

مجلة جامعة البعث

سلسلة علوم الهندسة المدنية والمعمارية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 46 . العدد 6

1445 هـ - 2024 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير	أ. د. محمود حديد
رئيس التحرير	أ. د. درغام سلوم

مدير مكتب مجلة جامعة البعث

د. إبراهيم عبد الرحمن

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : 963 31 2138071 ++

. موقع الإنترنت : www.albaath-univ.edu.sy

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

ISSN: 1022-467X

شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
 - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
 - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
 - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
 - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
 - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
 - 2- هدف البحث
 - 3- مواد وطرق البحث
 - 4- النتائج ومناقشتها .
 - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
 - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي (كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
 - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
 - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
 - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
 - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:
آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة (-) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة (ثانية . ثالثة) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة .
وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد (كتابية مختزلة) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة.
مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News ,
Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و
التقيد

بالبنود (أ و ب) ويكتب في نهاية المراجع العربية: (المراجع In Arabic)

رسوم النشر في مجلة جامعة البعث

1. دفع رسم نشر (40000) ل.س أربعون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (100000) ل.س مئة الف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (6000) ل.س ستة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

المحتوى

الصفحة	اسم الباحث	اسم البحث
36-11	م. يمان يوسف د. الياس ليوس د. ياسر حمدان	محاكاة العناصر الفعالة للجريان السطحي باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي في حوض نهر مرقية
66-37	م. عبدالحليم اليوسف الضايح د. تراث غريب د. احسان الطرشة	التحليل الديناميكي للاخطي لخزان عالي مع أخذ أثر حركة المياه ضمن الحلة
94-67	م. آية شاهرلي د. نعيمة عجيب د. محمود فطامة	المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة (حالة محطة معالجة الدوير)
162-95	بيرتا أديب بركات د. عماد مسوح	تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة

محاكاة العناصر الفعالة للجريان السطحي باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي في حوض نهر مرقية

يمان ابراهيم يوسف * الدكتور الياس ليوس ** الدكتور ياسر حمدان **

ملخص البحث

تعد النمذجة المائية أداة مهمة جداً في مجال الدراسات الهيدرولوجية حيث تطوّرت من الطرائق الفيزيائية إلى التصويرية ومن ثم الطرائق التجريبية، وبالتالي سهّلت هذه التقنيات التنبؤ بحدوث الفيضانات وغزارتها وأماكن الغمر على ضفاف المجاري المائية، لذلك تهدف الدراسة الحالية إلى استخدام الشبكات العصبية الصناعية، التي تعدّ إحدى أنواع هذه التقنيات، لنمذجة العلاقة (الهطول المطري - الجريان السطحي) في حوض نهر مرقية في محافظة طرطوس. حيث تمّ الاعتماد على شبكة (Elman) الصناعية للتنبؤ بالجريان السطحي باختبار اثنين وعشرين نموذجاً ذات معماريات مختلفة، كما تمّ اختبار كلّ موديل باستخدام عدد مختلف من العصبونات الخفية، وذلك باستخدام مكتبة (nntool) المتاحة في حزمة برمجيات (Matlab).

أثبتت نتائج هذه الدراسة أن الموديل الذي يحوي في طبقة المدخلات على كلّ من درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر والهطول المطري بتأخر زمني مقداره يومان (2:0-) إضافةً إلى قيم سابقة للتصريف بتأخر زمني (1:-3) ومع استخدام (25) عصبون في الطبقة الخفية يعطي أفضل أداء بمتوسط مربع خطأ مقداره (3.1×10^{-5}) ومعامل ارتباط (0.97) لمجموعة البيانات المستخدمة. تمّ التوصل إلى أنّ شبكات Elman تعطي نتائج جيدة في نمذجة العلاقة (R_R) وبالتالي يمكن اعتبارها بديلاً للطرائق التقليدية في نمذجة العلاقة (R_R).

الكلمات المفتاحية: الهطول المطري_الجريان النهري، الشبكة العصبية الصناعية، شبكات Matlab, Elman.

*طالب دراسات عليا (دكتوراه)- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث
**أستاذ- في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص - سورية .
**أستاذ- في قسم هندسة وإدارة الموارد المائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص - سورية .

Simulation of effective elements of surface runoff using artificial intelligence techniques in the Marqia River Basin

Abstract

Water modeling is a very important tool in the field of hydrological studies. It developed from physical methods to conceptual and then experimental methods, these technologies facilitated the prediction of the occurrence of floods, their intensity, and places of inundation on the banks of waterways. There for the current study uses artificial neural networks, which is one type of these technologies, to model the relationship (Rainfall–Runoff) in the Marqia River Basin in Tartous Governorate. The artificial (Elman) network was relied upon to predict surface runoff by testing twenty-two models with different architectures, and each model was tested using a different number of hidden neurons using the (nntool) library available in the (matlab) software package.

The results of this study proved that the model contains in the input layer the temperature, relative humidity, evaporation and precipitation with a time delay of two days (-2:0) in addition to values preceding the discharge with a time delay (-3:-1) and with the use of (25) neurons in the hidden layer gives the best performance with mean square error Its amount (3.1×10^{-5}) and correlation coefficient (0.97) for the data set used, It was concluded that Elman networks give good results in relationship modeling (R_R), and It can be considered an alternative to traditional methods of relationship modeling (R_R).

key words: Rainfall_ Riverflow , Artificial Neural Network, Networks Elman ,Matlab ...

1. مقدمة Introduction:

تعدّ النمذجة الدقيقة للعلاقة بين الهطول المطري_جريان السطحي (Rainfall_Runoff) (R_R) مهمة معقدة جداً، على الرغم من حقل النمذجة الواسع الذي يشمل كلاً من الطرائق الموجهة بالمعرفة والطرائق الموجهة بالبيانات. تتطلب الموديلات الموجهة بالمعرفة كمية ضخمة من البارامترات، وبالتالي فهي تعاني من تأثير كثرة البارامترات. هذا ما يجعل العاملين في حقل النمذجة يبحثون عن طرائق نمذجة بسيطة تتطلب عدد قليل من البارامترات حيث إنّ تحول الهطول المطري إلى جريان سطحي فوق الحوض هو في الواقع عملية ديناميكية غير خطية ومعقدة جداً؛ وذلك بسبب أنّ استجابة الحوض معقدة جداً. العامل المؤثر على الجريان السطحي في الحوض والعائد إلى مدخل الهطول المطري يتضمن كلاً من مواصفات العاصفة؛ أي شدة العاصفة ومدّة العاصفة المطرية، ومواصفات الحوض؛ أي الحجم والشكل والميل ومواصفات التخزين في الحوض، ومواصفات الشكل الجغرافية، ونماذج استخدام الأراضي، الغطاء النباتي وأنواع الترب التي تؤثر في التسرب، بالإضافة إلى مواصفات المناخ مثل الحرارة، الرطوبة، ومواصفات الرياح. إنّ تأثير كل هذه العوامل مع بعضها البعض في توليد الجريان السطحي غير واضح، حيث حاول العديد من الباحثين نمذجة العلاقة (R_R) باستخدام العديد من الطرائق لكن معظم هذه الطرائق تتطلب عدد كبير من البيانات. تستخدم العديد من الدراسات في الوقت الحالي الطرائق الموجهة بالبيانات مثل الشبكات العصبية الصناعية، حيث أثبتت الشبكات العصبية الصناعية أنها أداة جيدة في محاكاة العمليات المعقدة والأنظمة اللاخطية، ولقد أحرزت اهتماماً كبيراً في السنوات الأخيرة، ما أوحى للهيروولوجيين باستخدام هذه الشبكات في نمذجة العلاقة بين الهطول المطري_جريان النهري في أماكن مختلفة من العالم. لقد استخدم (Solaimani, K. 2009) الشبكات العصبية لنمذجة العلاقة (R_R) في المناطق القاحلة في إيران. حيث

استخدم الباحث في دراسته شبكات التغذية الأمامية مع خوارزميات تدريب متعددة، وقورنت نتائج مع الطرائق التقليدية [1]. هذا وقد نشر (Dhamge, N. et, 2012) al. دراسة للتنبؤ بالتدفق النهري اليومي باستخدام ANNs في الهند. بينت الدراسة إمكانية استخدام الشبكة العصبية في نمذجة العلاقة بين الهطول المطري_ الجريان النهري [2]. وفي دراسة قام بها (Lafdani, N. et, al. 2013) لنمذجة العلاقة بين الهطول المطري_ الجريان النهري في حوض Eskandari في إيران، استخدم الباحث كلاً من النظام الضبابي العصبي التكيفي (ANFIS) والشبكة العصبية الصناعية، حيث أثبتت الدراسة أنّ نموذج (ANFIS) هو أفضل أداءً من نموذج (ANN) [3].

أثبتت الدراسات السابقة أنه يمكن استخدام (ANNs) كطريقة بديلة لأنظمة التنبؤ بالفيضان بهدف نمذجة العلاقة (R_R) والتنبؤ بالفيضان، واقترحت الدراسات العمل بطرائق الذكاء الصناعي نظراً لنتائجها الجيدة في نمذجة العلاقة بين الهطول المطري_ الجريان النهري.

لقد ركزت معظم الأبحاث على ما يدعى بالشبكات العصبية الصناعية ذات التغذية الأمامية وذلك في نمذجة العلاقة (R_R)، والتي تنجز تخطيط ستاتيكي بين دخل وخرج النموذج [1]، وطالما أنّ أحواض الأنهار هي أنظمة ديناميكية لذلك فإن استخدام شبكات عصبية صناعية ذات تغذية راجعة (موديلات ديناميكية) قد تعطي نتائج أفضل بكثير من الشبكات الستاتيكية في تمثيل حالة الحوض الهيدرولوجية، هذا ما توصلت إليه بعض الدراسات التي استخدمت الشبكات العصبية الصناعية ذات التغذية الراجعة في نمذجة هذه العلاقة، مثل الدراسة التي قام بها (Dozier, A. 2012) لدراسة تأثير التغير المكاني للهطول المطري في أنموذج الهطول المطري_ الجريان النهري المشكّل باستخدام شبكة Elman ذات التغذية الراجعة لتدريب ومحاكاة قياسات التدفق النهري في حوض Colorado في Creek Fountain [4]. كما اقترح (Alok, A. 2013) في دراسة

أجراها لنمذجة العلاقة R_R في نهر Brahmani في الهند اعتبار الشبكات العصبية الصناعية أداة للتنبؤ بالتصريف، حيث استخدم الباحث في دراسته نوعان للشبكات العصبية الصناعية هي شبكات Elman الإرجاعية وشبكات Cascade [5].

2. أهمية البحث وأهدافه The importance of the research and its goals:

انطلاقاً من أهمية التنبؤ بقيم التصريف المستقبلية للنهر، باعتباره ضرورياً للتنبؤ بالفيضان، إضافةً إلى دوره في إدارة الموارد المائية، تأتي ضرورة نمذجة العلاقة بين الهطول المطري_الجريان السطحي باعتبارها عنصراً أساسياً من عناصر الدورة الهيدرولوجية وتحديدها باستخدام تقانة متطورة لوضع عناصر الموازنة بدقة عالية يمكن الاعتماد عليها لتخطيط الموارد المائية، إضافةً إلى أهمية إيجاد طريقة نمذجة بديلة للطرائق التقليدية التي تتطلب عدد كبير من البارامترات، لذلك يهدف هذا البحث إلى وضع أنموذج رياضي للعلاقة بين الهطول المطري_الجريان النهري باستخدام شبكات (Elman) الصناعية وذلك من خلال:

- ❖ إجراء تحليل حساسية لمدخلات الشبكة بهدف تحديد البارامترات الأكثر تأثيراً على أداء الشبكة العصبية الصناعية، ومن ثمّ بناء أنموذج للعلاقة بين الهطول المطري_الجريان النهري باستخدام شبكات (Elman) الصناعية.
- ❖ تقويم أداء الأنموذج المشكل باستخدام تقانة (Simulink) المتاحة في حزمة برمجيات الماتلاب.

3. موقع منطقة البحث :The site of the research area

يعتبر نهر مرقية من أهم المجاري المائية في المنطقة الساحلية وتبلغ مساحة الحوض الصباب (358 كم²) ، يتميز القسم العلوي للحوض بشبكه الهيدروغرافية الكثيفة وأهم روافده وادي تعنيتا الحاج حسن - صوراني الشكل (1). تعتبر الجيولوجيا السائدة لهذا الحوض متنوعة حيث تنتشر تشكيلات متنوعة تبدأ بالجوراسي في المناطق العليا للحوض وتليها تشكيلات الكريتاسي المختلفة مع صبات بازلتية في مناطق متفرقة حيث المواصفات الهيدروجيولوجية لهذه التشكيلات تتصف بانتشار الشقوق والكاريست مع فوالق متنوعة الاتجاهات وتزيد نفوذية هذه التشكيلات وتوزع المياه على الروافد الأتية:

1- نهر الصوراني ومساحة حوضه الصباب (110 كم²) .

2- نهر تعنيتا ومساحة حوضه الصباب (50 كم²) .

3- نهر السكاف ومساحة حوضه الصباب (55 كم²) .

4- مسيل وادي إبراهيم ومساحة حوضه الصباب (50 كم²) .

وهناك مسيلات أخرى ووديان بمساحة حوض صباب (93 كم²) ويصب النهر في البحر على مسافة (15 كم) شمالي طرطوس الشكل (2). استخدمت في هذه الدراسة سلاسل زمنية يومية لكل من الهطول المطري، التبخر، درجة الحرارة، الرطوبة النسبية والتدفق عند مخرج الحوض متوافرة للفترة ما بين (2010-2005). حيث جمعت قياسات الهطول المطري من محطات منتشرة في الحوض وجرى حساب قيمة متوسط الهطول المطري اليومي للمحطات (القدموس - صايا - الصوراني- سريجس) باستخدام طريقة مضلعات تيسين. كما يتطلب عمل الشبكات الصنعية إجراء عملية التقييس لكل من قيم متجهات المدخلات والهدف، وذلك لجعل قيم عنصريهما قريبة من بعضها البعض؛ لتقليل قيمة الخطأ بين القيم المحسوبة من الشبكة والقيم المأمولة، وهذا يحسن كفاءة

العمليات الحسابية وأداء الشبكة. لذلك قيست كافة البيانات باستخدام طريقة (Kumare)

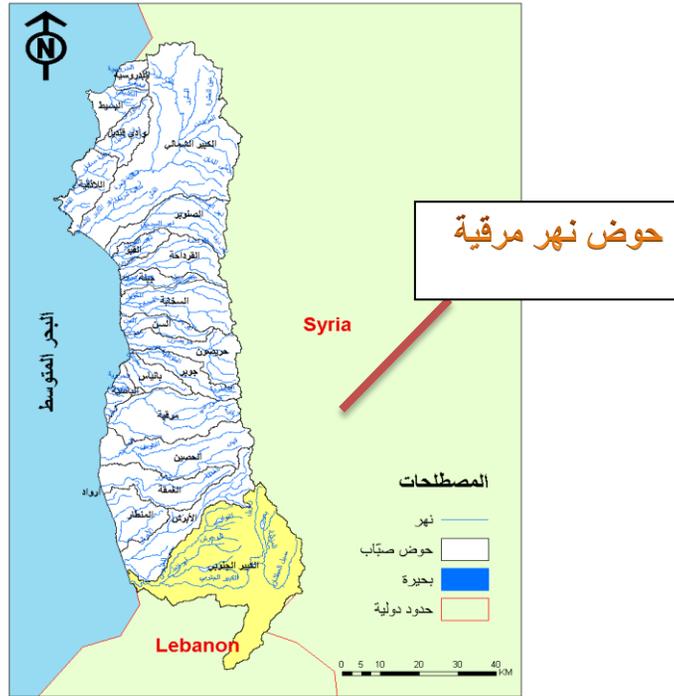
(et al. 2002) [6]، كما هو موضح في المعادلة (1):

$$p_{(norm)} = 0.5 \left[\frac{(p - p_{(mean)})}{p_{(max)} - p_{(min)}} \right] + 0.5 \quad (1)$$

حيث: p : القيم الأصلية ; p(norm) : القيم المقيسة; P(mean): معدل القيم الداخلة;

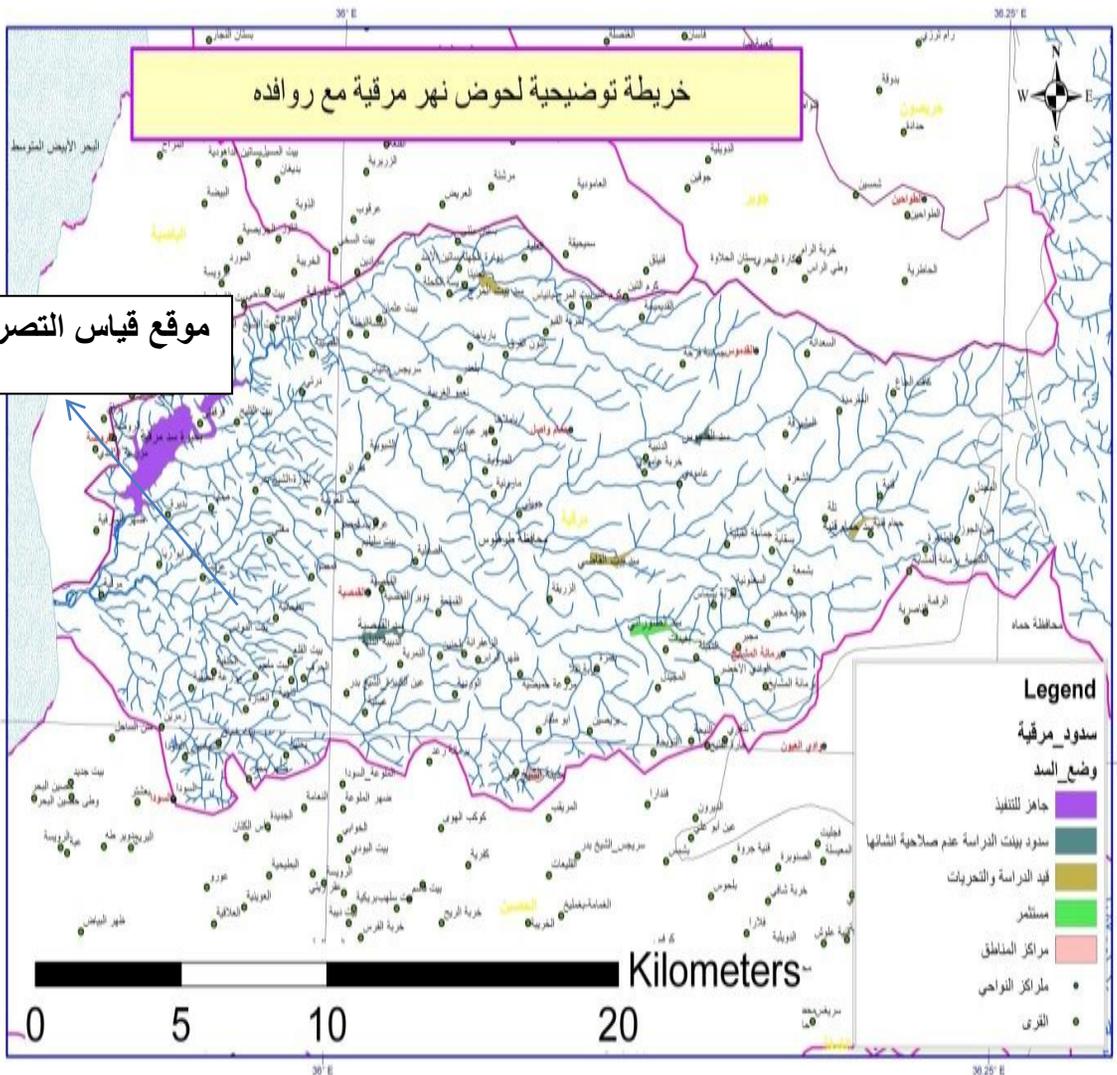
p(min): أدنى قيمة داخلة;

p(max): أقصى قيمة داخلة.



الشكل(1): خارطة الموقع العام لمنطقة البحث

محاكاة العناصر الفعالة للجريان السطحي باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي في حوض نهر مرقية



الشكل (2): حوض نهر الغمقة

4. طرائق البحث ومواده:

1.4. الشبكات العصبية الصناعية

تعتبر الشبكات العصبية من أهم مجالات الذكاء الصناعي، وتدور فكرة الشبكات العصبية حول محاكاة العقل البشري باستخدام الحاسب الآلي . وقد يعود التطور المنظور في هذا المجال إلى العديد من الدراسات التي تمت في مجال المعالجة العصبية (Neural Processing) وتتم عملية المحاكاة عن طريق حل المشاكل التي تواجهه، وذلك من خلال اتباع عمليات التعلم الذاتي والتي تعتمد على الخبرات المخترنة في الشبكة التي تحقق أفضل نتائج. وقد تم اقتباس أسلوب الشبكات العصبية الصناعية من الشبكات البيولوجية العصبية، ويرجع الفضل في دخولها إلى دائرة الأعمال العالمية على يد كل من (Mc – Cultch & Pitts) [7].

حيث تعرّف الشبكات الصناعية بأنها عبارة عن نظام لمعالجة البيانات بشكل يحاكي ويشابه الطريقة التي تقوم بها الشبكات العصبية الطبيعية للإنسان، حيث تتشابه الشبكة العصبية الصناعية مع الدماغ البشري في أنها تكتسب المعرفة بالتدريب، وتخزن هذه المعرفة باستخدام قوى وصل داخل العصبونات تسمى الأوزان التشابكية. ويمكن تدريب الشبكة على إنجاز وظائف معينة من خلال ضبط قيم الأوزان التشابكية بين العناصر [8].

1.1.4. المفاهيم الأساسية لهيكل الشبكات العصبية الصناعية:

في الشبكات العصبية الصناعية تتم عملية معالجة البيانات بين الخلايا العصبية من خلال نقل الإشارات بواسطة وصلات عصبية موجودة في الشبكات بين الخلايا بعضها البعض. ولكل وصلة من هذه الوصلات ترجيح بقيمة معينة تسمى الوزن، حيث يتم ضرب ذلك الوزن بقيمة إشارة خاصة بهذه الوصلة .

كما توجد لكل خلية دالة تفعيل Function Activation، والتي تقوم بتحويل صافى مدخلات خلية معينة إلى إشارات خرج (Output Signals) [8].

ومن أهم مفاهيم تقانات الشبكات العصبية الصناعية:

- الطبقات (Layers): العدد الكلي لطبقات الشبكة العصبية، التي بدورها هي طبقات المدخلات (Input Layers)، وطبقات المخرجات (Input Layers). مع ملاحظة أن عقد المدخلات (Nodes) تستخدم فقط لتوزيع الأوزان.
- حجم الطبقة (Layer size): ويحدد بحجم الذاكرة المحددة بالبرنامج الخاص بتشغيل الشبكة الصناعية.
- الدالة العصبية المستخدمة (Neural Function): هناك عدة أنواع من دوال التفعيل f^k ذات وظائف مختلفة، وكل واحدة منها تصلح لنوع معين من التطبيقات اعتماداً على المدى المحدد لها. وفيما يأتي سرد لبعض منها بما فيها تلك التي جرى استخدامها في البحث الحالي:

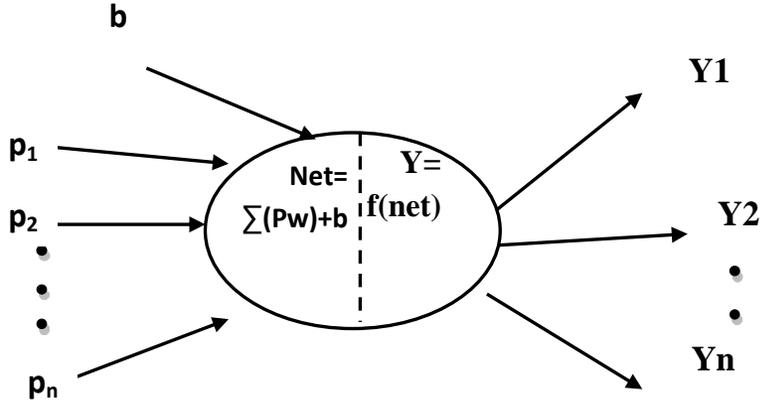
(a) دالة التحويل سيغمويد اللوغاريتمية Log-Sigmoid Transfer Function.

(b) دالة التحويل سيغمويد لظل الزاوية Tan-Sigmoid Transfer Function.

(c) دالة التحويل الخطية (Linear Transfer Function).

صُممت الخلية العصبية الصناعية لتحاكي خصائص الخلية العصبية العضوية حيث تتألف الخلية الصناعية من ثلاثة أقسام أساسية هي: الدخل (الأوزان)، الجامع وتابع التفعيل. حيث تستقبل الخلية العصبية الصناعية عناصر الدخل ومن ثم يُضرب كل

عنصر دخل (P) بالوزن الموافق له (W) ثم تجمع النتائج للقيمة الإضافية التي تدعى بالانحياز b كما هو موضح بالشكل (3).



الشكل (3): تمثيل تخطيطي للتحويلات داخل عصبونات الشبكة العصبية الصناعية

والوزن حقيقة هو عبارة عن متحول يأخذ قيم متغيرة، وعندما يضرب به عنصر الدخل نكون بهذه العملية نغير ونعدل من تأثير الدخل على الخلية العصبية الصناعية n وهذا يقابل عملية المعالجة الكيميائية في المشابك العصبية الحيوية ويكون الناتج على الشكل الآتي:

$$\text{Net} = (P_1W_1 + P_2W_2 + \dots + P_nW_n) + b \quad (2)$$

حيث: P_i : عنصر الدخل ؛ W : الوزن؛ n : عدد الخلايا أو الوحدات

يعد شعاع الانحياز (bj) bias بمثابة الحد الثابت في المعادلات الرياضية كثيرات الحدود الذي يساعد في حل تلك المعادلات بصورة أسهل وأسرع. ثم تجري عملية إدخال ومعالجة الإشارة Net في تابع التفعيل لينتج بذلك خرج الخلية العصبية الصناعية Y.

$$Y = f(\text{Net}) \quad (3)$$

حيث: f : دالة التحويل (Transfer Function)

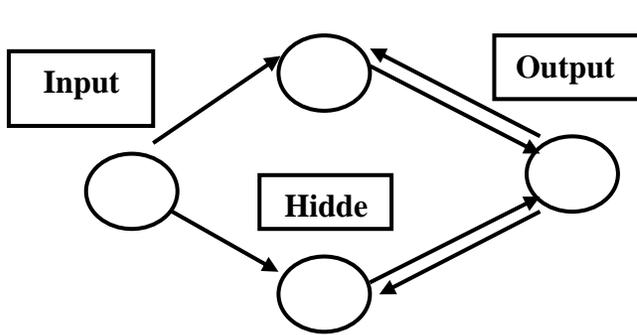
2.1.4. التصميم الهيكلي لبناء الشبكة العصبية الصناعية

1. يتضمن التصميم الهيكلي لبناء الشبكات العصبية الصناعية الخطوات الآتية:
2. تجميع البيانات التي تستخدم في تدريب أو اختبار الشبكة ومن ثم وضع خطة التدريب والتعلم.
3. بناء هيكل الشبكة وتحديد تركيب الشبكة في عدد المدخلات والطبقات ونوع الشبكة.
4. اختيار طريقة التعلم حسب ما هو متاح من أدوات أو تطوير الشبكة أو القرارات.
5. وضع قيم للأوزان والمتغيرات، بعد ذلك يتم تعديل قيم الأوزان عن طريق التغذية المرتدة والعكسية.
6. تحويل البيانات إلى النوع المناسب للشبكة ويتم ذلك عن طريق كتابة معادلة لتجهيز البيانات.
7. تتم عمليتي التدريب والاختبار من خلال تكرار عرض المخلات والمخرجات المرغوبة إلى الشبكة. ومنها مقارنة القيم الفعلية مع القيم المحسوبة، ثم حساب الفرق (الخطأ)، ثم تعديل الأوزان لتقليل الفرق حتى يصبح فرقاً مقبولاً. ومن ثم تصل الشبكة من خلال استخدام مدخلات التدريب إلى النتائج المرغوبة، وبهذا يمكن الاعتماد على الشبكة في الاستخدام كنظام مستقل قائم بذاته [8].

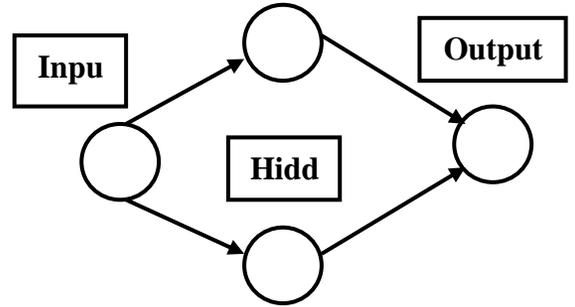
3.1.4. أنواع الشبكات العصبية

يمكن تصنيف الشبكات العصبية إلى:

- شبكات أمامية Feed Forward: وهي الشبكات التي يخلو تركيبها من وجود حلقة مغلقة من الترابطات بين الوحدات المكونة لها. حيث تنتقل العمليات الحسابية في اتجاه واحد إلى الأمام من طبقة المدخلات إلى طبقة المخرجات عبر الطبقات المخفية كما يوضح الشكل (4).
- شبكات إرجاعية Recurrent: وهي الشبكات التي تجد لمخارجاتها طريقاً خلفياً مرة أخرى لتصبح مدخلات؛ لكي تعطى أفضل النتائج الممكنة كما يبين الشكل (5).



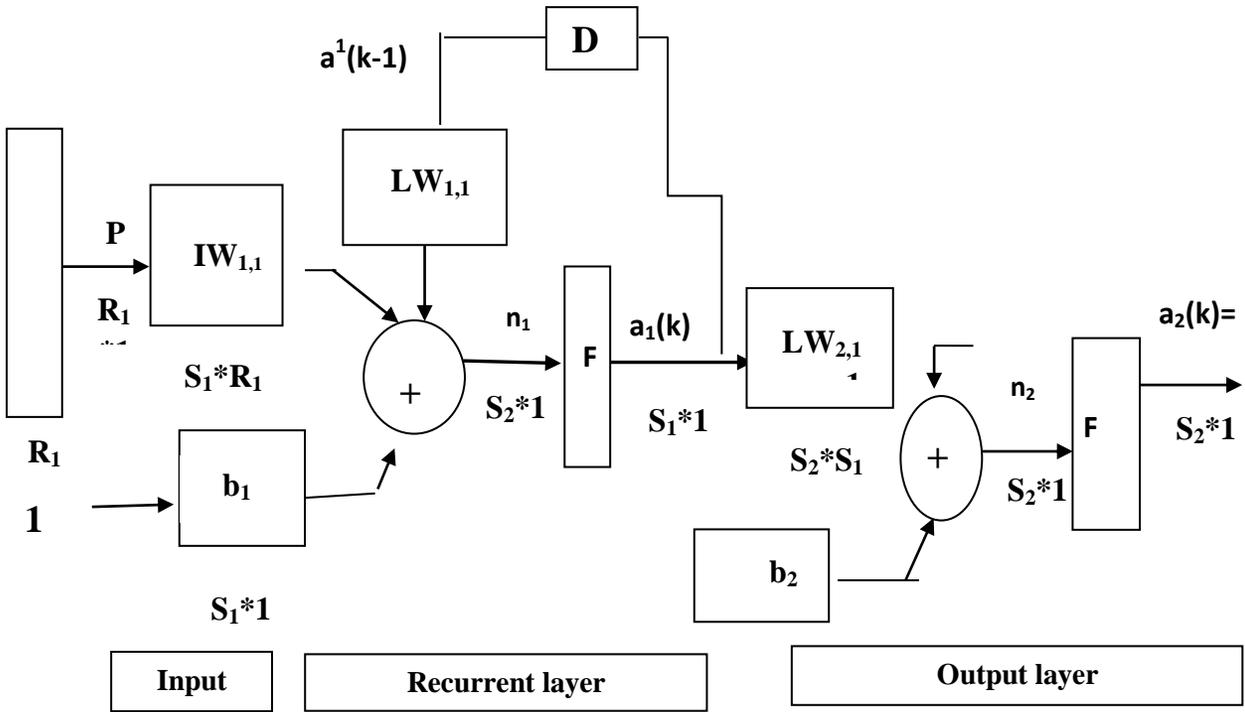
الشكل (5): شبكات التغذية الإرجاعية



الشكل (4): شبكات التغذية الأمامية

استخدمت في هذه الدراسة شبكات Elman حيث تتكون هذه الشبكات من طبقتين ويتم اعتماد تغذية الانتشار العكسي في هذه الشبكة. إنَّ الانتشار العكسي يكون بالتغذية من خرج الطبقة الأولى إلى دخل الطبقة الأولى. تتميز هذه الشبكات بقدرتها على الوصول إلى الحل الأمثل لأنها تعيد خرج الطبقة الخفية إلى طبقة الدخل، مما يزيد

من سرعة التدريب وضبط أوزان الشبكة. حيث تسمح طريقة التغذية الراجعة هذه لشبكات Elman بتخزين قيم من خطوة زمنية سابقة واستخدامها في الخطوة الزمنية الحالية. وهذا ما يجعلها مفيدة في التنبؤ حيث يلعب الزمن دوراً مهماً. تستخدم شبكات Elman عصبونات Tansig في الطبقة الخفية (الإرجاعية) وعصبونات Purelin في طبقة الخرج [7]. يوضح الشكل (6) شبكة Elman .



$$a_1(k) = \text{Tansig}(IW_{1,1}P + LW_{1,1}a_1(k-1) + b_1)$$

$$a_2(k) = \text{purelin}(LW_{2,1}a_1(k) + b_2)$$

الشكل (6): معمارية شبكة Elman

لكي تملك شبكة Elman أفضل فرصة في تعلم المشكلة فهي بحاجة إلى عدد عصبونات خفية أكبر من ذلك المستخدم عند المحاكاة بطرائق أخرى.

IW : أوزان الطبقة الخفية، $b_{(1)}$: عامل الانحياز للطبقة الأولى، $a_{(1)}$: مخرجات الوحدة الخفية، LW : أوزان طبقة المخرجات، $b_{(2)}$: عامل الانحياز للطبقة الثانية، $a_{(2)}$: المخرجات الفعلية.

4.1.4. تدريب شبكات Elman

الطريقة الشائعة لتدريب الشبكات العصبية الصناعية في تطبيقات التقارب مثل نمذجة العلاقة R_R هي طريقة التدريب المراقب. حيث يجري عرض عينات الدخول والمخرج على الشبكة، تحاول بعد ذلك خوارزميات الأمثلة تصغير خطأ خرج الشبكة، وذلك بواسطة ضبط مصفوفة أوزان الشبكة. إذ تُدرّب شبكات Elman باستخدام دالة Train.

عند استخدام دالة Train لتدريب شبكة Elman فسيحدث الآتي:

- تُقدّم كامل سلسلة الإدخال إلى الشبكة، ومن ثم تُحسب نواتجها وتُقارن مع سلسلة الهدف بهدف توليد سلسلة الخطأ.
- يعاد نشر الخطأ عكسياً Back Propagated وذلك لإيجاد ميول الأخطاء لكل وزن وانحياز حيث أنّ هذه الميول في الحقيقة هي تقريبية، حيث يستعمل هذا الميل التقريبي لتعديل الأوزان بدالة Back Propagated المختارة حيث يوصى باستخدام دالة Traingdx [7].

2.4. محاكاة النموذج

إنّ القياسات الأكثر أهمية في محاكاة أداء النموذج المستخدمة في هذه البحث هي متوسط مربع الخطأ ((MSE) (Mean Square Error) المعادلة (3) ، ومعامل الارتباط (the coefficient of correlation (R) المعادلة (4) .

$$MSE = \frac{1}{2 \cdot q} \sum_{i=1}^{i=q} (Y_i - a_2)^2 \quad (3)$$

حيث: y : المخرجات الهدف Target؛ a_2 : قيمة خرج الشبكة المحسوبة calculated.

$$R = \frac{n \sum (Y - \bar{Y}) - (a_2 - \bar{a}_2)}{\sqrt{\sum (Y - \bar{Y})^2 \sum (a_2 - \bar{a}_2)^2}} \quad (4)$$

في بداية كل محاولة تدريب للشبكة، يجب إعادة إدخال القيم الأولية لكل من أوزان الشبكة وانحيازاتها. الطريقة الأكثر تطبيقاً هي التهيئة المبدئية بشكل عشوائي [9]. الهدف من هذه العشوائية هو إجبار خوارزمية التدريب على البحث عن أجزاء أخرى لفضاء البارامترات، وذلك بهدف الوصول إلى ناتج مثالي عام وزيادة الفرصة بشكل عام لإيجاد الخطأ الأصغري.

3.4. هيكلية الشبكة العصبية الصناعية المستخدمة لهذه الدراسة

يتطلب تشكيل الشبكة العصبية الصناعية تحديد كل من الدخل والخرج، وعدد العصبونات الخفية وحساب كفاءة النموذج. يحدد العدد المناسب من العصبونات الخفية في الطبقة الخفية باستخدام التجربة والخطأ . تمّ في هذه الدراسة اختبار اثنان وعشرين نموذجاً بعدد مختلف من العصبونات كما هو موضح في الجدول (1). حيث تُظهر هذه النماذج تأثير عدّة تشكيلات للمدخلات على أداء الشبكة العصبية الصناعية.

الجدول (1): النماذج المختبرة في هذه الدراسة

رقم النموذج	عدد العصبونات في الطبقة الخفية	وصف النموذج
1	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, H_t)$
2	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, H_{t-1}, Q_{t-1})$
3	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, H_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, H_{t-1}, Q_{t-1})$
4	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, H_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, H_{t-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, T_{t-2}, H_{t-2}, Q_{t-1}, Q_{t-2})$
5	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, H_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, H_{t-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, T_{t-2}, H_{t-2}, R_{t-3}, E_{vt-3}, T_{t-3}, H_{t-3}, Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3})$
6	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, H_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, H_{t-1})$
7	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t)$
8	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, Q_{t-1})$
9	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, Q_{t-1})$
10	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, T_{t-2}, Q_{t-1}, Q_{t-2})$
11	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, T_{t-2}, R_{t-3}, E_{vt-3}, T_{t-3}, Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3})$
12	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, T_t, R_{t-1}, E_{vt-1}, T_{t-1})$
13	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt})$
14	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_{t-1}, E_{vt-1}, Q_{t-1})$
15	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, R_{t-1}, E_{vt-1}, Q_{t-1})$
16	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, R_{t-1}, E_{vt-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, Q_{t-1}, Q_{t-2})$
17	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, R_{t-1}, E_{vt-1}, R_{t-2}, E_{vt-2}, R_{t-3}, E_{vt-3}, Q_{t-1}, Q_{t-2}, Q_{t-3})$
18	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, E_{vt}, R_{t-1}, E_{vt-1})$
19	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t)$
20	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_{t-1}, Q_{t-1})$
21	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, R_{t-1}, Q_{t-1})$
22	5,10,15,20,25,30	$Q_t=f(R_t, R_{t-1}, R_{t-2}, Q_{t-1}, Q_{t-2})$

R_t : الرطوبة النسبية، E_{vt} : التبخر ، T_t : درجة الحرارة ، H_t : الهطول المطري، Q_t

التصريف، بالإضافة لقيم بتأخر زمني مقداره يومان (0:-2).

R_{t-1} : الرطوبة النسبية بتأخر مقداره يوم واحد ، E_{vt-1} : التبخر بتأخر زمني مقداره يوم واحد ،

T_{t-1} : درجة الحرارة بتأخر زمني مقداره يوم واحد ، H_{t-1} : الهطول المطري بتأخر زمني مقداره

يوم واحد.

5. النتائج والمناقشة The Results and Discussion

1.5. إدخال البيانات وبناء الشبكة العصبية الصناعية:

تم تطوير اثنان وعشرون مودياً بعدد مختلف من العصبونات في الطبقة الخفية في كل من هذه النماذج للتحقق من تأثير وجود كل مدخل على أداء النموذج، وأيضاً للتحقق من أفضل عدد من العصبونات في الطبقة الخفية لكل موديل. وبغرض الحصول على أفضل هيكلية للشبكة العصبية الصناعية وتحقيق هدف عملية التدريب للشبكة العصبية الصناعية المقترحة، لا بد من الوصول إلى حالة من التوازن بين قابليتها على الاستجابة الصحيحة لبيانات المدخلات المستخدمة في عملية التدريب التي يجري تخزينها في الشبكة لعملية التنكير، وبين قابليتها على إعطاء استجابة جيدة لمدخلات مشابهة، لكنها غير مطابقة لتلك المدخلات المستخدمة في عملية التدريب (عملية التحقق validation). لذلك جرى الاعتماد على طريقة التوقف المبكر، بغية التوصل إلى صفة التعميم الكفوء، وذلك بتقسيم البيانات إلى ثلاث مجموعات هي مجموعة التدريب، ومجموعة التحقق، ومجموعة الاختبار.

استُخدم في هذه الدراسة نموذج شبكة صناعية (شبكة Elman) ذا معمارية تتكون من عصبون خرج واحد، ثابتة على كامل الدراسة، وطبقة خفية واحدة حيث وجد الحجم المثالي للطبقة الخفية بوساطة اختبار عدّة معماريات تحتوي على عدد مختلف من العصبونات الخفية حتى يتحسن أداء الشبكة بشكل جيد. جرت هذه الاختبارات باستخدام مكتبة nntool المتاحة في حزمة برمجيات الماتلاب، وباستخدام خوارزمية Levenberg-Marquardt backpropagation لتدريب الشبكة.

يظهر الجدول (2) أداء بعض النماذج المشكّلة والتي أعطت نتائج جيّدة مقارنة بباقي النماذج المشكّلة والتي تمّ ذكرها سابقاً في الجدول (1)، حيث جرى اختبار عدّة معماريات للشبكة العصبية الصناعية، بهدف التوصل إلى أفضل أداء (أصغر قيمة

لمتوسط مربع الخطأ). حيث تبين أن الشبكة العصبية الصناعية ذات المعمارية 19-1 (25-19) مدخل في طبقة المدخلات تمثل درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر والهطول المطري بتأخر زمني مقداره يومان (0:2-) إضافة إلى قيم سابقة للتصريف بتأخر زمني (1:-3-)، 25 عصبون في الطبقة الخفية، وعصبون واحد في طبقة الخرج يمثل التصريف عند الزمن (t=0) تعطي أفضل أداء (أصغر قيمة لمتوسط مربع الخطأ) 3.1×10^{-5} من أجل المجموعات الثلاثة، ومعامل ارتباط 97% للمجموعات الثلاثة أيضاً.

الجدول (2): أداء النماذج المشكّلة

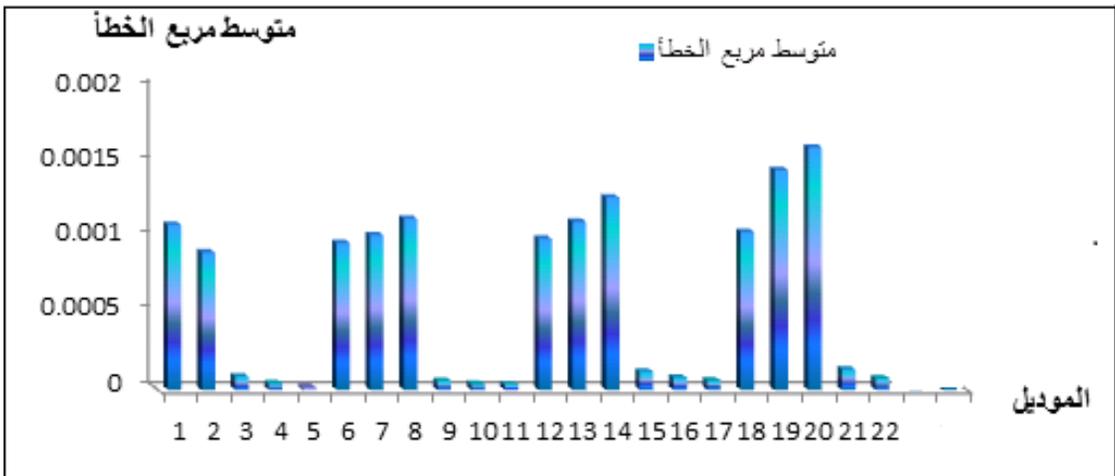
Model	Number of hidden layer	متوسط مربع الخطأ MSE	معامل الارتباط %R	Model	Number of hidden layer	متوسط مربع الخطأ MSE	معامل الارتباط %R
1	5	480.001	55	12	5	0.00123	46
	10	160.001	45		10	0.0015	30
	15	180.001	3.55		15	0.000878	65
	20	200.001	48		20	0.00183	53
	25	500.001	75		25	0.00111	56
	30	120.001	53		30	0.00109	33
2	5	80.0010	9.64	13	5	0.00122	36.7
	10	130.001	7.35		10	0.00137	47.5
	15	8080.000	46		15	0.00135	50.34
	20	780.000	65		20	0.00135	49.82
	25	80.0010	67		25	0.00133	50.69
	30	8940.000	62		30	0.00111	37.92
3	5	330.0001	92	14	5	0.00147	35.12
	10	70.00010	93		10	0.00133	42.13
	15	150.0001	91		15	0.0015	42.65
	20	0.000123	.288		20	0.00134	50.38
	25	6.82×10^{-5}	93		25	0.00127	47.59
	30	5.67×10^{-5}	89.1		30	0.00146	40.67
4	5	0.000188	91	15	5	0.000168	92
	10	6.5×10^{-5}	92		10	0.00012	92.9
	15	7.63×10^{-5}	90		15	0.000158	90
	20	3.84×10^{-5}	96		20	0.000151	92.8
	25	6.8×10^{-5}	95		25	0.000131	91.3
	30	3.9×10^{-5}	94.6		30	0.000126	91.7
5*	5	0.000115	91	16	5	0.000135	92.7
	10	2.98×10^{-5}	94		10	0.000127	94.9
	15	6.7×10^{-5}	91.3		15	0.00015	89

محاكاة العناصر الفعالة للجريان السطحي باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي في حوض نهر مرقية

	20	4.5×10^{-5}	92.5		20	8.67×10^{-5}	89
	25	3.1×10^{-5}	97		25	8.08×10^{-5}	92.5
	30	2.89×10^{-5}	91.8		30	8.6×10^{-5}	91
6	5	0.00112	48.7	17	5	0.000132	89
	10	0.00114	55		10	9.54×10^{-5}	90
	15	0.00065	53		15	6.3×10^{-5}	91.1
	20	0.00113	62		20	6.11×10^{-5}	96.5
	25	0.000346	56.9		25	8.35×10^{-5}	93
	30	0.0034	42.3		30	8.89×10^{-5}	92.9
	7	5	0.00125		43	18	5
10		0.00116	53.4	10	0.00132		44
15		0.00123	59.2	15	0.00104		59
20		0.00132	62	20	0.00136		43
25		0.00171	61	25	0.00122		45
30		0.00115	56	30	0.00133		49
8	5	0.00154	45	19	5	0.00156	34.69
	10	0.00132	51		10	0.00154	37.17
	15	0.00114	53		15	0.00155	36.66
	20	0.00134	48.5		20	0.00145	35.7
	25	0.00112	33		25	0.00147	34.25
	30	0.00117	42.8		30	0.00151	35.12
9	5	0.000135	92	20	5	0.00161	37.62
	10	8.78×10^{-5}	95		10	0.00163	30.8
	15	0.000114	91		15	0.00162	44.28
	20	6.56×10^{-5}	92.2		20	0.0016	30.48
	25	4.76×10^{-5}	94		25	0.0016	36.7
	30	9.85×10^{-5}	92.6		30	0.00163	36.6
10	5	0.000119	90	21	5	0.000208	92
	10	6.98×10^{-5}	85		10	0.000178	94
	15	5.46×10^{-5}	94.5		15	0.000204	92
	20	2.94×10^{-5}	95.6		20	0.000151	91
	25	4.67×10^{-5}	93		25	0.000134	92
	30	3.89×10^{-5}	86		30	0.000141	91
11	5	0.000143	90.8	22	5	0.000229	92
	10	3.98×10^{-5}	93.4		10	0.00015	90
	15	4.01×10^{-5}	92.8		15	0.000141	91.5
	20	3.45×10^{-5}	95		20	0.000209	93
	25	5.7×10^{-5}	94.7		25	0.000185	92
	30	2.34×10^{-5}	92		30	7.51×10^{-5}	90

* : أفضل نموذج لشبكات Elman المختبرة

يظهر الشكل (7) أنّ أداء شبكة Elman الصناعية يتحسن بشكل كبير عند استخدام قيم سابقة للتصريف، كما أنّ شبكات Elman تعطي أفضل أداء عند استخدام البارامترات الأربعة (الهطول المطري، التبخر، الحرارة، والرطوبة) وذلك بتأخر زمني يتراوح بين [0 3] مع استخدام قيم سابقة للتصريف بتأخر زمني يتراوح بين [3 1]. كما أنّ شبكات Elman الصناعية تعطي أداء جيد عند استخدام مدخلات تمثل الهطول المطري بتأخر زمني يتراوح بين [2 0]، وقيم سابقة للهطول المطري بتأخر زمني يتراوح بين [2 1]، حيث بلغت قيمة متوسط مربع الخطأ 0.0000751 (النموذج 22) وبلغت قيمة معامل الارتباط 90%. ليتحسن أداء الشبكة عند استخدام التبخر إضافة للهطول المطري كمدخلات لتدريب الشبكة إضافة إلى قيم سابقة للتصريف (النموذج 17) حيث بلغت قيمة متوسط مربع الخطأ 0.0000611 ومعامل الارتباط 96.5%، ليتحسن أداء الشبكة عند استخدام مدخل الحرارة إضافة إلى الهطول المطري والتبخر والتصريف (النموذج 11)، ليلعب متوسط مربع الخطأ 0.000057 ومعامل الارتباط 94.7%، لتعطي شبكة Elman أفضل أداء لها عند استخدام البارامترات الأربعة (الهطول المطري، التبخر، الحرارة، والرطوبة) إضافة إلى قيم سابقة للتصريف كما ذكرنا سابقاً (النموذج 5).

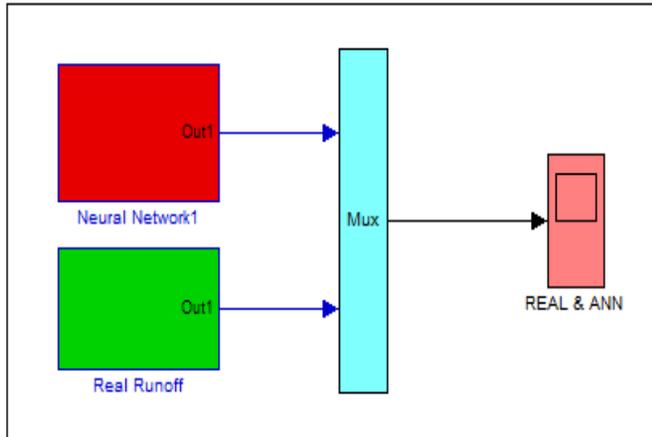


الشكل(7): متوسط مربع الخطأ لكل نموذج

2.5. تقويم أداء الشبكة العصبية الصناعية المقترحة

يعدُّ فحص أداء أي نموذج رياضي مقترح من التطبيقات الاعتيادية والتقليدية في عملية النمذجة الرياضية، حيث يُقِيمُ حسنُ الأداء من خلال حساب قيمة الأخطاء بين القيم المقيسة وتلك الناتجة عن الشبكة. ولغرض الاستفادة من التقانات الحديثة في إظهار المقارنة على شكل مرسمات، اقترح بناء نموذج المحاكاة بالاستفادة من تقانة SIMULINK المتاحة في حزمة برمجيات MATLAB، حيث اختُصِرَ أنموذج المقارنة بوضع الشبكة العصبية الصناعية على شكل قالب جاهز بسيط BLOCK، يحتوي على جميع مفردات الشبكة المقترحة في حزمة قوالب ثانوية يمكن إظهارها بسهولة.

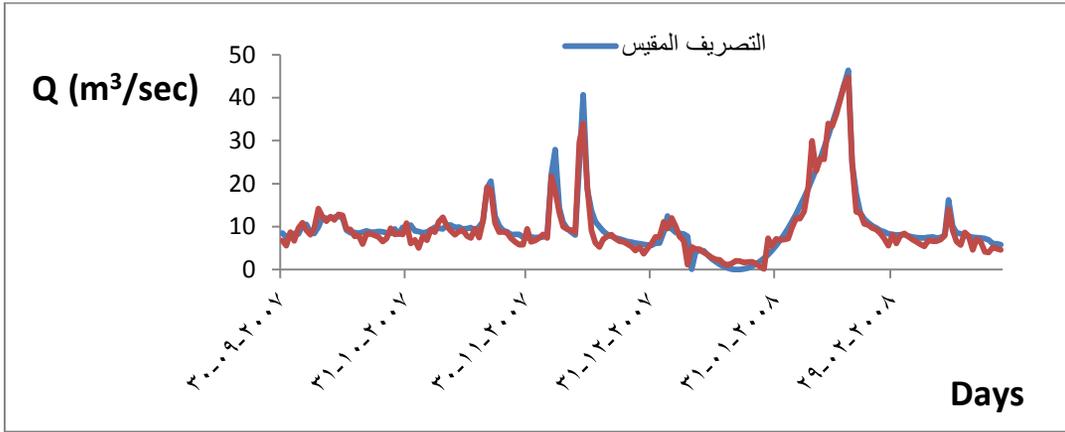
يُظهر النموذج المشكّل باستخدام تقانة Simulink الشكل (8) جمع كل من خرج الشبكة العصبية الصناعية وقيم الجريان السطحي في قالب يسمى Mux، وبذلك يمكن ربطها بمرتمس واحد.



الشكل (8): يبين قالب الشبكة العصبية الصناعية

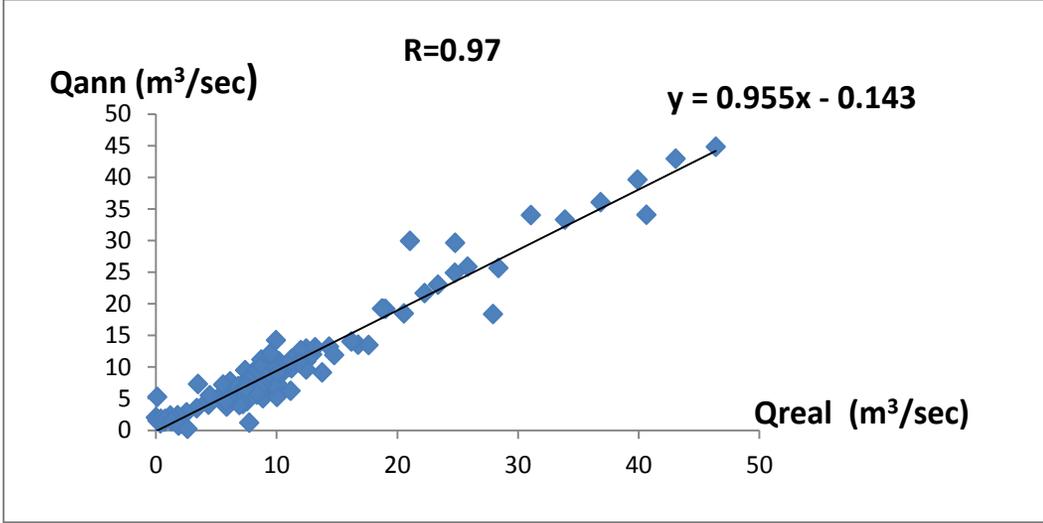
3.5. نتائج المحاكاة

اختُبر نموذج الشبكة العصبية الصناعية المشكل باستخدام مجموعة الاختبار التي تشكل نسبة 20% من البيانات، وذلك للتحقق من أداء الشبكة ومقارنة مخرجات الشبكة المشكلة مع القيم المقیسة، حيث لوحظ التوافق الأدائي بين نتائج الشبكة الصناعية والقيم الحقيقية للتصريف للشكل (9).



الشكل (9): قيم التصريف اليومي المقیسة والنتيجة من أنموذج شبكة Elman لمجموعة الاختبار

كما بلغت قيمة متوسط مربع الخطأ 0.00317 وقيمة معامل الارتباط لمجموعة البيانات المختبرة (0.97)، كما هو واضح في الشكل (10). بالتالي تُظهر النتائج أداءً جيداً لأنموذج الشبكة المشكل في نمذجة العلاقة بين الهطول المطري _الجريان النهري.



الشكل (10): التوافق الخطي بين قيم التصريف اليومية المقيسة وقيم التصريف اليومي الناتجة من شبكة Elman لمجموعة الاختبار

6. الاستنتاجات والتوصيات:

☒ إن استخدام تشكيل موحد من البارامترات يضمّ كلاً من درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر والهطول المطري يزيد من دقة أداء الشبكة المشكلة للتنبؤ بالتصريف مقارنة مع تشكيلات أخرى تضم جزءاً من البارامترات، كما أنّ استخدام قيم التصريف السابقة في التنبؤ بقيم التصريف المستقبلية يزيد من دقة أداء شبكة Elman الصناعية.

☒ هناك ارتباط خطي بين مخرجات شبكة Elman الصناعية وبيانات التصريف المقيسة بمعامل ارتباط قدره 97%، مما يبيّن إمكانية استخدام هذه التقنية في التنبؤ بقيم التصريف المستقبلية في حوض نهر مرقية.

✘ إن استخدام تقانة Simulink المتاحة في حزمة برمجيات الماتلاب يساعد في تحويل الشبكة المشكّلة إلى شكل قالب Block مما يزيد من دقة وسهولة وسرعة الأداء.

واعتماداً على نتائج البحث يمكن وضع التوصيات الآتية:

- ❖ الاستفادة من طرق الذكاء الصناعي في تحديد قيم معامل الجريان السطحي في الأحواض المدروسة ومقارنة تلك القيم مع الدراسات النظرية لها .
- ❖ استخدام أنواع أخرى من الشبكات العصبية الصناعية بنوعها شبكات التغذية الأمامية وشبكات التغذية الراجعة لإجراء تحليل الحساسية أي لاختبار المدخلات الأكثر تأثيراً على نتائج الشبكة. ومن ثمّ مقارنة أداء الشبكات العصبية الصناعية ذات التغذية الأمامية والشبكات العصبية الصناعية ذات التغذية الراجعة في التنبؤ بقيم التصريف المستقبلية.
- ❖ التنبؤ بالتصريف في حوض نهر مرقية باستخدام تشكيلات مختلفة من البارامترات تضمّ كلاً من درجة الحرارة، الرطوبة النسبية، التبخر، الهطول المطري، معامل استخدام الأراضي، نوع التربة، التصريف الجوفي.

المراجع:

1. SOLAIMANI, k. *Rainfall-runoff Prediction Based on Artificial Neural Network (A Case Study: Jarahi Watershed)*. ISSN United States. 2009, 856-865.
2. DHAMGE, N. ؛KADU, M. ؛ATMAPOOJYA, S. *Rainfall Runoff Modelling Studies Using Artificial Neural Network*. International J.of Multidispl. Research & Advcs. in Engg. (IJMRAE) India, Vol. 4, N^o. I, 2012, 27-38.
3. LAFDANI, E.؛ NIA, A.؛ PAHLAVANRAVI, A.؛ AHMADI, A.؛ JAJARMIZADEH, M. *Daily Rainfall-Runoff Prediction and Simulation Using ANN, ANFIS and Conceptual Hydrological MIKE11/NAM Models*. International Journal of Engineering & Technology Sciences Iran. 2013, 32-50.
4. DOZIER, A. *Influence of spatial variation in precipitation on artificial neural network rainfall-runoff model*. Hydrology Days U. S. A. 2012, 29-42.
5. ALOK, A. ؛PATRA, K. C.؛ DAS, S.K. *Prediction of Discharge with Elman and Cascade Neural Networks*. Research Journal of Recent Sciences India, Vol.2, 2013, 279-2013.
6. KUMARE, M. et, al. *Evapotranspiration using Artificial Neural Network*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE U.S.A. Vol. 128, N^o. 4, 2002, 224-233.
7. Matlab/R2012b/Help/Historical Networks (Neural Network Toolbox).
8. عبد الحميد محمد العباسي. مقدمة في الشبكات العصبية الصناعية وتطبيقاتها في العلوم الاجتماعية باستخدام spss . معهد الدراسات والبحوث الإحصائية مصر. 2013، 1-39 .
9. ZIJDERVELD, A. *Neural network design strategies and modelling in hydroin formatics*, Delft University of Technology Netherlands, 2003, 146.
10. عمار غطفان ، حايك شريف . العلاقة بين الهطل المطري والجريان في حوض نهر مرقية . مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية (2015).

التحليل الديناميكي للاخطي لخزان عالي مع أخذ أثر

حركة المياه ضمن الحلة

طالب ماجستير: م. عبدالحليم اليوسف الضايح- قسم الهندسة الانشائية-كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث

د.م. تراث غريب- دكتورة في قسم الهندسة الانشائية-كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث

د.م. احسان الطرشة-دكتور في قسم الهندسة الانشائية-كلية الهندسة المدنية-جامعة البعث

الملخص

تعتبر خزانات المياه العالية من المنشآت الخاصة والهامة نظراً لاستخدامها في حفظ المياه اللازمة للشرب أو للسيطرة على الحرائق أثناء الهزات الأرضية. يختلف السلوك الديناميكي للخزانات بشكل عام عن بقية المنشآت نظراً لاحتوائها على سائل وبسبب عدم انتظام صلابتها مع الارتفاع حيث الكتلة الرئيسية لها تقع في الأعلى. في هذا البحث تمت دراسة خزان عالي واقعي منفذ في منطقة الريان-حمص بطاقة تخزينية 300 م³، تم أخذ حركة المياه في الحلة أثناء الحدث الزلزالي بعين الاعتبار بحيث تم تمثيل كتلة السائل في الحلة كمجموع لكتلتين مستقلتين يطلق عليها الكتلة الدفعية (Impulsive mass) والكتلة الحملية (Convective Mass) حسب توصيات الكود الأوربي 8 لعام 2006 لحالات امتلاء متعددة: مليء، ثلاثة أرباع مليء، نصف مليء، ربع مليء، فارغ. تم الاعتماد على برنامج SAP2000 [1] وتم التحليل الديناميكي باستخدام طريقة السجل الزمني اللاخطي بالتكامل المباشر (Nonlinear Time History- Direct Integration) حيث تم إجراء تقييس للسجل الزمني للزلزال El-Centro وفق طيف

الاستجابة الخاص بالموقع (حمص). تم حساب قيم الاستجابة الديناميكية للخزان المتمثلة بقوة القص القاعدي، عزم الانقلاب وإزاحة قمة الخزان، وقوة القص عند أول مفصل لدن، ومراقبة عدد المفاصل اللدنة المتشكلة بعد نهاية حمولة الزلزال والمقارنة بين حالات الامتلاء المتعددة. بينت النتائج أن قيم الاستجابة للخزان تتأثر بشكل كبير عند دراسة التفاعل المتبادل (منشأ - سائل) حسب الحالة المدروسة ودرجة امتلاء الخزان وكذلك فيضان السائل (متمثلة بالكتلة الحملية) في الحلة الذي يؤثر بشكل كبير على قيم الاستجابة الديناميكية للخزان حيث تبين من خلال دراسة هذا الخزان أن الحالة الأخطر تصميمياً هي حالة نصف مليء 50% حيث تشكل أول مفصل لدن عند أقل قوة قص قاعدي وتشكّل أكبر عدد من المفاصل اللدنة وأكبر عزم انقلاب في حالة نصف مليء 50% أيضاً.

الكلمات المفتاحية: خزانات المياه العالية- التحليل الديناميكي للاخطي- السجل الزمني

Nonlinear dynamic analysis of a high tank taking into account the effect of water movement within the drum

Abstract

Elevated water tanks are considered special and important facilities due to their use in preserving water necessary for drinking or for fire control during earthquakes. The dynamic behavior of tanks is generally different from the rest of the facilities because they contain liquid and because of their irregular hardness with height, where the main mass is located at the top. In this research, a realistic high reservoir was studied in Al-Rayyan-Homs area with a storage capacity of 300 m³. the movement of water in the drum during the seismic event was taken into account so that the liquid mass in the drum was represented as the sum of two independent masses called the mass impulsive and the mass convective according to the recommendations of the European Code 8 of 2006 for multiple cases of fullness: Full, three-quarters full, half full, quarter full, empty. The SAP2000 program was based and the dynamic analysis was carried out using the nonlinear time history – direct integration method, where the El-Centro earthquake time record was standardized according to the site's response spectrum (Homs). The dynamic response amounts

of the tank represented by the basal shear force, inversion torque and tank top displacement and Shear strength at the first plastic hinges, and monitoring the number of elastic hinges formed after the end of the earthquake load and comparison of multiple fullness cases were calculated. The results showed that the response values of the tank are significantly affected when studying the mutual interaction (structure – liquid) according to the studied case and the filling phase of the tank, as well as the flooding of liquid in the drum, which greatly affects the dynamic response values of the tank, through the study of this tank, it was found that the most dangerous case by design is the case of half full 50%, where it forms the first plastic joint at the lowest base shear force and constitutes the largest number of elastic joints and the largest inversion torque in the case of half full 50% as well.

Key word: water tank– nonlinear dynamic analysis– time history

مقدمة:

تُعد دراسة سلوك الخزانات تحت تأثير الحمل الزلزالي من المواضيع المعقدة نسبياً حيث يتحرك الماء ضمن الحلة بشكل منفصل عن الخزان نفسه، ورغم أن دراسة حركة الماء في هذه الحالة بشكل دقيق هو أمر يعاني من صعوبات كبيرة، لكن الكودات تسمح بالجوء لطرق مبسطة من أجل دراسة هذا الأثر والتي يمكن أن يعتمد عليها المهندسون في تصميمهم بالاعتماد على التحليل الديناميكي. إن الاختلاف بين هاتين الحركتين بشكل عشوائي (متوافق أو متعاكس من أجل كل لحظة) يجعل من المهم لحظ هذا الأثر عند دراسة المنشآت المهمة أو الخاصة، حيث أن هذا الأثر قد يكون سلبياً (يزيد من القوى الزلزالية المنقولة من الخزان إلى العناصر الحاملة له) أو إيجابياً (يخفض من القوى الزلزالية المنقولة، حتى أن بعض أنواع المخمدات تعتمد على هذا المبدأ في تقليل أثر الزلزال على المنشآت الحديثة). وإن التصميم الآمن لهذه المنشآت يتوقف على دقة النموذج الرياضي التحليلي والتمثيل الصحيح لكتلة الماء ضمن الحوض والذي يجسد آلية التفاعل المشترك بين السائل والمنشأ، أظهرت نتائج الأبحاث السابقة التي تناولت التحليل الديناميكي لخزانات المياه العالية أهمية تأثير الفعل المتبادل (سائل - منشأ) على قيم الاستجابة الديناميكية المتمثلة بالانتقالات وقيم قوى القص القاعدي وعزوم الانقلاب وغيرها.

هدف البحث:

تكمن أهمية هذا البحث في بيان مدى تأثير الحركة الاضطرابية للسائل ضمن الحلة في خزانات المياه العالية أثناء الحدث الزلزالي على قيم الاستجابة الديناميكية المتمثلة بالقص القاعدي، عزم الانعطاف والإزاحة الأعظمية لقمة الخزان ويتم ذلك بإجراء التحليل الديناميكي اللاخطي لنموذج خزان مياه عالي منفذ بمساعدة برنامج SAP2000 [1]

لحالات امتلاء مختلفة ضمن الحلة ومقارنة ما يحصل من تغيرات في قيم الاستجابة الديناميكية وفقاً لذلك وتحديد الحالة الأمثل والحالة الأخطر من حالات الامتلاء.

مواد وطرائق البحث:

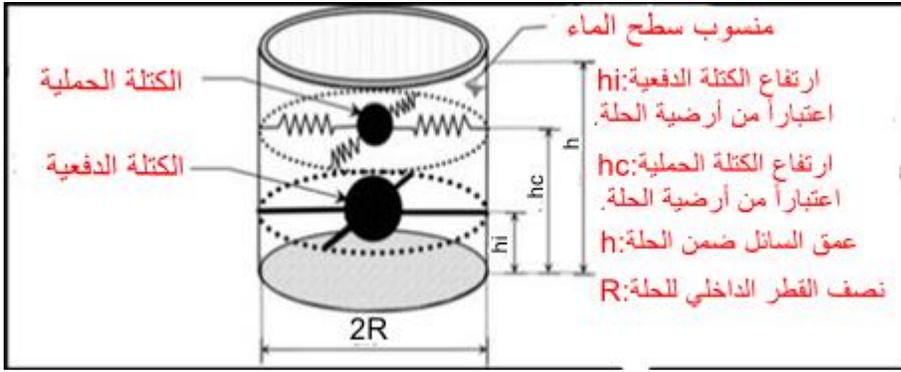
1- الدراسة المرجعية:

أجريت العديد من الدراسات على خزانات المياه العالية حيث طرح الباحث Westergaard [2] عام 1931 طريقة الكتلة المضافة عوضاً عن السائل الموجود ضمن الخزان من أجل سهولة النمذجة أثناء عملية التحليل، بعدها قام الباحث Housner [3] عام 1963 بتطوير هذه الطريقة فعمل على تمثيل السائل ضمن الخزان بكتلتين حملية ودفعية تمثلان كتلة السائل وحمولة الفيضان ووضع العلاقات المناسبة لحساب هذه الكتل حيث يمكن فصل الضغط المتولد في السائل والنتائج عن الحركة الديناميكية إلى جزأين دفعي وحملية فعندما يتعرض السائل ضمن الخزان لمركبة الهزة الأرضية الأفقية فإن جدران الخزان والسائل تتعرض لتسارع أفقي. ويسلك السائل في الجزء السفلي من الحلة سلوك كتلة مرتبطة بشكل صلب بجدران الحلة. ويطلق على هذه الكتلة اصطلاحاً كتلة السائل الدفعية وتتسارع مع جدران الخزان وتشكل ضغط هيدروديناميكي دفعي على جدران الخزان وبشكل مشابه فإن كتلة السائل في المنطقة العلوية من الخزان تتعرض لحركة اضطرابية (فيضان)، ويطلق على هذه الكتلة اصطلاحاً كتلة السائل المضطربة (الحملية) وتنتج ضغطاً هيدروديناميكياً اضطرابياً على جدران الحوض. أما الكود الأوربي 8 لعام 2006 فقام بتطوير طريقة Housner [3] عام 1936. وعمل على تبسيط المعادلات الخاصة لحساب قيم الكتلة الدفعية والكتلة الحملية وصلابة النوابض من خلال قيم جدولية وبالعلاقة مع نسبة ارتفاع الشريحة المائية ضمن الحوض إلى نصف القطر الداخلي للحوض. ومن أجل تمثيل هاتين الكتلتين وبهدف تضمين أثر الضغط الهيدروديناميكي في التحليل تم اعتماد نموذج (نابض-كتلة) من أجل الخزانات

الأرضية ونموذج الكتلتين من أجل الخزانات العالية. وطور الباحثان HarounandEllaithy [4] نموذجاً يتضمن تحليل خزانات عالية صلابة معرضة للاهتزاز والدوران. وتحري الباحثان ResheidatandSunna [5] سلوك خزان عالي نو مقطع مستطيل باعتبار الفعل المتبادل (منشأ- تربة) خلال الزلزال. ثم حل الباحثان HarounandTemraz [6] في خزانات عالية مدعمة بشكل X ومشيدة على اساسات معزولة لتحري أثر التفاعل الديناميكي (أساس- تربة) لكنهما أهملتا تأثير الحركة الاضطرابية للسائل على الاستجابة الديناميكية للخزان وأجرى الباحثان MarashiandShakib [7] في اختبار اهتزاز محيطي لتقييم الخواص الديناميكية للخزانات العالية. واقترح الباحث Dutta [8] نظام إنشائي بديل للخزان للتقليل من قابلية الفتل. ودرس الباحث Dutta [9] النظام الانشائي الحامل لخزانات عالية بقابلية قتل منخفضة واقترح معادلات تجريبية تقريبية لصلابة الفتل والصلابة الافقية والجانبية لأنظمة حاملة انشائية اطارية مختلفة كما قام الباحث H. Matinmanesha [10] بإدخال الأثر التفاعلي لتربة مع المنشأ للمباني العالية واختار في دراسته التربة الرملية أما الباحث S. Bozorgmehrnia [11] قام بدراسة تأثير نسبة امتلاء الخزان على الاستجابة الديناميكية للخزان دون أن يأخذ بعين الاعتبار الأثر التفاعلي لتربة التأسيس.

2- طريقة البحث:

يوضح الشكل تمثيل كتلة السائل في الحلة وفقاً للباحث Housner [3] حيث تعطى قيم الكتل الدفعية (m_i (impulsive mass) والحملية (m_c (convective mass) ومكان توضعهما بالنسبة لقاعدة الحلة وكذلك صلابة النابض K_c الذي تتصل به الكتلة m_c مع جدران الخزان:



الشكل (1) تمثيل السائل وفق الباحث Housner [3]

حيث:

m_i : كتلة دفعية

m_c : كتلة حملية

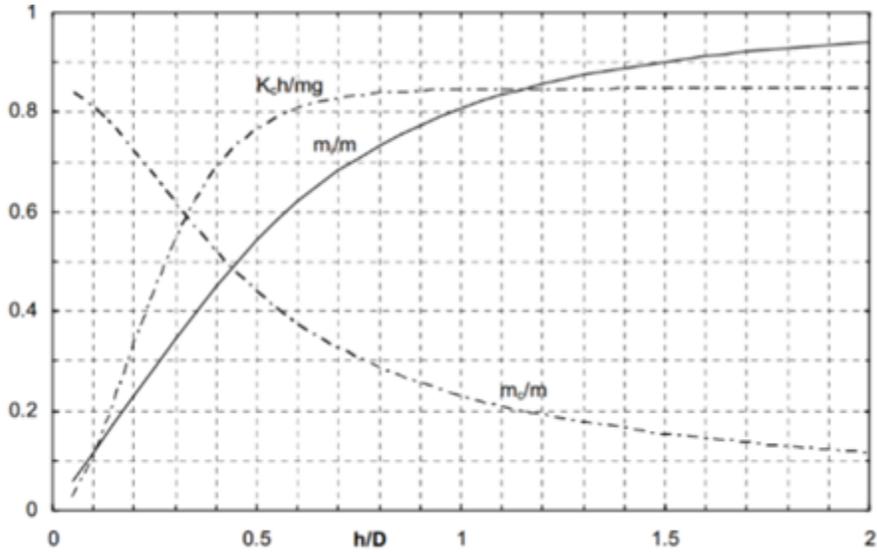
h_i : ارتفاع الكتلة الدفعية عن أرضية الحلة

h_c : ارتفاع الكتلة الحملية عن أرضية الحلة

K_c : صلابة النوابض

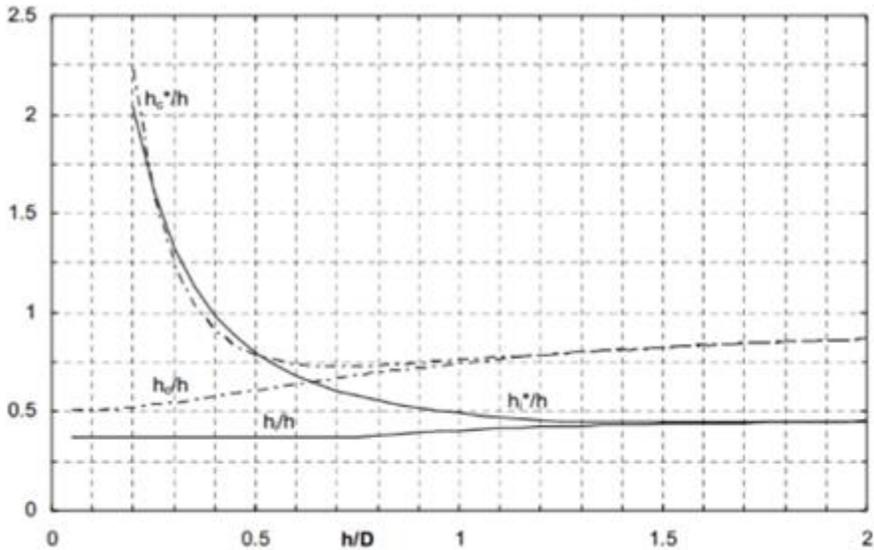
وبالاعتماد على نسبة ارتفاع الماء الى قطر الخزان h/D يمكن تحديد قيمة وارتفاع كل من الكتلة الدفعية والكتلة الحملية وصلابة النوابض.

حيث يوضح الشكل (2) المنحنيات الخاصة باستخراج قيم الكتلة الدفعية والكتلة الحملية وصلابة النوابض للخزان الاسطواني بناء على نسبة الامتلاء h/D :



الشكل (2) المنحنيات الخاصة بالكتلة الدفعية والكتلة الحملية وصلابة النابض للخران الاسطواني

كما يوضح الشكل (3) المنحنيات الخاصة باستخراج قيم ارتفاع الكتلة الدفعية والكتلة الحملية للخران الاسطواني بناء على نسبة الامتلاء h/D :



الشكل (3) المنحنيات الخاصة بارتفاع الكتلة الدفعية والكتلة الحملية للخران الاسطواني

بالعودة الى المخططات نلاحظ انه من اجل نسب معينة من h/D فان مجموع الكتلتين الدفعية والحملية لا يساوي الكتلة الكلية للماء، حيث يكون الفرق عموما صغير ومحصور ضمن المجال % (2-3)، ويعود السبب في ذلك الى العمليات الرياضية التقريبية المتبعة في رسم علاقات تلك البارامترات.

3- خصائص النموذج المدروس:

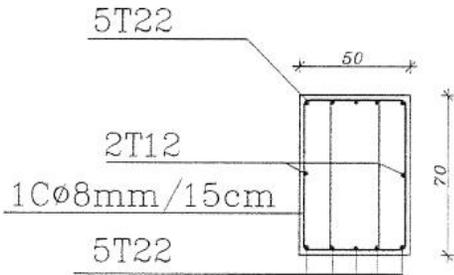
تمت دراسة خزان عالي منفذ في منطقة الريان-حمص ذو حلة اسطوانية قاعدتها بلاطة مستوية على ارتفاع 25م بسعة تخزين 300م^3 محمولة على جملة برج هيكلي مكون من ستة أعمدة وجوائز تربط على أربعة مستويات بتباعدات متساوية 6.25m إضافة لنواة مركزية تمتد من الأسفل الى أعلى سقف الحلة بـ 1.5م.

حيث نوضح في الجدول (1) خصائص النموذج المدروس (الجملة الحاملة + الحلة):

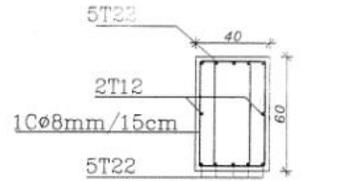
الجدول (1) خصائص النموذج المدروس

خصائص الحلة		التسليح	خصائص الجملة الحاملة	
300m ³	حجم التخزين	25T22 1.6%	0.55*1.1m	أبعاد الاعمدة
10m	القطر الداخلي للحلة		6.25*4=25m	ارتفاع الاعمدة
0.15m	سماكة السقف العلوي	10T22متناظر 2T12 +	0.4*0.6m	أبعاد الجوائز السداسية المتكررة
0.2m	سماكة القاعدة	9T22متناظر 2T12 +	0.4*0.6m	أبعاد الجوائز الشعاعية المتكررة
5.25m	ارتفاع الحلة	5T22متناظر 2T12 +	0.4*0.6m	أبعاد جائز النواة الحلقي المتكرر
0.2m	سماكة جدران الحلة+النواة	5T22متناظر 2T12 +	0.5*0.7m	أبعاد جائز النواة الحلقي اسفل الحلة
9T14/m طولي	تسليح النواة من منسوب 6.25 حتى النهاية	12T22متناظر	0.5*0.7-	أبعاد الجائز الشعاعي متغير العطالة
5T12/m عرضي		4T12 +	1.1m	
9T18/m طولي	تسليح النواة حتى منسوب 6.25	5T18متناظر	0.5*0.5m	أبعاد جائز الحلة الحلقي
6T12/m عرضي		2T12 +		

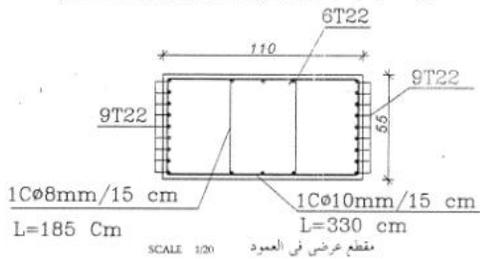
ونبين فيما يلي المقاطع التنفيذية لعناصر الخزان ويظهر فيها كيفية توزيع التسليح :



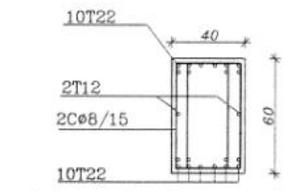
مقطع عرضي في الجائز الحلقي عند النواة أسفل الحلة B8



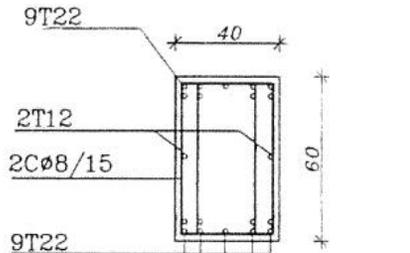
مقطع عرضي في الجائز الحلقي المتكرر عند النواة B3



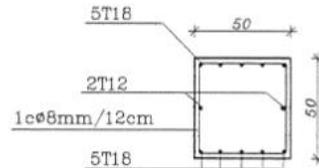
SCALE 1/20 مقطع عرضي في العمود



مقطع عرضي في الجائز السداسي المتكرر



مقطع عرضي في الجائز الشعاعي المتكرر



مقطع عرضي في جائز الحلة الحلقي

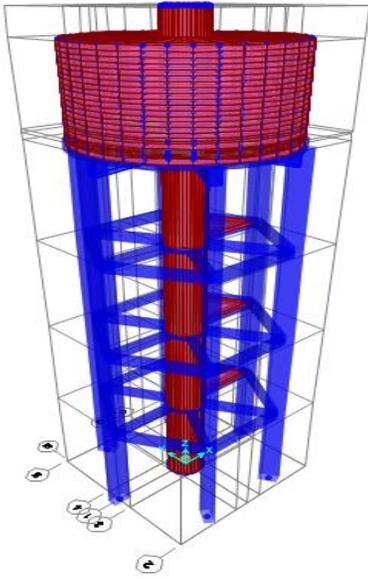
الشكل (4) توزيع التسليح في المقاطع التنفيذية لعناصر الخزان

كما نوضح في الجدول (2) خصائص مواد الانشاء للخزان المدروس (البيتون + حديد التسليح):

الجدول (2) خصائص مواد الانشاء للخزان المدروس

$f_y =$	400MPa	$f'c$ أعمدة+جوائز	18MPa
$f_{ys} =$	240MPa	$f'c$ حلة	20MPa

نوضح في الشكل (4) صورة 3D للنموذج المدروس مأخوذة من برنامج الـ SAP2000 [1] إضافة الى صورة مأخوذة من موقع الخزان:



الشكل (5) النموذج المدروس وفق برنامج SAP2000 وصورة مأخوذة من موقع الخزان تم حساب قيم الكتل الدفعية والحملية وارتفاعاتها وصلابة النابض بناء على المخططات الواردة في الشكلين (2+3) وكانت القيم الخاصة بالنموذج لكل حالة من حالات الماء موضحة في الجدول (3):

الجدول (3) قيم الكتل الدفعية والحملية وارتفاعاتها وصلابة النوابض

حالات ملء الخزان	%100	%75	%50	%25
الكتلة الدفعية (Kg)	156000	90000	42000	11250
الكتلة الحملية (Kg)	135000	130500	10800	63750
ارتفاع الكتلة الدفعية (m)	1.7	1.25	0.855	0.42
ارتفاع الكتلة الحملية (m)	2.8	2.1	1.15	0.56
ارتفاع الكتلة الدفعية من أجل عزم الانقلاب (m)	3.65	3.6	3.95	3
ارتفاع الكتلة الحملية من أجل عزم الانقلاب (m)	3.85	3.65	4.5	3.85
صلابة النابض (KN)	490.5	388.9	281.22	98.1
ارتفاع الماء بالحلة (m)	4.5	3.375	2.25	1.125
نصف قطر الحلة (m)	5	5	5	5

4- التحليل الديناميكي لنموذج الخزان:

تم اجراء تحليل ديناميكي للنموذج العملي وفق كل حالة امتلاء على برنامج SAP2000 [1] وفق تحليل السجل الزمني اللاخطي بطريقة التكامل المباشر - Time History- Nonlinear Direct Integration وفق الخطوات التالية:

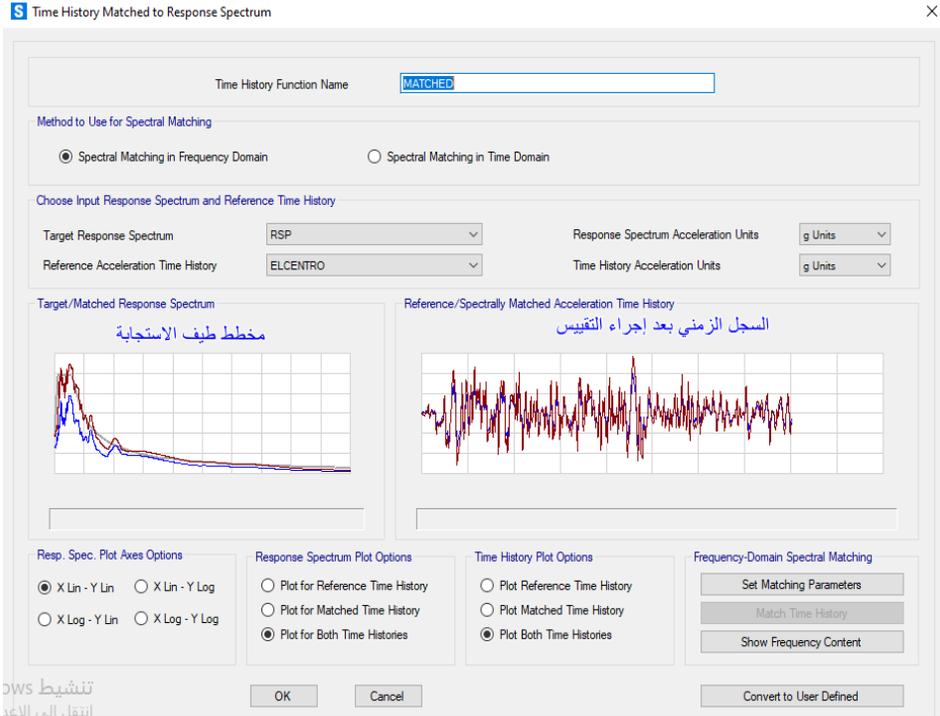
- النمذجة الانشائية وتعريف المقاطع والمواد.

- اسناد التسليح المنفذ الواقعي للمقاطع الانشائية بواسطة معرف المقاطع Section Designer، حيث تم الحصول على المخططات التنفيذية من المؤسسة العامة للمياه في مدينة حمص.

- إجراء تقييس للسجل الزمني لزلزال El-Centro وفق طيف الاستجابة (حمص) حيث تم استخراج المعاملات الزلزالية للموقع Ca,Cv من الكود العربي السوري بناء على عامل المنطقة الزلزالية $Z=0.25$ ونوع مقطع التربة (SD) [12]:

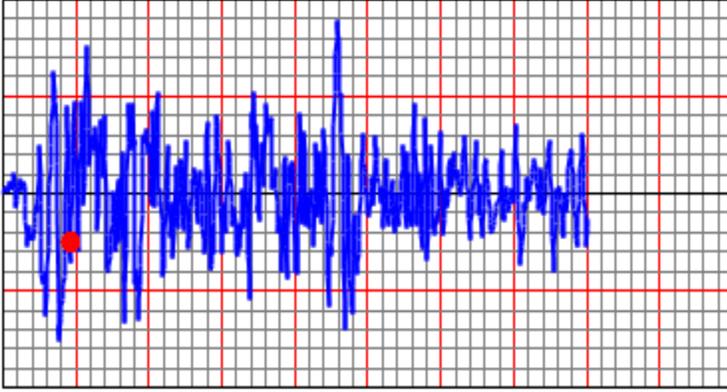
$$Ca=0.32, Cv=0.47$$

يوضح الشكل (6) مخطط طيف الاستجابة الخاص بمدينة حمص إضافة الى المخطط الذي يبين السجل الزمني بعد اجراء التقييس وفقاً لزلزال El-Centro.



الشكل (6) مخطط طيف الاستجابة ومخطط السجل الزمني بعد اجراء التقييس

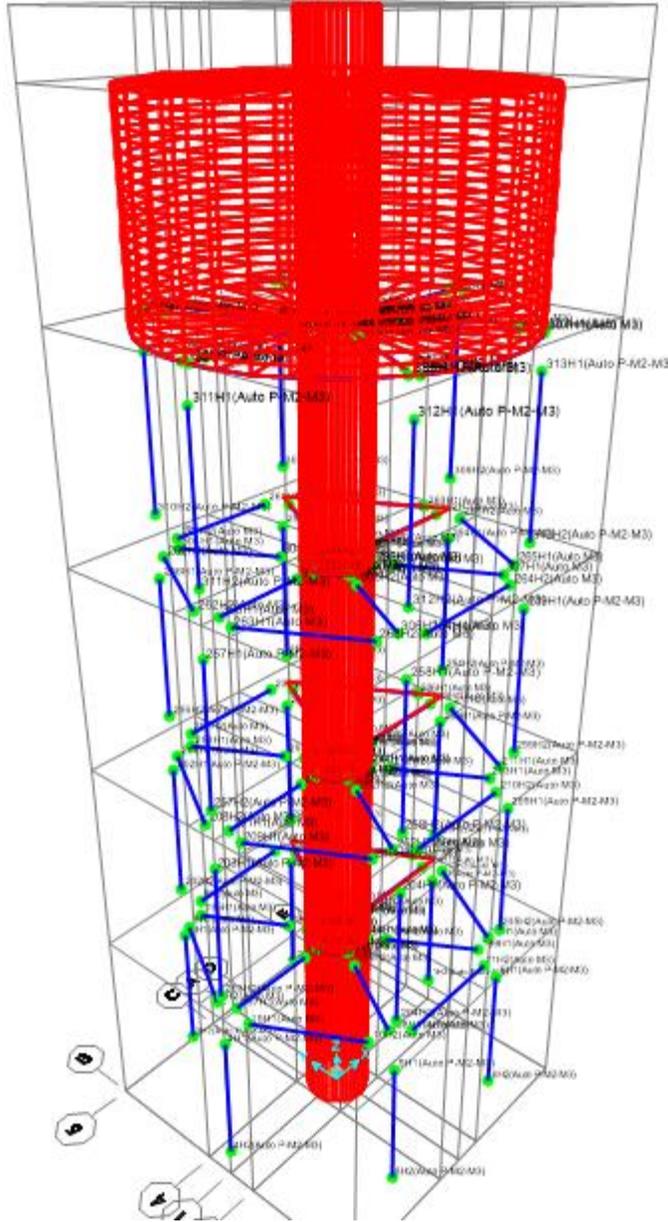
ويوضح الشكل (7) السجل الزمني لزلزال El-Centro الذي تم تعريفه في البرنامج بتسارع أعظمي $0.23g$ وبلغت شدة الزلزال الفعلية 6.9 على مقياس ريختر.



الشكل (7) السجل الزمني لزلزال El-Centro كما تم تعريفه في البرنامج

- اسناد المفاصل اللدنة لعناصر الجملة الحاملة:

يوضح الشكل (8) اسناد المفاصل اللدنة لعناصر الجملة الحاملة



الشكل (8) اسناد المفاصل اللدنة لعناصر الجملة الحاملة

- إجراء التحليل الزلزالي.

تم تحديد قيم الاستجابة الديناميكية (قوة القص-عزم الانقلاب-الانتقال الاعظمي لقمة الخزان- قوة القص عند أول مفصل لدن في الاعمدة- عدد المفاصل اللدنة المتشكلة بعد نهاية تطبيق الحمولة الزلزالية) والمقارنة بين حالات الملاء وفق هذه القيم، وتعد الحالة الأخطر على المنشأ (الخزان العالي المدروس) تصميمياً هي الحالة التي يتشكل فيها أول مفصل لدن في الاعمدة عند أصغر حمولة زلزالية وهو ما ينص عليه الكود في الطرق الخطية سواء الستاتيكية أو الديناميكية عند دراسة وتصميم المنشآت بحساب قوة قص المقابلة للحظة تشكل أول مفصل لدن في الجملة الحاملة ولحساب هذه القوة يعطي الكود قيم للعامل R [12] (معامل يأخذ بالحسبان درجة لدونة -مطاوعة- الجملة الإنشائية والمتبقي في مقاومتها بعد تشكل أول مفصل لدن فيها) الداخل في حساب قوة القص القاعدي V.

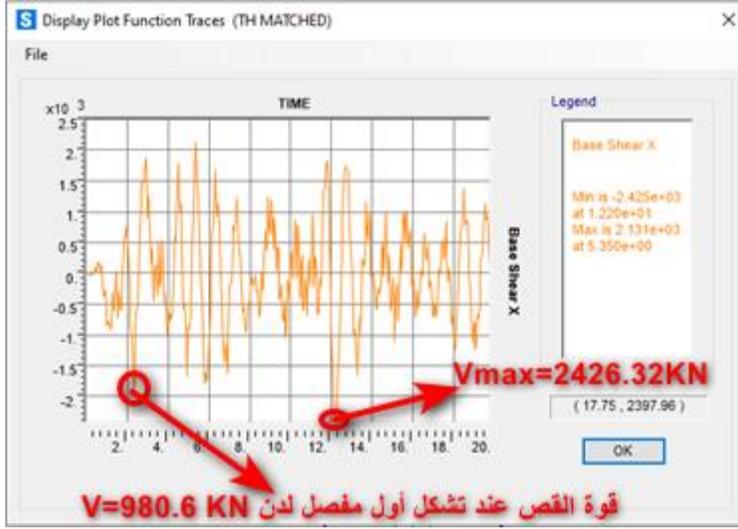
النتائج والمناقشة:

تم قراءة نتائج الاستجابة الديناميكية المتمثلة بالبارامترات التالية: (القص القاعدي- عزم الانقلاب- إزاحة قمة الخزان) لحالات امتلاء مختلفة للخزان.

أولاً: حالة مليء: 100%:

يوضح الشكل (9) العلاقة بين قوة القص القاعدية KN وزمن تطبيق الحمولة الزلزالية

sec حالة مليء: 100%:



الشكل (9) مخطط قوة القص القاعدية لحالة ملء 100%

وينفس الأسلوب حصلنا على عزم الانقلاب الأقصى والازاحة القصوى على كامل الحمولة الزلزالية حالة 100%:

$$V_x = 2426.32 \text{ KN}$$

$$M_y = 52965.1 \text{ KN.m}$$

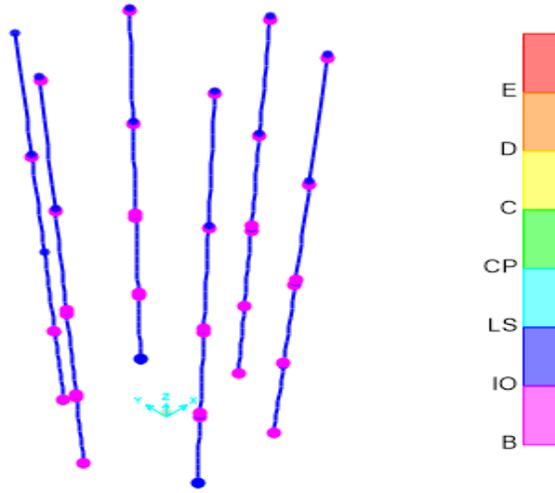
$$U_x = 116 \text{ mm}$$

قوة القص عند تشكل أول مفصل لدن حالة مليء 100%:

$$V_x = 980.6 \text{ KN}$$

يظهر الشكل (10) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية:

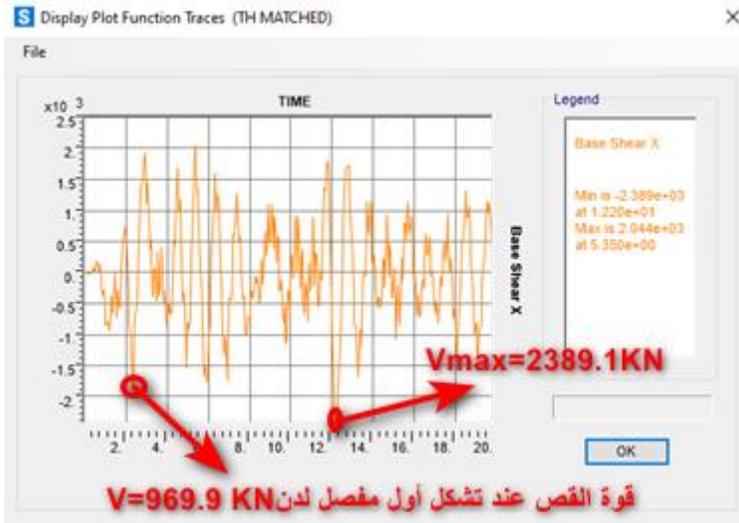
ويظهر في الاعمدة تشكل 36 مفصل لدن (34 مفصل لدن ضمن مستوى انهيار IO + 2 مفصل ضمن مستوى انهيار LS)



الشكل (10) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية لحالة مليء 100%

ثانياً: حالة ثلاثة أرباع مليء: 75%:

يوضح الشكل (11) العلاقة بين قيمة قوة القص القاعدية KN وزمن تطبيق الحمولة الزلزالية sec حالة ثلاثة أرباع مليء 75%:



الشكل (11) مخطط قوة القص القاعدية لحالة ملء 75%

وينفس الأسلوب حصلنا على عزم الانقلاب الأقصى والازاحة القصوى على كامل الحمولة الزلزالية حالة 75%:

$$V_x=2389.1 \text{ KN}$$

$$M_y=49959.1 \text{ KN.m}$$

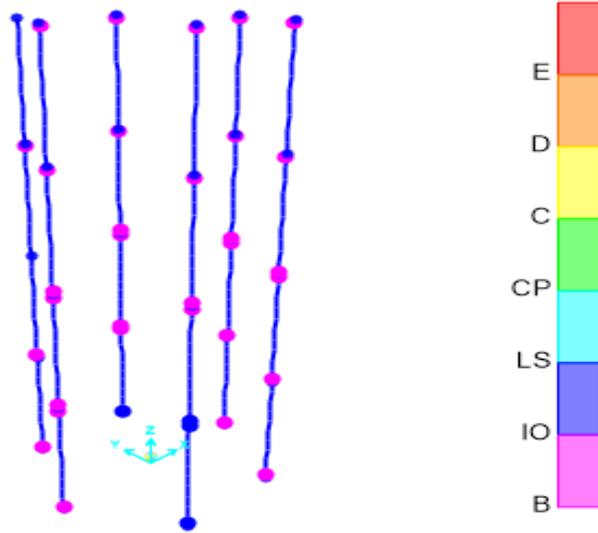
$$U_x=117.4 \text{ mm}$$

قوة القص عند تشكل أول مفصل لدن حالة مليء 75%:

$$V_x=969.9 \text{ KN}$$

يظهر الشكل (12) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية:

ويظهر في الاعمدة تشكل 36 مفصل لدن (32 مفصل لدن ضمن مستوى انهيار IO + 4 مفاصل ضمن مستوى انهيار LS)

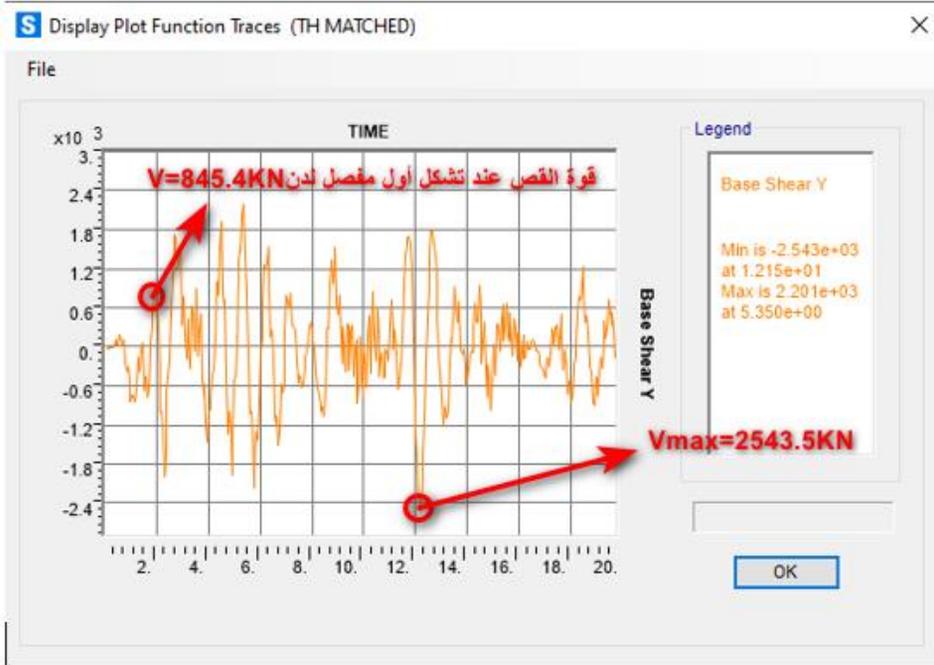


الشكل (12) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية لحالة

مليء 75%

ثالثاً: حالة نصف مليء: 50%:

يوضح الشكل (13) العلاقة بين قيمة قوة القص القاعدية KN وزمن تطبيق الحمولة الزلزالية sec حالة نصف مليء: 50%:



الشكل (13) مخطط قوة القص القاعدية لحالة ملء 50%

وبنفس الأسلوب حصلنا على عزم الانقلاب الأقصى والازاحة القصوى على كامل الحمولة الزلزالية حالة 50%:

$$V=2543.5 \text{ KN}$$

$$M_x=53607.9 \text{ KN.m}$$

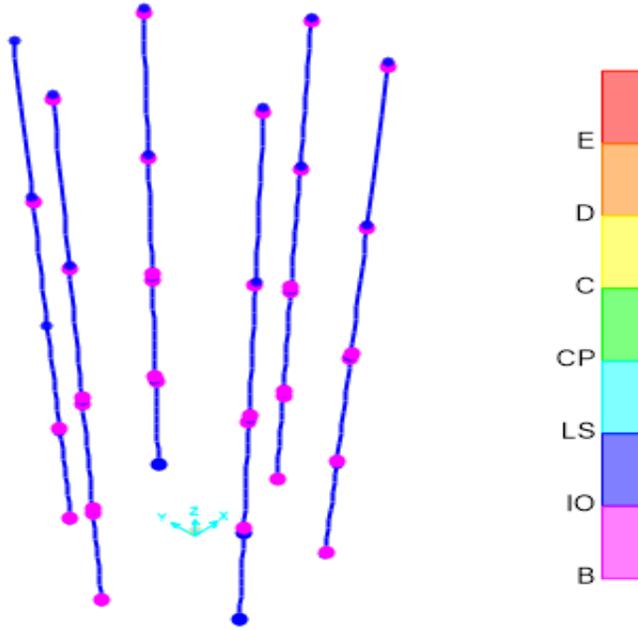
$$U_x=113 \text{ mm}$$

قوة القص عند تشكل أول مفصل لدن حالة مليء 50%:

$$V_x=845.4 \text{ KN}$$

يظهر الشكل (14) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية:

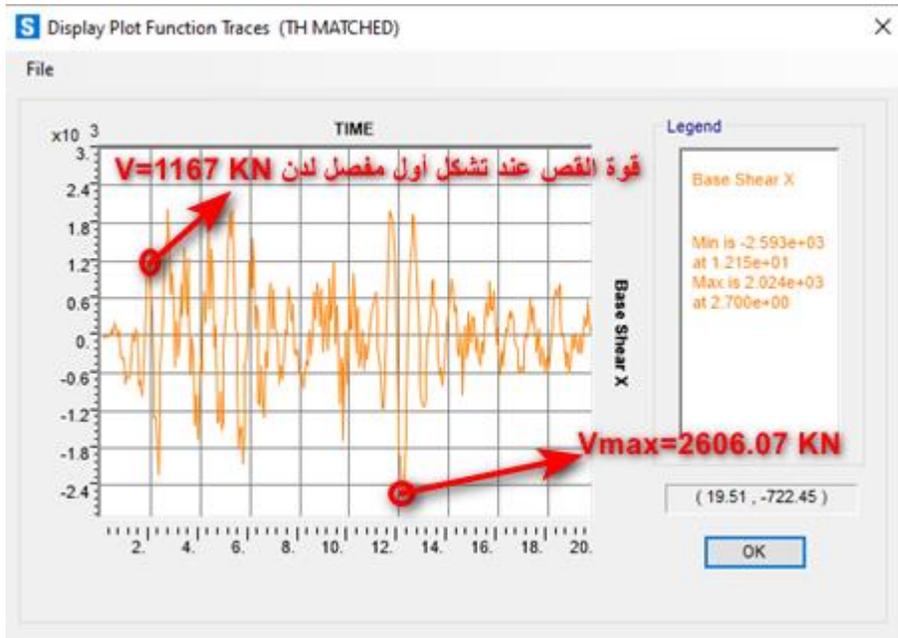
ويظهر في الاعمدة تشكل 37 مفصل لدن (34 مفصل لدن ضمن مستوى انهيار IO + 3 مفاصل ضمن مستوى انهيار LS)



الشكل (14) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية لحالة مليء 50%

رابعاً: حالة ربع مليء 25%:

يوضح الشكل (15) العلاقة بين قيمة قوة القص القاعدية KN وزمن تطبيق الحمولة الزلزالية sec حالة ربع مليء 25%:



الشكل (15) مخطط قوة القص القاعدية لحالة ملء 25%

وينفس الأسلوب حصلنا على عزم الانقلاب الأقصى والازاحة القصوى على كامل
الحمولة الزلزالية حالة 50%:

$$V_y = 2606.07 \text{ KN}$$

$$M_y = 49972.51 \text{ KN.m}$$

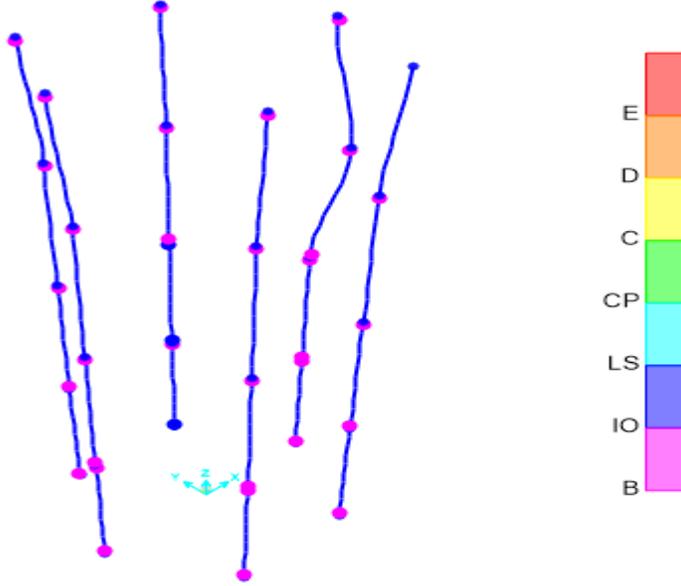
$$U_x = 103 \text{ mm}$$

قوة القص عند تشكل أول مفصل لدن حالة مليء 25%:

$$V_x = 1166 \text{ KN}$$

يظهر الشكل (16) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية:

ويظهر في الاعمدة تشكل 35 مفصل لدن (32 مفصل لدن ضمن مستوى انهيار IO + 3 مفاصل بمستوى انهيار LS)



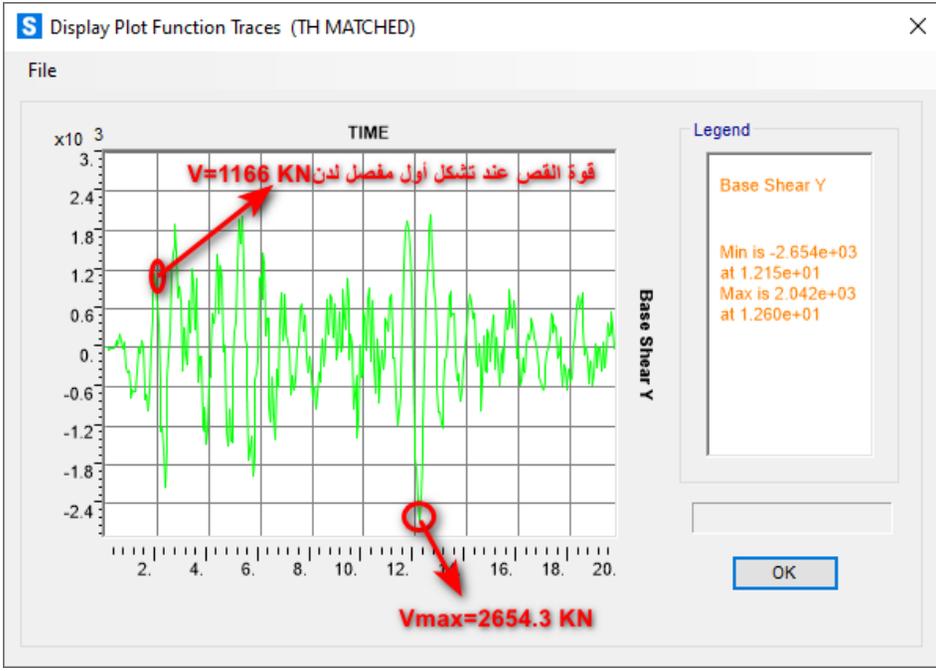
الشكل (16) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية لحالة

مليء 25%

خامساً: حالة فارغ:

يوضح الشكل (17) العلاقة بين قيمة قوة القص القاعدية KN وزمن تطبيق الحمولة

الزلزالية sec حالة فارغ:



الشكل (17) مخطط قوة القص القاعدية لحالة فارغ

وينفس الأسلوب حصلنا على عزم الانقلاب الأقصى والازاحة القصوى على كامل الحمولة الزلزالية حالة فارغ

$$V_y = 2654.3 \text{ KN}$$

$$M_y = 50262.5 \text{ KN.m}$$

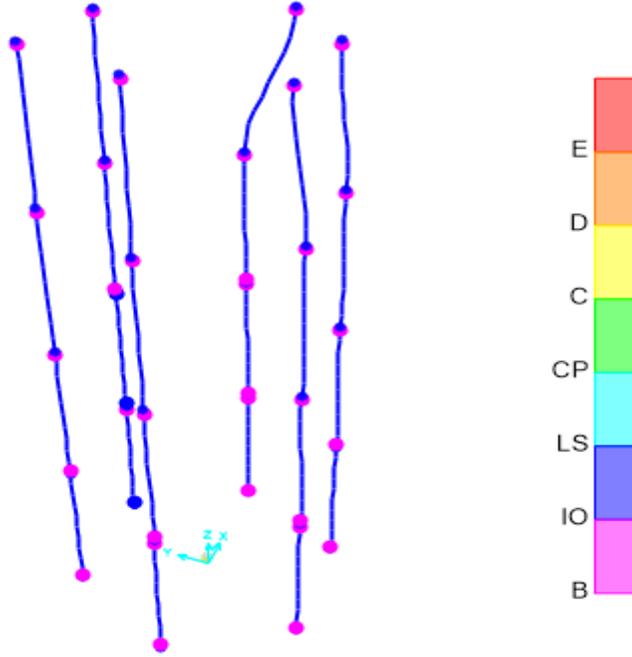
$$U_x = 102.8 \text{ mm}$$

قوة القص عند تشكل أول مفصل لدن حالة مليء 25%:

$$V_x = 1166 \text{ KN}$$

يظهر الشكل (18) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية:

ويظهر في الاعمدة تشكل 36 مفصل لدن (32 مفصل لدن ضمن مستوى انهيار IO + 3 مفاصل ضمن مستوى انهيار LS)



الشكل (18) تشكل المفاصل اللدنة في الاعمدة بعد انتهاء الحمولة الزلزالية لحالة فارغ

المقارنة بين نتائج الاستجابة الديناميكية لحالات لامتلاء:

نوضح في الجدول (4) مقارنة بين نتائج الاستجابة الديناميكية لكل حالة من حالات الملء مع توضيح فروقات القيم بزيادة أو نقصان عن الحالة المرجعية (مليء 100%):

الجدول (4) المقارنة بين نتائج الاستجابة الديناميكية لحالات الامتلاء

نوع الاستجابة الديناميكية	100%	75%	50%	25%	فارغ
قوة القص القاعدية (KN)	2426.32	2389.1	2543.5	2606.1	2654.3
قوة القص القاعدية عند بداية تشكل أول مفصل لدن (KN)	980.6	969.9	850.7	1166	1166
الازاحة الأفقية لقمة الخزان (mm)	116	117.4	113	103	102.8
عزم الانقلاب (KN.m)	52965.1	49959.1	53607.9	49972.5	50262.5
عدد المفاصل اللينة المتشكلة في الاعمدة بعد نهاية الزلازل	36	36	37	35	35

الاستنتاجات والتوصيات:

1- ظهرت أقصى قوة قص قاعدي على كامل الحمولة الزلزالية المطبقة وفق حالة فارغ حيث بلغت 2654.3 KN وأدنى قوة قص قاعدي كانت وفق حالة 75% وبلغت 2389.1 KN.

2- أكبر إزاحة أفقية لقمة الخزان كانت في حالة 75% بقيمة 117.4 mm.

- 3- أكبر عزم انقلاب كان في حالة 50% وبلغ 53607.9 KN.
- 4- بينت الدراسة أن أدنى قوة قص قاعدي عند تشكل أول مفصل لدن كانت وفق حالة امتلاء 50% وبلغت 850.7 KN.
- 5- في التحليل اللاخطي Time History يمكننا تحديد قوة القص المقابلة لتشكل أول مفصل لدن في الاعمدة وبلغت أدنى قيمة 850.7 KN في حالة امتلاء 50% وأقصى قيمة 1166 KN بحالة امتلاء 25% وحالة فارغ.
- 6- من خلال نتائج التحليل اللاخطي نلاحظ أنه في حالة امتلاء 50% تشكلت مفاصل لدنة أكثر من الحالات الأخرى، وبناء على ماسبق من نتائج يمكننا تحديد الحالة الأخطر تصميمياً بأنها حالة نصف مليء 50%.
- 7- نوصي باعادة دراسة حالة الامتلاء 50% والعمل على تدعيم العقد التي تشكلت فيها هذه المفاصل وفق الدراسة نظراً لأهمية المنشأ المقام.
- 8- يوصي البحث بدراسة أثر قوى الضغط الهيدروديناميكي المتولدة على جدران الخزان وأخذها بالاعتبار عند التصميم وادخال طريقة التحليل الديناميكي اللاخطي على دراسة هكذا نوع من المنشآت الهامة كونها تعطي سلوكاً واقعياً للمنشأ تحت تأثير الزلزال المطبق وتسمح بدخول المنشأ في المرحلة اللاخطية وصولاً للانهييار والتعرف على ميكانيزمات الانهييار وتقييم نوع الضرر الذي من الممكن أن يحصل في العقد وفق زلزالية المنطقة لتفادي حصول ضعف وانهييار في العقد بشكل مسبق.

المراجع:

1. SAP2000v22.0.0, Structural Analysis Program.
2. Westergaard, H.M. (1931) Water pressures on dams during earthquakes, Proceedings of the ASCE, 57: 1303.
3. Housner, G.W. (1963) Dynamic behavior of water tanks, Bulletin of the Seismological Society of the America, 53:381–387.
4. Haroun, M. A. and Ellaithy, M. H. (1985). Seismically Induced Fluid Forces on Elevated Tanks. Journal of Technical Topics in Civil Engineering, 111:1, 1–15.
5. Resheidat, R. M. and Sunna, H. (1986). Behavior of elevated storage tanks during earthquakes, in Proceedings of the 3th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, pp.2143–2154.
6. Haroun, M. A. and Temraz, M. K. (1992). Effects of soil–structure interaction on seismic response of elevated tanks, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 11:2, 73–86.
7. Marashi, E. S. and Shakib, H. (1997). Evaluations of dynamic characteristics of elevated water tanks by ambient

vibration tests. In Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering, Tehran, Iran, VI; pp.367-373.

8. Dutta, S. C., Jain, S. K. and Murty, C. V. R. (2001). Inelastic seismic torsional behavior of elevated tanks. Journal of Sound and Vibration, 242:1, 151-167.

9. H. Mirzabozorg, *, M. A. Hariri-Ardebili, R. Nateghi A (2012) Free Surface Sloshing Effect on Dynamic Response of Rectangular Storage Tanks American Journal of Fluid Dynamics 2012, 2(4): 23-30 DOI: 10.5923/j.ajfd.20120204.01

10. H. Matinmanesha and M. SalehAsheghabadib Seismic Analysis on Soil-Structure Interaction of Buildings over Sandy Soil 1877-7058 © 2011 Published by Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.proeng.2011.07.218

11. S. Bozorgmehrnia1*, M.M. Ranjbar2 and R. Madandoust2,2013, Seismic Behavior Assessment of Concrete ElevatedWater Tanks, Journal of Rehabilitation in Civil Engineering 1-2 (2013) 1-11

12. الملحق رقم (2) للكود العربي السوري - تصميم وتحقيق المباني والمنشآت المقاومة للزلازل، نقابة المهندسين السوريين، دمشق، 2013.

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة (حالة محطة معالجة الدوير)

م. آية عبد الساتر شاهري *

أ. د. م. محمود فطامة **

د.م. نعيمة عجيب **

المخلص:

تعتبر مخلفات مياه الصرف الصحي من المخلفات العضوية السائلة الخطرة على البيئة والإنسان معاً، ذلك لأنها تحتوي على كثير من المواد السامة والطفيليات الممرضة، ولتقليل مخاطر هذه المخلفات لابد من بذل جهود كبيرة لمعالجتها، بالإضافة لتحويل هذه الكتلة الحية الضخمة إلى مصدر للطاقة غني بالغاز الحيوي وصديق للبيئة وإلى مصدر غني بالمواد التسميدية، وذلك من خلال عملية الهضم اللاهوائي لمخلفات الصرف الصحي بواسطة وحدات الغاز الحيوي. يعد الغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي للمخلفات العضوية مصدراً للطاقة المتجددة، حيث أشارت الدراسات إلى أن إنتاج الغاز الحيوي الغني بالميثان من خلال عملية الهضم اللاهوائي للمواد العضوية يؤمن حاملاً طاقياً متجدداً ، وذلك لأن غاز الميثان يمكن أن يستخدم بديلاً عن الوقود الأحفوري في توليد الطاقة والحرارة وكوقود لوسائط النقل.

* طالبة دراسات عليا(ماجستير)/ جامعة البعث /كلية الهندسة المدنية/ قسم الهندسة البيئية/سورية.

** أستاذ مساعد في كلية الهندسة المدنية/ قسم الهندسة البيئية /جامعة البعث/سورية.

*** أستاذ في كلية الهندسة المدنية/ قسم الهندسة البيئية /جامعة حماة/سورية.

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

تم في هذا البحث دراسة إمكانية إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي كلاً على حدى بطريقة الهضم اللاهوائي و تقييم كفاءة المعالجة اللاهوائية للحمأة من خلال قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحمأة قبل وبعد المعالجة اللاهوائية.

تم أخذ العينات من محطة الدوير في مدينة حمص، وتمت المعالجة اللاهوائية للحمأة الأولية و للحمأة الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي ضمن محطة تجريبية تتكون من مفاعلين لاهوائيين وتم اعتماد نظام الدفعة الواحدة وذلك ضمن الظروف الطبيعية و بزمان مكوث قدره 30 يوم وقد تبين إمكانية إنتاج الغاز الحيوي بمعدل إنتاج يومي بلغ 5.98 L/d للحمأة الأولية و 1.93 L/d للحمأة الثانوية أما معدل إنتاج الغاز الحيوي لكل kg مادة عضوية مختزلة أي حجم الغاز الناتج عن كمية المادة العضوية المهضومة من قبل البكتريا اللاهوائية خلال زمن الهضم فكانت 544.46 ss L/kg.v

للحمأة الأولية و 490.6 L/kg.vss للحمأة الثانوية ، بالإضافة إلى نسب إزالة للمواد الصلبة الكلية في الحمأة الأولية 26%، و للمواد العضوية 33% أما بالنسبة للحمأة الثانوية فكانت نسبة الإزالة للمواد الصلبة الكلية 7.2% و 27.3% للمواد العضوية .

مع تسجيل ارتفاع في الرقم الهيدروجيني في نهاية الهضم ليبلغ 7.5 للحمأة الأولية و 7.62 للحمأة الثانوية.

الكلمات المفتاحية: غاز حيوي ، حمأة أولية ، حمأة ثانوية ، هضم لاهوائي، ميثان.

A comparison between Primary and Secondary Sludge-Based Biogas Production in Wastewater Treatment Plants The Case of AL-Duwair Plant

*Eng.Aya Shahrli

** Dr. Eng.Naaema Ajeb *** Prof. Dr. Eng. Mahmoud Fattamah

ABSTRACT

Wastewater waste is considered one of the liquid organic waste hazardous to both the environment and humans, because it contains many toxic substances and pathogenic parasites, and to reduce the risks of these wastes, great efforts must be made to treat them, in addition to converting this huge living mass into an energy source rich in biogas and environmentally friendly and a source rich in fertilizers, through the process of anaerobic digestion of sewage waste by biogas units. Biogas produced by anaerobic digestion of organic waste is a renewable energy source, as studies have indicated that the production of methane-rich biogas through anaerobic digestion of organic matter provides a renewable energy carrier, because methane gas can serve as an alternative to fossil fuels in power generation, heat and as a fuel for transportation media.

In this research, the possibility of producing biogas from primary sludge and secondary sludge resulting from wastewater treatment was studied separately by the anaerobic digestion method and the efficiency of anaerobic treatment of sludge was evaluated by measuring a number of

***Postgraduate student (Master) / Al-Baath University / College of Civil Engineering / Department of Environmental Engineering/Syria**

****Professor assistant/ faculty member at Al- Baath University / College of Civil Engineering / Department of Environmental Engineering/ Syria.**

*****Professor in the Department of Environmental Engineering / Civil Engineering Faculty /Hama University/ Syria**

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

physical and chemical properties of sludge before and after anaerobic treatment.

Samples were taken from the AL-Duwair plant in Homs city.

Anaerobic treatment of primary sludge and secondary sludge resulting from wastewater treatment was carried out within an experimental plant consisting of two anaerobic reactors. A single batch system was adopted under natural conditions and with a residence time of 30 days. It was shown that biogas can be produced at a daily production rate of 5.98 L/d for primary sludge and 1.93 L/d for secondary sludge. the rate of biogas production per kg of reduced organic matter

that is, the volume of gas produced by the amount of organic matter digested by anaerobic bacteria during the digestion time is 544.46 L/kg.vss for primary sludge and 490.6 L/ kg.vss

for secondary sludge, In addition, the removal rates for total solids in the primary sludge were 26%, and for organic substances 33%, while for secondary sludge, the removal rate for total solids was 7.2% and 27.3%.

An increase in pH was recorded at the end of digestion to 7.5 for primary sludge and 7.62 for secondary sludge.

Keywords : Biogas, Primary sludge, Secondary sludge, Anaerobic digestion, Methane.

1 - المقدمة Introduction:

شهدت السنوات الأخيرة اهتماماً ملحوظاً بالقضايا البيئية بصفة عامة، ومن أهم القضايا التي تحظى باهتمام العديد من الجهات البحث عن مصادر متجددة للطاقة والتي يطلق عليها (الطاقة المستدامة) و هي الطاقة المتولدة من المصادر الطبيعية مثل ضوء الشمس والرياح والمياه وحرارة جوف الأرض، يضاف إلى ذلك طاقة الكتلة الحيوية والتي تعتبر من أهم هذه المصادر [5].

وتُعرف طاقة الكتلة الحيوية بأنها الطاقة الناتجة عن المخلفات العضوية الصلبة والسائلة والحيوانية والنباتية كالمخلفات الزراعية والصناعية ومخلفات المدن (القمامة العضوية) وحمأة الصرف الصحي، وهي الطاقة الناجمة عن تدوير المخلفات السابقة بحرقها أو تخميرها للحصول بعد معالجتها على وقود (غاز حيوي - إيثانول حيوي - ميثانول حيوي). بالإضافة إلى الأسمدة العضوية [2]، وتعتبر الجمهورية العربية السورية غنية بمصادر الكتلة الحيوية والتي تبلغ حوالي 379.3 مليون طن ويقدر الانتاج الوسطي من مياه الصرف الصحي بحوالي 357.616 طن/سنة، وتقدر نسبة الانبعاثات من غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عنها بحوالي 69.7 % من مجمل الانبعاثات الناتجة عن مصادر الكتلة الحية [5]، وقد بذلت العديد من الدول مجهودات كبيرة لاستغلال مخلفات الصرف الصحي، خاصة في مجال تقانة الغاز الحيوي.

تهدف معالجة مياه المجاري إلى تخفيض تركيز الملوثات الموجودة بما يحقق الهدف من استخدام مياه المجاري المعالجة أو التخلص منها بشكل آمن بيئياً وصحياً إن عملية إزالة هذه الملوثات من مياه المجاري ينتج عنها بقايا ورواسب (حمأة) تحمل العوامل الممرضة و الخطرة التي تهدد البيئة، فمن الضروري تطوير استراتيجيات لإدارة الحمأة الناتجة بكفاءة، و يعتبر الهضم اللاهوائي هو تقنية المعالجة الأكثر شيوعاً لتثبيت و

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة (حالة محطة معالجة الدوير)

اختزال كمية الحمأة مع إنتاج الغاز الحيوي في ذات الوقت، إذ تخضع الحمأة للاحتجاز في خزانات محكمة الاغلاق مغلقة (وحدات الهضم) لمدة طويلة نسبياً 20-40 يوم حيث ينتج عنها غاز حيوي الذي يعد مصدراً جديداً ومتجدداً حيث يمكن أن يجمع وينقل عن طريق أنابيب إلى خزان خاص لاستخدامه كمصدر للطاقة الحرارية أو الكهربائية، عادة ما يتم هضم الحمأة الأولية الناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي البلدية لاهوائياً مع الحمأة الثانوية لإنتاج الميثان الحيوي، و لكن هذين الجزئين من حمأة الصرف الصحي لهما جودة مختلفة. تحتوي الحمأة الأولية على كميات أعلى من المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي مقارنة بالحمأة الثانوية ، لذلك من المتوقع أن يكون الهضم اللاهوائي أكثر كفاءة فيما يتعلق بقدرة الطاقة وإنتاج الميثان بشكل عام [13]، وسيتم في هذا البحث دراسة المعالجة اللاهوائية للحمأة الأولية و للحمأة الثانوية كلاً على حده حيث يتم العمل على تثبيتها و تقليل حجمها وكتلتها والاستفادة منها عن طريق إنتاج الغاز الحيوي و السماد بما يعود بالفائدة البيئية والاقتصادية على المجتمع .

2- هدف البحث Research objectives:

- تقييم كفاءة طريقة الهضم اللاهوائي في معالجة الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لمحطة الدوير في مدينة حمص.
- المقارنة بين القيم الناتجة للغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي لكل من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية.

3- المواد وطرائق البحث :Research materials and methods**3-1- جمع العينات :**

تم جمع العينات من محطة الدوير لمعالجة مياه الصرف الصحي البلدية الواقعة في شمال غرب مدينة حمص و التي تبعد حوالي 7km عن مركز المدينة، و تعمل محطة الدوير بالحماة المنشطة التقليدية و تتم معالجة الحماة الأولية و الثانوية الفائضة الناتجة عن عمليات المعالجة بواسطة أحواض التكتيف و منشآت نزع الرطوبة (المرشح الضاغط) حيث تصل رطوبة الحماة حوالي 70% ويتم ترحيلها إلى مكبات في منطقة الفرقلس تقع شرقي مدينة حمص بحوالي 70 km.

يوضح الشكل (1) صورة جوية لمحطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص ويوضح الشكل (2) والجدول (1) المخطط التكنولوجي المعتمد حالياً في محطة الدوير و نقاط أخذ العينات.

أما المؤشرات التصميمية لمحطة المعالجة فهي : متوسط معدل تدفق مدخل في المحطة حوالي

$133900 \text{ m}^3/\text{d}$ من مياه الصرف الصحي البلدية ، في حين أن معدل

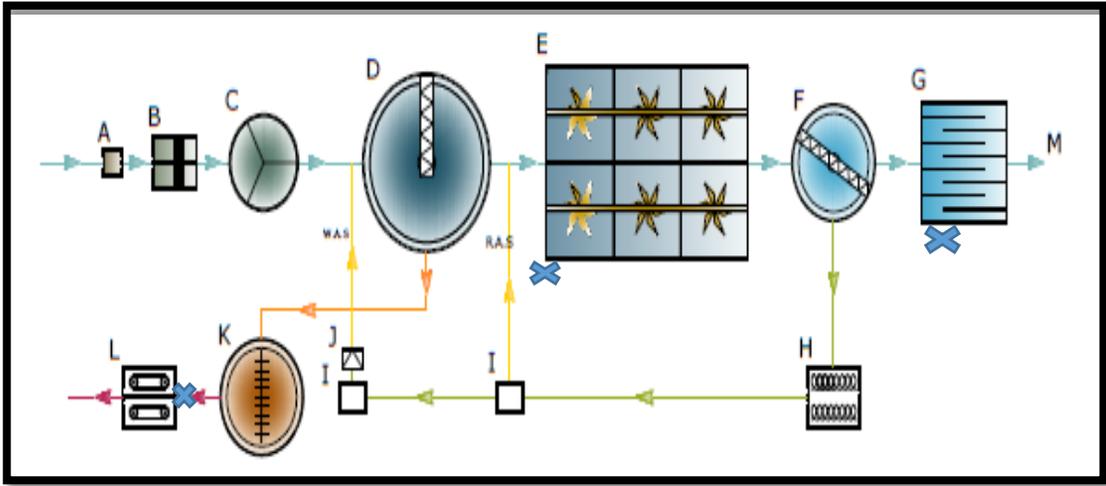
التحميل العضوي BOD5 حوالي 507 mg/l والأجسام الصلبة المعلقة 512

. mg/l

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)



الشكل (1) صورة جوية لمحطة معالجة مياه مجاري مدينة حمص



الشكل (2) المخطط التكنولوجي لمحطة الدوير لمعالجة مياه الصرف الصحي و نقاط أخذ العينات

الجدول رقم (1) : توضيح المخطط التكنولوجي لمحطة الدوير لمعالجة مياه الصرف الصحي

الرمز	العدد	الرمز	العدد	الرمز	العدد	الرمز
A	1	G	1	منشأة المدخل	حوض كلورة	نهر العاصي
B	2	H	2	المناخل القصبانية	مضخات لولبية	خط مياه الصرف
C	1	I	1	مرسب الرمال	غرفة التوزيع	حمأة ثانوية
D	8	J	8	مرسب أولي	محطة ضخ	حمأة أولية
E	12	K	12	أحواض التهوية	مكتفات	معالجة الحمأة
F	8	L	8	مرسب ثانوي	مرشح السير الضاغط	مكان أخذ العينات

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

وفقاً لتقرير شركة هوارد هامفرز المصممة للمحطة فإن كمية الحمأة الأولية الناتجة في خزانات الترسيب الأولية تبلغ حوالي $1030 \text{ m}^3/\text{d}$ ، بينما كمية الحمأة الثانوية الناتجة في خزانات الترسيب الثانوية تبلغ حوالي m^3/d 6470.

تم جمع ثلاثة أنواع من العينات بما في ذلك الحمأة الأولية من حوض الترسيب الأولي، والحمأة الثانوية من حوض الترسيب الثانوي، وحمأة بعد المرشح الضاغط لاستخدامها كبادئ وتم توضيح مكان أخذ العينات في الشكل (2) .

3-2- مكونات المحطة التجريبية :

يبين الشكل (3) مكونات المحطة التجريبية:

- مفاعلين لاهوائيين سعة كل مفاعل 30 ليتر .
- مقياس لدرجة حرارة الوسط الخارجي .
- و تم تزويد كل مفاعل ب :
- فتحة مع قمع لتلقيم الحمأة .
- صمام مع أنبوب لجمع الغاز الناتج .
- أوعية مع أنابيب لقياس حجم الغاز الناتج وفقاً لقانون ماريوت (حجم السائل المزاح = حجم الغاز الناتج).



الشكل (3) المحطة التجريبية

3-3- تشغيل المحطة التجريبية:

تم تشغيل المحطة وفق المراحل التالية:

- 1- إملء ثلثي حجم المفاعل الأول بالحمأة الأولية.
- 2- إملء ثلثي حجم المفاعل الثاني بالحمأة الثانوية.
- 3- إضافة 2 لتر لكل مفاعل من الحمأة المكثفة بعد السيور و استخدامها كبادئ لغناها بالكتلة الحية.
- 4- إغلاق المفاعلين بإحكام لضمان عدم وجود تسريب للغاز الناتج.

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

تم اعتماد نظام الدفعة Batch في تشغيل الهواضم وتم الخلط يدوياً بتحريك الهاضم قبل فتح صمام الغاز لقياس كمية الغاز الناتجة، واستمر الهضم اللاهوائي في الظروف الطبيعية لمدة 30 يوم كما تم تشغيل المحطة لفترة تجريبية للتأكد من عمل المحطة بشكل صحيح و التأكد من عدم وجود تسريب للغاز .

4- نتائج البحث ومناقشتها:

يوضح الجدول (2) مواصفات الحمأة الأولية والحمأة الثانوية الناتجة عن محطة الدوير لمعالجة مياه الصرف الصحي لمدينة حمص وذلك قبل الهضم اللاهوائي.

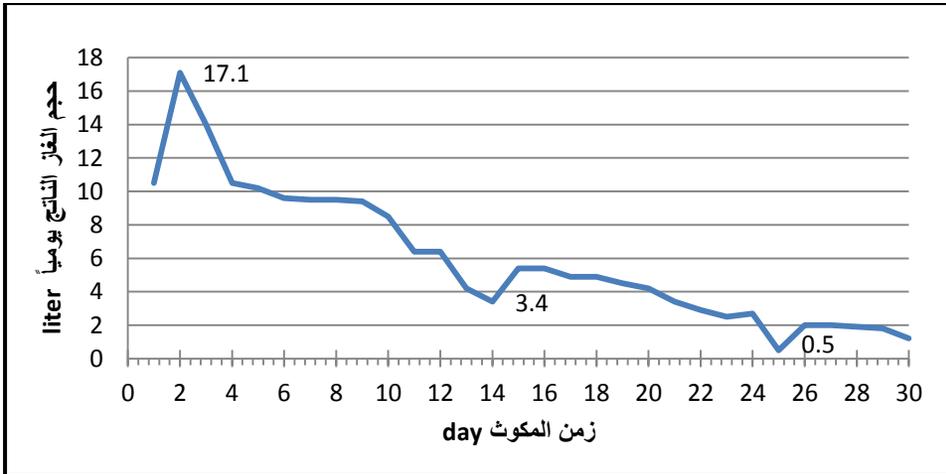
الجدول رقم (2): نتائج التحاليل المخبرية الكيميائية والفيزيائية للحمأة الأولية والحمأة الثانوية

حمأة ثانوية + حمأة بعد السيور	حمأة أولية + حمأة بعد السيور	
7.28	6.85	PH
26.7	26.3	درجة الحرارة °C
652	1022	الناقلية $\mu\text{s}/\text{cm}$
424	664	الأملاح الكلية الذائبة (mg/l) TDS
96.79	90.59	نسبة الرطوبة %
3.21	9.41	نسبة المادة الصلبة الكلية %
66.15	53.05	نسبة المادة العضوية من المادة الجافة %
33.85	46.95	نسبة المادة المعدنية %
38.37	30.77	نسبة الكربون العضوي %
4.85	2.44	النيتروجين الكلي %
8:1	13:1	C/N

قدرت المواد الصلبة الكلية اعتماداً على طريقة التجفيف وقدرت المواد الصلبة الطيارة اعتماداً على طريقة الحرق الجاف (الترميد)، وفُدر الأوزوت الكلي بطريقة كالداهل .

تم قياس درجة الحموضة بواسطة مقياس درجة الحموضة (PH-meter)، وتم قياس الناقلية و TDS بواسطة مقياس درجة الناقلية Conductivity- meter وتم قياس كمية الغاز المنتج بالاعتماد على طريقة الماء المزاح و تم التأكد من قابلية اشتعاله .

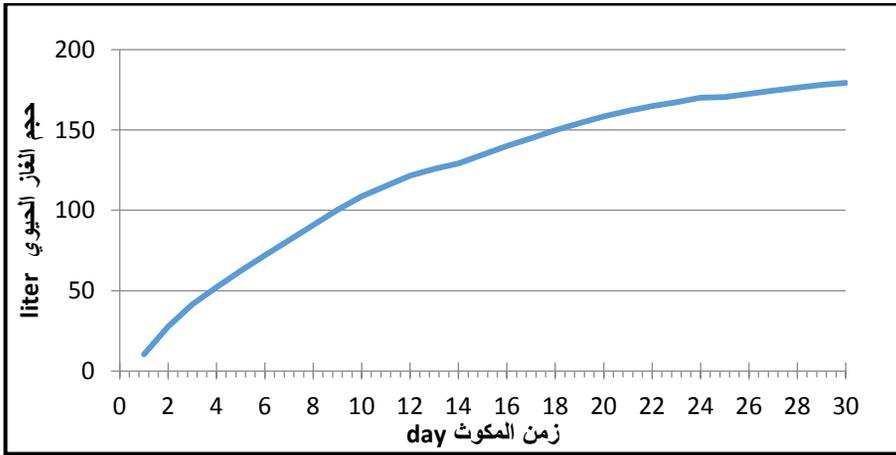
تم تمثيل نتائج انتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية والحمأة الثانوية لمياه مجاري مدينة حمص بيانياً، حيث يوضح الشكل (3) و(5) حجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي يومياً مع زمن الهضم للحمأة الأولية و للحمأة الثانوية على الترتيب، ويوضح الشكل (4) و(6) حجم الغاز التراكمي خلال كامل زمن الهضم (30 day) للحمأة الأولية والحمأة الثانوية على الترتيب أما الشكل (7) فيوضح مقارنة بين حجم الغاز الناتج عن هضم الحمأة الأولية و حجم الغاز الناتج عن هضم الحمأة الثانوية خلال زمن الهضم.



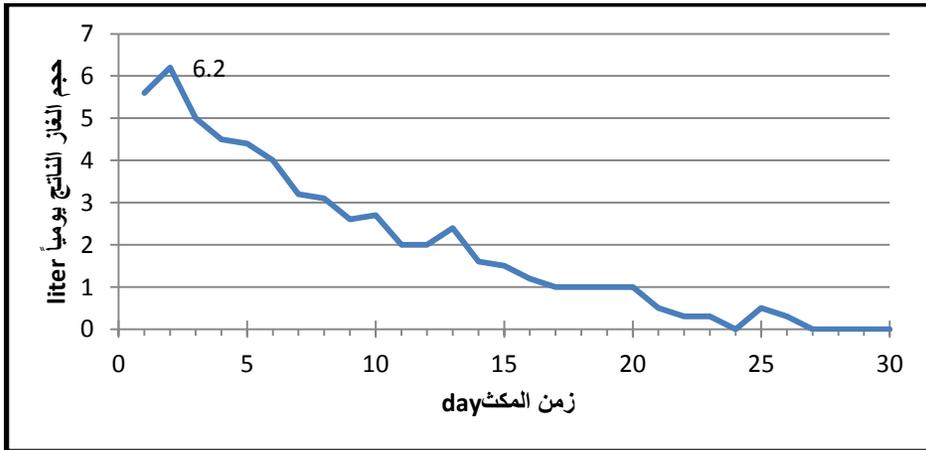
الشكل (3) حجم الغاز المنتج يومياً من هضم الحمأة الأولية

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

نلاحظ من الشكل (3) أن إنتاج الغاز الحيوي بدأ من اليوم الأول للهضم اللاهوائي للحمأة الأولية وأعطى أعلى قيم له في الأيام ال 17 الأولى وسجلت أعلى قيمة له في اليوم الثاني حيث بلغت 17.1 liter ثم بدأ إنتاج الغاز الحيوي بالانخفاض حتى اليوم 14 ليرتفع من جديد و يستقر في اليومين 15 و 16 ثم ينخفض حتى اليوم 25 ليسجل أقل قيمة له حيث بلغ 0.5 liter ليرتفع في اليوم 26 ثم ينخفض لنهاية زمن التخمر اللاهوائي .

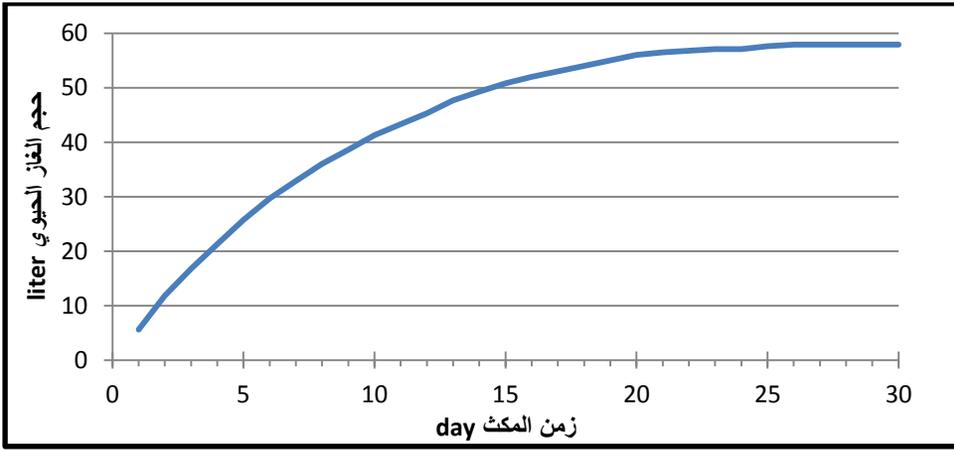


الشكل (4) الإنتاج التراكمي للغاز الحيوي الناتج من هضم الحمأة الأولية

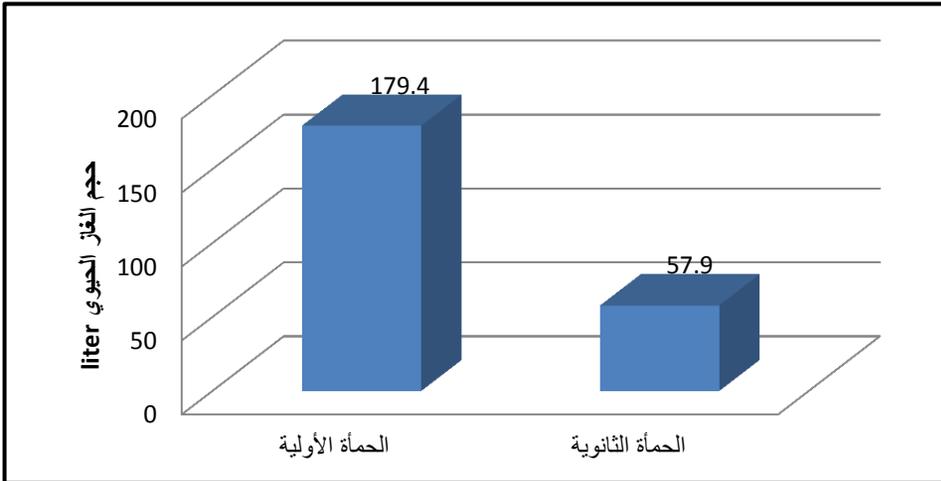


الشكل (5) حجم الغاز المنتج يومياً من هضم الحمأة الثانوية

نلاحظ من الشكل (5) أن إنتاج الغاز الحيوي بدأ من اليوم الأول للهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية وأعطى أعلى قيم له (80% من الإنتاج الكلي للغاز الحيوي) خلال الأيام الـ 13 الأولى و سجلت أعلى قيمة له في اليوم الثاني حيث بلغت 6.2 liter لينخفض تدريجياً حتى اليوم 12 ليعاود الارتفاع في اليوم 13 حيث بلغ 2.4 liter ثم ينخفض ويستقر في الأيام 17,18,19,20 ليعاود الانخفاض التدريجي حتى ينعدم في اليوم 24 ويعاود الإنتاج في اليوم 25 ثم ينخفض في اليوم 26 و ينعدم حتى نهاية زمن المكث .



الشكل (6) الإنتاج التراكمي للغاز الحيوي الناتج من هضم الحمأة الثانوية



الشكل (7) مقارنة بين الحمأة الأولية والحمأة الثانوية من حيث إنتاج الغاز الحيوي



الشكل (8) اللهب الناتج عن احتراق الغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي
للحمأة الأولية



الشكل (9) اللهب الناتج عن احتراق الغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي
للحمأة الثانوية

نلاحظ من الشكل (7) أن كمية الغاز الحيوي الناتجة عن الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية أكثر من كمية الغاز الحيوي الناتجة عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية حيث بلغت كمية الغاز الحيوي الناتجة عن الهضم اللاهوائي 179.4 liter و 57.9 liter للحمأة الأولية و الحمأة الثانوية على الترتيب وذلك خلال 30 يوم ضمن الظروف الطبيعية وهذا يتوافق مع نتائج الدراسات المرجعية والتي نذكر منها:

دراسة الباحثان Rittmann & M.C. Carty عام 2000 حيث

كان حجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية 375 ml/g vss وحجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية 275 ml/gvss [12].

دراسة الباحث Sato عام 2001 فكان حجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية

612 ml/g vss وحجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية 380 [14].
ml/g vss

دراسة الباحث Speece عام 2001 فكان حجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية

362ml/g vss وحجم الغاز الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية 281 [16].
ml/g vss

و يفسر ذلك بأن الحمأة الأولية قابلة للتحلل بسهولة حيث أنها تتكون من كربوهيدرات و دهون سهلة الهضم مقارنة بالحمأة المنشطة التي تتكون من كربوهيدرات معقدة و بروتينات وهيدروكربونات طويلة السلسلة.

إن تجربتنا أعطت معدلاً جيداً لإنتاج الغاز الحيوي ويعود ذلك لاحتواء الحمأة على الكربوهيدرات سريعة الهضم وهذا يتوافق مع دراسة أجراها الباحث Hartman عام 2002

أن المخلفات العضوية ذات المحتوى العالي من الكربوهيدرات و التي لها قدرة عالية على التحطم البيولوجي تعطي معدلات عالية من إنتاج الغاز الحيوي[9].

إن المحتوى العالي من الكربوهيدرات سريعة الهضم في الحمأة جعل عملية التخمير اللاهوائي تبدأ في وقت مبكر، وأتاح الفرصة أمام مرحلة الحلمهه (أولى مراحل التخمير اللاهوائي) كي تأخذ دورها في تحويل سلاسل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة ذات سلاسل قصيرة، والتي بدورها سوف تعطي في المراحل اللاحقة منتجات وسيطة مثل حمض الخل الذي يعطي غاز الميثان و غاز ثاني أوكسيد الكربون في نهاية عملية التخمير اللاهوائي، وهذا يتفق أيضاً مع ما توصل إليه الباحث Diaz عام 2008 بأن المخلفات العضوية الغنية بالكربوهيدرات يمكن أن تنتج غاز حيوي بمعدلات عالية خلال الثلاثة أيام الأولى من عملية التخمير اللاهوائي وفي سياق متصل كما أشار الباحث Bee عام 2013 أن الحلمهه العالية للمادة العضوية تؤدي إلى زيادة إنتاج بكتريا الميثان والتي تشكل العامل الأساسي في إنتاج غاز الميثان من حمض الخل [8] [7].

إن استخدام نظام الدفعة الواحدة Batch له أثر مهم في تحفيز وتسريع عملية التخمير اللاهوائي خاصة في الأيام الأولى من عملية التخمير اللاهوائي حيث أن الدور الأساسي في تجارب نظام الدفعة الواحدة يكمن في البادئ وخاصة في اليومين الأولين من عملية التخمير اللاهوائي، حيث تدخل بكتريا الميثان مرحلة التكاثف اللوغاريتمي وتبدي معدلات نمو عالية [7].

وفي دراسة أجريت عام 2014 تم استخدام الحمأة الأولية في إنتاج الغاز الحيوي دون إضافة بادئ وذلك عند درجة حرارة 35°C ويزمن مكوث قدره 30 يوم وتبين إمكانية إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية بمعدل إنتاج منخفض حيث بلغ $52.27 \text{cm}^3/\text{day}$ وتم تعليل الإنتاج المنخفض للغاز الحيوي بعدم استخدام بادئ في هذه التجربة والاعتماد فقط على الأحياء المجهرية الموجودة في الحمأة وبالتالي ضعف نشاط بكتريا الميثان [4].

يمكن تحليل التآرجح والاضطراب في إنتاج الغاز الحيوي بعدم ضبط ظروف التجربة بشكل مثالي حيث أن الهضم اللاهوائي حصل في الظروف الطبيعية .

تم اختبار الاحتراق و اللهب حيث تم تعريض الغاز إلى شعلة من النار و تم ملاحظة لهب أزرق اللون وهذا يعتبر مؤشراً قوياً لوجود غاز الميثان بنسبة تتراوح بين (55-80%) وتم إجراء تحاليل فيزيائية وكيميائية للحمأة الأولية والثانوية بعد الهضم اللاهوائي موضحة في الجدول(3).

الجدول رقم (3): نتائج التحاليل المخبرية للحمأة الأولية و الحمأة الثانوية بعد الهضم اللاهوائي.

حمأة ثانوية	حمأة أولية	
7.62	7.5	PH
29	30	درجة الحرارة °C
1564	2514	الناقلية µs/cm
1017	1634	الأملاح الكلية الذائبة TDS (mg/l)
96.93	93.796	نسبة الرطوبة %
3.07	6.204	نسبة المادة الصلبة الكلية %
51.60	48.06	نسبة المادة العضوية من المادة الجافة %
48.40	51.94	نسبة المادة المعدنية %
29.928	27.875	نسبة الكربون العضوي %
5.13	2.83	النتروجين الكلي %
6:1	10:1	C/N

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

نلاحظ أن قيمة PH قريبة من الاعتدال تعتبر هذه القيمة ضمن الحدود المثالية لعمل بكتريا الميثان وهي المسؤولة عن انتاج غاز الميثان في المراحل الأخيرة لعملية الهضم اللاهوائي و في تجربة قام بها الباحثان

Minal and Worku للراسب الناتج عن الهضم اللاهوائي لمياه الصرف الصحي مع مخلفات المطبخ كانت قيم ال PH تتراوح بين 6.9-7.3 [11].

بينت نتائج التحليل الكيميائي الموضحة في الجدول أن الرقم الهيدروجيني للحمأة الأولية المخمرة والحمأة الثانوية المخمرة سجل ارتفاعاً في نهاية الهضم اللاهوائي ليلبغ (7.5) و(7.62) ، إن الزيادة في الرقم الهيدروجيني قد تكون ناشئة من استهلاك الأحماض العضوية و زيادة في القلوية نتيجة ذوبانية ثاني أكسيد الكربون المنتج خلال الهضم اللاهوائي و الذي يتحول إلى الكربونات فيؤدي ذلك لارتفاع الرقم الهيدروجيني للحمأة [1]

نلاحظ ازدياد قيمة الناقلية الكهربائية في الحمأة الأولية والثانوية المخمرة بسبب تحلل المادة العضوية وتحولها إلى مكوناتها المعدنية هو السبب الذي يؤدي إلى ارتفاع محتواها من الأملاح وارتفاع قيمة الناقلية الكهربائية للراسب في نهاية عملية التخمير اللاهوائي [1].

لا توجد مواصفات قياسية تحدد قيم الناقلية الكهربائية للراسب الناتج عن عملية التخمير اللاهوائي من أجل الاستخدام لأغراض التسميد الزراعية، لذلك يجب أن يكون هناك حذر عند استخدام الراسب الناتج عن عملية التخمير اللاهوائي في التسميد، حيث أن الكميات الكبيرة أو الإضافات المستمرة للتربة يمكن أن يؤدي إلى تراكم الأملاح في التربة [6].

أثناء عملية التخمير اللاهوائي يتحول الأزوت العضوي إلى أمونيوم وذلك كنتيجة لعملية التحطم البيولوجي [10]، إن عملية تمعدن الأزوت العضوي تؤدي إلى زيادة نسبة الأمونيوم لتتجاوز 50 % من نسبة الأزوت الكلي في الراسب وهذه الزيادة تؤدي ارتفاع

قيمة الراسب كسماذ أزوتي[15]، وبلغت نسبة المواد الصلبة الكلية TS في الحمأة الأولية (9.41%) و بلغت نسبة المواد العضوية الطيارة VS (53.05%) وقد أدت عملية المعالجة اللاهوائية إلى خفض كمية المواد الصلبة الكلية لتصبح TS(6.204%) و المواد العضوية الطيارة VS(48.06%) أي أن معدل الإزالة للمواد الصلبة الكلية في الهاضم 26% و معدل إزالة المواد الصلبة الطيارة 33%.

و بلغت نسبة المواد الصلبة الكلية TS في الحمأة الثانوية(3.214%) و بلغت نسبة المواد العضوية الطيارة VS (66.1509%) وقد أدت عملية المعالجة اللاهوائية إلى خفض كمية المواد الصلبة الكلية لتصبح TS(3.07%) و المواد العضوية الطيارة VS(51.6%) أي أن معدل الإزالة للمواد الصلبة الكلية % 7.2 و معدل إزالة المواد الصلبة الطيارة 27.3%.

و قد تم إجراء مقارنة بين سرعة تكثيف الحمأة قبل الهضم اللاهوائي (الخام) و بين الحمأة بعد الهضم اللاهوائي (المخمرة) حيث تم وضع 1000 ml من الحمأة في سلندر وتمت مراقبة تغير حجم المياه الراكدة(الطور السائل) و الراسب(الطور الصلب) مع الزمن وتم تسجيل النتائج الموضحة في الجدول (4) و(5) وتم تمثيلها بيانياً حيث يوضح الشكل(10) والشكل(11) مقارنة بين الحمأة الأولية الخام والمخمرة من حيث تغير حجم الطور الصلب وتغير حجم المياه الراكدة مع الزمن على الترتيب أما الشكل(12) والشكل(13) فيوضح مقارنة بين الحمأة الثانوية الخام والمخمرة من حيث تغير حجم الطور الصلب وتغير حجم المياه الراكدة مع الزمن على الترتيب .

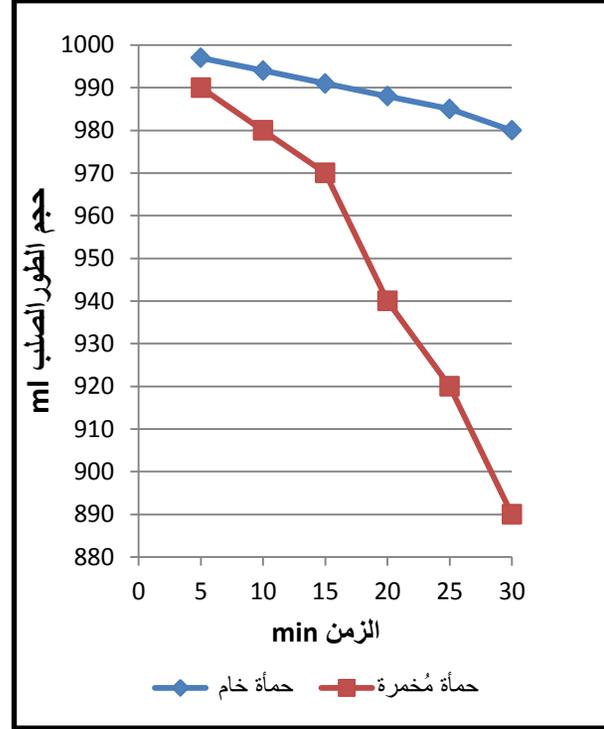
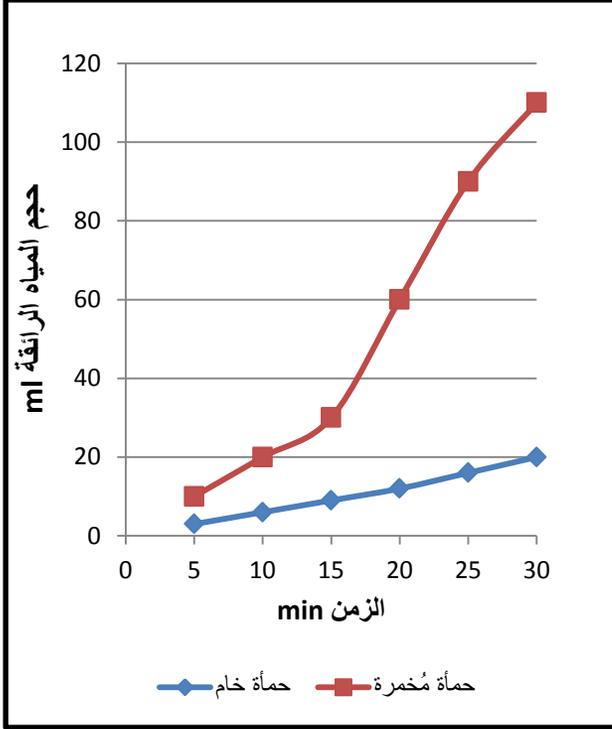
المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)

الجدول رقم (4) :تغير حجم المياه الرائقة والطور الصلب مع الزمن للحمأة الخام.

قبل الهضم				الوقت
الحمأة الثانوية		الحمأة الأولية		
حجم الطور الصلب ml	حجم المياه الرائقة ml	حجم الطور الصلب ml	حجم المياه الرائقة ml	
120	880	997	3	5 min
110	890	994	6	10 min
100	900	991	9	15 min
90	910	980	20	30 min

الجدول رقم (5):تغير حجم المياه الرائقة و الطور الصلب مع الزمن للحمأة المخمرة.

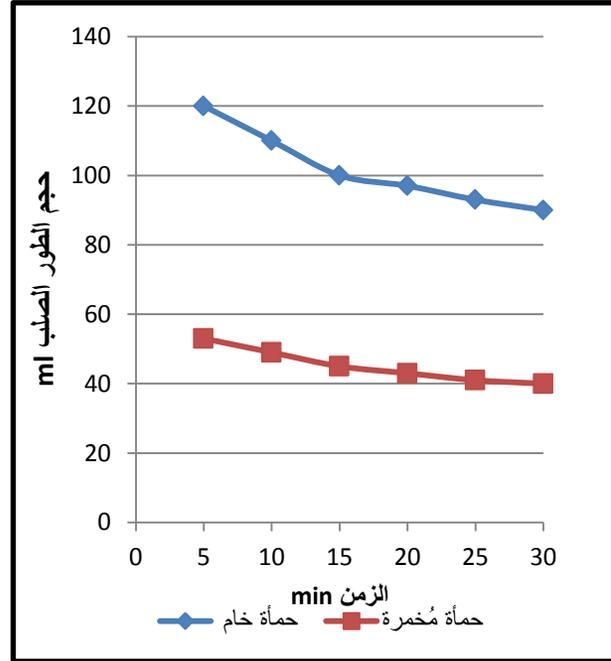
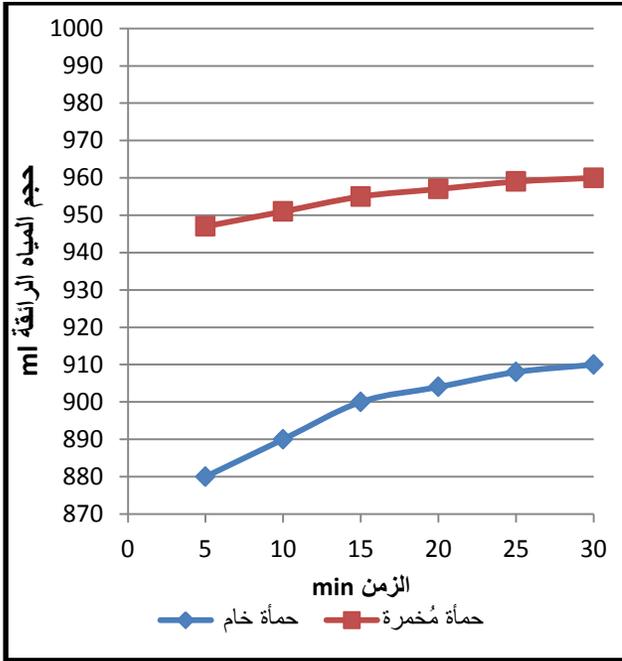
بعد الهضم				الوقت
الحمأة الثانوية المخمرة		الحمأة الأولية المخمرة		
حجم الطور الصلب ml	حجم المياه الرائقة ml	حجم الطور الصلب ml	حجم المياه الرائقة ml	
53	947	990	10	5 min
49	951	980	20	10 min
45	955	970	30	15 min
40	960	890	110	30 min



الشكل (11): مقارنة بين الحمأة الأولية الخام المُخمرة من حيث تغيير حجم المياه الرائقة مع الزمن.

الشكل (10): مقارنة بين الحمأة الأولية الخام المُخمرة ومن حيث تغيير حجم الطور الصلب مع الزمن.

المقارنة بين إنتاج الغاز الحيوي من الحمأة الأولية و الحمأة الثانوية في محطات المعالجة
(حالة محطة معالجة الدوير)



الشكل (12):مقارنة بين الحمأة الثانوية الخام والمُخمرة من حيث تغير حجم الطور الصلب مع الزمن.
الشكل (13): مقارنة بين الحمأة الثانوية الخام والمُخمرة من حيث تغير حجم الراتفة مع الزمن.

من خلال الجدولين رقم (4) و (5) و المخططات رقم (10) و(11) و(12) و(13) نلاحظ أن الحمأة المُخمرة تتميز بسهولة نزح المياه بشكل أسرع و أسهل من الحمأة الخام قبل الهضم اللاهوائي وهذا ينعكس إيجابياً من الناحية البيئية والاقتصادية للهضم اللاهوائي .

5- نتائج البحث و المقترحات و التوصيات:

5-1- نتائج البحث Search results :

1-تعتبر مخلفات الصرف الصحي مواد جيدة لإنتاج الغاز الحيوي و الميثان حيث بلغ حجم الغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية 46 l/kg.vss. فيما بلغ حجم الغاز الحيوي الناتج عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية 6 544,490.L/kg.vss.

2- كمية الغاز الحيوي الناتجة خلال 30 يوم من الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية أكبر من كمية الغاز الحيوي الناتجة خلال الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية بثلاث أضعاف تقريباً، حيث تم إنتاج غاز حيوي من الهضم اللاهوائي للحمأة الأولية 179.4liter و 57.9liter عن الهضم اللاهوائي للحمأة الثانوية.

3-إن 80% من الغاز الحيوي الناتج عن هضم الحمأة الأولية خلال كامل فترة التخمر (30يوم) أمكن الحصول عليه خلال الأيام ال 17 الأولى، وإن 80% من الغاز الحيوي الناتج عن هضم الحمأة الثانوية خلال كامل فترة التخمر (30يوم) أمكن الحصول عليه خلال الأيام ال 13 الأولى.

وبالتالي فإن زمن البقاء المقترح للمخمر الذي حدث خلاله أعلى معدل من التحلل البكتيري للحمأة 17 يوم لهضم الحمأة الأولية و 13 يوم لهضم الحمأة الثانوية.

4- إن نسبة إزالة المواد العضوية من الحمأة الأولية 33% بينما نسبة إزالة المادة العضوية من الحمأة الثانوية 27.3%.

5- الحمأة المخمرة ذات قابلية لنزح الرطوبة منها بشكل أسرع و أسهل من الحمأة قبل التخمر .

6-إن الناتج عن عملية التخمر اللاهوائي للحمأة الأولية و الحمأة الثانوية يعتبر محسن للتربة ذو مواصفات جيدة من ناحية احتواءه على المادة العضوية و العناصر الكبرى N,P,K .

5-2- مقترحات البحث :

- 1- تطبيق طريقة الهضم اللاهوائي في محطة الدوير لمعالجة الحمأة والاستفادة من الغاز الحيوي و السماد العضوي.
- 2- تصميم الهواضم اللاهوائية بعد السيور الضاغطة لتقليل حجم الحمأة و بالتالي تقليل حجم الهواضم وكلف التشغيل.
- 3-تطبيق تقنيات معالجة مسبقة على الحمأة تعزز من إنتاج الميثان.
- 4- تنفيذ ساحات تجفيف للحمأة المهضومة للتخلص من رطوبتها و حيث تعتبر فترة تعقيم وانضاج لمحسن التربة.

5-3-التوصيات Recommendations:

- 1- القيام بمزيد من التجارب و الأبحاث على الحمأة الأولية والثانوية كمواد عضوية منتجة للميثان و ذلك للاستفادة من الطاقة الكامنة في هذه المخلفات .
- 2-ضبط درجة الحرارة خلال الهضم اللاهوائي حيث أن بكتريا الميثان ذات حساسية عالية لتغير درجة الحرارة مما يؤدي لاستقرار عملية الهضم و بالتالي زيادة كمية إنتاج الغاز الحيوي.

6-المراجع References:

- 1-العفيف, رأفت, 2010. محاضرات ماجستير , قسم الهندسة الريفية - كلية الزراعة - جامعة دمشق.
- 2-المركز الوطني لبحوث الطاقة, 2012 , تقييم واقع و آفاق استثمار الكتلة الحيوية في الجمهورية العربية السورية.
- 3-بوعيسى , عبد العزيز و سمرا , بديع و يوسف , علي. 2009 . دراسة إمكانية إنتاج سماد عضوي من حطب القطن . برنامج الندوة العلمية " تحسين خواص التربة والتقنيات الزراعية الحديثة "، كلية الزراعة - جامعة البعث.
- 4-عمر محمد حسن،حميد سلمان خميس . 2014 . إنتاج الغاز الحيوي من حمأة المجاري بوساطة الهضم اللاهوائي . مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة , العدد الاول . المجلد الثامن .
- 5-محمد,وكاع. 2010 .هندسه الطاقات المتجددة والمستدامة . مجلة فيلادلفيا الثقافية , العدد (6) (116-122) .
- 6- ASTALS, S., Ardevol, N. V., Alvares, M. J, 2012 Anaerobic co-digestion of pig manure and crude glycerol at mesophilic conditions: Biogas and digestate. Bioresource and Technology. 110. 63-70.
- 7- BEE, T.S., Nithiyaa and Rahmat, A2013 Investigation of biogas production and its residue with fertilization effect from municipal waste Pakistan Journal of Biological Science, 16(20): 1104-1112,2013.
- 8- DIAZ, J2008. Biogas production from kitchen waste/refuse. Bwanika,Tumwesige,205P.
- 9- HARTMANN, H2002- Anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste with recirculation of process water. PhD. Thesis, Technical University of Denmark,198p.

- 10- MASSE, D2007 The fate of crop nutrients during digestion of swine manure in psychrophilic anaerobic sequencing batch reactor. Bioresour Technol. 98. 2819–2823.
- 11-MINALE, M and WORKU, T 2012 anaerobic co-digestion of sanitary waste water and kitchen solid waste for biogas and fertilizer production under ambient temperature : waste generated from condominium house , Tnt.j.Environ.Sci.Techol, 11. 509 – 516.
- 12- Rittmann, B. & McCarty, P. (2000). Environmental Biotechnology: Principals and Applications. McGraw–Hill, New York, 768 pp.
- 13-SAKAVELI F, PETAL M, TSIRIDIS V, Darakas E 2021 Enhanced Mesophilic Anaerobic Digestion of Primary Sewage Sludge, Application of Biological and Chemical Processes to Wastewater Treatment,VOL 13(3),1–21.
- 14- Sato, K., Ochi, S. & Mizuochi, M. (2001). Up-to date modification of the anaerobic sludge digestion process introducing a separate sludge digestion mode. *Water Science and Technology* **44**:143–147.
- 15- SCHIEVANO, A., DIMPORZANO, G., SALATI, S., ADANI, F., 2011. On-field study of anaerobic digestion full-scale plant (Part I): An on-field methodology to determine mass, carbon and nutrients balance. Bioresource Technology .102. 7737–7744
- 16- Speece, R.. (2001). Anaerobic Biotechnology for Industrial Wastewaters. Archae Press, Nashville, Tennessee, 394 pp.

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 إنتاج 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 إنتاج 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) ¹ Agritecture 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 إحدى طرق التحدي للزراعة الحالية على نطاق صناعي من خلال جلب إنتاج الغذاء إلى البيئات المعمارية والمحلية مع ضمان تطبيق التفكير المعماري.

فهي ممارسة لإنتاج الغذاء والدواء في طبقات مكدسة رأسياً أو أسطح مائلة رأسياً 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 farming³

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).

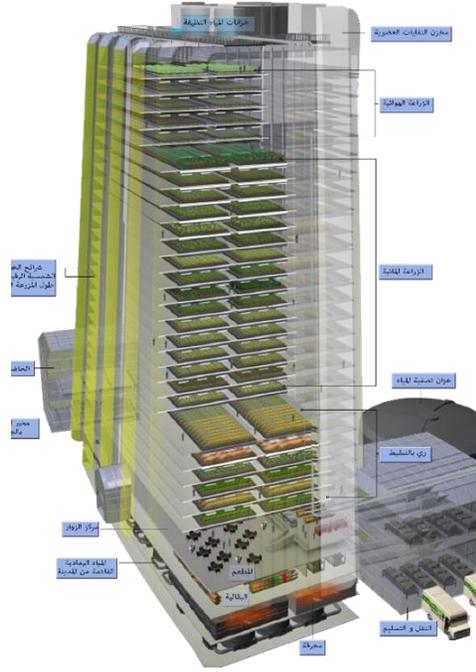
على سبيل المثال، من أجل إمداد 15000 شخص بالطعام، يتطلب تصميم المبنى الخصائص التالية: يجب أن يكون المبنى مؤلف من 37 طابقاً، 25 منها مخصصة فقط لزراعة المحاصيل و3 منها لتربية الأحياء المائية. بالإضافة إلى طوابق إنتاج الطعام، هناك 3 طوابق موزعة بشكل موحد للتحكم البيئي وطابقين لإدارة النفايات. علاوة على ذلك، يوجد طابق واحد لتنظيف صواني النمو والبذر والإنبات. تم تخصيص طابق إضافي لتعبئة المواد الغذائية، بما في ذلك تجهيز المحاصيل والأسمك. 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 يومياً، 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 تقريباً.

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



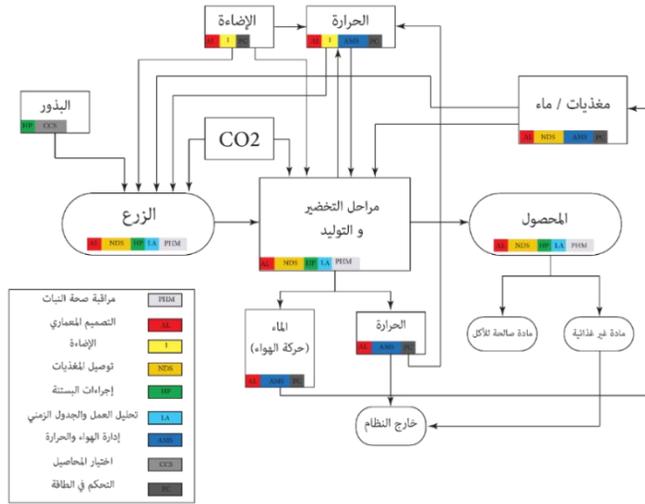
1-3- العمليات والمكونات في المزرعة الرأسية:

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 ، اعتماداً 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, 21 February 2022, P5



مخطط (2-1) 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, June 2013, P11

مثال: طوكيو، اليابان Pasona Urban Farm حيث أنشئت الشركة الأمريكية 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 للريح 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 ضوئياً (الضوء الأحمر والأزرق) اللازم لنموها. Edenworks تشمل على زجاج كبير كما في الشكل (1-3) ، فإن المزرعة العمودية الموجودة على السطح لا تتطلب ضوء كهربائياً خلال فصل الصيف ، وتعمل بشكل حصري تقريباً 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: Ilimeigo'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

اليميلغو: هي شركة معمارية مقرها باريس وقد فازت بمسابقة (OPH هيئة الإسكان العامة) التي أقامتها في رومانفيل، فرنسا في تصميم مزرعة رأسية. تم التقديم من قبل المهندسين المعماريين 'secousses ، 'scoping ، 'etamine ، 'terre'au ciel ، 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 (4-1).



الشكل (4-1) علاقة مزرعة المييلغو 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 عزلاً حرارياً أفضل من الواجهات

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

مثال: Sky Vegetables برونكس، 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 Vegetables برونكس، نيويورك

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

2-2-2- جودة البيئة المستدامة الخارجية في المزرعة الرأسية

2-2-1- التكيف 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, June 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 والتبخّر.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 التبخّر النتحى 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 بحويّة.¹

⁹ Villanova, Marc Prades, Vertical Farm Façade First approach to the energetic savings applied, June 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 المحلي، 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 الري، مع تحسين كفاءة الري.
- إعادة تدوير مياه المطر والمياه الملوثة، واستخدامها كميّاه لصناديق الطرد في الحمامات.

3- كفاءة استخدام مياه الري:

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

4- الإبداع التكنولوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي:

يهدف لزيادة كفاءة استخدام المياه الصالحة للشرب وذلك بوضع استراتيجيات تعمل على استخدام مياه الأمطار والمياه المعالجة في المياول 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 جبسية... 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.

غير محقق	محقق	جودة البيئة المستدامة الداخلية	
		التحكم الكمي و النوعي في المياه	إدارة المياه
		تخفيض استهلاك المياه	
		كفاءة استخدام مياه الري	
		الابداع التكنولوجي 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	

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

3-2- جودة البيئة المستدامة الخارجية:

1- خصائص الموقع:

1-1 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 المتهاكلة.

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 وأيضاً 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 طبيعياً في دعم نمو النبات.

3-تعزيز الإضاءة الطبيعية والرؤية الخارجية:

أ-الإضاءة الطبيعية: توفير أكبر قدر من الإضاءة الطبيعية للفراغ الداخلي، بحيث يسمح بتصميم 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.

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

جدول (2-3) 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

الموقع:

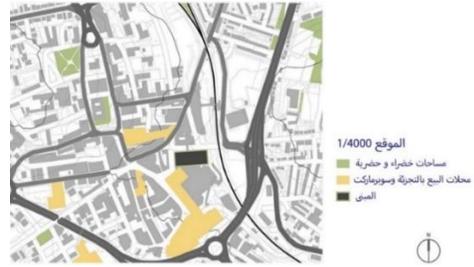
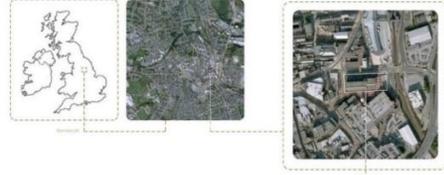
تقع بارنسلي في جنوب يوركشاير بإنجلترا حيث تتمتع المنطقة بتاريخ متميز في تعدين الفحم والصناعات ذات الصلة ولكنها تشتهر الآن بوسط المدينة المتهدم والعمالة المنخفضة.

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

الشكل (1-3) 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 (2-3) 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

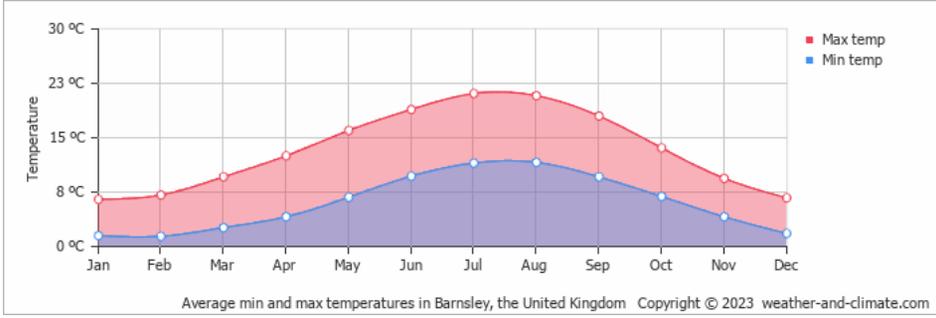
المصدر: الموقع:

<https://www.yanglingge.>

المناخ:

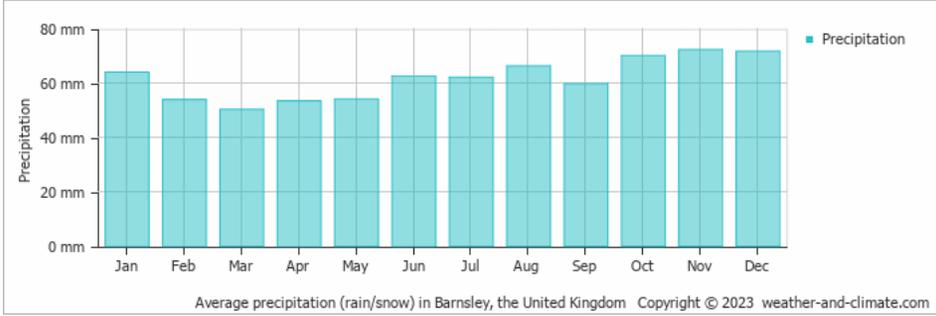
المناخ دافئ ومعتدل مع وجود أمطار وفيرة حتى في أكثر الشهور جفافا ويبلغ متوسط الحرارة السنوي 9.5 درجة مئوية ويبلغ هطول الأمطار حوالي 864 ملم ويبدأ الصيف في نهاية حزيران وينتهي في أيلول والشهر الأكثر جفافا هو شباط وتهطل معظم الأمطار في شهر آب ويبلغ متوسط ساعات شروق الشمس في اليوم 7.98 ساعة.

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة



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 إليها
- انفتاح المبنى على ساحة السوق



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

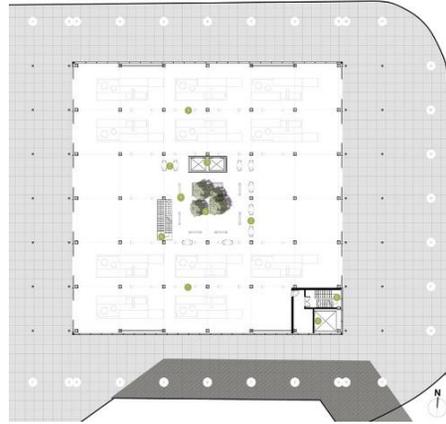
المصدر : الموقع : <https://www.yanglingge.com/>

- | | |
|---|---------------------|
| ١ | محلات تجارية مؤقتة |
| ٢ | مقهى |
| ٣ | مصعد |
| ٤ | مقاعد |
| ٥ | مناظر طبيعية داخلية |
| ٦ | عناصر اتصال شاقولي |
| ٧ | ساحة السوق |

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

المصدر : عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

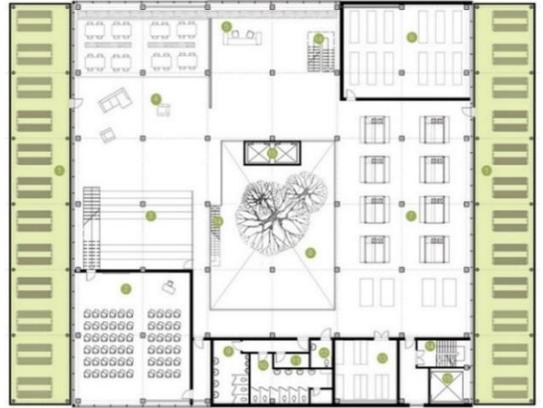
<https://www.yanglingge.com/>



الطابق الأول:

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

11 منطقة لخدمة الأطفال	6 غرفة تفريغ الفضر	1 مزارع رأسية
12 Wc طوارئ	7 سوق	2 غرفة محاضرات
13 تخزين	8 أنثريوم	3 قاعة
14 عناصر اتصال شاقولي	9 Wc رجال	4 مساحة مفتوحة
15 مصعد	10 Wc نساء	5 استقبال



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

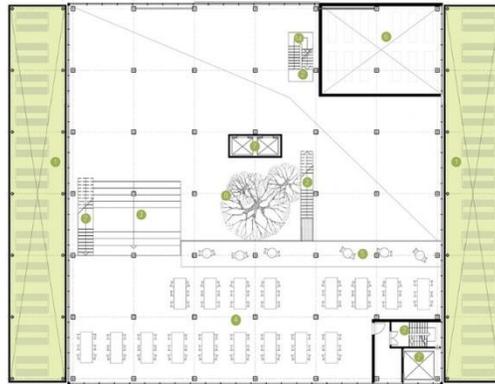
6 غرفة احصاب الفطر	1 مزارع رأسية
7 مصعد	2 عناصر اتصال شاقولي
8 أنثريوم	3 قاعة
	4 ورشة عمل
	5 منطقة انتظار

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

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى

الموقع:

<https://www.yanglingge.com/>



الطابق الثالث:

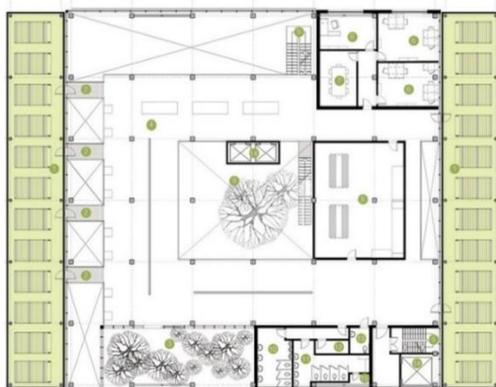
- مزارع رأسية خاصة بالزراعة المائية وزراعة الفطريات
- الجسر الشبكي هو الرابط الوحيد الذي يربط المزرعة الرأسية بهيكل المبنى الرئيسي
- مساحات عرض خاصة بالمنتجات الزراعية وطرق الزراعة
- المكاتب الإدارية تتوضع في قسم خاص بها

- 1 مزارع رأسية (زراعة مائية و زراعة فطريات)
- 2 جسر شبكي
- 3 مناظر طبيعية داخلية
- 4 مساحة عرض
- 5 عناصر اتصال شاقولي
- 6 مكتب
- 7 غرفة اجتماعات
- 8 مخبر للنمو
- 9 أتوريوم
- 10 WC رجال
- 11 WC نساء
- 12 منطقة لخدمة الأطفال
- 13 WC طوارئ
- 14 مصعد

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

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

<https://www.yanglingge.com/>



الطابق الرابع:

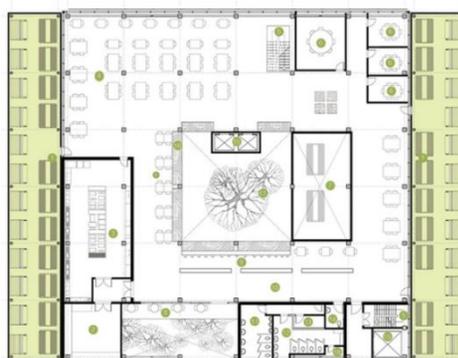
- يحتوي الطابق مطبخ تعليمي
- مناطق لتناول الطعام مع اطلالة داخلية طبيعية
- بئر للهواء يعد عنصر من عناصر التحكم البيئي
- مزارع خاصة بالزراعة المائية وزراعة الفطريات

- 1 مزارع رأسية (زراعة مائية و زراعة فطريات)
- 2 تخزين
- 3 مطبخ
- 4 مطعم
- 5 عناصر اتصال شاقولي
- 6 غرفة طعام خاصة
- 7 مخبر للنمو
- 8 منطقة للأكل
- 9 بار
- 10 ممرات
- 11 WC رجال
- 12 WC نساء
- 13 منطقة لخدمة الأطفال
- 14 WC طوارئ
- 15 مصعد
- 16 مزارع رأسية (أكوابو)
- 17 أتوريوم
- 18 بئر هواء

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

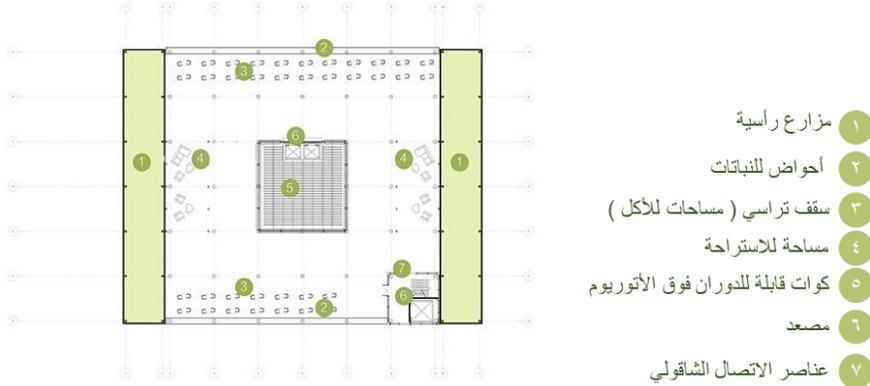
المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

<https://www.yanglingge.com/>



السطح:

- السطح يمثل كافيته 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



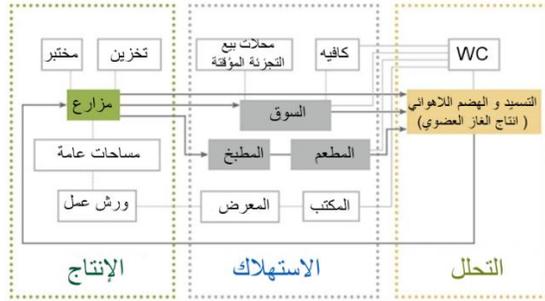
الشكل (3-13) مسقط طابق القبو لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى الموقع:

<https://www.yanglingge.com/>

البرنامج الوظيفي:

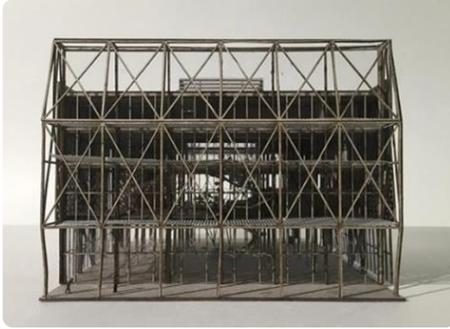
يتكون البرنامج من ثلاثة عناصر رئيسية هي الإنتاج والاستهلاك والتحلل، والتي مع بعضها تشكل سلسلة غذائية. حيث المزارع الرأسية تنتج الغذاء والسوق والمطعم يستهلكان الطعام ثم يتم بعملية الهضم اللاهوائي تدوير النفايات العضوية لإنتاج الأسمدة والغازات التي تخدم في المقابل المزارع الرأسية



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

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

تصميم المبنى:



الشكل (3-15) الواجهة الشرقية لمزرعة بارنسلي الرأسية

المصدر: الموقع:

<https://www.yanglingge.com/>

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.

استراتيجيات المبنى:

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

قد يؤدي الإطار الفولاذي ونظام الجدران 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.

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة

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

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

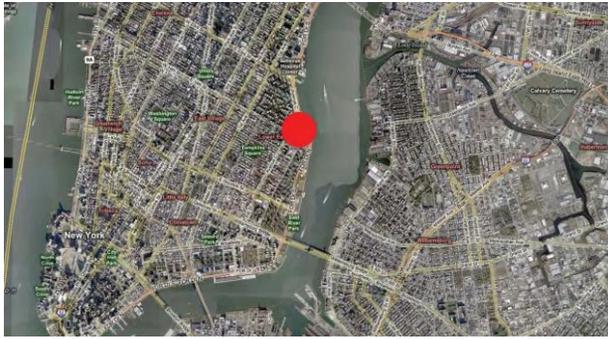
جدول (3-3) تطبيق المحددات التحليلية على النموذج الأول

النموذج الثاني: 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 الأمريكية

المصدر: Justin White, Sky-field: a Vertical Farming

Solution for Urban New York,2-2010,P25

المصمم:

المصمم : جاستن وايت

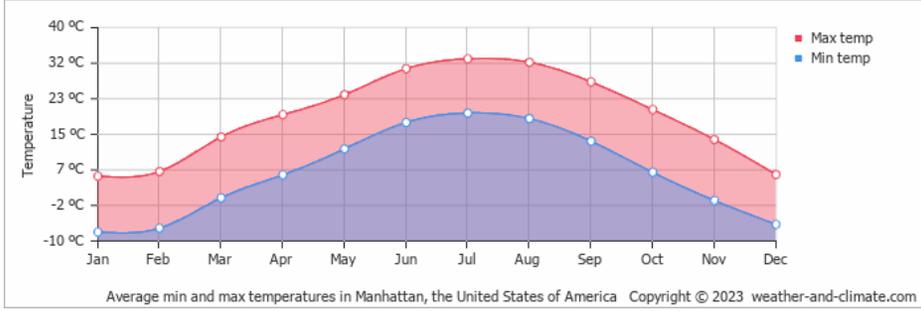
هدف المشروع:

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 ستونيفيسانت 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:

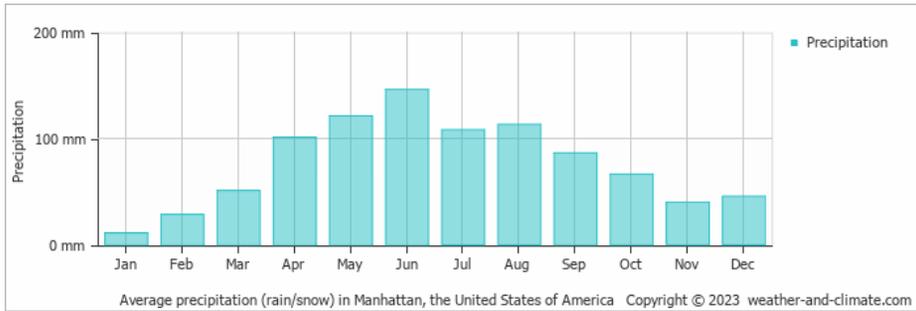
مناخ مدينة نيويورك هو مناخ شبه استوائي رطب مع تحول أجزاء من المدينة إلى مناخ قاري رطب و هذا يمنح المدينة فصول شتاء معتدلة البرودة و رطوبة إلى حد ما و مثلجة و صيف حار و رطب مع هطول أمطار غزيرة على مدار السنة كما أن العدد الهائل لسكان نيويورك و النشاط البشري و الكميات الهائلة من المباني و الشوارع الكبيرة 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 (126 كم/ساعة).



الشكل (2-18) متوسط درجات الحرارة في منهاتن

المصدر: <https://weather-and-climate.com/>



الشكل (3-19) متوسط الهطولات في منهاتن

المصدر: <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



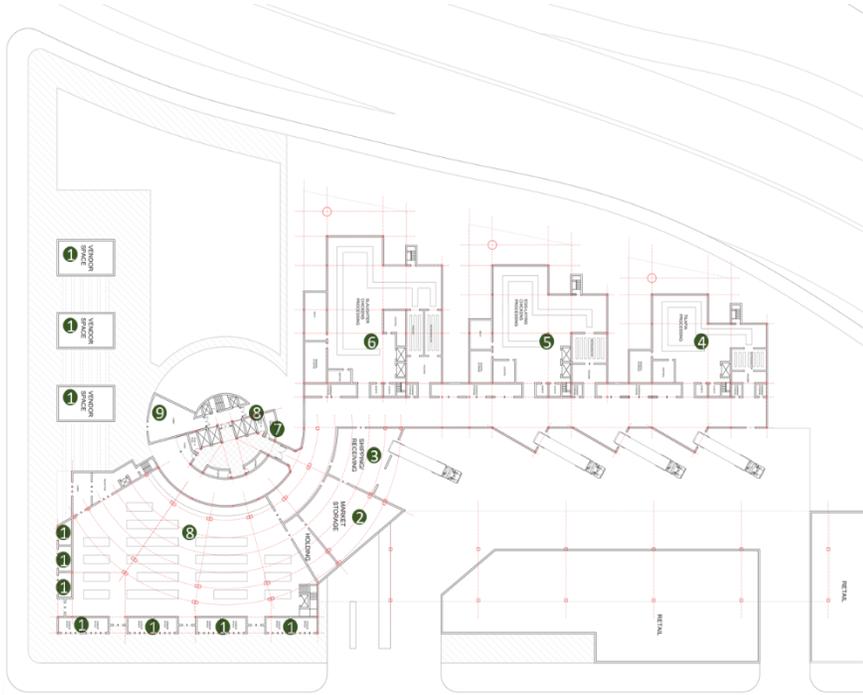
الشكل (3-20) مفهوم تصميم
المبنى لمزرعة حقول السماء في
منهاتن -الولايات المتحدة
الأميركية

- Justin White, المصدر:
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 يحتون على غرف البرادات وغرف المجمدات وغرف التخزين



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

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

- 1 متاجر
- 2 مخزن السوق
- 3 استلام الشحنات
- 4 تجهيز الأسماك
- 5 تجهيز الدجاج البياض
- 6 تجهيز ذبح الدجاج
- 7 المياه الرمادية
- 8 التدفئة والتكييف
- 6 الانتظار
- 8 السوق

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



الشكل (3-22) الطابق الأول لمزرعة

حقول السماء في منهاتن -الولايات

المتحدة الأمريكية

المصدر: Justin White, Sky-

field: a Vertical Farming

Solution for Urban New

York,2-2010,P87

① المزارع الرأسية

① ذبح الدجاج

① الدجاج البياض

① خزانات الأسماك

طابق المختبرات:

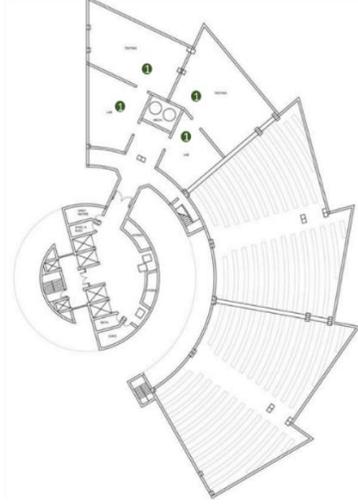
طابق خاص للباحثين من أجل التأكد من سير العمليات داخل المبنى والعمل على

تطوير استراتيجيات جديدة للعمليات

① المختبرات

الشكل (3-23) طابق المختبرات لمزرعة حقول
السماء في مناهتن -الولايات المتحدة الأمريكية

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



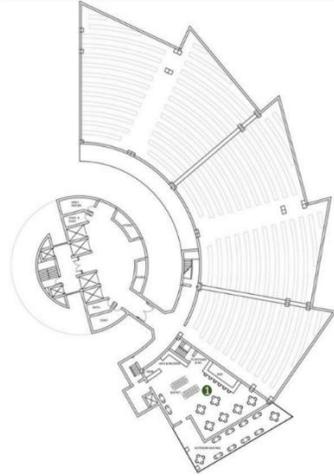
طابق المطعم:

حيث يقدم المطعم الخضار والفواكه التي تنتجها المزرعة الرأسية

① المطعم

الشكل (3-24) طابق المطعم لمزرعة حقول
السماء في مناهتن -الولايات المتحدة الأمريكية

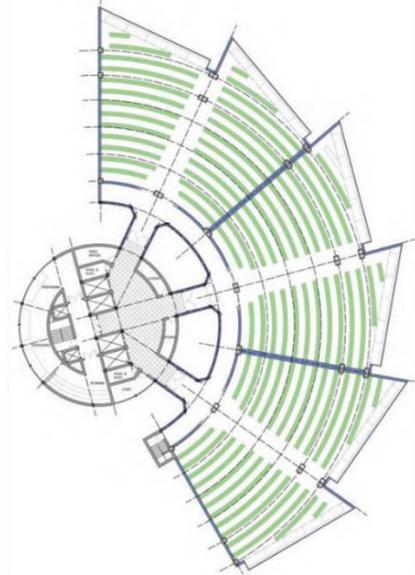
المصدر: Justin White, Sky-field: a
Vertical Farming Solution for Urban
New York,2-2010,P90



الطوابق المتكررة للمزارع الرأسية

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

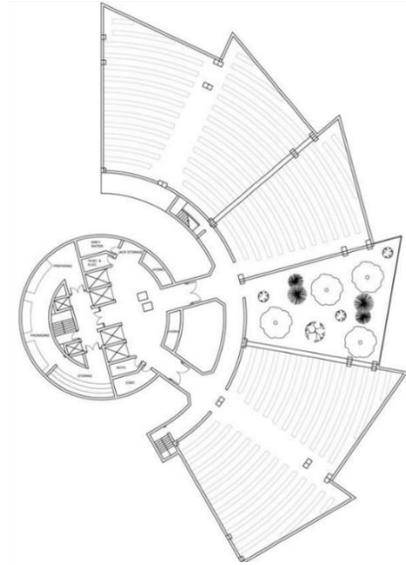
- Justin White, Sky-field: a
المصدر: Vertical Farming Solution for
Urban New York,2-2010,P91



طوابق زراعة الفواكه

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

- Justin White, Sky-field: a
المصدر: 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 (1-3) مخطط تحليلي لمزرعة

حقول السماء الرأسية-منهاتن -الولايات

المتحدة الأمريكية

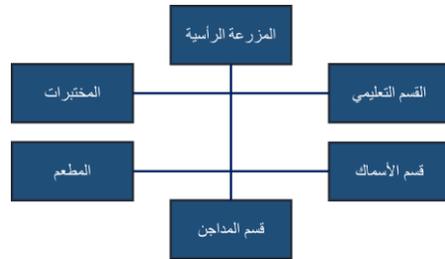
المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى

المرجع-Justin White, Sky

field: a Vertical Farming

Solution for Urban New

York,2-2010

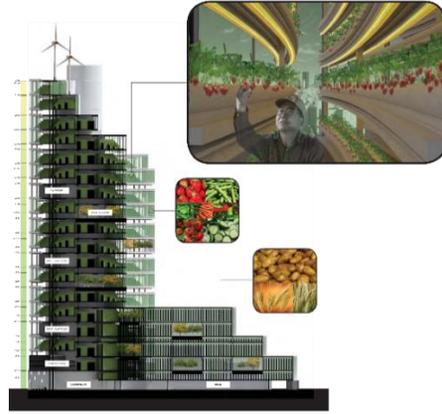


تصميم المبنى:

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 التخطيط لتحقيق أفضل كفاءة ممكنة.

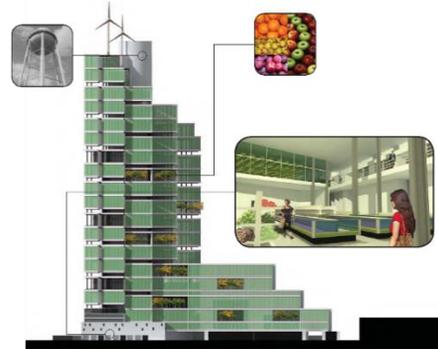
الشكل (3-27) مقطع يوضح أقسام الزراعة في المبنى حقول السماء في منهاتن -الولايات المتحدة الأمريكية

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 الأمريكية

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 مناهتن -الولايات المتحدة الأمريكية
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 مناهتن-الولايات
المتحدة الأمريكية

المصدر: Justin White, Sky-field: a Vertical Farming Solution for Urban
New York,2-2010,P119

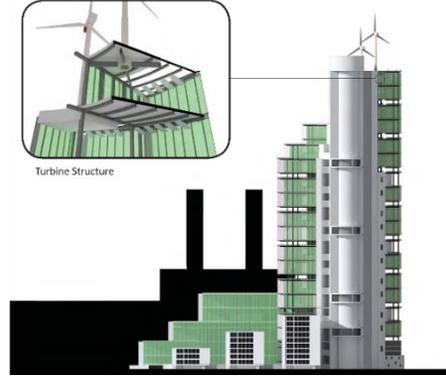
استراتيجيات المبنى:

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

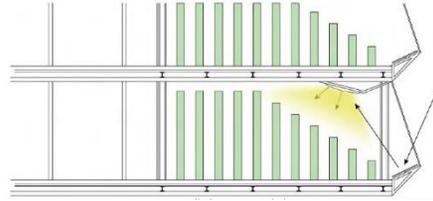
مزرعة حقول السماء في منهاتن -
الولايات المتحدة الأمريكية

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



حقول السماء في منهاتن -الولايات
المتحدة الأمريكية

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



الشكل (3-32) توجيه الطاقة الشمسية
عن طريق الكومبوترات في مزرعة

استراتيجية الإضاءة:

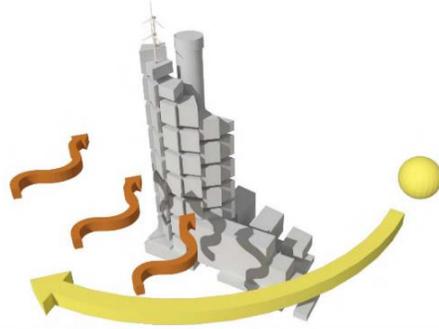
تم دراسة إضاءة المبنى حيث يتم إيصال الضوء حتى إلى المزارع البعيدة حيث تم دراسة تكوين المبنى حيث تتفاوت الارتفاعات لتأمين أكبر قدر من الطاقة الشمسية

الشكل (3-33) حركة الشمس والرياح

في مزرعة حقول السماء في منهاتن -

الولايات المتحدة الأمريكية

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 بالموصلات 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	*	
	الابتداع التكنولوجي المستخدم في مياه الصرف الصحي	*	
إدارة النفايات	تجميع المواد القابلة للتدوير	*	
	إعادة استخدام المبنى		*
	إدارة النفايات الإنشائية		*
إدارة المزرعة	إعادة استخدام النفايات	*	
	التحكم بعناصر التغذية للنبات	*	
استخدام المبيدات	الأتمتة (روبوتات ، كاميرات ، مراقبة آلية ،...)	*	
	تقليل استخدام المبيدات	*	
	استخدام مكافحة الطبيعة	*	

المبنى حقق 14 نقطة من 20 نقطة فهو حقق 70% من محددات جودة البيئة المستدامة
جدول (4-2) تطبيق المحددات التحليلية على النموذج الثاني

النموذج الثاني: Growing Power (الطاقة المتنامية) ميلووكي - ويسكونسن -
الولايات المتحدة الأمريكية

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/universytet-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.

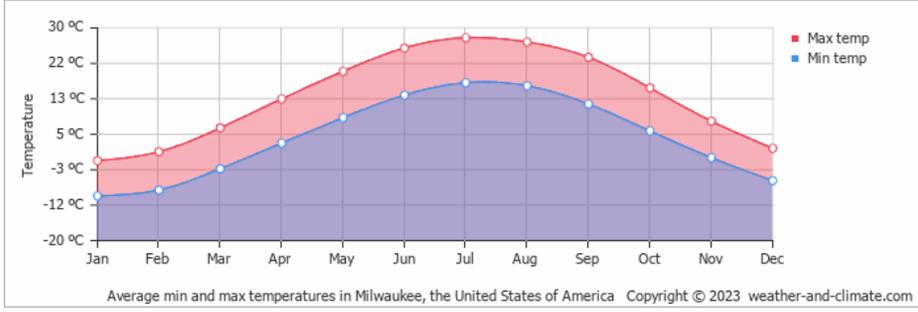
بالإضافة إلى توفير أغذية مستدامة وصحية وعالية الجودة وبأسعار معقولة للناس جميعاً وتأمّل المنظمة أيضاً في تعليم المجتمع طرق زراعة الطعام بأنفسهم.

تم تصميم المزرعة العمودية لشراء هذا الطعام المستدام المزروع في الموقع، وأخذ دروساً 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 عموماً 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 سنوياً. تتراوح الرياح في ميلووكي من 2 ميل في الساعة إلى 19 ميلاً في الساعة ونادراً ما تصل إلى ما يعتبر نسيماً قوياً يبلغ 27 ميلاً في الساعة.

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة



الشكل (3-36) متوسط درجات الحرارة في ميلووكي

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



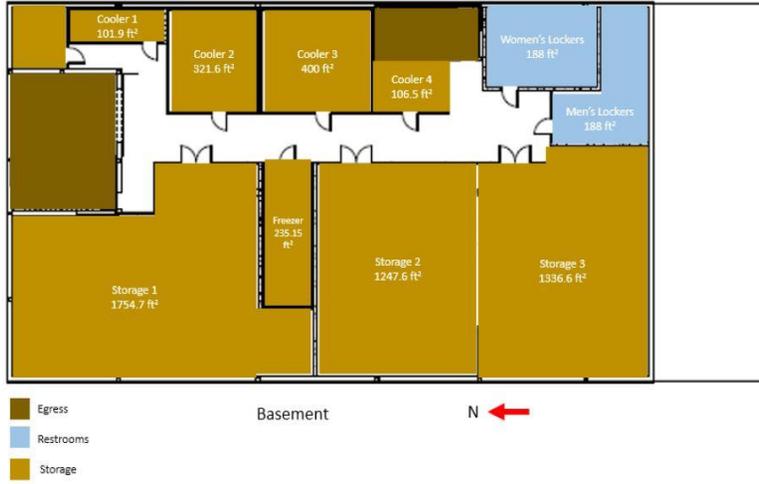
الشكل (3-37) متوسط الهطولات في ميلووكي

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



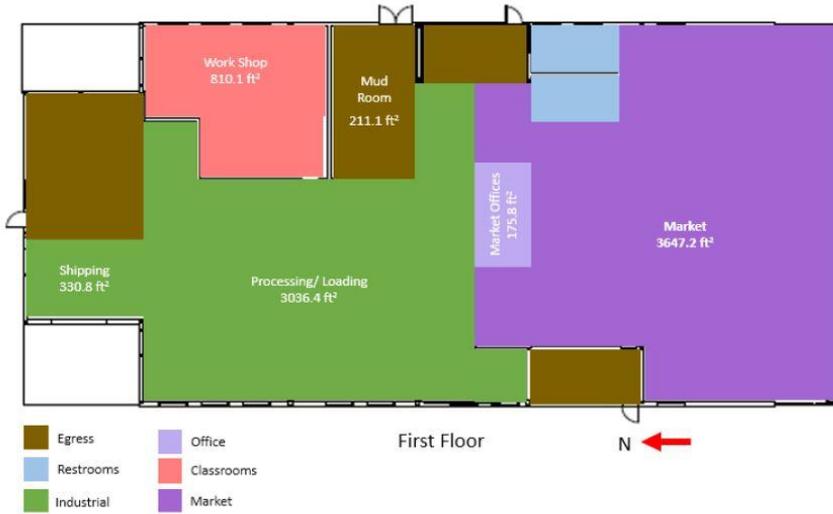
المساحة بالمتر المربع	الغرفة
٤٠٣ متر مربع	التخزين
١٠٦,٧٢	المبرد
٢١,٨	المجمد

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 خزائن للزراعة المائية النباتية

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة

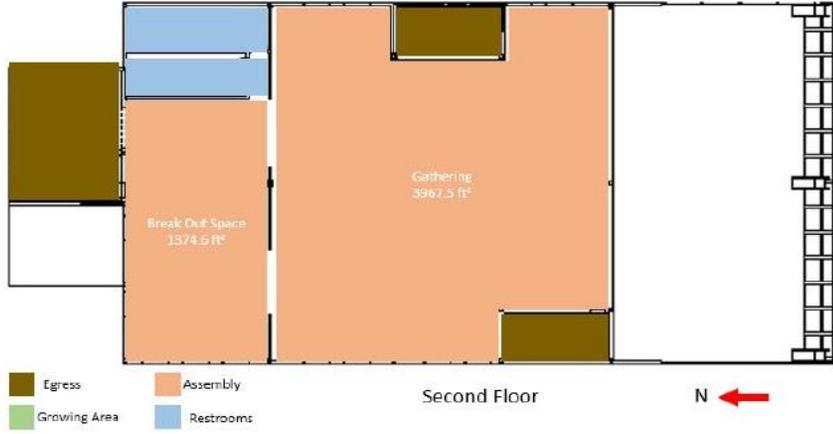


المساحة	الغرفة
٣٣٨,٨٤	السوق
٢٨٢,٠٩	المعالجة / التحميل
٣٠,٧	شحن
٧٥,٢٦	ورشة عمل
١٦,٣٣	مكاتب السوق
١٩,٦	غرف النفايات

الشكل (39-3) 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



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

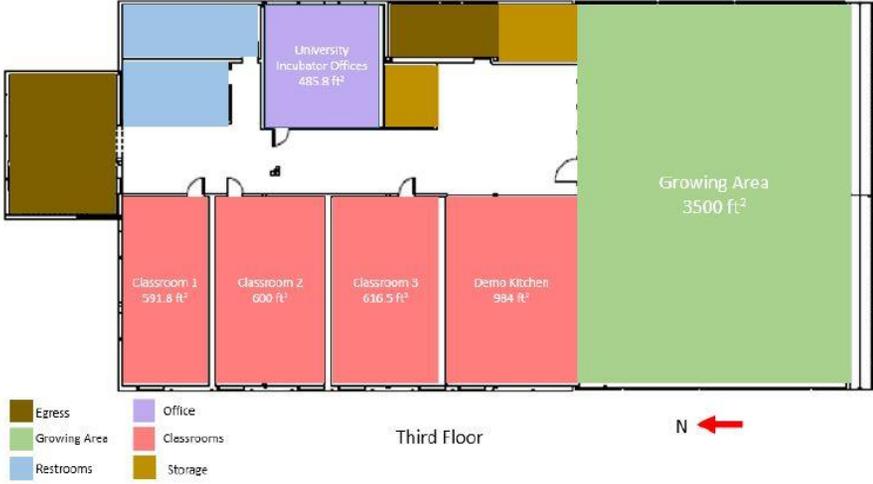
الشكل (3-40) مسقط الطابق الثاني لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية)
الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical
Farm,2015,p102

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
-



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

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) فراغ 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

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة



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

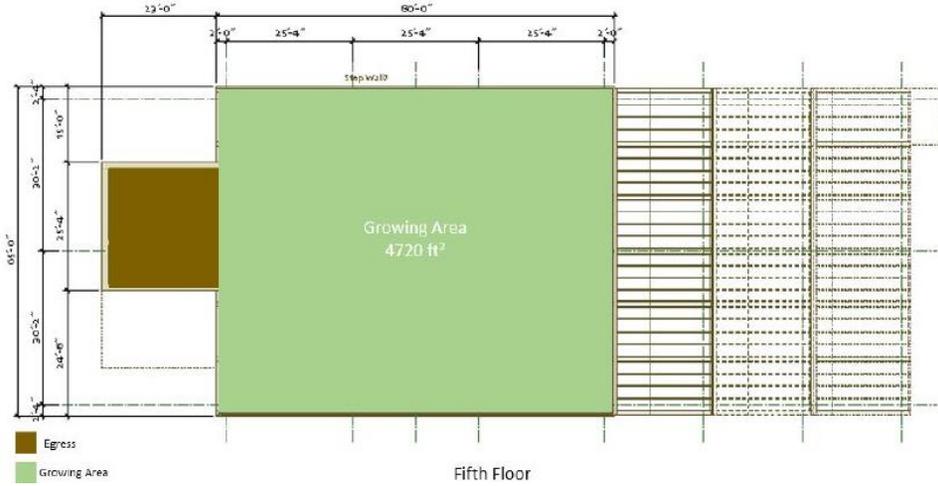
الشكل (3-43) مسقط الطابق الرابع لمزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية)

الرأسية المصدر: عمل الباحثة بالاستناد إلى المرجع Growing Power Vertical

Farm,2015,p106

الطابق الخامس:

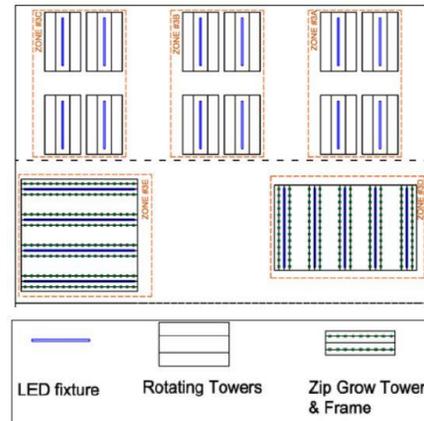
الطابق مخصص بالكامل للزراعة

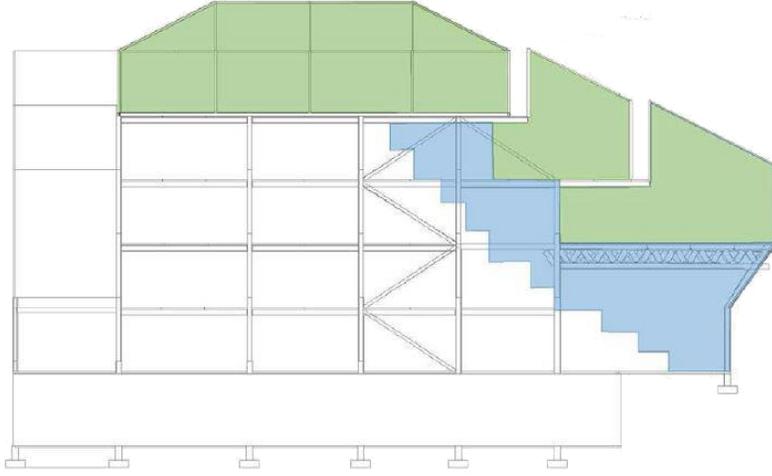


المساحة	الغرفة
٥٦٠٠	مساحة النمو

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





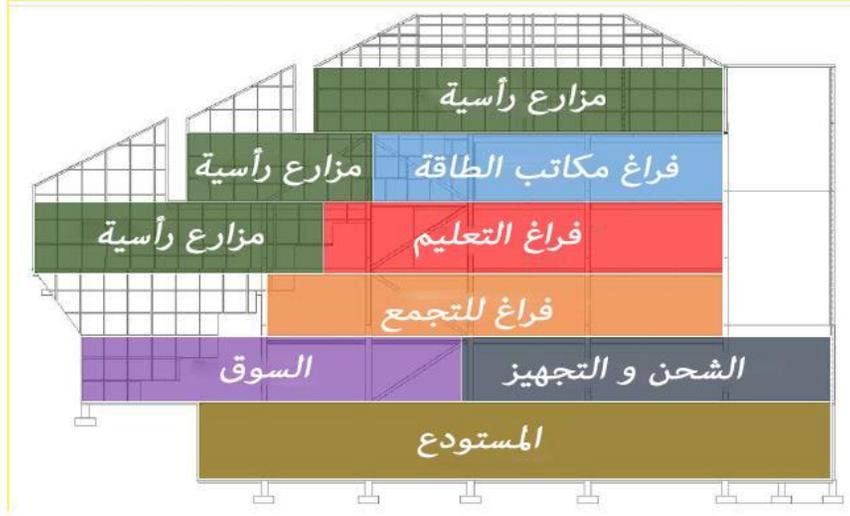
الشكل (3-46) مقطع يوضح توضع قسم الزراعة في مزرعة Growing Power
(الطاقة المتنامية) الرأسية المصدر: المرجع Growing Power Vertical
Farm,2015,p139

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، وزيادة الإنتاجية والاستدامة والوظائف وقابلية التشغيل.

يُقصد بـ Growing Power Vertical Farm أن تكون مركزاً اجتماعياً حيث يمكن للناس شراء وتعلم كيفية زراعة الأطعمة المستدامة. من المفترض أن يكون المبنى نفسه جذاباً 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.



تحليل التكلفة	الكهرباء	التخطيط المعماري
الجدول الزمني للمشروع	السياكة	الحماية من الحرائق
نمذجة معلومات البناء	بناء	علاف المبنى
تخطيط المشروع وطريقة التسليم		دفيئة
تخطيط الموقع		الميكانيك

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 تقريباً.

يشتمل تصميم Impact على 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 ضعفاً 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 الرأسية 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 الرأسية

Growing Power في مزرعة A-Go-Gro

(الطاقة المتنامية) الرأسية

المصدر: المرجع Growing Power

Vertical Farm,2015,p68

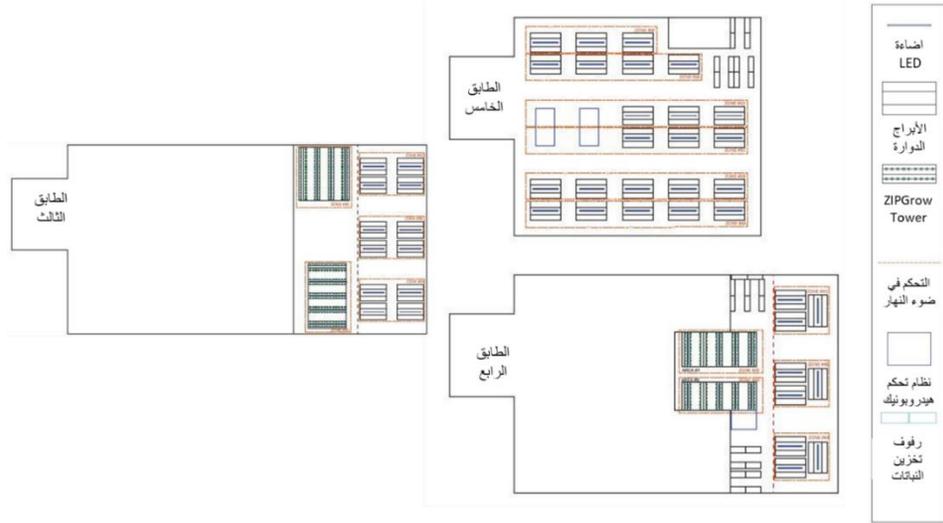


قام Impact بنقييم نظام أبسط يمكن استخدامه في مناطق النمو التي يبلغ ارتفاع سقفها 10 أقدام والذي تم تحديده في التصميم المعماري. تتكون أبراج Zip Grow من إطار مجوف مربع الشكل PVC يعمل لوسائط نمو مصفوفة مصنوعة من البولي إيثيلين تيريفثاليت المعاد تدويره (PET) تعمل هذه الوسائط المتنامية على تثبيت الشتلات في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



الشكل (3-51) أبراج Zip Grow في مزرعة Growing Power (الطاقة المتنامية)

الرأسي 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 LEED الفضي.

يشتمل التصميم على نظام مستجمعات الأمطار الذي يستخدم جميع المياه لتلبية متطلبات المبنى لري منطقة النمو. كما أن مصابيح LED ونظام HVAC تساعد في تقليل استهلاك المبنى للطاقة. بالإضافة إلى أن التصميم يضم منطقة سوق بها خزانات لعرض الأحياء المائية. هذا الفضاء سوف يدعم مهمة Growing Power لأنها 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 والمساحات 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 وفقاً 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 أيضاً بكمية جيدة من الضوء المرئي ومعامل منخفض لكسب الحرارة الشمسية يستخدم نظام التزجيج المصمم نوعين مختلفين من منتجات Cardinal Glass Industries الأول 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 و يبلغ سمك كل من الألواح الزجاجية 25 مم.

مقارنة منتجات التزجيج النهائية					
معامل اكتساب الحرارة الشمسية	ضوء مرئي	قيمة U	الزجاج الداخلي	الهواء الطلق	الزجاج الخارجي
0,27	٪80	0,47	شفاف (6 مم)	الهواء (13 مم)	الشفاف (6 مم)
0,4	٪70	0,25	شفاف (6 مم)	أرجون (13 مم)	LoE 272 (6مم)
0,24	٪37	0,25	شفاف (6 مم)	أرجون (13 مم)	LoE 240 (6مم)

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 دائماً

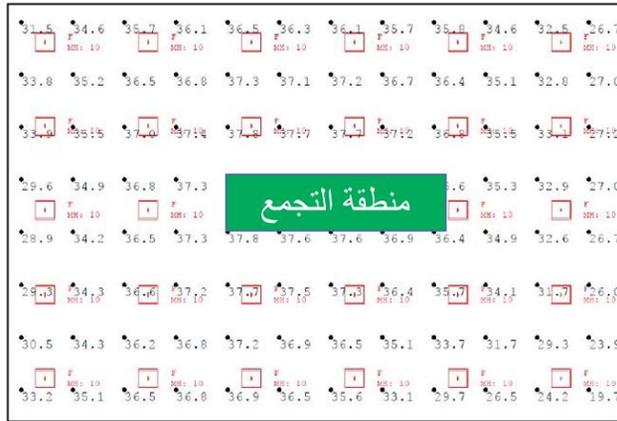
تم تجميع جدول بيانات للنظام الكهربائي بهدف رئيسي هو إسقاط الاستهلاك الكهربائي للمبنى بما في ذلك المكاتب ومناطق المعالجة والفصول الدراسية وتم تحديد الحد الأقصى لاستهلاك الطاقة باستخدام ASHRAE Fundamentals 2013 وركز على ثلاثة جوانب رئيسية: ذروة الاستهلاك والاستهلاك اليومي والاستهلاك السنوي.

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	105	2473	2.47

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

تصميم المزارع الرأسية في إطار الاستدامة

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 بالمواسلات 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 التكنولوجي 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 مكافحة الطبيعة	*	

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

جدول (7-3) 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 بالموصلات 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- Shamsiri 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/>