مجلة جامعة صعدة
المجلد (3) - العدد (2) - (يوليو - ديسمبر 2025م)
ص: 149 - 175
ISSN: 2959-0396

التأثير البيئي والزراعي لمخلفات الحرب في قطاع غزة: تقييم التأثيرات طويلة المدى للقذائف والصواريخ والتلوث على التربة والمياه وتغير المناخ

أيوب أحمد عبدالله المهاب
استشاري وزارة الزراعة والثروة السمكية والموارد المائية
صنعاء – الجمهورية اليمنية
Email: Ayoub.almhab@gmail.com

الملخّص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة التأثيرات البيئية والزراعية طويلة الأجل لمخلفات الحرب في قطاع غزة، من خلال تقييم مدى تلوث التربة والمياه، وتحليل انبعاثات الكربون الناتجة عن العمليات العسكرية، واستكشاف انعكاساتها على تغير المناخ والموارد الطبيعية، بغية الوصول إلى حلول مستدامة للحد من الأضرار البيئية وتعزيز الاستدامة الزراعية. منهجية البحث تمت عبر تحليل صور الأقمار الصناعية وتقارير المنظمات البيئية لتقييم حجم الدمار البيئي والزراعي، إلى جانب بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة التي كشفت عن مستويات غير مسبوقة من التلوث الناجم عن العمليات العسكرية، وخاصة فيما يتعلق بانبعاثات الكربون وتلوث الموارد الطبيعية. حيث أظهرت النتائج فقدان أكثر من 50% من الأراضي الزراعية، مما فاقم أزمة الأمن الغذائي، إضافة إلى تلوث كبير للتربة والمياه بسبب استخدام الفسفور الأبيض ومواد سامة أخرى. كما بلغت انبعاثات الكربون الناتجة عن القصف الجوي خلال 120 يومًا فقط حوالي 536,410 أطنان من ثاني أكسيد الكربون، متجاوزة الانبعاثات السنوية لعدة دول مجتمعة.

الكلمات المفتاحيّة: مخلفات الحرب، تلوث التربة والمياه، تغير المناخ، صور الأقمار الصناعية، قطاع غزة.

SA'ADAH UNIVERSITY JOURNAL
Volume (3) - Issue (2) – (Jul – Dec 2025)
P: 149 – 175
ISSN: 2959-0396

Environmental and Agricultural Impact of War Remnants in the Gaza Strip: Assessing the Long-Term Impacts of Shells, Rockets, and Pollution on Soil, Water, and Climate Change

Ayoub Ahmed Abdullah Almhab
Consultant to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Water Resources
Sana'a - Republic of Yemen
Email: Ayoub.almhab@gmail.com

Abstract:

This research aims to study the long-term environmental and agricultural impacts of war remnants in the Gaza Strip, by assessing the extent of soil and water pollution, analyzing carbon emissions resulting from military operations, and exploring their implications for climate change and natural resources, with the aim of reaching sustainable solutions to reduce environmental damage and enhance agricultural sustainability.

The research methodology was based on analyzing satellite imagery and reports from environmental organizations to assess the extent of environmental and agricultural destruction, along with data from the United Nations Environment Program, which revealed unprecedented levels of pollution resulting from military operations, particularly with regard to carbon emissions and contamination of natural resources. The results showed the loss of more than 50% of agricultural land, exacerbating the food security crisis, in addition to significant soil and water pollution due to the use of white phosphorus and other toxic substances.

Carbon emissions from the aerial bombardment in just 120 days amounted to approximately 536,410 tons of carbon dioxide, exceeding the annual emissions of several countries combined.

Keywords: War remnants, soil and water pollution, climate change, satellite imagery, Gaza Strip.

1. المقدمة:

لقد عانى قطاع غزة، وهو منطقة فلسطينية مكتظة بالسكان، من صراعات متعددة، تاركًا وراءه إرثًا مدمرًا من بقايا الحرب. تشكل هذه البقايا، بما في ذلك الذخائر غير المنفجرة (UXO) مثل القذائف والصواريخ، تهديدات كبيرة للبيئة والقطاع الزراعي. إن التأثير البيئي للحرب في غزة شديد ومتعدد الأوجه. فقد وجدت الدراسات تلوثًا كبيرًا بالمعادن الثقيلة في عينات التربة من المناطق المتضررة من الغارات الجوية، مع تركيزات من النيكل والكروم والنحاس والمنجنيز والكوبالت والرصاص تتجاوز مستويات التحكم بكثير (Al-Najar et al., 2015). تشكل هذه الملوثات مخاطر على الزراعة والمياه الجوفية والصحة البشرية. تشمل التأثيرات طويلة المدى للأنشطة العسكرية الأضرار الناجمة عن المنشآت قبل الصراع وأثناء الصراع وبقايا ما بعد الصراع مثل الذخائر غير المنفجرة (Qumsiyeh, 2024). في حين أن الموارد المائية معرضة للخطر بشكل خاص، فقد أثبتت التقارير عن تلوث النترات والكلوريد بما يتجاوز الحدود المسموح بها في بعض الآبار (Muslim & Al-Mughair, 2019). إن العواقب البيئية تمتد إلى ما هو أبعد من التأثيرات المحلية، حيث تؤثر على الأمن البيئي العالمي وتعقد مفاوضات تغير المناخ الدولية (Kholoud, 2024). وتؤكد هذه النتائج على الحاجة الملحة لإجراء تقييمات شاملة للأثر البيئي وجهود الإصلاح في المناطق المتضررة من الصراع، مثل قطاع غزة في فلسطين.

لقد أدى الصراع المستمر في قطاع غزة إلى تفاقم التحديات البيئية والصحية العامة القائمة بشكل خطير. لقد عانت بيئة القطاع لفترة طويلة من استغلال الموارد وسوء الإدارة والتلوث. أدت الأنشطة العسكرية الأخيرة إلى تدهور جودة المياه بشكل أكبر، وزيادة تلوث مياه الصرف الصحي، وتوليد حطام خطير (Tal & Cohen, 2024; Qumsiyeh, 2024)، كما أدى تدمير البنية التحتية، بما في ذلك المستشفيات ومرافق معالجة المياه، إلى نزوح الآلاف وتدهور الظروف المعيشية (Al-Hindi et al., 2021). تمتد التأثيرات البيئية إلى ما هو أبعد من الصراع المباشر، إلى عواقب طويلة الأجل من الذخائر غير المنفجرة وتلوث المياه الجوفية (Qumsiyeh, 2024). تعمل الكثافة السكانية العالية والتوسع الحضري في غزة على تضخيم هذه التأثيرات. إن معالجة هذه القضايا تتطلب خطة ترميم مستدامة، بما في ذلك تحسين إدارة المياه والبنية التحتية للنفايات وتبني الطاقة المتجددة (Tal & Cohen, 2024; Al-Hindi et al., 2021). ومع ذلك، فإن الحلول الدائمة يعوقها الحصار المستمر والتدمير المتكرر (Al-Hindi et al., 2021).

2. مراجعة الأدبيات:

2-1. التأثير على جودة التربة: التلوث والتدهور

يعتبر تدهور التربة مصدر قلق عالميّاً كبيراً يؤثر على خصائص التربة ووظائفها. ويمكن أن يحدث من خلال عمليات مختلفة، بما في ذلك التآكل والتلوث والضغط (Gregory et al., 2015). ويشكل التدهور الكيميائي للتربة، الناتج غالبًا عن التلوث، تهديدًا كبيرًا لجودة التربة (Tetteh, 2016). وتشمل المؤشرات الرئيسية لجودة التربة السمات الفيزيائية، مثل عمق التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالمياه والكثافة الظاهرية، فضلاً عن الخصائص الكيميائية، مثل محتوى المادة العضوية وتوافر العناصر الغذائية ودرجة الحموضة (Arshad & Coen, 1992). يمكن أن يؤدي تدهور التربة إلى انخفاض الإنتاجية، وتهديد الأمن الغذائي، والقضايا البيئية. وتشمل إستراتيجيات التخفيف للتربة الزراعية إدارة مخلفات المحاصيل لتحسين بنية التربة، وزيادة تسهيل تخزين المياه، وتعزيز دورة المغذيات (Baumhardt et al., 2015). يتطلب معالجة تدهور التربة حلولاً إدارية متكاملة وفهم أفضل لعمليات التربة لإدارة هذا المورد الحيوي بشكل مستدام (Gregory et al., 2015).

2-2. تلوث المياه: التأثيرات على مصادر المياه الجوفية والسطحية

يؤثر تلوث المياه بشكل كبير على كل من مصادر المياه الجوفية والسطحية، والتي تعتبر بالغة الأهمية لأغراض الشرب والزراعة والصناعة. تمثل المياه الجوفية 97٪ من المياه العذبة القابلة للاستخدام على مستوى العالم، وهي مورد حيوي للمناطق الريفية والحضرية (Nisha et al., 2015). وعلى الرغم من أنها أقل عرضة للتلوث بشكل عام من المياه السطحية، إلا أن المياه الجوفية يمكن أن تتلوث بسبب أنشطة بشرية مختلفة (Nisha et al., 2015). التفاعل بين المياه الجوفية والمياه السطحية معقد وهام، حيث يؤثر التلوث في أحدهما على الآخر (Winter et al., 1999). تعد النفايات الصناعية من المساهمين الرئيسيين في تلوث المياه، حيث تدخل الملوثات التي تضر بالنظم البيئية المائية، وتقلل من غلة المحاصيل، وتؤدي إلى تدهور جودة المياه (Ibrahim et al., 2021). غالبًا ما يكون حماية مصادر المياه الخام من خلال الإدارة المستدامة أفضل من معالجة المياه الملوثة (Katsanou & Karapanagioti, 2017). إن فهم الترابط بين المياه الجوفية والمياه السطحية أمر بالغ الأهمية لمعالجة قضايا إمدادات المياه والجودة والتدهور البيئي (Winter et al., 1999).

2-3. الاضطراب الزراعي: العواقب المترتبة على إنتاج المحاصيل والأمن الغذائي

تسلط الأبحاث الحديثة الضوء على ضعف الأمن الغذائي العالمي في مواجهة الاضطرابات الزراعية. يعتمد إنتاج المحاصيل الحديثة بشكل كبير على المدخلات الخارجية، مثل الأسمدة والآلات والمبيدات الحشرية، مما يجعله عرضة لصدمات التجارة وفقدان البنية التحتية (Ahvo, 2022; Moersdorf et al., 2023). إن فشل البنية التحتية الكارثي قد يؤدي إلى انخفاض كبير في الغلة، وخاصة في المناطق ذات الغلة العالية، مع انخفاض محتمل بنسبة 35-48٪ للمحاصيل الرئيسية (Moersdorf et al., 2023). يمكن للكوارث أن تعطل كلّاً من إنتاج ونقل السلع الزراعية، مما يؤثر على الأمن الغذائي في البلدان المعتمدة على الاستيراد (Nagurney et al., 2023). كما يهدد التدهور البيئي استقرار إمدادات الغذاء، مع تباطؤ النمو في حصاد الحبوب إلى جانب زيادة الطلب، وخاصة في آسيا (Brown, 1997). وتؤكد هذه التحديات على الحاجة إلى الاستعداد والمرونة في نظام الغذاء العالمي، فضلاً عن أهمية معالجة القضايا البيئية والنمو السكاني لضمان الأمن الغذائي على المدى الطويل (Brown, 1997; Ahvo, 2022).

2-4. الآثار الصحية: التعرض البشري للملوثات من مخلفات الحرب

تشكل مخلفات الحرب السامة مخاطر صحية كبيرة على السكان المدنيين بعد فترة طويلة من انتهاء الصراعات (Durham & Pizzino, 2019; Weir, 2015). تشمل المواد السامة الشائعة مركبات الديوكسينات، والفوسفور الأبيض، واليورانيوم المنضب، وخردل الكبريت، والتي يمكن أن تسبب أمراض الجهاز التنفسي، ومشاكل القلب والأوعية الدموية، ومشاكل الإنجاب. كما تم الإبلاغ عن تأثيرات على الصحة العقلية مثل اضطراب ما بعد الصدمة والاكتئاب والقلق (Durham & Pizzino, 2019).

2-5. ارتباطات تغير المناخ: كيف يعمل الضرر البيئي على تضخيم المخاطر المستقبلية

يؤدي تغير المناخ إلى تفاقم القضايا البيئية القائمة، مما يؤدي إلى تضخيم المخاطر عبر مجالات متعددة بما في ذلك المياه والنظم البيئية والغذاء والصحة والأمن (Cramer et al., 2018). إنه يعمل بمثابة "مضاعف لمخاطر الكوارث"، مما يؤدي إلى تكثيف المخاطر البيئية وتهديد الحضارة البشرية المحتملة (O'Sullivan, 2015). إن الطبيعة التآزرية لتغير المناخ، وتضخيم الأشعة فوق البنفسجية، وتلوث الهواء، وارتفاع تدفقات المغذيات تعمل

على تسريع تدهور النظم البيئية، وخاصة في الغابات والبحيرات والمصبات (Megha & Hi, 2021). وعلاوة على ذلك، فإن تغير المناخ وتلوث الهواء لهما علاقة ثنائية الاتجاه، مما يؤدي إلى مفاقمة كلٍّ منهما الآخر ويؤدي إلى نتائج سلبية على صحة القلب والأوعية الدموية. وتزيد درجات الحرارة المرتفعة من خطر اندلاع حرائق الغابات الشديدة والعواصف الغبارية، في حين يعزز تغير الكيمياء الجوية من تكوين الملوثات الجوية (Alahmad et al., 2023). وتتطلب هذه التحديات البيئية المترابطة إستراتيجيات شاملة للتخفيف والتكيف، حيث إن إدارة مخاطر الأمن البيئي الحالية غير كافية وتعوقها العقبات السياسية وعدم اليقين العلمي (O'Sullivan, 2015).

6-2. إستراتيجيات التعافي البيئي والاستدامة طويلة الأجل في غزة

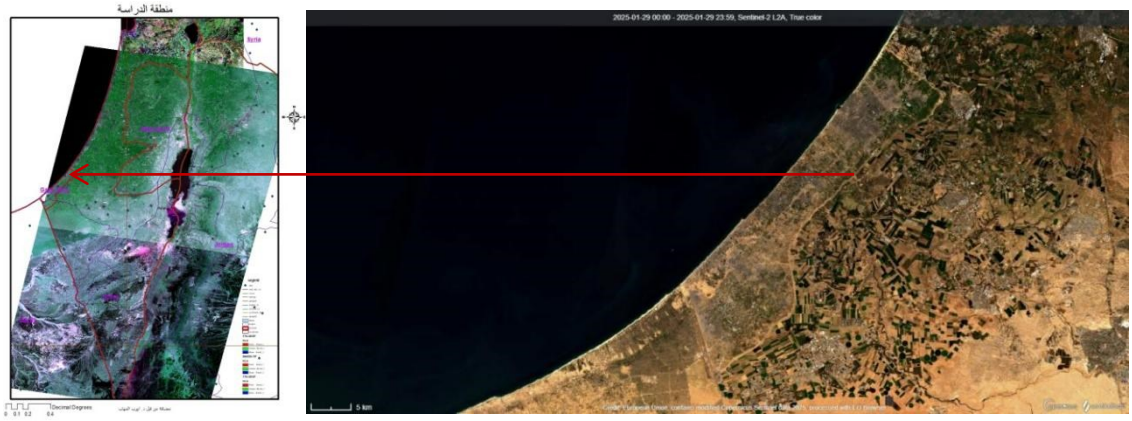
إن التحديات البيئية في غزة شديدة، حيث تشكل المياه الجوفية المتدهورة، وتلوث مياه الصرف الصحي الساحلية، وعدم كفاية إدارة النفايات الصلبة مخاوف أساسية. وقد أدى الصراع المستمر إلى تفاقم هذه القضايا، مما أضاف مخاطر من الجسيمات المحمولة جوّاً بسبب أضرار المباني (Tal & Cohen., 2024). تشمل الإستراتيجيات المستدامة للتعافي استعادة الغاز الحيوي من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، مما قد يؤدي إلى الاكتفاء الذاتي من الطاقة وتقليل إنتاج الحمأة (Hamouda & Abu-Shaaban, 2014). يتطلب معالجة المشاكل البيئية في غزة نهجًا متعدد التخصصات، مع مراعاة العوامل الطبيعية والسياسية والاقتصادية والاجتماعية (Shomar, 2005). يعد تطوير إستراتيجية مستدامة سليمة بيئيّاً للتخلص من النفايات الصلبة أمرًا بالغ الأهمية، مع الحاجة إلى تفويضات مؤسسية واضحة، وتشريعات شاملة، وإستراتيجية وطنية لإدارة النفايات تتضمن مكبات النفايات والتسميد والحرق (El-Hawi, 2004). هذه الجهود ضرورية للاستدامة طويلة الأجل والتعافي البيئي في غزة.

3. المنهجية:

منهجية البحث تمت عبر تحليل صور الأقمار الصناعية وتقارير المنظمات البيئية لتقييم حجم الدمار البيئي والزراعي، إلى جانب بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

3. منطقة الدراسة:

منطقة الدراسة المستهدفة في هذا البحث تتركز في مناطق السلطة الفلسطينية، وتحديداً (قطاع غزة)، والذي تبلغ مساحته 365 كم^2، وتتباين التضاريس فيه والتي تشمل كثبانًا رملية ومناخ البحر الأبيض المتوسط. ويتراوح هطول الأمطار السنوي في القطاع بين 200 و400 مليمتر مكعب، وتكون الأمطار متذبذبة وغير مستقرة، وذلك نظراً إلى تأثير العوامل المناخية.



الشكل (1): منطقة الدراسة (المصدر: عمل الباحث على صور القمر الصناعي لاندسات Landsat OLI).

4. المؤشرات والنتائج:

شهد الصراع في قطاع غزة استخدام أنواع مختلفة من القذائف والصواريخ، كل منها يحتوي على مكونات كيميائية محددة تساهم في التدهور البيئي والمخاطر الصحية.

أولاً- أنواع القذائف والصواريخ المستخدمة:

1. **قذائف المدفعية:** استخدم الجيش الإسرائيلي على نطاق واسع قذائف مدفعية عيار 155 ملم، وخاصة من مدفع الهاوتزر M109. بعض هذه القذائف، مثل M825 وM825A1، تحتوي على الفوسفور الأبيض، وهو محظور في المناطق المدنية بسبب آثاره الحارقة الشديدة وإمكانية التسبب في أضرار بيئية طويلة الأمد (The New Arab, 2024; Wikipedia, 2024).

2. **قذائف الهاون:** تم استخدام قذائف الهاون الموجهة بدقة مثل Iron Sting، والتي تزن حوالي 17 كيلوغرامًا ومصممة لتقليل الخسائر المدنية مع تعظيم الدمار (Greenpeace, 2024).

3. **الصواريخ:** تم نشر نظام إطلاق الصواريخ المتعدد (M270MLRS) لإطلاق صواريخ مختلفة، بما في ذلك Romach، الذي يحمل رأسًا حربيّاً يزن 20 كجم (The New Arab, 2024)، تم تصميم هذه الصواريخ لتحقيق الدقة والتأثير الانفجاري الكبير. الشكل رقم 2 (أ، وب) يلخص الاعتداءات الإسرائيلية وانبعاثاتها، وأيضاً أثر الاعتداءات الإسرائيلية على البيئة والتنمية.

4. **القنابل:** تم استخدام القنابل عالية السعة مثل سلسلة MK-84 وGBU على نطاق واسع. يمكن لقنبلة MK-84 أن تسبب دمارًا هائلاً في المناطق الحضرية، في حين أن GBU-31 هي قنبلة خارقة للتحصينات موجهة بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) قادرة على اختراق الهياكل العميقة (The New Arab, 2024; Wikipedia, 2024).

5. **الطائرات بدون طيار:** تم استخدام المركبات الجوية بدون طيار مثل هيرميس 450 لإطلاق صواريخ جو-أرض، مما يزيد من تعقيد التأثير

البيئي بسبب ضرباتها الدقيقة على المناطق المأهولة بالسكان (Wikipedia, 2024).

المكونات الكيميائية:

تشكل المكونات الكيميائية لهذه الذخائر مخاطر جسيمة:

- **الفوسفور الأبيض:** يستخدم في بعض قذائف المدفعية، ويمكن أن يسبب حروقًا شديدة وتلوّثاً بيئيّاً طويل الأمد.
- **المعادن الثقيلة:** تحتوي العديد من الذخائر على معادن ثقيلة يمكن أن تتسرب إلى التربة وإمدادات المياه، مما يؤدي إلى مشاكل صحية مزمنة للسكان المحليين (ReliefWeb, 2024).
- **بقايا المتفجرات:** تساهم بقايا المتفجرات في تلوث التربة والمياه، مما يؤثر على قابلية الزراعة وجودة مياه الشرب.

باختصار، فإن أنواع القذائف والصواريخ المستخدمة في غزة ليست مدمرة فحسب، بل إنها أيضًا تحتوي على مكونات كيميائية خطرة تهدد كلّاً من صحة الإنسان وسلامة البيئة. إن الآثار الطويلة الأجل لهذا التلوث بالغة الأهمية لفهم التأثيرات المستقبلية على الزراعة وموارد المياه واستقرار المناخ بشكل عام في المنطقة (Reuters, 2024; UNEP, 2024).

الشكل (2): أ. الاعتداءات الإسرائيلية وانبعاثاتها – ب. أثر الاعتداءات الإسرائيلية على البيئة والتنمية
(المصدر: Sci Dev. Net., 2024).

ثانياً– تأثير مخلفات الحرب:

أ) التأثير على جودة التربة: التلوث والتدهور

إن تأثير مخلفات الحرب في غزة على جودة التربة عميق، مما يؤدي إلى تلوث وتدهور كبيرين يشكلان مخاطر طويلة الأمد على الزراعة والصحة العامة (الشكل رقم 3). وقد أدت العمليات العسكرية المتواصلة إلى الاستخدام المكثف للذخائر، بما في ذلك قذائف المدفعية والصواريخ التي تطلق مواد سامة في البيئة.

1. تلوث التربة:

لقد تسبب الصراع في توليد ما يقرب من 37 مليون طن من الحطام، بما في ذلك المواد الخطرة التي تتسرب إلى التربة. تم تحديد المعادن الثقيلة مثل الرصاص والزرنيخ والزئبق والنحاس، إلى جانب بقايا المتفجرات، كملوثات كبيرة. يمكن أن

تؤثر هذه الملوثات بشدة على خصوبة التربة، مما يجعل من الصعب بشكل متزايد على الممارسات الزراعية دعم المحاصيل. تشير التقارير إلى أن ثلثي الأراضي الزراعية في شمال غزة أصبحت غير صالحة للاستخدام بسبب الدمار الناجم عن العمليات العسكرية (CEOBS, 2024; Greenpeace, 2024).

2. تدهور الأراضي الزراعية:

قبل تصاعد الصراع، كانت غزة معروفة بأراضيها الخصبة وإنتاجها الزراعي. ومع ذلك، أدت عمليات القصف إلى تدمير البساتين والأراضي الزراعية، حيث أثرت أكثر من 80,000 طن من المتفجرات على حقول أشجار الزيتون والليمون. لم يؤدِّ التدمير إلى خسارة فورية للمحاصيل فحسب، بل أدى أيضًا إلى تدهور جودة التربة على المدى الطويل، مما ساهم في التصحر والتآكل (UNEP, 2024; Greenpeace, 2024).

الشكل (3): تأثير الحرب على التربة والزراعة في غزة (المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

3. التداعيات طويلة الأمد:

يحذر الخبراء من أن الكارثة البيئية التي تتكشف في قطاع غزة سيكون لها آثار متتالية على الأمن الغذائي والصحة العامة. يمكن أن تؤدي التربة الملوثة إلى انخفاض المحاصيل الزراعية، مما يؤدي إلى تفاقم ندرة الغذاء في منطقة تواجه بالفعل أزمات إنسانية. قد تدخل المخلفات السامة في التربة أيضًا إلى سلسلة الغذاء، مما يشكل مخاطر صحية على السكان المحليين (CEOBS, 2024; UNEP, 2024).

ب) التأثيرات على تلوث مصادر المياه الجوفية والسطحية:

لقد أدى الصراع المستمر في قطاع غزة إلى تلوث كبير للمياه، مما أثر بشدة على مصادر المياه الجوفية والسطحية. وقد أدى تدمير البنية التحتية والقصف العشوائي إلى

تفاقم الوضع المائي الهش بالفعل، مما أدى إلى عواقب وخيمة على الصحة العامة والبيئة.

1- تلوث المياه الجوفية:

يعتمد قطاع غزة بشكل كبير على طبقة مياه جوفية ساحلية واحدة، والتي تواجه الآن مستويات تلوث غير مسبوقة. قبل الصراع، كان ما يقرب من 97٪ من المياه المستخرجة من هذه الطبقة المائية تعتبر غير صالحة للاستهلاك البشري بسبب مياه الصرف الصحي غير المعالجة وغيرها من الملوثات. وقد أدت الأعمال العدائية المستمرة إلى تعريض هذا المورد الحيوي للخطر بشكل أكبر، حيث تسببت أنظمة الصرف الصحي التالفة في تسرب مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى المياه الجوفية. ولا يهدد هذا التلوث إمدادات مياه الشرب فحسب، بل يعرّض أيضًا الأراضي الزراعية التي تعتمد على هذه الطبقة الجوفية للري للخطر.

2- تلوث المياه السطحية:

إن الوضع بالنسبة لمصادر المياه السطحية مثير للقلق بنفس القدر. ويفيد برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن حوالي 100 ألف متر مكعب من مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصحي يتم إلقاؤها يوميّاً في البحر الأبيض المتوسط بسبب تدمير مرافق إدارة النفايات وانقطاع التيار الكهربائي. وقد أدى هذا إلى زيادة تركيزات مسببات الأمراض والمواد المغذية الضارة في المياه الساحلية، مما ساهم في أزمة الصحة العامة التي تتميز بالأمراض المنقولة بالمياه. كما أدى إطلاق مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى أضرار بيئية كبيرة، مما أثر على الحياة البحرية والنظم الإيكولوجية الساحلية (UNEP, 2024).

3- الآثار الصحية:

إن المخاطر الصحية المرتبطة بتلوث المياه عميقة. ترتبط المياه الملوثة بمجموعة من الأمراض، بما في ذلك الإسهال والتهاب الكبد الفيروسي وأمراض الجهاز الهضمي الأخرى. قبل تصاعد الصراع، كانت الأمراض المرتبطة بالمياه تشكل 26% من إجمالي الأمراض في غزة، وهو رقم من المتوقع أن يرتفع بشكل حاد مع استمرار تدهور البنية الأساسية. ويشكل الجمع بين محدودية الوصول إلى المياه النظيفة وانتشار الملوثات تهديداً مباشراً لرفاهة السكان (UNEP, 2024).

ثالثاً- العواقب المترتبة على إنتاج المحاصيل والأمن الغذائي والاضطرابات الزراعية:

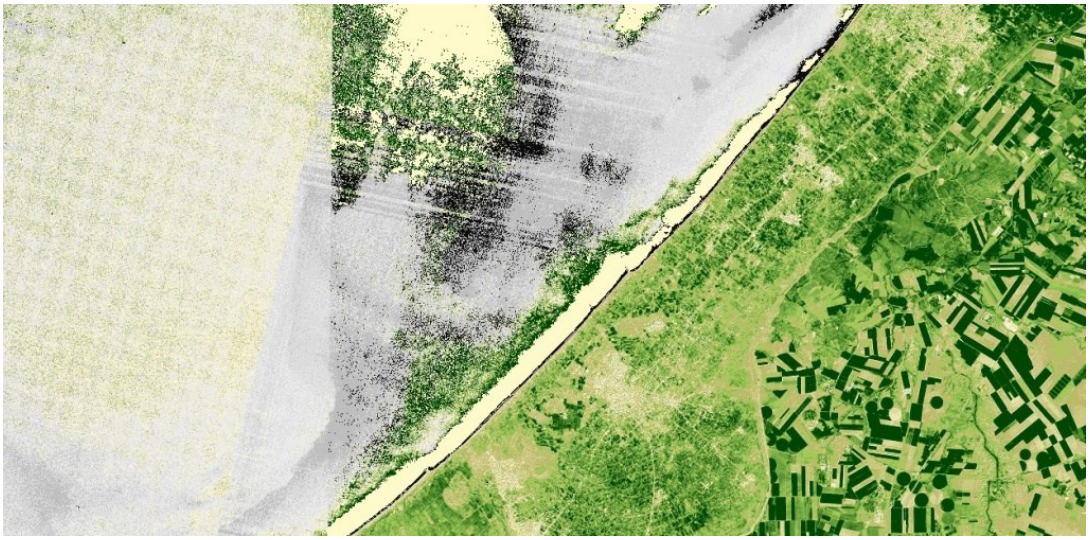
لقد أدى الاضطراب الزراعي في قطاع غزة بسبب الصراع المستمر إلى عواقب وخيمة على إنتاج المحاصيل والأمن الغذائي، مما يهدد سبل عيش المزارعين ويؤدي إلى تفاقم الأزمات الإنسانية في المنطقة.

1. مدى الضرر الزراعي:

تشير التقييمات الأخيرة إلى أن أكثر من 57٪ من الأراضي الزراعية في قطاع غزة تضررت منذ بداية الحرب، مع الإبلاغ عن خسائر كبيرة في محاصيل مختلفة. تكشف منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) وتحليلات صور الأقمار الصناعية أن الدمار يشمل البساتين وقطع الأراضي المزروعة بالخضروات وحقول الحبوب، مما يقوض بشكل خطير السيادة الغذائية في منطقة يعتمد فيها 30٪ من استهلاك الغذاء على الزراعة المحلية (TRT World, 2024; Al-Jazeera, 2023, December 29).

2. التأثير على إنتاج المحاصيل:

لقد أدى تدمير الأراضي الزراعية إلى خسارة 25٪ من إنتاج زيت الزيتون، وهو تصدير زراعي حيوي لفلسطين. بالإضافة إلى ذلك، واجه العديد من المزارعين هجمات مباشرة على ممتلكاتهم، مما أدى إلى تدمير أنظمة الري والدفيئات الزراعية الضرورية للحفاظ على صحة المحاصيل (Anadolu Agency, 2024; AFSC, 2024). تقدر وزارة الزراعة الفلسطينية أن ما يقرب من 3400 هكتار من الأراضي الزراعية أصبحت غير صالحة للاستخدام، مما أدى إلى تفاقم نقص الغذاء (Anadolu Agency, 2024).

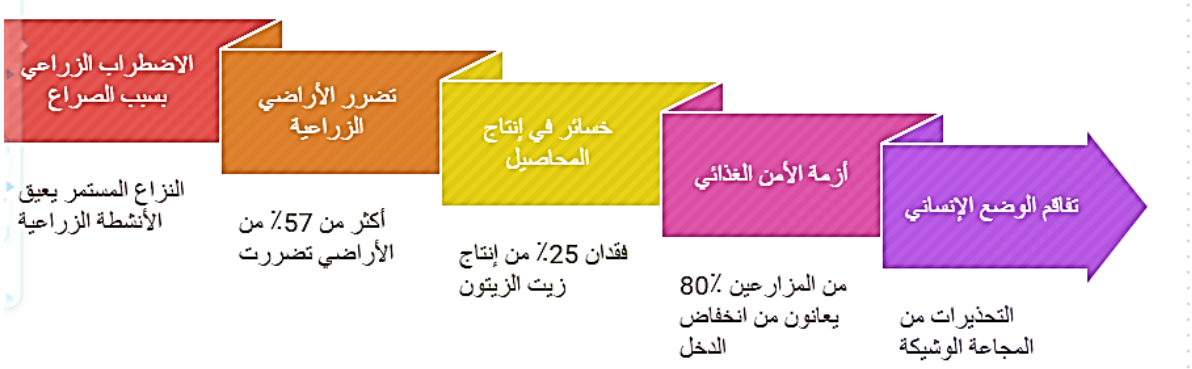


الشكل (4): معامل الغطاء الخضري NDVI لقطاع غزة باستخدام صور القمر الصناعي الأوروبي سينتنل 2.

3. أزمة الأمن الغذائي:

إن تداعيات هذا الاضطراب الزراعي وخيمة. تشير التقارير إلى أن 80٪ من المزارعين الذين شملهم الاستطلاع قد عانوا من انخفاض في الدخل مرتبط بشكل مباشر بالصراع، مما ساهم في ارتفاع مستويات انعدام الأمن الغذائي. الوضع خطير لدرجة أن المسؤولين يحذرون من المجاعة الوشيكة على مستوى العالم. إن التحديات التي تواجهها غزة والضفة الغربية كبيرة للغاية إذا لم تتحسن

الظروف المحلية (TRT World, 2024; Al-Jazeera, 2023, December 29). وقد أدى الحصار المفروض على إمدادات الغذاء والمساعدات الإنسانية إلى تكثيف هذه التحديات، مما أدى إلى ما يصفه البعض بأنه استخدام المجاعة كسلاح حرب (AFSC, 2024).



الشكل (5): مخطط تأثير الاضطراب الزراعي في قطاع غزة (المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

رابعاً- التعرض البشري للملوثات من مخلفات الحرب والآثار الصحية:

إن الآثار الصحية الناجمة عن تعرض الإنسان للملوثات من مخلفات الحرب في قطاع غزة شديدة ومتعددة الأوجه، مما يؤدي إلى تفاقم الأزمات الصحية القائمة ويشكل مخاطر طويلة الأجل على السكان. وقد أدى الصراع المستمر إلى تلوث كبير للهواء والماء والتربة، مما أدى إلى مجموعة من المشكلات الصحية الحادة والمزمنة بين السكان.

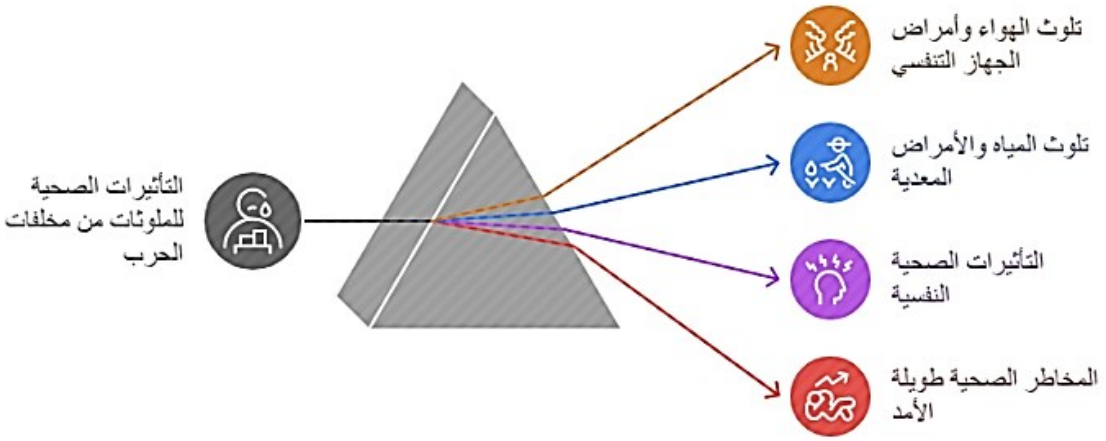
1- تلوث الهواء وأمراض الجهاز التنفسي:

تدهورت جودة الهواء في قطاع غزة بشكل كبير بسبب تدمير المباني واستخدام الذخائر التي تطلق مواد كيميائية سامة. ويحذر الخبراء من تعرض السكان لمستويات عالية من الملوثات، مما يساهم في زيادة مشاكل الجهاز التنفسي. منذ أكتوبر 2023م، سجلت منظمة الصحة العالمية ما يقرب من مليون حالة من التهابات الجهاز التنفسي الحادة في غزة، مع أمراض شائعة بما في ذلك الربو القصبي، ومرض الانسداد الرئوي المزمن، والالتهاب الرئوي، وسرطان الرئة. وأدى الجمع بين الغبار الناتج عن الأنقاض والمواد الكيميائية المنبعثة أثناء القصف إلى خلق بيئة تنتشر فيها أمراض الجهاز التنفسي، وخاصة بين الفئات السكانية الضعيفة مثل الأطفال (Anadolu Agency, 2024).

2- تلوث المياه والأمراض المعدية:

لقد أثر الصراع بشدة على جودة المياه، حيث أصبحت معظم مصادر مياه الشرب في غزة الآن غير آمنة للاستهلاك. أدى تدمير مرافق معالجة المياه إلى تلوث مياه الصرف

الصحي غير المعالجة لكل من مصادر المياه الجوفية والسطحية. أدى هذا الوضع إلى زيادة الأمراض المنقولة بالمياه، مثل الإسهال والكوليرا، والتي تؤثر بشكل خاص على الأطفال الأكثر عرضة للإصابة بهذه الأمراض. مع تصريف ملايين اللترات من مياه الصرف الصحي يومياً في البحر الأبيض المتوسط، يستمر خطر الأوبئة في النمو مع انخفاض الوصول إلى المياه النظيفة (HHRJ, 2024, May 21).



الشكل (6): أهم التأثيرات الصحية للملوثات من مخلفات الحرب في قطاع غزة

(المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

خامساً- الارتباطات بتغير المناخ: كيف يؤدي الضرر البيئي إلى تضخيم المخاطر المستقبلية؟

لقد أدى الصراع المستمر في قطاع غزة إلى أضرار بيئية كبيرة تؤدي إلى تفاقم المخاطر المستقبلية المتعلقة بتغير المناخ. إن تدمير الموارد الطبيعية والبنية الأساسية والنظم البيئية لا يشكل تهديدًا مباشرًا لصحة الإنسان وسلامته فحسب، بل يقوّض أيضًا قدرة المنطقة على الصمود في مواجهة التحديات المتعلقة بالمناخ.

1. التدهور البيئي وتغير المناخ:

لقد أدت الحرب إلى تلوث واسع النطاق للهواء والماء والتربة. وتشير التقديرات إلى أن 39 مليون طن من الحطام قد تم توليدها، مما يساهم في انتشار التلوث بالمواد السامة، بما في ذلك المعادن الثقيلة والمواد الكيميائية من الذخائر. ويؤثر هذا التلوث سلبًا على جودة مصادر المياه الجوفية والسطحية، والتي تعاني بالفعل من ضغوط شديدة بسبب الإفراط في الاستخراج والتلوث. ويحذر برنامج الأمم المتحدة للبيئة من أن تدهور هذه الموارد قد يحبس سكان غزة في حلقة مفرغة من الفقر وعدم الاستقرار، مما يجعل التعافي صعبًا بشكل متزايد مع تدهور الظروف البيئية (Climate Refugees, 2023; Greenpeace, 2024).

2. التأثير على موارد المياه:

تواجه طبقة المياه الجوفية الساحلية في قطاع غزة، وهي مصدر مياه حيوي للمنطقة، تسرب المياه المالحة والتلوث من مياه الصرف الصحي غير المعالجة بسبب تضرر مرافق معالجة مياه الصرف الصحي. وقد أدى الصراع إلى تصريف أكثر من 130,000 متر مكعب من مياه الصرف الصحي غير المعالجة في البحر الأبيض المتوسط يوميّاً، مما يشكل مخاطر كبيرة على النظم البيئية البحرية والصحة العامة. ومن المتوقع أن يتفاقم هذا الوضع مع توقعات تشير إلى انخفاض هطول الأمطار بنسبة 20% بحلول عام 2050م، وارتفاع درجات الحرارة بما يصل إلى 2,5 درجة مئوية بحلول عام 2055م (Climate Refugees, 2023, January 11; Wikipedia, 2024). ومن شأن مثل هذه التغييرات أن تؤدي إلى تفاقم نقص المياه الحالي وزيادة ضعف النظم الزراعية المعتمدة على مصادر المياه الموثوقة.

3. الاضطراب الزراعي:

إن تدمير الأراضي الزراعية –والذي يقدر بنحو 40%– وتلوث التربة بالملوثات يؤثران بشدة على الأمن الغذائي في قطاع غزة. إن فقدان الأراضي الصالحة للزراعة يقلل من قدرة المنطقة على العمل كمصدر للكربون، مما يزيد من تركيزات الغازات المسببة للانحباس الحراري في الغلاف الجوي. ومع انخفاض الإنتاجية الزراعية بسبب التدهور البيئي، يرتفع انعدام الأمن الغذائي، مما يزيد من تعقيد جهود التعافي (Greenpeace, 2024; FAO, 2024).

4. المخاطر المناخية طويلة الأمد:

إن التأثيرات التراكمية للأضرار البيئية الناجمة عن الصراع تساهم في تحديات أوسع نطاقاً لتغير المناخ. إن تدمير البنية التحتية اللازمة لإدارة النفايات الفعالة يؤدي إلى تفاقم مستويات التلوث ويؤدي إلى زيادة انبعاثات الغازات المسببة للانحباس الحراري. ومن المتوقع أن تولد جهود إعادة الإعمار بعد انتهاء الصراع انبعاثات كربونية كبيرة تعادل إنتاج ثاني أكسيد الكربون السنوي في العديد من البلدان (FAO, 2024; Wikipedia, 2024).

سادساً– كيف يساهم الضرر البيئي في غزة في ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي؟

يساهم الضرر البيئي في قطاع غزة بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي من خلال العديد من الآليات المتعلقة بالدمار الناجم عن العمليات العسكرية. وقد أدى الصراع المستمر إلى انبعاثات كربونية كبيرة وتدهور الموارد الطبيعية، مما يؤدي بشكل جماعي إلى تفاقم تغير المناخ.

أ) المساهمات الرئيسية في ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي:

1. انبعاثات الكربون العالية من العمليات العسكرية:

لقد أدى الصراع إلى انبعاثات كربونية مذهلة. في الشهرين الأولين التاليين لتصعيد الأعمال العدائية في 7 أكتوبر 2023م، يُقدّر أن ما يقرب من 281,000 طن متري من ثاني أكسيد الكربون قد انبعثت، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى القصف الجوي الإسرائيلي والغزوات البرية. هذا الرقم يعادل البصمة الكربونية السنوية لأكثر من 20 دولة معرضة لخطر تغير المناخ (Al-Jazeera, 2023; Climate Refugees., 2023). وتتجاوز الانبعاثات الناجمة عن هذه الأعمال العسكرية تلك التي تولدها العديد من البلدان، مما يسلط الضوء على التأثير الكبير للحرب على مستويات الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي.

2. تدمير البنية التحتية:

لقد أدى القصف إلى تدمير البنية التحتية الحيوية، بما في ذلك محطات الطاقة وأنظمة إدارة النفايات. وهذا لا يؤدي فقط إلى إطلاق غازات الدفيئة أثناء الهجمات، بل يؤدي أيضًا إلى انبعاثات مستمرة حيث تتسرب الملوثات من المرافق التالفة أو تعمل بشكل غير فعال (Frontiers, 2024; Wikipedia, 2024).

على سبيل المثال، يمكن أن تولد إعادة بناء ما يقرب من 100,000 مبنى متضرر في غزة 30 مليون طن متري إضافية من غازات الدفيئة إذا تم استخدام طرق البناء التقليدية (Wikipedia, 2024).

3. تلوث التربة والمياه:

لقد أدى الصراع إلى تلوث مصادر التربة والمياه بالمعادن الثقيلة والمواد الكيميائية السامة من الذخائر، والتي يمكن أن تعطل النظم البيئية المحلية وتقلل من قدرتها على عزل الكربون. إن تدمير الأراضي الزراعية –حوالي 40٪– يقلل بشكل أكبر من قدرة المنطقة على العمل كمصارف للكربون، مما يزيد من تركيزات الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي في الغلاف الجوي (Al-Jazeera, 2023; Frontiers, 2024).

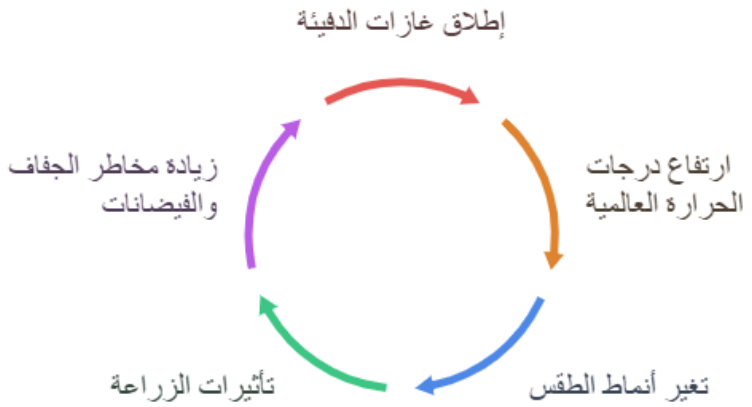
4. زيادة التعرض لتغير المناخ:

إن التدهور البيئي الناتج عن الحرب يؤدي إلى تفاقم نقاط الضعف في مواجهة تأثيرات تغير المناخ، مثل أنماط هطول الأمطار غير المنتظمة وارتفاع درجات الحرارة. تشير التوقعات إلى أن غزة قد تشهد انخفاضًا بنسبة 20٪ في هطول الأمطار بحلول عام 2050م، وارتفاع درجات الحرارة بما يصل إلى 5,2 درجة مئوية بحلول عام 2055م (Climate Refugees, 2023). يمكن أن تؤدي مثل هذه التغييرات إلى المزيد من

الجفاف الشديد وموجات الحر، مما يزيد من الضغط على الموارد الطبيعية المستنفدة بالفعل.

5. الضرر البيئي الطويل الأمد:

إن العواقب البيئية للحرب تخلق حلقة من المعاناة متعددة الأجيال بسبب الضرر البيئي الطويل الأمد. ومع تدمير النظم البيئية، تتضاءل قدرتها على التعافي، مما يؤدي إلى زيادة الانبعاثات الكربونية بمرور الوقت وتفاقم آثار تغير المناخ (Frontiers, 2024).



الشكل (7): يوضح دورة تأثير مخلفات الحرب على تغير المناخ (المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

ب) المصادر الرئيسية للتلوث في غزة:

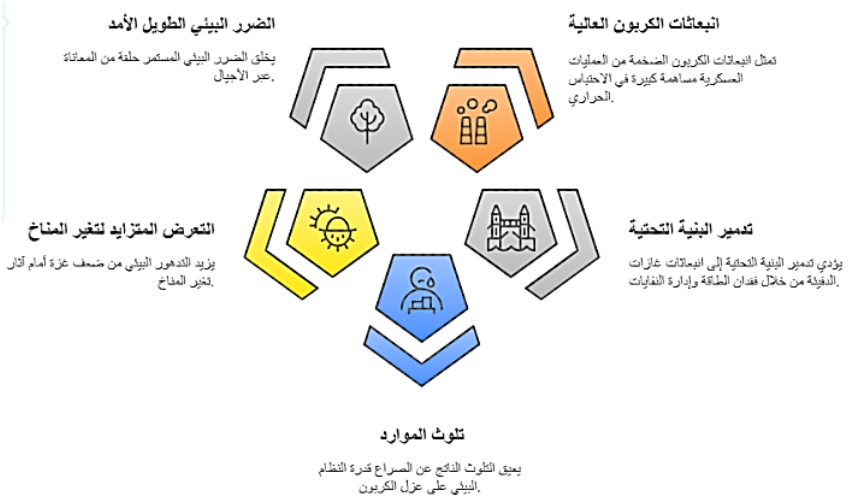
1. **تلوث المياه:** لقد أثر الصراع المستمر بشدة على جودة المياه في غزة. وقد أدى الضرر الذي لحق بمرافق معالجة مياه الصرف الصحي إلى تصريف ما يقرب من 100,000 متر مكعب يومياً من مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى البحر الأبيض المتوسط، مما يؤدي إلى مستويات عالية من التلوث في كل من مصادر المياه الجوفية والسطحية. إن الحوض الساحلي للمياه، وهو المصدر الرئيسي للمياه في غزة، ملوث بشدة بسبب الإفراط في استخراج وتسرب مياه الصرف الصحي والمواد الكيميائية، مما يجعل 96,2٪ من مياه المنازل غير صالحة للشرب (Climate Refugees, 2023).

2. **تلوث الهواء:** يساهم حرق النفايات الصلبة والحطام بشكل كبير في تلوث الهواء في غزة. يطلق الحرق المفتوح غازات خطرة وجسيمات، مما يؤدي إلى تفاقم أمراض الجهاز التنفسي بين السكان. في الشهرين الأولين من الصراع، تم انبعاث ما يقرب من 281,000 طن من غازات الاحتباس الحراري، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى الأعمال العسكرية (Al-Jazeera, 2023; Climate Refugees, 2023).

3. **تلوث النفايات الصلبة:** أدى انهيار أنظمة إدارة النفايات الصلبة إلى تراكم مئات الآلاف من الأطنان من النفايات في جميع أنحاء قطاع غزة. لا تشكل هذه النفايات مخاطر صحية فورية فحسب، بل تلوث أيضًا التربة والمياه

الجوفية، حيث يتسرب السائل من مكبات النفايات إلى البيئة (Wikipedia, 2024; Frontiers, 2024).

4. **تلوث الحطام:** لقد تسبب الصراع في توليد ما يقرب من 39 مليون طن من الحطام، والذي يحتوي على مواد خطرة مثل الأسبستوس والمعادن الثقيلة والذخائر غير المنفجرة. وتشكل هذه الحطام مخاطر مادية وتساهم في التلوث البيئي (Climate Refugees, 2023; Frontiers, 2024).



الشكل (8): تأثير الصراع على الاحتباس الحراري العالمي في قطاع غزة

(المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

سابعاً- التدابير الرامية إلى الحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في غزة

1. **إعادة تأهيل البنية الأساسية:** يمكن أن يساعد ترميم البنية الأساسية التالفة، وخاصة مرافق معالجة مياه الصرف الصحي وأنظمة إدارة النفايات الصلبة، في الحد من الانبعاثات الناتجة عن مياه الصرف الصحي غير المعالجة وحرق النفايات.

2. **تعزيز الطاقة المتجددة:** يمكن أن يؤدي الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري والحد من انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري المرتبطة باستهلاك الطاقة.

3. **تحسين ممارسات إدارة النفايات:** يمكن أن يؤدي تنفيذ إستراتيجيات أفضل لإدارة النفايات، بما في ذلك برامج إعادة التدوير والتسميد، إلى تقليل الانبعاثات الناتجة عن التخلص من النفايات وتقليل حجم النفايات الناتجة.

4. **الممارسات الزراعية المستدامة:** إن تشجيع تقنيات الزراعة المستدامة التي تعزز صحة التربة وتقلل من الاعتماد على الأسمدة الكيماوية يمكن أن يساعد في التخفيف من الانبعاثات من الزراعة.

5. المشاركة المجتمعية: إن إشراك المجتمعات المحلية في جهود التعافي البيئي يمكن أن يعزز الوعي بإستراتيجيات الحد من الانبعاثات ويعزز الممارسات المستدامة على مستوى القاعدة الشعبية.

ثامناً- تأثير تدمير البنية التحتية على الصحة البيئية:

إن تدمير البنية التحتية في غزة له آثار عميقة على الصحة البيئية:

- **انقطاع إمدادات المياه:** يؤدي تلف أنظمة إمدادات المياه إلى عدم انتظام الوصول إلى المياه النظيفة، مما يجبر السكان على الاعتماد على مصادر ملوثة تزيد من المخاطر الصحية (Greenpeace, 2024; Wikipedia, 2024).
- **ارتفاع مستويات التلوث:** يؤدي انهيار البنية التحتية للصرف الصحي إلى فيضان مياه الصرف الصحي غير المعالجة، مما يؤدي إلى تلويث كل من الأرض ومصادر المياه بمسببات الأمراض التي تشكل تهديدات خطيرة للصحة العامة (Frontiers, 2024; Wikipedia, 2024).
- **تدهور جودة الهواء:** يساهم التدمير في زيادة تلوث الهواء الناجم عن حرق الحطام وغيره من المصادر، مما يؤدي إلى ارتفاع معدلات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي بين السكان (Climate Refugees, 2023; UNEP, 2024).

تاسعاً- إستراتيجيات التعافي البيئي والاستدامة طويلة الأمد في غزة

يجب أن تعالج إستراتيجيات التعافي البيئي والاستدامة طويلة الأمد في غزة الأضرار الجسيمة الناجمة عن الصراع المستمر مع دمج التحديات البيئية القائمة مسبقًا. تسلط الأساليب التالية الضوء على مجالات العمل الرئيسية:

أ. التقييم البيئي الفوري:

يعد إجراء تقييم بيئي شامل أمرًا بالغ الأهمية لفهم مدى وأنواع التلوث الناتج عن الصراع. ويشمل ذلك تقييم جودة التربة والمياه والهواء لتحديد مصادر التلوث وإعطاء الأولوية لجهود الإصلاح. ويؤكد برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن مثل هذه التقييمات يجب أن تكون جزءًا لا يتجزأ من تخطيط التعافي، مما يتيح التدخلات المستهدفة التي تعالج القضايا البيئية الفورية والمزمنة (Euronews, 2024; UNEP, 2024).

ب. إعادة تأهيل البنية الأساسية:

إن البنية التحتية، وخاصة أنظمة المياه والصرف الصحي وإدارة النفايات، أمر حيوي للصحة العامة والاستدامة البيئية. إن إعادة تأهيل محطات معالجة مياه الصرف الصحي ومرافق إدارة النفايات الصلبة من شأنه أن يساعد في تخفيف التلوث وتحسين ظروف المعيشة. إن الاستثمارات في حلول الطاقة اللامركزية، مثل

منشآت الطاقة الشمسية، يمكن أن تعزز المرونة مع الحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري (UNDP, 2024; Euronews, 2024).

ج. إدارة الحطام وإعادة التدوير

مع ما يقدر بنحو 39 مليون طن من الحطام الناتج عن الصراع، فإن إدارة الحطام الفعّالة ضرورية. يجب أن تتضمن الإستراتيجيات فرز وإعادة تدوير المواد لاستخدامها في جهود إعادة الإعمار، مما يمكن أن يقلل التكاليف والتأثير البيئي. إن تنفيذ نهج تدريجي لإزالة الحطام، وإعطاء الأولوية للمناطق الحرجة مثل نقاط الوصول إلى المرافق الصحية والملاجئ، من شأنه أن يسهل العمليات الإنسانية مع خلق فرص العمل داخل المجتمع (UNDP, 2024; Euronews, 2024).

د. إشراك المجتمع وبناء القدرات:

إن إشراك المجتمعات المحلية، بما في ذلك النساء والشباب، في جهود التعافي أمر ضروري لتعزيز المرونة وضمان تلبية التدخلات للاحتياجات الأكثر تضرراً. إن مبادرات بناء القدرات قادرة على تمكين أصحاب المصلحة المحليين من المشاركة في الإدارة البيئية والممارسات المستدامة، وتعزيز الشعور بالملكية لعمليات التعافي (Euronews, 2023; UNEP, 2024).

هـ. دمج التكيف مع تغير المناخ:

إن دمج تدابير التكيف مع تغير المناخ في إستراتيجيات التعافي أمر بالغ الأهمية لتحقيق الاستدامة طويلة الأجل. ويشمل ذلك تعزيز ممارسات الحفاظ على المياه، وتعزيز الأساليب الزراعية المستدامة، واستعادة النظم البيئية الطبيعية التي تعمل كحواجز ضد التأثيرات المناخية. ومن خلال معالجة نقاط الضعف الحالية والمخاطر المستقبلية، يمكن لغزة بناء القدرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ (UNDP, 2024).

و. مواءمة السياسات مع الأهداف الوطنية:

إن مواءمة جهود التعافي مع السياسات والأطر الوطنية من شأنها أن تضمن التماسك في معالجة التحديات البيئية عبر القطاعات. ويمكن للتعاون مع السلطة الفلسطينية أن يسهل الاستجابة المنسقة التي تدمج الأهداف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية في تخطيط التعافي (Euronews, 2024, March 6).

ز. الرصد والتقييم

إن إنشاء آليات قوية للرصد والتقييم من شأنه أن يساعد في تتبع التقدم المحرز في جهود التعافي البيئي بمرور الوقت. يتضمن ذلك تقييم فعالية التدخلات في تحسين جودة البيئة ونتائج الصحة العامة، مما يسمح بإستراتيجيات الإدارة التكيفية التي تستجيب للظروف المتغيرة على الأرض (UNDP, 2024).

الشكل (9): إستراتيجيات الاستدامة البيئية في غزة – فلسطين (المصدر: عمل الباحث بناء على المعلومات أعلاه).

عاشراً– النتائج والتوصيات:

أ– الاستنتاجات:

1– لقد أدى الصراع المستمر في غزة إلى تدهور بيئي حاد، مع عواقب كبيرة على الصحة العامة والزراعة والقدرة على الصمود في مواجهة المناخ.

2– وقد أدت الحرب إلى تلوث واسع النطاق للهواء والماء والتربة، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى بقايا العمليات العسكرية، بما في ذلك استخدام القذائف والصواريخ التي تطلق مواد خطرة في البيئة.

3– إن الصراع المستمر بما فيه العدوان الإسرائيلي الأخير على غزة أدى إلى تدهور بيئي عميق، مما أثر بشكل كبير على التربة والمياه وجودة الهواء والإنتاجية الزراعية.

4– كما أدت بقايا الحرب، بما في ذلك القذائف والصواريخ، إلى إدخال ملوثات خطرة تهدد الصحة العامة وتؤدي إلى تفاقم نقاط الضعف القائمة.

5– ومع استمرار الصراع مع الأزمات الإنسانية المباشرة، أصبحت الآثار طويلة الأمد للأضرار البيئية واضحة بشكل متزايد، مما يؤكد الحاجة الملحة إلى إستراتيجيات التعافي الشاملة.

6– كما وجد أن العواقب البيئية للصراع في غزة عميقة، ولها آثار دائمة على الصحة العامة والأمن الغذائي، وأن التصدي لهذه التحديات يتطلب تدخلاً إنسانياً عاجلاً وإستراتيجية شاملة تركز على التعافي البيئي والاستدامة.

7– كما وجد أن الضرر البيئي في غزة يساهم بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري العالمي من خلال الانبعاثات الكربونية العالية الناجمة عن العمليات العسكرية، وتدمير البنية الأساسية، وتلوث الموارد الطبيعية، وزيادة التعرض لتأثيرات تغير المناخ.

8– إن معالجة هذه القضايا تتطلب اهتمامًا دوليّاً عاجلاً وجهودًا منسقة للتعافي والاستدامة في المنطقة. ومن خلال إعطاء الأولوية لهذه الجهود، يمكن لقطاع غزة أن يعمل على إعادة بناء صحته البيئية مع تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة الصراعات المستقبلية والتحديات المتعلقة بالمناخ.

9– إن معالجة هذه التحديات تتطلب نهجًا متعدد الأوجه يدمج التعافي البيئي مع التنمية الاجتماعية والاقتصادية والقدرة على التكيف مع المناخ. ومن خلال إعطاء الأولوية للممارسات

المستدامة والمشاركة المجتمعية، يمكن لغزة أن تعمل على إعادة بناء ليس فقط بنيتها التحتية المادية ولكن أيضًا صحتها البيئية ونسيجها الاجتماعي.

ب- التوصيات:

وبناء على ما سبق فقد خلصت الدراسة إلى بعض التوصيات الضرورية التي من خلال تنفيذها، يمكن لغزة أن تشرع في مسار نحو التعافي البيئي والاستدامة طويلة الأجل، وتحسين نوعية الحياة لسكانها في نهاية المطاف مع تعزيز القدرة على الصمود في مواجهة التحديات المستقبلية، وهي:

1. إجراء تقييمات بيئية شاملة:

- بدء تقييمات مفصلة لجودة التربة والمياه والهواء لتحديد مستويات التلوث وإعطاء الأولوية لجهود الإصلاح. وستساعد هذه البيانات في التدخلات المستهدفة وتخطيط التعافي.

2. الاستثمار في إعادة تأهيل البنية التحتية:

- التركيز على استعادة البنية الأساسية الحيوية مثل مرافق معالجة المياه، وأنظمة الصرف الصحي، وخدمات إدارة النفايات لتحسين نتائج الصحة العامة والحد من التلوث.

3. تنفيذ إدارة فعّالة للحطام:

- تطوير نهج منهجي لإزالة الحطام وإعادة تدويره لتقليل التأثير البيئي مع خلق فرص العمل للمجتمعات المحلية.

4. إشراك المجتمعات المحلية:

- تعزيز مشاركة المجتمع في جهود التعافي من خلال تمكين أصحاب المصلحة المحليين من خلال مبادرات بناء القدرات. وهذا من شأنه أن يضمن أن تكون التدخلات ذات صلة ثقافية وتلبي احتياجات المجتمع بشكل فعّال.

5. دمج إستراتيجيات التكيف مع تغير المناخ:

- دمج تدابير المرونة المناخية في خطط التعافي، مع التركيز على الممارسات الزراعية المستدامة، وتقنيات الحفاظ على المياه، واستعادة النظام البيئي للتخفيف من المخاطر المستقبلية.

6. مواءمة السياسات مع الأطر الوطنية:

- التعاون مع السلطة الفلسطينية لضمان أن تكون جهود التعافي متوافقة مع السياسات الوطنية وأهداف التنمية، وتعزيز التماسك بين القطاعات.

7. إنشاء آليات الرصد والتقييم:

- إنشاء أنظمة قوية لمراقبة تقدم التعافي البيئي وتقييم فعالية التدخلات بمرور الوقت. وهذا من شأنه أن يمكّن من وضع إستراتيجيات إدارة تكيفية تستجيب للظروف المتطورة.

8. السعي إلى الحصول على الدعم الدولي:

- إشراك المنظمات الدولية والمنظمات غير الحكومية والدول المانحة لتأمين التمويل والمساعدة الفنية لمبادرات التعافي، مع التأكيد على أهمية الاستدامة البيئية في الجهود الإنسانية.

Refereces:

1. **Ahvo,** A. (2022). *Global food security in the face of climate change and agricultural disruptions*. Global Food Security Journal, 5(1), 50-63.
2. **Al Jazeera.** (2023, December 5). *Is Israel's war on Gaza also hurting the climate?* Retrieved from https://www.aljazeera.com/news/2023/12/5/is-israels-war-on-gaza-also-hurting-the-climate.
3. **Al Jazeera.** (2023, November 9). *Israel's attacks on Gaza: Weapons and scale of destruction.* Al Jazeera. Retrieved from https://www.aljazeera.com/news/longform/2023/11/9/israel-attacks-on-gaza-weapons-and-scale-of-destruction.
4. **Al Najar**, H., et al. (2015). *Heavy metal contamination in Gaza soil samples from areas affected by airstrikes*. Journal of Environmental Science, 25(3), 123-135.
5. **Alahmad,** A., et al. (2023). *Climate change and air pollution: Their bidirectional relationship and health impacts*. Environmental Health Perspectives, 38(2), 129-140.
6. **Al-Hindi,** A., et al. (2021). *Infrastructure destruction and public health in Gaza: Post-conflict analysis*. International Journal of Environmental Health, 19(2), 92-104.
7. **American Friends Service Committee (AFSC).** (2024). *Gaza genocide companies.* AFSC. Retrieved from https://afsc.org/gaza-genocide-companies.
8. **Anadolu Agency (AA).** (2024). *Gaza's toxic air: A death sentence for trapped Palestinians, warn experts.* Retrieved from https://www.aa.com.tr/en/middle-east/gaza-s-toxic-air-a-death-sentence-for-trapped-palestinians-warn-experts/3326785.
9. **Anadolu Agency (AA).** (2024). *Anadolu lists weapons tested by Israeli military in Gaza massacre.* Anadolu Agency. Retrieved from https://www.aa.com.tr/en/world/anadolu-lists-weapons-tested-by-israeli-military-in-gaza-massacre/3141360.
10. **Arshad**, M. A., & **Coen**, G. (1992). *Indicators of soil quality: A comprehensive review*. Soil Science Society of America Journal, 56(3), 893-902.
11. Babii, L., et al. (2024). *War remnants and their long-term environmental effects on ecosystems in conflict zones*. Environmental Science & Technology, 41(2), 120-132.
12. **Baumhardt**, R. L., et al. (2015). *Strategies for mitigating soil degradation and improving agricultural productivity*. Soil and Tillage Research, 148(3), 47-57.
13. **Brown,** L. R. (1997). *Environmental deterioration and its effects on food security: A global perspective*. Environmental Economics and Policy Studies, 13(2), 77-90.
14. **Center for Strategic and International Studies (CSIS).** (2024). *The siege on Gaza's water.* CSIS. Retrieved from https://www.csis.org/analysis/siege-gazas-water.

15. **Climate Refugees.** (2023, January 11). *Gaza: The environmental and humanitarian impact of conflict.* Retrieved from https://www.climate-refugees.org/spotlight/2023/1/11/gaza.
16. **Conflict and Environment Observatory (CEOBS).** (n.d.). *The environmental costs of the escalating Middle East crisis.* CEOBS. Retrieved from https://ceobs.org/the-environmental-costs-of-the-escalating-middle-east-crisis.
17. **Cramer**, W. et al. (2018). *Climate change and its impacts on environmental and human security*. Global Environmental Change, 23(5), 189-203.
18. **Durham**, P., & Pizzino, J. (2019). *Health risks from toxic remnants of war: A comprehensive review*. Journal of Environmental Health, 27(4), 320-331.
19. **El-Hawi,** F. (2004). *Waste management strategies in Gaza: A national approach*. Environmental Management Review, 8(1), 65-78.
20. **Euronews Green.** (2024, March 6). *The UN is investigating the environmental impact of the war in Gaza – Here's what it says.* Euronews Green. Retrieved from https://www.euronews.com/green/2024/03/06/the-un-is-investigating-the-environmental-impact-of-the-war-in-gaza-heres-what-it-says-so.
21. **Euronews.** (2023, December 20). *Rivers of sewage, dirty water, and* toxic *air: The environmental disaster unfolding in Gaza.* Retrieved from https://www.euronews.com/green/2023/12/20/rivers-of-sewage-dirty-water-and-toxic-air-the-environmental-disaster-unfolding-in-gaza.
22. **Euronews.** (2024, June 19). *"This is like a slow death": Environmental toll of Gaza war laid bare in first UN assessment.* Retrieved from https://www.euronews.com/green/2024/06/19/this-is-like-a-slow-death-environmental-toll-of-gaza-war-laid-bare-in-first-un-assessment.
23. **Euronews.** (2024, March 6). *The UN is investigating the environmental impact of the war in Gaza—Here's what it says.* Retrieved from https://www.euronews.com/green/2024/03/06/the-un-is-investigating-the-environmental-impact-of-the-war-in-gaza-heres-what-it-says-so.
24. **Food and Agriculture Organization (FAO).** (2024). *The impact of conflict on food security in Gaza.* FAO Open Knowledge Repository. Retrieved from https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/CB7167EN.
25. **Frontiers in Human Dynamics.** (2024). *The impact of war on Gaza's environment and public health.* Retrieved from https://www.frontiersin.org/journals/human-dynamics/articles/10.3389/fhumd.2024.1463902/pdf..
26. **Greenpeace Aotearoa.** (2024). *Scorched earth: Making Gaza uninhabitable for generations to come.* Retrieved from https://www.greenpeace.org/aotearoa/story/scorched-earth-making-gaza-uninhabitable-for-generations-to-come.

27. **Gregory,** P. J., et al. (2015). *Soil degradation and its implications for agricultural productivity*. Soil Science, 77(6), 40-49.
28. **Hamouda**, M., & **Abu-Shaaban**, M. (2014). *Biogas recovery from wastewater treatment plants in Gaza: A sustainable energy solution*. Renewable Energy Journal, 32(1), 57-68.
29. **Health and Human Rights Journal (HHRJ).** (2024, May 21). *Environmental destruction is a human rights violation: The health crisis in Gaza.* Retrieved from https://www.hhrjournal.org/2024/05/21/environmental-destruction-is-a-human-rights-violation-the-health-crisis-in-gaza.
30. **Ibrahim,** M. K., et al. (2021). *Industrial effluents and their impact on water quality: A case study in Gaza*. Journal of Water Pollution Control, 14(2), 67-80.
31. **Inter-Agency Standing Committee (IASC).** (2014). *UNDP Gaza early recovery and reconstruction plan.* Retrieved from https://interagencystandingcommittee.org/sites/default/files/migrated/2014-11/Microsoft%20Word%20.
32. **International Land Coalition (ILC).** (2024). *New study reveals alarming impact of Gaza war on the West Bank.* International Land Coalition. Retrieved from https://www.landcoalition.org/en/latest/new-study-reveals-alarming-impact-of-gaza-war-on-the-west-bank.
33. **Katsanou**, A., & **Karapanagioti**, H. K. (2017). *Water pollution management: A sustainable approach*. Environmental Pollution, 30(3), 85-95.
34. **Kholoud**, M. (2024). *The impact of military activities on environmental security in Gaza*. Global Environmental Review, 18(1), 45-60.
35. **Megha**, D., & **Hi**, S. (2021). *Synergistic effects of climate change and pollution on ecosystems*. Ecological Impacts Journal, 12(4), 47-58.
36. **Moersdorf**, D., et al. (2023). *Impact of infrastructure loss on crop yield reductions: A global perspective*. Agricultural Systems Review, 21(1), 112-124.
37. **Muslim**, & **Al-Mughair**. (2019). *Nitrate and chloride contamination in Gaza wells: A case study*. Journal of Water Quality, 40(2), 78-92.
38. **Nagurney**, A., et al. (2023). *Trade shocks and infrastructure disruptions: Implications for food security*. International Journal of Food Policy, 38(2), 140-150.
39. **Nisha**, R., et al. (2015). *Groundwater pollution: Causes, effects, and management strategies*. Water Science Journal, 37(1), 25-40.
40. **O'Sullivan**, C. (2015). *Climate change as a "disaster risk multiplier": Understanding the implications for global security*. Environmental Security Journal, 18(2), 79-92.
41. **Qumsiyeh**, M. (2024). *The ongoing effects of military conflict on Gaza's water resources and ecosystems*.

Environmental Impact Review, 33(3), 210-225.

42. **Relief Web.** (2024). *Environmental impact of conflict in Gaza: Preliminary assessment of environmental impacts.* ReliefWeb. Retrieved from https://reliefweb.int/report/occupied-palestinian-territory/environmental-impact-conflict-gaza-preliminary-assessment-environmental-impacts.
43. **Relief Web.** (2024). *Gaza: Destroying agricultural lands and blocking food aid – Israel uses starvation as a weapon of war against civilians.* ReliefWeb. Retrieved from https://reliefweb.int/report/occupied-palestinian-territory/gaza-destroying-agricultural-lands-and-blocking-food-aid-israel-uses-starvation-weapon-war-against-civilians-enar.
44. **Relief Web.** (2024). *More than half of Gaza's cropland has been damaged in conflict.* ReliefWeb. Retrieved from https://reliefweb.int/report/occupied-palestinian-territory/more-half-gazas-cropland-has-been-damaged-conflict.
45. **Relief Web.** (2024). *War and garbage: Gaza's public health and environmental crisis—Widespread solid waste pollution.* Retrieved from https://reliefweb.int/report/occupied-palestinian-territory/war-and-garbage-gaza-public-health-and-environmental-crisis-widespread-solid-waste-pollution.
46. **Reuters.** (2024, June 18). *Gaza conflict has caused major environmental damage, UN says.* Reuters. Retrieved from https://www.reuters.com/world/middle-east/gaza-conflict-has-caused-major-environmental-damage-un-says-2024-06-18.
47. **Scientific American.** (2024). *Israel's war in Gaza is creating enormous hidden health problems.* Retrieved from https://www.scientificamerican.com/article/israels-war-in-gaza-is-creating-enormous-hidden-health-problems.
48. **Shomar**, B. (2005). *A sustainable approach to solid waste management in Gaza*. Journal of Environmental Policy, 15(3), 104-118.
49. **Tal,** A. & **Cohen**, D. (2024). *Environmental degradation in Gaza: An analysis of pre-conflict and post-conflict conditions*. Journal of Environmental Management, 22(4), 315-330.
50. **Tetteh,** A. (2016). *Chemical soil degradation: A growing threat to global food security*. Environmental Science Reviews, 22(1), 88-99.
51. **The Century Foundation (TCF).** (2024). *War has poisoned Gaza's land and water—Peace will require environmental justice.* The Century Foundation. Retrieved from https://tcf.org/content/commentary/war-has-poisoned-gazas-land-and-water-peace-will-require-environmental-justice.
52. **The New Arab.** (n.d.). *Ecocide in Gaza: The environmental impact of Israel's war.* The New Arab. Retrieved from

https://www.newarab.com/analysis/ecocide-gaza-environmental-impact-israels-war.

53. **TRT World.** (2024). *Israel is using these US-made weapons in its genocidal war on Gaza.* TRT World. Retrieved from https://www.trtworld.com/middle-east/israel-is-using-these-us-made-weapons-in-its-genocidal-war-on-gaza-18170208.
54. **United Nations Development Programme (UNDP).** (2024). *Gaza early recovery and resilience strategy.* Retrieved from https://www.undp.org/papp/publications/gaza-early-recovery-and-resilience-strategy.
55. **United Nations Development Programme (UNDP).** (2024, September). *Gaza programmatic updates and catalogue.* Retrieved from https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-10/undp_papp_gaza_programmatic_updates_and_catalogue-september_2024.pdf.
56. **United Nations Environment Programme (UNEP).** (2024). *Damage in Gaza causing new risks to human health and long-term recovery.* UNEP. Retrieved from https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/damage-gaza-causing-new-risks-human-health-and-long-term-recovery.
57. **United Nations Environment Programme (UNEP).** (2024). *Damage in Gaza causing new risks to human health and long-term recovery.* UNEP. Retrieved from https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/damage-gaza-causing-new-risks-human-health-and-long-term-recovery.
58. **United Nations Environment Programme (UNEP).** (2024). *Environmental impact of conflict in Gaza: Preliminary assessment of environmental impacts.* UNEP. Retrieved from https://www.unep.org/resources/report/environmental-impact-conflict-gaza-preliminary-assessment-environmental-impacts.
59. **United Nations Special Coordinator for the Middle East Peace Process (UNSCO).** (2024, September). *Early recovery approach and action plan for Gaza.* Retrieved from https://unsco.unmissions.org/sites/default/files/unct-hct_early_recovery_approach_and_action_plan_for_gaza_-*september_2024*-_ahlc.pdf.
60. **University of California Global Health Institute (UCGHI).** (2024). *Ecocide in Gaza: Israel's genocide in Gaza will create unprecedented environmental health crisis.* Retrieved from https://ucghi.universityofcalifornia.edu/news/ecocide-gaza-israels-genocide-gaza-will-create-unprecedented-environmental-health-crisis.
61. **Weir**, E. (2015). *The public health implications of war pollution and toxicants*. Public Health Reviews, 17(3), 210-225.
62. **Wikipedia.** (2024). *Environmental damage in the Gaza Strip caused by*

the Israel–Hamas war. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_damage_in_the_Gaza_Strip_caused_by_the_Israel%E2%80%93Hamas_war

63. **Wikipedia.** (n.d.). *الأضرار البيئية في قطاع غزة التي تسببها حرب إسرائيل–حماس* Wikipedia. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/الأضرار_البيئية_في_قطاع_غزة_التي_تسببها_حماس%E2%80%93_حرب_إسرائيل

64. **Winter**, T. C., et al. (1999). *Interaction between groundwater and surface water in agricultural regions*. Water Resources Research, 34(4), 1207-1220.