

الذكاء الاصطناعي الجغرافي (Geo AI) كأداة لإنتاج الأفكار في بحوث الجفاف والتصحر

أ.د. ابراهيم ناجي عباس

جامعة القادسية - كلية الآداب

Ibrahim.naji@qu.edu.iq

تاريخ استلام البحث : ٢٠٢٦/٥/٢٠

تاريخ قبول البحث : ٢٠٢٦/٥/٢١

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى إعادة تعريف دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) في دراسات الجفاف والتصحر، من كونه أداة تحليل ورصد مكاني، إلى إطار معرفي متكامل لتوليد الأسئلة البحثية والفرضيات العلمية القابلة للاختبار. ينطلق البحث من إشكالية أساسية مفادها أن معظم الدراسات الجغرافية العراقية المعاصرة ما تزال أسيرة المنهج الوصفي وتركز على قياس الظاهرة وتمثيلها مكانياً باستخدام مؤشرات معيارية مثل SPI أو التعامل مع عوامل أحادية دون الانتقال إلى تحليل سببي حقيقي أو بناء سيناريوهات.

اعتمد البحث على تحليل عينة من ١٤ بحث تم نشرها ما بين ٢٠٢٤-٢٠٢٦ والتي تعد الاحداث والمتعلقة بالجفاف والتصحر، بهدف تحليل منطقتها البحثي والكشف عن طبيعة العلاقة بين البيانات المستخدمة، والأدوات التحليلية، والتفسيرات المقدمة. وقد أظهرت النتائج أن هذه البحوث تميل إلى اختزال الظاهرتين في متغيرات مناخية محدودة (خصوصاً الأمطار ودرجة الحرارة)، مما يؤدي إلى بناء نماذج تفسيرية أحادية في الغالب، إذ يفسر الجفاف والتصحر بوصفهما ناتجين مباشرين للتغير المناخي، مع إهمال واضح لدور العوامل البشرية مثل إدارة الموارد المائية، وأنماط استخدام الأرض، والسياسات الزراعية.

ويبين البحث أن استخدام الأدوات الرقمية، بما فيها نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، ظل محصوراً في عمليات الرصد والتصنيف وإنتاج الخرائط، دون توظيفها في إنتاج معرفة جديدة أو اختبار

فرضيات بديلة. وبالتالي، فإن السببية في هذه البحوث تُستنتج غالبًا من خلال الارتباطات الإحصائية أو المؤشرات المعيارية المركبة، وليس من خلال نماذج سببية تعكس التفاعل بين العوامل المختلفة.

واقترح البحث إطارًا منهجيًا لتوظيف GeoAI ، يقوم على ثلاث وظائف معرفية رئيسية:

١. توليد الأسئلة البحثية من خلال الكشف عن الفجوات والتناقضات في الدراسات القائمة .

٢. بناء فرضيات تدخلية تستند إلى إعادة تركيب العلاقات بين المتغيرات .

٣. تفعيل التفكير المضاد (Counterfactual Thinking) عبر اختبار سيناريوهات بديلة.

واكد البحث أن القيمة العلمية للأفكار التي يولدها GeoAI لا تتحقق إلا إذا كانت: جديدة نسبيًا ومرتبطة مباشرة بالمشكلة البحثية وقابلة للقياس والاختبار ومحددة مكانيًا وزمانيًا. وان التكامل بين الباحث البشري و GeoAI يمثل شرطًا أساسيًا لإنتاج معرفة ذات قيمة، إذ لا يمكن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي بوصفه بديلاً عن التفكير العلمي، بل كأداة لتعزيزه وتوسيعه.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي الجغرافي، الجفاف، التصحر، إنتاج أفكار.

Geo-AI as a Tool for Generating Ideas in Drought and Desertification Research

Prof. Dr. Ibrahim Naji Abbas

Al-Qadisiyah University - College of Arts

Ibrahim.naji@qu.edu.iq

Date received: 20/5/2026

Acceptance date: 21/5/2026

Abstract

This study aims to redefine the role of Geographic Artificial Intelligence (GeoAI) in drought and desertification research, shifting it from a tool for spatial analysis and monitoring to an integrated epistemological framework for generating research questions and testable scientific hypotheses. The study is grounded in a central problem: most contemporary Iraqi geographical studies remain confined to a descriptive approach, focusing on measuring and spatially representing the phenomenon using standardized indices such as SPI and SPEI, without advancing toward genuine causal analysis or the construction of alternative scenarios.

The study is based on the analysis of a sample of 14 studies published between 2024 and 2026, representing the most recent research related to drought and desertification. The aim is to examine their research logic and reveal the nature of the relationship between the data used, the analytical tools employed, and the interpretations presented. The results indicate that these studies tend to reduce both phenomena to a limited set of climatic variables—particularly precipitation and temperature—leading, in most cases, to the construction of single-factor explanatory models. These models interpret drought and desertification as direct outcomes of climate change, with a clear neglect of human factors such as water resource management, land-use patterns, and agricultural policies.

The study further demonstrates that the use of digital tools, including Geographic Information Systems and remote sensing, remains largely restricted to processes of monitoring, classification, and map production, without being utilized for generating new knowledge or testing alternative hypotheses. Consequently, causality in these studies is often inferred through statistical correlations or composite standardized indices, rather than through causal models that reflect the interaction among multiple factors.

The study proposes a methodological framework for employing GeoAI based on three main epistemic functions:

1. Generating research questions by identifying gaps and contradictions in existing studies.



2. Constructing intervention hypotheses through the reconfiguration of relationships among variables.
3. Activating counterfactual thinking by testing alternative scenarios.

The study emphasizes that the scientific value of ideas generated by GeoAI is realized only if they are relatively novel, directly related to the research problem, measurable and testable, and defined within specific spatial and temporal contexts. It also asserts that the integration between the human researcher and GeoAI constitutes a fundamental condition for producing valuable knowledge, as artificial intelligence cannot replace scientific reasoning but rather serves as a tool to enhance and extend it.

Keywords :Geo-AI, drought, desertification, generating ideas.

يُعدّ الجفاف والتصحر من أكثر التحديات البيئية تعقيداً في العراق نتيجة التفاعل المتشابك بين العوامل المناخية والضغط البشرية والسياسات المائية وأنماط استخدام الأرض وغيرها، ورغم التطور الكبير في توظيف نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي في العالم لبحث هذه الظواهر، فإن المظهر السائد للبحوث في العراق ما يزال يتركز على الرصد والتنبؤ المكاني، مع عدم التركيز على توظيف هذه التقنيات بوصفها أدوات لإنتاج أفكار جديدة ويُقصد بإنتاج الأفكار هنا انشاء أسئلة وفرضيات تدخّل ناتجة عن تحليل سببي للبيانات المكانية، بما يسمح باختبار سيناريوهات بديلة وتقييم آثارها المحتملة قبل تطبيقها. سواء للتدخل أو افتراض تفكير مضاد للواقع وهو ما معمول به عالمياً في البحوث.

ينطلق هذا البحث من إعادة صياغة دور الذكاء الاصطناعي الجغرافي بوصفه إطاراً معرفياً لتوليد أفكار قابلة للتقييم، وليس مجرد أداة لتحسين دقة التنبؤ أو رسم خرائط المخاطر. ويقوم هذا التصور على اعتبار الجفاف والتصحر أنظمة سببية تتفاعل داخل المكان وتتمثل بالعمليات المناخية وإدارة الموارد المائية والممارسات الزراعية ضمن علاقات لا يمكن تفسيرها عبر الارتباطات الإحصائية وحدها.

تتمثل مشكلة البحث بالأسئلة الآتية: على ماذا ارتكزت البحوث العراقية الحديثة في افكارها عن الجفاف والتصحر؟ وما منطقها البحثي؟ هل تُوظف البحوث العراقية الحديثة أدوات الذكاء الاصطناعي الجغرافي بوصفها وسيلة لتوليد الأسئلة أو اقتراح فرضيات تدخل أو تفكير مضاد أو مخالف للواقع؟ هل يمكن للذكاء الاصطناعي الجغرافي - في حال توظيفه - أن يساهم في توليد أفكار جديدة؟ كيف تتباين القيمة العلمية للأفكار التي يمكن أن ينتجها GeoAI؟

تتمثل فرضيات البحث الرئيسية بان البحوث العراقية الحديثة في الجفاف والتصحر تعتمد بصورة رئيسة على البيانات المناخية والمرئيات الفضائية والمؤشرات المعيارية، ويغلب عليها منطق الطابع الوصفي والاعتماد على المؤشرات المعيارية والارتباط في البيانات، وبقي استخدام الأدوات الرقمية في حدود الرصد والقياس والتصنيف بينما ظل المنطق السببي والتفكير التدخلّي والتفكير المضاد محدوداً أو غائباً . ولم تستثمر هذه البحوث الذكاء الاصطناعي الجغرافي GeoAI بوصفه مولداً للفرضيات أو للأفكار التدخلية، إذ يمكن لـ GeoAI توليد أفكار بحثية جديدة من خلال اقتراح أو اكتشاف علاقات غير متوقعة بين المتغيرات، أو كشف التناقضات أو إعادة تركيب المشكلة واقتراح بدائل تدخل، أو وضع أسئلة ناتجة عن ثغرات البحوث. وعلى الرغم

من ذلك لا تعد الفكرة التي ينتجها GeoAI فكرة علمية إلا إذا كانت جديدة نسبياً، ومرتبطة بالمشكلة، وقابلة للقياس والاختبار، ولها مكان وزمان، فالدمج بين الباحث البشري و GeoAI يؤدي إلى إنتاج أفكار بحثية أكثر قيمة من اعتماد أي منهما منفرداً.

اعتمد البحث المنهج التحليلي للمضامين البحثية، من خلال اختيار عينة من ١٤ بحث من البحوث الجغرافية العراقية المنشورة بين ٢٠٢٤ و ٢٠٢٦ ضمن المجلات الاكاديمية العراقية في موضوعي الجفاف والتصحر في اختصاصات الجغرافيا وهذه العينة تمثل ٣٥٪ من مجموع البحوث المنشورة حتى تاريخ ٢٥/٣/٢٠٢٦ والتي يمكن اعتبارها قائمة على أساس التراكم المعرفي للبحوث التي سبقتها ثم تحليلها وفق مجموعة معايير ثابتة هي: نوع البيانات، الأدوات المستخدمة، منطق البحث، طبيعة تفسير السبب، وجود أو غياب فرضيات تدخل، ووجود أو غياب التفكير المضاد.

اتجاهات بحوث الجفاف والتصحر للسنوات ٢٠٢٤-٢٠٢٦ لعينة البحث

تكشف مراجعة عينة البحوث المتعلقة بالجفاف والتصحر في العراق في اختصاصات الجغرافيا جدول رقم (١) عن وجود وفرة ملحوظة في القياسات والمؤشرات المعيارية، وهي لا تعاني من نقص في البيانات أو الأدوات، فهي تُعالج الظاهرتين عبر مسارات تشمل المناخ، والغطاء الأرضي، والعوامل البشرية، وغيرها، وبناءً على تحليل هذه البحوث، يمكن تصنيفها إلى اتجاهات معرفية رئيسية، تختلف في نوع البيانات، والأدوات، ومنطق التحليل، وطبيعة تفسير السبب وكما يلي:

أولاً: الاتجاه المناخي

تمثل هذا الاتجاه البحوث التي تجعل المناخ نفسه، أو عناصره الأساسية، نقطة البداية للتفسير الأولى للظاهرة، سواء كانت الظاهرة جفافاً أو تصحراً. مثل:

- الاحتباس الحراري وأثره في تغير قرينة الجفاف لدي مارتون في محطة السليمانية^١
- تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق^٢
- مظاهر التصحر في ناحية حميرين وانعكاساته البيئية^٣

يعتمد البحث الأول والثاني على بيانات مناخية مباشرة أو شبه مباشرة، مثل الأمطار، درجات الحرارة، التبخر/التنح، الرطوبة النسبية، أو الموازنة المائية، وتتعامل مع التغير المناخي أو الاختلال المناخي بوصفه المحرك الرئيس للظاهرة. ويقوم منطقتها العام على الصيغة الآتية: تغير المناخ أو اختلال عناصره يؤدي الى جفاف أو عجز مائي وهذا يؤدي الى تدهور بيئي/تصحّر. هذا الاتجاه يتميز بأنه ذو قياس فعلي لأثر المناخ، لأن مادتها لا تبدأ من أثر مشتق، بل من عناصر مناخية تم قياسها، لكن المشكلة المنهجية أنها تظل في الغالب أحادية البعد إذ تفسر الظاهرة عبر المناخ وحده أو تجعله العامل الغالب، من غير اختبار منظم للعوامل البشرية. لذلك فهي تفسر الضغط المناخي جيداً، لكنها لا تفسر دائماً لماذا تتحول بعض المناطق إلى بؤر أزمة فعلية وربما تبقى مناطق أخرى أكثر قدرة على التكيف تحت ضغط مناخي مشابه. أما البحث الثالث يعتمد على بيانات مختلطة متعددة المصدر لكنها غير متوازنة منهجياً. هناك أولاً بيانات مناخية عامة وبيانات ميدانية مختبرية أقوى نسبياً ومنطق البحث تركيبى تراكمي. فهو يبدأ من فرضية عامة صريحة تقول إن العوامل البشرية تمثل السبب الرئيس للتصحّر في العراق عموماً وفي ناحية حميرين خصوصاً، بينما تؤدي الخصائص الطبيعية والمناخية دوراً في تعميق الظاهرة. رغم تركيبية الطبقات السببية، يبقى منطقه ترجيح وصفي؛ لأنه يركب الطبقات ليصل إلى خريطة، لكنه لا يختبر العلاقة بينها اختباراً سببياً مستقلاً.

ثانياً: اتجاه المؤشرات المعيارية للجفاف

يتمثل هذا الاتجاه بالبحوث التي لا تعمل على البيانات المناخية فقط بل تحولها إلى قرائن معيارية تستخدم لقياس الجفاف زمانياً ومكانياً. ومن امثلة هذه البحوث:

- قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمواسم المطرية للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢^٤
- تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر SPI^٥
- خصائص المواسم الجافة في العراق^٦

- دراسة تقييمية لخطر التصحر في واسط باستخدام مؤشر الجفاف المناخي الصادر عن UNEP للمدة ٢٠٠٢ - ٢٠٢٣^٧

تعتمد هذه البحوث على تحويل بيانات المطر، أو المطر والحرارة، إلى مؤشرات معيارية SPI، ثم تفسر الظاهرة من خلال تغير هذه القيم وتوزيعها وشدها واتجاهاتها، ويقوم المنطق العام لهذه البحوث على ان الاختلال في القيم المناخية سيؤدي الى تغير قيمة المؤشر وبالتالي وصف شدة الظاهرة أو اتجاهها. هذا الاتجاه يتيح المقارنة بالمؤشرات المعيارية بين الأزمنة والأماكن. لكن المشكلة الرئيسة هنا ان هذا الاتجاه لا يفسر إلا بقدر ما يظهر في المؤشر، أي إن تفسيره يبقى جزئياً؛ فمثلاً أن المؤشر لا يميز وحده بين الجفاف المناخي والجفاف الذي يحدث عبر الإدارة المائية، أو النمط الزراعي، أو استنزاف المياه الجوفية، أو كفاءة التكيف المحلي. أي ان هذه البحوث تقيس الجفاف بوجهة معيارية، لكنها لا تفسر دائماً معنى هذا الجفاف داخل النظام ككل.

ثالثاً: اتجاه الخصائص والعجز المائي

هذا الاتجاه لا يقف عند عناصر المناخ ذاتها، بل ينتقل إلى أثرها في الموازنة المائية ويمثله بوضوح بحث (أثر العجز المائي والجفاف على المنطقة الممتدة بين محافظات القادسية والمثنى وذى قار^٨) اذ يعتمد على بيانات الأمطار والحرارة والرطوبة والتبخّر/النتح والمطر الفعال والموازنة المائية، وتم استخدام معادلات مثل إيفانوف ولانج لتقدير العجز المائي والجفاف. منطق البحث يسير بسلسلة هي حساب عناصر الموازنة المائية ثم تقدير العجز المائي والجفاف ثم ربط النتائج بالخصائص الطبيعية والاثّر مثل التصحر وحت الرياح وقلة الغطاء النباتي، وهذا الاتجاه لا يختبر الفرق بين العجز المناخي والعجز الناتج عن الإدارة أو الاستعمال؛ لذلك فهو يقترب من تفسير الأثر أكثر من بحوث المؤشرات المعيارية، لكنه لا يزال لا يفصل بما يكفي بين أثر العوامل الطبيعية والاثّر البشري

فيما يعتمد بحث (تحليل خواص المياه الجوفية والترب وأثرها على ظاهرة التصحر في ناحية الصينية^٩) على بيانات أولية منتجة خصيصاً للبحث، وليست مجرد بيانات ثانوية جاهزة. فالبحث لا يقيس معدل

التصحّر نفسه بوحدة مستقلة، بل يعتبر ارتفاع الملوحة، انخفاض المادة العضوية، ضعف النيتروجين والفسفور، وخصائص النسجة والمسامية دلائل على بيئة متدهورة قابلة للتصحّر.

رابعاً: اتجاه الاستجابة أو الأثر الفعلي

هذا الاتجاه ينظر إلى ما يحدث فعلياً للنظام المتأثر. ويمثله بحث (تحليل جغرافي لظاهرة التصحر وأثرها في إنتاج التمور في محافظة بابل^{١٠}) اعتمد هذا البحث على بيانات مناخية مرفقة ببيانات إنتاج زراعي، ثم ربط تغيرات الإنتاج بالتغيرات المناخية والجفاف، ويقوم منطقه على: ١- تحليل التغيرات المناخية ٢- قياس تغير الإنتاج الزراعي ٣- ربط الاثنين إحصائياً وباختصار للمنطق هو: تغير مناخي ثم تغير إنتاج ثم مؤشر على الجفاف هذا الاتجاه أقرب إلى الواقع؛ لأنه لا يكفي بقياس التغيرات المناخية، بل يقيس النتيجة الملموسة لها. ولهذا فهو مهم جداً في التفكير البحثي، لأنه يحول السؤال من هل يوجد جفاف؟ إلى سؤال ماذا أثر الجفاف فعلاً؟ لكن المشكلة الرئيسة أن العلاقة في الغالب تبقى ارتباطية، فهو يربط المناخ بالإنتاج، لكنه لا يوضح أثر التكنولوجيا الزراعية، ونوع المحصول، والإدارة، والسياسات، والدعم المؤسسي. لذلك هناك نقص من حيث التفسير السببي .

خامساً: اتجاه الاستشعار عن بعد وتغير الغطاء الأرضي

ويتمثل بالبحوث التي تجعل التغير في الغطاء الأرضي أو الغطاء النباتي هو المدخل الرئيس لقراءة الظاهرة. وتمثل هذا الاتجاه البحوث الآتية من العينة:

- استخدام مؤشر NDBI و LDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب^{١١}
- التحليل الجغرافي لمظاهر التصحر في محافظة كركوك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية^{١٢}
- تأثير الجفاف على المساحات الزراعية وإنتاجها لموسم الصيف في منطقة بحر النجف باستخدام مؤشر الغطاء النباتي القياسي (NDVI)^{١٣}

تعتمد هذه البحوث على المرئيات الفضائية متعددة الأزمنة، والتصنيف الرقمي، والمؤشرات المعيارية الطيفية، وتحليل التغير المكاني والزمني للغطاء الأرضي. ويقوم منطقتها على ان تغير الغطاء الأرضي أو النباتي أو خصائص السطح هو دليل على التدهور وبالتالي التصحر. هذا الاتجاه قوي جداً في الرصد والكشف المكاني، ويتميز بقدرته على إظهار أنماط التغير بدقة وبصورة قابلة للتمثيل الخرائطي. لكن يعاني من مشكلة منهجية أساسية هو انه يصف ما تغير أكثر مما يفسر لماذا تغير. ولذلك كثيراً ما يختلط فيه الأثر بالمسبب، فالتغير في الغطاء النباتي أو السطح ليس سبباً مباشراً، بل استجابة لعوامل أخرى، ومن هنا فإن هذا الاتجاه مهم في المراقبة، لكنه أضعف في التفسير السببي .

سادساً: اتجاه الأثر البشري

هذا اتجاه مهم؛ لأنه يخرج من التفسير المناخي الخالص، ويجعل المتغيرات البشرية في واجهة التفسير. ويمثله بحث:

- أثر المتغيرات البشرية في تفاقم ظاهرة التصحر في قضاء الرمادي - غرب العراق^{١٤}

ويتصل به جزئياً أيضاً بحث:

- استخدام مؤشر NDBI و LDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب^{١٥}

فهذا البحث رغم طابع المؤشرات المعيارية الذي يتسم به الا انه يجعل الزحف العمراني هو المتغير الذي تم قياسه الأكثر حضوراً في التفسير . وبشكل عام يعتمد هذا الاتجاه على بيانات السكان، والتوسع العمراني، والرعي، واستعمال الأرض، والملوحة، وتراجع الأراضي الزراعية، ويربط بينها وبين تزايد التدهور. ويقوم منطقه على ان الضغط البشري على الأرض والموارد يقود الى تدهور النظام البيئي وبالتالي الى التصحر.

هذا الاتجاه يكسر احتكار المناخ للتفسير، أي أنه يرفع العامل البشري إلى مرتبة العامل الغالب، من غير أن يبني اختباراً فعلياً لتفاعله مع الضغط المناخي أو مع خصائص الموقع. لذلك فهو اتجاه غير مكتمل ما دام يفسر عبر علاقة ترابطية أكثر مما يفسر عبر نموذج سببي تفاعلي.

جدول (١) بحوث الجفاف والتصحر في عينة البحث حسب بياناتها وادواتها ومنطقه العلمي والتفسير السببي

رقم	اسم البحث	الظاهرة	نوع البيانات	الأدوات المستخدمة	منطق البحث	طبيعة تفسير السبب
1	استخدام مؤشر NDBI و LDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب	تصحر	البيانات الرئيسية هي مرينات فضائية متعددة الأزمنة للسنوات ٢٠٠٢ و ٢٠١٣ و ٢٠٢٣، مع استخراج طبقات مكانية لمؤشر NDBI الخاص باختلاف الكتلة الحضرية، ومؤشر LDI الخاص بتدهور الأراضي. مشاهدات ميدانية مصورة دعمت التفسير البصري في جزء من التحليل. لا تظهر بيانات مناخية مباشرة، ولا بيانات إنتاج زراعي، ولا قياسات مختبرية للتربة أو الملوحة، رغم أن النص يذكر الملوحة ضمن المشكلة. هذا يعني أن المادة البيانية الفعلية هي بيانات استشعار عن بعد وتصنيف مكاني ومتابعة زمنية أكثر من كونها بيانات سببية مباشرة.	GIS, LDI, NDBI	منطق البحث مؤشرات معيارية-مقارنة-مكانية. فهو يبدأ من فرضية أن مظاهر التصحر يمكن مراقبتها عبر متغيرين مرنيين مكانيًا: التوسع الحضري وتدهور الأراضي. ثم يبني سلسلة تحليل من ثلاث خطوات: (١) حساب المؤشرات المعيارية لكل سنة، (٢) تصنيف المساحات ضمن فئات كثافة/تدهور، (٣) مقارنة نسب الفئات بين ٢٠٠٢ و ٢٠١٣ و ٢٠٢٣ لاستخلاص اتجاه التغيير. إذن البحث يبدأ من منطق: إذا توسعت الكتلة الحضرية وتزايدت فئات التدهور، فهذا يُقرأ بوصفه تناميًا في مظاهر التصحر.	تفسير السبب في هذا البحث مختلط فالنص يصرح بوجود تأثيرات طبيعية وبشرية في زيادة الملوحة وتدهور التربة، ويصرح أيضًا بأن الزحف العمراني له أثر سلبي واضح في زيادة التصحر. لكن عند التطبيق الفعلي، يبرز الزحف العمراني بوصفه السبب الأكثر حضورًا في البنية التحليلية، لأنه المتغير الذي جرى قياسه مباشرة عبر NDBI ومقارنته زمنيًا. أما العوامل الطبيعية فتبقى مذكورة نظريًا في الفرضية والتعريفات، لا ممثلة تمثيلاً كافيًا في قاعدة البيانات. لذا طبيعة تفسير السبب هنا هي: تفسير بشري-مكاني مباشر نسبيًا مع إحالة عامة إلى أسباب طبيعية لم تُفسر مباشرة. وبعبارة أدق: البحث لا يفصل بين السبب الذي تم قياسه والسبب المفترض؛ فالسبب الذي تم قياسه هو التوسع الحضري، أما الملوحة والعوامل الطبيعية فتظل مفسرة أكثر مما هي مُختبرة.
2	التحليل الجغرافي لمظاهر التصحر في محافظة كركوك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية	تصحر	نوع البيانات في هذه البحث متعدد المصادر لكنه موجه نحو التحليل المكاني بالمؤشر المعياري. استخدم الباحث مرينات Landsat 8 OLI لاشتقاق NDVI وتصنيف استخدامات الأرض، وبيانات مناخية من الهيئة العامة للأتواء الجوية عن الحرارة والرياح والأمطار للمدة ٢٠١٥-٢٠٢٥، وبيانات مكانية عن البنية الجيولوجية وأقسام السطح، وبيانات رسمية عن المستوطنات البشرية، وبيانات عن الموارد المائية والمشاريع الإروانية، إضافة إلى بيانات حقلية وتقارير الدوائر الزراعية باختصار تتمثل ببيانات استشعار عن بعد وبيانات مناخية وبيانات خرائطية وبيانات إدارية/زراعية، لكنها ليست بيانات تجريبية سببية دقيقة.	الأدوات المستخدمة نظم المعلومات الجغرافية GIS، الاستشعار عن بعد RS، تحليل NDVI، التصنيف الموجه لاستخدامات الأرض، التحليل الخرائطي الموضوعي، والمؤشرات البيئية للتصحر.	منطق البحث وصفي-تحليلي ومؤشرات و ذو بنية مكانية واضحة. يبدأ البحث من فرضية عامة تقول إن كركوك شهدت تصاعدًا في مظاهر التصحر نتيجة تفاعل العوامل الطبيعية والبشرية، ثم يبني التحليل على مرحلتين: الأولى تشخيص المظاهر الرئيسية نفسها عبر الغطاء النباتي، الأراضي الجرداء، التربة، المراعي، والتعرية؛ والثانية تفسير هذا التشخيص عبر ربطه بالعوامل الطبيعية (جيولوجيا، سطح، مناخ) والعوامل البشرية (المستوطنات، سوء إدارة الموارد المائية). كما ينتقل بعد ذلك إلى تحويل هذه المعطيات إلى مؤشرات كمية نسبية: جدول حالة الغطاء النباتي، جدول مظاهر تدهور التربة، وجدول حالة الموارد المائية. (إذن منطق البحث ليس اختبار فرضية سببية واحدة، بل بناء صورة جغرافية مركبة للتصحر ثم تفسيرها عبر طبقات من العوامل فقوته في التنظيم المكاني، وضعفه في أن العلاقة بين المؤشرات والعوامل تظل تفسيرية أكثر منها اختيارية.	طبيعة تفسير السبب في هذا البحث مختلطة بين الطبيعي والبشري، وهذا واضح منذ الفرضية المركزية التي تنص على أن تصاعد مظاهر التصحر في كركوك نتج من تفاعل العوامل الطبيعية والبشرية، طبيعيًا، يركز البحث على الجيولوجيا الهشة، السطح، الحرارة المرتفعة، تذبذب الأمطار، نشاط الرياح، وقابلية التربة للتعرية. وبشريًا، يبرز التوسع في المستوطنات البشرية، وسوء إدارة الموارد المائية، والري التقليدي، وضعف شبكات الصرف، واستنزاف المياه الجوفية، والضغط على المراعي. لكن عند النظر إلى البنية التطبيقية، نجد أن البحث يعطي حضورًا كميًا أوضح لبعض الأسباب من غيرها: مثل NDVI وتدهور التربة ونُدرة المياه، بينما تبقى بعض العوامل البشرية مثل الضغط البشري والتوسع العمراني أقرب إلى التفسير المدعوم خرائطيًا لا إلى القياس السببي المباشر. لذا طبيعة التفسير هنا هي: تفسير مختلط متعدد العوامل، لكنه غير موزون سببيًا؛ أي أن البحث يعترف بالتعدد، لكنه لا يفصل الوزن النسبي لكل سبب داخل نموذج واحد.
3	قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢	جفاف	بيانات أمطار شهرية- توزيع مكاني لمحطات افتراضية	SPI- تحليل إحصائي	البحث يعتمد على: ١- تحويل الأمطار إلى مؤشر معياري 2-(SPI) تصنيف شدة الجفاف زمنيًا ومكانيًا للمنطق: انحراف المطر عن المعدل ثم جفاف ثم يمثل منطق مؤشرات معيارية معياري وصفي-تحليلي	التفسير: مناخي بحت السبب (الأمطار) لا يوجد ربط مع عوامل أخرى والتفسير أحادي العامل

٤	أثر العجز المائي والجفاف على المنطقة الممتدة بين محافظات القادسية والمنتى وذى قار	جفاف	بيانات مناخية شهرية وسنوية لثلاث محطات مناخية هي الديوانية والسماوة والناصرية للفترة 2011-2023، وتشمل: الأمطار، الحرارة، الرطوبة النسبية، والتبخر/التنح والمطر الفعال والموازنة المائية المناخية	معادلة إيفانوف لحساب التبخر/التنح الكامن، ومعادلة لانج للمطر الفعال، مع الموازنة المائية المناخية، واستخدام المنهج التحليلي الكمي ووسائل إحصائية ورياضية لتقدير العجز المائي وقياس الجفاف وتقويم نتائجه	منطق البحث يسير بسلسلة هي حساب عناصر الموازنة المائية ثم تقدير العجز المائي والجفاف ثم ربط النتائج بالخصائص الطبيعية والآثار الأرضية مثل التصحر وألحت الريحي وقلّة الغطاء النباتي.	التفسير في هذا البحث مناخي مباشر بالدرجة الأولى. السبب يُبنى على: ارتفاع درجات الحرارة، قلّة الأمطار وتذبذبها، انخفاض الرطوبة النسبية، وارتفاع التبخر، ثم يُفسّر عبرها العجز المائي والجفاف وما يترتب عليهما من تصحر وحثّ ريحي وكثبان رملية وقلّة غطاء نباتي. التفسير يبقى مناخياً أحادي أي إنه لا يختبر وزن الإدارة المائية أو الاستعمال البشري للأرض على نحو مماثل لو وزن المناخ
٥	أثر المتغيرات البشرية في تفاقم ظاهرة التصحر في قضاء الرمادي - غرب العراق	تصحّر	بيانات سكانية (نمو السكان)- بيانات استخدام الأرض (زراعة، توسع عمراني)- بيانات الثروة الحيوانية (الرعي)- بيانات ملوحة التربة والمياه الجوفية- بيانات المساحات الزراعية والمروية	تحليل مكاني-(GIS) تحليل إحصائي وصفي/الرتباطي	١- تحديد المتغيرات البشرية (سكان، رعي، توسع عمراني)- ٢- تحليل تغير هذا المتغيرات-٣- ربطها بزيادة مظاهر التصحر المنطق: ضغط بشري ثم تدهور أرض ثم تصحر	التفسير هنا: بشري بالدرجة الأولى بعض العوامل تم قياسه (سكان، ملوحة، مساحة زراعية) لكن العلاقة السببية ليست مختبرة تجريبياً بل مستنتجة بالارتباط ثم التفسير شبه سببي مع ترجيح قوي للدور البشري
٦	تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق	جفاف	قاعدة البيانات في هذا البحث مناخية يومية طويلة الأمد ومركزة جداً. فقد اعتمد الباحث على بيانات يومية مستخرجة من ثلاث محطات مناخية تمثل أقاليم عراقية مختلفة: الموصل في الشمال، بغداد-المطار في الوسط، والبصرة في الجنوب، خلال مدة طويلة جداً من 1955 إلى ٢٠٢٣، أي ٦٨ سنة وقرابة ٧٤,٥١١ يوماً مطلاً على مستوى المحطات الثلاث. البيانات الأساس هي بيانات الهطول اليومي، مع الاستفادة من التصنيف المناخي للمحطات وفق كوبن، وإسناد نظري إلى الاتجاه العام لدرجات الحرارة وغازات الدفيئة، لكن المتغير التشغيلي الرئيس هو المطر اليومي ومؤشرته. كما أن البحث قسم السلسلة الزمنية إلى ثلاث فترات: ١٩٥٥-١٩٧٦، ١٩٧٧-٢٠٠٠، ٢٠٠١-٢٠٢٣، مما يسمح بالمقارنة الزمنية الهيكلية.	حزمة مؤشرات مناخية يومية مع تحليل إحصائي مقارنة عبر الزمن والمحطات..	منطق البحث مؤشرات معيارية-تحليلي-مقارن تم بناء التحليل على مسار واضح: (١) توصيف مناخ المحطات الثلاث وتصنيفها، (٢) تحليل المجموع السنوي للأمطار واتجاهه، (٣) تفكيك هذا المجموع إلى خصائص يومية عبر ثمانية مؤشرات، (٤) مقارنة هذا المؤشرات المعيارية بين ثلاث فترات زمنية ممتدة، (٥) استخدام الانحدار الخطي لاستنتاج اتجاه مستقبلي. هذا يعني أن المنطق ليس وصفيًا بسيطًا، بل يقوم على فكرة أن التغير المناخي يعيد تركيب نظام الهطول.	طبيعة تفسير السبب في هذا البحث مناخية مباشرة مع اعتماد قوي على المؤشرات المعيارية كبدائل تفسيرية. مع ذلك، يجب التمييز هنا بين السبب النظري والسبب الذي تم قياسه. فالسبب النظري هو التغير المناخي/الاحتباس الحراري، أما الذي تم قياسه فعلياً فهو تغير المؤشرات المعيارية المطرية اليومية نفسها. البحث لا يقيس التغير المناخي بوصفه متغيراً مستقلاً ضمن نموذج سببي متكامل، بل تنسب تحولات المؤشرات المعيارية إليه بناءً على الإطار النظري والمعرفة المناخية العامة. لذلك فطبيعة تفسير السبب هنا هي: تفسير مناخي مؤشرات معيارية؛ أي أن السبب يُصاغ كمناخي، لكن الدليل التشغيلي عليه يأتي من مؤشرات مطرية يومية لا من اختبار آلية السببية نفسها. وهذا مهم جداً، لأن البحث قوي في إثبات تغير النمط، لكنه أقل قوة في البرهنة على أن هذا التغير ناتج حصرياً عن التغير المناخي دون مساهمة من التذبذب طويل الأمد أو عوامل إقليمية أخرى.
٧	تحليل جغرافي لظاهرة التصحر وأثرها في إنتاج التمور في محافظة بابل	تصحّر	قاعدة البيانات في البحث مختلطة ومتنوعة نسبياً، وتشمل: (١) بيانات مناخية لمحطة الحلة للمدة ٢٠١٤-٢٠٢٤، (٢) بيانات تربة مكانية ونسب مساحية لأنواع التربة في بابل مع خرائط توزيعها، (٣) بيانات	الأدوات المستخدمة هي أدوات جغرافية وصفية وإحصائية بسيطة كما استخدمت الأسلوب الكمي الإحصائي المتمثل	منطق البحث تفسيري تركيبى ذو بنية خطية موسعة. فهو يبدأ بتحديد العوامل الجغرافية الطبيعية: السطح، المناخ، الرياح، الرطوبة، الأمطار، الجفاف، العواصف الغبارية، التربة، الموارد المائية، ثم ينتقل إلى العوامل البشرية: النمو السكاني، التوسع العمراني، الزراعة الحدية، قطع	طبيعة تفسير السبب هنا مختلطة وهذا إحدى نقاط قوة البحث وضعفها معاً. فهو لا يفسر التصحر بسبب واحد، بل يجمع بين: العوامل المناخية (ارتفاع الحرارة، قلّة الأمطار، الجفاف، الرياح، العواصف الغبارية)، وعوامل التربة-والماء (التملح، طبيعة التربة، المياه الجوفية المالحة، العجز المائي)، والعوامل البشرية (التوسع العمراني، الزيادة السكانية، قطع الأشجار، تجريف التربة، الري المفرط، ضعف

<p>السياسات الحكومية، الحروب، قلة الدعم، ضعف الخبرة الزراعية). هذا يعني أن البحث يتجاوز التفسير المناخي الأحادي، لكنه في التطبيق النهائي يمنح العامل المناخي دوراً تأسيسياً ثم يضيف العوامل البشرية بوصفها مضاعفات.</p>	<p>الأشجار وتجريف التربة، سوء إدارة الدولة، قلة الأيدي العاملة، والري المفرط بعد ذلك يربط هذه المنظومة بتغير أعداد النخيل وإنتاج التمور على مستوى الوحدات الإدارية في بابل. أي أن منطقته الفعلي هو: عوامل طبيعية وعوامل بشرية ثم تفاهم التصحر ثم تراجع زراعة النخيل وإنتاج التمور. هذا منطق أقوى من الدراسات المؤشرات المعيارية للبحث لأنه لا يختزل الظاهرة في مؤشر واحد، لكنه يبقى وصفيًا تحليليًا غير اختياري؛ إذ إن البحث لا يبني نموذجًا سببيًا يقيس وزن كل عامل على حدة، ولا يفصل إحصائيًا بين أثر الملوحة وأثر الحرارة وأثر السياسات وأثر التوسع العمراني.</p>	<p>في معادلة التغير النسبي واستخدمت خرائط جغرافية جاهزة وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية.</p>	<p>موارد مائية سطحية وجوفية (٤) بيانات سكانية وإدارية عن الوحدات الإدارية، (٥) بيانات زراعية غير منشورة من مديرية الزراعة عن أعداد أشجار النخيل وإنتاج التمور ومعدل الغلة لسنتي ٢٠١٤ و٢٠٢٤، (٦) خرائط مكانية للتوزيع الجغرافي للنخيل وأنواع التربة وحدود منطقة البحث. هذا يعني أن البحث لا يعتمد على نوع واحد من البيانات، بل على حزمة بيانات جغرافية-مناخية-زراعية-إدارية.</p>			
<p>طبيعة تفسير السبب في البحث مناخي-ومؤشرات معيارية بالدرجة الأولى، مع إقرار نظري عام بوجود عوامل بشرية. فمشكلة البحث وفرضياته وخلاصاته كلها تدور حول أن الجفاف المناخي، كما يقيسه المؤشر، هو العامل الرئيس في تفاقم خطر التصحر في واسط العوامل البشرية تبقى تعريفية/نظرية لا تدخل فعليًا في التحليل التشغيلي. لذا فالبحث عمليًا يتعامل مع السبب على مستويين: السبب النظري العام وهو عوامل مناخية وبشرية مترابطة، أما السبب الذي تم قياسه فعليًا فهو الجفاف المناخي كما يمثلته SPI، وتدهور الغطاء النباتي كما يعكسه NDVI وهذه نقطة منهجية مهمة جدًا: البحث لا يقيس السبب المباشر للتصحر، بل يقيس مؤشرات يفترض أنها تمثل مساره السببي. لذلك فطبيعة تفسير السبب هنا هو: تفسير مناخي قائم على مؤشرات وسيطة، لا تفسير سببي مباشر متعدد المتغيرات. وهذا يجعله أقرب إلى تقييم الخطر منه إلى تفكيك السببية.</p>	<p>منطق البحث تقيمي-ومؤشرات معيارية مكانية فهو يبدأ من فرضية صريحة مفادها وجود علاقة طردية بين ارتفاع قيم مؤشر الجفاف المناخي وزيادة خطر التصحر، ثم تسير وفق مسار تحليلي منظم: (١) توصيف الخصائص المناخية لواسط، (٢) حساب SPI للمحطات الأربع عبر ٢٠٠٢-٢٠٢٣، (٣) استخراج تكرار فئات الجفاف وشدته في منطقتين: ٢٠٠٢-٢٠١٢ و ٢٠١٢-٢٠١٣. (٤) مقارنة مواقع المحطات من حيث تكرار الجفاف، (٥) استخدام NDVI لعامين يمثلان سنة جفاف معتدل وأخرى جفاف شديد، (٦) دمج النتائج عبر Overlay لإنتاج خريطة درجات التصحر. هذا المنطق يعني أن البحث لا يقول فقط: هناك جفاف، بل يقول: إذا تكرر الجفاف مكانيًا وزمانيًا، وتزامن مع ضعف الغطاء النباتي، فإن خطر التصحر يرتفع. لذلك فهو يتجاوز الوصف الخام إلى مستوى التقييم، لكنه لا يصل إلى مستوى تفسير آلية التحول من الجفاف إلى التصحر تفسيرًا تجريبيًا. بمعنى آخر، المنطق هنا هو: مؤشرات مناخية ومؤشرات استجابة نباتية وتمثل مكاني ثم تقييم خطر التصحر. وهذا منطق مشروع في دراسات الخطر، لكنه يظل مختلفًا عن منطق دراسة الأسباب الكاملة للتصحر.</p>	<p>الأدوات المستخدمة واضحة ومحددة، وتدور حول حزمة مؤشرات معيارية-خرائطية لا حول نماذج سببية متقدمة. فقد استخدم الباحث: مؤشر المطر القياسي SPI بوصفه الأداة الأساسية في قياس الجفاف المناخي، ومؤشر الغطاء النباتي NDVI لاختبار استجابة الغطاء النباتي، وبرنامج ArcMap 10.8 لمعالجة المرئيات وإنتاج الخرائط، البحث ينسب مؤشر الجفاف المناخي إلى UNEP، لكنه عمليًا يبني التحليل التشغيلي أساسًا على SPI، ثم تلحقه بـ NDVI والـ Overlay. وهذا يكشف أن الأداة الفعلية الحاكمة ليست مؤشرًا مركبًا معقدًا، بل SPI وNDVI وGIS.</p>	<p>قاعدة البيانات في هذا البحث هجينة لكنها منحازة بوضوح نحو البعد المناخي. فهو يعتمد على: (١) بيانات مناخية من أربع محطات داخل واسط هي الكوت والحي والعزيرية وبدره خلال ٢٠٠٢-٢٠٢٣، (٢) خصائص مناخية شهرية وسنوية للمحافظة تشمل الإشعاع الشمسي والحرارة والأمطار والرطوبة، (٣) قيم مؤشر المطر القياسي SPI لكل محطة ولكل سنة، (٤) بيانات تكرار فئات الجفاف، (٥) مرئيات فضائية لعامين فقط هما ٢٠١١ و ٢٠٢٣ لاستخراج مؤشر الغطاء النباتي NDVI، (٦) خرائط مكانية للمحطات وخطر التصحر الناتج عن الـ Overlay. هذا البنية من البيانات تمنح البحث قدرة جيدة على رصد التغير المناخي وتتبعه زمنيًا ومكانيًا على مستوى المحطات، لكنها تبقى محدودة من زاويتين: أولاً، لا توجد بيانات مباشرة عن التربة أو الملوحة أو استخدامات الأرض أو الإدارة المائية رغم أن البحث يتحدث عن التصحر؛ وثانيًا، مؤشر NDVI استخدم لسنتين فقط، وهو تمثيل زمني ضعيف نسبيًا مقارنة بمدة البحث المناخية الطويلة. لذا فالبيانات هنا قوية في تشخيص الجفاف المناخي وتوزيعه، لكنها أضعف في تمثيل البنية الكاملة للتصحر نفسه.</p>	<p>تصحر</p>	<p>دراسة تقييمية لخطر التصحر في واسط باستخدام مؤشر الجفاف المناخي الصادر عن UNEP للمدة ٢٠٠٢-٢٠٢٣</p>	<p>٨</p>

٩	تحليل خواص المياه الجوفية والترب وأثرها على ظاهرة التصحر في ناحية الصنينة	تصحّر	قاعدة البيانات هنا ميدانية-مختبرية-مكانية، وهي أقوى من كثير من دراسات التصحر التي تتعامل مع المؤشرات المعيارية لأنه لا يعتمد فقط على مرنيات أو بيانات مناخية عامة. البحث يعتمد على بيانات أولية منتجة خصيصاً للبحث، وليست مجرد بيانات ثانوية جاهزة. لكن في المقابل، العينة صغيرة جداً مكانيًا (٥) نقاط فقط للمياه و٥ للترية، ولا توجد بيانات زمنية أو تكرار موسمي أو مقارنة تاريخية، ما يجعل قوة البيانات عالية نوعيًا لكنها محدودة من حيث التمثيل الإقليمي والديناميكي.	الأدوات المستخدمة تتكون من التحليل المختبري والتحليل المكاني والمقارنة بالمعايير القياسية ثم استخدم ArcMap 10. لا يوجد تحليل انحدار، ولا اختبار ارتباط إحصائي بين الماء والترية والتصحر، ولا تحليل متعدد المتغيرات، ولا تحليل حساسية. لذلك فالأدوات هنا تشخيصية-خزانة-مخبرية قوية، لكنها محدودة في استنتاج آلية السببية بطريقة إحصائية.	منطق البحث تحليلي-تشخيصي قائم على السلسلة التالية : خصائص المياه الجوفية غير الملائمة وخصائص التربة الضعيفة تؤدي الى تدهور الخصوبة والغطاء النباتي ثم تسارع التصحر. البحث يبدأ بمشكلة صريحة: تدهور مستمر في التربة وتراجع خصوبتها واتساع الأراضي المتصحرة، مع مؤشرات على تردي نوعية المياه الجوفية ونقص الدراسات الميدانية الرابطة بينهما. ثم يبنى فرضيات واضحة، وينتقل إلى أخذ عينات المياه والترية وتحليلها وتفسير القيم مكانيًا. (إن منطق ليس وصفيًا عامًا، بل منطق علاقة بين مدخلات مائية-وتربة وبين مخرجات تصحر منطقة قوي في التشخيص البنيوي، لكنه لا يختبر العلاقة كمياً بين المتغيرات التابعة والمستقلة داخل نموذج رسمي.	تفسير السبب هنا مختلط لكنه متمركز حول سبب التربة-الماء. البحث يطرح ثلاث فرضيات أساسية: وجود علاقة طردية بين ملوحة المياه الجوفية وزيادة التصحر، وأن خصائص التربة مثل القوام والملوحة والمادة العضوية تؤدي دورًا مباشرًا في تسريع تدهور الغطاء النباتي، وأن سوء إدارة الموارد المائية والترية يسهم بقوة في تفاقم التصحر. هذا يعني أن البحث لا يحصر السبب في المناخ، بل يعطي الأولوية لثلاث طبقات سببية: نوعية المياه الجوفية، خصائص التربة، والإدارة البشرية. لكن عند التطبيق الفعلي، تظهر المياه الجوفية والترية باعتبارهما السببين الذين تم قياسهما فعليًا، بينما تبقى سوء الإدارة عاملًا مذكورًا في الفرضية أكثر من كونه محل قياس مباشر. لذلك يمكن وصف طبيعة تفسير السبب بأنه: تفسير تربة-هيدروكيميائي مباشر، مع إضافة بشرية ضمنية لم يتم قياسها وهذا تطور مهم مقارنة بدراسات المناخ والمؤشرات المعيارية، لأن البحث هنا لا يخلط بين المؤشر والسبب بنفس الدرجة؛ بل يقيس السبب نفسه جزئيًا من خلال خواص الماء والترية. ومع ذلك، فهو لا يفصل بدقة بين ما هو ناتج طبيعي عن الصخور والنسجة والمناخ الجاف، وما هو ناتج بشري عن نمط الري أو غياب الصرف أو الإدارة الريفية.
١٠	تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر SPI	جفاف	يعتمد البحث على ثلاثة مستويات من البيانات المترابطة: (١) بيانات مناخية (الأمطار الشهرية/السنوية)، (٢) بيانات هيدرولوجية مباشرة (التصريف النهري، الخزان المائي)، (٣) بيانات زمنية طويلة نسبيًا يستخدم لرصد الاتجاهات. إلا أن هذا البيانات تفقر إلى متغيرات بشرية (السحب، السدود، الاستهلاك)، مما يجعل قاعدة البيانات منحازة مسبقًا نحو تفسير مناخي للجفاف	يستخدم البحث نظم المعلومات الجغرافية (GIS) كإداة لتمثيل التوزيع المكاني للمتغيرات، مع تحليل زمني (Time Series) لمقارنة الفترات الجافة والرطبة. إلا أن هذه الأدوات تبقى وصفية (Descriptive) ولا تنتقل إلى نماذج تفسيرية أو تنبؤية (Predictive/Causal Models)، وبالتالي فهو يظهر أين ومتى يحدث الجفاف دون أن تجيب بدقة عن لماذا	يقوم منطق البحث على ربط مباشر بين تذبذب الأمطار وانعكاس ذلك على التصريف النهري والخزين، أي أنه يعتمد على سلسلة سببية خطية: انخفاض الأمطار → انخفاض الجريان → حدوث الجفاف الهيدرولوجي. هذا المنطق يفترض أن النظام المائي يستجيب بشكل مباشر وبسيط للمناخ، ويتجاهل التعقيد البيئي للنظام الهيدرولوجي	السبب المركزي في البحث هو نقص الأمطار، حيث يتم التعامل معه كمتغير مستقل مهمين، بينما يتم اعتبار التصريف والخزين متغيرات تابعة. لا يتم اختبار ما إذا كان هذا السبب كافيًا أو إذا كان مجرد عامل ضمن منظومة أكبر، أي أن البحث يتعامل مع السبب بوصفه مفترضًا وليس مُختبرًا
١١	مظاهر التصحر في ناحية حميرين وانعكاساته البيئية	تصحّر	البحث يعتمد على بيانات مختلطة متعددة المصدر لكنها غير متوازنة منهجيًا. هناك أولاً بيانات مناخية عامة وبيانات ميدانية مختبرية أقوى نسبيًا، إذ أخذت ١٢ عينة تربة من مواقع متباينة في منطقة البحث، وخلصت من حيث التوصيلية الكهربائية EC	الأدوات المستخدمة تتوزع بين أدوات مختبرية، معادلات تشخيصية، و GIS/ArcGIS و 10.3. و EFW	منطق البحث تركيبى تراكمي فهو يبدأ من فرضية عامة صريحة تقول إن العوامل البشرية تمثل السبب الرئيس للتصحّر في العراق عموماً وفي ناحية حميرين خصوصاً، بينما تؤدي الخصائص الطبيعية والمناخية دورًا في تعميق الظاهرة. منطق البحث ليس مؤشر واحد و نتيجة واحدة، بل منطق طبقات مترابطة: خصائص طبيعية	تفسير السبب في هذه البحث مختلط و غير متوازن: تفسير بشري-طبيعي مختلط، مع أسبقية نظرية للعامل البشري، لكن بأدلة تطبيقية أقوى للعامل الطبيعي-التربة. البحث يذكر إن الإنسان هو السبب الرئيس، لكنه يقيس المناخ والترية أكثر مما يقيس الإنسان.

		<p>ونسب الرمل والغرين والطين والنسجة. ثم جرى توليد بيانات مشتقة حول قابلية التربة للتعرية المائية والريحية عبر معادلات محددة. واستخدمت مرنبات فضائية لاندسات ٥ و٧ لتصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض لسنتي ١٩٩٠ و٢٠٢٤.</p>	<p>لحساب قابلية التربة للتعرية المائية، ومعادلة shiyatayi لحساب قابلية التربة للتعرية الريحية،</p>	<p>وتدهور تربة وتغيرات غطاء أرضي وضغط بشري ثم درجات تصحر. غير أن هذا المنطق، رغم تركيبه، يبقى في النهاية منطق ترجيح وصفي؛ لأنه يركب الطبقات ليصل إلى خريطة، لكنه لا يختبر العلاقة بينها اختباراً سببياً مستقلاً.</p>
<p>١٢</p>	<p>خصائص المواسم الجافة في العراق</p>	<p>يعتمد البحث على بيانات مطرية شهرية من ١٢ محطة مناخية موزعة على العراق للمدة ١٩٩٠-٢٠٢٢، أي ٣٢ موسمًا مطريًا كاملًا، مع تمثيل مكاني لمحطات من الشمال والوسط والجنوب والسهل الرسوبي والهضبة الغربية. المادة الأساسية هي سلاسل أمطار شهرية فقط، إذ تُجمع في مجاميع فصلية للرياح والشتاء والربيع، ثم تُعالج ضمن مؤشر SPI. لا توظف بيانات حرارة أو تبخر أو رطوبة تربة أو تصاريح انهار أو غطاء نباتي. قاعدة البيانات هنا أحادية العنصر</p>	<p>مؤشر المطر القياسي SPI بوصفه الأداة المركزية، و Excel لمعالجة البيانات والجدول والأشكال، و GIS/ArcGIS 10.8 لرسم الخرائط وتوزيع النتائج مكانيًا. كما تشير البحث إلى برنامج DrinC 1.7 كأداة حاسوبية خاصة بمعايير الجفاف يمكن استعمالها للحصول على نتائج رقمية ورسمية وخرائطية..</p>	<p>منطق البحث وصفي-تحليلي-يعتمد مؤشر معياري، ويعتمد على تسلسل منظم جدا: (١) توصيف موسمية الهطول المطري في العراق خلال الخريف والشتاء والربيع، (٢) حساب المجاميع الفصلية لمعدلات الأمطار في المحطات الاثنى عشرة، (٣) تطبيق مؤشر SPI على السلاسل الزمنية المطرية لكل محطة ولكل فصل، (٤) تصنيف النتائج ضمن ثماني فئات، (٥) استخراج نسب المواسم الرطبة والجافة وتكراراتها، ثم (٦) المقارنة بين المحطات والفصول الثلاثة. هذا المنطق قوي من ناحية التنظيم والوضوح، المنهجية المعتلة: المنهج الوصفي والمنهج الاستقرائي التحليلي</p>
<p>١٣</p>	<p>الاحتباس الحراري وأثره في تغير قرينة الجفاف لدى مارتون في محطة السليمانية</p>	<p>يعتمد البحث على بيانات مناخية طويلة الأمد فقط، وتحديداً: مجموع الأمطار السنوية، ومعدلات درجات الحرارة السنوية، ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى لمحطة السليمانية للمدة ١٩٧٣-٢٠٢١. كما قسم المادة الزمنية إلى مدد خمسية لحساب قرينة دي مارتون، وإلى مدد عشرية لاستخراج الاتجاه العام للعناصر المناخية. لا تظهر في البحث مرنبات فضائية، ولا بيانات تربة، ولا رطوبة تربة، ولا جريان نهري، ولا مؤشرات غطاء نباتي، ولا بيانات عن استخدامات الأرض أو إدارة المياه. هذا يعني أن قاعدة البيانات هنا أحادية البنية تقريباً: بيانات مناخية مباشرة من محطة واحدة، مع معالجة زمنية داخلية.</p>	<p>معادلة/قرينة دي مارتون. الأداة المنهجية هنا هي مزيج من: (١) حساب مؤشر مناخ معياري تقليدي، (٢) تقسيم السلسلة الزمنية إلى فترات، (٣) استخراج اتجاهات عامة للمناخ ومقارنتها بقرينة الجفاف. لذلك فالأدوات هي أدوات مناخية إحصائية تقليدية لا أدوات مكانية أو تجريبية أو سببية.</p>	<p>منطق البحث وفق تسلسل: (١) جمع السلسلة المناخية الطويلة، (٢) تقسيمها إلى مدد خمسية وعشرية، (٣) حساب الاتجاه العام للعناصر المناخية، (٤) استنتاج ما إذا كان تغير القرينة يرتبط بالاحتباس الحراري. إذن المنطق ليس وصفيًا صرفًا، بل وصفي-تحليلي زمني، وهو لا يختبر بدائل تفسيرية متعددة، ولا يدخل عوامل وسيطة بين الاحتباس الحراري ونتيجة الجفاف. بمنطق بسيط: إذا اتجهت الحرارة للارتفاع وتذبذب/ وتراجعت الأمطار، فإن قرينة الجفاف ستتغير تبعًا لذلك. هذا منطق صالح للقياس المناخي، لكنه يظل محدودًا في تفسير ما بعد المؤشر.</p>
<p>١٤</p>	<p>تأثير الجفاف على المساحات الزراعية وإنتاجها لموسم الصيف في منطقة بحر النجف باستخدام مؤشر الغطاء النباتي القياسي (NDVI)</p>	<p>قاعدة البيانات في هذا البحث هجينة وغير متوازنة. فهو تضم: (١) مرنبات فضائية Landsat 5 و Landsat 9 للمدة ٢٠١٠-٢٠٢٠ لاستخراج NDVI ورصد تغير الغطاء النباتي الصيفي، (٢) بيانات زراعية إدارية عن مساحات المحاصيل الصيفية بالدونم خلال ٢٠١٠-٢٠٢٠،</p>	<p>الأدوات المعتلة بوضوح هي NDVI بوصفه المؤشر الرئيس، و ArcGIS 10.8، و مرنبات Landsat 5 / Landsat 9</p>	<p>منطق البحث استجابة ومؤشرات معيارية. فهو لا يبدأ من حساب مؤشر جفاف مناخي، بل من فكرة أن الجفاف يظهر واضحًا في كمية الغطاء النباتي، وبالتالي فإن تتبع NDVI عبر الزمن كافٍ للكشف عن شدة الجفاف وأثاره على المساحات والإنتاج. هذا المنطق يقوم على تسلسل: (١) وصف الخصائص الطبيعية (٢) عرض بيانات المساحات الزراعية والإنتاج للموسم الصيفي، (٣)</p>

	استخراج NDVI من المرئيات الفضائية للمدة ٢٠١٠-٢٠٢٠ (٤) مقارنة تغير الغطاء النباتي بالسنوات المختلفة وربطه بالجفاف.		مع جدول تفصيلي لمحاصيل الخضروات الصيفية مثل (٣) بيانات عن أعداد النخيل للمدة نفسها، (٤) بيانات مائية محلية عن الانهر والجداول والتصريف والمقنن المائي وطرائق الإرواء، (٥) وصف طبيعي تفصيلي للتضاريس والتربة والموارد المائية وطرائق الري، إضافة إلى ملاحظات/بحث ميدانية.			
--	---	--	--	--	--	--

التفسير السببي في بحوث الجفاف والتصحّر لعينة البحث

التفسير فعل لغوي هدفه إحداث فهم لدى المتلقي وليس شرطاً أن يكون صحيحاً مطلقاً قد يكون الشرح جيد لكنه خاطئ من الناحية العلمية، اما السببية هي ربط حدث أو ظاهرة بمجموعة من العوامل تعتبر المسؤولة عن حدوثها. لكن هذا الربط قد لا يكون موضوعياً دائماً فهو قد يعتمد على منظور المفسّر والسمات التي يختار التركيز عليها.

ان التفسير السببي ناتج عن كل تفسير يتم من منظور او خلفية علمية معينة وبناءً على مستوى معرفي، لذلك لا يوجد تفسير خالص لان السبب في كثير من الأحيان لا يكون منعزل بل يتم اختياره من بين عوامل عديدة. اما الارتباط فلا يعني السببية دائماً، فعندما يتحرك متغيران معاً، فان هذا لا يثبت أن أحدهما يسبب الآخر ومن هنا ظهر الفرق بين الذكاء الاصطناعي التنبؤي العادي (Predictive AI) والذكاء الاصطناعي السببي (Causal AI) فالأول يعتمد الارتباط في البيانات ويمكن ان يجيب على أسئلة مثل: ما احتمال حدوث الظاهرة؟ أين المناطق الأكثر خطورة؟ متى قد يحدث شيء ما؟

اما الثاني فهو قادر على ان: يبني نموذجاً سببياً يحدد فيه السبب والنتيجة ويسمح ب التدخل (Intervention) ويقارن بين ما حدث فعلاً وما كان سيحدث لو تغيّر السبب. وما يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار في البحث العلمي هو ان السبب المفيد ليس ما يفسر الظاهرة فقط بل ما يمكنك تغييره.

وبالعودة الى عينة البحوث بالجفاف والتصحّر، يتضح أن بناء السببية لا يتم وفق منطق علمي قائم على اختبار العلاقات بين المتغيرات جدول رقم (٢)، بل يتم عبر أنماط تفسيرية مبسطة يغلب عليها الطابع الوصفي أو المؤشرات المعيارية. ويمكن تمييز الأنماط الرئيسية للسببية في هذا البحوث.

أول هذا الأنماط هو السببية الأحادية، والتي تُعد الأكثر حضوراً في بحوث الجفاف. ففي بحث قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمواسم المطرية للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢ تم اختزال تفسير الجفاف إلى متغير واحد هو الأمطار، حيث يُفهم الجفاف بوصفه انحرافاً في كمية المطر عن المعدل الطبيعي. ووفق هذا المنطق، يصبح المطر هو السبب الوحيد للجفاف، دون إدخال أي عوامل أخرى في التفسير.

لكن هذا الطرح يعاني من خلل منهجي واضح، لأنه لا يميز بين قياس الظاهرة وتفسيرها، فالمؤشر المستخدم (SPI) لا يمثل سبباً، بل هو مجرد أداة لقياس حالة مناخية. وبالتالي لم يتم ربط الجفاف بأي عوامل مثل الري أو المياه الجوفية أو السياسات المائية، بل افترضت ضمناً أن المطر هو المحدد الرئيسي للجفاف، وهو ما يكشف عن تفسير أحادي لا يعكس التعقيد الحقيقي للنظام.

أما النمط الثاني فهو السببية بالارتباط، والذي يظهر في البحوث التي تربط الجفاف بمتغيرات الاستجابة مثل الإنتاج الزراعي. ففي بحث تحليل تأثير التغيرات المناخية على الإنتاج الزراعي في العراق وعلاقته بالجفاف يتم بناء العلاقة على أساس أن التغير المناخي يؤدي إلى انخفاض الإنتاج، ومن ثم يُستخدم هذا الانخفاض كمؤشر على الجفاف. أن هذا العلاقة تبقى ارتباطية وليست سببية بالمعنى الدقيق، إذ لا يتم اختبار ما إذا كان انخفاض الإنتاج يمكن أن يحدث لأسباب أخرى، مثل نوع المحصول أو تقنيات الري أو السياسات الزراعية. كما أن البحث يفترض ضمناً أن انخفاض الإنتاج هو نتيجة مباشرة للجفاف المناخي، دون اختبار سيناريوهات بديلة، وهو ما يجعل التفسير غير مكتمل من الناحية السببية.

في المقابل، تبدو بعض بحوث التصحر أكثر اختزالاً في فهم السببية، إذ يعتمد في الغالب على افتراض أن التغير المناخي هو المحرك الرئيسي للتصحر. إذ يتم بناء الافتراض دون اختباره، ولا يتم طرح تساؤلات مثل: هل يمكن أن يحدث التصحر نتيجة طبيعة استخدام الأرض أو سوء الإدارة المائية؟ وهل يمكن أن يحدث بدون تغير مناخي أصلاً؟
وبذلك تصبح السببية مفترضة مسبقاً وليست ناتجة عن تحليل تجريبي أو اختبار علمي.

إلى جانب ذلك، يكشف تحليل الجدول عن غياب شبه كامل لما يُعرف بـ **فرضيات التدخل**، إذ لا تقوم البحوث ببناء سيناريوهات يمكن من خلالها اختبار تأثير تغيير عامل معين. ففي البحوث التي تستخدم SPI، على سبيل المثال، يُستخدم المؤشر لأغراض الرصد المبكر فقط، وهو ما يمثل تدخلاً رقابياً وليس تدخلاً سببياً يمكن اختباره. وفي بحوث أخرى، تظهر إشارات ضمنية إلى إمكانية تحسين الإدارة الزراعية، لكنها تبقى على مستوى التوصيات العامة دون تحويلها إلى فرضيات قابلة للاختبار.

كما اتسمت هذه البحوث بغياب التفكير المضاد (Counterfactual Thinking) ، حيث لا تقوم البحوث بطرح سيناريوهات بديلة مثل: ماذا لو بقي المناخ ثابتاً وتغيرت الإدارة؟ أو ماذا لو تغير نمط الزراعة فقط؟ وبالتالي فإن هذه البحوث لا تطرح أي سيناريو بديل، وهو ما يعني انها تفتقر إلى الأداة الأساسية لبناء السببية العلمية

تمثل فرضيات التدخل والتفكير المضاد او المخالف للواقع مكونات معرفية (إبستمولوجية) داخل بنية الاستدلال العلمي وهي مهمة في وضع الأسئلة البحثية والفرضيات المرتبطة في البحث العلمي ولربما هي اليات مهمة لإنتاج أفكار قد ترقى الى مستوى البحث، لذا كان من المهم استعراض وجود هذا الاساليب في البحوث الاحداث عن ظاهرتي الجفاف والتصحر.

ويظهر من خلال حقل ما ينبغي السؤال عنه أن القصور الأساسي لا يكمن في نقص البيانات أو الأدوات، بل في غياب التفكير السببي للعلاقات المدروسة. فالبحوث التي تركز على المناخ، على سبيل المثال، تقترض ضمناً أن التغير في الأمطار أو الحرارة هو المحرك الرئيس للجفاف أو التصحر، دون أن تفصل بين الجفاف المناخي والجفاف المرتبط بالإدارة المائية أو الاستخدام الزراعي، وفي المقابل فإن البحوث التي تركز على العوامل البشرية تقترض أن الضغط البشري هو العامل الحاسم، دون قياس وزنه النسبي مقارنة بالعوامل المناخية، أو اختبار تفاعله معها. أما البحوث المعتمدة على المؤشرات المعيارية البيئية، فأنها تجمع عدة متغيرات ضمن مؤشر مركب، لكنها لا تحدد أي هذه المتغيرات هو الأكثر تأثيراً.

ومن خلال ذلك يتضح أن المنطق السائد في هذه البحوث هو منطق الارتباط أكثر منه سببي، إذ يتم تفسير التزامن بين المتغيرات بوصفه علاقة سبب ونتيجة، دون استخدام نماذج قادرة على اختبار هذه العلاقة أو تفكيكها. كما يغيب عن هذه البحوث التعامل مع العلاقات غير الخطية، أو وجود عتبات (thresholds) قد تغير سلوك النظام، أو اختلاف الاستجابة المكانية لنفس العامل. فالمطر على سبيل المثال، قد لا يؤدي إلى نفس النتائج في مناطق مختلفة.

في هذا السياق، يبرز الدور الممكن للذكاء الاصطناعي الجغرافي (GeoAI) ليس بوصفه أداة لتحسين دقة الخرائط أو المؤشرات المعيارية، بل كإطار قادر على إعادة بناء المنطق البحثي نفسه. إذ يمكن من خلاله

فصل أثر العوامل المختلفة، وبناء نماذج سببية متعددة المتغيرات، واختبار سيناريوهات بديلة تقوم على تثبيت عامل وتغيير آخر، فضلاً عن كشف العلاقات غير الخطية وتحديد الأوزان النسبية لكل متغير. والأهم من ذلك، أنه يمكن أن يسهم في توليد أسئلة وفرضيات جديدة تنطلق من الأنماط المكانية المخفية.

جدول (٢) اليات انتاج الأفكار الجديدة في بحوث العينة

رقم	اسم البحث	الظاهرة	فرضيات التدخل في البحث	التفكير المضاد في البحث	ما ينبغي السؤال عنه في البحث
1	استخدام مؤشر NDBI وLDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب	تصحر	تظهر بصورة ضمنية أكثر من كونها اختبارية. البحث يتضمن فرضية تدخل ضمنية مفادها أن الحد من سوء استخدام الأرض، وضبط الزحف العمراني، وحماية الأراضي الزراعية، هي مداخل ضرورية لتخفيف التصحر. إلا أنه لا يبني سيناريوهات تدخل مقارنة، ولا يختبر ماذا سيحدث إذا تغير نمط التوسع الحضري، ولا تقارن بين بدائل إدارة أرض مختلفة. لذلك فالبحث لا يحتوي فرضية تدخل بالمعنى التجريبي الدقيق، لكنه يحتوي اتجاهًا تدخلًا ضمنيًا نابغًا من اعتبار الزحف العمراني عاملًا سلبيًا يجب كبحه	التفكير المضاد غائب عمليًا. البحث لا يسأل: ماذا لو لم يحدث التوسع الحضري في أبي غريب، هل كانت مظاهر التدهور ستفاد بالمستوى نفسه؟ ولا يسأل: هل يمكن أن ترتفع قيم LDI دون تغير كبير في NDBI؟ ولا يفحص: هل توجد مناطق ذات ضغط عمراني أعلى لكنها أقل تدهورًا، أو العكس؟ كما لا يختبر سيناريو معاكس مثل: إذا ثبت استعمال الأرض وتغيرت إدارة الري أو الملوحة، فهل سيبقى التدهور على حاله؟ لذلك فالبحث يعمل ضمن خط سببي أحادي الاتجاه تقريبًا: زيادة التحضر ثم تراجع الأراضي الزراعية ثم اتساع مظاهر التصحر، من دون تفكير احتمالات بديلة أو شروط وسيطة.	هل كل توسع عمراني يزيد التدهور بالدرجة نفسها، أم أن أثره يتغير بحسب نوع التربة، قرب شبكات الري، أنماط التجزئة الزراعية، أو كثافة الاستعمال السابق للأرض؟
2	التحليل الجغرافي لمظاهر التصحر في محافظة كركوك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية	تصحر	البحث يتضمن فرضيات تدخل بوضوح، وأكثر وضوحًا من كثير من البحوث السابقة. ليس فقط في التوصيات النهائية، بل في منطقة العام أيضًا؛ فهو يرى أن الحد من التصحر يتطلب تحسين إدارة الموارد المائية، حماية الغطاء النباتي، تطبيق الاستصلاح الزراعي المستدام، إعادة تأهيل المراعي، تنظيم الرعي، تحسين شبكات الصرف، ترشيد استخدام المياه الجوفية، تطوير المشاريع الإروانية، والحد من التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية. هذه تدخلات محددة وواضحة، وبعضها يتصل مباشرة بالمشكلات التي استعملها البحث. لكن يجب التمييز: هذه ليست فرضيات تدخل اختبارية داخل التصميم، بل هي مخرجات تطبيقية وسياسية مبنية على نتائج التشخيص. أي أن البحث يحتوي على تصور تدخل قوي، لكنه لا يختبره بوصفه فرضية علمية من نوع: إذا حسنت شبكات الصرف فستتخف نسبة التملح بمقدار معين.	التفكير المضاد في هذه الدراسة ضعيف أو محدود جدًا. البحث لا يسأل: ماذا لو لم يحدث استنزاف للمياه الجوفية، هل كانت مناطق الجنوب والغرب ستظل الأشد تدهورًا؟ ولا يختبر: هل يمكن أن تبقى بعض المناطق الزراعية مستقرة رغم ضعف المطر إذا كانت الإدارة المائية أفضل؟ كما لا يقارن بين سيناريوهات بديلة لمستقبل الأرض في حال تحسن الري أو توسع العمران أو تغير كثافة الغطاء النباتي. كذلك لا يعالج احتمال أن بعض المؤشرات قد تعكس نتيجة مشتركة لعوامل عدة لا عاملًا واحدًا. البحث يصف الواقع ويفسره ويوصي، لكنه لا يبني بنية ماذا لو أو سيناريوهات مقارنة أو اختبار فرضية بديلة تنافس الفرضية الأصلية. لذلك فالتفكير المضاد غائب منهجًا تقريبًا حتى لو كانت المادة تسمح به.	يمكن الانتقال من تشخيص المظاهر إلى اكتشاف أنماط السببية المكانية الخفية. فمثلًا، الدراسة تقول إن الجنوب والغرب أكثر تدهورًا، لكن يمكن أن يكون السؤال: هل السبب الرئيس في هذا التوزيع هو ندرة المياه، أم هشاشة التكوينات الجيولوجية، أم تداخل الاثنان مع ضغط الاستيطان؟ هل كل الأراضي ضعيفة الغطاء النباتي متدهورة للسبب نفسه؟ هل يمكن اقتراح تصنيفًا احتماليًا للبؤر الحرجة في كركوك: كبؤر يهيمن عليها العامل المائي، بؤر يهيمن عليها عامل التربة/الجيولوجيا، وبؤر يهيمن عليها الضغط البشري؟
3	قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر SPI القياسي للمواسم المطرية للمدة (٢٠١٢ - ٢٠٢٢)	جفاف	غير موجودة صراحة لكن ضمنيًا: - استخدام SPI للرصد المبكر هذا يمثل إمكان تدخل رقابي فقط وليس تدخل سببي	غائب بالكامل لا يتم طرح: - ماذا لو تغيرت إدارة المياه؟ - ماذا لو تغيرت الزراعة؟ لا يوجد أي سيناريو بديل	البحث يفترض أن: المطر يساوي المحدد الرئيسي للجفاف ما يسأل عنه: - دور الري- دور السحب الجوفي- دور السياسات المائية
٤	أثر العجز المائي والجفاف على المنطقة الممتدة بين محافظات القادسية والمثنى وذی قار	جفاف	في متن البحث توجد مقترحات للحد من الآثار، لكن هذه ليست فرضيات تدخل اختبارية، ومن العنوان نفسه كان يمكن أن تُبنى فرضية تدخلية أوضح، مثل: هل خفض العجز المائي بالإدارة أو الحصاد المائي أو إعادة توزيع الاستخدامات يحد من آثار الجفاف؟ لذا التقييم الأتي: موجودة ضمنيًا وليست مصاغة اختباريًا	التفكير المضاد غائب فعليًا في المتن، لأنه لا يختبر سيناريوهات بديلة مثل: ماذا لو بقي المناخ نفسه وتغيرت إدارة المياه؟ أو ماذا لو تغير توزيع الاستخدام الزراعي بين المحافظات؟	البحث يقيس العجز والجفاف جيدًا، لكنه لا يفكك بما يكفي متى يتحول العجز المائي المناخي إلى أثر أرضي فعلي؟ وما وزن الوساطة البشرية بينهما؟ ما يسأل عنه هو التمييز بين: العجز المناخي والعجز المدار بشريًا .
٥	أثر المتغيرات البشرية في تفاقم ظاهرة التصحر في	تصحر	في متن البحث: - توجد دعوات لإدارة الموارد بشكل أفضل- الحد من الرعي الجائر والتوسع العشوائي إذن توجد فرضيات تدخل ضمنية (سياسات/إدارة) ومن العنوان نفسه (أثر المتغيرات البشرية): يفترض	غائب في التطبيق لا يتم اختبار: - ماذا لو بقيت العوامل البشرية ثابتة؟ - ماذا لو تحسنت الإدارة مع نفس الظروف؟ غائب رغم إمكانية اشتقاقه مباشرة من العنوان	البحث يفترض أن العوامل البشرية هي المحرك الأساسي دون اختبار وزنها مقارنة بالمناخ. ما ينبغي السؤال عنه: - التفريق الكمي بين أثر كل عامل بشري- اختبار سيناريو: أي العوامل أكثر تأثيرًا؟

قضاء الرمادي - غرب العراق		أن تعديل هذا المتغيرات يمكن أن يخفف التصحر لكنه لم يختبر كفرضيات فعلية		
٦ تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق	جفاف	يتضمن البحث فرضيات تدخل ولكن في مستوى السياسات العامة والتكيف، لا في مستوى التجربة الاختبارية داخل التحليل في صفحة المشكلة والفرضية والأهداف يظهر بوضوح أن الباحث يربط نتائج البحث بالحاجة إلى دعم التخطيط المستدام ووضع سياسات واستراتيجيات للتكيف مع التغيرات المناخية وتقليل آثارها على القطاعات الحيوية. وفي المقترحات يدعو إلى سياسات استباقية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، والتخطيط الشامل للتكيف، وتطوير أنظمة صرف وإدارة مياه للتعامل مع الفيضانات والجفاف. هذا يعني أن البحث ليس خاليا تماما من البعد التدخل، لكنه لا يصوغ تدخلاتها بوصفها فرضيات قابلة للاختبار داخل التصميم البحثي؛ فلا يوجد مثلا اختبار لما إذا كانت زيادة كفاءة الصرف أو التخزين ستخفف أثر زيادة RX1day أو CDD في محطة بعينها. لذلك يمكن القول بدقة إن البحث يتضمن فرضيات تدخل ضمنية وصريحة في الاستنتاجات والمقترحات، لكنه لا يدمجها ضمن منطق تحليلي تجريبي أو شبه تجريبي.	التفكير المضاد موجود بدرجة محدودة جدا ومكبوت داخل بنية المؤشرات المعيارية، وليس حاضرا بوصفه أداة تحليل مستقلة. البحث لا يسأل مثلا: ماذا لو بقي المجموع السنوي للأمطار متقاربا لكن تغير توزيعها اليومي فقط، هل يبقى الخطر نفسه؟ أو: ماذا لو استخدمت محطات أكثر تمثيلا مكانيا بدل ثلاث محطات فقط، هل سنحصل على النمط نفسه؟ أو: ماذا لو فسرت التغيرات على انه تذبذب مناخي داخلي طويل الأمد لا أثر مباشر للتغير المناخي العالمي؟ كما انه لا يقارن سيناريوهات بديلة من نوع: هل انخفاض الأيام الممطرة في الموصل أخطر من ارتفاع شدة المطر في البصرة من حيث الأثر الفعلي على الأنظمة البيئية؟ وحتى حين يصمم الباحث مؤشر HDR/ASY الخاص به، لا يختبر كيف يمكن أن تتغير القراءة لو استبدل أو قورن بمؤشرات معيارية أخرى. لذلك فالتفكير المضاد هنا محدود جدا: هناك وعي بأن بنية المطر نفسها تتغير، لكن لا توجد محاولات فعلية لتوليد سيناريوهات منافسة أو شروط بديلة لتفسير النتائج. وهذا يجعل البحث قوي في التشخيص، لكنه أقل قوة في اختبار ماذا لو كان التفسير الآخر صحيحا؟	ليست المشكلة في انخفاض المطر السنوي وحده، بل في إعادة تركيب الإيقاع اليومي للطول بحيث تتركز الأمطار في أيام قليلة جدا وتتسع الفجوات الجافة بينهما، وهذا البنية الجديدة تختلف مكانيا بين الإقليم شبه الجاف والإقليم الصحراوي: هل بعض المؤشرات المعيارية الثمانية أكثر قدرة من غيرها على التنبؤ بالأثر البيئي الفعلي، أم أن العلاقات بينها تكشف تأثيرات مناخية جديدة لا تظهر بتحليل كل مؤشر منفردا؟
٧ تحليل جغرافي لظاهرة التصحر وأثرها في إنتاج التمور في محافظة بابل	تصحّر	يتضمن البحث فرضيات تدخل، ولكن في مستوى المقترحات التطبيقية لا في مستوى الاختبار البحثي المباشر. فهو في قسم المقترحات يدعو بوضوح إلى: خزن الموارد المائية السطحية وفق أسلوب علمي، التوسع في الري الحديث بالرش والتنقيط، الحد من زحف الكتلان الرملية بالتعاون مع المراكز البحثية وسن قوانين تمنع الرعي الجائر وقطع البساتين، الحد من الزحف العمراني على الأراضي الزراعية، إنشاء مراكز بحثية زراعية لإيجاد بذور محسنة، وتحقيق التكامل الزراعي-الصناعي لاستثمار فائض إنتاج التمور. هذه كلها أفكار تدخل واضحة وصريحة، لكنها ليست مدمجة في تصميم البحث على هيئة فرضيات قابلة للاختبار من نوع: إذا اعتمد الري بالتنقيط فستنخفض ملوحة التربة ويزداد إنتاج التمور. لذا فالبحث يتضمن فرضيات تدخل ضمنية وصريحة في التوصيات، لكنه لا يختبرها علميا داخل المنهج.	التفكير المضاد موجود بدرجة محدودة جدا، وليس بوصفه أداة لا يوجد ماذا لو لم يحدث التوسع العمراني؟ ماذا لو بقيت الحصص المائية مستقرة؟ ماذا لو تم ضبط الري المفرط؟ كما لا يختبر اختلافات مضادة بين وحدات إدارية متشابهة مناخيا ومختلفة إنتاجيا لتفسير السبب. ورغم وجود بيانات مكانية على مستوى النواحي والأضية، فإن البحث لا يستمرها لتوليد مقارنة شرطية أو سيناريو بديل. لذلك فالتفكير المضاد ضعيف ومحدود جدا؛ لأنه حاضر بوصفه إمكانية كامنة في المادة، لكنه غائب عمليا من التحليل.	هل التصحر في بابل يعمل عبر مسارات مختلفة تبعا لنوع النخيل أو نمط الري أو موضع الوحدة الإدارية داخل شبكة الانهار؟ وهل يمكن أن يحول البحث من سرد وصفي عام إلى اكتشاف سببية مكانية لمناطق يهيمن فيها السبب المناخي، ومناطق يهيمن فيها السبب البشري، ومناطق يظهر فيها تفاعل الاثنين.
٨ دراسة تقييمية لخطر التصحر في اسط باستخدام مؤشر الجفاف المناخي الصادر عن للجنة UNEP ٢٠٢٣-٢٠٠٢	تصحّر	يتضمن البحث فرضيات تدخل بصورة واضحة نسبيا، ولكن في مستوى التوصيات السياسية والإدارية لا في مستوى الفرضيات الاختبارية داخل النموذج. ففي نهاية البحث يوصي الباحث بتطبيق معيار SPI في المنطقة الوسطى والجنوبية لتحديد المناطق الأكثر جفافا واتخاذ نهج إصلاحي تجاهها، وإنشاء مؤسسات بحثية متخصصة بالجفاف، ورصد تطور الظاهرة باستمرار من خلال المراقبة المناخية وإنتاج خرائط دقيقة. هذا المقترحات تعني أن البحث لا يكتفي بوصف الظاهرة، بل يرى أن الكشف المبكر ورسم الخرائط والتنسيق بين الأنواع الجوية والموارد المائية يمكن أن يقللا من خطر التصحر. لكن مع ذلك، لا توجد داخل تصميم	التفكير المضاد ضعيف ومحدود جدا. البحث لا يسأل مثلا: ماذا لو كان ضعف الغطاء النباتي في بعض المناطق ناتجا عن استخدامات الأرض أو الضغط البشري لا عن الجفاف المناخي فقط؟ ولا يسأل: هل يمكن أن تُظهر منطقة ما خطر تصحر مرتفعا رغم قيم SPI أقل سوءا بسبب عامل آخر مثل الملوحة أو الإدارة المائية؟ كما لا يختبر: ماذا لو استُخدم مؤشر آخر أكثر حساسية للحرارة مثل SPEI بدل SPI، هل ستتغير خريطة الخطر؟ لا يختبر البحث الفرضية البديلة القائلة إن بعض المناطق قد تكون ذات جفاف مناخي متكرر لكن مرونة بيئية أعلى. لهذا فالتفكير المضاد هنا ليس معدوما من حيث الإمكان، لكنه	هل بدرة والعزيرية أكثر تعرضا فعلا لأن الجفاف فيها أشد، أم لأن البنية البيئية فيها أقل مرونة؟ هل يمكن تصنيف المناطق التي ذات جفاف مرتفع وخطر تصحر مرتفع، مناطق ذات جفاف مرتفع لكن خطر أقل من المتوقع، ومناطق ذات جفاف متوسط لكن خطر أعلى من المتوقع.

		البحث فرضيات تدخل من نوع: إذا تم تحسين إدارة المياه في بكرة فستتخفف درجة الخطر رغم ثبات الجفاف المناخي، أو إذا أُعيد تأهيل الغطاء النباتي فستضعف العلاقة بين SPI وخطر التصحر. لذلك فالبحث يحتوي على تصور تدخلي واضح، لكنه يبقى في مستوى التوصية التطبيقية العامة لا الاختبار العلمي المباشر.		غائب عملياً من بنية التحليل. البحث يتحرك في مسار واحد تقريباً: ارتفاع الجفاف المناخي وضعف الغطاء النباتي يمثل ارتفاع خطر التصحر.
٩	تحليل خواص المياه الجوفية والترتب وأثرها على ظاهرة التصحر في ناحية الصينية	البحث يتضمن فرضيات تدخل بوضوح نسبي، فالتوصيات ليست شكلية فقط، بل تستند مباشرة إلى النتائج المختبرية: إضافة المادة العضوية عبر الأسمدة البلدية والكمبوست، اعتماد محاصيل تغطية لتثبيت التربة، تنفيذ إجراءات لمعالجة التملح وتحسين نظام الصرف الزراعي واستخدام مياه ري ذات نوعية جيدة وتطبيق الري بالتقطيط، استخدام محسّنات للتربة مثل الكبريت الزراعي، دعم المزارعين بالإرشاد والتدريب، تعزيز برامج مكافحة التصحر والتشجير باستخدام نباتات مقاومة للجفاف والملوحة، وإدماج ناحية الصينية في خطط وطنية لإدارة الأراضي المتدهورة. هذا ليس مجرد أماني عامة، بل تدخلات عملية محددة نابعة من تشخيص المشكلة. لكن مع ذلك، تبقى خارج بنية الاختبار؛ أي أن البحث لا يختبر ماذا سيحدث لو أُضيفت المادة العضوية فعلاً، أو لو طُبق الصرف أو الري بالتقطيط لذلك فهو يحتوي فرضيات تدخل صريحة وذات مضمون تطبيقي، لكنها غير مختبرة داخل تصميم البحث.	تصحر	التفكير المضاد محدود، وإن كان المجال له مفتوحاً داخل المادة أكثر من دراسات المؤشرات المعيارية البحث لا يسأل مثلاً: ماذا لو كانت المياه الجوفية بهذه الخصائص نفسها لكن التربة أغنى بالمادة العضوية، هل سيبقى خطر التصحر بالمستوى نفسه؟ ولا يسأل: هل بعض المقاطعات تتدهور أساساً بسبب النسجة الرملية حتى لو كانت ملوحة الماء أقل؟ أو: ماذا لو حُسن الصرف الزراعي واستمر استخدام المياه نفسها، هل يكفي ذلك لتقليل الخطر؟ كما لا يختبر الفرضية البديلة القائلة إن بعض القيم المرتفعة مثل الكالسيوم قد تعكس مواد مصدرية جيولوجية أكثر من كونها سبب تصحر بحد ذاته. كذلك لا توجد مقارنة بين مواقع ذات خصائص مائية متقاربة وخصائص تربة مختلفة أو العكس لفصل الوزن النسبي لكل عامل. لذلك فالتفكير المضاد ليس حاضراً كمنهج، رغم أن طبيعة البيانات المختبرية والمكانية كانت تسمح ببنائه بسهولة أكبر من دراسات الجفاف المناخي.
١٠	تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر SPI	يقترح البحث تدخلات من نوع: إنشاء خزانات، تحسين إدارة الموارد المائية، تنظيم الجريان. هذا الفرضيات مبنية ضمناً على أن المشكلة هي نقص في العرض المائي، وليس خللاً في الإدارة أو التوزيع أو الاستهلاك، وبالتالي فهي حلول قد تعالج العرض دون معالجة الطلب	جفاف	البحث لا يبني أي سيناريو مضاد من النوع: ماذا لو بقيت الأمطار ثابتة وانخفض التصريف؟ ماذا لو زادت الأمطار ولم يتحسن الجريان؟ ماذا لو كان العامل الحاسم هو التبخر أو السحب البشري؟ غياب هذا الأسئلة يعني أن البحث لا يختبر بدائل سببية، بل يؤكد مساراً واحداً فقط
١١	مظاهر التصحر في ناحية حميرين وانعكاساته البيئية	يتضمن البحث فرضيات تدخل، ولكن في مستوى التوصيات العملية لا في مستوى الاختبار العلمي داخل المنهج. فهو يوصي بإنشاء مركز لمكافحة التصحر مزود بالأجهزة اللازمة للمراقبة، والحد من التوسع العمراني على حساب الأراضي الزراعية، ومعالجة مظاهر التصحر باستخدام الوسائل الحديثة والاستفادة من التجارب العالمية والعربية. كما أن فرضياته الفرعية نفسها تحمل بعداً تدخلياً ضمناً، لأنها تحدد مسارات يمكن عكسها: إذا كان الرعي الجائر والزحف العمراني وسوء استخدام مياه الري أسباباً، فهذا يعني ضمناً أن تنظيمها يمثل مجال تدخل. لكن البحث لا يختبر هذه التدخلات، ولا يبني سيناريو من نوع: ماذا لو تم الحد من التوسع العمراني؟ أو ماذا لو أُعيد تنظيم الري؟ لذلك فهو يتضمن توجهاً تدخلياً واضحاً، لكنه غير مثبت داخل تصميم البحث بوصفه فرضية قابلة للاختبار.	تصحر	التفكير المضاد ضعيف جداً. البحث يعترف بتعدد الأسباب، لكنه لا يستخدم هذا التعدد لاختبار احتمالات بديلة. فهو لا يسأل مثلاً: ماذا لو كانت التربة قابلة للتعرية والتوسع العمراني محدود، هل كان التصحر سيبلغ الدرجة نفسها؟ ولا يسأل: هل يمكن أن توجد مناطق جافة ومكشوفة لكنها أقل تصحراً بسبب قربها من النهر أو خصوبة تربتها؟ كذلك لا يسأل: هل كان من الممكن أن تتغير خريطة التصحر لو أعطى المناخ وزناً أعلى أو أدنى؟ بعبارة أخرى، البحث لا يمارس تفكيراً مضاداً من نوع ماذا لو تغير عامل واحد؟ بل يكفي ببناء خريطة نهائية على أساس الأوزان المختارة. لذا فالتفكير المضاد هنا محدود إلى حد الغياب المنهجي.
١٢	خصائص المواسم الجافة في العراق	لا يتضمن البحث فرضيات تدخل بالمعنى البحثي لا توجد في المتن فرضية من نوع: إذا حسنت إدارة المياه في محطة أو إقليم ما فستتخفف شدة الأثر رغم ثبات SPI. ولا يقترح البحث بدائل إدارة، أو سيناريوهات	الجفاف	التفكير المضاد ضعيف جداً أو غائب عملياً. البحث لا يسأل مثلاً: ماذا لو استخدم مؤشر آخر غير SPI يعتمد على الحرارة أو التبخر مثل SPI، هل سيتغير ترتيب المحطات أو تكرر المواسم الجافة؟ ولا
				أي المتغيرات أكثر تفسيراً لمظاهر التصحر في ناحية الصينية: ملوحة المياه الجوفية، أم TDS، أم المادة العضوية، أم النسجة، أم المسامية؟ إذ أنه ليست المياه الجوفية وحدها العامل الحاسم، بل تفاعلها مع نسجة التربة والمسامية هو الذي يحدد سرعة تراكم الأملاح وفقدان الخصوبة. كما يستطيع أن يكشف عنانقيد تدهور مختلفة: مواقع يكون فيها السبب الرئيس هيدروكيميائياً، وأخرى يكون فيها السبب البيئي هو النسجة الرملية وضعف الاحتفاظ بالماء، وثالثة يكون فيها العامل الإداري هو الأهم. والأهم من ذلك أنه يمكن أن يحول نتائج العينات المحدودة إلى نموذج احتمالي مكاني يتنبأ بأي الأجزاء أكثر عرضة لتسارع التصحر إذا استمر استخدام المياه الحالية، وأياً يمكن استعادته بتدخلات محددة. هذا النوع من التفكير غير موجود في البحث، لأنه تعامل مع مؤشرات معيارية منفصلة ثم جمعها تفسيرياً، بينما يمكن إعادة بناء علاقاتها بوصفها بنية سببية احتمالية لا مجرد قائمة مؤشرات متجاورة.
				البحث لا يستخدم نماذج سببية، أو تحليل تفكيك زمني. وبالتالي فهو لا يميز بين الترابط الإحصائي (Correlation) والعلاقة السببية (Causation)، ولا تستطيع فصل تأثير المناخ عن تأثير الإنسان
				أي هذه الطبقات أكثر تفسيراً فعلياً للتصحر في كل جزء من ناحية حميرين؟ هل هي الملوحة؟ أم التعرية الريحية؟ أم تغيرات استعمالات الأرض؟ أم قرب المنطقة من النهر؟ هل كل المناطق المصنفة تصحراً شديداً جداً تتدهور بالآلية نفسها؟ فبعضها قد يكون محكوماً بنسجة التربة والتعرية الريحية، وبعضها الآخر بالتوسع العمراني وتراجع النبات الطبيعي. هل الزيادة الكبيرة في الكثبان الرملية والانسيابات الرملية مقابل الانهيار الحاد في النبات الطبيعي نتيجة المناخ وحده؟ أم نتيجة تفاعل المناخ مع نمط استخدام الأرض؟ هذا النوع من التحليل لم يبنه البحث؛ لأنه استخدم GIS كتجميع طبقات، لا كأداة لاكتشاف أنماط سببية خفية.
				هل المحطات التي تظهر تكراراً أعلى للمواسم الجافة وفق SPI ليست بالضرورة الأكثر عرضة للخطر الفعلي؟ لأن الخطر الفعلي يتشكل من تفاعل المطر مع الحرارة والتبخر واستخدام المياه والغطاء النباتي. هل

<p>الجفاف الموسمي في العراق يتبع أنماطاً مكانية متكررة يمكن تجميعها في أقاليم جفاف خفية لا تتطابق مع الأقاليم المطرية التقليدية؟ هل الفصل الواحد لا يكفي لتفسير الجفاف وكم مرة حدث الجفاف؟ أي نوع من المواسم الجافة يتحول إلى أثر زراعي/مائي حقيقي، وأيها يبقى مجرد انحراف مطري إحصائي؟</p>	<p>يسأل: هل كانت المحطات الشمالية ستبدو أقل جفافاً لو قيس الجفاف بآثاره الزراعية أو المائية لا بتحرف المطر عن المعدل؟ كما لا يختبر سيناريوهات بديلة من نوع: ماذا لو تم تحليل الجفاف على مستوى سنوي بدل موسمي؟ أو على مقاييس ٣ و ٦ و ١٢ شهراً المختلفة التي يتيحها المؤشر نفسه؟ ولا يطرح سؤالاً من نوع: هل ارتفاع تكرار المواسم الجافة في المحطات عالية المطر يعني فعلاً هشاشة مائية أكبر، أم أنه أثر منهجي ناتج عن اعتماد SPI على المعدل المحلي؟ كل ذلك غائب. البحث يسير في خط واحد: تطبيق SPI ثم استخراج الفئات ثم تفسير الفروق مكاتباً وفصلياً. لذلك فالتفكير المضاد هنا ليس مستمراً، رغم أن المادة التي يقدمها البحث تتيح إمكانيات واسعة له. غياب هذا التفكير يجعل البحث قوي في الوصف، لكنه محدودة في فحص الفرضيات البديلة.</p>	<p>تخزين، أو محاصيل مقاومة، أو نظم إنذار مبكر قابلة للاختبار. هو يظل داخل حدود: تشخيص المواسم الجافة والرطوبة وتحديد تكرارها وشدتها. حتى فرضيات البحث المعلنة في الصفحات الأولى تظل وصفية: وجود تكرار للمواسم الجافة، تباينها فصلياً ومكاتباً، وندرة المواسم المتطرفة. لهذا فرضيات تحليلية عن خصائص الظاهرة، وليست فرضيات تدخل. لذلك يمكن القول بدقة إن البحث لا يحتوي فرضيات تدخل صريحة، بل يوفر قاعدة يمكن لاحقاً أن تُبنى عليها تدخلات.</p>	
<p>ما الذي يحكم تغير قرينة الجفاف فعلياً هل الارتفاع في الحرارة الصغرى أكثر تأثيراً في تغير القرينة من تغير الأمطار؟ هل توجد عتبات حرارية معينة تجعل نفس كمية المطر تنتج قيمة جفاف مختلفة؟ هل المدة ٢٠٠٥-٢٠٠٩ التي ظهرت كشبه رطبة تمثل شذوذاً مناخياً حقيقياً أم تعطفاً ضمن نمط دوري أطول؟ وهل يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي أن تكشف أن تغير الجفاف في السليمانية ليس خطأ بل يتبع انتقالات/نقاط تحول؟</p>	<p>التفكير المضاد غائب تقريباً. البحث لا يسأل: ماذا لو تغيرت الحرارة دون تغير معتبر في المطر؟ ولا يختبر: هل السلسلة الزمنية نفسها يمكن أن تُقرأ كتذبذب طبيعي وليس كاحتباس حراري؟ كما لا يجري أي مقارنة بين محطة السليمانية ومحطات مشابهة أو مختلفة لفحص ما إذا كان النمط محلياً أم إقليمياً. لذلك فالبحث يسير في اتجاه واحد: وجود احتباس حراري/تغير مناخي ثم تغير في العناصر المناخية ثم تغير في قرينة الجفاف. غياب التفكير المضاد هنا مهم جداً، لأنه يعني أن البحث لا يختبر الفرضية البديلة، بل ينظم الأدلة في اتجاه الفرضية الأصلية.</p>	<p>لا يتضمن البحث فرضيات تدخل بالمعنى الاختباري المباشر ولا يبني سيناريوهات تدخل مثل ماذا لو تغيرت إدارة المياه؟ ماذا لو زادت كفاءة التخزين؟ ماذا لو استُخدمت محاصيل أقل حساسية؟ لذلك لا توجد فرضية تدخل داخل البنية التحليلية، بل توجد فقط إحالة ضمنية إلى أهمية الاستعداد والتخزين وإدارة المياه في سنوات الجفاف. وهذه الإحالة لا ترقى إلى مستوى فرضية بحثية قابلة للاختبار داخل البحث نفسه.</p>	<p>١٣ الاحتباس الحراري وأثره في تغير قرينة الجفاف لدي مارتون في محطة السليمانية</p>
<p>أي المحاصيل أكثر حساسية للجفاف الحقيقي في بحر النجف؟ وهل كل تراجع في NDVI يعكس بنفس الدرجة على كل نوع محصول؟ ويمكن أن يولد فرضية أخرى: قد لا يكون مقدار المطر هو المحدد الأقوى، بل شكل الاعتماد على الجداول السطحية ونوع الري وملوحة التربة في كل مقطع زراعي. كما أن بعض البقع الزراعية حافظت على غطاء نباتي نسبي رغم الظروف العامة، فيولد سؤالاً جديداً: ما العوامل المحلية التي صنعت هذا المرونة؟ كذلك لا يوجد ربط بين التذبذب الكبير في مجموع الغطاء النباتي الصيفي وبين بنية الإرواء والمحاصيل ليقترح تصنيفاً جديداً وبالتالي تصنيف قائم على مناطق حساسة جداً، ومناطق مرنة، ومناطق متدهورة بنوبياً.</p>	<p>التفكير المضاد محدود جداً، لكنه ليس معدوم الإشارات. البحث لا يبني سيناريوهات مضادة منتهجة، لكنه يلّمح إلى بعض الحالات المخالفة التي كان يمكن أن تتحول إلى تفكير مضاد حقيقي كما لا يسأل: هل كل تراجع في NDVI ناجم عن الجفاف، أم أن جزءاً منه يعود إلى تغير نوع المحصول أو نمط الإرواء أو التوسع غير الزراعي؟ ولا يختبر: هل كان يمكن أن تبقى بعض المساحات منتجة لو تغيرت طريقة الري فقط؟ ولا يميز بين مواضع بقي فيها الغطاء النباتي قائماً رغم الضغط العام. لذلك فالتفكير المضاد هنا ممكن استخراجاً من المادة لكنه غير مستخدم منهجياً. وهذا تحديداً نقطة ضعف وفرصة في الوقت نفسه.</p>	<p>يتضمن البحث اتجاهات تدخلية ضمنية أكثر من احتوائه على فرضيات تدخل صريحة. فهو يناقش مصادر الإرواء وطرائق الري وينتقد الري بالأحواض بسبب الضائعات المائية والتبخّر وتراكم الملوحة، ويشير إلى مزايا الري بالتنقيط في الاقتصاد بالماء والحفاظ على رطوبة التربة وإمكانية استخدامه في التربة والمياه المالحة نسبياً. هذا في ذاته يحمل تصوراً تدخلياً واضحاً: تحسين إدارة الري يمكن أن يخفف أثر الجفاف على الزراعة. كما يوحي البحث بأن إصلاح المياض، وتحسين إدارة الجداول السطحية، وتقليل الاعتماد على المطر المتذبذب، كلها مسارات تدخلية مفهومة. لكن المشكلة أن هذه العناصر تبقى خارج البنية الاختبارية للبحث؛ فلا توجد صياغة من نوع: إذا تحولت المساحات المعتمدة على الري بالأحواض إلى التنقيط فسينخفض أثر الجفاف على الغطاء النباتي أو الإنتاج. لذلك لا يمكن اعتباره بحث تدخلية فعلياً، بل بحث يحتوي على بذور فرضيات تدخل كان يمكن تطويرها.</p>	<p>١٤ تأثير الجفاف على مساحات الزراعية ونتاجها لموسم الصيف في منطقة بحر النجف باستخدام مؤشر النباتي القياسي NDVI</p>

منهجية توليد الأفكار في البحوث باستعمال الذكاء الاصطناعي

ان اهم ما يمكن ان يتعامل معه الذكاء الاصطناعي بنجاح ضمن أي بحث هو (التفكير المضاد Counterfactual Thinking وفرضيات التدخل Intervention Hypotheses) فهذه المواضيع التي منها يمكن ان يستفيد الباحث من الذكاء الاصطناعي في استكمال بحثه بطريقة تفكير منظم او يستلهم أفكار بحثية جديدة. وبدون اليات التفكير هذه ستكون البحوث ذات افق محدود وربما ذات أخطاء منهجية تقلل من قيمة البحث.

ان الأساس الذي تقوم عليه اليات التفكير (التفكير المضاد وفرضيات التدخل) يعتمد على مدى استيعاب اساسيات الفكرة الاصلية لدى الباحث ومقدار ما يمكن ان يتوفر من بيانات تخص فكرته فعندما يريد الباحث ان يكتب في الجفاف مثلا عليه مبدئيا ان يتعرف على أنواع الجفاف وما العلاقة بينها وما هي البيانات التقليدية لها ومقدار ما يمكن ان يتوفر منها فعلا لان هذا البيانات هي التي تفرض حدود البحث وبالتالي حدود الأسئلة والفرضيات. فإذا افترض الباحث أنه يدرس الجفاف الزراعي (Agricultural Drought) ، فإن هذا النوع من الجفاف لا يُقاس فقط بالأمطار، بل يعتمد على تفاعل عدة عناصر، أهمها: رطوبة التربة والتبخر-نتح (Evapotranspiration) ودرجة الحرارة وخصائص التربة، بينما الاكتفاء ببيانات الأمطار فقط يعني أنه في الحقيقة يدرس الجفاف المناخي (Meteorological Drought) وليس الزراعي.

وفيما يلي مثال لما تم استحصله من اجوبة الذكاء الاصطناعي Chat GPT- Plus عما يمكن ان يستشف او يتم اقتراحه من أسئلة وفرضيات جديدة تتعلق بالبحث (قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمواسم المطرية للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢) اذ تم بناء مجموعة من الفرضيات قائمة على نفس محتويات البحث من مادة علمية وبيانات وكما يلي:

"أولاً: يمكن اقتراح فرضية حول دور العوامل الوسيطة في تحويل الجفاف المناخي إلى أثر فعلي. بما أن البحث يعتمد على الأمطار فقط، يمكن البناء عليها بسؤال:

هل توجد مناطق تتأثر أكثر بنقص الامطار عن غيرها؟

هذا السؤال يقود إلى بحث تفاعلي بين SPI ومتغيرات مثل:

- نوع التربة
- أنظمة الري
- كثافة الزراعة

والنتيجة المتوقعة ليست مجرد وصف، بل بناء نموذج يحدد الشروط التي تجعل الجفاف خطيراً أو غير خطير.

لماذا تظهر مناطق داخل نينوى أكثر مقاومة للجفاف رغم تعرضها لنفس الظروف المناخية؟

وهنا تظهر فرضية:

مقاومة الجفاف ليست مرتبطة بالمطر فقط، بل ببنية النظام المحلي (soil–water–land use system)

وهذا يفتح مجالاً لتحديد:

• مناطق مرنة (resilient zones)

• مناطق هشة (vulnerable zones)

ثانياً: يمكن تطوير فرضية زمنية تتعلق بـ الذاكرة البيئية للجفاف.

البحث يقيس الجفاف موسمياً، لكن يمكن طرح سؤال مختلف:

هل يتأثر النظام البيئي أو الزراعي موسمياً بالجفاف فقط، أم بتراكم سنوات الجفاف السابقة؟

وهنا تظهر فرضية جديدة:

تأثير الجفاف لا يعتمد فقط على قيمة SPI الحالية، بل على تسلسل زمني سابق (lag effect)

وهذا يفتح مجالاً لبحث ديناميكية:

• SPI سنة واحدة مقابل SPI تراكمي لعدة سنوات

• العلاقة بين التكرار الزمني للجفاف وشدة الأثر

ثالثاً: يمكن صياغة فرضية تتعلق ب عدم خطية العلاقة بين المطر والجفاف. البحث يفترض ضمناً علاقة مباشرة، لكن يمكن البناء عليها بسؤال:

هل هناك عتبات معينة في SPI ، بعدها يتغير سلوك النظام بشكل مفاجئ؟

وهنا تصيح الفرضية:

الجفاف لا يتطور تدريجياً، بل يحدث عبر نقاط تحول (Thresholds)

وهذا يقود إلى أبحاث في:

• تحديد القيم الحرجة ل SPI

• متى يتحول الجفاف من حالة قابلة للإدارة إلى حالة انهيار

رابعاً: يمكن بناء فرضية تطبيقية تتعلق ب إعادة توظيف SPI في التنبؤ وليس فقط الرصد. البحث يستخدم SPI للرصد، لكن يمكن تحويله إلى أداة تنبؤية:

هل يمكن استخدام SPI الحالي للتنبؤ بمناطق الخطر في الموسم القادم؟

وهنا تصيح الفرضية:

الأنماط السابقة ل SPI يمكن أن يستخدم لبناء نموذج تنبؤي للجفاف

وهذا يقود إلى:

• نماذج زمنية

• أو نماذج تعلم آلي تربط SPI بسلوك مستقبلي

ان إعادة النظر فيما اقترحتة هذا الأداة يمكن ان يكون له دور تمهيدي لإعادة التفكير بالأسئلة او بالفرضيات الموضوعة للبحث او بما يمكن ان يكون فكرة بحثية قابلة للبحث والقياس. وعليه فإن إنتاج الأفكار البحثية لا يعتمد على توفر أدوات متقدمة بقدر ما يعتمد على القدرة على إعادة النظر في المعطيات المتاحة، وطرح أسئلة تتجاوز المألوف، وبناء فرضيات يمكن اختبارها. وفي هذا الإطار، فإن استخدام الذكاء الاصطناعي أو أي أداة تحليلية متقدمة لا يكتسب قيمته إلا عندما يُدرج ضمن هذا المنطق، بوصفه وسيلة

لاكتشاف الأسئلة، وليس فقط للإجابة عنها وبالتالي فإن القيمة العلمية للأفكار التي يمكن أن ينتجها GeoAI يعتمد أساساً على قدرة الباحث في استنباط الأسئلة الصحيحة ووضع الفرضيات الملائمة لها ولا يمكن الركون إلى هذه الأدوات إلا عند التحقق من كل ما هو منطقي وقائم على الأدلة وليس ما هو مقنع فقط.

المقترحات والتوصيات:

١. توظيف GeoAI بوصفه إطاراً معرفياً لتوليد الأسئلة البحثية في دراسات الجفاف والتصحر.
٢. إعادة توجيه بحوث الجفاف والتصحر من القياس الوصفي إلى التحليل السببي، بحيث لا تبقى هذه الظواهر مختزلة بأدوات قياس مثل المؤشرات معيارية مثل SPI و SPEI.
٣. استعمال GeoAI لبناء أسئلة بحثية جديدة من خلال كشف الفجوات والتناقضات في الدراسات القائمة.
٤. بناء فرضيات تدخل لإعادة تركيب العلاقات بين المتغيرات المناخية والبشرية في الجفاف والتصحر وعدم الاكتفاء بالعلاقات الوصفية أو الارتباطية .
٥. تفعيل التفكير المضاد (Counterfactual Thinking) عبر اختبار سيناريوهات بديلة في دراسة الجفاف والتصحر، مثل تثبيت عامل وتغيير آخر، من أجل فهم أفضل للبنية السببية للظاهرة .
٦. إعادة بناء منطق البحوث نفسه في الدراسات الجغرافية الخاصة بالجفاف والتصحر، من خلال تشخيص العلاقات، وفصل أثر العوامل المختلفة، وبناء نماذج سببية متعددة المتغيرات.
٧. كشف العلاقات غير الخطية والأوزان النسبية للمتغيرات في الجفاف والتصحر، بدل افتراض أن كل تغير في الامطار ودرجات الحرارة يؤدي إلى النتيجة نفسها في كل مكان .
٨. اقتراح فرضية مناطق مرونة أو مقاومة ومناطق هشّة أو ضعف داخل المناطق المتأثرة بالجفاف والتصحر لانهما ظاهرتان نسبيتان ولا يمكن ان يكونا بمستوى واحد في كل أجزاء منطقة الدراسة .
٩. تطوير فرضيات زمنية للجفاف والتصحر لان أثرهما لا يعتمد فقط على قيمة المؤشرات الحالية، بل على تراكم سنوات الجفاف والتصحر السابقة وتسلسلها الزمني .
١٠. دراسة العتبات الحرجة للجفاف والتصحر، بحيث لا يفهم الجفاف والتصحر على أنهما في تطور تدريجي فقط، بل قد يتحول عبر نقاط تحول حرجة (Thresholds) من حالة قابلة للإدارة إلى حالة انهيار .

١١. إعادة توظيف المؤشرات المعيارية لتوظيفها في التنبؤ وليس الرصد فقط، عبر بناء نماذج ذاكرة يمكن أن تستخدم للتنبؤ بمناطق الخطر في المواسم اللاحقة.
١٢. عدم التعامل مع GeoAI كبديل عن الباحث، بل كأداة مساندة للتفكير العلمي.
١٣. التحقق من مخرجات الذكاء الاصطناعي على أساس الأدلة والمنطق العلمي.

المصادر:

١. احمد عياده خضير، شمس محمود مهدي، استخدام مؤشر NDBI وLDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب، مجلة مداد الآداب، مجلد ١٤ عدد العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية، ٢٠٢٤.
٢. أوس علي محمد، التحليل الجغرافي لمظاهر التصحر في محافظة كركوك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة دراسات في الانسانيات والعلوم التربوية، المجلد ٣ العدد ١٢، ٢٠٢٦.
٣. جاسم جهاد صايل، امير محمد خلف، أثر المتغيرات البشرية في تقادم ظاهرة التصحر في قضاء الرمادي - غرب العراق، مجلة الدراسات العلمية والتربوية، المجلد ٥ العدد ٢٦، ٢٠٢٥.
٤. خضر رشيد عبد الرحمن، قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمواسم المطرية للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢، مجلة التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل / المجلد ٦ / العدد ٢٢ / آذار / ٢٠٢٦.
٥. رافد صالح مهدي، تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق، مجلة واسط للعلوم الإنسانية، المجلد ٢١ العدد ١ الجزء الأول، ٢٠٢٥.
٦. رافع خضير إبراهيم، تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر SPI، مجلة الفارابي للعلوم الإنسانية، جامعة الفارابي، المجلد ٨ العدد ٣، ٢٠٢٥.
٧. رياض محمد فتحي، سرى بدر حسين، خصائص المواسم الجافة في العراق، مجلة التربية للعلوم الإنسانية / المجلد ٥ / عدد خاص / تموز ٢٠٢٥، ص ٥٠٣-٥٣٤.
٨. سرحان نعيم الخفاجي، منتظر كاظم خضير، أثر العجز المائي والجفاف على المنطقة الممتدة بين محافظات القادسية والثنى وذي قار، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية، ٢٠٢٥؛ ١٨:٧-١٧.
٩. عقيل حسن ياسر النجم، تحليل جغرافي لظاهرة التصحر وأثرها في إنتاج التمور في محافظة بابل، مجلة دراسات البصرة، المجلد ملحق العدد ٦٥ البصرة، العدد ١٩٩٤-٤٧٢١، ٢٠٢٦.
١٠. عمر عبد العزيز شحادة، دراسة تقييمية لخطر التصحر في واسط باستخدام مؤشر الجفاف المناخي الصادر عن UNEP للمدة ٢٠٠٢-٢٠٢٣، مجلة كركوك، المجلد الأول، العدد الثالث، ٢٠٢٥.

١١. محمد عمي عيج، علي مخلف سبع، تحليل خواص المياه الجوفية والترتب وأثرها على ظاهرة التصحر في ناحية الصينية، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد ٣٣ العدد ٢، ٢٠٢٦.
١٢. ميسرة عدنان عبد الرحمن، الاحتباس الحراري وأثره في تغير قرينة الجفاف لدي مارتين في محطة السليمانية، مجلة المستنصرية للعلوم الإنسانية، المجلد ٤ العدد ١، ٢٠٢٦.
١٣. نعمة رافع طالب، علي مخلف سبع، مظاهر التصحر في ناحية حميرين وانعكاساته البيئية، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد ٣٢ العدد ١٢ الجزء الثاني، ٢٠٢٥.
١٤. نهاد خضير كاظم الكنائي، زينب راوي سلطان الجبوري، تأثير الجفاف على المساحات الزراعية وإنتاجها لموسم الصيف في منطقة بحر النجف باستخدام مؤشر الغطاء النباتي القياسي (NDVI)، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية، العدد: ٣٦ السنة التاسعة عشرة: ٢٠٢٥.

هوامش البحث :

- ١ ميسرة عدنان عبد الرحمن، الاحتباس الحراري وأثره في تغير قرينة الجفاف لدي مارتين في محطة السليمانية، مجلة المستنصرية للعلوم الإنسانية، المجلد ٤ العدد ١، ٢٠٢٦، ص ٤٥٥-٤٦٨
- ٢ رافع صالح مهدي، تحليل تأثير التغير المناخي على الخصائص الكمية للأمطار والجفاف اليومية في العراق، مجلة واسط للعلوم الإنسانية، المجلد ٢١ العدد ١ الجزء الأول، ٢٠٢٥، ص ١٩٣-٢٢٧
- ٣ نعمة رافع طالب، علي مخلف سبع، مظاهر التصحر في ناحية حميرين وانعكاساته البيئية، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد ٣٢ العدد ١٢ الجزء الثاني، ٢٠٢٥، ص ٢٤٣-٢٦١
- ٤ خضر رشيد عبد الرحمن، قياس الجفاف الفصلي في محافظة نينوى باستخدام مؤشر المطر القياسي SPI للمواسم المطرية للمدة ٢٠١٢ - ٢٠٢٢، مجلة التربية للعلوم الإنسانية / جامعة الموصل / المجلد ٦ / العدد ٢٢ / آذار / ٢٠٢٦، ص ٨٥-١٢٠.
- ٥ رافع خضير إبراهيم، تقدير مستوى الجفاف في محافظة صلاح الدين باستخدام مؤشر SPI، مجلة الفارابي للعلوم الإنسانية، جامعة الفارابي، المجلد ٨ العدد ٣، ٢٠٢٥، ص ٣٠١-٣٠٨
- ٦ رياض محمد فتحي، سري بدر حسين، خصائص المواسم الجافة في العراق، مجلة التربية للعلوم الإنسانية / المجلد ٥ / عدد خاص / تموز ٢٠٢٥ م، ص ٥٠٣-٥٣٤
- ٧ عمر عبد العزيز شحادة، دراسة تقييمية لخطر التصحر في واسط باستخدام مؤشر الجفاف المناخي الصادر عن UNEP للمدة ٢٠٠٢-٢٠٢٣، مجلة كركوك، المجلد الأول العدد الثالث، ٢٠٢٥، ص ١٤٠-١٥٤
- ٨ سرحان نعيم الخفاجي، منتظر كاظم خضير، أثر العجز المائي والجفاف على المنطقة الممتدة بين محافظات القادسية والمثنى وذي قار، مجلة اوروك للعلوم الإنسانية، ٢٠٢٥؛ ١٨:٧-١٧، ص ٨-١٧

- ٩ محمد عمي عيج، علي مخلف سبع، تحليل خواص المياه الجوفية والترتب وأثرها على ظاهرة التصحر في ناحية الصينية، مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد ٣٣ العدد ٢، ٢٠٢٦، ص ٥٨-٧٨
- ١٠ عقيل حسن ياسر النجم، تحليل جغرافي لظاهرة التصحر وأثرها في إنتاج التمور في محافظة بابل، مجلة دراسات البصرة، المجلد ملحق العدد ٦٥ البصرة، العدد ١٩٩٤-٤٧٢١ (٢٠٢٦)، ص ٢٤٥-٢٨٠
- ١١ احمد عياده خضير، شمس محمود مهدي، استخدام مؤشر NDBI وLDI في مراقبة مظاهر التصحر في قضاء أبي غريب، مجلة مداد الآداب، مجلد ١٤ عدد العدد الخاص بمؤتمر قسم الجغرافية (٢٠٢٤)، ص ٢٢١-٢٤٥
- ١٢ أوس علي محمد، التحليل الجغرافي لمظاهر التصحر في محافظة كركوك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة دراسات في الانسانيات والعلوم التربوية، المجلد ٣ العدد ١٢، ٢٠٢٦، ص ٢٠٤٥-٢٠٦٣
- ١٣ نهاد خضير كاظم الكناني، زينب راوي سلطان الجبوري، تأثير الجفاف على المساحات الزراعية وإنتاجها لموسم الصيف في منطقة بحر النجف باستخدام مؤشر الغطاء النباتي القياسي (NDVI)، مجلة كلية التربية للبنات للعلوم الإنسانية، العدد: ٣٦ السنة التاسعة عشرة: ٢٠٢٥، ص ٤٢٧-٤٥٠
- ١٤ جاسم جهاد صايل، امير محمد خلف، أثر المتغيرات البشرية في تقادم ظاهرة التصحر في قضاء الرمادي - غرب العراق، مجلة الدراسات العلمية والتربوية، المجلد ٥ العدد ٢٦، ٢٠٢٥، ص ٢٩١-٣١٣
- ١٥ احمد عبادة خضير، شمس محمود مهدي، مصدر سابق، ص ٢٢١-٢٤٥

