مدیریت عملیات

جلسه شانزدهم

برنامه ریزی جامع تولید

استاد

دکتر سید امیر رضا ابطحی

عضو هیأت علمی دانشکده مدیریت

دانشگاه خوارزمی

اهداف آموزشی

- فرایند برنامه ریزی جامع تولید
- استراتژی هایی برای تنظیم ظرفیت
- استراتژی هایی برای مدیریت تقاضا
- روش های کمی برای برنامه ریزی جامع

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

برنامه ریزی جامع تولید

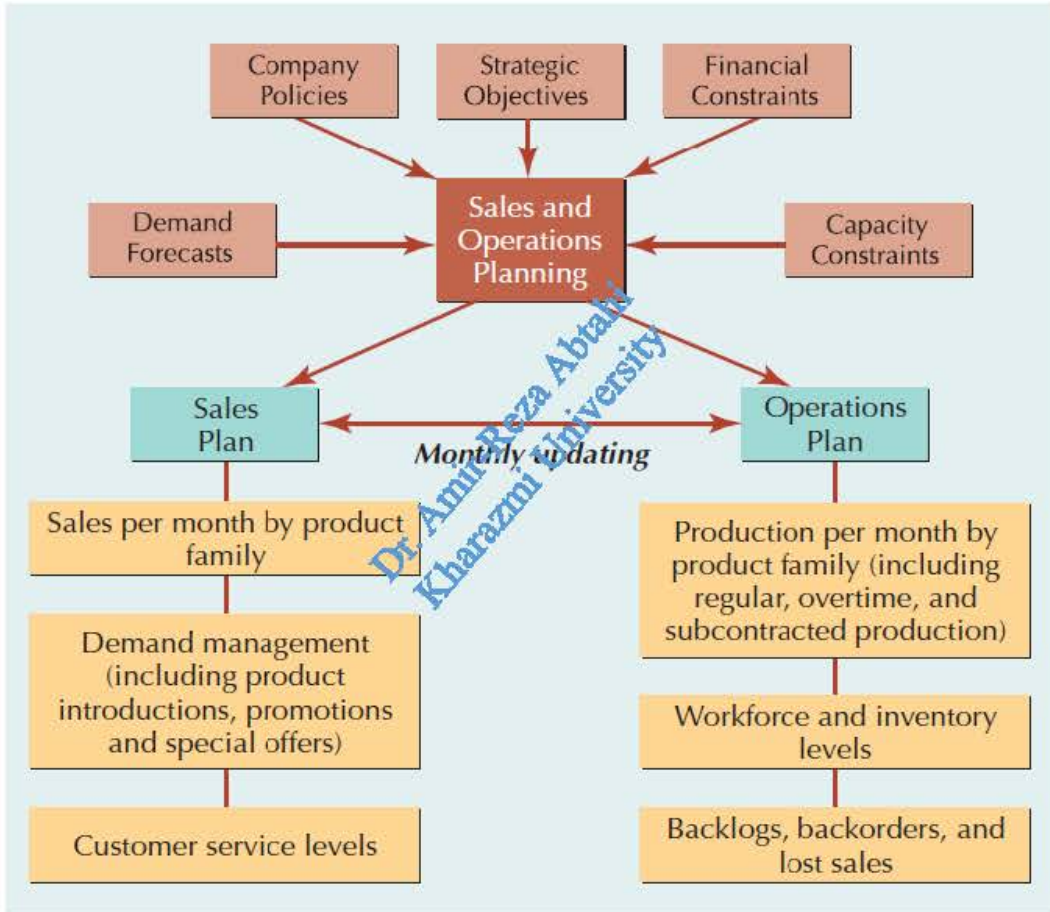
- برنامه ریزی جامع تولید (Aggregate Production Planning)
  - ظرفیت مورد نیاز برای تأمین تقاضا را در یک افق زمانی میان مدت تعیین می کند
  - کلمه جامع به این واقعیت بر می گردد که این نوع برنامه ها برای خطوط تولید محصول یا خانواده های محصول به کار می روند و نه فقط برای تک به تک محصولات
  - مثلاً تعداد دوچرخه هایی که باید تولید شوند تعیین می شود و نه رنگ، اندازه، نوع لاستیک یا نوع ترمز آنها
  - ظرفیت منابع هم معمولاً به شکل جامع بیان می شود، مثلا ساعت نیروی کار مورد نیاز یا استفاده از ماشین آلات و نوع آنها را تعیین نمی کند

Dr. Amir Reza Abtahi
Kharazmi University

اهداف APP

- برنامه ریزی جامع دو هدف دارد:
  - تنظیم برنامه ای برای کل شرکت در راستای تخصیص منابع
  - توسعه یک استراتژی اقتصادی برای برآورده کردن تقاضا

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University



Dr. Amir Reza Abtahi
Kharazmi University

استراتژی های برآورده کردن تقاضا

- تنظیم و تعدیل ظرفیت
  - منابع لازم برای برآورده کردن تقاضا در طول افق زمانی برنامه، فراهم شده و نگهداری می شوند
  - نوسانات کوچک در تقاضا نیز با تغییرات کوچک در زمان تحویل پاسخ داده می شوند
- مدیریت تقاضا
  - مدیریت فعالانه تقاضا

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

استراتژی های تعدیل ظرفیت

- تولید یکنواخت (Level production)
  - تولید در یک نرخ ثابت و استفاده از انبار برای جذب نوسانات تقاضا
- تعقیب تقاضا (Chase Demand)
  - استخدام و خروج (بازخرید) کارگران برای تطبیق با تقاضا
- حفظ منابع (Peak Demand)
  - نگهداری منابع برای سطوح بالای تقاضا
- اضافه کاری و کم کاری (Overtime and under-time)
  - افزایش یا کاهش ساعات کاری

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

استراتژی های تعدیل ظرفیت

- برون سپاری (Subcontracting)
  - برون سپاری و واگذاری کار به شرکتی دیگر
- کارگران پاره وقت (Part-time workers)
  - استخدام کارگران پاره وقت برای انجام و تکمیل کارها
- تعویق (Backordering)
  - تولید خدمت یا کالا در دوره زمانی بعدتر

Dr. Amir-Reza Abedi
Kharazmi University

استراتژی های مدیریت تقاضا

- انتقال تقاضا به دوره های بعد
  - به کمک مشوق ها،
  - تخفیفات فروش و
  - تبلیغات
- ارزیابی زمان بیکاری منابع و ایجاد تقاضا برای آن
  - مثلاً مک دونالد با عرضه صبحانه آشپزخانه هایش را برای ساعت های پیش از نهار هم مشغول نگه می دارد
- مشارکت با تأمین کنندگان برای کاهش تحریف اطلاعات در طول زنجیره تأمین
  - برای جلوگیری از اثر شلاقی، تولیدکنندگان، تأمین کنندگان و خرده فروش ها حتی با همراهی مشتریان شراکت هایی را شکل می دهند که در آن اطلاعات تقاضا با دقت بیشتری به اشتراک گذارده شده و اطلاعات به شکل پیوسته به روزرسانی شده و به جریان بیافتد

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

روش های کمی برای برنامه ریزی جامع

- استراتژی های خالص
- استراتژی های ترکیبی
- برنامه ریزی خطی
- روش حمل و نقل

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

استراتژی های خالص

- حل مسائل برنامه ریزی جامع
  - فرموله کردن استراتژی های مختلف برای برآورده کردن تقاضا
  - ساختن برنامه های تولید بر مبنای آن استراتژی ها
  - تعیین هزینه و امکان سنجی هر برنامه
  - انتخاب کم هزینه ترین برنامه از میان برنامه های موجود
- اثربخشی برنامه ریزی جامع مستقیماً به درک مدیر از متغیرهای هزینه ای و منطقی بودن هر یک از سناریو های مورد آزمایش بستگی دارد.
- در یک مثال هزینه دو استراتژی خالص را به عنوان مهمترین معیار انتخاب یکی از این دو استراتژی ارائه می کنیم

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

مثال استراتژی خالص

The Good and Rich Candy Company makes a variety of candies in three factories worldwide. Its line of chocolate candies exhibits a highly seasonal demand pattern, with peaks during the winter months (for the holiday season and Valentine's Day) and valleys during the summer months (when chocolate tends to melt and customers are watching their weight). Given the following costs and quarterly sales forecasts, determine whether (a) level production, or (b) chase demand would more economically meet the demand for chocolate candies:

Quarter	Sales Forecast (lbs)
Spring	80,000
Summer	50,000
Fall	120,000
Winter	150,000

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

Hiring cost = $100 per worker
Firing cost = $500 per worker
Inventory carrying cost = $0.50 per pound per quarter
Regular production cost per pound = $2.00
Production per employee = 1000 pounds per quarter
Beginning workforce = 100 workers

پاسخ

Solution

a. For the level production strategy, we first need to calculate average quarterly demand.

$$\frac{(80{,}000 + 50{,}000 + 120{,}000 + 150{,}000)}{4} = \frac{400{,}000}{4} = 100{,}000 \text{ pounds}$$

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

Quarter	Demand	Regular Production	Inventory
Spring	80,000	100,000	100,000 − 80,000 = 20,000
Summer	50,000	100,000	20,000 + 100,000 − 50,000 = 70,000
Fall	120,000	100,000	70,000 + 100,000 − 120,000 = 50,000
Winter	150,000	100,000	50,000 + 100,000 − 150,000 = 0
Total	***400,000***	***400,000***	***140,000***

$$\textit{Cost of Level Production Strategy} = (400{,}000 \times \$2.00) + (140{,}000 \times \$.50) = \$870{,}000$$

پاسخ

b. For the chase demand strategy, production each quarter matches demand. To accomplish this, workers are hired at a cost of $100 each and fired at a cost of $500 each. Since each worker can produce 1000 pounds per quarter, we divide the quarterly sales forecast by 1000 to determine the required workforce size each quarter. We begin with 100 workers and hire and fire as needed. The production plan and resulting hiring and firing costs are given here.

Quarter	Demand	Regular Production	Workers Needed	Workers Hired	Workers Fired
Spring	80,000	80,000	80,000/1000 = 80		100 − 80 = 20
Summer	50,000	50,000	50,000/1000 = 50		80 − 50 = 30
Fall	120,000	120,000	120,000/1000 = 120	120 − 50 = 70	
Winter	150,000	150,000	150,000/1000 = 150	150 − 120 = 30	
Total	***400,000***	***400,000***		***100***	***50***

$$\textit{Cost of Chase Demand Strategy} = (400{,}000 \times \$2.00) + (100 \times \$100) + (50 \times \$500) = \$835{,}000$$

Comparing the cost of level production with chase demand, we find that chase demand is the best strategy for the Good and Rich line of candies.

Dr. Amir Reza Abtahi
Kharazmi University

مثال استراتژی ترکیبی

Demand for Quantum Corporation's action toy series follows a seasonal pattern—growing through the fall months and culminating in December, with smaller peaks in January (for after-season markdowns, exchanges, and accessory purchases) and July (for Christmas-in-July specials).

Month	Demand (cases)	Month	Demand (cases)
January	1000	July	500
February	400	August	500
March	400	September	1000
April	400	October	1500
May	400	November	2500
June	400	December	3000

Dr. Amir-Reza Akrami
Khatamzai University

Each worker can produce on average 100 cases of action toys each month. Overtime is limited to 300 cases, and subcontracting is unlimited. No action toys are currently in inventory. The wage rate is $10 per case for regular production, $15 for overtime production, and $25 for subcontracting. No stockouts are allowed. Holding cost is $1 per case per month. Increasing the workforce costs approximately $1000 per worker; decreasing the workforce costs $500 per worker.

Management wishes to test the following scenarios for planning production:

a. Level production over the 12 months.
b. Produce to meet demand each month.
c. Solve the problem with linear programming (LP) using Excel Solver.

پاسخ به کمک برنامه ریزی خطی

Solution

Model Formulation:

H_t = number of workers hired for period t
F_t = number of workers fired for period t
I_t = units in inventory at the end of period t
P_t = units produced in period t
W_t = workforce size for period t

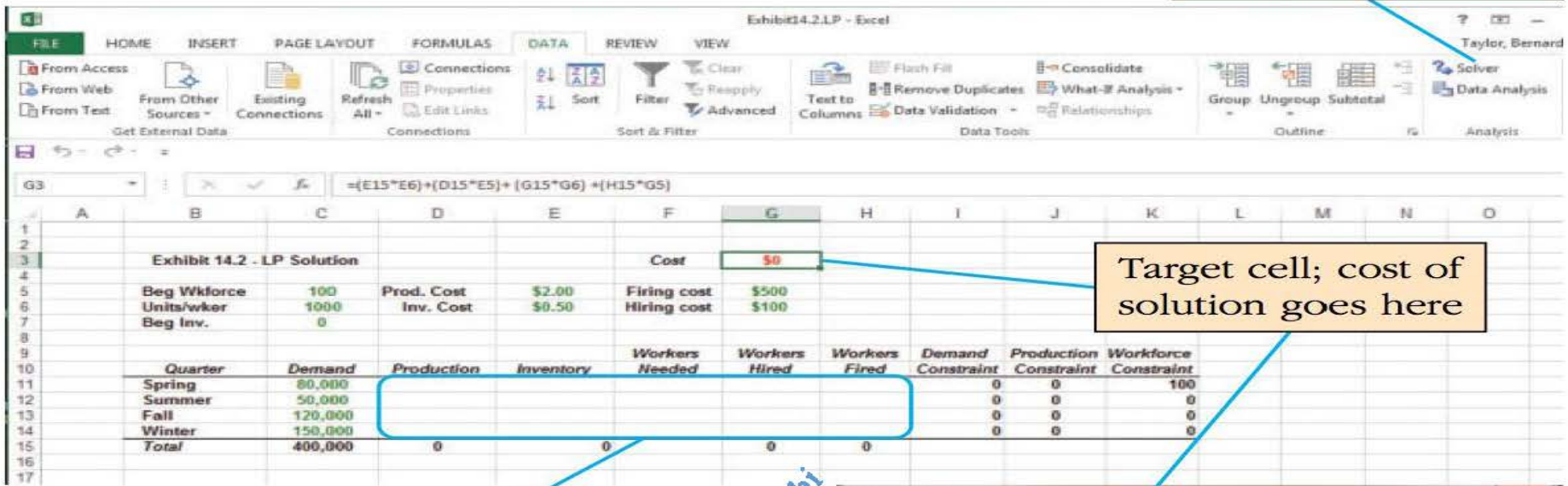
$$\begin{aligned}\text{Minimize } Z = {} & \$100\,(H_1 + H_2 + H_3 + H_4) \\ & + \$500\,(F_1 + F_2 + F_3 + F_4) \\ & + \$0.50\,(I_1 + I_2 + I_3 + I_4) \\ & + \$2\,(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)\end{aligned}$$

subject to

Demand constraints	$P_1 - I_1$	$=$	80,000	(1)
	$I_1 + P_2 - I_2$	$=$	50,000	(2)
	$I_2 + P_3 - I_3$	$=$	120,000	(3)
	$I_3 + P_4 - I_4$	$=$	150,000	(4)
Production constraints	$1000W_1$	$=$	P_1	(5)
	$1000W_2$	$=$	P_2	(6)
	$1000W_3$	$=$	P_3	(7)
	$1000W_4$	$=$	P_4	(8)
Workforce constraints	$100 + H_1 - F_1$	$=$	W_1	(9)
	$W_1 + H_2 - F_2$	$=$	W_2	(10)
	$W_2 + H_3 - F_3$	$=$	W_3	(11)
	$W_3 + H_4 - F_4$	$=$	W_4	(12)

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

Click here to set up Solver parameters.



Target cell; cost of solution goes here

Solver will put the solution here.

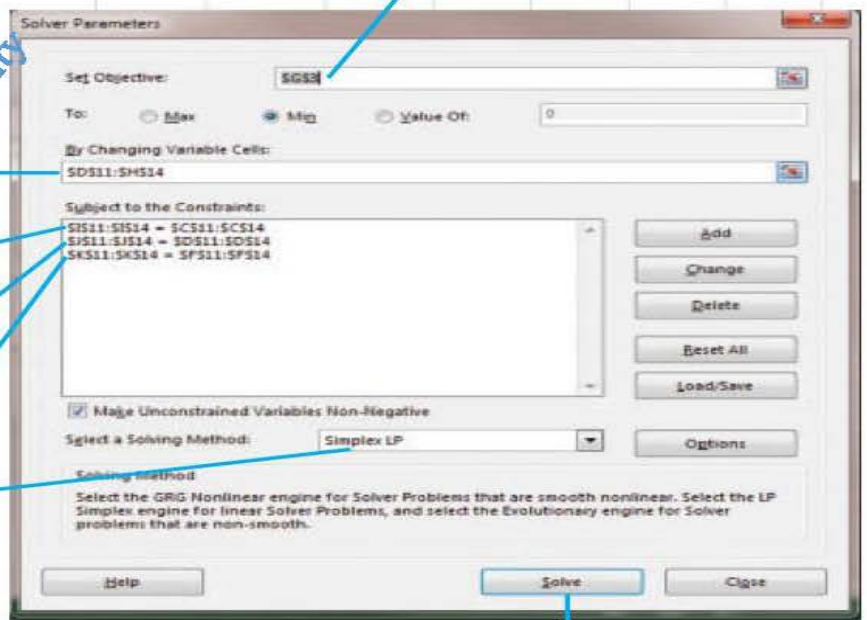
Cells where solution appears

Demand = Demand Constraint

Production = Production Constraint

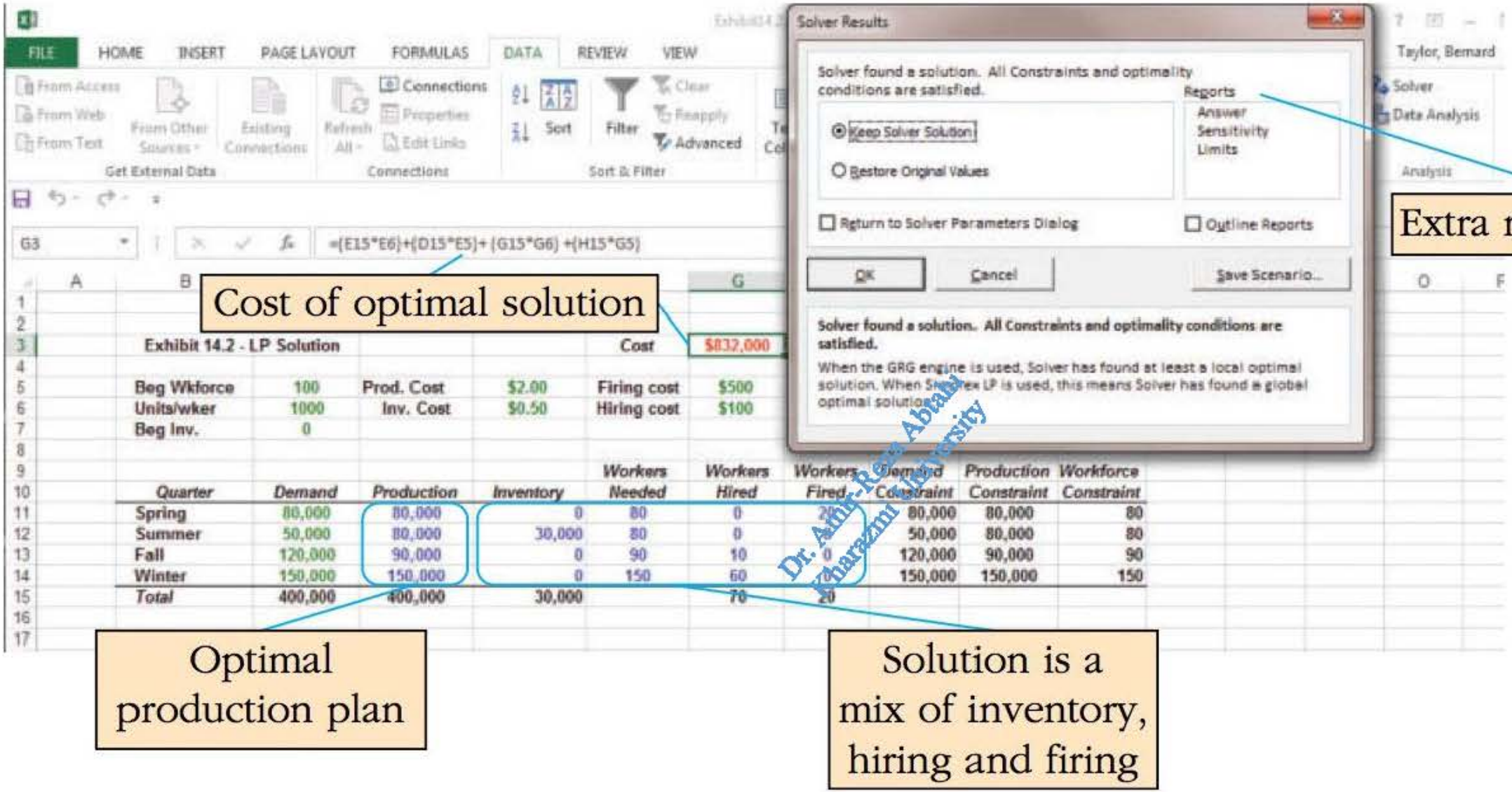
Workers Needed = Workforce Constraint

Select Simplex LP as Solving Method



Dr. Amir Reza Abtahi
Khazanni University

When model is complete, solve.


Solver Results
Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.
Reports
Answer
Sensitivity
Limits
Keep Solver Solution
Restore Original Values
Return to Solver Parameters Dialog
Outline Reports
OK
Cancel
Save Scenario...
Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.
When the GRG engine is used, Solver has found at least a local optimal solution. When Simplex LP is used, this means Solver has found a global optimal solution.
=(E15*E6)+(D15*E5)+ (G15*G6) +(H15*G5)
Exhibit 14.2 - LP Solution
Cost
$832,000
Beg Wkforce 100
Units/wker 1000
Beg Inv. 0
Prod. Cost $2.00
Inv. Cost $0.50
Firing cost $500
Hiring cost $100
Quarter | Demand | Production | Inventory | Workers Needed | Workers Hired | Workers Fired | Demand Constraint | Production Constraint | Workforce Constraint
Spring | 80,000 | 80,000 | 0 | 80 | 0 | 20 | 80,000 | 80,000 | 80
Summer | 50,000 | 80,000 | 30,000 | 80 | 0 | 0 | 50,000 | 80,000 | 80
Fall | 120,000 | 90,000 | 0 | 90 | 10 | 0 | 120,000 | 90,000 | 90
Winter | 150,000 | 150,000 | 0 | 150 | 60 | 0 | 150,000 | 150,000 | 150
Total | 400,000 | 400,000 | 30,000 | | 70 | 20
Cost of optimal solution
Extra report options
Optimal production plan
Solution is a mix of inventory, hiring and firing
Dr. Amr-Reza Abtahi Gharazmi University

روش حمل و نقل

Period of Production		Period of Use 1	2	3	4	Unused Capacity	Capacity
	Beginning Inventory	0	h	$2h$	$3h$		I
1	Regular	r	$r + h$	$r + 2h$	$r + 3h$		R_1
	Overtime	o	$o + h$	$o + 2h$	$o + 3h$		O_1
	Subcontract	s	$s + h$	$s + 2h$	$s + 3h$		S_1
	Regular	$r + b$	r	$r + h$	$r + 2h$		R_2
2	Overtime	$o + b$	o	$o + h$	$o + 2h$		O_2
	Subcontract	$s + b$	s	$s + h$	$s + 2h$		S_2
	Regular	$r + 2b$	$r + b$	r	$r + h$		R_3
3	Overtime	$o + 2b$	$o + b$	o	$o + h$		O_3
	Subcontract	$s + 2b$	$s + b$	s	$s + h$		S_3
	Regular	$r + 3b$	$r + 2b$	$r + b$	r		R_4
4	Overtime	$o + 3b$	$o + 2b$	$o + b$	o		O_4
	Subcontract	$s + 3b$	$s + 2b$	$s + b$	s		S_4
	Demand	D_1	D_2	D_3	D_4		

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

مثال

Burruss Manufacturing Company uses overtime, inventory, and subcontracting to absorb fluctuations in demand. An aggregate production plan is devised annually and updated quarterly. Cost data, expected demand, and available capacities in units for the next four quarters are given here. Demand must be satisfied in the period it occurs; that is, no backordering is allowed. Design a production plan that will satisfy demand at minimum cost.

Quarter	Expected Demand	Regular Capacity	Overtime Capacity	Subcontract Capacity
1	900	1000	100	500
2	1500	1200	150	500
3	1600	1300	200	500
4	3000	1300	200	500

Dr. Amir Reza Abtabi
Khatazi University

Regular production cost per unit	$20
Overtime production cost per unit	$25
Subcontracting cost per unit	$28
Inventory holding cost per unit per period	$ 3
Beginning inventory	300 units

حل

Period of Production		Period of Use 1		2		3		4		Unused Capacity	Capacity
	Beginning Inventory	300	0	—	3	—	6	—	9		300
1	Regular	600	20	300	23	100	26	—	29		1000
	Overtime		25		28		31	100	34		100
	Subcontract		28		31		34		37	500	500
2	Regular			1200	20		23	—	26		1200
	Overtime				25		28	150	31		150
	Subcontract				28		31	250	34	250	500
3	Regular					1300	20	—	23		1300
	Overtime					200	25	—	28		200
	Subcontract						28	500	31		500
4	Regular							1300	20		1300
	Overtime							200	25		200
	Subcontract							500	28		500
	Demand	900		1500		1600		3000		250	

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

حل

Period	Demand	Production Plan			
		Regular Production	Overtime	Subcontract	Ending Inventory
1	900	1000	100	0	500
2	1500	1200	150	250	600
3	1600	1300	200	500	1000
4	3000	1300	200	500	0
Total	7000	4800	650	1250	2100

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

For example, the 1000 units of a regular production for period 1 is the sum of 600 + 300 + 100 from the second row of the transportation tableau. Ending inventory is calculated by summing beginning inventory, and all forms of production for that period and then subtracting demand. For example, the ending inventory for period 1 is:

$$\begin{aligned}&(\text{Beginning inventory} + \text{Regular production}\\&+ \text{Overtime production} + \text{Subcontracting}) - \text{Demand}\\&= (300 + 1000 + 100 + 0) - 900 = 500\end{aligned}$$

The cost of the production plan can be determined directly from the transportation tableau by multiplying the units in each cell times the cost in the corner of the cell and summing them. Alternatively, the cost can be determined from the production plan by multiplying the total units produced in each production category, or held in inventory, by their respective costs and summing them, as follows:

$$(4800 \times \$20) + (650 \times \$25) + (1250 \times \$28) + (2100 \times \$3) = \$153{,}550$$

خلاصه مطالب

- برنامه ریزی جامع یک فرایند مشارکتی ساختاریافته برای منطبق کردن تقاضا و عرضه است.
- روش های مختلفی از جمله روش های برنامه ریزی خطی و روش های حمل و نقل برای انجام برنامه ریزی جامع وجود دارند.

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University

مراجع و منابع استفاده شده در این جلسه و برای مطالعه بیشتر

- Russell, R.S., Taylor B.W., **Operations Management : Creating Value Along the Supply Chain (7th edition)**, 2010, Wiley
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., **Operations Manegement (6th edition)**, 2010, Prentice Hall
- راسل، روبرتا اس.، تیلور، برنارد دبلیو.، **مدیریت عملیات**، ترجمه جواد فیض آبادی، محمدرضا اخوان و شیرانا محلوجی، انتشارات مهربان نشر، ۱۳۸۷

Dr. Amir-Reza Abtahi
Kharazmi University