**بسمه تعالی**

**توضیحات مدل**

**2-3 اندیس ها، پارامترها و متغیرهای مسئله:**

در یک شبکه هاب که به صورت G=(N,E) نشان اده می شود، N بیانگر مجموعه گره ها به عنوان نقاط تقاضا بالقوه برای احداث هاب و E بیانگر مجموعه یال های شبکه جهت اتصال گره ها به همدیگر است. در این مدل اندیس ها، پارامترها و متغیرهای مسئله در جدول 2 ارائه شده است.

جدول 2 اندیس ها، پارامترها و متغیرهای مدل

|  |
| --- |
| اندیس های مدل |
| اندیس گره مبدا و مقصد شبکه | iوj |
| اندیس گره هاب شبکه | Kوm |
|  |
| پارامترهای مدل |
| هزینه ثابت احداث هاب | fk |
| هزینه ثابت پرواز هواپیمای بزرگ بین هاب k و m | FCR |
| هزینه ثابت پرواز هواپیماکوچک از گره m به گره j | FCQ |
| هزینه ثابت پرواز هواپیمای کوچک از گره i به گره K | FCP |
| مسافت بین گره های i وj | dij |
| جریان بین گره i و j  | Wij |
| ظرفیت هواپیماهای کوچک | Capsmall |
| ظرفیت هواپیماهای بزرگ | caplarge |
|  |
| متغییرهای تصمیم |
| در صورتی که گره k به عنوان هاب انتخاب شود برابر مقدار 1 می شود | Zk |
| در غیر اینصورت برابر صفر است |
|  بخشی از جریان که از گره i به واسطه هاب های k و m به گره j ارسال می شود که مقدار جریان از نوع پیوسته بوده و بین صفر و یک قرار دارد | Xijkm |
| تعداد هواپیماهای کوچک استفاده شده بین گره i و هاب K بزرگتر مساوی صفر | Pik |
| تعداد هواپیماهای بزرگ استفاده شده بین هاب های m و K بزرگتر مساوی صفر | Rkm |
| تعداد هواپیماهای کوچک استفاده شده بین گره j و هاب m بزرگتر مساوی صفر | Qmj |

**3-3 مدل ریاضی پیشنهاد شده**

مدل برنامه ریزی خطی از نوع عدد صحیح مختلط برای مسئله مکان یابی چند تخصیصه با ظرفیت مدولار به صورتی که تخصیص ها حالت پیوسته بدون داشتن اختلالی در آن پیشنهاد شده است.

$$min\sum\_{k\in N}^{}f\_{k}Z\_{k}+\sum\_{i\in N}^{}\sum\_{k\in N}^{}FCPP\_{ik}d\_{ik}+\sum\_{k\in N}^{}\sum\_{m\in N}^{}FCRR\_{km}d\_{km}+\sum\_{m\in N}^{}\sum\_{j\in N}^{}FCQQ\_{mj}d\_{mj}(1)$$

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Subject To: |  |  |
|  |  | (2) |
|  |  | (3) |
|  |  | (4) |
|  |  | (5) |
|  |  | (6) |
|  |  | (7) |
|  |  | (8) |
|  |  | (9) |

عبارت اول بیانگر تابع هدف مسئله است که از نوع کمینه سازی می باشد، بخش اول این تابع هدف مربوط به هزینه ایجاد هاب است. در بخش دوم تابع هدف، هزینه ارسال جریان توسط هواپیماهای کوچک بین گره i و K استفاده شده، محاسبه شده است. در بخش سوم تابع هدف، هزینه مجموعه هواپیماهای بزرگ استفاده شده بین هاب ها(گره های m و K) در نظر گرفته شده است . در بخش چهارم تابع هدف، هزینه مجموعه هواپیماهای کوچک بین گره m و j استفاده شده است . در این مدل، محدودیت 2 تضمین می نماید جریان بین مبدا i و مقصد j از طریق هاب های k و m ارسال می گردد. محدودیت 3 بیان می‌کند که اگر گره i به هاب k تخصیص داده شود، پس جریان از گره i به گره j از طریق هاب m انتقال داده می‌شود. محدودیت 4 اطمینان می سازد مجموعه جریان هایی که مبدا i به هاب k ارسال می شود کوچکتر مساوی تعداد پروازهای انجام شده از گره i به هاب k (Pik) ضرب در ظرفیت هواپیما می باشد. به همین ترتیب محدودیت 5 نشان می دهد مجموعه جریان هایی که از هاب K به هاب m ارسال می شود کوچکتر مساوی تعداد پروازهای انجام شده از هاب K به هاب m (Rkm) ضرب در ظرفیت هواپیما است ، متعاقبا محدودیت 6 بیان گر آن است که مجموعه جریان ارسال شده از هاب m به مقصد(گره j) کوچکتر مساوی تعداد پروازهای انجام شده از گره هاب m به گره j (Qmj)ضرب در ظرفیت هواپیمااست. با توجه به محدودیت 7 متغییر Xijkm از نوع متغییر positive است که مربوط به بخشی از جریانی است که از گره های i و j به واسطه هاب ها ارسال می شود و محدودیت 8 عنوان می نماید متغیر انتخاب هاب (Zk)از نوع باینری است. در نهایت محدودیت 9 بیانگر متغیرهای از نوع عدد صحیح مثبت مربوط به تعداد پروازهای موردنیاز بین گره i به هاب k(Pik)، تعداد پروازهای موردنیاز بین هاب های k ، m (Rkm)و در نهایت تعداد پروازهای موردنیاز از هاب m به گره j (Qmj)است.