

# Automated Assessment and Pavement Condition Index (PCI) Evaluation of Urban Road Distresses: An Integrated YOLO and ASTM D6433 Approach for Soran District Area

## Soran University



This master thesis discussion is arranged by SUN's  
Engineering faculty, Civil and Environmental Engineering (DCEE)

## **Abstract**

Pavement condition assessment is essential for maintaining road performance, ensuring traffic safety, and optimizing maintenance resources. This study combines conventional pavement evaluation techniques with artificial intelligence to assess pavement conditions and explore the potential of automated distress detection in Soran city, Kurdistan Region, Iraq. The Pavement Condition Index (PCI) method, based on ASTM D6433, is applied to evaluate the condition of Kawa Street through the analysis of 106 sample units. The results reveal that PCI values ranging from 27 to 100, with an average PCI of 75.66, indicating an overall satisfactory pavement condition. While most sections are classified as good or satisfactory and required routine or preventive maintenance, several localized areas exhibited fair, poor, and very poor conditions requiring rehabilitation measures. Distress analysis shows that cracking-related defects, particularly longitudinal and transverse cracking, are the most common forms of deterioration, followed by patching and surface-related distresses. To investigate the applicability of artificial intelligence in pavement inspection, a YOLOv8 instance segmentation model is developed by using a dataset of 1,120 pavement images, collected from multiple roads throughout Soran city. The model achieves a test precision of 90.7%, recall of 81.4%, and F1-score of 84%, with an mAP@0.5 of approximately 82.5%, demonstrating strong capability in detecting and classifying pavement distresses. The highest detection performance is achieved for visually distinct defects such as potholes, patching, and block cracking, whereas lower accuracy is observed for fine longitudinal and transverse cracks. The findings demonstrate that PCI and deep learning techniques provide complementary information, where PCI offers a standardized framework for pavement condition rating and maintenance prioritization, while YOLOv8 enables rapid and detailed distress identification. The integration of these approaches can improve efficiency, accuracy, and reliability of pavement condition assessment and support more informed pavement maintenance decision-making.

**Keywords:** Pavement Condition Index (PCI), ASTM D6433, Pavement Distress Detection, YOLOv8, Deep Learning, Pavement Management, Soran city.

## پوختە ی توێژینەوه

هه‌ڵسه‌نگاندنی باری ڕیگه‌وبان (پایفمێنت) به‌شێکی بنه‌ڕه‌تیه‌ بۆ پاراستنی توانای ڕیگه‌کان، ده‌سته‌به‌رکردنی سه‌لامه‌تی هاتوچۆ، و به‌کاره‌ینانی باشتري‌نی سه‌رچاوه‌کانی چاک‌کردنه‌وه. ئهم توێژینه‌وه‌یه‌ ته‌کنیکه‌ نه‌ریتیه‌کانی هه‌ڵسه‌نگاندنی ڕیگه‌وبان له‌گه‌ڵ ژیری ده‌ست‌کرده‌دا تیکه‌ڵ ده‌کات بۆ هه‌ڵسه‌نگاندنی باری ڕیگه‌کان و کۆلینه‌وه‌ له‌ توانای دۆزینه‌وه‌ی ئۆتوماتیکه‌ی تیکچوونه‌کان له‌ شاری سۆران، هه‌ری‌مێ کوردستانی عێراق. شیاوی پێوه‌رکه‌نی باری ڕیگه‌وبان (PCI) به‌پێی ستانداردی ASTM D6433 جیه‌جیه‌کرا بۆ هه‌ڵسه‌نگاندنی باری شه‌قامی کاوه‌ له‌ ڕیگه‌ی شیکردنه‌وه‌ی ۱۰۶ یه‌که‌ی نمونه‌یه‌وه. نه‌جابه‌کان ده‌ریاخست که PCI له‌ نێوان ۲۷ بۆ ۱۰۰ بوون، به‌ تیکرای PCI که ۷۶.۹ بوو، ئهمه‌ش ئاماژه‌یه‌ بۆ بارودۆخێکی شیاو به‌ گشتی له‌ شه‌قامه‌که‌. له‌ کاتێکه‌دا زۆریه‌ی به‌شه‌کان وه‌ک "باش" یان "شیاو" پۆلنێکرا‌بوون و پتویستیان به‌ چاک‌کردنه‌وه‌ی رۆژانه‌ یان پاراستن هه‌بوو، چه‌ند ناوچه‌یه‌کی دیاریکراو ره‌وشیان "ناوه‌ند"، "خراب" و "زۆر خراب" بوو که‌ پتویستیان به‌ نۆژنه‌کردنه‌وه‌ بوو. شیکردنه‌وه‌ی تیکچوونه‌کان ده‌ریخست که‌ که‌موکۆریه‌کانی په‌یوه‌ندیار به‌ درزبردنی ئاسوی و درزبردنی ستونی، باوترین جۆری تیکچوون بوون، له‌ دوا‌ی ئه‌وانیش پینه‌کردن و که‌موکۆریه‌کانی سه‌ر رووی شه‌قامه‌که‌ ده‌هاتن. بۆ کۆلینه‌وه‌ له‌ جیه‌جیه‌کردنی ژیری ده‌ست‌کرد له‌ پشکنینی ڕیگه‌وباندا، مۆدێلیکی به‌شکردنی نمونه‌یه‌ی YOLOv8 به‌کاره‌ینرا به‌ به‌کاره‌ینانی کۆمه‌ڵه‌ داتا‌یه‌ک له‌ ۱,۱۲۰ وینه‌ی ڕیگه‌وبان که‌ له‌ چه‌ندین شه‌قامی جیاوازی شاری سۆران‌وه‌ کۆکرا‌بوونه‌وه. مۆدێله‌که‌ گه‌یشته‌ ووردبینی تاقیکردنه‌وه‌ی ۹۰.۷٪، توانای بیره‌اتنه‌وه‌ی ۸۱.۴٪، و نمره‌ی F1 که ۸۴٪ بوو، له‌گه‌ڵ mAP@0.5 که‌ نزیکه‌ی ۸۲.۵٪ بوو، ئهمه‌ش توانایه‌کی به‌هێز ده‌رمخات له‌ دۆزینه‌وه‌ و پۆلنێکردنی تیکچوونه‌کانی ڕیگه‌وبان. به‌رزترین توانای دۆزینه‌وه‌ بۆ ئه‌و تیکچوونه‌ ده‌سته‌به‌رکرا که‌ له‌ رووی بیه‌ینه‌وه‌ پرونبوون وه‌ک چال، پینه‌کردن، و قه‌شه‌ردنی بلۆکی، له‌ کاتێکه‌دا ووردبینیه‌کی نزمتر بیه‌را بۆ قه‌شه‌ردنی ووردی درێژانی و به‌ر‌او. ده‌ره‌جابه‌کان ده‌ریاخست که PCI و ته‌کنیکه‌کانی فیربوونی قوول (Deep Learning) زانیاری ته‌واکه‌ری یه‌کتر پێشکه‌ش ده‌کهن؛ به‌جۆریک که PCI چوارچۆیه‌یه‌کی ستاندارد بۆ پله‌به‌ندی باری ڕیگه‌وبان و له‌پێشینه‌یه‌ی چاک‌کردنه‌وه‌ ده‌سته‌به‌ر ده‌کات، له‌ کاتێکه‌دا YOLOv8 دۆزینه‌وه‌ی خیرا و وورد بۆ تیکچوونه‌کان ره‌خسێنێت. تیکه‌له‌کردنی ئهم شیاوانه‌ ده‌توانێت کارایی، ووردبینی، و به‌روایی‌کراوی هه‌ڵسه‌نگاندنی باری ڕیگه‌وبان باشت‌ر بکات و پشتیوانی به‌یاردانی زانیاریانه‌ بکات له‌ چاک‌کردنه‌وه‌ی ڕیگه‌وباندا.

کلێله‌ و شه‌کان: پێوه‌ری باری ڕیگه‌وبان (ASTM D6433، PCI)، دۆزینه‌وه‌ی تیکچوونی ڕیگه‌وبان، YOLOv8، فیربوونی قوول (Deep

Learning)، به‌ریوه‌بردنی ڕیگه‌وبان، شاری سۆران

## ملخص الدراسة

يُعدّ تقييم حالة الرصف أمرًا أساسيًا للحفاظ على أداء الطرق، وضمان السلامة المرورية، وتحسين استخدام موارد الصيانة. تجمع هذه الدراسة بين التقنيات التقليدية لتقييم الطرق والذكاء الاصطناعي لتقييم حالة الرصف واستكشاف إمكانيات الكشف التلقائي عن الأضرار في مدينة سوران، إقليم كردستان، العراق. تم تطبيق طريقة مؤشر حالة الرصف (PCI) وفقًا للمعيار ASTM D6433 لتقييم حالة شارع "كاوه" من خلال تحليل 106 وحدة عينة. أظهرت النتائج تراوح قيم PCI بين 27 و100، بمتوسط قدره 75.66، مما يشير إلى حالة مرضية عامة للرصف. وفي حين تم تصنيف معظم الأجزاء على أنها "جيدة" أو "مرضية" وتتطلب صيانة روتينية أو وقائية، أظهرت عدة مناطق محددة حالات "متوسطة" و"سيئة" و"سيئة جدًا" تتطلب إجراءات إعادة تأهيل. أوضح تحليل الأضرار أن العيوب المرتبطة بالتشققات، وخاصة التشققات الطولية والعرضية، كانت أكثر أشكال التدهور شيوعًا، تليها الترقيعات والعيوب السطحية. ولتقصي مدى إمكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي في فحص الطرق، تم تطوير نموذج للتجزئة النقسيمية (Instance Segmentation) باستخدام YOLOv8 على مجموعة بيانات تضم 1,120 صورة للرصف تم جمعها من عدة طرق في مدينة سوران. حقق النموذج دقة اختبار (Precision) بلغت 90.7%، ومعدل استدعاء (Recall) بنسبة 81.4%، ومقياس F1 بنسبة 84%، مع متوسط الدقة المتقاطعة (mAP@0.5) بحوالي 82.5%، مما يظهر قدرة قوية على كشف وتصنيف أضرار الرصف. تم تحقيق أعلى أداء في الكشف للعيوب الواضحة بصريًا مثل الحفر، والترقيع، والتشققات الكتلية (Block Cracking)، بينما لوحظت دقة أقل في التشققات الطولية والعرضية الدقيقة. تُظهر النتائج أن مؤشر PCI وتقنيات التعلم العميق (Deep Learning) يوفران معلومات متكاملة؛ حيث يوفر PCI إطارًا معياريًا لتصنيف حالة الرصف وتحديد أولويات الصيانة، بينما يتيح YOLOv8 التعرف السريع والدقيق على الأضرار. يمكن لتكامل هذه النهج أن يعزز الكفاءة والدقة والموثوقية في تقييم حالة الرصف، ويدعم اتخاذ قرارات أكثر دراية في صيانة الطرق.

الكلمات المفتاحية: مؤشر حالة الرصف (ASTM D6433)، (PCI)، الكشف عن أضرار الرصف، YOLOv8، التعلم العميق (Deep Learning)، إدارة الرصف، مدينة سوران.

| <p>ئەندامانى لىژنەى تالوتىكرىن</p> |                |              |                  |
|------------------------------------|----------------|--------------|------------------|
| ناو                                | نازناوى زانستى | زانكۆ        | پلهى ئەندامىيەتى |
| فارس محمد جاسم                     | پ.يارىدەدەر    | خاھەنشەين    | سەرۆكى لىژنە     |
| عبدالحكيم عثمان صالح               | پ.يارىدەدەر    | خاھەنشەين    | ئەندام           |
| نسرين احمد حسين                    | پ.يارىدەدەر    | زانكۆى دھۆك  | ئەندام           |
| جمال اسماعيل كاك رسول              | پ.يارىدەدەر    | زانكۆى سۆران | سەرپەرشتىيار     |
| چيا يوسف رحيم زاده                 | مامۇستا        | زانكۆى سۆران | نوینەرى بەش      |

About Soran University

eng.soran.edu.iq

[Soran University \(SUN\)](#) is located in the city of Soran, which is about a two-hour drive north-east of [Erbil](#) (Arbil, Hewlér), the capital of the [Kurdistan Region](#) of Iraq (KRIQ). The city is flanked by the famous Korek, Zozik, Henderén, and Biradost mountains. The medieval mountain village of [Rewandiz \(Rawanduz, رهواندز\)](#) is a stone-cast away, and the two cities share this lovely, harmonious upland. While waiting for its green, environmentally friendly building to be erected on a hilltop overlooking the cities of Soran and Rewandiz, its existing city campus has been meticulously set out to accommodate the lovely natural landscape. The new campus will be the first of its type, being walkable, balanced, powered by renewable energy, and compliant with all international environmental regulations. There are 5 Faculties in [SUN](#); [Faculty of Arts](#) (FAAR), [Faculty of Science](#) (FSCN), [Faculty of Education](#) (FEDU), [Faculty of Law](#), Political Science, and Management (FLAW/PSM), and [Faculty of Engineering](#) (FENG). Also, there is SUN research centre. Moreover, at SUN, there is a Language Center. SUN signed many Memoranda of Understandings (MoU) with many International Universities.

## How to get here

Soran University (SUN) is located in the heart of the city of Soran. The main city campus is easily found on Google Maps for direction.