المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة

أ.د. بهجت رشاد شاهين
قسم هندسة العمارة
جامعة بغداد / كلية الهندسة
bahjatsha@yahoo.com

مريم فيصل عبد اللطيف
قسم هندسة العمارة
جامعة بغداد / كلية الهندسة
maroush2012@yahoo.com

الخلاصة

شَهدَ العالم خلال العقود القليلة الماضية تغيراً واضحاً في خارطة الوجود الحضري, حيث أزداد عدد سكان المدن و توسعت رقعتها الجغرافية وأنتشرت شبكات الطرق الرصاصية و محطات توليد الطاقة الكهربائية. تسببت هذهِ الظواهر الاستثنائية في رسم هوية مغايرة للعالم الحالي, ليصبح عالم يتسابق مع نفسهِ في مجال إستهلاك الطاقة و المواد الاولية. تركزت مشكلة البحث العامة في قلة الدراسات المتوفرة بخصوص موضوع التخطيط و التصميم الحضري الايكولوجي الصديق للبيئة. بالتالي يهدف البحث بشكل عام الى تحديد مقومات بنية المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة و من ثم الى توضيح أهم الأسس التخطيطية و التصميمية لتلك المقومات. يفترض البحث في ضوء ذلك أن تطوير التجمعات الحضرية الحالية و المستقبلية نحو تجمعات أيكولوجية صديقة للبيئة الطبيعية يعتمد على إيجاد بنية حضرية متكاملة قائمة على عدد من الاسس و المعايير المستلهمة في الاساس من صفات الانظمة الايكولوجية في تلك البيئة الطبيعية.

الكلمات المفتاحية: الإستدامة الحضرية, البيئة الطبيعية, التحضر, النظام الايكولوجي, التنطيق الايكولوجي الوظيفي.

Environment Friendly Eco - City

Prof. Dr. Bahgat Rashad Shaheen
Architectural department
Baghdad University/college of engineering
bahjatsha@yahoo.com

Researcher : Maryam Faisal Abd alteif
Architectural department
Baghdad University/college of engineering
maroush2012@yahoo.com

ABSTRACT

The World witnessed over the past few decades a clear change in the urban existence map, where the number of cities' residents has increased and the cities geographic area expanded, also networks of roads and electric power stations were spread. This extraordinary events caused the drawing of a different identity to the world, race with itself in the field of energy and raw materials consumption. Therefore, the research issue individualizes in the lack of available knowledge concerning the subject of environment friendly ecological urban desiging and planning.So the research aims to define the environmentally friendly eco-city' structural elements and to clarify their most important planning and design foundations. To Investigative this goal the research has assumed that "the human urban agglomerations' development towards environment friendly ecological ones would depend on finding a complete urban structure grounded on a numbers of foundations and standards which are basically inspired from the qualities of systems in such natural environment".

Key words : urban sustainability, Natural environment, urbanism, ecological system, functional ecological zoning .

المـــقدمـــة

توجهت الإدارات التخطيطية الحضرية لعددٍ كبيرٍ من أكثر دول العالم تقدماً عمرانياً و إقتصادياً نحو التأكيد على ضرورة إعتماد مفاهيم الإنشاء الحضري الصديق للبيئة كأساس في إنتاج مدن المستقبل التي تضمن حق الانسان و الطبيعة على السواء في الاستمرار و البقاء. يُعد طرح المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة أحد التوجهات العمرانية المستدامة و ذلك على مستوى التصميم و التخطيط الحضري للمستوطنات البشرية. لذا فأن البحث الحالي يهدف الى تحديد مقومات بنية المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة و الى توضيح أهم أسسها التخطيطية و التصميمية المعتمدة على مبادىء الايكولوجيا الحضرية، و ذلك بإعتماد منهج علمي وصفي تحليلي تتطور بنيتهُ العامة وتتقدم مع ما تتوصل اليهِ نصوصهُ من حقائق وإستنتاجات مرحلية.

1- المشكلات البيئية التي واجهت تخطيط المدينة الحديثة

و المقصود هنا بالمدينة الحديثة هي المدينة التي ظهرت بعد قيام الثورة الصناعية النفطية في نهايات القرن التاسع عشر و بداية القرن العشرين. إذ أمتلكت المدينة بعد هذهِ الثورة بُعداً تكويناً جديداً, فلم يعدّ الإمتداد الافقي هو الدلالة الوحيدة لنموها وتوسعها ولم يعدّ المسكن المكون من طابق واحد او طابقين هو الوحدة الأساسية لها, إذ أمتلكت المدينة بعداً عمودياً جديداً تمثل بناطحات السحاب صعوداً, و ألانفاق تحت الارضية نزولاً. وقد أمتدت مقاييس المدينة بعد قيام الثورة الصناعية النفطية لتحتوي الحجم فضلاً عن المساحة حيث ظهرت بعض المستويات الرأسية تحت الارضية التي أحتوت على وظائف مهمة وحيوية, مثل البنى التحتية الخدمية وأنفاق السير و الحركة وغيرها الكثير (Shane D.G. ,2011,pp217-219). أستمرت المدينة في النمو المضطرد وبالإتجاهين الافقي والعمودي ليكونا معاً ما يُعرف اليوم عالميا بـ(المدن العملاقة - Mega-cities), وهي المدن التي يزداد عدد سكانّها عن (10مليون) نسمة (FIG REPORT,2010,p21). و يمكن إيجاز أهم المشكلات البيئية التي واجهت تخطيط المدينة بعد قيام الثورة الصناعية ولا سيما النفطية منها بثلاث مشكلات أساسية, وهي كما يأتي :

أ) ظاهرة التحضر: و المقصود بها ظاهرة زيادة حركات الهجرة وإندفاع سكان الارياف بأتجاه مراكز المدن (Rees W. & Wackernagel M. ,1996, p223). لقد بلغ عدد سكان المدن (3.3 بليون) نسمة في العام 2007 أي نحو نصف عدد سكان العالم, ومن المتوقع أن يتضاعف هذا العدد وصولاً الى (6.4 بليون) نسمة في عام 2050 (Head P. & Lam D. ,2011, p18).

ب) إستهلاك مصادر الطاقة الناضبة : إرتبط مع الإرتفاع الهائل في عدد سكان المدن ومع التطور الكبير الحادث في الانماط الحياتية المعاشة إرتفاعاً كبيراً في معدلات إستهلاك المدن للطاقة التي باتت تتجاوز نسبة (1 - 2) من قدرة النظم الطبيعية الموجودة ضمن مواقعها على دعم الإنسان فيها (Grimm N. ,2010, p12).

ج) التغيير المناخي : لقد شهد القرن العشرين بمفردهِ إرتفاعاً في درجة حرارة الارض بنحو (0.74درجة مئوية), و ضعفاً في الغطاء الجليدي بنسبة (40%), وإزدياداً في الامطار الحامضية, و إرتفاعاً في مناسيب مياه البحر والمحيطات نحو (17 سم) (Berthold J. & Wetterwik M. ,2013, P4 ,P2). ومن هذه الارقام يمكن تخيل الضغط الكبير الذي تُعانيه البيئة الطبيعية حالياً؛ بسبب التطور الصناعي والتقني لأنشطة الإنسان و نتاجاتهِ الحضرية.

2- المدينة الايكولوجية ..... مصطلحات و أهداف

ظهرت مجموعة واسعة من التعاريف الشاملة لمعنى (المدينة الايكولوجية) أكدت معظمها على التكامل بين جميع جوانب الحياة في المدينة بما لا يضر بالبيئة الطبيعية المحيطة, وبما يحقق مبدأ (الاستدامة الحضرية). كان أحد أهم هذه التعاريف هو التعريف الذي قدمتهَ منظمة (Ecocity Builders)* الذي يُعدّ الاكثر شمولاً و وضوحاً في تحديد أهداف وغايات ايجاد المدينة الايكولوجية. فقد عرفت هذه المنظمة التي تُعدّ الاولى في مجال التخطيط الحضري الايكولوجي المدينة الايكولوجية في العام 2009 على أنّها " مستوطنة بشرية مصممة على إنموذج الاكتفاء الذاتي والهياكل المرنة واحتواء وظائف الانظمة الايكولوجية الطبيعية, حيث توفر هذهِ المستوطنة الراحة الصحية لساكنيها بدون استهلاك الطاقات المتجددة أكثر مما يمكن أن تنتج, وبدون أنتاج النفايات أكثر مما يمكن أن تستوعب, وبدون أن تصبح سامة لنفسها أو للانظمة الايكولوجية المجاورة لها. يعبر التأثير الايكولوجي لساكني هذهِ المدينة عن الانماط الكوكبية الداعمة للحياة, كما يعبر نظامها الاجتماعي عن المبادىء الاساسية للنزاهة والعدالة والانصاف المعقول " (Ecocity builder org. ,2009,p8).

يقول الباحث (Tim Smith**) ان " الاستدامة تمتلك أجهزة صلبة وبرمجيات (hardware & Software), وأن البيئة المبنية والحدائق وكل الاشياء التي يمكن لمسها هي جزء من الاجهزة (hardware), في حين تشكل البرمجيات (software) شبكة الانظمة التي تُحرك تدفقات الطاقة و الموارد و رأس المال والمعلومات خلال المدن والاقاليم, و أن التقارب بين هذين الامرين هو في الواقع (المدينة الايكولوجية) أو ما يمكن أن تكون " (Smith T.,2009,p1). و بذلك يمكن تعريف (المدينة الايكولوجية) على أنّها " **تأمين وجود حضري مريح لساكنيهِ غير ضار ببيئتهِ الطبيعية؛ وذلك عن طريق تحديد معدلات تشغيلهُ بما لايتجاوز قدرة موقعهِ الطبيعية على دعمهِ الحيوي, وبما لايضرها او يستهلك مكونات أنظمتها الايكولوجية الحيوية وغير الحيوية . يتضمن أساس خطوات أيجاد هذهِ المدينة توظيف فكرة تشغيلها كنظام أيكولوجي ذاتي ومرن**", أي ان "**المدينة الايكولوجية هي مدينة تحافظ على الانظمة الايكولوجية في الطبيعة وتعمل بنفس ميكانيكتها**".

3- الفلسفة التخطيطية العامة للمدينة الايكولوجية

تعتمد المدينة الايكولوجية في تحقيق أهدافها العامة وفي حل المشكلات البيئية المذكورة أنفاً فلسفةً تخطيطيةً خاصةً تؤكد على فهم ميكانيكية عمل الانظمة الايكولوجية الطبيعية, ومن ثم محاولة محاكاتها من حيث الفكر والطريقة في عمليات التخطيط الحضري (Williams D.E.,2007). علماً أن (النظام الايكولوجي) هو كل ما تحتويه قطعة أرض مهما كان حجمها من العناصر الحية وغير الحية فضلاً عما تشملهُ من تفاعلات وعمليات تتم داخلها أو بينها وبين ما يحيط بها من

* منظمة (Ecocity Builders) : منظمة مروجة لمبادىء الايكولوجيا الحضرية أسسها المعماري الامريكي (Richard Register) في عام 1992 , حيث أدارت هذه المنظمة شبكة دولية من الموتمرات العلمية المتحورة بخصوص (المدينة الايكولوجية) و ستراتيجيات تطبيقها. وقد وفرت هذه المؤتمرات فرصاً حقيقية للتعرف على أصول التصميم الحضري الايكولوجي المنسجم مع الطبيعة, فضلاً عن إمكانية مشاركة الخبرات لافضل الاكتشافات البيئية حول العالم (Register R.,2007, pp239-240, pp 2-1) .

** Tim Smith : - رئيس جمعية (SERA) الامريكية للمهندسين المعمارين ومخطط معتمد ومهندس مشهور لأكثر من (30) عاماً من الخبرة المهنية . يتبوء (Smith) العديد من المهام منها: تدريسهُ التخطيط والتصميم في عدد من الجامعات, وتقديمهُ لمحاضرات عدة عن مدن الاستدامة النقلية (TOD- transport oriented development), وتنشيط القرى القائمة وزيادة ديمومتها ,كما أنهُ حاصل على العديد من الجوائز عن نشاطهِ في مجال النمو الذكي للمدينة الحديثة.

بيئة خارجية (Grimm N.,2010,p3,p2). قدم المفكر الايكولوجي (Howard T. Odem)* إنموذجاً يوضح سلوك الانظمة الايكولوجية الطبيعية عن طريق توضيح العلاقة بين تدفقات الطاقة والمواد و بين مكونات النظام وبين المنتجين والمستهلكين ضمنها. أكد هذا الإنموذج على إمكانية تغيير العلاقة بين مكونات النظام الايكولوجي عن طريق تغيير الارتباطات والتدفقات بينها (شكل1) . يساعد إنموذج (Odem) هذا على إدراك ميكانيكية العمل ضمن النظام الايكولوجي الطبيعي؛ لانهُ يشرح العلاقات والارتباطات البسيطة و الاساسية بين الطاقات الطبيعية و الموارد المتجددة, و بما أن تحقيق الاستدامة يرتبط باستخدام الموارد المحلية المتجددة, فإنّ هذا الإنموذج يشرح و يحدد الفرص والعلاقات التي تحتاج الى عمليات التصميم البينية اللازمة لتحقيق الاستدامة الحضرية الايكولوجية (شكل2) (D.E., 2007,p3,p1 Williams). تؤدي الملاحظة المستمرة لهذا الإنموذج الى إدراك سيطرة مبدأ (الاستدامة) على جميع التدفقات داخل الانظمة الايكولوجية الطبيعية, حيث تنتج هذهِ الاستدامة من الشمس بالدرجة الاولى؛ وذلك لانها تُعدّ المصدر الرئيس للطاقة المتجددة في الطبيعة, ومن ثم فإنّ (الاستدامة) تنتج من تكاملية العلاقات بين مكونات هذهِ الانظمة . تعتمد فلسفة تخطيط المدينة الايكولوجية على فهم إنموذج (Odem), وترجمتهُ بما ينطبق مع عمليات تخطيط وتصميم المدينة كجزء من الطبيعة (أي مع نظرية عدّ المدينة نظاماً أيكولوجياً متكاملاً), وبذلك فإنّ الفكرة الرئيسة للمدينة الايكولوجية تعتمد على تغيير طريقة تدفق المواد والطاقة بين مكوناتها الاساسية و بيئتها المحيطة بما يتشابه مع الطريقة المستدامة الموجودة ضمن الانظمة الايكولوجية في الطبيعة.

1-3 الانظمة الايكولوجية الطبيعية

تعتمد فلسفة تشغيل المدينة الايكولوجية على محاكاة النظم البيئية الطبيعية الناضجة أيكولوجياً ** و التشبه بها, كما أنها تسعى للحفاظ على باقي أنواع النظم البيئية الموجودة في الموقع (Covington W. & DeBano F.,1993,p150). تتميز هذهِ النظم بعدد من الخصائص التي تكون الاساس في تحديد خصائص المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة ومنها :

1- الصحة (الفعالية) - Healthy (Effective) : تستطيع النظم الايكولوجية في الطبيعة إعالة نفسها بشكل فعال, والبقاء بصحة جيدة عن طريق إلتقاط و تخزين ما يكفيها من الطاقة والمواد لتلبية جميع احتياجاتها الحيوية (Newman P. & Jennings I., 2008,p95,p3).

2- التنظيم الذاتي (Self-Regulation) : يشمل أداء أي نظام أيكولوجي في الطبيعة على وجود حلقات من ردود الفعل المرتدة التي تساعده على تنظيم نفسه, والحفاظ على أدائهِ الطبيعي, لا سيما بعد حدوث الاضطرابات والتغييرات المفاجئة في البيئة المحيطة . تقسم ردود الافعال في الطبيعة الى نوعين أيجابية وسلبية, الاولى تحفز على التغيير في عمل النظام الايكولوجي, وهي السبب الرئيس في حدوث العديد من المشكلات البيئية والتغييرات السريعة في العالم, في حين أن الثانية توفر الاستقرار, وبالتالي فأنّ ردود الفعل السلبية هي أكثر أهمية في التنظيم الذاتي, ولا سيما إنّها تُبقي الانظمة ضمن حالة من التوازن المستمر (Marten G. ,2001,p17-20).

3- عدم أنتاج النفايات (Zero Waste) : تتميز شبكة النظم الايكولوجية الطبيعية باحتواءِها على سلسلة من الدورات البيولوجية المتاحة التي توفر المواد الغذائية للكائنات الحية, والتي تتميز بقدرتها على معالجة النفايات الناتجة عنها . ففي

* Howard T. Odem : هو هوارد توماس اودم، عالم امريكي متخصص بالعلوم الايكولوجية ولد في عام 1924 و توفي في عام 2002 تاركاً إرثا كبيرا من المؤلفات في العديد من المجالات المرتبطة بمواضيع الايكولوجيا و النظم وإنتاج الطاقة (http://en.wikipedia.org/wiki/Howard_T._Odum).

**النظم الناضجة ايكولوجياً: وهي النظم غير المتأثرة بالفعاليات الأنسانية كالغابات والصحارى وغيرها , وهي ذات تنوع حياتي عالي جداً (أكرم العكام و إيناس العاني, 2009,ص15,ج2).

الطبيعة يتم انتاج النفايات عن طريق الكائنات الحية (النباتات والحيوانات والناس) إلاّ أنّ هنالك كائنات أخرى تتغذى على هذه النفايات المتمثلة بمخلفات الانسان الطبيعية واوراق الشجر والجثث الميتة, ومن ثم فإنّ الكائنات في الطبيعة تعتمد على بعضها البعض في التغذية, و في تطهير النظام من أية نفايات ناتجة عنها (Newman P. & Jennings I., 2008,p97,p3).

4- المرونة (Flexibility): يتميز هيكل شبكة الانظمة الايكولوجية الطبيعية باللامركزية, مما يسهل حدوث ردود الافعال الايجابية والاستجابات المرنة لأحدى الانظمة دون أحداث تأثيرات في بقية الانظمة المرتبطة معها (Newman P. & Jennings I., 2008,p102,p2).

2-3 المدينة كنظام أيكولوجي طبيعي

تمتلك المدينة بوصفها نظاماً أيكولوجياً لمنظومة واسعة من المدخلات والمخرجات المتعددة و التي يمكن التعبير عنها عن طريق إنموذج " الايض الحضري", إذ يعبر هذا الإنموذج عن "عمليات التبادل المستمرة التي تجري بين المدينة وأنظمة دعمها, أي البيئة المحيطة بها والتي تعتمد على طريقة إدارة المدينة لنظامها اليومي من الاحتياجات والمخلفات" (Vieiran S. & Bragança L.,2012,p2,p1) . يتجاوز مبدأ الأيض الحضري الايكولوجي الموسع مبادىء التخطيط الحضري السابقة المعتمدة على دراسة الفروق بين الطلب البشري و العرض الطبيعي على المواد الإستهلاكية الخام ليصل الى مبدأ أكثر شمولية يعتمد على اضافة الانظمة البشرية والإجتماعية والسياسية والإقتصادية وغيرها من أنظمة المدينة الى معادلة الطلب والعرض السابقة (Grimm N. ,2010,p4,p1). تفضي حقيقة عدّ المدينة نظاماً أيكولوجياً متكاملاً مشابهاً لذلك الموجود في الطبيعة الى إتصاف هذهِ المدينة بعدد من الخصائص المستلهمة في الاساس من صفات الانظمة الطبيعية الناضجة أيكولوجياً (Su m. & et al ,2013,p5,p2):

1- الصحة والانسجام (Healthy & Harmony) : تتميز أنظمة الدعم البشرية في المدينة الايكولوجية بالصحة والاستدامة, مما يمكنها من تقديم كمية كافية وثابتة من خدمات الانظمة الايكولوجية.

2- الكفاءة العالية و الفعالية (High Efficiency & Vigor): تؤكد المدينة الايكولوجية على ضرورة تغيير أنماط التنمية المتميزة بـ(الاستهلاك العالي) و(الانبعاث العالي) و(التلوث العالي) و(الانتاج المنخفض) الى أنماط تنمية أكثر صداقة للبيئة, حيث تُستخدم الطاقة والمواد على سبيل المثال في المدينة الايكولوجية بكفاءة عالية وذلك عن طريق تخطيط وتصميم جميع الصناعات والادارات في علاقة تعاونية منسجمة مع بعضها.

3- التوجه منخفض الكاربون (Low Carbon Orientation): تفرض شروط مواجهة التحدي الحاضر المتمثل بالتغيير المناخي التأكيد على تنمية منخفضة الكاربون التي يمكن أن تتضح عن طريق زيادة أنتاجية المصادر, وكذلك عن طريق تطوير تكنولوجيا رائدة, و خلق أعمال و وظائف جديدة صديقة مع البيئة.

4- ادامة الازدهار (Sustaining Prosperity): يؤدي عدّ (التنمية المستدامة) المبدأ التوجيهي الاساس في المدينة الايكولوجية الى اعتماد الاستخدام المنطقي للموارد على المستويين الزماني والمكاني, بمعنى أخر فإنّ تنمية الجيل الحالي لن تُعرض تنمية الجيل المستقبلي للخطر حيث سيستمر الازدهار في المدينة الايكولوجية.

4- مقومات بنية المدينة الايكولوجية

أكدت سلسة الكتب التي أطلقها مجموعة من المختصين في مجال التحضر الايكولوجي وهم (Philine Gaffron) و (Gé Huismans) و (Franz Skala) تحت عنوان " Ecocity Book " أن لبنية المدينة الايكولوجية عدد من المقومات الاساسية

التي يجب العمل ضمنها و وفقها, وهي التعامل مع المحيط الايكولوجي و البيئة المبنية والنقل والطاقة وتدفق المواد. وقد اتفق على هذا الطرح أغلب الدراسات و البحوث التي تناولت موضوع مقومات تخطيط المدينة الايكولوجية ومن هنا يجد البحث ان هنالك خمسة مقومات أساسية لبنية المدينة الايكولوجية, وهي (السياق الطبيعي والحضري) و (البنى الارتكازية الخضراء) و (البيئة المبنية) و (النقل) و (الطاقة و تدفق المواد). يتعلق المقوم الاول بتوضيح كيفية إختيار الموقع المناسب لانشاء المدينة الايكولوجية من الناحيتين الطبيعية والحضرية, في حين تتعلق باقي المقومات الاربعة في توضيح كيفية تخطيط وتصميم قطاعات التنمية الحضرية ضمن المدينة الايكولوجية, إذ تنطوي كل من هذهِ المقومات على عدد من الاسس والاهداف والمكونات وسبل التحقيق الا أن أهم ما يميزها مجتمعةً هو إن معظمها يصبو الى تحقيق الاهداف نفسها ولكن بإستخدام طرق و إليات مختلفة تعتمد جميعها في تكوينها على الفلسفة التخطيطية العامة للمدينة الايكولوجية.

1-4 مقوم السياق الطبيعي والحضري وأسسهُ التخطيطية والتصميمية :

يؤكد هذا المقوم على ضرورة مراعاة خصائص السياق الطبيعي المتمثل بـ(البيئة الايكولوجية), والسياق الحضري المتمثل بـ(البيئة المبنية) في إختيار الموقع الامثل للمدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة. يهدف هذا المقوم الى حماية البيئة الطبيعية الايكولوجية المهمة من آثار عمليات التنمية الحضرية (Gaffron P. ,2005,p19,p4). يمكن إستخدام منهجية (التنطيق الايكولوجي الوظيفي) للتعرف على السياق الطبيعي للموقع, ومدى ملائمتهِ لانشاء تجمع حضري أيكولوجي ضمنهُ. يتطلب القيام بعملية تنطيق وظيفي ايكولوجي إجراء عملية في غاية الدقة , تتمثل بإجراء مسح ميداني في الخطوة الاولى؛ وذلك من أجل فهم الوضع الحالي للبيئة الايكولوجية للموقع المتمثل بالطوبوغرافية والجغرافية, واستعمالات الارض والغطاء النباتي وغيرها. أما الخطوة الثانية فتتمثل باجراء تحليل مفصل للمشكلات الايكولوجية الرئيسة, وللصفات التي تتميز بها الانظمة الايكولوجية المحلية التي تمكنها من إستيعاب هذه المشكلات, إذ يكون الهدف من هذه الخطوة هو تحديد درجة حساسية المناطق للتدخلات البشرية (درجة التغير المحتمل حصولها). تتمثل الخطوة الاخيرة بتحديد نوع المنطقة الايكولوجية؛ وذلك حسب تحليل الحساسية السابق والقدرة الاستيعابية للانظمة الايكولوجية وقيمة خدمات الانظمة الايكولوجية (شكل 3). إذ تقسم منهجية التنطيق الوظيفي مناطق الدراسة الى (اربع) مناطق أيكولوجية رئيسة وهي كالأتي (Tain G. & Zhang L.,2013,pp107-112) :

- **المنطقة محظورة التنمية (Development-Prohibited Zone)**: وهي أكثر المناطق حساسية للتدخلات البشرية, حيث تشمل المحميات الطبيعية الوطنية والمواقع الثقافية والطبيعية و التراثية و المتنزهات الرئيسة الوطنية, وهي ضرورية جدا لضمان الامن البيئي الايكولوجي للمنطقة بأكملها لذلك فهي تمثل (خطاً أحمراً) في عملية التنمية الحضرية عن طريق التأكيد على فكرة الحفاظ عليها ومنع الانشاء فيها بتاتاً.
- **المنطقة مقيدة التنمية (Development-Restricted Zone):** وهي المناطق ذات الموارد والهبات الطبيعية الضعيفة, والتي تمتلك شروطاً فقيرة في مجال الإقتصاد والإسكان إلّا أنّها حاسمة وضرورية في توفير الآمان الايكولوجي في منطقة أوسع أو عبر الاقليم بأكمله. تتميز هذه المناطق بأنّها حساسة للنشاط البشري, وتمتلك تأثير كبيراً في البيئة الايكولوجية الاقليمية, بالتالي فهي تفرض ضرورة إنسجام عمليات التنمية والتطوير مع قدرتها الاستيعابية وعدم تجاوزها.
- **المنطقة المثلى للتنمية (Development-Optimized Zone)** وهي الاقاليم التي تعرضت الى كثافة عالية في عملية التطوير البشري, ولا سيما الصناعي منها مما أدى ذلك الى اضعاف مواردها وهباتها البيئية, حيث يجب تركيز الاهتمام بها على نوعية وفائدة التحسينات المضافة لها والنهوض بمستواها الادائي الحالي.

- **المنطقة ذات الاولوية في عملية التنمية (Development-Prioritized Zone)**: أو مناطق التنمية الرئيسة وهي أقل المناطق حساسية للتدخلات البشرية, حيث تتميز بإمتلاكها لموارد قوية نسبياً و هبات بيئية عدة ولكنها مستخدمة بنسبة قليلة؛ وبذلك فهي أكثر مناسبة لعمليات التنمية و إيجاد تجمعات إقتصادية و إسكانية مستدامة ضمنها, و يكون التركيز بها في إستخدام أفضل ما هو موجود من البنى التحتية و الاستثمار البيئي والقطاعات التطويرية الصناعية والاقتصادية.

أما فيما يخص مراعاة السياق الحضري في إختيار موقع المدينة الايكولوجية, فيسعى هذا المقوم لإختيار أكثر المواقع مناسبة لإنشاء هذهِ المدينة , حيث يجب أن يوفر الموقع المختار لها المواصفات الحضرية الاساسية لتحقيق الأهداف الاتية (Gaffron P. ,2005,p20,p2):

- إيجاد نظام نقل عام جذاب ومريح يتيح أقصى قدر ممكن من سهولة الوصول, و يعزز إستخدام أنماط نقل صديقة للبيئة, لذا يُعدّ من الافضل توقيع المدينة الايكولوجية على المحور الرئيس للبنية التحتية القائمة لوسائل النقل العام أو بالقرب من ما يمكن تطويرهُ منها مستقبلياً بصورة سهلةً و إقتصادية.
- التقليل من إستخدام الاراضي الجديدة عن طريق إعتماد نموذج المدينة المتضامة (Compact City), و إختيار أفضل المناطق لتوقيع الانشطة الصناعية والتنمية المستقبلية للمدينة, كما يجب النظر فيما أذا كان الموقع مناسب لتنمية عالية الكثافة أم لا على أن يتم ذلك في ضوء دراسة كثافات المناطق الحضرية المجاورة لهُ.

2-4 مقوم البنى الارتكازية الخضراء و أسسهُ التخطيطية والتصميمية :

تُعرف البنى الارتكازية الخضراء على أنّها " شبكة مخططة استراتيجياً من المناطق الطبيعية وشبه الطبيعية عالية الجودة فضلاً عن العناصر البيئية الاخرى, و التي يتم تصميمها و إداراتها لتُقدم مجموعة واسعة من خدمات الانظمة الايكولوجية وحماية التنوع الحيوي في كلا المنطقتين الريفية والحضرية". و يعبر هذا التعريف عن هيكل مكاني يُصمم لتقديم خدمات الطبيعة لمناطق التجمع الحضري, فهي تهدف الى تعزيز القدرة الطبيعية للموقع على تقديم سلع و خدمات الانظمة الايكولوجية الطبيعية (European Union, 2013,p7,p1) . و يمكن تلخيص أهم الاسس التخطيطية و التصميمية لهذا المقوم بما يأتي :

أ) حماية عناصر البنى الارتكازية الخضراء الموجودة في الموقع و محيطهِ و تقوية أدائِها : يعد من أهم الاجراءات التي يشتمل عليها هذا الاساس التخطيطي هو مكافحة فقدان التنوع البيولوجي في موقع إنشاء المدينة الايكولوجية, و تقوية الاداء الوظيفي للانظمة الايكولوجية ضمنها, و زيادة مرونة هذهِ الانظمة عن طريق تحسين التواصل المكاني و الوظيفي لها , و تعزيز التخطيط المكاني المتكامل لها, فضلاً عن ضرورة إعادة النظر في طريقة تخطيط البنى الارتكازية التحتية القائمة أو المراد إنشاءها مستقبلاً (في مجال إدارة المياه و النقل والتنمية الحضرية مثلاً) وذلك من أجل التخفيف من أثار الحواجز الفاصلة التي تسبب بها عناصر تلك البنى (Dudau M. ,2011,p5,p1).

ب) التخطيط المكاني : ينطوي الشروع في تخطيط و تصميم عناصر البنى الارتكازية الخضراء المضافة الى المدينة الايكولوجية على دراسة ثلاثة عناصر رئيسية للموقع المقترح لها وهي السياق والهوية والاتصال حيث تعد البنى الارتكازية الخضراء وسيلة للنظر في هذهِ العناصر الثلاث و تقويتها (The Scottish Governmen ,2011,p8,p1). يعكس مفهوم التخطيط المكاني للبنى الارتكازية الخضراء فهماً واضحاً لماهية هذهِ العناصر الثلاث و لقيمتها الوظيفية الايكولوجية والاجتماعية لذا فهو يعتمد في منهاجية عملهِ على التخطيط والتصميم بموجب ما يتناسب مع سياق الموقع و ما يحافظ على هويتهُ ويعزز الانتقال والتواصل للمشاة والموائل الطبيعية ضمنهُ.

ج) التواصلية : يتمثل هذا العامل في تخطيط المكونات الخضراء والزرقاء للمدينة بهيئة شبكة متواصلة من العناصر الطبيعية مع تجنب حدوث الانقطاع بين هذهِ العناصرالى أقصى قدر ممكن. تؤكد أغلب الدراسات الحضرية في مجال الطرح النظري والتنمية العملية والادارية للشبكات الخضراء على فكرة أن الطبيعة كانت متواصلة قبل تدخل الانسان فيها و إنّ زيادة نسبة التواصل في تصميم عناصر الشبكات الخضراء سيكون أمراً جيداً ومفيداً (Barker G.,1997,p5,p3).

د) توفير مساحات كافية لمعالجة إنبعاثات الكاربون و موازنتها طبيعياً : يهتم هذا العامل بتوفير المساحات الخضراء اللازمة لإستيعاب ما تنتجهُ الحياة الحضرية في المدينة الايكولوجية من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون, حيث يمكن تحقيق هذا العامل عن طريق حساب الكمية الكلية لإنبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون ومن ثم معادلتها بقدرة النباتات على التنحية الطبيعية له (Berthold J. & Wetterwik M.H. ,2013,P49,P2).

هـ) سهولة الوصول : من أهم شروط الحصول على بنى أرتكازية خضراء ناجحة بيئياً و إجتماعياً هو تخطيطها وتصميميها بطريقة تجعل منها جزءً أساسياً في الحياة اليومية للمدينة وذلك عن طريق تسهيل الوصول اليها دون تعب أو جهد وجعلها قريبة من السكان وفي متناول أيديهم (Barker G.,1997,p5,p3).

3-4 مقوم البيئة المبنية و أسسهُ التخطيطية والتصميمية :

أنّ من أهم ما يتميز بهِ مخطط البيئة المبنية في المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة هو التأكيد على مبدأ (التضام - Compactness) في طريقة تخطيط وتصميم مفردات تلك البيئة كافة. يحدد مفهوم (التضام أو التراص) القُرب بين الإستخدامات والوظائف الحضرية على أن ينسجم مع إنموذج النقل المستخدم والفضاءات العامة وجميع الاراضي ذات الصلة (Rueda S.,2012,p14,p1). و يمكن تلخيص أهم الاسس التخطيطية و التصميمية لهذا المقوم بما يأتي :

أ) الارض مختلطة الاستخدام : يسمح إعتماد عامل التنطيق الارضي مختلط الاستخدامات (mixed land use) بإيجاد حالة من التوافق في تخطيطإستخدامات الارض في المناطق الحضرية, إذ يسعى هذا العامل الى توقيع غالبية الفعاليات السكنية والتجارية والترفيهية قرب بعضها البعض, مما سيؤدي بدورهِ الى تقليل مسافة التنقل اليومي بينها (Parker T.,1994,p11,p1). هنالك معايير معينة تتعلق بحجم المناطق مختلطة الاستخدامات وبنسبة الإختلاط ضمنها,إذ يُوصى بأنّ لا تتجاوز مساحة المنطقة المختلطة الواحدة عن (10هكتار) بأبعاد (300 * 300 متر) أو (500 * 200متر) أو أية أبعاد تحقق المساحة نفسها, كما يجب أن تشتمل هذهِ المنطقة على المزج بين أماكن العيش والعمل بصورة منسجمة ومتكاملة, حيث يجب أن تطبق قوانين المزج الجيد على مستوى البناية الواحدة و قوانين المزج الواسع للإستخدام المختلط على مستوى الحي الحضري المفرد او المدينة ككل. أما فيما يتعلق بنسبة الفعاليات, فإنّ قيمة الإختلاط الموصى بها للمناطق الارضية من الاحياء الحضرية تتراوح ما بين (30%) كحد أدنى الى (80 %) كحد أعلى للفعالية السكنية, وبين (20%) كحد أدنى و (70%) كحد أعلى لأماكن العمل (Coplák J. & Rakšányi P., 2003,p46,p2)*.

ب) الكثافة العالية المؤهلة (المناسبة) : هنالك مدى عام للكثافة الحضرية في المدينة الايكولوجية حيث أن تعين الإختلافات ضمن هذا المدى يعتمد على الاوضاع المحلية لعمليات التنمية, و يتمثل هذا المدى بما يأتي Gaffron P. & et al (2008,p25,p4,) :

- إجمالي مساحة طوابق المبنى / مساحة القطعة التي بنيت عليها = (0.8 الى 0.3)

* المعايير المثبتة في النصوص أعلاه هي معايير عامة لأنشاء بيئة مبنية ايكولوجية صديقة للبيئة فهي ليست خاصة بدولة أو أقليم معين أو منظمة معينة و قد أتفق عليها عدد مختلف من الباحثين في مجال الانشاء الحضري الايكولوجي، أذ يُلاحظ تواجد نسبة من المرونة فيها تحددها الشروط و المواصفات المحلية لموقع المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة.

- نسبة تغطية المبنى / مساحة القطعة = (0.35 الى 0.7), و تتسم المخططات الناتجة عموماً بأنّها منخفضة الى متوسطة الارتفاع (3-6 طابق) مع كثافات عالية (100الى250 ساكن/هكتار), علماً أن أعداد باقي المستخدمين من عاملين و طلاب و زوار تحسب بمعزل عن هذهِ الكثافات كقيمٍ مضافة.

ج) التأكيد على الفضاءات العامة في المدينة (البنى الارتكازية الحضرية) : يمثل الفضاء العام العنصر الهيكلي الاكثر حضوراً في إنموذج المدينة الايكولوجية, فهو فضاء التعايش والتشكيل وتوفير شبكات المرافق العامة و المناطق الخضراء و أماكن الاقامة والمحاور الرئيسة للحياة الاجتماعية والعلاقات, بذلك فإنّ نوعية الفضاء العام في المدينة الايكولوجية لا تعتمد على مفهوم (التضام) فقط وأنما على مفهوم (الاستقرار) الذي يوفره ذلك الفضاء كذلك (S.,2012,p14 Rueda).

د) تأهيل الابنيـــــــة المستدامة في المدينة الايكولوجية : يشتمل تأهيل الابنية المستدامة في المدينة الايكولوجية على تفعيل عدد من الستراتيجيات التصميمية ومنها (لينور آل رفو , 2008, ص423,ج2):

- ضرورة إنسجام و تكامل الابنية مع البيئة الطبيعية و الحضرية للموقع.
- الإستفادة من التنوع في أشكال الطبيعة الناتج عن التنوع في الطوبوغرافية الارضية عند التعامل مع الموقع .
- تصميم الابنية بطريقة تستثمر ما يتوفر في الموقع من مصادر متجددة؟
- توظيف التكنولوجيا الحديثة قليلة إستهلاك الطاقة في كافة مراحل قيام هذهِ الابنية.
- تحقيق الإستفادة القصوى من خصائص النظام الايكولوجي للموقع دون الاضرار بتلك الخصائص " أي جعل التصميم نابع من البيئة دون تدمير للنظام الايكولوجي الموضعي ".
- التحكم و معالجة النفايات الناتجة عن المبنى طوال مراحل وجودهُ.

4-4 مقوم النقل و أسسهُ التخطيطية والتصميمية :

يتضمن تحقيق مفهوم النقل المستدام الصديق للبيئة تحقيق نهج رئيس ثلاثي الابعاد يتمثل بـ(تجنب) الرحلات التنقلية غير الضرورية و التقليل من أطوال الرحلات اليومية التي يقوم بها الساكنين, و بـ(أزاحة) الركاب نحو إستخدام وسائط نقل أكثر توافقاً مع البيئة, و بـ(تحسين) ممارسات تكنولوجيا النقل (Pardo C.F., 2010,p13,p3)(ADB,2009,p39). ينطوي تحت ظل هذا النهج العام عدد من الاسس التخطيطية و التصميمية و منها ما يأتي :

أ) إنشاء أحياء متضامة موجهة لحركة المشاة : يؤدي إعتماد مبدأ التضام (الارض مختلطة الاستخدام و الكثافة العالية المؤهلة) في عمليات تخطيط و تصميم أحياء المدينة الايكولوجية الى جمع غالبية المقاصد اليومية السكانية معاً مما سيُقليل الحاجة الى النقل, ولاسيما الآلي منه, والى الترويج للقيام بغالبية التنقلات اليومية مشياً على الاقدام أو ركوباً على الدراجات الهوائية (GIZ,2004,p2,p4)*.

ب) التوقيع المناسب للمدارس والخدمات العامة الاخرى : يؤكد هذاالعامل التخطيطي على ضرورة توقيع الخدمات الاساسية العامة ضمن مسافات تسمح بأسهل وصول ممكن وعن طريق التنقل سيراً على الاقدام, حيث يفضل أن تفصل المسكن عن المرافق العامة ما لا يزيد عن (500م), وعن مرافق رعاية الاطفال والمدارس ما لا يزيد عن (300 م), كما

* GIZ هو عنوان مختصر لمؤسسة الاتحادية الالمانية للتعاون الدولي (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit), وهي مؤسسة دولية مملوكة من قِبَلِ الحكومة الاتحادية الألمانية تعمل في العديد من المجالات في أكثر من (130) بلد مشتركةً مع عناصر بارزة في القطاعين العام والخاص لهذهِ البلدان (http://en.wikipedia.org).

يجب أن تراعى وبشدة المسافة التي يقطعها الفرد وصولاً الى محطات النقل العام و وسائطه المختلفة** (Skala F. ,2010,p8).

ج) تصميم خالي من حركة السيارت الخاصة : تعتمد فكرة إنشاء الاحياء الخالية من حركة السيارات الخاصة على منع السيارات تخطيطياً من الدخول الى داخل قطاعات المدينة الايكولوجية, حيث تقتصر حركتها على الشوارع الرئيسة فيها فقط منتهيةً عند أطراف هذهِ القطاعات في نقاطٍ معينة تُمثل مواقفاً لهذهِ السيارات (Gaffron P & et al ,2008, p30) .

د) التأكيد على ممرات المشاة و الدراجات الهوائية : هنالك مجموعة من العوامل المحددة التي يمكن أن تؤثر في دور وفعالية ممرات المشاة و الدراجات الهوائية, ومنها عوامل الجذب و أنماط أستخدام الارض و مسافات الرحلات و الاوضاع المناخية و التركيبة السكانية و الاقتصادية والمواقف المجتمعية (Schwartz W.L. & et al ,1999,p5).

هـ) **تحسين أدائية نظام النقل العام** : يجب أن تكون خدمات النقل العام سهلة الوصول مكانياً (مسافة قصيرة لمحطات النقل), و زمانياً (وقت انتظار قليل). يعتمد عادةً تحقيق مفهوم (سهولة الوصول) على مجموعتين من المعايير ترتبط الاولى بالمسافات التي يقطعها الفرد وصولاً الى محطات النقل العام, في حين ترتبط الثانية بعدد الوجهات التي يمكن الوصول اليها عن طريق وسائل النقل (U.S. EPA , 2011,p11,p2)***.

5-4 مقوم الطاقة و أسسهُ التخطيطية والتصميمية :

تعتمد ستراتيجات المدينة الايكولوجية في مجال تخطيط و تصميم مقوم الطاقة و تدفق المواد فيها على تحقيق مبدأ (التأزر) في تدفقات الموارد بين أنظمة البنى التحتية للمدينة من جهة وبين أنظمة البنى التحتية و البيئة المبنية من جهة أخرى. و يمكن تحقيق ذلك من خلال سلسلة من الاسس التخطيطية و التصميمية ومنها:

أ) التصميم المتضام للابنية مع ضمان توفير المواصفات التشميسية القياسية لها: يؤكد هذا العامل – الذي يُعد أحد عوامل تحقيق مفهوم النقل المستدام الصديق للبيئة- على إعتماد التنمية الحضرية المتضامة (مبانٍ متُعدّدة الطوابق أو صفوف من المنازل المتلاصقة) كأساس في عمليات التنمية الحضرية في المدينة الايكولوجية (Fuerst F. & Wegener M.,2013,p2,p5). تنطوي معايير تصميم الاحياء المتضامة الكفوءة في مجال إستخدام الطاقة على ضرورة مراعاة طريقة تسقيط المباني ضمنها؛ وذلك لتحسين التعرض الشمسي لهذهِ المباني, و المشاركة في خلق ستراتيجيات تصميم منفعلة جيدة (RMA,2002,p17,p2).

ب) إعتماد ستراتيجيات التصميم المنفعل في تصميم المبنى المفرد: تسعى ستراتيجيات و عناصر التصميم المنفعل (passive design) الى تحقيق الراحة المرئية و الحرارية للفرد في داخل المبنى؛ وذلك بالإعتماد على مصادر الطاقة الطبيعية و مصارفها, مثل الاشعاع الشمسي و الهواء الخارجي و الاسطح الرطبة و الغطاء النباتي. يؤدي تفعيل هذهِ الستراتيجيات الى إحداث تقليل واضح و مهم في معدلات إستهلاك الطاقة اللازمة لتوفير الراحة المناخية داخل المبنى عن طريق تقليل الإعتماد على الطرق التقليدية المتمثلة بتشغيل مكيفات الهواء الميكانيكية و الاضاءة الصناعية للمبنى.

** المعايير المثبتة في النصوص أعلاه هي معايير عامة لأنشاء بيئة مبنية صديقة للبيئة فهي ليست خاصة بدولة أو أقليم معين أو منظم معينة و قد أتفق عليها عدد مختلف من الباحثين في مجال الانشاء الحضري الايكولوجي، أذ يُلاحظ تواجد نسبة من المرونة فيها تحددها الشروط و المواصفات المحلية لموقع المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة.

*** (U.S. EPA) هي إشارة مختصرة لوكالة الحماية البيئية الامريكية (U.S. Environmental Protection Agency) .

ج) إعتماد ستراتيجيات التصميم الفعال في سد الطلب على الطاقة المطلوبة : و ذلك من خلال زيادة إستثمار المصادر المحلية المتجددة في عمليات توليد الطاقة و سد الطلب المحلي عليها (Anastasiadis P. & Metaxas G. ,2013,p396,p5) .

د) الادارة المستدامة لمصادر المياه : تعتمد برامج إدارة المياه في المدينة الايكولوجية على ضرورة تحويل الصيغة العامة لادارة المياه من صفتها الخطية (الحد الادنى لإعادة الإستخدام) الى صفةً جديدة مغلقة ودائرية (الحد الاعلى لإعادة الإستخدام والتدوير) (Novotny V. & Novotny E.V. ,2009,p1,p2).

هـ) الانتاج المصفر للنفايات : تعتمد المدينة الايكولوجية في تحقيقها لنظام إدارة نفايات جيد ومستدام طبيعياً على أجرائيين الاول هو تقليل الإنتاج الاولي للنفايات , و الثاني هو التعامل مع النفايات التي لابد من تولدها على أنها جزءً مهماً ومكملاً لإدارة الموارد الحضرية المتجددة في المدينة (Mroueh U.M. ,2007, pp3-4).

5- المدينة الايكولوجية في التجارب العالمية:

يتضمن هذا الجزء من البحث دراسة لعدد من التجارب العالمية المنتخبة في مجال إنشاء المدينة الايكولوجية وفق منظور وصفي تحليلي مقارن؛ وذلك بغية التحقق من إمكانات تطبيق ما توصل اليهِ الطرح النظري في الفقرات السابقة على ارض الواقع.

التجربة الاولى : التجربة السويدية / منطقة هاماربى سجوستد (Hammarby Sjöstad) / عام 2010

تقع هذه المنطقة ضمن السلطة الإدارية لبلدية العاصمة السويدية (ستوكهولم) على الضفاف المقابلة لبحيرة (Hammarby Sjö) في الضواحي الشمالية لمنطقة (Söndermalm) (شكل 4). يبلغ أجمالي المساحة الكلية للمنطقة نحو (160هكتار), هي مخصصة لتحتوي على (11 الف وحدة سكنية) و قادرة على اسكان (24الف) شخص, وبكثافة أسكانية إجمالية تصل الى (150 شخص/هكتار) (http://international.stockholm.se). يشكل مقوم النقل العنصر الاكثر تأثيراً في تخطيط هذهِ المنطقة حيث تشكل طرقهُ الرئيسة الجادة الأساسية التي تخترق المدينة من أقصاها الى أقصاها (شكل 5). تنتظم حول هذهِ الجادة غالبية البيئة المبنية للمنطقة على شكل عدد من الاحياء مختلفة المساحات (شكل6) (Goel S.,2013,12). توجد البيئة المبنية لهذهِ المنطقة على شبكة من العناصر الخضراء ؛ وذلك لغرض تحقيق الموازنة الطبيعية مع كثافة المشهد الحضري المتبعة في المنطقة. و قد كان المعيار الاساس لهذهِ الشبكة هو توفير (25م^2) من المساحات الخضراء العامة لكل وحدة سكنية, أي ما يقترب من (300 الف م^2) لعموم المنطقة (شكل 7-8) (Foletta N. & Filed S. , 2011 ,p38) .كما يسعى تخطيط و تصميم مقوم الطاقة و تدفق المواد ضمن منطقة (Hammarby Sjöstad) الى تحقيق نهج شمولي في توفير خدمات البنى الارتكازية عن طريق دمج عدد من الانظمة المنفصلة في إنموذج واحد يتأخذ من مخرجات نظام معين مدخلاتٍ لنظام آخر (نموذج الدورة الايكولوجية - Eco cycle model)(شكل9), و قد أدى إعتماد هذا الإنموذج الى إنتاج حلول بيئية جديدة و متكاملة في مجال إدارة تدفقات الطاقة والنفايات و المياه و مياه الصرف الصحي ضمن هذهِ المنطقة (Strandell J. & Li D. ,2012,p12).

التجربة الثانية : التجربة الفنلندية / حي (Eco-Viikki) / عام 2004

يقع حي (Eco-Viikki) ضمن حدود مدينة (Viikki) على مقربة من مركز العاصمة الفنلندية هلسينكي (Helsinki) بمسافة تصل لنحو (8كم) (Schulz C.,2006,p12 ,p1). خُصصت هذهِ المنطقة البالغ مساحتها (23هكتاراً),

والكافية لاسكان ما يقترب من (1700 شخص) لتكون بمثابة حقل إختباري لتطبيق الرؤى والحلول الايكولوجية الممكن تنفيذها على مستوى الحي السكني المفرد (شكل10) (Hakaste H.& et al ,2005,p8,p5). شكلَ مقوم البنى الارتكازية الخضراء المضافة للموقع العامل الاكثر تأثيراً في بنية هذا الحي الايكولوجي حيث تمتد الاصابع الاخضراء على هيئة ثلاث متنزهات طولية لتكون الهيكل الاساس لبنية الحي . تنتظم حول هذا الهيكل جميع الكتل المبنية, ليمتلك بذلك كل موقع أو مبنى سكني ضمن هذا الحي إرتباطاً مباشراً مع الطبيعة الخضراء المحيطة بهِ (شكل11) (HCPD,2010,p14,p1). تسيطر الفعالية السكنية على مخطط إستعمالات الارض في هذهِ الكتل المبنية مع تخصيص جزء بسيط منهُ لتوفير ما يحتاجهُ السكان من خدمات يومية,مثل مركزين للرعاية النهارية ومدرسة و محال تجارية (شكل12). كان من أهم ما يميز مقوم البيئة المبنية في هذا الحي هو تأهيل الابنية المستدامة و ذلك عن طريق توجيه غالبية الكتل البنائية ضمن هذا الحي الايكولوجي باتجاه (الجنوب) من أجل زيادة التعرض الشمسي, و زيادة الأستفادة من الطاقة الشمسية (P. Droege ,2012,p147,p1). كما راعت معايير تصميم الابنية في حي (Eco-Viikki) خمس جوانب رئيسة و هي التلوث و إستهلاك الموارد الطبيعية و صحة الابنية و إستدامة التنوع البيولوجي و إنتاج الغذاء (شكل13) (Ojala K.,2010,p1,p1). أعتمد مخطط مقوم النقل في هذهِ التجربة على إستخدام السيارات الخاصة. ولكن بصفة محدودة وغير مهيمنة على تخطيط الحي, حيث لا تنتشر شبكة طرق السيارات ضمن الحي بأكملهِ وإنّما تقتصر على طريق محوري يقسم المنطقة الى نصفين غير متساويين ليرتبط مع الطريق الرئيس لمنطقة (Latokartano) (شكل14) (حسب مراجعة خرائط الـ Google Earth).

التجربة الثالثة : التجربة الاماراتية / مدينة مصدر / مازالت قيد الانشاء(2015م)

تقع مدينة مصدر على بعد (11 ميل) الى الجنوب الشرقي من إمارة أبو ظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة (Stilwell B. & Lindabury S. ,2008,p2,p1). تبلغ مساحة مدينة مصدر نحو (590 هكتار) أي ما يقترب من (6كم مربع) مخصصة لاغراض سكنية و تجارية وتعليمية وصناعية خفيفية مختلفة (Al mubadala Company,2009,p4,p2). أنطلق تخطيط المخطط العام لمدينة مصدر من دراسة مفصلة و دقيقة للمستوطنات العربية القديمة وكيف إستطاعت المجتمعات أنذاك بناء مستوطنات صالحة للعيش في أقاليم شديدة الحرارة (Ouroussoff N., 2010). جاء المخطط العام لهذهِ المدينة على هيئة تشكيلين مربعين حضريين أحدهما أكبر من الاخر محاطان بحقول المناظر الطبيعية المفتوحة, وبمرافق توليد الطاقة المتجددة. و قد ظهر تأثير الدراسة المفصلة للمستوطنات العربية القديمة و لعناصر التصميم المنفعل ضمنها في توجيه هذين التشكيلين المربعين على محور جنوبي شرقي – شمال غربي (38 درجة عكس إتجاه عقارب الساعة من محور الشمال)؛ وذلك بغية توفير الظلال لكافة الطرق فيهما طوال اليوم (شكل16) (Kubis M. ,2011,p8) (Foster N. ,2011,p3). تميز مخطط مدينة مصدر بشوارع ضيقة تتراوح بين (14- 8.5 متر) ماعدا الشارع المركزي الذي يبلغ عرضهُ (25متر) (Masdar City, 2010,p4,p2). كان السبب الرئيس وراء إختيار هذهِ الابعاد هو توفير الظل المناسب للابنية, والسماح للاشعة الشمسية غير المباشرة بالوصول الى فضاءاتها الداخلية كافة. ترتفع المدينة بأكملها الى مستوى (23 قدم, أي نحو 7متر) فوق مستوى سطح الارض؛ وذلك لتوفير الفضاء المناسب للعديد من البنى الارتكازية الحضرية التي سيتم إنشاءها في مستوى السرداب (شكل17) (Snyder L.,2009,p5,p2). لقد إعتمد مخطط البنى الارتكازية الخضراء لمدينة مصدر على تطبيق فكرة (الاصابع الخضراء) التي تخترق التشكيلين المربعين للبيئة المبنية من أقصاها الى أقصاها, والحزام الاخضر الذي يحيط بهما (شكل 18) (Al mubadala Company ,2009,p8,p1). تمتاز مدينة مصدر بشوارعها الضيقة المظللة المريحة حرارياً, و المخصص غالبيتها لحركة المشاة, حيث صممُ مقوم النقل ضمنها بصورة لا تتعارض مع

حركة المشاة, و لا تتسبب في إنبعاث أي قدر كان من الكاربون, فقد سعى مخططوا هذا المقوم الى إيجاد نظام نقل صديق للبيئة متنوع و شامل لحركة السكان والعاملين ضمن المدينة و خارجه (شكل19) (ADFEC,2011,p50).

الاستنتـــاجات

يمكن تلخيص اهم ما توصل اليه البحث في مجال المدن الايكولوجية الصديقة للبيئة بعدد من الإستنتاجات, التي يمكن إجمالها بالآتي:

1- تعتمد الفكرة العامة لإنشاء المدن الايكولوجية الصديقة للبيئة على الإدراك الشمولي و الحقيقي لقيم الآنظمة و الاصناف في الطبيعة, و على الابتعاد عن عدّها مجرد خدمات مجانية مخصصة لراحة الانسان و رفاهيتهِ. ينطوي هذا الادراك على تقييم حقيقي للوحدات و الاجزاء و الانظمة في الطبيعة لـ(ذاتها) بغض النظر عن قيمتها بالنسبة للانسان, مما يستوجب ضرورة الحفاظ عليها لأهميتها بالنسبة للكون و لبعضها البعض, و ليس لأهميتها بالنسبة للانسان الذي يُعدّ العنصر الاكثر استهلاكاً لها.

2- تسعى مفاهيم إنشاء المدينة الايكولوجية الى تأمين مناطق وجود حضري تحافظ على مستقبل الانظمة و الاصناف في الطبيعة عن طريق العمل بنفس آلية تلك الانظمة, لتكون المدن عبارة عن أنظمة أيكولوجية حضرية تتعاون مع الانظمة الايكولوجية الطبيعية تحت سقف القوانين و الخصائص التشغيلية نفسها بغية تحقيق الاهداف ذاتها بما يضمن لكلاهما الحق في الوجود والاستمرار دون أن يُضر أيٌ منهما بالاخر.

3- يؤكد طرح المدينة الايكولوجية الصديقة للبيئة على أهمية تقليل كل من المدخلات والمخرجات الحضرية؛ لآن لكل منهما آثاراً سلبية في البيئة؛ ولأن تقليل إستخدام المدخلات و إنتاج المخرجات سيضمن حق الحياة والاستمرار للانسان و لمكونات الطبيعة الحية وغير الحية على السواء. تهدف المدينة الايكولوجية الى تحقيق ذلك الترشيد عن طريق تغيير طريقة عمل الديناميكات الحضرية, و إعتماد مبادىء التأزر و غلق الدوائر كأساس في تصميم مسارات تدفق الطاقة و الموارد ضمنها.

4- لا تفرض المفاهيم التخطيطية والتصميمية التي جاءت بها النظرية الايكولوجية في مجال إنشاء المدن الصديقة للبيئة إنموذجاً تخطيطياً مسبقاً - كما حدث في نظريات إنشاء المدن المستدامة التي ظهرت في منتصف القرن العشرين – بل العكس تماماً, فهي تؤكد على ضرورة الإلتزام بالخصائص الايكولوجية الموقعية في إنتاج إنموذج تخطيطي أيكولوجي منسجم مع موقعهِ من جهة, و مع تحقيق أهداف المدينة الايكولوجية من جهة أخرى .

5- إرتباط قرارات توقيع مناطق التنمية الحضرية و مناطق الحفاظ والتأهيل و الاستعادة للأنظمة الطبيعية مع الخصوصية الطبيعية لموقع المدينة الايكولوجية معتمدة على دراسة موسعة و مفصلة لصفات تلك الخصوصية و قيمتها الذاتية و قيمتها للبشرية فضلاً عن دراسة مدى حساسيتها للتدخلات البشرية ضمنها و كيفية منع هذهِ التدخلات أو التقليل من أضرارها .

6- إنطلاق القرارات التخطيطية العامة, ولاسيما تلك المرتبطة بشكل المخطط الأساس للمدينة الايكولوجية من الخصوصية المناخية و الثقافية لموقعها؛ و ذلك لتحقيق بيئة مريحة مناخية من جهة, و مألوفة اجتماعياً و ثقافياً من جهة أخرى, بما يخلق مدن صديقة للساكن و قريبة من معتقداته و مفاهيمهِ.

7- تشكيل مقوم البنى الارتكازية الخضراء للعنصر الاكثر تأثيراً في التكوين الداخلي للمخطط الأساس للمدينة الايكولوجية, وما يترتب عنهُ من تكوين للقطاعات البنائية المختلفة . أهم ما يمكن ملاحظتهُ في غالبية التجارب العالمية في مجال إنشاء هذهِ المدينة هو وجود شبكة متواصلة من العناصر الخضراء و الزرقاء مختلفة الاحجام منتشرة في عموم مخطط المدينة الايكولوجية مكونةً قاعدةً طبيعية تجلس عليها كتل الانسان الحضرية لتوزان كفة التدخل البشري في الطبيعة و لتقلل و تستوعب تأثيراته.

8- لا ينفصل إنموذج تخطيط المدينة الايكولوجية عن ما يحتويهِ موقعها في الاساس من مسطحات وعناصر مائية, بل يتناغم معها متوجهاً في كتلهِ نحوها و مستغلاً إياها للفعاليات العامة, و لخدمات النقل المائي. ينطوي مخطط المدينة الايكولوجية غالباً على إستثمار هذهِ المسطحات والعناصر والسعي لزيادة أدائها و تغذيتها المستمرة؛ وذلك لزيادة دور الطبيعة في تقليل آثر الوجود الحضري ضمنها, و المشاركة في التخفيف من ظاهرة التغيير المناخي و المشكلات الناتجة عنها.

9- تخطيط وتصميم البيئة المبنية ضمن المدينة الايكولوجية بهيئة عدد من الاحياء محدود الاحجام (لتشجيع الحركة سيراً على الاقدام), و مختلطة الإستخدام (لخلق مراكز حضرية حيوية طيلة اليوم), و متوسطة الارتفاع (لتقليل الضغط على البنى التحتية الرمادية) متوزعة في الغالب حول طريق محوري تمر ضمنهُ وسائل النقل العام المختلفة .

10- يعتمد تخطيط مقوم النقل في غالبية التجارب العالمية المتفق عليها كمحاولات رائدة في إنشاء المدينة الايكولوجية على تقليل الحاجة للنقل بالدرجة الاولى؛ و ذلك عن طريق توقيع الفعاليات قرب بعضها البعض, و على إيجاد وسائل نقل أقل تلوثاً للبيئة بالدرجة الثانية؛ و ذلك عن طريق التشجيع على التنقل غير الآلي, فضلاً عن زيادة أدائية وسائل النقل العام مقابل تقليل مغريات الركون الى السيارات الخاصة للتنقل ضمن أحياء هذهِ المدينة .

11- ترتبط قرارات و نسبة الإعتماد على التنقل غير الآلي (السير على الاقدام أو ركوب الدراجات الهوائية) مع الخصوصية المناخية والثقافية للمجتمع الموجود ضمن حدود المدينة الايكولوجية . تقل حوافز الركون الى مثل هكذا نوع من التنقل في المناطق ذات الشتاء البارد جداً أو الصيف الحار جداً, كما تشارك العقائد والمفاهيم والديانات في تحديد هذهِ النسبة, ولا سيما في المجتمعات المحافظة التي قد تستثقل ركوب المرأة على الدراجات الهوائية في الشارع. فرضت هذهِ الخصوصية المناخية والعقائدية تغيراً واضحاً في تخطيط مقوم النقل ضمن مدينة مصدر, حيث المناخ الصحراوي الحار و الطبيعة المجتمعية المحافظة, مما أدى الى ضرورة و حتمية الاعتماد على وسائل نقل آلية, و التي جاءت بصيغ سيارات كهربائية تعتمد على الطاقة المتجددة. تضمن هذهِ المعالجات تقليلاً واضحاً في الآثار البيئية المترتبة عن النقل ضمن المدينة, ألاّ إنّ تكون أكثرُ كلفةً من الناحية الاقتصادية.

12- تفعيل دور مصادر الطاقة المتجددة في سد الطلب على الطاقة الحضرية, مما أدى الى ظهور مفردة جديدة ضمن المخطط العام للمدينة الايكولوجية و الرؤية النهائية لها, وهي محطات إنتاج الطاقة و منظوماتها الفرعية المنتشرة ضمن فضاءات هذهِ المدينة و فوق سطوح أبنيتها .

13- إنطلاق قرارات تصميم الابنية المنفردة من نفس الاهداف و الرؤى العامة التي تسعى اليها المدينة الايكولوجية, و المتمثلة بتقليل الطلب على الاراضي و الطاقة والموارد؛ وذلك عن طريق تأهيل الابنية المستدامة, و توظيف ستراتيجات التصميم المنفعل ضمنها .

14- عدّ المخرجات (النفايات و مياه الصرف الصحي) مصدراً للطاقة التي تتجدد باستمرار وجود الانسان في المدن ضمن الطبيعة, و النظر اليها بوصفها مورداً للطاقة أكثر من كونها مواد ضارة يجب التخلص منها.

المصـــادر و المـــراجع:

المصادر العربية :

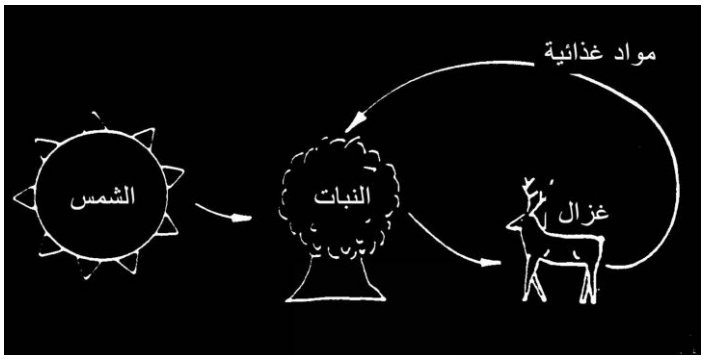
- أكرم العكام و إيناس العاني (2009), **أثر الأنطقة الأيكولوجية في التخطيط والتصميم الحضري لمدن العراق** , مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية , المجلد الخامس والعشرون -العدد الأول- لعام 2009.
- لينور آل رفو (2008), **التخطيط والتصميم البيئي المستام كأساس للحفاظ على الطاقة** , بحث منشور في مجلة الهندسة / جامعة بغداد (عدد 3, مجلد 13,عام 2008 , من ص420 الى ص442).

REFERENCES

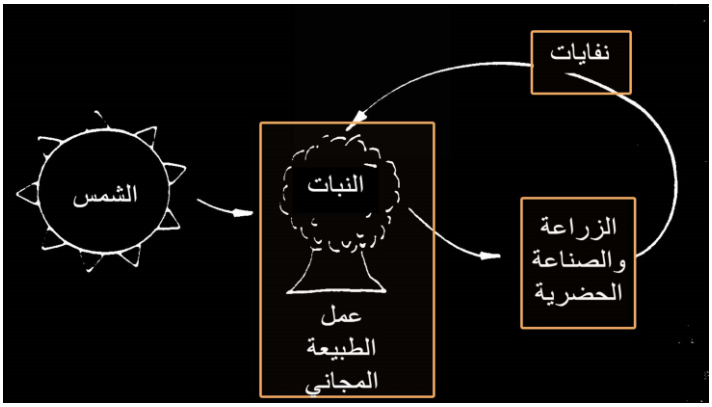
- ADB - Asian Development Bank , 2009, ***Changing Course A New Paradigm for Sustainable Urban Transport*** , Asian Development Bank , Philippines.
- ADFEC – Abu Dhabi Future Energy Company , 2009, **The Masdar Initiative**, The International Resource Journal (November/December 2009).
- Alberti M. , 2008 **, *Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*** , Springer, New York, USA.
- Al mubadala Company , 2009 , ***Whole City Awards : Masdar City – A Sustainable Community*** , (www.masdarcity.ae).
- Anastasiadis P. & Metaxas G. , 2013 , ***Formulating the principles of an eco-City*** , World Transactions on Engineering and Technology Education (WIETE) Vol.11, No.4.
- Barker G. , 1997 , ***A Framework for the Future : Green Networks With Multiple Uses in and Around Towns and Cities*** , English Nature Research Reports No.256.
- Berthold J. & wetterwik M. , 2013 , ***Examining the Ecocity :- From Definiation to Implememtation,*** bachelor of science thesis EGI-2013 , Sweden.
- Coplák J. & Rakšányi P. , 2003, ***Planning Sustainable Settlements*** , Slovak University of Technology, Bratislava , Slovakia.
- Droege P. , 2012, ***100 Per Cent Renewable: Energy Autonomy in Action*** , Routledge , UK.
- Dudau M. , 2011, ***Green infrastructure - Sustainable Investments for the Benefit of Both People and Nature*** , SURF-nature project (www.surf-nature.eu) , WWF org.
- Ecocity Builders , 2009, ***2009/2010 Annual Report*** , Ecocity Builders org., (www.ecocitybuilders.org).
- European Union , 2013, ***Building a Green for Europe Environment Infrastructure***, (http://europa.eu).
- FIG REPORT , 2010, ***Rapid Urbanization and Mega Cities: The Need for Spatial Information Management*** , The International Federation of Surveyors (FIG) , Denmark .
- Foletta N. & Filed S. , 2011,***Europe's Vibrant New Low Car (bon) Communities – Executive Summary*** , ITDP Europe.
- Foster N. , 2011, ***The City Of The Future: It's A Story Of Camels, penguins and cars you don't drive*** , Daily Mail (2011, January 26) , Retrieved from (http://www.dailymail.co.uk) .
- Fuerst F. & Wegener M. , 2013, ***Energy Efficiency of Buildings: A New Challenge for Urban Models*** , Social Science Electronic Publishing (http://papers.ssrn.com).
- GIZ - Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit , 2004, **Land Use Planning and Urban Transport** , http://www.giz.de/ , Germany .

- Goel S. , 2013, ***Spatial Planning for Sustainable Behavior :- The case of Hammarby Sjöstad ,*** KTH, Royal Institute of Technology , Sweden.
- Grimm N., Baker L., Hope D. , 2010, ***An Ecosystem Approach to Understanding Cities: Familiar Foundations and Uncharted Frontiers***, Arizona State University , USA.
- HCPD - Helsinki City Planning Department , 2010 ***, Viikki - Science Park and Latokartano Guide , City of Helsinki Economic and Planning Centre***, Helsinki City Planning Department Website (http://en.uuttahelsinkia.fi/viikki), Finland**.**
- Head P. & Lam D. , 2011, ***How Cities Can Enter the Ecological Age***, Singapore Institute Planners , USA .
- IEA - International Energy Agency Report , 2009 , ***Cities ,Towns and Ranewable Energy*** , IEA - International Energy Agency , France.
- Jabareen Y.R. , 2006, ***Sustainable Urban Forms Their Typologies, Models, and Concepts*** , Journal of Planning Education and Research , Vol:26 ,pp:38-52**.**
- Marten G. (2001), ***Human Ecology: Basic Concepts for Sustainable Development*** , London: Earthscan , UK.
- Masdar City , 2010, ***Exploring Masdar City*** , (www.masdarcity.ae)
- Mroueh U.M. , 2007, ***Waste is a Resource in Ecocity***, VTT Technical Research Centre of Finland.
- Newman P. & Jennings I. (2008) , ***Cities as Sustainable Ecosystems*** **- Principles and Practices**, Island press.
- Niemelä J. ,2011, ***Urban Ecology Patterns, Processes, and Applications***, Oxford University.
- Novotny V. & Novotny E.V.,2009, ***Water Practice & Technology – CH 13 :- Water Centric Cities of the Future - Towards Macroscale Assessment of Sustainab*****ility** , IWA Publishing , London, UK.
- Ojala K. , 2010, ***Case Study: Viikki Eco Neighbourhood Blocks ,*** Kuntatekniikka magazine ,Finland.
- Ouroussoff N. , 2010, ***In Arabian Desert***, a Sustainable City Rises. New York Times (25 Sept, 2010).
- Rees W. & Wackernagel M. , 1996, ***Urban ecological Footprint : Why Cities cannot be Sustainable_and Why The are a Key to Sustainability***, Environ –Impact Assess Rev ,Vol 16:223-248 / Elsevier Science Inc .
- Register R.(2007), ***EcoCities: Rebuilding Cities in Balance with Nature*** , New Society Publishers ,Canada.
- RMA-Ressourcen Management Agentur , 2002, ***Urban Development Towards Appropriate Structures For Sustainable Transport*** , European Commission , European Union.
- Rueda S. , 2012, ***Ecological Urbanism***, ***BCNecologia (Agencia de Ecologia Urbana) ,***Barcelona , Spain.
- Shane D.G. , 2011, ***Urban Design Since 1945- A global Perspective*** , John Wiley Books , UK.
- Smith T. ,2009, ***Team Oregon—Paving the Way for Eco-Cities*** , ISSP Insight newsletter , Vol.2 ,No.4.
- Stilwell B. & Lindabury S. , 2008, ***Masdar - Evaluating The World's Most Sustainable City*** , CRP Puiblication 3840: Green Cities , Cornell University , USA.
- Strandell J. & Li D. , 2012, ***Hammarby Sjöstad , Stockholm*** , Sweco Architects (www.sweco.se).
- Su m. , Xu L. , Chen B. & Yang Z.(2013) , **Eco-City Planning – Theories and Thoughts** , CRC Press , Boca Raton , London & New York
- Tain G. & Zhang L.,2013, ***Planning of Ecological Spatial Systems*** , CRC press , London and New York.

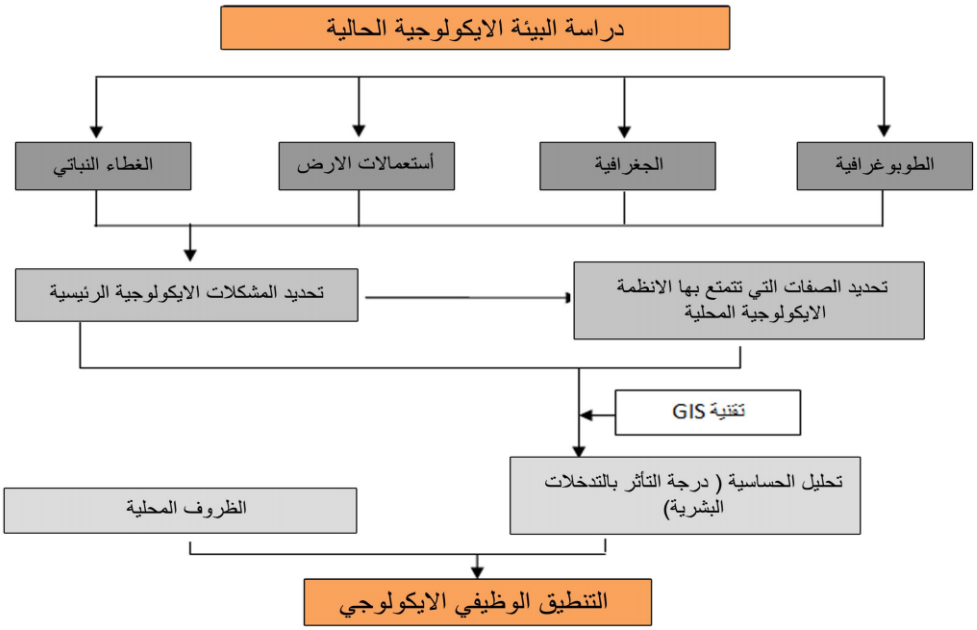
- U.S. EPA , 2011, ***Guide To Sustainable Transportation Performance Measures*** , U.S. Environmental Protection Agency (www.epa.gov/smartgrowth) .
- Williams D.E., 2007, ***Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning***, Wiley Publication , USA.



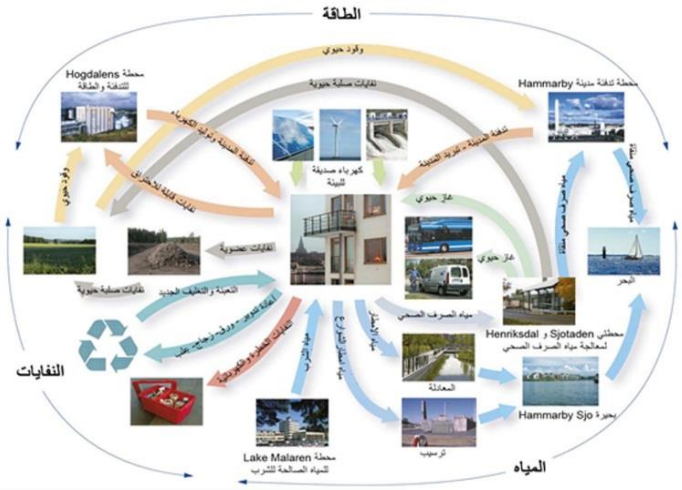
شكل (1) إنموذج (Odem) يقدم توضيحاً مبسطاً للعلاقات الاساسية والارتباطات في النظام الايكولوجي . يتميز هذا الإنموذج بالبساطة والوضوح, إذ يشير الى الاستدامة عن طريق التدوير والخزن و الارتباط مع المصادر المتجددة (Williams D.E., 2007,p3,) .



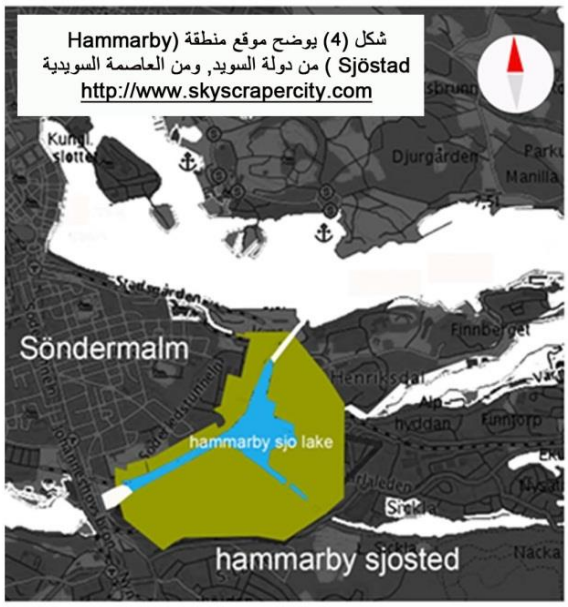
شكل (2) أستخدام إنموذج (Odem) كإنموذج لإنشاء المدن الايكولوجية, إذ تمثل الفعاليات الحضرية الكائنات المستهلكة, في حين تشكل النفايات الناتجة عن هذهِ الفعاليات المواد الغذائية التي يمكن عن طريق اعادة تدويرها أن تكون مصدراً للطاقة المتجددة (Williams D.E., 2007,p3) .



شكل(3) منهجية التنطيق الوظيفي الايكولوجي (Tain G. & Zhang L.,2013,p108)



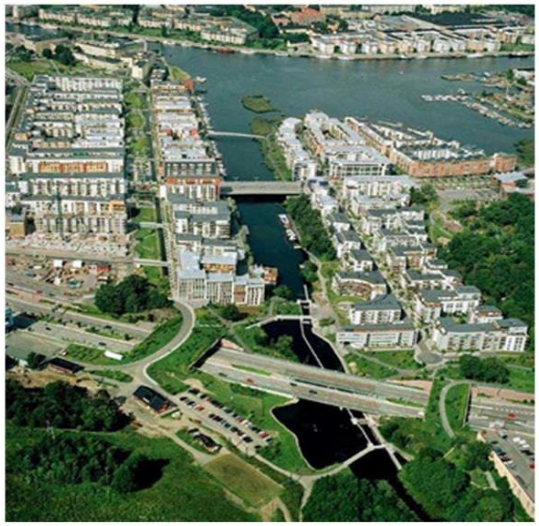
شكل (9) يوضح إنموذج الدورة الايكولوجية –Eco cycle و الذي يؤكد على تكامل تدفقات الطاقة ضمن البيئة المبنية, وعلى تحقيق أكبر إستفادة ممكنة من الموارد المستهلكة (Fortum, Stockholm Water Company).



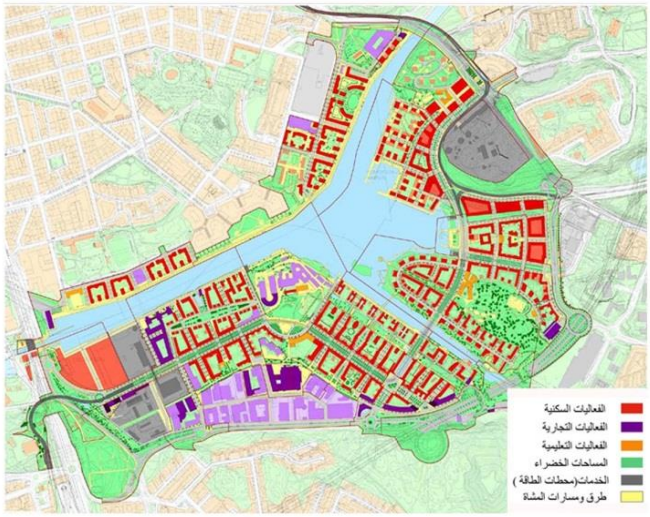
شكل (4) يوضح موقع منطقة (Hammarby Sjöstad) من دولة السويد, ومن العاصمة السويدية
http://www.skyscrapercity.com

شكل (8) يوضح مخطط المناطق الخضراء في منطقة (Hammarby Sjöstad)
(Gaffney A. & et al .2007,p53)

شكل (5) يوضح مخطط النقل في منطقة Hammarby Sjöstad
http://remoteconditions.blogspot.com



شكل (7) يوضح لقطة منظورية توضح كيفية إنتشار عناصر البنى الخضراء ضمن الهيكل العام لمنطقة (Hammarby Sjöstad)
(Gaffney A. & et al .2007,p53)



شكل (6) يوضح مخطط إستعمالات الارض في منطقة (Hammarby Sjöstad), حيث سيطرة الفعاليات السكنية والفضاءات الخضراء على الغالبية العظمى من إستخدامات الابنية في المنطقة(Goel S.,2013.12)

شكل (10) يوضح موقع مدينة (Viikki) من دولة فنلندا, ومن العاصمة هلسينكي (http://www.hel.fi)

شكل (13) يوضح تأهيل الابنية المستدامة في حي (Eco-Viikki)
(http://www.femina.ch)

شكل (11) يوضح مخطط البنى الارتكازية الخضراء في حي (Eco-Viikki)
(Hakaste H. & et al ,2005,p16).

شكل (14) يوضح مخطط مقوم النقل في حي (Eco-Viikki)
(http://www.femina.ch)

شكل (12) يوضح مخطط أستعمالات الارض في حي (Eco-Viikki)
(http://www.hel.fi)

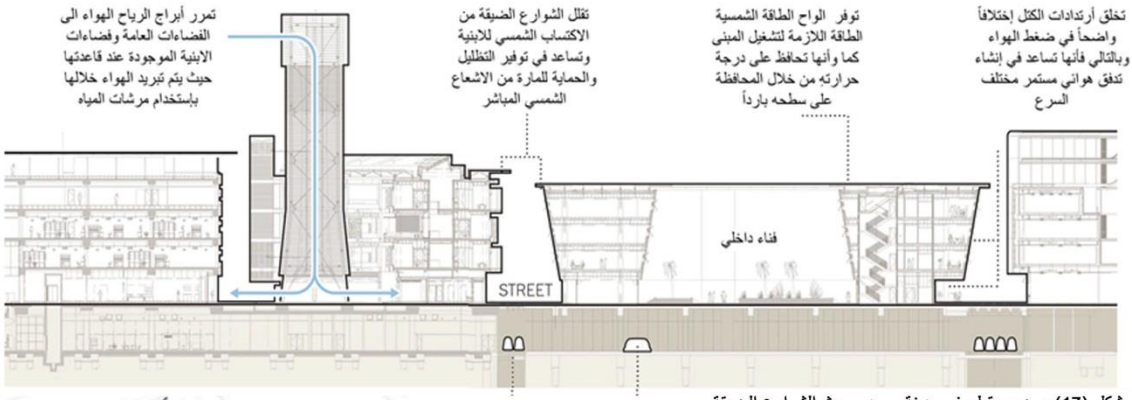
Large-scale solar) نظام
(scheme
حيث تثبت الانظمة الشمسية على
سطوح الابنية السكنية

(BIPV Salvia/Ekoviikki) نظام
أستبدلت عناصر الشرفات بخلايا
ضوئية محصورة بين طبقتين من
الزجاج المقوى

شكل (15) يوضح مخطط الطاقة الشمسية في منطقة (Eco-Viikki)
(Schulz C.,2006,p21,p2).

شكل (16) يوضح مخطط مدينة مصدر الذي جاء على صيغة تشكيلين مربعين مختلفين في الابعاد (www.flickr.com)

شكل (19) يوضح مخطط النقل في مدينة مصدر المستدامة (ADFEC ,2011,p51)



شكل (17) يوضح مقطع في مدينة مصدر حيث الشوارع الضيقة و المعالجات المستلهمة من التراث العمراني العربي (http://www.nytimes.com)

شكل (18) يوضح مخطط البنى الارتكازية الخضراء في مدينة مصدر (www.flickr.com)