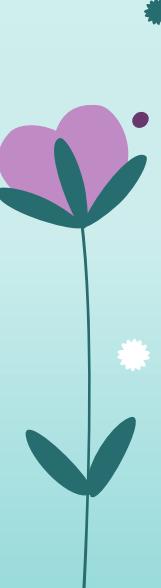


# Regression Models Performance Evaluation

&

## Feature Importance & confusion matrix

عرض هذا القسم نتائج تقييم نماذج الانحدار المستخدمة و مقارنتها من حيث الاداء



# KNN Regression Model

```
● print("MAE:", mae)
print("RMSE:", rmse)
print("R2:", r2)
```

101]

```
.. MAE: 2.356940507888794
RMSE: 15.84200668334961
R2: 0.8552253842353821
```

قمنا بتقييم اداء نموذج **KNN Regression Model** ب استخدام مقاييس RMSE & MAE & R<sup>2</sup> أظهرت النتائج أن قيمة R<sup>2</sup> بلغت 0.85، مما يدل على أن النموذج يفسر نسبة كبيرة من التغير في البيانات.

كما كانت قيمة MAE منخفضة، مما يعني أن متوسط الخطأ بين القيم الحقيقية والمتواعدة صغير.

بناءً على هذه النتائج تم اعتماد هذا النموذج ك نموذج نهائي للأنحدار):

# Decision Tree Regression Model

--- Decision Tree Results ---

MAE: 3.2700218874141735

RMSE: 25.92966236104664

R2: 0.7630377500459213

استخدمنا نموذج **Decision Tree Regression** بعد ما عدّلنا البارميترز تبعته عشان نطلع بأفضل نتيجة.  
الهدف كان نقل الخطأ وتحسين التوقعات.

من النتائج بنلاحظ إن قيمة  $R^2$  حوالي 0.76 وهذا يعني إن النموذج بفهم جزء كبير من البيانات وبعطي توقعات منيحة.

بشكل عام، نموذج **Decision Tree** أداوه جيد وقدر يتعامل مع البيانات بشكل أفضل، خصوصًا بالعلاقات غير الخطية

# Random Forest Regression Model

```
RF MAE: 3.399033443682533  
RF RMSE: 27.214095739185904  
RF R2: 0.7512997559694063
```

استخدمنا نموذج Random Forest عشان أتوقع القيم، وبالنهاية طلعت معي هاي النتائج:

حوالي 3.3: يعني بشكل عام التوقعات بتغلط تقريرياً 3 وحدات عن القيمة الحقيقية، وهذا إشي مقبول. MAE

حوالي 0.75: هذا أهم رقم، وبيدل إن النموذج فاهم تقريرياً 75% من البيانات، يعني شغله كوييس.  $R^2$

نموذج Random Forest أداؤه منيح، وأحسن من بعض النماذج الثانية، وبنقدر نعتمد عليه بالتوقعات

# XGBoost Regression Model

[33]

```
... MAE: 3.4658944606781006  
RMSE: 24.896343231201172  
R2: 0.7724809050559998
```

Generate

+ Code

+ Markdown

اعتمدنا على  $MAE$  و  $R^2$  لتقدير النموذج.

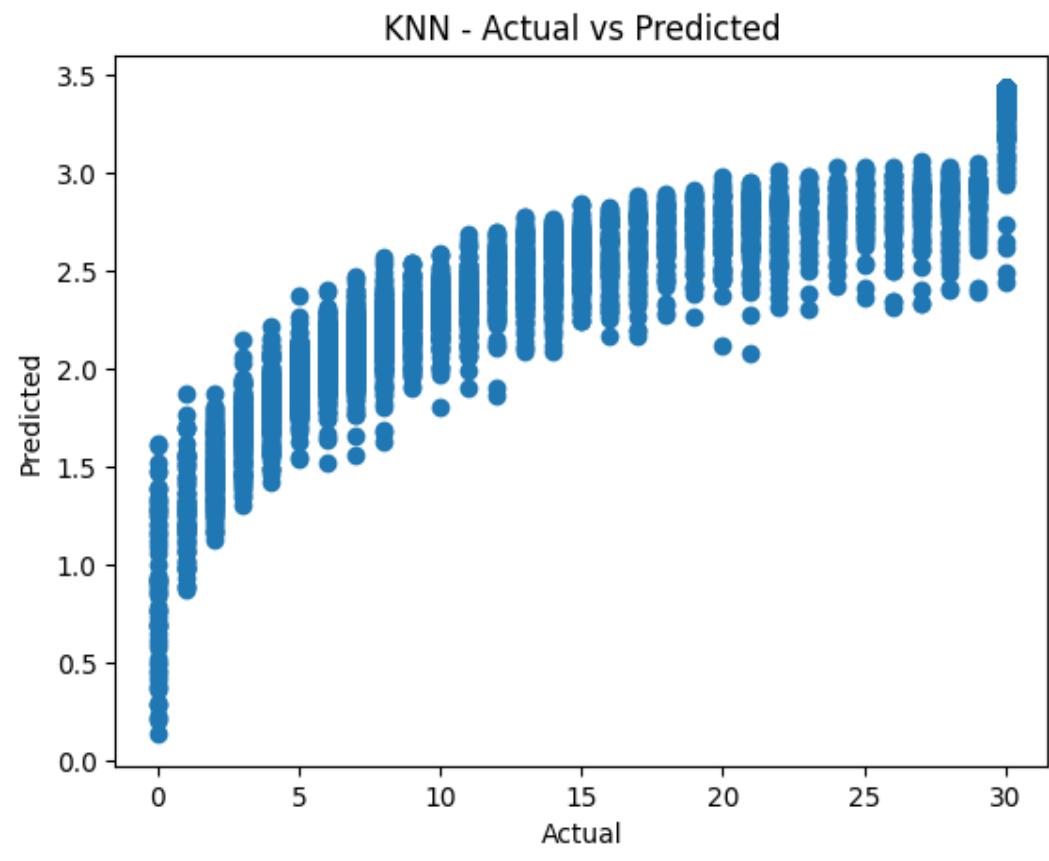
قيمة  $MAE$  تقريرياً 3.4: منخفضة نسبياً، وهذا يدل إن التوقعات قريبة من القيم الحقيقية.

كما أن قيمة  $R^2$  تقريرياً 0.77 : جيدة، مما يعني أن النموذج قادر على تفسير جزء كبير من البيانات

# Regression Model Evaluation And Explainability

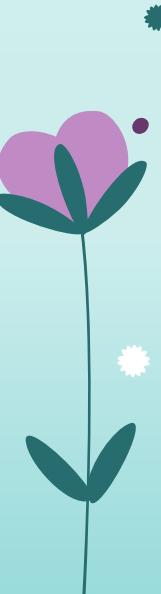
Feature Importance & confusion matrix

## KNN – Actual VS Predicted

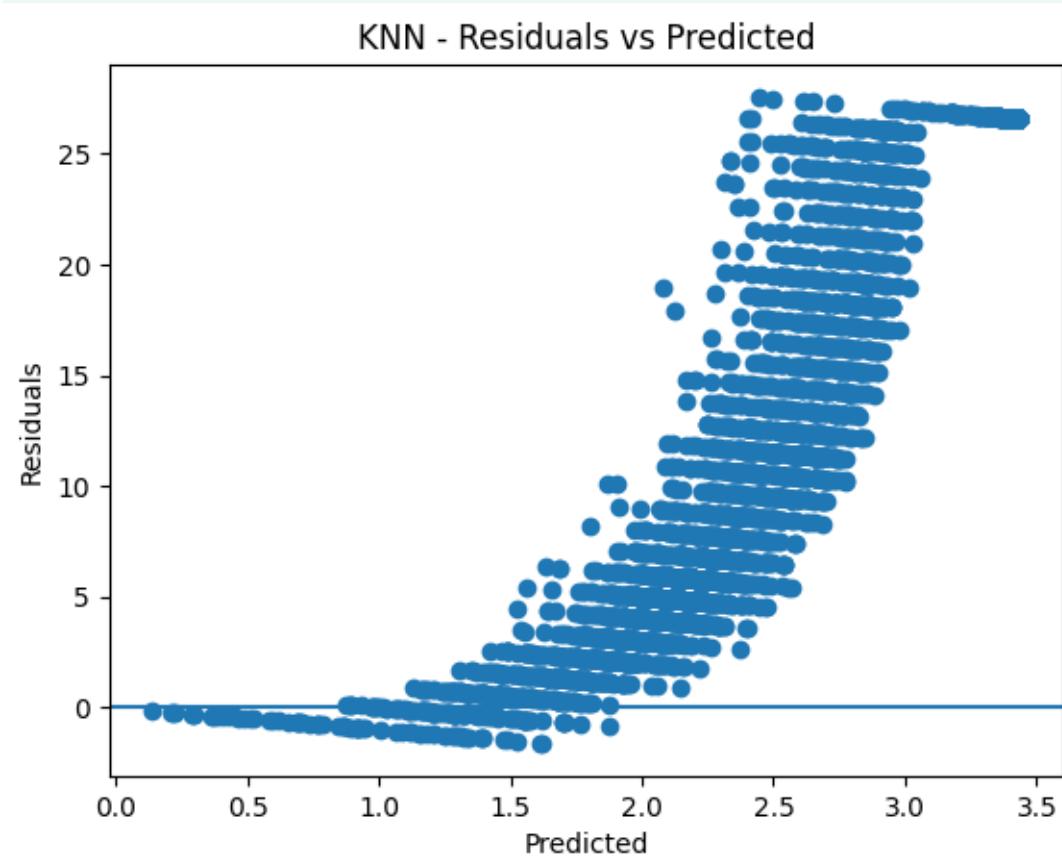


الرسمة بتوضحلنا مقارنة بين القيم الحقيقة والقيم اللي توقعها نموذج KNN كل نقطة بتمثل قيمة حقيقة(Actual) مقابل توقع النموذج لها(predict)

منلاظ إن التوقعات بشكل عام قريبة من القيم الحقيقة، بس مع زيادة القيم الحقيقة بصير في فرق أكبر شوي، وهذا يعني إن أداء النموذج مني بالقيم الصغيرة وأضعف شوي بالقيم الكبيرة



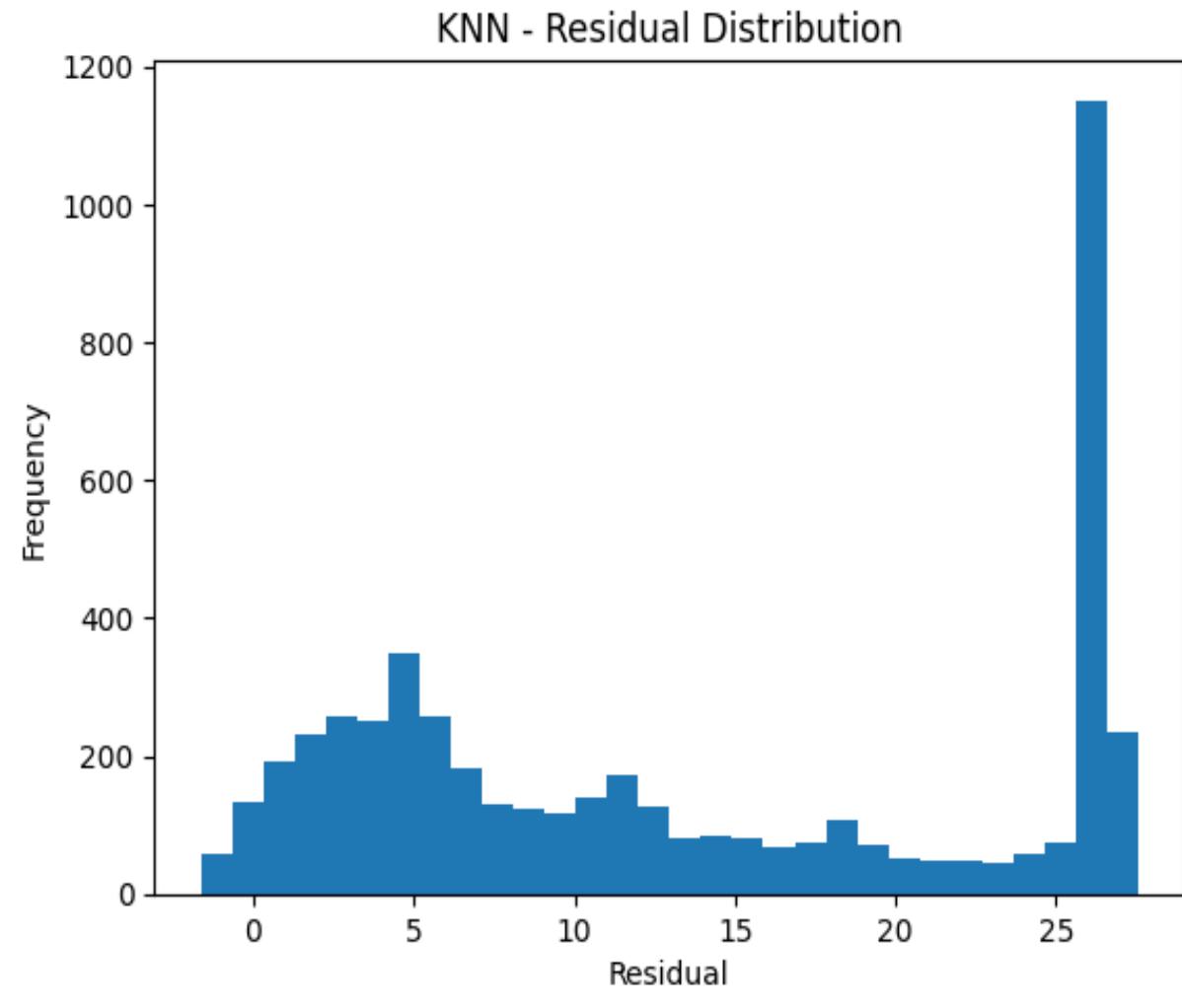
## KNN - Residuals vs Predicted



های الرسمة بتفرجي الفرق بين القيم المتوقعة والقيم الحقيقة  
بنموذج KNN  
لما تكون القيم المتوقعة صغيرة، بنلاحظ إنو الأخطاء قليلة وقريبة من الصفر، يعني النموذج شغله منيح به الحالات.  
بس كل ما تكبر القيم، الخطأ بكبر وبصير أوضح، وهاد يعني إنو النموذج ما يكون دقيق كتير مع القيم الكبيرة.  
بس كل عام، زي ما تعلمنا نموذج KNN أداءه مقبول مع القيم الصغيرة،  
بس دقته بتضعف لما القيم تكبر.



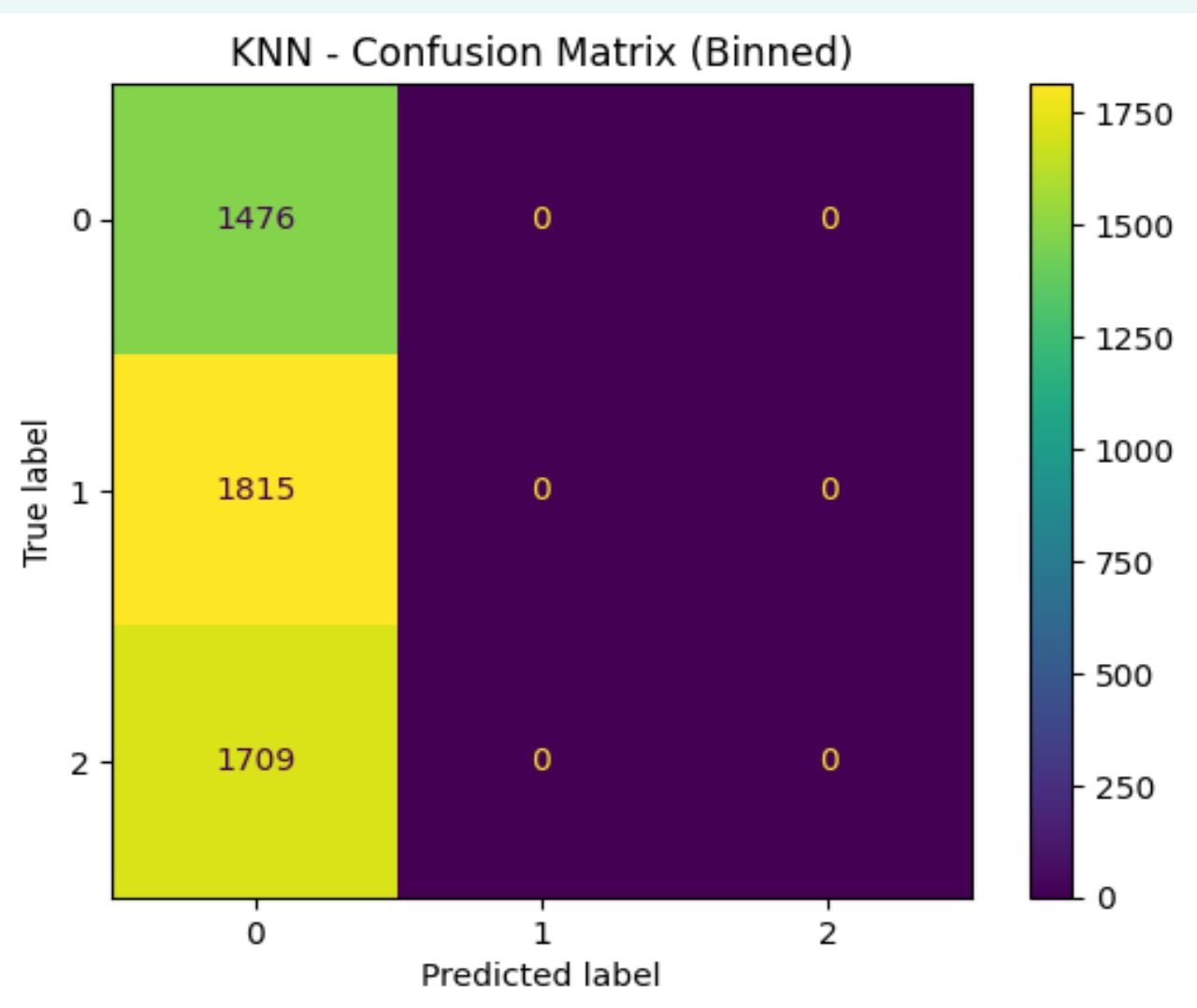
# KNN - Residual Distribution



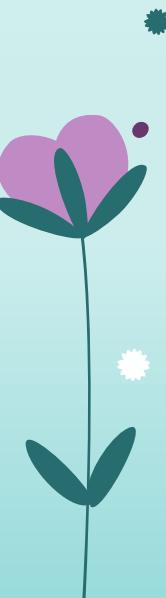
های الرسمة بتفرجي توزيع الأخطاء (Residuals) بنموذج KNN يعني قديش الفرق بين القيمة الحقيقية والقيمة اللي النموذج توّقّعها. بنلاحظ إنو في جزء كبير من الأخطاء قرّيب من الصفر، وهاد إشي منيح لأنه يعني إنو النموذج غالباً توّقعاته قريبة من الحقيقة. بس بنفس الوقت في أخطاء كبيرة، خاصة بالقيم العالية، وهاد بوضوح إنو النموذج أحياناً بغلط كتير لما تكون القيم كبيرة. بشكل عام، النموذج أداءه مقبول



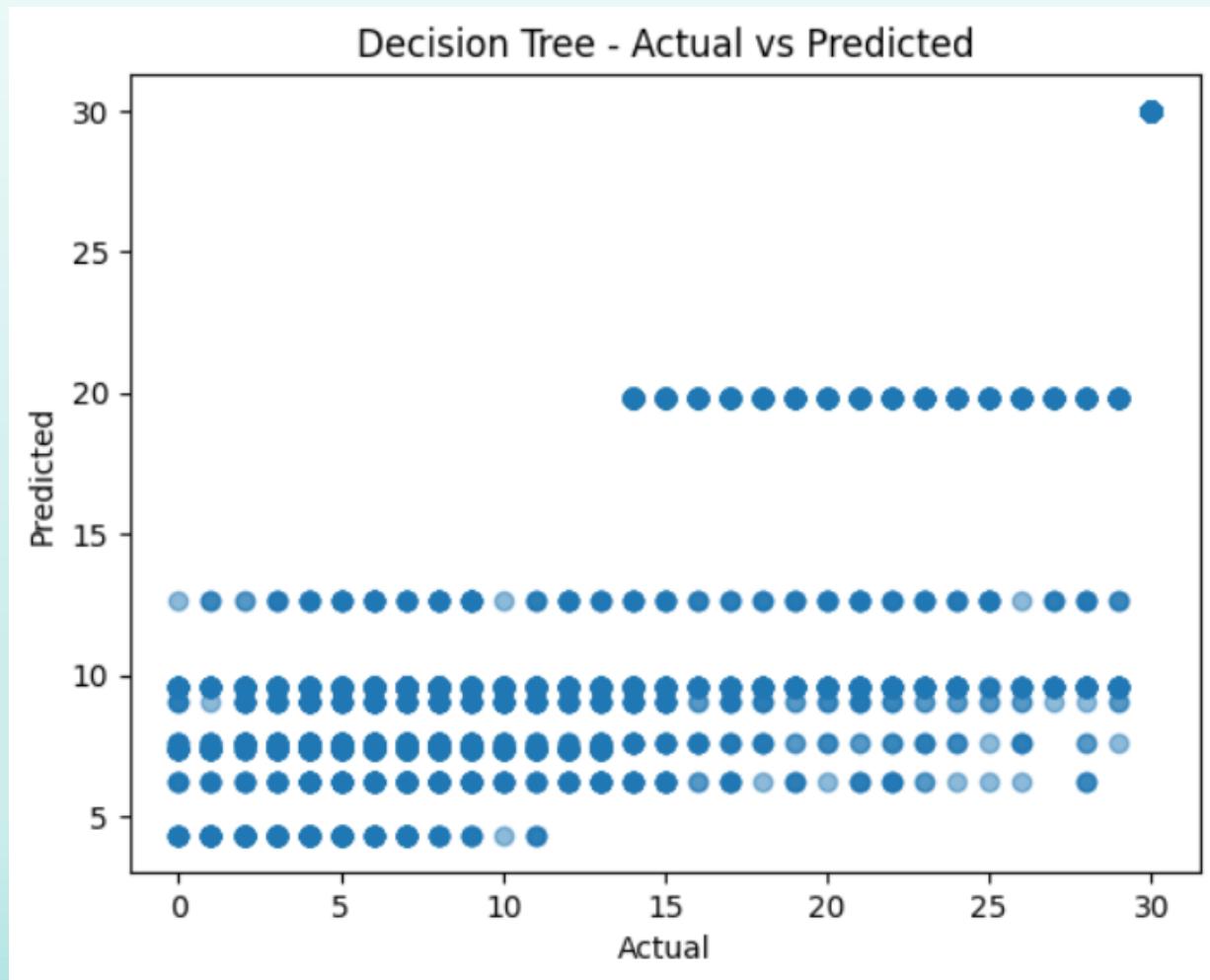
# KNN - Confusion Matrix (Binned)



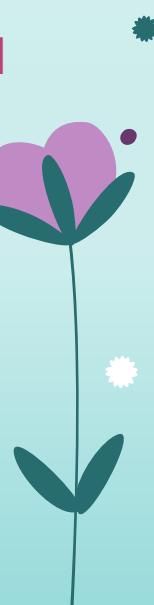
های الرسمة بتوضح إنو نموذج KNN أغلب الوقت بتتوقع نفس الفئة، حتى لو القيم الحقيقية كانت مختلفة. يعني النموذج ما قدر يفرق منيحة بين الفئات، وخصوصاً بالقيم العالية. هاد بيدل إنو أداء KNN بهالتصنيف مش قوي، وبغلط لما البيانات تكون متنوعة



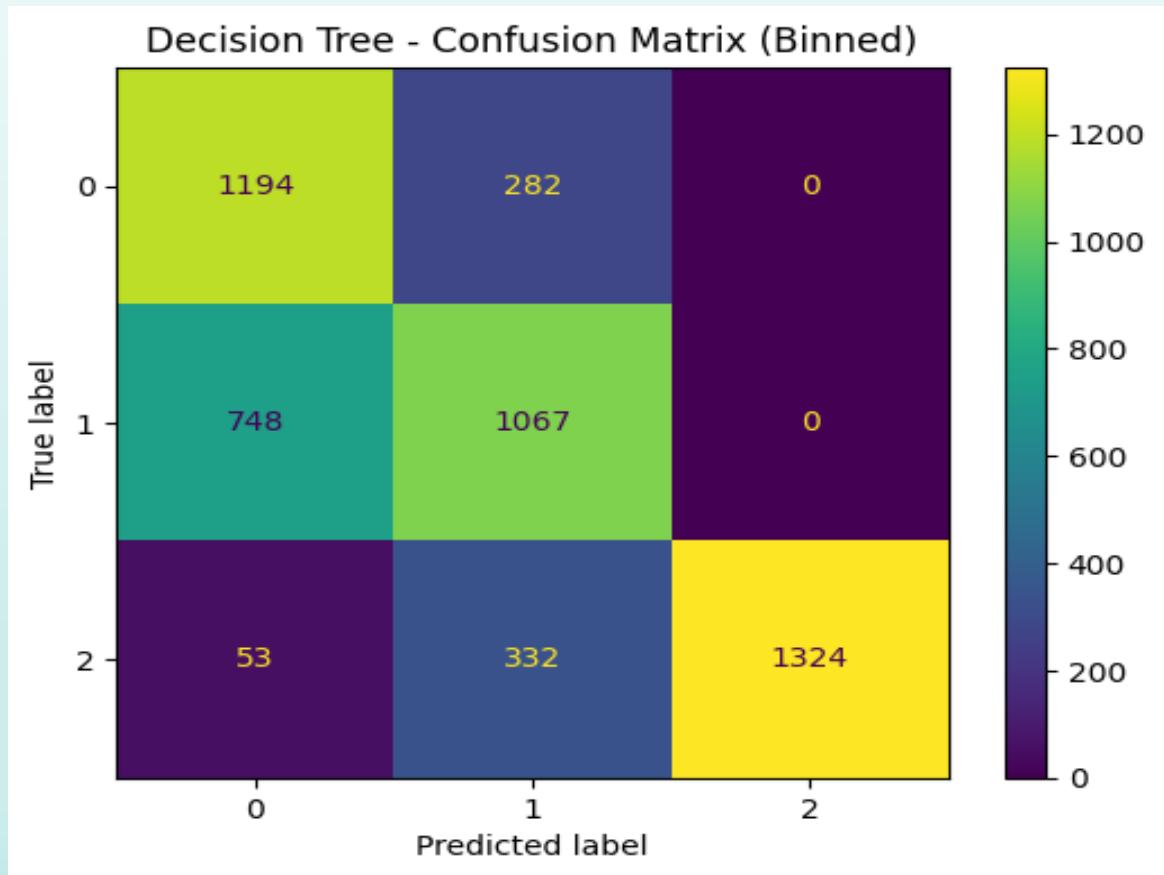
## Decision Tree - Actual vs Predicted



بشكل عام، نموذج Decision Tree قادر على التقاط النمط العام بالبيانات ويفرق بين المستويات المختلفة للقيم، وهذا يدل إنما النموذج فاهم العلاقة الأساسية بين المتغيرات، لكنه يحتاج تحسين بسيط ليعطي توقعات أدق خاصة للقيم العالية



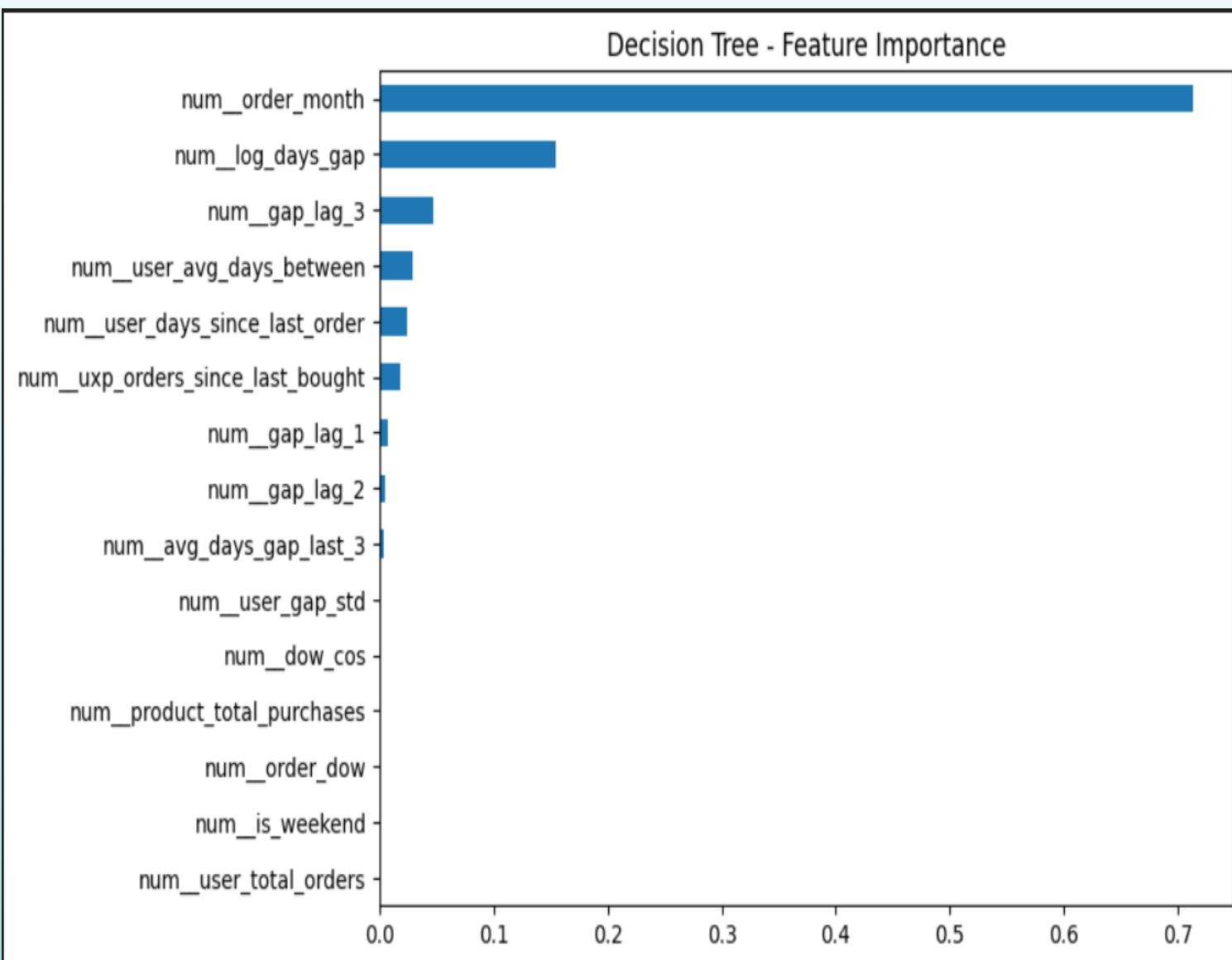
# Decision Tree - Confusion Matrix (Binned)



های المصفوفة بتوضح أداء نموذج Decision Tree بعد ما قسمنا القيم لفئات. بنلاحظ إنو أغلب القيم موجودة على القطر، يعني النموذج غالباً بتوقع الفئة الصح. بس في شوية خربطة بين الفئات، خاصة بين الفئة 0 و 1، وهذا يعني إنو أحياناً النموذج بلخبط بينهم. بشكل عام، أداء النموذج منيحة، بس مش مثالی



# Decision Tree - Feature Importance

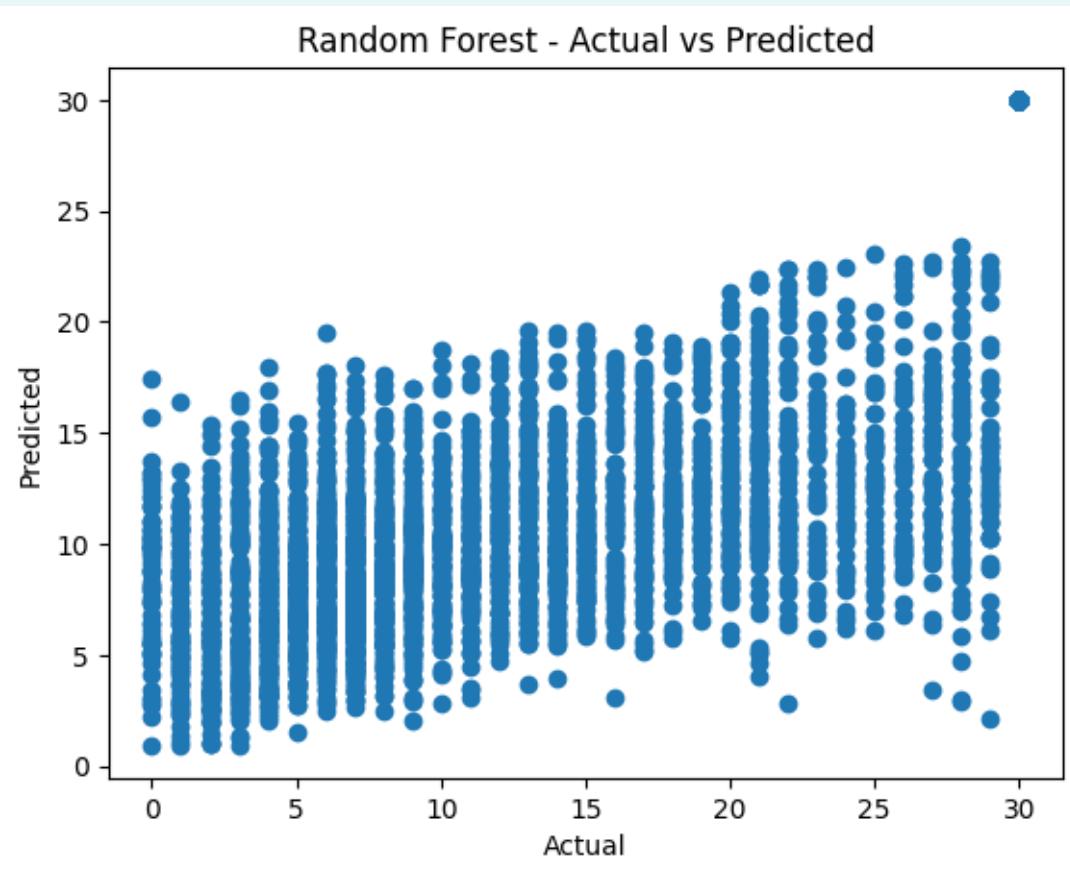


های الرسمة بتفرجينا أي features كان إلها التأثير الأکبر بقرارات نموذج Tree. بنلاحظ إنو NUM\_order\_month هو أكثر إشي أثر بالنموذج، يعني وقت الطلب كان عامل مهم بالتوقع. باقي المتغيرات تأثيرها أقل، يعني النموذج ما اعتمد عليها كثير. بشكل عام، النموذج برگز على الوقت وتكرار الشراء أكثر من

أي إشي ثاني



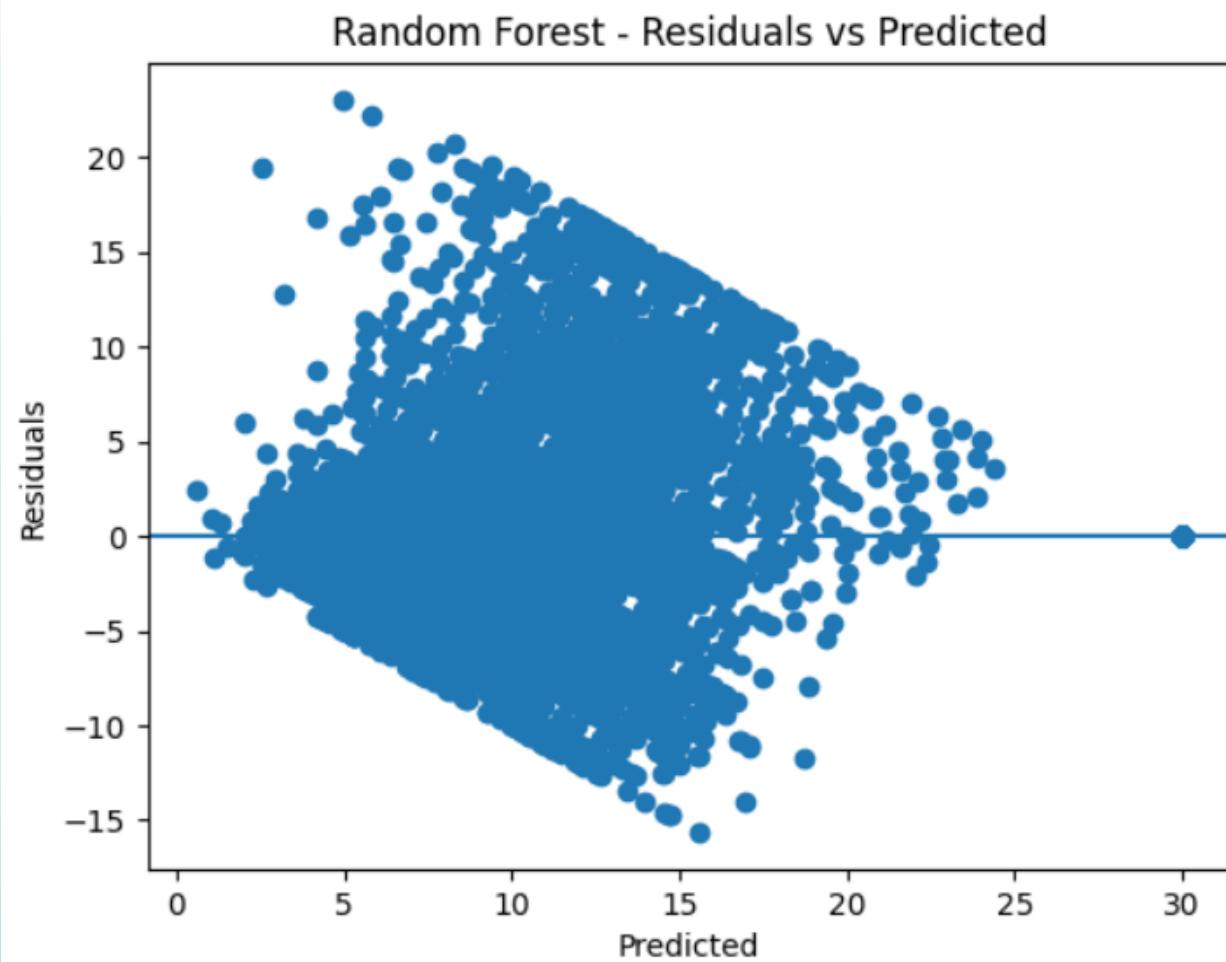
## Random Forest - Actual vs Predicted



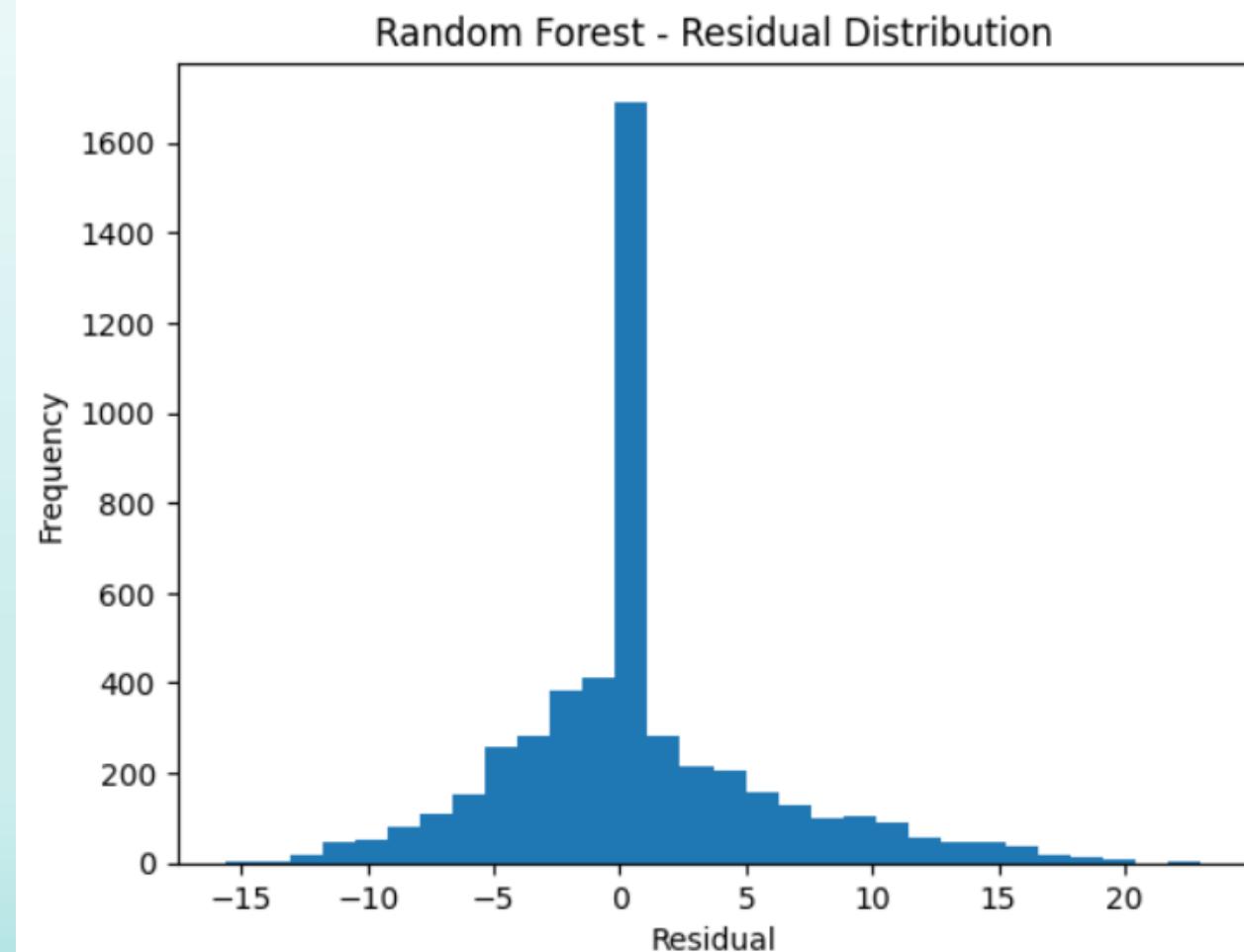
های الرسمة بتفرجيها مقارنة بين القيم الحقيقة والقيم اللي توقعها  
نموذج Random Forest بنلاحظ إنو أغلب النقاط قريبة من بعض  
وعلى نفس الاتجاه، وهذا يعني إنو النموذج عم يتوقع بشكل منيح  
بشكل عام. كل ما كانت القيم الحقيقة أكبر، التوقعات كمان بتكبر،  
وهذا إشي إيجابي. طبعاً في شوية تشتب وأخطاء، بس بشكل عام  
أداء النموذج جيد وأحسن من النماذج الأبسط



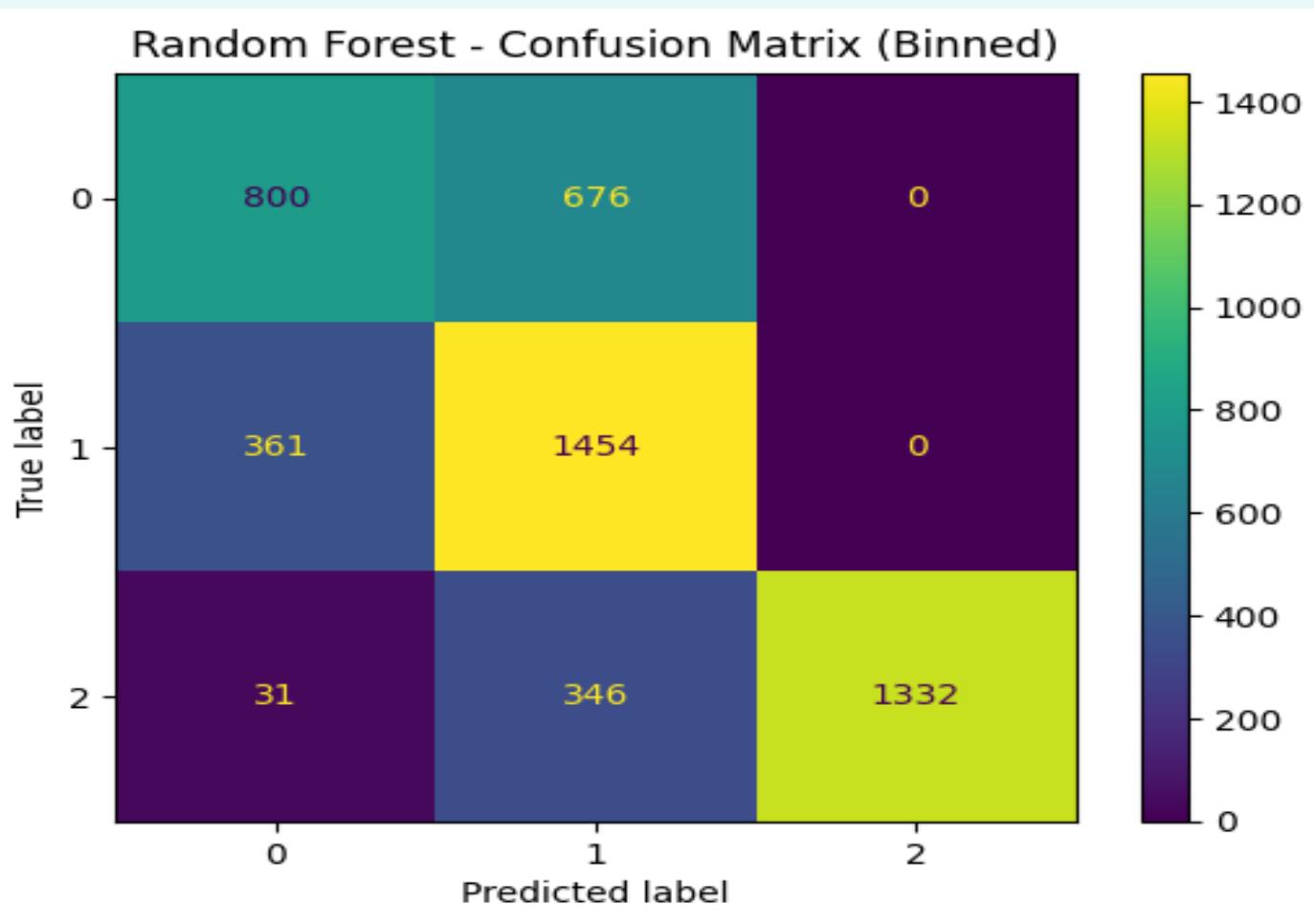
## Random Forest - Residuals vs Predicted



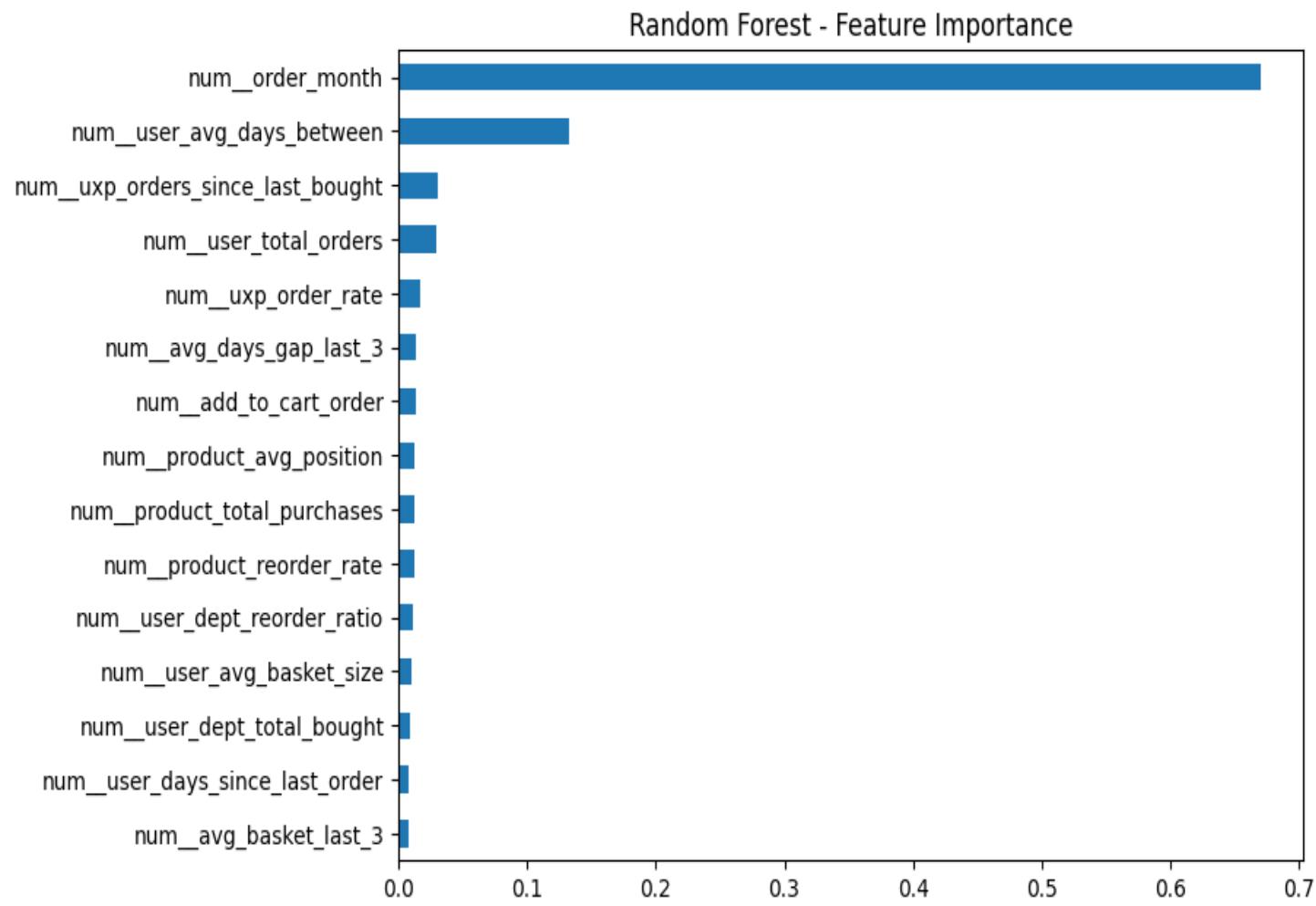
## Random Forest - Residual Distribution



# Random Forest - Confusion Matrix (Binned)

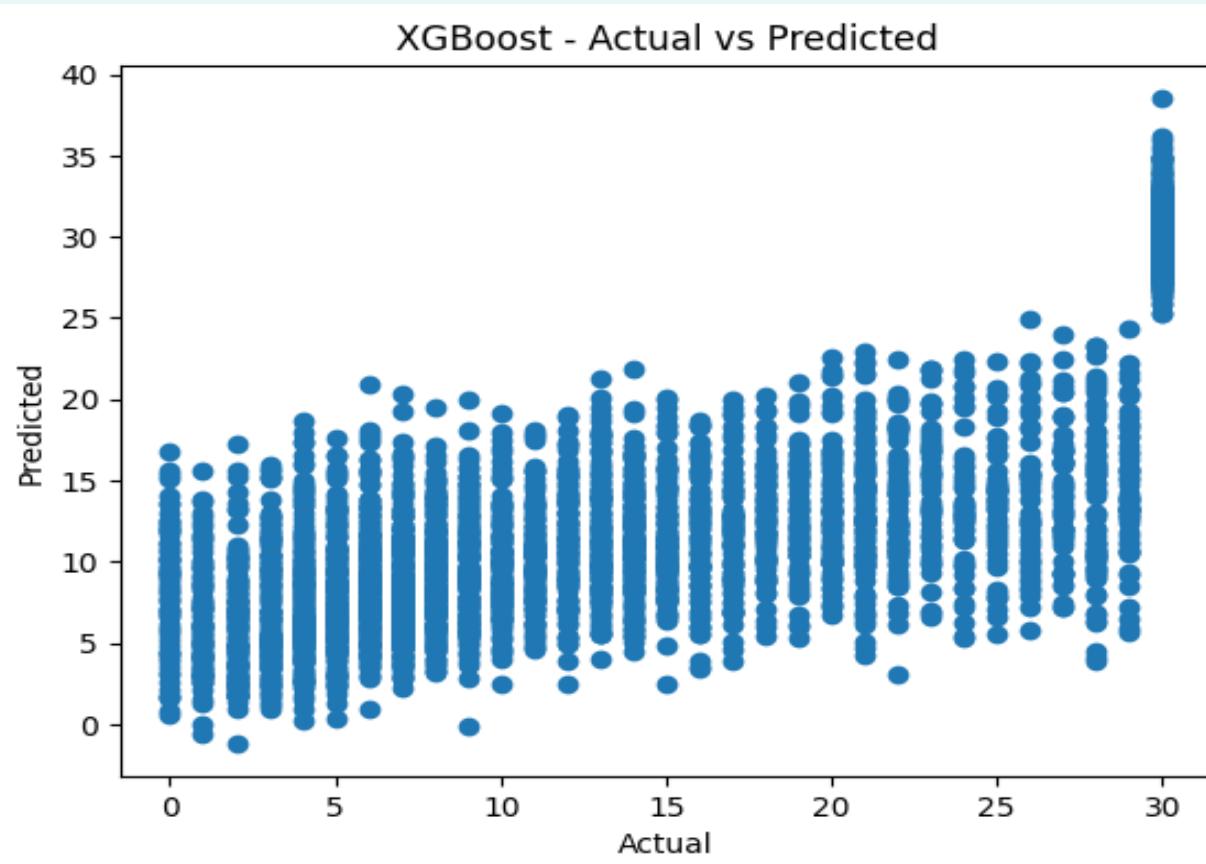


# Random Forest - Feature Importance



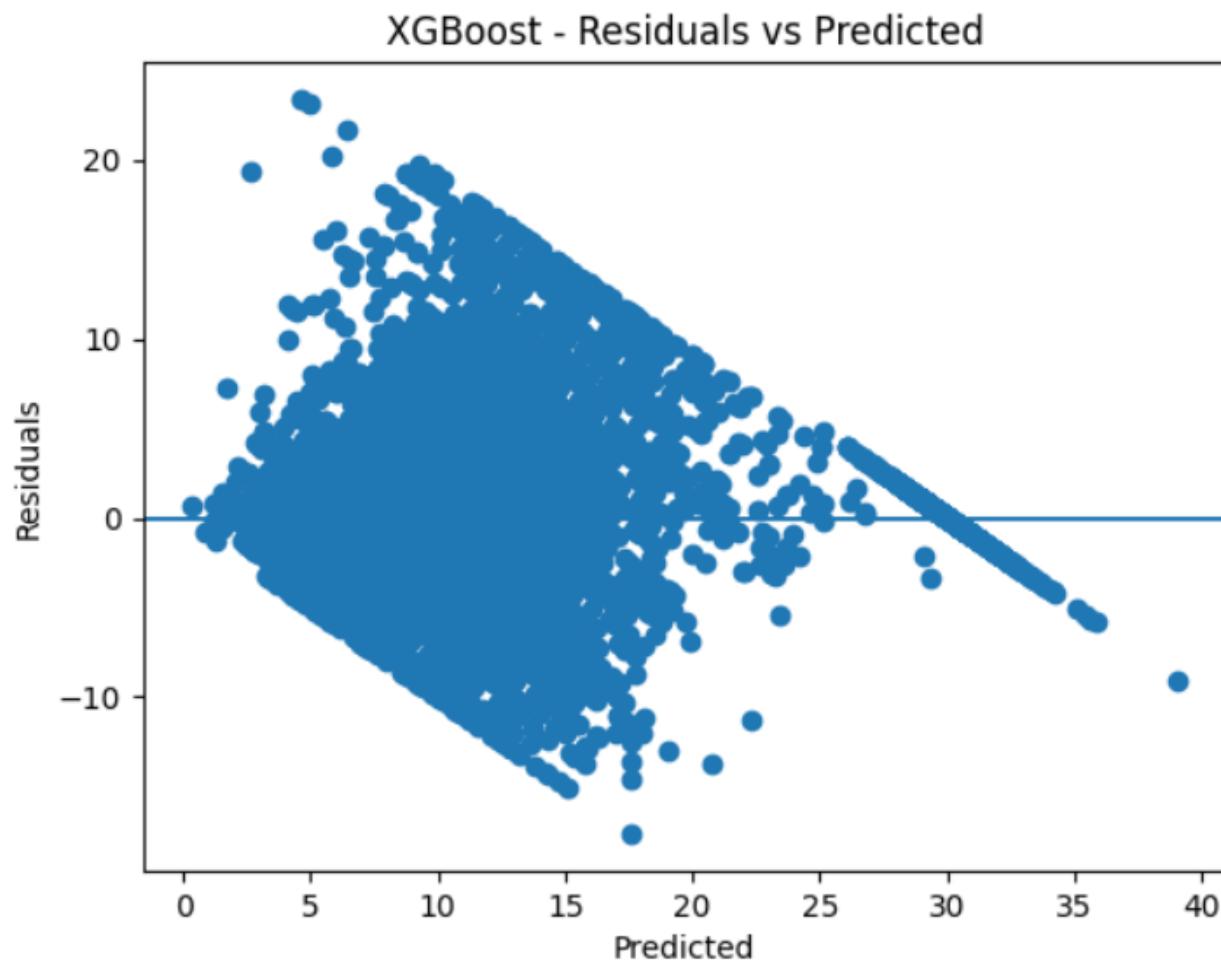
های الرسمة بتفرجيينا قدیش كل متغير إله تأثير على توقعات نموذج Random Forest واضح إنو أکتر إشي بأثر هو وقت الطلب إله دور كبير بالنتيجة. بعده بييجي num\_order\_month يعني كل ما المستخدم طلب بفترات قريبة أو بعيدة بيفرق بالتوقع. باقي المتغيرات تأثيرها أقل، بس لسه إلها دور بسيط. بشكل عام، النموذج بعتمد أكثر على وقت وسلوك الطلب أكثر من باقي التفاصيل

# XGBoost - Actual vs Predicted

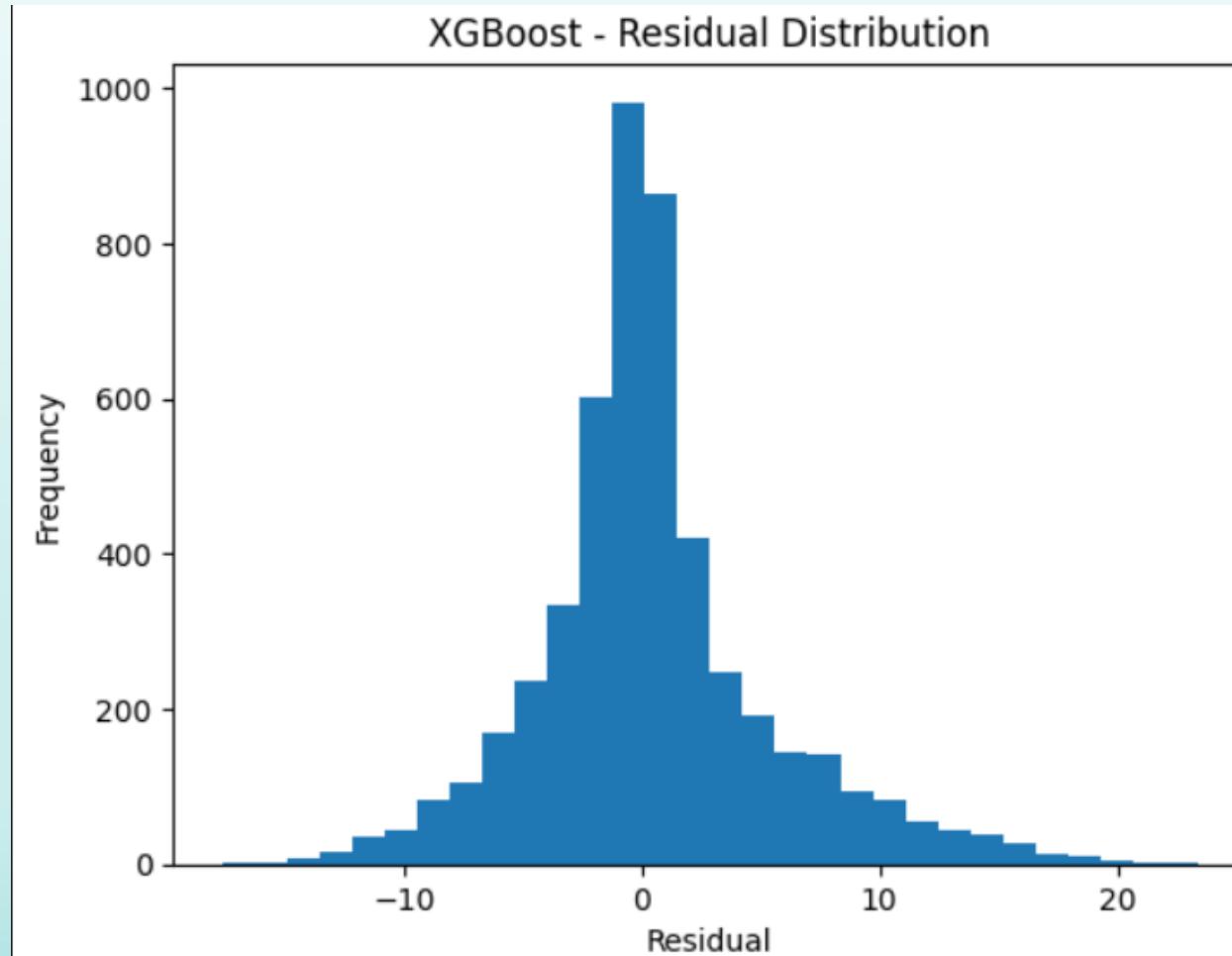


های الرسمة بتوضح الفرق بين القيم الحقيقية والقيم اللي توقعها نموذج XGBoost بشكل عام بنشوف إنو التوقعات قريبة من القيم الحقيقية، خصوصاً بالقيم المتوسطة، وهذا إشي منيح. بس بالقيم العالية، في تشتّت وأحياناً النموذج ببالغ أو بقصر بالتوقع. يعني النموذج أداءه منيح بشكل عام، بس لسه عنده صعوبة شوي مع القيم الكبيرة

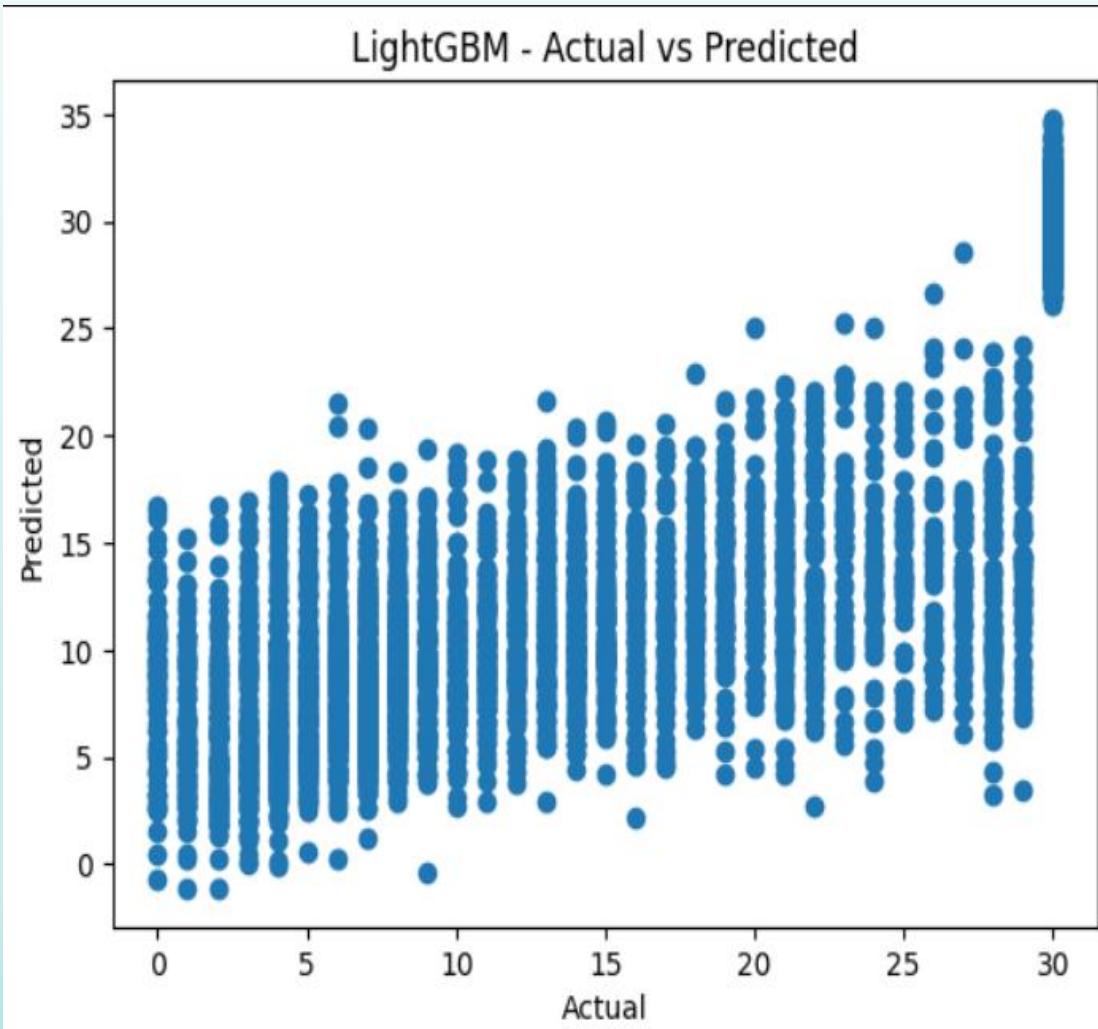
## XGBoost - Residuals vs Predicted



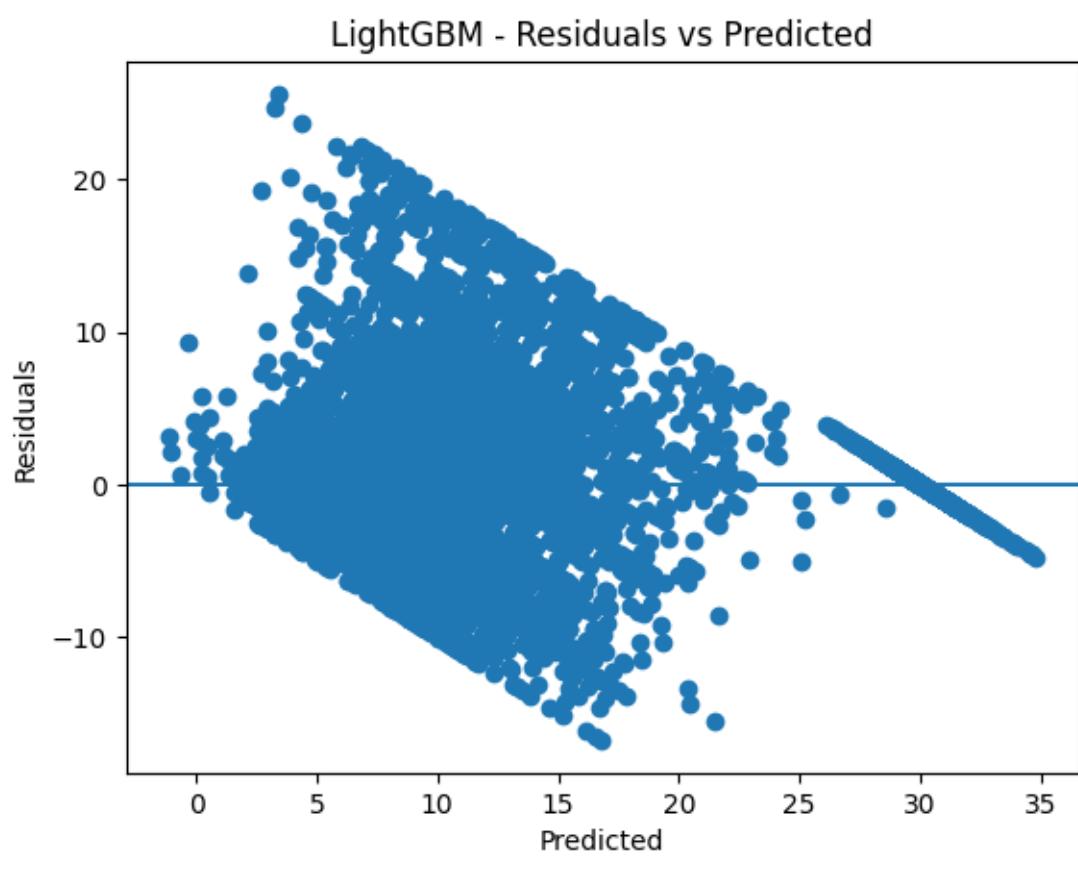
## XGBoost - Residual Distribution



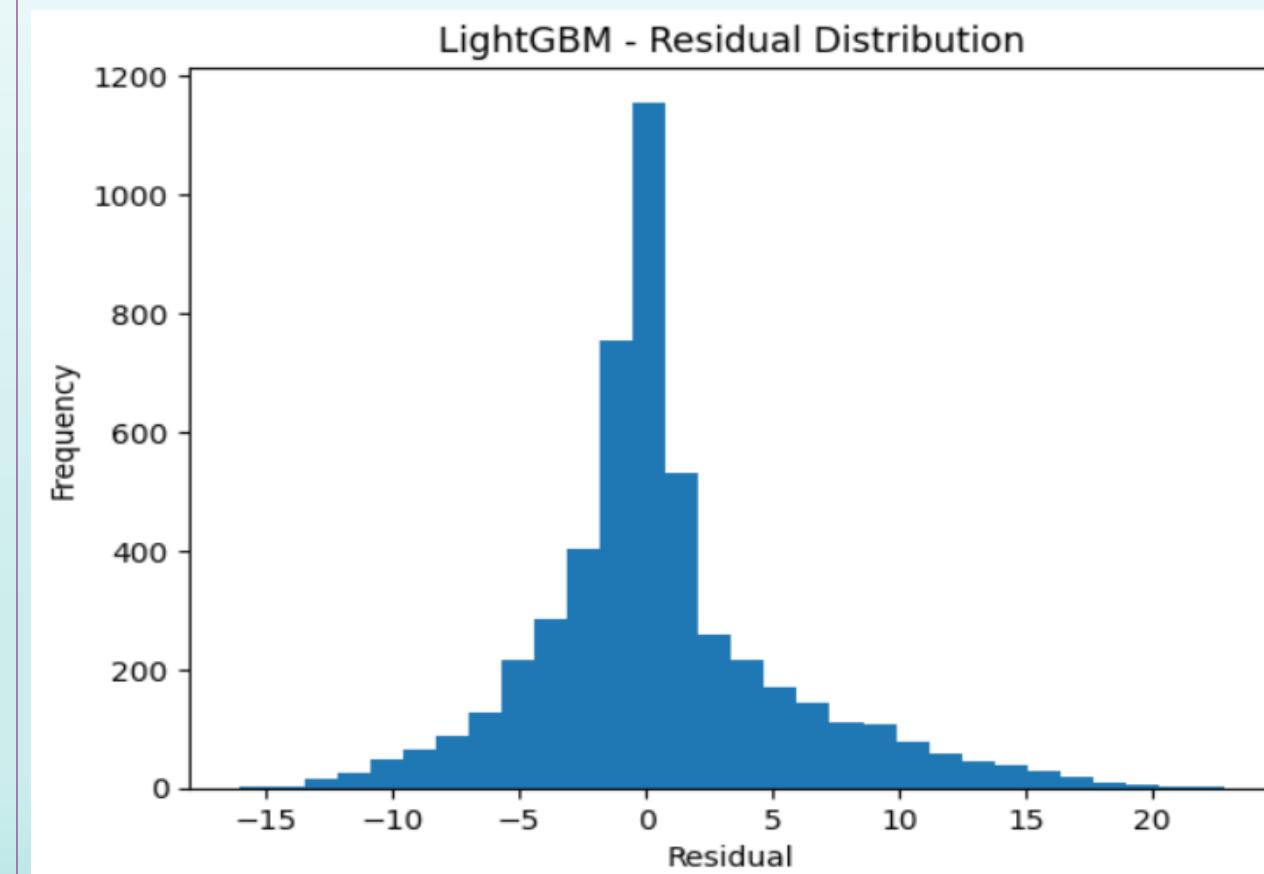
# LightGBM - Actual vs Predicted



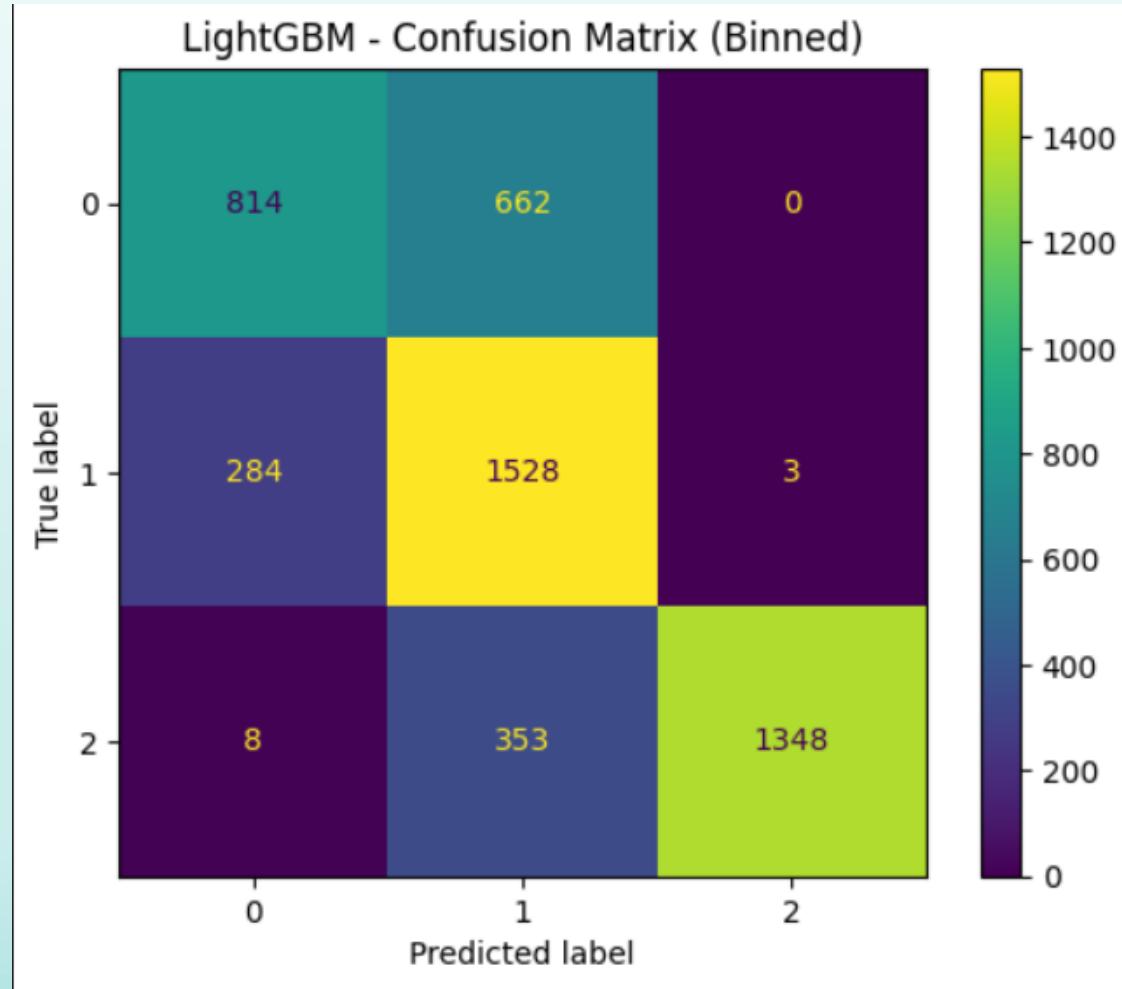
## LightGBM - Residuals vs Predicted



## LightGBM - Residual Distribution

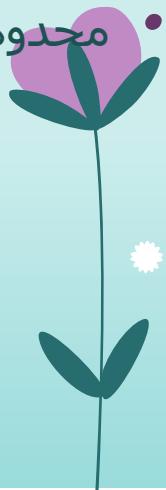


## LightGBM - Confusion Matrix (Binned)

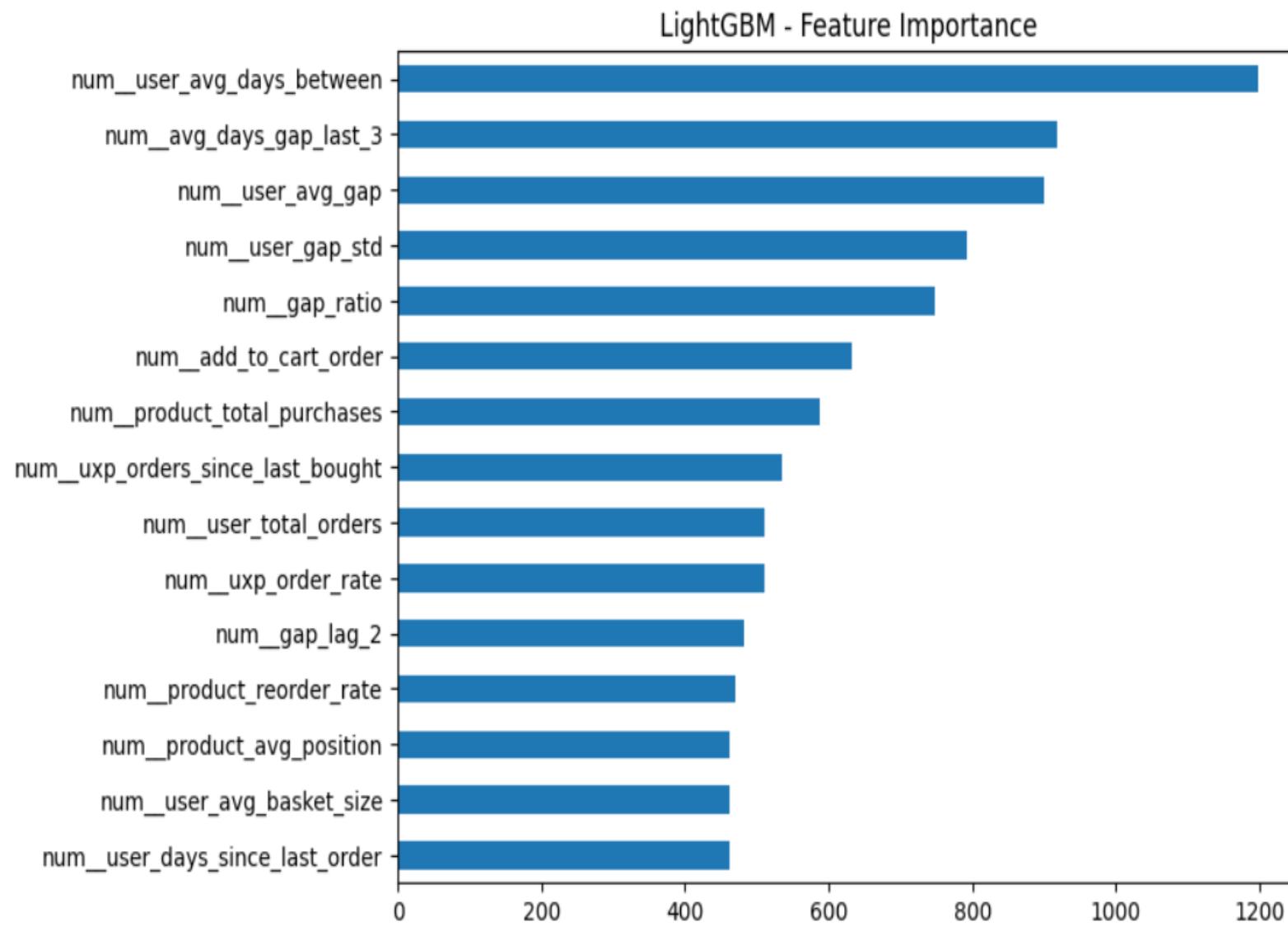


توضح مصفوفة لنموذج LightGBM أن النموذج يحقق أداءً قوياً في تصنیف البيانات، حيث تتركز معظم القيم على القطر الرئيسي، خاصة في الفئتين (1) و(2)، مما يدل على دقة عالية في التنبؤ بهما. كما أن عدد الأخطاء بين الفئات منخفض نسبياً، خصوصاً الخلط مع الفئة (2)، وهذا يشير إلى أن النموذج قادر على التمييز بشكل جيد بين المستويات المختلفة مع نسبة خطأ

محدودة



# LightGBM - Feature Importance



های الرسمة بتفرجي أکتر المتغيرات اللي نموذج LightGBM اعتمد عليها بالتوقع. بنلاحظ إنو عدد الأيام بين طلبات المستخدم كان الأکثر تأثير. باقي المتغيرات إلها تأثير أقل بس لسه بتساعد النموذج. يعني النموذج رکز أکتر على سلوك المستخدم وتكرار الشراء

\*  
ليطلع النتيجة

