

تحسين النمذجة الخطية للبيانات الترتيبية والاسمية باستخدام خوارزمية مبتكرة

*د. فاطمة شلاف

المخلص

يهدف هذا البحث إلى بناء خوارزمية فعالة لاختيار النموذج الخطي الأنسب لتحليل البيانات الترتيبية المقاسة بمقياس ليكرت، وذلك من خلال تحويلها إلى بيانات كمية قابلة للتحليل الإحصائي باستخدام تقنية المركبات الأساسية الفئوية (CATPCA). تتيح هذه التقنية معالجة البيانات الاسمية والترتيبية وتحويلها إلى صيغ كمية، مع الحفاظ على العلاقات الخطية بين المتغيرات، ما يسمح بتقييم النماذج الخطية المختلفة ضمن إطار بيانات بانل.

طبقت الخوارزمية على بيانات المشاريع الصغيرة في مدينة حمص وريفها، مع التركيز على البعدين الاجتماعي والمالي، حيث تم تحويل البيانات الترتيبية إلى كمية باستخدام CATPCA، ثم اختبار ثلاثة نماذج بانل (التجميعي، التأثيرات الثابتة، التأثيرات العشوائية) لتحديد النموذج الأكثر كفاءة. أظهرت النتائج أن النموذج التجميعي هو الأنسب، وكشفت عن علاقة إيجابية قوية بين البعد الاجتماعي والمركبة المالية الأولى، المرتبطة بالربح والاستدامة والتوجه الاستثماري. كما ظهر تأثير إيجابي لمركبة التوسع والنجاح الاستراتيجي، في حين كان للتقييم النقدي الصرف أثر سلبي على الأثر الاجتماعي. تعكس هذه النتائج أهمية الأداء المالي المستدام والتوسع المدروس في تعظيم العائد الاجتماعي للمشاريع الصغيرة.

الكلمات المفتاحية: البيانات الفئوية، البيانات الترتيبية، البيانات الاسمية، تحليل المركبات الأساسية الفئوي (CATPCA)، نماذج بيانات البانل، نموذج التأثيرات الثابتة، مقياس ليكرت، اختيار النموذج الخطي، المشاريع الصغيرة، الأبعاد الاجتماعية والمالية.

*مدرس - قسم الإحصاء الرياضي - كلية العلوم - جامعة حمص.

Optimizing Linear Modeling for Ordinal and Nominal Data Using a Novel Algorithm

Fatima Shallaf*

Abstract

This study aims to develop an effective algorithm for selecting the most appropriate linear model for analyzing ordinal data measured using the Likert scale. The approach involves transforming the ordinal data into quantitative data suitable for statistical analysis using the Categorical Principal Components Analysis (CATPCA) technique. This method allows for the conversion of nominal and ordinal variables into quantitative forms while preserving linear relationships among variables, enabling the evaluation of different linear models within a panel data framework.

The proposed algorithm was applied to data from small-scale projects in Homs city and its countryside, with a focus on the social and financial dimensions. The ordinal data were transformed using CATPCA, followed by testing three panel data models—pooled, fixed effects, and random effects—to determine the most efficient one.

The results indicated that the pooled model was the most suitable. A strong positive relationship was found between the social dimension and the first financial component, associated with profit, sustainability, and investment orientation. A positive effect was also observed for the component related to expansion and strategic success, while a negative effect was noted for the purely evaluative financial component. These findings highlight the importance of sustainable financial performance and strategic growth in maximizing the social impact of small enterprises.

Keywords: Categorical Data, Ordinal Data, Nominal Data, Categorical Principal Components Analysis (CATPCA), Panel Data Models, Fixed Effects Model, Likert Scale, Linear Model Selection, Small Enterprises, Social and Financial Dimensions

*Teacher, Dept. of Mathematical Statistics, Faculty of Science, Homs University.

مقدمة (Introduction):

تُعدّ البيانات متعددة الأبعاد والمصنفة زمنياً من أهم أشكال البيانات التي تواجه الباحثين في مجالات الاقتصاد والاجتماع والتنمية، وخاصة ما يُعرف بـ بيانات البائل، والتي تجمع بين البُعدين الزماني والمكاني، مما يوفر معلومات أعمق ويساعد على تتبّع التغيرات في الظواهر المدروسة. وفي كثير من الحالات، تكون هذه البيانات غير كمية (اسمية أو ترتيبية)، مما يحدّ من إمكانية استخدامها ضمن النماذج الاقتصادية القياسية التقليدية، وهنا تبرز الحاجة إلى تقنيات تحليلية قادرة على التعامل مع هذا النوع من البيانات.

من بين هذه التقنيات، يأتي تحليل المركبات الأساسية الفئوية (CATPCA) كأداة إحصائية فعالة تتيح تحويل البيانات الاسمية والترتيبية إلى مركبات كمية يمكن إدراجها ضمن النماذج الإحصائية المتقدمة، مع الاحتفاظ بالمعلومات البنوية الكامنة فيها.

يركّز هذا البحث على توظيف تقنية CATPCA في معالجة وتحليل بيانات ترتبط بـ المشاريع الصغيرة، بهدف دراسة العوامل المؤثرة عليها، وتحديد النموذج الأنسب من بين نماذج بيانات البائل (المجمّع، التأثيرات الثابتة، التأثيرات العشوائية). ويُشكل هذا التطبيق العملي خطوة نحو دعم صناع القرار بمؤشرات دقيقة يمكن الاعتماد عليها في رسم السياسات التنموية المستندة إلى معطيات واقعية.

مشكلة البحث:

يواجه الاستثمار الاجتماعي في سوريا والعالم العربي تحديات كبيرة نتيجة نقص الوسم الإحصائي الدقيق لهذه الاستثمارات، مما يعيق فهم وتقييم العوامل المؤثرة على نجاحها. يعتمد كثير من الدراسات على بيانات ترتيبية مأخوذة من استبيانات تقديرية ذات دقة محدودة، وصعوبة في تحليلها بالطرق الإحصائية التقليدية. بالإضافة إلى ذلك، يفتقر المجال إلى خبراء متخصصين وأبحاث متعمقة، مما يحدّ من تطوير أدوات تحليلية فعالة. يسعى هذا البحث لسد هذه الفجوة عبر تطوير خوارزمية مبتكرة لتحليل البيانات الترتيبية باستخدام نماذج بائل، بهدف توفير أساس علمي موثوق يدعم اتخاذ قرارات استثمارية أكثر دقة وفعالية.

أهمية البحث:

1. تطوير أدوات تحليل البيانات: ابتكار خوارزميات تدعم تحليل البيانات الاسمية والترتيبية وتحسين تحليل مقياس ليكرت لزيادة دقة النتائج الإحصائية.
 2. تعزيز الابتكار في التحليل الإحصائي: تمكين الباحثين من اتخاذ قرارات دقيقة ومستندة إلى نمذجة خطية متقدمة للبيانات.
 3. توفير إطار عملي: يساهم البحث في دعم مجالات الاستثمار الاجتماعي والمشاريع الصغيرة، مما يعزز النمو الاقتصادي.
- ويحول البحث البيانات المقاسة بمقياس ليكرت إلى بيانات كمية باستخدام تقنية CATPCA ، ليتم بعدها مقارنة النماذج الخطية الثلاث لبيانات البائل ذات البعدين المكاني والزمني.
- الهدف من البحث:**

- 1- تطوير مقياس ليكرت الخماسي لفهم وتحليل البيانات بشكل أكثر دقة، مما يعزز من دقة ووضوح النتائج ويسهم في اتخاذ قرارات مستنيرة.
 - 2- استخدام CATPCA لتحويل البيانات الفئوية (الاسمية والترتيبية) إلى قيم كمية، مما يعزز دقة النتائج في الأبحاث الاجتماعية.
 - 3- تقديم توصيات قابلة للتنفيذ لتحسين السياسات الدراسات الاحصائية التي تدعم التنمية الاجتماعية والاقتصادية، استناداً إلى فهم عميق للعوامل المؤثرة المستخلصة من CATPCA.
 - 4- تقديم دراسة حالة باستخدام التحليل الإحصائي للاستثمار الاجتماعي: تتضمن نماذج إحصائية لتحديد المتغيرات الأساسية المؤثرة وتقديم توصيات لتحسين أداء الاستثمارات الاجتماعية في سوريا.
- تحليل المركبات الأساسية الفئوية (Principal Components Analysis)**
- (Categorical): [1] [2]**
- مقدمة:**

في العلوم الاجتماعية والسلوكية غالباً ما يواجه الباحثون عدداً كبيراً من المتغيرات التي يرغبون في تقليلها إلى عدد أصغر من المركبات مع أقل قدر ممكن من فقدان المعلومات، يعتبر تحليل المركبات الأساسية (PCA) طريقة مناسبة لإجراء تقليل البيانات. تعاني PCA من اثنين من القيود الهامة أولاً: يفترض أن العلاقات بين المتغيرات خطية، وثانياً: يكون تفسيرها معقولاً فقط إذا تم افتراض أن جميع المتغيرات يتم قياسها كمياً، ولكن في العلوم الاجتماعية والسلوكية غالباً ما تكون هذه الافتراضات غير متوفرة وبالتالي قد لا تكون PCA التقليدية دائماً الأنسب للتحليل، لذا تم تطوير بديل يشار إليه باسم تحليل المركبات الأساسية الفئوية (CATPCA) ، وهذه الطريقة

البديلة لها نفس أهداف تحليل المركبات الأساسية التقليدية، ولكنها مناسبة لمتغيرات مستويات القياس المختلطة (الاسمية، الترتيبية، الفئوية).

تعريف تحليل المركبات الأساسية الفئوية CATPCA: [1] [2]

هو تقنية إحصائية تهدف إلى تقليل عدد الأبعاد في مجموعة بيانات متعددة المتغيرات مع متغيرات فئوية، مع الحفاظ على أكبر قدر ممكن من التباين في البيانات، يختلف CATPCA عن PCA التقليدي في أنه يستطيع التعامل مع المتغيرات الفئوية باستخدام عملية تعرف بالقياس الكمي الأمثل (Optimal Scaling).

CATPCA و PCA يقدمان نفس الحلول تماماً عندما نتعامل مع البيانات الكمية.

القياس الكمي الأمثل Gifi ودالة الخسارة: [3] [4]

القياس الكمي الأمثل هو عملية تحويل المتغيرات الفئوية إلى قيم كمية بطريقة تحافظ على البنية الأساسية للبيانات وتسمح بتحقيق الأهداف التحليلية لـ PCA، يستخدم القياس الكمي الأمثل لتحويل المتغيرات الفئوية إلى قيم عددية تعظم مقدار التباين المفسر VAF في البيانات. تُعتبر دالة الخسارة (Loss Function) في CATPCA مقياساً لمدى اختلاف القيم المحولة (المقاسة كمياً) للفئات الفئوية عن القيم المثلى التي نهدف إليها، يتمثل الهدف في تقليل هذه الاختلافات إلى الحد الأدنى لتحقيق أفضل قياس كمي للفئات.

صياغة دالة الخسارة: [4] [5] [6]

لنأخذ مصفوفة درجات الفئات H والتي تحتوي على n من الأفراد (المشاهدات) و m من المتغيرات، يمثل كل عمود H المتغير الفئوي X_j . بعد تحويل المتغيرات الفئوية إلى قيم كمية Q ، يمكننا التعبير عن دالة الخسارة على النحو التالي:

$$\sum_F \left\| \mathbf{S} \mathbf{A}^T - \mathbf{H} \right\|^2 = L(\mathbf{H}, \mathbf{S}, \mathbf{A})$$

تفسير دالة الخسارة:

- مصفوفة درجات الفئات H : تمثل البيانات الأصلية للمتغيرات الفئوية.
- مصفوفة القيم المحولة Q : تحتوي على القيم العددية المحولة من المتغيرات الفئوية بعد عملية القياس الكمي الأمثل.
- مصفوفة درجات الكائن S : تحتوي على درجات الأفراد على المركبات الأساسية المحسوبة للقيم المحولة.

- مصفوفة تحميلات المركبات A : تحدد العلاقة بين المتغيرات الأصلية والمركبات الأساسية.
- $\|F\|$: هي الدالة المعيارية الفروبينوسية (Frobenius norm) ، التي تحسب مجموع مربعات الفروقات بين العناصر في المصفوفتين.

تهدف دالة الخسارة L إلى تقليل الفرق بين المصفوفة الأصلية H والمصفوفة المحسوبة SA^T ، يُستخدم هذا التخفيض في الفرق لضمان أن التحويل الفئوي يعكس أعظم تباين بين البيانات. مراحل حساب دالة الخسارة [4][5][6] :

1. التحويل الأولي للمتغيرات الفئوية:

تبدأ العملية بتحويل مبدئي لفئات المتغيرات إلى قيم باستخدام أي طريقة مناسبة أو استخدام تقديرات مبدئية معروفة.

2. حساب دالة الخسارة:

باستخدام التحويل المبدئي، يتم حساب دالة الخسارة L التي تقيس الفرق بين القيم الفعلية والقيم المحولة.

3. تحديث القيم المحولة:

تُحدث القيم المحولة Q في اتجاه تقليل دالة الخسارة L هذا يمكن أن يتضمن طرق التحسين مثل المربعات الصغرى.

4. إعادة تقييم دالة الخسارة:

بعد كل تحديث، تُعاد حساب دالة الخسارة لتحديد مدى فعالية التحسين، إذا كانت دالة الخسارة لا تزال فوق عتبة معينة أو لم تتغير كثيراً، فإن العملية تستمر.

5. التكرار حتى التقارب:

تتكرر العملية السابقة حتى تصل دالة الخسارة إلى الحد الأدنى أو حتى يتم تحقيق التقارب، مما يعني أن القيم المحولة أصبحت مستقرة ولا تتحسن بشكل كبير مع التكرارات الإضافية بعد تطبيق هذه الخوارزمية ضمن قاعدة بيانات جديدة تتألف من متغيرات جديدة كمية وهنا بعد إضافة البعد الزمني والمكاني لقاعدة البيانات تتحول البيانات الى بيانات بانل.

مفهوم بيانات البانل (Panel Data) [7][8]

بيانات البانل هي نوع من قواعد البيانات التي تجمع بين خصائص البيانات المقطعية والبيانات الزمنية في آنٍ واحد.

- **البيانات المقطعية (Cross-sectional data):** تصف سلوك مجموعة من الوحدات أو الأفراد في لحظة زمنية واحدة، مثل الدول أو الشركات أو الأسر في سنة معينة.
- **البيانات الزمنية (Time series data):** تركز على متابعة سلوك وحدة واحدة عبر فترات زمنية متتالية.

أما بيانات البانل، فهي تتكون من ملاحظات لمجموعة من الوحدات (مثل دول أو محافظات أو مؤسسات) تم رصدها عبر عدة فترات زمنية، مما يسمح بدراسة تأثير المتغيرات عبر الزمن والمكان معًا.

يمكن تلخيص مكونات بيانات البانل في ثلاثة أبعاد رئيسية:

1. **البُعد الموضوعي:** أي المتغيرات التي يتم دراستها (مثل المتغير التابع والمتغيرات المستقلة).
 2. **البُعد الزمني:** يُمثل الفترات الزمنية التي تمت فيها الملاحظات.
 3. **البُعد المقطعي (المكاني):** مثل الوحدات الجغرافية أو المؤسسات أو الأفراد.
- تكمن أهمية بيانات البانل في قدرتها على دمج التحليل الزمني مع التحليل المقطعي، مما يوفر معلومات أغنى وأدق من تحليل كل نوع على حدة.
- توجد تسميات متعددة لهذا النوع من البيانات، مثل البيانات المدمجة أو البيانات الطولية، والتسمية الأكثر شيوعًا واستخدامًا هي **البيانات الطولية (Panel Data)**.

النماذج الأساسية لتحليل بيانات بانل : [7][11]

Basic Models for Panel Data Analys:

اقترح العالم (w.green) عام 1993 الصيغة الأساسية لانحدار البيانات الطولية، ومن

هنا تأتي نماذج البيانات الطولية في ثلاثة أشكال رئيسية هي:

- (1) نموذج الانحدار التجميعي (Pooled Regression Model) PRM
- (2) نموذج التأثيرات الثابتة (Fixed Effect Model) FEM
- (3) نموذج التأثيرات العشوائية (Random Effect Model) REM

1- نموذج الانحدار التجميعي Pooled Regression Model [11][12]

يعدُّ هذا النموذج من أبسط نماذج البيانات الطولية حيث تكون فيه جميع المعاملات

$\beta_{0(i)}, \beta_j$ ثابتة لجميع اللحظات الزمنية (يهمل أي تأثير للزمن والمكان).

بإعادة كتابة النموذج في المعادلة (1.1) نحصل نموذج الانحدار التجميعي بالصيغة الآتية:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_j(it) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

حيث أن:

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2) \text{ و } t = 1, 2, \dots, T \text{ و } i = 1, 2, \dots, N$$

نستخدم طريقة المربعات الصغرى العادية في تقدير معلمات النموذج في المعادلة (1) بعد أن يتم ترتيب القيم الخاصة بمتغير التابع والمتغير المستقل بدءاً من أول مجموعة بيانات مكانية وهكذا بحجم مشاهدات مقدار $N * T$.

2- نموذج التأثيرات الثابتة [11][12][13] Fixed Effect Model

يكون الهدف منها معرفة سلوك كل مجموعة بيانات مكانية على حدة، من خلال جعل β_0 تتفاوت من مجموعة الى أخرى مع بقاء معاملات الميل β_j ثابتة لكل المجموعات المقطعية (المكانية)، وعليه فإن نموذج التأثيرات الثابتة يكون بالصيغة الآتية:

$$Y_{it} = \beta_{0(i)} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_j(it) + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

حيث أن:

$$\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2) \text{ و } t = 1, 2, \dots, T \text{ و } i = 1, 2, \dots, N$$

ويقصد بمصطلح التأثيرات الثابتة بأن المعلمة β_0 لكل مجموعة بيانات مكانية لا تتغير خلال الزمن وأن التغير فقط في مجموعات البيانات المكانية (المقاطع) و لتقدير معلمات النموذج في المعادلة (2) السماح للمعلمة بالتغيير بين المجاميع المقطعية.

3- نموذج التأثيرات العشوائية [13][14] Random Effect Mode

في نموذج التأثيرات الثابتة يكون حد الخطأ ε_{it} ذا توزيع طبيعي متوسطه مقداره صفر وتباينه مساوٍ إلى σ^2 ولكي تكون معلمات نموذج التأثيرات الثابتة صحيحة وغير متحيزه، وعادة ما يفرض بأن تباين الخطأ ثابت (متجانس) لجميع المشاهدات المكانية وليس هناك أي ارتباط ذاتي خلال الزمن بين كل مجموعة من مجاميع المشاهدات المكانية في لحظة زمنية محددة.

في نموذج التأثيرات العشوائية يتكون حد الخطأ من جزئين v_i يمثل حد الخطأ في البيانات المكانية و ε_{it} حد الخطأ الناتج من دمج البيانات المكانية مع السلاسل الزمنية، يعتبر نموذج التأثيرات العشوائية نموذجاً ملائماً في حالة وجود خلل في أحد الفروض المذكورة في نموذج التأثيرات الثابتة.

سوف نعامل $\beta_{0(i)}$ كمتغير عشوائي له معدل مقداره μ أي:

$$\beta_{0(i)} = \mu + v_i \quad (3)$$

معادلة نموذج التأثيرات العشوائية:

$$Y_{it} = \mu + v_i + \sum_{j=1}^n \beta_j X_j(it) + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

حيث أن v_i يمثل حد الخطأ في مجموعة البيانات المكانية i يطلق على نموذج التأثيرات العشوائية أحياناً نموذج مركبات الخطأ بسبب أن النموذج في المعادلة (4) يحوي مركبين للخطأ هما ε_{it} و v_i ويمتلك نموذج التأثيرات العشوائية خواصاً رياضية منها أن:

$$v_i \sim N(0, \sigma_v^2) \text{ و } \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$w_{it} = v_i + \varepsilon_{it}$$

$$w_{it} \sim N(0, \sigma_v^2 + \sigma_\varepsilon^2)$$

اختبارات تحديد النموذج الملائم [15][10]:

Test of Determine The Appropriate Model:

يتم اختيار النموذج الأنسب لتحليل بيانات البانل من خلال مجموعة من الاختبارات التسلسلية، تبدأ باختبار فيشر، ثم اختبار هوسمان في حال لزم الأمر، كما يلي:

1. اختبار فيشر (F-test):

- إذا كانت القيمة الاحتمالية (P-value) أكبر من 0.05، فإن النموذج التجميعي (Pooled Model) هو الأنسب، ولا حاجة لاستخدام نماذج التأثيرات.
- أما إذا كانت القيمة الاحتمالية أقل من 0.05، فهذا يعني وجود فروق معنوية بين الوحدات، ويجب الانتقال لاختبار هوسمان لتحديد نوع التأثيرات المناسب.

2. اختبار هوسمان (Hausman Test)

- إذا كانت القيمة الاحتمالية (P-value) أكبر من 0.05، فإن نموذج التأثيرات العشوائية (Random Effects Model) هو الأنسب.
 - أما إذا كانت القيمة الاحتمالية أقل من 0.05، فإن نموذج التأثيرات الثابتة (Fixed Effects Model) هو النموذج المناسب.
- يمكن تلخيصه في الجدول التالي:

الجدول (6) اختبارات تحديد النموذج

اختبار فيشر		
$P. value < 0.05$		$P. value > 0.05$
Hausman Test		النموذج التجميعي هو المناسب
$P. value < 0.05$	$P. value > 0.05$	
نموذج التأثيرات الثابتة هو المناسب	نموذج التأثيرات العشوائية هو المناسب	

خوارزمية العمل:

تقسم الخوارزمية الى مرحلتين أساسيتين:

المرحلة الأولى: تحليل المركبات الأساسية الفئوية (CatPCA)

- تُستخدم لتحويل المتغيرات النوعية (الاسمية والترتيبية) إلى متغيرات كمية مع الاحتفاظ بأكبر قدر من التباين.
- مخرجات هذه المرحلة هي المتغيرات الأساسية الكمية بدلاً من بيانات ليكارت الترتيبية وتمثيلها الوهمي.

الخطوات:

1. تجهيز البيانات (ترميز المتغيرات، تحديد النوع: اسمي أو ترتيبي).
2. تطبيق CatPCA للحصول على المركبات الأساسية.
3. اختيار عدد المركبات بناءً على القيمة التراكمية للتباين (مثلاً 80%).
4. استخدام هذه المركبات كمُدخلات في المرحلة الثانية.

المرحلة الثانية: نماذج البانل Panel Models

الهدف: إيجاد النموذج الأفضل لتمثيل العلاقة بين المركبات الأساسية (كمتغيرات مستقلة) والمتغير التابع (ويمكن أن يكون دخل، مستوى رضا، إلخ).

اختيار النموذج الأفضل من خلال الاختبارات آنفة الذكر.

التطبيق العملي:

عينة الدراسة:

بما ان الدراسة تهتم بمجتمع حمص وريفها (المستفيدين من المشاريع الصغيرة) قمنا باختيار العينة بطريقة العينة الطبقية وبكسر معاينة قدره $\frac{1}{5}$ حيث قُسم مجتمع الدراسة الى طبقتين الأولى طبقة المدينة وكانت نسبة المستفيدين 90% من مجتمع الدراسة، والطبقة الثانية فهي طبقة الريف وكانت نسبة المستفيدين الريفيين هي 10% من مجتمع الدراسة، وباستخدام برنامج **kobo Toolbox** ومن ثم نسخ رابط الاستبيان وتوزيعه على 100 شخص من المستفيدين من المشاريع الصغيرة، وتم استرجاع 87 استبيان واستبعاد (13) استبيان لعدم اكتمال الإجابات على فقرات الاستبيان.

تبنى الاستبيان أربع محاور رئيسية وهي كالتالي:

- 1- المحور الأول: محور الأثر الاجتماعي الذي يعتمد على تقييم أثر المشروع على تحسين معيشة السكان ومستوى رفاهية المجتمع.
 - 2- المحور الثاني: محور الأثر المالي الذي يهتم بتقييم زيادة الدخل الشخصي أو الربح.
- ### مرحلة تطبيق المركبات الأساسية الفنية:

- 1- جمع وإدخال البيانات: تم جمع البيانات من أصحاب المشاريع الصغيرة، وذلك بملء الاستبيان الإلكتروني
- 2- تحول البيانات من البيانات الفنية (الاسمية والترتيبية) إلى البيانات الكمية:
تحويل البيانات من الفنية (مقياس ليكارت الى البيانات الكمية وذلك من خلال تطبيق خوارزميات التحويل إلى القياس الأمثل (Gifi)) فكانت البيانات قبل التحويل عبارة عن درجات ليكارت الخماسي
وبعد تطبيق الخوارزمية المذكورة أعلاه تتحول البيانات إلى بيانات كمية.

تطبيق المركبات الأساسية الفنية على المحور الاجتماعي:

- 1- متغيرات المحور الاجتماعي:

بدايةً تم تحديد المتغيرات الآتية ضمن المحور الاجتماعي لقياس الأبعاد الاجتماعية لمساهمة المشروع، وقد تم ترميز كل متغير وفق الجدول التالي، بما يعكس مختلف جوانب الأثر الاجتماعي المحتمل للمشروع على المجتمع المحلي:

المتغيرات	ترميز المتغيرات
X_1	تقيم تأثير المشروع على مستوى رفاهية المجتمع
X_2	النجاح في توظيف عمال أو توفير فرص عمل للشباب
X_3	الرغبة في مشاركة تجاربك في المشاريع الصغيرة مع المجتمع
X_4	تقييم أثر المشروع على تحسين معيشة السكان
X_5	تقديم فرصاً للتدريب وتطوير المهارات للمجتمع
X_6	دعم المبادرات المجتمعية المحلية
X_7	التأثير على التوظيف وفرص العمل في المنطقة
X_8	المساهمة في تعزيز التواصل والروابط الاجتماعية
X_9	تعزيز المساواة والتنوع الاجتماعي من خلال المشروع
X_{10}	تعزيز الوعي بالقضايا الاجتماعية

جدول رقم (1) متغيرات المحور الاجتماعي

2- التباين المحسوب VAF والقيم الذاتية:

وبعد تطبيق تحليل المركبات الأساسية الفئوية (CATPCA) على متغيرات المحور الاجتماعي، تم الحصول على القيم الذاتية (Eigenvalues) ونسب التباين المفسر (VAF) كما هو موضح في الجدول التالي، حيث يتبين أن المركبة الأولى تفسر ما نسبته 63.09% من التباين الكلي:

الجدول رقم () التباين المحسوب والقيم الذاتية

الرقم	Eigenvalue	VAF (%)	Cumulative VAF (%)
1	6.3086464	63.086464	63.08646
2	0.7891447	7.891447	70.97791
3	0.7047526	7.047526	78.02544
4	0.5749505	5.749505	83.77494
5	0.4476810	4.476810	88.25175
6	0.3773202	3.773202	92.02496
7	0.2739422	2.739422	94.76438
8	0.2245329	2.245329	97.00971
9	0.1721058	1.721058	98.73076
10	0.1269237	1.269237	100.00000

نظراً لاعتمادنا في اختيار عدد المركبات الأساسية على نسبة التباين الكلي المفسر، وكون دراستنا تركز على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية، فقد تم اعتماد المركبات الأساسية الأربعة الأولى،

حيث بلغت نسبة التباين التراكمية المفسرة حوالي 83.77%، وهي نسبة كافية لتفسير بنية البيانات الأصلية بشكل مناسب.

3- تطبيق المركبات الأساسية على البيانات الكمية:

بعد الحصول على البيانات الكمية (بيانات التحويل الأمثل) غدى تطبيق المركبات الأساسية سهل المنال وبالتالي نحصل على النتائج التالية:

المركبات الأساسية										المتغير
D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	
0.1837859	-0.0829200	0.1850414	0.2924105	-0.0991691	0.1282038	-0.3277565	-0.2586118	-0.3941424	0.6954707	x1
-0.0197908	-0.0692660	0.0725734	0.0037914	-0.0565124	0.1056849	-0.4435821	-0.3040270	0.4302051	0.7077375	x2
-0.0465622	-0.0520247	-0.0292365	-0.1381855	0.5447925	-0.4582906	-0.0741165	-0.1751281	-0.1612770	0.6373169	x3
-0.2015083	-0.0850134	-0.1349944	0.0639729	-0.1721869	0.0854508	0.3322540	-0.3441560	-0.0472758	0.8135293	x4
0.1116479	0.1243261	0.2802360	0.1000726	-0.0753687	-0.0807847	0.3401353	0.0102561	0.1790028	0.8505794	x5
0.1642026	-0.1832226	-0.0716637	-0.2930888	0.0618895	0.1594135	0.2875544	0.1359626	0.0407085	0.8463786	x6
-0.0888977	0.2069113	-0.0686300	-0.2417751	0.0325257	0.3487330	0.0189040	-0.0647811	-0.1380771	0.8601324	x7
-0.1978252	-0.1430102	0.2087912	0.1779050	0.0667460	-0.0219806	0.0029515	0.4078098	-0.0065839	0.8329887	x8
-0.0289344	0.0735095	-0.0690267	-0.1568758	-0.2612662	-0.2876505	-0.3009346	0.2042062	-0.0652566	0.8227158	x9
0.1368903	0.1676896	-0.3514375	0.2244943	0.0579044	-0.0595081	-0.0719648	0.2096998	0.1371559	0.8392714	x10

الجدول رقم (7) تحميلات المركبات الأساسية

1) إن المتغيرات ذات التحميل المرتفع على المركبة الأساسية الأولى تشمل المتغيرات العشر كما هو موضح في جدول التحملات السابق وبالتالي، تعكس هذه المركبة الجوانب الاجتماعية العامة للمشروع من رفاهية، وفرص عمل، وتدريب، ودعم المجتمع، ويمكن اعتبارها الممثل الرئيسي للبعد الاجتماعي الكلي.

(2) أما المركبة الأساسية الثانية، فقد كان أعلى تحميل عليها: X_2 النجاح في توظيف عمال أو توفير فرص عمل للشباب، حيث يمتلك أعلى قيمة تحميل (0.4302)، مما يجعله الممثل الأبرز لهذا البُعد، أما المتغيرات الأخرى فكانت تحميلاتها منخفضة نسبياً، وبالتالي لا تسهم بشكل جوهري في تفسير هذه المركبة.

(3) المركبة الأساسية الثالثة تظهر فيها تحميلات مرتفعة للمتغير المساهمة في تعزيز التواصل والروابط الاجتماعية X_8 بقيمة 0.4078، مما يدل على أن هذه المركبة مرتبطة بالتواصل المجتمعي وتعكس تركيزها على تعزيز الروابط الاجتماعية والتفاعل بين أفراد المجتمع.

(4) المركبة الأساسية الرابعة تُظهر تحميلات مرتفعة لكل من المتغيرات التالية: تقييم أثر المشروع على تحسين معيشة السكان X_4 بتحميل قدره 0.3322، وتقديم فرص للتدريب وتطوير المهارات للمجتمع X_5 بتحميل 0.3401، ودعم المبادرات المجتمعية المحلية X_6 بتحميل 0.2876. وهذا يشير إلى أن هذه المركبة تعكس بُعداً يرتبط بتحسين الظروف المعيشية، من خلال توفير فرص التدريب وبناء القدرات، إلى جانب دعم المبادرات المجتمعية.

يمكن الاستنتاج من التحليل أن الاعتماد على أربع مركبات أساسية فقط يكفي لتفسير البيانات بشكل شامل، مع المحافظة على نسبة التباين التراكمية المرتفعة التي تعكس بدقة البنية الكامنة للمجموعة الأصلية من المتغيرات، مما يحقق هدف تقليل الأبعاد دون فقدان المعلومات الجوهرية

تطبيق المركبات الأساسية الفئوية على المحور المالي:

1- متغيرات المحور المالي:

بدايةً تم تحديد المتغيرات الآتية ضمن المحور المالي لقياس الأبعاد المالية لمساهمة المشروع، وقد تم ترميز كل متغير وفق الجدول التالي، بما يعكس مختلف جوانب الأثر المالي المحتمل للمشروع على المجتمع المحلي:

المتغيرات	ترميز المتغيرات
y_1	تقييم زيادة الدخل الشخصي أو الربح
y_2	تقييم استدامة المشروع المالية
y_3	رغبتك بمشاركة تجاربك في إدارة المشاريع الصغيرة لتعزيز النمو الاقتصادي
y_4	توسيع المشروع أو إطلاق مشروعات جديدة بفضل نجاح مشروعك الحالي

استراتيجيات لتحسين أداء مشروعك من الناحية المالية	y_5
هل تلقيت دعماً مالياً من المصارف أو المؤسسات المالية لتوسيع مشروعك	y_6
التخطيط للاستثمار في تحسين البنية التحتية أو تحسينات تقنية لتعزيز أداء المشروع مالياً	y_7

2- التباين المحسوب VAF والقيم الذاتية:

وبعد تطبيق تحليل المركبات الأساسية الفئوية (CATPCA) على متغيرات المحور المالي، تم الحصول على القيم الذاتية (Eigenvalues) ونسب التباين المفسر (VAF) كما هو موضح في الجدول التالي، حيث يتبين أن المركبة الأولى تفسر ما نسبته 39.17% من التباين الكلي:

الجدول رقم () التباين المحسوب والقيم الذاتية للمحور المالي.

الرقم	Eigenvalue	VAF (%)	Cumulative VAF (%)
1	2.741729	39.167558	39.16756
2	1.164440	16.634854	55.80241
3	0.984885	14.069782	69.87219
4	0.670848	9.583537	79.45572
5	0.600408	8.577258	88.03298
6	0.501209	7.160126	95.19310
7	0.336482	4.806884	100.00000

بناءً على الجدول الذي يعرض القيم الذاتية ونسب التباين المفسر، نلاحظ أن أول خمس مركبات أساسية تفسر ما نسبته حوالي 88.03% من إجمالي التباين في البيانات، ونظرًا لأن هذه النسبة قريبة جدًا من 90%، فهي تمثل جزءًا كبيرًا من التباين الكلي، مما يشير إلى أن هذه المركبات الخمس تحتفظ بقدر كافٍ من المعلومات الكامنة في البيانات الأصلية، وبالتالي يمكن اعتمادها كأساس لتفسير الأبعاد الكامنة وتحليل الهيكل الداخلي للبيانات.

3- تطبيق المركبات الأساسية على البيانات الكمية:

بعد الحصول على البيانات الكمية (بيانات التحويل الأمثل) غدى تطبيق المركبات الأساسية سهل المنال وبالتالي نحصل على النتائج التالية:

المتغير	المركبات الأساسية					
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
y_1	0.5878425	0.07108663	0.5032507	-0.34215245	0.26390212	-0.39569997
y_2	0.7028913	0.11643303	0.4660847	-0.32646637	-0.04075985	0.40609092
y_3	-0.5322257	0.63624704	0.1761686	-0.03459989	-0.43547172	-0.11778150

-0.37285611	0.08599253	0.15018116	0.24023252	0.6189094	0.17045619	-0.6010103	y_4
-0.17665704	0.03851103	0.12076651	-0.60445279	-0.1266881	0.26259265	-0.7087713	y_5
0.07978757	-0.07994516	-0.26855244	-0.19712100	0.2647324	-0.70488103	-0.5561700	y_6
-0.49186281	-0.18111369	-0.49528145	-0.06834103	-0.0058544	0.19544060	0.6611076	y_7

من خلال الجدول السابق نستطيع القول:

(1) تظهر المركبة الأساسية الأولى (M_1) تحميلات مرتفعة على المتغيرات التالية: المتغير y_1 (تقييم زيادة الدخل الشخصي أو الربح) بتحميل مقداره **0.5878**، والمتغير y_2 (تقييم استدامة المشروع المالية) بتحميل **0.7029**، والمتغير y_7 (التخطيط للاستثمار في تحسين البنية التحتية أو تحسينات تقنية لتعزيز الأداء المالي للمشروع) بتحميل **0.6611**. وتشير هذه التحميلات المرتفعة إلى أن المركبة M_1 تمثل بُعدًا اقتصاديًا واستثماريًا، يُعبر عن تركيز المشاركين على تحقيق الربح، وضمان الاستدامة المالية، والتخطيط لتوسعة مشاريعهم وتطويرها تقنيًا.

(2) أما المركبة الأساسية الثانية (M_2) ، فقد أظهرت تحميلًا مرتفعًا بشكل خاص على المتغير y_3 (الرغبة في مشاركة التجارب في إدارة المشاريع الصغيرة لتعزيز النمو الاقتصادي) بتحميل مقداره **0.6362**، وكذلك المتغير y_5 (استراتيجيات لتحسين الأداء المالي للمشروع) بتحميل **0.2626**. تشير هذه القيم إلى أن المركبة M_2 تُجسّد بُعدًا معرفيًا ومجتمعيًا، يتمحور حول تبادل الخبرات والسعي لتحسين الأداء من خلال التعلم والمشاركة، مما يسمح بتسميتها بـ "مركبة المشاركة والتعلم المجتمعي".

(3) أما المركبة الأساسية الثالثة (M_3) ، فقد تميزت بتحميلات مرتفعة على كل من المتغير y_1 (تقييم زيادة الدخل الشخصي أو الربح) بتحميل **0.5033**، والمتغير y_2 (تقييم استدامة المشروع المالية) بتحميل **0.4661**، بالإضافة إلى المتغير y_4 (توسيع المشروع أو إطلاق مشروعات جديدة بفضل نجاح المشروع الحالي) بتحميل **0.6189**. تعكس هذه المركبة توجهًا نحو التوسع والنجاح الاستراتيجي، وتشير إلى وجود عقلية نمو لدى أصحاب المشاريع، تهدف إلى البناء على النجاحات الحالية من أجل تحقيق مستويات أعلى من الإنجاز.

(4) أما المركبة الأساسية الرابعة (M_4) ، فقد سجلت تحميلات سالبة مرتفعة على المتغير y_5 (استراتيجيات لتحسين الأداء المالي) بتحميل **-0.6045**، والمتغير y_1 (تقييم زيادة الدخل

الشخصي أو الربح) بتحميل -0.3422 ، والمتغير y_2 (تقييم استدامة المشروع المالية) بتحميل -0.3265 . يشير هذا النمط إلى بُعد نقدي أو تقويمي لأداء المشروع المالي، حيث تعكس هذه المركبة توجهًا نحو مراجعة الأداء المالي بهدف التحسين، وربما تكشف عن درجة من عدم الرضا أو الحاجة إلى إعادة التقييم الاستراتيجي.

5) أما المركبة الأساسية الخامسة (M_5)، فقد ظهر تأثيرها الأبرز على المتغير y_1 (تقييم زيادة الدخل الشخصي أو الربح) بتحميل موجب قدره 0.2639 ، وعلى y_7 (التخطيط للاستثمار في تحسين البنية التحتية أو تحسينات تقنية لتعزيز الأداء المالي للمشروع) بتحميل سالب نسبيًا قدره -0.4953 ، وكذلك على y_3 (الرغبة في مشاركة التجارب) بتحميل -0.4355 . هذا التوزيع يشير إلى بعد مركب يتأرجح بين تقييم الربح الفردي والت تردد في المشاركة أو التخطيط طويل الأمد، ما قد يعكس بُعداً تنافسياً فردياً أو تحفظاً في مشاركة المعرفة والتخطيط الجماعي، ويمثل توجهاً نحو التركيز على المكاسب الفردية أكثر من التشاركية أو التطوير الجماعي.

لكي نتفادى الازدواج الخطي في تطبيق نماذج بانل الثلاث (إذا طبقت فقط على المركبات الأساسية الفئوية للمحور الاجتماعي فقط) لجأنا إلى الاعتماد على المركبة الأساسية الأولى في المحور الاجتماعي كمتغير تابع في نماذج بانل الثلاث والمركبات الأساسية الخمس في المحور المالي كمتغيرات مستقلة

الوصف	المتغير
المركبة الأساسية الأولى للمحور الاجتماعي، وتمثل تأثير المشروع اجتماعياً	D1
المركبة المالية الأولى، وتمثل الربح، الاستدامة، والاستثمار	M_1
المركبة المالية الثانية، وتشير إلى المشاركة المجتمعية ونقل الخبرات	M_2
المركبة المالية الثالثة، وتمثل التوسع والنجاح الاستراتيجي للمشروع	M_3
المركبة المالية الرابعة، وتعكس النقد والتحليل الاستراتيجي للأداء المالي	M_4
مركبة إضافية، تمثل الاستراتيجيات المتبعة لتحسين الأداء المالي	M_5

فكانت النتائج بالشكل التالي:

النموذج التجميعي:

المتغير المستقل	(Estimate) التقدير	الخطأ المعياري (Std. Error)	قيمة t (t-value)	القيمة الاحتمالية (p-value)	الدالة الإحصائية
(الثابت)	-1.145e-17	0.05817	0.000	1.00000	لا توجد
M_1	0.7298	0.05817	12.546	< 2e-16	مرتفعة جداً ***
M_2	0.07628	0.05817	1.311	0.19346	غير دالة
M_3	0.3764	0.05817	6.471	6.92e-09	مرتفعة جداً ***
M_4	-0.1853	0.05817	-3.185	0.00206	دالة **
M_5	0.1072	0.05817	1.843	0.06894	شبه دالة .

تفسير علمي للعلاقة بين البعد الاجتماعي والبعد المالي للمشاريع:

تشير نتائج تحليل الانحدار إلى وجود علاقة قوية بين البعد الاجتماعي الممثل في المركبة الأساسية الأولى M_1 وبعض الأبعاد المالية الأساسية فقد تبين أن المركبة المالية الأولى M_1 التي تمثل الجوانب المالية والاستثمارية للمشروع أي تقييم الربح واستدامة المشروع والتوجه الاستثماري، تُعد العامل الأهم والأكثر تأثيراً على البعد الاجتماعي، حيث كانت معاملتها في النموذج موجبة ودالة إحصائياً بشكل قوي

($\beta = 0.7298$, $p < 0.001$). هذا يعكس أن المشاركين الذين يولون أهمية للربح والاستدامة والتطوير المالي لمشروعاتهم، غالباً ما يكون لمشروعاتهم أثر اجتماعي إيجابي، خاصة في تحسين رفاه المجتمع وزيادة التوظيف.

أما المركبة الثالثة M_3 التي ترتبط بالتوسع والنجاح الاستراتيجي، فقد أظهرت أيضاً تأثيراً إيجابياً واضحاً ودالاً على البعد الاجتماعي ($\beta = 0.3764$, $p < 0.001$)، مما يدل على أن نجاح المشاريع ونموها يرتبط ارتباطاً وثيقاً بتأثيرها الاجتماعي، ربما من خلال زيادة فرص العمل أو تقديم نماذج ملهمة للآخرين.

من ناحية أخرى، نجد أن المركبة الرابعة M_4 ، التي تعكس بعداً نقدياً تقويمي تجاه الأداء المالي، لها تأثير سلبي ودال على البعد الاجتماعي

($\beta = -0.1853, p = 0.002$). يمكن تفسير هذا الأثر بأن التقييم النقدي المفرط قد يرتبط بعدم الرضا أو الإحباط المالي، مما قد يقلل من الحماس للمشاركة المجتمعية أو التأثير الاجتماعي الإيجابي.

أما المركبتان الثانية M_2 والخامسة M_5 ، واللذان تمثلان أبعاداً معرفية واستراتيجية، فلم يكن تأثيرهما دالاً إحصائياً بشكل واضح، رغم اقتراب y_5 من الدلالة ($p = 0.068$) قد يشير ذلك إلى أن التأثير الاجتماعي للمشروع لا يتأثر مباشرة بالإستراتيجيات النظرية أو برغبة المشاركة فحسب، بل يعتمد أكثر على التطبيق العملي والاستدامة والنجاح الحقيقي للمشروع. تُظهر النتائج أن المشاريع التي تركز على الربحية والاستدامة والتوسع ترتبط ارتباطاً إيجابياً وقوياً بتحقيق الأثر الاجتماعي، بينما التحليل النقدي للأداء المالي قد يحمل تأثيراً سلبياً على ذلك الأثر. وهذا يعزز من أهمية دعم رواد الأعمال لتحقيق استقرار مالي حقيقي واستراتيجي لمشروعاتهم بهدف تعظيم العائد الاجتماعي للمجتمع المحلي.

$$D_1 = 0.7298 \cdot M_1 + 0.0763 \cdot M_2 + 0.3764 \cdot M_3 - 0.1853 \cdot M_4 + 0.1072 \cdot M_5 + \varepsilon$$

مقياس جودة النموذج:

المؤشر	القيمة	التفسير
R-squared	0.7259	من التباين في المتغير التابع. هذا يعني أن 72.6% يشير إلى أن النموذج يفسر حوالي المتغيرات المستقلة الخمسة تفسر جزءاً كبيراً من السلوك الكلي للمتغير التابع.
Adjusted R-squared	0.7090	يمثل النسبة المعدلة التي تأخذ في الاعتبار عدد المتغيرات المستقلة، مما يجعلها مؤشراً من التباين 70.9% أكثر دقة للمقارنة بين نماذج مختلفة. تعني هذه القيمة أن حوالي مفسر بعد ضبط النموذج لتعقيده.
Residual Std. Error	0.5426	هو الخطأ المعياري لبواقي النموذج (أي متوسط المسافة بين القيم الحقيقية والمتوقعة)، وكلما كانت هذه القيمة أصغر كان النموذج أكثر دقة.
F-statistic (5, 81 df)	42.91	تختبر ما إذا كان النموذج ككل معنوياً، أي أن هن F إحصائية

1- نموذج التأثيرات الثابتة:

المتغير المستقل	التقدير (Estimate)	الخطأ المعياري (Std. Error)	t (t-value)	القيمة الاحتمالية (p-value)	الدلالة الإحصائية
(الثابت)	-1.145e-17	0.05817	0.000	1.00000	لا توجد
y	0.7179	0.05810	12.3577	< 2e-16	مرتفعة *** جداً
y2	0.0810	0.05781	1.4018	0.16488	غير دالة

مرتفعة *** جداً	9.49e-09	6.4172	0.05858	0.3759	y3
دالة **	0.00152	-3.2862	0.05776	-0.1898	y4
شبه دالة .	0.07611	1.7973	0.05862	0.1054	y5

النتيجة:

تشير نتائج تحليل الانحدار إلى وجود علاقة قوية بين البُعد الاجتماعي (الممثل في المركبة الأساسية الأولى (D1 وبعض الأبعاد المالية المستخلصة من التحليل المكوني الأساسي.

فقد تبين أن المركبة المالية الأولى M_1 ، التي تمثل الجوانب المالية والاستثمارية للمشروع مثل تقييم الربح، استدامة المشروع، والتوجه الاستثماري، تُعد العامل الأهم والأكثر تأثيراً على البُعد الاجتماعي، حيث كانت معاملتها في النموذج موجبة ودالة إحصائياً بشكل قوي ($\beta = 0.3759$, $p < 0.001$).

هذا يعكس أن المشاركين الذين يولون أهمية للربح والاستدامة والتطوير المالي لمشروعاتهم، غالباً ما يكون لمشروعاتهم أثر اجتماعي إيجابي، خاصة في تحسين رفاه المجتمع وزيادة التوظيف.

أما المركبة الثالثة M_3 ، التي ترتبط بـ التوسع والنجاح الاستراتيجي، فقد أظهرت أيضاً تأثيراً إيجابياً واضحاً ودالاً على البُعد الاجتماعي ($\beta = 0.3759$, $p < 0.001$)، مما يدل على أن نجاح المشاريع ونموها يرتبط ارتباطاً وثيقاً بتأثيرها الاجتماعي، ربما من خلال زيادة فرص العمل أو تقديم نماذج ملهمة للآخرين.

من ناحية أخرى، نجد أن المركبة الرابعة M_4 ، التي تعكس بعداً نقدياً تقويمياً تجاه الأداء المالي، لها تأثير سلبي ودال على البُعد الاجتماعي ($\beta = -0.1898$, $p = 0.002$). يمكن تفسير هذا الأثر بأن التقييم النقدي المفرط قد يرتبط بعدم الرضا أو الإحباط المالي، مما قد يقلل من الحماس للمشاركة المجتمعية أو التأثير الاجتماعي الإيجابي.

أما المركبتان الثانية M_2 والخامسة M_5 ، اللتان تمثلان أبعاداً معرفية واستراتيجية، فلم يكن تأثيرهما دالاً إحصائياً بشكل واضح، رغم اقتراب قيمة M_5 من الدلالة ($p = 0.076$). قد يشير ذلك إلى أن التأثير الاجتماعي للمشروع لا يتأثر مباشرة بالاستراتيجيات النظرية أو

برغبة المشاركة فقط، بل يعتمد أكثر على التطبيق العملي، والاستدامة، والنجاح الحقيقي للمشروع.

$$D_1 = 0.7179 \cdot M_1 + 0.0810 \cdot M_2 + 0.3759 \cdot M_3 - 0.1898 \cdot M_4 + 0.1054 \cdot M_5 + \varepsilon$$

المؤشر	القيمة	التفسير
R-Squared	0.727	(D ₁) النموذج يفسر حوالي 72.7% من التباين في المتغير التابع
Adjusted R-Squared	0.703	النسبة المعدلة التي تأخذ في الاعتبار عدد المتغيرات المستقلة
F-statistic	42.13 (p < 0.001)	تشير إلى أن النموذج ككل معنوي بدرجة عالية F إحصائية
Total Sum of Squares	83.849	مجموع التباين الكلي في المتغير التابع (قبل التفسير)
Residual Sum of Squares	22.871	الجزء غير المفسر من التباين بواسطة النموذج

المفاضلة بين نموذجي والتأثيرات الثابتة:

الاختبار	القيمة الإحصائية	درجات الحرية	القيمة الاحتمالية (p-value)	التفسير
اختبار فيشر للتأثيرات الفردية	1.6834	df1 = 2, df2 = 79	0.1923	لا توجد أدلة كافية لرفض الفرضية الصفرية، مما يعني أن التأثيرات الفردية ليست معنوية إحصائياً

القيمة الاحتمالية (p-value) أكبر من 0.05، مما يدل على عدم وجود تأثيرات فردية معنوية، وبالتالي لا داعي لتفضيل نموذج التأثيرات الثابتة على نموذج التجميع (Pooling) في هذه الحالة.

النتائج والتوصيات:

تمكّن البحث من دراسة أعمق لبيانات مقاسة بمقياس ليكرت عبر تحويلها إلى بيانات كمية باستخدام تقنية المركبات الأساسية الفنية (CATPCA)، مما أتاح تحليلاً دقيقاً باستخدام نماذج بانل المختلفة. أظهرت النتائج أن النموذج التجميعي هو الأنسب لتمثيل الفروقات بين المشاريع عبر الزمن. كما كشفت النتائج عن علاقة إيجابية قوية بين البعد الاجتماعي للمشاريع والجوانب المالية المرتبطة بالربح والاستدامة والتوسع الاستراتيجي، في حين كان للتقييم النقدي المالي أثر سلبي على الأثر الاجتماعي. بناءً على ذلك، يُوصى بدعم المشاريع الصغيرة لتحقيق استدامة مالية وتوسّع مدروس لتعظيم تأثيرها الاجتماعي.

المراجع:

1. Marie"lle Linting and Jacqueline J. Meulman, Patrick J. F. Groenen, Anita J. van der Kooij, 2007, **Nonlinear Principal Components Analysis**.

2. Marica Manisera, Elise Dusseldorp, 2010, **Identifying the component structure of job satisfaction by categorical principal components analysis** Università degli Studi di Brescia, Leiden University.
3. Gifi, A. (1990). **Nonlinear Multivariate Analysis**. John Wiley & Sons. Kemalbay
4. Peter G. M. van der Heijden, Stef van Buuren, 2016, **Looking Back at the Gifi System of Nonlinear Multivariate Analysis**, Utrecht University University of Southampton, Utrecht University TNO Leiden.
5. Linting, M., Meulman, J. J., Groenen, P. J. F., & Van der Kooij, A. J. (2007). **Nonlinear principal components analysis: introduction and application**. Psychological Methods
6. Mair, P., & De Leeuw, J. (2010). **A general framework for multivariate analysis with optimal scaling: The R package aspect**. Journal of Statistical Software
7. Eom T, Lee S, and Xu H. 2017_ **Introduction to Panel Data Analysis Concepts and Practices** , Hanyang
8. بدر اوي شهيناز . 2015 _ **تأثير أنظمة سعر الصرف على النمو الاقتصادي في البلدان النامية ، دراسة قياسية باستخدام البيانات الطولية (Panel Data) لعينة من 18 دولة نامية - 2012 1980** ، أطروحة دكتوراه ، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية ، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان.
9. بوتياح وليد ، 2007 _ **دراسة مقارنة لدوال الاستثمار في البلدان المغاربية . رسالة ماجستير في العلوم الاقتصادية ، جامعة الجزائر.**
10. جمال زكريا يحيى، 2012 - **اختيار النموذج في نماذج البيانات الطولية الثابتة والعشوائية، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية ، العدد 21.**
11. Oscar Torres-Reyna . 2010_ **Getting Started in Fixed/Random Effects Models using R**, Princeton University
12. العبدلي عابد ، 2010 _ **محددات التجارة البيئية للدول الاسلامية باستخدام منهج تحليل بانل . مجلة دراسات اقتصادية اسلامية ، المعهد الاسلامي للعهود والتدريب ، البنك الاسلامي للتنمية جدة .**
13. Hsio ,C, **Analysis of Panel Data**, Univesity of southern California .2003
14. Hsio, C., 2003- **Analysis of Panel Data**. Combridge University Press Cambridge
15. Fitzmaurice, Garrett M.; Larid, Nan M.; Ware, James H ., 2004 _ **Applied longitudinal Analysis**. Hoboken: John Wiley & sons.