مسأله چند هدفه طراحی شبکه هاب دارای استهلاک

مهدی بشیری*، عضو هیأت علمی گروه صنایع، دانشگاه شاهد، bashiri@shahed.ac.ir
مهدیه شیری**، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه شاهد، m.shiri1991@yahoo.com

چکیده: یکی از مباحثی که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان بوده مسأله مکان‌یابی هاب است. هاب‌ها تسهیلاتی هستند که برای سیستم‌های حمل و نقل و ارتباط از راه دور، به عنوان نقاط مرتب سازی، انتقال و تبادل بین مبادی و مقاصد عمل می کنند. هدف اصلی در این مطالعه، بررسی تأثیر هزینه های استهلاک است که به عواملی چون حجم عبور و مرور، نوع هاب‌ها، سرویس مربوطه و غیره بستگی دارد. در این مقاله طراحی شبکه هاب دارای استهلاک با عامل حجم عبور و مرور، مکان‌یابی تسهیلات هاب و تخصیص گره‌های غیر هاب به هاب بررسی و به طور همزمان هزینه‌ها و زمان سفر بین مبادی و مقاصد نیز در نظر گرفته می‌شود. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که شبکه هاب دارای استهلاک، از امکان خدمت دهی بیشتری نسبت به شبکه هاب بدون استهلاک برخوردار است.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی هاب، طراحی شبکه، استهلاک، زمان سفر

۱. مقدمه

تسهیلات هاب در شبکه‌های حمل و نقل به منظور انتقال، یکپارچه سازی و تفکیک محصولات استفاده می شود و از نظر اقتصادی به صرفه است. استهلاک از جمله عواملی است که بر انتخاب هاب‌ها و هاب لینک‌ها تأثیر گذار است. به دلیل فراوانی عبور و مرور، هاب‌ها و هاب لینک‌ها مستهلک شده؛ که این استهلاک در تسهیلات هاب به حجم عبور و مرور، نوع هاب‌ها، سرویس مربوطه و غیره بستگی دارد.

در ادامه پیشینه، تعریف مسأله و سپس نتایج بدست آمده از این مطالعه ارائه شده است.

۲. پیشینه

مسأله مکان‌یابی ابتدا توسط اوکلی [۱] مطرح شد و اولین مدل درجه دوم مسأله تسهیلات هاب را مطرح کرد. در ادامه، محققانی دیگر به دنبال خطی سازی مدل درجه دوم موجود رفته و مدلهای متفاوتی را مطرح کردند. در سال ۱۹۹۶ مقالات به طور قابل توجهی با رشد مواجه شده است که به نظر می رسد علت این امر کامل شدن مدل سازی مسأله هاب باشد. تمرکز مقالات در سال-های اولیه روی مدل‌سازی، در اواسط روی تکمیل و بهینه سازی مدل‌ها و در سال‌های اخیر بیشتر روی روش‌های حل بوده است. آلومور و کارا [۲]، شفیعی و همکاران [3] و فراهانی و همکاران [۴] مقالات خوبی در زمینه مکان‌یابی هاب ارائه کرده‌اند.

طی مطالعات انجام شده بیشتر مقالات در زمینه مکان‌یابی هاب بوده و کمتر مقاله‌ای یافت می شود که مسأله مکان‌یابی را با درنظر گرفتن استهلاک بررسی کرده باشد.

در مطالعه حاضر، مدل آلومور و کارا [۵] توسعه داده شده و برای جلوگیری از توقف جریان در شبکه هاب، هزینه هایی پیش‌بینی شده است، به گونه ای که هر گره به هابی تخصیص می‌یابد که علاوه بر در نظر گرفتن دیگر عوامل، هزینه استهلاک کمتری داشته باشد.

۳. تعریف مسأله

در این مسأله، شبکه حمل و نقل کامل، تک تخصیص و بدون ظرفیت فرض می شود. هدف اصلی طراحی شبکه هاب دارای استهلاک، مکان‌یابی تسهیلات هاب و تخصیص گره‌های غیر هاب به هاب با کمترین هزینه بر اساس هزینه استقرار، حمل و نقل و استهلاک با عامل حجم عبور و مرور است که به طور همزمان هزینه‌ها و زمان سفر بین مبادی و مقاصد درنظر گرفته شده است. ایده اصلی مقاله کمک می کند که قبل از مستهلک شدن هاب‌ها و هاب لینک‌ها، اقدامات لازم جهت جلوگیری از قطع ارتباطات و به تعویق افتادن انتقالات را انجام دهیم، از طرفی هاب‌ها و هاب لینک‌ها نیز طوری انتخاب می‌شوند که حداقل هزینه استهلاک را داشته باشند.

مدل ارائه شده یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط است و مشابه مسأله P_0 مدل آلومور و کارا [۵] می باشد با این

**ارائه دهنده

تفاوت که گزینه استهلاک به مسأله اضافه شده و نوع حمل و نقل مطرح نمی شود.

پارامترهای اضافه شده به مسأله: CL_{kl} و CH_l به ترتیب هزینه استهلاک به ازای یک واحد جریان عبوری اضافه از هاب لینک $\{k,l\}$ و هاب l، Ul_{kl} و Uh_l به ترتیب حداکثر جریان عبوری از هاب لینک‌ها و هاب‌ها قبل از مستهلک شدن است.

متغیرهای اضافه شده به مسأله: ZL_{kl} و ZH_l متغیرهای صفر-یک، در صورتی که به ترتیب هاب لینک ایجاد شده بین هاب های k ، l و هاب l مستهلک شود، مقدار یک می‌گیرد و در غیر این صورت برابر صفر است. NL_{kl} و NH_l به ترتیب تفاضل مقدار مشخص Ul و Uh از جریان عبوری در هاب لینک $\{k,l\}$ و هاب l، NLL_{kl} و NHH_l به ترتیب میزان مازاد جریان عبوری از هاب لینک {k,l} و هاب l .

تابع هدف جدید:

$$\min . ZZ = \sum_{k\in H} FH_k H_k + \sum_{k\in H}\sum_{l\in H:l>k} FL_{kl} Z_{kl} + \sum_{s\in S}\sum_{i\in N}\sum_{j\in N} W_{ij}^s C_{ij}^s + \sum_{k\in H}\sum_{l\in H:l>k} CL_{kl} NLL_{kl} + \sum_{l\in H} CH_l NHH_l \quad (1)$$

در تابع هدف (1)، دو قسمت آخر اضافه می شوند که به ترتیب کل هزینه استهلاک در هاب لینک‌ها و هاب‌های مستهلک شده می باشد. محدودیت‌های اضافه شده به مسأله:

$$NL_{kl} = \sum_{s\in S}\sum_{i\in N}\sum_{j\in N:i\neq j} W_{ij}^s Y_{ijkl}^s - Ul(k,l) \quad (2)$$

$$\forall k,l \in H : k < l$$

$$ZL_{kl} \le Z_{kl} \qquad \forall k,l \in H : k < l \quad (3)$$

$$NL_{kl} \ge M(ZL_{kl} - 1) \qquad \forall k,l \in H : k < l \quad (4)$$

$$NL_{kl} \le M(ZL_{kl}) \qquad \forall k,l \in H : k < l \quad (5)$$

$$NL_{kl} \le NLL_{kl} \qquad \forall k,l \in H : k < l \quad (6)$$

محدودیت (۲)، محاسبه میزان تفاضل مقدار مشخص Ul از جریان عبوری در هاب لینک {k,l} می باشد. محدودیت (۳) بیان می کند که یک مسیر وقتی می تواند مستهلک شود که قبلاً به عنوان لینک انتخاب شده باشد. محدودیت (۴) و (۵) جایگزین یک محدودیت غیر خطی هستند که بدین صورت خطی شده است و بیان می کند که هزینه استهلاک وقتی درنظر گرفته می شود که یک هاب لینک مستهلک شود. محدودیت (۶) مقادیر مثبت NL_{kl} را در نظر می گیرند.

$$NH_l = \sum_{s\in S}\sum_{k\in H}\sum_{i\in N}\sum_{j\in N:i\neq j} W_{ij}^s Y_{ijkl}^s - Uh(l) \quad (7)$$

$$\forall l \in H : k < l$$

$$ZH_l \le H_l \qquad \forall l \in H \quad (8)$$

$$NH_l \ge M(ZH_l - 1) \qquad \forall l \in H \quad (9)$$

$$NH_l \le M(ZH_l) \qquad \forall l \in H \quad (10)$$

$$NH_l \le NHH_l \qquad \forall l \in H \quad (11)$$

محدودیت (۷)، محاسبه میزان تفاضل مقدار مشخص Uh از جریان عبوری در هاب l می باشد. محدودیت (۸) بیان می کند که یک گره وقتی می تواند مستهلک شود که قبلاً به عنوان هاب انتخاب شده باشد. محدودیت (۹) و (۱۰) جایگزین یک محدودیت غیر خطی هستند که بدین صورت خطی شده است و بیان می کند که هزینه استهلاک وقتی درنظر گرفته می شود که یک هاب مستهلک شود. محدودیت (۱۱) مقادیر مثبت NH_l را در نظر می‌گیرند.

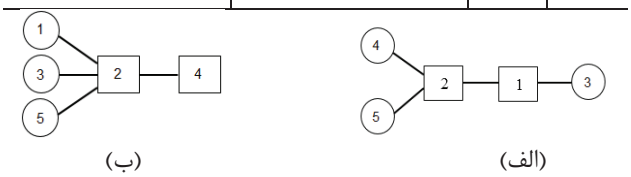
۴. نتـایج و تحقیقات آتی

اعتبار روش ارائه شده را با استفاده از یک مثال عددی سنجیده و نتایج را از طریق نرم افزار GAMS محاسبه کرده و هزینه استهلاک در دو حالت شبکه کلاسیک و شبکه پیشنهادی را مقایسه می‌کنیم که تعدادی از این مقایسات در جدول (۱) آمده است. در این مثال عددی داده‌ها تصادفی می‌باشند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که شبکه پیشنهادی، از امکان خدمت دهی بیشتری نسبت به شبکه کلاسیک برخوردار است.

در نظر گرفتن عوامل دیگر موثر بر استهلاک هم‌چون نوع هاب ها و انواع مختلف سرویس می تواند به عنوان موضوعاتی جهت مطالعات آتی مد نظر قرار گیرد.

جدول ۱.

تعداد گره	تعداد هاب	هزینه استهلاک مربوط به شبکه کلاسیک	هزینه استهلاک مربوط به شبکه پیشنهادی
۵	۲	2249930	2073600
۵	۳	230۶721	2118571
۸	۲	2921805	۲۶۴۱۹۶۰
۸	۳	۳۷۱۲۳۳۱	۳۵۰۰۷۱۷



(ب) (الف)

شکل ۱. (الف) شبکه کلاسیک، (ب) شبکه پیشنهادی

5. مـراجع

[1] O'kelly, M. E. (1987). A quadratic integer program for the location of interacting hub facilities. *European Journal of Operational Research*, *32*(3), 393-404.

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

[3] شفیعی، ر.، et al (۳۰-۲۹ آذر ۱۳۹۱).طراحی مدل مکان‌یابی هاب با تخصیص چندگانه قابل اطمینان.اولین کنفرانس ملی مهندسی صنایع و سیستم‌ها.