌های حمل و نقل و انواع زمان‌های جابجایی به عنوان تابعی از شرایط جوی (لغزندگی زمین)، میزان ترافیک، میزان هموار بودن زمین و نوع وسیله نقلیه
۵. در نظر گرفتن نقاط تقاضا با ظرفیت محدود جهت پوشش تقاضا.

به دلیل پیچیدگی بالای محاسباتی مسئله در ابعاد بالا، استفاده از یک نوع الگوریتم ژنتیک ترکیبی جدید جهت حل مدل و نیل به جواب نزدیک به بهینه در زمان مناسب پیشنهاد شده است.

ساختار مقاله به صورت زیر می‌باشد. در بخش ۲ پس از شرح و بیان مسئله به ارائه مدل ریاضی آن پرداخته می‌شود. سپس، روش حل پیشنهادی مقاله در بخش ۳ توضیح داده می‌شود. پس از آن، به ذکر یک مطالعه موردی در بخش ۴ پرداخته می‌شود. در پایان، بخش ۵ مربوط به بیان نتیجه‌گیری است.

جدول (۱): چارچوب طبقه‌بندی مقالات مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال

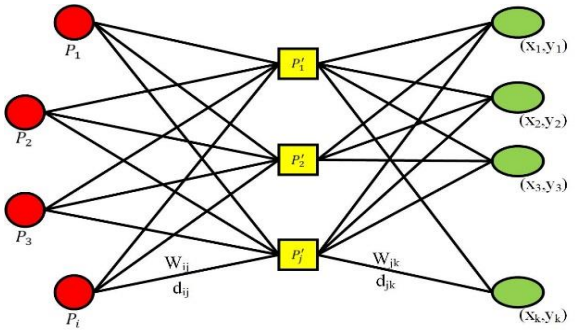
مقاله	نوع مسئله	رویکرد حل		تعداد اهداف		نوع اهداف		فضا		پارامترهای ورودی			ظرفیت				مکان تقاضا		تابع زمان
		دقیق	ابتکاری	یگانه	چندگانه	حداقل مجموع	حداقل حداکثر	صفحه	شبکه	قطعی	غیر قطعی: احتمالی	غیر قطعی: فازی	تسهیل: محدود	تسهیل: نامحدود	نقطه انتقال: محدود	نقطه انتقال: نامحدود	نقطه ای	ناحیه ای	
برمن و همکاران [۲۰]	TPLP	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
برمن و همکاران [۲۱]	TPLP	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
برمن و همکاران [۲۲]	TPLP	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
برمن و همکاران [۲۳]	FTPLP	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	✓
برمن و همکاران [۲۴]	TPLP	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
برمن و همکاران [۲۴]	MLTP	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
ساساکی و همکاران [۲۵]	FTPLP	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	✓
محمودیان و همکاران [۲۶]	MLTP	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	-
آراسته و همکاران [۱]	FTPLP	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-
حسینی جو و بشیری [۲۷, ۲۸]	TPLP	✓	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	-
کلانتری و همکاران [۲۹]	TPLP	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓	-
جبارزاده و همکاران [۳۰]	MLTP	✓	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-
ابراهیم زاده و لطفی [۳۱]	FTPLP	✓	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	✓
این مقاله	MLTP	-	✓	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	✓

۲- شرح و بیان مسئله

همان‌گونه که اشاره شد، مدل‌سازی چند هدفه مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال در این مقاله تحت شرایط قطعی بوده و دارای یک سری فرضیات ساختاری و محدودیت‌ها می‌باشد:

- فضای حل به صورت شبکه در نظر گرفته شده است. (مکان بهینه نقطه یا نقاط انتقال، در یکی از نقاط کاندیدا (گره) صورت گرفته و تخصیص مقادیر تقاضای متفاوت به نقاط انتقال متفاوت، نقش کمان را ایفا می‌کند)
- تقاضا به صورت نقطه‌ای در نظر گرفته شده است.
- تقاضا می‌تواند فقط از طریق نقاط انتقال و نه به طور مستقیم به تسهیل منتقل شود.
- تمام پارامترهای معلوم و مجهول موجود در مسئله دارای مقادیر قطعی می‌باشند. مدل برو نزا است، بدین معنی که تعداد نقاط انتقال از قبل مشخص است.
- مناطق مختلف تقاضا دارای اولویت پوششی یکسان هستند.
- ناوگان حمل‌ونقل جهت ارسال کالا محدودیت خاصی نداشته و امکان استفاده از وسایل حمل‌ونقل زمینی و هوایی وجود دارد.
- انواع هزینه‌های حمل‌ونقل و انواع زمان‌های جابجایی یک واحد تقاضا به ازای یک واحد مسافت، تابعی از شرایط جوی (لغزندگی زمین)، میزان ترافیک، میزان هموار بودن زمین و نوع وسیله نقلیه در نظر گرفته شده‌اند.
- نقاط انتقال و نقاط مقصد (تسهیلات) با ظرفیت محدود در نظر گرفته شده‌اند. در نتیجه، امکان پوشش تقاضای یک منطقه به وسیله بیش از یک نقطه انتقال وجود دارد.
- متغیرهای تصمیم از نوع صفر و یک و عدد صحیح می‌باشند.

نمایش هندسی مدل پیشنهادی در شکل(۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): نمایش هندسی مدل مکان‌یابی نقطه انتقال تحت شرایط قطعی

در ادامه به بیان نشانگرهای مورد استفاده در مدل‌سازی پیشنهادی پرداخته‌شده است.

پارامترهای معلوم:

P'	تعداد نقاط انتقال
D_i	تقاضای نقطه تقاضا iام
(a_i, b_i)	مختصات نقطه تقاضا iام (P_i)
(a'_j, b'_j)	مختصات نقطه انتقال jام (P'_j)
(x_k, y_k)	مختصات نقطه مقصد kام
C_j	ظرفیت نقطه انتقال jام
C_k	ظرفیت مقصد kام
f_j	هزینه پردازش نقطه انتقال jام
c_{ijl}	هزینه جابجایی یک واحد وسیله حمل lام از نقطه تقاضا iام به نقطه انتقال jام
c_{jkl}	هزینه جابجایی یک واحد وسیله حمل lام از نقطه انتقال jام به مقصد kام
t_{ijl}	زمان جابجایی به ازای یک واحد مسافت از نقطه تقاضا iام به نقطه انتقال jام توسط وسیله حمل lام
t_{jkl}	زمان جابجایی به ازای یک واحد مسافت از نقطه انتقال jام به نقطه مقصد kام توسط وسیله حمل lام
N_l	ظرفیت وسیله حمل lام

پارامترهای مجهول (متغیرهای تصمیم):

W_{ijl}	میزان تقاضای تخصیص‌یافته از نقطه تقاضا iام به نقطه انتقال jام
W_{jkl}	میزان تقاضای پوشش داده شده توسط نقطه مقصد kام از طریق نقطه انتقال jام
X_j	۱: اگر از میان نقاط کاندید، نقطه انتقال jام انتخاب شود ۰: در غیر این صورت
Y_{ijl}	۱: اگر مقداری تقاضا از نقطه تقاضا iام به نقطه انتقال jام توسط وسیله حمل lام تخصیص یابد ۰: در غیر این صورت
Y_{jkl}	۱: اگر مقداری تقاضا توسط نقطه مقصد kام از طریق نقطه انتقال jام توسط وسیله حمل lام پوشش داده شود ۰: در غیر این صورت

در ادامه، جهت یافتن چندین نقطه انتقال در حضور چندین تسهیل به ارائه مدل چند هدفه مکان‌یابی نقاط انتقال پرداخته می‌شود، به نحوی که به کمینه مجموع هزینه‌های حمل‌ونقل و پردازش نقاط انتقال، کمینه مجموع زمان‌های جابجایی و بیشینه مقدار پوشش دست یابیم. بیان ریاضی مدل مذکور به صورت زیر می‌باشد:

$$\min z_1 = \sum_i \sum_j \sum_l \lceil W_{ijl}/N_l \rceil c_{ijl} \left[(a_j - a_i)^2 + (b_j - b_i)^2 \right]^{1/2} Y_{ijl} + \sum_j \sum_k \sum_l \lceil W_{jkl}/N_l \rceil c_{jkl} \left[(x_k - a_j)^2 + (y_k - b_j)^2 \right]^{1/2} Y_{jkl} + \sum_j f_j X_j \quad (۱)$$

$$\min z_2 = \sum_i \sum_j \sum_l t_{ijl} \left[(a_j - a_i)^2 + (b_j - b_i)^2 \right]^{1/2} Y_{ijl} + \sum_j \sum_k \sum_l t_{jkl} \left[(x_k - a_j)^2 + (y_k - b_j)^2 \right]^{1/2} Y_{jkl} \quad (۲)$$

$$\text{Max } z_3 = \frac{\sum_j \sum_k \sum_l W_{jkl} Y_{jkl}}{\sum_i D_i} \quad (۳)$$

S.t.

$$\sum_j X_j = P' \quad (۴)$$

$$\sum_j \sum_l W_{ijl} Y_{ijl} \le D_i \quad \forall i = 1..n \quad (۵)$$

$$\sum_i \sum_l W_{ijl} X_j \le C_j \quad \forall j = 1..m \quad (۶)$$

$$Y_{ijl} - X_j \le 0 \quad \forall i = 1..n,\ j = 1..m,\ l = 1..L \quad (۷)$$

$$\sum_k \sum_l W_{jkl} Y_{jkl} \le \sum_i \sum_l W_{ijl} Y_{ijl} \quad \forall j = 1..m \quad (۸)$$

$$\sum_j \sum_l W_{jkl} Y_{jkl} \le C_k \quad \forall k = 1..s \quad (۹)$$

$$Y_{jkl} - X_j \le 0 \quad \forall j = 1..m,\ k = 1..s,\ l = 1..L \quad (۱۰)$$

$$X_j, Y_{ijl}, Y_{jkl} \in \{0,1\} \quad \forall j = 1..m,\ j = 1..m,\ l = 1..L,\ k = 1..s \quad (۱۱)$$

$$W_{ijl} \ge 0 \quad \forall i = 1..n,\ j = 1..m,\ l = 1..L,\ W_{ijl} \in integer \quad (۱۲)$$

$$W_{jkl} \ge 0 \quad \forall j = 1..m,\ k = 1..s,\ l = 1..L \text{ and } W_{jkl} \in integer \quad (۱۳)$$

مسئولین محترمی که نقش تصمیم‌گیری دارند با توجه به تک تک اهداف مذکور به صورت مجزا قادر نخواهند بود به نتیجه‌ای دست یابند که نگاه همه جانبه به مسئله داشته باشد. به عبارت دیگر، تصمیمی اتخاذ نمایند که در عین حال کمترین زمان و هزینه جابجایی را با هدف پوشش حداکثری تقاضا برآورده نماید. از این رو ناچار به درنظر گرفتن چندین تابع با اهداف متضاد در آن واحد هستیم. در مورد تضاد اهداف مدل سه هدفه نیز باید اذعان داشت که تابع هدف (۱) مجموع هزینه‌های جابجایی وسایل حمل را از نقاط تقاضا تا نقاط مقصد (تسهیلات) از طریق نقطه/نقاط انتقال و همچنین هزینه‌های پردازش در نقطه/نقاط انتقال برگزیده را کمینه می‌سازد. تابع هدف (۲) مجموع زمان جابجایی وسایل حمل را از نقاط تقاضا تا نقاط مقصد (تسهیلات) از طریق نقاط انتقال، کمینه می‌سازد. تابع هدف (۳) نیز درصد تقاضای پوشش داده شده را بیشینه می‌نماید. طبیعتاً هرچه نسبت بیشتری از تقاضای موجود پوشش داده شود به بیشینه نمودن هدف سوم نزدیک تر شده و از کمینه نمودن زمان و هزینه جابجایی دور می‌شویم. به یک عبارت دیگر با افزایش نسبت پوشش، هزینه و زمان بیشتری متحمل سیستم می‌شود.

محدودیت (۴) تضمین می‌کند تعداد نقاط انتقال انتخاب شده از میان تمام نقاط انتقال به تعداد P است. به دلیل ظرفیت محدود نقاط انتقال و نقاط مقصد (تسهیلات)، محدودیت (۵) و (۸) به ترتیب ایجاب می‌کنند که مجموع تعداد واحدهای تقاضایی که از نقطه تقاضای iام به تمام نقاط انتقال جابه‌جا می‌شوند حداکثر برابر با مقدار تقاضای کل نقطه تقاضای iام و مجموع تعداد واحدهای تقاضایی که از نقطه انتقال jام به تمام نقاط مقصد (تسهیلات) انتقال می‌یابند حداکثر برابر با مجموع تعداد واحدهای تقاضایی باشند که از نقاط تقاضای مجموعه I به نقطه انتقال jام انتقال یافته‌اند. هم‌چنین، محدودیت (۶) و (۹) ایجاب می‌کنند که مجموع تعداد واحدهای تقاضایی که از نقاط تقاضای مجموعه I به نقطه انتقال jام جابه‌جا می‌شوند از میزان ظرفیت نقطه انتقال jام و مجموع تعداد واحدهای تقاضایی که از نقاط انتقال برگزیده به نقطه مقصدkام انتقال می‌یابند از میزان ظرفیت نقطه مقصد(تسهیل) kام تجاوز نکند. به واسطه محدودیت (۷) و (۱۰) به ترتیب هیچ جریان تقاضایی نمی‌تواند از نقطه تقاضای iام به نقطه انتقال jام و از نقطه انتقال jام به نقطه مقصد (تسهیل)kام انتقال یابد، مگر این که نقطه انتقال jام به عنوان یکی از نقاط انتقال مسئله منتخب شده باشد. محدودیت‌های (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) بیان می‌کنند که متغیرهای مربوطه از نوع صفر و یک و یا عدد صحیح هستند. جهت محاسبه مقدار فاصله باید به این نکته توجه داشت، اگر از حمل و نقل زمینی جهت انتقال واحدهای تقاضا بهره گرفته شود، فاصله به صورت متعامد و اگر از حمل و نقل هوایی جهت انتقال واحدهای تقاضا بهره گرفته شود، فاصله به صورت اقلیدسی محاسبه می‌شود.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، اگر در این مدل‌سازی مجموعه J شامل تک عضو باشد، مسئله به صورت خاص مکان‌یابی تک نقطه انتقال و اگر مجموعه K شامل تک عضو باشد، مسئله به صورت خاص مکان‌یابی نقطه انتقال در حضور تک تسهیل تبدیل می‌گردد.

۳- حل مسئله

با توجه به این که مدل ارائه شده برای مسئله مورد نظر به صورت چندهدفه می‌باشد و به نوعی معیارهای انتخاب با یکدیگر در تعارض‌اند، نمی‌توان جواب یکتایی را برای مسئله پیدا نمود که در تمامی اهداف، مسئله را بهینه نماید. یکی از روش‌هایی که می‌توان جهت حل برنامه‌ریزی چندهدفه از آن بهره جست، برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد که توسط چارنس و کوپر [۳۲] معرفی شد و هدف آن، کاهش انحرافات توابع هدف از مقادیر آرمانی است. مدل عمومی برنامه‌ریزی آرمانی در ذیل آمده است:

$$Min \quad \sum_l pr_l (u_l dv_l^+ + v_l dv_l^-) \quad (۱۴)$$

Subject to:

$$f_l(x) - b_l = dv_l^+ \quad (۱۵)$$

$$b_l - f_l(x) = dv_l^- \quad (۱۶)$$

$$G_q(x) \le 0 \quad (۱۷)$$

که در آن x بردار تصمیم، $f_l(x)$ تابع هدف l ام، $G_q(x)$ محدودیت qام، b_l، مقدار آرمانی تابع هدف lام، dv_l^+ مقدار انحراف مثبت از مقدار آرمانی تابع هدف lام، dv_l^- مقدار انحراف منفی از مقدار آرمانی تابع هدف lام، u_l ضریب وزنی متناظر با مقدار انحراف مثبت از تابع هدف lام، v_l ضریب وزنی متناظر با مقدار انحراف منفی از تابع

هدف lام و pr_l ضریب اولویت انحصاری[1] هر تابع هدف است و میزان اهمیت نسبی توابع هدف متفاوت را بیان می‌نماید.

مقدار آرمانی هر یک از توابع هدف نیز با محاسبه مقدار هر یک از آن‌ها بدون در نظر گرفتن سایر توابع، به دست می‌آید. بنابراین، در ارتباط با مسئله چندهدفه مکان‌یابی نقطه انتقال، مدل‌سازی صورت گرفته به شکل زیر می‌باشد:

$$Min\ (pr_1 u_1 dv_1^+ + pr_2 u_2 dv_2^+ - pr_3 v_3 dv_3^-) \quad (۱۸)$$

Subject to:

$$z_1 - b_1 = dv_1^+ \quad (۱۹)$$

$$z_2 - b_2 = dv_2^+ \quad (۲۰)$$

$$b_3 - z_3 = dv_3^- \quad (۲۱)$$

از یک طرف با توجه به توابع هدف اول، دوم و سوم، باید dv_1^+، dv_2^+ و dv_3^+ کمینه گردند. از طرف دیگر، چون توابع هدف مذکور از مقیاس یکسانی برخوردار نمی‌باشند، در ترکیب آن‌ها با یکدیگر در یک تابع هدف، مقادیر نرمال شده را وارد مدل کرده و مقادیر انحراف مثبت و منفی را از مقدار یک در نظر می‌گیریم. بنابراین حل مسئله چند هدفه در شرایط قطعی به صورت زیر تغییر می‌یابد که در آن، $dv_l'^+$ و $dv_l'^-$ مقادیر نرمال شده انحراف مثبت و انحراف منفی از مقدار آرمانی تابع هدف lام بوده و اندازه‌ای بین ۰ و ۱ را داراست.

$$Min\ (pr_1 u_1 dv_1'^+ + pr_2 u_2 dv_2'^+ - pr_3 v_3 dv_3'^-) \quad (۲۲)$$

Subject to:

$$1 - {}^{b_1}/_{z_1} = dv_1'^+ \quad (۲۳)$$

$$1 - {}^{b_2}/_{z_2} = dv_2'^+ \quad (۲۴)$$

$${}^{z_3}/_{b_3} - 1 = dv_3'^- \quad (۲۵)$$

۳-۱- الگوریتم ژنتیک ترکیبی

در ارتباط با انتخاب روش جستجو جهت حل این نوع مسائل باید اشاره کرد که مدل پیشنهادی به دلایلی همچون غیرخطی بودن توابع هدف، محدودیت‌ها، غیرمحدب بودن و لحاظ نمودن تعداد زیاد متغیرهای تصمیم صفر و یک و عدد صحیح، از پیچیدگی بالای محاسباتی برخوردار بوده و در ابعاد بزرگ جزء مسائل NP_hard محسوب می‌شوند [۲۳]. لذا جهت حل آن‌ها، اکتفا نمودن به جواب نزدیک به بهینه در زمان محدود و استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری جهت نیل به این هدف توجیه‌پذیر می‌گردد. از آنجا که الگوریتم ژنتیک، قابلیت بالایی جهت جستجوی جواب در فضای گسسته و پیوسته داشته و نیازی به شناخت اولیه کامل فضای جواب ندارد به عنوان روش حل مسئله انتخاب شده و نوع جدید ترکیبی آن مطابق مراحل زیر پیشنهاد شده است.

این الگوریتم ترکیبی شامل دو مرحله می‌باشد. در مرحله اول با استفاده از یک الگوریتم ابتکاری مکان نقاط انتقال، انتخاب شده سپس با استفاده از یک الگوریتم فراابتکاری، تخصیص‌ها صورت می‌گیرد. نحوه نمایش جواب در مرحله دوم به صورت عدد صحیح است.

با توجه به اینکه تابع هدف سوم مدل به حداکثرسازی میزان پوشش مربوط می‌شود و در مطالعه موردی، از نظر تصمیم‌گیرنده دارای وزنی به مراتب بیشتر از سایر توابع هدف است و از طرف دیگر نقاط انتقال و مقصد با محدودیت ظرفیت مواجه هستند، الگوریتم ابتکاری پیشنهادی به ترتیبی عمل می‌کند که نهایتاً بیشترین تعداد تقاضا مورد پوشش قرار گیرند. مراحل این الگوریتم به صورت ذیل می‌باشد:

۱. p را برابر با تعداد نقاط انتقال مورد انتخاب قرار دهید.
۲. n را برابر با تعداد نقاطی که می‌توانند به صورت بالقوه به عنوان نقطه انتقال نهایی انتخاب شوند قرار دهید.
۳. مجموع ظرفیت m نقطه مقصد را برابر با S قرار دهید.
۴. تمام ترکیب‌های $\binom{n}{p}$ را در نظر بگیرید. یدین معنا که اگر باید از میان تعداد ۳ نقطه، ۲ نقطه را به عنوان نقطه انتقال انتخاب کنیم نیاز است تمام ترکیب‌های موجود را به تعداد ۳ حالت مختلف در نظر بگیریم مثلاً انتخاب نقطه اول و دوم یا انتخاب نقطه دوم و سوم یا انتخاب نقطه اول و سوم.
۵. C (شماره سطر) را برابر یک قرار دهید.
۶. S' (بیشترین میزان تقاضای پوششی) را برابر ۰ قرار دهید.
۷. مجموع ظرفیت p عدد انتخابی به دست آمده در سطر C گام ۵ را محاسبه نمایید و در S'' قرار دهید. به C یک واحد اضافه نمایید.
۸. اگر S''>S' آنگاه S'' را در S' و C را در C' قرار دهید. در غیر این صورت به گام ۹ بروید.
۹. اگر $C> \binom{n}{p}$ به گام ۱۰ بروید در غیر این صورت به گام ۷ بروید.
۱۰. اگر S'<S آنگاه S' و C' را گزارش دهید. در غیر اینصورت S را گزارش داده و p نقطه انتقال را از میان n نقطه به تصادف انتخاب نمایید.

C' نقاط انتقال انتخابی و S' مجموع ظرفیت آن‌ها را نشان می‌دهد که از طریق تقسیم مقدار S' به مجموع تقاضاهای موجود، مقدار پوشش مربوط به تابع هدف سوم به دست می‌آید. در حالتی نیز که نهایتاً S گزارش می‌شود، مقدار تابع هدف از طریق تقسیم مقدار S به مجموع تقاضاهای موجود حاصل می‌شود.

پس از انتخاب نقاط انتقال در مرحله اول، در مرحله دوم از الگوریتم ژنتیک جهت تخصیص تقاضا به نقاط انتقال و تخصیص تقاضای نقاط انتقال به نقاط مقصد بهره گرفته شده است. جهت پارامترهای منتخب در الگوریتم ژنتیک ترکیبی پیشنهادی نیز بنا بر روش «انتخاب بر اساس چندین آزمایش» [۳۳] بنحوی که بهترین پاسخ را به عنوان نتیجه حاصل نماید، موارد زیر به کار گرفته شده‌اند:

- ✓ جمعیت اولیه: به صورت تصادفی یک جواب شدنی
- ✓ فرآیند انتخاب: استفاده از چرخ رولت متناسب با برازندگی هر کرموزوم که تابع برازندگی، تابع هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی در نظر گرفته شده است.
- ✓ نرخ جهش: برابر با عکس طول کروموزوم ۰,۱۷
- ✓ نرخ تقاطع=۰

1. Preemptive priority factor

- ✓ نحوه برخورد با محدودیت‌ها: استفاده از استراتژی رد در صورت برخورد با جواب نشدنی
- ✓ شرط پایان: رسیدن به حداکثر تعداد نسل تولید شده: ۵۰۰ نسل
- ✓ تعداد کرموزوم‌های موجود در هر نسل: ۲۰ کروموزوم

در ارتباط با نحوه نمایش جواب و کرموزوم در نظر گرفته شده باید اذعان داشت که اگر ۳ گره منبع (نقطه جمع‌آوری) و ۳ گره مقصد (عمده‌فروش) وجود داشته باشد و از میان ۷ مکان پیشنهادی ۲ مکان به عنوان نقطه انتقال موردنظر (انبار آسیاب) تعیین شود، کروموزوم مرحله ۲ دارای ۱۲ = (۳*۲)+(۲*۳) تعداد ژن خواهد بود که نمایانگر مقادیر تخصیص داده شده برای یک نوع وسیله حمل هستند. بدین معنا که برای هر نوع وسیله حمل یک کروموزوم در نظر گرفته شده و پیش ازین ۲ نقطه انتقال در مرحله اول الگوریتم انتخاب شده بودند. به عنوان مثال کروموزوم مربوط به وسیله حمل شماره ۵ بدین صورت در شکل شماره (۲) نمایش داده می‌شود.

در مورد نحوه اعمال عملگر جهش نیز ۲عدد از ۱۲ ژن موجود در کرموزوم به صورت تصادفی انتخاب شده و براساس ظرفیت موجود تغییر می‌کنند تا جواب شدنی به دست آید. هنگام انجام عملگر تقاطع نیز چون بخشی از یک کرموزوم جایگزین بخش دیگری از یک کروموزوم دیگر می‌گردد طبیعتاً امکان دارد با ظرفیت تسهیلات و نقطه انتقال همخوانی نداشته باشد و پاسخ نشدنی برای مدل در نظر گرفته شده به دست آید و رد شود. به همین دلیل، نرخ تقاطع به مقدار صفر در نظر گرفته شده است.

در مورد نحوه اعمال عملگر جهش نیز ۲عدد از ۱۲ ژن موجود در کرموزوم به صورت تصادفی انتخاب شده و براساس ظرفیت موجود تغییر می‌کنند تا جواب شدنی به دست آید. هنگام انجام عملگر تقاطع نیز چون بخشی از یک کرموزوم جایگزین بخش دیگری از یک کروموزوم دیگر می‌گردد طبیعتاً امکان دارد با ظرفیت تسهیلات و نقطه انتقال همخوانی نداشته باشد و پاسخ نشدنی برای مدل در نظر گرفته شده به دست آید و رد شود. به همین دلیل، نرخ تقاطع به مقدار صفر در نظر گرفته شده است.

در ارتباط با تولید داده‌ها نیز می‌توان اشاره کرد که با توجه به مزایا و معایب خاص هر یک (مرقون شده در جدول شماره ۲)، [۳۴] در مطالعه موردی از داده‌های واقعی مکان انبارهایی جهت آسیاب محصول گندم قبل از انتقال آن به عمده‌فروشان در شهرستان اندیمشک استان خوزستان بهره گرفته شده است.

جدول (۱): مزایا و معایب تولید روش‌های تولید داده

	مزایا	معایب
داده‌های واقعی:	دقت بالا- جامعیت بالا- تنوع بالا و بسیار پیچیده	زمان‌بربودن جمع‌آوری - پرهزینه بودن - در دسترس نبودن
داده‌های استاندارد:	دقت و جامعیت کمتر نسبت به داده‌های واقعی-تنوع کمتر نسبت به داده‌های واقعی -پیچیدگی حذف شده	کم هزینه بودن - در دسترس بودن - استاندارد بودن - قابلیت مقایسه جواب‌ها
داده‌های تصادفی:	دقت و جامعیت پایین - شاید بایاس باشد دستگاه تولیدکننده - تنوع بالا - امکان تعمیم وجود ندارد	بسیار کم هزینه بودن - در دسترس بودن - امکان چندین بار تولید داده و اجراهای بسیار

۴- مطالعه موردی

حوزه تحت پوشش مسئله مزارع اطراف شهرستان اندیمشک می‌باشد که قرار است محصول گندم موجود پس از درو شدن در چند نقطه جمع‌آوری و سپس با استفاده از وسایل نقلیه موجود، پس از گذر از انبارهای آسیاب، به عمده‌فروشان منتقل شود. در این بین نقاط ابتدایی جمع‌آوری، نقش نقاط مبدأ، انبارهای آسیاب، نقش نقاط انتقال و عمده‌فروشان، نقش نقاط مقصد را ایفا می‌کنند. مسئول جمع‌آوری و انتقال محصول، جهت جمع‌آوری ابتدایی گندم و انتقال آرد به سه عمده‌فروش، سه نقطه را در نظر دارد. در مسیر انتقال، هفت انبار جهت آسیاب است که هر کشاورز می‌تواند از دو انبار جهت آسیاب محصول خود استفاده نماید. از این‌رو، کشاورز باید از میان هفت انبار آسیاب، دو انبار را به نحوی انتخاب کند تا از طریق تخصیص مناسب محصول به انبارها، به کمینه مجموع هزینه‌های حمل و نقل و آسیاب در نقاط انتقال، کمینه مجموع زمان‌های جابجایی و بیشینه درصد محصولی که پس از آسیاب به عمده‌فروشان انتقال یافته (مقدار پوشش)، دست یابد. در این ارتباط، نقاط مبدأ، انتقال و مقصد به تشریح در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

این مطالعه موردی، مسئله مکان‌یابی چندگانه نقطه انتقال (MLTP) در حضور چندین تسهیل است که حالت عمومی و کلی این نوع مسائل به شمار می‌آید و دارای فرضیات زیر می‌باشد:

- فضای حل به صورت شبکه در نظر گرفته شده است و مکان بهینه نقاط انتقال، در دو نقطه از هفت نقطه کاندیدا (گره) صورت گرفته و تخصیص محصول گندم به انبارهای آسیاب، نقش کمان را ایفا می‌کند.
- محل‌های جمع‌آوری اولیه محصول گندم در مزرعه در قالب سه نقطه تقاضا در نظر گرفته شده‌اند.
- محصول گندم می‌تواند فقط پس از گذر از انبارها و آسیاب شدن و نه به طور مستقیم به عمده‌فروشان منتقل شوند.
- پارامترهای موجود در مسئله دارای مقادیر قطعی می‌باشند.
- مناطق مختلف جمع‌آوری اولیه محصول گندم دارای اولویت-های پوششی یکسان هستند.
- امکان استفاده از ۶ نوع وسیله حمل و نقل وجود دارد که هزینه جابجایی آنها به ازای یک واحد مسافت در جدول (۴) آمده است.
- مدل برونزا است، یعنی تعداد نقاط انتقال از قبل به تعداد ۲ نقطه مشخص شده است.
- انواع هزینه‌های حمل و نقل و انواع زمان‌های جابجایی یک تن گندم به ازای یک واحد مسافت، تابعی از شرایط جوی (لغزندگی زمین)، میزان ترافیک، میزان هموار بودن زمین و نوع وسیله نقلیه در نظر گرفته است.
- انبارهای آسیاب و عمده‌فروشان دارای ظرفیت محدود هستند و امکان انتقال محصول گندم جمع‌آوری شده در یک نقطه به بیش از یک انبار آسیاب وجود دارد.

W_{115}	W_{125}	W_{215}	W_{225}	W_{315}	W_{325}	W_{115}	W_{125}	W_{135}	W_{215}	W_{225}	W_{235}

W_{jkl}مقدار تن محصول گندم تخصیص داده شده از انبارهای آسیاب j به عمده‌فروشان k

W_{ijl}مقدار تن محصول گندم تخصیص داده شده از نقاط جمع‌آوری i به انبارهای آسیاب j

شکل(۲): نحوه نمایش کروموزوم وسیله حمل شماره ۵

جدول (۲): مختصات نقاط مبدأ، انتقال و مقصد در مطالعه موردی تحت شرایط قطعی

نقاط مبدأ			نقاط مقصد			نقاط انتقال						
۱	۲	۳	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
(۱۵ ،۱۰)	(۵ ،۱۵)	(۱۰ ،۴۵)	(۴۵ ،۱۰)	(۴۰ ،۴۰)	(۵۰ ،۵۰)	(۲۰ ،۵)	(۴۰ ،۱۰)	(۳۰ ،۱۵)	(۲۰ ،۲۰)	(۱۵ ،۴۰)	(۳۰ ،۴۰)	(۲۵ ،۵۰)

جدول (۳): اطلاعات مربوط به هر یک از وسایل حمل و نقل

نام وسیله حمل و نقل	ظرفیت (تن)	متوسط سرعت (کیلومتر به ساعت)	زمان جابجایی به ازای یک کیلومتر مسافت (دقیقه)	هزینه جابجایی به ازای یک کیلومتر مسافت
وانت باری	۱	۸۰	۰٫۶۰	۲۰۰۰
کامیونت	۳	۸۵	۰٫۶۳	۵۰۰۰
کامیون ۶ چرخ اطاقدار	۱۰	۸۵	۰٫۶۷	۱۰۰۰۰
کامیون ۱۰ چرخ	۱۵	۹۵	۰٫۷۵	۱۵۰۰۰
تریلی چادری	۲۲	۹۵	۰٫۷۵	۲۰۰۰۰
تریلی بغلدار	۴۰	۹۵	۰٫۷۵	۲۵۰۰۰

به دلیل وجود سه انبار آسیاب مسئله از نوع MLTP، متغیرهای تصمیم مدل از نوع صفر و یک و عدد صحیح و رویکرد حل مسئله، برنامه‌ریزی آرمانی است. مقدار محصول گندم جمع‌آوری شده در هر یک از سه نقطه تعیین شده، مقدار مشخص و قطعی جدول (۵) را دارد. ظرفیت انبارهای آسیاب (نقاط انتقال) و عمده‌فروشان (تسهیلات) نیز طبق جدول (۶) می‌باشد. هم‌چنین مقدار هزینه ثابت آسیاب که به انبارهای آسیاب پرداخت می‌شود در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول (۴): مقدار محصول گندم مربوط به هر یک از نقاط جمع‌آوری

محصول گندم جمع‌آوری شده		
نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳
۵۰ تن	۱۰۰ تن	۷۵ تن

جدول (۵): مقدار ظرفیت انبارهای آسیاب و عمده‌فروشان (تن)

ظرفیت انبارهای آسیاب									ظرفیت عمده-فروشان		
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۱	۲	۳	۱	۲	۳
	۱۴۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۱۹	۱۰۰	۹۵	۱۰۲	۸۵	۹۰

جدول (۶): هزینه ثابت آسیاب پرداختی به هر یک از انبارهای آسیاب به ازای یک تن گندم (هزینه پردازش *۱۰۰۰)

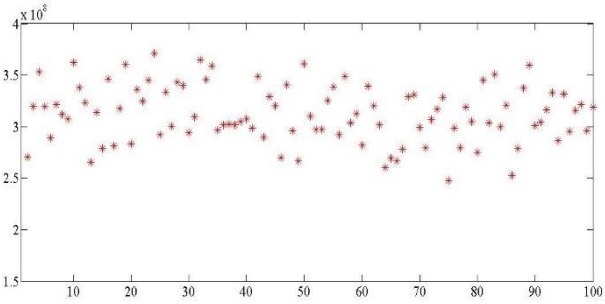
هزینه ثابت آسیاب پرداختی به انبارهای آسیاب						
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۵۰۰	۴۰۰	۴۵۰	۴۷۰	۵۲۰	۶۲۰	۵۷۰

همان‌طور که اشاره شد، انواع هزینه‌های حمل و نقل و انواع زمان‌های جابجایی یک تن گندم به ازای یک واحد مسافت، تابعی از شرایط جوی (لغزندگی زمین)، میزان ترافیک جاده‌ای، میزان هموار بودن زمین و نوع وسیله نقلیه در نظر گرفته شده‌اند. شرایط جوی شامل آفتابی، بارانی و برفی، انواع وسایل نقلیه شامل هوایی و زمینی است. در این مثال، فرض بر این است که در تمامی مسیرها هوا آفتابی بوده، میزان ترافیک جاده‌ای و میزان هموار بودن زمین عددی بین ۱ تا ۱۰ را شامل شده و به دلیل وجود مسافت اندک، فقط از وسیله حمل و نقل زمینی جهت انتقال بهره گرفته می‌شود. همچنین، هزینه جابجایی یک تن گندم به ازای یک کیلومتر مسافت به مقدار پایه ۵۰۰ تومان در نظر گرفته شده که پس از نرمال‌سازی و اختصاص وزن به هر معیار برای هر مسیر به صورت جداول (۸) و (۹) محاسبه می‌شود. به معیار میزان هموار بودن زمین، ضریب وزنی ۰٫۲۵، به معیار میزان ترافیک جاده‌ای، ضریب وزنی ۰٫۵ و به معیار لغزندگی زمین، ضریب وزنی ۰٫۲۵ اختصاص داده شده است. در این جداول به مقدار زمان جابجایی یک تن گندم به ازای یک کیلومتر مسافت با مقدار پایه ۱ دقیقه نیز اشاره شده است.

۴-۱- حل مسئله

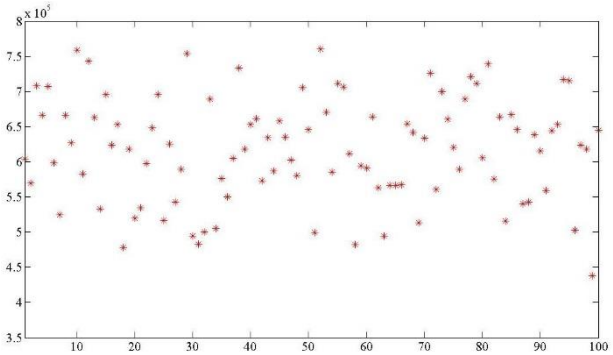
جهت حل مدل ریاضی چندهدفه معرفی شده، سعی بر آن است تا با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی، مجموعه چندین تابع هدف را با یکدیگر ترکیب نموده، کاهش انحرافات توابع هدف از مقادیر آرمانی را مدنظر قرار داده و آن را به مدل ریاضی تک هدفه تبدیل نماییم. با توجه به آن‌چه تا کنون بدان اشاره شد، مقادیر آرمانی هر یک از توابع هدف بدون در نظر گرفتن سایر توابع هدف به دست می‌آیند. با توجه

به بهینه نمودن تابع هدف هزینه حمل و نقل محصولات و هزینه ثابت آسیاب و به دست آمدن مقادیر متفاوت مربوط به آن، مقدار آرمانی به صورت ۱۹۰۰۰۰۰۰۰ در نظر گرفته می‌شود. شکل (۳) گویای این مطلب است.



شکل (۳): مقادیر تابع هدف هزینه حمل و نقل محصولات و هزینه ثابت آسیاب در ۱۰۰ تکرار

با توجه به بهینه نمودن تابع هدف زمان جابجایی محصولات و به دست آمدن مقادیر متفاوت مربوط به آن، مقدار آرمانی به صورت ۳۵۰۰۰۰ در نظر گرفته می‌شود. شکل (۴) گویای این مطلب است. همان‌طور که انتظار می‌رود مقدار آرمانی تابع هدف نسبت پوشش برابر با ۱ می‌باشد.



شکل (۴): مقادیر تابع هدف زمان جابجایی محصولات در ۱۰۰ تکرار

ضرایب وزنی متناظر با مقادیر انحراف مثبت و منفی از هر تابع هدف نیز برابر با یک و ضریب اولویت انحصاری هر تابع هدف به ترتیب برابر با ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۶ در نظر گرفته شده است. همچنین، از آنجا که توابع هدف مذکور از مقیاس یکسانی برخوردار نیستند، پس از نرمال‌سازی مقادیر، مدل برنامه‌ریزی آرمانی حاصل به صورت زیر می‌باشد:

$$Min \quad 0.1\,dv'^{+}_{1} + 0.3dv'^{+}_{2} + 0.6\,dv'^{-}_{3} \qquad (۲۶)$$

Subject to:

$$1 - {}^{190000000}/_{z_1} = dv'^{+}_{1} \qquad (۲۷)$$

$$1 - {}^{350000}/_{z_2} = dv'^{+}_{2} \qquad (۲۸)$$

$${}^{z_3}/_{1} - 1 = dv'^{-}_{3} \qquad (۲۹)$$

مدل حاصل در نرم‌افزار کدنویسی شده و جهت حل مدل از الگوریتم ژنتیک ترکیبی استفاده و به جواب نزدیک به بهینه در زمان محدود بسنده شده است. پس از حل مدل و ۵۰۰ نسل تولید شده که در زمان ۲۴۵,۲۵ ثانیه به طول انجامید به ازای کروموزوم زیر که مربوط به انتخاب انبارهای ۳ و ۶ است، مقدار تابع هدف انحراف ۱۱,۷۷، مقدار هزینه ۱۹۸۱۳۸۴۵۰، مقدار زمان جابجایی۳۹۴۸۶۳ و مقدار پوشش ۱ حاصل شده است.

۱۳	۳۴	۷۳	۳۷	۶۶	۲	۲	۱۰۰	۶۰	۰	۵۸	۵

شکل(۵): نحوه نمایش بهترین کروموزوم حاصله

همان‌طور که مشاهده می‌شود، انتخاب انبارهای ۳ و ۶ به عنوان مکان‌های آسیاب محصول قبل از انتقال به عمده‌فروشان و مقدار تن گندم تخصیص یافته به هر یک از این انبارها، حاکی از منطق استوار بر مدل‌سازی و در نتیجه اعتبار و صحت مدل پیشنهادی است. چرا که در این مدل، تابع هدف سوم یعنی میزان پوشش دارای اهمیتی بالایی بود؛ لذا بدین دلیل انبارهایی در مجموع با ظرفیت ۲۳۰ تن انتخاب گردیدند که در مجموع مقدار ۲۲۵ تن محصول گندم را پوشش دهند. از سویی دیگر، به دلیل استفاده از وسیله حمل و نقل زمینی در مسیرهای جابجایی، مسافت و در نتیجه هزینه و زمان حمل و نقل تأثیر بسیار زیادی بر نحوه تخصیص دارد. که وسایل حمل کامیونت و وانت باری انتخاب شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود به انبار آسیاب شماره ۶، تخصیص محصول گندم نقطه جمع‌آوری شماره ۳ بیشتر از سایر نقاط بوده است؛ که با توجه به کوتاه بودن مسیر قابل توجیه است. همچنین، تخصیص محصول گندم نقطه جمع‌آوری شماره ۲ به انبار آسیاب شماره ۳ و تخصیص محصول گندم نقطه جمع‌آوری شماره ۳ به انبار آسیاب شماره ۶ بیشتر از سایر انبارها، تخصیص گندم آسیاب شده از انبار آسیاب شماره ۶ به عمده‌فروش شماره ۲ و تخصیص گندم آسیاب شده از انبار آسیاب شماره ۳ به عمده فروش شماره ۱ بیشتر از سایر عمده فروشان بوده است؛ که همگی با توجه به کوتاه بودن مسیرها قابل توجیه هستند.

۵- نتیجه‌گیری

مسئله مکان‌یابی نقطه انتقال عموماً به یافتن مکان بهینه نقطه انتقال بین تسهیل و مجموعه‌ای از نقاط تقاضا اطلاق می‌شود، به طوری که حداکثر فاصله (مجموع فواصل) مشتریان تا تسهیل از طریق نقطه انتقال در شرایط قطعی حداقل گردد. با توجه به شرایط ساده مفروض حاکم بر مسئله، شکاف‌های متعددی با مروری بر ادبیات موضوع تشخیص داده شد. از این‌رو، این مقاله سعی بر مدل‌سازی مسئله مذکور به صورت چند هدفه به ازای مکان‌یابی یک یا چند نقطه انتقال در حضور یک یا چند تسهیل، تحت شرایط قطعی در فضای شبکه داشت. اهداف موردنظر نیز مشتمل بر کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های حمل و نقل و برپایی نقاط انتقال، کمینه‌سازی مجموع زمان‌های جابجایی و بیشینه‌سازی مقدار پوشش بود. همچنین، به دلیل پیچیدگی بالای محاسباتی و NP-Hard بودن مسئله، از یک نوع الگوریتم ژنتیک ترکیبی جهت حل مدل بکار گرفته و به جواب

نزدیک به بهینه در زمان محدود بسنده شد. در انتها، اعتبار و کاربرد مدل‌سازی پیشنهادی تحت شرایط قطعی، از طریق ارائه یک مطالعه موردی (انتخاب انبارهایی جهت آسیاب محصول گندم قبل از انتقال آن به عمده‌فروشان در استان خوزستان) نشان داده شد.

پیشنهاد می‌گردد علاقه‌مندان مدل چندهدفه پیشنهادی را در محیط غیرقطعی به نحوی لحاظ نمایند که محدودیت ظرفیت نقطه انتقال و تسهیل نیز در نظر گرفته شود. از سوی دیگر می‌توان جهت حل مدل، روش‌های ابتکاری دیگری پیشنهاد شده و با فرض وجود ضرایب اولویت متفاوت کشاورزان برای هر تابع هدف به مقایسه نتایج بپردازند.

جدول (۷): هزینه و زمان انتقال یک تن گندم به ازای یک کیلومتر مسافت، از نقطه جمع‌آوری i به انبار آسیاب j (وسیله حمل =وانت باری)

(i,j)	هموار بودن زمین	میزان ترافیک جاده‌ای	معیار لغزندگی زمین	نرمال سازی و وزن‌دهی به معیارها			میانگین موزون	هزینه جابجایی یک تن گندم به ازای ۱ کیلومتر قبل از گرد کردن (زمینی- وانت باری)	جابجایی یک تن گندم به ازای یک کیلومتر بعد از گرد کردن			
				0.25	0.5	0.25			هزینه		زمان	
									زمینی	هوایی (۴برابر)	زمینی (۴برابر)	هوایی
(1,1)	10	1	1	1	1	1	1	500	500	2000	1	0.17
(1,2)	9	2	1	0.9	0.5	1	0.725	689.655	690	2760	1.38	0.23
(1,3)	9	3	1	0.9	0.33	1	0.642	779.221	780	3120	1.56	0.26
(1,4)	9	6	1	0.9	0.166	1	0.558	895.522	896	3584	1.8	0.3
(1,5)	5	8	1	0.5	0.125	1	0.437	1142.857	1143	4572	2.29	0.39
(1,6)	7	9	1	0.7	0.11	1	0.481	1040.46	1041	4164	2.09	0.35
(1,7)	7	10	1	0.7	0.1	1	0.475	1052.63	1053	4212	2.11	0.36
(2,1)	10	1	1	1	1	1	1	500	500	2000	1	0.17
(2,2)	9	2	1	0.9	0.5	1	0.725	689.656	690	2760	1.38	0.23
(2,3)	9	3	1	0.9	0.33	1	0.642	779.221	780	3120	1.56	0.26
(2,4)	9	9	1	0.9	0.11	1	0.531	942.409	943	3772	1.89	0.32
(2,5)	5	10	1	0.5	0.1	1	0.425	1176.471	1177	4708	2.36	0.4
(2,6)	7	9	1	0.7	0.11	1	0.481	1040.46	1041	4164	2.09	0.35
(2,7)	7	10	1	0.7	0.1	1	0.475	1052.63	1053	4212	2.11	0.36
(3,1)	6	9	1	0.6	0.11	1	0.456	1097.561	1098	4392	2.2	0.37
(3,2)	7	9	1	0.7	0.11	1	0.481	1040.462	1041	4164	2.09	0.35
(3,3)	5	9	1	0.5	0.11	1	0.431	1161.29	1162	4648	2.33	0.39
(3,4)	10	10	1	1	0.1	1	0.55	909.091	910	3640	1.82	0.31
(3,5)	10	8	1	1	0.125	1	0.562	888.889	889	3556	1.78	0.3
(3,6)	10	9	1	1	0.11	1	0.556	900	900	3600	1.8	0.3
(3,7)	9	7	1	0.9	0.143	1	0.546	915.03	916	3664	1.84	0.31

جدول (۸): هزینه و زمان انتقال یک تن گندم به ازای یک کیلومتر مسافت، از انبار آسیابj به عمده‌فروش k (وسیله حمل =وانت باری)

(j,k)	هموار بودن زمین	میزان ترافیک جاده‌ای	معیار لغزندگی زمین	نرمال سازی و وزن‌دهی به معیارها			میانگین موزون	هزینه جابجایی یک تن گندم به ازای ۱ کیلومتر قبل از گرد کردن (زمینی- وانت باری)	هزینه جابجایی یک تن گندم به ازای یک کیلومتر بعد از گرد کردن			
				0.25	0.5	0.25			هزینه		زمان (دقیقه)	
									زمینی	هوایی (۴برابر)	زمینی (۴برابر)	هوایی
(1,1)	10	1	1	1	1	1	1	500	500	2000	1	0.17
(1,2)	6	8	1	0.6	0.125	1	0.463	1081.081	1082	4328	2.17	0.37
(1,3)	5	10	1	0.5	0.1	1	0.425	1176.471	1177	4708	2.36	0.4
(2,1)	10	1	1	1	1	1	1	500	500	2000	1	0.17
(2,2)	8	6	1	0.8	0.167	1	0.533	937.5	938	3752	1.88	0.32
(2,3)	7	8	1	0.7	0.125	1	0.488	1025.641	1026	4104	2.06	0.35
(3,1)	9	6	1	0.9	0.167	1	0.558	895.5224	896	3584	1.8	0.3
(3,2)	8	7	1	0.8	0.143	1	0.521	958.9041	959	3836	1.92	0.32
(3,3)	7	10	1	0.7	0.1	1	0.475	1052.632	1053	4212	2.11	0.36
(4,1)	5	6	1	0.5	0.167	1	0.458	1090.909	1091	4364	2.19	0.37
(4,2)	5	6	1	0.5	0.167	1	0.458	1090.909	1091	4364	2.19	0.37
(4,3)	7	9	1	0.7	0.111	1	0.480	1040.462	1041	4164	2.09	0.35
(5,1)	6	8	1	0.6	0.125	1	0.463	1081.081	1082	4328	2.17	0.37
(5,2)	8	9	1	0.8	0.111	1	0.506	989.011	990	3960	1.98	0.33
(5,3)	6	10	1	0.6	0.1	1	0.45	1111.111	1112	4448	2.23	0.38
(6,1)	7	7	1	0.7	0.143	1	0.496	1007.194	1008	4032	2.02	0.34
(6,2)	10	8	1	1	0.125	1	0.562	888.8889	889	3556	1.78	0.3
(6,3)	8	9	1	0.8	0.111	1	0.506	989.011	990	3960	1.98	0.33
(7,1)	4	8	1	0.4	0.125	1	0.412	1212.121	1213	4852	2.43	0.41
(7,2)	8	9	1	0.8	0.111	1	0.506	989.011	990	3960	1.98	0.33
(7,3)	9	9	1	0.9	0.111	1	0.531	942.4084	943	3772	1.89	0.32

مراجع

[1] Arasteh, K., Bozorgi Amiri A., Jabalamelr, M.S., (2015). "The multiple locations of facilities and transfer points in disaster", Journal of Operational research and its applications, 12(1): 21-31.

[2] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G., (2007). "The transfer point location problem", European Journal of Operational Research, 179: 978-989.

[3] Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2001). "On the collection depots location problem", European Journal of Operational Research, 130: 510-518.

[4] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2002). "The collection depots location problem on networks" Naval Research Logistics (NRL), 49: 15-24.

[5] Berman, O., Huang, R., (2004). "Minisum collection depots location problem with multiple facilities on a network", Journal of the Operational Research Society, 55: 769-779.

[6] Tamir, A., Halman, N., (2005). "One-way and round-trip center location problems", Discrete Optimization, 2: 168-184.

[7] Benkoczi, R., Bhattacharya, B.K., Das, S., Sember, J., (2009). "Single facility collection depots location problem in the plane", Computational Geometry, 42: 403-418.

[8] Wang B.F., Ye J.H., Chen P.J., (2012). "On the Round-Trip 1-Center and 1-Median Problems", WALCOM: Algorithms and Computation, 100-111.

[9] Chien-Chang, C., (2007). "A fuzzy MCDM for solving marine transshipment container port selection problems", Applied Mathematics and Computation. 186: (1):435-444. doi:10.1016/ j.amc.2006.07.125.

[10] Ponnambalam, S.G., Jagannathan, H., Kataria, M., Gadicherla, A., (2004). "A TSP-GA multi-objective algorithm for flow-shop scheduling", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 23(11-12): 909-915.

[11] Bertsimas, D., (1989). "Traveling salesman facility location problems", Transportation Science, 23: 184-191.

[12] Drezner, Z., Wesolowsky, G. O. (2003). "Network design: selection and design of links and facility location", Transportation Research Part A: Policy and Practice, 37: 241-256.

[13] Lapierre, S., Ruiz, A., Solarno, P., (2004). "Designing distribution networks: formulation and solution heuristic", Transportation Science, 38: 174-187.

[14] Ishfaq, R., Sox, C.R., (2011), "Hub location–allocation in intermodal logistic networks", European Journal of Operational Research, 210(2): 213-230.

[15] Contreras, I., Cordeau, J.F., Laporte, G., (2011). "Stochastic uncapacitated hub location", European Journal of Operational Research, 212(3): 518-528.

[16] Alumur, S. & Kara, B. Y., (2008). "Network hub location problems: The state of the art", European Journal of Operational Research, 190, 1-21.

[17] Alumur, S.A., Kara, B.Y., Karasan O.E., (2012). Multimodal hub location and hub network design. Omega 40 (6):927-939.

[18] Nguyen, V.P., Prins, C., Prodhon, C., (2012). "A multi-start iterated local search with tabu list and path relinking for the two-echelon location-routing problem", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 25(1): 56-71.

[19] Ishfaq, R., Sox, C. R., (2011). "Hub location-allocation in intermodal logistic networks", European Journal of Operational Research, 210: 213–230.

[20] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2004a). "The hub location problem" Working paper.

[21] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2004b). "The hub location-allocation problem" Working paper.

[22] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2004c). "The facility and hub location-allocation problem" Working paper.

[23] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2005). "The facility and transfer points location problem" International Transactions in Operational Research, 12: 387-402.

[24] Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O., (2008). "The multiple location of transfer points" Journal of the Operational Research Society, 59: 805-811.

[25] Sasaki, M., Furuta, T., Suzuki, A., (2008). "Exact optimal solutions of the minisum facility and transfer points location problems on a network" International Transactions in Operational Research, 15: 295-306.

[26] Mahmudian, M., Keivani, A., Davoudpour, H., Jaafari, A.A., (2010). "Two Iterative Algorithms for Transfer Point Location Problem" Journal of American Science", 6(9): 827-830.

[27] Hosseinijou, S.A., Bashiri, M., (2009). "New Stochastic Models for Minimax Transfer Point Location Problem", IEEE, 1231-1236.

[28] Hosseinijou, S.A., Bashiri, M., (2011). "Stochastic models for transfer point location problem", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 58(1): 211-225.

[29] Kalantari, H., A. Yousefli, Ghazanfari, M., Shahanaghi, K., (2013). "Fuzzy transfer point location problem: a possibilistic unconstrained nonlinear programming approach", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1(11): 2173-2187.

[30] Jabbarzadeh, A., Darbaniyan, F., Jabalameli, M.S., (2016). "A Multi-objective Model for Location of Transfer Stations: Case Study in Waste Management System of Tehran", Journal of Industrial and Systems Engineering, 9(1): 109-125.

[31] Ebrahimi Zade A., Lotfi, M.M., (2015). "Stochastic facility and transfer point covering problem with a soft capacity constraint", International transactions in operational research, doi:10.1111/itor.12218.

[32] Charnes, A., Cooper, W., (1961). "Management Models and Industrial Applications of Linear Programming" Wiley, New York.

[33] Eiben, A.E., Smit, S.K., (2011). "Evolutionary algorithm parameters and methods to tune them Autonomous search", Springer, 41: 15-36.

[34] Korel, Bogdan., (1996). "Automated test data generation for programs with procedures.", ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 21(3): 209-213.

IERPS Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

ISSN: 2345-2269

Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

Autumn and Winter 2016 Volume 4. No.8. pp.181-193
www.ier.basu.ac.ir

A novel hybrid Genetic Algorithm for solving multi objective model of transfer point location problem considering allocation and different transportation vehicles: a case study approach

A. Badie[1], K. Shahanaghi[1,*], H. Kalantari[1]

[1] Department of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

***Article history*:**

Received 19 August 2015
Accepted 4 December 2016

***Keywords*:**

Goal Programming
hybrid Genetic algorithm
Multiple location of transfer points
Multi-objective Facility location problem

ABSTRACT

The Transfer Point Location Problem is about locating optimum transfer point between the facility and a set of demand points, such that the maximum distance or the sum of the distances between the customers and the facility through the transfer point is minimized in certain environment. Thus, in this thesis the goal is to construct the modeling of the aforesaid problem, in case of multi objectives with respect to locating the single or multiple transfer point(s), in the certain environment and network topology when one or more facility exist. The objectives are about minimizing total cost of transfer points set up and transportation, minimizing total time of transfer and maximizing demand covering. In addition, due to high computational complexity of problem for acquiring a solution near to optimum in limited time, one type of proposed hybrid genetic algorithm is used. At last, the validation and the application of the developed model in certain environment are shown by a case study of ground wheat distribution system in Andimeshk of Khozestan.

* Corresponding author. Kamran Shahanaghi
Tel.: 021-73225051; *E-mail address:* shahanaghi@iust.ac.ir