جامعة جرش

كلية الزراعة

برنامج التغيّر المناخي، الزراعة المستدامة والأمن الغذائي

أثر استخدام مياه برك الاسماك على خصائص التربة المروية بها والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي (دراسة حالة مزارع وادي الريان–الأغوار الشمالية)

إعداد

هيثم عبد الحافظ حسن المثقال

إشراف

الدكتور أشرف عمر فواز خشروم

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في التغيّر المُناخي، الزراعة المستدامة والأمن الغذائي

عمادة البحث العلمي والدراسات العليا

جامعة جرش

كانون الأول / 2024

ب

التفويض

أنا الطالب هيثم عبد الحافظ حسن المثقال، أفوض جامعة جرش بتزويد نسخ من رسالتي:

" أثر استخدام مياه برك الاسماك على خصائص التربة المروية بها والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي (دراسة حالة مزارع وادي الريان-الأغوار الشمالية) "

للمكتبات أو المؤسسات أو الأشخاص عند طلبهم حسب التعليمات النافذة في الجامعة.

الاسم: هيثم عبد الحافظ حسن المثقال

التوقيع: .....

التاريخ: 7 /2 / 2024

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هـــذه الرسالة " أثر استخدام مياه برك الاسماك على خصائص التربة المروية بها والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي (دراسة حالة مزارع وادي الريان–الأغوار الشمالية) ". وأجيـزت بتاريخ 7 / 2 / 2024

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الدكتور أشرف عمر فواز خشروم/ مشرفاً ورئيساً أستاذ مشارك، بيئة وتربة	.....
معالي الأستاذ الدكتور معتصم نايف حسين سعيدان/ مناقشا خارجياً أستاذ دكتور ، هندسة كيميائية / مياه وبيئة	.....
الدكتور محمد صالح اشتيان المحافظة / مناقشا داخلياً استاذ مساعد ، تكنولوجيا البيئة وادارتها / تغير مناخي وادارة مصادر مائية	.....

الاهداء

إلى أسرتي العزيزة،

أشكركم من أعماق قلبي على دعمكم وتشجيعاتكم المستمرة. لقد كنتم ركيزة قوية في رحلتي الأكاديمية، ولولا دعمكم لما كنت وصلت إلى ما أنا عليه اليوم.

إلى زملائي الأعزاء،

أود أيضا أن أعبر عن امتناني العميق لمساهماتكم القيّمة في هذه الدراسة. لقد ساهمتم بشكل كبير في نجاح هذا البحث، سواء من خلال تقديم المعلومات والبيانات أو مشاركتكم الثمينة والتجارب الميدانية. بفضل جهودكم المشتركة، تمكنت من إتمام هذا العمل وتحقيق النتائج المهمة التي تساهم في فهم أثر تغير المناخ على جودة المياه والصحة العامة.

شكرا لكم جميعا على دعمكم اللامحدود ومساهماتكم القيّمة.

الباحث

هيثم عبد الحافظ حسن المثقال

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي وفقني لإكمال هذا العمل العلمي، وأشكر كل من ساهم في إنجازه.

أتقدم بالشكر الجزيل لمشرفي المتميز **الدكتور أشرف عمر فواز خشروم**، الذي كان لي الشرف أن أعمل معه. لقد قدم لي الدعم والتوجيه القيّمين طوال فترة إعداد هذه الرسالة، مما كان له دور كبير في إنجاحها.

أتقدم أيضا بالشكر والامتنان لجامعة جرش وكلية الزراعة وبرنامج التغير المناخي، الزراعة المستدامة والأمن الغذائي، على توفير البيئة المثالية للبحث العلمي والتعليم المتميز. لقد كانت هذه الفرصة قيّمة لاكتساب المعرفة والخبرة وتطوير مهاراتي البحثية.

أتمنى أن يكون هذا العمل العلمي بمثابة إسهام بسيط في مجال البحث العلمي، وأن يسهم في رفع الوعي بأهمية حماية المياه والحفاظ عليها في ظل تحديات تغيّر المُناخ التي نواجهها.

الباحث

هيثم عبد الحافظ حسن المثقال

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
عنوان الرسالة	أ
التفويض	ب
قرار لجنة المناقشة	ج
الاهداء	د
الشكر والتقدير	ه
قائمة المحتويات	و
قائمة الجداول	ط
قائمة الأشكال	ك
قائمة الملاحق	م
قائمة المختصرات	ن
المُلخّص	ع
المُلخّص باللغة الإنجليزية	ص
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	1
1.1. المقدمة	2
2.1. مشكلة الدراسة	4
3.1. أهداف الدراسة	5

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
4.1. أهمية الدراسة	6
5.1. حدود الدراسة	7
6.1. مصطلحات الدراسة	8
الفصل الثاني: الأدب النظري والدراسات السابقة	10
1.2. الإطار النظري	11
1.1.2 تغير المناخ في العالم	11
2.1.2 تغير المناخ في الأردن	13
3.1.2 تغير المناخ في منطقة الدراسة	14
4.1.2. تأثير تغير المناخ على خصائص التربة المروية بمياه برك الاسماك في منطقة الدراسة	22
2.2. الدراسات السابقة	23
1.2.2. الدراسات العربية	23
2.2.2. الدراسات الأجنبية	24
3.2.2. التعقيب على الدراسات السابقة	28
الفصل الثالث: الطريقة والإجراءات	**32**
1.3. منهج الدراسة	33
2.3. مصادر البيانات الدراسة	33

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
1.2.3. إجراءات الدراسة	33
2.2.3. البيانات الأولية	34
3.2.3. العمل المخبري	36
4.2.3. الأساليب الإحصائية المستخدمة	40
5.2.3. الإجراءات التي تمت على عينات المياه وصولا إلى نتائج التحليل	43
الفصل الرابع: عرض نتائج الدراسة	**45**
1.4. تحليل المياه	46
2.4. تحليل التربة	48
3.4. تحليل تباين عناصر المناخ	53
الفصل الخامس: مناقشة نتائج الدراسة والتوصيات	**57**
1.5. مناقشة النتائج	58
1.1.5 تحليل المياه	58
2.1.5 تحليل التربة	59
3.1.5 تحليل تباين عناصر المناخ	64
2.5 تحليل العلاقات بين ارتفاع درجات الحرارة وبعض مكونات مياه برك الأسماك	66
3.5 تحليل العلاقات بين ارتفاع درجات الحرارة وبعض مكونات التربة الزراعية المروية بمياه برك الأسماك	68

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
4.5. الاستنتاجات	73
5.5. التوصيات	74
المراجع	**76**
المراجع العربية	76
المراجع الأجنبية	76
الملاحق	**88**

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
1	اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات الأساسية لمياه برك الأسماك والمياه الري التقليدية في هذه الدراسة	38
2	اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات التربة الزراعية الأساسية في هذه الدراسة	40
3	تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات المياه المستخدمة في موقع الدراسة	46

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
4	تقديرات اختبار (T) والاحتمالية الإحصائية للمقارنة الإحصائية بين المتوسطات لبعض مكونات المياه (التقليدية –برك الأسماك) المستخدمة في موقع الدراسة	47
5	تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات التربة المستخدمة في موقع الدراسة	48
6	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في رقم الحموضة (pH) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	49
7	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في الإيصالية الكهربائية (EC) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	50
8	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في فوسفات – فوسفور (P) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	50
9	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في البوتاسيوم (K) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	51
10	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في المواد العضوية (OM) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	51
11	تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في النترات – النيتروجين (N) التربة المستخدمة في موقع الدراسة	52

قائمة الجداول

الرقم	عنوان الجدول	الصفحة
12	تحليل التباين لمكون (الطين) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة	52
13	تحليل التباين لمكون (الطمي%) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة	52
14	تحليل التباين لمكون (الرمل) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة	53
15	تحليل التباين لبعض عناصر المناخ في موقع الدراسة	53

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
1	يُظهر تغير كبير في مستوى المياه بين عام 1920 (الصورة على اليمين) وعام 2023 (الصورة على اليسار) في قناة الغور الشرقية لنهر الأردن، وذلك نتيجة للتغير المناخي	17
2	يوضح حدود الدراسة في منطقة لواء الشونة الشمالية	34
3	برك الأسماك والقطع التجريبية المروية الزراعية في منطقة الدراسة	35
4	عينات التربة والمياه برك الأسماك والتقليدية في منطقة الدراسة	36

قائمة الأشكال

الرقم	عنوان الشكل	الصفحة
5	يوضح بعض الأجهزة المخبرية المستخدمة في تحليل العينات المياه برك الأسماك والتقليدية (Spectro UV-UIS Double Beam PC) وعينات التربة الزراعية (Flame Photometers) من المنطقة الدراسة	37
6	يوضح جمع عينات الدراسة وتحليل عينات مياه برك الأسماك والتقليدية وعينات التربة الزراعية في المخبر من منطقة الدراسة	38
7	متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال عام 2000	54
8	متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال عام 2019	55
9	متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال فترة 2019-2000	55
10	معدلات الهطولات المطرية خلال الفترة (2000-2019)	56
11	معدلات درجات الحرارة خلال الفترة (2000-2019)	56

قائمة الملاحق

الرقم	عنوان الملحق	الصفحة
1	نموذج تحليل مكونات المياه الأساسية (برك الأسماك والري التقليدية) لبعض العناصر الأساسية	88
2	نموذج تحليل مكونات التربة لبعض العناصر الأساسية	89

قائمة المختصرات

الاختصار	الشرح
EC الإيصالية الكهربائية	تعبر الإيصالية الكهربائية في المياه والتربة عن قدرتها على توصيل التيار الكهربائي، وتتأثر بالتركيب الكيميائي والفيزيائي للوسط. تعتمد الإيصالية الكهربائية **في المياه** على وجود الأيونات والمواد المذابة، في حين **في التربة** تعتمد على المكونات الطبيعية مثل الماء والرواسب، وتلعب دورا مهما في فهم جودة المياه وتقييم التربة لأغراض زراعية.
pH رقم الحموضة	يُستخدم رقم الحموضة لقياس درجة الحموضة أو القلوية في التربة والمياه. يتراوح من 0 إلى 14، حيث قيمة 7 محايدة، أقل من 7 تشير للحموضة، وأكبر من 7 تشير للقلوية. **في التربة**، يؤثر pH على توافر المغذيات ونشاط الكائنات الدقيقة. أما **في المياه**، يتأثر pH بتأثيراتها على البيئة المائية وصحة المياه للاستهلاك البشري.
TDS الأملاح الذائبة الكلية	تمثل الأملاح الذائبة الكلية في المياه والتربة مجموعة من المواد الكيميائية المذابة، تتضمن كاتيونات مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم، وأنيونات مثل الكلوريد والكبريتات. **في المياه**، تعكس مستويات الأملاح جودة المياه وتأثيرها على الاستخدامات المختلفة، بينما **في التربة**، تؤثر على خصوبتها ونمو النباتات، حيث يمكن أن تزيد من ملوحتها إذا ارتفعت في التركيز.
SAR ادمصاص الصوديوم	يشير ادمصاص الصوديوم **في المياه والتربة** إلى عملية امتصاص الصوديوم من البيئة المائية أو التربة من قبل الكائنات الحية، حيث يلعب الصوديوم دورا أساسيا في العمليات الحيوية وتحتاج الكائنات الحية إليه، ولكن قد يكون تراكمه بمستويات زائدة ضارا على نمو النباتات أو الكائنات البحرية إذا تجاوزت المستويات المقبولة.
PO_4-P فوسفات–فوسفور	الفوسفات هو شكل من أشكال الفوسفور **في المياه والتربة**، ويشمل المركبات الذائبة التي تحتوي على أنيون PO_4^{-3}. يعتبر الفوسفات أساسيا لنمو النباتات والأنشطة الحيوية، ويلعب دور حيوي في تكوين الحمض النووي وإنتاج الطاقة الخلوية. ويمكن أن يؤدي تراكم الفوسفات بكميات زائدة **في المياه والتربة** نتيجة للاستخدام الزراعي غير المنظم إلى تلوث الفوسفور، مسببا تدهورا في جودة المياه وتسارع نمو الطحالب في المياه، مما يؤثر على البيئة المائية والتوازن البيولوجي.

قائمة المختصرات

الاختصار	الشرح
NO_3-N النترات–النتروجين	النترات في **المياه والتربة** هي أملاح تحتوي على النيتروجين وتلعب دور أساسي في تغذية النباتات. يمكن أن يؤدي تراكم النترات بكميات زائدة نتيجة للاستخدام الزراعي غير المنظم إلى تلوث النترات، مما يعرض جودة المياه وصحة الإنسان للمخاطر، ويشكل تحديات بيئية تتعلق بالتوازن البيولوجي في الأنظمة البيئية.
NH_4-N الأمونيوم–النتروجين	يمثل الأمونيوم-النتروجين **في المياه والتربة** وجود النتروجين في شكل الأمونيوم (NH_4^+)، ويُعتبر هذا الشكل مصدرا هاما للنباتات. ويمكن أن ينشأ الأمونيوم من التحلل العضوي أو الإضافة الكيميائية، ويتطلب مراقبة دقيقة في المياه لتجنب تلوثها وتأثيراته السلبية على البيئة المائية، مثل زيادة نمو الطحالب. **في التربة،** يُسهم تراكم الأمونيوم في تحديد صحة النباتات، ويتم تحويله في بعض الحالات إلى أيونات نترات بواسطة الكائنات الحية والعمليات البيولوجية.

أثر استخدام مياه برك الاسماك على خصائص التربة المروية بها والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي (دراسة حالة مزارع وادي الريان–الأغوار الشمالية)

إعداد

هيثم عبد الحافظ حسن المثقال

إشراف

الدكتور أشرف عمر فواز خشروم

المُلخّص

هدف الدراسة: تقييم تأثير استعمال مياه برك الأسماك على خصائص التربة المروية بها، ودور هذا الاستخدام في التخفيف من تأثيرات تغير المناخ. حيث تم تحليل مياه الري التقليدية بالمقارنة مع مياه برك الأسماك، بالإضافة إلى فحص مكونات التربة ومعايير المناخ.

المنهجية: تضمنت التجربة استخدام مياه برك الأسماك والري التقليدي. تم جمع عينات التربة قبل وأثناء وبعد التجربة لتحليل خصائصها. تم مراقبة خصائص التربة، مثل المغذيات ومستوى الـ pH والمواد العضوية ورطوبة التربة. اتبعت الدراسة منهجاً وصفياً تحليلياً باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، لفحص تأثير ري بمياه برك الأسماك على خصائص التربة، وتحديد تأثير التغيرات المناخية خلال فترة الدراسة في عام 2023.

النتائج: يكشف تحليل المياه عن اختلاف واضح في مستويات المكونات بين المياه التقليدية وبرك الأسماك، مع ارتفاع في الإيصالية والنترات–النيتروجين في المياه التقليدية. يمكن أن يؤدي انخفاض pH في المياه التقليدية إلى تأثير على خصائص المياه واستخدامها الزراعي. تظهر القيم الإحصائية معنوية لعدة مكونات تعكس اختلافات بين المياه التقليدية وبرك الأسماك.

يكشف تحليل التربة تفاوتا في مكوناتها الجزيئية خاصة نسبة الطين[1]. تؤثر درجة الحموضة والإيصالية الكهربائية على توفر المغذيات. تظهر فروق إحصائية في مكونات التربة بناءً على عوامل مثل نوع المياه والموقع أخذ العينات، مع تأثير كبير على المواد العضوية ومستوى نترات–النيتروجين. يؤثر قوام التربة بشكل حاسم على خصائصها مع تعزيز الإنتاجية.

يكشف تحليل عناصر المناخ عن اختلافات بين السنوات والأشهر في الأمطار ودرجات الحرارة، مع احتماليات إحصائية قوية. يظهر تأثير الأشهر كعامل رئيسي في عناصر المناخ، مع فروق إحصائية ملحوظة بينها. وتشير التحليلات إلى تسارع في التغيرات الهطول ودرجات الحرارة بين عامي 2000 و2019، مما يشير إلى تأثير التغير المناخي المتسارع.

توصيات الدراسة بتبني استراتيجية مستدامة لتخفيف تأثيرات التغير المناخي على التربة من خلال استفادة من مياه برك الأسماك وتكاملها في نظام الري الزراعي. يتيح استخدام هذه المياه توفير مصدر مستدام للري وتقليل الاعتماد على مصادر المياه الأخرى بتأثير بيئي سلبي. يضيف استخدام مياه برك الأسماك المواد العضوية والمغذيات الطبيعية إلى التربة، مما يعزز هيكلها وقدرتها على احتفاظ بالماء. تسهم هذه الاستراتيجية في تحسين تحمل الأراضي الزراعية للتغير المناخي وتعزيز استدامتها.

الكلمات المفتاحية: مياه برك الأسماك، قوام التربة، الاستدامة، التغير المناخي.

[1] **الطين**: يتكون من جزيئات دقيقة للغاية، يقل قطرها عن 0.002 مم.
السلت: يتكون من جزيئات أصغر من الرمل وأكبر من الطين، يتراوح قطرها بين 0.002 مم و0.05 مم
الرمل: يتكون من جزيئات كبيرة نسبياً، يتراوح قطرها بين 0.05 مم و2 مم.

Impact of using fishpond water on properties of irrigated soil and mitigating climate change (case study of Wadi Al-Rayan farms - Northern Jordan Valley)

By
Haitham Abdel Hafez Hassan Al-Mithqal
Supervisor
Dr. Ashraf Omar Fawaz Khashroum

Abstract

Objective: To assess the impact of using fishpond water on irrigated soil properties and the role of this usage in mitigating the effects of climate change. The study analyzed traditional irrigation water compared to fishpond water, along with examining soil components and climate standards.

Methodology: The experiment involved using fishpond water and traditional irrigation. Soil samples were collected before, during, and after the experiment for analysis. Soil properties such as nutrients, pH levels, organic matter, and soil moisture were monitored. The study followed a descriptive-analytical approach using a complete random block design to examine the impact of fishpond water irrigation on soil properties and to identify the effects of climate changes during the study period in 2023.

Results: Water analysis reveals that a clear difference in component levels between traditional water and fishpond water, with an increase in conductivity and nitrate-nitrogen in traditional water. A decrease in acidity in traditional water may affect its properties and agricultural use. Statistical values show significance for several components, reflecting differences between traditional water and fishpond water. Soil analysis reveals variations in its components, especially clay content. pH and electrical conductivity impact nutrient availability, with statistical differences in soil components based on factors like water type and sampling location, significantly affecting organic matter and nitrate-nitrogen levels. Soil

texture significantly influences its properties, enhancing productivity. Climate element analysis highlights differences in rainfall and temperature between years and months, with strong statistical possibilities.

The study suggests adopting a sustainable strategy to alleviate climate change effects on the soil by utilizing fishpond water and integrating it into the agricultural irrigation system. This approach allows for a sustainable water source, reducing reliance on other potentially environmentally harmful water sources. The use of fishpond water adds organic matter and natural nutrients to the soil, enhancing its structure and water retention capabilities. This strategy contributes to improving the agricultural land's resilience to climate change and promoting its sustainability.

Keywords: Fishpond Water, Soil Texture, Sustainable Use, Climate Change.

الفصل الأول
الإطار العام للدراسة

1.1. المقدمة

يتطلب تغيّر المناخ وآثاره اتباع نهج لمواجهة التحديات المرتبطة به. إن إحدى هذه التحديات هو الإدارة المستدامة لموارد المياه للتخفيف من آثار التغير المناخي. حيث أصبحت ممارسات الري التقليدية التي تعتمد بشكل كبير على مصادر المياه الصالحة للزراعة شحيحة بسبب الجفاف ودرجات الحرارة العالية والتلوث الناجم عن التغيرات المناخية. إذ تُعد مياه برك السمك، الغنية بالمغذيات من بقايا الأسماك واستخدام الأعلاف غير المأكولة، بديلا قابلا للتطبيق. إن استخدام مياه برك الأسماك للري يؤثر بشكل إيجابي على خصائص التربة ويساهم في التخفيف من التغير المناخي. وهناك اعتبارات يتعين اعتمادها. أولاً: نهج متعدد التخصصات لمواجهة تعقيدات قضية المياه، ثانياً: الأهمية القصوى للاعتراف بالمسؤولية الدولية والمحلية والأخلاقية عن المياه. بشكل عام، يتطلب تسريع عمليات التغيرات العالمية "الثقافة المائية" الجديدة على جميع مستويات المسؤولية، في المجالات العلمية والعملية (Rossi وآخرون، 2023). حيث تمثل الثقافة المائية الفهم والتقدير لدور المياه في الحياة اليومية والثقافة الإنسانية. ويشمل ذلك التفاعل مع المياه على المستويات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، وكيفية تجسيد المياه في التقاليد والفنون. ويتناول الأمور مثل الاستخدام اليومي للمياه، والتحديات البيئية المتعلقة بالمياه، وكيفية تأثير ذلك على الثقافة والمجتمع. ويعزز فهم هذه الجوانب أهمية المحافظة على الموارد المائية وتطوير استراتيجيات مستدامة لإدارة المياه في المجتمعات المختلفة.

تكون العلاقة بين الأسماك والنباتات في النظم المائية تبادلية، حيث يتم توفير مأوى وحماية للأسماك الصغيرة من قِبَل النباتات المائية. وتستفيد الأسماك من النباتات كمصدر غذاء، وتساهم النباتات في تحسين جودة المياه وتوازن النظام البيئي المائي عبر امتصاصها للعناصر الغذائية الزائدة والتخلص من الفضلات الحيوانية (Hay وآخرون، 2004). ولذا تعد مياه برك الأسماك عملية تبادلية بين الأسماك والنباتات، وبالتالي يمكن استخدام مياه برك الأسماك في الري لرفع من درجة خصوبة وجودة التربة والتنوع

البيولوجي. إذ تعتبر مياه برك الأسماك غنية بالمغذيات التي يمكن أن تفيد الطحالب والنباتات المائية التي توفر الغذاء والمأوى لمجموعة متنوعة من الكائنات الحية، بما في ذلك الأسماك والحشرات. ويمكن للمياه أيضا تحسين خصوبة التربة، والصرف، والبنية، والقدرة على الاحتفاظ بالمياه، وتقليل حموضة التربة. وبالتالي يمكن أن تساعد هذه الآثار في تحسين غلة المحاصيل كماً ونوعاً. ومع ذلك، من المهم التفكير بعناية في المخاطر المحتملة، مثل المستويات العالية من المواد العضوية التي يمكن أن تجعل التربة أكثر حمضية (Saberina وآخرون، 2023). بشكل عام، حيث يمكن أن يكون لاستخدام مياه برك الأسماك للري تأثير إيجابي على التنوع البيولوجي[2] وتخفيف التغير المناخي (Usio وآخرون، 2013).

وفي الأردن، تؤدي مواسم الجفاف المتكرر وتراجع احتياطيات المياه الجوفية إلى تفاقم ندرة المياه، مما يتطلب إعداد برامج تدريبية وإدراج سلوكيات ترشيد استهلاك المياه الري للمزارعين في سياسات إدارة المياه الجوفية وخاصة المياه الزراعية والتخطيط للتكيّف مع التغير المناخي (Kashi وآخرون، 2022). وقد توصل Elnwishy وآخرون (2008) إلى أن سنوات الجفاف يمكن أن تكون أقل تأثيراً من خلال استخدام الاسترزاع السمكي التكاملي في المناطق الجافة وشبه الجافة مع وجود المياه الجوفية. علاوة على ذلك، لن تحمي الأراضي من تدهور خصوبتها فحسب بل وسترفع خصوبتها، وسيتم استخدام أيضا الموارد الطبيعية المهملة (مياه برك الأسماك في ري المزروعات) في إنشاء مجتمع زراعي منتج. حيث يشير تدهور الخصوبة إلى انخفاض قدرة التربة على دعم نمو النباتات بفعّالية، ويمكن أن يحدث نتيجة لفقدان المواد العضوية، والتآكل الكيميائي، وسوء إدارة المياه، والتصحر. ويتسبب هذا التدهور في تقليل إنتاجية الأراضي الزراعية ويشكل تحديا للزراعة المستدامة وتوفير الغذاء.

[2] التنوع البيولوجي هو تنوع الحياة على الأرض، ويشمل تنوع الأنواع والنظم البيئية والجينات والعمليات البيئية. ويلعب دورا حيويا في صحة الأرض من خلال توفير الغذاء والماء والهواء النقي وتنظيم المناخ والتحكم في الآفات. يواجه التنوع البيولوجي تهديدات مثل تغير المناخ والتلوث وإزالة الغابات، ولكن يمكننا حمايته من خلال تقليل استهلاكنا وإعادة التدوير ودعم الشراكات المستدامة والتطوع في المنظمات التي تعمل على حمايته.

أوصى Al-Dala'een (2016) المزارعين في الأردن بتوسيع نشاط تربية الأسماك على الرغم من التحديات المالية الحالية. إذ يشير الباحث إلى أن تحسين الخبرة وتوسيع القطاع يؤدي إلى تعزيز الفوائد بمرور الوقت، وقد يشجع ذلك على تحويل اهتمام القطاعين الخاص والعام لتوفير المدخلات بأسعار معقولة. يوصي برنامج التوعية الوطني تشجيع المزارعين وتحفيز رغبة المستهلكين في قطاع إنتاج الأسماك. تشير الدراسة إلى ست مجموعات رئيسية من القيود المعوقة للإنتاج السمكي، مما يبرز تحديات متنوعة يواجهها مزارعو الأسماك في الأردن، وتؤكد على ضرورة اتخاذ تدابير متعددة لتعزيز نجاح واستدامة الاستزراع السمكي في البلاد. ويشير Al-Khraisat (2014) إلى هذه التحديات المتنوعة التي تشمل القيود الإنتاجية والتكنولوجية والمؤسسية والتسويقية والبيئية والاجتماعية والثقافية.

2.1. مشكلة الدراسة:

تتمثل المشكلة الرئيسة لهذه الدراسة في معرفة تأثير استخدام مياه برك الأسماك على خصائص التربة المروية بها، وكيف يمكن أن يلعب هذا الاستخدام دورا في التخفيف من آثار التغيّر المناخي في منطقة مزارع وادي الريان-الأغوار الشمالية. إتسمت مشكلة الدراسة بعدة جوانب رئيسة تتعلق بالمحافظة على خصائص رفع خصوبة التربة، وتحديدا من خلال فحص كيفية تأثير استخدام مياه برك الأسماك كمصدر للري على مكونات التربة المختلفة. إذ يشمل البحث تحليل التركيب الكيميائي للتربة، وكذلك فحص مكونات مياه الأسماك مثل نسبة الأملاح والمواد العضوية. كما ركّزت الدراسة على تقييم تأثير استخدام مياه الأسماك في الري على خصائص التربة، مع التركيز على محافظة خصائصها ورفع خصوبتها، وذلك من خلال تحسين توفر المواد العضوية والعناصر الغذائية. وفهم استدامة هذا الاستخدام وتقديم توصيات للحفاظ على جودة المياه وضمان فوائدها الاقتصادية والاجتماعية على المدى الطويل. حيث يتطلب ضمان فوائد المياه الاقتصادية والاجتماعية على المدى الطويل تبني سياسات مستدامة تركز على تحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة والصناعة، وتعزيز التكنولوجيات النظيفة. ويشمل ذلك

الحفاظ على جودة المياه وتحسين ممارسات إدارة الموارد المائية، بالإضافة إلى تعزيز التوعية والتثقيف. وينبغي التركيز على تحقيق التوازن بين احتياجات المياه للقطاعات المختلفة وتعزيز التوزيع العادل للمياه للمجتمعات المحلية، مع التأكيد على الحفاظ على التنوع البيولوجي والاستدامة البيئية.

وتناولت الدراسة تقييم المساهمة الفعّالة لاستخدام مياه برك الأسماك في التخفيف من تأثيرات التغيّر المناخي، مع التركيز البارز على إدارة المياه واستدامتها. ويتمثل التركيز الرئيسي في تقييم كفاءة واستخدام مياه برك الأسماك وقدرتها على الحفاظ على الموارد المائية، مع التركيز على جودة المياه ومستوى الملوحة وتأثير تلك المياه على تراكم الملوثات في التربة. حيث تمثل جودة المياه مقياسا لصلاحيتها للأغراض المختلفة، حيث يتم تقييمها من خلال مجموعة من المؤشرات. وتتضمن هذه المؤشرات الكيميائية مثل العناصر الكيميائية والمواد العضوية، والمؤشرات البيولوجية مثل الكائنات الحية، والمؤشرات الفيزيائية كاللون والعكارة. ويعكس تحديد جودة المياه حالتها ونظافتها، مما يسهم في حمايتها للصحة العامة والبيئة. وتقوم الهيئات البيئية بتحديد معايير تقييم متكاملة لضمان مراقبة وضمان جودة المياه وتوافرها للاستخدامات المختلفة. وتحسين إدارة المياه وتحديد كيف يمكن لها أن تلعب دورا إيجابيا في التكيف مع التغيّر المناخي، مع التأكيد على أهمية الحفاظ على جودة المياه والتحكم في مستوى الملوحة لتحسين البيئة وضمان استدامة الموارد المائية.

3.1. أهداف الدراسة:

هدفت الدراسة بشكل رئيسي إلى بيان تأثير استخدام مياه برك الأسماك على خصائص التربة المروية بها ودور هذا الاستخدام في التخفيف من تغير المناخ. تمت دراسة تحليل مياه الري التقليدية ومياه برك الأسماك ومكونات التربة وعناصر المناخ. ولتحقيق الهدف الرئيسي، عملت الدراسة على تحقيق الأهداف الفرعية التالية:

1- تقدير مكونات المياه الأساسية ومياه برك الأسماك والتربة (الإيصالية الكهربائية، ورقم الحموضة، والأملاح الذائبة الكلية، والصوديوم، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم، وادمصاص الصوديوم، وفوسفات–فوسفور، والنترات–النيتروجين، والأمونيوم–النيتروجين).

2- المقارنة بين مكونات المياه الري (المياه التقليدية وبرك الأسماك).

3- دراسة تأثير كل من نوع المياه والموقع والعمق وقوام التربة على كل مكون من مكونات التربة.

4- دراسة عناصر المناخ (متوسط درجات الحرارة وأعلى درجات حرارة وأدنى درجات حرارة ومعدل الهطول والرطوبة النسبية) في موقع الدراسة (2000–2019).

5- بيان دور الري بمياه برك الأسماك في المحافظة على خصوبة التربة للتخفيف من آثار التغير المناخي.

4.1. أهمية الدراسة:

يعتبر استخدام مياه برك الأسماك في الزراعة ذا أهمية لتحقيق الزراعة المستدامة، كما يسهم في زيادة الإنتاج الغذائي، وتوفير المياه وترشيدها، وتحسين خصائص التربة ورفع خصوبتها، وبالتالي يعزز الاستدامة البيئية، والتخفيف من آثار التغير المناخي.

وتعود أهمية الدراسة للأسباب:

- استخدام مياه برك الأسماك للري يسهم في ممارسات الزراعة المستدامة وتحقيق العديد من الفوائد. فهو يساعد على ضمان الإنتاج الغذائي المستدام، وتوفير كميات كبيرة من المياه للري.
- يُعد استخدام مياه البرك بديلا مستداما للمياه الصالحة المحدودة. وبالتالي، تخفيف الضغط على مصادر المياه والحفاظ على الموارد المائية.
- استخدام مياه برك الأسماك تساهم في التخفيف من آثار تغير المناخ. فمياه البرك الغنية بالمغذيات يعزز من رفع خصوبة التربة. وبالتالي تحسين الخواص التركيبية للتربة ورفع من درجة خصوبتها.

5.1. حدود الدراسة:

تمت دراسة تأثير استخدام مياه برك الأسماك في منطقة الشونة الشمالية على خصائص التربة والتغيّر المناخي.

الحدود الجغرافية: تقع منطقة وادي الريان في الجزء الشمالي من محافظة إربد في الأردن (32.312 درجة شمالاً إلى 32.769 درجة شمالاً من خط العرض، وما بين 35.855 درجة شرقاً إلى 36.237 درجة شرقاً من خط الطول)، وتحدها من الشمال منطقة المشارع، ومن الجنوب منطقة أبو هابيل، ومن الغرب نهر الأردن، ومن الشرق إسكان الريان. وتبلغ مساحة حوض الوادي حوالي 80 كم^2.

الحدود الزمنية: تمتد حدود وادي الريان الزمنية من العصور القديمة وحتى يومنا هذا. فقد كانت المنطقة مأهولة بالسكان منذ العصر الحجري الحديث، وقد عثر فيها على العديد من المواقع الأثرية التي تعود إلى هذه الفترة. كما كانت المنطقة مركزا للحضارة الرومانية، حيث كانت تقع فيها بلدة بيلا الرومانية.

الحدود البشرية: تسكن منطقة وادي الريان اليوم مجموعة متنوعة من السكان، من العرب والأكراد والشركس. ويعتمد السكان بشكل أساسي على الزراعة وتربية المواشي. كما أن المنطقة تتميز بتنوعها البيئي، حيث تنمو فيها العديد من النباتات والحيوانات.

الحدود الموضوعية: تتميز منطقة وادي الريان بالعديد من الخصائص الموضوعية، منها:

- **الطبيعة الخلابة:** تتميز المنطقة بطبيعتها الخلابة، حيث تنتشر فيها الأشجار والنباتات، وتجري فيها المياه العذبة، وتوجد فيها العديد من الشلالات.
- **التنوع البيئي:** تتميز المنطقة بتنوعها البيئي، حيث تنمو فيها العديد من النباتات والحيوانات، مما يجعلها وجهة سياحية جذابة.
- **الأهمية التاريخية:** تتميز المنطقة بأهمية تاريخية، حيث كانت مركزا للحضارات القديمة.

6.1. مصطلحات الدراسة:

- **مياه برك الأسماك:** تنتج نتيجة عمليات استزراع الأسماك وتربيتها في برك مخصصة لذلك. حيث تتميز هذه المياه بارتفاع محتواها من المواد العضوية والعناصر الغذائية، وتتميز أيضا بانخفاض محتواها من المواد السامة. هذه الخصائص تجعلها مصدرا للري، حيث تساهم في تحسين خصوبة التربة وزيادة الإنتاج الزراعي. تحتوي مياه برك الأسماك على بقايا ومخلفات عضوية تنتجها الأسماك أثناء عمليات إطعامها وتوفير الأكسجين لها، وتُضاف هذه البقايا والمخلفات إلى مياه البركة. بالإضافة إلى ذلك، تحتوي مياه البركة على كميات كبيرة من العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم (Qi وآخرون، 2020 ; Yang، 2006). وتشمل صحة مياه برك الأسماك عمليات الصرف وإزالة النفايات والرواسب والتحكم في الملوحة لضمان جودة المياه والحفاظ على صحة الأسماك وتحسين إنتاج الأسماك في البيئات المائية (Yavuzcan وآخرون، 2016).
- **ظاهرة التغيّر المناخي:** هي حدوث تغيرات في الأنماط الجوية نتيجة ارتفاع انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن الأنشطة البشرية، مثل حرق الوقود الأحفوري. وهذا الأمر يتسبب في ارتفاع درجات الحرارة، تعديل في أنماط الهطول المطري. ولمواجهة هذه الظاهرة، يتطلب الأمر تقليل انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز الوعي بأهمية الحفاظ على البيئة. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تنفيذ استراتيجيات للتكيف مع تأثيرات التغير المناخي، وذلك عبر الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، وزيادة الكفاءة الطاقية، وتعزيز وسائل النقل البيئية، وتطوير نماذج زراعية مستدامة (Ogle وآخرون، 2013). ويشمل التخفيف من تأثير ظاهرة تغير المناخ مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى الحد من الآثار السلبية لتغير المناخ على البيئة محاولة تقليل التأثيرات الضارة لتغير المناخ. تُعرف ظاهرة تغير المناخ على أنها تغييرات في البيئة والمناخ، والتي يمكن أن تكون طبيعية أو ناجمة عن النشاط البشري وتمتد على المدى القصير أو البعيد. ومن بين أهم تأثيراتها ارتفاع درجات الحرارة العالمي، وتغير أنماط هطول الأمطار. إذ تشمل

الإجراءات التي تهدف إلى الحد من هذه التأثيرات ما يلي: تخفيض انبعاثات الغازات ذات التأثير الحراري. وتكييف الأنظمة والبنية التحتية مع التغيرات المناخية. والمحافظة على الموارد الطبيعية (VijayaVenkataRaman وآخرون، 2011).

- **خصائص التربة:** تتميز التربة بمجموعة متنوعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تلعب دورا حاسما في قدرتها على دعم النباتات. من بين أهم خصائص التربة الفيزيائية نجد البنية، والمسامية، والقدرة على احتجاز الماء. أما من بين هذه الخصائص الكيميائية البارزة فتأتي الحموضة، والمحتوى العضوي، والعناصر الغذائية. أما بالنسبة للخصائص الحيوية، فإن محتوى الكائنات الحية الدقيقة يلعب دورا مهما. هذه الخصائص المتنوعة تشكل مجموعة مميزة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تميز كل تربة عن الأخرى وتؤثر بشكل مباشر على قدرتها على دعم النباتات. ويجدر بالذكر أن هذه الخصائص يمكن أن تتأثر بنوعية المياه المستخدمة في عمليات الري. ومن بين الأمثلة على هذه الخصائص تشمل الخواص الفيزيائية مثل حجم حبيبات التربة وبنيتها ومحتواها من الرطوبة، والخواص الكيميائية مثل الحموضة والخصوبة ومحتوى المواد العضوية، والخواص البيولوجية مثل محتوى الكائنات الحية الدقيقة (Alrajhi وآخرون، 2017).

الفصل الثاني
الأدب النظري والدراسات السابقة

1.2. الإطار النظري:

1.1.2 تغير المناخ في العالم:

يعيش العالم تغيرات مناخية كبيرة، وذلك نتيجة للأنشطة البشرية المتزايدة والارتفاع المستمر في انبعاثات غازات الدفيئة. ويتجلى هذا التغير في زيادة درجات الحرارة العالمية، وتزايد تواتر الظواهر الجوية المتقلبة وزيادة في شدتها، فضلاً عن ذوبان الجبال والأنهار الجليدية. وتترتب على هذه التغيرات الأثرية تأثيرات سلبية واسعة النطاق على البيئة. ويشمل ذلك فقداناً متزايداً للتنوع البيولوجي وتهديدات متنوعة تواجه النظم الزراعية وموارد المياه العذبة. وتحمل هذه الظروف التحديات التي تتطلب استجابة فعّالة وسريعة. ولذلك، يعتبر التعاون الدولي أمرا ذا أهمية بالغة في مواجهة هذه التحديات. يجب علينا تقليل انبعاثات الكربون بشكل فعّال، واتخاذ تدابير عاجلة لتكييف البنية التحتية والمجتمعات مع هذا التسارع في تغير المناخ. ويتطلب ذلك التنسيق والجهد المشترك لتحقيق تحولات مستدامة وتأثير إيجابي على مستقبل البيئة والبشرية (Jonas، وآخرون، 2019 ; Althor وآخرون، 2016 ; Heugues وآخرون، 2014).

هناك العديد من الشواهد على تغير المناخ في العالم:

1- ارتفاع درجات الحرارة العالمية: تشير البيانات المستندة إلى الأقمار الصناعية إلى أن متوسط درجة الحرارة العالمية قد ارتفع بمقدار 1.1 درجة مئوية منذ عام 1880.

2- ذوبان الأنهار الجليدية: فقدت الأنهار الجليدية في العالم كمية هائلة من الكتلة الجليدية في السنوات الأخيرة. على سبيل المثال، فقدت غرينلاند 272 مليار طن من الجليد في عام 2022 فقط.

3- ارتفاع مستوى سطح البحر: يرتفع مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الأنهار الجليدية وتوسع المياه في المحيطات بسبب ارتفاع درجة الحرارة. وقد ارتفع مستوى سطح البحر بمقدار 20 سم منذ عام 1880 (Cazenave and Cozannet, 2014; Thompson, 2010).

4- تغير أنماط الطقس: تصبح أنماط الطقس أكثر تطرفا واضطرابا بسبب تغير المناخ. على سبيل المثال، هناك زيادة في العواصف الشديدة والفيضانات والجفاف (Trenberth, 2011).

5- الآثار على البيئة: يؤثر تغير المناخ على جميع جوانب البيئة، بما في ذلك النباتات والحيوانات والموائل الطبيعية. على سبيل المثال، تتغير توزع الأنواع النباتية والحيوانية استجابة لتغير المناخ (McCarty, 2001).

- **معدل التغير في عناصر المناخ**

يختلف من عنصر إلى آخر، ولكن بشكل عام، فإن المعدل مرتفع بشكل غير مسبوق (Kopp et al., 2016). على سبيل المثال، ارتفعت درجة حرارة متوسط سطح الأرض بمقدار 1.1 درجة مئوية (1.9 درجة فهرنهايت) منذ عام 1880، مع تسارع المعدل في السنوات الأخيرة. وفي العقد الماضي، كان متوسط درجة الحرارة العالمية أعلى من أي عقد آخر منذ 1880.

فيما يلي بعض الأمثلة على معدلات التغير في عناصر المناخ:

1- درجة الحرارة: ترتفع درجة حرارة الأرض بشكل أسرع من أي وقت مضى في التاريخ المسجل. منذ عام 1880، ارتفعت درجة حرارة متوسط سطح الأرض بمقدار 1.1 درجة مئوية (1.9 درجة فهرنهايت)، مع تسارع المعدل في السنوات الأخيرة. في العقد الماضي، كان متوسط درجة الحرارة العالمية أعلى من أي عقد آخر منذ 1880 (Scotese وآخرون، 2021).

2- مستوى سطح البحر: يرتفع مستوى سطح البحر بسبب ذوبان الأنهار الجليدية والقطب الشمالي والجبال الجليدية. منذ عام 1901، ارتفع مستوى سطح البحر بمقدار 20 سم (8 بوصات)، مع تسارع المعدل في السنوات الأخيرة (Moon وآخرون، 2018).

3- هطول الأمطار: تزداد كمية هطول الأمطار في بعض المناطق، بينما تقل في مناطق أخرى. على سبيل المثال، زاد هطول الأمطار في شمال غرب المحيط الهادئ، بينما انخفض في جنوب غرب الولايات المتحدة (Dore, 2005).

4- الظواهر الجوية المتطرفة: تزداد شدة وتكرارية الظواهر الجوية المتطرفة، مثل موجات الحر والأعاصير والفيضانات.

5- من المتوقع أن تستمر مستويات غازات الدفيئة في الارتفاع، مما سيؤدي إلى استمرار ارتفاع درجة حرارة الأرض وتفاقم آثار تغير المناخ. من الضروري أن نتخذ إجراءات لخفض انبعاثات غازات الدفيئة وحماية الكوكب من آثار تغير المناخ (Kumar وآخرون، 2020).

2.1.2 تغير المناخ في الأردن:

واجه الأردن عواقب تغير المناخ، الذي يتميز بارتفاع درجات الحرارة وزيادة في صعوبة التنبؤ بالطقس. ولهذه التحولات آثار سلبية على الموارد المائية، حيث يشكل انخفاض هطول الأمطار واستنزاف الينابيع تهديدا كبيرا للأمن المائي. بالإضافة إلى ذلك، يفرض تغير المناخ ضغوطا على الزراعة والأصول الطبيعية، مما يؤدي إلى تفاقم المخاوف البيئية والتنوع البيولوجي. واستجابة لذلك، تسعى الحكومة الأردنية بنشاط إلى اتباع استراتيجيات للتكيف مع تغير المناخ والمشاركة بنشاط في المبادرات الرامية إلى الحد من انبعاثات الكربون (Al-Qinna وآخرون، 2011 ; EcoPeace Middle East، 2019 ; Lepkova، 2021).

يوجد العديد من الشواهد على تغير المناخ في الأردن:

يعاني الأردن من آثار تغير المناخ بشكل كبير، حيث يعد من أكثر الدول تأثرا بتغير المناخ في العالم (Al Qatarneh et al., 2018; Rajsekhar, Gorelick, 2017). ومن أبرز الشواهد على تغير المناخ في الأردن ما يلي:

1- ارتفاع درجات الحرارة: ارتفعت درجة حرارة الأردن بمقدار 1.5 درجة مئوية (2.7 درجة فهرنهايت) منذ عام 1880، مع تسارع المعدل في السنوات الأخيرة. ويعد هذا المعدل أعلى من المعدل العالمي.

2- انخفاض هطول الأمطار: انخفض هطول الأمطار في الأردن بنسبة 10٪ منذ عام 1950. ويعد هذا الانخفاض أكثر حدة في المناطق الشمالية والغربية من البلاد.

3- زيادة شدة وتكرارية الظواهر الجوية المتطرفة: زادت شدة وتكرارية الظواهر الجوية المتطرفة في الأردن، مثل موجات الحر والفيضانات.

وقد تسببت هذه التغيرات المناخية في العديد من الآثار السلبية على الأردن، بما في ذلك:

1- انخفاض الإنتاج الزراعي: يؤدي انخفاض هطول الأمطار وزيادة درجات الحرارة إلى انخفاض الإنتاج الزراعي في الأردن، مما يؤثر على الأمن الغذائي للسكان.

2- زيادة تلوث الهواء والماء: يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة تلوث الهواء والماء، مما يؤثر على الصحة العامة.

3- هجرة السكان: تؤدي آثار تغير المناخ إلى هجرة السكان من المناطق المتضررة، مما يشكل تحديًا للتنمية المستدامة.

3.1.2 تغير المناخ في منطقة الدراسة:

تواجه منطقة الأغوار الشمالية في الأردن تحديات كبيرة نتيجة لتغير المناخ. تتميز المنطقة بمناخ شبه استوائي وتشهد زيادة في درجات الحرارة وانخفاض كميات الأمطار (Hasan وآخرون، 2022؛ Abdulla، 2019).

تتسبب هذه الاتجاهات الحالية في تأثيرات سلبية متعددة، مثل انخفاض إنتاجية المحاصيل بسبب ارتفاع درجات الحرارة وتقلبات الهطول، مما يشكل تهديدا للأمن الغذائي ويضر بالموارد المائية بسبب نقص الأمطار والزراعة المكثفة. وتترتب على هذه التحديات تداولات سلبية أخرى، مثل نضوب المياه الجوفية ونقص المياه الزراعية. بالإضافة إلى ذلك، يزيد ارتفاع درجات الحرارة من خطر الكوارث الطبيعية مثل الجفاف والفيضانات، مما يتسبب في خسائر كبيرة في الممتلكات والبنية التحتية، ويهدد الأرواح البشرية (Abu-Sharar وآخرون، 2012). ولذلك تتخذ الحكومة الأردنية إجراءات لمواجهة تحديات تغير المناخ في الأغوار الشمالية، مثل تحسين أنظمة الري وتعزيز الزراعة المستدامة، وتعزيز القدرة على التكيف مع الكوارث الطبيعية. ومع ذلك، تظل هذه الإجراءات غير كافية للتصدي للتحديات الكبيرة، وتبرز الحاجة الملحة إلى تكثيف الجهود الدولية. ويجب أن تشمل هذه الجهود التزاما بخفض انبعاثات غازات الدفيئة وتعزيز التعاون الدولي لدعم الإجراءات المحلية وتعزيز الاستدامة في المنطقة (Shamout وآخرون، 2020). حيث تتطلب تحديات تغير المناخ في منطقة الأغوار الشمالية استراتيجيات شاملة وجهودا مشتركة من قبل المجتمع الدولي للحفاظ على استدامة البيئة وضمان استمرارية الحياة في هذه المنطقة الحيوية.

تعاني الأغوار الشمالية من آثار تغير المناخ بشكل حاد، حيث تعد من أكثر المناطق تأثرا بتغير المناخ في الأردن (Oroud، 2008).

الشواهد على تغير المناخ في الأغوار الشمالية (Hasan; Lucke et al., 2008 وآخرون، 2022) ما يلي:

1- ارتفاع درجات الحرارة: ارتفعت درجة حرارة الأغوار الشمالية بمقدار 2.5 درجة مئوية (4.5 درجة فهرنهايت) منذ عام 1880، مع تسارع المعدل في السنوات الأخيرة. ويعد هذا المعدل أعلى من المعدل الوطني.

2- انخفاض هطول الأمطار: انخفض هطول الأمطار في الأغوار الشمالية بنسبة 20٪ منذ عام 1950. ويعد هذا الانخفاض أكثر حدة من الانخفاض العام في الأردن.

3- زيادة شدة وتكرارية الظواهر الجوية المتطرفة: زادت شدة وتكرارية الظواهر الجوية المتطرفة في الأغوار الشمالية، مثل موجات الحر والفيضانات.

وفيما يلي بعض الأمثلة المحددة لآثار تغير المناخ في الأغوار الشمالية:

1- تراجع زراعة الحبوب: تراجعت زراعة الحبوب في الأغوار الشمالية بشكل كبير، حيث انخفضت المساحة المزروعة بالقمح بنسبة 80٪ منذ عام 1950 (Jaradat, 1991).

2- انتشار الجفاف: أصبح الجفاف أكثر شيوعا في الأغوار الشمالية، حيث حدثت موجات جفاف شديدة في السنوات الأخيرة (Aladaileh وآخرون، 2019).

3- تراجع الحياة المائية: تراجعت الحياة المائية في الأغوار الشمالية، حيث انخفضت كمية المياه في الأنهار والينابيع (Hillel وآخرون، 2015).

إجراءات للتصدي لتغير المناخ في الأغوار الشمالية

اتخذت الحكومة الأردنية الإجراءات التالية:

1- إطلاق برنامج تنمية الأغوار الشمالية: أطلقت الحكومة الأردنية برنامج تنمية الأغوار الشمالية في عام 2012، بهدف تحسين الظروف المعيشية للسكان وتعزيز استدامة التنمية في المنطقة.

2- دعم مشاريع التكيف مع تغير المناخ: دعمت الحكومة الأردنية العديد من المشاريع التي تهدف إلى التكيف مع تغير المناخ في الأغوار الشمالية، مثل مشاريع إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة ومشاريع تحسين كفاءة استخدام المياه.

3- زيادة الاستثمار في مشاريع التكيف مع تغير المناخ: تحتاج الحكومة الأردنية إلى زيادة الاستثمار في مشاريع التكيف مع تغير المناخ في الأغوار الشمالية، لمساعدة السكان على التكيف مع الآثار السلبية للتغير المناخ.

تعاني الأغوار الشمالية في الأردن من تأثيرات واضحة لتغير المناخ، بما في ذلك ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض هطول الأمطار، مما يسفر عن جفاف التربة ونقص المياه وزيادة شدة هطول الأمطار وزيادة معدل التبخر (الشكل 1)، مما يؤدي إلى انتشار الآفات والأمراض الزراعية وتقليل الإنتاجية الزراعية (Combaz, 2019 ; Abu-Allaban وآخرون، 2015).

شكل (1): يُظهر تغير كبير في مستوى المياه بين عام 1920 (الصورة على اليمين) وعام 2023 (الصورة على اليسار) في قناة الغور الشرقية لنهر الأردن، وذلك نتيجة للتغير المناخي (Kool، 2016).

ومن الآثار المترتبة على تغير المناخ في الأغوار الشمالية ما يلي: تغير المناخ في الأغوار الشمالية يتسبب في العديد من الآثار السلبية على الأغوار الشمالية والتي يمكن تلخيصها في النقاط التالية:

1- انخفاض الإنتاجية الزراعية: تعتمد الأغوار الشمالية بشكل أساسي على الزراعة، حيث تساهم في توفير الغذاء والدخل لسكان المنطقة. ومع تغير المناخ، تتعرض المحاصيل الزراعية في المنطقة لتهديدات عديدة، مثل الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة، وزيادة مخاطر الآفات والأمراض (Al Haija، 2010). كل هذه العوامل تؤدي إلى انخفاض الإنتاجية الزراعية، مما يؤثر على الأمن الغذائي للسكان.

2- هجرة السكان: يضطر العديد من سكان الأغوار الشمالية إلى الهجرة إلى المناطق الأخرى بسبب الآثار السلبية لتغير المناخ. فمع انخفاض الإنتاجية الزراعية، يفقد السكان مصدر دخلهم الرئيسي، مما يدفعهم إلى

البحث عن فرص عمل في المناطق الأخرى. كما أن ارتفاع درجات الحرارة وزيادة مخاطر الكوارث الطبيعية تجعل الحياة في الأغوار الشمالية أكثر صعوبة، مما يدفع السكان إلى الهجرة بحثًا عن بيئة أكثر استقرارًا.

3- زيادة معدلات الفقر: يؤدي انخفاض الإنتاجية الزراعية والهجرة السكانية إلى زيادة معدلات الفقر في الأغوار الشمالية. فمع فقدان مصدر الدخل الرئيسي، يجد العديد من السكان صعوبة في توفير احتياجاتهم الأساسية، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى معيشتهم (Al-Weshah، 2000).

4- تراجع الحياة البرية: يؤدي انخفاض هطول الأمطار وزيادة درجات الحرارة إلى تراجع الحياة البرية في الأغوار الشمالية، مما يؤثر على التنوع الحيوي.

تؤثر هذه الآثار السلبية بشكل مباشر على الأمن الغذائي والتركيبة السكانية وسبل العيش في الأغوار الشمالية. فانخفاض الإنتاجية الزراعية يؤدي إلى نقص الغذاء، مما يؤثر على الأمن الغذائي للسكان. كما تؤدي الهجرة السكانية إلى تغيير التركيبة السكانية في المنطقة، مما يؤثر على الخدمات الاجتماعية والاقتصادية. وزيادة معدلات الفقر تؤدي إلى زيادة الاحتياجات الإنسانية في المنطقة، مما يتطلب بذل المزيد من الجهود لتوفير الدعم للسكان (Qtaishat وآخرون، 2023).

لمواجهة هذه الآثار السلبية، هناك حاجة إلى اتخاذ إجراءات متعددة، منها:

1- الاستثمار في تقنيات الزراعة المستدامة: يمكن أن تساعد تقنيات الزراعة المستدامة في التخفيف من آثار تغير المناخ على الإنتاجية الزراعية. ومن الأمثلة على هذه التقنيات زراعة المحاصيل التي تتحمل الجفاف وارتفاع درجات الحرارة، واستخدام أنظمة الري الفعالة، وإدارة التربة بشكل مستدام.

2- توفير فرص عمل بديلة: يمكن أن تساعد توفير فرص عمل بديلة في الأغوار الشمالية في الحد من هجرة السكان. ومن الأمثلة على هذه الفرص العمل في الخدمات، والسياحة.

3- دعم برامج التنمية الاجتماعية: يمكن أن تساعد برامج التنمية الاجتماعية في تخفيف آثار الفقر في الأغوار الشمالية. ومن الأمثلة على هذه البرامج برامج التأمين الاجتماعي، والتعليم، والصحة.

تتطلب هذه الإجراءات التعاون بين مختلف الجهات المعنية، بما في ذلك الحكومات، والمنظمات الدولية، والقطاع الخاص، والمجتمع المدني.

4- إجراءات التكيف مع آثار تغير المناخ في منطقة الدراسة: تسعى الحكومة الأردنية في الأغوار الشمالية إلى التكيف مع تأثيرات تغير المناخ من خلال إنشاء سدود وخزانات لتخزين المياه، وتطوير أنظمة الري الحديثة، وتشجيع زراعة المحاصيل المقاومة للجفاف. يتطلب هذا التكيف تعاونا مشتركا بين الحكومة والمجتمع المدني والقطاع الخاص لحماية المنطقة من تأثيرات تغير المناخ (Freiwan and Kadioğlu، 2007 ; Al-Omari وآخرون، 2014 ; Al Qudah وآخرون، 2021).

- التخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي في منطقة الدراسة

يُعدّ تغير المناخ أحد أهم التحديات التي تواجه الزراعة في الأغوار الشمالية. وهناك مجموعة من الإجراءات التي يمكن اتخاذها للتخفيف من تأثيرات تغير المناخ على خصائص التربة المروية بمياه برك الأسماك، وحماية الأمن الغذائي في منطقة الدراسة (Al-Zu'bi، 2016)، من أهمها:

- زراعة المحاصيل التي تتحمل الجفاف وملوحة التربة: يمكن أن يساعد اختيار المحاصيل التي تتحمل الجفاف وملوحة التربة في التخفيف من تأثيرات تغير المناخ على خصائص التربة.
- استخدام تقنيات الري الحديثة: يمكن أن يساعد استخدام تقنيات الري الحديثة، مثل الري بالتنقيط، في تقليل كمية المياه المستخدمة في الري، مما سيساعد في الحفاظ على مستويات المياه الجوفية.
- ممارسات الزراعة المستدامة: يمكن أن يساعد تطبيق ممارسات الزراعة المستدامة، مثل زراعة المحاصيل الحولية في الدورة الزراعية، في الحفاظ على خصوبة التربة

تواجه الأغوار الشمالية في الأردن تحديات كبيرة بسبب تغير المناخ، حيث تتعرض المنطقة لارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض هطول الأمطار، وزيادة مخاطر الجفاف والفيضانات. هذه العوامل تؤثر سلبًا على الإنتاجية الزراعية، مما يؤدي إلى انخفاض الأمن الغذائي، وهجرة السكان، وزيادة معدلات الفقر (Al Qudah وآخرون، 2021).

لمواجهة هذه التحديات، هناك حاجة إلى اتخاذ إجراءات للتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي في الأغوار الشمالية. ومن أهم هذه الإجراءات ما يلي:

- التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة: يمكن أن يساعد التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المنطقة.
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة: يمكن أن يساعد تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنازل والشركات في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أيضا.
- دعم وتطوير مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة: يمكن أن يساعد دعم البحث والتطوير في مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في تطوير تقنيات جديدة تساعد في الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Abolhosseini وآخرون، 2014).

فيما يلي بعض الأمثلة على المشاريع التي يمكن أن تساعد في التخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي في الأغوار الشمالية:

- مشروع تركيب الألواح الشمسية على أسطح المنازل: يمكن أن يساعد هذا المشروع في توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وبالتالي تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.
- مشروع تطوير أنظمة الري الفعالة: يمكن أن تساعد هذه الأنظمة في ترشيد استهلاك المياه، وبالتالي تقليل مخاطر الجفاف.
- مشروع إنشاء محميات طبيعية: يمكن أن تساعد هذه المحميات في حماية التنوع البيولوجي في المنطقة، وبالتالي التخفيف من آثار تغير المناخ على البيئة.

تحتاج هذه المشاريع إلى دعم من مختلف الجهات المعنية، بما في ذلك الحكومات، والمنظمات الدولية، والقطاع الخاص، والمجتمع المدني.

بالإضافة إلى هذه المشاريع، هناك حاجة إلى تحسين التوعية العامة حول تغير المناخ وأهمية التخفيف من آثاره. ويمكن أن يساعد ذلك في تغيير أنماط الاستهلاك والسلوكيات التي تساهم في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Von Borgstede وآخرون، 2013).

الفرق بين التكيّف مع آثار تغير المناخ والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي

- التكيف مع آثار تغير المناخ هو مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى جعل النظم الطبيعية والبشرية أكثر قدرة على تحمل الآثار السلبية لتغير المناخ. ويشمل ذلك اتخاذ إجراءات لتحسين المرونة والاستجابة للظواهر الجوية المتطرفة، وإدارة الموارد الطبيعية بشكل أكثر استدامة، وتطوير تقنيات جديدة لمواجهة التغيرات في المناخ.
- التخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي هو مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى الحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وبالتالي إبطاء وتيرة تغير المناخ. ويشمل ذلك تطوير مصادر الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتغيير أنماط الاستهلاك.

يركز التكيف على كيفية التعامل مع الآثار السلبية لتغير المناخ الذي تحدث بالفعل، بينما يركز التخفيف على منع حدوث هذه الآثار من الأساس. عموما التكيف مع آثار تغير المناخ ضروري لحماية المجتمعات من الآثار السلبية التي تحدث بالفعل، بينما التخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي ضروري لضمان مستقبل أكثر استدامة للبشرية.

فيما يلي بعض الأمثلة على التكيف مع آثار تغير المناخ:

- بناء السدود والحواجز للحماية من الفيضانات.
- زراعة المحاصيل التي تتحمل الجفاف وارتفاع درجات الحرارة.
- تطوير أنظمة الري الفعالة.
- تطوير تقنيات جديدة لإدارة المياه.

فيما يلي بعض الأمثلة على التخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي:

- التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.
- تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المنازل والشركات.
- دعم وتطوير مجال الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة.

تحتاج البلدان إلى اتخاذ إجراءات في كلا المجالين، التكيف مع آثار تغير المناخ والتخفيف من ظاهرة التغيّر المناخي، من أجل مواجهة التحديات التي يفرضها تغير المناخ (Ghoneem، 2016).

4.1.2. تأثير تغير المناخ على خصائص التربة المروية بمياه برك الاسماك في منطقة الدراسة

تُعدّ الأغوار الشمالية من أهم المناطق الزراعية في الأردن، حيث تُزرع فيها المحاصيل الصيفية والشتوية، وتُستخدم مياه برك الأسماك في ريها. ومع تغير المناخ، من المتوقع أن تتعرض خصائص التربة المروية بمياه برك الأسماك في الأغوار الشمالية إلى مجموعة من التأثيرات، من أهمها انخفاض محتوى التربة من المواد العضوية، من المتوقع أن تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى زيادة معدل تحلل المواد العضوية في التربة، مما سيؤدي إلى انخفاض محتوى التربة منها. وزيادة ملوحة التربة، من المتوقع أن تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى زيادة معدل التبخر، مما سيؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح في التربة. وزيادة حموضة التربة، من المتوقع أن تؤدي زيادة درجات الحرارة إلى زيادة معدل التحلل العضوي (هو عملية حيوية تُجريها البكتيريا والفطريات، حيث تتحلل المواد العضوية إلى مركبات بسيطة، وتتمثل هذه العملية في تكسير الجزيئات العضوية إلى مواد أكثر تواتراً، ما يسهم في دورة تدوير العناصر الحيوية في البيئة وتوفير المواد الغذائية للكائنات الحية)، مما سيؤدي إلى زيادة حموضة التربة. هذه التأثيرات تؤدي إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الزراعية في الأغوار الشمالية، وهذا بدوره يؤثر سلبا على الأمن الغذائي في الأردن (Al-Adamat وآخرون، 2007).

- **مكونات مياه برك الأسماك في منطقة الدراسة**

تكون مكونات مياه برك الأسماك في منطقة الدراسة متنوعة وتتأثر بعدة عوامل. وتشمل هذه العوامل:

1. العوامل **الفيزيائية:** تلعب درجة حرارة المياه دورا في صحة ونشاط الأسماك. وتعكس شفافية المياه قدرة على نقل الضوء، وتأثيراتها على نظام الإنارة والنمو الطبيعي للنباتات المائية.
2. العوامل **الكيميائية:** وتشمل مستويات الأكسجين المذابة والتي تكون ضرورية للحياة النباتية والحيوانية في المياه، وتؤثر على صحة الأسماك. وكذلك معدل الحموضة (pH) الذي يؤثر على قدرة الأسماك على استيعاب العناصر الغذائية ويتأثر بالعمليات البيولوجية والكيميائية.
3. العوامل **البيولوجية:** تلعب الطحالب والنباتات المائية دورا في توفير الغذاء والأوكسجين للأسماك. ويمكن أن تؤثر المستويات البكتيرية على جودة المياه وصحة الأسماك.
4. **الملوثات الكيميائية والفضلات:** قد تكون نتيجة للنشاط البشري وتؤثر على صحة الأسماك والبيئة المائية.

يجب مراقبة وتقييم هذه المكونات باستمرار لضمان بيئة مائية صحية وملائمة لنمو وازدهار أسماك المنطقة، ويمكن أن تتضمن هذه الجهود فحوصات منتظمة وتنظيم مستويات الملوثات وتحسين التخطيط لاستخدام المياه والمحافظة على التنوع البيولوجي في النظام المائي (Zhang وآخرون، 2019 ; Frimpong وآخرون، 2014). تعتبر نوعية المياه حيوية لتربية الأسماك، بتحليل متغيرات المياه المختلفة. يُعزى ارتفاع مستويات الفوسفات والنترات إلى الجريان السطحي وإضافة السماد العضوي. وللحد من هذا التلوث العضوي، من المستحسن الحد من الوصول إلى روث الماشية والدواجن (Kiran، 2010).

2.2. الدراسات السابقة:

1.2.2. الدراسات العربية:

– ثائر هاشم عبد الرحمن عبد القادر (2012) في دراسة بعنوان "تأثير التغيرات المناخية على واقع المحاصيل التصديرية في منطقة شمال الضفة الغربية وغور الأردن". وكان الهدف تحديد تأثير تغير المناخ على المحاصيل في مناطق الزراعة المحمية في الضفة الغربية ودراسة تأثير ذلك على إنتاجية وربحية هذه المحاصيل، مع التركيز على المزارعين الذين يطبقون نظام "GLOBALGAP". وكانت المنهجية: تم جمع البيانات من 150 مزارعا

باستخدام استبيان، وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج SAS. تم تطبيق النهج الوصفي لفهم تأثير المناخ على الإنتاج وممارسات المزارعين في المناطق المستهدفة. وأظهرت نتائج الدراسة تأثيرا واضحا لتغير المناخ على العوامل المناخية الرئيسية، مع زيادة في درجات الحرارة وانخفاض في كمية الأمطار. كما أظهرت النتائج تأثيرا على ممارسات المزارعين، مثل تغيير فترة الزراعة وزيادة استخدام المبيدات. وأوصت الدراسة تطوير أصناف مقاومة لتغير المناخ، وكما تُشجع على تعزيز تطبيق نظام GOBALGAP لتحسين جودة المنتج وتقليل تكاليف الإنتاج.

- Al-Shallash (2007) في دراسة بعنوان "تأثير اعادة استخدام مياه صرف برك تربية الأسماك على انتاج نباتات بنجر السكر". وكان الهدف تحديد تأثير إعادة استخدام مياه البرك السمكية على إنتاج الشمندر. وكانت المنهجية تصميم تجربة لتقييم تأثير إعادة استخدام مياه البرك السمكية وتفاعلها مع الأسمدة المستخدمة على إنتاج الشمندر، مع التركيز على قيم الأسمدة النيتروجينية المختلفة. وتشير النتائج إلى أن إعادة استخدام مياه البرك السمكية تسهم في تقليل الحاجة إلى استخدام الأسمدة الكيميائية وتعزز صحة التربة من خلال زيادة محتوى المواد العضوية ونشاط الكائنات الميكروبية. يعتبر إعادة استخدام مياه البرك السمكية وسيلة مربحة وبيئية لتصريف فائض المياه الناتجة عن تربية الأسماك، مما يساهم في تحسين استدامة الأنظمة الزراعية والبيئية. وأن الشمندر المروي بمياه البرك السمكية أظهر زيادات معنوية في وزن الجذور وتركيز السكر. وتشير توصيات الدراسة إلى أن إعادة استخدام مياه البرك السمكية يمكن أن تكون استراتيجية فعّالة لتعزيز إنتاج الشمندر وتحسين الاستدامة البيئية والاقتصادية لتربية الأسماك والزراعة، وتُشير إلى أهمية إعادة استخدام المياه خاصة في المناطق الجافة.

2.2.2. الدراسات الأجنبية:

- Lychuk وآخرون (2021) في دراسة بعنوان "نمذجة آثار تغير المناخ، والمدخلات الزراعية، وتنوع المحاصيل، والبيئة على النيتروجين والفوسفور في التربة: دراسة حالة في ساسكاتشوان، كندا" وكان هدف الدراسة تقييم التأثير المتبادل لتغير المناخ، والمداخل الزراعية، وتنوع المحاصيل، والبيئة على نترات النيتروجين في التربة (NO_3^-

N) وفوسفور التربة (P) في كندا. وكانت منهجية الدراسة استخدام نموذج (EPIC) لتقييم تأثير تغير المناخ على NO_3–N وP، وتم تحديث النموذج باستخدام معلومات إدارة الحقول المستمدة من دراسة (ACS) لمدة 19 عاما. وأظهرت النتائج زيادة بنسبة 28% في فقدان NO_3–N في المياه الزراعية نتيجة لتغير المناخ، مقارنة بالأحوال الجوية التاريخية. في الوقت نفسه، شهد محتوى P انخفاضا بنسبة 12% تحت تأثير التغير المناخي، حيث انخفض هطول الأمطار الصيفية بنسبة 12%. وأظهرت التحليلات أن مجتمع المحاصيل المتنوع يلعب دورا بارزا في تقليل تسرب NO_3–N وانخفاض محتوى P تحت ظروف التغير المناخي. وتشير توصيات الدراسة إلى ضرورة تكامل استراتيجيات التحكم في تأثير تغير المناخ على الزراعة، مع التركيز على تعزيز مجتمع المحاصيل المتنوع، خاصةً تلك التي تجمع بين المداخل الزراعية المنخفضة وتنوع المحاصيل السنوية. يعتبر هذا التوجه الزراعي خطوة نحو تحقيق استدامة عالية وتعزيز القدرة على التكيف مع تغيرات المناخ المتوقعة.

- Ndagi وآخرون (2020) في دراسة بعنوان "استكشفت تأثير ري المحاصيل الزراعية بمياه الصرف الناتجة عن برك الأسماك على خصائص التربة والمحاصيل خلال موسم الجفاف". تهدف الدراسة إلى تحسين جودة التربة وتقليل تلوث المياه العالقة بالتربة. وكانت المنهجية تحليل الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة، ومتابعة نمو النباتات وإنتاج الذرة والبامية. وأوضحت النتائج أن استخدام مياه برك الأسماك في الري يعزز إيجابياً صفات التربة وأداء النباتات. تنصح الدراسة بالاستفادة من مياه برك الاسماك في الري، وضرورة وضع إرشادات وسياسات للري باستخدام مياه الصرف لتحسين جودة التربة وزيادة إنتاج المحاصيل دون التأثير السلبي على المياه والبيئة.

- Musa وآخرون (2020) في دراسة بعنوان "تأثير الفضلات من برك الأسماك على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في جنوب غينيا السافانا، نيجيريا". وتركزت أهداف الدراسة على فحص تأثير مياه الصرف من بحيرة الأسماك على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في مناطق محددة في نيجيريا، بالإضافة إلى استكشاف العلاقة بين هذه المياه والتربة المحيطة بها. وكانت المنهجية تم جمع عينات من المياه والتربة،

بالإضافة إلى عينات من أعلاف الأسماك، وتم تحليلها باستخدام الإجراءات القياسية. وأظهرت نتائج الدراسة أن مياه الصرف من مزارع الأسماك لها تأثير إيجابي على خصوبة التربة، وتم التأكيد على ضرورة معالجة هذه المياه قبل استخدامها في الري، بهدف تجنب أي تأثيرات سلبية محتملة. وكانت توصيات الدراسة تشير إلى أن مياه الصرف الصحي من مزارع الأسماك تُعتبر مصدرا مستداما للعناصر الغذائية، ولكنها تحتاج إلى استخدام حذر ورعاية في التطبيق العملي.

- Hartono وآخرون (2016) في دراسة بعنوان: "التغيرات في بعض الخواص الكيميائية للتربة وإنتاج البطاطا الحلوة، المعالجة بمياه ورواسب بركة السمك في بوجور، إندونيسيا." وهدفت الدراسة إلى فحص تأثير استخدام مياه ورواسب برك الأسماك على إنتاج البطاطا الحلوة في بوجور، إندونيسيا. وكانت منهجية الدراسة استخدام تصميم كامل العشوائية لتحليل مياه ورواسب برك الأسماك، ومزيج منهما، بالإضافة إلى التحكم باستخدام الأسمدة التقليدية. تم جمع عينات التربة وتحليلها، ثم حصدت البطاطا الحلوة بعد أربعة أشهر. وكانت النتائج: أظهرت مياه ورواسب حوض السمك تحسيناً في خصائص التربة مع ارتفاع مستويات النيتروجين والفوسفور. كما سجل استخدام مزيج المياه والرواسب أفضل أداء في إنتاج البطاطا الحلوة. وتوصي الدراسة استخدام مزيج من مياهه ورواسب حوض السمك كسماد لتحسين إنتاج البطاطا في المنطقة.
- Guong وآخرون (2012) في دراسة بعنوان "تربية الأحياء المائية والإنتاج الزراعي في دلتا نهر الميكونج وتأثيراتها على تلوث التربة والمياه بالمغذيات". وكان الهدف دراسة تأثير التكثيف في إنتاج الأرز وتربية سمك الروبيان على التربة والمياه في دلتا ميكونج في فيتنام لتحسين الاستدامة البيئية. وكانت المنهجية: المراقبة باستخدام تحاليل جودة المياه والتربة. وأظهرت النتائج أن أنظمة تربية سمك الروبيان المستدامة أفضل أداء بيئياً فيما يتعلق بجودة التربة والمياه مقارنة بأنظمة تربية الروبيان المكثفة. تشير الدراسة إلى أن دورة الأرز مع المحاصيل الجافة وإضافة السماد العضوي تعتبر أفضل الممارسات للحفاظ على خصوبة التربة. وأوصت الدراسة بتعزيز أنظمة تربية سمك الروبيان المستدامة، بالإضافة إلى تبني دورات زراعية متنوعة واستخدام السماد

العضوي لتحسين جودة التربة وتعزيز إنتاج الأرز. ويُشدد على ضرورة تقليل استخدام الأسمدة الفوسفاتية في المناطق ذات زراعة الخضروات لتحسين استدامة الموارد وتقليل تكاليف الإنتاج.

- Osaigbovo وآخرون (2010) في دراسة بعنوان "تأثير مياه برك الأسماك في بعض الخواص الكيميائية للتربة والنمو الخضري لنبات الذرة الصفراء (Zea mays L)". وكان الهدف تقييم تأثير مياه برك الأسماك على نمو الذرة في تربة ultisol. وكانت المنهجية إجراء تجربتان في كل من دورتي زراعة في الدفيئة. وأظهرت النتائج انخفضت المادة العضوية للتربة والنيتروجين والحموضة القابلة للتبادل وسعة التبادل الكاتيوني الفعّال بشكل ملحوظ في دورة الزراعة الأولى، وارتفع البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم. وازداد ارتفاع النبات ومحيط الجذع والوزن الجاف بشكل ملحوظ مع زيادة تركيز مياه الصرف الصحي، وكانت مساحة الأوراق وعدد الأوراق أفضل في دورة الزراعة الثانية مع زيادة التركيز المتبقي لمياه الصرف الصحي. وأوصت الدراسة تنفيذ مزيد من الدراسات لتحديد أفضل تركيز لمياه الصرف الصحي للاستخدام في الزراعة.
- Ibrahim وآخرون (2010) في دراسة بعنوان "مراجعة شاملة للاستخدامات المتعددة للمياه في الزراعة المتكاملة لتربية الأحياء المائية بناءً على التجارب الدولية والوطنية". وكان الهدف تقييم فوائد أنظمة الزراعة المائية المتكاملة بالبرك (AIAS) في معالجة نقص المياه ونقص الأمن الغذائي وتغير المناخ. واتبعت المنهجية مراجعة الأدبيات والبحث الميداني. وأظهرت النتائج تميز أنظمة AIAS بالعديد من الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. وتساعد أنظمة AIAS في زيادة الإنتاجية ودخل المنتجين وخصوبة التربة والحفاظ على النظم البيئية والتكيف مع التغيرات البيئية. وأوصت الدراسة بتطوير وتعزيز توسع تناوب القمح والأسماك وأنظمة AIAS القائمة على البرك.
- Mizanur وآخرون (2004) في دراسة بعنوان "الاستخدام الزراعي لرواسب برك الأسماك لتحسين البيئة". وكان هدف الدراسة تسليط الضوء على قيمة الأحياء المائية ودراسة فعالية استخدامها في الزراعة المستدامة. وكان المنهجية استخدام أساليب بحثية لتحليل تأثير تراكم الرواسب في البرك السمكية وتقييم الفوائد والتحديات المرتبطة

بها. وأوضحت النتائج البرك غنية بالمواد الغذائية ويمكن استخدامها كمكمل للسماد، وبالتالي تقليل الأثر البيئي وتحسين الاقتصاد في نظم الزراعة المتكاملة. وتوصي الدراسة ضرورة تطوير إدارة فعّالة للتربة وتشجيع استخدام مياه البرك السمكية في الزراعة كوسيلة لتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

3.2.2. التعقيب على الدراسات السابقة:

تشير دراسة ثائر هاشم عبد الرحمن عبد القادر (2012) إلى تأثيرات التغيرات المناخية على المحاصيل التصديرية في منطقة شمال الضفة الغربية وغور الأردن. من خلال استخدام منهجية شاملة تشمل جمع بيانات من 150 مزرعة، ونهج الوصفي لتحليل تأثير المناخ على الإنتاج وممارسات المزارعين، أظهرت الدراسة تأثيرا واضحا لتغير المناخ على العوامل المناخية الرئيسية، مما أدى إلى تغييرات في ممارسات المزارعين. يُوصي على تطوير أصناف مقاومة لتغير المناخ وتعزيز تطبيق نظام GLOBALGAP لتحسين جودة المنتج وتقليل تكاليف الإنتاج.

تبين دراسة Al-Shallash (2007) تأثير استخدام مياه صرف برك تربية الأسماك على إنتاج نباتات بنجر السكر، حيث توفر الدراسة رؤية إيجابية حول استفادة إعادة استخدام مياه البرك السمكية. بفضل التصميم التجريبي والتركيز على التفاعل مع الأسمدة، أظهرت النتائج أن إعادة استخدام مياه البرك السمكية تسهم في تقليل الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية وتحسين صحة التربة. تشير الدراسة إلى أن إعادة استخدام مياه البرك السمكية يمكن أن تكون استراتيجية فعّالة لتعزيز إنتاج الشمندر وتحسين الاستدامة البيئية والاقتصادية لتربية الأسماك والزراعة، مع التأكيد على أهمية إعادة استخدام المياه في المناطق الجافة.

تُظهر دراسة Lychuk وآخرون (2021) حول تأثير تغير المناخ والمداخل الزراعية على نترات النيتروجين وفوسفور التربة في كندا، أهمية تكامل استراتيجيات التحكم في تأثيرات تغير المناخ على الزراعة. يُظهر النموذج

(EPIC)[3] زيادة بنسبة 28% في فقدان نترات النيتروجين في المياه الزراعية نتيجة لتغير المناخ، مع انخفاض بنسبة 12% في محتوى الفوسفور بسبب تقليل هطول الأمطار الصيفية. ويُشير التحليل إلى أهمية المحاصيل المتنوع في تقليل تسرب النيتروجين وانخفاض محتوى الفوسفور في ظل تغير المناخ. توصي الدراسة ضرورة التركيز على تعزيز المحاصيل المتنوعة، خاصة تلك التي تجمع بين المداخل الزراعية المنخفضة وتنوع المحاصيل السنوية، وهو اتجاه يساهم في تحقيق استدامة عالية وتعزيز القدرة على التكيف مع تغيرات المناخ.

توضح دراسة Ndagi وآخرون (2020) أهمية استخدام مياه برك الأسماك في ري المحاصيل وتأثيره على خصائص التربة وأداء النباتات خلال فترة الجفاف. تظهر النتائج تحسينا إيجابيا في صفات التربة وإنتاج المحاصيل. يبرز التوجيه نحو استفادة فعّالة من مياه برك الأسماك في الري، وتشدد الدراسة على ضرورة وضع إرشادات لتعزيز جودة التربة وزيادة إنتاج المحاصيل، وذلك دون التأثير السلبي على الموارد المائية والبيئة. تسهم هذه الاستنتاجات في تعزيز استدامة الزراعة وتحقيق توازن بين الإنتاج الزراعي وحماية البيئة.

تبين دراسة Musa وآخرون (2020) تأثير فضلات برك الأسماك على خصائص التربة في جنوب نيجيريا. أشارت النتائج إلى تأثير إيجابي لمياه البرك من مزارع الأسماك على خصوبة التربة، وأكدت الدراسة على أهمية معالجة هذه المياه قبل استخدامها في الري لتجنب أي تأثيرات سلبية محتملة. وتوصي أن مياه الصرف من مزارع الأسماك يمكن أن تكون مصدرا مستداما للعناصر الغذائية، مع التأكيد على ضرورة التعامل الحذر والرعاية في التطبيق العملي.

تبرز دراسة Hartono وآخرين (2016) أهمية استخدام مياه برك الأسماك في تحسين خصائص التربة وإنتاج البطاطا الحلوة في إندونيسيا. أشارت النتائج إلى تحسين ملحوظ في خصائص التربة بفضل ارتفاع مستويات النيتروجين والفوسفور في مياه ورواسب حوض السمك. كما أظهر استخدام مزيج من المياه والرواسب

[3] EPIC هو اختصار لـ "Erosion Productivity Impact Calculator" أو "حاسب تأثير إنتاجية التآكل". إنه نموذج حاسوبي يُستخدم عادة في تقدير تأثيرات التغيرات في الممارسات الزراعية والمناخية على الإنتاجية الزراعية وتآكل التربة وجودة المياه. ويُستخدم أيضا لتقدير تأثيرات الزراعة على البيئة والتنبؤ بتأثيرات التغيرات المناخية على الزراعة والبيئة.

أداءً متميزا في إنتاج البطاطا الحلوة. توصي الدراسة باستخدام هذا المزيج كسماد لتحسين إنتاج البطاطا في المنطقة، مما يعزز أهمية التنمية المستدامة للزراعة.

توضح دراسة Guong وآخرون (2012) تأثير تكثيف تربية سمك الروبيان وإنتاج الأرز في فيتنام على تلوث التربة والمياه بالمغذيات. أظهرت النتائج أن أنظمة تربية سمك الروبيان المستدامة تتفوق بيئيا في جودة التربة والمياه مقارنة بالأنظمة المكثفة. توصي الدراسة بتعزيز أنظمة تربية سمك الروبيان المستدامة واعتماد دورات زراعية متنوعة واستخدام السماد العضوي لتحسين جودة التربة. يُؤكد على التقليل من استخدام الأسمدة الفوسفاتية في زراعة الخضروات على أهمية استدامة الموارد وتقليل تكاليف الإنتاج.

تبين دراسة Osaigbovo وآخرون (2010) تأثير مياه برك الأسماك على خصائص التربة ونمو نبات الذرة. أظهرت النتائج تغيرات ملحوظة في الخصائص الكيميائية للتربة في الدورة الزراعية الأولى، وتحسن ملحوظ في نمو الذرة مع زيادة تركيز مياه الصرف الصحي في الدورة الزراعية الثانية. يُنصح بإجراء دراسات لتحديد أفضل تركيز لمياه الصرف الصحي المناسب للاستخدام في الزراعة، مما يسهم في تعزيز استدامة هذه الممارسة.

تبين دراسة Ibrahim وآخرون (2010) فوائد أنظمة الزراعة المائية المتكاملة بالبرك (AIAS) في معالجة التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية. وأظهرت النتائج تفوق هذه الأنظمة في زيادة الإنتاجية وتحسين دخل المنتجين وتعزيز خصوبة التربة والحفاظ على التوازن البيئي. وتوجه الدراسة بالتوسع في تناوب الزراعة بين الأسماك والقمح وتعزيز نماذج AIAS لتحقيق استفادة قصوى.

تبرز دراسة Mizanur وآخرون (2004) قيمة الأحياء المائية في تعزيز الزراعة المستدامة من خلال استخدام مياه برك الأسماك. وأظهرت النتائج أن هذه رواسب مياه برك الأسماك تحتوي على مواد غذائية قيمة يمكن استخدامها كسماد، مما يقلل من الأثر البيئي ويعزز الفوائد الاقتصادية لأنظمة الزراعة المتكاملة. تشدد

الدراسة على ضرورة تطوير إدارة فعّالة للتربة واستخدام مياه البرك السمكية في الزراعة كوسيلة لتعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

الفصل الثالث

الطريقة والإجراءات

1.3. منهج الدراسة:

اتبعت الدراسة أسلوب المنهج الوصفي التحليلي اعتماداً على أخذ عينات من منطقة الدراسة لمعرفة تأثير الري بمياه برك الأسماك على خصائص التربة وذلك لتحديد أثر التغيرات المناخية خلال فترة إجراء الدراسة (2023). تم استخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وتطبيق المعاملات المناسبة (نوع المياه، موقع العينات، عمق العينات، قوام التربة). تم جمع عينات التربة قبل بدء التجربة وأثناءها وقبل الانتهاء لتحديد خصائص التربة، وتم جمع مياه برك الأسماك مع مراعاة العمق. تم تنفيذ عدة معالجات الري على القطع التجريبية من مياه برك الأسماك والري التقليدي باستخدام المياه العادية. تم مراقبة وتسجيل البيانات بانتظام، بما في ذلك خصائص التربة.

2.3. مصادر البيانات الدراسة:

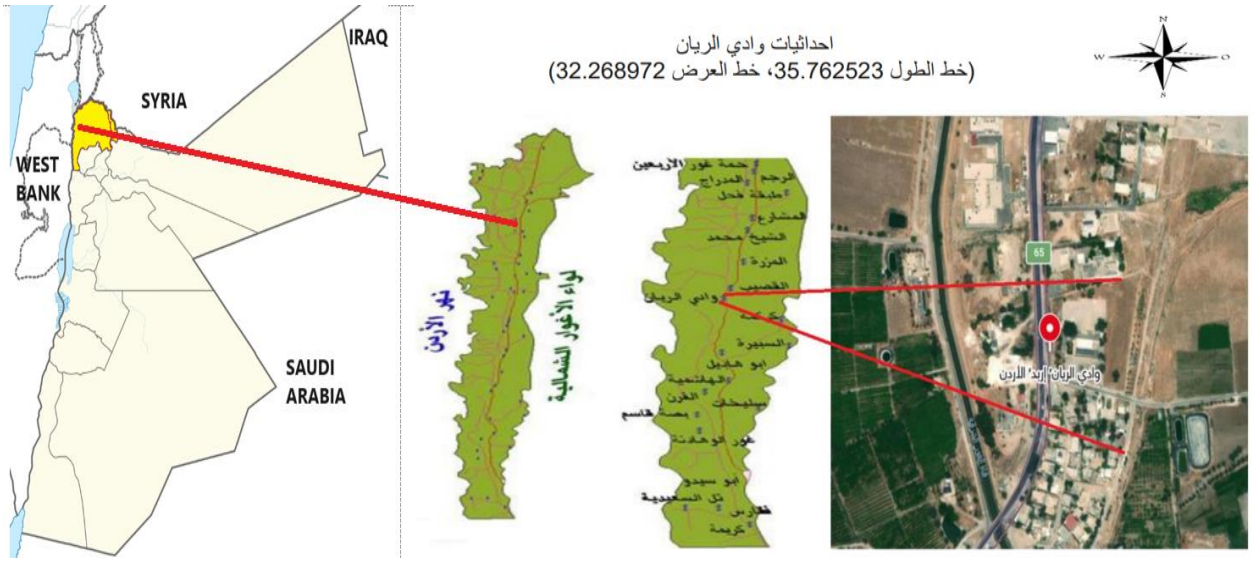
1.2.3. إجراءات الدراسة

تم التخطيط لعملية جمع العينات بشكل شامل، حيث تم تحديد مواقع جمع العينات للمياه والتربة الزراعية، بالإضافة إلى تحديد العدد والتوقيت المناسبين (تحديد العدد والتوقيت المناسبين لجمع العينات يعتبر جوهرياً للحصول على بيانات دقيقة وموثوقة. ويتضمن هذا العمل توجيه الاهتمام نحو فهم وتحديد الغرض الرئيسي للدراسة، بما في ذلك تحديد البيئة المستهدفة وتقنيات القياس المستخدمة. ويجب مراعاة التغيرات الموسمية واختلافات الظروف البيئية عبر الأماكن والأوقات. يستند تحديد العدد المناسب على الالتزام بالقوانين واللوائح المحلية، مما يسهم في ضمان تمثيل جيد للبيانات، وبالتالي تعزيز فهمنا لجودة المياه وتركيبها الكيميائي والبيولوجي). تم تنظيم قائمة بالأدوات المخبرية المستخدمة لجمع العينات والأدوات اللازمة للبحث، مما يضمن استخدام أدوات وتجهيزات مخبرية مناسبة لضمان جودة ودقة البيانات المتعلقة في الدراسة، مع التركيز على توثيق كل المعلومات الهامة. وتم تحديد مكان حفظ وتخزين العينات بشكل صحيح (حفظ العينات في عبوات مناسبة ونظيفة يعني تخزين العينات بطريقة تمنع التلوث وتحافظ على سلامتها وجودتها. وتوفير حماية من التغيرات في درجة الحرارة ومنع التبخر يسهم في الحفاظ على استقرار العينات، بينما توفر المتانة وسهولة التنظيم

تسهم في تأمين العينات للتحليل أو الاستخدام المستقبلي. إن استخدام عبوات مناسبة يعزز الدقة والموثوقية في التجارب العلمية والتحاليل)، وتم تنظيم نقلها بعناية إلى المختبر. وتم تحديد عمليات التحليل باستخدام أساليب معتمدة ومتوافقة مع المعايير المعترف بها، مع التأكيد على معايرة الأجهزة لضمان دقة النتائج. تم توثيق البيانات بدقة باستخدام قواعد بيانات ورقية وإلكترونية، وتم تحديد تحليل إحصائي مناسب لتفسير البيانات. وتم إعداد تقرير مخبري يحتوي على النتائج وتم تحديد طريقة تخزين مؤقت للعينات لإعادة التحليل إذا لزم الأمر (تعتمد فترة الاحتفاظ بعينات المياه والتربة على نوع العينة، حيث يمكن أن تتراوح من أيام للعينات البيولوجية إلى أشهر للعينات الكيميائية، وتحدد وفقا للظروف البيئية. يتم دائما بالرجوع إلى اللوائح المحلية أو التوجيهات البيئية لتحديد الفترة المناسبة للحفاظ على دقة العينات). تم التخلص من العينات وفقا للوائح البيئية والصحية، مع التأكيد على أهمية الامتثال للإجراءات البيئية.

2.2.3. البيانات الأولية:

تم اختيار موقع الدراسة بعناية لضمان تمثيل شامل ودقيق للظروف المحيطة بالبحث. المنطقة المدروسة تتميز بوجود برك أسماك وأراضي زراعية، مما يجعلها مثالية لفهم التفاعلات بين النظم البيئية المائية والزراعية (شكل 2). تحظى هذه العناصر بأهمية خاصة، حيث تسهم في توفير مصادر الغذاء وتأثيراتها على البيئة.



الشكل 2: يوضح حدود الدراسة في منطقة لواء الشونة الشمالية (Schäffer وآخرون، 2014).

بالإضافة إلى ذلك، تتيح وجود البرك السمكية فرصة لدراسة التنوع البيولوجي في المياه وتأثير أنشطة الإنسان على هذا النظام البيئي. في الوقت نفسه، تسمح الأراضي الزراعية بفهم تأثيرات الممارسات الزراعية على جودة التربة والمياه، مما يسهم في فهم أوسع للتفاعلات البيئية والزراعية في المنطقة. تمثل المنطقة المدروسة محورا هاما حيث يمكن استخدامها كمختبر طبيعي لفهم تأثيرات مختلفة وتفاعلات العناصر البيئية والزراعية (الشكل 3).

الشكل 3: برك الأسماك والقطع التجريبية المروية الزراعية في منطقة الدراسة.

وتم اختيار القطع الزراعية عشوائياً لاستكشاف تأثير استخدام مياه برك الأسماك في عمليات الري على خصائص التربة من خلال تحليل عينات المياه. تم تقسيم التجربة إلى مجموعتين رئيسيتين: المجموعة الأولى تستخدم مياه برك الأسماك في الري، بينما تعتمد المجموعة الثانية على مصادر مياه التقليدية للري. وتم تحديد خصائص التربة من خلال جمع عينات التربة على أعمق 60 وعلى عمق 90 سم (لتحديد توافر العناصر الغذائية حسب عمق التربة التي رويت بمياه برك الأسماك أو التقليدية). جمعت العينات بانتظام على مدى فترة العمل الميداني المستمر لمدة 3 أشهر (حزيران و تموز و آب)، إذ تم جمع 120 عينة من المياه والتربة الزراعية من المنطقة المدروسة (الشكل 4). تم استخدم صندوق لحفظ العينات وهو وسيلة محمولة تُستخدم للحفاظ على

العينات الحساسة للحرارة وضمان عدم تلفها أثناء عملية النقل. حيث تُحفظ العينات في درجة حرارة منخفضة أثناء النقل.

الشكل 4: عينات التربة والمياه برك الأسماك والتقليدية في منطقة الدراسة.

3.2.3. العمل المخبري

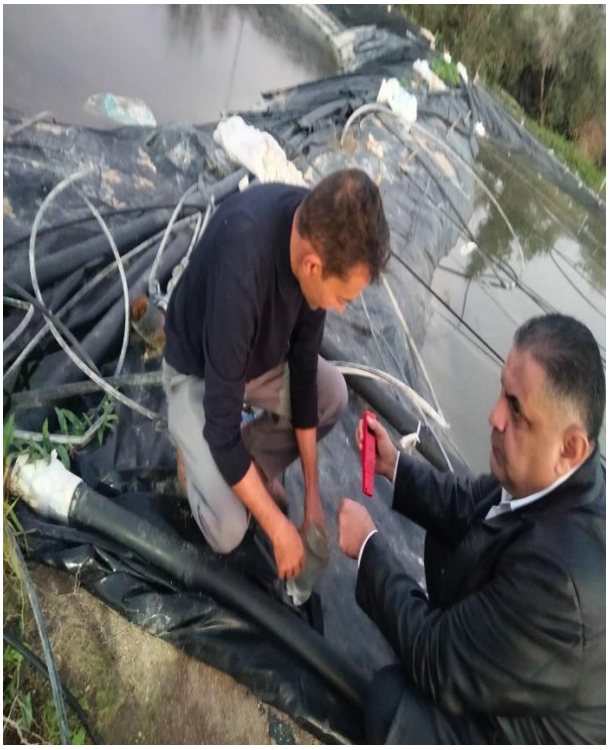
تتضمن العمل المخبري استعمال مجموعة متنوعة من الأدوات مثل الحاضنة والمجهر وميزان الكتروني ودوارق زجاجية وأنابيب اختبار ومجموعة من الأدوات الزجاجيات التي تُستخدم جميعها لأغراض مختلفة في تحليل العينات وإجراء التجارب. وتم اُستخدم الأجهزة المخبرية اللازمة لتحليل العينات (شكل 5). كما تم استخدام الأدوات المخبرية المناسبة لجمع العينات في البيئة المزروعة، وتوظيف أدوات الجمع والتخزين المناسبة، مثل جامعات العينات والزجاجات بسعات مختلفة (لتر، ولتر ونصف) وصندوق مبرد لنقل العينات وللحفاظ على جودة العينات (أدوات جمع عينات التربة تشمل مثاقب التربة لجمع عينات بدقة، بينما تتضمن أدوات جمع عينات المياه قوارير الاستقطاب وأجهزة الأخذ العميق ومقاييس جودة المياه. تُصمم هذه الأدوات للحصول على عينات نموذجية ودقيقة. تُستخدم أدوات جمع عينات التربة مثل مثاقب التربة لاختراق وجمع عينات دقيقة من مختلف أعماق التربة. بينما تتضمن أدوات جمع عينات المياه قوارير الاستقطاب وأجهزة الأخذ العميق ومقاييس جودة المياه للحصول على

عينات تمثيلية من مياه السطح والأعماق، مما يسهم في فهم وتقييم جودة البيئة والتربة بدقة)، بالإضافة إلى تنظيم الأدوات اللازمة للبحث والتحليل المخبري. تم تنفيذ استخدام جامع العينات لجمع العينات السائلة من التربة والمياه وتخزينها في قوارير العينات، واستخدام زجاجات مدرجة بسعة لتر لتخزين العينات السائلة الكبيرة، وزجاجات بسعة نصف لتر لتخزين العينات السائلة الصغيرة.

شكل 5: يوضح بعض الأجهزة المخبرية المستخدمة في تحليل العينات المياه برك الأسماك والتقليدية (Spectro UV-UIS Double Beam PC) وعينات التربة الزراعية (Flame Photometers) من المنطقة الدراسة.

تم تحليل عينات المياه (برك الأسماك والتقليدية) في مديرية المختبرات، سلطة وادي الأردن، وزارة المياه والري. كما تم تحليل عينات التربة الزراعية على أعماق (60 و 90) سم (لم يتم تحليل عينات التربة على العمق الأول الفعّال (30 سم لأن التربة مزروعة بأشجار كبيرة لإنتاج الفواكه) في مختبرات تحليل التربة، في مديرية المختبرات، المركز الوطني للبحوث الزراعية. حيث تم تنفيذ التحاليل المخبرية للعينات المائية والتربة الزراعية بغاية تقييم تأثير استخدام مياه برك الأسماك على جودة التربة، وبالتالي تسهم الدراسة في فهم أفضل للتأثيرات البيئية والمناخية لهذه الممارسة في منطقة الدراسة. وتم تحليل هذه العينات وإجراء الفحوصات المخبرية عليها للمعايير والأسس المعتمدة في المختبرات المتخصصة التابعة للمركز الوطني للبحوث الزراعية/ مديرية المختبرات

– مختبرات تحليل التربة (شكل 6). بعد ذلك، تم تفريغ نتائج التحليل المخبري في برمجية إكسل بهدف تدقيقها وتجهيزها لاستخدامها في التحليل الإحصائي لتحقيق أهداف الدراسة.



الشكل 6: يوضح جمع عينات الدراسة وتحليل عينات مياه برك الأسماك والتقليدية وعينات التربة الزراعية في المخبر من منطقة الدراسة.

يبين جدول (1) تقديرات مكونات المياه الأساسية وأسماء الأجهزة المستعملة في التحاليل في مياه برك الأسماك ومياه الري التقليدية.

جدول 1: اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات الأساسية لمياه برك الأسماك والمياه الري التقليدية في هذه الدراسة.

تسلسل	اسم الاختبار	الغاية	الجهاز	وحدة القياس
1	رقم الحموضة (pH)	قياس درجة حموضة أو قلوية محلول ما	جهاز مقياس الأس الهيدروجيني	مقياس من 0 إلى 14، ويشير الرقم 7 إلى الوسط المحايد
2	الإيصالية الكهربائية (EC)	تحديد مدى صلاحية المياه، فكلما زادت قيمة التوصيل الكهربائي، يشير إلى انخفاض نقاء المياه	جهاز مقياس التوصيل الكهربائي	مليموز(mS/cm)

جدول 1: اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات الأساسية لمياه برك الأسماك والمياه الري التقليدية في هذه الدراسة.

تسلسل	اسم الاختبار	الغاية	الجهاز	وحدة القياس
3	الأملاح الذائبة الكلية (TDS)	تحديد مدى صلاحية المياه، فكلما زادت قيمة مجموع المواد الصلبة الذائبة في المياه، يشير إلى انخفاض نقاء المياه	جهاز مقياس التراكيز الذائبة	parts per million (ppm)
5	الصوديوم (Na)	مراقبة جودة المياه، حيث أن ارتفاعه يشير إلى تلوث المياه بمخلفات الصناعة أو الصرف الصحي	جهاز طيف الامتصاص الذري	parts per million (ppm)
6	البوتاسيوم (K)	مراقبة جودة المياه، حيث أن ارتفاع البوتاسيوم يشير إلى تلوث المياه بمخلفات الصناعة أو الصرف الصحي.	جهاز طيف الامتصاص الذري	parts per million (ppm)
7	المغنيسيوم (Mg)	قياس كمية المغنيسيوم الموجودة في مادة ما	المعايرة مع EDTA، ثم المعايرة بمحلول من أيون فلز آخر	parts per million (ppm)
8	ادمصاص الصوديوم (SAR)	قياس مدى قابلية مياه الري لزيادة تركيز أيونات الصوديوم في التربة	جهاز قياس نسبة امتصاص الصوديوم يعتمد الجهاز على تركيز أيونات الصوديوم	parts per million (ppm)
9	فوسفات–فوسفور (PO_4-P)	تقدير الفوسفات (P) في المياه لمراقبة جودة المياه ولمعالجة مياه الصرف الصحي ولمراقبة الأنظمة البيئية	جهاز طيف الأشعة فوق البنفسجية لقياس تركيز الفوسفات في المياه	parts per million (ppm)
10	النترات–النيتروجين (NO_3-N)	مراقبة جودة مياه الشرب وجودة المياه الجوفية وجودة المياه الصناعية	جهاز الكروماتوجرافيا الأيونية	parts per million (ppm)

جدول 1: اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات الأساسية لمياه برك الأسماك والمياه الري التقليدية في هذه الدراسة.

تسلسل	اسم الاختبار	الغاية	الجهاز	وحدة القياس
11	الأمونيوم–النيتروجين (NH_4-N)	الغاية من تقدير الأمونيوم (NH_4) في المياه تقييم جودة المياه ومدى صلاحيتها للشرب ومياه الصرف الصحي وتربية الأحياء المائية وتحديد مصادر التلوث في المياه.	جهاز مقياس الطيف الضوئي	parts per million (ppm)

يبين جدول (2) تقديرات مكونات التربة الزراعية الأساسية وأسماء الأجهزة المستعملة في التحاليل.

جدول 2: اختبار مكونات التربة مع مواصفات الأجهزة والأدوات المستخدمة في تحليل مكونات التربة الزراعية الأساسية في هذه الدراسة.

تسلسل	اسم الاختبار	الغاية	الجهاز	وحدة القياس
1	المواد العضوية	جهاز تحليل المواد العضوية[1]	تحديد نسبة المواد العضوية في التربة	(%)
2	الطين	آلة تحليل حجم الجسيمات[2]	تحديد نسبة الطين في التربة	(%)
3	الطمي	آلة تحليل حجم الجسيمات	تحديد نسبة الطمي في التربة	(%)
5	الرمل	آلة تحليل حجم الجسيمات	تحديد نسبة الرمل في التربة	(%)

[1] يُستخدم جهاز CHN Analyzer لتحليل نسبة الكربون والهيدروجين والنيتروجين في المواد العضوية. يتميز هذا الجهاز بقدرته على قياس نسبة العناصر الرئيسية في المواد العضوية بدقة.

[2] يستخدم جهاز محلل الحجم بالغيار لتحليل حجم الجسيمات في التربة، حيث يعتمد على مبدأ الانضغاط والتوسع لقياس حجم الجسيمات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام آلة السيف أنالايزر، التي تعتمد على مجموعة من الغرابيل ذات حجوم محددة لفرز الجسيمات وقياس حجمها. حيث يتيح استخدام هذه الأجهزة تقدير دقيق لتوزيع حجم الجسيمات في التربة، مما يسهم في فهم خصائصها الفيزيائية بشكل شامل.

4.2.3. الأساليب الإحصائية المستخدمة:

تم تنظيم وتدقيق بيانات البحث في جداول Excel لضمان دقتها واكتمالها. ثم أجري تحليل إحصائي باستخدام برنامج SAS لسنة 2012، حيث تم استخدام الإحصاء الوصفي لحساب المتوسطات والانحرافات المعيارية. كما تم استخدام الأساليب الإحصائية لحليل وتفسير البيانات.

- **تحليل المياه**

تضمنت الأساليب الإحصائية مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار T–test لمقارنة البيانات بين مجموعة الري بمياه برك الأسماك ومجموعة الري بالمياه العذبة.

- **اختبارT** يهدف إلى التحقق من وجود فرق ذي دلالة إحصائية بين متوسطتين مستقلتين لعينتين مختلفتين:
- **الفرضيات:** [الفرضية الصفرية (H_0) لا يوجد فرق ذي دلالة إحصائية بين المتوسطين، والفرضية البديلة (H_1) هناك فرق ذي دلالة إحصائية بين المتوسطين].
- **البيانات** (وصف للعينات المستخدمة)**:** تم تسجيل **مكونات المياه الأساسية في برك الأسماك والمياه التقليدية** لكل من الإيصالية الكهربائية (EC) (µS/cm)، ورقم الحموضة (pH)، والأملاح الذائبة الكلية (TDS) (ppm)، والصوديوم (Na) (ppm)، والبوتاسيوم (K) (ppm)، والمغنيسيوم (Mg) (ppm)، وادمصاص الصوديوم (SAR) (ppm)، وفوسفات–فوسفور (PO_4–P) (ppm)، والنترات–النيتروجين (NO_3–N) (ppm)، والأمونيوم–النيتروجين (NH_4–N) (ppm).

- **تحليل التربة**

تم استخدام اختبار F–test لتحليل التباين لتقدير التباينات في قيم مكونات التربة المروية بمياه برك الأسماك. وتم تطبيق تحليل التباين (ANOVA) لتقدير الأهمية الإحصائية للفروق بين المعاملات المختلفة. تم تحليل البيانات بعناية لتحديد التأثير الناتج عن استخدام مياه برك الأسماك على خصائص التربة. هذه التحليل الاحصائية تساعد في تقديم رؤية أوضح حول مدى جدوى استخدام الري بمياه برك الأسماك كبديل مستدام للري التقليدي الذي يعتمد على المياه العذبة. هذا التحليل يساعد على تقدير الفروق الإحصائية في موقع الدراسة فيما يتعلق بمكونات التربة قبل وبعد ريها بمياه برك الاسماك.

- **مكونات التربة:** قدرت متوسطات والانحرافات المعيارية لكل من الإيصالية الكهربائية (EC) (µS/cm)، ورقم الحموضة (pH)، وفوسفات–فوسفور (PO_4–P) (ppm)، والبوتاسيوم (K) –(ppm)، والمواد العضوية (%)، والنترات–النيتروجين (NO_3–N) (%)، والطين (%)، والطمي (%)، والرمل (%).
- تم تحليل التباين بهدف دراسة تأثير الري بمياه برك السماك على جودة التربة وبالتالي تقدير تأثيرها على العناصر الأساسية في التربة (المكررات متساوية). فقد تم استخدام النموذج الخطي الآتي:

$$Y_{ijklm} = \mu + Ty_i + Lo_j + De_k + St_l + error_{ijklm}$$

حيث:

Y_{ij}= المتغير التابع (مكونات التربة) $ijklm^{th}$ لقراءات تحليل صفات التربة.

µ= المتوسط العام لكل متغير من متغيرات مكونات التربة.

Ty_i = المتغير المستقل لنوعية مياه الري، حيث (1= مياه برك الأسماك، 2= مياه الري التقليدية).

Lo_j = المتغير المستقل لموقع عينات التربة، حيث (1= شرقي المزرعة، 2= غربي المزرعة).

De_k = المتغير المستقل لعمق عينات التربة (60–90) سم، حيث (1= 60 سم، 2= 90 سم).

St_l = المتغير المستقل لقوام التربة (طيني–طمي)، حيث (1= قوام طيني، 2= قوام طمي).

$error_{ijklm}$ = الخطأ العشوائي الذي يمثل التباين العشوائي غير المفسر في البيانات بواسطة المتغير المستقل والذي من المفترض أن يتوزع عشوائيا بمتوسط صفر وتباين σ_e^2.

- تم تحليل التباين بهدف فهم تأثير مكونات التربة (الطين% – الطمي% – الرمل%) على قوام التربة فقد تم استخدام النموذج الخطي الآتي:

$$Y_{ij} = \mu + X_j + error_{ij}$$

حيث:

Y_{ij}= المتغير المعتمد (مكونات الطين%، الطمي%، الرمل%) ij^{th} لقراءات تحليل قوام التربة.

μ= المتوسط العام لكل مكون في التربة المروية بمياه برك الاسماك.

X_j = المتغير المستقل لمكونات قوام التربة، حيث (1= طيني، 2= طمي).

$error_{ij}$ = الخطأ العشوائي الذي يمثل التباين العشوائي غير المفسر في البيانات بواسطة المتغير المستقل والذي من المفترض أن يتوزع عشوائيا بمتوسط صفر وتباين σ_e^2.

يتم تنفيذ تحليل التباين (ANOVA) لتقييم الفروق الاحصائية بين مكونات قوام التربة الأساسية. يقوم التحليل بتحديد ما إذا كانت هناك فروق احصائية بين مكونات قوام التربة المختلفة بعد ريها بمكونات مياه برك الأسماك.

- **تحليل تباين عناصر المناخ**

تم تحليل تباين عناصر المناخ في المنطقة المدروسة (هطول الأمطار، درجات الحرارة.

- تم تحليل التباين بهدف دراسة تأثير السنوات (20 عاما من 2000–2019) والأشهر على عناصر المناخ وبالتالي تقدير تأثيرها على مكونات التربة في موقع الدراسة. فقد تم استخدام النموذج الخطي الآتي:

$$Y_{ijk} = \mu + YR_i + MO_j + error_{ijk}$$

حيث:

Y_{ijk} = المتغير المعتمد (مكونات التربة) ijk^{th} لقراءات هطول الأمطار، ودرجات الحرارة،.

μ = المتوسط العام لكل متغير من متغيرات عناصر المناخ.

YR_i = المتغير المستقل للسنوات في موقع الدراسة ، حيث (1 = 2000،... 20 = 2019).

MO_j = المتغير المستقل للأشهر في موقع الدراسة، حيث (1= كانون الثاني،...، 12= كانون الأول).

$error_{ijk}$ = الخطأ العشوائي الذي يمثل التباين العشوائي غير المفسر في البيانات بواسطة المتغير المستقل والذي من المفترض أن يتوزع عشوائيا بمتوسط صفر وتباين σ_e^2.

5.2.3. الإجراءات التي تمت على عينات المياه وصولا إلى نتائج التحليل

جمع وتحليل عينات التربة والمياه عدة خطوات لضمان الحصول على نتائج دقيقة وموثوقة. بدأت هذه العملية بالتخطيط والإعداد، حيث يتم تحديد مكان وزمان أخذ العينات بناءً على الأهداف المحددة. ثم يتم جمع العينات باستخدام أدوات وعبوات نظيفة ومعقمة، مع اتخاذ إجراءات السلامة اللازمة. ويجب أيضا توثيق المعلومات مثل التاريخ والوقت والموقع.

بعد ذلك، تمت عملية الحفظ والتخزين حيث يتم حفظ العينات في حاويات نظيفة ومناسبة، وقد يتم تبريدها إذا كان ذلك ضروريا. تليها خطوة نقل العينات بعناية إلى المختبر أو مكان التحليل. تأتي بعد ذلك عملية التحليل، حيث يتم استخدام الأساليب المناسبة للمؤشرات المراد قياسها، وضمان توافق الأساليب مع المعايير المعترف بها. ويتبع ذلك معايرة الأجهزة المستخدمة لضمان دقة النتائج. يأتي بعد ذلك تسجيل وتوثيق البيانات والنتائج التحليل بدقة، مع إجراء تحليل إحصائي لفهم البيانات. ثم يتم إعداد تقرير مخبري يحتوي على النتائج.

أخيرا، تم التخزين المؤقت للعينات إذا كان هناك حاجة لإعادة التحليل أو التحقق من النتائج، ويتم التخلص من العينات المستخدمة بشكل صحيح وبيئي. ويجب أيضا التأكد من الامتثال للتشريعات واللوائح المحلية والوطنية المتعلقة بجمع وتحليل العينات المائية. وهذه الخطوات تساهم في الحصول على نتائج دقيقة وموثوقة لتقييم جودة ونقاوة المياه وضمان سلامتها للاستخدام البشري والبيئي. وتستخدم قيم النتائج في مراقبة مكونات التربة والمياه، وإدارة الموارد المائية بشكل فعّال في مياه برك الأسماك لمواجهة التغير المناخي في منطقة الدراسة.

الفصل الرابع
عرض نتائج الدراسة

1.4. تحليل المياه

تم تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات المياه المستخدمة في موقع الدراسة، حيث يبين جدول (3) نتائج تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات المياه المستخدمة في موقع الدراسة.

جدول (3): تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات المياه المستخدمة في موقع الدراسة.

نوعية المياه	مكونات المياه الأساسية	التقديرات	الأخطاء المعيارية	معايير الأستخدام للري
التقليدية	الإيصالية الكهربائية (EC)	2.177	0.043	>3.00
برك الأسماك	(µS/cm)	2.157	0.046	
التقليدية	رقم الحموضة	7.046	0.123	9-6
برك الأسماك	(pH)	7.361	0.124	
التقليدية	الأملاح الذائبة الكلية (TDS)	1360.74	7.626	>2000
برك الأسماك	(ppm)	1377.75	8.472	
التقليدية	الصوديوم (Na)	197.88	2.463	>207
برك الأسماك	(ppm)	262.30	2.731	
التقليدية	البوتاسيوم (K)	12.876	0.136	>80
برك الأسماك	(ppm)	37.186	0.156	
التقليدية	المغنيسيوم (Mg)	54.640	0.208	-
برك الأسماك	(ppm)	78.549	0.134	
التقليدية	ادمصاص الصوديوم (SAR)	3.448	0.007	-
برك الأسماك	(ppm)	5.426	0.008	
التقليدية	فوسفات–فوسفور (PO_4-P)	0.019	0.0005	-
برك الأسماك	(ppm)	0.018	0.0004	
التقليدية	النترات–النيتروجين (NO_3-N)	12.457	0.026	>30
برك الأسماك	(ppm)	2.621	0.026	

جدول (3): تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات المياه المستخدمة في موقع الدراسة.

نوعية المياه	مكونات المياه الأساسية	التقديرات	الأخطاء المعيارية	معايير الأستخدام للري
التقليدية	الأمونيوم–النيتروجين (NH_4-N) (ppm)	0.278	0.0027	-
برك الأسماك		2.845	0.0075	

(µS/cm): هي وحدة شائعة لقياس الإيصالية، وتشير إلى مقدار التوصيل الكهربائي للمحلول في وحدة حجم مكعب سنتيمتر.

(ppm): تعني "الجزء في المليون" وهي وحدة تستخدم لقياس التراكيز الصغيرة جدا للمواد المذابة في السوائل.

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

يُظهر جدول (4) تقديرات اختبار (T) والاحتمالية الإحصائية للمقارنة بين المتوسطات لمكونات المياه بين التقليدية وبرك الأسماك في موقع الدراسة.

جدول (4): تقديرات اختبار (T) والاحتمالية الإحصائية للمقارنة الإحصائية بين المتوسطات لبعض مكونات المياه (التقليدية –برك الأسماك) المستخدمة في موقع الدراسة.

مكونات المياه	قيم اختبار (T)	الأحتمالية الاحصائية
الإيصالية الكهربائية (EC) (µS/cm)	0.30	0.7639
رقم الحموضة (pH)	−1.80	0.0750
الأملاح الذائبة الكلية (TDS) (ppm)	−1.47	0.1445
الصوديوم (Na) (ppm)	−18.79	0.0001
البوتاسيوم (K) (ppm)	−120.74	0.0001

جدول (4): تقديرات اختبار (T) والاحتمالية الإحصائية للمقارنة الإحصائية بين المتوسطات لبعض مكونات المياه (التقليدية –برك الأسماك) المستخدمة في موقع الدراسة.

مكونات المياه	قيم اختبار (T)	الأحتمالية الاحصائية
المغنيسيوم (Mg) (ppm)	−93.39	0.0001
ادمصاص الصوديوم (SAR) (ppm)	−169.54	0.0001
فوسفات–فوسفور (PO_4–P) (ppm)	0.97	0.3335
النترات–النيتروجين (NO_3–N) (ppm)	259.36	0.0001
الأمونيوم–النيتروجين (NH_4–N) (ppm)	−309.50	0.0001

(µS/cm): هي وحدة شائعة لقياس الإيصالية، وتشير إلى مقدار التوصيل الكهربائي للمحلول في وحدة حجم مكعب سنتيمتر.

(ppm): تعني "الجزء في المليون" وهي وحدة تستخدم لقياس التراكيز الصغيرة جدا للمواد المذابة في السوائل.

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

2.4. تحليل التربة

تم تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات التربة المستخدمة في موقع الدراسة، حيث يُظهر الجدول (5) تقديرات للمتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات التربة في موقع الدراسة.

جدول (5): تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

مكونات التربة	التقديرات	الأخطاء المعيارية	أعلى تقدير	أقل تقدير
الإيصالية الكهربائية (EC) (µS/cm)	3.334	0.043	7.13	0.17

جدول (5): تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لبعض مكونات التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

مكونات التربة	التقديرات	الأخطاء المعيارية	أعلى تقدير	أقل تقدير
رقم الحموضة (pH)	7.858	0.034	10.85	4.44
فوسفات–فوسفور (PO_4–P) (ppm)	15.374	0.227	28.19	6.85
البوتاسيوم (K) –(ppm)	417.326	6.052	699.48	170.40
المواد العضوية (%)	1.045	0.015	2.36	0.30
النترات–النيتروجين (NO_3–N) (%)	0.222	0.010	1.05	0.01
الطين (%)	51.43	0.30	82.98	25.36
الطمي (%)	39.56	0.26	72.73	14.56
الرمل (%)	8.83	0.16	16.44	2.03

(µS/cm): هي وحدة شائعة لقياس الإيصالية، وتشير إلى مقدار التوصيل الكهربائي للمحلول في وحدة حجم مكعب سنتيمتر.

(ppm): تعني "الجزء في المليون" وهي وحدة تستخدم لقياس التراكيز الصغيرة جدا للمواد المذابة في السوائل.

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

يُظهر جدول (6) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على رقم الحموضة (pH) في التربة بموقع الدراسة.

جدول (6): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في رقم الحموضة (pH) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	7.360	8.93	0.0029
الموقع (شرقي–غربي)	1	11.696	14.20	0.0002
عمق العينات (60–90) سم	1	6.847	8.31	0.0041
قوام التربة (طيني–طمي)	1	5.174	6.28	0.0124
الخطأ العشوائي	715	0.823		

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

يُظهر جدول (7) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على الإيصالية الكهربائية (EC) في التربة بموقع الدراسة.

جدول (7): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في الإيصالية الكهربائية (EC) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	395.615	685.00	0.0001
الموقع (شرقي–غربي)	1	21.572	37.35	0.0001
عمق العينات (60–90) سم	1	53.998	93.50	0.0001
قوام التربة (طيني–طمي)	1	87.986	152.35	0.0001
الخطأ العشوائي	715	0.577		

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

يُظهر جدول (8) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على فوسفات–فوسفور (P) في التربة بموقع الدراسة.

جدول (8): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في فوسفات – فوسفور (P) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	21362.676	5327.09	0.0001
الموقع (شرقي–غربي)	1	8100.572	2019.99	0.0001
عمق العينات (60–90) سم	1	32.266	8.05	0.0047
قوام التربة (طيني–طمي)	1	165.147	41.18	0.0001
الخطأ العشوائي	715	4.010		

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

يُظهر جدول (9) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على **البوتاسيوم (K)** في التربة بموقع الدراسة.

جدول (9): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في البوتاسيوم (K) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	8042982.231	9184.52	0.0001
الموقع (شرقي–غربي)	1	5386103.943	6150.55	0.0001
عمق العينات (60–90) سم	1	1448996.220	1654.65	0.0001
قوام التربة (طيني–طمي)	1	1131097.971	1291.63	0.0001
الخطأ العشوائي	715	875.71		
عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.				

يُظهر جدول (10) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على **المواد العضوية (OM)** في التربة بموقع الدراسة.

جدول (10): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في المواد العضوية (OM) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	5.429	151.53	0.0001
الموقع (شرقي–غربي)	1	49.055	1369.10	0.0001
عمق العينات (60–90) سم	1	18.821	525.29	0.0001
قوام التربة (طيني–طمي)	1	12.925	360.74	0.0001
الخطأ العشوائي	715	0.035		
عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.				

يُظهر جدول (11) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على **النترات–النيتروجين (N)** في التربة بموقع الدراسة.

جدول (11): تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في النترات–النيتروجين (N) التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
نوع المياه (تقليدية–برك الأسماك)	1	15.376	613.93	0.0001
الموقع (شرقي–غربي)	1	2.196	87.70	0.0001
عمق العينات (60–90) سم	1	0.120	4.82	0.0285
قوام التربة (طيني–طمي)	1	6.884	274.89	0.0001
الخطأ العشوائي	715	0.025		
عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.				

يُظهر جدول (12) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على مكون (الطين) في قوام التربة بموقع الدراسة.

جدول (12): تحليل التباين لمكون (الطين) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
قوام التربة (طيني–طمي)	1	65.310	1.00	0.3178
الخطأ العشوائي	715	65.343		
عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.				

يُظهر جدول (13) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على مكون **(الطمي%)** في قوام التربة بموقع الدراسة.

جدول (13): تحليل التباين لمكون (الطمي%) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
قوام التربة (طيني–طمي)	1	626.155	12.80	0.0004
الخطأ العشوائي	715	48.923		
عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.				

يُظهر جدول (14) تحليل التباين لعوامل مؤثرة على مكون **(الرمل)** في قوام التربة بموقع الدراسة.

جدول (14): تحليل التباين لمكون (الرمل) في قوام التربة المستخدمة في موقع الدراسة.

العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
قوام التربة (طيني–طمي)	1	173.826	9.50	0.0021
الخطأ العشوائي	715	18.299		

عدد العينات بلغت 120 عينة من المياه التقليدية وبرك الأسماك، وأيضا 120 عينة من التربة على عمقين مختلفين 60 سم و90 سم.

3.4. تحليل تباين عناصر المناخ

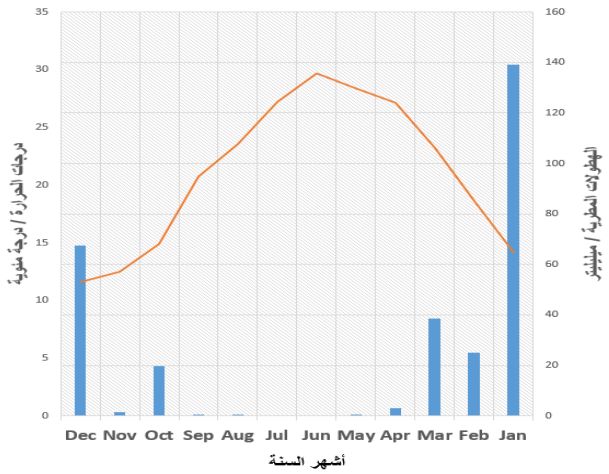
تم تقدير المتوسطات والأخطاء المعيارية لعناصر المناخ في موقع الدراسة، حيث يظهر الجدول (15) نتائج تحليل التباين لعناصر المناخ في موقع الدراسة.

جدول (15): تحليل التباين لبعض عناصر المناخ في موقع الدراسة.

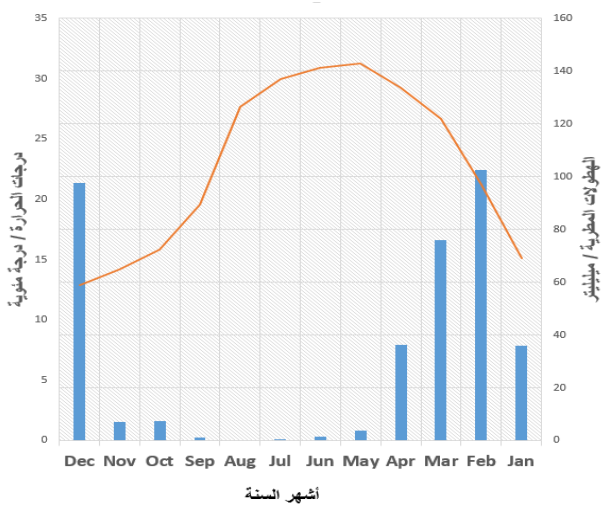
عناصر المناخ	العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
هطول الأمطار	السنوات	19	500.02	0.93	0.5493
	الأشهر	11	14379.52	26.68	0.0001
	الخطأ العشوائي	209	538.98		
درجات الحرارة	السنوات	19	6.96	3.62	0.0001
	الأشهر	11	778.77	405.52	0.0001
	الخطأ العشوائي	209	1.92		
أعلى درجات حرارة	السنوات	19	12.40	2.02	0.0087
	الأشهر	11	892.07	145.54	0.0001
	الخطأ العشوائي	209	6.12		
أدنى درجات حرارة	السنوات	19	19.15	4.36	0.0001
	الأشهر	11	944.25	214.73	0.0001
	الخطأ العشوائي	209	4.39		

جدول (15): تحليل التباين لبعض عناصر المناخ في موقع الدراسة.					
عناصر المناخ	العوامل	درجات الحرية	متوسطات المربعات	قيمة (F)	الأحتمالية الاحصائية
الرطوبة النسبية	السنوات	19	62.44	3.85	0.0001
	الأشهر	11	678.82	41.81	0.0001
	الخطأ العشوائي	209	16.23		
عدد القراءات بلغت 240 من عام 2000 وحتى 2019 ولكافة أشهر السنة.					

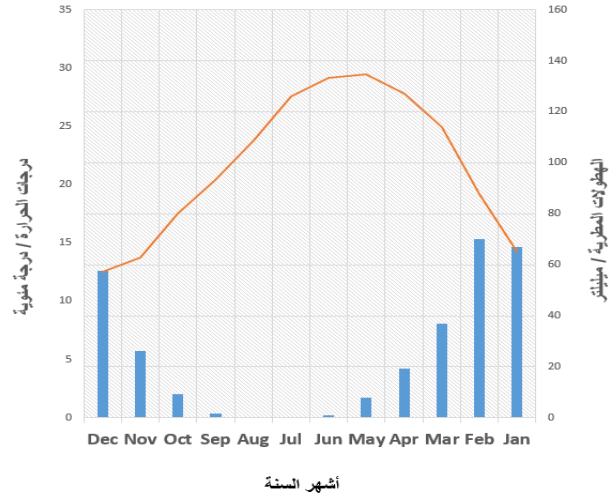
أظهرت متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية اختلافات بين عام 2000 وعام 2019، حيث كانت في عام 2000 (شكل 7)، بينما سُجلت في عام 2019 تغيرات واضحة (شكل 8). يشير تحليل البيانات خلال الفترة الكاملة من عام 2000 إلى 2019، إلى عدم وجود اتجاه عام في (شكل 9).



شكل 7: متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة **الشهرية** خلال عام 2000



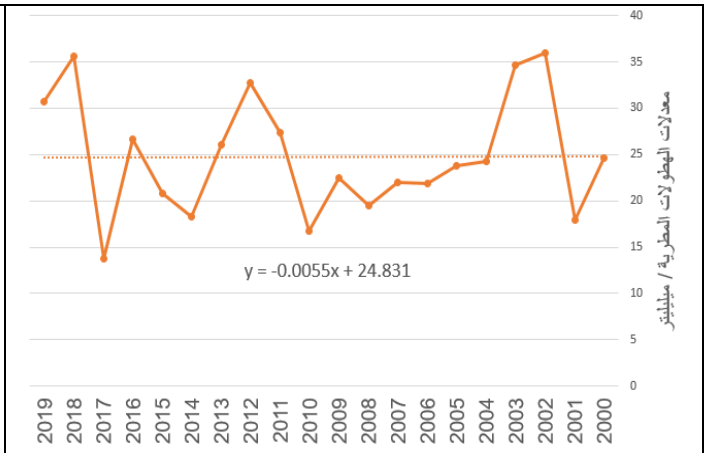
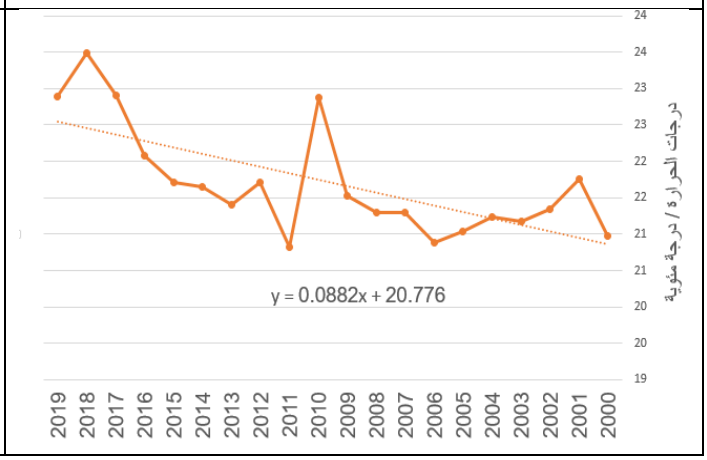
شكل 8: متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة **الشهرية** خلال عام 2019



شكل 9: متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة **الشهرية** خلال فترة 2000–2019

يقدم شكل (10) معلومات حول معدلات الهطولات المطرية خلال الفترة من عام 2000 إلى 2019.

أما بالنسبة لشكل (11)، فيقدم معلومات حول معدلات درجات الحرارة خلال نفس الفترة.

شكل 10: معدلات الهطولات المطرية خلال الفترة (2000–2019).	
شكل 11: معدلات درجات الحرارة خلال الفترة (2000–2019).	

الفصل الخامس
مناقشة نتائج الدراسة والتوصيات

1.5. مناقشة النتائج

1.1.5 تحليل المياه

إن تحليل المياه الزراعية ذو أهمية بالغة في الزراعة حيث يساعد في تقدير جودة المياه وتحديد محتواها من العناصر الغذائية والملوحة. ويوفر هذا التحليل معلومات حيوية لتحسين كفاءة الري، وتوفير المغذيات اللازمة للنباتات، والتحكم في مستويات الملوحة للوقاية من مشاكل التراكم الملحي، مما يسهم في تعزيز صحة النباتات وزيادة إنتاجية المحاصيل بشكل فعّال.

يظهر أن مستويات المكونات تختلف بين نوعي المياه (التقليدية وبرك الأسماك). يُلاحظ ارتفاع قيم الإيصالية الكهربائية والنترات–النيتروجين في المياه التقليدية بالمقارنة مع برك الأسماك. يُشير انخفاض رقم الحموضة في المياه التقليدية مقارنةً ببرك الأسماك، هذا الانخفاض في رقم الحموضة قد يؤثر على خصائص المياه وقدرتها على دعم النظام البيئي والنباتات المائية، ويمكن أن يكون له تأثير على الاستخدام الزراعي للمياه.

يعرض الجدول (3) أيضا الحدود المعيارية والمعايير الموصى بها لاستخدام المياه في الري، مما يسهم في فهم جودة المياه المستخدمة في الموقع وتأثيرها المحتمل على النباتات.

تظهر النتائج الإحصائية لاختبار (T) أن هناك اختلافاً معنوياً في متوسطات عدة مكونات، وهي الصوديوم (Na)، البوتاسيوم (K)، المغنيسيوم (Mg)، امتصاص الصوديوم (SAR)، النترات–النيتروجين (NO_3–N)، والأمونيوم–النيتروجين (NH_4–N)، حيث تظهر قيم اختبار (T) سلبية بارزة (قيمة −18.79)، مما يشير إلى اختلاف معنوي بين المتوسطات بمستوى دقة ($T<0.05$)، وكذلك يُظهر الاختبار قيماً إحصائية بارزة لهذه المكونات بقيمتها (0.0001). وفي المقابل، تظهر أن قيم اختبار (T) لمكونات أخرى مثل الإيصالية الكهربائية (EC)، رقم الحموضة (pH)، الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، وفوسفات–فوسفور (PO_4–P)، لا تشير إلى وجود اختلاف معنوي بين المتوسطات ($T>0.05$).

تعكس هذه النتائج فعالية استخدام مياه برك الأسماك في الري كمصدر مستدام للمياه، حيث يتم تحسين جودة المياه وتوفير موارد غذائية للنباتات، وهذا يبرز أهمية النظام الزراعي المتكامل. ويشير النظام الزراعي المتكامل إلى تحسين تداول الهواء والاستفادة من فضلات الأسماك كسماد طبيعي، مما يسهم في تعزيز استدامة الإنتاج الزراعي وتحقيق توازن بيئي في النظام الزراعي.

2.1.5 تحليل التربة

يعد تحليل التربة في الزراعة ذو أهمية فائقة، إذ يوفر معلومات حاسمة حول التركيب الكيميائي، ومستوى الحموضة، ونسبة العناصر الغذائية، مما يمكن المزارعين من تحسين التسميد وإدارة الأرض بكفاءة. كما يساعد في التحقق من وجود الملوثات، ويوجه القرارات بشأن تقنيات الري واستخدام المياه، مساهما في تعزيز إنتاجية الأراضي وجودة المحاصيل. كما إن تقدير مكونات التربة الزراعية ذات أهمية كبيرة؛ فهو يوفر فهما شاملا لخصائص التربة، بما في ذلك التركيب الكيميائي والفيزيائي. وهذا التقدير يسهم في تحسين التسميد، وضبط مستوى الحموضة، وتحديد احتياجات المياه، وتحديد أفضل الممارسات الزراعية، مما يعزز إدارة فعّالة للأراضي ويحقق إنتاجية مستدامة وجودة عالية للمحاصيل.

يُسلط تحليل التربة الضوء على الأرقام الرئيسية لكل مكونات التربة في موقع الدراسة. تظهر هذه النتائج تفاوتا ملحوظا في مكونات التربة المحللة، ويمكن استخدام هذه المعلومات في تحسين فهم خصائص التربة في الموقع وتوجيه الجهود نحو الإدارة والتحسين المستدام (جدول 5). وجد أن نسبة الطين في مكونات التربة هي الأكبر، لذا يسمى هذا النوع من التربة بـ "التربة الطينية"، وتحتوي التربة الطينية على نسبة عالية من الجزيئات الطينية (الطمي% والطين%) هما نوعان من مكونات التربة، حيث يتميز الطمي بجسيمات صغيرة (بين 0.002 و0.05 ملم) وتركيب معدني متساوٍ، بينما يتميز الطين بجسيمات أصغر (أقل من 0.002 ملم) وغناه بالمعادن. ويتم استخدام الطمي في صناعة الطوب والسيراميك، بينما يستخدم الطين في صناعة الفخار، وكل منهما يظهر خصائص مختلفة فيما يتعلق بلدونته واحتفاظه بالماء)، وهي تمتاز

بكونها غنية بالعناصر الغذائية وتحتفظ بالماء بشكل جيد، ولكنها قد تكون ثقيلة وتميل إلى التماسك بسبب الطين، مما يؤثر على تهوية التربة وتسريب المياه.

يكون تقدير درجة الحموضة (pH) في التربة الزراعية ذا أهمية كبيرة. إن فهم مستوى الحموضة في التربة يسهم في تحديد تأثيرها على امتصاص المغذيات من قبل النباتات. إن pH التربة يؤثر على توفر وامتصاص المغذيات النباتية، وبالتالي يؤثر على نمو النباتات وإنتاجيتها. وإن التحكم في pH التربة يعزز فعالية التسميد ويحسن استفادة النباتات من الموارد الغذائية، مما يؤدي إلى تحسين جودة وكفاءة الإنتاج الزراعي.

يظهر أن نوع المياه، والموقع، وعمق العينات، وقوام التربة جميعها لها تأثيرات إحصائية معنوية ($P<0.05$) على رقم الحموضة (جدول 6). تشير نتائج تحليل التباين للإيصالية الكهربائية (EC) في التربة إلى وجود تأثير إحصائي معنوي ($P<0.05$) لعوامل مختلفة (جدول 7)، بما في ذلك نوع المياه، والموقع، وعمق العينات، وقوام التربة. يُظهر جدول النتائج أن جميع العوامل لديها قيم P أقل من 0.05، مما يشير إلى وجود اختلاف إحصائي بين المجموعات. يُظهر ذلك أهمية هذه العوامل في التفسيرات للتباين في الإيصالية الكهربائية، مما يبرز الحاجة إلى اعتبارها في الدراسات البيئية والزراعية ذات الصلة.

يعتبر تقدير الإيصالية الكهربائية (EC) في التربة الزراعية مؤشرا هاما للتحكم في جودة التربة وتسميدها. حيث تعكس قيمة EC مستوى تواجد المواد المذابة في الماء، مثل الأملاح والعناصر المعدنية. ويتيح تحليل EC فهم درجة التماسك للتربة وقدرتها على توصيل التيار الكهربائي، ويساعد في تقييم ملوحة التربة. وهذا يسهم في تحديد كميات التسميد المناسبة وضبط استخدام المياه، مما يعزز الإنتاجية ويحافظ على صحة النباتات في الزراعة.

تشير نتائج تحليل التباين لفوسفات–فوسفور (P) في التربة في موقع الدراسة إلى وجود تأثير إحصائي معنوي ($P<0.05$) لعوامل نوع المياه، والموقع أخذ العينات (شرقي أو غربي)، وعمق العينات،

وقوام التربة (طيني أو طمي) على محتوى الفوسفات (جدول 8). قيم الـ F والاحتمالات الإحصائية تظهر أهمية هذه العوامل في التباين في مستوى الفوسفات في التربة، مما يبرز أهمية اختلافاتها في التأثير على هذا العنصر الزراعي.

يُعد تقدير مستوى الفوسفات (الفوسفور) في التربة الزراعية ذو أهمية كبيرة. يعتبر الفوسفور عنصرا غذائيا أساسيا لنمو النباتات وتطورها. إذا كانت كمية الفوسفور غير كافية في التربة، يمكن أن يؤثر سلبا على نمو الجذور وتكوين الثمار والبذور. وبالتالي، فإن فهم وتحديد مستوى الفوسفور في التربة يساهم في تحسين التسميد وضمان توفير الكميات الكافية من هذا العنصر الغذائي الأساسي للنباتات، مما يعزز الإنتاجية وجودة المحاصيل في الزراعة

تظهر نتائج تحليل التباين (ANOVA) لمستوى البوتاسيوم في التربة في موقع الدراسة (جدول 9) أن هناك فروقاً إحصائية معنوية في مستوى البوتاسيوم بناءً على عوامل متعددة، وهي نوع المياه، والموقع (شرقي–غربي)، وعمق العينات (60–90 سم)، وقوام التربة (طيني–طمي). تدل القيم الاحتمالية لكل عامل على أهمية تأثيره في تحديد مستوى البوتاسيوم ($P<0.05$)، مما يبرز أهمية دراستها لفهم العوامل المؤثرة على توزيع هذا العنصر في التربة.

إن تقدير مستوى البوتاسيوم (K) في التربة الزراعية ذو أهمية بالغة. البوتاسيوم يعتبر عنصرا غذائيا أساسيا لنمو النباتات وتطويرها. ويسهم البوتاسيوم في عدة عمليات حيوية، مثل تنظيم التوازن المائي للنباتات، وتحسين قوة الجذور، وتعزيز قدرتها على مقاومة الأمراض والظروف البيئية القاسية. وبالتالي، فإن تقدير مستوى البوتاسيوم في التربة يسهم في تحسين تسميد النباتات وضمان توفير كميات كافية من هذا العنصر الغذائي، مما يعزز الصحة النباتية ويحسن إنتاج المحاصيل في الزراعة.

تشير نتائج تحليل التباين إلى وجود تأثير إحصائي ($P<0.05$) معنوي لعوامل متعددة على المواد العضوية في تربة موقع الدراسة (جدول 10). فإلى جانب وجود اختلاف ملحوظ بين نوعي المياه (تقليدية–

برك الأسماك)، والموقع (شرقي–غربي)، وعمق العينات (60–90) سم، وقوام التربة (طيني–طمي). حيث تعتبر المواد العضوية أساسية للحفاظ على صحة التربة وتحسين إنتاجيتها، مما يؤدي إلى تعزيز نمو النباتات والمحافظة على البيئة الزراعية بشكل فعّال.

يبين جدول (11) تحليل التباين لبعض العوامل المؤثرة في نترات–النيتروجين (N) في التربة المستخدمة في موقع الدراسة. تشير النتائج إلى وجود فروق إحصائية ذات أهمية بين أنواع المياه (تقليدية–برك الأسماك)، وكذلك بين المواقع (شرقي–غربي)، وبين أعماق العينات (60–90) سم، وأيضا بين فئات قوام التربة (طيني–طمي). إن القيمة الاحتمالية الإحصائية لكل من هذه العوامل هي أقل من 0.05، مما يشير إلى أن هناك تأثيراً إحصائياً معنوياً لكل عامل على نترات–النيتروجين في التربة.

إن تقدير مستوى نترات (النيتروجين) في التربة الزراعية ذو أهمية بالغة. يُعد النيتروجين عنصر غذائي أساسي لنمو النباتات، ويلعب دورا حيويا في تكوين البروتينات وتحفيز النمو الخضري. إن تحديد مستوى النيتروجين في التربة يساعد في ضبط عمليات التسميد لضمان توفير كميات كافية من هذا العنصر الغذائي الأساسي. يؤدي ذلك إلى تحسين صحة النباتات، وتعزيز إنتاج المحاصيل، وتحسين جودة الثمار والبذور في الزراعة.

خلص تحليل التباين لقوام التربة في موقع الدراسة إلى عدم وجود اختلاف إحصائي مهم ($P>0.05$) للمكون الطين بين فئات قوام التربة (طيني–طمي)، حيث لا يختلف محتوى الطين بين فئات قوام التربة (جدول 12). حيث يكمل تقدير مكون الطين في التربة الزراعية فهم الخصائص الفيزيائية للتربة، وله أهمية كبيرة في الزراعة. حيث يسهم الطين في تحسين هيكل التربة بفضل قدرته على الاحتفاظ بالماء وتوفير مساحة كبيرة للهواء للجذور. كما يسهم في تحسين قدرة التربة على توفير المواد الغذائية وتحفيز نشاط الكائنات الحية في التربة. وبالتالي، فإن فهم مكون الطين يساعد في تحديد التقنيات المثلى لإدارة التربة، مما يحسن من كفاءة الري والتسميد، ويسهم في تحقيق إنتاج زراعي أفضل.

وجد تحليل التباين لقوام التربة في موقع الدراسة إن هناك اختلافا إحصائي مهم ($P<0.05$) بين فئات قوام التربة (طيني–طمي) لمكون الطمي. ويشير هذا الاختلاف إلى أن فئات قوام التربة المختلفة تختلف في محتوى الطمي (جدول 13). وإن تقدير مكون الطمي في التربة الزراعية ذو أهمية كبيرة. الطمي هو نوع من مكونات التربة الفيزيائية ويؤثر بشكل كبير على خصائص التربة. ويعزز وجود الطمي في التربة من قوتها ويحسن قدرتها على احتفاظ بالماء وتوفيره للنباتات. ويساعد في تحسين هيكل التربة، مما يتيح للجذور نموا جيدا وتوفير المساحة اللازمة للهواء. بالإضافة إلى ذلك، يساهم الطمي في توفير العناصر الغذائية وتحسين توازن التربة. بفهم مكون الطمي، يمكن للمزارعين تحسين تقنيات إدارة التربة، مما يسهم في تعزيز إنتاج المحاصيل وتحسين صحة النباتات.

يظهر جدول (14) تحليل التباين لقوام التربة بناءً على مكون الرمل في موقع الدراسة. وتشير النتيجة إلى وجود اختلاف إحصائي يعتبر ذا أهمية بين فئات قوام التربة (طيني–طمي) بناءً على قيمة ($P<0.05$). يكمل تقدير مكون الرمل في التربة الزراعية فهم الخصائص الفيزيائية للتربة وله أهمية كبيرة في مجال الزراعة. ويساهم وجود الرمل في التربة في تحسين تهوية التربة وتصريف المياه، مما يقلل من مخاطر تجمع المياه وتأثير الفيضانات. ويساعد الرمل في توفير مساحة كبيرة لتداول الهواء، مما يعزز نشاط الجذور ويسهم في نمو النباتات. وبفهم مكون الرمل، يمكن للمزارعين تحسين استراتيجيات إدارة التربة لتحسين كفاءة الري وتحسين جودة الأرض لدعم الإنتاجية الزراعية.

عموماً، يعكس تقدير قوام التربة الزراعية تركيبها ويؤثر على تهوية التربة، وامتصاص واحتفاظ الماء، وسهولة العمل فيها، وتوافر المغذيات للنباتات. إذ يلعب فهم هذا العنصر الفيزيائي دوراً حاسما في تحسين الإنتاجية الزراعية وصحة التربة.

3.1.5 تحليل تباين عناصر المناخ

تم دراسة التغيرات الإحصائية والتباينات لعناصر المناخ المهمة. يُظهر تحليل الأمطار اختلافاً بين السنوات، مع احتمالية إحصائية مهمة جداً في الأشهر ($P<0.01$). كما يوضح تحليل درجات الحرارة اختلافات ملحوظة في السنوات والأشهر، مع احتماليات إحصائية قوية ($P<0.01$).

من خلال تقديم معلومات حول أقصى وأدنى درجات الحرارة والرطوبة النسبية، يتيح الجدول (15) فهماً أعمق حول تقلبات الظروف المناخية في هذا الموقع. يظهر الجدول أيضاً الخطأ العشوائي الذي يساهم في قياس الدقة الإحصائية للتحليل. وبالتالي يوفر الجدول نظرة شاملة حول التغيرات في عناصر المناخ في المنطقة المدروسة، مما يسهم في فهم أفضل للبيئة والتغيرات المحتملة في الظروف الجوية في منطقة الدراسة.

نتائج جدول (15) لتحليل التباين في منطقة الدراسة تظهر تغيرات إحصائية ملحوظة في عناصر المناخ، خاصة في الأمطار ودرجات الحرارة، مع احتماليات إحصائية قوية ($P<0.01$). ويوفر الجدول فهما لتقلبات الظروف المناخية.

استنادا إلى تحليل التباين الموضح في الجدول (13)، فإن الأشهر هي العامل الأكثر تأثيرا على عناصر المناخ في موقع الدراسة. حيث أن قيمة (F) للأشهر أعلى من قيمة (F) للسنوات في جميع عناصر المناخ، وهذا يعني أن هناك اختلافا إحصائيا معنويا بين متوسطات عناصر المناخ في الأشهر المختلفة.

يقدم الشكل (7) معلومات متعلقة بمتوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال عام 2000. يمكن استنتاج أن هذا الشكل مفيد لتحليل الظروف الجوية خلال تلك الفترة وفهم توزيع الأمطار والحرارة خلال الشهور المختلفة من العام 2000. فيما يخص الشكل (8)، يظهر تطور متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال عام 2019. يمكن استنتاج تغيرات الأحوال الجوية خلال هذا العام والتأثيرات المحتملة على البيئة والزراعة. يعرض الشكل (9) متوسطات الهطولات المطرية ودرجات الحرارة الشهرية خلال فترة تمتد من عام 2000 إلى 2019. يمكن من خلال هذا الشكل فحص الاتجاهات الزمنية وتحديد

التغيرات الطويلة الأمد في الأحوال الجوية، مما يساعد في فهم التغيرات المناخية على مدى السنوات العشرين الأخيرة.

من خلال مقارنة الأشكال 1، 2، و3، يمكن ملاحظة تطورات ملحوظة في الهطولات المطرية ودرجات الحرارة على مدى الزمن. ويظهر الشكل 3 تغيرات متسارعة في متوسطات الهطول ودرجات الحرارة خلال فترة 2000–2019، مما يشير إلى تأثير التغير المناخي على البيئة. بينما يقدم الشكل 1 والشكل 2 لمحة أكثر تحديداً حيث يظهران الاختلافات السنوية لعامي 2000 و2019 على حدة، مما يسهم في فهم الاختلافات السنوية المحددة في الأحوال الجوية. هذه التغيرات قد تكون ناتجة عن تغيرات مناخية أو عوامل طبيعية أخرى، ويستدعي الأمر إجراء تحليل أعمق لفهم الأسباب والتأثيرات الكامنة وراء هذه الديناميات (كلمة "الديناميات" تشير إلى القوى والتغيرات والعمليات في نظام ما على مر الزمن بين مختلف العناصر البيئية، مثل الطقس ودرجات الحرارة ومعدلات الهطول، وكيفية تطورها وتغيرها على مر الزمن. بمعنى آخر، يتعلق مفهوم الديناميات في هذا السياق بالتحليل والفهم العميق لكيفية تطور وتغير هذه الظواهر على مدار فترة طويلة، مما يساعد في التعرف على الأسباب والتأثيرات الكامنة وراء هذه التغيرات).

يمكن من خلال هذا الشكل (10) فحص الاتجاهات الزمنية لكميات الأمطار على مدى الفترة الزمنية المحددة، مما يساعد في تحديد السنوات ذات الهطولات العالية أو المنخفضة. ويقدم الشكل (11)، معلومات حول معدلات درجات الحرارة خلال نفس الفترة. ويمكن استخدام هذا الشكل لتحليل التغيرات في درجات الحرارة على مدى الفترة الزمنية المحددة، مما يوفر فهما حول الاتجاهات المناخية وتأثيرات التغير المناخي خلال الفترة المعنية. يمكن أن يسهم الفهم المتكامل لكل من الشكلين في تحديد العلاقة بين الهطولات المطرية ودرجات الحرارة خلال الفترة الزمنية المحددة وفهم الأثر المحتمل للتغيرات المناخية على البيئة المحلية.

2.5 تحليل العلاقات بين ارتفاع درجات الحرارة وبعض مكونات مياه برك الأسماك

1.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وعنصر الصوديوم في مياه برك الاسماك

وجد ان تقدير عنصر الصوديوم في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث إن ارتفاع درجات الحرارة في مياه البرك الأسماك يمكن أن يرفع مستويات الصوديوم بسبب زيادة في التبخر، وتعزيز النشاط الأيضي للأسماك، وتغييرات في دورة المياه، وتفاعلات كيميائية محتملة. إن متابعة وفهم هذا العلاقة ضروريان لإدارة فعّالة للزراعة السمكية وضمان جودة المياه المثلى (Boyd، 2016 ; Klerks and Moore، 1998). عملياً، يشير ارتفاع تقدير عنصر إلى زيادة توافر الصوديوم للنباتات عند الري بمياه برك الأسماك.

2.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وعنصر البوتاسيوم في مياه برك الأسماك

وجد ان تقدير عنصر البوتاسيوم في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث في درجات الحرارة المرتفعة، يزداد تبخر الماء، مما يؤدي إلى تركيز المعادن الذائبة، بما في ذلك البوتاسيوم. كما أن درجات الحرارة المرتفعة تزيد من نمو الطحالب، والتي تستهلك البوتاسيوم وتسبب انخفاض مستويات الأكسجين في الماء. ويمكن أن يؤدي ارتفاع مستويات البوتاسيوم إلى الإضرار بالأسماك، لذلك من المهم مراقبة مستويات البوتاسيوم في الماء واتخاذ تدابير لتقليلها إذا لزم الأمر (Wenzel وآخرون، 2021 ; Boyd، 2016). عملياً، يشير ارتفاع تقدير عنصر البوتاسيوم، إلى ضرورة مراقبة وتنظيم مستويات البوتاسيوم في المياه المستخدمة في ري التربة، خاصة في ظل ارتفاع درجات الحرارة التي قد تؤدي إلى تركيز معادن البوتاسيوم وتأثيرات سلبية على البيئة المائية وصحة الأسماك.

3.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وعنصر المغنيسيوم في مياه برك الأسماك

وجد ان تقدير عنصر المغنيسيوم في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث ارتبطت دراسات بيئية بين ارتفاع درجات الحرارة وتركيز المغنيسيوم في مياه

البرك السمكية، حيث يمكن أن يؤدي ارتفاع درجة حرارة الماء إلى زيادة ذوبان المعادن، بما في ذلك المغنيسيوم. يمكن أن تؤثر هذه التغيرات على البيئة المائية وبالتالي على صحة الأسماك. وفي حين يمكن أن تؤدي درجات الحرارة العالية إلى زيادة مستويات المغنيسيوم، إلا أن هذا التأثير يعتمد على عوامل متعددة مثل النشاط البيولوجي للأسماك، ومعدلات التحلل الكيميائي، ومتطلبات الأسماك للعناصر الغذائية. يتطلب إدارة العلاقة بين درجات الحرارة العالية وتراكم المغنيسيوم مراقبة دورية لمعايير جودة المياه واتخاذ قرارات استناداً إلى هذه المراقبة لضمان ظروف مثلى لصحة ونمو الأسماك في البرك السمكية (David وآخرون، 2023). عملياً، يشير ارتفاع تقدير عنصر المغنيسيوم في مياه برك الأسماك إلى أهمية مراقبة وإدارة درجات حرارة المياه بشكل دوري في البرك السمكية، نظراً لتأثير ارتفاع درجات الحرارة على زيادة تركيز المغنيسيوم وتأثيراته على بيئة المياه وصحة الأسماك، مما يستدعي اتخاذ إجراءات وقائية وتنظيمية.

4.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وادمصاص الصوديوم (SAR) في مياه برك الأسماك

وجد ان تقدير ادمصاص الصوديوم (SAR) في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث تعمل مياه برك الأسماك الأكثر دفئا على تركيز المعادن الذائبة وتعزيز نشاط الطين، مما يؤدي إلى زيادات ضارة محتملة في نسبة امتصاص الصوديوم (SAR). حيث يؤدي هذا الخلل إلى تعطيل صحة الأسماك، مما يؤثر على الخياشيم والنمو والبقاء على قيد الحياة. ويعد التحكم في درجة الحرارة ومستويات الصوديوم وتكاثر الطحالب أمرا ضروريا لإدارة معدل الامتصاص النوعي (SAR) وتعزيز النظام البيئي المزدهر (Handan وآخرون، 2021 ; Zhao وآخرون، 2008). عملياً، يشير ارتفاع تقدير امتصاص الصوديوم (SAR) في مياه برك الأسماك إلى ضرورة تنظيم درجات الحرارة ومستويات الصوديوم بعناية أثناء ري التربة بمياه البرك السمكية، لتعزيز الاستدامة البيئية.

5.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والنترات–النيتروجين في مياه برك الأسماك

وجد ان تقدير النترات–النيتروجين في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث إن ارتفاع درجات الحرارة في مياه برك الأسماك ينشط البكتيريا التي تنتج النترات–النيتروجين، مما يؤدي إلى انخفاض جودة المياه وزيادة خطر الإصابة بالأمراض وانخفاض معدل النمو. ويمكن الحد من هذه الآثار من خلال إدارة درجة الحرارة والتحكم في مصادر النترات وإزالة النترات من المياه (IPSITA وآخرون، 2020). عملياً، يشير ارتفاع تقدير النترات–النيتروجين في مياه برك الأسماك إلى ضرورة تنظيم درجات الحرارة ومصادر النترات، وفعاليات التحكم في مستويات النترات–النيتروجين، بهدف تحسين جودة المياه وتقليل المخاطر الصحية.

6.2.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والأمونيوم–النيتروجين في مياه برك الأسماك

وجد ان تقدير الأمونيوم–النيتروجين في مياه برك الأسماك أعلى منه في مياه الري التقليدية وبفارق عالي المعنوي ($P<0.01$)، حيث إن ارتفاع درجات الحرارة ينشط إنتاج الأمونيوم–النيتروجين في برك الأسماك، مما يؤدي إلى تسمم الأسماك وانخفاض معدل النمو وزيادة خطر الإصابة بالأمراض. ويمكن الحد من هذه الآثار السلبية من خلال إدارة درجة الحرارة والتحكم في مستويات الأسمدة وإزالة الأمونيوم من المياه (Thea وآخرون، 2024 ; Chew and Yuen، 2010). عملياً، يشير ارتفاع تقدير الأمونيوم–النيتروجين في مياه برك الأسماك إلى ضرورة التحكم الفعّال في درجات الحرارة ومستويات الأسمدة، بهدف تقليل تكوين الأمونيوم وتحسين صحة الأسماك والحفاظ على مستويات نمو مستدامة.

3.5 تحليل العلاقات بين ارتفاع درجات الحرارة وبعض مكونات التربة الزراعية المروية بمياه برك الأسماك

1.3.5. العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة ورقم الحموضة (pH) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل رقم الحموضة 7.86 ± 0.03 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث تعتمد العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة ورقم الحموضة في التربة المروية بمياه برك الأسماك على تفاعلات كيميائية وبيولوجية. حيث

يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة نشاط الكائنات الحية وإفراز مواد كيميائية، مما يؤثر على رقم الحموضة. وإن تأثير تصريف مياه برك الأسماك وتفاعلات النباتات والميكروبات في التربة يلعبان دورا مهما (Shafi وآخرون، 2022). عملياً، يشير تأثير ارتفاع درجات الحرارة في مياه برك الأسماك على رقم الحموضة في التربة المروية إلى تأثير يعتمد على تفاعلات كيميائية وبيولوجية، حيث يسهم النشاط الحيوي وتداول المياه في التربة في تحديد هذه العلاقة.

2.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والإيصالية الكهربائية (EC) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل الإيصالية الكهربائية 3.33±0.04 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث ترتبط العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والإيصالية الكهربائية في التربة المروية بمياه برك الأسماك بعدة عوامل، حيث يؤدي ارتفاع الحرارة إلى زيادة نشاط الكائنات الحية وعمليات التحلل العضوي، مما يؤثر على قيمة الإيصالية. تعني إضافة مياه برك الأسماك إضافة مواد عضوية وغذائية، وتأثير محتوى الملح والمعادن في المياه والتربة يلعب دورا في تحديد قيمة الإيصالية. حيث ينصح بمراقبة دورية لتحليل الإيصالية ومراقبة التغيرات البيئية لفهم أفضل هذه العلاقة (Hayashi، 2004). عملياً، يشير ارتفاع درجات الحرارة في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى تأثير تعدد العوامل، حيث يزيد ارتفاع الحرارة من نشاط الكائنات الحية وعمليات التحلل العضوي، مما يؤثر على قيمة الإيصالية. لذا، يُنصح بالمراقبة المنتظمة لتحليل الإيصالية ومتابعة التغيرات البيئية.

3.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة وفوسفات–فوسفور (P) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل فوسفات–فوسفور 15.37±0.23 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث إن ارتفاع درجات الحرارة في التربة المروية بمياه برك الأسماك يمكن أن يؤدي إلى زيادة سرعة عمليات التفاعل الكيميائي ونشاط الكائنات الحية، مما يؤثر على تحرير الفوسفور وفوسفات المتاحة للنباتات. إن تأثير مياه البرك على توريد الفوسفور وتأثيرات المواد الكيميائية فيها يعززان التغيرات في تركيب التربة (Dongliang وآخرون، 2020). عملياً، يشير ارتفاع معدل فوسفات–فوسفور في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى أن درجات

الحرارة العالية تعزز سرعة التفاعل الكيميائي ونشاط الكائنات الحية، مما يؤثر إيجابياً على توفر الفوسفور المتاح للنباتات ويسهم في تغيير تركيب التربة.

4.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والبوتاسيوم (K) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل البوتاسيوم 417.33±6.05 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث تتأثر علاقة ارتفاع درجات الحرارة والبوتاسيوم في التربة المروية بمياه برك الأسماك بعوامل متعددة. يمكن لتحلل المواد العضوية وإفراز البوتاسيوم، جنبا إلى جنب مع تأثيرات التبخر والترسيب في ظروف حرارة عالية، أن تسهم في تغير توافر البوتاسيوم. وإن نشاط الكائنات الحية في التربة وفعالية التسميد الكيميائي قد يكونان لهما دور في هذه العلاقة (Arienzo وآخرون، 2009). عملياً، يشير ارتفاع معدل البوتاسيوم في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى أن علاقة درجات الحرارة العالية وتوافر البوتاسيوم في التربة تتأثر بعدة عوامل، مثل تحلل المواد العضوية وتأثيرات التبخر والترسيب في ظروف حرارة عالية، بالإضافة إلى نشاط الكائنات الحية وفعالية التسميد الكيميائي.

5.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والمواد العضوية (OM) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل المواد العضوية 1.05±0.02 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث ترتبط درجات الحرارة المرتفعة في التربة المروية بمياه برك الأسماك بزيادة تحلل المواد العضوية، حيث تعزز هذه الظروف البيئية نشاط الكائنات الحية الدقيقة وتساهم في تحويل المواد العضوية إلى عناصر غذائية. كما يلعب وجود الأسماك والنباتات المائية دورا في تحسين جودة التربة، بينما يمكن تصريف مياه البرك إلى التربة أن يسهم في زيادة محتوى المواد العضوية (Piedrahita and Jamu، 2002 ; Chattopadhyay وآخرون، 1980). عملياً، يشير ارتفاع معدل المواد العضوية في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى أن درجات الحرارة المرتفعة تعزز تحلل المواد العضوية، مسهمة في تحويلها إلى عناصر غذائية بواسطة نشاط الكائنات الحية الدقيقة، إذ تسهم هذه الظروف في تحسين جودة التربة، وتصريف مياه البرك إلى التربة يسهم في زيادة محتوى المواد العضوية.

6.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة والنترات–النيتروجين (N) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل النترات–النيتروجين 0.22±0.01 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث إن الارتفاع في درجات الحرارة في التربة المروية بمياه برك الأسماك يمكن أن يؤثر على النترات النيتروجينية من خلال تأثيراته على النشاط الميكروبي. إن جودة المركبات النيتروجينية في مياه برك الأسماك، جنبا إلى جنب مع التغيرات الناجمة عن الحرارة تسهم في امتصاص النباتات وتفاعلات المياه مع التربة (Christopher وآخرون، 1991). عملياً، يشير انخفاض معدل النترات–النيتروجين في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى أن ارتفاع درجات الحرارة يمكن أن يؤثر على جودة المركبات النيتروجينية وتفاعلات المياه مع التربة، مما يلعب دورا في امتصاص النباتات.

7.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة ومكون (الطمي%) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل الطمي% 39.56±0.26 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث ترتبط ارتفاع درجات الحرارة بتأثيرات على مكون الطمي% في التربة المروية بمياه برك الأسماك. ويمكن أن تزيد الحرارة من تجفيف التربة وتكتل الطين، مما يؤثر على هيكلها. في المقابل، قد تحسن مياه برك الأسماك تركيب التربة بفضل العناصر الغذائية والمواد العضوية. تأثير الطمي% على النباتات يمكن أن يظهر في تهوية جذورها وتوفير الماء (Akhmad وآخرون، 2020). عملياً، يشير ارتفاع معدل الطمي% في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى تأثيرات درجات الحرارة على تركيب التربة، حيث يزيد الارتفاع في درجات الحرارة من تجفيف التربة وتكتل الطين، مما يؤثر على هيكلها. على الجانب الآخر، قد تحسن مياه برك الأسماك تركيب التربة بفضل العناصر الغذائية والمواد العضوية، مما يمكن أن يظهر تأثيرا إيجابيا على تهوية جذور النباتات وتوفير الماء.

8.3.5 العلاقة بين ارتفاع درجات الحرارة ومكون (الرمل%) في التربة المروية بمياه برك الأسماك

بلغ معدل الرمل % 8.83±0.16 في التربة المروية بمياه برك الأسماك. حيث إن ارتفاع درجات الحرارة في بيئة برك الأسماك يؤثر على تركيبة التربة المروية بزيادة تبخر المياه وتفاعل المعادن في الرمل. يؤدي هذا الارتفاع إلى تحلل المواد العضوية وتغيير في تركيبة المعادن، مما يؤثر على جودة المياه ويتطلب مراقبة دورية للحفاظ على توازن صحي في التربة والماء. وتتطلب إدارة فعالة لهذه العلاقة توفير الظروف المثلى لضمان الاستدامة البيئية (Naznin وآخرون، 2023). عملياً، يشير انخفاض معدل الرمل في التربة المروية بمياه برك الأسماك إلى أن ارتفاع درجات الحرارة في بيئة البرك يؤثر على تركيب التربة بزيادة تبخر المياه وتفاعل المعادن في الرمل، مما يستدعي مراقبة دورية للحفاظ على توازن صحي في التربة لضمان الاستدامة البيئية.

استخدام مياه برك الأسماك في الري للتخفيف من اثار التغير المناخي على خصوبة التربة الزراعية

إن ارتفاع متوسطات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم، بالإضافة إلى امتصاص الصوديوم والفوسفور والنترات والأمونيوم في مياه برك الأسماك مقارنة بالمياه الري التقليدية، يسهم في التخفيف من تأثيرات التغيرات المناخية على التربة ويحافظ على خصوبتها.

1- **الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم:** ارتفاع متوسطات هذه العناصر في مياه برك الأسماك يسهم في تحسين جودة التربة ويعزز الاستدامة الزراعية (Schoumans وآخرون، 2014).

2- **ادمصاص الصوديوم:** زيادة قدرة الصوديوم على الامتصاص في مياه برك الأسماك يعزز مرونة التربة ويقلل من تأثيرات التغيرات المناخية عليها (Shahid وآخرون، 2018).

3- **الفوسفور والنترات والأمونيوم:** تحسين امتصاص هذه العناصر في مياه برك الأسماك يسهم في حفظ خصوبة التربة ويعزز استدامة النظم الزراعية (Zajdband، 2011).

عموما، يُلاحظ أن ارتفاع متوسطات هذه العناصر وتحسين امتصاصها في مياه برك الأسماك يلعبان دورا هاما في تعزيز مرونة التربة والتخفيف من تأثيرات التغيرات المناخية.

معدل هطول الأمطار والرطوبة

كانت معدلات هطول الأمطار والرطوبة النسبية غير معنوية عبر الأشهر والسنوات. ومن ناحية أخرى يظهر أن هناك تأثيراً بارزاً للتغيرات المناخية على نمط هطول الأمطار. ويتجلى هذا التأثير في زيادة شدة الهطولات وارتفاع التركيز في فترات زمنية قصيرة، بالإضافة إلى تحول مواعيد الهطولات بعيداً عن النمط التقليدي في الأشهر المعتادة للهطول المطري (الاشكال 7، 8، 9).

4.5. الاستنتاجات

تحليل المياه

- يوجد اختلافا واضحا في مستويات المكونات بين المياه التقليدية وبرك الأسماك، مع ارتفاع في الإيصالية والنترات–النتروجين في المياه التقليدية.
- انخفاض رقم الحموضة في المياه التقليدية قد يؤثر على خصائص المياه واستخدامها الزراعي.
- يساهم تحليل المياه الزراعية في تحسين كفاءة الري وتوفير المغذيات اللازمة للنباتات.
- تظهر قيم إحصائية معنوية لعدة مكونات، تعكس اختلافات بين المياه التقليدية وبرك الأسماك.
- يُعتبر استخدام مياه برك الأسماك مصدرا مستداما للري، مع فوائد بيئية وتوفير موارد غذائية للنباتات.

تحليل التربة

- يكشف تحليل التربة تفاوتا في مكوناتها، خاصة نسبة الطين.
- أهمية تحليل التربة في تحسين التسميد وإدارة الأرض بكفاءة.
- تؤثر درجة الحموضة والإيصالية الكهربائية على توفر المغذيات وجودة الإنتاج الزراعي.
- يساهم تحديد مستوى الفوسفات والبوتاسيوم في تعزيز الإنتاجية الزراعية.

- تؤثر العوامل مثل نوع المياه والموقع في تركيب التربة.
- يدعم تقدير العناصر الغذائية الإدارة الفعالة للأراضي وتحقيق إنتاجية مستدامة.
- تأثير إحصائي ملحوظ على المواد العضوية بناءً على نوع المياه، الموقع، العمق، وقوام التربة. المواد العضوية أساسية لصحة التربة وزيادة الإنتاجية.
- فروق إحصائية مهمة في مستوى نترات–النتروجين بسبب أنواع المياه، الموقع، العمق، وقوام التربة. قياس نترات مهم لتحسين الإنتاجية وصحة النباتات.
- عدم وجود فارق إحصائي في مكون الطين بين فئات قوام التربة، لكن وجود اختلافات مهمة بناءً على مكون الطمي والرمل. أهمية مكونات التربة لتحسين هيكلها وإدارة الموارد.
- يؤثر قوام التربة بشكل حاسم على خصائص التربة ونجاح استراتيجيات إدارتها، مما يعزز الإنتاجية وصحة التربة.

تحليل عناصر المناخ

- اكتشف تحليل الأمطار ودرجات الحرارة اختلافات بين السنوات والأشهر، مع احتماليات إحصائية قوية.
- تظهر الأشهر كعامل رئيسي في تأثير عناصر المناخ، مع اختلاف إحصائي ملحوظ بينها.
- وجود تغيرات متسارعة في الهطول ودرجات الحرارة بين 2000 و2019، مشيراً إلى تأثير التغير المناخي.

5.5. التوصيات

تشير توصيات تحليل المياه إلى ضرورة تحسين جودة المياه التقليدية، خاصة فيما يتعلق بالإيصالية والنترات، وتشجيع على استخدام تقنيات تنقية المياه. ويُفضل مراقبة وتنظيم مستوى الحموضة، كما يُنصح باستفادة من مياه برك الأسماك للري بناءً على فوائدها البيئية.

وفيما يتعلق بتحليل التربة، يُشدد على تكامل نتائج التحليل في استراتيجيات التسميد ومراقبة عوامل التربة لتحسين الإنتاج الزراعي.

أما تحليل عناصر المناخ تشدد على ضرورة مراقبة التغيرات المناخية وتكييف الاستراتيجيات الزراعية بشكل فعال، مع اعتبار هذه العناصر في إدارة الموارد الزراعية.

تنفيذ هذه التوصيات بشكل فعّال سيُحسن جودة المياه والتربة، وبالتالي يعزز الإنتاجية الزراعية ويسهم في تعزيز استدامة النظم الزراعية.

توصية أساسية

توصي الدراسة بتبني استراتيجية مستدامة لتخفيف آثار التغير المناخي على التربة من خلال استفادة من مياه برك الأسماك. ويُنصح بتكامل برك الأسماك في نظام الري الزراعي، مما يسهم في توفير مصدر مستدام للمياه وفي نفس الوقت يقلل من الاعتماد على مصادر المياه الأخرى التي قد تكون تأثيرها سلبي على البيئة. ويتيح استخدام مياه برك الأسماك إضافة المواد العضوية والمغذيات الطبيعية إلى التربة، مما يساهم في تحسين هيكلها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء.

علاوة على ذلك، يمكن تنظيم تدفق المياه من برك الأسماك بشكل فعال لتوفير فترات ري متساوية ومنتظمة للنباتات، وبالتالي تعزيز إنتاجيتها. ويجب على المزارعين تبني نظام إدارة فعّال يراعي توزيع المياه واستفادة من العناصر الغذائية التي تتوفر في مياه برك الأسماك. هذه الاستراتيجية تسهم في تعزيز التحمل البيئي للأراضي الزراعية وتقوية استدامتها في وجه التحديات المتزايدة المرتبطة بالتغير المناخي.

المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

1. ثائر هاشم ع. ر. ع. **2012**. تأثير التغيرات المناخية على واقع المحاصيل التصديرية في منطقة شمال الضفة الغربية وغور الأردن. رسالة ماجستير. جامعة القدس. القدس – فلسطين. https://dspace.alquds.edu/server/api/core/bitstreams/87caf78f-8433-4d4e-854b-30275f7de623/content

ثانياً: المراجع الأجنبية:

2. Abdulla, F. **2019**. 21st Century Climate Change Projections of Precipitation and Temperature in Jordan. Procedia Manufacturing, 44, 197-204. https://doi.org/ 10.1016/ j.promfg. 2020.02.222
3. Abolhosseini, S. and Heshmati, A and Altmann, J. **2014**. A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies. IZA Discussion Paper No. 8145, http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2432429
4. Abu-Allaban, M., El-Naqa, A., Jaber, M. **2015**. Water scarcity impact of limate change in semi-arid regions: a case study in Mujib basin, Jordan. Arab J Geosci 8, 951–959. https://doi.org/10.1007/s12517-014-1266-5
5. Abu-Sharar, T. M., Al-Karablieh, E.K. and Haddadin, M.J. **2012**. Role of Virtual Water in Optimizing Water Resources Management in Jordan. Water Resour Manage 26, 3977–3993. https://doi.org/10.1007/s11269-012-0116-z
6. Akhmad M, Erna R and Muhammad C U. **2020**. Characteristics and management of brackishwater pond soil in South Sulawesi Province, Indonesia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 564 012021. http://doi.org/10.1088/1755-1315/ 564/1/012021
7. Al Haija, A. A. **2010**. Jordan: Tourism and conflict with local communities. Habitat International, 35(1), 93-100. https://doi.org/10.1016/j.habitatint. 2010.04.002

8. Al Qatarneh, G. N., Al Smadi, B., Al-Zboon, K. et al. **2018**. Impact of climate change on water resources in Jordan: a case study of Azraq basin. Appl Water Sci 8, 50. https://doi.org/10.1007/s13201-018-0687-9

9. Al Qudah, A., Rusan, M.J., Al-Qinna, M.I. et al. **2021**. Climate change vulnerability assessment for selected agricultural responses at Yarmouk River Basin Area, Jordan. Mitig Adapt Strateg Glob Change 26, 3. https://doi.org/10.1007/s11027-021-09944-7

10. Aladaileh, H., Al Qinna, M., Karoly, B., and Rakonczai, J. **2019**. An Investigation into the Spatial and Temporal Variability of the Meteorological Drought in Jordan. Climate, 7(6), 82. https://doi.org/10.3390/cli7060082

11. Al-Adamat, R., Rawajfih, Z., Easter, M., Paustian, K., Coleman, K., Milne, E., Falloon, P., Powlson, D., and Batjes, N. **2007**. Predicted soil organic carbon stocks and changes in Jordan between 2000 and 2030 made using the GEFSOC Modelling System. Agriculture, Ecosystems and Environment, 122(1), 35-45. https://doi.org/ 10.1016/ j.agee.2007.01.006

12. Al-Dala'een J. A. **2016**. The Economics of Fish Farming in Jordan. Bull. Fac. Agric., Cairo Univ., 67: 109-121. https:// ejarc. journals. ekb.eg/ article_212925 _f50f200c0a493aa39c1 61efc81e0fa00.pdf.

13. Al-Khraisat, A. A. A. **2014**. Constraints to successful carp fish farming production in Jordan. Agricultural Journal 2014 Vol.9 No.1 pp.32-37. https:// www .cabdirect.org/ cabdirect/ abstract/ 20143217555.

14. Al-Omari A., A. Salman and E. Karablieh. **2014**. The Red Dead Canal project: an adaptation option to climate change in Jordan, Desalination and Water Treatment, 52:13-15, 2833-2840. https:// doi. 10.1080/ 19443994. 2013. 819168

15. Al-Qinna, M.I., Hammouri, N.A., Obeidat, M.M. et al. **2011**. Drought analysis in Jordan under current and future climates. Climatic Change **106**, 421–440. https://doi.org/10.1007/s10584 -010-9954-y

16. Alrajhi, A., Beecham, S., and Hassanli, A. **2017**. Effects of partial root-zone drying irrigation and water quality on soil physical and chemical properties. Agricultural Water Management, 182, 117-125. https://doi.org/10.1016/ j.agwat. 2016. 12.011

17. Al-Shallash K. S. **2007**. The Effect of Fish Pond Effluent Reuse on The Production of Sugar Beet Plants (Beta vulgaris, L). Assiut J. of Agric. Sci., 38 (2). (207-213). https://doi.org/10.21608/AJAS.2007.271083

18. Althor, G., Watson, J. E., and Fuller, R. A. **2016**. Global mismatch between greenhouse gas emissions and the burden of climate change. Scientific Reports, 6 (1), 1-6. https://doi.org/10.1038/srep20281

19. Al-Weshah, R. A. **2000**. Optimal Use of Irrigation Water in the Jordan Valley: A Case Study. Water Resources Management **14**, 327–338. https://doi.org/10.1023/ A:1011152318711

20. Al-Zu'bi, M. **2016**. Jordan's climate change governance framework: from silos to an intersectoral approach. Environ Syst Decis 36, 277–301. https://doi.org/ 10.1007/ s10669-016-9602-9

21. Arienzo M., E.W. Christen, W. Quayle, A. Kumar. **2009**. A review of the fate of potassium in the soil–plant system after land application of wastewaters, Journal of Hazardous Materials, Volume 164, Issues 2–3, Pages 415-422, https://doi.org/ 10.1016/j.jhazmat.2008.08.095

22. Boyd, C. E. **2016**. General Relationship between Water Quality and Aquaculture Performance in Ponds. Fish Diseases, 147-166. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804564-0.00006-5

23. Cazenave, A., and Cozannet, G. L. **2014**. Sea level rise and its coastal impacts. Earth's Future, 2(2), 15-34. https://doi.org/10.1002/2013EF000188

24. Chattopadhyay, G.N., Mandal, L.N. **1980**. Effect of different levels of water salinity on the decomposition of organic manures in a brackish water fishpond soil. Hydrobiologia **72**, 287–292. https://doi.org/10.1007/BF00005633

25. Christopher F. K, Ted R. B, Clarence D. M, Irwan S. H, Komar S H, Muhammed E. **1991**. Nitrogen input, primary productivity and fish yield in fertilized freshwater ponds in Indonesia, Aquaculture, Volume 94, Issue 1, Pages 49-63, https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90128-T

26. Combaz, E. **2019**. Jordan's environmental policies and engagement on climate change. K4D Helpdesk Report. Brighton, UK: Institute of Development Studies. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5d30a131ed915d2ff003b781/619__Jordan_Environment_Policies_and_Engagemt.pdf

27. David P. H., Hisham A. A., Harsha S.C. G., Anita M. Kelly, Ian A. E., Butts, D. Allen D, Benjamin H. B, Luke A. R, **2023**, Evaluation of aqueous magnesium concentration on performance of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) cultured in low salinity water of West Alabama, USA, Aquaculture, Volume 565, https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.739133

28. Dongliang Q, Jun Y, Jianqiang Z. **2020.** Effect of a reduced fertilizer rate on the water quality of paddy fields and rice yields under fishpond effluent irrigation, Agricultural Water Management, Volume 231, https://doi.org/ 10.1016/j.agwat. 2020.105999

29. Dore, M. H. **2005**. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? Environment International, 31(8), 1167-1181. https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.03.004

30. EcoPeace M E. **2019**. Climate Change, Water Security, and National Security for Jordan, Palestine, and Israel, Amman, Jordan; Tel Aviv, Israel; Ramallah, Palestine: Carry, Inga (Ed.). https://www.hpacenter .org/ uploads/ editor/ images/ Climate %20Change %20,water %20security %20and% 20 National% 20Security% 20for% 20Jorna% 20Palestine% 20and% 20% C4% B0srael %20.pdf

31. Elnwishy, N. H., Ramadhane, M.S., Zalat, S.M. **2008**. Combating Desertification through Fish Farming. In: Lee, C., Schaaf, T. (eds) The Future of Drylands. Springer, Dordrecht. https:// doi.org/ 10.1007/ 978-1-4020-6970-3_46.

32. Freiwan, M., and Kadioğlu, M. **2007**. Climate variability in Jordan. International Journal of Climatology, 28(1), 69-89. https://doi.org/ 10.1002/joc.1512

33. Frimpong, E. A., Ansah, Y. B., Amisah, S., Agbo, N. W., and Egna, H. **2014**. Effects of Two Environmental Best Management Practices on Pond Water and Effluent Quality and Growth of Nile Tilapia, Oreochromis niloticus. Sustainability, 6(2), 652-675. https://doi.org/ 10.3390/su6020652

34. Ghoneem, M. Y. M. **2016**. Planning for Climate Change, Why does it Matter? (From Phenomenon to Integrative Action Plan). Procedia - Social and Behavioral Sciences, 216, 675-688. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.060

35. Guong, V. T., Hoa, N. M. **2012**. Aquaculture and Agricultural Production in the Mekong Delta and its Effects on Nutrient Pollution of Soil and Water. In: Renaud, F., Kuenzer, C. (eds) The Mekong Delta System. Springer Environmental Science and Engineering. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-3962-8_14

36. Handan A, Fikret U, Yalçın T and Elif N S. **2021**. Assessment of water quality of streams in northeast Turkey by water quality index and multiple statistical methods, Environmental Forensics, 22:1-2, 270-287. https://doi.org/10.1080/ 15275922. 2020.1836074

37. Hartono, A.; Yokota, K.; Baba, T.; Subroto, B. **2016**. Changes in some soil chemical properties and production of sweet potato, Ipomoea batatas (L.) Lam, treated with fishpond sediment and water in Petir village, Darmaga, Bogor, Indonesia. Journal of ISSAAS (International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences). Vol.22 No.2 pp.1-9. https://www.cabdirect.org/cabdirect/ abstract/20173065110

38. Hasan, A. R., Alimari, A., Jafar, H. A., Hussein, A. I. A., Abu Shaban, A. A. **2022**. The Effect of Temperature and Rainfall Changes on Biophysical and Socio-Economic Status of People in Northern Jordan Valley Drylands, Palestine. In: Poshiwa, X., Ravindra Chary, G. (eds). Climate Change Adaptations in Dryland Agriculture in Semi-Arid Areas. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7861-5_4

39. Hay, M. E., Parker, J. D., Burkepile, D. E., Caudill, C. C., Wilson, A. E., Hallinan, Z. P., and Chequer, A. D. **2004**. Mutualisms and Aquatic Community Structure: The Enemy of My Enemy Is My Friend. https://doi.org/ 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132357

40. Hayashi, M. **2004**. Temperature-Electrical Conductivity Relation of Water for Environmental Monitoring and Geophysical Data Inversion. Environ Monit Assess. 96. 119–128. https://doi.org/10.1023/B:EMAS.0000031719.83065.68

41. Heugues, M. **2014**. International environmental cooperation: a new eye on the greenhouse gas emissions' control. Ann Oper Res 220, 239–262. https://doi.org/10.1007/s10479-012-1156-8

42. Hillel, N., Geyer, S., Licha, T., Khayat, S., Laronne, J. B., and Siebert, C. **2015**. Water quality and discharge of the Lower Jordan River. Journal of Hydrology, 527, 1096-1105. https://doi.org/10.1016/ j.jhydrol.2015.06.002

43. Ibrahim, L. A., Shaghaleh, H., Elsadek, E., Hamad, A. A., and Alhaj Hamoud, Y. **2010**. A Comprehensive Review of the Multiple Uses of Water in Aquaculture-Integrated Agriculture Based on International and National Experiences. Water, 15(2), 367. https://doi.org/10.3390/w15020367

44. Ipsita P, Ashis K P , Subhendu D. **2020**. Influence of Nitrogen Cycle Bacteria on Nitrogen Mineralisation, Water Quality and Productivity of Freshwater Fish Pond: A Review. Asian Fisheries Science 33:145–160. https://doi.org/ 10.33997/j.afs.2020. 33.2.006

45. Jamu D. M., R. H. Piedrahita. **2002**. An organic matter and nitrogen dynamics model for the ecological analysis of integrated aquaculture/agriculture systems: I. model development and calibration, Environmental Modelling and Software, Volume 17, Issue 6, Pages 571-582, https://doi.org/10.1016/S1364-8152(02)00016-6

46. Jaradat, A. A. **1991**. The Farming Systems in Jordan: Rainfed, Water Harvesting, and Supplemental Irrigation. In: Perrier, E.R., Salkini, A.B., Ward, C.F. (eds) Supplemental Irrigation in the Near East and North Africa. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-3766-9_22

47. Jonas, M., Bun, R., Nahorski, Z. et al. **2019**. Quantifying greenhouse gas emissions. Mitig Adapt Strateg Glob Change 24, 839–852. https://doi.org/10.1007/ s11027-019-09867-4

48. Kashi K. and Soumya B. **2022**. Can perceptions of reduction in physical water availability affect irrigation behaviour? Evidence from Jordan, Climate and Development, https://doi:10.1080/ 17565529. 2022. 2087587.

49. Kiran B. R. **2010**. Physico-Chemical Characteristics of Fish Ponds of Bhadra Project at Karnataka. RASAYAN J. Chem. Vol.3, No.4, 671-676. https://www.rasayanjournal.co.in/vol-3/issue-4/11.pdf

50. Kool, J. (2016). The Jordan Valley. In: Sustainable Development in the Jordan Valley. Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, vol 13. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30036-8_2

51. Kopp, R. E., Shwom, R. L., Wagner, G., and Yuan, J. **2016**. Tipping elements and climate–economic shocks: Pathways toward integrated assessment. Earth's Future, 4(8), 346-372. https://doi.org/10.1002/2016EF000362

52. Kumar, A., Nagar, S., and Anand, S. **2020**. Climate change and existential threats. Global Climate Change, 1-31. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822928-6.00005-8

53. Lepkova, N. **2021**. Impacts of Renewable Energy Policies on CO2 Emissions Reduction and Energy Security Using System Dynamics: The Case of Small-Scale Sector in Jordan. Sustainability, 14(9), 5058. https://doi.org/ 10.3390/ su14095058

54. Lucke, B., Al-Saad, Z., Schmidt, M., Bäumler, R., Lorenz, S.-O., Udluft, P., Heußner, K.-U., and Walker, B. J. **2008**. Soils and Land Use in the Decapolis Region (Northern Jordan). Implications for Landscape Development and the Impact of Climate Change. Zeitschrift Des Deutschen Palästina-Vereins (1953-), 124(2), 171–188. http://www.jstor.org/stable/27931845

55. McCarty, J. P. **2001**. Ecological Consequences of Recent Climate ChangeConsecuencias Biológicas de Cambios Climáticos Recientes. Conservation Biology, 15(2), 320-331. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.015002320.x

56. Mizanur R. Md., Amararatne Y. and Ranamukhaarachchi S. L. **2004**. Agricultural Use of Fishpond Sediment for Environmental Amelioration. Thammasat Int. J. Sc. Tech., Vol. 9, No. 4. https://www.academia.edu/6791108

57. Moon, T., Ahlstrøm, A., Goelzer, H. **2018**. Rising Oceans Guaranteed: Arctic Land Ice Loss and Sea Level Rise. Curr Clim Change Rep **4**, 211–222. https://doi.org/10.1007/s40641-018-0107-0

58. Moore, M. K., and Klerks, P. L. **1998**. Interactive Effect of High Temperature and Low PH on Sodium Flux in Tadpoles. Journal of Herpetology, 32(4), 588–592. https://doi.org/ 10.2307/1565217

59. Musa, J. J., Dada, P. O. O., Adewumi, J. K., Akpoebidimiyen, O. E., Musa, E. T., Otache, M. Y. and Yusuf, S. **2020**. Fish Pond Effluent Effect on Physico-chemical Properties of Soils in Southern Guinea Savanna, Nigeria. Open Access Library Journal, 7: e5990. https://doi.org/10.4236/ oalib.1105990

60. Naznin N., Istiaque H M d., Mst. O. H., Ferdous A. A.S.A., Halima B., Shahanul I. M., Lamyeah M. A., Abdus S. Md., **2023**, Effects of Water Retaining on Water Depth and Fish Production through Clay-Coated Polythene Beds in Seasonal Ponds of North-Western Bangladesh, Ecohydrology and Hydrobiology, Volume 23, Issue 2, Pages 240-250, https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2023.02.001

61. Ndagi, A., Adeoye P. A. and Usman, B. I. **2020**. Effect of Fish Pond Wastewater Irrigation on Receiving Soils and Crops in Dry Season Farming. Direct Research Journal of Engineering and Information Technology. Vol. 7(5), pp. 75-83. https://doi.org/ 10.26765/ DRJEIT18700821

62. Ogle, S. M., Olander, L., Wollenberg, L., Rosenstock, T., Tubiello, F., Paustian, K., Buendia, L., Nihart, A., and Smith, P. **2013**. Reducing greenhouse gas emissions and adapting agricultural management for climate change in developing countries: Providing the basis for action. Global Change Biology, 20 (1), 1-6. https://doi.org/10.1111/gcb.12361

63. Oroud, I. M. **2008**. The Impacts of Climate Change on Water Resources in Jordan. In: Zereini, F., Hötzl, H. (eds) Climatic Changes and Water Resources in the Middle East and North Africa. Environmental Science and Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85047-2_10

64. Osaigbovo, A. U.; Orhue, E. R.; Nwaoguala, C. N. C. **2010**. Effect of fishpond effluent on some soil chemical properties and vegetative growth of maize (Zea mays L.). Journal of Sustainable Agriculture and the Environment. Vol.12 No.2 pp.123-131. https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123212564

65. Qi, D., Yan, J., and Zhu, J. **2020**. Effect of a reduced fertilizer rate on the water quality of paddy fields and rice yields under fishpond effluent irrigation. Agricultural Water Management, 231, 105999. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.105999

66. Qtaishat, T., El-Habbab, M.S., Bumblauskas, D.P. **2023**. The impact of drought on food security and sustainability in Jordan. GeoJournal **88**, 1389–1400. https://doi.org/10.1007/s10708-022-10702-8

67. Rajsekhar, D., and Gorelick, S. M. **2017**. Increasing drought in Jordan: Climate change and cascading Syrian land-use impacts on reducing transboundary flow. Science Advances. https://doi.org/1700581

68. Rossi, G., Peres, D.J. **2023**. Climatic and Other Global Changes as Current Challenges in Improving Water Systems Management: Lessons from the Case of Italy. Water Resour Manage 37, 2387–2402. https:// doi.org/ 10.1007/ s11269-023-03424-0

69. Saberina H., Syafriadiman S., Netti A., Muhammad F., Monalisa H. **2023**. The age and quality of pond bottom soil affect water quality and production of Pangasius hypophthalmus in the tropical environment, Aquaculture and Fisheries, Volume 8, Issue 3, Pages 296-304. https://doi.org/ 10.1016/j.aaf. 2021.11.006

70. Schäffer, R., Sass, I. **2014**. The thermal springs of Jordan. Environ Earth Sci 72, 171–187. https://doi.org/10.1007/s12665-013-2944-4

71. Schoumans, O., Chardon, W., Bechmann, M., Gascuel-Odoux, C., Hofman, G., Kronvang, B., Rubæk, G., Ulén, B., and Dorioz, J. **2014**. Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. Science of the Total Environment, 468-469, 1255-1266. https://doi.org/10.1016/ j.scitotenv.2013.08.061

72. Scotese, C. R., Song, H., Mills, B. J., and Vander M. D. G. **2021**. Phanerozoic paleotemperatures: The earth's changing climate during the last 540 million years. Earth-Science Reviews, 215, 103503. https://doi.org/10.1016/ j.earscirev. 2021.103503

73. Shafi, J., Waheed, K. N., Mirza, Z. S., Zafarullah, M., **2022**. Variation in Bottom Soil Quality with Increasing Pond Age in Freshwater Aquaculture. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 22(2), TRJFAS18305. http://doi.org/ 10.4194/TRJFAS18305

74. Shahid, S. A., Zaman, M., Heng, L. **2018**. Salinity and Sodicity Adaptation and Mitigation Options. In: Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3_3

75. Shamout, S., Boarin, P., and Wilkinson, S. **2020**. The shift from sustainability to resilience as a driver for policy change: A policy analysis for more resilient and sustainable cities in Jordan. Sustainable Production and Consumption, 25, 285-298. https://doi.org/ 10.1016/j.spc.2020.08.015

76. Thea M. E, Holly J. P, Douglas B. K, Jonathan L D, Lillian M. B, Aïda M. F. **2024**, Ammonia and aquatic ecosystems – A review of global sources, biogeochemical cycling, and effects on fish, Science of The Total Environment, Volume 907. https://doi.org/10.1016/ j.scitotenv. 2023.167911

77. Thompson, L.G. **2010**. Climate change: The evidence and our options. BEHAV ANALYST 33, 153–170. https://doi.org/10.1007/BF03392211

78. Trenberth K.E. **2011**. Changes in precipitation with climate change. Clim Res 47:123-138. https://doi.org/10.3354/cr00953

79. Usio, N., Imada, M., Nakagawa, M., Akasaka, M., and Takamura, N. **2013**. Effects of Pond Draining on Biodiversity and Water Quality of Farm Ponds. Conservation Biology, 27 (6), 1429–1438. http://www.jstor.org / stable/ 24480272

80. VijayaVenkataRaman, S., Iniyan, S., and Goic, R. **2011**. A review of climate change, mitigation and adaptation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16 (1), 878-897. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.009

81. Von B. C., Andersson, M., and Johnsson, F. **2013**. Public attitudes to climate change and carbon mitigation—Implications for energy-associated behaviours. Energy Policy, 57, 182-193. https://doi.org/10.1016/j. enpol. 2013.01.051

82. Wenzel L. C., Strauch S. M, Eding E, Presas-Basalo F. X, Wasenitz B, Palm HW. **2021**. Effects of Dissolved Potassium on Growth Performance, Body Composition, and Welfare of Juvenile African Catfish (Clarias gariepinus). Fishes. 6(2):11. https://doi.org/ 10.3390/fishes6020011

83. Yang, H. **2006**. Resource management, soil fertility and sustainable crop production: Experiences of China. Agriculture, Ecosystems and Environment, 116 (1-2), 27-33. https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.017

84. Yavuzcan Y, H., Robaina L., Pirhonen J., Mente E., Domínguez D., and Parisi G. **2016**. Fish Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces—A Review. Water, 9 (1), 13. https://doi.org/10.3390/w9010013

85. Yuen K. I. P and Shit F. Chew. **2010**. Ammonia Production, Excretion, Toxicity, and Defense in Fish: A Review. Frontiers in Physiology, 1, 2118. https://doi.org/10.3389/fphys.2010.00134

86. Zajdband, A.D. **2011**. Integrated Agri-Aquaculture Systems. In: Lichtfouse, E. (eds) Genetics, Biofuels and Local Farming Systems. Sustainable Agriculture Reviews, vol 7. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1521-9_4

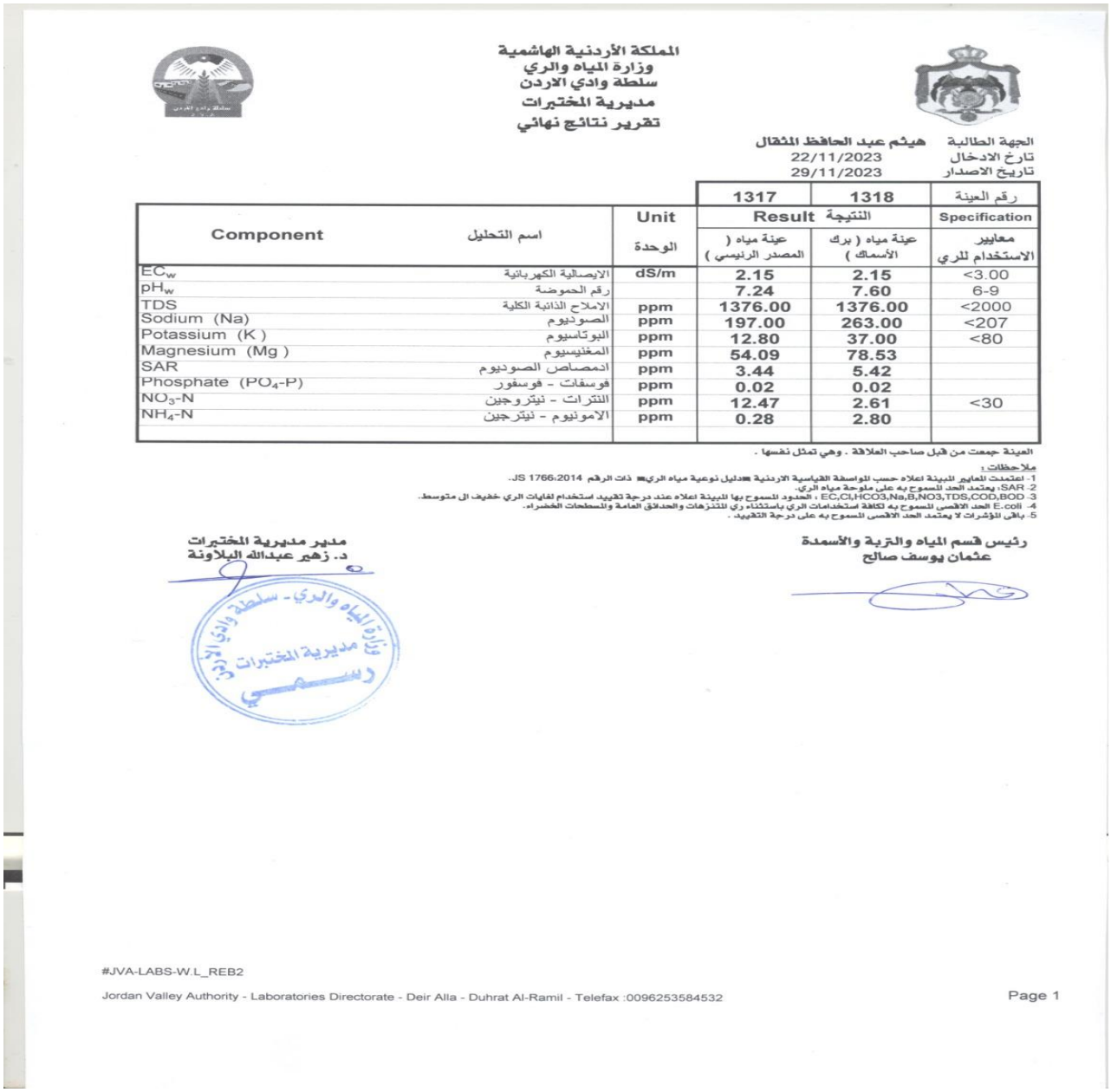
87. Zhang X., Zhang Y., Zhang Q., Liu P., Guo R., Jin S., Liu J., Chen L., Ma Z., and Liu Y. **2019**. Evaluation and Analysis of Water Quality of Marine Aquaculture Area. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), 1446. https://doi.org/ 10.3390/ijerph17041446

88. Zhao H., Vance G. F., Ganjegunte G. K., and Urynowicz M. A. **2008**. Use of zeolites for treating natural gas co-produced waters in Wyoming, USA. Desalination, 228(1-3), 263-276. https://doi.org/10.1016/j.desal.2007.08.014

الملاحق

ملحق رقم (1):

نموذج تحليل مكونات المياه الأساسية (برك الأسماك والري التقليدية) لبعض العناصر الأساسية والصفات والتي تضمنت الإيصالية الكهربائية (EC)، رقم الحموضة (pH)، الأملاح الذائبة الكلية (TDS)، الصوديوم (Na)، البوتاسيوم (K)، المغنيسيوم (Mg)، ادمصاص الصوديوم (SAR)، فوسفات – فوسفور (PO_4–P)، النترات–النيتروجين (NO_3–N)، الأمونيوم–النيتروجين (NH_4–N).



المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة المياه والري
سلطة وادي الاردن
مديرية المختبرات
تقرير نتائج نهائي

الجهة الطالبة: هيثم عبد الحافظ المثقال
تارخ الادخال: 22/11/2023
تاريخ الاصدار: 29/11/2023

Component	اسم التحليل	Unit الوحدة	1317 Result النتيجة عينة مياه (المصدر الرئيسي)	1318 Result النتيجة عينة مياه (برك الأسماك)	رقم العينة Specification معايير الاستخدام للري
EC_w	الايصالية الكهربائية	dS/m	2.15	2.15	<3.00
pH_w	رقم الحموضة		7.24	7.60	6-9
TDS	الاملاح الذائبة الكلية	ppm	1376.00	1376.00	<2000
Sodium (Na)	الصوديوم	ppm	197.00	263.00	<207
Potassium (K)	البوتاسيوم	ppm	12.80	37.00	<80
Magnesium (Mg)	المغنيسيوم	ppm	54.09	78.53	
SAR	ادمصاص الصوديوم	ppm	3.44	5.42	
Phosphate (PO_4-P)	فوسفات - فوسفور	ppm	0.02	0.02	
NO_3-N	النترات - نيتروجين	ppm	12.47	2.61	<30
NH_4-N	الامونيوم - نيترجين	ppm	0.28	2.80	

العينة جمعت من قبل صاحب العلاقة . وهي تمثل نفسها .

ملاحظات :
1- اعتمدت المعايير المبينة اعلاه حسب المواصفة القياسية الاردنية ■دليل نوعية مياه الري■ ذات الرقم JS 1766:2014.
2- SAR: يعتمد الحد المسموح به على ملوحة مياه الري.
3- EC,Cl,HCO3,Na,B,NO3,TDS,COD,BOD : الحدود المسموح بها للبيئة اعلاه عند درجة تقييد استخدام لغايات الري خفيف الى متوسط.
4- E.coli الحد الاقصى المسموح به لكافة استخدامات الري باستثناء ري المتنزهات والحدائق العامة والمسطحات الخضراء.
5- باقي المؤشرات لا يعتمد الحد الاقصى المسموح به على درجة التقييد .

مدير مديرية المختبرات
د. زهير عبدالله البلاونة

رئيس قسم المياه والتربة والأسمدة
عثمان يوسف صالح

وزارة المياه والري - سلطة وادي الاردن
مديرية المختبرات
رسمي

#JVA-LABS-W.L_REB2

Jordan Valley Authority - Laboratories Directorate - Deir Alla - Duhrat Al-Ramil - Telefax :0096253584532

Page 1

ملحق رقم (2):

نموذج تحليل مكونات التربة لبعض العناصر الأساسية والتي تضمنت الإيصالية الكهربائية (EC)، رقم الحموضة (pH)، فوسفات–فوسفور (PO_4–P)، البوتاسيوم (K)، المواد العضوية (%)، النترات–النيتروجين (NO_3–N)، الطين (%)، الطمي (%)، الرمل (%) وقوام التربة.

المركز الوطني للبحوث الزراعية

مديرية المختبرات

مختبرات تحليل التربة

صاحب العينات : هيثم المثقال — رئيس قسم التربة والمياه: م. إسراء الخرابشه — التاريخ :2023/11/2

الموقع: وادي الريان — القائم بالتحليل : م. بيان الرجوب/ م. مها العرني — رقم التشغيله: S/23/ 149

Lab No.	location	Extract		ppm		%					
		pH	EC (dS/m)	P	K	O.M	N	Clay	Silt	Sand	Texture
2023/712	1 مروي من برك الاسماك شرقي عمق 60	7.94	4.75	19.9	172.6	0.81	0.09	45.88	42.05	12.07	Silty Clay
2023/713	2 مروي من برك الاسماك شرقي عمق 90	7.96	3.41	26.2	246.6	1.05	0.10	45.53	39.03	15.44	Clay
2023/714	3 مروي من برك الاسماك غربي عمق 60	7.82	3.37	13.1	641.2	1.22	0.14	51.40	38.69	9.90	Clay
2023/715	4 مروي من برك الاسماك غربي عمق 90	7.62	4.23	13.7	493.3	1.81	0.10	53.74	38.71	7.55	Clay
2023/716	5 غير مروي من برك الاسماك شرقي عمق 60	7.73	2.05	10.3	493.3	0.85	0.09	55.05	40.76	4.20	Silty Clay
2023/717	6 غير مروي من برك الاسماك شرقي عمق 90	7.78	2.37	9.3	443.9	0.60	0.18	58.02	38.32	3.66	Clay

* النتيجة لا تمثل الا العينة المستلمة .
** يتم الاحتفاظ بالعينة لمدة أسبوعين كحد أقصى.

رئيس القسم:

مدير مديرية المختبرات

د. نبيل بني هاني

مدير مديرية المختبرات
Director of Laboratories Directorate