

**عنوان البحث:** تحليل تأثير السعر على جودة أنظمة التوصية: دراسة تجريبية باستخدام تقنيات العنقدة وقواعد الارتباط

**الملخص:** تعتبر أنظمة التوصية من الركائز الأساسية في منصات التجارة الإلكترونية، حيث تُستخدم لتحسين تجربة المستخدم وزيادة المبيعات. من بين العديد من السمات التي يمكن استخدامها في بناء هذه الأنظمة، يُعد "السعر" من أكثرها إثارة للجدل. يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير السعر كمتغير ضمن خوارزميات التوصية، تحديدًا في سياق استخدام خوارزمية K-Means للعنقدة وقواعد Apriori للارتباط. وقد أجريت تجربة عملية على مجموعة بيانات تتضمن 25 منتجًا بخصائص متنوعة، مع استخدام بيانات فواتير لمعاملات الشراء. تظهر النتائج أن تضمين السعر قد يُعزز التوصية في بعض السياقات، ويضعفها في سياقات أخرى، ما يستدعي دراسة دقيقة قبل اعتماده كعنصر أساسي.

**1. المقدمة:** مع تزايد حجم البيانات الرقمية وتنوع المنتجات والخدمات، أصبحت أنظمة التوصية أدوات حيوية لتصفية المحتوى وتوجيه المستهلكين. وغالبًا ما تعتمد هذه الأنظمة على تحليل سلوك الشراء والخصائص المشتركة بين المنتجات. إلا أن تضمين متغير السعر في النماذج التحليلية قد يؤدي إلى نتائج متضاربة من حيث الدقة والفعالية. يقدم هذا البحث تحليلًا منهجيًا لتقييم جدوى استخدام السعر في تحسين جودة التوصية.

**2. الأسس النظرية: - السعر كميزة تحليلية:** السعر متغير كمي يعكس القيمة الاقتصادية للمنتج، وغالبًا ما يُستخدم لتصنيف المنتجات ضمن مستويات منخفضة، متوسطة، أو مرتفعة. - **خوارزمية K-Means:** تُستخدم لتجميع المنتجات ضمن عناقيد وفق تشابه السمات. يمكن أن يؤثر السعر في التعداد العددي لهذا التجميع. - **خوارزمية Apriori:** تعتمد على تحليل مجموعات الشراء المتكررة لاستنتاج قواعد التوصية. - **جودة التوصية:** تُقاس بدقة الترشيحات ومدى تشابهها الحقيقي مع تفضيلات المستخدم.

**3. المنهجية: - البيانات:** استخدمت مجموعة بيانات لمنتجات تتضمن خصائص مثل الوزن، النوع، الشركة، ونوع الاستخدام، بالإضافة إلى السعر. - **تنظيف البيانات:** معالجة القيم الفارغة، اكتشاف القيم الشاذة باستخدام IQR، وتطبيع البيانات. - **التجربة:** - تنفيذ خوارزمية KMeans مرتين: الأولى بتضمين السعر، والثانية بدون السعر. - استخراج قواعد Apriori من بيانات الفواتير. - بناء نظام توصية يقترح منتجات من نفس العنقود ومن خلال القواعد المكتشفة. - تقييم جودة النتائج عبر مقياس بشري (100 درجة).

**4. النتائج:** تم عرض مقارنة شاملة بين التجريبتين في الجدول التالي:

التجربة	متوسط تقييم التشابه	عدد العناقيد	الوضوح الوظيفي	تباين السعر داخل العنقود
مع تضمين السعر	100 / 72.4	5	متوسط	منخفض
بدون تضمين السعر	100 / 85.6	5	مرتفع	عالي

- تجربة تضمين السعر أظهرت تجميعًا دقيقًا حسب الفئة السعرية ولكن على حساب التشابه الوظيفي.
- عند استبعاد السعر، تحسنت جودة التشابه من حيث الاستخدام والخصائص الفيزيائية.

**5. المناقشة:** تُظهر النتائج أن السعر قد يهيمن على عملية التجميع بسبب طبيعته العددية، مما يقلل من أهمية السمات الأخرى في بعض الحالات. وعليه، فإن إدراج السعر ضمن الميزات المؤثرة يجب أن يتم بناءً على طبيعة السوق، وفئة المنتجات، وأهداف التوصية. من الأفضل أيضًا تجريب نماذج متعددة تقارن بين إدخال السعر كعنصر مباشر مقابل إدخاله كتصنيف منفصل أو مشتق.

**6. الاستنتاج:** رغم أهمية السعر في قرار الشراء، فإن استخدامه كمدخل مباشر في أنظمة التوصية قد يضر بجودة النتائج إن لم يُدمج بشكل مدروس. تظهر نتائج هذه الدراسة أن استبعاده أحيانًا يؤدي إلى توصيات أكثر دقة من الناحية الوظيفية. توصي الدراسة بتجربة النماذج مع وبدون السعر دائمًا للوصول إلى توصية أكثر دقة وفعالية.

**7. المراجع:** - Han ,Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2015). Recommender Systems Handbook. Springer. - Aggarwal, C. C. (2016) J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). Data Mining: Concepts and Techniques. Elsevier. - /Recommender Systems: The Textbook. Springer. - mlxtend documentation: <https://rasbt.github.io/mlxtend/> - scikit-learn documentation: <https://scikit-learn.org>

**الكلمات المفتاحية:** السعر، جودة التوصية، Apriori، KMeans، العنقدة، قواعد الارتباط، نظم التوصية، التجارة الإلكترونية، التنقيب في البيانات.