

تمثيل المعطيات المجدولة بيانياً في الإكسل

سنتعلم ضمن برنامج الإكسل Excel

- كيفية رسم مخطط بياني ليربط بين مجموعتي قيم، إحداها ستظهر على محور x والثانية ستظهر على محور y.
- كيفية رسم مخطط بياني ليربط بين مجموعاتٍ ثلاثة من القيم تظهر في الرسم على محورين فقط.
- كيفية رسم مخطط بياني ليربط بين مجموعاتٍ ثلاثة بمحور أفقي وحيد ومحورين رأسيين إلى اليمين واليسار. ومن الطبيعي أن يكون كل رسمٍ متناسقاً ومتراطياً بعضه مع بعض والقيم المرفقة فيه واضحة وحقيقية ومعرفة بشكلٍ كامل.

مثال 1

ارسم بيانياً العلاقة التي تربط قوة الشد في زنبرك مع إزاحة طرفه. **الجدول 1** يبين القياسات الناتجة من التجربة كقيم الكتلة Mass معرفة بالرمز M ومقاسة بالكيلوغرامات (kg) والإزاحة Displacement معرفة بالرمز Δx ومقاسة بالمليمترات (mm).

Δx	M
mm	kg
0	0
4.6	0.4
9.15	0.8
13.8	1.2
18.3	1.6
22.9	2

جدول 1: قياسات الكتلة والإزاحة

يقوم برنامج الإكسل على ترتيب القيم المقاسة ضمن جدول مخطط، يشمل صفوفاً وأعمدة. الصفوف تأخذ أرقاماً تبدأ من 1 والأعمدة تأخذ حروفاً وفقاً للأبجدية اللاتينية. ولذلك يكون لموقع كل خانة في الجدول إحداثيات أفقية ورأسية. فنقول A1 لتعني الخانة في الصف الأول والعمود الأول، بينما D17 فتعني الخانة في الصف السابع عشر والعمود الرابع، على اعتبار أن الحرف D هو الرابع في الأبجدية اللاتينية.

نكتب المعطيات الأولية المرفقة في **الجدول 1** على برنامج الإكسل ضمن العمودين A و B. قياسات الكتلة تكتب في العمود A وقياسات الإزاحة تكتب في العمود الثاني B، **شكل 1**. وحتى نوفق في بيان علاقة القوة وليست الكتلة مع الإزاحة، يلزمنا عمود ثالث للقوة نستخرجه من بيانات عمود الكتلة. فوفقاً لقانون نيوتن الثاني فإن القوة تساوي حاصل ضرب الكتلة في تسارع الجاذبية ($F=mg$). ولذلك نكتب في الخانة المعينة (C3) حاصل ضربهما بالصيغة التالية ($=A3*9.8$). يجب الانتباه إلى أن إشارة التساوي ضرورية لإعطاء الخانة المعينة قيمة حاصل الضرب الناتجة كـ 9.8 أو A3. حال إكمال الكتابة نضغط مفتاح الإدخال. فينتج الجواب المطلوب في تلك الخانة.

	A	B	C	D
1	m	Δx	F	
2	kg	mm	N	
3	0	0	=A3*9.8	
4	0.4	4.6		
5	0.8	9.15		
6	1.2	13.8		
7	1.6	18.3		
8	2	22.9		

شكل 1: حساب قيمة الخانة المعينة كدالة خانة سابقة

يجب الملاحظة أيضاً أن وضع وكتابة A3 في المعادلة ($A3*9.8$) ضمن خانة جديدة يعني أننا سنتحكم في قيمة ما يكتب في تلك الخانة في أي وقت، وليس قيمة المكتوب في تلك اللحظة فقط. ولذلك، إذا ما غيرنا قيمة الخانة A3 الصغرية إلى قيمة أخرى، مثلاً 3، تكون النتيجة أن C3 تكافئ حاصل ضرب 9.8 في 3 أي 29.4. ولذلك، سنحصل في الخانة C3 على مقدار حاصل الضرب الناتج من ضرب الخانة A3 في 9.8.

بعد الحصول على نتيجة المعادلة في الخانة C3 نسحب بالماوس مسكة (مربع) الخانة السفلى واليمنى في المستطيل الناتج للخانة C3 باتجاه الأسفل، **شكل 2**، حتى نصل إلى آخر خانة في الجدول؛ أي إلى C8 بالتحديد، وعندها نغلق الماوس، فيعبأ العمود الثالث بالقيم المطلوبة بما يتوافق مع المعادلة ($A1*9.8$) حيث تتغير 1 من 3 وحتى 8، **شكل 3**.

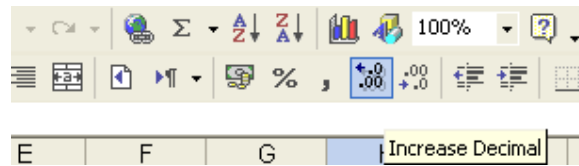
	A	B	C
1	m	Δx	F
2	kg	mm	N
3	0	0	0
4	0.4	4.6	3.92
5	0.8	9.15	7.84
6	1.2	13.8	11.76
7	1.6	18.3	15.68
8	2	22.9	19.6

	A	B	C
1	m	Δx	F
2	kg	mm	N
3	0	0	0
4	0.4	4.6	3.92
5	0.8	9.15	7.84
6	1.2	13.8	
7	1.6	18.3	
8	2	22.9	

شكل 3: الشكل النهائي لجدول المعطيات

شكل 2: حساب قيم العمود الثالث

نستطيع التحكم في دقة القيم المكتوبة والمستنتجة باستخدام زر الدقة، **شكل 4**. فأحد الزرين على اليمين لدقة أقل في الحسابات وبالتالي تقليل عدد الأرقام إلى يمين الفاصلة العشرية، والزر الآخر في اليسار لدقة أكبر في الحسابات وزيادة عدد الأرقام على يمين الفاصلة العشرية. وكمثال، نستطيع تحويل الرقم 19.158976 إلى 19.16 بالزر اليمين وإلى 19.158976000 بالزر الآخر. لذلك، نعلم على الخانات/ الأعمدة المعينة ونضغط على زر الدقة المطلوب إلى الدقة 0.01، انظر الجدول في **شكل 3**.



شكل 4: زر الدقة للقيم المكتوبة

لرسم العلاقة بين القوة F والازاحة Δx ، أي القوة كدالة ازاحة نعلم على جدول المعطيات الذي يبين بيانات كلاً منهما؛ أي العمودين الثاني B و الثالث C وبالتحديد الجزء المعبأ منهما بالأرقام فقط. ثم نقر زر العرّاف البياني (Chart Wizard)، في اليمين والأعلى **شكل 5**، ليقودنا إلى المراحل الأربعة التالية:

	A	B	C	D	E	F
1	m	Δx	F			
2	kg	mm	N			
3	0	0	0			
4	0.4	4.6	3.92			
5	0.8	9.15	7.84			
6	1.2	13.8	11.76			
7	1.6	18.3	15.68			
8	2	22.9	19.6			

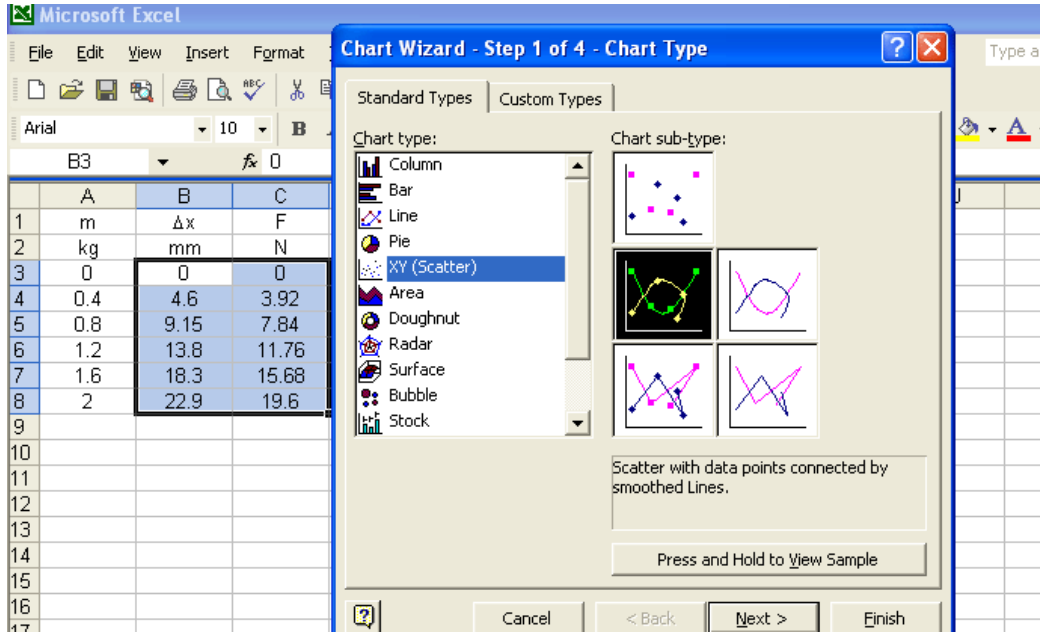
شكل 5: اختيار المعطيات Data والنقر على زر العرّاف البياني

المرحلة الأولى:

ندخل إلى صندوق حوار (Dialogue Box) تحت اسم نمط الرسم البياني Chard Type، ولبساني تبويب هما: الأشكال القياسية (Standard Types) والأشكال الشائعة (Custom Type). وباختيار اللسان الأول (الافتراضي Default)، فإننا نختار نوع الرسم البياني، **شكل 6**.

تتوفر ضمن برنامج إكسل عدة أشكال لرسم المعطيات بيانياً. هذه الأشكال ترفق بالأسماء إلى اليسار، تحت بند نمط الرسم البياني، بينما يظهر في اليمين نماذج وأشكال فرعية (sub-type) للرسم البياني.

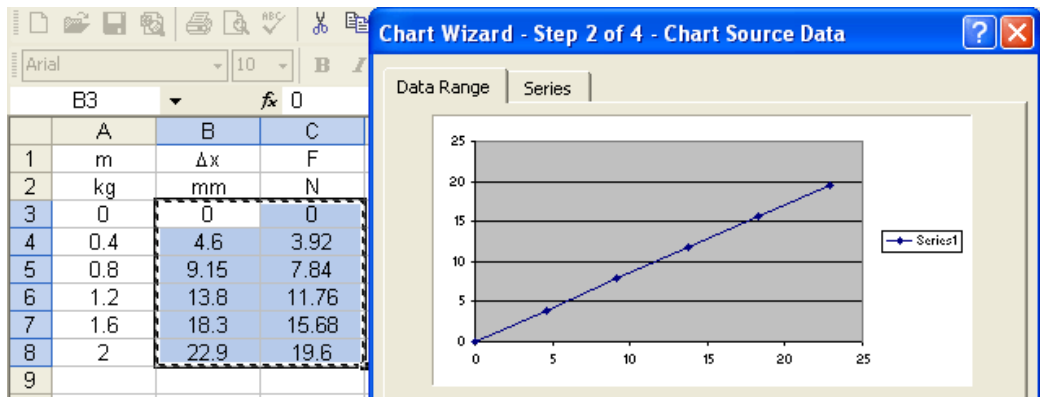
نعلم على الرسم البياني الذي يبين النقاط مبعثرة ومتراصة بخط العلاقة الانسيابي بين المعطيات وهو (XY Scatter). هذا الرسم البياني يشمل محورين متعامدين مع نقاط بارزة وخط العلاقة بين المتغيرين انسيابي واضح. للانتقال إلى المرحلة التالية نقر على زر التالي (Next) في الأسفل.



شكل 6: اختيار نوع الرسم البياني

المرحلة الثانية

ندخل إلى صندوق الحوار الثاني، **شكل 7**، الذي فيه لسان تبويب الأول: حدود المعطيات (Data range) ضمن جدول إكسل والثاني: السلسلات (Series).

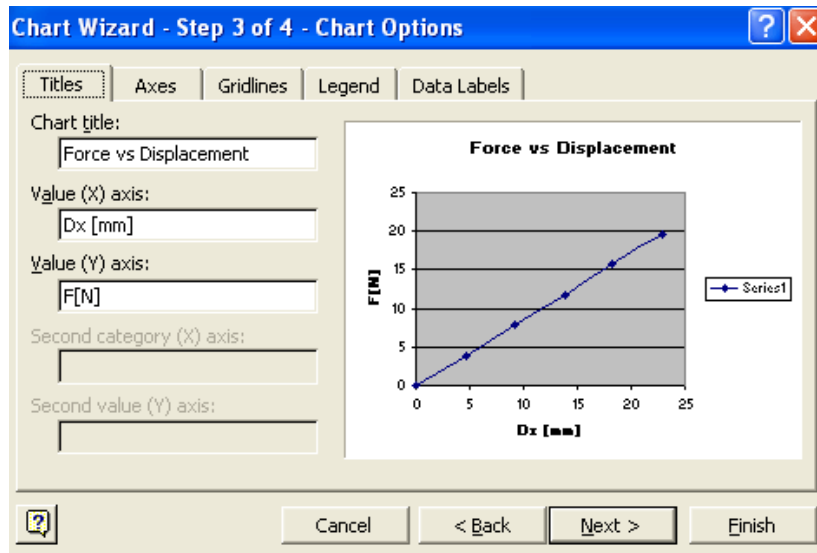


شكل 7: المرحلة الثانية - التحكم في المعطيات

يجب الملاحظة أن الرسم البياني المرفق في **الشكل 7**، ناتج من تعليماً في الأساس على معطيات العمودين الثاني والثالث ضمن جدول إكسل. أي أن لكل قيمة من قيم المحور السيني x (الإزاحة Δx) تظهر قيمة أخرى واحدة على المحور الصادي y (القوة) فقط. واللون الأزرق في الرسم هو اللون الافتراضي. ومن الضروري الانتباه إلى أن قيم العمود الأول المُعَلَّم (عمود B في حالتنا) تشكل معطيات محور x دائماً. كما أن قيم العمود الثاني المُعَلَّم (عمود C) تشكل معطيات محور y دائماً. ولأن معطياتنا المختارة كاملة، فإننا نستطيع الانتقال مباشرة إلى المرحلة التالية بالنقر على زر التالي في الأسفل.

المرحلة الثالثة

ندخل إلى المرحلة الثالثة الظاهرة في صندوق الحوار المبين، **شكل 8**، "اختيارات الرسم البياني". أو Chart Options وفيه نجد خمسة من السنة التويب: الأول: العناوين (Titles)، والثاني لقيم المحورين والثالث للشبكة... الخ. نلغم القوة ضد الإزاحة ضمن عنوان الرسم البياني أو (Force vs Displacement) في (Chart title) وفي كلٍ من خانتي قيمتي المحورين x و y نلغم المتغيرات والوحدات المستخدمة.



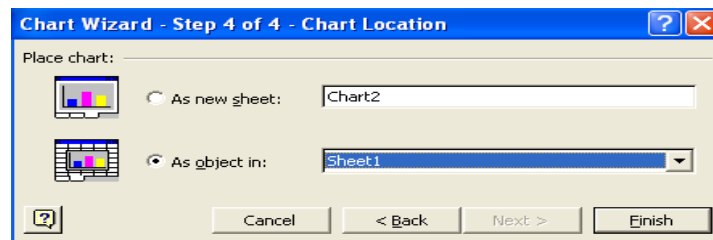
شكل 8: اختيارات الرسم البياني

كما نستطيع إحداث بعض التعديلات على الرسم البياني وكيفية إظهاره. فمن لسان التويب "المحاور Axes" يمكن إجراء التعديل ليشمل إضافة/أو إلغاء كل قيم أحد المحورين. بينما نستطيع من لسان التويب "شبكة الخطوط Gridlines" إضافة/أو إلغاء الشبكة إلى الرسم البياني.

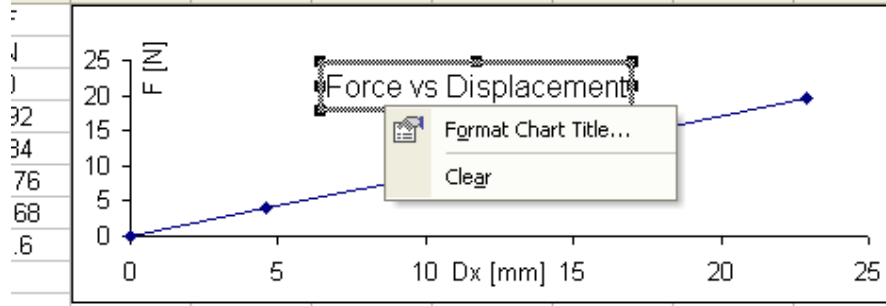
ومن لسان التويب الرابع "مفتاح الرسم Legend" يمكننا إضافة/أو إلغاء تفسيرات مرفقة بالرسم. بينما نستطيع من لسان التويب الخامس "مفتاح المعطيات Data Labels" إضافة/أو إلغاء إحداثيات نقاط الرسم، للانتقال إلى المرحلة التالية ننقر على زر التالي في الأسفل.

المرحلة الرابعة، تموضع الرسم البياني Chart Location

نستطيع أن نجعل الرسم البياني إما منفصلاً على ورقة ودون البيانات المجدولة بالضغط على الزر العلوي "As new sheet:" أو مرتبطاً بجدول المعطيات بالضغط على الزر السفلي "As object in:"، **شكل 9**

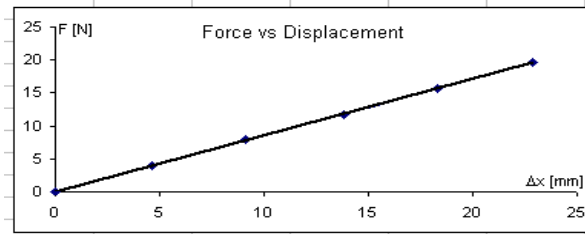


شكل 9: موضوعة الرسم البياني بجانب المعطيات



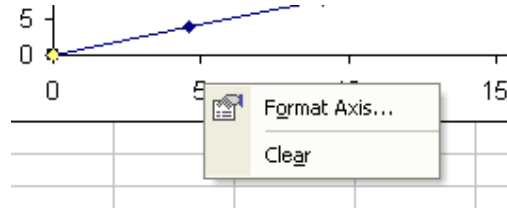
شكل 12: موضوعة العنوان والمتغيرات

ننقل المتغيرات Dx[mm] و F[N] مع وحدتهما إلى نهاية المحور المعني بالمؤشر. ندور المتغير F[N] ليصبح أفقياً من لسان التبويب "التدوير" Alignment الناتج من النقر على الكائن المعني كما نغير الحرف D إلى مقابله الإغريقي دلتا (Δ), شكل 13.



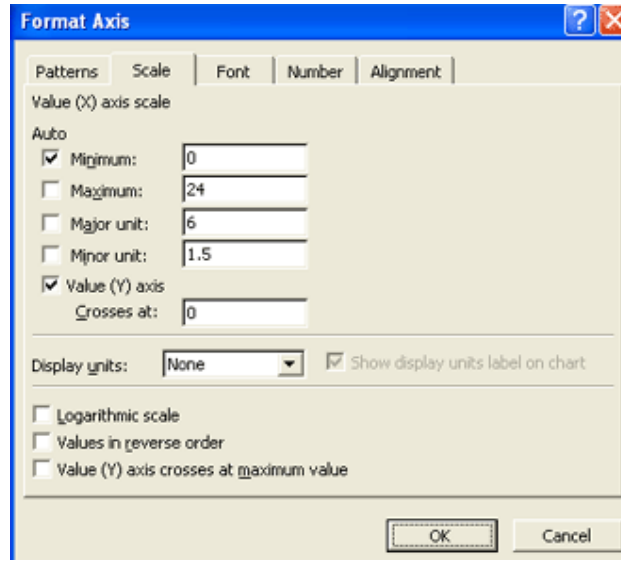
شكل 13: الشكل العام للرسم البياني

لتغيير حدود المتغيرات للرسم البياني ننقر بزر المؤشر الأيمن على أحد أرقام محور x فتظهر قائمة منسدلة، شكل 14.



شكل 14: تعديل تدرج قيمتي المتغيرين x و y على المحورين

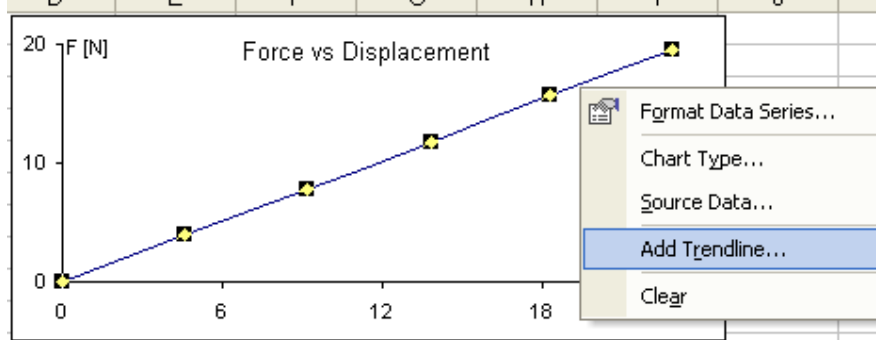
ننقر على Format Axis فيظهر صندوق حوار بالاسم نفسه مع خمسة ألسنة تبويب، شكل 15. إذ نتحكم من مقياس الرسم Scale بالقيمة الصغرى Minimum والقيمة الكبرى Maximum ووحدة المتغير الرئيسية Major والثانوية Minor وهي بالترتيب 0، 6، 1.5، 24، 6 و 1.5. وتبرز القيمتين الأخيرتين (6 و 1.5) عند اظهار شبكة الرسم البياني بخطوطها الرئيسية والثانوية بالترتيب. ولتغيير حدود المتغيرات على محور y نتبع الخطوات نفسها بعيد النقر على أحد الأرقام الرأسية.



شكل 15: تعديل المتغير على المحور الأفقي X

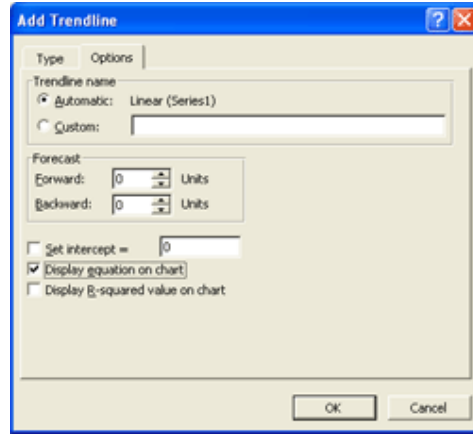
يتبين لنا من الرسم البياني المرفق أن العلاقة بين القوة والإزاحة خطية. وهذه العلاقة يجب أن ترتبط بمعادلة العلاقة الرياضية نفسها، أي (أي $F = K \times \Delta x$) الخطية فعلياً. وثابت التناسب الرياضي K يمثل لنا ثابت الزنبرك [N/m]. وحيث أن Δx تمثل قيم المحور الأفقي والقوة F تمثل قيم المحور الرأسي فإن ميل الخط نفسه في المعادلة يجب أن يكافئ ثابت التناسب الرياضي K.

تعريف ميل الخط وبالتالي معادلته تأتي من النقر بزر المؤشر الأيمن على الخط الذي يربط النقاط في الرسم البياني. فتظهر النقاط باللون الأصفر كما وتظهر قائمة منسدلة، شكل 16.



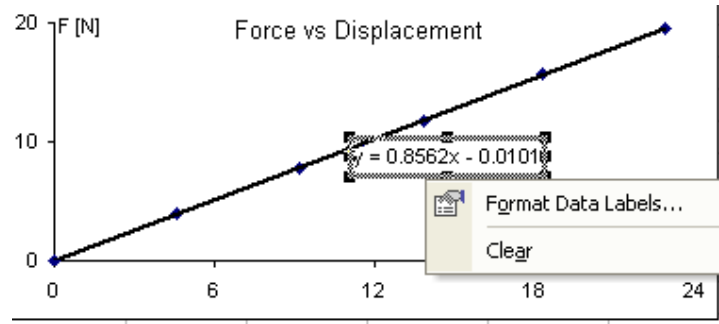
شكل 16: معادلة أقرب خط للعلاقة بين المتغيرين

نختار أضعف خط الاتجاه Add Trendline... هذا يدخلنا إلى صندوق حوار بلساني تبويب، شكل 17.



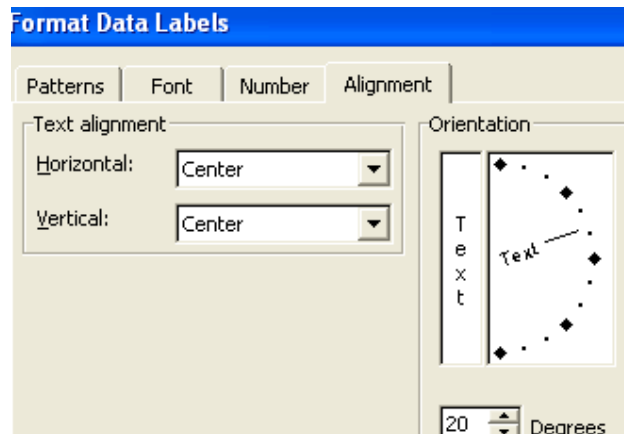
شكل 17: صندوق حوار Add Trendline....

نحدد من لسان التبويب نوع العلاقة Type، خطية (أم تربيعية أم تكعيبية أم غير ذلك). ونحدد من لسان التبويب الاخر اختيارات Options المعادلة نفسها بالنقر على زر Display equation on chart، ثم نضغط على زر الموافقة Ok، فينتج الشكل 18.



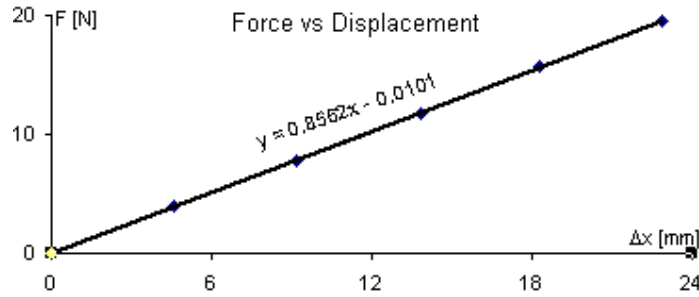
شكل 18: يظهر خط الاتجاه (الأفضل Trendline) غامقاً كما وتحدد معادلته

نستطيع نقل المعادلة بحملها بالمؤشر. ولتدويرها لتناسب مع الخط، أي جعلها مائلة كما الخط الغامق ننقر عليها فتظهر القائمة المنسدلة Format Data Labels مع ألسنة تبويب متعددة، آخرها التدوير Alignment، شكل 19



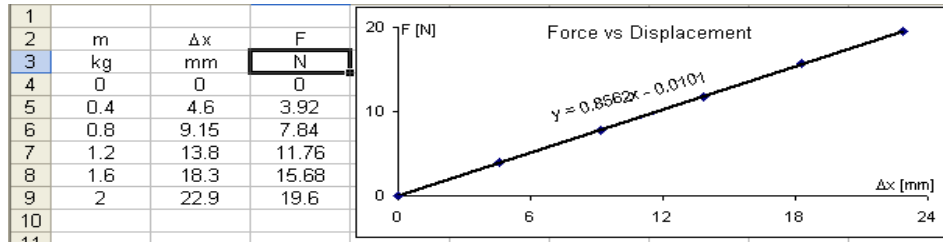
شكل 19: تعديل المعادلة لتناسب وميل خط الاتجاه

ندور نص (اتجاه) المعادلة بالزاوية 20، مثلاً، ونضغط بالموافقة. في الحالة التي تنتج فيها المعادلة غير موازية للخط نجرب قيمة أخرى لها تكبيراً أو تصغيراً حتى نحصل إلى حالة التوازي المطلوبة. وعندها يظهر الرسم البياني كما في **الشكل 20**، عندما يرفق إلى نص (ملف) الورد.



شكل 20: الرسم البياني في حالته النهائية ضمن نص الورد، معادلة الخط باتجاهه

طباعة الرسم البياني مع الجدول اختر طباعة من ملف File>Print، **شكل 21**. وحتى نتحكم بالطباعة بشكل أفضل علينا استخدام استعراض قبيل الطباعة Print Preview حتى يكون الرسم البياني مثالياً. ولهذا، قد تحتاج لحظتها إلى تعديلات طفيفة على موضوعة المتغيرات و/أو العنوان. أما طباعة الرسم البياني وحيداً وعلى ورقة A4، فتتطلب النقر على الرسم المذكور ثم إعطاء أمر الطباعة وكل ذلك بعيد إجراء التعديلات المطلوبة قبيل الطباعة.



شكل 21: طباعة الرسم البياني وجدول المعطيات ضمن نص ورد

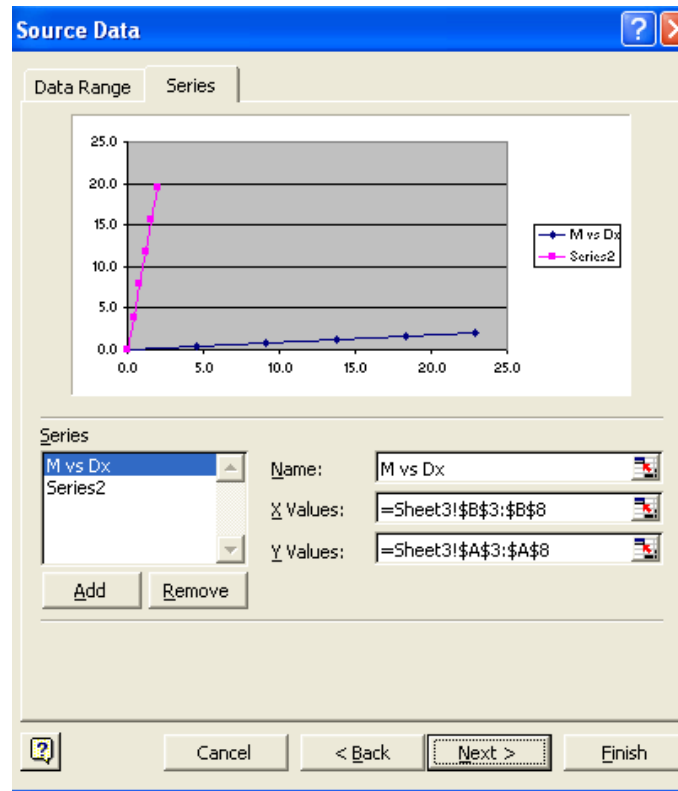
رسم مخطط بياني

رسم مخطط بياني يربط بين مجموعات ثلاثة من القيم التي تظهر ضمن أعمدة ثلاثة نعلم على القيم المذكورة ثم نقر زر العراف البياني فندخل كما ورد سابقاً إلى مراحل أربعة:

المرحلة الأولى تكافئ تلك التي في الصفحة 2 و**الشكل 6** بالتحديد. كما أن المرحلة الثانية تكافئ **الشكل 7**. هنا، نحدد من السلسلات Series مجموعتي بيانات أولاً للكتلة والإزاحة وثانياً للقوة والإزاحة فندخل إلى صندوق الحوار التالي، **شكل 22**.

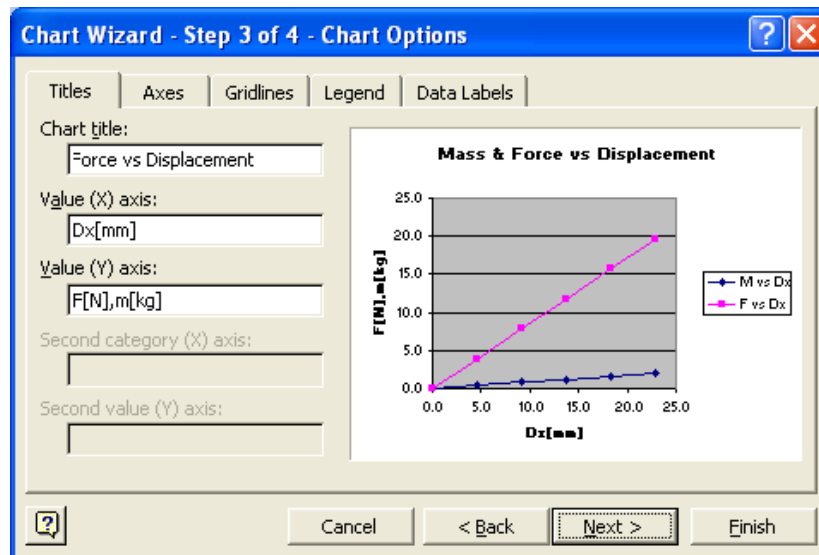
نكتب الاسم M vs Δx ضمن خانة الاسم Name لنعرف العلاقة بين عمودي البيانات A و B بما يتوافق مع المجموعة 1 (Series1). ثم نحدد قيم محور x من الخانة X Values بالنقر على السهم الأحمر في أقصى اليمين ومن ثم كتابة حدود البيانات بالصيغة =Sheet3!\$B\$3:\$B\$8 أو نحدد هذه القيم باختيارها بالمؤشر بدءاً من B3 وانتهاء ب B8. ونكرر الخطوة السابقة مع قيم المحور الرأسي Y Values.

ومرةً أخرى نعرف F vs Δx للمجموعة 2 (Series2). فنحدد قيم محور x في الخانة X Values ثم قيم المحور الرأسي Y Values. وحال الانتهاء من ذلك نقر زر التالي Next.



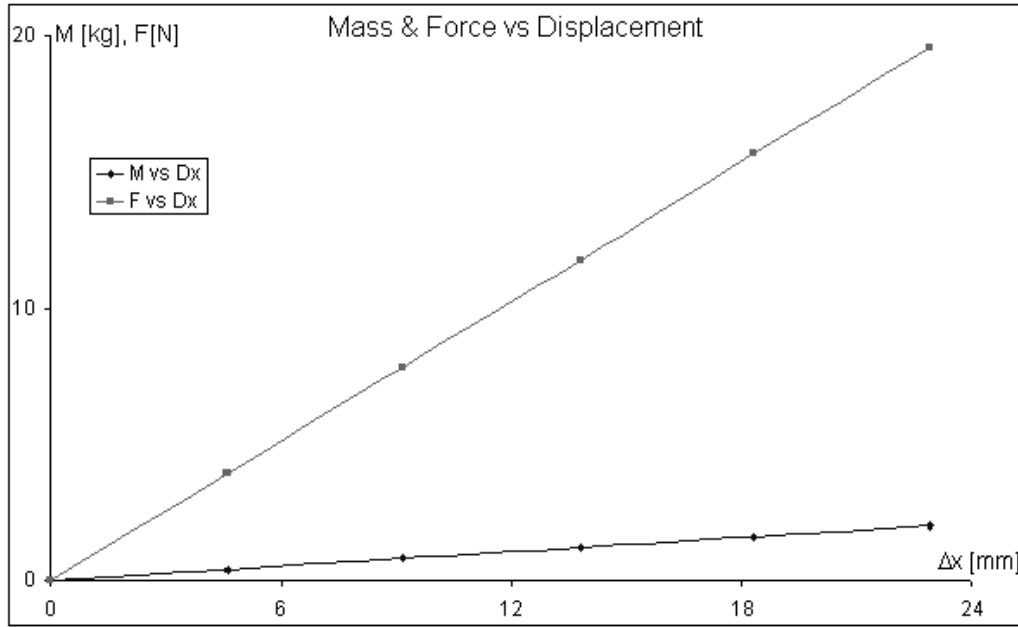
شكل 22: تعريف وتحديد معطيات كلا من الكتلة والقوة بدلالة الإزاحة

أما المرحلة التالية- الثالثة- اختيارات بيانية فيتم تعبئة عنوان الرسم البياني وقيم المحورين X و Y كما في الشكل 23. نستطيع إلغاء خطوط الشبكة وتحديد دقة القيم إلى واحد صحيح (بدون كسور عشرية). كما نستطيع تعريف مفتاح الرسم من Legend بتحديد النقاط المعينية للكتلة والنقاط المربعة للقوة. يجب الانتباه إلى أن ألوان الخطين المعرفين للرسم البياني تظهر أولاً بالأزرق ومن ثم الأرجواني(الأحمر المزرق) ثم الأصفر فيما لو حوى الرسم البياني ثلاثة متغيرات بدلالة متغير رابع.



شكل 23: عنوان ومتغيرا الرسم البياني

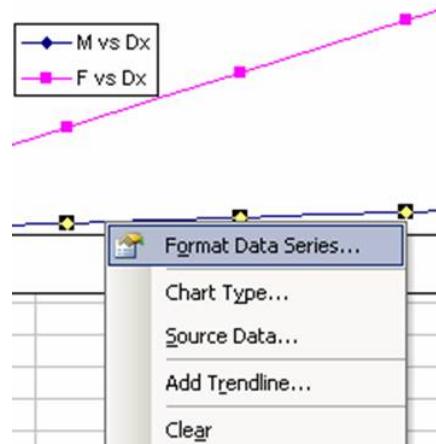
لطباعة الرسم البياني على ورقة A4 منفصلة نقره ثم نحدد من قبل الطباعة Print Preview المواصفات التي نريدها. فالمتغيرات نجعلها بالقرب من المحاور و الخ، **شكل 24**.



شكل 24: عنوان ومتغيرا الرسم البياني

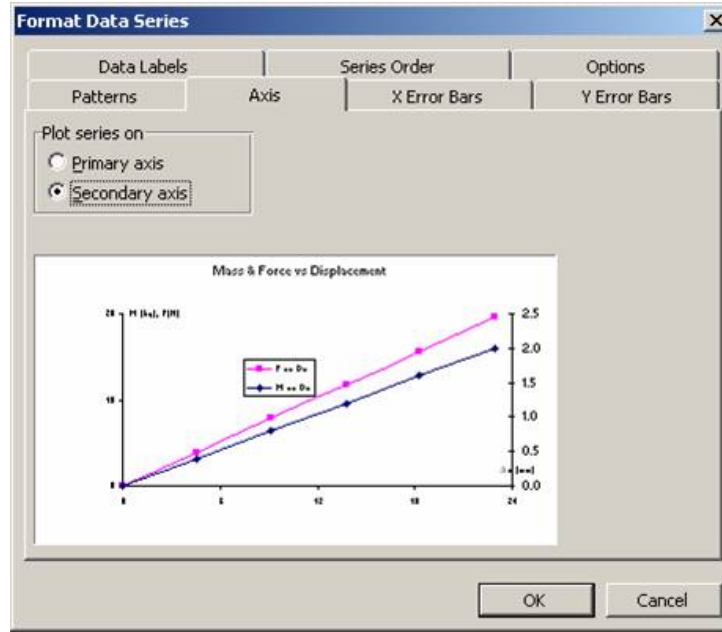
أخيراً، كيف يمكننا تعريف الرسم البياني الأخير، **شكل 24** بشكل أفضل وبطريقة مميزة؟ عند النظر إلى المتغيرين على المحور الرأسي y نلاحظ أن قيمهما مختلفتان. فالقوة بوحدة النيوتن بينما الكتلة بوحدة الكيلو غرام. ولأنهما يقاسان بمقياس مختلف يفضل وضع أحدهما على محور رأسي آخر **لشكل 24** كما يلي:

انقر على أحد الخطين في الرسم (السفلي) فتظهر قائمة منسدلة ومنها نختار Data Series Format فيظهر صندوق حوار بالاسم نفسه وبالسنة تبويب متعددة.



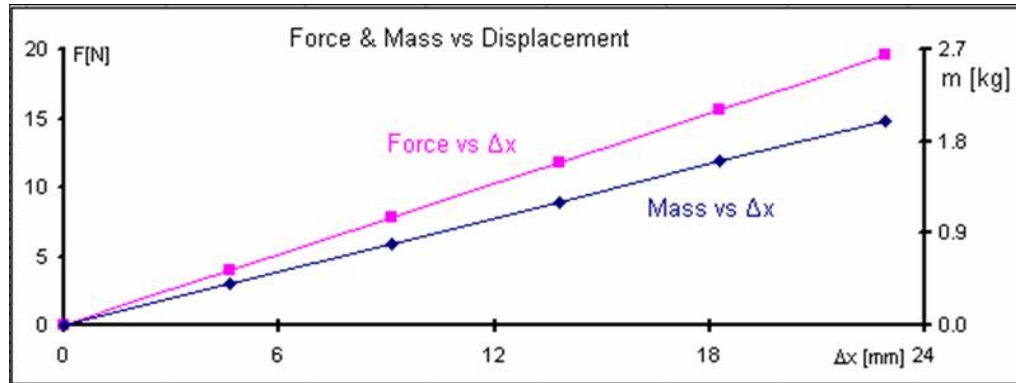
شكل 25: من القائمة المنسدلة Data Series Format نستحدث المحور الرأسي الإضافي

نختار منها المحاور Axis ثم نختار الثانوي Secondary، فيظهر محور رأسي آخر على اليمين. وهنا نغير تدرج المحاور وفقاً لـ **شكل 15**.



شكل 26: تعريف المحور الرأسي الإضافي

وليطهر أخيراً الشكل بعيد إكمال التعديلات الفنية اللازمة



شكل 27: الرسم النهائي للقوة والكتلة كدالتي مسافة

أخطاء شائعة عند استخدام برنامج إكسل

أولاً: تقريب القيم وعرضها ضمن جدول.

في الجدول التالي، شكل 28، تظهر قيم الدفع Q_{meas} و Q_{ac} بدلالة المتر المكعب لكل ثانية m^3/s . هذه القيم وإن كانت صحيحة إلا أن عرضها بالطريقة الظاهرة بها، خاصة أنها بدقة 10×10^{-6} تجعلنا لا نحس ولا نشعر بتلك القيم ولا بدقتها إلا لماماً. والشيء نفسه يتكرر في العمودين الأخيرين حيث تظهر قيم الدفع Q_{meas} و Q_{ac} بدلالة اللتر لكل ثانية. هذه القيم صحيحة وهي بدقة 10×10^{-7} لكن عرضها كما هي (في العمودين الأخيرين) يعتبر خاطئاً لعدم قدرتنا على تحسس تلك القيم ولا دقتها بسهولة ويسر.

3	h_o	t	Q_{meas}	Q_{ac}	Q_{meas}	Q_{ac}
4	mm	s	m^3/s	m^3/s	l/s	l/s
5	171	43.46	0.000276	0.000243	0.2761160	0.2428748
6	200	42.96	0.000279	0.000263	0.2793296	0.2626633
7	242	25.16	0.000477	0.000289	0.4769475	0.2889296
8	250	35.57	0.000337	0.000294	0.3373629	0.2936665
9	252	37.96	0.000316	0.000295	0.3161222	0.2948388
10	260	36.37	0.000330	0.000299	0.3299423	0.2994822
11	271	36.84	0.000326	0.000306	0.3257329	0.3057518
12	332	32.26	0.000372	0.000338	0.3719777	0.3384180
13	340	31.73	0.000378	0.000342	0.3781910	0.3424710
14	382	29.63	0.000405	0.000363	0.4049949	0.3630079

شكل 28: جدول الدفق الحجمي المقاس والفعلي بالتر المكعب والتر لكل ثانية

في الجدول التالي، **شكل 29**، تظهر قيم الدفق Q_{ac} و Q_{meas} في العمودين الثاني والثالث بدلالة اللتر لكل ثانية وبدقة 10^{-3} أو 0.001 فقط. هذه القيم صحيحة وعرضها بتلك الدقة أيضاً صحيح. كما يمكن إظهار وعرض قيم الدفق الحجمي بدلالة اللتر لكل ثانية مضروبة في 1000 وعندها نكتب المعامل 10^{-3} في الأعلى. هنا المعامل 10^{-3} جاء من قسمة القيم المترافقة في العمودين الثاني والخامس. وأخيراً، يمكننا تغيير وحدة الدفق الحجمي فنكتبها بدلالة السنتمتر مكعب لكل ثانية كما في العمودين الأخيرين.

h_o	Q_{meas}	Q_{ac}	h_o	Q_{meas}	Q_{ac}	h_o	Q_{meas}	Q_{ac}
mm	l/s	l/s	cm	$10^{-3} \times l/s$	$10^{-3} \times l/s$	cm	cm ³	cm ³
171	0.276	0.243	17.1	276	243	17.1	276	243
200	0.279	0.263	20.0	279	263	20.0	279	263
242	0.477	0.289	24.2	477	289	24.2	477	289
250	0.337	0.294	25.0	337	294	25.0	337	294
252	0.316	0.295	25.2	316	295	25.2	316	295
260	0.330	0.299	26.0	330	299	26.0	330	299
271	0.326	0.306	27.1	326	306	27.1	326	306
332	0.372	0.338	33.2	372	338	33.2	372	338
340	0.378	0.342	34.0	378	342	34.0	378	342
382	0.405	0.363	38.2	405	363	38.2	405	363

شكل 29: جدول الدفق الحجمي المقاس والفعلي بالتر لكل ثانية

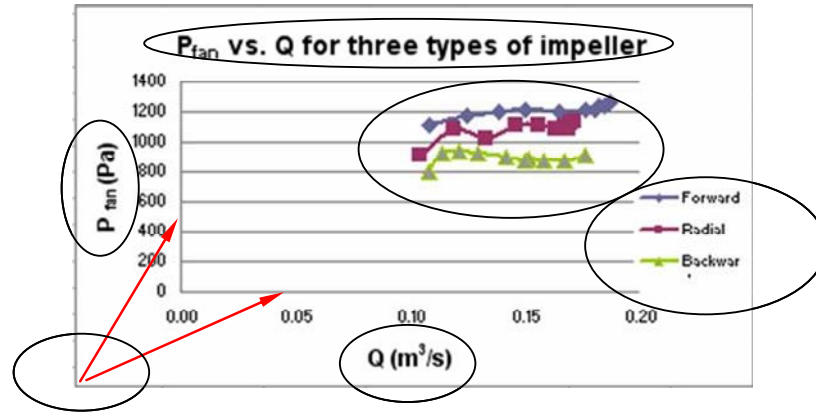
ثانياً: حجم الخط للعناوين وأسماء المحاور كبير

يمكن بسهولة التحكم في حجم الخطوط والعناوين للرسومات البيانية المرفقة ضمن الحلول. بالعادة، تظهر أحجام الخطوط كبيرة جداً وغامقة أيضاً. وهذا يتطلب مباشرة تعديل الخطوط الغامقة إلى عادية وتصغير حجم الكتابة إلى ما هو مطلوب. يفضل أن يكون حجم الكتابة للعناوين 10 وحجم أسماء وتدرجات المحاور إلى 8.

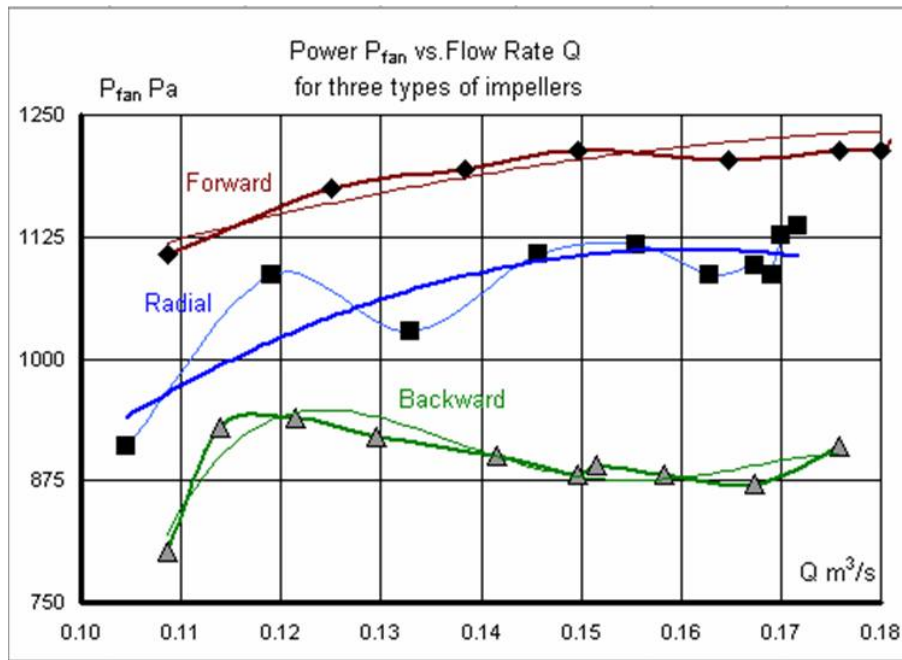
الوحدة	إمكانات الخطأ	الصحيح
متر مكعب لكل ثانية	m^3/sec أو m^3/S أو M^3/s أو $m3/s$	m^3/s
الإزاحة السينية	dx أو $DELTA x$ أو Dx	Δx
أسماء المحاور	$Q (m^3/sec)$	$Q m^3/s$

شكل 30: جدول بالأخطاء الشائعة في إكسل

ثالثاً: الرسم مضغوط داخل جزء من الرسم البياني بينما عناوينه كبيرة وغامقة والمنحنيات غير واضحة المعالم.



شكل 31: رسم بياني في إكسل مليء بالأخطاء الغنية وبالأخطاء الشائعة



شكل 32: الرسم البياني السابق معدل وصحيح

أنظر في هذا الصدد التصحيحات على الرسم البياني، من شكل 31، الخاطئ إلى شكل 32، الصحيح.

أسماء المحاور وحجم الوحدات المستخدمة

أسماء المنحنيات وألوانها المتناسقة

اسم الرسم البياني

الحدود القصوى والدنيا لقيم المحاور

تعريف أقرب منحنى للمنحنيات الموجودة.