تلخيص أهم التطورات المعرفية في ظل السباق نحو غزو الفضاء
مثال: النظام الشمسي

فاتن بن مرزوق-بشيري[1]، لطيفة رمكي[2]، سارة مقدم [2]

[1]أستاذة بقسم العلوم الطبيعية، مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

[2] عضوتان في مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة

fatene.benmerzoug@g.ens-kouba.dz

1. مقدمة

لقد اهتم الإنسان منذ تواجده على الأرض بعلم الفلك ووصل به الأمر في كثير من الأحيان إلى تقديس بعض من مكوناته كالشمس والقمر والكواكب الأخرى التي يراها بالعين المُجردة [5]. ومع تطور وسائل المعرفة من التلسكوبات إلى المسبار الفضائي مرورا بالتلسكوبات الفضائية والأقمار الاصطناعية [6]، أصبح علم الفلك من أكثر العلوم التي تستقطب أموالا طائلة من ميزانية الدول المتقدمة التي تسعى لمعرفة أسرار الكون وظروف نشأته، في سبيل الوصول إلى استغلال ثرواته والعيش فيه.

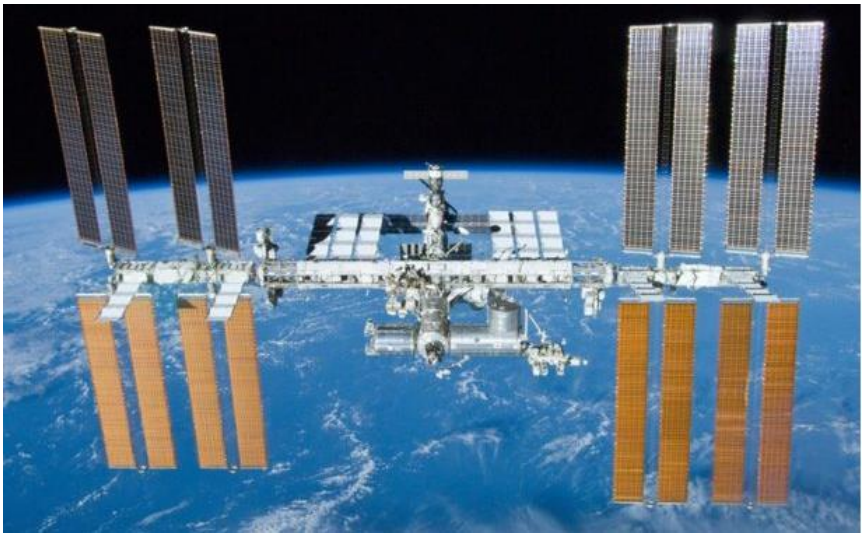
وقد عرف العالم خلال الحرب الباردة بين القوى الغربية بقيادة الولايات المتحدة الأمريكية، والشرقية بزعامة الإتحاد السوفياتي سابقا (روسيا حاليا)، تنافسا مذهلا في مجالات عديدة منها علم الفلك. مما ساهم في قطع أشواطٍ هامة في مجال الاكتشافات الفضائية خلال منتصف القرن الماضي، وتحولت الفكرة إلى تسابق نحو غزو الفضاء حيث صار الأمر أولوية مطلقة لقادة هذه الأنظمة.

2. غزو الفضاء: أهم المحطات التاريخية

تميزت فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية بمنافسة حادة بين الكتلتين الشرقية والغربية، حيث استقطبت أمريكا أكبر علماء ألمانيا المهزومة، واستثمرت مؤهلاتهم في مرحلة ما بعد الحرب. ومن أهم نتائج المنافسة الشرقية–الغربية الإنجازات التاريخية الآتية [8-9]:

1) إرسال أول قمر اصطناعي إلى الفضاء، سبوتنيك-1 (Spoutnik-1)، أطلقه الاتحاد السوفياتي في 4 أكتوبر 1957؛
2) إرسال أول كائن حي إلى الفضاء وهو الكلبة "لايكا" (Laika) على متن المركبة الفضائية سبوتنيك-2 (Spoutnik-2)، والتي ماتت بعد بضع ساعات من الانطلاق في 3 نوفمبر 1957؛
3) في 31 جانفي 1961، أرسلت الوكالة الوطنية الفضائية الأمريكية ناسا (NASA) أول قرد شامبانزي (اسمه هام Ham) إلى الفضاء وعاد حيا إلى الأرض؛
4) وصول أول إنسان إلى الفضاء، وهو السوفياتي يوري غاغارين (Youri Gagarine)، في 12 أفريل 1961، على متن الكبسولة فوستك 1 (Vostok 1) لكنه لم يخرج منها؛
5) في 16 جوان 1963، مكثت أول رائدة فضاء، السوفياتية فالنتينا تيريشكوفا (Valentina Tereshkova)، مدة ثلاثة أيام في الفضاء على متن الكبسولة فوستوك 6 (Vostok 6)؛

6) في 18 مارس 1965، أصبح السوفياتي أليكسي ليونوفAlexeï Leonov أول رائد يقوم بخرجة في الفضاء ببدلة فضائية؛
7) خرج الأمريكي إدوارد وايت Edward White في الفضاء لمدة 20 دقيقة من المركبة جيميني 4 (Gemini 4)، في 3 جوان 1965؛
8) في 3 فبراير 1966، تمكن الاتحاد السوفياتي من إنزال مسبار لونا 9 (Luna 9)على سطح القمر، بعد عدة إخفاقات؛
9) كان أول نزول على القمر للأمريكيين نيل آرمسترونغ (Neil Armstrong) وباز ألدرن (Buzz Aldrin) في 21 جويلية 1969 على متن المركبة أبولو 11 (Apollo 11)؛
10) أول محطة فضائية كانت سوفياتية ساليوت 1 (Saliout-1)، أُطلقت في 19 أفريل 1971 واستمرت في العمل إلى غاية 1982؛
11) إطلاق الصاروخ الأوروبي أريان (Ariane)، بعد أربع سنوات من تأسيس الوكالة الفضائية الأوروبية (ASE) في 24 ديسمبر 1979، من القاعدة الفضائية الموجودة في كورو (Kourou). وكان من مهامه وضع الأقمار الصناعية في مدار ثابت بالنسبة للأرض؛
12) تم تركيب المحطة الروسية الفضائية مير Mir في سنة 1986 التي سرعان ما صارت مختبرا دوليا للبحوث فريدا من نوعه بسبب انعدام الجاذبية. زارها العديد من رواد الفضاء من جنسيات مختلفة وقاموا بأبحاث في كافة مجالات العلوم، مثل علم وظائف الأعضاء البشرية والبحوث الطبية وعلوم الأعصاب وبيولوجيا النبات وعلوم المادة والفيزياء، بالإضافة إلى منصة لرصد الأرض واستكشاف الكون [11]؛
13) في سنة 1998، تم تأسيس المحطة الفضائية الدولية (ISS)، وهو مشروع تعاوني متعدد الجنسيات يضم خمس وكالات فضاء مشاركة: الأمريكية NASA والروسية Roscosmos واليابانية JAXA والأوروبية ASE والكندية CSA (الشكل 1) [10].



الشكل 1. صورة للمحطة الدولية الفضائية

استطاع علماء القرن الواحد وعشرين الوصول إلى معطيات مذهلة حول النظام الشمسي بفضل عشرات التلسكوبات والمسابر الفضائية التي صممتها وأرسلتها الوكالات الفضائية المختلفة على مدار السبعين سنة الماضية. لكن

يبقى التليسكوب هابل (Hubble) من أهم الإنجازات على الإطلاق، كونه التليسكوب الوحيد الذي بقي في الفضاء الخارجي لمدة أكثر من ثلاثين عاما.

3. التليسكوب هابل: بداية مرحلة جديدة

في 25 أفريل 1990، أرسلت الوكالة الفضائية الأمريكية ناسا، بالاشتراك مع الوكالة الفضائية الأوروبية، التليسكوب هابل في الفضاء، على بعد 600 كيلومتر من الأرض. كانت مهمة هابل هي قضاء خمس عشرة سنة على الأقل في استكشاف أبعد مناطق الكون. لكن تجاوز هابل هذا الهدف بكثير، حيث قام بمراقبة الكون لأكثر من 30 عامًا. خلال فترة وجوده في المدار، رصد التلسكوب هابل أكثر من 1.5 مليون عملية مراقبة، واستخدم الباحثون هذه البيانات لنشر أكثر من 19000 مقال علمي حول عدة مواضيع، [11].

الشكل 2. صورة لمجرة NGC 2525، التقطها التلسكوب هابل [11].

تقع مجرة NGC 2525 على بعد 70 مليون سنة ضوئية من الأرض، وهي جزء من كوكبة تسمى الكوثل Puppis ولها ثقب أسود هائل في مركزها.

في حين أنه يكاد يكون من المستحيل تقديم قائمة شاملة بجميع المساهمات العلمية التي قدمها هابل حتى الآن خلال مسيرته المهنية، فقد ساهمت ملاحظات التلسكوب في فهم تطور المجرات ونموها ووجود ثقوب سوداء في معظم

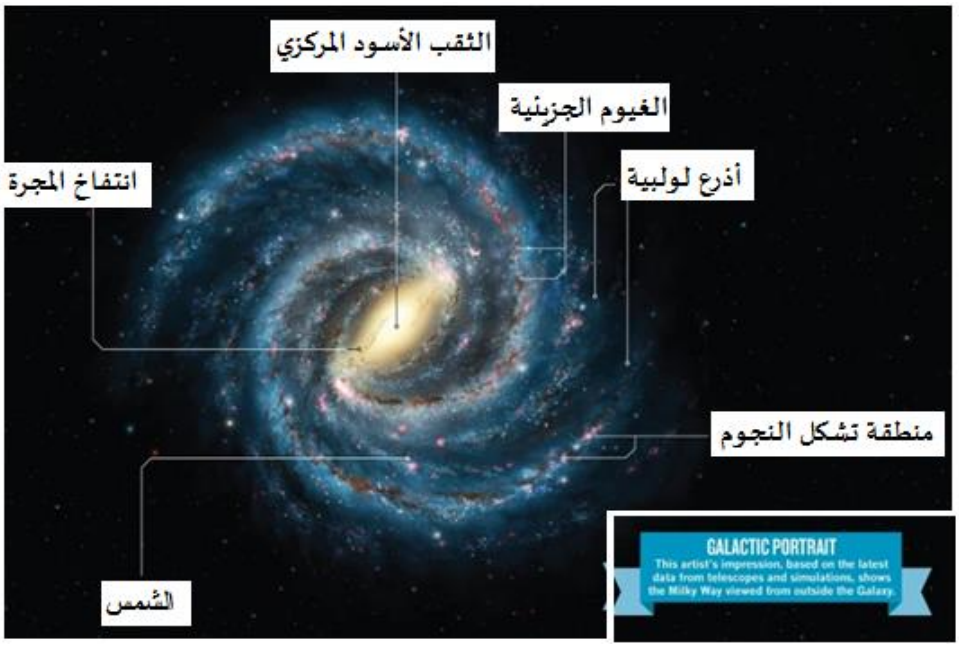
المجرات وولادة النجوم وطبيعة الغلاف الجوي للكواكب خارج النظام الشمسي. لقد غيرت استكشافات هابل بشكل أساسي تصورنا ومعرفتنا للكون وستستمر في الكشف عن رؤى جديدة لسنوات عديدة أخرى (الشكل 2)، [11].

سوف نعرض فيما يلي بعض المعطيات الجديدة التي ساهم فيها التليسكوب هابل عن مجرة درب التبانة التي يُشكل نظامنا الشمسي جزءا منها.

4. مجرة درب التبانة

المجرة هي عبارة عن مجموعة ضخمة من الغاز والغبار ومليارات النجوم والكواكب والأقمار، جميعها مرتبطة ببعضها البعض بفعل الجاذبية [12]. يقع نظامنا الشمسي في مجرة درب التبانة التي تتكون من تجمع عدد هائل من الأجرام السماوية على شكل قرص متموج يحتوي على ما بين 100 إلى 400 مليار نجم وأكثر من 100 مليار كوكب (الشكل 3) [2]. يتراوح قطرها ما بين 20000 و 100000 سنة ضوئية. (السنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال سنة واحدة، وتُقدر بـ 9.46×10^{12} كيلومتر).

تتكون مجرة درب التبانة من مركز متطاول الشكل به مليارات النجوم، تمتد منه أربعة أذرع لولبية رئيسية وهي: Bras de Persée وBras de la règle et du Cygne و Bras Écu-Croix و Bras Sagittaire-Carène. يقع النظام الشمسي على أطراف المجرة، في أحد الأذرع الحلزونية الثانوية المُتفرع من ذراع كوكبة القوس (ذراع الجبار Orion)، على بعد حوالي 27000 سنة ضوئية من المركز الذي يدور حوله بسرعة 230 كم/ ثانية (الشكل 3).



الشكل 3. رسم فني لمجرة درب التبانة بالاعتماد على معطيات التليسكوبات والمحاكاة [2]

5. النظام الشمسي

يُعرف المؤلفون النظام الشمسي بأنه مجموعة الأجرام الخاضعة لمجال جاذبية الشمس التي تُمثل 99.8 % من الكتلة الكلية للنظام. يقع النظام الشمسي في إحدى أذرع مجرة درب التبانة على بعد حوالي 26000 سنة ضوئية من مركزها وعلى بعد 280000 سنة ضوئية من مركز المجرة الذي يدور حوله النظام الشمسي في مدة تقدر بـ 200

مليون سنة وهي ما تُسمى بسنة المجرة. وفقًا للتعريفات التي وضعها الاتحاد الفلكي الدولي في 2006 [3]، فإن نظامنا الشمسي يتكون من خمسة أنواع من الأجرام: نجمة واحدة (الشمس)؛ الكواكب (وعددها ثمانية)؛ الكواكب القزمة؛ أجسام صغيرة في المجموعة الشمسية؛ الأقمار (الشكل 4).

الشكل 4. صورة تُمثل الأجسام التي تكون النظام الشمسي [13]

الشمس، الكواكب الصخرية (عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ) ثم حزام الكويكبات، الكواكب الغازية (المشتري وزحل)، الكواكب الجليدية (أورانوس ونبتون) ثم حزام كويبر الجليدي (من اليسار إلى اليمين).

1.5. الشمس

هو النجم الوحيد في النظام الشمسي. ويُعرف النجم على أنه كرة من الغاز الساخن جدا، تحدث في داخله تفاعلات نووية تجعل منه مصدرا للضوء والحرارة. الشمس عبارة عن نجم قزم أصفر يتكون من 75 % من غاز الهيدروجين و25 % من غاز الهيليوم، وتصل درجة الحرارة على سطح الشمس إلى حوالي 6000 درجة مئوية. كما يُقدر العلماء درجة حرارتها في المركز بـ 15 مليون درجة مئوية، مما يسمح لذرات الهيدروجين بالالتحام لإعطاء الهليوم وإطلاق الطاقة (تفاعل الاندماج النووي).

2.5. الكواكب

الكوكب هو جرم سماوي يتميز بأنه يدور حول الشمس، أو نجم آخر، في فلك محدد، لديه كتلة كافية تفوق جاذبيتها قوى الاحتكاك مما تسمح لة بتثبيت التوازن الهيدروستاتيكي، ويقوم بإبعاد كل جسم يقترب من مداره. وفقا لهذا التعريف، فإن النظام الشمسي يحتوي على 8 كواكب وهي: عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون [3]. (الشكل 4). تُسمى الكواكب الأربعة القريبة من الشمس (عطارد والزهرة والأرض والمريخ) بالكواكب الصخرية، وهي ذات طبيعة صخرية، يفصلها حزام الكويكبات عن الكواكب العملاقة الأخرى. يتميز كوكبي المشتري وزحل بطبيعتهما الغازية في حين يتميز أورانوس ونبتون بطبيعتهما الجليدية.

3.5. الكواكب القزمة

حدد الإتحاد الفلكي الدولي (2006) عدة شروط لتصنيف أي جرم سماوي على أنه كوكب قزم وهي:

- الدوران في مدار حول الشمس؛
- لديه كتلة تفوق جاذبيتها قوى الاحتكاك مما تسمح لة بتثبيت التوازن الهيدروستاتيكي؛
- لا يقوم الكوكب القزم بإبعاد كل جسم يقترب من مداره؛
- ليس بقمر.

تم تمييز لحد الآن خمسة كواكب قزمة وهي: بلوتو Pluto (الذي كان يُعتبر الكوكب التاسع في النظام الشمسي قبل سنة 2006) وسيريس (Ceres) وماكيماكي (Makemake) وهوميا (Haumea) وإيريس (Eris) [3].

4.5. الأجرام الصغيرة

تشمل كل الأجرام السماوية الصغيرة التي توجد في النظام الشمسي، وهي مُمثلة أساسا بالمذنبات والنيازك، بالإضافة إلى الغبار بين الكواكب والحبيبات التي تتركز في حلقات الكواكب العملاقة (مثل حلقات كوكب زحل)، [3].

تتجمع المذنبات والنيازك في ثلاث مجالات مُشكلة أحزمة بين الكواكب وهي كالآتي:

- **حزام الكويكبات**. تتجمع عشرات الملايين من الكويكبات في الحزام الذي يقع بين مداري المريخ والمشتري على مسافة 2.8 وحدة فلكية (وهي متوسط المسافة بين الأرض والشمس بحيث 1 وحدة فلكية = 149597870 كم). يتكون حزام الكويكبات من أجسام صخرية متباينة الأحجام التي في حال انحرافها عن المدار، قد تصطدم بالأرض مُشكلة النيازك.
- **حزام كويبر** Kuiper . يقع حزام كويبر على بُعد 35 إلى عدة مئات وحدة فلكية وهو مُكون من أجسام جليدية، المُعروفة بالمذنبات.
- **سحابة أورت** Oort . لايزال مفهوم سحابة أورت نظريا لغاية الآن [7] وذلك لعدم ملاحظة أجسامه الجليدية إلا بعد انحرافها عن السحابة في هيئة مُذنبات طويلة المدى. يتفق أغلب الباحثين على أن سحابة أورت تقع بين 50000 و100000 وحدة فلكية. وهي ذات شكل كروي مُشكلة من مئات المليارات من الأجسام الجليدية التي تُمثل حواف النظام الشمسي (الشكل 5).

الشكل 5. رسم يُمثل سحابة أورت، تقع الشمس في مركزها، [4]

5.5. الأقمار

يحتوي نظامنا الشمسي على أكثر من 200 قمرًا طبيعيا يمكنها أن تدور حول الكواكب والكواكب القزمة والكويكبات وغيرها من الحطام. تمتلك الكواكب الداخلية أقل عدد من الأقمار مقارنة مع تلك الخارجية. كما أنه ليس لدى عطارد والزهرة أي قمر، في حين للمريخ قمران صغيران، وتتميز الأرض بقمر واحد فقط. يمتلك كل من كوكب المشتري وزحل العشرات من الأقمار، ولدى أورانوس ونبتون أكثر من عشرة أقمار (الجدول 1).

الجدول 1. الخصائص الرئيسية لكواكب النظام الشمسي [14]

الكوكب	القطر (كم)	المسافة من الشمس (AU)	كتلة (/ الأرض)	عدد الأقمار المعروفة
عطارد Mercure	4879	0.39	0.055	-
الزهرة Vénus	12104	0.72	0.815	-
الأرض Terre	12746	1	1	1
المريخ Mars	6780	1.5	0.107	2
زحل Jupiter	142984	5.2	318	67
المشتري Saturne	114632	9.5	95	62
أورانوس Uranus	50532	19.2	14	27
نبتون Neptune	49105	30.1	17	13

6. الوكالة الفضائية الجزائرية

تم إنشاء الوكالة الفضائية الجزائرية (ASAL) بالمرسوم الرئاسي رقم 02-48 المؤرخ في 16 يناير 2002، ويقع مقرها بأعالي العاصمة (بوزريعة). وهدفها الرئيسي هو جعل الفضاء عاملا قويًا للتنمية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية للوطن وضمان أمن ورفاهية المواطنين.

تتألف اللجنة العلمية للوكالة الفضائية الجزائرية من خبراء في مجالات تقنيات وتطبيقات الفضاء [15]. تهتم الوكالة بأربعة محاور بحثية رئيسية وهي:

- الموارد الطبيعية؛
- الأخطار الكبرى؛
- الاتصالات؛
- البنيات التحتية والتجهيز.

في سبيل ذلك تقوم الوكالة برصد الأرض وجمع المعطيات المتعلقة بمحاور البحث عن طريق الأقمار الصناعية التي أطلقتها في الفضاء منذ 2002. وهذه نبذة مختصرة عن الأقمار الصناعية التي أطلقتها الوكالة الفضائية الجزائرية بالشراكة مع مختلف الوكالات الفضائية الدولية:

أ. أول قمر اصطناعي جزائري هو Alsat 1، تم إطلاقه في 28 نوفمبر 2002 من المحطة الفضائية الروسية Plesetsk؛

ب. يوفر القمر الصناعي Alsat-1B استمرارية التغطية الوطنية التي كان يوفرها سابقاً القمر الصناعي Alsat-1؛

ج. تلاه القمر الصناعي Alsat-2A، الذي تم وضعه في المدار في 12 يوليو 2010، انطلاقا من المحطة الفضائية

الهندية Sriharikota؛

د. تم وضع Alsat-2B في المدار في 26 سبتمبر 2016؛

هـ. القمر الصناعي Alcomsat-1 الخاص بالاتصالات تم إطلاقه في 11 ديسمبر 2017 من الصين ووضعه في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض في 18 ديسمبر 2017. تدوم فترة حياته 15 سنة.

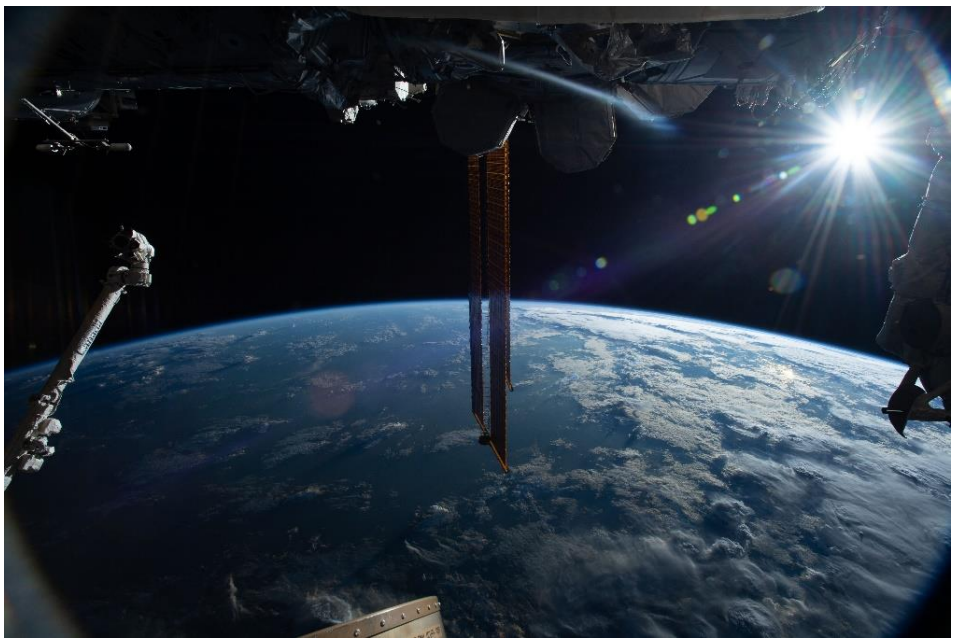
7. خلاصة

نشهد اليوم تسارعا أُسيا في شتى الميادين العلمية بفضل التطور التكنولوجي والرقمي للوسائل. واللافت أن ثمّة بعض التصورات الميتافيزيقية راسخة في أذهان الكثير من الشعوب والثقافات والحضارات المختلفة التي يحتضنها العالم، خاصة تلك المرتبطة بالأرض والكون. لكن تطور وسائل المعرفة من أهم دعائم تقدم العلوم، حيث ساهمت هذه الأخيرة عبر الزمن في تطور إدراك البشرية لمفاهيم علمية متعددة.

تأخرت البشرية في الوصول لغزو الفضاء حينما كانت فرق البحث الدولية تعمل في معزل عن بعضها البعض، لكن تحالف الباحثين المتخصصين في علم الفلك والفيزياء والكيمياء والرياضيات وعلوم الأرض والحياة والتكنولوجيات والبرمجيات وغيرها من التخصصات الدقيقة في مراكز البحث العالمية، ساهم في قطع أشواطٍ عملاقة في كشف خبايا الكون. ولعل آخر تلسكوب فضائي "جيمس ويب" (James-Webb) الذي تم إرساله في 25 ديسمبر 2021 من طرف وكالة ناسا بالمشاركة مع الوكالتين الفضائيتين الأوروبية والكندية لمساندة تليسكوب هابل أكبر دليل على ذلك.

في انتظار ما سيرسله هذا الأخير من معطيات حول الكون، نستمتع بهذه الصورة لكوكب الأرض (الشكل 6)، المأخوذة من المحطة الدولية الفضائية من طرف رائدة الفضاء الأمريكية آن ماككلاين (Anne McClain)، صباح يوم الخميس 21 فبراير 2019 [16].

تبقى المعرفة العلمية أسيرة أدواتها، وتطورها مقترن بتطور وسائلها ومدى إدراك الباحثين والمسؤولين لأهمية العمل في فرق متعددة التخصصات والجنسيات.



الشكل 6. صورة لكوكب الأرض مأخوذة يوم 21 فبراير 2019 من المحطة الدولية الفضائية، [16].

المراجع

1. Borucki, W.J., Dunham, E.W., Koch, et al., Fresip: A mission to determine the character and frequency of extra-solar planets around solar-like stars, Astrophysics and Space Science, 241, 111-134, 1996.
2. Finkbeiner, A., Galaxy formation: The new Milky Way, Nature, 490, 24–27, 2012.
3. IAU, General Assembly, Nvncio Sidereo III Prague, Czech Republic, 2006.
4. Moore P., 2008 Yearbook of Astronomy, Macmillan UK, 2007.
5. Philip, N., L'encyclopédie de la mythologie: Dieux, héros et croyances du monde entier, Rouge et Or, 2010.
6. Sluiter, E., The Telescope before Galileo, Journal for the History of Astronomy, 28(3), 223-234, 1997.
7. Whipple, F.L., Turner, G., McDonnell, J.A.M., Wallis, M., A Review of Cometary Sciences, Philosophical Transactions of the Royal Society A. 323 (1572), 339–347, 1987.
8. https://metiers-du-spatial.com/metiers/
9. https://cnes.fr/fr
10. https://www.cite-telecoms.com/blog/histoire/histoire-conquete-spaciale/station-spatiale-internationale-liss/
11. https://www.nasa.gov/content/about-the-hubble-story
12. https://spaceplace.nasa.gov/galaxy/en/
13. http://spcfa.canalblog.com/archives/2016/01/30/33291272.html
14. https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/oort-cloud/overview/
15. https://asal.dz/
16. https://www.nasa.gov/image-feature/good-morning-from-the-space-station

جيمس ويب James Webb (1906-1992) ثاني مدير لوكالة ناسا (1961-1968)، وهو الذي سُمّي باسمه التلسكوب الفضائي جيمس ويب.