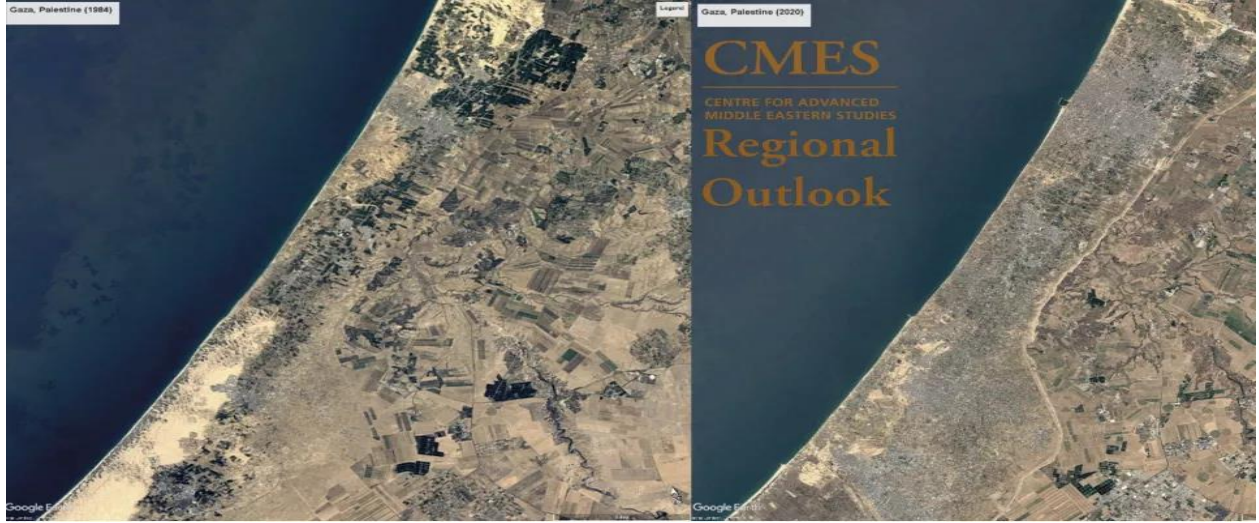


لمحة إقليمية: رصد تدمير إسرائيل لغزة من الفضاء

كتبها Lina Eklund و Hakim Abdi باحثان في مركز دراسات الشرق الأوسط جامعة لوند.

نُشرت في ١٢ من نيسان أبريل ٢٠٢٤



صور الأقمار الصناعية لغزة والأراضي الفلسطينية المحتلة وإسرائيل، من عام ١٩٤٥ إلى عام ٢٠٢٠ (تم التقاطها بواسطة Landsat/Copernicus)

يُركز هذا التقرير الإقليمي على دور صور الأقمار الصناعية في تشكيل فهمنا للصراع الإسرائيلي الفلسطيني والأضرار المادية التي ألحقها هذا الصراع بالمنظر الطبيعي.

في السابع من تشرين الأول أكتوبر ٢٠٢٣، نفذت حماس هجوماً واسع النطاق ضد إسرائيل، مما أسفر عن أكثر من ألف حالة وفاة، وأخذ أكثر من ٢٠٠ رهينة، وإطلاق آلاف الصواريخ على الأراضي الإسرائيلية. وفي وقت كتابة هذا التقرير، تسببت الاستجابة العسكرية الإسرائيلية في أكثر من ثلاثون ألف حالة وفاة، وأصبح أكثر من ١,٩ مليون شخص في غزة مُشردين داخلياً، ما يُعادل نحو ٩٠٪ من سُكان غزة. وأصدرت محكمة العدل الدولية في كانون الثاني يناير ٢٠٢٤ حكماً يدعو إسرائيل إلى منع أعمال الإبادة الجماعية واتخاذ تدابير لتمكين المساعدات الإنسانية إلى غزة.

قد تُوفّر الصور المُلتقطة بالأقمار الصناعية معلومات هامة لتوثيق مدى وأنماط الأضرار المكانية والزمانية التي سببتها العملية العسكرية الإسرائيلية في غزة. وقد تمّ استخدام مثل هذه الصور كأدلة في تحقيقات جنائية دولية، مثل مُحاكمات سربرنيتسا التي أُدين فيها الجيش البوسني الصربي بالإبادة الجماعية. كما استخدمتها منظمات حقوق الإنسان للتحقيق في جرائم الحرب وتوثيقها. على سبيل المثال، استخدمت منظمة العفو الدولية

الصور الملتقطة بالأقمار الصناعية لتتبع سلسلة إمداد الوقود المُستخدَم في القصف الجوي لمخيمات اللاجئين في ميانمار.

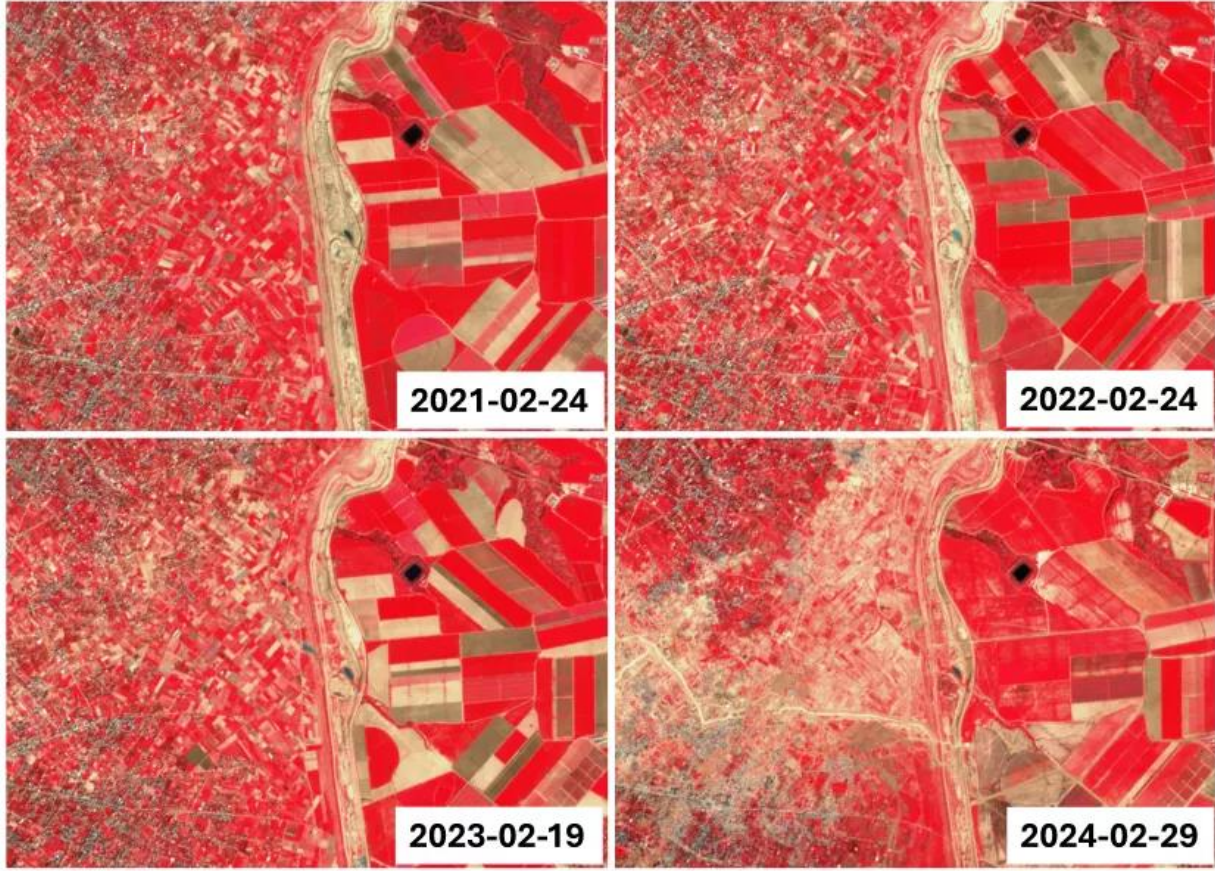
يرجع الصراع الإسرائيلي الفلسطيني إلى وقت كانت فيه تقنيات المراقبة الأرضية عبر الأقمار الصناعية لا تزال في مراحلها الأولى. غالبية سُكَّانِ غَزَّة هم لاجئون أو من أحفاد اللاجئين الذين تمَّ تهجيرهم في عام ١٩٤٨، خلال النكبة (الكارثة الفلسطينية). بين عامي ١٩٤٨ و١٩٦٧ كانت غَزَّة تحت الاحتلال المصري، ومنذ عام ١٩٦٧ حتى ٢٠٠٥ تحت الاحتلال الإسرائيلي. ومنذ ذلك الحين، فرضت إسرائيل حصاراً مُشدَّداً على غَزَّة، مُقيِّدة حركة البضائع والأشخاص. وفي عام ٢٠٠٧، تولَّت حماس السيطرة على غَزَّة من السلطة الفلسطينية في الضفة الغربية. ومنذ ذلك الوقت، وقعت مواجهات عسكرية عنيفة مُتكررة بين إسرائيل وحماس.

ما هي الأضرار المُتعلِّقة بالحرب التي يمكننا تحديدها باستخدام صور الأقمار الصناعية؟

عند النظر إلى صور الأقمار الصناعية لغَزَّة، فإنَّ أحد أكثر الأمور اللافتة للنظر هو إمكانية رؤية الحدود بين قطاع غَزَّة وإسرائيل بوضوح، دون الحاجة لإضافة بيانات عن الحدود السياسية. المشهد في غَزَّة، على الرغم من تشابه خصائصه الفيزيائية الحيوية، يبدو مختلفاً تماماً عن الأراضي الإسرائيلية المُجاورة: مناطق حضرية كثيفة ومزدحمة وفسيفساء من الرقع الزراعية الصغيرة على الجانب الفلسطيني؛ بينما على الجانب الإسرائيلي تظهر الزراعة الصناعية بمساحات زراعية كبيرة ومسافات بين المستوطنات. كانت هذه الاختلافات أقل وضوحاً إذا عُدنا إلى الثمانينيات، عندما كانت المُدن في غَزَّة أصغر وكانت المناطق الزراعية أكثر انتشاراً. في عام ٢٠٢٠، يُمكننا رؤية كيف توسَّعت المناطق الحضرية على الأراضي الصالحة للزراعة، مما دفع الزراعة نحو المناطق الهامشية الأقرب إلى الجدار الحدودي الذي يبدو بوضوح. هذه التغيرات موضحة في صور الأقمار الصناعية الموجودة أعلى هذه الصفحة.

الأضرار الزراعية

يبلغ مساحة قطاع غَزَّة ٣٦٥ كم²، وهي أصغر من بلدية لوند (السويد)، ويبلغ عدد سُكَّانه أكثر من مليوني نسمة. مع هذه الكثافة السكانية، فإن الطلب على الغذاء مرتفع. في عام ٢٠٢٢، ذكر الجهاز المركزي للإحصاء الفلسطيني (PCBS) أن حوالي ٤٤٪ من المنتجات المستهلكة يتمَّ إنتاجها في قطاع غَزَّة، بينما يتمَّ استيراد الباقي. وقد تعرضت واردات الغذاء لقيود شديدة منذ عام ٢٠٠٧، وقبل أكتوبر ٢٠٢٣ كان جزء كبير من السُكَّان يعتمد على المساعدات الغذائية. في الحرب التي بدأت في تشرين الأول أكتوبر ٢٠٢٣، تسببت إسرائيل في أضرار جسيمة للأراضي الزراعية والبنية التحتية، مما أدى إلى تقليل توفُّر الغذاء بشكل أكبر.

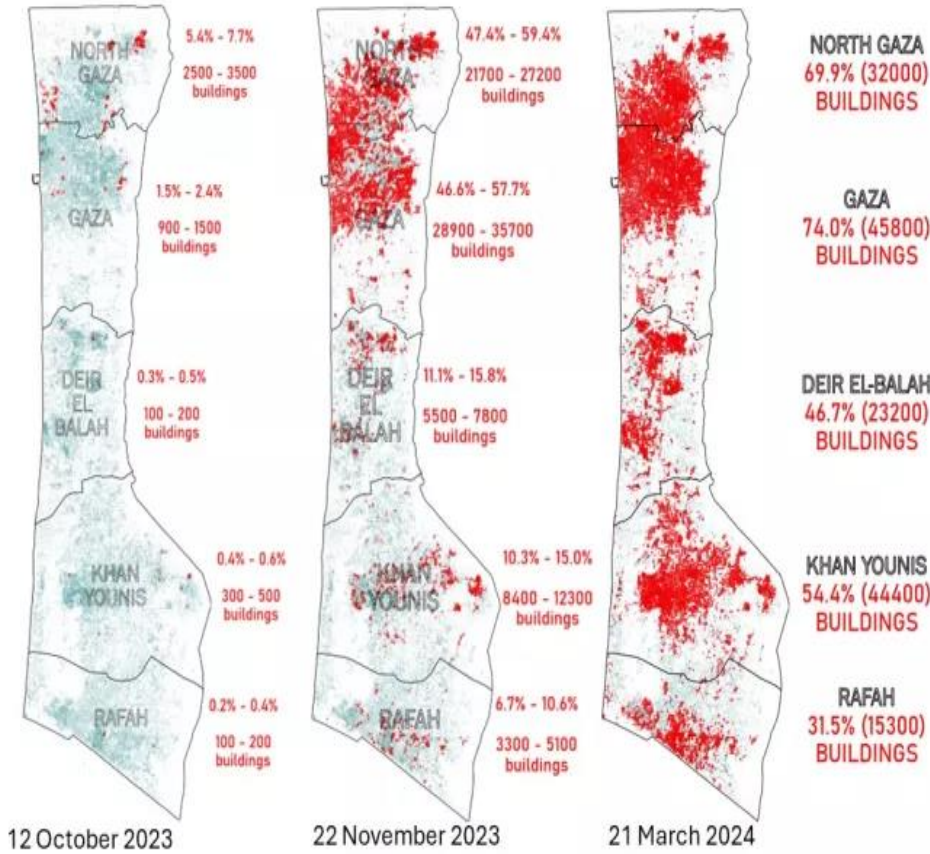


التغيّرات في الأنماط الزراعية بالقرب من السريج، وسط غزة (الجانب الأيسر من كل صورة)، كما تمّ التقاطها بواسطة أقمار كوبرنيكوس سينتينيل-2، بين عامي ٢٠٢١ و٢٠٢٤. تظهر الحقول الزراعية داخل إسرائيل على الجانب الأيمن من كل صورة.

تتيح لنا صور الأقمار الصناعية رؤية التغيرات في أنماط الغطاء النباتي. من خلال تسليط الضوء على أجزاء معينة من الطيف الذي تُسجله أجهزة استشعار الأقمار الصناعية، يمكننا بسهولة معرفة المناطق المُغطاة بالنباتات. تُظهر الصورة أعلاه المنطقة القريبة من السريج في وسط غزة خلال شهر تشرين الأول/فبراير لأربع سنوات مختلفة، ٢٠٢١-٢٠٢٤. تُسلط هذه الصور الضوء على الجزء تحت الأحمر من الطيف الضوئي، والذي يشير إلى الغطاء النباتي، وبالتالي كلما كان اللون أحمرًا، كلما زادت النباتات. بين عامي ٢٠٢١ و٢٠٢٣، تُظهر المنطقة نمطاً مُشابهاً؛ الحقول وحدودها واضحة، وبعضها مزروع بالمحاصيل (لون أحمر)، والبعض الآخر قد يكون بوراً لأنّ النباتات لم تُنبت بعد (لون رمادي أو بني). بالنسبة لعام ٢٠٢٤، هناك عدّة تغيّرات ملحوظة: أولاً، تُظهر المنطقة كلّها المزيد من الألوان الرمادية/البنية، مما يعني أن جميع الحقول تقريباً خالية من الغطاء النباتي باستثناء بعض الرُقع الصغيرة. ثانياً، لم يُعد هناك تمييز بين الحقول الفردية، مما يشير إلى أن المنطقة لم تُعد مُدارة. يُظهر غياب حدود الحقول، إلى جانب ظهور بعض الملامح الخطية الجديدة على ما كان سابقاً أراضي زراعية، أنّ الحقول قد تمّ تدميرها بواسطة الآليات الثقيلة وتمّ إنشاء طرق جديدة من قبل الجيش الإسرائيلي مكانها. الرقع القليلة ذات اللون الأحمر الفاتح في هذا المشهد الجديد تشير إلى أنها أراضي بائنة مُغطاة بالأعشاب الضارة، أو محاصيل كانت قد زُرعت بالفعل قبل تصعيد الأوضاع.

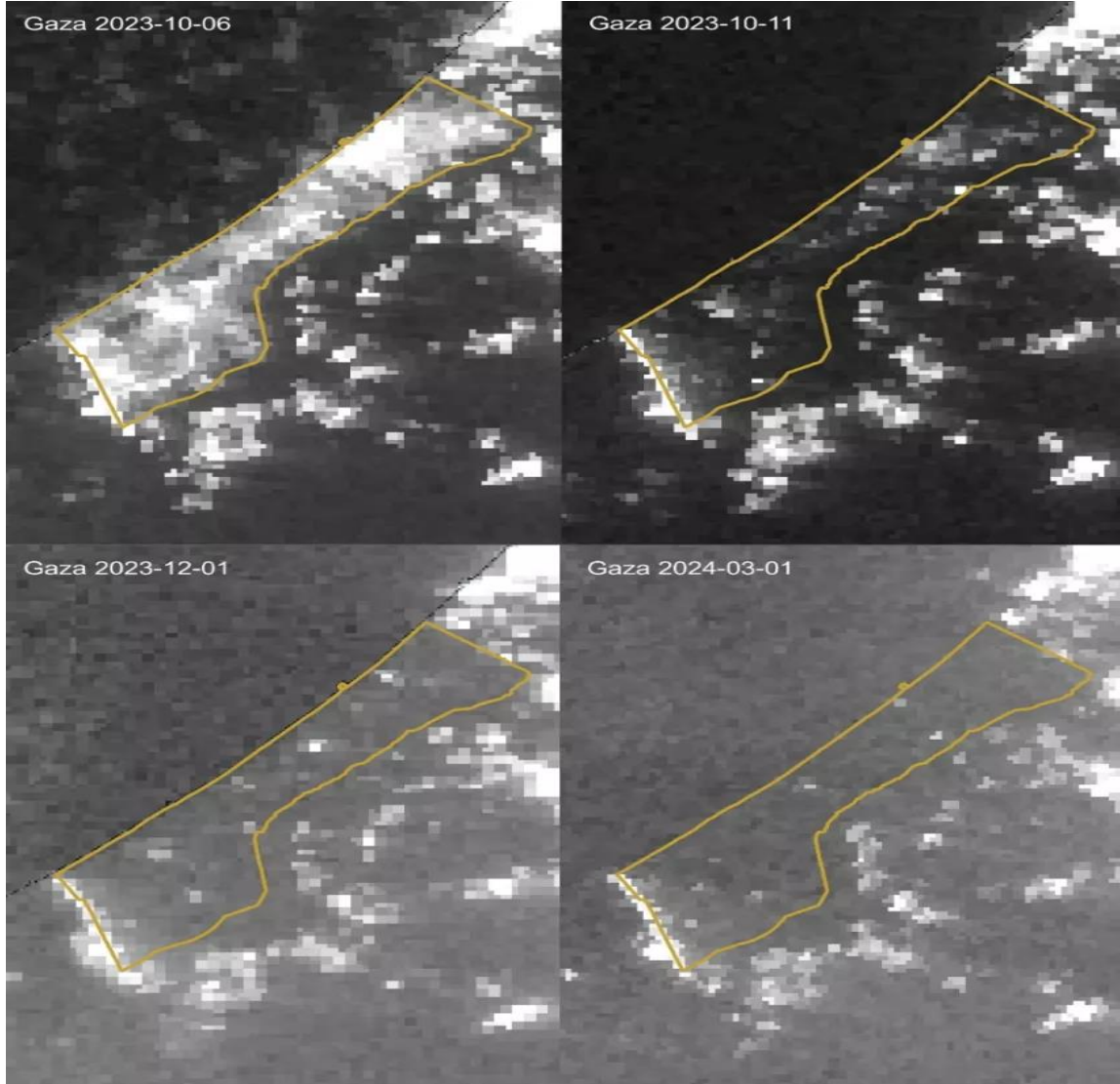
الأضرار التي لحقت بالمباني

منذ تشرين الأول أكتوبر ٢٠٢٣، استخدم باحثون من مجموعة (DDMG) وهي (مجموعة رسم الخرائط اللامركزية للأضرار) بيانات الأقمار الصناعية لتقدير الأضرار التي لحقت بالمباني في غزة. يعتمد هذا التحليل على بيانات رادار الفتحة الاصطناعية (SAR) من قمر Sentinel-1 الصناعي، الذي استُخدم أيضاً لرسم خرائط لإزالة الغابات في البرازيل، وتقييم أضرار الفيضانات في تكساس، وتحديد السفن في قناة بنما. ومن خلال دمج بيانات (SAR) مع مواقع المباني في غزة، تم تقدير عدد المباني التي تضررت جزئياً أو كلياً تلقائياً كل بضعة أيام. تُظهر النتائج كيف انتشرت الأضرار من منتصف تشرين الأول أكتوبر ٢٠٢٣ إلى شهر آذار مارس ٢٠٢٤، حيث بدأت بأقل من ٢٪ من جميع المباني المتضررة بحلول منتصف تشرين الأول أكتوبر، ووصلت إلى ٥٥,٩٪ من مباني غزة المتضررة بحلول ٢١ آذار مارس ٢٠٢٤.



تقديرات المباني المتضررة في غزة، فلسطين، استناداً إلى رادار Sentinel-1 وOpenStreetMap وبيانات بصمة المباني من Microsoft، بقلم
Jamon Van Den Hoek وCorey Scher، Decentralized Damage Mapping Group (DDMG).

يمكن لأجهزة استشعار الأقمار الصناعية أيضاً تسجيل الأضواء الليلية التي تُظهر الفروقات في إمدادات الطاقة عبر الزمن والمكان. تُظهر الأضواء الليلية أنّ غزّة أصبحت مُظلمة بسرعة بعد السابع من تشرين الأول أكتوبر، بينما ظلّت الأضواء في المناطق الإسرائيلية المُحيطة دون تغيير كبير. تُظهر الصور أدناه بوضوح أنّ كلّ جزء من قطاع غزّة كان مُضاءً في السادس من تشرين الأول أكتوبر، بينما في الحادي عشر تشرين الأول أكتوبر، بعد خمسة أيام فقط، بقيت مناطق قليلة مُضاءة. بعد ذلك، أصبحت غزّة أكثر ظلمة، مع بقاء مناطق صغيرة فقط مُضاءة في كانون الأول ديسمبر ٢٠٢٣. وبحلول آذار مارس ٢٠٢٤، يبدو أنّ وضع الطاقة قد تقادم، مع وجود نقاط ضوء قليلة فقط في الأجزاء الوسطى والجنوبية.



سطوع الضوء ليلاً في غزّة، فلسطين، بين تشرين الأول أكتوبر ٢٠٢٣ وآذار مارس ٢٠٢٤، تمّ التقاطه بواسطة مرصد Suomi NPP/VIIRS التابع لوكالة ناسا.

لأجل ماذا يُمكن استخدام هذه المعلومات؟

يُمكن أن تكون صور الأقمار الصناعية مصدراً موثوقاً للمعلومات في المناطق التي يصعب الوصول إليها، مثل مناطق الحروب، وغالباً ما تُعتبر مصدراً موضوعياً للمعلومات. قدمت خرائط (DDMG) للمباني المتضررة في غزة معلومات حول الدمار في وقت مبكر من الهجوم الإسرائيلي، ويمكن استخدامها لاحقاً لدراسة نمط الدمار عبر الزمن. يُمكن استخدام المعلومات المُستندة إلى الأقمار الصناعية لتأكيد الروايات المحلية، على سبيل المثال في لجان الحقيقة، التحقيقات الجنائية الدولية، جهود إعادة الإعمار بعد الحرب، وحتى كجزء من أنظمة الإنذار المُبكر لمنع الإبادة الجماعية.

ومع ذلك، هناك العديد من القيود المُتعلقة بنوعية المعلومات التي يمكن استخلاصها من بيانات الأقمار الصناعية. فالعديد من البيانات المُتاحة مجاناً تكون ذات دقة مكانية مُنخفضة، ممّا يحدُّ من القدرة على رؤية التفاصيل في البيانات. كما أنّ شركات الأقمار الصناعية التجارية، التي تُوزع عادةً صوراً عالية الدقة جداً، قد وُجِدَتْ تحدُّ من توفُّر البيانات في مناطق النزاعات، مثل غزة، مما أدى إلى دعوات لبرامج أقمار صناعية ذات دقة عالية مُمولة من القطاع العام لاستخدامات علمية وإنسانية. ومن القضايا المثيرة للقلق أيضاً ظهور "الجغرافيا المُزيّفة العميقة"، حيث يتمّ التلاعب بصور الأقمار الصناعية باستخدام الذكاء الاصطناعي. قد يؤدي ذلك إلى انخفاض الثقة في المعلومات المُستمدّة من صور الأقمار الصناعية، ويتطلّب تطوير أساليب جديدة لتحديد الصور المُزيّفة.

مع صور الأقمار الصناعية، قد لا نتمكّن من رؤية عدد الأشخاص المدفونين تحت الأنقاض، ولكن يُمكننا رؤية الأماكن التي دُمّرت فيها المباني. قد لا نتمكّن من رؤية المجاعة المُنتشرة، ولكن يُمكننا رؤية كيف أصبحت الأراضي الزراعية مُدمّرة ومهجورة. قد لا تُظهر صور الأقمار الصناعية الأشخاص الذين يموتون في المستشفيات بسبب نقص الكهرباء، ولكن يُمكننا رؤية التراجع في إمدادات الطاقة عبر قطاع غزة.

الخُلاصة، تُشكّل صور الأقمار الصناعية مصدراً مهماً للمعلومات في التحقيقات المُتعلقة بجرائم الحرب الإسرائيلية وانتهاكات حقوق الإنسان في غزة، حيث يُمكن استخدامها لتأكيد التقارير القادمة من الميدان.

ترجمته إلى العربية Rafah Barhoum، خبيرة التدريب اللغوي والترجمة في مركز دراسات الشرق الأوسط المُتقدّمة جامعة لوند.