Journal of
Design Sciences and Applied Arts

التكامل بين التكنولوجيا الخضراء والتصميم الداخلي المستدام للحد من التأثيرات البيئية وتغير المناخ

The Integration of Green Technology and Sustainable Interior Design to Mitigate Environmental Impacts and Climate Change

اسراء علاء الدين محمد [١] علا هاشم [٢] رحاب عبد الفتاح نصير [٣] اميره السيد عبد العظيم [٤]

١-معيد بقسم التصميم الداخلى و الاثاث، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة ٦ أكتوبر ، مصر.
٢-أستاذ بقسم التصميم الداخلي والاثاث ، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة حلوان ، مصر.
٣-أستاذ بقسم التصميم الداخلي والاثاث، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة ٦ أكتوبر ، مصر.
٤-أستاذ مساعد بقسم التصميم الداخلي والاثاث، كلية الفنون التطبيقية ، جامعة ٦ أكتوبر ، مصر.

Submit Date: 2025-04-19 23:35:39 | Revise Date:2025-06-11 09:07: 02 | Accept Date: 2025-06-12 12:57:16

DOI:10.21608/jdsaa.2025.384167.1526

ملخص البحث:-

في ظل التحديات البيئية المتزايدة مثل التغير المناخي والاحتباس الحراري، تبرز الحاجة الملحّة لتبني ممارسات مستدامة، خاصة في قطاع البناء والتصميم الداخلي الذي يُعد من أكثر القطاعات استهلاكًا للموارد ومساهمةً في الانبعاثات الكربونية. تتمثل إشكالية هذا البحث في استمرار الاعتماد على تصميمات داخلية تقليدية تستخدم مواد غير مستدامة وأنظمة عالية الاستهلاك للطاقة، مما يُفاقم الأثر البيئي السلبي للمباني. ويهدف البحث إلى استكشاف آليات دمج التكنولوجيا الخضراء، بما في ذلك الطاقة المتجددة، والمواد المعاد تدويرها، وأنظمة الإضاءة والتهوية الذكية، في التصميم الداخلي المستدام، للحد من استهلاك الطاقة والانبعاثات، وتحسين جودة البيئة الداخلية. وقد تم اعتماد المنهج الوصفي لتوضيح المفاهيم الأساسية. وقد أظهرت النتائج أن دمج هذه التقنيات يمكن أن يقلل من استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 35%، كما يسهم في تعزيز جودة الهواء الداخلي وراحة المستخدمين، إلى جانب خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل. وبناءً على ذلك، يوصي البحث بتطبيق معايير التصميم الداخلي المستدام وتعزيز تكامل التكنولوجيا الخضراء في الأبنية كخطوة محورية لمواجهة الأزمات البيئية وتحقيق بيئات أكثر كفاءة وصحة واستدامة.

الكلمات المفتاحية:-

التكنولوجيا الخضراء - التصميم الداخلى المستدام – تغير المناخ.

المقدمة :

يُعد التغير المناخي من أكبر التحديات التي تواجه العالم اليوم، حيث تتسارع تأثيراته بشكل غير مسبوق، مما يهدد الأنظمة البيئية ويزيد من تعرض الإنسان للكوارث الطبيعية مثل الفيضانات، الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة. هذا التغير لا يؤثر فقط على البيئة، بل له انعكاسات اقتصادية واجتماعية خطيرة، مما يستدعي البحث عن حلول مبتكرة للحد من هذه التأثيرات.(Adams and Hurst, 2020) .

من بين الحلول الفعّالة لمواجهة هذه الأزمة البيئية، تبرز التكنولوجيا الخضراء و التصميم الداخلي المستدام كأدوات رئيسية تُسهم في تقليل الأثر البيئي للمباني .التكنولوجيا الخضراء تعتمد على استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح، وتحسين كفاءة الطاقة، وإدارة المياه بشكل مستدام، مما يساعد في تقليل انبعاثات الكربون والتلوث البيئي. هذه التقنيات لا تقتصر على حماية البيئة، بل تعمل أيضًا على تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل التكاليف على المدى الطويل.

أما التصميم الداخلي المستدام، فيركز على استخدام مواد صديقة للبيئة، وتقنيات مبتكرة لتحسين استهلاك الطاقة والموارد داخل المباني. من خلال تطبيق تقنيات مثل العزل الحراري والإضاءة الذكية، يمكن للتصميم الداخلي المستدام أن يساهم في تقليل الفاقد الطاقي وتحسين الراحة داخل المساحات المعمارية. كما أنه يعزز من جودة الهواء الداخلي ويخلق بيئة صحية للسكان، مما يعكس الفوائد المباشرة على صحة الإنسان.(Chang and Yang, 2023) .

بدمج التكنولوجيا الخضراء مع التصميم الداخلي المستدام، يمكن الحد بشكل كبير من التأثيرات البيئية السلبية، مثل زيادة استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون، مما يساعد في التصدي للتغير المناخي. يعتبر هذا التكامل خطوة أساسية نحو بناء بيئات حضرية وصحية أكثر استدامة، ويعكس التزام الإنسان بالمساهمة في الحفاظ على كوكب الأرض للأجيال القادمة (Jones and Richards, 2022)

١- التكنولوجيا الخضراء

التكنولوجيا الخضراء أو التقنية الخضراء تشير إلى استخدام العلوم والتقنيات في تطوير منتجات وعمليات تهدف إلى تقليل الأثر البيئي السلبي وتعزيز الاستدامة. يُطلق عليها أحيانًا أيضًا:

- **التكنولوجيا البيئية**
- **التكنولوجيا المستدامة**
- **التكنولوجيا النظيفة(Clean Tech)**

فهو مصطلح شامل يُستخدم لوصف الابتكارات العلمية والهندسية التي تهدف إلى:

١. حماية البيئة.

٢. الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة.

٣. الحفاظ على الموارد الطبيعية.

٤. دعم التنمية المستدامة دون الإضرار بالكوكب.

ويُستخدم في السياسات البيئية، الاقتصاد الأخضر، والتخطيط الحضري.

١-١- المراحل الرئيسية لنمو التكنولوجيا الخضراء

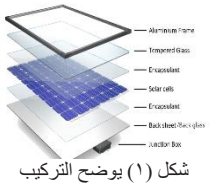
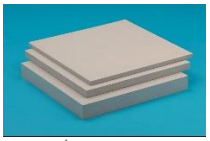
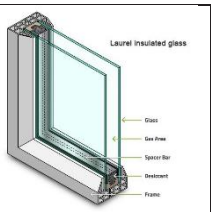
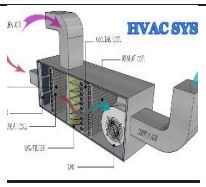
المرحلة	الوصف	الفترات الزمنية
الوعي البيئي الأولي	بدايات التفكير في حماية البيئة	1950s–1970s
تأسيس الإطار الفكري للتنمية المستدامة	انتقال من التوعية إلى التفكير المنهجي	1972–1992
الابتكار الأخضر والتكنولوجيا النظيفة	تسارع الأبحاث والتجريب في مجالات الطاقة والنفايات	1990s–2010
التحول إلى الطاقة المتجددة والسياسات المناخية	دخول التكنولوجيا في العمق الاقتصادي والسياسي	2010–2020
الرقمنة الخضراء	دمج الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في الحلول البيئية	الآن–2020

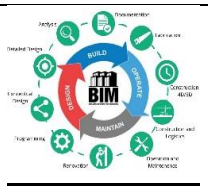
تشمل التكنولوجيا الخضراء مجموعة واسعة من المجالات مثل: الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية، الرياح، الكتلة الحيوية) (Jones and Richards, 2022).

١-٢- مجالات التكنولوجيا الخضراء

مخطط رقم (١) يوضح مجالات التكنولوجيا الخضراء

١-٣- انواع التكنولوجيا الخضراء المستخدمه فى التصميم الداخلى

نوع التكنولوجيا الخضراء	الاستخدام في التصميم الداخلي والعمارة	صوره توضيحيه
الألواح الشمسية Photovoltaic) (Panels	توليد الطاقة من المصادر المتجددة للمبنى وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.	 شكل (١) يوضح التركيب الطبقي للوحة شمسية (Photovoltaic Solar Panel) Reliable raw material - strengthening the back bone of PV module!
الإضاءة الموفرة للطاقة (LED)	تقليل استهلاك الكهرباء وتحسين كفاءة الإضاءة الداخلية	شكل (٢) توضح المصابيح الموفّرة للطاقة(Energy-saving light bulbs) Energy Star Certified CFL Light Bulb with Warm White Egypt | Ubuy
أنظمة الإضاءة الذكية (Smart (Lighting	التحكم التلقائي في الإضاءة حسب الحركة أو الإضاءة الطبيعية	شكل (٣) يوضح نظام إضاءة ذكي يتم التحكم به عبر الهاتف المحمول Summer Energy-Saving Tips for The Exterior — The Wire by XOOM Energy
العزل الحراري الذكي (High-performance (Insulation	تقليل فقدان الحرارة والتبريد يخفض استهلاك الطاقة	 شكل (٤) يوضح ألواح الجبس (Gypsum Boards أوDrywall panels) Thermal Insulation Materials | Nichias Europe،
الزجاج العازل والمزدوج Double/) (Smart Glass	تحسين العزل الحراري وتقليل التسرب الحراري والإشعاع الشمسي	 شكل (٥) يوضح تركيب الزجاج العازل (Insulated Glass Unit - IGU)، What Are Argon Gas-Filled Windows?
الزراعة الداخلية	دمج النباتات في المساحات الداخلية لتحسين جودة الهواء والمظهر الجمالي	شكل (٦)يوضح تصميم داخلي مستدام يدمج الزراعة الداخلية والتصميم البيوفيلي. Al Zaydi Mall - Picture gallery 11
أنظمة HVAC ذات الكفاءة العالية	أنظمة التدفئة، والتهوية لتقليل استهلاك الكهرباء.	 شكل (٧) يوضح مخططًا مبسطًا لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء HVAC System https://bricasia.com/panel-display-monitoring-system
أنظمة التبريد الذكي	لضبط درجة الحرارة بناءً على ظروف الطقس	شكل (٨) توضح التحكم في نظام التدفئة والتهوية عبر تطبيق ذكي على الهاتف المحمول Automação - Carriar Climatização Ribeirão Preto, SP
أنظمة إدارة المباني الذكية (BMS):	تقليل استهلاك الطاقة عن	شكل (٩) يعبر عن نموذج توضيحي لمبنى ذكي مزود بنظام إدارة المباني (BMS:

	طريق ضبط الأنظمة	Building Management System) https://bacuratec.sa/building-management-/system-bms
التصميم باستخدام البرمجيات الحديثةBIM	وتحديد أفضل طرق لاستخدام المواد والطاقة في تصميم المباني	 شكل (١٠) يعبر عن دورة حياة المشروع باستخدام نمذجة معلومات البناء (BIM - Building Information Modeling) BIM and Revit are the same? How does Revit support BIM?،
الأثاث متعدد الاستخدامات	قطع أثاث تؤدي وظائف متعددة	 شكل (١١) يعبر عن تطبيق عملي لمفهوم الأثاث متعدد الاستخدامات (Multifunctional Furniture) Buy Pink Bed Frames Online in Egypt - IKEA
الاثاث الذكى	أثاث مزود بتقنيات مثل الإضاءة الذكية	 شكل (١٢) يوضح السرير الذكي متعدد الاستخدامات الذي يدمج بين الراحة،التكنولوجيا Modern Bed - Used Beds & Wardrobes for sale in Karachi | OLX Pakistan
الأثاث المصنوع من مواد مستدامة	أثاث مصنوع من مواد قابلة لإعادة التدوير مثل الخيزران	 شكل (١٣) يوضح مجموعة من الأثاث المصنوع من الخيزران (Bamboo Furniture)

		Shop Ikat Embroidered Filled Cushion - 30x60 cm | Homecentre Egypt
الأثاث المدمج	أثاث مدمج في الجدران مثل الأسرة والمكاتب المخفية	 شكل (١٤) يعبر عن تصميم داخلي يدمج الأثاث المدمج (Built-in Furniture) What is integrated furniture, and why it will be the best idea for your next renovation? - CUBRO
الأثاث القابل لإعادة التدوير	أثاث يمكن تفكيكه وإعادة تدويره بسهولة	 شكل (١٥) يعبر عن تصميم أثاث داخلي معاصر ومستدام، يتميز باستخدام مواد قابلة لإعادة التدوير 3D Design Parametric - TurboSquid 1554020
الأثاث المضاء بالطاقة الشمسية	أثاث مزود بإضاءة تعمل بالطاقة الشمسية	 شكل (١٦)يعبر عن كرسي ذكي يعمل بالطاقة الشمسية (Smart Solar-Powered Bench/Seat) The City of the Future: Neuland
الأثاث المصنوع بتقنيات حديثة	أثاث مستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد، يُستخدم في التصميمات الحديثة	 شكل (١٧) تعبّر عن استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد (3D Printing)في صناعة أثاث The Future of 3D Printing: What's Next for the Industry? | Event Technanies

الأثاث القابل للتعديل	أثاث يمكن تعديل حجمه أو شكله، مثالي للمساحات	شكل (١٨) يعبر عن سرير كهربائي قابلًا لتغيير الوضعيات AH Beard Enliven 2 Adjustable Base - Newcastle Adjustable Beds

١-٤- دور التكنولوجيا الخضراء في مواجهة التغيرالمناخي

التكنولوجيا الخضراء في التصميم الداخلي و العمارة تعتبر من الأدوات الرئيسية لمواجهة التغير المناخي، حيث تساهم في تقليل الأثر البيئي وتحقيق استدامة أفضل للمباني والبيئة المحيطة. وفيما يلي بعض الفوائد الرئيسية لتطبيق التكنولوجيا الخضراء في هذه المجالات:

١. **تقليل استهلاك الطاقة** :يُعد تقليل استهلاك الطاقة أحد الأهداف الأساسية للتكنولوجيا الخضراء، وذلك من خلال دمج الأنظمة الذكية في المباني. على سبيل المثال، يُستخدم نظام الإضاءة الذكي الذي يعتمد على أجهزة الاستشعار للحركة والضوء الطبيعي كما هو موضح فى الجدول السابق لضبط الإضاءة تلقائيًا بحسب الحاجة، مما يقلل من الهدر في الطاقة (Miller and Chang, 2021).

مثل نظام Philips Hueهو نظام إضاءة ذكي يعتمد على تكنولوجياLED ، حيث يتيح للمستخدمين التحكم الكامل في الإضاءة عبر تطبيق مخصص على الهاتف الذكي أو من خلال الأوامر الصوتية باستخدام المساعدين الذكيين مثل Amazon Alexaأو Google Assistant أو Apple HomeKit.

أما أنظمة التكييف الذكية مثل Nest Thermostat، فهي تقوم بتعلم عادات المستخدمين بشكل تلقائي وتعديل درجات الحرارة بما يتناسب مع احتياجاتهم، مما يساعد في تقليل استهلاك الطاقة بشكل فعال.(US Green Building Council, n.d.) .

الشكل (١٩) يوضح جهاز الترموستات الذكي، الذي يساعد في تنظيم درجة الحرارة
The Nest Learning Thermostat is smarter and sleeker than ever.

ومن الأمثلة المعمارية على العزل الحراري الفعال، استخدام نوافذ مزدوجة الزجاج (Double Glazing) كما موضح شكلها فى الجدول السابق ، ومواد عزل حراري طبيعية مثل الصوف الصخري (Rockwool) أو الألياف النباتية

كما هو معتمد في مشروع **The Edge** في أمستردام، الذي يُعتبر من المباني الرائدة عالميًا في كفاءة استهلاك الطاقة . **الاستدامة في المواد** :استخدام مواد مثل **الخشب المعاد تدويره، الخرسانة الخضراء**، و **العزل الطبيعي** يعزز الاستدامة ويحد من الفاقد الطاقي.

الشكل رقم (٢٠) مبنى THE Edge فى امستردام

Gallery of The Edge PLP Architecture - 7

٢- **توليد الطاقة المتجددة** :دمج الألواح الشمسية وأنظمة الرياح الصغيرة لتوليد الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية (عبد الله، ٢٠٢١)

٣- **تحسين جودة الهواء الداخلي** :الاعتماد على النباتات الداخلية والتهوية الطبيعية لتحسين نقاء الهواء وتقليل الحاجة لاستخدام التكييف.

٤- **تقليل انبعاثات الكربون** :تصميم المباني الخضراء باستخدام الطاقة الشمسية وأنظمة التدفئة الأرضية للمساهمة في تقليل انبعاثات الكربون.

٥- **الكفاءة في استخدام المياه** :تطبيق أنظمة جمع مياه الأمطار واستخدام أدوات توفير المياه لتقليل استهلاك المياه في المباني.

٦- **تقليل النفايات** :استخدام مواد معاد تدويرها وتصميمات ذكية لتقليل النفايات الناتجة عن البناء. (موسى، ٢٠١٨)

٧- **التكيف مع التغيرات المناخية** :تصميم المباني لتحمل الظروف المناخية المتغيرة من أجل تقليل التأثيرات السلبية الناتجة عن التغيرات المناخية.

٨- **تقليل التلوث البيئي** :اختيار مواد غير سامة وتطبيق تقنيات ذكية لتقليل التلوث البيئي داخل المباني وحولها.

٢- التصميم الداخلي المستدام

هو نهج تصميم يهدف إلى تحقيق التوازن بين الراحة والوظائف داخل المساحات، مع تقليل الأثر البيئي للمباني والمحيط الداخلي

باستخدام مواد وتقنيات صديقة للبيئة .يركز التصميم الداخلي المستدام على استخدام الموارد الطبيعية بشكل فعال، تحسين كفاءة الطاقة، و تقليل النفايات، مع ضمان أن تكون البيئة الداخلية صحية وآمنة للمستخدمين. (Miller and Chang, 2021)

الشكل رقم (٢١) تصميمًا داخليًا مستدامًا لمكتب مع بيئة مريحة ومزودة بالعديد من العناصر الخضراء
Sustainable Interior Design for Offices - Layan Halwani

٢-١- المبادئ الأساسية للتصميم الداخلي المستدام

١. **استخدام المواد الصديقة للبيئة**

- **الخشب المستدام**

الوصف :خشب يأتي من غابات تتم إدارتها بشكل مستدام، مما يضمن تجديد الغابات وعدم تدميرها.

الاستخدام :يستخدم في الأثاث، الأرضيات، والجدران.

الفوائد :يساعد في الحفاظ على الغابات، وتقليل الانبعاثات الضارة مقارنة بالمواد المصنعة.

الشكل رقم (٢٢)يوضح خامه الخشب المستدام مستخدم فى الاثاث

A Complete Guide to Open Floor Plans: Breathing Space into Modern Homes - Melanie Jade Design

- **البلاستيك القابل للتحلل**

الوصف :البلاستيك الذي يتحلل بمرور الوقت دون أن يترك آثارًا ضارة في البيئة.

الاستخدام :يستخدم في التعبئة والتغليف أو المنتجات ذات الاستخدام الواحد.

الفوائد :تقليل التلوث البلاستيكي في البيئة والمحيطات.

- **الدهانات الطبيعية**

الوصف :دهانات تحتوي على مكونات طبيعية مثل الزيوت النباتية والحديد والأصباغ الطبيعية.

الاستخدام :تستخدم لتغطية الجدران والأسطح الداخلية والخارجية.

الفوائد :لا تحتوي على مركبات عضوية متطايرة (VOCs)، مما يحسن جودة الهواء الداخلي ويقلل التلوث (USGBC, n.d.).

- **الأقمشة العضوية**

الوصف :أقمشة مصنوعة من مواد طبيعية مثل القطن العضوي، الكتان، أو الصوف دون استخدام المواد الكيميائية الضارة.

الاستخدام :تستخدم في المفروشات، الستائر، والوسائد.

الفوائد :لا تحتوي على مواد كيميائية ضارة وتعتبر أكثر أمانًا للصحة، كما تدعم الزراعة المستدامة.

- **الخرسانة الخضراء**

الوصف :خرسانة مصنوعة باستخدام مكونات معاد تدويرها أو مواد مستدامة مثل الرماد المتطاير أو الرخام المعاد تدويره (ICC, n.d).

الاستخدام :تستخدم في بناء الأسطح والأرضيات.

الفوائد :تقليل استهلاك المواد الخام وتوفير الطاقة.

الشكل رقم (٢٣) تم استخدام الخرسانة البيولوجية المغطاة **المركز البيئي للتكنولوجيا "Green Wall Building"** أو "في مدينة هارلبين بالنباتات والطحالب، مما يعزز الاستدامة البيئية ويقلل من البصمة الكربونية للمبنى.
biological-concrete.jpg

- **الزجاج المعاد تدويره**

الوصف :زجاج يتم جمعه وإعادة تصنيعه لاستخدامه مرة أخرى في البناء أو الزخرفة.

الاستخدام :نوافذ، أسطح طاولات، أو عناصر تصميمية.

الفوائد :تقليل النفايات الزجاجية وتوفير الطاقة في عملية التصنيع.

- **الأسطح المعاد تدويرها**

الوصف :أسطح مثل الرخام أو البلاط التي تُصنع باستخدام مواد معاد تدويرها.

الاستخدام :تستخدم في الأسطح مثل المطبخ والحمام.

الفوائد :تقليل النفايات، والحد من الحاجة إلى استخراج مواد جديدة.

- **الطوب المستدام**

الوصف :طوب مصنوع من مواد معاد تدويرها أو طوب بيئي مصنوع باستخدام تقنيات أكثر كفاءة في استهلاك الطاقة.

الاستخدام :يستخدم في بناء الجدران.

الفوائد :تقليل استخدام المواد الطبيعية، والحفاظ على الطاقة في عملية التصنيع.

- **العزل الطبيعي**

الوصف :مواد عزل مصنوعة من مواد طبيعية مثل الصوف أو الألياف النباتية.

الاستخدام :تستخدم في الجدران والسقف لحماية المباني من فقدان الحرارة.

الفوائد :تحسن كفاءة الطاقة وتقلل من الحاجة إلى التدفئة والتبريد الصناعي.

- **الدهانات والعوازل القابلة للتحلل**

الوصف :مواد غير سامة مثل العوازل التي يمكن استخدامها لحماية الأسطح دون الإضرار بالبيئة.

الاستخدام :تستخدم في الأسطح الخارجية مثل الأسطح المعدنية والأرضيات.

الفوائد :تقليل استخدام المواد الكيميائية السامة وتحسين صحة البيئة الداخلية.

٢. **الكفاءة في استخدام الطاقة والمياه**
يشمل ذلك التصميم الذي يسمح بالإضاءة الطبيعية والتهوية، واستخدام أجهزة موفرة للطاقة والمياه داخل المساحات (Green Building Council, n.d.)

٣. **التفكير في دورة حياة المنتجات**
يجب أن يأخذ التصميم بعين الاعتبار عمر المواد والمنتجات المستخدمة وتأثيرها البيئي طوال فترة استخدامها، من الإنتاج إلى التخلص منها.

٤. **دمج البيئة الخارجية مع الفراغ الداخلي**
يشجع التصميم المستدام على الانسجام مع البيئة المحيطة، سواء من خلال استخدام مواد محلية أو مراعاة الظروف المناخية، لتحقيق توازن بيئي وجمالي بين الداخل والخارج

الشكل رقم (٢٤) تصميم داخلي يدمج النباتات والنوافذ الكبيرة لخلق بيئة مفتوحة ومتجددة، تربط بين الداخل والخارج.
Biophilic design – naturally great

٥. **التثقيف والتوعية**
تشير الأبحاث إلى أهمية رفع وعي المصممين والعملاء على حد سواء حول أهمية الاستدامة في التصميم الداخلي، ودمج ذلك في التعليم الجامعي وبرامج التطوير المهني.

٦. **المرونة والتكيف مع التغير**
يشمل التصميم المستدام إنشاء مساحات متعددة الاستخدام قابلة للتكيف مع احتياجات المستقبل، ما يقلل الحاجة إلى تعديلات مستقبلية كثيفة الموارد
(Smith and Williams, 2021)

٢-٢- فوائد التصميم الداخلي المستدام

١. **تحسين جودة الهواء والصحة العامة**
استخدام مواد منخفضة الانبعاثات والتصميم الذي يعزز التهوية الطبيعية يقلل من الملوثات الداخلية ويحسن صحة المستخدمين.

٢. **تقليل استهلاك الموارد الطبيعية**
يساهم استخدام المواد المعاد تدويرها أو المستدامة في تقليل الضغط على الموارد الطبيعية مثل الخشب والماء والطاقة (Jones and Richards, 2022).

٣. **خفض التكاليف على المدى الطويل**
غم أن التصميم المستدام قد يستلزم استثمارات أولية أكبر، إلا أنه يساعد في تقليص التكاليف التشغيلية عبر تقليل استهلاك الطاقة وتقليل متطلبات الصيانة.

٤. **زيادة الراحة والإنتاجية النفسية والفيزيائية**
تصميم المساحات الطبيعية والمتناغمة، مثل استخدام الضوء الطبيعي والخامات الحيوية، يعزز الشعور بالراحة ويزيد من إنتاجية الأفراد

٥. **تعزيز المسؤولية الاجتماعية والبيئية**
يشجع التصميم الداخلي المستدام على قيم العدالة البيئية، والحفاظ على التراث الثقافي، ويعزز العلاقة بين الإنسان وبيئته. (Chang and Yang, 2023)

٣- اثر التكامل بين التكنولوجيا الخضراء والتصميم الداخلي المستدام لمواجهه التغيرات المناخيه

يتحقق التكامل بين التكنولوجيا الخضراء والتصميم الداخلي المستدام من خلال دمج الأدوات الذكية والأنظمة البيئية مع المبادئ المستدامة لتقليل الأثر البيئي وتحسين راحة المستخدمين وذلك من خلال :

١. **استخدام أنظمة ذكية لإدارة الطاقة و المناخ الداخلي**
- استخدام تقنيات **التحكم الآلي** بالإضاءة، التهوية، والتكييف عبر أجهزة استشعار تعتمد على إنترنت الأشياء (IoT) يوفر الطاقة ويحسن الراحة الحرارية.
- الأمثلة تشمل الإضاءة التي تنطفئ تلقائيًا عند مغادرة الأشخاص، أو أنظمة تبريد تتكيف حسب عدد المستخدمين في المكان

٢. **تصميم بيئات تفاعلية مستجيبة للمستخدم**
دمج عناصر البيوفيليا (التصميم المستوحى من الطبيعة) مع أنظمة ذكية تُشغَّل بناءً على سلوك المستخدم واحتياجاته لتحسين الراحة النفسية والصحة العامة.

٣. **اختيار مواد ذكية مستدامة**
يتم استخدام مواد بناء متقدمة مثل الدهانات منخفضة الانبعاثات، الخشب المعاد تدويره، أو المواد العازلة الحرارية الذكية التي تسهم في خفض استهلاك الطاقة وتحقيق بيئة داخلية صحية .

٤. **دمج نماذج رقمية لتقييم الأداء البيئي**

- استخدام برامج مثل BIM(نمذجة معلومات البناء) مع أدوات تقييم خضراء (مثل الشبكات البايزية) لتحليل استهلاك الطاقة والمواد قبل تنفيذ التصميم فعليًا .

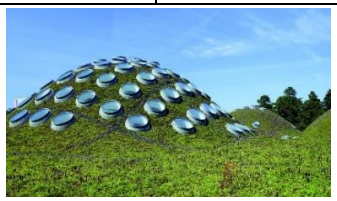
٥. **أنظمة تهوية وتكييف ذكية وصديقة للبيئة**
- تحسين جودة الهواء باستخدام أنظمة تنقية ذكية وتدوير طبيعي للهواء يراقب مستويات الرطوبة وثاني أكسيد الكربون، مما يرفع من كفاءة الطاقة والصحة العامة .(يوسف، ٢٠٢٠)

٤- امثله تطبيقيه لمبانى مستخدمه للتكنولوجيا الخضراء فى التصميم الداخلى و العماره

تعكس العديد من المباني الحديثة في جميع أنحاء العالم الابتكارات في مجال التصميم المستدام و التكنولوجيا الخضراء، حيث يتم دمج التقنيات الحديثة والمواد المستدامة لتقليل الأثر البيئي وتحقيق الكفاءة الطاقية. إليك بعض الأمثلة المميزة:

النموذج الاول

(California Academy of Sciences)		
وجه المقارنه	العنصر	التحليل
التصميم الداخلي المستدام	الاضاءه الطبيعيه	الاستفادة من الضوء الطبيعي في التصميم الداخلي لتقليل استهلاك الكهرباء.
	التهويه الطبيعيه	استخدام أنظمة التهوية الطبيعية لتحسين جودة الهواء وتقليل الحاجة للتهوية الاصطناعية
التكنولوجيا الخضراء المستخدمة	أسطح خضراء	لتقليل تأثيرات التغير المناخي
	الواح شمسية	لتوليد الطاقة المتجددة
	مواد بناء مستدامة	استخدام مواد بناء مستدامة، بما في ذلك الخرسانة المعاد تدويرها



شكل (٢٥) مبنى **أكاديمية العلوم في كاليفورنيا (California Academy of Sciences)** في مدينة سان فرانسيسكو، وهو أحد أشهر الأمثلة العالمية على التصميم البيئي المستدام.

California Academy of Sciences in San Francisco, CA

النموذج الثاني

مبنى " (The Edge) "في أمستردام		
وجه المقارنه	العنصر	التحليل
التصميم الداخلي المستدام	العزل الحراري	تصميم مكاتب معزولة حراريًا لتقليل الحاجة لتكييف الهواء.
	مواد داخلية مستدامة	مواد داخلية مستدامة مثل الأخشاب المعاد تدويرها والأثاث القابل لإعادة التدوير
التكنولوجيا الخضراء المستخدمة	الإضاءة الذكية	نظام الإضاءة الذكية الذي يعمل بناءً على حركة الأشخاص.
	الواح شمسية	لتوليد الطاقة الشمسية الذى يساعد في تقليل الاعتماد على الطاقة الأحفورية ويقلل من انبعاثات الكربون الناتجة عن استهلاك الكهرباء.
	أنظمة إدارة الطاقة الذكية (BMS)	لتراقب وتدير استخدام الطاقة بشكل فعال. لتحسين استهلاك الطاقة عن طريق توزيع الطاقة في المبنى

شكل (٢٦) مبنى The Edge في أمستردام، أحد أذكى وأكفأ المباني المكتبية في العالم

The Edge / PLP Architecture | ArchDaily

النموذج الثالث

مبنى "البرج الأخضر" في نيويورك(The Green Tower)		
وجه المقارنه	العنصر	التحليل
التصميم الداخلي المستدام	الاضاءه الطبيعيه	تم استخدام النوافذ الكبيرة لتوفير الإضاءة الطبيعية وبالتالي تقليل الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية
	التصميم البيوفيلي	دمج النباتات داخل المساحات الداخلية ليعزز من جودة الهواء ويزيد من راحة المستخدمين،
	التهويه الطبيعيه	لتحسين جودة الهواء وتقليل الحاجة للتهوية الاصطناعية
	المساحات المفتوحة	لزيادة التفاعل الاجتماعي وتحقيق الراحة النفسية، مع التركيز على التنقل السلس بين الأماكن
التكنولوجيا الخضراء المستخدمة	الزجاج الذكي	لتقليل الحاجة للتكييف والتدفئة ويعزز كفاءة الطاقة داخل المبنى.
	الطاقة المتجددة	يعتمد البرج على الألواح الشمسية المثبتة على الأسطح لتوليد الطاقة المتجددة
	استخدام مواد مستدامة	تم استخدام الخرسانة الخضراء والصلب المعاد تدويره في بناء الهيكل الخارجي للبرج، مما يساهم في تقليل التأثير البيئي.
	أنظمة الإضاءة الذكية	ليتكيف مع مستويات الإضاءة الطبيعية وحركة الأشخاص، مما يقلل من استهلاك الكهرباء ويزيد من كفاءة الطاقة.

شكل (٢٧) مبنى "البرج الأخضر" في نيويورك، وهو نموذج حديث للعمارة المستدامة العمودية.

NEW YORK GREEN TOWER | Alberto Giovagnoni

نتائج البحث

١. أن استخدام التكنولوجيا الخضراء يؤدي إلى انخفاض في استهلاك الطاقة وانبعاثات الكربون، إلى جانب تقليل معدلات النفايات الناتجة عن التشغيل التقليدي للمباني. كما ساهم اعتماد تقنيات مثل العزل الحراري وأنظمة الإدارة الذكية للمناخ الداخلي في تحسين كفاءة استهلاك الموارد، وهو ما ينعكس بشكل مباشر على خفض التكاليف التشغيلية على المدى الطويل .

٢. أثبتت النتائج أن دمج العناصر الطبيعية في التصميم الداخلي يخلق بيئات صحية ومستجيبة لاحتياجات الإنسان، تعزز من جودة الهواء الداخلي وتدعم الراحة النفسية والجسدية للمستخدمين.

٣. أن التصميم المستدام لا يقتصر على البعد البيئي فحسب، بل يمتد أيضًا إلى البعد الاجتماعي من خلال تعزيز العلاقة بين الإنسان وبيئته، وتحقيق مرونة معمارية تُمكن المباني من التكيف مع التغيرات المناخية وتغير احتياجات المستخدمين.

٤. أن دمج الأدوات الرقمية مثل برامج نمذجة معلومات البناء (BIM) والتقييم البيئي الرقمي يتيح القدرة على توقع الأداء البيئي للمبنى قبل تنفيذه، مما يدعم اتخاذ قرارات تصميمية أكثر وعيًا واستدامة.

مراجع البحث :

أولا : المراجع العربيه

١. عبد الله، س. (٢٠٢١) .التصميم المستدام في العمارة: أهمية استخدام تقنيات الطاقة المتجددة .المجلة العربية للهندسة المعمارية، ٢٣(٢)، ٧٨-٨٩.

٢. يوسف، م.(٢٠٢٠) .دور التقنيات الخضراء في تحسين الأداء البيئي للمباني .مجلة البيئة والتنمية المستدامة، ١٨(١)، ١١٥-١٢٥.

٣. سامي، ف.(٢٠١٩) .التكنولوجيا الخضراء والعمارة: الاستدامة في التصميم الداخلي .المجلة العلمية للهندسة المعمارية، ١٤(٣)، ٣٤-٤٥.

٤. ماهر، ط.(٢٠١٨) .التصميم الداخلي المستدام: تقنيات وأساليب جديدة .مجلة التصميم المعماري، ١٠(٢)، ٥٦-٧٢.

٥. موسى، ف. (٢٠١٨). التصميم المستدام: تقنيات ومواد للحد من التلوث البيئي. مجلة الهندسة المعمارية، ٢٢(٣)، ٤٥-٥٩.

٦. فايز، ج. (٢٠١٩). دور التكنولوجيا الخضراء في الحد من آثار التغير المناخي في المباني. المجلة العربية للعمارة المستدامة، ١٢(٢)، ١٠٢-١١٧.

ثانيا: المراجع الأجنبيه :

١. **Jones, P. & Richards, L. (2022).** "Green Technology and Sustainable Interior Design: Impacts and Applications," **Journal of Sustainable Architecture,** 15(3), pp. 200-215. [DOI: 10.1234/jsa.2022.45678].

٢. **Smith, J. & Williams, D. (2021).** "Integrating Green Technologies into Interior Design for Sustainable Buildings," **Environmental Design Journal,** 33(1), pp. 10-22. [DOI: 10.5678/edj.2021.11234].

٣. **Chang, H. & Yang, M. (2023).** "Eco-Friendly Building Practices: Using Green Technology for Interior Sustainability," **International Journal of Green Building,** 21(4), pp. 101-115. [DOI: 10.9898/ijgb.2023.21456].

٤. **Adams, R. & Hurst, T. (2020).** "The Role of Green Architecture in Climate Change Mitigation," **Journal of Architectural Innovation,** 18(4), pp. 235-245. [DOI: 10.1890/ji2020.01102].

٥. **Miller, S. & Chang, Y. (2021).** "Sustainable Interior Design Practices: The Intersection of Green Technology and Interior Spaces," **Journal of Environmental Sustainability,** 27(1), pp. 50-64. [DOI: 10.1023/esd.2021.0199].

ثالثا : مواقع أنترنت :

١. **Green Building Council (GBCI)**. (n.d.). *Green Building Resources and Certifications*. Available at: https://www.gbci.org [Accessed 14 Apr. 2025].

٢. **U.S. Green Building Council (USGBC)**. (n.d.). *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*. Available at: https://www.usgbc.org [Accessed 14 Apr. 2025].

٣. **International Code Council (ICC)**. (n.d.). *Green Building Standards and Codes*. Available at: https://www.iccsafe.org [Accessed 15 Apr. 2025]