HNSJ Humanities & Natural Sciences Journal
ISSN: (e) 2709-0833
www.hnjournal.net

مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية
مجلة علمية محكمة (التصنيف: NSP)
معامل التأثير للعام 2022 = 4.91

عنوان البحث

الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية في البلديات

قصي زايد علي المعايطة[1]

[1] وزارة الإدارة المحلية، بلدية الكرك الكبرى، الأردن.

HNSJ, 2024, 5(3); https://doi.org/10.53796/hnsj53/25

تاريخ النشر: 2024/03/01م تاريخ القبول: 2024/02/15م

المستخلص

هدفت الدراسة إلى التعرف إلى الهندسة الخضراء وتحسين جودة البيئة المحلية في البلديات، وقد تناولت الدراسة الهندسة الخضراء التي تعمل على تقليل التلوث وتحدد المخاوف المحتملة بشأن النفايات وتقلل من احتمالية حدوث هذه المشكلات من خلال إدارة المواد بشكل منظم ، ومنع التلوث، وتخطيط استخدام الأراضي، وتخطيط المد ، وحماية صحة الإنسان، وتحسين جودة الحياة والإنتاجية ، وبينت الدراسة بان اهمية الهندسة الخضراء تبرز بشكل واضح من خلال تطبيق أنظمة معالجة المياه، وأنظمة الطاقة النظيفة والفعالة وتعزيز مصادر الإضاءة الذكية والتحكم في المناخ، واستخدام البناء البديلة.

اعتمدت الدراسة المنهجَ الوصفي التحليلي باعتباره من أكثرِ المناهج استخداماً في دراسة الظواهر الاجتماعية الإنسانية ، حيث يعد المنهج الوصفي أداة وطريقة لتحليل ووصف بيان أهمية الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية في البلديات.

وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات والنتائج ، وقد أكدت الدراسة ان الهندسة الخضراء أسهمت في التقليل من التلوث وتعزيز الاستدامة وتقليل من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة دون التضحية بالجدوى الاقتصادية والكفاءة. وأوصت الدراسة بان على البلديات ان الهندسة الخضراء تسهم في تحسين البيئة من خلال تطوير وتنفيذ أنظمة الطاقة المستدامة، وخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية.

الكلمات المفتاحية: الهندسة الخضراء، البيئة، البلديات.

RESEARCH TITLE

Green engineering and its role in improving the quality of the local environment in municipalities

Qusai Zayed Ali Al-Maaiteh[1]

[1] Ministry of Local Administration, Greater Karak Municipality, Jordan.

HNSJ, 2024, 5(3); https://doi.org/10.53796/hnsj53/25

Published at 01/03/2024 **Accepted at 15/02/2024**

Abstract

The study aimed to identify green engineering and improve the quality of the local environment in municipalities. The study dealt with green engineering, which works to reduce pollution, identifies potential concerns about waste, and reduces the possibility of these problems occurring through organized materials management, pollution prevention, land use planning, and increase, protect human health, and improve the quality of life and productivity. The study showed that the importance of green engineering clearly emerges through the application of water treatment systems, clean and efficient energy systems, the promotion of smart lighting sources and climate control, and the use of alternative construction.

The study adopted the descriptive analytical approach as it is one of the most widely used approaches in studying human social phenomena, as the descriptive approach is a tool and method for analyzing and describing the importance of green engineering and its role in improving the quality of the local environment in municipalities.

The study reached a set of recommendations and results. The study confirmed that green engineering contributed to reducing pollution, enhancing sustainability, and reducing risks to human health and the environment without sacrificing economic feasibility and efficiency. The study recommended that municipalities should ensure that green engineering contributes to improving the environment through the development and implementation of sustainable energy systems, especially renewable sources such as solar energy, wind energy, and geothermal energy.

Key Words: green engineering, environment, municipalities

المقدمة

تسهم الهندسة الخضراء بتصميم العمليات والمنتجات وتسويقها واستخدامها بطريقة تقلل من التلوث وتعزز الاستدامة وتقلل من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة دون التضحية بالجدوى الاقتصادية والكفاءة. وتلعب الهندسة البيئية الخضراء دورًا محوريًا في دعم التنمية الحضرية المستدامة من خلال دمج الاعتبارات البيئية في عمليات تخطيط المدن وتطويرها. والذي يحقق النمو الحضري المستدام لتحقيق التوازن بين الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للنمو لإنشاء مناطق صالحة للعيش تتسم بالمرونة والسليمة بيئيًا – ويلعب مهندسو البيئة الخضراء دورًا محوريًا في مساعدة المدن على تحقيق هذا الهدف من خلال تطوير وتنفيذ حلول قابلة للتطبيق للمشاكل البيئية الحضرية.

وتبرز إحدى الوظائف الرئيسية للهندسة البيئية الخضراء في التنمية الحضرية المستدامة هي تعزيز أنظمة النقل الصديقة للبيئة. ويمكن لهذه الأساليب المستدامة أن تقلل بشكل كبير من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية من خلال تشجيع ركوب الدراجات والمشي والنقل العام كأشكال بديلة للسفر. حيث هناك تعاون مهندسو البيئة الخضراء بشكل وثيق مع المخططين الحضريين ومهندسي النقل في تصميم خطط مستدامة تدمج هذه الأشكال البديلة في الحياة الحضرية.

كذلك يلعب مهندسو البيئة الخضراء دورًا أساسيًا في تطوير وتنفيذ أنظمة الطاقة المستدامة، وخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية. وتقلل مصادر الطاقة المستدامة من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية بشكل كبير بينما يتعاون مهندسو البيئة مع مخططي الطاقة وواضعي السياسات في وضع سياسات وخطط تشجع على استخدام هذه المصادر المتجددة داخل المناطق الحضرية.

ويسهم مهندسو البيئة الخضراء في التنمية الحضرية المستدامة من خلال دعم أنظمة إدارة المياه والصرف الصحي السليمة بيئيًا. ويساعد الحفاظ على المياه من خلال النظم المستدامة على الحفاظ على الموارد الطبيعية القيمة مع تخفيف الأثر البيئي السلبي للتوسع الحضري. غالبًا ما يتعاون مهندسو البيئة مع مديري الموارد المائية والمخططين الحضريين في صياغة الخطط التي تتضمن الحفاظ على المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي وإدارة مياه الأمطار كعناصر أساسية في خطط التنمية لمدنهم وأحيائهم.

مشكلة الدراسة : تبرز إشكالية الدراسة في بحث موضوع الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية قي البلديات, حيث أصبحت الحاجة ملحة للبلديات في تحسين البيئة من خلال صياغة مجموعة من الخطط والاستراتيجيات التي تسهم في تعزيز جودة البيئة من خلال تقليل نسبة التلوث في الأرض والذي يتطلب تطبيق أنظمة معالجة المياه, وتعزيز أنظمة الطاقة النظيفة والفعالة وتحسين جودة الحياة والإنتاجية , لذلك أصبحت الهندسة الخضراء هي السبيل لحل مشكلات البيئة في البلديات

أهمية الدراسة : تبرز أهمية الدراسة في نطاقين نطاق نظري وتطبيقي.

الأهمية النظرية : قد تسهم هذه الدراسة في رفد مراكز الأبحاث والدراسات والمختصين في بيان الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية قي البلديات

الأهمية التطبيقية : فقد أبرزت الدراسة بيان أهمية الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية قي

البلديات, حيث ان تبرز أهمية الهندسة الخضراء من خلال خلق بيئة معيشية صحية للأجيال القادمة , حيث يقع على عاتق المهندس الأخضر مسؤولية تصميم المباني والمناظر الطبيعية التي تركز على الحفاظ على تقنيات الطاقة المتجددة, وتشجيع الهياكل الموفرة للطاقة وممارسات معالجة المياه و مياه الصرف الصحي، وممارسات تصميم البناء ,وتشكيل مراكز المدن المستدامة

أهداف الدراسة : من خلال الدراسة تم التعرف على الأهداف التالية :

1. الاطلاع على الهندسة الخضراء أهميتها ومبادئها وفوائدها
2. بيان مساهمات الهندسة الخضراء في تحسين البيئة
3. بيان دور الهندسة الخضراء في تحسين جودة البيئة في البلديات

أسئلة الدراسة : من خلال الدراسة تمت الإجابة على التساؤلات التالية :

1. ما الهندسة الخضراء؟ وما أهميتها ومبادئها وفوائدها ؟
2. ما مساهمات الهندسة الخضراء في تحسين البيئة ؟
3. ما دور الهندسة الخضراء في تحسين جودة البيئة في البلديات؟

منهجية الدراسة : اعتمدت الدراسة المنهجَ الوصفي التحليلي باعتباره من أكثرِ المناهج استخداماً في دراسة الظواهر الاجتماعية الإنسانية , حيث يعد المنهج الوصفي أداة وطريقة لتحليل ووصف بيان أهمية الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية قي البلديات

مصطلحات الدراسة

الهندسة الخضراء : هي مجموعة من المبادئ والقيم والتوجهات الصديقة للبيئة المصاحبة لممارسات الهندسة والتكنولوجيا بهدف تحسين جودة البيئة المحلية والعالمية، حيث يبز دورها في المحافظة على المصادر الطبيعية وتقليل التأثيرات البيئية السلبية , وهناك من يرى ان الهندسة الخضراء هي تسويق وتصميم واستعمال العمليات والمنتجات الفعالة من الناحيتين الاقتصادية والفنية، وفي الوقت نفسه تقليل توليد النفايات من المصدر، والحد من الأخطار على صحة الإنسان والبيئة).[1]

البيئة : البيئة هي كل ما يحيط بالإنسان من عناصر البيئة وهي الماء والهواء واليابسة والفضاء الخارجي، وكل ما تحتويه هذه الأوساط من جماد ونبات وحيوان وأشكال مختلفة من طاقة ونظم وعمليات طبيعية وأنشطة بشرية.[2]

البلديات: هي مؤسسات مستقلة ماليا وإداريا، وذات شخصية اعتبارية مناط بها إحداث او إلغاء او تعيين حدود منطقتها، ووظائفها وسلطتها بمقتضى أحكام القانون. ومن خلال المجلس البلدي يتم التخطيط واتخاذ القرارات بشأن ما يجب القيام به .وإدارة كافة الخدمات والمرافق والمشاريع المحلية المناطه بها[3]

[1] – العنانزه , محمد خالد (2019). الهندسة الخضراء. توجه جديد نحو الاستدامة, مجلة التقدم العلمي, 28, تشرين اول , مصر.

[2] – شريم , صفاء (2021). موضوع عن البيئة, موقع موضوع , 19, تشرين اول , الاردن.

[3] – قبيلات حمدي(2017).التشريعات الناظمة لعمل مجالس المحافظات والبلدية والمحلية في الأردن، الوكالة الألمانية واللجنة الوطنية الأردنية لشؤون المرأة ، الأردن.

المبحث الأول : الهندسة الخضراء أهميتها ومبادئها وفوائدها

فكرة الهندسة الخضراء هي خلق بيئة معيشية صحية من خلال استغلال الموارد الطبيعية بحكمة وتحفظ. ويهدف إلى تقليل كمية التلوث التي يتم توليدها في موقع البناء. تقع على عاتق المهندس الأخضر مسؤولية تصميم المباني والمناظر الطبيعية التي تركز على الحفاظ على تقنيات الطاقة المتجددة.ومن هنا يجب أن يكون جميع المهندسين على دراية بما تعنيه الهندسة الخضراء. إنها أحدث طريقة لتصبح فعالاً واقتصاديًا مع الاستمرار في تعزيز الاستدامة.[4]

اولا: أهمية الهندسة الخضراء: لقد أصبح الترويج للتكنولوجيا الخضراء في صناعة البناء والتشييد أكثر شعبية خاصة في الوقت الحاضر حيث أصبح الناس واعين بيئيًا. الفكرة الرئيسية هي إنشاء المباني التي من شأنها أن تساعد في تحسين حالة البيئة. يقال أن صناعة البناء والتشييد هي أحد القطاعات التي تساهم في زيادة انبعاثات الغاز.[5]

ومن خلال استخدام التكنولوجيا الخضراء، فإنه يقلل أو يزيل التأثير البيئي السلبي لعملياته. وبصرف النظر عن التأثيرات الإيجابية للهندسة الخضراء على البيئة، فإن لها أيضًا تأثيرًا إيجابيًا على صحة الإنسان. والمباني الخضراء مصنوعة من مواد آمنة، لذلك عندما يعيش الشخص عليها لن تكون هناك مواد سامة يمكن استنشاقها.[6]

إن ممارسة الهندسة الخضراء تضمن استخدام الموارد وخاصة موارد الطاقة والمياه. قد يكون بناء مبنى أخضر مكلفًا مقارنة بالبناء غير الأخضر، ولكن على المدى الطويل، سيكون هناك عائد على الاستثمار بالتأكيد. فالهندسة الخضراء هي الاتجاه الجديد لصناعة البناء والتشييد , وإذا استخدمت جميع الصناعات التكنولوجيا الخضراء، فسيكون من الأسهل على البشر تلبية احتياجاتهم دون استنزاف الموارد الطبيعية. من الجيد التحول إلى الهندسة الخضراء من أجل التنمية المستدامة.

قد يسهم مهندسو البيئة الخضراء في دعم تصميم المباني المستدامة وممارسات البناء، مثل تصميم المباني الخضراء. وتساعد مثل هذه الممارسات على خفض انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية من خلال تشجيع الهياكل الموفرة للطاقة والمصنوعة من مواد بناء صديقة للبيئة مثل الفلين المعاد تدويره. يتعاون مهندسو البيئة بشكل وثيق مع المهندسين المعماريين والبنائين وصانعي السياسات في تصميم القواعد والمعايير التي تعزز هذه الممارسات.[7]

وقد تعلب الهندسة البيئية الخضراء دورًا أساسيًا في دعم التنمية الحضرية المستدامة من خلال دمج الاعتبارات البيئية في قرارات تخطيط المدن وتطويرها. من خلال أنظمة النقل المستدامة، وحلول الطاقة، وممارسات معالجة

---

[4]– Hendrick, C. and Janssen G. (2001), “Construction and Demolition Waste: General process Aspects”. Heron, Volume 46, N0. 2.

[5] – عبد الجواد، أسماء (2010)، "استغلال العمارة المستديمة والعمارة الخضراء في ترشيد استهلاك الطاقة، بحث منشور"، المجلة الهندسية، كلية الهندسة، جامعة الأزهر،مصر ص50.

[6] –هطل، حامد (2007)، التنمية المستدامة وعلاقتها بالتخطيط الحضرى فى إمارة دبى، بحث منشور فى كتاب المؤتمر والمعرض الدولي الثانى بدبي تحت عنوان الحفاظ العمراني – الفرص والتحديات فى القرن الحادي والعشرين ، مطبوعات بلدية دبي، ص39.

[7] محمد، خالد (2016)، "تطبيق مفاهيم المباني الخضراء دراسة حالة الخرطوم الكبرى , ماجستير–كلية الدراسات العليا جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ص71.

المياه / مياه الصرف الصحي، وممارسات تصميم البناء / البناء وممارسات استدامة المواد؛ يساعد مهندسو البيئة في تشكيل مراكز المدن المستدامة. ومع نمو التحضر على مستوى العالم بهذا المعدل السريع، يصبح دور الهندسة البيئية أكثر أهمية في تشجيع ممارسات التحضر السليمة بيئيا.[8]

وتستخدم الهندسة الخضراء العمليات والأساليب الهندسية التي تعمل على تقليل التلوث وتحسين استدامة الأعمال وتقليل احتمالية حدوث مشكلات صحية ناجمة عن أساليب التصنيع والتصميم غير الآمنة. يمكن للمهندسين تحقيق هذا الهدف دون التأثير على النجاح الاقتصادي للشركة أو كفاءتها من خلال استخدام العمليات الحالية وتحسينها. وتدرس الهندسة الخضراء الناجحة قضايا الاستدامة، مثل استخدام الوقود الأحفوري، وتقيس دورة حياة المنتج أو الخدمة، وتحدد المخاوف المحتملة بشأن النفايات وتقلل من احتمالية حدوث هذه المشكلات مع المفاهيم المبتكرة. قد يستخدم المهندسون العديد من العمليات عند الهندسة الخضراء، بما في ذلك:[9]

1- الحد من النفايات: قد تؤدي العديد من العمليات التجارية، مثل تصنيع المنتجات وشحنها، إلى إهدار الطاقة من خلال طرق التصنيع والتسليم غير الفعالة. وتسعى الهندسة الخضراء إلى إيجاد طرق لتقليل هذه الهدر، بما في ذلك إيجاد طرق جديدة للوقود وتقليل خطوات الإنتاج غير الضرورية التي تستخدم الطاقة دون داع.

2- إدارة المواد: تستلزم إدارة المواد إيجاد مواد أفضل وأكثر أمانًا لأغراض هندسية متنوعة، خاصة في تصميم المنتجات وتصنيعها. يمكن للمهندسين تحديد مواد جديدة وأكثر أمانًا أو ابتكار خيارات لدمجها في خططهم وإيجاد طرق إنتاج أفضل وأكثر كفاءة.

3- منع التلوث: يركز منع التلوث على تحديد مصادر التلوث الخاصة بالشركة وتقليل نفاياتها. يمكن للمهندسين تحديد سبب حدوث التلوث، وإيجاد طرق معالجة تقلل من انتشاره، ودمج تقنيات أحدث وأكثر نظافة وتعزيز نظافة التصنيع والتسليم.[10]

4- تحسين المنتج: يسعى المهندسون البيئيون إلى تحسين المنتجات أو الخدمات التي يقومون بتصميمها مع جعلها أكثر أمانًا للبيئة. قد تتضمن هذه العملية إيجاد مصادر طاقة بديلة تعمل بشكل أفضل من الخيارات التقليدية أو تحديد مواد وأساليب تصنيع أكثر مراعاة للبيئة وأكثر كفاءة.

ثانيا: مبادئ الهندسة الخضراء : قد يعمل المهندسون الخضر في العديد من المجالات، بما في ذلك التصنيع، وتصميم المنتجات، والتخطيط المعماري، وتخطيط استخدام الأراضي، وتوزيع المنتجات، وإدارة سلسلة التوريد، وتخطيط المدن. لا يمكن للهندسة الماهرة أن تقلل من التلوث والنفايات في الشركة فحسب، بل يمكنها أيضًا تقليل الإنفاق غير الضروري. وتتبنى الهندسة الخضراء المفهوم القائل بأن قرارات حماية صحة الإنسان والبيئة يمكن أن يكون لها أكبر الأثر وفعالية التكلفة عند تطبيقها مبكرًا، في مرحلة التصميم والتطوير للعملية أو المنتج. يتبع

[8] – Pun S., Lui C. et al. (2006), "Promoting the Reuse and Recycling of Building Demolition Materials", World Transaction for Engineering Technology Education, Vol.5, 1.

[9] – هاني عبيد(2000).الإنسان والبيئة: منظومات الطاقة والبيئة والسكان" دار الشروق ، عمان،الاردن، ص205.

[10] – وزيري، يحيى (2003)، التصميم المعماري الصديق للبيئة. نحو عمارة خضراء،مكتبة مدبولى، القاهرة ص50.

المهندسون الخضر مبادئ متعددة توجه عمليات التصميم الخاصة الهندسة الخضراء وهي كما يلي :[11]

1- إنشاء منتج شامل: قد يستخدم المهندسون البيئيون أدوات تحليل النظام وتقييم الأثر البيئي عند تصميم المنتجات. تساعد هذه الأدوات في تحديد كيفية تأثير هذه التغييرات على المجتمع وبيئته قبل التنفيذ.

2- حماية صحة الإنسان: تسعى جميع تقنيات الهندسة الخضراء إلى حماية صحة الإنسان ورفاهيته. وقد يتضمن هذا المبدأ تحديد طرق تصنيع ومواد كيميائية أكثر أمانًا لا تؤثر على صحة الإنسان.

3- تقليل استنزاف الموارد الطبيعية: يحتوي العالم على موارد طبيعية محدودة ويحاول المهندسون البيئيون تقليل نفاياتهم. وقد يركزون على المنتجات المستدامة وطويلة الأمد والمواد القابلة لإعادة التدوير للمساعدة.

4- البقاء متمحورًا حول الثقافة: قد تستجيب الثقافات والمناطق المختلفة لتغيرات الهندسة الخضراء بطرق مختلفة. يعمل المهندسون على مراعاة هذه المعتقدات ودمج الحلول التي تناسب أكبر عدد ممكن من المجموعات.

5- ابتكار وتحسين المفاهيم الحالية: غالبًا ما تتضمن الهندسة أخذ المنتجات والأساليب المعروفة وتحسينها. يمكن للمهندسين البيئيين، باتباع هذا المفهوم، تنفيذ عمليات ناجحة بالفعل وتحسينها.

6- منع المشاكل أولاً: قد يركز المهندسون البيئيون على منع المشاكل قبل حدوثها بدلاً من حلها بعد ظهورها. عندما تحدث المشاكل، يمكن للمهندسين البيئيين إيجاد حلول فعالة ومفيدة.

7- التجديد بدلاً من الاستنفاد: يتخلص العديد من المحترفين من المنتجات بعد الحد الأدنى من الاستخدام، مما قد يتسبب في هدر غير ضروري. يعمل المهندسون البيئيون على منع هذه المشكلة من خلال إنشاء منتجات متجددة وطويلة الأمد.[12]

8- تقليل الخسارة المالية: تحتاج الشركات إلى عملية مربحة لتظل مفتوحة، ويعمل المهندسون البيئيون على تحسين عمليات الشركة. تسعى أساليبهم إلى خلق الحد الأدنى من الخسائر المالية وحتى تعزيز النمو الاقتصادي عندما يكون ذلك ممكنًا.

ويطور ويطبق الحلول الهندسية مع إدراك الجغرافيا المحلية والتطلعات والثقافات. , ويخلق حلولاً هندسية تتجاوز التقنيات الحالية أو السائدة. يحسن ويبتكر ويخترع (التقنيات) لتحقيق الاستدامة.وإشراك المجتمعات وأصحاب المصلحة بنشاط في تطوير الحلول الهندسية. ويشجع برنامج الهندسة الخضراء التابع لوكالة حماية البيئة القطاعين العام والخاص على دمج الأساليب والأساليب القائمة على المخاطر في تصميم العمليات والمنتجات الكيميائية .[13]

[11] – اطر، دينا سعيد، (2014)الأسطح الخضراء فى الإسكان، دراسة لزراعة أسطح المباني القائمة فى المناطق ذات الكثافة السكانية العالية "رسالة ماجستير فى التخطيط والتصميم البيئي، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة ,مصر.

[12] – Thacker, S., Adshead, D., Fay, M., Hallegatte, S., Harvey, M., Meller, H. ... & Hall, J. W. (2019). Infrastructure for sustainable development. Nature Sustainability, 2(4), 324-331

[13] – جلود، رشيد. (2018) آليات وركائز التنمية المستدامة .مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية: جامعة نواكشوط – كلية الآداب والعلوم الإنسانية . 146 – 155.

ثالثا: مساهمات الهندسة الخضراء في تحسين البيئة

مع تحرك العالم نحو غد أكثر اخضرارًا، أصبح الناس أكثر انفتاحًا على العيش في المباني الخضراء والمدن الذكية. ما كان في السابق خيالًا علميًا أصبح الآن حقيقة في أجزاء كثيرة من العالم. فقد أصبح المصممون الآن أكثر انسجاما مع الطريقة التي يعيش بها الناس في منازلهم ويعملون في مكاتبهم ومرافقهم. يمكن أن يؤدي تحسين أنظمة المنزل والمكتب إلى تحسين جودة الحياة والإنتاجية بشكل كبير.[14]

1- أنظمة معالجة المياه: يعد الاستهلاك المفرط للمياه مشكلة بيئية سائدة في المناطق السكنية والتجارية. تعتبر المياه من أكثر الموارد الطبيعية استخداماً، ويحرص المهندسون البيئيون على الحفاظ عليها. ويمكن معالجة مياه الصرف الصحي، مثل المياه الرمادية، وإعادة تدويرها لأغراض أخرى. على عكس المياه السوداء التي تنتجها المراحيض، يمكن معالجة المياه الرمادية الناتجة عن تكييف الهواء وجريان الدش وإعادة استخدامها لتزويد الغلايات بالوقود وري النباتات وما إلى ذلك. وتقوم أنظمة تجميع المياه بفصل المياه القابلة لإعادة التدوير وتحويلها لمعالجة النباتات بشكل مناسب.

2- أنظمة الطاقة النظيفة والفعالة : اليوم أكثر من أي وقت مضى، يتبنى المجتمع العالمي الطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة في المنازل وأماكن العمل. يمكن لبدائل الطاقة النظيفة هذه أن تكمل المنازل والمباني، مما يجعلها أقل اعتمادًا على الوقود الأحفوري أو مستقلة تمامًا عنه., وتواصل شركات التصنيع تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية لجعلها أكثر كفاءة في جمع الطاقة وتخزينها. ومع التقدم الأخير في تكنولوجيا التصنيع، يمكن للشركات أيضًا تقديم ألواح شمسية بأسعار معقولة للجمهور.

3- التدفئة والتبريد القائم على الطبيعة: تستمد المضخات الحرارية ذات المصدر الأرضي الطاقة من درجات حرارة التربة المستمرة. يمكن لبديل التدفئة والتبريد الفعال من حيث التكلفة لأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء التقليدية تدفئة المنازل في الشتاء وإبقائها باردة في الصيف. يحب المهندسون البيئيون تكملة مصادر الطاقة هذه بأجهزة معتمدة من Energy Star لتحسين كفاءة الطاقة وخفض تكاليف المرافق. وأصبحت النوافذ ثلاثية الأجزاء أيضًا أكثر شيوعًا، خاصة في مباني المكاتب. يعتبر الزجاج من أكثر المواد المستخدمة في البناء. ومن ثم، سعى المهندسون والمعماريون إلى إيجاد طريقة تجعلهم أكثر ملاءمة لتوفير الطاقة. النوافذ ثلاثية الأجزاء تعمل على صرف الحرارة للحفاظ على برودة المساحات في الطقس الحار. يمكن أن يساعد أيضًا في تقليل تكاليف التدفئة عن طريق حبس الحرارة في الأشهر الباردة.[15]

4- الإضاءة الذكية والتحكم في المناخ: الإضاءة ضرورية لأي مبنى – سكني أو تجاري. يفهم المهندسون البيئيون مدى أهمية الإضاءة في جعل الحياة مريحة والعمل ممكنًا. وبما أن الإضاءة تستهلك 18% من الكهرباء في المباني، فإن المباني الخضراء تحتاج إلى تعظيم الاستخدام وتحسين الكفاءة. وتعد الإضاءة LED والإضاءة التكيفية من تقنيات الإضاءة الأكثر استخدامًا في المنازل والمباني الذكية اليوم. مصابيح

[14] – برهمين , اميرة عبد الوهاب(2022). المباني الخضراء ... صديقة البيئة, مجلة الجودة الصحية , 22, تموز, مصر.

[15] – ممتاز، رنا(2008) استراتيجية محاكاة الطبيعة والشكل المعماري المستدام – دراسة تحليلية للاشكال العضوية من خلال اعمال المعماري، المجلة العراقة للهندسة المدنية , العدد 2، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية.العراق.

LED أكثر كفاءة بنسبة 90% من المصابيح المتوهجة، بينما تستشعر الإضاءة المتكيفة التواجد في الغرفة. تقوم أنظمة الإضاءة الذكية بضبط الكثافة وفقًا لاحتياجات السكان ومستويات الطاقة وتفضيلات المستخدم. ويعد التحكم في المناخ أمرًا ضروريًا أيضًا لجودة الحياة والعمل في أي مكان. من خلال أمر بسيط، يمكن لوحدات تكييف الهواء الذكية اكتشاف ساعات ذروة الاستخدام وضبط الإعدادات تلقائيًا في غرفة واحدة أو جميع الغرف. وترتبط أنظمة التحكم الذكية بالمناخ أيضًا بالإنترنت، مما يتيح للمستخدمين التحكم في إعداداتهم وميزاتهم حتى عندما يكونون بعيدًا عن منازلهم.[16]

5- مواد البناء البديلة: تدرك الهندسة الخضراء وتفهم الحاجة إلى مباني ومنازل أفضل. يجب على المهندسين التفكير في طرق لجعل المواد أكثر استدامة للقيام بذلك. ويمثل الأسمنت – وهو أحد مواد البناء الأكثر استخداما – ما لا يقل عن 8% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العالم. ويبحث الباحثون الآن عن طريقة لتصنيع الأسمنت الذي يعزل الكربون عن طريق إضافة بيكربونات الصوديوم في الخلطات. وتشمل البدائل الأخرى استخدام بالات القنب الخرساني والقش لعزل منزلي منخفض التأثير وعالي الأداء. ويفضل بعض المهندسين المعماريين أيضًا استخدام المزيد من الأخشاب، وخاصة الأخشاب التي يتم حصادها بشكل مسؤول من المزارع المستدامة. يمكن أن يعمل الخشب الرقائقي كمخزن للكربون في المباني ويحل محل الفولاذ والخرسانة بطرق مختلفة. الهندسة الخضراء تدور حول إعادة التفكير في الممارسات الحالية ومحاولة تحسينها. كل جزء يمكن أن يساعد في منح البيئة مزيدًا من الوقت للتعافي.[17]

رابعا: فوائد الهندسة الخضراء: تجمع المباني الخضراء بين تقنيات وأساليب بناء مختلفة لتحسين نوعية حياة الناس مع تقليل المخاطر البيئية. إنها طريقة تفكير متقدمة متجذرة بعمق في التصميم المدروس والبناء الذكي. **و**فيما يلي بعض فوائد إنشاء المباني الخضراء واستخدام الهندسة الخضراء:[18]

1- انخفاض الانبعاثات: تساهم صناعة النقل بنسبة 29% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة في الولايات المتحدة. أحد أهداف الهندسة الخضراء هو تقليل انبعاثات الكربون العالمية. الهندسة الخضراء تمهد الطريق لهواء أنظف. فهو يقلل من الانبعاثات عن طريق جعل السيارات الكهربائية أكثر موثوقية وبأسعار معقولة للنقل.

2- الحوافز الضريبية : تتم مكافأة أصحاب المنازل والشركات بحوافز ضريبية أو ائتمانات من خلال اعتماد مصادر طاقة أنظف لمنازلهم وشركاتهم. إن أنظمة الطاقة النظيفة والفعالة تفعل المعجزات للمساعدة في تقليل تأثير الأنشطة البشرية اليومية على البيئة. ومن خلال التحول إلى أنظمة الطاقة المتجددة، سيستمتع المقيمون وأصحاب الأعمال بفواتير مرافق وتكاليف تركيب أقل.

---

[16] – Denchak, M., March, 4, 2019, "Green Infrastructure: How to Manage Water in a Sustainable Way" natural resource defense council published online ahttp://www.nrdc.org/stories/green_infrastructure

[17] – الشوابكة , مراد(2021). أهمية المساحات الخضراء,موقع موضوع , 22, آذار, الأردن.

[18] – نجيل كمال وشمائل محمد وجيه الدباغ(2008). استدامة المدن بين الامس والمعاصرة اليوم (دراسة مقارنة)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 26 العدد 11. العراق.

3- تحسين كفاءة الطاقة: تستفيد الهندسة الخضراء من التكنولوجيا الذكية والأجهزة الموفرة للطاقة لتحسين وابتكار المفاهيم والهياكل الحالية. المشاكل الحديثة تتطلب حلولا حديثة. المهندسين والمصممين والمقاولين يفهمون ذلك. إنهم يستخدمون التفكير الحديث والأدوات الحديثة لجعل العمليات الناجحة أفضل.[19]

4- تعزيز الحياة المستدامة: إن تبادل المعرفة والممارسات الجماعية يمكن أن يحل بعض المشاكل البيئية في العالم. تهدف الهندسة الخضراء إلى تحسين حياة الناس في المنزل أو العمل. إن تعريض الناس لأمثلة الهندسة الخضراء يجعل الناس أكثر ميلاً إلى محاولة تقليل النفايات وإعادة تدويرها، واستهلاك طاقة أقل واعتماد أسلوب حياة أكثر صداقة للبيئة.

5- تشجيع الممارسات البيئية: تساعد الهندسة الخضراء أيضًا في تثقيف الناس حول المشكلات البيئية وكيفية المساعدة في حلها. يمكن للمهندسين تحديد المجالات الإشكالية وأوجه القصور في المنزل أو مكان العمل من خلال زيارات الموقع والتقييمات. يمكن أن يكون هذا طريقة رائعة لتكملة المبادرات الخضراء الحالية وتعزيز الامتثال للوائح البيئية المحلية والوطنية.[20]

يرى الباحث ان الهندسة الخضراء هي نهج متنوع لحل المشاكل البيئية المعقدة. وبصرف النظر عن الحد من الأضرار البيئية، يمكننا أن نساهم بشكل جماعي في تحسين أسلوب حياتنا بعقلية مستدامة والاستفادة من التقنيات الجديدة. العمل مع الطبيعة أفضل من العمل ضدها.

المبحث الثاني : الهندسة الخضراء وتحسين جودة البيئة المحلية في البلديات

تسهم البلديات في إجراء الكثير من التصاميم حول بناء خطة البنية التحتية الخضراء للبلديات ، وتركز البلديات في خططها على إدارة مياه الأمطار وحركة المشاة وخفض تكاليف البنية التحتية، وتوضح الدور الحيوي والمتوسع للمهندس في التحرك نحو مكان مناسب للعيش وبأسعار معقولة وسليم بيئيًا. المجتمعات[21]

لقد أدى الاهتمام المتزايد بالبيئة وزيادة المعايير الصارمة لإطلاق المواد الكيميائية في البيئة والقدرة التنافسية الاقتصادية إلى إتباع نهج أكثر ملاءمة للبيئة مما أدى إلى زيادة منع التلوث عن طريق الحد من النفايات وتعظيم الكفاءة. تعد هندسة العمليات الخضراء (GPE) أداة مهمة يمكن أن تقدم مساهمات كبيرة في الدفع نحو جعل العمليات الخطرة والمهدرة أكثر استدامة لصالح الاقتصاد والبيئة والمجتمع. تسلط هذه المقالة الضوء على الإرشادات التي يمكن للعلماء والمهندسين استخدامها لتصميم مواد ومنتجات وعمليات وأنظمة جديدة. تم تقديم أمثلة قليلة للتطبيقات الحالية والمستقبلية لـ GPE، لا سيما في مجالات الوقود الحيوي والسوائل فوق الحرجة والمفاعلات متعددة الوظائف والعمليات التحفيزية.[22]

---

[19] – غنايم،محمد) (2001).دمج البعد البيئي في التخطيط الإنمائي، منشورات معهد الأبحاث التطبيقي(أريج) القدس.فلسطين

[20] – Kapetas, L(2021) "Assessing the hydraulic performance of Blue-Green Infrastructure: the case study of Amsterdam's adaptive smart network blue-green roofs" Project Description Published online at: https://uia-initiative.eu/en/news/assessing-hydraulic-performance-bluegreen-

[21] – علي، وليد علي(2013). المعايير الخاصة بالمواصفات الفنية للتصميم الداخلي للمنتجعات السياحية ودورها في زيادة الجذب السياحي بمحافظة البحر الأحمر، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر،

[22] –و لسن، ميرا ناجي(2019). المحددات البيئية وأثرها في الفراغات المفتوحة الخاصة بالمناطق الأثرية الإسلامية، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر.

ان المجتمعات السكنية تشكل تهديدًا متزايدًا للنظم الطبيعية. ويجب معالجة هذا الاتجاه في ضوء معدلات النمو المتوقعة وما يترتب على ذلك من طلب على الأراضي القابلة للتطوير؛ ويعد دمج البنية التحتية الخضراء حلاً قابلاً للتطبيق من خلال دمج البنية التحتية الخضراء في تصميم الموقع المراد تنظيمه هندسيا من جديد

يقوم نظام البنية التحتية الخضراء لخطة الهندسة الخضراء من خلال إنشاء شبكة متكاملة ومتعددة الأوجه من الجداول والشوارع الخضراء والممرات الخضراء وقطع الأراضي ذاتية التخفيف والمتنزهات والمناطق الواقعة على ضفاف الاودية ذات الانسيابات المائية . يحافظ نظام البنية التحتية الخضراء هذا على معدلات الترشيح المشابهة لظروف ما قبل التطوير، وبالتالي يحافظ على صحة النهر.

تركز التنمية الحضرية بشكل متزايد على الاستدامة، مع اعتماد أساليب مبتكرة لإنشاء "مدن خضراء". وتعتبر هذه التطورات محورية في مواجهة التحديات البيئية وتحسين نوعية الحياة الحضرية. وقد تسهم الهندسة الخضراء في البلديات في تعزيز الابتكارات في التنمية الحضرية والتي تتلخص في الجوانب التالية :[23]

1- النقل المستدام: التركيز على وسائل النقل العام وركوب الدراجات والمشي يقلل من الاعتماد على الوقود الأحفوري ويقلل الانبعاثات.
2- ممارسات البناء الأخضر: دمج المواد الصديقة للبيئة والتصميمات الموفرة للطاقة في البناء.
3- المساحات الخضراء الحضرية: إنشاء المتنزهات والحدائق المجتمعية لتحسين جودة الهواء وتوفير المناطق الترفيهية.
4- بيئات معيشية أكثر صحة: يساهم انخفاض التلوث وزيادة المساحات الخضراء في تحسين الصحة العامة.
5- المشاركة المجتمعية: التنمية الحضرية المستدامة تعزز الشعور بالمسؤولية المجتمعية والجماعية تجاه البيئة.
6- الفوائد الاقتصادية: تجذب المدن الخضراء الشركات والسياحة، مما يعزز الاقتصادات المحلية مع الحفاظ على الاستدامة.

ويعد التحرك نحو التنمية الحضرية الخضراء خطوة حاسمة في بناء مدن المستقبل المستدامة. ولا تعمل هذه الابتكارات على تحسين البصمة البيئية للمناطق الحضرية فحسب، بل تعمل أيضًا على تحسين نوعية الحياة لسكانها. إن تبني هذه المبادرات الخضراء أمر أساسي في رحلتنا نحو مستقبل حضري أكثر استدامة وازدهارًا.[24]

ان الهندسة الخضراء تسهم في مدن خضراء مستدامة حيث ان هناك عدد لا يحصى من الأطر التي يتم استخدامها لتقييم المبادئ الاجتماعية والبيئية والاقتصادية للمدينة من حيث صلتها بالاستدامة. وما يعرف اليوم هو أن تعزيز الممارسات والسياسات الخضراء جنبًا إلى جنب مع التحول الحضري له فوائد للناس والكوكب والأرباح.

[23] – عبيد، هبة محمد(2018). انعكاس جودة البيئة الداخلية العالمية على التصميم الداخلي لمدارس التعليم الصناعي في مصر، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر.

[24] – خليدة: , كل، أنفال، بن نونة، (2016).تحديد المركبات العضوية المتطايرة VOC داخل وخارج الجامعة والمستشفى لمدينة ورقلة، رسالة ماجستير، كلية الرياضيات وعلوم المادة، قسم الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، المغرب.

وفقا لتقرير البنك الدولي، تحتاج المدن إلى الحكم الرشيد، والتخطيط الحضري المتكامل، والإدارة المالية لتحقيق أربع نتائج: النمو الاقتصادي القوي، والحفاظ على الموارد الطبيعية، وتخفيف انبعاثات الغازات الدفيئة، وتعزيز الشمولية وسهولة العيش من خلال الحد من الفقر. وقد تبدو ميزات المدينة المستدامة مثل الإسكان الميسور التكلفة، والمساحات الخضراء العامة، والشوارع المخصصة للمشي، والوصول الشامل إلى الرعاية الصحية والتعليم والوظائف.[25]

وتسعى البلديات في تطبيق الهندسة الخضراء لتحقيق مفهوم المدن المستدامة , والمدينة المستدامة هي المدينة المصممة لمعالجة التأثير الاجتماعي والبيئي والاقتصادي من خلال التخطيط والتحول الحضري. يبين الهدف 11 من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة وهو "جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة وآمنة ومرنة ومستدامة, ولكي يحقق ذلك لابد من بيان أهم الخصائص التي تعزز لمستقبل أكثر اخضرارًا ومن أبرزها كما يلي :[26]

1. الوصول إلى الموارد العامة:تساعد المدن المستدامة السكان على تحقيق الاستدامة في الحياة اليومية من خلال توفير الوصول إلى الموارد العامة. قد يبدو هذا مثل المرافق الترفيهية والمكتبات والمتاحف والمراكز الصحية وخدمات جمع القمامة ووسائل النقل العام. وتساهم مبادرات مثل الاتصالات، والتأمين، ومراكز التكنولوجيا في تحفيز الصحة العامة والاقتصاد، وهو ما يدعم ركيزتي "الناس" و"الربح" للاستدامة.
2. المواصلات : يستحوذ قطاع النقل على الجزء الأكبر (27 بالمائة) من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة في عام 2020. وهذا يشمل السيارات والشاحنات والطائرات والقطارات والمزيد. وبين عامي 1990 و2020، زاد هذا العدد أكثر من أي قطاع آخر. يسافر الناس أكثر من أي وقت مضى، مما يؤثر سلبًا على , وتعد مترو الأنفاق وأنظمة القطارات الأخرى أكثر أشكال وسائل النقل العام استدامة. تستفيد المدن التي تعطي الأولوية لتخضير وسائل النقل العام من معالجة أحد المحركات الرئيسية لانبعاثات الغازات الدفيئة.
3. الأماكن العامة الخضراء: ليس سراً أن المتنزهات والبحيرات والشوارع التي تصطف على جانبيها الأشجار يمكن أن تكون بمثابة فترة راحة مرحب بها بعيدًا عن ضجيج المدينة وحشودها. إن المساحات الخضراء ليست مفيدة للصحة العامة فحسب، وخاصة لصحتنا العقلية والجسدية، ولكنها تساعد أيضًا في الحد من التلوث وتعزيز التنوع البيولوجي. يمكن للمزارع الحضرية والحدائق المجتمعية أن تكمل النظام الغذائي للحي بالمنتجات العضوية الطازجة والزهور. علاوة على ذلك، تستفيد المدن التي تبني وتصمم بحيث تتيح إمكانية المشي وركوب الدراجات من التنقلات الأكثر استدامة ومتعة، سواء كنت ستذهب إلى العمل أو إلى منزل أحد الأصدقاء في الجانب الآخر من المدينة.[27]

---

[25] – Khodeira, L., and Nabawyb(2019) Identifying key risks in infrastructure projects–Case study of Cairo Festival City project in Egypt. Ain Shams Engineering Journal. Volume 10, Issue 3, September 2019, Pages 613-621

[26] – الجارحي، محمود سعد(2015). المعايير التصميمية لنظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي "LEED" وتطبيقاتها في مجال التصميم الداخلي، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر،

[27] – العدوان , محمد عبدالمهدي (2022).الحدائق والمنتزهات العامة ضمن حدود البلديات "المجلة العربية للنشر العلمي , الاصدار الخامس , العدد 49, المجلد 5، 260-278.مصر.

4. العمارة الخضراء: ويأتي ما يقرب من 34% من الطلب العالمي على الطاقة من المباني، وفقًا لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة الحل هو ؟ يمكن للمباني الخضراء أن تقلل من انبعاثات الكربون، وعلى المدى الطويل، تفيد الهندسة المعمارية الخضراء أيضًا شركات البناء التي يمكنها توفير التكاليف والحصول على حوافز ضريبية. إن البناء الأخضر من الألف إلى الياء يعني إدخال الألواح الشمسية وأنظمة التدفئة والتبريد الذكية ومواد البناء الطبيعية مثل الحجر أو الخيزران. [28]
5. الحفاظ على المياه: يعد ضمان الإدارة الرشيدة للمياه سمة أخرى للمدن المستدامة. وبحلول عام 2050، سيعيش ما يقرب من 70% من سكان العالم في المدن ومن بين تلك المراكز الحضرية، يقع 90 بالمائة منها بالقرب من المناطق الساحلية, وفي حين أن هذه المناطق معرضة لخطر الكوارث الطبيعية، خاصة وأن تغير المناخ يزيد من احتمالية حدوث ذلك، فإن ممارسات الحفاظ على المياه مثل تجميع مياه الأمطار والبنية التحتية الخضراء (استعادة الأراضي الرطبة) يمكن أن تساعد المدن على تعظيم الموارد الطبيعية بالقرب من الساحل.
6. إدارة النفايات: ومن الخصائص الأخرى للمدن المستدامة هي الطريقة التي تتخلص بها من النفايات. تنتج الأسر النفايات، ولكن ضع في اعتبارك كمية النفايات الناتجة عن المكاتب والفنادق والمدارس وغيرها. ولمعالجة هذه المشكلة، يمكن للمدن أن تتبنى برامج أفضل لإعادة التدوير، وسياسات أكثر صرامة لجمع القمامة، والتخلي عن الورق. يمكن للتقنيات المبنية على البيانات أن تساعد في مراقبة استهلاكنا والمساهمة في ابتكار النفايات المستدامة.[29]

من المؤكد أن الهندسة الخضراء زادت شعبيتها في السنوات الأخيرة خاصة مع استمرار أزمة المناخ في إثارة مخاوف هائلة في جميع أنحاء العالم. ونتيجة لذلك، فإن الهندسة الخضراء تسير على قدم وساق، حيث تهيمن خطط الهندسة المتجددة وحلولها وإنجازاتها على العناوين الرئيسية حيث تواجه الشركات والأفراد والبلدان تحديات لتحقيق الأهداف المناخية الجديدة. في ضوء ذلك، تستكشف مدونتنا الأخيرة آخر الأخبار في مجال الهندسة الخضراء في جميع أنحاء العالم.[30]

على الرغم من الارتفاع المفاجئ في الوعي البيئي، إلا أن الهندسة الخضراء كانت موجودة بالفعل منذ بعض الوقت، حيث تعود جذورها إلى حوالي 10000 قبل الميلاد عندما بدأ البشر لأول مرة في تطوير المجتمعات والمدن. ورغم أن الأمر قد يكون كذلك، فإن الأنظمة المناخية الحالية لا تتحسن، بل إنها أصبحت أسوأ. وإذا كنا نأمل في معالجة هذه الكارثة الوشيكة، فسيحتاج العالم إلى المهندسين وخبراتهم. ومع ذلك، هناك حاجة لتغيير

[28] – Kennedy, S.A. (2016). Design of a dynamic undergraduate green chemistry course. Journal of Chemical Education, 93, 645–649. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00432.

[29] – Owens, D.C.; Barlow, A.T.; Smith-Walters, C. (2020). Student Motivation and Resistance in Active Learning Classrooms. In Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice, Mintzes, J.J., Walter, E.M., Eds.; Springer International Publishing: Cham, pp. 927–942. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_57.

[30] – Lund, T.J.; Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. International Journal of STEM Education: 2, 13. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0026-8.

العقلية عندما يتعلق الأمر بالهندسة الخضراء. لا ينبغي لنا أن نحل المشكلات فحسب، بل يجب أن نتنبأ بها ونصلحها قبل أن تتطور.[31]

لقد برزت الهندسة الخضراء في قطاع البلديات كنهج قوي لمواجهة التحديات البيئية وتعزيز التنمية المستدامة. ويشمل استراتيجيات وممارسات مختلفة تهدف إلى تقليل البصمة البيئية للعمليات والتصاميم الهندسية. لذلك يمكنان تكون المبادئ الأساسية للهندسة الخضراء في البلديات كإستراتيجية تساهم في مستقبل أكثر خضرة واستدامة.من خلال القيام بالإجراءات التالية :[32]

1. تكامل الطاقة المتجددة:أحد الجوانب الحاسمة للهندسة الخضراء هو تكامل مصادر الطاقة المتجددة. تعد الألواح الشمسية وتوربينات الرياح وأنظمة الطاقة الكهرومائية أمثلة ممتازة لحلول الطاقة المستدامة. ومن خلال تسخير الطاقة المتجددة، يمكننا تقليل اعتمادنا على الوقود الأحفوري والتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة.
2. تحسين كفاءة الطاقة: تؤكد الهندسة الخضراء على تحسين كفاءة الطاقة في جميع المساعي الهندسية. ويتضمن ذلك تصميم أنظمة تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة، واستخدام تقنيات توفير الطاقة، وتعزيز الممارسات الواعية بالطاقة. تساعد المباني والمركبات والعمليات الصناعية الموفرة للطاقة على تقليل استهلاك الطاقة وتقليل التأثير البيئي.
3. المواد والتقنيات المستدامة: يعد استخدام المواد والتقنيات المستدامة حجر الزاوية في الهندسة الخضراء. يسعى المهندسون إلى اختيار المواد ذات التأثير البيئي المنخفض، مثل المواد المعاد تدويرها أو القابلة للتحلل. كما أنهم يستكشفون التقنيات المبتكرة التي تقلل من توليد النفايات واستهلاك المياه والتلوث.[33]
4. تقييمات دورة الحياة والتصميم البيئي: تعمل الهندسة الخضراء على تعزيز مفهوم تقييمات دورة الحياة واستراتيجيات التصميم البيئي. يقوم المهندسون بتقييم الأثر البيئي للمنتج أو العملية طوال دورة حياتها بأكملها، بدءًا من استخراج المواد الخام وحتى التخلص منها. من خلال النظر في عوامل مثل استخدام الموارد، والانبعاثات، وتوليد النفايات، يهدف التصميم البيئي إلى خلق حلول صديقة للبيئة ومستدامة.
5. الحد من النفايات وإعادة التدوير: يعد تقليل توليد النفايات وتشجيع إعادة التدوير من الجوانب الأساسية للهندسة الخضراء. يقوم المهندسون بتنفيذ استراتيجيات الحد من النفايات، مثل تقنيات التصنيع الهزيل ومبادئ الاقتصاد الدائري. كما يقومون بتصميم منتجات وأنظمة يسهل تفكيكها وإعادة تدويرها، مما يقلل العبء على مدافن النفايات ويحافظ على الموارد.[34]

يرى الباحث تلعب الهندسة الخضراء دورًا حيويًا في تشكيل مستقبل مستدام. من خلال دمج الطاقة المتجددة،

[31] – ولسن، ميرا ناجي(2019). المحددات البيئية وأثرها في الفراغات المفتوحة الخاصة بالمناطق الأثرية الإسلامية، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر

[32] – العلوان، هدى عبد الصاحب، ياسمين حقي(2017). تناغم العمارة مع الطبيعة (التصميم المستدام نحو صحة ورفاه الأنسان, مجلة الإمارات للبحوث الهندسية، المجلد 1، العدد 22 , الإمارات العربية .

[33] – فواز، محمود محمد، سرحان احمد عبد اللطيف سليمان (2015). دراسة اقتصادية للتغيرات المناخية وأثارها على التنمية المستدامة في مصر. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي. المجلد (25). العدد. (2). مصر.

[34] – محمد الطاهر(2013). التنمية المستدامة في البلدان العربية بين النظرية والتطبيق، مكتبة حسن العصر ية بيروت، لبنان.

وتحسين كفاءة الطاقة، واستخدام المواد المستدامة، والنظر في تقييمات دورة الحياة، وتشجيع الحد من النفايات وإعادة التدوير، يساهم المهندسون في مجتمع أكثر اخضرارًا وأكثر وعيًا بالبيئة. ومن خلال ممارساتهم المبتكرة والصديقة للبيئة، فإنهم يمهدون الطريق لمستقبل مستدام يستفيد منه الأجيال الحالية والمستقبلية.

الخاتمة والنتائج والتوصيات

أولاً: الخاتمة

شكَّلت خاتمة الدِّراسة حصيلة النتائج التي تمثل الإجابة عن أسئلة الدِّراسة بالإضافة إلى تقديم مجموعة من التوصيات, وقد تناولت الدِّراسة الهندسة الخضراء ودورها في تحسين جودة البيئة المحلية قي البلديات , وبينت الدراسة ان الهندسة الخضراء اسهمت في التقليل من التلوث وتعزيز الاستدامة وتقليل من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة دون التضحية بالجدوى الاقتصادية والكفاءة. وتلعب الهندسة البيئية الخضراء دورًا محوريًا في دعم التنمية الحضرية المستدامة من خلال دمج الاعتبارات البيئية في عمليات تخطيط المدن وتطويرها. كذلك أكدت الدراسة ان مهندسو البيئة الخضراء دورًا محوريًا في مساعدة المدن على تحقيق هذا الهدف من خلال تطوير وتنفيذ حلول قابلة للتطبيق للمشاكل البيئية الحضرية.

وبينت الدراسة ان إحدى الوظائف الرئيسية للهندسة البيئية الخضراء في التنمية الحضرية المستدامة هي تعزيز أنظمة النقل الصديقة للبيئة. والتقليل بشكل كبير من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية من خلال تشجيع ركوب الدراجات والمشي والنقل العام كأشكال بديلة للسفر. حيث هناك تعاون مهندسو البيئة الخضراء بشكل وثيق مع المخططين الحضريين ومهندسي النقل في تصميم خطط مستدامة تدمج هذه الأشكال البديلة في الحياة الحضرية.

ولعب مهندسو البيئة الخضراء دورًا أساسيًا في تطوير وتنفيذ أنظمة الطاقة المستدامة، وخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية. وتقلل مصادر الطاقة المستدامة من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية بشكل كبير بينما يتعاون مهندسو البيئة مع مخططي الطاقة وواضعي السياسات في وضع سياسات وخطط تشجع على استخدام هذه المصادر المتجددة داخل المناطق الحضرية.

كذلك ساهم مهندسو البيئة الخضراء دورًا حيويًا في التنمية الحضرية المستدامة من خلال دعم أنظمة إدارة المياه والصرف الصحي السليمة بيئيًا. ويساعد الحفاظ على المياه من خلال النظم المستدامة على الحفاظ على الموارد الطبيعية القيمة مع تخفيف الأثر البيئي السلبي للتوسع الحضري. غالبًا ما يتعاون مهندسو البيئة مع مديري الموارد المائية والمخططين الحضريين في صياغة الخطط التي تتضمن الحفاظ على المياه ومعالجة مياه الصرف الصحي وإدارة مياه الأمطار كعناصر أساسية في خطط التنمية لمدنهم وأحيائهم.

ثانيا : نتائج الدراسة

1- بينت الدراسة ان الهندسة الخضراء أسهمت في التقليل من التلوث وتعزيز الاستدامة وتقليل من المخاطر على صحة الإنسان والبيئة دون التضحية بالجدوى الاقتصادية والكفاءة.

2- بينت الدراسة ان الهندسة البيئية الخضراء تلعب دورًا محوريًا في دعم التنمية الحضرية المستدامة من خلال دمج الاعتبارات البيئية في عمليات تخطيط المدن وتطويرها.

3- أكدت الدراسة ان مهندسو البيئة الخضراء دورًا محوريًا في مساعدة المدن على تحقيق هذا الهدف من خلال تطوير وتنفيذ حلول قابلة للتطبيق للمشاكل البيئية الحضرية.

4- بينت الدراسة ان إحدى الوظائف الرئيسية للهندسة البيئية الخضراء في التنمية الحضرية المستدامة هي تعزيز أنظمة النقل الصديقة للبيئة. والتقليل بشكل كبير من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية من خلال تشجيع ركوب الدراجات والمشي والنقل العام كأشكال بديلة للسفر

5- أكدت الدراسة ان مهندسو البيئة الخضراء لهم دورًا أساسيًا في تطوير وتنفيذ أنظمة الطاقة المستدامة، وخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية. وتقلل مصادر الطاقة المستدامة من انبعاثات الكربون في المناطق الحضرية

6- بينت الدراسة ان مهندسو البيئة الخضراء ساهموا بشكل حيوي في التنمية الحضرية المستدامة من خلال دعم أنظمة إدارة المياه والصرف الصحي السليمة بيئيًا. ويساعد الحفاظ على المياه من خلال النظم المستدامة على الحفاظ على الموارد الطبيعية القيمة مع تخفيف الأثر البيئي السلبي للتوسع الحضري.

ثالثا : التوصيات

1- من الضروري على البلديات وضع الهندسة الخضراء جزء من ترخيص الابنية وذلك للحفاظ على البيئة

2- على البلديات أعداد الدورات وورش العمل التوعوية لبيان أهمية الهندسة الخضراء في تعزز أهداف التنمية المستدامة

3- أوصى الباحث بان على البلديات ان الهندسة الخضراء تسهم في تحسين البيئة من خلال تطوير وتنفيذ أنظمة الطاقة المستدامة، وخاصة المصادر المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية.

4- على وزارة الإدارة المحلية العمل على ادخال أهمية الهندسة الخضراء في التصاميم للأبنية لغايات استرشاد الطاقة والماء.

المراجع

اولا: المراجع العربية

اطر، دينا سعيد، (2014)الأسطح الخضراء فى الإسكان، دراسة لزراعة أسطح المباني القائمة فى المناطق ذات الكثافة السكانية العالية "رسالة ماجستير فى التخطيط والتصميم البيئي، قسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، الجيزة ,مصر.

برهمين , اميرة عبد الوهاب(2022). المباني الخضراء ... صديقة البيئة, مجلة الجودة الصحية , 22, تموز, مصر.

الجارحي، محمود سعد(2015). المعايير التصميمية لنظام الريادة في الطاقة والتصميم البيئي "LEED" وتطبيقاتها في مجال التصميم الداخلي، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر،

جلود، رشيد. (2018) آليات وركائز التنمية المستدامة .مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية: جامعة نواكشوط – كلية الآداب والعلوم الإنسانية 155 – 146. .

خليدة: , كل، أنفال، بن نونة، (2016).تحديد المركبات العضوية المتطايرة VOC داخل وخارج الجامعة والمستشفى لمدينة ورقلة، رسالة ماجستير، كلية الرياضيات وعلوم المادة، قسم الكيمياء، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، المغرب.

شريم , صفاء (2021). موضوع عن البيئة, موقع موضوع , 19, تشرين اول , الاردن.

الشوابكة , مراد(2021). أهمية المساحات الخضراء,موقع موضوع , 22, آذار, الأردن.

عبد الجواد، أسماء (2010)، "استغلال العمارة المستديمة والعمارة الخضراء في ترشيد استهلاك الطاقة، بحث منشور"، المجلة الهندسية، كلية الهندسة، جامعة الأزهر،مصر ص50.

عبيد، هبة محمد(2018). انعكاس جودة البيئة الداخلية العالمية على التصميم الداخلي لمدارس التعليم الصناعي في مصر، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر.

العدوان , محمد عبدالمهدي (2022).الحدائق والمنتزهات العامة ضمن حدود البلديات "المجلة العربية للنشر العلمي , الاصدار الخامس , العدد 49, المجلد 5، 260-278.مصر.

العلوان، هدى عبد الصاحب، ياسمين حقي(2017). تناغم العمارة مع الطبيعة (التصميم المستدام نحو صحة ورفاه الأنسان, مجلة الإمارات للبحوث الهندسية، المجلد 1، العدد 22 , الإمارات العربية .

علي، وليد علي(2013). المعايير الخاصة بالمواصفات الفنية للتصميم الداخلي للمنتجعات السياحية ودورها في زيادة الجذب السياحي بمحافظة البحر الأحمر، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر،

العنانزه , محمد خالد (2019). الهندسة الخضراء. توجه جديد نحو الاستدامة, مجلة التقدم العلمي, 28, تشرين اول , مصر.

غنايم،محمد (2001).دمج البعد البيئي في التخطيط الإنمائي، منشورات معهد الأبحاث التطبيقي(أريج) القدس.فلسطين

فواز، محمود محمد، سرحان احمد عبد اللطيف سليمان (2015). دراسة اقتصادية للتغيرات المناخية وأثارها على التنمية المستدامة في مصر. المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي. المجلد (25). العدد. (2). مصر.

قبيلات حمدي(2017).التشريعات الناظمة لعمل مجالس المحافظات والبلدية والمحلية في الأردن، الوكالة الألمانية واللجنة الوطنية الأردنية لشؤون المرأة ، الأردن.

محمد الطاهر(2013). التنمية المستدامة في البلدان العربية بين النظرية والتطبيق، مكتبة حسن العصر ية بيروت، لبنان.

محمد، خالد (2016)، "تطبيق مفاهيم المباني الخضراء دراسة حالة الخرطوم الكبرى , ماجستير–كلية الدراسات العليا جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ص71.

ممتاز، رنا(2008) استراتيجية محاكاة الطبيعة والشكل المعماري المستدام – دراسة تحليلية للاشكال العضوية من خلال اعمال المعماري، المجلة العراقة للهندسة المدنية , العدد 2، قسم الهندسة المعمارية، الجامعة التكنولوجية.العراق.

نجيل كمال وشمائل محمد وجيه الدباغ(2008). استدامة المدن بين الامس والمعاصرة اليوم (دراسة مقارنة)، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 26 العدد 11. العراق.

هاني عبيد(2000).الإنسان والبيئة: منظومات الطاقة والبيئة والسكان" دار الشروق ، عمان،الاردن، ص205.

هطل، حامد (2007)، التنمية المستدامة وعلاقتها بالتخطيط الحضرى فى إمارة دبى، بحث منشور فى كتاب المؤتمر والمعرض الدولي الثانى بدبي تحت عنوان الحفاظ العمراني – الفرص والتحديات فى القرن الحادي والعشرين ، مطبوعات بلدية دبي، ص39.

و لسن، ميرا ناجي(2019). المحددات البيئية وأثرها في الفراغات المفتوحة الخاصة بالمناطق الأثرية الإسلامية، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم التصميم الداخلي والأثاث، جامعة حلوان، مصر.

وزيري، يحيى (2003)، التصميم المعماري الصديق للبيئة. نحو عمارة خضراء،مكتبة مدبولى، القاهرة ص50.

ثانيا : المراجع الأجنبية

Denchak, M., March, 4, 2019, "Green Infrastructure: How to Manage Water in a Sustainable Way" natural resource defense council published online ahttp://www.nrdc.org/stories/green_infrastructure

Hendrick, C. and Janssen G. (2001), "Construction and Demolition Waste: General process Aspects". Heron, Volume 46, N0. 2.

Kapetas, L(2021) "Assessing the hydraulic performance of Blue-Green Infrastructure: the case study of Amsterdam's adaptive smart network blue-green roofs" Project Description Published online at: https://uia-initiative.eu/en/news/assessing-hydraulic-performance-bluegreen-

Kennedy, S.A. (2016). Design of a dynamic undergraduate green chemistry course. Journal of Chemical Education, 93, 645-649. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00432.

Khodeira, L., and Nabawyb(2019) Identifying key risks in infrastructure projects–Case study of Cairo Festival City project in Egypt. Ain Shams Engineering Journal. Volume 10, Issue 3, September 2019, Pages 613-621

Lund, T.J.; Stains, M. (2015). The importance of context: an exploration of factors influencing the adoption of student-centered teaching among chemistry, biology, and physics faculty. International Journal of STEM Education: 2, 13. https://doi.org/10.1186/s40594-015-0026-8.

Owens, D.C.; Barlow, A.T.; Smith-Walters, C. (2020). Student Motivation and Resistance in Active Learning Classrooms. In Active Learning in College Science: The Case for Evidence-Based Practice, Mintzes, J.J., Walter, E.M., Eds.; Springer International Publishing: Cham, pp. 927-942. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_57.

Pun S., Lui C. et al. (2006), "Promoting the Reuse and Recycling of Building Demolition Materials", World Transaction for Engineering Technology Education, Vol.5, 1.

Thacker, S., Adshead, D., Fay, M., Hallegatte, S., Harvey, M., Meller, H. ... & Hall, J. W. (2019). Infrastructure for sustainable development. Nature Sustainability, 2(4), 324-331