مجلة المخطط والتنمية
المجلد (31)، العدد (2)، الشهر (8)، السنة (2026)، الصفحات 46-53
الصفحة الرئيسية للمجلة: https://jpd.uobaghdad.edu.iq/index.php/jpd

P-ISSN: 1996-983X
E-ISSN: 2960-1908

استخدام التوأم الرقمي في تطوير الادارة الذكية للفضاءات الخضراء

رقية باسم خزعل محمدعلي [1]*، أ.د. صبا جبار نعمة الخفاجي [2]، أ.د. عبير ابراهيم موسى [3]

[1] وزارة الشباب والرياضة
[2] جامعة بغداد/ كلية الهندسة
[3] جامعة بغداد ـقسم الهندسة البيئية

*بريد إلكتروني للمؤلف المسؤول: roqia.bassem2104p@coeng.uobaghdad.edu.iq

حقوق النشر: ©2026 المؤلفون. هذه المقالة هي مقال مفتوح الوصول موزع بموجب شروط رخصة المشاع الإبداعي 4.0 الدولية (CC BY 4.0). ينشر من قبل مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا بجامعة بغداد.

تم الاستلام: 2025/7/28
تم المراجعة: 2025/8/10
مقبول: 2025/8/17
متوفر عبر الإنترنت: 2026/8/7

الكلمات المفتاحية:
التوأم الرقمي، الفضاءات الخضراء، جزيرة بغداد السياحية، انترنيت الاشياء

الملخص

تناقش الورقة البحثية ظاهرة تواجه المدن في كافة أنحاء العالم حالياً، تتمثّل في ضعف ادارة الفضاءات الخضراء التي تواجه تداعيات في بنيتها التحتية وقصور في خدماتها فضلاً عن غياب دور الانظمة الذكية للموارد للحدّ من تغيّرات المناخ (موجات الحر والجفاف الشديد والتصحر والتلوث). لذا هدف البحث الى التعريف بالدور المحوري لتكنولوجيا التوأم الرقمي في ادارة الفضاءات الخضراء من خلال تقديم نموذج افتراضي ثلاثي الابعاد مدعوم ببيانات حية عن حركة الزوار والموارد البيئية، واداء الانظمة الخدمية وذلك من اجل تحسين القرار وتطوير تجربة الزوار للتحول الى سياحة مستدامة. وضعت الدراسة فرضية مفادها انه يمكن بالاستكشاف الموسع لتقنيات التوائم الرقمية وتطبيقاتها في البناء والتنمية الحضرية أن تسهل إنشاء فضاءات حضرية ذكية وفعالة وصديقة للبيئة، ومن خلال وصف واقع الفضاءات في مدينة بغداد وتحليل تطبيق التوأم الرقمي في جزيرة بغداد السياحية وفق معايير الفضاءات في المدن الذكية تم التوصُّل لنتائج البحث التي من أبرزها دمج انظمة الاستشعار وانترنت الاشياء (IOT) وطرح رؤية جديدة لإدارة المناطق السياحية وهذا يشكل خطوة ذكية نحو رقمنة الفضاءات بطرق ذكية مستدامة.

Using Digital Twins To Develop Smart Management Of Green Spaces

Ruqayah Basim Khazaal[1]*, Prof. Dr. Saba Jabbar Neima[2], Prof. Dr. Abeer Ibrahim Musa[3]

[1] Ministry of Youth and Sports
[2] Dept. of Architecture Engineering, University of Baghdad
[3] Dept. of Environmental Engineering, University of Baghdad

*Corresponding Author Email: roqia.bassem2104p@coeng.uobaghdad.edu.iq

Copyright: ©2026 The Authors. This article is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). It is published by Center of Urban and Regional Planning for Postgraduate Studies, University of Baghdad.

Received: 28/7/2025
Revised: 10/8/2025
Accepted: 17/8/2025
Available online: 7/8/2026

Keywords:
Digital twin, green spaces, Baghdad Tourist Island, Internet of Things

ABSTRACT

The research paper discusses a phenomenon currently facing cities around the world, which is the weak management of green spaces that suffers from the impacts on its infrastructure and deficiencies in its services, as well as the absence of the role of smart resource systems to mitigate climate changes (heatwaves, severe drought, desertification, and pollution). Therefore, the aim of the research is to define the pivotal role of digital twin technology in managing green spaces by presenting a three-dimensional virtual model supported by live data on visitor movement, environmental resources, and the performance of service systems, in order to improve decision-making and enhance the visitor experience towards sustainable tourism. The study hypothesized that extensive exploration of digital twin technologies and their applications in construction and urban development can facilitate the creation of smart, efficient, and environmentally friendly urban spaces. By describing the reality of spaces in the city of Baghdad and analyzing the application of the digital twin in the Baghdad Tourist Island according to the criteria of spaces in smart cities, the research results were reached, the most important of which is the integration of sensing systems and the Internet of Things (IoT) and proposing a new vision for managing tourist areas. This represents a smart step towards digitizing spaces in sustainable smart ways.

مقدمة وادبيات سابقة

مع التوسُّـع العمراني المتسـارع ومع تزايد التداعيات البيئية، اصـبحت الفضـاءات الخضـراء عنصـرًا مهما لتحقيق التوازن بين التنمية الحضـرية والاستدامة البيئية ومع تنامي توجهات الادارة الذكية واستعمال التوأم الرقمي فهو أداة تتيح محاكاة وادارة النظم الفيزيائية بذكاء وتكامل وتطور التوأم الرقمي ليشمل البنى التحتية والمرافق العامة ليصل الى الفضاءات الخضراء وتطوير انظمتها بشكل ذكي وسريع.

تُشير دراسة pang et al(2021) تطوير نظام مراقبة ذكية تعتمد على التوأم الرقمي في تحسين ادارة الري وجودة الهواء داخل المتنزهات بنسبة فاقت 25% ، اما دراسة xu et al (2020) اهتمت الدراسة في ربط اداة التوأم الرقمي مع انترنت الاشياء وكانت من خلال ادارة صحة النباتات وتوزيع الزائرين لمنع الزحام وتقييم المناخ في متنزهات شنغهاي، اما دراسة alves et al(2022) فقد اهتمت الدراسة في تطبيق نموذج تشغيلي في متنزهات البرازيل وباستعمال التوأم الرقمي ورصد المتغيرات المناخية والتخطيطية التفاعلية وخفض نسبة تكاليف الصيانة 20%والاهتمام بالزائر خاصة في متنزه سنغافورة الافتراضي وتطبيق التوأم الرقمي وادارة النظم البيئية ومحاكاة المناخ وتأثير النشاط البشري على الغطاء النباتي. تقدم دراسة(2022) giorgio ,others, مشاريع التوأم الرقمي المعاصرة للتخطيط الحضري من خلال مقارنة ستة دراسات من خلال دراسة بنيتها التحتية التكنولوجية مركزة على الازمات الصحية والبيئية والمناخية والاجتماعية من خلال دعم صنع القرار والتشارك ودور الابتكاري لتحليل البيانات، في حين أن دراسة (ALPERTO,2023) قد اهتمت في محاكاة نماذج ثلاثية الابعاد للنباتات وتدفق الرياح ودرجة حرارة الاسطح من خلال انتاج خرائط مناخية محلية عالية الدقة من خلال التخطيط الاخضر الذكي بتطوير التوأم الرقمي للمناخ المحلي لمدينة Imola خلال اختبار وتطبيق التوأم الرقمي لتوفير منهجية دقيقه لمحاكاة تأثيرات المبردة للأشجار والانظمة الخضراء الاخرى على مستوى المناطق الحضرية وعلى مستوى المشاة في المدينة نفسها .
مشكلة البحث: تعاني الفضاءات الحضرية الخضراء ضعف الادارة وقصور في خدماتها فضلاً عن غياب دور الانظمة الذكية للموارد مع زيادة تداعيات المناخ.
الهدف: التعريف بالدور المحوري لتكنولوجيا التوأم الرقمي في ادارة الفضاءات الخضراء واقتراح نموذج تطبيقي لتوظيف التوأم الرقمي في الفضاءات الخضراء للمدن.
الفرضية: يمكن لتقنيات التوائم الرقمية وتطبيقاتها في البناء والتنمية الحضرية أن تسهّل إنشاء فضاءات حضرية ذكية وفعالة وصديقة للبيئة.

الفضاءات الحضرية الخضراء الذكية

هي فضاءات قادرة على تقديم خدمات متكاملة، وتنتهج ادارات المدن طرقا جديدة لتبدأ في تشريع فضاءات ذكية قائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) والاستعمال الذكي من البنى التحتية الحضرية، من خلال المشاريع الذكية ينبغي أن تساهم في تحقيق رؤية متكاملة قادرة على مواءمة التقنيات المستعملة والخدمات المستحدثة لمختلف مجالات التطبيق التي تعمل عليها المدينة الذكية. (Bašová, S.,et al, 2017) وان جودة وقدرة وظائف الفضاءات الخضراء تعتمد بشكل كبير على التدخل البشري، أي كيف تتم إدارة رأس المال الطبيعي ونجد أن أحد الاعتبارات الرئيسة في التعرف على الفضاءات يمكن اعتبارها "ثلاثية الاتصال" الاجتماعية والبيئية والتكنولوجية. (Jopek, D,2019) ويمكن أن يتمثل المبدأ الذي يجعل من الفضاءات اكثر ذكاءً واندماجاً بقدرتها على تصدير نفسها عبر الوسائط السريعة لنقل المعلومات، ووسائلها المتنوعة المحكومة بشبكة من المعلومات والتدفقات الرقمية (الانترنت). (Awda & Shahin,2016) فإذا استطاعت الفضاءات اقتحام هذه الشبكة المعلوماتية، وأدخلت الوسائل التكنولوجية –الرقمية في عملها وإدارتها ومراقبتها فقد أصبحت فضاءات ذكية بامتياز. أما بخصوص البعد الزماني الذي توفّره الفضاءات الذكية فأنها توفر قواعد بياناتها على مدار الساعة مما يتيح للمستعمل الاستفادة من الخدمات في أي وقت فذكاء المدن يقوم على مدى تعاملها من وسائل الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في المجالات الحضرية (الجميلي ،2022، ص4).

الادارة الحضرية الذكية في الفضاءات الخضراء

إن أنشاء ادارة حضرية ذكية يجب أن تبدأ الفضاءات بتحديد أولوياتها في إدارة الطوارئ ومن ثم تبدأ بجمع البيانات، وتبني البنية التقنية الملائمة، وتُدرّب الفرق المختصة على استخدام النظام المتكون من مجموعه من البنى التحتية والابنية المرتبطة مع بعضها واي تغيير يحصل في احدها يؤثِّر على الفضاءات (Abdulameer, AlKinani, 2024 p:59) وتنفذ البلديات المشاريع من اجل تقليل التكاليف واكتساب خبرة ولا يكتمل نجاح التقنية إلا بالتوازن بين الابتكار والمسؤولية. وأن ادارة الفضاءات تساهم في تحقيق رفاهية للمجتمع وتعد حلا لمشاكل التداعيات فيجب ان تكون الادارة قائمة على المعرفة الذكية ويتم ذلك من خلال تحديد الظواهر التي تحدث في المدن وعندما تلتزم المدن بالحوكمة الرقمية، وتستثمر في البنية التحتية، وتضع الإنسان في صلب القرار، (Alwan, Abdulwahab, 2024, p:77) ويمكن للتوأم الرقمي أن يغيّر جذريًا طريقة تعاملنا مع الكوارث في المستقبل من خلال:

انشاء منصة عمل او تطبيق للفضاءات الحضرية الخضراء(المتنزهات) وقد يكون من قبل تعاون بين القطاع العام والخاص وخدمتها المفتوحة لتعزيز العوامل الاجتماعية والترفيهية والخدمية والترويج لها ومن خلال الجدول (1)

جدول(1) خطوات تصميم منصة عمل او تطبيق ذكي Maira Alvi,2025)) (الصفيان،2023)

الخطوة	التخطيط
1-الفكرة	هدف التطبيق او المنصة وماهية المشكلة امكانية تحديد فئة معينة للمواطنين او للعاملين او يكون عام للجميع اعداد دراسات وبحوث لمعرفة الطلب والسوق.
2-المميزات المهمة	احتياجات الزائرين بالإصدار الاول ومن ثم العاملين والادارة الابتعاد عن الغموض والتعقيد
3-التصميم	تصميم واجهة المنصة او التطبيق wireframes اختيار الالوان صديقه للبيئة ونمط التصميم والخطوط امكانية التجربة مع العاملين في البداية ميزة تسجيل الدحول والخروج وتحديد المواقع ودليل المواقع امكانية ادخال خيارات لطلب وسيلة نقل امكانية الاتصال او ارسال رسائل في حال الطوارئ او الخدمة
4-التقنيات	لغات المنصة وقواعد البيانات والخوادم للمنصات
5-التنمية	برمجة الواجهات الامامية والخلفية
6-الاختبار	الامن السيبراني واختبار الاداء والامان والتوافق مع الاجهزة الداخلة للمنصة واصلاح اي خطأ
7-التسويق	امكانية تسويق وإطلاق المنصة او التطبيق على المواقع الالكترونية او الاماكن العامة
8-الخدمات الفنية	متابعة اراء الزائرين وحاجاتهم وتحليل اداءهم صيانة واصلاح العطل تخصيص ميزة المسح الضوئي(scan) لتنبيه مواعيد السقي او جمع النفايات
9-توعية	توفير معلومات عن التوعية والخرائط توفير قسم مشاركة مجتمعية للأفكار والحلول البيئية بين الزائرين

تفعيل مبادرة "شراكة تسريع الذكاء الاصطناعي " هو مبدأ اتفاق او تعاون بين دولة العراق ودولة اخرى يهدف الى استعمال تقنيات الذكاء وتشمل المبادرة ما يأتي وكما موضح في الجدول (2):

• تبادل المعرفة والخبرة: عمل ابحاث ونماذج واستعمال التقنيات الذكية بين دوائر المؤسسات بين البلدين.
• الشراكة في السياسات: التعاون بين الجهود لاستعمال الذكاء الاصطناعي بشكل امن وسليم.
• التدريب والتطوير: بناء وتطوير برامج مبتكرة ثقافية تعليمية لبناء قدرات شبابية.
• التمويل والدعم المالي: تمويل حكومي او قطاع خاص يشمل مبادرات وشركات تعمل بالذكاء.
• البنى التحتية: استعمال قواعد بيانات وحوسبة ذكية من خلال استثمار البنى التحتية. (الصفتي، 2023).

جدول (2) فكرة شراكة تسريع الذكاء الاصطناعي بين الدول لتحقيق الادارة الذكية/ الباحثة بالاعتماد على (الصفيان،2023)

الشراكة او التعاون بين دولتين	تطبيق فكرة الشراكة في جزيرة بغداد السياحية
الفكرة: ان الدولة الاولى تقدم دعم مالي وخبرات وتقنيات والدولة الاخرى توفر بيئة تطبيقية.	التعاون بين العراق ودولة اخرى مثل (سنغافورة او الامارات او كوريا الجنوبية) لاعتبارها نموذج يمكن تحويلة لمنتزه ذكي. العراق يقدم الموقع (البيئة التطبيقية) والموارد البشرية والدولة التعاونية تقدم نماذج الذكاء وبنية ذكية رقمية وتمويل وتطوير وتدريب.
تبادل البيانات البيئية او السياحية لتحسين النماذج المشتركة وتطوير النماذج الذكاء الاصطناعي قابلة للتعميم.	ادارة ذكية للزوار مثال ذلك: التنبؤ بأوقات الذروة وتفعيل لوحات رقمية تفاعلية. مراقبة بيئية مثال ذلك: طائرات بدون طيار تكشف التغيرات المناخية وتراقب النباتات خدمة ذكيه: روبوتات وتطبيقات ذكية. صيانة تنبؤيه: تشمل كاميرات وجداول للري والانارة تجارب الواقع المعزز لعرض تاريخ بغداد والتعاون بين الدولتين لتطوير محتوى ثقافي.

مفهوم التوائم الرقمية

هي نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد دقيقة تعكس واقع الفضاءات الحضرية الخضراء في المدن والبُنى التحتية بشكل دقيق وتشمل بيانات واقعية، لتوفير صورة شاملة ومتغيرة، فهي تقنية تعمل كنسخة افتراضية من طبق الاصل لتحقيق المراقبة والتحليل والتنبؤ للفضاءات الحضرية الخضراء في المدن لاتخاذ قرارات لتحسين الموارد وتتكون التقنية من ثلاثة عناصر أساسية: الكيان المادي، والتمثيل الرقمي، والاتصال الذي يربط بينهما، من خلال أجهزة الاستشعار وتقنيات الاستشعار عن بُعد والسجلات العامة، لإنشاء نموذج شامل، Maira Alvi,2025)).

مكونات التوأم الرقمي في ادارة التوأم الرقمي:

تعتمد التوائم الرقمية على مجموعة متنوعة من مصادر البيانات، بما في ذلك صور الأقمار الصناعية، وبيانات وسائل التواصل الاجتماعي، وأجهزة استشعار إنترنت الأشياء، والسجلات التاريخية. ينتج عن هذا الدمج للبيانات تمثيل دقيق ومفصّل للغاية للمدينة وبنيتها التحتية، فهي تتكون من:
• النموذج المادي: الكيان الحقيقي الذي يتم نمذجته (مثل الفضاءات، مباني، محرك طائرة، جسر، أو حتى مصنع).
• البيانات الواردة (Input Data): بيانات يتم جمعها باستمرار من المستشعرات، تغذّي التوأم الرقمي بالمعلومات حول الأداء، البيئة، وغيرها.
• نموذج افتراضي (Virtual Model): النسخة الرقمية التي تعكس النموذج المادي بدقة، وغالبًا ما يتم إنشاؤها باستخدام تقنيات التصميم ثلاثي الأبعاد والمحاكاة والنمذجة والتصور ثلاثي الأبعاد: تمثيل دقيق للهيكل الجغرافي والمعماري للمدينة. (الصفيان،2023).
• التحليل والتنبؤ (Analysis & Prediction): القدرة على تحليل البيانات الواردة، محاكاة سيناريوهات مختلفة، والتنبؤ بالأداء المستقبلي أو المشكلات المحتملة.
• التغذية الراجعة (Feedback Loop): القدرة على استعمال التحليلات والمعلومات التي يتم الحصول عليها من التوأم الرقمي لإجراء تعديلات أو تحسينات على النموذج المادي(الصفيان،2023).
ومن التحديات في إدارة الفضاءات الحضرية الخضراء هو نقص البيانات الدقيقة والمحدثة عن حالة الفضاءات الخضراء.فضلا عن ضعف التخطيط التشاركي والتفاعلي ومحدودية الموارد البشرية والمادية وصعوبة التنبؤ بالضغوط البيئية (مثل الجفاف أو التلوث).
ويستفيد من ذلك دمج الأنظمة المادية والافتراضية لتعزيز المراقبة والتحليل والتحكم، Maira Alvi,2025)).

الاستفادة من تكنولوجيا البناء للتوائم الرقمية

• نمذجة معلومات البناء (BIM)
تعمل تقنية نمذجة معلومات المباني على إنشاء تمثيلات رقمية لمشاريع البناء. يتيح تكامل نمذجة معلومات البناء مع التوائم الرقمية الانتقال السلس لبيانات البناء إلى مرحلة التصميم والتخطيط الحضري، مما يعزز الدقة والكفاءة.
• إنترنت الأشياء (IoT)
توفر مستشعرات إنترنت الأشياء بيانات في الوقت الفعلي عن مختلف جوانب الحياة الحضرية، بما في ذلك حركة المرور وجودة الهواء واستهلاك الطاقة. وتلعب هذه المستشعرات دوراً محورياً في إنشاء توأم رقمي محدّث والحفاظ عليه.
• الاستشعار عن بعد
تلتقط الأقمار الاصطناعية والطائرات بدون طيار وغيرها من تقنيات الاستشعار عن بعد صورًا وبيانات عالية الدقة، مما يسهل النمذجة الدقيقة ورصد المناطق الحضرية، (موقع انترنيت 1).

10. تقنية التوأم الرقمي في ادارة الفضاءات الخضراء Digital Twins

نماذج افتراضية لأنظمة مادية تُنشأ باستعمال بيانات حقيقية من أجهزة الاستشعار والكاميرات وأجهزة إنترنت الأشياء. في سياق المدن الذكية وفضاءاتها وتشمل كل شيء بدءًا من شبكات النقل وشبكات الطاقة إلى المباني وأنظمة إدارة النفايات (الحضرمي ،2024، مقال)، فهي أداة قوية تساعد في ادارة الفضاءات الخضراء وذلك من خلال:

• النمذجة التنبؤية: يمكن استعمال التوأم الرقمي لتحسين الأداء والكفاءة من خلال محاكاة الأنظمة والعمليات في العالم الحقيقي. يمكن أن يساعد ذلك في تحديد المجالات التي يمكن تحسينها، واتخاذ الإجراءات اللازمة لتحقيق ذلك. على سبيل المثال، يمكن استعمال التوأم الرقمي في التصنيع لتحسين كفاءة انتاج النباتات، وخفض التكاليف للإدامة، وتحسين جودة النباتات، (الصفتي، 2023).
• التنبؤ بالمخاطر: يمكن استعمال التوأم الرقمي للتنبؤ بالمخاطر المناخية او الآفات والامراض المحتملة خلال الأنظمة والعمليات. يمكن أن يساعد ذلك في اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة لتجنب وقوع هذه المخاطر. على سبيل المثال، يمكن استخدام التوأم الرقمي في الرعاية الصحية لتحسين سلامة النباتات.
• دعم القرار: يمكن تزود التوائم الرقمية صناع القرار بالأدوات اللازمة لاتخاذ خيارات مستنيرة فيما يتعلق بالتنمية الحضرية المستدامة. ومن خلال عرض البيانات بشكل مرئي بطريقة مفهومة، فإنها تتيح تخصيص الموارد بشكل أكثر فعالية وتنفيذ سياسات صديقة للبيئة. على سبيل المثال، يمكن استعمال التوأم الرقمي في البنية التحتية لتحسين إدارة الأصول، ومنع الانهيارات، وتحسين الأمن.
• المراقبة في الوقت الحقيقي: توفر تغذية البيانات في الوقت الحقيقي من أجهزة إنترنت الأشياء وأجهزة الاستشعار مراقبة مستمرة للبنية التحتية والظروف البيئية. تسهّل إمكانية المراقبة هذه الاستجابة الفورية للمشاكل، مما يقلل من هدر الطاقة واستهلاك الموارد.

• تحسين التخطيط الحضري: يمكن استعمال التوائم الرقمية لتقييم تأثيرات المشاريع الجديدة ضمن مواقع الفضاءات، أو لتحسين استعمال الأراضي، أو لضمان الاستدامة البيئية، (الصفيان،2023).
• إدارة الأصول: يمكن استعمال التوائم الرقمية لمراقبة حالة الأصول الحضرية، مثل البنية التحتية والمرافق العامة، مما يساعد على تحديد المشكلات قبل أن تتفاقم وتقليل التكاليف المرتبطة بالإصلاح والصيانة.
• الاستجابة للطوارئ: يمكن استعمال التوائم الرقمية لتوفير تصورات واقعية للظروف في الموقع، مما يساعد على إنقاذ الزائرين وحماية ممتلكات الفضاءات.
• تحسين جودة الحياة: يمكن استخدام التوائم الرقمية لتحسين كفاءة النقل وتوفير وصول أفضل إلى الخدمات العامة، مما يساعد على جعل المدن أكثر ملاءمة للعيش والعمل. (الحضرمي،2023).

11. نتائج واستخلاص مؤشرات الإطار النظري:

اعتمد تطبيق التوأم الرقمي Digital Twin لإدارة الفضاءات من خلال (حركة زوار، الطقس، الانارة، جودة المياه والسقي وقياس صحة النباتات، الادامة والصيانة، وغيرها) وتوفير تدفقا من المعلومات وانشاء محاكات ديناميكية والاعتماد على البنى التحتية للفضاءات وتوفير نسخة افتراضية ديناميكية غنية بالبيانات ويقوم النظام بمراقبة النتائج والسلوك الخاص ويستخدمها لإعادة ضبط وتحسين او صيانة او ادامة او الاداء وهذا ما يسمى بالتغذية الراجعة (Feed Back) ويمكن تطبيقه في متنزهات مدينة بغداد وذلك من خلال:
• تطوير أجهزة الاستشعار والحصول على البيانات: ان توفير أجهزة استشعار لقياس الرطوبة في تربة الفضاءات الخضراء من خلال تسجيل البيانات المتغيرة وتعمل هذه المستشعرات بشكل مستقل وتنشئ بنية تحتية لنقل البيانات.
• نمذجة المعلومات وخوارزميات البحث المستندة إلى الذكاء الاصطناعي: يوفر التوأم الرقمي رسم الخرائط الرقمية للكائنات والفضاءات، مما يسهل تحسين الادارة ومن خلال تطوير توأم رقمي للفضاءات الخضراء، يتم إنشاء اتصال مركزي إلى جميع الفضاءات، مما يبسط تكامل البيانات من مصادر مختلفة ويقلل من الجهد اليدوي. هذا يبسط تطوير التطبيقات المبتكرة والنماذج التنبؤية التي يمكنها، على سبيل المثال، التنبؤ بمتطلبات المياه للنباتات.
• تقييم البيانات وأتمته النص: يقوم المشروع بتطوير وظائف إدارة ذكية تمكن المستعملين من تحديد الفضاءات الخضراء التي تحتاج إلى الري للنباتات تحديداً. من خلال تطوير النماذج التنبؤية والتوأم الرقمي باستخدام خوارزميات معالجة، يمكن للمستخدمين صياغة استفساراتهم بلغة طبيعية ويقدم النظام المعلومات ذات الصلة. يتيح الجمع بين التوأم الرقمي والذكاء الاصطناعي إدارة بديهية وفعالة ومستدامة للفضاءات الخضراء ويساهم في تعزيز المرونة المناخية في المناطق المستهدفة، (Martin Hamer,2024)، وكما موضح في الجدول (3).

جدول (3) تطبيق التوأم الرقمي Digital Twin والتغذية الراجعة ((Maira Alvi,2025

المشكلة/ مثالا	تطبيق التوأم والتغذية الراجعة
الواقع الحقيقي: المتنزه يحتوي على مساحات وممرات مشي ومناطق العاب ونوافير وبحيرات وخدمات وانظمة. -يقوم بجمعها من الواقع الحقيقي	التوأمة الرقمية: انشاء نموذج ثلاثي الابعاد رقمي 3D للمتنزه لكل التفاصيل الدقيقة (اشجار وممرات وانارة وغيرها.
-المراقبة اللحظية من خلال تركيب كاميرات ذكية وطائرات وحساسات ذكية -اعطاء انذار لغرف التحكم وارسال اشعار عبر التطبيقات - تحليل تنبؤي (متى واين الحدث) -ربط البيانات بالنموذج الرقمي -ارسال البيانات عبر الانترنت -العرض عبر لوحة التحكم تفاعلية	
الازدحام في مناطق الدخول والخروج او فضاءات الالعاب. عدد الزوار	-يقترح تغيير التوجيه للزوار الى مداخل او فضاءات اقل اكتظاظاً (تحليل اوقات الذروة) -مراقبة التغييرات هل انخفض الازدحام بالفعل يقوم بالتعديل والتغيير باقتراح اخر.
انظمة الري /استهلاك مرتفع للمياه في منطقة معينة	تعديل الري تلقائيا او تقليل المدة وتغيير الاوقات. (ري ذكي)
اضاءة شوارع / لا تعمل الانارة	صيانة
امتلاء الحاويات الذكية بالنفايات	ارسال تنبيه الى الادارة لتفريغها
ادارة الطوارئ /تتبع الاطفال مثلا او اشخاص تائهين، حرائق، سرقة	ارسال اشعارات عبر تطبيقات
مستوى الرطوبة للتربة وارتفاع بدرجات الحرارة والرياح والتلوث	حساسات للري خاصة في مناطق التربة الجافة
الاشجار/ مراقبة صحة النباتات	التوجيه للإدامة التنبؤ بالحاجة للتقليم او المعالجة من افات.
محاكاة تطورات جديده مثل اضافة مناطق للعب او اضافة اشجار في فضاء معين	التخطيط المسبق.
النتاج: تحسين ادارة المتنزهات بشكل ذكي وتقليل الاستهلاك والتكاليف وتقديم تجربة ذكية مريحه للزوار مع اتخاذ قرار بالتخطيط المستقبلي بالاعتماد على بيانات واقعية بالتغذية الراجعة، (الصفتي، 2023).	

12. تطبيق توأمة رقمية في جزيرة بغداد السياحية في مدينة بغداد

تقع جزيرة بغداد السياحية في مدينة بغداد وسط نهر دجلة، يحدها النهر من جهة وقرية المريزات ومزارع الكميرة وعلى بعد 20كم شمالي بغداد في ناحية الفحامة من جهة اخرى، بدأت دراسة إنشاء المركز الترفيهي عام 1979، وشيدت الفضاءات الحضرية الخضراء في الجزيرة كأحد المشاريع السياحية في عام 1983م من قبل شركة YII الفنلندية. مع خلق بحيرة اصطناعية وأنشأت الجزيرة على مساحة كبيرة من الأرض هلالية الشكل والتي تقدر بحوالي 500 دونم وبعرض 125م وطول 1600م ويربط فيما بينها وبين جانبيّ النهر من الجهة الغربية طريق رئيسي فضلا عن غالبية مساحتها صالحة للزراعة، وتُستعمل لفعالية الشواء، أحد الأمور التي تَقوم بها الأُسرة العِراقية اثناء زيارة جزيرة بغداد السياحية فضلا عن تربتها من أنواع التربة الرسوبية المعمرة والمغطاة بغطاء نباتي وأشجار كثيرة أما الطاقة الاستيعابية للجزيرة فهي 20,000 زائر يومياً ،وفي عام 2016 أحيلت أرض الجزيرة إلى الاستثمار لشركة عراقية محلية ولمدة 38 سنة حيث تضمنت خطة التطوير إنشاء مدينة مائية ونافورات وايضاً بحيرات وحدائق جديدة، وكان اسمها الترفيهي السابق المخيم السياحي وكازينو شهريار. (هيئة السياحة والاثار) كما في الشكل (1).

شكل (1) خارطة جوية لجزيرة بغداد

في جزيرة بغداد السياحية، تحتاج الى البيانات الاساسية لتدابير المناخ والوقاية من الكوارث. فضلا عن البيانات البيئية التي يمكن الوصول إليها مجانا، فيجب ان يكون هناك تطوير لأجهزة استشعار بيئية غير مكلفة وقوية تجمع بيانات خاصة بالموقع ومحدثة يوميا فتصبح هناك معالجة البيانات وتفسيرها وتصورها من أجل تنفيذ تدابير ملموسة للتكيف مع المناخ على أرض الواقع. يمكن أن تساعد طرق الذكاء الاصطناعي (الذكاء الاصطناعي) في معالجة كميات كبيرة من البيانات لمجموعات مستهدفة محددة وعمل تنبؤات حول التطورات المستقبلية. لذلك فإن الهدف من المشروع هو ربط البيانات البيئية المتاحة في "توأم رقمي "من الفضاءات الخضراء الحضرية وإتاحتها لصناع القرار. يشكل التوأم الرقمي للفضاءات الخضراء الأساس للتدابير الملائمة للبيئة والمناخ.

13. خصائص ومكونات جزيرة بغداد السياحية:

وجهة ترفيهية متكاملة تقع في نهر دجلة في العاصمة العراقية بغداد. تُعدُّ واحدة من أبرز الأماكن السياحية في المدينة وتحوي على مجموعة من المرافق الترفيهية والخدمات تجعلها وجهة جذابة للعائلات والزوار المحليين والدوليين. فيما يلي مكونات جزيرة بغداد السياحية: كما موضَّح في الجدول (4).

جدول (4) مكونات جزيرة بغداد السياحية في الجزيرة -الباحثة / هيئة السياحة والاثار

الخصائص والمكونات		الوصف	الملاحظات
مستوى التخطيط	موقع الجزيرة	جيد جدا	يقع شمال بغداد في نهر دجله يسهل الوصول له
	تدرج الجزيرة ضمن المدينة	ضمن القطاع	مساحة تصل 500 دونم
	الجسور والممرات	متوسط	ممرات للمشي تربط فضاءات الجزيرة ومدرجات للجلوس على البحيرة.
عناصر الجزيرة	المرافق الطبيعية		
	الفضاءات الحضرية الخضراء	جيد	فضاءات خضراء تتمتع بتشجير جيد وتأثير الحرارة اقل فيه والري فيه منظم وبمناظر جميلة وجلسات مزينة بالأشجار والشجيرات والنباتات فهي اماكن تجمع للرحلات العائلية.
	البحيرات الصناعية والبرك	جيد جدا	لأغراض الترفيه والانشطة المائية، وركوب القوارب والجلوس على مدرجاتها ولا يوجد ركود في المياه
	المرافق الرياضية		
	مناطق ملاعب	جيده	ملاعب كرة القدم وكرة السلة والتنس مع ممارسة الأنشطة الرياضية الاخرى ومسارات مخصصة للمشي والركض وركوب الدراجات الهوائية والكهربائية
	العاب البولنغ	جيدة جدا	كافتيريا كبيرة مخصصة للألعاب مع العاب الواقع الافتراضي
	المرافق الثقافية		
	مسارح وقاعات فعاليات وسينما	متوسط	تستضيف فعاليات ثقافية والعروض الموسيقية والمسرحيات والمهرجانات.
	الفضاءات الترفيهية والخدمية		
	مدينة الالعاب تضم (41) لعبة	جيدة جدا	منطقة الالعاب مثل الأفعوانية والمراجيح والزحاليق وغيرها من الالعاب التفاعلية والافتراضية التي تخص الموقع وتم تخصيص مساحة إجمالية لمنطقة اللعب تصل إلى 37.000م2
هناك مجموعة من المطاعم	المطاعم والمقاهي	متوسط	مطعم جزيرة بغداد يستوعب165 شخص مع ومطعم الاسماك يستوعب106 شخص ومطعم زرياب يستوعب250شخص واجهزة للترجمة الفورية لعقد المؤتمرات والاجتماعات الكبيرة والمطعم النهري يستوعب 110 شخص مع خدمة أربع نجوم ومطعم العائلة يستوعب 230 شخص مع خدمة ثلاثة نجوم
يصمم حاليا في البحيرة نافورة راقصة مصنفة الثانية على الشرق الاوسط	البرج في جزيرة بغداد السياحية أعلى بحيرة صناعية صغيرة ضمن البحيرة الكبيرة	جيد	يصل ارتفاع البرج 63م ونهايته مفتوحة، ويتميز باحتوائه على أربعة أبواب رئيسية، ومصعد كهربائي، ويشمل كشك صغير لبيع المرطبات والحلويات.
تشمل اسواق مركزية وبانوراما وسينما	مدينة الالعاب المائية (مدينة امواج بغداد)	جيدة جدا	أكبر مدينة مائية في بغداد على مساحة تبلغ 57 ألف م2وتشمل العاب مائية مستحدثه مع وجود مسابح مخصصة للأطفال، وفقاً للمعايير الأولمبية
الخدمات			
	مواقف سيارات	جيده	تضم مركبات خاصة وحافلات نقل الزوار
	دورات مياه	جيده	استخدام الانابيب الاقتصادية للمياه والانارة ايضا

خدمات طبية واسعاف	خدمات الامن والادارة ومكاتب استعلامات	جيدة	مداخل ومخارج مسيطر عليها امنيا أكشاك لبيع الهدايا التذكارية
	الفنادق ومنتجعات	مقبول	تحوي اقامة مريحة للزائرين وللعرسان للاستمتاع بفضاءات الجزيرة
مازال التطوير مستمر	كورنيش الجزيرة	جيد	يمتد على طول1000م يحوي الاستراحات، ومرسى زوارق، جت سكي (الدراجات المائية) وعبّارة.

إن السياحة لا تصنف فقط ثقافية وبيئية واجتماعية بل هناك سياحة جديده متمثلة بأسلوب التفكير واستعمال تقنيات جديدة تكتشف من تحديد المعطيات الجديدة للفضاءات لان الاساليب القديمة لا تلبّي متطلبات السائح الجديد (الخفاجي، الجميلي ،2013، ص: 177).

وتتعرَّض الفضاءات الخضراء في جزيرة بغداد السياحية للتطوير الحضري المستدام وادخال التقنيات كالأنترنت والفضاءات التفاعلية لذا يقترح الباحث عدة امور يمكن تطبيقها لتحول فضاءات الجزيرة الى فضاءات حضرية ذكية وحسب الموارد الطبيعية المتوفرة لديها وحسب التطوير المقام حاليا مع شركة خاصة وكما موضَّح في الجدول (5).

جدول (5) التطويربالتوأمة الرقمية لجزيرة بغداد السياحية / الباحثة – وزارة السياحة والاثار-هيئة السياحة 2024

العامل	امكانياته	التطوير بالتوأمة الرقمية
1-ادارة الموارد: 2-إعادة التدوير:	طاقة متجدده 1-توفير محطات لإعادة تدوير النفايات وبرامج توعية للزوار حول أهمية الحفاظ على البيئة. 2-اعادة تدوير المياه لتصبح صالحة للشرب 3-اعادة تدوير ومعالجة مياه الصرف	توفير مستشعرات لتطبيق أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية. اعتماد تقنيات البناء المستدامة التي تضمن كفاءة استخدام الطاقة وتقليل البصمة الكربونية من خلال مسوحات افتراضية. 1-توفير بيانات عن وقت امتلاء الحاويات الذكية خلال التطبيقات الذكية بالساعات والهواتف (فرز وتجميع). 2-توفير انظمة تصفية ومعالجة واستخدام محطات معالجة المياه واستخدامها للري لتقليل الحاجة للمياه النظيفة. 3-تطوير خطط طويلة الأمد لإدارة الموارد المائية، تشمل توقعات الطلب على المياه وتحديد مصادر جديدة للمياه
3-الري 4-الزراعه	تطبيق أنظمة ري مستدامة والذكية بالاعتماد على البحيرة ونهر دجلة للتحكم في كمية المياه المستخدمة لري النباتات والحدائق. تطبيق تقنيات الزراعة العمودية لزيادة الإنتاجية الزراعية وتقليل استهلاك الموارد.	تطوير بيانات عن الأنظمة الذكية في تقليل استهلاك المياه وزيادة كفاءة الري (تحديد الوقت والكمية) امكانية افتراض تحويل النفايات العضوية إلى سماد يمكن استخدامه في الحدائق والزراعة المحلية.
5-الحماية من التلوث	تنفيذ سياسات صارمة للحد من التلوث وضمان نظافة المياه والتربة والهواء.	توفر بيانات من خلال تطبيقات او شاشات لفضاءات الجزيرة عن اماكن المرافق الصحية حديثة تشمل عيادات طبية وصيدليات لضمان سلامة الزوار.
6-التوعية الثقافية والسياحية تشمل سباقات القوارب والماراثونات	إقامة المهرجانات الثقافية: تُنظم الجزيرة مهرجانات سنوية تحتفل بالثقافة العراقية، مثل مهرجان الموسيقى التقليدية ومهرجان الفنون اليدوية. ومهرجانات لتوعية الزوار وتثقيفهم في الحفاظ على البيئة الخضراء إقامة الأحداث الرياضية: استضافة مسابقات رياضية دولية ومحلية	تنظيم بيانات افتراضية تصمم جولات نهرية تتيح للزوار استكشاف الجزيرة من الماء. وتطوير السياحة من خلال أنشطة مثل التخييم، والتنزه في الطبيعة، وركوب الخيل. فضلا عن تطوير المماشي بالنقوش والرسوم المكتوبة لعكس الوظيفة الزخرفية والتذكارية للجزيرة مع توفير جداريات بالألوان الزاهية والابتعاد عن الفوضى في تصاميمه. (Ibrahim, 2025 & Ashour)
7-النقل والمواصلات	تتوفر وسائل نقل متعددة للوصول إلى الجزيرة، بما في ذلك الجسور الحديثة ووسائل النقل النهري مثل العبّارات.	تطوير النقل داخل الجزيرة بوجود سيارات كهربائية ودراجات هوائية مستأجرة لسهولة التنقل دون إلحاق الضرر بالبيئة خلال خرائط تفاعلية.
8-التكنولوجيا	تطبيق الهواتف الذكية الواقع المعزز: استخدام تقنية الواقع المعزز لتقديم جولات افتراضية وتفاعلية.	يقدم معلومات عن الجزيرة من الخرائط التفاعلية، وأوقات الفعاليات وامكانية حجز الأنشطة والمرافق عبر الإنترنت لتسهيل تجربة الزوار
9-أنظمة الأمان	انظمة الانذار والمراقبة واجهزة ومعدات لتطبيق أنظمة لرصد وتحذير من الكوارث الطبيعية أو الأزمات الصحية.	استخدام تقنيات حديثة لضمان أمان الزوار، مثل كاميرات المراقبة الذكية ونظم الطوارئ.
10-التسويق الرقمي	استخدام وسائل التواصل الاجتماعي والحملات الإعلانية الرقمية لجذب الزوار من جميع أنحاء العالم.	لوحات وشاشات ذكية او استخدام المقاعد ومناطق الاستراحة التي تحوي على WIFI

11-التشجير	زراعة نباتات محلية مقاومة للجفاف تحتاج المياه اقل وتقلل الضغط على الموارد المائية	تصميم حدائق تفاعلية تُشجّع على الاسترخاء والنزهات العائلية وتقلل آثار الجزر الحرارية.
12-تقنيات متقدمة	انظمة استشعار	تحسين الموارد الطبيعية من خلال تقنيات التوأم الرقمي
13-الاضاءة الذكية	أنظمة إضاءة تعمل بتقنية LED	تستخدم بيانات حسب حركة الاشخاص
14-المقاعد الذكية	يعتمد على WIFI	مقاعد مزودة بمنافذ USB أو شحن لاسلكي ومقاعد وممرات تضيء ذاتيا باستخدام الطاقة الشمسية
15-أسطح ومناضد ذكية	سطح تفاعلي	منضدات مجهزة بشاشات ذكية تعمل باللمس
16-التغيرات المناخية	1-تطبيقات بالهواتف الذكية او معدات ذكية (المراقبة البيئية والبيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي) 2-اجهزة استشعار وتطبيقات ذكية وانظمة انذار ذكية	استخدام تقنيات التوأم الرقمي من خلال مراقبة أجهزة تنقية الهواء حيث تحسن جودة الهواء المحيط من خلال أسطح عمودية للكشف عن الكوارث الطبيعية مثل الفيضانات أو العواصف استخدام التحليلات التنبؤية لتحديد المخاطر المحتملة ووضع خطط استجابة مناسبة.
النمذجة المناخية	جمع بيانات تخص التداعيات المناخية (الحرارة والامطار والرطوبة والرياح والتلوث)	التنبؤ او توقع سيناريوهات انبعاثات الكربون وتطويرها بطريقة تحقق التكيف والمرونة مع المستقبل

14. نتائج الاستعمال المفرط للتوأمة الرقمية للفضاءات الخضراء:

هناك عدة مخاطر نتيجة الافراط في استعمال التوأم الرقمي في فضاءات المدن الخضراء واهمها هو تقليل التفاعل البشري في ادارة البيئة والتفضيل الخوارزمي للأنواع النباتية عالية الجودة من خلال تحيزها لقرارات خوارزمية تعتمد الفوارق الاجتماعية واعتماد انظمة معقدة دون اللجوء الى اليد العاملة فضلا عن تسليع الطبيعة ومن الممكن أن يؤثر الاستعمال المفرط للتوأمة في الجزيرة على الوظائف الحضرية واستعمال الأراضي لها وعلى العلاقة بين شبكة الخدمات ونمط استعمالها للوصل الى فضاءات متعددة الخدمات داخل الجزيرة وبطرق ايجابية تزيد من عدد السائحين (Alobaydi & Alobaydi,2025)، وان العواقب على الفضاءات الخضراء كالاتي:

انخفاض التنوع البيولوجي للنباتات وزيادة العرضة للآفات وفقدان المرونة البيئية نتيجة الاعتماد على نوع نباتي معين.
تأكل الإشراف العام، وتضاؤل فوائد الصحة العقلية، وفقدان التجارب الطبيعية غير الملموسة نتيجة تحجيم العقل البشري.

التوزيع غير المتكافئ لجودة الفضاءات الخضراء، وإهمال احتياجات المجتمعات نتيجة عدم المساواة.

ايجاد نقاط الضعف السيبرانية، وعدم القدرة على التكيف مع الأحداث غير المتوقعة، بسبب الاعتماد التكنولوجي المفرط.
فقدان القيمة الجوهرية، إذا أصبحت الربحية مهمه من خلال تسليع الطبيعة، (ATHANASIOS & OTHERS, 2023)

15. الاستنتاجات والتوصيات:

يمكن اعتبار التوأم الرقمي أحد الحلول الذكية الواعدة لتحقيق إدارة بيئية مستدامة وعادلة للفضاءات الخضراء. ومع توفر البنية التحتية الرقمية، والتمكين المؤسسي، والمشاركة المجتمعية، يمكن أن يساهم في جعل المدن أكثر خضرة، صحة، ومرونة في مواجهة تحديات المستقبل نستنتج الآتي:

التوأم الرقمي يمثل نقلة نوعية في إدارة الفضاءات الخضراء:
ان التوأم الرقمي يقدّم بيئة تفاعلية تسمح بالمراقبة، التحليل، والمحاكاة في الزمن الحقيقي يحسن من اتخاذ قرارات دقيقة وفعالة.

تحسين الكفاءة البيئية والتشغيلية:
من خلال التنبؤ الدقيق باحتياجات الفضاءات الخضراء فأن التوأم الرقمي يقلّل من استهلاك المياه والطاقة ويساعد في مراقبة جودة التربة والهواء ومستوى الرطوبة، لتحسين الغطاء النباتي.

تعزيز قدرة الفضاءات الخضراء على التكيف مع التغير المناخي:
يمكن الاستعداد مبكرا واتخاذ التدابير الوقائية من خلال محاكاة سيناريوهات التغير الحراري أو تلوث الهواء داخل الفضاءات (مثل إعادة توزيع الأشجار، أو اختيار نباتات أكثر مقاومة للجفاف).

إن التوأم الرقمي اداة فعالة للتخطيط الحضري التشاركي:
توفير منصات تفاعلية تساعد المواطنين للإبلاغ عن الأعطال أو المشاركة باقتراحات، مما يعزز المشاركة المجتمعية في إدارة الحضرية.

الدعم الحيوي لصُنّاع القرار:
توحيد البيانات من أجهزة الاستشعار، والخرائط الجغرافية، من خلال تقييم تأثير كل تدخل بيئي بشكل مرئي وتنبؤي قبل تنفيذه من قبل صناع القرار والرأي.
التحديات التقنية والتنظيمية: يتطلَّب التوأم الرقمي استثمارات كبيرة في البنية التحتية الرقمية مع توفير الكوادر الفنية المؤهلة.
الحاجة إلى تجارب ميدانية محلية: تصميم مشروعات تجريبية صغيرة لقياس فعالية التوأم الرقمي في إدارة الحدائق والمساحات العامة.
يمكن تطبيق التوأم الرقمي في جزيرة بغداد من خلال ادارة تدفق السياح ونمذجة حركة الزوار والخطيط الذكي والتخفيف من الازدحام وتحسين التوجيه مع توفير جولات افتراضية تفاعلية نعزز من مهارات التفاعل.

إن مستقبل تكنولوجيا التوأم الرقمي في التصميم والتخطيط الحضري المستدام واعد. إذ سيؤدي دمج الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي إلى زيادة تعزيز قدرات النمذجة التنبؤية وصنع القرار. فضلاً عن ذلك، ستتيح التقنيات الناشئة مثل الجيل الخامس (G 5) معالجة البيانات والاتصالات بشكل أسرع، مما يجعل المراقبة في الوقت الفعلي واتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات أكثر سهولة.

توفر تكنولوجيا التوأمة الرقمية مساراً واعداً لتحقيق مدن خالية من الانبعاثات من خلال تعزيز التخطيط والتصميم الحضري المستدام. من خلال الاستفادة من تكنولوجيا البناء والبيانات في الوقت الحقيقي والنمذجة التنبؤية، يمكن للمدن العمل على تقليل تأثيرها البيئي وخلق مستقبل أكثر إشراقاً وأكثر اخضراراً للجميع

REFERENCES

ALBERTO & OTHERS. (2023). Smart green planning for urban environments. THE CITY DIGITAL TWINS OF IMOLA.

Ali Zouher Abdulwahab, & Kareem Hasan Alwan. (2024). The role of green areas in reducing air pollution in Karbala, Centre of Urban and Regional planning for postgraduate studies, University of Baghdad, Planner and Development: a specialized scientific journal.

Ammar Saleh Ashour, & Sudad Saeb Ibrahim. (2025). The Impact of the Artistic Dimension on the Identity of the Urban Townscape(Al-Kindi Street as a Case Study), Journal of Engineering, Department of Architecture Engineering, College of Engineering, Baghdad University.

AMMAR SOHAIL & OTHERS. (2024). Beyond Data, Towards Sustainability: A Sydney Case Study On Urban Digital Twins.

ATHANASIOS & OTHERS. (2023). Digital Twins Challenges In Biodiversity Modelling.

Aya Furat Alobaydi, & Dhirgham Alobaydi. (2025). Exploring the Impact of Streets' Syntactic Properties on the Urban Functions and Land Use: Insights from Spatial Network Analysis, Journal of Engineering, Department of Architecture Engineering, College of Engineering, Baghdad University.

Bašová. (2017). S., and Štefancová, L., Creative and Smart Public Spaces, International Journal of Liberal Arts and Social Science, Vol. 5 No. 1. https://freetech.tech/

Giorgio, others. (2022). Digital twin forurban planning in the green deal era: a state of the art and future perspectives.

Jopek, D. (2019). Intelligent urban space as a factor in the development of smart cities, Technical Transactions, Architecture and Urban Planning. https://doi.org/10.4467/2353737XCT.19.091.10873

Maira Alvi, Hrishikesh Dutta, Roberto Minerva, Noel Crespi, Syed Mohsan Raza, Manoj Herath, Global perspectives on digital twin smart cities: Innovations, challenges, , & pathways to a sustainable urban future. (2025). Sustainable Cities and Society.

Martin Hamer. (2024). Eco Twin - digital twin of urban green spaces, Research project.

Marwa Alaa Abdulameer, & Dr. Amer Shakir AlKinani. (2024). Catalyst of urban systems and its impact on the future landscape of the Iraqi city (Baghdad city, a case study), University of Baghdad - Center of urban and regional planning for post graduate Studies, Planner and Development: a specialized scientific journal.

Muhsin, Jabbar Awda, & Bahjat Rashad Shahin. (2016). The Role of Informational Environment in Building Smart City, Journal of Engineering, Vol.22 July 2016. Baghdad University. Websites.

التوائم الرقمية. (2025). ثورة الذكاء الاصـــطناعي من المصـــنع الذكي إلى المدن المستقبلية والتوائم البشرية.

الجميلي، رياض كاظم ســـلمان، المدينة الذكية: أســـلوب التحول الرقمي للمدن. (2022). مقالة. كلية التربية للعلوم الإنســـانية، قســـم الجغرافيا التطبيقية، جامعة كربلاء.

الحضرمي، ليلى. (2023). مستقبل التوائم الرقمية في بناء مدن المستقبل. مقال.

الحضرمي، ليلى. (2024). 10 مشاريع مدن ذكية مدعومة بالتوأم الرقمي. مقال.

الخفاجي، صـبا جبار، الجميلي، سـعد خضـير. (2013). إثر المكان على السـياحة، جامعة بغداد. مجلة الهندسة، جامعة بغداد، العدد (12).

الصفتي، أسماء سعيد. (2023). جامعة القاهرة، قسم العلوم السياسية. لماذا الاهتمام الدولي بتكنولوجيا التوأم الرقمية؟، إنتريجونال للتحليلات الاستراتيجية.

https://www.researchgate.net/publication/370691912_lmadha_tsad_alahtmam_aldwly_btknwlwjya_altwamt_alrqmyt

الصفيان، محمد عبد العزيز. (2023). التوأمة الرقمية للمدن. والذكاء الحضري. https://softtechglobal.com/ar/%D8%AA%D9%83%D9%86%D9%88%D9%84%D9%88%D8%AC%D9%8A%D8%A7-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%88%D8%A3%D9%85-%D8%A7%D9%84%D8%B1%D9%82%D9%85%D9%8A-%D9%84%D9%84%D8%AA%D8%AE%D8%B7%D9%8A%D8%B7-%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%AA/