Sana'a University Journal of Human Sciences
مجلة جامعة صنعاء للعلوم الإنسانية
Vol. 4 | No. 2| Page 282 – 303 | 2023 |
https://journals.su.edu.ye/index.php/jhs
ISSN : 2958-8677

الاستشعار عن بعد في المجال الإغاثي

Remote Sensing in The Relief Field

حكمت أحمد عبد الحميد العمراني

باحثة – كلية الشريعة والقانون – جامعة صنعاء ـ اليمن

Hikmat Ahmed Abdulhameed Al Amrani

Researcher - Faculty of *Sharia and Law*
Sana'a University - Yemen

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى إبراز الدور الذي يمكن أن تقوم به تقنية الاستشعار عن بعد في تنظيم العمل الإغاثي، والمساعدة في تعزيز نظام الإنذار المبكر، بما يسهم في منع أو الحد من الأضرار الكبيرة التي تسببها التغيرات المناخية والحروب، وتعميم فكرة الاستفادة من الاستشعار عن بعد على المنظمات الإغاثية والدول المتضررة، ولتحقيق الأهداف استخدمت الباحثة منهجين، المنهج الوصفي لوصف استخدامات تقنية الاستشعار عن بعد وإمكانية الاستفادة منها في الجانب الإغاثي الإنساني وتصنيفها، والمنهج الاستنباطي للنظر في إمكانية تطبيق هذه التقنية في المجال الإغاثي، وتوصلت الدراسة إلى عدد من النتائج، أهمها: أنه يمكن استخدام الاستشعار عن بعد في الميدان الإغاثي، وقد أثبت فاعليته في تحسين جودة العمل الإغاثي، وتوفير البيانات والمعلومات في زمن قصير وبجهد وتكلفة أقل، ومن تلك التطبيقات تحديد مواقع النازحين، وتحديد مصادر المياه الجوفية القريبة من مخيماتهم، وحمايتهم من أخطار الفيضانات، وأوصت الدراسة بتوصيات أهمها: تأهيل المنظمات الإغاثية لكوادرها وبما يمكنهم من تحليل ومعالجة الصور الجيوفضائية، وتعاون الحكومات مع مبادرات الإنذار المبكر للمنظمات الإغاثية لرصد المخاطر المحتملة.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد، تغير المناخ، أقمار اصطناعية، إغاثة، النزوح.

Abstract:

This study aims to focus the role that remote sensing technology can play in organizing relief work، and helping to strengthen the early warning system، in a way that contributes to preventing or limiting significant damage caused by climate changes and wars، and generalizing the idea of benefiting from remote sensing among Relief organizations and the affected countries. To achieve the study's objectives، the researcher used two methodologies: descriptive method to describe the uses of remote sensing technology and the possibility of benefiting from it in the humanitarian relief aspect and its classification، and deductively method to consider the possibility of applying this technology in the relief field. The study reached several conclusions، Remote Sensing has proven its effectiveness in improving the quality of relief work، providing data and information in a short time and with less effort and cost، and that among these applications is locating the displaced، identifying groundwater sources near their camps، and protecting them from the dangers of floods. The study offered various recommendations: Relief organizations should rehabilitation their employees، enabling them to analyze and process geospatial images، and governments should cooperate with relief organizations' early warning initiatives to monitor potential risks.

Keywords: Remote Sensing، Climate Variability، Satellites، Relief، Displacement.

المقدمة:

أدى تطور العلم والتكنولوجيا وظهور علم الاستشعار عن بعد إلى تحقيق الكثير من الإنجازات العلمية التي مكنت البشر من استشعار كل شيء على سطح الأرض وباطنها، وفي مختلف الميادين، مثل: المسح الجيولوجي، واستكشاف المعادن والبترول، الزراعة وإدارة الغابات، حماية البيئة والموارد المائية، والهندسة، والتنبؤ بالكوارث قبل وقوعها والتحذير منها وتقدير آثارها.

ومع استمرار حدوث الكوارث الطبيعية الناتجة عن تغيرات المناخ، والتزايد المستمر في اندلاع النزاعات المسلحة التي كان آخرها النزاع الروسي الأوكراني،

وارتفاع حالات النزوح جراء ذلك، ظهرت الحاجة إلى الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة التي وصل إليها العالم التي تأتي في مقدمتها تقنية الاستشعار عن بعد في المجال الإنساني الإغاثي، خصوصا في ظل التحديات التي تواجهها المنظمات الإغاثية ودول النزوح التي منها نقص المعلومات حول أعداد النازحين وأماكنهم وبيئاتهم.

لذلك، تعد تقنية الاستشعار عن بعد من أهم التقنيات التي يمكن الاعتماد عليها للوقاية من أخطار الكوارث والأزمات، وتمكين البشر من عيش حياة آمنة وكريمة على الأرض بقدر الإمكان.

مشكلة الدراسة:

على اعتبار أن الاستشعار عن بعد علم يستخدم للحصول على معلومات حول ظواهر وأهداف أرضية باستخدام أشعة كهرومغناطيسية تحمل على طائرات أو أقمار صناعية، ويمكن استخدامها في مختلف الميادين المدنية والعسكرية ليلاً أو نهاراً مهما كانت الظروف الجوية، تظهر الحاجة إلى معرفة إمكانية استخدام هذا العلم في المجال الإغاثي، وبما يمكن من وقاية البشر من أخطار التغيرات المناخية والنزاعات العسكرية أو على الأقل الحد من آثارها، ومدى صلاحية هذه التقنية في تمكين منظمات الإغاثة من جمع البيانات من المناطق التي يتعذر الوصول إليها لمختلف الأسباب (أمنية– سياسية– جغرافية)، ومن ثم تحقيق استجابة إنسانية مثلى لاحتياجات المتضررين.

أهمية الدراسة:

تظهر أهمية هذه الدراسة من أهمية تقنية الاستشعار عن بعد؛ لأنها تعد من أهم وسائل الرصد والمتابعة لمختلف الظواهر الطبيعية والبشرية التي تحدث على الأرض، إضافة إلى أن الدراسات والمؤلفات المختلفة وإن كانت قد تناولت دور الاستشعار عن بعد في مختلف المجالات المدنية والعسكرية، إلا أنه لم يتم التطرق إلى دور تقنية الاستشعار عن بعد وأهميتها في المجال الإغاثي.

أهداف الدراسة:

1- إبراز الدور الذي يمكن أن تقوم به تقنية الاستشعار عن بعد في تنظيم العمل الإغاثي، والمساعدة في تعزيز نظام الإنذار المبكر وبما يسهم في منع أو الحد من الأضرار الكبيرة التي تسببها التغيرات المناخية والحروب.
2- تعميم فكرة الاستفادة من الاستشعار عن بعد على المنظمات الإغاثية والدول المتضررة، وبما يسهم في توفير الوقت والجهد والمال، وتنظيم العمل الإغاثي.

أسئلة الدراسة:

1- ما هو مفهوم الاستشعار عن بعد؟
2- ماهي الأجهزة المستخدمة في الاستشعار عن بعد؟
3- ما المقصود بأنشطة الاستشعار عن بعد؟ وما هي أنواعها واستخداماتها؟
4- ما هي أساليب الاستشعار عن بعد؟ وماهي أوجه الاختلاف بينها؟
5- ما هي تطبيقات الاستشعار عن بعد التي تستخدم في الميدان الإنساني الإغاثي؟

منهجية الدراسة:

استخدم في هذه الدراسة المنهجين الوصفي والتحليلي، الوصفي بوصفه المنهج الملائم لوصف استخدامات تقنية الاستشعار عن بعد، وإمكانية

الاستفادة منها في الجانب الإغاثي الإنساني وتصنيفها، والتحليلي من خلال الاطلاع على تطبيقات الاستشعار عن بعد في المجال الإغاثي وتحليل مدى أهمية استخدامها في مواجهة مخاطر التغيرات المناخية أو الحروب والتخفيف من آثارها.

خطة الدراسة:

سيتم تقسيم هذه الدراسة إلى مطلب تمهيدي ومبحثين، وذلك على النحو الآتي:

المطلب التمهيدي: مفهوم الاستشعار عن بعد وأساليبه.

المبحث الأول: تطبيقات الاستشعار عن بعد في المجال الإنساني والإغاثي.

المبحث الثاني: تطبيقات الاستشعار عن بعد في مواجهة مشكلة النزوح.

المطلب التمهيدي

مفهوم الاستشعار عن بعد وأساليبه

سيتم في هذا المطلب بيان مفهوم الاستشعار عن بعد، والأجهزة المستخدمة في عملية الاستشعار وأنشطتها، وأساليب الاستشعار عن بعد

أصبحت تقنية الاستشعار عن بعد من أهم التطبيقات الحديثة المستخدمة في توفير بيانات عالية الدقة عن كل شيء على سطح الأرض وفي باطنها، ويرجع لها الفضل في تحقيق كثير من الإنجازات، كالمساهمة في مجال الأرصاد الجوية، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية.

ولأن مصطلح الاستشعار عن بعد من المصطلحات الحديثة، فإن الأمر يقتضي- قبل دراسة الدور الذي يمكن أن تقدمه تقنية الاستشعار عن بعد في الجانب الإنساني والإغاثي- بيان مفهوم الاستشعار عن بعد، والأجهزة المستخدمة في عملية الاستشعار وأنشطتها، وأساليب الاستشعار عن بعد.

الفرع الأول

تعريف الاستشعار عن بعد وتاريخ استخدامه

أولا- تعريف الاستشعار عن بعد:

يعرف الاستشعار عن بعد أنه: "علم دراسة هدف دون اتصال مباشر به"[1].

وعرفه بعضهم أنَّه: "علم وفن يستخدم للحصول على معلومات حول هدف أو منطقة أو ظاهرة معينة من خلال تحليل المعلومات، التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز استشعار لا يلامس هذه الأهداف المراد التحقق منها والتحكم فيها والسيطرة عليها"[2]، أو "علم تجميع المعلومات عن سطح الأرض دون الاتصال أو التلامس الفعلي معه، وذلك من خلال تحسس وتسجيل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة ومعالجتها وتحليلها وتطبيق هذه المعلومات"، فالاستشعار عن بعد يعد علماً يختص بتصوير الظواهر الأرضية بالأشعة الكهرومغناطيسية، باستخدام الطائرات والأقمار الصناعية، وإعطاء معلومات مرئية تستخدم في عدد من فروع المعرفة المختلفة، كالجغرافيا، والجيولوجيا، وعلوم الأرصاد الجوية، والزراعة، والمياه [3].

وقد عرفت المبادئ المتعلقة باستشعار الأرض عن بعد من الفضاء الخارجي [4] مصطلح "الاستشعار عن بعد" في المبدأ الأول منها أنَّه: «أ- استشعار سطح الأرض من الفضاء باستخدام خواص الموجات الكهرومغناطيسية التي تصدرها أو تعكسها أو تحيدها

(1) عبدالله، عزة أحمد. (2005). تطبيقات الاستشعار عن بعد في إدارة الأزمات والكوارث. *مجلة كلية التدريب والتنمية*، **بدون رقم مجلد**(11)، ص235.

(2) الشعلان، عبدالله بن محمد. (2016). الاستشعار عن بعد: ماهيته ،أهميته، تطبيقاته. *مجلة فكر*، **بدون رقم مجلد**(15)، ص106.

(3) بنت الإمام، ميمونة. (2016). الاستشعار عن بعد: أهميته واستخداماته الجغرافية. *مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية*، **بدون رقم مجلد**(11)، ص82.

(4) صادرة من الجمعية العامة للأمم المتحدة بالقرار رقم (65/41) بتاريخ 3 كانون الأول/ ديسمبر 1986م.

الأجسام المستشعرة، من أجل تحسين إدارة الموارد الطبيعية واستغلال الأراضي وحماية البيئة».

وترى الباحثة، أنه يمكن تعريف الاستشعار عن بعد أنَّه: جمع المعلومات عن هدف أو ظاهرة ما على الأرض من مسافة بعيدة، ودون الاتصال به أو ملامسته، باستخدام التصوير الجوي أو الفضائي.

ثانيا– تاريخ استخدام الاستشعار عن بعد:

بدأ تاريخ الاستشعار عن بعد مع ابتكار وظهور التصوير الضوئي (الفوتوغرافي) عام 1839م، ففي عام 1840م أدخل المرصد الفرنسي في باريس استخدام التصوير في عمليات المسح الطبوغرافي، وازدهر التصوير الضوئي بواسطة استخدام البالونات والطائرات الورقية وتم تركيب كاميرات عليها لالتقاط الصور الجوية فوق المدن، وفي عام 1909م استخدم الأخوان رايتز الكاميرات على الطائرة التي ابتكراها، وذلك في رحلة قاما بها في إيطاليا، ومع نشوب الحرب العالمية الأولى أضحت الصور الجوية عاملا أساسيا في عمليات الاستكشاف والاستطلاع الجوي العسكري[5]، على وجه التحديد لتحديد مواقع خنادق العدو والمواقع المخفية وتحركات القوات، طرق الإمداد، والمستودعات، وكذلك للتحقق من فعالية الهجمات المدفعية ضد العدو[6]، ومع بداية الحرب العالمية الثانية وما صاحبها من تطور عسكري وتقني حدث تقدم كبير في التصوير الجوي وتفسير الصور الجوية، ونظرا للحاجة الملحة لمعلومات افضل اخترعت نظم جديدة بدلا من الكاميرات المستخدمة في الطائرات ألا وهي الماسحات الإلكترونية الضوئية والمستخدمة حاليا في الأقمار الصناعية[7].

وقد بدأ استخدام مصطلح الاستشعار عن بعد منذ العام 1960م على يد بعض الجغرافيين من مكتب البحوث البحرية الأمريكي، واستخدم في البحوث العلمية، والتطبيقات العسكرية، والدراسات المدنية، ومراقبة الأرض [8].

وبمرور الزمن تطورت معدات الاستشعار عن بعد إلى درجة أنه أصبح بإمكان المعدات المدنية تصوير أهداف يقل حجمها عن 10أمتار، في حين تستطيع المعدات العسكرية تصوير أهداف يبلغ حجمها بضع عشرات من السنتيمترات [9].

وتتميز تقنية الاستشعار عن بعد في قدرتها على توفير البيانات في صور رقمية وبدقة عالية وبأقل تكلفة مقارنة بالعمل الميداني، وتغطية مساحة كبيرة من الأراضي في فترة زمنية وجيزة، مع إمكانية توفير البيانات عن المناطق التي يصعب الوصول إليها بالطرق التقليدية، إضافة إلى دراسة التغيرات الزمنية للمناطق المطلوب مراقبتها بصفة دورية ومنتظمة [10].

وفي الوقت الحالي، ونظراً للميزات التي تتمتع بها تقنية الاستشعار عن بعد، يمكن استخدام الصور الجوية والفضائية في عمليات الاستكشاف والاستطلاع الفضائي أو الجوي الإغاثي قياساً على استخدام الاستشعار عن بعد في الميادين المختلفة، كالميدان العسكري للقيام بعمليات الاستكشاف والاستطلاع العسكري، حيث ينبغي على الدول المتحاربة –

(5) الشعلان، عبدالله بن محمد. مرجع سابق، ص109.

(6) See: Avtar, R. , Kouser, A., Kumar,A. , Singh, D., Misra, P., Gupta, A.. Yunus,A.P., Kumar, P., Johnson, B.A., Dasgupta,R., Sahu, N. and Rimba, A.B. (2021). Remote Sensing for International Peace and Security: Its Role and Implications. *remote sensing*, **n/a**(13), p2.

(7) أنظر: الشعلان، عبدالله بن محمد. المرجع السابق، ص106.

(8) أنظر: الشعلان، عبدالله بن محمد. المرجع السابق، ص106.

(9) أنظر: أعدور، خالد. (2013-2012). *الآثار القانونية للاستشعار عن بعد من الفضاء الخارجي*. رسالة ماجستير، كلية الحقوق- جامعة قسنطينة، قسنطينة، الجزائر، ص14.

(10) أنظر: بنت الإمام، ميمونة. مرجع سابق، ص83.

وخاصة تلك التي تمتلك قدرات عسكرية متطورة- استخدام الاستطلاع الجوي والفضائي أثناء قيامها بالعمليات العسكرية لتحديد الأماكن التي يقطنها السكان المدنيون أو المواقع التي تقع فيها مخيمات النازحين وإصدار الأوامر لقادتها العسكريين بعدم استهداف هذه المناطق أو مهاجمتها.

كما يمكن استخدام الاستشعار عن بعد في تحديد الأماكن المعرضة لخطر الكوارث الطبيعية الناجمة عن التغيرات المناخية كالفيضانات والحرائق وغيرها، وذلك بهدف تمكين الدول من اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمواجهتها والتخفيف من آثارها، وحماية أرواح وممتلكات قاطني المناطق المعرضة لتلك الكوارث.

الفرع الثاني:

أجهزة الاستشعار عن بعد وأنشطتها

أولا- أجهزة ومعدات الاستشعار عن بعد:

تتمثل الأجهزة والمعدات المستخدمة في الاستشعار عن بعد في الآتي[11]:

1- آلات تصوير تقليدية تستخدم الحزمة المرئية من الطيف الكهرومغناطيسي.
2- أجهزة تعمل بالأشعة تحت الحمراء تلتقط الإشارات الحرارية المنبعثة من الأجسام.
3- أجهزة قياس الإشعاعات.Radiometer
4- المراقبة الرادارية Radar Monitoring.
5- أجهزة قياس الطيف Spectrometer.
6- أجهزة الليزر Laser.
7- أجهزة الموجات متناهية القصر Micro Wave.

إلى جانب المعدات الأرضية التي تستقبل البيانات بواسطة برامج خاصة معدة لذلك وتحولها إلى معلومات مفيدة.

وإن كانت هذه الأجهزة يمكن أن يتم توفيرها في الدول الصناعية والمتقدمة إلا أنه يصعب القول بإمكانية توفيرها في الدول النامية – رغم حاجتها إليها لحل المشاكل الناجمة عن التغيرات المناخية والنزاعات المسلحة التي تواجهها- نظراً لكلفتها المادية الكبيرة، إلا أنه يمكن التغلب على هذه المشكلة من خلال إبرام اتفاقيات ثنائية أو جماعية – بين مختلف الدول المتقدمة والنامية – تعمل على تنظيم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد على النحو الذي يمكن الدول النامية من الاستفادة منها، وبما يسهم في تجنب مخاطر الكوارث الطبيعية والحروب أو على الأقل التخفيف من آثارها.

ثانيا- أنشطة الاستشعار عن بعد:

تنقسم أنشطة الاستشعار عن بعد بالنظر إلى المستشعرات المستخدمة إلى نوعين:

1- المستشعرات السلبية Passive Sensors:

تقوم المستشعرات السلبية بالتقاط وتسجيل الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة أو المنعكسة من الأجسام المختلفة، حيث إنَّ كل جسم تزيد درجة حرارته عن الصفر المطلق يقوم بإصدار طاقة كهرومغناطيسية ذات طول موجي معين [12].

ويمكن استخدام هذه المستشعرات في تتبع طاقة الأجسام عند وجود مصدر طبيعي للطاقة فقط [13].

2- المستشعرات الإيجابية Active Sensors:

(11) أنظر: أعدور، خالد. مرجع سابق، ص17- 18.
(12) أنظر: أعدور، خالد. المرجع السابق، ص16.
(13) أنظر: المركز الكندي للاستشعار عن بعد. (2008). أسس الاستشعار عن بعد. (عبدالحميد، عاطف، مترجم)، **بدون دار نشر**، بدون ناشر، ص 19.

تقوم المستشعرات الإيجابية بتوجيه الأشعة الكهرومغناطيسية إلى الأهداف المطلوب استشعارها، ومن ثم استقبال وتسجيل الأشعة المنعكسة من هذه الأهداف، ويتم إرسال الموجات الكهرومغناطيسية إلى الأهداف المراد استشعارها بواسطة رادارات خاصة في الأحوال التي تستخدم فيها الموجات المتناهية القصر Micro Wave، أما في الأحوال التي تستخدم فيها أجهزة الأشعة المرئية أو تحت الحمراء، فإنه يجري الحصول على الأشعة المنبعثة بواسطة أجهزة الليزر [14].

الفرع الثالث

أساليب الاستشعار عن بعد

يتم الاستشعار عن بعد عبر أسلوبين [15]:

1- الأسلوب الأول: أسلوب الصور الجوية (الاستشعار الجوي).

2- الأسلوب الثاني: أسلوب الأقمار الصناعية (الاستشعار الفضائي).

وتتعدد استخدامات الأقمار الصناعية فهناك *أقمار الاتصالات* تستخدم صناعات الاتصال الهاتفية Tele Communications، والإذاعية Broadcasting لتحمل إشارات الإذاعة والتلفاز والهاتف لمسافات طويلة دون الحاجة إلى كابلات الميكروويف Microwave Relays ، وتحدد *أقمار الملاحة* المواقع الأرضية بدقة، بينما تساعد *أقمار الطقس* الباحثين في الأرصاد الجوية في عمليات التنبؤ، وتستخدم بعض الدول الكبرى *أقمار المراقبة* Surveillance Satellite لرصد الأنشطة العسكرية في الدول المنافسة، كما تخدم *الأقمار العلمية* كمنصات فضائية لمراقبة الأرض وغيرها من الكواكب والشمس والمجرات، وتفيد في عدد كبير من التطبيقات[16].

وتختلف الصور الجوية عن الصور الفضائية المأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية، وتتمثل هذه الاختلافات في الآتي [17]:

- تعطي الأقمار الصناعية صورا وبيانات من ارتفاعات شاهقة تتراوح بين 900 – 950 كم فوق سطح الأرض، في حين يجري التقاط الصور الجوية من ارتفاعات أقل بكثير تصل إلى عدة كيلومترات.
- تعتمد صور الأقمار الصناعية في التقاط معلوماتها عن الأرض على الأحزمة أو الموجات الضوئية Bands وليس على الضوء المرئي ككل، بينما تعتمد الصور الجوية على الأشعة المرئية فقط.
- تلتقط الأقمار الصناعية صورا لمساحات شاسعة من الأرض، يتوقف اتساعها على ارتفاع القمر الصناعي، بينما تغطي الصور الجوية مساحات صغيرة من سطح الأرض.

ويمكن للدول والمنظمات الإغاثية الاستفادة من أسلوبي الاستشعار عن بعد (الجوي والفضائي) في تقديم الإغاثة للمتضررين والنازحين جراء الكوارث والنزاعات المسلحة، واستخدامها بما يتناسب مع إمكاناتها، ونوع الإغاثة التي تقدمها.

ولمواجهة مشكلة ارتفاع تكاليف الحصول على المعلومات من الصور الجوية والفضائية، التي قد تحول دون الاستفادة منها في الميدان الإغاثي، يمكن

(14) أنظر: أعدور، خالد. مرجع سابق، ص16.
(15) أنظر: بنت الإمام، ميمونة. مرجع سابق، ص84.
(16) أنظر: المركز الكندي للاستشعار عن بعد. مرجع سابق، ص2.
(17) عبدالله، عزة أحمد. مرجع سابق، ص236.

للدول والمنظمات الإنسانية الإغاثية التعاون وتنسيق الجهود، على النحو الذي يُمكّن من استخدام أسلوب الاستشعار الأمثل في تقديم المساعدة المطلوبة، وتحقيق استجابة إغاثية مثلى.

المبحث الأول:

تطبيقات الاستشعار عن بعد في المجال الإنساني والإغاثي:

إلى جانب الاستخدامات المدنية والعسكرية لتقنية الاستشعار عن بعد، يمكن استخدام هذه التقنية في الوقت الحالي في الجانب الإنساني الإغاثي، خصوصاً في ظل تفاقم مشاكل المناخ، والحروب وما ينتج عنها من تعريض حياة الكثير من البشر للخطر، واضطرارهم للنزوح وبأعداد كبيرة.

ويمكن تعريف تطبيقات الاستشعار عن بعد في مجال العمليات الإغاثية أنَّها: استخدام صور الاستشعار عن بعد لتحقيق أهداف إغاثة الأشخاص المتضررين من الكوارث الطبيعية، أو الكوارث التي من صنع الإنسان، أو الأشخاص الفارين من أخطار النزاعات المسلحة.

وتظهر أهمية الاستشعار عن بعد في المجال الإنساني والإغاثي في أنه يسهم من خلال البيانات والمعلومات الشاملة والموثوقة التي يوفرها في ضمان تحقيق استجابة مثلى للاحتياجات الإنسانية عند الكوارث، فإلى جانب الأنشطة التي تقوم بها المنظمات الإغاثية، تحتاج إلى توفير الوسائل اللازمة لمساعدتها في أداء عملها على الوجه الأمثل، ومراقبة فعالية وكفاءة عملها في الميدان، ومن هذه الوسائل: خرائط طبوغرافية دقيقة وحديثة من المواقع المراد إغاثتها [18].

ومن فوائد تقنيات الاستشعار عن بعد للمنظمات الإغاثية تسهيل الوصول عبر صور الأقمار الصناعية إلى المناطق المنكوبة جراء الكوارث الطبيعية أو النزاع التي يتعذر الوصول إليها، كأن تكون عملية الإبلاغ ورفع التقارير من الميدان محفوفة بالمخاطر، أو تكون تلك المناطق بعيدة جداً ونائية وصعبة التضاريس، أو الحالات التي يمنع فيها أطراف النزاع عمال المنظمات الإغاثية من الوصول إلى تلك المناطق [19].

كذلك، تسهل تقنيات الاستشعار عن بعد مساعدة الفرق الإنسانية، وتدعيم حالات الطوارئ المعقدة، والإسهام في رصد النزاعات المسلحة، ومراقبة مناطق الصراع والتحقق منها، وإغاثة اللاجئين والنازحين، وتقييم انتهاك حقوق الإنسان، وتتبع أعمال الإبادة الجماعية، وتقديم الأدلة للمحاكم الجنائية [20].

وقد أصبحت أنظمة رصد الأرض، ونظم المعلومات الجغرافية، تستخدم من قبل المنظمات الإنسانية في جمع المعلومات وإدارتها، لا سيما في المناطق التي يكون فيها جمع البيانات على الأرض خطيرًا أو يستغرق وقتًا طويلاً [21].

واستُخدم بالفعل استخدام الاستشعار عن بعد في عمليات الرصد، وتوجيه الاستجابات الإنسانية أثناء النزاعات المسلحة، وانتهاكات حقوق الإنسان، وكذلك في حالات الكوارث الطبيعية أو الكوارث التي من

([18])Bally, Ph., Béquignon, J., Arino, O., Briggs, S. (2005). Remote Sensing and Humanitarian Aid. *Esa Earth Observation*, p39

([19]) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. (2011). دليل بصري عن بعد للنزوح. *نشرة الهجرة القسرية*، **بدون رقم مجلد**(38)، ص16.

([20])See: Avtar, R. et al: op.cit. , p1.

([21])See: Wendt, L., Lang, S. and Rogenhofer, E. (2017). Monitoring of Refugee and Camps for Internally Displaced Persons Using Sentinel-2 Imagery – A Feasibility Study. *GI_Forum.* **n/a**(1), p172.

صنع الإنسان[22]؛ لأن أساس أي عملية استجابة إنسانية يتمثل في توجيه المساعدات الإغاثية إلى الأشخاص المتضررين في المكان المناسب والوقت المناسب، عبر التقييم السريع للوضع على الأرض، وتوفير الوقت، والموارد، ووسائل التحقق، وتوجيه المساعدات الإنسانية[23].

وتجدر الإشارة إلى أنه إلى جانب استخدام الصور البصرية الجوية والفضائية في تحسين جودة العمل الإغاثي، ينبغي الاستفادة –أيضاً– من بيانات الأقمار الصناعية الرادارية، التي تتمتع بخصائص تجعلها قادرة على التقاط صور للموقع المراد من خلال الغطاء السحابي أو في الليل، وتضمن تحقيق استجابة أسرع في حالات الطوارئ [24].

المطلب الأول:

تغيرات المناخ والكوارث الطبيعية ومشاريع التنمية:

تؤدي التغيرات المناخية إلى نزوح سكان المناطق الساحلية نتيجة فيضانات المد والجزر، وذوبان الأنهار الجليدية التي تتسبب بارتفاع مستوى سطح البحر، وكذا نزوح الأشخاص نتيجة الأعاصير والعواصف والزلازل والبراكين وفيضانات الأمطار، والتصحر وحرائق الغابات وانتشار الأمراض والتلوث البيئي وهلاك المحاصيل الزراعية، وغيرها.

ويعزّز الاستشعار عن بعد حماية البشرية من الكوارث الطبيعية وتغيرات المناخ، أكد ذلك المبدأ العاشر من المبادئ المتعلقة باستشعار الأرض عن بعد من الفضاء الخارجي لعام 1986م، الذي نص على أن: «يعزز الاستشعار عن بعد حماية البيئة الطبيعية للأرض، ولهذه الغاية على الدول المشاركة في أنشطة الاستشعار عن بعد، التي تتعرّف على معلومات في حوزتها قد تفيد الدول المتأثرة بكوارث طبيعية أو التي يحتمل أن تتأثر بكوارث طبيعية وشيكة، أن ترسل هذه البيانات إلى الدول المعنية في أسرع وقت ممكن».

وباستخدام تقنية الاستشعار عن بعد يمكن مساعدة الدول المعرضة لأخطار التغيرات المناخية في تحويل نهجها التقليدي تجاه قضية النزوح نتيجة الكوارث من نهج موجه نحو الإغاثة إلى إدارة استباقية وشمولية للنزوح[25]، من خلال العمل على إيجاد الحلول لتجنب حدوث تلك التهديدات ابتداءً، أو إيجاد حلول استباقية – في حال عدم القدرة على تجنب حدوث الكارثة– تحمي سكان المناطق المعرضة للخطر، وتخفف من آثار النزوح.

على سبيل المثال: يمكن استخدام بيانات صور الأقمار الصناعية في تسليط الضوء على التغييرات ذات الصلة في استخدام الأراضي، ودرجات الحرارة

(22) See: Jenerowicz, M., Anna Wawrzaszek, A., Drzewiecki, W., Krupi´nski, M. and Aleksandrowicz,S .(2019). Multifractality in Humanitarian Applications: A Case Study of Internally Displaced Persons/Refugee Camps. *IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing*, **12**(11), p4438.

(23) See: Lang, S., Füreder, P., Riedler, B., Wendt, L., Braun, A., Tiede, D., Schoepfer, E., Zeil, P., Spröhnle, K., Kulessa, K., Rogenhofer, E., Bäuerl, M., Öze, A., Schwendemann, G. and Hochschild, V. (2019). Earth observation tools and services to increase the effectiveness of humanitarian assistance. *European Journal of Remote Sensing*, **n/a**(n/a), p5.

(24) أنظر: بيورغو، إينار؛ بيسانو، فرانشيسكو؛ ليونز، جوشوا؛ هايسيغ، هولغر. (2008). استخدام صور الأقمار الصناعية. *نشرة الهجرة القسرية*، **بدون رقم مجلد**(31)، ص73.

(25) See: Siddiqui, T., Islam, M.T. and Akhter,Z. (2015). National Strategy On The Management Of Disaster And Climate Induced Internal Displacement. Available at: https://www.preventionweb.net/files/46732_nsmdciidfinalversion21sept2015withc.pdf. (accessed on: 4/8/2022).

والجفاف، وبمجرد تحديد المناطق المعرضة للخطر يمكن اتخاذ تدابير لمعالجة التدهور الذي أصاب الأراضي الزراعية، والتقليل من حالات الجفاف التي يتسبب بها الإنسان، كما يمكن استخدام الاستشعار عن بعد في إنشاء نظام إنذار مبكر للأمراض والأوبئة من خلال تتبع الظروف المناخية المساعدة لتفشي الأمراض، والرصد المبكر للمرض وإعلان حالة الطوارئ الصحية وتطبيق الإجراءات الوقائية [26].

كما يمكن استخدام بيانات الأقمار الصناعية في مواجهة موجات الحرائق التي عانت وتعاني منها العديد من البلدان في مختلف دول العالم، من خلال اتخاذ خطوات استباقية، كتحديد الأماكن التي ستكون فيها درجات الحرارة مرتفعة جدا، والمؤهلة لنشوب حريق، واتخاذ الاحتياط اللازمة لمنع نشوب أي حريق، وفي الحالات التي سبق ونشب فيها حريق في منطقة ما يمكن استخدام بيانات القمر الصناعي لتحديد موقعه وتحديد سرعة واتجاه الرياح، والاستفادة من تلك المعلومات للإسهام في الحد من اتساع ذلك الحريق أو امتداده إلى المناطق الزراعية أو المأهولة بالسكان.

كذلك في حال حدوث أو إمكانية حدوث فيضانات، فيمكن استخدام الاستشعار عن بعد في جمع المعلومات والبيانات عن الأماكن المعرضة لخطر الفيضانات، واستخدامها في عملية الإنذار المبكر وإيجاد حلول مسبقة تحد من مخاطرها، على سبيل المثال: النقل المسبق والمنظم لقاطني تلك المناطق إلى أماكن أكثر أمنا (إخلاء تلك المناطق من السكان)، أو العمل على إعادة توطينهم في مناطق أخرى آمنة داخل البلاد –وذلك بالنسبة للسكان الذين تتعرض مناطقهم لخطر الفيضانات بشكل مستمر– على النحو الذي يحفظ حياتهم وممتلكاتهم، ويوفر على الدولة اتخاذ الإجراءات الوقائية في كل مرة يمكن أن تحدث فيها فيضانات.

إضافة إلى ذلك، تتيح صور الأقمار الصناعية الكشف عن المعلومات الخاصة بالمناطق النائية أو شديدة الاتساع أو التي يحظر الدخول إليها لأسباب أمنية أو أسباب أخرى، فعلى سبيل المثال، يكون من المستحيل غالبًا عند حدوث زلزال عنيف معرفة الطرق التي لا تزال صالحة للعبور إلا باستخدام صور الأقمار الصناعية [27].

كما توفر صور الأقمار الصناعية الرادارية مصدراً بديلاً في الحالات التي يصعب فيها الحصول على صور بصرية، كما في المناطق المتأثرة بالغطاء السحابي، وما يجعلها ذات قيمة هو محتوى المعلومات التي توفرها فيما يتعلق بخصائص الأسطح، مثل الشكل، الاتجاه، الحجم، الخشونة، الارتفاع، الرطوبة والتوصيل [28].

وفي إطار استخدام الاستشعار عن بعد في مواجهة مخاطر التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية، يوفر برنامج التطبيقات التشغيلية للأقمار الصناعية التابع لمعهد الأمم المتحدة للتدريب والبحوث (UNOSAT) منذ عام 2001م حلولاً تعتمد على الأقمار الصناعية لأسرة الأمم المتحدة وغيرها من المنظمات غير الحكومية وحكومات الدول، من ذلك:

(26) See: Dysart, M.D. (2011). Remote Sensing And Mass Migration Policy Development. Graduation Research, Air War College, Air University, United States, p12.

(27) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق ، ص72.

(28) See: Braun, A. (2019). *Radar satellite imagery for humanitarian response.* PhD Thesis, Tübingen University, Tübingen, Germany, pIV.

1-في مايو 2008م وفي أعقاب إعصار نرجس الذي ضرب ميانمار/بورما تمكنت صور الأقمار الصناعية خلال ساعات من تحديد مسار الإعصار وآثاره، وقدم برنامج UNOSAT في الأيام التالية صورا توضح مدى ارتفاع مياه الفيضان، والدمار الذي لحق بالقرى [29].

2-بعد زلزال هايتي 2010م، والزلزال والموجات الزلزالية التي ضربت اليابان عام 2011م، استُخدمت صور الأقمار الصناعية عالية الدقة لوضع تقييمات لمساحات واسعة من المناطق المتضررة، وتحديد السكان النازحين بسبب الكارثتين، من خلال رسم الخرائط وتوزيع المعلومات على فرق الاستجابة [30].

3-قام مركز رصد النزوح الداخلي بالتعاون مع برنامج تطبيقات القمر الصناعي (UNOSAT) بإجراء تحليل لصور الأقمار الصناعية لتقريره العالمي لعام 2018م، بهدف تقييم النزوح الناجم عن مشاريع التنمية، عن طريق تتبع عدد من المساكن المغمورة بالمياه نتيجة بناء سد في إندونيسيا، وتم تطبيق منهجيات مشابهة لتقدير عدد المساكن المتضررة والمدمرة في جنوب تركيا لعدم توفر أي بيانات حول الصراع الدائر في تلك المنطقة [31].

هذه النماذج تمثل تأكيداً على أهمية استخدام الاستشعار عن بعد في الميدان الإغاثي الإنساني؛ فالدقة في المعلومات التي تقدمها هذه التقنية عن المواقع التي تعرضت أو يمكن أن تتعرض لخطر التغيرات المناخية، أو النزاعات المسلحة، أو إقامة مشاريع التنمية، وسرعة الحصول عليها تسهم في إمكانية إيجاد حلول استباقية تحد من مخاطرها، إضافة إلى تمكين الدول والمنظمات الإنسانية من تقديم الإغاثة والمساعدات اللازمة للمتضررين بجهد أقل وفي وقت أسرع، ومن ثم تخفيف الأضرار التي يمكن أن يعانوا منها في حال استخدام الوسائل التقليدية منفردة عند تقديم جهود الإغاثة (العمل البشري المرتبط بالميدان).

المطلب الثاني:

رصد انتهاكات حقوق الإنسان:

حدثت عبر التاريخ الكثير من أعمال العنف الجماعية والانتهاكات لحقوق الإنسان، ولكن فقط في الآونة الأخيرة، ومع تقدم التكنولوجيا أصبح من الممكن التحقيق في هذه الانتهاكات وإثباتها ومقاضاة مرتكبيها، وربما منع حدوث هذه الجرائم [32]، والتقييم والتحري عن الانتهاكات المحتملة لحقوق الإنسان وخصوصا تلك التي يمكن أن تحدث في مناطق النزاعات [33]، أو التي تضم تجمعات النازحين.

ويمكن للأدلة التي تقدمها الأقمار الصناعية أن تعزز وتؤكد التقارير المحلية التي ترفع حول النزاع والدمار والنزوح؛ فتقنية الاستشعار عن بعد تتيح عبر أدواتها الحديثة (كالتصوير عن طريق الأقمار الصناعية، ونظم المعلومات الجغرافية، والنظم العالمية لتحديد

(29) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. المرجع السابق، ص72.
(30) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. مرجع سابق، ص17.
(31) مركز رصد النزوح الداخلي. (2019). التقرير العالمي حول النزوح الداخلي، ص 66.

(32)See: O'Connell, T. and Young, S.(2014). No More Hidden Secrets: Human Rights Violations and Remote Sensing. *Genocide Studies and Prevention Journal*, **8**(3),., p 5.
(33) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق، ص72.

المواقع) رسم الخرائط وتحليلها، وتقديم أدوات تساعد في تحديد النزوح، وقياسه، ورصده، وتوثيقه [34]، ودعم شهادات الشهود أو تلك التي جمعتها المنظمات الإنسانية، ومن ثم إنهاء الجدل حول ما إذا كانت تلك الانتهاكات قد وقعت أم لا.

وقد استُخدمت تقنية الاستشعار عن بعد في توثيق وتأكيد العديد من الانتهاكات التي طالت حقوق الإنسان منها:

1- استخدام بيانات الاستشعار عن بعد كدليل على الانتهاكات الممنهجة لحقوق الإنسان في دارفور، منذ عام 2003م، واستخدمت وحدة المعلومات الإنسانية بوزارة الخارجية الأمريكية صور الأقمار الصناعية وبيانات علوم المعلومات الجغرافية لرسم خريطة الأماكن التي دمرت، ومواقعها [35].

وفي العام 2007م وعلى موقع منظمة العفو الدولية حددت المنظمة اثنتا عشرة قرية في دارفور كانت عرضة للعنف، واحتوى موقعها على صور لهذه القرى، ورصد ومتابعة الصور الجديدة لهذه المناطق على مدار العام بهدف تحديد ما إذا تمت أي أعمال عنف خلال هذه الفترة، وتم إقران هذه الصور بوثائق منظمات حقوق الإنسان، وتقارير الشهود العيان لتأكيد صحة البيانات الواردة في هذه التقارير والشهادات؛ حيث تم تدمير القرى وإحراق الأكواخ فيها بشكل روتيني [36].

2- في كينيا تسببت النزاعات التي أعقبت الانتخابات التي جرت أواخر ديسمبر 2007م، في أحداث عنف واسعة الانتشار في نيروبي العاصمة والوادي المتصدع، نتج عنها مقتل أكثر من 800 شخص وإشعال حرائق في عدد من المناطق السكنية، وتم بواسطة الأقمار الصناعية التقاط صور لأماكن الحرائق، وإجراء تقييمات تفصيلية عن الدمار الناشئ [37].

3- وفي عام 2009م، انضم مشروع "التكنولوجيات الجيوفضائية لحقوق الإنسان" التابع للجمعية الأمريكية لتطوير العلوم، إلى منظمتي العفو الدولية وهيومن رايتس ووتش بهدف تحديد مواقع ملاجئ النازحين في سريلانكا والكشف عن مدى الضرر الذي لحق بها، بعد ورود أنباء حول استهداف تلك المواقع، ونظرا لعدم السماح للجهات الخارجية الدخول إلى تلك المناطق في الوقت المحدد، كانت صور الأقمار الصناعية أحد الخيارات القليلة المتاحة لجمع المعلومات، وقد أثبتت هذه الصور إزالة الآلاف من ملاجئ النازحين، وتعرض مستوطنات النازحين والأماكن المحيطة بها إلى القصف[38].

وفي هذا الصدد، يقول كريستوف كوهتل، منظم حملة الوقاية من الأزمات والاستجابة لها: "قبل بضعة أعوام، كانت التكنولوجيات الجيوفضائية أداة جديدة في منتهى الغرابة، أما الآن فقد أصبحت من ضمن الأدوات المعيارية التي يستخدمها مناصرو حقوق الإنسان وعلى الأخص من يعمل منهم حول أوضاع النزاع المسلح، ومن الأمثلة على ذلك: عملنا خلال المرحلة الأولى من مراحل الحرب الأهلية في سريلانكا، فعلى الرغم من أنَّ منطقة النزاع كانت مغلقة بالكامل من قبل الحكومة، تمكنَّا من منح نشطائنا وعامة الناس

(34) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. مرجع سابق، ص16.
(35) See: O'Connell, T. and Young, S. op.cit. , p 7.
(36) See: O'Connell, T. and Young, S. op.cit. , p 5-6.
(37) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق، ص73.
(38) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. مرجع سابق، ص16.

النفاذ الافتراضي إلى المنطقة، فقدمنا بذلك الدعم لحملاتنا التي أطلقناها لمساءلة المتهمين بارتكاب جرائم حرب"[39].

4- شارك المركز الأوروبي لمناصرة حقوق الإنسان "جمعية المحامين الشباب الجورجيين" واعتمد على تحليل الصور الجيوفضائية في توثيق الدمار الذي خلفه النزاع بين روسيا وجورجيا في آب/أغسطس 2009م، وتم عرض تلك المعلومات على المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان بمناسبة نظرها إحدى القضايا التي رُفعت نتيجة النزاع في أوسيتيا الجنوبية [40].

5- في عام 2011م، شاركت الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم مع منظمة العفو الدولية في بناء خارطة مفصلة – باستخدام التكنولوجيات الجيوفضائية– حددت مختلف الانتهاكات التي طالت حقوق الإنسان في عدة مناطق في نيجيريا نتيجة النزاع المسلح، والعنف العرقي، والنزوح القسري، والآثار الضارة التي لحقت بالسكان المحليين والبيئة نتيجة اشتعال الغاز الصناعي [41].

6- التحقيقات التي أجريت لبيان الآثار الناتجة عن حرب فيتنام التي استخدمت فيها مبيدات الأعشاب على غابات المنغروف، واستند في ذلك على صور SPOT وبيانات GIS [42].

7- ومن تطبيقات الاستشعار عن بعد من أجل السلام والأمن: الكشف عن الإبادة الجماعية في دارفور، والإتجار بالبشر والمخدرات في أفغانستان، والانتهاكات التي طالت حقوق الإنسان في المناطق الغنية بالموارد أو تلك التي تفتقر إلى الموارد الأساسية كالماء والغذاء، ومكافحة الأمراض والوقاية منها، وحماية حقوق الإنسان [43].

وبالاطلاع على الحالات السابقة التي استخدمت فيها تقنية الاستشعار عن بعد في توثيق انتهاكات حقوق الإنسان، فإن الباحثة تؤيد فكرة استخدام صور الأقمار الصناعية في توثيق الانتهاكات التي تطال حقوق الإنسان، واستخدامها كأدلة عند عرض القضايا على المحاكم الدولية؛ وذلك لدقة وشمولية المعلومات التي تقدمها، وسرعة الحصول عليها، خصوصا في الحالات التي يصعب أو يستحال فيها الوصول إلى المناطق المتضررة، كذلك يمكن استخدام معلومات الصور الفضائية والجوية التي توثق تلك الانتهاكات في تعزيز الأدلة الأخرى، كالتقارير وشهادة الشهود، ومن ثم الإسهام في إنهاء الجدل الذي قد ينشأ حول حقيقة حدوث تلك الانتهاكات من عدمها.

المطلب الثالث:

الأقمار الصناعية والعاملين في مجال الإغاثة:

يمكن للعاملين في مجال الإغاثة القيام بمهامهم وتنظيمها بالاستفادة من تقنيات الأقمار الصناعية، كأقمار الاتصالات، وأقمار الملاحة، وتفصيل ذلك على النحو التالي [44]:

1-**أجهزة الهاتف المتصلة بالقمر الصناعي:** يمكن للعاملين الإغاثيين وفي الأحوال التي تتطلب ذلك استخدام أنظمة للتواصل الصوتي والبياني عبر

(39) ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. المرجع السابق، ص17.
(40) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. المرجع السابق، ص17.
(41) أنظر: ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. المرجع السابق، ص16.
(42) See: Braun, A. op.cit. , p 102
(43) See: Avtar, R. et al: op.cit. , p 2
(44) أنظر: مكتب تنسيق الشئون الإنسانية. (د.ت). نظام الأمم المتحدة لتقييم الكوارث والتنسيق الدليل الميداني، ص173، 176.

القمر الصناعي، والمشغلون الرئيسيون هم إيريديوم وثريا وإنمارسات، والنماذج التي توفرها برامج الخدمات للهواتف المتصلة بالقمر الصناعي عموماً سهلة الاستخدام.

2-**محطات بيانات القمر الصناعي:** في حالة تلف البنية التحتية للاتصالات السلكية واللاسلكية في الميدان، أو انخفاض السعة، يكون الخيار الوحيد هو استخدام محطات بيانات القمر الصناعية، ففي المرحلة الأولى من أي طارئ، تستخدم الشبكة العالمية ذات النطاق العريض بصورة واسعة، ويوفر هذا النظام بيانات وإمكانية استخدام الهاتف معاً، وهناك العديد من المحطات الطرفية لشبكة المنطقة العالمية واسعة التغطية وجميعها تعمل بطريقة واحدة.

3-**النظام العالمي لتحديد المواقع:** يعد الحصول على إحداثيات صحيحة أمراً مهماً لنجاح أنشطة المنظمات الإغاثية لتقييم الكوارث والتنسيق بما في ذلك الاتصالات بمواقع التشغيل، مثل: مواقع الإنقاذ، جمع البيانات التقييمية، مثل: مواقع المخيمات، عوائق الطرق والبنية التحتية المادية، ويمكن تحديد مواقع إحداثياتهم باستخدام أجهزة، مثل: وحدة نظام تحديد المواقع العالمي اليدوية، والأجهزة الإلكترونية كالهواتف الذكية، وأجهزة التابلت أو الحاسوب، وبعض نماذج الهواتف المتصلة بالقمر الصناعي.

وتظهر أهمية اعتماد العاملين الإغاثيين على تقنيات الأقمار الصناعية في الأحوال التي تكون فيها المناطق المراد إغاثتها لا تمتلك شبكات اتصال أو تكون الشبكات فيها ضعيفة أو عرضة للدمار أو التخريب، إضافة إلى ذلك فإن المعلومات الدقيقة التي تقدمها الصور الجوية والفضائية تسهم في تمكين العاملين الإغاثيين من تقديم الخدمات الإغاثية في أسرع وقت وعلى النحو الأمثل؛ حيث يسهل الاستشعار عن بعد تحديد المواقع المراد إغاثتها، وتقدير أعداد الأشخاص المتضررين، وأسهل الطرق للوصول إليهم، والمواقع المثلى لإقامة المخيمات من حيث توفر الموارد الأساسية للحياة وبعدها عن المناطق الخطرة.

المبحث الثاني:

تطبيقات الاستشعار عن بعد في مواجهة مشكلة النزوح:

أصبحت ظاهرة النزوح مشكلة يعاني منها المجتمع الدولي بشكل كبير، خصوصا مع ارتفاع أعداد النزاعات المسلحة، والكوارث الطبيعية الناجمة عن تغيرات المناخ، كالزلازل والفيضانات، التي تدفع الأشخاص إلى ترك مناطقهم التي يقيمون فيها، والنزوح إلى مناطق أخرى أكثر أمنا داخل بلدانهم.

وبرغم أن النزوح يعد الوسيلة التي يلجأ إليها هؤلاء الأشخاص لحماية أنفسهم من تلك الأخطار، إلا أن رحلة نزوحهم قد تشكل في حد ذاتها خطرا يهدد أمنهم وحياتهم.

في هذا المبحث سنتحدث عن إسهامات تقنية الاستشعار عن بعد في حماية وإغاثة النازحين، والحد من الآثار السلبية للنزوح.

المطلب الأول:

تحديد مواقع النازحين وتحسين جهود الإغاثة:

غالبا ما يشكل النزوح غير الطوعي مشكلة أكبر من النزوح الطوعي؛ لأنه يحدث فجأة، وبصورة عشوائية تحتاج معه الدولة ومنظمات الإغاثة إلى مساعدة في تحديد المواقع التي نزحوا إليها، وأعدادهم، والأماكن

التي تتوفر فيها مقومات الحياة الأساسية كالمياه، خصوصا في حالات النزوح طويل الأمد، وبما يسهم في حماية حياة النازحين والتخفيف من حدة التوترات التي قد تنشأ بينهم وبين المجتمعات المضيفة لهم خصوصا في حالات النزوح العشوائي، الأمر الذي يستدعي الاستفادة من نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في توفير المعلومات المطلوبة لتحسين وتسهيل جهود الإغاثة.

وتظهر أهمية الحاجة لتقدير أعداد النازحين في المواقع التي نزحوا إليها، في السعي لتحسين خطط الاستجابة الإنسانية، والإدارة الفعالة لمخيمات النزوح، وعمليات الإغاثة، وتخصيص الموارد الكافية لتغطية احتياجات النازحين.

وهنا تطلب المنظمات الإنسانية معلومات محدثة حول عدد الأشخاص الذين يعيشون في المخيمات والتغيرات السكانية بمرور الوقت [45] .

وكون الحصول على المعلومات حول أعداد النازحين ليس بالأمر السهل دائما، فإنه يمكن الاستفادة من تقنية الاستشعار عن بعد في الحصول على تلك المعلومات، باستخدام الصور الجوية أو صور الأقمار الصناعية عالية الدقة التي تساعد في أتمتة وتوحيد تقديرات أعداد النازحين داخليًا، ورسم خرائط للهياكل المادية في مخيمات النازحين، بما في ذلك التغييرات في عدد ونوع الهياكل بمرور الوقت، خصوصا في المناطق التي يصعب الوصول إليها، نظرا لقربها من مناطق النزاع، أو لأسباب سياسية أو نتيجة التدفق الكبير للنازحين إلى المخيم، إضافة إلى ذلك تسهم صور الأقمار الصناعية في إجراء تقييمات سريعة خلال فترات التدفق الكبير للنازحين إلى المخيمات، والمساعدة في تخطيط البنية التحتية والخدمات اللوجستية كالرعاية الصحية[46].

ويمكن إجراء التقدير السكاني للنازحين عن طريق استخراج الصور، وتصنيف أنواع المساكن المختلفة، وفقًا للطيف وخصائص المادة [47]، حيث يتم تقدير تعداد السكان والكثافة السكانية من خلال عدد المساكن، مثل الخيام والأكواخ[48].

ويتم إجراء تصنيف ثنائي لفصل الأكواخ وموادها (سواء مصنوعة من طين أو خشب أم غير ذلك) عن الخصائص الأخرى، مثل التربة والصخور، حيث يحلل الكمبيوتر كل بكسل في الصورة ويحدد ما إذا كان يتطابق مع مادة الكوخ أم لا باستخدام التوقيعات الطيفية لوحدات البكسل، حيث تعكس كل مادة الضوء بطريقة معينة وبأطوال موجية مختلفة، ثم يُخزَّن الطيف في ملفات منفصلة تسمى النطاقات، وعندما تكون هذه النطاقات معًا، يمكن استخدامها لإنشاء صور مكدسة لإظهار اللون الحقيقي الفعلي للمنطقة، أو إنشاء صور ذات ألوان زائفة، لإبراز الاختلافات بين طول موجي وآخر [49].

وإلى جانب البيانات التي توفرها تقنية الاستشعار عن أعداد النازحين، وحجم المخيم، وهيكله الداخلي، يمكن تحديد ما إذا كان المخيم يوفر– إلى جانب الحماية المادية للنازحين ضد الطقس وتقلبات المناخ– مساحة

([45]) See: Green, B. and Blanford, J.L. (2020). Refugee Camp Population Estimates Using Automated Feature Extraction. in: *The 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. n/a, Hawaii, USA, p2197 ; Okegbola, M.O. ,Oyebanji, S.T. ,Isaac, K.O. ,Olaosegba, S.O. (2016). The Use Of Remote Sensing And Gis In Siting And Estimation Of Internally Displaced Persons' (Idps') Camp: Issues, Challenges And Considerations, p7 . Available at: https://www.scribd.com/document/299805856/Application-of-Remote-sensing-and-GIS-in-siting-IDPS-Camp.(accessed on: 24/7/2022).

([46])See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2197.

([47])See: Okegbola, M.O. et al: op.cit. , p19.

([48])See: Gayer, M. (2008). Advanced Methods for IDP and Refugee Camp Mapping with Very High Resolution Satellite Imagery. Institut für Physische Geographie, p17.

([49])See: O'Connell, T. and Young, S. op.cit. , p 9.

كافية تضمن خصوصية كل نازح وكرامته، إضافة إلى ذلك، يمكن لتلك البيانات أن تساهم في معرفة ما إذا كانت المخيمات موجودة بالقرب من مصادر المياه والخدمات الأخرى، أو أنها تقع خارج المناطق المعرضة لخطر الفيضانات والانهيارات الأرضية [50]، والمواقع العسكرية.

ويمكن حساب تقديرات السكان بضرب عدد المساكن في العدد التقديري للأشخاص لكل مبنى، ويمكن اشتقاق العدد التقديري للأشخاص في كل مبنى، أو في كل منطقة من التقارير التي تنشرها الحكومات، أو منظمات الإغاثة الإنسانية، أو باستخدام تقديرات من معسكرات (مخيمات) مماثلة [51].

إضافة إلى ذلك، يوفر الاستشعار عن بعد إمكانية مراقبة مواقع النزوح في حالات النزوح المطول، وكذا دعم أنشطة المشروع داخل المخيم، أو دراسة واقع الخدمات الصحية أو الأمنية في المخيم[52].

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تحدث بعض الأخطاء عند إجراء التقدير بناء على صور الأقمار الصناعية، كأن تسبب بيانات ظلال الأشجار نتائج إيجابية خاطئة كونها تملك توقيعاً طيفياً وحجماً وشكلاً مشابهاً للأكواخ المصنوعة من القش، مما يجعل من الصعب التمييز بينهما[53]، أو يتم احتساب الهياكل ذاتية الصنع التي يقيمها النازحون إلى جانب خيامهم التي يسكنون فيها، أو غرف التخزين وأكواخ المطابخ أو المراحيض[54]، وكل ذلك يؤدي في النهاية إلى المبالغة الشديدة في تقدير السكان مما يؤثر على دقة التقديرات المشتقة، ويمكن التغلب على تلك المشكلة من خلال تحسين طرق تدريب وتهيئة المصنف، وعملية التجزئة، ودمج معلومات إضافية، مثل: المؤشرات الطيفية، وكذلك استخدام صور عالية الجودة، وتحسين دقة ملفات تعريف المصنف وإمكانية نقلها[55]، كذلك يمكن تجنب أخطاء التقدير السكاني لنازحي المخيمات عن طريق التعاون مع المنظمات الإغاثية وتلقي المعلومات الحقيقية التي جمعتها فرقهم العاملة في الميدان[56].

والاعتماد على تقنية الاستشعار عن بعد يسهم في تحديد التغييرات داخل المخيمات، والتقدير الكمي لإزالة الغابات الناتج عن نمو المخيم واستخدام أشجارها (وقود، بناء الأكواخ، أعلاف للحيوانات)، وتعد صور SAR مناسبة للحصول على انطباع سريع عن التطورات الزمنية للمخيم من خلال دمج معلومات التواريخ المختلفة في صورة واحدة، كما توفر مركبات RGB المؤقتة طريقة ممتازة للتصور السريع للتغييرات، في حين توفر بيانات Sentinel-1 معلومات ممتازة من حيث الدقة المكانية والزمانية لمراقبة نطاقات المخيم والبيئة المحيطة خلال فترة زمنية معينة[57].

إضافة إلى ما سبق، يساعد الاستشعار عن بعد في تحسين جهود الإغاثة الإنسانية، وضمان تزويد النازحين بمتطلبات الحياة الأساسية، مثل: الغذاء، الماء، الأدوية، الصرف الصحي، الأمن، إضافة إلى توفير الوقت والجهد والمال؛ حيث يبلغ متوسط الوقت اللازم لمعالجة البيانات باستخدام هذه التقنية 30

(50)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2197.
(51)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2198.
(52) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق، ص72.
(53)See: O'Connell, T. and Young, S. op.cit. , p 9.
(54)See: Wendt, L., Lang, S. and Rogenhofer, E. op.cit. , p 179.
(55)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2204.
(56)See: Okegbola, M.O. et al: op.cit. , p 28.
(57)See: Braun, A. op.cit. , p 63.

دقيقة لكل معسكر مقارنة بالوقت الذي يستغرقه الاستخراج اليدوي الذي يستمر لساعات [58].

ومن الناحية العملية، استخدمت عدد من المنظمات الإغاثية كالمفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (UNHCR)، والمنظمة الدولية للهجرة (IOM)بالفعل صور الاستشعار عن بعد لتحديث تقديرات أعداد النازحين داخليًا في ممر أفغوي في الصومال، ومراقبة النزوح الناجم عن الكوارث في هاييتي[59].

كما تجمع وكالة الهجرة التابعة للأمم المتحدة والمنظمة الدولية للهجرة صورًا بطائرات بدون طيار تبلغ 10سم لمخيمات اللاجئين الروهينجا كل ثلاثة أشهر، وتوفر المنظمة الدولية للهجرة الصور التقويمية ومخططات المخيم مجانًا من خلال مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية (OCHA) لتبادل البيانات البشرية[60].

ومن الأمثلة الأخرى على استخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ما تم عام 2008م من تقدير لأعداد الفارين نتيجة النزاعات الأهلية من نجامينا عاصمة تشاد إلى الكاميرون، باستخدام صور الأقمار الصناعية [61].

وتجدر الإشارة إلى أن بيانات الأقمار الصناعية تعد مصدراً مهماً لواضعي السياسات أو المانحين عند عرض الوضع الفعلي لمعاناة النازحين؛ فلا يمكن لأحد القول بأن هذه البيانات قد تم التلاعب بها، أو أنه لا يوجد دليل يؤكد صحة البيانات والمعلومات المجموعة ميدانيا[62].

نخلص مما سبق، إلى أن الاعتماد على الاستشعار عن بعد في تقديم العمل الإغاثي وتحديد مواقع النازحين يعد أمرا هاما، ففي حالات حدوث نزوح فجائي للسكان عند قيام نزاع مسلح أو وقوع كارثة طبيعية في منطقة ما، قد يتجه النازحون لإقامة مخيمات عشوائية في الأماكن التي نزحوا إليها، التي غالبا ما تكون بعيدة عن المدن، الأمر الذي يُصعب مهمة دولة النزوح ومنظمات الإغاثة في تحديد مواقع تلك المخيمات، وإحصاء أعداد قاطنيها، ومعرفة ما إذا كانت مقامة في مواقع جيدة وآمنة أم لا.

وتظهر أهمية قدرة الدولة والمنظمات الإغاثية على تحديد مواقع إقامة مخيمات النازحين في أن ذلك يساعد في إغاثة النازحين وتخفيف معاناتهم، من خلال تسهيل الوصول إليهم وتقديم المساعدات، وحمايتهم في حال كانت الأماكن التي أقاموا عليها مخيماتهم العشوائية معرضة لخطر العمليات العسكرية، أو واقعة في ممرات السيول، أو لا تتوافر فيها المقومات الأساسية للحياة، كما أن تقدير أعداد النازحين القاطنين فيها يسهم في توفير الموارد الكافية لهم وتحقيق إدارة فاعلة لمخيماتهم.

المطلب الثاني:

تحديد مصادر المياه الجوفية القريبة من مخيمات النازحين:

تشكل المياه أحد الموارد الأساسية اللازمة للحياة، ويعد إمداد النازحين بما يكفي من المياه، وتمكينهم من الوصول الآمن والسريع لمصادر المياه في مناطق نزوحهم أمراً بالغ الأهمية عند تحقيق الاستجابة الإنسانية.

وهنا توفر المنظمات الإنسانية الإغاثية الاحتياجات العاجلة من المياه لنازحي المخيمات، عبر تنقية المياه

(58)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2203.
(59)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2198.
(60)See: Green, B. and Blanford, J.L: op.cit, p2199.

(61) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق، ص73.
(62)See: Gayer, M.: op.cit, p17.

السطحية أو نقل المياه بالشاحنات، وتشكل موارد المياه الجوفية الخيار الأفضل لتزويد سكان المخيمات على المدى الطويل[63]، إلا أن توفيرها يشكل مصدر قلق رئيسي لهذه المنظمات، حيث يتطلب إيجاد مصادر المياه الطبيعية توفر المعلومات عن الوضع الجيولوجي والهيدروجيولوجي في مواقع المخيمات كالخرائط الجيولوجية أو سجلات الآبار، التي غالبًا ما تكون غير متوفرة أو يصعب توفيرها خلال مدة زمنية معقولة، وهنا يمكن أن يسهم الاستشعار عن بعد في إجراء تقييم هيدروجيولوجي سريع لموقع المخيم، والتخفيف بشكل كبير من العمل الميداني اللازم لإجراء التقييم، الذي يستغرق وقتا وجهدا وموارد، بل قد يصعب أو يستحيل إجراءه إذا ما كانت منطقة التقييم تشهد توترا أو عمليات عسكرية[64].

وعند إجراء التقييم الهيدروجيولوجي يجب مراعاة مجموعة من العوامل الجيولوجية والمناخية، كحالة الصخور (رواسب غير متماسكة أو صخور رسوبية متماسكة أو صخور بركانية أو قاع بلوري)، والغطاء النباتي، والحالة الجوية والرطوبة، حيث يتم اتباع نهج مختلف تجاه تقييم طبقة المياه الجوفية، وتعد صور Landsat وASTER الأنسب في تحديد الصخور المحلية في غياب الخرائط الجيولوجية[65].

إلى جانب ذلك ينبغي مراعاة عوامل أخرى أثناء تحديد موقع الحفر، كالمواقع المحتملة لملوثات المياه الجوفية، حيث مراحيض مخيمات النازحين، ومدافن النفايات والمناجم والمصانع أو أي مصادر أخرى، وعدم حفر الآبار في مواقع متقاربة، إضافة إلى أنه ينبغي رسم خرائط للطرق الموجودة والعوائق والمناطق التي يتعذر فيها عبور شاحنات النقل وأجهزة الحفر عليها [66].

المطلب الثالث:

حماية مخيمات النازحين من مخاطر العمليات العسكرية والفيضانات:

أولًا: حماية مخيمات النازحين من العمليات العسكرية وتمييزها في أثناء الحروب:

يمكن لتقنية الاستشعار عن بعد المساهمة في حماية مواقع تجمع النازحين من أي هجمات أو ضربات عسكرية، حيث يحدث في بعض الحالات أن يتم قصف مخيمات النازحين وأماكن تجمعهم بصورة مباشرة، أو قصف أهداف قريبة منهم يمتد أثرها إلى مخيماتهم، إما نتيجة لعدم معرفة الأطراف المتحاربة بمدنية هذه المواقع وأنها أماكن تجمع للنازحين، أو نتيجة لاستخدام أحد الأطراف المتحاربة مواقع المخيمات في تخزين الأسلحة أو مباشرة العمليات العسكرية منها، أو استخدام النازحين كدروع بشرية.

وهنا يقع على عاتق الأطراف المتحاربة إبلاغ بعضها وإبلاغ منظمات الإغاثة عن أماكن تواجد مخيمات النازحين، والعمل على تحديد مواقعها عبر صور الأقمار الصناعية، ونشر إحداثياتها بين أطراف النزاع للعمل على تحييدها وتجنيبها خطر الهجمات العسكرية.

(63)See: Lang, S. et al: op.cit. , p5 ; Wendt, L., Hilberg, S., Robl, J., Braun, A., Rogenhofer, E., Dirnberger, D., Strasser, T., Füreder, P. and Lang, S. (2015). Using Remote Sensing and GIS to Support Drinking Water Supply in Refugee/IDP Camps. *Journal for Geographic Information Science*, **n/a(**n/a), p449 .; Wendt, L., Hilberg, S., Robl, J., Hochschild, V., Rogenhofer, E., Füreder, P., Stefan Lang, S. and Zeil, P. (2014). Assisting the Exploration of Groundwater near Refugee/IDP Camps using Remote Sensing and GIS, p1. *Available at:* https://www.dgpf.de/src/tagung/jt2014/proceedings/proceedings/papers/Beitrag176.pdf. (accessed on: 4/9/2022).

(64)See: Wendt, L. et al. Using Remote Sensing and GIS … op.cit.., p449.

(65)See: Wendt, L. et al. Assisting the Exploration of Groundwater near Refugee/IDP Camps … op.cit., p2, 4 .

(66)See: Wendt, L. et al. Using Remote Sensing and GIS … op.cit.., p456.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن لصور الأقمار الصناعية أن توفر أداة يمكن الاعتماد عليها في التقييم السريع للدمار الذي تعرضت له المناطق التي فر منها النازحون جراء النزاع المسلح، والخراب الذي أصاب ممتلكاتهم، كما تعود فائدة صور الأقمار الصناعية على المنظمات الإغاثية، حيث تمكنها من امتلاك بيانات مرئية عن تلك المناطق قبل نشر فرقها الميدانية وتعريضها للخطر [67].

ثانيا– حماية مواقع النازحين من أخطار الفيضانات:

تعد الفيضانات أكثر المخاطر الطبيعية الشائعة التي تسبب دمارا كبيرا للممتلكات والبنى التحتية، وفقدان الكثير من الأرواح، وتسهم التغيرات المناخية، وارتفاع معدلات هطول الأمطار في زيادة حدوث الفيضانات [68].

ويشكل النازحون أحد الفئات التي قد تكون عرضة لمخاطر هذه الفيضانات، فالعديد منهم يعيشون في مخيمات قماشية، أو مساكن مبنية بمواد بسيطة كالطين والخشب، إضافة إلى أن العديد من تلك المساكن تم بناؤها على المنحدرات الموحلة، أو في ممرات السيول، أو المناطق المعرضة لحدوث الفيضانات [69].

ويمكن لتقنية الاستشعار عن بعد المساهمة في الحد من مخاطر الفيضانات على مواقع النزوح، عبر تحديد اتجاهات حركة السحب، وأنواعها، وأماكن تجمعها[70]، وإنشاء خريطة مخاطر الفيضانات التي تحدد المناطق التي تقع في إطارها مواقع مخيمات النازحين المعرضة لمخاطر الفيضانات، وتقسيمها إلى أربع مناطق: عالية جدًا – عالية – منخفضة – منخفضة المخاطر جدًا، والعمل على التنسيق بين الوكالات الحكومية والمنظمات الإغاثية، لتنفيذ خطط التأهب والإخلاء، والقيام بالتحذير المبكر للسكان والنازحين القاطنين في المواقع داخل دائرة خطر الفيضانات[71].

وتُنشأ خرائط مخاطر الفيضانات من خلال اعتماد نهج نظم المعلومات الجغرافية متعدد المعايير (MCA) ، وتحديدا العملية الهرمية التحليلية (AHP) التي تتضمن مجموعة من البيانات المختلفة، مثل: بيانات هطول الأمطار، المنحدرات، والارتفاع، نوع استخدام الأرض، المسافة إلى المسطحات المائية [72]، إضافة إلى أعداد الأشخاص النازحين، وعدد مخيماتهم ومواقعها.

إضافة إلى ما سبق، تسهم خرائط مخاطر الفيضانات في تمكين دولة النزوح والمنظمات الإغاثية من وضع المخططات المكانية المناسبة لإنشاء مواقع المخيمات، وإنشاء بنية تحتية للتحكم في حدوث الفيضانات[73].

يتضح مما سبق، أن تقنيات الاستشعار عن بعد تسهل بشكل كبير تقديم الأعمال الإغاثية من خلال مساعدة الفرق الإنسانية في إغاثة المتضررين من الكوارث الطبيعية والنزاعات المسلحة وغيرها وتقديم الحماية لهم، إضافة إلى رصد الانتهاكات الجسيمة لحقوق الإنسان وتقديم الأدلة التي تثبت وقوعها، ومع ذلك، وعلى الرغم من أهمية استخدام الاستشعار عن بعد في الميدان الإغاثي إلا أن ذلك لا يعني استغناء الدول

(67) أنظر: بيورغو، إينار؛ وآخرون. مرجع سابق، ص72.
(68)See: Ogunwumi, T., Njoku, Ch., Uzoezie, A. and Benson, I. (2022). Flood Susceptibility Mapping of Internally Displaced Persons Camps in Maiduguri, Borno State Nigeria. *Journal for Geographic Information Science*. **n/a**(n/a), p2.
(69)See: Braun, A. op.cit. , p 92.
(70) أنظر: عبدالله، عزة أحمد. مرجع سابق، ص262-263.
(71)See: Ogunwumi, T . et al: op.cit. , p2.
(72)See: Ogunwumi, T . et al: op.cit. , p3.
(73)Ogunwumi, T . et al: op.cit. , p2.

ومنظمات الإغاثة الإنسانية عن العمل الميداني، فالمعلومات المأخوذة من الصور الجوية والفضائية لن تحل محل المعلومات التي تجمع من الميدان بل ينبغي أن تكون بمثابة تكملة مفيدة تسهم في تحسين وتجويد العمل الإغاثي، وتوفير الجهد والوقت.

الخاتمة:

تناولت هذه الدراسة الحديث عن تقنية الاستشعار عن بعد والدور الذي يمكن أن تلعبه في مجال العمل الإغاثي في أوقات الكوارث الناتجة عن تغيرات المناخ والنزاعات سواء باستخدام الصور الجوية أو صور الأقمار الصناعية، وخلصت الدراسة إلى عدد من النتائج والتوصيات.

النتائج:

1-تعد تقنية الاستشعار عن بعد من التقنيات الحديثة ذات الاستخدام الواسع في مختلف الميادين.

2-يعد الاستشعار عن بعد علماً يسهم في جمع المعلومات والبيانات عن هدف ما على الأرض من مكان مرتفع في الجو أو الفضاء الخارجي، بواسطة الطائرات والأقمار الصناعية.

3-تتعدد الأجهزة المستخدمة في الاستشعار عن بعد، كأجهزة قياس الإشعاعات، أجهزة الليزر، أجهزة المراقبة الرادارية، معدات الاستقبال الأرضية.

4-تنقسم أنشطة الاستشعار عن بعد بالنظر إلى المستشعرات المستخدمة إلى مستشعرات سلبية تقوم بالتقاط وتسجيل الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة أو المنعكسة من الأجسام المختلفة، ومستشعرات إيجابية تقوم بتوجيه الأشعة الكهرومغناطيسية إلى الأهداف المطلوبة، واستقبال وتسجيل الأشعة المنعكسة من هذه الأهداف.

5-تتميز تقنية الاستشعار عن بعد في قدرتها على توفير البيانات في صور رقمية عالية الدقة وبأقل تكلفة وفي زمن قصير، والوصول إلى مختلف المناطق التي يصعب الوصول إليها ميدانيا.

6-تتنوع الأساليب المستخدمة في الاستشعار عن بعد، ما بين أسلوب الصور الجوية، وأسلوب الأقمار الصناعية، صور بصرية وصور رادارية.

7-تستخدم تقنية الاستشعار عن بعد في الجانب الإنساني الإغاثي إلى جانب الاستخدامات المدنية والعسكرية المختلفة، وإن كانت نتائجها غير دقيقة في بعض الأحيان، إلا أنها أثبتت فاعليتها في تحسين جودة العمل الإغاثي، وتوفير البيانات والمعلومات في زمن قصير وبجهد وتكلفة أقل.

8-من تطبيقات الاستشعار عن بعد في المجال الإغاثي تحديد مواقع النازحين جراء التغيرات المناخية، والنزاعات وانتهاكات حقوق الإنسان، وتحديد مصادر المياه الجوفية القريبة من مخيمات النزوح، وحماية المخيمات من أخطار الفيضانات وغيرها من الكوارث والأخطار.

التوصيات:

1-ضرورة التوسع في استخدام الاستشعار عن بعد في الجانب الإغاثي، خصوصاً مع ارتفاع نسب الكوارث الطبيعية الناجمة عن التغير المناخي، وتزايد أعداد النزاعات المسلحة التي تؤدي إلى تفاقم أزمة النزوح على المستوى العالمي.

2-على الدول والمنظمات الإنسانية الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد لتحسين جهود الإغاثة، وتحقيق الاستجابة المثلى للمتضررين من الكوارث المناخية والنزاعات المسلحة.

3-الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد عند تقديم الإغاثة للنازحين، من خلال تحديد المواقع التي نزحوا إليها، وجمع بياناتهم من المناطق التي لا يمكن الوصول إليها، إضافة إلى تحديد الأماكن المثلى لإقامة مخيمات النزوح.

4-صياغة استراتيجيات وطنية خاصة بأنظمة الاستشعار عن بعد واستخداماتها.

5-إنشاء لجان وطنية للاستشعار عن بعد في جميع الدول، خاصة تلك التي تعاني من التغيرات المناخية والحروب.

6-تشجيع الابتكار وتطوير أنظمة الاستشعار عن بعد المستخدمة حاليا.

7-تأهيل المنظمات الإغاثية لكوادرها وبما يمكنهم من تحليل ومعالجة الصور الجيوفضائية.

8-تعاون الحكومات مع مبادرات الإنذار المبكر للمنظمات الإغاثية والتقنيات المصممة لرصد وتحديد المخاطر المحتملة.

المراجع:

أولاً: المراجع باللغة العربية:

[1] أعدور، خالد. (2012-2013). الآثار القانونية للاستشعار عن بعد من الفضاء الخارجي. رسالة ماجستير، كلية الحقوق- جامعة قسنطينة، قسنطينة، الجزائر.

[2] بنت الإمام، ميمونة. (2016). الاستشعار عن بعد: أهميته واستخداماته الجغرافية، مجلة الدراسات التاريخية والاجتماعية، **بدون رقم مجلد** (11)، 81-91.

[3] بيورغو، إينار؛ بيسانو، فرانشيسكو؛ ليونز، جوشوا؛ هايسيغ، هولغر. (2008). استخدام صور الأقمار الصناعية. نشرة الهجرة القسرية، بدون **رقم مجلد** (31)، 72- 73.

[4] الشعلان، عبد الله بن محمد. (2016). الاستشعار عن بعد: ماهيته، أهميته، تطبيقاته، مجلة فكر، **بدون رقم مجلد** (15)، 106-109.

[5] عبد الله، عزة أحمد. (2005). تطبيقات الاستشعار عن بعد في إدارة الأزمات والكوارث. مجلة كلية التدريب والتنمية، **بدون رقم مجلد** (11)، 233-275.

[6] المركز الكندي للاستشعار عن بعد. (2008). أسس الاستشعار عن بعد. (عبد الحميد، عاطف، مترجم)، **بدون دار نشر**، بدون ناشر.

[7] مركز رصد النزوح الداخلي. (2019). التقرير العالمي حول النزوح الداخلي.

[8] مكتب تنسيق الشئون الإنسانية. (د.ت). نظام الأمم المتحدة لتقييم الكوارث والتنسيق الدليل الميداني.

[9] ولفينبارغر، سوزان؛ ويندام، جيسيكا. (2011). دليل بصري عن بعد للنزوح. نشرة الهجرة القسرية، **بدون رقم مجلد** (38)، 16-17.

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

[1] Avtar، R. ، Kouser، A.، Kumar،A. ، Singh، D.، Misra، P.، Gupta، A.. Yunus،A.P.، Kumar، P.، Johnson، B.A.، Dasgupta،R.، Sahu، N. and Rimba، A.B. (2021). Remote Sensing for International Peace and Security: Its Role and Implications. *remote sensing*، **n/a**(13)، 1-29.

[2] Braun، A. (2019). *Radar satellite imagery for humanitarian response*. PhD Thesis، Tübingen University، Tübingen، Germany.

[3] Dysart، M.D. (2011). Remote Sensing And Mass Migration Policy Development. Graduation Research، Air War College، Air University، United States.

[4] Gayer، M. (2008). Advanced Methods for IDP and Refugee Camp Mapping with Very High Resolution Satellite Imagery. Institut für Physische Geographie.

[5] Green، B. and Blanford، J.L. (2020). Refugee Camp Population Estimates Using Automated Feature Extraction. in: *The 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*. n/a، Hawaii، USA ،2197-2206.

[6] Jenerowicz، M.، Anna Wawrzaszek، A.، Drzewiecki، W.، Krupi´nski، M. and Aleksandrowicz،S .(2019). Multifractality in Humanitarian Applications: A Case Study of Internally Displaced Persons/Refugee Camps. *IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth*

Observations And Remote Sensing، **12**(11)، 4438-4445.

[7] Lang، S.، Füreder، P.، Riedler، B.، Wendt، L.، Braun، A.، Tiede، D.، Schoepfer، E.، Zeil، P.، Spröhnle، K.، Kulessa، K.، Rogenhofer، E.، Bäuerl، M.، Öze، A.، Schwendemann، G. and Hochschild، V. (2019). Earth observation tools and services to increase the effectiveness of humanitarian assistance. *European Journal of Remote Sensing*، **n/a(**n/a)، 1-19.

[8] O'Connell، T. and Young، S.(2014). No More Hidden Secrets: Human Rights Violations and Remote Sensing. *Genocide Studies and Prevention Journal*، **8**(3)، 1-31.

[9] Ogunwumi، T.، Njoku، Ch.، Uzoezie، A. and Benson، I. (2022). Flood Susceptibility Mapping of Internally Displaced Persons Camps in Maiduguri، Borno State Nigeria. *Journal for Geographic Information Science*. **n/a**(n/a)، 1-17.

[10] Okegbola، M.O. ،Oyebanji، S.T. ،Isaac، K.O. ،Olaosegba، S.O. (2016). The Use Of Remote Sensing And Gis In Siting And Estimation Of Internally Displaced Persons' (Idps') Camp: Issues، Challenges And Considerations. Available at: https://www.scribd.com/document/299805856/Application-of-Remote-sensing-and-GIS-in-siting-IDPS-Camp. (accessed on: 24/7/2022).

[11] Principles related to remote sensing of the Earth from outer space 1986.

[12] Siddiqui، T.، Islam، M.T. and Akhter،Z. (2015). National Strategy On The Management Of Disaster And Climate Induced Internal Displacement. Available at: https://www.preventionweb.net/files/46732_nsmdciidfinalversion21sept2015withc.pdf. (accessed on: 4/8/2022).

[13] Wendt، L.، Hilberg، S.، Robl، J.، Braun، A.، Rogenhofer، E.، Dirnberger، D.، Strasser، T.، Füreder، P. and Lang، S. (2015). Using Remote Sensing and GIS to Support Drinking Water Supply in Refugee/IDP Camps. *Journal for Geographic Information Science*، **n/a(**n/a)، 449-458.

[14] Wendt، L.، Hilberg، S.، Robl، J.، Hochschild، V.، Rogenhofer، E.، Füreder، P.، Stefan Lang، S. and Zeil، P. (2014). Assisting the Exploration of Groundwater near Refugee/IDP Camps using Remote Sensing and GIS. *Available at:* https://www.dgpf.de/src/tagung/jt2014/proceedings/proceedings/papers/Beitrag176.pdf. (accessed on: 4/9/2022).

[15] Wendt، L.، Lang، S. and Rogenhofer، E. (2017). Monitoring of Refugee and Camps for Internally Displaced Persons Using Sentinel-2 Imagery – A Feasibility Study. *GI_Forum* . **n/a(**1)، 172-182.