الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشهيد حمه لخضر الـــــوادي
كلية علوم الطبيعة والحياة
قســم: العلوم الفلاحية

تخصص: إنتاج نباتي

التقليل من نفاذية التربة الزراعية بواسطة إضافة النانوهيدروجيل في نبات الكوسة -حالة وادي سوف-

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي

إعداد الطالبات:
✓ حدانة سكينة مروة
✓ شيحاني أريـــج

إشراف/ الدكتور:
نيلي محمد الصغير

لجنة المناقشة

الاسم واللقب	الجامعة	الصفة
د. بالمسعود رشيد	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	رئيسا
د. نيلي محمد الصغير	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	مشرفا ومقررا
د. قاسمي ياسين	جامعة الشهيد حمه لخضر – الوادي	مناقشا

السنة الجامعية: 2023/2022م

شكر وعرفان

بسم الله والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه والتابعين

اللهم لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضى

بادئ ذي بدء نشكر الله سبحانه وتعالى على منحنا الصبر والثبات لمتابعة مسارنا التعليمي

في المقام الأول نشكر الدكتور نيلي محمد الصغير مشرفنا الذي أتاح لنا فرصة تطبيق هذه الدراسة

سائلين المولى عز وجل أن يديم عليه الصحة والعافية فله منا أسمى عبارات الشكر وجزيل الامتنان

ولا ننسى أيضا السيد نوار إبراهيم خريج قسم العلوم الفلاحية جامعة الوادي

ونخص بالشكر اللجنة المشرفة على مناقشة هذا العمل

قائمة الصور

العدد	الصور	الصفحة
01	نانو هيدروجيل جاف	20
02	نانو هيدروجيل رطب	21
03	نانو هيدروجيل قبل وبعد امتصاص الماء	21
04	الأدوات اللازمة لحراثة الأرض	36
05	عداد مائي	36
06	خزان مائي	36
07	مقياس رطوبة	37
08	مضخة ماء	37
09	شبكة قنوات المياه الرئيسية وشبكة التقطير	38
10	شتلات الكوسة بعد مرور 3 أسابيع	40
11	سقي مساحة الزراعة	41
12	حرث التربة	41
13	تثبيت شبكة الأنابيب والصمام والعداد المائي	42
14	تحضير النانوهيدروجيل	42
15	تحضير كميات النانوهيدروجيل	43
16	حفرة بعمق 20 سم	43
17	وضع النانوهيدروجيل	44
18	وضع طبقة خفيفة من التربة فوق النانوهيدروجيل	44
19	سماد عضوي	45
20	غرس شتلة الكوسة	46
21	تم غرس جميع الشتلات	46
22	تدخل عامل الرياح ودفن المحصول	47

قائمة الوثائق

العدد	الوثيقة	صفحة
01	الصيغة الكيمائية للأكريلاميد ومتعدد الأكريلاميد	22
02	الصيغة الكيميائية لبولي أكريلاميد المشبكي	22
03	شكل توضيحي لمبدأ الانتفاخ والانكماش لشبكة البوليمر	23
04	أنواع النانوهيدروجيل الخطي (فيزيائي) والمتصالب (كيميائي)	24
05	تصنيف النانوهيدروجيل	25
06	طريقة عمل النانوهيدروجيل	28
07	الحدود الإدارية لولاية الوادي	32
08	شكل يوضح البروتوكول التجريبي	35

قائمة الجداول

العدد	الجداول	الصفحة
01	كمية المياه المستهلكة في الزراعات	18
02	أمثلة عن نانو هيدروجيل مصنفة على عدة معايير	26
03	معدل تطبيق النانوهيدروجيل في التربة	29
04	تصنيف الكوسة	39
05	كميات النانوهيدروجيل في الأحواض الكوسة	43
06	كميات النانوهيدروجيل المستعملة في أحواض البطاطا	49
07	كميات السماد والفحم الحيوي في أحواض البطاطا	50
08	كميات وأنواع السماد المستعمل في أحواض البطاطا	51
09	كمية النانوهيدروجيل في أحواض البصل	51

قائمة الاختصارات

T : حوض

P : حوض

PAM : بولي أكريلاميد

CT : طبقة المياه الجوفية متعددة الطبقات

CI : طبقة المياه الجوفية القارية المتداخلة

Ph : الأس الهيدروجيني

ppm : الجزء في المليون

فهرس المحتويـــــــــات

إهداء	
شكر وعرفان	
قائمة الصور قائمة الوثائق	
قائمة الجداول	
قائمة الاختصارات	
فهرس المحتويات	
1.مقدمة عامة	أ
1.1. مصدر المياه في العالم	أ
1.1.1. مصدر المياه في الجزائر	ب
2.1.1. مصدر المياه في الصحراء	ب
3.1.1. مصدر المياه في وادي سوف	ج
4.1.1. التربة في وادي سوف	ج
الجزء النظري	
2. مقدمة	18
1.2. أهمية الماء في الزراعة	18
2.2. كمية استهلاك المياه في الزراعات	18
3.2. الزراعة الصحراوية	19
3. النانوهيدروجيل	19
1.3. تعريف النانوهيدروجيل	19
1.1.3. بولي أكريلاميد	21
2.1.3 انتفاخ الهيدروجيل	22
2.3. أنواع النانوهيدروجيل	24
3.3. تصنيف النانوهيدروجيل	24
4.3. طريقة عمل النانوهيدروجيل	26
5.3. مجالات تطبيق النانوهيدروجيل في الزراعة	28
6.3. معدل تطبيق النانوهيدروجيل في التربة	29
7.3. ميزات وخصائص النانوهيدروجيل	30
الجزء التطبيقي	
4. تقديم منطقة البحث	32
1.4. الموقع الجغرافي للمنطقة	32

2.4. السياق البيئي للمنطقة	33
1.2.4. الطبيعة الجغرافية	33
2.2.4. التربة	33
3.2.4. المناخ	34
5. المنهج المتبع	34
1.5. البروتوكول التجريبي	35
2.5 الأدوات	36
6. المادة الخضرية	38
1.6. الكوسة	38
1.1.6. تصنيف الكوسة	39
2.6. تقنية زراعة الكوسة	39
3.6. المتطلبات المناخية	39
1.3.6. الماء	39
2.3.6. الحرارة	39
3.3.6. الضوء	40
4.6. المتطلبات الأرضية	40
1.4.6. التربة	40
2.4.6. الـPH	40
5.6. المتطلبات المائية	40
7. تحضير النباتات	40
1.7. تحضير مساحات الزراعة	41
النتائج والمناقشة	
8. النتائج	49
1.8. تأثير النانوهيدروجيل على التربة وإنتاج البطاطا	49
2.8. تأثير الفحم الحيوي على التربة وإنتاج البطاطا	50
3.8. تأثير إضافة السماد المعالج (الكمبوست) على التربة وإنتاج البطاطا	50
4.8. تأثير النانوهيدروجيل على التربة وإنتاج البصل	51
5.8. تأثير النانوهيدروجيل على التربة وأشجار البرتقال	51
خاتمه	
قائمة المراجع	

الملخص:

هدف الدراسة: التقليل من نفاذية التربة الرملية الزراعية و تحسين قدرتها على الاحتفاظ بالماء وتنفيذ الاستهلاك العقلاني للموارد المائية، في وادي سوف .

اقترحنا النانوهيدروجيل كحل للاحتفاظ بالمياه في التربة وإيجاد حل لمشكلة النفاذية العالية في التربة الرملية.

أجريت الدراسة على نبات الكوسة بإضافة كميات مختلفة من النانوهيدروجيل في أربعة أحواض، وبواسطة الري بالتنقيط. من خلال التجارب والدراسات تبين أن هذه المادة تستطيع أن تقلل من استهلاك المياه إلى النصف.

إن التطبيق المفيد للنانو هيدروجيل على نطاق واسع يمكن أن يكون نعمة للمزارعين و أصحاب المصلحة الآخرين لتحسين إدارة موارد المياه لتحقيق إنتاجية أعلى في الزراعة وحماية المياه الجوفية والحفاظ عليها، والاستهلاك في كميات مياه الري.

الكلمات المفتاحية: الاحتفاظ بالماء، نانو هيدروجيل، تربة رملية، زراعة، الكوسة، الوادي.

Abstract:

The Objective of the Study: Reducing the permeability of agricultural sandy soils, improving their ability to retain water, and implementing rational consumption of water resources, in Oued Souf.

Nano-hydrogels was proposed as a solution to soil water retention and a solution to the problem of high permeability in sandy soils.

The study was conducted on zucchini plant by adding different amounts of Nano-hydrogels in four ponds, and by drip irrigation Through experiments and studies, it was found that this substance can reduce water consumption by half.

The beneficial application of Nano-hydrogels on a large scale can be a boon for farmers and other stakeholders to improve the management of water resources to achieve higher productivity in agriculture and to protect and conserve groundwater, consumption in irrigation water quantities.

Keywords: Water retention, Nano-hydrogels, Sandy Soil, Cultivation, Zucchini, Oued Souf.

مقدمة عامة

1.مقدمة عامة

كانت الزراعة مصدراً رئيسياً لإمداد البشرية بالغذاء لعدّة قرون، حيث تعتمد جميع الدول بشكل أساسي على الزراعة في غذائها، سواءً كانت الدولة نامية أو مُتقدّمة، ومع استمرار الطلب على الغذاء يزداد الطلب كذلك على المزيد من الأراضي الصالحة للزراعة بهدف زراعتها واستغلالها.

في قطاع الزراعة ، عادة ما تكون المياه موردًا نادرًا فهي المدخل الأكثر أهمية للإنتاج الزراعي. فإمداداتها عائق رئيسي أمام إنتاج المحاصيل. و تتيح إمكانات إنتاجية أعلى من الأرض واستجابة إنتاجية كبيرة من الاستخدام المرتبط بالأصناف عالية الغلة والأسمدة وغيرها.

الزراعة هي السبب الأكثر تحديدًا لنقص المياه في العالم، يمثل الري 70٪ من عمليات سحب المياه في جميع أنحاء العالم ، بل وأكثر من ذلك في بعض الأماكن التي تواجه ضغوطًا كبيرة على المياه.[26] ***(Dudley and Alexander.2017).***

1.1.مصدر المياه في العالم:

الأرض محاطة بطبقة من الماء تسمى الغلاف المائي، وتشغل هذه الأخيرة ثلاثة أرباع سطح الأرض وتشمل جميع كتل المياه الموزعة في العالم. يقدر سطح الماء على الأرض بـ 386 .1 مليون كم^3.

الماء الموجود تحت أو فوق سطح الأرض وفي أي حالة من حالاته الثلاث: الصلبة أو السائلة أو الغازية و معظم المياه تكون مالحة وكمية قليلة جدًا من الماء تكون عذبة.

تتوزع على النحو التالي: الماء المالح 97.6٪ في البحار والمحيطات، المياه العذبة بنسبة 2.4%، مياه الشرب بنسبة 0.025% . [25]***(Decrouy.2023)*** وهذه النسبة ليست ثابتة خاصة مع ارتفاع نسبة الأملاح المتزايدة في البحيرات والمسطحات المائية العذبة المغلقة أو شبه المغلقة أي التي تتصل مياهها مع مياه البحار المالحة من جانب واحد.

تتنوع مصادر المياه كثيراً على سطح الكرة الأرضية نظرا لمساحة وجودها الواسعة جداً، ولكن يمكن

تقسيم المياه تبعاً لمصادرها الطبيعية إلى:

- مياه المحيطات والبحار.
- مياه الأمطار والمياه الجوفية.

- مياه الأنهار و البحيرات.
- المياه المعدنية والحارة . ***(عساف، المصري، 2007)*** [6]

1.1.1مصدر المياه في الجزائر :

تحتوي الجزائر على نوعين من الموارد المائية، موارد مائية طبيعية والتي تشمل المياه السطحية والمياه

الجوفية حيث تتغذى كل من هاته النوعين على مياه الأمطار. والنوع الثاني هي الموارد المائية غير الطبيعية والمتمثلة في تحلية مياه البحر ومعالجة المياه المستعملة. ***(ابن عاشور، 2020)*** [3]

تقدر إمكانات المياه الطبيعية للبلاد عالمياً بنحو 18 مليار م^3/ سنة موزعة على النحو التالي:

-12.5 مليار م^3 /سنة في المناطق الشمالية.

- 5.5 مليار م^3/سنة في المناطق الصحراوية (تدفقات سطحية وموارد جوفية).

التوزيع غير المتكافئ لهطول الأمطار يعني أن المياه السطحية موزعة بشكل سيء فالمناطق الساحلية بها مياه أكثر من المناطق شبه الجافة والجافة (الصحراوية).

(Guergueb, Ferhat.2021) [28]

2.1.1.مصدر المياه في الصحراء :

الماء ، من حيث الكمية والنوعية ، هو العامل الأساسي الذي يسبب تضخم التربة. مصادر المياه بشكل عام هي هطول الأمطار ، والمياه الجوفية ، ومياه الصرف الصحي ، والمياه الوفيرة (النهر، البحيرة، البحر.....). يمكن أن تكون الموارد المائية إما مترسبة أو تحت الأرض. ***(Zenkhri and al .2011)*** [45]

في الصحراء الجزائرية، غالبا ما يكون لموارد المياه أصل بري. هذه هي المياه الأحفورية المتراكمة التي احتياطياتها استثنائية ، حيث تقترب من 31000 مليار متر مكعب من المياه. ومع ذلك ، هناك جريان سطحي يتشكل أثناء فيضانات الوادي ، والتي تقع على السفوح الجنوبية للأطلس الصحراوي. ***(Amrani.2021)*** [14]

3.1.1.مصدر المياه في وادي سوف :

في ولاية الوادي ومثل جميع المناطق القاحلة، فإن الموارد المائية الوحيدة هي تحت الأرض، في حين أن تعبئتها ضرورية. تتوزع إمكانات موارد المياه الجوفية التي أنشأتها مديرية الهيدروليكا بولاية الوادي سنة 2006 على النحو التالي:

- منسوب المياه الجوفية: 130hm3.
- طبقات المياه الجوفية العميقة: 4.90 مليار
- المجموع: 4.90 مليار hm3.

تبلغ الحالة الراهنة لتعبئة المياه الجوفية 470 هكتار مكعب سنويا في جميع أنحاء الولاية، ولكن يتم استغلال 405.08 هكتار مكعب فقط (86.19٪ من الموارد التي يمكن تعبئتها).***(Mammeri, Laib.2019)[33]***

تتمتع ولاية الوادي بإمكانات مائية كبيرة جدا، ممثلة بثلاثة أنواع من طبقات المياه الجوفية، أحدها حر يقابل منسوب المياه الجوفية، والاثنان الآخران أسيران، يقابلان طبقات المياه الجوفية متعددة الطبقات للمجمع النهائي(CT) وطبقة المياه الجوفية القارية المتداخلة (CI).

(Zine and al.2022)[46]

4.1.1.التربــة في وادي سوف:

تبدو هذه الأراضي واعدة للتنمية الزراعية والأمن الغذائي للبلاد على الرغم من حدودها البيئية. تربة المناطق القاحلة معظمها رملية وفقيرة في المادة العضوية، خصوبة التربة منخفضة للغاية ولديها قدرة منخفضة على الاحتفاظ بالمياه، يضاف إلى ذلك هيكلها الفضفاض للغاية حساس جدًا لتآكل الرياح. كل هذه العيوب تحد بشكل كبير من الإنتاج، من بين المناطق الصحراوية ذات الطابع الزراعي ، تشكل وادي سوف حاليًا القطب الزراعي الواعد من خلال زيادة نشاطها الزراعي المتسارع.***(CHEMSA, 2019)[23]***

تتنوع تربة المنطقة وتنقسم إلى 8 فئات من التربة ، تختلف بشكل رئيسي في قوامها وتشكلها ومستوى وطريقة التملح. وتتميز بوجود منسوب مائي قريب من السطح ، كما أنها تخضع لارتفاع نسبة الملوحة مما يعرض للخطر استعادتها من خلال الري.

تأخذ تربة سوف جانبين:

الأكثر انتشارًا هو مجمع الكثبان الرملية وهي تراكمات رملية كبيرة. تتميز المنطقة بتربة خفيفة يغلب عليها الطابع الرملي ولها بنية خاصة. تشتهر هذه التربة بمستويات منخفضة من المواد العضوية وملوحة عالية ودرجة حموضة قلوية وتهوية جيدة.[23] ***(CHEMSA, 2019)***

يعتبر التصحر ونقص المياه من المشاكل الخطيرة في أجزاء كثيرة من العالم بسبب المساومة على الزراعة. التصحر هو تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة نتيجة عوامل مختلفة بما في ذلك التغيرات المناخية. [43] ***(Vundavalli and al, 2015)***

يتمثل حل هذه المشكلة في استخدام مواد اصطناعية أو طبيعية ذات قدرة جيدة على امتصاص الماء والاحتفاظ به تحت ضغط عالٍ أو درجة حرارة عالية كالفحم النشط أو الكمبوست أو الماء الصلب كل هذه مواد قادرة على محاربة التصحر وتحقيق الزراعة المستدامة. ***(Vundavalli and al, 2015)***[43]

أدت هذه الخاصية إلى العديد من التطبيقات العملية لهذه المواد الجديدة على وجه الخصوص في الزراعة لتحسين احتباس الماء في التربة وإمدادات المياه للنباتات.

(Bairwa and al. 2020)[17]

إذن نطرح الإشكاليات التالية:

الزراعة في منطقة الوادي تستهلك الكثير من المياه لان التربة نفوذة جدا وفي وقت ما سيكون هذا الاستهلاك مضرا بالبيئة مما يجعله يشكل خطر كبير يهدد المياه الجوفية.

الفرضية:

هل يمكن أن يكون الهيدروجيل حلا لتحسين التربة والتقليل من نفاذيتها؟.

الجزء النظري

مقدمة

في الوقت الذي يؤدي فيه الانفجار السكاني والاستخدام الشخصي المفرط إلى هدر مخزون المياه في العالم تسبب الزراعة عاملاً ضاغطاً آخر للمياه. ولكن الزراعة هي المحرك الأكبر للاقتصاد والأمن الغذائي، فإنّ نقص المياه في كثير من الأحيان يحد من إنتاج المحاصيل الغذائية، مما يدفع المزارعين إلى الاعتماد على الري لتأمين المياه الكافية للحاجات الزراعية. ففي المناطق القاحلة، لا يمكن إنتاج محاصيل غذائية من دون ري، وفي المناطق شبه القاحلة، يرفع الري من غلة المحصول ونوعيته. ويعتبر الري بالنسبة إلى كثيرين من مزارعي هذه الدول، أمراً ضرورياً، وسيستمر كذلك، خاصة خلال فترات عدم انتظام هطول الأمطار والجفاف.

1.2.أهمية الماء في الزراعة:

الماء هو حياة النباتات وأحد العوامل التي تحد من إنتاج المحاصيل. ندرة المياه هي مصدر قلق عالمي في سياق زيادة السكان والطلبات التنافسية على الزراعة والصناعة. فقد تفاقمت المشكلة بسبب تغير المناخ. يحاول العلماء وصناع الإستراتيجيات إيجاد حل ملموس للتغلب على مشكلة ندرة المياه هذه. في هذا الإطار تم تطوير العديد من التقنيات والممارسات الزراعية والتوصية بها لتحسين إنتاجية المياه في المحاصيل.

2.2.كمية استهلاك المياه في الزراعات:

أظهرت التقديرات الحالية أن % 70 من عمليات سحب المياه في جميع أنحاء العالم تستخدم في الزراعة، و20% في الصناعة و% 20 تندرج ضمن أغراض شخصية حيث يؤثر الاستخدام الزراعي والصناعي للمياه على الاستخدامات الأخرى بل وأكثر من ذلك في بعض الأماكن التي تواجه ضغوطًا كبيرة على المياه في الجدول الموضح في الأسفل يبين ماهي المحاصيل الشرهة للمياه، منها:

المحصول	كمية الماء المستهلكة (l)
القطن	(7000 إلى 29000 لتر لكل كيلوغرام)
الأرز	(3000 إلى 5000 لتر لكل كيلوغرام)
قصب السكر	(1500 إلى 3000 لتر لكل كيلوغرام)
فول الصويا	(2000 لتر لكل كيلوغرام)
القمح	(900 لتر لكل كيلوغرام).

جدول01: كمية المياه المستهلكة في الزراعات ***(Dudley and Alexander, 2017)***[26]

بسبب الكميات المزروعة، يمثل الأرز 21٪ من إجمالي المياه المستخدمة في المحاصيل والقمح بنسبة 12٪.

3.2.الزراعة الصحراوية:

منذ اكتشاف إمكانياتها المائية الهائلة وانخفاض تكاليف تعبئتها ، الصحراء ، حيث كانت الزراعة في الواحات صعبة. تعتبر أمل الزراعة الجزائرية. الوصول الهائل إلى المياه الجوفية ، في بعض المناطق أدخلت تغييرات عميقة على المناظر الطبيعية للواحات ، حيث انتقلت في مناطق معينة من زراعة الواحات التقليدية ذات المصاطب إلى المحاصيل المروية بالمحور أو ، في مناطق أخرى ، إلى الزراعة التي تجمع بين أشجار النخيل في الزراعة الأحادية والصوبات الزراعية النفقية بقدر ما تراه العين.***(Daoudi and Lejars.2016)***[24]

يؤدي هذا التطور إلى ضغوط شديدة على الموارد المائية ، مما يجعل بلدان شمال إفريقيا ، والجزائر على وجه الخصوص ، من بين المناطق الرئيسية للاستخدام المكثف للمياه الجوفية في الزراعة. على الرغم من إمكانات النمو الكبيرة التي لا تزال تتمتع بها ، على الأقل في المدى المتوسط ، فإن هذه الأنواع الجديدة من الزراعة تثير العديد من الأسئلة حول مستقبلها، لا سيما بسبب الافتقار إلى السيطرة على استخدام المياه. يعد نظام إدارة المياه الجوفية ، في مكونه الرسمي وغير الرسمي ، أحد العوامل الرئيسية في استدامة وقوة أساليب الزراعة هذه ، أي تكيفها وصيانتها. ***(Daoudi and Lejars.2016)***[24]

3.النانوهيدروجيل:

تمت صياغة مصطلح هيدروجيل في عام **1894** حيث تم استخدامه لشرح مادة هلامية غروانية. أول تقرير عن استخدام الهلاميات المائية قدمه **Wichterle and Lim** في عام **1960**، والذي كان في مجال الطب الحيوي. تمتص الهلاميات المائية عمومًا كمية كبيرة من الماء ، وهذا التورم مسؤول عن الخصائص المطاطية واللينة للهيدروجيل.

يمكن استخدامها في العديد من المجالات مثل تقنية الفصل ، والصناعات الطبية الحيوية، وتغليف المواد الغذائية ، والصناعة الزراعية ، والتطبيقات الصيدلانية ، وصناعة مستحضرات التجميل. ***(Thakur and al, 2018)***[40]

1.3. تعريف النانوهيدروجيل: (الهلام المائي):

الهلاميات المائية هي بوليميرات يمكنها امتصاص كميات كبيرة من الماء دون أن تذوب. هذا الأخير يرجع إلى الترابط الفيزيائي أو الكيميائي لسلاسل البوليمر المحبة للماء.***(Schacht,2004)***[38]

بتعريف ثان يمكن تعريف الجل المائي(hydrogel) ، على أنه شبكة بوليميرية غير قابلة للانحلال بالماء نتيجة وجود روابط تصالب شبكي مابين سلاسلها البوليميرية. لكنها تنتبج في الأوساط المائية نتيجة كون الماء محلا جيدا لسلاسل هذه الشبكة . وبما أن الماء محل

قطبي يتوجب على البوليمر أن يتمتع بقطبية شديدة أو أن يكون متشرداً حتى يكون الماء محلا جيدا له، وفي هذه الحالة تكون الشبكة البوليميرية هي عبارة عن بولي إلكتروليت . ***(تلي،2016)***[4]

ويعرف أيضا باسم "بلورات ري الجذور"،"حبيبات احتباس الماء" أو "قطرة المطر":

هي مادة شبه صلبة غير متبلورة. يحتوي على شبكات ثلاثية الأبعاد من الجزيئات الكبيرة المحبة للماء متعددة الاستخدامات والمرتبطة بشكل فضفاض والمترابطة بواسطة روابط تساهمية أو تفاعلات فيزيائية بامتصاص مخصص وقابلية للتحلل البيولوجي. وهي عبارة عن بوليميرات عضوية ولها قدرة فريدة على امتصاص كمية كبيرة من الرطوبة في هيكلها فائق الامتصاص خلال فترة قصيرة عندما تتلامس بحرية مع الماء المتوفر.

تمتص هذه المواد الرطوبة المخزنة في التربة المحيطة ومناطق الجذور أثناء عملية تجفيف التربة بطريقة موحدة على مدى فترة طويلة. تنشأ قدرة الهيدروجيل في التقاط الرطوبة من المجموعات الوظيفية المحبة للماء المرتبطة بالعمود الفقري للبوليمر بينما تنشأ مقاومتها للذوبان من الروابط المتقاطعة بين سلاسل الشبكة. ***(Patra and al. 2022)***[37]

صورة 01:نانو هيدروجيل جاف*(Chihani,2023)*

صورة02: نانو هيدروجيل رطب*(Chihani ,2023)*

صورة03: نانو هيدروجيل قبل وبعد امتصاص الماء *(Chihani,2023)*

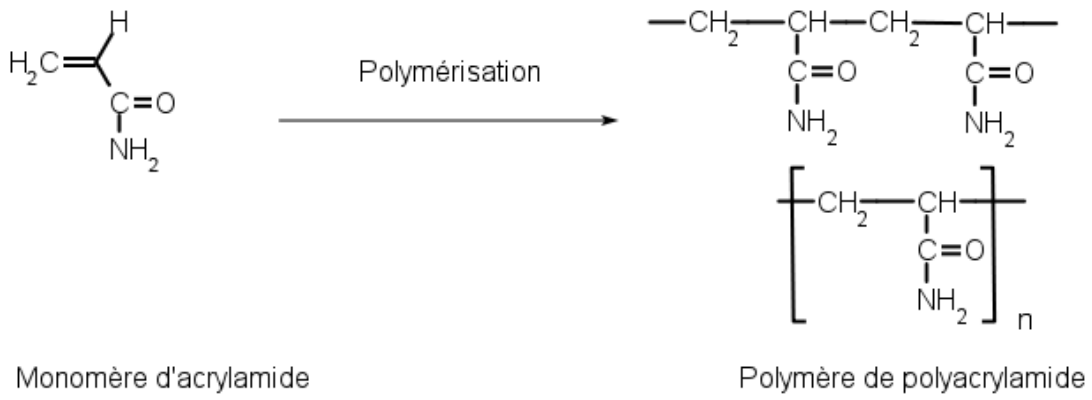
1.1.3.بولي أكريلاميد:

(C3H5NON)n يستخدم على نطاق واسع باعتباره هيدروجيلًا صناعيًا وهو عبارة عن بوليمر يتكون من وحدات فرعية من مادة الأكريلاميد ويمكن تصنيعه كبنية سلسلة خطية بسيطة أو متصالبة مما يؤدي إلى ذوبان بولي أكريلاميد المرتبط الخطي في الماء ولا يمكن استخدامه باعتباره هيدروجيل يمتص الماء.

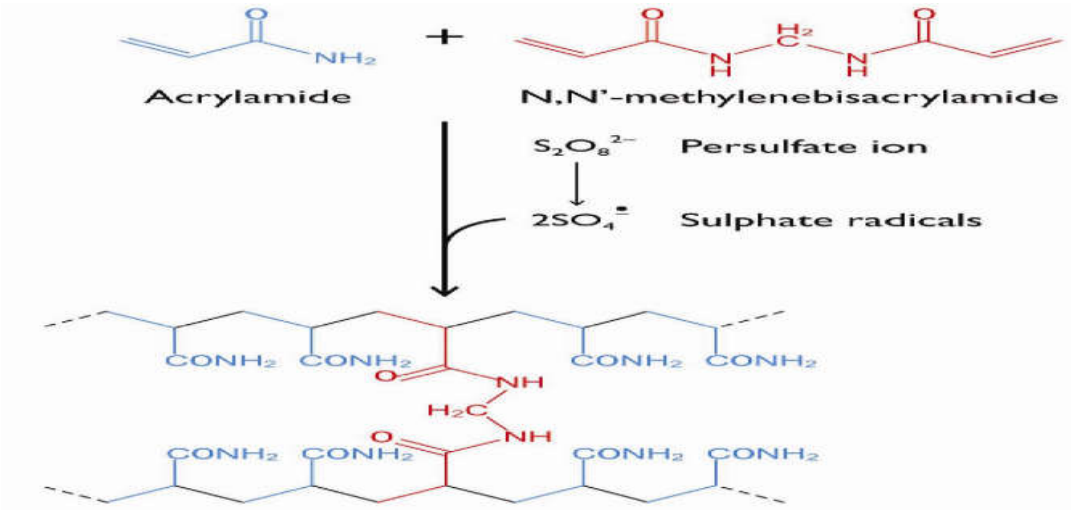
يتم تصنيع البوليميرات المتصالبة في شكل هيدروجيل باستخدام أكريلاميد N، N– ميثيلينبيس.

أظهرت المتغيرات المتشابكة من بولي أكريلاميد مقاومة أكبر للتحلل. لذلك ، فهي أكثر استقرارًا لفترات أطول (2–5 سنوات). مادة الأكريلاميد سامة (سامة للأعصاب) ، لكن بولي أكريلاميد غير سام ،إنه ماص للماء بدرجة عالية ويشكل جلًا رخو عند ترطيبه.

(Attalah, Miloud 2019)[15]



وثيقة 01: الصيغة الكيميائية للأكريلاميد و متعدد الأكريلاميد*(Alnuaimi, 2005)*[13]



وثيقة02: الصيغة الكيميائية للبولي أكريلاميد المشبكي*(Kalhapure,2016)*[31]

2.1.3. انتفاخ النانوهيدروجيل:

عندما يبدأ هيدروجيل جاف بامتصاص الماء ، فإن جزيئات الماء الأولى التي تدخل المصفوفة سوف ترطب المناطق الأكثر "قطبية" للمجموعات المحبة للماء مما يؤدي إلى "المياه الأولية المرتبطة".

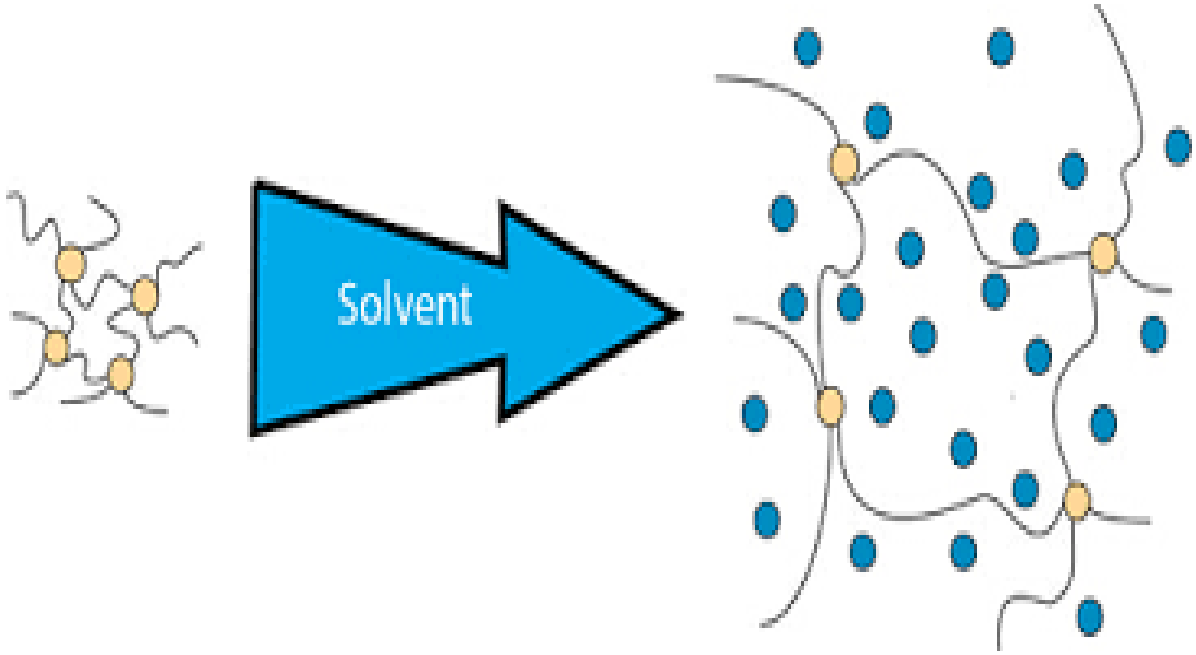
حالما يتم ترطيب المجموعات القطبية. تتضخم الشبكة ، وتكشف المجموعات الكارهة للماء، والتي بدورها تتفاعل مع جزيئات الماء ، مما يؤدي إلى تنظيم معين لمياه الذوبان في المناطق الكارهة للماء أو "المياه الثانوية المرتبطة ". غالبًا ما يتم الجمع بين المياه الأولية والثانوية المقيدة ويسمى ببساطة "إجمالي المياه المقيدة".

عندما تتفاعل المناطق القطبية والكارهة للماء مع جزيئات الماء المرتبطة ، ستشرب الشبكة مياهًا إضافية بسبب قوة الطاقة التناضحية. هذا التورم الإضافي يسمى "الماء الحر" فتملأ الفراغ بين سلاسل الشبكة و/أو مركز المسام الكبيرة أو الفراغات.

(Lassoued. 2005)[32]

يتم معارضة هذا التورم الإضافي من خلال الروابط التساهمية أو الفيزيائية ، مما يؤدي إلى قوة سحب الشبكة المرنة. وبالتالي ، فإن الهيدروجيل سيصل إلى مستوى انتفاخ التوازن.

عندما تتضخم الشبكة، إذا كانت سلاسل الشبكة أو الروابط المتقاطعة قابلة للتحلل، سيبدأ الهلام في التفكك والذوبان ، بمعدل يعتمد على تكوينه. وتجدر الإشارة إلى أن الجل المستخدم كمصفوفة هندسة الأنسجة قد لا يتم تجفيفه أبدًا ، ولكن الماء الكلي في الجل لا يزال يتكون من ماء "مرتبط" و "حر". ***(Hoffman, 2012)[30]***



وثيقة 03: شكل توضيحي يمثل مبدأ الانتفاخ والانكماش لشبكة البوليمر

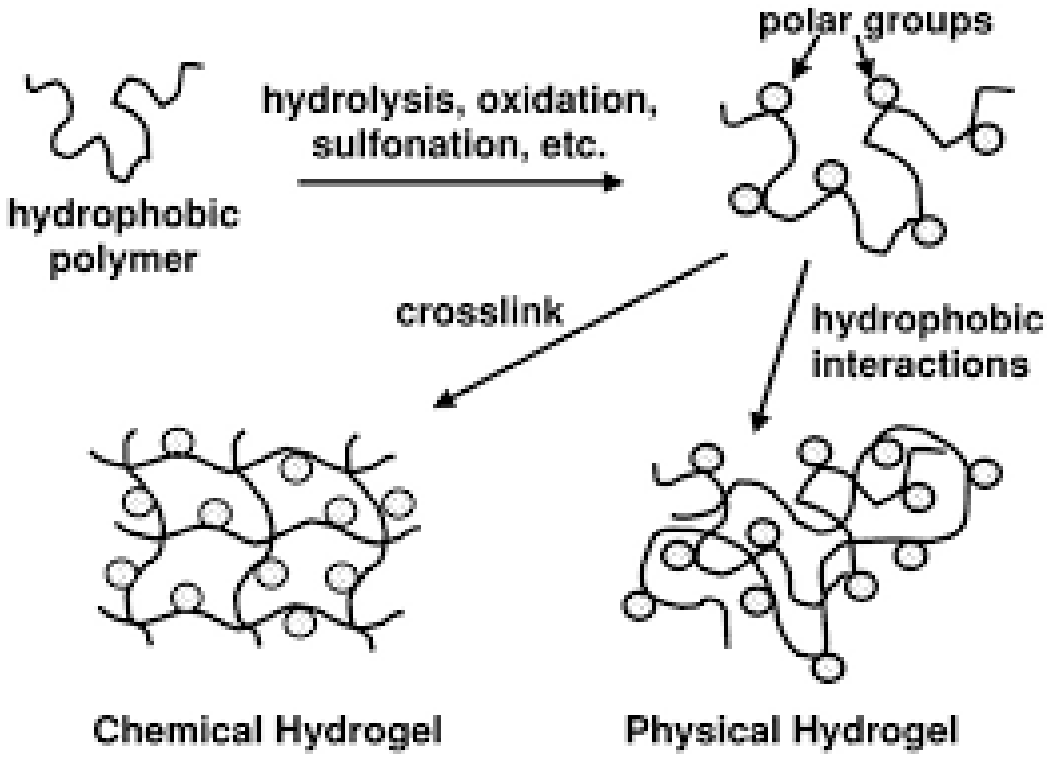
(Benattou, Ziadi. 2020)[20]

2.3. أنواع النانوهيدروجيل:

هناك فئتان من الهلاميات المائية بولي أكريلاميد (PAM) ؛ قابل للذوبان (خطي) (فيزيائي) وغير قابل للذوبان (متصالب) (كيميائي) . يذوب PAM الخطي في الماء وقد تم استخدامه بنجاح في الحد من التآكل الناجم عن الري في الحقول الزراعية ، لا يذوب PAM المتقاطع ولكنه يشكل هلامًا عند إضافة الماء وغالبًا ما يستخدم في حالات الزراعة، تنسيق الحدائق والمشاتل كطريقة للاحتفاظ بالرطوبة.

يتم تسويق منتجات PAM غير القابلة للذوبان على أنها (مواد هلامية فائقة الامتصاص) أو (بلورات مرطبة) وبدلاً من الذوبان ، تمتص هذه المواد الهلامية الماء وتنتفخ عدة مرات من حجمها الأصلي ، وعندما تجف يتم إطلاق الماء ببطء إلى التربة.

(Narjary and al, 2013)[36]



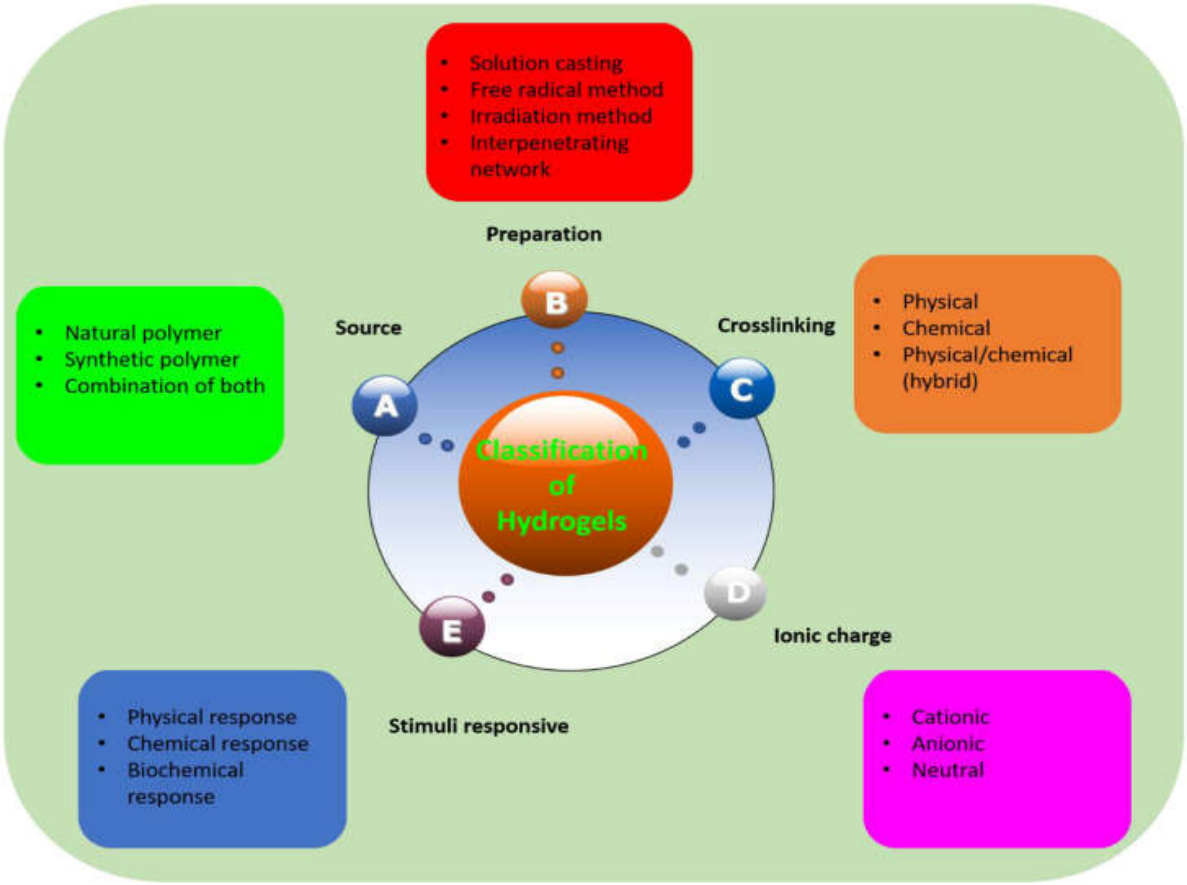
وثيقة04: أنواع النانوهيدروجيل الخطي (فيزيائي) والمتصالب (كيميائي) ***(Hoffman. 2012)[30]***

3.3. تصنيف النانوهيدروجيل:

اعتمادًا على المصدر ، يتم تصنيف الهيدروجيل للاستخدام الزراعي إلى ثلاثة أنواع: (1) هيدروجيل طبيعي ، (2) هيدروجيل شبه صناعي ، و (3) هيدروجيل صناعي. الهلاميات المائية الصناعية أو الصناعية القائمة على البترول المتوفرة في

السوق وهي مصنفة بشكل أساسي إلى ثلاثة أنواع بناءً على تركيبها الكيميائي وتكوينها على النحو التالي:

1- مركب كيميائي مطعم النشاء بولي أكريلونيتريل (بوليميرات النشاء).
2- مركبات كيميائية مشتركة لحمض كحول – أكريليك الفينيل (كحول البولي فينيل).
3- مركبات كيميائية مشتركة أكريلاميد –أكريليت الصوديوم (البولي أكريلاميد المتشابك).
(Poddar and al, 2022)[37]



وثيقة 05: تصنيف النانوهيدروجيل[19] ***(Bashir and al. 2020)***

جدول02: أمثلة عن النانوهيدروجيل مصنفة على عدة معايير [27] ***(T.P.Gancheva, 2018)***

Classification	Contenu	Exemples
Source	Naturelle	Chitosane, Alginate, Gélatine, Collagène
	Synthétique	Poly(hydroxyéthylméthacrylate) (PHEMA), Poly(alcool vinylique) (PVA), Polyéthylène glycol (PEG)
Type de liaisons	Chimique	Poly(N−isopropylacrylamide) (PNIPAam), Poly(acide acrylique) (PAA), Poly(alcool vinylique) (PVA)
	Physique: −Fortes −Faibles	Gélatine, Copolymères à blocs d'élastomères Xanthane, Gomme arabique
Composant	Homopolymère	Agarose, Poly(acide acrylique) (PAA), Acide hyaluronique
	Copolymère	Alginate, Dextrane
Charge du réseau à pH neutre	Cationique	Chitosane, Polylysine
	Anionique	Poly(acide acrylique), Acide hyaluronique, Carraghénane
	Neutre	Poly(hydroxyéthylméthacrylate) (PHEMA), Dextrane, Agarose

4.3. طريقة عمل النانوهيدروجيل:

تعمل الهلاميات المائية على تقليل وتيرة الري وتوقف التعرية وجريان المياه .

تزيد من تهوية التربة والنشاط الميكروبي وتعمل أيضا كنظام إطلاق بطيء من خلال تفضيل امتصاص بعض العناصر الغذائية والاحتفاظ بها بإحكام وتأخير انحلالها.*(Abd El-Rahim and al ,2004)*[10]

- المجموعات المحبة للماء من سلسلة البوليمر مسؤولة عن امتصاص الماء في النانوهيدروجيل.
- العديد من الهلاميات المائية عبارة عن بوليمرات من الأحماض الكربوكسيلية (أي الأكريلاميد وحمض الأكريليك ، والأكريلات ، وحمض الكربوكسيل ، وما إلى ذلك) . تلتصق مجموعات الحمض بالسلسلة الرئيسية للبوليمر.
- عندما توضع هذه البوليمرات في الماء، تتفاعل ذرات الهيدروجين وتخرج في صورة أيونات موجبة. وهذا يترك أيونات سالبة على طول سلسلة البوليمر. عندما تكون سلاسل البوليمر في محلول فإنها تميل إلى الالتفاف ومع ذلك ، فإن الهيدروجيل يحتوي الآن على الكثير من الشحنات السالبة ، هذه الشحنات السالبة تقوم بأمرين:

- تتنافر مما يجبر سلسلة البوليمر على الاسترخاء والانفتاح.
- تجذب جزيئات الماء مما وتربطها برابطة الهيدروجين مما يجعل محلول النانوهيدروجيل أكثر سمكًا وأكثر لزوجة (لزج). *(Vicky, 2007)*[42]

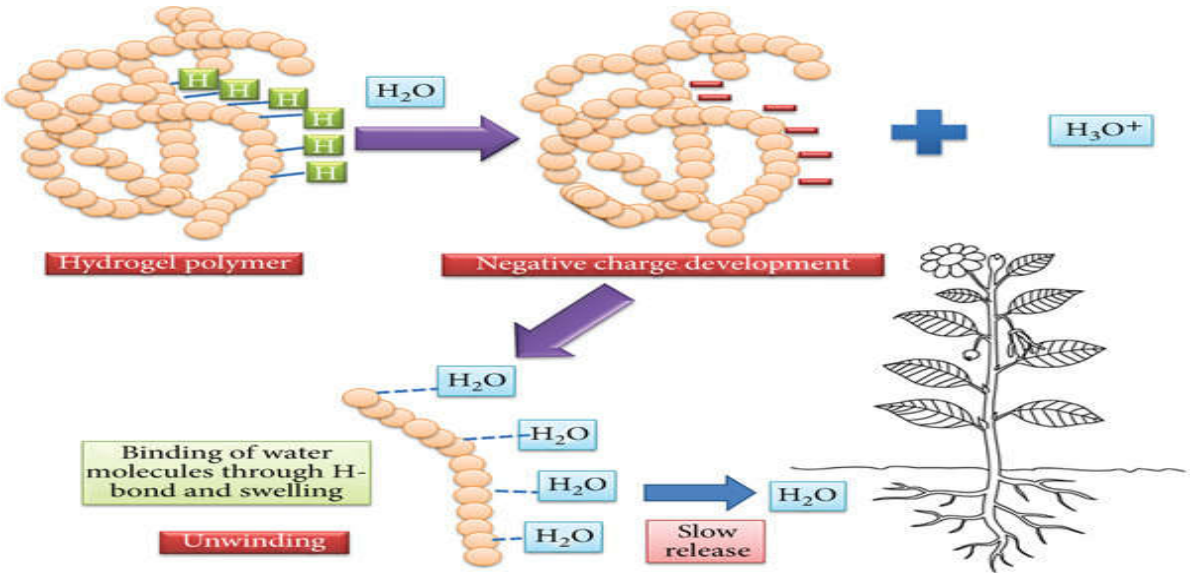
يمكن أن تمتص الهلاميات المائية من 400-1500 مرات وزنها الجاف من الماء في هذه العملية ويعمل كخزان مياه مصغر. عندما تبدأ المنطقة المحيطة بمنطقة الجذر في الجفاف ، يوزع النانوهيدروجيل تدريجيًا ما يصل إلى 95٪ من المياه المخزنة ليمتصها النبات.

تحت التعرض لظروف إعادة الترطيب ، تبدأ معالجة الجفاف وتستمر عملية تخزين المياه.

هذا البوليمر لديه القدرة على زيادة احتباس الماء في التربة مما يسهل زيادة امتصاص المياه وكفاءة استخدام المياه مما يساعد في تقليل الإجهاد المائي للنباتات وزيادة نمو المحاصيل والمحصول.

تخضع هذه لانتقال الحجم استجابةً للمحفزات الفيزيائية والكيميائية اعتمادًا على الظروف البيئية السائدة.

الهلاميات المائية قابلة للتحلل الحيوي وتتحلل في التربة بعد العمل لمدة 2–5 سنوات وبالتالي لا تغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة. [37] ***(Brestic and al, 2022)***



وثيقة06: طريقة عمل النانوهيدروجيل [37] ***(Patra and al, 2022)***

5.3. مجالات تطبيق النانوهيدروجيل في الزراعة:

مع ظهور الهلاميات المائية و الكشف عن مميزاتها وقدراتها العالية على الاحتفاظ بالماء فقد تم استخدامها في العديد من المجالات.

وذلك راجع إلى هياكلها المحددة وتوافقها مع ظروف الاستخدام المختلفة فمرونتها تجعل من الممكن استخدامها في ظروف مختلفة تتراوح من الصناعية إلى البيولوجية والتوافق الحيوي للمواد المستخدمة في إنتاجها وكذلك سلوكها الكيميائي في البيئات البيولوجية ، والتي يمكن أن تكون غير سامة ، يمتد تطبيقاتها إلى العلوم الطبية والزراعية ***(Bahram and al 2016)***[16] .نذكر منها:

1-يمكن استخدام البوليمرات فائقة الامتصاص في الزراعة كمواد احتفاظ على شكل إضافات (المساعدة في الإنبات وإنشاء الشتلات).

2-طلاء البذور وتغميسها ولتثبيت منظم نمو النبات أو عوامل الحماية من أجل الإطلاق المتحكم فيه.

3-معالجة التربة الرملية الملوثة بالمعادن الثقيلة وتحسين نمو النبات عن طريق تقليل قابلية ذوبان المعادن وتقليل تراكيزها في البراعم. ***(Hegazy and al, 2004)***[10]

يمكن استخدام هذه المواد الهلامية كخزان مياه يساعد المحاصيل والتربة على استخدام المياه بكفاءة أكبر. وقد صممت هذه بطريقة تحل المشاكل مثل التعرية والري وجريان المياه. في بعض الحالات، يمكن أن يزيد من تهوية التربة ، والنفاذية ، وملمس التربة وبنيتها ، وتسرب المياه. كما أنه يزيد من النشاط الجرثومي للتربة. ***(Abobatta. 2018)***[11]

6.3. معدل تطبيق النانوهيدروجيل في التربة: في الجدول الموضح في الأسفل تم تقديم كميات هيدروجيل اللازمة والتي تحتاجها كل نوعية تربة من رملية وطينية وجافة ...الخ، لكي تحتفظ بالماء وبالتالي التقليل من كميات الري المطلوب.

ولكن لا يمكن تحديد الكمية النهائية إلا بعد اختبار تربة معينة ليتم تكييفها. ***(Bairwa and al.2020)***[17]

نوع التربة	كمية النانوهيدروجيل اللازمة(g)
المناطق الجافة وشبه الجافة	4–6 جم / كجم تربة
لجميع مستويات معالجة الإجهاد المائي وتحسين وقت الري	2.25 – 3 جم / كجم تربة
لإبطاء نقطة الذبول الدائم في التربة الرملية	0.2 – 0.4 جم / كجم أو 0.8٪ من التربة أيهما أكثر
لخفض متطلبات مياه الري بنسبة 50٪ في التربة الطميية	2 – 4 جم / حفرة نبات
لتعزيز المحتوى المائي النسبي وكفاءة استخدام مياه الأوراق	0.5 – 2.0 جم / وعاء
لتقليل إجهاد الجفاف	0.2 – 0.4 ٪ من التربة
لمنع إجهاد الجفاف تماما	225 –300 كجم / هكتار من المساحة المزروعة
لتقليل الإجهاد المائي	3% بالوزن

جدول03: معدل تطبيق النانوهيدروجيل في التربة ***(Swagat and Sarvjeet, 2020)***[39]

– وتستعمل كمية : من 1 إلى 2 كجم لمحاصيل البستنة وكمية 2.5 إلى 5 كجم للمحاصيل الحقلية .

7.3. ميزات وخصائص النانوهيدروجيل:

1-تمتص الهلاميات المائية من 400 إلى 1500 مرة من الماء من وزنها الجاف.

2-يعمل النانوهيدروجيل لمدة 5 سنوات عند توفر الظروف الملائمة فيعزز معدل إنبات البذور ومعدل ظهور الشتلات.

3-إضافة النانوهيدروجيل إلى التربة يساعد في تحسين نمو الجذر وكثافته و بالتالي يقضي على الإجهاد المائي.[39] ***(Swagat , Sarvjeet. 2020)***

4-يقلل التعرية ويمتص العناصر الغذائية لإطلاقها تدريجياً مما يساعد على تحسين الحالة المادية للتربة مثل: المسامية ، الكثافة، النفاذية.

5-يحتفظ بالمياه في التربة الجوفية ، ويقلل من تكرار الري المطلوب. ***(Narjary and al 2013)***[36]

6-يمتلك النانوهيدروجيل قابلية عالية للتحلل البيولوجي دون تكوين أنواع سامة بعد التحلل فهو يعمل بشكل مثالي حتى في درجات الحرارة العالية وبالتالي فهي مناسبة للظروف القاحلة وشبه القاحلة. ***(Kadam and al. 2020)***[17]

7-تساعد الهلاميات المائية على تقليل الإجهاد المائي للنبات مما يؤدي إلى زيادة في النمو والأداء.[36] ***(Aggarwal and al. 2013)***

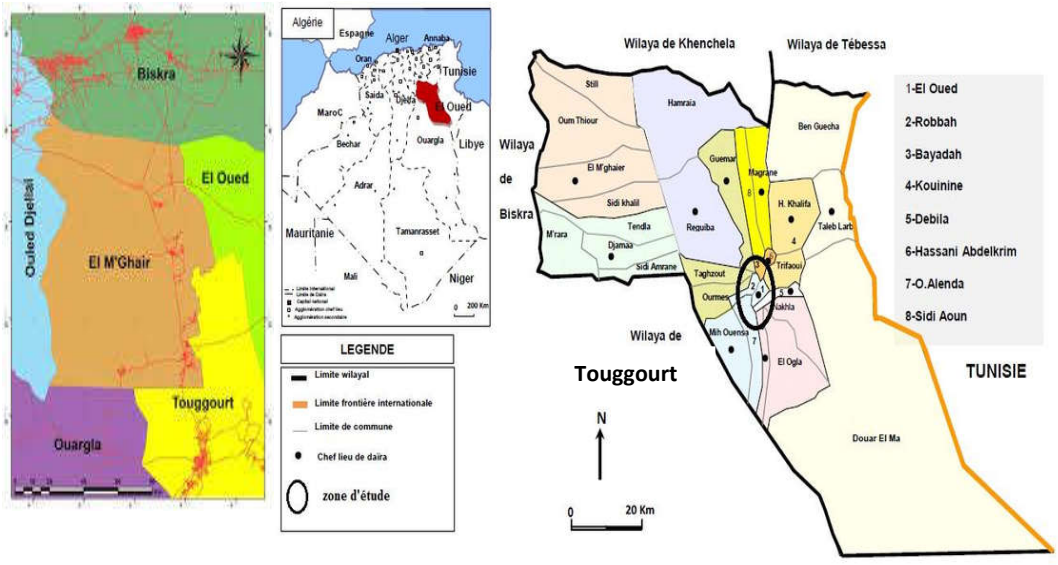
الجزء التطبيقي

4. تقديم منطقة البحث:

1.4. الموقع الجغرافي للمنطقة:

تقع ولاية الوادي في الجنوب الشرقي الجزائري، بين خطي طول (°8-°6) وخطي عرض (°34-°32) شمال خط الاستواء، ***(خيواني، 2019)***[5] ولاية منذ عام 1984، تغطي مساحة إجمالية قدرها 37652 كم مربع ، ويبلغ عدد سكانها 700905 نسمة، تبعد بحوالي 650 كم جنوب شرق الجزائر العاصمة ، تحدها:

- ولايات بسكرة وخنشلة وتبسة شمالا.
- الجمهورية التونسية شرقا.
- ولايات المغير و تقرت غربا.
- ولاية ورقلة جنوبا. ***(Zine and al .2022)***[46]



Wilaya d'Ouargla

وثيقة07: الحدود الإدارية لولاية الوادي*(Zine and al, 2022)*[46]

2.4. السياق البيئي لمنطقة البحث

1.2.4. الطبيعة الجغرافية:

منطقة واد سوف و تسمى أيضا منطقة الصحراء السفلى بسبب الارتفاع المنخفض، تقع في الجنوب الشرقي من البلاد، أعلى نقطة توجد في التل الذي يبلغ ارتفاعه 125 مترا في بلدية البياضة (صوالح) ، في حين أن أدنى نقطة تقع عند 29 مترا في بلدية الرقيبة (فوليا). ***(Abaidie and Touati. 2018)[8]***

يبلغ متوسط ارتفاع المنطقة 80 مترا مما يدل على انخفاض كبير من الجنوب إلى الشمال ليكون 25 مترا تحت مستوى سطح البحر في منطقة الشط التي تحتل قاع الحوض الهائل للصحراء السفلى. ***(Mammeri and Laib. 2019)[33]***

2.2.4. التربة :

هي الطبقة السطحية التي يثبت فيها النبات جذوره ويمتص منها الغذاء والماء وهي عبارة عن طبقة من المفتتات الصغيرة التي تغيرت خصائصها نتيجة تحلل بقايا الكائنات الحية،

تربة منطقة سوف هي تربة رملية نموذجية للمناطق الصحراوية ، وهي تربة فقيرة في المواد العضوية وتتميز بنفاذية عالية جدا ودرجة حموضة قلوية وتهوية جيدة. ***(Hanancha and Sayad, 2018)[29]***

تربة وادي سوف تربة رملية حصياتها كبيرة ومساماتها واسعة مما يجعلها نفوذة جداً للماء ويوجد بها بعض المسطحات الكلسية والحجرية في بعض المناطق ***(قعري وآخرون، 2021)[6]***، أجريت دراسة جيوفيزيائية لأرض واد سوف فأتاحت النتائج وصف لأربع طبقات من التربة كانت كالتالي:

- تضاريس سطحية ذات سماكة متغيرة تتراوح من 30 إلى 50 مترًا تتوافق مع الكثبان الرملية.
- أرض ذات سماكة متغيرة تتراوح من 50 إلى 80 مترًا تقابل الرمال الطينية والطين الرملي .

- الطبقة الثالثة غير موجودة في جميع أنحاء المنطقة ، سمكها أكبر ويتراوح ما بين 5 إلى 90 مترًا تتوافق مع الطين الرملي .
- الطبقة الرابعة تتوافق مع الطبقة السفلية الطينية. ***(Meissa, 2016)[34]***

3.2.4. المناخ:

يتميز المناخ بجفاف شديد. الجفاف والحرارة من خصائصه الأساسية تساهم الرياح ، من خلال التبخر الذي تسببه في زيادة جفافها.

غالبًا ما يحدث اهتياج الهواء محليًا ، بسبب تباين درجات الحرارة. أشهر الصيف شديدة الحرارة ، وتصل إلى49°c في الظل وأكثر من 50°c في أيام رياح الخماسين (الفلفل الحار). تقترب الطبقة السطحية من الرمال من 60 درجة ، ولكن تنخفض درجة الحرارة بحوالي عشرين درجة في الليل . ***(Boulifa, 2012)[21]***

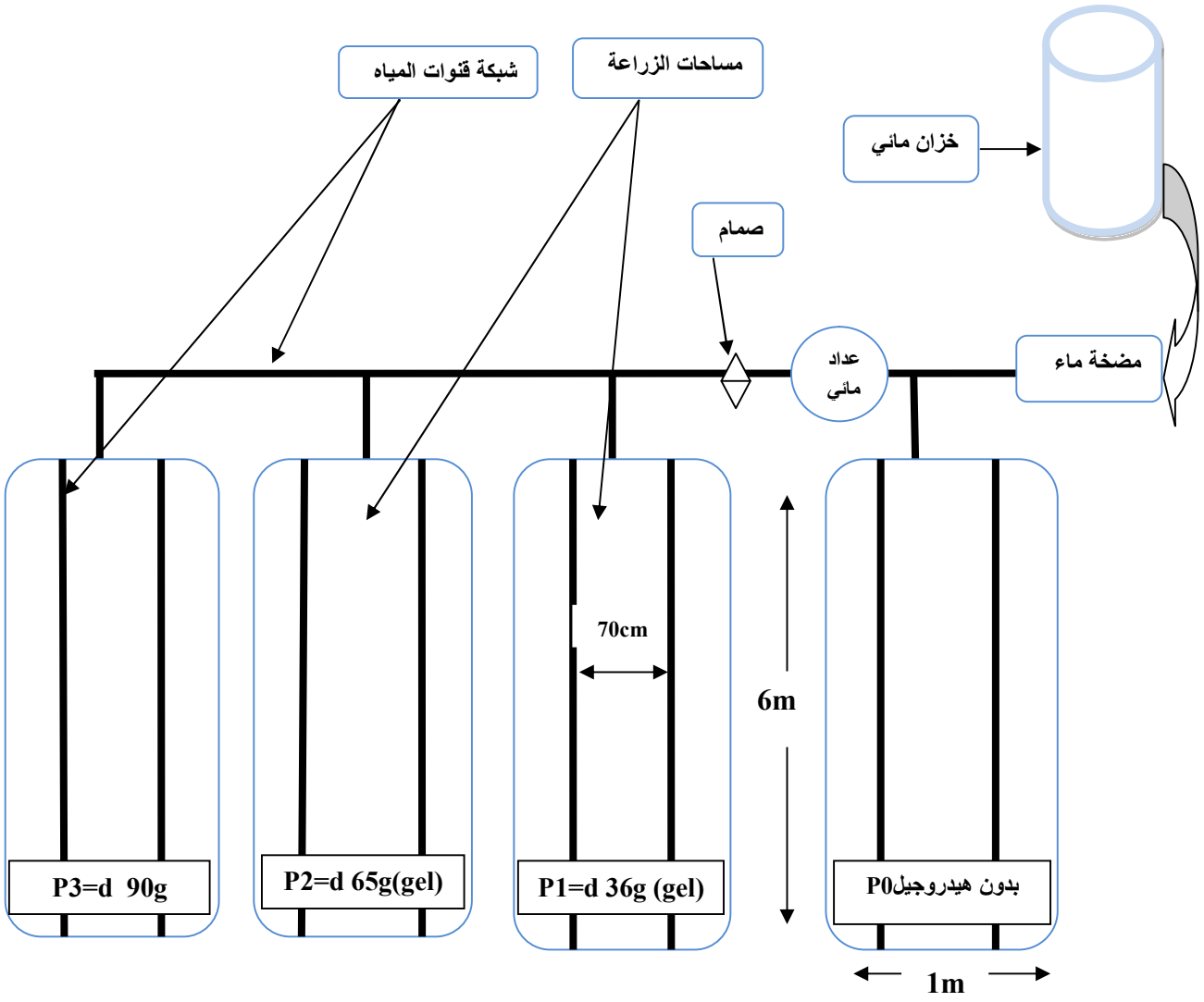
5. المنهج المتبع:

أذنت لنا دراسة استخدام نانو هيدروجيل في التربة الرملية بوادي سوف التي تتميز بنفاذية عالية لتتبع تأثيره على نبات الكوسة المزروعة. طبقت هذه التجربة في أربعة أحواض زراعية منها التي تحتوي على النانوهيدروجيل ومنها الخالية منه.

أجريت الدراسة بهدف التوصل إلى حل لتحسين التربة والتقليل من نفاذيتها وفقا للبروتوكول التالي :

- البروتوكول التجريبي.
- الأدوات.
- المادة الخضرية.
- المتطلبات المناخية و المائية والأرضية.
- تقنية زراعة الكوسة.

1.5. البروتوكول التجريبي:



وثيقة 08: شكل يوضح البروتوكول التجريبي *(Chihani. Haddana .S, 2023)*

2.5. الأدوات:

صورة 04: الأدوات اللازمة لحراثة الأرض(*Chihani. Haddana .S, 2023*)

صورة 05: عداد مائي *(Chihani, Haddana .S, 2023)*

صورة 06: خزان مائي *(Chihani, Haddana .S, 2023)*

صورة 07: مقياس رطوبة *(Chihani, Haddana .S,2023)*

صورة 08: مضخة ماء *(Chihani, Haddana .S,2023)*

صورة 09: شبكة قنوات المياه الرئيسة و شبكة التقطير *(Chihani, Haddana .S, 2023)*

6.المادة الخضرية:

1.6.الكوسة:

هي خضروات سنوية (تنمو لموسم واحد) ، وهي خضروات الموسم الدافئ ، وهي واحدة من عدة أنواع من القرع الصيفي *(Cucurbita pepo)* التي تنتمي إلى عائلة Cucurbitacée. عادة ما تكون معظم أنواع الكوسة أسطوانية وخضراء ، ولكن تختلف الأنواع من الأخضر الفاتح إلى الأخضر الداكن ، بما في ذلك الأصفر. على الرغم من أن العديد من أنواع القرع واليقطين والخيار و وأنواع القرعيات الأخرى تطعم على الكروم ، إلا أن نباتات الكوسة هي شجيرات لا تطعم على الكروم. ***(Tuquero .J, Charghalaf .R.G, 2018)***[41]

1.1.6.تصنيف الكوسة :وفق(RODRIGUEZ, 2006)

Règne	**Plantae**
Embranchement	**Magnoliophyta**
Classe	**Magnoliopsida**
Sous-classe	**Dilleniidae**
Ordre	**Cucurbitales**
Famille	**Cucurbitacées**
Sous-famille	**Cucurbitoideae**
Genre	**Cucurbita**
Espèce	***Cucurbita pepo***

جدول 04: تصنيف الكوسة[18] ***(Bakhaled,2021)***

2.6. تقنية زراعة الكوسة:

تزرع الكوسة عن طريق الشتلات حيث تُزرع الشتلات في المشتل ثم تُنقل إلى الحقل، أو عن طريق البذور.

3.6.المتطلبات المناخية:

1.3.6.الماء: تحتاج الكوسة إلى رطوبة معتدلة من 65–70 % من السعة الحقلية خاصة في المراحل الأولى لنمو النبات حتى بداية العقد و تكوين الثمار.

2.3.6.الحرارة: تتحمل الكوسة انخفاض درجة الحرارة أكثر من بقية محاصيل العائلة القرعية والتي تتميز باحتياجاتها إلى درجات حرارة مرتفعة نسبيا. وتبلغ درجة الحرارة المثلى للنمو الخضري والثمري ما بين 16–25°c وارتفاع درجة الحرارة أكثر من 32°c تسبب ضررا للنباتات.

3.3.6.الضوء: تحتاج الكوسة إلى شدة إضاءة معتدلة في بداية حياتها، ثم بعد ذلك يحتاج إلى إضاءة شديدة خاصة في مرحلة بداية العقد وتكوين الثمار.

4.6. المتطلبات الأرضية:

1.4.6.التربة: تنمو الكوسة في أي تربة جيدة الصرف لكن مع ضرورة التسميد العضوي الجيد في الأراضي الخفيفة وأنسب الأراضي لزراعة الكوسة هي الأراضي الطمية وتفضل الأراضي الخفيفة لإنتاج محصول مبكر بينما يكون المحصول أكبر في الأراضي الثقيلة ولن يكون متأخرا.

2.4.6. الـPH: أنسب PH لزراعة الكوسة هو من 5.5 إلى 7.5 بينما PH تربة المنطقة المدروسة حوالي 6.5 إلى 7.

5.6. المتطلبات المائية: تحتاج نباتات قرع الكوسة للري على فترات متقاربة خاصة أثناء فصل الصيف في الأراضي الرملية ويستمر ذلك طوال فترة نموها بما في ذلك مرحلتي الإثمار والحصاد، ويبدأ الري بعد تكوين ورقتين أو ثلاثة، ثم تروى كل 10 أيام حتى الإثمار. وتروى كل أسبوع خلال الصيف، أما في العروات الأخرى يكون الري كل 7–10 أيام حسب درجة الحرارة وطبيعة التربة والصنف المزروع بينها وعند زراعتها في الأراضي الرملية الأخرى تروى كل 5 أيام.

7.تحضير النباتات:

بعد مرور أسبوعان إلى ثلاثة أسابيع من إنبات البذور ، تكون الشتلات جاهزة للزراعة ، حيث اكتمل ثلث نمو الشتلات.

صورة 10: شتلات الكوسة بعد مرور 3 أسابيع *(Chihani, Haddana .S,2023)*

1.7. تحضير مساحة الزراعة:

اختيار مساحات الزراعة:

- سقي مساحة الزراعة

صورة 11: سقي مساحة الزراعة ***(Chihani, Haddana .S, 2023)***

حرث التربة: تم حرث الأرض مرتين ثم تقلّب التربة وتسطّح ويتم تسويتها جيدًا.

صورة 12: حرث التربة ***(Chihani, Haddana .S, 2023)***

تقسيم المساحة إلى أربعة أحواض 6m/1m لكل حوض.

- تثبيت شبكة الأنابيب و الصمام والعداد المائي.

صورة 13 : تثبيت شبكة الأنابيب و الصمام والعداد المائي*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

- تحضير النانوهيدروجيل

صورة 14: تحضير النانوهيدروجيل*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

خلط حبيبات النانوهيدروجيل مع 8.8 لتر ماء للحصول على الهلام المائي، حسب الجدول التالي:

الحوض	كمية النانوهيدروجيل(g)
P0	00
P1	36
P2	65
P3	90

جدول05: كميات النانوهيدروجيل لأحواض الكوسة

صورة 15: تحضير كميات النانوهيدروجيل*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

2.7. مراحل غرس الشتلات :

صورة 16: حفرة بعمق 20 سم (Chihani, Haddana .S, 2023)

صورة 17: وضع النانوهيدروجيل*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

صورة 18: وضع طبقة خفيفة من التربة فوق النانوهيدروجيل*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

صورة19: سماد عضوي ***(Chihani, Haddana .S, 2023)***

تم التسميد بسماد عضوي وبكميات قليلة لكي لا يؤثر بصورة كبيرة على إنتاج النبات

يتكون السماد العضوي من :

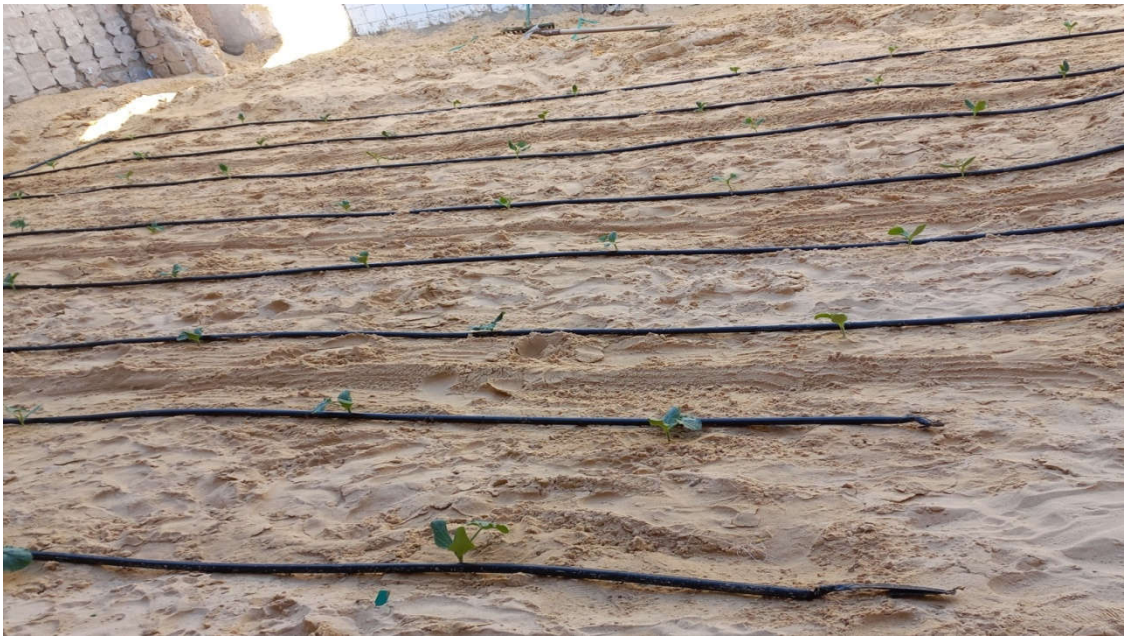
- مادة عضوية: 65-70%
- الرطوبة: 10,05%
- الـ PH : 6.35
- النيتروجين: 4,1 %

العناصر الصغرى :

- الحديد: 740 ppm
- الزنك: 235 ppm
- الكثافة: 0,55 كجم / لتر
- المنجنير: 245 ppm
- النحاس: 29 ppm

صورة 20:غرس شتلة الكوسة*(Chihani, Haddana .S, 2023)*

- غرس الشتلات في كل حوض ذو مساحة 6m/1m .
- المسافة بين الشتلات 70 cm.
- عمق الحفرة 20 cm ، نضع في كل حفرة من الحوض 36 g= P1 نانو هيدروجيل ثم نضع طبقة خفيفة من التربة ثم يتم وضع شتلة الكوسة .
- نفس الشيء بالنسبة للحوض P2 = 65g ، P3=90g من الهيدروجيل.



صورة21: غرس جميع الشتلات *(Chihani, Haddana .S, 2023)*

السقي:

- P0 : حيث كمية الهيدروجيل = 0g السقي 2سا/ اليوم.
- P1 ، P2 و P3: حيث كمية الهيدروجيل = 36، 65, 90g على الترتيب ، السقي 1سا/ اليوم .

النتائج:

هبوب رياح متوسطة على مدى أسبوع كامل بداية من 20 أفريل2023 إلى غاية 27 أفريل 2023 لتتغير قوة الرياح إلى رياح قوية من تاريخ 30 أفريل 2023 إلى غاية 11 ماي 2023، مما أدى إلى انجراف التربة بسبب تآكل الرياح وبالتالي انغمر محصول الكوسة بالتربة.

بالأخذ بعين الاعتبار ما حصل بسبب الرياح نتطرق إلى الاستعانة بدراسات أخرى سابقة لكي نتجاوز صعوبات المناخ التي خلفتها.

صورة 22: تدخل عامل الرياح و دفن المحصول (Chihani, Haddana .S, 2023)

النتـــــائج

8. النتائج

من دراسات سابقة :

1.8. تأثير النانوهيدروجيل على البطاطا:

تمت دراسة تأثير النانوهيدروجيل على نبتة البطاطا في وادي سوف على التربة الصحراوية من طرف **(Atallah and Miloud.2019)**[15] حيث طبقت الدراسة على أربعة أحواض زراعية 7m/2m تحتوي على كميات مختلفة من الهلاميات المائية، حيث:

الحوض	كمية النانوهيدروجيل(g)
P0	0g
P1	65g
P2	130g
P3	195g

جدول06 : كميات النانوهيدروجيل المستعملة في أحواض البطاطا

من خلال النتائج التي تحصل عليها **(Miloud and Atallah, 2019)**[15] تبين أن المعالجة P=2 سجلت أعلى كمية إنتاج من درنات البطاطا بقيمة 6.79 kg ، و وجد أيضا أن كميات مياه الري تنخفض بمضاعفة كمية النانوهيدروجيل. حيث كان أقل استهلاك للمياه في الحوض $P3=334m^3$.

2.8.تأثير الفحم الحيوي على التربة وإنتاج البطاطا:

ومن خلال دراسة أخرى قام بها **(Mollick and al.2020)**[35] حول تأثير الفحم الحيوي على التربة و إنتاج البطاطا.بمساحة لكل معالجة لكل الفحم الحيوي يؤثر على ارتفاع النبات بشكل كبير بسبب تطبيق تراكيز مختلفة من الفحم الحيوي حيث:

الحوض	كمية السماد الموصى بها وكمية الفحم الحيوي
T1	بدون كربون وبدون سماد
T2	سماد
T3	سماد + 2.5 طن من الكربون الحيوي
T4	سماد +5 طن من الكربون الحيوي
T5	سماد + 7.5 طن من الكربون الحيوي
T6	2/1 سماد + 2.5 طن من الكربون الحيوي
T7	2/1 سماد + 5 طن من الكربون الحيوي
T8	2/1 سماد + 7.5 من الكربون الحيوي
T9	كربون حيوي + 10 طن من السماد

جدول07: كميات السماد والفحم الحيوي في أحواض البطاطا

وفق **(Mollick and al.2020)**[35] وجد أن أقصى ارتفاع للنبات كان بطول 63.23 سم عند الحصاد والذي تم تسجيله عند معاملة T5 . وحسب ، **(Youssef and al, 2017)**[44] وجدوا أن التسميد بالفحم الحيوي يزيد بشكل كبير من عدد درنات البطاطا مع الحصول على أعلى إنتاجية من الدرنات. وأفاد **(Chan and al. 2007)**[22] بأن التسميد بإضافة الفحم الحيوي يعزز من قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه .

3.8. تأثير إضافة السماد المعالج (الكمبوست) على التربة وإنتاج البطاطا:

في دراسة قام بها **(بوكي وحوري، 2019)**[2]، في إطار دراسة تأثير الأسمدة في نمو وإنتاج البطاطا، إذ استخدم الكمبوست بكميات مختلفة في 3 أحواض بمساحة 15.4 م^2 لزراعة البطاطا باستعمال تقنية الري بالتنقيط:

الأحواض	كمية السماد
T1	بدون سماد (شاهد)
T2	5 كلغ/$1m^2$ سماد دواجن
T3	5كلغ/$1m^2$ سماد كمبوست

جدول 08: كميات وأنواع السماد المستعمل في أحواض البطاطا

حيث كانت نتائج التجربة حسب بوكي وحوري (2019) أن T3 سجلت أكثر كمية إنتاج في المعاملات الثلاثة قدرت بـ: 1.140kg، وحسب بوعرت (2021) فإن الكمبوست يحسن قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والمغذيات.

4.8. تأثير النانوهيدروجيل على البصل:

حسب دراسة قام بها **(Mammeri and Laib, 2019)**[33] على تأثير هذه المادة على البصل، حيث طبقت في 3 أحواض زراعية 7m/1.5mتحتوي على كميات مختلفة من النانوهيدروجيل، حيث:

الأحواض	كمية النانوهيدروجيل(g)
P0	0g
P1	65g
P2	130g

جدول09: كمية النانوهيدروجيل في أحواض البصل

من خلال النتائج التي تحصل عليها **(Mammeri and Laib)**[33] تبين أن أكبر كمية إنتاج للبصل كانت في الحوض في P2 ، ووجد أن كميات استهلاك مياه الري تنخفض بمضاعفة كمية النانوهيدروجيل إذ كان أقل استهلاك للمياه في الحوض $P2=104m^3$.

5.8. تأثير النانوهيدروجيل على أشجار برتقال:

- في دراسة أجريت من طرف **(Abdelaziz and al, 2020)**[9] للكشف عن تأثير النانوهيدروجيل على أشجار اليوسفي مع استخدام نظام الري بالتقطير، بإضافة تراكيز

مختلفة من هاته المادة إذ تم الحصول على أطول ساق وأكبر مساحة ورقة عند استخدام أعلى تركيز 750g من النانوهيدروجيل على شجرة اليوسفي .

- تتفق هذه النتائج مع نتائج **(Abobatta and Khalifa 2019)**[12] إذ أن إضافة النانوهيدروجيل على شجرة البرتقال سرة واشنطن زاد بشكل كبير من معايير النمو مقارنة بالشاهد مع زيادة في طول الساق ومساحة الأوراق.

ترجع الزيادة في طول الساق ومساحة الأوراق إلى دور النانوهيدروجيل في الاحتفاظ بالمياه وبالتالي تحسين النمو.

خـاتـمـة

خاتمة

تعتبر ولاية وادي سوف قطب زراعي واعد في المناطق الصحراوية الجزائرية، ومن أجل تطوير الزراعة في المنطقة وتحقيق استدامتها في المستقبل طبقت بعض الدراسات على التربة الزراعية بإضافة الهيدروجيل للتربة ودراسة تأثيره على السقي والكتلة الخضرية والإنتاج، لتكون النتائج المتحصل عليها في ظل الدراسات المذكورة أعلاه كما يلي :

أنه عند إضافة مختلف المحسنات من كمبوست و نانو هيدروجيل وفحم حيوي أن إنتاجية التربة تحسنت وارتفعت بصفة عالية جدا وهذا راجع إلى احتفاظها على الماء والمغذيات.

ومن خلال ما توصلنا إليه من الدراسات السابقة نستنتج أن:

- النانوهيدروجيل يحتفظ بالمياه في التربة أكثر من المحسنات الأخرى.
- النانوهيدروجيل بواسطة قدرته الهائلة في امتصاص المياه بأكثر من 400 مرة من وزنه الجاف، و يزيد من الاحتفاظ بها في التربة الرملية ويعزز القدرة الإنتاجية للنبات.
- كما باستطاعته الاقتصاد في كميات استهلاك مياه السقي بنسبة 50% وبالتالي التقليل من استهلاك الطاقة المبذولة في الري وكذلك التقليل من استهلاك المواد العضوية إلى النصف.

إن استخدام النانوهيدروجيل في المناطق الجافة وشبه الجافة يحسن من خصائص التربة وزيادة نمو المحاصيل المختلفة. كما أنه يوفر جوًا ملائمًا لنمو أفضل للجذور في التربة جيدة التصريف وبالتالي زيادة الغلة، ويقضي على الإجهاد المائي أهم العوامل المؤثرة على الإنتاج الجيد.

وفقًا للتركيبات الكيميائية والفيزيائية للهلاميات المائية ، يمكن استخدامه كمادة ماصة في الحفاظ على البيئة في القطاع الزراعي .

إن النانوهيدروجيل يقضي على الإجهاد المائي بنسبة 100 % كما يعزز من قدرات النبات على إعطاء محصول جيد وكفاءة العالية في النمو.

ينصح بإعادة التجربة و هذا لأهميتها في التقليل من استهلاك المياه و الطاقة و المواد العضوية في الزراعة الصحراوية.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

1- **بوعرة مروة، (2021)**، الأسمدة الزراعية استخداماتها، منافعها وأضرارها، جامعة الإخوة منتوري، قسنطينة، ص:44.

2- **بوكي ياسين، حوري حمزة، (2019)**، المساهمة في دراسة تأثير طرق الري ونوع الأسمدة في نمو وإنتاج البطاطا (Solanum Tuberosum .L) صنف سبونتا بمنطقة وادي سوف، جامعة الشهيد حمه لخضر، الوادي.

3- **عمرة بن عاشور، (2020)**، حوكمة تسيير المياه الصالحة للشرب دراسة حالة ولاية ورقلة، جامعة محمد خيضر ' بسكرة' ص:13.

4- **تلي محمد، (2016)**، تحضير مواد بوليميرية فائقة الامتصاص جديدة وفق تقنيتي اصطناع جديدتين واختبارها في التطبيقات الزراعية، المعهد العالي للعلوم التطبيقية و التكنولوجية، سوريا، ص:07.

5- **خيواني عادل، (2019)**، توزيع ومعالجة أيونات الفليوريد في مياه الشرب للمدن الجزائرية (باتنة، بسكرة، الوادي) جامعة محمد خيضر، بسكرة، ص:41.

6- **عساف هدى، محمد سعيد المصري، (2007)**، مصادر تلوث المياه الجوفية، قسم الوقاية والأمان هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق ص: 04.

7- **قعري فاطمة الزهراء، عوادي رفيدة، عبيد فطوم، (2021)**، جرد النباتات الطبية في شمال منطقة وادي سوف, جامعة الشهيد حمة لخضر، الوادي ، ص :12 .

8- Abaidie .H, Touati .S, (2018), Application du SIG pour déterminer la qualité physico-chimique **des** eaux des forages destinées à l'AEP dans la région du souf, Université Echahid Hamma Lakhdar El-oued, P:13.

9- Abdel-Aziz H.F, Khalifa .S .M, Hamdy .A .E, (2020), Hydrogels as a soil conditioner affecting the growth yield and fruit quality of Murcott mandarin trees under arid and semi arid lands, *Al Azhar Journal of Agricultural*, 45(2).

10- Abd El Rahim H.A, El sayed A. Hegazy, H .L Abd El Mohdy, (2004),Radiation Synthesis of Hydrogels to Enhance Sandy Soils Water Retention and Increase Plant Performance. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 93, p:1360–1371.

11- Abobatta .w, (2018) ,Impact of hydrogel polymer in agricultural sector, *advences in agriculture and environmental science*, 1(2): 59-64.

12- Abobatta .W, Khalifa .S .M, (2019), Influence of hydrogel composites soil conditioner on navel orange growth and productivity, *Journal Of Agricultural and Horticulture Research*, 2(2), pp:1-6.

13- Alnuaimi G.H , (2005), synthesis and solution characterization of water-soluble polyacrylamide and its applications in oil industries, United Arab Emirates University. P:07.

14- Amrani khaled, (2021), Gestion de l'eau d'irrigation dans le bas-Sahara Algérien: cas de la palmeraie d'Ouargla, journée d'étude << eau et agriculture dans le monde arabe >> CAREP, Paris, pp: 02.

15- Atallah.Y, Miloud.O, (2019), Amélioration de rétention d'eau d'un sol agricole saharien par l'addition de l'hydrogel dans la culture de pomme de terre (cas de oued-souf), Université Echahid Hamma Lakhdar, El-oued. P11.

16- Bahram .M, Moghtader .M, Mohseni .N, (2016), Emerging concept in analysis and applications of Hydrogels, chapter:2, An introduction to Hydrogels and some Recent Application*, INTECH*, p:10-38.

17- Bairwa .D.D, Prajapat .B.S, Kadam .S.S, 2020, Hydrogel: The Best Option for Saving Irrigation Water, *Vigyan Varta*, 1(8), pp: 63-66.

18- Bakhaled .S, (2021), Impact de gestion de la culture de courgette sur la diversité des insectes pollinisateurs (cas de Touggourt), Université Echahid Hamma Lakhdar, El-oued, pp: 5.

19- Bashir .S, Hina .M, Iqbal .J, Rajpar .A.H, Mujtaba M.A, Alghamdi N.A, Wageh .S, Ramesh .K, Ramesh .S, (2020), Fundamental Concepts of Hydrogels: Synthesis, Properties, and Their Applications**,** *Polymers*,12(11),pp: 02-60.

20- Benattou .H, Ziadi .K, synthèse et caractérisation de poly (AMA-co-AMPS) Hydrogels nanocomposites/Maghnite. Université Oran 1 Ahmed Ben Bella, Oran, P:45.

21- Boulifa .K, (2012), Synthèse hydrologique sur la région d'El-oued Sahara Nord Oriental-Est Algérien, Université Constantine 1, pp: 10.

22- Chan .K .Y, Zwieten .L .V , Meszaros . Downie .A, (2007), Agronomic values of green waste Biochar as a soil Amendment, *Australian journal of soil research*, 45(8), pp:629-634.

23- Chemsa .y (2019), contribution à l'étude de évolution d'un sol sableux améliorer avec bio-charbon d'origine végétal dans la région de l'oued, université Echahid Hamma Lakhdar , el-oued p:02, 09.

24- Daoudi .A, Caroline .L, (2016), De l'agriculture Oasienne à l'agriculture Saharienne dans la région des Ziban en Algérie Acteurs du dynamisme et facteurs d'incertitude*, New Medit*, (2), pp:45-52.

25- Decrouy .A, (2023), Pourcentage et répartition de l'eau sur terre, *Projet Ecolo*.

26- Dudley .N, Alexander .S, (2017), Regardes et perspectives sur les terres du monde, chapitre08 ressources en eau pp: 164.

27- Gancheva T.P, (2018), Synthèse et caractérisation d'hydrogels macroporeux contenant des nanoparticules pour des procédés catalitiques hétérogènes en écoulement continu, Thèse de doctorat, école polytechnique, Montréal. p10.

28- Guergueb. M, Ferhat.A,(2021), La Gestion Des Eaux en Algérie: Vers un Nouveau Paradigme*, Journal of Advenced Economic Research* :06(01), pp:304-315.

29- Hanancha .M, Sayad .H, (2018), contribution à l'étude de la composition floristique de la vallée du Souf (Sahara Septentrional Algérien), Université Echahid Hamma Lakhdar, El-oued, pp: 10.

30- Hoffman .A .S, (2012), Hydrogels for biomedical applications, Advanced *Drug Delivery Reviews*, 64 (2012) p:18–23.

31- kalhapure. A, Kumar. R, V.P.Singh, D.S. Pandey, (2016), Hydrogels: a boon for increasing agricultural productivity in water-stressed environment, *Current Science* Association, 111(11), PP:1773- 1779.

32- Lassoued H, (2005), Synthèse et étude d'hydrogels à utilisation pharmaceutique, Université Kasdi Merbah, Ouargla, pp: 07.

33- Mammeri Khaoula, Laib Mohammed, (2019), Amélioration du Sol Agraire Saharien par l'Addition d'Hydrogel dans la Culture des oignons – Cas Oued Souf, Université Echahid Hamma Lakhdar El-oued, p03. 12.13.

34- Meissa .B, (2016), L'Eau et l'éspace agriculture dans Oued Souf: cas de l'ancienne palmeraie, Université Kasdi Merbah, Ouargla, p:19.

35- Mollick .M .O .A, Sumon .M .M, Alam .I, (2020), Effect of biochar on yield and quality of potato, International *Journal of bio-resource and stress management*, 11(5), pp:445-450.

36- Narjary .B, Aggarwal .P, kumar.S and Meena .M.D, (2013), Significance of hydrogel and its application in agriculture, *Indian Farming*, 62(10), pp15-17.

37- Patra S. K, Ratneswar Poddar, Marian Brestic ,Pravat Utpal Acharjee, Parijat Bhattacharya, Sudip Sengupta, Payel Pal, Nyape Bam, Barun Biswas, Viliam Barek, Peter Ondrisik, Milan Skalicky ,and Akbar Hossain , (2022), Prospects of Hydrogels in Agriculture for Enhancing Crop and Water Productivity under Water Deficit Condition , International Journal of Polymer Science, 2022(2), pp1-15.

38- Schacht .E.H , (2004), Polymer chemistry and hydrogel systems, *Journal of Physics: Conference Series* 3(2004), 22-28.

39- Swagat shubhadarshi and sarvjeet kukreja, (2020), hydrogel promising alternative for water and nutrient management*, International Journal of Conservation Science*, 8(6), pp 354-358.

40- Thakur Sourbh, Vijay Kumar Thakur and Omotayo Ademola Arotiba, (2018), History, Classification, Properties and Application of Hydrogels: An Overview, *Springer Nature Singapore Pte Ltd*, pp:29-50.

41- Tuquero .J, Chargalaf .R.G, (2018), Growing Zucchini varieties on Guam Cucurbita pepo, University of Guam, p:1.

42- Vicky .W, (2007), Hydrogels water-absorbing polymers, *Catalyst*, 18(1), pp: 18-20.

43- Vundavalli .R, Vundavalli .S, Nakka .M, Srinivasa Rao .D, (2015), Biodegradable Nano-hydrogels in Agriculture Farming, Alternative source for water Resources, *Procedia Materials science*, 10(2015), pp: 548-554.

44- Youssef M .E .A, Al-Easily .I .A .S, Nawar .D .A .S, (2017), Impact of biochar Addition on productivity and tubers quality of some potato cultivars Under Sandy Soil conditions, *Egyptian Journal of Horticulture*, 44(2), pp:199-217.

45- Zenkhri .A; Kebaili .M, Nechnech .A, Gherairi .Y, (2011), Les ressources en eau en zones arides et leur influence sur le gonflement du sol (cas de la région d'In-Aménas en Algérie), *Research Gate* pp: 498-504.

46- Zine .H, D'jeouadi .N, Messai Ahmed .Y, (2022), détermination de la qualité des eaux souterraines de la vallée d'el-oued (SE-Algérien) utilisation de l'indice de qualité des eaux souterraines (GWQI), Université Echahid Hamma Lakhdar, El-oued, pp:28, 9.