الجمهورية الجزائرية الديمقؤاطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine 1

جامعة الإخوة منتوري — Université des Frères Mentouri
كلية علوم الطبيعة والحياة — Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا وعلوم البيئة النباتية — Département : Biologie Et Ecologie Végétale

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر

الميدان: علوم الطبيعة والحياة

الفرع: العلوم البيولوجية

التخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات

رقم الترتيب: .....

الرقم التسلسلي: .....

بعنوان:

دور الزراعة خارج التربة في حفظ التنوع الحيوي

من إعداد:

حساني سلاف

بتاريخ: 20 جوان 2023

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة:	بولعسل معاذ	أستاذ محاضر أ	جامعة قسنطينة 1
المشرف:	زروق عز الدين زكرياء	أستاذ محاضر أ	المدرسة العليا للأساتذة – قسنطينة
الممتحن:	بوحوحو مولود	أستاذ محاضر أ	المدرسة العليا للأساتذة – قسنطينة

السنة الجامعية: 2022- 2023

الإهداء

الإهداء

إلى صاحب السيرة العطرة، إلى من أعتبره دربا منيرا أقتدي به، إلى من علمني أن الحياة كفاح و العلم سلاح

إلى مصدر قوتي و مدرستي الأولى.....أبي الغالي.

إلى من أسرت قلبي بحبها وأنارت دربي بنصحها وكانت شمعة لي في ظلمات الحياة..إلى التي أبكي شوقا

للقائها فارتمي في أحضانها متناسية جميع الآهات..إلى قمري وبصيص أملي..إلى بلسمي ومبسمي...إليك

حبيبتي غاليتي أمي

إلى سندي إخوتي ..... حمزة، ضياء الدين ومعاذ...إلى قطعة من روحي ..أختي..... ماجدة.

إلى فراشاتي الصغار.....بنات أختي..... آلاء ، راما و ميرنا.

إلى من جعلهم الله أخواتي إلى ورود المحبة صديقاتي: آية، صفاء، خولة، نور، هالة.

إلى الأخوات اللواتي لم تلدهن أمي...إلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء...إلى من كانوا معي على

طريق النجاح...غالياتي لطيفة وسارة.

إلى كل من وسعهم قلبي ولم تسعهم مذكرتي، إلى كل هؤولاء أهدي عملي وثمرة جهدي.

الـفهرس

شكر

قائمة الإختصارات

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

المقدمة **01**

الفصل الأول: الزراعة خارج التربة

1. نشأة الزراعة خارج التربة وتاريخها **03**

2. الهدف من الزراعة المائية..... **04**

3. تعريف تقنية الزراعة خارج التربة..... **05**

4. مختلف أنواع الزراعة خارج التربة..... **06**

1.4. أنظمة دون مواد حاملة..... **06**

1.1.4. نظام الجذور العائمة..... **06**

2.1.4. تقنية الغشاء المغذي..... **07**

3.1.4. نظام الفتيل..... **08**

4.1.4. نظام التنقيط..... **09**

5.1.4. نظام الفيض والصرف..... **10**

6.1.4. نظام الزراعة الهوائية..... **10**

2.4. أنظمة بمواد حاملة..... **11**

1.2.4. نظام الري تحت السطحي..... **13**

2.2.4. نظام الترشيح..... **13**

5. الزراعة خارج التربة مقارنة بزراعة التربة **14**

6. محاسن ومساوئ الزراعة خارج التربة **14**

1.6. محاسن الزراعة خارج التربة..... **14**

2.6. مساوئ الزراعة خارج التربة..... **15**

7. الزراعة خارج التربة في العالم والجزائر..... **15**

1.7. في العالم..... **15**

2.7. في الجزائر..... 16

الفصل الثاني: التنوع الحيوي

1. ماهية التنوع الحيوي..... 17
1.1. أصل كلمة التنوع..... 17
2.1. تعريف التنوع الحيوي..... 17
2. مستويات التنوع الحيوي..... 18
1.2. التنوع الجيني 18
2.2. التنوع بين الأنواع..... 18
3.2. تنوع النظم البيئية..... 18
3. مختلف تقاربات التنوع الحيوي..... 19
4. التنوع الحيوي وخدمات النظام البيئي..... 19
1.4. الأدوار الاجتماعية والإقتصادية 19
2.4. الأدوار العلمية والبيئية..... 21
5. التنوع النباتي في الجزائر..... 21
6. الأخطار التي تهدد التنوع الحيوي..... 22
7. كيف يمكن الحفاظ على التنوع الحيوي النباتي من الفقدان؟ 23

الفصل الثالث: الزراعة خارج التربة وسيلة لحفظ التنوع الحيوي

1. تطبيقات الزراعة خارج التربة..... 24
1.1. في العالم..... 24
2.1. في الجزائر... 26
2. أهم الأنواع المزروعة خارج التربة..... 27
1.2. محاصيل الخضر..... 27
2.2. المحاصيل الزهرية..... 27
3. الاختلافات الرئيسية بين إنتاج المحاصيل من التربة وبدون تربة..... 28
4. الزراعة خارج التربة كفرصة للأمن الغذائي..... 29
5. بعض مراكز الزراعة خارج التربة..... 29
6. دور الزراعة خارج التربة في حفظ التنوع الحيوي 30

1.6. الزراعة خارج التربة في الأوساط الحضرية..... 30
2.6. حماية الأنواع من الإنقراض..... 31
الخاتمة..... 33
الملخص بالإنجليزية..... 34
الملخص بالفرنسية..... 35
قائمة المراجع..... 36

شـــكـــر

مصداقا لقوله تعالى ***(لئن شكرتم لأزيدنّكم)***

تبارك الله ذو الجلال و الإكرام نحمدك اللهم حقّ حمدك و نشكرك على تيسيرك لنا لتحقيق مقصدنا سبحانك ربي ما أعظمك محسنا و ما أضعفني شاكرا.

الحمد لله الذي أعاننا على إنجاز هذا العمل الذي نتمنى أن يكون زادا قيما في خزائن العلم والمعرفة.

كما أتقدم بموفور الشكر و خالص الثناء و عظيم التقدير و العرفان إلى أستاذي المؤطر زروق عز الدّين زكرياء، الذي حرص على توجيهي و إرشادي طيلة العام و كان لي عونا في إتمام هذا العمل.

نشكر أيضا أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل من الاستاذ بولعسل معاذ رئيسا للجنة و الاستاذ بوحوحو مولود مناقشا على تكبدهم عناء تقييم و تقويم عملنا هذا.

وفي الأخير نثني في عرفنا شكرا لكل الأساتذة الذي كانوا منهلا ومنبعا للعلم و المعرفة و الإرشاد، و لكل من ساهم في مد يد العون أو النصيحة لبلورة و إتمام هذا البحث.

قائمة الإختصارات

DFT : Deep Flow Technique

DWC : Deep Water Culture

ENSA : École nationale supérieure agronomique

INRA : Institut national de la recherche agronomique

ITCMI : Institut technique des cultures maraichères et industrielles

NFT : Nutrient Film Thechnique

spp. : toutes les espèce du genre

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
01	حدائق بابل المعلقة	04
02	نمذجة لتقنية الجذور العائمة	07
03	تقنية الغشاء المغذي N.F.T	08
04	نمذجة لتقنية الفتيل	09
05	نمذجة لتقنية التنقيط	09
06	نظام الفيض و الصرف	10
07	الزراعة الهوائية	11
08	مثال عن تقنية الري تحت السطحي	13
09	نظام الترشيح	14
10	بعض الموارد المستفادة من التنوع الحيوي	20
11	مناطق العالم التي تحدث فيها موجات جفاف شديدة مع موت الأشجار. (الغطاء الحرجي والأجزاء الحرجية الأخرى في العالم).	22

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
01	أهم الركائز المستعملة في الزراعة بدون تربة	12
02	إنتاج الزراعة المائية العالمي والأنظمة المستخدمة والمحاصيل المزروعة خلال الفترة 1980- 2001	25
03	ملخص لمقارنة إنتاج النبات القائم على التربة وبدون تربة	28

المقدمة

المقدمة

اعتمد الإنسان منذ القدم على الزراعة واستمد منها غذاءه الرئيسي، وبزيادة متطلبات المعيشة أصبح من الضروري تطوير سبل الحصول على القوت اليومي وبالتالي تحسين طرق الزراعة فالطرق البدائية أو التقليدية اضحت منخفضة الكفاءة في مجارات الطلب المتزايد على الغذاء نظرا لاستخدام الأدوات البدائية واعتماده على ظروف ومواسم الأمطار، ما يحد من قدرته على الزراعة على مدار العام (بوفرح وسليماني، 2019). لذلك كان دافعا للإهتمام بشكل كبير بتوسيع واستصلاح واستزراع أراض جديدة، بغية رفع الإنتاج بغض النظر عن النوعية، مما أدى إلى زيادة معدلات استعمال الإضافات الكيميائية والتخلي شبه التام عن الإضافات العضوية، دون النظر إلى الانعكاسات الوخيمة لهذه التطبيقات على صحة الإنسان وأيضا على اختلال النظم البيئية (درقال، 2021).

بالموازاة مع التطور في الإنتاج الزراعي وكثرة استعمال المدخلات فيه بالإضافة إلى التطور الصناعي، انشغل العالم أكثر بالبيئة والاستدامة بسبب التأثير السلبي واللامسؤول من قبل الإنسان في هته المجالات، فقد تضررت البيئة الطبيعية بمكوناتها النباتية والحيوانية على حد سواء (Al-Haboby et al, 2014) . وللتنوع الحيوي النباتي أهمية خاصة كونه أساس السلسلة الغذائية (المنتج الأول)، كما يعتبر مورد هام في المجال الزراعي وتحسين خصائص المواد المنتجة كما وكيفا، بمعنى آخر لا يمكن الحديث عن آفاق مستقبلية في العديد من المجالات دون توفر التنوع الحيوي . وقد أشارت العديد من الأبحاث الحديثة أن اختفاء وتدهور الأنواع الحية ومنها النباتية في تزايد مستمر، أي أن الأرض تفقد من سنة إلى أخرى طبيعتها البرية، وذلك بمعدلات كبيرة (بولعسل، 2008).

والتقدم العلمي الذي جعل الإنسان يتعرف على موسميات النباتات واحتياجاتها من رطوبة واشعاع شمسي وغيره من الاحتياجات، مكنه من توفير هذه الأجواء بطريقة اصطناعية ليحصل على محاصيل الخضروات الصيفية والشتوية في غير زمن وجودها الطبيعي. هذا التطور هدفه اما زيادة الانتاج او حل لمشاكل الري والتربة والآفات والاستثمار الأمثل للمساحات (بوفرح وسليماني، 2019). لذا توجه المهندسون والتقنيون الزراعيون خاصة إلى ابتكار طرق وتقنيات جديدة أكثر تطورا وحداثة وذات نتائج معتبرة للحفاظ على المكونات الطبيعية خاصة الأنواع النباتية ذات الأهمية الغذائية والاقتصادية والطبية، وهذه متمثلة في تقنيات الزراعة المائية (Hydroponique) والزراعة خارج التربة بجميع أساليبها (زموري وبن سديرة، 2018).

لذا تسعى دراستنا إلى التعرف على تقنية الزراعة خارج التربة كأسلوب متطور وفعال ذو كفاءة عالية للزراعة الحديثة والحفاظ على البيئة، أهميتها وأنواعها وكذا التعريف بالتنوع الحيوي والتركيز على التنوع الحيوي النباتي وأهميته في الحفاظ على التوازن الطبيعي وما يترتب عن زواله من اختلال النظم البيئية وتوقف عملية التطور في العديد من المجالات منها الزراعية والصناعية. كما اقترحنا في الأخير أحد الحلول للإكثار

من الأنواع النباتية المهددة بالانقراض والحفاظ عليها، وأيضا لتحقيق الأمن الغذائي للعديد من البلدان، متمثلة في تقنية الزراعة خارج التربة.

الفصل الأول

الزراعة خارج التربة

1. نشأة الزراعة خارج التربة وتاريخها

كان أول ظهور للزراعة المائية في حدائق بابل المعلقة (الشكل 1) وأيضا في الحدائق العائمة بالمكسيك عند الأزتيك. وتم استخدامها أيضا في الصين وذكرت الهيروغليفية هذه الزراعة في الكتابات المصرية منذ مئات السنين قبل الميلاد. من عام 1600 بدأت التجارب الأولية لهذه التقنية وتطويرها لمعرفة تركيب النبات والمواد التي تسبب نموه بواسطة العالم البلجيكي Jan Van Helment. في عام 1699، نشر الفيزيائي الإنجليزي John Woodward وهو أول من قام باستزراع النباتات في البيئة المائية، مقالا علميا عن تجاربه لاختبار نظرية هيلمونت (Helmont theory) أثبت من خلاله أن النباتات التي تنمو في الماء غير المقطر (ماء الأنهار، مياه الينابيع...) افضل من التي تنمو في ماء مقطر. نجح بعد ذلك العالمان الألمانيان Sachs وKnop، سنة 1860، في زراعة النباتات على وسط يتكون من الماء والأملاح المعدنية. مكّن هذا الاكتشاف من فهم فيسيولوجيا التغذية ودور العناصر المعدنية، ومن هنا تم تطوير أول زراعة بدون تربة وسُمي نمو النباتات دون تربة في حلول المغذيات المعدنية بزراعة المحاليل. في سنة 1929، بدأ عالم الفيزيولوجيا من جامعة كاليفورنيا William Frederick Gericke في الترويج علنا لزراعة المحاليل لإنتاج المحاصيل الزراعية، مستعملا في ذلك نبات الطماطم. صاغ بعدها Gericke مصطلح الزراعة المائية عام 1937 حيث Hydro تعني المياه وponos تعني العمل (David, 2014).

في عام 1938 قام علماء تغذية النبات Dennis Robert Hogland و Daniel Arnon بتطوير عدة محاليل مغذية للزراعة بدون تربة عرفت بـ Hogland solution ولا زالت تستخدم ليومنا هذا مع بعض التعديلات عليها تبعا للمحصول. أثناء الحرب العالمية الثانية 1945 قام الجيش الأمريكي في اليابان بعمل مزرعة لا أرضية (كانت بيئة النمو هي الحصى) و ذلك على مساحة 22 هكتار في إحدى ضواحي مدينة طوكيو لتزويد الجنود بالخضروات النقية والطازجة (بوفرح و سليماني، 2019).

تم إدخال تقنية الزراعة بدون تربة في أوروبا في السبعينيات، وقد تم تطويرها أولا في الشمال بالتحديد في هولندا لتنتشر في باقي البلدان، بلجيكا ثم إسبانيا، فرنسا، إيطاليا واليونان في العقود الحديثة عملت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا أبحاثا كثيرة ومكثفة على الزراعة بدون تربة لبرامج الفضاء وطورت عام 1970 نظام الايروبونيك (الزراعة الهوائية) وأجرت عليه العديد من الأبحاث (وزارة البيئة والمياه، د س).

الشكل 1: حدائق بابل المعلقة (Kasmi & Tayar, 2019)

2. الهدف من الزراعة المائية

الهدف الرئيسي هو معالجة الظروف العشوائية للتغذية في التربة و ذلك باستخدام محلول مغذي يحتوي على جميع العناصر الضرورية (الكبيرة و الصغيرة) لنمو النبات وتطوره (Boulhouache, 2020). وقد استخدمت الزراعة بدون تربة أيضا للحد من الآفات والأمراض التي تنتقل عن طريق التربة التي تؤثر على محاصيل الزراعة الأحادية عن طريق تجنب الاتصال بين النباتات والتربة، ولأن الأوساط بدون تربة يمكن تعميمها وإعادة استخدامها بين المحاصيل.

كما أن إعادة استخدام هذه الأوساط عوضا عن التربة تلبي بشكل خاص مطالب الإنتاج المكثف للمحاصيل، علما بأن بعض هذه الأوساط أو الركائز هي أفضل بكثير من التربة، لاسيما من حيث القدرة على الاحتفاظ بالماء وإمدادات الأكسيجين في منطقة جذر النباتات (بوفرح وسليماني، 2019).

كما أن المزارعين قاموا أيضا تحسين أداء الإنتاج من خلال زيادة السيطرة على عدة عوامل حاسمة لنمو النباتات حيث يتم التحكم في توافر العناصر الغذائية عند جذور النباتات بشكل أفضل، ومراقبتها والسيطرة عليها بشكل أحسن، مما يؤدي إلى ارتفاع إنتاج الكمية والنوعية. علاوة على ذلك فإن معظم تقنيات الزراعة بدون تربة تستعمل جزءا ضئيلا من المياه اللازمة للإنتاج التقليدي القائم على التربة، وذلك لأن المحلول المغذي يعاد تدويره (Somerville et al, 2016).

وتعتبر الزراعة بدون تربة أحد الجوانب الكبرى للتطورات العلمية والاقتصادية والتكنولوجية في مجال الزراعة عموما على مدى القرنين الماضيين وبشكل عام، ولكن في الغالب في الدول المتقدمة وفي المناخات المعتدلة، كانت هناك زيادة في الطلب على المحاصيل ذات القيمة العالية خارج الموسم الزراعي. وهذا نتيجة لنطاق واسع للتحسن في العديد من أنواع أنظمة الزراعة المحمية لزيادة طاقة الإنتاج، وإطالة إنتاج المحاصيل على مدار العام (Resh, 2004).

ولكن ومن أجل الحفاظ على قدرتها الإنتاجية التنافسية مع الزراعة الحقلية المفتوحة، تمت الزيادة في كثافتها من أجل تعويض ارتفاع تكاليف الإنتاج المرتبطة بالبيئة التي يتم السيطرة عليها، ونتيجة لذلك فقد كان هناك تحول من الإنتاج بواسطة الزراعة بالتربة إلى الزراعة بدون تربة، لتلبية الاحتياجات المتغيرة للزراعة. ويوفر هذا النهج بدائل لتعقيم التربة السامة لمكافحة الآفات ومسببات الأمراض، ويمكن أن يساعد في التغلب على مشاكل التربة التي جلبتها ممارسات الزراعة الأحادية (الحمزة، 2018).

3. تعريف تقنية الزراعة خارج التربة

الزراعة بدون تربة هي تقنية لنمو النباتات في المحاليل المغذية التي تمد النبات بكل ما يحتاجه من العناصر المغذية الضرورية للنمو المثالي مع أو بدون استخدام أي من الوسائط الخاملة (بدائل التربة أو الركائز) مثل الحصى والفيرميكيوليت والصوف الصخري والبيت موس ونشارة الخشب ....الخ (عبد الستار، 2017).

غالبا ما نتحدث عن الزراعة على الركائز والأوساط الخاملة، لأن هذا الوسط المعاد تكوينه غالبا ما يعتمد على مادة مادية مستقرة: الركيزة، أحيانا من أصل صناعي، و أحيانا من أصل طبيعي. توفر هذه الاوساط التدعيم اللازم للنبات مع الاحتفاظ بالرطوبة و تم دمج أنظمة الري داخل هذه الاوساط، حيث تقوم على ادخال المحلول المغذي إلى مناطق الجذور الذي يوفر جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، وهو الاسلوب الأكثر شيوعا للزراعة بدون تربة (بوفرح و سليماني، 2019). لكن اذا استبعدنا الزراعة على الركائز فيمكننا القول أن هناك نوعين رئيسيين من الزراعة خارج التربة: الزراعة المائية و الأيروبونيك (VU, 2008).

إن ممارسة الزراعة المائية الرأسية تهدف إلى السيطرة على البيئة المتنامية وغير الملائمة للزراعات المفتوحة الشائعة والاستفادة بشكل أفضل من مواردنا، وتطبيق التكنولوجيا الذكية المتطورة والفعالة وتدريب العمالة يساعد بشكل كبير على اتخاذ خطوات كبيرة نحو نجاح الزراعة وإعطاء فرصة أكبر للحصول على طعام أفضل مع تنامي وتزايد أعداد السكان في العالم (بوفرح وسليماني، 2019).

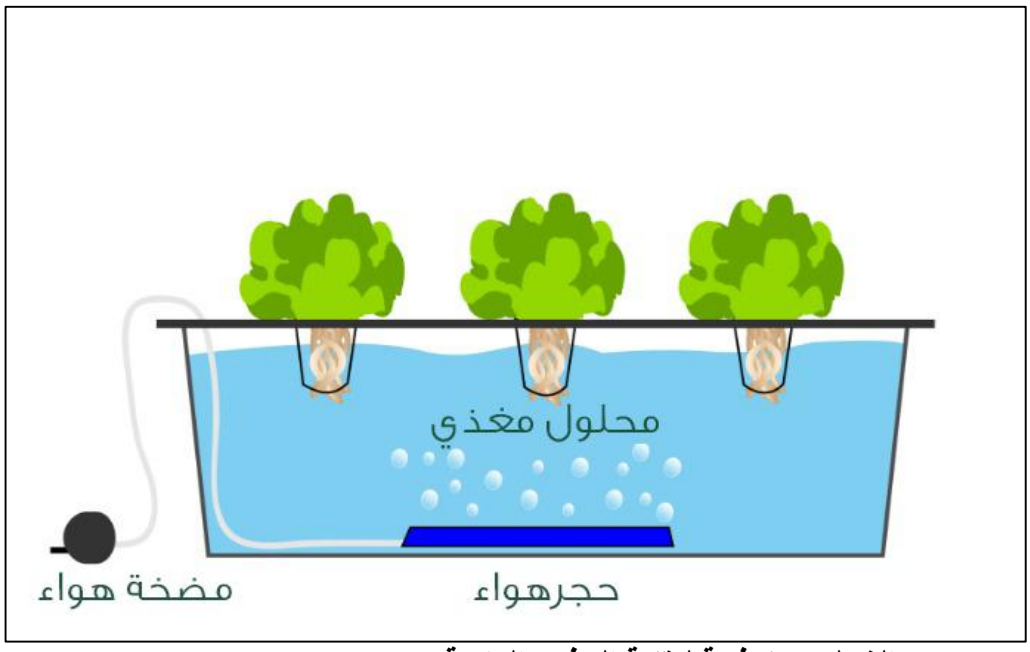
4. مختلف أنواع الزراعة خارج التربة

1.4. أنظمة دون مواد حاملة

تعتبر الأنظمة التي لا تحتوي على ركيزة أو مواد حاملة هي الأكثر بساطة، لأنها تضع محلول المغذيات (المسؤول عن نقل الغذاء) في اتصال مباشر مع الجذور (Philippe et al., 2003)، بحيث يمكن للجذور أن تنغمس بشكل دائم أو متقطع في المحلول المغذي (Vitre, 2003). نميز فيها الأنواع التالية:

1.1.4. نظام الجذور العائمة (DWC)

نظام الجذور العائمة هو أبسط من كل أنظمة الزراعة المائية النشطة. يتم وضع حامل النباتات والذي عادة ما يكون مصنوع من ألواح البوليستيران (أو الفلين) الذي يطفو فوق المحلول المغذي المحتوى في الوعاء (الخزان) بحيث تغمر جذور النباتات دائما تحت الألواح. يتطلب هذا النظام أكسجة إضافية لمحلول المغذيات لتجنب اختناق الجذور، من خلال استخدام تقنية معقدة تتمثل في وضع حجرالهواء داخل الوعاء وتزويده بالهواء من طرف مضخة الهواء، ليُخرج فقاعات الأكسيجين اللازم لجذور النباتات عبر المحلول المغذي (وزارة البيئة والمياه، د س، Azad & Salam, 2016).

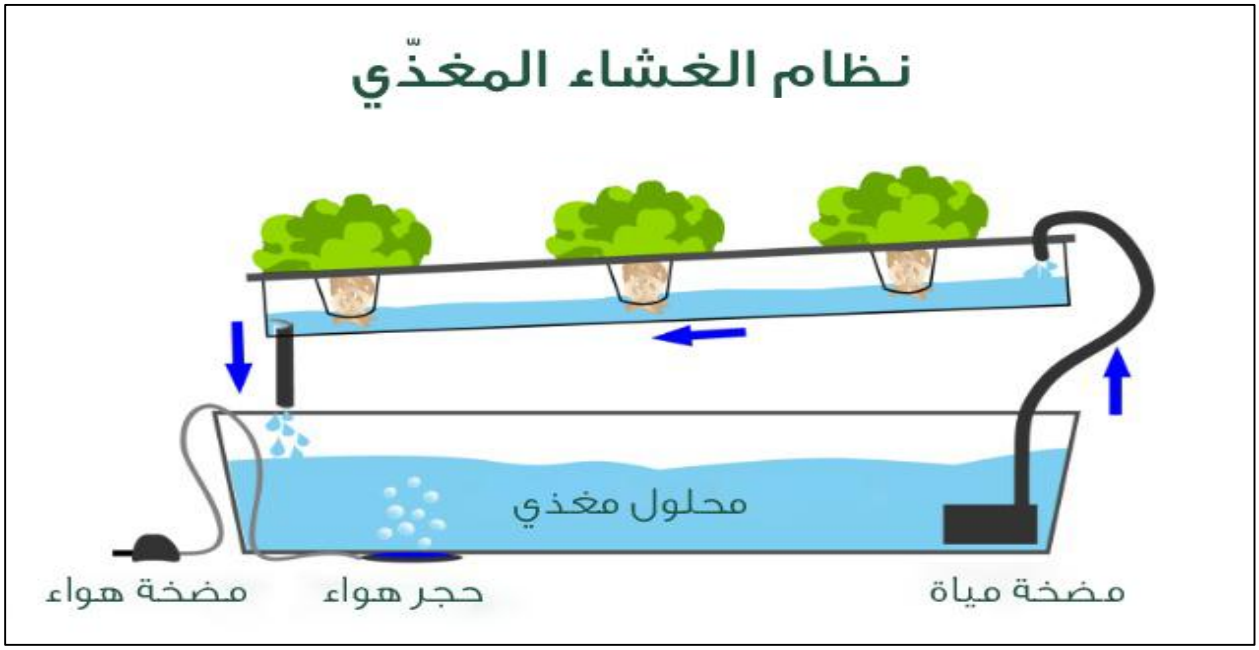


الشكل 2: نمذجة لتقنية الجذور العائمة (Azad & Salam, 2016).

2.1.4. تقنية الغشاء المغذي (NFT)

تم تطوير هذه التقنية في أواخر ستينات القرن الماضي من قبل الدكتور Allan Cooper في معهد Glasshouse Crops Research Institue بانجلترا، وقد تم تطوير عدد من التحسينات اللاحقة في نفس المؤسسة (Vaillant et al, 2003).

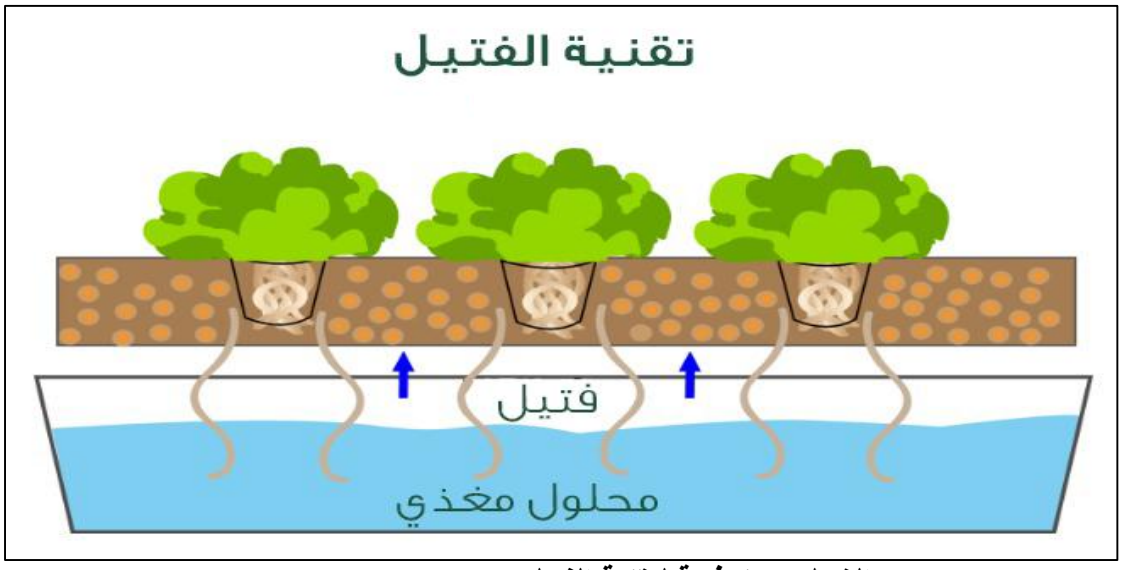
يتمثل هذا النظام في زراعة النباتات على طبقة من محلول المغذيات. في هذه الحالة يتم تغذية الجذور بواسطة محلول مغذي دائم الدوران ومعاد التدوير، اذ يضمن دوران هذا المحلول أكسجة جيدة للجذور كما يتم إثراءه بالأكسيجين المذاب أثناء حركته البطيئة عن طريق التبادل مع الهواء، على مستوى سطح الفيلم السائل. يتم ترتيب الجذور في قنوات مائلة قليلا بنسبة 1 أو 2 %. يضخ المحلول المغذي إلى النهاية العليا لكل قناة وينساب بواسطة الجاذبية إلى النهاية السفلى مبللا الجذور التي تفرش قاع القناة ثم يتم تجميع المغذي ليعود الى الخزان، كما يجب متابعة تركيز الأملاح فيه قبل إعادة تدويره(Vu, 2008 ; Bareche, 2017) .



الشكل 3: تقنية الغشاء المغذي N.F.T (Azman, 2020)

3.1.4. نظام الفتيل (Wick system)

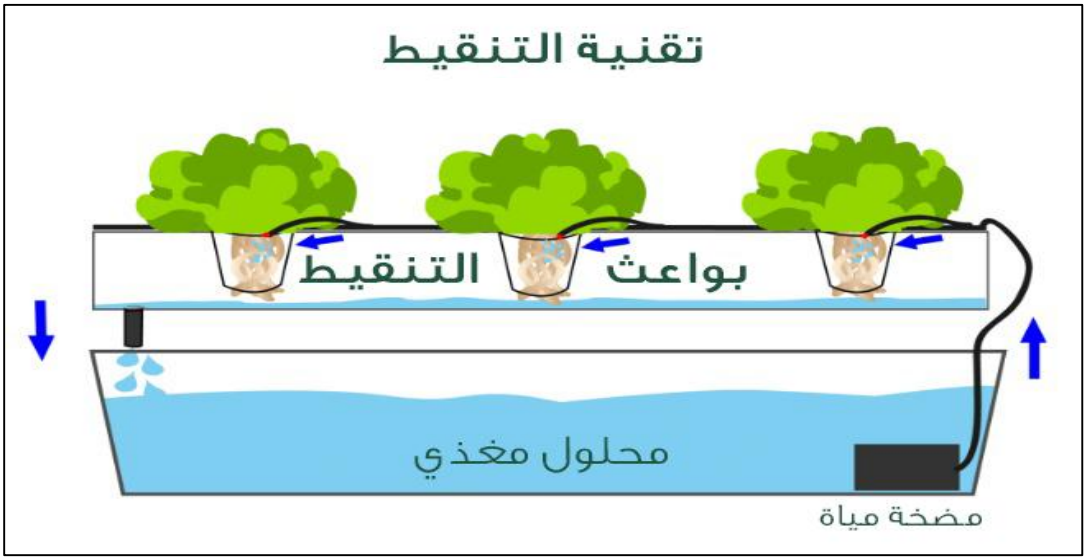
أحد أبسط أنظمة الزراعة المائية هو نظام الفتيل. وهو نظام سلبي لأنه لا توجد أجزاء متحركة فيه. يقوم الفتيل في هذا النظام بامتصاص المحلول المغذي وتوزيعه من الحاوية التي تحتوي على المغذيات إلى وسط النمو أين يتواجد النبات (Harahap et al, 2020).



الشكل 4: نمذجة لتقنية الفتيل (Azman, 2020)

4.1.4. نظام التنقيط (Drip technique)

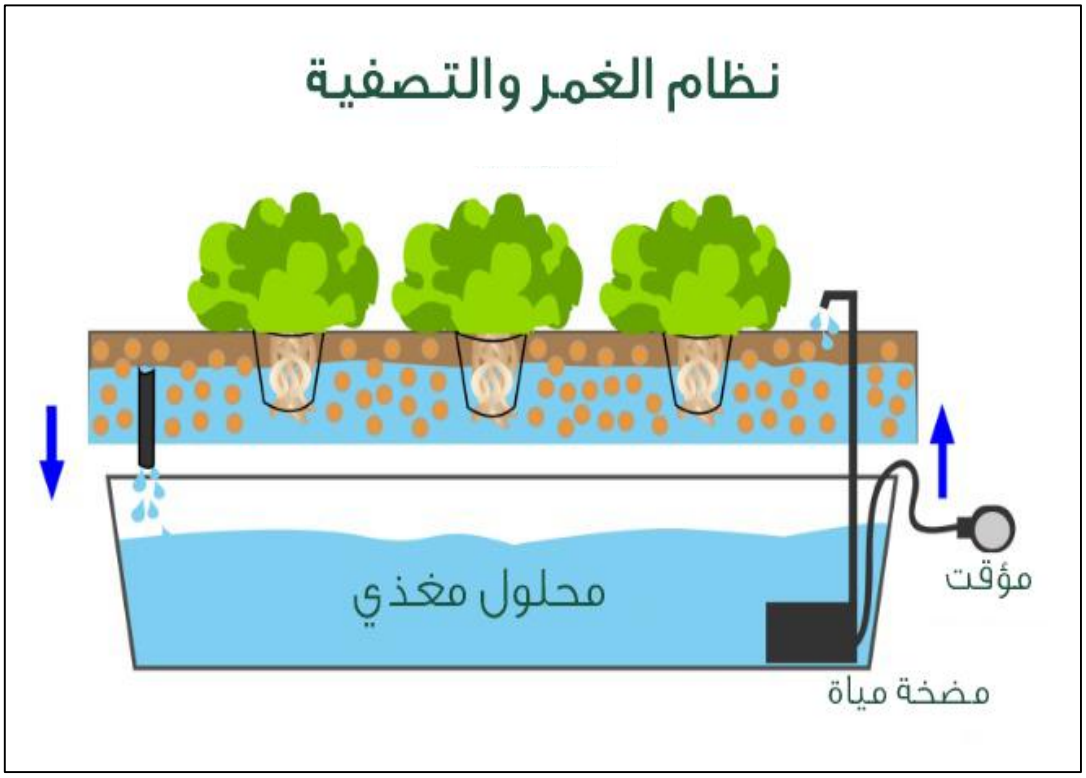
من المحتمل أن يكون نظام الري بالتنقيط هو أكثر أنواع أنظمة الزراعة المائية استخدامًا في العالم. تشغيل نظام التنقيط بسيط، اذ يتحكم المؤقت في المضخة المغمورة. يقوم المؤقت بتشغيل المضخة ويتم تقطير محلول المغذيات على قاعدة كل نبات بواسطة خط تقطير صغير (Shrestha & Dunn, 2010).



الشكل 5: نمذجة لتقنية التنقيط (Azman, 2020)

5.1.4. نظام الفيض والصرف (Ebb & Flow)

يسمى أيضا بنظام المد و الجزر أو نظام الغمر والتصفية، يعمل هذا النظام عن طريق إغراق آنيات زراعة النباتات مؤقتا بمحلول المغذيات من خزان بالأسفل لتغذية الجذور، ثم تصريف المحلول الفائض مرة أخرى في الخزان. يتم تنفيذ هذا الإجراء عادة بمضخة مغمورة خزان متصلة بمؤقت، بحيث يتم ضبط المؤقت على العمل عدة مرات في اليوم، اعتمادًا على حجم ونوع النباتات ودرجة الحرارة والرطوبة ونوع وسط النمو المستخدم (Shrestha & Dunn, 2010).

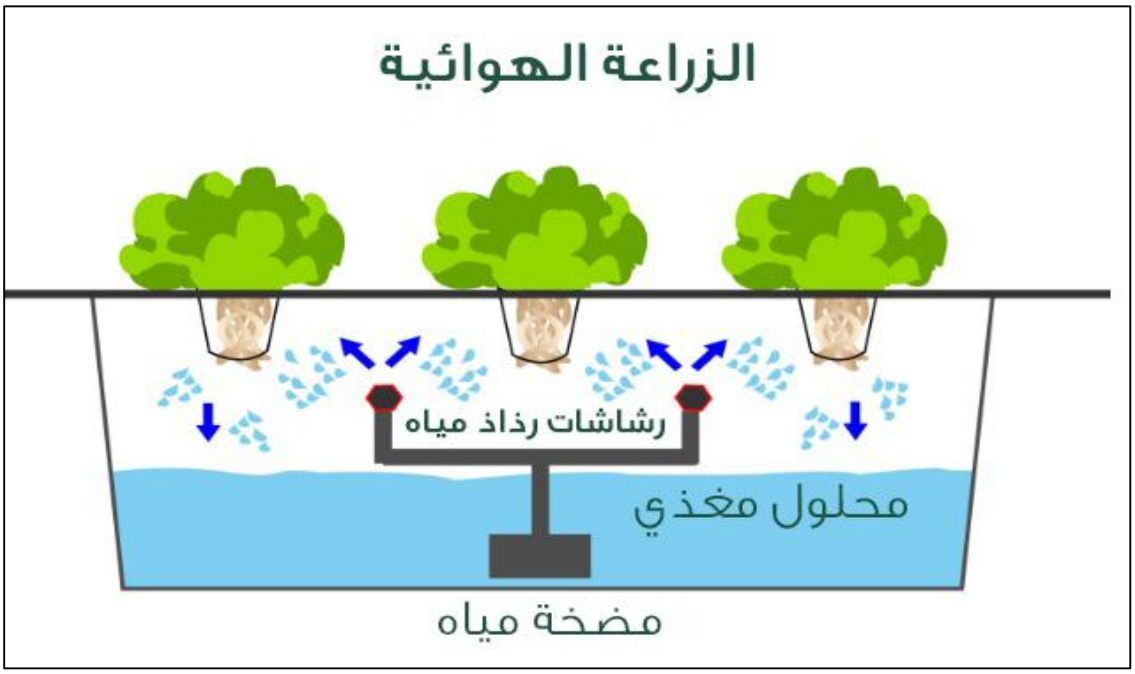


الشكل 6: نظام الفيض و الصرف (Azman, 2020)

6.1.4. نظام الزراعة الهوائية (الأيروبونيك)

تمثل Aeroponics أحد أحدث التطورات في تقنيات الزراعة بدون تربة وأيضًا واحدة من أكثر التقنيات تطورا. حيث في هذه التقنية لا تتلامس جذور النباتات مع وسط صلب ولا حتى مع وسط سائل. يتم تغذيتها بواسطة ضباب مغذي يتم الحصول عليه عن طريق رش محلول المغذيات في وسط مغلق بواسطة رشاشات الضغط العالي. يتم استعادة محلول المغذيات الزائدة ثم إعادة تدويره، كما يوفر النظام تهوية ممتازة. ويجدر الإشارة إلى أن هذا النظام يضمن محصولا ممتازا، ويرجع ذلك إلى حقيقة أن النباتات التي تنمو بالهواء تخلق

كتلة جذر أكبر بكثير من غيرها. ويمكن أن يكون الرش مستمرا أو متقطعا في دورات مدتها من 15 إلى 20 دقيقة، مع توقف لبضع دقائق أثناء النهار، وبضع ساعات أثناء الليل (Francis et al, 2018).



الشكل 7: الزراعة الهوائية (Azman, 2020).

2.4. أنظمة بمواد حاملة

يستخدم على نطاق واسع في السنوات الأخيرة، مستعملا دعامة قوية تساهم في توفير تهوية جيدة للنظام الجذري. وهذه التقنية هي الأقرب لما يحدث في التربة للمحصول التقليدي، نظرا للتناوب بين الري والصرف. بالإضافة إلى ذلك، فإن الركيزة تضمن الاحتفاظ بمحلول المغذيات موفرة احتياطا من الماء والمواد المغذية، على عكس التقنيات التي لا تحتوي على ركيزة. وعليه فإن استخدام الركائز في الزراعة بدون تربة يهدف إلى: يحل محل الأرض، لا يوفر مغذيات للنبات، تهوية كافية للجذور وأخيرا القدرة على الاحتفاظ بالماء (Ammari & Khelil, 2020 ; Belbachir, 2017)

ونميز فيها نوعين بيئات خاملة غير عضوية أي معدنية و بيئات خاملة عضوية حسب الجدول التالي:

جدول 1: أهم الركائز المستعملة في الزراعة بدون تربة المصدر: (Belbachir, 2017)

بيئات خاملة معدنية	بيئات خاملة عضوية
الصوف الصخري	ألياف جوز الهند
الفارميكولايت	الخلطة الترابية (la tourbe)
كرات الطين	قشور الصنوبر

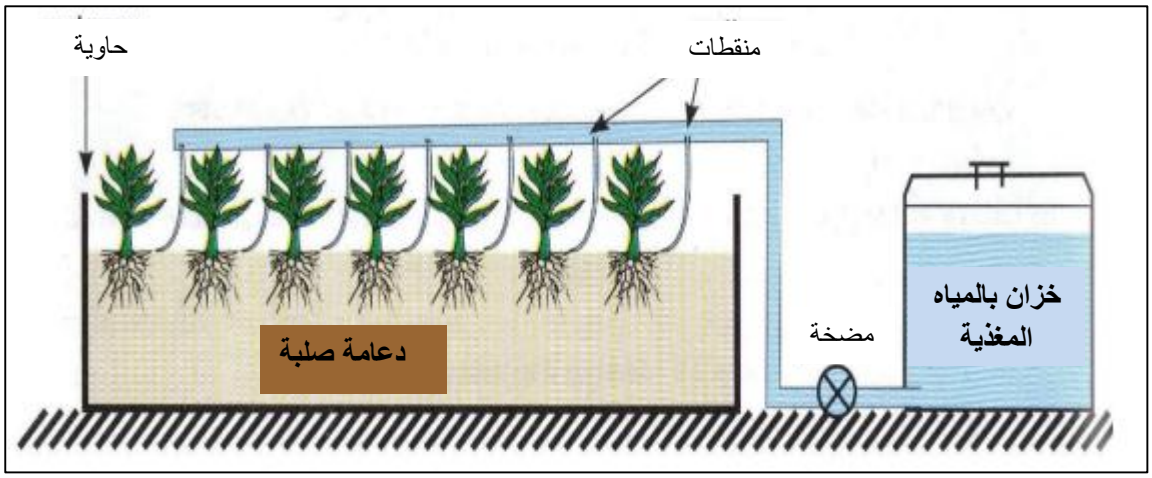
1.2.4. نظام الري تحت السطحي (Subirrigation)

يتغلغل محلول المغذيات في الركيزة عند مستوى الجزء السفلي منها، ويبقى هناك لفترة معينة، ثم يتم تفريغه تحت تأثير الجاذبية في الخزان. بعد استرجاع المحلول، تبدأ الدورة مرة أخرى على فترات زمنية متغيرة، لهذا فهو نظام معاد تدوير ويستخدم بشكل أساسي في البستنة (Bareche, 2017).

الشكل 8: مثال عن تقنية الري تحت السطحي (Net1)

2.2.4. نظام الترشيح (système par percolation)

تنمو النباتات في ركيزة صلبة واحدة والتي عادة ما تكون ألياف جوز الهند، يتم توفير محلول المغذيات للنباتات في هذا النظام بواسطة دورات الري المتقطع، حيث تم توزيع المحلول المغذي على السطح العلوي للنظام ثم يترسب إلى أسفل الركيزة لكن لا يتم إعادة استخدامه (دائرة مفتوحة). هذه هي التقنية الأكثر شيوعا فوق الأرض المستخدمة حاليا في الزراعة (Bareche, 2017).



الشكل 9: نظام الترشيح (Fogliani, 2016)

5. الزراعة خارج التربة مقارنة بزراعة التربة

زراعة التربة هي الطريقة التقليدية، وهو في الواقع ما تستخدمه الطبيعة. في هذه الحالة يكون لدى المربي عددا أقل من العوامل للسيطرة عليها لأن الأرض تقوم بمعظم العمل. تساعد العناصر الغذائية التي تحدث بشكل طبيعي في الحفاظ على مستويات الأس الهيدروجيني في النبات. كما يمكن إضافة هذه العناصر الغذائية للتربة من طرف الفلاح، والتي تعمل بعد ذلك بمثابة عازلة لدرجة الحموضة في النبات.

في المقابل لا تستخدم أنظمة الزراعة العمودية التربة على الإطلاق، بل تستعمل الماء أو الدعامات. اذ يتم تعليق جذور النبات في محلول سائل يحتوي على مزيج متوازن من العناصر الغذائية الضرورية لنموه الجيد. لذلك تكون لدينا سيطرة متزايدة على العناصر الغذائية، والتي لا يتعين على النبات البحث عنها لأنها تأتي مباشرة إليه في صورة عالية من الذوبان (Boulhouache, 2020).

6. محاسن ومساوئ الزراعة خارج التربة

1.6. محاسن الزراعة خارج التربة

أشار Mestfaoui. (2007) أن التطور الكبير الذي مس قطاع الزراعة بدون تربة له ما يبرره من المزايا التالية:

- إن استخدام مواد نباتية صحية مع ركائز مطهرة يجعل من الممكن مكافحة تطور الأمراض،
- تجعل هذه التقنية من الممكن التحكم في الإمداد المعدني المائي للنباتات، وهذا يكمن في حقيقة أنها تمارس تحكمًا أكثر دقة وانتظامًا كبيرًا في المياه والمدخلات المعدنية مما يؤدي إلى زيادة في المحصول وزيادة السرعة واقتصاد كبير جدًا في المياه والأملاح المعدنية،
- تجعل من الممكن تجنب الإجهاد المائي والملحي، والسمية المعدنية وكذا اختناق الجذور،
- كما يمكن الاستغناء على العديد من العمليات الزراعية مثل: الحرث، إزالة الأعشاب الضارة، والعزق وغيرها،
- المحاصيل في الزراعة العمودية لا تتأثر بالظواهر أو العوامل المناخية المتقلبة، كالفيضانات والجفاف والاحتباس الحراري، لذا فلا وجود لخسائر فيها مثل الزراعة بالأراضي الزراعية،
- صيانة المعدات تكون مبسطة،
- الحد من مشاكل الأس الهيدروجيني بسبب التأثير العازل للتربة.

2.6. مساوئ الزراعة خارج التربة

- ارتفاع الكلفة الإنشائية الأولية،
- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو،
- تغير معدل حموضة المحلول المغذي pH بسهولة،
- يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات،
- تحتاج إلى عمل دقيق ومتابعة مستمرة لعمليات الإنتاج،
- إمكانية انتقال الأمراض الفطرية عن طريق خزان الري وخاصة في النظام المغلق، والذي يصبح من الصعب استئصال الأمراض والفطريات الأخرى (الرواحي وآخرون، 2013).

7. الزراعة خارج التربة في العالم والجزائر

1.7. في العالم

في أوروبا، تركز أربعة بلدان تقريبا على هذا النظام من الزراعة، وتعتمد على البيوت البلاستيكية في زراعة جميع المحاصيل التي لا تحتاج الى تربة، تتمثل في هولندا التي تمتلك المساحات الكبرى، تليها كل من فرنسا وبلجيكا وبريطانيا العظمى. كما لوحظ تطبيق تقنية الزراعة خارج التربة في سويسرا وبعض البلدان الشرقية. أما في البدان الأخرى، يتم تسجيل أهم وأكبر المناطق في اليابان و جنوب إفريقيا، كذلك بعض الدول العربية وبالأخص دول الخليج العربي، وتأتي الزراعة المائية كإحدي بدائل الحل المقترحة في مصر من اجل

تقليل العجز في الميزان الغذائي وزيادة نسبة الاكتفاء الذاتي لأهم محاصيل الغذاء الاستراتيجية كالقمح والذرة الشامية (محمود، 2018 ;Ammari & Khelil, 2020)

2.7. في الجزائر

في الجزائر، تم إجراء أول تجربة للزراعة بدون تربة بواسطة CHOUARD وRENAUD عام 1961 في بني عباس، وكان الهدف منها إبراز الركائز الرملية المحلية. بعد ذلك، تم إطلاق دراسات أخرى في INRA (الخس في الزراعة المائية 2017) ، ENSA و ITCMI في مستغانم، غير أنها لا تستخدم في الميدان.

على الرغم من الإمكانات الكبيرة التي يمتلكها بلدنا فيما يتعلق بالمحاصيل المائية، إلا أنها لا تزال قيد التطور (Ammari & Khelil, 2020).

الفصل الثاني

التنوع الحيوي

1. ماهية التنوع الحيوي

1.1 أصل كلمة التنوع

ظهر التنوع الحيوي لأول مرة عام 1980 في كتابات البيولوجي الأمريكي Thomas Lovejoy، واستعمل كمصطلح سنة 1985 من طرف Walter G.Rosen في إطار التحضير للندوة الوطنية للتنوع الحيوي المنظمة من طرف National Research Council في الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1986.

ظهرت كلمة "التنوع البيولوجي" لأول مرة في منشور علمي عام 1988 من قبل إدوارد ويلسون، بعدها لقى هذا المصطلح رواجا كبيرا في الوسط العلمي واستعمل من طرف البيولوجيين، البيئيين، المسيريين وحتى المواطنين (بولعسل، 2008).

تزامن استخدام هذا المصطلح مع الوعي بانقراض الأنواع الحية خلال العقود الأخيرة من القرن العشرين. في يونيو 1992، خلال انعقاد مؤتمر قمة الأرض العالمي بريو ديجانيرو بالبرازيل الذي نظمته الأمم المتحدة مثلت كلمة التنوع البيولوجي دخولها القوي ضمن المشهد الدولي. قمة قررت فيها جميع الدول من خلال اتفاقية عالمية بشأن التنوع البيولوجي إعطاء الأولوية لحماية واستعادة تنوع الحياة باعتباره أحد الموارد الحيوية الرئيسية على كوكب الأرض (بولعسل، 2008).

2.1. تعريف التنوع الحيوي

يعرف التنوع البيولوجي بالمصطلح الانجليزي biodiversity الذي اشتق من دمج كلمتي الأحياء biology والتنوع diversity. التعريف الأكثر شيوعًا للتنوع البيولوجي هو ذلك الذي قدمته الاتفاقية الدولية للتنوع البيولوجي الصادرة عن مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية في ريو (1992) ، وهو تنوع الكائنات الحية داخل الأنواع (التنوع الجيني) بين الأنواع (تنوع محدد) ، وكذلك بين النظم البيئية (التنوع البيئي) (Lévèque & Mounolou , 2001).

يشمل التنوع البيولوجي جميع أنواع النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة وكذلك النظم الإيكولوجية والعمليات البيئية التي تشكل جزءًا منها ، وهو مصطلح عام يحدد درجة التنوع الطبيعي بما في ذلك عدد وتواتر النظم الإيكولوجية ، الأنواع والجينات في مجموعة معينة (Chaddadi, 2019).

أما Ramade (2008) فعرفه على أنه مختلف الأنواع الحية التي تعمر المحيط الحيوي أو ببساطة هو العدد الإجمالي للأنواع الحية (نباتات، حيوانات، فطريات، كائنات دقيقة) التي توجد في مجموع النظم البيئية الأرضية والمائية.

أما زغلول (2003) فعرّف التنوع الحيوي كالمحصلة الكلية للتباين في أشكال و صور الحياة من أدنى مستوى لها – مستوى الوحدات الوراثية أو الجينات – مرورا بالأنواع الدقيقة و النباتية والحيوانية إلى المجتمعات التي تضم أنواع الكائنات الحية المختلفة التي تتعايش معا في النظم البيئية الطبيعية (بولعسل، 2008).

كما أشار كل من Purvis & Hictor أن مفهوم التنوع الحيوي يغطي جميع أشكال الحياة التي توجد على وجه الكرة الأرضية، سواء كانت برية طبيعية، وحتى والتنوع البيولوجي الذي أنشأه الإنسان للأغراض الزراعية أو من أجل التكنولوجيا الحيوية (Purvis & Hector, 2008).

2. مستويات التنوع الحيوي

أشار Verma (2016) أنه تم استكشاف التنوع البيولوجي على المستويات الثلاثة بحيث تعمل هذه المستويات معا لخلق تعقيد الحياة على الأرض، وتتمثل في:

1.2. التنوع الجيني (La diversité génétique)

التنوع الجيني هو تنوع الوحدات الأساسية للمعلومات الوراثية (الجينات) داخل النوع الواحد، والتي تنتقل من جيل إلى آخر. ينتج عن التنوع الجيني اختلافات وبالتالي فإنه المصدر الأساسي للتنوع البيولوجي، وبذلك فإن مقدار التباين الجيني هو أساس التنوع.

2.2. التنوع بين الأنواع (La diversité interspécifique)

يشير التنوع النوعي إلى تنوع الأنواع داخل المنطقة، فتنوع الأفراد هو المستوى الأكثر استخدامًا لوصف التنوع البيولوجي. لذلك فإن الأنواع هي وحدات تنوع متميزة، كل منها يلعب دورًا محددًا في النظام البيئي. في الطبيعة، يختلف عدد الأنواع ونوعها وكذلك عدد الأفراد لكل نوع، مما يؤدي إلى تنوع أكبر.

3.2. تنوع النظم البيئية (La diversité éco-systématique)

ذكره بولعسل (2008) على أنه تنوع النظم البيئية على الأرض والتي تهتم بتوزيع الأنواع (أنواع أرضية، بحرية، مائية) كما تهتم بدراسة وظائف الأنواع و التفاعل فيما بينها.

3. مختلف تقاربات التنوع الحيوي

يعتبر البيولوجيون أن التنوع الحيوي هو تنوع الكائنات الحيّة ووظيفة هذه الكائنات في الوسط الذي تعيش فيه. التنّوع الحيوي بالنسّبة للوراثيين هو تنوع الجينات و الكائنات الحية حيث يهتمون بدراسة الجينات وظاهرةالتّطور.

أما بالنسبة للبيئيين التنوع الحيوي هو مختلف العلاقات بين الأنواع و علاقة هذه الأنواع بالوسط الذي تعيش فيه. في حين يهتم الزراعيون بكيفية استغلال هذا التنوع في المجال الزراعي. كما يعتبر التنوع الحيوي كمخزون للجينات تستعمل في البيوتكنولوجيا أو مجموعة منابع بيولوجية يمكن استغلالها من طرف الصناعيين كالخشب. أما المجتمع المدني (سائر الناس) فينظر للتنوع الحيوي من زاوية المنظر الطبيعي الجميل والمريح (ضبابعة وبوراس، 2020).

4. التنوع الحيوي وخدمات النظام البيئي

يعد التنوع البيولوجي أحد أهم الثروات المتواجدة على سطح كوكب الأرض، اذ يعد ضروري للفوائد التي يمكن أن يوفرها النظام البيئي للبشر وبالتالي يساهم بشكل مباشر في رفاهية الإنسان. كما يتجاوز دوره ضمان توافر المواد الخام إلى توفير الأمن والمرونة والعلاقات الاجتماعية والصحة.

1.4. الأدوار الاجتماعية والاقتصادية (الاستخدامات المباشرة)

هو مصدر المواد الخام لجميع أنواع المنتجات (الحبوب، والفواكه، والجذور، والأسماك، والأدوية، وما إلى ذلك). كما تعد صناعة الأدوية ومستحضرات التجميل من أوائل المستفيدين من التنوع البيولوجي (المبادئ الفعالة للأدوية المطورة من الجزيئات الطبيعية ، التنقيب البيولوجي) (Bouterfas, 2021).

الشكل 10: بعض الموارد المستفادة من التنوع الحيوي A: الخشب (مادة أولية)، B: القطن (مادة أولية)، C: الحبوب (غذاء)، D: خضر و فواكه (غذاء)، E: أدوية، F: أزهار (موارد زينة) (Bouterfas, 2021)

2.4. الأدوار العلمية والبيئية

يحتوي التنوع البيولوجي على مؤشرات تسمح لنا بفهم تطور الحياة وعمل ودور كل نوع في الحفاظ على النظم البيئية. كما أنها وسيلة تثقيفية وتوعوية (معمل في الهواء الطلق).

التنوع البيولوجي هو محرك المرونة البيئية لأنه مورد طبيعي مستدام ذاتيًا. يوفر كل الأكسجين الذي يتم استنشاقه، ويساهم في تنقية المياه والهواء، ويشارك في دورة المياه والدورات البيوجيوكيميائية الرئيسية وفي تنظيم المناخ.

توفر النظم الإيكولوجية أيضًا دعمًا للإنتاج في النظم البيئية الزراعية (خصوبة التربة والرواسب، وظائف المفترس، تحلل وإعادة تدوير النفايات العضوية، التلقيح، المحاصيل المختلطة، الزراعة الرعوية، الزراعة البينية، إلخ) (أشتية و جاموس، 2002; Boukri, 2017) .

5. التنوع النباتي في الجزائر

يمثل التنوع النباتي حوالي 17.4٪ من التنوع الحيوي فيحضى بأهمية خاصة كونه أساس السلسلة الغذائية فهو المنتج الأول (ذاتي التغذية)، يسمح للإنسان والأنواع الحيوانية والمجهرية بالبقاء وذلك بتوفير الغذاء والمأوى، كما يستعمل في صناعة النسج والأدوية وفي المجال الزراعي (بولعسل، 2008).

تتميز العديد من المناطق الساحلية: القالة والإيدوغ ومتنزهات تازة وساحل وهران وتشينوا وتنس وقمم تزارا وجزر حبيباس تتميز بتنوع أزهار كبير وغنية بالمتوطنات، وغالبًا ما تكون محلية جدًا.

أما البيئات الحراجية فتتمثل على وجه الخصوص في غابات الأرز المتواجدة في كل من المنتزهات الوطنية ببلزمة، ثنية الحد، الشريعة، جرجرة، جبال البابور وماسيف الأوراس، وكذا غابات البلوط المكونة من Quercus canariensis, Q. suber, Q. ilex.

كما تحتوي الجزائر على العديد من المناطق الغنية بالأراضي الرطبة مثالها المنطقة الرطبة بقرباز –ولاية سكيكدة والتي تم اعتماد البعض منها كمنتزه طبيعي إقليمي وفقا لاتفاقية رامسار عام 2001 (Yahi et Mediouni, 2011).

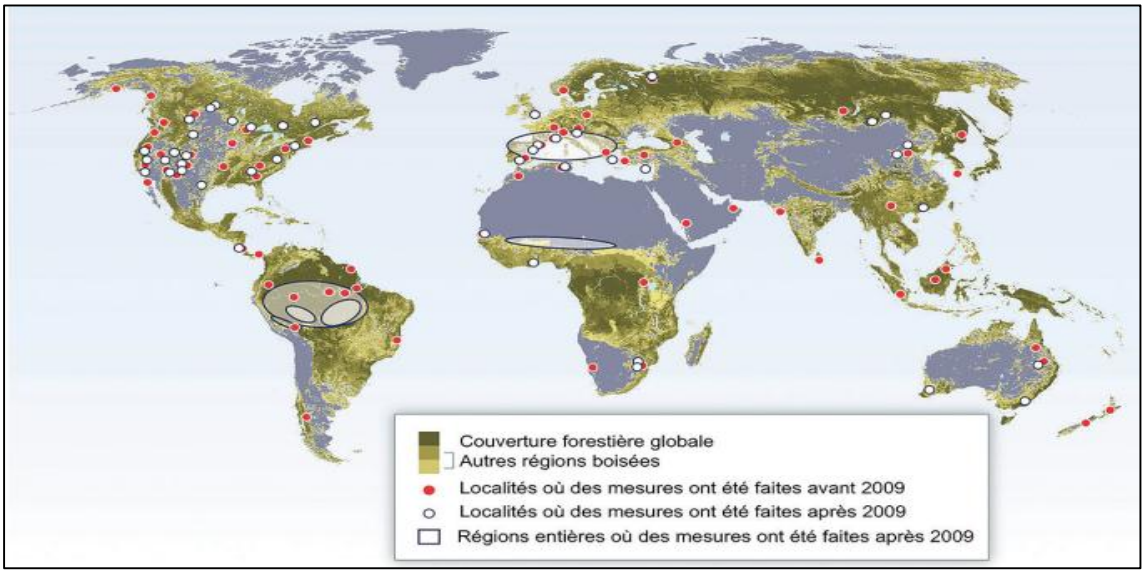
تضم الصحراء الوسطى، وهي أكبر منطقة في الصحراء الجزائرية، عدة سلاسل جبال وسط الصحراء، ومن أهمها سلسلة جبال الهقار، وهي أقل حرارة وأقل جفافاً من السهل الصحراوي. في الواقع، هي بمثابة ملجأ للنباتات الخاصة بالصحراء (نخيل مثلا)، والتي تضاف إليها عناصر البحر الأبيض المتوسط (الزيتون، الخزامى ، إلخ) والعناصر الاستوائية. بشكل عام، الغطاء النباتي الذي لوحظ في مناظر الهقار طبيعي ويقتصر على الوديان والجنائن المجاورة له.

إن ثراء الأنواع في الجزائر هو انعكاس لثراء النظام الإيكولوجي (الأراضي الرطبة، والجبال الجبلية، والسهوب، والنظم الإيكولوجية الصحراوية والبحرية)، ولكن أيضًا الظروف المناخية والجغرافية (Boukri, 2017).

6. الأخطار التي تهدد التنوع الحيوي

تعانـــي الأصناف و الأنواع النباتية على المستـوى العالمي من تدهـور و انقراض مستمر، حيث تفقد الأرض 0.5 إلى 1.5 من طبيعتها البرية كل عام (Bolmford et al, 2003) كما يفقد من 25000 إلى50000 نوع سنويا من الأرض (بولعسل، 2008)، و يرجع هذا إلى مجموعة من الأخطار التي تهدد التنوع الحيوي نذكر منها:

- التغيرات في استخدام الأرض والبحر اذ تعد حاليًا السبب الرئيسي لفقدان التنوع البيولوجي. كما تشير مسألة تطور استخدام الأرض والبحر إلى استدامة أساليب استغلال المناطق الطبيعية: الغابات، المروج والأراضي الرطبة ، أو حتى مشكلة تحويلها إلى مناطق زراعية؛
- الإفراط في استغلال الموارد الطبيعية وهو ما يصنف حاليًا كثاني أكبر تهديد للتنوع البيولوجي بعد تغيير استخدام الأرض والبحر. اذ تستخدم الكثير من المصادر البيئية من قبل الانسان بسرعة تفوق قدرة هذه المصادر على تجديد نفسها كما في الرعي الجائر،
- التغيرات المناخية الجارية، اذ يعد تغير المناخ أحد التهديدات الرئيسية للتنوع البيولوجي. في الواقع، يعتبر الاحتباس الحراري وتآكل التنوع البيولوجي تهديدين رئيسيين لكوكبنا بأسره، ولا يمكن معالجتهما بشكل مستقل عن بعضهما البعض.



الشكل 11: مناطق العالم التي تحدث فيها موجات جفاف شديدة مع موت الأشجار. (الغطاء الحرجي والأجزاء الحرجية الأخرى في العالم). تتوافق النقاط الحمراء مع الدراسات المحلية التي أجريت قبل عام 2009. وتتم الإشارة إلى القياسات الحديثة بنقاط بيضاء أو أشكال بيضاوية (Balmford et al, 2003)

- التلوث بمياه الصرف السكنية والحضرية، النفايات السائلة الصناعية والزراعية والعسكرية، النفايات الصلبة وتم تحديده كرابع سبب لفقدان التنوع البيولوجي على الأرض.
- الأنواع الغريبة الغازية تمثل تهديدًا رئيسيًا للأنظمة البيئية على مستوى العالم. في الواقع، يؤدي وجود هذه الأنواع إلى فقدان التنوع البيولوجي وتغيير في الكوة الأيكولوجية والتفاعلات بين الأنواع (Philippe, 2021; Levrel et al, 2022).

7. كيف يمكن الحفاظ على التنوع الحيوي النباتي من الفقدان؟

يثير التنوع البيولوجي مخاوف بسبب المعدل غير العادي لانقراض الأنواع الذي نشهده اليوم. تختفي العديد من أنواع النباتات بشكل طبيعي وبسبب الأنشطة البشرية في الماضي والحاضر، ويمكن أن يكون لفقدان الأنواع تأثيرات مباشرة على النظام البيئي وأيضا عواقب على قدرته على تحمل التغيرات المستقبلية في البيئة (Boukri, 2017).

على المستوى التقني، هناك نوعان رئيسيان من خيارات الحفاظ على التنوع البيولوجي: الحفاظ على التنوع الحيوي في مواطنه الأصلية، أي في البيئة الطبيعية، والحفظ خارج الموطن الطبيعي.

الحفاظ في الموقع الأصلي هو الحل الأمثل لأنه يحافظ على الأنواع في نظامها البيئي مع الحفاظ على إمكاناتها التطورية، وبقدر ما يسمح بالحفاظ على النظم البيئية بأكملها (الكائنات الحية والتفاعلات). هذا هو الدور الذي تلعبه مختلف فئات المناطق المحمية (Chaddadi, 2019) .

الحفظ خارج الموقع الطبيعي أو الأصلي ضروري في حالة تدمير مواطن الأنواع النادرة أو المهددة بالانقراض، أو للحفاظ على البذور. من خلال إجراء التكاثر في بيئة خاضعة للرقابة: في الحدائق النباتية، وبنوك الجينات، ومعاهد الأنواع البرية أو الزراعية (المحاصيل والتربية). وتتيح هذه الطريقة إمكانية حفظ عدد كبير من الأنواع والاستفادة من المصادر الوراثية بشكل سهل وبخاصة أنها تكون محمية وموثقة بشكل جيد (Chaddadi, 2019). ويمكن عن طريق استخدام طرق التقنية الحيوية، والبصمة الوراثية، زراعة الأنسجة والإخصاب المخبري، والتي عبرها يسهل نقل وخزن المواد الوراثية الموجودة في بنوك الجينات، والاستفادة منها في تحسين فرص الأنواع الحية في البقاء (أشتية وجاموس، 2002).

الفصل الثالث

الزراعة خارج التربة وسيلة لحفظ التنوع الحيوي

1. تطبيقات الزراعة خارج التربة

1.1. في العالم

في الأربعينيات من القرن الماضي، كان الإنتاج التجاري للزراعة المائية يمثل حوالي 10 هكتارات على مستوى العالم. بحلول سبعينيات القرن الماضي، توسعت هذه المساحة إلى حوالي 300 هكتار وإلى 6000 هكتار بحلول الثمانينيات. في عام 2001، أشارت التقديرات إلى أن الزراعة المائية التجارية تمثل ما بين 20000 و 25000 هكتار من الإنتاج في جميع أنحاء العالم.

المنتجون التجاريون الرئيسيون للمنتجات المزروعة خارج التربة و خاصة المائية منها في العالم هم هولندا (10000 هكتار) ، إسبانيا (4000 هكتار) ، كندا (2000 هكتار) ، اليابان (1000 هكتار) ، نيوزيلندا (550 هكتار) ، المملكة المتحدة (460 هكتار) ، الولايات المتحدة الأمريكية (400 هكتار) وايطاليا (400 هكتار). يقدر الإنتاج الأسترالي الحالي بأكثر من 500 هكتار. يقدم الجدول أدناه نظرة عامة على منطقة الإنتاج العالمية والأنظمة المستخدمة والمحاصيل المنتجة (Hassall & associates, 2001).

أما عربيا، فتحتل الإمارات المرتبة الأولى في اعتمادها على المزارع العمودية أو الرأسية المبتكرة في إنتاجها الزراعي وهي زراعة النباتات في أحواض مستطيلة عمودية وذلك تماشيًا مع رؤية الإمارات 2021 حيث يدعم المنظومة المستقبلية لاستدامة إنتاج المحاصيل بما يحقق التنوّع والأمن الغذائية(Calais, 2020).

أما في مصر، بما أن الزراعة مهددة بسبب ندرة الأمطار و نضوب مغذيات التربة وتقلص الأراضي الزراعية، فقد تم اللجوء إلى المزارع المائية لانتاج خضروات ورقية صحية وخالية من الأمراض وبأسعار معقولة على غرار: الخس (iceberg, romaine, Batavia and oak leaf)، أعشاب (sweet basil, cinnamon basil, purple basil, marjoram) الكالي (Russian Kale and Tuscan Kale) و أوراق السبانخ (Waldhaver & soethoudt, 2015).

و في تونس، يعود تاريخ الزراعة المائية إلى أكثر من ثلاثين عاما، في المناطق الجنوبية منها (قابس، قبلة، تورماي) ، و تشمل منتجات الزراعة المائية بعض الخضروات على غرار الطماطم والفلفل والخس، وأخرى ورقية، إلى جانب أنواع من الزهور، بالاضافة إلى الخيار و البطيخ (Net 2).

جدول 2: إنتاج الزراعة المائية العالمي والأنظمة المستخدمة والمحاصيل المزروعة خلال الفترة 1980- 2001

المصدر: (Hassall & associates, 2001).

البلد	السنة	المساحة (هكتار)	الأنظمة الرئيسية	المحاصيل الرئيسية المزروعة
هولندا	1987	3500	*الصوف الصخري والأنظمة الأخرى القائمة على الوسائط*	طماطم ، خيار ، فليفلة ، باذنجان ،أزهار مقطوفة، فاصوليا ، خس
	2001	10000	*الصوف الصخري*	طماطم ، خيار ، فلفل ، ، فراولة ، خس ، فجل ، الورود ، الجربرا ، الأقحوان، الفريزيا ، القرنفل
اسبانيا	2001	4000	البيرلايت والرمل والصوف الصخري	خس ، خيار ، فلفل ، طماطم
كندا	1987	100	الصوف الصخري ونشارة الخشب و NFT	طماطم ، خيار، خس
	2001	2000	الصوف الصخري والبيرلايت	طماطم ، خيار، فلفل
فرنسا	1996	1000	الصوف الصخري	خيار ، فلفل ، طماطم ، باذنجان و أزهار مقطوفة
اليابان	1984	293	الماء ، الصوف الصخري NFT	طماطم ، أوراق بصل ، خس ، مسك بطيخ ، خيار، Honewort
	1999	1000	DFT، NFT ، ثقافة الحصى والصوف الصخري	طماطم ، ميتسوبا ، بصل ، فراولة ، خس ، خيار ، الورود والقرنفل والأقحوان
نيوزيلندا	2001	550	NFT والخفاف ووسائط نشارة الخشب	أزهار مقطوفة ، فراولة ، طماطم ، فلفل ، خيار ، خس ، شمام ، فلفل حار ، خضروات آسيوية
المملكة المتحدة	1988 2001	392	الصوف الصخري	طماطم ، خيار ، فلفل

		460	NFT ، الصوف الصخري ،البيرلايت	الطماطم والخيار والزهور المقطوفة
جنوب افريقيا	1984 1996	75 420	وسائط مختلفة نشارة الخشب واللحاء	طماطم ، خيار ، خس،أزهار
إيطاليا	1990 1999	50 400		ورود ، طماطم ، جربرا ، فراولة
الولايات المتحدة الأمريكية	1984 1999	228 400	البيرلايت والحصى والرمل و NFT	طماطم ، خيار ، خس
الصين	1987 1999	5 120	الحصى	طماطم ، خيار ، خس ، شمام ، فلفل ، ثوم معمر ، زهور طماطم ، خيار ، شمام ، كرفس ، فلفل ، خس وفراولة
كوريا	1987 1996	274	NFT ، الصوف الصخري البيرلايت ، NFT، DFT ، الصوف الصخري ، والأيروبونيك	طماطم ، خيار ، خس

2.1. في الجزائر

في حين تتجه الجزائر إلى الزراعة المائية لزراعة الخضروات، حيث تتطلع البلاد إلى إنشاء إمدادات غذائية موثوقة لإطعام سكانها الذين يقدر عددهم بـ 40 مليون مواطن. تعد كل من سكيكدة، تيبازة وجيجل المناطق الثلاثة الرئيسية في انتاج الفراولة عن طريق الزراعة المائية (Bennaidja & Bouchouk, 2019). كما استفادت الجزائر من هذه التقنية في تحسين إنتاج بذور البطاطس في ولاية تيارت، من خلال المشروع المشترك بين الجزائر وكوريا سنة 2007-2009 (Ramdane, sd).

كما نذكر أن الجنوب الجزائري تبنى هذا النوع من الزراعات حيث قام المهندس الزراعي الجزائري إبراهيم خالد، على مدى السنوات العشر الماضية، بزرع المحاصيل والأعلاف للحيوانات في الصحراء كما خصص أيضا قطعة صغيرة لزراعة الطماطم (Net 3).

وتم تطبيق تقنية الزراعة المائية في ولاية مستغانم أيضا ، لحل مشكلة التغذية لتوافر العلف على مدار العام من أجل تقليص فاتورة الغذاء وتشجيع الاستثمار في جميع قطاعات التنمية. كما تمت أيضا أول تجربة زراعة فوق سطح الأرض من خلال تركيب نظام للزراعة المائية في بني عباس بالصحراء بهدف دراسة الركائز الرملية المحلية. كما أن هناك بعض الأعمال البحثية على مستويات INRA وENSA وITCMI لكن هذه الأعمال لا تستغل في الميدان.

وعلى الرغم من التجارب والممارسات الناجحة في هذا المجال الا أن إجراء الزراعة المائية في الجزائر يبقى على مستوى منخفض جدا دلالة على أن المستوى التكنولوجي منخفض بشكل أساسي. وبالرغم من أن الزراعة المائية ممكنة في كلا المنطقتين (الجزائر ذات مناخ البحر الأبيض المتوسط على طول الساحل وبسكرة ذات مناخ صحراوي جنوب جبال الريف) إلا أنه وفي نفس الوقت يجب زيادة مستوى المعرفة بالنسبة للزراعة المائية.

وهذا ما يعاني منه الشرق الجزائري اذ أنه لا يتبع هذا النوع من الزراعات حيث لا يزال وضع الزراعة المائية في الجزائر متخلفا على الرغم من الإمكانات الكبيرة التي لدينا للمحاصيل عديمة التربة. إلا أنها تبقى دراسة نظرية نوعا ما تهيمن عليها بعض المشاريع والابحاث فقط (بلخلفة وزرمان، 2020).

2. أهم الأنواع المزروعة خارج التربة

1.2. محاصيل الخضر

من الناحية العملية، يمكن زراعة جميع النباتات في البيوت البلاستيكية في الزراعة بدون تربة، لكن محاصيل الخضر والفاكهة الصغيرة معنية بشكل أساسي. ومن الأنواع الرئيسية التي تم زراعتها خارج التربة هي الطماطم، تليها الفراولة، والتي شهدت تطورًا قويًا للغاية، ثم الخيار والفلفل والباذنجان. في السنوات الأخيرة، تم تطوير زراعة كل من البطيخ والقرع والتوت، إضافة إلى زراعة الخس (الرواحي وآخرون، Khadraoui, 2020; 2013).

2.2. المحاصيل الزهرية

تعود التجارب الأولى إلى أوائل الثمانينيات، أولا تم زراعة نبات القرنفل (بسبب الإصابة بمرض fusarioses) في أكياس من الخلطة الترابية، ثم في الصوف الصخري، لتطبق بعدها على نبتة الجربيرا (gerberas) والورود. ظهرت في هولندا أولا، ثم في أماكن أخرى في أوروبا، حيث تم تطوير الزراعة خارج

التربة (باستعمال الصوف الحجري وجوز الهند) بشكل أساسي على هذه المحاصيل الثلاثة. أما بالنسبة للأغراض التجريبية، فتم تدريب أشجار الفاكهة بهذه الطريقة لدراسة متطلباتها الغذائية (Khadraoui, 2020).

3. الاختلافات الرئيسية بين إنتاج المحاصيل من التربة وبدون تربة

هناك العديد من أوجه التشابه بين الزراعة القائمة على التربة في الأرض والقائمة بدون تربة، في حين أن بيولوجيا النباتات الأساسية هي دائما نفسها ومع ذلك فإنه يحسن التأمل في الاختلافات الكبيرة في الإنتاج بين الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة (الجدول 3) وذلك من أجل سد الفجوة بين الممارسات التقليدية في الأرض والتقنيات الحديثة للزراعة بدون تربة، ويمكن اختزال هذه الاختلافات في: استخدام الأسمدة، واستهلاك المياه، والقدرة على استخدام الأراضي غير الصالحة للزراعة، والإنتاجية الشاملة، بالإضافة إلى ذلك فإن الزراعة بدون تربة عادة ما تتطلب عمالا أقل. وأخيرا فإن تقنيات الزراعة بدون تربة تدعم الزراعات الأحادية أفضل من الزراعة المستعملة للتربة (منظمة الأغذية و الزراعة، 2016).

جدول 3: ملخص لمقارنة إنتاج النبات القائم على التربة وبدون تربة المصدر:(Hydrilla, 2019)

الفئة		مزروع في التربة	مزروع خارج التربة
الإنتاج	المحصول	متغير، يعتمد على خصائص التربة و الإدارة.	عال جدا، مع إنتاج محاصيل كثيفة.
	الصحة الوقائية	خطر التلوث؛ بسبب استخدام مياه منخفضة الجودة، أو استخدام المواد العضوية الملوثة كسماد.	الحد الأدنى من خطر التلوث على صحة الإنسان.
المغذيات	توصيل العناصر الغذائية	تقلبات عالية تعتمد على خصائص التربة والبنية. يصعب السيطرة على مستويات العناصر الغذائية.	توصيل متجانس ودقيق للعناصر الغذائية وفقا لمراحل نمو النباتات .
	كفاءة استخدام المغذيات	الأسمدة موزعة على نطاق واسع مع الحد الأدنى من السيطرة على العناصر الغذائية وفقا لمرحلة النمو. مع احتمال عال لفقدان المغذيات؛ بسبب الرشح.	توزيع موحد وتدفق قابل للتعديل من العناصر الغذائية في الزمن الحقيقي. لا يوجد رشح.

استخدام المياه	كفاءة النظام	حساسة جدا لخصائص التربة، مع إحتمالية حدوث إجهاد على النباتات وتشتت عال للمواد المغذية.	يمكن تجنب كل أشكال فقدان المياه. كما يمكن السيطرة على إمدادات المياه بالكامل من قبل أجهزة الاستشعار. مع قلة تكاليف السقي و زيادة في الاستثمار.
	الملوحة	عرضة لتراكم الملح، اعتمادا على خصائص التربة والمياه .	يعتمد على خصائص الأوساط والمياه.

4. الزراعة خارج التربة كفرصة للأمن الغذائي

تولد الزراعة المائية عائدًا أكبر في الإنتاج باستخدام موارد مائية أقل مقارنة بالزراعة التقليدية، مما يجعلها حلا فعالا لتعزيز الأمن الغذائي وكذا أكثر استدامة وملاءمة، لا سيما في البلدان النامية. كما يمكن للزراعة المائية أن تساعد المزارعين والأفراد على تلبية احتياجاتهم من مصدر موثوق للأغذية عالية الجودة والموارد الكافية لإنتاجه أو شرائه. وهذا بدوره يدعم الأمن الغذائي على مستوى الأسرة، وكذا على مستوى المجتمع المحلي والدولة (Haddad, 2021 ; Schnitzler, 2016).

من خلال اعتماد أنظمة الزراعة المائية، تزداد الإنتاجية الزراعية بنفس المقدار من الوقت. يمكن للكميات الكبيرة من المنتجات إطعام المزيد من الناس أو يمكن بيعها لأسواق مختلفة أخرى، مما يؤدي إلى زيادة الدخل المتاح للمنتجين والبائعين من أجل القدرة الشرائية(Haddad, 2021) .

5. بعض مراكز الزراعة خارج التربة

تعد Savio، في مقاطعة رافينا (وسط إيطاليا)، على حافة منتزه Po Delta الإقليمي موطنا لـ Valle Standiana Farm، أحد أكبر مراكز الزراعة المائية في أوروبا من حيث الحجم والتكنولوجيا المطبقة وجودة المحاصيل المحصودة، كما يعتبر دفيئة عالية التقنية حقًا حيث يتم زراعة أنواع مختلفة من الخس في خزانات تطفو على الماء، مع تأثير منخفض على البيئة وتقريبا صفر نفايات (MAPEI, 2019).

كما تجدر الإشارة إلى المزارع العمودية لشركة AeroFarms المؤسسة بالولايات المتحدة الأمريكية، و التي تصنف من أكبر شركات الزراعة العمودية في العالم القائمة على تقنية aeroponics (Net 4). تمكنت الشركة من زراعة محاصيل عالية الجودة مقارنة بالزراعة التقليدية، مع تقليل المياه بنسبة 95 في المائة وعدم وجود مبيدات حشرية (Net 5) .

في حين تصنف شركة LettUs Grow كصديقة للبيئة، تأسست سنة 2015 بقلب مدينة بريستول، لمواجهة بعض أكبر التحديات التي تواجه العالم اليوم: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، النفايات، انهيار النظام البيئي والأمن الغذائي. بحيث طورت أجهزة مبتكرة تجمع بين التكنولوجيا الهوائية الفعالة (تقنية aeroponics) وجمع البيانات والرؤى التشغيلية للمزارعين ومزارعي المستقبل (Net 6).

أما في جنوب إفريقيا، فتوفر وحدة الزراعة المائية SANANBIO RADIX للمزارعين نظام زراعة مائية متنوعًا وفعالًا للغاية. سواء تم استخدامها للإنتاج على نطاق واسع أو كمجموعات الزراعة المائية، تتيح وحدة RADIX المائية للمزارعين إنشاء بيئة نمو محكمة ومثالية لأي محصول تقريبًا (Net 7).

في حين تعد Saudi ERUM إحدى شركات الزراعة المائية بالمملكة العربية السعودية التي تستثمر في أحدث التقنيات عالية الجودة، متطورة وذات كفاءة في مجال الغذاء والزراعة لإنتاج مجموعات متعددة يمكن زراعتها في بيئة خاضعة للرقابة. هذه المنشآت الخضراء تهدف إلى إنتاج أعشاب وفواكه وخضروات عضوية عالية الجودة باستخدام أنظمة محوسبة للحفاظ على القيمة الغذائية للمنتجات (Net 8).

6. دور الزراعة خارج التربة في حفظ التنوع الحيوي

1.6. الزراعة خارج التربة في الأوساط الحضرية

تساعد المزارع العمودية في معالجة مشكلة نقص الأراضي الزراعية، فوفقا للتقييم العالمي لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة لموارد الأرض على سطح كرتنا الأرضية عام 2011، ربع الأراضي الصالحة للزراعة في تدهور مستمر بسبب النمو السكاني والتوسع الحضري، الأمر الذي سيؤدي إلى نقص كبير في الإمدادات الزراعية الحالية. كما أوضح ديكسون ديسبومييه، أستاذ في علم الصحة البيئية و الميكروبيولوجي، أن كل إنسان يحتاج إلى 1500 سعرة حرارية يوميًا - في المتوسط - ومن أجل تلبية هذا الطلب، سنحتاج إلى إضافة مساحة كبيرة بقدر البرازيل بحلول عام 2050 إلى الأراضي الزراعية الموجودة، و منه فاستعمال الزراعات خارج التربة سيساعد في توفير الغذاء من جهة و حفظ التنوع الحيوي النباتي من جهة أخرى (AlKodmany, 2018).

بين المختصون أن مناخ الأرض قد تغير، وسيواصل التغير، فقد زاد تردد الموجة الحارة عموما منذ ثمانينات القرن الماضي، وحدثت تغيرات في أشكال الهطول وترددها وشدتها، ومن المحتمل أن تشهد بعض المناطق معدلات هطول مرتفعة، بينما تشهد مناطق أخرى انحباساً لها وزيادة في حدة الجفاف، وتكراره، وبالتالي زيادة احتمالية حدوث حرائق للغابات أيضاً. هذا التغير المناخي ساهم في تناقص الأراضي الصالحة للزراعة، الأمر الذي ينعكس سلباً على الغنى النوعي النباتي. فعلى سبيل المثال، بسبب الجفاف الممتد في عام 2011، خسرت الولايات المتحدة محصول حبوب قيمته 110 مليار دولار (رجب، 2014).

يعزى السبب الأساسي للتغير المناخي الى استعمال الوقود الأحفوري بكميات كبيرة سواء للقيام بالأنشطة الزراعية في الزراعات التقليدية (مثل الحرث، واستخدام الأسمدة، والبذر، وإزالة الأعشاب الضارة، والحصاد) أو تلك المستعملة في نقل المحاصيل الزراعية الى سكان المناطق الحضرية. أيضا، ساهمت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن نقل الأغذية والأنشطة الزراعية في تغير المناخ. لحل المشكلات المذكورة، تم البحث عن طرق زراعية جديدة صديقة للمناخ، من بينها الهيدروبونيك و الأيروبونيك، فاستعمال هذه الأخيرة في المدن خاصة سيحد من التغير المناخي المفاجئ و بالتالي حفظ التنوع البيئي، لأن المحاصيل من مزرعة عمودية يتم شحنها عادةً على بعد بضعة كتل من منشأة الإنتاج ، بدلاً من نقلها بالشاحنات أو شحنها مئات أو آلاف الأميال من مزرعة تقليدية إلى سوق (Birkby, 2016).

كانت الزراعة التقليدية تتعدى على النظم البيئية الطبيعية لآلاف السنين. ففي نصف القرن الماضي أو نحو ذلك، تأثرت الغابات المطيرة البرازيلية بشدة بالزحف الزراعي، حيث تم تطهير حوالي 1.812.992 كيلومتر مربع من غابات الأخشاب الصلبة لاستخدامها كأراضي زراعية. اقترح ديسبوميه أن التعدي على هذه النظم البيئية القديمة يزيد من تغير المناخ. بهذه الطريقة، يمكن للزراعة العمودية الداخلية أن تقلل من التأثير الزراعي على النظم البيئية في العالم من خلال استعادة التنوع البيولوجي وتقليل التأثيرات السلبية لتغير المناخ (Al-Kodmany, 2018).

تتضمن تقنية الزراعة العمودية الزراعة المائية والأيروبونيك التي تستهلك كمية أقل من المياه مقارنة بالزراعة التقليدية. وبالتالي، يساعد في الحفاظ على موارد المياه وإعادة تدويرها ومنه يمكن استعادة المياه الساحلية ومياه الأنهار، ويمكن زيادة مخزون الأسماك من الأسماك البرية (Garg & Balod, 2014).

2.6. حماية الأنواع من الإنقراض

تم اللجوء إلى الزراعة خارج التربة وخاصة الزراعة المائية كأحد الحلول لإكثار وزيادة عدد الأنواع النباتية المهددة بالإنقراض، نأخذ على سبيل المثال جنوب إفريقيا التي تتميز بموارد نباتية هائلة وأنواع نباتية فريدة من نوعها، حيث يوجد ما يقرب من 10 ٪ من جميع أنواع النباتات المزهرة المعروفة للبشرية. وقد وجد أن 3000 من أصل 30000 من هذه الأنواع تستخدم في الطب التقليدي في جميع أنحاء البلاد (Xego et al, 2016) . لكن تواجه اليوم العديد من النباتات الطبية الانقراض في هذا البلد، بمعدل ينذر بالخطر نتيجة للاستغلال المفرط، نظرًا لأن البلاد بها مساحات شاسعة من الأراضي القاحلة تتراوح من شبه صحراوية إلى صحراوية بالإضافة إلى أماكن ذات مياه جوفية محدودة، فلا بديل أمام المزارعين سوى اللجوء إلى المحاصيل عالية الكثافة حيث يتم استخدام الحد الأدنى من المياه. كما أن حصاد المواد الخام من البرية أمرًا صعبًا للغاية بسبب التحكم الضئيل الذي يمكن للمرء أن يواجهه في التعامل مع مشاكل مثل: التحديد الخاطئ، والتنوع الوراثي

والمورفولوجي، وتنوع المواد الفعالة والمركبات السامة. يمكن أن تتغلب زراعة النباتات الطبية في بيئة أكثر تحكمًا على هذه الصعوبات(Fajinmi et al, 2023) .

تتمتع جنوب إفريقيا بواحدة من أكثر سياسات الحفظ الحيوي فاعلية في إفريقيا، والتي قامت بحماية النباتات الطبية الأصلية في جنوب إفريقيا. ومع ذلك، هناك صلة قوية بين السياسات الحكومية للحفاظ على التنوع البيولوجي وانتشار النباتات الطبية كمصدر لكسب الرزق وتطوير تقنيات التكاثر من قبل علماء البحوث. و عليه تحظى سياسة الاستزراع المائي بشعبية كبيرة بسبب النتائج التي أظهرتها في الممارسات الحديثة، اذ تم من خلالها الحفاظ على بعض النباتات الطبية القيمة التي تحافظ على سبل العيش والمطلوبة بشدة كمواد خام للتصدير و التي نذكر منها: *Hoodia Godonni*، *Hypoxis hemerocallidea*، *Pelargonium sidoides*، *Warburgia salutaris*، *Aloe*، *Agathosma spp*، *Cyclopia genistoides*، *Sclerocarya birrea*، *Athrixia phylicoides* (Fajinmi et al, 2023) بالاضافة إلى أفراد عائلة *Hyacinthaceae* والأنواع *Siphonochilus aethiopicus (Schweinf) B.L. Burtt* *(Zingiberaceae)* (Xego et al, 2016).

الخاتمة

الخاتمة

من خلال بحثنا يمكننا القول بأن الزراعة خارج التربة هي بديل معتبر وفعال لمختلف الزراعات التقليدية، اذ تعتبر منهج حديث، يمثل ثورة مستقبلية تمهد لتغيير استراتيجي في عالم الزراعة لتتحول من الطرائق التقليدية إلى طرائق حديثة؛ فقد أثبتت نفسها كبديل حيوي ومهم في ظل تحديات التغير المناخي والبيئي ومحدودية الموارد الطبيعية والاقتصادية. هذه التغيرات المناخية والبيئية من فياضانات، حرائق ورعي جائر وتزايد المباني العمرانية على حساب المساحات المخصصة للزراعة وغيرها رافقها تهديدات كثيرة على التنوع البيولوجي النباتي الذي يعد من أهم الموارد الحية في البيئة بسبب دورها في اتزان الأنظمة البيئية واعتماد الإنسان عليها كمصادر للغذاء والدواء والملبس وغيرها. ولهذا يولي الإنسان في الوقت الحاضر أهمية كبيرة لموضوع التنوع الحيوي مما دفعه إلى السعي لإيجاد حلول مستديمة تسمح بالحفاظ على هذا التنوع البيولوجي النباتي وحفظه من التدهور والانقراض من جهة وحماية البيئة وتوفير الأمن الغذائي نظير التزايد السكاني الكبير الذي يشهده العالم اليوم من جهة أخرى. لهذا كانت الزراعة خارج التربة عموما والعمودية بالأخص الأسلوب الأمثل لحل هذه المشكلة وتحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وتعزيز وظائف المجتمع وتطوير النظم الغذائية الحضارية.

الملخصات

Abstract

Title: The role of the soilless agriculture in the conservation of biodiversity.

The protection of plant biodiversity and the preservation of its species from the dangers of degradation and over-exploitation has become the first concern that haunts the world today, as the rapidly increasing population, along with the high levels of food and economic consumption, leads to an increase in the demand for natural capital that depends on the land as well, and to meet this explosion Demographic techniques have been resorted to that have harmed the environment and the surroundings, such as excessive use of fertilizers and pesticides, not to mention urban expansion at the expense of agricultural lands, which has reduced agricultural areas around the world and exacerbated the problem of biodiversity loss by taking over the original habitats of living organisms. Through our research, we have come to the importance of introducing modern technological systems, namely soilless agriculture with all its systems and types (hydroponics, aeroponics and farming on supports), which contributed to solving many of the problems of traditional agriculture (irrigation and soil problems, transmission of plant diseases and pests) by multiplying Vegetables, fruits and herbs to obtain quality crops. Because of the population explosion that the world is witnessing today, the soilless agriculture also looks forward to preserving endangered and deteriorating plant species of economic, nutritional and medical importance alike, achieving food sufficiency and security, and promoting sustainable development for future generations.

Key words: biodiversity, soilless agriculture, plant species, the conservation.

Résumé

Titre : Le rôle de l'agriculture hors-sol dans la conservation de la biodiversité.

La protection de la biodiversité végétale et la préservation de ses espèces des dangers de la dégradation et de la surexploitation est devenue la première préoccupation qui hante le monde aujourd'hui, alors que l'augmentation rapide de la population, ainsi que les niveaux élevés de consommation alimentaire et économique, conduisent à une augmentation de la demande en capital naturel qui dépend aussi de la terre, et pour faire face à cette explosion On a eu recours à des techniques démographiques qui ont nui à l'environnement et aux alentours, comme l'utilisation excessive d'engrais et de pesticides, sans parler de l'expansion urbaine au détriment des terres agricoles, ce qui a réduit les zones agricoles dans le monde et exacerbé le problème de la perte de biodiversité en s'emparant des habitats d'origine des organismes vivants. A travers nos recherches, nous sommes arrivés à l'importance d'introduire des systèmes technologiques modernes, à savoir l'agriculture hors-sol avec tous ses systèmes et types (hydroponie, aéroponie et agriculture sur supports), qui ont contribué à résoudre de nombreux problèmes de l'agriculture traditionnelle (irrigation et problèmes de santé, transmission de maladies et ravageurs des plantes) en multipliant Légumes, fruits et herbes pour obtenir des récoltes de qualité. En raison de l'explosion démographique à laquelle le monde assiste aujourd'hui, l'agriculture hors-sol vise également à préserver les espèces végétales menacées et en détérioration d'importance économique, nutritionnelle et médicale, à assurer la suffisance et la sécurité alimentaires et à promouvoir le développement durable pour les générations futures.

Mots clés: biodiversité, l'agriculture hors-sol, les espèces végétales, conservation.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

المراجع العربية

1. أشتية، م. س.، جاموس، ر. م. (2002). التنوع الحيوي: أهميته وطرق المحافظة عليه. سلسلة دراسات التنوع الحيوي والبيئية، النشرة رقم 1. نابلس، فلسطين.
2. بلخلفة، س.، زرمان، م. (2020). كيفية إنشاء مشروع الزراعة المائية منتجة لنبات الطماطم Lycopersicum esculentum. [مذكرة ماستر]. جامعة الإخوة منتوري: قسنطينة.
3. بوفرح، خ.، سليماني، ن. (2019). الزراعة المائية الهيدروبونيك كأحد الحلول للاستغلال الأمثل للمياه والأسمدة. [مذكرة ماستر]. جامعة الشهيد حمه لخضر: الوادي.
4. بولعسل، م. (2008). تآكل التنوع النباتي في منطقة قسنطينة. [مذكرة ماجستير]. جامعة قسنطينة 1.
5. الحمزة، ع. ح. (2018). دور الإدارة المتكاملة للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة. [مذكرة دكتوراه]. جامعة العربي بن مهيدي: أم البواقي.
6. درقال، ي. (2021). دراسة موسعة عن الأسمدة العضوية والكيميائية، الإيجابيات والسلبيات. [مذكرة ماستر]. جامعة قسنطينة 1.
7. رجب، و. (2014). أثر التشجير الحراجي والتغيرات المناخية على التنوع الحيوي النباتي في موقعي الكبير والميدان المحروقتين من غابات اللاذقية. جامعة تشرين: سوريا.
8. الرواحي، م.، الرئيسي، ف.، العبري، و. (2013). الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر في البيوت المحمية. وزارة الزراعة والثروة السمكية المديرية العامة للبحوث الزراعية والحيوانية: سلطنة عمان.
9. زموري، ع.، بن سديرة، م. (2018). ايتعمال تقنية الجذور الغاطسة أثناء زراعة وإنتاج شتلات بعض الخضر (الطماطم، الفلفل، السلق) بدةن تربة تحت ظروف البيت الزجاجي النصف محكمة. [مذكرة ماستر]. جامعة الإخوة منتوري قسنطينة1.
10. ضبابعة، ح.، بوراس، ر. (2020). السلوكيات الحيوية للأنماط الهجينة من القمح الصلب *Triticum durum desf* في الجيل الأول F1 و الجيل الثاني F2 . [مذكرة ماستر]. جامعة الإخوة منتوري: قسنطينة.
11. عبد الستار، ع. ك. (2017). الزراعة بدون تربة. مجلة دار السلام للعلوم الإنسانية، (2)، 19.
12. محمود، خ. ص. ط. (2018). الزراعة المائية لمحاصيل الخصر ودورها المتوقع في تحسين نسبة الإكتفاء الذاتي من أهم المحاصيل الإستراتيجية في مصر. مجلة اتحاد الجامعات العربية. جامعة عين الشمس: القاهرة مصر.

13. منظمة الأغذية والزراعة. (2016). إنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية: الزراعة السمكية النباتية التكاملية. رقم 589. روما: إيطاليا.

14. وزارة البيئة والمياه. (دون سنة). الزراعة بدون تربة. الإمارات العربية المتحدة، ص113.

1. المراجع الأجنبية

1. Al-Haboby, A., Breisinger, C., Debowicz, D., El-Hakim, A., Ferguson, J., Telleria, R. & van Rheenen, T. (2014). Agricultural growth is good for poverty reduction and female-headed households in Iraq [in Arabic]. International Food Policy Research Institute.
2. Alkodmany, Kh. (2018). The vertical farm: a review of developments and implication for the vertical city. University of Illinors at Chicago: USA.
3. Ammari, A., Khelil, I. (2020). Essai sur la culture de laitue (*Lactuca sativa*) sous un système hydroponique dans la région de Ouragla. [Thèse de master]. Université Kasdi Merbah: ouaragla.
4. Azad, k. N., Salam, A. (2006). Aquaponics in Bangladesh: current status and future prospects. Jornal of Bioscience and Agriculture Research. 07(02): 669-677.
5. Azman, F.B. (2020). IOT based monitoring hydroponic wick system. Université Teknologi MARA. Bachelor of science (Hons).
6. Bareche, L. (2017). Essai de production de fourrage hors sol d'une variété d'orge local sans solution nutritive. [Thèse de master]. Université Mouloud Mammeri : Tizi-Ouazou.
7. Belbachir, M. M. (2017). Production de fourrage par technique hydroponiques cas de l'orge à Sidi Mdjahed, commune de Beni bousaid. [Thèse de master]. Université Abou Bekr Belkaid : Tlemcen.
8. Bennaidja, Kh., Bouchouk, A. (2019). La capacité du vermicompost et des extraits végéteaux dans l'entretien nutrinationnel du fraisier et de la laitue. [Thèse de master]. Université de Blida 1.

9. Birkby, j. (2016). Vertical farming. NCAT smart growth specialist.
10. Bolmford, A., Green, R. E., Jenkins, M. (2003). Measuring the changing state of nature. Trends in Ecology and Evolution. Vol, 18 N o. 7.
11. Boukri, M. (2017). Biodiversité végétale et zones refuges du petit Maghreb. [Thèse de master]. Université Frère Mentouri : Constantine.
12. Boulhouache, I. (2020). Optimisation des apports de biostimulants foliaires en système NFT (Nutrient Film Technique): cas d'une plant herbacée. [Thèse de master]. Université Blida 1.
13. Bouterfas, K. (2021). Cours de biodiversité végétale. Université Djallali Liabes : Sidi Belabbes.
14. Calais, D. (2020). Les cultures hydroponiques aux Emarates Arabes Unis. Presses universitaires du MIDI.
15. Chaddadi, M. (2019). Valeur écologique et récréative d'un jardin public dans la ville de SouK Ahras. [Thèse de master]. Université Mohamed Khider : Biskra.
16. David, R. H. (2014). Solution culture hydroponics: History & Inexpensive equipment. The american biology teacher, Vol. 56, No. 2, pp. 111- 118.
17. Fajinmi, O. O., Olarewaju, O. O., Vanstaden, J. (2021). Propagation of medicinal plants for sustainable livelihoods, Economic, Development and biodiversity conservation in South Africa. Plants 2023, 12, 1174.
18. Fogliani, v. (2016). Initiation, Découverte de la culture hors sol. PPAD.
19. Francis, F., Vishnu, P. L., Jha, M., Rajaram, B. (2018). IOT based automated aeroponics system. In intelligent embedded systems select proceedings of ICNETS 2, Volume II (pp. 337. 345). Springer Singapore.
20. Garg, A., Balodi, R. (2014). Recent trends in agriculture: vertical farming and organic farming. Moradabad: India.
21. Haddad, R. F. (2021). Hydroponic agriculture in Lebanon: A window for food security and rural development. Americal university of Beirut.

22. Harahap, M., Harhap, F., & Gultom, T. (2020). The effect of Abmix nutrient on growth and tield of Pak choi (*Brassica chinensis*) plant under hydroponics wick system condition. Jornal of physics: conf. series 1485.
23. Hassal & Associates. (2001). Hydroponics as an agricultural production system. RIRDC Publication. N 01, 141.
24. Hydrilla. (2019). Major differences between soil and soilless crop production.
25. Kasmi, M., Tayar, F. (2019). Valorisation du Ghott par système hydroponique (cas de Kouinine). [Thèse de master]. Université Hamma Lakhdar : El Oued.
26. Khadraoui, I. (2020). Comportement variétale d'une variété de rosier (Ducher) sous serre intélligente dans la région de Biskra. [Thèse de doctorat]. Université Biskra.
27. Levrel, H., Baudry, E., Leadley, P., Mougin, Ch. (2022). Les menaces sur la biodiversité. Enjeux de la transition écologique, EDP. Sciences, 38p.
28. Lévèque, ch., Mounolou, J. C. (2010). Biodiversité dynamique biologique et coservation. Ed Dunod, Paris, 248.
29. Mestfaoui, R. (2007). Effet d'un anti-stress le fertiactyl en agriculture sous condition saline.[Thèse de magister]. Université Saad Dahlab : Blida.
30. MAPEI. (2019). The largest hydroponics farm in Europe. https://www.mapei.com/it/en/realta-mapei/detail/the-largest-hydroponics-farm-in-europe.
31. Philippe, M., Edith, C., & Jérome, S. (2003). Influence de la concentration de la solution nutritive sur la croissance et la nutrition minérale de la tomate. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, BP 107.
32. Philippe, S. (2021). Classification standardisée de s menaces affectant la biodiversité sur la conservation (CDC) du Québec. V1. 0, Gouvernement du Québec, 26p.
33. Purvis, A., Hector, A. (2000). Getting the measur of biodiversity. Nature, 405.

34. Ramade, F. (2008). Dictionnairs encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod.
35. Ramdane, A. (sd). Seed potato production in Algeria using hydroponics.
36. Resh, H. M. (2004). Hydroponic food producture. A defifinitive guidebook for advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. Sith edition. Mahawah, USA, New Concept press. 567p.
37. Schnitzler, W. H. (2016). Urban hydroponics for green and clean cities and for food security. ISHS Octa hortiaculture 1004: International symposium on soiless cultivation.
38. Shrestha, A., Dunn, B. (2010). Hydroponics. Oklahoma Cooperative Extension Servia.
39. Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. (2016). إنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية على نطاق صغير. FAO Fisheries and aquaculture technical paper (FAO). Eng no. 589.
40. Vaillant, N., Monnet, F., Sallamon, H., Coudret, A., Hitmi, A. (2003). Treatment of domestic wastewater by a hydroponic NFT system. Chemospere 50. 121-129.
41. Verma, A. (2016). Biodiversity: Its Different levels and values. Internationel Journal on Snvironmental Sciences 7 (2): 143-145.
42. Vitre, A. (2003). Fondements & principes du hors sols. Doc V3. 1 hors 12 inda. P4.
43. Vu, T. D. (2008). Effets de l'environnement sur la croissance et l'accumulation de métabolites secondaires chez Datura innoxia mill. Cultuve en condition hors sol ; impact des facteurs biotiques. [Thése de doctorat de l'INPL]. Univérsité lorraine.
44. Waldhaver, N., Soethoudt, H. (2015). Metropolitan food supply in Egypt Market analysis hydroponics production for selected urban areas. Food & Biobased research: 1551.

45. Xego, S., Kambizi, L., Nchu, F. (2016). Threatened medicinal plants of South Africa: case of the family hyacinthaceae. Cape peninsula. University of technology, Cape Town, South Africa.
46. Yahi, N., Mediouni, K. (2011). Groupement forestiers et préforestiers à *Cedrus atlantica manetti* d'Algérie. Revue forestière francaise.

المواقع الإلكترونية

Net 01: https://www.flickr.com/photos/jbfriday/51205406828 date 04-06-2023 , h: 12 : 21.

Net 02: https://kapitalis.com/tunisie/2021/03/13/lagriculture-hors-sol-la-reponse-au-deficit-hydrique-chronique/ date 30-05-2023 , h: 23:57.

Net 03: https://www.agrimaroc.ma/ date 04-06-2023 , h:00:24.

Net O4 : https://aerofarms.com/story/ date 20-05-2023, h: 22:02.

Net O5: https://www.aerofarms.com/2016/07/05/farm-no-soil-95-less-water/ date 19-05-2023, h: 21: 05.

Net 06: https://babbasa.com/wp-content/uploads/2021/03/lettusgrow-marketing-lettus-grow date 20-05-2023, h: 23: 24.

Net 07 : https://www.sananbiofarm.com/product/indoor-vertical-hydroponic-vegetation-cultivation date 20-05-2023, h:00:07.

Net 08 : https://www.linkedin.com/company/saudi-erum date 20-05-2

الإسم و اللقب: سلاف حساني	**تاريخ المناقشة:** ....جوان 2023

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماستر
الميدان: علوم الطبيعة و الحياة
الفرع: العلوم البيولوجية
التخصص: تنوع حيوي وفيزيولوجيا النبات

عنوان المذكرة:
دور الزراعة خارج التربة في حفظ التنوع الحيوي

الملخص

إن حماية التنوع الحيوي النباتي وحفظ أنواعه من أخطار التدهور والاستغلال المفرط أصبح الهاجس الأول الذي يؤرق العالم اليوم، اذ يؤدي تزايد عدد السكان بسرعة، إلى جانب ارتفاع مستويات الاستهلاك الغذائية و الاقتصادية، إلى زيادة الطلب على رأس المال الطبيعي المعتمد على الأرض ، أيضا وتلبية لهذا الانفجار الديموغرافي تم اللجوء إلى تقنيات أضرت بالبيئة و المحيط كالاستعمال المفرط للأسمدة والمبيدات، ناهيك عن التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية الذي قلص من المساحات الصالحة للزراعة عبر العالم وفاقم من مشكلة خسارة التنوع البيولوجي بالاستحواذ على المواطن الأصلية للكائنات الحية. فمن خلال بحثنا هذا توصلنا إلى أهمية إدخال الأنظمة التكنولوجية الحديثة ألا وهي الزراعة بدون تربة بجميع أنظمتها وأنواعها (الهيدروبونيك، الأيروبونيك والزراعة على الدعامات)، التي ساهمت في حل الكثير من مشاكل الزراعة التقليدية (مشاكل الري والتربة، انتقال الأمراض النباتية والآفات) من خلال إكثار الخضروات والفواكه والأعشاب للحصول على محاصيل ذات الجودة. وبسبب ما يشهده العالم اليوم من انفجار سكاني تتطلع الزراعات خارج التربة أيضا إلى الحفاظ على الأنواع النباتية المهددة بالانقراض والتدهور ذات الأهمية الإقتصادية والغذائية والطبية على حد سواء، وتحقيق الإكتفاء والأمن الغذائي، وتعزيز التنمية المستدامة للأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية: التنوع الحيوي، الزراعة بدون تربة، الأنواع النباتية، الحفظ.

لجنة المناقشة:

رئيس اللجنة:	بولعسل معاذ	أستاذ محاضر أ	جامعة قسنطينة 1
المشرف:	زروق عز الدين زكرياء	أستاذ محاضر أ	المدرسة العليا للأساتذة – قسنطينة
الممتحن:	بوحوحو مولود	أستاذ محاضر أ	المدرسة العليا للأساتذة – قسنطينة