



استخدام الانحدار الخطي المتعدد للتنبؤ بقيمة

مبيعات مصنع الإسمنت بزليتن خلال الفترة 1992-2022م

حنين محمد ميحاط، سميرة عمر الدوفاني*، وعائشة علي محمود

قسم الإحصاء، كلية العلوم، الجامعة الأسمرية الإسلامية، زليتن، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: s.al dofani@asmarya.edu.ly

Using Multiple Linear Regression to Predict

the Sales Value of the Zliten Cement Plant During the Period 1992-2022

Haneen Mohammed Mihat, Samira Omar Al-Dufani*, and Aisha Ali Mahmoud

Department of Statistics, Faculty of Science, Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya.

الملخص

تعتبر عملية التنبؤ بالمبيعات ذات أهمية استراتيجية في المؤسسات الصناعية، وتعتبر عملية معقدة وخاصة عند اختيار المتغيرات المستقلة التي تؤثر بشكل كبير على قيمة المبيعات، فالعديد من المؤسسات الصناعية الليبية تستخدم أساليب التنبؤ التقليدية بالمبيعات رغم عدم فعاليتها، وهذا الأمر يسبب خلل في التوازن بين قيمة الإنتاج وقيمة المبيعات، حيث تهدف هذه الدراسة إلى استخدام أسلوب الانحدار الخطي المتعدد كأداة إحصائية للتنبؤ بدراسة وتحليل العوامل التي تؤثر على قيمة المبيعات في مصنع إسمنت زليتن خلال الفترة من سنة 1992 إلى 2022، حيث تم الاعتماد على بيانات من سجلات المصنع تحتوي على متغيرات مثل: قيمة الإنتاج، رأس المال، الأجور، عدد العمال، المواد الأولية، والآلات والمعدات ومن خلال تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS. أظهرت النتائج أن هناك علاقة قوية بين قيمة المبيعات وهذه المتغيرات، وكان أكثرها تأثيراً هو الآلات والمعدات، ثم قيمة الإنتاج، في حين أن رأس المال لم يظهر تأثير معنوياً واضحاً. كما أظهر معامل التحديد (R^2) أن 89.4% من التغيرات في قيمة المبيعات يمكن تفسيرها من خلال النموذج. بناءً على ذلك، تمت التوصية على ضرورة التركيز في تطوير المعدات وتحسين كفاءة الإنتاج من أهم العوامل التي يمكن أن تحقق زيادة في قيمة المبيعات، والاهتمام بتحليل البيانات بشكل دوري لدعم اتخاذ القرار داخل المصنع.

الكلمات الدالة: التنبؤ، الانحدار الخطي، الانحدار الخطي المتعدد، مصنع الإسمنت.

Abstract

Sales forecasting is considered a strategic process in industrial institutions. It is a complex task, particularly when selecting independent variables that significantly affect sales value. Many Libyan industrial institutions still rely on

traditional sales forecasting methods despite their ineffectiveness, which causes an imbalance between production value and sales value. This study aims to use the multiple linear regression method as a statistical tool to study and analyze the factors affecting the value of sales at the Zliten Cement Factory during the period from 1992 to 2022. The study relies on data obtained from the factory's records, which include variables such as production value, capital, wages, number of workers, raw materials, and machinery and equipment. Through data analysis using the SPSS program, the results showed a strong relationship between the value of sales and these variables. The most influential factor was machinery and equipment, followed by production value, while capital did not show a statistically significant effect. The coefficient of determination (R^2) indicated that 89.4% of the variation in sales value can be explained by the model. Based on these findings, it is recommended to focus on developing equipment and improving production efficiency as key factors that can increase sales value, as well as paying attention to periodic data analysis to support decision-making within the factory.

Keywords: Forecasting, Linear Regression, Multiple Linear Regression, Cement Factory.

1. المقدمة

تعتبر صناعة الإسمنت من القطاعات الأساسية الداعمة للبنية التحتية والتنمية الاقتصادية، حيث يعتبر مصنع إسمنت زليتة من المصانع الرائدة في ليبيا، وذلك لما له من أهمية في تلبية متطلبات مشاريع البناء والتشييد. حيث يساهم بتغطية جزء كبير من احتياجات السوق المحلي من هذه المادة الاستراتيجية، فالعديد من المؤسسات الصناعية الليبية تعتمد على الخبرة الغير مبنية على أسس علمية في عملية التنبؤ مما يؤدي الى خلل في عملية الطلب والعرض.

يعد التنبؤ من الأدوات المهمة التي تساعد في التخطيط واتخاذ القرارات المستقبلية وهو عنصر استراتيجي يساهم في نجاح المؤسسات وتحقيق اهدافها بكفاءة، حيث يتيح القدرة على تقدير النتائج المتوقعة باستخدام البيانات التاريخية، وتكتسب هذه العملية أهمية خاصة في العديد من القطاعات وخاصةً الانتاجية حيث تعدد اساليب التنبؤ بين تقنيات بسيطة تعتمد على الخبرة وأخرى تعتمد على نماذج احصائية، ويساعد التنبؤ الدقيق وخاصة بالانتاج على تقليل الهدر وتحسين كفاءة الانتاج وضمان تلبية احتياجات السوق. العديد من القطاعات الصناعية الليبية لا تعتمد على أسس علمية في التنبؤ بمبيعاتها الأمر الذي يؤدي الى خلل في التوازن بين حجم الانتاج وحجم المبيعات. يعتبر الانحدار الخطي المتعدد الذي يستخدم في تحليل العلاقة بين المتغيرات كأحد النماذج الاحصائية الفعال، حيث يتميز هذا النموذج بقدرته على تحديد مدى تأثير كل عامل على المخرجات وتوقع القيم المستقبلية بدقة كبيرة مما يساهم في تقديم حلول علمية تعتمد عليها المؤسسات في التخطيط واتخاذ القرارات المستقبلية.

تهدف الدراسة الى التنبؤ بمبيعات الاسمنت بمصنع زليتن وتقديم أفضل نموذج انحدار لدراسة العلاقة بين المبيعات (المتغير التابع) والمتغيرات المستقلة مثل قيمة الإنتاج والأجور والمواد الأولية وعدد العمال ورأس المال والآلات والمعدات خلال الفترة من عام 1992 إلى عام 2022، ومن خلال هذا التحليل يتم تحديد أبرز التحديات التي تواجه إدارة المصنع، وتقديم توصيات علمية تساهم في تحسين كفاءة الإنتاج والتخطيط وتقليل الفجوات بين العرض والطلب وخاصة عند تقلبات السوق وظروف التشغيل المتغيرة.

1.1. الدراسات السابقة

دراسة نبيه (2020) بعنوان التنبؤ بالمبيعات ودورة في اتخاذ القرار في المؤسسة الصناعية، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية للفترة (2013-2019)، باستخدام نموذج الانحدار الذاتي المتكامل والمتوسط المتحرك أو ما يعرف بنموذج بوكس جنكيز. دراسة رزافي (2018) دراسة حالة مؤسسة صناعة الاسمنت بحجار السود سكيكة وذلك بالاعتماد على بيانات للفترة (2011-2016)، حيث تم استخدام نموذج التمهيد الأسّي. كما قام شاحوت وشتوان (2023) بالتنبؤ بحجم المبيعات باستخدام أسلوب الانحدار المتعدد، حيث جمعت البيانات على أساس الشهور لسنوات الثلاثة (2018م، 2019م، 2020م)، قامت هذه الدراسة ببناء نموذج للانحدار الخطي المتعدد لتنبؤ، وقد أظهرت النتائج أن الانحدار الخطي المتعدد يمكن أن يفسر 85.5% من التغيرات في المبيعات، مما يدل على قوة النموذج في تقديم توقعات دقيقة. وأيضاً دراسة الجهني (2023) بعنوان قطاع الأسمنت في المملكة العربية السعودية بين التحديات والتطلعات: دراسة تحليلية لقطاع الأسمنت خلال فترة 2000 إلى 2021، ولتحليل توقعات نمو الطلب على الإسمنت في المملكة العربية السعودية 2030، تم استخدام التنبؤ للقيم المستقبلية للفترة من 2024م إلى 2030م، وتتوقع الدراسة نمو استهلاك الإسمنت في المملكة العربية السعودية بمعدل 3% سنوياً حتى عام 2030. وكذلك دراسة التير وآخرون (2024) فقد قام الباحث بدراسة الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بمبيعات مصنع الاسمنت زليتن بناء على سلسلة زمنية ممتدة في الفترة (1922-2022) م، حيث أكدت نتائج الدراسة من خلال برنامج (R) بأن نموذج الشبكات العصبية الاصطناعية أعطي نتائج ذات دقة وكفاءة عالية.

2.1. مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة الدراسة في تحليل العلاقة بين قيمة المبيعات ومجموعة من المتغيرات في مصنع إسمنت زليتن خلال الفترة من عام 1992-2022، وتشمل هذه المتغيرات: قيمة الإنتاج، الرواتب، رأس المال، المواد الأولية، الآلات والمعدات، عدد العمال. وتهدف الدراسة إلى الكشف عن مدى تأثير هذه العوامل

على قيمة المبيعات، وتقديم نتائج علمية تساهم في تحسين كفاءة الإنتاج والتخطيط وتقليل الفجوات بين العرض والطلب.

4.1. فرضيات الدراسة

- بيانات الدراسة لا تتبع التوزيع الطبيعي.
- عدم وجود ارتباط ذاتي بين الأخطاء.
- يوجد أثر معنوي للمتغير المستقل (قيمة الإنتاج بالدينار) على قيمة المبيعات.
- يوجد أثر معنوي لرواتب على قيمة المبيعات.
- يوجد أثر معنوي لرأس المال على قيمة المبيعات.
- يوجد أثر معنوي لمواد الأولية على قيمة المبيعات.
- يوجد أثر معنوي للآلات والمعدات على قيمة المبيعات.
- يوجد أثر معنوي لعدد العمال على قيمة المبيعات.

2. الجانب النظري

1.2. مفهوم الانحدار الخطي المتعدد

إن نموذج الانحدار الخطي البسيط يقتصر فقط على تحليل العلاقة بين متغيرين أحدهما مستقل والآخر تابع، ولكن أغلب الظواهر الاجتماعية والاقتصادية وغيرها يحتاج لمتغير تابع وأكثر من متغير مستقل. وفي هذه الحالة نستخدم نموذج الانحدار الخطي المتعدد، حيث يعتبر أسلوب الانحدار الخطي المتعدد من أقدم وأشهر الأساليب الإحصائية من أجل تحسين نتائج البحث عن طريق الاستخدام الأمثل للبيانات وهو نموذج تنبؤ يلجأ إليه الباحثون عند الرغبة في تقييم العلاقة بين المتغير التابع وعدة متغيرات أخرى، ويتيح الانحدار الخطي المتعدد تحليل مدى تأثير كل عامل (متغير مستقل) على (المتغير التابع).

إن الانحدار الخطي المتعدد ليس مجرد أسلوب واحد وإنما مجموعة من الأساليب التي يمكن استخدامها لمعرفة العلاقة بين متغير تابع (كهي) وعدد من المتغيرات المستقلة التي عادة ما تكون مستمرة، ويأخذ نموذج الانحدار الخطي المتعدد (بصيغة المصفوفات) المعادلة (1) (محمد، 2017):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + e_k \quad (1) \quad \dots$$

$(n * 1) \quad (n * p) \quad (p * 1) \quad (n * 1)$

حيث أن:

Y_i : يمثل المتغير التابع أو الكهي.

β_0 : قيمه ثابتة.

β_1 : ميل الانحدار (Y) على المتغير المستقل الأول.

β_2 : ميل الانحدار (Y) على المتغير المستقل الثاني.

β_k : ميل الانحدار (Y) على المتغير الأخير ($X_1, X_2, \dots, X_k$).

e_k : حد الخطأ العشوائي.

1.1.2. فرضيات نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

- أن تكون العلاقة بين المتغير التابع (Y) والمتغيرات المستقلة علاقة خطية.
- لا يوجد ارتباط بين المتغيرات المستقلة الى حد كبير.
- عدد مشاهدات n أكبر من المتغيرات p .
- القيمة المتوقعة للخطأ العشوائي تكون مساوية للصفر.
- تباين الخطأ العشوائي يكون ثابت.
- الخطأ العشوائي لمشاهدة ما لا يرتبط بخطأ العشوائي لمشاهدة أخرى.
- استقلال الخطأ العشوائي عن المتغيرات المستقلة.
- الخطأ العشوائي يتوزع توزيعاً طبيعياً.

2.1.2. تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

تعتبر طريقة المربعات الصغرى من الطرق المهمة في تقدير معالم نموذج الانحدار الخطي البسيط أو المتعدد، حيث يتم تقليل مجموع مربعات الفروقات بين القيم الحقيقية للمتغير التابع والقيم التي يتوقعها النموذج مما يساعد على تحسين دقة النموذج، وتمتاز بعدم تحيزها وأنها تملك اقل تباين ممكن، حيث تم اختبار مستوى تقدير مجموع مربعات الأخطاء للمعادلة (ابو صالح، 2010):

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k + e_k$$

يمكن تقدير معالم الدالة بطريقة المربعات الصغرى باستخدام المصفوفات او المحددات تكون قوانين المعالم الناتجة كما يلي:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum x_2^2 \sum x_1 y - \sum x_1 x_2 \sum x_2 y}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2} \quad \dots (2)$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum x_1^2 \sum x_2 y - \sum x_1 x_2 \sum x_1 y}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2} \quad \dots (3)$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{x}_2 \quad \dots (4)$$

3.1.2. اختبار جودة نموذج الانحدار الخطي المتعدد:

1) تحليل التباين لنموذج الانحدار الخطي المتعدد (ANOVA):

هو أداة مهمة في تقييم جودة نموذج الانحدار الخطي المتعدد ويستخدم ما إذا كان النموذج ككل ذو دلالة احصائية أم لا، أي هل المتغيرات المستقلة تفسر جزءاً من التغير في المتغير التابع وذلك عن طريق اختبار f الذي يستخدم للوقوف على معنوية نموذج الانحدار من عدم معنويته ويتم حسابه باستخدام المعادلة التالية (ابو صالح، 2010):

$$F = \frac{\frac{MSSR}{k}}{\frac{MSSE}{n-k-1}} \quad \dots (5)$$

وتنص فرضية هذا الاختبار على:

فرض العدم: وتنص على انعدام العلاقة بين كل متغير من المتغيرات المستقلة وبين المتغير التابع، أي:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k$$

الفرض البديل: وتنص على وجود علاقة معنوية بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع، أي:

$$H_1: \text{على الأقل واحدة لا تساوي الصفر.}$$

وبعد احتساب قيمة (F) تقارن مع قيمتها الجدولية بدرجة حرية (k, n-k-1) للسط والمقام ولمستوى معين. فإذا كانت القيمة المحسوبة أكبر من القيمة الجدولية نرفض H_0 ونقبل H_1 ، أي أن العلاقة المدروسة معنوية وهناك على الأقل متغير واحد من المتغيرات X_k ذو تأثير في Y. أما إذا كانت المحسوبة أصغر من الجدولية، فإن ذلك يعني قبول H_0 أي أن العلاقة الخطية المدروسة غير معنوية، أي أنه ليس هناك تأثير من أي متغير من المتغيرات المستقلة على المتغير التابع.

2) معامل التحديد R^2 (Coefficient of Determination):

معامل التحديد هو مقياس إحصائي يستخدم لتقييم جودة نموذج الانحدار الخطي، حيث يعبر عن النسبة المئوية من التباين في المتغير التابع التي يمكن تفسيرها بواسطة المتغيرات المستقلة في النموذج، يمثل نموذج الانحدار الخطي المتعدد العلاقة بين المتغير التابع والمتغيرات المستقلة. كما أن مجموع المربعات الكلي لنموذج يتكون من مجموع مربعات الأخطاء الغير مفسرة مضاف الية مجموع مربعات الانحدار للمتغيرات المستقلة.

ويحسب معامل التحديد R^2 بالصيغة التالية:

$$SST = SSE + SSR \quad \dots (6)$$

$$SSR/SST + SSE/SST = 1 \quad \dots (7)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad \dots (8)$$

حيث تكون المعادلة (8) كما يلي:

$$R^2 = \frac{\hat{\beta}XY - n\bar{Y}^2}{\hat{Y}Y - n\bar{Y}^2} \quad \dots (9)$$

يلاحظ على معامل التحديد الآتي:

- تتراوح قيم معامل التحديد بين الصفر والواحد الصحيح، أي أن: $0 \leq R^2 \leq 1$
- إذا كانت قيمة معامل التحديد صغيرة (قريبة من الصفر) فإن هذا يعني أن الجزء الأكبر من تباين Y يرجع إلى متغيرات لم تتضمن في نموذج الانحدار، أما إذا كانت قيمته قريبة من الواحد الصحيح، فإن ذلك يعني أن الجزء الأكبر من تباين المتغير التابع قد تم تفسيره بواسطة المتغيرات المستقلة المضمنة في نموذج الانحدار.
- معامل التحديد دالة تزايدية لعدد المتغيرات المستقلة.

فإضافة أي متغير مستقل لنموذج الانحدار تزيد من قيمة المعامل بغض النظر عن مساهمة هذا المتغير في تفسير تباين المتغير التابع، وللتخلص من هذا العيب يستخدم معامل آخر ويعرف بمعامل التحديد المعدل.

(3) معامل التحديد المعدل $\bar{R}^2$ (Adjusted):

معامل التحديد المعدل هو مقياس إحصائي يستخدم لتقييم جودة نموذج الانحدار، ويعتبر نسخة محسنة من معامل التحديد R^2 حيث يأخذ في الاعتبار عدد المتغيرات المستقلة في النموذج وحجم العينة. ويتميز معامل التحديد المعدل بأنه عند إضافة متغير مستقل إلى نموذج فإن قيمته ترتفع حتى وإن لم يكن للمتغير المضاف من الأهمية ما يستحق معها إدخاله في النموذج. ولذا الحصول على معيار أفضل لقياس مدى قابلية مجاميع مختلفة من المتغيرات لتحليل العلاقة قيد الدراسة وأخذ بالاعتبار عدد المتغيرات المشمولة، فإنه يتم حساب ما يسمى بمعامل التحديد المصحح (المعدل) بموجب المعادلة التالية:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2(n-k)}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2(n-1)} \quad \dots (10)$$

حيث أن العلاقة بين معامل التحديد المعدل ومعامل التحديد غير المعدل هي:

$$R^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-k} \right) (1 - \bar{R}^2) \quad \dots (11)$$

ونلاحظ أن قيمة $\bar{R}^2$ تنخفض عند إضافة متغير مستقل إذا لم تؤدي هذه الإضافة إلى تقليص قيمة $(\bar{R}^2 - 1)$ بما يعوض عن الزيادة التي تحصل في $\left(\frac{n-1}{n-k} \right)$ نتيجة لارتفاع قيمة k وبمعنى آخر من الأفضل عدم إضافة متغير إلى النموذج إذا تسببت إضافته إلى تخفيض قيمة $\bar{R}^2$ (العلي، 2020).

4) التنبؤ:

التنبؤ هو عملية تقدير أو توقع قيمة المتغير التابع في المستقبل، استناداً إلى معلومات وبيانات حالية للمتغيرات المستقلة، وهو استخدام النموذج بعد تدريبه على بيانات سابقة لتقدير قيم جديدة للمتغير التابع مما يساعد في اتخاذ قرارات مستقبلية بناء على المعطيات المتوفرة.

القيمة التفسيرية:

$$x_{n+1} = x_{n+1,0}, \dots, x_{n+1,p-1} \quad (12) \dots$$

عندما نريد توقع جديد للمتغير:

$$Y_{n+1} = \beta_0 x_{n+1,0} + \dots + \beta_{p-1} x_{n+1,p-1} + e_{n+1} = x_{n+1} \beta + e_{n+1} \quad (13) \dots$$

حيث أن:

$$E(e_{n+1}) = 0 \quad (14) \dots$$

$$\text{var}(e_{n+1}) = \sigma^2 \quad (15) \dots$$

$$\text{cov}(e_{n+1}, e_n) = 0 \quad (16) \dots$$

من أجل كل $n = 1, 2, \dots, n$

Y_i و Y_{n+1} غير مرتبطان ونستخدم $\hat{\beta}$ لهذا:

$$\hat{y}_{n+1}^p = x_{n+1} \hat{\beta} \quad (17) \dots$$

يعرف خطأ التنبؤ كما يلي:

$$\hat{e}_{n+1}^p = y_{n+1} - \hat{y}_{n+1}^p \quad (18) \dots$$

إن مركز التباين يساوي:

$$\text{var}(\hat{e}_{n+1}^p) = \text{var}(x_{n+1} \hat{\beta} + e_{n+1} - x_{n+1} \hat{\beta}) \quad (19) \dots$$

$$= \text{var}(e_{n+1}) + x_{n+1} \text{var}(\hat{\beta}) x_{n+1}' \quad (20) \dots$$

$$\text{var}(\hat{e}_{n+1}^p) = E \left[(y_{n+1} - \hat{y}_{n+1}^p)^2 \right] \quad (21) \dots$$

ويسمى أيضاً الخطأ التربيعي متوسط التنبؤ (EQMP) التي تستخدم لاختبار المتغيرات أو نموذج (محمد، 2017).

3. المنهجية

اعتمده هذه الدراسة على الأسلوب الوصفي والتحليلي وتم استخدام نموذج الانحدار الخطي المتعدد لتفسير العلاقة بين المتغيرات المدروسة واستخدام هذه العلاقة في بناء نموذج للتنبؤ بقيمة مبيعات الإسمنت مستقبلاً. باستخدام برنامج SPSS والاعتماد على بيانات من مصنع الإسمنت بزلتين خلال الفترة من 1992-2022م، حيث تم تحليل البيانات الموضحة بالجدول (1).



جدول 1. بيانات مصنع الإسمنت زليتين خلال الفترة من 1992-2022م

السنوات	قيمة المبيعات	الآلات والمعدات	قيمة الإنتاج بالدينار	رأس المال	المواد الأولية	الرواتب والاجور	عدد العمال
1992	8004934.802	705468.450	2088349.800	59648993.897	705468.450	2348355.872	501
1993	9638977.411	830784.840	2704655.624	59648993.897	830784.840	3242139.605	526
1994	10754466.821	895465.420	3565082.598	59648993.897	895465.420	4763522.316	535
1995	8312929.150	740360.251	2528591.016	60420280.097	740360.251	3081586.818	574
1996	8761707.637	785311.302	1078153.584	60420280.097	785311.302	2733821.401	601
1997	10205562.686	668792.550	422554.778	60420280.097	668792.550	303093.829	618
1998	11645400.826	905979.913	6602015.267	60420280.097	905979.913	3242216.926	622
1999	15622215.789	1338477.525	7091885.589	60420280.097	1338477.525	3606317.698	633
2000	14841550.397	1423354.244	9713607.763	60420280.097	1423354.244	3786919.637	614
2001	15802287.357	1721609.305	23688289.953	60420280.097	1721609.305	4537075.283	629
2002	15579212.869	1635730.699	5278267.079	60420280.097	1635730.699	4160586.143	634
2003	18573861.287	3011416.796	12588207.716	60420280.097	3011416.796	3807300.603	659
2004	19601980.761	3671936.483	13339615.017	60420280.097	3671936.483	4029744.965	672
2005	25190632.187	934152.534	17574019.036	216814038.140	934152.534	5001827.457	675
2006	27278984.409	849002.678	31679583.054	216814038.140	849002.678	5707521.628	610
2007	28818074.211	936381.674	17807693.431	216814038.140	936381.674	5809957.097	613
2008	3250906.113	1196534.145	30056827.839	216814038.140	1196534.145	10095601.860	593
2009	31098135.125	1746949.193	904741.587	216814038.140	1746949.193	9933168.385	592
2010	25960534.118	1276954.490	1112481.887	216814038.140	1276954.490	9833696.675	586
2011	17769520.700	643267.993	941032.828	216814038.140	643267.993	9668086.166	602
2012	32669816.554	2616036.022	10693881.705	216814038.140	2616036.022	12955386.410	597
2013	37553338.560	1899942.321	41495169.525	216814038.140	1899942.321	12576805.470	580
2014	36654351.314	4610286.917	33876129.539	216814038.140	4610286.917	17053802.880	573
2015	34993444.793	4377965.364	13428418.053	216814038.140	4377965.364	17205295.500	559
2016	36719673.910	6197997.854	30187059.829	216814038.140	6197997.854	15889693.670	549
2017	10609051.401	876820.848	10239817.254	216814038.140	876820.848	119139841.620	543
2018	28869172.207	5317689.063	26536965.767	216814038.140	5317689.063	18291521.260	530
2019	52740105.728	26715661.553	51655513.000	216814038.140	26715661.553	23381698.560	513
2020	44155979.080	3444830.369	41757952.879	216814038.140	3444830.369	25082779.960	580
2021	61650136.920	1308465.610	64025176.928	216814038.140	1308465.610	29229032.700	536
2022	86241777.021	14471039.708	62735001.979	216814038.140	14471039.708	29904614.140	538

المصدر: من سجلات مصنع الاسمنت زليتين بالدينار الليبي

وتم تلخيص وتبويب هذه البيانات وحساب بعض المقاييس الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS) كما في الجدول (2).



جدول 2. الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة

	Mean	Std. Deviation	N
المبيعات بالدينار قيمة	25469958.77884	18000150.154389	31
رأس المال	151154918.36068	78538293.977689	31
الآلات والمعدات	89113277.61239	69659369.603779	31
قيمة الإنتاج بالدينار	18625701.35174	18491997.911753	31

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

يوضح الجدول (2) الإحصاءات الوصفية، حيث حجم العينة يساوي 31 والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمتغيرات التي أدخلت في نموذج الانحدار خلال فترة (1992-2022) م، حيث بلغ متوسط قيمة المبيعات 25,469,958.77884 دينار ليبي، بينما كان متوسط رأس المال حوالي 151,154,918.36068 دينار ليبي كما بلغ متوسط قيمة الآلات والمعدات حوالي 89,113,277.61239 دينار ليبي، ومتوسط قيمة الإنتاج حوالي 18,625,701.35174 دينار ليبي.

جدول 3. مصفوفة الارتباط بين متغيرات نموذج الانحدار

	قيمة المبيعات بالدينار	رأس المال	الآلات والمعدات	قيمة الإنتاج بالدينار
Pearson Correlation	قيمة المبيعات بالدينار	1.000	.605	.822
	رأس المال	.605	1.000	.544
	الآلات والمعدات	.868	.657	.781
	قيمة الإنتاج بالدينار	.822	.544	1.000
Sig. (1-tailed)	قيمة المبيعات بالدينار	.000	.000	.000
	رأس المال	.000	.000	.001
	الآلات والمعدات	.000	.000	.000
	قيمة الإنتاج بالدينار	.000	.001	.000
N	قيمة المبيعات بالدينار	31	31	31
	رأس المال	31	31	31
	الآلات والمعدات	31	31	31
	قيمة الإنتاج بالدينار	31	31	31

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

يوضح الجدول (3) مصفوفة الارتباط بين متغيرات نموذج الانحدار حيث تم استبعاد قيمة الرواتب وعدد العمال والمواد الأولية لتجنب مشكلة التداخل الخطي بين المتغيرات المستقلة، وكان معامل الارتباط الأعلى بين قيمة المبيعات بالدينار وقيمة الآلات والمعدات بقيمة 0.868 بدلالة أصغر من 0.05 وبلغ معامل الارتباط بين قيمة المبيعات بالدينار وقيمة الإنتاج بالدينار بقيمة 0.822 بدلالة



أصغر من 0.05 وبينما بلغ معامل الارتباط بين قيمة المبيعات بالدينار وقيمة رأس المال بقيمة 0.605 بدلالة أصغر من 0.05، مما يشير إلى أن العلاقات بين المتغيرات علاقة طردية ذات دلالة إحصائية.

جدول 4. أسماء المتغيرات التي أدخلت/أزيلت في معادلة الانحدار

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	قيمة الإنتاج بالدينار، الآلات والمعدات، رأس المال	.	Enter

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

يوضح الجدول (4) أسماء المتغيرات التي أدخلت في معادلة الانحدار (قيمة المبيعات بالدينار) كمتغير تابع والمتغيرات المستقلة (قيمة الإنتاج والآلات والمعدات ورأس المال) والتحليل لم يتم استبعاد أي من متغيرات. والطريقة المستخدمة في النموذج هي (Enter)

جدول 5. معامل الارتباط بين المتغير التابع وعدد من المتغيرات المستقلة

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.946 ^a	.894	.868	6543508.955585

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

^(a) Predictors: (Constant) عدد العمال، رأس المال، المواد الأولية، الأجور أو الرواتب، القيمة بالدينار، الإنتاج، الآلات والمعدات.

يوضح الجدول (5) معامل الارتباط بين المتغير التابع وعدد من المتغيرات المستقلة المعدات والآلات، حيث بلغ قيمة عالية جدا ($R=0.946$) تشير لوجود علاقة طردية قوية جدا بين المتغير التابع (قيمة المبيعات) والمتغيرات المستقلة وقيمة معامل التحديد 0.894 وقيمة معامل التحديد المعدل 0.868 أي المتغيرات المستقلة تفسر 89.4% من التباين الحاصل في قيمة المبيعات بالدينار.

جدول 6. نتائج تحليل (ANOVA) لاختبار معنوية الانحدار

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	7851821250366758.000	3	2617273750122253.000	37.823	.000 ^b
1 Residual	1868340917049905.800	27	69197811742589.100		
Total	9720162167416664.000	30			

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

يوضح الجدول (6) نتائج تحليل (ANOVA) لاختبار معنوية الانحدار والذي تنص فرضيته كالتالي:

H_0 : نموذج الانحدار غير معنوي (لا يختلف عن الصفر)

H_1 : نموذج الانحدار معنوي (يختلف عن الصفر)



حيث يبين الجدول قيمة $F=37.823$ مع قيمة معنوية (sig) تساوي 0.000 وهي أقل من 0.05، وبالتالي نرفض الفرض الصفري ونقبل الفرض البديل وهو أن الانحدار معنوي وبالتالي وجود تأثير من المتغيرات المستقلة على المتغير ونستطيع التنبؤ بالمتغير التابع من خلال هذه المتغيرات المستقلة.

جدول 7. معادلة خط الانحدار المقدرة والخطأ في التقدير لكل معامل

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	Correlations		
	B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
(Constant)	4633608.664	3285290.774		1.410	.170			
1	رأس المال	.009	.026	.041	.365	.718	.605	.070 .031
	الآلات والمعدات	.143	.039	.553	3.678	.001	.868	.578 .310
	قيمة الإنتاج بالدينار	.358	.132	.368	2.722	.011	.822	.464 .230

المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

تشير نتائج تحليل الانحدار (الجدول 7) إلى أن متغيري قيمة الإنتاج (x_2) والآلات والمعدات (x_1) لهما تأثير معنوي على المتغير التابع (قيمة المبيعات بالدينار) وذلك لأن قيمة الدلالة الإحصائية (Sig) لكل منهما كانت أقل من مستوي الدلالة المعتمد 0.05 حيث بلغت (Sig) لقيمة الإنتاج 0.011، و (Sig) لقيمة الآلات والمعدات 0.001، بينما لم يكن لمتغير رأس المال (x_3) تأثير معنوي في النموذج، نظراً لأن قيمة الدلالة الخاصة به بلغت 0.718 وهي أكبر من 0.05، مما يشير إلى عدم معنويته الإحصائية.

وبالتالي نستنتج أن قيمة الإنتاج والآلات والمعدات يعتبران من العوامل المؤثرة بشكل معنوي في تفسير التغير في قيمة المبيعات بالدينار، في حين لا يعد رأس المال من العوامل ذات التأثير المعنوي وبناء على ذلك تكون معادلة الانحدار (نموذج التنبؤ).

$$\hat{Y} = 664.4633608 + 0.143(x_1) + 0.358(x_2)$$

حيث أن:

Y : قيمة المبيعات بالدينار من سنة 1992 م إلى 2022 م.

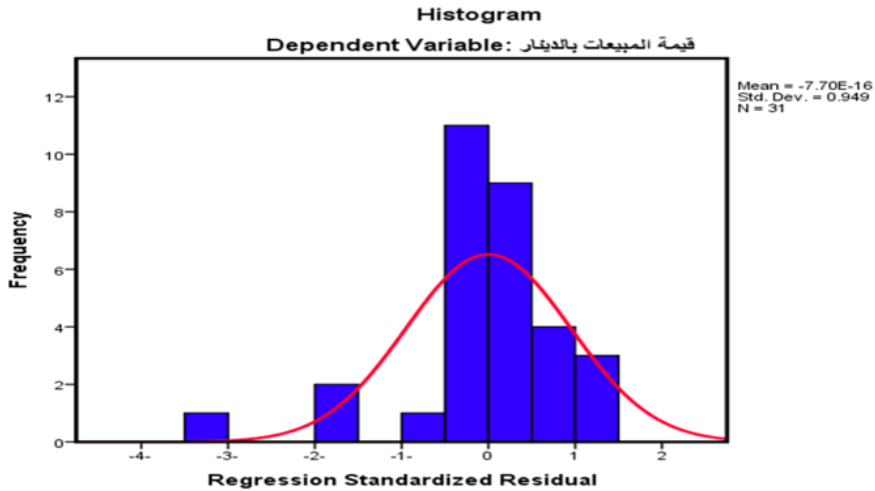
x_1 : الآلات والمعدات من سنة 1992 م إلى 2022 م

x_2 : قيمة الإنتاج بالدينار من سنة 1992 م إلى 2022 م

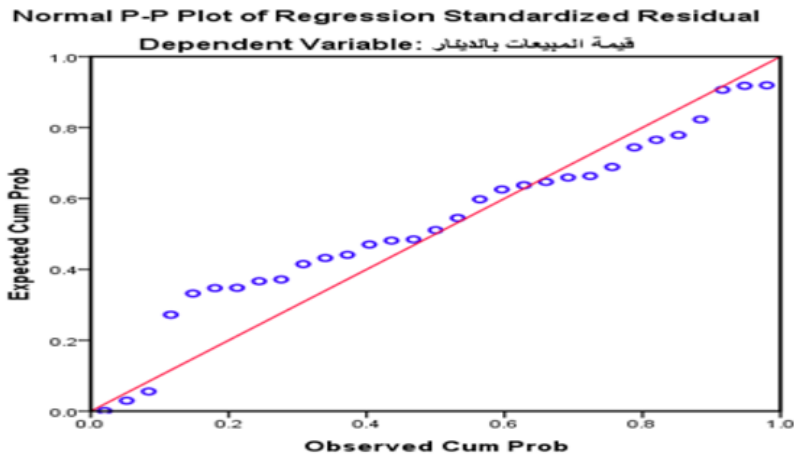
1.3. بعض المقاييس الاحصائية الخاصة ببواقي النموذج

الشكل (1) يوضح الشكل مدرجا تكراريا لتوزيع البواقي المعيارية لنموذج الانحدار (الفرق بين القيمة الفعلية والمتوقعة في نموذج) حيث أن البواقي قريبة من التوزيع الطبيعي من خلال النظر إلى منحنى الكثافة (الأحمر) وهذه يدل على أن افتراض التوزيع الطبيعي للبواقي مقبول. كما أن متوسط البواقي

قريب من الصفر جدا والانحراف المعياري يقارب 0.949 وهذا يدل على عدم وجود انحراف كبير بين البيانات.



شكل 1. المدرج التكراري لتوزيع البواقي المعيارية لنموذج الانحدار (الفرق بين القيمة الفعلية والمتوقعة في نموذج)
المصدر: نتائج برنامج spss من بيانات الدراسة

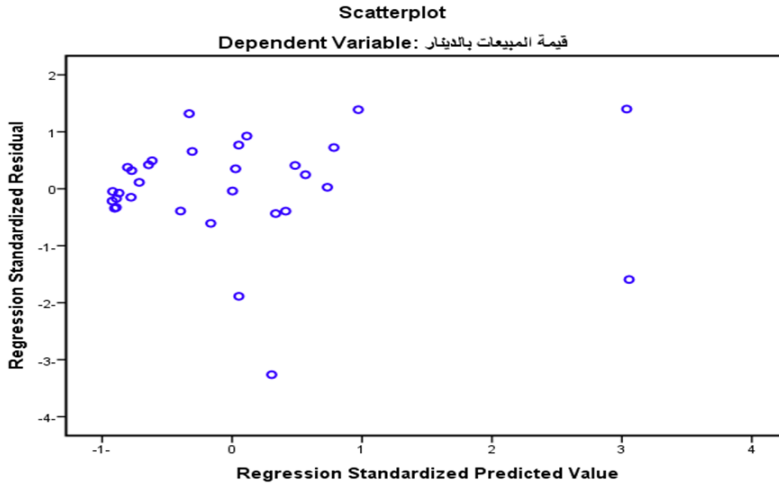


شكل 2. رسم (plot p-p)

المصدر: نتائج برنامج spss من بيانات الدراسة

يوضح الشكل (2) رسم (plot p-p) الذي يستخدم لاختبار ما إذا كانت بواقي نموذج الانحدار تتبع توزيعاً طبيعياً، تمثل النقاط الزرقاء القيم التراكمية الفعلية للبواقي، بينما يمثل خط الأحمر القيم

التراكمية المتوقعة في حالة التوزيع الطبيعي. ونلاحظ أن أغلب النقاط تقع قريبا من الخط المستقيم، مما يشير إلى أن البواقي تتوزع بشكل طبيعي تقريبا.



شكل 3. مخطط التبعثر بين القيم المتوقعة المعيارية وبواقي الانحدار المعيارية
المصدر: نتائج برنامج SPSS من بيانات الدراسة

يوضح الشكل (3) مخطط التبعثر بين القيم المتوقعة المعيارية وبواقي الانحدار المعيارية وحيث تهدف هذه الرسمة إلى اختبار تجانس التباين، حيث يتوقع أن تكون النقاط موزعة بشكل عشوائي حول المحور الأفقي دون نمط واضح. ومن خلال الشكل نلاحظ أن التوزيع العام للنقاط لا يظهر نمطا معينا أو شكلا هرميا مما يشير إلى أن شرط تجانس التباين متوفر بدرجة مقبولة.

4. النتائج

بعد إجراء تحليل الانحدار الخطي المتعدد باستخدام بيانات فعلية من مصنع الإسمنت خلال الفترة من 1992 إلى 2022، توصل الباحثين إلى عدد من النتائج المهمة، وهي:

- قيمة الإنتاج لها تأثير معنوي متوسط على قيمة المبيعات، حيث كان معامل $\beta_2 = 0.358$ و $Sig = 0.011$ ، وهو تأثير معتبر لكنه أقل من تأثير الآلات والمعدات.
- وجود تأثير معنوي قوي للآلات والمعدات على قيمة المبيعات، حيث كان معامل $\beta_1 = 0.143$ والقيمة الاحتمالية $Sig = 0.001$ ، ما يدل على أن هذا المتغير يمثل أحد العوامل الحاسمة في تفسير التغيرات في المبيعات.

- رأس المال لم يظهر تأثيراً معنوياً على قيمة المبيعات، رغم وجود ارتباط موجب، حيث كانت $Sig = 0.718$ ، مما يشير إلى أن حجمه أو توزيعه لم يكن له دور فعال في تفسير التغيرات في المبيعات خلال الفترة المدروسة.
- معامل التحديد R^2 بلغ حوالي 0.808، ما يعني أن 80.8% من التغير في المبيعات يمكن تفسيره من خلال المتغيرات الثلاثة، وهذا يعكس قوة النموذج.
- اختبار ANOVA أظهر معنوية النموذج ككل، بقيمة $F = 37.823$ و $Sig = 0.000$ ، مما يؤكد أن المتغيرات المدخلة تؤثر بشكل جماعي على المبيعات.

5. التوصيات

- التركيز على تطوير وتحديث الآلات والمعدات، لما لها من تأثير مباشر وقوي على المبيعات، سواء من حيث الكفاءة التشغيلية أو القدرة الإنتاجية.
- تحسين العمليات الإنتاجية وتعزيز كفاءة الإنتاج، حيث ثبت أن زيادة قيمة الإنتاج تسهم في رفع قيمة المبيعات.
- إعادة تقييم استخدام رأس المال، حيث لم يظهر تأثيره بشكل معنوي على المبيعات، مما يتطلب من إدارة المصنع دراسة أفضل السبل لاستثمار رأس المال بشكل أكثر فعالية.
- الاستمرار في مراقبة وتحليل البيانات التشغيلية والمالية بشكل سنوي، بهدف التنبؤ المبكر بأي تغيرات قد تؤثر على أداء المصنع.
- إجراء دراسات تحليلية دورية باستخدام أساليب إحصائية (مثل النمذجة والانحدار) لتحديث القرارات الإدارية بناءً على بيانات حقيقية.

المراجع

- ابو صالح، محمد صبيح (2010). مقدمة في تحليل الانحدار الخطي. دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان الأردن.
- التير، فاطمة علي؛ الدوفاني، سميرة عمر، العريفي، هناء يوسف؛ المكرو، هناء رجب؛ العيان، أسماء اشتوي (2024). استخدام الشبكات العصبية الاصطناعية في التنبؤ بمبيعات مصنع اسمنت زليتن. *المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي*، 4، 264-275.
- الجهني، أحمد فلاح (2023). قطاع الأسمنت في المملكة العربية السعودية بين التحديات والتطلعات: دراسة تحليلية لقطاع الأسمنت خلال فترة 2000 إلى 2021. *مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية والقانونية*، 7(11)، 81-101.



- رزاق، إيمان؛ مقيمح، صبري (2018). فعالية التنبؤ باستخدام نموذج التمهيد الأسّي في ترشيد قرارات الإنتاج: دراسة حالة مؤسسة صناعة الإسمنت حجار السّود – سكيكدة. *مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية*، 5(11)، 178-190.
- شاحوت، محمد أبوبكر؛ شتوان، علي قاسم (2023). التنبؤ بحجم المبيعات باستخدام أسلوب الانحدار المتعدد للفترة (2008-2020). *مجلة البحوث التقنية*، 1(1)، 9-23.
- العلي، ابراهيم محمد (2020). *أسس التحليل الإحصائي*، ط 1. دار الرواد للنشر والتوزيع، سوريا.
- محمد، أماني موسى (2017). *تحليل الانحدار وتطبيقاته الإحصائية*. معهد الدراسات والبحوث الإحصائية، جامعة القاهرة.
- نبيه، قسيبي (2020). *التنبؤ بالمبيعات ودوره في اتخاذ القرار في المؤسسة الصناعية: دراسة حالة الوحدة الفرعية لمصنع الإسمنت بني صاف – ولاية عين تموشنت*. مذكرة ماجستير، المركز الجامعي بلدية بوشعيب – عين تموشنت، الجزائر.