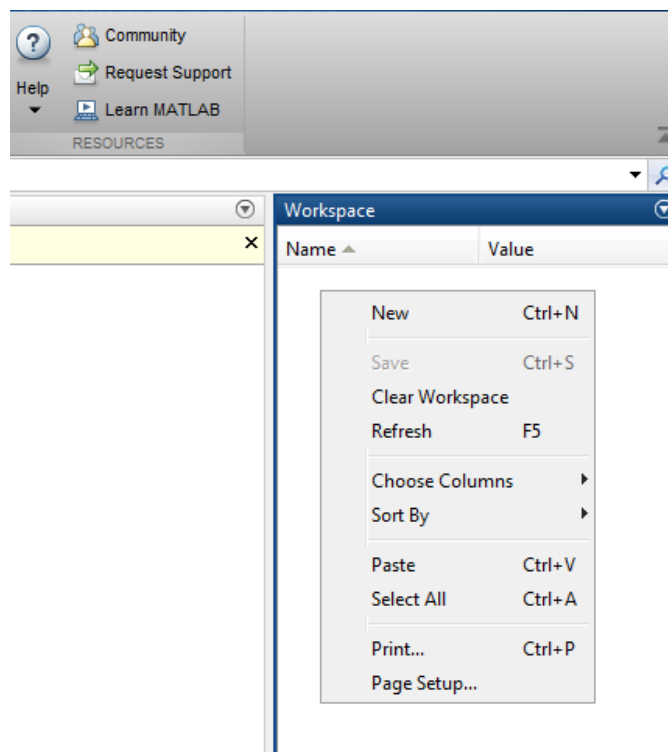
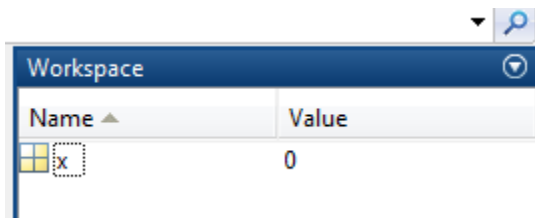


התאמת קו מגמה לנתונים ניסיוניים בעזרת MATLAB

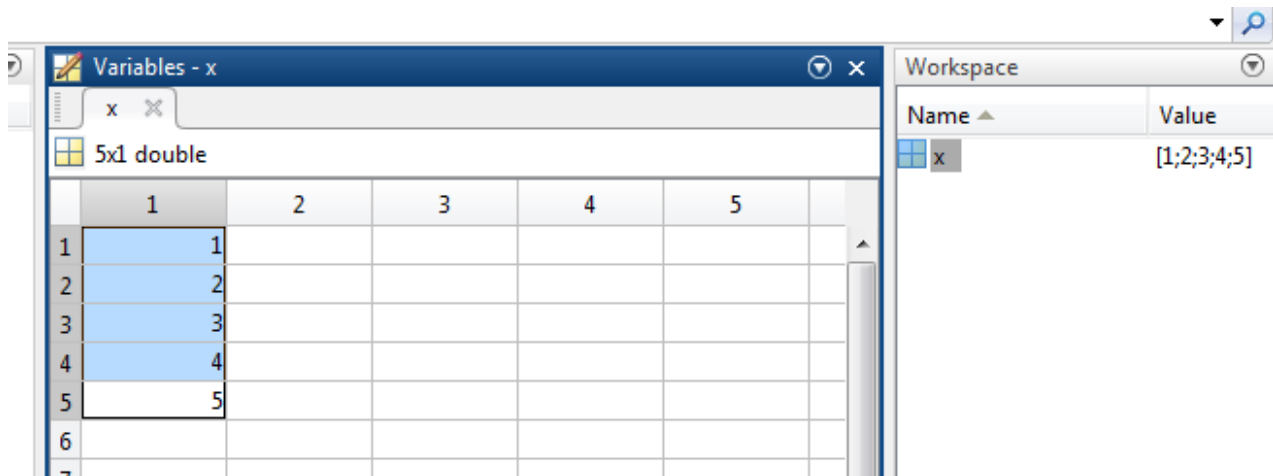
המטרה: להתאים קו מגמה ליניארי לנתונים שהתקבלו מהניסוי, למצוא את המקדמים וכן את השגיאות במקדמים.

הוראות ביצוע:

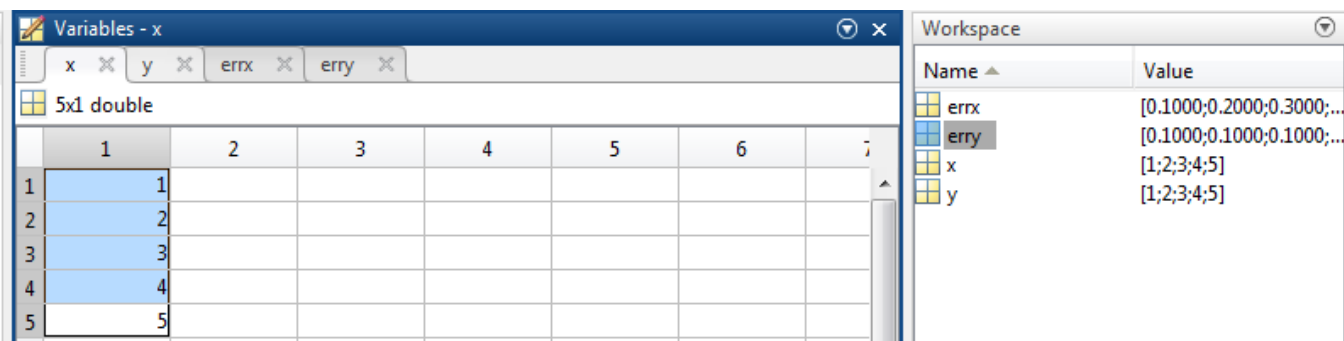
- פתח את תוכנת מטלב וקבל את חלון ה- Command Window, בחלון זה ניתן להקליד פקודות ושורות קוד. כמו כן, חלון זה מציג פלט התוכנה ומודיע על השגיאות בקוד.
- לאחר הפעלת ה- MATLAB יש להזין את נתוני המדידה x ו- y בחלון ה- Workspace לשם כך, יש ללחוץ על מקש ימני של העכבר בחלון Workspace, לבחור New ולתת שם למשתנה החדש (לדוגמה x).



- יש ללחוץ לחיצה כפולה על שם המשתנה בחלון ה- Workspace. יפתח חלון נוסף שנקרא Variables עם טבלה שלתוכה ניתן להזין נתוני המדידה של ציר x בטור או פשוט להעתיק אותם מתוכנת Excel.

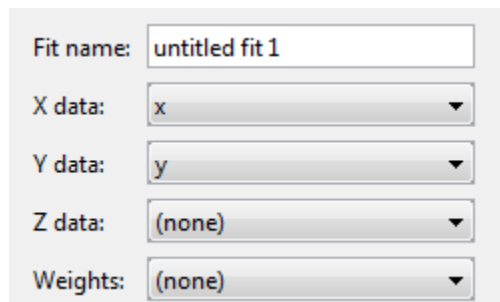


- באופן זהה ניתן ליצור ולהוסיף משתנה y ולהזין לתוכו נתוני המדידה של ציר y .
- במידה ומעוניינים להציג שגיאות המדידה בגרף בתור קווי שגיאה – `errorbars`, יש ליצור את המשתנים של השגיאות בציר x – `(errx)` ובציר y – `(erry)`.



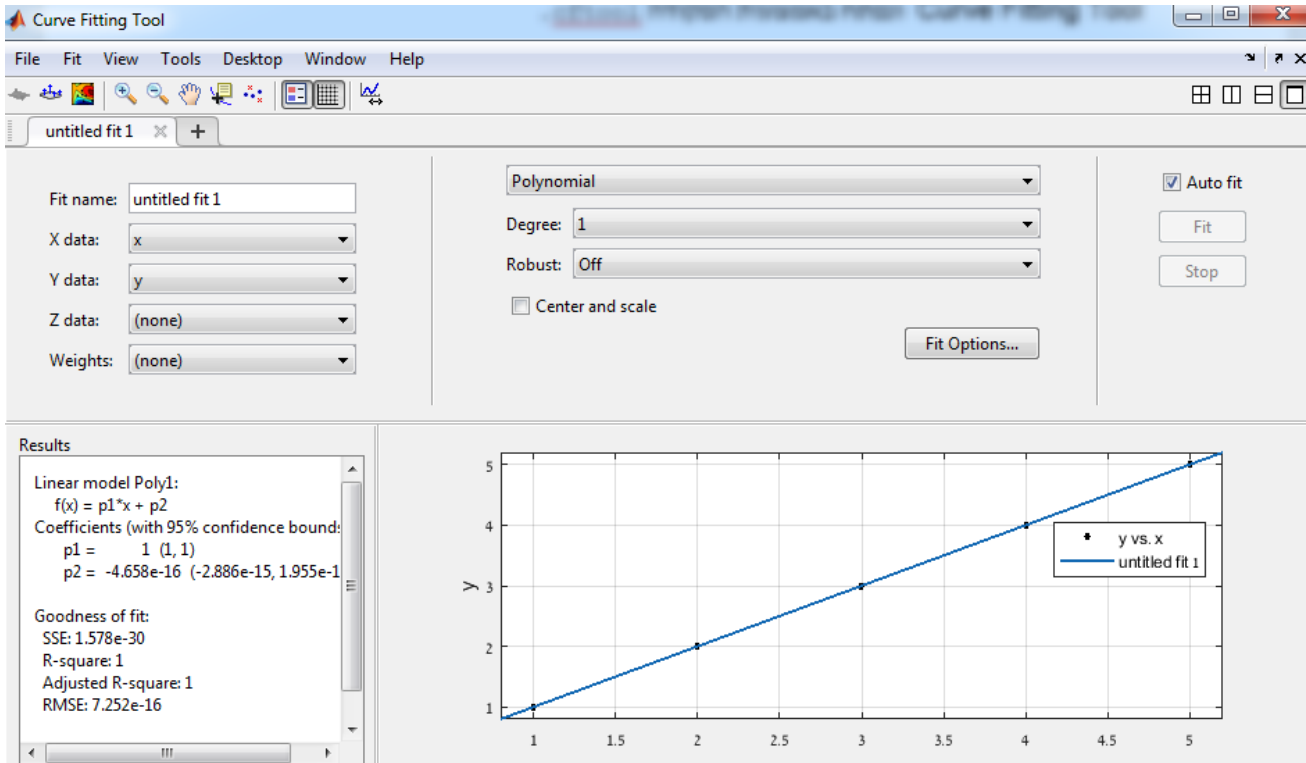
כעת, כאשר כל המשתנים קיימים ניתן לעלות את המדידות על גרף וליצור התאמה לפונקציה מסוימת. הכלי ב-Matlab שמבצע התאמת הנתונים לפונקציה נקרא Curve Fitting Tool ונפתח באמצעות הפקודה `cftool`.

- הקלד את פקודת `cftool` בחלון ה- `Command Window`.



- כתוצאה מכך יפתח חלון של `Curve Fitting Tool`, בחלון זה יש לבחור את הנתונים ב-`X-data` יש לבחור את המשתנה x שיצרתם קודם וב-`Y-data` את המשתנה y .

- לאחר בחירת הנתונים התוכנה תבצע התאמה לפונקציה לינארית בצורה אוטומטית.



- בחלון Results ניתן יהיה לראות את תוצאות ההתאמה הכוללות את ערכי המקדמים, את תחום השגיאה שלהם ואת ערך R בריבוע. לדוגמא:

Y=0.9522X+0.06098

Linear model Poly1:
 $f(x) = p1*x + p2$
 Coefficients (with 95% confidence bounds):
 $p1 = 0.9522 (0.8292, 1.075)$
 $p2 = 0.06098 (-0.1662, 0.2882)$

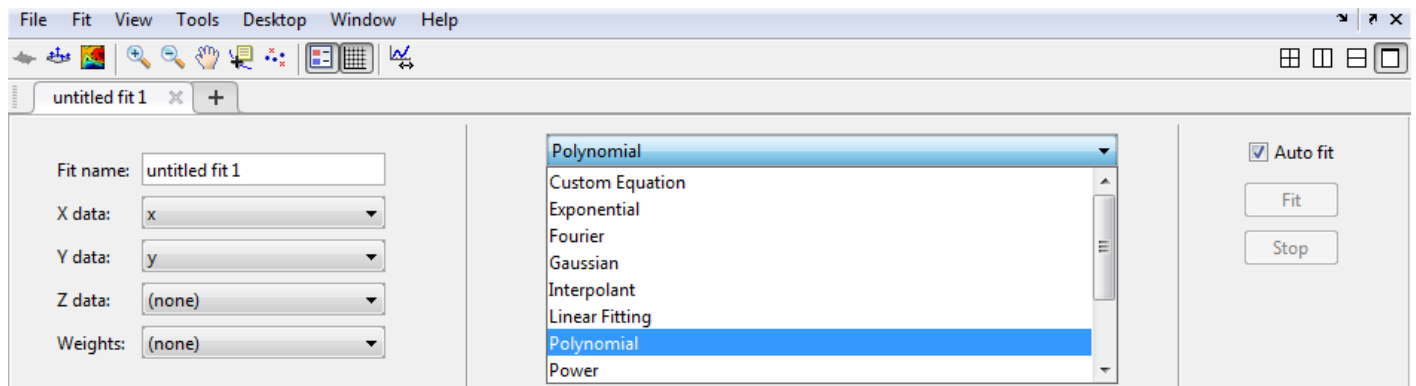
Goodness of fit:
 SSE: 0.6435
 R-square: 0.9951
 Adjusted R-square: 0.9935
 RMSE: 0.4631

השיפוע וטווח השגיאה בשיפוע, כלומר 0.9522 ± 0.1228

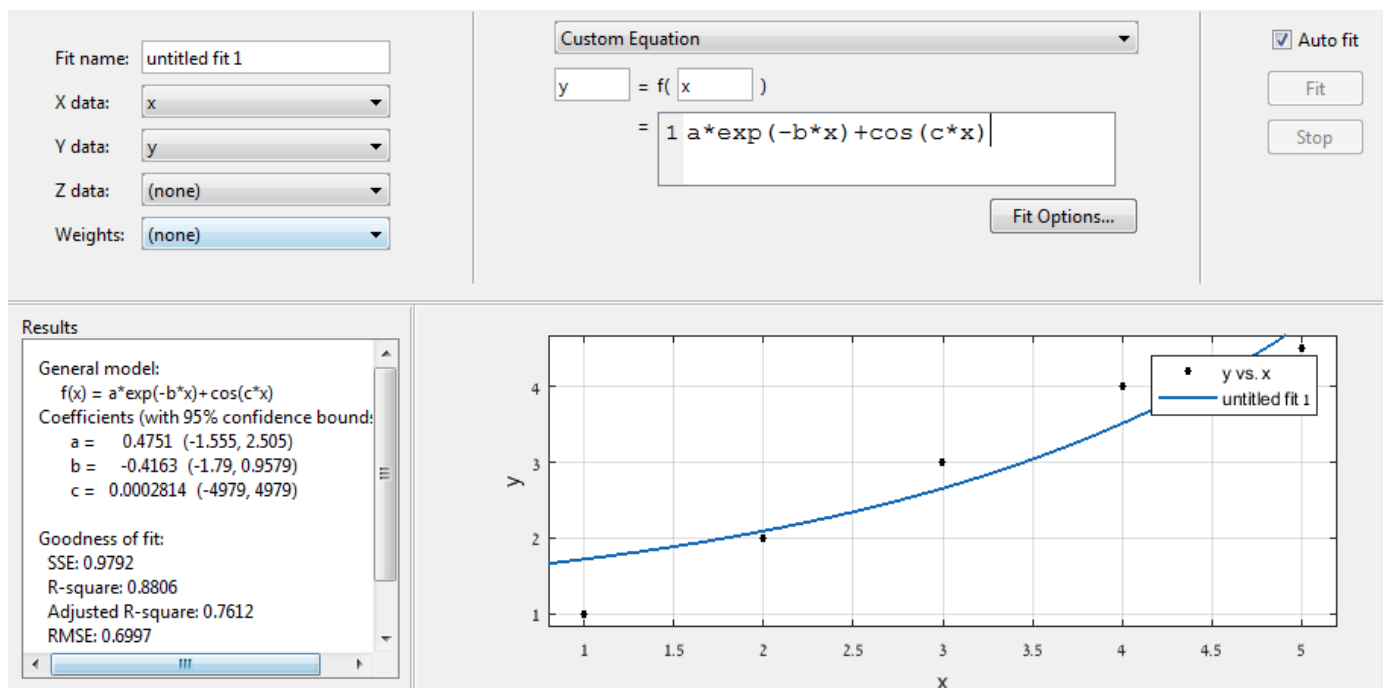
טווח השגיאה בנקודת חיתוך

טיב ההתאמה. ערך 1 זו התאמה מושלמת לפונקציה

- בתפריט הנשלף ניתן לבחור את פונקציית ההתאמה כגון: התאמת חזקה, גאוסיאנית, סינוס, אקספוננציאלית ועוד.

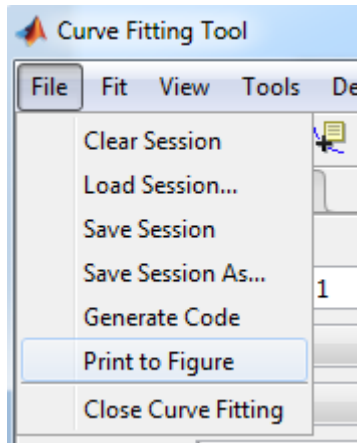


- אופציה חשובה נוספת היא אפשרות יצירת פונקציית התאמה אקראית של המשתמש. לשם כך יש לבחור באופציית Custom Equation ולהקליד משוואה לפי חוקי תחביר של התוכנה, לדוגמא:



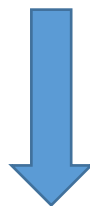
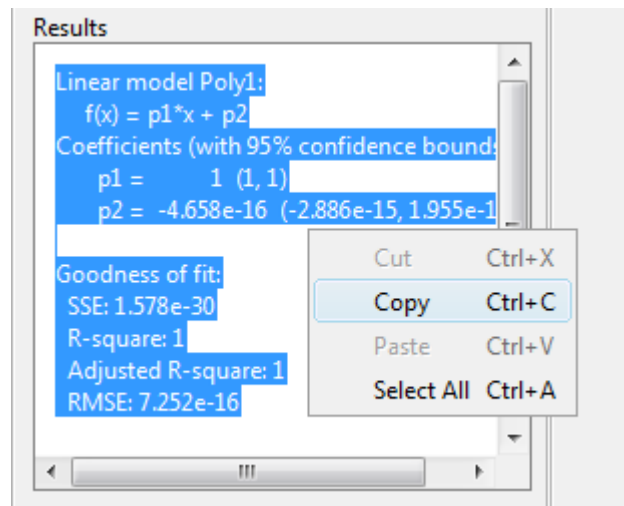
במקרה זה התוכנה ביצעה התאמה לפונקציה: $y = ae^{-bx} + \cos(cx)$ והמשוואה שמתארת את העקומה שנוצרה מתוך חלון ה-Results היא: $y = 0.4751e^{0.4163x} + \cos(0.00028x)$

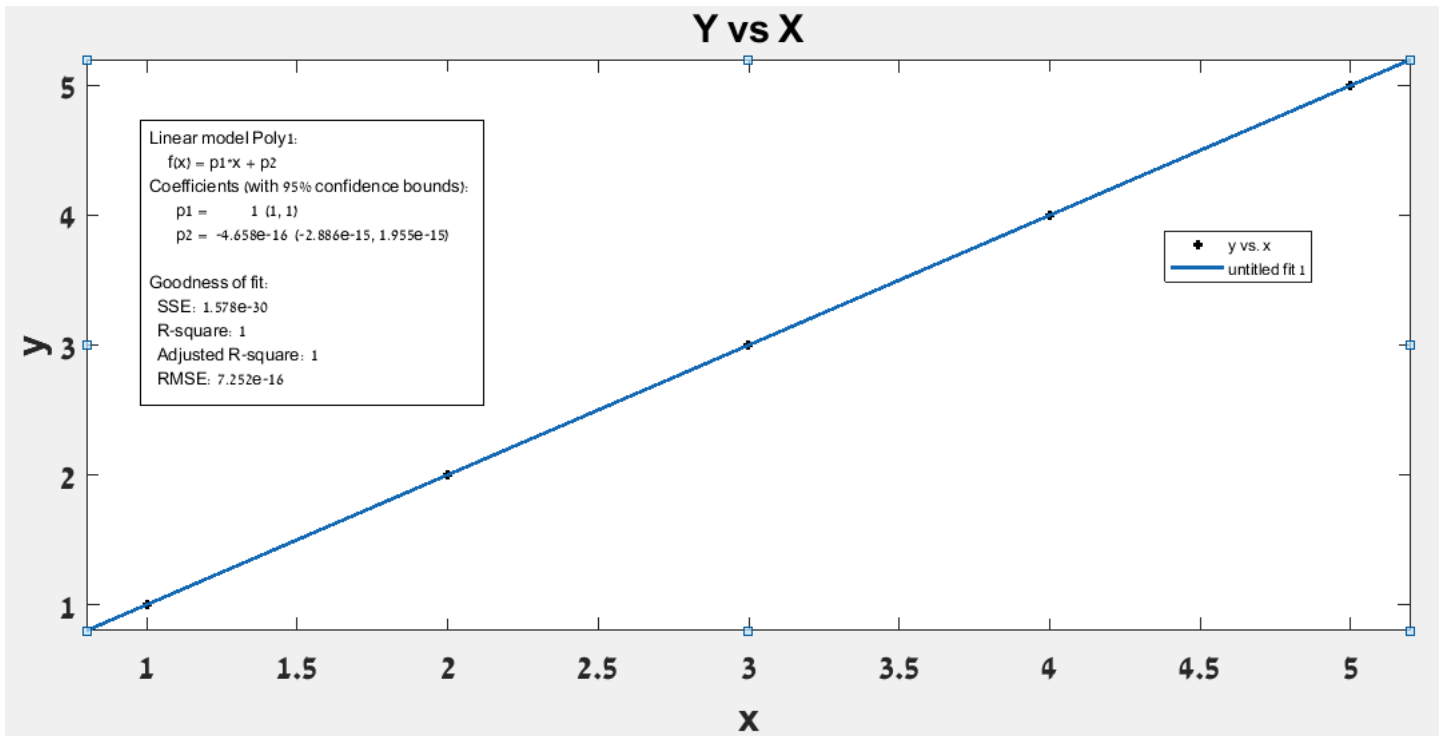
- לאחר קבלת ההתאמה הרצויה נרצה לערוך את הגרף, כלומר לערוך את שמות הצירים, הכותרת, גודל הגופנים וכו'.



- מתוך התפריט File של Curve Fitting Tool יש לבחור ב-"Print to Figure", פעולה זאת תפתח חלון Matlab Figure עם הגרף שתאפשר לערוך את הגרף ולשמור אותו כתמונה.
- לעריכת הגרף יש ללחוץ על Tools בחלון ה-Figure שנפתח ולבחור Edit Plot

- יש ללחוץ לחיצה כפולה על הצירים ולעצב אותם (לתת שמות לצירים, לשנות גופן וכו')
- מתוך התפריט Insert ניתן להוסיף כותרת לגרף.
- מתוך התפריט Insert אפשר ליצור Text Box ולהעתיק לתוך תיבת הטקסט את נתוני ההתאמה מתוך החלון Results





Variables - errx

errx x erry x

5x1 double

	1	2
1	0.1000	
2	0.2000	
3	0.3000	
4	0.4000	
5	0.5000	

- כמו שנאמר קודם, לצורך הוספת קווי שגיאה חובה ליצור את ווקטורי השגיאות בציר x – (errx) ובציר y – (erry).

- על מנת לקבל את קווי השגיאה על הגרף יש להקליד מספר פקודות בחלון ה-command window של Matlab.
- הפקודות להוספת קווי שגיאה הן:

```
errorbar(x, y, erry, 'o')
hold on
errorbar(x, y, errx, 'horizontal', 'o')
```

❖ **הערה:** הפקודה: `errorbar(x, y, errx, 'horizontal', 'o')` פעילה רק

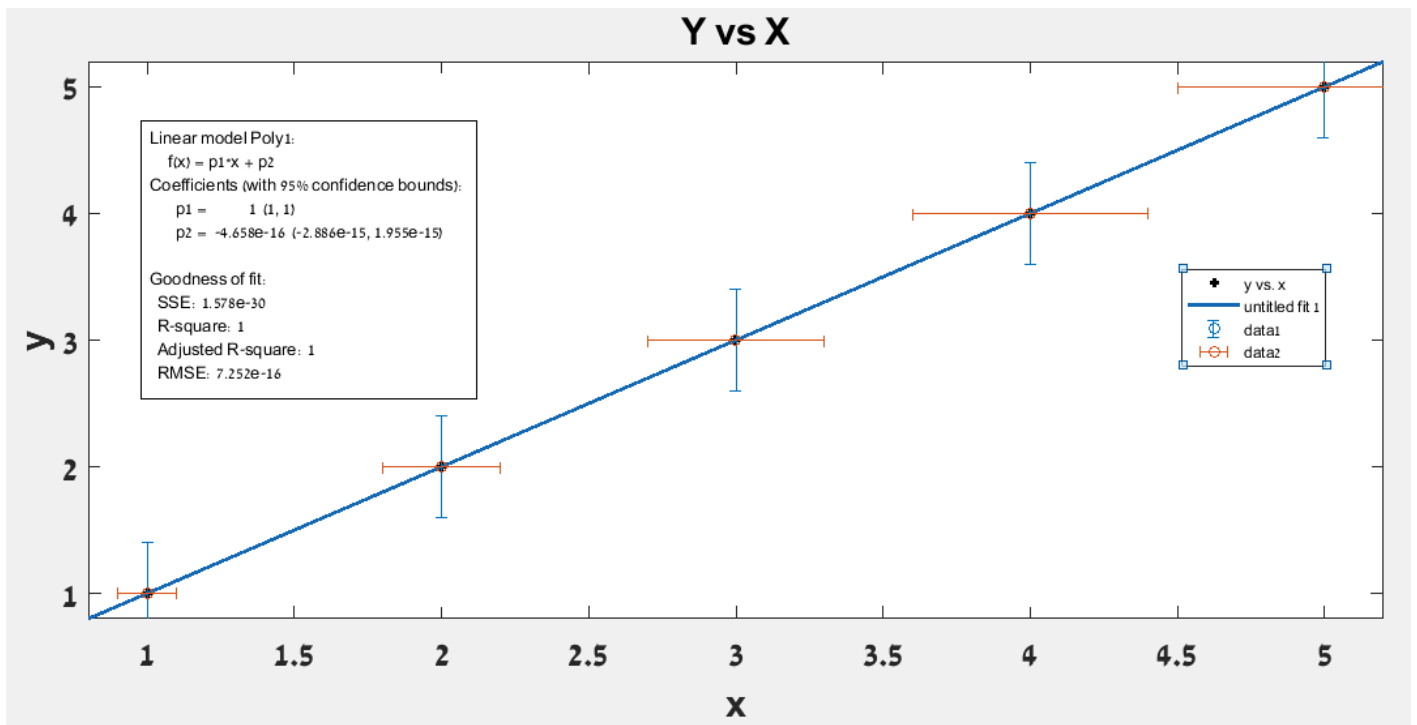
בגרסאות הגבוהות מ-Matlab2016. פקודה זו מוסיפה קווי שגיאה בציר X.

Command Window

New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#).

```
fx >> errorbar(x,y,erry,'o')  
hold on  
errorbar(x,y,errx,'horizontal','o')
```

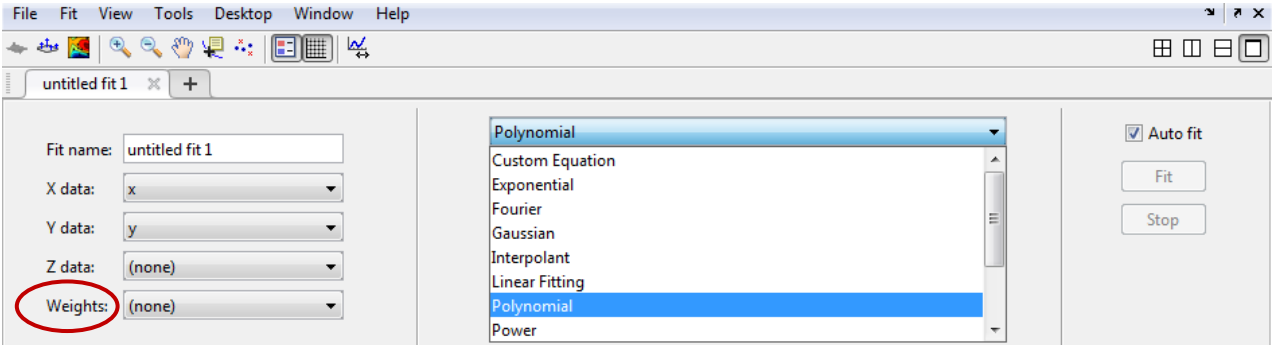
- לאחר הקלדת הפקודות ולחיצה על מקש Enter, ייוספו קווי השגיאה בחלון Figure-ה בהתאם לנתוני השגיאות במדידות שהזנתם במשתנים errx ו-erry.



- לצורך שמירת הגרף שהתקבל יש לגשת לתפריט File\save as בחלון Figure ולבחור את סוג הפורמט הרצוי לשמירה.
- ניתן לראות [סרטון הדגמה](#) באתר המעבדה.
- ❖ באתר המעבדה מופיע [סקריפט](#) מטלב המאפשר לבצע רצף פקודות באופן אוטומטי, ללא התערבות ידנית, וכך לבצע התאמת קו מגמה באופן מהיר ופשוט יותר. כדאי לראות [סרטון הדגמה](#) ולהיעזר בסקריפט בהמשך.

התאמת קו מגמה לנתונים בהתחשב במשקל השגיאות

❖ קיימת אופציה נוספת לביצוע התאמה בהתחשב במשקל השגיאות:



כאשר מבצעים מדידה של משתנה מסוים בניסוי, קיימות שגיאות מדידה. לשם התחשבות בשגיאות המדידה יצרנו ווקטורי שגיאות בציר x – (err_x) ובציר y – (err_y) והצגנו אותם בגרף בצורת קווי שגיאה. ייתכן שלחלק מתוצאות המדידה יהיו שגיאות גדולות ולחלק שגיאות קטנות. התאמה רגילה (ללא התחשבות במשקלים) מתייחסת לכל השגיאות באותה מידה, אבל ההתייחסות צריכה להיות שונה לנקודות עם קווי שגיאה גדולים יחסית לאחרים. נקודות עם קווי שגיאה גדולים יחסית, פחות מדויקות, ולכן צריכות לקבל משקל נמוך יותר בחישוב ההתאמה. כאשר מתחשבים במשקלים בביצוע התאמה, נקודות עם קווי שגיאה קטנים יקבלו משקל גבוה ואילו נקודות עם קווי שגיאה גדולים יקבלו משקל נמוך.

המשקל שניתן לכל נקודה ב-cftool מחושב כהופכי לריבוע אורך קו השגיאה, כלומר:

$$\omega_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

כאשר σ_i הינה שגיאה בנקודה i .

במקרה שלנו, כאשר הגדרנו ווקטורי שגיאות (err_x, err_y) , נחשב את המשקל עבור כל נקודה בצורה הבאה:

$$\omega_i = \frac{1}{err_x^2 + err_y^2}$$

לאחר חישוב המשקלים עבור כל נקודה, נבנה ווקטור המשקלים ונבחר בו בשדה Weights ב-cftool.