The International Journal of Informatics Media and Communication Technology
ISSN (Print 2682-2105) (Online 2682-2881)

Egyptian Geoinformatics potentials in Space Science (Egyptian Satellites as a model)

Dr.Tamer Youssef Amron

Lecturer of Physical Geography and GIS, Department of Geography
Faculty of Arts, Beni Suef University

tamer.amron@art.bsu.edu.eg

Key Words:

Egyptian Satellites, Remote Sensing, Space Sciences, Communication Technology, EGYPTSAT, TIBASAT, NARSS, CubeSat.

Abstract:

Throughout the Arab Republic of Egypt, remote sensing and space sciences have witnessed a serious and remarkable development in recent years, and this was represented in the Egypt's launch a group of satellites with various tasks and at close intervals of time. The nice and wonderful thing is that some of these satellites, and the most recent ones, were made with Egyptian expertise and Egyptian hands as well. This introduces Egypt with strength and competence to the modern fields of space science technology. In addition to that, there is Egypt's ancient history in the field of science, astronomical studies and astronomical observatories, and this is not surprising if we remember the interest and proficiency of the ancient Egyptians in astronomy and remote observation more than ٧,٠٠٠ years ago.

Despite this great development witnessed in Egypt in this field recently, there is a rareness in scientific writings that dealt with this

Egyptian development, especially in Arabic writings. The majority of these writings focus on studying the American satellites and their versions, or the French, Russian or Chinese ones. The Egyptian satellites did not get the right to introduce them and their characteristics and applications. Perhaps this is due to the recent dates of the production, launch and application of these satellites. Therefore, this research is to demonstrate Egypt's contributions in the fields of satellites and space sciences by reviewing the technical characteristics of the Egyptian satellites and their applications in addition to the Egyptian institutional capabilities specialized in the field of satellites in terms of remote sensing applications, data transmission and communication satellites and their potentials in the field of space research, since the latter is depended on by many modern web applications related to geographic information systems and technology.

الإمكانات الجيومعلوماتية المصرية في علوم الفضاء (الأقمار الصناعية المصرية نموذجًا)

د/ تامر يوسف عمرون

مدرس الجغرافيا الطبيعية ونظم المعلومات الجغرافية بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بني سويف.

المستخلص:

على مستوى جمهورية مصر العربية، وعلى مستوى الإمكانات الجيومعلوماتية المصرية في مجال علوم الفضاء، شهد علم الاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء تطوراً جاداً وملحوظاً في السنوات الأخيرة، وتمثل ذلك في إطلاق مصر مجموعة من الأقمار الصناعية متنوعة المهام وعلى فترات زمنية متقاربة، والجميل والرائع في الأمر أن بعض هذه الأقمار وأحدثها صنع بخبرات مصرية وأيادي مصرية أيضًا، مما يُدخل مصر بقوة وجدارة إلى المجالات الحديثة لتكنولوجيا علوم الفضاء؛ ويضاف إلى ما سبق تاريخ

مصر العريق في مجال العلوم والدراسات الفلكية والمراصد الفلكية، وهذا ليس بغريب عليها إذا ما تذكرنا اهتمام وبراعة قدماء المصريين بعلوم الفلك والرصد من البُعد منذ أكثر من ٧٠٠٠ سنة ؛ وبالرغم من هذا التطور الكبير الذي شُهِدا في مصر مؤخراً في هذا المجال، إلا أن هناك ندرة في الكتابات العلمية التي تناولت هذا التطور المصري وخاصة في الكتابات العربية، فالغالبية تركز على دراسة الأقمار الصناعية الأمريكية وإصداراتها أو الفرنسية وإصداراتها أو الروسية أو الصينية، ولم تنال الأقمار الصناعية المصرية حقها في التعريف بها وبخصائصها وتطبيقاتها، ولعل ذلك بسبب حداثة تواريخ إنتاج وإطلاق هذه الأقمار والعمل بها، ولذا فقد جاء هذا البحث لبيان إسهامات مصر في مجالات الأقمار الصناعية وعلوم الفضاء من خلال الاستعراض للخصائص الفنية للأقمار الصناعية المصرية وتطبيقاتها، والإمكانيات المؤسسية المصرية المختصة في مجال الأقمار الصناعية ذات الصلة بتطبيقات الاستشعار من البُعد وأقمار نقل البيانات والاتصالات، وإمكانياتهما في مجال بحوث الفضاء، نظراً لكون هذه الأخيرة تعتمد عليها الكثير من تطبيقات الويب الحديثة المرتبطة بنظم المعلومات الجغرافية.

الكلمات المفتاحية:

الأقمار الصناعية المصرية، الاستشعار من البُعد، علوم الفضاء، تكنولوجيا الاتصالات، **EGYPTSAT، TIBASAT، NARSS، CubeSat.**

تمهيد:

يمكننا اعتبار "الاستشعار من البُعد" هو أهم –بل هو أم– العلوم الفضائية الجيومعلوماتية[١]، فمما لا يقبل الشك أن عصر علوم الفضاء أصبح حقيقة حياتية واقعة وملموسة لا يمكن تجاهلها أو غض الطرف عنها لظروفٍ أو لأخرى، كالظروف الاقتصادية التي أحياناً لا تسمح بالدخول إلى هذا المجال، بل ولا يمكن اعتبار أن هذه

١ – مصطلح الجيومعلوماتية يُقصد به المعلومات المرتبطة بالأرض، والأنظمة والأدوات التي يمكن من خلالها الحصول على هذه المعلومات، مثل منظومة وتقنيات الاستشعار من البُعد، وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وتقنيات التصوير الجوي، والتقنيات الحديثة للمساحة الأرضية.

العلوم الفضائية هي نوع من أنواع الرفاهية العلمية أو الاقتصادية، بل هي القاعدة والبنية الأساسية التي تقوم وستقوم عليها جميع الأنشطة الاقتصادية والتنموية وحتى الأنشطة البشرية التقليدية العادية في المستقبل القريب، وإهمال هذا المجال من العلوم يُعتبر جريمة في عصرنا الحالي والمستقبلي، لأنه لن يتسبب في عدم مزامنة تقدمنا مع شعوب العالم فقط وإنما سيتسبب في تراجع وتدهور كبير جداً في اقتصاداتنا وأنشطتنا البشرية وعلاقاتنا الدولية، مما سينعكس على مكانتنا بين شعوب العالم.

ولدراسة وفهم علوم الفضاء بطبيعتها الهندسية والفيزيائية والكيميائية، فيجب تزامناً فهم دراسة وفهم خصائص منظومة الاستشعار من البُعد وتطبيقاتها الجغرافية والجيولوجية والهندسية وتكنولوجيا الاتصالات ونقل البيانات...إلخ، وبالطبع كل هذا يتم من خلال الأقمار الصناعية كلاً حسب تخصصه، حيث يمكن تقسيم الأقمار الصناعية حسب مهماتها وأهدافها التي صنعت لتحقيقها وإنجازها إلى كل من (أقمار البحث العلمي، أقمار مراقبة الأرض، أقمار الاتصالات، الأقمار العسكرية، أقمار الطقس، أقمار الملاحة)[٢]. بداية من ديسمبر ٢٠١٨ وصل عدد الأقمار الصناعية العسكرية أو (ذات الاستخدام المزدوج) في حدود ٣٢٠ قمر، تمتلك منهم الولايات المتحدة نصفهم تقريباً ثم تليها روسيا، الصين، الهند، [ ] ويوجد ٧٧٧ قمر مخصص للاتصالات، و٧١٠ قمر لمراقبة الأرض، و٢٢٣ قمر للتطويرات التكنولوجية، وأقمار الملاحة وتحديد المواقع تبلغ ١٣٧ قمراً، وأيضاً ٨٥ قمر لمراقبة الفضاء، و٢٥ قمر مخصص لعلوم الأرض (زحام في الفضاء، ٢٠١٩؛ بتصرف) (الشكل ١). وفقاً لسجلات مؤشر الأجسام السابحة في الفضاء المتوفرة بمكتب شؤون الفضاء **United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA)** التابع للأمم المتحدة يوجد ٤٩٨٧ قمرا صناعياً (الشكل ٢) يدور حول الأرض في بداية سنة ٢٠١٩ بزيادة قدرها ٢.٦٨٪ عن نهاية أبريل ٢٠١٨ (**Andy, ٢٠١٩**).

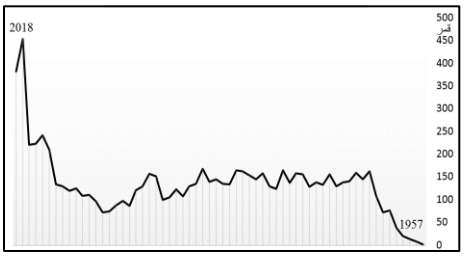
٢ – للتفاصيل راجع: (عمرون، ٢٠٢٠، ص ٩٨–١٠٠).

(شكل ١) ازدحام مدارات الأرض بالأقمار الصناعية

المصادر: (UNOOSA, ٢٠١٩)، (NASA Spacecrafts).

(شكل ٢) تطور أعداد الأقمار المطلقة حول مدارات الأرض

Year	N°	Year	N°	Year	N°	Year	N°	Year	N°	Year	N°
1957	2										
1958	8										
1959	14										
1960	20	1970	130	1980	129	1990	168	2000	121	2010	120
1961	38	1971	156	1981	158	1991	135	2001	87	2011	129
1962	77	1972	133	1982	145	1992	130	2002	97	2012	134
1963	72	1973	138	1983	154	1993	108	2003	88	2013	210
1964	107	1974	128	1984	163	1994	123	2004	74	2014	242
1965	163	1975	156	1985	165	1995	105	2005	72	2015	223
1966	145	1976	158	1986	134	1996	100	2006	96	2016	221
1967	189	1977	137	1987	138	1997	152	2007	111	2017	453
1968	140	1978	165	1988	145	1998	157	2008	109	2018	382
1969	138	1979	124	1989	139	1999	129	2009	125		



المصدر: (Andy, ٢٠١٩). في الفترة (١٩٥٧-٢٠١٨)

كما تسعى [شركة] "سبيس إكس لإطلاق ١٢٠٠٠ قمر صناعي لتوفير خدمات الإنترنت السريع (زحام في الفضاء، ٢٠١٩؛ بتصرف). وعلى المستوى المصري، فقد شهدت مصر إطلاق عدد من الأقمار الصناعية المخصصة في مجالات متعددة، مثل سلسلة أقمار الشركة المصرية للأقمار الصناعية **NileSat** [٣] المخصصة للبث التليفزيوني والراديو وهي من الجيل الأول (١٠١، ١٠٢، ١٠٨)، وكذلك من الجيل الثاني (٢٠١، ٣٠١) وهي مخصصة لخدمات البث التليفزيوني الرقمي، وقنوات التليفزيون والراديو عالي الجودة، وكذلك التليفزيون ثلاثي الأبعاد، كما امتلكت مصر مؤخراً أقمار أخرى متخصصة في مجال الاستشعار من البُعد لأغراض التنمية والبحث العلمي، ومنها الأقمار الثقيلة طويلة المهام (**EgyptSat-١**، **EgyptSat-**

٣ – للتفاصيل راجع: (نايل سات، ٢٠١٩).

٢، **EgyptSat-A**)[٤]، وكذلك الأقمار النانوية قصيرة المهام مثل (**NARSSCube-١**، **NARSSCube-٢**، **NARSSCube-٣**، **NARSSCube-SX**)[٥]. ويضاف إلى ما سبق امتلاك مصر للقمر الصناعي طيبة **TIBA-١ Satellite** وهو قمر حديث جداً تغطي خدماته مصر ودول قارة أفريقيا، وهو مخصص للاتصالات الرقمية وأنظمة تحديد المواقع الجغرافية **GPS** وخدمات الإنترنت فائق السرعة ليناسب الاستخدامات الحكومية وشركات المشروعات التنموية وكذلك الاستخدامات الشخصية. وما سبق يعد عرضًا مختصرًا لأحدث الأقمار الصناعية المصرية المتخصصة في مجالات الاستشعار من البُعد والرصد والاتصالات، وسيتم التفصيل لها ولخصائصها ولتطبيقاتها لها لاحقًا.

أولاً – الإمكانات المصرية المؤسسية في علوم الفضاء والاستشعار:

توجد في مصر جهات مؤسسية في مجال الرصد الفلكي وتطبيقات الاستشعار من البُعد، ومنها المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية، والهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء، ووكالة الفضاء المصرية، ونفصل لهم على النحو التالي:

١- المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية:[٦]

من أقدم المعاهد البحثية المعروفة في مصر والوطن العربي [و] أفريقيا، المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية **National Research Institute of Astronomy and Geophysics (NRIAG)** فقد تم إنشاؤه في ١٩٠٣ فوق قمة مرصد حلوان **Helwan Observatory** (الشكل ٣)، وبالرغم من قدم وعراقة [المرصد] فإن تخصصات معهد الفلك والجيوفيزياء المختصة بالزلازل بدأت من قبل هذا التاريخ بسنين كثيرة فبدأت القياسات الفلكية فترة ١٨٣٩ – ١٨٦٠ في مرصد بولاق ثم في مرصد العباسية سنة ١٨٦٨ – ١٩٠٣، وبدأت القياسات الزلزالية فتر ١٨٨٩–١٩٠٣

٤ – للتفاصيل راجع: (**Egypt Space Program.** ٢٠١٥)، (**Space Technology.** ٢٠١٥).

٥ – للتفاصيل راجع: (**NARSSCube.** ٢٠١٩).

٦ – مصدر: المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية (المجلس الأعلى للمراكز والمعاهد والهيئات البحثية، ٢٠١٩a؛ بتصرف).

في مرصد العباسية، وهذا المعهد هو أكبر بيت خبرة في مجالات العلوم الفلكية والجيوفيزيقية في مصر وعلى المستوى الإقليمي أيضاً. ولهذا سجلته منظمة العلوم والثقافة التابعة للأمم المتحدة (اليونسكو) بتسجيل مرصد حلوان ضمن التراث الفلكي العالمي،، كما يرجع إليه عند [تحديد] بدايات الشهور العربية، وفي حالات الزلازل هو الأدق تنبؤاً ولا يزايد عليه، وكذلك في تحديد مواعيد النشاط الشمسي والصلاة وأبحاث الفلك هو الأفضل،،، وكان به منظار فلكي قطره عشر بوصات، لكن في سنة ١٩٠٥ أهدى إليه العالم الفلكي البريطاني (رينولدز) منظاراً قطره ٣٠ بوصة (الشكل ٤) فكان يقوم برصد حركات النجوم الخافتة، واستمر هذا المنظار بالمرصد قرابة نصف قرن يرصد النجوم والكواكب (مرصد حلوان، ٢٠١١؛ بتصرف).

ومما كتبته منظمة العلوم والثقافة التابعة للأمم المتحدة (اليونسكو) في ٢٠١٠ تحت عنوان مرصد حلوان ما نصه "مرصد حلوان: من المعروف أن علم الفلك في مصر بدأ منذ زمن بعيد، وتعد مصر من أقدم الدول التي درس أهلها علم الفلك. فالآثار المصرية في نبتة بلايا (من العصر الحجري الحديث)، وأهرامات الجيزة (من الأسرة الرابعة)، ومعبد أبو سمبل (من الأسرة الحادية والعشرون)، والبروج في معبد دندرة (البطلمي)، كلها تحمل أدلة واضحة على ذلك. فقد كان المصريون منشغلين جداً بمراقبة الأجرام السماوية وحركتها بمهارة منقطعة النظير. وقد جذبت مدرسة الإسكندرية (٣٣٠ قبل الميلاد – ١٦٨م) علماء مشهورين للقدوم إلى مصر، حيث تم قياس محيط الأرض لأول مرة من قبل إراتوستينس من ملاحظاته في أسوان، والمشهور المجسطي (التجميع العظيم) وهو رياضي، وأخرجوا من هذه المدرسة الأطروحة الفلكية التي تقترح الحركات المعقدة للنجوم ومسارات الكواكب، كالتي كتبها بطليموس الإسكندري في القرن الثاني الميلادي، وظلت صالحة حتى القرن السادس عشر" (**UNESCO. ٢٠١٠**).

(شكل ٣) المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية.

المصدر: (المجلس الأعلى للمراكز والمعاهد والهيئات البحثية، ٢٠١٩a).

(شكل ٤) المنظار الفلكي ٣٠ بوصة.

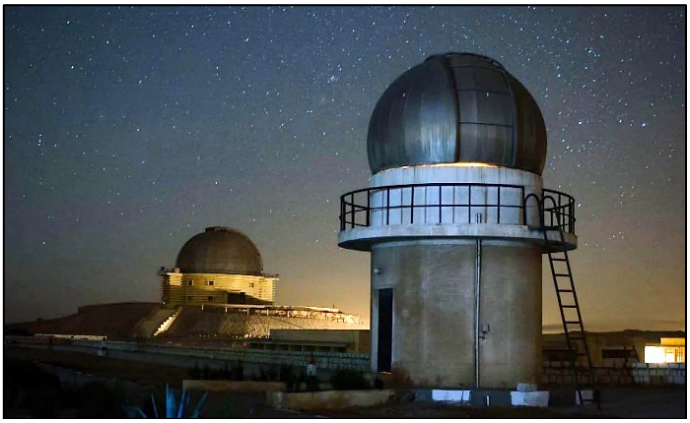
المصدر: (مرصد حلوان،٢٠١١)

وللمعهد عدد من المراصد الفلكية [الأخرى] مثل مرصد المسلات المغناطيسي بالفيوم، ومرصد القطامية الفلكي في صحراء القطامية ومرصد أبو سمبل المغناطيسي في جنوب مصر؛ ومقره بحلوان يضم محطة رصد وتتبع الأقمار الصناعية والمرصد الشمسي ومحطات الطيف والإشعاع والطاقة الشمسية. كما يوجد بالمعهد مركز لتجميع بيانات عن المحطات الدائمة للأنظمة العالمية للإحداثيات **GPS** لمراقبة تحركات القشرة الأرضية على المستوى المحلي والإقليمي والدولي.

وفي الستينيات كان مرصد القطامية الفلكي **Kottamia Observatory** (الشكل ٥) في المركز الرابع على مستوى العالم، وقد أضفى عليه جو مصر الطبيعي المعتدل ميزة لم تتوافر بمراصد أوروبا والدول الغربية إلا قليلًا،،، حيث يمتلك تلسكوب القطامية ميزة [وجود] ٢٥٠ ليلة صافية يضفيها جو مصر المعتدل عليه، لذا فقد كان الأنسب لقياس سطح القمر قبل الهبوط عليه،،، حيث جاء علماء وكالة ناسا إلى مصر، واستخدموا تلسكوب القطامية [قطره ٧٤ بوصة] لقياس سطح القمر وتحديد البقع المناسبة للهبوط عليها مثل بحر الهدوء وبحر العواصف، فتم رصد سطح القمر بصور فائقة الدقة، وقد اعتبرتها ناسا من أنقى الصور بعد تلسكوب (بالمر) الأمريكي، وقد زودت مصر مرصد القطامية بجهاز جديد يقدر بملايين يطلق عليه «المطياف» أو سبتروسكوبي، سيفيد علماء الفلك المصريين في أبحاث النجوم ودراسة تكويناتها عن طريق الطيف (**Elgendy, A. M., ٢٠١٩b**؛ بتصرف)؛ ويصل وزن تلسكوب القطامية أكثر من ٥٠ طن وطول أنبوب التلسكوب يزيد عن ٩ متر، وقطر عدسته ٧٤ بوصة وسمكها ٣٠ سم تقريباً ووزنها حوالى ٢ طن (**NRIAG. ٢٠١٩**).

وبعد اكتمال إنشاء العاصمة الإدارية الجديدة ستؤثر أضوائها على جودة الرصد الليلي لمرصد القطامية، مما يدفع بالجهود لإنشاء مرصد آخر في مكان يبتعد عن أضواء المدينة، وتم في أكتوبر ٢٠١٩ تم وضع حجر الأساس لمحطة مراقبة الحطام الفضائي باستخدام الأشعة الضوئية ونبضات الليزر القصيرة **Satellite Laser Ranging (SLR)** (الشكل ٦) وذلك بالتعاون مع الجانب الصيني، وتم الاتفاق على أن يكون [سمك عدسة] التلسكوب البصري لهذه المحطة ١٢٠ سم وهو بذلك سيكون ضعف قطر التلسكوب الصيني الأكبر على مستوى العالم، وسيزيد ذلك من قدرة المحطة قيد الإنشاء مما يزيد من قدراتها على الرصد ومراقبة الأقمار الصناعية حتى ارتفاعات تصل إلى ٤٠٠٠٠ كيلومتر بعد أن كانت ٦٠٠٠ كيلومتر في المحطة القديمة (**Satellite Monitoring Station. ٢٠١٩**).

(شكل ٥) مرصد القطامية والجسم التلسكوبي للمرصد (الصورة التالية)



المصدر: (Elgendy, A. M., ٢٠١٩b).

(شكل ٦) استخدام تقنيات نبضات الليزر القصيرة في تتبع الأجرام السماوية

المصدر: (ASA, ٢٠١٩).

وقد شارك هذا المعهد منذ إنشائه في الأنشطة البحثية الدولية والبرامج العلمية بالتعاون مع المعاهد والمراكز الدولية، بالإضافة إلى أن هذا المعهد عضو مؤسس في العديد من المنظمات العلمية الدولية والاتحادات والروابط. ومن بعض الأهداف التي يعمل المعهد في إطارها بمجال الفلك والاستشعار هي:

- متابعة الأجسام الفضائية المقتربة من الكرة الأرضية.
- زيادة التغطية الإعلامية والثقافية للمظاهر الفلكية التي تهم المجتمع المصري.
- التعاون مع الهيئات المحلية والدولية ذات الاهتمامات المشتركة وتوثيق الروابط العلمية بينها. – دراسة الأجرام السماوية المختلفة فيزيائياً وديناميكياً مثل الكواكب والنجوم والمذنبات والمجرات الخارجية وغيرها والتعرف على تطورها وحساب مدارتها. – الاهتمام بالدراسات والبحوث التطبيقية والأساسية التي تدخل في مجال اختصاصاته، وتقديم المشورة والخبرة للمؤسسات والهيئات في مجال تخصصاته المتنوعة. – الاهتمام بالمشاريع البحثية التطبيقية والأكاديمية وتقديم الاستشارات الفنية والعلمية في مجال تخصصات المعهد.
- زيادة المشاركة كجهة خبرة لتنفيذ الخطط القومية للتنمية والنهوض بالدراسات التطبيقية والبحوث في مجال عمل المعهد، وما يتصل به على المستوى المحلي والإقليمي والدولي. – الاهتمام بنشر الأبحاث المبتكرة في الدوريات العلمية الدولية والمحلية والمشاركة في المؤتمرات الدولية.
- النهوض بالدراسات والبحوث التطبيقية في مجال الكهربية والمغناطيسية، وإجراء المسوحات المغناطيسية للمناطق الحيوية والاستراتيجية.
- الاستعانة بالأرصاد الفضائية مع الأرصاد الفلكية الأرضية لرصد الطاقات العالية مثل أشعة إكس. – دراسات فيزياء الشمس ونشاطها وتأثيراتها المختلفة على الكرة الأرضية في أنحاء مصر.
- تتبع ورصد الأقمار الصناعية، وقياس أبعادها بدقة، وقياس تأثيرات الغلاف الجوي والإشعاع الشمسي على حركتها ومداراتها.

٢- <u>الهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء</u>:[٧]

أنشئت سنة ١٩٩١ الهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء **National Authority for Remote Sensing and Space Sciences (NARSS)** كهيئة تتبع وزارة الدولة للبحث العلمي، ثم أعيد تنظيمها طبقاً للقرار الجمهوري رقم ٢٦١ لسنة ١٩٩٤ كهيئة قومية تتبع نفس الوزارة، وبدأ نشاط الاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء في مصر مع بداية السبعينات سنة ١٩٧١، من خلال مشروع بحثى مشترك بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا مع الجانب الأمريكي، ثم تُطورَ إلى إنشاء مركز للاستشعار من البُعد تابعاً للأكاديمية سنة ١٩٧٢، وتتطلع الهيئة لأن تكون أكثر المراكز العلمية تميزاً على المستويين الإقليمي والمحلي في مجال تطوير وتطبيق تقنيات الاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء لاستكشاف وإدارة الموارد الأرضية لدعم متخذي القرار والباحثين في قطاعات التنمية.

وتهدف [أنشطة الهيئة] إلى تقديم ومتابعة ونقل تقنيات مجالات الاستشعار من البُعد والتطبيقات السلمية لعلوم الفضاء، وبناء القدرات الذاتية لتطبيقها ونشر الاستفادة منها والتعاون مع مختلف مؤسسات الدولة لخدمة أهداف وخطط التنمية. و[من] الخدمات التي تقدم لجهات الإنتاج والمواطنين، ما يلي:

- استخدام نظام المعلومات الجغرافية لإنشاء شبكات المعلومات البيئية.
- التدريب التطبيقي في مجالات الاستشعار من البُعد.
- إنتاج صور الأقمار الصناعية بواسطة محطة أسوان لاستقبال الأقمار الصناعية.
- استخدام بيانات الأقمار الصناعية في التنبؤ بالطقس ومحاكاة التغيرات المناخية.
- استخدام صور الأقمار الصناعية في إصدار الأطالس الورقية والرقمية والوثائق، بالتعاون مع المنظمات الدولية والمحلية.
- إنتاج خرائط مساحية للقرى والمدن باستخدام التصوير الجوي والفضائي.
- دراسة ونمذجة البحيرات الساحلية. - التقييم البيئي لمناطق البحيرات.

٧ – مصدر: الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء (المجلس الأعلى للمراكز والمعاهد والهيئات البحثية، ٢٠١٩b، الهيئة؛ بتصرف).

- إنتاج أطالس من صور الأقمار الصناعية. - التقييم البيئي للموارد الأرضية باستخدام البيانات الفضائية ونظم المعلومات الأرضية.
- تقييم مصادر المياه والأراضي باستخدام تكنولوجيا المعلومات الأرضية.
- التخطيط الأمثل لاستخدامات بعض الأراضي القابلة للاستزراع.
- استخدام النمذجة الرياضية في تقييم المياه الجوفية باستخدام تقنيات الاستشعار.
- استخدام الصور المجسمة ذات الدقة العالية المجمعة من عدة أقمار صناعية في إنتاج الخرائط الطبوغرافية بأنواعها.
- عمل حصر تصنيفي وتركيب محصولي لبعض النباتات المنزرعة باستخدام الصور الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية.

٣- وكالة الفضاء المصرية:[٨]

وكالة الفضاء المصرية **Egyptian Space Agency** أنشئت سنة ٢٠١٨ كهيئة عامة تهدف إلى استحداث علوم وتكنولوجيا الفضاء وتوطينها وامتلاك القدرات الذاتية لبناء الأقمار الصناعية وإطلاقها من الأراضي المصرية، بما يخدم استراتيجية الدولة في مجالات التنمية لتحقيق الأمن القومي، ومباشرة الوكالة لجميع الاختصاصات اللازمة لتحقيق أهدافها، ومنها:

- الموافقة على مصادر التمويل اللازم لتنفيذ برنامج الفضاء الوطني في إطار الموازنة العامة والخطة العامة للدولة.
- دعم الإمكانيات العلمية والبحثية والتكنولوجية والبشرية والتصنيعية في مجال علوم وتكنولوجيا الفضاء على مستوى الدولة والاستفادة منها.
- دعم تأسيس بنية تحتية لتطوير الأنظمة الفضائية وتصنيعها.
- دعم البحوث والبرامج التعليمية والدراسات في مجال علوم وتكنولوجيا الفضاء، وتشجيع الاستفادة من نتائجها. - تمويل الاستثمارات في المؤسسات التي تعمل

٨ - مصدر: وكالة الفضاء المصرية (الجريدة الرسمية، ٢٠١٨).

على تطوير صناعة الفضاء، ودعم الأبحاث وبراءات الاختراع في هذا المجال، وتشجيع الاستثمار في مجال صناعة علوم وتكنولوجيا الفضاء وتحفيزه.

- وضع الاستراتيجية العامة للدولة في مجال علوم وتكنولوجيا الفضاء وامتلاك هذه التكنولوجيا. - تنظيم الجهود وتجميع الخبرات في مجال علوم الفضاء وتكاملها.
- تنسيق واستخدام وإدارة بيانات البنية التحتية والأقمار الصناعية.
- متابعة تنفيذ المواصفات القياسية في مجال تصنيع المعدات الفضائية ذات الصلة.
- تطوير العلاقات الدولية الاستراتيجية في مجال علوم وتكنولوجيا الفضاء، وتمثيل الدولة على المستويين الإقليمي والدولي فيما يتعلق بكافة أنشطة واختصاصات الوكالة.
- المشاركة في إعداد برامج التدريب والتأهيل في الجامعات والمدارس في مجال علوم الفضاء، بالتنسيق مع الجهات المعنية بالدولة.
- مراجعة خطط تأهيل مصانع القطاع الحكومي بعمل الوكالة لاعتمادها لتصنيع معدات الفضاء.

ومن أهم الأولويات التي تهتم بها وكالة الفضاء المصرية أيضًا إقامة علاقات قوية مع الجامعات والمعاهد المصرية من خلال الالتزام المجتمعي الذي تفرضه على نفسها، وهو نقل العلوم والتكنولوجيا الأكثر تقدمًا للمشاركين، ولذلك قررت الوكالة دعم مشروع (قمر تدريب الجامعات المصرية) والذي من خلاله سيتم متابعة تنفيذ تلك الأهداف وهي (إبقاء طلاب وهيئة التدريس بالجامعات المصرية على دراية بمعرفة تكنولوجيا الفضاء والتطورات التقنية الجارية)، (بناء القدرات لتأهيل الطلاب المتخرجين تأهيلاً عالياً ليكونوا مرشحين مناسبين للمساهمة في الأنشطة الفضائي)، (بناء شراكة استراتيجية مع الجامعات المصرية عن طريق نشر مفهوم تقنيات الفضاء بين طلاب الجامعات الجامعية خلال مشاريع التخرج من خلال جعلهم يشاركون بنسبة ١٠٠٪ في قمر تدريب الجامعات المصرية الذي يقوم بتصنيعه طلاب التخرج الجدد)،،، [وقد ساعد على ذلك أنشائها] للمنصة التعليمية لوكالة الفضاء المصرية، والتي تقوم بتطوير طريقة التعليم وفهم تكنولوجيا الفضاء، وتعمل على تمكين الطالب من تحقيق أهدافه والمساعدة في خلق جيل من المهندسين متحفزين لتحقيق التغيير، وتقوم المنصة بخلق

نظام تعليمي طموح مناسب ومواكب للتقدم الكبير في عالم التعلم، وتقدم المنصة خدمات التعلم والاختبار وإصدار الشهادات في تكنولوجيا الفضاء، بالإضافة لذلك فهي تزيد من قدرات الإشراف وإدارة المهمات المتعلقة بتكنولوجيا الفضاء وتزيد من فرص الحصول على وظائف في مجال تكنولوجيا الفضاء، وتقوم بتحسين كفاءة وإنتاج الشخص عن طريق التعليم عن بعد،،، [وتتم هذه العملية التعليمية في] مركز تجميع واختبار أنظمة الأقمار الصناعية، الذي يعتبر المركز أحد الأماكن الرئيسية بوكالة الفضاء المصرية والذي تم إنشاؤه بمواصفات هندسية وبيئية خاصة طبقا لشهادة الأيزو(٨) والتي تحقق مواصفات الجودة للغرف النظيفة، وتبلغ مساحة المركز ٥٥٠٠ متر مربع، ويتكون مبنى المركز من الجزء الإداري والذى يشتمل على المكتب الفني، وأقسام الجودة، ومتابعة الإنتاج، وصالة التجميع، والمعامل الأساسية، وصالة التجميع الرئيسية والتي تحتوي على اختبار محاكاه البيئة الفضائية، واختبار محاكاه الاهتزازات الميكانيكية، وكذلك أجهزة قياس خصائص الكتلة للأقمار الصناعية "مركز الثقل وعزم القصور" وأيضا اختبارات آلية الحركة لألواح الخلايا الشمسية للأقمار الصناعية، [بالإضافة] للمعامل الرئيسية التي تشتمل على معمل اختبار الموائمة الكهرومغناطيسية لمكونات الأنظمة، ومعامل اختبار الكاميرات، وكذلك معمل اختبار تكامل الأنظمة للأقمار الصناعية (وكالة الفضاء المصرية، ٢٠٢٣c؛ بتصرف).

ثانياً – الإمكانيات المصرية في مجال بحوث ودراسات الفضاء: [٩]

شهدت منطقة الواحات البحرية في الصحراء الغربية في مصر حدثاً علمياً مثيراً في سنة ٢٠٠٥ وذلك من أجل دعم الأبحاث المصرية الخاصة بتكنولوجيا الفضاء، حيث قام فريق من علماء الفضاء الفرنسيين والأمريكيين بالتعاون مع جامعة القاهرة، بإجراء تجارب علمية من خلال نموذجين لمركبتي فضاء تعتمدان على تكنولوجيا التصوير بالرادار على أعماق ١٠٠–٢٥٠٠متر، لاكتشاف المياه الجوفية بواحات مصر، ثم قاموا بمقارنة النتائج المستخلصة بالنتائج والصور التي يرسلها

٩ – مصدر: الإمكانيات المصرية في مجال بحوث ودراسات الفضاء (العطار، ٢٠١٨، بتصرف).

النموذج الأصلي للمركبة الموجودة على المريخ. وبدأت مصر منذ ٢٠١٤ باستضافة أعضاء لجنة إعداد استراتيجية سياسة الفضاء بأفريقيا، لمناقشة تخطيط وتنفيذ أول استراتيجية أفريقية للفضاء، واعتبرت هذه اللقاءات العلمية أكبر تجمع علمي تكنولوجي في مجال علوم الفضاء في أفريقيا، وأسفرت اللقاءات عن وضع وثيقة سياسة الفضاء في أفريقيا، ومعتمدة من مجلس وزراء البحث العلمي الأفارقة (الإمكوست).

في أغسطس ٢٠١٦ أعلن مجلس الوزراء المصري تدشين أول برنامج مصري لإنشاء وكالة فضاء مصرية، وتعتبر وكالة الفضاء المصرية ومدينة العلوم الفضائية هي المسؤولة عن وضع إستراتيجيات مصر في الفضاء، وإنشاء البنية التحتية اللازمة لإقامة صناعة الأقمار الصناعية للاستشعار والاتصالات، كما يتضمن المشروع إنشاء مركز لتجميع الأقمار الصناعية وأكاديمية للعلوم الفضائية ومركز استقبال ومعالجة صور الأقمار الصناعية.

في يناير عام ٢٠١٧ استطاع المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية تحقيق اكتشافات فريدة من نوعها في مجال الفلك وهي (تغير ستة نجوم) [وتم ذلك] من خلال الأرصاد بمنظار القطامية وهي السابقة الأولى من نوعها، وتم تسجيل هذه النجوم بالموقع الدولي للجمعية الأمريكية لراصدي النجوم المتغيرة (**AAVSO**) وأطلق عليها اسم مصر ومنظار القطامية، وأهمية هذا الاكتشاف في تكمن في معرفة المزيد من الخصائص الهندسية والفيزيائية والكيميائية لهذه النجوم، والذى يقدر تواجدها بالكون بنسبة تزيد عن ٨٠٪، ويمهد هذا الاكتشاف للعديد من الدراسات لحساب البيئة الفيزيائية والمسافة المحيطة بهذه النجوم ومقارنتها بالشمس.

في أبريل ٢٠١٧ قامت وزارة الدفاع المصرية بعقد المؤتمر الدولي السابع عشر لعلوم وتكنولوجيا الطيران والفضاء، وناقش المؤتمر ٩٩ ورقة علمية، في العديد من البحوث التي تلقي الضوء على التطورات التطبيقية المبتكرة والتكنولوجية في مجال الفضاء والطيران والديناميكا الهوائية ومعالجة البيانات وقوى الدفع وأنظمة الاتصالات والمركبات غير المأهولة والمواد المتقدمة وأنظمة الفضاء وغيرها. وعقبهُ في أبريل

٢٠١٩ المؤتمر الدولي الثامن عشر لعلوم وتكنولوجيا الطيران والفضاء (ASAT-١٨) **International Conference on Aerospace Sciences and Aviation Technology** وذلك بمشاركة عدد من الجامعات المحلية والدولية بالإضافة إلى مجموعة المراكز البحثية من أكثر من ١٤ دولة عربية وأجنبية لعرض ومناقشة أحدث الأبحاث الأكاديمية في مجال علوم وتكنولوجيا الطيران والفضاء. ومنذ تدشين وكالة الفضاء المصرية في ٢٠١٨ أخذت الجهود المصرية الدؤوبة [١٠] في العمل على إنشاء وكالة الفضاء الأفريقية **African Space Agency (ASA)**، فتم وضع النظام الأساسي للوكالة في يناير ٢٠١٩ [١١]؛ وفي فبراير ٢٠١٩ أعلن المجلس التنفيذي للاتحاد الأفريقي قراره بالموافقة على استضافة مصر مقر وكالة الفضاء الإفريقية التي تهدف بالأساس إلى تعزيز وتنفيذ السياسة والاستراتيجية الإفريقية في مجال الفضاء، وتعزيز أنشطة توظيف تكنولوجيات الفضاء وتطبيقاتها من أجل تحقيق تسريع عمليات التنمية الاقتصادية والمستدامة، وتحسين رفاهية المواطن الأفريقي (الشافعي، ٢٠١٩).

ثالثاً – الإمكانيات المصرية في تكنولوجيات الأقمار الصناعية:

هنا يجدر بنا الإشادة وبفخر بدور مصر العلمي في مجال دراسات وتقنيات الاستشعار من البُعد وكذلك دورها التطوري الصناعي في مجال استخدام الأقمار الصناعية بالتعاون مع دول أخرى، ومن ثم نجاحها في صناعة أقمار مصرية بعقول وأيدي وتكنولوجيا مصرية خالصة كما في سلسلة الأقمار المصرية من نوع **CubeSat**.

ومن خلال مذكرة التفاهم الموقعة بين مصر والصين في مارس ٢٠١٣ يتم إقامة مركز لتجميع وصناعة [واختبار] الأقمار الصناعية **Egyptian Satellite**

١٠ – يُشاد في هذا السياق بالدور البارز لوزارة التعليم العالي والهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء، والتي أثمرت جهودها المتواصلة على المستوى المصري والمستوى الأفريقي في هذا المجال بإنشاء "وكالة الفضاء الأفريقية" على غرار "وكالة ناسا الفضائية"، بل والنجاح في أن يكون مقر إدارة الوكالة وتشغيلها في جمهورية مصر العربية؛ وللتفاصيل راجع (وزارة التعليم العالي، ٢٠١٩)، (MENA. ٢٠١٩)، (Space in Africa. ٢٠١٨)، (حنفي، ٢٠١٨)، (النجار، ٢٠١٧)، (لاشين، ٢٠١٧).

١١ – للتفاصيل راجع: (The African Union Commission. ٢٠١٨).

Assembly, Integration and Test Center (AIT) على الأراضي المصرية وبمساعدة صينية، [وهو] الأول من نوعه في مصر والمنطقة العربية والثاني على المستوى الإقليمي، ويأتي ضمن (برنامج الفضاء المصري) المسؤول عن توطين تكنولوجيا المحطات الأرضية والأقمار الصناعية وتطبيق البيانات المستقبلة من الأقمار الصناعية، واستخدامها في عمليات التنمية، ويهدف إلى خدمة أغراض الاستشعار والمشروعات البحثية، وتدريسها بالجامعات المصرية، وتوطين صناعة تكنولوجيا الأقمار الصناعية، وزيادة عدد الكوادر البشرية المتخصصة في هذا المجال على نحو يدعم صناعة أقمار صناعية بأيادٍ مصرية خالصة، كما وتنص الاتفاقية على السماح للخبراء المصريين بالمشاركة فيما يسمى بـ (مهمات الأقمار الصناعية الصينية لاختبار التكنولوجيا الحديثة في الفضاء)، كما أن الجانب الصيني سيقوم بتجربة ٤ أجزاء من تكنولوجيا الأقمار الصناعية التي تم استحداثها وتصنيعها بالكامل بجهود مصرية خالصة، هذا المشروع سيعطي لمصر ريادة منطقة الشرق الأوسط، بالنسبة لتدريب العاملين في مجال تجميع واختبار الأقمار الصناعية، كما أن المركز سيجعلها تصنع أجزاءً كثيرة جداً من الأقمار الصناعية، وتجمعها وتجربها ولا تحتاج لمساعدات الدول الأخرى أثناء إطلاق الأقمار المصرية، مع إمكانية قيام مصر بتدريب كوادر فنية أفريقية على التقنيات المرتبطة بالأقمار الصناعية، خاصة في ضوء استضافة مصر لوكالة الفضاء الأفريقية، علاوة على تعزيز خطة الدولة للبحث العلمي ومراقبة الصحراء والموارد المائية والمحاصيل الزراعية، وكلها تعمل بالاستشعار من البعد (عبد الحميد، ٢٠١٦؛ بتصرف).

رابعاً – نماذج لبعض الأقمار العالمية ومهماتها:

على المستوى العالمي سواء الحكومية أو الخاصة (التجاري) توجد العديد من الوكالات الفضائية التي تمتلك أقمار صناعية خاصة بالاستشعار من البُعد، وهذه الوكالات مثل: شركة إيرباص لشؤون الدفاع والفضاء، والوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء الجوي، والوكالة الصينية للرحلات الفضائية المأهولة، والمركز الألماني لشؤون

الفضاء الجوي، ووكالة تطوير الإعلاميات الجغرافية والتكنولوجيا الفضائية، ووكالة الفضاء الأوروبية، وإدارة الفضاء الوطنية الصينية، ووزارة العلوم وتكنولوجيا المعلومات الكورية، والمعهد الكوري لأبحاث الفضاء الجوي (لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية، ٢٠١٨، ص ص١٣-١٤).

وعموماً اشتهر في العالم الغربي مجموعة من الأقمار التي شاع تداول بياناتها في الدراسات والأبحاث العلمية مثل الأقمار: السلسلة الأمريكية لاندسات **Land sat** لرصد ومراقبة الأرض بمعدات الاستشعار **MSS** و**TM** و**ETM**، وسلسلة سبوت الفرنسية **Spot** لمراقبة الأرض وتستخدم في الزراعة والغابات والجيولوجيا وإنتاج الخرائط والتخطيط الإقليمي وهي مزودة بأجهزة استشعار عالية الدقة **High Resolution Value (HRV)** تلتقط صور متداخلة مجسمة بنسبة تغطية (٨٠ كم لكل صورة)، وكذلك القمر **Ikonos** الأمريكي الذي يلتقط صور للأرض بقوة تمييزية لا تقل عن ١×١ متر والذي أحدث طفرة في أعمال المساحة والخرائط؛ ويضاف إلى الأقمار السابقة المهمات الخاصة مثل **Advanced Spaceborne Thermal Emission, and Reflection Radiometer (ASTER)** و **Shuttle Radar Topography Mission. (SRTM)** اللذان ينتجان نماذج الارتفاعات الرقمية **Global Digital Elevation Model (GDEM)** المستخدم لتمثيل ارتفاعات تضاريس سطح الأرض.

خامساً – نماذج لأهم الأقمار المصرية ومهماتها:

تمتلك مصر عدداً لا بأس به من الأقمار الصناعية ذات التخصصات المتنوعة كأقمار البحث العلمي ومراقبة الأرض والاتصالات، وتسعى إلى زيادتها وكذلك العمل على تدريب الكوادر اللازمة لصناعة أقمار صناعية مصرية خالصة، وتعد مصر أول دولة تبدأ العمل في علوم الفضاء في الشرق الأوسط وأفريقيا، كما كانت من أوائل الدول على مستوى الشرق الأوسط وأفريقيا التي استخدمت منظومة الاستشعار من البُعد في خدمة المشاريع القومية والمحلية، ويمكننا التفصيل للنماذج

التالية من الأقمار الصناعية المصرية ومهماتها وهي (**EGYPTSAT-A**، و **TIBASat-١**، ومجموعة **NARSSCube**) وذلك على النحو التالي:

١-القمر الصناعي EGYPTSAT-A:

هذا القمر هو الثالث في سلسلة أقمار الاستشعار من البُعد التي أطلقتها مصر (الشكل ٧) بعد القمرين (إيجيبت سات ١) و(إيجيبت سات ٢)، حيث تم تصنيعه ليحل بديلاً عن القمر (إيجيبت سات ٢) الذي كان قد فقد الاتصال به في فبراير ٢٠١٥ بعد أقل من سنة نتيجة عاصفة شمسية، وأثبتت نتائج التحقيق المشترك عدم وجود أخطاء من طاقم تشغيل محطة التحكم الأرضي بمصر،،، [ولذلك] تم تصنيعه بالتعاون بين الجانب المصري ممثلاً في الهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء وبين الجانب الروسي ممثلاً في وكالة الفضاء الاتحادية الروسية روسكوزموس(**Roscosmos State Corporation for Space Activities (Roscosmos**) بتكلفة بلغت ١٠٠ مليون دولار والتزمت روسيا بتحملها كاملة واستغرق بناؤه نحو سنتين،،، وقد أطلق القمر **EGYPTSAT-A** على متن الصاروخ الروسي "سويوز ٢-١ بي" (الشكل ٨)، في ٢٠١٩/٢/٢١ ليبدأ رحلته في الفضاء الخارجي لمدة ١١ سنة على الأقل، بعدما انتهت المؤسسة الروسية (إينرجيا) من تصنيعه بمشاركة مجموعة من الباحثين المصريين، ومن المقرر أن تجري له اختبارات الطيران [ ]، وبعد ذلك يتم نقل السيطرة على القمر الصناعي إلى الجانب المصري (الحاذق، ٢٠١٩، بتصرف).

(شكل ٧) القمر الصناعي المصري EGYPTSAT-A

المصدر: (Karthikeyan. ٢٠١٩).

(شكل ٨) الصاروخ سويوز Soyuz-٢-١b الذي حمل القمر EGYPTSAT-A

المصدر: (الحاذق، ٢٠١٩).

مهمة هذا القمر الصناعي هي رصد ومراقبة الأرض **Earth Observation**[١٢] من خلال استخدام مقاييس الإشعاع الطيفي والإشعاع البصري **Passive Optical Radiometer or Spectrometer Instrument** وذلك بمطياف بصري عالي الدقة **High Resolution Optical Imager** من نوع **Multispectral Imager (MSI)** وهو النوع الذي يُمَكِنْ من رصد أهداف أرضية متعددة ومتنوعة، تستخدم في مجالات دراسات الأرض والمناخ والبحث العلمي، ويمكن حصر أهداف مهمة **Mission objectives** هذا القمر المصري على النحو التالي **(OSCAR, ٢٠١٩):**

١- Primary mission objectives:

Biomass, Land cover, Leaf Area Index (LAI), Normalised Difference Vegetation Index (NDVI), Vegetation type.

٢- Secondary mission objectives:

Fire fractional cover, Photosynthetically Active Radiation (PAR), Sea-ice cover, Soil type.

٣- Opportunity objectives:

Aerosol volcanic ash, Aerosol volcanic ash Total Column, Cloud optical depth, Cloud type, Glacier cover, Glacier topography, Ice sheet topography, Land surface topography, Short-wave cloud reflectance, Snow cover, Soil moisture at surface, Upward short-wave irradiance at TOA, Show fewer.

١٢ – وهو بذلك يشابه أقمار Landsat وأقمار Sentinel وأقمار SPOT من حيث مهام رصد الأرض ومراقبتها.

في (الشكل ٩) بيانات عن القمر الصناعي **Instrument Details** الصادرة عن مركز مراقبة كفاءة أنظمة الرصد **Observing Systems Capability Analysis, and Review Tool (OSCAR)** التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية **World Meteorological Organization (WMO)** ومن هذه البيانات نلاحظ أن هذا القمر يتعدى وزنه الألف كيلوجرام، ودقته متعددة الأطياف تصل إلى ٤ متر في نطاقات **VIS** و**NIR** و**SWIR**، ودقته البانكروماتيكية أحادية اللون ممتازة وتصل إلى ١ متر، [وهذه الدقة الأخيرة تعتبر دقة عالية جداً حيث يمكن من خلالها رؤية تفاصيل أي ظاهرة على سطح الأرض تكون أبعادها في حدود ١ متر، وبمقارنتها مع الدقة التي وصلت إليها الأقمار الصناعية في الدول المتقدمة في هذا المجال، فهي تُعد دقة ممتازة جداً].

(شكل ٩) مواصفات القمر الصناعي EGYPTSAT-A وبياناته

Acronym	EgyptSat-A		
Full name	EgyptSat-A		
Satellite Description	• 3rd flight unit of the EgyptSat programme. • Main mission: land observation and disaster monitoring.		
Mass at launch	1050 kg	Dry mass	
Power			
Data access link	http://www.narss.sci.eg		
Data access information	• Data are distributed by the Egyptian ground control station of the National Authority for Remote Sensing and Space Science (NARSS) in Cairo.		
Orbit	Sunsynchronous orbit	Altitude	668 km
ECT	10:30 desc		
Space agency	NARSS		
Status	Operational		
Details on Status (as available)			
Launch	21 Feb 2019	EOL	≥2024
Last update:	2019-05-24		

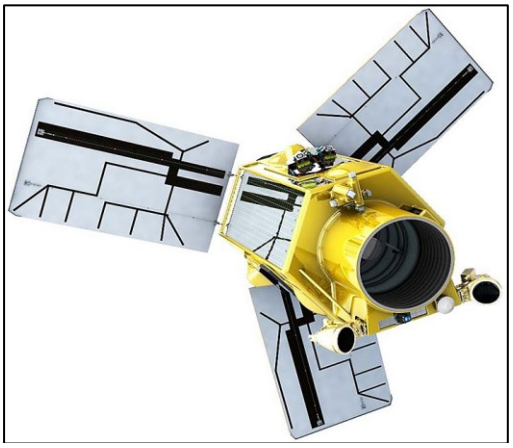
Acronym	MSI (EgyptSat)		
Full name	Multispectral imager		
Purpose	High-resolution land observation and disaster monitoring		
Short description	CCD-based imager with 1 panchromatic channel and a multispectral device . Channels details not yet available. Presumably follow-on of the instruments flown on EgyptSat-1: 2 VIS, 1 NIR, 1 SWIR		
Background	Replacing (with major upgradings) the MBEI and IREI imagers flown on EgyptSat-1		
Scanning Technique	Several operating modes available: along-track regular scanning of a narrow swath (figure not yet known), or steerable either along-track for in-orbit stereoscopy or cross-track for cross-orbits stereoscopy and strategic pointing within a Field-of-Regard of 1400 km		
Resolution	1 m (panchromatic), 4 m (multispectral)		
Coverage / Cycle	Latitudinally limited by the orbital inclination (51.6°); cycle depending on the strategic pointing (minimum 2 days)		
Mass		Power	Data Rate

المصدر: (OSCAR, ٢٠١٩)

وهذه الدقة تجعله أكثر الأقمار تقدماً على المستوى العربي والأفريقي، وتبلغ سرعته ٢٢ كم في الثانية، ووصل إلى مداره في زمن قياسي وهو ساعة و٢٠ دقيقة

فقط بفضل تقنياته الحديثة، خصوصاً وأن بعض الأقمار تحتاج إلى شهور [للوصول إلى مداراتها]، ويمتلك مواصفات عالية تعتمد على تقنيات حديثة في دقة التصوير بمعدل ٤٠ صورة يوميًا، ويستطيع الدوران حول مصر أكثر من مرة في اليوم (الحاذق، ٢٠١٩، بتصرف). وارتفاع مدار القمر منخفض يصل إلى ٦٦٨ كم، مما يسمح بالتقاطه صور جيدة الوضوح وعلى مساحات كبيرة حيث يصل عرض مساحة تغطيته الأرضية إلى ١٤٠٠ كم، والجديد في تقنيات هذا القمر أنه مزود بكاميرات عالية الوضوح (الشكل ١٠) يمكنها أن تصور الفيديو –بالإضافة إلى المرئيات– وبتقنية 4K (الشكل ١١)، والتي هي أعلى درجات الوضوح التلفزيونية حتى الآن وهي اختصار لمصطلح **Ultra-High Definition** وهي دقة عرض تصل إلى ٣٠٧٢ ×٤٠٩٦ بيكسل، مما أدى إلى تزويده بذاكرات بقدرات تخزينية عالية لتستوعب هذه الصور والفيديوهات، وكذلك خطوط اتصال لاسلكية فائقة السرعة لتتمكن من نقل هذه الصور والفيديوهات بسرعة ودقة وكفاءة.

(شكل ١٠) الجسم الكامل للقمر المصري EGYPTSAT-A بعد وضعه في مداره

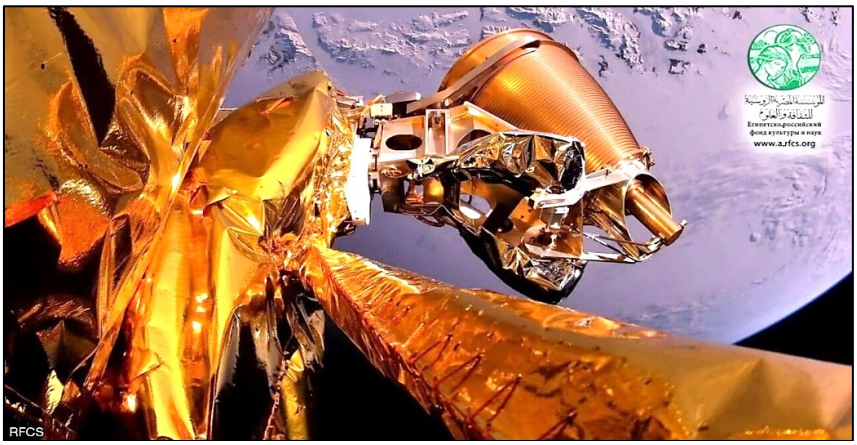


المصدر: (Zak, A. ٢٠١٩).

ومن **مهام هذا القمر**: المساعدة في متابعة المشروعات التنموية الكبرى، يتيح استخدام البيانات الفورية والدورية لرصد ومتابعة الثروات الطبيعية والمعادن والمياه السطحية والجوفية والتخطيط العمراني ودراسة البيئة الساحلية للمزارع السمكية ومراقبة

البحيرات وتنشيط الثروة السمكية، يستخدم في الرصد السلبي للمخاطر الطبيعية مثل (السيول، التصحر، حركة الكثبان الرملية)، يتيح بيانات مختلفة للتنبؤ المناخ والأرصاد الجوية لمواجهة المخاطر الطبيعية مثل الهبوط الأرضي والفيضانات، تُمكن مسارات القمر المتميزة من تحديد ومسح الأراضي الزراعية ومواجهة التعدي عليها، و[النطاقات] الزراعية واختيار مسارات الطرق الجديدة، يساعد في وضع نظم الإنذار المبكر لحماية المواطنين والمنشآت من تأثير المخاطر البيئية والطبيعية، ويستطيع رصد الحدود المصرية وتصوير المناطق بجودة عالية، ويدعم أغراض البحث العلمي والاستشعار [في] مجالات التنمية المستدامة بالدولة على مستوى (التخطيط العمراني البيئة، الزراعة، التعدين)، (**Elgendy, A. M., ٢٠١٩a**؛ بتصرف) وهذه الخدمات التي يوفرها القمر المصري يدعم الدور المصري على المستوى الإفريقي والعربي في مجالات البحث العلمي ومشروعات التنمية في المنطقة العربية وجميع أرجاء القارة الأفريقية.

(شكل ١١) كاميرات التصوير عالية الوضوح داخل جسم القمر EGYPTSAT-A



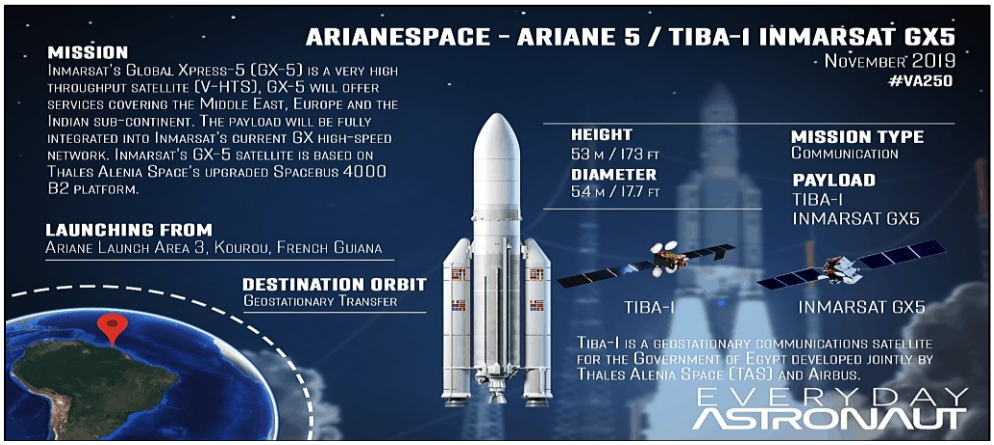
المصدر: (سكاي نيوز عربية، ٢٠١٩).

٢-<u>القمر الصناعي طيبة سات ١ TIBASAT:</u>

وقد أطلقته مصر في ٢٧ نوفمبر ٢٠١٩ بالتعاون مع شركة آريان سبيس الفرنسية **ArianeSpace** ممثلة في شركتي **Thales Alenia Space & Airbus Defence and Space** من قاعدة غويانا الفرنسية في أمريكا الجنوبية؛ ويعد القمر الصناعي

طيبة١ (الشكل ١٢) هو أول قمر مصري للاتصالات، يقع في الموقع المداري ٣٥.٥ درجة شرقاً، لتعزيز البنية التحتية لخدمات الاتصالات للقطاعين الحكومي والتجاري داخل مصر، وكذلك عدد من الدول العربية ودول حوض النيل، وهو يمثل بداية لتحقيق طموحات المصريين في مشروع طال انتظاره، للمصريين ولأشقائهم من العرب وكذلك الأفارقة، حيث يمثل هذا القمر الصناعي حجر الزاوية لدعم المشروعات التنموية العديدة التي تبنيها مصر اليوم لتحقق بها استراتيجية ٢٠٣٠ في التنمية المستدامة (عمر، ٢٠١٩a).

(شكل ١٢) مهمة إطلاق القمر الصناعي المصري TIBA-١ على متن الصاروخ أريان ٥

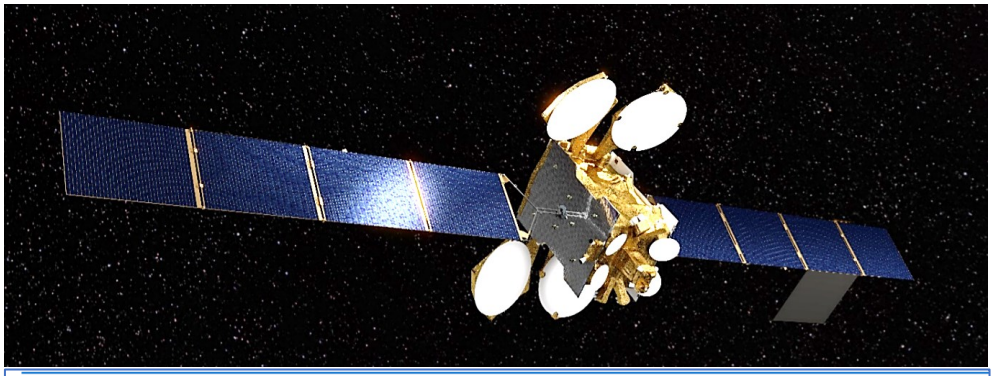


المصدر: (Barrett, G., ٢٠١٩).

(شكل ١٣) منصة القمر TIBA-١

المصادر: (Clark, S., ٢٠١٩)، (روسيا اليوم تي في نوفوستي، ٢٠١٩).

(شكل ١٤) بيانات القمر الصناعي المصري TIBA-١



CUSTOMER	Government of Egypt
MANUFACTURERS	Thales Alenia Space & Airbus Defence and Space
MISSIONS	Civil and governmental telecommunication
MASS AT LAUNCH	5,600 kg
PLATFORM	Eurostar 3000
ORBITAL POSITION	35.5° East
BATTERIES	1 Li-Ion battery
PAYLOAD	Ka-band
DESIGN LIFE	More than 15 years

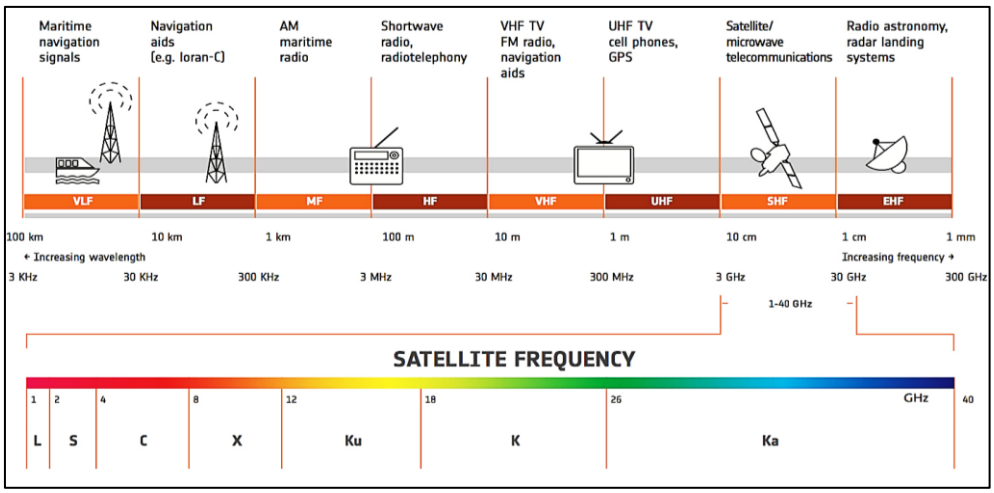
المصدر: (Ariane Flight VA٢٥٠, ٢٠١٩, P٤).

يظهر لنا من (الشكل ١٣) و (الشكل ١٤) أن القمر طيبة ١ من الأقمار الثقيلة حيث تزن منصته حوالي ٥.٦ طن متري من نوع **Eurostar** ٣٠٠٠ [١٣]، وهذا القمر من نوع الأقمار الثابتة جغرافياً **Geostationary Transfer Orbit (GTO)** الذي يدور على ارتفاع أكثر من ٣٦٠٠٠ كيلومتر متزامناً في سرعة دورانه مع سرعة دوران الأرض، ومزود ببطارية أيون الليثيوم **Lithium Ion** القابلة للشحن، وهذا القمر يمثل نقلة كبيرة جداً في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات **(ICT) Information and Communications Technology** في مصر، نظراً لتصميم حمولة مركبته على تقنية حديثة جداً في الإرسال والاستقبال عن طريق الهوائيات الرقمية في النطاق العريض **Ka-Band** وهي حزمة ثنائية المهام توفر قدر كبير في الكفاءة والأمان لحركة

١٣ – هي نوع من أنواع الحافلات الفضائية التي تصنعها شركة إيرباص للدفاع والفضاء، وتستخدم في المركبات الفضائية التي تقدم خدمات الاتصالات السلكية واللاسلكية في مدار متزامن مع الأرض.

الاتصالات (Clark, S., ٢٠١٩) [١٤]؛ وهذه التقنية ذات تردد عالي (الشكل ١٥) وموجات قصيرة تتراوح بين ٢٦-٤٠ جيجا هرتز، والتي هي أفضل [خصوصاً في المناطق الجافة] في نقل الإشارات والبيانات من النطاق الترددي **C-Band** المستخدم حالياً في نقل هذه البيانات (**Satellite frequency bands. ٢٠١٩**).

(شكل ١٥) نطاقي تردد C-Band و Ka-Band



المصدر: (Satellite Frequency Bands. ٢٠١٩).

<u>ويتميز القمر الصناعي طيبة ١ بمجموعة من الميزات ومنها:</u> [١٥]

- يُمكن من توصيل خدمة الإنترنت إلى كل أرجاء مصر، بسبب تغطيته الكاملة لها من أقصى الجنوب للشمال. - سيظل في الفضاء لمدة ١٥ سنة على الأقل بهدف تزويد كل أنحاء البلاد بخدمات الاتصالات والإنترنت.
- بدايةً لخطوة مهمة في التحول الرقمي.- يساهم بشكل كبير في الوصول للأماكن النائية.
- يسهم في تحسين الخدمات الحكومية، والبنكية، والتعليم.
- يساعد على التفاعل بشكل كبير مع القارة الأفريقية خاصة مع دول حوض النيل.

١٤ - للتفاصيل راجع (Ariane Flight VA٢٥٠. ٢٠١٩. Pp.١-٧).

١٥ - مصدر: مميزات القمر الصناعي طيبة ١ (عمر، ٢٠١٩b؛ بتصرف).

– يمثل نقلة لمصر لأنها لم تمتلك قمرا للاتصالات من قبل، حيث يختلف عن قمر "نايل سات" والذي يستخدم لأغراض البث التلفزيوني. – يقلل من العمليات الإرهابية في مناطق سيناء والعريش لأنه يوفر اتصالات مباشرة مع مركز القيادة.

٣-<u>الأقمار المصرية النانوية من نوع كيوب سات CubeSat</u>: [١٦]

هي مجموعة أقمار صغيرة الحجم (الشكل ١٦) يتم إرسالها بواسطة صواريخ شحن حاملة للبضائع إلى محطة الفضاء الدولية، ومن ثم يتم وضعها في مدارها حول الكرة الأرضية. وفي يوليو سنة ٢٠١٧ بدأ عمل برنامج التحالف القومي للمعرفة والتكنولوجيا في مجال الفضاء [١٧] [تحت رعاية أكاديمية البحث العلمي **Academy of scientific research in Egypt (ASRT)**] وبمشاركة ١٠ جهات بحثية وصناعية محلية ويستهدف البرنامج تنفيذ وإطلاق مجموعة من الأقمار الصناعية مصرية الصنع بالتعاون بين جهات مختلفة بالدولة، [كما يوضح البرنامج] قيام فريق العمل بالهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء بتصميم وتجميع واختبار هذه الأقمار الصناعية بمقر الهيئة (الشكل ١٧)، وهذا البرنامج يتضمن إطلاق ٣ أقمار صناعية من نوع (كيوب سات) جرى تنفيذها وتصميمها بعقول وأيادي مصرية بالكامل لتطوير تكنولوجيا صناعة الفضاء المحلية (عادل، ٢٠١٩؛ بتصرف).

وتمت مراحل المشروع من خلال الخطوات التالية: مراحل المشروع للقمر الصناعي: التصميم، التصنيع، التجميع، الاختبارات الوظيفية، البرمجيات، تهيئة ما قبل الإطلاق، تشغيل ما بعد الإطلاق، التقاط القمر في المدار، التشغيل المداري للقمر الصناعي (**Elgendy, A. M., ٢٠١٩c**)، وهذه الأقمار هي:

---

١٦ – للتفاصيل راجع: (NARSSCUBE. ٢٠١٩) و(NARSScube ١, ٢. ٢٠١٩).

١٧ – يضم: الهيئة القومية للاستشعار من البعد وعلوم الفضاء، ومركز بحوث وتطوير الفلزات، ومعهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية، وجامعة القاهرة، وجامعة عين شمس، والأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، ومن جهات الصناعة مصنع بنها للإلكترونيات، ومصنع ٦٣ الحربي، ومصنع البصريات، والشركة المصرية لتطبيقات الفضاء والاستشعار من البعد (إكسترا نيوز، ٢٠١٩).

(شكل ١٦) مواصفات الأقمار المصرية نارس كيوب ١ و ٢

Nation:	Egypt
Type / Application:	Technology
Operator:	NARSS
Contractors:	NARSS
Equipment:	Camera
Configuration:	CubeSat (1U)
Propulsion:	None
Power:	Solar cells, batteries
Lifetime:	1 year
Mass:	1 kg
Orbit:	

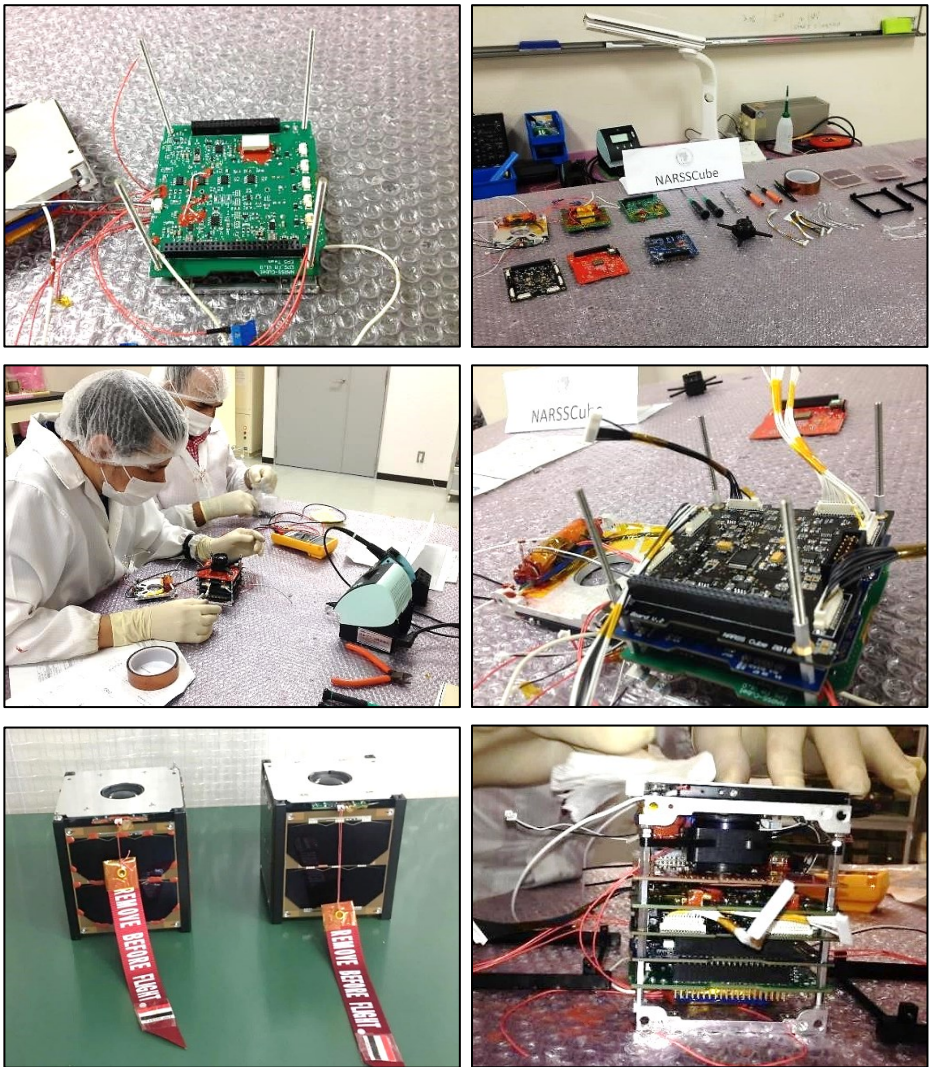
Satellite	COSPAR	Date	LS	Launch Vehicle	Remarks
NARSScube 1 *(ex Egycubesat 1)*	1998-067QX	24.09.2019	Ta YLP-2	H-2B-304	with HTV 8, AQT-D, RWASAT 1
NARSScube 2	2019-022H	25.07.2019	CC SLC-40	Falcon-9 v1.2 (Block 5)	with Dragon CRS-18, IDA 3, ORCA, RFTSat 1, Quantum Radar 3

المصدر: (NARSScube ١, ٢,. ٢٠١٩).

– **<u>نارس كيوب ٢ NARSSCube:</u>** أطلق في شهر [أبريل] ٢٠١٩ ويستخدم في الأغراض البحثية ويلتقط صوراً بدقة ١٥٠ متر،،، وتم إجراء جميع الاختبارات الفنية [له] في مصر، للتأكد منها بالتعاون مع وكالة الفضاء اليابانية، وبعد ذلك نقل إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وأُطْلِقَ على متن صاروخ **Falcon٩** من القاعدة **Cape Canaveral** بولاية فلوريدا وعلى متنه كبسولة فضاء **CRS-١٨** تابعة لوكالة ناسا (محمود، ٢٠١٩؛ بتصرف)؛ ومتوسط ارتفاعه ٤٨٣.١ كم، وزاوية ميله عن خط الاستواء ٥١.٦٤٤° (**NARSSCUBE-**٢, ٢٠١٩).

– **<u>نارس كيوب ١ NARSSCube</u>**: أطلق في شهر نوفمبر ٢٠١٩ من داخل المنصة اليابانية **Kibo** من مقر وكالة الفضاء اليابانية **JAXA** بمدينة تسوكوبا،،، ويحتوي القمر على تقنية تصوير عالية الجودة ويستخدم في أغراض البحث العلمي (الدسوقي، ٢٠١٩؛ بتصرف). وهذا القمر أيضاً صنعته وبرمجته وصممته واختبرته عقول مصرية بنسبة ١٠٠٪،،، ويهدف إلى تعزيز قدرات البرنامج الفضائي الوطني، وامتلاك تقنية متقدمة تتيح لمصر تنفيذ مهامها الفضائية لتسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وهذا القمر الصناعي من الأنواع الصغيرة وزنه ١ كيلوجرام وعمره الزمني في الفضاء سنة واحدة (أ ش أ، ٢٠١٩؛ بتصرف).

(شكل ١٧) مراحل تجميع الأقمار نارس كيوب ١ و ٢ CubeSat بأيدي مصرية



المصدر: (NARSSCUBE, ٢٠١٩).

المصدر: (وكالة الفضاء المصرية، ٢٠٢٣a). اختبارات تشغيل الأقمار المصرية النانوية بأيدي مصرية.

– **نارس كيوب ٣ NARSSCube**: [١٨] وهو القمر الثالث من هذا النوع [ويجري حاليًا] الانتهاء منه، ثم يُجرى بعدها إجراء عمليات اختبارات الفضاء وتأهيله ومراجعة الأمان استعداداً لإطلاقه،،، والمعلومات المتحصل عليها من هذه المجموعة من الأقمار تساهم في تنفيذ المشروعات التنموية في مصر وأهمها:

مشروع إنشاء العاصمة الإدارية، إذ جرى الاستعانة بخبرات كوادر الهيئة واستخدام تقنيات الاستشعار من البُعد ونظم المعلومات الجغرافية قبل البدء في تنفيذ هذا المشروع. – استخدام الأجهزة الحديثة لبناء نظام معلوماتي متكامل لتنمية ومتابعة البحيرات المصرية. – متابعة وتوثيق المواقع الأثرية والسياحية. – إعداد الخرائط لدعم اتخاذ القرارات. – تحديد أنسب المواقع لإنشاء محطات الكهرباء من الطاقة الجديدة والمتجددة. – استخدام تطبيقات الاستشعار من البُعد في تقنين الأراضي. – مراقبة واكتشاف التغيرات الزمنية للمحافظات المصرية.

ومن الأهداف الأساسية أيضًا لهذا المشروع هو(توصيف البلازما الفضائية):[١٩]
حيث تعزز قدرات هذه الأقمار عملية رصد البلازما في الغلاف الجوي المتأين، كجزء من مجموعة الأقمار الدولية، بالإضافة إلى إظهار القدرات المحلية، التي من شأنها تعزيز مستوى المعرفة، وبالتالي المساعدة في استيعاب القدرات المحلية في مجال تطوير الأقمار الصناعية، ويهدف المشروع إلى ما يلي:

وضع مصر كلاعب رئيسي على الساحة الفضائية الدولية من خلال المساهمة في مبادرة كوسبار الدولية لرصد طقس الفضاء وتوصيف البلازما. – استيعاب قدرات التصنيع الفضائية المحلية وزيادة الإنتاج المحلي لتكنولوجيا الفضاء، خاصة الصناعات الميكانيكية والإلكترونية. – رفع مستوى المعرفة في مجال تكنولوجيا الفضاء، بناءً على النجاح الذي تحقق في أول مشروع ممول من مشروع التحالف. – خلق ارتباط مستدام بين الكيانات الأكاديمية والصناعة والقطاع الخاص (شراكة بين القطاعين العام والخاص). – تبادل المعرفة والبيانات ونشر المعلومات الخاصة بالخبرات الفضائية في الجامعات والمعاهد البحثية.

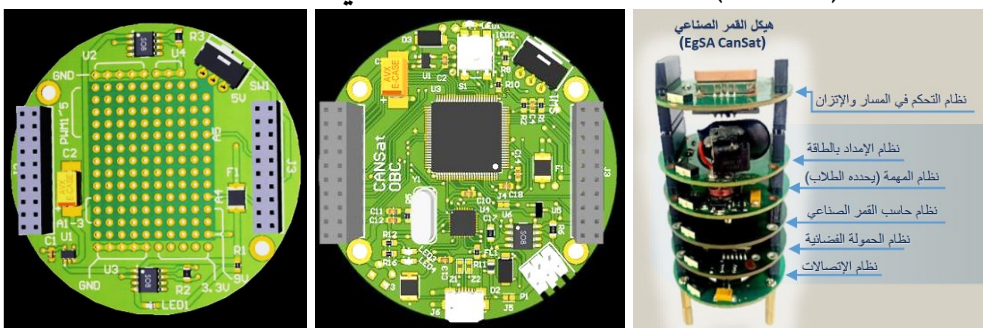
١٨ – مصدر: نارس كيوب ٣ (عادل، ٢٠١٩؛ بتصرف).

١٩ – مصدر: توصيف البلازما الفضائية وأهداف المشروع (وكالة الفضاء المصرية، ٢٠٢٣a؛ بتصرف).

٤-القمر الصناعي EgSA CanSat: [٢٠]

يعتبر القمر الصناعي **CanSat** (الشكل ١٨) وسيلة منخفضة التكلفة لتقديم التدريب العملي الأساسي للطلاب على العديد من تحديات تكنولوجيا الفضاء، مثل بناء وتجميع القمر الصناعي بأنفسهم، حيث يمكن للطلبة تنفيذ مهام التصميم، والبناء، والأطلاق، والتحكم على نموذج مجهز بحمولة إلكترونية لقمر صناعي متناهي الصغر في حجم عبوة المياه الغازية، ويمكن إطلاق القمر الصناعي **CanSat** من على سطح بناية عالية أو منطاد حيث يهبط ببطء باستخدام مظلة ويقوم بتنفيذ مهمته وإرسال البيانات خلال رحلة الهبوط، ثم يتم تحليل تلك البيانات بعد استعادة القمر للوقوف عل مستوى نجاح تنفيذ مهمته، ومن السمات الرئيسية المميزة للبرنامج التعليمي المرتبط بهذا النوع من الأقمار والتي يتم تدريب الطلاب عليها:

(شكل ١٨) هيكل ومكونات القمر الصناعي ايجسا كانسات.



المصدر: (وكالة الفضاء المصرية، ٢٠٢٣b).

- المكونات المجهزة للتجمع والتركيب والاختبار: حيث تجميع وتركيب واختبار تلك المكونات من خلال برمجيات مسبقة الإعداد يمكنها الاتصال بتطبيقات الهواتف الذكية كمحطات تحكم أرضية، ويتم الإطلاق من خلال الهبوط المظلي من سطح مبنى باستخدام منطاد أو طائرة بدون طيار.

٢٠ – مصدر: القمر المصري EgSA CanSat (وكالة الفضاء المصرية، ٢٠٢٣b؛ بتصرف).

- تطوير وبناء برمجيات حاسب القمر: حيث يعتمد هذا القمر على حاسب من طراز ٢٥٦٠ **ATMEGA** واسع الشهرة عالميًا، حيث يستخدم حزم برمجيات مفتوحة المصدر، وبذلك يمكن للطالب بناء وتطوي برمجيات حاسب القمر (المكون الفضائي)، وكذلك برمجيات محطة الاستقبال الأرضية (المكون الأرضي).
- تصميم وتنفيذ مهام من ابتكار الطلبة لدعم مهارات الإبداع: حيث يمكن للطالب تصميم وبناء المهمة [المكونة] من ابتكارهم حيث توجد رقائق مجهزة يمكن استخدامها لهذا الغرض، وتشمل تلك العمليات المتقدمة إضافة مستشعرات جديدة بالإضافة إلى تطوير وبناء البرمجيات لتشغيل تلك المستشعرات.
- البرمجيات المجهزة لحاسب القمر الصناع ومحطة التحكم الأرضي: حيث تشمل مكونات البرنامج التعليم **EgSA CanSat** على برمجيات أساسية مجهزة لكل من حاسب القمر الصناع وتطبيق محطة التحكم الأرضية الذي يمكن تنصيبه على الحاسب أو الهاتف الذكي لتنفيذ [عمليات] التحكم وتبادل البيانات مع القمر الصناعي.
- محطة التحكم الأرضية المحمولة: حيث يمكن لمحطة التحكم الأرضية أن تكون جهاز حاسب أو هاتف ذكي يعتمد على الاتصال بتقنية البلوتوث، وفي حالة استخدام جهاز حاسب يمكن الاتصال من خلال تقنية الاتصال اللاسلكي **RF** أو البلوتوث حيث يتم تحميل البيانات مباشرة من القمر الصناعي.

(شكل ١٩) اكتشف القمر الصناعي "TESS" في ٢٠١٩ كوكب شبيه بالأرض.

المصدر: (Reddy, F. ٢٠١٩).

الخاتمة:

من العرض السابق لاحظنا التطور الجيد والسريع للتفاعل المصري علمياً وتقنياً مع علوم الفضاء وجيومعلوماتها المرتبطة بتقنيات الاستشعار من البُعد، مما سيكون له أثره الإيجابي – إن شاء الله تعالى – على المستقبل المصري في جميع الأنشطة والمجالات البحثية والتنموية والاقتصادية والعسكرية، وسيثبت ويرسخ لهيبة ومكانة مصر وشعبها بين جميع شعوب العالم أجمع؛ كم اتضح لنا الإمكانات التي وصلت إليها المؤسسات المصرية في مجال علوم ودراسات الفضاء، من خلال ما حازته في هذا المجال بامتلاكها لمجموعة متميزة من الأقمار الصناعية ذات الدقة الاستشعارية العالية في التصوير الأرضي وفي نقل البيانات والاتصالات، والتي بعضها تم صناعته بأيدي مصرية وتكنولوجيا مصرية أيضًا؛ وتم التعرف على إمكانات هذه الأقمار في دراسة تطبيقات مرتبطة بالتخصصات الجغرافية وغير الجغرافية. كما اتضح مدى التقدم والتطور الذي وصلت إليه هذه التطبيقات في العديد والعديد من المجالات المرتبطة بشكل مباشر وغير مباشر بحياة البشرية جمعاء، حيث لم يقف الأمر عند [ ] حد تعدد وتنوع تطبيقات الاستشعار عند الاستفادة به في التطبيقات الاقتصادية والزراعية والصناعية والتجارية والسياحية، وتطبيقات البحث عن المياه، وتطبيقات استكشاف ثروات البحار والمحيطات والثروات الجيولوجية، وتطبيقات الدراسات والبحث العلمي لكل مفردات الكرة الأرضية فقط، بل تعدى الأمر [ ] إلى تطبيقات دراسات علوم الفضاء الخارجي، والبحث عن مصار التعدين والطاقة، وكذلك تجاوز الأمر كل ما سبق [ ] في التوصل إلى اكتشاف أول كوكب شبيه بالأرض (الشكل ١٩) وصالح للحياة خارج نظامنا الشمسي، وقد تم ذلك باستخدام قمر ناسا الصناعي **TESS** لمسح الكواكب الخارجية، فقد أُعِلنَ عن اكتشاف نظام شمسي يبلغ حجم نجمه ثلث حجم شمسنا، إلا أنه أبرد منها بنسبة ٤٠٪، ويقع في (كوكبة الشجاع)، ويبعد عنا ٣١ سنة ضوئية فقط، ويضم هذا النظام النجمي ثلاثة كواكب، أحدها في النطاق الصالح للحياة، حيث الحرارة دافئة بما يسمح بوجود الماء في الحالة السائلة، وسمي هذا الكوكب (**GJ ٣٥٧ d**) وهو أكبر حجماً من أرضنا بنسبة ٢٢٪،

ويرجح أن حرارة الكوكب ملائمة جداً للحياة، وإلى أن احتمالية وجود حياة على الكوكب كبيرة جداً بفضل غلافه الجوي السميك (أرض أخرى، ٢٠١٩). مما يؤكد على أهمية ريادة الجومعلوماتية الفضائية والتمكن من علومها في عصرنا الحالي.

المراجع:

١. **أ ش أ. (٢٠١٩). رئيس هيئة الاستشعار: مصر تطلق قمرها الثاني من نوع كيوب سات. الهيئة العامة للاستعلامات http://www.sis.gov.eg/Story/١٩٤٨٥٤**

٢. **إكسترا نيوز (٢٠١٩). "التعليم العالي": اليوم.. إطلاق القمر الصناعي "كيوب سات" من اليابان. https:// extranews .tv**

٣. **الجريدة الرسمية. (٢٠١٨). العدد ٢ مكرر (ط) – السنة الحادية والستون، ٢٩ ربيع الآخر سنة ١٤٣٩هـ، الموافق ١٦ يناير سنة ٢٠١٨م.**

٤. **الحاذق، علا. (٢٠١٩). لخدمة التنمية ١١ سنة ا قادمة، قمر مصري جديد يسطع في الفضاء. الهيئة الوطنية للإعلام. https://www.maspero.eg/wps/portal/home /egynews/reports/different-reports**

٥. **الدسوقي، هايدي. (٢٠١٩). السفارة المصرية في اليابان تشارك في مراسم إطلاق قمر صناعي من نوع كيوب سات. مبتدأ https://www.mobtada.com**

٦. **الشافعي، هايدي. (٢٠١٩). وكالة الفضاء الإفريقية: حضور إفريقي آخر في مصر. وحدة الدراسات الأفريقية. المركز المصري للفكر والدراسات الاستراتيجية https://www.ecsstudies.com**

٧. **العطار، نرمين. (٢٠١٨). مصر وعصر الفضاء رؤية مستقبلية ثاقبة. دراسات محلية، دراسات وبحوث، إصدارات، الهيئة العامة**

٨. **المجلس الأعلى للمراكز والمعاهد والهيئات البحثية. (٢٠١٩a). المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية http://www.crci.sci.eg/?page_id=٥٠٥**

٩. **المجلس الأعلى للمراكز والمعاهد والهيئات البحثية. (٢٠١٩b). الهيئة القومية للاستشعار من البُعد وعلوم الفضاء http://www.crci.sci.eg/?page_id=٥٢٣**

١٠. **النجار، مصطفى. (٢٠١٧). "أبو المجد" أمام البرلمان: دول أفريقية سبقتنا في علوم الفضاء والتكنولوجيا. صوت الأمة http://www.soutalomma.com**

١١. **حنفي، أشرقت. (٢٠١٨). «أبو المجد»: جميع المختصين يدعمون نجاح استقبال مصر لوكالة الفضاء الإفريقية. الهلال اليوم https://www.alhilalalyoum.com/٤٥٢٦٣٧**

١٢.خباز، راما؛ حجازي، نيرمين. (٢٠١٧). من هو أمير النور والظلام؟؛ فيزيائي. تدقيق: محمد، هشام؛ https://bel٣arabic.com/feeds/٢٩٢٣

١٣.روسيا اليوم تي في نوفوستي. (٢٠١٩). مصر تعلن عزمها إطلاق قمر صناعي سيحدث طفرة في البلاد. https://arabic.rt.com

١٤.زحام في الفضاء. (٢٠١٩). ماذا يفعل ٤٥٠٠ قمر صناعي فوق رؤوسنا؟ سكاي نيوز عربية https://www.skynewsarabia.com

١٥.عادل، رهف. (٢٠١٩). إطلاق القمر الصناعي المصري الثاني من نوع كيوب سات. مصر في يوم https://mfyoum.com/٢٠١٩/٠٩/١٧

١٦.عبد الحميد، أشرف. (٢٠١٦). لأول مرة عربيًا.. مركز لتجميع واختبار أقمار صناعية بمصر. شبكة العربية https://www.alarabiya.net

١٧.عمر، سمير. (٢٠١٩a). بالصور.. انطلاق القمر الصناعي المصري "طيبة ١". سكاي نيوز عربية https://www.skynewsarabia.com

١٨.عمر، طارق. (٢٠١٩b). يوفر خدمات الإنترنت.. ١٠ معلومات عن القمر الصناعي المصري طيبة ١. إكسترا نيوز https://www.extranews.tv

١٩.عمرون، تامر يوسف. (٢٠٢٠). أسس الاستشعار من البُعد. القاهرة: دار الحكمة للطباعة والنشر والتوزيع.

٢٠.لاشين، سامح. (٢٠١٧). رئيس الهيئة القومية للاستشعار عن بعد: نسعى لاستضافة وكالة الفضاء الإفريقية بالقاهرة. بوابة الأهرام http://gate.ahram.org.eg /News/١٦٣٢٣٤٥.aspx

٢١.لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية. (٢٠١٨). الفصل الثاني: المعني باستكشاف الفضاء الخارجي واستخدامه في الأغراض السلمية. الدورة ٦١. فيينا: الجمعية العامة للأمم المتحدة.

٢٢.محمود، محمد. (٢٠١٩). وزنه كيلو وعمره سنة.. إطلاق قمر صناعي مصري ١٠٠٪. مصر في يوم https://mfyoum.com/٢٠١٩/٠٧/٢٩

٢٣.مرصد حلوان. (٢٠١١). أكثر من ١٠٠ سنة في الحسابات الفلكية، مرصد حلوان،، اليونسكو ضمته إلى التراث العالمي. مؤسسة دبي للإعلام: البيان https://www.albayan.ae

٢٤.نايل سات. (٢٠١٩). أكثر ٧٠٠ قناة تلفزيونية وحوالي ١٠٠ قناة راديو رقمي http://nilesat.com.eg

٢٥.وكالة الفضاء المصرية. (٢٠٢٣a). تجربة الأقمار الصناعية النانوية بالبلازما الفضائية https://egsa.gov.eg/spaceObservation/spacePlasma/.

٢٦.وكالة الفضاء المصرية. (٢٠٢٣b). قائمة خدمات مجال تكنولوجيا الفضاء والأقمار الصناعية ودوراته التدريبية المتخصصة https://egsa-space-technology-portal.com/ar/pages /brochures

٢٧.وكالة الفضاء المصرية. (٢٠٢٣c). وكالة الفضاء المصرية https://egsa.gov.eg

٢٨. Abdelhamid, G. A. (٢٠٠٤). Basic Remote Sensing Training of Non-graduate Imagery Users "An Experience from United Arab Emirates, Air Force Ground station". ISPRS Archives – Volume XXXV Part B٦, ٢٠٠٤. XXth ISPRS Congress. Technical Commission VI. Istanbul: ISPRS Archives.

٢٩. African Union Commission. (٢٠١٨). Statute of the African Space Agency. https://au.int/en/treaties/statute-african-space-agency

٣٠. Andy, (٢٠١٩). How many satellites orbiting the Earth in ٢٠١٩? Pixalytics Ltd. https://www.pixalytics.com

٣١. Ariane Flight VA٢٥٠. (٢٠١٩). arianespace to launch two geostationary satellites with ariane ٥: tiba-١ and inmarsat gx٥. Ariane ٥. VA٢٥٠. Arianespace by ArianeGroup.

٣٢. ASA. (٢٠١٩). ASA OGS ideal for FSO communication. ASA Astrosysteme GmbH. https://www.astrosysteme.com

٣٣. Barrett, G., (٢٠١٩). ARIANE ٥ ECA | TIBA-١ & INMARSAT-٥ F٥ (GLOBAL XPRESS-٥). Everyday Astronaut. https://everydayastronaut.com

٣٤. Clark, S. (٢٠١٩). Launch of ٢٥٠th Ariane rocket marks new era for Inmarsat broadband fleet. Spaceflight Now. https://spaceflightnow.com/٢٠١٩/١١/٢٦/launch-of-٢٥٠th-ariane-rocket-marks-new-era-for-inmarsat-broadband-fleet/

٣٥. Egypt Space Program. (٢٠١٥). National Authority for Remote Sensing & Space Sciences (NARSS). http://www.narss.sci.eg/divisions/view/٥/division/١٦

٣٦. Elgendy, A. M., (a٢٠١٩). Egyptsat-A القمر الصناعي المصري http Instrument Simulation - inst-sim. http://www.inst-sim.com/

٣٧. Elgendy, A. M., (b٢٠١٩). مصر شاركت في الصعود إلى القمر Instrument Simulation - inst-sim. http://www.inst-sim.com/

٣٨. Elgendy, A. M., (c٢٠١٩).نارس كيوب NARSSCube برنامج القمر الصناعي المصري المصغر Instrument Simulation - inst-sim. http://www.inst-sim.com/

٣٩. Karthikeyan. (٢٠١٩). SOYUZ ٢،١b / FREGAT-M / EGYPTSAT-A. https://nkknspacepage.wordpress.com/٢٠١٩/٠٢/٢١/soyuz-٢-١b-fregat-m-egyptsat-a/

٤٠. Landsat. (٢٠١٩). Landsat ٨ Remote Sensing Special Issue. https://landsat.gsfc.nasa.gov.

٤١. **MENA. (٢٠١٩). Egypt allocates $١٠ mn to establish African Space Agency. Egypt Today. https://www.egypttoday.com/Article/١/٦٥١٣٣/Egypt-allocates-١٠-mn-to-establish-African-Space-Agency**

٤٢. **Mohammed Abkareno ١ (٢٠١٧). صورة اليوم: ستون سنة ا على انطلاق سبوتنك ١ https://www.egyres.com/sputnik-١(إنفوجرافيك). الباحثون المصريون**

٤٣. **NARSScube ١, ٢. (٢٠١٩). NARSScube ١, ٢ (Egycubesat ١). Gunter Dirk Krebs. https://space.skyrocket.de/doc_sdat/narsscube-١.htm**

٤٤. **NARSSCUBE-٢. (٢٠١٩). Guides to the night sky. Dominic Ford. https://in-the-sky.org**

٤٥. **NASA Spacecrafts. (٢٠١٩). Taking a Global Perspective on Earth's Climate. https://climate.nasa.gov**

٤٦. **NRIAG. (٢٠١٩). Overview at Kottamia Astronomical Observatory. http://www.nriag.sci.eg/overview-at-kottamia-astronomical-observatory/**

٤٧. **OSCAR. (٢٠١٩). Satellite: EgyptSat-A. World Meteorological Organization: Observing Systems Capability Analysis and Review Tool Login. https://www.wmo-sat.info/oscar**

٤٨. **Satellite Frequency Bands. (٢٠١٩). ESA / Applications / Telecommunications & Integrated Applications. European Space Agency. United space in Europe. https://www.esa.int**

٤٩. **Satellite Monitoring Station. (٢٠١٩). Laying the Foundation Stone for the Satellite Monitoring Station and Space Debris. National Research Institute of Astronomy and Geophysics (NRIAG). http://www.nriag.sci.eg**

٥٠. **Space in Africa. (٢٠١٨). Prof. Islam Abou El-Magd gives deep insight into the African Space Agency. https://africanews.space/prof-islam-abou-el-magd-gives-deep-insight-into-the-african-space-agency/**

٥١. **Space Technology. (٢٠١٥). National Authority for Remote Sensing & Space Sciences (NARSS). http://www.narss.sci.eg/events/view/٥**

٥٢. **UNESCO. (٢٠١٠). Helwan Observatory. United Nations: UNESCO World Heritage Centre. https://whc.unesco.org/en/tentativelists/٥٥٧٤/**

٥٣. **UNOOSA. (٢٠١٩). United Nations Register of Objects Launched into Outer Space. United Nations Office for Outer Space Affairs. http://www.unoosa.org/**