



پروژه درس برنامه‌ریزی تولید

# برنامه‌ریزی تولید میلگرد

دانشجو

پدرام پیرواصفیا - ۹۸۲۵۰۰۶

استاد راهنما

دکتر هادی مصدق



پیشبینی میزان تقاضا

تهیه برنامه‌ریزی  
فروش و عملیات

سربرنامه تولید هر  
محصول

برنامه‌ریزی مواد  
مورد نیاز

برنامه‌ریزی ظرفیت



# پیشبینی میزان تقاضا

مقدار فروش:

ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
فروش (کیلوگرم)	1,544,160	3,769,895	2,127,270	2,739,475	2,591,490	5,585,350

مقدار تقاضا: ۵٪ بیشتر از فروش

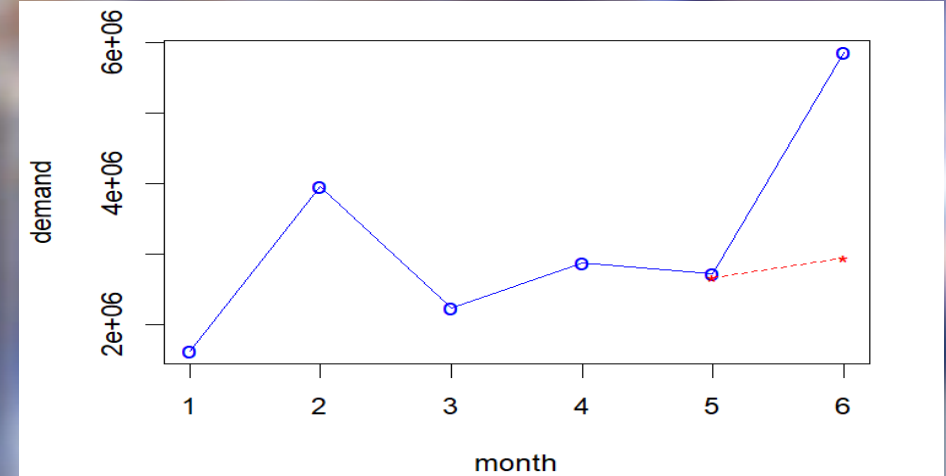
ماه	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
فروش (کیلوگرم)	1,621,368	3,958,390	2,233,634	2,876,449	2,721,065	5,864,618

# پیشبینی میزان تقاضا: میانگین متحرک ساده

خطا به ازای  $k$ های متفاوت

```
"RMSE for SMA Prediction:"  
"k = 1 neighbours is: 1626410.38153601"  
"k = 2 neighbours is: 647481.309637416"  
"k = 3 neighbours is: 543697.69909868"  
"k = 4 neighbours is: 193322.85640709"  
"k = 5 neighbours is: 600086.099143285"
```

پیشبینی به روش میانگین متحرک ساده با  $k=4$



اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	ماه
5,007,074	4,732,150	4,457,226	4,182,302	3,907,378	3,632,453	فروش (کیلوگرم)

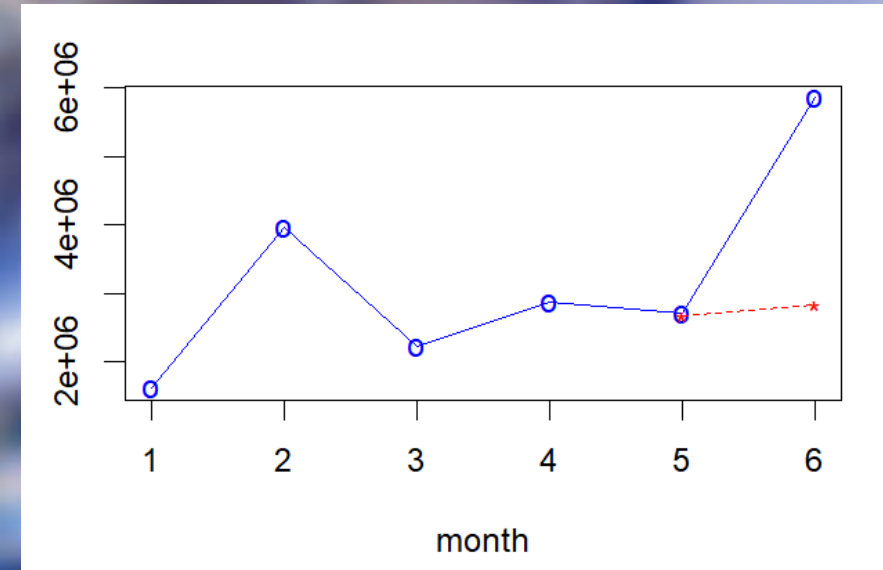


# پیشبینی میزان تقاضا: میانگین متحرک وزن دار

وزن‌های گرفته شده: ۰.۵، ۰.۳، ۰.۱، ۰.۱  
پیشبینی به روش میانگین متحرک وزن دار

میزان خطا

"RMSE Error for WMA with weights=(0.5,0.3,0.1,0.1): 631073.203628883"



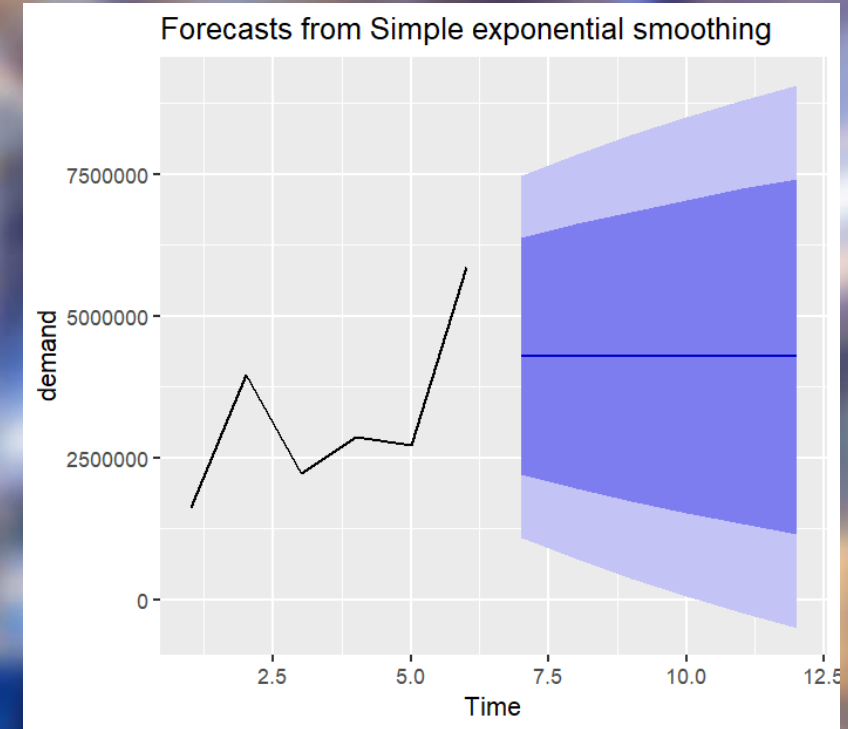
اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	ماه
4,253,701	4,077,322	3,900,943	3,724,564	3,548,185	3,371,806	فروش (کیلوگرم)

# پیشبینی میزان تقاضا: هموارسازی نمایی ساده

پیشبینی به روش میانگین متحرک ساده با  $\alpha = 0.5$

خطا به ازای  $\alpha = 0.5$

```
"RMSE for SES Prediction:"  
"for alpha = 0.1 is: 1895064.71765515"  
"for alpha = 0.3 is: 1677667.61436311"  
"for alpha = 0.5 is: 1626431.21430876"  
"for alpha = 0.7 is: 1653496.76290104"  
"for alpha = 0.9 is: 1720236.77264013"
```



اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	ماه
5,551,322	5,551,322	5,551,322	5,551,322	5,551,322	5,551,322	فروش (کیلوگرم)



# پیشبینی میزان تقاضا: رگرسیون

پیشبینی به روش رگرسیون  $a=518488$  و  $b=1397878$

معادله رگرسیون

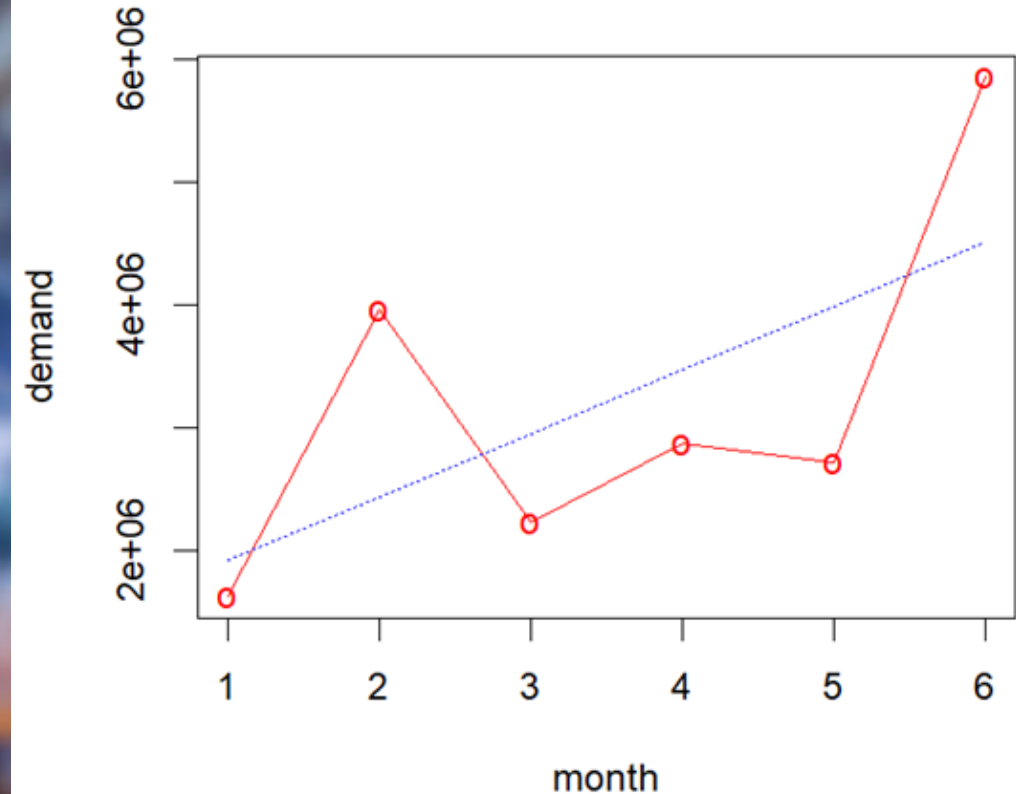
```
Call:
lm(formula = demand ~ month, data = df)
```

```
Coefficients:
(Intercept)      month
 1397878         518488
```

```
Residuals:
    1      2      3      4      5      6
-294998 1523535 -719709 -595382 -1269255 1355810
```

```
Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1397878    1207534   1.158   0.311
month         518488     310066   1.672   0.170
```

```
Residual standard error: 1297000 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4114,    Adjusted R-squared:  0.2643
F-statistic: 2.796 on 1 and 4 DF,  p-value: 0.1698
```



اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	ماه
7,619,737	7,101,249	6,582,760	6,064,272	5,545,784	5,027,296	فروش (کیلوگرم)

# پیشبینی میزان تقاضا: مقایسه روش‌ها و انتخاب بهترین روش با روش‌های MCDM

## نتایج روش‌های مختلف پیشبینی

month	SMA	WMA	SES	SLR
7	3,632,453	3,371,806	5,551,322	5,027,296
8	3,907,378	3,548,185	5,551,322	5,545,784
9	4,182,302	3,724,564	5,551,322	6,064,272
10	4,457,226	3,900,943	5,551,322	6,582,760
11	4,732,150	4,077,322	5,551,322	7,101,249
12	5,007,074	4,253,701	5,551,322	7,619,737



# پیشبینی میزان تقاضا: مقایسه روش‌ها و انتخاب بهترین روش با روش‌های MCDM

خطاهای روش‌های مختلف پیشبینی

	RMSE	MAE	MAPE
SES	1720237.00	1260125.00	33.38
SMA	193322.90	631073.20	1720237.00
WMA	181736.60	472322.38	1260125.00
LR	1059078.00	959781.68	0.30



# پیشبینی میزان تقاضا: مقایسه روش‌ها و انتخاب بهترین روش با روش‌های MCDM

بدست آوردن وزن هر معیار به روش آنتروپی

```
library(creditmodel)
weights = entropy_weight(df_errors, pos_vars=c(), neg_vars=c('RMSE', 'MAE', 'MAPE'))
```

Feature	Weight
RMSE	0.2677770
MAE	0.3544454
MAPE	0.3777776

میزان ارجحیت هر روش با تاپسیس

```
library(topsis)
topsis(decision=data.matrix(df_errors) , weights=weights$Weight , impacts=c("-", "-", "-"))
```

	alt.row	score	rank
1	1	0.4467021	3
2	2	0.3939217	4
3	3	0.5040499	2
4	4	0.9999879	1

SLR > WMA ( $w_1 = 0.5, w_2 = 0.3, w_3 = 0.1, w_4 = 0.1$ ) > SES ( $\alpha = 0.5$ ) > SMA( $k=4$ )





# برنامه ریزی فروش و عملیات

$$\text{Min } Z = \sum_t \left( \sum_n \left( \sum_j (c_{tn} X_{tnj} + s_{tj} \cdot w \cdot y_{tj}) + h_{tn} I_{tn}^+ + \pi_{tn} I_{tn}^- + \lambda_{tn} \Delta_{tn}^+ + \omega_{tn} \Delta_{tn}^- + b_{tn} B_{tn} \right) + e_t WT_t^+ + e'_t WT_t^- \right)$$

st.

$$I_{tn} = I_{t-1,n} + B_{tn} + \sum_j X_{tnj} - D_{tn}, \forall n, t \neq 0$$

$$\sum_j X_{tnj} = \sum_j X_{t-1,n,j} + \Delta_{tn}^+ - \Delta_{tn}^-, \forall n, t \neq 0$$

$$I_{tn} = I_{tn}^+ - I_{tn}^-, \forall n, t$$

$$WT_t = WT_{t-1} + WT_t^+ - WT_t^-, t \neq 0$$

$$my_{t2} \leq \sum_n X_{tn1} \leq my_{t1}, \forall t$$

$$my_{t3} \leq \sum_n X_{tn2} \leq my_{t2}, \forall t$$

$$0 \leq \sum_n X_{tn3} \leq my_{t3}, \forall t$$

$$WT_t = (y_{t1} + y_{t2} + y_{t3})w, \forall t$$

$$B_{tn} \leq B_{max}, \forall n, t$$

$$\sum_n I_{tn} \leq I_{max}, t \neq 0$$

$$I_{6,n} = 0, I_{0,n} = 0, X_{0,n,j} = 0, I_{0,n}^+ = 0, I_{0,n}^- = 0$$

$$WT_0 = w, WT_0^+ = 0, WT_0^- = 0, \Delta_0^+ = 0, \Delta_0^- = 0$$

$$B_{0,n} = 0, y_{0,1} = 1, y_{0,2} = 0, y_{0,3} = 0$$

$$X_{tnj}, I_{tn}^+, I_{tn}^-, WT_t, WT_t^+, WT_t^-, \Delta_{tn}^+, \Delta_{tn}^-, B_{tn} \geq 0$$

$$X_{tnj}, I_{tn}, I_{tn}^+, I_{tn}^-, WT_t, WT_t^+, WT_t^-, \Delta_{tn}^+, \Delta_{tn}^-, B_{tn} \in \mathbb{Z}$$





# برنامه ریزی فروش و عملیات

پارامترها	
$c_n$	هزینه تولید محصول $n$ $c_1 = 171000, c_2 = 168000, c_3 = 160000, c_4 = 155000, c_5 = 147000$
$h_n$	هزینه نگهداری موجودی محصول $n$ $h_1 = 51300, h_2 = 50400, h_3 = 48000, h_4 = 46500, h_5 = 44100$
$\pi_n$	هزینه کمبود موجودی محصول $n$ $\pi_1 = 56430, \pi_2 = 55440, \pi_3 = 52800, \pi_4 = 51150, \pi_5 = 48510$
$\lambda$	هزینه افزایش در مقدار تولید برابر با 10000 به ازای هر کیلو گرم
$\omega$	هزینه کاهش در مقدار تولید برابر با 15000 به ازای هر کیلو گرم
$b_{cost_n}$	هزینه تهیه محصول $n$ از روش برونسپاری $b_{cost_1} = 239400, b_{cost_2} = 235200, b_{cost_3} = 224000, b_{cost_4} = 217000, b_{cost_5} = 2058000$





# برنامه ریزی فروش و عملیات

پارامترها	
$s_j$	دستمزد پرسنل به ازای هر نفر در شیفت $j$ $s_1 = 50000000, s_2 = 52500000, s_3 = 55000000$
$e$	هزینه افزایش در سطح نیروی کار به ازای هر نفر برابر با 24000
$e'$	هزینه کاهش در سطح نیروی کار به ازای هر نفر برابر با 120000
$m$	میزان تولید تجمیعی که در یک دوره اتفاق میفتد اگر با تمام ظرفیت در یک شیفت کار کنیم؛ برابر با 2,400,000 کیلوگرم
$w$	تعداد کارگری که به صورت ثابت در هر شیفت داریم برابر با 24 نفر
$I_{max}$	ماکسیمم مقدار موجودی که می توان در انبار نگهداری کرد - ظرفیت انبار برابر با 10,000,000 کیلوگرم





# برنامه ریزی فروش و عملیات

پارامترها	
$B_{max}$	ماکسیمم میزان محصولی که می توان برونسپاری کرد، برابر با 300,000 کیلوگرم
$D_{tn}$	تقاضای محصول $n$ در دوره $t$ $D_{11} = 150819, D_{12} = 1809827, D_{13} = 754094, D_{14} = 1357370, D_{15} = 955186$ $D_{21} = 166374, D_{22} = 1996482, D_{23} = 831868, D_{24} = 1497362, D_{25} = 1053699$ $D_{31} = 181928, D_{32} = 2183138, D_{33} = 909641, D_{34} = 1637353, D_{35} = 1152212$ $D_{41} = 197483, D_{42} = 2369794, D_{43} = 987414, D_{44} = 1777345, D_{45} = 1349237$ $D_{51} = 213037, D_{52} = 2556450, D_{53} = 1065187, D_{54} = 1917337, D_{55} = 1349237$ $D_{61} = 228592, D_{62} = 2743105, D_{63} = 1142961, D_{64} = 2057329, D_{65} = 1447750$





## مقدار تابع هدف در گمز

Proven optimal solution.

MIP Solution: 6166862727900.000000 (136 iterations, 0 nodes)

Final Solve: 6166862727900.000000 (0 iterations)

Best possible: 6166862727900.000000

Absolute gap: 0.000000

Relative gap: 0.000000



# برنامه ریزی فروش و عملیات

## مقدار تولید بهینه

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1	150819			1293995	955186			428350	1497362	474288
j2		1809827	590173				1996482	403518		
j3			163921	63375		166374				579411

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1	69868		692779	1637353		197483			951793	1250724
j2		2183138	216862				2369794	30206		
j3	112060				1152212			957208	825552	

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	220814			829949	1349237	220814			829949	1349237
j2		2400000					2400000			
j3		247425	1065187	1087388			247425	1065187	1087388	





## حالت تجمیعی تولید بهینه

Month/Shift	j1	j2	j3
t1	2400000	2400000	227296
t2	2400000	2400000	691471
t3	2400000	2400000	1264272
t4	2400000	2400000	1782760
t5	2400000	2400000	2400000
t6	2400000	2400000	2400000



# برنامه ریزی فروش و عملیات

مقدار موجودی نگهداری شده

Month/Product	n1	n2
t5	7777	90975

مقدار برونسپاری به تفکیک دوره و سایز محصول

	n1	n2	n3	n4	n5
t6	1	4705	77774	139992	98513

تعداد کارگران در هر دوره

	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6
Total Workers	24	72	72	72	72	72	72





# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار تقاضا، ۱۰٪ کمتر: هزینه: 5,532,627,552,000

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1	135737		182963	1221633	859667			748681	1347626	303693
j2		1628844	495722			149737	149737			453429
j3										191207

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1			818677	1473618	107705			888673	1511327	
j2	163735	1964824			271441	177735	2132815			89450
j3					657845				88284	1036202

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	191733			993954	1214313	205733			891292	1302975
j2		2300805	99195				2400000			
j3			859473	731649			68795	1028665	960304	

142 VARIABLE B.L

( ALL 0.000 )

142 VARIABLE I.L

( ALL 0.000 )

مقدار برونسپاری و موجودی: صفر



# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار تقاضا، ۱۰٪ بیشتر: هزینه: 6,864,413,013,100

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1				1349295	1050705			915055	1484945	
j2	165901	1990810	243289			183011	2196130			20859
j3			586214	143812					162153	1138210

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1	200121			891411	1308468	217231			848008	1334761
j2		2400000					2400000			
j3		1452	1000605	909677			206773	1086155	1107072	

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	217231			890244	1292525	217231		890244		
j2		2400000					2400000			
j3		317416	1017748	1064836			317416	119522	1963062	1292525





# برنامه ریزی فروش و عملیات

مقدار موجودی نگهداری شده

Month/Product	n1
t5	41035

مقدار برونسپاری به تفکیک دوره و سایز محصول

	n1	n2	n3	n4	n5
t5	17110	94679	153958	153991	191636
t6	34220	300000	247491	300000	300000



# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت



مقدار تولید هر شیفت، ۱۰٪ کمتر: هزینه: 6,252,159,224,400

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1	150819		176625	1357370	955186			831868	1497362	310770
j2		1809827	577469			166374	1996482			477144
j3										265785

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1			909641	1637353	93006			987414	1652586	
j2	181928	2183138			274934	197483	2369794			72723
j3					784272				124759	1178001

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	213037			1077726	1349237	228592	2640000	1142961	963658109 3671	1447750
j2		2556450	83550				103105			
j3			981637	839611						





# برنامه ریزی فروش و عملیات

مقدار موجودی نگهداری شده

Month/Product	n3	n4	n5
t3	33488	20016	49256

مقدار برونسپاری به تفکیک دوره و سایز محصول

	n1	n2	n3	n4	n5
t5	15554	113345	130854	160008	201487
t6	31109	300000	208628	300000	300000



# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار تولید هر شیفت، ۱۰٪ بیشتر: هزینه: 6,144,990,149,000

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1	150819		176625	1357370	955186			831868	1497362	310770
j2		1809827	577469			166374	1996482			477144
j3										265785

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1			909641	1637353	93006			987414	1652586	
j2	181928	2183138			274934	197483	2369794			72723
j3					784272				124759	1178001

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	213037			1077726	1349237	228592	2640000	1142961	963658	1447750
j2		2556450	83550				103105		1093671	
j3			981637	839611						

142 VARIABLE B.L

( ALL 0.000 )

142 VARIABLE I.L

( ALL 0.000 )

مقدار برونسپاری و موجودی: صفر





# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار قیمت تولید هر محصول، ۱۰٪ کمتر: هزینه: 5,567,061,027,44

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1	87444			1357370	955186			428350	1497362	474288
j2		1809827	590173				1996482	403518		
j3	63375		163921			166374				579411

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1	69868		692779	1637353		197483			951793	1250724
j2		2183138	216862				2369794	30206		
j3	112060				1152212			957208	825552	

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1	220814			829949	1349237	220814			829949	1349237
j2		2400000					2400000			
j3		247425	1065187	1087388			247425	1065187	1087388	





# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار قیمت تولید هر محصول، ۱۰٪ بیشتر: هزینه: 6,766,657,428,200

	t1.n1	t1.n2	t1.n3	t1.n4	t1.n5	t2.n1	t2.n2	t2.n3	t2.n4	t2.n5
j1		1357370	955186			428350	1497362	474288	69868	
j2	590173				1996482	403518				2183138
j3	163921			166374				579411	112060	

	t3.n1	t3.n2	t3.n3	t3.n4	t3.n5	t4.n1	t4.n2	t4.n3	t4.n4	t4.n5
j1	692779	1637353		197483			951793	1250724	220814	
j2	216862				2369794	30206				2400000
j3			1152212			957208	825552			247425

	t5.n1	t5.n2	t5.n3	t5.n4	t5.n5	t6.n1	t6.n2	t6.n3	t6.n4	t6.n5
j1		829949	1349237	220814			829949	1349237		1357370
j2					2400000				590173	
j3	1065187	1087388			247425	1065187	1087388		163921	





# برنامه ریزی فروش و عملیات: تحلیل حساسیت

مقدار قیمت نگهداری هر محصول، ۱۰٪ کمتر: هزینه: 6,166,364,317,890

مقدار قیمت نگهداری هر محصول، ۱۰٪ بیشتر: هزینه: 6,167,361,137,910

# سربرنامه تولید برای هر محصول: محاسبه اندازه انباشته اقتصادی



$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum_j A_j}{\sum_j H_j D_j \left(1 - \frac{D_j}{P_j}\right)}}$$

	Portion	0.03	0.36	0.15	0.27	0.19
Period	Aggregated Forecast	size 14	size 16	size 18	size 20	size 25
1	5,027,296	150,819	1,809,827	754,094	1,357,370	955,186
2	5,545,784	166,374	1,996,482	831,868	1,497,362	1,053,699
3	6,064,272	181,928	2,183,138	909,641	1,637,353	1,152,212
4	6,582,760	197,483	2,369,794	987,414	1,777,345	1,250,724
5	7,101,249	213,037	2,556,450	1,065,187	1,917,337	1,349,237
6	7,619,737	228,592	2,743,105	1,142,961	2,057,329	1,447,750
AVG	6,323,516	189,705	2,276,466	948,527	1,707,349	1,201,468





# سربرنامه تولید برای هر محصول: محاسبه اندازه انباشته اقتصادی

Size	A	D (per month)	P (per month)	H (annual)	H(per month)	S	D/P	HD(1-D/P)	Lot Size
14	53,290,440,000	189,705	7,200,000	615,600	51,300	0.03365	0.02635	9,475,475,905	278,184
16	52,355,520,000	2,276,466	7,200,000	604,800	50,400	0.03365	0.31618	78,457,802,032	3,338,205
18	49,862,400,000	948,527	7,200,000	576,000	48,000	0.03365	0.13174	39,531,288,777	1,390,919
20	48,304,200,000	1,707,349	7,200,000	558,000	46,500	0.03365	0.23713	60,565,434,598	2,503,654
25	45,811,080,000	1,201,468	7,200,000	529,200	44,100	0.03365	0.16687	44,143,149,037	1,761,830
SUM	249,623,640,000					0.1683	0.8783	232,173,150,349	

$$\sum_{j=1}^5 \frac{D_j}{P_j} = \frac{189705 + 2276466 + 948527 + 1707349 + 1201468}{7200000} = 87.82\% \leq 1 \quad \text{امکان پذیر است}$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \sum_j A_j}{\sum_j H_j D_j \left(1 - \frac{D_j}{P_j}\right)}} = 1.4663 \text{ month,} \quad T_{min} = \frac{\sum_j S_j}{1 - \sum_j \frac{D_j}{P_j}} = 1.3823$$

# سربرنامه تولید برای هر محصول: محاسبه اندازه انباشته اقتصادی



$$Q_j^* = D_j T^*$$

Size	size 14	size 16	size 18	size 20	size 25
A	53,290,440,000	52,355,520,000	49,862,400,000	48,304,200,000	45,811,080,000
D (per month)	189,705	2,276,466	948,527	1,707,349	1,201,468
P (per month)	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000
H (per month)	51,300	50,400	48,000	46,500	44,100
Lot Size	278,184	3,338,205	1,390,919	2,503,654	1,761,830

## مقدار موجودی احتیاطی

Size	size 14	size 16	size 18	size 20	size 25
D	189,705	2,276,466	948,527	1,707,349	1,201,468
SS	9,485	113,823	47,426	85,367	60,073







# سربرنامه تولید برای هر محصول: جدول MS

مقدار سفارش هر دوره:  $f(t) = \frac{a}{t^{0.2}}$  که  $a$  عدد رندومی بین ۰.۸ و ۱.۲ است که در مقدار پیشبینی دوره اول ضرب شده است.

موجودی احتیاطی: ۵٪ میزان تقاضای میانگین در ۶ ماه آتی

سربرنامه اصلی میلگرد سایز ۱۴

	Demand Time Fence						Planning Time Fence																	
Week	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	37,705	37,705	37,705	37,705	41593.38	41593.38	41593.38	41593.38	45,482	45,482	45,482	45,482	49370.7	49370.7	49370.7	49370.7	53259.3675	53259.3675	53259.3675	53259.3675	57148.0275	57148.0275	57148.0275	57148.0275
Demand	33,542	29,200	26,926	25,420	24,311	23,440	22,729	22,130	21,614	21,164	20,764	20,406	20,082	19,786	19,515	19,265	19,033	18,816	18,614	18,424	18,245	18,076	17,916	17,764
Projected Available Balance	244,642	215,442	188,516	163,096	138,785	115,345	73,751	32,158	264,860	219,378	173,896	128,414	79,043	29,672	258,486	209,115	155,856	102,596	49,337	274,261	217,113	159,965	102,817	45,669
ATP	70,486								154,368						182,941					187,758				
MPS	278,184	-	-	-	-	-	-	-	278,184	-	-	-	-	-	278,184	-	-	-	-	278,184	-	-	-	-

سربرنامه اصلی میلگرد سایز ۱۶

	Demand Time Fence						Planning Time Fence																	
Week	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	452,457	452,457	452,457	452,457	499120.56	499120.56	499120.56	499120.56	545,784	545,784	545,784	545,784	592448.4	592448.4	592448.4	592448.4	639112.41	639112.41	639112.41	639112.41	685776.33	685776.33	685776.33	685776.33
Demand	402,507	350,402	323,109	305,043	291,729	281,283	272,743	265,555	259,373	253,965	249,169	244,871	240,982	237,437	234,183	231,179	228,393	225,797	223,369	221,089	218,942	216,914	214,995	213,172
Projected Available Balance	2,935,698	2,585,296	2,262,187	1,957,144	1,665,415	1,384,133	885,012	385,892	3,178,312	2,632,528	2,086,743	1,540,959	948,510	356,062	3,101,818	2,509,370	1,870,258	1,231,145	592,033	3,291,125	2,605,349	1,919,573	1,233,796	548,020
ATP	845,834								1,852,409						2,195,284					2,253,092				
MPS	3,338,205	-	-	-	-	-	-	-	3,338,205	-	-	-	-	-	3,338,205	-	-	-	-	3,338,205	-	-	-	-

سربرنامه اصلی میلگرد سایز ۱۸

	Demand Time Fence						Planning Time Fence																		
Week	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	188,524	188,524	188,524	188,524	207966.9	207966.9	207966.9	207966.9	227,410	227,410	227,410	227,410	246853.5	246853.5	246853.5	246853.5	266296.8375	266296.8375	266296.8375	266296.8375	285740.1375	285740.1375	285740.1375	285740.1375	
Demand	167,711	146,001	134,629	127,101	121,554	117,201	113,643	110,648	108,072	105,819	103,821	102,029	100,409	98,932	97,576	96,325	95,164	94,082	93,070	92,120	91,226	90,381	89,581	88,822	
Projected Available Balance	1,223,208	1,077,207	942,578	815,477	693,923	576,722	368,755	160,788	1,324,297	1,096,887	869,477	642,067	395,213	148,360	1,292,425	1,045,572	779,275	512,978	246,681	1,371,303	1,085,563	799,823	514,083	228,343	
ATP	352,431								771,837						914,702					938,789					
MPS	1,390,919	-	-	-	-	-	-	-	1,390,919	-	-	-	-	-	1,390,919	-	-	-	-	-	1,390,919	-	-	-	-





# سربرنامه تولید برای هر محصول: جدول MS

سربرنامه اصلی میلگرد سایز ۲۰

Week	Demand Time Fence						Planning Time Fence																	
	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	339,342	339,342	339,342	339,342	374340.42	374340.42	374340.42	374340.42	409,338	409,338	409,338	409,338	444336.3	444336.3	444336.3	444336.3	479334.3075	479334.3075	479334.3075	479334.3075	514332.2475	514332.2475	514332.2475	514332.2475
Demand	301,880	262,802	242,332	228,782	218,797	210,962	204,557	199,167	194,530	190,473	186,877	183,653	180,736	178,077	175,637	173,385	171,295	169,348	167,527	165,817	164,207	162,686	161,246	159,879
Projected Available Balance	2,201,774	1,938,972	1,696,641	1,467,858	1,249,062	1,038,100	663,759	289,419	2,383,735	1,974,396	1,565,058	1,155,720	711,383	267,047	2,326,365	1,882,028	1,402,694	923,360	444,025	2,468,345	1,954,013	1,439,681	925,348	411,016
ATP	634,376								1,389,307						1,646,463					1,689,820				
MPS	2,503,654	-	-	-	-	-	-	-	2,503,654	-	-	-	-	-	2,503,654	-	-	-	-	2,503,654	-	-	-	-

سربرنامه اصلی میلگرد سایز ۲۵

Week	Demand Time Fence						Planning Time Fence																	
	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	238,797	238,797	238,797	238,797	263424.74	263424.74	263424.74	263424.74	288,053	288,053	288,053	288,053	312681.1	312681.1	312681.1	312681.1	337309.3275	337309.3275	337309.3275	337309.3275	514332.2475	514332.2475	514332.2475	514332.2475
Demand	212,434	184,935	170,530	160,995	153,968	148,455	143,948	140,154	136,891	134,037	131,506	129,237	127,185	125,314	123,596	122,011	120,541	119,171	117,889	116,686	115,553	114,483	113,469	112,508
Projected Available Balance	1,549,397	1,364,462	1,193,933	1,032,938	878,970	730,515	467,090	203,666	1,677,444	1,389,391	1,101,338	813,285	500,604	187,923	1,637,073	1,324,392	987,082	649,773	312,464	1,736,985	1,222,653	708,321	193,988	1,441,487
ATP	446,413								977,661						1,158,623					1,189,133				1,649,323
MPS	1,761,831	-	-	-	-	-	-	-	1,761,831	-	-	-	-	-	1,761,831	-	-	-	-	1,761,831	-	-	-	-





# برنامه ریزی مواد مورد نیاز



## MRP برای میلگرد سایز ۱۴

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		278,184	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.									
POH	74,331	74,331	74,331	74,331	74,331	74,331	74,331	74,331	74,331
Net Req.		203,853							
Planned Order Rec.		278,184							

مقدار موجودی اولیه: عدد رندومی بین ۰.۲ تا ۰.۵ ضربدر اندازه انباشته اقتصادی

## MRP برای میلگرد سایز ۱۶

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		3,338,205	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.									
POH	891,975	891,975	891,975	891,975	891,975	891,975	891,975	891,975	891,975
Net Req.		2,446,230							
Planned Order Rec.		3,338,205							



# برنامه ریزی مواد مورد نیاز



MRP برای میلگرد سایز ۱۸

مقدار موجودی اولیه: عدد  
رندومی بین ۰.۲ تا ۰.۵  
ضربدرد اندازه انباشته اقتصادی

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		1,390,919	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.									
POH	371,656	371,656	371,656	371,656	371,656	371,656	371,656	371,656	371,656
Net Req.		1,019,263							
Planned Order Rec.		1,390,919							

MRP برای میلگرد سایز ۲۰

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		2,503,654	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.									
POH	668,982	668,982	668,982	668,982	668,982	668,982	668,982	668,982	668,982
Net Req.		1,834,672							
Planned Order Rec.		2,503,654							





# برنامه ریزی مواد مورد نیاز

## MRP برای میلگرد سایز ۲۵

مقدار موجودی اولیه: عدد  
رندومی بین ۰.۲ تا ۰.۵  
ضربدرد اندازه انباشته اقتصادی

تنظیم دو سفارش در راه  
موجودی اولیه ۵۰۰۰ تنی  
لیدتایم ۳ هفته‌ای  
اندازه انباشته ۱۰۰۰ تنی  
موجودی احتیاطی ۵۰۰ تنی

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		1,761,831	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.									
POH	470,765	470,765	470,765	470,765	470,765	470,765	470,765	470,765	470,765
Net Req.		1,291,066							
Planned Order Rec.		1,761,831							

## MRP برای شمش فولاد

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		9,272,793	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.		6,000,000		4,000,000					
POH	5,000,000	1,727,207	1,727,207	5,727,207	5,727,207	5,727,207	5,727,207	5,727,207	5,727,207
Net Req.									
Planned Order Rec.									



# برنامه ریزی مواد مورد نیاز: تحلیل حساسیت

تغییر موجودی اولیه از ۵۰۰۰ تن به ۴۰۰۰ تن و عدم تغییر سفارشات آتی

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		9,272,793	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.		6,000,000		4,000,000					
POH	4,000,000	727,207	727,207	4,727,207	4,727,207	4,727,207	4,727,207	4,727,207	4,727,207
Net Req.		272,793							
Planned Order Rec.									





# برنامه ریزی مواد مورد نیاز: تحلیل حساسیت

تغییر موجودی اولیه از ۵۰۰۰ تن به ۳۰۰۰ تن و ایجاد کمبود

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		9,272,793	272,793	272,793	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.		6,000,000		4,000,000					
POH	3,000,000	-	-	3,727,207	3,727,207	3,727,207	3,727,207	3,727,207	3,727,207
Net Req.		272,793	272,793	-	-	-	-	-	-
Planned Order Rec.									

- مشتریان را راضی کنیم که مقداری از سفارشات خود را دیرتر تحویل بگیرند، چرا که اگر شمش کم شود، محصولات نهایی نیز به موقع حاضر نخواهند شد، در این صورت سفارشات دو هفته دیرتر حاضر می شود.
- حالت دیگر این است که مقدار نیازی که نمی توانیم تامین کنیم را از یک تامین تامین کننده ی دیگر تهیه کنیم



# برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز: تحلیل حساسیت

تغییر سفارشات از پیش تعیین شده و لغو سفارش هفته سوم و عدم مواجهه با مشکل

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		9,272,793	-	-	-	-	-	-	-
Scheduled Rec.		6,000,000							
POH	5,000,000	1,727,207	1,727,207	1,727,207	1,727,207	1,727,207	1,727,207	1,727,207	1,727,207
Net Req.									
Planned Order Rec.									



# برنامه ریزی مواد مورد نیاز: تحلیل حساسیت

تغییر سفارشات از پیش تعیین شده و لغو سفارش هفته اول و عدم مواجهه با کمبود

Week	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Gross Req.		9,272,793	4,272,793	4,272,793	272,793				
Scheduled Rec.				4,000,000					
POH	5,000,000	-	-	-	727,207	727,207	727,207	727,207	727,207
Net Req.		4,272,793	4,272,793	272,793	272,793				
Planned Order Rec.		1,000,000							

- مشتریان را راضی کنیم که مقداری از سفارشات خود را دیرتر تحویل بگیرند، چرا که اگر شمش کم شود، محصولات نهایی نیز به موقع حاضر نخواهند شد، در این صورت سفارشات دو هفته دیرتر حاضر می شود.
- حالت دیگر این است که مقدار نیازی که نمی توانیم تامین کنیم را از یک تامین تامین کننده ی دیگر تهیه کنیم



نام محصول	اختصار
میلگرد سایز ۱۴	A14
میلگرد سایز ۱۶	A16
میلگرد سایز ۱۸	A18
میلگرد سایز ۲۰	A20
میلگرد سایز ۲۵	A25
شمش	B

بخش کاری	اختصار
Stant	100
Roughing	200
Furnace	300

## درخت محصولات





## اطلاعات مسیر تولید میلگرد

Product/Part	Lot Size	Work Center	Operation	Setup Hours	SU hrs per unit	Run time per unit	Total run time
A14	278,184	100	1 of 1	10	0.00003595	0.00002167	0.00005761
A16	3,338,205	100	1 of 1	9	0.00000270	0.00002167	0.00002436
A18	1,390,919	100	1 of 1	8	0.00000575	0.00002167	0.00002742
A20	2,503,654	100	1 of 1	7	0.00000280	0.00002167	0.00002446
A25	1,761,830	100	1 of 1	6	0.00000341	0.00002167	0.00002507
B	1,000,000	200	1 of 2	20	0.00002000	0.00004333	0.00006333
B	1,000,000	300	2 of 2	24	0.00002400	0.00002167	0.00004567

- ساعت راه اندازی میلگردها با توجه به تعداد استنتها داده شده است
- هر کیلوگرم میلگرد می تواند در  $0.0000758 = \frac{26 \times 7 \times 3}{7,200,000}$  ساعت تولید شود.
- با توجه به این نکته و این که برای تولید یک کیلوگرم محصول نهایی، باید ۳ عملیات انجام شود، این مقدار ۰.۰۰۰۰۷۵۸ را باید بین این سه بخش تقسیم کنیم، به طوری که به عملیات ۳۰۰ و ۱۰۰، یک چهارم این مدت زمان و به عملیات ۲۰۰ نصف آن می رسد.





# برنامه ریزی ظرفیت، روش Capacity Bills

ساعت استاندارد تولید محصولات در هر ایستگاه کاری

Work Center	Product A14	Product A16	Product A18	Product A20	Product A25
100	0.00005491	0.00002165	0.00002471	0.00002175	0.00002236
200	0.00005792	0.00005792	0.00005792	0.00005792	0.00005792
300	0.00004296	0.00004296	0.00004296	0.00004296	0.00004296

## جدول تولیدات برنامه اصلی

Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Product A14	278,184	0	0	0	0	0	0	0	278,184	0	0	0	0	0	278,184	0	0	0	0	278,184	0	0	0	0
Product A16	3,338,205	0	0	0	0	0	0	0	3,338,205	0	0	0	0	0	3,338,205	0	0	0	0	3,338,205	0	0	0	0
Product A18	1,390,919	0	0	0	0	0	0	0	1,390,919	0	0	0	0	0	1,390,919	0	0	0	0	1,390,919	0	0	0	0
Product A20	2,503,654	0	0	0	0	0	0	0	2,503,654	0	0	0	0	0	2,503,654	0	0	0	0	2,503,654	0	0	0	0
Product A25	1,761,831	0	0	0	0	0	0	0	1,761,831	0	0	0	0	0	1,761,831	0	0	0	0	1,761,831	0	0	0	1,761,831

## نیازمندی ظرفیت هر بخش کاری در ۲۴ هفته آتی

Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Work Center 100	216	0	0	0	0	0	0	0	216	0	0	0	0	0	216	0	0	0	0	216	0	0	0	39
Work Center 200	537	0	0	0	0	0	0	0	537	0	0	0	0	0	537	0	0	0	0	537	0	0	0	102
Work Center 300	398	0	0	0	0	0	0	0	398	0	0	0	0	0	398	0	0	0	0	398	0	0	0	76

با توجه به این که در هفته  $126 = 6 \times 7 \times 3$  ساعت مفید کاری داریم، جوابگوی مقدار ظرفیت مورد نیاز نیست و چون که از ۳ شیفت کاری استفاده می‌کنیم، چاره‌ای جز برون‌سپاری مقادیر بیش از ۱۲۶ ساعت را نداریم.





با تشکر از توجه شما

