دراسة الواجهات الخضراء وتأثيرها علي كفاءة إستهلاك الطاقة في المباني

دكتورة/ نشوي يوسف عبدالحافظ[١] مهندسة/ مروة هشام سالم الزقلة[٢]

ملخص البحث

يتطرق البحث إلي طرح أنظمة الواجهات الخضراء كأحد الوسائل التي يمكن إستخدامها لتقليل إستهلاك الطاقة داخل المباني ودراسة الأنظمة الإنشائية الخاصة بها، وذلك للتوصل إلي قائمة مرجعية لأسس وضوابط التصميم، ويتم إستخلاص النتائج والتوصيات التي تهدف إلي دور أنظمة الواجهات الخضراء في تحقيق أعلي كفاءة لإستهلاك الطاقة.

الكلمات المفتاحية: الواجهات الخضراء – كفاءة إستهلاك الطاقة.

١ - مقدمة

يتناول البحث أحد المجالات التي فرضت تواجدها في الأونه الأخيره علي الساحه العلميه و البحثيه حيث أنه نتيجة للزيادة السكانيةفى القاهرة الكبرى زادت نسبة المبانى والمنشأت وقلت نسبة المسطحات الخضراء مما نتج عنه مشاكل بيئية مثل: تلوث الهواء، نقص فى جودة الهواء الداخلى، زيادة إستهلاك الطاقة، التغير فى المناخ المحلى مع محاولة التقليل من ضرر مواد البناء المصنعة والواجهات الزجاجية.

٢ - المشكلة البحثية

تكمن المشكلة البحثية في الزيادة من إستهلاك الطاقة فى المبانى و تعديها على نسبة المسطحات الخضراء فى القاهرة الكبرى مما أدى إلى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون حيث أن الوضع الحالى لمعدلات المناطق المفتوحة فى المدن القائمة ١,٥:٠,٥ متر مربع بينما النسبة يجب أن تتراوح بين ١٠:٧ متر مربع وأيضا نواتج التلوث الناتجة من تأثير البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية، وتتلخص في:

أ - إستخدام وسائل التبريد (أجهزة التكييف) والتدفئة، مما يؤدى بدوره بزيادة إستهلاك الطاقة.

ب - عدم توفر الوعى بأنواع النظم الإنشائية لأنظمة التخضير الرأسى وكيفية تطبيقها على واجهات المبانى وكيفية صيانتها.

٣ - أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسي للبحث فى إيجاد وسيلة لتقليل إستهلاك الطاقة داخل المبانى السكنية وذلك عن طريق طرح مدخل تعريفى لأنظمة الواجهات الخضراء كأحد تقنيات البنية التحتية الطبيعية مع محاولة تقليل أضرار نقص المسطحات الخضراء عن طريق تقليل نسبة إنباعاثات ثانى أكسيد الكربون.

٤ - فرضية البحث

تعتبرأنظمة الواجهات الخضراء أحد أهم الحلول التى يمكن إقتراحها لزيادة كفاءة إستهلاك الطاقة داخل الفراغات وأيضا كأحد الحلول لتقليل أضرار نقص المسطحات الخضراء.

٥ - منهجية البحث

اتبع البحث منهج الرصد والاستقراء للدراسات السابقة التى تدرس دور انظمة التخضير الرأسى فى تحسين أثر البيئة المشيدة على البيئة الطبيعية للوصول إلى أسس تحليل واستتراتيجيات تطبيق أنظمة التخضير الرأسى بهدف استنتاج نظرية للتطبيق.

يتعرض المنهج التحليلى والتحليلى المقارن للبحث عن امكانية دمج البيئة المشيدة مع البيئة الطبيعية، ثم يتناول تفصيلية تجربة الواجهات الخضراء وتطبيق استراتيجيات الواجهات الخضراء بعد تحليلها لمعرفة المحددات التصميمية والإنشائية لإستخدام أنمة الواجهات الخضراء فى المبانى.

١ - قائم بأعمال رئيس قسم الهندسة المعمارية معهد أكتوبر العالي للهندسة والتكنولوجيا
٢ - مدرس مساعد بالمعهد الكندي العالي للهندسة

٦ - نظم وتكنولوجيا الواجهات الخضراء

تعتبر الواجهات الخضراء أحد أنظمة التخضير الرأسى التى يتم فيها إستخدام النباتات المتسلقة والعشبية لتغطية هياكل داعمة تم تصميمها خصيصا لهذا الغرض أو تنمو مباشرة على سطح الواجهة. حيث تمتد جذور النباتات حتى قاعدة هذه الهياكل، وتستغرق هذه النباتات من ثلاثة الى خمس سنوات لإعطاء التغطية الكاملة للواجهة.

تم إستخدام هذا النظام نظرا للمشاكل البيئية الناتجة عن إفتقار المسطحات الخضراء، كما أن لها دور فعال فى إمتصاص الغازات المسببة للإحتباس الحرارى وتنقية الهواء من الملوثات العالقة به.

٦ -١ - الواجهات الخضراء والمفهوم: عبارة عن حوائط يتم تغطيتها بواسطة النباتات المتسلقة أوالنباتات العشبية (Kohler, M., 2008) ويتم التحكم فى الشكل الخاص بها مع الصيانة الدورية لها بشكل مستمر، ويمكن تقسيم الواجهات الخضراء الموجودة حاليا فى السوق إلى فئتين(نباتات جذورها فى التربة ونباتات جذورها فى وحدات أو ركائز صناعية فى صفوف).

٦ -٢ - النظم الإنشائية

النظام الإنشائى للواجهات الخضراء أما معدنى أو خشبى أو حاويات بلاستيكية متصل بالواجهة عن طريق تعريشات أفقية أو رأسية أو محورية (Ottele M., 2011).

ويكون النظام الإنشائى إما ثنائى الأبعاد مثل: الكابلات والأسلاك والشبكات أو ثلاثية الأبعاد مثل الإطارات المعلقة، Rigid Frames (Ottele M., 2011)

٦ -٢ -١ - أنواع النظم الإنشائية

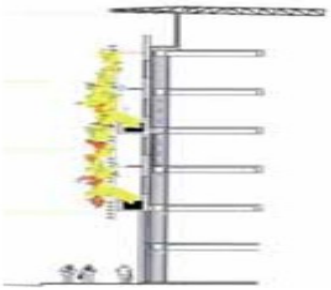
أ - نباتات جذورها فى التربة

فى هذا النوع تكون جذور النباتات متصلة مباشرة بالتربة الموجودة فى الأرض. وتنمو هذه النباتات بصورة طبيعية أما مباشرة على الواجهة أو النظام المعلق على الواجهة، كما بالشكل رقم (١) (Dunnett, N., Kingsbury, N., 2004)، ويأخذ هذا النظام وقت طويل (سنوات) ليعطى التغطية الكاملة للواجهة، ويتوقف هذا على حجم الجدار وكمية النباتات المزروعة ونوعها.وأيضا لا يوجد نظام رى لهذا النوع حيث تمتص النباتات المياه بصورة طبيعية إما من مياه الأمطار أو من المياه المتواجدة فى التربة.

شكل رقم ١ - يوضح أحدأنظمة النباتات المتسلقة مباشرةعلى الواجهة، المصدر: www.greenscreen.com2015

ب - نباتات جذورها فى وحدات أو ركائز صناعية

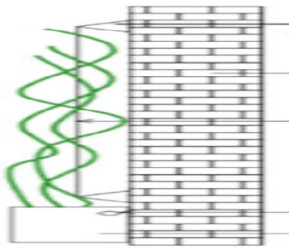
فى هذا النوع تنمو النباتات فى وحدات مخصصة مع وجود تربة بداخلها، ويمكن أن تكون هذه النباتات إما فى أسفل الواجهة، أو فى الأعلى ويسمى بالنظام المعلق (Johnston, J., Newton, J., 2004) ويحتاج هذا النوع إلى نظام رى متصل نظرا لعدم إتصالة مباشرة بالتربة الموجودة فى الأرض، كما أنه يحتاج إلى وقت طويل لإعطاء التغطية الكاملة للواجهة، كما بالشكل (٢) (www.decorcable.com, 2016) وتتوقف المدة على طبيعة سطح الواجهة وكمية النباتات المستخدمة والمسافة بينهما، ويعطى هذا النوع إمكانية زرع جزء من كل دور مع إمكانية ترك مسافات بينهما على الحائط.



شكل رقم ٢ - يوضح وحدات النباتات المعلقة أسفل وأعلي الواجهة، المصدر: Johnston, J., Newton, J 2004

ج - نظام شبكات الكابلات والأسلاك

فى نظام شبكات الكابلات يدعم تسلق النبات حتى ينمو ويخلق الواجهات الخضراء، أما فى شبكات الأسلاك فإنها تستخدم لدعم النباتات البطيئة النمو. وفى كلا من النظامين يتم إستخدام كابلات من الصلب عالى الشدة إلى جانب المعدات التكميلية، كما بالشكل (٣) (Asmaa Mahmoud, 2008)، ويتميز نظام شبكات الأسلاك بالمرونة وتوفير مساحات أوسع للتطبيقات التصميمية عن نظام الكابلات، كما انه يوفر عدد لا حصر له من الأحجام والأنماط المختلفة التى تمتاز بالمرونة فى كلا من الأتجاهين الرأسى والأفقى (Asmaa (Mahmoud, 2008)



شكل رقم ٣ - نظام شبكات الكابلات والأسلاك، المصدر: Sam, C., M., Hui, 2011

٦ -٣ - العزل وتسرب المياه: يعتمد عزل وتسريب المياه فى نظام الواجهات الخضراء على الحالات الأتية:

- فى حالة وجود تجويف هوائى بين الواجهة والنظام الإنشائى (نظام النباتات المتسلقة المتعلقة بأنظمة إنشائية على الواجهة) فإنه لا حاجة لعزل الحائط حيث أن التجويف الهوائى يمنع حركة المياه بين الحائط والنظام الإنشائى المستخدم فى الواجهات الخضراء (Sidonie Carpenter, 2014)، يختلف سمك التجويف الهوائى وفقا لإختلاف طبيعة المناخ، حيث يكون سمكه ٢٠مم:١٠٠مم فى المناخ الجاف، ٥٠ مم: ١٠٠ مم فى المناخ المعتدل والرطب، ١٠٠مم:٢٠٠مم فى المناخ الحار الرطب Green roofs and walls water proofing Guide,2014

- فى حالة نظام النباتات المتسلقة مباشرة على الواجهة يجب العزل الكامل للحائط لمنع تسرب المياه، وفى أستراليا تم تقسيم عزل الواجهات إلى ثلاث فئات رئيسية:

المميرين المطبق على السوائل، أوراق متشكلة،النظم المتكاملة (Sidonie Carpenter, 2014)

٦ -٤ - الرى وتغذية النباتات

يختلف نظام الرى وفقا لإختلاف الموقع والطبيعة المناخية ونوع النبات الذى تم إختياره لتطبيق النظام يتم رى النباتات فى أنظمة الواجهات الخضراء بنظام التقطير الافقى بينما الحوائط الحية بنظام التقطير الرأسى والأفقى (Antony Wood, PayamBahrami and Daniel Safarik, 2014)

يجب أن يحتوى نظام الحاويات على نظام رى حر لتجنب التغدق Waterlogging المحتمل فى حالة الفترات الطويلة من الطقس الرطب، كما يجب وجود ثقوب فى جانب الحاويات لصرف المياه الزائدة على حاوية وإعادة إستخدامها مرة أخرى فى الرى، مع تعدد أنواع النباتات يجب أن يكون هناك نظام رى مناسب لكل نوع من النباتات ومدى تعرض الواجهة المزروعة لأشعة الشمس والرياح الجافة، مع محاولة الحفاظ على اكبر قدر من المياه عن طريق إستخدام المياه المعاد تدويرها، ومن انظمة الرى المستخدمة:

- **نظام الرى الأوتوماتيكى:** نظام يتم إستخدامه بدون تدخل من الإنسان ويكون مرتبطا بحساسات زمنية لتقوم بتشغيلها فى الأوقات المحددة داخل النظام (NagwanBarhom, 2010).

- **نظام الرى الذاتى:** نظام رى يعتمد على المياه التى يتم تخزينها فى حاويات وتكون ناتجة من المياه المعاد تدويرها من المبنى (Green Roof Organization, 2008)

- **نظام الرى البسيط:** نظام بسيط يتكون من خزان بلاستيكى للماء مرتبط بماسورة تعمل على تنقيط المياه فى الأماكن المحددة بنظام اوتوماتيكى ملحق به حساسات زمنية لضبط مواقيت الرى (Green Roof Organization, 2008)

- **نظام الرى بالتنقيط:** نظام رى يتم فيه نقل الماء المصفى أو السماد بواسطة قطارات إلى التربة أو إلى جذور التربة تحت التربة على شكل قطرات تتدفق بشكل دائم، بهذه الطريقة يتم الحصول على مردود عال ويتم توفير في الماء بشكل كبير، (http://www.dizayngroup.com2016)

٦- ٥ - الحياة النباتية

يتوقف نجاح نظام الواجهات الخضراء على الإختيار الجيد لأنواع النباتات، ومن خلال التحليل السابق وجد أن الواجهات الخضراء تعتمد بشكل اساسى على النباتات المتسلقة والعشبية(Yu-Peng,Yeh 2010)، ويتوقف إختيار النباتات على الغرض منها، إستخدام ثمارها، أغراض تجميلية، (لقاء حوارى، أ.د. على صبور، ٢٠١٦) معدل نموها، الشكل العام لها متساقطة الخضراء أم دائمة الخضرة، ويتوقف أيضا إختيار نوع النباتات على مناخ المنطقة التى سيتم فيها تصميم الواجهات الخضراء فمن الممكن أن تكون النباتات دائمة الخضرة أو متساقطة الأوراق وأيضا ممكن أن تكون مثمرة أو مزهرة مما يجعلها تحتاج إلى صيانة بصورة أكبر (Yu-Peng, Yeh, 2010) ويفضل فى المناخ الحار الرطب إختيار النباتات ذات الأوراق العريضة(Al-Chen, Tay& Akio, Furukawa 2008) لضمان حجب الإشعاع الشمسى مع دخول الإضاءة الطبيعية وذات اللون الأخضر الشاحب حتى يعمل على التقليل من تأثير الإشعاع الشمسى، ونجد أن أكثر النباتات إستخداماً فى أنظمة الواجهات الخضراء نباتات اللبلاب Hedra أوالمدادات Vines التى يمكنها أن تنمو وجذورها فى التربة أو فى حاويات (Katrina Burritt, 2013)وأخيرا يجب أن يراعى مواعيد الإزهار

للنباتات المستخدمة حتى تكون الواجهة مغطاه على مدار العام.

٦ -٥ -١ - الحياة النباتية ومقاومة الحشرات

مشكلة الحشرات لم يتم تحديدها على إنها مشكلة أساسية لواجهات المبانى المزروعة، حيث أنها تمثل محاولة متعمدة لدمج بين مواد البناء للمبنى والنباتات لخلق أكبر تنوع بيولوجى دون إختلال التوازن بين الإنسان والكائنات الحية (http://www.Your home .gov.au, 2016)، وتتم مقاومة الحشرات عن طريق:

- **الوقاية من الحشرات والنمل:** عمل خندق فى التربة حول النباتات بعرض ٣٠سم ورش مبيد كلورزان ٤٨% EC (٢ لتر /١٠٠ لتر ماء) ويرش بمعدل ٤ لتر/متر الطولى، (لجنة مبيدات الأفات الزراعية، ٢٠١١ -٢٠١٢).

- **الوقاية من الذبابة البيضاء:** رش النباتات بالمبيدات الاتية، أدمير ٢٠% SC (١٢٥سم^3/١٠٠ لتر ماء)، أسيتامود ٢٠% SP (٢٥جم/١٠٠ لترماء)، (لجنة مبيدات الأفات الزراعية، ٢٠١١ -٢٠١٢).

- **الوقاية من الفئران:** رش المبيدات الأتية فى التربة منذ بدء الزراعة، سوبركابيد ٠,٠٠٤% (طعم جريش الذرة)، فوسفيد الزنك – النصر ٨٠% (مسحوق)، (لجنة مبيدات الأفات الزراعية، ٢٠١١ -٢٠١٢).

ولا توجد أى أثار ضارة للمبيدات على صحة الإنسان فى حالة إستخدامها بالنسب المصرح بها،(لجنة مبيدات الأفات الزراعية، ٢٠١١ -٢٠١٢)

٧ - الجوانب الفنية للواجهات الخضراء

هناك العديد من الجوانب الفنية التي لا بد من دراستها والتعامل معها بشكل صحيح ومنها:

أ - المميزات والعيوب

قام لوشمان Lochmann بدراسة حالة ٦٠٠٠ شخص يعيشون فى مبنى مستخدم الواجهات الخضراء فى مدينة كولين Koln بألمانيا، وأظهر ذلك نتيجة إيجابية عن مستوى العمل والتركيز عن الذين يعملون بالمبانى التقليدية، ويظهر من خلال الجدول التالي هذه المميزات وأيضاً العيوب الناتجة (جدول رقم١) (Hermy, M., 2005)

جدول رقم ١ - مميزات وعيوب الواجهات الخضراء، المصدر: (Lochmann L., 2001)

المميزات	العيوب
منظر عام جيد للشارع	تحتاج إلى الكثير من الصيانة والتقليم
زيادة فى نسبة المسطحات الخضراء فى المدينة	تساقط الأوراق والحاجة إلى تنظيفها
صحة أفضل نتيجة لقلة نسبة غازات الكربون وتنقية الهواء من الملوثات المتعلقة به	صعوبة فى ترميم الواجهة
موطن للطيور والكائنات الحية	الغرف تكون مظلمة
صديقة للبيئة	تضرر فى الحوائط
تعمل على تلطيف الجو وتبريده فى الصيف	زيادة فى الحشرات
تعطى صفة أفضل لشخصية المبنى	كثرة السرقات نتيجة لسهولة تسلقها مما يعمل على عدم توفر الأمن والأمان
الأستمتاع بالطبيعة	المزيد من الأوساخ داخل المبنى
تزيد من القيمة الجمالية للمبنى	انسداد المزاريب والمصارف

ب - عوامل نجاح الواجهات الخضراء

التصميمات للواجهات الخضراء تختلف وتحدد وفقا لنوع النظام المختار والظروف البيئية المحيطة وطبيعة المبنى، ويتطلب على مصممي ومنفذي هذه الواجهات أخذ الأتى فى الإعتبار (Gonchar J., 2009):

- تأمين وحماية هيكل المبنى من نظام الواجهات الخضراء أو أن يكون النظام قائما بذاته.

- حساب الأحمال الناتجة عن الهياكل الإنشائية والنباتات وطاقة الرياح.

- الإختيار الجيد للنباتات وفقا لما يتناسب مع كمية الرياح والضوء والظروف الطبيعية المعرضة لها.

- دراسة دورة حياة النبات المستخدم إلى مرحلة إكتمال نموه، لدراسة التوقعات المترتبة فيما يتعلق بشكل النبات ومعدل نموه وذلك ليحقق الوظيفة المطلوبة، حيث تستغرق الواجهات الخضراء من ٣ -٥ سنوات للتغطية الكاملة للمبنى. (Asmaa Mahmoud, 2008)

- الإهتمام بصيانة النباتات وعمل خطة على المدى البعيد لضمان صحة المنظومة الحيوية ويتضمن ذلك نظم الرى المستخدمة وطرق توفير المغذيات للنباتات.

- إختيار العمالة المدربة لتركيب انظمة الواجهات الخضراء لضمان نجاح النظام.

- إختيار النباتات المناسبة للظروف الجغرافية والمناخية للموقع، ودراسة المسافات المناسبة بين أماكن زراعة النباتات لضمان سلامة الإمتداد الرأسى.

- كيفية تثبيت النظام الهيكلى للواجهات الخضراء على حوائط المبنى.

جـ - الصيانة

نجد أن الواجهات الخضراء تستخدم فى الغالب نظم التعريشة التى تنمو فى التربة أو فى حاويات مما يترتب علية أنظمة الرى والإحتياجات الغذائية التى تحتاج إلى صيانة دورية، وهناك بعض النباتات التى تكون مثمرة أو متساقطة الأوراق مما يجعلها تحتاج إلى صيانة أكثر، وتحتاج نظم الشبكات والكابلات فحصا دوريا للتأكد من وجود العناصر فى مكانها الصحيح كلما نمت النباتات **(Green Roof Organization, 2008)**

ج -١ - مهام الصيانة **(Johnston J., Newton J., 2004)**

١ - الصيانة خلال أول عامين من التركيب:

تشمل هذه المرحلة التقليم ومكافحة الأعشاب الضارة والرى لضمان نمو النباتات بصورة سليمة وصحية.

٢ - الصيانة الروتينية والمتكررة:

تشمل هذه المرحلة الحفاظ على سلامة مظهر ووظائف النباتات مثل: إزالة الأعشاب الضارة والتقليم والأوراق المتساقطة وفى بعض الأحيان القص.

٣ - الصيانة الدورية:

تشمل الحفاظ على هيكل المبنى الأساسى وأيضا الصيانة الدورية للهيكل الإنشائى للواجهات الخضراء.

٤ - الصيانة الوقائية: تكون عند ظهور خللا مفاجأ فى النظام المستخدم، أو حدوص علامات خلل على وشك الحدوث، وقد يحث هذا بسبب إنسداد فى مصارف الرى أو ظروف الطقس المفاجأه.

٥ - الصيانة الترميمية:

تكون عند تغيير مالك المبنى أو تغيير تصميم المبنى أو عند حدوث أى إنهيار فى أجزاء المبنى أو النظام الهيكلى للواجهات الخضراء.

ج -٢ - إعتبارات الصيانة:

من أجل ضمان نجاع أنظمة الواجهات الخضراء يجب أخذ الإعتبارات الأتية فى صيانة المبنى **(Green Screen, 2016):**

- يجب عمل صيانة مكثفة ودورية فى حالة انظمة الواجهات الخضراء التى يزيد إرتفاعها عن ٣ امتار.
- يجب عمل صيانة دورية لمواد عزل الواجهات مع التأكد من عدم وجود شروخ فى العزل.
- فى حالة أن كانت المسافة بين النباتات وواجهة المبنى ١٥سم أو اقل يجب عمل صيانة دورية للنباتات للتأكد من عدم ألتصاق النبات على المبنى وإلحاق الضرر به.
- فى حالة الواجهات الخضراء التى يزيد إرتفاعها عن ثلاثة امتار يجب عمل صيانة دورية للنباتات وتقليمها حتى لا تقل المسافة بين النباتات وواجهة المبنى ١٥:٢٠ سم.

د - العوامل الإقتصادية (الميزانية الإنشائية)

لا يوجد مشروع واجهات خضراء تكون ميزانيته مثل الأخر، وتتحكم المتغيرات والأسلوب الإنشائى المستخدم ونوع النباتات وطرق الصيانة فى تحديد رأس المال المطلوب كما يلى، (دينا سعيد خاطر، ٢٠١٤):

- (حجم المشروع،
- أتعاب فريق التصميم،
- نوع النظام المستخدم،
- متطلبات المبنى لدعم النظام الإنشائى،
- موقع التصميم،
- مدى سهولة أو تعقيد التصميم،
- تكلفة الأيدى العاملة فى التركيب،
- ظروف الموقع وكيفية الوصول إليه،
- مدى توفر المواد والنباتات المستخدمة،
- نوع النباتات المستخدمة، نوع نظام الواجهات الخضراء المختار،
- نظام العزل والرى المستخدم **(Green Screen, 2016،**
- الجدول الزمنى للمشروع ويتوقف عليه أتعاب التنفيذ،
- خطة الصيانة المقترحة على المدى القصير والبعيد).

فى الدليل الأخضر باب الأسطح والحوائط والواجهات الخضراء **Growing Green Guide: A Guide To Green Roofs, walls and Facades** تم تحديد ميزانية تقريبية لتنفيذ نظام الواجهات الخضراء، وتتراوح تكلفتها ٤٠٠ دولارصعودا **(Sidonie Carpenter, 2014)** حيث:

- (يتكلف النظام الهيكلى ١٥٠ -٣٠٠دولار /م^2،
- تتكلف الحاويات والركائز ١٠٠ -١٥٠ دولار /م^2،
- العزل فى حالة كان النظام ملاصق للمبنى ١٠٠ دولار /م^2، طبقات الحماية ٢٠ -٣٠ دولار /م^2،

كما أنه يمكن إضافة حاوية لتخزين المياه مزودة بمضخة لرى النباتات سعة ٥٠٠٠ لتر بتكلفة١٠٠٠٠ دولار، وأيضا

عند تحديد تكلفة الواجهات الخضراء يجب إضافة هذه النسب ١٠% الطوائ التى تحدث أثناء التصميم، ٣% الزيادة المحتملة فى تكلفة المواد المستخدمة، ٥% الطوارئ التى تحدث فى مرحلة البناء) (Sidonie Carpenter, 2014) .

٨ - تطبيقات ومشروعات عالمية ومحلية خاصة بإستخدام الواجهات الخضراء

من خلال هذه الدراسة، سيتم تتبع تجارب الدول فى مجال زراعة الواجهات التى تبنتها السياسات والحكومات، وتم إختيار المبانى السكنية والإدارية نظرا لأنها أكثر إستخداما من قبل الإنسان حيث يمضى بها أغلب الوقت وتم تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء كأسلوب جديد لتوفير الطاقة وتقليل ظاهرة الجزر الحرارية.

٨ -١ - برج سكنى بتايلاند IDEO Morph 38

يعتبر مناخ تايلاند مناخ إستوائى جاف شتاءا وتعتبر بانجوك فى تايلاند من أكثر المدن حرارة فى العالم، ومتوسط درجات الحرارة ٣٠م ((World Meteorological organization (WMO)، يتكون مبنى IDEO Morph38 من مبنيين بجوار بعضهما برج أشتون Ashton ويتكون من "٣٢" طابق وبرج سكايل Skyle ويتكون من "١٠" طوابق (The skyscraper center, The IDEO (Morph 38 Tower, 2014) (شكل رقم ٤).

* معلومات تصميمية عن المبنى (Antony Wood, Payam Bahrami,2014)

- **إرتفاع الواجهة:** برج أشتون ١٣٤م، وبرج سكايل ٦٢م.
- **المناخ:** إستوائى جاف شتاءا، ومتوسط درجة الحرارة: ٣٣م فى الأشهر الحارة ،٣١م فى الأشهر الباردة، والرطوبة النسبية: ٧٢% فى الأشهر الحارة ، ٦٥% فى الأشهر الباردة.
- **إتجاه الرياح**

جنوبية بمتوسط سرعة ٢,٩ م/ث

- **نظام الواجهات الخضراء المستخدم**

نظام الأسلاك المعدنية، ونظام البلكونات المزروعة.

- **توجيه الواجهة المزروعة**

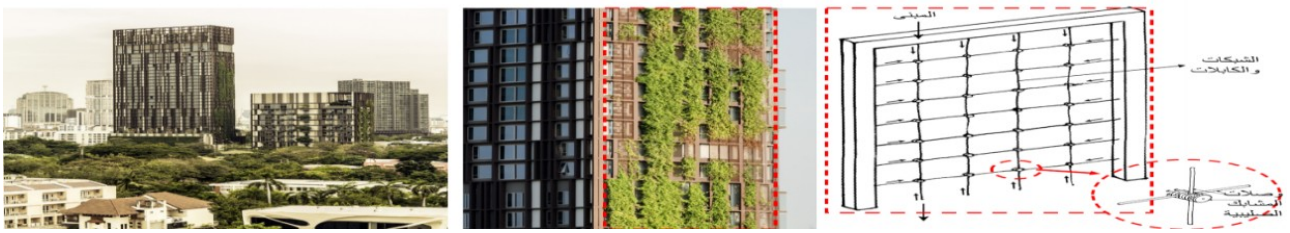
برج أشتون الواجهة الشرقية من الدور الأول إلى الدور ٣٢، والواجهة الجنوبية والشمالية من الدور الأول إلى الدور ١٨، بينما برج سكايل الواجهة الشرقية والغربية من الدور الأول إلى الدور العاشر بينما الواجهة الجنوبية أتخذت بأكملها نظام البلكونات المزروعة.

- **النباتات المستحدمة**

فى أنظمة الواجهات الخضراء تم إستخدام المدادات التى تستطيع التسلق لإرتفاعات عالية مع تحملها لقوة الرياح المعرضة لها وأيضا تحملها لدرجات الحرارة المرتفعة معظم شهور السنة ولذلك تم إستخدام نبات ثمبرجيا الهندى **ThumbergiaLaurolia (Rang Jeud)** حيث تنمو بنظام التوأمة وتستطيع الوصول إلى ارتفاع ١٢ م فى مدة قصيرة كما أنها دائمة الخضرة ومزهرة بأزهار بنفسجية اللون مما يجعل شكل الواجهة ملون على مدار العام.

- **نظام الرى المستخدم**

نظام رى أوتوماتيكى يقوم برى النباتات مرتين يوميا مدة كل مرة ١٥ دقيقة، وتم عزل الواجهات بالممبرين.



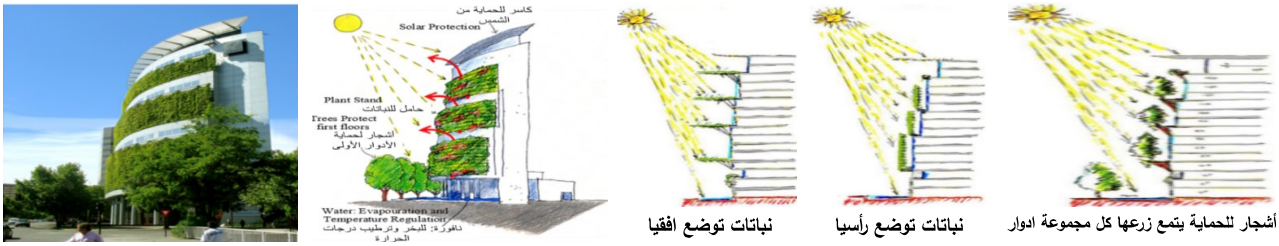
شكل رقم٤- مبنى IDEO Morph 38 Tower بتايلاند، المصدر:(http://inhabitat.com, 2017)

٨ -٢ - مبنى إدارى بسانتياجو Consorico Santiago Building

فى مدينة سانتياغو بتشيلى ويتميز مناخها بأنه حار جاف صيفا معتدل شتاءا ومتوسط درجات الحرارة صيفا ٢٠:١٧م وشتاءا ١٣:٠م ((World Meteorological organization (WMO)، يقع المبنى في مجاورة كوندس "Condes" والمسقط الأفقى للمبنى على شكل مركب ينظر للجنوب، والواجهة الرئيسية للمبنى على محور الشارع الرئيسى والمبنى مقسم إلى جزئين: أول ثلاثة أدوار لشركة كونسوريكو والباقى مكاتب للإيجار، وحيث أن الواجهة الطويلة معرضة إلى الشمش من جهة

الغرب وأدى إستخدام التكييف إلى إستهلاك كبير فى الطاقة لذلك تم اللجوء إلى زراعة الواجهة بنباتات متساقطة الأوراق لحماية المبنى من الحرارة صيفا ودخولها شتاءا وتقليل إستهلاك التكييف وأيضا تقليل الضوضاء الخارجية الناتجة من الشارع وتعزيز القيمة البصرية والجمالية للمبنى. (Green Walls in High-rise Buildings, 2014)، (شكل رقم ٥)، ويبعد النظام المثبت للواجهات الخضراء بمسافة ١,٤م عن واجهة المبنى لحماية المبنى من تأثير النباتات وخلق منطقة لصعود الهواء الساخن وتم زراعة الواجهات بدءا من الدور الثالث حيث أن أول ثلاث أدوار مظللة بالأشجار الموجودة فى الشارع كما أنها مظللة أيضا بالكابولى الذى يعلوها، ولتقليل تأثير الجزر الحرارية أيضا تم عمل نافورة بمساحة ٢٩٠ متر مربع فى الدور الأرضى، وتمت زراعة فى ركائز من الخرسانة الخفيفة مثبتة على نظام هيكلى مصنوع من الالومونيوم.

(http://skyscrapercenter.com/santyago/cornsorico, 2014)



شكل رقم ٥ - يوضح مبنى Consorcio بسانتياغو وتحليل لإختيار طريقة التخضير الرأسى بهدف توفير الظل بإستخدام النباتات، المصدر: (www. sefaira.com, 2016)

٨ -٣ - مبني البنك التجاري الدولي بجمهورية مصر العربية

هناك العديد من المبانى فى مصر التى طبقت نظام الواجهات الخضراء إلى الأن مثل: البنك التجارى الدولى فرعى القاهرة الجديدة ووالقرية الذكية، مبنى الكورت يارد بالشيخ زايد، ومطعم مزيج "Mazeej" كما قام البنك التجارى الدولى بتصميم العديد من الحوائط الخضراء الداخلية فى فروع الزمالك والمهندسين وأيضا فندق كامبنسكى، يقع البنك فى التجمع الخامس بمدينة القاهرة الجديدة والتى يتميز مناخها بدرجات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية نسبيا مع وجود نسبة من الأمطاروتوسط درجات الحرارة صيفا ٣٤:٢٥م وشتاءا ١٣:٢٠م. تم تصميم المبنى بحيث يخلق بيئة جيدة وصحية لموظفى البنك مع محاولة لإستغلال واجهة المبنى لتوفير مسطح اخضر ومحاولة تقليل الحمل الحرارى لواجهة المبنى لتقليل إستخدام التكييف بزراعة أجزاء من الواجهة الجنوبية شكل رقم(٦)(World Meteorological organization (WMO))

شكل رقم ٦ - مبنى البنك التجارى الدولى بالتجمع الخامس، المصدر: (www schaduf.com, 2016).

*** معلومات تصميمية عن المبنى: (لقاء حوارى، م. طارق حسنى، ٢٠١٦)**

- **إرتفاع الواجهة:** ١٦م
- **المناخ:**

حار رطب صيفا، ومتوسط درجة الحرارة: ٣٢م فى الأشهر الحارة ، ١٥,٤م فى الأشهر الباردة. الرطوبة النسبية:٨١ % فى الأشهر الحارة ،٦٩% فى الأشهر الباردة. (https://www.meteoblue.com, 2016)

- **إتجاه الرياح:**

شمالية وشمالية غربية بمتوسط سرعة ٤,٢ م/ث.، مع هبوب رياح الخماسين من الجنوب وجنوب الغرب. (https://www.meteoblue.com, 2016)

- **نظام الواجهات الخضراء المستخدم:**

نظام الحاويات، الحوائط الحية بنظام البساط المزروع.

- **توجيه الواجهة المزروعة:**

الغربية على جانبى المدخل.

- **النباتات المستحدمة:**

* شفليرا SchefflerаArboriecola،

* دورانتا DurantaPlumieri،

* الأيروبس EuryopsPectinatus.

- **نظام الرى المستخدم:**

نظام رى أوتوماتيكى مزود بتوقيت إلكترونى لرى النباتات.

جدول رقم ٢ - مقارنة للتجارب العالمية والمحلية للواجهات الخضراء، (المصدر: الباحثين ، ٢٠١٨)

بيـــــــــــــــان	برج سكنى IDEO Morph 38	مبنى إدارى Consorico Santiago Building	البنك التجارى الدولى CIB
النوع	نباتات متسلقة على نظام مثبت على الواجهة	نباتات متسلقة على نظام مثبت على الواجهة	نباتات متسلقة على نظام مثبت على الواجهة
الملامح	تخضير غير مباشر	تخضير غير مباشر	تخضير غير مباشر
مكان الجذور	حاويات تم وضعها خلف النظام الإنشائى المثبت فى كل دور	حاويات وركائز	حاويات مثبتة مباشرة على الواجهة
الوسط المادى لنمو النباتات (الركيزة)	تربة	تربة	تربة
النظام الإنشائى	نظام الشبكات والاسلاك (الاسلاك المعدنية) – بلكونات كابولى مزروعة	الحاويات والركائز المثبتة بشرائح الومونيوم أفقية	الحاويات، البساط المزروع
نوع النباتات	متسلقات: نبات ثمبرجيا الهند	متسلقات (المرجان المتسلق، الجهنمية، ...الخ	متسلقات (شفليرا، دورانتا، الأيروبس)، ....)،
السمك	٨٠٠مم، ويمكن الوصول إلى الحاويات عند طريق أبواب بنهاية الطرقات	٢٥٠ مم	٢٥٠ مم
عمر النبات المتوقع (مع الحفاظ على الصيانة الدورية)	١٠:٧ أعوام	٥ أعوام	٥:٣ أعوام
التداخل مع الواجهة	لا يوجد إتصال مباشر على الواجهة لوجود نظام إنشائى مثبت على الواجهة	لا يوجد إتصال مباشر على الواجهة لوجود نظام إنشائى مثبت على الواجهة بمسافة كبيرة لضمان تحقيق التظليل فى الشارع أيضا	لا يوجد إتصال مباشر على الواجهة لوجود نظام إنشائى مثبت على الواجهة
أقصى إرتفاع	مبنى أشتون من الدور الأول إلى الدور ٣٢ بارتفاع ١٣٤م، مبنى سكايل منالدور الاول إلى الدور ١٠ بإرتفاع ٦٢م	٥٨ م	١٦ م
التجويف الهوائى	٣٠٠ مم	١٤٠٠ مم حيث كان التصميم بحيث يحقق تظليل للواجهة وتظليل للشارع أسفل الواجهة لخلق ساحة مظللة للمشاه، وتوفير الإضاءة الطبيعية للمكاتب	١٠٠ مم
الصيانة	تم عمل خطة صيانة دورية بحيث يكون تغير تربة النبات كل ستة أشهر للحفاظ على مغذيات النباتات	نظرا للمساحة بين النظام وواجهة المبنى فتم عمل نوافذ للعبور للنظام للصيانة، ويتم صيانة النباتات فى شهر أغسطس سنويا للتحكم فى كثافة أوراق النباتات	الصيانة أسبوعيا للنباتات عن طريق نوافذ المبنى
نظام الرى	نظام رى أوتوماتيكى	نظام الرى البسيط	نظام رى أوتوماتيكى مزود بتوقيت إلكترونى لرى النباتات
المساهمة البيئية (الطاقة، الراحة الحرارية.الخ - (Peavere, P. & Brown, S., 2008), - (Antony Wood, Payam Bahrami, 2014)	التقليل من إستهلاك الطاقة بمقدار ٣٦%، وزاد من نسبة تنسيق الموقع من ١٧% إلى ١٠٨%	تقليل الإشعاع الشمسى المكتسب بنسبة٦٠% تقليل إستهلاك الطاقة بنسبة ٤٨% بمقارنته بمبانى أخرى لا توجد بها حوائط خضراء، و بنسبة ٣٥% بالأدوار الغير مزروع واجهتها، تقليل الضوضاء الخارجية بنسبة ٥٦%.	الهدف من الواجهات الخضراء كان جماليا فقط، ولكن تم تقليل الأحمال الحرارية على الحائط المغطى بنسبة ٦٢%
القيمة الجمالية (Antony Wood, Payam Bahrami, 2014)	زادت القيمة الجمالية للمبنى وأصبح كعلامة مميزة للشارع	اصبح المبنى كعلامة مميزة حيث سمك الواجهات الخضراء بالنظام المثبت خلق ساحة اسفل المبنى للمشاه وايضا شكل الواجهة المزروعة المنحنة جعلها قابلة للرؤية بجميع إتجاهات الشارع	اصبح المبنى كعلامة مميزة فى القاهرة الجديدة وتم محاولة تطبيقه فى أكثر من فرع للبنك مع دمج الحوائط الداخلية البيولوجية داخل المبنى

٩ -الإعتبارات التصميمية لضمان نجاح تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء يجب الأخذ بالإعتبارات الأتية:

١ - الإعتبارات المناخية والبيئية فى تصميم الواجهات الخضراء

- إختيار نوع النباتات المناسب لطبيعة الموقع مناخيا مع مراعاة أنه فى حالة البيئة الساحلية فإن طبيعة المناخ تعمل على زيادة أملاح التربة مما يعمل على زيادة حموضة التربة*

- مراعاه أختيار نوع النباتات حيث أن هناك نباتات تنتج كمية كبيرة من بخار الماء عن طريق عملية النتح، مما يعمل على زيادة نسبة الرطوبة النسبية*.

- أختيار نوع النباتات الملائمة لطبيعة الرياح فى الموقع حتى لا تضر بالحمل الإنشائى بالمبنى**.

- إختيار النباتات وكثافة اوراقها وطبيعتها سواء كانت متساقطة الأوراق او دائمة الخضرة وفقا لتوجيه الواجهة المنفذ عليها هذا النظام مع مراعاه تخلل الهواء الرطب اثناء الفترات الحارة ومنع الرياح المحملة بالاتربة من العبور، مع مراعاة منع دخول اشعة الشمس المباشرة فى فصل الصيف**.

- إختيار نوع النباتات وفقا لمدى توافر المياه فى الموقع مع تحديد طريقة الرى والصرف، حيث يعتبر نوع النباتات من أهم عوامل نجاح أنظمة الواجهات الخضراء**.

- الموازنة بين كفاءة إستخدام النباتات والحفاظ على البيئة عن طريق إختيار نوع النبات المناسب للبيئة المحيطة والمناخ الجغرافى لها مع الأخذ فى الإعتبار متطلبات إستخدام المياه وصرفها خاصة فى المناطق الجافة***.

- إستخدام مياه الأمطار (فى حالة توفرها) والمياه الرمادية المعاد تدويرها فى الرى النباتات المستخدمة فى نظمة الواجهات الخضراء تلعب دورا كبيرا فى الزيادة من كفاءة إستخدام المياه***.

٢ - الإعتبارات الإقتصادية فى تصميم الواجهات الخضراء:

عند تصميم الواجهات الخضراء فإنه هناك إحتمالات لا نهائية من تقدير الميزانية الإنشائية والتكلفة المبدأية للإنشاء لذلك:

- عند تصميم الواجهات الخضراء يجب أن تكون كل التكاليف والفوائد محسوبة على حدة لكل مشروع أو نموذج.

- مراعاة العديد من المتغيرات التى تؤثر فى رأس المال المطلوب لإنشاء وصيانة الواجهات الخضراء مثل: حالة واجهة المبنى المطلوب زراعاتها، متطلبات الصيانة، تكلفة نقل المواد، توافر المواد***.

*(Al-Chen Tay & Akio Furukawa, 2008)
** (Sir Stuart Lipton, Chairman 2003)
***(Antony Wood, PayamBahrami and Daniel Safarik 2014)

- يحتاج تصميم واجهات خضراء راس مال أعلى من تصميم الواجهات التقليدية، إلا أن هذا الفرق يعود للمالك من خلال دورة حياة المبنى الإقتصادية، لذلك يجب عمل ميزانية مستقبلية توضح للمالك كيف يستعيد فرق التكلفة عن طريق توفير الطاقة وإستهلاك المياه... إلخ خلال دورة حياة المبنى.

٣ - الإعتبارات الإجتماعية فى تصميم الواجهات الخضراء:

يجب أن يأخذ المصمم الإعتبارات الأتية عند تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء على واجهات المبانى:

- المستوى الإجتماعى والمادى والثقافى للسكان.
- تهالك بعض الواجهات وحاجاتها إلى الترميم.
- الترابط الإجتماعى بين السكان فكلما زاد سهل إقامة الواجهات الخضراء.
- الوعى والثقافة والزراعية.
- إستعداد السكان لعمل الصيانة اللازمة دوريا للواجهات المزروعة.

٤ - إعتبارات التصميم الأساسية

أ - الإعتبارات التصميمية للفكرة العامةفى تصميم الواجهات الخضراء*

- مراعاة نسبة ما سوف يتم تغطيته من الواجهة بالنباتات وذلك لإختيار نوع النظام الإنشائى المناسب*.
- فى حالة أن فكرة التصميم كانت إستخدام نباتات ذلت نمو رأسى فقط لضمان عدم التغطية الكاملة للواجهة فإنه يجب عمل صيانة دورية للأجزاء الغير مغطاه لضمان سلامتها*.
- فى حالة إختيار نوع النظام الإنشائى المناسب لتحقيق الفكرة العامة من التصميم فيجب تحديد أنظمة الرى المناسبة وعلاقتها بالتصميم والمبنى مع مراعاة فى حالة إختيار الأنظمة الإنشائية ثلاثية الأبعاد أن يكون الرى من الأعلى*.
- الأخذ فى الإعتبار سياق الموقع المحيط بالمبنى المزروع واجهته حيث من الممكن أن يعزز المبنى من قيمة الموقع المحيط به ويضيف له جو نظيف**.

ب - الإعتبارات المعمارية فى تصميم الواجهات الخضراء*.

- فى حالة إختيار نظام النباتات المتسلقة مباشرة على الواجهة يجب تحديد أماكن نمو النباتات حتى لا تقوم بالنمو فى الشقوق والفتحات أما فى حالة إختيار نظام النباتات المعلقة بأنظمة إنشائية مثبتة على الواجهة إختيار اماكن تركيب النظام الإنشائى وعلاقتها بواجهة المبنى مع مراعاة ألا تقوم النباتات بتغطية أى نوافذ أو أسطح زجاجية فى كلا النظامين*.

جـ - الإعتبارات الإنشائية فى تصميم الواجهات الخضراء*

- حساب الأحمال الإنشائية مع الأخذ فى الإعتبار الطبيعة المناخية للموقع من سقوط أمطار وثلوج ورياح عند التصميم وموافقة المهندس الإنشائى على التصميم. ويوجد نوعان من الحمل يجب مراعتهما; الحمل الميت (التربة المستخدمة، مياه الرى، النباتات) والحمل الحى (الرياح والأمطار).

(DunnettN., Kingsbury N., 2008)

- حساب الأحمال الإنشائية مع الأخذ فى الإعتبار*:

* وزن النبات عند النضج التام
* تشبع التربة وطبقات الصرف المستخدمة بالمياه
* الحد الأقصى لنظام الواجهات الخضراء فى حالة تواجد كل مكوناته.

- مراعاة حساب طول الواجهة المنفذ عليها أنظمة الواجهات الخضراء عند حساب الحمل الإنشائى مع مراعاة تعرض الواجهة للرياح***.
- عدم تنفيذ أنظمة الواجهات الخضراء على درابزين المبانة المقامة مسبقا أو المبانى ذات الشقوق قبل التأكد من إمكانية المبنى لتحمل الحمل الإنشائى لنظام الواجهات الخضراء ومعالجة الشقوق وصيانتها دوريا***.
- فى حالة إستخدام الأنظمة الإنشائية ثلاثية الأبعاد يجب الأخذ فى الإعتبار حمل الإطار المعدنى المثبت على المبنى فى حساب الأحمال الإنشائية للمبنى***.
- إختيار نوع التربة أمر بالغ الأهمية حيث أنها تعتبر أحد العوامل التى يجب مراعاتها وهى: الحمولة الناتجة عن الواجهات الخضراء والظروف المناخية للموقع، وأعمال الصرف والأنواع النباتية***.
- إختيار نوع العزل الملائم من أهم الإعتبارات حيث يعمل على نجاح الواجهات الخضراء وإطالة عمر واجهة المبنى***.
- دمج شبكات الصرف الخاص بالواجهات الخضراء ضمن صرف البناء ووضع إستراتيجية لإدارة المياه فى الواجهات الخضراء مع مراعاة العوامل المناخية كما تحتاج الشبكات أن تكون ممتدة لتشمل واجهة المبنى بأكملها، مع إمكانية إستخدام المياه الرمادية فى رى النباتات***.

* دينا سعيد خاطر، ٢٠١٤

**(Antony Wood, PayamBahrami and Daniel Safarik 2014

***(Sidonie Carpenter, 2014)

١٠ - أسس وضوابط تصميم الواجهات الخضراء

وفقا لما تم ذكره من الإعتبارات التى يجب أخذها فى الإعتبار وبتحليل الأمثلة العالمية والمحلية فإن جدول رقم (٣) يوضح منهجية تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء فى جمهورية مصر العربية التى تم التوصل إليها من الدراسة التحليلية لأنظمة الواجهاتت الخضراء وتحليل الأمثلة العالمية والمحلية.

جدول رقم ٣ - منهجية تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء (المصدر: الباحثين ،٢٠١٨)

الأسس والضوابط	المنهجية المتبعة لتطبيق الأسس والضوابط
التوجيه عند التطبيق	يجب مراعاة ظروف كل إقليم مناخي والتأثير الحرارى له وأفضل توجيه لتطبيق أنظمة الواجهات الخضراء على المبنى فى حالة الإقليم الحار هو التطبيق على الواجهة الغربية والواجهة الجنوبية الغربية.
نوع النظام الإنشائى	يتوقف إختيار نوع النظام الإنشائى على حالة المبنى: - فى حالة التطبيق على مبنى قائم: يجب إختيار نظام النباتات التى تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف نظام هوائى مع مراعاة العزل الجيد للواجهة. - فى حالة التطبيق على مبنى فى مرحلة التصميم: يمكن تطبيق كلا من النظامين نباتات تنمو مباشرة على الواجهة أو نباتات تنمو على نظام إنشائى مثبت على الواجهة مع وجود تجويف نظام هوائى.
نوع النباتات	يتوقف إختيار النباتات على: ١- الطبيعة المناخية (فى حالةالإقليم المناخى لجمهورية مصر العربية يفضل إستخدام نباتات المدادات واللبلاب ذات ومتوسط مؤشر مساحة الورقة LAI= ٠,٠٠٢:٠,٠٠٦٥ ٢- نوع النظام الإنشائى (سواء كان النباتات جذورها تنمو مباشرة على الواجهة أو تنمو فى حاويات تحتوى على وسط مادى). ٣- يجب ألا تقل دورة حياة النبات المستخدم عن ٣٠ عاما مع إمكانية تجديد المناظر الطبيعية والتعديل.
أنظمة العزل	يتوقف إختيار أنظمة العزل على حالة المبنى: - فى حالة التطبيق على مبنى قائم: يجب إختيار النظم المتكاملة فى العزل لضمان عدم إمتداد جذور النباتات داخل حوائط المبنى والفتحات الموجودة. - فى حالة التطبيق على مبنى فى مرحلة التصميم: يوجد حرية الإختيار لنظام العزل المستخدم وفقا لطبيعة تصميم المبنى والفكرة التصميمية.
الحمل الإنشائى	- فى حالة التطبيق على مبنى قائم: يجب حساب أحمال النباتات فى نظام النباتات المتسلقة مباشرة على الواجهة أو النظام المعدنى المثبت مضاف إليه النباتات فى نظام النباتات المعلقة بأنظمة إنشائية مثبتة على الواجهة لضمان مدى تحمل المبنى. - فى حالة التطبيق على مبنى فى مرحلة التصميم: يجب حساب الأحمال الحية والميتة عند حساب أحمال المبنى لضمان سلامة المبنى.
مساحة تغطية الواجهة	- فى حال كانت الفكرة التصميمية لأنظمة الواجهات الخضراء تشمل ١٠٠% من واجهة المبنى فإنه ينصح بإستخدام انظمة الكابلات. - فى حالة كانت الفكرة التصميمية لأنظمة الواجهات الخضراء تشمل ٦٠:٤٠% من واجهة المبنى فإنه ينصح بإستخدام الوحدات المديولية مع إمكانية إستخدام أنظمة الكابلات والأسلاك.
نظام الرى	فى حالة التطبيق على مبنى قائم أو مبنى فى مرحلة التصميم: يجب دمج شبكات الصرف الخاص بالواجهات الخضراء ضمن صرف البناء مع وضع إستراتيجية لإدارة المياه ومراعاة تصميم إستخدام المياه الرمادية فى التصميم.
الصيانة	- صيانة مرتين سنويا لضمان سلامة العزل - صيانة أربعة مرات سنويا للنباتات مع التقليم لضمان عدم إختراقها لواجهات المبنى والفتحات لضمان الحفاظ على الإضاءة الطبيعية وأيضا لتزويد التربة بالمغذيات اللازمة للنباتات. - صيانة مرة سنويا للنظام الإنشائى لضمان سلامته. - محاولة عمل تعاقد مع السكان لمدة خمس سنوات بعد تسليم المنشأ خاص بصيانة الواجهات المزروعة، ويتم من خلالها توعية السكان وإكتمال نمو النباتات وبدأها فى تأدية الغرض الوظيفى منها.

١١ - النتائج والتوصيات

أولاً - النتائج لقد توصل البحث إلي:

- أنه وفقا للتحليلات السابقة لأنظمة الواجهات الخضراء بشكل وتفصيلى وجد ان لها تأثير فعال على المبنى والبيئة الطبيعية والمجتمع حيث يمكنها أن تكون أحد الحلول التى يمكن إستخدامها لزيادة كفاءة الطاقة فى المبانى وأيضا كأحد الحلول التعويضية لأضرار نقص المسطحات الخضراء.

- نجد أنه بالإضافة إلى الدور الوظيفى للواجهات الخضراء فإن لها أيضاً فائدة جمالية، حيث تقوم بحل العيوب التصميمية للواجهات وتعمل على تعزيز القيمة الجمالية وأيضا لها فائدة بيئية حيث تعمل على زيادة جودة الهواء الداخلى والخارجى والتقليل من إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون.

- إختيار نوع النباتات المناسب لطبيعة الموقع مناخياً و بيئياً واقتصادياً يساعد علي الإستفادة الأكبر من الواجهات الخضراء المستخدمة.

ثانياً - التوصيات: فى ضوء ماتم ذكره عن أنظمة الواجهات الخضراء ومحاولة تطبيقها فإن المعمارين والمصممين يجب أن يأخذوا فى إعتباراتاهم العديد من التوصيات للوصول إلى أفضل خفض فى إستهلاك الطاقة، وتتلخص التوصيات فيما يلى:

- مراعاة التسرب الحرارى الناتج من النوافذ ومعالجته بالإضافة إلى تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء وذلك لضمان تحقيق أعلى كفاءة فى تقليل إستهلاك الطاقة.

- نوع النظام الإنشائى المستخدم فى تطبيق أنظمة الواجهات الخضراء والمادة المصنعة له وفقا لحالة المبنى.

- نتيجة للإمكانيات والمميزات التى سبق ذكرها يراعى محاولة تطبيق أنظمة التخضير الرأسى فى المستقبل خاصة فى حالة المناطق العمرانية المزدحمة التى تفتقر إلى مسطحات خضراء.

- مراعاة الإختيار الجيد لنوع النباتات المستخدمة وطرق العزل وأنظمة الرى والصيانة وفقا لنوع النظام الإنشائى المستخدم وحالة المبنى.

STUDYING GREEN FACADES AND ITS IMPACT ON ENERGY CONSUMPTION EFFICIENCY IN BUILDINGS

Dr.NashwaYoussifAbdellhafiz[1] Eng. MarwaHisham Salem[2]

ABSTRACT

This research discuss green façade system as a tool to reduce energy consumption for buildings, also, studying its structure systems, in order to achieve a check list of design principals and basics. Them concluding results and recommendations that aims to the role of green facades systems in achieving highest energy consumption efficiency.

Keywords: Green facades - energy consumption efficiency.

١٢- المراجع

١ - لجنة مبيدات الآفات الزراعية، التوصيات المعتمدة لمكافحة الآفات الزراعية، وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضي، ٢٠١١/٢٠١٢,

٢ - دينا عيد سعيد خاطر، "الأسطح الخضراء في الإسكان - دراسة لزراعة أسطح المباني القائمة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية"، رسالة ماجيستير، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، ٢٠١٤.

3- al-chen,tay and akio,furukawa, 2008,plants species biology, vol.23, issue.

4- antony wood, payambahrami and Daniel safarik, green walls in high-rise buildings, an output of the CTBUH sustainability working group, 2004.

5-dunnettnp,kingsbury n., planting green roofs and living walls.portland,2004.

6- gonchar, j. vertical and verdant, living wall systems sprout on two buildings, in paris and vancouver, architectural record, mcgraw-hill construction,2009.

7- green roofs for hilthy cities, introduction to green walls technology, benefits and design, 2008.

8- gro-wall, vertical garden system manufacturer, 2013.

9- hermy, m., green facades as a tool for the urbanized 21 century, landscape and urban planning 77, 2005.

10- Johnston, j., newton, j., bulding green "a guide to using plants on roofs, walls and pavement " greater London authority. London, 2004.

11- Katrina burritt, survery of sustainable plants for cal polys green wall, horticulture and crop science department,Californiapolytechine state university san luis Obispo, 2013.

12- kohler, m., "green façade – a viewback and some visions", urban ecosystems 11.4,2008.

13- ottele m., Perini k., fraajj, a. has e. raiteri, r., comparative life cycle analysis for green facades and living wall systems energybuild, 2011.

14- sidonie carpenter, growing green guide, a duide to green roofs, walls and facades, 2004.

15- sirstuartlipton, chairman, cape space, the value of public space, 2003.

16- yeh, y.p, green wall-the creative solution in response to the urban heat island effect national chung-housing university,2012.

17- asmaa Mahmoud aboserieshaarawy, "bioclimatic skyscrapers, a direction of modern architecture with the beginning of the twenty-first century, m.sc thesis, architecture department, cairo university, 2008.

18- samc.m.hui, benefits and potentialof vertical greening systems, department of mechanical engineering, theuniversity of hongkong, 2011.

19- www.decorcable.com,1/ 2016.

20- www.dizayngroup.com,1/ 2016.

21- www.inhabitat.com,3/ 2017.

22- www.jardinage-eg.com,2/ 2016.

23- www.legacy.skyscrapercenter.com,3/2016.

24- www.livingblocksegypt.com,1/ 2011.

25- www.meteoblue.com,4/ 2016.

26- www. sefaira.com,10/ 2016.

27- www.yourhome.gov.au,11/ 2016.

1-Acting Head of Architectural Department October High Institute for Engineering and Tecnology

2- T.A. at Architectural Department, Canadian International College (CIC), Land #6,Central Services Area, South of Police Academy, Fifth Settlement, New Cairo, Egypt. Marwa_salem@cic-cairo.com