الجامعة الافتراضية السورية

ماجستير التأهيل والتخصص في

الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية IMNR

تطبيق الزراعة الذكية مناخياً في منطقة النشابية (دراسة حالة)

بحث مقدم لنيل درجة ماجستير التأهيل والتخصص في الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية IMNR

إعداد الطالبة :رغد خضر الحسن

بإشراف: د. محمد منهل الزعبي

2025 – 2024

لجنة الحكم

عضو لجنة الحكم الأول:

الدكتور: زهير الشاطر

تاريخ المناقشة: 2025/8/9

عضو لجنة الحكم الثاني:

الدكتور: محمد منهل الزعبي

تاريخ المناقشة: 2025/8/13

عضو لجنة الحكم الثالث:

الدكتور: فادي محمود

تاريخ المناقشة: 2025/8/17

الإهداء

(يرفعِ الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات ۚ والله بما تعملون خبير)

الحمد لله الذي لا تُنال النعم إلا بفضله،
ولا يُدرك النجاح إلا بتوفيقه.
الحمد لله ما انتهى دربٌ، ولا كُلل جهدٌ، ولا تمّ سعيٌ إلا بعونه.
الحمد لله على الوصول، ثم الحمد لله على التمام
والشكر له على ما وهبني من القوة والصبر
وعلى ما يسّر لي من طريقٍ كنت أحلم به طويلًا
فله الحمد أولاً وآخراً، ظاهراً وباطناً، سراً وعلانية.

❖ إلى من كان ظلي إذا اشتدّ وهج الأيام، وسندي إذا مالت خطواتي ،إلى من غرس في قلبي حبّ العلم، وشجّعني بكلماته النبيلة واحتوائه العظيم ...يا مَن أفتخر بأنني ثمرة تعبك، وأُزهِر كلما ناديتني بفخر

والدي العزيز

❖ إلى من أرى الدنيا من عينيها إلى أكبر داعمة في حياتي ، من تدفعني دائماً إلى الامام وتؤمن بقدراتي وشغفي ، من زرعت فيني كل خير وخلق ، إلى من تملك أطهر قلب في الدنيا ، من افتخر بشبهي لها ،إلى من لها حب الدنيا كله في قلبي ، إلى حبيبتي وعمري

أمي العظيمة

❖ إلى إخوتي الذين كبر قلبي بحبهم، واشتدّ ظهري بسندهم إلى من شاركوني الأحلام قبل أن تتحقق

و الذين كانوا دومًا سندي وسرّ قوتي، وفرحوا بنجاحي كأنه نجاحهم، إلى من كانت ضحكاتهم دوائي، وكلماتهم بلسمي، ووجودهم راحتي

اخوتي حسن سوسن رنا سناء ريم محمد

❖ إلى من أضافو بوجودهم لذة الحياة .. إلى من جعلوني سعيدة بوجودهم في حياتي إلى من نادوني بخالتي وعمتي اليكم يا نبض القلب

ساما جولي أصلان ليلى أسيل ميلورا إيفا كرم ليان

❖ إلى من عشت معهم أجمل لحظات العمر ..إلى من اخترتهم ليكونوا أخوة لم تلدهم أمي إلى من جعلو للحياة طعما رائعاً.... إلى صديقاتي وأجمل وردات في حياتي

إسراء بيان ألفت

❖ إلى من تركوا في قلبي أثراً جميلاً، ، إلى رفقاء اللحظات الصعبة والنجاحات الصغيرة، إلى من جمعتني بهم تفاصيل يومية أصبحت ذكريات لا تُنسى

نبال ابتهال رفيدة حسناء فاطمة نور

❖ إلى من جمعني بها القدر فأصبحت جزء من قلبي إلى من أنستني في دراستي .. وتقاسمنا التعب والجهد

يارا لبانة

❖ إلى من ترك بصمة أو أثر في قلبي وقدم لي العون سواء بالكلمة او الفعل ولم يسعني ذكره

الشكر والتقدير

أتقدم بجزيل الشكر والعرفان بالجميل إلى كل من وقف بجانبي خلال فترة دراستي هذه، وأخص بالذكر أستاذي الكريم المشرف على الدراسة **الدكتور محمد منهل الزعبي** لما قدّمه لي من دعم وتوجيه وإرشاد حتى يبصر هذا العمل النور بشكله الحالي.

كما أتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى السادة أعضاء هيئة التدريس في برنامج ماجستير الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية في الجامعة الافتراضية السورية، الذين لم يبخلوا علينا بعلمهم أو وقتهم، بل أغدقوا علينا من فيض معارفهم، وساهموا بعطائهم الوفير في توجيهنا نحو دروب العلم والنجاح، فكان لهم الفضل بعد الله في كل خطوة أنجزناها، وكل فهم اكتسبناه، وكل هدف بلغناه.

وأتقدم بوافر التقدير وعظيم الامتنان إلى أعضاء لجنة المناقشة الأكارم الذين شرفوني بمناقشة المشروع ولدورهم الكبير بإثرائه من خلال ملاحظاتهم وتوجيهاتهم.

وأشمل بشكري وامتناني **الدكتور فؤاد أبو سمرة** مدير برنامج ماجستير الإدارة المتكاملة للموارد الطبيعية في الجامعة الافتراضية السورية على سعيه الدائم وجهوده المستمرة وعطائه الكبير ومساندته لنا في كل الفصول الدراسية

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل من ساهم في هذه الدراسة من قريب أو بعيد سواء بالخبرة أو الإرشاد أو التدقيق أو التحكيم وتسهيل مهمتي من خلال المعلومات والبيانات.

شكراً لكم جميعاً

قائمة المحتويات

لجنة الحكم ..... أ

الإهداء ..... ب

الشكر والتقدير ..... د

قائمة المحتويات ..... ه

قائمة الجداول ..... ح

قائمة الأشكال ..... ط

قائمة الصور : ..... ط

ملخص البحث ..... ي

Abstract ..... ك

الفصل الأول 13

الإطار العام للبحث 13

1-1- مقدمة – الزراعة الذكية مناخياً 13

1-2- أهمية الدراسة 13

1-3- أهداف الدراسة 14

1-4- منطقة الدراسة 14

1-5- العلاقة بين تغير المناخ والزراعة: 15

1-6- المفاهيم والمصطلحات الرئيسية 16

1-6-1- الزراعة الذكية مناخياً (Climate-smart agriculture): 16

1-6-2- تغير المناخ (Climate Change): 16

1-6-3- الأمن الغذائي (Food Security): 17

1-6-4- التكيف مع تغير المناخ (Climate Change Adaptation): 17

1-6-5- التخفيف من آثار تغير المناخ (Climate Change Mitigation): 17

1-6-6- مدارس المزارعين الحقلية (Farmer Field Schools): 17

الفصل الثاني 18

الإطار النظري والمفاهيمي 18

2-1- الزراعة الذكية مناخياً (Climate-Smart Agriculture – CSA) 18

2-2- مرتكزات الزراعة الذكية مناخياً 19

2-3- أهداف الزراعة الذكية مناخياً 20
2-4- أهمية الزراعة الذكية مناخياً 21
2-5- ممارسات الزراعة الذكية مناخياً 22
2-5-1- تبني أصناف المحاصيل المقاومة للجفاف: 22
2-5-2- تعزيز صحة التربة بالمادة العضوية: 23
2-5-3- تنفيذ ممارسات الحراجة الزراعية : 23
2-5-4- تقنيات إدارة المياه الفعالة: 24
2-5-5- تنويع أنظمة الزراعة: 25
2-5-6- اعتماد تقنيات الزراعة الدقيقة: 25
2-5-7- الإدارة المتكاملة للآفات: 27
2-5-8- إدارة المغذيات: 27
2-5-9- إدارة ما بعد الحصاد: 28
2-6- التقنيات المستخدمة في الزراعة الذكية مناخياً 28
2-6-1- التقنيات الرقمية والمعلوماتية: 28
2-6-2- الآلات الذكية والميكانيكية: 29
2-6-3- تقنيات إدارة المياه: 30
2-6-4- التقنيات الحيوية والوراثية: 31
2-6-5- التقنيات التكاملية: 32
الفصل الثالث 33
الدراسة التحليلية والإحصائية 33
3-1- مواد العمل وطرائقه : 33
3-2- تحليل مؤشر ضغط بخار الماء (VPD): 35
3-3- مؤشر THI (Temperature-Humidity Index) 38
3-4- تحليل العناصر المناخية 40
3-5- الاستنتاجات: 41
3-6- نوع التدخلات التي يمكن تطبيقها في النشابية: 41
3-6-1- التسوية الليزرية (Laser Land Leveling): 41
3-6-2- استخدام الري بالمصاطب (Terrace Irrigation): 42
3-6-3- تطبيق الري الذكي مناخياً (Climate-smart irrigation): 43
3-6-4- تصنيع الأسمدة العضوية Organic fertilizer manufacturing: 44
3-6-5- استخدام أصناف مقاومة للجفاف Use of drought-resistant varieties: 45

3-6-6- تطبيق نظام الاحتياج المائي للمحاصيل بناءً على معطيات محطة النشابية المناخية (Crop water requirement system): 46
3-6-8- تطبيق الإنتاج الحيواني الذكي مناخياً Climate-smart livestock production application: 49
3-6-9- تطبيق مسامك صغيرة ذكية مناخياً (Climate-Smart Small-Scale Aquaculture): 49
3-6-10- تدريب المزارعين على ممارسات الزراعة الذكية مناخياً (Training farmers on climate-smart agriculture practices): 51
الفصل الرابع 53
التوصيات 53
4-2- التوصيات : 53
المصادر والمراجع 54
الملاحق 58

قائمة الجداول

الجدول (1) – حساب مؤشر ضغط بخار الماء VPD 36

الجدول (2) – حساب مؤشر THI 38

الجدول (3) – تحليل العناصر المناخية 40

قائمة الأشكال

الشكل (1) – تغير مؤشر ضغط بخار الماء VPD اليومي في النشابية خلال 6 أشهر 37

الشكل (2) – تغير مؤشر THI في النشابية خلال 6 أشهر 39

قائمة الصور :

الصورة (1) توضح موقع منطقة النشابية في خريطة سوريا 15

الصورة (2) توضح عملية اجراء التسوية الليزرية للأرض..... 43

الصورة (3) توضح محصول مستخدم فيه طريقة الري بالمصاطب..... 45

الصورة (4) توضح المسمكة الذكية مناخياً..... 52

ملخص البحث

الطالبة: رغد خضر الحسن

العنوان: تطبيق الزراعة الذكية مناخياً في منطقة النشابية (دراسة حالة)

الجامعة الافتراضية السورية عام 2025

إشراف: الدكتور محمد منهل الزعبي

يشكل هذا المشروع دراسة حالة تطبيقية تهدف إلى تقييم مدى إمكانية تطبيق تقنيات الزراعة الذكية مناخياً في منطقة النشابية بريف دمشق، وذلك في ضوء ما تواجهه المنطقة من تحديات بيئية ومناخية متفاقمة خلال السنوات الأخيرة. تم تنفيذ الدراسة بالاعتماد على تحليل بيانات مناخية يومية للفترة الممتدة من كانون الثاني حتى حزيران 2025، شملت العناصر المناخية الأساسية المؤثرة على النشاط الزراعي: درجات الحرارة (العظمى والصغرى)، الرطوبة النسبية، سرعة الرياح، وساعات السطوع الشمسي.

تمت معالجة هذه البيانات إحصائياً لحساب المتوسطات الشهرية، وتحليل المؤشرات المناخية الزراعية مثل مؤشر الضغط الحراري (THI) ومؤشر فرق الضغط البخاري (VPD)، بهدف فهم مستويات الإجهاد الحراري والمائي التي قد تتعرض لها المحاصيل في المنطقة. وقد أظهرت النتائج ارتفاعاً تدريجياً في درجات الحرارة وانخفاضاً ملحوظاً في الرطوبة خلال أشهر الربيع والصيف، إلى جانب ازدياد ساعات السطوع الشمسي، مما يؤدي إلى تفاقم الضغط البيئي على الأنظمة الزراعية التقليدية.

كما تضمنت الدراسة توصيفاً للواقع الزراعي في النشابية، حيث تعتمد الزراعة على مزيج من الري السطحي التقليدي والري بمياه الصرف الصحي غير المعالجة أحياناً، في ظل محدودية الموارد المائية وصعوبة الوصول إلى تقنيات حديثة. وتُزرع في المنطقة محاصيل حقلية مثل القمح، والشعير، والبقوليات، إلى جانب بعض الخضراوات الصيفية، باستخدام وسائل زراعية بسيطة وبتكاليف مرتفعة نسبيًا مقارنة بالعائد.

بناءً على نتائج التحليل، توصلت الدراسة إلى توصيات تدعو إلى اعتماد ممارسات الزراعة الذكية مناخياً، مثل نظم الري المحسوبة (التنقيط والرش)، إدخال أصناف زراعية مقاومة للجفاف والحرارة، استخدام تقنيات التظليل، وتحسين إدارة الموارد المائية، بما يضمن استدامة الزراعة وتحقيق الأمن الغذائي في المنطقة في ظل التغير المناخي المتسارع.

الكلمات المفتاحية:

الزراعة الذكية مناخياً ، تغير المناخ، الأمن الغذائي، التكيف، التخفيف، سبل العيش المستدامة، النشابية

Abstract

Student: Raghad Kheder Alhasan

Title: Application of climate-smart agriculture in the Nashabiyah region (case study)

Syrian Virtual University Year 2025

Supervisor: Dr.Mohamad Manhal Alzoubi

This project constitutes an applied case study aimed at assessing the feasibility of implementing climate-smart agriculture techniques in the Nashabiyah area of rural Damascus, in light of the worsening environmental and climatic challenges the region has faced in recent years. The study was conducted based on an analysis of daily climate data for the period from January to June 2025, including the basic climatic elements affecting agricultural activity: temperatures (maximum and minimum), relative humidity, wind speed, and sunshine hours.

This data was statistically processed to calculate monthly averages and analyze agroclimatic indicators such as the heat pressure index (THI) and vapor pressure difference (VPD) to understand the levels of heat and water stress that crops in the region may be exposed to. The results showed a gradual rise in temperatures and a significant decrease in humidity during the spring and summer months, along with an increase in sunshine hours, which exacerbates environmental pressure on traditional agricultural systems. The study also included a description of the agricultural situation in Nashabiyah. Agriculture relies on a combination of traditional surface irrigation and, at times, irrigation with untreated wastewater, given limited water resources and limited access to modern technologies. Field crops such as wheat, barley, and legumes, along with some summer vegetables, are grown in the area using simple agricultural methods and at relatively high costs compared to the return.

Based on the analysis results, the study reached recommendations calling for the adoption of climate-smart agricultural practices, such as calculated irrigation systems (drip and sprinkler), the introduction of drought- and heat-resistant crop varieties, the use of shading techniques, and improved water resource management. This will ensure the sustainability of agriculture and achieve food security in the region in light of accelerating climate change.

Keywords:
Climate-smart agriculture, climate change, food security, adaptation, mitigation, sustainable livelihoods, forestry

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

1-1- مقدمة – الزراعة الذكية مناخياً

تمثّل الزراعة الذكية مناخياً (Climate-Smart Agriculture, CSA) منهجاً شاملاً ومتكاملاً لإدارة وتنمية الأنظمة الزراعية، حيث تهدف إلى زيادة إنتاجية المحاصيل وتحقيق الأمن الغذائي وتعزيز سبل عيش السكان الريفيين، وفي الوقت ذاته تحسين قدرة القطاع الزراعي على التكيّف مع تأثيرات التغير المناخي، والتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن ممارسات الزراعة التقليدية (FAO,2013).

تعتمد الزراعة الذكية مناخياً على مزيج من الممارسات والتقنيات العلمية التي تهدف إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد، وتعزيز الصحة الحيوية للنظام الزراعي، وضمان توفير الغذاء على نحو مستدام على الرغم من التقلبات المناخية الحادة (Lipper et al., 2014).

تمثّل ممارسات وتقنيات الزراعة الذكية مناخياً مخرجاً علمياً وتنظيمياً لاستعادة وتعزيز قدرة الأنظمة الزراعية على التأقلم مع هذه التحديات، وذلك من خلال تبنّي ممارسات عملية ومتكيفة محلياً، تهدف إلى تعزيز خصوبة التربة، وتنويع المحاصيل، وتنفيذ ممارسات الري الذكية، واستخدام أصناف المحاصيل المحسّنة، وتقليل الفاقد وتحسين جودة المحاصيل، وتنفيذ تقنيات الحصاد المناسب وإدارة ما بعد الحصاد (FAO, 2013).

وتستند هذه المقاربة على توظيف التقنيات الرقمية، بما يشمل استخدام نظم تحديد المواقع وتقنية الاستشعار عن بُعد وتقنية الري الذكي، والزراعة الدقيقة، وتعزيز ممارسات الحراجة الزراعية وتنويع المحاصيل، مما يقلل من قابلية تأثر المحاصيل بتغيرات المناخ، ويضمن تحسين استخدام الموارد وتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية على نحو مستدام (Lipper et al., 2014).

1-2- أهمية الدراسة

تبرز أهمية هذه الدراسة في تقديم توصيات عملية قابلة للتنفيذ لدعم المزارعين وصناع القرار في تطوير استراتيجيات تكيفية تحد من المخاطر المرتبطة بالتغيرات المناخية، وتعزز من إنتاجية القطاع الزراعي واستدامة سبل العيش.

كذلك، فإن نتائج هذه الدراسة قد تُسهم في دعم جهود الحكومة والمنظمات الدولية لتحقيق الأمن الغذائي والتنمية الريفية، من خلال تصميم سياسات زراعية أكثر تكيفاً ومرونة، بما ينسجم مع متطلبات اتفاقية باريس للمناخ وأهداف التنمية المستدامة.

1-3- أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى:

- تحليل العلاقة بين التغيرات المناخية والنشاط الزراعي في منطقة النشابية، وتحديد مدى تأثير العوامل المناخية على الإنتاج الزراعي.
- تقديم نموذج تطبيقي للزراعة الذكية مناخياً يتناسب مع الخصائص البيئية والاجتماعية والاقتصادية لمنطقة النشابية.
- تقديم الإرشاد والتوجيه العلمي للمزارعين في منطقة النشّابية بغية رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وترشيد استهلاك الموارد المائية وتعزيز قدرة المزارعين على التكيف مع التغيرات المناخية من خلال تطبيق ممارسات الزراعة الذكية مناخياً

1-4- منطقة الدراسة

تقع منطقة النشابية في ريف دمشق جنوب الجمهورية العربية السورية، ضمن الإحداثيات الجغرافية 33.5022° شمالاً و36.5306° شرقاً، وعلى ارتفاع يُقارب 640 متراً فوق مستوى سطح البحر. وتُعد النشابية من المناطق الزراعية المهمة والتي تشهد تحديات متزايدة في ظل التغيرات المناخية المتسارعة.

تتميز النشابية بمناخ شبه جاف، يتسم بصيف حار وجاف وشتاء بارد ورطب نسبياً، ما يجعلها بيئة مناسبة لدراسة أثر العناصر المناخية على الإنتاج الزراعي.

تُعد النشابية من المناطق الزراعية المهمة في ريف دمشق، حيث يعتمد سكانها بدرجة كبيرة على الزراعة كمصدر رئيسي للدخل .

من أبرز المحاصيل المزروعة في المنطقة: القمح، الشعير، العدس، الحمص، الفول، بالإضافة إلى محاصيل صيفية مثل البندورة، الكوسا، الباذنجان وغيرها. ويعتمد معظم المزارعين على طرق زراعة تقليدية تشمل الفلاحة الميكانيكية أو اليدوية، والري السطحي (الغمر) في كثير من الحقول.

نظراً لشحّ المياه وندرة المصادر السطحية في السنوات الأخيرة، اتجه بعض المزارعين في النشابية إلى استخدام مياه الصرف الصحي، سواء المعالجة جزئياً أو غير المعالجة، لري المحاصيل، خصوصاً خلال فترات الجفاف. ورغم أن هذا الاستخدام يُعدّ استجابة اضطرارية لأزمة المياه، إلا أنه يحمل مخاطر بيئية وصحية على التربة وجودة المحاصيل في حال غياب الرقابة والمعالجة الفعالة.

في المقابل، ظهرت بعض المبادرات المحدودة لتطبيق أنظمة ري حديثة مثل الري بالتنقيط، بدعم من منظمات زراعية أو مشاريع تنموية، لكن استخدامها ما يزال محصوراً في مساحات ضيقة بسبب ارتفاع التكاليف

1-5- العلاقة بين تغير المناخ والزراعة:

يُعَدّ تغيّر المناخ من أبرز التحديات التي تواجه الزراعة عالمياً، حيث يظهر في أشكال متعددة مثل عدم انتظام المواسم الزراعية، والجفاف، والفيضانات، والكوارث الطبيعية المتكررة .وتؤدي هذه الظواهر إلى تعطيل خطط الحصاد وانخفاض إنتاجية المحاصيل، مما ينعكس على هوامش أرباح المزارعين بشكل غير متوقع.

وقد أكدت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن تغيّر المناخ يؤثر سلبًا على إنتاج المحاصيل في معظم أنحاء العالم، حيث تسود الآثار السلبية على الإيجابية، وتُعَدّ البلدان النامية الأكثر عرضةً للمخاطر. وتشمل هذه الآثار تزايد موجات الجفاف والأمطار الغزيرة والفيضانات وارتفاع درجات الحرارة القصوى، ومن المرجّح أن تتسارع وتيرتها في السنوات المقبلة(Porter et al., 2014)

.كما يُتوقّع أن يستمر ارتفاع متوسط درجات الحرارة، إلى جانب تغير أنماط هطول الأمطار، مع تزايد ندرة المياه والجفاف في المناطق الجافة أصلاً بحلول نهاية القرن.(Porter et al., 2014)

ويُشكّل تغيّر المناخ تهديداً مباشراً للأمن الغذائي من خلال انخفاض الإنتاج الزراعي والدخل وتعطّل الأسواق وزيادة المخاطر، إذ تتأثر بشكل أكبر الفئات الضعيفة مثل المزارعين الفقراء والجماعات المهمّشة (Olsson et al)

كما أن التعرّض للمخاطر المناخية وعدم اليقين يقلّلان من الحوافز الاستثمارية، ويحدّان من احتمالية نجاح الابتكارات الزراعية، مما يدفع المزارعين إلى الاعتماد على أنشطة منخفضة المخاطر والعائد (Hurley; Dercon & Christiaensen).

وفي المقابل، يُعَدّ القطاع الزراعي نفسه مساهِماً رئيسياً في تغيّر المناخ، إذ قُدّرت الانبعاثات غير المرتبطة بثاني أكسيد الكربون في عام 2010 بما 5,2–5,8 جيجا طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا، أي ما يعادل نحو 10–12% من إجمالي الانبعاثات البشرية(Tubiello et al.; Smith et al.)

وتنبع هذه الانبعاثات بالأساس من التخمير المعوي، وإدارة السماد العضوي، واستخدام الأسمدة الصناعية، وزراعة الأرز المغمور، وحرق الكتلة الحيوية .وعلى الرغم من تراجع الانبعاثات الناتجة عن تغيّر استخدام الأراضي، فإنها ما زالت تمثل قرابة 12% من الإجمالي. وبالنظر إلى ضرورة النمو الزراعي لتحقيق الأمن الغذائي، يُتوقّع أن تزداد الانبعاثات الزراعية مستقبلاً مما قد يُفاقم من حدّة التأثيرات السلبية على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية مثل جودة المياه وحماية التربة.(Lipper et al)

1-6- المفاهيم والمصطلحات الرئيسية

1-6-1- الزراعة الذكية مناخياً (Climate-smart agriculture):

هي نهج زراعي يهدف إلى زيادة إنتاجية المحاصيل بشكل مستدام، مع تعزيز القدرة على التكيف مع آثار تغير المناخ وتقليل الانبعاثات الغازية الضارة بالبيئة. يتضمن هذا النهج تبني ممارسات وتقنيات حديثة تدعم الأمن الغذائي، وتحسن استدامة الموارد الطبيعية، وتخفف من تأثيرات التغير المناخ (FAO,2013).

2-6-1- تغير المناخ (Climate Change):

يُعرف تغير المناخ بأنه تغير في حالة المناخ يمكن تحديده إحصائياً من خلال تغيرات في المتوسط و/أو في تقلب خصائصه، ويستمر لفترة ممتدة، عادةً لعقود أو أطول. وقد يكون هذا التغير ناتجاً عن عمليات طبيعية

داخلية أو قوى خارجية، كالتغيرات في النشاط الشمسي والانفجارات البركانية، أو بسبب أنشطة بشرية تؤدي إلى تغيّر في تركيب الغلاف الجوي أو في استخدام الأراضي (IPCC, 2018).

1-6-3- الأمن الغذائي (Food Security):

يُعرّف الأمن الغذائي بأنه الحالة التي "يكون فيها جميع الناس، في جميع الأوقات، قادرين على الحصول المادي والاجتماعي والاقتصادي على غذاء كافٍ وآمن ومغذٍ لتلبية احتياجاتهم الغذائية وتفضيلاتهم الغذائية لحياة نشطة وصحية" (FAO, 2006).

1-6-4- التكيف مع تغير المناخ (Climate Change Adaptation):

يشير التكيف إلى "التعديلات في النظم البيئية أو الاجتماعية أو الاقتصادية استجابةً للمحفزات المناخية الفعلية أو المتوقعة وتأثيراتها. ويتضمن ذلك تغييرات في العمليات أو الممارسات أو الهياكل لتخفيف الأضرار المحتملة أو الاستفادة من الفرص المرتبطة بتغير المناخ" (IPCC, 2001).

1-6-5- التخفيف من آثار تغير المناخ (Climate Change Mitigation):

يشير التخفيف إلى "التدخلات البشرية التي تهدف إلى تقليل أو منع انبعاثات غازات الدفيئة أو تعزيز امتصاصها من الغلاف الجوي. ويشمل ذلك تقليل الانبعاثات الناتجة عن إنتاج واستخدام الطاقة، وتغير استخدام الأراضي، بالإضافة إلى دعم الأنشطة التي تمتص هذه الغازات مثل التشجير" (IPCC, 2022).

1-6-6- مدارس المزارعين الحقلية (Farmer Field Schools):

هي نهج تعليمي وتدريبي تشاركي يهدف إلى تمكين المزارعين من خلال التعلم العملي المباشر في الحقل. تعتمد هذه المدارس على التجربة والملاحظة الجماعية، حيث يشارك المزارعون في مناقشة المشكلات الزراعية، تجربة تقنيات جديدة، وتبادل المعرفة بهدف تحسين الإنتاجية وتعزيز الاستدامة الزراعية (FAO,2011).

الفصل الثاني

الإطار النظري والمفاهيمي

2-1- الزراعة الذكية مناخياً (Climate-Smart Agriculture – CSA)

لقد شهد مفهوم الزراعة الذكية مناخياً تطوراً ملحوظاً خلال العقدين الماضيين، ليصبح إطاراً شاملاً يهدف إلى مواجهة التحديات المتزايدة التي يفرضها تغير المناخ على القطاع الزراعي. يقوم هذا الإطار على تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية: زيادة إنتاجية الغذاء، تعزيز القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية، وتقليل الانبعاثات الغازية الضارة (FAO, 2013). جاء هذا التطور استجابةً للحاجة الملحة لتطوير أنظمة زراعية قادرة على الصمود أمام الظواهر المناخية المتطرفة، وتأمين الأمن الغذائي في ظل النمو السكاني العالمي والتحديات البيئية المتفاقمة (Lipper et al., 2014).

بدأ مفهوم الزراعة الذكية مناخياً كمجرد تقنية لتحسين الممارسات الزراعية التقليدية، لكنه توسع ليشمل مقاربة أكثر تكاملاً تجمع بين التقنيات الحديثة، والسياسات الداعمة، والتخطيط الاستراتيجي متعدد القطاعات. يعكس هذا التطور إدراكاً متزايداً بأن التحديات المناخية المعقدة تتطلب حلولاً مرنة وموائمة للسياقات المحلية والإقليمية، مع ضرورة إشراك المجتمعات الزراعية في صنع القرار واعتماد الممارسات التي تحقق أفضل النتائج البيئية والاقتصادية والاجتماعية (FAO, 2017; Zougmoré et al., 2021).

يُعد النهج الذي تتبناه الزراعة الذكية مناخياً إطاراً متعدد الأبعاد، حيث يتطلب تقييماً دقيقاً لكل موقع جغرافي لتحديد التقنيات والممارسات الزراعية الأنسب وفقاً للظروف البيئية والاجتماعية والاقتصادية السائدة. يسعى هذا النهج إلى معالجة التحديات المعقدة المتعلقة بالأمن الغذائي والتنمية المستدامة وتغير المناخ، من خلال تحديد خيارات زراعية متكاملة تخلق تآزراً بين الأهداف المختلفة وتقلل من التنازلات المحتملة التي قد تواجه المزارعين أو المجتمعات الزراعية.

يُقر هذا الإطار بأهمية تشكيل الحلول الزراعية وفقاً للسياقات والقدرات المحلية، مع الأخذ بعين الاعتبار الوضع الاجتماعي والاقتصادي والبيئي لكل منطقة يتم تطبيق هذه الممارسات فيها. كما يُولي اهتماماً كبيراً لتقييم التفاعلات بين القطاعات المختلفة واحتياجات أصحاب المصلحة المتعددين، لضمان توافق السياسات

الزراعية مع الاحتياجات الفعلية للمزارعين والمجتمعات الريفية. بالإضافة إلى ذلك، يركز على التعرف على العوائق التي تحول دون تبني ممارسات الزراعة الذكية مناخياً، خصوصاً بين صغار المزارعين، ويعمل على تقديم حلول استراتيجية شاملة تشمل السياسات المناسبة والحوافز والإجراءات التي تسهل عملية التبني، مع تهيئة بيئات تمكينية من خلال مواءمة السياسات مع الاستثمارات المالية والترتيبات المؤسسية لدعم استدامة هذه الممارسات (FAO, 2013).

ينطلق هذا النهج من السعي لتحقيق أهداف متعددة ومتوازنة، مع إدراك ضرورة تحديد الأولويات واتخاذ قرارات جماعية من قبل أصحاب المصلحة بشأن المنافع والتنازلات المرتبطة بتطبيق ممارسات الزراعة الذكية مناخياً ويُعطي أولوية خاصة لتعزيز سبل العيش المستدامة، لا سيما لسكان الريف وصغار المزارعين، من خلال تحسين فرص الوصول إلى الخدمات والمعرفة والموارد، بما في ذلك الموارد الوراثية والمنتجات المالية والأسواق. كما يعالج قضايا التكيف مع التغيرات المناخية وبناء القدرة على الصمود في مواجهة الصدمات المناخية والاجتماعية والاقتصادية، لا سيما وأن الآثار المرتبطة بتغير المناخ تؤثر بشكل كبير على التنمية الزراعية والريفية. وفي الوقت نفسه، يُعتبر التخفيف من آثار تغير المناخ من المنافع الثانوية التي تعود على الفئات الزراعية منخفضة الدخل (FAO, 2013).

تُشكّل الزراعة الذكية مناخياً إطاراً متكاملاً ومتعدد الأبعاد يسعى إلى التكيف مع التحديات المناخية والبيئية والاقتصادية التي تواجه الزراعة حول العالم. من خلال التركيز على زيادة الإنتاجية، وتعزيز الصمود، وتقليل الانبعاثات الضارة، تتيح الزراعة الذكية مناخياً تطوير نظم زراعية مستدامة تحقق الأمن الغذائي وتعزز سبل العيش، خصوصاً لصغار المزارعين والمجتمعات الريفية.

كما يؤكد هذا النهج على أهمية تخصيص الحلول وفقاً للسياقات المحلية، مع دعم سياسات وتمويلات مناسبة لضمان تبني هذه الممارسات وتحقيق نتائج إيجابية طويلة الأمد (FAO, 2013; Zougmoré et al., 2021).

2-2- مرتكزات الزراعة الذكية مناخياً

الزراعة الذكية مناخياً (CSA)، كما عرّفتها وقدّمتها منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) في مؤتمر لاهاي حول الزراعة والأمن الغذائي وتغير المناخ عام ٢٠١٠، تُسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. فهي تُدمج

الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة (الاقتصادية والاجتماعية والبيئية) من خلال مُعالجة تحديات الأمن الغذائي والمناخ معاً.

تركز الزراعة الذكية مناخياً: على ثلاثة ركائز أساسية مترابطة، تم تحديدها من قبل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO, 2013)، وهي:

1. **زيادة الإنتاجية الزراعية بشكل مستدام:** تهدف الزراعة الذكية مناخياً إلى تحسين الإنتاج الزراعي وإنتاجية المزارعين، من أجل ضمان الأمن الغذائي ورفع مستوى الدخل في الريف، مع مراعاة الاستدامة على المدى الطويل (FAO,2013).

2. **تعزيز القدرة على التكيف والصمود:** تسعى الزراعة الذكية مناخياً إلى بناء قدرة المجتمعات الزراعية على الصمود والتكيف مع الصدمات والضغوط المناخية مثل موجات الجفاف، الأمطار الغزيرة، والحرارة المرتفعة، وبالتالي تقليل المخاطر والآثار السلبية لتغير المناخ على الزراعة (FAO,2013).

3. **الحد من انبعاثات غازات الدفيئة:** تسعى الزراعة الذكية مناخياً إلى خفض أو احتجاز انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري الناتجة عن الأنشطة الزراعية، بما في ذلك تحسين إدارة التربة، واستخدام الأسمدة بكفاءة، وإدارة مخلفات المحاصيل، وتحسين إدارة الثروة الحيوانية (FAO,2013).

تشكل هذه الركائز الإطار الأساسي لتطوير وتنفيذ استراتيجيات الزراعة الذكية مناخياً في مختلف النظم الزراعية حول العالم، وتُعتبر بمثابة مرجع علمي رئيسي لصياغة السياسات والتدخلات الزراعية المتعلقة بالتكيف مع تغير المناخ والتخفيف من آثاره (FAO,2013).

2-3- أهداف الزراعة الذكية مناخياً

الهدف العام للزراعة الذكية مناخياً هو دعم الجهود المبذولة من المستوى المحلي إلى المستوى العالمي لاستخدام النظم الزراعية بشكل مستدام لتحقيق الأمن الغذائي والتغذوي لجميع الناس في جميع الأوقات، ودمج التكيف الضروري والاستفادة من التخفيف المحتمل.

وقد تم تحديد ثلاثة مقاصد لتحقيق هذا الهدف: (1) زيادة الإنتاجية الزراعية بشكل مستدام لدعم الزيادات العادلة في الدخل والأمن الغذائي والتنمية؛ (2) التكيف مع تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود في مواجهته من المزرعة إلى المستوى الوطني؛ و(3) تطوير فرص للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الزراعة مقارنة بالاتجاهات السابقة (FAO, 2013).

وعلى الرغم من أن الزراعة الذكية مناخياً تهدف إلى تحقيق جميع الأهداف الثلاثة، إلا أنها لا تعني أن كل ممارسة مطبقة في كل موقع يجب أن تحقق "مكاسب ثلاثية".

تتطلب الزراعة الذكية مناخياً مراعاة جميع الأهداف الثلاثة، من المستوى المحلي إلى المستوى العالمي وعلى مدى فترات زمنية قصيرة وطويلة، لاستخلاص حلول مقبولة محلياً. وتختلف الأهمية النسبية لكل هدف باختلاف المواقع والمواقف، كما تختلف أوجه التآزر والمقايضات المحتملة بين الأهداف (Lipper, et al. 2014).

2-4- أهمية الزراعة الذكية مناخياً

تُعتبر الزراعة الذكية مناخياً استراتيجية متقدمة تهدف إلى تعزيز الإنتاجية الزراعية وتحقيق استدامة الموارد الطبيعية في ظل التحديات المناخية المتزايدة. تكمن أهمية هذه الزراعة في تمكين المزارعين من التكيف مع التغيرات المناخية المتطرفة مثل الجفاف، الفيضانات، وارتفاع درجات الحرارة، والتي أصبحت تؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي وأمن الغذاء العالمي (FAO, 2013). تُساعد الزراعة الذكية مناخياً على التخفيف من الأضرار البيئية من خلال الاعتماد على أساليب صديقة للبيئة.

تساعد الزراعة الحافظة على منع تآكل التربة، والحفاظ على خصوبة الأراضي، وحماية الحياة النباتية والحيوانية المحلية. وتُحافظ الإدارة الذكية للمياه على مواردها من خلال خفض الاستهلاك غير الضروري، وتُقلل الزراعة العضوية والإدارة المتكاملة للآفات من الحاجة إلى المعالجات الكيميائية الضارة، وهو أمرٌ بالغ الأهمية للحفاظ على توازن البيئة الحيوية. ويُسحب ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي ويُخزن في أنظمة الزراعة الحراجية، مما يُخفف من آثار تغير المناخ(EOS Earth and Space Science)

من الناحية الاقتصادية والاجتماعية، تسهم الزراعة الذكية مناخياً في تحسين الإنتاجية الزراعية وزيادة دخل المزارعين، خصوصاً في المناطق الريفية التي تعتمد بشكل كبير على الزراعة كمصدر رئيسي للمعيشة، كما تعزز من فرص الوصول إلى الأسواق والتمويل، وتحفز اعتماد التقنيات الزراعية الحديثة والممارسات المستدامة، ما يُدعم النمو الاقتصادي المحلي ويُحسن من سبل العيش (Zougmoré et al., 2021).

تبرز أهمية الزراعة الذكية مناخياً أيضاً في تعزيز التنوع البيولوجي وحماية النظم البيئية الزراعية، من خلال الحفاظ على الموائل الطبيعية والحد من تدهور الأراضي، وهو ما يساهم في تعزيز المرونة البيئية للأنظمة الزراعية ضد الصدمات المناخية والاجتماعية (FAO, 2017).

وأخيراً، وبالنظر إلى التوقعات السكانية العالمية، حيث يُتوقع أن يرتفع عدد سكان العالم إلى حوالي 9.7 مليار نسمة بحلول عام 2050، يصبح من الضروري تبني استراتيجيات مثل الزراعة الذكية مناخياً لضمان إنتاج غذاء كافٍ ومستدام، قادر على تلبية الطلب المتزايد وسط بيئة مناخية متغيرة (World Bank, 2021).

2-5- ممارسات الزراعة الذكية مناخياً

2-5-1- تبني أصناف المحاصيل المقاومة للجفاف:

أحد أهم آثار تغير المناخ على الزراعة هو زيادة الحدوث للجفاف؛ لذلك يعد استخدام أصناف الجفاف المستهلكة أمراً مهماً للمزارعين في أجزاء كثيرة من العالم.

يتيح مبدأ الزراعة الذكية مناخياً المزارعين أن يزدهروا في ظروف المياه المنخفضة، من خلال تبني أصناف محاصيل جديدة تعمل بشكل أفضل في الظروف الأكثر جفافاً. تشمل طرق إدخال أصناف الجفاف المرتبطة بما يلي:

- **الأصناف الجديدة المكيّفة:** هي سلالات نباتية حسّنت وراثياً أو انتقائياً بما يجعلها قادرة على مقاومة الإجهادات المناخية مثل الجفاف، الحرارة، والملوحة، أو التأقلم مع الفيضانات. يتم تطويرها باستخدام تقنيات التربية التقليدية والبيوتكنولوجية، ويُعدّ هدفها الحفاظ على الغلة في ظل التغير المناخي وتحقيق الأمن الغذائي (Gupta, 2024).

استخدام الأصناف التقليدية

في العديد من المناطق الزراعية، جرى تهميش **الأصناف التقليدية أو الأصلية** لصالح الأصناف التجارية الأكثر شيوعًا. غير أنّ هذه الأصناف المحلية غالبًا ما تتميز بقدرتها الطبيعية على **التكيف مع المناخ والظروف البيئية السائدة** في موطنها، ما يجعلها موردًا مهمًا لتعزيز مرونة النظم الزراعية. وبإعادة إدماج هذه الأصناف في الممارسات الزراعية، يمكن للمزارعين أن يكونوا أكثر قدرة على مواجهة **تأثيرات تغيّر المناخ** والتقلبات المناخية الحادة.(Alliance of Bioversity International & CIAT, 2021)

يُعدّ تبنّي **أصناف محاصيل متحمّلة للجفاف** أحد المبادئ الأساسية في الزراعة الذكية مناخيًا، إذ يحمل العديد من الفوائد المتكاملة. فهو لا يقتصر على تعزيز **مرونة المزارعين** كآلية للتكيف مع تغير المناخ، بل يساهم أيضًا في **تقليل الحاجة إلى الري**، مما يؤدي إلى خفض الأثر البيئي للزراعة، وفي الوقت ذاته **تقليص تكاليف الإنتاج** على المزارعين.(Alliance of Bioversity International & CIAT, 2021)

2-5-2- تعزيز صحة التربة بالمادة العضوية:

تعد إدارة التربة الصديقة للبيئة عنصراً أساسياً في الزراعة التي تعمل بالمناخ. من خلال التركيز على الممارسات التي تعزز المواد العضوية للتربة، يمكن للمزارعين تحسين بنية التربة، وزيادة الاحتفاظ بالمياه، والتنوع البيولوجي. فيما يلي بعض الممارسات الأساسية التي يمكن أن تعزز صحة التربة:

- **السماد والمدخلات العضوية:** دمج السماد، السماد الحيواني، والسماد الأخضر في التربة يزيد من المواد العضوية. هذا يحسن بنية التربة، ويعزز النشاط الميكروبي، ويعزز الاحتفاظ بالماء، مما يقلل من الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية.
- **تغطية المحاصيل والسماد الأخضر:** تساعد المحاصيل المغطية مثل البقوليات أو الأعشاب المزروعة بين حصاد المحاصيل ذات الأولوية في حماية التربة من التآكل، وزيادة المادة العضوية، وتثبيت النيتروجين في التربة. وعندما يتم دمج هذه المحاصيل في التربة، فإنها تعمل كسماد أخضر، مما يعزز خصوبة التربة.
- **الحراثة المنخفضة** :يساعد تقليل اضطراب التربة من خلال أساليب الزراعة منخفضة التوغل أو الزراعة بدون حراثة على الحفاظ على بنية التربة، ومنع التآكل، وزيادة تخزين الكربون العضوي في التربة(Alliance Biodiversity & CIAT, 2021)

2-5-3- تنفيذ ممارسات الحراجة الزراعية :

الحراجة الزراعية :هي عملية دمج الأشجار والشجيرات في المناظر الطبيعية الزراعية، وتعد طريقة فعّالة لزيادة مرونة أنظمة الزراعة في مواجهة تغير المناخ. تقدم الأشجار العديد من الفوائد التي تتماشى مع أهداف الزراعة الذكية مناخيًا، بما في ذلك

- تمتص الأشجار ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، مما يساعد على تخفيف من اثار تغير المناخ.

- تعمل الأشجار كحواجز طبيعية تحمي المحاصيل من الرياح القوية، مما يقلل من التآكل والتبخر. كما أنها توفر الظل، والتي يمكن أن تساعد في الحفاظ على درجات حرارة أقل في المناطق التي تهدد فيها الحرارة الشديدة عائدات المحاصيل، وبالتالي التكيف مع تغير المناخ باستخدام الطرق الطبيعية.

- توفر الأشجار موئل للحياة البرية بما في ذلك الملقحات والحيوانات المفترسة للآفات، وبالتالي تعزيز نظام بيئي متوازن ويقلل من الحاجة إلى المبيدات الكيميائية، وبالتالي تعزيز الصحة البيئية وإنتاجية المحاصيل دون مدخلات قد تلحق الضرر بالتربة.

تتيح الحراجة الزراعية للمزارعين تنويع دخلهم من خلال إنتاج منتجات إضافية مثل الأخشاب أو الفواكه أو المكسرات أو النباتات الطبية. هذا التنويع يقلل من المخاطر الاقتصادية المرتبطة بفشل المحاصيل بسبب الأحداث المتعلقة بالمناخ (Alliance Bioversity & CIAT, 2021).

2-5-4- تقنيات إدارة المياه الفعالة:

إن تغير المناخ يجعل ندرة المياه مصدر قلق متزايد، لا سيما في المناطق المعرضة للجفاف وهطول الأمطار غير المنتظم. تُعدّ **إدارة المياه** واحدة من أهم الجوانب في **الزراعة الذكية مناخياً**، خاصة في المناطق التي تشهد زيادة في ندرة المياه نتيجة لتغير المناخ:

- **الري بالتنقيط:** يقدم هذا النظام المياه مباشرة إلى جذور النبات من خلال شبكة من الأنابيب، مما يقلل من التبخر والجريان السطحي. إن الري بالتنقيط فعال للغاية ويساعد على الحفاظ على الماء، وخاصة في المناطق القاحلة (Alliance Bioversity & CIAT, 2021).

- **حصاد مياه الأمطار:** وهو عملية جمع وتخزين مياه الأمطار من الأسطح أو الأراضي، لاستخدامها لاحقاً في الري الزراعي، أو الشرب، أو الأغراض المنزلية والصناعية، بدلاً من تركها تتبخر أو تجري إلى مصارف المياه. يُعد من التقنيات الذكية مناخياً التي تعزز قدرة المجتمعات على التكيّف مع شح المياه وتقلّبات المناخ، وتسهم في تحقيق الأمن المائي والزراعي (Helmreich et al , 2009).

- **المهاد:** ويقصد به تغطية سطح التربة بطبقة من مواد عضوية (مثل القش أو الأوراق الجافة) أو غير عضوية (مثل الأغطية البلاستيكية الزراعية)، بهدف تقليل تبخر المياه، الحد من نمو الأعشاب الضارة، تنظيم حرارة التربة، وتحسين خصوبة التربة في حال استخدام مواد عضوية. يساهم المهاد في تعزيز قدرة النبات على مقاومة ظروف الجفاف، ويُعتبر أداة مهمة لتحسين كفاءة استخدام المياه والتكيف مع التغير المناخي (FAO, 2017).

- **الزراعة الكنتورية:** هي ممارسة زراعية تُطبّق على الأراضي المنحدرة، حيث تُزرع المحاصيل بمحاذاة خطوط الكنتور (خطوط تساوي الارتفاع)، وليس باتجاه الانحدار. تقلل هذه التقنية من فقدان التربة بسبب الانجراف المائي، وتساعد على تحسين امتصاص المياه وتقليل فقدان المغذيات، مما يجعلها أداة فعالة ضمن الزراعة الذكية مناخياً، خصوصاً في المناطق المعرضة للتعرية والانجراف (Encyclopædia Britannica, 2024).

- **الترتيب:** تقسيم الأرض إلى طبقات من المدرجات الزراعية التي تظهر مثل خطوات عريضة، يساعد على تقليل الجريان السطحي للمياه، مما يسمح بمزيد من الماء للتسلل إلى التربة. هذه الممارسات لا تحافظ على الماء فحسب، بل تقلل أيضاً من تآكل التربة (Alliance Bioversity & CIAT, 2021).

2-5-5- تنويع أنظمة الزراعة:

يشير تنويع أنظمة الزراعة إلى اعتماد المزارعين على مجموعة متنوعة من المحاصيل أو الأنشطة الزراعية (كالزراعة وتربية الحيوانات وتربية الأحياء المائية) ضمن نفس النظام الزراعي أو في دورات متعاقبة، بدلاً من الاعتماد على محصول أو نشاط واحد فقط.

يهدف هذا النهج إلى تعزيز المرونة البيئية والاقتصادية للنظام الزراعي في مواجهة تغير المناخ، وتقليل المخاطر المرتبطة بالآفات والجفاف وأسعار السوق. كما يسهم التنويع في تحسين استدامة الموارد الطبيعية، وزيادة الإنتاجية، وتوفير مصادر دخل متعددة، مما يدعم سبل عيش المزارعين ويدخل في صميم مفاهيم الزراعة الذكية مناخياً (FAO, 2013).

2-5-6- اعتماد تقنيات الزراعة الدقيقة:

تُعرّف الزراعة الدقيقة بأنها نظام إدارة زراعي يعتمد على تقنيات رقمية ومكانية لتخصيص المدخلات الزراعية (مثل المياه، الأسمدة، والمبيدات) استناداً إلى احتياجات دقيقة ومحددة لمواقع مختلفة داخل الحقل.

يتيح هذا النهج تحسين استخدام الموارد، وزيادة غلّة المحاصيل، والحدّ من الأثر البيئي للزراعة. تعتبر الزراعة الدقيقة أداة فعالة ضمن الزراعة الذكية مناخياً، لأنها تعزز من قدرة النظام الزراعي على التكيف مع تغير المناخ، وتدعم قرارات الزراعة المستندة إلى البيانات (Gebbers & Adamchuk, 2010).

تستخدم أحدث التقنيات لتحسين الممارسات الزراعية من خلال جمع البيانات وتحليلها حول ظروف التربة، وأنماط الطقس، وصحة المحاصيل، مما يوفر للمزارعين أفضل المعلومات لاتخاذ قرارات مستنيرة. تتيح المعلومات التي يتم جمعها من خلال هذه الأدوات التكنولوجية للمزارعين التخطيط لاستخدام الري، والأسمدة، والمبيدات الحشرية الضرورية، مما يضمن الكفاءة ويجنب الإفراط في استخدام الموارد غير الضرورية (Alliance Biodiversity & CIAT, 2021)

يُعد الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) من أبرز التقنيات المستخدمة في الزراعة الذكية مناخياً، حيث يُتيح جمع بيانات دقيقة وواسعة النطاق حول حالة المحاصيل، التربة، والرطوبة دون الحاجة إلى الوجود الميداني. وتُستخدم هذه التقنية في تقدير مؤشرات الغطاء النباتي مثل (مؤشر فرق النباتات المعدل: NDVI)

ورسم خرائط لإجهاد المحاصيل، ورطوبة التربة، وانتشار الأمراض، مما يساهم في رفع كفاءة استخدام المياه والأسمدة (Sangeetha et al., 2024).

إضافة إلى ذلك، يساعد الاستشعار عن بعد – عند دمجه مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) – في تطوير نظم الزراعة الدقيقة من خلال خرائط معدلات التطبيقات المتغيرة (VRT)، ما يمكّن المزارعين من اتخاذ قرارات مستندة إلى البيانات، وتقليل الهدر، وزيادة الإنتاجية الزراعية مع تعزيز قدرة النظم الزراعية على التكيف مع التغير المناخي (MDPI, 2020).

الآلات الزراعية الموجهة بنظام GPS هي معدات زراعية مزودة بتقنية تحديد المواقع العالمي (GNSS) لتوجيه وتنظيم العمليات الزراعية تلقائياً؛ مثل الحراثة، الزراعة، التسميد، والرش – بمستوى دقة يصل إلى بضع سنتيمترات – مما يقلل التداخل والهدر في استخدام المدخلات ويزيد من كفاءة العمليات الزراعية (Radočaj et al., 2023).

أنظمة الري الذكية: تُعرّف أنظمة الري الذكية على أنها أنظمة متقدمة تستخدم تقنيات الاستشعار والتحكم الآلي – كإنترنت الأشياء (IoT)، وأجهزة استشعار رطوبة التربة، والمحطات المناخية الذكية، والذكاء

الاصطناعي – لضبط مياه الري بدقة عالية وفقاً لاحتياجات النباتات الفعلية. تهدف هذه الأنظمة إلى تحسين كفاءة استخدام المياه، وتقليل الهدر، وزيادة إنتاجية المحاصيل، مع خفض التكاليف وتحسين أداء النظام الزراعي كجزء من نهج الزراعة الذكية مناخياً (Obaideen et al., 2022).

تُعرف الزراعة البينية بأنها الممارسة الزراعية التي تشمل زراعة أكثر من محصول في نفس الوقت والمكان، بنظام هندسي معين لتحقيق أفضل استخدام للموارد، مثل الماء والضوء والمغذيات. وتعد هذه الطريقة من الأسس البيئية المستدامة ضمن الزراعة الذكية مناخياً، بما يعزز التنوع البيولوجي ويحسن فعالية الإنتاج الزراعي مقارنةً بالزراعة الأحادية (FAO, 2016; Li Long, 2016).

الزراعة المختلطة تعني الجمع بين زراعة المحاصيل وتربية الحيوانات ضمن نفس الوحدة الزراعية، بحيث يُستخدم إنتاج أحد النشاطين لدعم الآخر (مثل استخدام مخلفات المحاصيل كعلف، واستخدام روث الحيوانات كسماد) (FAO, 2013).

إدارة الماشية المتكاملة هي نهج إداري يشمل دمج تربية الماشية مع أنشطة زراعية أخرى بشكل مستدام لتحقيق إنتاجية أعلى، تحسين صحة التربة، وتقليل المخاطر الاقتصادية، وهو يُعد من ممارسات الزراعة الذكية مناخياً (FAO, 2013).

2-5-7- الإدارة المتكاملة للآفات:

هي استراتيجية زراعية ذكية مناخياً لمكافحة الآفات والأعشاب الضارة والأمراض، مع إعطاء الأولوية للسلامة البيئية. وقد أثبت الجمع بين الأساليب البيولوجية والثقافية والكيميائية فعاليته في تقليل الحاجة إلى المبيدات الحشرية الاصطناعية.

تساعد استراتيجيات الإدارة المتكاملة للآفات في الحفاظ على النظم البيئية، وزيادة التنوع البيولوجي، وحماية الكائنات الحية المفيدة من الضرر (EOS.)

2-5-8- إدارة المغذيات:

إدارة المغذيات الزراعية (Nutrient Management) هي عملية منهجية تهدف إلى تطبيق كميات مناسبة من العناصر الغذائية للنبات (مثل النيتروجين، الفسفور، البوتاسيوم) في الوقت والمكان المناسبين بهدف:

- تحسين إنتاجية المحاصيل وكفاءة استخدام المدخلات.
- تعزيز صحة التربة وتنمية الكائنات الدقيقة المفيدة فيها.
- تقليل الفاقد والتلوث البيئي (الماء، الهواء، التربة).
- المساهمة في تقليل انبعاثات غازات الدفيئة

تتضمن هذه العملية عناصر مثل توفر المغذيات حسب احتياجات النباتات، وتطبيقها باستخدام تقنيات مثل الزراعة الدقيقة (Precision Farming)، والتسميد العضوي، والخيارات المدمجة (Integrated Nutrient Management)، مع الأخذ بعين الاعتبار الظروف المحلية للمنطقة المحيطة ونمط المناخ

2-5-9- إدارة ما بعد الحصاد:

تساهم في تقليل الفاقد والضياع في المحاصيل، وبالتالي تزيد من كفاءة استخدام الموارد وتحسن الأمن الغذائي في ظل التغيرات المناخية. فمثلاً، تحسين التخزين والتبريد وتقنيات التعبئة والتغليف تساعد على تقليل التلف الناتج عن الحرارة والرطوبة المرتفعة، وهي أمور تزداد مع تغير المناخ. لذلك، تشمل الزراعة الذكية مناخياً ليس فقط الإنتاج الزراعي، بل أيضاً سلسلة القيمة بالكامل بما فيها ما بعد الحصاد (FAO, 2013).

2-6- التقنيات المستخدمة في الزراعة الذكية مناخياً

2-6-1- التقنيات الرقمية والمعلوماتية:

- **الاستشعار عن بعد:** الاستشعار عن بُعد (Remote Sensing) هو تقنية تستخدم أجهزة استشعار على الدرونات أو الأقمار الصناعية لالتقاط صور طيفية للأراضي والمحاصيل، تتيح مراقبة صحة النباتات، رطوبة التربة، وضغوط المناخ (مثل الجفاف). تُعتبر هذه التقنية من أهم مكونات الزراعة الدقيقة، حيث تُمكن من تخصيص الري، السماد، والمبيدات بشكل فعال حسب حاجة كل منطقة صغيرة داخل الحقل (Bharteey et al., 2019).

- **أنظمة دعم اتخاذ القرار:** أنظمة دعم اتخاذ القرار الزراعية (Agricultural DSS) تعني برامج أو أدوات حاسوبية تقودها البيانات لفهم الحالة الزراعية اللحظية وتقديم توصيات دقيقة للمزارع بشأن متى وكيف يروّي، يُسمّد، أو يتحكم بالآفات. هذه الأنظمة قائمة على معلومات من حساسات ميدانية، الاستشعار عن بُعد، ونماذج مناخية، وتدعم صغار المزارع وقطاع الأغذية في التكيف مع التغير المناخي وتحقيق إنتاجية مستدامة (Bechar & Vigneault, 2017).
- **تطبيقات الهاتف المحمول في الزراعة الذكية مناخياً:** هي أدوات رقمية تعمل على الهواتف الذكية، تُستخدم لنقل معلومات آنية عن الطقس، الأمراض والآفات، الري، التغذية، والسوق، مما يدعم اتخاذ قرارات زراعية دقيقة وفعالة مناخياً (Bharteey et al., 2019).

- **الذكاء الاصطناعي** (AI: Artificial Intelligence) وهو توظيف خوارزميات متقدمة مثل تعلّم الآلة والتعلّم العميق لتحليل كميات ضخمة من البيانات الزراعية (المناخية، الحقلية، الطيفية). ويسهم ذلك في دعم اتخاذ قرارات محسّنة تتعلق بـ إدارة المياه، والتنبؤ بالإنتاج، ومكافحة الآفات، وتقليل الانبعاثات، وذلك ضمن إطار يراعي الاستدامة والتكيف مع تغير المناخ .(Roy et al., 2025)

2-6-2- الآلات الذكية والميكانيكية:

الدرونات الزراعية (Unmanned Aerial Vehicles – UAVs) هي طائرات بدون طيار تُستخدم في الزراعة الدقيقة لجمع صور طيفية وبيانات عالية الدقة من سطح الحقل، مما يتيح مراقبة نمو المحاصيل، تلوث المبيدات، الإجهاد المائي، وأضرار الآفات بشكل مستمر وفوري. وإن الدرونات تُعد أداة محورية في الزراعة الذكية مناخيًا لأنها تُحسّن الإنتاجية الزراعية من خلال رصد المحاصيل بدقة، وتطبيق المدخلات بشكل مركز، وتوفير بيانات عالية الدقة (Tokekar et al., 2022).

الروبوتات الزراعية هي أنظمة آلية ذكية، غالباً في شكل مركبات أرضية غير مأهولة (UGVs)، تُستخدم لأداء مهام زراعية ميدانية دقيقة مثل الزراعة، الحصاد، إزالة الأعشاب، ومراقبة الحقول، مع تخفيض الحاجة للعمالة اليدوية والانبعاثات الناتجة عن تشغيل الماكينات الثقيلة. كما أن المركبات الزراعية الآلية توفر حلولاً جذرية لتحديات الزراعة، من خلال تقليل التكاليف التشغيلية، تخفيف انبعاثات الكربون، وتقليل تدهور التربة بفعل الوزن الزائد للآلات التقليدية (Botta et al., 2016).

أنظمة الري الذكية في الزراعة الذكية مناخياً:

هي أنظمة تعتمد على تقنيات الاستشعار، إنترنت الأشياء (IoT)، والذكاء الاصطناعي، لتوفير المياه للنباتات بشكل دقيق وفعّال بناءً على الاحتياجات الفعلية للنبات والتغيرات المناخية والظروف البيئية المحيطة.

تُراقب هذه الأنظمة بيانات مثل رطوبة التربة، درجة الحرارة، شدة الإشعاع الشمسي، وتُقرّر تلقائياً توقيت وكميات الري المطلوبة، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الفاقد.

تُعتبر أنظمة الري الذكية مكوناً أساسياً في الزراعة الدقيقة، حيث تُمكّن من اتخاذ قرارات آلية قائمة على بيانات آنية لمراقبة رطوبة التربة وتوقعات الطقس، مما يؤدي إلى تحسين إدارة الري وزيادة إنتاجية المحاصيل (Zeng et al., 2023).

كما توفر أنظمة الري الذكية المدعومة بالـ IoT مراقبة تربة ورطوبة وطقس بشكل مستمر، وتقوم بتشغيل الري تلقائياً فقط عند الحاجة، مما يحقق وفورات مائية تتراوح بين 30–50 ٪ مقارنة بالطرق التقليدية (Frontiersin, 2025).

2-6-3- تقنيات إدارة المياه:

مستشعرات رطوبة التربة هي أجهزة إلكترونية تُستخدم لقياس محتوى الرطوبة داخل التربة بشكل لحظي، وهي تُعد من أهم مكونات أنظمة الزراعة الذكية مناخياً. تساعد هذه المستشعرات في تحديد الوقت الأمثل للري، ما يُمكّن المزارعين من تقليل استهلاك المياه، وتحسين إدارة الموارد، وزيادة كفاءة الإنتاج (Cai et al, 2021).

أنظمة حصاد مياه الأمطار هي تقنيات تُستخدم لجمع وتخزين مياه الأمطار لاستخدامها لاحقاً في الري أو لأغراض زراعية أخرى، خاصةً في المناطق التي تعاني من شُح المياه. تُمثّل هذه الأنظمة أداة فعالة للتكيّف مع تغير المناخ من خلال تعزيز مرونة المجتمعات الزراعية في مواجهة الجفاف وعدم انتظام الهطولات (Gupta et al. 2020),

المياه الرمادية هي المياه الناتجة من استخدام الأحواض، الدش، الغسالات، وأحواض المطبخ، والتي لا تحتوي على فضلات بشرية. يُمكن إعادة استخدامها بعد معالجتها لري المحاصيل غير الغذائية أو الأشجار، ما يُعد من الحلول المستدامة في إدارة المياه الزراعية.

كما أن إعادة استخدام المياه الرمادية تُعتبر تقنية منخفضة التكلفة ومستدامة لتعزيز الأمن المائي في الزراعة، وتُستخدم بشكل خاص في المناطق التي تعاني من شُح مائي دائم (Gross et al. 2015).

2-6-4- التقنيات الحيوية والوراثية:

تحسين الأصناف الوراثية في الزراعة الذكية مناخياً: هو عملية استخدام تقنيات التربية النباتية التقليدية أو الحديثة (مثل الهندسة الوراثية أو التهجين أو التعديل الجيني) لإنتاج أصناف جديدة من المحاصيل تكون أكثر مقاومة للإجهادات البيئية مثل الجفاف، الملوحة، الحرارة، والآفات، بما يدعم التكيف مع تغير المناخ.

"تحسين الأصناف الوراثية يشكل حجر الأساس في التكيف الزراعي مع تغير المناخ، من خلال تطوير أصناف تتحمل الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة، مما يضمن استقرار الإنتاج الزراعي في البيئات الهشة مناخياً" (Reynolds et al 2021).

استخدام المبيدات الحيوية في الزراعة الذكية مناخياً: المبيدات الحيوية هي مواد مشتقة من كائنات حية طبيعية مثل البكتيريا، الفطريات، الفيروسات أو المركبات النباتية، وتُستخدم لمكافحة الآفات الزراعية بطريقة صديقة للبيئة، دون الإضرار بالتربة أو المياه أو الكائنات غير المستهدفة. وتُعد أداة رئيسية في الزراعة الذكية مناخياً لكونها تقلل الاعتماد على المبيدات الكيميائية وتُعزز من قدرة النظم الزراعية على التكيف مع التغيرات المناخية.

"المبيدات الحيوية توفر خياراً مستداماً لإدارة الآفات، وقد أظهرت فعاليتها في الحد من الضرر الناتج عن الحشرات في البيئات الزراعية المتغيرة مناخياً، مع تأثيرات بيئية منخفضة مقارنة بالمبيدات الكيميائية التقليدية (Chandler et al., 2011).

الأسمدة الحيوية هي مستحضرات تحتوي على كائنات حية دقيقة (بكتيريا، فطريات، أو طحالب) تعمل على تعزيز خصوبة التربة وتحسين امتصاص العناصر الغذائية من خلال تثبيت الآزوت الجوي، إذابة الفوسفور، وتحفيز نمو الجذور. وتُعتبر بديلاً مستداماً عن الأسمدة الكيميائية، وتُسهم في تخفيف الانبعاثات الكربونية وتحسين كفاءة الموارد ضمن الزراعة الذكية مناخياً (Vessey, 2003).

الميكروبيوم الزراعي الذكي مناخياً: هو إدارة فعّالة للكائنات الحية الدقيقة (بكتيريا، فطريات، وغيرها) في التربة وحول جذور النباتات (الريزوسفير)، بطريقة تدعم التكيف مع تغير المناخ، من خلال تحسين كفاءة امتصاص المغذيات، تعزيز مقاومة النباتات للإجهادات البيئية (مثل الجفاف والحرارة)، والحد من الاعتماد على المدخلات الكيميائية.

الميكروبيوم الزراعي الذكي يُعتبر جزءاً محورياً من الزراعة المستدامة تحت ظروف التغير المناخي، حيث يساعد في تعزيز مقاومة المحاصيل للجفاف، وتحسين خصوبة التربة دون التأثير البيئي الضار (Singh et al. 2020).

2-6-5- التقنيات التكاملية:

تعد الزراعة الدقيقة (Precision Agriculture) من التقنيات التكاملية الأساسية في إطار الزراعة الذكية مناخياً، لأنها تعتمد على دمج عدد من الأدوات والتقنيات لتوفير إنتاج زراعي أكثر كفاءة ومرونة في مواجهة تغير المناخ.

- الزراعة الدقيقة تقنية تكاملية تجمع بين الاستشعار عن بعد، أنظمة التموضع الجغرافي.
- تحليل البيانات الضخمة، الذكاء الاصطناعي، الروبوتات والمعدات المؤتمتة، المجسات الحقلية.
- أنظمة دعم اتخاذ القرار.

كل هذه الأدوات تُستخدم معاً لتحديد الاحتياجات الحقيقية للمحاصيل من المياه، والأسمدة، والمبيدات، بناءً على بيانات دقيقة وفورية، ما يقلل الهدر ويزيد من كفاءة الموارد (Gebbers & Adamchuk 2010).

الزراعة بدون تربة (soilless agriculture): هي نظام إنتاج نباتي لا يستخدم التربة كمادة زراعة، بل يعتمد على حلول مائية أو مواد خاملة مثل الرمل أو الصوف الصخري لتوفير الدعم للنبات، مع تغذيته عبر محاليل مغذية دقيقة.

تشمل الأنظمة المائية مثل الهيدروبونيك (Hydroponics)، الإيروبونيك (Aeroponics)، والأنظمة شبه المائية، وتُعتبر وسيلة فعالة لإنتاج الغذاء في البيئات ذات التربة الفقيرة أو الملوثة (Resh,2022).

التكامل الزراعي–الحيواني–السمكي (Agricultural–livestock–fishery integration): هو نظام إنتاج متكامل يجمع بين الزراعة النباتية وتربية الحيوانات وتربية الأسماك في دورة واحدة مترابطة، بحيث

تُستخدم مخلفات أحد الأنشطة كمورد للآخر، مما يحقق الاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية، ويزيد من الإنتاجية ويعزز الاستدامة البيئية والاقتصادية.

يُعد التكامل الزراعي–الحيواني–السمكي نهجاً ديناميكياً لإدارة الموارد، حيث يتم استخدام مخلفات الحيوانات كمخصب للأحواض السمكية، بينما تُستخدم مياه الأحواض الغنية بالمغذيات لري المحاصيل، مما يعزز الكفاءة البيئية والإنتاج الزراعي (Prein, 2002).

الفصل الثالث

الدراسة التحليلية والإحصائية

3-1- مواد العمل وطرائقه :

اعتمدت هذه الدراسة على منهج تحليلي كمي ونوعي لتقييم مدى قابلية تطبيق تقنيات الزراعة الذكية مناخياً في منطقة النشابية، وذلك من خلال تحليل بيانات مناخية تفصيلية وتحديد التدخلات الزراعية المناسبة. وتم تنفيذ الدراسة وفق الخطوات التالية

1-جمع البيانات المناخية

تم الحصول على بيانات يومية من محطة الأرصاد الجوية في النشابية خلال الفترة من كانون الثاني حتى حزيران **2025** .شملت البيانات العناصر المناخية الأساسية المؤثرة في الإنتاج الزراعي، وهي:

- درجات الحرارة (العظمى والصغرى)
- الرطوبة النسبية
- سرعة الرياح
- ساعات السطوع الشمسي

2-معالجة البيانات إحصائياً

.تم تصنيف البيانات وترميزها وتحويلها إلى متوسطات شهرية

.تم حساب **المتوسط الحسابي والانحراف المعياري** لكل عنصر مناخي

استخدمت برامج Excel و SPSS لتحليل البيانات البيانية والإحصائية.

3-تحليل المؤشرات البيئية الزراعية

تم حساب **مؤشر فرق ضغط البخار(VPD : Vapor Pressure Deficit)** ، **(ومؤشر الحرارة والرطوبة THI: Temperature-Humidity Index)**وفق المعادلات العلمية المعتمدة.

.تم تحليل تأثير هذه المؤشرات على حالة النبات وظروف الزراعة في كل شهر

تم استخدام الرسوم البيانية لتمثيل التغيرات الموسمية في المؤشرات المناخية وربطها بقدرة المحاصيل على التحمل أو الإجهاد.

4-توصيف الواقع الزراعي في منطقة الدراسة

تم جمع معلومات ميدانية من خلال مراجعة تقارير محلية، ودراسات منشورة، ومقابلات مع مزارعين وخبراء زراعيين في المنطقة.

شمل التوصيف نمط المحاصيل المزروعة، أساليب الري، ومدى انتشار التقنيات الحديثة

5- اقتراح التدخلات الزراعية

تم تحديد **عشرة تدخلات ذكية مناخياً** يمكن تطبيقها في النشابية بناءً على نتائج التحليل المناخي والواقع الزراعي، مثل: التسوية الليزرية، الري الذكي، زراعة أصناف مقاومة للجفاف، التدريب، والإنتاج الحيواني الذكي.

6-التحقق من ملاءمة التدخلات المقترحة

تمت مقارنة التدخلات مع الأدبيات العلمية العالمية لممارسات الزراعة الذكية مناخياً

تم تقييم ملاءمتها بناءً على **الخصائص البيئية والاجتماعية والاقتصادية** لمنطقة النشابية

نوع التحليل المستخدم في الدراسة

اعتمدت الدراسة على **التحليل الإحصائي المناخي الكمي (Quantitative Agroclimatic Statistical Analysis)**، الذي يشمل:

- **التحليل الوصفي الإحصائي:(Descriptive Statistics)**

لحساب المتوسطات الشهرية والانحرافات المعيارية للعناصر المناخية (درجة الحرارة، الرطوبة، الرياح، السطوع الشمسي).

الهدف: توصيف التغيرات المناخية الموسمية وتحديد الفروقات بين الأشهر.

- **تحليل المؤشرات المناخية الزراعية**

مؤشر VPD (فرق ضغط البخار): لقياس مستوى **الإجهاد المائي** على النباتات.

مؤشر THI (الحرارة × الرطوبة): لقياس **الإجهاد الحراري** على النباتات والكائنات الحية.

التمثيل البياني الزمني:(Time-Series Graphical Analysis)

لعرض التغيرات اليومية والشهرية في VPD و THIوالعناصر المناخية.

الهدف: تحديد أشهر الإجهاد المناخي وأفضل توقيت للزراعة.

التحليل السياقي التكيفي:(Contextual Adaptive Analysis)

دمج نتائج التحليل الكمي مع الواقع الزراعي المحلي لتحديد التدخلات الذكية المناسبة.

3-2- تحليل مؤشر ضغط بخار الماء (VPD):

يشير مؤشر VPD إلى الفرق بين الضغط المشبع ببخار الماء وكمية البخار الفعلية في الهواء، ويُعد من أهم المؤشرات المناخية التي تُستخدم لتقييم الإجهاد المائي على النباتات. في هذه الدراسة، تم احتساب VPD يومياً اعتماداً على معادلة علمية تعتمد على متوسط درجة الحرارة ومتوسط الرطوبة النسبية:

$$VPD = SVP - AVP$$

$$AVP = SVP \times (RH/100)$$

$$SVP = 0.6108 \times \exp((17.27 \times T) / (T + 237.3))$$

VPD فرق ضغط البخار (Vapor Pressure Deficit) – kPa

SVP ضغط البخار المشبع (Saturation Vapor Pressure) – kPa

AVP ضغط البخار الفعلي (Actual Vapor Pressure) – kPa

T درجة الحرارة – °C درجة مئوية

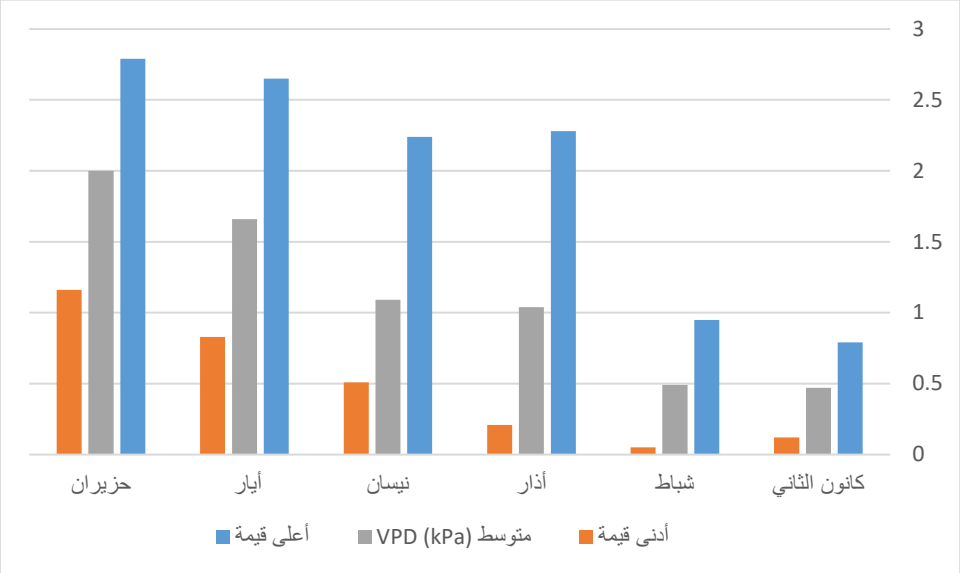
RH الرطوبة النسبية (Relative Humidity) – % نسبة مئوية

Exp الدالة الأسية (الأساس e)

تم تطبيق هذه المعادلة على بيانات الأشهر الستة الأولى من عام 2025 (كانون الثاني – حزيران)، وتم استخراج القيم اليومية وتحليلها إحصائياً.

الجدول (1) – حساب مؤشر ضغط بخار الماء VPD

الشهر	أعلى قيمة	أدنى قيمة	متوسط VPD (kPa)	الانحراف المعياري
كانون الثاني	0.79	0.12	0.47	0.17
شباط	0.95	0.05	0.49	0.2
أذار	2.28	0.21	1.04	0.53
نيسان	2.24	0.51	1.09	0.47
أيار	2.65	0.83	1.66	0.51
حزيران	2.79	1.16	2	0.39



الشكل (1) – تغير مؤشر ضغط بخار الماء VPD اليومي في النشابية خلال 6 أشهر

انطلاقاً من الجدول (1) يمكن ملاحظة ما يلي:

الأشهر كانون الثاني –:شباط :

- قيم VPD منخفضة جداً (< 0.5)، ما يدل على أن الجو رطب جداً وقد يسبب بطء نمو النبات أو انتشار الفطريات.
- **التوصية:** استخدام الزراعة المحمية أو محاصيل مقاومة للرطوبة.

الأشهر أذار – نيسان:

- تظهر القيم ضمن النطاق المثالي (0.8 – 1.2) لعملية النتح والتوازن المائي.
- **التوصية:** أفضل فترة للزراعة المكشوفة والمحاصيل الحساسة.

الأشهر أيار – حزيران:

- VPD يتجاوز 1.5 و2.0، ما يعكس ظروف جفاف وإجهاد مائي عالي.
- **التوصية:**
  - استخدام أنظمة ري ذكية.
  - زراعة أصناف مقاومة للجفاف.
  - تقنيات تظليل أو تبريد.

التوصيات الزراعية:

- لا يُنصح باستخدام الأساليب التقليدية خلال الأشهر الحارة (أيار – حزيران).
- يُوصى باستخدام الزراعة الذكية مناخياً والتي تشمل:
  - حساسات رطوبة وVPD للتحكم بالري.
  - الزراعة المحمية.
  - الجدولة الدقيقة للزراعة بناءً على المناخ.

3-3- مؤشر THI (Temperature-Humidity Index)

هو مؤشر يُستخدم لتقييم مستوى الإجهاد الحراري الذي تتعرض له الكائنات الحية (الناس، الحيوانات، وحتى النباتات أحياناً)، بناءً على درجة الحرارة ونسبة الرطوبة. كلما ارتفع المؤشر، زادت درجة الانزعاج الحراري، ما قد يؤدي إلى:

- انخفاض إنتاجية المحاصيل.
- انخفاض في شهية ونشاط الحيوانات.
- خطر الإجهاد الحراري، خاصة في الزراعة المكشوفة.

$$THI = T - (0.55 - 0.0055 \times RH) \times (T - 14.5)$$

THI مؤشر الحرارة × الرطوبة (Temperature-Humidity Index)

T متوسط درجة الحرارة اليومية (درجة مئوية C°)

RH متوسط نسبة الرطوبة النسبية اليومية (٪)

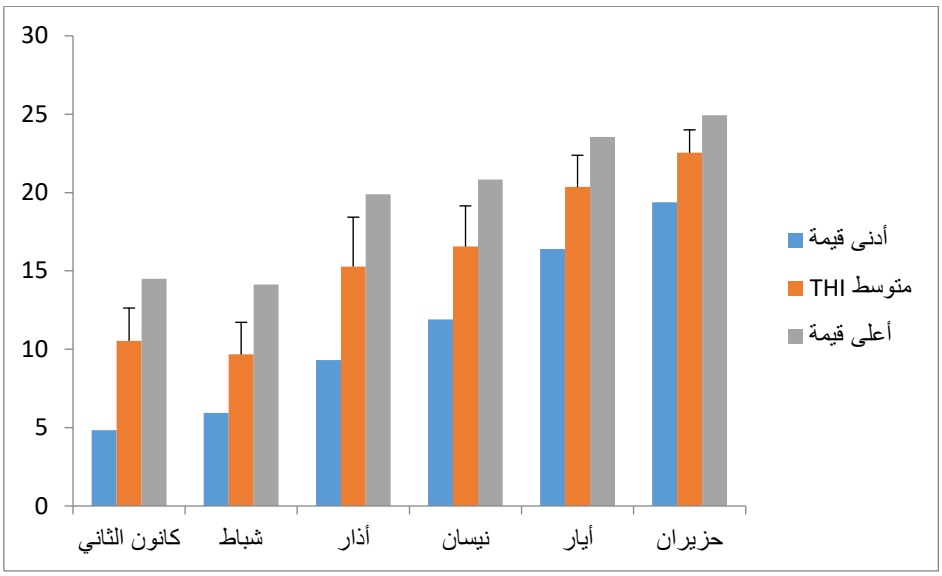
0.55 ثابت يمثل التأثير الأساسي للرطوبة على الإحساس بالحرارة

0.0055معامل تصحيح يتغير حسب نسبة الرطوبة

14.5 قيمة مرجعية حرارية تمثل حداً مريحاً يُستخدم لقياس الفرق الحراري

الجدول (2) – حساب مؤشر THI

الشهر	أعلى قيمة	أدنى قيمة	متوسط THI	الانحراف المعياري
كانون الثاني	14.49	4.84	10.54	2.09
شباط	14.13	5.94	9.67	2.05
أذار	19.89	9.3	15.28	3.15
نيسان	20.82	11.9	16.56	2.59
أيار	23.55	16.4	20.35	2.03
حزيران	24.93	19.37	22.54	1.46



الشكل (2) – تغير مؤشر THI في النشابية خلال 6 أشهر

انطلاقاً من الجدول (2) يمكن ملاحظة ما يلي:

الأشهر كانون الثاني – شباط :

- المؤشر أقل من 11 إذاً الظروف باردة جداً.
- لا توجد مخاطر حرارية، لكن معدل النمو قد يكون بطيئاً بسبب البرودة.
- **التوصية:** زراعة محاصيل شتوية مقاومة للبرد أو استخدام بيوت بلاستيكية.

الأشهر أذار – نيسان:

- المؤشر ما بين 15 إلى 17 إذاً الظروف المناخية مثالية تقريباً.
- هذه الفترة مناسبة جداً لزراعة الخضار الورقية والفواكه المبكرة.
- **التوصية:** الاستفادة من الموسم بأقصى طاقة إنتاجية.

شهر أيار:

- المؤشر يتجاوز 20 وهي بداية الضغط الحراري المتوسط.
- قد تظهر علامات إرهاق على النباتات والحيوانات.
- **التوصية:** تظليل التربة، تحسين التهوية، استخدام أصناف مقاومة للحرارة.

شهر حزيران:

- الإجهاد الحراري مرتفع. إذاً THI =22.54
- يشكل خطراً على المحاصيل الحساسة ويؤثر على نمو الحيوانات (خاصة الأبقار والدواجن).
- **التوصية:**
  - تجنب الزراعة المكشوفة.
  - تفعيل أنظمة التبريد والري الذكي.
  - توفير مناطق ظل للحيوانات.

التوصيات الزراعية:

- أشهر أذار ونيسان هي الأفضل زراعياً في النشابية.
- في حين أن حزيران وأيار يتطلبان تقنيات زراعة ذكية مناخياً للتعامل مع الضغط الحراري.

3-4- تحليل العناصر المناخية

الجدول (3) – تحليل العناصر المناخية

الشهر	متوسط الرطوبة الصغرى (%)	متوسط الرطوبة العظمى (%)	متوسط سرعة الرياح (م/ثا)	مجموع ساعات السطوع الشمسي	متوسط درجة الحرارة (°م)
كانون الثاني	43.42	80.39	3.77	218.02	9.59
فبراير	43.52	68.35	4.52	177.45	8.18
أذار	31.64	64.55	6.16	212.37	16
نيسان	21.39	76.35	9.11	231.62	17.6
أيار	14.94	71.79	2.79	292.53	23.13
حزيران	12.29	72.06	8.33	312.95	26.33

أظهرت البيانات المناخية وجود تغير تدريجي واضح في درجات الحرارة خلال الفترة المدروسة، حيث تراوحت درجات الحرارة المتوسطة ما بين 8.5 درجة مئوية في كانون الثاني، وبلغت ذروتها عند 27.7 درجة مئوية في حزيران، ما يعكس بداية ظهور ضغوط حرارية مرتفعة في الأشهر الحارة.

كما لوحظ انخفاض متسارع في معدلات الرطوبة النسبية، سواء العظمى أو الصغرى، وخاصة في شهري أيار وحزيران، حيث وصلت الرطوبة الدنيا إلى مستويات خطرة بلغت 29%، مما أدى إلى ارتفاع كبير في معدلات التبخر، وفاقم من مخاطر الجفاف الزراعي.

وترافقت هذه الظروف مع ازدياد تدريجي في ساعات السطوع الشمسي، لتصل إلى أعلى مستوياتها في شهر أيار، مترافقة مع ارتفاع طفيف في سرعة الرياح، ما ساهم في تعظيم فقدان الرطوبة من سطح التربة ومن أنسجة النبات. كل هذه العوامل شكلت مركباً من الظروف المناخية القاسية التي أثرت سلباً على الكفاءة الفسيولوجية للنباتات، خصوصاً خلال شهري أيار وحزيران.

3-5- الاستنتاجات:

تشير نتائج تحليل البيانات المناخية لمنطقة النشابية خلال الفترة من كانون الثاني إلى حزيران 2025 إلى وجود تغيرات بيئية واضحة تمثلت في تصاعد درجات الحرارة، وانخفاض حاد في الرطوبة النسبية، وازدياد ساعات السطوع الشمسي، إلى جانب نشاط ملحوظ في سرعة الرياح خلال الأشهر الحارة. يشير هذا التغير إلى أن المنطقة تتعرض لضغوط مناخية متزايدة، خاصة في شهري أيار وحزيران، مما يزيد من التحديات التي تواجه الأنشطة الزراعية التقليدية.

كما أظهرت النتائج أن فصلي الشتاء والربيع يوفّران ظروفاً مناخية أكثر ملاءمة للزراعة، في حين تفرض أشهر الصيف ضرورة التحول إلى ممارسات زراعية ذكية ومتكيّفة مناخياً. بناء على ذلك، تتضح الحاجة الماسة إلى إعادة النظر في تقويم الزراعة وتوزيع المحاصيل، بما يضمن استدامة الإنتاج وتحقيق الأمن الغذائي في ظل تغير مناخي متسارع.

3-6- نوع التدخلات التي يمكن تطبيقها في النشابية:

3-6-1- التسوية الليزرية (Laser Land Leveling):

هي عملية تنعيم سطح الأرض (± ٢ سم) عن متوسط ارتفاعه باستخدام دلاء جرّ مزودة بالليزر لتحقيق دقة عالية في تسوية الأرض. تتضمن عملية تسوية الأراضي بدقة تعديل الحقول بطريقة تُنشئ انحداراً ثابتاً يتراوح بين ٠ و٠.٢٪. تستخدم هذه العملية جرارات كبيرة ذات قوة حصانية عالية وحفارات تربة مزودة بأنظمة تحديد المواقع العالمية (GPS) و/أو أجهزة توجيه بالليزر، بحيث يمكن تحريك التربة إما عن طريق القطع أو الردم للحصول على الانحدار أو المستوى المطلوب (Walker et al. 2003).

الصورة –2– توضح عملية اجراء التسوية الليزرية للأرض

في منطقة النشابية، التي تتسم بموارد مائية محدودة وتقلبات مناخية تؤثر على الزراعة، تُمكِّن هذه التقنية من تعديل سطح التربة وضبط منحدرها على نحو دقيق، مما يقلّل من جريان المياه السطحي، يقلّل التباين في توزيع الري، ويحسِّن تغلغل المياه إلى التربة، مؤدياً بذلك إلى رفع كفاءة استخدام المياه وخفض الفاقد وتحسين إنتاجية المحاصيل.

3-6-2- استخدام الري بالمصاطب (Terrace Irrigation):

يُعرّف الري بالمساطب كطريقة زراعية هندسية تهدف إلى تحويل الأراضي ذات الانحدار الحاد إلى مساحات زراعية مستوية أو شبه مستوية تُسمى بالمساطب أو المدرجات، وذلك من خلال تشكيل سلسلة من المستويات الأفقية المدعمة بحواجز لمنع انجراف التربة والتحكم في تدفق المياه (FAO,2007).

يُستخدم هذا النظام بشكل واسع في المناطق الجبلية والمرتفعات، حيث يساعد على الحد من تآكل التربة وتحسين كفاءة استخدام المياه من خلال الاحتفاظ بها داخل كل مسطبة.

تتراوح أنواع المساطب بين المساطب المستوية التي تسمح بري المحاصيل بالغمر مثل الأرز، والمساطب المائلة قليلاً التي تناسب المحاصيل الأخرى وتعزز تصريف المياه الزائدة. تُعد هذه التقنية مناسبة للأراضي ذات التضاريس المتغيرة، مما يمكن من استغلال الأراضي غير المزروعة سابقاً وتحسين الإنتاج الزراعي (FAO,2007).

في منطقة النشابية، التي تعاني من محدودية الموارد المائية وتحديات مناخية متزايدة، يُعد الري بالمساطب أحد الحلول الفعالة لتحقيق الاستدامة الزراعية. إذ يسمح هذا النظام بالحد من فقدان المياه الناتج عن الجريان السطحي وتآكل التربة، كما يعزز من إمكانية زراعة الأراضي ذات الانحدار وتحسين إنتاجية المحاصيل، مما يساهم في تعزيز الأمن الغذائي وتحسين ظروف المزارعين في المنطقة.

الصورة -2- توضح محصول مزروع ويتم ريه عن طريق الري بالمساطب

3-6-3- تطبيق الري الذكي مناخياً (Climate-smart irrigation):

في ظل التغيرات المناخية التي تؤثر على انتظام هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، يُعدّ تطبيق أنظمة الري الذكي مناخياً من أبرز التدخلات التي يمكن تبنيها في منطقة النشابية لدعم الزراعة المستدامة.

تعتمد هذه الأنظمة على تقنيات الاستشعار المناخي، وإنترنت الأشياء (IoT)، ومستشعرات رطوبة التربة، لتوفير المياه للنباتات وفقاً لاحتياجاتها الدقيقة، ما يؤدي إلى تقليل الفاقد المائي وزيادة كفاءة استخدام الموارد (Obaideen et al., 2022). كما أن أنظمة الري الذكية تساهم في تقليل استهلاك المياه بنسبة تتراوح بين 20% و50%، مع تحسين كفاءة الري والإنتاجية (Obaideen et al., 2022).

وقد أظهرت البيانات المناخية للنشابية خلال الموسم الزراعي وجود تفاوت حراري يومي وارتفاع في متوسط درجات الحرارة خلال أشهر الذروة، مما يُحتّم اعتماد أنظمة ري دقيقة تتجاوب مع تغيرات الطقس السريعة. يمكن توظيف تقنيات الري الذكي بالتنقيط أو الري الجزئي الجذري المرتبط بمحطات مناخية مصغّرة محلية، بما يساعد في ترشيد استهلاك المياه والتأقلم مع فترات الجفاف أو الموجات الحارة المتكررة.

3-6-4- تصنيع الأسمدة العضوية Organic fertilizer manufacturing:

يُعتبر تصنيع الأسمدة العضوية من التدخلات الزراعية المستدامة التي تسهم في تحسين صحة التربة ورفع كفاءتها الإنتاجية، وهو جزء محوري من ممارسات الزراعة الذكية مناخياً. تُصنّع الأسمدة العضوية أساساً من المخلفات الزراعية والحيوانية، مثل بقايا المحاصيل، روث الحيوانات، أوراق الأشجار، وبقايا الطعام، وتخضع هذه المواد لعملية تحلل بيولوجي تُعرف بـ "التسميد الهوائي" (Composting)، حيث تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل المواد العضوية تحت ظروف خاضعة للتحكم من حيث التهوية، الرطوبة، ودرجة الحرارة (FAO, 2021).

الكومبوست هو مادة عضوية متحللة تنتج عن عملية التسميد الحيوي (Composting)، والتي يتم فيها تحويل المخلفات العضوية – مثل بقايا المحاصيل، روث الحيوانات، ومخلفات الطعام – إلى سماد غني بالعناصر المغذية بواسطة الكائنات الدقيقة الهوائية في ظروف خاضعة للرقابة من حيث الرطوبة، التهوية، ودرجة الحرارة. يساهم الكومبوست في تحسين بنية التربة، زيادة محتواها من المادة العضوية، وتعزيز قدرتها على الاحتفاظ بالرطوبة والمغذيات، كما يدعم التنوع الحيوي في التربة ويقلل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية (FAO, 2021).

بينما الفيرمي كومبوست هو سماد عضوي غني يتم إنتاجه بواسطة ديدان الأرض (خاصة Eisenia fetida) والبكتيريا المفيدة، حيث تقوم الديدان بتحليل المخلفات العضوية وتحويلها إلى مادة هيموسية مستقرة. هذه المادة تحسّن الخصائص الفيزيائية (التنفّس والاحتفاظ بالماء)، والكيميائية (تعديل الأس الهيدروجيني وزيادة المحتوى العضوي)، والبيولوجية (بفضل إنزيمات وحيويات دقيقة مفيدة) للتربة، مما ينتج عنه زيادات ملحوظة في نمو المحصول، تحمّل الأمراض، والإنتاجية الزراعية (Oyege & Bhaskar, 2023).

نقترح إنشاء وحدات محلية منخفضة الكلفة لإنتاج **الكومبوست التقليدي** و**الفيرمي كومبوست** اعتماداً على المخلفات الزراعية وروث الحيوانات المتوفرة في النشّابية، بهدف تحسين خصوبة التربة ورفع كفاءة استخدام المياه وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية المستوردة

3-6-5- استخدام أصناف مقاومة للجفاف Use of drought-resistant varieties:

يعدّ تبنّي أصناف محاصيل محسّنة ومقاومة للجفاف من التدخلات الجوهرية ضمن الزراعة الذكية مناخياً، خاصةً في المناطق المعرضة لتقلبات مناخية وارتفاع درجات الحرارة مثل منطقة النشابية. إذ تسهم هذه الأصناف في تحقيق استقرار الإنتاج الزراعي تحت ظروف الإجهاد المائي، وتُمكّن المزارعين من مواجهة نقص الأمطار وزيادة تواتر فترات الجفاف (FAO, 2017).

ومن بين الأمثلة الملائمة للزراعة في النشابية:

1-الحمّص(Chickpea)

- **النوع** :الحمص الشتوي
- **الاسم العلمي**:.Cicer arietinum L
- **الوصف** :أظهر الصنف المزروع في سوريا تحسناً في الغلة بنسبة **33-54 %** مقارنة بالحمص الربيعي، وذلك بحسب الموسم المطري والمناخي(ICARDA. 2020)

2-القمح القاسي(Durum Wheat) :

أ-صنف Jabal :

- **الاسم العلمي**:Triticum turgidum ssp. Durum

- **الوصف** :صنف مطوَّر بواسطة ICARDA عبر تهجين سلالات من القمح البري السوري مع أصناف محلية لزيادة مقاومة الجفاف والحرارة (Crop Trust. 2022).

ب-الصنف المحلي Douma 3 :

- **الاسم العلمي** :Triticum turgidum ssp. durum
- **الوصف** :صنف محلي سوري، حقق زيادة في العائد بنسبة **10-16 %** في المناطق الجافة مقارنةً بالأصناف التقليدية، مع تحسين مقاومة الأمراض (GCSAR, ICARDA, & MAAR. 2010)

3- **الهَرِيس(Pearl Millet – *Pennisetum glaucum*)**

صنف IP13150

- **الاسم العلمي**.*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br :

الوصف تم تجربة الصنف **IP13150** في الأردن أظهر مقاومة عالية للجفاف مع قدرة إنتاجية ممتازة وحقق إنتاجاً يتراوح بين**7.7** إلى 17.7 طن/هكتار بحسب ظروف الزراعة. (Ghanem,et al 2022)

3-6-6- تطبيق نظام الاحتياج المائي للمحاصيل بناءً على معطيات محطة النشابية المناخية (Crop water requirement system):

تُظهر البيانات المناخية المسجّلة في محطة النشابية خلال عام 2025 تقلبات واضحة في درجات الحرارة، الرطوبة، وساعات السطوع الشمسي، ما ينعكس مباشرةً على الاحتياجات المائية للمحاصيل. في ظل هذه المعطيات، يُعدّ إدخال نظام حساب الاحتياج المائي للمحاصيل (Crop Water Requirement – CWR) أداة أساسية في تحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة الذكية.

نقترح إنشاء نموذج محلي لحساب الاحتياجات المائية الفعلية للمحاصيل المزروعة في النشابية، بناءً على:

- بيانات درجة الحرارة العظمى والصغرى.
- الرطوبة النسبية.

- الإشعاع الشمسي وساعات السطوع.
- سرعة الرياح.

وذلك باستخدام:

1. استخدام معادلة FAO Penman–Monteith لحساب البخر–نتح المرجعي (ETo):

هذه المعادلة تُستخدم لحساب كمية الماء التي تتبخر من التربة وتُنتَج من خلال نتح النباتات في الظروف المثالية، وهي:

$$ETo = [0.408 \times \Delta \times (Rn - G) + \gamma \times 900 \times u2 \times (es - ea) \div (T+273)] \times [(1+0.34 \times u2)]$$

ETo	البخر–النتح المرجعي (ملم/يوم)
Δ	الميل لمنحنى ضغط البخار المشبع (kPa/°C)
Rn	الإشعاع الصافي عند سطح المحصول (MJ/m²/day)
G	التدفق الحراري للتربة (عادة = 0 في الحالة اليومية)
γ	ثابت الرطوبة الجوية (kPa/°C)
T	متوسط درجة الحرارة اليومية (°C)
u_2	سرعة الرياح على ارتفاع 2 متر (م/ثا)
Es	ضغط البخار المشبع (kPa)
Ea	ضغط البخار الفعلي (kPa)
(es − ea)	العجز في ضغط البخار (kPa)

2. معادلة الاحتياج المائي الفعلي للمحصول (ETc):

$$ET_c = K_c \ \times ET_o$$

ETc	الاحتياج المائي الفعلي للمحصول (ملم/يوم)
ETo	البخر–النتح المرجعي (ملم/يوم)
Kc	معامل المحصول، يتغير حسب نوع المحصول ومرحلة النمو (جدول من FAO)

3. حساب كمية المياه التي يجب توفيرها بالري:

$$\text{Irrigation Requirement} = ETc - Pe$$

ETc الاحتياج المائي الفعلي للمحصول (ملم/يوم أو ملم/فترة)

Pe الأمطار الفعالة (Effective Rainfall) أي كمية المطر التي تُمتص فعلياً وتُستخدم من قبل النبات.

Irrigation Requirement: كمية الماء التي يجب توفيرها بالري (ملم/يوم أو ملم/فترة) (Allen et al 1998).

ربط هذه الحسابات بأنظمة ري ذكية (تُفعَّل تلقائياً أو يدوياً بناء على حساسات التربة وبيانات المناخ). بحسب بيانات النشابية، فإن شهري تموز وآب يمثلان الذروة في الاستهلاك المائي، لذا يُوصى بتكثيف إدارة المياه خلالهما، وتقديم الدعم التقني للمزارعين في تلك الفترة.

3-6-7 تصنيع الأسمدة الحيوية Biofertilizer manufacturing:

مادة تحتوي على كائنات دقيقة حية والتي عند تطبيقها على البذور أو أسطح النباتات أو التربة، تستوطن منطقة الجذور أو الجزء الداخلي من النبات، وتعزز نموه من خلال زيادة إمداد النبات المضيف بالعناصر الغذائية الأساسية أو توافرها. يستند هذا التعريف إلى أن مصطلح السماد الحيوي هو اختصار لمصطلح السماد البيولوجي. وبما أن علم الأحياء هو دراسة الكائنات الحية، فيجب أن يحتوي السماد الحيوي على كائنات حية تزيد من القيمة الغذائية للنبات المضيف من خلال وجودها المستمر معه (Vessey, 2003).

تصنيع الأسمدة الحيوية (Biofertilizer production) هو عملية تعتمد على تنمية كائنات حية دقيقة نافعة، مثل البكتيريا المثبتة للنيتروجين أو الفطريات المُساعدة على إذابة الفوسفور، ثم دمجها في وسط ناقل مناسب (كالبيتموس أو البيرلايت) لتُستخدم كمدخل زراعي بديل للأسمدة الكيميائية. هذه الأسمدة تعمل على تعزيز خصوبة التربة، وتحسين امتصاص النبات للعناصر الغذائية، وتقليل أثر المدخلات الصناعية الضارة (Vessey, 2003).

يمكن إدخال الأسمدة الحيوية كأحد التدخلات الزراعية المستدامة في النشابية، وذلك من خلال تطبيق لقاحات ميكروبية (مثل Rhizobium مع البقوليات، وفطريات المايكورايزا مع القمح والشعير). هذه الكائنات الحية الدقيقة تساهم في تثبيت النيتروجين وإذابة الفوسفور وزيادة المادة العضوية في التربة. يتيح ذلك للمزارعين:

- تعزيز خصوبة التربة وتحسين بنية الجذور.
- تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية المكلفة والملوِّثة.
- رفع إنتاجية محاصيل أساسية مثل القمح والحمص بنسبة قد تصل إلى 10–20%.
- دعم قدرة النباتات على مقاومة الجفاف والإجهاد الحراري، وهو ما يتماشى مع التحديات المناخية في النشابية.

3-6-8- تطبيق الإنتاج الحيواني الذكي مناخياً Climate-smart livestock production application:

الإنتاج الحيواني الذكي مناخيًا (Climate-Smart Livestock Production) هو نهج متكامل يهدف إلى زيادة إنتاجية الثروة الحيوانية وتحسين كفاءتها، مع تقليل الانبعاثات والتأثيرات السلبية على البيئة، وتعزيز قدرة النظم الحيوانية على التكيف مع تغيّر المناخ .يقوم هذا المفهوم على ثلاثة محاور أساسية :رفع الإنتاجية بشكل مستدام من خلال تحسين إدارة التغذية والصحة الحيوانية واستخدام تقنيات حديثة؛ التكيف مع التغيرات المناخية عبر اختيار السلالات القادرة على تحمل الجفاف والحرارة وتطوير نظم تربية أكثر مرونة؛ والتخفيف من الانبعاثات الضارة من خلال تحسين كفاءة تحويل الأعلاف وإعادة تدوير المخلفات لإنتاج الطاقة أو الأسمدة. بذلك، يسهم الإنتاج الحيواني الذكي مناخيًا في دعم الأمن الغذائي وسبل العيش الريفية، مع الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل البصمة الكربونية لقطاع الثروة الحيوانية (Adesogan et al., 2025; Germer et al., 2023)

نقترح تبني تدخل للإنتاج الحيواني الذكي مناخياً يقوم على تحسين إدارة التغذية باستخدام مخلفات المحاصيل المحلية (مثل قش القمح وبقايا الخضار) بعد معالجتها لرفع قيمتها الغذائية، بالتوازي مع اختيار سلالات أكثر قدرة على تحمل الجفاف والحرارة كالماعز والأغنام المحلية. كما يتضمن التدخل إعادة تدوير المخلفات الحيوانية عبر تحويل الروث إلى سماد عضوي أو غاز حيوي، إضافةً إلى تحسين المأوى بتوفير مظلات وتهوية تحد من الإجهاد الحراري. يهدف هذا التدخل إلى زيادة إنتاجية الحليب واللحوم، خفض التكاليف، وتقليل الانبعاثات، مما يعزز قدرة المربين في النشّابية على التكيف مع التغيرات المناخية وتحقيق إنتاج مستدام

3-6-9- تطبيق مسامك صغيرة ذكية مناخياً (Climate-Smart Small-Scale Aquaculture):

المسامك الذكية مناخياً هي نظم تربية أحياء مائية تُصمم وتدار بطريقة تضمن الاستدامة البيئية والإنتاجية والمرونة المناخية. وهي جزء من مفهوم "الزراعة الذكية مناخياً" الذي طوّرته منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO)، وتطبّق مبادئه في قطاع الاستزراع المائي لمواجهة التحديات المناخية والبيئية المتزايدة (FAO, 2018).

تمتاز بلدة النشّابية، الواقعة في ريف دمشق، بمناخ حار صيفاً ومعتدل شتاءً، مع توافر موارد مائية محدودة (مياه مطرية ومياه جوفية ضحلة)، مما يجعلها مرشحة مثالية لاعتماد نظم إنتاج سمكي ذكية ومرنة. تشير بيانات المحطة المناخية المحلية (2025) إلى ارتفاع درجات الحرارة الصيفية إلى معدلات تزيد عن 32 مْ، ما يتيح ظروفاً مناسبة لتربية أنواع سمكية تتحمل الحرارة مثل البلطي النيلي (Oreochromis niloticus)، المعروف بقدرته على النمو السريع في درجات حرارة تتراوح بين 26–35 مْ.

الصورة –4–صورة مسمكة ذكية مناخياً

3-6-10- تدريب المزارعين على ممارسات الزراعة الذكية مناخياً (Training farmers on climate-smart agriculture practices):

يشكّل التدريب وتنمية القدرات عنصراً محورياً ضمن تدخلات الزراعة الذكية مناخياً، حيث يساعد على تزويد المزارعين بالمعارف والمهارات التي تُمكّنهم من تبني ممارسات وتقنيات زراعية تتلاءم مع تحديات التغير المناخي (FAO, 2013).

يتمحور هذا التدريب حول تعزيز الوعي بمخاطر التغير المناخي على القطاع الزراعي، وتعزيز مهارات استخدام التقانات الذكية (مثل الري الذكي، الزراعة الدقيقة، ومراقبة المحاصيل عبر الاستشعار عن بُعد)، وكذلك ممارسات الحفاظ على الموارد الطبيعية وتحسين خصوبة التربة وتنويع المحاصيل (FAO, 2017).

تُمكّن مدارس المزارعين الحقلية (Farmer Field Schools) المزارعين من التعلّم التجريبي وتطبيق ممارسات الزراعة الذكية مناخياً على أرض الواقع، مما يحفز تبادل الخبرات وتنفيذ الحلول الملائمة محلياً (van den Berg & Jiggins, 2007). كذلك، تؤثر برامج التدريب على تحسين قابلية تبني التقانات والممارسات الملائمة، وتعزيز سبل العيش المستدامة، وتحقيق الأمن الغذائي على المدى الطويل (FAO, 2013).

نقترح **إنشاء وتوسيع مدارس المزارعين الحقلية (Farmer Field Schools – FFS)** كآلية عملية لتعزيز **التعلّم بالممارسة** ونقل التقنيات الذكية مناخيًا مباشرة إلى المزارعين. حاليًا، تضم المنطقة **أربع مدارس حقلية** موزعة على (الإنتاج النباتي:**مدرستان**) (والإنتاج الحيواني: **مدرستان**)، ما يشكّل أساساً جيداً للبناء عليه. يهدف التدخل إلى **زيادة عدد المدارس وتطوير مناهجها التطبيقية** لتشمل موضوعات مثل:

- **إدارة الري بالتنقيط وحصاد مياه الأمطار.**
- **إنتاج الأسمدة العضوية والفيرمي كومبوست.**

- **الإنتاج الحيواني الذكي مناخياً**

من المتوقع أن يسهم هذا التدخل في **رفع إنتاجية المحاصيل والثروة الحيوانية، تقليل التكاليف، وبناء قدرات المزارعين** على مواجهة الجفاف والظروف المناخية المتطرفة، إضافةً إلى تعزيز **التعاون المجتمعي** ونقل المعرفة بين المزارعين أنفسهم.

الفصل الرابع

التوصيات

4-2- التوصيات :

- تنفيذ مشروع تجريبي في منطقة النشابية لتطبيق تقنيات الزراعة الذكية مناخياً، بحيث يشكّل نموذجاً يمكن تعميمه على باقي المناطق الزراعية في سوريا .
- توسيع الدراسات المناخية الزراعية لتشمل مناطق أخرى من ريف دمشق، بما يتيح بناء قاعدة معرفية دقيقة للخصائص المناخية المحلية.
- تطوير منصة رقمية متخصصة لتحليل البيانات المناخية والزراعية بشكل لحظي، وتوفيرها للمزارعين وصانعي القرار لتعزيز كفاءة التخطيط والإدارة.
- إدماج مكوّن التحليل المناخي بشكل منهجي ضمن السياسات والخطط الزراعية الرسمية والمجالس المحلية.
- إطلاق برامج تدريب وإرشاد للمزارعين حول الزراعة الذكية مناخياً، وربطها بالمراكز البحثية والجامعات لتأمين الدعم العلمي والتقني.
- تخصيص حوافز ودعم مالي أو فني للمزارعين الذين يتبنون تقنيات الري المستدامة والممارسات الزراعية الذكية.
- **اعتماد الممارسات الزراعية الذكية** مثل أنظمة الري الحديثة، تحسين إدارة التربة، اختيار أصناف مقاومة للجفاف والحرارة، واستخدام وسائل التظليل ومصدات الرياح للحد من الإجهاد المناخي

المصادر والمراجع

1. Abu Al-Hassan, M. (2016). *Principles of Agricultural Climatology*. Cairo: Dar Al-Fajr.
2. Adesogan, A. T., Gebremikael, M. B., Varijakshapanicker, P., & Vyas, D. (2025). Climate-smart approaches for enhancing livestock productivity, human nutrition, and livelihoods in low- and middle-income countries.
3. Ahmad, R. (2023). The Impact of Climate Change on Food Security. *Journal of Sustainable Agricultural Development*, 7(2), 45–58.
4. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements (FAO Irrigation and Drainage Paper 56).* Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
5. Alliance Bioversity & CIAT. (2021). *Climate-smart agriculture practices and technologies*. Retrieved from https://alliancebioversityciat.org
6. Bechar, A., & Vigneault, C. (2017). Agricultural robots for field operations: Concepts and components. *Biosystems Engineering*, 149, 94–111.
7. Bharteey, A. K., Singh, A. P., & Singh, R. K. (2019). ICT in climate-smart agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 1556–1560.
8. Botta, G. F., Tolón-Becerra, A., & Lastra-Bravo, X. (2016). Sustainable mechanization in agriculture. *Soil & Tillage Research*, 157, 1–5.
9. Cai, X., Wang, D., & Zhang, X. (2021). Soil moisture sensors for sustainable irrigation. *Agricultural Water Management*, 248, 106781.
10. Central Administration for Agricultural Statistics. (2021). *Annual Agricultural Report in Syria*.
11. Chandler, D., Davidson, G., Jacobson, R. J., & Pell, J. K. (2011). Biological control of pests. *Journal of Invertebrate Pathology*, 108, S11–S14.
12. Crop Trust. (2022). *Jabal durum wheat: Climate-resilient variety for dry areas.* Global Crop Diversity Trust.
13. Dercon, S., & Christiaensen, L. (2011). Consumption risk, technology adoption and poverty traps: Evidence from Ethiopia. *Journal of Development Economics*, 96(2), 159–173.
14. EOS. (EOS Earth and Space Science.). *Climate-Smart Agriculture*.
15. Encyclopædia Britannica. (2024, January 24). *Contour farming*. In *Britannica*.
16. FAO. (2011). *Farmer Field Schools: Guidelines for the Implementation of FFS in the Near East*. Rome.
17. FAO. (2013). *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
18. FAO. (2016**).** *The State of the World's Forests 2016: Forests and agriculture: Land-use challenges and opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations

19. *FAO. (2017).* Climate-smart agriculture: Building resilience to climate change*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.*
20. FAO. (2022). *Guidelines for Applying Climate-Smart Agriculture in Arid Regions*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
21. Frontiersin. (2025). Smart water management in agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 1–15.
22. Gabr, F. (2020). *Agriculture and Water under Arid Climate Conditions*. Damascus: General Commission for Agricultural Scientific Research.
23. Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828–831.
24. Germer, L. A., van Middelaar, C. E., Oosting, S. J., & Gerber, P. J**.** (2023). When and where are livestock climate-smart? A spatial-temporal framework for comparing the climate change and food security synergies and trade-offs of Sub-Saharan African livestock systems. *Agricultural Systems, 210*, 103717.
25. Gross, A., Azulai, N., Oron, G., Ronen, Z., Arnold, M., & Nejidat, A. (2005). Environmental impact and health risks associated with graywater irrigation. *Science of the Total Environment*, 343(1–3), 15–27.
26. GCSAR, ICARDA, & MAAR. (2010). *Development and release of Douma 3 durum wheat variety in Syria.* General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), & Ministry of Agriculture and Agrarian Reform (MAAR). Damascus, Syria
27. Ghanem, M. E., Ceccarelli, S., Grando, S., & Al-Abdallat, A. (2022). *Evaluation of pearl millet (Pennisetum glaucum) for drought resistance in arid environments.* Agricultural Water Management, 268, 107681.
28. Gupta, A. (2024). *Climate-Resilient Crops: Biotechnology for Food Security*. Springer.
29. Hamoud, L. (2019). Analyzing the Relationship between Climate and Agricultural Production in Rural Damascus. *Environmental Science Journal*, 5(1), 89–102.
30. Helmreich, B., & Horn, H. (2009). Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, 248(1–3), 118–124.
31. Hurley, T. M., & Rao, M. N. (2008). *Risk Management and Crop Insurance*. University of Minnesota, Department of Applied Economics.
32. ICARDA. (2020). *Winter chickpea: Enhancing productivity and resilience in dry areas*. Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
33. IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
34. Khalil, S. (2022). *Modern Irrigation Technologies*. Beirut: Agricultural Knowledge Publishing.
35. Li, L., Tilman, D., Lambers, H., & Zhang, F. S. (2016). Plant diversity and overyielding: insights from belowground facilitation of intercropping in agriculture. *New Phytologist*, 212(3), 595–602.
36. Li Long. (2016**).** *Intercropping: An overview and its potential to enhance food security*. Journal of Sustainable Agriculture, 38(2), 79-92.
37. Lipper, L., Thornton, P., et al. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4(12), 1068–1072.
38. Majthoub, S. (2020). *Climate-Smart Agriculture Manual for Semi-Arid Areas*. Damascus: General Commission for Agricultural Research.
39. MDPI. (2020). Remote sensing applications in precision agriculture. *Agronomy*, 10(9), 1349.

40. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform. (2023). *Sustainable Agricultural Development Plan in Rural Damascus*.

41. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform – Central Bureau. (2021). *Agricultural Statistics Annual Report in Syria*.

42. Obaideen, K., Al-Mashaqbeh, I., & Tarawneh, M. (2022). Smart irrigation systems using IoT and AI. *Computers and Electronics in Agriculture*, 194, 106751.

43. Olsson, L., Opondo, M., Tschakert, P., Agrawal, A., Eriksen, S. H., Ma, S., Perch, L. N., & Zakieldeen, S. A. (2014). Livelihoods and poverty. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... & L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 793–832). Cambridge University Press.

44. Oyege, M., & Bhaskar, T. (2023). *Vermicomposting: A sustainable approach for soil fertility and crop productivity*. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture,

45. Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M., Lobell, D. B., & Travasso, M. I. (2014). Food security and food production systems. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... & L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 485–533). Cambridge University Pres

46. Prein, M. (2002). Integration of aquaculture into crop–animal systems in Asia. *Agricultural Systems,*.

47. Radočaj, Đ., Đekić, V., & Miljković, D. (2023). Precision agriculture and GNSS-based machinery. *Journal of Agricultural Engineering*, 54(2), 72–79.

48. Resh, H. M. (2022). *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook*. CRC Press.

49. Reynolds, M., Atlin, G., & Campos, H. (2021). Breeding for climate resilience in cereals. *Nature Food, 2*(9), 706–

50. Rola, A. (2023). The Effect of Climate Change on Food Security. *Journal of Sustainable Agricultural Development*, 7(2), 45–58.

51. Roy, S., Das, S., & Sharma, D. (2025). Role of AI in sustainable agriculture under climate change. *Environmental Advances*, 13, 100296.

52. Sangeetha, M., Prakash, N. B., & Ramesh, K. (2024). Applications of remote sensing in climate-smart agriculture. *Current Science*, 126(4), 589–597.

53. Singh, B. K., Trivedi, P., & Egamberdieva, D. (2020). Microbiome management in sustainable agriculture. *Soil Biology and Biochemistry*, 150, 107968.

54. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., & Sirotenko, O. (2007). Agriculture. In B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (Eds.), *Climate change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 497–540). Cambridge University Pres

55. Tokekar, P., Hook, J., Mulla, D., & Isler, V. (2022). Sensor planning for a symbiotic UAV and UGV system for precision agriculture. *IEEE Transactions on Robotics*, 38(1), 239–256.

56. Tubiello, F. N., Salvatore, M., Rossi, S., Ferrara, A., Fitton, N., & Smith, P. (2014). *Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks* (FAO Statistics Division Working Paper Series, ESS/14–02). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

57. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571–586

58. Walker, Timothy, Sharma, R.K., & Singh, R.P. (2003). *Laser land leveling: The precursor technology for resource conservation in irrigated eco-system of India.*.

59. Zeng, Y., He, S., & Liu, H. (2023). IoT-enabled intelligent irrigation systems: Design and implementation. *Journal of* Cleaner *Production*, 407, 137196.

60. Zougmoré, R. B., Partey, S. T., Totin, E., Ouédraogo, M., Thornton, P. K., Karbo, N., … & Campbell, B. M. (2021). Facing climate risks in Africa: What lessons can be learned from climate-smart agriculture (CSA) *Agricultural System*

الملاحق

الملحق (1) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر كانون الثاني لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر كانون الثاني لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-01-01	13.06	-0.9	97.8	61.4	3.9	134.4	8.7
2025-01-02	15.2	0	91.5	85.8	2.1	114.6	8.6
2025-01-03	14.52	1.87	95.6	43.5	2.1	117.2	8.7
2025-01-04	14.66	-0.21	91.7	42.1	3.3	107.6	5.7
2025-01-05	10.75	6.74	67.2	52.4	3.9	119.0	4.5
2025-01-06	17.27	8.7	72.8	43.1	4.0	125.8	7.0
2025-01-07	16.1	-0.2	81.8	60.5	2.7	116.5	8.8
2025-01-08	16.1	2.55	87.3	36.9	3.3	121.3	9.1
2025-01-09	3.92	2.65	78.4	71.2	1.8	115.9	8.3
2025-01-10	16.83	3.84	71.8	33.6	4.6	118.8	7.9
2025-01-11	16.68	2.75	72.2	37.9	6.4	96.8	6.0
2025-01-12	13.11	4.22	85.7	49.8	4.5	110.0	7.0
2025-01-13	16.47	5.26	88.7	53.7	3.3	118.9	8.9
2025-01-14	10.03	6.25	75.7	58.3	2.7	123.5	8.6
2025-01-15	19.54	6.26	62.6	31.6	3.3	123.2	9.0
2025-01-16	20.8	3.0	81.0	24.0	2.7	121.6	6.1
2025-01-17	17.99	6.18	84.4	27.8	5.4	118.9	8.2
2025-01-18	17.65	4.74	95.2	35.9	4	125.5	9.2
2025-01-19	12.21	3.66	82	48.3	3	124.0	8.9

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر كانون الثاني لعام 2025						
خط العرض: 33.3			الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-01-20	18.39	4.72	93.6	33.8	4.3	127.3	7.7
2025-01-21	17.33	2.23	79	28	3.3	135.6	8.7
2025-01-22	17.34	3.16	61.3	25.9	3.6	76.0	2.0
2025-01-23	17.91	1.25	82	35	3.6	115.4	5.8
2025-01-24	16.68	7.03	71.1	39.1	6.1	112.4	6.7
2025-01-25	16.21	7.47	70.7	42.7	5.7	129.0	8.5
2025-01-26	10.48	6.17	61.5	54.8	5.4	98.9	3.2
2025-01-27	18.76	10.21	76.8	32.1	4.8	107.3	5.7
2025-01-28	15.57	0.26	97	34	2.7	166.3	8.4
2025-01-29	15.65	4.16	65.8	31.8	4.5	140.3	9.4
2025-01-30	14.0	0.0	89.5	47.7	2.1	48.8	3.1

الملحق (2) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر شباط لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر شباط لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-02-01	9.4	7	65.1	58.2	2.4	168.5	9.4
2025-02-02	10.4	5.73	62.3	44.5	3.0	164.5	7.9
2025-02-03	18.66	6.2	69.4	35.0	4.2	105.8	1.85
2025-02-04	7.83	5.83	58.2	52.5	3	172.2	9.0
2025-02-05	20.02	6.71	51	25.2	4.2	124.0	4.5
2025-02-06	16.22	0.48	95.8	42.6	6.6	183.8	8.5
2025-02-07	10.37	5.48	65.8	46.2	5.1	90.4	1.5
2025-02-08	11.49	1.98	89.8	44.2	3.3	185.5	9.8
2025-02-09	7.01	2.79	81.4	63.1	4.5	117.8	3.3
2025-02-10	10.43	6.17	87.3	50.6	5.4	87.4	1.7
2025-02-11	6.3	5.0	95.6	92.6	1.8	94.83	1.2
2025-02-12	11.52	5.26	90.9	66.4	3.3	109.2	2.5
2025-02-13	13.7	1.1	100	66.3	8.4	198.6	8.6
2025-02-14	10.61	6.36	49.3	37.5	3.9	178.7	8.9
2025-02-15	15.71	2.93	62.5	26.3	3.9	191.3	7.8
2025-02-16	10.98	8.41	76.9	32.3	5.7	165.8	5.5
2025-02-17	16.12	5.42	76.9	39.7	6	190.04	8.8
2025-02-18	9.23	8.56	64.6	60	2.7	197.6	9.3
2025-02-19	19.58	8.35	59.9	26.5	3.6	96.2	0.8
2025-02-20	17.28	4.28	66.4	33.9	6.6	179.1	6.5
2025-02-21	11.27	7.88	63.1	48.9	5.7	193.6	8.1

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر شباط لعام 2025						
خط العرض: 33.3			الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-02-22	12.9	2.93	49.5	29.6	12	109.7	0.6
2025-02-23	4.29	2.75	57.9	52.6	4.5	179.5	7.9
2025-02-24	8.94	0.25	50.8	28.5	2.7	160.5	5.4
2025-02-25	11	-1.86	51.2	48.3	2.1	224.0	9.73
2025-02-26	10.99	0.04	50	21.5	3.9	218.6	9.9
2025-02-27	14.22	0.22	58.9	23.3	5.1	225	9.4
2025-02-28	12.22	3.26	63.2	22.3	3.0	225.9	9.5

الملحق (3) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر آذار لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر آذار لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-03-01	17.6	15.9	37.7	30.6	2.0	196.42	8.03
2025-03-02	19.2	6.29	67.9	49.6	2.4	222.2	9.9
2025-03-03	19.24	8.47	56	29.8	5.1	160.2	4.5
2025-03-04	21.4	9.4	39.1	35.6	2.1	195.1	6.55
2025-03-05	21.3	14.56	23.2	15.5	8.7	49.1	0
2025-03-06	13.1	8.9	79.5	62.4	10.8	65.04	0.67
2025-03-07	11.78	8.74	79.7	67.7	5.4	33.5	0
2025-03-08	13.29	8.89	98.7	54.3	6.7	215.3	8.52
2025-03-09	12.34	9.68	90.2	78.5	4.5	180.6	5.02
2025-03-10	21.81	10.42	81.3	31.7	5.1	231.6	8.7
2025-03-11	22.92	6.71	95.3	30.4	6.7	235.8	8.7
2025-03-12	24.43	12.44	62.1	27.2	3.3	249.5	9.05
2025-03-13	25.83	13.8	59.4	23.5	4.8	246.3	9.9
2025-03-14	22.33	16	41.3	29.9	3.6	210.8	7.57
2025-03-15	28.94	16.01	50.4	24	4.8	248.8	9.97
2025-03-16	21.02	16.98	36.8	32.8	4.2	259.5	9.28
2025-03-17	31.4	16.32	34.8	11.1	3.6	234.7	9
2025-03-18	31.05	9.84	44.4	14.4	6	195.8	6.4
2025-03-19	28.2	16.12	44.9	16.8	8.5	54.5	2.25
2025-03-20	21.44	12.15	76.4	27.1	13.2	107.9	1.3
2025-03-21	13.82	6.79	76.2	42.4	14.4	152.1	3.73

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر آذار لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-03-22	12.69	3.24	75.8	35.5	10.1	273.6	10.6
2025-03-23	17.06	-1.85	82.8	27.8	6.9	270.1	10.62
2025-03-24	20.18	0.14	87.9	26	5.1	266.3	10.6
2025-03-25	23.87	2.47	84.1	20.2	4.2	230.0	9.02
2025-03-26	26.77	6.22	62.7	19.9	4.5	247.8	9.25
2025-03-27	29.16	9.18	64.4	19.3	6.1	240.0	9.87
2025-03-28	30.4	10.62	57.5	17.5	4.2	183.2	3.7
2025-03-29	29.82	12.33	52.3	16.2	5.1	133.1	3.47
2025-03-30	23.77	12.16	90.1	32.3	8.4	231.3	5.9
2025-03-31	23.07	13.55	68	30.7	10.5	283.67	10.55

الملحق (4) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر نيسان لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر نيسان لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-04-01	23.1	5.24	97.1	28.6	6.3	134.1	1.9
2025-04-02	26.5	11.58	78.6	38.2	8.1	286.5	10.5
2025-04-03	23.23	12.81	96.6	28.1	12.3	264.17	9.3
2025-04-04	23.63	7.13	75.6	26.6	9.9	283.3	10.3
2025-04-05	23.81	5.32	91.8	20.6	9.3	281.3	10.0
2025-04-06	22.86	3.99	95.3	28.2	9.9	240.5	8.07
2025-04-07	26.61	4.72	89.9	24.5	6	197.6	4.8
2025-04-08	28.94	12.88	65.7	18.4	9.9	125.92	0.5
2025-04-09	29.27	11.41	61.7	17.7	4.8	201.4	5.5
2025-04-10	30.47	16.16	56.5	16	11.4	292.7	9.8
2025-04-11	18.82	9.17	67.7	30	14.7	208.7	5.8
2025-04-12	18.01	6.32	77.7	28.5	12	178.8	4.4
2025-04-13	17.94	6.6	80.7	34.9	12	169.6	4.4
2025-04-14	18.3	6.15	90.8	37	8.7	281.5	8.4
2025-04-15	19.7	2.66	92.9	28	12.3	303.8	9.7
2025-04-16	21.55	8.18	72.7	24.2	13.2	288.3	9.6
2025-04-17	24.68	2.03	81.5	19	6	296.4	9.6
2025-04-18	26.58	6.22	74.1	21.6	5.1	301.3	9.9
2025-04-19	29.74	8.06	62.6	15.5	4.8	293.5	9.8
2025-04-20	32.67	10.47	48.8	11.6	7.5	301.4	9.9
2025-04-21	32.14	8.77	60.7	9.7	9.7	309.8	9.4

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر نيسان لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-04-22	31.68	7.56	75.2	8.3	8.4	290.1	9.7
2025-04-23	35.39	10.9	60.7	11.5	10.8	151.2	1.3
2025-04-24	31.55	13.59	54.9	16.6	11.1	205.8	3.9
2025-04-25	31.04	18.73	47.2	10.3	9.3	305.2	10.3
2025-04-26	28.45	13.12	82.6	16.9	9.6	299.8	10.4
2025-04-27	26.23	7.38	90.5	22.4	8.4	296.8	9.9
2025-04-28	28.37	8.21	91.3	17.4	5.7	273.3	10.4
2025-04-29	31.4	10.1	75.8	16.7	6	271.0	10.2
2025-04-30	27.85	10.05	93.2	14.6	10.2	92.8	4.1

الملحق (5) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر أيار لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر أيار لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-05-01	31.4	9.3	76	15.6	2.3	219	7.4
2025-05-02	28.9	17.0	79.5	22.0	3.3	202	3.8
2025-05-03	25.3	9.6	74.5	22.2	3.3	268	10.0
2025-05-04	26.7	8.8	53.1	21.6	2.6	264	10.0
2025-05-05	28.8	13.6	73	21.5	2.6	233	7.5
2025-05-06	25.1	8.8	93.9	20.7	3.7	269	10.5
2025-05-07	28.8	7.8	79.6	17.0	2.5	275	10.9
2025-05-08	32.5	9.5	68.2	12.5	1.5	276	11.0
2025-05-09	34.4	11.6	61.4	9.1	1.6	273	9.7
2025-05-10	35.6	13.9	58.6	12.1	1.5	272	10.6
2025-05-11	36.7	14.8	50.7	12.7	1.7	272	9.0
2025-05-12	37.7	17.2	45.7	10.8	1.9	264	8.9
2025-05-13	35.0	20.1	49.8	15.1	3.4	249	7.4
2025-05-14	28.9	13.7	78.8	28.3	4.7	265	9.2
2025-05-15	27.6	17.1	60.8	26.4	4.3	255	9.4
2025-05-16	28.6	12.4	86.9	20.6	4.1	281	9.4
2025-05-17	32.7	10.9	81	11.8	1.9	277	9.2
2025-05-18	39.9	14.1	55.1	10.9	1.6	261	8.8
2025-05-19	39.8	17.8	54.7	11.6	2.7	237	6.7
2025-05-20	35.4	14.5	65.5	7.2	2.9	279	10.6
2025-05-21	36.0	10.3	81.4	6.0	2.3	277	10.6

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر أيار لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-05-22	35.6	10.4	91.3	8.5	1.5	273	10.6
2025-05-23	39.0	14.0	79.2	10.0	2.3	266	10.3
2025-05-24	37.3	16.3	90.7	10.5	2.4	266	10.3
2025-05-25	36.5	14.5	84.4	12.2	2.7	262	10.4
2025-05-26	38.0	13.0	71.1	11.0	1.7	265	10.4
2025-05-27	39.3	15.2	65	7.4	2.2	257	9.4
2025-05-28	33.3	17.4	61.5	12.6	4.6	260	9.7
2025-05-29	30.5	10.2	86.8	16.5	4.0	270	10.5
2025-05-30	29.3	14.8	78.3	18.7	5.4	270.0	10.2
2025-05-31	29.53	11.76	89	19.9	3.2	264	10.4166667

الملحق (6) – المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر حزيران لعام 2025

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر حزيران لعام 2025							
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620			
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-06-01	30.2	16.3	49.6	21.8	5.1	260	10.2
2025-06-02	30.1	16.3	49.6	21.9	11.4	262	10.2
2025-06-03	30.5	12.1	73.7	22.3	9.9	266	10.2
2025-06-04	31.0	11.1	84	23.0	11.7	262	10.2
2025-06-05	33.3	11.4	86.2	19.8	7.5	257	10.1
2025-06-06	36.3	13.5	83.8	15.2	6	259	10.2
2025-06-07	38.5	15.5	54.6	8.5	7.5	261	10.3
2025-06-08	38.7	13.8	58.2	7.2	5.4	265	10.2
2025-06-09	38.9	15.1	73.9	5.2	6.9	260	10.1
2025-06-10	39.9	15.6	78.4	8.6	8.4	256	10.2
2025-06-11	40.4	15.5	83.6	8.0	5.7	255	10.2
2025-06-12	40.6	17.7	82.4	13.5	9.1	249	10.2
2025-06-13	38.8	15.5	81.2	9.7	8.7	252	10.6
2025-06-14	39.9	13.4	50.6	11.9	7.3	257	10.5
2025-06-15	39.4	15.2	64.7	9.6	8.2	253	10.9
2025-06-16	38.3	13.7	69.3	12.4	9.1	255	10.7
2025-06-17	36.5	14.7	90.6	13.7	9	255	10.7
2025-06-18	36.7	15.9	76.7	15.3	6.2	255	10.4
2025-06-19	38.2	15.9	67	9.9	7.1	256	10.7
2025-06-20	39.0	15.3	57.1	6.3	9.4	258	10.9
2025-06-21	38.4	12.6	60.1	8.8	8.9	258	10.8

المعطيات المناخية في محطة بحوث الري في النشابية شهر حزيران لعام 2025						
خط العرض: 33.3				الارتفاع عن سطح البحر: 620		
اليوم	درجة الحرارة		نسبة الرطوبة		سرعة الرياح	متوسط الاشعاع الشمسي	عدد ساعات السطوع الشمسي
	العظمى C°	الصغرى C°	الكبرى	الصغرى	م/ثا	واط/م^2	سا
2025-06-22	37.8	15.7	85	11.3	8.6	250	10.5
2025-06-23	39.6	15.8	75.9	10.1	8.6	252	10.5
2025-06-24	37.5	15.1	86.2	13.4	8.9	250	10.4
2025-06-25	37.9	16.9	96.2	13.4	8	251	10.5
2025-06-26	38.5	15.5	68.6	9.7	8.9	253	10.4
2025-06-27	39.7	16.0	88.4	7.7	9	250	10.5
2025-06-28	41.6	16.4	76.4	10.1	9.3	253	10.5
2025-06-29	41.7	16.8	60.6	9.4	8.7	251	10.8
2025-06-30	40.2	17.6	49.2	10.9	11.3	247	10.8