



دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت

پروژه درس برنامه‌ریزی تولید: فاز دوم

تهیه‌کننده:

حامد اعراب – ۹۹۲۵۰۰۳

استاد:

دکتر هادی مصدق

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

مدل بهینه‌سازی

مدل بهینه‌سازی داده‌شده در فایل توضیحات را مطابق زیر تغییر داده تا بتوانیم برنامه‌ریزی سه محصول جدا را به صورت همزمان انجام داده و از مفروضات مسئله پیروی کنیم.

$$\text{minimize } \sum_{t \in T} \left(\sum_{g \in G} \left(\begin{aligned} &rpc_g \cdot RP_{tg} + opc_g \cdot OP_{tg} + pic \cdot PI_{tg} \\ &+ pdc \cdot PD_{tg} + isc_g \cdot IS_{tg} + igc_g \cdot IG_{tg} \end{aligned} \right) + rs \cdot TW_t + os \cdot OW_t + hc \cdot HW_t + fc \cdot FW_t \right) \quad (1)$$

Subject to:

$$\sum_{g \in G} RP_{tg} \leq rpr \cdot TW_t \quad t \in T \quad (2)$$

$$\sum_{g \in G} OP_{tg} \leq opr \cdot TW_t \quad t \in T \quad (3)$$

$$\sum_{g \in G} OP_{tg} \leq opr \cdot OW_t \quad t \in T \quad (4)$$

$$TW_t = TW_{t-1} + HW_t + FW_t \quad t \in T, t \neq T_0 \quad (5)$$

$$TW_t = iw + HW_t + FW_t \quad t = T_0 \quad (6)$$

$$IL_{tg} = IS_{tg} - IG_{tg} \quad t \in T, g \in G \quad (7)$$

$$RP_{tg} = RP_{t-1,g} + PI_{tg} - PD_{tg} \quad t \in T, t \neq T_0, g \in G \quad (8)$$

$$RP_{tg} = irp_g + PI_{tg} - PD_{tg} \quad t = T_0, g \in G \quad (9)$$

$$IL_{tg} = IL_{t-1,g} + RP_{tg} + OP_{tg} - D_{tg} \quad t \in T, t \neq T_0, g \in G \quad (10)$$

$$IL_{tg} = iil_g + RP_{tg} + OP_{tg} - D_{tg} \quad t = T_0, g \in G \quad (11)$$

$$IL_{tg} = fil_g \quad t = T_{-1}, g \in G \quad (12)$$

$$RP_{tg}, OP_{tg}, PI_{tg}, PD_{tg}, IS_{tg}, IG_{tg} \geq 0 \quad t \in T, g \in G \quad (13)$$

$$TW_t, OW_t, HW_t, FW_t \geq 0 \quad t \in T \quad (14)$$

$$RP_{tg}, OP_{tg}, PI_{tg}, PD_{tg}, IL_{tg}, IS_{tg}, IG_{tg} \in \mathbb{Z} \quad t \in T, g \in G \quad (15)$$

$$TW_t, OW_t, HW_t, FW_t \in \mathbb{Z} \quad t \in T \quad (16)$$

توضیحات پارامترها

در زیر به پارامترها و ورودی‌های مسئله که میتوان مقادیرشان را تغییر داد می‌پردازیم.

Parameter	Description	Dimension	Default Value
T	periods	-	$\langle 20, 21, \dots, 25 \rangle$
G	product groups	-	$\langle 1, 2, 3 \rangle$
D_{tg}	demand for group g in period t	units	G1 Forecast (WMA), G2 Forecast (ALR), G3 Forecast (ALR)
rpr	regular production rate	units per worker	3.125
opr	overtime production rate	units per worker	$3.125 \times \frac{2}{7}$
rpc_g	regular production cost of group g	tomans per unit	$\langle 11.3e6, 12.2e6, 16.7e6 \rangle$
opc_g	overtime production cost of group g	tomans per unit	$\langle 13.56e6, 14.64e6, 20.04e6 \rangle$
pic	production increase cost	tomans per unit	$1e6$
pdc	production decrease cost	tomans per unit	$1.5e6$
isc_g	inventory surplus cost of group g	tomans per unit	$\langle \frac{2.3e6}{12}, \frac{3.1e6}{12}, \frac{5.6e6}{12} \rangle$
igc_g	inventory shortage cost of group g	tomans per unit	$\langle 2e6, 2e6, 2e6 \rangle$
rs	regular salary	tomans per worker	$15e6$
os	overtime salary	tomans per worker	$4.5e6$
hc	hiring cost	tomans per worker	$2.4e6$
fc	firing cost	tomans per worker	$12e6$
iw	initial workers	worker	$20e3$
irp_g	initial regular production of group g	units	$\langle 0, 0, 0 \rangle$

il_g	initial inventory level of group g	units	$\langle 0,0,0 \rangle$
fil_g	final inventory level of group g	units	$\langle 0,0,0 \rangle$

توجه:

برای مقادیر تقاضاها، بر اساس نتایج حاصله از فاز پیشین، از پیشبینی‌های روش میانگین وزنی متحرکی برای گروه یک، و از پیشبینی‌های روش رگرسیون خطی سازگار شده برای گروه‌های دو و سه استفاده می‌کنیم.

توضیحات متغیرهای تصمیم

متغیرهای تصمیم مسئله بهینه‌سازی، به شرح زیرند:

Decision Variable	Description	Dimension
RP_{tg}	regular production of group g in period t	units
OP_{tg}	overtime production of group g in period t	units
PI_{tg}	production increase of group g in period t	units
PD_{tg}	production decrease of group g in period t	units
IL_{tg}	inventory level of group g in period t	units
IS_{tg}	inventory surplus of group g in period t	units
IG_{tg}	inventory shortage of group g in period t	units
TW_t	total workers in period t	workers
OW_t	overtime workers in period t	workers
HW_t	hired workers in period t	workers
FW_t	fired workers in period t	workers

توجه:

یک متغیر تصمیم برای حداقل تعداد کارگرانی که در یک دوره باید به صورت کامل در زمان‌های اضافه‌کاری مشغول باشند اضافه می‌کنیم تا بتوانیم هزینه دستمزد اضافه‌کاری کارگران را در تابع هدف محاسبه کنیم. محدودیت مربوط به این نکته، محدودیت شماره ۴ می‌باشد.

نتایج

مطابق نتایج حاصله، هزینه کل تقریبا برابر با ۵۹ هزار میلیارد تومان خواهد بود. از آنجایی که میزان تقاضا بسیار بیشتر از ظرفیت

تولید است، مجبوریم به تعداد زیاد کارگر استخدام کنیم تا کمبود را جبران کنیم.

total cost: 59,338,527,006,666.664

	T20	T21	T22	T23	T24	T25
RP	(434092, 147043, 5215)	(434092, 147043, 5215)	(434092, 147043, 5215)	(434148, 147033, 4644)	(434148, 147033, 4644)	(434148, 147033, 4644)
OP	(5788, 18832, 1413)	(1, 11920, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)
PI	(434092, 147043, 5215)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(56, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)
PD	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 10, 571)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)
IL	(0, 0, 0)	(-599, -2, -300)	(655, -6002, -91)	(0, -6089, 0)	(-44, 8985, 273)	(0, 0, 0)
IS	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(655, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 8985, 273)	(0, 0, 0)
IG	(0, 0, 0)	(599, 2, 300)	(0, 6002, 91)	(0, 6089, 0)	(44, 0, 0)	(0, 0, 0)
TW	187632	187632	187632	187464	187464	187464
OW	29157	13352	0	0	0	0
HW	167632	0	0	0	0	0
FW	0	0	0	168	0	0

آنالیز حساسیت

میزان هزینه کل را برای مقادیر مختلف دو پارامتر را به صورت جداگانه محاسبه می‌کنیم:

حقوق عادی

rs = 12000000,	total cost: 55962663006666.664
rs = 13000000,	total cost: 57087951006666.664
rs = 14000000,	total cost: 58213239006666.664
rs = 15000000,	total cost: 59338527006666.664
rs = 16000000,	total cost: 60463815006666.664
rs = 17000000,	total cost: 61589103006666.664
rs = 18000000,	total cost: 62714391006666.664

هزینه استخدام

hc = 1200000,	total cost: 59137368606666.664
hc = 1600000,	total cost: 59204421406666.664
hc = 2000000,	total cost: 59271474206666.664
hc = 2400000,	total cost: 59338527006666.664
hc = 2800000,	total cost: 59405579806666.664
hc = 3200000,	total cost: 59472632606666.664
hc = 3600000,	total cost: 59539685406666.664