

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) دانشکده مهندسی صنایع و سیستمهای مدیریت

# پروژه درس برنامهریزی تولید: فاز سوم

تهيەكنندە:

حامد اعراب – ۹۹۲۵۰۰۳

استاد:

دکتر هادی مصدق

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

### تعیین اندازه انباشته اقتصادی برای هر محصول

برای توسعه سربرنامه تولید، نیاز داریم تا اندازه انباشته اقتصادی هر محصول را بدانیم. برای این منظور، باید سیکل مشترک تولید را محاسبه کنیم. برای محاسبهی آن به سه رابطهی زیر نیاز داریم:

۱. رابطهی نخست امکان پذیری تولید با سیکل مشترک را بررسی میکند و مقدار کمتر از ۱ نشانگر امکان پذیری این امر است.

$$\sum_{g \in G} \frac{D_g}{p_g} \cong 0.474 \le 1$$

۲. رابطهی دوم طول بهینه سیکل را مشخص می کند.

$$T^* = \sqrt{\frac{2\sum_{g \in G} sc_g}{\sum_{g \in G} isc_g.D_g \left(1 - \frac{D_g}{p_g}\right)}} \cong 1.227$$

۳. رابطهی سوم کمینهی طول سیکل را تعیین می کند.

$$T_{min} = \frac{\sum_{g \in G} st_g}{1 - \sum_{g \in G} \frac{D_g}{p_g}} \cong 2.281$$

۴. رابطهی چهارم مقدار نهایی سیکل مشترک تولید را برابر با بیشینهی مقادیر بهینه و کمینه قرار میدهد.

$$T = \max\{T^*, T_{min}\} \cong 2.281$$

به یاد داشته باشید که در این بخش از پنجره زمانی ماهانه استفاده می کنیم.

برای مقادیر  $D_a$ ، از روابط زیر استفاده می  $\Sigma$ نیم:

$$D_g = \frac{p_g}{\sum_{g \in G} p_g} \times \frac{\sum_{g \in G} \sum_{t \in T} f_{gt}}{\|G\| \|T\|}$$

پس از محاسبه سیکل مشترک تولید، میتوانیم انباشته اقتصادی هر محصول را بدست آوریم:

$$LS_g = D_g \times T$$

$$LS_1 = 216218$$

$$LS_2 = 144145$$

$$LS_3 = 90092$$

# توضيحات پارامترها

Parameter	Description	Dimension	Default Value
Т	months	-	⟨20,21,,25⟩
G	product groups	-	⟨1,2,3⟩
$f_{gt}$	forecasted demand for group $g$ in month $t$	units	G1 Forecast (WMA), G2 Forecast (ALR), G3 Forecast (ALR)
$p_g$	production capacity of group $g$	units	(2.4e4,1.6e4,1e4)
$st_g$	startup time of group $g$	months	(0.6,0.36,0.24)
$sc_g$	startup cost of group g	tomans	(1e10,8e9,6e9)
$isc_g$	inventory surplus cost of group $g$	tomans per unit	$\left\langle \frac{2.3e6}{12}, \frac{3.1e6}{12}, \frac{5.6e6}{12} \right\rangle$

# توضيحات متغيرها

Variable	Description	Dimension
$D_g$	demand for group $g$	units
T	joint production cycle time	months
$LS_g$	lot size of group $g$	units

### تعيين سربرنامه توليد

برای این بخش، الگوریتم تدریس شده در کلاس را در زبان پایتون پیاده سازی کردیم. نخست، مقادیر پیشبینی هر ماه را بر چهار تقسیم کرده و از پنجره زمانی هفتگی استفاده کردیم.

 $f_{gt}$ : forecasted demand for group g in month t

 $f'_{gw}$ : forecasted demand for group g in week w

سپس، برای مقادیر سفارش مشتریان، از رابطهی زیر بهره بردیم:

 $\beta \sim Uniform(0.8,1.2)$ 

$$O_{gw} = \frac{\beta . f_{g_1}'}{w^{0.2}}$$

همچنین، موجودی احتیاطی هر محصول را برابر با ۵٪ تقاضای میانگین ماهانهی آن قرار دادیم:

$$SS_g = 0.05 \times D_g$$

در نهایت، موجودی در دست را برابر با موجودی احتیاطی و حصار زمان تقاضا را نیز برابر با ۶ هفته در نظر گرفتیم.

#### نتايج

#### گروه ۱

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Forecast	0	109970	109970	109970	109970	108673	108673	108673	108673	108210	108210	108210	108210	108701	108701	108701	108701	108548	108548	108548	108548	108526	108526	108526	108526
Order	0	101008	107570	82990	92990	81660	69276	62743	59740	75777	74878	74416	74606	54683	60140	70151	58829	61655	53822	56719	59315	60527	54358	53500	62392
Demand	0	101008	107570	82990	92990	81660	69276	108673	108673	108210	108210	108210	108210	108701	108701	108701	108701	108548	108548	108548	108548	108526	108526	108526	108526
PoH	4740	119950	12380	145608	52618	187176	117900	9227	116772	8562	116570	8360	116368	7667	115184	6483	114000	5452	113122	220792	112244	219936	111410	219102	110576
ATP	0	7640	0	40238	0	2539	0	0	80701	0	66924	0	86929	0	85927	0	95734	0	162396	100184	0	101333	0	100326	0
MPS	0	216218	0	216218	0	216218	0	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	216218	0	216218	0	216218	0

#### گروه ۲

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	41469	41469	41469	41469	39742	39742	39742	39742	38261	38261	38261	38261	36780	36780	36780	36780	32990	32990	32990	32990	39005	39005	39005	39005
0	37048	38661	32388	30016	28078	29133	33582	27698	28652	25026	21734	27320	23970	24033	22506	19947	23133	26109	20192	22460	19769	18557	18004	18910
0	37048	38661	32388	30016	28078	29133	39742	39742	38261	38261	38261	38261	36780	36780	36780	36780	32990	32990	32990	32990	39005	39005	39005	39005
3160	110257	71596	39208	9192	125259	96126	56384	16642	122526	84265	46004	7743	115108	78328	41548	4768	115923	82933	49943	16953	122093	83088	44083	5078
0	6032	0	0	0	25654	0	0	0	41413	0	0	0	53689	0	0	0	52251	0	0	0	68905	0	0	0
0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0
	0 0 0 0 3160 0	0 37048 0 37048 3160 110257 0 6032	0 37048 38661 0 37048 38661 3160 110257 71596 0 6032 0	0 37048 38661 32388 0 37048 38661 32388 3160 110257 71596 39208 0 6032 0 0	0 37048 38661 32388 30016 0 37048 38661 32388 30016 3160 110257 71596 39208 9192 0 6032 0 0 0	0 37048 38661 32388 30016 28078 0 37048 38661 32388 30016 28078 3160 110257 71596 39208 9192 125259 0 6032 0 0 0 0 25554	0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 3160 110257 71596 39208 9192 125299 0 6032 0 0 0 0 25654 0	0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 3160 110257 71596 39208 9192 125259 96126 56384 0 6032 0 0 0 0 25554 0 0	0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698   0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742   3160 110257 71596 39208 9192 12529 96126 56384 16642   0 0 0 0 25654 0 0 0	0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652   0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742 38261   3160 110257 71596 39208 9192 125259 96126 56384 1662 125259   0 6032 0 0 0 25654 0 0 0 0 41413	0 41469 41469 41469 41469 30742 39742 39742 39742 38251 38261 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652 25026 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742 38261 38261 33160 110257 17959 32008 9192 125259 96126 56384 16642 12256 84265 0 6 6032 0 0 0 55654 0 0 0 0 41413	0 41469 41469 41469 39742 3974	0 41469 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 39742 38261 3826	0 41469 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38263 36780 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652 25026 21734 272320 23970 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742 38261 38261 38261 38261 38263 38261	0 41469 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 3826	0 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38261 38261 38263 36780 3678	0 41469 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38261 36780 36780 36780 36780 36780 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652 250.66 21734 27320 23970 24033 22506 19947 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 387461 3826	0 41469 41469 41469 41469 426 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38261 38261 38263 36780 36780 36780 39900 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652 25006 21734 27320 22970 24033 22506 19947 23133 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742 38261 38261 38261 38261 36780 36780 36780 36780 3990 3160 110257 71599 32008 9192 125259 96126 56384 16642 12226 84255 46004 7743 11518 78328 41548 4768 115923 0 6032 0 0 0 52554 0 0 0 0 41413 0 0 0 53689 0 0 0 52521	0 41469 41469 41469 41469 3742 3742 3742 3742 38261 38	0 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38261 38261 36780 36780 36780 36780 3990 32990 32990 32990 37048 38661 32388 30016 28078 29133 35822 27698 28652 25026 21734 27320 23970 24033 22506 19947 23133 26109 20192 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 38742 39742 38261 38261 38261 38261 38261 36780 36780 36780 36780 32990 32990 32990 3100 110257 77996 39208 9192 125259 96126 56384 16642 125256 84265 46004 7743 115108 78328 41548 4768 115923 82933 49943 0 6032 0 0 0 0 25654 0 0 0 0 441413 0 0 0 55869 0 0 0 55869 0 0 0 55859 0 0	0 41469 41469 41469 41469 39742 3974	0 41469 41469 41469 41469 4170 4170 4170 4170 4170 4170 4170 4170	0 41469 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 3826	0 41469 41469 41469 39742 39742 39742 39742 38261 38261 38261 38261 38261 36780 36780 36780 36780 3990 32990 32990 32990 39005 39005 39005 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 33582 27698 28652 25026 21734 27320 23970 24033 22506 19947 23133 26109 20192 22460 19769 18557 18004 0 37048 38661 32388 30016 28078 29133 39742 39742 38261 3

### گروه ۳

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Forecast	0	1657	1657	1657	1657	1379	1379	1379	1379	1252	1252	1252	1252	1139	1139	1139	1139	1093	1093	1093	1093	1230	1230	1230	1230
Order	0	1497	1195	1558	1280	1426	1342	1074	1041	1133	1195	1003	1022	859	1000	821	1122	1122	856	1019	842	1074	815	947	855
Demand	0	1497	1195	1558	1280	1426	1342	1379	1379	1252	1252	1252	1252	1139	1139	1139	1139	1122	1093	1093	1093	1230	1230	1230	1230
PoH	1975	90570	89375	87817	86537	85111	83769	82390	81011	79759	78507	77255	76003	74864	73725	72586	71447	70325	69232	68139	67046	65816	64586	63356	62126
ATP	0	63994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MPS	0	90092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## برنامهریزی مواد مورد نیاز

برای این بخش نیز، الگوریتم تدریسشده در کلاس را در زبان پایتون پیادهسازی کردیم. برای نیازمندی ناخالص، از سربرنامه تولید استفاده گردید. همچنین، برای هر گروه، به اندازه یک انباشته اقتصادی دریافت برنامهریزی شده در دوره ۱ قرار دادیم. میزان موجودی ابتدایی را برابر با ذخیره احتیاطی و زمان آمادهسازی را نیز برابر با ۱ هفته در نظر گرفتیم.

#### نتايج

#### گروه ۱

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gross Requirements	0	216218	0	216218	0	216218	0	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	216218	0	216218	0	216218	0
Scheduled Receipts	0	216218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PoH	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740	4740
Net Requirements	0	0	0	216218	0	216218	0	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	216218	0	216218	0	216218	0
Planned Order Receipt	0	0	0	216218	0	216218	0	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	216218	0	216218	0	216218	0
Planned Order Release	0	0	216218	0	216218	0	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	0	216218	216218	0	216218	0	216218	0	0

#### گروه ۲

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gross Requirements	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0
Scheduled Receipts	0	144145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PoH	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160	3160
Net Requirements	0	0	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0
Planned Order Receipt	0	0	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0
Planned Order Release	0	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	144145	0	0	0	0

### گروه ۳

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gross Requirements	0	90092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scheduled Receipts	0	90092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PoH	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975
Net Requirements	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned Order Receipt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Planned Order Release	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0