تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة

طالبة الدراسات العليا: بيرتا أديب بركات

كلية العمارة – جامعة البعث

إشراف الدكتور: عماد مسوح

الملخص

هناك مشكلة عالمية في انتاج الغذاء بالإضافة إلى تزايد عدد السكان والسعي لتلبية احتياجات الناس، هذا بدوره يمكن أن يسبب ضغطاً على النظام البيئي الطبيعي.

لا يمكن للسكان الاستمرار إلى اللانهاية في عالم محدود حيث أن مساحة الأراضي الصالحة للزراعة محدودة وحتى إذا تم استخدام جميع الأراضي المتاحة على الأرض لزيادة انتاج الغذاء فقد يؤدي ذلك إلى حدوث مشكلات أخرى كزيادة استخدام المياه العذبة المحدودة وزيادة تعرية التربة. لهذا يجب العمل على إيجاد حلول معمارية مستدامة تساعد في توازن النظام البيئي وتلبي احتياجات السكان في المستقبل.

ABSTRACT

There is global problem in the food production in addition to growing population and the quest to meet people needs, This, in turn can cause pressure on the natural ecosystem.

The population cannot continue to infinity in a limited world, whereas the area of arable land is limited, and even if all the available lands on Earth are used to increase food production, this may lead to other problems, such as increased usage of limited fresh water and increased soil erosion.

Therefore, we must work on finding sustainable architectural solutions that help balance the ecosystem and meet the needs of the population in the future.

مقدمة:

تصميم المزارع الرأسية يقوم على نظرية التكامل في التصميم والصناعة الزراعية والصحة العامة والمبادئ البيئية في الهندسة المعمارية وهذا بدوره يواجه تحديات كبيرة نتيجة للتغيرات المناخية الواضحة وكذلك لأنماط الحياة الجديدة وبالتالي فإن الاستدامة أصبح أمر الزامي لعقود لاحقة حيث أصبحت الاستدامة أولوية مهمة في الهندسة المعمارية للكثير من المنظمات والحكومات ووجود الحياة النباتية الحضرية يؤثر بشكل إيجابي على وظائف المبنى البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

أهمية البحث:

إدخال مفاهيم جديدة مستدامة على الدراسات المعمارية من خلال التعريف على نمط جديد من المباني الإنتاجية المستدامة التي تؤمن بيئة آمنة وتلبي احتياجات المستخدمين.

منهجية البحث:

دراسة نظرية:

وتشمل الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة التي لها علاقة بمجال البحث وتحليل المفاهيم والأدبيات الخاصة بتعريف المزارع الرأسية واستدامة المزارع الرأسية

دراسة تحليلية:

من خلال تحليل التكوين الداخلي والخارجي لأبنية المزارع الرأسية وتوظيف المعالجات المستدامة لرفع كفاءة المبنى

1-المزارع الرأسية

1-1- تعريف المزرعة الرأسية:

ظهرت العديد من الأبحاث والحلول المستدامة كالمزارع الرأسية (الزراعة الحضرية) Agritecture [1] كما في المخطط (1-1) التي هي فن وعلم دمج الزراعة في البيئة المبنية والتي تدور حول تحقيق التكامل داخل المبنى (الزراعة الرأسية الداخلية) لزيادة كثافة النمو للحد الأقصى أو خارجه (جدران المبنى أو مزارع الأسطح).

مخطط (1-1) مصطلح الزراعة الرأسية: المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع https:/www.agritecture.com/agritecture-definition

هي احدى طرق التحدي للزراعة الحالية على نطاق صناعي من خلال جلب انتاج الغذاء إلى البيئات المعمارية والمحلية مع ضمان تطبيق التفكير المعماري.

فهي ممارسة لإنتاج الغذاء والدواء في طبقات مكدسة رأسيا أو أسطح مائلة رأسيا أو مدمجة في هياكل أخرى (ناطحات سحاب، مستودع، حاوية شحن) حيث يمكن التحكم في جميع العوامل البيئية وهذه المنشآت تستخدم التحكم الصناعي والأفكار الحديثة للزراعة الرأسية وتقنيات الزراعة الداخلية وتكنولوجيا الزراعة التي يتم التحكم فيها (بالضوء وبالرطوبة، درجة الحرارة، الغازات والتسميد) [2]

[1] https:/www.agritecture.com/agritecture-definition

[2] Shamshiri R.R., Kalantari F., Ting K.C., Thorp K.R., Hameed I.A., Weltzien C., Ahmad D., Shad Z.M., Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture ,2018, p1

– مصطلح الزراعة الرأسية صاغه جيلبرت ايليس بيلي عام 1915 في كتابه الزراعة العمودية vertical farming [3]

1-2-الهيكل العام للمزرعة الرأسية:

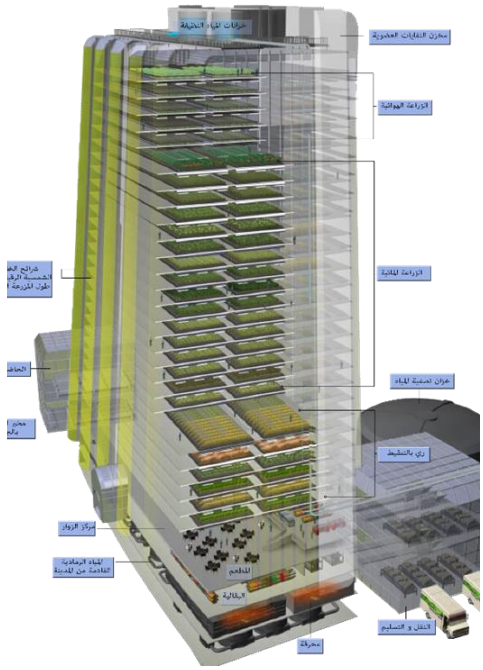
بسبب الموقع وأنواع المحاصيل والعوامل البيئية، تختلف المزارع العمودية في التصميم. يوضح الشكل الهيكل العام للزراعة العمودية. هناك 7 أقسام رئيسية في مزرعة رأسية قياسية، والتي تشمل الطوابق البيئية، وخزانات المياه والمغذيات، وطوابق الإنبات والتنظيف، وتجهيز الأغذية مع طاقم عمل وغرفة تحكم، ومنطقة توصيل، وطوابق لإدارة النفايات ومزرعة سمكية كما في الشكل (1-1).

على سبيل المثال، من أجل إمداد 15000 شخص بالطعام، يتطلب تصميم المبنى الخصائص التالية: يجب أن يكون المبنى مؤلف من 37 طابقًا، 25 منها مخصصة فقط لزراعة المحاصيل و3 منها لتربية الأحياء المائية. بالإضافة إلى طوابق إنتاج الطعام، هناك 3 طوابق موزعة بشكل موحد للتحكم البيئي وطابقين لإدارة النفايات. علاوة على ذلك، يوجد طابق واحد لتنظيف صواني النمو والبذر والإنبات. تم تخصيص طابق إضافي لتعبئة المواد الغذائية، بما في ذلك تجهيز المحاصيل والأسماك. ويوجد طابق آخر مخصص لبيع المنتجات الطازجة وتوصيل الطعام في الطابق السفلي للمساعدة في نقل المنتجات إلى الطوابق المعنية

تم تركيب مصعد واسع في منتصف المبنى، وهو كبير بما يكفي لرافعة شوكية. يتطلب نظام الزراعة الرأسية القياسي هذا 217000 لتر من المياه يوميًا، يتم امتصاص 14000 لتر منها. يتم تجميع المياه التي لا تمتصها الخضروات وتدويرها مرة أخرى في نظام إعادة تدوير المياه. تتم معالجة المياه ورشها مرة أخرى قبل إغلاق الحلقة، مما

[3] Ellis Bailey, Gilbert, Vertical Farming. California : University of California 1915

يسمح باستخدام الماء بأقصى تأثير. يسمح هذا الهيكل للمزرعة العمودية بإنتاج منتج فريد، لأنه يتم توفيرها للعملاء عند حصادها بدون تكلفة نقل أو تخزين تقريبًا.



الشكل (1-1) التصميم العام للمزرعة الرأسية
المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Despommier, Dickson, The Rise of Vertical Farms, P38

1-3-العمليات والمكونات في المزرعة الرأسية:

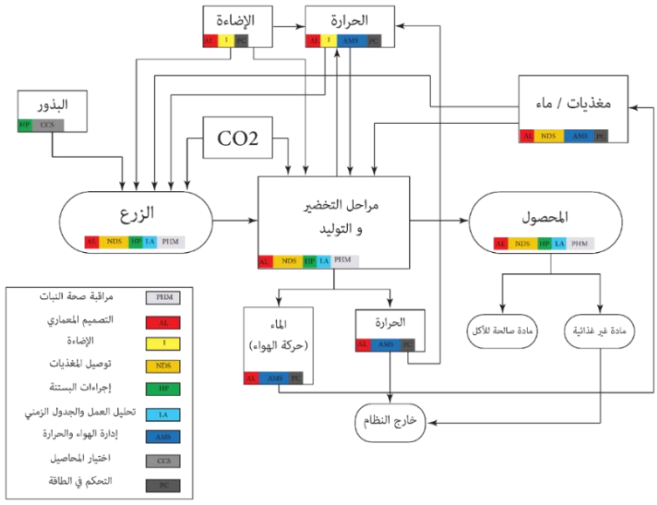
تتكون المزرعة العمودية من ثلاث عمليات رئيسية كما في المخطط (1-1):

هي الزرع والنمو والحصاد وتتم بمجموعة متنوعة من التقنيات التي تضمن البيئة الاصطناعية لنمو النباتات. يتكون الهيكل الأساسي للمزرعة العمودية من المكونات والوحدات التالية:

• توريد المغذيات • ادارة المياه • الإضاءة • التكييف • امدادات الطاقة • مكافحة الآفات

• الأتمتة ، اعتمادًا على نوع المزرعة العمودية، يمكن إضافة مكونات أخرى.[4]

[4] Borgwardt H, Endress J, Conception of a Vertical Farm for the Maun Science Park in Botswana, HTWG Konstanz,21February2022, P5



مخطط (1-2) العمليات التي تتم داخل المزرعة الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Borgwardt H, Endress J, 2022, P5

2-جودة البيئة المستدامة في المزارع الرأسية:

2-1-جودة البيئة المستدامة الداخلية في المزارع الرأسية:

2-1-1-الصوتيات:

تساهم الوسائط المتنامية في أنظمة الجدران الحية في تقليل مستويات الصوت والضوضاء التي تنتقل عبر نظام الجدار وتنعكس منه. ويتم العزل الصوتي بتقليل مستويات الضوضاء داخل المباني. ويعد العزل الصوتي أحد أهم مزايا طبقة Double-Skin واجهات. [5]

[5] Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, Juny 2013,P11

مثال: طوكيو، اليابان Pasona Urban Farm حيث أنشئت الشركة الأميركية كونو ديزاينز المزرعة الرأسية في عام 2010 في مبنى مكاتب مكون من 9 طوابق في طوكيو. المبنى ذو واجهة خضراء مزدوجة كما في الشكل (1-2) حيث تزرع الزهور وأشجار البرتقال على شرفات صغيرة من الخارج وكتلة المكتب مغطاة بأوراق الأشجار الخضراء وتعتمد على المناخ الخارجي الطبيعي وتخلق هذه النباتات جدار أخضر حي وهوية للجمهور.

الشكل (1-2) الواجهة الخضراء في مزرعة باسونا

المصدر: الموقع: https://architizer.com/projects/pasona-hp-tokyo/

2-1-2-الراحة البصرية:

تتم الحماية من أشعة الشمس عن طريق مساحة التجويف التي تسمح بوضع أجهزة التظليل الشمسي وتحسن التظليل، ونتيجة لذلك، يقلل من الأحمال المباشرة للرأس.[6]

مثال: Edenworks، بروكلين ، نيويورك هي مزرعة مائية رأسية هادفة للربح تقع في بروكلين ، نيويورك حيث تم تصميم المنشأة باستخدام مكونات Passive House ، مما يؤدي إلى تحسين التعرض لأشعة الشمس على الواجهة الجنوبية، بينما يتم عزلها بشكل كبير على الجانب الشمالي. يسمح الوجه الجنوبي للمنشأة للنباتات بامتصاص الإشعاع

[6] Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, Juny 2013,P9

النشط ضوئيًا (الضوء الأحمر والأزرق) اللازم لنموها. Edenworks تشتمل على زجاج كبير كما في الشكل (1-3) ، فإن المزرعة العمودية الموجودة على السطح لا تتطلب ضوء كهربائيًا خلال فصل الصيف ، وتعمل بشكل حصري تقريبًا عن طريق ضوء الشمس الطبيعي.

الشكل (1-3) الإضاءة الطبيعية في مزرعة Edenworks

المصدر: الموقع: https://techcrunch.com/

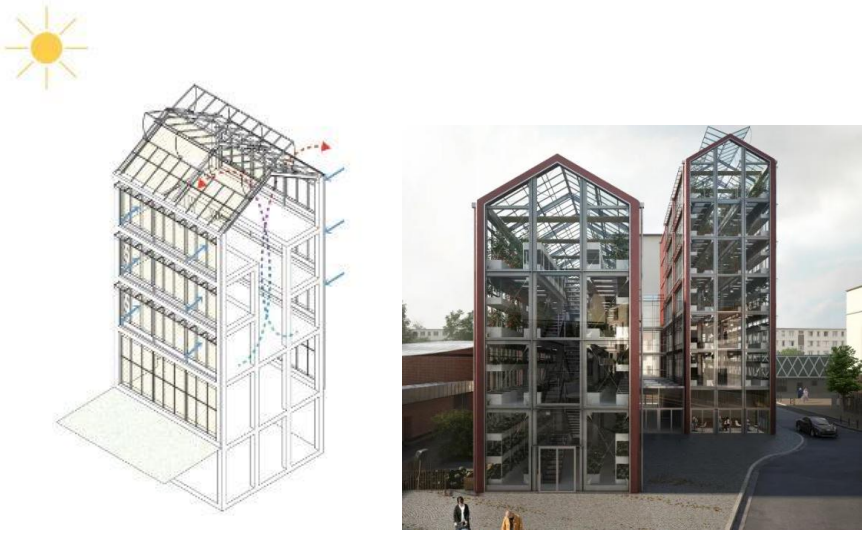
2-1-3- الارتباط مع الخارج:

المزارع الرأسية هي نهج لإنشاء مثل هذه المساحات الخضراء من خلال تحسين النظم الطبيعية على نطاق البناء بشكل عام له تأثير على البيئة ويكملها، ويخلق مساحات عامة جذابة وتفاعلية، وبالتالي، يعكس أحد المبادئ الأساسية لاستراتيجية التنمية المستدامة.[7]

مثال: Ilimelgo's vertical farm، مساحة الأرض 2000 m2 ، السنة 2016

[7] Maltseva I, Kaganovich N, Mindiyrova T, Vertical Farms in the Context of Sustainable Development,2018,P2

اليملغو: هي شركة معمارية مقرها باريس وقد فازت بمسابقة (OPHهيئة الإسكان العامة) التي أقامتها في رومانفيل، فرنسا في تصميم مزرعة رأسية. تم التقديم من قبل المهندسين المعماريين secousses، scoping، etamine، ciel terr'eau ، land'act يهدف التصميم إلى زيادة تعرض المحاصيل لأشعة الشمس الطبيعية. وتتيح الفتحة التي تم إنشاؤها في كلا جزأين المبنى للضوء أن يعزز التبادل الحراري كما يساعد هذا الفراغ أيضا على تدوير المواد بسهولة. يمثل المشروع فرصة لتزويد السكان بالطعام الطازج وتحسين جودة التغذية محلياً. وإلى إعادة ربط المدينة والريف والسماء والأرض كما في الشكل (1-4).



الشكل (1-4) علاقة مزرعة الميلغو مع الخارج

المصدر: الموقع:https://ilimelgo.com/en/projets/cultivar/cite-maraichere

2-1-4-الراحة الحرارية:

تعمل الواجهة الخارجية كحاجز بين الرياح والهواء البارد التي تدخل التجويف. هذا يقلل من تأثير التبريد للرياح في الشتاء. وتوفر الواجهات عزلًا حراريًا أفضل من الواجهات

التقليدية. كما يحسن قدرة العزل الحراري من خلال الخارج تنظيم درجة الحرارة. هذا يمكن أن يؤثر على كل من التبريد والتدفئة. [8]

مثال: Sky Vegetablesبرونكس، نيويورك

مزرعة Sky Vegetables كما في الشكل (1-5) هي منشأة للزراعة المائية تبلغ مساحتها 8000 قدم مربع في برونكس متصلة بمبنى سكني، المبنى حاصل على LEED Platinum، يتم فتح فتحات التهوية المختلفة في أوقات محددة لتنظيم درجة الحرارة، ويتم استخدام قماش الظل للتدفئة والتحكم في الطاقة.

الشكل (1-5) مزرعة Sky Vegetablesبرونكس، نيويورك

المصدر: الموقع:https://www.igrowpreowned.com/

2-2-جودة البيئة المستدامة الخارجية في المزرعة الرأسية

2-2-1-التكييف مع المناخ الخارجي

الحماية من كوارث الطقس حيث تقلل المزارع الرأسية من التعرض المحتمل للكوارث الطبيعية مثل الفيضانات والجفاف والأعاصير وما إلى ذلك. وانخفاض تأثير الجزر الحرارية الحضرية التي تحدث نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في المناطق الحضرية بسبب

[8] Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, Juny 2013,p10

استبدال الغطاء النباتي الطبيعي بمواد غير عضوية. ينتج عن هذا تحويل ضوء الشمس إلى حرارة. فالغطاء النباتي يبرد المباني والمناطق المحيطة بها من خلال عمليات التظليل وتقليل الحرارة المنعكسة والتبخر.[1]

2-2-2-الحفاظ على الطاقة:

• توفير الطاقة نتيجة فوائد الجدران الخارجية في العزل والحماية من الشمس

• استدامة المياه عن طريق إعادة تدوير المياه السوداء والرمادية عن طريق التبخر النتحي للنباتات.

• تحسين كفاءة الطاقة حيث يحسن قدرة العزل للوسط الخارجي وهذا يساهم في تنظيم الطاقة وهو يؤثر بدوره على كل من التبريد والتدفئة.

• الحفاظ على الموارد الطبيعية: المزارع الرأسية تعني ضغط أقل على البيئة وحماية الغابات.

• تقليل استهلاك الوقود عن طريق تجنب الانتقال من المزارع الحقلية إلى المدينة فيتم تقليل استهلاك الوقود.[9]

2-2-3-التقليل من استخدام الموارد الجديدة:

عن طريق إنتاج الطاقة حيث يمكن أن تنتج المزارع الرأسية الطاقة من الغاز الحيوي باستخدام النفايات العضوية وضع الألواح الشمسية وتوربينات الرياح في المبنى يسمح في أن تكون المزارع مستقلة بحيوية.[1]

[9] Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, Juny 2013,p9

3-القسم التحليلي

3-1-جودة البيئة المستدامة الداخلية:

1)-إدارة المياه:

1-التحكم الكمي والنوعي في المياه:

وضع خطط لإدارة مياه الأمطار والسيول وإعادة استخدام هذه المياه وذلك من خلال:

أ- التحكم الكمي: يهدف إلى توجيه المياه إلى الأماكن المراد استخدامها فيها

ب- التحكم النوعي: يهدف لتقليل تلوث المياه الطبيعية المتدفقة من الأمطار والسيول من خلال التحكم في سرعة جريان الماء ووضع خطط لرفع امكانية تجميع المياه.

2-تخفيض استهلاك المياه:

يهدف إلى تخفيض استهلاك المياه من خلال زيادة كفاءة استخدام المياه داخل المبنى، لتقليل العبء على إمدادات المياه والصرف الصحي المحلى، وذلك بتوظيف عدة استراتيجيات كالتالي:

- استخدام أجهزة وتركيبات صحية ذات أداء عالي، وأكثر ترشداً لاستهلاك المياه.
- عدم استخدام المياه الصالحة للشرب في الري.
- إعادة تدوير مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار، واستخدامها في الريّ، مع تحسين كفاءة الريّ.
- إعادة تدوير مياه المطر والمياه الملوثة، واستخدامها كمياه لصناديق الطرد في الحمامات.

3-كفاءة استخدام مياه الري:

يهدف للحد من استخدام المياه الصالحة للشرب سواء كانت سطحية أو جوفيه أو أيا كان مصدرها في ري المسطحات الخضراء.

4-الإبداع التكنلوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي:

يهدف لزيادة كفاءة استخدام المياه الصالحة للشرب وذلك بوضع استراتيجيات تعمل على استخدام مياه الأمطار والمياه المعالجة في المباول وصناديق الطرد وري المسطحات الخضراء عن طريق الفصل بين المياه الملوثة (المياه الرمادية) عن مياه الصرف الصحي (المياه السوداء) وإعادة تدويرها واستخدامها مرة أخرى

2)-إدارة النفايات:

1-تجميع المواد القابلة للتدوير:

يهدف للحد من النفايات التي يولدها شاغلي المبنى والتخلص منها في مكب النفايات المخصص لها وذلك بتوفير منطقة يسهل الوصول لها وتكون مخصصة لجمع النفايات وفصل المواد القابلة للتدوير وإعادة الاستخدام عن باقي النفايات واستبعاد النفايات الخطرة.

2-إعادة استخدام المبنى:

يهدف إلى تمديد دورة حياة المبنى بإعادة استخدام أجزاء المبنى القديم مرة أخرى

3-إدارة النفايات الإنشائية:

يهدف إلى إعادة تدوير بقايا المبنى وحطام الهدم إلى مواد قابلة للاستخدام، وذلك بفرز جميع عناصر المبنى القديم من زجاج وبلاستيك ومعادن وألواح جبسيه ...الخ وإعادة استخدامها مرة أخرى.

4-إعادة استخدام النفايات:

تشجيع الطلب على المنتجات المعاد تدويرها وبالتالي تقليل التلوث الناتج عن استخراج وإنتاج المواد الجديدة وبالإضافة إلى إعادة استخدام نواتج المبنى كمدخلات أخرى يمكن الاستفادة منها

3)-إدارة الآفات:

1-التحكم بعناصر التغذية للنبات:

من أهم العوامل لنمو النبات لأنه عن طريقها يحصل النبات على العناصر الضرورية له وبالتالي يؤثر في نجاح الزراعة ضمن المزرعة الرأسية وهذا يؤثر بدوره على صحة النبات وعدم تعرضه للأمراض وتشمل المغذيات الأملاح والمعادن وبالإضافة التحكم في درجة PH وغيرها.

2-الأتمتة (روبوتات، كاميرات، مراقبة آلية، ....)

يتم عن طريقها التحكم بالمغذيات ودرجة الحرارة والرطوبة وما إلى ذلك حتى يتم مراقبة البيانات وتشغيل العمليات بما يتناسب مع تفضيلات وراحة المستخدم.

4)-استخدام المبيدات:

1-تقليل استخدام المبيدات:

التقليل من الآثار الجانبية لاستخدام المبيدات مثل التسمم والسرطانات ... والحماية من التلوث من المبيدات وبالإضافة إلى حماية التربة والمياه

2-استخدام المكافحة الطبيعية:

استخدام التقنيات البيولوجية لمكافحة الآفات مثل الحشرات وهذا بدوره يساعد على حماية النباتات.

جودة البيئة المستدامة الداخلية		محقق	غير محقق
إدارة المياه	التحكم الكمي و النوعي في المياه		
	تخفيض استهلاك المياه		
	كفاءة استخدام مياه الري		
	الابداع التكنلوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي		
إدارة النفايات	تجيع المواد القابلة للتدوير		
	إعادة استخدام المبنى		
	إدارة النفايات الإنشائية		
	إعادة استخدام النفايات		
إدارة المزرعة	التحكم بعناصر التغذية للنبات		
	الأتمتة (روبوتات ، كاميرات ، مراقبة آلية ،....)		
استخدام المبيدات	تقليل استخدام المبيدات		
	استخدام المكافحة الطبيعية		

جدول (3-1) جودة البيئة المستدامة الداخلية / عمل الباحثة /

3-2-جودة البيئة المستدامة الخارجية:

1)-خصائص الموقع:

1-منع التلوث الناشئ من الأعمال الإنشائية:

يهدف إلى تخفيف التلوث الناتج عن الأعمال الإنشائية من خلال التحكم بتعرية التربة والترسيب المائي وتطاير الغبار.

2-اختيار الموقع:

اختيار موقع المبنى بحيث يتناسب مع التوجيه الأمثل للمزرعة ويهدف إلى التقليل من الآثار البيئية الناتجة عن البناء في أي من المواقع التي قد تنطبق عليها أحد النقاط التالية: الأراضي الزراعية والمحميات الطبيعية والمناطق ذات الطبيعة الخاصة والمميزة.

3-إعادة تطوير المباني القائمة:

يهدف إلى إعادة تطوير المناطق التي تم تطويرها مسبقا كالمواقع الصناعية المهجورة والمناطق العشوائية المتهالكة.

4-الاتصال بالمواصلات العامة:

يهدف إلى التقليل من التلوث وتخفيض التأثير السلبي الناتج عن عادم السيارات. بحيث يتم عمل مسح اجتماعي لشاغلي المبنى لتحديد احتياجات النقل المطلوبة على أن يكون موقع المبنى قريب من أماكن النقل.

5-تضمين مواقف سيارات:

يهدف إلى توفير أماكن لانتظار السيارات تكفي لسيارات مستخدمي المبنى بالإضافة إلى التشجيع على استخدام السيارات صديقة البيئة.

6-الحماية من الضجيج:

من خلال اختيار التصميم الهندسي الصحيح واختيار موقع المنشأة بحيث لا يكون هناك ضوضاء خارجية مرتفعة، ووضع مولدات الكهرباء في غرفة خاصة بعيدة عن المنشأة والمنع من المصدر فيتم تحديد مصدر الضوضاء وإصلاح العطل في حال وجوده بالإضافة إلى العزل والاحتواء عن طريق عزل الآلة التي تُصدر ضوضاء في غرفة خاصة بعيدة عن صالة العمل وأيضا استخدام المواد الماصة للضوضاء: إن تغطية الجدران بمواد ماصة للضوضاء مثل المطاط يمكن أن يخفف الضوضاء واستخدام الجدران الخضراء.

2)-المناخ:

1-تحقيق الراحة الحرارية للمبنى:

توفير الراحة الحرارية لمستخدمي المبنى وتحقيق مستوى تهوية جيد في فراغات المبنى من خلال تصميم المبنى لتعزيز الراحة والإنتاجية للمزرعة الرأسية.

2-الاستفادة من عناصر المناخ (الرياح، الشمس، ....)

الاستفادة من العوامل الخارجية في دعم التقنيات التشغيلية للمزرعة الرأسية مثل الألواح الشمسية وتوربينات الرياح بالإضافة إلى الاستفادة منها طبيعيا في دعم نمو النبات.

3-تعزيز الإضاءة الطبيعية والرؤية الخارجية:

أ-الإضاءة الطبيعية: توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية للفراغ الداخلي، بحيث يسمح تصميم المبنى على نفاذ ضوء الشمس إلى فراغات المبنى الداخلية وذلك بشكل منظم لجميع الفراغات

ب–الرؤية الخارجية: توفير اتصال لشاغلي المبنى بين الفراغ الداخلي والخارجي من خلال رؤية المناظر الخارجية.

جودة البيئة المستدامة الخارجية		محقق	غير محقق
خصائص الموقع	اختيار الموقع		
	إعادة تطوير المباني القائمة		
	الاتصال بالمواصلات العامة		
	تضمين مواقف للسيارات		
	الحماية من الضجيج		
المناخ	تحقيق الراحة الحرارية للمبنى		
	الاستفادة من عناصر المناخ (الرياح ، الشمس ، ...)		
	تعزيز الإضاءة الطبيعية و الرؤية الخارجية		

جدول (3–2) جودة البيئة المستدامة الخارجية / عمل الباحثة /

3–3–سبب اختيار الأمثلة:

تم اختيار ثلاثة أمثلة مختلفة في نوعية النشاط المضاف للزراعة ومختلف من حيث التقنيات المستخدمة والمناخ المحيط.

النموذج الأول: مركز مجتمعي مع مزارع عمودية –بارنسلي – إنجلترا

<u>الموقع:</u>

تقع بارنسلي في جنوب يوركشاير بإنجلترا حيث تتمتع المنطقة بتاريخ متميز في تعدين الفحم والصناعات ذات الصلة ولكنها تشتهر الآن بوسط المدينة المتهدم والعمالة المنخفضة.

يقع المشروع خلف مبنى TEC على الجانب الشمالي من شارع Kendray بين شارع Midland وشارع .Eldon

الشكل (3-1) موقع مزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: الموقع:

https://www.yanglingge.com/

المصمم:

يقترح Barnsley Metropolitan Borough Council مجلس بلدية بارنسلي إعادة تطوير وسط المدينة. فقدمت مجموعة IBI طلب التخطيط لإعادة تطوير مركز المدينة في مايو 2015

الشكل (3-2) منطقة إعادة التطوير في بارنسلي

المصدر: الموقع: https://www.yanglingge.com/

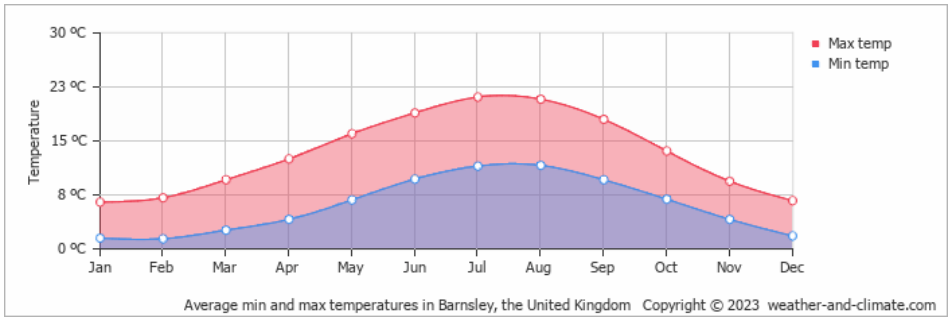
هدف المشروع:

هو تصميم مكان للرفاهية في بارنسلي، بالنظر إلى المشكلات الاجتماعية المتعلقة بمعدل البطالة وتدهور الصناعة التقليدية حيث تم اختيار المزرعة الرأسية كحل لهذا الموضوع. حيث تتضمن مزارع رأسية وورش عمل، مساحة مشتركة، سوق ويعمل المبنى كنظام مجتمعي يوفر طعاما طازجا ويعزز نمط حياة صحي.

الشكل (3-3) علاقة المشروع بالنشاطات الأخرى
المصدر: الموقع:
https://www.yanglingge.

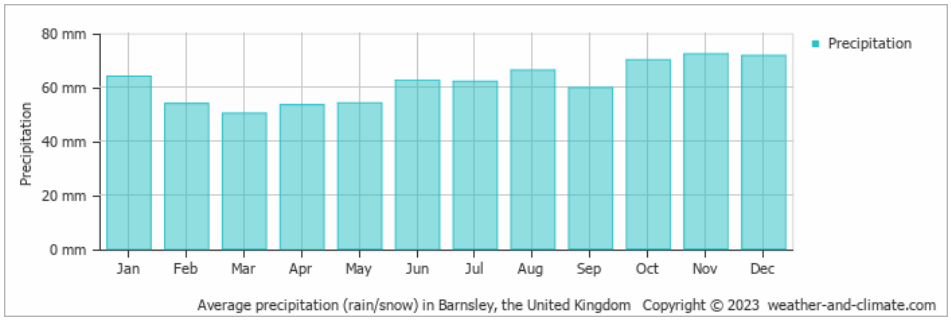
المناخ:

المناخ دافئ ومعتدل مع وجود أمطار وفيرة حتى في أكثر الشهور جفافا ويبلغ متوسط الحرارة السنوي 9.5 درجة مئوية ويبلغ هطول الأمطار حوالي 864 ملم ويبدأ الصيف في نهاية حزيران وينتهي في أيلول والشهر الأكثر جفافا هو شباط وتهطل معظم الأمطار في شهر آب ويبلغ متوسط ساعات شروق الشمس في اليوم 7.98ساعة.



الشكل (3–4) متوسط درجات الحرارة في بارنسلي

المصدر : الموقع:https://weather-and-climate.com/



الشكل (3-5) متوسط الهطولات في بارنسلي

المصدر : الموقع:https://weather-and-climate.com/

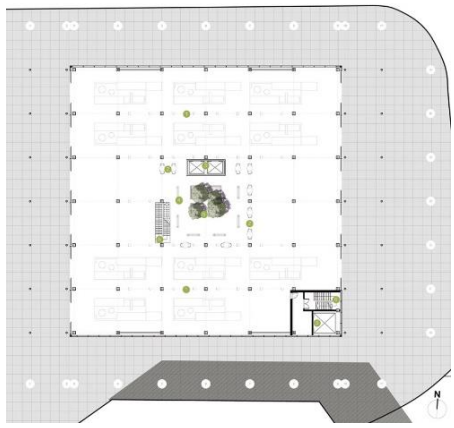
المساقط الأفقية:

الطابق الأرضي:

- المحلات التجارية في الطابق الأرضي لسهولة وصول الجمهور اليها
- انفتاح المبنى على ساحة السوق

الشكل (3-6) مسقط الطابق الأرضي مع السوق في مزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: الموقع: https://www.yanglingge.com/



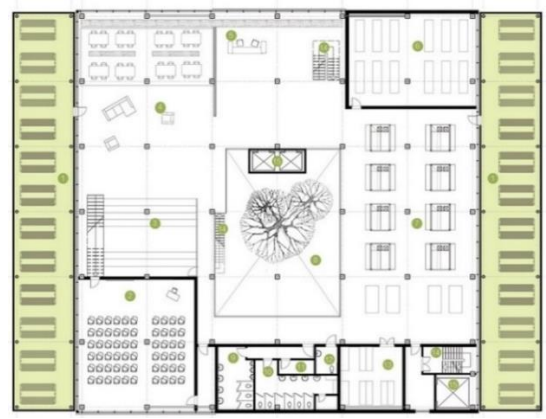
الشكل (3-7) مسقط الطابق الأرضي لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

الطابق الأول:

- غرف محاضرات تتمتع بإضاءة جيدة
- مناطق مفتوحة وفراغات تفاعلية لمستخدمي المبنى
- مزارع رأسية تستوضع على جانبي المبنى
- قاعات تدريسية لتعليم مستخدمي المبنى عن طرق الزراعة



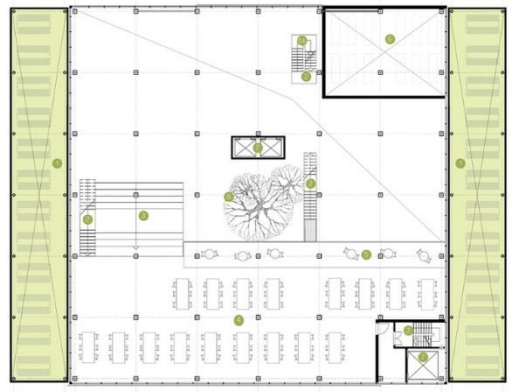
الشكل (3-8) مسقط الطابق الأول لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

الطابق الثاني:

- الغرف الخاصة بتقنيات الزراعة توجد بجوار المزارع الرأسية
- ورش العمل لمرتادين المزرعة الرأسية
- قاعات تعليمية لمرتادين المزرعة الرأسية



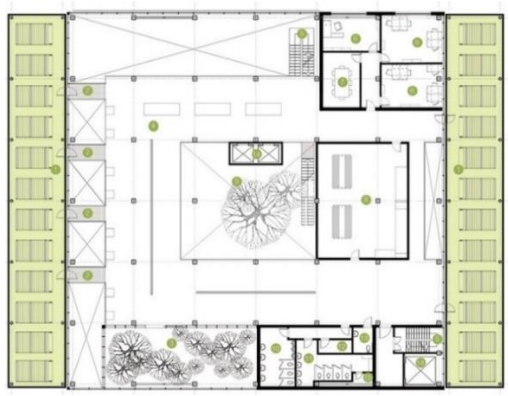
الشكل (3-9) مسقط الطابق الثاني لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

الطابق الثالث:

- مزارع رأسية خاصة بالزراعة المائية وزراعة الفطريات
- الجسر الشبكي هو الرابط الوحيد الذي يربط المزرعة الرأسية بهيكل المبنى الرئيسي
- مساحات عرض خاصة بالمنتوجات الزراعية وطرق الزراعة
- المكاتب الإدارية تتوضع في قسم خاص بها



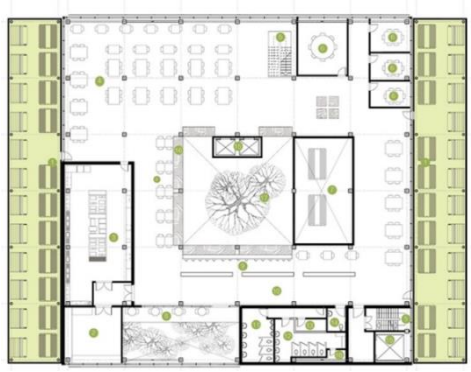
الشكل (3-10) مسقط الطابق الثالث لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

الطابق الرابع:

- يحتوي الطابق مطبخ تعليمي
- مناطق لتناول الطعام مع اطلالة داخلية طبيعية
- بئر للهواء يعد عنصر من عناصر التحكم البيئي
- مزارع خاصة بالزراعة المائية وزراعة الفطريات



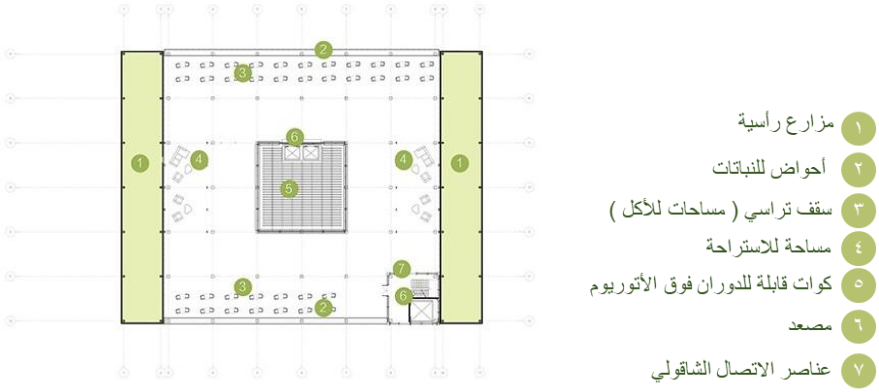
الشكل (3-11) مسقط الطابق الرابع لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

السطح:

- السطح يمثل كافيه تراسي يحتوي على مناطق للأكل والاستراحة



الشكل (3-12) مسقط السطح لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:https://www.yanglingge.com/

القبو:

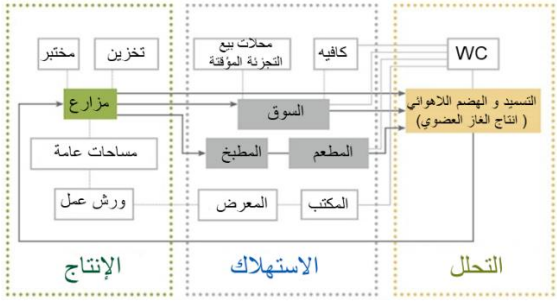
- يمكن لطاقم العمل فقط الوصول إليه
- يحتوي على خزانات مياه الأمطار المتصلة بالنوازل المطرية
- يحتوي على غرف المراجل التي تؤمن الطاقة للمبنى

الشكل (3-13) مسقط طابق القبو لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:
https://www.yanglingge.com/

البرنامج الوظيفي:

يتكون البرنامج من ثلاثة عناصر رئيسية هي الإنتاج والاستهلاك والتحلل، والتي مع بعضها تشكل سلسلة غذائية. حيث المزارع الرأسية تنتج الغذاء والسوق والمطعم يستهلكان الطعام ثم يتم بعملية الهضم اللاهوائي تدوير النفايات العضوية لإنتاج الأسمدة والغازات التي تخدم في المقابل المزارع الرأسية

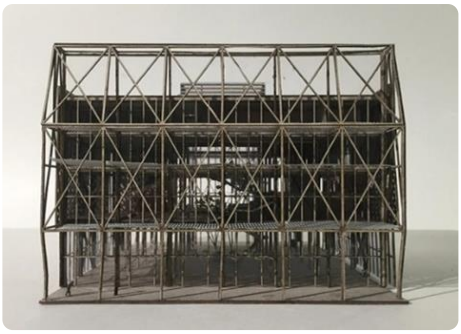


مخطط (3-2) العمليات التي تتم في مزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع: https://www.yanglingge.com/

تصميم المبنى:

كتلة المزارع الرأسية عبارة عن إطار فولاذي ملفوف بالكامل بالبولي كربونات، نظراً لأن المزارع الرأسية تقع على الجانبين الشرقي والغربي للمبنى، فإنها تشترك في نفس الواجهة المعمارية، لكن يمكن تمييز التسلسل الهرمي للنباتات الموجودة داخلها.



الشكل (3-15) الواجهة الشرقية لمزرعة بارنسلي الرأسية

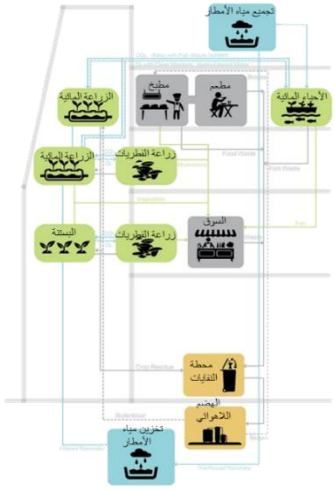
المصدر: الموقع:

https://www.yanglingge.com/

وتواجه الواجهة الغربية ساحة السوق وهي مساحة نشطة. أعطيت أولوية التصميم للواجهة الشمالية بسبب موقعها المهم في مواجهة محطة القطار ووجود مساحة مفتوحة نسبيا أمامها، ستكون الواجهة أول انطباع لبارنسلي عندما يخرج الناس من المحطة.

نظام الزراعة:

نظام الزراعة المستخدم هو الزراعة المائية التي تشمل تقنية توصيل المغذيات (NFT) المياه المستخدمة في نظام الزراعة المائية يمكن أن تكون عذبة ناتجة عن فلترة مياه الأمطار المجمعة أو المياه المعاد تدويرها من خزانات الأسماك. وباستخدام نظام مختلط مع البستنة والزراعة المائية وزراعة الفطريات والزراعة المائية النباتية الحيوانية (الأكوابونيك) فيحاول المبنى تحقيق توازن بيئي ويوضح الرسم البياني دوران المياه والهواء بين الأنظمة المختلفة



مخطط (3-16) علاقة المزرعة بالأقسام الأخرى

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

https://www.yanglingge.com/

استراتيجيات المبنى:

يهدف المخطط إلى الاستفادة من التهوية الطبيعية وكسب الطاقة الشمسية لتكون سلبية قدر الإمكان.

قد يؤدي الإطار الفولاذي ونظام الجدان الزجاجية إلى فقدان حرارة كبير، لكن المبنى له مكاسب كبيرة من الطاقة الشمسية في نفس الوقت، والتي يمكن أن تعوض معظم فقدان الحرارة.

تتحقق التهوية الطبيعية للمبنى الرئيسي بشكل أساسي من خلال الأنابيب الأرضية والأتوريوم نظرا لأن درجة حرارة الأرض ثابتة من 10–15 درجة مئوية، يتم تسخين الهواء الخارجي الذي يتم سحبه من خلال الأنابيب بعمق 1.5–2 متر تحت الأرض إلى داخل المبنى، مما يقلل بشكل كبير أحمال التدفئة وبالتالي توفير الطاقة ويمكن أن يساعد هذا النظام أيضا في تبريد المبنى في الصيف حيث يمكن للأنابيب الأرضية أن تبرد الهواء بمقدار 5–10 درجة مئوية

قنوات التدفئة تتوضع بين المزارع الرأسية وهيكل المبنى الأساسي من غرفة النبات في الطابق السفلي، مما قد يساعد في تدفئة المزارع الرأسية ومنع تسرب البرد من الوسط الخارجي.

جودة البيئة المستدامة الخارجية		محقق	غير محقق
خصائص الموقع	اختيار الموقع		*
	إعادة تطوير المباني القائمة	*	
	الاتصال بالمواصلات العامة	*	
	تضمين مواقف للسيارات	*	
	الحماية من الضجيج	*	
المناخ	تحقيق الراحة الحرارية للمبنى	*	
	الاستفادة من عناصر المناخ (الرياح ، الشمس ، ...)	*	
	تعزيز الإضاءة الطبيعية و الرؤية الخارجية	*	
جودة البيئة المستدامة الداخلية		**محقق**	**غير محقق**
إدارة المياه	التحكم الكمي و النوعي في المياه	*	
	تخفيض استهلاك المياه	*	
	كفاءة استخدام مياه الري	*	
	الابداع التكنلوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي	*	
إدارة النفايات	تجيع المواد القابلة للتدوير	*	
	إعادة استخدام المبنى		*
	إدارة النفايات الإنشائية	*	
	إعادة استخدام النفايات	*	
إدارة المزرعة	التحكم بعناصر التغذية للنبات	*	
	الأتمتة (روبوتات ، كاميرات ، مراقبة آلية ،....)		*
استخدام المبيدات	تقليل استخدام المبيدات	*	
	استخدام المكافحة الطبيعية		*

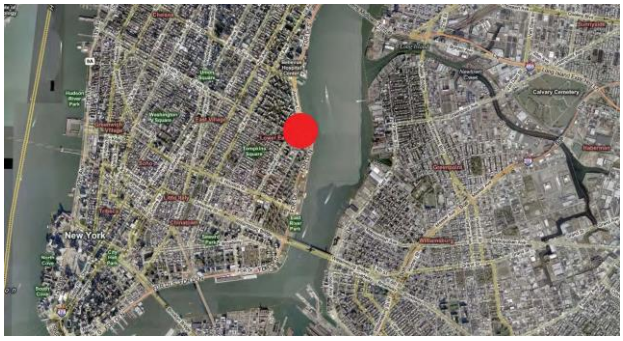
المبنى حقق 16 نقطة من 20 نقطة فهو حقق 80% من محددات جودة البيئة المستدامة

جدول (3-3) تطبيق المحددات التحليلية على النموذج الأول

النموذج االثاني :Sky-Field مزرعة حقول السماء الرأسية –الولايات المتحدة الأميركية– منهاتن

الموقع:

يقع الموقع المختار في الجهة الشرقية السفلى عند زاوية الشارع ويقع النصف الآخر من الموقع على حدود طريق FDR السريع بجوار النهر الشرقي مباشرة. ويوجد ضمن الموقع مجموعة من مواقف السيارات ومساحة حديقة صغيرة ومبنى تجاري وإلى الجنوب توجد محطة كهرباء كبيرة مثالية للحفاظ على المياه والطاقة وتستخدم محطات توليد الطاقة الكهربائية المياه في أبراج التبريد الخاصة بها، ويمكن استخدام هذه المياه الساخنة لتدفئة الدفيئة وتوفير الماء المقطر الخالي من المعادن لنمو النباتات في أنظمة إعادة التدوير وهذه المياه النظيفة ذات فائدة خاصة للمزارين



الشكل (3-17) حدود الطريق السريع بجوار النهر الشرقي مباشرة في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P25

المصمم:

المصمم : جاستن وايت

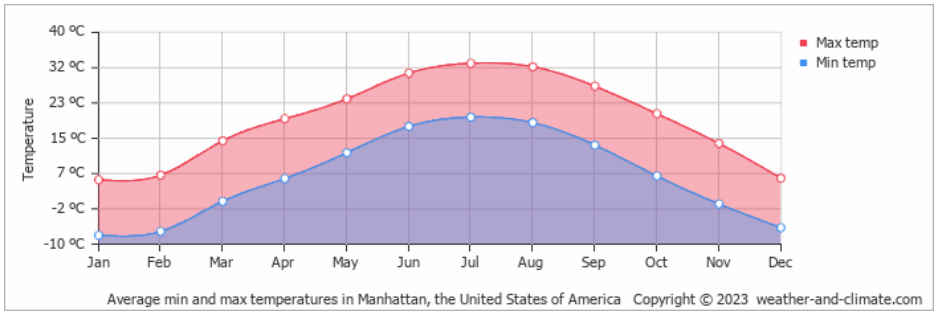
هدف المشروع:

يتمثل المفهوم في تصميم برج مزرعة عمودي سيطعم الآلاف من السكان المحليين، مما سيسمح لهم بمحاصيل عضوية أرخص وخالية من الأمراض. فإن إنشاء مزرعة قريبة من الأشخاص الذين تخدمهم هو الطريقة لإحداث تحول سريع ودائم في صناعة إنتاج الغذاء. فالزراعة ليست الجانب الوحيد للمشروع. سيتم دمج سوق كبير حتى يتمكن المبنى من بيع منتجاته للمشردين وهم سكان مدينة ستويفيسانت المجاورة البالغ عددهم 20000 نسمة. وسترافق منطقة السوق مساحات للبيع قابلة للتأجير كما سيتم إضافة مرافق عامة مثل مطاعم ومناطق بيع بالتجزئة. وأخيرا سيتم تضمين مدرسة زراعية حتى يصبح طلاب المستقبل أكثر وعيا بالموضوع.

المناخ:

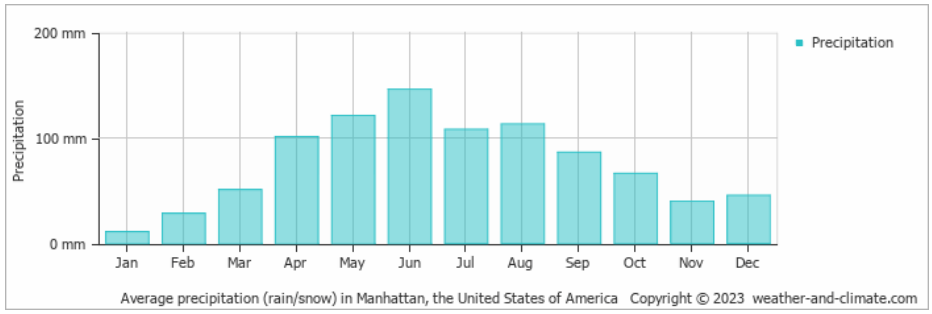
مناخ مدينة نيويورك هو مناخ شبه استوائي رطب مع تحول أجزاء من الدينة إلى مناخ قاري رطب و هذا يمنح المدينة فصول شتاء معتدلة البرودة و رطبة إلى حد ما و مثلجة و صيف حار و رطب مع هطول أمطار غزيرة على مدار السنة كما أن العدد الهائل لسكان نيويورك و النشاط البشري و الكميات الهائلة من المباني و الشوارع الكبيرة التي تمتص ضوء الشمس أثناء النهار تساهم في ارتفاع حرارة المناطق الحضرية بشكل كبير ولولا هذه الظاهرة من المحتمل أن يكون مناخها ضمن نطاق درجة الحرارة القارية الرطبة.

تبلغ أعلى درجة حرارة 41 درجة مئوية و أدنى درجة حرارة −17 درجة مئوية و يبلغ متوسط تساقط الثلوج 75.7 سم سنويا و يمكن أن تكون عرضة للرياح القوية كونها موقعا ساحليا معرضا للمحيط الأطلسي و تكون الرياح سرعتها (126كم/ساعة).



الشكل (2−18) متوسط درجات الحرارة في منهاتن

المصدر: الموقع:https://weather-and-climate.com/

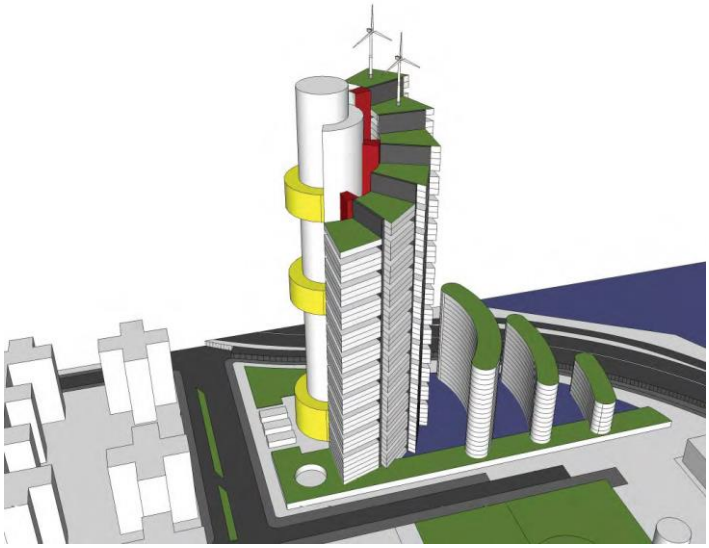


الشكل (3−19) متوسط الهطولات في منهاتن

المصدر: الموقع:https://weather-and-climate.com/

الفكرة التصميمية :

الحصول على أكبر قدر ممكن من ضوء الشمس لهذا يجب أن يكون البرج رفيعا وطويلا بالإضافة إلى وجود مباني متعددة وترتيبها في الموقع وكلها منظمة حول قلب مركزي رئيسي في مستويات معينة



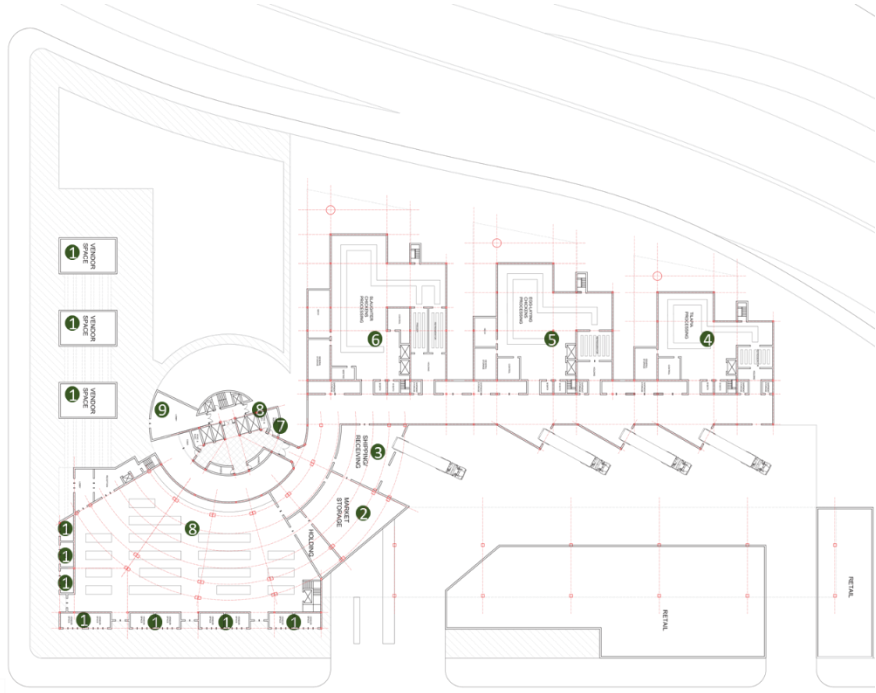
الشكل (3-20) مفهوم تصميم المبنى لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, - Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P59

المساقط:

الطابق الأرضي

- يحتوي الطابق الأرضي على سوق لتلبية احتياجات السكان
- قسم ذبح الدجاج والدجاج البياض والأسماك يحتوون على غرف البرادات وغرف المجمدات وغرف التخزين



❶ متاجر
❷ مخزن السوق
❸ استلام الشحنات
❹ تجهيز الأسماك
❺ تجهيز الدجاج البياض
❻ تجهيز ذبح الدجاج
❼ المياه الرمادية
❽ التدفئة والتكييف
❻ الانتظار
❽ السوق

الشكل (3-21) الطابق الأرضي لمزرعة حقول السماء في منهاتن – الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P86

الطابق الأول

- يحتوي الطابق الأول على قسم المزارع الرأسية
- قسم الدجاج البياض يحتوي على مساحات خاصة بتربية الدجاج و غرف لتخزين الطعام

- قسم الأسماك يحتوي على خزانات لتربية الأسماك كل منها مخصصة لمرحلة من حياة الأسماك

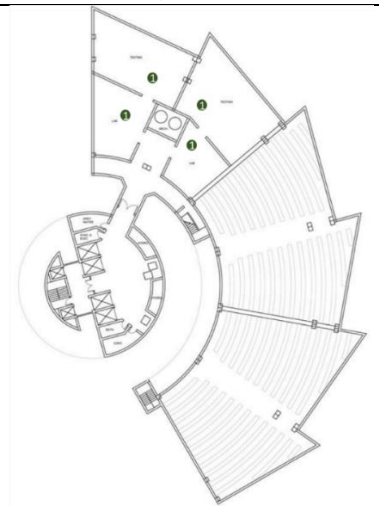
❶ المزارع الراسية
❶ ذبح الدجاج
❶ الدجاج البياض
❶ خزانات الأسماك

الشكل (3-22) الطابق الأول لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P87

طابق المختبرات:

طابق خاص للباحثين من أجل التأكد من سير العمليات داخل المبنى والعمل على تطوير استراتيجيات جديدة للعمليات



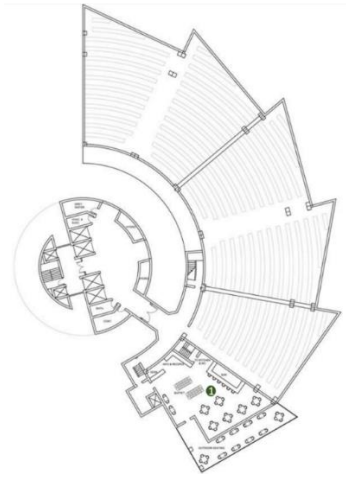
1 المختبرات

الشكل (3-23) طابق المختبرات لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, Sky-field: a - Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P90

طابق المطعم:

حيث يقدم المطعم الخضار والفواكه التي تنتجها المزرعة الرأسية

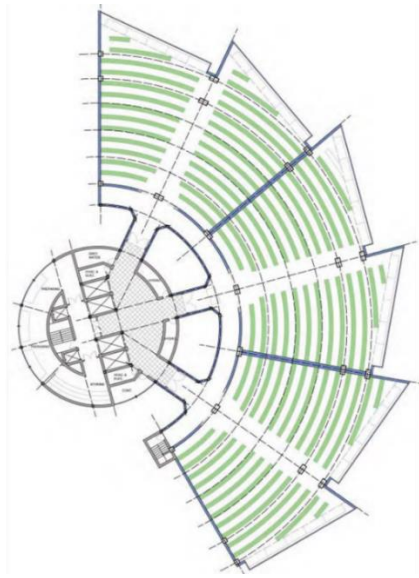


1 المطعم

الشكل (3-24) طابق المطعم لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, Sky-field: a - Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P90

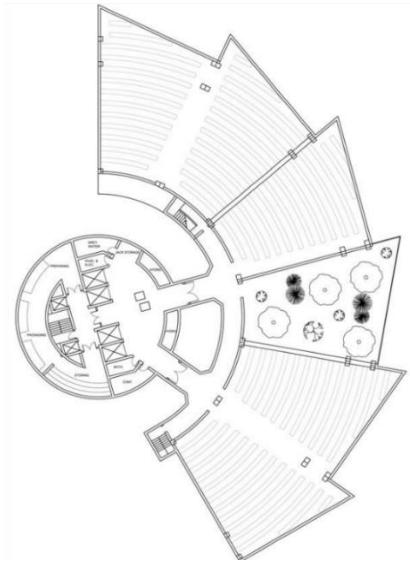
الطوابق المتكررة للمزارع الرأسية



الشكل (3-25) الطوابق المتكررة للزراعة لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, Sky-field: a - Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P91

طوابق زراعة الفواكه



الشكل (3-26) طوابق زراعة الفواكه. لمزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: Justin White, Sky-field: a - Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P91

البرنامج الوظيفي:

سيضم المشروع مجموعة متنوعة من المستخدمين المختلفين:

1-سيكون المزارعون حاضرين لحصاد المحاصيل وصيانتها ومعالجتها، وسيكونون حاضرين أيضا في سوق الطابق الأول لبيع المنتجات.

2- سيكون لدى الباحثين مساحة مخصصة لدراسة طرق أفضل للنمو والتأكد من سير العمليات بسلاسة

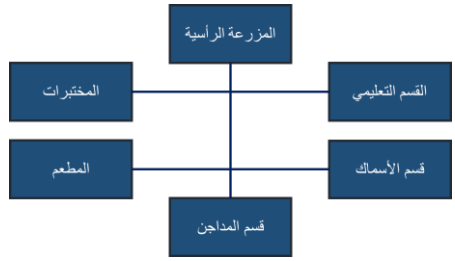
3-سيكون الطلاب في المبنى لحضور برامج الزراعة وتعليم الناس الأصغر سنا سيضمن أن الزراعة العمودية اتجاها طويلا ودائما في المستقبل.

4-سيتواجد عامة الناس في جزء من المبنى لشراء الطعام والذهاب إلى المطاعم

نظرا لكثرة المستخدمين سيلزم إنشاء مناطق محددة وتصميمها برمجيا بشكل صحيح للحفاظ على كفاءة وفعالية المبنى.

سيشمل الجزء الأكبر من البرنامج المنطقة الزراعية الرئيسية التي توفر ما يكفي من الغذاء ل 20000 شخص أو مدينة ستايفسانت بأكملها.

سيحتاج 20000 شخص إلى حوالي 2250000 قدم مربع من مساحة النمو

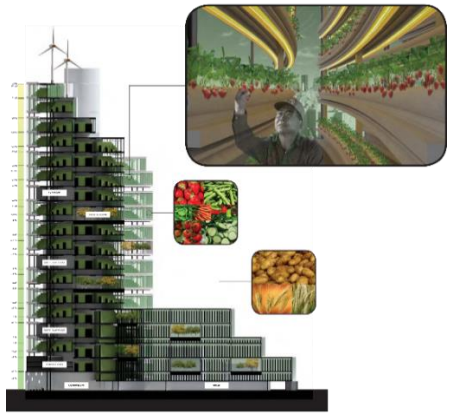


مخطط (3-1) مخطط تحليلي لمزرعة حقول السماء الرأسية-منهاتن -الولايات المتحدة الأميركية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع-Justin White, Sky field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010

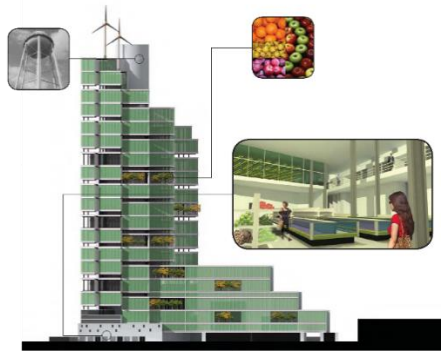
تصميم المبنى:

تم تصميم المبنى وتنسيق أفكاره واستراتيجياته في مخطط تصميم واحد وإنشاء علاقات برمجية جيدة جدا بالإضافة إلى اختيار الموقع الذي له صلة ووضع جميع الخطط مع التركيز على الجوانب الرئيسية وهي التوزيع من طوابق الزراعة في الطوابق العلوية إلى غرف التخزين والتعبئة ثم إلى السوق للبيع أو ممر الخدمة للشحن. فإن التخطط لتحقيق أفضل كفاءة ممكنة.



الشكل (3-27) مقطع يوضح أقسام الزراعة في المبنى حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P118



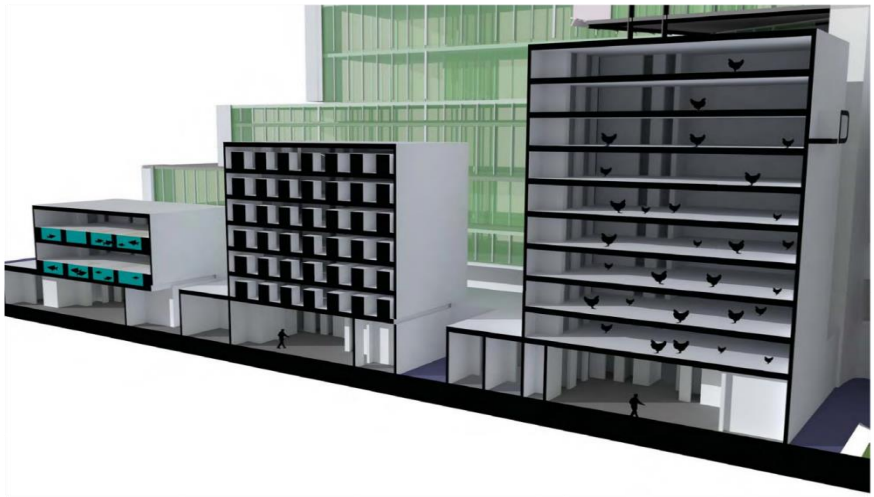
الشكل (3-28) مقطع يوضح علاقة السوق مع أقسام الزراعة في مبنى حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P117

نظام الزراعة:

نظام الزراعة المتبع هو الزراعة المائية والزراعة المائية النباتية الحيوانية حيث تتم توريد الأسمدة من مخلفات المداجن ومزارع الأسماك ويتم توريد ماء السقاية من تجميع مياه الأمطار و يتم الربط بين المزارع و الأقسام الأخرى بطريقة تؤمن سهولة الوصول و سير العمليات بكل سلاسة.

الشكل (3-29) الزراعة المائية في مزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية
المصدر: Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban - New York,2-2010,P8

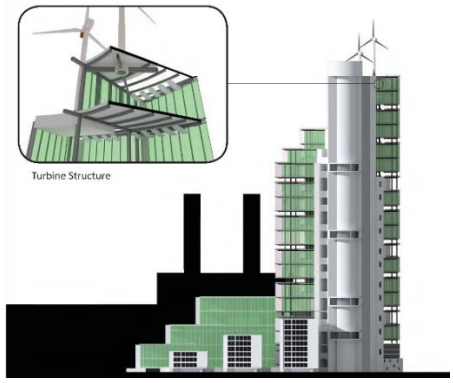


الشكل(3-30)الزراعة المائية الحيوانية النباتية في مزرعة حقول السماء في منهاتن–الولايات المتحدة الأميركية
المصدر: Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban - New York,2-2010,P119

استراتيجيات المبنى:

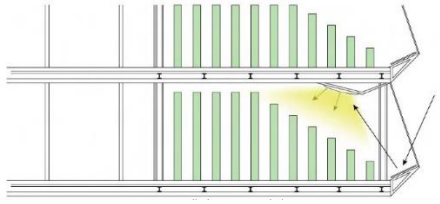
تم وضع توربينات الهواء في أعلى البرج لاستقطاب أكبر قدر من طاقة الرياح

وتم تصميم السقف بشكل يسمح باحتجاز مياه الأمطار ويتم بعد ذلك استخدام المياه في جميع أقسام المبنى ويتم إعادة تدوير المياه السوداء والمياه الرمادية ويتم إعادة استخدام المياه المعالجة في المبنى



الشكل (3-31) توربينات الرياح في مزرعة حقول السماء في منهاتن – الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P116

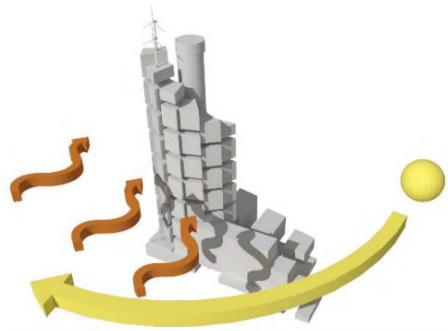


الشكل (3-32) توجيه الطاقة الشمسية عن طريق الكومبيوترات في مزرعة حقول السماء في منهاتن –الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P92

استراتيجية الإضاءة:

تم دراسة إضاءة المبنى حيث يتم إيصال الضوء حتى إلى المزارع البعيدة حيث تم دراسة تكوين المبنى حيث تتفاوت الارتفاعات لتأمين أكبر قدر من الطاقة الشمسية



الشكل (3-33) حركة الشمس والرياح في مزرعة حقول السماء في منهاتن – الولايات المتحدة الأميركية

المصدر:- Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban New York,2-2010,P101

جودة البيئة المستدامة الخارجية		محقق	غير محقق
خصائص الموقع	اختيار الموقع	*	
	إعادة تطوير المباني القائمة		*
	الاتصال بالمواصلات العامة	*	
	تضمين مواقف للسيارات	*	
	الحماية من الضجيج		*
المناخ	تحقيق الراحة الحرارية للمبنى	*	
	الاستفادة من عناصر المناخ (الرياح ، الشمس ، ...)	*	
	تعزيز الإضاءة الطبيعية و الرؤية الخارجية	*	
جودة البيئة المستدامة الداخلية		**محقق**	**غير محقق**
إدارة المياه	التحكم الكمي و النوعي في المياه	*	
	تخفيض استهلاك المياه	*	
	كفاءة استخدام مياه الري	*	
	الابداع التكنلوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي	*	
إدارة النفايات	تجميع المواد القابلة للتدوير	*	
	إعادة استخدام المبنى		*
	إدارة النفايات الإنشائية		*
	إعادة استخدام النفايات	*	
إدارة المزرعة	التحكم بعناصر التغذية للنبات	*	
	الأتمتة (روبوتات ، كاميرات ، مراقبة آلية ،....)		*
استخدام المبيدات	تقليل استخدام المبيدات	*	
	استخدام المكافحة الطبيعية		*

المبنى حقق 14 نقطة من 20 نقطة فهو حقق 70% من محددات جودة البيئة المستدامة

جدول (2-4)تطبيق المحددات التحليلية على النموذج الثاني

النموذج الثاني:Growing Power (الطاقة المتنامية) ميلووكي – ويسكونسن – الولايات المتحدة الأميركية

الموقع:

تقع مدينة ميلووكي بولاية ويسكونسن على الساحل الجنوبي الشرقي للولاية بجوار بحيرة ميشيغان.

الشكل (3-34) موقع مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية

المصدر: الموقع:
https://pl.m.wikipedia.org/wiki/uniwersytet-wisconsin-w-milwaukee

الشكل (3-35) تخطيط الموقع العام لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p150

المصمم:

صمم المبنى فريق Impact متعدد الاختصاصات، تألف الفريق من اثنين من المهندسين المعماريين، واثنين من المهندسين المدنيين الإنشائيين، ومهندس مدني واحد لإدارة مشاريع البناء.

هدف المشروع:

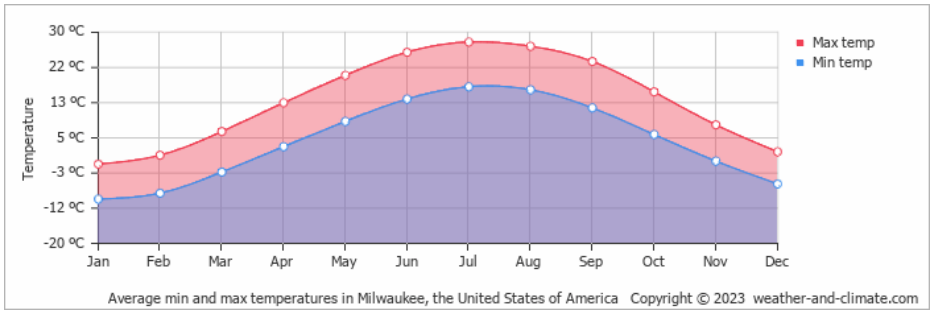
يهدف المشروع إلى التركيز على الهندسة المعمارية والإنشائية وتكامل أنظمة البناء للمنشأة مع خطة إدارة مشروع البناء. والهدف الرئيسي للمشروع هو تحقيق حل مستدام ومبتكر ومفيد من حيث التكلفة لهذا المبنى.

بالإضافة إلى توفير أغذية مستدامة وصحية وعالية الجودة وبأسعار معقولة للناس جميعًا وتأمل المنظمة أيضًا في تعليم المجتمع طرق زراعة الطعام بأنفسهم.

تم تصميم المزرعة العمودية لشراء هذا الطعام المستدام المزروع في الموقع، وأخذ دروسًا لمعرفة المزيد عن عملية زراعة هذا الطعام، وتوفير مساحة لاستضافة أحداث مجتمعية واسعة النطاق.

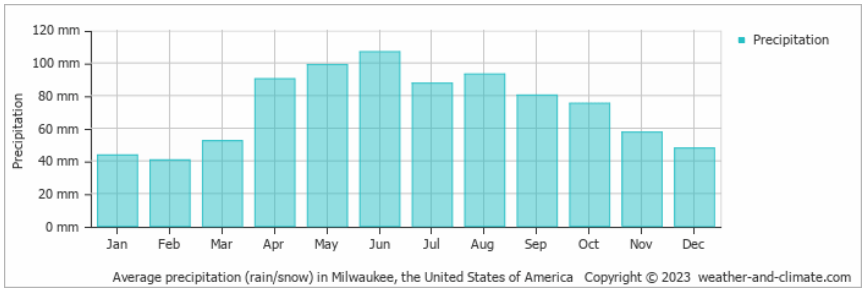
المناخ:

تتمتع ميلووكي بمناخ قاري رطب مع صيف حار، ولكن لا يوجد موسم جاف. يتميز المناخ القاري عمومًا بوجود نطاق واسع من درجات الحرارة. حيث تتقلب درجة الحرارة على مدار العام، ولكنها تتراوح بين −17 درجة مئوية ، 32 درجة مئوية ويستمر الموسم الدافئ من أيار حتى أيلول، وموسم البرد من تشرين الأول حتى نيسان. ويحدث هطول الأمطار الفعلي في الغالب في الموسم الدافئ بينما يهيمن تساقط الثلوج الخفيف على موسم البرد. يصل تساقط الثلوج الخفيف هذا إلى حوالي 120 سم سنويًا. تتراوح الرياح في ميلووكي من 2 ميل في الساعة إلى 19 ميلاً في الساعة ونادراً ما تصل إلى ما يعتبر نسيمًا قويًا يبلغ 27 ميلاً في الساعة.



الشكل (3-36) متوسط درجات الحرارة في ميلوكي

المصدر : الموقع:https://weather-and-climate.com/



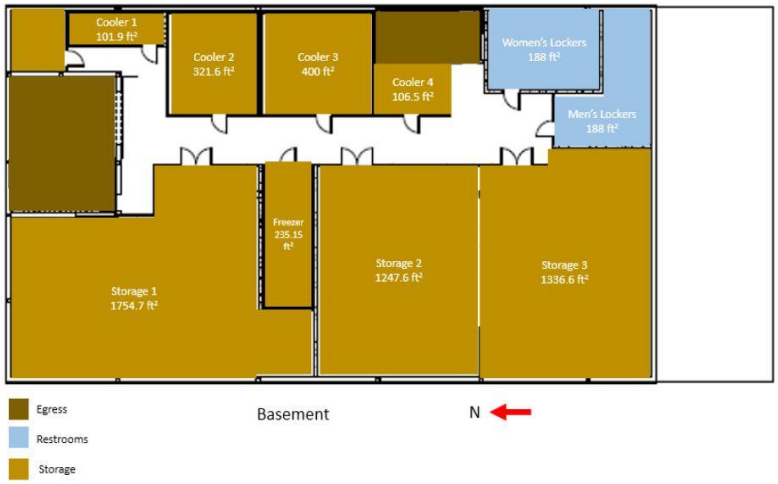
الشكل (3-37) متوسط الهطولات في ميلوكي

المصدر : الموقع:https://weather-and-climate.com/

المساقط الأفقية :

الطابق الأرضي :

- جميع مناطق التخزين على مقربة من السوق
- التخزين المنظم
- غرف التخزين لا تحتاج إلى تكييف
- غرف تبديل الملابس ليست في طابق عام لذا يمكن للعاملين تغيير الملابس والاستحمام في خصوصية

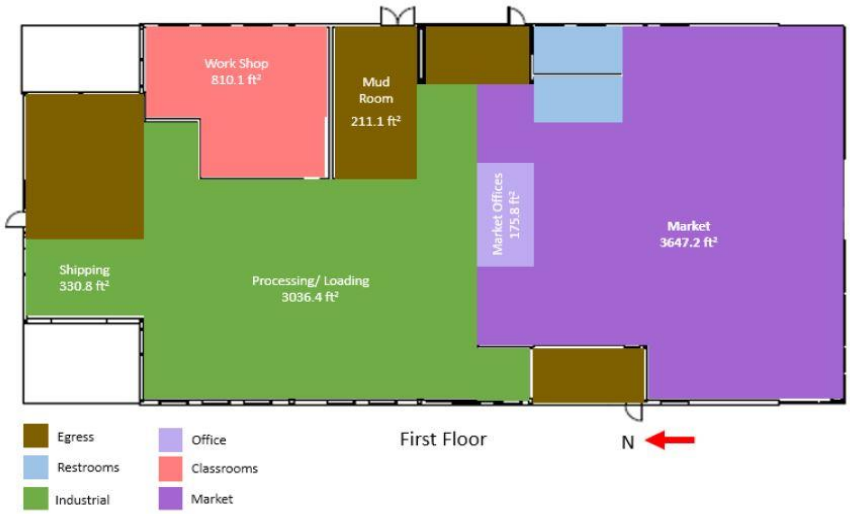


الغرفة	المساحة بالمتر المربع
التخزين	٤٠٣ متر مربع
المبرد	١٠٦,٧٢
المجمد	٢١,٨

الشكل (3-38) مسقط الطابق الأرضي لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p97

الطابق الأول:

- السوق هو المكان الأكثر استخدامًا ويقع عند المدخل الأمامي
- تقع مناطق الشحن والتجهيز والسوق على التوالي لسهولة تقديم البضائع التي يتم شحنها إلى المبنى، وخضوعها للمعالجة، ووضعها في منطقة السوق
- مدخل جانبي يؤدي مباشرة إلى درج، للأشخاص الذين يريدون الوصول إلى طوابق أخرى دون المرور بالسوق
- منطقة سوق تعمل كمركز تعليمي مجتمعي من خلال عرض خزانين للزراعة المائية النباتية

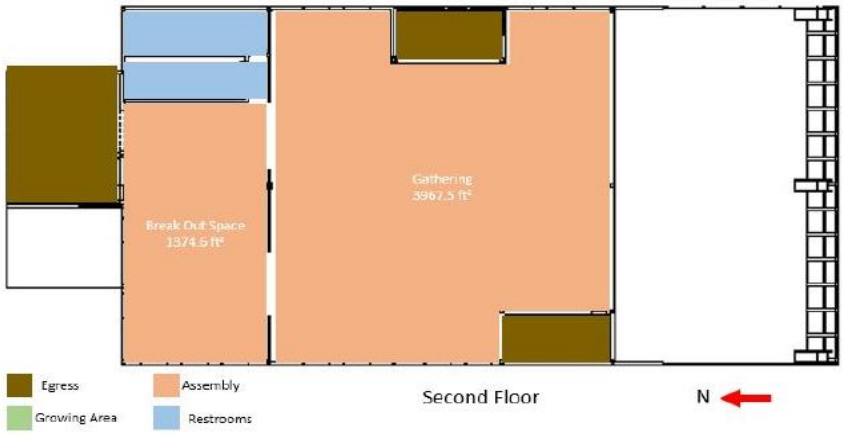


الغرفة	المساحة
السوق	٣٣٨,٨٤
المعالجة / التحميل	٢٨٢,٠٩
شحن	٣٠,٧
ورشة عمل	٧٥,٢٦
مكاتب السوق	١٦,٣٣
غرف النفايات	١٩,٦

الشكل (3-39) مسقط الطابق الأول لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p98

الطابق الثاني:

- مساحة التجميع 368.5 متر مربعة و تصل القدرة الاستيعابية إلى 600 شخص لاستخدامها في أحداث التجمعات الكبيرة الحجم
- تقع مساحة التجمع في الطابق الثاني لسهولة الوصول الجمهور من مستوى الأرض



الغرفة	المساحة
المساحات التفاعلية	١٢٧,٧ متر مربع
مساحة التجمع	٣٦٨,٥

الشكل (3-40) مسقط الطابق الثاني لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p102

الشكل (3-41) فراع السوق في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p100

الطابق الثالث:

- يحتوي على مساحة التعلم (3 فصول دراسية)
- منطقة النمو مجاورة مباشرة للمطبخ
-

الغرفة	المساحة
الصفوف ١,٢,٣	١٦٨ متر مربع
مطبخ	٩١,٤
مكاتب	٤٥,١٣
مناطق نمو	٣٢٥,١٦

الشكل (3-41) مسقط الطابق الثالث لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p104

الشكل (2-42) فراع علاقة الصفوف مع قسم الزراعة في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية

المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p102

الطابق الرابع:

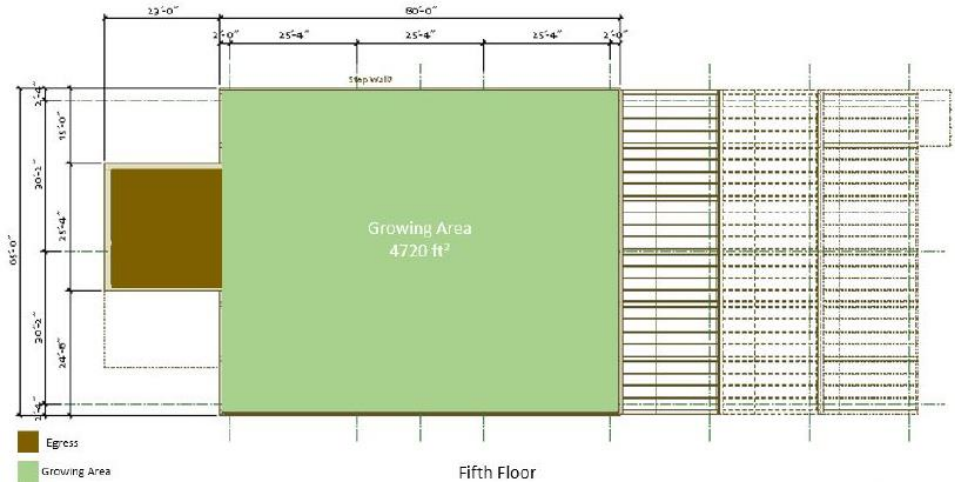
- يتكون الطابق التجاري من مكاتب Growing Power وغرفة الاجتماعات ومكتب المدير ومنطقة استقبال لعملاء Growing Power
- منطقة الأعمال منفصلة عن منطقة الاستقبال والموظفين

الغرف	المساحة
مساحة المكاتب	٨١,٨
غرف الاجتماعات	٤١,٢
مكتب المدير	٣٦,٦٤
غرفة النسخ	١٢,٣٥
الاستقبال	٤٩,١٦
طاقم العمل	٣١
مناطق النمو	٢٧٤,١

الشكل (3-43) مسقط الطابق الرابع لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p106

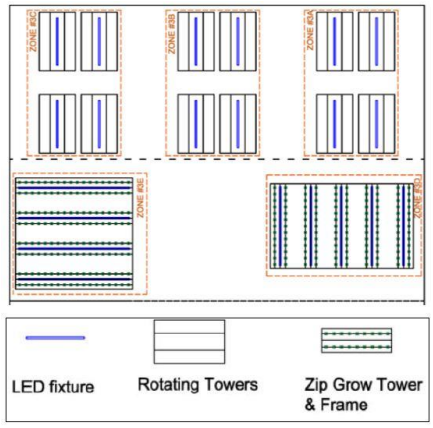
الطابق الخامس:

الطابق مخصص بالكامل للزراعة

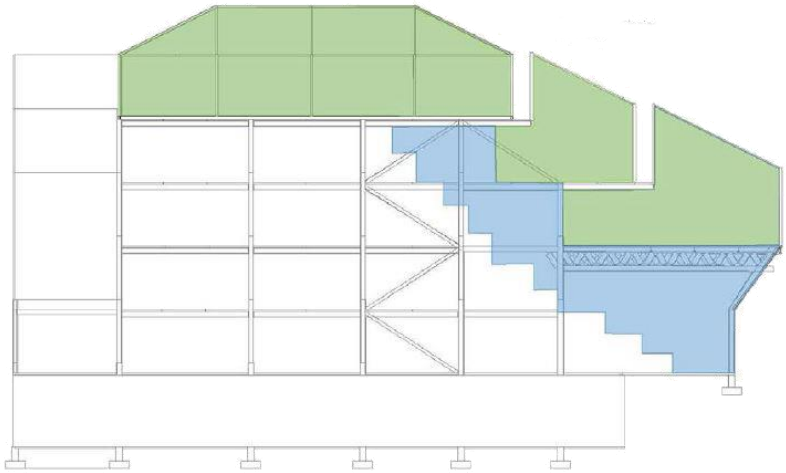


الغرفة	المساحة
مساحة النمو	٥٦٠٠

الشكل (3-44) مسقط الطابق الخامس لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p107



الشكل (3-45) توضع أبراج الزراعة في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p118



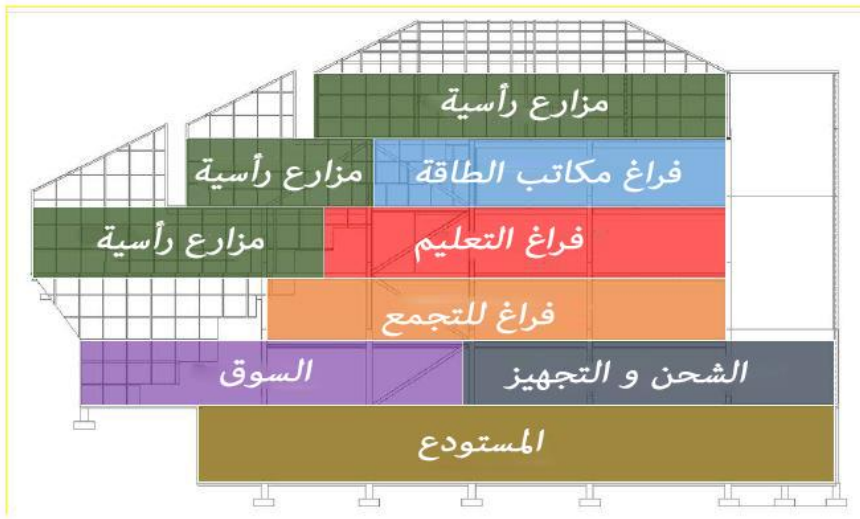
الشكل (3-46) مقطع يوضح توضع قسم الزراعة في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p139

البرنامج الوظيفي:

خلال عملية التصميم تم النظر في مختلف جوانب المشروع، بما في ذلك الاقتصاد وقابلية البناء والأثر الاجتماعي والبيئي والاستدامة والسلامة والسياسة. بالإضافة إلى تطوير الحلول المبتكرة التي تدمج الحلول صديقة للبيئة وميزات فعالة في التصميم. فالمشروع قدم حلاً يدمج جميع أنظمة المبنى في نظام يعمل بكامل طاقته كمزرعة رأسية وبيت زجاجي. بالإضافة إلى تحسين جميع سمات الأداء العالي الرئيسية للمبنى بما في ذلك الطاقة والحفظ، والسلامة، والمتانة الهيكلية والمادية، وإمكانية الوصول، وكفاءة التكلفة، زيادة الإنتاجية والاستدامة والوظائف وقابلية التشغيل.

يُقصد بـ Growing Power Vertical Farm أن تكون مركزًا اجتماعياً حيث يمكن للناس شراء وتعلم كيفية زراعة الأطعمة المستدامة. من المفترض أن يكون المبنى نفسه جذابًا ويسهل على عامة الناس التنقل فيه.

تعد المزارع الرأسية المصدر الأساسي للدخل للمبنى ويجب ألا يتم العبث بها من قبل عامة الناس. يتم وضع المساحات التكميلية بجوار بعضها البعض في نفس الطابق، مما يوفر للمستخدمين طريقة سهلة لمتابعة المسار من نشاط إلى آخر، وتقليل فرص الازدحام أو الضياع.



التخطيط المعماري	الكهرباء	تحليل التكلفة
الحماية من الحرائق	السباكة	الجدول الزمنى للمشروع
غلاف المبنى	بناء	نمذجة معلومات البناء
دفيئة		تخطيط المشروع وطريقة التسليم
الميكانيك		تخطيط الموقع

الشكل (3-47) مقطع يوضح أقسام المبنى في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p57

تختلف مناهج التصميم بين التخصصات المعمارية وتكامل الأنظمة والهيكلية وإدارة المشروع حيث تم تطوير معايير مختلفة من أجل اختيار الحلول الأكثر ملاءمة.

تصميم المبنى:

التصميم الخارجي مستوحى من مكتبة جامعة كاليفورنيا في سان دييغو جيسيل حيث تحتوي على أعمدة خارجية مائلة تضيف ميزة معمارية قوية إلى التصميم العام للمكتبة

الشكل (3-48) مكتبة جامعة كاليفورنيا في سان دييغو جيسيل

المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p93

صمم الفريق المبنى من خمسة طوابق وطابق سفلي، تتكون من حوالي 4738 متر مربع تقريبا.

يشتمل تصميم Impactعلى ثلاثة أعمدة فولاذية ذات أقسام هيكلية مجوفة (HSS) وتم دمج هذه الأعمدة الثلاثة في نظام جمالون في الطابق الثالث والتي يتم توصيلها بعد ذلك بالإطار الفولاذي واللوح المركب الذي يكون هيكل المبنى. بالإضافة إلى ذلك، فإنه يوفر هيكلًا تصاعديًا للخلف يعرض كل منطقة من مناطق النمو لأشعة الشمس المباشرة.

نظام الزراعة:

يتضمن نظام الدفيئة ناقل يقوم بتدوير أطباق نمو النباتات حيث طورت شركة تسمى VertiCrop هذا النوع من النظام هذا النظام يمكنه "توفير ما يصل إلى 20 ضعفًا من المحاصيل العادية، مع استخدام 8٪ من المياه المطلوبة عادةً للزراعة في التربة

الشكل (3-49) منصات النمو في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية

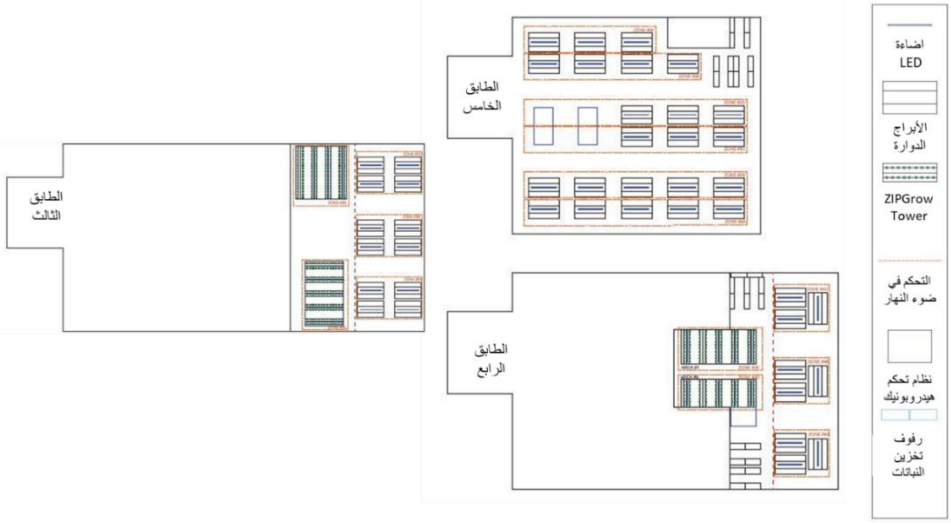
المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p66

تم تصميم نظام الزراعة الرأسي A-Go-Gro بواسطة Jack Ng. يقوم هذا النظام بتدوير 22 إلى 26 رفًا حول هيكل على شكل A يشتمل النظام على وحدة بكرة مائية تستخدم المياه المتدفقة والجاذبية لتدوير الرفوف.

الشكل (3-50) نظام الزراعة الرأسي A-Go-Gro في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية
المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p68

قام Impact بتقييم نظام أبسط يمكن استخدامه في مناطق النمو التي يبلغ ارتفاع سقفها 10 أقدام والذي تم تحديده في التصميم المعماري. تتكون أبراج Zip Grow من إطار مجوف مربع الشكل PVC يعمل لوسائط نمو مصفوفة مصنوعة من البولي إيثيلين تيريفثاليت المعاد تدويره (PET) تعمل هذه الوسائط المتنامية على تثبيت الشتلات في مكانها داخل النظام الرأسي عند تغليفها بالإطار ، مما يسمح بتعليق الأبراج وريها من الأعلى. هذا النظام مناسب لأنظمة الزراعة المائية وتربية الأحياء المائية.

الشكل (3-51) أبراج Zip Grow في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p68



الشكل (3-52) توضع أبراج النمو في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p200

استراتيجيات المبنى:

تصميم المزرعة الرأسية يدعم عناصر الاستدامة التي يمكن أن تتأهل للحصول على اعتماد LEEDالفضي.

يشتمل التصميم على نظام مستجمعات الأمطار الذي يستخدم تجميع المياه لتلبية متطلبات المبنى لري منطقة النمو. كما أن مصابيح LEDونظام HVACتساعد في تقليل استهلاك المبنى للطاقة. بالإضافة إلى أن التصميم يضم منطقة سوق بها خزانات لعرض الأحياء المائية. هذا الفضاء سوف يدعم مهمة Growing Powerلأنها تعمل كمركز للمجتمع للتعرف على إنتاج الغذاء المستدام.

تم تضمين اعتبارات السلامة في العديد من جوانب المشروع، واحد منهم كان السلامة أثناء البناء، وفصلت الخطة أيضا مساحة البناء عن المباني القائمة والمساكن المجاورة وتضم 4 بوابات للسماح بالوصول المنظم إلى جميع المناطق في العقار. تم فحص القوة والصلابة والاستقرار وهي ثلاثة معايير رئيسية عند تصميم المبنى

وتم اختيار المواد ومكونات البناء التي ستعمل وفقًا لاحتياجات المشروع وفي الوقت نفسه خفض التكلفة الأولية الإجمالية. بالإضافة إلى تحليل تكلفة دورة الحياة للمبنى مثل تركيبات الإضاءة الداخلية وتقدير استهلاك الطاقة والتوفير في تكاليف المرافق على مدى فترة 25 سنة.

الجانب الرئيسي لتصميم واجهة المبنى هو الزجاج حيث نظام التزجيج في منطقة النمو يستخدم زجاج مزدوج الطبقة منخفض الانبعاثية مع حشوة الأرجون مما يقلل في النهاية من حمل التدفئة والتبريد بالإضافة إلى ذلك فإنه يسمح أيضًا بكمية جيدة من الضوء المرئي ومعامل منخفض لكسب الحرارة الشمسية يستخدم نظام التزجيج المصمم نوعين مختلفين من منتجات Cardinal Glass Industriesالأول هو LoE 272 يتكون هذا المنتج من الزجاج بالكامل، باستثناء سقف الطابق الخامس. إن قيمته المنخفضة لـ U 0.25 ونفاذية الضوء المرئي العالية بنسبة 70٪ ستوفر للنباتات الضوء اللازم للنمو. واستخدام نوع ثانٍ من زجاج LoE 240، في سطح الدفيئة بالطابق الخامس حيث لديه طبقة خفيفة توفر نفاذية ضوئية أقل بنسبة 37٪ سيؤدي ذلك إلى تقليل الوهج في الطابق الخامس ويبلغ سمك كل من الألواح الزجاجية 25 مم.

مقارنة منتجات التزجيج النهائية					
الزجاج الخارجي	الهواء الطلق	الزجاج الداخلي	قيمة U	ضوء مرئي	معامل اكتساب الحرارة الشمسية
الشفاف (٦ مم)	الهواء (١٣مم)	شفاف (٦ مم)	٠,٤٧	٨٠٪	٠,٢٧
LoE 272 (6مم)	أرجون (١٣ مم)	شفاف (٦ مم)	٠,٢٥	٧٠٪	٠,٤
LoE 240 (6مم)	أرجون (١٣مم)	شفاف (٦ مم)	٠,٢٥	٣٧٪	٠,٢٤

جدول (3-5) مقارنة منتجات التزجيج في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p98

الأنظمة الميكانيكية داخل المباني مسؤولة عن خلق بيئة داخلية مريحة يمكن للمستخدمين التحكم فيها بسهولة. سيعزز النظام الميكانيكي الجيد جودة الهواء، ويتكامل مع غلاف المبنى لتعزيز كفاءة الطاقة.

معايير اختيار النظام الميكانيكي • توفير استخدام منخفض للطاقة للنظام

• التكامل مع الظروف المناخية الطبيعية• النظر في التكيف مع المناطق والمناخات الأخرى• تقديم طرق مبتكرة للتدفئة والتبريد• يستوعب حمولة المستخدمين • إنشاء مناطق بناء مختلفة ترضي حمولات التدفئة والتبريد للغرف المحددة

كما عملت الشركة المصممة على دمج النظام الكهربائي في التصميم. لذلك، قبل جمع أي بيانات أو حساب أي استهلاك، وضع الفريق المعايير التالية لهذا النظام:

• تقليل استخدام الطاقة• توفير مصادر بديلة للطاقة• التكامل مع ميزات ضوء النهار

• تحفيز نمو النبات• الامتثال للمطالب المناسبة لكل مساحة• تقديم ميزات آلية وأجهزة استشعار للحركة في المناطق غير المشغولة دائمًا

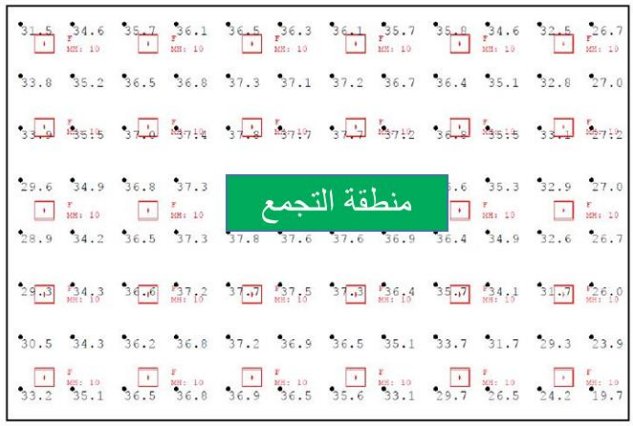
تم تجميع جدول بيانات للنظام الكهربائي بهدف رئيسي هو إسقاط الاستهلاك الكهربائي للمبنى بما في ذلك المكاتب ومناطق المعالجة والفصول الدراسية وتم تحديد الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة باستخدام ASHRAE Fundamentals 2013 وركز على ثلاثة جوانب رئيسية: ذروة الاستهلاك والاستهلاك اليومي والاستهلاك السنوي.

عنصر آخر من عناصر فئة تكامل الأنظمة هو السباكة في البداية، وضعت Impact المعايير التالية ليتم تحقيقها من خلال التصميم.

• توفير استخدام فعال للمياه• إعادة استخدام المياه قدر الإمكان• تجميع مياه الأمطار وحدد الفريق مصادر المياه وهي مياه المدينة الرئيسية والمياه الرمادية وتجميع مياه الأمطار والمياه السوداء

استراتيجية الإضاءة:

الخطوة الأولى في تصميم نظام الإضاءة هي تحديد مستويات الإضاءة المطلوبة لكل غرفة وتم تسجيل الحد الأدنى من مستويات الإضاءة التي أوصت بها جمعية هندسة الإضاءة. ثم باستخدام (AGI32) هو برنامج محاكاة يستخدم لحساب كمية الضوء حيث تم تصميم الإضاءة لكل طابق بغرفه المختلفة و جميع تفصيلاته



الشكل (3-53) تصميم إضاءة منطقة التجمع في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p77

يستخدم التصميم نظام إضاءة LED للنباتات لزيادة إنتاج المحاصيل، خاصة خلال فصل الشتاء عندما يتم تقليل ساعات النهار.

يتألف هذا النظام من مصباح LED أرجواني بقدرة 105 وات يوضع بين المحاصيل وسيغطي مصباحان الأبراج الدوارة بارتفاع 18 قدمًا ومصباح واحد لأبراج ZipGrow التي يبلغ ارتفاعها 5 أقدام. ويمكنها التقليل من استهلاك طاقة الإنارة بنسبة 45٪.

مواصفات إضاءة المحاصيل			
المنتج	القوة الكهربائية (W)	الطول (مم)	الطول (متر)
GreenPower LED وحدة الإضاءة أحمر / أزرق	١٠٥	٢٤٧٣	٢.٤٧

جدول (3-6) مواصفات إضاءة المحاصيل في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical Farm,2015,p117

يتم التحكم في كل منطقة بواسطة مستشعر ضوء النهار الذي يتكيف مع الإضاءة المطلوبة لكل نوع من أنواع المحاصيل. ثم يتم التحكم في ذلك من قبل العميل، والذي سيكون لديه لوحة لتنظيم المناطق حسب نوع النبات الذي ينمو فيه.

جودة البيئة المستدامة الخارجية		محقق	غير محقق
خصائص الموقع	اختيار الموقع		*
	إعادة تطوير المباني القائمة	*	
	الاتصال بالمواصلات العامة		*
	تضمين مواقف للسيارات	*	
	الحماية من الضجيج	*	
المناخ	تحقيق الراحة الحرارية للمبنى	*	
	الاستفادة من عناصر المناخ (الرياح ، الشمس ، ...)	*	
	تعزيز الإضاءة الطبيعية و الرؤية الخارجية	*	
جودة البيئة المستدامة الداخلية		**محقق**	**غير محقق**
إدارة المياه	التحكم الكمي و النوعي في المياه	*	
	تخفيض استهلاك المياه	*	
	كفاءة استخدام مياه الري	*	
	الابداع التكنلوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي	*	
إدارة النفايات	تجيع المواد القابلة للتدوير		*
	إعادة استخدام المبنى	*	
	إدارة النفايات الإنشائية		*
	إعادة استخدام النفايات	*	
إدارة المزرعة	التحكم بعناصر التغذية للنبات	*	
	الأتمتة (روبوتات ، كاميرات ، مراقبة آلية ،....)		*
استخدام المبيدات	تقليل استخدام المبيدات	*	
	استخدام المكافحة الطبيعية		*

المبنى حقق 15 نقطة من 20 نقطة فهو حقق 75% من محددات جودة البيئة المستدامة

جدول (3-7) تطبيق المحددات التحليلية على النموذج الثالث

النتائج:

1- توجيه المزرعة بالاتجاه الأكثر حرارة مناسب لأغراض الزراعة.

2- المزارع التي تقع في المناطق ذو المناخ الحار تساهم في تحقيق عوامل الاستدامة أكثر من التي تقع في المناخ القاري أو الاستوائي و.....

3- يتم وضع المساحات التكميلية بجوار بعضها البعض في نفس الطابق، مما يوفر للمستخدمين طريقة سهلة لمتابعة المسار من نشاط إلى آخر، وتقليل فرص الازدحام أو الضياع

4- المزارع الرأسية ذات المناخ البارد تسعى إلى الاستفادة من ضوء الشمس المتاح لتأمين أكبر قدر من الطاقة إلى المبنى .

5- توضع مناطق التخزين على مقربة من السوق.

6- توضع مناطق الشحن والتجهيز والسوق على التوالي لسهولة تقديم البضائع التي يتم شحنها إلى المبنى، وخضوعها للمعالجة، ووضعها في منطقة السوق

7- يؤثر على تصميم المزرعة الرأسية كل من الموقع ونوع المحاصيل المختارة والعوامل البيئية.

8- تحتاج المزرعة الرأسية إلى الإضاءة البنفسجية التي هي دمج بين الضوء الأزرق والضوء الأحمر حيث تحتاج النباتات إلى الضوء الأحمر من أجل التمثيل الضوئي، في حين أن الضوء الأزرق مفيد للتكوين.

9- تكاليف البناء الأولية عالية للمزرعة الرأسية لكن تكاليف التشغيل ستعوض هذه الفروقات.

10-المزرعة الرأسية تشكل سلسلة غذائية متكاملة بين الإنتاج والاستهلاك وتدوير النفايات والتسميد.

11- المزارع الرأسية تعمل كعوازل للضجيج لباقي أقسام المبنى إذا تم وضعها في توجيه صحيح.

12-المناخ الدافئ يساعد على تطبيق مبادئ الاستدامة على المزارع الرأسية.

13-الاتصال بالمواصلات العامة يؤثر على عملية نجاح المزرعة الرأسية.

14-إعادة استخدام المباني القائمة كمزارع رأسية يحتاج إلى دراسة الأكبر لأن المزارع الرأسية بحاجة لدراسة البنية التحتية والعناصر المستدامة لتحقيق أداء جيد للمبنى.

المراجع:

1- Despommier, Dickson, 2010-The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century New York: st. Martin's Publishing Group

2- Shamshiri R.R., Kalantari F., Ting K.C., Thorp K.R., Hameed I.A., Weltzien C., Ahmad D., Shad Z.M., Advances in Greenhouse Automation and Controlled Environment Agriculture: A Transition to Plant Factories and Urban Agriculture ,2018

3- Ellis Bailey, Gilbert, Vertical Farming. California : University of California 1915

4- Borgwardt H, Endress J, Conception of a Vertical Farm for the Maun Science Park in Botswana, HTWG Konstanz,21February2022

5- Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, Juny 2013

6- Maltseva I, Kaganovich N, Mindiyrova T, Vertical Farms in the Context of Sustainable Development,2018

7- Despommier, Dickson, The Rise of Vertical Farms, 13 November 2017.

8- https:/www.agritecture.com/agritecture-definition/

9- https://architizer.com/projects/pasona-hp-tokyo/

10- https://techcrunch.com/

11- https://ilimelgo.com/en/projets/cultivar/cite-maraichere

12- https://www.igrowpreowned.com/

13- https://www.yanglingge.com/

14- https://weather-and-climate.com/