

## أثر الجفاف المناخي في استدامة إنتاج المحاصيل الاستراتيجية بمحافظة المثنى للمدة (1995-2025)

م.م. انعام علي جابر الخزعلي  
جامعة المثنى / كلية التربية للعلوم الانسانية  
aneam.ali@mu.edu.iq

### الملخص

تناولت هذه الدراسة تحليل "أثر الجفاف المناخي في استدامة إنتاج المحاصيل الاستراتيجية بمحافظة المثنى" للمدة (1995-2025)، بهدف كشف العلاقة التفاعلية بين التذبذب المطري وبين كفاءة النظام الإنتاجي الزراعي. اعتمد البحث على المنهج الكمي التحليلي باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) لمحطة السماوة، والذي كشف عن سيادة سنوات الجفاف بنسبة (52%) من إجمالي مدة الدراسة، مع هيمنة نمط "الجفاف التراكمي" الذي يستنزف رطوبة التربة تدريجياً. إذ أظهرت النتائج وجود عجز مائي مطلق حاد، إذ فاقت معدلات التبخر السنوي (3382.1 ملم) كمية الأمطار بنحو 31.7 (مرة)، مما ولد حالة من "الجفاف الفسيولوجي" المعيق لنمو المحاصيل. كما شخّصت الدراسة أثر المتطرفات الحرارية التي بلغت (51م °) في التسبب بظواهر فسيولوجية سلبية مثل "النضج الاضطرابي" وعقم السنابل وفشل التلقيح، لاسيما في محصولي القمح والشعير. وخلصت الدراسة إلى أن استدامة الإنتاج في المثنى تواجه معوقات طبيعية (كالتصحر وزحف الكثبان الرملية) وبشرية (كالمخلفات الحربية)، مما يفرض حتمية التحول نحو الزراعة الذكية مناخياً، واعتماد تقنيات الري المقنن وحصاد المياه كخيار استراتيجي لمواجهة التغيرات المناخية المعاصرة وضمان الأمن الغذائي للمحافظة.

الكلمات المفتاحية: الجفاف المناخي، استدامة الإنتاج المحصولي، المحاصيل الاستراتيجية، دليل المطر القياسي (SPI)، الإجهاد المائي، محافظة المثنى.

## The Impact of Climatic Drought on the Sustainability of Strategic Crop Production in Al-Muthanna Governorate for the Period (1995–2025)

A.L. Anam Ali Jaber Al-Khazaa'li

Al-Muthanna University / College of Education for Human Sciences

[aneam.ali@mu.edu.iq](mailto:aneam.ali@mu.edu.iq)

### Abstract

This study examines the impact of climatic drought on the sustainability of strategic crop production in Al-Muthanna Governorate (Al-Muthanna Governorate) over the period (1995–2025), with the aim of identifying the interactive relationship between rainfall variability and the efficiency of the agricultural production system. The research adopts a quantitative analytical approach using the Standardized Precipitation Index based on data from Samawah meteorological station. The results reveal the dominance of drought years, accounting for (52%) of the total study period, with a prevailing pattern of "cumulative drought" that gradually depletes soil moisture. The findings also indicate the presence of severe absolute water deficit, as the annual evaporation rate (3382.1 mm) exceeds rainfall by approximately (31.7 times), leading to a condition of "physiological drought" that hinders crop growth. Furthermore, the study identifies the impact of extreme temperatures, reaching up to (51°C), in causing adverse physiological effects such as forced maturity, spike sterility, and

pollination failure, particularly in wheat and barley crops. The study concludes that agricultural sustainability in Al-Muthanna is constrained by both natural factors (such as desertification and sand dune encroachment) and human-related factors (such as war remnants). This necessitates a shift toward climate-smart agriculture, as well as the adoption of regulated irrigation techniques and water harvesting strategies as strategic solutions to contemporary climate changes and ensure food security in the governorate.

**Keywords:** Climatic drought, crop production sustainability, strategic crops, Standardized Precipitation Index (SPI), water stress, Al-Muthanna Governorate.

## المقدمة

تُعد محافظة المثنى من أكثر المناطق العراقية تأثراً بالتغيرات المناخية المعاصرة، إذ يشكل التذبذب المطري الحاد وتكرار دورات الجفاف عائقاً بنيوياً أمام استقرار واستدامة القطاع الزراعي في بيئتها الصحراوية الهشة (الموسوي، 2012، ص 45). إن التحول في الدراسات الجغرافية المناخية من الجانب الوصفي الصرف إلى الجانب التطبيقي (المناخ الزراعي) أصبح ضرورة ملحة تفرضها تحديات الأمن الغذائي؛ إذ لم يعد كافياً وصف عناصر المناخ كظواهر جوية مستقلة، بل لابد من تحليل أثرها كـ "محددات إنتاجية" ترسم ملامح استدامة المحاصيل الاستراتيجية (السامرائي، 2011، ص 112). ويسعى هذا البحث إلى سد الفجوة بين الإحصاء المناخي والواقع الميداني، من خلال تحليل التداخل بين قيم الجفاف المستخرجة عبر دليل المطر القياسي (SPI) وبين الاستجابة الفسيولوجية للمحاصيل (الحبوب والخضر) للمدة (1995-2025) وتكمن الفلسفة المنهجية لهذا العمل في تتبع أثر العجز المائي المطلق والظواهر الجوية المتطرفة، كالتطرف الحراري والعواصف الغبارية، في تقويض العمليات الحيوية للنبات، مما يفسر تراجع كفاءة الإنتاجية للدونم الواحد وظهور مشكلات بنيوية كعقم السنابل وفشل التلقيح (سليمان، 2010، ص 88).

إن هذا البحث لا يقف عند حدود التشخيص الرقمي للجفاف، بل يتجاوز ذلك نحو وضع رؤية علمية لاستراتيجيات التكيف التقني والإداري الكفيلة بضمان استدامة الإنتاج الزراعي في ظل سيادة الظروف الجافة التي كشفت عنها السلسلة الزمنية لمحطة السماوة (الهيئة العامة للأواء الجوية، بيانات غير منشورة). ومن هذا المنطلق، جاء البحث ليعالج العلاقة المعقدة بين قسوة المناخ وقدرة المحصول على البقاء، مقدماً قاعدة بيانات تسهم في رسم سياسات زراعية تتلاءم مع واقع الإجهاد البيئي في محافظة المثنى.

أولاً: مشكلة البحث : تتمثل مشكلة البحث في التساؤل الرئيس الآتي: ما هو دور الجفاف المناخي وتكرار سنوات العجز المائي في تقويض استدامة إنتاج المحاصيل الاستراتيجية في محافظة المثنى، وكيف ساهم التداخل بين التطرف الحراري والظواهر الغبارية في تدهور كفاءة الإنتاجية النوعية والكمية للمحاصيل؟.

ويتفرع من هذا التساؤل المشكلات الآتية:

١. هل يكشف دليل المطر القياسي (SPI) عن نمط جفاف تراكمي يمنع تعافي التربة زراعياً في منطقة الدراسة؟
٢. إلى أي مدى تؤثر العتبات الحرارية المتطرفة (51°م) على العمليات الفسيولوجية للمحاصيل الاستراتيجية (الحبوب والخضر)؟

٣. هل تساهم التقنيات الحالية (الأسمدة والمبيدات) في تحقيق استدامة حقيقية أم أنها مجرد "تكيف قسري" تحت وطأة الإجهاد البيئي؟

ثانياً: فرضية البحث : ينطلق البحث من فرضية أساسية مفادها:

(يؤدي تكرار دورات الجفاف المناخي بالتناظر مع العجز المائي المطلق إلى إحداث حالة من "الإجهاد الفسيولوجي" الدائم للنبات، مما ينعكس سلباً على عمليات التلقيح وامتلاء الحبوب، ويحول دون تحقيق استدامة إنتاجية مستقرة في محافظة المثنى ما لم يتم التحول نحو استراتيجيات التكيف التقني وحصاد المياه).

وتتفرع منها الفرضيات الآتية:

١. توجد علاقة ارتباطية طردية بين قيم الجفاف (SPI) وبين انخفاض الوزن النوعي للمحاصيل (ظاهرة الحبوب الضامرة).
٢. تعمل المتطرفات الحرارية العليا كـ "قيد فسيولوجي" يتجاوز قدرة المحاصيل على التحمل، مما يؤدي إلى فشل الإنتاج في المراحل الحساسة (التزهير).
٣. إن الفجوة الكبيرة بين التبخر والأمطار تجعل من الزراعة الديمة مستحيلة، مما يضع استدامة الإنتاج تحت رحمة الاستنزاف الجائر للمياه الجوفية.

ثالثاً: أهمية البحث : تستمد الدراسة أهميتها من كونها محاولة علمية لربط المتغيرات المناخية الإحصائية بالواقع الزراعي الميداني، وتتجلى هذه الأهمية في النقاط الآتية:

١. الأهمية العلمية: تقديم تحليل إحصائي دقيق باستخدام دليل المطر القياسي (SPI) وبرنامج (R) لتوصيف الجفاف في المثنى، مما يوفر مرجعاً أكاديمياً للباحثين في مجال المناخ الزراعي.
٢. الأهمية التطبيقية: تشخيص "الفجوة الإنتاجية" والعلل الفسيولوجية (كعقم السنابل والضمائر) الناتجة عن المتطرفات الحرارية، مما يساعد في فهم أسباب تراجع العائد الاقتصادي للدونم الواحد.
٣. دعم اتخاذ القرار: توفير قاعدة بيانات رقمية ومكانية لصناع القرار في وزارة الزراعة والموارد المائية لوضع خطط استباقية لمواجهة سنوات الجفاف التراكمي في المناطق الصحراوية.
٤. الأمن الغذائي: تسليط الضوء على المخاطر التي تهدد استدامة المحاصيل الاستراتيجية (القمح، الشعير، الخضر) في بيئة هشة، وهو ما يرتبط مباشرة بالأمن الغذائي للمحافظة.

رابعاً: هدف البحث : يسعى البحث بشكل رئيس إلى تحقيق الأهداف الآتية:

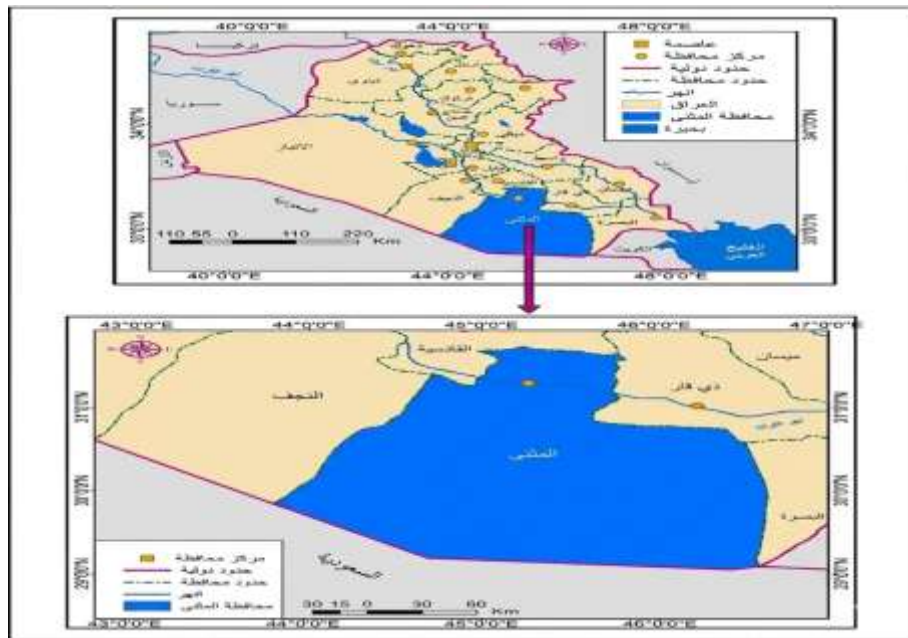
١. القياس والتصنيف: قياس شدة وتكرار دورات الجفاف في محافظة المثنى للمدة (1995-2025) وتصنيفها وفق دليل (SPI) لتحديد الفترات الأكثر إجهاداً للنظام البيئي.
٢. التحليل الفسيولوجي: الكشف عن أثر العجز المائي المطلق والمتطرفات الحرارية (التي سجلت 51م) على المراحل الحيوية لنمو المحاصيل (التزهير والنضج).
٣. التقييم البيئي: رصد أثر الظواهر الجوية المتطرفة (العواصف الغبارية والتصحر) في تقويض استدامة الأراضي الزراعية وزيادة كلف الإنتاج.
٤. الاستشراف والحلول: وضع رؤية مستقبلية لاستراتيجيات التكيف الزراعي، من خلال اقتراح تقنيات ري مقننة ومشاريع حصاد المياه لضمان استمرارية الإنتاج في ظل ظروف العجز المائي الدائم.

**خامساً: منهج البحث :** تعتمد الدراسة على المنهج الكمي التحليلي، من خلال معالجة البيانات المطرية والحرارية لمحطة السماوة (1995-2025) باستخدام البرامج الإحصائية لاستخراج قيم (SPI) وفقاً لمعايير (McKee et al., 1993)، وربطها بالمنهج الوصفي الزراعي لتفسير الظواهر الفسيولوجية (كالعقم والاحترق) التي تصيب المحاصيل نتيجة ذلك الإجهاد المناخي.

**سادساً: هيكلية البحث :** لتحقيق هدف البحث، قُسم البحث إلى ثلاثة مباحث رئيسة تسبقها مقدمة ، تناول المبحث الأول: الخصائص الجيومناخية والتحليل الإحصائي للجفاف (SPI) في محافظة المثنى، في حين تطرق المبحث الثاني الى الظواهر الجوية المتطرفة وتأثيراتها البيئية في محافظة المثنى ، اما المبحث الثالث فتناول: استدامة الإنتاج الزراعي ومعوقات التكيف في محافظة المثنى.

**ثامناً: حدود البحث :** تعد محافظة المثنى أنموذجاً مكانياً متميزاً للدراسات المناخية والبيئية في العراق نظراً لموقعها الجغرافي الفريد واتساع مساحتها. إذ تقع منطقة الدراسة (محافظة المثنى) في الجزء الجنوبي والجنوبي الغربي من العراق، وتعد بمثابة البوابة الجنوبية للبلاد؛ إذ تقع ضمن حدود "البادية الجنوبية". تحدها إدارياً من جهة الشمال محافظة القادسية، ومن الشمال الشرقي محافظة ذي قار، بينما تحدها محافظة البصرة من الشرق، ومحافظة النجف من جهة الغرب (وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، 2025). أما من الناحية الدولية، فتمتلك المحافظة حدوداً واسعة مع المملكة العربية السعودية من جهة الجنوب (ينظر الخريطة رقم 1). اما موقع المحافظة الفلكي فهي تقع بين دائرتي عرض (-29,05° - -31,42°) شمالاً ، وخطي طول (-43,50° و -46,32°) شرقاً ، بمساحة بلغت (51800) كم<sup>2</sup> أي تؤلف ما نسبته (11.93%) من مجموع المساحة الكلية للعراق البالغة (434128) كم<sup>2</sup> (الجهاز المركزي للإحصاء، 2022، ص 14).

### الخريطة (1) موقع محافظة المثنى من العراق



**المصدر:** إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة (قسم إنتاج الخرائط)، خريطة العراق الإدارية (2025)، وخريطة محافظة المثنى الإدارية (2023) بمقياس رسم (1:100,000)، باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8).

## المبحث الأول: الخصائص الجيومناخية والتحليل الإحصائي للجفاف (SPI) في محافظة المثنى

يُعد الإطار الجغرافي والمناخي الأساس الذي تُبنى عليه الدراسات المناخية الزراعية، إذ لا يمكن فهم طبيعة الجفاف وتأثيراته على الإنتاج الزراعي دون الإحاطة بخصائص الموقع الجغرافي والظروف المناخية السائدة في منطقة الدراسة. وتبرز أهمية هذا المبحث في كونه يقدم تصوراً تكاملياً للعوامل الطبيعية التي تتحكم في التوازن البيئي والزراعي في محافظة المثنى، ولاسيما في ظل ما تتسم به من بيئة صحراوية تتسم بندرة الموارد المائية وارتفاع معدلات التبخر (الموسوي، 2012، ص 32) وينطلق هذا المبحث من تحليل الموقع الجغرافي للمحافظة، ثم يتناول دراسة العناصر المناخية الرئيسية، وصولاً إلى التحليل الكمي باستخدام دليل المطر القياسي (SPI).

### أولاً: الموقع الجغرافي وأهميته المناخية

تكتسب محافظة المثنى خصائصها المناخية من موقعها الفلكي بين دائرتي عرض (05, 29° - 31, 42°) شمالاً، مما يضعها ضمن "الحزام شبه المداري" الخاضع لسيطرة الضغط المرتفع المداري، وهو ما جعل مناخها قارياً جافاً وشبه جاف بامتياز (السامرائي، 2011، ص 16). تسيطر الرياح الشمالية الغربية الجافة خلال الفصل الحار مؤديةً إلى رفع معدلات التبخر وتقليل فرص الرطوبة المتاحة للمحاصيل. وعلى الرغم من مجاورة العراق لخمسة مسطحات مائية، إلا أن محافظة المثنى تتسم بـ "المناخ القاري" نظراً لبعدها عن المؤثرات البحرية المباشرة. ويبرز البحر المتوسط كأكثر المسطحات تأثيراً في جلب الأمطار عبر المنخفضات الجوية، بينما يبقى تأثير الخليج العربي محدوداً. هذا الموقع البعيد عن مصادر الرطوبة الدائمة فرض تحديات جسيمة على الواقع الزراعي، مما يبرز ضرورة الملححة لتبني استراتيجيات حصاد المياه والري المقنن لضمان استدامة الإنتاج.

### ثانياً: الخصائص المناخية لمنطقة الدراسة

تم الاعتماد على بيانات "محطة السماوة المناخية" للمدة (1995-2025). ومن خلال تطبيق معادلة ديمارتون (De Martonne) لتصنيف المناخ، تبين أن منطقة الدراسة تقع ضمن إقليم (المناخ الجاف)، إذ بلغت قيمة المعامل (4.3)، وهي قيمة تعكس قسوة الظروف البيئية. يلاحظ الجدول (1).

### الجدول (1) تصنيف مناخ منطقة الدراسة حسب تصنيف ديمارتون لمحطة السماوة

المحطة	معدل الحرارة السنوي / م	مجموع الأمطار / ملم	معادلة ديمارتون	نوع المناخ
السماوة	24.8	106.7	4.3	جاف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات محطة السماوة (1995-2025)

وتُظهر المعطيات في الجدول (2) عجزاً مائياً مطلقاً؛ إذ إن المجموع السنوي للتبخر البالغ (3382.1 ملم) يفوق الأمطار (106.7 ملم) بنحو (31.7) مرة، مما يؤدي إلى سحب الرطوبة من التربة والنسيج النباتي بسرعة فائقة، مسبباً "إجهاداً مائياً" حاداً للمحاصيل الاستراتيجية.

الجدول (2) المعدلات والمجاميع السنوية للعناصر المناخية في محطة السماوة (1995-2025)

العنصر المناخي	المعدل/المجموع السنوي
معدل درجات الحرارة (م)°	24.8
معدل سرعة الرياح (م/ثا)	3.2
مجموع الأمطار (مم)	106.7
مجموع التبخر (مم)	3382.1
الرطوبة النسبية (%)	40.4

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية.

ثالثاً: التحليل الإحصائي للجفاف باستخدام دليل المطر القياسي (SPI)

يُعد دليل المطر القياسي (Standardized Precipitation Index) الذي صممه (McKee et al, 1993) من أكثر الأدوات الإحصائية كفاءة في توصيف الجفاف المناخي وتحديد فترات التذبذب المطري. وتكمن الميزة المنهجية لهذا المؤشر في قابليته للقياس على مدد زمنية مختلفة تتراوح من الجفاف؛ إذ تعكس المدد القصيرة " (SPI-3) الجفاف الزراعي" المرتبط برطوبة التربة، بينما تعكس المدد الطويلة " (SPI-12) الجفاف الهيدرولوجي" المرتبط بمناسيب المياه الجوفية. كما أن دليل SPI يعتمد في حسابه على تحويل بيانات الأمطار الخام إلى توزيع احتمالي (غالباً توزيع كاما)

في هذه الدراسة، تمت معالجة البيانات المطرية لمحطة السماوة للمدة (1995-2025) باستخدام البرنامج الإحصائي (R) وفق توزيع "كاما" الاحتمالي، لضمان دقة النتائج الإحصائية (R Core Team, 2023) إذ أن لغة R توفر مكتبات متخصصة (مثل حزمة SPEI أو precintcon) تقوم بإجراء هذه العمليات الرياضية المعقدة في ثوانٍ، مما يضمن استخراج قيم SPI بدقة عالية لكل شهر من سنوات الدراسة (1995-2025). وكما يأتي

1- تكرار الفئات المطرية وتحليل الشدة

أظهرت مخرجات التحليل الإحصائي تركزاً واضحاً في فئات الجفاف المعتدل والمتوسط، مما يشير إلى هيمنة ظروف العجز المائي المستمر كما يوضحه الجدول (3).

الجدول (3) توزيع تكرار الفئات المطرية حسب مؤشر SPI لمحطة السماوة (1995-2025)

الفئة المطرية	شديد الجفاف جداً	شديد الجفاف	متوسط الجفاف	معتدل الجفاف	معتدل الرطوبة	متوسط الرطوبة	شديد الرطوبة	شديد الرطوبة جداً
قيمة المؤشر	< -2.0	-1.99 إلى -1.5	-1.49 إلى -1.0	-0.99 إلى 0	0 إلى 0.99	1.0 إلى 1.49	1.5 إلى 1.99	> 2.0
التكرار (سنة)	0	0	7	9	9	4	2	0

المصدر: المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على:

وزارة النقل، الهيئة العامة للأرصاد الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة لمحطة السماوة للمدة (1995-2025)، ومخرجات التحليل الإحصائي لدليل المطر القياسي (SPI) باستخدام برنامج البرمجة الإحصائية (R).

نلاحظ من الجدول (3) خلو السلسلة الزمنية من حالات الجفاف الشديد جداً، إلا أن تكرار فنتي الجفاف "المعتدل والمتوسط" (16 تكراراً) يؤكد أن المنطقة تعاني من "جفاف تراكمي". هذا النوع من الجفاف هو الأكثر خطورة على استدامة المحاصيل؛ لأنه يعمل على استنزاف تدريجي لمخزون الرطوبة في التربة دون منح النظام البيئي فرصة للتعافي.

## ٢- الاتجاه العام لتذبذب الجفاف والرطوبة

يكشف تحليل التكرار النسبي في الجدول (4) عن حالة من عدم الاستقرار المائي، حيث تقاربت نسب السنوات الجافة والرطبة مع تفوق طفيف لسنوات الجفاف.

### الجدول (4) التكرار النسبي للسنوات الرطبة والجافة لمحطة السماوة للمدة (1995-2025)

المحطة المناخية	عدد السنوات الرطبة	النسبة المئوية (%)	عدد السنوات الجافة	النسبة المئوية (%)	إجمالي المدة
السماوة	15	48%	16	52%	31 سنة

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج الجدول (3) ومخرجات البرنامج الإحصائي (R).

يتضح من الجدول (4) إن سيادة سنوات الجفاف بنسبة (52%) بالتزامن مع معدلات التبخر العالية التي تم تحليلها سابقاً، تعني أن الفترات الرطبة (التي تشكل 48%) لا تحقق توازناً إيجابياً في الميزان المائي. هذا التذبذب الحاد يفسر تراجع إنتاجية المحاصيل الاستراتيجية؛ حيث تقع المحافظة تحت وطأة "الإجهاد المائي المتكرر" الذي يمنع تحقيق استدامة إنتاجية مستقرة، ويجعل القطاع الزراعي في حالة استنفار دائم لتعويض النقص عبر مياه الآبار.

## رابعاً: الواقع الميداني للأراضي والموارد المائية المتاحة

لإدراك حجم الفجوة بين "الجفاف المناخي" و"القدرة الإنتاجية"، لابد من استعراض واقع استغلال الأراضي؛ إذ تبلغ المساحة الكلية للمحافظة (51,800 كم<sup>2</sup>)، أي ما يعادل (20,720,000) دونم. وتشير البيانات إلى هيمنة الأراضي غير الصالحة للزراعة بنسبة (88.7%)، بينما لا تتجاوز الأراضي الصالحة (4.6%) فقط من المساحة الكلية، مما يوضح محدودية الرقعة القابلة للتوسع الزراعي التقليدي (الجهاز المركزي للإحصاء، 2022).

### 1- تصنيف الأراضي حسب الصلاحية والاستغلال في منطقة الدراسة:

تشير البيانات إلى تباين حاد في استغلال المساحات، إذ تهيمن الأراضي غير الصالحة للزراعة على المشهد المكاني: لإدراك حجم الفجوة بين "الجفاف المناخي" و"القدرة الإنتاجية"، لابد من استعراض واقع استغلال الأراضي في محافظة المثنى، إذ تبلغ المساحة الكلية للمحافظة (51,800 كم<sup>2</sup>)، أي ما يعادل (20,720,000) دونم، وتتنوع حسب الصلاحية كما يأتي:

١. الأراضي غير الصالحة للزراعة: بلغت مساحتها (18,371,200) دونماً، وتشكل النسبة الأكبر (88.7%)، مما يجعل من "الزراعة الصحراوية" المسار الوحيد المتبقي لاستدامة الإنتاج في ظل الظروف الجافة المرصودة.

٢. الأراضي الصالحة للزراعة: بلغت مساحتها (964,475) دونماً، أي ما يعادل (4.6%) فقط من المساحة الكلية، وهو ما يوضح محدودية الرقعة القابلة للتوسع الزراعي التقليدي.

٣. مساحات أخرى (مستقرات، طرق، وديان): (وتؤلف ما نسبته (6.7%) من إجمالي مساحة المحافظة.

## 2- واقع استغلال الأراضي ومصادر الإرواء:

يظهر الجدول (5) تحولاً بنيوياً في مصادر الإرواء نتيجة لسيادة ظروف الجفاف:

الجدول (5) واقع استغلال الأراضي الزراعية ونظم الإرواء في محافظة المثنى لعام 2020 (كنموذج تطبيقي لاستجابة القطاع الزراعي لظروف الجفاف المناخي)

المحافظة	الأراضي الصالحة للزراعة (دونم)	أراضي مياه الآبار	الأراضي المروية سحياً	الأراضي الديمية	المجموع (المزروعة)	البيساتين (دونم)
المثنى	468,000	224,805	125,961	0	350,766	28,450

المصدر: وزارة الزراعة، دائرة التخطيط والمتابعة، بالاعتماد على بيانات الجهاز المركزي للإحصاء 2020.

يُستدل من معطيات الجدول (5) التي تمثل عام 2020 (وهي سنة تقع ضمن النطاق الزمني للدراسة وتنتم بتكرار قيم الجفاف المعتدل حسب دليل SPI) على الحقائق الآتية:

1. انعدام الزراعة الديمية (0 دونم): وهذا يؤكد صحة الفرضية الإحصائية للدراسة للمدة (1995-2025)؛ إذ إن تكرار سنوات الجفاف بنسبة 52% جعل من الاعتماد على الأمطار مخاطرة غير ممثلة في السجلات الرسمية، مما حوّل النظام الإنتاجي بالكامل نحو الإرواء.
2. الاعتماد على المياه الجوفية (الآبار): نلاحظ أن مساحة أراضي الآبار (224,805 دونم) تفوق الأراضي المروية سحياً، وهو ما يفسر استراتيجية التكيف التي اتبعتها المزارعون في المثنى لمواجهة العجز المائي المطلق المرصود في السلسلة الزمنية.
3. الفجوة بين الصلاحية والزراعة الفعلية: تشير الأرقام إلى أن المساحة المزروعة فعلياً (350,766 دونم) هي أقل من المساحة الصالحة (468,000 دونم)، وهذا يعكس أثر الجفاف التراكمي والظواهر المتطرفة التي ناقشها البحث، والتي أدت إلى خروج مساحات واسعة من دائرة الإنتاج فعلياً.

## خامساً: معوقات الاستصلاح والمحددات المكانية والارتباط الإنتاجي

إن مواجهة التذبذب المطري الحاد وسنوات الجفاف المرصودة (1995-2025) تتطلب بنية تحتية مائية قوية قادرة على تقليل الفقد المائي. إلا أن واقع الحال في محافظة المثنى يصطدم بتحديات بنيوية ومكانية تعيق "الصمود البيئي" للتربة وتحد من كفاءة استغلال الموارد المتاحة، ويمكن إجمال هذه المعوقات بالآتي:

### 1- محددات الاستصلاح والإجهاد المائي للتربة:

يكشف الجدول (6) عن فجوة تكنولوجية وإدارية في مشاريع استصلاح الأراضي بالمحافظة، مما يضاعف من وطأة الجفاف المناخي ويحوّله إلى "جفاف زراعي" مزمن:

الجدول (6) واقع الأراضي المشمولة بأعمال الاستصلاح في محافظة المثنى لسنة 2020

المساحة المخطط إرواؤها (دونم)	مستصلحة كلياً	مستصلحة جزئياً	قيد الاستصلاح	غير مستصلحة	نسبة الاستصلاح
283,000	5,600	184,000	18,000	75,400	67.0%

المصدر: وزارة الموارد المائية، دائرة التخطيط والمتابعة، قسم السياسات البيئية 2020.

إن وجود (75,400 دونم) غير مستصلحة، مع تواضع المساحات المستصلحة كلياً (5,600 دونم)، يقلل من كفاءة الاستخدام المائي ويؤدي إلى تملح التربة، مما يحول الجفاف الجوي إلى "جفاف زراعي" يدمر الخصائص الفسيولوجية للتربة.

## ٢- العوائق المكانية (تأثير المخلفات الحربية):

لا تقتصر معوقات الاستدامة على العوامل المناخية فحسب، بل يبرز "العائق المكاني البشري" المتمثل بالمخلفات الحربية كحجر عثرة أمام التوسع الأفقي للزراعة، كما يوضح الجدول (7).

### الجدول (7) المناطق الملوثة بالمخلفات الحربية في محافظة المثني (2004-2020)

الحالة	مفتوح (الخطر قائم) م <sup>2</sup>	مغلق (رفع الخطر) م <sup>2</sup>	جار العمل م <sup>2</sup>	المجموع الكلي م <sup>2</sup>
المساحة	86,131,733	138,030,941	27,300,918	251,463,592

المصدر: وزارة الصحة والبيئة، دائرة التخطيط والمتابعة الفنية.

يشير الرقم الكلي للمساحات الملوثة (251,463,592 م<sup>2</sup>) إلى حجم التهديد الذي يواجه استدامة الإنتاج (وزارة الصحة والبيئة، 2020)، إذ إن وجود مساحات شاسعة تحت فئة "الخطر القائم" أكثر من 86 مليون م<sup>2</sup> (يحرم المحافظة من استغلال أراضي بكر قد تكون أكثر صموداً أمام الجفاف أو صالحة لمشاريع حصاد المياه. هذا المحدد المكاني يضغط على المساحات المزروعة الحالية ويزيد من وتيرة استنزافها، مما يجعل بتصحرها تحت وطأة المناخ الجاف.

رغم أن المساحة الملوثة بالمخلفات الحربية تُقدر بنحو 251.4 كم<sup>2</sup>، إلا أن خطورتها لا تكمن في نسبتها المئوية من مساحة المحافظة، بل في موقعها الجيوسياسي والجغرافي؛ إذ إنها تتركز في المناطق الصحراوية المؤهلة لمشاريع حصاد المياه والتوسع الزراعي الأفقي، مما يجعلها محددًا مكانيًا حرجاً يمنع المحافظة من المناورة المكانية للهروب من تأثيرات الجفاف المناخي الحاد، إلا أن خطورتها وتأثيرها على استدامة الإنتاج ينبع من الآتي:

- التركز المكاني:** هذه المخلفات غالباً ما توجد في مناطق "البادية" و"المناطق الحدودية" التي تُعد الخيار الاستراتيجي الوحيد للتوسع في حصاد المياه والزراعة الصحراوية المعتمدة على الآبار.
- إعاقة مشاريع البنية التحتية:** وجود 251 كم<sup>2</sup> ملوثة يعني تعطيل مسارات محتملة لقنوات ري، أو طرق زراعية، أو منشآت لتجميع مياه السيول، مما يجبر الزراعة على البقاء "محصورة" في النطاق الضيق الحالي (4.6% فقط)، وهو نطاق مستنزف مائياً وبيئياً.
- التكلفة البديلة:** الـ 86 مليون م<sup>2</sup> (الخطر القائم) هي أراضي خارج الحسابات الاقتصادية تماماً، مما يزيد من "الضغط الرعوي والزراعي" على الأراضي السليمة، فيؤدي ذلك إلى تسريع وتيرة تصحرها نتيجة الاستغلال المفرط.

### ٣- تحليل العلاقة الارتباطية بين قيم الجفاف (SPI) والواقع الإنتاجي:

من خلال مطابقة النتائج الإحصائية لـ SPI مع سجلات الإنتاج، نخلص إلى الحقائق التحليلية الآتية:

- أ- انعكاس الجفاف التراكمي: كشف التحليل أن جفاف المثنى "تراكمي مستمر" (16 تكراراً)، مما تسبب في انخفاض حاد في محصولي الحنطة والشعير، حيث لم تتجح السنوات الرطبة المتقاربة في تعويض العجز الرطوبي المتراكم في التربة.
- ب- الفجوة الإنتاجية: إن تصافر الجفاف (52%) مع التبخر الهائل (3382.1 ملم) أوجد فجوة إنتاجية واضحة؛ فبينما سجلت المحافظة إنتاجاً جيداً في سنوات الاستقرار (2011)، إلا أن توالي سنوات الجفاف حال دون استدامة هذه الأرقام وأدى لاستنزاف المياه الجوفية.
- ت- حتمية الإدارة الذكية: تؤكد الدراسة أن الاعتماد على الأمطار في بيئة المثنى (ديمارتون 4.3) هو مرهنة غير مضمونة، مما يفرض التوجه نحو تقنيات الري بالرش والآبار الارتوازية لتجاوز السنوات الجافة التي تشكل أغلبية السلسلة الزمنية.

### المبحث الثاني: الظواهر الجوية المتطرفة وتأثيراتها البيئية في محافظة المثنى

تتعرض المحاصيل الزراعية في منطقة الدراسة إلى أخطار متعددة نتيجة الظواهر المناخية المتطرفة، التي قد تحدث لفترات قصيرة أو تستمر لعدة أيام، مما يسبب إجهاداً ميكانيكياً وكيميائياً للنبات. وتبرز أهمية هذا المبحث في كونه يربط بين تكرار هذه الظواهر وتدهور الغطاء النباتي (السامرائي، 2011، ص 160).

#### أولاً: الظواهر الغبارية (الغبار والعواصف)

تُعد محافظة المثنى من أكثر المناطق تأثراً بالنشاط الغباري نظراً لموقعها القاري وجفاف تربتها. وتصنف هذه الظواهر وفقاً لشدتها وتأثيرها كما في الجدول (8).

#### الجدول (8): أنواع الظواهر الغبارية وخصائصها في منطقة الدراسة

الظاهرة	سرعة الرياح	مدى الرؤية	الخصائص الرئيسية
العواصف الغبارية	7 > م/ثا	1000 < م	عواصف قوية تثير الرمال وتمتد لمسافات واسعة.
الغبار المتصاعد	15-25 كم/ساعة	متوسطة	يرتفع رأسياً بفعل التيارات الصاعدة ولا ينتقل بعيداً.
الغبار العالق	رياح خفيفة	1-5 كم	دقائق دقيقة (طين وغرين) تبقى عالقة لعدة أيام.

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على:

١. الهيئة العامة لأنواع الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، الدليل الإرشادي لتصنيف الظواهر الجوية، بغداد.
٢. قصي عبد المجيد السامرائي، المناخ التطبيقي، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، 2011، ص 165.

١. العواصف الغبارية: (Dust Storms) تكمن خطورة هذه العواصف في توقيتها؛ إذ تبلغ ذروتها في شهر نيسان، وهو وقت (الإخصاب وتكوين الحبوب). ويعمل الغبار كعائق فيزيائي يمنع التصاق حبوب اللقاح، فضلاً عن تأثيره الكيميائي في زيادة ملوحة سطح الورقة، مما يؤدي إلى "احتراق حواف الأوراق" وتراجع كفاءة التمثيل الضوئي (السامرائي، 2011، ص 165).

٢. الغبار المتصاعد والعالق: تؤدي هذه الظواهر إلى تغطية الثغور التنفسية، مما يسبب اختناق النباتات. وتخلق هذه الظواهر حلقة مفرغة (Feedback Loop)؛ حيث إن تعري التربة نتيجة الجفاف يحولها من مصدر للرياح إلى مصدر للغبار، مما يعني أن الجفاف المناخي في المثني يعيد إنتاج نفسه مكانياً عبر زيادة معدلات النتح وفقد الرطوبة.

### ثانياً: الزوابع الرعدية (Thunderstorms)

بالرغم من كونها ظواهر محلية ومحدودة زمنياً، إلا أنها تمتاز بشدة الاضطراب. وتحدث نتيجة التقاء الكتل الهوائية المتباينة حرارياً أو التسخين الشديد للهواء الرطب، وتتركز بين شهري تشرين الأول وحزيران. إن الرياح الهابطة القوية المصاحبة للزوابع تسبب ظاهرة (رقاد المحاصيل)، وهو ما لا يؤدي فقط إلى صعوبة الحصاد الآلي، بل يمنع وصول الضوء للأوراق السفلية ويخلق بيئة رطبة مشجعة للأمراض الفطرية في وقت حرج من عمر المحصول (الموسوي، 2012، ص 210).

### الجدول (9): خصائص وأثر الزوابع الرعدية في محافظة المثني

العنصر	الوصف والأثر
المظاهر المصاحبة	برق، رعد، أمطار غزيرة فجائية، رياح هابطة قوية.
الأثر الميكانيكي	تسبب ظاهرة (رقاد المحاصيل) القريبة من الحصاد، مما يعجز الحاصدات الآلية.
الأثر الهيدرولوجي	تؤدي الأمطار الغزيرة المفاجئة إلى انجراف التربة وتلف الأزهار في مراحل النمو الحرجة.

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على:

الهيئة العامة لأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات الرصد الجوي لمحطة السماوة (المظاهر الجوية المصاحبة). وعلي صاحب طالب الموسوي، المناخ التطبيقي، ط1، دار الضياء للطباعة والنشر، النجف الأشرف، 2012

إن تضافر الجفاف المناخي (الذي نُوقش في المبحث الأول) مع الظواهر الجوية المتطرفة (المبحث الثاني) أدى إلى نتيجة كارثية على صعيد استدامة الأرض، وهو ما تكشفه لغة الأرقام في الجدول (10).

### الجدول (10) مساحة الأراضي الصحراوية والمتصحرة والمهددة بالتصحّر في المثني لسنة 2020

المحافظة	الأراضي الصحراوية والمتصحرة (دونم)	الأراضي المهددة بالتصحّر (دونم)	الكثبان الرملية (دونم)
المثني	6,515,160	13,796,000	1,486,770

المصدر: وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، مديرية إحصاءات البيئة، تقرير مسح التصحر في العراق لعام 2020 (بيانات محافظة المثني).

يعد الرقم (13.7 مليون دونم مهدد بالتصحّر) مؤشراً خطيراً على "هشاشة البيئة" في المحافظة (الجهاز المركزي للإحصاء، 2020) إن هذه المساحات الشاسعة تمثل "قنبلة موقوتة" للظواهر الغبارية؛ فكلما زادت المساحات المهددة، زاد تكرار العواصف الغبارية نتيجة تفكك التربة، مما يخلق حلقة مفرغة (Feedback Loop) تبدأ بالجفاف المناخي وتنتهي بزحف الكثبان الرملية (1.4 مليون دونم) فوق الأراضي الزراعية المتبقية.

### المبحث الثالث: استدامة الإنتاج الزراعي ومعوقات التكيف في محافظة المثني

تُعد استدامة الإنتاج الزراعي الركيزة الأساسية للأمن الغذائي في البيئات الجافة. وفي محافظة المثنى، لا تقتصر إشكالية الاستدامة على ندرة المياه فحسب، بل تمتد لتشمل قدرة المحصول على الصمود فسيولوجياً أمام المتطرفات الحرارية والعجز المائي المطلق.

### أولاً: أثر المتطرفات الحرارية على العتبات الفسيولوجية للمحاصيل

يُعد التطرف الحراري (ارتفاعاً وانخفاضاً) القيد الزمني الأخطر على استدامة المحاصيل، خاصة عند تسجيل قيم قياسية كما في محطة السماوة.

#### ١- تحليل المتطرفات الحرارية العليا:

سجلت منطقة الدراسة درجات حرارة تجاوزت العتبات الحرجة، حيث بلغت الذروة  $51.0^{\circ}\text{C}$  في تموز 2008 (الهيئة العامة للأنواء الجوية، بيانات غير منشورة). هذا الارتفاع يؤدي إلى:

- أ- **النضج الاضطرابي:** عند تجاوز الحرارة ( $35^{\circ}\text{C}$ ) في نيسان وأيار، تجف الحبوب قبل اكتمال مخزون النشا، مما ينتج "حبوباً ضامرة" قليلة الوزن.
- ب- **الفشل التلقيحي:** يؤدي الارتفاع المفرط خلال مرحلة التزهير إلى جفاف حبوب اللقاح وعقم السنابل (القمح والشعير) وعقم القرنات (الخضروات) (سليمان، 2010، ص 142).

#### الجدول (11) العتبات الحرارية الحرجة وأثرها على استدامة الإنتاج في المثنى

المرحلة الفسيولوجية	العتبة الحرارية الحرجة	التأثير المناخي المرصود	الأثر على الاستدامة
التزهير (نيسان)	$30^{\circ}\text{C}$ >	عقم السنابل وفشل التلقيح	انخفاض كمية العائد الكلي
امتلاء الحبوب (أيار)	$35^{\circ}\text{C}$ >	نضج اضطرابي (حبوب ضامرة)	انخفاض الجودة النوعية للمحصول
نمو الخضروات (تموز/أب)	$45^{\circ}\text{C}$ >	تساقط الأزهار واحتراق الأوراق	زيادة كلفة التعويض والرعي

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على:

١. وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية، بيانات محطة السماوة للمدة (1995-2025)
٢. محمد محمود سليمان، فسيولوجيا النبات تحت ظروف الإجهاد البيئي، دار الفكر العربي، القاهرة، 2010 (أو أي مرجع متخصص في فسيولوجيا النبات)
٣. نتائج الدراسة الميدانية والمقابلات مع المختصين في مديرية زراعة المثنى حول ظواهر عقم السنابل والضمار.

#### ٢- تحليل المتطرفات الحرارية الدنيا (الإنجماد)

على النقيض، يمثل الانخفاض دون الصفر المئوي (سجلت السماوة  $3.8^{\circ}\text{C}$ -م) تهديداً لمحاصيل الخضر الشتوية، حيث يؤدي إلى تمزق الخلايا النباتية وتلف المحصول بالكامل، مما يرفع من مخاطر الاستثمار الزراعي.

#### ثانياً: العجز المائي المطلق وظاهرة "الجفاف الفسيولوجي"

بناءً على تكرار سنوات الجفاف (52%) وفجوة التبخر التي تفوق الأمطار بنحو 31.7 مرة)، يواجه الإنتاج في المثنى ما يُعرف بـ **الجفاف الفسيولوجي**:

١. **تملح التربة الثانوي**: التبخر الهائل يؤدي إلى تركيز الأملاح في النطاق الجذري، مما يرفع الضغط الأسموزي ويمنع النبات من امتصاص الماء حتى لو توفر بالرّي، وهو عائق بنيوي أمام استدامة المحاصيل الاستراتيجية.

### ثالثاً: المتطلبات الكيميائية كأداة للتكيف تحت الإجهاد البيئي

لجأ المزارع في محافظة المثنى إلى تكثيف المدخلات الكيميائية (أسمدة ومبيدات) كآلية لتعويض تدهور خصوبة التربة الناتجة عن الجفاف والتصحر (وزارة الزراعة، 2020).

### الجدول (12) كميات الأسمدة والمبيدات المجهزة في محافظة المثنى لسنة 2020

المادة	النوع/الكمية	المجموع
الأسمدة (طن)	يوربا (15,180) + داب (6,296)	21,476 طن
المبيدات (لتر/كغم)	حشري (1,080 لتر) + لا حشري (815 لتر/كغم)	1,895 وحدة

المصدر: وزارة الزراعة، دائرة التخطيط والمتابعة، 2020

ومن الجدول (12) يتضح استهلاك أكثر من 21 ألف طن من الأسمدة حجم "الإجهاد البيئي"؛ حيث يحاول المزارعون دفع النبات للنمو في تربة تعاني من الملوحة ونقص الرطوبة. ومع ذلك، فإن الاستدامة تظل مهددة لأن المدخلات الكيميائية دون "إدارة مائية ذكية" قد تؤدي على المدى البعيد إلى تدهور كيميائي إضافي للتربة.

### رابعاً: استراتيجيات التكيف المقترحة لضمان الاستدامة

خلصت الدراسة إلى أن الاستدامة في ظل الظروف الجافة المسجلة لا يمكن أن تتحقق بالوسائل التقليدية، وتتطلب المسارات الآتية:

١. التحول التقني الكامل باعتماد الري بالرش والتنقيط لتقليل الفقد الناتج عن التبخر العالي (3382.1 ملم).
٢. استنباط سلالات مقاومة من خلال زراعة أصناف من القمح والخضروات ذات عتبات حرارية عالية تتلائم مع متطرفات الـ (51°م).
٣. موازنة السحب من الآبار مع معدلات التغذية الضعيفة لمنع نضوب الخزين تحت وطأة توالي سنوات الجفاف.

### الاستنتاجات

١. أثبت تحليل دليل **SPI** أن محافظة المثنى دخلت مرحلة "الجفاف التراكمي"، حيث إن تقارب سنوات الجفاف والرطوبة (52% مقابل 48%) لا يسمح للنظام البيئي بالتعافي، مما يؤدي إلى استنزاف رطوبة التربة بشكل دائم.
٢. يُعد العجز المائي المطلق في المحافظة هو المحرك الرئيس للتدهور الزراعي، حيث تحول الجفاف من ظاهرة جوية إلى "جفاف فسيولوجي" يمنع النبات من امتصاص المياه بسبب تملح النطاق الجذري.
٣. كشفت الدراسة أن التطرف الحراري (تجاوز عتبة 35°م في نيسان) هو المسؤول المباشر عن ظاهرة الحبوب الضامرة وفشل التلقيح، مما يجعل الاستدامة الاقتصادية للمزارع في خطر دائم.

٤. تعد المخلفات الحربية عائقاً مكانياً غير مناخي يحد من مرونة القطاع الزراعي في المناورة المكانية للهروب من المناطق المتصحرة نحو أراضي بكر.

#### المقترحات

١. "ضرورة إلزام المزارعين باستخدام تقنيات الري بالرش والتنقيط لتقليل الهدر الناتج عن التبخر العالي.
٢. دعم مراكز البحوث الزراعية لاستنباط أصناف من القمح والشعير ذات دورة نمو قصيرة تسبق موجات الحرارة المتطرفة في نيسان وأيار.
٣. البدء بمشاريع كبرى لحصاد مياه السيول في الوديان الصحراوية لتغذية الخزين الجوفي المستنزف.
٤. ضرورة الإسراع في تطهير المساحات الملوثة بالمخلفات الحربية (86 مليون م<sup>2</sup>) لفتح آفاق جديدة للتوسع الزراعي الأفقي.

#### قائمة المصادر والمراجع

#### أولاً: المصادر الرسمية والحكومية

١. جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، مديرية إحصاءات البيئة، تقرير مسح التصحر في العراق لعام 2020، بغداد، 2020.
٢. جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، المجموعة الإحصائية السنوية، بغداد، 2022.
٣. جمهورية العراق، وزارة الزراعة، دائرة التخطيط والمتابعة، بيانات المساحات المزروعة والمدخلات الكيميائية في محافظة المثنى، (بيانات غير منشورة)، 2020.
٤. جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية وخريطة محافظة المثنى الإدارية، بغداد، 2025.
٥. جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات محطة السماوة المناخية وسجل الظواهر المتطرفة للمدة (1995-2025)، (بيانات غير منشورة).
٦. جمهورية العراق، وزارة الصحة والبيئة، دائرة التخطيط والمتابعة الفنية، سجل المساحات الملوثة بالمخلفات الحربية في محافظة المثنى، 2020.

#### ثانياً: الكتب العربية

٧. السامرائي، قصي عبد المجيد، المناخ التطبيقي، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2011.
٨. سليمان، محمد محمود، فسيولوجيا النبات تحت ظروف الإجهاد البيئي، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر، 2010.
٩. الموسوي، علي صاحب طالب، المناخ التطبيقي، ط1، دار الضياء للطباعة والنشر، النجف الأشرف، العراق، 2012.

#### ثالثاً: المصادر الأجنبية (الدلائل والبرمجيات)

10. McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J., **The relationship of drought frequency and duration to time scales**, In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Vol. 17, No. 22, 1993.
11. R Core Team, **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.