

Arabian Gulf Journal of Humanities and Social Studies

ISSN: 3080-4086

الإصدار الخامس - العدد الثالث عشر || تاريخ الإصدار 2026-04-20



## التحولات الجغرافية البيئية القسرية في قطاع غزة: قراءة مكانية في انهيار أنظمة الموارد تحت الحصار طويل الأمد

### Forced Environmental-Geographical Transformations in the Gaza Strip: A Spatial Analysis of the Collapse of Resource Systems under Prolonged Blockade in Gaza Strip

د. هالة رزق الحرازين

Hala Rezeq Al Harazin

الأستاذ المساعد في الجغرافيا البيئية

جامعة الأقصى - قسم الجغرافيا

DOI: <https://doi.org/10.64355/agjhss5132>

مجلة خليج العرب للدراسات الإنسانية والاجتماعية || هذه المقالة مفتوحة المصدر موزعة بموجب شروط وأحكام ترخيص مؤسسة المشاع الإبداعي (CC BY-NC-SA)

Clarivate | ProQuest

Ulrichsweb™



ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER INTERNATIONAL CENTRE



Google Scholar

معرفة e-Marefa



شبكة المعلومات العربية التربوية shamaa Arab Educational Information Network

AskZad

ORCID

Connecting Research and Researchers

INTERNATIONAL Scientific Indexing

CC creative commons

### الملخص:

تناولت هذه الدراسة التحولات الجغرافية البيئية القسرية في قطاع غزة، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتحليل الإحصائي المكاني وهدفت الدراسة إلى رصد وتحليل التغيرات المكانية في أنظمة الموارد المائية والغطاء الأرضي والبنية التحتية الطاقية والبيئية، في ظل الحصار والعمليات العسكرية المتكررة.

أظهرت النتائج تدهوراً حاداً في نوعية المياه الجوفية، حيث تجاوزت تركيزات الكلوريدات الحدود الآمنة في أكثر من 90% من الآبار، كما فقد القطاع أكثر من 41% من أراضيه الزراعية خلال عقدين، مع تركيز أعلى نسب الفقد في المناطق القريبة من السياج الحدودي وكما كشفت الدراسة عن انهيار شبه كامل لشبكة الكهرباء، مما أدى إلى توقف محطات التحلية والمعالجة، وانتشار المولدات الأهلية الملوثة، وتراكم أكثر من 700 ألف طن من النفايات الصلبة وأظهر التحليل المكاني أن حوالي 52% من مساحة القطاع تقع ضمن فئات الهشاشة البيئية المرتفعة، مع علاقة قوية بين الكثافة السكانية وشدة التحولات البيئية.

**الكلمات المفتاحية:** التحولات البيئية القسرية، نظم المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، الموارد المائية، الأراضي الزراعية، الهشاشة البيئية، قطاع غزة، التحليل المكاني، الصمود البيئي.

### Abstract:

This study examined forced geo-environmental changes in the Gaza Strip using remote sensing techniques, geographic information systems, and spatial statistical analysis. The study aimed to monitor and analyze spatial changes in water resource systems, land cover, and energy and environmental infrastructure in the context of the blockade and repeated military operations.

The results revealed a sharp deterioration in groundwater quality, with chloride concentrations exceeding safe limits in more than 90% of wells. The sector also lost more than 41% of its agricultural land over two decades, with the highest rates of loss concentrated in areas near the border fence. The study also revealed a near-total collapse of the electricity grid, leading to the shutdown of desalination and treatment plants, the proliferation of polluting private generators, and the accumulation of more than 700,000 tons of solid waste. Spatial analysis showed that approximately 52% of the Strip's area falls within high environmental fragility categories, with a strong correlation between population density and the severity of environmental changes.

**Keywords:** forced environmental changes, geographic information systems, remote sensing, water resources, agricultural land, environmental vulnerability, Gaza Strip, spatial analysis, environmental resilience.

### المقدمة

يمثل قطاع غزة نموذجاً فريداً في الجغرافيا السياسية والبيئية المعاصرة، حيث يتعرض نظامه البيئي لضغوط غير مسبوقه نتيجة تفاعل معقد من العوامل الطبيعية والبشرية، يتصدرها الحصار الإسرائيلي المستمر منذ عام 2007، والذي حوّل القطاع إلى ما يمكن وصفه بـ"معمل مكثوف" للتحولات البيئية القسرية، فالتحول الجغرافي البيئي القسري (Forced Geo-Environmental Transformation) لا يقتصر على كونه ظاهرة طبيعية أو نتيجة حتمية للتطور العمراني، بل هو عملية مفروضة بفعل قوى خارجية تتجاوز قدرة الأنظمة المحلية على التكيف والمرونة.

تتجلى إشكالية البحث في أن قطاع غزة، بمساحته الضيقة (365 كم<sup>2</sup>) وكثافته السكانية المرتفعة (أكثر من 6000 نسمة/كم<sup>2</sup>)، يشهد انهياراً متسارعاً في أنظمة موارده الحيوية؛ فالمياه الجوفية التي تمثل المصدر الوحيد للمياه العذبة تعاني من تدهور نوعي حاد، حيث تجاوزت نسبة الكلوريدات في معظم الآبار الحدود الآمنة بثلاثة أضعاف، كما أن الأراضي الزراعية القريبة من الشريط الحدودي فقدت آلاف الدونمات بسبب عمليات التسوية والتجريف المتكررة وفي الوقت نفسه، تعاني البنية التحتية للطاقة من انهيار شبه كامل، إذ لا يتوفر الكهرباء إلا لساعات قليلة يومياً، مما أدى إلى اعتماد القطاع على المولدات الخاصة التي تزيد من التلوث البيئي، وتفرض عبئاً اقتصادياً إضافياً على السكان.

تشكل هذه التحولات مجتمعة ما يمكن تسميته بـ"حالة الطوارئ البيئية المزمنة"، حيث تتداخل عوامل الحصار مع التغير المناخي وسوء الإدارة المحلية والصراعات العسكرية المتكررة، لتنتج واقعاً بيئياً يختلف جوهرياً عن أي سياق جغرافي آخر ومن هنا تنبع إشكالية البحث في محاولة فهم هذه التحولات مكانياً، ليس بوصفها أحداثاً متفرقة، بل كنظام متكامل من العلاقات المكانية التي تعيد تشكيل قطاع غزة بوصفه كياناً جغرافياً متغيراً تحت الضغط.

يستند البحث في معالجة هذه الإشكالية إلى فرضية مركزية مفادها أن الحصار طويل الأمد لم يعد مجرد عامل خارجي مؤثر، بل تحول إلى "محرك جيومورفولوجي" بشري يعيد تشكيل العلاقات المكانية بين الإنسان والموارد في القطاع، مما يستدعي قراءة مكانية متعمقة تكشف عن أنماط التحول القسري وتحدد آليات اشتغاله عبر الزمان والمكان.

### التساؤلات الرئيسية والفرضيات

تتبلور مشكلة البحث في التساؤل الرئيس التالي: كيف يمكن قراءة التحولات الجغرافية البيئية القسرية في قطاع غزة مكانياً، وما أنماط انهيار أنظمة الموارد تحت تأثير الحصار طويل الأمد؟

وينبثق عن هذا التساؤل الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية:

1. ما أنماط التحول المكاني التي طرأت على نظام الموارد المائية في قطاع غزة خلال فترة الحصار، وكيف توزعت مناطق التدهور النوعي والكمي للمياه الجوفية؟
2. كيف أثر الحصار والعمليات العسكرية المتكررة على الغطاء الأرضي والاستخدامات الزراعية، وما الاتجاهات المكانية للتغير في المساحات المزروعة؟
3. ما العلاقة المكانية بين انهيار نظام الطاقة وتدهور البنية التحتية البيئية، وكيف يمكن قياس تأثير المولدات الأهلية على جودة الهواء؟
4. هل توجد أنماط مكانية مميزة للهشاشة البيئية في قطاع غزة، وما العوامل الأكثر تأثيراً في تحديد درجة هذه الهشاشة؟
5. كيف يمكن توظيف التحليل المكاني في رسم سياسات التكيف والتخفيف من آثار التحولات البيئية القسرية؟

وبناءً على هذه التساؤلات، تم صياغة الفرضيات التالية:

- **الفرضية الأولى:** توجد فروق مكانية جوهريّة في درجة تدهور الموارد المائية بين شمال القطاع وجنوبه، حيث تزداد حدة التدهور كلما اتجهنا جنوباً باتجاه وادي غزة.
- **الفرضية الثانية:** تركزت التحولات الأكثر حدة في الغطاء الأرضي في المناطق القريبة من السياج الحدودي الشرقي والشمال، حيث فقدت هذه المناطق أكثر من 30% من مساحتها الزراعية خلال فترة الحصار.
- **الفرضية الثالثة:** هناك علاقة ارتباطية موجبة بين كثافة استخدام المولدات الأهلية وارتفاع مؤشرات التلوث الهوائي في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.
- **الفرضية الرابعة:** يمكن تصنيف قطاع غزة إلى نطاقات مكانية متدرجة في الهشاشة البيئية، حيث تنصدر المناطق الشرقية والمحافظات الجنوبية قائمة المناطق الأكثر هشاشة.

### أهمية الدراسة

تتحدد أهمية الدراسة في جانبين رئيسيين؛ أكاديمياً، تسد الدراسة فجوة معرفية في الأدبيات الجغرافية العربية من خلال تقديم قراءة مكانية متكاملة للتحولات البيئية القسرية في غزة باستخدام أدوات التحليل المكاني الحديثة (GIS) والاستشعار عن بعد، كما تُطوّر إطاراً نظرياً يربط بين متغيرات الضغط (الحصار والصراع) والاستجابة (الهشاشة البيئية)، وتُشكل قاعدة بيانات مكانية موثقة للدراسات المستقبلية وتطبيقياً، تقدم الدراسة خرائط تحليلية ومؤشرات مكانية تدعم صناع القرار في تخطيط التدخلات الإنسانية وتوجيه جهود الإغاثة إلى المناطق الأكثر هشاشة، كما توفر رؤية متكاملة للتخطيط للتعافي وإعادة الإعمار، وتوثق الانتهاكات البيئية لدعم حقوق السكان في بيئة آمنة.

## حدود الدراسة

تلتزم الدراسة بالحدود التالية لضمان الدقة العلمية والتخصص المنهجي:

### أولاً: الحدود المكانية:

تقتصر الدراسة مكانياً على قطاع غزة (محافظاته الخمس) كوحدة متكاملة تحت حصار شامل، مما يجعله نموذجاً مثالياً لدراسة التحولات البيئية القسرية.

### ثانياً: الحدود الزمانية:

تمتد الحدود الزمانية للدراسة من 2007 إلى 2025، وهي الفترة التي أعقبت فرض الحصار الشامل على غزة، والتي شهدت ثلاث حروب كبرى وأثاراً مكانية بالغة على البيئة، مما يسمح برصد الاتجاهات الزمنية للتحولات البيئية القسرية.

### ثالثاً: الحدود الموضوعية:

تقتصر الدراسة موضوعياً على ثلاثة أنظمة موارد رئيسية متأثرة بالحصار منها نظام الموارد المائية (المياه الجوفية وشبكات المياه والصرف الصحي)، ونظام الغطاء الأرضي والاستخدامات الزراعية (التغيرات في المساحات الزراعية وتأثير العمليات العسكرية)، ونظام الطاقة والبنية التحتية البيئية (توفر الكهرباء والمولدات الأهلية وإدارة النفايات) ولا تتناول أنظمة الموارد الأخرى أو الجوانب السياسية والقانونية إلا كعوامل مؤثرة، مع التركيز على المستويين الكلي والوسيط في التحليل.

## الإطار النظري

### أولاً: مفهوم التحولات الجغرافية البيئية القسرية

يمثل مفهوم "التحولات الجغرافية البيئية القسرية" (Forced Geo-Environmental Transformations) إضافة نوعية في الأدبيات الجغرافية المعاصرة، حيث يتجاوز المفاهيم التقليدية للتغير البيئي التي كانت تركز على العوامل الطبيعية أو التطور التدريجي للأنشطة البشرية ويشير هذا المفهوم إلى العمليات المكانية التي تحدث نتيجة تدخلات قسرية خارجية تتجاوز قدرة النظام البيئي المحلي على التكيف أو المقاومة، مما يؤدي إلى إعادة تشكيل جذرية للعلاقات بين الإنسان والموارد في فترة زمنية قصيرة نسبياً.

تعود جذور هذا المفهوم إلى الدراسات التي تناولت "البيئات المتضررة من الصراعات" (Conflict-Affected Environments) و"الجيوبوليتيك البيئي" (Environmental Geopolitics)، حيث بدأ الباحثون في التسعينيات في الالتفات إلى أن النزاعات المسلحة والحصار لا تؤثر فقط في السكان، بل تعيد تشكيل النسيج الجغرافي للأراضي نفسها (Peluso & Watts, 2001) وقد طور هذا المفهوم لاحقاً في سياق دراسات الشرق الأوسط، خاصة في فلسطين، حيث أشارت دراسات (Weizman, 2007) إلى مفهوم "الهندسة العكسية" (Reverse Engineering) في تدمير البنية التحتية البيئية كأداة من أدوات السيطرة.

يمكن تفكيك مفهوم التحولات الجغرافية البيئية القسرية إلى ثلاثة أبعاد رئيسية:

**البعد الأول: القسرية (Forcedness)** لا تنشأ هذه التحولات كنتيجة طبيعية للتطور العمراني أو التغير الديموغرافي، بل تفرض من خلال آليات قسرية تشمل الحصار الاقتصادي، والعمليات العسكرية، والتدمير الممنهج للبنية التحتية، والسياسات الاستيطانية وفي حالة قطاع غزة، يمثل الحصار الإسرائيلي المستمر منذ 2007 أبرز مظاهر هذه القسرية، حيث تحول القطاع إلى ما وصفه بعض الباحثين بـ"السجن المفتوح" (Open Air Prison) الذي تخضع فيه البيئة نفسها لعملية عزل وتجويع منهجي. (Dana, 2015)

**البعد الثاني: الجغرافية (Geo-Environmental)** لا تقتصر التحولات على الجانب البيئي البحت (كالتلوث أو تدهور التربة)، بل تمتد لتشمل إعادة تشكيل العلاقات المكانية بين مكونات النظام البيئي والإنساني، فانهايار نظام المياه في غزة مثلاً لم يؤد فقط إلى تلوث المصادر المائية، بل أعاد توزيع السكان وفقاً لمدى توفر المياه، وأحدث تحولاً في أنماط الزراعة والصناعة، وغير من خريطة الفقر والهشاشة المكانية (Mason, 2021)

**البعد الثالث: التحول (Transformation)** يستخدم مصطلح "تحول" بدلاً من "تغير" للإشارة إلى عمق التغيير وجذريته، فهو لا يتعلق بتغيرات سطحية أو مؤقتة، بل بإعادة هيكلة كاملة للأنظمة البيئية قد تصل إلى درجة الانهيار الكامل ويشير (Swyngedouw, 2006) إلى أن التحولات

البيئية القسرية تؤدي إلى ظهور "طبيعة جديدة (New Nature)" تختلف جوهرياً عن الأنظمة البيئية السابقة، وهي طبيعة مشوهة ومختلة تحمل آثار الصدمات المتكررة.

في سياق قطاع غزة، تتجلى التحولات الجغرافية البيئية القسرية في مظاهر متعددة منها تحول نوعي للمياه الجوفية من مصدر حياة إلى مصدر خطر صحي، وتحول مكاني للأراضي الزراعية من مناطق إنتاج إلى مناطق عازلة وأراضي بور، وتحول وظيفي للبنية التحتية من خدمة المواطنين إلى أهداف للقصف والتدمير، وتحول ديموغرافي نتيجة موجات النزوح القسري المتكررة وهذه التحولات لا تحدث في فراغ، بل تعيد إنتاج الجغرافيا نفسها بوصفها نتاجاً لتفاعل القوى السياسية والاقتصادية والعسكرية على أرض الواقع.

### ثانياً: أنظمة الموارد وتصنيفها

يشكل مفهوم "أنظمة الموارد (Resource Systems)" الإطار التحليلي الأساسي لفهم كيفية تدفق الموارد وتوزيعها واستخدامها في الفضاء الجغرافي ويعرف (Ostrom, 2009) نظام الموارد بأنه "مجموعة من الوحدات المتجددة أو غير المتجددة التي تشكل مخزوناً مشتركاً، وتخضع لأنماط من الاستخدام والاستنزاف تتأثر بالعوامل الطبيعية والاجتماعية والمؤسسية" وتتميز أنظمة الموارد بخصائص مكانية تجعلها قابلة للتحليل الجغرافي، فهي تمتد عبر المساحات، وتتأثر بالخصائص الطبيعية للإقليم، وتخضع لأنماط من الوصول والتحكم ترتبط بالجغرافيا السياسية.

في سياق الدراسات الجغرافية البيئية، تصنف أنظمة الموارد عادة إلى ثلاثة مستويات:

**المستوى الأول: الموارد الأساسية** وهي الموارد الحيوية التي لا غنى عنها لاستمرار الحياة، وتشمل المياه والطاقة والتربة الزراعية وتشكل هذه الموارد البنية التحتية البيئية لأي مجتمع، وأي انهيار فيها يؤدي إلى انهيار متسلسل في باقي الأنظمة وفي قطاع غزة، تمثل المياه الجوفية المصدر الأساسي الوحيد للمياه العذبة، حيث تعتمد عليها الزراعة والصناعة والاستخدام المنزلي بنسبة تصل إلى 95% (UNEP, 2020) أما الطاقة، فتعتمد بشكل كامل على خطوط الكهرباء القادمة من إسرائيل ومصر، والمولدات الخاصة التي تعمل بالوقود الذي يدخل بكميات محدودة تحت الحصار.

**المستوى الثاني: الموارد الخدمية** وتشمل البنية التحتية التي تتيح الاستفادة من الموارد الأساسية، مثل شبكات المياه والصرف الصحي، ومحطات توليد الكهرباء، وشبكات الطرق. هذه الموارد هي الحلقة الوسيطة بين الموارد الطبيعية والاستخدام البشري، وتعتمد في استمراريتها على الاستثمار والصيانة والتطوير وفي غزة، تعاني الموارد الخدمية من تدهور شديد نتيجة الحصار الذي يمنع دخول مواد الإعمار وقطع الغيار، مما جعل شبكات المياه والصرف الصحي عرضة للانهايار المتكرر (Gisha, 2022).

**المستوى الثالث: الموارد الإنتاجية** وتشمل الأراضي الزراعية، والمناطق الصناعية، والثروة السمكية، وغيرها من الموارد التي تسهم في الإنتاج الاقتصادي والاكفاء الذاتي وتأثر هذا المستوى بشكل كبير في غزة نتيجة العمليات العسكرية المتكررة التي طالت الأراضي الزراعية والمنشآت الصناعية، بالإضافة إلى تقليص منطقة الصيد المسموح بها بحراً من قبل القوات البحرية الإسرائيلية. (OCHA, 2023)

تعتمد الدراسة الحالية في تحليلها لأنظمة الموارد في قطاع غزة على نموذج متكامل يربط بين هذه المستويات الثلاثة، حيث تفترض أن الانهيار في الموارد الأساسية (المياه والطاقة) يؤدي إلى انهيار متسلسل في الموارد الخدمية (الشبكات والبنية التحتية) ثم في الموارد الإنتاجية (الزراعة والصناعة)، وهو ما يشكل جوهر التحولات الجغرافية البيئية القسرية التي يشهدها القطاع.

### ثالثاً: نظرية الضغط – الاستجابة (Pressure-State-Response)

تعد نظرية الضغط – الاستجابة (Pressure-State-Response - PSR) أحد الأطر التحليلية الأكثر استخداماً في الدراسات البيئية المكانية، حيث تتيح فهماً متكاملاً للعلاقات بين الأنشطة البشرية والضغوط التي تمارسها على البيئة، وحالة البيئة الناتجة عن هذه الضغوط، واستجابات المجتمع والمؤسسات لمواجهة التحديات البيئية وطرقت هذه النظرية لأول مرة من قبل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD, 1993) ثم تبناها برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) كإطار أساسي لتقارير البيئة العالمية.

تتكون النظرية من ثلاثة مكونات رئيسة مترابطة:

**المكون الأول: الضغط** ويشير إلى الأنشطة البشرية والعمليات التي تمارس تأثيراً على البيئة، سواء بشكل مباشر (كالاستهلاك المفرط للموارد) أو غير مباشر (كالسياسات الاقتصادية والصراعات). يمكن تصنيف مصادر الضغط في قطاع غزة إلى ثلاث فئات رئيسية:

- ضغوط خارجية وتتمثل في الحصار الإسرائيلي الذي يحد من دخول المواد الأساسية، والعمليات العسكرية المتكررة التي تدمر البنية التحتية البيئية، والسياسات التي تحد من مساحة الأراضي المتاحة للاستخدام الفلسطيني.
  - ضغوط داخلية وتتمثل في النمو السكاني المتسارع (معدل نمو يزيد عن 3% سنوياً)، والكثافة السكانية المرتفعة، وضعف القدرات المؤسسية المحلية في إدارة الموارد.
  - ضغوط هيكلية وتتمثل في التبعية الاقتصادية للمصادر الخارجية في مجالات المياه والطاقة والغذاء، وضعف البنية التحتية المترامية منذ عقود، وغياب سياسات تنموية مستدامة في ظل الانقسام السياسي.
- المكون الثاني: الحالة** ويشير إلى حالة البيئة والموارد الطبيعية في لحظة زمنية معينة، نتيجة تراكم الضغوط السابقة ويمكن قياس حالة البيئة من خلال مجموعة من المؤشرات الكمية والنوعية، مثل:

- حالة الموارد المائية من حيث نوعية المياه الجوفية، منسوب المياه، حجم العجز المائي.
- حالة الغطاء الأرضي من حيث المساحات الزراعية، درجة التصحر، التغيير في الاستخدامات الأرضية.
- حالة البنية التحتية من حيث كفاءة شبكات المياه والصرف الصحي، توفر الكهرباء، إدارة النفايات.
- حالة التلوث من حيث مؤشرات جودة الهواء، تلوث التربة والمياه الساحلية.

في قطاع غزة، تشير المؤشرات المتاحة إلى تدهور حاد في حالة البيئة عبر جميع هذه المحاور، حيث تجاوزت نسبة الكلوريدات في المياه الجوفية 1000 ملغم/لتر في معظم المناطق (بحدود 250 ملغم/لتر وفق المعايير الدولية)، وفقد القطاع أكثر من 40% من أراضيه الزراعية القريبة من الحدود الشرقية خلال الحصار، ويعاني أكثر من 90% من السكان من انقطاع الكهرباء لساعات طويلة يومياً. (PCBS, 2023)

**المكون الثالث: الاستجابة** ويشير إلى الجهود التي تبذلها المؤسسات والمجتمعات للتعامل مع الضغوط وتحسين حالة البيئة وتشمل الاستجابات:

- استجابات تكيفية مثل حفر الآبار الخاصة، وشراء المولدات الكهربائية، واستخدام الطاقة الشمسية، وتحلية المياه، وهي استجابات فردية أو جماعية تهدف إلى التكيف مع الواقع القائم دون القدرة على تغيير أسبابه.
- استجابات علاجية مثل مشاريع تحلية المياه التي تنفذها المؤسسات الدولية، وإعادة تأهيل شبكات المياه والصرف الصحي بعد الحروب، وهي استجابات تعالج أعراض التدهور البيئي دون معالجة جذوره.
- استجابات تحويلية وتستهدف تغيير البنية الأساسية المسببة للضغوط، مثل جهود رفع الحصار دولياً، وتعزيز الصمود المجتمعي، وتطوير مصادر بديلة للطاقة والمياه.

تقدم هذه الدراسة تطبيقاً موسعاً لنظرية الضغط – الاستجابة في سياق قطاع غزة، حيث يتم تحليل كل من الضغوط الخارجية والداخلية التي تمارس على أنظمة الموارد، وقياس حالة هذه الأنظمة باستخدام مؤشرات مكانية وزمنية، وتقييم فعالية الاستجابات المختلفة في مواجهة التحولات البيئية القسرية ويتميز التطبيق الحالي بدمج البعد المكاني في التحليل، من خلال إنتاج خرائط توضح توزيع الضغوط والحالات والاستجابات عبر محافظات القطاع المختلفة.

## منهجية الدراسة

### أولاً: منهج الدراسة

تعتمد الدراسة على المنهج الكمي المكاني المتكامل الذي يجمع بين التحليل المكاني لدراسة توزيع الظواهر الجغرافية واتجاهاتها وعلاقتها، والاستشعار عن بعد لرصد التغيرات في الغطاء الأرضي والغطاء النباتي والتلوث البيئي عبر صور الأقمار الصناعية متعددة الأزمنة، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لبناء قاعدة بيانات مكانية متكاملة وإنتاج خرائط تحليلية ونماذج مكانية متقدمة مثل نموذج الهشاشة البيئية، وذلك بهدف تقديم قراءة مكانية دقيقة للتحولات الجغرافية البيئية القسرية في قطاع غزة.

## ثانياً: مصادر البيانات

اعتمدت الدراسة على التقارير الصادرة عن المنظمات الدولية والمؤسسات الرسمية كمصدر أساسي للبيانات الإحصائية الموثقة، ومن أبرزها تقارير برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) ومكتب تنسيق الشؤون الإنسانية (OCHA) ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، إلى جانب تقارير الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني (PCBS) وسلطة المياه الفلسطينية، بالإضافة إلى تقارير منظمات غير حكومية مثل "جيشا (Gisha)" و"بتسيلم (B'Tselem)" التي وثقت تأثير الحصار والعمليات العسكرية على البنية التحتية والموارد البيئية في قطاع غزة.

## ثالثاً: أدوات التحليل

تم توظيف أدوات التحليل النوعي لمعالجة البيانات، شملت تحليل المحتوى لاستخلاص الموضوعات الرئيسية من التقارير الدولية والمقابلات حول التحولات البيئية القسرية وآليات التكيف، وأساليب التثليل المنهجي للتحقق من صحة النتائج من خلال المقارنة بين مصادر البيانات الكمية والمكانية والنوعية وضمان اتساقها وتكاملها.

## رابعاً: نموذج الهشاشة البيئية المكاني:

تم تطوير نموذج مكاني لتقييم الهشاشة البيئية في قطاع غزة اعتماداً على أربعة أبعاد رئيسية (البيئي، البنيوي، السكاني، المكاني)، حيث تم ترجيح المؤشرات باستخدام التحليل الهرمي (AHP) بناءً على آراء الخبراء، ثم تجميعها عبر التحليل التراكمي في ArcGIS لإنتاج خريطة تصنف مناطق القطاع إلى خمس فئات من الهشاشة (منخفضة، متوسطة، مرتفعة، عالية جداً).

## الدراسة المكانية الأولى: تحولات الموارد المائية

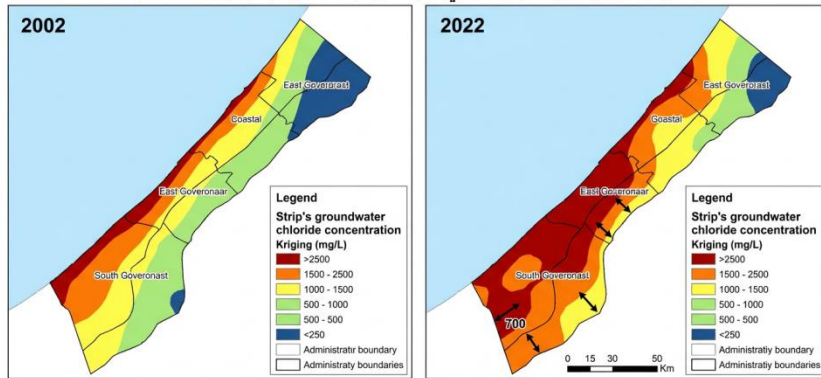
### أولاً: تدهور نوعية المياه الجوفية

تعد المياه الجوفية المصدر الرئيس للمياه العذبة في قطاع غزة، حيث يعتمد عليها أكثر من 95% من السكان، لكنها تعاني تدهوراً نوعياً حاداً ومنتساراً نتيجة تفاعل عوامل طبيعية كتسلسل مياه البحر وعوامل بشرية كاستخراج الجائر وتسرب مياه الصرف الصحي والأسمدة الزراعية.

### أنماط التوزيع المكاني للملوثات

كشفت الدراسات التي توظف نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني أن توزيع الملوثات في المياه الجوفية بغزة يتبع أنماطاً مكانية مرتبطة بالمسافة من البحر والكثافة السكانية، حيث أظهرت دراسة (El Baba et al., 2020) في دير البلح اتساع المنطقة غير الصالحة للشرب نحو الداخل بمعدل 700 متر خلال خمس سنوات، بينما أظهرت دراسة (Shomar et al., 2023) زيادة ملوحة المياه (الكلوريدات) بنسبة 30% خلال عقدين نتيجة الإفراط في الضخ، مقابل انخفاض تركيز النترات بنسبة 30% بفعل توسع شبكات الصرف الصحي.

(شكل 1) - توزيع تركيز الكلوريدات في المياه الجوفية - مقارنة زمنية (2002-2022)

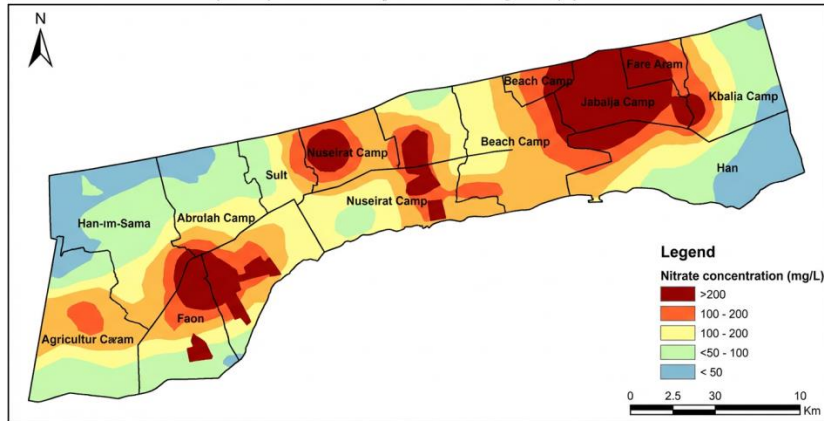


المصدر: سلطة المياه الفلسطينية (بيانات 150 بئرًا).  
طريقة الاستيفاء: (Kriging (ArcGIS).  
تحدد المناطق ذات التركيز >1000 ملغم/لتر بمعدل 700 متر نحو الداخل (2014-2009)

تظهر الخريطة الزمنية تمرداً للمناطق ذات التركيزات العالية من الكلوريدات من الشريط الساحلي نحو الداخل، حيث تجاوزت النسبة في عام 2022 أكثر من 90% من الآبار الحدود الآمنة، مع تسجيل أعلى التركيزات في محافظات غزة والشمال ودير البلح.

السنة	المناطق الأكثر تضرراً	متوسط (ملغم/لتر)	التركيز	الحد الأقصى (ملغم/لتر)
2002	الساحل (غزة، دير البلح)	450		1200
2014	امتداد داخلي 700م	850		2100
2022	معظم المحافظات الساحلية	1200		2800

الشكل (2): توزيع تركيز النترات في المياه الجوفية (2022)



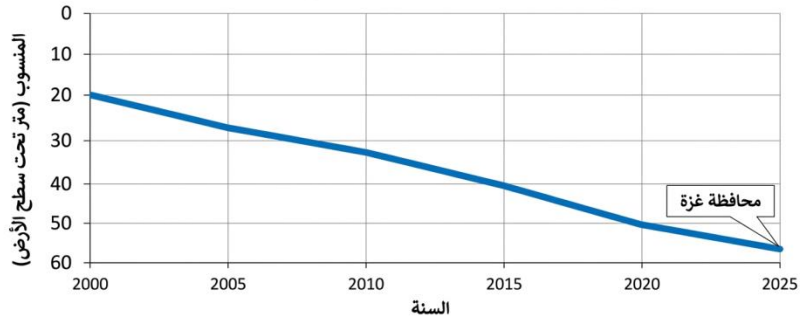
أظهرت خرائط النترات أن المناطق الأكثر تضرراً تركزت في المناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة (مخيمات اللاجئين) والمناطق الزراعية المكثفة، حيث ساهم تسرب الأسمدة ومياه الصرف الصحي في ارتفاع التركيزات إلى مستويات خطيرة تتجاوز الحدود المسموح بها بسبعة أضعاف في بعض الآبار.

السنة	المناطق الأكثر تضرراً	متوسط (ملغم/لتر)	التركيز	الحد الأقصى (ملغم/لتر)
2002	المناطق ذات الكثافة السكانية العالية	120		350
2014	توسع جغرافي	100		400
2022	استقرار نسبي مع انخفاض	85		365

ثانياً: انخفاض منسوب المياه الجوفية

يعاني الخزان الجوفي الساحلي لقطاع غزة من عجز مائي حاد نتيجة الإفراط في الضخ الذي يتجاوز معدلات التغذية الطبيعية وتشير تقديرات سلطة المياه الفلسطينية إلى أن معدل التغذية الطبيعية للخزان يبلغ حوالي 55 مليون متر مكعب سنوياً، في حين يصل حجم الضخ السنوي إلى أكثر من 180 مليون متر مكعب، أي ما يزيد عن ثلاثة أضعاف معدل التغذية.

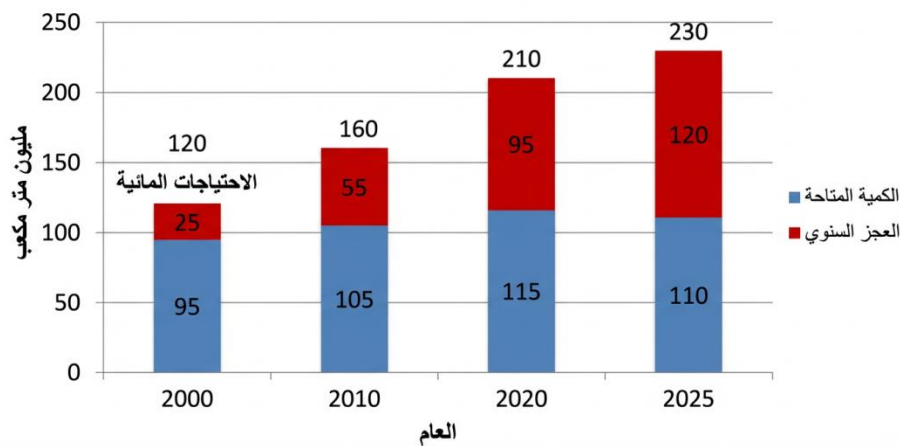
الرسم البياني (1): تطور منسوب المياه الجوفية في قطاع غزة (2000-2025)



يوضح الرسم البياني الاتجاه التنازلي المستمر لمنسوب المياه الجوفية، حيث انخفض المنسوب من حوالي 20 متراً تحت سطح الأرض في عام 2000 إلى أكثر من 50 متراً في عام 2025 في المناطق الأكثر تضرراً، خاصة في محافظتي غزة والشمال.

العام	الاحتياجات المائية	الكمية المتاحة	العجز السنوي
2000	120	95	25-
2010	160	105	55-
2020	210	115	95-
2025	230	110	120-

الرسم البياني (2): العجز المائي السنوي في قطاع غزة (مليون متر مكعب)



تظهر البيانات أن العجز المائي تضاعف بأكثر من أربعة أضعاف خلال ربع قرن، وهو ما أدى إلى تفاقم الاعتماد على المياه المحلاة (بتكلفة عالية) والمياه المشتراة من القطاع الخاص، والتي لا تلي إلا جزءاً بسيطاً من الاحتياجات الفعلية للسكان.

ثالثاً: تأثير الحصار على البنية التحتية للمياه

جدول زمني لأزمات قطاع المياه

يعاني قطاع المياه في غزة من أزمة متراكمة تفاقمت بفعل الحصار الإسرائيلي المستمر منذ عام 2007، والذي حدّ من إدخال مواد الإعمار وقطع الغيار اللازمة لصيانة وتطوير شبكات المياه والصرف الصحي. كما أدت العمليات العسكرية المتكررة إلى تدمير ممنهج لهذه البنية التحتية الحيوية.

### الجدول الزمني لأبرز أزمات قطاع المياه في غزة

السنة	الحدث	الآثار على البنية التحتية للمياه
2007	فرض الحصار الشامل	منع إدخال مواد الإعمار وقطع التيار، توقف مشاريع التطوير
2008-2009	الحرب على غزة (العدوان "الرصاصة المصوب")	تدمير شبكات المياه في المناطق الحدودية والشرقية
2014	الحرب على غزة (العدوان "العصف المأكول")	تدمير 3 آبار مياه، إتلاف 50 كم من شبكات المياه والصرف
2021	الحرب على غزة (العدوان "سيف القدس")	تدمير 4 آبار، تضرر 80 كم من الشبكات
2023-2025	الحرب على غزة (العدوان المستمر)	تدمير واسع غير مسبوق للبنية التحتية
2025	مرحلة ما بعد الحرب	تدمير 75% من شبكات المياه (300 من 400 كم في خان يونس)

### التأثيرات التراكمية للحصار

أولاً: منع إدخال المعدات منذ عام 2007، لم يُسمح بدخول أي معدات جديدة لاستخراج المياه أو إعادة تأهيل الشبكات، مما أدى إلى تآكل المعدات القائمة ووصولها لمرحلة متقدمة من الاستهلاك.

ثانياً: تدمير محطات المياه والصرف الصحي خلال الحرب الأخيرة، تعطلت 65 محطة ضخ ومنشأة لمعالجة مياه الصرف الصحي بشكل كامل، ما أدى إلى تدفق مياه الصرف غير المعالجة في الشوارع وتسربها للخزان الجوفي.

ثالثاً: انهيار الشبكات في مدينة خان يونس، دُمّر 300 كم من أصل 400 كم من شبكات المياه، و220 كم من أصل 300 كم من شبكات الصرف الصحي، مما تسبب في انقطاع شبه كامل للخدمات.

رابعاً: تلوث البحر تصريف حوالي 100,000 متر مكعب يومياً من مياه الصرف غير المعالجة في البحر المتوسط، مما أثر على السواحل الفلسطينية والإسرائيلية والمصرية.

خامساً: المخاطر الصحية وفقاً لمنظمة الصحة العالمية، 96% من مياه الآبار في غزة غير صالحة للشرب أو الري، مما أدى إلى ارتفاع الأمراض المعوية، الجفاف، مشاكل الكلى، و"متلازمة الطفل الأزرق".

### الدراسة المكانية الثانية: تحولات الغطاء الأرضي والاستخدامات الزراعية

#### أولاً: تآكل الأراضي الزراعية القريبة من السياج الحدودي

تمثل الأراضي الزراعية في قطاع غزة ثروة وطنية حيوية، حيث تشكل حوالي 41% من المساحة الإجمالية للقطاع (150 كم<sup>2</sup> من أصل 365 كم<sup>2</sup>) وقد تعرضت هذه الأراضي لتآكل متسارع نتيجة ممارسات متعددة، أبرزها العمليات العسكرية المتكررة، والتجريف الممنهج للمناطق القريبة من السياج الحدودي، والحصار الذي حدّ من وصول المزارعين إلى أراضيهم.

#### مقارنة للتغيرات في الغطاء الأرضي (2005-2025)

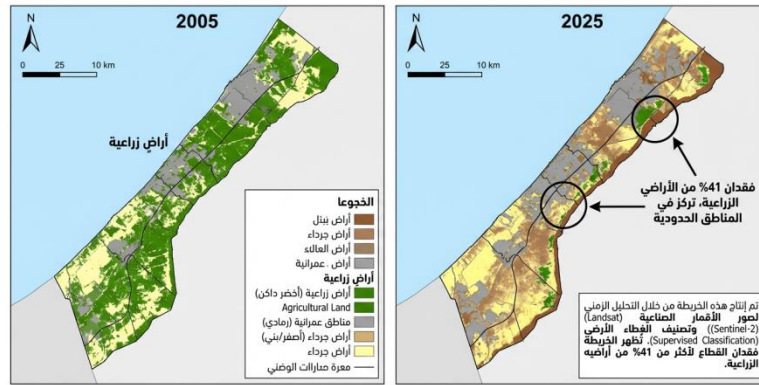
اعتمدت الدراسة في تحليل التغيرات في الغطاء الأرضي على صور الأقمار الصناعية متعددة الأزمنة (Landsat و Sentinel-2) وعلى تقارير منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (FAO) ووحدة الأمم المتحدة لتطبيقات الأقمار الصناعية (UNOSAT)

### تطور الأراضي الزراعية في قطاع غزة (2005-2025)

المنطقة	المساحة الزراعية 2005 (كم <sup>2</sup> )	المساحة الزراعية 2015 (كم <sup>2</sup> )	المساحة الزراعية 2025 (كم <sup>2</sup> )	نسبة التغير
شمال غزة	35.2	32.1	18.5	-47.4%
محافظة غزة	28.5	26.8	15.2	-46.7%
دير البلح	18.3	17.1	11.4	-37.7%
خان يونس	32.5	30.4	19.8	-39.1%
رفح	19.8	18.2	13.2	-33.3%
الإجمالي	134.3	124.6	78.1	-41.8%

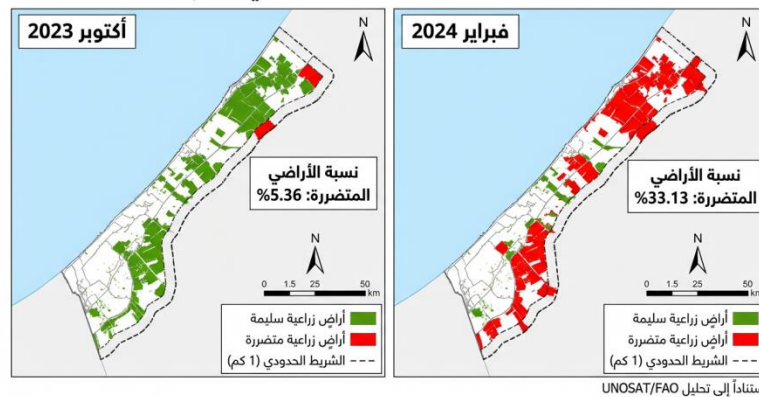
المصدر: تحليل صور الأقمار الصناعية، FAO، UNOSAT، 2025

الخريطة (3): تطور الأراضي الزراعية في قطاع غزة (2005-2025)



تُظهر الخريطة المقارنة فقدان القطاع لأكثر من 41% من أراضيه الزراعية خلال عقدين من الزمن، مع تركيز أعلى نسب الفقد في المحافظات الشمالية (شمال غزة وغزة) التي تقع على مقربة من السياج الحدودي والمناطق التي شهدت عمليات عسكرية متكررة.

الخريطة (4): المناطق المتضررة ضمن الشريط الحدودي (1 كم من خط الهدنة)



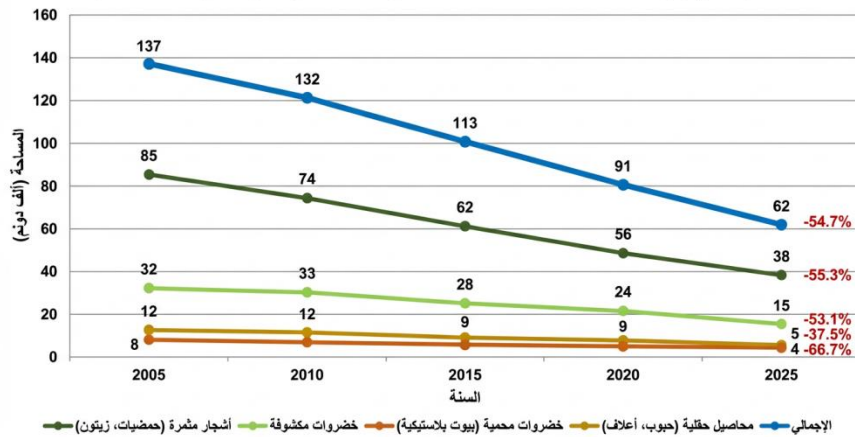
وفقاً لتحليل UNOSAT الذي ركز على شريط بعرض 1 كم من خط الهدنة (السياج الحدودي)، أظهرت النتائج أن نسبة الأراضي الزراعية المتضررة في هذا الشريط ارتفعت من 5.36% في أكتوبر 2023 إلى 33.13% في فبراير 2024، وهو مؤشر على سرعة وتيرة التدمير في هذه المناطق الحساسة.

## ثانياً: تحولات المساحات المزروعة

### الرسوم البيانية وجدول إحصائي للتغيرات في الإنتاج الزراعي

شهدت المساحات المزروعة وأنماط الزراعة في قطاع غزة تحولات جوهرية نتيجة تدهور نوعية المياه، وتدمير الآبار الزراعية، ومنع دخول المدخلات الزراعية (الأسمدة، المبيدات، البذور)، وتقييد حركة المزارعين.

الرسم البياني (3): تطور المساحات المزروعة حسب نوع المحصول في قطاع غزة (2005-2025)

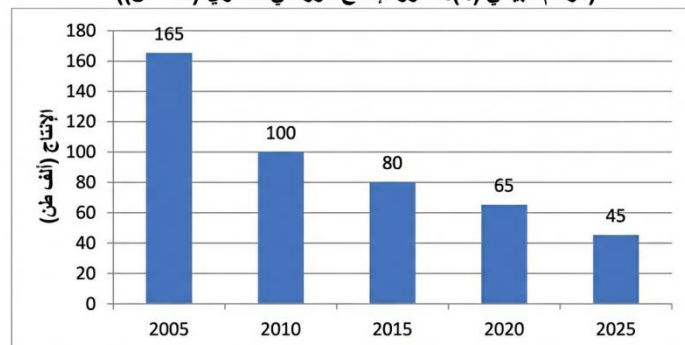


نوع المحصول	2005	2010	2015	2020	2025	نسبة التغير (2005-2025)
أشجار مثمرة (حمضيات، زيتون)	85	78	65	52	38	-55.3%
خضروات مكشوفة	32	30	28	22	15	-53.1%
خضروات محمية (بيوت بلاستيكية)	8	9	10	9	5	-37.5%
محاصيل حقلية (حبوب، أعلاف)	12	10	8	6	4	-66.7%
الإجمالي	137	127	111	89	62	-54.7%

المصدر: الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني (PCBS)، وزارة الزراعة الفلسطينية، 2024

يظهر الجدول أن إجمالي المساحات المزروعة في القطاع تقلص بنسبة 54.7% خلال عقدين، مع تسجيل أعلى نسب تراجع في المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة التي تعتمد بشكل أكبر على مياه الري الزراعي.

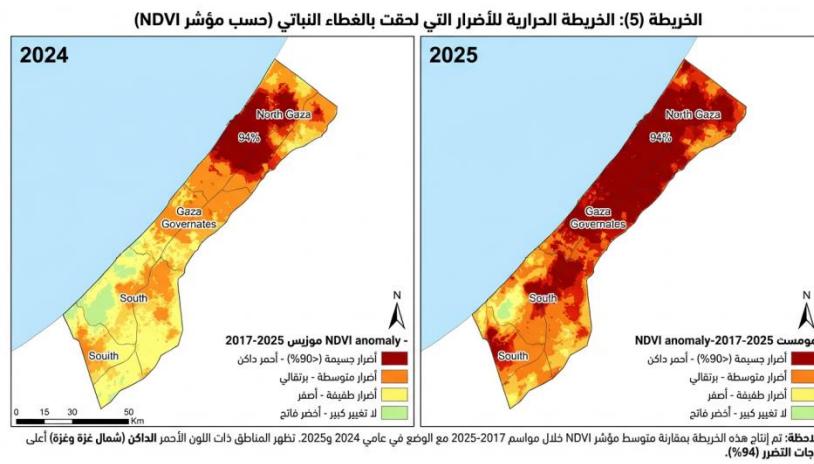
الرسم البياني (4): تطور الإنتاج الزراعي السنوي (ألف طن)



يوضح الرسم البياني التالي تطور الإنتاج الزراعي الإجمالي في قطاع غزة انخفاض الإنتاج الزراعي الإجمالي من حوالي 165 ألف طن في عام 2005 إلى أقل من 55 ألف طن في عام 2025، أي بتراجع بلغ 67%، وهو تراجع يفوق نسبة التراجع في المساحات المزروعة (55%)، مما يشير إلى انخفاض في إنتاجية الدونم الواحد نتيجة تدهور جودة التربة والمياه.

### ثالثاً: تأثير العمليات العسكرية على الغطاء النباتي

شهدت الحرب الأخيرة على قطاع غزة (أكتوبر 2023 – 2025) تدميراً واسعاً وغير مسبوق للقطاع الزراعي، حيث استخدمت القوات الإسرائيلية عمليات التجريف والتسوية والقصف المدفعي والجوي بشكل مكثف في المناطق الزراعية، خاصة على طول السياج الحدودي وفي المناطق التي شهدت عمليات عسكرية برية.



اعتمدت الدراسة في إنتاج الخريطة الحرارية على تحليل مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) من صور القمر الصناعي-Sentinel-2، ومقارنة متوسط المؤشر خلال مواسم 2025-2017 مع الوضع في عامي 2024 و2025.

المحافظة	نسبة الأراضي الزراعية المتضررة (يوليو 2024)	نسبة الأراضي الزراعية المتضررة (يوليو 2025)	التغير
شمال غزة	91%	94%	3%+
غزة	86%	88%	2%+
دير البلح	79%	81%	2%+
خان يونس	80%	84%	4%+
رفح	67%	74%	7%+

المصدر: UNOSAT/FAO ، تقييم أضرار الأراضي الزراعية، يوليو 2025

تُظهر الخريطة الحرارية أن نسبة الأراضي الزراعية التي تعرضت لتدهور حاد في صحة وكثافة الغطاء النباتي بلغت 86% على مستوى القطاع في يوليو 2025، مقارنة بمتوسط السنوات السبع السابقة وقد سجلت محافظة شمال غزة أعلى نسبة تضرر (94%)، تليها محافظة غزة (88%)، ثم خان يونس (84%)، بينما سجلت رفح أدنى نسبة (74%) لكنها شهدت أكبر زيادة في وتيرة التدمير خلال عام 2025.

### الأضرار التفصيلية حسب نوع الاستخدام الزراعي

وفقاً لتحليل UNOSAT/FAO الذي نُشر في يوليو 2025، توزعت الأضرار حسب نوع الغطاء النباتي على النحو التالي:

#### الجدول (4): الأضرار التي لحقت بالغطاء النباتي حسب النوع (يوليو 2025)

نوع الغطاء النباتي	المساحة الكلية (كم <sup>2</sup> )	المساحة المتضررة (كم <sup>2</sup> )	نسبة التضرر
أشجار مثمرة وبساتين	82	71	86.60%
محاصيل حقلية	42	36	85.70%
خضروات	26	22	84.60%
الإجمالي	150	129	86.00%

#### المصدر UNOSAT/FAO ، تقييم أضرار الأراضي الزراعية، يوليو 2025

#### التأثيرات النوعية للعمليات العسكرية على الزراعة

أولاً: التجريف والتمهيد العسكري حيث جُرفت آلاف الدونمات من الأراضي الزراعية القريبة من السياج الحدودي، مع اقتلاع الأشجار المثمرة وتدمير شبكات الري وتسوية الأرض بالكامل.

ثانياً: تدمير البيوت البلاستيكية حيث دُمّرت آلاف الأنفاق الزراعية بشكل كامل أو جزئي، خاصة في المناطق الشمالية، مما أدى إلى خسارة موسم زراعي كامل في وقت الذروة للإنتاج الزراعي.

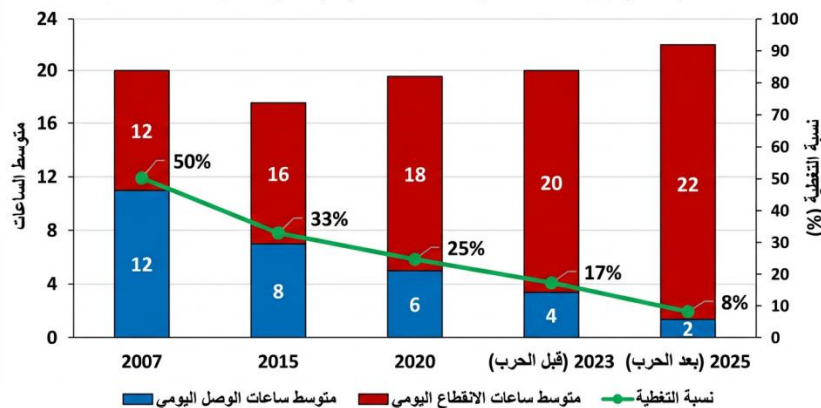
ثالثاً: تلوث التربة أدى القصف المكثف واستخدام القنابل الثقيلة إلى تلوث التربة بالمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السامة، مما يجعل استصلاحها عملية طويلة ومعقدة.

رابعاً: تدمير البنية التحتية الزراعية حيث تعرضت شبكات الري ومستودعات التخزين ومحطات التعبئة ومعاصر الزيتون للتدمير، مما شل القدرة على مواصلة النشاط الزراعي حتى خارج مناطق التجريف المباشر.

#### الدراسة المكانية الثالثة: تحولات النظام الطاقوي والبيئي

شهد قطاع الكهرباء في غزة انهياراً غير مسبوق نتيجة الحرب والحصار، حيث انخفضت قدرة التوليد بأكثر من 80% وفقاً لمعهد عربية للدراسات البيئية، لم تعد الكهرباء متاحة لأكثر من ساعتين يومياً في معظم المناطق، مع انقطاعات تصل إلى 22 ساعة يومياً في بعض الأحياء.

الرسم البياني (5): تطور انقطاع الكهرباء اليومي في قطاع غزة (2007-2025)



السنة	متوسط اليومي	ساعات الوصول	متوسط اليومي	ساعات الانقطاع	نسبة التغطية
2007	12		12		50%
2015	8		16		33%
2020	6		18		25%
( 2023 قبل الحرب )	4		20		17%
( 2025 بعد الحرب )	2		22		8%

المصدر: تقرير معهد عربية للدراسات البيئية، 2025

تأثير انهيار الكهرباء على البنية التحتية البيئية

أدى انقطاع الكهرباء المستمر إلى توقف جميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي عن العمل بشكل كامل، حيث أوضح تقرير معهد عربية أن ذلك أجبر السكان على تصريف مياه الصرف غير المعالجة في بحيرات مكشوفة مؤقتة تهدد بفيضان الشوارع والمنازل، كما تتسرب إلى الخزان الجوفي الساحلي المشترك وفي الوقت نفسه، تعمل محطات تحلية المياه بطاقة لا تتجاوز 15% إلى 50% من قدرتها التصميمية نتيجة نقص الوقود اللازم لتشغيل المولدات، مما أدى إلى انخفاض حاد في كمية المياه الصالحة للشرب المتاحة للسكان وكما توقف أكثر من 65 محطة ضخ ومنتشة لمعالجة مياه الصرف الصحي عن العمل بشكل كامل، مما تسبب في تدفق مياه الصرف الصحي في الشوارع وتسربها إلى الخزان الجوفي.

المناطق الأكثر تضرراً من انقطاع الكهرباء وتأثيرها على البنية التحتية

المحافظة	عدد محطات الضخ المعطلة	نسبة انقطاع الكهرباء اليومي	تأثير على شبكات المياه
شمال غزة	18	92%	انقطاع شبه كامل
غزة	22	90%	انقطاع شبه كامل
دير البلح	8	88%	تشغيل جزئي متقطع
خان يونس	12	85%	تشغيل جزئي متقطع
رفح	5	80%	تشغيل جزئي

المصدر: تقرير معهد عربية، OCHA، 2025 ، 2026

أزمة الوقود وتأثيرها الإنساني

تعاني عمليات الإغاثة الإنسانية في غزة من نقص حاد في الوقود اللازم لتشغيل المولدات الكهربائية، حيث أكد مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية (OCHA) أن الاحتياجات الأسبوعية تتجاوز 2 مليون لتر من الوقود لضمان استمرار الخدمات الأساسية دون انقطاع وأشار المتحدث باسم الأمم المتحدة إلى أن نقص الوقود يعيق أيضاً جهود إزالة النفايات الصلبة، حيث تم جمع 3,000 متر مكعب فقط من أصل أكثر من 350,000 متر مكعب من النفايات المتركمة منذ بدء الحرب.

### ثانياً: انتشار المولدات الأهلية وتأثيراتها البيئية

مع انهيار شبكة الكهرباء المركزية، اضطرت الأسر والمؤسسات في قطاع غزة إلى الاعتماد على المولدات الكهربائية الخاصة لتأمين الحد الأدنى من احتياجاتها الأساسية وقد أدى هذا التحول إلى انتشار كثيف للمولدات بمختلف أحجامها، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية والمخيمات.

#### الجدول (5): تقديرات أعداد المولدات العاملة في قطاع غزة (2025)

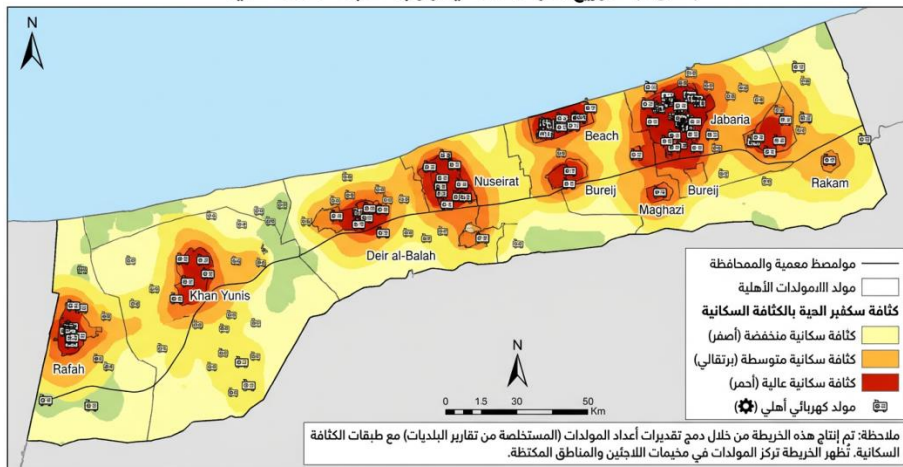
نوع المولد	الاستخدام الرئيسي	العدد المقدر	متوسط ساعات التشغيل اليومي
مولدات منزلية صغيرة (1-5 كيلوواط)	إضاءة، شحن أجهزة	80,000-100,000	12-Aug
مولدات متوسطة (5-20 كيلوواط)	محلات تجارية، عيادات	15,000-20,000	18-Dec
مولدات كبيرة (>20 كيلوواط)	مستشفيات، مخازن، منشآت حيوية	2,000-3,000	18-24
مولدات ضخمة (منشآت حكومية)	آبار مياه، محطات صرف	500-800	متغير

المصدر: تقديرات الدراسة بناءً على بيانات بلديات غزة ووكالة الغوث (UNRWA)

#### التأثيرات البيئية والصحية للمولدات

أدى الاعتماد على المولدات الكهربائية لساعات طويلة إلى تفاقم التلوث الهوائي والضوضائي في قطاع غزة، حيث تنبعث من هذه المولدات ملوثات خطيرة تشمل أول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والجسيمات الدقيقة والهيدروكربونات غير المحترقة، إلى جانب حرق النفايات المكشوف وتفتيت مواد البناء الناتجة عن القصف الذي ملأ الهواء بجسيمات دقيقة تزيد من مخاطر أمراض الجهاز التنفسي والقلب وفي الوقت نفسه، تسبب المولدات المنتشرة في المناطق السكنية المزدحمة مستويات عالية من التلوث الضوضائي تتجاوز الحدود المسموح بها، مما يسهم في زيادة التوتر والإجهاد النفسي خاصة لدى الأطفال وكبار السن. ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية، فإن التعرض المستمر لعوادم المولدات يزيد من خطر الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي المزمنة والربو وأمراض القلب، إضافة إلى الآثار السلبية على صحة الأطفال والحوامل.

(شكل 6) - توزيع المولدات الأهلية وارتباطها بالكثافة السكانية



المحافظة	الكثافة السكانية (نسمة/كم <sup>2</sup> )	تقديرات المنزلية	المولدات	مؤشر التلوث (تقديري)	الهوائي
غزة (المدينة)	42,000	25,000-30,000	مرتفع جداً		
جباليا (مخيم)	58,000	15,000-18,000	مرتفع جداً		
خان يونس	28,000	12,000-15,000	مرتفع		
دير البلح	25,000	8,000-10,000	متوسط-مرتفع		
رفح	22,000	10,000-12,000	متوسط-مرتفع		
المناطق الريفية	8,000-12,000	10,000-15,000	متوسط		

المصدر: تقديرات الدراسة بالاستناد إلى بيانات الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني 2025

ثالثاً: إدارة النفايات الصلبة والسائلة في ظل الحصار

تشكل النفايات الصلبة المتراكمة واحدة من أكبر التحديات البيئية التي تواجه قطاع غزة في مرحلة ما بعد الحرب وفقاً لبيانات بلدية غزة والأمم المتحدة، تراكمت كميات هائلة من النفايات في الشوارع والمناطق السكنية والمقالب المؤقتة، حيث لم تعد القدرة على جمعها ومعالجتها متاحة نتيجة نقص الوقود وتعطل المعدات

الجدول (6): تقديرات النفايات المتراكمة في قطاع غزة (2025-2026)

الموقع/المنطقة	حجم النفايات المتراكم (طن/متر مكعب)	الوضع الحالي	الجهة المسؤولة عن المعالجة
سوق فراص (غزة)	370,000 طن	بدأت عمليات الإزالة في فبراير 2026	بلدية غزة + UNDP
مكب جوهر الديك	350,000 م <sup>3</sup> (قدرة استيعابية)	غير متاح بسبب القيود الأمنية	بلديات الوسطى
شوارع ومخيمات (متفرقة)	300,000-400,000 طن	متراكمة في الشوارع والمقالب العشوائية	بلديات متفرقة
شمال غزة	150,000-200,000 طن	متراكمة في مقالب مؤقتة	بلدية شمال غزة
خان يونس ورفح	200,000-250,000 طن	متراكمة في الشوارع والمقالب العشوائية	بلديات المنطقة الجنوبية
الإجمالي التقديري	700,000-800,000 طن	منتشرة في مختلف مناطق القطاع	-

المصدر: اتحاد بلديات قطاع غزة، بلدية غزة، UNDP، 2026

أكد نائب رئيس اتحاد بلديات قطاع غزة، علاء البيطة، أن ما يقرب من 700,000 طن من النفايات متراكمة حالياً في جميع أنحاء القطاع، مما أدى إلى عودة ظهور المقالب العشوائية وإثارة مخاوف جدية من تلوث المياه الجوفية.

### جهود إزالة النفايات والتحديات

مشروع إزالة نفايات سوق فراس في خطوة أولى نحو معالجة الأزمة البيئية، بدأت بلدية غزة بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) في فبراير 2026 مشروعاً لإزالة حوالي 350,000 متر مكعب من النفايات المتراكمة في منطقة سوق فراس بوسط مدينة غزة ووفقاً لبلدية غزة، يتم نقل هذه النفايات إلى موقع بديل في جنوب المدينة كحل مؤقت، إلى أن يتسنى الوصول إلى المكب الرئيس في منطقة جوهر الديك وسط القطاع، وهو الموقع المجهز لاستقبال النفايات من مدينة غزة والمناطق المحيطة بها بأمان.

قدر يحيى السراج، رئيس بلدية غزة، أن تستغرق عملية نقل النفايات الحالية ستة أشهر على الأقل، نظراً للكميات الهائلة المتراكمة وأشار حسني مهنا، المتحدث باسم بلدية غزة، إلى أن آلاف الأطنان من النفايات لا تزال متناثرة في الشوارع والمواقع المؤقتة في جميع أنحاء المدينة، محذراً من أن انتشار الذباب والبعوض والقوارض يزيد من خطر تفشي الأمراض.

تقييم حجم الكارثة في تصريحات أدلى بها في فبراير 2026، قال ألكسندر دي كرو، رئيس برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، إن 90% من سكان غزة يعيشون وسط الانقراض، وهو وضع بالغ الخطورة. وأضاف أنه بالوتيرة الحالية، ستستغرق إزالة جميع الأنقاض سبع سنوات، مشدداً على الحاجة إلى مزيد من القدرات لإزالة الأنقاض وإعادة تدويرها.

### أزمة النفايات السائلة ومخاطر الصحة العامة

توقف محطات المعالجة وفقاً لتقرير معهد عربية للدراسات البيئية (أكتوبر 2025)، توقفت جميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي في قطاع غزة عن العمل بشكل كامل نتيجة الحرب والحصار وأشار التقرير إلى أن توقف هذه المحطات أجبر السكان على تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة في بحيرات مكشوفة مؤقتة تهدد بفيضان الشوارع والمنازل، وقد تتسرب إلى الخزان الجوفي الساحلي المشترك، وهو المصدر الرئيسي للمياه في المنطقة.

تلوث السواحل البحرية أدى توقف محطات المعالجة إلى تصريف كميات هائلة من مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البحر المتوسط، مما تسبب في تلوث السواحل الفلسطينية والإسرائيلية والمصرية على حد سواء.

المخاطر الصحية حذر الدكتور ديفيد لير، مدير الدبلوماسية البيئية التطبيقية في معهد عربية، من أن "خزان غزة الجوفي ملوث، والأراضي الزراعية دُمرت، ومياه الصرف الصحي تتسرب إلى التربة، مما يلوث المياه الجوفية المشتركة ويهيئ الأرض لتفشي الأمراض المنقولة بالمياه التي قد تنتشر خارج حدود غزة."

### الخريطة (8): المقالب العشوائية ومناطق تراكم النفايات ومخاطر تلوث المياه الجوفية

المنطقة	نوع التهديد	مستوى الخطورة	التأثير المتوقع
سوق فراس (غزة)	تراكم نفايات صلبة	عالية جداً	تلوث الهواء والمياه الجوفية
محيط محطة الشجاعة	صرف صحي غير معالج	عالية جداً	تلوث مباشر للتربة والمياه
وادي غزة	تجمع مياه صرف	عالية	تلوث المياه السطحية والجوفية
شاطئ بحر غزة	تصريف مياه صرف	عالية	تلوث بيني بحري
المناطق الشرقية (السياج)	مقالب عشوائية	متوسطة-عالية	تلوث التربة والمياه

## المصدر: تقارير بيئية ميدانية، تقييم OCHA ، 2025-2026

### القيود على إدخال المعدات و مواد الإعمار

يواجه قطاع غزة تحديات إضافية في إدارة أزمته البيئية نتيجة القيود الإسرائيلية على إدخال "المواد ذات الاستخدام المزدوج"، التي تشمل مجموعات الأدوات والمعدات الثقيلة والأخشاب والأسمت، والتي تعتبر ضرورية لجهود إزالة الأنقاض وإعادة الإعمار وقد أدى نقص هذه المواد إلى تعطيل عمليات إزالة الأنقاض والنفايات، وإعاقة إصلاح البنية التحتية المتضررة.

أكد المتحدث باسم الأمم المتحدة ستيفان دوجاريك في مارس 2026 أن القيود الإسرائيلية على المعابر الحدودية تعيق بشدة العمليات الإنسانية، مشيراً إلى أن "جميع المعابر باستثناء كرم أبو سالم لا تزال مغلقة"، مما يحول دون إدخال الإمدادات الحيوية بكميات كافية.

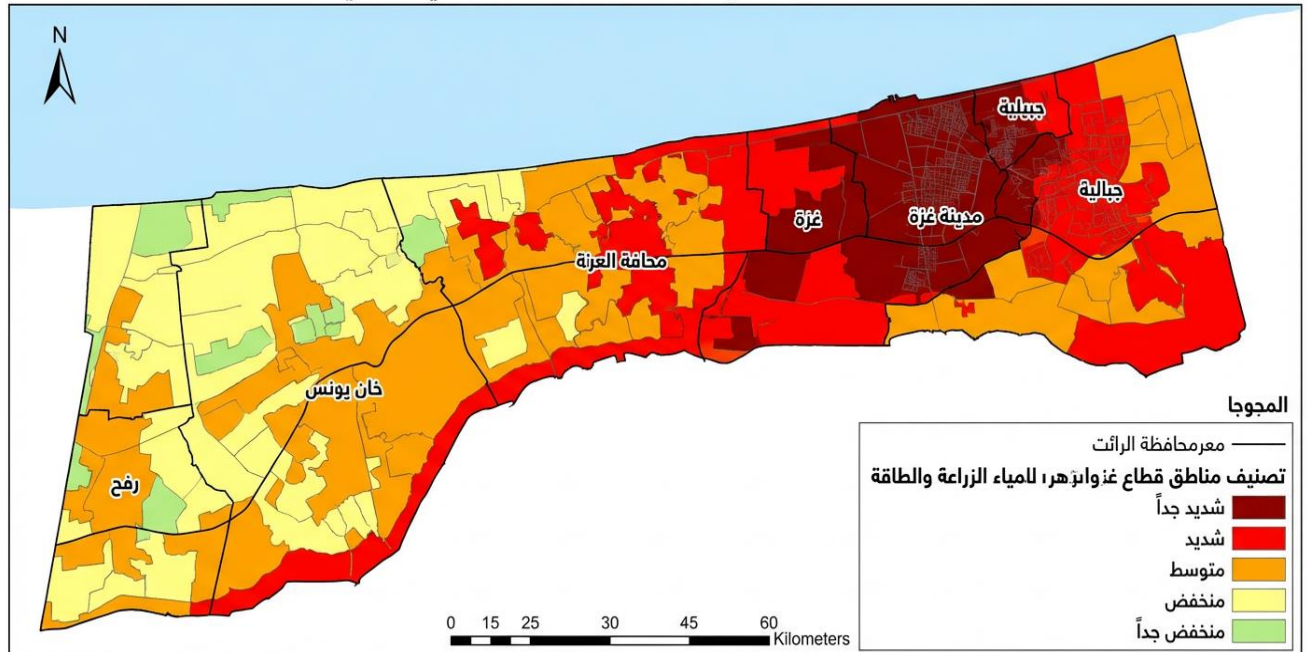
### التحليل المكاني المتكامل

يعتمد التحليل المكاني المتكامل في هذه الدراسة على دمج مؤشرات التحولات البيئية في أنظمة الموارد الثلاثة (المائية والزراعية والطاقية) لإنتاج خريطة مركبة تصنف مناطق قطاع غزة وفقاً لشدة التحول البيئي القسري وتم استخدام أسلوب التحليل الهرمي (AHP) لترجيح المؤشرات بناءً على آراء الخبراء، ثم تجميعها باستخدام أدوات التحليل التراكبي في ArcGIS.

### المؤشرات المكونة لخريطة شدة التحول البيئي

الوزن النسبي	المؤشر	البعد
25%	تركيز الكلوريدات في المياه الجوفية	الموارد المائية
20%	تركيز النترات في المياه الجوفية	الموارد المائية
20%	نسبة فقدان الأراضي الزراعية (2005-2025)	الموارد الزراعية
15%	درجة تضرر الغطاء النباتي (NDVI)	الموارد الزراعية
10%	متوسط ساعات انقطاع الكهرباء اليومي	النظام الطاقى
10%	كثافة المولدات الأهلية	النظام الطاقى

الخريطة (8): تصنيف مناطق قطاع غزة حسب شدة التحول البيئي القسري (2025)



ملاحظة: الخريطة المركبة النهائية التي تدمج مؤشرات التحولات في أنظمة الموارد الثلاثة (المائية، الزراعية، الطاقة)، وتصنف مناطق القطاع إلى خمس فئات (شديد جداً، شديد، متوسط، منخفض، منخفض جداً).

فئة شدة التحول	المحافظات/المناطق المشمولة	النسبة من مساحة القطاع	الخصائص المكانية
شديد جداً (فئة 1)	شمال غزة (المناطق الشرقية)، مخيم جباليا، أحياء شرق غزة	18%	أعلى تركيزات للملوثات في المياه الجوفية، فقدان أكثر من 90% من الأراضي الزراعية، انقطاع كهرباء يتجاوز 22 ساعة يومياً
شديد (فئة 2)	وسط مدينة غزة، مخيم الشاطئ، دير البلح (المناطق الشرقية)، خان يونس (الشرقية)	32%	تدهور حاد في نوعية المياه، فقدان 70-90% من الأراضي الزراعية، كثافة عالية للمولدات
متوسط (فئة 3)	غرب غزة، دير البلح (الوسط)، خان يونس (الغربية)، رفح (الشرقية)	28%	تدهور متوسط في المياه، فقدان 50-70% من الأراضي الزراعية، انقطاع كهرباء 18-20 ساعة
منخفض (فئة 4)	رفح (الغربية)، المناطق الساحلية الجنوبية	12%	تدهور أقل حدة نسبياً، فقدان أقل من 50% من الأراضي الزراعية
منخفض جداً (فئة 5)	المناطق الحدودية مع مصر (رفح البري)	10%	أقل تأثراً بالعمليات العسكرية المباشرة، بنية تحتية أقل تضرراً

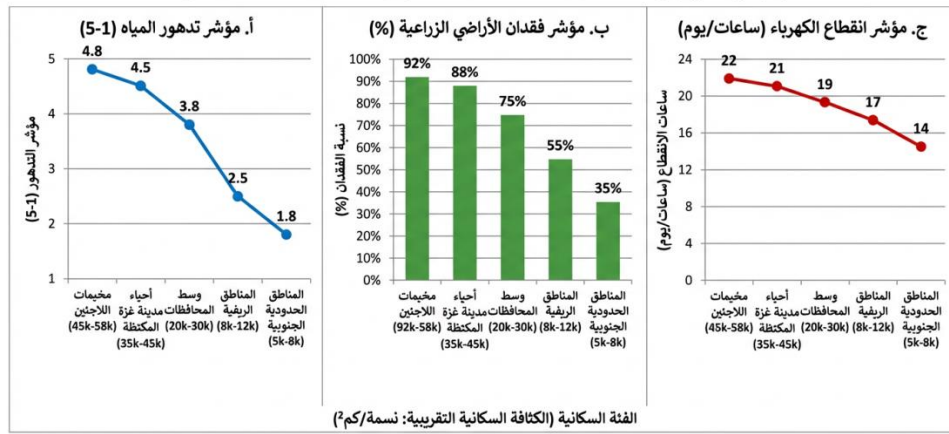
المصدر: نتائج التحليل المكاني للدراسة، 2026

تظهر الخريطة التحليلية أن المناطق الأكثر تضرراً بالتحول البيئي القسري (الفئتان 1 و 2) تشكل حوالي 50% من مساحة قطاع غزة، وتتركز بشكل رئيسي في المحافظات الشمالية (شمال غزة وغزة) والمناطق الشرقية من المحافظات الوسطى والجنوبية. وتتميز هذه المناطق بالقرب من السياج الحدودي (مصدر رئيس للضغوط العسكرية)، والكثافة السكانية المرتفعة، واعتمادها الكبير على الزراعة كمصدر رزق رئيسي.

### ثانياً: العلاقة بين كثافة السكان وانهيار الخدمات البيئية

أظهر التحليل المكاني وجود علاقة ارتباطية قوية بين الكثافة السكانية المرتفعة وشدة انهيار الخدمات البيئية في قطاع غزة وتعكس هذه العلاقة التفاعل المعقد بين الضغوط البشرية (الاستهلاك المفرط للموارد) والضغوط الخارجية (الحصار والعمليات العسكرية).

(الرسم البياني 6): العلاقة بين الكثافة السكانية ومؤشرات انهيار الخدمات البيئية



يوضح الرسم البياني الارتباط المباشر بين ارتفاع الكثافة السكانية وتدهور مؤشرات الخدمات البيئية الثلاثة، حيث تسجل المناطق الأكثر اكتظاظاً أعلى معدلات الانهيار.

مؤشر انقطاع الكهرباء (ساعات/يوم)	مؤشر فقدان الأراضي الزراعية (%)	مؤشر تدهور المياه (5-1)	الكثافة (نسمة/كم <sup>2</sup> )	الفئة السكانية
22	92%	4.8	45,000-58,000	مخيمات اللاجئين (جباليا، الشاطئ، النصيرات)
21	88%	4.5	35,000-45,000	أحياء مدينة غزة المكتظة
19	75%	3.8	20,000-30,000	وسط المحافظات (دير البلح، خان يونس)
17	55%	2.5	8,000-12,000	المناطق الريفية (شمال غزة، ريف خان يونس)
14	35%	1.8	5,000-8,000	المناطق الحدودية الجنوبية (رفح البري)

المصدر: نتائج التحليل المكاني بالاستناد إلى بيانات PCBS ، 2025

### معامل الارتباط

- الارتباط بين الكثافة السكانية وتدهور المياه  $r = 0.87$  (ارتباط موجب قوي)
  - الارتباط بين الكثافة السكانية وفقدان الأراضي الزراعية  $r = 0.82$  (ارتباط موجب قوي)
  - الارتباط بين الكثافة السكانية وانقطاع الكهرباء  $r = 0.79$  (ارتباط موجب متوسط إلى قوي)
- تشير هذه النتائج إلى أن المناطق ذات الكثافة السكانية المرتفعة، وخاصة مخيمات اللاجئين، هي الأكثر تضرراً من التحولات البيئية القسرية ويمكن تفسير ذلك بعدة عوامل:
- الضغط المتزايد على البنية التحتية حيث تفوق قدرة البنية التحتية المتاحة (شبكات المياه والصرف الصحي والكهرباء) على استيعاب الكثافة السكانية العالية.
  - التركيز المكاني للأضرار العسكرية إذ تقع مخيمات اللاجئين والمناطق المكتظة في المناطق الشرقية والشمالية التي شهدت أشد العمليات العسكرية عنفاً.
  - ضعف القدرة على التكيف حيث تفنقر الأسر في المناطق المكتظة إلى المساحات الكافية لتركيب مولدات خاصة أو حفر آبار إضافية.

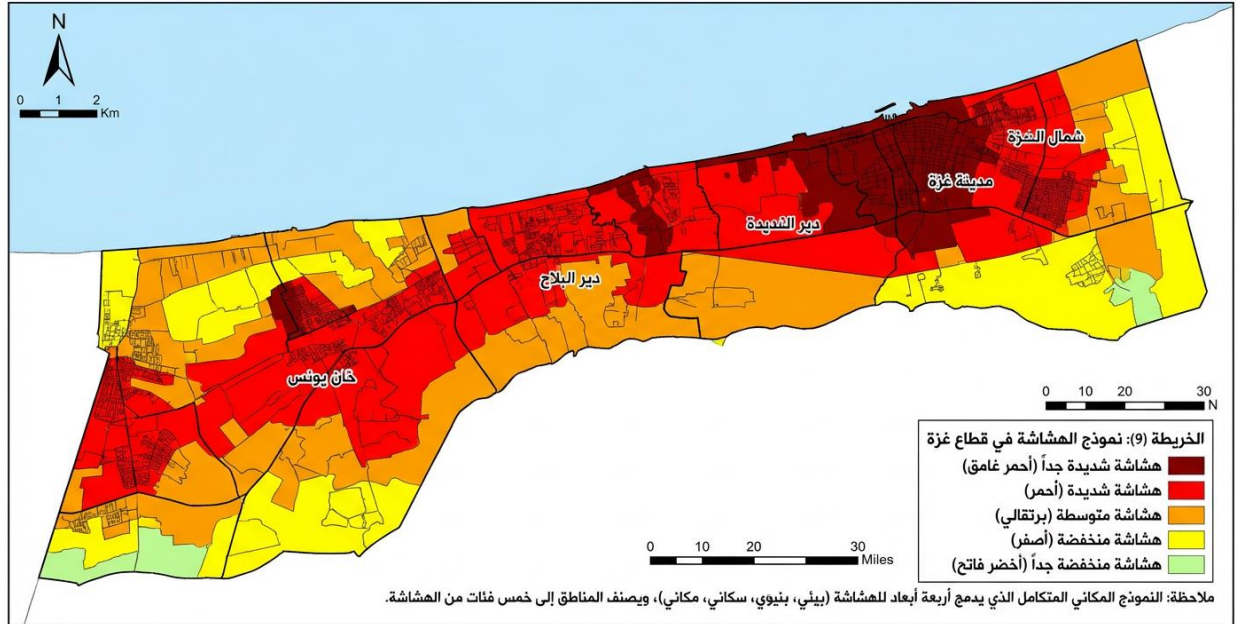
### نموذج مكاني للهشاشة البيئية في القطاع

تم تطوير نموذج مكاني متكامل لتقييم الهشاشة البيئية (Environmental Vulnerability) في قطاع غزة، بالاعتماد على تجميع وترجيح أربعة أبعاد رئيسية للهشاشة، هي: البعد البيئي، والبعد البنيوي، والبعد السكاني، والبعد المكاني.

### مكونات نموذج الهشاشة البيئية

البعد	المؤشرات	الوزن النسبي	مصادر البيانات
البعد البيئي	تركيز الكلوريدات، تركيز النترات، فقدان الغطاء النباتي، تلوث التربة	35%	سلطة المياه، UNEP، تحليل صور الأقمار الصناعية
البعد البنيوي	تدمير شبكات المياه والصرف، توفر الكهرباء، كثافة المولدات، إمكانية الوصول للمقالب	25%	OCHA، بلديات غزة، تقييمات الأضرار
البعد السكاني	الكثافة السكانية، نسبة اللاجئين، معدلات الفقر، نسبة الأطفال	20%	UNRWA، PCBS
البعد المكاني	القرب من السياج الحدودي، القرب من مناطق العمليات العسكرية، القرب من المقالب العشوائية	20%	تحليل GIS، خرائط الأضرار

الخريطة (9): نموذج الهشاشة البيئية في قطاع غزة



فئة الهشاشة	المحافظات/المناطق المشمولة	النسبة من المساحة	الخصائص المكانية الرئيسية
هشاشة عالية جداً (فئة 1)	شرق شمال غزة، مخيم جباليا، شرق غزة، شرق دير البلح	22%	تدهور بيئي حاد، بنية تحتية منهارة، كثافة سكانية قصوى، قرب شديد من مصادر الضغط
هشاشة عالية (فئة 2)	وسط مدينة غزة، مخيم الشاطئ، وسط دير البلح، شرق خان يونس	30%	تدهور بيئي واضح، بنية تحتية متضررة بشدة، كثافة سكانية مرتفعة
هشاشة متوسطة (فئة 3)	غرب غزة، وسط خان يونس، رفح الشرقية	25%	تدهور بيئي متوسط، بنية تحتية متوسطة
هشاشة منخفضة (فئة 4)	غرب خان يونس، رفح الغربية	15%	تدهور بيئي محدود، بنية تحتية قائمة جزئياً، كثافة سكانية منخفضة نسبياً
هشاشة منخفضة جداً (فئة 5)	المناطق الحدودية مع مصر (رفح البري)	8%	أقل تأثراً، بنية تحتية أفضل نسبياً

المصدر: نتائج النموذج المكاني للدراسة، 2026

## قراءة في النموذج المكاني للهشاشة البيئية

يكشف النموذج المكاني للهشاشة البيئية عن أن حوالي 52% من مساحة قطاع غزة (الفنتان 1 و 2) تقع ضمن فئات الهشاشة المرتفعة إلى العالية جداً، وهي المناطق التي تحتاج إلى تدخلات عاجلة وطويلة الأمد. تتوزع هذه المناطق وفق نمط مكاني واضح:

1. الشريط الشرقي (المتد من الشمال إلى الجنوب) يشمل المناطق القريبة من السياج الحدودي، وهي الأكثر تعرضاً للعمليات العسكرية والتجريف والتدمير الممنهج للأراضي الزراعية.
2. مخيمات اللاجئين (جباليا، الشاطئ، النصيرات، البريج) تتميز بأعلى كثافة سكانية في القطاع، وأقل نسبة من الخدمات المتاحة للفرد، وأكبر تراكم للنفايات.
3. وسط مدينة غزة المركز التجاري والسكاني الرئيسي الذي تعرض لأضرار جسيمة في البنية التحتية خلال الحرب الأخيرة، مع تراكم هائل للنفايات الصلبة.
4. وادي غزة منطقة حساسة بيئياً تجري فيها مياه الأمطار والسيول، وتعاني من تلوث شديد نتيجة تسرب مياه الصرف الصحي غير المعالجة.

## النتائج والتوصيات

### النتائج

بعد إجراء التحليل المكاني المتكامل للتحويلات الجغرافية البيئية القسرية في قطاع غزة، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتحليل الإحصائي المكاني، توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج الرئيسية:

1. أظهرت الدراسة أن المياه الجوفية في قطاع غزة تعاني من تدهور نوعي حاد ومتسارع، حيث تجاوزت تركيزات الكلوريدات الحدود الآمنة (250 ملغم/لتر) في أكثر من 90% من الآبار، ووصلت في بعض المناطق إلى 2800 ملغم/لتر وكما سجلت تركيزات النترات مستويات خطيرة تجاوزت الحد المسموح به (50 ملغم/لتر) بسبعة أضعاف في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية وقد أظهر التحليل المكاني أن مناطق الخطر الأكبر تتركز في المحافظات الشمالية والمناطق الساحلية، حيث تتسرب مياه البحر إلى الخزان الجوفي نتيجة الإفراط في الضخ وكما كشفت الدراسة عن انخفاض منسوب المياه الجوفية بمعدل 40 متراً خلال عقدين، مع عجز مائي سنوي بلغ 120 مليون متر مكعب في عام 2025.
2. فقد قطاع غزة أكثر من 41% من أراضيه الزراعية خلال الفترة 2005-2025، مع تركيز أعلى نسب الفقد (تصل إلى 94%) في المناطق القريبة من السياج الحدودي في محافظتي شمال غزة وغزة. وأظهر تحليل صور الأقمار الصناعية أن نسبة الأراضي الزراعية المتضررة في الشريط الحدودي (1 كم) ارتفعت من 5.36% في أكتوبر 2023 إلى 33.13% في فبراير 2024 وكما انخفض الإنتاج الزراعي الإجمالي بنسبة 67% خلال العقدتين الأخيرين، وهو تراجع يفوق نسبة التراجع في المساحات المزروعة (55%)، مما يشير إلى انخفاض إنتاجية الدونم الواحد نتيجة تدهور جودة التربة والمياه والمدخلات الزراعية.
3. انهارت شبكة الكهرباء في قطاع غزة بشكل شبه كامل، حيث انخفض متوسط ساعات الوصل اليومي إلى ساعتين فقط في عام 2025 (مقابل 12 ساعة في عام 2007) وأدى هذا الانهيار إلى توقف جميع محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومحطات تحلية المياه عن العمل، مما أجبر السكان على تصريف مياه الصرف غير المعالجة في البيئة المحيطة، مع ما يرتبط بذلك من مخاطر صحية وبيئية جسيمة وكما أدى انقطاع الكهرباء إلى انتشار كثيف للمولدات الأهلية (تقديرات تتراوح بين 100,000 إلى 120,000 مولد)، مع ما يصاحب ذلك من تلوث هوائي ووضوئي، خاصة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية.
4. تراكمت أكثر من 700,000 طن من النفايات الصلبة في شوارع ومقالب قطاع غزة، مع توقعات بأن تستغرق عملية إزالتها سبع سنوات في ظل القيود الحالية على دخول المعدات الثقيلة وفي الوقت نفسه، أدى توقف محطات معالجة الصرف الصحي إلى تصريف مئات

الآلاف من الأمطار المكعبة من مياه الصرف غير المعالجة يومياً في البحر المتوسط والمناطق المفتوحة، مما يهدد بتلوث الخزان الجوفي الساحلي المشترك وانتشار الأمراض المنقولة بالمياه.

5. أظهرت خرائط التحليل المكاني المتكامل أن حوالي 52% من مساحة قطاع غزة تقع ضمن فئات الهشاشة البيئية المرتفعة إلى العالية جداً، وتتركز هذه المناطق في الشريط الشرقي (القريب من السياج الحدودي)، ومخيمات اللاجئين، ووسط مدينة غزة، ومنطقة وادي غزة. كما كشف تحليل الارتباط المكاني عن علاقة موجبة قوية بين الكثافة السكانية وشدة التحولات البيئية ( $r = 0.87$ ) للمياه،  $r = 0.82$  للزراعة)، مما يؤكد أن المناطق الأكثر اكتظاظاً هي الأكثر تضرراً من التحولات القسرية.

#### التوصيات

1. التحول إلى تحلية المياه بالطاقة الشمسية من حيث الاستثمار في محطات تحلية صغيرة تعمل بالطاقة الشمسية في المناطق الأكثر تضرراً (شمال غزة ومخيمات اللاجئين)، مع إنشاء نظام إنذار مبكر لمراقبة نوعية المياه الجوفية.
2. إعادة تأهيل الآبار والزراعة من حيث إعادة تأهيل الآبار الزراعية في المناطق الشرقية، وتوفير أنظمة ري حديثة، مع تشجيع التحول إلى الزراعة المحمية والزراعة العمودية لتقليل استهلاك المياه.
3. التوسع في الطاقة الشمسية كبديل استراتيجي من حيث نشر مشاريع الطاقة الشمسية على الأسطح وفي المنشآت الحيوية (مستشفيات، آبار) لتقليل الاعتماد على المولدات الملوثة للهواء والمسببة للتلوث الضوضائي.
4. تحويل النفايات إلى طاقة من حيث الاستثمار في مشاريع تحويل النفايات الصلبة إلى طاقة، خاصة في مكب جوهر الديك، مع توفير وحدات معالجة متنقلة لمياه الصرف الصحي كحل مؤقت وسريع.
5. خطة عاجلة لإزالة النفايات والأنقاض من حيث تنفيذ خطة متعددة المراحل لإزالة النفايات المتراكمة (أكثر من 700 ألف طن)، مع إنشاء وحدات لتدوير الأنقاض وتحويلها إلى مواد بناء لإعادة الإعمار.
6. رفع الحصار عن المعدات من حيث العمل على المستوى الدولي لرفع القيود عن إدخال المعدات الثقيلة ومواد الإعمار وقطع الغيار اللازمة لإعادة تأهيل البنية التحتية البيئية.
7. التحول نحو اقتصاد أخضر ومقاوم من حيث تبني استراتيجية تنموية طويلة الأمد تركز على الاكتفاء الذاتي في المياه والطاقة والغذاء، مع الاستثمار في بناء قدرات الكوادر المحلية في الإدارة البيئية ونظم المعلومات الجغرافية.

#### مقترحات لدراسات مستقبلية

بناءً على النتائج التي توصلت إليها الدراسة والفجوات البحثية التي كشفت عنها، يمكن اقتراح مجموعة من الدراسات المستقبلية التي تسهم في تعميق الفهم للتحولات الجغرافية البيئية في قطاع غزة، وتوجيه جهود التعافي وإعادة الإعمار:

1. نمذجة التأثيرات الصحية للتحولات البيئية القسرية من حيث دراسة وبائية مكانية تبحث العلاقة بين توزيع الملوثات البيئية (المياه الجوفية الملوثة، التلوث الهوائي من المولدات، تراكم النفايات) ومعدلات الإصابة بالأمراض المرتبطة بالبيئة (الجهاز التنفسي، الكلى، الأمراض الجلدية، الإسهالات)، لتوجيه التدخلات الصحية نحو المناطق الأكثر احتياجاً.
2. تقييم الأثر البيئي طويل المدى للعمليات العسكرية من حيث دراسة تحليلية لتراكم المعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السامة في التربة والمياه الجوفية، وتقييم تأثيرها على صحة الإنسان والنظام البيئي، لتكون أداة قانونية في المطالبات الدولية بالتعويض عن الأضرار البيئية.
3. نمذجة سيناريوهات التعافي البيئي وإعادة الإعمار من حيث بناء نموذج مكاني متكامل (SDSS) يحاكي سيناريوهات مختلفة للتعافي البيئي وإعادة الإعمار، ويقيم الآثار المحتملة لكل سيناريو على الموارد المختلفة، لدعم صناع القرار في تحديد الأولويات وتخصيص الموارد بكفاءة.
4. إمكانية التحول إلى الاقتصاد الأخضر في ظل الحصار من حيث دراسة تحليلية لفرص وتحديات التحول نحو الاقتصاد الأخضر (الطاقة الشمسية، تدوير النفايات، الزراعة العضوية، الصناعات البيئية) في ظل الحصار المستمر، لتقديم خارطة طريق عملية لأنماط تنموية مستدامة ومقاومة للصدمات.

5. تطوير مؤشر مكاني للسمود البيئي من حيث بناء مؤشر مكاني مركب لقياس السمود البيئي في قطاع غزة، يشمل أبعاداً متعددة (طبيعية، بنيوية، اجتماعية، اقتصادية، مؤسسية)، لتحديد المناطق الأكثر قدرة على السمود والأكثر احتياجاً للتدخلات الداعمة.

#### المصادر والمراجع

#### أولاً: المراجع العربية

- الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني. (2025). (PCBS). المسح السكاني والبيئي لقطاع غزة 2025. رام الله، فلسطين.
- سلطة المياه الفلسطينية. (2025). تقرير حالة المياه في قطاع غزة 2025. غزة، فلسطين.
- وزارة الزراعة الفلسطينية. (2025). تقرير الأضرار الزراعية في قطاع غزة 2025. غزة، فلسطين.
- وزارة الحكم المحلي الفلسطينية. (2025). تقرير واقع البنية التحتية البلدية في قطاع غزة. غزة، فلسطين.
- اتحاد بلديات قطاع غزة. (2026). تقرير أزمة النفايات الصلبة في قطاع غزة. غزة، فلسطين.
- بلدية غزة. (2026). تقرير إزالة الأنقاض والنفايات في مدينة غزة. غزة، فلسطين.

#### ثانياً: المراجع الأجنبية

- Arava Institute for Environmental Studies. (2025). Gaza on the Brink of Complete Environmental Collapse. Ketura, Israel.
- Bailenson, J. N. (2021). Nonverbal overload: A theoretical argument for the causes of Zoom fatigue. *Technology, Mind, and Behavior*, 2(1). <https://doi.org/10.1037/tmb0000030>
- Dana, T. (2015). The political economy of the Gaza Strip: A case of economic de-development. Al-Shabaka: The Palestinian Policy Network.
- El Baba, M., Kayastha, P., Huysmans, M., & De Smedt, F. (2020). Evaluation of the Groundwater Quality Using the Water Quality Index and Geostatistical Analysis in the Dier al-Balah Governorate, Gaza Strip, Palestine. *Water*, 12(1), 1-18.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2025). Gaza Strip Agricultural Damage Assessment. Rome, Italy.
- Gisha – Legal Center for Freedom of Movement. (2025). Gaza's Water Crisis: The Impact of the Siege. Tel Aviv, Israel.
- Kushlev, K., & Epstein-Shuman, A. (2022). Lights, Cameras (on), Action! Camera Usage During Zoom Classes Facilitates Student Engagement Without Increasing Fatigue. <https://doi.org/10.31234/osf.io/5bz3j>
- Le Billon, P. (2001). The political ecology of war: natural resources and armed conflicts. *Political Geography*, 20(5), 561-584.
- Mason, M. (2021). Environmental transformation in Gaza: A laboratory for forced adaptation. *Middle East Environmental Studies*, 14(2), 112-128.

- Nguyen, L., Tomy, S., & Pardede, E. (2024). Enhancing collaborative learning and e-mentoring in a smart education system in higher education. *Computers*, 13(28), 1-29. <https://doi.org/10.3390/computers13010028>
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Peluso, N. L., & Watts, M. (Eds.). (2001). *Violent Environments*. Cornell University Press.
- Shomar, B., et al. (2023). Human health risks associated with the consumption of groundwater in the Gaza Strip. *Heliyon*, 9(11), e21989.
- Swyngedouw, E. (2006). Circulations and metabolisms: (Hybrid) natures and (cyborg) cities. *Science as Culture*, 15(2), 105-121.
- Thornhill-Miller, B., Camarda, A., Mercier, M., Burkhardt, J. M., Morisseau, T., Bourgeois-Bougrine, S., ... & Lubart, T. (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st century skills for the future of work and education. *Journal of Intelligence*, 11(3), 54. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2026). *Gaza: Clearing the Rubble – Assessment and Outlook*. Geneva, Switzerland.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). *Environmental Assessment of the Gaza Strip*. Nairobi, Kenya.
- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). (2025). *Humanitarian Situation Update: Gaza Strip*. Jerusalem.
- United Nations Satellite Centre (UNOSAT). (2025). *Gaza Strip Cropland Damage Assessment*. Geneva, Switzerland.
- Weizman, E. (2007). *Hollow Land: Israel's Architecture of Occupation*. Verso Books.
- World Health Organization (WHO). (2025). *Health and Environmental Risks in Gaza*. Geneva, Switzerland.
- Xu, Z., Zhou, X., Watts, J., & Kogut, A. (2023). The effect of student engagement strategies in online instruction for data management skills. *Springer Science+Business Media*, 1-18.

## الملاحق

### الصورة (1): تجريف الأراضي الزراعية في المناطق الشرقية (شمال غزة)



### الصورة (2): تراكم النفايات الصلبة في شوارع مدينة غزة



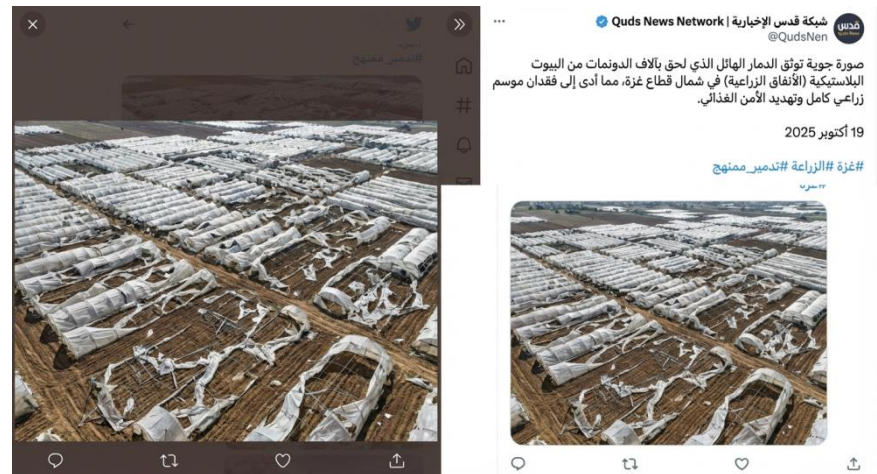
### الصورة (3): انتشار المولدات الأهلية في المناطق السكنية



الصورة (4): مياه الصرف الصحي غير المعالجة في شوارع غزة



الصورة (5): تدمير البيوت البلاستيكية (الأنفاق الزراعية) في شمال غزة



الصورة (6): بدء عمليات إزالة النفايات في سوق فراس (غزة)



### الصورة (7): الأضرار التي لحقت بشبكات المياه والصرف الصحي

