ماهر أسعد بكر

نحو مستقبل مستدام

اعتماد العمارة الخضراء في البناء الحديث،
لتحقيق التوازن بين الجماليات و الحفاظ على البيئة في الهندسة المعمارية

نحو مستقبل مستدام

ماهر أسعد بكر

ISBN: 979-8-227-19013-0

حقوق الطبع و النشر © 2024

كل الحقوق محفوظة.

لا يجوز إعادة إنتاج أي جزءٍ من هذا الكتاب بأي شكلٍ من الأشكال
دون الحصول على إذنٍ كتابي من الناشر أو المؤلف.

الفهرس

مقدمة 1

أسس العمارة الخضراء 13

كفاءة الطاقة في تصميم المباني 30

تقنيات الحفاظ على المياه 45

المواد المستدامة 56

البيئة الداخلية 68

البيئة المحيطة 76

إدارة المخلفات 85

أكثر من مجرد بناء 94

الابتكارات 102

تنصل من المسؤولية 106

عن المؤلف 108

مقدمة

أصبح مفهوم الاستدامة محوراً رئيسياً في مختلف جوانب حياة الإنسان، بما في ذلك الهندسة المعمارية، فاليوم، الهندسة المعمارية الخضراء، و المعروفة أيضاً بالهندسة المعمارية المستدامة، هي فلسفة تصميم تسعى إلى تقليل التأثير البيئي السلبي للمباني و الهياكل مع إنشاء مساحات صحية و مريحة، هذا النهج يعطي الأولوية لاستخدام الموارد المتجددة و الطاقة الصديقة للبيئة لتعزيز بيئة أكثر استدامة.

لا يمكن المبالغة في أهمية الهندسة المعمارية الخضراء في عالمنا الآخذ في التحضر السريع، فمع النمو السكاني و التوسع الحضري السريع، تتعرض صناعة البناء و التشييد لضغوط هائلة لتلبية الطلب

المتزايد على الإسكان و البنية التحتية مع تقليل تأثيرها على البيئة، و تقدم الهندسة المعمارية الخضراء حلاً لهذه المعضلة من خلال توفير إطار لتصميم المباني التي لا تكون جذابة من الناحية الجمالية فحسب، بل مسؤولة بيئياً أيضاً.

يمكن إرجاع تطور العمارة الخضراء إلى الحركات البيئية في الستينيات و السبعينيات من القرن الماضي، و التي أدت إلى زيادة الوعي حول التأثير البيئي للأنشطة البشرية، و أدى ذلك إلى تجديد الاهتمام بمبادئ و تقنيات التصميم المستدام التي يمكن أن تقلل من استهلاك الموارد و تقلل الآثار السلبية للمباني على البيئة الطبيعية، منذ ذلك الحين، تطورت الهندسة المعمارية الخضراء بشكل كبير، حيث دمجت تقنيات جديدة و استراتيجيات تصميم مبتكرة لإنشاء مباني أكثر كفاءة في استخدام الطاقة و استخدام المياه، و صديقة للبيئة،غالباً ما

يـتم تصـميم المبـاني الخضـراء للاسـتفادة مـن الضـوء الطبيعـــي و التهويـــة و الكتلـــة الحراريـــة لتقليـــل اسـتهلاك الطاقـة و إنشـاء بيئـات داخليـة أكثـر صـحة لشاغليها.

و بينمـا يتصـارع العـالم مـع تحـديات تغيـر المنـاخ و اســـتنزاف المـــوارد، أصـــبحت ممارســـات البنـــاء المسـتدام أكثـر أهميـة مـن أي وقـت مضـى، حيـث تســاعد المبــاني الخضــراء علــى تقليــل انبعاثــات الكربـون و اسـتهلاك الطاقـة و تحسـين جـودة الهـواء و الحفــاظ علــى الميــاه و صــحة الإنســان و رفاهيتــه بشكل عام.

تقـوم العمـارة الخضـراء علـى مجموعـة مـن المبـادئ و الاسـتراتيجيات التـي تهـدف إلى تقليـل التـأثير البيئـي للمبــاني و تعزيــز الاســتدامة، و ترشــد هــذه المبــادئ المهندســين المعمــاريين و المصــممين إلى إنشــاء

مبـانٍ ليسـت فقـط جذابـة مـن الناحيـة الجماليـة و لكنهـا أيضـاً مـوفرة للطاقـة، و مـوفرة للميـاه، و مسؤولة بيئياً.

كفـاءة اسـتخدام الطاقـة هـي أحـد المبـادئ الأساسـية للهندسـة المعماريـة الخضـراء، حيـث تعتبـر المبـاني مسـتهلكة كبيـرة للطاقـة، و تمثـل نسـبة كبيـرة مـن انبعاثـات الغـازات الدفيئـة العالميـة، فـتم تصـميم المبـاني الخضـراء لتقليـل اسـتهلاك الطاقـة مـن خـلال اسـتخدام وسـائل التدفئـة و التبريـد و الإضـاءة و الأجهـزة الفعالـة، بمـا يشـمل أيضـاً اسـتخدام العـزل عـالي الأداء، و النوافـذ المـوفرة للطاقـة، و مصـادر الطاقـة المتجـددة مثـل الألـواح الشمسـية أو توربينات الرياح.

و تعـد كفـاءة اسـتخدام الميـاه أحـد الاعتبـارات الرئيسـية الأخـرى في الهندسـة المعماريـة الخضـراء،

فمع تزايد ندرة موارد المياه العذبة، أصبح من الضروري تقليل استهلاك المياه في المباني من خلال استخدام التركيبات الموفرة للمياه، و أنظمة تجميع مياه الأمطار، و إعادة تدوير المياه، حيث تم تصميم المباني الخضراء لتقليل هدر المياه و تعزيز الحفاظ على المياه من خلال استخدام المناظر الطبيعية المقاومة للجفاف و أنظمة الري الفعالة.

كما يعد استخدام المواد المستدامة أيضاً جانباً أساسياً في الهندسة المعمارية الخضراء، حيث أن لمواد البناء التقليدية مثل الخرسانة و الصلب تأثيرات بيئية كبيرة بسبب عمليات إنتاجها كثيفة الاستهلاك للطاقة، فتم تصميمالمباني الخضراء بطريقة يجعلها تستفيد من مواد صديقة للبيئة مثل الخشب المعاد تدويره و الخيزران و الحجر الطبيعي التي لها آثار كربونية أقل و يتم الحصول عليها من مصادر مستدامة، هذا لا يقلل من التأثير

البيئـــي للبنـــاء فحســـب، بـــل يشـــجع أيضـــاً علـــى اســـتخدام المـــوارد المتجـــددة و يـــدعم الاقتصـــادات المحلية.

و تلعـــب اســـتراتيجيات التصـــميم الســـلبي دوراً حاســماً في الهندســة المعماريــة الخضــراء مــن خــلال الاســتفادة مــن العناصــر الطبيعيــة للبيئــة لإنشــاء مبــاني مريحــة و مــوفرة للطاقــة، و تســاعد تقنيــات التصــميم الســلبي مثــل التوجيــه و التظليــل و التهويــة الطبيعيــة و الكتلــة الحراريــة علــى تحســين أداء المبــاني و تقليــل الحاجــة إلى أنظمــة التدفئــة و التبريــد الميكانيكيــة، و مــن خــلال تصــميم المبــاني التــي تعمــل في انســجام مــع محيطهـــا، يمكـــن للمهندســـين المعمـــاريين إنشـــاء مســاحات ليســت مســتدامة فحســب، بــل تســتجيب أيضاً لاحتياجات شاغليها.

إن اعتمـــاد الهندســـة المعماريـــة الخضـــراء يـــوفر مجموعــة واســعة مــن الفوائــد، لــيس فقــط للبيئــة و لكــن أيضــاً للاقتصــاد و المجتمــع ككــل، فمــن خــلال تعزيــز ممارســات البنــاء المســتدامة، يمكــن للهندســة المعماريـــة الخضـــراء أن تســـاعد في تقليـــل الآثـــار الســلبية للبنــاء علــى البيئــة، و تعزيــز الحفــاظ علــى المــوارد، ممــا يــدعم إنشــاء مجتمعــات أكثــر صــحة و أكثر ملاءمة للعيش.

واحــدة مــن الفوائــد الأساســية للهندســة المعماريــة الخضــراء هــو تأثيرهــا البيئــي الإيجــابي، حيــث يــتم تصــميم المبــاني الخضــراء لتقليــل اســتهلاك الطاقــة، و اســتخدام الميــاه، و توليــد النفايــات، و بالتــالي تقليــل البصــمة الكربونيــة و تأثيرهــا البيئــي، و مــن خــلال دمــج التقنيـــات المـــوفرة للطاقـــة، و المـــواد المســـتدامة، و اســـتراتيجيات التصـــميم الســـلبي، تســـاعد المبـــاني الخضــراء علــى تقليــل انبعاثــات الغــازات الدفيئــة، و

الحفاظ على الموارد الطبيعية، و حماية النظم البيئية، بالإضافة إلى فوائدها البيئية، توفر المباني الخضراء أيضاً مزايا اقتصادية كبيرة، ففي حين أن التكلفة الأولية لتصميم و بناء المباني الخضراء قد تكون أعلى من تكلفة المباني التقليدية، إلا أن التوفير في فواتير الطاقة و المياه على المدى الطويل يمكن أن يعوض هذه التكاليف بمرور الوقت، بالإضافة إلى أن المباني الخضراءلها قيمة إعادة بيع أعلى و تكاليف تشغيل أقل، مما يجعلها استثماراً مالياً سليماً لأصحاب المباني و المطورين.

علاوةً على ذلك، يمكن أن يكون للهندسة المعمارية الخضراء تأثيرات اجتماعية إيجابية من خلال خلق بيئات معيشة و عمل أكثر صحة و راحة للشاغلين، فقد تم تصميم المباني الخضراء لتحسين الإضاءة الطبيعية و التهوية، و تقليل الملوثات الداخلية، و تحسين جودة الهواء الداخلي،

و بالتالي تحسين صحة و رفاهية شاغليها، و من خلال إنشاء مساحات تستجيب لاحتياجات الناس، تساعد الهندسة المعمارية الخضراء على تعزيز الشعور بالمجتمع و التواصل و الرفاهية الاجتماعية.

و على الرغم من الفوائد العديدة للهندسة المعمارية الخضراء، لا تزال هناك تحديات كبيرة يتعين التغلب عليها في تعزيز ممارسات البناء المستدامة على نطاق أوسع، إحدى العقبات الرئيسية هي عدم وجود سياسات و تنظيمات شاملة تحفز ممارسات البناء الأخضر و تعاقب الممارسات غير المستدامة، و في حين أن العديد من البلدان و البلديات اعتمدت معايير و شهادات البناء الأخضر، لا تزال هناك حاجة إلى لوائح و حوافز أكثر صرامة لتشجيع اعتماد العمارة الخضراء على نطاق واسع.

يعـد الطلـب في السـوق عـاملاً حاسـماً آخـر في اعتمـاد الهندسـة المعماريـة الخضـراء، ففـي حـين أن هنـاك وعـي متزايـد بالفوائـد البيئيـة و الاقتصـادية للمبـاني الخضـراء، فـإن العديـد مـن أصـحاب المبـاني و المطـورين قـد يتـرددون في الاسـتثمار في التصـميم المسـتدام بسـبب التكـاليف المرتفعـة المتوقعـة أو المعرفـة المحـدودة بممارسـات المبـاني الخضـراء، و مـن خـلال تثقيـف أصـحاب المصـلحة حـول فوائـد الهندسـة المعماريـة الخضـراء و خلـق حـوافز لممارسـات البنـاء المسـتدامة، يمكننـا المسـاعدة في دفـع طلـب السـوق علـى المبـاني الخضـراء و تسـريع الانتقال إلى بيئة مبنية أكثر استدامة.

و يلعـب الابتكـار التكنولـوجي أيضـاً دوراً حاسـماً في تطـوير العمـارة الخضـراء، فمـع التقـدم السـريع في مـواد البنـاء، و التقنيـات المـوفرة للطاقـة، و أدوات النمذجـة الرقميـة، أصـبح لـدى المهندسـين

المعمـاريين و المصـممين فـرص أكثـر مـن أي وقـت مضـى لإنشـاء مبـاني مسـؤولة بيئيـاً و ممتعـة مـن الناحيـة الجماليـة، و مـن خـلال تسـخير هـذه الابتكـارات و دمجهـا في عمليـة التصـميم، يمكننـا التحفيـز علـى اعتمـاد العمـارة الخضـراء و إنشـاء مبـاني مسـتدامة و مرنة و متكيفة مع الاحتياجات المتغيرة للمجتمع.

أسس العمارة الخضراء

التحول نحو العمارة الخضراء ليس مجرد اتجاه عابر، بل هو إعادة تقييم أساسية لكيفية تفاعلنا مع بيئتنا المبنية، و من أجل فهم أسس العمارة الخضراء، من الضروري بمكان دراسة أسسها التاريخية، و أطرها النظرية، و المبادرات و السياسات العالمية التي تدفع التنمية المستدامة إلى الأمام.

إن فكرة ممارسات البناء المستدامة ليست مفهوماً جديداً، في الواقع، يمكن إرجاع جذور هذا النهج إلى التصاميم المعمارية للعديد من الحضارات القديمة، التي كانت بارعة في دمج العناصر المستدامة في هياكلها، لقد أدركت هذه المجتمعات التاريخية، بحكمتها، أهمية العمل في انسجام مع الطبيعة، و ليس ضدها، و يتجلى هذا الفهم في

استخدامهم لتقنيات التدفئة و التبريد السلبية، فضلاً عن استخدام المواد من مصادر محلية، فعلى سبيل المثال، كان الإغريق و الرومان رواداً في استخدام التصميم الشمسي السلبي، و قاموا بتوجيه مبانيهم لتحقيق أقصى قدر من التعرض لأشعة الشمس خلال أشهر الشتاء، مع تقليلها خلال فصل الصيف. و قد سمح لهم هذا التلاعب الذكي بمسار التعرض للشمس بالحفاظ على درجات حرارة داخلية مريحة دون الحاجة إلى أنظمة تدفئة أو تبريد صناعية، و بالمثل، فقد بنى المصريون القدماء مبانيهم بجدران ترابية سميكة توفر عزلاً ممتازاً ضد حرارة الصحراء، كما أظهرت القبائل الأصلية في جميع أنحاء العالم فهماً عميقاً لممارسات البناء المستدام، فلقد بنوا منازلهم باستخدام مواد مصدرها بيئتهم المباشرة، مثل الخشب و الطين و الحجر، مما أدى إلى تقليل

التـأثير البيئـي لمبـانيهم، و ضـمن أيضـاً أن تكـون مبـانيهم متكيفـة بشـكل جيـد مـع منـاخهم و جغرافيتهم المحلية.

لكـن وصـول الثـورة الصـناعية كـان بمثابـة تحـول كبيـر في نهجنـا في البنـاء، فتحـول التركيـز نحـو الإنتـاج الضـخم و اسـتخدام المـوارد غيـر المتجـددة، و علـى الـرغم مـن أن هـذا النمـوذج الجديـد قـد أحـدث نمـواً و تطـوراً غيـر مسـبوقين، إلا أنـه كـان لـه أيضـاً تـأثير كبيـر علـى البيئـة، هـذا الاسـتنزاف السـريع للمـوارد الطبيعيـة، إلى جانـب المسـتويات المتزايـدة مـن التلـوث و النفايـات، أدى إلى تزايـد الـوعي بالحاجـة إلى ممارسات بناء أكثر استدامة.

و قـد أكـدت الحركـة البيئيـة الحديثـة، التـي اكتسـبت شـعبية في سـتينيات و سـبعينيات القـرن الماضـي، علـى أهميـة تقليـل بصـمتنا الكربونيـة و الحفـاظ علـى

مواردنـا الطبيعيـة. هـذه الحركـات التـي ولـدت مـن الاهتمـام المتزايـد بحالـة كوكبنـا، دعـت إلى العـودة إلى ممارسـات البنـاء المسـتدامة القديمـة، و لكـن مـع لمسة عصرية.

في السـياق المعاصـر، تشـمل ممارسـات البنـاء المسـتدام، و المعروفـة أيضـاً باسـم البنـاء الأخضـر، مجموعـة واسـعة مـن الاسـتراتيجيات و التقنيـات، تشـمل اسـتخدام مصـادر الطاقـة المتجـددة، مثـل الطاقـة الشمسـية و طاقـة الريـاح، و تنفيـذ أنظمـة مـوفرة للطاقـة، و اسـتخدام المـواد المسـتدامة، و إنشاء بيئات داخلية صحية.

يعـد اسـتخدام مصـادر الطاقـة المتجـددة جانبـاً رئيسـياً في البنـاء الأخضـر، فمـن خـلال تسـخير طاقـة الشـمس و الريـاح و غيرهـا مـن المـوارد المتجـددة، يصـبح بوسـعنا أن نقلـل بشـكل كبيـر مـن اعتمادنـا

علـى الوقـود الأحفـوري، و بالتـالي الحـد مـن انبعاثـات الكربـون و تخفيـف تأثيرنـا علـى البيئـة، و تعـد الأنظمـة المـوفرة للطاقـة عنصـراً حاسـماً آخـر في ممارسـات البنـاء المسـتدامة، حيـث يمكـن لهـذه الأنظمـة، التـي تشـمل كـل شـيء بـدءاً مـن أنظمـة التدفئـة و التبريـد عاليـة الكفـاءة و حتـى الأجهـزة و الإضـاءة المـوفرة للطاقـة، أن تقلـل بشـكل كبيـر مـن اسـتهلاك الطاقـة في المبنـى، ممـا يسـبب تـوفير التكـاليف لشـاغلي المبنـى كمـا يسـاهم أيضـاً في تقليـل انبعاثـات الغـازات الدفيئة.

يعـد اسـتخدام المـواد المسـتدامة جانبـاً مهمـاً آخـر مـن جوانـب البنـاء الأخضـر، و المـواد المسـتدامة هـي المـواد التـي يـتم الحصـول عليهـا مـن مصـادر مسـؤولة، و لهـا تـأثير ضـئيل علـى البيئـة، و يمكـن إعـادة اسـتخدامها أو إعـادة تـدويرها في نهايـة عمرهـا الافتراضـي، مثـل الخشـب المستصـلح، و المعـادن

المعـاد تـدويرها، و مـواد العـزل الطبيعيـة مثـل القـش و الصوف.

إن إنشـاء بيئـات داخليـة صـحية يعتبـر هـدفاً أساسـياً لممارسـات البنـاء المسـتدامة، و ذلـك يتضـمن تصـميم المبـاني التـي تـوفر نوعيـة هـواء جيـدة و ضـوءاً طبيعيـاً وافـراً و درجـات حـرارة مريحـة، حيـث تسـاهم مثـل هـذه المبـاني في صـحة و رفاهيـة شـاغليها و تعمـل أيضـاً علـى تحسـين إنتـاجيتهم و نوعيـة حياتهم بشكل عام.

إن الأسـس النظريـة للعمـارة الخضـراء متنوعـة و متعـددة الأوجـه، و مسـتمدة مـن نسـيج غنـي مـن التخصصـات و الفلسـفات، و مـن بـين هـذه العناصـر، يبـرز مفهـوم العمـارة العاميـة باعتبـاره حجـر الزاويـة، وتشـير الهندسـة المعماريـة العاميـة إلى ممارسـات البنـاء التقليديـة و المـواد الأصـلية في منطقـة معينـة، و

التـي تشـكلت علـى مـدى قـرون لتلبيـة المتطلبـات الفريـدة للمنـاخ و الثقافـة المحليـة، و مـن خـلال فحـص هـذه التقنيـات التـي أثبتـت جـدواها و دمجهـا في التصـميم المعاصـر، يسـتطيع المهندسـون المعمـاريون صـياغة هياكـل ليسـت مسـتدامة فحسب، بل متجذرة أيضاً في محيطها.

الهندسـة المعماريـة العاميـة هـي مثـال علـى براعـة أسـلافنا و فهمهـم العميـق للعـالم الطبيعـي، و تشـمل مجموعـة واسـعة مـن الاسـتراتيجيات و التقنيـات، بـدءاً مـن اسـتخدام المـواد مـن مصـادر محليـة و حتـى تنفيـذ أنظمـة التدفئـة و التبريـد السـلبية، فعلـى سـبيل المثـال، تـوفر المنـازل التقليديـة المبنيـة في جنـوب غـرب أمريكـا، بجـدرانها الترابيـة السـميكة، عـزلاً ممتـازاً ضـد حـرارة الصـحراء، و بالمثـل، فـإن المنـازل ذات الركـائز الطويلـة في جنـوب شـرق آسـيا مصـممة لتحمـل الفيضـانات المتكـررة و

تسـهيل التهويـة الطبيعيـة، و مـن خـلال دمـج هـذه التقنيـات التـي تـم اختبارهـا عبـر الـزمن في التصـميم الحـديث، يمكـن للمهندسـين المعمـاريين إنشـاء مبـاني تتكيـف بشـكل جيـد مـع بيئـتهم المحليـة، و بالتـالي تقلـل اسـتهلاكهم للطاقـة و انبعاثـات الكربـون، و عـلاوةً علـى ذلـك، غالبـاً مـا تتمتـع هـذه المبـاني بإحسـاس قـوي بالمكـان و الهويـة، ممـا يسـاهم في الثراء الثقافي و الجمالي لبيئتنا المبنية.

الإطـار النظـري المحـوري الآخـر في العمـارة الخضـراء هـو التصـميم الحيـوي، و يسـعى هـذا المفهـوم، الـذي يرتكـز علـى الاعتقـاد بـأن البشـر لـديهم ارتبـاط فطـري بالطبيعـة، إلى دمـج عناصـر العـالم الطبيعـي في البيئـة المبنيـة، و يمكـن أن يظهـر ذلـك بطـرق مختلفـة، مثـل اسـتخدام الضـوء الطبيعـي، و دمـج النباتـات الداخليـة، و الأسطح و الجدران الخضراء.

التصـميم الحيـوي هـو أكثـر مـن مجـرد خيـار جمـالي، و لـه فوائـد ملموسـة لكـل مـن النـاس و الكوكـب علـى حـد سـواء، فقـد أظهـرت الأبحـاث أن التعـرض للطبيعـة يمكـن أن يكـون لـه تـأثير عميـق علـى صـحتنا و رفاهيتنـا، ممـا يقلـل مـن التـوتر، و يحسـن الوظيفـة الإدراكيـة، و يعـزز المـزاج، و مـن خـلال دمـج عناصـر الطبيعـة في مبانينـا، يمكننـا إنشـاء مسـاحات بمنـاظر جيـدة و تبعـث علـى الشـعور بالرضـا، و عـلاوةً علـى ذلـك، يمكـن أن يسـاهم التصـميم الحيـوي أيضـاً في الأداء البيئـي للمبنـى، فعلـى سـبيل المثـال، يمكـن أن تسـاعد الأسـطح الخضـراء في تقليـل اسـتهلاك الطاقـة مـن خـلال تـوفير العـزل و تخفيـف تـأثير الجـزر الحراريـة الحضـرية، و يمكنهـا أيضـاً امتصـاص ميـاه الأمطـار، و تقليـل جريـان ميـاه الأمطـار ، و تـوفير موطن للحياة البرية في المناطق الحضرية.

بالإضـافة إلى هـذه الأطـر النظريـة، فقـد تحـول مجـال العمـارة الخضـراء مـن خـلال الابتكـارات الحديثـة في التكنولوجيـا و المـواد، و قـد أدت هـذه التطـورات إلى توسـيع إمكانيـات التصـميم المسـتدام، ممـا مكـن المهندسـين المعمـاريين مـن تجـاوز حـدود مـا هـو ممكـن، و أحـد هـذه الابتكـارات هـو تطـوير أنظمـة الزجـاج عاليـة الأداء، حيـق يمكـن لهـذه الأنظمـة، التـي تشـمل النوافـذ ذات الزجـاج المـزدوج و الـثلاثي، بالإضـافة إلى الطـلاءات و الأغشـية المتقدمـة، أن تقلـل بشـكل كبيـر مـن اسـتهلاك الطاقـة في المبنـى عـن طريـق تقليـل فقـدان الحـرارة في الشـتاء و اكتسـاب الحـرارة في الصـيف، كمـا يمكنهـا أيضـاً تحقيـق أقصـى اسـتفادة مـن اسـتخدام الضـوء الطبيعـي، ممـا يقلـل الحاجـة إلى الإضـاءة الاصـطناعية و يعزز البيئة الداخلية.

التطـور المهـم الآخـر هـو اسـتخدام المـواد المعـاد تـدويرها و المتجـددة في البنـاء، هـذه المـواد، التـي تتـراوح بـين الخشـب المستصـلح و المعـادن المعـاد تـدويرها إلى العـزل الحيـوي و الأرضـيات المصـنوعة مـن الخيـزران، تـوفر بـديلاً أكثـر اسـتدامة لمـواد البنـاء التقليديـة، فهـي تقلـل مـن التـأثير البيئـي للمبنـى و بـل تساهم أيضاً في طابعه الفريد و جماليته.

عـلاوةً علـى ذلـك، فـتح ظهـور التكنولوجيـا الذكيـة آفاقـاً جديـدة للتصـميم المسـتدام، حيـث يمكـن للمبـاني الذكيـة، المجهـزة بـأجهزة استشـعار و أنظمـة آليـة، تحسـين اسـتخدام الطاقـة اسـتجابة للظـروف المتغيـرة، مثـل مسـتويات الإشـغال و أنمـاط الطقـس، و هـذا يقلـل مـن اسـتهلاك الطاقـة و يعـزز أيضـاً راحـة و ملاءمة شاغلي المبنى.

لقـد ولـدت الأزمـة المتصـاعدة للاحتبـاس الحـراري و تغيـر المنـاخ شـعوراً عميقـاً بالإلحـاح في معالجـة الأثـر البيئـي لبيئتنـا المبنيـة، و قـد قوبلـت هـذه الـدعوة العاجلـة للعمـل باسـتجابة عالميـة، حيـث قامـت الحكومـات و المنظمـات و الأفـراد علـى حـد سـواء بتنفيـذ مبـادرات و سياسـات تهـدف إلى تعزيـز التنميـة المستدامة.

و تعـد البيئـة المبنيـة، و التـي تشـمل جميـع المبـاني و البنيـة التحتيـة التـي نقـوم بتشـييدها، مسـاهماً كبيـراً في انبعاثـات غـازات الدفيئـة العالميـة، و وفقـاً للأمـم المتحـدة، تمثـل المبـاني و التشـييدات العمرانيـة 39% مـن انبعاثـات ثـاني أكسـيد الكربـون العالميـة، لـذلك، فـإن معالجـة الأثـر البيئـي لبيئتنـا المبنيـة ليسـت مجـرد ضـرورة أخلاقيـة فحسـب، بـل هـي ضـرورة عمليـة أيضـاً إذا أردنـا التخفيـف مـن أسـوأ آثـار تغير المناخ تمر على كوكبنا.

و استجابةً لهذه القضية الملحة، تم وضع عدد من المبادرات و السياسات لتعزيز ممارسات البناء المستدام، و من بين هذه البرامج، برنامج شهادة LEED (الريادة في الطاقة و التصميم البيئي) يعد كمثال بارز، حيث تم تطوير LEED من قبل مجلس المباني الخضراء الأمريكي، و هو نظام تصنيف يضع معياراً لممارسات البناء الصديقة للبيئة، و هي تكافئ المشاريع التي تستوفي معايير معينة في مجالات مثل كفاءة الطاقة و الحفاظ على المياه و استخدام المواد المستدامة، و تعتبر عملية الحصول على شهادة LEED صارمة و تشمل مجموعة واسعة من تدابير الاستدامة، و يشمل ذلك استخدام الأنظمة الموفرة للطاقة، مثل الزجاج عالي الأداء و أنظمة التدفئة و التهوية و تكييف الهواء، و تنفيذ استراتيجيات الحفاظ على المياه، مثل تجميع مياه الأمطار و إعادة تدوير المياه

الرماديــة، و دمــج المــواد المســتدامة، مثــل الخشــب المستصلح و المعادن المعاد تدويرها.

و مــن خــلال الحصــول علــى شــهادة LEED، يمكــن للمبــاني إثبــات التزامهــا بالاســتدامة و تكــون قــدوة للآخــرين ليتبعوهــا، عــلاوةً علــى ذلــك، فــإن المبــاني الحاصلة علــى شــهادة LEED غالبــاً مــا تكــون تكــاليف تشــغيلها أقــل، نظــراً لانخفــاض اســتهلاكها للطاقــة و الميــاه، و يمكــن أن يكــون لهــا أســعار إيجــار و بيــع أعلى، نظراً لجاذبيتها المتزايدة في السوق.

بالإضــافة إلى بــرامج الشــهادات مثــل LEED، قامــت العديــد مــن البلــدان أيضــاً بســن سياســات و لــوائح لتحفيــز ممارســات البنــاء الأخضــر، و مــن الممكــن أن تتخــذ هــذه السياســات أشــكالاً مختلفــة، مثــل الحــوافز الضــريبية للمبــاني المــوفرة للطاقــة، و قــوانين البنــاء الخضــراء الإلزاميــة، و التمويــل الحكــومي لمشــاريع

البنيــة التحتيــة المســتدامة، و علــى ســبيل المثــال، يمكــن للحــوافز الضــريبية أن تســاعد في تعــويض تكلفـة الاسـتثمار الأوليـة لتنفيـذ تـدابير البنـاء الأخضـر، ممـا يجعلهـا أكثـر جـدوى مـن الناحيـة الماليـة لأصـحاب المبـاني و المطـورين، و مـن ناحيـة أخـرى، تحـدد قـوانين البنـاء الأخضـر الإلزاميـة الحـد الأدنى مـن المعـايير لـلأداء البيئـي للمبـاني، ممـا يضـمن أن جميـع الإنشـاءات الجديـدة تلبـي مسـتوى معينـاً مـن الاستدامة.

و يشـكل التمويـل الحكـومي لمشـاريع البنيـة التحتيـة المسـتدامة أداة سياسـية مهمـة أخـرى، فمـن خـلال الاسـتثمار في مشـاريع مثـل أنظمـة النقـل العـام، و منشـآت الطاقـة المتجـددة، و الأمـاكن العامـة الخضـراء، تسـتطيع الحكومـات أن تسـاعد في إنشـاء بنيـة تحتيـة داعمـة للمبـاني الخضـراء و تعزيـز التنميـة المسـتدامة علـى نطـاق أوسـع، عـلاوةً علـى ذلـك،

قامـت العديـد مـن البلـدان بتنفيـذ حمـلات تثقيفيـة و توعيـة لتعزيـز ممارسـات البنـاء الأخضـر، و تهـدف هـذه الحمـلات، التـي يمكـن أن تسـتهدف المهنيـين و عامـة النـاس، إلى زيـادة فهـم فوائـد المبـاني الخضـراء و إلهـام العمل نحو الاستدامة.

و لا يمكــن المبالغــة في تقــدير دور التعلــيم في تعزيــز العمــارة الخضــراء. فمــن خــلال تزويــد المهندســين المعمــاريين و غيــرهم مــن المتخصصــين في البنــاء بالمعرفــة و المهــارات اللازمــة لتصــميم و بنــاء المبــاني الخضـراء، يمكننـا ضـمان أن تصـبح الاسـتدامة جـزءاً لا يتجـزأ مـن بيئتنـا المبنيـة، عـلاوةً علـى ذلـك، فمـن خـلال تثقيـف الجمهـور حـول فوائـد المبـاني الخضـراء، يمكننـا تعزيـز ثقافـة الاسـتدامة التـي تقـدر و تـدعم العمارة الخضراء.

كفاءة الطاقة في تصميم المباني

فيما كان العالم يتصارع مع التهديد الوجودي المتمثل في تغير المناخ، حدث تحول ملحوظ في وعينا الجماعي نحو الممارسات المستدامة، تجلى هذا التحول النموذجي في مختلف الصناعات، من الزراعة و التصنيع إلى الطاقة و البناء، و في مجال تصميم المباني، ركز المهندسون المعماريون و المهندسون بشكل متزايد على إنشاء هياكل تقلل من انبعاثات الكربون من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة.

إن السعي لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة في تصميم المباني هو مسعى معقد و يتطلب نهجاً شاملاً يدمج مجموعة متنوعة من الاستراتيجيات النشطة و السلبية، و تشمل التدابير استخدام الأنظمة الميكانيكية مثل التدفئة و التبريد و

التهويـة، و تركـز الاسـتراتيجيات السـلبية علـى تسـخير المـوارد الطبيعيـة مثـل ضـوء الشـمس و الريـاح و الطاقـة الحراريـة الأرضـية، و لتحقيـق الاسـتفادة القصـوى و تحقيـق الكفـاءة ، يمكـن أثنـاء التصـميم الأخـذ بعـين الاعتبـار بعـض المبـادئ الأساسـية لتحسين الطاقة.

التوجيـه: يعـد اتجـاه المبنـى جانبـاً أساسـياً للتصـميم المـوفر للطاقـة، فهـو يلعـب دوراً حاسـماً في تحديـد مـدى تعـرض المبنـى للضـوء الطبيعـي و الحـرارة، و بالتـالي اسـتهلاكه للطاقـة، حيـث ينبغـي توجيـه المبـاني لتحقيـق أقصـى قـدر مـن التعـرض للضـوء الطبيعـي و الحـرارة أثنـاء النهـار مـع تقليـل فقـدان الحـرارة أثنـاء الليـل، في المناخـات البـاردة، يجـب أن تواجـه المبـاني الجنـوب بشـكل مثـالي لالتقـاط الإشـعاع الشمسـي،

بينمـا في المناخـات الدافئـة، يجـب أن تواجـه الشـمال لتقليـل اكتسـاب الحـرارة، يمكـن أن يـؤثر اتجـاه المبنـى أيضـاً علـى مـدى تـأثره بالريـاح، و التـي يمكـن تسـخيرها للتهويـة الطبيعيـة أو اسـتخدامها كمصـدر للطاقة المتجددة.

العـزل: العـزل المناسـب هـو حجـر الزاويـة في تصـميم المبـاني المـوفرة للطاقـة، فهـو يسـاعد في الحفـاظ علـى درجـة حـرارة داخليـة ثابتـة، ممـا يقلـل الحاجـة إلى التدفئـة أو التبريـد المفـرط، و يمكـن للمـواد ذات الأداء الحـراري العـالي، مثـل الألیـاف الزجاجيـة أو السـليلوز، أن تحسـن بشـكل كبيـر مـن كفـاءة اسـتخدام الطاقـة في المبنـى، و يجـب أن يأخـذ اختيـار المـواد العازلـة أيضـاً في الاعتبـار عوامـل مثـل تأثيرهـا البيئـي، و متانتهـا، و فعاليتهـا مـن حيـث التكلفـة، عـلاوةً علـى ذلـك، فـإن وضـع و تركيـب العـزل أمـر بـالغ الأهميـة لأدائـه، علـى سـبيل المثـال، يمكـن لعـزل سـقف و

جـدران المبنـى أن يقلـل بشـكل كبيـر مـن فقـدان الحـرارة، في حـين أن تركيـب العـزل في الفجـوات و الشقوق يمكن أن يمنع تسرب الهواء.

النوافـذ: تعـد النوافـذ عنصـراً حاسـماً في تصـميم المبـاني المـوفرة للطاقـة، فهـي لا تـوفر الضـوء الطبيعـي و التهويـة فحسـب، بـل تـؤثر أيضـاً علـى اكتسـاب الحـرارة و فقـدانها في المبنـى، يمكـن للنوافـذ عاليـة الأداء، مثـل النوافـذ المزدوجـة أو الثلاثيـة الزجـاج، أن تقلـل مـن فقـدان الحـرارة بنسـبة تصـل إلى 70% مقارنـة بالنوافـذ التقليديـة ذات الجـزء الواحـد، بالإضـافة إلى ذلـك، فـإن اسـتخدام معالجـات النوافـذ مثـل السـتائر أو المظـلات أو الزجـاج يمكـن أن يزيـد مـن تحسـين اكتسـاب الطاقـة الشمسـية و تقليـل فقـدان الحـرارة، يمكـن أن يـؤثر اختيـار مـادة النافـذة و حجمهـا و موضـعها أيضـاً علـى كفـاءة الطاقـة في المبنـى، علـى سـبيل المثـال، يمكـن أن يـؤدي

استخدام الزجاج منخفض الانبعاث إلى تقليل انتقال الحرارة، في حين أن وضع النوافذ على الواجهة المواجهة للجنوب يمكن أن يزيد من اكتساب الطاقة الشمسية في المناخات الباردة.

الإضاءة: يعد تصميم الإضاءة الفعال أمراً ضرورياً لكفاءة الطاقة و رفاهية شاغلي البناء، حيث يمكن أن يقلل بشكل كبير من استهلاك الطاقة في المبنى، و يحسن جاذبيته الجمالية، و يعزز إنتاجية و راحة شاغليه, و تشمل حلول الإضاءة الموفرة للطاقة مصابيح LED و أجهزة استشعار الحركة و مخفتات الإضاءة و أنظمة الإضاءة النهارية التي تستفيد من الضوء الطبيعي، و يمكن أن يؤثر اختيار تركيبات الإضاءة و اللون و الكثافة أيضاً على كفاءة الطاقة في المبنى و جاذبيته الجمالية، على سبيل المثال، يمكن أن يؤدي استخدام إضاءة المهام إلى تقليل استهلاك الطاقة، في حين أن

اســـتخدام الأضـــواء ذات الألـــوان الدافئـــة يمكـــن أن يخلق جواً مريحاً و جذاباً.

التهويـــة: التهويـــة هـــي جانـــب حاســـم في تصـــميم المبـاني المـوفرة للطاقـة، فهـي لا تـوفر الهـواء النقـي و تـنظم درجـة الحـرارة الداخليـة فحسـب، بـل تـؤثر أيضـاً علـى اسـتهلاك الطاقـة في المبنـى، و يمكـن لأنظمـة التهويـة الميكانيكيـة، مثـل المـراوح و مكيفـات الهـواء، أن تحسـن بشـكل كبيـر جـودة الهـواء الـداخلي للمبنـى، و مـع ذلـك، يمكنهـا أيضـاً اسـتهلاك كميـة كبيـرة مـن الطاقـــة، يمكـــن أن تـــوفر اســـتراتيجيات التهويـــة الســـلبية، مثـــل التهويـــة الطبيعيـــة و التهويـــة التـــي تعتمـد علـى الريـاح، بـديلاً مـوفراً للطاقـة للأنظمـة الميكانيكيـة، و يجـب أن يأخـذ اختيـار نظـام التهويـة أيضـاً في الاعتبـار عوامـل مثـل تـأثيره البيئـي، و متانتـه، و فعاليته من حيث التكلفة.

يعـــد دمـــج مصـــادر الطاقـــة المتجـــددة في تصـــميم المبـــاني اســـتراتيجية فعالـــة أخـــرى لتعزيـــز كفـــاءة الطاقـــة، و هـــذا الـــنهج لا يقلـــل مـــن اعتمادنـــا علـــى الوقـــود الأحفـــوري فحســـب، بـــل يـــوفر أيضـــاً حـــلاً مســـتداماً و فعـــالاً مـــن حيـــث التكلفـــة لاحتياجاتنـــا مـــن الطاقـــة، و تشـــمل بعـــض خيـــارات الطاقـــة المتجـــددة الشائعة ما يلي:

الطاقـة الشمسـية: الطاقـة الشمسـية هـي واحـدة مـن أكثـــر مصـــادر الطاقـــة المتجـــددة وفـــرة و ســـهولة، و يمكـــن تســـخيرها باســـتخدام الألـــواح الشمســـية، التـــي تحـــول ضـــوء الشـــمس إلى كهربـــاء يمكـــن اســـتخدامها لتشـــغيل الأنظمـــة الكهربائيـــة للمبنـــى، بالإضـــافة إلى ذلـــك، يمكـــن لاســـتراتيجيات الطاقـــة الشمســـية الســـلبية مثـــل المـــداخن الشمســـية أن تســـاعد في تدفئـــة و إضـــاءة المســـاحات الداخليـــة دون الحاجـــة إلى مـــدخلات طاقـــة إضـــافية، علـــى ســـبيل المثـــال، تـــم

تصـــميم جـــدران ترومبـــي لامتصـــاص الإشـــعاع الشمسـي أثنـاء النهـار و إطلاقـه في المبنـى لـيلاً، ممـا يـوفر مصـدراً طبيعيـاً للتدفئـة، مـن ناحيـة أخـرى، تسـتخدم المـداخن الشمسـية الحمـل الحـراري الطبيعـي للهـواء لتهويـة المبنـى، ممـا يـوفر مصـدراً طبيعياً للتبريد.

الريـاح: طاقـة الريـاح هـي مصـدر واعـد آخـر للطاقـة المتجـددة، حيـث يمكـن تركيـب توربينـات الريـاح لتوليـد الكهربـاء مـن طاقـة الريـاح، و مـع ذلـك، فـإن هـذا الخيـار صـالح فقـط في المنـاطق ذات أنمـاط الريـاح المتسـقة، و يمكـن أن يـؤثر اختيـار حجـم توربينـات الريـاح و نوعهـا و موضـعها أيضـاً علـى أدائها، علـى سـبيل المثـال، يمكـن أن يـؤدي اسـتخدام توربينـات الريـاح ذات المحـور العمـودي إلى تقليـل الضوضـاء و التلـوث البصـري، في حـين أن وضـعها

علـى أسـطح المنـازل أو في الأمـاكن المفتوحـة يمكـن أن يزيد من التعرض للرياح.

الطاقــة الحراريــة الأرضــية: الطاقــة الحراريــة الأرضــية هــي مصــدر أقــل شــهرة و لكنــه فعــال للغايــة للطاقــة المتجــددة، و يســتخدم درجــة حــرارة الأرض الثابتــة لتدفئــة و تبريــد المبــاني، و يتطلــب هــذا النظــام حفــر الآبــار للوصــول إلى حــرارة الأرض، ممــا يجعلــه خيــاراً مكلفــاً، و مــع ذلــك، فهــو يــوفر في التكــاليف علــى المــدى الطويــل مــن خــلال تــوفير التدفئــة و التبريــد مجانــاً، يمكــن أن يــؤثر أيضــاً اختيــار نــوع نظــام الطاقــة الحراريــة الأرضــية، مثــل الحلقــة المغلقــة أو الحلقــة المفتوحــة، علــى أدائــه، علــى ســبيل المثــال، تعتبــر أنظمــة الحلقــة المغلقــة أكثــر كفــاءة و لكنهــا تتطلــب المزيــد مــن الحفــر، في حــين أن أنظمــة الحلقــة المفتوحة أقل كفاءة و لكنها تتطلب حفراً أقل.

لقد أحدث ظهور التقنيات الذكية ثورة في الطريقة التي نصمم بها المباني و نديرها، و توفر هذه التقنيات فرصاً غير مسبوقة لتحسين استهلاك الطاقة و تعزيز راحة شاغلي البناء و تحسين أداء المبنى، و تشمل بعض التقنيات الذكية الواعدة ما يلي:

أنظمة إدارة المباني (BMS): أنظمة إدارة المباني هي أنظمة قائمة على الكمبيوتر تقوم بمراقبة المعدات الميكانيكية و الكهربائية للمبنى و التحكم فيها، مثل التدفئة و التهوية و تكييف الهواء (HVAC) و الإضاءة و أنظمة الأمن التي تستخدم أجهزة الاستشعار و أجهزة تنظيم الحرارة و الأجهزة الأخرى لتحسين استهلاك الطاقة بناءً على الإشغال و الظروف الجوية و تفضيلات المستخدم، على سبيل المثال، يمكن لنظام إدارة المباني ضبط درجة الحرارة و الإضاءة و التهوية للمبنى تلقائياً بناءً

علـى عـدد شـاغليه و الوقـت مـن اليـوم و الظـروف الخارجية.

الشـبكات الذكيـة: الشـبكات الذكيـة هـي شـبكات كهربائيـة تسـتخدم التكنولوجيـا الرقميـة لتحسـين توليـد و توزيـع و اسـتهلاك الكهربـاء، و هـي تسـمح بالاتصـال ثنـائي الاتجـاه بـين الشـبكة و مسـتخدميها، ممـا يتـيح المراقبـة و الـتحكم في اسـتهلاك الطاقـة في الوقـت الفعلـي، علـى سـبيل المثـال، يمكـن للشـبكات الذكيـة ضـبط إنتـاج الطاقـة مـن الألـواح الشمسـية أو توربينـات الريـاح تلقائيـاً بنـاءً علـى الطلـب علـى الكهرباء.

أنظمـة تخـزين الطاقـة: أنظمـة تخـزين الطاقـة هـي الأجهـزة التـي تقـوم بتخـزين الطاقـة الزائـدة لاسـتخدامها لاحقـاً، و يمكـن اسـتخدامها لتحقيـق التـوازن بـين العـرض و الطلـب علـى الكهربـاء، و الحـد

مـن هـدر الطاقـة، و تحسـين موثوقيـة و مرونـة شـبكة الكهربـاء، علـى سـبيل المثـال، يمكـن لأنظمـة تخـزين الطاقــة تخــزين الطاقــة الشمســية أو طاقــة الريــاح الزائـدة خـلال فتـرات انخفـاض الطلـب و إطلاقهـا خـلال فترات ارتفاع الطلب.

إن تحسـين الطاقـة في تصـميم المبـاني لا يقتصـر فقـط علـى الحـد مـن انبعاثـات الكربـون، إلا أنـه يـوفر فوائـد ماليــة كبيــرة مــن خــلال انخفــاض فــواتير الخــدمات و تحســين قيمــة الأصــول، و مــن خــلال تبنــي مبــادئ الهندسـة المعماريـة الخضـراء، و دمـج مصـادر الطاقـة المتجـددة، و اعتمـاد التقنيـات الذكيـة، يمكننـا إنشـاء مســاحات معيشــة مســتدامة تكــون مســؤولة بيئيــاً و قابلــة للحيــاة اقتصــادياً، و مــع إدراك المزيــد مــن شــركات البنــاء و أصــحاب المنــازل لأهميــة كفــاءة اسـتخدام الطاقـة، سنشـهد بـلا شـك ارتفاعـاً مسـتمراً في شـعبية تصـميم المبـاني الخضـراء، و مـع ذلـك، فـإن

التحـــول إلى تصـــميم المبـــاني الخضـــراء لا يخلـــو مـــن التحـــديات. فهـــو يتطلـــب نقلـــة نوعيـــة في نهجنـــا لتصـــميم المبـــاني، مـــن التركيـــز علـــى الجماليـــات و الوظـائف إلى التركيـز علـى الاسـتدامة و الكفـاءة، كمـا يتطلـب أيضـاً اسـتثماراً كبيـراً في البحـث و التطـوير و التعلـيم لتعزيـز معرفتنـا و مهاراتنـا في تصـميم المبـاني الخضـــراء، عـــلاوةً علـــى ذلـــك، يتطلـــب الأمـــر إطـــاراً تنظيميـاً و سياسـياً داعمـاً لتحفيـز و تسـهيل اعتمـاد ممارسات الأبنية الخضراء.

و علـى الـرغم مـن هـذه التحـديات، فـإن فوائـد تصـميم المبـاني الخضـراء تفـوق تكاليفهـا بكثيـر، فهـو يقـدم حـلاً عمليـاً و مسـتداماً لتحـديات الطاقـة و البيئـة التـي نواجههـا، كمـا أنـه يـوفر فرصـة فريـدة لإعـادة تعريـف علاقتنـا مـع العـالم الطبيعـي و خلـق طريقـة حيـاة أكثـــر انســـجاماً و توازنـــا، و فيمـــا نواصـــل التصـــدي للتهديـــد الوجـــودي المتمثـــل في تغيـــر المنـــاخ، فـــإن

تصــميم المبــاني الخضــراء يــوفر منــارة أمــل و طريقــاً نحو مستقبل أكثر استدامة و مرونة.

تقنيات الحفاظ على المياه

على الرغم من أن الماء هو مورد أساسي للحياة، إلا إنه غالباً ما يتم تجاهل قيمته، و مع استمرار نمو سكان العالم و تزايد وضوح آثار تغير المناخ، تبرز ندرة المياه كقضية حرجة في جميع أنحاء العالم، و معها تبرز ضرورة وضع استراتيجيات فعالة للحفاظ على هذا المورد الحيوي، و خاصة في المناطق التي تندر فيها المياه، و لمواجهة تحدي ندرة المياه، يتعين علينا أن نعيد النظر في نهجنا في إدارة المياه، حيث لم تعد أنظمة إدارة المياه التقليدية، التي تعتمد على البنية التحتية المركزية و عمليات نقل المياه كافية، لذلك، يتعين علينا أن نتبنى أنظمة لامركزية و مستدامة و متكاملة لإدارة المياه تكون قادرة على تلبية احتياجاتنا من المياه مع الحفاظ على البيئة في الوقت نفسه، و من هذه الأنظمة

يمكننا لإقاء الضوء أكثر على تجميع مياه الأمطار و إعادة تدوير المياه الرمادية .

حصاد مياه الأمطار: يعد تجميع مياه الأمطار ممارسة قديمة تم إحياؤها في السنوات الأخيرة كحل مستدام و فعال من حيث التكلفة لندرة المياه، و هو نظام ينطوي على جمع مياه الأمطار و تخزينها لاستخدامها لاحقا، مما يقلل من اعتماد الأسرة على إمدادات المياه من المصادر التقليدية، و يمكن استخدام المياه المجمعة لأغراض مختلفة مثل ري الحدائق و حتى الاستخدامات الداخلية مثل تنظيف المراحيض و غسل الملابس.

يمكن تخصيص أنظمة تجميع مياه الأمطار بناءً على الاحتياجات المحددة و سياق كل مبنى، و عادةً يتم استخدام المزاريب، مواسير التصريف، و صهاريج التخزين في هذا النظام. لذلك، و قبل كل

شـيئ، يجـب أن يأخـذ تصـميم النظـام و تركيبـه في الاعتبـار عوامـل مثـل حجـم السـقف و انحـداره، و كميـة و تـواتر هطـول الأمطـار، و الاسـتخدام المقصـود للميـاه المحصـودة، و مـن خـلال تسـخير قـوة المطـر، نسـتطيع الحفـاظ علـى الميـاه و تقليـل الفيضـانات و التآكـل في المنـاطق الحضـرية، و عـلاوةً علـى ذلـك، يمكـن أن يـوفر تجميـع ميـاه الأمطـار مصـدراً موثوقـاً للميـاه أثنـاء فتـرات الجفـاف و نقـص الميـاه، ممـا يعـزز قدرة مجتمعاتنا على الصمود.

إعـادة تـدوير الميـاه الرماديـة: تمثـل الميـاه الرماديـة التـي تتكـون مـن ميـاه الصـرف الصـحي الناتجـة عـن أحـواض الحمامـات و الاسـتحمام و غسـيل الملابـس، جـزءاً كبيـراً مـن اسـتخدام الميـاه السـكنية، و تسـمح أنظمـة إعـادة تـدوير الميـاه الرماديـة لأصـحاب المنـازل بالتقـاط هـذه الميـاه و معالجتهـا و إعـادة اسـتخدامها في التطبيقـات غيـر الصـالحة للشـرب مثـل تنظيـف

المـراحيض و الـري، و يقلـل هـذا الـنهج مـن الطلـب علـى الميـاه العذبـة و يقلـل مـن كميـة ميـاه الصـرف الصـحي التـي يـتم تصـريفها في شـبكات الصـرف الصـحي، و تعتمـد الأنظمـة السـلبية، مثـل الأنظمـة التـي تعمـل بالجاذبيـة، علـى العمليـات الطبيعيـة لتوزيـع الميـاه، بينمـا تسـتخدم الأنظمـة النشـطة، مثـل الأنظمـة القائمـة علـى المضـخات، مكونـات ميكانيكيـة، و يعتمـد اختيـار النظـام علـى عوامـل مثـل حجـم البنـاء و تصـميمه، و الاسـتخدام المقصـود للمياه المعاد تدويرها، و اللوائح المحلية.

لأنظمـة الميـاه الرماديـة فوائـد عديـدة، فهـي تقلـل مـن الطلـب علـى الميـاه العذبـة، و تقلـل مـن كميـة ميـاه الصـرف الصـحي التـي يـتم تصـريفها في شـبكات الصـرف الصـحي، و نقلـل مـن الطاقـة اللازمـة لمعالجـة وضـخ الميـاه، عـلاوةً علـى ذلـك، يمكـن أن تـوفر مصـدراً للمغـذيات للنباتـات، ممـا يعـزز الإنتاجيـة و

التنـــوع البيولـــوجي للمنـــاظر الطبيعيـــة، و مـــع ذلـــك، فـإن إعـادة تـدوير الميـاه الرماديـة تطـرح أيضـاً بعـض التحـــديات، و تتطلـــب تصـــميماً و صـــيانةً دقيقـــةً لضـمان سـلامة و جـودة الميـاه المعـاد تـدويرها، عـلاوةً علـى ذلـك، فإنهـا تخضـع للـوائح المحليـة، و التـي قـد تختلـف في متطلباتهـا و قيودهـا، لـذلك، مـن المهـم استشـــارة أحـــد المتخصصـــين و الامتثـــال للـــوائح المحليـة عنـد تنفيـذ نظـام إعـادة تـدوير الميـاه الرماديـة .

تلعـــب المنـــاظر الطبيعيـــة دوراً أساســـياً في تعزيـــز الحفـاظ علـى الميـاه، و مـن خـلال تبنـي ممارسـات تنسـيق الحـدائق المسـتدامة، يمكننـا إنشـاء مسـاحات معيشـــة جميلـــة و عمليـــة تتعـــايش بانســـجام مـــع الطبيعـــة، و تســـاهم بعـــض ممارســـات تنســـيق الحدائق المستدامة في الاستخدام الفعال للمياه.

Xeriscaping: فـن البسـتنة المائيـة، و هـي فلسـفة تنسـيق الحـدائق التـي نشـأت في المنـاطق القاحلـة، حيـث تعتبـر الميـاه مـوردا نـادراً، و تتضـمن اختيـار النباتـات التـي تتطلـب القليـل مـن المـاء بعـد فتـرة إنشـائها الأوليـة، و اختيـار الأنـواع التـي تتحمـل الجفـاف، و بـذلك يمكـن لأصـحاب المبـاني إنشـاء حـدائق جميلـة مـع تقليـل اسـتهلاك الميـاه بشـكل كبير.

إن مبـادئ Xeriscaping متجـذرة في الفهـم العميـق للعـالم الطبيعـي و أنظمتـه، مـن خـلال العمـل مـع الطبيعـة و لـيس ضـدها، و ينطـوي هـذا الـنهج علـى اسـتخدام النباتـات المحليـة، التـي تتكيـف بشـكل جيـد مـع المنـاخ المحلـي و ظـروف التربـة، حيـث أن النباتـات المحليـة لا تتطلـب كميـة أقـل مـن الميـاه فحسـب، بـل تـوفر أيضـاً الغـذاء للحيـاة البريـة المحليـة، ممـا يسـاهم في التنـوع البيولـوجي، بالإضـافة إلى

اختيـــار النباتـــات، يؤكـــد أســـلوب Xeriscaping أيضـــاً علـى أهميـة أنظمـة الـري الفعالـة، و تحسـين التربـة، و التغطيـة، و تعمـل هـذه الممارسـات معـاً لإنشـاء منظـر طبيعـــي لا يقتصـــر علـــى الميـــاه فحســـب، بـــل يتميـــز أيضاً بالمرونة و الصحة و الجمال.

التغطيـــة: و هـــي طريقـــة بســـيطة و لكنهـــا فعالـــة للحفـــاظ علـــى الميـــاه في المنـــاظر الطبيعيـــة، و هـــي تنطـــوي علـــى تغطيـــة التربـــة بطبقـــة مـــن المـــواد العضـــوية أو غيـــر العضـــوية، مثـــل رقـــائق اللحـــاء أو القـش أو الحصـى، و تسـاعد التغطيـة في الحفـاظ علـى رطوبـة التربـة عـن طريـق تقليـل التبخـر، كمـا أنهـا تمنـع نمـــو الأعشـــاب الضـــارة التـــي تتنـــافس مـــع النباتـــات علـــى المـــاء و المـــواد المغذيـــة، و تـــوفر المهـــاد العضـــوية، مثـــل رقـــائق اللحـــاء أو الســـماد، فوائـــد إضـــافية، فهـــي تعمـــل علـــى تحســـين خصـــوبة التربـــة بمـــرور الوقـــت، ممـــا يعـــزز صـــحة النبـــات و يقلـــل

الاحتياجـات المائيـة، كمـا أنهـا تـوفر موطنـاً للكائنـات الحيـــة المفيـــدة في التربـــة، مثـــل ديـــدان الأرض و الميكروبـات، و التـي تسـاهم في صـحة التربـة و دورة المغـذيات، و يعتمـد اختيـار المهـاد علـى عوامـل مختلفـة، مثـل نـوع النباتـات و المنـاخ و التفضـيلات الجماليـة لصـاحب المنـزل، علـى سـبيل المثـال، تعـد رقـائق اللحـاء خيـاراً شـائعاً لحـدائق الزينـة، بينمـا غالبـاً مـا يسـتخدم القـش في حـدائق الخضـروات، المفتـاح هـو اختيـار المهـاد المناسـب للاحتياجـات المحـددة و سياق المناظر الطبيعية.

الـري بـالتنقيط: تفقـد أنظمـة الـرش التقليديـة كميـة كبيـرة مـن المـاء بسـبب التبخـر و الريـاح، و في المقابـل، يقـوم الـري بـالتنقيط بتوصـيل الميـاه مباشـرة إلى جـذور النباتـات مـن خـلال شـبكة مـن الأنابيـب، ممـا يضـمن الاسـتخدام الأمثـل لكـل قطـرة، لا تـوفر هـذه الطريقـة الميـاه فحسـب، بـل تقلـل أيضـاً مـن مشـاكل

الأمـــراض المرتبطـــة بـــالإفراط في الـــري، حيـــث يـــتم تقليـــل الرطوبـــة الزائـــدة إلى الحـــد الأدنى، و يمكـــن تخصـــيص أنظمـــة الـــري بـــالتنقيط بنـــاءً علـــى الاحتياجـات المحـددة و سـياق كـل منظـر طبيعـي، و يمكـــن تصـــميمها لتوصـــيل الميـــاه علـــى فتـــرات و معـــدلات محـــددة، اعتمـــاداً علـــى نـــوع النباتـــات و ظـــروف التربـــة و المنـــاخ المحلـــي، و يســـمح هـــذا المســـتوى مـــن الدقـــة باســـتخدام الميـــاه بكفـــاءة، و تقليـــل النفايـــات و ضـــمان حصـــول النباتـــات علـــى الكمية المناسبة من الماء في الوقت المناسب.

الحـــدائق المطريـــة: الحديقـــة المطريـــة عبـــارة عـــن مـــنخفض ضـــحل مصـــمم لالتقـــاط و تخـــزين جريـــان ميـاه الأمطـار مـن الأسـطح غيـر المنفـذة مثـل الأسـطح و الممـرات، بحيـث تتسـرب الميـاه المخزنـة تـدريجياً إلى التربـــة المحيطـــة، ممـــا يـــؤدي إلى إعـــادة شـــحن طبقـــات الميـــاه الجوفيـــة مـــع تقليـــل الضـــغط علـــى

البنيــة التحتيــة لإدارة ميــاه الأمطــار ، و هــي وســيلة جميلــة و عمليّــة لإدارة ميــاه الأمطــار ، فهــي لا تســاعد فقــط في الحفــاظ علــى الميــاه، بــل تعمــل أيضــاً علــى تحســين جــودة الميــاه عــن طريــق تصــفية الملوثــات و الرواســب، عــلاوةً علــى ذلــك، فهــي تــوفر موطنــاً للنباتــات و الحيــاة البريــة، و تعــزز التنــوع البيولــوجي و تخلق نظاماً بيئياً نابضاً بالحياة.

يجــب أن يأخــذ تصــميم حديقــة المطــر في الاعتبــار عوامــل مثــل حجــم الموقــع و انحــداره، و نــوع التربــة، و كميــة و تــواتر هطــول الأمطــار، و يمكــن دمــج النباتــات الأصــلية في المنطقــة في هــذه الحــدائق، ممــا يخلــق منظــراً طبيعيــاً لا يقتصــر علــى الميــاه فحســب، بــل أيضاً غني بيئياً و ذو معنى ثقافي.

المواد المستدامة

لطالما ارتبطت صناعة البناء و التشييد بالتأثيرات البيئية السلبية، من استخراج المواد الخام إلى هدم المباني، كما أن عملية البناء غالباً ما تكون مليئة بالأنشطة التي تستهلك كميات هائلة من الطاقة، و تولد نفايات كبيرة، و تساهم في استنفاد الموارد الطبيعية، لكن، و في السنوات الأخيرة، كان هناك تركيز متزايد على الممارسات المستدامة داخل هذا القطاع، و ما عزز هذا التحول هو الوعي المتزايد بالقضايا البيئية، إلى جانب تطور تفضيلات المستهلكين و اللوائح الصارمة، و لتسهيل الفهم الشامل للأثر البيئي للمواد التي نستخدمها، يتم استخدام أدوات مثل تقييم دورة الحياة و تحليل الطاقة المتجسدة.

تقيـــيم دورة الحيـــاة (LCA): هـــو أســـلوب منهجـــي يسـتخدم لتقيـيم التـأثير البيئـي للمنتجـات أو الأنظمـة طـوال دورة حياتهـا بأكملهـا، إنـه نهـج مـن المهـد إلى اللحـد يشـمل جميـع مراحـل حيـاة المنـتج، بـدءاً مـن اســتخراج المــواد الخــام و حتــى الــتخلص منهــا، و الهـدف منـه هـو تقليـل البصـمة البيئيـة الشـاملة مـن خـلال تحديـد مجـالات التحسـين و تحسـين العمليـاتن و في ســياق اختيــار المــواد المســتدامة، يعمــل LCA كـأداة قيمـة لاتخـاذ القـرار للمهندسـين المعمـاريين و البنـائين، فهـو يـوفر بيانـات شـاملة حـول الأداء البيئـي لمختلــف المــواد، ممــا يمكّنهــا مــن اتخــاذ خيــارات مسـتنيرة بنـاءً علـى الأدلـة التجريبيـة بـدلاً مـن الحـدس أو التقاليـد، فعلـى سـبيل المثـال، قـد يكشـف تقيـيم دورة الحيـاة أن نوعـاً معينـاً مـن العـزل لـه تـأثير بيئـي أقـل مـن نـوع آخـر، علـى الـرغم مـن كونـه أكثـر تكلفـة أو أقل استخداماً.

الطاقة المتجسدة: هي مفهوم حاسم آخر في تقييم المواد المستدامة، و تشير إلى إجمالي الطاقة المستهلكة خلال كل مرحلة من دورة حياة المادة، و يشمل ذلك الطاقة المستخدمة في استخراج الموارد و معالجتها و تصنيعها و نقلها و تركيبها و صيانتها و التخلص منها، و من خلال النظر في الطاقة المتجسدة إلى جانب LCA، يمكن لمحترفي البناء الحصول على فهم أكثر شمولاً للتكلفة الحقيقية لخياراتهم المادية من حيث التأثير البيئي.

على سبيل المثال، لننظر إلى حالة الفولاذ و الخشب، و هما مادتان شائعتان في البناء، ففي حين أن الفولاذ يتمتع بطاقة مجسدة أعلى بسبب عملية التصنيع التي تستهلك الكثير من الطاقة، فهو أيضاً متين للغاية و قابل لإعادة التدوير، و من ناحية أخرى، يتمتع الخشب بطاقة متجسدة أقل و لكنه قد يتطلب استبدالاً و صيانة أكثر تكراراً، من

خـلال مقارنـة الطاقـة المتجسـدة و LCA لهـذه المـواد، يمكـــن للمهندســـين المعمـــاريين و البنـــائين اتخـــاذ قـــرارات مســـتنيرة تـــوازن بـــين الاعتبـــارات البيئيـــة و الاقتصادية و الوظيفية.

و لمعالجـة مشـكلة اسـتهلاك المـواد الخـام، هنـاك حركـة متناميـة نحـو الاقتصـاد الـدائري، و هـو نظـام يـتم فيـه الاحتفـاظ بـالموارد قيـد الاسـتخدام لأطـول فتـرة ممكنـــة، و اســـتخراج أقصـــى قيمـــة منهـــا أثنـــاء الاســـتخدام، ثـــم اســـتعادة المنتجـــات و المـــواد و تجديـــدها في نهايـــة الخدمـــة، و عـــلاوةً علـــى ذلـــك، يشـجع نهـج الاقتصـاد الـدائري أيضـاً علـى اسـتخدام التصـــميمات المعياريـــة و القابلـــة للتكيـــف، و التـــي تســـمح بســـهولة تفكيـــك مكونـــات المبنـــى و إعـــادة اسـتخدامها، و هـذا لا يقلـل مـن النفايـات فحسـب، بـل يطيـل أيضـاً العمـر الإنتـاجي للمـواد، ممـا يقلـل مـن تأثيرهـا البيئـي، كمـا ظهـرت العديـد مـن مـواد البنـاء

البديلة كخيارات قابلة للتطبيق لتقليل البصمة الكربونية لعمليات البناء و تصنيع المواد، و لا تساهم هذه المواد في خفض الطاقة المتجسدة فحسب، بل تعزز أيضاً الاستخدام الفعال للموارد و مبادئ الاقتصاد الدائري.

و قد حفز السعي إلى البناء المستدام على تطوير مواد بناء بديلة، هذه المواد، التي تتراوح بين المركبات الحيوية إلى الركام المعاد تدويره، و التي توفر بديلاً أكثر صداقة للبيئة من المواد التقليدية، و إحدى هذه المواد هي الخشب المصفح (CLT)، و هو نوع من المنتجات الخشبية الهندسية المصنوعة من طبقات من الخشب الملتصق ببعضها البعض بزوايا قائمة، و هو ليس قوياً و متعدد الاستخدامات فحسب، بل يتمتع أيضاً بطاقة مجسدة أقل من الخرسانة أو الفولاذ، علاوةً على ذلك، يتم الحصول عليه من الغابات

المتجـددة، ممـا يجعلـه خيـاراً مسـتداماً للتطبيقـات الهيكلية.

أمـا البـديل الواعـد الآخـر فهـو الخيـزران، و هـو عشـب سـريع النمـو ذو خصـائص ميكانيكيـة رائعـة، و يتمتـع بنسـبة قـوة إلى وزن أعلـى مـن الفـولاذ، ممـا يجعلـه مـادة مثاليـة للهياكـل خفيفـة الـوزن، كمـا أنـه متجـدد للغايـة، حيـث تنمـو بعـض الأنـواع بمعـدل يصـل إلى متـر يوميـاً، و يمكـن اسـتخدام الخيـزران لمجموعـة واسـعة مـن التطبيقـات، مـن الأرضـيات و الأثـاث إلى المكونـات الهيكليـة مثـل ألـواح الجـدران و أنظمـة الأسـقف، فخصائصـه الفريـدة تجعلـه مثاليـاً للتطبيقـات الداخليـة و الخارجيـة، علـى سـبيل المثـال، أرضـيات الخيـزران ليسـت فقـط جذابـة مـن الناحيـة الجماليـة و لكنهـا أيضـاً متينـة للغايـة و مقاومـة للرطوبـة، و عـلاوةً علـى ذلـك، فـإن الخيـزران مـادة سـلبية الكربـون، ممـا يعنـي أنـه يمـتص ثـاني أكسـيد

الكربـون أثنـاء نمـوه أكثـر ممـا ينبعـث أثنـاء حصـاده و معالجتــه، و هــذا يجعلــه أداة قيمــة في مكافحــة تغيــر المناخ.

كمـا تعتبـر الكتـل الأرضـية المضـغوطة (CEBs) بـديلاً صــديقاً للبيئــة لوحــدات البنــاء الخرســانية التقليديــة، حيــث يــتم تصــنيعها عــن طريــق ضــغط خلــيط مــن التربــة و الرمــل والحصــى، ممــا يقلــل مــن الحاجــة إلى الأســمنت، كمــا تــوفر ألــواح CEB كتلــة حراريــة ممتــازة، ممــا يجعلهــا مثاليــة لاســتراتيجيات التدفئــة و التبريــد الســلبية، كمــا أنهــا مقاومــة للغايــة للحرائــق و النشــاط الزلــزالي، و لهــا خصــائص عــزل صــوتية جيــدة، هــذه الصـــفات تجعـــل ألـــواح CEB مناســـبة لمجموعـــة واســعة مــن تطبيقــات البنــاء، مــن المبــاني الســكنية إلى المباني التجارية.

و بالإضافة إلى هذه المواد الطبيعية، هناك أيضاً بدائل صناعية مصنوعة من النفايات المعاد تدويرها، على سبيل المثال، يعد الخشب البلاستيكي المعاد تدويره بديلاً متيناً و منخفض الصيانة للخشب التقليدي، و هو مصنوع من النفايات البلاستيكية بعد الاستهلاك، مثل أباريق الحليب و أكياس التسوق التي يتم تحويلها من مدافن النفايات، و يساعد استخدام المحتوى المعاد تدويره في البناء على تحويل النفايات من مدافن النفايات مع تقليل الحاجة إلى المواد الخام، و تشمل الأمثلة الشائعة الخشب المستصلح و الصلب و الزجاج و البلاستيك، و يمكن استخدام هذه المواد بطرق مختلفة، كما هو الحال في الأرضيات، و تكسية الجدران، أو العناصر الزخرفية، علاوةً على ذلك، تتخصص بعض الشركات في إنشاء منتجات جديدة من مواد مُعاد تدويرها، على

سبيل المثال، يمكن استخدام الألواح المركبة المصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره في الكسوة الخارجية و الأسوار و التزيين، و لا تقل هذه المنتجات من النفايات فحسب، بل تقدم أيضاً أداءً فائقاً مقارنة بنظيراتها.

و لا يتم تحديد التأثير البيئي لمواد البناء من خلال عملية الإنتاج فحسب، بل أيضاً من خلال النقل، فكلما زادت مسافة انتقال المادة، زاد استهلاك الطاقة و انبعاث الغازات الدفيئة، و لذلك، فإن المصادر المحلية هي استراتيجية رئيسية في اختيار المواد المستدامة، و تتضمن المصادر المحلية شراء المواد من مصادر قريبة، مما يقلل الحاجة إلى النقل لمسافات طويلة، و هذا لا يقلل من الطاقة المتجسدة للمواد فحسب، بل يدعم أيضاً الاقتصادات المحلية و يحافظ على الهوية الإقليمية، فعلى سبيل المثال، فإن استخدام الحجارة

المستخرجة محلياً أو الأخشاب المستصلحة لا يقلل من انبعاثات وسائل النقل فحسب، بل يعزز أيضاً الطابع الفريد للمناظر الطبيعية المحلية.

و مع ذلك، فإن المصادر المحلية ليست دائماً ممكنة أو مرغوبة، و قد لا تكون بعض المواد متاحة محلياً، أو قد يكون لاستخراجها آثار بيئية كبيرة، في مثل هذه الحالات، يجب على المهندسين المعماريين و البنائين أن يوازنوا بين فوائد المصادر المحلية و اعتبارات الاستدامة الأخرى.

إن الانتقال نحو البناء المستدام ليس عملية بسيطة أو مباشرة، فهو يتطلب جهوداً متضافرة من جميع قطاعات المجتمع، من الحكومات و الشركات إلى الأفراد و المجتمعات، و يتطلب تحولاً جوهرياً في قيمنا و أولوياتنا، من التركيز على المكاسب القصيرة الأجل إلى الالتزام بالاستدامة الطويلة

الأجـل، و يلعـب التعلـيم دوراً حاسـماً في هـذا التحـول، و مـن خـلال تزويـد المهندسـين المعمـاريين و غيـرهم مـن المتخصصـين في البنـاء بالمعرفـة و المهـارات اللازمـة لتصـميم و بنـاء المبـاني المسـتدامة، يمكننـا ضـمان أن تصـبح الاسـتدامة جـزءاً لا يتجـزأ مـن بيئتنـا المبنيـة، عـلاوةً علـى ذلـك، فمـن خـلال تثقيـف الجمهـور حـول فوائـد البنـاء المسـتدام، يمكننـا تعزيـز ثقافـة الاسـتدامة التـي تقـدر المبـاني الخضـراء و تدعمها.

البيئة الداخلية

ركــزت الهندســة المعماريــة علــى إنشــاء مســاحات وظيفيــة، لكنهــا تشــهد الآن تحــولاً نموذجيــاً نحــو تصــميم بيئــات داخليــة أكثــر صــحة و تعــزز رفاهيــة الإنســان، إن التحــول نحــو العمــارة الخضــراء لا يعطــي الأولويــة لكفــاءة الطاقــة و الاســتدامة فحســب، بــل يأخـذ في الاعتبـار أيضـاً كيفيـة تـأثير المسـاحات الماديـة علــى صــحة شــاغليها و إنتــاجيتهم و نوعيــة حيــاتهم بشكل عام.

البيوفيليـا: و هـو مفهـوم يعنـي "حـب الحيـاة"، يُعنـى بـربط الإنســان بالطبيعــة مــن خــلال التصــميم، و هــو يقــوم علــى فرضــية أن البشــر لــديهم رغبــة فطريــة في التواصــل مــع الطبيعــة، و هــي الرغبــة التــي تشــكلت عبـر ملايـين السـنين مـن التطـور، و في سـياق الهندسـة المعماريــة، يتضــمن التصــميم الحيــوي دمــج العناصــر

الطبيعيــة، مثــل ضــوء النهــار، و منــاظر الطبيعــة، و المـواد الطبيعيـة، لخلـق بيئـات داخليـة أكثـر صـحة و إنتاجيــة، حيــث تظهــر الأبحــاث أن التعــرض للطبيعــة يحســن الصــحة العقليــة، و يقلــل مــن مســتويات التــوتر، و يعــزز الإبــداع و الأداء المعــرفي، و مــن خــلال دمــج مبــادئ التصــميم الحيــوي في مبانينــا، يمكننــا إنشــاء مســاحات لا تلبــي احتياجاتنــا الوظيفيــة فحسب، بل تغذي أيضاً عقولنا و أجسادنا.

الضــوء الطبيعــي: لقــد ثبــت أن زيــادة الوصــول إلى الضـوء الطبيعـي و تـوفير المنـاظر الخارجيـة يـؤدي إلى تحســين الحالــة المزاجيــة و زيــادة الإنتاجيــة و تقليــل إجهــاد العــين، و مــن خــلال وضــع النوافــذ بشــكل اســتراتيجي و اســتخدام المنــاور أو الأفنيــة، يمكــن للمهندســين المعمــاريين إدخــال ضــوء النهــار بشــكل وافــر إلى المســاحات الداخليــة مــع تقليــل اكتســاب الحــرارة و الــوهج، إن ضــوء النهــار لا يقلــل فقــط مــن

الحاجـــة إلى الإضـــاءة الاصـــطناعية، و بالتـــالي تـــوفير الطاقـة، و لكنـه يخلـق أيضـاً بيئـة ديناميكيـة و محفـزة بصـرياً، و تـوفر الأنمـاط المتغيـرة للضـوء و الظـل علـى مـدار اليـوم إحساسـاً بالارتبـاط بالعـالم الطبيعـي، ممـا يعزز رفاهية شاغلي البناء.

المـواد الطبيعيـة: إن اسـتخدام المـواد الطبيعيـة مثـل الخشـــب و الحجـــر و النباتـــات داخـــل التصـــميمات الداخليـة يخلـق ارتباطـاً أقـوى بالطبيعـة، لا تبـدو هـذه المـواد جميلـة مـن الناحيـة الجماليـة فحسـب، بـل تعمـل أيضـاً علـى تحسـين جـودة الهـواء عـن طريـق امتصـاص ثـاني أكسـيد الكربـون و إطـلاق الأكسـجين، بالإضـافة إلى ذلـك، فهـي تـوفر تنوعـاً ملموسـاً و اهتمامـاً بصـرياً، ممـا يعـزز تجربـة القـاطنين بشـكل عـام، كمـا تتمتـع المـواد الطبيعيـة أيضـاً بطـابع فريـد و دفء لا يمكـن تقليـده بالبـدائل الاصـطناعية، حيـث تعكس قصة أصله البشرية، و تطورها، و تحولها.

المساحات الخضراء الداخلية: يؤدي دمج النباتات في التصميمات الداخلية، المعروف باسم التصميم الحيوي، إلى تحسين جودة الهواء، و توفير بيئة هادئة، و تعزيز الرفاهية، حيث تساعد النباتات على تنقية الهواء عن طريق إزالة الملوثات مثل المركبات العضوية المتطايرة (VOCs) و توليد الأكسجين، كما أنها تعمل كمرطبات طبيعية، حيث تنظم مستويات الرطوبة في المناخات الجافة، علاوةً على ذلك، فإن للنباتات تأثير مهدئ على العقل البشري، حيث أنها توفر الشعور بالصفاء و الهدوء، و الحد من التوتر و القلق، و من خلال دمج النباتات في مبانينا، يمكننا إنشاء مساحات لا تبدو جميلة فحسب، بل تعزز أيضاً الصحة العقلية و الرفاهية.

إن المواد التي نستخدمها في مبانينا لها تأثير عميق على صحتنا، و غالباً ما تحتوي مواد البناء التقليدية، مثل الدهانات و المواد اللاصقة و السجاد، على

مـواد كيميائيـة ضـارة يمكـن أن تطلـق الغـازات إلى البيئـة الداخليـة، ممـا يضـر بجـودة الهـواء و صـحة الإنسـان، و لمعالجـة هـذه المشـكلة، هنـاك اتجـاه متزايـد نحـو اسـتخدام مـواد البنـاء غيـر السـامة، حيـث تـوفر هـذه المـواد، التـي تتـراوح بـين التشـطيبات الطبيعيـة و منتجـات المـواد المعـاد تـدويرها، بـديلاً أكثر أماناً و صحة للمواد التقليدية.

التشـطيبات الطبيعيـة: تـوفر التشـطيبات الطبيعيـة، مثـل الجـص الجيـري و الطـلاء الطينـي و تلميـع شـمع العسـل، بـديلاً مسـتداماً و غيـر سـام للتشـطيبات التقليديـة، هـذه المـواد ليسـت جميلـة فحسـب، بـل أيضـاً قابلـة للتـنفس، ممـا يسـمح للرطوبـة بـالمرور عبرهـا و تمنـع نمـو العفـن، عـلاوةً علـى ذلـك، فـإن التشـطيبات الطبيعيـة تحتـوي علـى نسـبة منخفضـة مـن المركبـات العضـوية المتطـايرة، ممـا يقلـل مـن خطـر إطـلاق الغـازات و يحسـن جـودة الهـواء الـداخلي،

كما أنها تتمتع بجودة جمالية فريدة من نوعها، مع اختلافات دقيقة في اللون و الملمس مما يضيف عمقاً و شخصية إلى المساحة.

المواد المعاد تدويرها: توفر منتجات المواد المعاد تدويره، مثل الخشب و المعادن و الزجاج المعاد تدويره، بديلاً مستداماً و غير سام للمواد الخام، و لا تقلل هذه المواد من النفايات فحسب، بل تحافظ أيضاً على الموارد الطبيعية والطاقة، علاوةً على ذلك، غالباً ما تتمتع بشخصية و تاريخ فريدين، مما يضيف إحساساً بالسرد و المعنى إلى المكان.

إن التحول نحو العمارة الخضراء لا يقتصر فقط على الحد من التأثير البيئي، بل يتعلق الأمر أيضاً بتعزيز رفاهية الإنسان، و هذا يتطلب نهج تصميم يتمحور حول الإنسان، و يعطي الأولوية لاحتياجات و تفضيلات شاغلي المبنى.

بيئـــة العمـــل: بيئـــة العمـــل هـــي علـــم تصـــميم المســاحات و الأشـياء التـي تناسـب جسـم الإنسـان و حركاتـــه، و ينطـــوي علـــى النظـــر في عوامـــل مثـــل الموقـــف، و الوصـــول، و خطـــوط الرؤيـــة لإنشـــاء مسـاحات مريحـة و فعالـة، مـن خـلال دمـج المبـادئ المريحـــة في مبانينـــا، يمكننـــا إنشـــاء مســـاحات تبـــدو جيـــدة، و تـــدعم صـــحتنا الجســـدية و رفاهيتنـــا، ممـــا يسمح لنا بتقديم أفضل ما لدينا.

الصـــوتيات: هـــو علـــم الصـــوت و ســـلوكه في الأمـــاكن المغلقـــة، و يتضـــمن ذلـــك مراعـــاة عوامـــل مثـــل الصـــدى و الامتصـــاص و النقـــل لإنشـــاء مســـاحات تتمتـــع بجـــودة صـــوت مثاليـــة، ومـــن خـــلال دمـــج المبـادئ الصـوتية في مبانينـا، يمكننـا إنشـاء مسـاحات تـوفر إحساسـاً بالهـدوء و الوضـوح، ممـا يسـمح لنـا بالتركيز و التواصل بشكل فعال.

البيئة المحيطة

ركــزت الهندســة المعماريــة الخضــراء علــى إنشــاء مبــاني مســتدامة و مــوفرة للطاقــة، تقلــل مــن تأثيرهــا البيئــي و تتكيــف أيضــاً مــع البيئــة المحيطــة و تنســجم معهــا، و يســعى هــذا التحــول نحــو التصــميم المنــاخي الحيــوي إلى إنشــاء مبــاني مرنــة و مســتجيبة لتحــديات المنــاخ المتغيــر مــن خلاخــل اســتراتيجيات التصــميم المنــاخي الحيــوي، و التخضــير الحضــري، و تحقيــق التوازن بين الجماليات و الحساسية البيئية.

التصــميم المنــاخي الحيــوي هــو نهــج في الهندســة المعماريــة يســعى إلى إنشــاء مبــاني تتكيــف مــع مناخاتهــا المحــددة، و ذلــك باســتخدام اســتراتيجيات ســلبية للحفــاظ علــى الراحــة الحراريــة مــع الحــد الأدنى مــن اســتهلاك الطاقــة، و هــو يعتمــد علــى فرضــية مفادهــا أن المبــاني يجــب أن تعمــل مــع البيئــة

الطبيعيــة و لــيس ضــدها، و مــن خــلال القيــام بــذلك، يمكــن تقليــل تــأثيرهم البيئــي و أيضــاً تعزيــز قــدرتهم علــى مواجهــة تحــديات المنــاخ المتغيــر، و يتضــمن هــذا الــنهج تحليــل أنمــاط الطقــس المحليــة، و التوجــه الشمســي، و أنمــاط الريــاح لتحســين أداء المبنــى، و مــن خــلال فهــم الخصــائص الفريــدة للموقــع، يمكــن للمهندســين المعمــاريين تصــميم المبــاني التــي تســتجيب للقــوى الطبيعيــة المــؤثرة و تســتغلها، ممــا يخلق مساحات مريحة و أيضاً مستدامة و مرنة.

إن توجيــه المبنــى بشــكل صــحيح لتحقيــق أقصــى قــدر مــن التعــرض لأشــعة الشــمس المباشــرة خــلال أشــهر الشــتاء مــع تقليلــه خــلال فصــل الصــيف يســاعد في تنظــيم درجــات الحــرارة الداخليــة، و تتضــمن هــذه الإســتراتيجية، المعروفــة باســم التوجــه الشمســي، تحديــد موقــع المبنــى و فتحاتــه للاســتفادة مــن مســار الشــمس طــوال العــام، ففــي نصــف الكــرة الشــمالي،

على سبيل المثال، يجب أن تواجه المباني الجنوب بشكل مثالي لالتقاط الإشعاع الشمسي خلال فصل الشتاء، عندما تكون الشمس منخفضة في السماء، و في المقابل، خلال فصل الصيف، عندما تكون الشمس مرتفعة في السماء، يجب تصميم المباني لتوفير الظل و تقليل اكتساب الحرارة، و من خلال تسخير قوة الشمس، يمكن للمهندسين المعماريين إنشاء مباني تقلل من استهلاك الطاقة و تعزز أيضاً مرونتها في مواجهة تحديات المناخ المتغير.

كما أن تصميم المباني بأنظمة تهوية طبيعية يسمح بتبريد فعال دون اللجوء إلى وحدات تكييف الهواء كثيفة الاستهلاك للطاقة، و تتضمن هذه الإستراتيجية، المعروفة باسم التبريد السلبي، استخدام القوى الطبيعية للرياح و درجة الحرارة لتبريد المبنى، و من خلال وضع النوافذ و فتحات

التهوية بشكل استراتيجي، يمكن للمهندسين المعماريين إنشاء تدفق متقاطع للهواء يعمل على تبريد المساحات الداخلية، و يمكنهم أيضاً استخدام الكتلة الحرارية، مثل الخرسانة أو الطوب، لامتصاص الحرارة أثناء النهار و إطلاقها أثناء الليل، مما يوفر تأثيراً طبيعياً للتبريد، علاوةً على ذلك، فإن التبريد السلبي لا يقلل من استهلاك الطاقة فحسب، بل يعزز أيضاً جودة الهواء الداخلي و الراحة، و من خلال تسخير قوة الطبيعة، يمكن للمهندسين المعماريين إنشاء مباني تشعر بالرضا.

إن دمج عناصر مثل الشرفات أو التعريشات أو الحدائق العمودية يوفر الظل من أشعة الشمس المباشرة، مما يقلل من اكتساب الحرارة و الوهج داخل التصميمات الداخلية، و تتضمن هذه الإستراتيجية، المعروفة باسم التظليل الشمسي، استخدام عناصر معمارية للتحكم في كمية ضوء

الشـمس التـي تـدخل المبنـى، فتصـبح المسـاحات تعمـل بشـكل جيـد و مـريح و تكـون محفـزة بصـرياً، مـع أنمـاط متغيـرة مـن الضـوء و الظـل طـوال اليـوم، عـلاوةً علـى ذلـك، فـإن التظليـل الشمسـي يقلـل مـن اسـتهلاك الطاقـة و يعـزز أيضـاً متانـة مـواد البنـاء، و يحميهـا مـن التـأثيرات الضـارة لأشـعة الشـمس المباشرة.

أمـا جمـع ميـاه الأمطـار لاسـتخدامها لاحقـاً فهـو يقلـل مـن العـبء الواقـع علـى شـبكات إمـدادات الميـاه و يعـزز الحفـاظ علـى الميـاه في المنـاطق المعرضـة للجفـاف أو نـدرة الميـاه، و تتضـمن هـذه الإسـتراتيجية، المعروفـة باسـم حصـاد ميـاه الأمطـار، احتجـاز ميـاه الأمطـار و تخزينهـا لاسـتخدامها لاحقـاً، ممـا يسـمح للمبـاني بـأن تعمـل بشـكل جيـد، حتـى في مواجهـة ندرة المياه.

التخضـير الحضـري هـو ممارسـة دمـج النباتـات و المسـاحات الخضـراء في البيئـة الحضـرية، و يتضـمن إنشـاء المتنزهـات و الحـدائق و الأسـطح الخضـراء و الجـدران الخضـراء، بالإضـافة إلى زراعـة الأشـجار و النباتـات الأخـرى علـى طـول الشـوارع و الأمـاكن العامـة، ممـا يـؤدي إلى تعزيـز المظهـر الجمـالي للمـدن و يـوفر العديـد مـن الفوائـد البيئيـة والاجتماعيـة و الاقتصـادية، فهـو يحسـن نوعيـة الهـواء، و يقلـل مـن تـأثير الجـزر الحراريـة الحضـرية، و يعـزز التنـوع البيولـوجي، و يعـزز الصـحة العقليـة و الرفاهيـة، عـلاوةً علـى ذلـك، فـإن تخضـير المنـاطق الحضـرية يخفـف مـن آثـار تغيـر المنـاخ و يعـزز أيضـاً قـدرة المـدن علـى مواجهـة تحدياتـه، فهـو يخلـق مسـاحات تبـدو جميلـة و تعمـل أيضـاً بشـكل جيـد، حتـى في مواجهـة الأحـداث الجوية القاسية.

إن التحـــول نحـــو العمـــارة الخضـــراء لا يقتصـــر فقـــط علـى الحـد مـن التـأثير البيئـي، بـل يتعلـق الأمـر أيضـاً بتعزيـز رفاهيـة الإنسـان، و هـذا يتطلـب توازنـاً دقيقـاً بـين الجماليـات و الحساسـية البيئيـة، و هـو التـوازن الـــذي يعطـــي الأولويـــة لاحتياجـــات و تفضـــيلات شاغلي المبنى مع احترام البيئة الطبيعية.

الشـكل يتبـع الوظيفـة: هـذا المبـدأ هـو مبـدأ أساسـي في العمـارة الحداثيـة، و يـنص علـى أن شـكل المبنـى يجـب أن يعتمـد علـى وظيفتـه أو غرضـه المقصـود، في سـياق العمـارة الخضـراء، يمكـن تفسـير هـذا المبـدأ علـى أنـه حاجـة المبـاني لـيس فقـط إلى المظهـر الجيـد و لكـــن أيضـــاً إلى الأداء الجيـــد، و مـــن خـــلال إعطـــاء الأولويـــة للوظيفـــة علـــى الشـــكل، يمكـــن للمهندســـين المعمـــاريين إنشـــاء المبـــاني التـــي لا تلبـــي احتياجاتنـــا الوظيفيـة فحسـب، بـل تعـزز أيضـاً صـحتنا و رفاهيتنـا،

و يمكـنهم مـن إنشـاء مبـاني تبـدو جميلـة، و تعمـل أيضاً بشكل جيد، مع الحد الأدنى من التأثير البيئي.

التصـميم الحيـوي: هـو نهـج في الهندسـة المعماريـة يسـعى إلى ربـط البشـر بالطبيعـة مـن خـلال التصـميم، و هـو ينطـوي علـى دمـج العناصـر الطبيعيـة، مثـل ضـوء النهـار، و منـاظر الطبيعـة، و المـواد الطبيعيـة، لخلـق بيئـات داخليـة أكثـر صـحة و إنتاجيـة، مـن خـلال دمـج مبـادئ التصـميم الحيـوي في مبانينـا، يمكننـا إنشـاء مسـاحات تعـزز الصـحة العقليـة و الرفاهيـة، و يمكننـا مـن إنشـاء مسـاحات تربطنـا بالعـالم الطبيعي، و ببعضنا البعض، و بأنفسنا.

إدارة المخلفات

تحقيق الاستدامة في البناء يتطلب ببذل جهود متضافرة لتقليل النفايات، و هو ضرورة أخلاقية و عملية في آن واحد، و يتطلب اتباع نهج شمولي يشمل جميع مراحل عملية البناء، من التصميم إلى الهدم.

و يعد إجراء عمليات التدقيق قبل بدء البناء خطوة أولى حاسمة في الرحلة نحو تقليل النفايات، و تساعد عمليات التدقيق التي تتضمن تحليلاً شاملاً لمشروع البناء المقترح، في تحديد تدفقات النفايات المحتملة و تطوير استراتيجيات التخفيض المستهدفة، و من خلال توقع النفايات، يمكن للمهندسين المعماريين و البنائين اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن اختيار المواد، و طرق البناء، و

أنظمة إدارة النفايات، و بالتالي تقليل النفايات و تعزيز الاستدامة.

اختيار المواد: يعد اختيار المواد ذات الطاقة المنخفضة و المتانة العالية و المحتوى المعاد تدويره بمثابة استراتيجية قوية لتقليل النفايات و تعزيز الاستدامة، حيث تشير الطاقة المتجسدة إلى إجمالي الطاقة المستهلكة خلال دورة حياة المادة بأكملها، بدءاً من الاستخراج و المعالجة و حتى النقل و التخلص، و من خلال اختيار المواد ذات الطاقة المنخفضة، يمكن للمهندسين المعماريين و البنائين تقليل التأثير البيئي لمشاريعهم بشكل كبير، علاوةً على ذلك، فإن اختيار المواد ذات المتانة العالية و المحتوى المعاد تدويره لا يقلل من النفايات فحسب، بل يعزز أيضاً مرونة و استدامة البيئة المبنية، حيث إن هذه المواد، المصممة لتتحمل اختبار الزمن و يمكن إعادة

استخدامها أو إعادة تدويرها في نهاية عمرها الافتراضي، و تمثل استثماراً حكيماً في المستقبل.

الفرز و إعادة التدوير في الموقع: يسمح تنفيذ أنظمة الفرز في الموقع للمواد مثل الخشب و المعادن و البلاستيك بإعادة التدوير أو إعادة الاستخدام بكفاءة، هذا النهج، الذي يتضمن فصل النفايات إلى فئات مختلفة بناءً على إمكانية إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها، يقلل النفايات و يعزز كفاءة عملية البناء، و من خلال تبسيط إدارة النفايات، يمكن توفير الوقت و المال و الموارد، مع تعزيز الاستدامة أيضاً.

التصميم المعياري: يتيح تصميم المباني بمكونات معيارية سهولة التفكيك و إعادة الاستخدام و إعادة التدوير، و بالتالي تقليل النفايات، و يتضمن هذا النهج، الذي يعتمد على مبدأ "الشكل يتبع

الوظيفة"، إنشاء مباني ليست فقط جذابة من الناحية الجمالية و لكنها أيضاً عملية و قابلة للتكيف، من خلال التصميم مع مراعاة البساطة و المرونة، يمكن إنشاء مساحات تلبي احتياجاتنا الوظيفية و تتكيف أيضاً مع ظروفنا المتغيرة، و بالتالي تقليل النفايات و تعزيز الاستدامة.

الهدم مقابل التفكيك: يتضمن تفكيك هيكل بشكل انتقائي لاستعادة المواد القيمة، مما يتسبب في تقليل النفايات و الأثر البيئي مقارنة بطرق الهدم التقليدية، و يسعى هذا النهج إلى الحفاظ على العالم الطبيعي و ليس تدميره، و من خلال اختيار التفكيك بدلاً من الهدم، يستطيع المهندسون المعماريون و البناؤون تقليل النفايات و خلق فرص جديدة لإعادة استخدام المواد و إعادة تدويرها.

ممارسات البناء الدائري: إن مفهوم الدائرية، الذي يقوم على مبادئ التخفيض و إعادة الاستخدام و إعادة التدوير، هو بمثابة ضوء يوجهنا في رحلتنا نحو البناء المستدام، إنها فلسفة تتحدانا لإعادة التفكير في علاقتنا مع العالم الطبيعي، و رؤية النفايات ليس كمنتج ثانوي و لكن كمورد، و تصميم المباني التي تقلل من تأثيرها البيئي و تساهم أيضاً في دورة تجديد و ترميم.

تصميم من المهد إلى المهد: التصميم من المهد إلى المهد هو نهج في الهندسة المعمارية يسعى إلى إنشاء مباني ليست مستدامة فحسب، بل متجددة أيضاً، و هو يعتمد على رؤية حلقة مغلقة، حيث يتم التخلص من النفايات و يتم تدوير المواد بشكل دائم من خلال النظام، من خلال التصميم مع وضع مبادئ المهد إلى المهد في الاعتبار، يمكن

إنشـاء مسـاحات تقلـل مـن تأثيرهـا البيئـي و تعـزز أيضاً صحة و رفاهية شاغليها.

نمذجـة معلومـات البنـاء (BIM): نمذجـة معلومـات البنـاء (BIM) هـي أداة رقميـة تسـمح للمهندسـين المعمـاريين و البنـائين بتصـور و محاكـاة و تحليـل مشـاريعهم قبـل بنائهـا، تتـيح هـذه التكنولوجيـا، التـي أحـدثت ثـورة في صـناعة البنـاء و التشـييد، اتبـاع نهـج أكثـر تكـاملاً و تعاونـاً في التصـميم و البنـاء، و بالتـالي تعزيز الاستدامة و الحد من النفايات.

تقيـيم دورة الحيـاة (LCA): تقيـيم دورة الحيـاة (LCA) هـو طريقـة لتقيـيم التـأثير البيئـي لمنـتج أو خدمـة طـوال دورة حياتهـا بأكملهـا، و يـوفر هـذا الـنهج إطـاراً شـاملاً و منهجيـا لتقيـيم الأداء البيئـي للمبـاني، و بالتـالي تمكـين المهندسـين المعمـاريين مـن اتخـاذ

قـرارات مسـتنيرة بشـأن اختيـار المـواد، و طـرق البنـاء، و أنظمة إدارة النفايات.

إن التحـول نحـو البنـاء المسـتدام لـيس واجبـاً أخلاقيـاً فحسـب، بـل هـو أيضـاً فرصـة اقتصـادية، يـوفر هـذا المجـال المزدهـر، و الـذي يقـوده الطلـب المتزايـد علـى المبـاني الأكثـر اسـتدامة ثـروة مـن الفـرص للابتكـار و النمو و الازدهار.

الوظـائف الخضـراء: يـؤدي التحـول نحـو البنـاء المسـتدام إلى خلـق جيـل جديـد مـن الوظـائف الخضـراء، مـن المهندسـين المعمـاريين إلى البنـائين و مـديري النفايـات، و هـذه الوظـائف ذات معنـى و جيـدة الأجـر أيضـاً، و تـوفر طريقـاً واعـداً نحـو مسـتقبل أكثر استدامة و إنصافا.

فـرص الســوق: ينمـو سـوق المبـاني الخضـراء بمعـدل غيـر مسـبوق، مـدفوعاً بمجموعـة مـن العوامـل، بمـا في ذلــك زيــادة الــوعي البيئــي، و قــوانين و أنظمــة البنـاء الأكثـر صـرامة، و زيـادة طلـب المسـتهلكين علـى المبــاني الأكثــر اســتدامة، و هــذا الاتجــاه، الــذي مــن المتوقـع أن يسـتمر في السـنوات المقبلـة، يـوفر ثـروة مــن الفــرص للشــركات و رجــال الأعمــال في صــناعة البناء و التشييد.

وفــورات في التكــاليف: يــؤدي البنــاء المســتدام إلى تقليــل النفايــات و تعزيــز الاســتدامة و يــوفر أيضــاً وفــورات كبيــرة في التكــاليف، و مــن خــلال تصــميم المبـاني الأكثـر كفـاءة في اسـتخدام الطاقـة، و الميـاه، و المــواد، نســتطيع تــوفير الأمــوال التــي تنفــق علــى تكـاليف البنـاء و التشـغيل و الصـيانة، و تعزيـز قيمـة و مرونة المشاريع.

أكثر من مجرد بناء

لتحقيق الاستدامة في التخطيط الحضري، لا بد من البدء بإنشاء مناطق بيئية و مجتمعات مخططة مصممة لتقليل التأثير البيئي من خلال البنية التحتية الفعالة و أنظمة الطاقة المتجددة و ممارسات البناء المستدامة، تسعى إلى إنشاء مساحات تلبي احتياجاتنا الوظيفية و تساهم في دورة تجديدية و تصالحية، و من بعض العناصر الأساسية للمناطق البيئية:

تطوير متعدد الاستخدامات: إن الجمع بين المساحات السكنية و التجارية و العامة على مسافة قريبة يعزز التفاعل المجتمعي و يقلل احتياجات النقل و يعزز الاستدامة الاجتماعية، و ينطوي هذا النهج، الذي يقوم على مبدأ "العيش، العمل، الترفيه"، على خلق بيئات حضرية ليست

وظيفيـة فحسـب، بـل نابضـة بالحيـاة و متنوعـة، و مـن خـلال دمـج الاسـتخدامات المختلفـة للأراضـي، يمكـن للمهندسـين المعمـاريين و المخططـين الحضـريين إنشـاء مسـاحات تقلـل مـن التـأثير البيئـي و تعـزز صحة و رفاهية شاغليها.

تصـميم مضـغوط: تـؤدي تكثيـف المنـاطق الحضـرية إلى تقليـل اسـتخدام الأراضـي مـع تقليـل اسـتهلاك المـوارد و تعزيـز حيـاة مجتمعيـة أكثـر حيويـة و ترابطـاً، و يتضـمن هـذا الـنهج، الـذي يعتمـد مفهـوم "النمـو الـذكي"، إنشـاء أحيـاء مدمجـة يسـهل المشـي فيهـا و مصـممة لتحقيـق أقصـى قـدر مـن الكفـاءة و تقليـل النفايـات، مـن خـلال التصـميم مـع أخـذ الكثافـة في الاعتبـار، يمكـن إنشـاء مسـاحات تحـافظ علـى المـوارد و تعزز أيضاً الشعور بالمجتمع و الانتماء.

البنيـــة التحتيـــة الخضـــراء: إن دمـــج المســـاحات الخضـــراء، مثـــل المتنزهـــات أو الحـــدائق المجتمعيـــة، يـــوفر منـــاطق ترفيهيـــة و يســـاهم في تحســـين جـــودة الهـــواء و تنظـــيم درجـــة الحـــرارة و إدارة ميـــاه الأمطـــار، و يتضـــمن هـــذا الـــنهج، الـــذي يعتمـــد علـــى مبـــدأ "التصـــميم الحيـــوي"، خلـــق بيئـــات حضـــرية تلبـــي احتياجاتنـــا الوظيفيـــة و تربطنـــا أيضـــاً بالعـــالم الطبيعـــي، و مـــن خـــلال دمـــج البنيـــة التحتيـــة الخضـــراء في مـــدننا، نســـتطيع إنشـــاء مســـاحات تعـــزز الاســـتدامة و تعمل على تحسين نوعية الحياة لسكانها.

كفـــاءة الطاقـــة: يـــؤدي تنفيـــذ تقنيـــات البنـــاء المـــوفرة للطاقـــة و أنظمـــة الطاقـــة المتجـــددة إلى تقليـــل انبعاثـــات الكربـــون و تقليـــل البصـــمة البيئيـــة للمنـــاطق الحضـــرية، و يتضـــمن هـــذا الـــنهج إنشـــاء المبـــاني و البنيـــة التحتيـــة التـــي تكـــون مســـتدامة و متجـــددة، مـــن خـــلال التصـــميم مـــع وضـــع كفـــاءة الطاقـــة في الاعتبـــار،

يمكـن إنشـاء مسـاحات تقلـل مـن تأثيرهـا البيئـي و تساهم في مستقبل أنظف و أكثر استدامة.

إن مفهـوم الشـمولية، الـذي يقـوم علـى مبـادئ الإنصـاف و المسـاواة و العدالـة، هـو بمثابـة فلسـفة تتحـدانا لإعـادة التفكيـر في نهجنـا في التصـميم الحضـري، لرؤيـة المـدن لـيس كمجـرد مجموعـات مـن المبـاني و البنيـة التحتيـة و لكـن ككائنـات حيـة تتـنفس و تعكس تنوع و تعقيد التجربة الإنسانية.

إمكانيـة الوصـول الشـامل: إمكانيـة الوصـول الشـامل هـي نهـج للتصـميم الحضـري يسـعى إلى إنشـاء مسـاحات يمكـن للجميـع الوصـول إليهـا، بغـض النظـر عـن العمـر أو القـدرة أو الوضـع الاجتمـاعي و الاقتصـادي، و يتضـمن إنشـاء المبـاني و البنيـة التحتيـة التي تكون وظيفية و قابلة للتكيف و شاملة.

التخطـيط التشـاركي: التخطـيط التشـاركي هـو نهـج للتصـميم الحضـري يتضـمن المشـاركة النشـطة للمـواطنين في عمليـة التخطـيط و صـنع القـرار، و يسـعى إلى خلـق عمليـة تخطـيط أكثـر ديمقراطيـة و شـفافية، حيـث يـتم الاسـتماع إلى أصـوات و وجهـات نظـر جميـع أصـحاب المصـلحة و تقـديرها، و مـن خـلال إشـراك المـواطنين في عمليـة التخطـيط، يمكـن للمهندسـين المعمـاريين والمخططـين الحضـريين إنشـاء مسـاحات تعكـس احتياجـات و تطلعـات المجتمع و تعزز الشعور بالملكية و الانتماء.

الإسـكان الميسـر: يعـد الإسـكان الميسـر عنصـراً حاسـماً في التخطـيط الحضـري المسـتدام، لأنـه يـوفر الأسـاس للمسـاواة الاجتماعيـة و العدالـة، و ينطـوي هـذا الـنهج علـى إيجـاد خيـارات إسـكان في المتنـاول و آمنـة و لائقـة و متاحـة للجميـع تعمـل علـى تعزيـز العدالة الاجتماعية.

و تعـد الشـراكات بـين القطـاعين العـام و الخـاص ترتيبـات تعاونيـة، حيـث يـتم تقاسـم المـوارد و المخـاطر و المكافـآت في السـعي لتحقيـق هـدف مشـترك، و تـوفر هـذه الشـراكات، التـي تسـتخدم علـى نحـو متزايـد في التخطـيط الحضـري المسـتدام، أداة قويـة للاسـتفادة مـن المـوارد و الخبـرات و الابتكـار في خدمة مستقبل أكثر استدامة و عدالة.

المبـادرات المجتمعيـة: المبـادرات المجتمعيـة هـي جهـود شـعبية يقودهـا السـكان المحليـون و المنظمـات و الشـركات لمعالجـة قضـايا أو تحـديات محـددة داخـل مجـتمعهم، و تقـدم هـذه المبـادرات، التـي غالبـاً مـا تكـون مدفوعـة بإحسـاس عميـق بالمكـان و الالتـزام المشـترك بالاسـتدامة، نموذجـاً قوياً للعمل الجماعي و التغيير الاجتماعي.

التخطـيط الإقليمـي: التخطـيط الإقليمـي هـو نهـج للتخطـيط الحضـري يسـعى إلى إنشـاء نهـج أكثـر تكـاملاً و تنسـيقاً للتنميـة علـى المسـتوى الإقليمـي، و ينطـوي علـى خلـق رؤيـة مشـتركة للمسـتقبل تعمـل علـى إيجـاد التـوازن بـين الاعتبـارات الاقتصـادية و الاجتماعيـة و البيئيـة، ممـا يسـهم في إنشـاء مـدن تلبـي احتياجاتنـا الوظيفيـة و تسـاهم في تحقيـق مسـتقبل أكثر استدامة و إنصافاً.

الابتكارات

إن اعتمـــاد التقنيـــات المتقدمـــة التـــي تتـــيح إدارة المـــوارد بكفـــاءة و تحســـين أداء البنـــاء تعتبـــر خطـــوة مهمة في الاستدامة في الهندسة المعمارية.

الـــذكاء الاصـــطناعي (AI): يتـــيح دمـــج الـــذكاء الاصـــطناعي في أنظمـــة البنـــاء إدارة محســـنة للطاقـــة، و الصـــيانة التنبؤيـــة، و تحســـين مراقبـــة جـــودة البيئـــة الداخليـــة، و يتضـــمن إنشـــاء مبـــاني تلبـــي احتياجاتنـــا الوظيفيـــة و تـــتعلم مـــن شـــاغليها و بيئتهـــا و تتكيـــف معهم.

إنترنـت الأشـياء (IoT): تنفيـذ أجهـزة إنترنـت الأشـياء في المبـــاني جمـــع البيانـــات في الوقـــت الفعلـــي حـــول اســـتخدام الطاقـــة و أنمـــاط الإشـــغال وجـــودة الهـــواء، ممـــا يســـهل اتخـــاذ القـــرارات المســـتنيرة للعمليـــات

المستدامة، يتضمن هذا إنشاء مباني تتواصل مع شاغليها و بيئتها و تستجيب لهم.

أنظمة البناء الذكية: يؤدي الجمع بين الذكاء الاصطناعي و إنترنت الأشياء و التقنيات المتقدمة الأخرى إلى إنشاء أنظمة بناء ذكية و مترابطة تعمل على أتمتة المهام مثل التحكم في درجة الحرارة و الإضاءة و الأمن مع تقليل استهلاك الموارد.

إن خلق بيئة مبنية مستدامة ليس مجرد ضرورة أخلاقية فحسب، بل هو أيضا فرصة للابتكار و النمو و الازدهار، يوفر ثروةً من الفرص للحد من بصمتنا الكربونية، و التخفيف من آثار تغير المناخ، و تعزيز العدالة الاجتماعية و العدالة، و مع ذلك، فإن الرحلة نحو بيئة مبنية مستدامة ليست رحلة بسيطة أو مباشرة، فهي تتطلب جهوداً متضافرة من جميع قطاعات المجتمع، من الحكومات و الشركات إلى الأفراد و المجتمعات، و تتطلب تحولاً جوهرياً في قيمنا و أولوياتنا، من التركيز على المكاسب القصيرة الأجل إلى الالتزام بالاستدامة الطويلة الأجل، مع الاستعداد لتقبل التغيير و الابتكار و التكيف مع تحديات عالم سريع التغير.

تنصل من المسؤولية

الآراء الـــواردة في هـــذا الكتـــاب هـــي آراء المؤلـــف و لا تعكـــس بالضـــرورة السياســـة أو الموقـــف الرســـمي لأي وكالة أو منظمة أو صاحب عمل أو شركة.

يـتم تـوفير أي مـواد أو وسـائط أو مواقـع ويـب مشـار إليهـا هنـا لأغـراض إعلاميـة فقـط. لا يضـمن المؤلـف دقتهـا ولا يتحمـل أي مسـؤولية عـن أي معلومـات أو تمثيل وارد فيها.

علـى الـرغم مـن إجـراء أبحـاث مكثفـة مـن مصـادر أكاديميـة و تقنيـة موثوقـة، إلا أن هـذا العمـل قـد يحتـوي علـى أخطـاء أو سـهو غيـر مقصـود، مـع اسـتمرار التطـورات التكنولوجيـة و الاجتماعيـة، قـد تصـبح بعـض التفاصيل أو الإحصائيات قديمة.

لا يـتم التعبيـر عـن أي توصـيات أو موافقـات أو علاقـات تجاريـة بـين المؤلـف و أي طـرف ثالـث بشـكل صـريح أو ضـمني، هـذا الكتـاب مخصـص للأغـراض التعليميـة و البحثيـة فقـط و لـيس المقصـود منـه تقـديم مشـورة قانونية أو مهنية أو غيرها.

يعتـرف المؤلـف بـالقيود في المعالجـة الكاملـة للمشـاكل الاجتماعيـة التقنيـة المعقـدة و يرحـب بالمناقشـة المحترمة لتعزيز التفاهم الجماعي.

عن المؤلف

ماهر أسعد بكر

مؤلــف، صــحفي، و موســيقي ســوري. ولــد في دمشــق، سوريا عام 1977 .

عن هذا الكتاب

هـذا الكتـاب هـو رحلـة إلى قلـب الهندسـة المعماريـة الخضـراء، و غـوص في فلسـفة و علـم و فـن إنشـاء مسـاحات تحتـرم الكوكـب و تحـافظ عليـه للأجيـال القادمة.

بـدءً مـن وضـع الأسـاس و التعمـق في تعريـف و أهميـة و تطـور العمـارة الخضـراء، و عبـر وجهـات النظـر التاريخيـة و الأطـر النظريـة و المبـادرات العالميـة التـي شـكلت هـذا المجـال الحيـوي، إلى استكشـاف الجانـب العملـي، و كفـاءة الطاقـة، و الحفـاظ علـى الميـاه، و اختيـار المـواد المسـتدامة، في تـأملات عميقـة حـول كيفيـة العـيش في وئـام مـع بيئتنـا، و تقليـل بصـمتنا مـع زيـادة جـودة حياتنـا إلى الحـد

الأقصـــى، مـــن خـــلال دمـــج الطبيعـــة في مســـاحات المعيشة و تعزيز جودة البيئة الداخلية.

هـذا الكتـاب لـيس عـن الهندسـة المعماريـة الخضـراء، بقـدر مـا أنـه دعـوة إلى المسـؤولية، و دليـل للعـيش في وئـام مـع الطبيعـة، و مخطـط لمسـتقبل مسـتدام، أنـه رحلـة تلهـم أفعالـك، و تسـاعدك علـى المسـاهمة في الحفاظ على وطننا المشترك و تعزيزه.