



ניהול התפעול והיצור

פרק 2 – מודלים ושיטות חיזוי

ד"ר אורן נחום

שיטות חיזוי סובייקטיביות

□ קיימות שתי קבוצות עיקריות של שיטות חיזוי אובייקטיביות.

□ בניית מודלים מתמטיים המסבירים את התנהגות המשתנה הנחקר (התלוי) כפונקציה של המשתנים האחרים (הבלתי תלויים) המשפיעים עליו.

□ מודלים אלו מכונים מודלים אקונומטריים.

□ בניית מודלים מתמטיים הקושרים את המשתנה התלוי לגורם הזמן בלבד.

□ מודלים אלו מכונים מודלים של סדרות זמן.

שיטת דלפי

1. כל מומחה מתבקש להעריך מספרית את התופעה שיש לחזות (למשל, רמת מכירות צפויה).
2. המרכז מעבד סטטיסטית את התשובות ומחשב את החציון ושני הרבעונים המרכזיים.
3. המרכז מעביר לכל מומחה את ערכי החציון ושני הרבעונים המרכזיים, וכן את הערכים שצוינו ע"י שאר המומחים.
4. כל מומחה מתבקש לבצע הערכה מחדש. אם הערכה אינה בתחום הבין-רבעוני, יש לנמק מדוע.
5. המרכז מחשב את החציון ושני הרבעונים המרכזיים החדשים.
6. המרכז מעביר לכל מומחה את הערכים שחושבו בסעיף 3, יחד עם רשימת הסיבות של חברי הצוות שהיו מחוץ לתחום הבין-רבעוני.

שיטת דלפי

- יש לחזור על סעיפים 3-6 כארבע פעמים.
- במהלך התהליך, לרוב תהייה התכנסות.
- בסוף התהליך נחשב את החציון ואת שני הרבעונים.
- אלו יהוו את התשובה הסופית.

שיטות חיזוי אובייקטיביות

□ קיימות שתי קבוצות עיקריות של שיטות חיזוי אובייקטיביות.

□ בניית מודלים מתמטיים המסבירים את התנהגות המשתנה הנחקר (התלוי) כפונקציה של המשתנים האחרים (הבלתי תלויים) המשפיעים עליו.

□ מודלים אלו מכונים מודלים אקונומטריים.

□ בניית מודלים מתמטיים הקושרים את המשתנה התלוי לגורם הזמן בלבד.

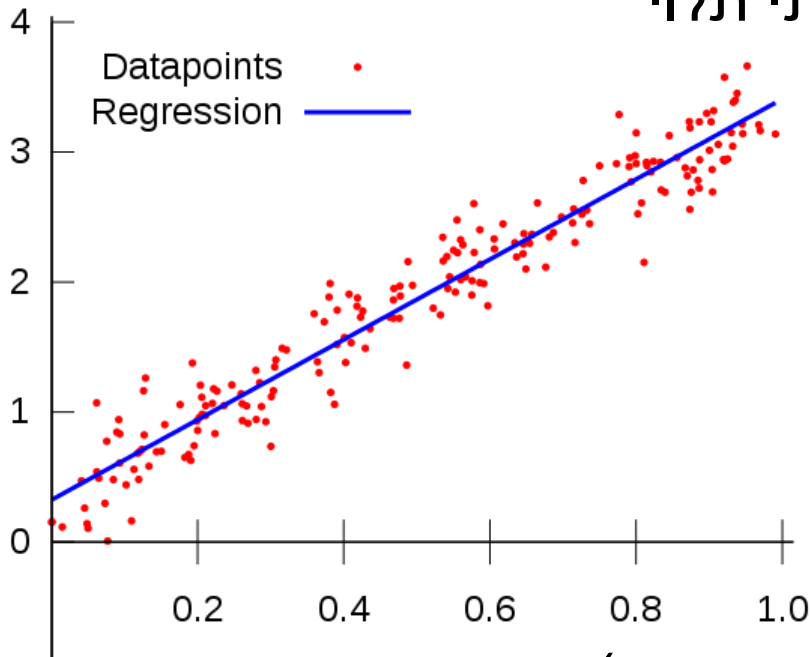
□ מודלים אלו מכונים מודלים של סדרות זמן.

מודלים אקונומטריים

- כאמור, מדובר בניית מודלים מתמטיים המסבירים את התנהגות המשתנה הנחקר (התלוי) כפונקציה של המשתנים האחרים (הבלתי תלויים) המשפיעים עליו.
- הקשר בין המשתנה התלוי ולמשתנים הבלתי תלויים יכול להיות קשר לינארי או לא לינארי.
- אנו נעסוק במודל לינארי בלבד.

רגרסיה לינארית

□ הקשר הלינארי בין המשתנה התלוי לבלתי תלוי



$$y = a_0 + a_1 \cdot x_1$$

□ כאשר:

□ y - ערך המשתנה התלוי (לדוגמה, ביקוש)

□ a_0 - מקדם חופשי

□ x_1 - ערך המשתנה הבלתי תלוי (לדוגמה, מחיר)

□ a_1 - המשקל היחסי של המשתנה הבלתי תלוי x_1

רגרסיה לינארית

- בכדי לקבוע את הקשר בין x_0 ל- y , יש לקבוע את ערכי הפרמטרים a_0 ו- a_1 .
- מכוון שהמשוואה $y = a_0 + a_1 \cdot x_1$ הינה משוואת קו ישר, נהוג לקבוע את הפרמטרים כך שסכום ריבועי המרחקים שבין הקו לבין הנקודות הנתונות יהיה מינימאלי.
- את מידת ההתאמה של הקו לנקודות נהוג לבחון בשתי צורות:
 - בעזרת מקדם הקורלציה - R .
 - בעזרת מקדם הקורלציה בריבוע - R^2 . מדד זה מציין מהו אחוז הפיזור של y המוסבר באמצעות משוואת הריגרסייה.

רגרסיה לינארית – שיטת הריבועים הפוחתים

□ את הערכים של a_0 ו- a_1 אומדים, מתוך מדגם, באמצעות שיטת הריבועים הפוחתים, כלומר אנו מחפשים מעוניינים למצוא a_0 ו- a_1 אשר עבורם סכום הריבועים $\sum_{i=1}^n (y_i - (a_0 + a_1 x_i))^2$ הוא הנמוך ביותר.

□ ניתן להראות שהמקדמים הם:

$$a_1 = \frac{COV(XY)}{\sigma_x^2} = \frac{\frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{n}}{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}} = \frac{\sum (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sum (x_i - \bar{X})^2}$$

$$a_0 = \bar{Y} - a_1 \bar{X} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum x_i^2 - n \bar{X}^2}$$

רגרסיה לינארית – שיטת הריבועים הפוחתים

□ נאספו הנתונים הבאים, המציינים את כמות הכסף שהושקעה בפירוסמת (x) למוצר מסויים, וסכום המכירות באלפי שקלים (y) של אותו מוצע באותו השבוע.

x	y
1	20
2	20
3	24
4	22
5	30

□ נחשב את קו הרגרסייה על סמך הנתונים הנ"ל.

רגרסיה לינארית – שיטת הריבועים הפוחתים

x	y	$x_i - \bar{X}$	$y_i - \bar{Y}$
1	20	-2	-3.2
2	20	-1	-3.2
3	24	0	0.8
4	22	1	-1.2
5	30	2	6.8

$$a_1 = \frac{\sum(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sum(x_i - \bar{X})^2} = \frac{22}{10} = 2.2$$

$$a_0 = \bar{Y} - a_1\bar{X} = 23.2 - 2.2 \times 3 = 16.6$$

$$y = 16.6 + 2.2x$$

רגרסיה לינארית

מס' תקופה	2013	מס' תקופה	2012	מס' תקופה	2011	מס' תקופה	2010	חודש/שנה
37	528.1	25	495.8	13	430.6	1	398.8	ינואר
38	597.4	26	586.4	14	466.2	2	432.9	פברואר
39	805.6	27	824.3	15	733.9	3	647.6	מרס
40	994.4	28	872.1	16	929	4	833.8	אפריל
		29	815.6	17	784.7	5	698.5	מאי
		30	630.2	18	596.8	6	550.5	יוני
		31	834.1	19	934.9	7	771.5	יולי
		32	991.4	20	1054.3	8	940.9	אוגוסט
		33	749.3	21	654.8	9	592.7	ספטמבר
		34	804.3	22	903.7	10	738.6	אוקטובר
		35	631.7	23	567.2	11	524.2	נובמבר
		36	575.6	24	533.7	12	521.8	דצמבר
		8811.3		8589.5		7681.8		סה"כ
		734.3		715.8		637.7		ממוצע חודשי

רגרסיה לינארית

- ←
- Info
- New
- Open
- Save
- Save As
- History
- Print
- Share
- Export
- Publish
- Close
- Account
- Feedback
- Options
- Add-ins ▾

Excel Options

View and manage Microsoft Office Add-ins.

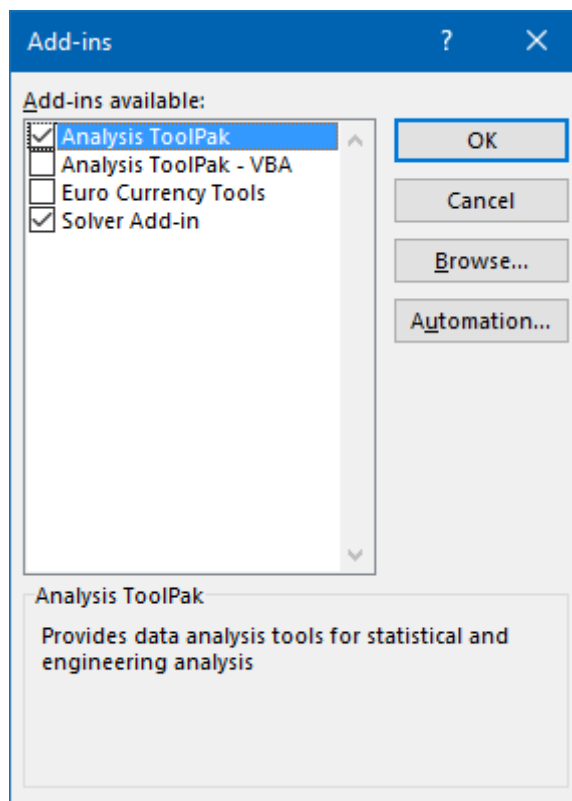
Add-ins

Name ^	Location	Type
Active Application Add-ins		
Analysis ToolPak	C:\...ffice16\Library\Analysis\ANALYS32.XLL	Excel Add-in
PDF-XChange 5.0 Office COM Plugin	C:\...F-XChange 5\PXCOOfficeAddin5x64.dll	COM Add-in
Solver Add-in	C:\...ffice16\Library\SOLVER\SOLVER.XLAM	Excel Add-in
Team Foundation Add-in	C:\...ion Server\15.0\x64\TFSOfficeAdd-in.dll	COM Add-in
Inactive Application Add-ins		
Analysis ToolPak - VBA	C:\...e16\Library\Analysis\ATPVBAEN.XLAM	Excel Add-in
Date (XML)	C:\...Microsoft Shared\Smart Tag\MOFL.DLL	Action
Euro Currency Tools	C:\...ot\Office16\Library\EUROTOOL.XLAM	Excel Add-in
Inquire	C:\...oft Office\Office16\DCF\NativeShim.dll	COM Add-in
Microsoft Actions Pane 3		XML Expansion Pack
Microsoft Power Map for Excel	C:\... Excel Add-in\EXCELPLUGINSHELL.DLL	COM Add-in
Microsoft Power Pivot for Excel	C:\...Add-in\PowerPivotExcelClientAddIn.dll	COM Add-in
Microsoft Power View for Excel	C:\... Add-in\AdHocReportingExcelClient.dll	COM Add-in
Document Related Add-ins		
<i>No Document Related Add-ins</i>		
Add-in:	Analysis ToolPak	
Publisher:	Microsoft Corporation	
Compatibility:	No compatibility information available	
Location:	C:\Program Files\Microsoft Office\root\Office16\Library\Analysis\ANALYS32.XLL	
Description:	Provides data analysis tools for statistical and engineering analysis	

Manage: Excel Add-ins Go...

OK Cancel

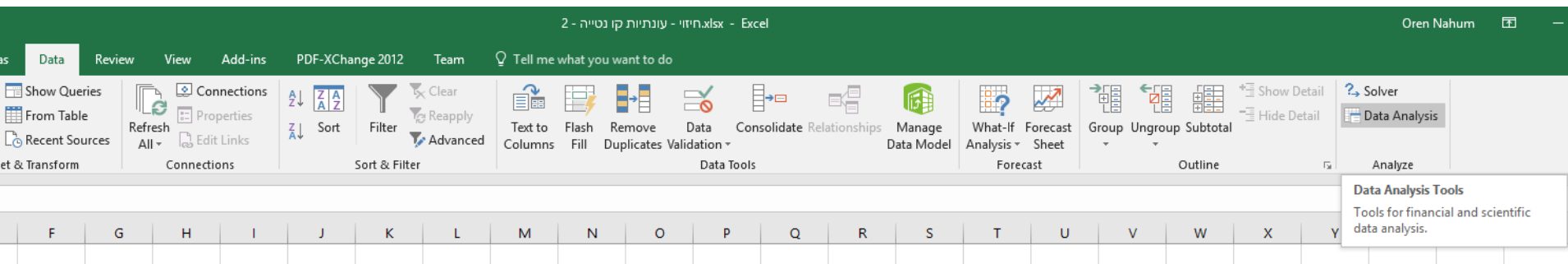
רגרסיה לינארית



רגרסיה לינארית

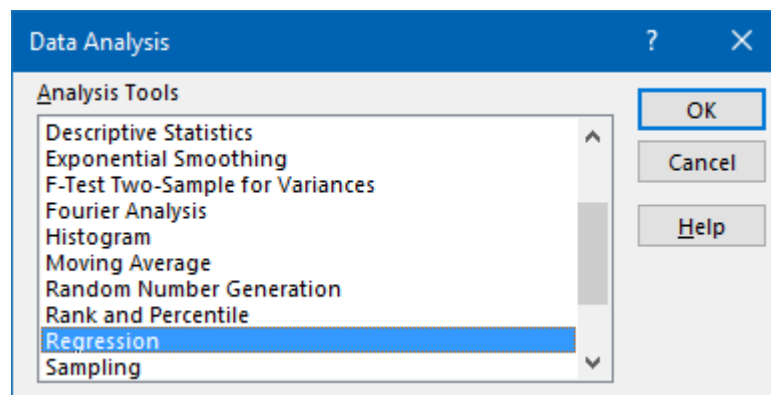
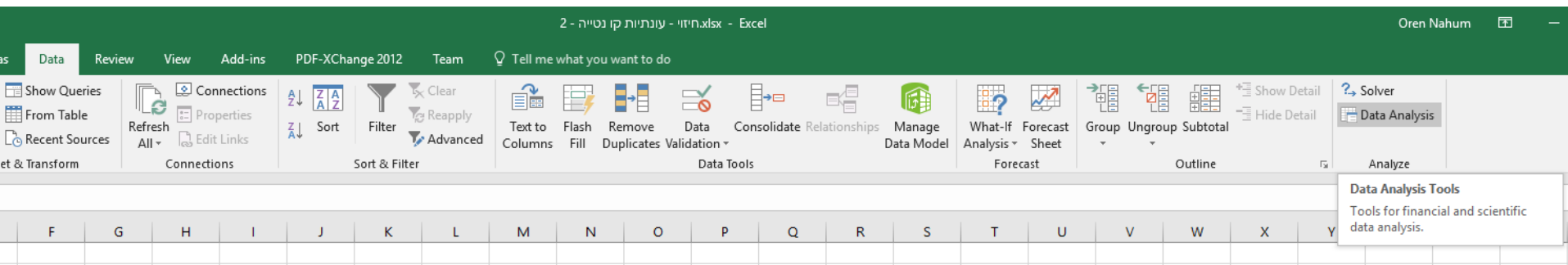
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	מס' תקופה	נתוני אמת						
2	1	398.8						
3	2	432.9						
4	3	647.6						
5	4	833.8						
6	5	698.5						
7	6	550.5						
8	7	771.5						
9	8	940.9						
10	9	592.7						
11	10	738.6						
12	11	524.2						
13	12	521.8						
14	13	430.6						
15	14	466.2						
16	15	722.0						

רגרסיה לינארית



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the 'Data' tab selected. The ribbon includes groups for 'Connections', 'Sort & Filter', 'Data Tools', 'Forecast', and 'Outline'. The 'Data Analysis' group is expanded, showing a tooltip for 'Data Analysis Tools' which states: 'Tools for financial and scientific data analysis.' The background shows a grid of columns labeled F through Y.

רגרסיה לינארית



רגרסיה לינארית

Regression

Input

Input Y Range:

Input X Range:

Labels Constant is Zero

Confidence Level: %

Output options

Output Range:

New Worksheet Ply:

New Workbook

Residuals

Residuals Residual Plots

Standardized Residuals Line Fit Plots

Normal Probability

Normal Probability Plots

OK

Cancel

Help

רגרסיה לינארית

2 - עונתיות קו נטייה - Excel | Oren Nahum

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Add-ins PDF-XChange 2012 Team Tell me what you want to do

From Access From Web From Text From Other Sources Existing Connections New Query From Table Recent Sources Show Queries Refresh All Properties Edit Links Connections Sort Filter Clear Reapply Advanced Text to Columns Flash Fill Remove Duplicates Validation Data Tools Consolidate Relationships Manage Data Model What-If Analysis Forecast Sheet Group Ungroup Subtotal Outline Analyze Solver Data Analysis

G2 SUMMARY OUTPUT

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	מס' תקופה	נתוני אמת					SUMMARY OUTPUT								
2	1	398.8					Regression Statistics								
3	2	432.9					Multiple R	0.258106							
4	3	647.6					R Square	0.066619							
5	4	833.8					Adjusted R Square	0.042056							
6	5	698.5					Standard Error	171.9837							
7	6	550.5					Observations	40							
8	7	771.5					ANOVA								
9	8	940.9						df	SS	MS	F	Significance F			
10	9	592.7					Regression	1	80222.49	80222.49	2.712199	0.10783			
11	10	738.6					Residual	38	1123979	29578.4					
12	11	524.2					Total	39	1204202						
13	12	521.8						Coefficient	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
14	13	430.6					Intercept	619.9162	55.42204	11.18537	1.39E-13	507.7201	732.1122	507.7201	732.1122
15	14	466.2					מס' תקופה	3.879578	2.35572	1.646875	0.10783	-0.88933	8.648484	-0.88933	8.648484
16	15	733.9													
17	16	929													
18	17	784.7													
19	18	596.8													
20	19	934.9													
21	20	1054.3													
22	21	654.8													
23	22	903.7													
24	23	567.2													
25	24	533.7													
26	25	495.8													
27	26	586.4													
28	27	824.3													
29	28	872.1													
30	29	815.6													
31	30	630.2													
32	31	834.1													
33	32	991.4													
34	33	749.3													
35	34	804.3													
36	35	631.7													
37	36	575.6													
38	37	528.1													

Sheet2 Sheet1

Average: 81344.74186 Count: 57 Sum: 2521696.998

רגרסיה לינארית

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.269180113
R Square	0.072457933
Adjusted R Square	0.045177284
Standard Error	170.5087945
Observations	36

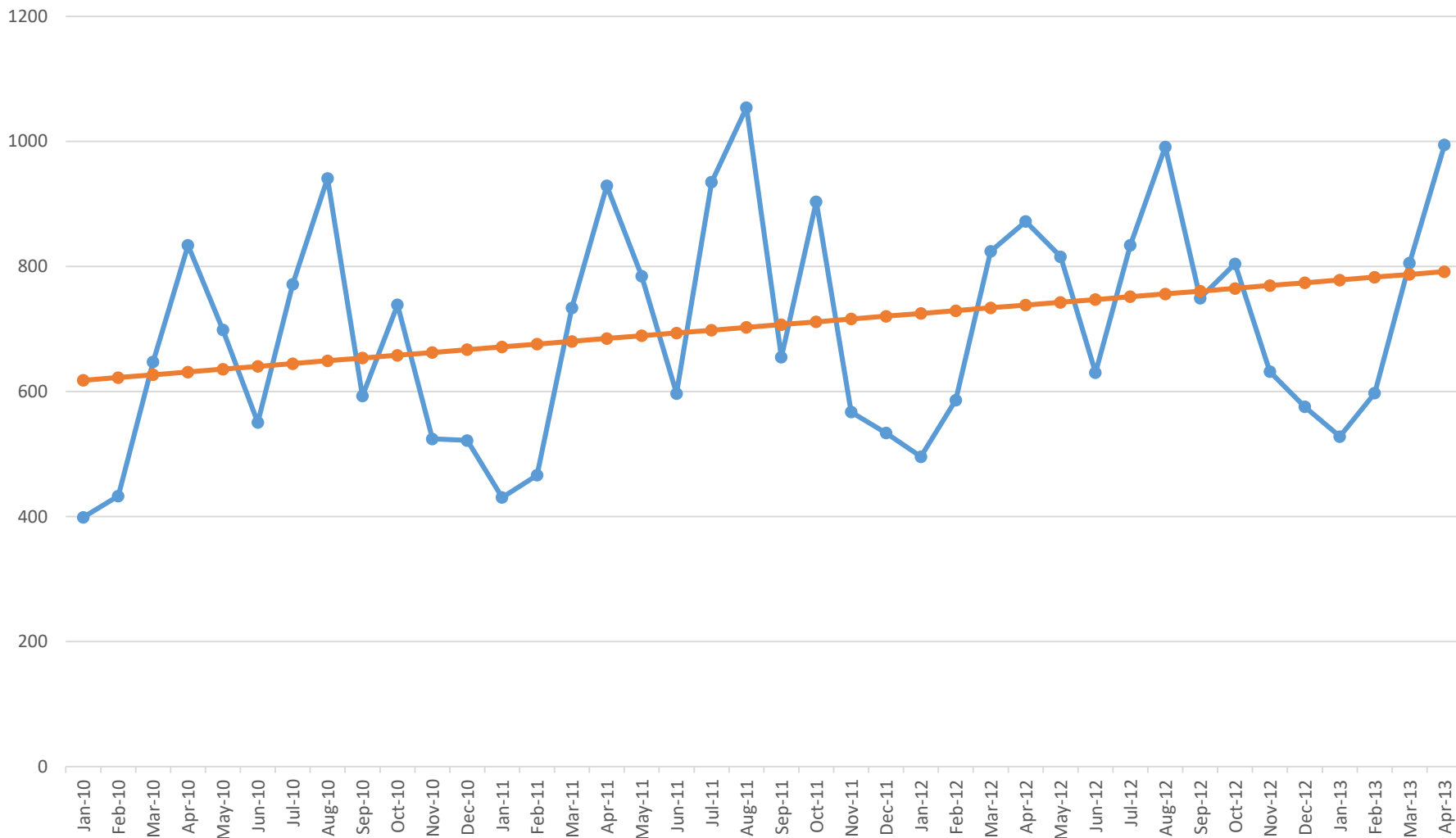
ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	77219.11355	77219.11	2.656019405	0.112389915
Residual	34	988490.4664	29073.25		
Total	35	1065709.58			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	613.4219048	58.04140802	10.56869	2.777E-12	495.467572	731.3762375	495.467572	731.3762375
מס' תקופה	4.458275418	2.735591669	1.62973	0.112389915	-1.101115731	10.01766657	-1.101115731	10.01766657

$$y = 613.4 + x \cdot 4.45$$

רגרסיה לינארית



מודלים של סדרות זמן

□ כאשר מדברים על סדרות זמן, ניתן להבחין בארבעה מרכיבים עיקריים במודלים אלו:

□ **נטייה** – הכיוון הכללי של התופעה

□ **תנודות עונתיות** – תנודות החוזרות על עצמן בכל פרק זמן (יום, שבוע, חודש, שנה וכו')

□ **תנודות מחזוריות** – תנודות החוזרות על עצמן כל מס' שנים (שפל וגאות כלכליים)

□ **תנודות אקראיות** – תנודות שאינן עונתיות ואינן מחזוריות, ושלא ניתן לנבא אותן (שינוי במזג האוויר, שריפה וכו')

מודלים של סדרות זמן

□ אנו נעסוק במרכיבי הנטייה והעונתיות (מקובלים בעת ביצוע חיזוי בארגונים).

□ הגישה המקובלת היא לנתח בנפרד את הנטייה ואת העונתיות, ואח"כ לאחד אותם.

□ כלומר: $F = y \times s$

□ F – הערך החזוי

□ y – הערך החזוי על סמך הנטייה בלבד

□ s – גורם העונתיות. ערכו נע סביב הערך 1, כאשר $s > 1$ משמעו עונה חזקה ו- $s < 1$ משמעו עונה חלשה.

חישוב הנטייה – חלוקה לקבוצות

□ חישוב הנטייה על פי חלוקה לקבוצות נעשה באופן הבא:

□ חלוקת התקופה, עליה קיימים נתונים, לשתי תקופות בעלות אורך זמן שווה.

□ חישוב הערך הממוצע לכל קבוצה וייחוסו לאמצע הקבוצה.

□ העברת קו בין שתי הנקודות שחושבו.

□ דוגמה מספרית – התקופה שבין ינואר 2010 לדצמבר 2012 תחולק לשתי קבוצות באופן הבא:

קבוצה	תחום תקופות	מיוחס לתקופה 'מס'	ממוצע תקופתי
1	1-18	9	644.1
2	19-36	27	747.8

חישוב הנטייה – חלוקה לקבוצות

□ על מנת לקבל את הערכים עבור שאר הנקודות אפשר להשתמש במשוואת הקו הישר:

$$y_t = (t - t_A) \frac{R_A - R_B}{t_A - t_B} + R_A$$

□ כאשר:

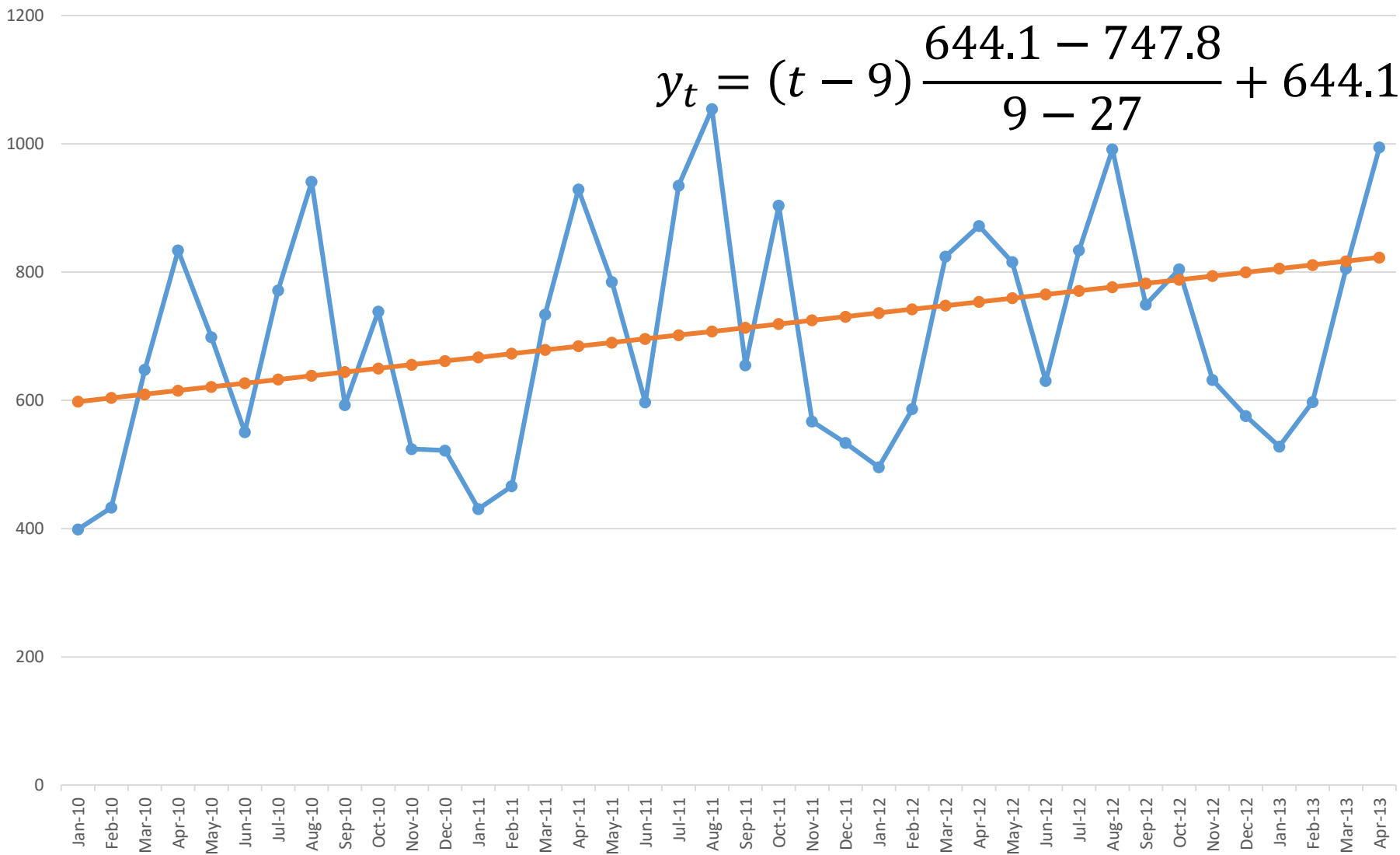
□ t - מס' התקופה

□ y_t - הביקוש בתקופה t

□ R_A, R_B - הערך הממוצע של הקבוצה הראשונה (A) ושל הקבוצה השנייה (B)

□ t_A, t_B - מס' התקופה המשויכת של הקבוצה הראשונה (A) ושל הקבוצה השנייה (B)

חישוב הנטייה – חלוקה לקבוצות



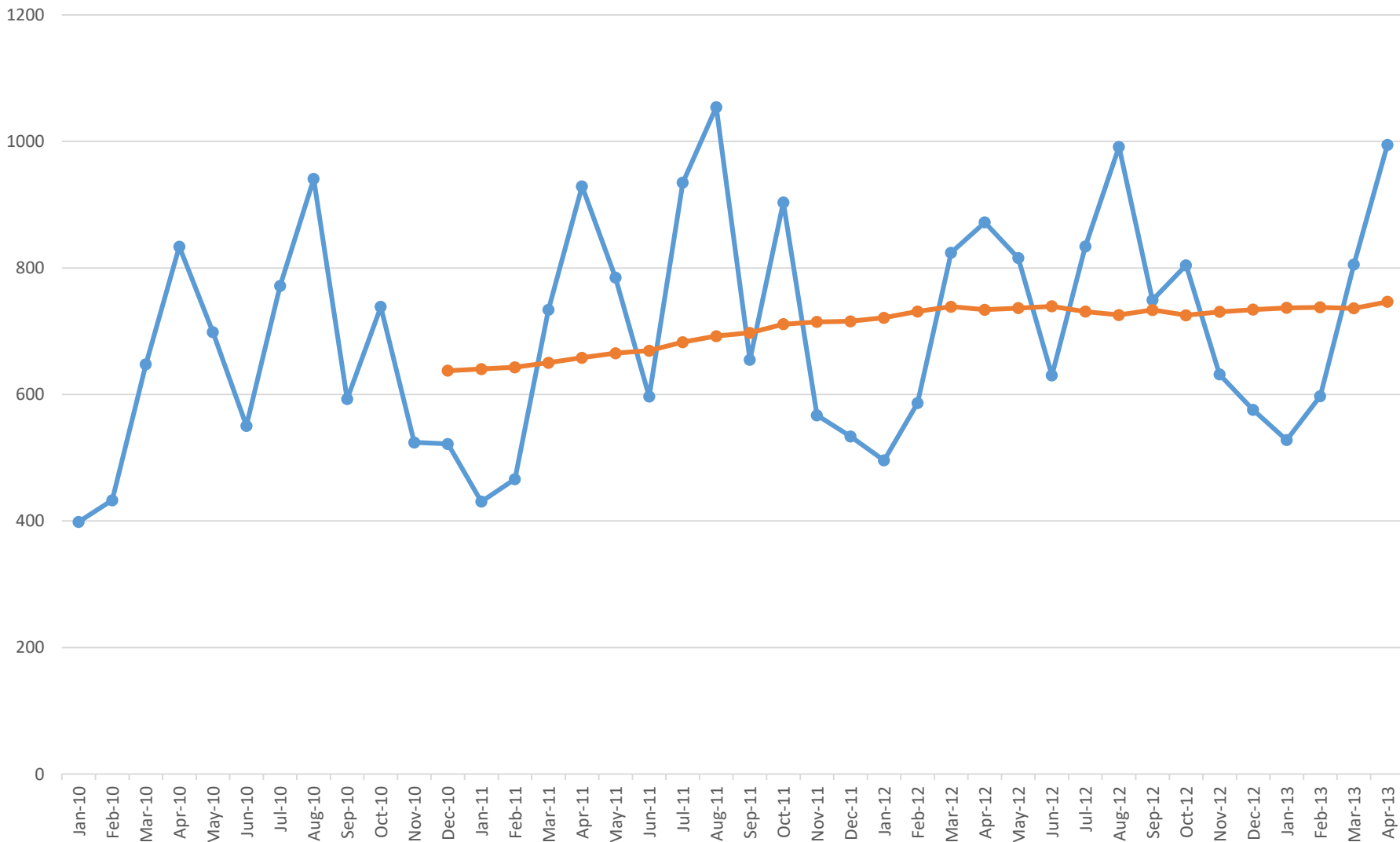
חישוב הנטייה – ממוצע נע

- ממוצע נע הינו ממוצע שמתבצע על x התקופות האחרונות בלבד. כלומר, בכל פעם שמתווספת תקופה, מוסיפים אותה לחישוב הממוצע, אבל, במקביל, מורידים את התקופה הראשונה (המרוחקת).
- מקובל לבצע ממוצע נע בטווח של 12 חודשים, על מנת "לבטל" את מרכיב העונתיות.
- מתמטית, נחשב את הממוצע הנע באופן הבא:

$$y_t = \frac{\sum_{i=n-\bar{n}}^n R_i}{\bar{n}}$$

- כאשר, n הן מספר התקופות עליהן יש לנו מידע, R_t הינו המידע על תקופה t , ואילו \bar{n} הן מספר הקבוצות לחישוב הממוצע הנע.

חישוב הנטייה – ממוצע נע



חישוב הנטייה – ממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי

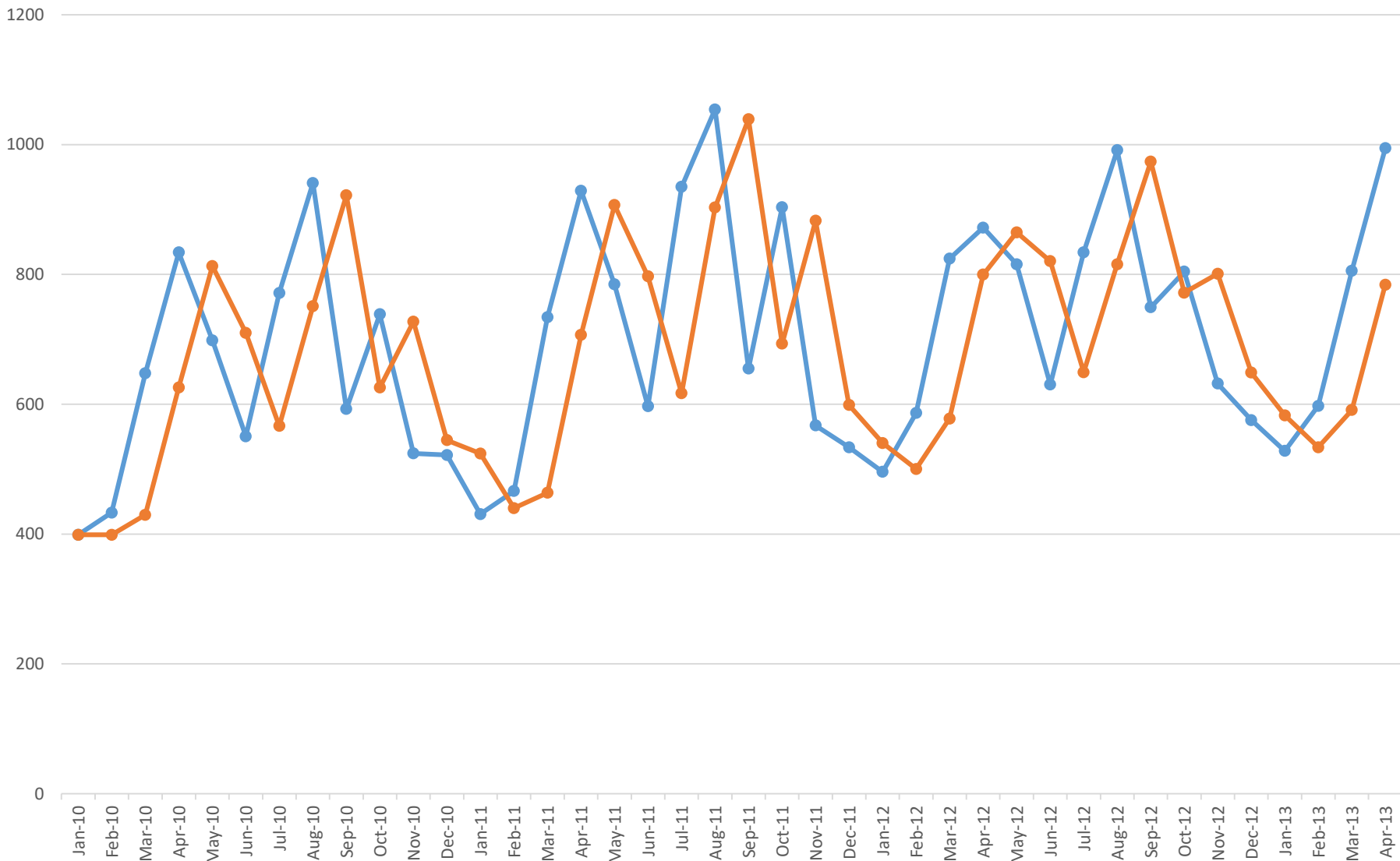
- בממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי אנו משתמשים בנתוני כל התקופות, אולם משקל כל תקופה פוחת באופן חזקתי.
- ישנן שתי נוסחאות מקובלות לחישוב ממוצע זה:

$$y_t = y_{t-1} + a(R_{t-1} - y_{t-1})$$

$$y_t = aR_{t-1} + (1 - a)y_{t-1}$$

- בנוסחאות אלו, a הוא מקדם ההחלקה, שערכיו בתחום $0 \leq a \leq 1$.
- כמו כן, בכדי לחשב את y_t (החיזוי העתידי המחושב), צריך לדעת את הערכים של y_{t-1} (החיזוי הנוכחי), R_{t-1} (הביקוש הנוכחי) ו- a בלבד.
- ההנחה עבור התקופה $t = 1$ היא ש- $y_1 = R_1$, כלומר הערך החזוי עבור התקופה הראשונה שווה לביקוש בתקופה הראשונה.

חישוב הנטייה – ממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי



חישוב הנטייה – ממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי

□ כפי שניתן לראות בגרף, כאשר קיימת נטייה בנתונים, הערכים המחושבים מפגרים אחר הנתונים, הן עבור הממוצע הנע והן עבור הממוצע הנע אקספוננציאלי.

□ בכדי לפצות על הפיגור, מקובל להוסיף את הנטייה עבור הממוצע הנע אקספוננציאלי בעזרת הנוסחה:

$$D_t = b(y_t - y_{t-1}) + (1 - b)D_{t-1}$$

□ כאשר:

□ D_t - תוספת הנטייה. מספר היחידות שיש להוסיף, או להחסיר, לחישוב ערך הממוצע הנע אקספוננציאלי.

□ b - מקדם הנטייה, $0 \leq b \leq 1$, המצין את המשקל היחסי של העבר הקרוב לעומת העבר הרחוק.

חישוב הנטייה – ממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי

□ בהתאם לכך, הערך המתוקן של הממוצע יחושב כך:

$$yC_t = y_t + D_t$$

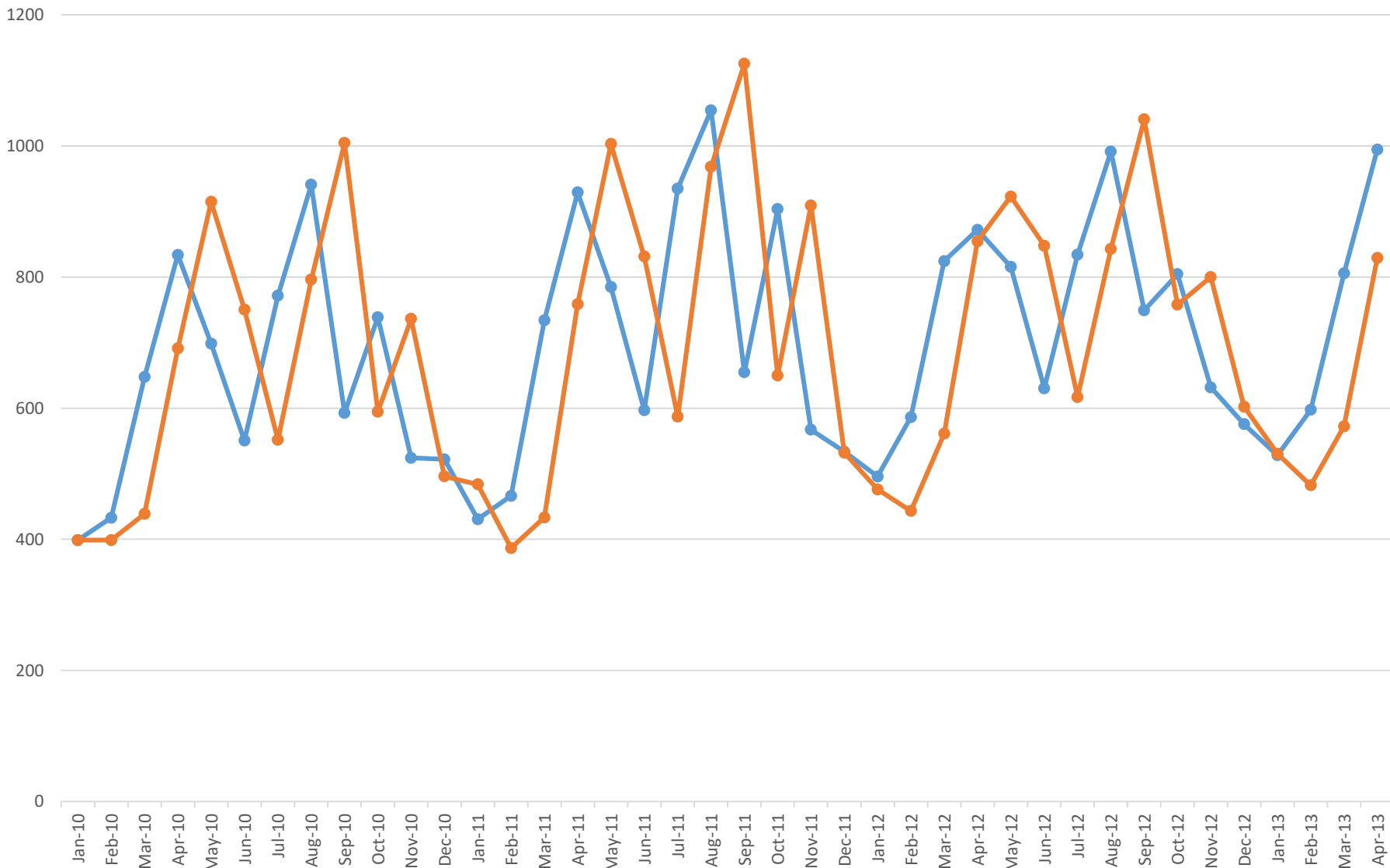
□ כאשר yC_t הוא הערך המחושב עבור הממוצע הנע אקספוננציאלי, בהתחשב בתוספת הנטייה

□ אם מעוניינים בערך החזוי n תקופות קדימה, ניתן להשתמש בנוסחא:

$$yC_{t+n} = y_t + D_t(n + 1)$$

□ מקובל להניח שתוספת הנטייה עבור התקופה הראשונה המחושבת היא 0.

חישוב הנטייה – ממוצע נע משוקלל אקספוננציאלי



חישוב העונתיות

□ גורם העונתיות (אינדקס העונתיות), S , מציין באיזו מידה העונה המדוברת חזקה או חלשה.

□ $S > 1$ – עונה חזקה

□ $S < 1$ – עונה חלשה

□ קיימות מספר שיטות לחישוב גורם העונתיות:

□ בהתבסס על הסטיות מהמוצע השנתי

□ בהתבסס על הסטייה מקו הנטייה

□ בהתבסס על שקלול אקספוננציאלי

חישוב העונתיות – בהתחשב בממוצע השנתי

□ תחילה מחשבים את גורם העונתיות עבור על התקופות הנתונות על סמך הנוסחא:

$$S_{ij} = \frac{R_{ij}}{\bar{R}_i}$$

□ כאשר:

□ S_{ij} - גורם העונתיות המחושב לעונה j בשנה i

□ R_{ij} - הביקוש הריאלי בעונה j בשנה i

□ \bar{R}_i - הביקוש הממוצע בשנה i

חישוב העונתיות – בהתחשב בממוצע השנתי

□ הממוצע של גורם העונתיות, \bar{S}_j , עבור עונה j , כאשר ישנם נתונים עבור k שנים, מחושב בהתאם לנוסחא:

$$\bar{S}_j = \frac{\sum_{i=1}^k S_{ij}}{k}$$

ממוצע	2012	2011	2010	חודש / שנה
0.634	0.675	0.602	0.625	1
0.710	0.799	0.651	0.679	2
1.055	1.123	1.025	1.016	3
1.264	1.188	1.298	1.308	4
1.101	1.111	1.096	1.095	5
0.852	0.858	0.834	0.863	6
1.217	1.136	1.306	1.210	7
1.433	1.350	1.473	1.476	8
0.955	1.021	0.915	0.930	9
1.172	1.095	1.262	1.158	10
0.825	0.860	0.792	0.822	11
0.783	0.784	0.746	0.818	12

חישוב העונתיות – בהתחשב בממוצע השנתי

□ בכדי להשתמש בגורם העונתיות, המתייחס לממוצע השנתי, יש:

□ לחזות את הצריכה החודשית הממוצעת לשנה הבאה

□ להכפיל את הערך הזה בגורם העונתיות

□ לדוגמה:

□ נחשב את ממוצע הצריכה החודשית בכל אחת מהשנים –

$$\bar{R}_3 = 734.3, \bar{R}_2 = 715.8, \bar{R}_1 = 637.7$$

□ נמצא את הצריכה החודשית המוצעת החזויה, למשל בעזרת רגרסיה:

$$\bar{y}_t = 599.3 + 48.3t$$

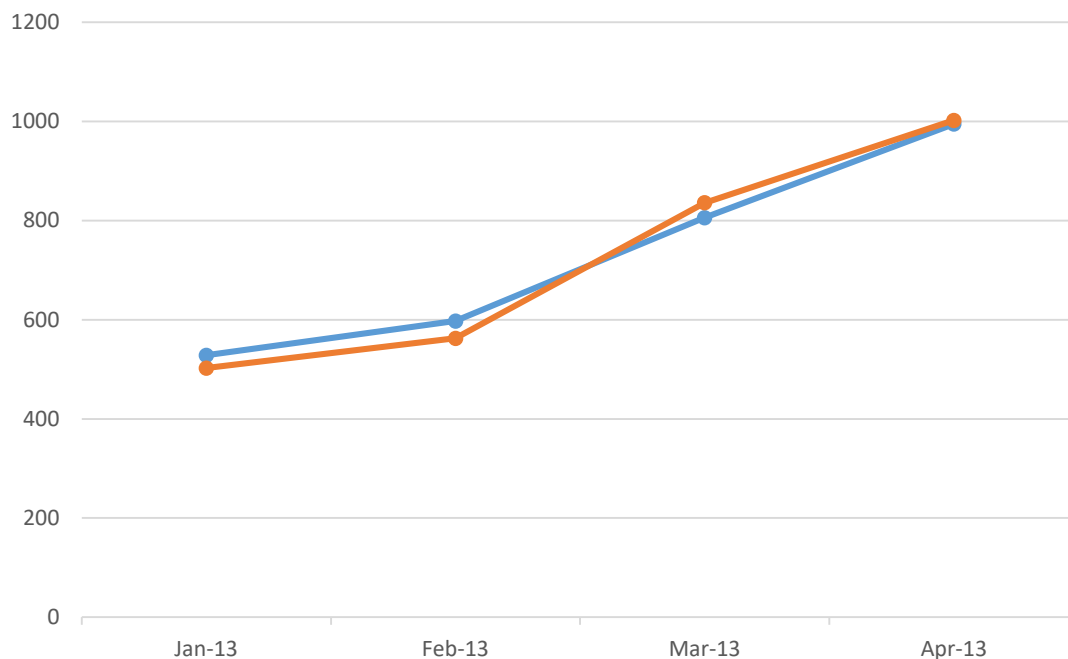
□ בהתאם לכך, הצריכה החודשית הממוצעת לשנת 2013 היא:

$$599.3 + 48.3 \times 4 = 792.5$$

חישוב העונתיות – בהתחשב במוצע השנתי

☐ כעט, עבור כל חודש נחזה, נכפיל את הצריכה החודשית הממוצעת החזויה בגורם העונתי.

☐ למשל, עבור חודש אפריל 2013, הערך החזוי, 792.5 כפול גורם העונתיים 1.264, נותן לנו 1002.



חישוב העונתיות – בהתחשב בקו הנטייה

□ תחילה מחשבים את גורם העונתיות עבור על התקופות הנתונות על סמך הנוסחה:

$$S_{ij} = \frac{R_{ij}}{y_{ij}}$$

□ כאשר:

□ y_{ij} - הביקוש המחושב לעונה j בשנה i בהתאם למודל הנטייה

חישוב העונתיות – בהתחשב בקו הנטייה

□ בעזרת נוסחת הרגרסיה קיבלנו את הנתונים הבאים:

ממוצע	2012	2011	2010	חודש / שנה
0.657	0.684	0.641	0.645	1
0.730	0.804	0.690	0.696	2
1.078	1.123	1.079	1.033	3
1.286	1.181	1.357	1.321	4
1.112	1.098	1.139	1.099	5
0.855	0.843	0.860	0.860	6
1.215	1.110	1.339	1.197	7
1.420	1.311	1.501	1.450	8
0.939	0.985	0.926	0.907	9
1.148	1.051	1.270	1.122	10
0.802	0.821	0.792	0.791	11
0.756	0.744	0.741	0.782	12

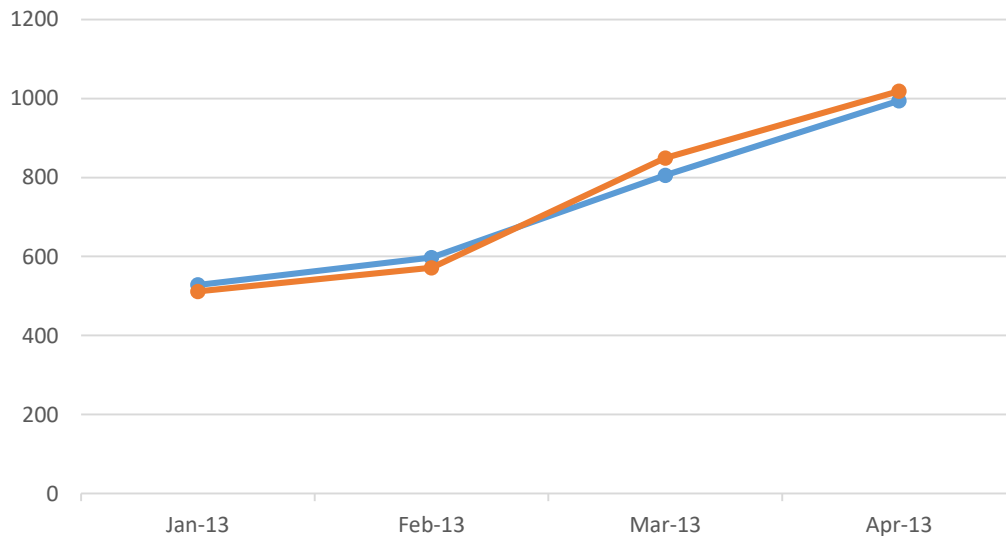
חישוב העונתיות – בהתחשב בקו הנטייה

□ לצורך החיזוי, נשתמש בנטייה בכדי לחשב את הערך החזוי ונכפיל את הערך המתקבל בגורם העונתיות.

□ בדוגמה שלנו, נניח שאנו רוצים לחזות את הערך של תקופה 39 (מרס 2013). נשתמש בנוסחת הרגרסיה,

$$y_{39} = 613.42 + 4.458 \times 39 = 787.3$$

את התוצאה נכפיל בגורם העונתיות ונקבל: $F_{39} = 787.3 \times 1.078 = 848.7$



חישוב העונתיות – ממוצע נע אקספוננציאלית

□ החישוב נעשה בעזרת הנוסחא:

$$S_{t+L} = C \frac{R_t}{yC_t} + (1 + C)S_t$$

□ כאשר:

□ L – מספר התקופות. למשל, אם מדובר על חודש, $L = 12$

□ S_{t+L} – גורם העונתיות עבור התקופה $t + L$

□ C – מקדם העונתיות, $0 \leq C \leq 1$

□ S_t – גורם העונתיות של התקופה המקבילה בשנה הקודמת

□ yC_t – הערך החזוי בתוספת תיקון הנטייה

חישוב העונתיות – ממוצע נע אקספוננציאלית

□ כאמור, $S_t = \frac{R_t}{y_t}$ (גורם העונתיות שווה לדרישה בפועל חלקי הדרישה החזויה)

□ נחשב את התחזית עבור אפריל 2013 (תקופה מס' 40)

□ בעזרת הממוצע הנע אקספוננציאלית מצאנו $y_{28} = 799.6$ כאשר $R_{28} = 872.1$, ולכן $S_{28} = \frac{872.1}{799.6} = 1.09$

□ נניח שמקדם העונתיות הוא $C = 0.35$

□ גורם העונתיות עבור חודש אפריל 2013 יחושב באופן הבא:

$$S_{40} = C \frac{R_{28}}{yC_{28}} + (1 - C)S_{28} = 0.35 \frac{872.1}{854.6} + (1 - 0.35)1.09 = 1.07$$

□ כעת יש להכפיל את הערך החזוי ע"י הממוצע הנע אקספוננציאלית בגורם העונתיות: $828.97 \times 1.07 = 886.9979$

השוואת מודלים של חיזוי

- מאחר ואין אנו יכולים לדעת מהו מודל החיזוי המתאים, יש לנסות מספר מודלים, להשוות בניהם ולבחור את הטוב ביותר.
- ההשוואה מבוססת על ניתוח הסטיות שבין הערכים החזויים לערכים הראליים.
- מקובל להשתמש בשתי שיטות ליצירת אוכלוסיית הסטיות שעליהן מתבססת ההשוואה:
- התאמת המודל לכל הערכים הקיימים ויצירת אוכלוסיית סטיות, המבוססת על ההפרש שבין הערך המחושב לנתונים האמתיים
- התאמת המודל לרוב הערכים הקיימים, מלבד מס' תקופות אחרונות (התקופה הנבחנת), ובניית אוכלוסיית הסטיות לגבי קבוצה זו בלבד.

השוואת מודלים של חיזוי - MAD

Mean Absolute Deviation

מדד זה מחשב את ממוצע הערכים האבסולוטיים של הסטיות

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |R_i - F_i|}{n}$$

R_i - הערך בפועל

F_i - הערך הצפוי

n - מספר הנתונים

השוואת מודלים של חיזוי – סטיית תקן של סטיות

□ לצורך חישוב פרמטר זה, יש לחשב תחילה את אוכלוסיית הסטיות, כלומר

$$Dev_i = R_i - F_i$$

□ נחשב את סטיית התקן של הסטיות באופן הבא:

$$\sigma_{Dev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Dev_i - \overline{Dev})^2}{n - 1}}$$

□ כאשר:

□ σ_{Dev} - סטיית התקן של אוכלוסיית הסטיות

□ \overline{Dev} - הסטייה הממוצעת בין הערך המחושב לערך הראלי

□ מכוון שנמצא, שברוב המקרים, אוכלוסיית הסטיות מתפלגת נורמאלית,

הרי ש: $\sigma_{Dev} = 1.25 \times MAD$

השוואת מודלים של חיזוי – סטיית יחסית ממוצעת

□ הסטייה היחסית הממוצעת של החיזוי מחושבת באופן הבא:

$$MRD = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|R_i - F_i|}{R_i} \right)}{n}$$