العدد الأول – يونيو 2025
(Vol. 1, Issue 1 – June 2025)

التوأمة الرقمية في مشاريع البنية التحتية الذكية

د .زينب محمود

كلية الهندسة، الجامعة المستنصرية – العراق

z.mahmoud@uomustansiriyah.edu.iq

Digital Twins in Smart Infrastructure Projects

Dr. Zainab Mahmoud

College of Engineering, Al-Mustansiriyah University – Iraq

الملخص

كأحد الابتكارات التقنية الحديثة في (Digital Twins) يتناول هذا البحث مفهوم التوأمة الرقمية قطاع البنية التحتية الذكية، ويوضح دوره في تعزيز دقة التخطيط، وتحسين الصيانة التنبؤية، وتقليل التكاليف التشغيلية .تُعرَّف التوأمة الرقمية بأنها تمثيل رقمي متكامل للأصول الفيزيائية في الزمن .والذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات (IoT) الحقيقي، يعتمد على تكامل تقنيات إنترنت الأشياء تمت مناقشة تطبيقات التوأمة الرقمية في مجالات متعددة مثل الجسور الذكية، شبكات المياه، أنظمة النقل الذكي، والمباني الخضراء، مع عرض لدراسات حالة توضح كيفية تحسين الأداء وتفادي الأعطال قبل وقوعها .كما يستعرض البحث التحديات المرتبطة باعتماد هذه التقنية، مثل تعقيد .النمذجة، الحاجة إلى تكامل البيانات، وتأمين الخصوصية.

توصل البحث إلى أن دمج التوأمة الرقمية في مراحل التصميم والتنفيذ والتشغيل يسهم في بناء بنية تحتية أكثر مرونة واستدامة، ويوصي بوضع إطار تشريعي وتشجيع البحث والتطوير لتسريع تبني هذه التقنية في الدولالنامية.

الكلمات المفتاحية : التوأمة الرقمية، البنية التحتية الذكية، الصيانة التنبؤية، البيانات الضخمة

Abstract

This research explores the concept of Digital Twins as an emerging technology in the field of smart infrastructure. It highlights its role in

enhancing planning accuracy, predictive maintenance, and reducing operational costs. A digital twin is defined as an integrated digital representation of physical assets in real-time, based on the integration of IoT, artificial intelligence, and data analytics.
The paper discusses applications of digital twins in areas such as smart bridges, water networks, intelligent transport systems, and green buildings. Case studies are presented to demonstrate improvements in performance and the prevention of failures before they occur. The study also highlights challenges related to adoption, such as modeling complexity, data integration, and privacy concerns.
The research concludes that incorporating digital twins in design, construction, and operation phases leads to more resilient and sustainable infrastructure. It recommends establishing regulatory frameworks and promoting R&D to accelerate adoption in developing countries.

Keywords:
Digital Twins, Smart Infrastructure, Predictive Maintenance, Big Data