# تخطيط المدن الذكية المستدامة في ظل الاستفادة من الواقع الافتراضي

# Smart city planning with sustainable utilization of virtual reality

Asmaa Mostafa Elshamy
Architectural Engineering Department, Faculty of Engineering,
Shebin El Koum, Menoufia University.

**ملخص البحث : مع النمو السكاني السريع يواجه المصممون الحضريون تحديات هائلة منها استيعاب الحجم المتزايد من السكان في المناطق الحضرية مع النظر في الوقت نفسه إلي التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية المستقبلية. تعتبر "المدينة الذكية" هي رؤية للتنمية الحضرية التي يمكن من خلالها دمج العديد من تقنيات المعلومات والاتصالات لإدارة المدينة بما في ذلك نظم المعلومات، وأنظمة النقل، ومحطات الطاقة، وشبكات إمدادات المياه، ونظم إدارة النفايات، وغيرها من الخدمات المجتمعية التي تقدمها الإدارة المحلية. والهدف من إنشاء المدينة الذكية تحسين نوعية حياة المواطنين باستخدام التكنولوجيا ومعالجة الاحتياجات البيئية والاجتماعية والثقافية والمادية للمجتمع. ويسعى خبراء التخطيط حاليًا إلي استحدث طرق جديدة للمحاكاة في الوقت الحقيقي. ويعتبر والواقع الافتراضي Virtual Reality هو أداة محتملة لمعالجة هذه التحديات وهي تقنية حاسوبية تقوم علي محاكاة الواقع الفعلي والبيئة. ويعرض البحث مراجعة لقدرة الواقع الافتراضي على مواجهة التحديات الحالية في إنشاء النماذج، وتصور المدن الذكية. ويمكن أن تساعد هذه الدراسة المخططين في المناطق الحضرية وأصحاب المصلحة والمجتمعات المحلية على فهم الأدوار وسياسات التخطيط في إنشاء مدينة ذكية لا سيما في مراحل التصميم المبكر، واستهداف عمليات المحاكاة في الوقت الفعلي ومتطلبات التمثيل البصري للمدن الذكية.**

**الكلمات المفتاحية** : دراسة - دور - الواقع الافتراضي - تخطيط المدن - المدن الذكية المستدامة

***Abstract* - With rapid population growth, urban designers face enormous challenges, including accommodating the growing size of the urban population while considering future environmental, social and economic impacts. Smart City is a vision for urban development through which many information and communication technologies can be integrated into city management, including information systems, transport systems, power plants, water supply systems, waste management systems, and other community services provided by the local administration. The aim of the Smart City is to improve the quality of life of citizens by using technology and addressing the environmental, social, cultural and material needs of the community. Planning experts are now trying to develop new ways to simulate in real time. Virtual Reality is a potential tool to address these challenges. It is a computer technology based on real-world simulation and environment. The current research presents a review of virtual reality capacity to meet the current challenges in modeling, and visualizing smart cities. This study can help urban planners, stakeholders and communities understand the roles and planning policies in creating a smart city, especially in early design stages, and target real-time simulations and smart city visualization requirements.**

**Keywords:** Investigating - Role - Virtual Reality - Planning - Sustainable - Smart Cities

## ١ - المقدمة

في الآونة الأخيرة ازداد حجم المناطق الحضرية بشكل كبير خلال العقود الماضية. ووفقاً للأمم المتحدة سيرتفع عدد سكان العالم إلى ٩,٣ مليار نسمة بحلول عام ٢٠٥٠، ومن بينهم ٦,٣ مليار شخص يعيشون في المناطق الحضرية ( Gartland, L.M, 2012 ). ونتيجة للنموالحضري السريع وإنشاء المدن الضخمة ظهرت الكثير من التحديات في المناطق الحضرية. وتشمل هذه التحديات على سبيل المثال لا الحصر القضايا البيئية، وتلوث الهواء، وتأثير الحرارة، ونقص الموارد الطبيعية، وتدهور البنية التحتية مما حدي بالباحثين في التخطيط العمراني إلي تطور الكثير من المناهج، والنماذج التخطيطية تهدف إلي مواجهة تلك التحديات.

وقد حظي تنفيذ سياسات واستراتيجيات المدن الذكية لتحقيق نمو حضري أكثر ذكاء بمزيد من الاهتمام في ظل هذا السيناريو لأنها تبني سياسات التنمية الاقتصادية الخاصة بها على البناء المتقدم والبنية التحتية لمواكبة المنافسة الدولية. (Stewart, I.; Oke, T ,2009)

تبني المدن الذكية استراتيجيتها على استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في العديد من المجالات مثل الاقتصاد والبيئة والتنقل والحوكمة لتحويل البنية التحتية إلي بنية تحتية ذكية من اجل خفض التأثير السلبي على البيئة. وحظي مفهوم المدينة الذكية مؤخراً باهتمام كبير من صانعي السياسات، وعلي الرغم من هذا الاهتمام ذلك علي القائمين علي تخطيط المدن تحقيق فهم واضح ومتسق لهذه الظاهرة الجديدة بشكل كامل. ولقد اجتذبت المدن الذكية باعتبارها استراتيجيات فعالة للتصدي لتحديات التحضر، واهتماما كبيرا من الحكومات ومطوري السياسات في جميع أنحاء العالم. ( Yin, C.; Xiong, Z.; 2015 Chen, H.; Wang,)

عدم وجود وصف واحد للمدن الذكية الا أنه يتم تعريفها بإيجاز على أنها "تلك المدن التي تستخدم تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بهدف زيادة جودة حياة سكانها ، مع توفير التنمية المستدامة"، وسوف تكون إدارة الموارد مستدامة نتيجة لتطبيق هذه التقنيات في الخدمات الحضرية والبنية التحتية. ( et al , Shahrokni, H)

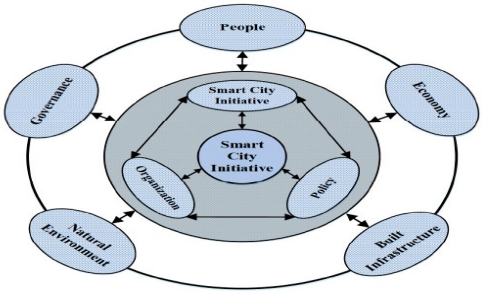
هناك ستة معاييررئيسية تؤدي إلى إنشاء مدينة ذكية: ( 2014 Kramers, A.; Höjer, M.; Lövehagen, N.; Wangel, J.)

- الاقتصاد الذكي..... smart economy
- البيئة الذكية..... smart environment
- التنقل الذكي..... smart mobility
- الأشخاص الأذكياء ..... smart people
- المعيشة الذكية ..... smart living
- الحوكمة الذكية ..... smart governance

أن المدينة الذكية هي مفهوم تم تطويره على أساس ثلاث ركائز رئيسية: ( Batty, M.; 2012 )

- تأسيس النمو الاقتصادي.
- معالجة القضايا البيئية.
- إدماج العدالة الاجتماعية.

أن المدينة الذكية هي استخدام الانترنت وتكنولوجيا الحوسبة بصورة متكاملة لذلك تنشئ المدينة الرقمية إطارًا مكانيًا ثلاثي الأبعاد لمدينة تقوم علي الانترنت بإجراء استشعار، وقياس ونقل البيانات في الوقت الحقيقي للأجسام المتحركة لان وظيفة الحوسبة مشابهة لوظيفة الدماغ البشري ،وهي مسؤولة عن الحسابات المعقدة وتحليل البيانات والتعرف على الأنماط ،و كما يوفر المراقبة عن بعد والتحكم والملاحظات يظهر الارتباط بين المكونات المختلفة لمدينة ذكية في إطار تكاملي كما يتضح في الشكل رقم (١). ( Bibri, S.E.; Krogstie, J. 2017)




الشكل رقم (١) يوضح إطار مبادرة المدينة الذكية.

يتأثر تصميم المدن الذكية إلى حد كبير بالتطوروالتقدم في التكنولوجيا الرقمية ويتم تعريف رؤية المدينة الذكية باعتبارها الجزء الأكثر أهمية في عملية التصميم ، وفي الوقت الحاضر تساعد مجموعة أوسع من الأدوات الرقمية وتقنيات التمثيل المرئي في التخطيط والتصميم . ( Ewart, I.; Harty, C 2017 )

**٢/١- إشكالية البحث:**

يواجه المصممون الحضريون تحديات هائلة منها استيعاب الحجم المتزايد من السكان في المناطق الحضرية مع النظر في الوقت نفسه إلي التأثيرات البيئية والاجتماعية والاقتصادية المستقبلية، وتعتبر "المدينة الذكية" هي رؤية للتنمية الحضرية التي يمكن من خلالها دمج العديد من تقنيات المعلومات والاتصالات لإدارة المدينة بما في ذلك نظم المعلومات، وأنظمة النقل، ومحطات الطاقة، وشبكات إمدادات المياه، ونظم إدارة النفايات، وغيرها من الخدمات المجتمعية التي تقدمها الإدارة المحلية. والهدف من إنشاء المدينة الذكية تحسين نوعية حياة المواطنين باستخدام التكنولوجيا ومعالجة الاحتياجات البيئية والاجتماعية والثقافية والمادية للمجتمع، ويسعى خبراء التخطيط حاليًا إلي استحدث طرق جديدة للمحاكاة في الوقت الحقيقي. ويعتبر والواقع الافتراضي Virtual Reality هو أداة محتملة لمعالجة هذه التحديات. وهي تقنية حاسوبية تقوم علي محاكاة الواقع الفعلي والبيئة.

**٣/١- هدف البحث:**

الهدف الرئيسي من البحث هو دراسة دور الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة دراسة منهجية متعددة المستويات بهدف صياغة كيف يمكن الاستفادة من الواقع الافتراضي في التصميم للوصول إلي الهدف الرئيسي للبحث لزم التعامل مع عدد من الأهداف الثانوية:

١. تحديد مفاهيم (الواقع الافتراضي - تخطيط المدن - المدن الذكية المستدامة.
٢. رصد أسباب ضرورة الاستعانة بالواقع الافتراضي في التصميم.
٣. تتبع ظهور الاستعانة بالواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة.
٤. رصد ما يمكن أن يؤديه الواقع الافتراضي من وظائف في المدن الذكية المستدامة.
٥. دراسة الفوائد المحتملة للواقع الافتراضي لتصور تصميم المدن الذكية ومحاكاتها بشكل فعال.

**٤/١- تساؤلات البحث:**

يسعي البحث الحالي إلي الإجابة عن الأسئلة الآتية:

١. ما المقصود بالمدينة الذكية ؟
٢. ما المقصود بالواقع الافتراضي
٣. كيف يتم استخدام الوقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية ومحاكاتها بشكل فعال؟
٤. ما الفوائد المحتملة للواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية ؟

**٥/١- أهمية البحث :**

ترجع أهمية البحث إلي موضوعه ومنهج الدراسة المتبع علي حد السواء, فموضوع أدارج الواقع الافتراضي في علوم المباني (تصميم المباني الذكية المستدامة ) تتركز في قدرة العالم الافتراضي علي جعل المصمم وثيق الصلة ببيئات العالم الحقيقي ،وهذه الميزة تسمح بالتفاعل الطبيعي، وتؤدي الي الوصول سريعا الي البيانات، وعرض بيانات المحاكاة التي تم الحصول عليها مسبقًا ، والوصول إلى طرق عرض الكاميرا المختلفة باستخدام تظليل مخصص مثل المعلومات الحرارية والأشعة تحت الحمراء. لذلك يمكن القول من المحتمل أن تساعد خاصية العالم الافتراضي الحاسوبي المصممين علي العمل بصورة أدق وأسرع ، ليس هذا فحسب بل تقدم للمصمم الكثير من التحديات التي يمكن ان تواجهه ، وكيف يمكن التغلب عليها.

علي الرغم من فرط أهميته إلا أن عدد محدود من البحوث والدراسات هي التي تناولته بالدراسة وقد يرجع السبب في ذلك إلي أنه حلقة وصل يجتمع فيها عدد من التخصصات مثل هندسة الإنشاء وهندسة الاتصالات والهندسة المعمارية أو لندرة المراجع فيه, بينما تناولته عدد ليس بالقليل من المراجع والكتب, وبالرغم من حداثته إلا أنها غطت العديد من جوانبه, فالكثير من الدراسات السابقة تناولت استخدام التقنيات الحديثة في تصميم المدن الذكية.

**٦/١- منهجية البحث:**

للوصول إلي الهدف الرئيسي من البحث وهو دراسة تخطيط المدن الذكية المستدامة في ظل الاستفادة من الواقع الافتراضي بهدف صياغة واستخلاص مدي الاستفادة من توظيف الواقع الافتراضي في التصميم. أتبعت البحث المناهج البحثية التالية:

أ) دراسة تحليلية:
دراسة تحليلية منهجية متعددة المستويات لكل من ظهور الواقع الافتراضي وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات واستخدامهم في تصميم المدن الذكية المستدامة وتشمل ما يلي:

١- دراسة مفاهيم (الواقع الافتراضي ) وخلفياتها التاريخية.
٢- استخلاص مفهوم المدن الذكية المستدامة.
٣- استخلاص الأسباب التي أدت لظهور المدن الذكية المستدامة.

ب) دراسة تحليلية تطبيقه:
دراسة تطبيقية لحالات دراسية داخل نطاق البحث لدراسة توظيف الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة.

جـ) دراسة تحليلية استقرائية:
بهدف صياغة واستخلاص مدي الاستفادة من توظيف الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة من خلال التحليل الاستقرائي.

## ٢- المدن الذكية المستدامة

ان المدينة الذكية يتم تعريفها وفقًا لنموذج تم استخدامه مبدئيًا كنظام تصنيف ، وتم تأسيسه على ستة أعمدة رئيسية :

١- نظام التنقل الذكي
٢- البيئة الذكية
٣- نمط الحياة الذكي

٤- مواطنو المدن الذكية
٥- الاقتصاد الذكي
٦- الحوكمة الذكية

لذلك يمكن تعريف مفهوم المدينة الذكية أيضًا على أنه تقنية تطوير حضري لإلقاء الضوء على الدور المتنامي للبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تحسين البنية التحتية. (Sun, Q.; Wan, W.; Yu, X ,2016)

المدينة الذكية بأنها مدينة " تجمع ما بين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتكنولوجيا الويب مع غيرها من الجهود التنظيمية والتصميمية والتخطيط لإضفاء الطابع المادي على العمليات البيروقراطية وتسريعها والمساعدة على تحديد حلول جديدة ومبتكرة لمشاكل إدارة المدينة ، من أجل تحسين الاستدامة والقدرة على العيش. (Toppeta) المدينة الذكية بأنها المدينة التي يتم استخدام تقنيات الحوسبة الذكية لجعل مكونات البنية التحتية الحيوية والخدمات في المدينة - والتي تشمل إدارة المدينة والتعليم والرعاية الصحية والسلامة العامة والعقارات والنقل والمرافق - أكثر ذكاء ومترابطة وفعالة. (Washburn, Sindhu, Balaouras, Dines, Hayes and Nelson)

غالبًا ما يتكون تصميم المدن الذكية من سلسلة من المراحل المختلفة، وينبغي إبلاغ هذه المراحل إلى العديد من صانعي القرار، والعامل الأهم في تصميم المدن الذكية هو التواصل الواضح بين العملاء والمصممين وصناع القرار، وتعتبر حلول التصميم العمراني والخطط الرئيسية في الأساس ذات طبيعة بصرية لذلك فإن الطريقة الأكثر فعالية يجب أن تكون علي ارض الواقع، وينبغي مراعاة الجوانب الوظيفية والاقتصادية والاجتماعية والجمالية للتصميم. (Mantho, R. 2014 )

## ٣- الواقع الافتراضي

إن ظهور الواقع الافتراضي وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات واستخدامهم في التصميم سوف يساعد المخططين الحضريين للتغلب بفعالية على الكثير من التعقيدات من خلال تصور البيانات الضخمة، والتعامل مع مجموعة من القضايا حول التنمية المستدامة من منظور جديد. علاوة على ذلك فإن الواقع الافتراضي كمنصة تفاعلية يمكّن المدن الذكية والمستدامة من تحديد إمكانياتها من خلال الحصول على أكثر ذكاءً ومن خلال تحسين مساهمتها في الاستدامة وزيادة معدل التحضر. وإن العلاقة المفقودة بين المدن الذكية والمستدامة والواقع الافتراضي هي العامل الرئيسي في ظهور المدينة الذكية التي تسلط الضوء أيضًا على أهمية دور نظام الإدارة الحضرية (Sun, Q.; Wan, W.; Yu, X ,2016 )، هناك دراسات اهتمت بالنظر في أساليب تحسين تصميم المدينة الذكية والمستدامة وتوطيد الاستدامة في البيئات الحضرية. (Ewart, I.; Harty, C 2017) من خلال تقدم تقنيات التمثيل المرئي القائمة على الويب مثل العالم الافتراضي و إجراء المحاكاة الحضرية لتوفير عملية افتراضية ديناميكية أخرى يمكن للمصمم التفاعل معها.

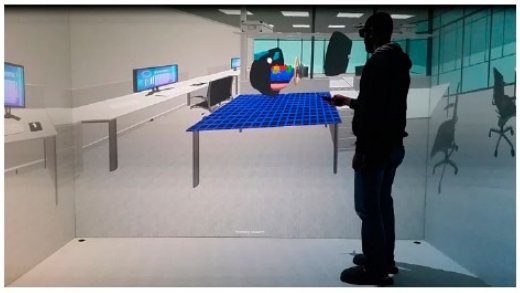
وهذه الأدوات تمكن المصممين من إنتاج عالم متطور ووقعي ، ويتم شرح العالم الافتراضي على أساس انها برمجيات حاسوبية توفر للمستخدم الشعور بأنه محاط بعالم حقيقي أدى ظهور الواقع الافتراضي في أواخر الثمانينيات إلى فتح العديد من الفرص للمهندسين المعماريين ، والرسوم المتحركة الاحترافية، وصانعي النماذج ثلاثية الأبعاد، وغيرها من الوظائف الاخري. ( Lv, Z. 2011,et al).

تتمثل الخطوة الأولى في إنشاء بيئة ثلاثية الأبعاد في الواقع الافتراضي حيث يتمكن المستخدم من التنقل بسهولة داخل هذا العالم الافتراضي. وعلى سبيل المثال في مشروع العالم الافتراضي الذي أجرته مجموعة الأقسام في اليابان ،و كان المستخدمون قادرون على الأستكشاف والتنقل داخل غرفة كل منزل ، وذلك باستخدام سماعة الرأس والفأر ثلاثي الأبعاد. وتظهر يد المستخدم على الشاشة ويمكن للمستخدم استخدام هذه اليد لفتح الأبواب أو الأدراج أو دفع أو تجميع الأبواب أو تشغيل الأضواء ، وتشغيل المياه في الحمام ، وتغيير التصميم الداخلي (Vakali, A.; Anthopoulos, L.; Krco, S ,2016).

لذلك يمكن القول أن استخدام العالم الافتراضي في تصميم المدن الذكية يوفر أداة تواصل أفضل لكافة المشاركين في التصميم ولكافة المنتفعين من التصميم أيضا وعلى سبيل المثال يمكّن المصمم من تجربة سيناريوهات تصاميم مختلفة.

فالتقنية الواقع الافتراضي هي تكنولوجيا يمكن الوصول إليها حاليًا كما تم إصدار العديد من حلول الأجهزة والبرامج للواقع الافتراضي يمكن أن يكون الواقع الافتراضي المقدم إلى المستخدم إما خياليًا أو يمكنه من محاكاة البيئة الحقيقية اعتمادا على البيانات المعطاة.( Villanueva, F.J ,2014)

يتم استخدام العالم الافتراضي من خلال مجموعة متنوعة من الأجهزة المختلفة مثل شاشات العرض المجسمات، وأنظمة التتبع، وأنظمة الصوت، وأجهزة اللمس. والشكل التالي(٢) يوضح ذلك.



الشكل رقم (٢) شاشات العرض المجسمات، وأنظمة التتبع، وأنظمة الصوت، وأجهزة اللمس.

### ١/٣- العالم الافتراضي وتصميم المدن الذكية المستدامة:

أن التخطيط الحضري هو عملية معقدة تشمل جوانب مختلفة في العلوم الاجتماعية والاقتصادية والفيزيائية والمكانية وهذه الجوانب تتفاعل مع بعضها البعض داخل نظام حضري. (Villanueva, F.J ,2014 ) ولذلك فإن عملية صنع القرار تعتمد بشكل متساو على جميع هذه الجوانب، الأحياء والمدن والمنطقة هي هياكل معقدة ، والطريقة التي يرى بها المصممون والمخططون الحضريون التحديات وتحديد الفرص هي رؤية بصرية واقعية.

أن التحدي الكبير يكمن في نمذجة المدن ، ولا سيما المدن الذكية في تصور البيانات ، والذي يرجع أساسًا إلى البيانات المختلفة الناتجة عن العديد من العمليات ، مثل حركة المرور والحركة البشرية ولملوثات البيئية وموارد الطاقة وإمدادات المياه، وكل تلك البيانات سوف تحدد كيفية ظهور المدينة وما يحدث في المدينة. (Vakali, A.; Anthopoulos, L.; Krco, S ,2016)

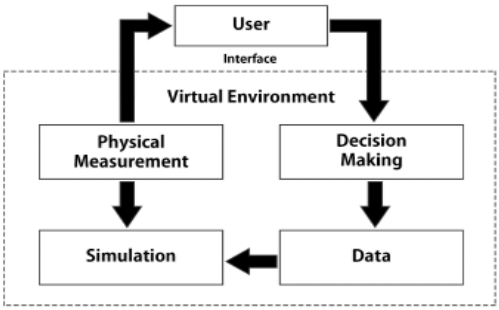
يمثل الاتصال بين المصممين وبين متخذي القرار تحديا أخر الأمر الذي يؤدي في كثير من الأحيان إلى التضارب في القرارات وعدم الاتساق بين المصمم وبين متخذي القرار، لذلك فأن المناقشات والاجتماعات الرسمية ، وتقديم البيانات المعلوماتية يمكن أن تظهر التفاعلات المعقدة في البيئات الحضرية وهي جزء لا يتجزأ من أي عملية صنع القرار. ( Sun, Q.; Wan, W.; Yu, X ,2016)

إن توفير أداة تصور فعالة لتقييم وتوقع العواقب البيئية والاجتماعية لإنشاء مدينة هو المفتاح لتحقيق تصميم حضري مستدام ومرن، لهذا ركزت أبحاث كبيرة على دراسة فاعلية تقنيات التصور المختلفة بما في ذلك خرائط الحرارة heat maps وخرائط جليف توضيحية glyph annotated maps ورسومات ثنائية الأبعاد تقليدية 2D tradition graphs ، وكذلك على فعالية الواقع الافتراضي في نمذجة مستقبل المدن الذكية وإظهار تأثير سيناريوهات "ماذا لو" على متخذي القرار . ( Algeciras, J.A.R, 2016 )،أن التصور في التخطيط الحضري والتصميم الحضري ثلاث فوائد رئيسية : ( Xu, Z ,2014)

١. أنها تساعد في فهم عواقب مخططات التصميم من وجهات نظر متعددة.
٢. يساعد على فهم الطبقات المختلفة للمعلومات حول التخطيط الحضري والتصميم الحضري.
٣. يوفر منصة فعالة للتواصل مع الآخرين.

أن للمخططين يمكنهم تقييم تأثيرات التطورات الجديدة فيما يتعلق بأنماط النقل ، والعواقب البيئية ، والوصول إلى المعالم، والبنية التحتية، والمرافق الأخرى باستخدام العالم الافتراضي . ويمكن للمخططين أيضًا تخطيط وتقييم الاستجابات الاجتماعية والثقافية والسلوكية ، يخلق الواقع الافتراضي بيئات يمكن الدخول إليها والتفاعل معها بشكل مباشر مما يسهل إلى حد كبير التصور والتواصل والتقييم الجديد لمخططات التصميم. ( Castro, P.; Zhang, D.; Li, S ,2012)، وبدلاً من التركيز فقط على حل المشكلات فإن التخطيط التشاركي يتكون أساسًا من منصة تفاعل تدعم التعلم المتبادل ، وإنشاء الشراكات وتمكين أصحاب المصلحة. كما أنه يشكل عملية للتحليل الجماعي ، والتعلم ، وإجراءات السياسة ، حيث يتم تسليط الضوء على عملية صنع القرار أكثر من رسم تخطيطي لنتيجة التخطيط النهائية. (Algeciras, J.A.R, 2016)

يوفر تصوير البيانات عبر الواقع الافتراضي معلومات كافية عن الآراء المختلفة، والرؤى، والمخاوف، والرغبات، والمعرفة التجريبية للمجتمعات، والمخططين، وأصحاب المصلحة، والتي تحدد فيما بعد نوع قرارات التخطيط التي تتلاءم بشكل أفضل مع الاحتياجات الخاصة لمجتمع معين والشكل رقم (٣) يوضح كيفية تصوير البيانات وتقاسم المسؤوليات لعملية صنع القرار حيث يستفيد المخططون المحليون والمجتمع المحلي وأصحاب المصلحة.

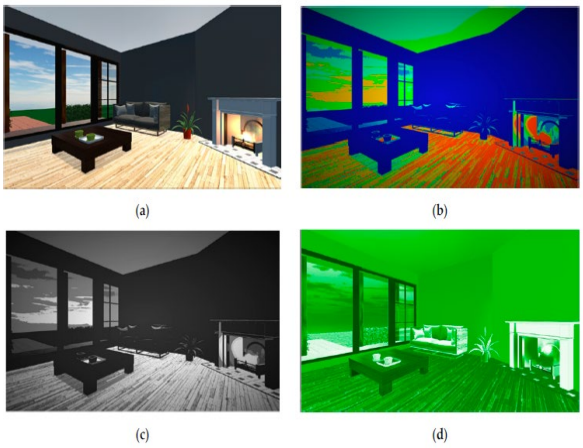



الشكل رقم (٣) رسم تخطيطي لنظام التخطيط التشاركي الافتراضي (الواقع الافتراضي).

### ٢/٣- العالم الافتراضي والمحاكاة:

إن تصميم المدن الذكية باستخدام تقنية الواقع الافتراضي يمكن أن يستفيد منها من خلال زيادة مستوى الانغماس في التفاعل والتفاعل الطبيعي مع البيئات الافتراضية التي توفرها تكنولوجيا العالم الافتراضي الحالية ومحركات الألعاب ، مثل Unity و Unreal ، ويمكن ان تضيف مستوىً عاليًا من الواقعية باستخدام المواد المستندة إلى المادة الفيزيائية وإنشاء تأثيرات بصرية واقعية تمثل تفاعلًا فعليًا حقيقيًا مع الضوء و يتم دمجها مع محركات فيزياء مدمجة ، مثل فيفيديا NVidia's PhysX ، والتي تمكن المصممين من انشاء واقعهم الافتراضي. ( Xu, Z ,2014)

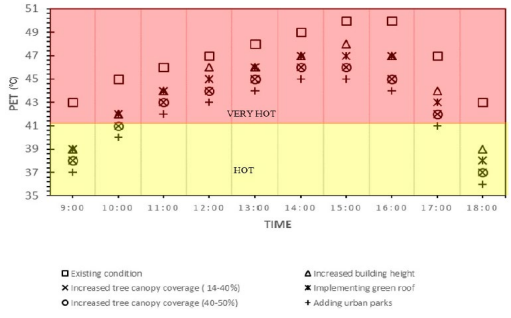
تخطيط المدن الذكية وتصميمها يشتمل على تحليل وتكوين طبقات مختلفة من المعلومات والبيانات ، خاصة عند النظر فيها على فترات زمنية محددة. (Sun, L , et al , 2013) ويمكن تصميم نموذج مدينة معينة أو مسحها ضوئيًا باستخدام التقنيات الحديثة التي توفر رؤية ثلاثية الأبعاد، وتحديد كافة الخدمات مثل وحركة المرور والتلوث والراحة الحرارية ، يمكن طلبها من خلال وحدات التحكم المحمولة أو أوامر مستندة إلى الإيماءات أثناء التنقل في مناطق مهمة. ويمكن للمصممين والمخططين تغيير معايير التصميم والتخطيط (على سبيل المثال، موقع وحجم البنية التحتية الخضراء والرمادية)، وتوفير محاكاة في الوقت الحقيقي، وتوضيح الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لكل منها وتقديم الكثير من سيناريوهات التصميم / التخطيط (Algeciras, J.A.R, 2016). علاوة على الحسابات الدقيقة التي يقدمها الحاسب الآلي المستندة من الخصائص المادية ، مثل الضوء والظل ،والشكل رقم (٤) يوضح ذلك.



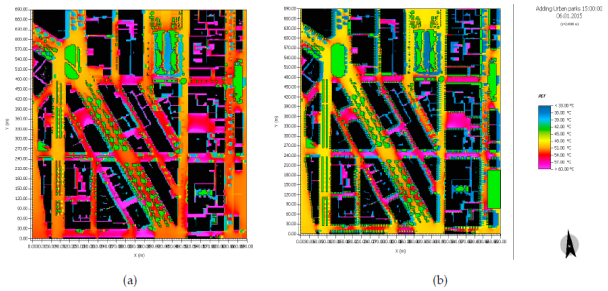

الشكل رقم (٤) الأشكال العادية (أ) والحرارية (ب) والأشعة تحت الحمراء (ج) والرؤية الليلية (د) المستخدمة في بنية افتراضية المشهد.

### ٣/٣- إمكانية الواقع الافتراضي في تصور المدن:

تم إنشاء مثال لتصميم النماذج الحضرية بواسطة العالم الافتراضي لدراسة التخطيط البيئي من أجل التنمية المستقبلية في ملبورن. وفحصت الدراسة النتيجة الحرارية لتنفيذ "خطة ملبورن" على مستوى المشاة على نطاق الحي. وفي مايو ٢٠١٤ ، أطلقت الحكومة "خطة ملبورن" لتوضيح الرؤية لنمو ملبورن حتى عام ٢٠٥٠. وحددت مسودة البيان الاستراتيجي البلدي لمدينة ملبورن "مدينة الشمال" كتجديد حضري للمنطقة التي يمكن أن تستوعب جزء كبير من النمو، وقدمت الخطط الهيكلية توجيهات إلى المجتمع والمخططين والشركات والحكومة والمطورين حول الاتجاهات والفرص المناسبة للتغييرات المستقبلية في مدينة الشمال. وسيتم تطوير هذه المنطقة وفقًا للخطط الهيكلية لتوفير مزيج متنوع من الاستخدامات المرتبطة بالبيئات الحضرية الأكثر كثافة. وتساعد هذه الدراسة المخططين الحضريين في وضع سياسات تشمل الاعتبارات المناخية الحضرية في خطط التخطيط المستقبلية (Castro, P.; Zhang, D.; Li, S 2012) يمكن لهذه الاعتبارات المناخية تحسين مناخ ملبورن وتجنب العواقب السلبية على الصحة العامة الناشئة عن مشاريع التطوير والتجديد المستقبلية. والاشكال التالية (٥-٦) توضح ذلك.




الشكل رقم (٥) حالة الراحة الحرارية (PET) في السيناريوهات الحالية والمستقبلية والمقترحة.




الشكل رقم (٦) التوزيع المكاني للراحة الحرارية (PET) عبر منطقة الدراسة في السيناريوهات الحالية (أ) و (ب) المقترحة.

### ٤/٣- إمكانات الواقع الافتراضي في تصور النقل الذكي للمدينة الذكية المستدامة :

تعتبر حركة المرور والنقل الفعال من الموضوعات الهامة في المدن الذكية المستدامة، وهناك طرق مختلفة لجمع بيانات حركة المرور والنقل مثل البطاقات الذكية المستخدمة بشكل أساسي في وسائل النقل العام الذكية وملاحقي السيارات وأنظمة الكاميرا الذكية للتحكم في حركة المرور وأجهزة استشعار ذكية للمشاة ( Algeciras, J.A.R, 2016 ).

تتطلب هذه التقنيات بيانات لإدارة النقل بشكل فعال في البيئات الحضرية، البيانات المستمدة من نظام تحديد المواقع، والبيانات المولدة من نظم المعلومات الجغرافية ، وبيانات النقاط المهمة، وبيانات تركيب الفضاء هي أهم مصادر البيانات لأنظمة النقل الذكية.( Sun, L , et al , 2013 )،وأحد الأمثلة على تطبيق الواقع الافتراضي في المدن الذكية هو من خلال أنظمة النقل في الوقت الحقيقي وممرات النقل الذكية. ويتكون هذا التنفيذ من إنشاء رابط بين جميع الأحياء، وتطبيق استراتيجيات منع الجريمة لتصميم شوارع أكثر أمانًا ، والإشراف المستمر على توفير أنظمة نقل ذات جودة عالية، وبأسعار معقولة ، ويمكن الوصول إليها، وفي النهاية خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال أساليب إعادة التكييف الفعالة (Castro, P.; Zhang, D.; Li, S 2012 )

لتحقق هذه الأهداف يمكن أن يساعد الواقع الافتراضي في توفير بيانات في الوقت الفعلي عن حركة المرور ،وظروف المشاة ومواقف السيارات ، وأنظمة النقل المتنوعة المتاحة للحد من مشاكل المرور، والحوادث الكبرى. يمكن للواقع الافتراضي أن يساعد أيضًا في تصور الممرات الذكية المستقبلية التي تزيد من كفاءة أنظمة النقل. يستخدم هذا التصور بيانات حركة المرور وإشارات الشوارع الإلكترونية. (Castro, P.; Zhang, D.; Li, S ,2012)

### ٤/٣- إمكانية الواقع الافتراضي في إدارة البيانات:

يتكون مفهوم المدينة الذكية المرتكز على البيانات من مجموعة مصادر البيانات وتقنيات الحوسبة لتحديد وتقييم الخصائص الحضرية المتنوعة ولتحديث التطورات الحضرية المستقبلية بصورة أفضل. أحد الأمثلة على ذلك هو بيانات استخدام الأراضي فغالبا ما تتكون المناطق الحضرية من استخدامات مختلفة للأراضي مثل الاستخدامات التجارية والسكنية والصناعية والإدارية، ويتمثل التحدي في تخطيط المدن الذكية ذات الاستخدامات الأرضية المتنوعة أو المختلطة في أن الاستخدامات المختلفة للأرض موجودة حتى في قطعة أرض صغيرة وأن تحديد وظيفة كل استخدام للأراضي يمثل مهمة صعبة. ( Liang, X. et al ,2012)

يساعد الواقع الافتراضي في العديد من جوانب إدارة المعلومات المكانية والتنمية الحضرية مثل إدارة التحضر، وتخطيط استخدام الأراضي، والبنية التحتية للبيانات المكانية، وأخيراً نظم المعلومات الجغرافية التي يتم إنشاؤها على شبكة الإنترنت والمتنقلة (GIS). ( Algeciras, J.A.R, 2016 )

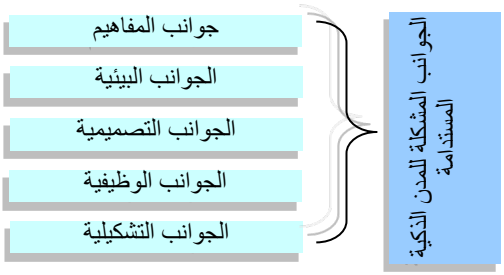
يمكن للواقع الافتراضي أيضًا أن يربط الحكومة بشكل فعال بالمجتمع ويمكّن خبراء التخطيط من اتخاذ القرارات المناسبة أثناء عملية الموافقة فعلى سبيل المثال في إدارة التحضر يمكن عرض قاعدة بيانات نموذج المدينة في الواقع الافتراضي، ويمكن تصوير هذا النموذج الذي تم تصميم قبل وبعد التصميم،

ويمكن عرض بيانات GIS الكبيرة من مصادر متعددة في الوقت المناسب ( Natapov, A et al , 2016 )

## ٤- استنتاجات البحث

استهدفت هذه الدراسة بصفة أساسية إلقاء الضوء على استخدام الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة بهدف استنباط أهم ما يميزها عن غيرها من المدن، و فيما استعرضته الدراسة تبين المدينة الذكية المستدامة هي أحد المدن المعاصرة التي تندمج العديد من الأجهزة آلية الأداء لتتيح إمكانية التكامل مع نظم التحكم الآلي في المبني، وتنقسم استنتاجات البحث الحالي إلي شقين أساسين:

١- الجوانب المشكلة للمدينة الذكية المستدامة :يمكن استنتاج مجموعة من الخصائص والأنساق المميزة للمدينة الذكية المستدامة فيما يلي:

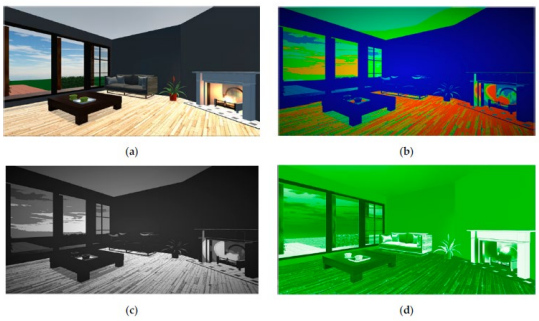



### ٤/١- المدن الذكية المستدامة :

ان المدينة الذكية هي مدينة " تجمع ما بين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتكنولوجيا الويب مع غيرها من الجهود التنظيمية لجعل مكونات البنية التحتية الحيوية والخدمات في المدينة " - والتي تشمل إدارة المدينة والتعليم والرعاية الصحية والسلامة العامة والعقارات والنقل والمرافق - أكثر ذكاء ومترابطة وفعالة. ويتكون تصميم المدن الذكية من سلسلة من المراحل المختلفة، والعامل الأهم في تصميم المدن الذكية هو التواصل الواضح بين العملاء والمصممين وصناع القرار. وتعتبر حلول التصميم العمراني والخطط الرئيسية في الأساس ذات طبيعة بصرية.

### ٤/٢- العالم الافتراضي :

لتقنية العالم الافتراضي تأثيرات هائلة على مستقبل التصميم الحضري ، لا سيما تصميم المدينة الذكية، ويعزز استخدام الواقع الافتراضي المستند إلى الإنترنت من المشاركة العامة في التخطيط والتصميم. كما يوفر منصة للمصممين للمساهمة في مشروع بغض النظر عن موقعها، وتتناول البحث الفوائد الممكنة للواقع الافتراضي لتصور تصميم المدن الذكية بشكل فعال كما يوضح الشكل رقم (٧ ).




الشكل رقم (٧) أمثلة لإثبات استنتاج كيف يمكن توظيف العالم الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة.

### ١/٢/٤- علي مستوي الجوانب البيئية:

تمثل المدن الذكية علي مستوي الجوانب البيئية بنية تحتية متفاعلة مع البيئة وتعمل كمنظم لانتقال عناصر البيئة بين مكونات المباني كما تعمل علي توظيف الاستفادة من التطور التكنولوجي للحد من زيادة تلوث البيئة و الطبيعة, وبعد أن كانت معظم المباني حيث نجد ان المدن الذكية المستدامة هي منظومة بيئية تهدف إلي تحقيق متطلبات الراحة للبيئة من خلال تعظيم الاستفادة من المصادر البيئية علي العموم.

### ٢/٢/٤- علي مستوي الجوانب التصميمية:

تمثل المدن الذكية المستدامة علي مستوي الجوانب التصميمية منظومة بيئية ذكية عالية الكفاءة تدمج في كل مراحلها التصميمية بين العديد من التخصصات ،ولابد لحسن أدائها أن تكتمل قاعدة بيانات لديها عن كل الظروف البيئة الفعلية والمحتملة أن تتعرض لها المدينة حيث يمكن تصميم نموذج مدينة معينة أو مسحها ضوئيًا باستخدام التقنيات الحديثة التي توفر رؤية ثلاثية الأبعاد، وتحديد كافة الخدمات مثل حركة المرور والتلوث والراحة الحرارية ، ويمكن للمصممين والمخططين تغيير معايير التصميم والتخطيط (على سبيل المثال ، موقع وحجم البنية التحتية الخضراء والرمادية) ، وتوفير محاكاة في الوقت الحقيقي ، وتوضيح الآثار البيئية والاجتماعية والاقتصادية لكل منها وتقديم الكثير من سيناريوهات التصميم / التخطيط.

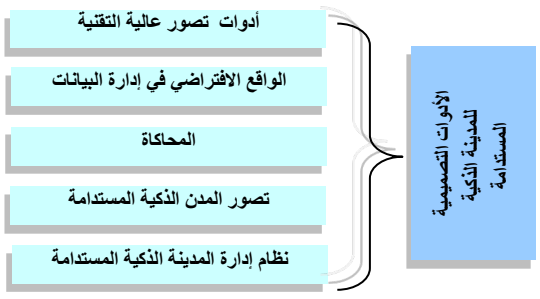
### ٣/٢/٤- علي مستوي الجوانب الوظيفية:

تمثل المدن الذكية المستدامة علي مستوي الجوانب الوظيفية ومدن تحوى وظائف متطورة تؤديها في صورة ذاتية التحكم لتكون مدن مستجابة ومتفاعلة مع البيئة المحيطة في علاقة تبادلية متزنة.

### ٤/٢/٤- علي مستوي الجوانب التشكيلية :

لا تمثل المدن الذكية المستدامة علي مستوي النسق التشكيلية نمط جديد للتشكيل المعمارى بل هو منظومة فكرية متكاملة تنتج تشكيل. ولكن أهم ما يميزها تشكيليا ديناميكية التكوين بما تدمجة من أجهزة و أدوات لها خصائص ديناميكية تكفل أهم ما يتصف به النظام من التوافق الذاتي (Self-Adjustment) والاستجابة الآلية (Responsiveness).

## ٥- أدوات و آليات تصميم المدن الذكية بواسطة تقنية الواقع الافتراضي




### ١/٥- أدوات تصور عالية التقنية:

إن توفير أداة تصور فعالة هو المفتاح لتحقيق تصميم مدينة ذكية مستدامة بما في ذلك خرائط الحرارة heat maps وخرائط جليف توضيحية glyph annotated maps ورسومات ثنائية الأبعاد تقليدية tradition 2D graphs .

### ٢/٥- إدارة البيانات :

يعتمد تصميم المدينة الذكية المستدامة علي مجموعة من البيانات والتقنيات المحوسبة لتحديد وتقييم الخصائص الحضرية المتنوعة ولتحديث التطورات الحضرية المستقبلية بصورة أفضل وهي بيانات استخدام الأراضي. بيانات البنية التحتية، ونظم المعلومات الجغرافية التي يتم إنشاؤها على شبكة الإنترنت والمتنقلة وبيانات ربط الحكومة بشكل فعال بالمجتمع وأخيرا قاعدة بيانات نموذج المدينة في الواقع الافتراضي.

### ٣/٥- المحاكاة :

إن تصميم المدن الذكية باستخدام تقنية الواقع الافتراضي يشتمل علي تحليل وتكوين طبقات مختلفة من المعلومات والبيانات. ويمكن تصميم نموذج مدينة معينة أو مسحها ضوئيًا باستخدام التقنيات الحديثة التي توفر رؤية ثلاثية الأبعاد، وتحديد كافة الخدمات مثل حركة المرور والتلوث والراحة الحرارية.

### ٤/٥- التصور المستقبلي للمدن الذكية المستدامة:

تصميم النماذج الحضرية بواسطة العالم الافتراضي تساعد المخططين الحضريين في وضع سياسات تشمل الاعتبارات المناخية الحضرية في خطط التخطيط المستقبلية ويمكن لهذه الاعتبارات تجنب العواقب السلبية على الصحة العامة الناشئة عن مشاريع التطوير والتجديد المستقبلية.

### ٥/٥ نظام إدارة المدينة الذكية المستدامة:

نظام إدارة المدينة الذكية المستدامة هو وحدة المعالجة المركزية و تمثل عقل المدينة الذكي، و هي تستقبل كل أشكال المعلومات من الحساسات (Sensors) المختلفة للمحطات, وتقرر الاستجابة المناسبة بواسطة التقنيات المحركة (Actuator). و نظام إدارة المدينة الذكية المستدامة قادرة على مراقبة تغيرات الطقس ومراقبة كل عمليات النظم البيئية المباشرة والغير مباشرة و السيطرة عليها لتحقيق أكثر كفاءة في استخدام الطاقة.

## ٦- توصيات البحث

على الرغم من أن البحث استهدف بصفة أساسية إلقاء الضوء استخدام تقنية الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية، إلا أنه تبين بعد هذا العرض أهمية تقديم توصيات للمصممين الحضاريين المصريين على المستوي الأكاديمي تفيد في كيفية الاستفادة من هذا الاتجاه وحسن توظيفه، واقتراح بموضوعات لدراسات مستقبلية تفيد في مواكبة هذا الاتجاه وبالتالي ستنقسم توصيات الدراسة إلي شقين:

### ١/٦- التوصيات العامة:

١. التأكيد على ضرورة تطبيق ما أستقر عليه البحث من محددات لازمة لتطبيق استخدام الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية.
٢. العمل على تقديم معارف التكنولوجيات الجديدة في مجال التصميم المعماري وإظهار مزاياها في التصميم مع إبراز أبعاد استخدام تلك التطبيقات.
٣. عمل بحوث مشتركة بين التخصصات الهندسية المختلفة لوضع إمكانيات وسبل تطبيق التكنولوجيات الحديثة في الواقع المعاصر وعمل دراسات متكاملة للنواحي البيئية والتشكيلية والاقتصادية.

### ٢/٦- التوصيات علي المستوي التعليمي الأكاديمي:

١. تدريب الطلبة في الإجازات في الشركات الفنية المتخصصة في التصميم المعماري بواسطة استخدام التكنولوجيات الحديثة . وعمل محاضرات و ندوات ومناقشات تحت إدارة مشتركة بين أقسام التصميم المعماري و الشركات التكنولوجية على أن يقدموا تقارير و أبحاث بعد تلك المحاضرات و بعد انتهاء فترة التدريب.

٢. تعديل أو تطوير المواد العلمية لتستوعب ذلك التطور الذي يجب أن يتم تجريبه في البيئة المحلية وإدخال مقررات خاصة بتصميم المدن الذكية المستدامة .

٣. إشراك الطلبة في عمل مشروعات بالإتحاد مع الشركات المتخصصة في هذا المجال, وإقامة معارض سنوية ضمن فعاليات مؤتمر تعرض نماذج مصممة وفقا للواقع الافتراضي.

٤. دراسة إمكانيات زيادة ذكاء المباني إن جاز التعبير حتي لا تظل كجزيرة معزولة غير قادرة علي المنافسة في عصر المعلومات.

٥. إنشاء أقسام لتكنولجيا البناء مثلها مثل أقسام العمارة و التخطيط علي أن تقوم هذه الأقسام بإعداد المهندس المتخصص في تصميم و تنفيذ تلك النوعية من الأنظمة و التعامل مع مباني القرن الواحد و العشرين, يقوم بالتدريس فيها المتخصصين من أقسام العمارة و الإنشاءات و الكهرباء الميكانيكا. بحيث تخرج المصمم القادر علي عمل التصميمات و التفاصيل الخاصة بهذا المجال و الواعي بطرق تنفيذها و المشاكل وكيفية حلها.

## الدراسات المستقبلية

تناول البحث تقنيات الواقع الافتراضي في تصميم المدن الذكية المستدامة علي المستوي العالمي و لم يتطرق إلي المستوي المحلي بالدراسة, و لذلك فيري البحث أهمية تناول دراسة الموضوعات التالية و الخاصة بالمدن الذكية المستدامة علي المستوي المحلي:

- إمكانيات تطبيق تصميم المدن الذكية المستدامة في الواقع المحلي, وذلك حيث أن تصميم المدن الذكية المستدامة تحتل الصدارة في الأبحاث العلمية الآن فيجب تطبيقها علي الواقع المحلي للوقوف علي مدي الاستفادة منها وتحقيق الأهداف المرجوة.

- اكتسب مفهوم المدن الذكية المستدامة قدراً كبيراً من الجاذبية في السنوات الأخيرة باعتباره رؤية لتحفيز ودعم الابتكار والنمو الاقتصادي ولتوفير إدارة وتنمية حضرية مستدامة وفعالة. الجوانب الهامة لمفهوم المدينة الذكية هي تصور البيانات والتنبؤ بها. تمكّن تقنية العالم الافتراضي الباحثين من إجراء تحليل في الوقت المناسب لسيناريوهات "ماذا لو" المختلفة ويساعد الحكومات وأصحاب المصلحة والمجتمعات على إدراك التأثيرات البيئية والاجتماعية لقراراتهم.

- تتضمن الفوائد الأساسية لاستخدام الواقع الافتراضي في تصميم مدن أكثر ذكاءً ما يلي: القدرة على تقييم أفكار التصميم في الوقت المناسب وضمن مساحة ثلاثية الأبعاد أثناء التصميم و مرحلة التخطيط؛ التواصل الفعال بين مختلف أصحاب المصلحة والأكاديميين والمهنيين ،وتوفير قدر كبير من الوقت عن طريق استبعاد التخمين في التصميم ،والتكامل بين جميع الجوانب في التصميم ،وبالتالي تحقيق تصميم المدينة المستدامة مع المرونة وأقل قدر من الوقت الأموال ؛ تشجيع التخطيط التشاركي.

- التحدي الرئيسي في تطبيق الواقع الافتراضي في التخطيط الحضري هو التكلفة. وقد اقتصر استخدام تقنية الواقع الافتراضي على الشركات الخاصة، والمؤسسات التعليمية. ويتطلب التمثيل البصري والمحاكاة للبيئات المبنية حضريًا الاستخدام المكثف للبرامج المتكاملة لتضمينها رسومات رقمية (تصميمات بمساعدة الكمبيوتر) ، بيانات وسائط متعددة ،تعد الأعمال المستقبلية ضرورية لتحديد كيفية استفادة المصممين الحضريين الذين يعملون في الشركات الصغيرة من أنظمة الواقع الافتراضي في تصميمهم الحضري أو ممارسات التخطيط.

## قائمة المراجع


1. Algeciras, J.A.R.; Consuegra, L.G.; Matzarakis, A. Spatial-temporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. Build. Environ. , 85–101,2011.
2. Batty, M.; Axhausen, K.W.; Giannotti, F.; Pozdnoukhov, A.; Bazzani, A.; Wachowicz, M.; Portugali, Y. Smart cities of the future. Eur. Phys. J. Spec. Top. , 214, 481–518,2012
3. Bibri, S.E.; Krogstie, J. On the social shaping dimensions of smart sustainable cities: A study in science, technology, and society. Sustain. Cities Soc., 29, 219–246.2017.
4. Braem, B.; Latre, S.; Leroux, P.; Demeester, P.; Coenen, T.; Ballon, P. Designing a smart city playground: Real-time air quality measurements and visualization in the City of Things testbed. In Proceedings of the IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Trento, Italy, 12–15 September 2016; pp. 1–2.
5. Castro, P.; Zhang, D.; Li, S. Urban traffic modelling and prediction using large scale taxi GPS traces. In Proceedings of the 10th International Conference Pervasive Computing, Newcastle, UK; pp. 57–72, 18–22 June 2012.
6. Castro, P.; Zhang, D.; Li, S. Urban traffic modelling and prediction using large scale taxi GPS traces. In Proceedings of the 10th International Conference Pervasive Computing, Newcastle, UK; pp. 57–72, , 18–22 June 2012.
7. city" initiatives. Growth 17, 1–17,2009.
8. Ewart, I.; Harty, C. Creating a Virtual Museum. Work. Pap. Commun. Cult. Netw., 7, 11–14, 2016.
9. Gartland, L.M. Heat Islands: Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas; Routledge: Oxford, UK, 2012.
10. Innov. Knowl. Found., 5, 1–9,2010.
11. Kramers, A.; Höjer, M.; Lövehagen, N.; Wangel, J. Smart sustainable cities–Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. Environ. Model. Softw. , 56, 52–62,2014.
12. Liang, X.; Zheng, X.; Lv, W.; Zhu, T.; Xu, K. The scaling of human mobility by taxis is exponential. Phys. A Stat., 391, 2135–2144, Mech. Appl. 2012.
13. Lv, Z.; Yin, T.; Han, Y.; Chen, Y.; Chen, G. WebVR—Web virtual reality engine based on P2P network. J. Netw., 6, 990–998, 2011.
14. Mantho, R. The Urban Section: An Analytical Tool for Cities and Streets; Routledge: Oxford, UK, 2014.
15. Natapov, A.; Czamanski, D.; Fisher-Gewirtzman, D. Visuospatial search in urban environment simulated by random walks. Int. J. Des. Creat. Innov., 4, 85–104, 2016.
16. Shahrokni, H.; Årman, L.; Lazarevic, D.; Nilsson, A.; Brandt, N. Implementing smart urban metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart city SRS. J. Ind. Ecol., 19, 917–929, 2015.
17. Stewart, I.; Oke, T. Classifying urban climate field sites by "local climate zones": The case of Nagano, Japan. In Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan,; Volume 29, 29 June–3 July 2009.
18. Sun, L.; Zhang, D.; Chen, C.; Castro, P.S.; Li, S.; Wang, Z. Real time anomalous trajectory detection and analysis. Mob. Netw., 18, 341–356, Appl. 2013.

19. Sun, Q.; Wan, W.; Yu, X. The simulation of building escape system based on Unity3D. In Proceedings of the IEEE International Conference on Audio, Language and Image Processing (ICALIP), Shanghai, China,; pp. 156–160, 11–12 July 2016.
20. Toppeta, D. The smart city vision: How innovation and ict can build smart, “livable”, sustainable cities.
21. Vakali, A.; Anthopoulos, L.; Krco, S. Smart Cities Data Streams Integration: Experimenting with Internet of Things and social data flows. In Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14), Thessaloniki, Greece; p. 60, , 2–4 June 2014.
22. Villanueva, F.J.; Aguirre, C.; Villa, D.; Santofimia, M.J.; López, J.C. Smart City data stream visualization using Glyphs. In Proceedings of the IEEE Eighth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), Birmingham, UK,; pp. 399–403, 2–4 July 2014.
23. Washburn, D.; Sindhu, U.; Balaouras, S.; Dines, R.A.; Hayes, N.; Nelson, L.E. Helping cios understand “smart
24. Xu, Z.; Lu, X.; Guan, H.; Han, B.; Ren, A. Seismic damage simulation in urban areas based on a high-fidelity structural model and a physics engine. Nat., 71, 1679–1693., Hazards 2014.
**25.** Yin, C.; Xiong, Z.; Chen, H.; Wang, J.; Cooper, D.; David, B. A literature survey on smart cities. Sci. China Inf. Sci., 58, 1–18., 2015.