

فاز یکپروژه درس تحقیق در عملیات ۱

استاد عشقی

اعضای گروه:

امیرحسین قناعتیان - ۹۷۱۰۴۵۸۴

محمد علی تاتلاری - ۹۷۱۰۴۱۹۷

سجاد عابد - ۹۷۱۰۴۵۱۵



بخش الف)

برای بیشینه کردن سود هفتگی باید برای موجودی مدل ریاضی موجودی هر مرکز، تعداد و مبدا و مقصد انتقال ها، خودرو های منتقل شده به تعمیرگاه و... را نوشت.

متغیرهای این مدلسازی ریاضی در زیر آمده است.

S_i : تعداد ماشین های سالم در دسترس در صبح روز i ام در شهر شیراز که قابل اجاره دادن یا ارسال به شهر دیگر هستند

M_i : تعداد ماشین های سالم در دسترس در صبح روز i ام در شهر مشهد که قابل اجاره دادن یا ارسال به شهر دیگر هستند

E_i : تعداد ماشین های سالم در دسترس در صبح روز i ام در شهر اصفهان که قابل اجاره دادن یا ارسال به شهر دیگر هستند

A_i : تعداد ماشین های سالم در دسترس در صبح روز i ام در شهر اهواز که قابل اجاره دادن یا ارسال به شهر دیگر هستند

$$i \in \{1,2,3,4,5,6\}$$

$X_{N,P,i}$: تعداد ماشین هایی که در روز i ام از شهر N به شهر M منتقل می شوند که:

$$i \in \{1,2,3,4,5,6\} \quad N, P \in \{E, S, M, A\}$$

$J_{N,i,j}$: تعداد ماشین هایی که در شهر N در روز i ام برای j روز اجاره می دهیم

$$N \in \{E, S, M, A\} \quad i \in \{1,2,3,4,5,6\} \quad j \in \{1,2,3\}$$

$D_{N,i}$: تعداد ماشین های سالمی که شهر N در روز i از مشتریان دریافت می کنند

$$i \in \{1,2,3,4,5,6\} \quad N \in \{E, S, M, A\}$$

$T_{N,i}$: تعداد ماشین های خرابی که پس از صبح روز i ام در شهر N نگهداری می شوند.

$$i \in \{1,2,3,4,5,6\} \quad N \in \{E, S, M, A\}$$

$Y_{N,P,i}$: تعداد ماشین‌های خرابی که در روز i برای تعمیر از شهر N به تعمیرگاه P فرستاده می‌شوند. (اگر $N=P$ باشد، ماشین همان روز به تعمیرگاه می‌رسد و هزینه ارسال ندارند.)

$$i \in \{1,2,3,4,5,6\} \quad N, P \in \{E, S, M, A\}$$

(شهر مقصد در ابتدا تنها شهرهای S و M هستند اما برای بخش دوم سوال شهر مقصد را اصفهان و شیراز نیز در نظر می‌گیریم اما ظرفیت آن‌ها را در بخش اول صفر می‌کنیم.)



توضیحات محدودیت‌ها (این بخش در محدودیت‌های مدل به طور کامل دوباره نوشته می‌شوند).

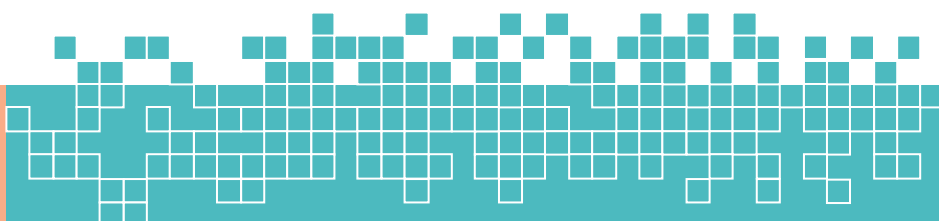
$$S_i = S_{i-1} - \sum_{j=0}^3 J_{S,i-1,j} + D_{S,i} - X_{S,\{E.A.M\},i-1} + X_{\{E.A.M\},S,i-1} + Y_{\{E.A.M\},S,i-2} + Y_{S,S,i-1}$$

$$A_i = A_{i-1} - \sum_{j=0}^3 J_{A,i-1,j} + D_{A,i} - X_{A,\{E.S.M\},i-1} + X_{\{E.S.M\},A,i-1} + Y_{\{E.S.M\},A,i-2} + Y_{A,A,i-1}$$

$$M_i = M_{i-1} - \sum_{j=0}^3 J_{M,i-1,j} + D_{M,i} - X_{M,\{E.A.S\},i-1} + X_{\{E.A.S\},M,i-1} + Y_{\{E.A.S\},M,i-2} + Y_{M,M,i-1}$$

$$E_i = E_{i-1} - \sum_{j=0}^3 J_{E,i-1,j} + D_{E,i} - X_{E,\{S.A.M\},i-1} + X_{\{S.A.M\},E,i-1} + Y_{\{S.A.M\},E,i-2} + Y_{E,E,i-1}$$

ماشین‌های در دسترس برای هر شهر از میزان ماشین‌های صبح روز قبل، منهای ماشین‌هایی که روز قبل اجاره داده شده اند یا به شهرهای دیگر فرستاده شده‌اند، بعلاوه ماشین‌هایی که صبح آن روز دریافت می‌شوند و ماشین‌هایی که از شهرهای دیگر دریافت می‌شوند بدست می‌آیند (روز قبل ارسال شده‌اند و آن روز دریافت می‌شوند). همچنین مراکزی که تعمیرگاه دارند، ماشین‌هایی که تعمیر شده اند را بعنوان ماشین در دسترس، در اختیار دارند.



ماشین‌هایی اجاره می‌دهیم نمی‌تواند از تقاضا بیشتر باشند. در جدول ۱ میزان تقاضای هر شهر آمده است. همچنین می‌دانیم که ۵۵٪ یک‌روزه اجاره می‌کنند، ۲۰٪ دو‌روزه و ۲۵٪ سه‌روزه پس باید داشته باشیم

$$J_{N,i,j} \leq P(j) \cdot [R_{N,i}]$$

که در آن مقدار $R_{N,i}$ از جدول یک خوانده می‌شود و

$$P(1) = 0.55 \quad P(2)=0.20 \quad P(3)=0.25$$

$$J_{S,1,1} \leq 52.25$$

$$J_{S,1,2} \leq 19$$

$$J_{S,1,3} \leq 23.75$$

$$J_{S,2,1} \leq 107.25$$

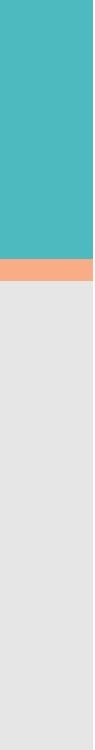
$$J_{S,2,2} \leq 39$$

$$J_{S,2,3} \leq 48.77$$

$$J_{S,3,1} \leq 229.9$$

$$J_{S,3,2} \leq 48.4$$

$$J_{S,3,3} \leq 60.5$$


$$J_{S,4,1} \leq 61.05$$

$$J_{S,4,2} \leq 22.2$$

$$J_{S,4,3} \leq 27.75$$

$$J_{S,5,1} \leq 38.5$$

$$J_{S,5,2} \leq 14$$

$$J_{S,5,3} \leq 17.5$$

$$J_{S,6,1} \leq 68.2$$

$$J_{S,6,2} \leq 24.8$$

$$J_{S,6,3} \leq 31$$

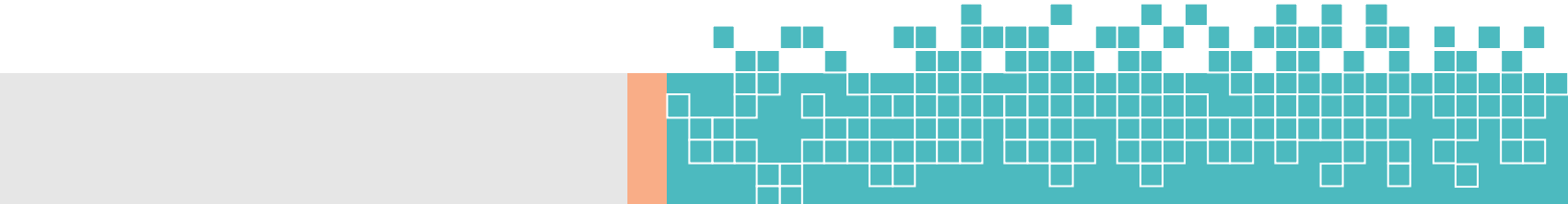
$$J_{A,1,1} \leq 88$$

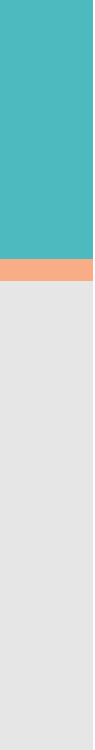
$$J_{A,1,2} \leq 32$$

$$J_{A,1,3} \leq 40$$

$$J_{A,2,1} \leq 54.45$$

$$J_{A,2,2} \leq 19.8$$

$$J_{A,2,3} \leq 24.75$$



$$J_{A,3,1} \leq 30.25$$

$$J_{A,3,2} \leq 11$$

$$J_{A,3,3} \leq 13.75$$

$$J_{A,4,1} \leq 52.8$$

$$J_{A,4,2} \leq 19.2$$

$$J_{A,4,3} \leq 24$$

$$J_{A,5,1} \leq 63.25$$

$$J_{A,5,2} \leq 23$$

$$J_{A,5,3} \leq 28.75$$

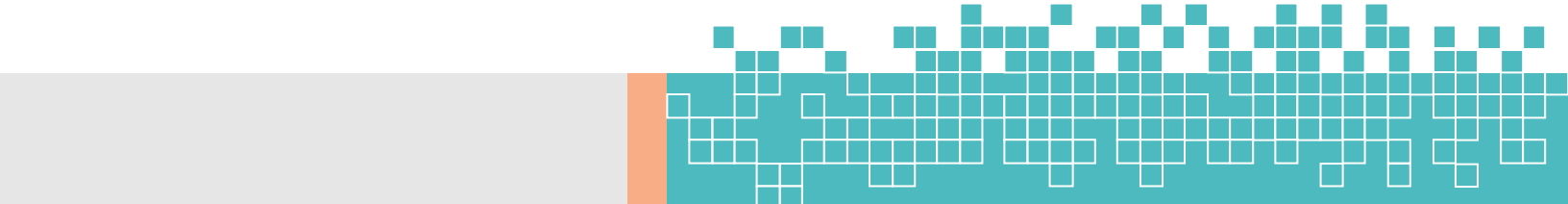
$$J_{A,6,1} \leq 44$$

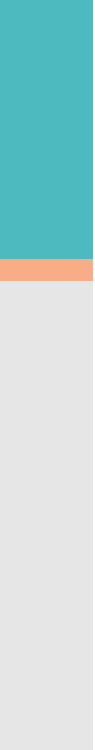
$$J_{A,6,2} \leq 16$$

$$J_{A,6,3} \leq 20$$

$$J_{M,1,1} \leq 137.5$$

$$J_{M,1,2} \leq 50$$

$$J_{M,1,3} \leq 62.5$$



$$J_{M,2,1} \leq 78.65$$

$$J_{M,2,2} \leq 28.6$$

$$J_{M,2,3} \leq 35.75$$

$$J_{M,3,1} \leq 44$$

$$J_{M,3,2} \leq 16$$

$$J_{M,3,3} \leq 20$$

$$J_{M,4,1} \leq 123.75$$

$$J_{M,4,2} \leq 45$$

$$J_{M,4,3} \leq 56.25$$

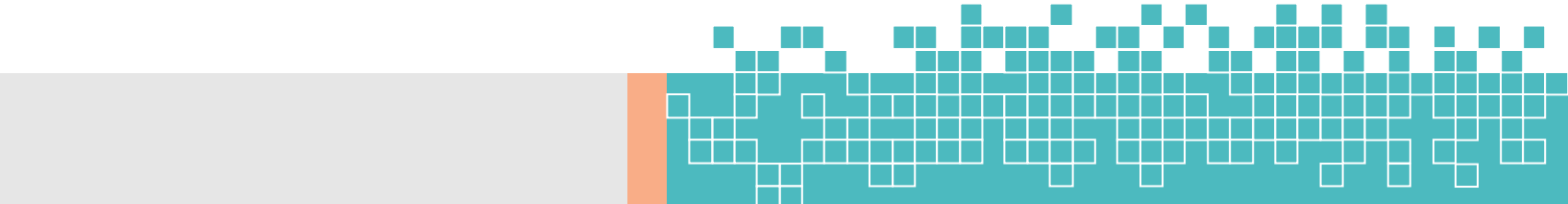
$$J_{M,5,1} \leq 115.5$$

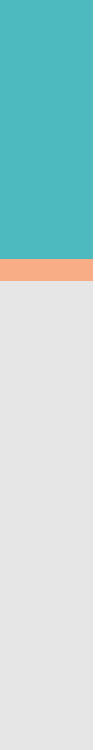
$$J_{M,5,2} \leq 42$$

$$J_{M,5,3} \leq 52.5$$

$$J_{M,6,1} \leq 53.9$$

$$J_{M,6,2} \leq 19.6$$

$$J_{M,6,3} \leq 24.5$$



$$J_{E,1,1} \leq 55$$

$$J_{E,1,2} \leq 20$$

$$J_{E,1,3} \leq 25$$

$$J_{E,2,1} \leq 82.5$$

$$J_{E,2,2} \leq 30$$

$$J_{E,2,3} \leq 37.5$$

$$J_{E,3,1} \leq 74.24$$

$$J_{E,3,2} \leq 27$$

$$J_{E,3,3} \leq 33.75$$

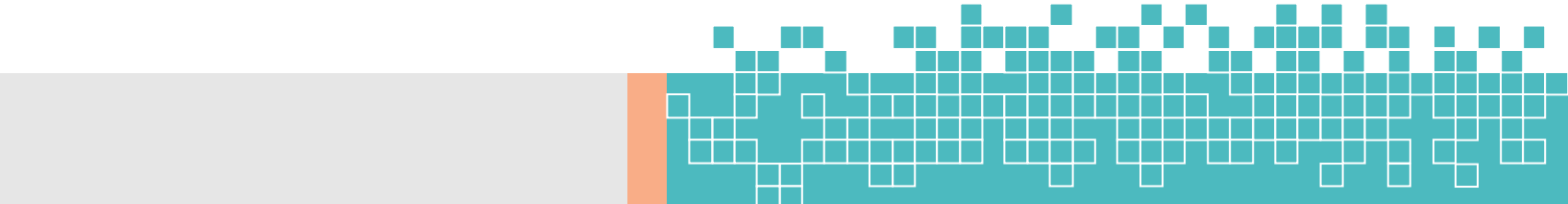
$$J_{E,4,1} \leq 45.65$$

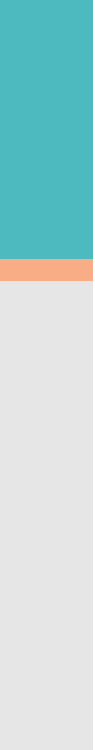
$$J_{E,4,2} \leq 16.6$$

$$J_{E,4,3} \leq 20.75$$

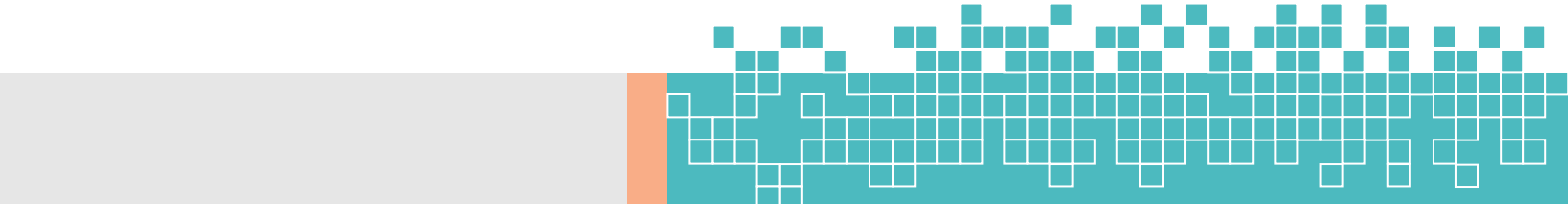
$$J_{E,5,1} \leq 65$$

$$J_{E,5,2} \leq 24$$

$$J_{E,5,3} \leq 30$$



$$J_{E,6,1} \leq 126.5$$

$$J_{E,6,2} \leq 46$$

$$J_{E,6,3} \leq 57.5$$


$D_{N,i}$ ماشین‌های سالمی است که در روز i توسط مشتریان به مرکز شهر N بازگردانده می‌شوند. این عدد ۰.۹ مجموع ماشین‌هایی که به صورت j -روزه در روز $i-j$ توسط مشتریان اجاره گرفته شده‌اند و قرار است به شهر N بازگردند. مقدار ۰.۹ به این دلیل است که ۱۰ درصد از ماشین‌ها به صورت خراب دریافت می‌شوند. اینکه چه میزان از ماشین‌های اجاره شده در هر شهر، به شهر N بازگردانده می‌شوند، در جدول ۲ آمده است.

پس داریم:

$$D_{N,i} = 0.9 [P_{S,N}(J_{S,i-1,1} + J_{S,i-2,2} + J_{S,i-3,3}) + P_{E,N}(J_{E,i-1,1} + J_{E,i-2,2} + J_{E,i-3,3}) + P_{A,N}(J_{A,i-1,1} + J_{A,i-2,2} + J_{A,i-3,3}) + P_{M,N}(J_{M,i-1,1} + J_{M,i-2,2} + J_{M,i-3,3})]$$

که مقادیر $P_{E,N}$ احتمال آن است که ماشین اجاره داده شده در شهر E به شهر N بازگردانده شود. این مقادیر در جدول ۲ نشان داده شده است.

$$D_{S,1} = 0.9 [0.54(J_{S,1,6} + J_{S,2,5} + J_{S,3,4}) + 0.1(J_{E,1,6} + J_{E,2,5} + J_{E,3,4}) + 0.27(J_{A,1,6} + J_{A,2,5} + J_{A,3,4}) + 0.25(J_{M,1,6} + J_{M,2,5} + J_{M,3,4})]$$

$$D_{S,2} = 0.9 [0.54(J_{S,1,1} + J_{S,2,6} + J_{S,3,5}) + 0.1(J_{E,1,1} + J_{E,2,6} + J_{E,3,5}) + 0.27(J_{A,1,1} + J_{A,2,6} + J_{A,3,5}) + 0.25(J_{M,1,1} + J_{M,2,6} + J_{M,3,5})]$$

$$D_{S,3} = 0.9 [0.54(J_{S,1,2} + J_{S,2,1} + J_{S,3,6}) + 0.1(J_{E,1,2} + J_{E,2,1} + J_{E,3,6}) + 0.27(J_{A,1,2} + J_{A,2,1} + J_{A,3,6}) + 0.25(J_{M,1,2} + J_{M,2,1} + J_{M,3,6})]$$

$$\begin{aligned}
D_{S,4} = 0.9 [& 0.54(J_{S,1,3} + J_{S,2,2} + J_{S,3,1}) \\
& + 0.1(J_{E,1,3} + J_{E,2,2} + J_{E,3,1}) \\
& + 0.27(J_{A,1,3} + J_{A,2,2} + J_{A,3,1}) + 0.25(J_{M,1,3} + J_{M,2,2} \\
& + J_{M,3,1})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{S,5} = 0.9 [& 0.54(J_{S,1,4} + J_{S,2,3} + J_{S,3,2}) \\
& + 0.1(J_{E,1,4} + J_{E,2,3} + J_{E,3,2}) \\
& + 0.27(J_{A,1,4} + J_{A,2,3} + J_{A,3,2}) + 0.25(J_{M,1,4} + J_{M,2,3} \\
& + J_{M,3,2})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{S,6} = 0.9 [& 0.54(J_{S,1,5} + J_{S,2,4} + J_{S,3,3}) \\
& + 0.1(J_{E,1,5} + J_{E,2,4} + J_{E,3,3}) \\
& + 0.27(J_{A,1,5} + J_{A,2,4} + J_{A,3,3}) + 0.25(J_{M,1,5} + J_{M,2,4} \\
& + J_{M,3,3})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,1} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,6} + J_{S,2,5} + J_{S,3,4}) \\
& + 0.1(J_{E,1,6} + J_{E,2,5} + J_{E,3,4}) \\
& + 0.53(J_{A,1,6} + J_{A,2,5} + J_{A,3,4}) + 0.05(J_{M,1,6} + J_{M,2,5} \\
& + J_{M,3,4})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,2} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,1} + J_{S,2,6} + J_{S,3,5}) \\
& + 0.1(J_{E,1,1} + J_{E,2,6} + J_{E,3,5}) \\
& + 0.53(J_{A,1,1} + J_{A,2,6} + J_{A,3,5}) + 0.05(J_{M,1,1} + J_{M,2,6} \\
& + J_{M,3,5})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,3} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,2} + J_{S,2,1} + J_{S,3,6}) \\
& + 0.1(J_{E,1,2} + J_{E,2,1} + J_{E,3,6}) \\
& + 0.53(J_{A,1,2} + J_{A,2,1} + J_{A,3,6}) + 0.05(J_{M,1,2} + J_{M,2,1} \\
& + J_{M,3,6})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,4} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,3} + J_{S,2,2} + J_{S,3,1}) \\
& + 0.1(J_{E,1,3} + J_{E,2,2} + J_{E,3,1}) \\
& + 0.53(J_{A,1,3} + J_{A,2,2} + J_{A,3,1}) + 0.05(J_{M,1,3} + J_{M,2,2} \\
& + J_{M,3,1})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,5} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,4} + J_{S,2,3} + J_{S,3,2}) \\
& + 0.1(J_{E,1,4} + J_{E,2,3} + J_{E,3,2}) \\
& + 0.53(J_{A,1,4} + J_{A,2,3} + J_{A,3,2}) + 0.05(J_{M,1,4} + J_{M,2,3} \\
& + J_{M,3,2})]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_{A,6} = 0.9 [& 0.11(J_{S,1,5} + J_{S,2,4} + J_{S,3,3}) \\
& + 0.1(J_{E,1,5} + J_{E,2,4} + J_{E,3,3}) \\
& + 0.53(J_{A,1,5} + J_{A,2,4} + J_{A,3,3}) + 0.05(J_{M,1,5} + J_{M,2,4} \\
& + J_{M,3,3})]
\end{aligned}$$

$$D_{M,1} = 0.9[0.2(J_{S,1,6} + J_{S,2,5} + J_{S,3,4}) \\ + 0.2(J_{E,1,6} + J_{E,2,5} + J_{E,3,4}) \\ + 0.12(J_{A,1,6} + J_{A,2,5} + J_{A,3,4}) + 0.55(J_{M,1,6} + J_{M,2,5} \\ + J_{M,3,4})]$$

$$D_{M,2} = 0.9 [0.2(J_{S,1,1} + J_{S,2,6} + J_{S,3,5}) \\ + 0.2(J_{E,1,1} + J_{E,2,6} + J_{E,3,5}) \\ + 0.12(J_{A,1,1} + J_{A,2,6} + J_{A,3,5}) + 0.55(J_{M,1,1} + J_{M,2,6} \\ + J_{M,3,5})]$$

$$D_{M,3} = 0.9 [0.2(J_{S,1,2} + J_{S,2,1} + J_{S,3,6}) \\ + 0.2(J_{E,1,2} + J_{E,2,1} + J_{E,3,6}) \\ + 0.12(J_{A,1,2} + J_{A,2,1} + J_{A,3,6}) + 0.55(J_{M,1,2} + J_{M,2,1} \\ + J_{M,3,6})]$$

$$D_{M,4} = 0.9 [0.2(J_{S,1,3} + J_{S,2,2} + J_{S,3,1}) \\ + 0.2(J_{E,1,3} + J_{E,2,2} + J_{E,3,1}) \\ + 0.12(J_{A,1,3} + J_{A,2,2} + J_{A,3,1}) + 0.55(J_{M,1,3} + J_{M,2,2} \\ + J_{M,3,1})]$$

$$D_{M,5} = 0.9 [0.2(J_{S,1,4} + J_{S,2,3} + J_{S,3,2}) \\ + 0.2(J_{E,1,4} + J_{E,2,3} + J_{E,3,2}) \\ + 0.12(J_{A,1,4} + J_{A,2,3} + J_{A,3,2}) + 0.55(J_{M,1,4} + J_{M,2,3} \\ + J_{M,3,2})]$$

$$D_{M,6} = 0.9 [0.2(J_{S,1,5} + J_{S,2,4} + J_{S,3,3}) \\ + 0.2(J_{E,1,5} + J_{E,2,4} + J_{E,3,3}) \\ + 0.12(J_{A,1,5} + J_{A,2,4} + J_{A,3,3}) + 0.55(J_{M,1,5} + J_{M,2,4} \\ + J_{M,3,3})]$$

$$D_{E,1} = 0.9 [0.15(J_{S,1,6} + J_{S,2,5} + J_{S,3,4}) \\ + 0.6(J_{E,1,6} + J_{E,2,5} + J_{E,3,4}) \\ + 0.08(J_{A,1,6} + J_{A,2,5} + J_{A,3,4}) + 0.15(J_{M,1,6} + J_{M,2,5} \\ + J_{M,3,4})]$$

$$D_{E,2} = 0.9 [0.15(J_{S,1,1} + J_{S,2,6} + J_{S,3,5}) \\ + 0.6(J_{E,1,1} + J_{E,2,6} + J_{E,3,5}) \\ + 0.08(J_{A,1,1} + J_{A,2,6} + J_{A,3,5}) + 0.15(J_{M,1,1} + J_{M,2,6} \\ + J_{M,3,5})]$$

$$D_{E,3} = 0.9 [0.15(J_{S,1,2} + J_{S,2,1} + J_{S,3,6}) \\ + 0.6(J_{E,1,2} + J_{E,2,1} + J_{E,3,6}) \\ + 0.08(J_{A,1,2} + J_{A,2,1} + J_{A,3,6}) + 0.15(J_{M,1,2} + J_{M,2,1} \\ + J_{M,3,6})]$$

$$D_{E,4} = 0.9 [0.15(J_{S,1,3} + J_{S,2,2} + J_{S,3,1}) \\ + 0.6(J_{E,1,3} + J_{E,2,2} + J_{E,3,1}) \\ + 0.08(J_{A,1,3} + J_{A,2,2} + J_{A,3,1}) + 0.15(J_{M,1,3} + J_{M,2,2} \\ + J_{M,3,1})]$$

$$\begin{aligned}
 D_{E,5} = 0.9 [& 0.15(J_{S,1,4} + J_{S,2,3} + J_{S,3,2}) \\
 & + 0.6(J_{E,1,4} + J_{E,2,3} + J_{E,3,2}) \\
 & + 0.08(J_{A,1,4} + J_{A,2,3} + J_{A,3,2}) + 0.15(J_{M,1,4} + J_{M,2,3} \\
 & + J_{M,3,2})]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D_{E,6} = 0.9 [& 0.15(J_{S,1,5} + J_{S,2,4} + J_{S,3,3}) \\
 & + 0.6(J_{E,1,5} + J_{E,2,4} + J_{E,3,3}) \\
 & + 0.08(J_{A,1,5} + J_{A,2,4} + J_{A,3,3}) + 0.15(J_{M,1,5} + J_{M,2,4} \\
 & + J_{M,3,3})]
 \end{aligned}$$

$T_{N,i}$ ماشین‌های خراب موجود در شهر N پس از صبح روز i ام است. این مقدار از ماشین‌های خراب روز قبل بعلاوه ماشین‌های خرابی که صبح تحویل داده شده اند منهای ماشین‌هایی که صبح روز i ام به تعمیرگاه ارسال شده اند بدست می‌آید.

$$T_{N,i} = T_{N,i-1} + \frac{1}{9}D_{N,i} - Y_{N,\{S.A.M,E\},i}$$

مقدار $\frac{1}{9}$ به این خاطر است که نسبت ماشین‌های خراب دریافت شده به ماشین‌های سالم دریافت شده ۱ به ۹ است.

$$T_{S,1} = T_{S,6} + \frac{1}{9}D_{S,1} - Y_{S,S,1} - Y_{M,S,1} - Y_{A,S,6} - Y_{E,S,6}$$

$$T_{S,2} = T_{S,1} + \frac{1}{9}D_{S,2} - Y_{S,S,2} - Y_{M,S,1} - Y_{A,S,1} - Y_{E,S,1}$$

$$T_{S,3} = T_{S,2} + \frac{1}{9}D_{S,3} - Y_{S,S,3} - Y_{M,S,2} - Y_{A,S,2} - Y_{E,S,2}$$

$$T_{S,4} = T_{S,3} + \frac{1}{9}D_{S,4} - Y_{S,S,4} - Y_{M,S,3} - Y_{A,S,3} - Y_{E,S,3}$$

$$T_{S,5} = T_{S,4} + \frac{1}{9}D_{S,5} - Y_{S,S,5} - Y_{M,S,4} - Y_{A,S,4} - Y_{E,S,4}$$

$$T_{S,6} = T_{S,5} + \frac{1}{9}D_{S,6} - Y_{S,S,6} - Y_{M,S,5} - Y_{A,S,5} - Y_{E,S,5}$$

$$T_{M,1} = T_{M,6} + \frac{1}{9}D_{M,1} - Y_{M,M,1} - Y_{S,M,1} - Y_{A,M,6} - Y_{E,M,6}$$

$$T_{M,2} = T_{M,1} + \frac{1}{9}D_{M,2} - Y_{M,M,2} - Y_{S,M,1} - Y_{A,M,1} - Y_{E,M,1}$$

$$T_{M,3} = T_{M,2} + \frac{1}{9}D_{M,3} - Y_{M,M,3} - Y_{S,M,2} - Y_{A,M,2} - Y_{E,M,2}$$

$$T_{M,4} = T_{M,3} + \frac{1}{9}D_{M,4} - Y_{M,M,4} - Y_{S,M,3} - Y_{A,M,3} - Y_{E,M,3}$$

$$T_{M,5} = T_{M,4} + \frac{1}{9}D_{M,5} - Y_{M,M,5} - Y_{S,M,4} - Y_{A,M,4} - Y_{E,M,4}$$

$$T_{M,6} = T_{M,5} + \frac{1}{9}D_{M,6} - Y_{M,M,6} - Y_{S,M,5} - Y_{A,M,5} - Y_{E,M,5}$$

$$T_{A1} = T_{A,6} + \frac{1}{9}D_{A,1} - Y_{A,A,1} - Y_{M,A,1} - Y_{S,A,6} - Y_{E,A,6}$$

$$T_{A,2} = T_{A,1} + \frac{1}{9}D_{A,2} - Y_{A,A,2} - Y_{M,A,1} - Y_{S,A,1} - Y_{E,A,1}$$

$$T_{A,3} = T_{A,2} + \frac{1}{9}D_{A,3} - Y_{A,A,3} - Y_{M,A,2} - Y_{S,A,2} - Y_{E,A,2}$$

$$T_{A,4} = T_{A,3} + \frac{1}{9}D_{A,4} - Y_{A,A,4} - Y_{M,A,3} - Y_{S,A,3} - Y_{E,A,3}$$

$$T_{A,5} = T_{A,4} + \frac{1}{9}D_{A,5} - Y_{A,A,5} - Y_{M,A,4} - Y_{S,A,4} - Y_{E,A,4}$$

$$T_{A,6} = T_{A,5} + \frac{1}{9}D_{A,6} - Y_{A,A,6} - Y_{M,A,5} - Y_{S,A,5} - Y_{E,A,5}$$

$$T_{E,1} = T_{E,6} + \frac{1}{9}D_{E,1} - Y_{E,E,1} - Y_{S,E,1} - Y_{A,E,6} - Y_{M,E,6}$$

$$T_{E,2} = T_{E,1} + \frac{1}{9}D_{E,2} - Y_{E,E,2} - Y_{S,E,1} - Y_{A,E,1} - Y_{M,E,1}$$

$$T_{E,3} = T_{E,2} + \frac{1}{9}D_{E,3} - Y_{E,E,3} - Y_{S,E,2} - Y_{A,E,2} - Y_{M,E,2}$$

$$T_{E,4} = T_{E,3} + \frac{1}{9}D_{E,4} - Y_{E,E,4} - Y_{S,E,3} - Y_{A,E,3} - Y_{M,E,3}$$

$$T_{E,5} = T_{E,4} + \frac{1}{9}D_{E,5} - Y_{E,E,5} - Y_{S,E,4} - Y_{A,E,4} - Y_{M,E,4}$$

$$T_{E,6} = T_{E,5} + \frac{1}{9}D_{E,6} - Y_{E,E,6} - Y_{S,E,5} - Y_{A,E,5} - Y_{M,E,5}$$

ماشین‌های داخل تعمیرگاه نباید از ظرفیت آن بیشتر باشند(فعلا ظرفیت تعمیرگاه اهواز و اصفهان صفر است). ماشین‌های داخل تعمیرگاه از مجموع ماشین‌هایی بدست می‌آید که همان روز از همان شهر ارسال شده‌اند، یا روز قبل از شهر دیگری ارسال شده‌اند. بنابراین داریم:

$$Y_{S,S,i} + Y_{M,S,i-1} + Y_{A,S,i-1} + Y_{E,S,i-1} \leq 20$$

$$Y_{M,M,i} + Y_{S,M,i-1} + Y_{A,M,i-1} + Y_{E,M,i-1} \leq 12$$

$$Y_{E,E,i} + Y_{S,E,i-1} + Y_{A,E,i-1} + Y_{M,E,i-1} \leq 0$$

$$Y_{A,A,i} + Y_{S,A,i-1} + Y_{M,A,i-1} + Y_{E,A,i-1} \leq 0$$

مجموع اتومبیل‌هایی که در یک روز اجاره می‌دهیم و یا به شهر دیگر می‌فرستیم، نباید از ماشین‌های در دسترس آن روز بیشتر باشند.

$$S_i - \sum_{j=1}^3 J_{S,i,j} - X_{S,\{E.A.M\},i} \geq 0$$

$$A_i - \sum_{j=1}^3 J_{A,i,j} - X_{A,\{E.S.M\},i} \geq 0$$

$$E_i - \sum_{j=1}^3 J_{E,i,j} - X_{E,\{S.A.M\},i} \geq 0$$

$$M_i - \sum_{j=1}^3 J_{M,i,j} - X_{M,\{E.A.S\},i} \geq 0$$

$$S_1 - J_{S,1,1} - J_{S,1,2} - J_{S,1,3} - X_{S,E,1} - X_{S,A,1} - X_{S,M,1} \geq 0$$

$$S_2 - J_{S,2,1} - J_{S,2,2} - J_{S,2,3} - X_{S,E,2} - X_{S,A,2} - X_{S,M,2} \geq 0$$

$$S_3 - J_{S,3,1} - J_{S,3,2} - J_{S,3,3} - X_{S,E,3} - X_{S,A,3} - X_{S,M,3} \geq 0$$

$$S_4 - J_{S,4,1} - J_{S,4,2} - J_{S,4,3} - X_{S,E,4} - X_{S,A,4} - X_{S,M,4} \geq 0$$

$$S_5 - J_{S,5,1} - J_{S,5,2} - J_{S,5,3} - X_{S,E,5} - X_{S,A,5} - X_{S,M,5} \geq 0$$

$$S_6 - J_{S,1,6} - J_{S,6,2} - J_{S,6,3} - X_{S,E,6} - X_{S,A,6} - X_{S,M,6} \geq 0$$

$$A_1 - J_{A,1,1} - J_{A,1,2} - J_{A,1,3} - X_{A,E,1} - X_{A,S,1} - X_{A,M,1} \geq 0$$

$$A_2 - J_{A,2,1} - J_{A,2,2} - J_{A,2,3} - X_{A,E,2} - X_{A,S,2} - X_{A,M,2} \geq 0$$

$$A_3 - J_{A,3,1} - J_{A,3,2} - J_{A,3,3} - X_{A,E,3} - X_{A,S,3} - X_{A,M,3} \geq 0$$

$$A_4 - J_{A,4,1} - J_{A,4,2} - J_{A,4,3} - X_{A,E,4} - X_{A,S,4} - X_{A,M,4} \geq 0$$

$$A_5 - J_{A,5,1} - J_{A,5,2} - J_{A,5,3} - X_{A,E,5} - X_{A,S,5} - X_{A,M,5} \geq 0$$

$$A_6 - J_{A,1,6} - J_{A,6,2} - J_{A,6,3} - X_{A,E,6} - X_{A,S,6} - X_{A,M,6} \geq 0$$

$$E_1 - J_{E,1,1} - J_{E,1,2} - J_{E,1,3} - X_{E,A,1} - X_{E,S,1} - X_{E,M,1} \geq 0$$

$$E_2 - J_{E,2,1} - J_{E,2,2} - J_{E,2,3} - X_{E,A,2} - X_{E,S,2} - X_{E,M,2} \geq 0$$

$$E_3 - J_{E,3,1} - J_{E,3,2} - J_{E,3,3} - X_{E,A,3} - X_{E,S,3} - X_{E,M,3} \geq 0$$

$$E_4 - J_{E,4,1} - J_{E,4,2} - J_{E,4,3} - X_{E,A,4} - X_{E,S,4} - X_{E,M,4} \geq 0$$

$$E_5 - J_{E,5,1} - J_{E,5,2} - J_{E,5,3} - X_{E,A,5} - X_{E,S,5} - X_{E,M,5} \geq 0$$

$$E_6 - J_{E,1,6} - J_{E,6,2} - J_{E,6,3} - X_{E,A,6} - X_{E,S,6} - X_{E,M,6} \geq 0$$

$$M_1 - J_{M,1,1} - J_{M,1,2} - J_{M,1,3} - X_{M,A,1} - X_{M,S,1} - X_{M,E,1} \geq 0$$

$$M_2 - J_{M,2,1} - J_{M,2,2} - J_{M,2,3} - X_{M,A,2} - X_{M,S,2} - X_{M,E,2} \geq 0$$

$$M_3 - J_{M,3,1} - J_{M,3,2} - J_{M,3,3} - X_{M,A,3} - X_{M,S,3} - X_{M,E,3} \geq 0$$

$$M_4 - J_{M,4,1} - J_{M,4,2} - J_{M,4,3} - X_{M,A,4} - X_{M,S,4} - X_{M,E,4} \geq 0$$

$$M_5 - J_{M,5,1} - J_{M,5,2} - J_{M,5,3} - X_{M,A,5} - X_{M,S,5} - X_{M,E,5} \geq 0$$

$$M_6 - J_{M,1,6} - J_{M,6,2} - J_{M,6,3} - X_{M,A,6} - X_{M,S,6} - X_{M,E,6} \geq 0$$

بخش ب)

متغیرهای صفر و یک مقابل را برای اجرای هر یک از آلترناتیوها در نظر میگیریم به طوری که اگر هر یک از متغیرها مقدار یک بگیرد، آن آلترناتیو اجرا شود.

$$q_i = 1, 0 \\ i \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

حالا تابع هدف و محدودیت‌ها را طوری تغییر می‌دهیم که در صورت فعال شدن آلترناتیو i ام، هزینه‌ی آن از تابع هدف (سود) ما کسر شود و مقدار سمت راست محدودیت مربوط به ظرفیت تعمیرگاه افزایش یابد.

پس تابع هدف جدید به شکل زیر در می‌آیند:

و محدودیت‌های ظرفیت پارکینگ به شکل زیر در می‌آیند.

$$Y_{S,S,i} + Y_{M,S,i-1} + Y_{A,S,i-1} + Y_{E,S,i-1} \leq 20 + 5q_1 + 5q_2$$

$$Y_{M,M,i} + Y_{S,M,i-1} + Y_{A,M,i-1} + Y_{E,M,i-1} \leq 12 + 5q_3 + 5q_4$$

$$Y_{E,E,i} + Y_{S,E,i-1} + Y_{A,E,i-1} + Y_{M,E,i-1} \leq 0$$

$$Y_{A,A,i} + Y_{S,A,i-1} + Y_{M,A,i-1} + Y_{E,A,i-1} \leq 0 + 5q_5$$

با توجه به اینکه نهایتاً امکان اجرای ۳ آلترناتیو وجود دارد و آلترناتیو ۲ و ۴ به ترتیب مشروط به اجرای آلترناتیو ۱ و ۳ امکان اجرا دارند، باید محدودیت‌های زیر به محدودیت‌های ما اضافه شوند.

$$q_2 \leq q_1$$

$$q_4 \leq q_3$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \leq 3$$