

مسئله مکان‌یابی محور-مسیریابی با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت

احسان رضایی صدرآبادی^{*}، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر،
ehsan.rezaei@aut.ac.ir

بهروز کریمی، عضو هیأت علمی دانشکده صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، b.karimi@aut.ac.ir

مهدی بشیری، عضو هیأت علمی گروه مهندسی صنایع دانشکده فنی دانشگاه شاهد، bashiri@shahed.ac.ir

چکیده: در دنیای امروزی طراحی شبکه در زنجیره تأمین اهمیت خاصی پیدا کرده است بنابراین انتخاب یک شبکه حمل‌ونقل مناسب با توجه به نقش آن در قیمت محصول نهایی و سرعت انتقال و تحویل آن به مشتریان از اهمیت خاصی برخوردار است. در ادبیات موضوع سیستم‌های مبتنی بر محور(هاب) یکی از ساختارهای مناسب برای جابجایی کالا در سیستم‌های توزیع بسیار به بسیار است. از مزایای این ساختارها می‌توان به کاهش قیمت حمل به واسطه صرفه‌جویی در مقیاس، کاهش چشمگیر تعداد وسایل نقلیه با حفظ سطح سرویس و افزایش سرعت انتقال کالا اشاره کرد. با توجه به این‌که در دنیای واقعی عموماً مسائل مسیریابی در کنار مسائل مکان‌یابی و در سطحی پایین‌تر اتفاق می‌افتد لزوم بهینه‌سازی این تصمیمات به صورت هم‌زمان برای جلوگیری از ایجاد زیربهنیگی ضروری است. در این مطالعه ابتدا یک مدل برای مکان‌یابی محور-مسیریابی ارائه شده و برای حل آن از یک الگوریتم خوشه‌بندی ظرفیت‌دار برای مکان‌یابی محور استفاده شده و به هر خوشه یک شهر به عنوان محور تخصیص داده و بر روی هر محور با استفاده از الگوریتم ژنتیک مسیریابی انجام می‌شود. در ادامه برای اعتبارسنجی مدل و روش حل پیشنهادی، مسائل نمونه تولید و حل شده است.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی محور، مکان‌یابی-مسیریابی، سلسله مراتبی، خوشه‌بندی

۱. مقدمه

ریشه مسائل مکان‌یابی محور در سیستم‌های حمل‌ونقلی است که در آن‌ها چندین تسهیل، تعدادی محصول را دریافت و ارسال می‌کنند و این تسهیلات برای استفاده به عنوان محور مناسب هستند. تحقیقات بسیار زیادی در زمینه مکان‌یابی هاب‌ها و مکان‌یابی-مسیریابی در دهه‌های اخیر بر روی این دو موضوع صورت گرفته است که اهمیت آن‌ها را به خوبی آشکار می‌کند. هرچند معمولاً این دو مسئله به صورت جدا در نظر گرفته شده است ولی در واقعیت این دو موضوع در اکثر موارد در کنار هم دیده می‌شوند و بر روی یکدیگر تأثیرگذار هستند و به نظر می‌رسد که برای سادگی در حل مسائل به این دو موضوع در کنار هم کمتر پرداخته شده است. با توجه به این نکته که حمل مستقیم کالا در حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد قیمت کالا را در بر می‌گیرد [۱] و این هزینه بسیار قابل توجه است، در نظر گرفتن این دو موضوع در کنار هم حائز اهمیت است. با توجه به کاربرد این مسئله در دنیای واقعی مانند خدمات پستی، شبکه هوایی و دیگر شبکه‌های حمل‌ونقل و همچنین کمبود کارهای موجود در این زمینه، ضرورت انجام تحقیق به منظور کاهش هزینه‌ها و زمان انتظار مشتریان با اهمیت به نظر می‌رسد.

۲. مرور ادبیات

تحقیقات بر روی مکان‌یابی-مسیریابی توسط واتسن گاندی و دوهرن [۲] شروع شد. یک مرور ادبیات در این زمینه توسط ناگی و صالحی [۳] انجام شد که در آن به بررسی موضوعات، مدل‌ها و روش‌های حل توجه شده است. آیکین [۴] یک مسئله دو وجهی برای تصمیم‌گیری ترافیک بارگیری در نقاط یک شبکه را مورد بررسی قرار داد. اکلی مسئله تک تخصیص p -hub median را به روش برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی ارائه داد [۵]. وی در سال ۱۹۹۵ برای همین مسئله، روشی را برای بدست آوردن حد پایین ارائه داد [۶]. مسئله تخصیص چندگانه p -hub median را کمپل [۷] با استفاده از برنامه‌ریزی عدد صحیح خطی برای اولین بار ارائه داد. در ادامه مسایل مکان‌یابی هاب با هزینه ثابت در شرایط تخصیص تکی و چندگانه با در نظر گرفتن ظرفیت و بدون در نظر گرفتن آن مورد بررسی قرار گرفت. یک مرور ادبیات در این زمینه توسط آلومر [۸] انجام شد که اطلاعات بیشتر را می‌توان از آن مقاله به دست آورد. در این تحقیق، دو موضوع مکان‌یابی و مسیریابی هاب با در نظر گرفتن ظرفیت به صورت ترکیبی در نظر گرفته شده که مطالعات بسیار کمی در این زمینه صورت گرفته

مسائل مکان‌یابی- مسیریابی در ادبیات موضوع در زمره مسائل NP-Hard آورده شده است. زمان حل این مسائل با روش‌های حل دقیق با افزایش ابعاد مسئله به صورت نمایی رشد می‌کند بنابراین روش‌های دقیق برای حل این مسائل در ابعاد بزرگ مناسب نمی‌باشند و استفاده از روش‌های ابتکاری یا فرا ابتکاری توصیه می‌شود.

در این مطالعه یک مدل مکان‌یابی محور- مسیریابی با محدودیت ظرفیت ارائه شده است. سپس مسئله با استفاده از دو روش سلسله مراتبی و روش ترکیبی خوشه‌بندی ظرفیت‌دار و الگوریتم ژنتیک در ابعاد مختلف حل شده است. در نهایت نتایج این دو روش با یکدیگر مقایسه شده است.

۵. نتایج

در این تحقیق ابتدا یک مدل عدد صحیح برای مسئله مکان‌یابی محور- مسیریابی با محدودیت ظرفیت برای طراحی شبکه توزیع زنجیره تأمین در دو سطح استراتژیک و تاکتیکال ارائه شده است. مدل ارائه شده با توسعه و ترکیب مدل‌های ارائه شده در مرور ادبیات به دست آمده است. در ادامه با استفاده از دو روش سلسله‌مراتبی و روش ترکیبی خوشه‌بندی ظرفیت‌دار و الگوریتم ژنتیک مسائل نمونه تولید شده حل شده و نتایج آن با یکدیگر مقایسه شده است.

از جمله موضوعات جذاب برای تحقیقات آتی می‌توان به در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای مسئله به صورت فازی و احتمالی اشاره کرد.

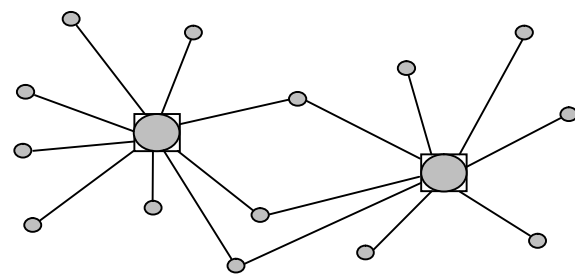
۶. مراجع

- [۱] Salhi, S., Rand, G.K., 1989. The effect of ignoring routes when locating depots. *European Journal of Operational Research* 39, 150-156
- [۲] Watson-Gandy, C., & Dohrn, P. (1973). Depot location with Van Salesmen—A practical approach. *Omega*, 3, 321-329.
- [۳] Nagy, G., & Salhi, S. (2007). Location-routing: issues, models and methods. *European Journal of Operational Research*, 177, 649-672.
- [۴] Aykin, T. (1995). Networking policies for hub-and-spoke systems with application to the air transportation system. *Transportation Science*, 29, 201-221.
- [۵] O'Kelly, M.E., 1987. A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research* 32, 393-404.
- [۶] O'Kelly, M.E., Skorin-Kapov, D., Skorin-Kapov, J., 1995. Lower bounds for the hub location problem. *Management Science* 41 (4), 713-721.
- [۷] Campbell, J.F., 1992. Location and allocation for distribution systems with transshipments and transportation economies of scale. *Annals of Operations Research* 40, 77-99
- Campbell, J.F., 1992. Location and allocation for distribution systems with transshipments and transportation economies of scale. *Annals of Operations Research* 40, 77-99
- [۸] Alumur, S., Kara, B.Y., 2008. Network hub location problems: The state of the art. *European Journal of Operational Research* 190, 1-21.
- [۹] Cetiner, S., Sepil, C., Sural, H., 2006. Hubbing and routing in postal delivery systems. Technical Report, Industrial Engineering Department, Middle East Technical University, 06532 Ankara, Turkey.

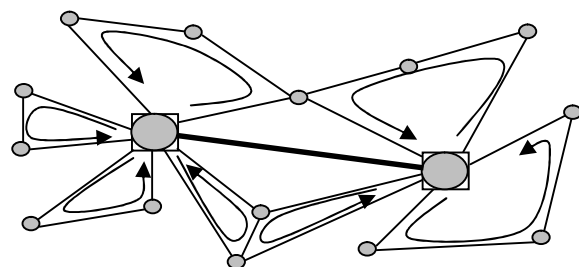
است [۹] و تا آنجا که می‌دانیم این موارد به صورت هم‌زمان با هم دیده نشده است.

۳. بیان مسئله

در این مطالعه طراحی شبکه توزیع مد نظر است که در آن تعداد زیادی از مشتریان، خواهان دریافت و ارسال کالا هستند. نمونه این شبکه توزیع را می‌توان در سیستم‌های پستی دید. هدف در این مسئله حداقل کردن هزینه‌های مکان‌یابی، مسیریابی و هزینه ثابت استفاده از وسایل نقلیه با در نظر گرفتن ظرفیت ناوگان حمل و حفظ سطح خدمت در مقایسه با ارسال مستقیم است. در مدل ارائه شده هر شهر به صورت یک نقطه تقاضا در نظر گرفته شده و به صورت بالقوه می‌تواند به عنوان محور نیز در نظر گرفته شود. تقاضای هر شهر به صورت قطعی در نظر گرفته شده است و در مسئله مکان‌یابی امکان تخصیص چندگانه هر شهر به محور وجود دارد. در حالت کلاسیک مکان‌یابی محور، تمام نقاط به صورت مستقیم به محور متصل می‌شوند (شکل ۱) ولی در مسئله مسیریابی مورد نظر، حتماً نیاز نیست که تمام نقاط به صورت مستقیم به محور متصل شوند و می‌توان تقاضای چند نقطه را با هم ترکیب و در طول مسیر آنها را جمع‌آوری نمود (شکل ۲). در مسئله مسیریابی، به دنبال کاهش هزینه‌ها و نیز کاربردی‌تر شدن مسئله هستیم.



شکل ۱- مسیر مستقیم



شکل ۲- مسیریابی شده