



تشخيص تكامل مرتكزات ومؤشرات المدينة المرنة مع منظومات الطاقة الحضرية

عائشة علاء صالح¹, خالد عبد الوهاب المدرس^{2*}

الخلاصة:

يولي الخطاب الحضري المعاصر إهتماماً متزايداً بقضية مرونة المدن، لما تعاصره وتواجهه مدن العالم من إجهادات وكوارث واضطرابات (طبيعية، وبشرية)، مما يؤكد ضرورة الإلمام بمفهوم المرونة الحضرية وأبعادها وممارستها، وخصائصها على مستويات مختلفة؛ وصولاً إلى جوانب تطوير قطاع الطاقة الحضرية فيها، وما يدعم تأهب المدن لمواجهة الإضطرابات المحتملة المتوقعة وغير المتوقعة في المستقبل، إذ تتشكل المدن عادة من العديد من الأنظمة الرئيسة والفرعية المتشابهة مع بعضها ديناميكياً مثل: المنظومة الإجتماعية، والإقتصادية، ومنظومات البنية التحتية واستخدامات الأراضي، ووسائل النقل المختلفة، والتي تتمتع بمستوى عالٍ من التفاعلات المباشرة مع البيئة الطبيعية؛ لذلك من الضروري فهم كيفية تعامل المدينة مع عموم إحتمالات التهديدات والتحديات بتكاملية؛ للتغلب على نقاط الضعف فيها وتعزيز مرونتها الإستخدامية، والتي تهدف إلى جعل المدن أكثر أمناً ومرونة وإستدامةً مستقبلياً، فضلاً عن ذلك يتطلب الأمر إعادة التفكير في مجال التوسع في إستخدامات الطاقات المتجددة ولعموم المشهد الحضري. لتصبح مشكلة البحث " في التصور في إستغلال إمكانية الطاقات الطبيعية المتجددة بمقوماتها (الفاعلة، والمنفصلة) في إنتاج تشكيلات حضرية مرنة في المدن"، أما هدف البحث فهو محاولة "إستخلاص إطاراً نظرياً متكاملًا حول خصائص مرونة الطاقة الحضرية عن التجارب العالمية والعربية، وتشخيص أهم مرتكزاتها ومؤشراتها التخطيطية والتصميمية، والتي يمكن إعتادها لتقويم واقع مرونة الطاقة الحضرية في المدن المحلية".

وإقتضى البحث " إن إستغلال منظومات الطاقة المنتجة عن المصادر الطبيعية المتجددة، لأغراض المعالجات البيئية للمدن المرنة، وخاصة في أبنية المشاريع الإسكانية ومحيطها الحضري، يقلص إستهلاك الطاقات الأحفورية للمدينة، ويحصر مواقعها من الإرتباط بشبكات نقل الطاقة الناضبة، ويقلل مشكلات التلوث البيئي المحتملة، مما يساهم في إنتاج منظومات طاقة مرنة ويساعد في توليد المدن المرنة". إذ تم إعتاد طريقة التحليل الوصفي (qualitative analysis).

الكلمات المفتاحية: المدينة المرنة، المرونة البيئية، مرونة أنظمة الطاقة الحضرية، الطاقة المتجددة، التكيف مع تغيرات المناخ العالمية.

Diagnosing the Integration of Resilient City Pillars and Indicators with Urban Energy Systems

Aysha Alaa Salih¹, Khalid Abdul Wahab Al-Mudares^{2*}

Abstract

Contemporary urban discourse is paying increasing attention to the issue of urban resilience, due to the stresses, disasters and disturbances (natural and human) that the cities of the world are experiencing and facing, which confirms the need to be familiar with the concept of urban resilience, its dimensions, practices, and characteristics at different levels; In order to reach the aspects of developing the urban energy sector in them, and in a way that supports the preparedness of cities to face potential expected and unexpected disturbances in the future, as cities are usually formed from many main and sub-systems that are dynamically intertwined with each other, such as: the social and economic system, infrastructure systems, land use, and media Various transports, which have a high level of direct interactions with the natural environment; ; It is therefore necessary to understand how the city deals with the odds of threats and challenges in an integrated manner; To overcome its weaknesses and enhance its resilience of use, which aims to make cities more secure, resilient and sustainable in the future, as well as that requires rethinking the field of expanding the use of renewable energies and the general urban landscape. To become a search problem "Failure to exploit the potential of natural energies on the

possibility of exploiting renewable natural energies with their components (active and passive) in the production of resilience urban formations in cities." The aim of the research is to try to "extract an integrated theoretical framework on the characteristics of urban energy resilience from international and Arab experiences, and to diagnose its most important planning and design pillars and indicators, which can be adopted to evaluate the reality of urban energy resilience in local cities".

The research hypothesized that "the exploitation of energy systems produced from renewable natural resources, for the purposes of environmental treatments for resilient cities, especially in the buildings of housing projects and their urban surroundings, reduces the consumption of fossil energies for the city, frees its sites from linking to depleted energy transmission networks, and reduces potential environmental pollution problems, which contributes to in the production of flexible energy systems and helps in the generation of flexible cities." The descriptive analysis method was adopted.

١. المقدمة:

يعيش غالبية سكان العالم حالياً في المدن، وإن تلك المدن هي المواقع الرئيسة لإستهلاك الطاقة العالمي، مما يؤدي بدوره إلى زيادة انبعاث غازات الدفيئة، والتي تسبب في ظاهرة الاحتباس الحراري، وتساعد مشكلات تغيير المناخ، وبناءً على ذلك فإن التحدي المطروح يعالج المشكلات من ناحيتين هما:

أ. تدابير تخفيف مشكلات تغيير المناخ، المتسبب للإحتباسات الحرارية الكونية.

ب. تدابير التكيف المرن مع مشكلات تغيير المناخ.

ومع تزايد مشكلة تغيير المناخ الكوني، بدأت الكثير من المدن في جميع أنحاء العالم تترك أهمية التخطيط الموجه باتجاه التوازن المرن ما بين منظوماتها الحضرية المختلفة: (البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية، والمادية، والمؤسسية)، لإدارة مخاطر الكوارث البيئية المتوقعة وغير المتوقعة. حيث تتأثر إستمرارية إمداد الطاقة للمدن بتغيير المناخ (التي تعد تهديدات طبيعية)، فضلاً عن مجموعة متزايدة من التهديدات البشرية الأخرى مثل: (الهجمات الإلكترونية والإرهاب.. الخ)، والتي ستكون خارج الدراسة الحالية.

تعد المرونة البيئية الحضرية للمدينة نظاماً فعالاً ومستقراً يوافر الإستمرارية الحياتية للسكان، وترتبط مفاهيم تكاملية منظوماتها المرونة ارتباطاً وثيقاً بالإستدامة، حيث تعد مراكز الطاقة واحدة من السبات الرئيسة للإستدامة الحضرية، كما يجب أن يكون نظام الطاقة الحضري المرن، قادراً عن ضمان توافر الطاقة في ظل الظروف المختلفة؛ وذلك عن طريق تعزيز قدرته على تخطيط وإستيعاب التأثيرات (الطبيعية، والبشرية) مع إمكانية إعادة الإبتعاش السريع للخدمة ضمن الحد الأدنى من الكلفة المطلوبة في الواقع، فضلاً عن تعزيز قدرة الأنظمة الحضرية على مرونة إستيعاب الصدمات غير المتوقعة.

لذلك ظهرت مشكلة البحث " في قلة الدراسات المحلية حول إمكانية إستغلال الطاقات الطبيعية المتجددة بمقوماتها (الفاعلة، والمنفصلة) في إنتاج تشكيلات حضرية مرنة في المدن"، أما هدف البحث فهو محاولة "إستخلاص إطاراً نظرياً متكاملاً حول خصائص مرونة الطاقة الحضرية عن التجارب العالمية والعربية، وتشخيص أهم مراكزها ومؤثراتها التخطيطية والتصميمية، والتي يمكن إستخدامها لتقوم واقع مرونة الطاقة الحضرية في المدن المحلية".

٢. الأنظمة الحضرية- مرونتها وأبعادها

تعد المرونة الحضرية من أساسيات إهتمام المخططين والمصممين المعاصرين، من أجل الاستعداد لمواجهة عواقب تغيير المناخ العالمي، وإستناداً لإتفاقية باريس في العام (٢٠١٥) حول المناخ (يجب على المدن أن تعمل على إبقاء الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية أقل من (٢ درجة مئوية) عما كانت عليه قبل الثورة الصناعية)، إذ يلعب قطاع الطاقة دوراً أساسياً ومهماً للغاية في تقليل المخاطر المترتبة عن تغيير المناخ، والحفاظ على متوسط درجة حرارة الكون؛ وذلك عن طريق إعتداد أهداف التنمية المستدامة للطاقة المتجددة، والتي لها صلة وثيقة بالطاقة والمناخ وهي: الصحة والرفاهية (good health and well-being) والطاقة النظيفة وبكلفة معقولة (affordable and clean energy) وضمان المدن والمجتمعات المستدامة (sustainable cities and communities) والحد من المؤثرات المناخية (climate action). [1]

إستناداً إلى ذلك يستخلص البحث الحالي تعريفاً لإجراءات مرونة النظام الحضري: "بأنها تمثل قدرة الأنظمة الحضرية على الصمود والإستعداد والتخطيط والإستيعاب والتعافي من الضغط، عند مواجهة الأحداث السلبية غير المرغوبة (المتوقعة، أو غير المتوقعة)، فضلاً عن إحتالات الكوارث (طبيعية أو بشرية)، دون فقد قدرتها على تقديم الخدمات التي صممت لتقدمها، مع محاولة الحفاظ على الهوية الأولية (الإحتفاظ بالبنية الأساس للنظام ذاته وطريقة عمله وإعادة تنظيمه).

٣. المدينة المرنة (Resilient Cities)

المدينة المرنة هي مجموعة أنظمة مترابطة بعضها ببعض، وتعتمد على أسلوب (تنظيم نظم المنظومات الشاملة- systems of systems of systems)، وعموم أنظمتها الفرعية الأساسية على سبيل المثال: أنظمة الطاقة، ونظام إعادة إستخدام المخلفات الزراعية، والنفايات ومياه الصرف الصحي ومياه الأمطار وغيرها، فضلاً عن هذه الأنظمة الأساس قد تظهر أنظمة فرعية تكاملية أخرى، [2, p. 2] والتي تؤثر وتتأثر بالأنظمة المترابطة الأخرى، ويؤدي ذلك إلى تفاعلات قد تكون (متوقعة، وغير متوقعة) بين عموم الأنظمة متعددة المستويات. [3] فالمدينة المرنة عادة تتضمن مجموعة واسعة من الخصائص والأساليب؛ لتمتص وتستوعب وتتكيف مع إحتالات التحديات كافة (البيئية، والاجتماعية، والاقتصادية، والأمنية) قصيرة وطويلة الأمد، والتي قد تواجه كوكب الأرض مثل: (تغيير المناخ، وكثرة إستنزاف المصادر الطبيعية الناضبة)، إضافة إلى القدرة على التعلم من تلك الأزمات، ومن أهم مؤشرات الحفاظ على مرونة المدن هي الحملة التي أطلقتها

- مرتكز القدرة على تحمل الكلفة (Affordability): تشير إلى قدرة السكان على تلبية حاجاتهم من الطاقة المعيشية بكلفة معقولة، فضلاً عن قدرة النظام على إستثمار الطاقات المتجددة (الفاعلة، والمنفعلة).
- مرتكز المقبولية أو الموثوقية (Acceptability): تشير إلى إتخاذ التدابير المناسبة لضمان (توليد، ونقل، وتوزيع) أنظمة الطاقة، ومعالجة العقبات الإجتماعية والتنظيمية التي تحول دون إعتماد التكنولوجيا المبتكرة، مما يجب بذل الجهود لزيادة وعي المجتمع للتأثيرات المترتبة على إستخدام الأنشطة البشرية، وتقليل التأثيرات السلبية على البيئة وتقبل مصادر الطاقة المتجددة.

يستخلص البحث مما أثير إليه قدرة مرونة أنظمة الطاقة على ضمان توافر إمدادات الطاقة وسهولة الوصول، والقدرة على تحمل الكلفة للسكان وقبولها بمرور الوقت؛ وذلك عن طريق تعزيز منظومة الطاقة في مجال التخطيط والتصميم والإستعداد للكوارث، وإمتصاص الأزمات الأولية، والتعافي بسرعة والتأهيلية على التنظيم النائي، للوصول إلى الحالة المرغوبة للطاقة الحضرية، وضمان توافر أبعاد مرونة أنظمة الطاقة التكاملية، كما تساهم كلاً من تدابير (التخفيف، والتكيف) في سلوكيات مرونة الطاقة، وتعاظم القدرة على تحمل الكلف والمقبولية لعموم السكان.

٥. مؤشرات قدرة مرونة أنظمة الطاقة الحضرية

وضعت دراسة [7] رؤية نظرية لمرونة أنظمة الطاقة في المدينة، حيث بينت أن مرونة أنظمة الطاقة في المدينة تعتمد بشكل أساس على وجود أربعة قدرات أو مؤشرات وهي (الإستعداد، والإمتصاص، والإستيعاب، والتعافي، والتكيف) وذلك عن طريق الحفاظ على منظومات المدينة وإعادة ترميمها عبر مقومات تلك المؤشرات، وبطريقة فعالة مع أي أزمات محتملة قد تحدث في المستقبل، [8] حيث إستخلصت الدراسة عشرين مفهوماً أو خاصية، ويجد البحث الحالي أهمية الإستفادة من هذا الطرح لشموليته، وسيتم إغناء الطرح بالإعتماد على مصادر إضافية، فضلاً عن ذلك إنتخب البحث الحالي عشرة فقط من تلك الخصائص أو المبادئ التي يمكن الإستفادة منها في تقييم المؤشر وبتنوع عن الخصائص الأخرى كونها وصفية ويصعب تقييمها وقد حاول البحث تضمينها في شكل (٢) لأغراض البحث الحالي وهي كالآتي:

- أ. مؤشر الإستعداد (Preparation): وهو توقع حدوث الأزمات والإستعداد لها؛ وذلك عن طريق إعتماد مجموعة واسعة من إجراءات التخطيط والتصميم المسبق، وتقليل إحتالات التأثيرات السلبية عليها وعلى مرتكزات مرونة أنظمة الطاقة القائمة وعن طريق (توافر الطاقة، وإمكانية الوصول إليها، والقدرة على تحمل كلفتها، ومقبولية خدماتها)، حيث تحتاج السلطات المعنية إلى إعداد خطط للطوارئ، وإنشاء نظام للتنبؤ بالمخاطر، وتدريب الموظفين، وزيادة وعي المواطنين، وهذه الإجراءات مطلوبة في الأداء والمراقبة والحفاظ على قدرات الاتصال بين مكونات الأنظمة المختلفة.
- ب. مؤشر الإمتصاص / الإستيعاب (Absorption): وهي عملية التأهب عندما يكون تأثير الأزمة المحتمل يتجاوز عتبة مقاومة الأنظمة المخطط لها؛ مما يستوجب رفع فاعلية الأنظمة القائمة بحيث، تستوعب وتمتص الأزمات الأولية من الحدث التخريبي، دون حدوث تدهور كبير في

إستراتيجية الأمم المتحدة الدولية في العام (٢٠٢٠) (UNISDR)؛ [4] للحد من الكوارث، وبعنوان (جعل المدن مرنة- Make cities resilient)، كما ركزت أيضاً الخطة الإستراتيجية فيها على مرونة أزمة الطاقة الناضبة في المدن، وأشارت إلى فكرة التهديد بإنبهار أنظمة الطاقة الحضرية، عند مواجهة نضوب المصادر الأحفورية الطبيعية، ويمكن طرح أربعة إحتالات للأزمات أو الكوارث من أجل التعامل معها وهي كالآتي: [5, pp. 171-176]

- معروفة ومتوقعة (Known/expected): والتي تعرض لها النظام في السابق، ويتوقع حدوثها في المستقبل.
- مجهولة وغير متوقعة (Unknown/unexpected): التي لم يتعرض لها النظام أبداً ونادرة جداً، ولا يتوقع حدوثها مستقبلاً، ولكنها محتملة.
- التدريجية والزاحفة (Gradual/creeping): التي تتطور ببطء، وربما لم يتم كشفها في النظام إلا بعد مرور بعض الوقت عليها.
- مفاجئة غير المتوقعة (Abrupt/sudden): التي تتطور فجأة، وتحدث دون سابق إنذار.

ويمكن تقسيم الكوارث التي تتعرض لها الأنظمة الحضرية إلى:

١- كوارث طبيعية: (مثل: الفيضانات، والزلازل، والتسونامي، وتفضي الأمراض، والأوبئة).

٢- كوارث من صنع الإنسان: تنقسم إلى:

- أ. كوارث ناجمة عن سلوك إنساني متعمد (مثل: الهجمات الإرهابية، والحروب، والأزمات الاقتصادية، والتحول الديموغرافية السريعة، وغيرها).
- ب. كوارث ناجمة عن طرائق نمط الحياة المعيشة للسكان في بيئة المناطق الحضرية (مثل: الإنقطاعات المستمرة للطاقة، عدم قدرة مدخلات الطاقة على تغطية مخارجها، مشكلات التصحر والتلوث المناخي الحضري، قلة فاعلية المنظومات الطبيعية...إلخ).

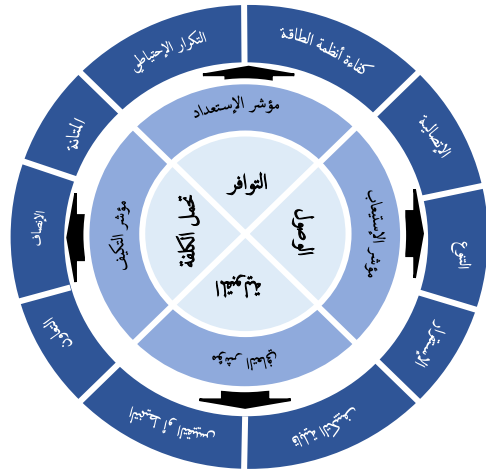
٤. مرتكزات قدرة أنظمة الطاقة المرنة

أشارت دراسة [6, p. 3] إلى أهم مرتكزات أنظمة الطاقة لتقويم إستخدامات الطاقات المتجددة (الفاعلة، والمنفعلة) فضلاً عن إستخدام الطاقة الناضبة في ظل ظروف متفاوتة من إحتالات الكوارث المتوقعة وغير المتوقعة وهي كالآتي:

- مرتكز التوافر (Availability): تشير إلى ضمان وجود مصادر طاقة كافية ضمن إمدادات البنية التحتية القائمة، والمناسبة لتحويلها إلى خدمات للطاقة، فضلاً عن إتخاذ تدابير احترازية مسبقة من أجل تجنب المخاطر والشكوك المتوقعة، والتي يمكن أن تشكل أزمات في إيصال الطاقة المطلوبة وتوافرها.
- مرتكز إمكانية الوصول (Accessibility): يشير إلى أهمية القرب المكاني لإمدادات الطاقة وتغطية حجم الطلب عليها.

يرتبط كل مرتكز بالمؤشرات الأساسية الأربعة لأنظمة الطاقة الحضرية المرنة وهي (الإستعداد، والإمتصاص، والتعافي، والتكيف). [7]

يشير البحث الحالي إلى أهمية الوصول إلى فاعلية هذه المؤشرات الأساسية والثانوية؛ وذلك لمنع فشل النظم القائمة في المدينة، وتمكينها من إتخاذ الإجراءات المناسبة كافة؛ لضمان توافر حياة أفضل للسكان. كما يشير الشكل (3) إلى المخطط الإنسيابي التكامل المستخلص حول مرتكزات أنظمة الطاقة المرنة، عبر مؤشراتها الأساسية والثانوية وهذا تعد كفاءة أنظمة الطاقة مرتكزاً فاعلاً لتقليل المخاطر المحتملة في المدن، والإستعداد الأفضل لها كمرونة مستدامة.



شكل (2): يوضح العلاقة التكاملية لمنظومة الطاقة الحضرية المرنة، بمرتكزاتها المركزية الأربعة (التوافر، وسهولة الوصول، وتحمل الكلفة، والمقبولية)، مع مؤشراتها لقدرة أنظمتها (الإستعداد، والإستيعاب، والتعافي، والتكيف) شاملاً المشخصة لأعراض البحث الحالي مؤشرات الثانوية. المصدر: تنظيم الباحثة بالإعتماد على المصدر [16]

7. تشخيص لأهم خصائص منظومات الطاقة في المدينة المرنة:

1,7 خاصية كفاءة أنظمة الطاقة (Energy efficiency)

تعني كفاءة أنظمة الطاقة بتقليل نسبة إستهلاك الطاقة الناضبة التي تستخدمها أنظمة الطاقة الحضرية القائمة كمدخلات للطاقة المستخدمة، والتي يجب أن تكون أقل من المخرجات؛ وذلك لتقليل إستهلاك مصادر الطاقة الأحفورية بقدر الإمكان، والتي تعد أمراً ضرورياً لتحسين كفاءة الطاقة، حيث تشكل كفاءة أنظمة الطاقة خاصية فعالة، تعمل على زيادة قدرة المدن على التعامل مع المخاطر والأزمات، وذلك عن طريق ضمان توافر مميزات الصحة العامة والرفاهية والسلامة، والتيسير وجودة الحياة لعموم المواطنين، كما تدعم أنظمة مرونة المدن تعزيز إستخدامات الطاقات الطبيعية المتجددة والمتوافرة محلياً، وصولاً إلى طاقة أكثر موثوقية، وكلفة معقولة للجميع من لدن الحكومات المحلية، مما يقلل من التأثيرات المرتبطة بإنبعاثات غازات الدفيئة، المسببة للإحتباسات الحرارية الكونية. [17]

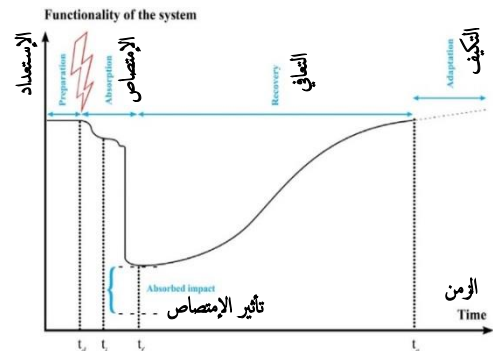
أداء الأنظمة، ويجب أن تكون هناك آليات وإستراتيجيات قابلة لصد تلك الأزمات، ويتيح مؤشر قابلية الإمتصاص للنظام على تقليل التأثيرات الإيجابية المحتملة للأزمات.

ج. مؤشر التعافي / الإسترداد (Recovery): هو وضع نهج لإدارة المخاطر لإعادة جميع عمليات الأنظمة ووظائفها إلى وضعها السابق، فقد يتم تسريع عملية الإسترداد إذا تم تنفيذ التخطيط والإستيعاب بشكل جيد.

د. مؤشر التكيف (Adaptation): أن يؤدي التكيف إلى تحسين شامل لحالة الأنظمة القائمة (مقارنة بظروف ما قبل الكارثة). مما يتبين أن عمليات التكيف الإضافية والصغيرة الحجم غير كافية، ويتطلب الأمر إلى التكيف التحويلي (adaptation transformative) الذي يمكن الأنظمة من التحول من أجل التنمية نحو تغيير مجال الاستقرار (الحالة الطبيعية) إلى مجال آخر.

يوضح الشكل (1) مخططاً إنسيابياً تصاعدياً نحو التكيف يوضح الخطوات المتسلسلة التي تتضمن تصعيد المؤشرات المشار إليها آنفاً، والتي إقترحها دراسة [9] وتؤكد على أن العملية التكيفية التي تنطوي على هذه المؤشرات الأربع، لا ينبغي عدها خطية وثابتة، كما يشير الشكل (2) إلى أهم مؤشرات المرونة الحضرية للمدن.

وظيفة النظام

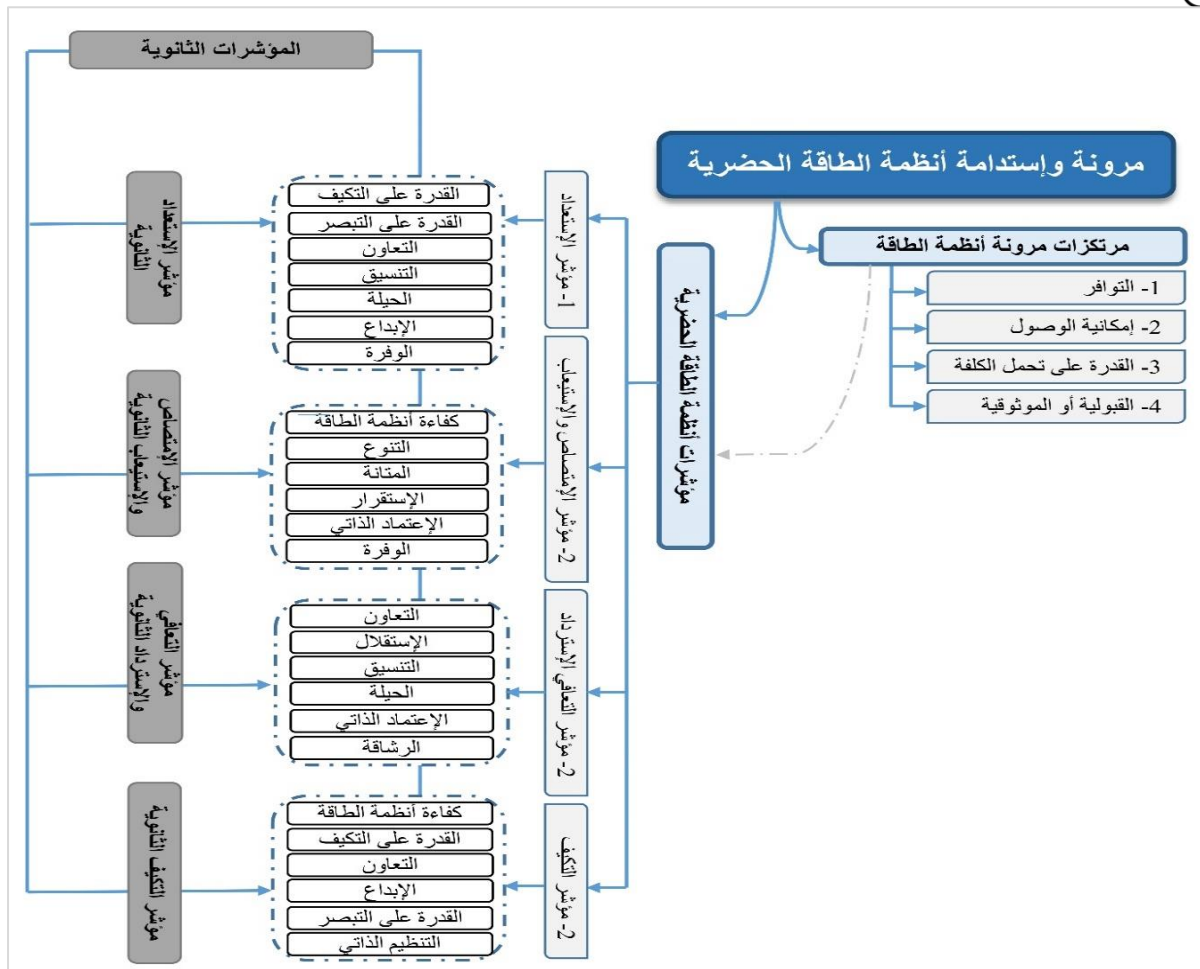


شكل (1): إنسيابية مؤشرات المرونة الأربعة التي تؤثر على المستوى الوظيفي لنظام ما قبل الحدث التخريبي وبعده. المصدر: [7]

يستخلص البحث مما أشير إليه إلى أن ضمان مؤشرات قدرة مرونة أنظمة الطاقة الحضرية الأربعة، سوف تعزز آلية سيطرة منظومات الطاقة الحضرية القائمة، مع ضمان الكشف المسبق عن أي أزمات محتملة، لمنع إنتشارها، وتشريع عملية الإسترداد لفاعلية منظوماتها.

6. تكامل مرتكزات المدينة المرنة في مجال قطاع الطاقة

ناقشت العديد من الأدبيات المرتكزات الأساس التي تعزز مرونة فاعلية وتكاملية أنظمة الطاقة الحضرية في المدن، ولعموم مؤشرات الأساسية والثانوية، ومن الجدير بالذكر أن معظم تلك المرتكزات لا تقتصر على أنظمة الطاقة حصراً، بل إنها مرتكزات للمرونة بصورة عامة، ويجب أن يمتلكها أي نظام مرّن، فضلاً عن أنها ليست متعارضة فيما بينها وغالباً ما تتداخل المرتكزات الأربعة لتكمل بعضها البعض، كما يوضحها الشكل (2)، حيث



شكل (3): المخطط الإنسيابي التكاملي المستخلص حول مركبات أنظمة الطاقة المرنة عبر مؤشراتنا الأساسية والثانوية. المصدر: تنظم الباحثة بالإعتماد على المصدر: [7]

٢,٧ خاصية المتانة (Robust)

المتانة هي قدرة الأنظمة على تصويب الخطأ عند مقاومة الأزمات سواء الطبيعية أو من جراء الخطأ أو التعمد البشري، دون أن تتضرر منظوماتها بشكل كبير، حيث تعد المتانة قوة فاعلة للأنظمة الحضرية المشتركة (system's strength)؛ ولتحمل إحتمالات الأزمات (الداخلية، والخارجية) وخاصة قصيرة المدى (المفاجئة) دون إحداث تدهور كبير في وظائف النظام الرئيسة على المدى البعيد. [10, pp. 23-92]

3.7 خاصية قابلية التكيف (Adaptability)

تعرف هذه الخاصية بأنها عملية ديناميكية ذاتية القدرة على البقاء والإستمرارية لعموم أنظمتها، وتعتمد على العديد من التغييرات والتحويلات التكيفية الآتية من أجل إستمرارية أنظمة الطاقة فيها داخل المناطق الحضرية؛ لأن صفة التكيف والتغيير الذاتي في الأنظمة الحضرية المختلفة للمدينة وخاصة أنظمة الطاقة، تعد صفة ملازمة للنظام، [11] مما تستدعي المراقبة الإلكترونية المسجّمة للتغييرات في النظام، وضمان تحقيق التوازن مع الظروف غير الطبيعية، والقدرة على الإستجابة السريعة من أجل تسهيل أبعاد (الفشل بصورة آمنة- safe-to-fail) وهي مفردة شائعة ضمن أدييات المرونة الحضرية، حيث تشير إلى توقع إحتمالية حدوث فشل ضمن النظام، مما يتم تصميمها وفق إستراتيجيات تعمل على تقليل مواطن الفشل والحد من إنتشارها. [12]

4.7 خاصية التكرار الإحتياطي (Redundancy)

تشير هذه الصفة المهمة إلى ضمان وجود مصدر إحتياطي مواكب للمنظومة مع مسارات بديلة فاعلة داخل البنية التحتية الأساس، في حالة تعطل أي عنصر- قائم ومهم في نظام الطاقة، والذي يتم فصله عن النظام لأغراض التعافي السريع حيث يكون لذلك النظام إمكانيات بديلة في مواجهة أي كارثة محتملة، وتشمل صفة التكرار الإحتياطي مجموعة عناصر قابلة للإستبدال (substitutable)، ذات وظائف متشابهة ومتداخلة في أنظمة الطاقة الحضرية القائمة؛ للتأكد من أن حالة فشل أحد الأنظمة لن يتسبب في توقف الأنظمة الأخرى، إلا أنه من سلبيات خاصية التكرار الإحتياطي هو فرض كلفة كبيرة على الأنظمة القائمة، والشبكة الزائدة عن الحاجة قد تؤدي إلى إرتفاع الكلفة الإجمالية، وتعتمد عادة مرونة أنظمة الطاقة الحضرية إعتاداً كبيراً على مستوى التكرار الحلقى بمشاركة الطاقات الطبيعية، حيث تحتاج أي مدينة كبيرة إلى توافر كميات كافية من مدخلات مصادر الطاقات المتجددة(الفاعلة، والمنفوعة). [7]

٥,٧ خاصية التنوع (Diversity)

يعد تنوع العناصر المتاحة سمة من سمات تميز الأنظمة المرنة، وإستمرارية فاعليتها، مما يضمن ديمومة خدماتها، حيث يشير التنوع إلى تعدد الوظائف داخل محطات الطاقة، فضلاً عن ذلك فإن التشغيل المتزامن لعدد من

مدخلات الطاقات المتجددة، والذي يعد أيضاً محمداً أساسياً في مفهوم إعادة الاستقرار، ويضمن إستراتيجية التوليد والنقل والتوزيع بأقل الكلف. [7]

10.7 خاصية الإنصاف الإجتماعي (Equity)

الإنصاف الإجتماعي مفهوم واسع في تقويم مرونة المدينة، والتي تشكل سبباً مركزياً في ظهور نقاط ضعف المدن وعدم عدالة توزيع المصادر الطبيعية الناضبة والمتجددة ضمن الشبكات المجتمعية ومنظوماتها الإرتكازية المختلفة؛ لذلك تلعب هذه الصفة دوراً حاسماً في تحقيق وتشكيل مرونة المدينة عن طريق ضمان التوزيع العادل لمصادر الطاقة بأنواعها في المجتمع المستفيد، وتعزيز القدرة الإجتماعية على إستيعاب الضغوط غير المتوقعة والتعافي منها، وأن التوزيع الأكثر إنصافاً للطاقة من شأنه أن يؤدي إلى تحسين جودة البيئة من ناحيتين: [14]

أولاً: يجب أن يعمل التخطيط المركزي على التوزيع العادل لخدمات الطاقة لعموم الساكنين؛ وذلك لضمان حصول جميع السكان في المناطق الحضرية على خدماتهم الإرتكازية للبنى التحتية والإجتماعية.

ثانياً: تهدف العدالة إلى ضمان عدم تحمل الفقراء وذوي الدخل المحدود أي تبعات تعجزية لإمكانياتهم المادية.

لذا تستلزم مرونة الطاقة ضمان عادل في (توزيع وإنتاج ونقل الطاقة) لعموم المواطنين، فضلاً عن مراعاة قضايا السلامة في جميع مراحل العملية الإنتاجية، مع محاولة إستبعاد أي حمل تعجزية عن كاهل شريحة الفقراء وذوي الدخل المحدود، كما قد تتحقق فاعلية بعض الخصائص ضمن محددات زمنية كما يأتي:

- أ. خصائص فاعلة قبل حدوث الأزمات: وهي خصائص أنظمة الطاقة الحضرية التي تتضح فاعلية تأثيرها قبل حدوث الأزمة؛ وذلك عن طريق تقليل إحتالية حدوث الأزمات أو الكارثة، كما تشمل التدابير الإحترازية التي تعزز من التنبؤ والتأهب في مواجهة المخاطر المحتملة.
- ب. خصائص فاعلة أثناء حدوث الأزمات: وهي خصائص أنظمة الطاقة الحضرية التي تتضح فاعلية تأثيرها في الإستجابة المباشرة أثناء حدوث الأزمات، مثل الخصائص التي تحقق خاصية ضمان المتانة.
- ج. خصائص فاعلة بعد حدوث الأزمات: وهي خصائص أنظمة الطاقة الحضرية التي تتضح فاعلية تأثيرها بعد حدوث الأزمات؛ وذلك عن طريق الحد من عواقب الأزمة مثل خاصية إعادة التكييف. [12]

الأنظمة في آن واحد بالتأكد سوف يقلل الأحمال الإيجابية بأقل مدخلات مطلوبة، ومن ثم يقل الضغط على عموم منظومة الطاقة. [12]

٦,٧ خاصية الإتصالية (Connectivity)

تعد خاصية الإتصالية المرنة (الإمدادات) ما بين المنظومات الطاقة المختلفة الأساس في تسهيل تدفق الطاقة المختلفة داخل أنظمة ذات الشبكات المنفصلة، (الطاقة الكهربائية، والتكييف، والتغذية المائية، والصرف الصحي... إلخ)، والتي تعد بدورها ضماناً أكيداً لسرعة التعافي بعد الأزمات. حيث عمل المنظومة ذات الإتصالية المنخفضة والضعيفة، ما بين الشبكات، يمكن أن تشكل النقاط فشل متعدد في عموم النظام، مما يجعلها عرضة للضعف لبعض وظائف الأنظمة المتاحة؛ لذلك يفضل وجود الشبكات ذات العقد المنفصلة القابلة للتبديل والإستحداث، والتي تدار عبر الدوائر الإحتياطية المتكررة، والتي تحافظ على ديمومة الإتصالية بعد التعرض للأزمة والمخاطر، وعلى أن تكون المنظومة قادرة على إنشاء عقد جديدة عند الحاجة، لضمان ديمومة عمل النظام. [7]

٧,٧ خاصية التثبيط أو التقييس (Modularity)

يسمح التثبيط الموديولي للنظام بإعادة تشكيل الأنظمة عند حدوث الأزمات، وهذا يمنع حدوث الفشل الحاصل في جزء من الأنظمة من التعاقب بشكل كبير عبر الأنظمة ككل، وتمتلك الأنظمة المرنة بنية تحتية ممطبة متنوعة ذات إستقلالية هيكلية ووظيفياً، ولكنها بسيطة في جوهرها، وتكون عموم مفاصلها المخططة (آمنة من الفشل - Fail-to-Safe) أو عدم التعاقب عبر الأنظمة ككل ودون أن تؤثر على وظيفة بقية العناصر، وتعزز من فاعلية التغذية الإستراتيجية للنظام دورياً. [12]

٨,٧ خاصية التعاون (Collaboration)

تشمل المشاركة الفعالة لمجموعة واسعة من أصحاب المصلحة في عملية التخطيط التعاوني وصنع القرار، مما يعزز مرونة الأنظمة في الإستجابة للأزمات، إستناداً للظروف المحلية، ويساعد التعاون في التغلب على الحواجز المحتملة، ويعزز إستغلال الطاقات الطبيعية المتوافرة محلياً، ويعمل على تأمين طاقة مرنة، منخفضة إنبعاثات غازات الدفيئة والتلوث وواسعة في إستخدام الطاقات المتجددة (الفاعلة، والمنفصلة)؛ لذلك من الضروري فهم أهمية خاصية التعاون وتعزيز (التطور المشترك - co-evolution) ما بين الساكنين والمستهلكين وأصحاب القرار، والتي تحقق أهداف المشاركة والتعاون بين محطات إنتاج الطاقة المتجددة والناضبة والترابط بينها؛ لجعل الإمدادات بين شبكات الطاقة ممكنة وسهلة. [7]

9.7 خاصية الإستقرار ما بعد الحدث (Stability)

هو القدرة على العودة إلى التوازن الأصلي، والمرغوب فيه، بعد حدوث الأزمات، ويمثل الإستقرار قدرة أنظمة الطاقة على التعامل مع تلك الأزمات والمخاطر وخاصة طويلة المدى، مع الحفاظ على عمليات الأنظمة الأساس والعودة بسرعة إلى الأداء الطبيعي، إذ أن صفة الإستقرار تجعل النظام ذو ثقة عالية، ويعمل بشكل دائم وبصورة مرضية، [13, p. 87-98] وكلما كان العائد أسرع كان الإستقرار أفضل، ومع ذلك فإن مفهوم الإستقرار عادة لا يأخذ في الحسبان التطور التكنولوجي المبتكر، والمستمتر للنظام، وخاصة في

جدول (1): المرتكزات التخصصية للمدينة المرنة ومؤشراتها المحتملة. المصدر [15]: بالإشارة إلى شركة (Arup): هي شركة بريطانية في إدارة المشاريع، تقدم ا- التخطيطية والتصميمية المعمارية والإستشارات لجميع جوانب البيئة المبنية منذ العام (١٩٤٦)، وحول العالم.

١	لكان: (الصحة، والرفاهية) People: Health & well-being	لوقف: (البنية التحتية، والبيئة) place: Infrastructure & environment
٢	١. التقليل من الإضطرابات البشرية مثل: (الإرهاب، والحوادث المتعمدة). ٢. رفع جودة الحياة والرفاهية للسكان. ٣. ضمانات كافية حياة المواطن وصحته.	٤. تقليل التعرض للإضطرابات الطبيعية وضعف أنظمة البنية التحتية الإرتكازية. ٥. إستمرارية إمدادات البنية التحتية الحيوية (الإجتماعية). ٦. الإعتماد على الإتصالات الرقمية والنقل المتجدد.
٣	مرتكز المستويات: (المستوى الإجتماعي، والإقتصادي) Organization: society, economy	مرتكز التخطيط / المعرفة: (الحوكمة، والستراتيجية) Knowledge: Leadership & Strategy
٣	٧. إشراك السكان والهوية المجتمعية. ٨. الإستقرار الإجتماعي والأمن والأمان. ٩. توافر المصادر الإقتصادية ورصيد الطوارئ.	١٠. فعالية السياسات وإدارة المدن. ١١. تمكين أصحاب القرار (البلديات) والشركات. ١٢. تخطيط التنمية الحضرية المتكاملة للمدن.

٨. مصفوفة مقترحة لمرونة الطاقة الحضرية

كما حاول البحث حصر مجموعة المفردات والمؤشرات التقييمية المناسبة لواقع المدن العراقية، وفي نطاق محدود، ومخصص لإحتياجات المدينة الأساسية، ودعم سبل المعيشة لسكانها، وإدارة البنية التحتية الحيوية والإدارة البيئية فيها، شاملاً تقويم عموم المخطط الحضري الأساس للمدينة. كما تم الإستفادة في هذا المجال من بعض طروحات شركة (Arup)* والمشار إليها في المصدر [15]، والتي سلطت الضوء على بعض المرتكزات التخصصية للمدينة المرنة، ومؤشراتها المحتملة، وكما مشار إليه في جدول (١).
ما تقدم يلحظ أن هناك محاولات عديدة لجعل ما هو غير كمي في المصفوفة مؤشراً تقويمياً كميّاً قابلاً للإحصاء والتحليل، ومحاولة التوصل إلى نتائج كمية عن طريق أساليب إحصائية، ويعد الإستثناس بأراء بعض المختصين في هذا المجال، والذي أدى إلى إستخلاص جدولة تقويمية- إحصائية محلية، شملت عموم خصائص المدن المرنة التي تم الإشارة إليها في هذا البحث وحسب جدول (٢).

يستخلص البحث من عموم البحوث والمصادر المشار إليها، مصفوفة لتقويم مرونة الطاقة الحضرية للمدن القائمة أو المقترحة أو قيد الإنشاء، حيث من الضروري خضوعها إلى مصفوفة تقويمية تشمل مرتكزات التخطيط والتصميم المختلفة للمدن القائمة، والمتعلقة بإمدادات الطاقة ونقلها وتوزيعها في عموم المناطق الحضرية، حيث تشكل المصفوفة المقترحة من مجموعة المرتكزات التي تتعلق بجوانب البنية التحتية للمدينة، وإدارة المصادر الطبيعية فيها، والإدارة الحضرية، والمجتمعية والسلوكية، ويتألف كل مرتكز من مؤشرات أساسية، والتي بدورها تحوي على مؤشرات ثانوية، كمحاولة للوصول إلى جدولة تقويمية- إحصائية، لخصائص مرونة الطاقة الحضرية للمدن القائمة، وإعتادها كمسطرة قياس تقويمية.

جدول (٢): مستخلص المرتكزات والمؤشرات التقييمية- التحليلية والإحصائية لمرونة وإستدامة أنظمة الطاقة الحضرية في المدن القائمة أو المقترحة أو قيد التنفيذ. / المصدر: إعداد الباحثين .

ت	المرتكزات الأساسية ومؤشراتها التقويمية- الإحصائية	الرمز	نتائج التقويم				
			ضعيف 1	مقبول 2	متوسط 3	جيد 4	جيد جداً 5
أولاً	كفاءة أنظمة الطاقة (Energy efficiency)	A					
1-1	القدرة على التعامل مع المخاطر.	1-A					
2-1	كلف ميسرة لعموم المواطنين.	2-A					
3-1	تعظيم إستخدامات الطاقات المتجددة.	3-A					
4-1	تخفيف الضغط على شبكات إمدادات الطاقة المحلية القائمة.	4-A					
5-1	ضمان توليد الطاقة عن طريق منظومة مشتركة ثنائية أو ثلاثية.	5-A					
6-1	قرب شبكات الطاقة من مواقع الإستخدام.	6-A					
7-1	ضمان المصادر الإحتياطية لإنتاج الطاقة.	7-A					
	درجة التقويم العظمى ل (أولاً)	35					
ثانياً	المتانة (Robust):	B					
1-2	القدرة على تصويب الخطأ البشري دون أن تتضرر المنظومة.	1-B					
2-2	تكامل وتوازن أنظمة الطاقة مع الأنظمة الحضرية للمدينة.	2-B					



				3-B	متانة وقدرة النظام على تحمل الأزمات الإنسانية والطبيعية.	3-2
				4-B	السيطرة على الأزمات قصيرة وبعيدة المدى، بدون الخلل في الوظائف.	4-2
				20	درجة التقييم العظمى لـ (ثانياً)	
				C	قابلية التكيف (Adaptability):	ثالثاً
				1-C	قابلية الحفاظ على بقاء واستمرارية أنظمة الطاقة.	1-3
				2-C	المراقبة الإلكترونية المستمرة لحالات التغيير في النظام.	2-3
				3-C	القدرة على الإستجابة السريعة في تسهيل احتمالات الفشل.	3-3
				4-C	قابلية التحول الذاتي نحو تناوب المنظومة لإغراض التوليد والنقل.	4-3
				5-C	تعظيم إمكانيات الطاقات المتجددة (الفاعلة، والمنفصلة) للمواقع الخارجية وفضاءات الأبنية الداخلية.	5-3
				25	درجة التقييم العظمى لـ (ثالثاً)	
				D	التكرار الإحتياطي (Redundancy):	رابعاً
				1-D	ضمان المصادر الإحتياطية المأوكدة والبدلية في حالة العطل.	1-4
				2-D	فصل العطل عن بقية أجزاء المنظومة.	2-4
				3-D	ضمان التعافي السريع للأعطال، والعودة إلى الوظائف السابقة.	3-4
				4-D	التعلم من الأعطال السابقة والقدرة على توظيفها داخل النظام.	4-4
				5-D	تعظيم مستوى التكرار الحلقى وتعزيز مدخلات الطاقات المتجددة.	5-4
				25	درجة التقييم العظمى لـ (رابعاً)	
				E	التنوع (Diversity) / (أو التوافق):	خامساً
				1-E	تأمين وظائف متعددة داخل محطات الطاقة.	1-5
				2-E	تنوع العناصر المتاحة وديمومة خدماتها.	2-5
				3-E	ضمان أقل المدخلات المطلوبة لتوليد ونقل الطاقة.	3-5
				4-E	التشغيل المتزامن لعدد من الأنظمة يقلل من الأحمال الإجمالية.	4-5
				4-E	التشغيل المتزامن لعدد من الأنظمة يقلل من الأحمال الإجمالية.	4-5
				5-E	التنوع في إستغلال بدائل الطاقات المتجددة.	5-5
				25	درجة التقييم العظمى لـ (خامساً)	
				F	الإتصالية (Connectivity) أو (إمكانية الوصول)	سادساً
				1-F	سهولة تدفق الطاقات المختلفة داخل أنظمة النظام.	1-6
				2-F	وجود شبكات مفصلية، كهربائية، وحرارية، ومائية، وصحية، ذات دوائر إحتياطية متكررة.	2-6
				3-F	إمكانية المنظومة إستحداث عقد مفصلية عند الحاجة.	3-6
				15	درجة التقييم العظمى لـ (سادساً)	
				H	التنميط / التقييس (Modularity):	سابعاً
				1-H	إعتماد التقييس المودلولي لعموم محطات نظم الطاقة الفاعلة.	1-7
				2-H	ترتبط الوحدات المنمطة للمحطات مع بعضها إرتباطاً مفصلياً.	2-7
				3-H	تعد كل محطة منمطة ذات إستقلالية هيكلية ووظيفياً.	3-7
				4-H	يجمع التنميط حدوث أي فشل في جزء من الأنظمة من التعاقب عبر الأنظمة ككل.	4-7
				20	درجة التقييم العظمى لـ (سابعاً)	
				K	التعاون (Collaboration):	ثامناً
				1-K	تعزيز إستغلال الطاقات الطبيعية المتجددة (الفاعلة، والمنفصلة).	1-8
				2-K	تأمين طاقة مرنة منخفضة إنبعاثات غازات الدفينة والتلوث.	2-8
				3-K	تعزيز التعاون المشترك ما بين الساكنين والمستثمرين وأصحاب القرار.	3-8
				15	درجة التقييم العظمى لـ (ثامناً)	
				M	الإستقرار (Stability):	تاسعاً
				1-M	القدرة على العودة إلى التوازن الأصلي للمنظومة بعد الحدث.	1-9
				2-M	قدرة أنظمة الطاقة على التعامل مع الأزمات والمخاطر بعيدة المدى.	2-9
				3-M	القدرة على تتبع التطور التقني المتكرر في مجال تقليل إستهلاك الطاقة.	3-9
				4-M	القدرة على تعظيم إستخدامات الطاقة المتجددة (الفاعلة، والمنفصلة)	4-9

				5-M	القدرة على تقليل حجم الاستهلاك المعيشي للطاقة لتقليل الزخم على الأنظمة القائمة.	5-9
				25	درجة التقييم العظمى ل (تاسعاً)	
				P	الإصاف الاجتماعي (Equity):	عاشراً
				1-P	عدالة توزيع المصادر الناضبة والمتجددة لعموم الشبكات المجتمعية.	1-10
				2-P	القدرة على تحمل الكلف وتسيرها للشرائح المتوسطة والفقيرة.	2-10
				3-P	القدرة على إستيعاب الضغوط البيئية غير المتوقعة.	3-10
				4-P	القدرة على السيطرة على ظاهرة النمو السكاني المتصاعد والهجرة.	4-10
				20	درجة التقييم العظمى ل (عاشراً)	
				225	درجة التقييم العظمى الإجمالية لعموم المرتكزات ومؤشراتها	

ملاحظات:

- تم تشخيص وإستخلاص المرتكزات الأساسية ومؤشراتها التقييمية المرنة وإستدامة أنظمة الطاقة الحضرية في المدن، إستناداً إلى مجموعة من الدراسات والبحوث التخصصية، التي إستعرضها البحث الحالي، فضلاً عن الإستئناس بأراء بعض المعنيين والمختصين في جامعات وبعض مؤسسات الدولة العراقية في مجال البيئة والطاقة.
 - التقييم يحدد من قبل الباحثين حصراً، بعد إطلاعهم على التوصيف المفصل للمشاريع المختارة للتقييم أو عبر الزيارات الميدانية والإستطلاع المباشر للحالة الراهنة، أو عن طريق إعتقاد الجدولة التقييمية لإستبانة مع معلومات توزع على المستفيدين ضمن المشاريع القائمة.
 - إن عملية تنفيذ عموم مرتكزات التقييم الإحصائي ومؤشراته الأساسية المشار إليها في الجدول (٢)، قد تكون صعبة لبعض المواقع المحلية، فضلاً عن أنها مكلفة للغاية، وربما لا يمكن تحقيق بعض مؤشراتها في الوقت الراهن، وخاصة بالنسبة لبعض شرائح الفقيرة أو حتى المتوسطة، لذا يقترح البحث الحالي إعتقاد أسلوب التقييم حسب جدول (٣).
 - جميع الأوزان التقييمية- الإحصائية التي إعمدها الدراسة الحالية للمرتكزات الأساسية إختلفت في أوزانها التقييمية، نسبة إلى عدد المؤشرات الفاعلة التي تم تشخيصها للأغراض المحلية- العراقية. آخذين بالحسبان الإمكانيات المحلية الراهنة في أسلوب إستخلاص نتائج التقييم الإحصائي الإجمالية للمواقع العراقية التي تخضع للتقييم خلال المرحلة الحالية، وهي قابلة للتصعيد مرحلياً.
- جدول (٣): يحدد أسلوب التقييم الإحصائي للمواقع المحلية / المصدر: الباحثين.
- | نسبة النقاط المستخلصة إلى درجة التقييم العظمى | درجة التقييم |
|---|--------------|
| ٨٠٪ - ١٠٠٪ | إمتياز |
| ٧٠٪ - ٧٩٪ | جيد جداً |
| ٦٠٪ - ٦٩٪ | جيد |
| ٥٠٪ - ٥٩٪ | مقبول |
| ما دون ٥٠٪ | ضعيف |

٧. الإستنتاجات

- تم إستخلاص إستنتاجات البحث الحالي، حول تشخيص فاعلية مرتكزات ومؤشرات المدينة المرنة للواقع العمراني المحلي، إستناداً إلى نتائج الإطار النظري الموسع الذي عمل عليه الباحث، أثناء إعداد دراسة الماجستير الموسومة " أثر الطاقة المتجددة في تعزيز المرونة الحضرية في العراق " جامعة النهرين- قسم هندسة العارة- ٢٠٢٢ .
- فضلاً عن الإستئناس بأراء مجموعة من المختصين في جامعتنا ومؤسستنا العراقية، في مجال البيئة والطاقة.
- كما أجريت الدراسة أفة الذكر تطبيقاً لمجموعة مواقع عالمية وعربية ومحلية (أربعة عالمية، وإثنان عربية، وإثنان محلية)، ونظراً لمحدودة حجم البحث الحالي، لم يتم التطرق إليها، ويمكن الإشارة إليها في بحوث مستقبلية ان شاء الله.
- معظم شبكات الطاقة الناضبة تعتمد على بعض محطات الطاقة البعيدة والكبيرة، والتي يمكنها إنتاج الطاقة حسب زيادة الطلب عليها، والسؤال الحاسم في الطروحات المعاصرة هو كيفية زيادة حصة مشاركة المصادر الطبيعية المتجددة في منظومات محطات الطاقة الناضبة، ومحاولة جعل مشاركتها لا تقل عن (٢٠٪) من عموم الطاقة المتوافرة كمصادر طبيعية مستقرة؛ وذلك لإستكمال متطلبات الطاقة اللازمة بشكل أساس، علماً إن الأقلال عن إستغلال مصادر الطاقة المتجددة أصبح أمراً مستحيلًا، وغير متوافق مع حجم التوليد (الامدادات) والطلب الحالي للطاقة؛ لأن الإتجاه المعاصر نحو إنشاء شبكات ذكية متجددة، أصبحت توافر رؤى مثيرة للإهتمام بشأن هذه المسألة. والهدف الضمني لهذه الأساليب الذكية المتجددة هو تحسين المرونة الكلية للأنظمة الحضرية للمدينة.
- مع تزايد مشكلات التغيرات البيئية والأزمات الأخرى، والتي من المحتمل أن تتعرض لها المناطق الحضرية في السنوات المقبلة، تزداد أهمية مرونة أنظمة الطاقة.
- شملت الدراسة الإستقصائية لمجموعة البحوث والدراسات المشار إليها في البحث، أبعاد المرونة المتعلقة بالإستدامة وقدرات المرونة وخصائص المرونة؛ للحفاظ على (التوافر، وإمكانية الوصول، والقدرة على تحمل الكلفة، والمقبولية)، بوصفها الأبعاد الأربع للمرونة، ويجب أن يكون النظام قادراً على (التخطيط، والإستيعاب، والتعافي، والتكيف) وبشكل أكثر نجاحاً مع المخاطر بمرور الوقت، كما تم الإعتداد على

المواقع الحضرية من الأزمات الآتية فحسب، بل أن تخضع إلى إستراتيجيات مرنة تتكيف مع البيئة المحيطة في المستقبل.

■ تشير قدرة مرونة الأنظمة على (المقاومة، والتعافي، والتكيف، والإستجابة، والإستعداد) لإستبعاد المخاطر ونقاط الضعف المحتملة، لذا تعد المرونة تحدياً معقداً ومتعدد الأبعاد للتخطيط الحضري، ويعتمد مفهوم المرونة الحضرية على قابلية نظمه التكيفية، وتطوير طرائق مبتكرة لتقويم الضعف الحضري أو لتشخيص الأزمات والكوارث والإستجابة لها، ومحاولة تحديد وعرض الإستراتيجيات والخصائص والجوانب المختصة لمعالجة نقاط الضعف فيها.

■ وبناء على ذلك تم وضع عدد من البنود فيما يخص تقويم البنى التحتية الإرتكازية:

1. إدراج إستراتيجيات منهجية تراعي إحتالات التعرض للمخاطر والضعف المتوقعة، وذلك ضمن عمليات التخطيط والتصميم الخاصة بالبنية التحتية.

2. إشراك الأوساط المجتمعية المتنوعة والمعنية في عملية التخطيط في قرارات التقويم والمراقبة لعموم المنظومة الحضرية.

3. تضمين الجماعات السكانية الضعيفة ضمن رؤية المدينة المرنة، وتأمين حصولهم على كامل الحقوق المدنية.

4. تقويم وبناء أنظمة الطاقة المرنة بناءً على الجوانب (البيئية، والإجتماعية، والإقتصادية) طويلة المدى، فضلاً عن قدرتها على تحمل الأزمات قصيرة المدى.

5. إدراك مفهوم البنية التحتية المرنة من حيث قدرتها على التكيف مع التحديات الجديدة وغير المتوقعة في المستقبل.

8. المصادر

- [1] J. Rogelj, . M. den Elzen and H. ohne , "Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2°C.", 2016. http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13307/1/nature183_07_proof1.pdf
- [2] S. Gößling-Reisemann, "Resilience – Preparing Energy Systems for the Unexpected," in *IRGC (2016) Resource Guide on Resilience.*, Bremen, Faculty of Production Engineering; Institute for Advanced Energy Systems; Sustainability Research Center (artec), University of Bremen, 2016, p. 8. <https://irgc.org/wp-content/uploads/2016/08/G%C3%B6ssling-Reisemann-Resilience-Preparing-Energy-Systems-for-the-Unexpected-2.pdf>
- [3] C. Holling, "Resilience and stability of ecological systems.," Annual Rev Ecol System, Lewes Pound, 1973. https://www.zoology.ubc.ca/bdg/pdfs_bdg/2013/Holling%201973.pdf
- [4] UNISDR, "International Strategy for Disaster Reduction (2010). Making cities resilient: My city is getting ready," World Disaster Reduction Campaign., 2010.

تشخيص عشرة خصائص تتراوح من (كفاءة أنظمة الطاقة إلى الإنصاف الإجتماعي)، إذ يعد الإمتثال لهذه الخصائص ضرورياً لتعزيز مرونة أنظمة الطاقة الحضرية للمدن القائمة أو قيد الإنشاء، واعتمدت من قبل الباحثة كسطرة قياس تقويمي للمدن القائمة محلياً وعربياً ودولياً.

■ كما أشار الإطار النظري إلى العلاقة التكاملية لمنظومة الطاقة الحضرية المرنة في المدن، حيث مرتكزاتها الأساسية الأربعة (التوافر، سهولة الوصول، تحمل الكلف، المقبولية)، والتي تعد ذات علاقة تكاملية وثيقة بالقدرات التقويمية الأربعة (الإستعداد، ثم الإستيعاب، ثم التكيف، وصولاً إلى التعافي)، والتي يجب أن تحسب تدابيرها في وقت مبكر من عملية التخطيط، ولإرتباطها الوثيق مع الخصائص العشرة لمرونة الطاقة، والتي شغصت في هذا البحث وهي: (كفاءة أنظمة الطاقة، والمتانة، وقابلية التكيف، والتكرار الإحتياطي، والتنوع، والإتصالية، والتنميط، والتعاون، والإستقرار، والإنصاف)، والتي شملت مجموعة مؤشرات تعد الأساس للعملية التقويمية-الإحصائية التحليلية.

■ أن عموم المرتكزات والمؤشرات تعمل على تحسن فرص التخفيف على المدى المتوسط والبعيد، وتحقق إحتالات التكيف مع إحتالات التغيير البيئي؛ مما تعزز مبدأ المرونة البيئية المستدامة للمدينة.

■ يمكن إستغلال نتائج التقويم الإحصائي والتحليلي لمواقع المدن العراقية المقامة أو المستحدثة أو قيد التنفيذ؛ لأغراض طرح بدائل لأدوات التقويم المرنة للطاقة الحضرية للمدن القائمة؛ وذلك عن طريق ثلاثة أهداف رئيسية هي:

أولاً: تشخيص الخلل في المنظومة.

ثانياً: طرح البديل حول التعافي من الخلل.

ثالثاً: تقديم الإرشادات التطويرية المستقبلية، والتي يمكن إعتادها من قبل المخططين والمصممين وصانعي القرار السياسي.

8. التوصيات

■ يكتسب التفكير بالنظام المرنة للمدن عموماً تقدماً سريعاً في الأدبيات السابقة، إذ أصبحت المدن المعاصرة أكثر عرضة للخطر بشكل ملحوظ من ذي قبل، وتواجه أزمات وكوارث مختلفة، كما تعد مرونة الطاقة الحضرية مجالاً ناشئاً ضمن السياق الأوسع للمرونة الحضرية، وعلى الرغم من أن المدن الحضرية تستهلك معظم الطاقة المنتجة العالمية، إلا أن طرح مرونة الطاقة في أدبيات الدراسات الحضرية محدودة للغاية؛ لذلك أصبحت مرونة الطاقة الحضرية موضوعاً محمياً يجب طرحه، حيث أن المرونة مفهوماً إستراتيجياً معقداً وديناميكياً وغير خطي يقوم على فكرة الشبكات والتجديد الناتي والبقاء؛ للتعامل مع الضعف الحضري أمام الأحداث غير المتوقعة والأزمات المفاجئة.

■ المرونة الحضرية ليست حالة ثابتة؛ لأن المدن الحضرية لا تستطيع القضاء على جميع المخاطر التي تتعرض لها، بدلاً من ذلك فإن زيادة مؤشرات فاعلية المرونة تعد عملية مستمرة لتقويم المخاطر الآتية والمستقبلية وتتطلب إتخاذ خطوات إستباقية؛ للتخفيف من تأثير الأزمات (قبل، وأثناء، وبعد) حدوثها، وليس الهدف هو أن تنجو



- 2010.http://www.nusap.net/downloads/Wardeker_ea_2010_TFS.pdf
- [13] S. A. Ragheb, . H. . M. Ayad and R. A. Galil, "An Energy-Resilient City, An Appraisal Matrix for the Built Environment," Department of Architecture Engineering and Environmental Design, College of Engineering, AAST, Egypt, Alexandria University, Egypt, 2017.<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/SDP17/SDP17058FU1.pdf>
- [14] G. Mutani و V. Todeschi, "Energy Resilience, Vulnerability and Risk in Urban Spaces "Journal of Sustainable Development of Energy, Water, 6(4)2018, p694.
<https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d6.0203>
- [15] V. M. Nik, A. Perera and D. Chen, "Towards climate resilient urban energy systems: a review," Sweden, Division of Building Physics, Department of Building and Environmental University, Lund, 2020, pp. 1-18.
<https://pdfs.semanticscholar.org/5634/d1abaf9557108c1b101c8ee9103dbce7c134.pdf?ga=2.20426744.1784358243.1642003942-593872687.1629368660>
- [16] D. Ribeiro, . E. Mackres, R. Cluett, M. Jarrett, M. Kelly and S. Vaidyanathan, "Enhancing Community Resilience through Energy Efficiency," American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 2015.
<https://eecoordinator.info/wp-content/uploads/2016/06/Community-Resiliency-EE.pdf>
- [17] R. Gibson, "Sustainability Assessment: basic components of a practical approach.," Impact Assess Project Appraisal, 2006.
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3152/147154606781765147>
- [18] Y. Jabareen, "Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk," 2013.
<https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/255.pdf>
- [19] K. C. Desouza and T. H. Flanery, "Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework," 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.003>
- [20] زبار، د. س. ، الخصائص الشكلية لمرونة النظام الحضري، بغداد: كلية الهندسة- جامعة النهرين، رسالة ماجستير (٢٠١٩).
- [5] L. Yanling and B. Zhaohong, "Study on the Resilience of the Integrated Energy System," 2016.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1876610216314783?token=3590656B40919A6288D4FA655CF14552516D8812CA038F8EF5595EFB786090C260EE6C7B30E33540FFDD9268999CB6E&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220514103904>
- [6] G. Mutani and V. Todeschi, "Energy Resilience, Vulnerability and Risk in Urban Spaces," Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, p. 16, 2018.
<https://hrcak.srce.hr/file/307480>
- [7] A. Sharifi and Y. Yamagata, "Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review," 2016.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S136403211600263X?token=A2090DE6A621EE14421B5D5BB26CFA6B919771B908868751AE2A863362AC6DAFA109FFDED60C7348A3358F3842D4883&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220112162423>
- [8] J. Keirstead, M. Jennings and A. Sivakumar , "A review of urban energy system models: approaches, challenges and opportunities.," Renew Sustain Energy, 2012.
<https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/10206/4/review.pdf>
- [9] I. Linkov ،T. Bridges ،F. Creutzig ،J. Decker ،Cate FoxLent ،W. Kröger ،J. H. Lambert ،A. Levermann ،B. Montreuil ،J. Nathwani ،R. Nyer ،O. Renn ،B. Scharte ،A. Scheffler ،M. Schreurs و T. T. Clemen ،"Resilience management goes beyond risk management to address the complexities of large integrated systems and the uncertainty of future threats, especially those associated with climate change." Engineer Research and Development Center, Environmental Laboratory ،Massachusetts, USA ، 2014.
- [10] J. V. Nostrand ،"Keeping the lights on during superstorm sandy :climate change and adaptation and the resiliency benefits of distributed generation." NYU ،USA ،2015.
https://www.nyuelj.org/wp-content/uploads/2015/09/VanNostrand_ready_for_website_1.pdf
- [11] G. Mavromatidis, K. Orehounig and J. Carmeliet, " A review of uncertainty characterisation approaches for the optimal design of distributed energy systems.," Renew Sustain Energy, 2018.
- [12] A. Wardekker, A. d. Jong, J. . M. Knoop and J. P. van der Sluijs, "Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes," Department of Science, Technology and Society, Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation, Utrecht University, Heidelberglaan, Utrecht, The Netherlands,