الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الكيمياء

أطروحة لنيل شهادة دكتوراه L.M.D

التخصص: كيمياء

قدمت للمناقشة من طرف: محمد ميلودي

العنوان:

التقليل من نفاذية التربة الرملية بإضافات تحسينية (Hydrogel)

- منطقة ورقلة -

نوقشت علنا بتاريخ: 2024 /07/04

أمام لجنة المناقشة المكونة من الأساتذة:

مسعودة دقموش	أستاذ تعليم عالي	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	رئيسا
محمد الأخضر بالفار	أستاذ تعليم عالي	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	مناقشا
محمد عبد القادر بلعالم	أستاذ تعليم عالي	جامعة تمنراست	مناقشا
ابراهيم العابد	أستاذ تعليم عالي	المدرسة العليا للأساتذة – ورقلة	مناقشا
محمد الصغير نيلي	أستاذ تعليم عالي	جامعة الشهيد حمه لخضر– الوادي	مشرف ومقرر
علي ذوادي	أستاذ تعليم عالي	جامعة قاصدي مرباح – ورقلة	مساعد مشرف

السنة الجامعية:2024/2023

إهـــــــداء

أهدي إنجازي لهذا العمل الى أبويا الكريمين، ولجميع إخوتي وأحبابي وزوجتي وأولادي؛ أبو بكر وعمر الفاروق وعثمان وعلى وفاطمة وصفاء وإيمان، حفظهم الله

كما أهديه إلى إخوتي وأخواتي الذين يشكلون مصدر فخري واعتزازي، ولكل أبنائهم

وأيضاً إلى الإخوة الذين جمعني بهم ميدان العمل، وإلى كل أصدقائي الأعزاء

وإلى كل من علمني شيئًا ونصحني، وإلى جميع أساتذة جامعة قاصدي مرباح ورقلة، وبالخصوص أساتذة قسم الكيمياء حفظهم الله جميعا.

شكر وتقدير

اللهم لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا. رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنعمتَ عَلَيَّ وعلى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تراضاه وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ.

أتقدم بأعمق عبارات التقدير والشكر والامتنان إلى الأخ والأب والمعلم الأستاذ الدكتور نيلي محمد الصغير؛ أستاذ تعليم عالي جامعة حمه لخضر الوادي على قبوله الإشراف على هذه الأطروحة وعلى كرمه وصبره. وأيضًا أشكر الأستاذ ذوادي علي؛ أستاذ تعليم عالي بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، المشرف المساعد والمعلم النبيل، على كل الدعم الذي قدماه لي وعلى التوجيهات والنصائح والمساعدات خلال مراحل إنجاز هذه الأطروحة.

كما يُسعدني أن أعبر عن جزيل الشكر والتقدير إلى الأستاذة الدكتورة دقموش مسعودة؛ أستاذة تعليم عالي بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، على عملها معنا وقبولها التعاون في الإشراف على مذكرات ماستر أهدافها هي أجزاء من أهداف هذا العمل في هذه الاطروحة وعلى كل الدعم والتشجيع والمساندة بارك الله فيها وجزاها الله عنا كل خير.

كما يسعدني أيضًا أن أشكر الأستاذة الدكتورة سمارة ونيسة؛ أستاذة تعليم عالي بجامعة قاصدي مرباح ورقلة، على عملها معنا وقبولها الاشراف هي كذلك؛ على مذكرات أهدافها هي أجزاء من أهداف هذه الأطروحة.

والشكر موصول لفريق مخبر تثمين وترقية الموارد الصحراوية (**VPRS**) ورئيسه الدكتور محمد الأخضر بالفار.

وأشكر الأساتذة الكرام المشاركين في لجنة المناقشة على قبولهم تدقيق وإثراء هذا الموضوع: الأستاذة دقموش مسعودة من جامعة ورقلة كرئيس للجنة، الأستاذ محمد الأخضر بالفار من جامعة ورقلة مناقشا، الأستاذ محمد عبد القادر بلعالم من جامعة تمنغست مناقشا، الأستاذ العابد إبراهيم من المدرسة العليا للأساتذة مناقشا، الأستاذ نيلي محمد الصغير من جامعة حمه لخضر بالوادي مشرفا والأستاذ ذوادي علي من جامعة ورقلة مساعدا للمشرف.

أحب أن أعبر عن امتناني العميق وشكري الجزيل للأستاذ؛ بن هدية محمد الأمين؛ مدير بحث في المركز العلمي والتقني للمناطق الجافة بتقرت (**CRSTRA**)، ومن خلاله كل إطارات المركز على تقديرهم ودعمهم، وفتح أبوابهم ووسائل مخابرهم لنا وجميع الباحثين هنالك الداعمة لهذا المشروع.

الشكر لمديرة مزرعة البرهنة وانتاج البذور (**ITDAS**) حاسي بن عبد الله التابعة للمعهد التقني لتنمية الزراعة الصحراوية على تخصيصها لنا مكانا لإجراء التجارب، وكذا الاخوان الباحثان عمر الفاروق وجمال على مشاركتهما في تتبع مراحل الانبات والسقي وغيرها من مراحل البحث حفظهم الله جميعا.

ولا أنسى كذلك من رحب بنا في مستثمرته النموذجية بفران؛ السيد زرقون نور الدين؛ الذي سهل لنا عديد التجارب واستفدنا من الدكاترة والباحثين القائمين على مزارعه من برامج التسميد وتتبع أمراض النباتات وغيرها....

وأود أيضا أن أتقدم بخالص الشكر والامتنان للأساتذة الكرام: جمال بشكي عميد الكلية و محمد العيد حجاج مدير مخبر(VPRS) سابقا والاساتذة الكرام لويزة زنخري سمير كاتب، قيس باوية، سالم عطية، ، حياة زروقي، لزهر بشكي، هادف الدراجي ومصطفى سعيدات، وأيضًا لرفقاء الدراسة عبد الكريم بن عرابي، عبد النور غرياني ومحمد العيد حجاج على دعمهم وتشجيعهم لي في إتمام هذا العمل.

ولا نمل ولا نكل من الذكر والترحم على الأستاذ لخضر صخري الذي كان ينوي دعمنا في هذا المشروع قبل أن توافيه المنية والأستاذ أبوبكر الزين فاللهم ارحمهم برحمتك الواسعة وارحم جميع موتى المسلمين.

الملخص:

يحدث الجفاف عندما يكون هناك نقص في المياه المتاحة للنباتات، ويمكن أن يؤثر سلبًا على نمو النبات وعملياته الفيزيولوجية والحيوية. في المناطق الصحراوية، يُعتبر الجفاف عاملًا محددًا ومهمًا في توزيع النباتات وإنتاجيتها، التربة الرملية تفقد كميات كبيرة من الماء بسبب قدرتها الضعيفة على احتجاز الماء؛ مما يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من الماء والسماد ويحد من تكاثر الأحياء المجهرية حول جذور النبات.

للتغلب على هذه المشكلة، يمكن استخدام محسنات صناعية مثل الهيدروجال SAP_S بمعدل30 كغ إلى 70كغ في الهكتار؛ للنباتات مثل (الذرى، البرسيم، القمح الصلب، والشعير)؛ وهو مادة تمتص كميات كبيرة من الماء وتحتفظ بها قرب جذر النبات لتزويده بالماء اللازم. يساعد هذا الهيدروجال في تحسين بيئة الجذر ويقلل من فقدان المغذيات الرئيسية في التربة الرملية، كما يوفر طاقة المخزون المائي من 25% إلى 65% ويحسن تنمية الأحياء الدقيقة في التربة، إن التجارب التي أجريت باستخدام هذه المحسنات أظهرت نتائج مشجعة في محاصيل مختلفة مع تكلفة منخفضة وسهولة الاستخدام.

يُعتقد أن استخدام هذه المحسنات بكميات مناسبة ومخطط لها يمكن أن يحد من هدر المياه الاستراتيجية ويساهم في تحسين الإنتاجية الزراعية، خاصة في ظل التحديات البيئية الحالية وزيادة عدد السكان. يمكن أن يكون استخدام هذه المحسنات حلا فعالًا لمشكلة الجفاف ونقص المياه في المناطق الجافة.

الكلمات المفتاحية: الموارد المائية، التنمية المستدامة، الهيدروجال SAPs، التربة الرملية، السقي الجائر.

Abstract

Drought occurs when there is a lack of water available to plants, and can negatively affect plant growth and its physiological and biological processes. In desert areas, drought is an important determinant of plant distribution and productivity. Sandy soils lose large amounts of water due to their weak water-holding capacity; which leads to the loss of large amounts of water and fertilizer and limits the proliferation of microorganisms around the plant roots.

To overcome this problem, artificial amendments such as SAP_S hydrogel can be used at a rate of 30 kg to 70 kg per hectare; for plants such as (corn, clover, durum wheat, and barley); It is a substance that absorbs large amounts of water and keeps it near the root of the plant to provide it with the necessary water. This hydrogel helps improve the root environment and reduces the loss of key nutrients in sandy soil. It also saves water storage energy from 25% to 65% and improves the development of microorganisms in the soil. Experiments conducted using these amendments have shown encouraging results in different crops with low cost and ease of use.

It is believed that the use of these amendments in appropriate and planned quantities can reduce strategic water waste and contribute to improving agricultural productivity, especially in light of current environmental challenges and increasing population. The use of these amendments can be an effective solution to the problem of drought and water shortage in dry areas.

Keywords: water resources, sustainable development, hydrogel SAPs, sandy soil, excessive irrigation.

Résumé

La sécheresse se produit lorsqu'il y a un manque d'eau disponible pour les plantes et peut affecter négativement leur croissance et ses processus physiologiques et biologiques. Dans les zones désertiques, la sécheresse est un déterminant important de la répartition et de la productivité des plantes. Les sols sableux perdent de grandes quantités d'eau en raison de leur faible capacité de rétention d'eau ; Ce qui entraîne une perte de grandes quantités d'eau et d'engrais et limite la prolifération de micro-organismes autour des racines des plantes.

Pour pallier ce problème, des amendements artificiels comme l'hydrogel SAPs peuvent être utilisés à raison de 30 kg à 70 kg par hectare ; Pour les plantes telles que (maïs, trèfle, blé dur et orge) ; C'est une substance qui absorbe de grandes quantités d'eau et la maintient près de la racine de la plante pour lui fournir l'eau nécessaire. Cet hydrogel contribue à améliorer l'environnement des racines et réduit la perte de nutriments essentiels dans les sols sableux. Il permet également d'économiser de 25 à 65 % d'énergie de stockage d'eau et améliore le développement des micro-organismes dans le sol. Les expériences menées avec ces amendements ont montré des résultats encourageants avec différentes cultures à faible coût et facilité d'utilisation.

On estime que l'utilisation de ces amendements en quantités appropriées et planifiées peut réduire le gaspillage stratégique de l'eau et contribuer à améliorer la productivité agricole, en particulier à la lumière des défis environnementaux actuels et de l'augmentation de la population. L'utilisation de ces amendements peut constituer une solution efficace au problème de la sécheresse et du manque d'eau dans les zones arides.

Mots-clés : Ressources en eau, développement durable, hydrogel SAPs, sol sableux, irrigation excessive

قائمة الجداول

الجدول (1) : تصنيف المطر على حسب الكمية في الساعة..... 46
الجدول (2) : نتائج مياه الآبار المخصصة للري..... 59
الجدول (4) : بعض الأدوات والمواد المستعملة..... 62
الجدول (5) : نتائج التحاليل الكيميائية لعينات التربة محل التجربة..... 63
الجدول (6) : نتائج تربة الذرى بمنطقة افران (انقوسة)..... 64
الجدول (7) : نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة 75
الجدول (8) : التحليل الفيزيائي لعينات التربة (التدرج الحبيبي)..... 76
الجدول (9) : توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع الري بها للفصول الثلاثية لموسم 2015-2016:..... 78
الجدول (10) : توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم 2015-2016:..... 78
الجدول (11): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع الري للفصول الثلاثية لموسم 2016-2017:..... 79
الجدول (12): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم 2016-2017:..... 79
الجدول (13): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع الري للفصول الثلاثية لموسم2017-2018:..... 80
الجدول (14): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم2017-2018:..... 80
الجدول (15): توزيع كميات الماء المخصصة للري حسب نوع المصدر للفصول الثلاثية لموسمي 2014-2016:..... 81
الجدول (16) : توزيع كميات الماء المخصصة للري حسب المساحة لبعض البلديات سنة 2019 ... 82
الجدول (17) : نتائج العينات للترب المستعملة في التجارب..... 91
الجدول (18) : الارتباط بين السعة الحقلية ونسبة الهيدروجال المضافة..... 92
الجدول (19) : الإحصاء الوصفي..... 92
الجدول (20) : الارتباط بين الهيدروجال والسعة الحقلية..... 93
الجدول (21): تقدير الانحراف..... 93
الجدول (22) : تغيرات متوسطات طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجالSAPs 95
الجدول (23) : علاقة الارتباط بين متوسط طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجال: 96
الجدول (24) : اثر تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAPs في عدد الأوراق لنبات الذرى 98
الجدول (25) : علاقة الارتباط بين متوسط عدد الأوراق لنبات الذرى مع نسبة إضافة الهيدروجال ... 99
الجدول (26) : تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAPs في مساحة الأوراق لنبات الذرى 100
الجدول (27) :علاقة الارتباط بين متوسط مساحة الأوراق لنبات الذرى مع نسبة إضافة الهيدروجال.101
الجدول (28) : تأثير الهيدروجال على pH التربة 102
الجدول (29) : ارتباط زيادة نسب الهيدروجال على pH التربة.....103
الجدول (30) : أثر إضافة الهيدروجال على السعة الحقلية.....103

الجدول (31) : الارتباط بين الهيدروجال SAPs مع السعة الحقلية.....104
الجدول (32) : تغيرات الكتلة الحية مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....105
الجدول (33) : تغيرات الكتلة الحبية مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....107
الجدول (34) : تغيرات طول الساق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....110
الجدول (35) : تغيرات عدد السنابل في الري بالتنقيط مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال 110
الجدول (36) : تغيرات عدد السنابل في الري بالرش مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....111
الجدول (37) : تغيرات طول الجذر في الري بالتنقيط مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....112
الجدول (38) : تغيرات التبن مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....113
الجدول (39) : تغيرات وزن 100حبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....114
الجدول (40) : اختلاف الكتلة الحبية للقمح(ق/هكتار) بالرش بدلالة % الهيدروجال 115
الجدول (41) : تغيرات عدد الأوراق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....118
الجدول (42) : ارتباط عدد الأوراق ب SAPs.....119
الجدول (43) : تغيرات عدد الفروع في مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....121
الجدول (44) : ارتباط عدد فروع البرسيم بالزيادة في الهيدروجال.....123
الجدول (45) : ارتباط عدد عدد الفروع مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....124
الجدول (46) : تغيرات الزيادة في نسب الهيدروجال في متوسط مساحة الورقة.....125
الجدول (47) : المتوسطات.....125
الجدول (48): الارتباط بين مساحة الورقة والزيادة في نسب الهيدروجال 126
الجدول (49) : اختلاف طول النبات حسب القطاعات.....128
الجدول (50) : اختلاف الكتلة في القطاعات.....128
الجدول (51) : ارتباط الكتلة الرطبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....129
الجدول (52) : متوسطات الانحرافات مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....130
الجدول (53) : تغيرات طول الساق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....132
الجدول (54) : تغيرات طول الجذر مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....133
الجدول (55) : تغيرات التبن مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....134
الجدول (56) : تغيرات وزن 100حبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال.....135
الجدول (57) : اختلاف الكتلة الحبية للشعير(ق/هكتار) بالرش بدلالة % الهيدروجال.....136

قائمة الاشكال

الشكل (1) : مخطط القطاعات..... 36
الشكل (2) : التغير في درجة الحرارة ورقلة من 1979–2023 46
الشكل (3) : التغير في هطول الأمطار من سنة 1979–2023..... 47
الشكل (4) : التغير في درجة الحرارة الحرارة والامطار معا(المناخ) من 1979–2023 48
الشكل (5) : التباين في درجة الحرارة والامطار (المناخ) من 1979–2023 49
الشكل (6) : نسب البواقي الحبيبية لكل منخل..... 76
الشكل (7) : منحنى تغيرات السعة الحقلية..... 91
الشكل (8) : تغيرات متوسطات طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجالSAPs 95
الشكل (9) : تغيرات نسب إضافة الهيدروجالSAPs في عدد الأوراق لنبات الذرى..... 98
الشكل (10) : تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAPs في مساحة الأوراق لنبات الذرى.....100
الشكل (11) : تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAPs مع pH التربة 102
الشكل (12) : تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAPs مع السعة الحقلية.....104
الشكل (13) : تغيرات الكتلة الحية مقابل تغيرات الهيدروجال.....106
الشكل (14) : تغيرات الكتلة الحبية في القطاعات.....107
الشكل (15) : عدد السنابل في كل قطاع.....111
الشكل (16) : تغيرات الكتلة الحبية للقمح (ق/هكتار) طريقة الرش بدلالة %الهيدروجال.....115
الشكل (17) : تغيرات عدد الأوراق في القطاعات 118
الشكل (18) : تغيرات عدد الفروع في القطاعات 122
الشكل (19) : تغيرات مساحة الورقة في القطاعات.....125
الشكل(20) : تغيرات الكتلة الرطبة.....129
الشكل(21) : تغيرات طول السنابل.....133
الشكل(22) : حساب طول المجموع الجذري.....134
الشكل(23) : الشعير قبل حصاده.....134
الشكل (24) : تغيرات صفة الوزن (وزن 100 حبة).....135
الشكل (25) : تغيرات كميات المحصول في مختلف القطاعات 136

قائمة الصور

الصورة (1) : تجمع حبيبات الرمل والتصاقها وتقليل المسامات بعد الترطيب..... 23
الصورة (2) : البوليميرات المستجيبة للمحفزات..... 24
الصورة (3) : البوليميرات المستجيبة للمحفزات وكيفية اختراق الجذور لها..... 25
الصورة (4): نتائج تأثير وسط التربة الشفافة على نمو الجذور..... 28
الصورة (5): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب..... 34
الصورة (6): المرش المعتمد في التجارب..... 37
الصورة (7): نافدة المدخلات في برنامج SPSS25..... 38
الصورة (8): نافدة المخرجات في برنامج SPSS25..... 38
الصورة (9): مدخل المزرعة بحاسي بن عبد الله ورقلة..... 39
الصورة (10): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب..... 40
الصورة (11): المرش المعتمد و مواسير التنقيط..... 40
الصورة (12): الموقع الجغرافي لمنطقة تجارب البرسيم بحاسي بن عبد الله..... 41
الصورة (13): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب بجامعة ورقلة..... 41
الصورة (14): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب لنبات االشعير..... 42
الصورة (15): نبات الشعير يتخلله نبات متطفل..... 43
الصورة (16): المرش المعتمد في تجربة الشعير..... 43
الصورة (17) : البولي أكريلاميد(الهيدروجال) المستعمل في كافة التجارب..... 43
الصورة (18) : بعض الاسمدة السائلة والمبيدات والادوية المستعملة في التجارب..... 44
الصورة (19) : الرمل قبل الاستغلال الزراعي والتغير بعد عدة دورات زراعية متتالية..... 54
الصورة (20) : دور الهيدروجال في ترطيب التربة ومعالجة موت الأحياء جراء الجفاف..... 57
الصورة (21) : تشكل بعض الحجارة بسبب ملوحة المياه والتربة..... 58
الصورة (22) : تركيب جهاز تفكيك الأملاح قبل الري..... 58
الصورة (23) : أعراض نقص البوتاسيوم..... 61
الصورة (24) : تشكيل طبقة قشرية فوق سطح التربة..... 61
الصورة (25) : أدوات الكشف على المواد غير القابلة للذوبان..... 62
الصورة (26) : الكشف على المواد غير القابلة للذوبان..... 63
الصورة (27) : علامة نقص الأزوت..... 65
الصورة (28) : علامة نقص البوتاسيوم..... 65
الصورة (29) : علامة نقص الكالسيوم..... 66
الصورة (30) : الوسائل المختلفة المستعملة في التحكم في إمدادت الماء..... 67
الصورة (31) : المواد المختلفة المستعملة في التحكم في إمدادت السماد..... 67
الصورة (32) : تشكل طبقة سطحية صودية وتكتلات تراية داخل مزرعة إنتاج البذور..... 68
الصورة (33) : الترسبات الحجرية المختلفة بعد الزراعات المتعاقبة وبسمااد معدني مكثف..... 68
الصورة (34) : الضم والرص للتربة الناتج عن حركة الآليات وعجلات المرش في الحقل..... 69
الصورة (35) : اصفرار لبعض الأوراق المحتمل إصابتها بتسمم الكلور..... 69
الصورة (36) : صحة الجذور والنباتات المعالجة بالهيدروجال..... 70
الصورة (37) : موت الأوراق المسنة وترسب الملح مع سلامة المجموع الجذري..... 72
الصورة (38) : جلب السماد المستعمل من مخلفات البقر..... 73
الصورة (39) : تجربة نفاذية التربة..... 75

الصورة (40) : المناخل المستعملة..... 76
الصورة (41) : جهاز الضغط المستخدم في تحديد السعة الحقلية ونقطة الذبول..... 90
الصورة (42) : جهاز الضغط المستخدم في تحدي السعة الحقلية ونقطة الذبول..... 90
الصورة (43) : انسداد المسام بالعوالق..... 96
الصورة (44) : اختلاف عرض الساق في القطاعات..... 97
الصورة (45) : سلامة المجموع الجذري في القطاع المعالج 0.4 % (SAP) 97
الصورة (46) : تماثل عدد الأوراق في مرحلة نصف العمر..... 99
الصورة (47) : اختلاف مساحة الاوراق.....101
الصورة (48) : اختراق جذر النبات للهيد وجال حال انتفاخه بالماء.....105
الصورة (49) : جذر نبات الذرى من القطاع بإضافة 1% (SAP) من الهيدروجال واوراقه المسنة.106
الصورة (50) : ثمرة الذرى الحبية من القطاع 0.4% (SAP).....107
الصورة (51) : تهيئة القطاعات.....109
الصورة (52) : تتبع التغيرات في القطاعات.....109
الصورة (53) : اطوال مختلفة لسيقان القمح.....110
الصورة (54) : كيفية حساب عدد السنابل في القطاعات.....111
الصورة (55) : حساب طول المجموع الجذري.....112
الصورة (56) : القمح قبل حصاده.....113
الصورة (57) : حبات القمح بعد حصادها.....113
الصورة (58) : سنابل القمح لقطاعات مختلقة.....114
الصورة (59) : تهيئة حقل الري بانابيب رش ارتفاعها 50 cm عن الارض.....116
الصورة (60) : متابعة الحقل والتخلص من آفة الحامول.....117
الصورة (61) : كثافة البرسيم من بداية الانبات الى آخر مراحله.....117
الصورة (62) : كثافة عدد الأوراق تكون قمة الساق.....118
الصورة (63) : كثافة عدد الأوراق.....119
الصورة (64) : انتشار متماثل للضوء.....120
الصورة (65) : انتشار الملح سطحيا بعد تبخر الماء.....120
الصورة (66) : عدد الفروع في الساق الواحدة.....121
الصورة (67) : تأثر أوراق النبات بالظروف المحيطة.....122
الصورة (68) : اللون البنفسجي علامة على نقص امتصاص الفسفور في اوراق النبات 122
الصورة (69) : إنتشار بعض الآفات الحقلية المصاحبة للرطوبة 123
الصورة (70) : بداية ظهور الازهار في الافرع الطويلة 123
الصورة (71) : كيفية حساب مساحة الورقة 124
الصورة (72) : كيفية تقدير طول النبات.....127
الصورة (73) : اختلاف عرض الساق في القطاعات المختلفة.....127
الصورة (74) : اختلاف القمم النامية في القطاعات المختلفة.....127
الصورة (75) : زهرة نبات البرسيم.....131
الصورة (76) : مكان الحقل بمنطقة دبيش.....132
الصورة (77) : اطوال مختلفة لسيقان الشعير.....132
الصورة (78) : وزن الشعير بعد الحصاد..... 135
الصورة (79) : وزن المحصول وبيعه مباشرة بعد الحصاد 136
الصورة (80) : تربة الشعير بعد موسم الحصاد.....137

قائمـــــة الاختصارات

الاختصار	المدلول باللغة العربية	المدلول باللغة الأجنبية
EC	الناقلية الكهربائية	**E**lectrical **C**onductivity
FAO	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	**F**ood and **A**griculture **O**rganization of the United Nations
hq	الهكتار	Hectare
ISO	المنظمة الدولية للتقييس	**I**nternational **O**rganization for **S**tandardization
PET	التبخر المحتمل	**P**otential **E**vapotranspiration
ppm	جزء من المليون	**P**arts **P**er **M**illion
RCBD	تصميم القطاعات العشوائية الكاملة	**R**andomized **C**ompletely **B**lock **D**esign
SAP_S	هيدروجيل البوليمرات فائقة الامتصاص	**S**uper**a**bsorbent **P**olymer**s** (SAPs) Hydrogel
SO	الاشعاع الشمسي الفضائي	Space **so**lar radiation
SPSS	الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية	**S**tatistical **P**ackage for the **S**ocial **S**ciences
Ta	درجة حرارة الهواء	**A**ir **t**emperature

فهرس المحتويات

إهـــــداء.....I
شكر وتقدير.....II
الملخصات.....III
قائمة الجداول.....V
قائمة الاشكال.....VII
قائمة الصور.....VIII
قائمـــة الاختصارات.....X
فهرس المحتويات.....XI
مقدمة عامة.....2
مراجع المقدمة العامة:.....4
الفصل الأول: الترابط الوثيق بين العوامل الترابية المائية المناخية والمحصول الزراعي
I. العوامل الترابية والمحصول الزراعي:.....7
I.1 عموميات حول التربة الزراعية:.....8
I.1.1 تمهيد:.....8
I.1.2 أهمية التربة الزراعية:.....8
I.1.3 مكونات التربة الزراعية حسب المعيار 14001:.....10
I.2 الثورة الزراعية في المناطق الصحراوية:.....12
I.2.1 مزايا الزراعة في المناطق الصحراوية:.....13
I.2.2 مصادر الماء في المحصول الزراعي الصحراوي:.....16
مراجع الفصل الأول:.....17
الفصل الثاني: أثر إضافة الهيدروجال للتربة على المحصول الزراعي
II. أثر إضافة الهيدروجال في التربة على مياه الري والمحصول الزراعي:.....22
II.1 عموميات حول استعمال الهيدروجال (SAP_S) في الزراعة:.....22
II.1.1 تمهيد:.....22
II.1.2 تعريف الهيدروجال.....22
II.1.3 أثر إضافة الهيدروجال (SAP_S) على التربة (فيزيائيا):.....23
II.1.4 أثر إضافة الهيدروجال (SAP_S) على التربة (كيمائيا):.....23
II.1.5 هل الهيدروجال قابل للتحلل في التربة؟.....24
II.2 كيفية استجابة الهيدروجال داخل التربة:.....25
II.3 أثر إضافة الهيدروجال (SAP_S) على مياه الري:.....26
II.3.1 تمهيد:.....26
II.3.2 أهمية إضافة الهيدروجال (SAP_S) على مياه الري:.....27
II.4 كيفية استجابة الجذور النباتية للهيد وجال SAPs وبيئة التربة المحيطة:.....27
II.5 استجابة الهيدروجال SAPs للتقليل من تلوث التربة المحتمل بالاسمدة والمبيدات:.....28
II.6 استجابة الهيدروجال SAPs وعلاقته بالكلوروفيل وصنع غذاء النبات:.....30
II.7 آفاق الجدوى الاقتصادية والصحية لهذه الإضافة في الزراعة الاقتصادية.....30
مراجع الفصل الثاني:.....31

الفصل الثالث: الطرق وآليات العمل التجريبي في منطقة الدراسة

III. الطرق وآليات العمل التجريبي في منطقة الدراسة 34
III.1 تقديم منطقة الدراسة (ورقلة):..... 34
III.2 منطقة زراعة الذرى: 34
III.2.1 الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة الذرى:..... 34
III.2.2 تصميم التجارب :..... 35
III.2.3 طريقة الري المعتمدة في هذه الحالة:..... 37
III.2.4 البرنامج الإحصائي المستعمل:..... 38
III.3 منطقة زراعة القمح:..... 39
III.3.1 الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة القمح:..... 39
III.3.2 تصميم التجارب:.....39
III.3.3 طريقة الري المعتمدة في هذه الحالة :..... 40
III.4 منطقة زراعة البرسيم (الفصة): 40
III.4.1 الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة البرسيم : 40
III.4.2 طريقة الري :..... 42
III.5 منطقة زراعة الشعير : 42
III.5.1 الإحداثيات الجغرافية : 42
III.5.2 تصميم التجارب بواسطة القطاعات العشوائية المتجانسة:..... 42
III.5.3 طريقة الري في تجربة الشعير :..... 43
III.6 الهيدوجال المستعمل:..... 43
III.7 مواد التسميد ومبيدات الحشائش والآفات :..... 44
III.8 المناخ وتغيراته في منطقة ورقلة:..... 44
III.8.1 التغير في درجة حرارة ورقلة من 1979-2023: 44
III.8.2 التغير السنوي لهطول الأمطار من 1979-2023 حسب :..... 47
III.8.3 الانحرافات الشهرية في درجة الحرارة وهطول الأمطار(تغير المناخ) لمنطقة ورقلة من 1979-2023:..... 48
III.8.4 التباين في درجة الحرارة وهطول الأمطار(المناخ) لمنطقة ورقلة من 1979-2023:.. 48
مراجع الفصل الثالث:.....50

الفصل الرابع: تطور عدد الآبار والسعات المستغلة في منطقة ورقلة

IV. الفرق بين السقي و الري (سقي المزروعات):..... 53
IV.1 خصائص الري الصحراوي:..... 53
IV.1.1 الخصائص النوعية لمياه الري بورقلة: 55
IV.1.2 المعايير الدولية والمحلية (الجزائرية) لمياه الري بورقلة:..... 56
IV.1.3 توصيف للمياه المستغلة في الري بورقلة: 57
IV.1.4 تأثير هذا النوع من مياه الري على تدهور التربة:..... 58
IV.2 الخصائص الفيزيوكميائية لبعض أنواع مياه المنطقة المستعملة في تجاربنا:..... 59
IV.2.1 تفسير نتائج ببئر ري الذرى الفيزيائية:..... 60
IV.2.2 تفسير نتائج ببئر ري الذرى الكيميائية:..... 60

3.IV الخصائص الفيزيوكميائية للترب المستعملة في تجاربنا: 62
1.3.IV تحليل عينات التربة ونتائجه:..... 62
2.3.IV تفسير نتائج تربة الذرى: 65
3.3.IV نتائج تربة تجربة البرسيم (الفصة بحاسي بن عبد الله): 71
4.3.IV تفسير نتائج تربة تجربة الشعير:..... 73
5.3.IV تفسير نتائج تربة تجربة القمح:..... 74
4.IV مقارنة بين تربة الصحراء والأراضي الزراعية في تلال الجزائر وهضابها: 77
5.IV واقع استهلاك مياه الري في منطقة ورقلة:..... 77
1.5.IV توزيع الاستهلاك حسب الكميات والمساحات المروية (إحصائيات مديرية الفلاحة) لسنوات 2015 - 2019:..... 77
مراجع الفصل الرابع:.....84
الفصل الخامس: أثر إضافة الهيدروجال على التربة وبعض النباتات
V. أثر إضافة الهيدروجال على التربة وبعض النباتات:..... 88
1.V النسب المضافة من الهيدروجال (SAPs) الموافقة للتربة الرملية: 88
1.1.V تركيب التربة المبدئي قبل الإضافة: 89
2.1.V تركيب التربة بعد الإضافة:..... 90
2.V تأثير إضافة الهيدروجال SAPs في الصفات الإنتاجية لبعض المحاصيل الاستراتيجية: 93
1.2.V تأثير إضافة الهيدروجال SAPs في نمو نبات الذرى وتربته:..... 93
1.1.2.V تهيئة التربة قبل البذر لنبات الذرى..... 94
2.1.2.V العمل الحقلي خلال الموسم 94
3.1.2.V النتائج المتحصل عليها ومناقشتها 95
2.2.V أثر إضافة الهيدروجال SAPsعلى نبات القمح وتربته: ... .108
1.2.2.V تهيئة التربة الحقلية لنبات القمح.....109
2.2.2.V العمل الحقلي خلال الموسم.....109
3.2.2.V النتائج ومناقشتها 110
3.2.V تأثير إضافة الهيدروجال SAPs في نمو نبات البرسيم وتربته: 116
1.3.2.V تهيئة تربة البرسيم.....116
2.3.2.V العمل الحقلي خلال الموسم 117
3.3.2.V النتائج ومناقشتها 117
4.2.V أثر إضافة الهيدروجال SAPs على نبات الشعير:..... 131
1.4.2.V تهيئة القطاعات لزرع نبات الشعير: 131
2.4.2.V العمل الحقلي خلال الموسم : 132
3.4.2.V النتائج ومناقشتها:. 132
مراجع الفصل الخامس:.....138
الخلاصة العامة.....145
الملاحق

مقـــــدمة عامـــــــة

مقدمة عامة:

تسعى الجزائر إلى تطوير القطاع الزراعي لتحقيق الأمن الغذائي والمساهمة في التنمية الاقتصادية. لهذا الغرض، اعتمدت الحكومة مجموعة من السياسات الزراعية، منها سياسة التجديد الريفي والفلاحي التي بدأ تطبيقها منذ عام 2009، والتي تهدف إلى تحقيق التنمية المستدامة في إدارة القطاع الزراعي وتعزيز الاستدامة البيئية. **(الماحي وأوزال، 2021)** في الوقت الحالي، تتمثل مشكلة التنمية في استدامة الموارد الطبيعية، حيث أصبحت الممارسات الزراعية تشكل تهديدًا على البيئة. **(Chennafi, 2013)**

ذكر رئيس الجمهورية في خطابه الرمضاني المتلفز في 2024/03/31 أن الجزائر منذ الاستقلال استغلت 100 ألف هكتار فقط وأن هناك عقد مع دولة عربية مستقبلا للاستغلال الزراعي بمساحة 100 الف هكتار لوحدها في الجنوب أي استغلالها لوحدها ما يقابل استغلال 66 سنة من مساحة الأراضي منذ الاستقلال، مع ما يلزمها من مياه، كما أشاد باستغلال الأراضي الصحراوية (ذات المسامية العالية) في الآونة الأخيرة في الجزائر، **(Maghchiche, 2022)** مما يعني زيادة دعم الدولة لاستخراج المياه الجوفية الصحراوية واستخدامها (ذكر والي ولاية ادراد ان مدة استصدار رخصة الحفر أصبحت 24 ساعة) في الري الزراعي وتعرض هذه الموارد للندرة –خاصة مع قلة التساقط– وتهديد استدامتها. **(بن قرينة ومحسن، 2007)** تشير الدراسات إلى أن الاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات الزراعية – في الرمل الزراعي – يهدد طبيعة الأراضي الرملية بالتملح والمياه الجوفية للزوال والتلوث ويعرض استدامتها للخطر، إذا لم يرافق بإعادة صياغة السياسات الزراعية لتحقيق التوازن بين الاستدامة البيئية والاقتصادية في قطاع الزراعة في الجزائر. **(Mekdaschi et al., 2014)**

تعمل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة، مع البلدان التي تفقد أراضيها بسبب الملوحة على تطوير ممارسات زراعية ذكية مناخياً للتخفيف من ملوحة التربة والحفاظ على الأراضي الزراعية. **(منظمة الأغذية والزراعة، 2011)** عمل المركز المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة والوكالة الدولية للطاقة الذرية لاستخدام التقنيات النووية في الأغذية والزراعة بشكل وثيق مع مؤسسات في 60 دولة لإيجاد حلول مستدامة لمكافحة تملح التربة. يساعد المركز على بناء القدرات في مجموعة واسعة من التقنيات النظيرية لزيادة كفاءة استخدام المغذيات والمياه في مواجهة تزايد ملوحة التربة وزيادة تثبيت النيتروجين البيولوجي (N) من خلال التقاط النيتروجين الجوي (N_2) والكربون (C). **(Zaman & Exner 2021)**

إن تقنية الهيدروجيل Hydrogel (SAP_S) الماص للماء قد حظيت بشعبية كبيرة في الزراعة والبستنة بسبب فوائدها العديدة في توفير الماء والرطوبة للنباتات **(Buchmann et al., 2015)** بعض الأمثلة على الدراسات الأكاديمية والتجارب العملية التي تمت في هذا المجال:

(**Kalhapure et al., 2016**) هذه المقالة تشير إلى أن الهيدروجيل قد يكون خيارًا ملائمًا واقتصاديًا لزيادة الإنتاجية الزراعية في ظل ظروف ندرة المياه. يمكن تطبيق الهيدروجيل بسهولة مباشرة في التربة أثناء زراعة المحاصيل الحقلية وفي وسط النمو لزراعة الشتلات. يُظهر معدل التطبيق المنخفض للهيدروجيل (أي 2.5–5 كغ/هكتار) فعالية تقريبًا لجميع المحاصيل فيما يتعلق بنوع التربة والمناخ. في الهند، تم الإفصاح عن تحسن في النمو والصفات الإنتاجية لمختلف المحاصيل الحقلية ونباتات الزينة والخضروات باستخدام الهيدروجيل. (**Bai et al., 2010**) الهيدروجيل (SAP_S) الزراعي ليس فقط يستخدم لتوفير الماء في الري، بل له إمكانات هائلة لتحسين الخصائص الفيزيوكيميائية والبيولوجية للتربة. (**Miloudi et al., 2023**) يتم تحسين كثافة التربة والمسامات وقدرة الاحتفاظ بالماء في التربة من خلال تطبيق الهيدروجيل (SAP_S). هذا الأخير صديق للبيئة، لأنه يتحلل بشكل طبيعي خلال فترة زمنية (**Sarvaš et al., 2007**) دون ترك أي بقايا سامة في التربة ومنتجات المحاصيل. استعمل معدل الاستخدام المنخفض (أي 2.5–5.0 كجم / هكتار) من الهيدروجيل (SAP_S) وهو فعال لجميع المحاصيل تقريبًا فيما يتعلق بنوع التربة والمناخ في الهند. لذا، سيكون تطبيق الهيدروجيل خيارًا مثمرًا لزيادة الإنتاج الزراعي بشكل مستدام لتحسين النمو.

- لكن في تربة جنوب الجزائر الرملية في المناخ الصحراوي فهل ستكون كذلك؟
- هل سيُغير قوامها ويسد مساميتها العالية؟
- وماهي الكمية المتوسطة لإضافتها عند كل محصول؟
- وهل سيكون لنوعية المياه ذات الملوحة العالية أثر في الامتصاص وغيره أم لا؟
- وهل للمناخ الحار في أغلب أشهر السنة مع الرياح الربيعية والخريفية الهوجاء، أثر سلبي أم إيجابي على هذه الإضافة؟
- وما الجدوى الاقتصادية في حال استعماله؟
- كيف سيكون أثره من الناحية البيئية؟

كل هذه الأسئلة سنحاول الجواب عليها في تطبيقنا لهذا الهيدروجال في منطقة ورقلة.

المـــراجع باللـغة العـــربية:

- ثورية الماحي وعبد القادر أوزال. (2021). انعكاس سياسة التجديد الفلاحي والريفي في الجزائر على التسيير المستدام للموارد الأرضية والمائية في الزراعة. *الاكاديمية للدراسات الاجتماعية و الانسانية، 13* (2)، 169-181.
- حمزة بن قرينة، زبيدة محسن. (2007). تسيير الموارد المائية مع الأخذ بالعامل البيئي. مجلة الباحث. 5، 69-81.
- منظمة الأغذية والزراعة (2011). حالة الموارد الوراثية النباتية. هيئة الموارد.

المراجع باللغة الأجنبية:

- Bai, W., Zhang, H., Liu, B., Wu, Y., & Song, J. (2010). Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil use and management, 26(3), 253-260.
- Buchmann, C., Bentz, J., & Schaumann, G. E. (2015). Intrinsic and model polymer hydrogel-induced soil structural stability of a silty sand soil as affected by soil moisture dynamics. Soil and Tillage Research, 154, 22-33.
- Chennafi, H. (2013). The Management of Soil and Water for Date Palm El-Hadjira Region, Daira of Touggourt (South of Algeria). Acta Hortic. 994, 15-110.
- Kalhapure, A., Kumar, R., Singh, V. P., & Pandey, D. S. (2016). Hydrogels: a boon for increasing agricultural productivity in water-stressed environment. Current science, 1773-1779.
- Maghchiche, A., M. (2022). Soil improvement in arid and semiarid regions for sustainable development. In Natural resources conservation and advances for sustainability (pp. 73-90). Elsevier.
- Mekdaschi, R., Zähringer, J. G., & Gurtner, M. (2014). Diagnostic and evaluation of the agricultural potentials and examples of good soil and water conservation and soil defense and restoration practices adapted to the MENA desert zones: Middle East and North Africa (MENA) Desert ecosystems and livelihoods knowledge sharing and coordination project (DELP) for the benefit of Algeria, Egypt, Jordan, Morocco and Tunisia.
- Miloudi, M., Nili, M. S., Douadi, A., Dekmouche, M. (2023). Improving the Activity of Sandy Soil and Reducing Salinity and Alkalinity Using an Absorbent Polymer and its Impact on the growth of (Zea mays). Tobacco Regulatory Science (TRS), 2705-2714.

- Sarvaš, M., Pavlenda, P., & Takáčová, E. (2007). Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. Journal of forest science, 53(5), 204-209.
- Zaman, M., & Exner, M. (2021). Combatting soil salinisation using nuclear techniques: The IAEA commemorates 2021 World soil day.

الفصل الأول: الترابط الوثيق بين العوامل الترابية المائية المناخية والمحصول الزراعي

I. العوامل الترابية والمحصول الزراعي:

يعتبر الترابط الوثيق بين العوامل الترابية، المائية، المناخية، والمحصول الزراعي أمرًا حاسمًا في فهم وتحسين عمليات الزراعة وإدارة الموارد الطبيعية، هذه العوامل تتفاعل مع بعضها البعض بطريقة معقدة وتؤثر بشكل كبير على نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية. **(محسن، 2011)**

- ✓ تتضمن العوامل الترابية، خصائص التربة مثل التركيب الكيميائي، والهيكلي، والتهوية، والتصريف، والخاصية(الحموضة/القلوية)؛ هذه العوامل تؤثر على قدرة النباتات على امتصاص المواد الغذائية اللازمة لنموها. **(Maghchiche, 2022)**
- ✓ تشمل العوامل المائية، كمية وتوزيع الأمطار، والري، والتصريف، ووجود الجفاف أو الفيضانات.... كما توفر المياه اللازمة للنباتات لتنمو وتتطور بشكل صحيح. **(بوعافية، 2011)**.
- ✓ تشمل العوامل المناخية، درجات الحرارة، والرطوبة، وسرعة الرياح، وكمية الضوء...، تؤثر هذه العوامل على توقيت الزراعة، وسرعة نمو المحاصيل، وإمكانية حدوث أمراض وآفات.... **(OECD, 2012)**

إن تحقيق التوازن بين هذه العوامل يتطلب فهما عميقا لتفاعلاتها وتأثيراتها على النباتات والمحاصيل. من خلال تحليل هذه العوامل وتطبيق إجراءات زراعية ملائمة، يمكن تحسين إنتاجية المحاصيل وضمان استدامة الزراعة في ظل التحديات المناخية المتزايدة.

- تعتبر دراسة حالة منطقة ورقلة كعينة مثالا جيدا لفهم مثل هذا الترابط وتعميمه على المناطق المشابهة، نسلط الضوء من خلالها على تحديات جمع البيانات وفهم العلاقات المعقدة في المناطق الصحراوية وغير المستقرة بيئيا. من خلال تحليل قضايا مهمة، مثل مخاطر الإنتاج الزراعي المرتبطة بالتباين الهيدروميناخي، والتربي (الرملي)، مع الرياح الشمالية والجنوبية تارة والغربية الشرقية الساخنة (شهيلي) تارة أخرى، والاستغلال المفرط في المياه الجوفية، ليمكن –بعد ذلك– تحديد حلول للحد من عدم الأمان الغذائي. **(Mouradi et al., 2018)**

شهدت المنطقة تغيرات هيدروميناخية كبيرة منذ الستينيات، مما أثر على معاشات المجتمع التي تعتمد على جلب المنتوجات الزراعية من خارج الولاية الا قليلا من المنتوجات المحلية. **(محسن، 2011)** غير الكافية مع نمو السكان المستمر ووفود العمالة في مجال الطاقة، والتحديات الاقتصادية، هناك حاجة ملحة للتعامل مع هذه القضايا من خلال دراسة العلاقات بين التباين الهيدروميناخي والاقتصاد الريفي الصحراوي.

يمكن فهم هذه العلاقات المساعدة في الكشف المبكر عن نقص الإنتاج الزراعي وعدم الأمان الغذائي، وتطوير تدابير التكيف. من خلال استخدام توقعات الطقس الفصلية والتنبؤات المناخية على المدى الطويل، كما يمكن

تحسين آفاق الأمن الغذائي، بتحسين الانتاجية وإدارة الموارد المائية بشكل علمي مما يسمح بتحسين التخطيط والاحصاء **(بوعافية، 2011)**. وتقييم تدابير تأثير التغيرات المستقبلية على المنطقة نظرًا لطبيعتها المعقدة.

1.I عموميات حول التربة الزراعية:

1.1.I تمهيد :

التربة هي الطبقة العليا من القشرة الأرضية التي تشمل مزيجًا من الجزيئات الصغيرة مثل الرمل والطمي والطين والمواد العضوية؛ تعتبر التربة بيئة حيوية حيث تتواجد الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات، وتلعب دورًا حاسمًا في دورة الحياة على الأرض. **(جبريل، 2023)**

تتجلى أهمية التربة في حفظ النبات وامساك الماء للري في النقاط التالية:

- توفر التربة الدعم اللازم لجذور النباتات لتنمو وتتمكن من استيعاب المواد الغذائية والماء الضروريين لنموها وإنتاجها، والعكس صحيح فكثير ما تكون النباتات مثبتة للتربة. **(Abdollahi et al., 2014)**
- تعتبر التربة وسيلة لامتصاص وتخزين المياه اللازمة لنمو النباتات. تتفاوت قدرة التربة على امتصاص واحتجاز الماء بناءً على نوع التربة وتركيبها، كما أنها ممسكة لبعض المركبات الكيمائية لذلك يستخدم الرمل كمصفاة لبعض الملوثات. **(Singh et al., 2015)**
- تحتوي التربة على المواد العضوية الضرورية لتغذية النباتات، وتساعدها على النمو والتطور.

(مجموعة البنك الدولي، 2019)

- تحتوي التربة على فراغات هوائية تسمح بتدفق الهواء (النتروجين وثنائي أكسيد الكربون..) والأكسجين إلى جذور النباتات، مما يساعد في تنفس الجذور ونموها، وكذا الحال لبعض الاحياء الدقيقة الهوائية، فتغدق التربة مشكلة ينجر عنها اختناق النبات. **(Abu-Hamdeh, 2004)**

إذا تعتبر التربة العامل الأساسي لنجاح عملية الزراعة وحفظ النباتات، حيث توفر الدعم، والمواد الغذائية، والمياه اللازمة لنمو النباتات، تحافظ الرعاية الجيدة للتربة على صحة النباتات وزيادة إنتاجيتها وتحسين جودة المحاصيل. **(Maghchiche, 2022)**

2.1.I أهمية التربة الزراعية :

يحتاج البشر مثل الكائنات الحية الدقيقة والنباتات والحيوانات، إلى غذاء كافٍ للبقاء على قيد الحياة، لكن بالإضافة إلى توفير الطاقة والمغذيات الأساسية، يجب أن يكون الغذاء آمناً أيضاً للوقاية من الأمراض ومن تناول المواد السامة الضارة.

(منظمة الأغذية والزراعة، 2011)

لا تمنحنا التربة 95 في المئة من الغذاء الذي نأكله فحسب، بل تزودنا أيضاً بصمت بجميع خدمات ووظائف النظام البيئي التي تمكّن الحياة من الوجود على الأرض. إن هذه الطبقة السطحية للكوكب، التي يقف عليها الإنسان كل يوم، مسؤولة أيضاً عن تنظيف المياه وتصفيتها وتخزينها؛ وإعادة تدوير المغذيات؛ وتنظيم المناخ والفيضانات؛ وإزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى من الغلاف الجوي، كل ذلك مع استضافة حوالي ربع أنواع الحيوانات التي تعيش على الأرض. **(مجموعة البنك الدولي، 2019)**

يشكل تحقيق التوازن بين العديد من خدمات النظام الإيكولوجي التي توفرها التربة والحاجة إلى تعزيز الإنتاج الغذائي التحدي الرئيسي للإدارة المستدامة للتربة. **(Vargas, 2022)**

يلعب هيكل التربة دوراً أساسياً في الحفاظ على ثبات النبات – خاصة ذو الساق الرفيعة (على خلاف النجم) وقت اشتداد الريح–وتوازن الرطوبة وتوفير بيئة ملائمة للكائنات الحية الدقيقة في التربة، وهذا يؤدي في النهاية إلى زيادة إنتاجية الأراضي الزراعية. **(Miloudi et al., 2022)**

- إن له أهمية كبيرة في حفظ الماء الزراعي وتعزيز نمو الكائنات الدقيقة الحية التي تسهم في صحة التربة وإنتاجيتها.
- يسهم هيكل التربة في تنظيم تدفق الماء داخل التربة واحتفاظه؛ مما يساعد في توفير مصدر مستدام للماء يحظى به النبات، فعلى سبيل المثال الهيكل الجيد للتربة يساعد في تقليل تشكل البرك وتصريف الماء الزائد، وبالتالي يمكن أن يحسن من قدرة التربة على التعامل مع فترات الجفاف والسيول. **(Miloudi et al., 2023)**
- يعتبر هيكل التربة موطنًا هامًا للكائنات الدقيقة مثل الديدان والبكتيريا والفطريات التي تساعد في تحلل المواد العضوية وتحرير المواد المغذية للنباتات، والبكتيريا الجذرية في البقوليات، عندما يكون للتربة هيكل جيد فإنه يوفر مساحات فارغة – للتهوية – وأوساط متنوعة تسمح للكائنات الحية الدقيقة بالنمو والنشاط، مما يعزز التحلل العضوي ويحسن جودة التربة. **(Ayangbenro & Babalola, 2021)**
- يساعد هيكل التربة الجيد في إنشاء فجوات هوائية داخل التربة، وهذا يساعد في توفير الأكسجين لجذور النباتات. كما أنه يسهل مسرى الماء والعناصر المغذية داخل التربة ويساعد في تجنب الاختناق الجذري. **(Vetterlein et al., 2009)**
- من المرجح أن تؤدي استراتيجيات إدارة المواد العضوية مثل تطبيق السماد العضوي أو مخلفات النباتات إلى زيادة تركيز المواد العضوية في التربة؛ مما يؤدي إلى تحسين التركيب الهيكلي للتربة وزيادة استقرارها الهيكلي؛ بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يقلل الحرث الميكانيكي من التآكل الهيكلي للتربة ويحسن توزيع المواد العضوية والهواء والماء داخل التربة. **(Abdollahi et al., 2014)**

- تعني إضافة الهيدروجال (البوليمرات الامتصاصية للماء) SAP_S إلى التربة استخدام مواد تمتص الماء وتحتفظ به في فترات بين الريات؛ لتوفير مصدر رطوبة مستمر للنباتات والاحياء، هذه المواد تأتي عادة في شكل حبيبات أو مساحيق يمكن خلطها مع التربة.
- يساعد استخدام SAP في تقليل الفقدان المائي نتيجة لتبخر الماء من سطح التربة وتصريفها السطحي، مما يعني أن النباتات يمكن أن تستفيد من كميات أكبر من الماء المتاح لها. **(Nili et al., 2020)**
- بفضل قدرة SAP على تخزين الماء وتحريره تدريجياً للنباتات، يمكن تقليل عدد مرات الري والكميات المطلوبة من المياه، مما يوفر توفيراً في التكاليف والوقت.
- يمكن للبوليمرات الامتصاصية للماء توفير بيئة مواتية لجذور النباتات من خلال توفير توزيع متساوٍ للماء في التربة وتجنب التأثيرات السلبية للجفاف على النباتات **(Miloudi et al., 2023)**
- بفضل توفير مصدر مستمر للرطوبة، يمكن أن يؤدي استخدام SAP_S إلى زيادة إنتاجية المحاصيل وتحسين جودتها.
- خفض قلوية التربة. **(Suarez et al., 1984 ; Miloudi et al., 2023)**

3.1.I مكونات التربة الزراعية حسب المعيار 14001:

في عام 1987، نشرت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية تقريرا بعنوان "مستقبلنا المشترك". وسلط هذا التقرير الضوء على أهمية عدم استنزاف الموارد الطبيعية بما يتجاوز قدرتها على التجدد. وطرح مفهوم التنمية المستدامة التي تهدف إلى تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها الخاصة. وفقا لشبكة البصمة العالمية، تعيش البشرية حاليا في ديون بيئية، وتستهلك الموارد الطبيعية بمعدل أسرع من إمكانية تجديدها عن طريق المحيط الحيوي. يؤدي هذا الاستهلاك المفرط وتوليد النفايات إلى تسريع استنزاف الموارد الطبيعية. **(Juríčková et al., 2020)**

أولا: هل للتربة الزراعية مكونات خاصة؟

نعم، تحتوي التربة الزراعية على مكونات خاصة تختلف عن تركيبة التربة الطبيعية نظرًا لاستخدامها لزراعة النباتات وتحقيق الإنتاجية الزراعية المرغوبة حسب المحصول؛ هذه المكونات الخاصة تتضمن على الأقل الآتي:

- المواد العضوية: تعتبر المواد العضوية مكوناً أساسيًا في التربة الزراعية، حيث توفر العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات وتسهم في تحسين هيكل التربة وتوفير بيئة ملائمة للحيوية البكتيرية والفطرية. تشمل المواد العضوية السماد العضوي والمخلفات النباتية والحيوانية المتحللة.

(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 2000)

- الأسمدة الكيميائية: تضاف الأسمدة الكيميائية إلى التربة لتوفير العناصر الغذائية الضرورية للنباتات، مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (المتحركة) وغيرها من الكالسيوم والمغنسيوم والنحاس والمولبيديوم والحديد والبروم (الأقل حركة)؛ من اجل تدارك النقص في النبات الذي يُظهر أعراض هذا النقص في الورق أو الثمار، كما قد يرش مباشرة في شكله السائل على العضو المريض من النبات ليحصل الامتصاص المباشر لكن بفعالية اقل، يتم استخدام الأسمدة الكيميائية لتوفير التغذية الملائمة للنباتات من الاملاح؛ وتحقيق الإنتاجية المرغوبة خاصة في الترب الفقيرة منها. **(Juríčková et al., 2020)**
- . التعديلات اللاعضوية: تشمل التعديلات اللاعضوية مجموعة متنوعة من المواد التي تضاف إلى التربة لتعديل خصائصها الفيزيوكيميائية. مثل الجير لتحييد الحموضة، والرمال لتحسين تصريف الماء، والطمي لزيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء. **(جبريل، 2023)**
- . التسميد الورقي السائل: يمكن أحيانًا تطبيق الأسمدة مباشرة على الأوراق أو عن طريق الري بالتنقيط لتوفير العناصر الغذائية المباشرة للنباتات وزيادة كفاءة الاستخدام وسرعتها. **(Bateman et al., 2005)** تتفاعل هذه المكونات معًا لتوفير بيئة ملائمة لنمو النباتات وتحقيق الإنتاجية الزراعية المرغوبة.

ثانيا: لماذا كان سائدا الاعتقاد أن الرمل الصحراوي غير صالح للزراعة؟

مما سبق يتبين لك أنه كانت هناك عدة أسباب تجعل الناس يعتقدون أن الرمل الصحراوي غير صالح للزراعة منها:

- **قلة العناصر الغذائية:** يُعتَقَد أن التربة الصحراوية تفتقر إلى العناصر الغذائية الأساسية والكربونية التي تحتاجها النباتات للنمو بسبب عوامل مثل التعرية الطبيعية ونقص الأمطار وقوة الرياح التي تحول دون تجميع العناصر الغذائية في التربة وتماسكها. **(World Bank, 2018)**
- **ضعف هيكلة التربة:** تتميز التربة الرملية بتهوية جيدة وتصريف سريع للماء، ولكنها غالبًا ما تفتقر إلى القدرة على احتجاز الماء والعناصر الغذائية بشكل كافي لتلبية احتياجات النباتات، وعدم ثبات جذور النباتات أمام العواصف ودفن النباتات النجمية والبقل–بالرمال الزاحفة –أو التي في مراحلها الأولى، وترسب الرمال على الأوراق – تمنع الضوء –تزيد الثقل والحمل مما يتسبب في كسر ساق النبات. **(Emde et al., 2021)**
- **الجفاف والحرارة العالية:** تكون المناطق الصحراوية عادة ذات درجات حرارة عالية وتعرض لتبخر المياه بسرعة، ونقل حبيبات الرمل – والكوارتز – الحرارة للجذور القريبة من السطح، مما يجعل الرمل الصحراوي يبدو غير مناسب للزراعة. **(Zaman & Exner 2021)**

❖ **أساطير الاولين:** قد تكون الأسطورة الشائعة حول عدم صلاحية الرمال الصحراوية للزراعة نتيجة لتجارب الشعوب القديمة والامثال التي تلقن من الآباء الى الأبناء من سكان الصحراء (مثل كأنه ماء في الرمل، كأنه يسقي رملا، خرج صحراء...) التي لم تنجح في زراعة تلك المناطق بشكل ناجح قديما، أو نجاحها بعد ذلك في شعب محددة – مثل النخيل، البنجر، البطيخ،...لقلة الفهم المعمق بتداخل كل أولئك العوامل بالنسبة لمحصول معين، وعدم وجود الوسائل الازمة للتغلب عل بعضها في حالة معرفتها أو المشقة الكبيرة. **(Miloudi et al., 2022)** ومع ذلك، فإن هذه الأفكار تلاشت بانتشار الوعي الزراعي (مكاتب الدراسات، مخابر الاستشارات، مشاركة التجارب عبر الوسائط...) والحاجة (البطالة، ارتفاع عدد السكان...) القاضية بالمغامرة والمقاومة، وتشجيع الفلاحين بالدعم الريفي (حيازة أراضي، توزيع الأراضي للراغبين بعقود تنتهي بالتمليك...) وانتشار المواد (أسمدة، مبيدات، منشطات هرمونية...) والوسائل الحديثة (حصادات، جرارات...) مما مكن من تحسين التربة الرملية باستخدام التقنيات المناسبة مثل التسميد العضوي والكيميائي وتحسين تصريف المياه، مما يجعلها قابلة للزراعة والإنتاجية ؛ بل هي المعول عليها مع الصناعات التحويلية المرافقة لها في سياسة الجزائر الجديدة المستقبلية للخروج من رق الصادرات النفطية. **(Miloudi et al., 2023)**

2.I الثورة الزراعية في المناطق الصحراوية:

تمثل الثورة الزراعية في المناطق الصحراوية تحولًا كبيرًا في طرق الإنتاج الزراعي بهذه المناطق، وكان لها عدة أسباب ودوافع من بينها:

- **تحسين التقنيات الزراعية:** ظهور تقنيات جديدة وتطورات في مجال الزراعة، مثل الري بالتنقيط والري بالرذاذ واستخدام الأسمدة الحديثة والمبيدات الزراعية والأنظمة الذكية، ساهمت في تمكين الزراعة في المناطق الصحراوية التي كانت سابقًا تعتبر غير صالحة للزراعة. **(بوعافية، 2011).**
- **تطوير الزراعة الجافة:** تم تحسين تقنيات الزراعة الجافة والاستفادة من تقنيات حفظ الماء مثل بناء الحواجز والسدود والحفاظ على الرطوبة في التربة لفترات طويلة (طريقة القلال، المجاري التحتية، البوليميرات SAPs الحافظة)، الري بالتنقيط، الري بالرش والري المختلط بينهما... مما جعل الزراعة ممكنة في المناطق ذات البيئة الجافة. **(World bank, 2008)**
- **تنويع المحاصيل:** اتساع نطاق المحاصيل التي يمكن زراعتها في المناطق الصحراوية، واستخدام أصناف مقاومة للجفاف والحرارة الشديدة، مما يزيد من إمكانية النجاح في الزراعة في تلك المناطق. **(منظمة الأغذية والزراعة، 2011)**

- **التنمية التكنولوجية:** تقدم التكنولوجيا في مجالات مثل الحوسبة والاتصالات والطاقة، ساهم في توفير حلول فعالة لتحسين الإنتاجية الزراعية في المناطق الصحراوية، مثل استخدام الطاقة الشمسية لتشغيل أنظمة الري والتحكم الآلي والرصد ...**(Juríčková et al., 2020)**
- **الضغط الديموغرافي والاقتصادي:** زيادة السكان والاقتصادات المزدهرة في بعض المناطق الصحراوية دفعت إلى الحاجة الملحة لزيادة الإنتاج الزراعي لتلبية احتياجات السكان المتنامية وتعزيز الأمن الغذائي وفتح أسواق تنافسية، وشبكات الطرقات المتعددة وملحقاتها من محطات الخدمات... **(بوعافية، 2011)**.
- **التشجيع والدعم الفلاحي:** تشجيع الفلاحين بالوسائل والقروض البنكية والدعم المالي ودعم السكن في المناطق الريفية ودعم تربية الأنعام وعلفها وضمان شراء المنتوج بسعر مناسب من الدولة وتوفير المتابعة التقنية والمرافقة وتوفير شبكات الكهرباء.... **(جبريل، 2023)**

بشكل عام تمثلت الثورة الزراعية في المناطق الصحراوية في مزيج من التقنيات والسياسات والاستثمارات التي ساهمت في تحسين إنتاجية الزراعة في تلك المناطق وتعزيز استدامتها.

1.2.I مزايا الزراعة في المناطق الصحراوية :

هناك عدة مزايا للزراعة في المناطق الصحراوية:

- **قلة الآفات والأمراض:** بسبب البيئة الجافة والصحراوية، يكون هناك تواجد أقل للآفات والأمراض التي تؤثر على النباتات مقارنة بالمناطق الرطبة، مما يقلل من الحاجة إلى استخدام المبيدات والمكافحة الكيميائية. **(Miloudi et al., 2022)**
- **تقليل التنافس على الموارد:** في المناطق الصحراوية، يكون هناك تنافس أقل على الموارد المحدودة مثل المياه والمساحات الخصبة، مما يمكن للمزارعين من تحقيق إنتاجية أكبر لمحاصيلهم وتكثير عددهم مما يخلق منافسة محمودة. **(Miloudi et al., 2023)**
- **المساحات الشاسعة:** المناطق الصحراوية غالبًا ما تتميز بمساحات واسعة من الأراضي الخالية، مما يتيح للمزارعين استخدام مساحات كبيرة لزراعة المحاصيل وزيادة الإنتاجية. **(بوعافية، 2011)**.
- **جودة النباتات الدرنية وكبر حجمها لعدم وجود العوائق التحتية:** في بعض الحالات، يمكن للنباتات الدرنية أن تنمو بحرية وتتطور إلى حجم كبير في المناطق الصحراوية نظرًا لقلة العوائق والقيود –التربية التحتية –على نموها مثل الجزر والبطاطس والبنجر السكري.... **(Nili et al., 2020)**

- **عدم انتشار الآفات:** بسبب الظروف الجافة، يمكن أن يكون انتشار الآفات محدودًا في المناطق الصحراوية مما يقلل من خطر تلف المحاصيل.**(Ma et al., 2019)**
- **قلة المجهودات المبذولة في التهيئة:** نظرًا للظروف البيئية والرملية السهلة في المناطق الصحراوية، قد تكون التهيئة والإعداد للزراعة تتطلب مجهودًا أقل بالنسبة للتربة مقارنة بالمناطق الأخرى التي تحتاج حرث وتفتيت التربة والحجارة الطينية.... **(Alghannam, 2012)**
- **قلة التكلفة:** بسبب عدم الحاجة إلى استخدام الكثير من الموارد للزراعة في المناطق الصحراوية، يمكن أن تكون التكاليف أقل بشكل عام. **(جبريل، 2023)**
- **وفرة المياه:** في الغالب تستغل المياه الجوفية–سواءً منها السطحية أو العميقة– مع تقنيات الري الحديثة لتوفير المياه للزراعة في المناطق الصحراوية. **(بن قرينة ومحسن، 2007)**
- **طول ساعات الإضاءة:** في المناطق الصحراوية، غالبًا ما تكون ساعات الإضاءة طويلة، مما يمكن النباتات من النمو بشكل أفضل وزيادة الإنتاجية مثل منتوج الزيتون وزيته المميز بها عن باقي المناطق. **(Nili et al., 2020)**
- **قلة تلوث الهواء المحيط بالمزارع:** بسبب نقاء الهواء وقلة النشاط الصناعي في المناطق الصحراوية، يكون التلوث البيئي أقل، مما يحسن من جودة الهواء المحيط بالمزارع. ومن ثم جودة المنتوج بمواصفات ISO9001 والذي يضمن تسويق خارجي ناجح عن غيره. **(Alghannam, 2012)**
- **سلامة المنتوج من المخاطر:** بسبب قلة الآفات والمشكلات الصحية في المناطق الصحراوية، قد تكون المحاصيل أكثر سلامة للاستهلاك البشري، والحيواني العلفي، وضمان انتقال سليم في السلسلة الغذائية. **(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 2000)**
- **يسر التنقل في الحقل والأعمال:** المساحات الواسعة والمناخ الجاف يمكن أن تسهل التنقل والعمل في الحقول والمزارع دون عناء ولا خوف ولا ضرر على العامل والمحصول. **(Buchmann et al., 2015)**
- **التسويق المضمون لقلة العرض:** نظرًا لقلة الإنتاج في المناطق الصحراوية، يمكن للمزارعين أن يحصلوا على أسعار جيدة لمحاصيلهم بسبب ندرتها في السوق.
- **الاستدامة البيئية:** يمكن للزراعة في المناطق الصحراوية أن تكون أكثر استدامة بسبب القدرة على استخدام الموارد المحلية بشكل أفضل، مما يقلل من التأثير على البيئة.
- **التنوع البيولوجي:** قد تكون المناطق الصحراوية موطنًا للتنوع البيولوجي العالي والنباتات النادرة التي يمكن استغلالها في الزراعة لتحقيق فوائد بيئية واقتصادية. **(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 2000)**

- **تنوع المحاصيل:** بسبب التنوع في الظروف البيئية في المناطق الصحراوية، يمكن زراعة مجموعة متنوعة من المحاصيل المتكيفة مع هذه الظروف، مما يسهم في تنويع الإنتاج الزراعي وتعزيز الأمان الغذائي، فتمرُ ولاية عين صالح يُباع في الشمال في شهر جوان قبل تمر ولاية ورقلة بشهر ونصف وبطيخ ولاية تمنراست قبل ولاية ورقلة والمنيعة بشهرين وطماطم ولاية أدرار متوفر على طول السنة دون بيوت بلاستيكية... **(Miloudi et al., 2023)**
- **التطوير الاجتماعي والاقتصادي:** يمكن للزراعة في المناطق الصحراوية أن تسهم في توفير فرص عمل جديدة وتحفيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية في هذه المناطق. **(بوعافية، 2011).**
- **تحسين الأراضي المهملة:** يمكن استخدام الأراضي الصحراوية غير المستخدمة بشكل فعال من خلال تحويلها إلى أراضي زراعية، مما يسهم في تحسين استغلال الموارد الطبيعية. **(Miloudi et al., 2022)**
- **مكافحة التصحر:** يمكن للزراعة في المناطق الصحراوية أن تساهم في مكافحة التصحر وتحسين تربة الأراضي الأخرى من خلال استخدام تقنيات الري الحديثة والمحافظة على التنوع البيولوجي بها. **(Miloudi et al., 2023)**
- **التنمية الحضرية المستدامة:** يمكن أن تشجع الزراعة في المناطق الصحراوية على التنمية الحضرية المستدامة من خلال توفير الغذاء المحلي وتعزيز الاقتصاد المحلي وتقليل التبعية عن الواردات الزراعية. وهذا ما تصبو إليه سياسة الجزائر في الآونة الأخيرة كحل بديل عن الصادرات الطاقوية غير المتجددة للنهوض بالاقتصاد الوطني ومجابهة التحديات المناخية المستقبلية والجيوسياسية. **(Juríčková et al., 2020)**
- **الأمن القومي من خلال الأمن الغذائي:** يعتبر الأمن الغذائي جزءًا أساسيًا من الأمن القومي لأي دولة، يمكن أن يساهم الأمن الغذائي في تحقيق الأمن القومي:

✓ الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي: عندما يكون هناك إمكانية لتوفير الغذاء بشكل كافٍ للسكان، ينخفض مستوى التوتر الاجتماعي والاقتصادي، هذا يساهم في الحفاظ على استقرار الدولة وتجنب الأزمات الاقتصادية والاجتماعية المحتملة. **(جبريل، 2023)**

✓ تعزيز السيادة الغذائية: من خلال تنمية الزراعة المحلية وتنويع مصادر الغذاء، تزيد الدولة من استقلاليتها الغذائية وتقليل اعتمادها على واردات الغذاء من الخارج. هذا يقلل من تأثير التقلبات في الأسواق العالمية ويحمي الدولة من الضغوط الخارجية. **(Abdollahi et al., 2014)**

- ✓ تعزيز الأمن الاقتصادي: يمكن لتوفير الغذاء المحلي بشكل كافٍ أن يحفز الاقتصاد المحلي ويخلق فرص عمل في قطاع الزراعة والصناعات المرتبطة به. هذا يساهم في تحقيق الازدهار الاقتصادي للدولة. **(Boudouropoulos & Arvanitoyannis, 2000)**
- ✓ التوازن البيئي والاستدامة: تشجع الاستثمارات في الزراعة المحلية وتحقيق الأمن الغذائي على المحافظة على البيئة والموارد الطبيعية المحلية. بالإضافة إلى ذلك، تشجع ممارسات الزراعة المستدامة على الحفاظ على التنوع البيولوجي والحفاظ على الأراضي الزراعية للأجيال القادمة. **(Chennafi, 2013)**
- ✓ التنمية المستدامة: يساهم الأمن الغذائي في تعزيز التنمية المستدامة عن طريق توفير الغذاء والموارد الغذائية الأساسية للسكان، مما يؤدي إلى تحسين مستوى المعيشة والصحة والتعليم في المجتمعات المحلية بالتالي، يمكن القول إن تحقيق الأمن الغذائي يسهم بشكل كبير في تعزيز الأمن القومي للدولة من خلال تحقيق الاستقرار الاقتصادي والاجتماعي وتعزيز السيادة الغذائية والتنمية المستدامة. **(Sarvaš et al., 2007)**

2.2.I مصادر الماء في المحصول الزراعي الصحراوي :

مصادر الماء في المحصول الزراعي الصحراوي يمكن أن تتضمن:

1. مياه الأمطار: وهذه تروي المراعي في الصحراء في فصل الخريف والشتاء على قلتها لكن تسد بعض حاجيات بعض الانواع لفترات محددة.

2. مياه الآبار: يمكن حفر آبار لاستخراج المياه الجوفية لري المحاصيل في المناطق الصحراوية؛ وهذه هي السائدة والمعتمد عليها في منطقة ورقلة، والزراعة الصحراوية عموما. **(Kemp et al., 1997)**

3. مياه الصرف الزراعي: يمكن إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي، في الاماكن المنخفضة والسباخ مثل أم الرانب وسيدي خويلد للنخيل خاصة لتحمله تلوث وملوحة هذه المياه. **(القسومي، 2020)**

هذه هي بعض المصادر التي يمكن الاعتماد عليها لتوفير المياه اللازمة لزراعة المحاصيل في المناطق الصحراوية، ومنطقة الدراسة خاصة.

المراجع باللغة العربية:

- ثورية الماحي و عبد القادر أوزال. (2021). انعكاس سياسة التجديد الفلاحي والريفي في الجزائر على التسيير المستدام للموارد الأرضية والمائية في الزراعة. *الاكاديمية للدراسات الاجتماعية و الانسانية، 13* (2)، 169-181.
- جبريل، ح.، وكالة الاناضول للأنباء (https://www.aa.com.tr/ar/) بتاريخ 2023/01/09.
- حمزة بن قرينة، زبيدة محسن. (2007). تسيير الموارد المائية مع الأخذ بالعامل البيئي. مجلة الباحث. 5، 69-81.
- عبد الرزاق بوعافية، إدراج عناصر الاستدامة في التخطيط العمراني للمؤسسات البشرية الصحراوية – دراسة حالة مدينة ورقلة، مذكرة ماجستير، جامعة محمد خيذر – بسكرة، 2011.
- صالح بن سليمان القسومي. (2020). إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مدينة الرياض :دراسة جغرافية لاتجاهات الرأي العام. *مجلة بحوث كلية الآداب* (جامعة المنوفية – مصر)، 31(121)، 2531-2563.
- مجموعة البنك الدولي (2019). إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع الاسمدة الفوسفاتية.
- منظمة الأغذية والزراعة (2011). حالة الموارد الوراثية النباتية. هيئة الموارد.
- محسن زوبيدة. (2011). اشكالية الماء الشروب في ولاية ورقلة. مجلة الباحث، 9(9)، 235-242.

المـــراجع باللـــغة الأجـنبية:

- Abdollahi, L., Schjønning, P., Elmholt, S., & Munkholm, L. J. (2014). The effects of organic matter application and intensive tillage and traffic on soil structure formation and stability. Soil and Tillage Research, 136, 28-37.
- Abu-Hamdeh, N. H. (2004, July). The effect of tillage treatments on soil water holding capacity and on soil physical properties. In Conserving soil and water for society: sharing solutions. ISCO 13th international soil conservation organization conference, Brisbane Australia, paper (Vol. 669, pp. 1-6).
- Alghannam, A. O. (2012). Use of closed system of air through earth tubes as an environment friend for heating greenhouses. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 3(3), 419-427.
- Ayangbenro, A. S., & Babalola, O. O. (2021). Reclamation of arid and semi-arid soils: The role of plant growth-promoting archaea and bacteria. Current Plant Biology, 25, 100173.

- Bai, W., Zhang, H., Liu, B., Wu, Y., & Song, J. (2010). Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil use and management, 26(3), 253-260.
- Bateman, A. S., Kelly, S. D., & Jickells, T. D. (2005). Nitrogen isotope relationships between crops and fertilizer: implications for using nitrogen isotope analysis as an indicator of agricultural regime. Journal of agricultural and food chemistry, 53(14), 5760-5765.
- Boudouropoulos, I. D., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Potential and perspectives for application of environmental management system (EMS) and ISO 14000 to food industries. Food Reviews International, 16(2), 177-237.
- Buchmann, C., Bentz, J., & Schaumann, G. E. (2015). Intrinsic and model polymer hydrogel-induced soil structural stability of a silty sand soil as affected by soil moisture dynamics. Soil and Tillage Research, 154, 22-33.
- Chennafi, H. (2013). The Management of Soil and Water for Date Palm El-Hadjira Region, Daira of Touggourt (South of Algeria). Acta Hortic. 994, 15-110.
- Emde, D., Hannam, K. D., Most, I., Nelson, L. M., & Jones, M. D. (2021). Soil organic carbon in irrigated agricultural systems: A meta-analysis. Global Change Biology, 27(16), 3898-3910.
- Juríčková, Z., Lušňáková, Z., Hallová, M., Horská, E., & Hudáková, M. (2020). Environmental impacts and attitudes of agricultural enterprises for environmental protection and sustainable development. Agriculture, 10(10), 440.
- Kemp, P. R., Reynolds, J. F., Pachepsky, Y., & Chen, J. L. (1997). A comparative modeling study of soil water dynamics in a desert ecosystem. Water Resources Research, 33(1), 73-90.
- Ma, L., Shi, Y., Siemianowski, O., Yuan, B., Egner, T. K., Mirnezami, S. V., ... & Cademartiri, L. (2019). Hydrogel-based transparent soils for root phenotyping in vivo. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(22), 11063-11068.
- Maghchiche, A., M. (2022). Soil improvement in arid and semiarid regions for sustainable development. In Natural resources conservation and advances for sustainability (pp. 73-90). Elsevier.
- Maqbool, M. A. (2018). Zinc biofortification of maize (Zea mays L.): Status and challenges. wiley.

- Mekdaschi, R., Zähringer, J. G., & Gurtner, M. (2014). Diagnostic and evaluation of the agricultural potentials and examples of good soil and water conservation and soil defense and restoration practices adapted to the MENA desert zones: Middle East and North Africa (MENA) Desert ecosystems and livelihoods knowledge sharing and coordination project (DELP) for the benefit of Algeria, Egypt, Jordan, Morocco and Tunisia.
- Miloudi, M., Nili, M. S. & Douadi, A. (2022). Amélioration de l'activité du PGPR dans les sols sableux traités et son effet sur la croissance de Trèfle. 1er *Webinaire International sur les PGPR comme perspective pour le développement d'une agriculture durable. Constantine, 18-19 Mai 2022.*
- Miloudi, M., Nili, M. S., Douadi, A., Dekmouche, M. (2023). Improving the Activity of Sandy Soil and Reducing Salinity and Alkalinity Using an Absorbent Polymer and Its Impact on the growth of (Zea mays). Tobacco Regulatory Science (TRS), 2705-2714.
- Mouradi, M., Farissi, M., Bouizgaren, A., Lahrizi, Y., Qaddoury, A., & Ghoulam, C. (2018). Alfalfa and its symbiosis responses to osmotic stress. New perspectives in forage crops, 17, 149-168.
- Nili, M. S., Boutalbi, A., Attalah, Y., & Miloudi, M. (2020). Effect of some chemical additives on reducing the permeabilty of agricultural soils and the consumption of irrigation water during the plantation of potatoes Oued Souf'. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 12(2), 951-958.
- OCDE (2012), Development Co-operation Report 2012: Lessons in Linking Sustainability and Development, Éditions OCDE, Paris, https://doi.org/10.1787/dcr-2012-en.
- Sarvaš, M., Pavlenda, P., & Takáčová, E. (2007). Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. Journal of forest science, 53(5), 204-209.
- Singh, N., Vyas, S., Chitra, R., & Anand, B. (2015). Characterization of dispersive soils: A comparative evaluation between available tests. Int. J. Innovative Res. Sci. Eng. Technol, 4(12), 12908-12918.
- . Suarez, D. L., Rhoades, J. D., Lavado, R., & Grieve, C. M. (1984). Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. Soil Science Society of America Journal, 48(1), 50-55.
- Vargas, R., Soils, where food begins, UN Chronicle, World soil day - 5 December 2022.

- Vetterlein, D., Carminati, A., Weller, U., Oswald, S., & Vogel, H. J. (2009, April). Dynamics of air gap formation around roots with changing soil water content. In EGU General Assembly Conference Abstracts (p. 4761).
- World Bank. 2008. Profile of Agriculture and Rural Development in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC.
- World Bank. 2018. Beyond Scarcity: Water Security in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC
- Zaman, M., & Exner, M. (2021). Combatting soil salinisation using nuclear techniques: The IAEA commemorates 2021 World soil day.

الفصل الثاني: أثر إضافة الهيدروجال للتربة على المحصول الزراعي

II. أثر إضافة الهيدروجال في التربة على مياه الري والمحصول الزراعي :

1.II عموميات حول استعمال الهيدروجال (SAP_s) في الزراعة:

1.1.II تمهيد :

يتم تعريف البوليمرات فائقة الامتصاص (SAPs) على أنها شبكة من سلاسل البوليمر غير القابلة للذوبان في الماء والتي يمكنها أن تمتص وتحتفظ بما يصل إلى 1000–100000% من وزنها من الماء، الهدف الرئيسي لتطبيقها على التربة والنباتات البستانية هو تحسين فيزيائية التربة من خلال التهوية، للحد من خسائر الأسمدة والمبيدات الحشرية، وامكانية إطالة بقاء النبات تحت الإجهاد المائي دون خوف تضرره، وقد يحفز أيضًا نمو النباتات في ظل المستوى الأمثل للمدخلات الغذائية وبيئة الجذور الملائمة. **(Oksińska et al., 2016)**

2.1.II تعريف الهيدروجال

يمكن اعتبار أي شبكة بوليميرية محبة للماء هيدروجال إذا كانت المواد امتصاص الماء لا يقل عن 10٪ من كتلة البوليمير الجاف، وتعتبر البوليميرات فائقة الامتصاص إذا كانت على الأقل بنسبة 50٪ من الماء.

البوليمرات فائقة الامتصاص هي مواد بوليميرية خفيفة وقابلة للانتفاخ في الماء، قادرة على امتصاص كميات كبيرة من الماء تصل إلى 1000 مرة أو أكثر من كتلتها، ويتم الاحتفاظ بهذه المواد بالماء حتى تحت ضغط معين. ترتبط هذه البوليميرات بعائلة أكبر تسمى الهيدروجالات الهلامية المائية.

الهيدروجيل هو شبكة بوليميرية غير قابلة للذوبان في الماء، والتي يمكن تعريفها على أنها تتكون من سلاسل بوليميرية مترابطة بشكل شبكي عبر روابط تصالب، وهذا يجعلها قادرة على امتصاص الماء والاحتفاظ به. في الوسط المائي، يتم امتصاص الماء بين سلاسل الشبكة البوليميرية نتيجة لطبية الماء، حيث يتفاعل الماء مع المواد البوليميرية التي تحتوي على مجموعات قطبية أو تكون بولي إلكتروليت.

بشكل عام تتمتع السلاسل البوليميرية بقدرة على الاتصال الشبكي النقي. تُعطي هذه السلاسل البوليميرية، سواء عن طريق تقنيات التشبيك الإشعاعي أو عن طريق عوامل التصالب الضوئي الكيميائي، هيكلًا فائق الامتصاص لامتصاص الماء واحتجازه داخل بنيتها. تعتمد قدرة المواد الهدروجيلية على امتصاص الماء بشكل كبير على الزمر الطرفية المحبة للماء في سلاسلها الجانبية، مثل الزمر الهيدروكسيل (OH^-)، الكربوكسيل (COOH)، الأميد ($CONH_2$)، كبريتيت الهيدروجيني $-HSO_3^-$

البولي أكريلات هو بوليمير يتكون من مونوميرات الأكريلات (حمض الأكريليك) CH2=CHCOOH). يحتوي على مجموعات كربوكسيلية ($COOH^-$) قابلة للتأين في الماء.

آلية امتصاص الماء:

التأين: عند وضع بولي أكريلات في الماء، تتدرج مجموعات الكربوكسيل COOH إلى $-COO^-$ (أيونات الكربوكسيل) و H^+ (أيونات الهيدروجين)

الجذب الكهربائي: الأيونات السالبة ($-COO^-$) تتجاذب مع جزيئات الماء القطبية (H_2O) عبر الروابط الهيدروجينية.

الانتفاخ: يتم دخول جزيئات الماء بين سلاسل البوليمير وترتبط بها، مما يؤدي إلى انتفاخ الشبكة البوليميرية.

– هذه العملية تؤدي إلى زيادة حجم البوليمير بشكل كبير.

الاستقرار الهيكلي:

– سلاسل البوليمر مترابطة بواسطة روابط متصالبة مما يمنع ذوبان البوليمر بالكامل في الماء ويحافظ على شكل الشبكة.

– الروابط المتصلة تمنح البوليمير القدرة على احتجاز كمية كبيرة من الماء داخل بنيته.

تفاصيل عملية الامتصاص:

الامتصاص السريع: في البداية، يحدث الامتصاص السريع للماء بسبب وجود فرق كبير في التركيز بين البوليمير الجاف والماء المحيط.

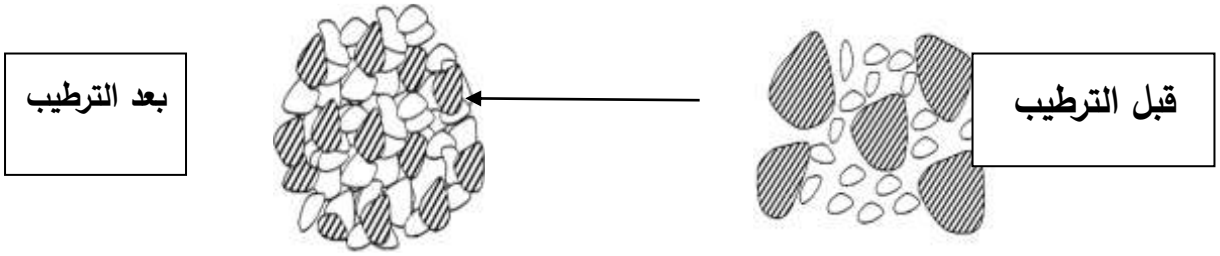
التشبع: مع مرور الوقت، يستمر البوليمير في امتصاص الماء حتى يصل إلى نقطة التشبع، حيث تتوازن قوى الجاذبية والمقاومة للانتفاخ.

التوازن: يكون البوليمير في حالة التوازن، ممتلئًا بالماء ويصل إلى أقصى حجم له دون أن يذوب.

(Hennink & Van Nostrom, 2002)

II.3.1 أثر إضافة الهيدروجال (SAP_s) على التربة (فيزيائيا):

إن إضافة الهيدروجيلات (SAP_s) إلى التربة يمكن أن تحسن خصائصها وتحسن من كفاءتها في الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، وتقليل مسامات الترب الخفيف القوام ومن ثم تقليل هدر المياه والاسمدة وغورها بعيدا عن الجذور مما قد يورث تلوث المياه فيما بعد.



الصورة (1): تجمع حبيبات الرمل والتصاقها وتقليل المسامات بعد الترطيب (Demitri et al., 2013)

II.4.1 أثر إضافة الهيدروجال (SAP_s) على التربة (كيميائيا) :

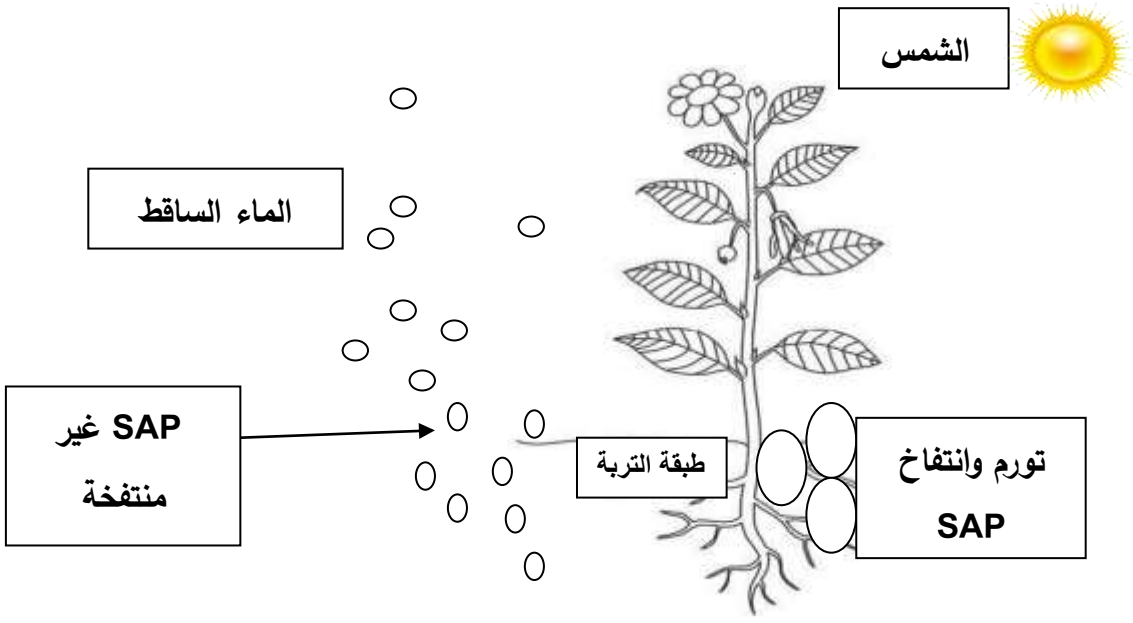
تم اعتماد البوليمرات فائقة الامتصاص (SAPs)، التي تعتبر مجموعة من المواد الجديدة الموفرة للمياه والمحسنة للتربة، على نطاق واسع في الزراعة. ومع ذلك، لا يزال هناك قليل من المعرفة حول تأثيراتها الفيزيائية والكيميائية على خصائص التربة تحت ظروف التجفيف والرطوبة المتكررة. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مستويات رطوبة التربة والكثافة الظاهرية، الأس الهيدروجيني والناقلية الكهربائية (EC)، ومستويات N.P.K، المتاحة بعد دورات مختلفة من الترطيب والتجفيف في دراسة مشابهة أجراها **(Bai et al., 2010)** تم فيها مزج أربعة أنواع من SAPs، المعروفة باسم BF، JP، BJ، وWT، مع التربة الرملية بتراكيز مختلفة لتحديد قدرة الاحتفاظ بالماء وتأثيرات تعديل الخصائص التربوية بواسطة برامج التكيف الهيكلي. هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير برامج التكيف الهيكلي على احتفاظ التربة بالماء وخصائصها الأخرى تحت ظروف جفاف شديد ومعتدل ورطوبة كافية. أظهرت

النتائج زيادة في رطوبة التربة بنسبة تتراوح بين 6.2٪ و32.8٪ بعد استخدام برامج التكيف الهيكلي، خاصة مع بعض أنواع المعالجات. كما انخفضت الكثافة الظاهرية للتربة بنسبة تتراوح بين 5.5٪ و9.4٪، خاصة مع استخدام تراكيز عالية من برامج التكيف الهيكلي في ظل الجفاف المعتدل. كما تم ملاحظة تغيرات في الاس الهيدروجيني والناقلية الكهربائية مع استخدام جميع معالجات SAP. وأظهرت النتائج أيضًا زيادة طفيفة في توافر الفوسفور مع استخدام برامج التكيف الهيكلي، بينما انخفض توافر البوتاسيوم بشكل كبير، وخاصة مع دورات الترطيب والتجفيف. يُعتبر استخدام بعض أنواع المعالجات، مثل WT وJP، أكثر ملائمة للظروف الجافة والرطبة بالتناوب. يجب إجراء مزيد من الدراسات للتحقق من صحة هذه النتائج باستخدام تجارب وعاء، وينبغي التحقق من صحتها أيضًا من خلال البيانات الميدانية. **(Bai et al., 2010)**

مثل هذه الدراسة كانت حافزا مهما بالنسبة لنا لمواصلة تجاربنا في بيئتنا الجافة التي غالبيتها قلوية (pH أكبر من 8) غير المناسبة لكثير من أنواع السماد التي قد يترسب في المجال القلوي لبيئة التربة، فإذا ثبت فعلا استعماله قد يخفض من درجة الاس الهيدروجيني ويخلق بيئة معتدلة لامتصاص الجذور للسماد في الاراضي الرملية الزراعية فهو سبب كافي ومشجع، فكيف وهو يقلل من الاجهادات المائية وقد يدفعنا للحد من الاستنزاف المستمر للموارد المائية بطيئة التجدد في هذا المناخ الصحراوي.

II.5.1 قابلية تحلل الهيدروجال في التربة؟

تحل البوليمرات الاصطناعية فائقة الامتصاص محل البوليمرات الطبيعية بسبب قدرتها العالية على الامتصاص وتوافر أصناف واسعة من المواد الخام ومتانة أطول. نظرًا لخصائصها المحبة للماء وغير السامة والقابلة للتحلل الحيوي والمتوافقة حيويًا، إنها أكثر المنتجات المرغوبة لمختلف التطبيقات مثل توصيل الأدوية **(Behera, & Mahanwar, 2020)**



الصورة (2): البوليميرات المستجيبة للمحفزات (Behera, & Mahanwar, 2020)

الصورة (3): البوليميرات المستجيبة للمحفزات وكيفية اختراق الجذور لها

تحدثت هذه الدراسة عن تحلل حيوي للبوليمر المشبع من الأكريلاميد وأكريلات البوتاسيوم عن طريق بكتيريا التربة. تم لف البوليمر التقني الجاف من الأكريلاميد وأكريلات البوتاسيوم الذي يحتوي على 5.28٪ من المونوميرات غير المتبلورة في نسيج جيوتكستيل وحضنه في تربة Haplic Luvisol غير القابلة للتعقيم كمركب جيوكومبوزيت قادر على امتصاص الماء. تبين أن أعلى عدد من بكتيريا التربة التي استوطنت وبوليمر المشبع بالماء واستخدمته كمصدر وحيد للكربون والطاقة كان بعد شهر واحد من الحضن في التربة. وقد تمكنت بكتيريا معزولة من الكوبوليمر من تحطيم جزء منه. كما أظهرت النتائج أن هذه البكتيريا قادرة على تحلل الكوبوليمر في وسط الجذور الاصطناعي. تهدف تطبيقات البوليمرات السوبر امتصاصية إلى تحسين النباتات والتربة وتقليل فقدان الأسمدة والمبيدات الحشرية. **(Oksińska et al., 2016)**

2.II كيفية استجابة الهيدروجال داخل التربة:

يمكن لديناميكيات الرطوبة أن تساعد في تشكيل بنية مستقرة للتربة من خلال إعادة توجيه جزيئات التربة ولصقها بواسطة الهياكل العضوية. عندما تتعرض التربة لديناميكيات الرطوبة، يكون الاستقرار الهيكلي منخفضًا إلى حد ما إذا كانت المادة العضوية في التربة أو محتوى الطين غير كافٍ. يمكن للمواد العضوية القابلة للانتفاخ مثل

الهيدروجال أن تعزز الاستقرار الهيكلي **(Buchmann et al., 2015)** ، ولكن لم يتم فهم الآليات بشكل كامل بسبب نقص الطرق الاختبارية المناسبة. الهدف من تلك الدراسة كان فهم تأثير ديناميكيات رطوبة التربة على خصائص التورم للهيدروجيل وتأثيرها على الخصائص الهيكلية للتربة. تم معالجة التربة الرملية الغرينية غير المستقرة فيزيائيًا بحمض البولي أكريليك كبوليمر نموذجي قابل للانتفاخ بدرجة عالية وتعرضها لدورات التجفيف/إعادة الترطيب أو للرطوبة الثابتة. تم دراسة عمليات التورم وربط الماء باستخدام قياس الاسترخاء بالرنين المغناطيسي النووي H1 لتوصيف حال، على عكس هشاشة التربة غير المستقرة في الشاهد والأقل تنظيماً من خلال الخواص التركيبية للتربة، يمكن للبوليمرات المكونة للهيدروجيل أن تحدث تأثيرات تثبيت إضافية عن طريق لصق جزيئات التربة معًا **(Jamnická et al., 2013)** وزيادة صلابة مصفوفة التربة غير المستقرة في البداية. إن درجة الاستقرار الهيكلي تزداد مع نسبة الماء المرتبط الهيدروجال، بشكل مستقل.

- تطوير "تربة شفافة" هو ابتكار رائع يمكن أن يساهم في فهم أفضل لنمو الجذور النباتية وتطورها. من خلال هذه التقنية، يمكن رصد ودراسة الجذور بشكل دقيق داخل الوسط النامي الشفاف، مما يوفر رؤية محسنة لعمليات نمو الجذور وتفاعلها مع البيئة المحيطة. كما أن القدرة على ضبط حجم المسام وتوفير الهواء والماء والمواد المغذية يعزز من فعالية هذه الوسائط في دعم نمو الجذور.
- الدراسة التي تمت على جذور فول الصويا باستخدام هذه التقنية تظهر أن الجذور التي نمت في "تربة شفافة" تشابه إلى حد كبير الجذور التي تنمو في التربة الطبيعية **(Behera, & Mahanwar, 2020)** مما يعكس البيئة المناسبة التي توفرها هذه الوسيلة لنمو الجذور. بالإضافة إلى ذلك، عدم ظهور علامات نقص الأكسجين على الجذور يشير إلى فعالية الوسيلة في توفير الأكسجين بشكل كافٍ لنمو الجذور.

3.II أثر إضافة الهيدروجال (SAP_s) على مياه الري:

إضافة الهيدروجيلات السوبر امتصاصية (SAP_s) إلى مياه الري يمكن أن تحسن كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر والتبذير.

1.3.II تمهيد :

بشكل عام، يمكن أن تكون إضافة الهيدروجال إلى مياه الري ذات تأثير إيجابي على كفاءة استخدام المياه وتحسين جودة التربة ودعم نمو النباتات. ومع ذلك، يجب مراعاة الجرعات المناسبة والتوجيهات الصحيحة لاستخدام الهيدروجيلات لضمان الحصول على النتائج المرجوة وفيما يلي بعض الآثار الإيجابية لإضافة الهيدروجيلات إلى مياه الري:

- زيادة قدرة الماء على الاحتفاظ بالرطوبة: يمكن للهيدروجال أن يساعد في زيادة قدرة الماء على الاحتفاظ بالرطوبة، مما يعني أنها يمكن أن تحتفظ بالماء لفترة أطول وتقلل من التبخر.

- تحسين توزيع الماء: يساعد الهيدروجال في تحسين توزيع الماء في التربة، مما يعني أن الماء يمكن أن يصل إلى الجذور بشكل أفضل وأكثر توازنًا.
- تقليل تكرار الري: بفضل قدرتها على الاحتفاظ بالماء، يمكن أن تساعد الهيدروجيلات في تقليل تكرار الري وبالتالي توفير المياه.
- تحسين كفاءة استخدام المياه: يمكن أن تساعد الهيدروجيلات في تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الهدر، مما يعني أنها تساهم في توفير المياه وحماية الموارد المائية.
- تقليل التسرب النيتروجيني: بفضل قدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، يمكن أن تساعد الهيدروجيلات في تقليل التسرب النيتروجيني من مياه الري الكثيرة الزائدة، مما يساهم في حماية البيئة بشكل عام.

2.3.II أهمية إضافة الهيدروجال (SAP_S) على مياه الري:

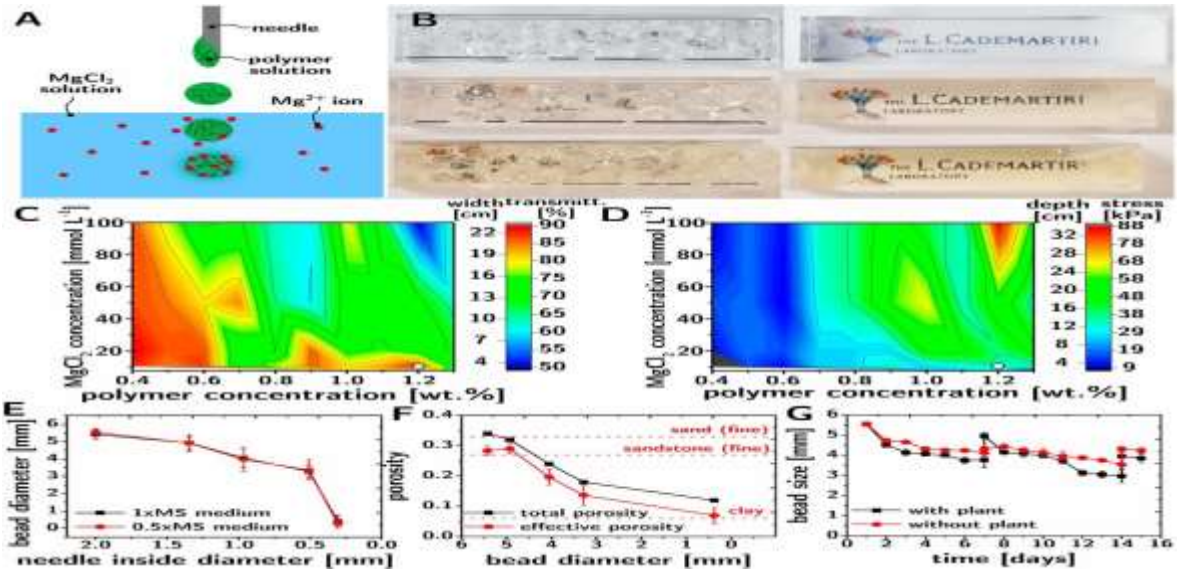
التقنية الاصطناعية الأكثر شيوعًا هي الجذور الحرة للبلمرة المشتركة المتشابكة للأكريلاميد، والتي تتألف من مونومير غير أيوني محب للماء مع كمية صغيرة من عامل الربط المتقاطع، بالإضافة إلى مونومير مشترك أيوني لزيادة قدرتها على الانتفاخ. تتميز هذه التقنية بالعديد من الخصائص مثل قدرة عالية على امتصاص الماء، وتتفاوت قدرة الامتصاص بحسب التطبيق المطلوب، وعدم وجود لون أو رائحة وعدم سميتها، والقدرة على امتصاص الماء بكفاءة عالية تحت الحمل، وتكلفة منخفضة، وإعادة القدرة على التورم، والتحلل البيولوجي، والتوافق الحيوي، ومتانة جيدة واستقرار في البيئة المتورمة.

مبدأ التورم في البوليمر الفائق الامتصاص يعود إلى طبيعته المحبة للماء نتيجة وجود مجموعات حمض الكربوكسيل المحبة للماء في هيكله. عند إضافة الماء إلى البوليمر الفائق الامتصاص، يحدث تفاعل بين البوليمر والمذيبات. **(Behera, & Mahanwar, 2020)**

4.II كيفية استجابة الجذور النباتية للهيدروجال SAP وبيئة التربة المحيطة:

في دارسات سابقة تمت دراسة السمات الأساسية للجذور المزروعة في وسط "تربة شفافة" (TS)، والتربة الطبيعية، والماء، وتم قياس العديد من المتغيرات مثل الكتلة الحيوية للجذور والبراعم، نسبة الجذر إلى البراعم، إجمالي طول الجذر، قطر الجذر، مساحة سطح الجذر، رقم الجذر الثانوي، وكثافة الجذر الثانوية. أظهرت النتائج أن هناك تشابهًا بين الجذور المزروعة في TS والتربة الطبيعية، بينما كانت هناك اختلافات في بعض السمات مقارنة بالزراعة المائية.

تم استخدام تحليل PCR في الوقت الحقيقي لتقييم إمداد الوسط TS بالعناصر الغذائية والأكسجين مقارنة بالزراعة المائية والتربة الطبيعية؛ تم تمييز تعبير خمس جينات مرتبطة بالإجهاد اللاإحيائي وثلاثة جينات مرتبطة بتطور الجذور في النباتات التي نمت في الظروف المختلفة. أظهرت النتائج أن الوسط TS لم يحرم النباتات من العناصر الغذائية أو الماء بشكل مختلف عن التربة الطبيعية أو الزراعة المائية.



الصورة (4): نتائج تأثير وسط التربة الشفافة على نمو الجذور

(Behera, & Mahanwar, 2020)

بشكل عام، تقدم هذه الدراسة رؤى قيمة حول تأثير وسط "تربة شفافة" على نمو الجذور واستجابتها للظروف المحيطة مقارنة بالظروف الزراعية التقليدية. يمكن أن تسهم هذه النتائج في تحسين تقنيات الزراعة وزيادة فهمنا لتأثير البيئة على نمو النباتات. **(Zhao et al., 2016)**

II.5 استجابة الهيدروجال SAP للتقليل من تلوث التربة المحتمل بالأسمدة والمبيدات:

إن شبكة الهيدروجيل (SAP) هي المحاكاة الحيوية عبر مصفوفة التربة مبتكرة ومثيرة للاهتمام حيث يبدو أن هذه الطريقة تقدم حلاً فعالاً لتحسين القوة الميكانيكية للتربة الرخوة وللتخفيف من التلوث المحتمل بسبب الأمونيوم الزائد في الوقت نفسه.

تجمع هذه الطريقة بين الخصائص الإيجابية للشبكة الهيدروجيلية مع عملية التمعدن الحيوي للكلسيت، مما يعزز استقرار التربة ويحسن من قابليتها لامتصاص الماء والأيونات ويبدو أنه يوفر فوائد متعددة، بما في ذلك تحسين إمداد المياه للتربة وتقليل الأمونيوم الثانوي الضار، وتحقيق قوة عالية للتربة.

النتائج التي تم الحصول عليها تظهر قدرة فائقة على تحسين تربة قابلة للزراعة وتقديم حلول فعالة لمشاكل التآكل والتلوث؛ يبدو أن هذا الابتكار قد يكون له تأثير إيجابي كبير على تحسين جودة التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل في الزراعة. **(Zhao et al., 2016)** تمت دراسة تأثير تعديل التربة باستخدام البوليمر المحب للماء على صفات التمثيل الضوئي في شتلات خشب الزان (*Fagus sylvatica* L) خلال فترة جفاف دامت 50 يومًا. تم استخدام الجهد الأسموزي (Ψs) في الأعضاء الاستيعابية للشتلات للكشف عن الجفاف. أظهرت الدراسة أن إضافة ستوك سورب أثرت إيجابيًا على معدل استيعاب ثاني أكسيد الكربون (A) وكفاءة استخدام المياه اللحظية (A/T) للشتلات المعالجة بالجفاف الشديد.

وجدت الدراسة أن قيم A انخفضت بنسبة 50% في النباتات غير المروية التي تمت معالجتها بـ Stockosorb، وبنسبة 88% في النباتات غير المروية التي لم تتلقى المعالجة. أظهرت النتائج أن تعديل التربة بـ Stockosorb ساهم في تحسين أداء التمثيل الضوئي للشتلات المجهدة بالجفاف.

على الرغم من أن الكفاءة الكمية القصوى (Fv / Fm) لم تظهر تغييرات كبيرة تحت معالجة الجفاف بـ Stockosorb، إلا أن الكفاءة الكمية الفعلية لـ (ΦPSII/ PSII) انخفضت بشكل ملحوظ. ومع ذلك، تم الحفاظ على القدرة على تنظيم وظائف PSII من خلال التبريد غير الكيميائي الضوئي تحت معالجة الجفاف باستخدام Stockosorb.

باختصار، تشير النتائج إلى أن تعديل التربة باستخدام Stockosorb أدى إلى تحسين أداء التمثيل الضوئي لشتلات الزان المجهدة بالجفاف، مما يعزز فهمنا لكيفية تأثير المواد البوليمرية على النباتات في ظروف الجفاف. **(Jamnická et al., 2013)** كما تم تخزين درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية (مسجل بيانات Manikin TH مع أجهزة استشعار مدمجة)، ورطوبة التربة Datalogger Microlog SP3 مع أجهزة استشعار رطوبة التربة من كتلة الجبس كل 10 دقيقة خلال التجربة بأكملها. تم الحفاظ على إمكانات مياه التربة (SWP) حتى −0.05 ميجا باسكال في متغيرات التحكم، في حين انخفض إلى −0.9 ميجا باسكال (في اليوم 50) في النباتات المجهدة بالجفاف.

الإمكانات الأسموزية للأوراق: تم تسجيل درجة الإجهاد المائي في الأعضاء الاستيعابية للشتلات من خلال الإمكانات الأسموزية (Ψs) من أقراص الأوراق (ن = 15 لكل معاملة) التي تم جمعها قبل شروق الشمس، وملفوفة برقائق الألومنيوم وتجميدها سريعًا في النيتروجين السائل. بعد ذلك، تم إجراء القياسات في المختبر باستخدام طريقة القياس باستخدام PSY-PRO (Wescor الولايات المتحدة الأمريكية) عبر غرف القياس النفسي C-52. تم إجراء قياسات Ψs 3 مرات خلال التجربة (في اليوم الأول واليوم 22 واليوم 50).

قياسات تبادل الغازات: تم قياس تبادل الغازات في نهاية التجربة باستخدام نظام قياس الغاز Li-6400XT المجهز بمصدر ضوء (LED 6400-02B؛ Lincoln، LI-COR Biosciences) الولايات المتحدة الأمريكية). تم تسجيل خمس قيم لكل ورقة، كما تم قياس ورقتين على الأقل لكل شتلة وقياس 15 شتلة لكل معاملة. تم الحفاظ على تركيز ثاني أكسيد الكربون.

II.6 استجابة الهيدروجال SAP وعلاقته بالكلوروفيل وصنع غذاء النبات:

تمت دراسة تأثير زراعة الأشجار في تربة تحتوي على تراكيز مختلفة من الهيدروجال (0.5% أو 1% من الوزن الجاف) مقارنة بالتربة العادية (0% من الهيدروجال) وبتقديم الماء بشكل يومي أو أسبوعي أو كل أسبوعين. تمت متابعة نمو الأشجار من خلال قياس الطول وقطر الساق، ومراقبة الإجهاد من خلال قياسات SPAD ومؤشر NDVI كمؤشرات لمحتوى الكلوروفيل ونشاط التمثيل الضوئي. أظهرت النتائج أن الإجهاد المائي NDVI انخفض بشكل ملحوظ ($P < 0.05$) ولكن لم يكن له تأثير كبير على قراءات SPAD.

ووجدت الدراسة أن تربة تحتوي على تركيز 0.5% من الهيدروجال كانت مرتبطة إيجابيًا بنمو أفضل ومؤشر NDVI أعلى ($P < 0.01$) لأشجار القيقب والدردار. كما كان للهيدروجيلات تأثير مختلف على قراءات SPAD حسب نوع النبات. وأظهر التفاعل بين تركيز الهيدروجال ونظام الري تأثيرًا كبيرًا على النمو ومؤشر NDVI ($P < 0.01$) لأشجار الدردار.

يفترض أن الأداء المحسن لشتلات الأشجار في التربة المعدلة بالهيدروجيل يعود إلى قدرة الهلاميات المائية على امتصاص وتخزين الماء والمواد المغذية وإطلاقها ببطء. هذا يعتبر أمرًا مهمًا لعمال الغابات في المناطق الحضرية حيث يمكن أن يكون الإجهاد المائي ونقص المغذيات عاملين مهمين يحدان من نمو الأشجار في الشوارع. **(Kargar et al., 2017)**

II.7 آفاق الجدوى الاقتصادية والصحية لهذه الإضافة في الزراعة الاقتصادية

هناك الآليات التالية للتفسيرات: (1) امتصت الجذور الماء المحتجز من الهيدروجال أثناء نقص الماء (ارتفاع معدل امتصاص الماء)؛ (2) أثرت إضافة ستوك سورب بشكل إيجابي على معدل استيعاب ثاني أكسيد الكربون، وكفاءة استخدام المياه بشكل فوري في النباتات المعالجة بالجفاف، وبالتالي التأثير بشكل كبير على نمو النبات وتراكم الكتلة الحيوية. وبالتالي الجدوى الاقتصادية. **(Jamnická et al., 2013)**

علاوة على ذلك، هناك علاقة قوية بين الكتلة الحيوية الجذرية الدقيقة والأرض الموجودة فوق الأرض.

(Chirino et al., 2011)

المـــراجع الأجنبية:

- Ma, L., Shi, Y., Siemianowski, O., Yuan, B., Egner, T. K., Mirnezami, S. V., ... & Cademartiri, L. (2019). Hydrogel-based transparent soils for root phenotyping in vivo. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(22), 11063-11068.
- Bai, W., Zhang, H., Liu, B., Wu, Y., & Song, J. (2010). Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil use and management, 26(3), 253-260.
- Buchmann, C., Bentz, J., & Schaumann, G. E. (2015). Intrinsic and model polymer hydrogel-induced soil structural stability of a silty sand soil as affected by soil moisture dynamics. Soil and Tillage Research, 154, 22-33.
- Chirino, E., Vilagrosa, A., & Vallejo, V. (2011). Using hydrogel and clay to improve the water status of seedlings for dryland restoration. *Plant Soil*, 344, 99-110.
- Demitri, C., Scalera, F., Madaghiele, M., Sannino, A., & Maffezzoli, A. (2013). Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoir in agriculture. *International Journal of Polymer Science*, 2013(1), 435073.
- Hennink, W. E., & van Nostrum, C. F. (2012). Novel crosslinking methods to design hydrogels. *Advanced drug delivery reviews*, 64, 223-236.
- Jamnická, G., Ditmarová, Ľ., Kurjak, D., Kmeť, J., Pšidová, E., Macková, M., ... & Střelcová, K. (2013). The soil hydrogel improved photosynthetic performance of beech seedlings treated under drought. *Plant, Soil and Environment*, 59(10), 446-451
- Oksińska, M. P., Magnucka, E. G., Lejcuś, K., & Pietr, S. J. (2016). Biodegradation of the cross-linked copolymer of acrylamide and potassium acrylate by soil bacteria. Environmental Science and Pollution Research, 23, 5969-5977.
- Kargar, M., Suresh, R., Legrand, M., Jutras, P., Clark, O. G., & Prasher, S. O. (2017). Reduction in water stress for tree saplings using hydrogels in soil. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, *5*(01), 27.
- Behera, S., & Mahanwar, P. A. (2020). Superabsorbent polymers in agriculture and other applications: a review. Polymer-Plastics Technology and Materials, 59(4), 341-356.

- Zhao, Z., Hamdan, N., Shen, L., Nan, H., Almajed, A., Kavazanjian, E., & He, X. (2016). Biomimetic hydrogel composites for soil stabilization and contaminant mitigation. Environmental science & technology, 50(22), 12401-12410.

الفصل الثالث: الطرق وآليات العمل التجريبي في منطقة الدراسة

III. الطرق وآليات العمل التجريبي في منطقة الدراسة

1.III تقديم منطقة الدراسة (ورقلة):

تاريخ الزراعة في ورقلة يعود إلى قرون مضت، حيث كانت المنطقة تعتمد بشكل رئيسي على الزراعة كوسيلة للبقاء. تتميز ورقلة بظروف مناخية قاسية، حيث تكون في الصيف حارة جدًا وفي الشتاء باردًة، مما يجعل التحدي أكبر للزراعة.

في العصور القديمة، كانت زراعة النخيل والحبوب مثل القمح والشعير والبطيخ تتم في المناطق المنخفضة – التي بها مياه – والسباخ، من أهم الأنشطة الزراعية في المنطقة. ومع تطور التقنيات الزراعية وتوفر المياه الجوفية والآبار وتحسين طرق الري، بدأت المحاصيل الزراعية الأخرى مثل البطاطس والفول والخضروات في الظهور.

تشهد ورقلة تطورًا في الزراعة بفضل التقنيات الحديثة مثل الري بالتنقيط واستخدام الأسمدة الحديثة وتحسين معدات الزراعة. والدعم الفلاحي... كما تم توجيه الاهتمام لزراعة المحاصيل الجافة والمقاومة للجفاف، مما ساهم في تعزيز الإنتاجية الزراعية في المنطقة.

اليوم، تعتبر ورقلة واحدة من أهم المناطق الزراعية في الجزائر، حيث تشكل الزراعة جزءًا أساسيًا من اقتصاد المنطقة وتوفر فرص عمل للسكان المحليين. تُزرع فيها مجموعة متنوعة من المحاصيل بما في ذلك الحبوب، الفواكه، الخضروات، والنباتات الصحراوية المتكيفة مع المناخ المحلي.

2.III منطقة زراعة الذرى:

1.2.III الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة الذرى :

الاسم العلمي لنبات الذرى: *Zea mays*

تم انجاز تجربة تطبيق الهيدروجال على الذرى في مستثمرة خاصة في منطقة انقوسة بورقلة التي تحوز على أكثر من 600 هكتار "E 5°17'01.1 "N 32°07'18.2

الصورة (5): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب

حققت الشعب الفلاحية ذات الأهمية الاستراتيجية بدائرة أنقوسة بولاية ورقلة "نتائج واعدة" خلال السنوات الأخيرة بفضل نجاح جهود بعض الفلاحين المستفيدين من المستثمرات التي استحدثت في إطار القانون 83-18 المتعلق بحيازة الملكية العقارية الفلاحية عن طريق الاستصلاح، بالإضافة إلى الامتياز الفلاحي على ضوء المنشور الوزاري المشترك رقم 108 والمؤرخ في 23 فبراير 2011 والمتعلق بإنشاء مستثمرات فلاحية جديدة للزراعة وتربية الحيوانات، استنادا لشروحات مسؤولين بالمديرية الولائية للمصالح الفلاحية، وتمكنوا من رفع التحدي لتطوير الزراعة بالمنطقة، حسبما أفاد إطارات محليون بقطاع الفلاحة. **(وكالة الأنباء الجزائرية، 2022).**

تتوزع تلك المستثمرات على عديد المحيطات الفلاحية من بينها مستثمرة السيد نور الدين زرقون، الذي أتاح لنا الفرصة لإنجاز تجاربنا عنده.

III.2.2 تصميم التجارب :

تمت كل التجارب بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة **(Randomized Completely Block Design RCBD)** هو نوع من التصاميم التجريبية يُستخدم في تنظيم التجارب الزراعية والبيولوجية، حيث يهدف إلى التحكم في التباينات العشوائية والمتغيرات الواقعة خارج سيطرة الباحث. في هذا التصميم، يتم تقسيم المساحة الزراعية أو المنطقة التجريبية إلى قطاعات أو وحدات فرعية. من أجل ضمان عدم التحيز والعشوائية وهو شرط في مدخلات البرنامج المستعمل لترتيب ووصف العلاقات بين المتغيرات عند اخراجها كشكل علاقة رياضيتيه لتعميمها على الظواهر المشابهة. **(كمال علوان وفالح حمزة، 2012)**

وفيما يلي خطوات تصميم القطاعات العشوائية الكاملة:

- ✓ تقسيم المنطقة: يتم تقسيم المنطقة التجريبية إلى قطاعات أو وحدات فرعية متساوية الحجم.
- ✓ تحديد القطاعات العشوائية: يتم اختيار القطاعات العشوائية بطريقة عشوائية ومستقلة، لضمان عدم التحيز في اختيارها.
- ✓ تقسيم القطاعات إلى معاملات: يتم تقسيم كل قطاع إلى معاملات فرعية تتضمن الوحدات التجريبية، حيث يكون عدد المعاملات متساوياً داخل كل قطاع. **(سالم أبو ظاهر، 2017)**
- ✓ تطبيق المعاملات: يتم تطبيق المعاملات التجريبية على الوحدات داخل كل قطاع بشكل عشوائي ومستقل.
- ✓ تحليل البيانات: يتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة لتقييم التأثيرات والفروقات بين المعاملات والمتغيرات الأخرى.

هذا التصميم يسمح بتحكم فعال في التباينات العشوائية وتقليل التغاير الغير مرغوب فيه، مما يسهم في زيادة دقة النتائج وصحة الاستنتاجات المستخلصة من التجربة.

2-مخطط لتجربة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD)

C_1:0.5% من الهيدروجال SAP (5كغ/هكتار)

C_2:1% من الهيدروجال SAP (10كغ/هكتار)

C_3:2% من الهيدروجال SAP (20كغ/هكتار)

C_4:3% من الهيدروجال SAP (30كغ/هكتار)

C_5:5% من الهيدروجال SAP (50كغ/هكتار)

C_6:6% من الهيدروجال SAP (60كغ/هكتار)

C_7:7% من الهيدروجال SAP (70كغ/هكتار)

C_5	C_4	C_6	C_7	C_3	C_2	C_1
C_2	C_6	C_5	C_4	C_3	C_1	C_7
C_4	C_7	C_6	C_1	C_2	C_3	C_5
C_5	C_2	C_6	C_7	C_3	C_4	C_1
C_6	C_1	C_7	C_5	C_3	C_2	C_4
C_2	C_4	C_3	C_1	C_5	C_7	C_6
C_2	C_3	C_1	C_7	C_4	C_2	C_5

الشكل (1): مخطط القطاعات

- القطاعات كلها متجانسة من حيث المساحة ($1م^2$)، ومن حيث السماد وتتعاطى نفس كمية الماء.
- القطاعات في نفس المنطقة (تتعرض لنفس العوامل المناخية).
- القطاعات غرست بنفس البذور.
- القطاعات تأخذ قياساتها في نفس الوقت.
- القطاعات تتلقى نفس الرعاية.
- القطاعات تحصد في نفس اليوم وتأخذ قياسات إنتاجياتها.

النموذج الرياضي لهذا التصميم هو:

$$Yij = \mu + Ti + Pj + eij$$

Yij : قيمة المشاهدة j للمعاملة العائدة i.

μ : المتوسط العام للصفة المدروسة

Pj : تأثير القطاع j .

Ti:تأثير المعاملة i .

الخطأ العشوائي **(نور الانباري، 2018)**

3.2.III طريقة الري المعتمدة في هذه الحالة:

إن طريقة الري بالرش هي التي اعتمدناها في هذه الحالة وذلك لعدة أسباب.

- بعد المنطقة عن محل السكن ب 27 كلم والرياح المتوقعة التي قد تصد ثقب التنقيط بالمواسير مما يصعب عملية صيانتها دوريا.
- وجود وتوفر المرشات في المستثمرة.
- دقة وصحة مقارنة نتائج التجربة مع محصول الذرى للمستثمرة.
- ضمان العشوائية والتجانس كون التجربة تقع في وسط حقل مروي بمرش سعة 20 هكتار

الصورة (6): المرش المعتمد في التجارب

4.2.III البرنامج الإحصائي المستعمل :

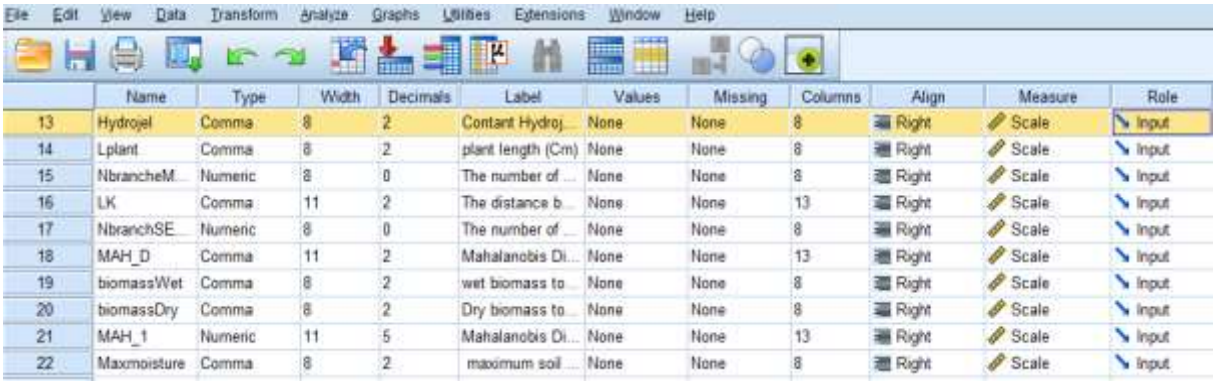
برامج الإحصاء لها أهمية كبيرة في تعميم النتائج وفهم البيانات الإحصائية وهناك العديد من برامج الإحصاء المتاحة التي تقدم مجموعة متنوعة من الميزات والأدوات لتحليل البيانات الإحصائية في مختلف المجالات. وفيما يلي بعض الأنواع الشهيرة منها: SPSS، MATLAB، Stats، R .....

في حالتنا هذه استعملنا البرنامج SPSS 25

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS): هي واحدة من أشهر برامج الإحصاء المستخدمة في مجال العلوم الاجتماعية والبحوث السوسيولوجية. **(Sghir, 2023)**

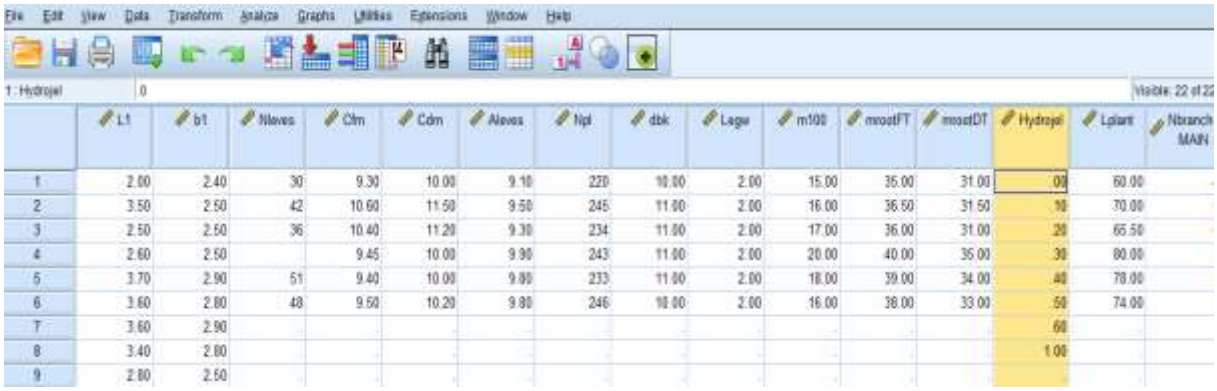
توفر SPSS واجهة سهلة الاستخدام مع مجموعة واسعة من الأدوات لتحليل البيانات الإحصائية، استعملنا منها النسخة 25 ذات المصدر المفتوح.

يسمح برامج الإحصاء هذا بتحليل البيانات من مختلف الزوايا والأبعاد، مما يساعد في فهم العلاقات المعقدة بين المتغيرات المختلفة وتقديم رؤى شاملة. كما يوفر هذه البرامج أدوات لتطبيق تقنيات إحصائية متقدمة مثل التحليل العاملي والتحليل العاملي التفصيلي وتحليل الانحدار وغيرها....



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
13	Hydrojel	Comma	8	2	Contant Hydroj...	None	None	8	Right	Scale	Input
14	Lplant	Comma	8	2	plant length (Cm)	None	None	8	Right	Scale	Input
15	NbrancheM...	Numeric	8	0	The number of ...	None	None	8	Right	Scale	Input
16	LK	Comma	11	2	The distance b...	None	None	13	Right	Scale	Input
17	NbranchSE...	Numeric	8	0	The number of ...	None	None	8	Right	Scale	Input
18	MAH_D	Comma	11	2	Mahalanobis Di...	None	None	13	Right	Scale	Input
19	biomassWet	Comma	8	2	wet biomass to...	None	None	8	Right	Scale	Input
20	biomassDry	Comma	8	2	Dry biomass to...	None	None	8	Right	Scale	Input
21	MAH_1	Numeric	11	5	Mahalanobis Di...	None	None	13	Right	Scale	Input
22	Maxmoisture	Comma	8	2	maximum soil ...	None	None	8	Right	Scale	Input

الصورة (7): نافذة المدخلات في برنامج SPSS25



	L1	b1	Nleves	Clm	Cdm	Aleves	Npl	dbk	Lage	m100	mrootFT	mrootDT	Hydrojel	Lplant	Nbranch MAIN
1	2.00	2.40	30	9.30	10.00	9.10	220	10.00	2.00	15.00	35.00	31.00	00	60.00	
2	3.50	2.50	42	10.60	11.50	9.50	245	11.00	2.00	16.00	36.50	31.50	10	70.00	
3	2.50	2.50	36	10.40	11.20	9.30	234	11.00	2.00	17.00	36.00	31.00	20	65.50	
4	2.60	2.50		9.45	10.00	9.90	243	11.00	2.00	20.00	40.00	35.00	30	80.00	
5	3.70	2.90	51	9.40	10.00	9.80	233	11.00	2.00	18.00	39.00	34.00	40	78.00	
6	3.60	2.80	48	9.50	10.20	9.80	246	10.00	2.00	16.00	38.00	33.00	50	74.00	
7	3.60	2.90											60		
8	3.40	2.80											100		
9	2.80	2.50													

الصورة (8): نافذة المخرجات في برنامج SPSS25

III.3 منطقة زراعة القمح:

III.3.1 الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة القمح:

الاسم العلمي: القمح القاسي (*Triticum durum* Desf)

تم انجاز تجربة تطبيق الهيدروجال على القمح في منطقة حاسي بن عبد الله بورقلة داخل مزرعة البرهنة للإنتاج البذور (ITDAS) ذات الاحداثيات N 5°.463644" E 32°.007634

وذلك لعدة أسباب:

- ✓ توفر الوسائل الملائمة.
- ✓ وجود الباحثين الدائمين والاستفادة من خبراتهم الطويلة.
- ✓ قرب المكان من مقر السكن والاستفادة من خطأ التجربة الأولى لنبات الذرى بمنطقة أنقوسة (27 كلم عن ورقلة)، وصعوبة متابعة النباتات بشكل دوري.
- ✓ وجود محطة رصد جوي في مكان التجربة.
- ✓ توفر البذور الملائمة للمنطقة والمنتجة محليا.
- ✓ التفاعل مع المختصين ومناقشة ومشاركة التجارب.
- ✓ الاستفادة من البحوث السابقة...

الصورة (9): مدخل المزرعة بحاسي بن عبد الله ورقلة

III.3.2 تصميم التجارب:

بنفس الطريقة كما في تجربة إضافة الهيدروجال لتربة زراعة الذرى، تم تصميم التجربة بواسطة القطاعات العشوائية المتجانسة بعرض1م وطول 1م أي 1م^2 لكل قطاع.

الصورة (10): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب

III.3.3 طريقة الري المعتمدة في هذه الحالة :

إن طريقة الري بالتنقيط هي التي اعتمدناها في هذه الحالة أصالة ثم عمدنا إلى تجربة أخرى بالتنقيط لدراسة مقارنة.

الصورة (11): المرش المعتمد ومواسير التنقيط

III.4 منطقة زراعة البرسيم (الفصة):

III.4.1 الاحداثيات الجغرافية والفلكية لتجربة زراعة البرسيم :

الاسم العلمي لنبات البرسيم: *Medicago sativa* (Alfalfa)

تمت زراعة نبات البرسيم بمزرعة خاصة بمنطقة حاسي بن عبد الله ذات الاحداثيات الجغرافية التالية:

"N 5°.458811"E 32°.021988

تم انجاز تجربة تطبيق الهيدروجال على تربة زراعة البرسيم (الفصة) في منطقة حاسي بن عبد الله بورقلة داخل مزرعة لأحد الخواص.

الصورة (12): الموقع الجغرافي لمنطقة تجارب البرسيم بحاسي بن عبد الله

وكذلك تجربة معرفة الحاجيات المائية المثالية لنبات البرسيم بالساحة الخلفية لكلية الرياضيات وعلوم المادة بجامعة ورقلة "E 5.°305414 "N 31°.9417513

الصورة (13): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب بجامعة ورقلة

تم توزيع العمل على طلبة الماستر وتم استصدار تصريح وإذن من الإدارة لإجراء التجارب الزراعية في الساحة الخلفية لكلية الرياضيات وعلوم المادة وذلك لعدة أسباب.

- ✓ توفر الوسائل الملائمة وحفظها داخل الجامعة (محروسة).

- ✓ وجود عمال الحديقة بشكل دائم لتكليفهم بالسقي في حالة الطوارئ.
- ✓ قرب المكان من مقر السكن والاقامة للطالبات.
- ✓ تيسير العمل في أمان وأريحية بالنسبة للطالبات.

III.2.4 طريقة الري :

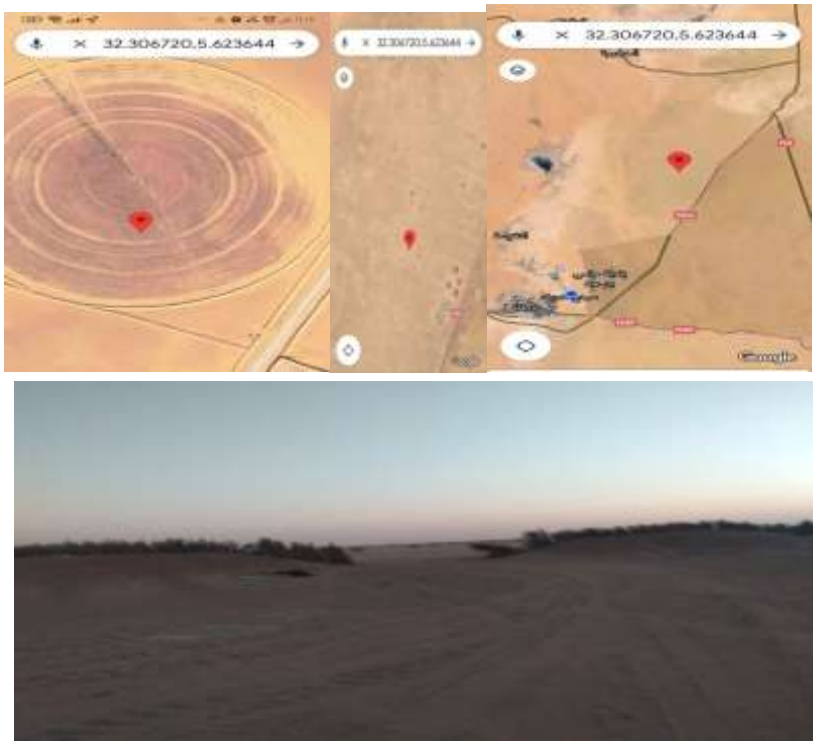
الاسم العلمي لنبات الشعير: *Hordeum vulgare*

في هذه الحالة تم اعتماد طريقة الري بالرش يدويا واعتماد جدولة عملية الري.

III.5 منطقة زراعة الشعير :

III.1.5 الإحداثيات الجغرافية :

تم إنجاز تجربة الشعير في مزرعة بمنطقة دبيش دائرة انقوسة ولاية ورقلة



الصورة (14): الموقع الجغرافي لمنطقة التجارب لنبات الشعير

III.2.5 تصميم التجارب بواسطة القطاعات العشوائية المتجانسة :

استعملنا تصميم القطاعات العشوائية المتجانسة

الصورة (15): صورة نبات الشعير يتخلله نبات متطفل

III.3.5 طريقة الري في تجربة الشعير :

تم اعتماد طريق الري بالمرش المحوري، صنف الشعير ريحان

الصورة (16): المرش المعتمد في تجربة الشعير

III.6 الهيدروجال المستعمل:

المواد الهيدروجينية التي تستخدم في الزراعة. هي مواد زراعية تعمل على تحسين رطوبة النباتات وتحسين نتائج الزراعة، تُستخدم هذه المواد على نطاق واسع في الزراعة.

مواد الهيدروجال تشمل عادة الجيلاتين المائية أو المواد البوليميرية مثل البولي أكريلاميد، وهي قادرة على امتصاص كميات كبيرة من الماء وتخزينها في هياكلها. توفر هذه المواد مزايا مثل تحسين هيكلة الرمل والتربة، وتوفير الماء للنباتات، وتحسين التهوية وتهوية جذور النباتات.

- **الهيدروجال المستعمل في التجارب من شركة** ARTAGRO POLSKA

العنوان: ul. Bolesława Prusa 1, 32-200 Miechów, Polska

الصورة (17): البولي أكريلاميد (الهيدروجال SAP) المستعمل في كافة التجارب

III.7 مواد التسميد ومبيدات الحشائش والآفات:

استعملنا عدة مواد كسماد وأدوية مثل الهوريزون.

الصورة (18): بعض الاسمدة السائلة والمبيدات والادوية المستعملة في التجارب

III.8 المناخ وتغيراته في منطقة ورقلة:

اتفاقية باريس لعام 2015 هي اتفاقية دولية تهدف إلى الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري وتقليل زيادة درجات حرارة الأرض إلى أقل من 2 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل العصر الصناعي، ويفضل أن تكون الزيادة أقل من 1.5 درجة مئوية. تهدف الدول الموقعة على الاتفاقية إلى تحقيق هذا الهدف من خلال تقليل نمو انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وذلك باستخدام أفضل للمعارف العلمية المتاحة والجدوى الاقتصادية والاجتماعية.

تظهر آثار تغير المناخ بالفعل من خلال زيادة درجات حرارة الهواء، وذوبان الأنهار الجليدية، وتناقص القمم الجليدية القطبية، وارتفاع مستوى سطح البحر، وزيادة التصحر، فضلاً عن زيادة تواتر الظواهر الجوية المتطرفة مثل موجات الحرارة والجفاف والفيضانات والعواصف.

يؤثر تغير المناخ بشكل متفاوت على المناطق المختلفة، **(World bank, 2008)** وتظهر هذه التأثيرات بوضوح في منطقة ورقلة خلال الأربعين عامًا الماضية، حيث يتضح ذلك من خلال البيانات المقدمة من ERA5، والتي تغطي الفترة من 1979 إلى 2021. من المهم التنبه إلى أن البيانات لا تعكس الظروف بدقة **(Vargas, 2022)** في كل مكان، وقد تختلف درجات الحرارة وهطول الأمطار محليًا بناءً على الظروف المحلية والتضاريس. **(Meteoblue, 2024)**

III.8.1 التغير في درجة حرارة ورقلة من 1979-2023:

للتغلب على مشكلة تبخر المياه في المناخ الصحراوي، يمكن اتباع إجراءات مثل تحسين كفاءة استخدام المياه في الري، **(Winterbottom et al., 2013)** واستخدام تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط، واختيار النباتات

المناسبة للزراعة في هذا البناء الجاف. كما يمكن تبني تقنيات تحسين التربة وتقليل التبخر مثل استخدام الغطاء النباتي والتربة العازلة...

إن تقدير التبخر المحتمل يعتمد على عدة عوامل، منها:

- ✓ درجات الحرارة: تأثير درجات الحرارة على عملية التبخر كبير، حيث يزيد التبخر مع ارتفاع درجات الحرارة.
- ✓ الرطوبة: الرطوبة النسبية للهواء تؤثر أيضًا على عملية التبخر، حيث يكون التبخر أقل في الهواء ذو الرطوبة العالية. **(Tohidi–Moghadam et al., 2009)**
- ✓ سرعة الرياح: سرعة الرياح تؤثر على عملية التبخر، حيث تزيد الرياح من تبخر الماء من السطح. **(World bank, 2008)**
- ✓ نوع النباتات والتربة: يمكن أن تؤثر نوعية النباتات وخصائص التربة على عملية التبخر. **(وكالة الانباء الجزائرية، 2022)**
- ✓ وجود الغطاء النباتي: يؤثر وجود الغطاء النباتي على عملية التبخر، حيث يمكن أن يقلل منها عن طريق تقليل التعرض المباشر لأشعة الشمس.

تقدير التبخر المحتمل يعتمد على تلك العوامل ويتم استخدام العديد من النماذج الرياضية والمعادلات لحسابه بدقة.

حيث: التغاير في الخزين = كتلة الخزين الداخل – كتلة الخزين الخارج

$$\Delta S = V_i - V_o$$

هناك العديد من النماذج الرياضية التي تستخدم لتقدير التبخر المحتمل (PET)، وإحدى العلاقات الرياضية الشهيرة التي تستخدم لحساب PET هي معادلة Penman–Monteith. تعتمد هذه المعادلة على عدة عوامل منها درجات الحرارة، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، وضغط الجو. **(Tegos et al., 2015)**

لكن في كثير من الحيان لقلة البيانات والوسائل في مناط وظروف معينة نحتاج التوقع لمعدل التبخر، Delta PET، ولكنها تتطلب متغيرات جوية متزامنة للتنبؤ بقيم PET بدقة. وبالنظر إلى صعوبة توفر هذه البيانات في بعض المناطق، فإن النماذج البخسة التي تعتمد على بيانات أقل تكاليف وجهدًا تعتبر أكثر جاذبية.

تقدم هذه الدراسة صيغة بباروميترية جديدة لتقدير PET، تعتمد على بيانات درجات الحرارة اليومية أو الشهرية فقط. وقد تمت مقارنة الأداء النموذجي لهذه الصيغة مع الأساليب الراسخة في عدة مناطق حول العالم، وأظهرت النتائج دقة عالية لتقديرات PET .

$$\mathrm{PET} = + \frac{aS_0 - b}{1 - c\mathrm{Ta}}$$

PET (mm) –تمثل التبخر المحتمل بالمليمتر.

S_0 ($kJ\ m^{-2}$) –تمثل الإشعاع الشمسي الفضائي.

Ta (°C) –تمثل درجة حرارة الهواء.

c ($°C^{-1}$) a ($kgkJ^{-1}$) b ($kg\ m^{-2}$) هي معاملات تستخدم لحساب تبخر المياه النظري.

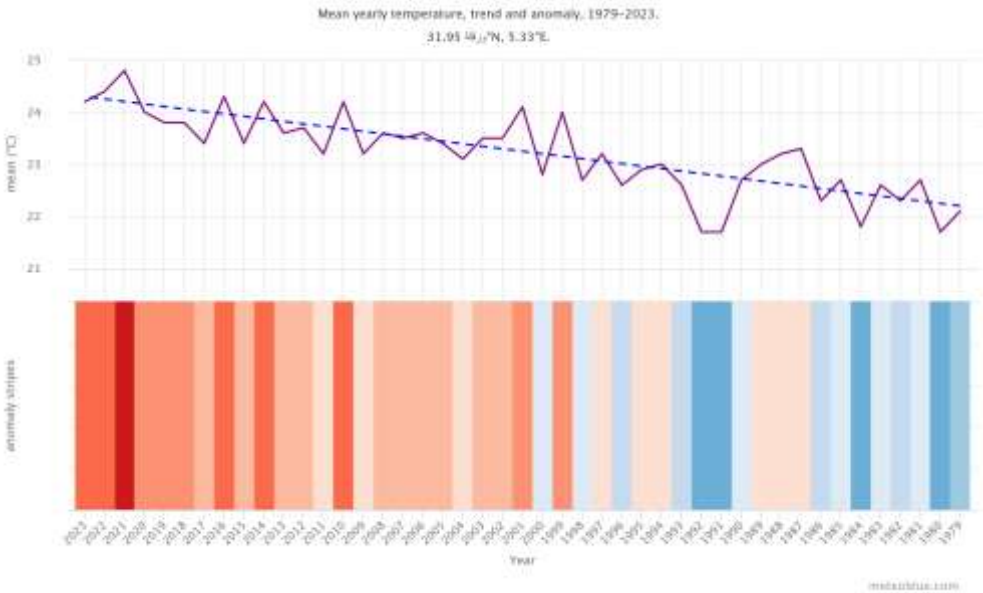
المعادلة تشير إلى أن تبخر المياه النظري يعتمد على الإشعاع الشمسي الفضائي، درجة حرارة الهواء، فقط.

أما التساقط فيصنف كالتالي:

الجدول (1): تصنيف المطر على حسب الكمية في الساعة (غطفان وبادية، 2015)

الصنف	الشدة المطرية
مطر خفيف	أقل من 2.5 ملم / ساعة
مطر متوسط	2.5 – 7.5 ملم / ساعة
مطر كثيف	أكبر من 7.5 ملم / ساعة

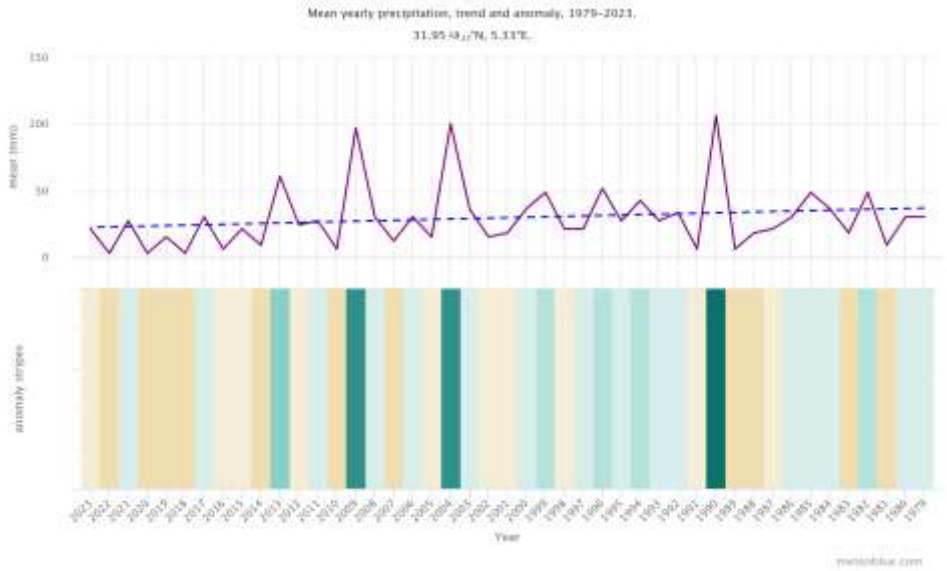
بمعرفة هذين العاملين نستطيع جدولة كميات الري في حالة قلة الوسائل كيف ولنا الاعتماد على النشرات الجوية المتاحة بشكل يومي بل في الهواتف الذكية بشكل آني.



الشكل (02): التغير في درجة الحرارة في ورقلة من 1979–2023 (Meteoblue, 2024)

الرسم البياني يُظهر تقديرًا لمتوسط درجة الحرارة السنوية في ورقلة، حيث يتبع الخط الأزرق المتقطع اتجاه التغير المناخي. إذا ارتفع الخط من اليسار إلى اليمين، فذلك يشير إلى زيادة في درجة الحرارة بنسبة 1% على مر السنين، وإذا كان الاتجاه أفقيًا، فلا يوجد اتجاه واضح، وإذا كان الخط ينخفض، فذلك يعني تبريدًا بنسبة 1%. في الجزء السفلي، تُظهر خطوط الاحتباس الحراري متوسط درجة الحرارة لكل عام، حيث تمثل الأزرق البرودة والأحمر الدفء.

2.8.III التغير السنوي لهطول الأمطار من 1979-2023 :

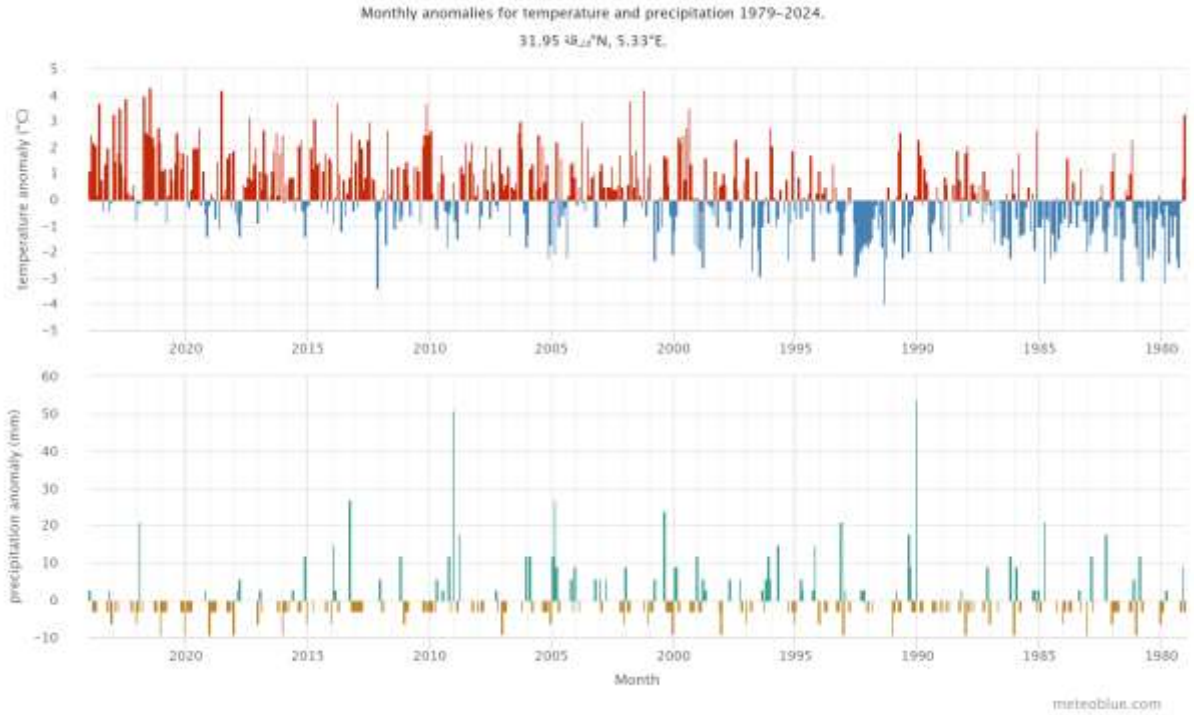


الشكل (03): التغير في هطول الأمطار من سنة 1979-2023 (Meteoblue, 2024)

الرسم البياني يُظهر تقديرًا لمتوسط إجمالي هطول الأمطار في ورقلة، حيث يتبع الخط الأزرق المتقطع اتجاه التغير المناخي. الخط يرتفع من اليسار إلى اليمين، فذلك يشير إلى زيادة في هطول الأمطار وزيادة الرطوبة في ورقلة بسبب تغير المناخ. الاتجاه أفقيًا، فلا يوجد اتجاه واضح، والخط يتجه نحو الانخفاض، لتصير الظروف أكثر جفافًا في ورقلة بمرور الوقت.

في الجزء السفلي، يُظهر الرسم البياني ما يُعرف بخطوط هطول الأمطار، حيث يُمثل كل شريط ملون إجمالي هطول الأمطار لكل عام – اللون الأخضر يدل على الأعوام الأكثر رطوبة، في حين يدل اللون البني على السنوات الأكثر جفافًا. **(Meteoblue, 2024)**

III.3.8 الانحرافات الشهرية في درجة الحرارة وهطول الأمطار (تغير المناخ) لمنطقة ورقلة من 1979-2023:



الشكل (04): التغير في درجة الحرارة والامطار معا (المناخ) من 1979-2023

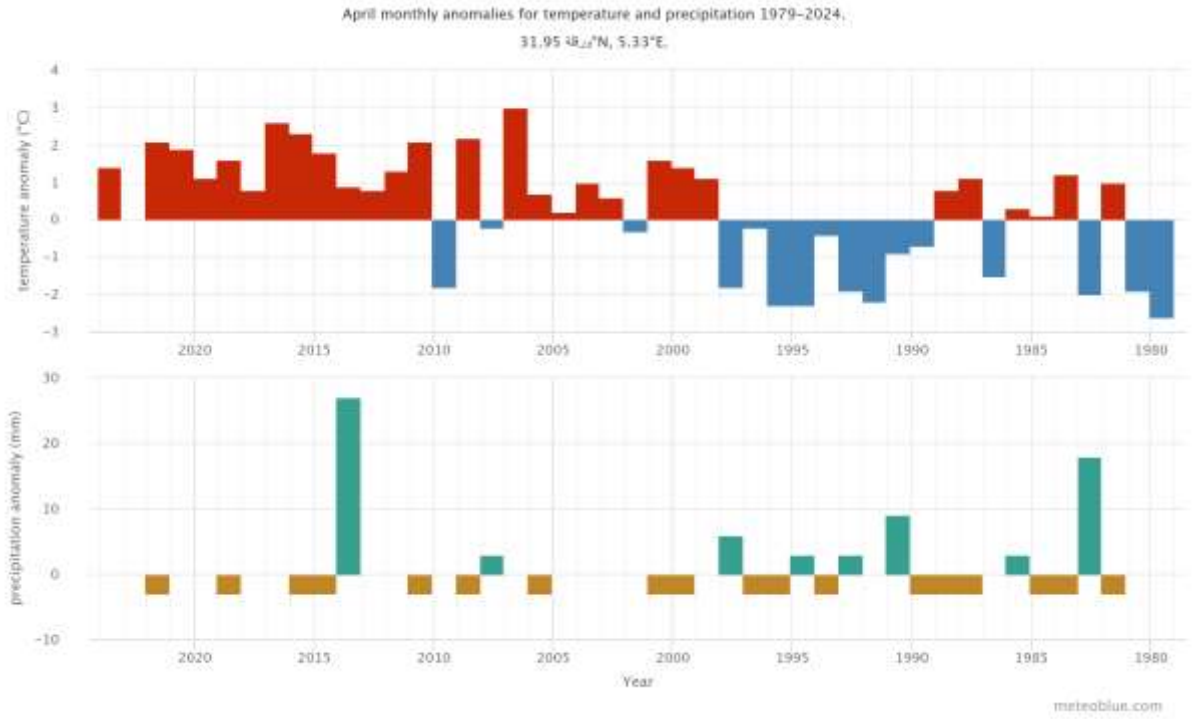
يوضح الرسم البياني العلوي انحراف درجة الحرارة لكل شهر منذ عام 1979 حتى الآن، حيث يُظهر الشذوذ بمدى دفء أو برودة كل شهر مقارنة بالمتوسط المناخي لمدة 30 عامًا في الفترة من 1980 إلى 2010. الأشهر الحمراء تشير إلى درجات حرارة أعلى من المعتاد، في حين تشير الأشهر الزرقاء إلى درجات حرارة أقل من المعتاد. غالبًا ما يظهر زيادة في الأشهر الحمراء على مر السنين، مما يعكس الاحترار العالمي المرتبط بتغير المناخ.

الرسم البياني السفلي يُوضح شذوذ هطول الأمطار لكل شهر منذ عام 1979 حتى الآن، حيث يُظهر الشذوذ ما إذا كان هناك هطول أمطار في الشهر أكثر أو أقل من المتوسط المناخي لمدة 30 عامًا في الفترة من 1980 إلى 2010. الأشهر الخضراء تشير إلى هطول أمطار أعلى من المعتاد، في حين تشير الأشهر البنية إلى هطول أمطار أقل من المعتاد.

III.4.8 التباين في درجة الحرارة وهطول الأمطار (المناخ) لمنطقة ورقلة من 1979-2023:

يساعد هذا الرسم البياني في فهم الاتجاهات الطويلة الأمد في درجات الحرارة وهطول الأمطار على مدى السنوات 40 الماضية. يمكن لهذه البيانات أن تساعد في توقع الاتجاهات المستقبلية والتغيرات المحتملة في الظروف

الجوية القادمة. وبالتالي، يمكن للمستخدمين الاستعداد بشكل أفضل للتغيرات المحتملة وتكييف خططهم واستراتيجياتهم بناءً على هذه البيانات.



الشكل (05): التباين في درجة الحرارة والامطار (المناخ) من 1979-2023

المـــراجع العربية:

- منظمة الأغذية والزراعة (2011). حالة الموارد الوراثية النباتية. هيئة الموارد.
- وكالة الأنباء الجزائرية، مقال بعنوان: ورقلة: تحقيق "نتائج واعدة" في الشعب الفلاحية ذات الأهمية الاستراتيجية ببلدية أنقوسة بتاريخ 2022/02/15
- نصر نور الانباري. (2018) تصميم وتحليل التجارب الزراعية. جامعة بغداد – العراق.
- حمزة بن قرينة، زبيدة محسن. (2007). تسيير الموارد المائية مع الأخذ بالعامل البيئي. مجلة الباحث. 5، 69-81.
- غطفان، ع، بادية، ح،. (2015). تقدير التّبخر- النتح المرجعي الشّهري في منطقة صافيتا باستخدام الشّبكة العصبيَّة الصنعيَّة. مجلة جامعة تشرين للبحوث ولدراسات العلمية: سلسلة العلوم الهندسية. 35(4).
- خلف كمال علوان، و زينب فالح حمزة. (2012). حول تصميم تجربة الضم بين القطع المنشقة. *مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية* ، *18*(65)، 292-304.

كامل سالم ابو ظاهر. (2017). العينات الإحصائية. الجامعة الإسلامية غزة (فلسطين).

المـــراجع الأجنبية:

- Tegos, A., Efstratiadis, A., Malamos, N., Mamassis, N., & Koutsoyiannis, D. (2015). Evaluation of a parametric approach for estimating potential evapotranspiration across different climates. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, *4*, 2-9.
- World Bank. 2008. Profile of Agriculture and Rural Development in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC
- Sghir, A. (2023) Biostatistique sous SPSS 25. Université Mohammed Premier (Oujda Maroc)
- Winterbottom, R., Reij, C., Garrity, D., Glover, J., Hellums, D., McGahuey, M., & Scherr, S. (2013). *Improving land and water management*. Washington, DC, USA: World Resources Institute.
- https://www.meteoblue.com/ar/climate-change/%d9%88%d8%b1%d9%82%d9%84%d8%a9_%d8%a7%d9%84%d8%ac%d8%b2%d8%a7%d8%a6%d8%b1_2485801 (Consulted 17/04/2024)

- Mouradi, M., Farissi, M., Bouizgaren, A., Lahrizi, Y., Qaddoury, A., & Ghoulam, C. (2018). Alfalfa and its symbiosis responses to osmotic stress. *New perspectives in forage crops*, *17*, 149-168.
- Vargas, R., Soils, where food begins, UN Chronicle, World soil day - 5 December 2022
- Tohidi-Moghadam, H. R., Shirani-Rad, A. H., Nour-Mohammadi, G., Habibi, D., Modarres-Sanavy, S. A. M., Mashhadi-Akbar-Boojar, M., Dolatabadian, A. (2009). Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application, Pesquisa Agropecuária Tropical, 9(3), 243-250.
- Yeni, Y. R., Pangki, P. S., & Muhammad, I. F. (2023). Training on Statistical Data Processing Using SPSS Application: Pelatihan Pengolahan Data Statistik Dengan Menggunakan Aplikasi SPSS. *Mattawang Jurnal Pengabdian Masyarakat , 4*, 377-381.

الفصل الرابع: تطور عدد الآبار والسعات المستغلة في منطقة ورقلة

IV. الفرق بين السقي و الري (سقي المزروعات):

في اللغة العربية، "الري" و "السقي" يشيران إلى عملية تزويد المزروعات بالماء، لكن هناك بعض الاختلافات الدقيقة في الاستخدام:

- **الري:Irrigation**

هو عملية توفير الماء للأرض أو التربة صناعيا كان أو يدويا للمساعدة في نمو المحاصيل أو النباتات، التكميلي منه (في المناطق كثيرة التساقط) **(Rojas et al., 2019)** أو الأصيل في المناطق الجافة وذلك بتوزيع الماء بشكل مراقب عبر مختلف الوسائل مثل أنظمة الرش و التنقيط، والحنفيات، أو قنوات الري.... الغرض الرئيسي من الري هو تعزيز المياه المتاحة أو توفير الماء خلال الفترات الجافة لضمان نمو النباتات وتطورها. **(Haarhoff, & Swanepoel, 2018)**

- السقي:**Watering**

– يُستخدم عادةً للإشارة إلى عملية سقي النباتات بشكل مباشر باستخدام الدلو أو القنية أو أي وسيلة يدوية أخرى.

- – قد يستخدم مصطلح "السقي" بشكل أكثر تحديدًا للإشارة إلى ري المزروعات بشكل يدوي أو (الساقية) **(Lombardini, & Rossi, 2019)** أو بالطرق التقليدية عادة. **(Mayuree et al., 2019)**

بشكل عام، يمكن استخدام كلتا الكلمتين تقريبًا بديلة بمعنى تقديم الماء للمزروعات، ويتوقف الاختيار على التفضيل الشخصي أو السياق الذي يستخدم فيه كل منهما.

1.IV خصائص الري الصحراوي:

في الصحراء، يعتبر الماء هو مصدر الثروة الأساسي والشرط الأساسي لنجاح الزراعة، ويفوق أهمية حيازته حتى على حيازة الأرض نفسها. الماء يمثل الملكية الحقيقية، بينما الأرض في غير الصحراء تعتبر الملكية الفعلية، يعتبر الماء جزءًا من الأرض، ولكن في الصحراء، يعتبر الماء شرطًا أساسيًا للإنتاجية الزراعية، يمكن الاعتماد على المطر بشكل رئيسي للري في التلال والسهول، بينما في الصحراء، يكون السقي من الآبار ضروريًا للزراعة بسبب ندرة الأمطار وتأثير المناخ القاسي. **(دين، 2017)**

الصورة (19): الرمل قبل الاستغلال الزراعي والتغير بعد عدة دورات زراعية متتالية

الجفاف هو مصطلح يستخدم في الأرصاد الجوية للدلالة على فترة طويلة من عدم وجود كمية كافية من الأمطار لنمو النباتات بنجاح أو لإعادة تعبئة مخزونات المياه. يتم استخدام مصطلح "ضغط الماء" water stress بشكل متكرر للإشارة إلى سلسلة معقدة من التأثيرات التي تحدث في النباتات نتيجة للجفاف. يمكن استخدام مصطلح "توتر الجفاف" Drought stress لتحديد حالة التوتر عندما يستمر الجفاف لفترة طويلة. ومع ذلك، نظرًا لصعوبة تفريق الظاهرتين في بعض الأحيان، **(Mayuree et al., 2019)**، فإن تعريفات ضغط الماء وتوتر الجفاف وعجز الماء غالبًا ما يتم استخدامها بشكل تبادلي. يؤدي الجفاف إلى عجز الماء في التربة وأنسجة النبات، مما يغير عمليات الفسلجة ويمكن أن يؤدي في النهاية إلى تباطؤ النمو والتطور وبقاء النباتات **(جبريل، 2023)**. من بين العمليات الكيميائية والتطورية العديدة التي تتأثر بتوتر الماء أن حركة الماء في الخلايا والأنسجة وفي كل نبات تحصل من الجهد المائي العالي الى الجهد المائي الواطئ. وطبقاً لفرضية Cantenary العائدة إلى (Van Den Honert عام 1948) فإن حركة الماء بين أي نقطتين تعتمد على الاختلاف بالجهد المائي وعلى مقاومة الجريان.

إن المقاومات في الأنظمة النباتية هي جدران الخلايا والأغشية الحيوية وعليه فإن معدل جريان الماء يُعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$F = \Psi_1 - \Psi_2 / R$$

حيث أن: Ψ_1، Ψ_2 الفرق بالجهد المائي بين نقطتين.

F = معدل الجريان.

R = المقاومة.

- إن انخفاض عملية التمثيل الضوئي والتغيرات في العلاقات المائية وتقليل كل من التقسيم الخلوي والانتفاخ وتراكم السكريات بسبب الجـهد المـائي (ترسب حمـض الأبسيسيك (Accumulation of abscisic acid (ABA) (Lan et al., 2015) والتي تلعب دورًا أساسيًا في تقليل الإنتاجية ولا يمكن فصل مفهوم التوتر عن مفهوم تحمل التوتر، الذي يعبر عن قدرة النبات على البقاء في بيئة غير مواتية (Dawson, 1993)، هذه القدرة يمكن أن نعبر عنها بالتكيف مع ظروف التوتر، (Mayuree et al., 2019) وإذا استمر التوتر يدخل النبات في التعايش أي يصمد فقط ليبقى حي ولا يرجى منه منتوج ولا ثمر وغالبا ما يكون أقرب للموت منه للحياة. (Fallahzade, & Hajabbasi, 2012)

1.1.IV الخصائص النوعية لمياه الري بورقلة:

في دراسة تقييمية لجودة مياه الجوف في حوض ولاية ورقلة. تم جمع 64 عينة من المياه الجوفية وتحليلها لتقييم الخصائص الهيدروجيوكيميائية. – الرقم الهيدروجيني، الناقلية الكهربائية، المواد الصلبة الذائبة، الكاتيونات الرئيسية، والأيونات– أظهرت النتائج أن جودة المياه لا تتوافق مع معايير منظمة الصحة العالمية للشرب. (Kharroubi et al., 2022) كما كشفت الدراسة أن جودة المياه غير مناسبة للري بسبب الملوحة وقلة القدرة على الاحتفاظ بالملوحة. ومع ذلك، يمكن استخدام هذه المياه للري في التربة النفاذة بشكل جيد وللنباتات التي تتحمل الملوحة. (World bank, 2018)

لكن الزراعة مرهونة بهذه المياه، لذا لابد من قياس نسبة كيلي (KR)، وهي مقياس يستخدم في مجال الاستثمار لتحديد الحجم المناسب للرهان أو الاستثمار. وهو يستند إلى مفهوم نظرية الاحتمالات والرياضيات. (**الجريدة الرسمية، 2021**)

تعتمد نسبة كيلي على الفرص النسبية للفوز والخسارة، وتستخدم لتحديد نسبة الرأس المال التي ينبغي أن يخاطر بها المستثمر أو الراهن في كل مرة. الهدف من استخدام نسبة كيلي هو تحقيق أقصى نسبة ممكنة من العائد مع تقليل مخاطر الخسارة.

بشكل عام، إذا كانت النتيجة إيجابية، فإن ذلك يعني أنه يجب زيادة حجم الرهان، بينما إذا كانت النتيجة سلبية، فإن ذلك يعني أن الرهان ينبغي تقليله أو تجنبه تمامًا. (Kim, 2012)

2.1.IV المعايير الدولية والمحلية(الجزائرية) لمياه الري بورقلة:

❖ توجد العديد من المعايير والتوصيات التي تقدمها المنظمات الزراعية المعتمدة مثل FAO (منظمة الأغذية والزراعة). ومن بين هذه المعايير يمكن الإشارة إلى القيم المثالية لبعض العناصر الكيميائية في ماء الري، وهي كالتالي:

- pH : 6.5 – 9 في المياه السطحية 6.5– في المياه الجوفية .
- الفوسفور (P): توصي منظمة الأغذية والزراعة بتركيز الفوسفور في ماء الري يتراوح بين 0.1–1 جزء في المليون (ppm) وكذلك معايير ISO والمعايير الجزائرية 10مغ/ ل في المياه السطحية 5مغ / ل في المياه الجوفية حسب المبادئ التوجيهية لاستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مشاريع الري. **(ISO, 2020)**
- النترات (NO_3^-): يوصى بتركيز النترات في ماء الري يتراوح بين 2–10 جزء في المليون (ppm)، كذلك معايير ISO والمعايير الجزائرية 50 مغ / ل في المياه السطحية –50مغ / ل في المياه الجوفية.
- البوتاسيوم (K^+): يوصى بتركيز البوتاسيوم في ماء الري يتراوح بين 1–5 جزء في المليون (ppm) كذلك معايير ISO والمعايير الجزائرية.
- الكالسيوم (Ca^{+2}): يوصى بتركيز الكالسيوم في ماء الري يتراوح بين 50–200 جزء في المليون (ppm) والمعايير الجزائرية
- المغنيسيوم (Mg^{+2}): توصي بتركيز المغنيسيوم في ماء الري يتراوح بين 10–50 جزء في المليون (ppm) كذلك المعايير ISO والمعايير الجزائرية1 في المياه السطحية 0.05مغ / ل، في المياه الجوفية.
- الحديد (Fe^{+2}): توصي بتركيز الحديد في ماء الري يتراوح بين 0.3–5 جزء في المليون (ppm) كذلك المعايير ISO والمعايير الجزائرية 400 مغ/ ل في المياه السطحية –400مغ / ل في المياه الجوفية. هذه القيم قد تختلف قليلاً باختلاف المواصفات الفردية التي تم اعتمادها. يُنصح دائمًا
- الكلوريد (Cl^-): المعايير الجزائرية 06 ملغ/ل في المياه السطحية – 05 ملغ/ل في المياه الجوفية. **(الجريدة الرسمية، 2011) (ISO, 2020)**
- المواد الصلبة: 0.5 ملغ/ل في المياه السطحية –0.2 ملغ/ل في المياه الجوفية.

  الكلوريد 600 ملغ/ل في المياه السطحية – 500 ملغ/ل في المياه الجوفية

3.1.IV توصيف للمياه المستغلة في الري بورقلة:

في دراسة تحديد توصيف التربة لبستان نخيل في ورقلة من أجل دراسة معوقات الهالومورف المائية. أظهرت النتائج أن مياه الري بطبقتين من السينونيان والميوبلسان كانت ذات ملوحة عالية بقيمة 2.83 و5.10 ديسيمنز. م$^{-1}$ على التوالي. أما إجراء الري فهو عشوائي تقليدي من نوع الغمر. يعاني بستان النخيل من سوء الصرف حيث يبلغ مستوى المياه الجوفية 156.67±15.71 سم والملوحة 31.37±34.04 ديسيسيمنز$^{-1}$ م$^{-1}$. المصارف من النوع المفتوح وصيانتها غير منتظمة. ويؤدي هذا الوضع في إدارة الري والصرف إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتشبع التربة بالمياه. أظهرت دراسة مقاطع التربة وجود عائق ميكانيكي للقشور الجبسية الجيرية مما يحد من ثبات النخيل وترشيح الأملاح. تكون ملوحة التربة مفرطة في المقاطع التي يتراوح مداها بين 8.98 ± 4.58 ديسيسيمنز م$^{-1}$. **(Kharroubi et al., 2022)**

يعود تراكم الأملاح هذا إلى الصعود والهبوط الديناميكي للأملاح **(دين، 2017)** على التوالي تحت تأثير ارتفاع منسوب المياه الجوفية والترشيح عن طريق الري. إن التملح وارتفاع منسوب المياه الجوفية ووجود القشور الجبسية الجيرية المسجلة في ورقلة تشهد على تدهور الهالومورف المائي وميكانيكية التربة التي تشكل القيود الرئيسية في إدارة نظام الري والصرف والتنمية الزراعية المستدامة **(World bank, 2018)** لنخيل بساتين حوض ورقلة. وبالتالي على غنى الأرض ووجود الكائنات الدقيقة بها إذا لابد ومن الضروري تطبيق بعض التخطيط الزراعي المائي في الواحة لتحسين الخواص الهيدروميكانيكية للتربة من أجل الحد من تدهورها.

الصورة (20): دور الهيدروجال في ترطيب التربة ومعالجة موت الأحياء جراء الجفاف

4.1.IV تأثير هذا النوع من مياه الري على تدهور التربة:

إن تأثير الماء المالح على التربة الرملية يعتمد على عدة عوامل، بما في ذلك مستوى الملوحة، ونوعية الرمل، والبيئة المحيطة. إليك بعض التأثيرات المحتملة:

- ✓ التأثير على النباتات الرملية: قد يؤثر الماء المالح سلباً على نمو النباتات في الرمال، بسمية مهد البذور أو يمكن أن يتسبب في جفاف الجذور وتدميرها بعد نموها بسبب زيادة تركيز الملح في التربة.
- ✓ التأثير على التربة والبنية البيئية: يمكن أن يؤدي الماء المالح إلى تغيرات في تركيبة التربة، (**Fallahzade, & Hajabbasi, 2012**) فزيادة الصوديوم تجعل طبقة سطحية متكتلة (**Kharroubi et al., 2022**) قد تمنع الهواء وتكون زلقة، (**Mayuree et al., 2019**)، بينما التكلس السطحي يمنع الماء للتسرب إلى الجذور وتكتل أحيانا على شكل حجارة متفاوتة الاحجام (ترسب كربونات الكالسيوم، كربونات المغنيسيوم، كبريتات الكالسيوم، كبريتات المغنسيوم، كبريتات الصوديوم، كلوريد الصوديوم...) (**Dawson, 1993**) والتبلور، مما قد يؤثر على البنية البيئية للمنطقة، وقد يؤدي إلى تدهور الأراضي الزراعية. (**Rojas et al., 2019**).

الصورة (21): تشكل بعض الحجارة بسبب ملوحة المياه والتربة

- ✓ التأثير على الأنشطة البشرية: قد يؤثر الماء المالح في الرمال على استخدامات الأراضي والأنشطة البشرية المختلفة، مثل الزراعة والبناء، وقد يتطلب إجراءات خاصة لتحلية المياه للاستخدام البشري.
- ✓ من المهم مراقبة تأثير الماء المالح على الرمال واتخاذ التدابير اللازمة للحد من التأثيرات السلبية، سواء من خلال ممارسات إدارة الأراضي المستدامة أو تطبيق تقنيات تحلية المياه قبل الوصول إلى المرش.

الصورة (22): تركيب جهاز تفكيك الأملاح قبل الري

الإجراءات المتخذة عند تحويل الصحاري إلى أراضي زراعية تشمل خطوات متعددة تهدف إلى تحسين جودة الماء والتربة وخصوبتها لدعم الأنشطة الزراعية، دون هلاكها وتدهورها.

2.IV الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض أنواع مياه المنطقة المستعملة في تجاربنا:

إن الملاحظ بعد أخذ العينات وتحليلها أن السمة الغالبة للمياه، الملوحة المفرطة خاصة منها الآبار السطحية.

ثم إن الملاحظة الثانية أن التراكيز العالية من الكاتيونات والأيونات في الماء هي كذلك بالضرورة تراكيزها عالية في محلول التربة لنفس المكان.

❖ **الاستنتاجات:**

✓ تعتبر تحاليل التربة السطحية الكيميائية مؤشرا قويا نستعين ونتنبأ به لمعرفة خصائص الماء الكيميائية للآبار السطحية حتى عمق 15م غالبا **(منظمة الأغذية والزراعة، 2011)**.

✓ يبدأ هذا المؤشر في فقدان فعاليته كلما كان مستوى البئر أعمق وذلك لعدة أسباب:

- مرور الماء على طبقات دنيا مختلفة التراكيب مجهولة بالنسبة لنا.
- طول المكث غائرا بظروف ضغط وحرارة مختلفة.
- التحولات الفيزيوكيميائية المتجددة مع عامل الوقت.

وفيما يلي نتائج مياه الآبار المخصصة للري في حالتنا هذه:

الجدول (2): نتائج مياه الآبار المخصصة للري

درجة الحرارة الحموضة	T= 25°C pH = 7.5	T= 20°C pH = 7.2	T= 20°C pH = 7.1	T= 20°C pH = 7.9
الأنواع / النتائج	ماء ري، تجربة نبات الذرى	ماء ري، تجربة نبات البرسيم	ماء ري، تجربة نبات الشعير	ماء ري، تجربة نبات القمح
EC (mS/cm)	2.82	3.01	2.3	3.2
البقايا الجافة (mg/l)	**1966.67**	1820	1900	1789
Ca^{+2}(mg/l)	9.57	8.46	8.38	8.47
Mg^{2+}(mg/l)	5.13	5	6	6.5
Na^{+} (mg/l)	11.44	0.24	0.27	0.24

2.95	3.40	3.40	1.40	HCO_3^- (mg/l)
13	12	10.3	11.9	Cl^- (mg/l)
15.46	17.75	14.09	0.02	P (ppm)
11.05	9.75	9.62	10.13	K (ppm)
17.6	17.4	13.20	14.42	SO_4^{2-}(mg/l)
8.9	6.8	7	8.82	N (ppm)
6	3.7	7.6	4.22	SAR

1.2.IV تفسير نتائج ببئر ري الذرى الفيزيائية:

الأس الهيدروجيني ضمن نطاق الرقم الهيدروجيني الطبيعي (6.5–8.4) لمياه الري. وبالتالي، لا يوجد خطر الانسداد والترسبات للمواسير وغيرها (في حالة الاس الهيدروجيني أعلى من الطبيعي) أو عكس ذلك، التآكل للمواسير والوصلات المعدنية والمضخات. (في حالة الاس الهيدروجيني أقل من النطاق الطبيعي المعتاد). **(Kharroubi et al., 2022)**

قانون Langelier Saturation Index هو تقدير لتشبع المياه بالكالسيوم والمغنيسيوم. الصيغة الرياضية لحسابه:

[LSI = pH − pHs]

حيث: – LSI :هو مؤشر التشبع لانجيلير.

– pH: هو قيمة درجة الحموضة للمياه.

– pHs : هو القيمة المعيارية لدرجة الحموضة المتوقعة في المياه وهي متعلقة بدرجة الحرارة.

ومحتوى من الكالسيوم بتركيز 9.57 جزء في المليون (ppm) ومحتوى من المغنيسيوم بتركيز 5.13 ppm. وأن درجة حرارة الماء هي 25 درجة مئوية.

أي LSI=7.5–8.5 =1–

هذا يعني أن مؤشر التشبع لانجيلير هو −1. قيمة سالبة تعني أن المياه مائلة للاعتدال وربما تكون مشبعة بالمعادن وقد تتكون ترسبات.

يُستخدم هذا المؤشر لتقدير توازن المياه بين العوامل القلوية والحمضية ومدى تأثيرها على تكوين ترسبات المعادن أو تآكل الأنابيب. عادة ما يُعتبر LSI الذي يكون قيمته صفرًا مؤشرًا على توازن المياه، حيث يكون للمياه درجة تشبع مثالية وتقليل ترسبات المعادن أو التآكل. **(Hashemifar et al., 2016)**

2.2.IV تفسير نتائج ببئر ري الذرى الكيميائية :

أظهر تحليل الماء أن هذا الماء عسر (الصلابة (القساوة): 74.6 ppm).

في غياب قلوية الماء العالية (محتوى بيكربونات منخفض)، تساعد صلابة الماء العالية التربة في الحفاظ على بنية جيدة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن المحتوى المنخفض من البيكربونات يدل على أن خطر تكوين رواسب الجير التي يمكن أن تسد أنظمة الري منخفض للغاية.

• تركيز الكلوريدات مرتفع جداً. استخدام هذه المياه للري بالرش و/أو الرش الورقي يمكن أن يسبب أضرارا كبيرة.

• ومن ناحية أخرى، فإن محتوى الصوديوم المنخفض ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) البالغة 4.22 (منخفضة الصوديوم)، تبين أن خطر التسمم المرتبط بأيون الصوديوم (Na^+) منخفض بالنسبة للمحاصيل الحساسة، لكن فيه خطر ان ينافس البوتاسيوم في الامتصاص النباتي فيظهر احتراق في حواف النبات لا لنقص البوتاسيوم بل لزيادة امتصاص النبات للصوديوم.

الصورة (23): اعراض نقص البوتاسيوم

• يشير متوسط الناقلية الكهربائية البالغ 2.82 (ملي سيمنس/سم) ونسبة امتصاص الصوديوم (SAR) البالغة 4.22 إلى انخفاض خطر تسرب التربة ومشاكل النفاذية المرتبطة باستخدام هذه المياه.

ناقلية الماء الذي تم تحليله وإجمالي البقايا الجافة متوسطة. لذا فإن الماء مالح باعتدال، لان الصوديوم إذا ترسب فوق سطح التربة شكل طبقة قشرية هشة.

الصورة (24): تشكيل طبقة قشرية فوق سطح التربة

• وأخيراً أظهر التحليل أن هذه المياه منخفضة جداً في العناصر المعدنية (الفوسفور والنترات). وهي غنية بالبوتاسيوم والكبريتات.

3.IV الخصائص الفيزيوكيميائية للترب المستعملة في تجاربنا:

إن الصفة الغالبة لتربة الجنوب هي الرمل وميزتها الاساسية الغالبة أنها قلوية ومعظم ترب منطقة شمال افريقيا. **(World bank, 2018)**

1.3.IV تحليل عينات التربة ونتائجه :

إن مكانية القيام باختبار التربة او تحليل التربة والحصول على بعض المعلومات المتعلقة بخواصها ولا سيما حموضتها وقلويتها ووضع العناصر الغذائية فيها لفترة طويلة حيث يمكن تتبع ذلك.

تم جمع عينات تربة من عمق مختلف (0–40 سم) لتقييم مؤشرات جودة التربة مثل الكربون العضوي، والنيتروجين الكلي، والكربوهيدرات، والكربون العضوي الجزئي (POC)،

✓ وقد حققنا جزء من ذلك بمعية طلبة الماستر بمذكرة تحت عنوان: دراسة تأثير اختلاف التربة على نمو نبات البرسيم في منطقة ورقلة **(بلوم ويعقوب، 2019)**

الجدول (4): بعض الأدوات المواد المستعملة

الأدوات	المواد
فأس، رفش، معول، أكياس بلاستكية لجمع العينات، مسطرة مدرجة، بشر 100 مل، مخبار مدرج، ميزان حساس بدقة 0.1غ، قمع، ارلين 250 مل، ورقة الترشيح، مناخل، مخبار مـدرج 250مل ،50مل	ماء مقطر، كاشف الفينول فتالين، نترات الفضة $AgNO_3$، حمض كلور الماء HCl (1 نظامي)، هيدروكسيد الصوديوم NaOH، حمض الكبريتيك، كرومات البوتاسيوم، كلوريد الباريوم ...

الصورة (25): أدوات الكشف على المواد غير القابلة للذوبان.

الصورة (26) مواد الكشف على المواد غير القابلة للذوبان.

الجدول (5): نتائج التحاليل الكيميائية لعينات التربة محل التجربة

التحاليل / النتائج	pH	Na^+ (mg/l)	Cl^- (mg/l)	$CaCO_3$ (mg/l)	$CaSO_3,2H_2O$	SO_3^{2-} (mg/l)
تربة سعيد عتبة	7.71	0.41984	0.256	0.12	2.7634	0.5145
تربة سكرة	7.71	0.01312	0.080	0.10	15.21909	2.8562
تربة إقامة مالك بن حسان	7.86	0.5772	0.352	0.21	2.57922	0.4802
تربة إقامة الطاهر العبيدي	8.47	4.6559	2.839	0.23	16.5807	3.087
تربة الجامعة المركزية	8.61	0.3608	0.220	0.15	14.92263	2.7864
تربة رملية	.88	0.4018	2.45	0.45	4.60578	0.8575
تربة حمراء	8.05	0.0164	.010	0.32	1.10538	0.2058

الجدول (6): نتائج تربة الذرى بمنطقة افران (انقوسة)

القوام	طين=9.32 سلت=6.09 الرمل=84.59	طين=7.44 سلت=6.68 الرمل=85.89	طين=9.091 سلت=4.85 الرمل=86.09	طين=8.31 سلت=5.99 الرمل=85.70
الأنواع / النتائج	تربة تجربة نبات الذرى	تربة تجربة نبات البرسيم	تربة تجربة نبات الشعير	تربة تجربة نبات القمح
الأملاح الكلية %	17.39	5.22	10.43	8.70
% الأملاح النشطة	اقل من 3	أقل من 3	اقل من 3	اقل من 3
pH	8.19	8.46	8.38	8.47
MO%	0.53	0.60	0.27	0.28
(meq/100g)CE	4.93	0.24	0.27	0.24
(meq/100g)CEC	4.93	3.40	3.40	2.95
N total %	0.32	0.18	0.22	0.25
$P_2O_5(mg.kg^{-1})$	48.15	14.09	17.75	15.46
K_2O échangeable $(mg.kg^{-1})$	101.91	94.40	108.81	216.42
Ca échangeable $(mg.kg^{-1})$	6164.62	7115.24	6204.04	6697.75
Mg échangeable $(mg.kg^{-1})$	113.68	97.88	85.50	92.60
Na échangeable $(mg.kg^{-1})$	182.79	78.15	100.27	85.69
C/N	9.67	19.03	7.28	6.59

2.3.IV تفسير نتائج تربة الذرى :

التربة قلوية. يتم استيعاب الفوسفور ومعظم العناصر النزرة مثل F و Mn و B و Cu و Zn بواسطة النبات بشكل أقل. لخفض درجة الحموضة، يوصى باستخدام الأسمدة الكبريتية مثل كبريتات الأمونيا، وكبريتات البوتاسيوم، وكبريتات الكالسيوم، والسوبر فوسفات (SSP، TSP) أو حمض النيتريك.

هناك احتمال ظهور اشكال نقص العناصر والتي يجب معالجتها في حينها ووجوب الحرص على التتبع والمراقبة.

ان نقص العناصر الكبرى N.P.K يظهر في أوراق بداية الساق (المسنة).

- ✓ نقص الأزوت يظهر اصفرار عام في الأوراق المسنة عند اشتداد الاصابة، اما في بدايتها فنجد شحوب اللون الأخضر.

الصورة (27): علامة نقص الازوت

- ✓ نقص البوتاسيوم يظهر لون قرمزي في الأوراق المسنة خاصة إذا كانت الأراضي حامضية او قاعدية بزيادة أما اللون القرمزي في القمم النامية والأوراق الحديثة فهو من آثار الصقيع، لتراكم الصبغة التي يهدمها انزيم الانثوسيالين. **(السيد حسن عقيل وإبراهيم البرهاوي، 2021)**

الصورة (28): علامة نقص البوتاسيوم

- ✓ نقص البوتاسيوم يظهر احتراق الأطراف في الأوراق المسنة.

- ✓ علامة نقص الكبريت، اصفرار عام يشبه اعراض نقص النيتروجين الا ان العرض يظهر في الأوراق الوسطية.
- ✓ علامة نقص المغنسيوم، ظهور بقع صغيرة مصفرة بين العروق المخضرة في الورقة، أحيانا مع انحناء الورقة الى الأعلى.
- ✓ علامة نقص الكالسيوم، ظهور تشوهات في الأوراق او الساق او الثمار وأحيانا انحناء الاوراق الى الأسفل، وفي الثمار مثل الطماطم يصاب بعفن الطرف الزهري (عفن فيسيولوجي).

الصورة (29): علامة نقص الكالسيوم

- ✓ نقص المولبيديوم لا يظهر في الأراضي القلوية غالبا لأنه ميسر فيها، اما نقصه فيظهر على شكل بقع كبيرة على حواف الأوراق.
- ✓ نقص الحديد مظهره يشبه نقص N، S الا انه يكون في الأوراق العلوية الحديثة.
- ✓ نقص النحاس يظهر انحناء الى الأعلى مع لون طبيعي.
- ✓ نقص الزنك يظهر تقزم السلميات.
- ✓ علامة نقص البورون، ظهور بقع بنية على الأوراق وكثيرا ما يحدث في العائلة السردية (الكروم والقرنبيط) ويحتاجه النبات بكميات قليلة لكن زيادة الكالسيوم تضاد امتصاصه.

يجب مراقبة إمدادات المياه بعناية لتجنب التسرب من خلال التربة الرملية والتي تظهر قدرة أقل على احتباس الماء. **(World bank, 2018)**

الصورة (30): الوسائل المختلفة المستعملة في التحكم في إمدادات الماء

يُفضل تقسيم السماد إلى جرعات (أحسن من تقديمه دفعة واحدة)، بشكل مبرمج ومتساوٍ لفترات محددة بمخطط زمني، لتحسين استفادة النباتات من المغذيات.

الصورة (31): المواد المختلفة المستعملة في التحكم في إمدادات السماد

توجد تعبيرات مثل "إجمالي محتويات الحجر الجيري متوسطة" و "محتويات الحجر الجيري النشط منخفضة" في السياق الزراعي والبيئي. هذه التعبيرات تُشير إلى محتوى الحجر الجيري في التربة وكيفية تأثيره على تركيب وتفاعلات التربة. **(Singh et al., 2015).**

الصورة (32): تشكل طبقة سطحية صودية وتكتلات كلسية داخل مزرعة إنتاج البذور

الصورة (33): الترسبات الحجرية المختلفة بعد الزراعات المتعاقبة وبسماد معدني مكثف

نلاحظ أن إجمالي محتويات الحجر الجيري متوسطة هذا يعني أن التربة تحتوي على كمية متوسطة من الحجر الجيري بشكل عام. وبما أن الحجر الجيري يُستخدم في تعديل الحموضة في التربة، **(Mayuree et al., 2019)** فإن وجود كمية متوسطة منه لا يمكن أن يحقق توازن الحموضة في التربة لوحده بينما محتويات الحجر الجيري النشط منخفضة هذا يشير إلى أن نسبة الحجر الجيري النشط في التربة منخفضة الحجر الجيري النشط يكون له تأثير أكبر في تعديل الحموضة وتحسين بنية التربة ميكانيكيا **(Mayuree et al., 2019)** مقارنة بالحجر الجيري العادي. وبما أنه منخفض، فقد يتطلب استخدام كميات إضافية من الحجر الجيري لتحقيق التأثير المرغوب في تحسين خصائص التربة.

الصورة (34): الضم والرص للتربة الناتج عن حركة الآليات وعجلات المرش في الحقل

- لا يوجد خطر الإصابة بتسمم الكلور؛ تسمم الكلور يمكن أن يحدث عندما تكون نسبة الكلور في التربة مرتفعة جدًا وتؤثر سلبًا على نمو النباتات، **(Dawson, 1993)**، ولكن هذا لا ينطبق على هذه الحالة.

الصورة (35): اصفرار بعض الأوراق المحتمل إصابتها بتسمم الكلور او نقص الحديد

يجب إضافات من المواد العضوية كونها تفتقر إليها هذه التربة من أجل أن تعزز الإضافات العضوية مثل السماد ومخلفات المحاصيل من بنية التربة وتعزز قدرتها على الاحتفاظ بالمواد الغذائية وتحسين التبادل الكاتيوني. **(Mayuree et al., 2019)** لكن يجب ان ننتبه ان عرض نقصه لا يعني بالضرورة عدم وجوده في التربة بل بالعكس (في منطقة ورقلة موجود بتراكيز عالية) إلا أنها على صورة غير قابلة للامتصاص.

تساعد الإضافات العضوية أيضًا في تسخين التربة في بداية الموسم وتوفير مهد جيد للبذور، بشرط ألا تكون بها مسببات السمية للبذور وتعزز نشاط الجذور في المراحل اللاحقة، مما يزيد من قدرة النباتات على تلبية احتياجاتها الغذائية بشكل أفضل.

- يُنصح بالتهوية الجيدة لتعزيز النشاط البيولوجي (أي الري غير الغذق) بل لفترات قريبة وبكميات متزنة وتوفير كميات كافية من النيتروجين العضوي. **(Dawson, 1993)**

يُشير محتوى الكاتيونات القابلة للتبادل الضعيف إلى ضعف قدرة التربة على تثبيت المواد الغذائية **(جبريل، 2023)**، مما يستدعي فعالية أعلى (توتر أكبر) من النباتات في استخدام المغذيات المتاحة والذي يظهر في التربة كتأقلم محتوى العناصر الغذائية المختلفة مستويات متفاوتة، مما يتطلب تعديلات مناسبة لضمان توافر المواد الغذائية الأساسية للنباتات.

الصورة (36): صحة الجذور والنباتات المعالجة بالهيدروجال

3.3.IV نتائج تربة تجربة البرسيم (الفصة بحاسي بن عبد الله) :

- pH يساوي 8.7 فالتربة قلوية جدا هناك خطر ترسب السماد الفوسفوري ومعظم العناصر النزرة التي يمتصها النبات. **(Abdollahi et al., 2014)**
- لخفض هذا الاس الهيدروجيني ينصح باستخدام الأسمدة الكبريتية مثل كبريتات الأمونيا، كبريتات البوتاسيوم، كبريتات الكالسيوم، السوبر فوسفات **(Lombardini, & Rossi, 2019)**
- أظهرت تحاليل التربة أن قوام التربة رملي. ولذلك فهو ذو هيكلة خفيفة مع قدرة منخفضة على الاحتفاظ بالماء **(Haarhoff, & Swanepoel, 2018)** بالنسبة لهذا النوع من التربة، يجب التحكم جيدًا في إمدادات المياه لتجنب الخسائر كذلك من خلال ترشيح العناصر المعدنية الموردة. **(Hashemifar et al., 2016)** ولذلك فمن المستحسن تقسيم الريات قدر الإمكان، مما يزيد من الأعمال (التنقلات الدورية) الحقلية وزيادة التكلفة خاصة إذا كانت المزرعة بعيدة عن مقر السكن.
- التربة منخفضة للغاية في المواد العضوية، لذلك لا غنى عن إضافة السماد العضوي. **(Haarhoff, & Swanepoel, 2018)**
- يوصى بإضافة المواد العضوية (أمثلة: السماد من مخلفات الدواجن، والسماد من مخلفات البقر، ومن مخلفات الماعز) وإذا كان هذا السماد من مخلفات الإنسان وخلط برماد الحطب – وهي من الموروث التراثي للفلاحين الأجداد لمنطقة ورقلة قديما قبل وجود قنوات الصرف الصحي–لكان أفضل مردودا، لتحسين بنية التربة، وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه، وتمثل أيضًا احتياطيًا من العناصر الغذائية. ومن ناحية أخرى فإن الإضافة العضوية تزيد أيضًا من قدرة التبادل الكاتيوني لهذه التربة عن طريق إطلاق مركبات عضوية تولد السالبية الكهربية وتسمح بتثبيت الكاتيونات. ومن ناحية أخرى، فإن التربة الغنية بالمواد العضوية تسخن بسرعة في بداية الموسم (الربيع)عندما تكون درجات الحرارة لا تزال منخفضة. يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى بداية مبكرة لنشاط الجذر (أي غراسة مبكرة)، –وعائد اقتصادي أفضل للثمار البكور–وبالتالي ستكون الأشجار والنباتات قادرة على استهلاك احتياطاتها بسرعة لضمان نمو جيد للجذور مما يسمح لها بمقاومة كبيرة للآفات والفيروسات مع تلبية احتياجاتها الغذائية بشكل أفضل في بداية الموسم، تجعلها تتحمل أكثر وقت الحاجة في أيام الصعوبات الصيفية حين تشتد (الحرارة والرياح الساخنة ونقص المياه، وضغط الرمال المنقولة بالريح...).

- توضح نسبة C/N أن التمعدن في هذه التربة بطيء، قد يكون بسبب انخفاض النشاط البيولوجي، للجفاف المحتم في الطبقة السطحية الفعالة، قد تؤدي التهوية السيئة، والرص الناجم من حركة المرش والعتاد والعمال إلى تدمير الكائنات الحية الدقيقة وعدم وجود ما يكفي من النيتروجين العضوي الضروري لنشاطها.
- الناقلية الكهربائية عالية؛ التربة ذات ملوحة عالية، فكيف والماء المتاح هو كذلك.
- في ظل ظروف الملوحة العالية، قد يفسد الموسم، فمن المستحسن الحفاظ على رطوبة التربة الدائمة لتقليل انتقال الصوديوم والكلور إلى النباتات، كون التراكيز العالية من هذه العناصر تسبب التسمم وبالتالي ضعف النمو الخضري للنبات.

الصورة (37): موت الأوراق المسنة وترسب الملح مع سلامة المجموع الجذري

- في هذه الترب لا بد من أن يُقترح اختيار أصل بذري أو نوع محصول يتحمل الملوحة.
- الحد الأقصى لكمية الكاتيونات التي يمكن للتربة تثبيتها يحدد قدرة تبادل الكاتيونات (3.44 C.E.C) ويعتمد ذلك على كمية الطين 7.44% الضعيفة نسبيا ومستوى المادة العضوية. وبالنسبة لهذه التربة فهي ضعيفة. وبالتالي، فإن توفر العناصر الغذائية المعدنية المضافة لا يحتفظ به في الغالب إلا قليلاً.
- مما يتوقع ضياع جزء من الطاقة (التي كان من الممكن استخدامها للنمو أو الإزهار أو إنتاج البذور أو تطوير الجذور) لاستخراج العناصر الغذائية من التربة أو التأقلم مما يعيق النمو السليم.
- محتوى النيتروجين الكلي والمغنيسيوم القابل للتبديل منخفض.
- محتويات البوتاسيوم والصوديوم القابلة للتبديل متوسطة.
- محتوى الفوسفور القابل للامتصاص والكالسيوم القابل للتبديل مرتفع 14.09

4.3.IV تفسير نتائج تربة تجربة الشعير :

الحديد والمنغنيز والبوتاسيوم والنحاس والزنك والفوسفور ومعظم العناصر المعدنية التي يمتصها النبات قليلة. الاس الهيدروجيني للتربة أساسي (قلوية عالية). لخفض درجة الحموضة، يوصى باستخدام الأسمدة الكبريتية مثل كبريتات الأمونيا، وكبريتات البوتاسيوم، وكبريتات الكالسيوم، والسوبر فوسفات (SSP، TSP) أو حمض النيتريك وغيرها **(Mayuree et al., 2019)**، لكن سنرى أن القلوية انخفضت بنسب طفيفة عند المعالجة بالهيدروجال **(Miloudi et al., 2022)**

أظهرت تحاليل التربة أن قوام التربة "رملي"، ولذلك فهو ذو ملمس خفيف مع قدرة منخفضة على الاحتفاظ بالماء. بالنسبة لهذا النوع من التربة، يجب التحكم جيدًا في إمدادات المياه لتجنب الخسائر من خلال ترشيح العناصر المعدنية الموردة. ولذلك فمن المستحسن تقسيم الجرعات قدر الإمكان. **(Kharroubi et al., 2022)**

اجمالي محتويات الحجر الجيري متوسطة بينما محتويات الحجر الجيري النشط منخفضة: بسبب قلوية التربة الجيرية، إن الكلور الذي يكون قابلًا للذوبان في الماء يحتمل امتصاصه بسهولة من قبل النباتات وبسبب السمية لها إذا كان بتراكيز عالية، يمكن أن يكون في التربة الجيرية مفيدًا للنباتات بكميات معتدلة، من المهم مراقبة مستويات الكلور وإدارة التربة بعناية لضمان توفر العناصر الغذائية الضرورية الأخرى للنباتات، الكلور يمكن أن يتفاعل مع المعادن الأخرى، مما قد يؤثر على توفر هذه المعادن للنباتات.

ملحوظة: يوصى بإضافة المواد العضوية (أمثلة: السماد، والسماد، ومخلفات المحاصيل) لتحسين بنية التربة، وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه (التربة الرملية)، وتمثل أيضًا احتياطيًا من العناصر الغذائية. ومن ناحية أخرى فإن الإضافة العضوية تزيد أيضًا من قدرة التبادل الكاتيوني لهذه التربة عن طريق إطلاق مركبات عضوية تولد السالبية الكهربية وتسمح بتثبيت الكاتيونات. ومن ناحية أخرى، فإن التربة الغنية بالمواد العضوية تسخن بسرعة في بداية الموسم عندما تكون درجات الحرارة لا تزال منخفضة. يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى بداية مبكرة لنشاط الجذر. وبالتالي، ستكون الأشجار قادرة على استهلاك احتياطاتها بسرعة لتلبية احتياجاتها الغذائية في بداية الموسم وضمان نمو جيد للجذور مما يسمح لها بمقاومة صعوبات الصيف بشكل أفضل (الحرارة والرياح ونقص المياه).

توضح نسبة C/N أن التمعدن يكون سريعًا مع وجود كميات منخفضة من المواد العضوية المتوفرة في التربة.

• الناقلية الكهربائية منخفضة. التربة غير مالحة.

الصورة (38): جلب السماد المستعمل من مخلفات البقر

إن الحد الأقصى لكمية الكاتيونات التي يمكن للتربة تثبيتها يحدد قدرة تبادل الكاتيونات C.E.C ويعتمد ذلك على طبيعة الطين ومستوى المادة العضوية. وبالنسبة لهذه التربة فهي ضعيفة. وبالتالي، فإن توفر العناصر الغذائية المعدنية لا يحتفظ إلا قليلاً بالعناصر الغذائية المطبقة. سيتعين على النبات أن يستنفد بشكل أكثر كفاءة من القدر المتوفر. هذه التربة لديها قدرة منخفضة الطاقة (التي كان من الممكن استخدامها للنمو أو الإزهار أو إنتاج البذور أو تطوير الجذور) لاستخراج العناصر الغذائية من التربة المتوقعة لجودة المنتوج لولا التدخل والمعالجة القبلية (قبل البذر)، وأثناء ومحتويات النيتروجين

الكلي والفوسفور القابل للاستيعاب والمغنيسيوم القابل للتبديل منخفضة من محتويات البوتاسيوم والصوديوم القابلة للتبديل متوسطة. مستويات الكالسيوم القابلة للتبديل مرتفعة.

5.3.IV تفسير نتائج تربة تجربة القمح:

معظم العناصر النزرة التي يمتصها النبات مثل Ze، Fe، Mn، B، Co بالإضافة الى الفوسفور قليلة. الأس الهيدروجيني للتربة أساسي ولخفض درجة الحموضة، يوصى باستخدام الأسمدة الكبريتية مثل كبريتات الأمونيا، وكبريتات البوتاسيوم، وكبريتات الكالسيوم، والسوبر فوسفات (SSP، TSP) و/أو حمض النيتريك.

أظهرت تحاليل التربة أن قوام التربة كان "رملياً". ولذلك فهو ذو ملمس خفيف مع قدرة منخفضة على الاحتفاظ بالماء. بالنسبة لهذا النوع من التربة، يجب التحكم بشكل جيد في المدخلات لتجنب الخسائر من خلال ترشيح العناصر المعدنية الموردة. ولذلك فمن المستحسن تقسيم الجرعات قدر الإمكان.

محتوى الحجر الجيري الإجمالي (كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) الموجودة في التربة متوسط، يعني ذلك أن هناك كمية معتدلة من كربونات الكالسيوم في التربة. هذا يمكن أن يؤثر على درجة الحموضة (pH) للتربة بصفة عامة، مما يجعلها أكثر قلوية.

الحجر الجيري النشط منخفض (يشير إلى الجزء من كربونات الكالسيوم الذي يتفاعل بسهولة مع الأحماض في التربة ويؤثر على درجة الحموضة بسرعة). إن الجير الحديدي (يتكون عادة من مركبات الكالسيوم والحديد) ووجوده بكميات كبيرة في التربة يمكن أن يؤدي إلى تثبيت الفوسفور وبعض العناصر الغذائية الأخرى، مما يجعلها غير متاحة للنباتات. عدم وجود خطر من الجير الحديدي يعني أن مستويات الحديد والكالسيوم المتفاعلة لا تصل إلى حد يمكنها من تثبيت المغذيات الحيوية مثل الفوسفور. لذلك فإن النباتات لن تعاني من نقص العناصر الغذائية بسبب الجير الحديدي.تربة قطعة الأرض منخفضة للغاية في المواد العضوية.

ملاحظة: يوصى بمساهمة المواد العضوية (أمثلة: السماد، السماد، مخلفات المحاصيل) من أجل تحسين بنية التربة، وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه (الملح الرملي) وتمثل أيضًا احتياطيًا من العناصر الغذائية كما تعمل الإضافة العضوية على زيادة قدرة التبادل الكاتيوني لهذه التربة عن طريق إطلاق مركبات عضوية تولد السالبية الكهربائية وتسمح بتثبيت الكاتيونات. ومن ناحية أخرى، تسخن التربة الغنية بالمواد العضوية بسرعة في بداية الموسم عندما تكون درجات الحرارة لا تزال منخفضة. يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى بداية مبكرة لنشاط الجذر. وبالتالي، ستكون الأشجار قادرة على استهلاك احتياطاتها بسرعة لضمان نمو جيد للجذور مما يسمح لها بمقاومة تلبية احتياجاتها الغذائية بشكل أفضل في بداية الموسم ومقاومة صعوبات الصيف (الحرارة والرياح ونقص المياه). **(Miloudi et al., 2022)**

توضح نسبة C/N أن التمعدن سريع. ويرجع ذلك إلى النشاط الجنوني للكائنات الحية الدقيقة مقارنة بالكميات المنخفضة من المواد العضوية المتوفرة في التربة.

الناقلية الكهربائية منخفضة. التربة غير مالحة.

إن الحد الأقصى لكمية الكاتيونات التي يمكن للتربة تثبيتها يحدد قدرة تبادل الكاتيونات C.E.C ويعتمد ذلك على طبيعة الطين ومستوى المادة العضوية. وبالنسبة لهذه التربة فهي ضعيفة. وبالتالي، فإن توفر العناصر الغذائية المعدنية لا يحتفظ إلا قليلاً بالعناصر الغذائية المطبقة.

هذه التربة لديها قدرة منخفضة الطاقة (التي كان من الممكن استخدامها للنمو أو الإزهار أو إنتاج البذور أو تطوير الجذور) لاستخراج العناصر الغذائية من التربة.

- محتويات النيتروجين الكلي والفوسفور القابل للاستبدال والمغنيسيوم القابل للتبديل والصوديوم القابل للتبادل منخفضة.
- محتوى البوتاسيوم القابل للتبديل والكالسيوم القابل للتبديل مرتفع.

وهذه بعض الأجهزة المستعملة في نتائج التحليل الميكانيكي والكيميائي لعينات التربة المستعملة:

الصورة (39): تجربة نفاذية التربة.

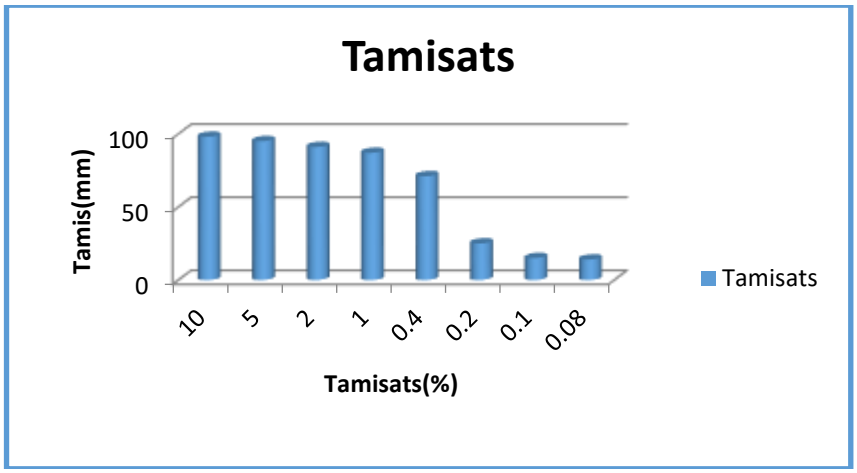
الجدول (7): نتائج التحليل الميكانيكي لعينات التربة

التحليل / العينات	الكثافة (g/cm^3)	حجم الماء (cm^3)	الزمن (s)	النفاذية (cm^3/s)
تربة سعيد عتبة	1.03	46.56	145.8	E-022.54
تربة سكرة	1.83	21.97	240	7.2E-03
تربة إقامة مالك بن حسان	1.33	21.63	240	7.17E-03
تربة إقامة الطاهر العبيدي	1.00	32.26	246.6	1.04E-02
تربة الجامعة المركزية	1.21	43.33	240	1.44E-02
تربة رملية	1.36	32.53	180	1.44E-02
تربة حمراء	1.39	26.51	300	7.03E-03

اما نتائج التحليل الفيزيائي لعينات التربة (التدرج الحبيبي) مدونة في الجدول ادناه:

الجدول (8): التحليل الفيزيائي لعينات التربة (التدرج الحبيبي):

الغربال	أوزان الرفض التراكمي (g)	أوزان الرفض التراكمي ((%	التكملة ل 100	المناخل
10	8.78	1.756	98.244	98
5	23.70	4.74	95.26	95
2	44.02	8.804	91.196	91
1	64.54	12.908	87.092	87
0.4	144.86	28.972	71.028	71
0.2	373.35	74.67	25.33	25
0.1	423.91	84.782	15.218	15
0.08	427.38	85.476	14.524	14



الشكل (6): نسب البواقي الحبيبية لكل منخل

الصورة (40): المناخل المستعملة

4.IV مقارنة بين تربة الصحراء والأراضي الزراعية في تلال الجزائر وهضابها :

كانت تربة الصحراء تحتوي على مستويات منخفضة نسبيًا من الكربون العضوي **(World bank, 2018)** والنيتروجين الكلي والكربوهيدرات مقارنة بتربة الأراضي الزراعية (حقول القمح التلية) عبر جميع الأعماق المستخرجة. **(الجريدة الرسمية، 2021)**

5.IV واقع استهلاك مياه الري في منطقة ورقلة :

حسب مسؤولين بمصلحة الري بمديرية الموارد المائية لولاية ورقلة، ومديرية الفلاحة لولاية ورقلة، فإن كميات مياه الري في وتيرة متزايدة من شهر إلى شهر ومن سنة إلى أخرى نظرا للنشاط الزراعي المكثف بل أوضحوا لنا أن الكميات المسجلة في الوثائق الرسمية هي ليست الكميات الحقيقة، نظرا لانتشار حفارات الخواص – منذ 20 عام أو يزيد – ينشطون في الحفر غير المرخص، وبدون وثائق رسمية، مع أننا حاولنا إحصاء عدد المخالفات في مجال الحفر المسجلة في دفاتر المجموعة الولائية للدرك الوطني فلم نتمكن من ذلك (لتقريب الكميات الفعلية المستهلكة).

هذا النشاط الغير المرخص يشمل الآبار الارتوازية والرسمية، وكذا عدد الآبار السطحية الأقل من 40م تحت سطح الأرض. **(دين، 2017)**

إن المعدلات المقدرة من الاستهلاك من طرف الجهة المختصة، تعد هائلة جدا وتحسب بمعدلاتها اليومية والمقدرة كالتالي:

- الآبار الارتوازية: 25 لتر في الثانية الواحدة تشتغل لمدة 16 ساعة يوميا وهذا لكل بئر.
- الآبار السطحية: 12 لتر في الثانية الواحدة تشتغل لمدة 8 ساعة يوميا وهذا لكل بئر.

أذن لنا بنشر بعض الكميات لمياه الري المحصية رسميا في السجلات، والموثقة ومرسلة للوزارة الوصية والتي تبنى عليها السياسات الرسمية.

1.5.IV توزيع الاستهلاك حسب الكميات والمساحات المروية (إحصائيات مديرية الفلاحة) لسنوات 2015 – 2019 :

كما ذكرنا سابقا أن الإحصائيات متباينة نوعا ما بين المديريتين المختصتين لأسباب موضوعية وتقنية بحتة، ولكن يهمنا تقريب تقديري للكميات الفعلية لتسهيل عملية المقارنة وقد أحصيناها على النسق التالي:

الجدول (9): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار)حسب نوع الري بها للفصول الثلاثية لموسم 2015-2016:

نوع سطح التربة	حملة 2016/2015	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع
جاف (البور والغوط)	2954.00	5.00	-119	4.00	0.00	2844.00
المروية	41672.94	395	1170	1774	0.00	46685.94
المجموع	44626.94	400	1051	1778	0.00	49529.94
الغابات: إعادة تشجير أنواع الغابات	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
الغابة: إعادة تشجير أنواع الفاكهة	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
إجمالي إعادة التشجير (غابة + فواكه)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
دورة	4750000	0.00	0.00	0.00	0.00	4750000
أخرى	897028.06	-400.00	-1051	-1778	0.00	893799.06
المجموع	5691655	0.00	0.00	0.00	0.00	5693329

الجدول (10): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم 2015-2016:

نوع العملية	حملة 2016/2015	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع
عامة	41.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41
استصلاح	296	0.00	0.00	0.00	0.00	296
خاص	30060	0.00	20.00	7.00	0.00	30087
المزارع التجريبية	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00
امتيازات	1094	52.00	0.00	0.00	0.00	1146
أخرى (عامة)	10	0.00	0.00	0.00	0.00	10
المجموع	31501	52.00	20.00	7.00	0.00	31580

الجدول (11): توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار)حسب نوع الري بها للفصول الثلاثية لموسم 2016-2017:

نوع السطح	حملة 17/16	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع 17/16
جاف (البور والغوط)	2844.00	2,00	7	8	0.00	2861
المروية	45011.94	1742	348	458	0.00	47559.94
مجموع	47855.94	1744	355	466	0.00	50420.94
الغابات: إعادة تشجير أنواع الغابات	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
الغابة: إعادة تشجير أنواع الفاكهة	0.00	0.00	0.00	0.00	337	337
إجمالي إعادة التشجير (غابة + فواكه)	0.00	0.00	0.00	0.00	337	337
دورة	4750000	0.00	0.00	0.00	0.00	4750000
أخرى	893799	-1744	-355	-466	0.00	891234
المجموع	5691655	0,00	0,00	0,00	337	5691992
المجموع التراكمي	5691655	0.00	0.00	0.00	0.00	**5691655**

الجدول (12) توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم 2016-2017:

نوع العملية	حملة 17/16	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع 17/16
مجموعة عمومية	41	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00
EAI	299	0.00	0.00	0.00	0.00	299
خاص	30085	114	269	85	135	30688
المزارع التجريبية	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
امتيازات	1144	9.00	14.00	14	11	1192
أخرى (عامة)	11.00	0.00	0.00	1.00	0.00	12
المجموع	31580	123	283	100	146	**32232**

الجدول (13) توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار)حسب نوع الري للفصول الثلاثية لموسم 2017-2018:

نوع السطح	حملة 18/17	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع 18/17
جاف (البور والغوط)	2861.00	17	6.00	7.50	0.00	2891.50
المروية	47559.94	2567	864	298	58	51346.94
المجموع	50420.94	2584	870	305.5	58	54238.44
الغابات: إعادة تشجير أنواع الغابات	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
الغابة: إعادة تشجير أنواع الفاكهة	337.00	0.00	0.00	0.00	0.00	337.00
إجمالي إعادة التشجير (غابة + فواكه)	337.00	0.00	0.00	0.00	0.00	337.00
دورة	4750000	0.00	0.00	0.00	0.00	4750000
أخرى	891234	-2584	-870	-305.5	-58	887416.56
المجموع	5691992	0.00	0.00	0.00	0.00	**5691992**

الجدول (14) توزيع استغلال المساحات المخصصة للزراعة (هكتار) حسب نوع العملية للفصول الثلاثية لموسم 2017-2018:

نوع العملية	حملة 17/18	الثلاثي الاول	الثلاثي الثاني	الثلاثي الثالث	الثلاثي الرابع	المجموع 18/17
مجموعة عمومية	41.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00
استصلاح	299.00	0.00	0.00	0.00	0.00	299.00
خاص	30688	35	57	77	59.00	30916
المزارع التجريبية	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
امتيازات	1192	34	15	30	1.00	1272
أخرى (عامة)	12	1.00	0.00	0.00	0.00	13.00
مجموع	32232	70	72.00	107	60.00	**32541**

الجدول (15) توزيع كميات الماء المخصصة للري حسب نوع المصدر للفصول الثلاثية لموسمي 2014-2016:

		نوع المنبع						
		السدود m^3	خزان التل m^3	بحيرات m^3	**المجموع m^3**	الآبار L/S	الآبار العميقة L/S	**المجموع** L/S
إجمالي الحملة الزراعية 2015/2014	رقم	0	0	0		1292	1007	
	التدفق الحجمي	0.00	0.00	0.00	0.00	3617.5	26974.5	30592
إنجازات الربع الأول 2016/2015	رقم	0	0	0		0	1	
	التدفق	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	30.00	30.00
إنجازات الربع الثاني 2016/2015	رقم	0	0	0		140	34	
	التدفق الحجمي	0.00	0.00	0.00	0.00	670	1067	1737
إنجازات الربع الثالث 2016/2015	رقم	0	0	0		130	16	
	التدفق الحجمي	0.00	0.00	0.00	0.00	900	588	1488
إنجازات الربع الرابع 2016/2015	رقم	0	0	0		250	3	
	التدفق/ الحجم	0.00	0.00	0.00	0.00	500	65.00	565
إجمالي الأصول في نهاية الحملة الزراعية 2016/2015	رقم	0	0	0		1812	1061	0
	التدفق/ الحجم	0	0	0	0	5687.5	28724.5	34412

جدول (16) توزيع كميات الماء المخصصة للري حسب المساحة لبعض البلديات سنة 2019

المدينة	بلدية ورقلة	بلدية حاسي بن عبد الله	بلدية انقوسة	المجموع مع باقي البلديات المتحصل عليها
الآبار الارتوازية	1692	175	140	1045
حجم الماء المستغل (hm^3/ an)	269.5	11.92	22.24	166.44
الآبار السطحية	2851	214	612	352
حجم الماء المستغل (hm^3/ an)	74	5.35	15.3	9.136
المساحة المسقية (هكتار)	2184.89	6388.08	5402	19423.2
مجموع حجم الماء المستغل الكلي (hm^3/ an)	343.50	17.27	37.56	175.24
كمية الماء التقريبية سنويا لكل هكتار(m^3)	157.2165	2703.498110	6952.980377	9022.190

من خلال معرفة نسبة الاستهلاك الماء لكل هكتار في هذه السنة ومقارنتها بالعائد من المنتوج ندرك حجم الهدر الكبير

وعموما حسب المسؤولين المختصين يتم التقدير الفعلي للكميات المستهلكة بالطريقة التالية:

- الآبار الارتوازية: 25 لتر في الثانية الواحدة تشتغل لمدة 16 ساعة يوميا وهذا لكل بئر.:
  - ✓ أي عدد الآبار الإرتوازية يضرب في (25*3600*16) للتقدير اليومي
  - ✓ أي عدد الآبار الإرتوازية يضرب في (25*3600* 16) *30 للتقدير الشهري
  - ✓ أي عدد الآبار الإرتوازية يضرب في (25*3600*16) *30*12 للتقدير السنوي
- الآبار السطحية: 12 لتر في الثانية الواحدة تشتغل لمدة 8 ساعة يوميا وهذا لكل بئر.
  - ✓ أي عدد الآبار السطحية يضرب في (12*3600*8) للتقدير اليومي
  - ✓ أي عدد الآبار السطحية يضرب في (12*3600*8)* 30 للتقدير الشهري
  - ✓ أي عدد الآبار السطحية يضرب في (12*3600*8)*30*12 للتقدير السنوي

أمثلة :

- منتوج القمح:

معدل محصول القمح في الولاية 50 قنطار/هكتار أي 50000 كلغ ويلزمها $9022.190\ m^3$ من الماء.

نجد كل 1 كلغ يلزمه $0.1804438\ m^3$ أي 180 لتر.

- **منتوج الذرى:**

- معدل محصول الذرى والقمح في الولاية 45000 قنطار في سنة 2019 بمساحة قدرها 130 هكتار أي بمعدل 346.153846 قنطار في الهكتار. **(وكالة الانباء الجزائرية، 2019)**
- كمية الماء المتوسطة $9022.190\ m^3$ في كل هكتار بمعدل $26.0641044\ m^3$ لكل 1 قنطار.

- **منتوج البرسيم:**

العائد الاقتصادي 80000 دج لكل هكتار باعتبار جزتين في السنة بكمية ماء متوسطة $9022.190\ m^3$ أي $0.112777\ m^3$ (113 لتر) من الماء لكل 1 دج دون احتساب التكاليف الأخرى.

هذه المقادير ليست مضبوطة وعلى أرض الواقع أكبر بكثير وهي تزيد بحوالي 40 %.

من خلال ما سبق ندرك حجم الهدر الكبير لمياه الري (الجوفية)–الاستراتيجية – في المناطق الصحراوية ذات المناخ الحار.

المـــراجع الاجنبية:

- Dawson, T. E. (1993). Hydraulic lift and water use by plants: implications for water balance, performance and plant-plant interactions. *Oecologia*, *95*, 565-574.
- Fallahzade, J., & Hajabbasi, M. A. (2012). The effects of irrigation and cultivation on the quality of desert soil in central Iran. *Land Degradation & Development*, *23*(1), 53-61.
- Haarhoff, S. J., & Swanepoel, P. A. (2018). Plant population and maize grain yield: a global systematic review of rainfed trials. *Crop Science*, *58*(5), 1819-1829.
- Hashemifar, M., Davoudi, M., Mohammadzadeh, S., Nilufari, N., & Khoshgoftar, M. (2016). Corrosion and scaling potential of the potable water in villages based on langelier saturation index, ryznar stability index, larson ratio, and saturation level. *Journal of Research and Health*, *5*(4), 45-52.
- ISO 16075-2 (2014). Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects. Switzerland.
- Kharroubi, M., Bouselsal, B., Ouarekh, M., Benaabidate, L., & Khadri, R. (2022). Water quality assessment and hydrogeochemical characterization of the Ouargla complex terminal aquifer (Algerian Sahara). *Arabian Journal of Geosciences*, *15*(3), 251.
- Kim, G. T. (2012, December). The optimal allocation of the investment capital for R&D projects at the commercial stage with the Kelly criterion. In *2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 411-417). IEEE.

- Lan, S., Wu, L., Zhang, D., & Hu, C. (2015). Effects of light and temperature on open cultivation of desert cyanobacterium Microcoleus vaginatus. *Bioresource Technology*, *182*, 144-150.
- Lombardini, L., & Rossi, L. (2019). Ecophysiology of plants in dry environments. Dryland ecohydrology, 71-100.
- Mayuree, M., Aishwarya, P., & Bagubali, A. (2019, March). Automatic plant watering system. In *2019 International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking (ViTECoN)* (pp. 1-3). IEEE.
- Rojas, M., Lambert, F., Ramirez-Villegas, J., & Challinor, A. J. (2019). Emergence of robust precipitation changes across crop production areas in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(14), 6673-6678.
- World Bank. 2018. Beyond Scarcity: Water Security in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC

المـــراجع باللغة العربية:.

- الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2011). مرسوم تنفيذي رقم 11-219 مؤرّخ في 12 يونيو سنة 2011، يحدد أهداف نوعية المياه السطحية والجوفية المخصصة لتزويد السكان بها. العدد 34.
- الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية (2021). قرار وزاري مشترك مؤرّخ في 21 يونيو سنة 2021، يحدد الولايات التي تدخل في مجال تدخل ديوان تنمية الزراعة الصناعية بالأراضي الصحراوية. العدد 53.
- جبريل، ح.، وكالة الاناضول للأنباء (https://www.aa.com.tr/ar/) بتاريخ 2023/01/09.
- خولة يعقوب وشيماء بلوم، دراسة تأثير اختلاف التربة على نمو نبات البرسيم في منطقة ورقلة، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح- ورقلة، 2019.

- دين، ق.، (2017). أنماط تواجد الماء في الصحراء الجزائرية وطرق استغلاله، من خلال المصادر التاريخية، قضايا تاريخية، 2(3)، 67-81.
- السيد حسن عقيل، س. ط.، وإبراهيم البرهاوي، ن. (2021). صبغة الأنثوسيانين الطبيعية تضاهي الصبغات الكيميائية. المجلة العربية للبحث العلمي، 2(1)، 1-7.
- منظمة الأغذية والزراعة (2011). حالة الموارد الوراثية النباتية. هيئة الموارد.
- وكالة الأنباء الجزائرية، مقال بعنوان: ورقلة: حصد أزيد من 45 ألف قنطار من الذرة خلال الموسم الفلاحي الجاري بتاريخ 2019/02/05.

الفصل الخامس: أثر إضافة الهيدروجال على التربة وبعض النباتات

V. أثر إضافة الهيدروجال على التربة وبعض النباتات :

سنحاول في هذا الفصل معرفة التغيرات المحتملة لإضافة الهيدروجال للتربة

1.V النسب المضافة من الهيدروجال (SAP) الموافقة للتربة الرملية:

بعد عملية السقي، يتواجد الماء في التربة في ثلاث حالات مختلفة وذلك حسب قطر المسام التي يشغلها بين حبيبات التربة:

1. **ماء الانجذاب:** هذا النوع من الماء يحتل المسام الكبيرة في التربة. يكون هذ الماء سريع الخروج من التربة بفعل الجاذبية، ويمكن قياسه لاحقًا باستخدام جهاز النفاذية. يُعرف أيضًا بالماء النافذ أو المفقود، **(Zhang, & Davies, 1990)** حيث يميل إلى الخروج من التربة بسرعة وفي مثل تربتنا الرملية يكون بكميات هائلة مفقودة بسبب النفاية العالية جدا للرمل وهو المعول عليه احتباسه من قبل الهيدروجالSAP وجعله ميسور لبيئة الجذور بدلا من غوره بعيدا عنها.
2. **الماء الشعيري:** هذا النوع من الماء يشغل المسام الدقيقة بين حبيبات التربة. يكون الماء الشعيري سهل الامتصاص من قبل النبات، حيث يتوفر للنبات على شكل أكثر سهولة ويمكنها استخدامه بفعالية وهذا ليس هدفنا في هذه الدراسة لأنه باقي سوآء بالإضافة التحسينية أم لا.
3. **الماء المرطب:** هذا النوع من الماء يلف حبيبات التربة ويكون شديدا لارتباطها، وغير قابل للامتصاص بسهولة. يعتبر الماء المرطب مهمًا للحفاظ على ترطيب التربة (ويفيد الأحياء الدقيقة والطبقات السطحية التي تطيل أمد التي تحتها...) ولتوفير بيئة مناسبة لنمو الجذور لكن في البيئات الجافة سرعان ما يتبخر حتى عمق 30سم بفعل النقل الحراري للمركبات الداخلة في تكوين الرمل، فبقائه مؤقت في النهار الصيفي الطويلة ساعاته، لذا يلجأ بعض الفلاحين لتوفيره للنبات بالسقي ليلا (رغما على المخاطر الأمنية المحيطة بالفلاح ليلا من جهة الآفات كالحياة والعقارب أو قطاع الطرق ولصوص السيارات وغيرها...)، فهذا لا سبيل إليه.

الماء الشعيري والماء المرطب يُعتبران معًا الماء المحتفظ به في التربة، حيث يلعبان دورًا هامًا في توفير الماء اللازم لنباتات الزراعة.

لكن الاعتماد على الماء الشعيري فقط (الرمل الصحراوي) كما ذكرنا آنفا، يُعتبر فهم هذا النوع من الماء وكيفية توزيعه في التربة أمرًا مهمًا في العمل الزراعي وتحديد احتياجات النباتات المائية في البيئات الجافة.

- لمعرفة هذا الهدف (ماهي النسب المثلى اللازمة للهيد وجال SAP للتربة الرملية؟)

كان لزاما معرفة:

- ✓ خصائص التربة الميكانيكية وقوامها التركيبي المبدئي (الشاهد).
- ✓ خصائص التربة الميكانيكية وقوامها التركيبي بعد إضافات مختلفة من الهيدروجال

1.1.V تركيب التربة المبدئي قبل الإضافة :

تم جمع العينات من مناطق التجارب وإجراء التحاليل اللازمة لمعرفة تركيبها وقوامها وذلك بالمخبر التابع للمركز العلمي والتقني للمناطق الجافة بتقرت (CRSTRA)، وحساب نقطة الذبول والسعة الحقلية.

❖ **نقطة الذبول (Wilting point)**: هي نقطة تحتها يصبح النبات غير قادر على استخدام الماء المتاح في التربة بشكل فعال، مما يؤدي إلى ذبوله وتضرره. **(Hammitt et al., 2015)** وتعتبر نقطة الذبول تقدير الحد الأدنى من الرطوبة التي يجب أن تحتوي عليها التربة لضمان استمرار نمو النباتات. **(Bourdin et al., 2014)**

❖ **بروتوكول تقدير نقطة الذبول:**

1. جمع عينات من التربة من أماكن مختلفة للقطاعات محل الزرع باستخدام علبة عينات تربة. **(Faithfull, 2002)**
2. تجفيف العينات في الفرن عند درجة حرارة (105 درجة مئوية) لمدة 24 ساعة لتحديد الوزن الجاف.
3. اشباع العينات المجففة بالماء وتركه يتشبع تمامًا.
4. تترك حتى يتصرف الماء الزائد من العينات ونقوم بقياس الوزن الرطب.
5. تحديد الوزن الجاف والوزن الرطب للعينات.
6. احتسب نقطة الذبول باستخدام الصيغة التالية:

نقطة الذبول = [(الوزن الرطب–الوزن الجاف/ الوزن الجاف] ×100. **(Rajkovich et al., 2012)**

❖ **السعة الحقلية (Field capacity)**: فهي النسبة المئوية من الماء التي تحتفظ بها التربة بعد تصريف المياه الزائدة وتصبح الجاذبية الأرضية هي القوة المسيطرة على حركة المياه داخل التربة.

❖ **بروتوكول تقدير السعة الحقلية:**

طريقة التسريب: تتضمن هذه الطريقة وضع كمية معينة من التربة في أسطوانة تسريب وضغط معدة خصيصا، ثم يترك الماء ليتسرب ببطء في التربة تحت ضغط 15 بار للسعة الحقلية و 0.3 بار لنقطة الذبول وقياس الزمن اللازم لتحقيق التشبع. يمكن من خلال هذه الطريقة حساب الحجم الكلي للماء لذي يمكن للتربة استيعابه وبالتالي تقدير قدرة الحقل.

- إدارة مياه الري تتطلع بتطبيق الكمية المناسبة من الماء في الوقت المناسب. **(Gómez, 2015)**

يمكن استخدام طرق مختلفة لقياس رطوبة التربة لضمان الري الفعال بأجهزة ذات قراءة مباشرة أو ذات حساسات مربوطة بجهاز قراءة وعرض النتائج، وتقدير الإمكانيات المائية في التربة. يجب مراقبة مستويات رطوبة التربة بانتظام لضمان إدارة فعالة للمياه. هذه العمليات تساعد في تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية وتقليلا للتكاليف والتأثيرات البيئية السلبية. **(Mariuzza et al., 2022 ; Degryse et al., 2017)**

2.1.V تركيب التربة بعد الإضافة:

تم العمل (حساب السعة الحقلية، نقطة الذبول) بجهاز الضغط بمخبر CRSTRA

1) وزن التربة مبللة مع الاناء ثم تجفيفها ووزنها مرة أخرئ
2) تخفيفها في الفرن عند درجة حرارة (105°) لمدة 24 ساعة
3) وزن التربة جافة مع الاناء ثم احتساب الوزن
4) استنتاج السعة الحقلية ونقطة الذبول

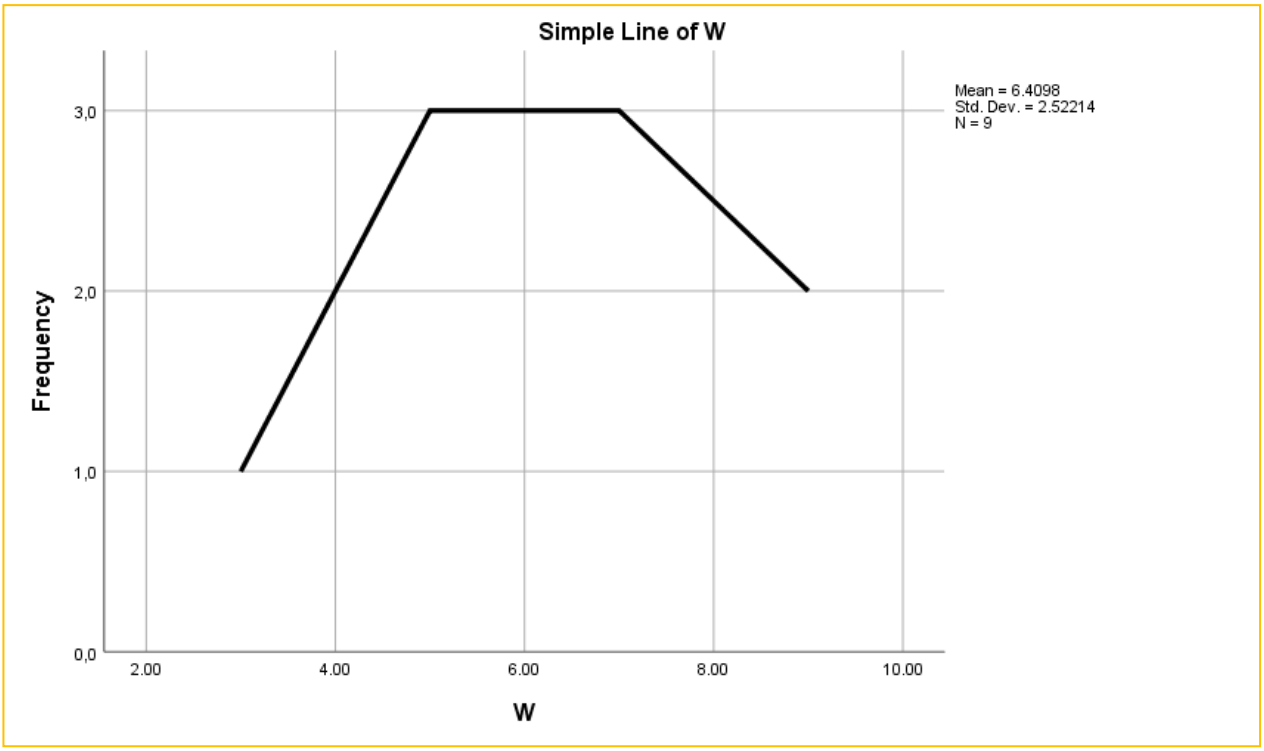
الصورة (41): جهاز الضغط المستخدم في تحديد السعة الحقلية ونقطة الذبول

الصورة (42): جهاز الضغط المستخدم في تحديد السعة الحقلية ونقطة الذبول

(Zhang, & Davies, 1990 ; Oren et al., 1998 ; Cai et al., 2018 ; Kume et al., 2007)

الجدول (17): نتائج العينات للترب المستعملة في التجارب

العينة	%00	%0.1	%0.2	%0.3	%0.4	%0.5	%0.6	%0.7	%1
وزن الاناء فارغ(g)	10.69	9.99	20.87	20.04	18.8	15.7	17.3	18	18.74
وزن الاناء مملوء بالتربة المبللة بعد الضغط	21.02	18.3	6.52	25.72	24.5	21.58	2.86	23.2	24.7
وزن التربة المبللة	10.33	8.31	5.65	6.18	5.70	5.88.	5.6	5.2	5.96
وزن الاناء مملوء بالتربة بعد التجفيف	20.91	17.75	26.2	25.97	24.22	21.24	22.55	22.82	24.56
وزن التربة جافة	10.22	7.76	5.33	5.93	5.42	5.54	5.25	4.82	5.82
وزن الماء الرطب	0.11	0.55	0.23	0.25	0.28	0.34	0.35	0.38	0.14
الرطوبة W%	0.9784	7.08	4.31	4.21	5.7	6.61	9.52	7.88	2.4



الشكل (07): منحنى تغيرات السعة الحقلية

الجدول (18): الارتباط بين السعة الحقلية ونسبة الهيدروجال المضافة

Correlations[a]			
		الهيدروجال	W
الهيدروجال	Pearson Correlation	1	-.363
	Sig. (2-tailed)		.337
	Sum of Squares and Cross-products	.796	-2.311
	Covariance	.099	-.289
W	Pearson Correlation	-.363	1
	Sig. (2-tailed)	.337	
	Sum of Squares and Cross-products	-2.311	50.890
	Covariance	-.289	6.361
a. Listwise N=9			

الجدول (19): الإحصاء الوصفي

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
الهيدروجال	.4222	.31535	9
W	6.4098	2.52214	9

Correlations[a]			
		الهيدروجال	W
الهيدروجال	Pearson Correlation	1	-.363
	Sig. (2-tailed)		.337
	Sum of Squares and Cross-products	.796	-2.311
	Covariance	.099	-.289
W	Pearson Correlation	-.363	1
	Sig. (2-tailed)	.337	
	Sum of Squares and Cross-products	-2.311	50.890
	Covariance	-.289	6.361
a. Listwise N=9			

الجدول (20): الارتباط بين الهيدروجال والسعة الحقلية

ANOVA[a]						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.224	1	.224	2.515	.147[b]
	Residual	.803	9	.089		
	Total	1.027	10			
a. Dependent Variable: الهيدروجال						
b. Predictors: (Constant), W						

الجدول 21: تقدير الانحراف

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.762	.272		2.799	.021
	W	−.060	.038	−.467	−1.586	.147
a. Dependent Variable: الهيدروجال						

2.V أثر إضافة الهيدروجال SAP في الصفات الإنتاجية لبعض المحاصيل الاستراتيجية:

في بداية السبعينيات والثمانينيات، استهلت البحوث في تطبيق الهيدروجال (SAP) في التربة لترطيبها وتحسين إنتاجية النباتات. خلال عقود الثمانينيات والتسعينيات انشغل الباحثون من أجل تطوير التصنيع له.

تمت دراسة تأثيرات البوليمرات على تركيز العناصر الغذائية في التربة ونمو النباتات. في القرن الحادي والعشرين زادت الدراسات الحقلية لاستخدام الهيدروجال SAP.

1.2.V تأثير إضافة الهيدروجال SAP في نمو نبات الذرى وتربته :

توافر المياه في التربة أمر أساسي لكفاءة الأسمدة والمردود الإنتاجي الجيد، لذلك، تم اعتبار تحسين فعالية الري الأمثل بالإضافة إلى تيسير المغذيات كأهداف رئيسية للزراعة المتوازنة في المناطق الجافة و شبه الجافة، أحدث

الطرق لزيادة كفاءة استخدام الأسمدة مع الإمداد المائي المحدود في التربة هو استخدام البوليمرات (SAPs) **(Miloudi et al., 2023)** وبالتالي مباعدة النبات عن أي شكل من أشكال الإجهاد وضعف الغلة. خاصة في هذه المناخات، هذه التكنولوجيات تجعل المناورة ممكنة بين الإدارة الفعالة للماء وحاجيات النبات المتغيرة بتغير الحرارة والرياح والمدخلات الأخرى من سماد وغيره.

في البحوث الزراعية السابقة تم التحقيق من استخدام البوليمرات الماصة للماء (SAPs) لترطيب جذر النبات. تهدف هذه التجارب الآن إلى تقييم فعالية SAPs في تعزيز مردود نبات الذرى العلفي في تربة نفوذة للمياه.

وفي دراسة **(Güneş et al., 2016)** مشابهة لتجربتنا تم تفحص آثار تزويد تربة بتركيا (مختلفة القوام عن تربتنا)9 جرعات من الهيدروجال (SAPs) (0%، 0.01%، 0.02%، 0.04%، 0.08%، 0.12%، 0.2%، 0.4%، 0.6%)، مزروعة بالذرى،

وأظهرت نتائج الدراسة العديد من النتائج الإيجابية، أهمها تحسين الكفاءة الفيسيولوجية لنبات الذرى بسبب زيادة توافر الماء.

1.1.2.V تهيئة التربة قبل البذر لنبات الذرى:

تم تهيئة الرمل ومجانسته بالسماد سوبر فسفات كجرعة أولية على كامل الحقل في أواخر شهر أوت عقب حصاد القمح في بداية جوان لنفس السنة بعد مدة راحة دامت شهرين بالنسبة للتربة. **(بكتاش وزملاؤه، 2005)**

- ❖ تم رش الحقل قبل ذلك بأسبوعين للتأكد من خلو الحقل من بذور دخيلة قد تكون انتشرت بسبب الرياح أو آلات الحصاد السابق أو تنقل العمال بين الحقول
- ❖ البذر تم بطريقة آلية بمعدل 60 كلغ /هكتار
- ❖ تم تحديد القطاعات للتجربة في وسط حقل مروي بطريقة الرش (مرش يسع20 هكتار)

2.1.2.V العمل الحقلي خلال الموسم:

- ❖ تمت عملية تتبع الصفات الفيسيولوجية الظاهرة خلال النمو أسبوعيا
- ❖ تدوين التغيرات (طول الساق، عرضه، عدد الأوراق، عدد السلميات، طول الورقة، ومتوسط عرضها، ومساحته معدل الإنبات، عدد النباتات، الكتلة الحيوية–الحبية والسلاج–، وزن 100 حبة ،...) في كل القطاعات.
- ❖ احتساب كميات الماء المستهلكة في 1هكتار
- ❖ معدل تكلفة الهكتار من الطاقة(كهرباء)
- ❖ تكاليف أخرى (اجور عمال + غذاء+ مبيت + صيانة الآلات...)

❖مقارنة التكلفة المائية للتربة المحسنة مع التربة الشاهد.

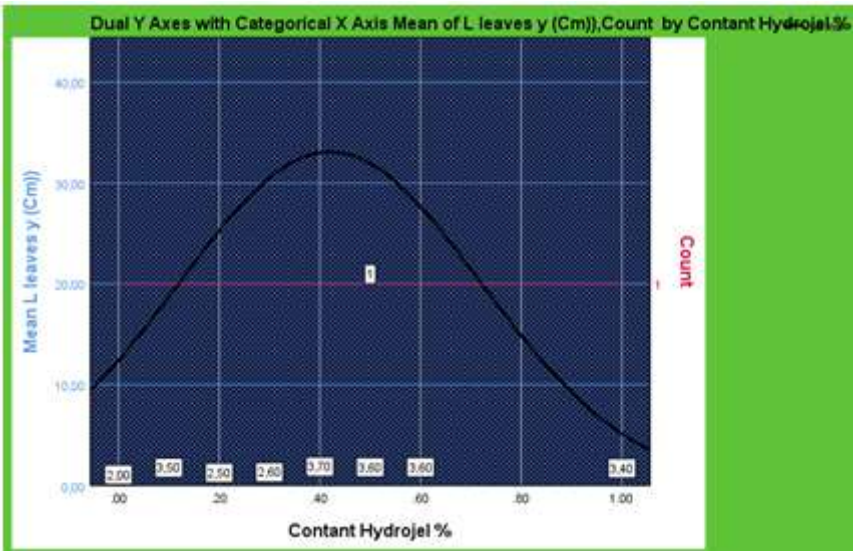
3.1.2.V النتائج المتحصل عليها و مناقشتها:

قد تم تتبع بعض الصفات الإنتاجية في الترب المعالجة مقارنة بالتربة الشاهد، كطول الساق وعرضه وعدد الأوراق ومساحة الورقة (طولها، عرضها) والكتلة الحية (وزن الحب)، مع ما يوافقها من الرطوبة والحرارة والاس الهيدروجيني.

تأثير الإضافة في طول ساق نبات الذرى:

الجدول (22): تغيرات متوسطات طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجالSAP

% الهيدروجال	طول الساق(cm)
0	**2**
0.1	**2,5**
0.2	**3,5**
0.3	**3,6**
0.4	**3,7**
0.5	**3,6**
0.6	**3,6**
0.7	**3,4**
1	**2,8**



الشكل (8): تغيرات متوسطات طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجال SAP

الملاحظ من البيان أن أحسن الاطوال توافقت مع نسب الإضافات

0.2، 0.3%، 0.4%، 0.5%، 0.6% أما أمثلها 0.4 وهو يتوافق مع ما تحصل عليه **(Güneş et al., 2016)** ويعود ذلك لشدة الامتصاص واتساع الاوعية الخشبية الناقلة لكميات من الماء أكثر من ساق النبات الشاهد ونشاط الانقسامات الخلوية على مستوى الساق **(Cakir, 2004)** لكن تراجعه كان بين وواضح بعد 0.7%من الهيدروجال وذلك لكثرة الرطوبة إلى حد غلق المسام السطحية وبداية تعفن الجذور كما لاحظنا تشكل طبقة خضراء (Zagaie) الطحالب منعه من دخول الهواء، وهذا التفسير يتوافق مع **(Nobel et al., 2013)**

الصورة (43): انسداد المسام بالعوالق

الجدول (23): علاقة الارتباط بين متوسط طول النبات مع نسبة إضافة الهيدروجال:

Correlations			L leaves y (cm))	Contant Hydrogel %
Spearman's rho	L leaves y (cm))	Correlation Coefficient	1.000	.563
		Sig. (2-tailed)	.	.146
		N	9	8
	Contant Hydrogel %	Correlation Coefficient	.563	1.000
		Sig. (2-tailed)	.146	.
		N	8	8

- معاملا الارتباط بين متوسط طول الأوراق ونسبة إضافة الهيدروجال هو 0.563، وهذا يشير إلى وجود ارتباط إيجابي متوسط بين العاملين.

- قيمة الاحتمالية (Sig. 2-tailed) تبلغ 0.146، وهذا يعني أن الارتباط غير قوي إحصائيًا.

بشكل عام، هناك ارتباطًا إيجابيًا بين متوسط طول نبات ونسبة إضافة الهيدروجال، ولكن هذ الارتباط يظهر كأنه ليس قوي إحصائيًا، لكن مع عرض الساق هو كذلك لامتلاء خلايا الساق بالماء.

الصورة (44): اختلاف عرض الساق في القطاعات

إن قوة وصحة الجزء الهوائي الخضر تعود بطبيعة الحال إلى قوة الجذور وكثافتها.

تأثير الإضافة في جذور نبات الذرى:

قد اظهرت الجذور كثافة عالية في القطاعات المعالجة 0.3% الى 0 .7% (SAP) من غيرها.

الصورة (45): سلامة المجموع الجذري في القطاع المعالج 0.4 % (SAP)

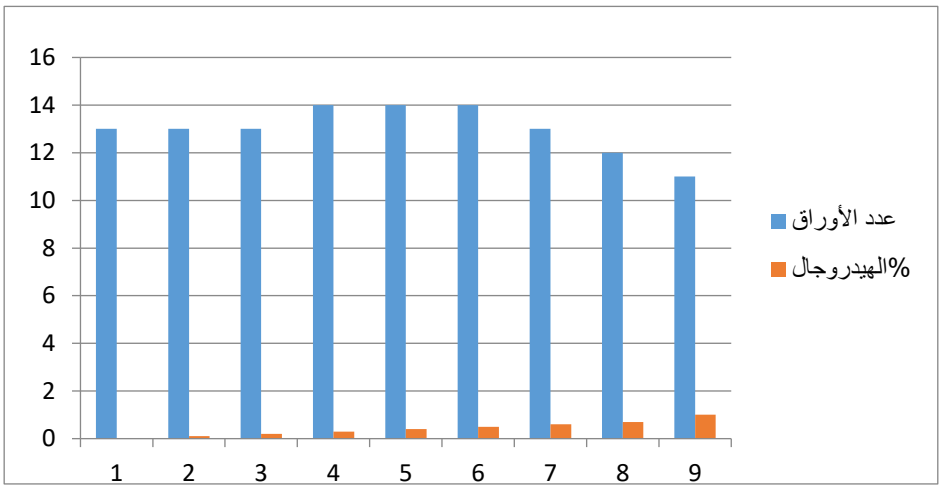
تأثير الإضافة في عدد الأوراق:

إن عدد الأوراق في الساق الواحدة هي علامة فارقة لقوة النبات إذ فيها يقع التبادل الغازي والنتح وعدد الثغور...وفي الذرى العلفي هي مؤشر لحصاد وفير.

بعد إحصاء أوراق كل نبات في كل القطاعات واستخراج متوسطات كلا منها رتبت في الجدول التالي:

الجدول (24): أثر تغيرات نسب إضافة الهيدروجالSAP في عدد الأوراق لنبات الذرى

%الهيدروجال	عدد الأوراق
0	**13**
0.1	**13**
0.2	**13**
0.3	**14**
0.4	**14**
0.5	**14**
0.6	**13**
0.7	**12**
1	**11**



الشكل (9): تغيرات نسب إضافة الهيدروجالSAP في عدد الأوراق لنبات الذرى

نلاحظ أن عدد الأوراق متماثل في القطاعات (0.2% 0.1% 0.0%) معا بينما القطاعات الاخرى (0.6% 0.8% 0.7%) وأحسنها في0.3%، 0.4%، 0.5%.

وهي منطقية وواقعية ومتطابقة مع الزيادة في عدد الأوراق وقوة الجذر وطول النبات مما يجعل كمية الضوء الساقط والبناء الضوئي أكثر وامتصاص المغذيات اوفر.

الجدول (25): علاقة الارتباط بين متوسط عدد الأوراق لنبات الذرى مع نسبة إضافة الهيدروجال

Corrélations				
			%الهيدروجال	عدد الأوراق
Supermans rho	% الهيدروجال	Correlation Coefficient	1.000	-.381
		Sig. (2-tailed)	.	.311
		N	9	9
	عدد الأوراق	Corrélation Coefficient	-.381	1.000
		Sig. (2-tailed)	.311	.
		N	9	9

- معامل الارتباط بين نسبة الهيدروجال وعدد الأوراق هو - 0.381، وهذا يشير إلى وجود ارتباط سلبي ضعيف بين العاملين.

بناءً على هذه النتائج، يمكن القول إن هذا الارتباط ليس قويًا إحصائيا ليس هناك تحسن في عدد الاوراق البتة.

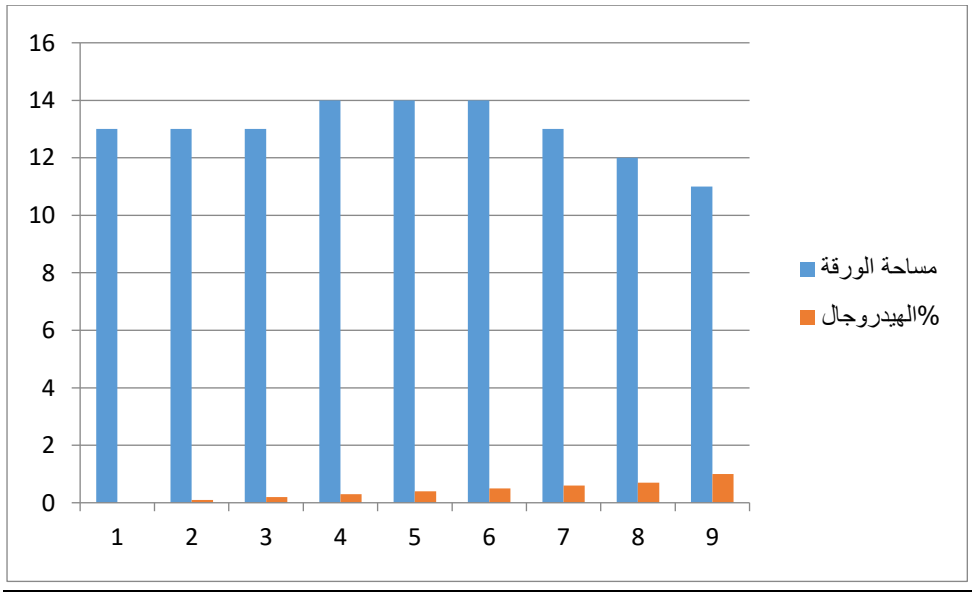
الصورة (46): تماثل عدد الأوراق في مرحلة نصف العمر

تأثير الإضافة في مساحة الأوراق:

إن مساحة الورقة تعني عدد أوفر من الثغور وكمية الضوء أكبر مما يعني إنتاج غذائي أوفر ومقاومة للأمراض بخلاف ما إذا كانت أصغر مساحة.

الجدول (26): تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAP في مساحة الأوراق لنبات الذرى

%الهيدروجال	مساحة الورقة (cm^2)
0	**13**
0.1	**13**
0.2	**13**
0.3	**14**
0.4	**14**
0.5	**14**
0.6	**13**
0.7	**12**
1	**11**



الشكل (10): تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAP في مساحة الأوراق لنبات الذرى

أحسن مساحة للورقة في القطاعات 0.4%، 0.5%، 0.6% هذا يعني ان النبات في أحسن حالاته في هاته القطاعات.

الجدول (27): علاقة الارتباط بين متوسط مساحة الأوراق لنبات الذرى مع نسبة إضافة الهيدروجال:

Correlations			
		% الهيدروجال	مساحة الورقة
% الهيدروجال	Pearson Correlation	1	−.595
	Sig. (2-tailed)		.091
	N	9	9
مساحة الورقة	Pearson Correlation	−.595	1
	Sig. (2-tailed)	.091	
	N	9	9

بناءً على البيانات المقدمة في الجدول:

- معامل الارتباط بين نسبة الهيدروجال ومساحة الورقة هو −0.595، وهذا يشير إلى وجود ارتباط سلبي متوسط بين العاملين.

بناءً على هذه النتائج، يمكن القول إن هناك ارتباط سلبي متوسط بين نسبة الهيدروجال ومساحة الورقة ولكن هذا الارتباط ليس قوي إحصائيًا ويحتاج إلى مزيد من الدراسات للتأكد منه بشكل أفضل. قيمة الاحتمالية تشير إلى أن هذا الارتباط قد يكون غير قوي إحصائيًا.

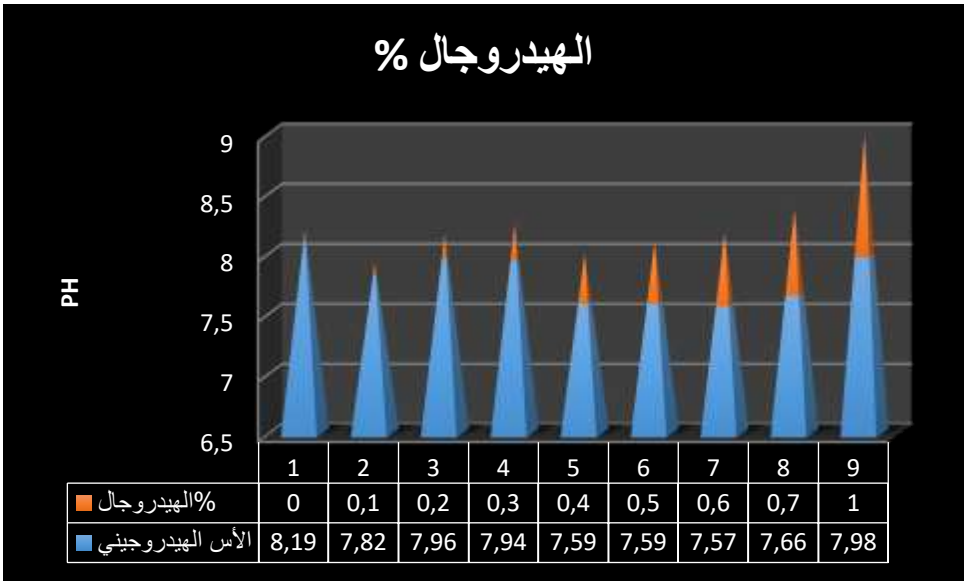
الصورة (47): اختلاف مساحة الاوراق

تأثير الاضافة على الأس الهيدروجيني pH:

تتبعنا قيم pH في هذه المرحلة وحسبنا المتوسطات لها:

الجدول (28): تأثير الهيدروجال على pH التربة

% الهيدروجال	الأس الهيدروجيني
0	8.19
0.1	7.82
0.2	7.96
0.3	7.94
0.4	7.59
0.5	7.59
0.6	7.57
0,7	7.66
1	7.98



الشكل (11): تغيرات نسب إضافة الهيدروجالSAP مع pH التربة

مما سبق يتبين أن متوسطات pH تراجعت في آخر الموسم في القطاعات 0.4 و0.5 و0.6 على التوال وخاصة القطاع 0.5 في الاسبوع 4 حيث بلغت 7.35 وكذلك نفس القيمة في الأسبوع 9 بالنسبة للقطاع 6، وحافظت على القيمة المتوسطة 7.37 لمدة طويلة (4 أسابيع) في القطاع 0.5 والقطاع 0.6 مما يفسر قوة النبات وصحته في هذه القطاعات، إن انخفاض القلوية مؤشر جيد لعدم ترسب المغذيات الكبرى خاصة منها الفسفور والبوتاس والصغرى مثل الزنك والحديد وغيرهما **(Bekele, & Birhan, 2021)** أي هناك إمكانية تكثيف التسميد في

هذين القطاعين لمدة شهر كامل دون تحفظ وتخوف من احتمالية الترسيب بسبب القلوية عند هذه النسب من الهيدروجال.

الجدول (29): ارتباط زيادة نسب الهيدروجال على pH التربة

Corrélations			
		%الهيدروجال	الأس الهيدروجيني
% الهيدروجال	Pearson Correlation	1	-.379
	Sig. (2-tailed)		.314
	N	9	9
الأس الهيدروجيني	Pearson Correlation	-.379	1
	Sig. (2-tailed)	.314	
	N	9	9

بناءً على البيانات المقدمة في الجدول:

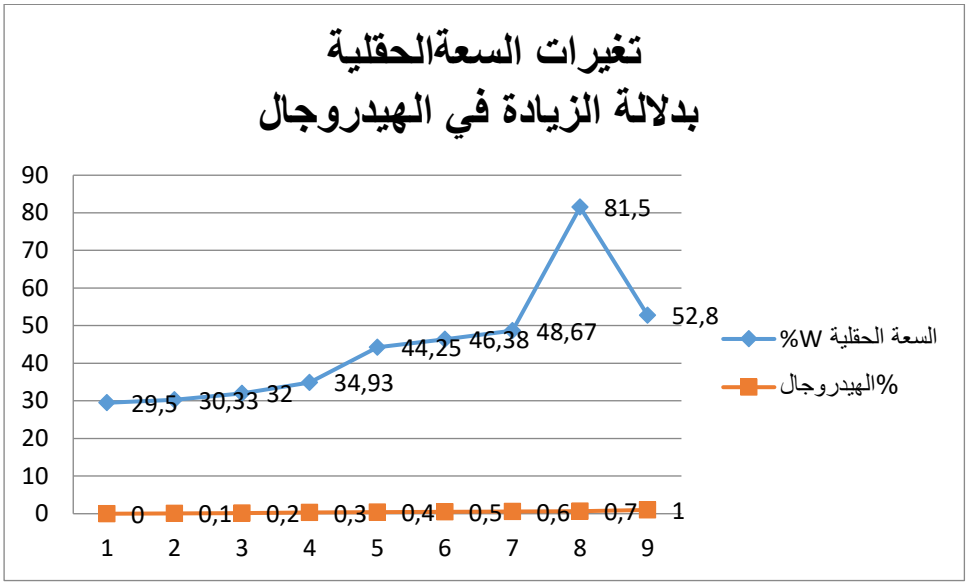
- معامل الارتباط بين نسبة الهيدروجال والأس الهيدروجال هو -0.379، وهذا يشير إلى وجود ارتباط إحصائي سلبي ضعيف بين العاملين.

أثر إضافة الهيدروجال على السعة الحقلية:

كما كان متوقعا فان الزيادة في نسب الهيدروجال أدت مباشرة للزيادة في نسبة الرطوبة. **(Güneş et al., 2016)** وقد لخصنا جميع القياسات في الجدول اسفله بعد اخذ متوسطات القياسات من البرنامج الاحصائي SPSS25

الجدول (30): أثر إضافة الهيدروجال على السعة الحقلية

% الهيدروجال	السعة الحقلية W%
0	29.5
0.1	30.33
0.2	32
0.3	34.93
0.4	44.25
0.5	46.38
0.6	48.67
0.7	81.5
1	52.8



الشكل (12): تغيرات نسب إضافة الهيدروجال SAP مع السعة الحقلية

نلاحظ من الجدول أعلاه أن الزيادة في السعة الحقلية متعلقة مباشرة بالزيادة في نسب الهيدروجال للتربة الرملية وهذا يتوافق مع:

(AbdAllah et al., 2021; Adem et al., 2016; Miloudi et al., 2023)

الجدول (31) الارتباط بين الهيدروجال SAP مع السعة الحقلية

Correlations			
		% الهيدروجال	W% السعة الحقلية
% الهيدروجال	Pearson Correlation	1	.748*
	Sig. (2-tailed)		.020
	N	9	9
W% السعة الحقلية	Pearson Correlation	.748*	1
	Sig. (2-tailed)	.020	
	N	9	9
*. Correlation issignificant at the 0.05 lève (2-tailed).			

يُظهر هذا الجدول معامل ارتباط بيرسون بين الهيدروجال والسعة الحقليةW%. القيمة المُعروضة تشير إلى قوة الارتباط بين المتغيرين والتي بلغت 0.748 حسب بيرسون مما يُشير إلى وجود علاقة إيجابية قوية بين الهيدروجال والسعة الحقليةW% وهذا متوقع حسب **(Sarvaš et al., 2007)** القيمة المُعروضة أيضًا تُظهر أن هذا الارتباط ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة 0.05.

لكن تراجع السعة الحقلية عند الإضافة 1 % أي [1 قنطار/ هكتار]، ربما يعود لتشبع الهيدروجال وانفكاك حبيبات الرمل من حوله مما يحدد شقوق واسعة تتسرب إليها تيارات هوائية ساخنة لتلامس أكبر مساحة سطحية داخلية وتجفف ما حولها عن طريق النقل الحراري.

الصورة (48): اختراق جذر النبات للهيد وجال حال انتفاخه بالماء

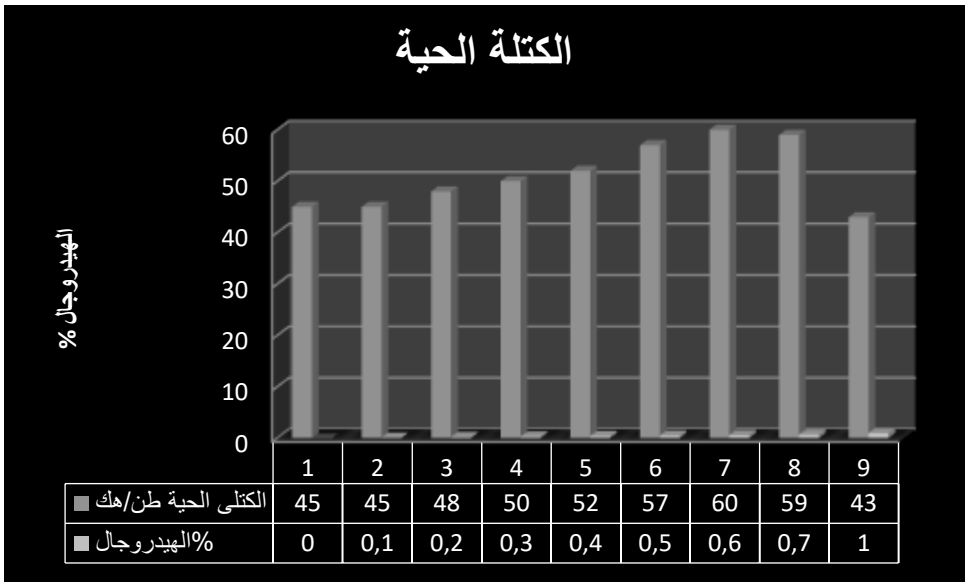
أثر إضافة الهيدروجال على الكتلة الحية:

ان الكتلة الحية هي الهدف الأول في نبات الذرى العلفي وقد لخصنا قيم متوسطات الكتلة الحية المخرجة من البرنامج SPSS25 في الجدول ادناه:

الجدول (32): تغيرات الكتلة الحية مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

%الهيدروجال	الكتلة الحية طن/هك
0	**45**
0.1	**45**
0.2	**48**
0.3	**50**
0.4	**52**
0.5	**57**
0.6	**60**
0.7	**59**
1	**43**

ان اعلى قيمة مسجلة هي عند 0.6% وذلك بمعدل 60 طن /هكتار وهي نتيجة جيدة جدا حسب: **(Sabagh et al., 2019)**



الشكل (13): تغيرات الكتلة الحية مقابل تغيرات الهيدروجال

نلاحظ أن أحسن مردود كان بين 0.4% و0.7% بمقدار 50-60 طن/ هكتار وها يوافق مع: **(Abdollahi et al., 2014)** **(Güneş et al., 2016)** وما فسره **(Oren et al., 1998)** من رطوبة بيئة الجذري إلى عمق 35 cm وما قرره **(Sarvaš et al., 2007)** في تجاربه وامن تراجع الكتلة الحية عند 1%فذلك راجع الى تعفن الجذر بسبب غلق المسامات بالطحالب (Algae).

والصورة التالية توضح ضعف المجموع الجذري لهذا القطاع وذبول أوراقه.

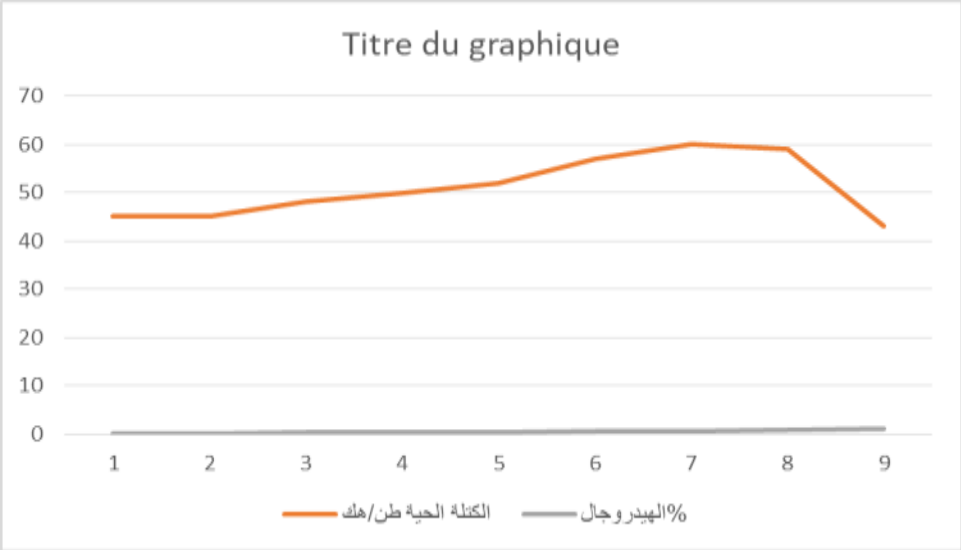
الصورة (49): جذر نبات الذرى من القطاع ذو الإضافة 1% (SAP) من الهيدروجال واوراقه المسنة

أثر إضافة الهيدروجال على الإنتاج الحبي:

في هذه التجارب الحقلية لم تترك الحبوب حتى يتم نضجها بالكامل، لان السلاج يحصد والنبات في اخر مراحل نضجه وقبل تيبسه.

الجدول (33) تغيرات الكتلة الحبية مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	الكتلة الحبية طن/هك
0	5.5
0.1	5.8
0.2	6
0.3	6.3
0.4	8
0.5	8.2
0.6	8
0.7	7.8
1	4.2



الشكل (14): تغيرات الكتلة الحية في القطاعات

الصورة (50): ثمرة الذرى الحبية من القطاع 0.4% (SAP)

❖ من خلال هذا العمل تبين لنا أحسن إضافة أعطت أحسن كتلة حيوية وحبية هي ما بين 0.4%الى 0.7% وهذا توافق مع **(Güneş et al., 2016)** ويؤيده ان القلوية انخفضت في هذه القطاعات أي ان المغذيات الكبرى و الصغرى منحلة في محلول التربة وقابلة للامتصاص، **(Abdollahi et al., 2014)** مما زاد في حجم النبات واتساع ورقه، أي مزيدا من الثغور والنتح وسحب الماء **(Bateman et al., 2005)** مع طول مدة اشعة الشمس أي مزيدا من تفاعلات التركيب الضوئي خاصة مع نشاط البكتيريا النافعة وصحة الجذر. **(Miloudi et al., Nili, 2023 ; Miloudi et al., 2022)**

2.2.V أثر إضافة الهيدروجال SAP على نبات القمح وتربته:

تتكون دورة نمو القمح من ست مراحل رئيسية يجب على المزارعين فهم علاقة كلا منها بالماء لتحسين إنتاجهم. تبدأ هذه المراحل بالإنبات ثم الإشطاء والصعود، الإزهار والإخصاب، والنضج. يعتبر فهم مرحلة الإشطاء مهمًا لتقدير الحصاد المتوقع، بينما تتضمن مرحلة الصعود نمو النباتات فوق سطح الأرض. تبدأ مرحلة الإزهار والإخصاب بظهور الأجزاء الصلبة وتليها عملية التخصيب. أما مرحلة النضج، فتشمل مراحل الطور الحليبي وتطور حبوب القمح، حيث يكون النبات جاهزًا للحصاد. لضمان نجاح زراعة القمح، يجب توفير ظروف مناسبة من الماء، ودرجات حرارة معتدلة، وتوفير كمية كافية من أشعة الشمس في تربة مواتية.

- ✓ مرحلة الإنبات: في هذه المرحلة، تبدأ البذور في الانبات ويظهر الجذر الأول والساق الأول من النبات. **(Bourdin et al., 2014)**
- ✓ مرحلة الإشطاء: تتميز هذه المرحلة بتمايز السنابل الطرفية وبداية تكوين الزهور. **(Zhang, & Davies, 1990)**
- ✓ مرحلة الصعود: تتميز بتضخم الأذن وتمايز غمد الورقة الأخيرة وحبوب اللقاح وهي مهمة لتحديد عدد النوى. **(Abdollahi et al., 2014)**
- ✓ مرحلة الإزهار: تغطي فترة ظهور النتوءات الأولى حتى الظهور الكامل لجميع المسامير من غمد الورقة الأخيرة. **(Roohi et al., 2022)**
- ✓ مرحلة النضج: تتمثل في مرحلة الازهار حيث يتم تلقيح الزهور وتكوين الثمار.
- ✓ مرحلة حشوة الحبوب: تتضمن مرحلة الحبوب العجينية التي يتم فيها قياس وزن 1000 حبة من خلال ملء القشرة، ومرحلة الحبوب الناضجة التي تحدث بعد جفاف الحبوب بين مرحلتي الطور اللبني والعجيني ويظل وزن الماء المحتفظ في الحبوب ثابتًا. تساعد هذه المراحل في فهم تطور النبات وتحسين إنتاج السنابل. **(Güneş et al., 2016)**

1.2.2.V تهيئة التربة الحقلية لنبات القمح:

تمت عملية الزرع في شهر نوفمبر ببذور محلية منتجة من المزرعة وذلك بطريقة القطع العشوائية الكاملة كما تم تقسيم القطاعات في مكانين مستقلين من مزرعة البرهنة، اولاهما مخصصة للري بالتنقيط والأخرى للري بالرش، مع حرث متوسط 40 سم. **(جبريل، 2023)**

الصورة (51): تهيئة القطاعات

2.2.2.V العمل الحقلي خلال الموسم:

- ❖ تمت عملية تتبع الصفات الفيسيولوجية الظاهرة خلال النمو أسبوعيا.
- ❖ تدوين التغيرات (طول الساق وعرضه، عدد الأشطاء، طول الورقة ومتوسط عرضها ومساحتها، معدل الإنبات، عدد النباتات في القطاع الواحد، الكتلة الحيوية–الحبية والقرط–، وزن 100 حبة ،...) في كل القطاعات.
- ❖ احتساب كميات الماء المستهلكة في 1 هكتار
- ❖ معدل تكلفة الهكتار من الطاقة (كهرباء)
- ❖ مقارنة التكلفة المائية للتربة المحسنة مع التربة الشاهد.

الصورة (52): تتبع التغيرات في القطاعات

3.2.2.V النتائج ومناقشتها:

تأثير الإضافة في طول الساق:

الجدول (34): تغيرات طول الساق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	طول الساق (cm)
00	87
0.1	87.5
0.2	91
0.3	95
0.4	96
0.5	97.1
0.6	96.8
0.7	97
1	86

الصورة (53): اطوال مختلفة لسيقان القمح

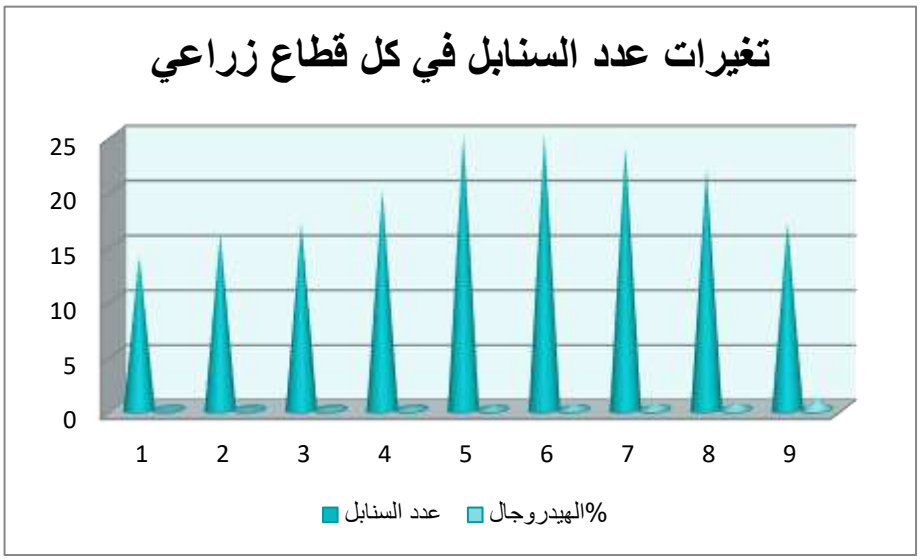
تأثير الإضافة في عدد السنابل:

الجدول (35): تغيرات عدد السنابل في الري بالتنقيط مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	عدد السنابل الري بالتنقيط
00	15
0.1	15
0.2	16
0.3	17
0.4	17
0.5	17
0.6	20
0.7	16
1	15

الجدول (36): تغيرات عدد السنابل في الري بالرش مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	عدد السنابل الري بالرش
0	14
0.1	16
0.2	17
0.3	20
0.4	25
0.5	25
0.6	24
0.7	22
1	17



الشكل (15): عدد السنابل في كل قطاع

واضح الزيادة في عدد السنابل توافقا مع الزيادة في نسب الهيدروجال **(Güneş et al., 2016)**

الصورة (54): كيفية حساب عدد السنابل في القطاعات

- تأثير الإضافة في طول الجذور:

الجدول (37): تغيرات عدد طول الجذر في الري بالتنقيط مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	طول الجذر (cm)
00	19
0.1	21
0.2	21
0.3	22
0.4	22.2
0.5	25
0.6	25
0.7	24
1	22

الصورة (55): حساب طول المجموع الجذري

- **تأثير الإضافة في الكتلة الحية (التبن):**

تتبع تأثير الكتلة الحية:

الجدول (38): تغيرات التبن مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	التبن (طن/ هكتار)
00	1.5
0.1	1.7
0.2	1.8
0.3	2
0.4	2.2
0.5	2.2
0.6	2.5
0.7	1.9
1	1.6

الصورة (56): القمح قبل حصاده

- **تأثير الإضافة في وزن 100حبة:**

الصورة (57): حبات القمح بعد حصادها

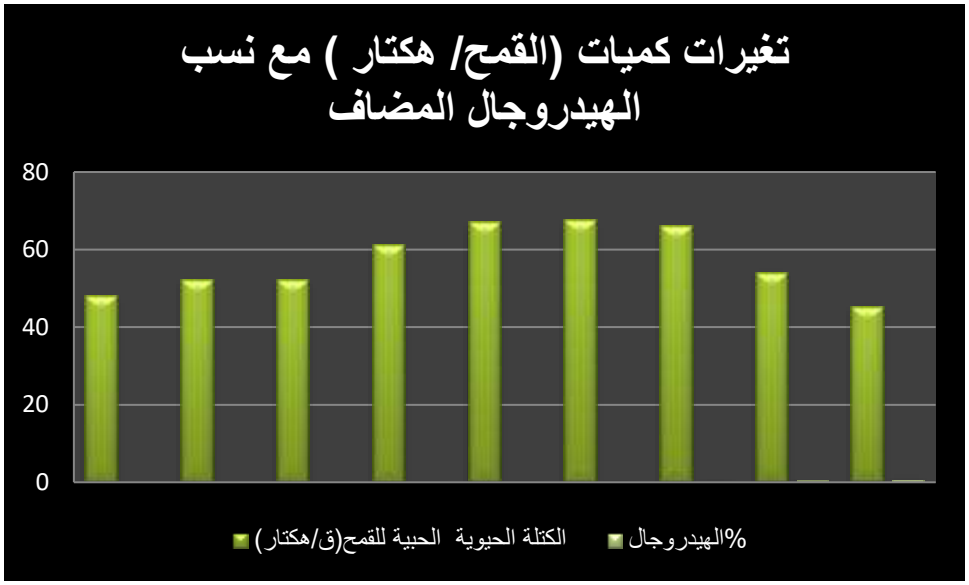
الجدول (39): تغيرات وزن 100حبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	وزن 100 حبة (غ)
00	39
0.1	39.5
0.2	41
0.3	44
0.4	46.5
0.5	47
0.6	50
0.7	47
1	41

الصورة (58): سنابل القمح لقطاعات مختلقة

الجدول (40) اختلاف الكتلة الحبية للقمح (ق/هكتار) بالرش بدلالة % الهيدروجال

% الهيدروجال	الكتلة الحبية للقمح(ق/هكتار)
0	**48**
0.1	**52**
0.2	**52**
0.3	**61**
0.4	**67**
0.5	**67.5**
0.6	**66**
0.7	**54**
1	**45**



الشكل (16): تغيرات الكتلة الحبية للقمح(ق/هكتار) طريقة الرش بدلالة %الهيدروجال

وبعد تحليل البيانات والنتائج، يمكن القول إن إضافة الهيدروجال للتربة الرملية قد أثر بشكل إيجابي على المزايا المورفولوجية والفيزيولوجية والكيميائية لهذ الصنف من القمح الصلب في منطقة شبه جافة. وأظهرت الدراسة أن إضافة الهيدروجال بنسب 0.3% الى 0.7% أدى إلى زيادة في ارتفاع ساق النباتات، بالإضافة إلى زيادة في المحتوى المائي بنسبة 35 %الى 55% وعدد السنابل في النباتات. ووزن 100 حبة، ومن الجدير بالذكر أن هذا راجع إلى تحسين البيئة المحيطة بالجذر، فأصبحت أقل قلوية وملائمة لامتصاص الجذور للعناصر المعدنية في شكلها الشاردي، بخلاف تربة الشاهد ذات القلوية الزائدة فتترسب معظم المغذيات بدون جدوى.

3.2.V تأثير إضافة الهيدروجال SAP في نمو نبات البرسيم وتربته:

أجريت الدراسة الحالية بفرضية أن تطبيق بوليمار الهيدروجال SAP في تقنيات زراعة البرسيم (الفصة) في الوسط الرملي وفي المناخ الجاف سيزيد من كفاءة استخدام مياه محلية تمتاز بملوحة زائدة اضيفت نسب من الهيدروجال لتحسين الوضع المائي لمحل الزرع. الهدف من الدراسة هو تحديد تأثيره على محصول الفصة وخصائصها المورفولوجية ،الأخذ بالمعطيات المناخية ومتابعتها وتنظيم كل ذلك ببرنامج إحصائي مما انعكس على مساحة الورقة ولونها وطول الساق ووزن الكتلة الحيوية والوزن الجاف.

1.3.2.V تهيئة تربة البرسيم:

- ✓ نفذت التجربة بتصميم القطاعات الكاملة العشوائية (التكرار ثلاث مرات)
- ✓ استعملت بذور محلية
- ✓ تم ري المحصول بالرش على فترات سبعة أيام للحفاظ على ظروف الحقل الرطبة.
- ✓ مراقبة وتتبع النبات طوال فترت النمو
- ✓ تم منع الري قبل حوالي أسبوعين من الحصاد عندما ظهرت علامات النضج الفسيولوجي. تم الحفاظ على جميع الممارسات الزراعية الأخرى بشكل طبيعي وموحد لجميع المعالجات. تم الحصاد يدويًا عندما تنضج العناقيد الزهرية بالكامل من كل قطعة على حدة.

الصورة (59): تهيئة حقل الري بأنابيب رش ارتفاعها 50 سم عن الارض

2.3.2.V العمل الحقلي خلال الموسم:

مراقبة الحقل دوريا ومعالجة الآفات (حشرية كانت او نباتات متطفلة) ونزع وحرق الحامول وهو نبات متطفل كثر وانتشر مع زيادة الرطوبة، اعتقد غير جازم ان بذوره أتت مع روث البقر من المناطق الساحلية، حين رعيها لكن بذورها لم تهضم في معدتها، فانتقلت الى الحقول التي بها رطوبة زائدة.

الصورة (60): متابعة الحقل والتخلص من آفة الحامول

3.3.2.V النتائج ومناقشتها:

أدى استخدام SAP إلى تحسين الإنتاج ووفرته وصحته من خلال ترطيب بيئة الجذر وتيسير امتصاص المغذيات، ولوحظ تمايز في الصفات المورفولوجية من بداية الانبات الى نهاية الحصاد وحساب الكتلة الحيوية.

الصورة (61): كثافة البرسيم من بداية الانبات الى آخر مراحله

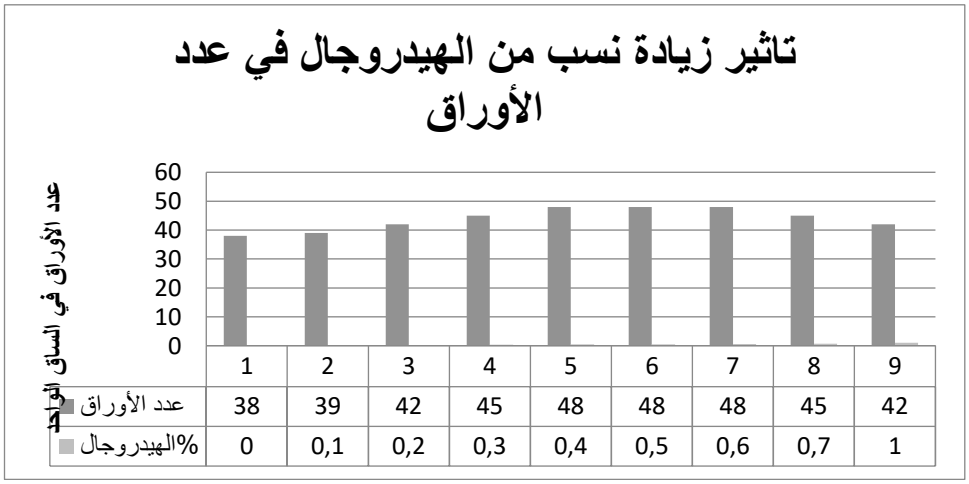
عدد الأوراق :

اختلف عدد الأوراق في الساق الواحدة على غرار اختلاف عدد الفروع وصحة النبات وخلوه من الامراض والآفات:

الصورة (62): كثافة عدد الأوراق تكون قمة الساق

الجدول (41): تغيرات عدد الأوراق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	عدد الأوراق
0.1	39
0.2	42
0.3	45
0.4	48
0.5	48
0.6	48
0.7	45
1	42



شكل (17): تغيرات عدد الأوراق في القطاعات

الجدول (42): ارتباط عدد الأوراق ب SAP

Corrélations

		% الهيدروجال	عدد الأوراق
%الهيدروجال	Pearson Correlation	1	-.595
	Sig. bilateral		.091
	N	9	9
عدد الأوراق	Pearson Correlation	-.595	1
	Sig. bilateral	.091	
	N	9	9

الصورة (63): كثافة عدد الأوراق

الصورة (64): انتشار متماثل للضوء

❖ من الجذير بالذكر ان ملوحة الماء شديدة قد تؤثر على التربة بشكل كبير إذا لم يتم معالجتها قبل الري.

الصورة (65): انتشار الملح سطحيا بعد تبخر الماء

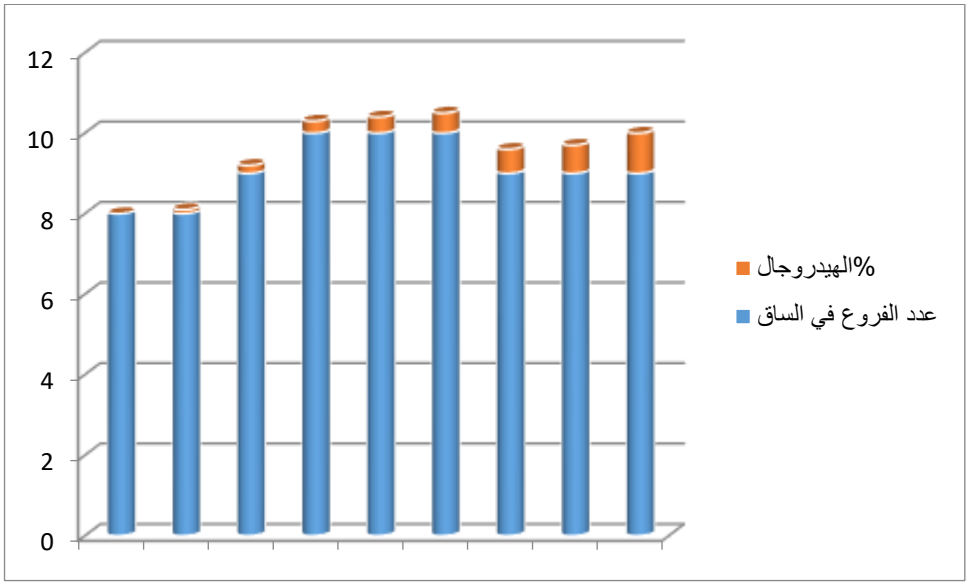
عدد الفروع في الساق:

يختلف عدد الفروع في الساق الواحدة من نبات لآخر على حسب صحة النبات والصفات الجينية لبذوره وظروف بيئته وماء ريه، سواء من العوامل الحية (البكتيريا النافعة المعززة للنمو) او اللاحية (عوامل الملوحة والحرارة والرطوبة)

الصورة (66): عدد الفروع في الساق الواحدة

الجدول (43): تغيرات عدد الفروع في مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	عدد الفروع في الساق
0	8
0.1	8
0.2	9
0.3	9
0.4	10
0.5	10
0.6	9
0.7	9
1	9



الشكل (18): تغيرات عدد الفروع في القطاعات

الصورة (67): تأثر أوراق النبات بالظروف المحيطة

الصورة (68): اللون البنفسجي علامة على نقص امتصاص الفسفور في اوراق النبات

الصورة (69): انتشار بعض الآفات الحقلية المصاحبة للرطوبة

الجدول (44) ارتباط عدد فروع البرسيم بالزيادة في الهيدروجال

Statistiques descriptives

	Moyenne	Ecart type	N
% الهيدروجال	.422	.3153	9
عدد الفروع في الساق	9.11	.782	9

بناءً على البيانات يمكن ملاحظة أن هناك ارتباط ضعيف إيجابي بين نسب الهيدروجال وعدد الفروع في الساق، حيث تبلغ قيمة ارتباط بيرسون 0.344. قيمة الارتباط تقترب من الصفر، مما يشير إلى وجود علاقة ضعيفة بين القيمتين.

الصورة (70): بداية ظهور الازهار في الافرع الطويلة

الجدول (45): ارتباط عدد الفروع مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

Correlations		% الهيدروجال	عدد الفروع في الساق
% الهيدروجال	Pearson Correlation	1	.344
	Sig. bilateral		.365
	Somme des carrés et produits croisés	.796	.678
	Covariance :	.099	.085
	N	9	9
عدد الفروع في الساق	Pearson Correlation	.344	1
	Sig. bilateral	.365	
	Somme des carrés et produits croisés	.678	4.889
	Covariance :	.085	.611
	N	9	9

قيمة الارتباط الإحصائي (Sig. bilateral) تبلغ 0.365، وهذا يعني أن الارتباط غير معنوي إحصائياً عند مستوى الدلالة 0.05.

أن نسب الهيدروجال لديه متوسط قدره 0.422 مع انحراف معياري يبلغ 0.3153، بينما عدد الفروع في الساق يبلغ متوسطة 9.11 مع انحراف معياري يبلغ 0.782.

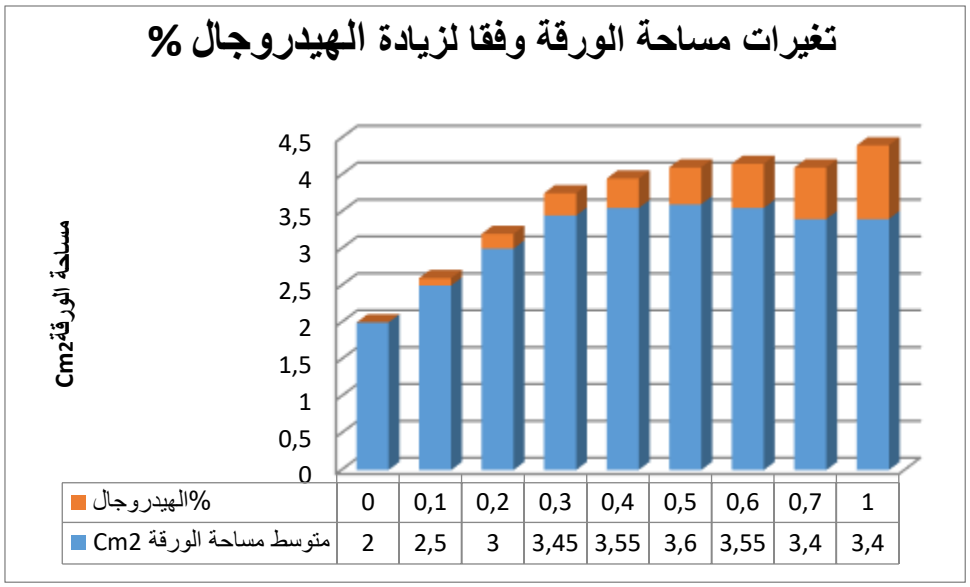
- **أثر زيادة نسب من الهيدروجال في متوسط مساحة الورقة:**

قد اختلفت متوسطات مساحة الورقة من قطاع لأخر اختلاف بين تبعا لاختلافهم في الجهد المائي

الصورة (71): كيفية حساب مساحة الورقة

الجدول (46): تغيرات الزيادة في نسب الهيدروجال في متوسط مساحة الورقة

% الهيدروجال	متوسط مساحة الورقة cm^2
0.1	2.5
0.2	3
0.3	3.45
0.4	3.55
0.5	3.6
0.6	3.55
0.7	3.4
1	3.4



الشكل (19): تغيرات مساحة الورقة في القطاعات

الجدول (47): المتوسطات

	Moyenne	Ecart type	N
% الهيدروجال	.422	.3153	9
مساحة الورقة	13.00	1.000	9

- المتوسط (المتوسط الحسابي) هو 13.00.
- الانحراف المعياري هو 1.000.

الجدول (48): الارتباط بين مساحة الورقة والزيادة في نسب الهيدروجال

Corrélations

		% الهيدروجال	مساحة الورقة
%الهيدروجال	Pearson Correlation	1	-.595
	Sig. bilateral		.091
	Somme des carrés et produits croisés	.796	-1.500
	Covariance :	.099	-.187
	N	9	9
مساحة الورقة	Pearson Correlation	-.595	1
	Sig. bilateral	.091	
	Somme des carrés et produits croisés	-1.500	8.000
	Covariance :	-.187	1.000
	N	9	9

بناءً على الارتباط بين الهيدروجال ومساحة الورقة، يمكن تفسيرها كالتالي:

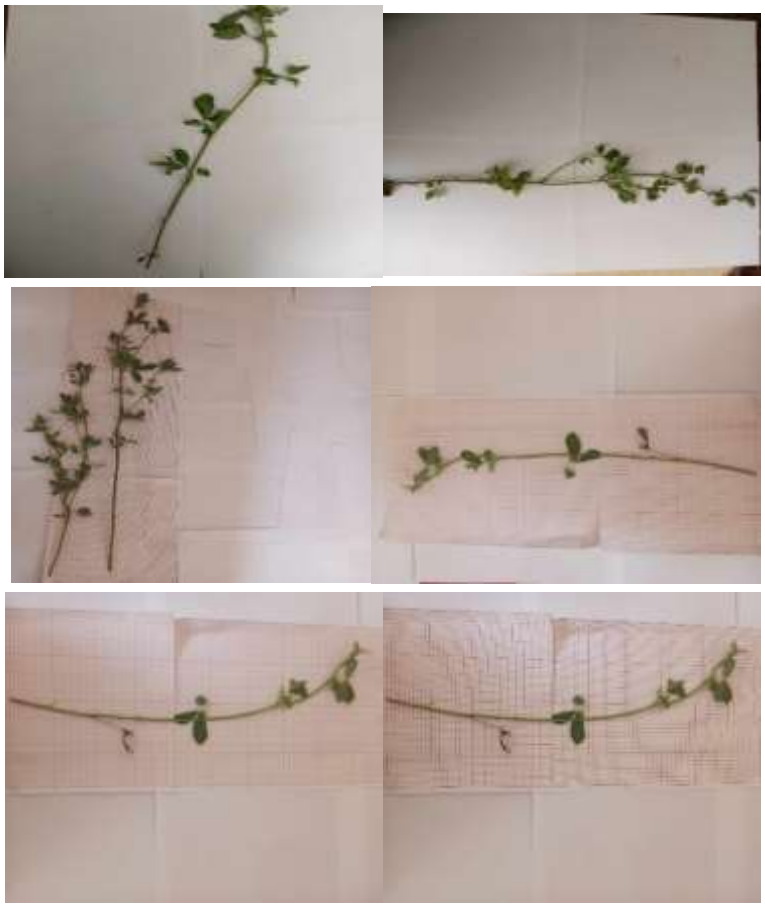
قيمة ارتباط بيرسون بين الهيدروجال ومساحة الورقة تبلغ −0.595، مما يشير إلى وجود علاقة سلبية معتدلة بين الهيدروجال ومساحة الورقة.

- قيمة الدالة الثنائية (Sig.) تبلغ 0.091، وهي أعلى من مستوى الدلالة المعتاد (0.05)، مما يعني عدم وجود ارتباط إحصائي معنوي بين الهيدروجال ومساحة الورقة.
- قيمة مجموع الأرباع المربعة والمنتجات المتقاطعة تبلغ 0.796 و −1.500 على التوالي.
- قيمة التباين بين البيانات (Covariance) تبلغ 0.099 و −0.187 على التوالي.

هذه البيانات توضح أن هناك ارتباطاً سلبياً معتدلاً بين الهيدروجال ومساحة الورقة، ولكنه غير معنوي إحصائياً بناءً على قيمة الدالة الثنائية.

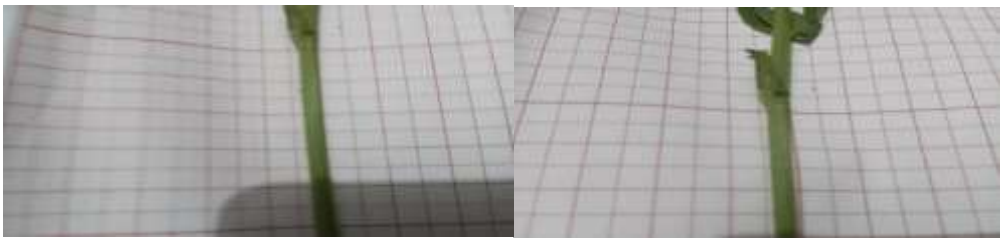
أثر زيادة نسب من الهيدروجال في متوسط طول النبات:

اختلفت متوسطات اطوال النبات تبعا لكل قطاع.



الصورة (72): كيفية تقدير طول النبات

كذلك كان الاختلاف بين في عرض الساق.



الصورة (73): اختلاف عرض الساق في القطاعات المختلفة

الصورة (74): اختلاف القمم النامية في القطاعات المختلفة

الجدول (49): اختلاف طول النبات حسب القطاعات

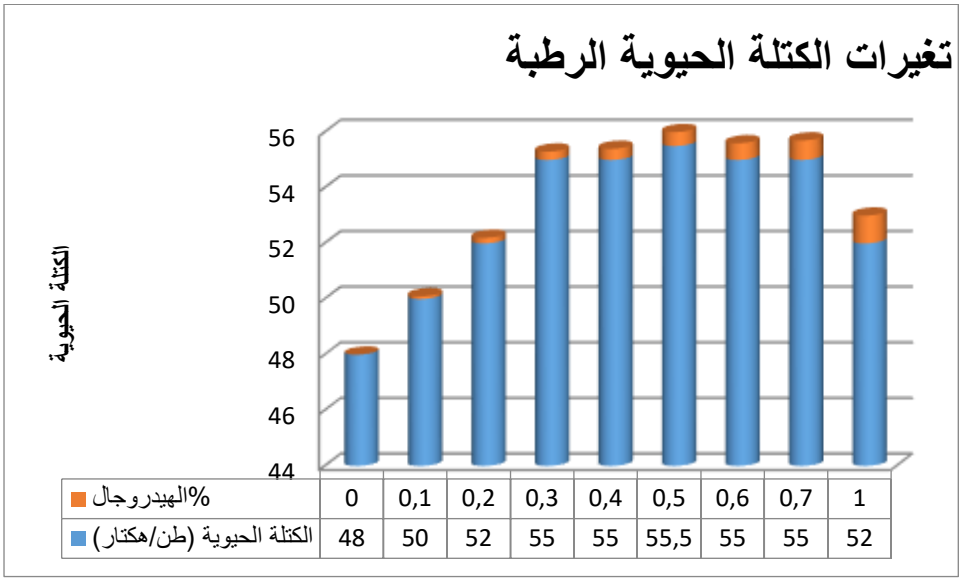
% الهيدروجال	متوسط طول الساق cm
0	52
0.1	56
0.2	58
0,3	62.5
0.4	60
0.5	61
0.6	61.5
0.7	60
1	55

أثر زيادة نسب من الهيدروجال في متوسط الكتلة الحية:

البرسيم يحصد عند ازهاره رطبا وقد يوقف عنه الري لمدة من 3–6 أيام قبل الحصاد لأنه سبب الاسهال لكثير من الحيوانات خاصة الخيول.

الجدول (50): اختلاف الكتلة في القطاعات

% الهيدروجال	الكتلة الحية
00	48
0.1	50
0.2	52
0.3	55
0.4	55
0.5	55.5
0.6	55
0.7	55
1	52



الشكل (20): تغيرات الكتلة الرطبة

الجدول (51) ارتباط الكتلة الرطبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

Corrélations

		% الهيدروجال	الكتلة الحية طن/هك
%الهيدروجال	Pearson Correlation	1	.303
	Sig. bilateral		.427
	N	9	9
الكتلى الحية طن/هك	Pearson Correlation	.303	1
	Sig. bilateral	.427	
	N	9	9

– قيمة ارتباط بيرسون بين الهيدروجال والكتل الحية تبلغ 0.303، مما يشير إلى وجود علاقة إيجابية ضعيفة بينهما.

– قيمة الدالة الثنائية (Sig.) تبلغ 0.427، وهي أعلى من مستوى الدلالة المعتاد (0.05)، مما يعني عدم وجود ارتباط إحصائي معنوي بين الهيدروجال والكتل الحية.

الجدول (52): متوسطات الانحرافات مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

Statistiques			
		% الهيدروجال	الكتلة الحية طن/هك
N	Valide	9	9
	Manquant	1	1
Moyenne		.422	51.00
Erreur standard de la moyenne		.1051	2.134
Médiane		.400[a]	50.00[a]
Mode		.0[b]	45
Ecart type		,3153	6,403
Variance		.099	41.000
Asymétrie		.507	.298
Erreur standard d'asymétrie		.717	.717
Kurtosis		-.139	-1.588
Erreur standard de Kurtosis		1.400	1.400
Plage		1.0	17
Minimum		.0	43
Maximum		1.0	60
Somme		3.8	459
Percentiles	2	.[c,d]	.[c,d]
	10	.040	43.53
	20	.130	44.73
	25	.175	45.50
	30	.220	46.40
	40	.310	48.20
	50	.400	50.00
	60	.490	51.80
	70	,580	56,00
	75	.625	57.50
	80	.670	58.40
	90	.880	59.60

a. Calcul à partir des données combinées.

b. Présence de plusieurs modes. La plus petite valeur est affichée.

c. La borne inférieure du premier intervalle ou la borne supérieure du dernier intervalle n'est pas connu. Certains percentiles ne sont pas définis.

d. Les percentiles sont calculés à partir de données combinées.

- للهيدروجال:
- القيمة المتوسطة (المتوسط الحسابي) هي 0.422.
- الانحراف المعياري هو 0.3153، مما يشير إلى انتشار البيانات حول القيمة المتوسطة.
- الانحراف المعياري يعكس مدى تباين البيانات عن القيمة المتوسطة.
- قيمة الانحراف المعياري تعكس درجة التباين في البيانات. كلما كانت القيمة أعلى، كان التباين أكبر.
- للكتلة الحية (طن/هك):
- القيمة المتوسطة (المتوسط الحسابي) هي 51.00.
- الانحراف المعياري هو 6.403، مما يشير إلى انتشار البيانات حول القيمة المتوسطة.
- الانحراف المعياري يعكس مدى تباين البيانات عن القيمة المتوسطة.
- قيمة الانحراف المعياري تعكس درجة التباين في البيانات. كلما كانت القيمة أعلى، كان التباين أكبر.

(AbdAllah et al., 2023)

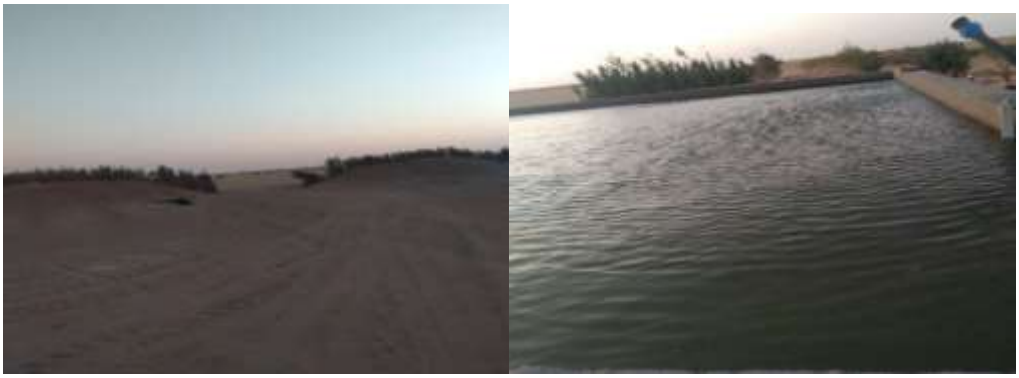
الصورة (75): زهرة نبات البرسيم

4.2.V أثر إضافة الهيدروجال SAPs على نبات الشعير:

في هذا الفصل تصدرنا لتجارب حقلية غيرنا فيها نسب الهيدروجال مع نبات الشعير بنفس النسب المستعملة مع باقي المحاصيل الأخرى، وذلك في منطقة دبيش التي أصبح منتشرا بها هذا النوع من المحاصيل.

1.4.2.V تهيئة القطاعات لزرع نبات الشعير:

كل العمليات الأولية تمت بواسطة آلات زراعية ما عدا تقسيم القطاعات فتم يدويا وكان الري بالرش لمساحة 20هكتار بعد تجميع المياه بحوض التخزين.



الصورة (76): مكان الحقل بمنطقة دبيش

2.4.2.V العمل الحقلي خلال الموسم:

تم متابعة نبات الشعير منذ بداية الزرع، والوقوف على المولدات الكهربائية وطاقة تشغيلها اذ لم يكن هناك امدادات اسلاك الكهرباء في المزارع المحيطة مما صعب العملية خاصة وبعد مكان المزرعة 25كم.

3.4.2.V النتائج ومناقشتها:

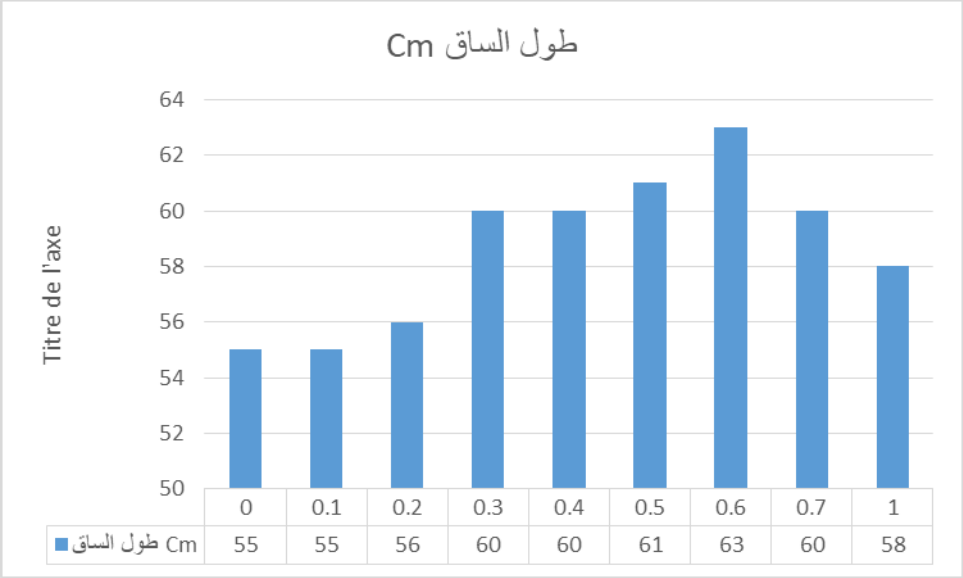
نبات الشعير النامي بمنطقة ورقلة أقصر من غيره في المناطق الباردة الرطبة.

- تأثير الإضافة في طول الساق:

الصورة (77): اطوال مختلفة لسيقان الشعير

الجدول (53): تغيرات طول الساق مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	طول الساق cm
00	55
0.1	55
0.2	56
0.3	60
0.4	60
0.5	61
0.6	63
0.7	60
1	58



الشكل (21): تغيرات طول السنابل

تأثير الإضافة في طول الجذور:

الجدول (54): تغيرات طول الجذر مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	طول الجذر (cm)
00	90
0.1	89
0.2	80
0.3	60
0.4	45
0.5	43
0.6	43
0.7	35
1	35

نلاحظ أن الجذر طوله في التربة الشاهد أطول وذلك بسبب الجفاف الحاصل بين الريات المتباعدة على خلاف القطاعات المعالجة بالهيدروجال فكلما زادت نسبة الرطوبة قصر الجذر.

الشكل (22): حساب طول المجموع الجذري

- **تأثير الإضافة في الكتلة الحية (التبن):**

الشعير كثيرا ما يستعمل علفا حبا او تبنا كذلك.

الجدول (55): تغيرات التبن مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	التبن (طن/ هكتار)
00	1.4
0.1	1.45
0.2	1.5
0.3	1.8
0.4	2.3
0.5	2.5
0.6	2.5
0.7	2.3
1	1.55

الشكل (23): الشعير قبل حصاده

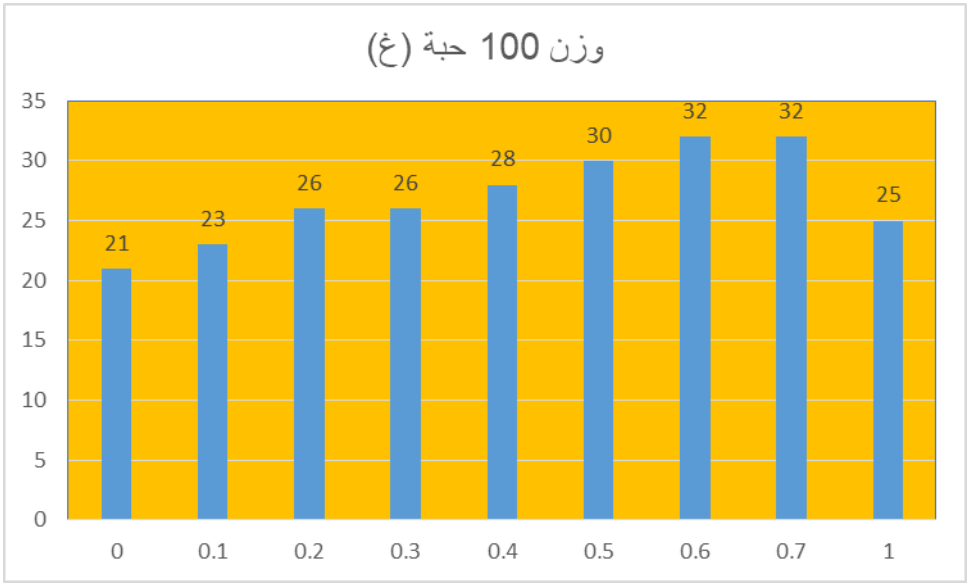
- **تأثير الإضافة في وزن 100حبة:**

قد يقع التمايز في المنتوج من خلال صفة الامتلاء المعبر عنها بوزن 100حبة، تتم عملية الوزن بعد الحصاد مباشرة

الصورة (78): وزن الشعير بعد الحصاد

الجدول (56): تغيرات وزن 100 حبة مقابل الزيادة في نسب الهيدروجال

% الهيدروجال	وزن 100حبة (غ)
00	21
0.1	23
0.2	26
0.3	26
0.4	28
0.5	30
0.6	32
0.7	32
1	25



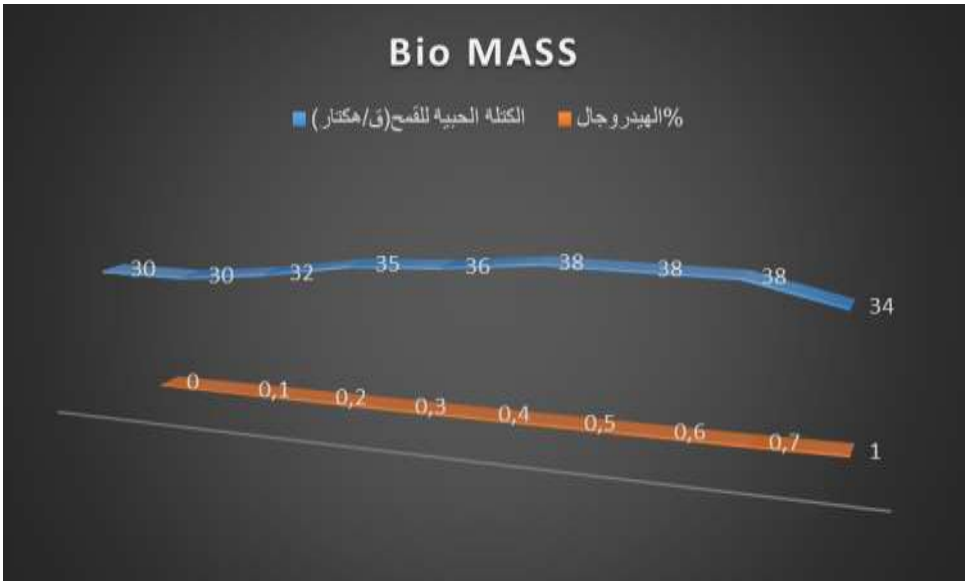
شكل (24): تغيرات صفة الوزن (وزن 100 حبة)

الإضافات المميزة هي عند 0.4 – 0.6 % (SAP) أعطت وزنا اكثر.

الصورة (79): وزن المحصول وبيعه مباشرة بعد الحصاد

الجدول (57) اختلاف الكتلة الحبية للشعير(ق/هكتار) بالرش بدلالة % الهيدروجال

% الهيدروجال	الكتلة الحبية للقمح (ق/هكتار)
0	30
0.1	30
0.2	32
0.3	35
0.4	36
0.5	38
0.6	38
0.7	38
1	34



الشكل (25): تغيرات كميات المحصول في مختلف القطاعات

وبعد تحليل كل هذه البيانات والنتائج، يمكن القول إن إضافة الهيدروجال للتربة الرملية قد أثر بشكل إيجابي على مزايا مورفولوجية وفيزيولوجية وكيميائية هذ الصنف من الشعير في منطقة جافة. أظهرت الدراسة أن إضافة الهيدروجال بنسب 0.3% الى 0.7% أدى إلى زيادة في ارتفاع ساق النباتات، بالإضافة إلى زيادة في المحتوى المائي، ووزن 100 حبة، والمردود الكلي، ومن الجدير بالذكر أن هذا راجع إلى تحسين البيئة المحيطة بالجذر، فأصبحت أقل قلوية وملائمة لامتصاص جذور العناصر المعدنية في شكلها الشاردي.

من الجدير بالذكر ان التربة ستستنزف وتبور وتتملح مادامت تسقى بماء مالح في بيئة حارة لذلك يجب تدارك هذا الخطر.

الصورة (80): تربة الشعير بعد موسم الحصاد

المـــراجع الأجنبية:

- Ma, L., Shi, Y., Siemianowski, O., Yuan, B., Egner, T. K., Mirnezami, S. V., ... & Cademartiri, L. (2019). Hydrogel-based transparent soils for root phenotyping in vivo. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(22), 11063-11068.
- Abd El-Wahed, M. H., & Ali, E. A. (2013). Effect of irrigation systems, amounts of irrigation water and mulching on corn yield, water use efficiency and net profit. *Agricultural water management*, *120*, 64-71.
- Abdollahi, L., Schjønning, P., Elmholt, S., & Munkholm, L. J. (2014). The effects of organic matter application and intensive tillage and traffic on soil structure formation and stability. Soil and Tillage Research, 136, 28-37.
- Güneş, A., Kitir, N., Turan, M., Elkoca, E., Yildirim, E., & Avci, N. (2016). Evaluation of effects of water-saving superabsorbent polymer on corn (Zea mays L.) yield and phosphorus fertilizer efficiency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *40*(3), 365-378.
- AbdAllah, A. M., Mashaheet, A. M., & Burkey, K. O. (2021). Super absorbent polymers mitigate drought stress in corn (Zea mays L.) grown under rainfed conditions. *Agricultural Water Management*, *254*, 106946.
- Alghannam, A. O. (2012). Use of closed system of air through earth tubes as an environment friend for heating greenhouses. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, *3*(3), 419-427.
- Bateman, A. S., Kelly, S. D., & Jickells, T. D. (2005). Nitrogen isotope relationships between crops and fertilizer: implications for using nitrogen isotope analysis as an indicator of agricultural regime. Journal of agricultural and food chemistry, 53(14), 5760-5765.
- Ayangbenro, A. S., & Babalola, O. O. (2021). Reclamation of arid and semi-arid soils: The role of plant growth-promoting archaea and bacteria. *Current Plant Biology*, *25*, 100173.

- Sabagh, A. E., Hossain, A., Islam, M. S., Barutcular, C., Hussain, S., Hasanuzzaman, M., ... & Saneoka, H. (2019). Drought and salinity stresses in barley: consequences and mitigation strategies. *Australian Journal of Crop Science*, *13*(6), 810-820.
- Singh, N., Vyas, S., Chitra, R., & Anand, B. (2015). Characterization of dispersive soils: A comparative evaluation between available tests. Int. J. Innovative Res. Sci. Eng. Technol, 4(12), 12908-12918.
- Bai, W., Zhang, H., Liu, B., Wu, Y., & Song, J. (2010). Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. *Soil use and management*, *26*(3), 253-260.
- World Bank. 2008. Profile of Agriculture and Rural Development in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC
- Bourdin, F., Sakrabani, R., Kibblewhite, M. G., & Lanigan, G. J. (2014). Effect of slurry dry matter content, application technique and timing on emissions of ammonia and greenhouse gas from cattle slurry applied to grassland soils in Ireland. *Agriculture, ecosystems & environment*, *188*, 122-133.
- Buchmann, C., Bentz, J., & Schaumann, G. E. (2015). Intrinsic and model polymer hydrogel-induced soil structural stability of a silty sand soil as affected by soil moisture dynamics. *Soil and Tillage Research*, *154*, 22-33.
- Chennafi, H. (2013). The Management of Soil and Water for Date Palm El-Hadjira Region, Daira of Touggourt (South of Algeria). Acta Hortic. 994, 15-110.
- Emde, D., Hannam, K. D., Most, I., Nelson, L. M., & Jones, M. D. (2021). Soil organic carbon in irrigated agricultural systems: A meta-analysis. Global Change Biology, 27(16), 3898-3910.
- Bekele, D., & Birhan, M. (2021). The impact of secondary macro nutrients on crop production. *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences*, *7*(5), 37-51.

- Vetterlein, D., Carminati, A., Weller, U., Oswald, S., & Vogel, H. J. (2009, April). Dynamics of air gap formation around roots with changing soil water content. In EGU General Assembly Conference Abstracts (p. 4761).
- Mariuzza, D., Lin, J. C., Volpe, M., Fiori, L., Ceylan, S., & Goldfarb, J. L. (2022). Impact of Co-Hydrothermal carbonization of animal and agricultural waste on hydrochars' soil amendment and solid fuel properties. *Biomass And Bioenergy*, *157*, 106329.
- Roohi, E., Mohammadi, R., Niane, A. A., Niazian, M., & Niedbała, G. (2022). Agronomic performance of rainfed barley genotypes under different tillage systems in highland areas of dryland conditions. *Agronomy*, *12*(5), 1070.
- Faithfull, N. T. (2002). *Methods in agricultural chemical analysis: A practical handbook* (pp. xxii+-266).
- Degryse, F., Baird, R., Da Silva, R. C., & McLaughlin, M. J. (2017). Dissolution rate and agronomic effectiveness of struvite fertilizers–effect of soil pH, granulation and base excess. *Plant and Soil*, *410*, 139-152.
- Cai, G., Vanderborght, J., Langensiepen, M., Schnepf, A., Hüging, H., & Vereecken, H. (2018). Root growth, water uptake, and sap flow of winter wheat in response to different soil water conditions. *Hydrology and Earth System Sciences*, *22*(4), 2449-2470.
- Gómez, J. S. (2015). Characterization and effects of cross-linked potassium polyacrylate as soil amendment. *University of Seville, Seville, Spain*.
- Hammitt, W. E., Cole, D. N., & Monz, C. A. (2015). *Wildland recreation: ecology and management*. John Wiley & Sons.
- Boudouropoulos, I. D., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Potential and perspectives for application of environmental management system (EMS) and ISO 14000 to food industries. Food Reviews International, 16(2), 177-237.
- Mekdaschi, R., Zähringer, J. G., & Gurtner, M. (2014). Diagnostic and evaluation of the agricultural potentials and examples of good soil and water conservation and soil defense and restoration practices adapted to the MENA desert zones: Middle East and North Africa (MENA) Desert ecosystems and

livelihoods knowledge sharing and coordination project (DELP) for the benefit of Algeria, Egypt, Jordan, Morocco and Tunisia.

- Miloudi, M., Nili, M. S., Douadi, A., Dekmouche, M. (2023). Improving the Activity of Sandy Soil and Reducing Salinity and Alkalinity Using an Absorbent Polymer and Its Impact on the growth of (Zea mays). *Tobacco Regulatory Science (TRS)*, 2705-2714.
- Miloudi, M., Nili, M. S. & Douadi, A. (2022). Amélioration de l'activité du PGPR dans les sols sableux traités et son effet sur la croissance de Trèfle. 1er *Webinaire International sur les PGPR comme perspective pour le développement d'une agriculture durable. Constantine, 18-19 Mai 2022*.
- Zaman, M., & Exner, M. (2021). Combatting soil salinisation using nuclear techniques: The IAEA commemorates 2021 World soil day.
- Mouradi, M., Farissi, M., Bouizgaren, A., Lahrizi, Y., Qaddoury, A., & Ghoulam, C. (2018). Alfalfa and its symbiosis responses to osmotic stress. *New perspectives in forage crops*, *17*, 149-168.
- Nili, M. S., Boutalbi, A., Attalah, Y., & Miloudi, M. (2020). Effect of some chemical additives on reducing the permeabilty of agricultural soils and the consumption of irrigation water during the plantation of potatoes' oued souf'. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 12(2), 951-958.
- Nobel, P. S., & Cui, M. (1992). Hydraulic conductances of the soil, the root-soil air gap, and the root: changes for desert succulents in drying soil. *Journal of Experimental Botany*, *43*(3), 319-326.
- Kemp, P. R., Reynolds, J. F., Pachepsky, Y., & Chen, J. L. (1997). A comparative modeling study of soil water dynamics in a desert ecosystem. Water Resources Research, 33(1), 73-90.
- Sarvaš, M., Pavlenda, P., & Takáčová, E. (2007). Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. *Journal of forest science*, *53*(5), 204-209.
- Oren, R., Phillips, N., Katul, G., Ewers, B. E., & Pataki, D. E. (1998). Scaling xylem sap flux and soil water balance and calculating variance: a method for

partitioning water flux in forests. In *Annales des Sciences Forestieres* (Vol. 55, No. 1-2, pp. 191-216). EDP Sciences.

- Cakir, R. (2004). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, *89*(1), 1-16.
- Vargas, R., Soils, where food begins, UN Chronicle, World soil day - 5 December 2022
- Rajkovich, S., Enders, A., Hanley, K., Hyland, C., Zimmerman, A. R., & Lehmann, J. (2012). Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and fertility of soils*, *48*, 271-284.
- Suarez, D. L., Rhoades, J. D., Lavado, R., & Grieve, C. M. (1984). Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. Soil Science Society of America Journal, 48(1), 50-55.
- Kume, T., Takizawa, H., Yoshifuji, N., Tanaka, K., Tantasirin, C., Tanaka, N., & Suzuki, M. (2007). Impact of soil drought on sap flow and water status of evergreen trees in a tropical monsoon forest in northern Thailand. *Forest Ecology and Management*, *238*(1-3), 220-230.
- World Bank. 2018. Beyond Scarcity: Water Security in the Middle East and North Africa. MENA Development Report; Washington, DC
- Zhang, J., & Davies, W. J. (1990). Changes in the concentration of ABA in xylem sap as a function of changing soil water status can account for changes in leaf conductance and growth. *Plant, Cell and Environment*, *13*(3), 277-285.
- Juríčková, Z., Lušňáková, Z., Hallová, M., Horská, E., & Hudáková, M. (2020). Environmental impacts and attitudes of agricultural enterprises for environmental protection and sustainable development. Agriculture, 10(10), 440.

المـــراجع العربية:

- بكتاش، ف. ي.، الساهوكي، م. م.، ورشيد، م. ع. (2005). استجابة الذرة الصفراء لموسم الزراعة وموعد الحصاد : 2-نوعية البذور ومعايير الإنبات. مجلة العلوم الزراعية العراقية، 36(2)، 93-102.
- ثورية الماحي وعبد القادر أوزال. (2021). انعكاس سياسة التجديد الفلاحي والريفي في الجزائر على التسيير المستدام للموارد الأرضية والمائية في الزراعة. *الاكاديمية للدراسات الاجتماعية والانسانية، 13* (2)، 169-181.
- جبريل، ح.، وكالة الاناضول للأنباء (https://www.aa.com.tr/ar/) بتاريخ 2023/01/09
- حمزة بن قرينة، زبيدة محسن. (2007). تسيير الموارد المائية مع الأخذ بالعامل البيئي. مجلة الباحث. 5، 69-81.
- صالح بن سليمان القسومي. (2020). إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في مدينة الرياض : دراسة جغرافية لاتجاهات الرأي العام. *مجلة بحوث كلية الآداب* (جامعة المنوفية – مصر)، 31(121)، 2531-2563.
- عبد الرزاق بوعافية، إدراج عناصر الاستدامة في التخطيط العمراني للمؤسسات البشرية الصحراوية – دراسة حالة مدينة ورقلة، مذكرة ماجستير، جامعة محمد خيذر– بسكرة، 2011.
- مجموعة البنك الدولي (2019). إرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بتصنيع الاسمدة الفوسفاتية.
- محسن زوبيدة. (2011). اشكالية الماء الشروب في ولاية ورقلة. مجلة الباحث، 9(9)، 235-242.
- منظمة الأغذية والزراعة (2011). حالة الموارد الوراثية النباتية. هيئة الموارد.

الخلاصة العامة

الخلاصة العامة :

اتضح من خلال التجارب السابقة أن نسبة الإضافة المفضلة للهيدروجال SAP والخاصة بالذرى والبرسيم والقمح والشعير تتراوح بين 0.3% إلى 0.7% وهي الأمثل والأكثر فعالية.

ساهمت هذه الإضافة في تحسين مستوى الرطوبة وتقليل مستوى القلوية في التربة وزيادة المردود والكفاءة المائية، بالإضافة إلى ذلك ساعدت في المحافظة على جودة التربة ومنع تملحها نتيجة لزيادة تركيز الأملاح بفعل الري بالماء المالح، وتحقق الغرض من تقليل استهلاك ماء الري دون جدوى اقتصادية آنية حيث كان:

1 كلغ من القمح ← يستهلك 180 لتر.

1 قنطار من علف الذرى ← يستهلك 26064 لتر.

1دينار من عوائد البرسيم ← يستهلك 130 لتر.

1 كلغ من الشعير ← يستهلك 180 لتر.

فهي إذا معادلة خاسرة تماما منهكة للمخزون المائي الذي يعد بطيء التجدد في بيئة دائمة التغير المناخي، نحو زيادة في درجة الحرارة والتقلبات المناخية الأخرى.

هذه النتائج تشير إلى استخدام الهيدروجال من 30 كلغ – 70 كلغ/هكتار بتكلفة من 0.99 دولار أمريكي إلى 1.79 دولار أمريكي حسب الأسعار العالمية الحالية.

أي سعر 1 كغ من 200دج إلى 360دج

سعر 30 كغ: من 6000 دج إلى 10800دج

سعر 70 كغ: 14000 دج إلى 25200دج

يمكن أن يكون الهيدروجال كمحسن للتربة، خيارًا فعالًا لتحسين الإنتاجية الزراعية في المناطق ذات التربة الرملية، ويسهم في تحقيق الاستدامة البيئية والزراعية والطاقوية، مع تيسره للنبات من مغذيات في نفس الموسم وتراكم التحسين مع تعاقب المزروعات في الحقل الواحد عبر السنين وضمان استدامة الحقل وتجنب تملحه.

إن الزراعة الصحراوية واعدة ومهمة لعدة أسباب مذكورة سابقا: وفرة الماء وقربه من السطح والمساحات الشاسعة وقلة التنافس وطول مدة ساعات النهار والسطوع الشمسي ....

ولكن إذا ضل الري بالماء المالح وبكميات كبيرة ستخرج عن الخدمة مساحات شاسعة وتتعطل مما قد يسبب انحصار المساحات المزروعة ومن ثم تقص الغذاء ويصبح لا مفر من الهجرة ونزوح السكان كما هو الحال في أغلب مناطق وسط افريقيا وغربها (تشاد والنيجر ومالي ونيجيريا...) وهذا الذي أشرنا اليه سابقا معاناة اصحاب بساتين النخيل من سوء الصرف حيث يبلغ مستوى المياه الجوفية 156.67±15.71 سم والملوحة 31.37±34.04 ديسيسيمنز م$^{-1}$.

المصارف من النوع المفتوح وصيانتها غير منتظمة، ويؤدي هذا الوضع في إدارة الري والصرف إلى ارتفاع منسوب المياه الجوفية وتشبع التربة بالمياه المالحة ثم تؤول إلى سباخ غير نافعة، فيكون حينئذ الأمر كارثي من الناحية البيئية والإنسانية والأمنية، إذا لم تتدخل إدارة حكيمة للموازنة بين كل المدخلات والمخرجات سواء منها البيئية والانسانية.

توصيات عامة :

إن هذه النتائج المتحصل عليها جد مشجعة في بيئة جافة قليلة التساقط دائمة التغير المناخي والنشاط الإنساني وزيادة التعداد السكاني ومتطلباته فيستحسن تكثيف الدراسات حول فعاليتها وسلوكها مع نباتات أخرى وتجريب أنواع أخرى من البوليميرات وإجراء دراسات حول صناعتها وتطويرها لتكون أكثر ملائمة من ناحية الامتصاص والاحتفاظ بالماء من جهة وكذلك من ناحية الاحتفاظ بالمغذيات وتخزينها للنبات بشكل ميسر من جهة أخرى وربما الاستفادة منها كذلك في حال تحللها.

آفاق الدراسة:

إن هذه الدراسة كشفت على بعض الفوائد المهمة التي ميزت تحسين التربة بهذه الإضافة، وطرحت تساؤلات عديدة للبحث المستقبلي في نفس السياق، والتي من بينها:

زمن الفعالية: يبقى غير معروف بالنسبة لنا مدة فعاليته الفعلية.

السمية: يجب إجراء اختبارات متعددة تتضمن تقييم تأثير هذه المواد على النباتات والكائنات الحية الأخرى في البيئة، ومن ثم مراقبة تراكم هذه المواد وانتقالها خلال السلسلة الغذائية. الهدف هو فهم مدى تأثير هذه المواد على صحة البيئة والإنسان على المدى الطويل.

مدة تحلله في التربة الرملية: مدى فعاليته وكيفية تدرجه في الانحلال والتلاشي في مثل هذا النوع من الترب من خلال:

- ✓ تأثير pH التربة عليها وتأثيرها هي على pH التربة.
- ✓ آلية إدمصاص الكاتيونات والأيونات ....

الملحق

بعض الوسائل المستعملة:

تمكن الوسائل المستخدمة من القيام بالتهيئة الارضية وشبكات الري واحواض حفظ الماء وكذا وسائل قياس المنتج والكتل الحيوية من تقييم كفاءة الإنتاج الزراعي وفعاليته.

بعض والوسائل المستعملة في المخبر والتحاليل:

تتمثل في وسائل تحليل التربة كيمائيا وفيزيائيا وتصنيفها ومعرفة قوامها ورطوبتها مع وسائل تحليل مياه الري.

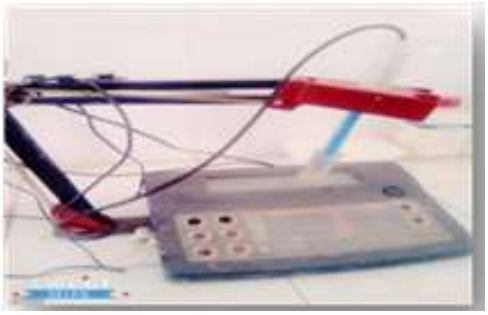
1) وسائل مخبرية لقياس بعض خصائص الماء.

جهاز قياس الناقلية الكهربائية

2) وسائل مخبرية لقياس بعض خصائص التربة.

الكشف عن الكلور

3) وسائل ميدانية لقياس كميات الماء



الجهاز المستعمل في قياس الاس الهيدروجيني

قياس عسر الماء

جهاز الرج والمناخل المستعملة في التحليل الحبيبي لتربة المزرعة

جهاز قياس نقطة الذبول والسعة الحقلية

بعض الوسائل المستعملة في الحقول:

حوض لتبريد الماء وتجميعه مع العداد المستخدم

بعض الوسائل المستعملة في قياس المنتوج والكتل الحيوية:

الجهاز المستعمل في قياس الكتل الحيوية