IEREK PRESS
Academic Research Community

BAHETH
Arabian Researchers Database

BAHETH Print ISSN:(2536 - 9946)
http://www.ierek.com/press

CrossMark

المجلة الدولية في:
العمـــارة والهندســـــة والتكنولوجيـــــا

DOI: 10.21625/baheth.v1i1.208

تعريف أداة مرجعية لتخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة في مصر

امال عبده [1]، ايمان اسامه عبد الجواد [2]، مروة حسن فاروق[3]

[1] رئيس قسم العمارة بكلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان ، القاهرة، مصر

[2] استاذ مساعد بقسم العمارة، كلية الفنون الجميله، جامعة حلوان، القاهرة، مصر

[3] معيدة بقسم الهندسة المعمارية، معهد هندسة وتكنولوجيا الطيران، القاهرة، مصر

الكلمات الدلالية

المجمعات صفرية الطاقة؛

الاستدامة؛

كفاءة الطاقة؛

الطاقة المتجدده؛

المجمعات السكنية؛

الملخص

خلال العقود الماضية شهد العالم العديد من المشكلات الناتجة عن تفاقم ازمة الطاقة ونضوب الموارد الطبيعية غير المتجددة. ونظرا الي حقيقة ان قطاع المباني هو الاكثر استهلاكا للطاقة عالميا، فقد توجه اهتمام العديد من بلدان العالم ومن بينهم مصرنحو وضع الخطط والسياسات التي تهدف الي ترشيد استهلاك الطاقة في المجمعات العمرانية المختلفة وخاصة السكنية والتشجيع على انشاء مجمعات عمرانية قليلة الاستهلاك للطاقة تعتمد بشكل اساسي على الطاقات المتجددة. أحد الاتجاهات الحديثة التي تهدف الي تحقيق ممارسات عالية وقابلة للقياس من الاستدامة و كفاءة الطاقة في المجمعات العمرانية المختلفة هو الاتجاه نحو انشاء "المجمعات صفرية الطاقة ".

تهدف هذه الورقة البحثية الى تعريف وتحديد اداة مرجعية متكاملة لتخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة. وذلك عن طريق العرض والتحليل للبرامج و المبادرات العالمية المختلفة التي بدأت بوضع اطار عمل محدد لانشاء هذه المجمعات. ومن ثم اختبار هذه الاداة على بعض النماذج المحلية والعالمية. كمدخل لتحديد الإمكانات والمعوقات لإنشاء المجمعات صفرية الطاقة في مصر.

Abstract

Given the fact that buildings are accounting for nearly 45% of the global energy consumption, many countries, including Egypt have set aspirant goals towards developing sustainable, energy efficient communities basically rely on renewable energies. Zero-Energy Community (ZEC) concept is a new concept aims to achieve high measurable goals of sustainability and energy efficiency. This paper attempted to define an integrated benchmark tool for

planning and designing zero-energy residential communities, based on the review and discussion of the most common ZEC programs, and the analysis of each program criteria and key issues. In addition to examining the benchmark tool on some national and international case studies, as an approach to investigate the implementation potentials and constraints of ZEC and ZEC-like projects in Egypt.

1. المقدمة

نظرا لحقيقة ان البيئة المبنية هي المسئولة عن اكثر من 40% من الاستهلاك النهائي للطاقة عالميا وخاصة القطاع السكني، فإن العديد من البلدان في جميع انحاء العالم ومن بينهم مصر قد وضعت عدد من الاهداف والخطط الصارمة المتعلقة بالطاقة لمشاريع البناء الجديدة والقائمة ايضا، على كل من المستوى المعماري والعمراني، وذلك من حيث كفاءة الطاقة وترشيد الاستهلاك و الاعتماد على المصادر المتجددة في توليد الطاقة (Khalifa, 2014).

في مصر، في عام 2008، قامت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة بوضع هدفا بتوليد 20% من الطاقة من مصادر متجددة بحلول عام 2020. كما وافق مجلس الوزراء على الخطة الشمسية المصرية التي تستهدف توليد 3500 ميغاواط من الطاقة الشمسية بحلول عام 2027 (Khalifa, 2014). وبناءا على ذلك قامت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة في عام 2014، بوضع تعريفة التغذية لمشروعات الطاقة الشمسية ومن بينها تعريفة التغذية لانتاج الطاقة الشمسية المنزلية للتشجيع على انتاج الطاقة من المصادر المتجددة (NREA, 2014). كما قامت هيئة المجتمعات العمرانية الجديدة بإنشاء وحدة المدن المستدامة والطاقة المتجددة في عام 2014 ايضا، والتي تهدف بشكل اساسي الى وضع واقتراح الاستراتيجيات والخطط اللازمة لضمان توفر معايير العمران الاخضر المستدام فى المدن الجديدة وعلى الاخص فيما يتعلق باستخدامات الطاقة سواء على مستوى المدن الجديدة القائمة او التي سيتم انشاؤها (Newcities, 2014).

ومن هنا تظهر اهمية ايجاد مدخل تصميمي لانشاء " المجمعات السكنية صفرية الطاقة" في مصر، حيث انها مجمعات قليلة الاستهلاك للطاقة وذات كفاءة عالية ، تدعم مبادئ الاستدامة، وتعتمد بشكل اساسي على تلبية احتياجاتها السنوية من الطاقة من المصادر المتجددة.

1.1. المجمعات السكنية صفرية الطاقة، تعريفها، واهم خصائصها

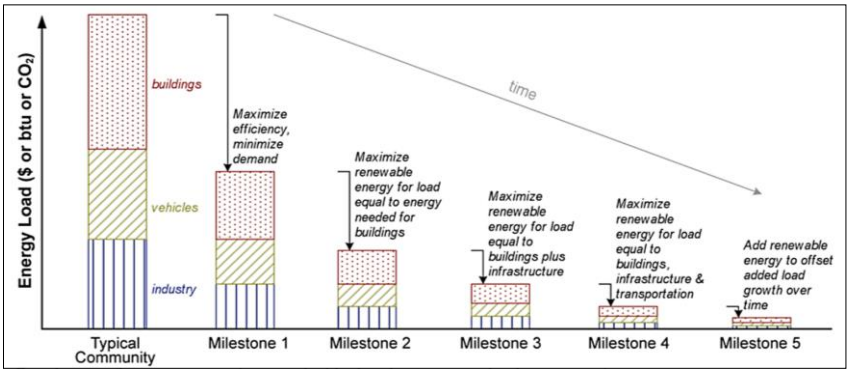
طبقا لتعريف المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) بكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية ، فإن المجمعات السكنية الصفرية الطاقة بشكل عام هي " المجمعات التي يمكنها تقليل احتياجتها من الطاقة الى حد كبير عن طريق رفع كفاءة الطاقة، بحيث يتم خلق توازن بين مايحتاجه المجمع من طاقة (حرارية و كهربائية) و مايمكن ان ينتجه من طاقات متجدده " (Carlisle, et al., 2009).

وقد قام Carlisle, et al. في عام 2009 ، بوضع اربع تعريفات للمجمعات صفرية الطاقة والتي يمكن ان تعبر عن اداء الطاقة في هذه المجمعات بطرق مختلفة، فيمكن قياس التعادل الصفري للطاقة في المجمع السكني من حيث:

- اولا: الطاقة داخل حدود المجمع : ينتج المجمع السكني داخل حدوده مقدار من الطاقة المتجددة يعادل احتياج المباني والبنية التحتية والنقل من الطاقة، خلال سنة.
- ثانيا: الطاقة الاولية : ينتج المجمع السكني مقدار من الطاقة المتجددة يعادل مقدار الطاقة الاولية الازمة لتوليد ونقل الطاقة للمجمع، خلال سنة .
- ثالثا: تكاليف الطاقة : يدفع المجمع السكني تكلفة الطاقة التي يستهلكها من شبكة الكهرباء العامة بقدرمساوي لما تدفعه الهيئة المسئوله عن المرافق للمجمع السكني نظير الطاقة المتجددة التي يصدرها للشبكة، خلال سنة.
- رابعا: انبعاثات الطاقة: ينتج المجمع السكني مقدار من الطاقة المتجددة الخالية من الانبعاثات يعادل ما يستهلكه من طاقه من مصادر غير متجددة تؤدي الي مزيد من الانبعاثات، خلال سنة .

يمكن للمجمع الصفري الطاقة ان يحقق واحد او اكثر من التعريفات السابقة ، ولكن بشكل عملي فإن وصول المجمع الى صفرية الطاقة لا يمكن تحقيقة حتى الان دفعة واحدة ، فالوصول الى صفرية الطاقة يتم على مجموعة من

المراحل في مدة من الزمن من خلال مجموعة من الاهداف المتوسطة التي بتحقيقها يمكن الوصول بالمجمع السكني الى تحقيق هدف صفرية الطاقة كما يتضح في الشكل1-1 (Carlisle, et al., 2009).



الشكل1-1 يوضح مجموعة الاهداف المتوسطة الازمة للوصول الى مجمع صفري الطاقة (Carlisle, et al., 2009).

وفقا للإطار الذي حدده المختبر الوطني للطاقة المتجددة لتعريف المجمعات صفرية الطاقة ، يتضح ثلاث سمات رئيسية لهذه المجمعات كما يلي (Whitcomb, 2014):

- أولا، يجب ان يكون للمجمع السكني الصفري الطاقة حدود واضحة. ويمكن تعريف الحدود جغرافيا أو سياسيا أو حتى تعريفها بأنها حدود النظام الإيكولوجي. قد تكون هذه الحدود هي حدود المدينة، او الحي، او حدود ارض المجمع السكني المغلق.
- ثانيا، يجب أن يكون المجمع السكني الصفري للطاقة متصل بشبكة الكهرباء العامة. فعندما يكون توليد المجمع من الطاقة المتجددة أكبر من احتياجاته، فإنه يمكن إرسالها إلى الشبكة، فهاذا الإنتاج الزائد يمكنه تعويض مايستهلكه المجمع من كهرباء من شبكة الكهرباء العامة في اوقات الاحتياج الزائد عند حساب توازن الطاقة.
- وأخيرا، فإن احد السمات المميزه للمجمعات السكنية صفرية الطاقة هو تشجيع استخدام السيارات الكهربائية (EVs) ودمج محطات الشحن الكهربائي لتلك السيارات في جميع اماكن انتظار السيارات داخل حدود المجمع.

2.اهم مبادئ واستراتيجيات تخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة وفقا للبرامج العالمية

خلال العقد الماضي ظهرت العديد من البرامج والمبادرات التي تدعم فكرة المجمعات صفرية الطاقة من خلال وضع الاستراتيجيات و تحديد اهم القضايا المتعلقة بانشاء هذه المجمعات و تقييمها واعتمادها. بعض هذه البرامج قد وضع بعض النقاط المرجعية التي يمكن الرجوع اليها عند البدء في تخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة والتي عن طريقها يمكن تحقيق التعادل صفري الطاقة . ومن اهم هذه البرامج ما يلي :

1.2. برنامج المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) بكاليفورنيا، الولايات المتحدة الامريكية

يعتبر المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) هو اول من وضع تعريفا للمجمعات صفرية الطاقة وقام بتصنيفها استنادا الى الخيارات المختلفة من مصادر امداد الطاقة المتجددة (Carlisle, et al., 2009)، وقد قام بتحديد هذه الخيارات كما يلي :

- الخيار (0): تحقيق اقصى درجات كفاءة الطاقة و تقليل الاحتياج للطاقة عن طريق استراتيجيات التخطيط والتصميم الموفر للطاقة. ويعتبر هذا الخيار شرط اساسي (Prerequisite) عند تصميم اي مجمع صفري الطاقة.
- الخيار (1): امداد المجمع السكني بالطاقة المتجددة من انظمة توليد الطاقة المتجددة المندمجة في تصميم البيئة المبنية من مباني وعناصر التصميم العمراني المختلفة. او انظمة توليد الطاقة القائمة بذاتها على اراضي مبنية مسبقا او لا يمكن زراعتها (Brownfields).
- الخيار (2 أ): امداد المجمع السكني بالطاقة المتجددة من انظمة توليد الطاقة القائمة بذاتها على اراضي يمكن زراعتها (Greenfields).

- الخيار (2 ب): امداد المجمع السكني بالطاقة المتجددة المولدة من انظمة توليد الطاقة خارج حدود الموقع (Off-site systems).
- الخيار (3): في حالة عدم توفر مصادر لامداد المجمع السكني بالطاقة المتجددة داخل او خارج حدودة فيمكن تحقيق التوازن الصفري للطاقة عن طريق شراء شهادات الطاقة المتجددة (RECs). وذلك عن طريق شراء شهادات طاقة متجددة بقيمة تعادل كمية الطاقة التي يحتاجها المجمع السكني. تستخدم قيمة هذه الشهادات في انتاج الطاقة المتجددة في مناطق بعيدة وامداد شبكة الكهرباء العامه بها فيما بعد.

قام المختبر الوطني للطاقة المتجددة (NREL) ايضا بوضع مجموعة من النقاط الارشادية لكل خيار من الخيارات السابقة للوصول بالمجمع السكنى الى هدف صفرية الطاقة وتتلخص في الاستراتيجيات الاتية (Carlisle, et al., 2009):

- رفع كفاءة الطاقة: استخدام استراتيجيات كفاءة الطاقة في التخطيط والتصميم العمراني للمجمع السكني و تصميم المباني و البنية التحتية و انظمة النقل .
- تحسين اداء المستخدمين: مراعاة العامل الانساني وتأثيره على استهلاك الطاقة. العمل على تحسين اداء المستخدمين عن طريق الحملات الارشادية و التعليم والتحفيز على ترشيد استهلاك الطاقة.
- استخدام الطاقة المتجددة المولدة داخل حدود الموقع: توفير احتياجات المجمع السكني من الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة عن طريق انظمة توليد الطاقة المختلفة داخل حدود الموقع (On-site systems).
- استخدام الطاقة المتجددة المولدة خارج حدود الموقع: توفير احتياجات المجمع السكني من الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة عن طريق انظمة توليد الطاقة المختلفة خارج حدود الموقع (Off-site systems).
- شراء شهادات الطاقة (RECs)

2.2. مبادرة تحدي العمارة 2030 (Architecture 2030 Challenge)

تحدي 2030 (The 2030 Challange) هو مشروع صدر في عام 2006 من قبل منظمة العمارة 2030 ويشمل ثلاث فئات وهم: 1) المباني الفردية، 2) المجمعات والمدن، و 3) منتجات البناء. والعمارة 2030 هي منظمة غير ربحية أنشئت استجابة لأزمة تغير المناخ من قبل المهندس المعماري إدوارد مازريا في عام 2002. ويهدف تحدي 2030 للتخطيط الى تخطيط مجمعات ومدن ذات كفاءة عالية في استهلاك الطاقة في المباني ونظم النقل وموارد المياه بحيث يصل توفير الطاقة بها الي 80% في عام 2020 و الى 90% في عام 2025 حتى يصل الى صفرية الطاقة في عام 2030 من خلال ثلاث استراتيجيات رئيسية وهي (Architecture 2030, 2017):

- استراتيجيات التصميم المستدام المبتكرة: الحد من استهلاك الطاقة التشغيلية للمباني الجديدة والمجددة والبنية التحتية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من النقل واستهلاك المياه من خلال استراتيجيات التصميم المستدام المبتكرة.
- انظمة توليد الطاقة داخل حدود الموقع: استخدام تكنولوجيات ونظم توليد الطاقة المتجددة داخل حدود الموقع
- انظمة توليد الطاقة خارج حدود الموقع: يمكن شراء الطاقة المتجددة المولدة خارج الموقع بحد اقصي بنسبة 20% من الطاقة الازمة للمجمع.

3.2. شهادة صفرية الطاقة (NZEC) من المعهد الدولي لمستقبل المعيشة (The International Living Future Inistitute)

قام المعهد الدولي لمستقبل المعيشة بوضع برنامج "المبنى الصفري الطاقة" (Net Zero-Energy Building) في نوفمبر 2011، والذي تم تحديثه في عام 2016 ليشمل مشاريع الأحياء والمجمعات العمرانية، وأعيد تسميته إلى "شهادة صفرية الطاقة" (Net Zero-Energy Certificate). وفقا للمعهد الدولي لمستقبل المعيشة، لكي يحصل المجمع السكني على شهادة صفرية الطاقة، يجب أن يستوفي المشروع المعايير الاربعة الاتية (Living Building Inistitute, 2017) :

- المكان: حدود للنمو: يجب بناء المشروع على ارض لاتصلح للزراعة او تم بنائها مسبقا (Gray-field or Brownfield) كما يجب ان يعني المشروع بظروف الموقع ووضعها في الاوليه عند التصميم والمحافظة على البيئة والحياة البرية وموارد المياه.
- الطاقة: ايجابية الطاقة: يجب على المجمع السكني ان يوفي 100% من احتياجاته من الطاقة من الطاقة المتجددة المولدة داخل حدود الموقع. كما يجب ان يراعي التصميم تقليل احتياجات الطاقة والاستخدام الامثل للشمس والرياح واعطاءها الاولوية قبل التوجه الى استخدام الحلول التكنولوجية.

- الجمال: الجمال + الروح: يجب أن يتضمن المشروع دمج الفن العام بشكل هادف وأن يحتوي على عناصر التصميم التي تعبر عن الانسان وثقافة وروح المكان والتي تناسب وظيفة المشروع.
- الجمال: الإلهام + التعليم: يجب توفير المواد التعليمية حول تشغيل وأداء المشروع للجمهور لتبادل الحلول الناجحة وتحفيز الآخرين على إجراء التغيير.

مما سبق يتضح ان:

من اهم الاستراتيجيات التي لها الاولوية في انشاء المجمعات السكنية صفرية الطاقة هي الاستراتيجيات المتعلقة بكفاءة الطاقة. فنجد انها النقطة المرجعية المشتركة في جميع برامج المجمعات صفرية الطاقة. مما يدل على اهمية مرحلة التخطيط والتصميم المستدام الموفر للطاقة للمجمع السكني الصفري الطاقة، حيث ينبغي مراعاة تحقيق كفاءة الطاقة في التصميم العمراني للمجمع ، وتصميم المباني، ونظم النقل، والبنية التحتية، للحد من استهلاك الطاقة الكلي للمجمع السكني والوصول الي الحد الأدنى قبل اللجوء إلى استكمال باقي احتياجاته من الطاقات المتجددة.

يأتي بعد مرحلة التصميم المستدام والموفر للطاقة مرحلة لاتقل اهمية عنها وهي امداد المجمع السكني بالطاقة المتجددة التي تكمل احتياجاته من الطاقة للوصول الي التوازن صفري الطاقة ومن تحليل البرامج السابقة نجد ان هناك استراتيجيتين اساسيتين لتزويد المجمع الصفري الطاقة بالطاقة المتجددة و هما اما عن طريق نظم توليد الطاقة داخل حدود الموقع او نظم توليد الطاقة خارج حدود الموقع.

من اهم العوامل المؤثرة على تحقيق كفاءة الطاقة هو العامل البشري والذي يتمثل في ثقافة استهلاك الطاقة لدى المستخدمين ووعيهم بأهمية الترشيد ومراقبة الاستهلاك حتى لايزيد عن الحدومن هنا تاتي اهمية نشر الوعي عن طريق الحملات التعليمية والارشادية ونشر نتائج التجارب الناجحة كي يستفيد منها الاخرين و التحفيز المستمر من قبل الحكومات بالمكافئات للمستخدمين.

ومن خلال المناقشة السابقة، يمكن الاستنتاج بأن هناك ثلاث نقاط مرجعية اساسية يجب مراعاتها عند تخطيط وتصميم اي مجمع سكني صفري الطاقة وهم كما يلي:
- أولا: كفاءة الطاقة: في التصميم العمراني للمجمع ، وتصميم المباني، ونظم النقل، والبنية التحتية.
- ثانيا: الطاقة المتجددة: عن طريق نظم توليد الطاقة داخل حدود الموقع او خارج حدود الموقع.
- ثالثا: تحسين سلوك المستخدمين: مراقبة الاستهلاك، التوعية والتعليم ونشر التجارب الناجحة، التحفيز.

3. الدراسة التحليلية للنمـــــاذج

بالرغم من ان هدف صفرية الطاقة قد اصبح هدفا عالميا تسعى العديد من الدول الى تحقيقه على مستوى المجمعات العمرانية المختلفة الا ان عدد المشروعات من المجمعات السكنية صفرية الطاقة يعتبر عددا قليلا على مستوى العالم وفي مناطق محددة اهمها كاليفورنيا بالولايات المتحدة ،كندا، الصين، والامارات العربية المتحدة.

تم اختيار نموذجين للتحليل والمقارنة : النموذج الاول هو (مدينة مصدر) بدبي وهي مدينة تم تخطيطها وتصميمها لتحقق صفرية الطاقة (صفرية الكربون)، والنموذج الثاني هو (مدينة الجونة) بمصر وهي مدينة لم يتم تصميمها منذ البداية لتكون صفرية الطاقة ، ولكن تم وضع الاهداف لتحقيق صفرية الطاقة بعد انشاءها .

يقوم التحليل على اساس النقاط المرجعية الاساسية التي تم تحديدها مسبقا طبقا للبرامج العالمية للمجمعات صفرية الطاقة ومن ثم المقارنة بين النموذجين لمعرفة الى اي مدى قد نجح كل نموذج في تحقيق كفاءة الطاقة في كل نقطة من النقاط المرجعية لتخطيط وتصميم المجمعات السكنية صفرية الطاقة وذلك بهدف الوصول الى معرفة الى اي مدي يمكن تحقيق صفرية الطاقة في المجمعات السكنية المصرية.

1.3. مدينة مصدر (دبي، الامارات العربية المتحدة)

مدينة مصدر هي مدينة صفرية الطاقة بمساحة إجمالية تبلغ 7 كم 2، تم بناؤها على بعد 17 كم من مدينة أبوظبي في دولة الإمارات العربية المتحدة. وقد تم تصميم المدينة من البداية كمدينة بيئية تعتمد فقط على الطاقة المتجددة وهو مشروع متنوع الاستخدامات (**Mixed use project**) حيث ان 30٪ مباني سكنية، و 24٪ مباني ادارية وبحثية، و 13٪ مباني تجارية (**Masdar city, 2011**).

1.1.3. اولا :كفاءة الطاقة:

من حيث التخطيط والتصميم العمراني : لقد تم تخطيط مدينة مصدرلتحقيق اقصى استفادة من الشمس والرياح باستخدام الاستراتيجيات السالبة . فقد تم تخطيط الشوارع بحيث تتجه من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي وذلك لتحقيق التوازن الامثل بين الشمس والتظليل (Stilwell &Lindabury, 2008). كما تم تخطيط المجموعات السكنية في نسيج متضام، يتخللها الساحات والافنية للاستفادة القصوى من الرياح السائدة في الموقع وخلق ممرات لزيادة تغلغل الهواء النقي بين المباني (Hamza, 2014). بالإضافة الى تصميم الفتحات بحيث تراعي المستوي العالى للاشعاع الشمسي المباشر، مع الاخذ في الاعتبار تحقيق التظليل الذاتي في جميع المباني. مع استخدام عناصر المياه بين المباني لتبريد الهواء الطبيعي بالاضافة الى الحدائق الخضراء التي تفصل بين المناطق المبنية والتي تساعد على خفض درجات الحرارة و تلتقط والتقاط وتوجية نسيم الهواء البارد في جميع انحاء المدينة (Hamza, 2014).

من حيث تصميم المباني: تم تصميم واجهات المباني من طبقات متعددة والتكسية بطبقة خارجية من ال GRC بسمك 30مم (GRCA, 2011) . اما اسقف المباني فقد تم تصميمها بحيث تزيد من تدفق الرياح مع تصميم فتحات دائرية في اسقف الشرفات لتعزيز التهوية الطبيعية والاضاءة الطبيعية في الوحدات السكنية. ولقد اعتمد تصميم الفتحات على استخدام الفتحات الطولية لتعزيز التهوية الطبيعية وتقليل اكتساب الحرارة كما تم استخدام المشربيات مع وجود بروز الشرفات لزيادة التظليل بالاضافة الى التظليل الذاتي للمبنى كما يتضح في الشكل 3-1. تم مراعاة العزل الجيد للمباني و استخدام الزجاج العاكس مما يقلل من درجات الحرارة داخل المبنى. بالاضافة الى الاعتماد على الافنية الداخلية والمداخن الشمسية في توفير التهوية الطبيعية والتبريد السالب للمبنى (Hamza, 2014).

الشكل3-1: يوضح تصميم المباني السكنية المختلفة في مدينة مصدر (Masdar,2017)

من حيث نظم النقل: صممت مدينة مصدر لتكون اول مدينة لا تستخدم السيارات. حيث تم تصميم شبكة نقل مستدامة تعتمد على المواصلات العاملة التي تغطي المدينة بالكامل والتنقل بينها من خلال مسافات محببة للمشي لا تتعدى 300م (Stilwell &Lindabury, 2008). اما السيارات الخاصة فستبقى على حدود المدينة في مواقف خاصة يتم ربطها بشبكة النقل العام التي تجتاز المدينة عن طريق خطوط الحافلات الكهربائية. بالاضافة الى تصميم خطوط السكك الحديدية الخفيفة و نظام النقل الشخصي السريع تحت الارض (PRT) انظر الشكل 3-2 (Tompkins, 2009). ومع ذلك فان تصميم الشوارع الصديقة للمشاة سيشجع الساكنين على المشي وركوب الدراجات للتنقل خلال المدينة بشكل اكبر.

الشكل3-2: يوضح شكل نظام النقل الشخصي السريع تحت الارض (PRT) (Masdar,2017).

من حيث البنية التحتية: تستمد مدينة مصدر جميع احتياجاتها من المياه من محطة التحلية الواقعه خارج حدود المدينة التي تعمل على الطاقة الشمسية. ومن جانب اخر يوفر المشروع شبكات المرافق الذكية (Smart Grids) التي تمكن من استخدام الطاقة المتجددة اللامركزية (Decentralized Distribution) (Masder,2017).

2.1.3. ثانيا:إمدادات الطاقة المتجددة:

نظم توليد الطاقة المتجددة داخل حدود الموقع: تم دمج الالواح الشمسيه وتوربينات الرياح الصغيرة في معظم التصميمات المعمارية للمباني و المساحات المفتوحة. فتم وضعها على اسطح المباني و عناصر التظليل في الساحات المفتوحة. بالاضافة الى المزرعة الشمسية الصغيرة داخل حدود المدينة كما هو موضح بالشكل3-3. ولكن بعض الالواح الشمسية لم تعمل بالكفاءة المتوقعه بسبب زيادة نسبة الاظلال و العوامل البيئية الصحراوية مثل الاتربة. بالاضافة الى الالواح الشمسية تم استخدام السخانات الشمسية لتوفير المياه الساخنة من الطاقة المتجددة. ايضا تم استخدام مضخات الحرارة الارضية (Geothermal Pumps) لتبريد المباني. ذلك مع انشاء مصنع لاعادة التدور والذي يقوم بحويل النفايات الى طاقة (Masder,2017).

الشكل3-3: يوضح النظم المختلفة لإنتاج الطاقة من الخلايا الشمسية لانتاج (Masdar, 2017).

نظم توليد الطاقة المتجددة خارج حدود الموقع: لم يعتمد التصميم على تلبية احتياجات المجمع من نظم التوليد خارج حدود الموقع. الا ان هناك العديد من مشاريع الطاقة المتجددة الحالية مثل مشروع المزرعة الشمسية "شمس" الذي تم انشائة في 2013، بالاضافة الى المشاريع المستقبلية من مزارع شمسية ومزارع رياح من المقررانشاءها في مناطق حول مدينة مصدروالتي يمكن للمدينة استغلالها في تلبية احتياجاتها المستقبلية من الطاقة المتجددة للوصول الى صفرية الطاقة (Masdar, 2017).

3.1.3. ثالثا:تحسين سلوك المستخدمين:

لم يتم وضع استراتيجيات محددة لتحسين سلوك المستخدمين في مدينة مصدر ومع ذلك يقوم معهد بمصدر ببعض الانشطة التوعوية والمبادرات لسكان ابو ظبي بشكل عام عن الطاقة والمحافظة عن البيئة (Masdar, 2017).

2.3. مدينة الجونة (الغردقة، مصر)

تقع مدينة الجونة على بعد 25 كيلومتر شمال مطار الغردقة الدولي . في عام 1990 بدات شركة اوراسكوم للفنادق والتنمية في تأسيسها على شاطئ البحر بطول 10 كيلو متر . بدات الشركة في العمل على تقليل نسبة الكربون في بداية عام 2002 والالتزام على ان تصبح المدينة منتجع على شاطئ البحر تطبق صفرية النفايات ،توفير الطاقة ومبادئ العمارة الخضراء ،لقد تم الاعتراف بمدينة الجونة على انها اكثر الجهات السياحية ملاءمة للبيئة في مصر ، كما انها مثال لمدينة قائمة لم تكن مخططة في بداية الامر كمدينة مستدامة (Abaza, 2011). ومن المقرر ان تصبح مدينة الجونة مدينة صفرية الطاقة (متعادلة الكاربون) في عام 2020 (الاهرام، 2014).

1.2.3. اولا :كفاءة الطاقة:

من حيث التخطيط والتصميم العمراني : نسيج المدينة هو نسيج متضام عالي الكثافة يتكون من مباني منخفضة الارتفاع من 3 إلى 4 طوابق كما يتضح في الصورة 3-4 (Prime living, 2013). وتتميز الجونة بانها ذات تخطيط مستدام وصديق للبيئة ولقد تم الاخذ في الاعتبار تصميم اغلبية المباني وتوجيهها للحصول على افضل استخدام للرياح والشمس المتاحة بالموقع (Hamza, 2014). بالاضافة الي استخدام المواد ذات الالوان الفاتحة (High-albedo materials) قليلة الامتصاص للحرارة في الارصفة والمباني وهذا يؤثر بشكل مباشر على الراحة الحرارية سواء الداخلية او الخارجية ويقلل من استهلاك الطاقة داخل المنطقة. وتغطي المدينة 10 كم من شاطئ البحر وأكثر من 20 جزيرة تحيط بها البحيرات الاصطناعية، إلى جانب استخدام عناصر المياه في الافنية

مما يساعد على خفض درجات الحرارة بشكل كبير. مع استخدام أنواع النباتات المحلية في المناظر الطبيعية داخل الساحات لتحقيق أقصى قدر من تأثير التبريد داخل المباني (Prime living, 2013).

الشكل3-4: يوضح النسيج المتضام في مدينة الجونة (Archidatum,2015)

من حيث تصميم المباني: تم تشييد المباني مع مواد مصنوعة محليا مثل الطين والحجر الطبيعي بسمك يتراوح بين 50-60 سم، مما يساعد على العزل الجيد و الحفاظ على الطاقة. بالاضافة الاى استخدام القباب والقبوات في الاسقف التي تقلل من الحرارة المكتسبة في الاسقف و تعززحركة الهواء بداخل المبنى(Abaza, 2011& Prime living, 2013). تم مراعاة توجيه الفتحات المناسب و تقليل نسبة الفتحات في الواجهات الجنوبية مع استخدام المشربيات في بعض المباني. كما تم استخدام عناصر التظليل المختلفة لتوفير التظليل على المبنى وتحسين الراحة الحرارية الداخلية والخارجية بالاضافة الى تشكيل المباني الذي يوفر الظل الذاتي للمبنى (Hamza, 2014). لم يتم مراعاة الاضاءة الطبيعية في المباني بالاضافة الى عدم استخدام تقنيات لتعزيز التهوية الطبيعية داخل المبنى او التبريد السالب خاصة وان معظم المباني ذات عمق كبير لا يعزز التهوية والاضاءة الطبيعية بشكل جيد ومع ذلك هناك بعض المباني تعتمد على تصميمها على الساحات التي تعزز بطريقة ما الطبيعية داخل المبنى(Prime living, 2013).

من حيث نظم النقل: تشجع المدينة استخدام طرق النقل الموفرة للطاقة . فتوفر وسائل المواصلات الجماعية داخل المنتجعات كحافلات نقل الركاب من والى الشاطئ والدراجات البخارية بالاضافة الى العربات الصغيرة كما في الشكل 3-5 (Prime living, 2013). كما تم تصميم الشوارع بحيث تكون جاذبة للمشاة وتشجيع ركوب الدراجات التي تم تخصيص ممر خاص بها (Abaza, 2013).

الشكل 3-5: يوضح وسائل المواصلات المختلفة قليلة الاستخدام للطاقة بالجونة (Uber,2016) (Flickr, 2009)

من حيث البنية التحتية: لم يتم استخدام استراتيجيات لكفاءة الطاقة في تصميم البنية التحتية للمدينة ، ومع هذا فان البنية التحتية للمدينة صديقة مستدامة وصديقة للبيئة (Hamza, 2014).

2.2.3.ثانيا:إمدادات الطاقة المتجددة:

نظم توليد الطاقة المتجددة داخل حدود الموقع: لم يتم دمج اي نظم لتوليد الطاقة المتجددة بتصميم مدينة الجونة منذ البداية ولكن في عام 2014 ، قد تم توقيع بروتوكول تعاون " مدينة الجونة متعادلة الكربون" بين كل من وزارة البيئة المصرية ووزارة البيئة والأراضي والبحار الإيطالية ومجلس إدارة مدينة الجونة تحت رعاية وزارة السياحة في إطار تنفيذ مشروع حضاري وبيئي بتحويل مدينة الجونة السياحية الي مدينة متعادلة كربونياً لأول مرة في مصر وأفريقيا وذلك عن طريق انشاء محطة شمسية لتوليد كهرباء بقدرة 21 ميجا وات داخل المدينة، موزعة على

مرحلتين يتم الانتهاء منها بحلول عام 2020 (الاهرام، 2014). بالاضافة الى تشجيع المدينة لاستخدام السخانات الشمسية في جميع الفنادق والفيلات والشقق (Hamza, 2014).

نظم توليد الطاقة المتجددة خارج حدود الموقع: حاليا يتم امداد المدينة بجزء من الطاقة المتجددة من مزارع رياح محطة الزعفرانة المحيطة بالمدينة (Hamza, 2014) .

3.2.3. ثالثا: تحسين سلوك المستخدمين:

تقوم مدينة الجونة بتنظيم احتفالات بيئية، خصوصاً في يوم البيئة العالمي وفي يوم الأرض ، بهدف نشر التوعية والسلوكيات البيئية السليمة. كما تم تدريب طاقم عمل مهمته شرح سبل الحفاظ على البيئة للمقيمين والسياح معاً، خصوصاً بترشيد استهلاك الماء والطاقة والمواد، بالاضافة الى استخدام كروت توفير الطاقة في كافة الفنادق لتشجيع المستخدمين على ترشيد الاستهلاك (البيئة والتنمية، 2012).

جدول 1. مقارنة بين مدينة مصدر ومدينة الجونة

النقاط المرجعية لتخطيط وتصميم للمجمعات صفرية الطاقة		مدينة مصدر	مدينة الجونة
كفاءة الطاقة في التخطيط والتصميم العمراني			
المؤشرات	تخطيط الشوارع واتجاهها	●	●
	شكل الكتلة المبنية	●	●
	التشجير وعناصر المياه	●	●
كفاءة الطاقة في تصميم المباني			
المؤشرات	توجيه المبنى	●	●
	تشكيل المبنى	●	●
	الغلاف الخارجي والعزل	●	●
	تظليل المبنى	●	●
	التهوية والتبريد السالب	●	◎
	الاضاءة الطبيعية	●	○
كفاءة الطاقة في نظم النقل			
المؤشرات	تنوع استعمالات الاراضي	●	○
	تصميم الشوارع	●	●
	وسائل المواصلات البديلة	●	◎
كفاءة الطاقة في البنية التحتية			
المؤشرات	التبريد والتدفئة الارضية للمجمع	●	○
	انظمة معالجة المياه	●	○
	شبكة الطاقة	●	○
توليد الطاقة المتجددة داخل حدود الموقع			
المؤشرات	توربينات الرياح الصغيرة	●	○
	الخلايا الشمسية	◎	○
	السخانات الشمسية	●	○

	مصانع المخلفات العضوية الصغيرة	●	○
توليد الطاقة المتجددة خارج حدود الموقع			
المؤشرات	مزارع الرياح	○	●
	مزارع الخلايا الشمسية	●	○
	مصانع المخلفات العضوية	○	○
تحسين سلوك المستخدمين			
المؤشرات	التوعية والتعليم	●	●
	السياسات وبرامج التحفيز	○	●
	انظمة مراقبة الاستهلاك	○	○
● يعزز كفاءة الطاقة	○ يعزز كفاءة الطاقة جزئيا		○ لا يعزز كفاءة الطاقة

من التحليل السابق للنماذج والمقارنة في الجدول 1 يمكن تلخيص النتائج الاتية:

- استطاعت مدينة مصدر تحقيق كفاءة الطاقة في معظم النقاط المرجعية لتخطيط وتصميم المجمعات صفرية الطاقة ومع ذلك هناك بعض المؤشرات التي لم تعمل بكفاءة بشكل كلي مثل انتاج الطاقة من الخلايا الشمسية. حيث انه لم يتم مراعاة العوامل الجوية بالمنطقة حيث ان المنطقة صحراوية كثيرة الاتربة.
- بالرغم من ان جميع المؤشرات التصميمية تدعم هدف صفرية الطاقة في مدينة مصدر و تؤكد تحقيقة، الا ان انشاء المجمع نفسه بما فيه من تكنولوجيات حديثة سيتطلب كمية كبيرة من الطاقة والمبالغ الطائلة مما يجعل عملية البناء في حد ذاتها غير مستدامة.
- من الجدول 1 يتضح ان مدينة الجونة لم تحقق كفاءة الطاقة في بعض النقاط المرجعية كما في البنية التحتية و وتوليد الطاقة النظيفة داخل الموقع ، ولم تحقق الكفاءة بشكل كلي في نظم المواصلات وذلك لانها لم تصمم منذ البداية لتحقيق هدف صفرية الطاقة. ومع ذلك فهي قد حققت اهداف الاستدامة والحفاظ على البيئة بشكل كبير في جميع الجوانب.
- بالرغم من ان مدينة الجونة لم تصمم منذ البداية لتحقيق صفرية الطاقة الا ان موقعها المتميز بالقرب من مزارع الرياح بالزعفرانه كان البداية لإمداد المجمع بجزء من الطاقة المتجددة والتطلع للوصول الى هدف صفرية الطاقة عن طريق انشاء مزرعة شمسية داخل حدود المدينة بحسب ماورد في تقرير وزارة البيئة لتلبية باقي احتياجات المجمع من الطاقة المتجددة بحلول عام 2020.
- كان للعامل الانساني دور كبير في استدامة مدينة الجونة و تحقيق ترشيد استهلاك الطاقة، حيث ان توعية وتحفيز الزائرين والمواطنين نحو اهمية الحفاظ على الطاقة ساهم بشكل كبير في استمرارية الحفاظ على الطاقة والاقتراب من تحقيق هدف صفرية الطاقة.
- ليس شرطا لتحقيق صفرية الطاقة ان يكون المجمع السكني مخطط ومصمم منذ البداية لتحقيق صفرية الطاقة. فيمكن الوصول بالمجمعات السكنية الحالية الى هدف صفرية الطاقة عن طريق اجراء التعديلات التصميمة للمباني والموقع العام والتشجيع على استخدام انظمة النقل الموفر للطاقة. بالاضافة الى تزويدها بانظمة مصادر الطاقة المتجددة وتوعية وتحفيز الساكنين بالاستخدام الامثل للطاقة.

4. النتائج والتوصيات

مما سبق يتضح ان من الممكن تحقيق هدف "صفرية الطاقة" في المجمعات السكنية في مصرواتخاذ مدينة الجونة كنموذج استرشادي ناجح لتطوير المجمعات السكنية بالمدن الجديدة بمصر للوصول الى صفرية الطاقة او الاقتراب منها.

يوجد بعض المعوقات التي اخرت انتشار فكرة صفرية الطاقة في مصر ومع ذلك فيوجد العديد من الامكانات والمحفزات التي من شأنها ان تفتح الطريق امام تحقيقها مستقبليا خاصة وانها تعزز خطط الدولة المستقبلية نحو ترشيد الطاقة و الاعتماد على الطاقات المتجددة .ويمكن حصروتلخيص هذه الامكانات والمعوقات لتحقيق هدف صفرية الطاقة في مصرفي الجدول 2 التالي:

جدول 2. الامكانات والمعوقات لتحقيق هدف صفرية الطاقة في مصر

الامكانات	المعوقات
انشاء تعريفة التغذية للطاقة الشمسية المنزلية بقرار للتحفيز على انتاج الطاقة المتجددة في المنازل في 2014	عدم توفر اكواد ومعايير لتحقيق كفاءة الطاقة في المجمعات السكنية بمصر
انشاء اكواد كفاءة الطاقة بالمباني السكنية والعامة الصادرة من مركز بحوث البناء	عدم انتشار فكرة تحقيق كفاءة الطاقة على مستوى المجمع السكني ككل وليس على مستوى المبنى الواحد بين المصممين والمخططين في مصر
انشاء نظام تقييم المباني الخضراء في مصر GPRS	ارتفاع اسعار تكنولوجيا الخلايا الشمسية في السوق المصري
انشاء وحدة المدن المستدامة في هيئة التجمعات العمرانية الجديدة في 2014	عدم انتشار بعض نظم انتاج الطاقة على مستوى المجمع السكنى في السوق المصري مثل نظم التبريد والتدفئة الارضية
اصدار وزارة البيئة لمسودة الدليل الاسترشادي المحلي للمعايير البيئية للمدن المستدامة في 2017	عدم توافر وسائل المواصلات البديلة التي تعمل بالكهرباء وعدم توافر السيارات الكهربائية في السوق المصري
وضع الاهداف في الخطة الاستراتيجية الوطنية المصرية للاعتماد على الطاقات المتجددة والحفاظ على الطاقة	عدم الوعي الكافي لدى المواطنين باهمية ترشيد الطاقة والتحول لاستخدام الطاقات المتجددة

بناءا على ماسبق يمكن وضع التوصيات الاتية:

- من حيث التخطيط والتصميم: يجب تحرك الهيئات والمنظمات المسؤلة عن وضع اكواد ومعايير التصميم للمباني والمجمعات المختلفة لدمج استراتيجيات تحقيق صفرية الطاقة ضمن الاكواد والمعايير الخاصة بكفاءة الطاقة في المباني والمجمعات كهيئة المجتمعات العمرانية الجديدة ومركز بحوث البناء ووزارة الاسكان ووزارة البيئة.
- من حيث انتاج الطاقة المتجددة: يجب تحرك الحكومة نحو وضع سياسات تسهل انتاج الطاقة المتجددة بشكل منفصل عن شركات الكهرباء العامة وتقنينها. وادخال تكنولوجيا العدادات الذكية التي يمكنها قياس فرق الاستهلاك والانتاج من الطاقة المتجددة بحيث يمكن للمجمع السكني ان ينتج الطاقة المتجددة ويقوم بتوزيعها على المباني داخل المجمع عن طريق شبكة كهرباء صغيرة فرعية (Micro-grid) خاصة بالمجمع السكني وتوصيل هذه الشبكة بشبكة الكهرباء العامة لنقل الفائض من الطاقة في اوقات الانتاج الزائد للشبكة العامة وتعويضه من الشبكة في اوقات الاستهلاك الزائد لتحقيق التعادل صفري الطاقة.
- من حيث نظم النقل: استخدام وسائل النقل البديلة التي تعمل بالطاقة الكهربائية وتوفيرها بالسوق المصري و انشاء محطات الشحن بالكهرباء .
- من حيث تحسين سلوك المستخدمين: يجب زيادة الحملات التوعوية عن اهمية ترشيد الاستهلاك والاستخدام الامثل للطاقة ودمج المعرفة بالكفاءة الطاقة والطاقات المتجددة بالمناهج الدراسية. بالاضافة الى وضع البرامج التحفيزية للمواطنين لترشيد استهلاك الكهرباء مثل تخفيض نسبة الضرائب او كروت الطاقة التي تحول نسبة ترشيد الاستهلاك الى نقاط يمكن استبدالها ببعض السلع التموينية.

مراجع باللغة العربية:

1. البيئة والتنمية. (2012) *قرية الجونة البيئية على البحر الأحمر*. [عبر الانترنت] متوفر على: http://www.afedmag.com/web/tabi3aFiSouwar-details.aspx?id=71&type=5&issue=2 [تم الدخول في 6 فبراير ،2014]
2. الاهرام. (2014) *البيئة: إمداد الجونة بالكهرباء المولدة من الرياح لجعلها متعادلة الكربون*. [عبر الانترنت] متوفر على: http://www.ahram.org.eg/NewsQ/269542.aspx [تم الدخول في 6 فبراير ،2014]

مراجع باللغة الانجليزية:

1. Abaza N. (2011) *El Gouna-The Green Star of Egypt*. Identity Magazine. Available online at: http://nevineabaza.blogspot.com.eg/2014/02/el-gouna-green-star-of-egypt.html [Accessed 15th February 2017].
2. Architecture 2030. (2017) *THE 2030 CHALLENGE FOR PLANNING*. [Online] Available from: http://architecture2030.org/2030_challenges/2030_challenge_planning/ [Accessed: 10th October 2016]
3. Carlisle, N., et al. (2009) *Definition of a "Zero Net Energy" Community*. National Renewable Energy Laboratory. TP-7A2- 46065.
4. International Living Future Institute. (2015) *Zero-Energy Building Certification Documentation Requirements*. [Online] Available from: https://living-future.org/net-zero/tools-resources [Accessed: 10th October 2016]
5. Khalifa, M. (2014) *A Critical Review on the National Energy Efficiency Action Plan of Egypt*. Journal of Natural Resources and Development. 4. 18-24. 10.5027/jnrd.v4i0.03.
6. Masdar. (2017) *About Masdar Clean Energy*. Available online at: http://www.masdar.ae/en/energy/about-masdar-clean-energy [Accessed 19th May 2017].
7. Masdar. (2017) *Iniciatives and Events*. Available online at: http://www.masdar.ae/en/intiatives/about-abu-dhabi-sustainability-week [Accessed 19th May 2017].
8. Masdar. (2017) *Masdar City receives 'Visionaries' Award at Energy Efficiency Global Forum, USA*. Available online at: http://www.masdar.ae/en/home/detail/masdar-city-receives-visionaries-award-at-energy-efficiency-global-forum-uS [Accessed 19th May 2017].
9. Masdar. (2017) *Renewable Energy Desalination Pilot Programme*. [Online] Available from: http://www.masdar.ae/en/energy/detail/renewable-energy-water-desalination-in-uae [Accessed 19th May 2017].
10. Masdar. (2017) Renewable Energy Desalination Pilot Programme. [Online] Available from: http://www.masdar.ae/en/energy/detail/renewable-energy-water-desalination-in-uae [Accessed 19th May 2017].
11. Masdar. (2017) Renewable Energy Desalination Pilot Programme. [Online] Available from: http://www.masdar.ae/en/energy/detail/renewable-energy-water-desalination-in-uae [Accessed 19th May 2017].
12. Newcities. (2014) *Central Unit for Sustainable Cities and Renewable Energy*. [Online] Available from: http://www.newcities.gov.eg/Sustainable_Cities/default.aspx [Accessed 25th January 2017].
13. Prime living. (2013) *Architecture-El Gouna*. [Online] Available from: http://www.elgounaprimeliving.com/depth-el-gouna-resort/architecture/ [Accessed 15th February 2016]
14. Whitcomb, J. (2014) *a Guide for Developing Zero Energy Communities*. Bloomington: Author House.
15. Hamza, S. (2014) *Environmental Solutions as Main Approach to Sustainable Neighborhood: Applied on New Settlements*. MSc. Ain Shams University. Faculty of Engineering. Cairo. Egypt.
16. Uber. (2016) *El Gouna: Your uberTukTuk is Arriving Now*. [Online] Available from: https://www.uber.com/en-EG/blog/el-gouna-your-ubertuktuk-is-arriving-now/ [Accessed 19th May 2017].
17. Flickr. (2009) *Shot of one of the exotic buses in El Gouna*. [Online] Available from: https://www.flickr.com/photos/jezpage/3297766369/lightbox/ [Accessed 19th May 2017].
18. Archidatum. (2015) *El Gouna Hotel Resort / Michael Seagraves Architects*. [Online] Available from: http://www.archidatum.com/gallery/?id=5202&node=5198 [Accessed 19th May 2017].
19. GRCA. (2011) *MASDAR INSTITUTE, ABU DHABI, UAE*. Available online from: https://www.grca.org.uk/grc-projects/masdar.php [Accessed 19th May 2017].
20. Stilwell, B. and Lindabury, S. (2008) *Masdar-Final Project for City & Regional Planning. Green Cities*. [Online] Available from: https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2008reports/07MASDAR.pdf [Accessed 20th May 2017].
21. Tompkins, R. (2009). *Masdar City-Project Development Overview*. Masdar-Abu Dhabi Future Energy Company. [Online] Available from: https://www.slideshare.net/webgoddesscathy/masdar-city-overview-toronto-sept2009 [Accessed 20th May 2017].