مجلة ثقافية علمية أدبية شهرية تصدر عن جامعة دمشق

المدير المسؤول
أ. د. محمد أسامة الجبّان
(رئيس جامعة دمشق)

رئيس التحرير: أ. د. طالب عمران

المدير الإداري: د. طالب أحمد العلي

مدير التحرير: محمد علي حبش

هيئة الإشراف:
أ.د. هادي عياد (تونس)
أ.د. قاسم قاسم (لبنان)
د. رؤوف وصفي (مصر)
د. محمد قاسم الخليل (الأردن)
د. كوثر عياد (تونس)
د. صلاح معاطي (مصر)
م. لينا كيلاني (سورية)

الإخراج الفني:
عبد العزيز محمد

E-mail:
talebomran@yahoo.com
scientificliterature2014@yahoo.com

موقع المجلة: /damasuniv.edu.sy/mag/sci
www.facebook.com/Science. Liter. mag/

ترحب مجلة الأدب العلمي بكافة المقالات والأبحاث والإبداع العلمي الأدبي للباحثين والأكاديميين في جامعة دمشق والجامعات السورية وأقطار الوطن العربي على العنوان:

محتويات العدد

الافتتاحية: من هجرة الحيتان إلى هجرة الطيور، (رئيس التحرير) 4

دراسات وأبحاث

- رواية المستقبل وأدب الخيال العلمي، (د.طالب عمران) 6
- يوتوبيا أو مناهضة التحرير: أسوأ العوالم في رواية أحمد خالد توفيق، (ت: د.سام عمار) 17
- بين "الكوكب الغامض" لـ"نهاد شريف" و"العين والكواكب السيارة" لـ"إيتالو كالفينو"، دراسة مقارنة، (شيرين النوساني) 26
- "المُستوطَنات الفضائيَّة"، (حسام الشَّالاتي) 34
- الأدب وعلم الفلك، (د.عيسى الشمّاس) 51

تراث الحضارة الإسلامية

- ظواهر نفسية معاصرة عرفها العرب، (د. سائر بصمه جي) 65
- المعادن وعلم التعدين لدى جابر بن حيّان (1من 2)، (محمّد علي حبش) 73

مجلة ثقافية علمية أدبية شهرية تصدر عن جامعة دمشق

المقالات والآراء الواردة في المجلة تعبر عن آراء أصحابها ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلة
المقالات التي ترد إلى المجلة لاترد إلى أصحابها سواء نشرت أم لم تنشر

ظواهر وخفايا

- قنديل البحر الرَّحال!!، (د.نور كيالي) 89
- المخلَّفات البشرية، (نبيـــل تللـــــو) 101

بيئة المستقبل

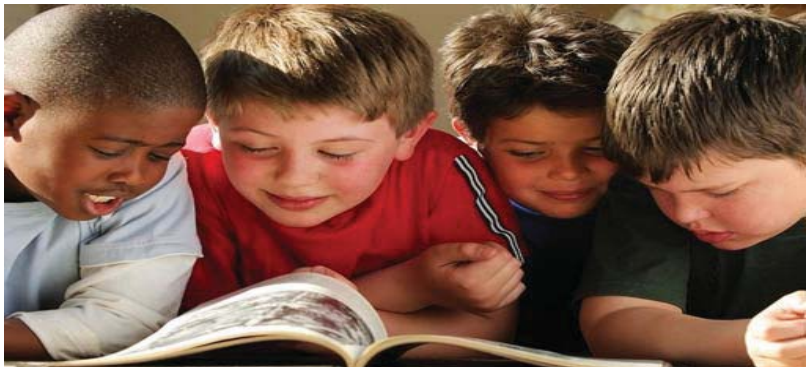
- الطاقة الشمسية النظيفة، (ترجمة: م.محمّد أمين صبّاغ) 116
- طاقة الرياح البحرية بين الواقع والمستقبل، (أ.د.عائشة علي اليوسف) 129

ملف الإبداع

- عالم بلا تحلّل، (قصّة: د.فواز أحمد الموسى) 143
- تجربة غير مألوفة، (ترجمة: حسين تقي سنبلي) 159

محطات

- كيف ولماذا نقرأ...؟، (محمد عيد الخربوطلي) 167



كتاب الشهر

- المجـــــرّات، (قراءة وتعليق: م.هناء صالح) 180

تحت المجهر

- من أسرار الدماغ والجملة العصبيّة، (رئيس التحرير) 192

ترجو مجلة الأدب العلمي من كافة الكتاب والمبدعين، إرسال إبداعاتهم منضدة على الحاسوب ومدققة وموثقة بالمصادر والمراجع، وإن كانت مترجمة فيجب ذكر المصدر وتاريخ النشر.

من هجرة الحيتان إلى هجرة الطيور

رئيس التحرير

ربّما كانت الحيتان أضخم حيوانات البحر، ورغم إنّها تعيش في الماء فهي ليست أسماكاً.. إنّها ثدييات من ذوات الدم الحار.. وهي تتنفّس الهواء من الرئة..

بينما تتنفّس الأسماك من الخياشيم التي تمتصّ الأوكسجين المحلول في الماء، صغار الأسماك تفقس من البيض.. بينما تولد الحيتان كالثدييات.

وصغار الحيتان ترضع من حليب أمّهاتها.. وحليب إناث الحيتان أبيض اللون يشبه لبن البقر..

وربّما كانت الحيتان من أقدم أنواع الثدييات، ويُقال: إنّ أجدادها كانت تعيش منذ 60 مليون سنة على اليابسة.

وأنف الحوت هو أوّل جزء يظهر منه حين يصعد السطح ليتنفّس ويندفع هواء الزفير الساخن في منطقة باردة على شكل نافورة من البخار قد تصل إلى ارتفاع أربعة أمتار.

والأنف يظلّ مغلقاً في أثناء السباحة تحت الماء.. إنّه مخلوق عجيب! هذا العملاق الهائل وله أنواع متعدّدة..

ويتألّف جسم السمكة الهلامية من كتلة من مادّة هلامية يُطلق عليها اسم الجرس لأنّها تشبهه.

وتتفرّع عن حافّة هذا الجرس أعداد كبيرة من السياط الناعمة والشبيهة بالخيوط!

وعلى الرغم من ضآلة هذه الحيوانات البحرية في بداية حياتها فإنّ نموّها سريع جدّاً..

وقد وصلت بعض العيّنات إلى أيدي الباحثين، وصل قطر جرسها نحو ثلاثة أمتار، وامتدّ طول أذرعها إلى ما يقارب الـ 40 متراً.

ويؤكّد الدارسون أنّ الضخامة التي قد يصل إليها الكائن الهلامي لا ينافسه عليها أيّ كائن آخر في عالم الحيوان خاصّة في الأذرع الطويلة الممتدّة..

ومن هذه الأسماك الهلامية، الحبّار، والأخطبوط! وقد يصل وزن الأخطبوط إلى الطنّ وهو من أضخم اللافقاريات! وصيده ليس سهلاً في أغلب الأحيان.

وقد وصل قطر جسم بعض أنواعه نحو 13 متراً.. وتتنوّع أشكال العمالقة في المحيطات.. لكلّ منها أرزاقها وأنماط حياتها.. بفصائل غريبة وأنواع لا تُعدُّ ولا تُحصى.

تنوّع الفصائل الحيوانية في البحر واليابسة هو تنوّع أكبر من أن يحدّه حدّ..

منذ نحو مليوني سنة... كان مُناخ أمريكا الشمالية دافئاً، وكانت الطيور تنتشر في كلّ مكان فيها..

ولم تكن تلك الطيور بحاجة للهجرة والانتقال إلى الجنوب حتى أتى عصر الجليد الذي تكوّنت في أثنائه أنهار جليدية أخذت تزحف ببطء شديد نحو الجنوب.

وانخفضت درجات الحرارة، ممّا اضطرّ معظم الطيور إلى اللجوء إلى المناطق الحارّة.

وبعد ألوف السنوات بدأت أنهار الجليد بالانصهار! وعاد الدفء بالتدريج إلى الشمال، فاندفعت بعض الطيور تهاجر هرباً من الازدحام بالجنوب.

إنّها قصّة متكرّرة عن هجرة الطيور في أمكنة كثيرة من العالم..

والطيور تتنوّع بالألوان والأجنحة والمناقير، تنتشر في كوكب الأرض من القطبين حتى خطّ الاستواء ولكلّ بيئة طيورها الخاصة، ولعلَّ من أهم الأسباب الرئيسية لهجرة الطيور الغذاء، فهي تهاجر بحثاً عن الغذاء المناسب لها..

كما أنّ التفريخ أو وضع البيوض حتى تفقس هو سبب آخر! إذ يلزم التفريخ جوّ خاصّ مناسب بحرارته وبيئته تبعاً لأنواع الطيور..

إنّه عالم غنيّ متنوّع، قدّر الله سبحانه وتعالى له أرزاقه وأنماط حياته وظروف تكاثره وغذائه وأسلوب تفاهمه وأصواته المميّزة..

ويعتقد العلماء أنّ الطيورَ عاشت في الأصل في المناطق الحارّة، وبعد مدّة طويلة ازدحم بها المكان فاضطرّت للانتشار..

ولقد أعطى الرحيل للشمال في الربيع عدداً كبيراً من الطيور، والفرصة المناسبة لتربية الفراخ حيث يمتدّ المكان ويكثر الطعام..

وربّما كان هذا أحد الأسباب للهجرة.. وعندما يأتي البرد فإنّه يدفع هذه الطيور للاتجاه نحو الجنوب حيث تستريح في الأماكن التي انطلقت منها إلى الشمال متعايشة مع الطيور الأخرى المستقرّة..

ويزدحم المكان بالطيور حتى تأتي موجات هجرة جديدة عند الربيع..

وهناك أنواع من الطيور تهاجر وتقطع آلاف الكيلو مترات دون كلل حتى تصل إلى مواطن التزاوج والتفريخ وأماكن تواجد الغذاء.

ويندر ألّا يرى أحدُنا أسراباً من الطيور تقطع الفضاء نحو الشمال أو نحو الجنوب وفق المُناخ.

إنّه عالم عجيب متنوّع، ما زال الإنسان يحاول كشف أسراره..

رواية المستقبل وأدب الخيال العلمي

أ.د.طـــالب عمـــــران

لا شكّ أنّ العقل الذي يمدُّ الإنسانَ بتلك الطاقة الإبداعية والقدرة على التحليق في أجواء – فذّة أحياناً من الخيال، هو الذي يزيد من سموّه ويعلي منزلته بين الكائنات الحيّة. بالتخيّل يستطيع الإنسان أن ينتقل في الكون ويسبح بين الأثير، ويحلّق في عوالم غير مرئية. التخيّل عند الإنسان هو عالمه السحري الخاص، يطوف به أرجاء الكون حتى ليكاد يسمعه صوت تصادم الذرّات بإلكتروناتها ونويّاتها وليكاد يجعله يحسّ ببرودة أعتى الكواكب وأكثرها بعداً عن النجم الذي تدور حوله، أو بسخونة أقرب الكواكب إلى النجم...

قوّة العقل الفريدة وقدرته على التخيّل، هي التي تخلق العباقرة والعظام، كلّ كلمة مكتوبة لها معناها وسحرها ووقعها الخاص. نحسّ بها أحياناً حيوية عظيمة معبّرة... وأحياناً أخرى سطحية تافهة. خيال المخرج السينمائي أو المسرحي أو الإذاعي هو الذي يحدّد روعة الفيلم أو المسرحية أو الدراما الإذاعية... ضمن خياله الإبداعي ينقل للمتفرّج أو المستمع، الأحداث كما استطاع ذهنه أن يتملاّها وضمن دفق من الصور المعبّرة، أو المؤثرات الصوتية المثيرة... التي تحدّد مدى قوّته وسعة خياله ونجاحه في التأثير في المتفرّج أو المستمع.

خيـال الطفـل هو الـذي يصـوّر لـه أنّ البناء الـذي يصنعه من الطين والرمال، هو بناء حقيقي يحيـا في داخله عوالمه الخاصّة، وتتخيّل الطفلة أنّ دميتهـا ليست سوى طفلة جميلـة تسمع مناغاتها وتطيعها في تلبية طلباتها...

خيال الحبيب شـوق ولهفة وسعادة وتعزية عن لقيـا الحبيبة، ينقله إلى عالم كلّـه هناءة وحب... عمـر الإنسـان القصـير، لا يُقاس بعمـر الكون، اللحظـة الفاصلة بين تكون الجنـين ونموه وتحوله من طفـل إلى شاب فكهـل فشيخ ثم دفنـه بعد أن يتقدّم به العمر، ليست سوى لحظة ضئيلة تافهة...

مـا دمنـا، نملـكُ العقـلَ، ونملـكُ خيالاتنـا اللامحـدودة، كيف لنا أن نتخيّـل المستقبل ضمن مكتسباتنا العقلية؟

نحن بمبادرة طبيعية ترسم بخيالاتنا مستقبلاً يمكـن أن نحياه إذا امتدّ بنـا العمر لسنوات ولكن ألا يمكننا التنبّؤ بالمستقبل الذي يفصلنا عنه مائة سنة أو ألف سنة أو عشرة آلاف سنة؟

ضمـن هذه التساؤلات المرهقـة أحياناً يحاول الخيـال العلمـي أن يجـد متنفّسـاً لـه. إذن كيف يمكننا أن نعرف الخيال المرتبط بالعلم؟

– ببساطـة نقـول إنّ الخيـالَ هـو الانتقال عبر آفـاق الزمن على أجنحة الحلـم المطعّم بالمكتسبات العلميـة! وغالبـاً مـا يطرق كتابـه أبـواب المستقبل بتنبّؤاتهـم دون زمن محدّد، فهو نظـرة واسعة على العالم يدخـل فيها العلم فيخـرج بحقائقه مع خيال الكاتب ليرسم أحداثاً تنقلك إلى المستقبل أو الماضي السحيـق فتثـيرك وتذهلـك والرابطـة بـين العلـم والخيال رابطة مؤطّرة، متماسكة ومن يكتب في هذا النوع من الأدب، لن ينجح دون ثقافة علمية ممتازة، يستخدمها في نسج أحداث قصصه ورواياته.

تطوّر فكرة الخيال عبر الزمن

حتـى وقـت متأخّـر كان النـاس يعتقـدون أنّ الأرض مسطّحـة وأنّ الكواكـب والنجـوم معلّقة في سمائهـا وساد هذا الاعتقاد زمنـاً طويلاً حتى بـدء الحضـارات الكبيرة التي غـيّر علماؤها هذا الاعتقاد مستندين إلى مبـادئ منطقية، وتحوّلت تلك الحقيقة التـي كانت مطلقة عند القدماء إلى خرافة، أبدلتها معرفة الإنسان بالكون وأنّ الأرضَ كروية تدور حول الشمس مع بقيّة الكواكب المعروفة في النظام الشمسي وإنّ العالم ليس صغيراً! بل هو واسع فسيح الأرجاء، استمرّت ضخامته تزداد مع التقـدّم العلمي حتى تمكّـن العلماء إلى حدّ ما من الإحاطة في السنوات الأخيرة باتّساع الكون وحجم المادّة السابحة فيه، فكانت الأرقام كبيرة ومذهلة.

ورغم التطوّر الهائل الذي وصله الإنسان فإنّه ما زال قاصراً عن معرفة الكثير من خفايا الكون، وحتـى الكثير مـن خفايا كوكبه، ولا تـزال ظواهر

كثيرة غامضة عليه لم يتمكّن من تفسيرها حتى الآن.

ورغم سيره الحثيث في ميدان العلم والمعرفة فإنّ الإنسان ظل يطلق أحكامه ويصدّق خيالاته ويدافع عن حقيقتها المزعومة.

وفي استعراض سريع لمسيرة الإنسان عبر التاريخ نجد أنّه منذ أن كان في مجتمعه القبلي، يحلم بالعوالم البعيدة ويتخيّل أنّه يلتقي مع كائنات غريبة منها، يختلط معها ويتصارع معها أحياناً، بعضها خيّر وبعضها الآخر شرّير، ونمت من تلك اللقاءات والصراعات حكايات أسطورية، تطوّرت إلى ملاحم أغنت التراث الإنساني الخالد ومع مرور الزمن صاغ كلّ شعب ملاحمه التي تحدّث فيها عن أبطال أسطوريين يختلطون مع الآلهة القادمة من السماء التي تسكن الفضاء وتهبط إلى الأرض في رحلات أسطورية على أجنحة آلات غريبة...

أكّدت الأبحاث العلمية التي تبحث في الحضارات القديمة أنّ البشر في الماضي قد تعرّفوا على كائنات غريبة هبطت بمركبات متطوّرة، وأنّ نوعاً من التطوّر العلمي الهائل شهدته تلك الحضارات كالأزتيك والمايا والأنكا وهو ما يحتاج لبحث خاص.

عصر الإبداع العلمي

إنّ القرن العشرين الذي شهد انقلاباً هائلاً في التطوّر العلمي تمكّن الإنسان مع بداية نصفه الثاني من الخروج إلى الفضاء والهبوط على القمر، كما أنّ الخيالات التي شهدها تتحقّق فاقت جميع الخيالات التي حلم بها الإنسان في الماضي... وامتدّ الخيال عبر المستقبل يحكي عن الصحون الطائرة وعن الكواكب البعيدة المسكونة بكائنات عاقلة، وعن رحلات خيالية عبر المجرّات يقودها مغامرون شجعان يتحدّون الخطر ولا يعرفون الموت! وأصبح الخيال المجنّح عالماً قائماً بذاته! له كتّابه ومبدعوه! وتوصّل الإنسان مع قفزاته العلمية الحديثة إلى تفسير نشوء الكون ونظرية الانفجار الكبير، والكون المغلق والكون المفتوح، وكثرت الفرضيات والنظريات، وامتدّت أجهزة الرصد الهائلة تبحث في السماء عن نجوم جديدة ومجرّات في أعماق الكون وانتقلت خيالات الإنسان إلى السينما وأجهزة التلفزة يصيغ فيها قصصاً خرافية عن عوالم مجهولة ومركبات طائرة تهبط بسهولة على الكواكب وتتجنّب المصاعب والثقوب السوداء والأقزام البيضاء من النجوم...

خرج الإنسان بخياله محمّلاً بالطموحات إلى الفضاء الواسع وترك أجواء كوكبه مفتوحة للكائنات العاقلة، التي تخيّل أنّها تهبط إليه وتلتقي مع البشر. بعضهم صوّر تلك الكائنات بأشكالها العدوانية متسلّطة تسعى نحو السيطرة وبسط النفوذ وبعض آخر صوّرها رقيقة مسالمة وديعة تسعى للصداقة والمحبّة والتعاون.

ولكنّ حلمَ الإنسان ظلّ أكبر بكثير من واقعه، غلّفه ذلك الحلم بالطموحات والخيال المجنّح الذي أبدع فيه أحياناً وهو يحلّق في عوالمه غير المنظورة.

ماذا عن أدب الخيال العلمي؟

اختلفت الآراء حول مفهوم أدب الخيال العلمي، بعضهم وصف القصّة العلمية بأنّها تترجم المكتشفات والاختراعات والتطوّرات التقنية التي ظهرت أو التي يمكن أن تظهر في المستقبل، إلى مشكلات إنسانية ومغامرات درامية، وبعضهم وصف الخيال العلمي بأنّه اصطلاح يطلق على ذلك النوع من الأدب الروائي الذي يعالج بكيفية خيالية مدروسة استجابة الإنسان لكافّة ما يحيطه من تقدّم علمي وتطوّر، سواء في المستقبل القريب أو البعيد. وبعضهم الآخر وصف القصّة العلمية بأنّها ليست مجرّد مغامرات مثيرة تعالج الفضاء وعوالمه القصيّة، أو الوحوش جاحظة العيون أو الأكوان السحرية أو رؤى المستقبل ومفاجأته... فبالإضافة إلى ذلك كلّه، تتمتّع القصّة العلمية بميزة تتعلّق بالأفكار والتساؤلات حول ما يحيط بنا من ألغاز لنعرف شيئاً عن تفسيرها...

ويؤكّد (اندريه موروا) أنّ الرواية العلمية ليست فقط التي تعدّد الإنجازات العلمية والاختراعات دائماً بل تتعرّض أيضاً لموقف الإنسان من الآلة بحكم أنّها نتاج مباشر للعلم الحديث...

اندريه موروا

أدب الخيال العلمي إذن، هو أدب المستقبل، يحلم باللحظة التي ينتصر فيها الإنسان على عوامل ضعفه في الكون المحيط به، يحلم بالانتصار على الشيخوخة والمرض والتعب ويكتشف الأعماق المجهولة في المحيطات ويلتقي مع كائنات العوالم الأخرى، ويهبط على الكواكب البعيدة، ويحذّر الإنسان من الانجراف نحو عدم الاكتراث بسلبيات استخدام العلم لمنفعته الذاتية وما تخلق تلك السلبيات من دمار لحضارته الحديثة، كالتلوّث بكافّة أشكاله والنفايات والاحتراق الصناعي وطبقة الأوزون المخرّبة وتكديس السلاح المدمّر...

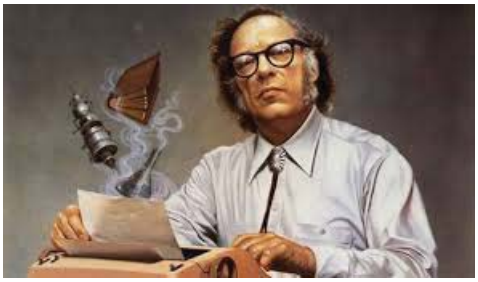
إنّه يحاول أن يفسّر حياةَ الإنسان والألغاز المحيطة به، ويقدّم حلولاً لمشكلاته المستعصية وهو أدب الخيال العلمي الجاد... أمّا نوع الأدب الآخر، الذي يؤكّد على الخرافة دون مضمون علمي حقيقي فينتشر في المجتمعات الاستهلاكية كأدب يسلّي قارئَه في حافلة، في سيارة، في طائرة، ثم يلقي كتابه وينسى كلّ أحداثه غير المنطقية...

إذن، هناك خيال علمي جاد منضبط يستند على فرضيات علمية مدروسة يمكن أن تتحقّق ويحكي عن مصاعب الإنسان وإمكانية خلاصه من مشكلاته... وهناك خيال علمي (فانتازيا) فيه الكثير من الشطط لا يستند على فرضيات مدروسة، وإنّما كتب للإثارة والتسلية...

* * *

يكفي أن أذكر مثالاً على أهمّية الخيال العلمي ما قاله «اسحق عظيموف» وهو يحكي عن أهمّية هذا النوع من الأدب: يقول: من بين (100) قارئ للخيال العلمي، (50) على الأقل يهتمّون بالعلم ويتابعونه، ومن بين هؤلاء الـ (50) نجد (25)

طفـلاً يتابعـون تخصّصهـم العلمـي، (10) من بينهم يتابعـون التخصّص العالي، ومن بين هؤلاء العشـرة ينبغ عالم واحد على الأقـل. إذن من بين كل (100) طفل قارئ للخيال العلمي، سيأتي إلى أمريكا عالم واحد على الأقل، وهذه نسبة كبيرة...



عظيموف

ربّمـا كان العصـر الـذي نعيشـه هـو عصـر التكنولوجيـا، لأنّ التكنولوجيـا تدخل في كلّ شيء ويستخدمها الإنسان في كلّ أعماله، حتى في تدبير المنزل وبنائه وفي الميادين الحياتية المتنوّعة.

ومـع التطوّر العلمـي تحوّلت هـذه التقنية من آلات هادرة صاخبة إلى آلات هادئة يحسّ الإنسان بحركتهـا دون أن تزعجـه الأصـوات التـي كانت تسبّـب لـه الصداع المزمـن. مع ازديـاد الاعتماد على الحواسب الصامتـة التي تبرمج كلّ شيء في الحياة من حولنا.

بذور الخيال العلمي

لا شـكّ أنّ الخيـال العلمـي إذن، هـو الابـن الشرعـي لعصر العلم الذي نعيشه، جذوره الأولى ولدت مع خيال الإنسان الجامح وتصوّراته، ولدت مـع الأساطـير التـي كان ينسجها عـن مخلوقات قادرة على التحوّل والتجسّد، بحيث تحاكي البشر وتختلط بهـم وتشركهم في مغامراتهـا الساحرة، أساطـير مـن حضـارات بـلاد الشـام وبـلاد ما بـين النهريـن ومصر واليونـان والرومـان والهند والصين وغيرها من الحضارات. ما بين مغامرات (الراميانـا والمهابارتـا) في الهنـد إلى مغامرات آلهـة جيـل الأوليمـب الإليـاذة والأوديسـة، إلى رسالة الغفران للمعرّي وآراء أهل المدينة الفاضلة للفارابـي إلى (حي بن يقظـان) لابن طفيل حيث انتشـرت السير الشعبية وحكايـات ألف ليلة وليلة وبـدأ أدب السير يأخذ دوره بين الناس من (سيرة عنـترة) إلى (سـيرة سيف بن ذي يـزن) وحمزة البهلوان والظاهر بيبرس وغيرها...

وربّما كان لوقيانوس السوري السميساطي[1] أوّل من حكي قصّة خيال علمي، عن حرب تقع بين سـكّان الأرض وسكّان القمر ونشرت ضمن سلسلة الخيال العلمـي في وزارة الثقافة في روايته (قصّة حقيقيّـة) وتلاه بعض المؤلّفين العرب في الحضارة العربيـة الإسلاميـة، فحي بن يقظـان لابن طفيل تعـدّ بطريقة أو بأخرى – نوعاً مـن الأدب العملي الرفيـع! وتكـرّرت هـذه التجـارب في الحضـارة العربية الإسلامية...

1 – مـن مدينـة سميساط السوريّة، وهـي تحت السيطرة التركية منذ السلطنة العثمانيّة.

وكتب كبلر (سومونيوم) التي تحدّثت عن رحلة إلى القمر، وحكى «فرنسيس بيكون» عن (اتلانتيك الجديدة) في القرن السابع عشر، وفي القرن الثامن عشر تخيّل (روبرت بالتوك) رحلة إلى أعماق أحد الكهوف يدخل بطلها إلى جوف الأرض حيث تعيش مخلوقات تشبه البشر تطير بأجنحتها الكبيرة، ويتزوّج من امرأة فتنجب له ثمانية أطفال. وكتب النرويجي (نيل كليم) رحلته أيضاً إلى ما تحت الأرض. كما كتب (دانيال فو) روايته (روبنسون كروزوم) التي تأثّر فيها بـ (حي بن يقظان لابن طفيل) وكتب دانتي (الكوميديا الإلهية) التي تأثّر فيها برسالة الغفران للمعرّي.

ولم تتأصّل هذه المحاولات إلّا مع «جول فيرن» الفرنسي الذي يعدّ الرائد الحقيقي لأدب الخيال العلمي، مع (هـ.ج.ويلز) الإنكليزي. كتب «فيرن» روايات كثيرة من بينها (هكتور سيرفاداك) و(رحلة إلى جوف الأرض) و(20 ألف فرسخ تحت الماء) و(خمسة أسابيع في منطاد) و(من الأرض إلى القمر) و(سيد العالم) وغيرها.

كما كتب ويلز (آلة الزمن) وهي أعظم روايات الخيال العلمي وكتب (الغذاء السحري) و(رجال القمر الأوائل) و(غزاة المرّيخ) و(الرجل الخفي) و(اليوتوبيا الجديدة) و(طعام الآلهة) و(حرب العوالم) وغيرها.

بعد هذه الانطلاقة لروايات قصص الخيال العالمي، صنع جورج ميليس عام (1902) أوّل فيلم من الخيال العلمي الصامت. ولم ينتشر الخيال العلمي في المسرح إلّا في وقت متأخّر في ثلاثينات القرن العشرين، وبعض هذه المسرحيات رغم إنّها مكتوبة بلغة المسرح إلّا أنّها مسرحيات ذهنية من الصعب أن تمثّل على المسرح.

ومع ازدياد التطوّر التقني دخل هذا التطوّر إلى المسرح، حيث جعل إمكانية تحويل المسرحيات المعقّدة بمشاهدها وديكوراتها الصعبة إلى

مشاهد حيّة، تدخل فيها السينما والإضاءة والديكورات المجسّمة، بحلول غاية في الإتقان صنعتها الحواسب المتطوّرة. بالطبع جعل هذا التطوّر، المؤلّفين المسرحيين يستفيدون منه في كتابة مسرحيات تحلّق في عوالم مستقبلية، حتى في رسم مركبات فضاء متطوّرة تطير بالروّاد بين النجوم.

رحلة على أرضيّة الخيال العلمي.. أجواء العمل الإبداعي؟

لو تأمّلنا صفحة السماء في ليلة صافية من الغيوم، غير مقمرة، لطالعتنا أعداد هائلة من النجوم المتلألئة المتباينة اللمعان، تزيّن صفحتها، موزّعة بتجمّعات مختلفة في القبّة السماوية، ويبدو درب التبّانة كخطّ متكاثف من النجوم والسحاب الكوني، يقطع السماء من أقصاها إلى أقصاها، فما العدد الذي يمكن أن تصل إليه بشكل تقريبي؟

لنفرض أننا في منطقة سهلية –صحراء مثلاً– ليس فيها من أشجار متسامقة، أو تلال ضخمة فإنّ بإمكاننا عندها أن نعدّ نحو (2500) نجمة... تُرى بالعين المجرّدة، ومعلوم أنّ جوّ الأرض مهما كان نقيّاً صافياً... يحجب 3000 نجم، ولما كنّا نعدّ النجوم في نصف القبّة السماوية، فإنّ النجوم التي يمكن أن تُرى بالعين المجرّدة في السماء كلّها –من الأرض– لا يزيد عن (6000) نجم، ولمّا كانت دائرة السماء كلّها هي (360) درجة فيمكن حساب مساحة السماء الكلّية التي تبدو من على الأرض ككرة تحيط بها، فنرى أنّها (41200) درجة مربعة تقريباً. وبذلك نستطيع أن نقول، بأنّ هناك نجماً واحداً لكلّ (9.6) درجة مربّعة من السماء، كما تُرى بالعين المجرّدة من الأرض.

وماذا لو تأمّلنا السماء بالعين المجرّدة، من على القمر، جارنا القريب الذي لا يبعد عن الأرض أكثر من (400) ألف كيلو متر (أي نحو عشرة أضعاف محيط الأرض في منطقة الاستواء) ما العدد الذي أن نراه من النجوم ونحن فوق القمر؟ ما من شك أنّ عدد النجوم سيزداد كثيراً لأنّ القمر ليس له غلاف جوّي، وستبدو مليئة بالنجوم اللامعة في سماء داكنة ولن نرى تلألؤاً في النجوم لأنّ ظاهرة التلألؤ تظهر لنا على الأرض بسبب اختلاف الكثافة في جوّ الأرض. وتصبح النجوم التي لا ترى من الأرض لقلّة لمعانها، وهي من الدرجة (6.9) مثلاً وتحتاج رؤيتها لنظارة قويّة، ظاهرة في سماء القمر، وحتى الدرجة (6.5) فإنّ بإمكاننا تمييز النجوم من على القمر، لعدد يبلغ نحو (6000) نجم ولأنّه ليس للقمر غلاف جوّي فإنّ عدد النجوم هناك يزيد عمّا يرى من الأرض بنحو الضعف.

قد تبدو هذه الحسابات صعبة لدى القارئ العادي لكنّها حسابات يمكن الوصول إليها بقليل من المعرفة بعلم الحساب. والتأمّل الكوني والرغبة في المعرفة، لا تمنع القارئ من محاولة التعلم واكتساب المزيد من الخبرة في الاطّلاع على علم الفلك.

لو تخيّلنا أننا بوساطة ما، انتقلنا للحياة على كوكب يدور حول نجم يقع في مركز مجرّتنا التي شبّهناها من قبل بالعدسة. في المركز تكون –النجوم متكاثفة– فلو حدّقنا في سماء الكوكب الذي نفترض أننا وصلناه واعتبرنا أنّ له غلافاً جويّاً كما الأرض، فسيصل عدد النجوم التي نراها في القبّة السماوية المحيطة بنا نحو (780) ضعف ما نشاهده هنا من على الأرض، أي نحو (4.68) مليون نجم كأقصى حد، ولو اعتبرنا

نفس الظروف التي يمكن أن تعيقنا في معرفة عدد النجوم على الأرض موجودة هناك في الكوكب المفترض لوصل عدد النجوم التي يمكن عدّها فوق الأفق –أي بنصف القبّة السماوية– نحو مليوني نجم، ستكون السماء بهيجةً منيرة وستزداد كشوفات فلكيينا أضعافاً مضاعفة، وربّما ستزداد أيضاً الأجسام الغريبة التي يمكن أن تهبط فوق كوكبنا، لأنّ الجوَّ مزدحم بالنجوم، وتزداد الاحتمالات بوجود كائنات عاقلة في منطقة تتوفّر فيها الظروف لوجود كواكب مهيّأة لاستقبال بذرة الحياة. وربّما لو كان كوكبنا في مركز المجرّة كما افترضنا لاختلفت الحياة عمّا هي عليه الآن ولأصبح التطوّر العلمي مهيئاً، للكشف عن عوالم قريبة منّا، يمكن رصدها دون صعوبة.

ولو كان لكوكبنا المفترض قمر يتبعه بحجم قمرنا لتمكنّا من عدّ أربع ملايين نجم في السماء على سطحه، وسيكون المنظر عندها فريداً أخّاذاً. ولكنّنا نعيش على الأرض الكوكب الثالث في ترتيب البعد عن الشمس، وتقع المجموعة الشمسية في منطقة من المجرّة غير مزدحمة بالنجوم، وأقرب نجم لنا يقع في مجموعة (الفاقنطورس) يبعد عنّا (4.25) سنة ضوئية أي (25 مليون مليون ميل)، في حين يبعد كوكب بلوتو –أبعد الكواكب عن الشمس– عن الأرض ذاتها نحو (4650) مليون ميل، أي أقل من بعد أقرب نجم إلينا بخمسة آلاف مرّة، وهي مسافات تبدو إلينا صغيرة في علم الفلك، لن تستطيع أن نحلم أن يصل روّادنا الأوائل إلى المرّيخ قبل نهاية هذا القرن، فكيف بالوصول إلى بلوتو – الكوكب البارد المظلم الذي يشكّل حدود المجموعة الشمسية إذا لم يكتشف أي كوكب آخر أبعد منه يدور حول الشمس.

لو افترضنا أنّ السلام سيظلّ يعمُّ الأرضَ وتتطوّر الحضارةُ البشرية وتزداد مكتسباتها العلمية يوماً بعد يوم، عندها لن يكون ذلك اليوم بعيداً الذي سيتمكّن به الإنسان من الهبوط على الكواكب المجاورة في مجموعتنا الشمسية، وحتى النجاح في الوصول إلى أقرب نجم إلينا ولو استغرق الوصول إليه سنوات طويلة، آخذين بعين الاهتمام أنّ المسافة بيننا وبين أي نجم من مجموعة (الفاقنطورس) كما ذكرنا (25) مليون مليون ميل. يستغرق الضوء ليقطع هذه المسافة (4) سنوات وربع السنة! ولا يمكن منطقياً الوصول إلى مثل سرعة الضوء لأي جسم مادّي، ولو فرضنا أنّنا أطلقنا مركبة فضاء في العام (2102) ميلادية أي بعد نحو 77 عاماً بسرعة وصلت إلى (60) ألف ميل في الثانية وهي سرعة هائلة فإنّ هذه المركبة المأهولة ستصل أقرب نجم في نحو (14) سنة إذا انطلقت في خطّ متواصل نحو (الفاقنطورس) ويستغرق زمن عودتها مثل هذا الرقم. أي أنّ الحد الأدنى لرحلة من هذا النوع إلى أقرب نجم إلينا – مع افتراض أنّ كلّ شيء سار على ما يُرام وأنّ كوكبنا يعمّه الرخاء والسلام والتعاون ويتطوّر تقنياً باطّراد حتى يصبح السفر في الفضاء رغم كلّ صعوباته الهائلة أمراً ممكناً.

الحدّ الأدنى إذاً لرحلة من هذا النوع سيكون (30) سنة، ستحدث بلا شك عندها تغيّرات كثيرة على سطح الأرض وستظلّ أجهزة البثّ والاستقبال في استنفار كامل لتتبّع رحلة من هذا النوع على مدار (30) عاماً... ولن يكون الزمن الذي سيمرّ على روّاد المركبة كبيراً بالقياس بالزمن الذي مرّ على الأرض لأنّ سرعة المركبة تقارب (ثلث) سرعة الضوء.

مُناخ الرحلة والطيران على أجنحة الخيال العلمي

لنحلّق بخيالنا مع تلك الرحلة ولنفترض أنّ المركبة تمكّنت من الاقتراب من نجم يدور حوله كواكب ستبدأ بدراسة أحد هذه الكواكب وإمكانية الاقتراب منه، وهذا سيستغرق زمناً، ولنفترض أنّ العقول الإلكترونية المتطوّرة تساعد الروّاد مساعدة فعّالة في عملهم وليكن عددهم مثلاً ستة روّاد يتوزّعون بالتناوب على ورديتين، حيث ينام اثنان منهما باستمرار لفترة شهر في مرحلة السبات للتخفيف من استهلاك الطاقة ستهبط محطّة صغيرة. على متنها (رائدان) من الروّاد لتحطّ على سطحه وسط إشراف من المركبة الأم. ولا تتدخّل المحطّة الأرضية من هذا البعد بالعملية للفاصل الزمني الكبير بينها وبين السفينة فحتى يصل للمحطّة الأرضية بثّ من المركبة يلزم أن يستغرق ذلك زمناً قدره (4.25) سنة أي أنّ ما يصلها في لحظة ما يكون قد مضى على بثّه (4.25) سنة لذلك فالاتصالات بينها وبين المركبة غير مجدية عملياً.

لنفترض أنّ المركبة الصغيرة استقرّت فوق قشرة الكوكب الصلبة، تبدأ الأجهزة والعقول الإلكترونية المتفوّقة بدراسة الجو عن كثب. فقد يكون جوّ الكوكب غريباً عدوانياً ببراكينه وزلازله أو حتى بغلافه إذا كان له غلاف جوّي، ولنفترض أنّه من الكواكب الشبيهة بالأرض التي يزيد عددها عن مليون كوكب في مجرّتنا. ماذا يمكن أن يرى الروّاد؟.

لنتخيّل أنّ أحد الرائدين هبط من المركبة، وتحسّس بقدميه أرض الكوكب الصلبة. يمشي بهدوء يتفحّص ما حوله كما لو كان يمشي على كوكب الأرض نفسه. فقد يرى جبالاً وخمائل وأنهاراً وسحباً بيضاء أو ركامية، قد ينفلت فوقه طير يزقزق أو يخطو أمامه حيوان لبوني... وقد... وقد...

إذا كان الكوكب قد مرّ بالمرحلة نفسها التي مرّ بها كوكبنا ووصل إلى زمننا نفسه سنجد أحياءً انقرضت من الأرض كالماموث والديناصور، والثدييات الطائرة... والأشجار متطاولة الأوراق والنباتات البدائية.

وربّما سيجد الروّاد عندها تفسيراً لكلّ تاريخ الأرض الجيولوجي والبيولوجي! ولو كان الكوكب متقدّماً بزمنه عنّا قد يجد الروّاد حضارة متطوّرة عن حضارتنا ومحطّات فضائية وعقولاً إلكترونية كأنّهم يرون أرضنا بعد آلاف السنين إذا سارت عبر طريق المحبّة والسلام. ولكن قد نسأل هنا ما دامت هناك حضارة متطوّرة عن حضارتنا لمَ لم يبادروا لزيارتنا والتعرّف علينا ما دامت تقنيتهم متفوّقة مثل هذا التفوّق؟ نقول ونحن نجيب عن هذا التساؤل:

وماذا عن الأطباق الطائرة؟ والمركبات الغريبة المتطوّرة التي تشاهد من الأرض واحتارت العقول في مصدرها وصيّغت القصص والحكايات عنها؟ أليس من الممكن أن تكون إحدى المركبات الغريبة قادمة من كوكب مثل هذا الكوكب المفترض؟ وما المانع في ذلك؟

بالتأكيد عندما تكون المركبة مخيّرة في الهبوط على كواكب تقترب منها قد يختار الروّاد كوكباً يمكن أن يكون له غلاف جوّي وقد يكون هذا الغلاف غير مشابه لغلافنا الجوّي! فسيظلّ الروّاد عندها في بدلاتهم الفضائية المحصّنة يتجوّلون على الكوكب ببطء إذا كان الكوكب ضخماً أو بقفزات سريعة إذا كانَ الكوكب صغيراً وفق الجاذبية التي ترتبط بحجم الكوكب، من حيث الضخامة أو الضآلة. من ذلك البعد (4.25) سنة ضوئية تبدو شمسنا خابية الضوء، لا تظهر بلمعانها مثل غيرها من النجوم الضخمة، وستكون رحلة الذهاب ورحلة العودة حافلتين بالمخاطر.

قد يصادف الروّاد محطّات مجهولة لكائنات عاقلة في الفضاء السحيق تقابلهم وتحاول السيطرة على سفينتهم والتعرّف عليهم، أو تقنع بمراقبتهم عن كثب. أو قد يصادف الروّاد أجساماً فضائية تهدّد بالاصطدام بمحطّتهم الضخمة أو يتوهون في الفضاء نتيجة خطأ أحد العقول الإلكترونية أو حتى تصيبهم أزمات نفسية خانقة لأسباب مجهولة قد يكون من الصعب السيطرة عليها.

أو يمكن أيضاً أن يصابوا بأمراض مجهولة قد تقضي عليهم. ولكن العقل البشري المتطوّر الواعي لظروف تواجده في الكون، قد ينجح في التغلّب على العديد من المشكلات التي يمكن أن يصادفها الروّاد في الفضاء، فحتى لو حدثت مثل تلك الرحلة إلى أقرب نجم إلينا في المستقبل القادم بعد قرن، كما تخيّلنا، فإنّ رحلات استكشافية كثيرة ستسبقها للتعرّف على الكواكب المحيطة بالنجم ودراستها والدوران حولها، قبل أن تقلع سفينة محمّلة بالبشر ومزوّدة بدراسات معدّة سلفاً عن الطريق الذي ستسلكه السفينة تختصر لها الكثير من المتاعب والمصاعب.

لو استمرّ الإنسان في إغناء مسيرة حضارته بعيداً عن الحروب والأحقاد... فإنّ رحلات

استكشافيــة إلى العــوالم المجهولــة في الفضــاء، ستظلّ تنشّط ذاكرته بالأحلام والخيالات للتعرّف علــى الكون وكشف أســراره وإقامة علاقة صداقة مع كائناته العاقلة.

أخطار الفضاء بين لغة العلم والخيال؟

إنّ (جيمــس ايروين) هو أحد روّاد أبوللو 15، السفينــة الفضائيــة الأمريكية التي حملــت روّاداً هبطــوا على القمــر عــام 1971، وكان (ايروين) مــن جملة الــروّاد الذين ســاروا علــى القمر وقد اهتــمّ بعــد عودته للأرضــ بالترحــال، وسيطرت عليــه حــالات اكتئــاب وخوف مــن قــوى مجهولة تطــارده. في سنــة 1985 توقّــف (ايرويــن) في تركيا في رحــلات استكشافية لأكثر من مرّة لجبل آرارات، في محاولــة للبحــث عن آثــار سفينة نوح التــي قيل إنّها استقرّت علــى الأرض بعد الطوفان في تلــك المنطقة الجبلية. وأبلــغ (جيمس ايروين) رئيــس بعثــه الاستكشافيــة (ماروين ستيفنز)، أنّــه عثر على بقايا سفينة نــوح وطلب ستيفنز من المركز الأمريكي للمعلومات في أنقرة، عقد مؤتمر صحفي لشرح ما توصّلت إليه بعثته من اكتشافات فــوق ذلك الجبــل البركاني القــديم، الذي يقع في أقصــى الطــرف الشرقي من تركيــا، ويرتفع نحو 5165 متراً فوق سطح البحر.

ايروين

وأكّــد (ايروين) في المؤتمــر الصحفي أنّ البقايا التي عثرت عليها البعثة هي بقايا سفينة نوح. عوارض خشبيــة ضخمة متصلّبة، وبقايا أطعمة حفظت تحت الأرض وتصلّبت وخرداوات وقضبان حديدية.

وظلّ (ايروين) وبعثته لأشهر طويلة في المنطقة، يبحث عن المزيد مــن الآثار في تلك المنطقة، حيث يخــرج لساعــات ينقّب لوحده شــارداً مكتئباً. وقد كان ضحــوكاً باسم الوجــه، عــرف بالنكتة وخفّة الدم، فما الذي حوّله في السنوات التي تلت هبوطه على القمر، إلى رجل مكتئب شارد الذهن؟ هل هو الذهول الــذي أثّر عليه وقد رأى الفضاء من حوله علــى القمر أو خلال رحلاته خــارج الأرض مرعباً مدهشــاً بلمعــان نجومــه وبريقها الخافــت أم أنّ شيئاً آخر قد حدث له؟

وقد حدث لبعض روّاد الفضاء، الذين هبطوا علــى القمــر بالتحديــد، أن أصيبوا بكآبــة نفسية رافقتهــم طويــلاً قبــل أن ينجــح الطــب النفســي في علاجهــم. ومنهــم مــن أقدَمَ علــى الانتحار في محاولات عدّة لم تنجح.

كلّ ذلك دعا العلمــاء إلى وضع دراسات جادّة حــول الأثر النفسي علــى روّاد الفضاء، في محاولة لإيجــاد علاج لظواهــر تحدث لهــم، أو قد تحدث لروّاد الفضاء عموماً في المستقبل.

* * *

الخيــال العلمــي يرســم إستراتيجيّــة المستقبل البشــري ويكفــي أن نقــول في نهايــة هــذا الحديث المختصر في بحر الخيالات المجنّحة، إنّ من يرسمون سياسة العالم للسنوات القادمة يعتمدون بشكل كبير علــى كتّاب الخيال العلمي. فهــم يتألّقون في قراءات أحــداث المستقبــل باعتمادهم الشديــد على المنطق العلمي وإرهاصاته المطلّة على الزمن الآتي.

يوتوبيا[1] أو مناهضة التحرير[2]: أسوأ العوالِم في رواية أحمد خالد توفيق[3]

الكاتبة: دلفين باجيس القَرْوي[4] (*Delphine Pagès-El Karoui*)

ترجمة: أ.د.سام عبد الكريم عمار*

1. المعنى الحرفي لكلمة يوتوبيا (utopie) هو: «ليس في أيّ مكان»، أما ترجمتها إلى اللغة العربية فهي: (**المدينة الفاضلة**). ويرجع أصل التسمية إلى كتاب كان قد ألّفه الفيلسوف والمفكّر والسياسي البريطاني توماس مور (1478–1535) وأعطاه هذا الاسم. والكتاب هو **قصة خيالية وفلسفية وسياسية** نُشرت باللغة اللاتينية عام 1516. وتروي هذه القصة التقاليدَ السياسية والأعراف الدينية والاجتماعية لجزيرة معزولة عن العالَم، وغير معروفة، وفي هذه القصة الخيالية قدم توماس مور **صورةً مثالية للحياة الفاضلة التي يَنشُدُها**. المترجم.

2. العنوان الأصلي للرواية بحسب الترجمة الفرنسية لها هو: **Utopia ou l'anti-Tahrir: le pire des mondes dans le roman de Ahmad Khaled Towfik**. أما المقال الذي يتناولها بالتحليل والنقد، والذي ننشر ترجمته هنا فقد نُشِرَ في موقع: **المجلات المفتوحة الإصدار** (**OpenEdition Journals**)، **العدد** 25/2013. أما الروايةَ فقد ترجمها إلى اللغة الفرنسية ريشار جاكوموند (Richard Jacquemond) ونَشَرَتْها دارُ الظلال السوداء (Ombres noires) في عام 2013، وأما عنوان الرواية باللغة العربية فهو «**يوتوبيا**». وقد صدرت هذه الرواية في مصر في عام 2008، المترجم.

3 **أحمد خالد توفيق** (1962-2018) : هو أستاذ جامعي، وطبيب، وكاتب، ومؤلف، ومترجم مصري. كان يُعَدُّ الكاتبَ العربيَّ الأول في مجال إنتاج أدب الرعب (horreur) ، وأحدَ أكثر الكتّاب شهرة في مجال أدب الشباب، والفنتازيا، والخيال العلمي. وقد لُقب بـ"العراب". المترجم.

4. هي محاضِرة في تخصص الجغرافيا في المعهد الوطني للغات والحضارات الشرقية (INALCO) في باريس، وهي تعمل على دراسة الهِجرات المصرية (الشبكات العابرة للحدود الوطنية، والشتات، والخيالات المهاجرة) والمواطنة العالمية (cos-mopolitisme) في مدن الخليج. كما أنها تعمل منذ عام 2017، مديرة مشروع في المديرية العامة للبحث والابتكار في وزارة التعليم العالي والبحث والابتكار. المترجم.

* **كلية التربية بجامعة دمشق.**

إنّ الاقتباسات من الرواية في هذه المقالة مستمدة بشكل أساسي من الترجمة الفرنسية التي نُشرت في عام 2013، على الرغم من وجود ترجمة أخرى إنجليزية للرواية أيضًا.

1. مقدمة

إذا كان هناك حيّز يرمز بامتياز إلى التغيرات الاجتماعية والاقتصادية التي حفزتها العولمة في مصر، فهو بلا شك المجمّع السكني المُسوَّر. فمنذ منتصف تسعينيات القرن الماضي، ولّد انتشار المجمعات السكنية المسوَّرَة الواسعُ في أطراف القاهرة، على أراض عامة بيعت بأسعار زهيدة لمطوِّرين من القطّاع الخاص، أعمالاً علميةً وفيرة تُظهر كيف أدى المنطق الليبرالي الجديد إلى خصخصة المدينة، وإلى التفتيت الحَضَري (بوهالي، 2008؛ دينيس، 2006؛ فلورين، 2012). ويَستخدم الكاتب المصري أحمد خالد توفيق هذه المساحة بوصفها وسيلة لإدانة تفاقم التفاوتات الاجتماعية، واختفاء الطبقات الوسطى، في رواية مستقبلية نُشرت قبل الحركة الثورية التي وقعت عام 2008. وتستمد رواية «**يوتوبيا**[5]» عنوانها من مجمّع سكني مُسوّر على ساحل البحر الأبيض المتوسط، يعيش فيه المصريون الأثرياء ذوو التوجه الغربي مختبئين، في حين تقبع بقية السكان البائسين في منطقة تحولت إلى حي فقير ضخم. أما أحداث القصة التي تجري في عام 2023، فتدور حول زوجين شابين من **يوتوبيا (التجمع السكني المسوَّر)** قرّرا غزو هذه الأحياء الفقيرة، من أجل كسر الملل، وعمدا إلى قتل شاب فقير واستعادة أحد أطرافه معهما بوصفه غنيمة.

أما كاتب الرواية أحمد خالد توفيق فقد وُلِدَ في عام 1962، ولا يزال يُدرّس الطب في جامعة طنطا (توفي الكاتب عام 2018 كما ذكرنا في الهامش 3، أي بعد كتابة هذا المقال)، وكان يُعرف سابقًا بأنه مؤلِّفُ أدبٍ للمراهقين، وبوجه خاص أدب الرعب والخيال العلمي[6]. ومع روايته «**يوتوبيا**»، التي أصبحت من أكثر الكتب مبيعًا في مصر، اكتسب مكانةَ روائيٍّ معترَف به (جاكيموند، 2013)[7].

إن رواية «**يوتوبيا**» واحدة من الروايات الرائدة في مجال أدبي جديد في مصر، كان قد شهد منذ نشر رواية «**عمارة يعقوبيان**» لعلاء الأسواني عام 2002، ظهورَ عدد من الكتب الأكثر مبيعًا، والتي تستهدف القراء الشباب المتعلمين في المناطق الحضرية، الذين غالبًا ما يكونون من الإناث. كما أن هذه الرواية علامة على عَوْلَمَة هذا الأدب، فقد نُشرت باللغة الإنجليزية عام 2011 من قبل مؤسسة بلومزبوري قطر للنشر (Bloomsbury Qatar Publishing Foundation)، وهي مشروع مشترك بريطاني قطري أُنشئ في عام 2008، وهو يسعى إلى النهوض بالأدب العربي إلى مكانة عالَمية جديدة (جاكيموند، 2013).

دلفين باجيس القَرّوي

وبالمقارنة مع مؤلفين ناجحين آخرين من جيله، مثل علاء الأسواني أو خالد الخميسي، مؤلف **روايتي تاكسي وسفينة نوح**، اللذين انتقدا أيضًا المجتمع المصري بشكل كبير، يستخدم أحمد خالد توفيق أسلوبًا أدبيًّا غير شائع في الأدب المصري، وهو **المدينة الفاسدة** (dystopie)[8]. وعلى عكس **المدينة الفاضلة** (utopie) التي تجسّد، منذ عمل توماس مور الذي يحمل هذا الاسم، مجتمعًا مثاليًّا خياليًّا، تمثل الديستوبيا أسوأ العوالم الممكنة. إن أحمد خالد توفيق، وهو يقول بوضوح في إخلاء لمسؤوليته في النص[9]، يسعى إلى تنبيه المصريين إلى حالة مجتمعهم، وإلى المستقبل المظلم الذي قد ينتج عنه. وقد اعتُبرت الثورةُ الأخيرة التي تُختَتَمُ بها الروايةُ، بأثر رجعي، بمنزلة نذير للعملية الثورية. فهل يمكن اعتبار **اليوتوبيا** رواية ذات رؤية؟

2. العالَمان

تبدأ الرواية بمشهد يُقتل فيه بائسٌ فقير حاول دخول **يوتوبيا** بطريقة غير شرعية بالرصاص من طائرة هليكوبتر. وهكذا يصف توفيق عالَمين منفصلَين تمامًا. فمن ناحية، هناك **يوتوبيا**، محاطة بالبوابات والأسلاك الشائكة، ويحميها مشاة البحرية الأمريكية المتقاعدون الذين يقومون بجولات مراقبة، ويمنعون أي شخص لا يملك تصريحًا من الدخول. ومن ناحية أخرى، في الداخل، تنقسم المدينة الفخمة بين حيٍّ الحدائق الذي توجد فيه المدارس وأماكن الصلاة (المساجد والكنائس والمعابد اليهودية)، وحيٍّ المخازن الكبرى، ذي مراكز التسوق العملاقة والفيلات. إن **يوتوبيا** المتصلة بالعالَم، تمتلك مطارًا داخليًا لكي يتمكن سكانها من تجنب الاضطرار إلى عبور المنطقة الفقيرة والمخاطرة بالتعرض للشنق[10] على طول الطريق. وللمجتمع صحفه وقوانينه ومحاكمه الخاصة، ويحكمه مجلس من الحكماء، برئاسة من هم في أعلى السلم الاجتماعي، وهم رجال الأعمال. يبدو أن الانقسام الوحيد الذي لا يزال قائمًا داخل يوتوبيا هو بين الأجيال: شباب يوتوبيا المدللين الكسالى والمنحرفين، الذين يتعاطَوْن الجنس والمخدرات علنًا وبإفراط، في حين لا يزال آباؤهم ينافحون لإخفاء رذائلهم خلف ستار الاحترام والدين. وفي حين أن الشباب لم يعودوا يؤمنون بأي شيء، يتمسك «كبار السن» بالدين خوفًا من «أن يفقدوا ما يميزهم، أو أن يجدوا أنفسهم في الخارج» (ص22).

إن العالَم الآخر هو عالَمٌ مغايرٌ تمامًا، فمن لا يعيشون في **يوتوبيا** يُطلق عليهم اسمُ «الآخَرين». أما وصف مدينة الفقراء فكارثيٌّ: لقد تحولت المدينة إلى حيّ عشوائيّ ضخم، ولم تعد فيه أيّة خدمات عامة. لقد توقفت شبكات الكهرباء والصرف الصحي عن العمل، وهُجِرَ المترو، واختفت دور السينما، ومُحِيَت الكلمة نفسها من ذاكرة الناس. أصبح السكان في حالةٍ أشبه

بحالـة الحيوان، يصارع بعضهـم بعضًا للحصول على الطعـام ولتجنب المرض، أو يسعون للهروب مـن حالتهـم البائسة عـبر الكحـول أو المخدرات أو الدِّيـن. إن إحدى الفرص القليلـة لإيجاد عمل هي في **يوتوبيا**، التي يقومـون فيها بأصعب المهام ويُتَسامَـحُ معهم نهارًا، ولكنّ عليهـم المغادرة ليلًا علـى متن حافلـة تقلّهـم إلى منازلهـم. وفي حين كان الكبـت الجنسي في السنـوات العشر (نشرت الرواية عـام 2013) التي كتب فيها توفيق روايته شديدًا، ومرتبطًا بتأخُّر سن الزواج، ونقص المال، وتحريم العلاقـات الجنسية خارج إطـار الزواج، أصبـح الجنـس في عـام 2023 في أمـرًا شائعًـا جدًّا. ومن التغيـيرات الأخرى مقارنةً بمصر عام 2008، تلاشـي الانقسامـات الدينيـة: فالفقـر المشـترك، على نحـو متناقض، خلق **مساواة** بين الأديان. أما وضع المـرأة، فلم يتحسن، إذ لا تزال تحـت رحمة الرجـل، وهي تُجبر علـى اللجوء إلى السرقة أو الدعارة.[11]

وهذان العالَمان، علـى الرغم من انفصالهما، متشابهان، يجمع بينهما قاسم مشترك واحد: هو العنف الذي هو رمـزٌ لتجريدهما من إنسانيتهما. ولكن متى حدث هذا التحول العميق في مصر؟

3. العقـد الـذي اختفـت فيـه الطبقـة الوسطى

يجيـب جابـر، الشـاب الـذي يساعـد أبطال الرواية على العودة إلى ديارهم في **رواية يوتوبيا**، عن هذا السؤال؛ فيصف اختفاء الطبقة الوسطى على مدار العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، بسبـب مستويات الفقر والبطالـة المرتفعة للغاية: لقد سادت الطبقة العليا على «ما تبقى من الطبقة الوسطى وانقسم المجتمع إلى قسمين. [...] كانت هناك مؤشرات مخيفـة، وكان ينبغي على الجميع أن يتوقّعوهـا" (ص128). وجـاءت نقطة التحول مـع الانهيار المتتـالي لركائز الاقتصـاد المصري، وهي: السياحة، التي تباطأت وأصبحت غير كافية للحفاظ على استمـرار الاقتصاد؛ وحفر إسرائيل لقنـاة، أدت إلى تقصير قنـاة السويس؛ وتجفيف التحويـلات المالية من المهاجرين الذين عادوا من الخليج بعد أن أصبح النفط عديم الفائدة، بسبب اختراع كيميائي أمريكي لمنتج يسمّى البيرول Py-rol في عـام 2010[12]. إن اكتشـاف هـذا البديل للبـترول، الـذي خفـض سعر النفـط إلى ما يزيد قليلاً عن سعر الماء، أدى إلى تسريع تدهور مصر. ومن أجل ضمان إمـدادات البيرول، باعت النُّخَبَ ماضيَهـا، ورهنت جميع الآثار الفرعونية في مصر للأمريكيـين مقابل عقد يضمن إمـدادًا من مادة البـيرول لمـدة 50 عامًا لكي يُستخـدم حصريًّا في **يوتوبيا** وغيرها مـن المجتمعات المسـوَّرة. وكانت إحـدى عواقب هـذا الاكتشـاف طـرد المهاجرين المصريين من دول الخليج. فـ«لم يستطع الاقتصاد تحمل هذا العبء الإضـافي، وغسلت الدولة يديها من المسؤولية كلها. فأوقفت جميع أشكال المساعدة الاجتماعيـة، وخصخصـت كلّ شـيء. ولم تعـد هنـاك حكومة لرعايتنا. وفي يوم من الأيام توقفت ببساطـة عـن دفـع الرواتـب وتشغيـل خدماتها. واختفت الشرطة. وفي غضـون ذلك، استمر أبناء طبقـة آبائكـم في الازديـاد ثراءً» (صـ99). وقد أدى اختفاء الطبقـة الوسطى والدولة إلى الفصل المـكاني، وإلى انحـدار السـكان إلى عنـفٍ أشبـه بالعنف الحيواني.

لقـد بُنيـت **يوتوبيـا** في سيـاق إطـار إقليمـي لشـرقٍ أوسطَ جديدٍ، استنـادًا إلى «أموال الخليج

(قبل أن تذوب) وإلى الخبرة الإسرائيلية، وإلى العمالة المصرية الرخيصة» (ص99). أما بالنسبة إلى شعب **يوتوبيا**، فإن إسرائيل ليست عدوًا له؛ إن الفقراء فقط ما زالوا ينظرون إليها بهذه الطريقة. ويدّعي الراوي أن لديه العديد من الأصدقاء الإسرائيليين ويذكر وجود معابد يهودية في **يوتوبيا**. وفي عام 2023، جرى إغلاق المجمع الذي يعتمد على الغرب في واردات مختلفة، إنه لا يعتمد فقط على استيراد البيرول، بل إنه يستورد أيضًا الفلوجيستين، وهو دواء مستورد من الدنمارك يعشقه جميع المصريين، أغنياء كانوا أم فقراء، بالإضافة إلى دواء ليبيدافرو، وهو نوع من الفياجرا الجديدة تُستورَد من فرنسا. إن سكان **يوتوبيا** يعتمدون على الولايات المتحدة في ضمان حمايتهم، ومن أجل ذلك يدفع سكان **يوتوبيا** الأثرياء لمشاة البحرية الأمريكية المتقاعدين، الذين يمكنهم الاعتماد على ولائهم

ويُعَدُّ تفكك الهوية الوطنية موضوعًا متكررًا في الرواية: فخلال «مدة ستة عشر عامًا لم تكن لديك هوية أخرى سوى هوية مواطن **يوتوبيا**. أنت مقيم يوتوبي، فحياة الترف والملل ذوّبت جميع الانتماءات. وينتهي بك الأمر إلى أن تكون غيرَ قادر على التمييز بين الأمريكي والمصري والإسرائيلي. إنك لا تعود قادرًا على تمييز نفسك عن الآخرين» (ص 14). ويصاحب هذا المحوَ للانتماء إلى الوطن فقدانُ الذاكرة. فلم يعد الراوي الشاب، على الرغم من تعليمه، يتذكر حرب 1973[13]، وهو يخلط بين حربي فيتنام والعراق. كل شيء في **يوتوبيا** يشير إلى التأثير الرأسمالي الغربي، ولا سيما تأثير السينما الأمريكية. لقد «كان الملصق الإعلاني القديم الشهير لفيلم: الفصيلة»[14] (ص11) هو السطرَ الافتتاحي في الرواية: إن الراوي الشاب يدون ملاحظته وهو يشهد مقتل متسلل حاول دخول المدينة المسورة. إن الكتاب مليء بالإشارات إلى التاريخ الأمريكي. ومع ذلك، يُنمّي الراوي شعورًا حادًا بالانتماء إلى **يوتوبيا**، كما ينتمي الحيوان إلى أرضه: «أنا شخص لا ينتمي إلى مكان أو فرد أو مبدأ. وعلى الرغم من كل شيء، هو الوطن» (ص157). وفي النهاية، وفي حين تشتعل الثورة ويعلن المارينز عن الحاجة إلى الإخلاء، يقول الراوي ساخطًا: «نغادر؟ نهاجر؟ أبدًا. هذه أرضي، هذا عالَمي. أنا وُلدتُ هنا. ربما يكون والدي قد سَلَب هذه الحقوق، ولكنها ملكي بالولادة، ولن أتنازل عنها من أجل حفنة من أمثال جابر ومن المتسولين ونساء الشوارع» (ص181).

4. الفريسة والمفترس

تتألف الرواية من خمسة فصول، تتناوب بين صوتين بعنوان المفترس والفريسة. فالمفترس، الذي لم يكشف المؤلف عن اسمه[15]، هو فتىً أناني ومنحط يبلغ من العمر ستة عشر عامًا، وهو ابن صناعي كبير، يشعر بالملل حتى الموت، ويقرر أنه يريد تجربة شيء قوي بقتل أحد فقراء **يوتوبيا**،

فيأخذ معه صديقته، جيرمينال، ولكن سرعان ما يجري اكتشافهما. وبينما كانا على وشك القتل، بعد أن حصل التعرف إليهما باعتبارهما من سكان **يوتوبيا**، أخذهما جابر تحت جناحه وتمكن من إقناع الحشد بأنهما مجرد لصَّين. ثم يقرر جابر اصطحابهما إلى منزليهما. إن الراوي البغيض لا يعرف أي خلاص من صلته بالبؤس؛ لأنه يغتصب صفية، أخت جابر، ثم يقتل جابر بمجرد أن أعادهما إلى المنزل، ويقطع إحدى ذراعيه، ويحنطها. إنه سيكون الآن قادرًا على التباهي بإكمال الطقوس الخاصة به، فيقول: «أنا الآن رجل. لقد ذهبتُ إلى الجانب الآخر، وأحضرتُ ذراعًا» (ص171). وعلى النقيض من ذلك، يظهر الراوي الآخر، جابر، باعتباره نبي الانحدار المصري. فمع أنه يعلم أن حمايته للقاتلَيْن ستؤدي إلى موته، اختار ألا يقتل هذين الشخصين من **يوتوبيا**، على الرغم كراهيته لهما، لأن رفضه استخدام العنف هو الشيء الوحيد الذي يربطه بإنسانيته. وسيكون موته واغتصاب أخته صفية الشرارةَ التي تُشعل نيران الثورة[16].

5. هل رواية يوتوبيا هي رواية رؤيوية؟[17]

ذُكِرَت الثورة عدة مرات في الكتاب، من خلال إشارات إلى الثورة الإيرانية التي حدثت في عام 1979 والثورة الفرنسية التي حدثت في عام 1789، مع تكرار مشهد اقتحام سجن الباستيل. ولكنّ المؤلف يعطي الانطباع بأن هذا الأمر بعيد عن الحدوث، إما لأنه موضع سخرية[18]، وإما لأنه نُحِّيَ إلى أفق بعيد. فعندما يسأل الشاب من يوتوبيا جابرًا عن سبب عدم ثورته، يُجيب هذا الأخير بأن أجهزة الأمن أصبحت قوية إلى درجة أن أي شخص يُريد إثارة الشغب تُثبَّط عزيمته بسرع كبيرة.

إن رواية توفيق، التي يُختتم بثورة الآخرين وهم يهاجمون **يوتوبيا**، هي نقد اجتماعي أكثر منها نقدًا سياسيًّا بحتًا. والمنتقدون هنا هم النخب المغَرَّبَة (occidentalisées)، التي دفعتها أنانيتها إلى بيع بلادها، وترْك غالبية السكان تغرق في الفقر. والواقع أننا، عندما تُتصوّر الثورة، نراها تُنفَّذُ من منظور اجتماعي. يقول الكاتب: إن «الثورات تبدأ دائمًا بذبح الأغنياء» (ص99)؛ ويقول أيضًا: «إذا قامت الثورة، فسنبدأ بالتهام كلابهم السمينة المدللة» (ص76).

إن هناك عددًا من نقاط الاختلاف بين السيناريو الذي تخيله توفيق وثورة 25 يناير/ كانون الثاني التي حدثت في مصر عام 2011. لقد كان الفقر والبطالة والتفاوت الاجتماعي بالتأكيد من بين الأسباب الرئيسة لسخط السكان، ولكن الاحتجاج اتخذ نبرة سياسية بارزة، ركزت على خَلْع الرئيس حسني مبارك وسقوط النظام. ولم تختفِ الطبقة الوسطى، بل على العكس أشعلت الاحتجاجات. لقد اعتبر الشباب، الذين وصفَتْهم وسائل الإعلام الغربية بأنهم «**مُغرَّبون**»[19]، لأنهم استخدموا الإنترنت بوصفها أداةً للاحتجاج، كانوا ينظرون إلى أنفسهم على أنهم، قبل كل شيء، مصريين بشدة، وأنهم في الوقت نفسه راسخين بعمق في الحداثة. فخلال الأيام الثمانية عشر التي سبقت رحيل الرئيس حسني مبارك، طغى ميدان التحرير على النموذج المضاد الذي هو **يوتوبيا**: فمن خلال استيلاء المصريين على مساحة عامة مركزية ورمزية، بعيدًا عن المدن السكنية الجديدة ومجمعاتها المسوَّرة، تحدَّوا الاستبداد،

واحتفلوا بالوحدة المكتشفة للأمة. لقد تحولت ساحة التحرير، المُنظّمةُ مثلُ مدينة مُصغّرة، إلى مختبر لمجتمع جديد خالٍ من الفوارق الاجتماعية والسياسية والدينية والأجيالية والجنسية (باغيس-القَرّوي، 2014). إلا أن الانقلاب العسكري الذي وقع في يوليو/تموز عام 2013، الذي حَظِيَ بدعم واسع من الشعب، أعقبته مذبحةٌ طالت العديد منَ المعارِضين الذين استنكروا عزل الرئيس الإسلامي المُنتخب ديمقراطيًا. وقد أجّج عنفُ هذا القمع الانقسامات العميقة في المجتمع المصري، التي غطّت عليها لحظةُ الإجماع في التحرير (باغيس-القروي، 2012). وأخذ يلوح شبحُ **يوتوبيا** المُهدِّد في الأفق الثوري.

المراجع:

- Des DOI (Digital Object Identifier) sont automatiquement ajoutés aux références par Bilbo, l›outil d'annotation bibliographique d'OpenEdition.

- Les utilisateurs des institutions abonnées à l'un des programmes freemium d'OpenEdition peuvent télécharger les références bibliographiques pour lesquelles Bilbo a trouvé un DOI.

- Bouhali A., 2008. Les compounds cairotes ou la fabrique d'un nouveau mode d'habiter. Des communautés fermées à la ville privatisée ? Mémoire de Master 1, sous la dir. d'O. Pliez, Lyon, ENS-LSH.

- Denis E., 2006. Cairo as Neo-Liberal Capital ? From Walled City to Gated communities. In Singerman D., Cairo Cosmopolitan. Poltics, culture and urban space in the new globalized Middle East, Le Caire, The American Univeristy in Cairo Press, p. 47-72.

- Florin B., 2012. Les quartiers fermés du Grand Caire. Dimensions urbanistiques et idéologiques d'une forme de ville : nouvelle urbanité ou césure urbaine ? L'Espace Politique [En ligne], 17 | 2012-2, Consulté le 02 septembre 2013. URL : http://espacepolitique.revues.org/2393 DOI : 10.4000/espacepolitique.2393

- Jacquemond R., 2013. The Yacoubian Building and its sisters : reflections on readership and written culture in modern Egypt. In Soliman M., El Hamamsy W., Popular Culture in the Middle East and North Africa: A Postcolonial Outlook, New York, Routledge, p. 223-236.

- Pagès-El Karoui D., 2014 (à paraître). 2011, l'odyssée de l'espace public égyptien. In Oualdi M., Pagès-El Karoui D., Verdeil C., Les ondes de choc des révolutions arabes, Beyrouth, IFPO.

- Pagès-El Karoui D., 2012. Géographie du changement social en Égypte, EchoGéo [En ligne], 21 | 2012, URL : http://echogeo.revues.org/13204

- Towfiq, A. K., 2013. Utopia, traduit de l'arabe (Égypte) par Richard Jacquemond, Paris, Ombres noires, 182 p.

الهوامش:

5 . **يوتوبيا** (Utopie) هو العنوان العربي للرواية. إن استخدام الكلمات الإنجليزية في عنوان الرواية المصرية أمر نادر، ولكنه آخذ في التزايد (انظر رواية أحمد مراد البوليسية، **الدُّوَار** (Vertigo)، التي نُشرت في عام 2007). وبالنسبة للقارئ العربي، يستحضر هذا الأسلوب في التعبير **فكرة تغريب النخب** (occidentalisation des élites) (جاكيموند، 2013)، سواء أكان ذلك في لغتهم اليومية المليئة بالكلمات الإنجليزية، أم في أسلوب حياتهم.

6 . هناك ثلاثة أنواع من الخيال الروائي، هي: **الفنتازيا، والخيال العلمي، والرعب**، ولكل منها خصائصه المميزة على الرغم من بعض التداخل بينها. لنأخذ **الفنتازيا** أولًا. إنها نوع أدبي ليس له أساس علمي أو تخميني. وهو يشتمل على عناصر خارقة للطبيعة وسحرية غير قابلة للتصديق، مثال ذلك: السَّحَرَةُ في سلسلة هاري بوتر للكاتبة جيه كيه رولينغ، أو التنانين والعمالقة والمشاة البيض في سلسلة العرش الحديدي للكاتب جورج آر مارتن. أما **الخيال العلمي**، في المقابل، فيعتمد على التِّقانة والسيناريوهات الطبيعية أو التّقانية الممكنة حاليًا أو التي يمكن أن تصبح ممكنة واقعيةً في المستقبل. مثال ذلك أن ويليام جيبسون اخترع، في مجموعة قصصه القصيرة التي عنوانها: «محفورة على الكَرُوم: Gravé sur Chrome» المنشورة عام 1982، وفي روايته: طبيب الأعصاب: Neuromancien المنشورة عام 1984، مصطلحَ «الفضاء السيبراني: cyberespace»، وكتب عن شبكة معقدة من قواعد بيانات الحاسوب، التي تتقاسم المعلومات، وتتنبّأ بالأنترنت. وأما **الرعب** فإنه، على عكس النوعين الآخرين، اللذين يمكن أن يحتويا على عناصر مروِّعة، يحرِّك فيه المزاجُ في المقام الأول. وهدفُ هذا النوع الأدبي الأساسيُّ هو أن يخلق جوًّا مُقْلِقًا، ويضفي على القارئ شعورًا بالخوف والرهبة. ويمكن أن يكون إطار الرعب وظروفه واقعية تمامًا، كما هي الحال في فلم كوجو (1981) لستيفن كينغ. ومع ذلك، يمكن أن يشمل الرعب عناصر ترتبط معًا بالفنتاريا وبالخيال العلمي. لنأخذ على ذلك مثالًا الآلهةَ الخيالية الآتية من خارج الكوكب التي كتب عنها هـ. ب. لوفيكرافت H. P. Lovecraft أو القرش الأبيض الكبير المتعطش للدماء في فيلم الفك المفترس لبيتر بينشلي (1974). ولكن الهدف النهائي للفلم هو تشويش القراء وإثارة قلقهم. المترجم.

7. ومن الجدير بالذكر أن رواية يوتوبيا تُرجمت إلى الفرنسية في عام 2013، ليس عن طريق دار نشر وقائع الجنوب Actes Sud التي تنشر أغلبية أعمال المؤلفين المصريين، بل عن طريق دار نشر الظلال السوداء (Ombres Noires) التي تتخصص في روايات الجريمة من أماكن أخرى، وخاصة من بلدان الجنوب.

8. نترجم مصطلح (dystopie) إلى اللغة العربية بـ (المدينة الفاسدة) في مقابل مصطلح (utopie) الذي نترجمه إلى العربية بـ(المدينة الفاضلة). المترجم.

9. "إن اليوتوبيا التي جرى استحضارها هنا هي مكان خيالي، والأشخاص الذين يعيشون داخله وخارجه هم أيضًا خياليون، حتى لو كان المؤلف مقتنعًا بأنها سوف توجد قريبًا. إن أي تشابه مع الأماكن والأفراد الفعليين هو محض مصادفة" (توفيق، 2013، ص 7).

10. في إشارة إلى قانون لَنْش (Lynch)، وهو قاضٍ أميركي وضع قانونًا خاصًّا يقضي بالإعدام (ضمن ظروف محددة) تعسفيًّا من دون محاكمة قانونية. المترجم.

11. وفي الوقت نفسه، يندد صناع الأفلام أيضًا بالعنف ضد المرأة، سواء أكان عنفًا منزليًا في فلم «**نساء القاهرة**» للمخرج يسري نصر الله أو التحرش الجنسي في فلم «**نساء في الحافلة 678**» للمخرج محمد دياب.

12. ومن المرجح أن تكون عواقب البيرول الذي اخترع تسميتَه توفيق مشابهة إلى حد كبير لعواقب استثمار الغاز الصخري.

13 . إن الإشارة الزمنية الوحيدة في الرواية هي أن أحداثها تجري "بعد خمسين عاماً" على وقوع حرب 1973 العربية الإسرائيلية، وهي طريقة من جانب المؤلف لتأكيد مركزية العلاقة في الصراع مع "إسرائيل".

14. «**الفصيلة**»: هو فيلم حرب أمريكي صدر عام 1986 من تأليف وإخراج أوليفر ستون، وبطولة توم بيرينجر، ووليم دافو، وتشارلي شين، وكيث ديفيد، وكيفن ديلون، وجون سي ماكجينلي، وفورست ويتيكر، وجوني ديب. وهو أول فلم في ثلاثية أفلام حرب فيتنام التي أخرجها ستون، والتي تلاها فلم (مولود في الرابع من يوليو/تموز، 1989)، ثم فلم (السماء والأرض، 1993). إن فلم "الفصيلة"، الذي يستند إلى تجربة ستون في الحرب، يتّبع جنديًّا متطوعًا جديدًا في الجيش الأمريكي هو (شين)، وهو يخدم في فييتنام، في حين يتجادل رقيب فصيلته وقائد فرقته (بيرينجر ودافو) حول أخلاقيات الفصيلة والحرب نفسها. المترجم.

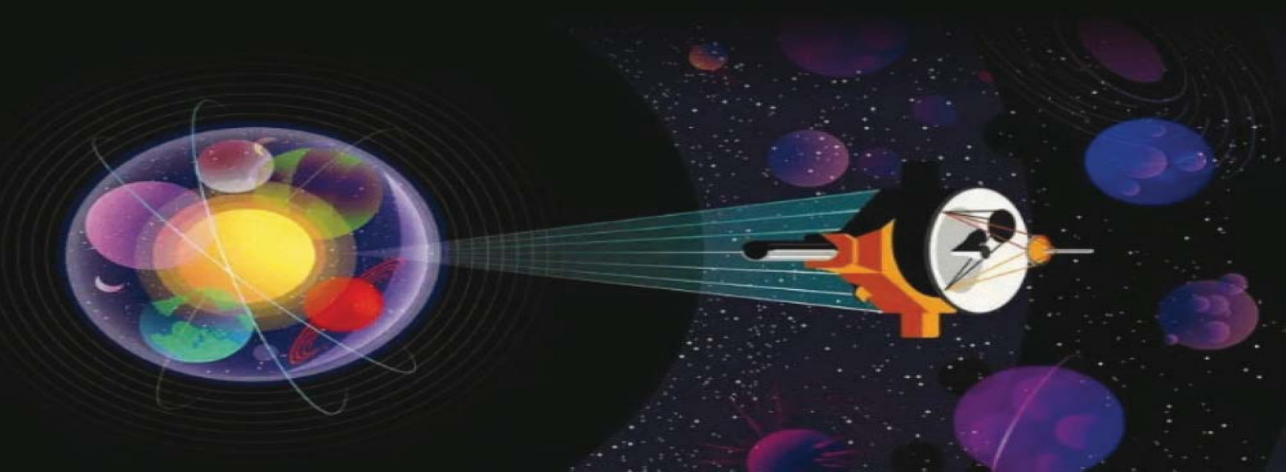
15. يُبرر الراوي نفسه بقوله: "من أنا؟ إن اسمي لا يُهِم. ما الفائدة عندما لا يوجد ما يُميز أحدَهما عن الآخر؟" (ص15).

16. يهاجم الآخرون قافلة بيرول في الصحراء. إنهم يقومون باستبدال الوقود بهدوء بمياه الصرف الصحي التي من شأنها أن تلحق الضرر بمحركات طائرات وسيارات يوتوبيا. وكان السكان عالقين في انتظار التعزيزات من المروحيات الأميركية، عندما اجتاحت أعداد كبيرة من المتمردين المدينة.

17. كان تسويق الكتاب في بريطانيا العظمى يعتمد على أساس أن موضوع الرواية تنبؤي.

18. يقول الكاتب: "إذا اندلعت الثورة يومًا ما، فلن تكون من أجل العدالة الاجتماعية، بل من أجل تلبية مطالب كل أولئك الذين حُرموا من حقهم في الفلوجستون" (ص11).

19. إن المصطلح المقابل لمصطلح: **التغريب** (occidentalisation) (راجع الهامش رقم 5 في بداية المقال) هو على وجه الدقة مصطلح: **التشريق** (orientalisation)، ولكنّ النخبَ الغربية التي اهتمت بتعلّم اللغة العربية، ودراسة حضارات الشرق العربي الإسلامي استعملت مصطلح **الاستشراق** (l'orientalisme) بدلًا من التشريق. المترجِم.



بين «الكوكب الغامض» لـ«نهاد شريف» و«العين والكواكب السيارة» لـ «إيتالو كالفينو»

دراسة مقارنة

شـــيرين النوســـــاني*

إن أقل ما يمكن تقديمه لأحد أعمدة أدب الخيال العلمي وواحد ممن أضاؤوا دروبنا بكلماته الساحرة وأفكاره العميقة، هو الاحتفاء بذكراه، إذ لا يخفى على قرّاء هذا النوع من الأدب أنّ الروائي، نهاد شريف، لم يكن مجرّد كاتب، بل كان روائيا مبدعا في سرد القصص، وفيلسوفا في فهم النفس البشرية، فقد استطعنا، من خلال أعمال الأديب الكبير، الذي يعدّ من بين أعظم مائة أديب عربي في تاريخ أدب الخيال العلمي، أن نغوص في أعماق المشاعر الإنسانية، وأن نتأمّل في جمال الحياة وتعقيداتها.

* أستاذ علم الترجمة واللغويات المساعد، كلية الآداب - جامعة حلوان، مصر.

ونهاد شريف، لمن لا يعرفه، «ونحن قد عرفناه وهل يخفى القمر»، أديب مصري سكندرى، ولد في عام 1932، ووافته المنية في عام 2011. يعدُّ الأديب من أبرز الكتّاب في الأدب العربي الحديث. وقد لُقّب بعميد أدب الخيال العلمي في الوطن العربي، حيث ترك بصمة واضحة في مجالات الرواية والقصّة القصيرة.

كتب نهاد شريف العديد من المؤلّفات، التي تنوّعت ما بين الروايات والمجموعات القصصية والمسرحيات، وتنتمى كتاباته، في معظمها، إلى أدب الخيال العلمي؛ ومن بين تلك المؤلفات تبرز رواية «قاهر الزمن»، ورواية «رقم 4 يأمركم»، و«سكان العالم الثاني»، وأيضاً رواية «الذي تحدّى الإعصار»، و«بالإجماع» و«تحت المجهر» والمجموعة القصصية «أنا وكائنات الفضاء» التي صدرت عام 1983 عن دار أخبار اليوم.

تميّز أسلوب الروائي، نهاد شريف، بالعمق والقدرة على تناول القضايا الاجتماعية والنفسية بشكل خاص ومميّز، وتناولت كتاباته قضايا إنسانية متنوّعة. وقد عُرف بقدرته الخاصة على استخدام الرموز والتشبيهات في كتاباته، مما يعكس عمق تفكيره ورؤيته للأمور. حظي الروائي المصري، نهاد شريف، بشعبية واسعة بين القرّاء والنقّاد على حدّ سواء، حتى نال الجائزة الأولى بمسابقة الرواية التي نظّمها نادي القصّة عن روايته «قاهر الزمن» 1972. وحصل الأديب على درع جامعة عين شمس عام 1998، كما حصد درع مهرجان الروّاد العرب الأوّل الذي أقيم بجامعة الدول العربية 1999.

أختير الأديب نهاد شريف في عام 2009 مستشاراً لرابطة كتّاب ونقّاد أدب الخيال العلمي، والتي تعدّ أول رابطة عربية لأدب الخيال العلمي. وعقب وفاته، أقامت أسرته صالوناً ثقافياً في منزله تكريماً له، تستضيف فيه شباب المبدعين وكتّاب الخيال العلمي، كما نظّمت مسابقة لهذا الفرع من الأدب يُشرف عليها الإذاعى وكاتب الخيال العلمى المعروف، الدكتور صلاح معاطي.

صلاح معاطي

تتّسم أعمال الأديب، نهاد شريف، بوفرة المعلومات العلمية التي يجب أن تتوافر بطبيعة الحال لدى كاتب أدب الخيال العلمي، فلا بد وأن يعتمد النص على حقيقة علمية ما، ومنها ينطلق خيال الكاتب لرؤية مستقبلية يراها أو يتمنّاها. وكان الروائي الراحل يرى أن تقسميات أدب الخيال العلمي الأساسية نوعين: أولهما الخيال العلمي المنضبط وثانيهما الخيال العلمي الجامح. ففي النوع الأول، يلتزم الكاتب غالبا برؤى العلم ويتبع منهجه ومساراته، حيث إنه يستكمل فقط الأحداث المنتظر حدوثها في الزمن القادم والتي لم تتحقّق بعد، وهذا يحدث عن طريق ما يمتلك كاتب الخيال العلمي المنضبط من قدرة فائقة على تخيّل صور الأشياء المقبلة في المستقبل. ويفيد نهاد شريف بأنّه التزم بالشكل المنضبط ولم يتحرّر قط من قيود العلم أو ينزع إلى الرؤى الصادمة والبالغة الغرابة أو ينأى عن الواقع والمنطق، على غرار ما يفعله كاتب الخيال العلمي غير المنضبط.

وكما نعلم، في عالم الأدب، يعكس كلّ عمل أدبي خصوصياته الفريدة ويحمل رسالة مميّزة تميّزه عن غيره. وفي هذا السياق، تبادر إلى أذهان محبّي الروائي نهاد شريف، من أعضاء شعبة أدب الخيال العلمي في ذكرى رحيله، القيام بعقد دراسة مقارنة بين أحد أعماله، وهو قصّة «الكوكب الغامض» وبين عمل يحمل عنوان «العين والكواكب السيّارة» للأديب الإيطالي إيتالو كالفينو.

وقد اشتهر «إيتالو كالفينو»، وهو أحد أبرز الكتّاب في الأدب الإيطالي الحديث، هو الآخر بأسلوبه الفريد وابتكاراته السردية غير التقليدية. وتأثّر بالعديد من الحركات الأدبية، بما في ذلك ما بعد الحداثة والواقعية الحديثة، ودمج الأديب الإيطالي في كتاباته عناصر من الأدب الواقعي والخيال الواسع والرمزية، كما أنّه تناول موضوعات مثل الهويّة والذاكرة والواقع. وحظيت مؤلّفات إيتالو كالفينو أيضاً بإعجاب شديد من القرّاء والنقّاد، فألّف العديد من الروايات، ومن بين أعماله «مدن غير مرئية»، وهو عمل أدبي

مهـم، عبارة عن مجموعة من المقالات والحوارات التـي تناولت موضوعـات مختلفة تتعلـق بالثقافة والأدب، مثـل التأثـيرات الثقافيـة والأدبيـة على المجتمعات، ودور الأدب في تشكيل الهوية الثقافية.

كما كتـب أيضاً ثلاثيتـه الشهـيرة «أسلافنا» التـي تضمّنت ثـلاث قصص، وهـي: «الفسكونت المشطور» و«البارون ساكـن الأشجار» و«فارس بلا وجـود»، وكتب رواية «لـو أن مسافرا في ليلة شتاء» التـي تعتبر واحدة مـن أشهـر أعمالـه الروائية. وتتميـز هذه الرواية بطابعهـا الفريد والابتكاري، حيـث تقدم قصة تتحدّث عن قارئ يبدأ في قراءة رواية جديـدة تحمل العنوان نفسـه، ولكنّه يواجه مجموعة من المشكلات التقنية واللغوية التي تعيق استمراره في القراءة وتتخلّل هذه القصة مجموعة مـن القصـص الأخـرى المتنوّعة والمشوّقـة. وتعدُّ هذه الرواية تجربة أدبية فريدة تجمع بين الرواية الكلاسيكية والتجريبية، وتجذب القرّاء بأسلوبها المبتكر والممتع.

لم يكتـب "كالفينـو" العديد مـن الأعمال في نوعية أدب الخيال العلمي، وعلى الرغم من ذلك، فقـد قـدّم بعض الأعمـال التي تميـل إلى الخيال العلمي بشكل فلسفي، ومن بين هذه الأعمال نذكر: "كوزميكوميكيـه"، وهي مجموعـة من القصص التي تجسّـد مغامرات لشخصيـة تعيش في عوالم خياليـة وتتفاعـل مـع الأحـداث الكونيـة بطريقة فلسفية وأيضاً روايـة "قلعة المصائر المتقاطعة"، والتي قـدم فيها قصّة غامضة تدور أحداثها حول مجموعة من الأشخاص الذين يفقدون القدرة على التحدّث ويستخدمون البطاقات لسرد قصصهم.

كتـب كالفينو رواية "السيـد بالومار"، والتي تشـكّل قصّـة "العين والكواكـب السيـارة" أحد فصولها، وهي بمثابة عمل يتميّز بفكر تأمّلي، حيث يتتبّـع بطل العمـل رحلته الداخليـة في استكشاف العالم من حوله والتفكير في معانى الحياة.

كُرّمت بعض روايات "إيتالو كالفينو" بجوائز تقديريـة مرموقة، منها جائـزة الدولة النمساوية لـلأدب الأوروبي عام 1976م وجائزة فيلترينيللي عـام 1972م من أكاديمية لينشـي، وتوفي الأديب الإيطـالي عـام 1985 دون أن يحصل على جائزة نوبل ممّا أثار دهشة الكثيرين من متابعيه وعارفي قدره.

أمّا الآن فقـد آن الأوان كي ندلف إلى موضوع الدراسة، ونغوص في عمق قضاياها:

فهـذه الدراسـة تمثّـل تحليـلاً عميقًـا للخصوصيات والرسائل التـي يحملها كلّ منهما. ومـن خـلال مقارنـة العملـين، يحدونـا الأمل في أن نفهـم بشـكل أعمـق الموضوعـات المطروحـة، والشخصيات المقدّمـة، والأساليب المستخدمة في الكتابة.

تستهدف الدراسة فحص واستكشاف وتحليل الأوجـه المختلفـة والمشتركـة بين هذيـن العملين الأدبيـين البارزين. وسوف أحـاول رصد العناصر الأساسيـة في كلا العملـين ومقارنتهـا بعناصـر العمـل الآخر من أجل فهم العلاقات المحتملة التي قـد تربط بينهما وكيفية تأثـير تلك العناصر على تجربة القراءة والفهم.

وسـوف يتـم تحليـل الشخصيـات وتطوّرها، والموضوعـات والرسائـل التـي يحملهـا كلّ عمل، والأساليب السردية المستخدمة.

بادئ ذي بدء، أستهل حديثي بتقديم نبذة عن قصّـة "الكوكب الغامض" للكاتب المصري نهاد شريف، وهي تعدّ واحـدة من القصص القصيرة

المميّزة في الأدب العربي المعاصر، والتي تضمّها مجموعته القصصية "أنا وكائنات الفضاء"، بينما تعدّ قصة "العين والكواكب السيارة" للكاتب الإيطالي إيتالو كالفينو أحد أعمال الخيال البارزة في الأدب العالمي، وهي إحدى نصوص الكاتب الإيطالي التأمّلية الذي كوّنت عمله الأدبي الذي حمل عنوان "السيد بالومار".

لا شكّ أنّ كلتا القصّتين تمثّلان تجارب أدبية فريدة تعكس ثراء وتنوّع الأدب العربي والعالمي.

تدور قصّة "الكوكب الغامض" حول مجموعة من الروّاد الذين ينطلقون في رحلة إلى كوكب غير معروف. تبدأ أحداثها عندما يتلقّى أحد أعضاء فريق العلماء (عالم الإلكترونيات الشاب سميح الفاضلي) إشارات غريبة من كوكب غامض، فيتّخذ القرار بالقيام بمهمّة استكشافية على سطح الكوكب. عند وصول الفريق إلى الكوكب ومحاولة استكشاف أسراره، يواجه أعضاؤه تحدّيات كبيرة فى التفاعل مع الكائنات الفضائية الغريبة ومحاولة فهم طبيعة المكان والظروف البيئية القاسية. تتطلّب تلك المواقف الخطيرة التي تواجههم اتّخاذ قرارات سريعة من شأنها أن تؤثّر على مصائرهم.

تقدّم القصّة رسالة عميقة حول أهمية التعاون والتفاهم بين البشر، لا سيما في مواجهة المجهول والتحدّيات من أجل البقاء على قيد الحياة. يتناول الروائي نهاد شريف في هذا العمل الذي ينتمي إلى أدب الخيال العلمي قضية اجتماعية ونفسية، بل هي مسألة أقل ما توصف به أنها إنسانية.

أمّا قصّة "العين والكواكب السيارة"، فهي إحدى نصوص رواية "السيد بالومار" التي تقع في 36 موضوعاً وبطلها السيد بالومار، وهو اسم فلكي مشهور في القرون الوسطى. تحمل الرواية اسم بطلها الذي يتعرّض لسلسلة من الخيبات، فيقرّر أن يحصر نشاطه في مراقبة الأشياء، على الرغم من ضعف بصره. ولا شكّ أنّ ضعف البصر يجعل من بالومار مراقباً رديئاً، لا يستطيع رؤية الأشياء بوضوح، ممّا يتيح لمخيّلته أن تقوم بدعم نظره بالرؤيا. نرى بالومار يغرق بتأمّلاته وينقاد إلى مسألة البحث عن المعنى وأيضاً عن اللامعنى، وعن الحياة ومن ثمّ الموت، ويكتشف بطل القصّة أنّ الأوهام البصرية هي حقائق حسّية وشهوية مباشرة.

تقدّم الحبكة الدرامية السيد بالومار كفرد منعزل، يتأمّل في حياته وعلاقاته، ويبحث عن الهوية والمعنى في عالم يبدو غير مستقر، يواجه فيه البطل صراعاته الداخلية، حيث تبرز الأفكار والتأمّلات كعناصر أساسية في تطوّر القصّة.

في قصّة "الكوكب الغامض"، تبدأ الحبكة الدرامية بتقديم الشخصيات الرئيسة، وهم مجموعة من العلماء والروّاد الذين ينطلقون في رحلة استكشافية إلى كوكب غير معروف؛ والشخصية الرئيسة هي عالم بارز يتولّى قيادة الفريق الاستكشافي ويتميّز بالذكاء والشجاعة، ممّا يجعله قادراً على مواجهة التحدّيات التي تواجههم، أمّا الشخصيات الفرعية، فهي تشمل مجموعة متنوّعة من العلماء، كل منهم في تخصّصه، وهذا يساهم في إثراء القصّة. فهناك شخصية المهندس وشخصية المتخصّص في علم الأحياء، وأيضاً شخصية متمرّسة في التكنولوجيا (أخصائي الإرسال الإلكترونى زاهر زيادة). فكلّ شخصية في القصّة تضيف بعداً مختلفاً وتساعد في تطوير الحبكة الدرامية.

بينما في قصّة "العين والكواكب السيارة"، هناك مجموعة من الشخصيات الرئيسة التي تؤدّي دوراً مهمّاً في السرد، والشخصية الرئيسية في الرواية هي شخصية السيد بالومار، وهو رجل مفكّر، دائماً ما يستعرض أفكاره حول العالم، ويمثّل السيد بالومار البحث عن المعنى وتفسير معانى الحياة. وتظهر شخصيات فرعية عديدة تتمثّل في مجموعة من الأصدقاء والمعارف الذين يتفاعلون معه، ممّا يساعد على استكشاف أفكار متنوّعة حول الحياة والمجتمع، وتسهم هذه الشخصيات الثانوية في إثراء العمل وتقديم وجهات نظر مختلفة ومتعدّدة حول موضوعات شتّى وتتداخل أفكارها مع أفكار البطل الفلسفية، ممّا يجعل الرواية تجربة غنية للقارئ.

فيما يخصّ تقنيات السرد في "الكوكب الغامض"، نجد أنها تشمل عدة عناصر رئيسية، تكمن في أن الكاتب، من خلال السرد من منظور الشخص الأول، يجعل القارئ يشعر بعمق التجربة الشخصية للشخصية الرئيسية، ممّا يزيد من الارتباط العاطفي بالقصّة، ويعتمد الأديب على بناء توتّرات درامية من خلال أحداث غير متوقّعة، من شأنها أن تُبقي القارئ متشوّقاً لمعرفة ما سيحدث لاحقاً؛ ويتميّز أسلوبه السردي بوصف دقيق للأماكن وللشخصيات، ممّا يساعد القارئ على تصوّر العالم الغريب الذي يتمّ استكشافه. ويستخدم الكاتب تقنية الانتقال بين الأزمنة، حيث يتمّ من خلال التداخل الزمني استرجاع ذكريات أو أحداث سابقة، ممّا يضيف عمقاً إلى الشخصيات ويساعد في تطوّر الحبكة الدرامية، علاوة على أنّ الحوار بين الشخصيات يؤدّي دوراً مهمّاً في تطوير القصّة، إذ يكشف عن العلاقات والتوتّرات بينهم ويعزّز من فهم القارئ للشخصيات.

كلّ هذه السمات التي ميّزت السرد في القصّة، إنّما هي علامات بارزة على أنّ النص يتميّز بأفكار مبتكرة وغير تقليدية نسجها خيال مبدع فاستطاع أن يجعل النص يتجاوز الحدود المعروفة للعلم.

وبتحليل تقنيات السرد في قصّة "العين والكواكب السيارة" للأديب الإيطالي، لوحظ أنّ العمل يتضمّن عدّة عناصر رئيسية كسرد غير تقليدى ينطوي على تداخل بين الأفكار والتجارب والمشاعر، ممّا يعكس تعقيد شخصية السيد بالومار ويمنح القارئ فرصة لرؤية العالم، كما يراه بالومار. والرواية ليست خطّية، بل تنتقل بين الأفكار والمشاهد بشكل مبتكر والسرد فيها داخلي، يُمكّن القارئ من الدخول إلى عقل الشخصية واستكشاف تأمّلاتها وتفكيرها وكيفية تفاعلها مع العالم من حولها. ويستخدم كالفينو أسلوب الوصف الدقيق للأماكن والأحداث، ممّا يساهم في بناء الأجواء وتحديد الحالة النفسية للشخصيات، بحيث لا يقتصر الأمر على مجرّد نقل الأحداث، بل يصبح وسيلة للتعبير عن الأفكار الفلسفية والوجودية التي يتناولها العمل الأدبي.

إنّ التلاعب بالزمان والتنقّل عبر لحظات مختلفة من حياة السيد بالومار يعكس كيفية تأمّل الشخصيات في ذكرياتها وفى تجاربها، ممّا يضفي عمقاً فلسفياً على السرد ويخلق جوّاً من التأمّل، يجعل القارئ يتفاعل مع تلك الأفكار والتأمّلات بشكل عميق.

وأخيراً نستعرض لغة وأسلوب "الكوكب الغامض"، والتي اتّسمت بالبساطة والسلاسة

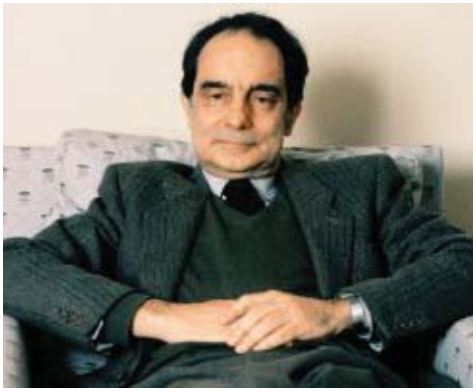
وبقدرة هائلة على استخدام الوصف بشكل متقن يجعل القارئ يشعر وكأنّه يعيش الأحداث، ممّا يجعل القصّة أكثر واقعية، ولا سيما أنّ النص يحتوي على رموز تعبّر عن معانى عميقة، تتيح للقارئ تأويل الأحداث والشخصيات بطرق متعدّدة من شأنها أن تعكس قدرة الكاتب على استخدام اللغة كوسيلة للتعبير عن أفكار معقّدة. أضف إلى ذلك أنّ الكاتب يتنقّل بين الأساليب المختلفة، مثل السرد والوصف والحوار، وهذا يجعل النصّ متنوّعاً ومشوّقاً، خاصّة وأنّ الحوار بين الشخصيات طبيعي ومقنع للحدّ الذي يجعله يؤدّي دوراً أساسياً في نقل مشاعر الشخصيات.

أمّا في قصّة "العين والكواكب السيارة"، من رواية "السيد بالومار"، فهي تتميّز بلغة شعرية غنية يستخدم فيها الأديب صوراً بلاغية وتشبيهات بشكل متكرّر، فيضيف جمالية إلى النص ويعزّز من تأثيره العاطفي. ويركّز الأديب فيها على التفاصيل في وصف المشاهد والأحاسيس، ممّا يساعد في خلق صور حيّة في ذهن القارئ ويستخدم الرموز، فكلّ شخصية تمثّل رمزاً لطبيعة النفس البشرية، وعناصر الطبيعة ترمز أحياناً إلى الحرّية وفي أحيان أخرى ترمز إلى العزلة أو القلق وما إلى ذلك، وحتى الرؤى والأحلام ترمز إلى الرغبات المكبوتة والمخاوف والأحداث اليومية تعكس الصراعات الداخلية والتحديات التي يواجهها بالومار في سعيه لفهم نفسه وفهم العالم من حوله.

يتنوّع أسلوب كالفينو بين الأسلوب الساخر الذي يستخدم فيه الفكاهة والسخرية فيضيف لمسة من المرح، وبين اللغة الفلسفية التي تتناول موضوعات عميقة بأسلوب فلسفي يجعل القارئ يتأمّل في معاني الكلمات، وفي استخدام التشبيهات والاستعارات التي تعزّز من جمال اللغة وتجعلها أكثر تأثيراً.

استخدم كلا الأديبين عدّة رموز عكست معانٍ عميقة، ففي "الكوكب الغامض" للأديب نهاد شريف، يمثّل الكوكب نفسه رمزاً للبحث عن المعرفة والاكتشاف، وكلّ شخصية من الشخصيات تمثّل جانباً من جوانب المجتمع أو النفس البشرية، ممّا يجعلها رموزاً تعبّر عن الصراعات الداخلية والخارجية، وحتى الأماكن في القصّة تمثّل رموزاً تعكس الحالة النفسية ومشاعر الشخصيات، أمّا "العين والكواكب السيّارة"، فتحمل من عناصر الطبيعة من أشجار وطيور ما يرمز إلى مشاعر وأفكار حول العزلة والبحث عن المعنى وفي أحيانٍ أخرى ترمز إلى الحرية والاستقرار أو حتى إلى القيود وروتين ورتابة الحياة. من خلال كلّ تلك الرموز، يمكن رؤية العالم، فهي رموز تعزّز من فهم القارئ للتجارب الوجودية التي تمرّ بها الشخصيات.

إنّ أديبنا المبدع، نهاد شريف، قد عرض لنا في قصّته تقنيات حديثة، مثل المركبات الفضائية والأدوات العلمية المتطوّرة وفتح لنا مجالاً لتصوّر بيئات غير مألوفة وكائنات مختلفة، كما تضمّنت قصّته مشكلات علمية تتطلّب حلولاً مبتكرة، ونجح بذلك في أن يعكس تصوّراً متقدّماً عن المستقبل وأن يبعث في القارئ روح البحث والاستكشاف، لا سيما حين تناولت قصّته أسئلة حول الوجود والهوية دفعت القارئ لأن يتأمّل في مكانة الإنسان في الكون.



إيتالو كالفينو

وعلى الجانب الآخر، سلّط الأديب الإيطالي، إيتالو كالفينو، الضوء على العلاقة بين العلم والخيال من خلال عرضه لتجارب السيد بالومار العلمية، والتي أفسحت المجال لتصورات جديدة حول كيفية فهم العالم، وعكس القضايا المعاصرة التي تتعلق بالخيال العلمي، مثل كيفية تأثير الآلات على الوجود البشري، فصار عمله الأدبي عملا غنيا بين الفلسفة والخيال العلمي.

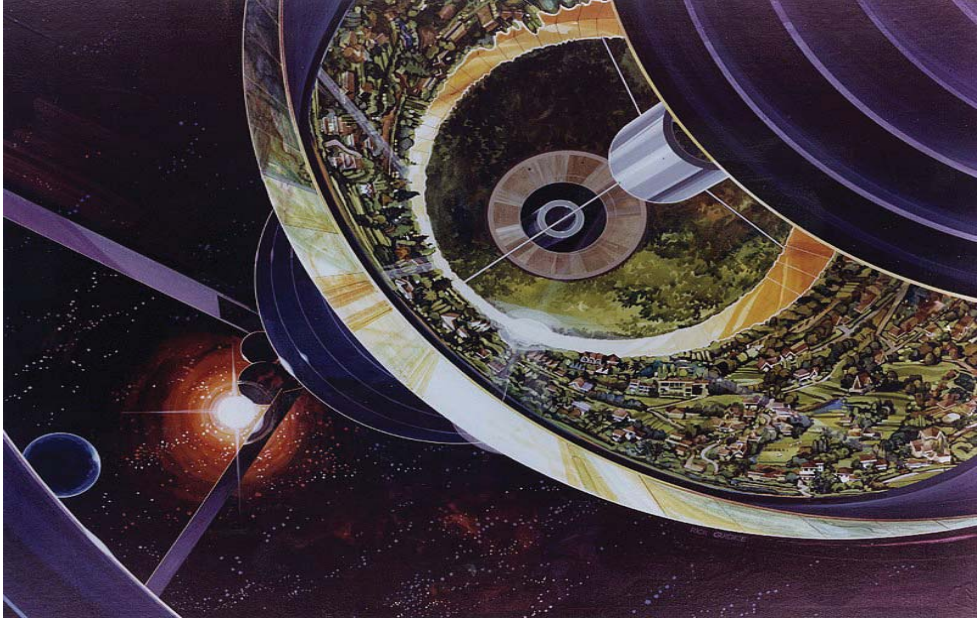
لطالما اعتقد كالفينو أنّ العوالم الخيالية بمقدورها أن تنير العالم الحقيقي وظلّ العالم الخارجي بالنسبة له لغزاً عميقاً، لا يمكن التنبّؤ به، حتى قال إنّه عالم لم يتوقّف قط عن مفاجأته وإخافته وإرباكه، ومن هنا يدخل هذا العمل الأدبي في إطار الخيال التأمّلي الفلسفي الذي يستحقّ القراءة والتأمّل.

نخلص من كلّ ذلك إلى أنّ خيال الروائي المصري نهاد شريف هو خيال علمي مبني على حقيقة علمية حقيقية، يهدف إلى استكشاف والتنبّؤ بما يمكن أن يحدث في المستقبل ويركّز في آن معاً على الجوانب الإنسانية دامجاً بين علوم السلوك البشري، كعلم النفس وعلم الاجتماع وغيرها من العلوم الإنسانية، بينما خيال الروائي الإيطالي، إيتالو كالفينو، لا يعدّ خيالاً علمياً بحتاً، إنّما هو خيال بمضمون فلسفي عميق. وفي هذا السياق، تعدُّ أعمال الأديب الإيطالي قبلة لكلّ من كان لديه رغبة ملحّة في الخروج من الواقع وتنحية العقل جانباً والعروج على عوالم مبتكرة، رمزية، أو حتى سوريالية، والغوص في عوالم من الأفكار والتساؤلات الفلسفية.

سعيت، من خلال هذه الدراسة، ولعلّ ما سعيت إليه يتحقّق ويلقى القبول، إلى إلقاء الضوء على الجوانب الفريدة والمشتركة بين العملين، وفهم كيفية تأثير تلك العناصر على تجربة القراءة والتفاعل مع هذا النوع من النصوص الأدبية، لا سيما وأنّ الروائي المصري، نهاد شريف، قد قدّم أفكاراً في أعماله تجسّدت فيما بعد من خلال الذكاء الاصطناعي الذي كان في وقته مجرّد شطحات خيال وكان حلقة وصل بين العلم وتقنياته والأدب وصوره وعباراته وجمال وروعة تعبيراته، ممّا جعل غيابه يترك فراغًا لا يمكن ملؤه.

وإن كان الراحل نهاد شريف قد غاب بالجسد، فسوف تظلّ روحه حيّة في كلّ كلمة كتبها، وفي كلّ قلب لمسته مؤلّفاته. وعزاؤنا أنّ إرثه الأدبي سيظلّ يرافقنا كنجمة تتلألأ في سماء الأدب، فكلّ صفحة من كتبه تحمل بصمة فكره، وكلّ جملة كتبها تعكس رؤيته للعالم.

فلنحتفى بذكراه، ولنستمر في قراءة أعماله، فهي ليست مجرّد نصوص، بل هي دعوة للتفكير والتأمّل في كلّ ما يحيط بنا.



«المُستوطَنات الفضائيّة»

من الخيال العلمي إلى التّطبيق الواقعي

محمَّد حسام الشَّالاتي

إنَّ «استيطان الفضاء»، يعني إقامة مُستوطَنة (مكانٌ مأهولٌ بالسُّكَّان) في الفضاء الخارجي، تتضمَّن إنشاء أو بناء مَرافق سكنيَّة في الفضاء أكثر اتِّساعاً من محطَّة فضائيَّة عامَّة أو مركبة فضائيَّة، ورُبَّما تَشمُل أنظمةً بيئيَّةً مُغلَقة، وذلك بغرض السَّكن الدَّائم فيها. ويُطلَق على «المُستوطَنة الفضائيَّة» أيضاً عدَّة أسماء، منها «المَوطِن الفضائي» و«المدينة الفضائيَّة» و«المُستعمَرة الفضائيَّة». ويختلف «استيطان الفضاء» عن «استعمار الفضاء» في أنَّ الأخير يُشير إلى عمليَّة إنشاء مُستوطَنات بشريَّة في الفضاء الخارجي بغرض المَنفَعَة التِّجاريَّة (إستغلال مَوارد الفضاء) أو الاستراتيجيَّة (كسب الحُقوق في الفضاء)، أو مَدِّ النُّفوذ (إحتلال مناطق في الفضاء أو الاستيلاء عليها). [1]

* طيَّار شراعي وباحث في علوم الطَّيران والفضاء.

لقد كانت رحلات استكشاف الفضاء في الماضي تجري من أجل المَنفَعَة العلميَّة واستكشاف المَجهول، أمَّا اليوم فتُطلَق الرِّحلات الفضائيَّة بغرض استعمار واستيطان الفضاء، بالإضافة إلى الاستكشاف والبحث العلمي. مع ذلك، لم يتم بناء أيَّة مُستوطَنة فضائيَّة حتَّى الآن، ولكن تمَّ تقديم العديد من مفاهيم التَّصاميم بدرجات مُتفاوتة من الواقعيَّة (مُستنبَطة من الخيال العِلمي)، أو تمَّ اقتراح تنفيذها بشكل فعلي.

وتَشمُل المُستوطَنات الفضائيَّة «المُستوطَنات المَدَاريَّة» (وتُسمَّى أيضاً «المَوطن المَداري» أو «المدينة المَداريَّة» أو «المُستعمَرة المَداريَّة»)، التي تدور حول كوكب الأرض أو أيِّ جُرم سماويٍّ آخر، بالإضافة إلى المركبات والسُّفُن الفضائيَّة التي تدور بالقُرب من جُرمَين سماويَّين على فترات مُنتظمة، أو حتَّى تلك التي ستدور مُستقبلاً بين النُّجوم (وتُسمَّى «سُفُن الأجيال» أو «سُفُن العالَم»).

والمُستوطَنات الفضائيَّة هي شكلٌ من أشكال المُستوطَنات خارج كوكب الأرض، والتي تَشمُل على نطاق أوسع المَوائل (البيئات أو الأماكن الطَّبيعيَّة التي تعيش فيها الكائنات الحَيَّة وتنمو) المَبنيَّة على أو داخل جُرم آخر غير الأرض، مثل المُستوطَنة التي تمَّ تطويرُها من «قاعدة قمريَّة» أو من «مَوطن مرِّيخي» على سطح كوكب المرِّيخ أو على أيِّ كوكب أو كُويكب آخر.

ويُعَدُّ استيطان الفضاء موضوعاً مُهمَّاً للعديد من التَّخصُّصات، حيث سيضمن بقاء الجنس البشري في حالة وقوع كارثة ما على كوكب الأرض، والوصول إلى مَوارد الفضاء لتوسيع المُجتمَع، ولكنَّه قد يُفيد أيضاً الدُّوَل الاستعماريَّة مثل «الاستعمار التَّقليدي» (الاحتلال) ويُؤدِّي إلى تَفاقُم المشاكل القائمة أصلاً، مثل الحُروب وعدم المُساواة الاقتصاديَّة والأضرار البيئيَّة. وقد كانت هناك دعواتٌ لوقف عمليَّتَي استعمار واستيطان الفضاء قبل حَلِّ القضايا الاجتماعيَّة الكُبرى، لكنَّ زَخَم برامج الفضاء الأمريكيَّة والرُّوسيَّة والصِّينيَّة جعل صدى هذه الدَّعوات أقلَّ قابليَّةً للتَّطبيق.

ما هي المُستوطَنة الفضائيَّة؟

«المُستوطَنة الفضائيَّة»، هي أيَّة مُنشأة سكنيَّة واسعة في الفضاء الخارجي؛ أو بالأحرى في أرض أو مَدار كوكب أو جُرم ما.

وقد ميَّز «الاتِّحاد الدُّولي للملاحة الفضائيَّة» بين المُستوطَنات الفضائيَّة والمَوائل الفضائيَّة والبُنية التَّحتيَّة الفضائيَّة على النَّحو التَّالي:

- المَوئل: هو حجمٌ مضغوط يعيش فيه البشر ويعملون، بما في ذلك المَرافق ذات الصِّلة لدعم الحياة.
- المُستوطَنة: هي مجموعةٌ من المَوائل المأهولة بشكل دائم والمُثبَّتة بالقُرب من بعضها البعض، وربَّما تكون مُترابطة.
- البُنية التَّحتيَّة: هي مجموعةٌ من العناصر المَبنيَّة التي تدعم المَوائل و/أو المُستوطَنات، مثل محطَّة الطَّاقة، ومحطَّة المياه، ومَرافق الزِّراعة وإدارة النِّفايات، ومَرافق الاتِّصالات، ومَرافق النَّقل، والمركبات الفضائيَّة، والطُّرُق، والميناء الفضائي (قاعدة استقبال وترحيل المركبات الفضائيَّة)، ومنصَّات البحث، وما إلى ذلك...

وعلى الرَّغم من أنَّها لا تُشكِّل كياناً استعماريَّاً تلقائيَّاً، إلَّا أنَّ المُستوطَنة الفضائيَّة يُمكن أن تكون عنصراً من عناصر «مُستعمَرة فضائيَّة». وقد تمَّ

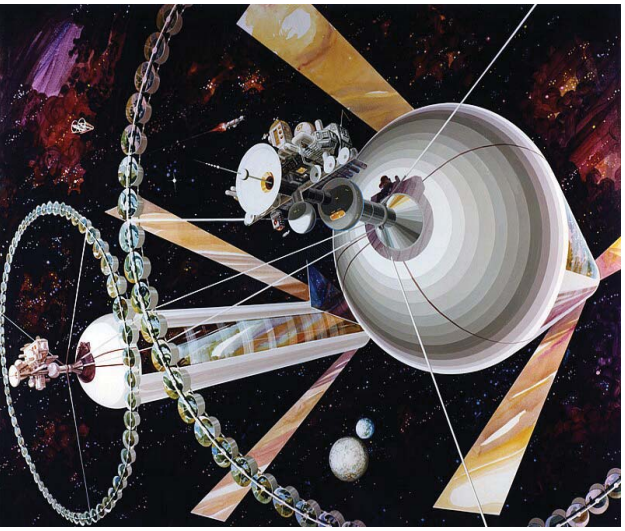
النَّظـر إلى مُصطلَـح «مُستعمَرة الفضـاء» بشكل سلبي، ممَّـا دفع المُؤلِّـف وعالم الفلـك والفيزياء الفلكيَّـة الأمريكـي «كارل ساَغـان» إلى اقـتراح مُصطلَح «مدينة الفضاء».

تاريخ المُستوطَنات الفضائيَّة

تعـود فكـرة المُستوطَنـات الفضائيَّـة -سـواء كانـت حقيقةً أو خيـال- إلى النِّصـف الثَّاني من القـرن التَّاسـع عشـر، وربَّما كانت قصَّـة «القمر المَصنـوع من الطُّـوب»، وهي قصَّـة خياليَّة كتبها المُؤلِّـف والمُـؤرِّخ الأمريكـي «إدوارد إيفـرت هيل» عام 1869م، ربَّما كانت أوَّل مُعالجة لهذه الفكرة كتابيًّـاً. وفي عام 1903م، تكهَّن عـالم الصَّواريخ الفضائيَّـة الرُّوسي «كونستانتِـين تسيولكوفسكي» بوجود مُستوطَنات فضائيَّـة أسطوانيَّة دوَّارة على شـكل حلقة في كتابه «مـا وراء كوكب الأرض». أمَّا في عـام 1929م، فقـد تكهَّـن العـالم الأيرلنـدي «جون ديزموند برنال» بإنشاء مُستوطَنات فضائيَّة عملاقـة على شكل كُرة، أُطلق عليها «كُرة برنال»، بينمـا تنبَّـأ مُهندس الطَّيران والفضـاء الأمريكي «داندريدج ماكفارلان كـول» في أواخر خمسينيَّات وستِّينيَّات القرن الماضي (العشرين) بفكرة تفريغ الكُويكبات ثمَّ تدويرها لاستخدامها كمُستوطَنات، وذلك في العديد من المقـالات في المجلّات والكُتُب المُختلفـة، ولا سيَّمـا كتابـه «الجـزُر في الفضـاء: تحدِّي الكواكب الصَّغيرة».

1- أُسطوانة أونيل (الحُدود العُليا):

حـوالي عـام 1970م، قُـرب نهايـة برنامـج «أبولـو» الفضائـي الأمريكـي لاستكشـاف القمر (1961-1972م)[2]، كان الأمريكـي «جـيرارد كيتشـن أونيل»، وهو فيزيائـي تجريبي في «جامعة برينستـون» بولاية «نيو جيرسي» الأمريكيَّة، يبحث عن موضـوع لتحفيز طلّاب الفيزيـاء، ومُعظَمهم من طلّاب السَّنة الأولى في الهندسة، فخطرت على باله فكرة تكليفهم بحساب جَدوى بناء مُستوطَنات فضائيَّـة كبـيرة. ولدهشته، بـدت المَسَاكـن قابلةً للتَّنفيـذ -حتَّى بأحجام كبيرة جـدًّا-، وهي عبارةٌ عـن أسطوانات يبلغ قُطرها 8 كيلو مترات وطولها 32 كـم، مَصنوعة مـن مواد عاديَّـة، مثل الفولاذ والزُّجاج. كما تمكَّن الطُّلّاب من حَلِّ مشاكل، مثل الحماية مـن الإشعاع الآتـي من الأشعَّـة الكونيَّة، والحُصـول علـى زوايا طبيعيَّـة للشَّمس، وتوفير الطَّاقـة، وتأمـين الزِّراعـة الواقعيَّـة الخالية من الآفات، والتَّحكُّم بالموقـع المَدَاري بدون محرِّكات. ونشر أونيل مقالاً عن مفاهيم المُستوطَنات هذه في مجلَّة «الفيزياء اليوم» الأمريكيَّة في عام 1974م، ثـمَّ وسَّع مقاله إلى كتاب أصـدره في عام 1976م بعنـوان «الحُـدود العُليا: المُستعمَـرات البشريَّة في الفضاء».



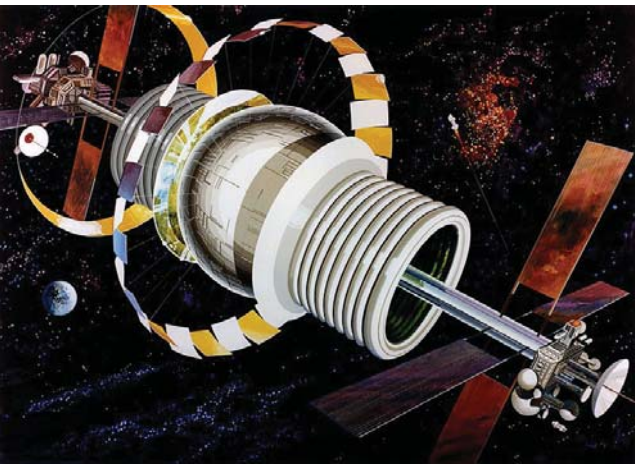
تصوُّرٌ لزوجٍ من «أُسطوانات أونيل»

2- دراسة وكالة ناسا إيمز/ستانفورد الصيفية عام 1975م:

دفعت نتيجة دراسات أونيل «وكالة الطَّيران والفضاء الأميركيَّة» (ناسا) إلى رعاية ورشتَي عمل صيفيَّتَين أقيمتا في «جامعة ستانفورد» بولاية «كاليفورنيا» في عام 1975م بقيادة أونيل نفسه، فتمَّت دراسة العديد من المفاهيم التي تَهدُف إلى تصميم المُستعمَرات الفضائيَّة المُستقبليَّة، بأحجام تتَّسع لعددٍ من البشر يتراوح بين 1000 و10 ملايين شخص، بما في ذلك إصداراتٌ من «حلقة ستانفورد»، وهي تصميمٌ مُقترَح من وكالة ناسا لمُستوطَنة فضائيَّة قادرة على إيواء ما بين 10000 و140000 شخص (قبل شُيوع أسطوانة أونيل). وقد تمَّ تقديم 3 مفاهيم إلى وكالة ناسا: «كُرة برنال» (المَذكورة أعلاه)، و«المُستعمَرة الحلقيَّة»، و«المُستعمَرة الأسطوانيَّة».

كان لمفاهيم أونيل مثالٌ على مُخطَّط استرداد المَبالغ التي ستُصرف على المشروع، وهو بناء أقمار اصطناعيَّة من مواد قمريَّة، تعمل بالطَّاقة الشَّمسيَّة؛ لم يُؤكِّد أونيل على بناء أقمار اصطناعيَّة تعمل بالطَّاقة الشَّمسيَّة على هذا النَّحو، بل قدَّم بدلاً من ذلك دليلاً على أنَّ التَّصنيع المَداري من المواد القمريَّة يُمكن أن يُولِّد أرباحاً. وافترض هو والمُشاركون الآخرون أنَّه بمُجرَّد بدء إنتاج مَرافق التَّصنيع هذه، سيتمُّ العُثور على العديد من الاستخدامات المُربحة لها، وستصبح المُستعمَرة مُكتفية ذاتيًّا وتبدأ في بناء مُستعمَرات أخرى أيضاً.

أثارت دراسات المفاهيم موجةً مَلحوظةً من الاهتمام العام، وكان أحد تأثيرات هذه الأفكار تأسيس «جمعيَّة إل5» الأمريكيَّة، وهي مجموعةٌ من المُتحمِّسين الذين رغبوا في بناء مثل هذه المُستعمَرات والعيش فيها. وقد سُمِّيت المجموعة بهذا الاسم نسبةً إلى مَدار المُستعمَرة الفضائيَّة الذي كان يُعتَقَد آنذاك أنَّه الأكثر ربحيَّةً، وهو مَدارٌ على شكل «كُلية» حول إحدى نقطتَي «لاغرانج» القمريَّتَين «إل5» أو «إل4».



تصوُّرٌ للجزء الخارجي من نسخة «جامعة ستانفورد» من «كُرة برنال» في سبعينيَّات القرن العشرين

3- معهد دراسات الفضاء:

في عام 1977م، أسَّس أونيل «معهد دراسات الفضاء»، الذي قام في البداية بتمويل وبناء بعض النَّماذج الأوَّليَّة للأجهزة الجديدة اللازمة لجهود استعمار الفضاء، فضلاً عن إنتاج عدد من دراسات الجَدوى الاقتصاديَّة. على سبيل المثال، تضمَّن أحد المشاريع المُبكِّرة سلسلةً من النَّماذج الأوَّليَّة الوظيفيَّة لـ«محرِّك الكُتلة»، وهي التِّكنولوجيا الأساسيَّة لنقل الخامات بكَفاءة من القمر إلى مَدارات المُستعمَرات الفضائيَّة المَداريَّة.

تحفيز فكرة إنشاء مُستوطَنات فضائيَّة

ما الغرض من بناء المُستوطَنات الفضائيَّة؟ ولماذا سيُنفق البشر مليارات الدُّولارات على إنشائها؟ ولماذا نَستكشف الفضاء أصلاً؟

هناك مجموعةٌ من الفوائد -المُباشرة وغير المُباشرة- التي ستُقدِّمها المُستوطَنات الفضائيَّة لنا، منها:

- الاستعانة بالمُستوطَنات الفضائيَّة كقواعد لاستكشاف الفضاء المأهول (القريب من كوكب الأرض).
- إنَّ إنشاء المُستوطَنات الفضائيَّة سيُساهم في تخفيف الضَّغط الصِّناعي والسُّكَّاني على كوكب الأرض.
- ستُؤمِّن المُستوطَنات الفضائيَّة السَّكن التَّرفيهي للمُقيمين في الفضاء أو زُوَّاره.
- ستَضمَن المُستوطَنات الفضائيَّة النُّمُوَّ الاقتصادي، وتطوير الوصول إلى المَوارد في الفضاء، وتطوير اقتصاد الفضاء، دون تدمير النُّظُم البيئيَّة وتشريد الشُّعوب على كوكب الأرض.
- ستُعزِّز المُستوطَنات الفضائيَّة استعمار الفضاء، والمُطالبة بالفضاء خارج كوكب الأرض من أجل الاستقلال الاستعماري الاستيطاني.
- ستُؤمِّن المُستوطَنات الفضائيَّة بقاء الحضارة البشريَّة والمُحيط الحَيَوي، في حالة وقوع كارثة كبيرة على كوكب الأرض (طبيعيَّة أو من صُنع الإنسان نفسه).

مزايا المُستوطَنات الفضائيَّة

هناك العديد من المزايا التي تتمتَّع بها المُستوطَنات الفضائيَّة المُزمَع إنشاؤها، منها:

1- إمكانيَّة حُصولها على الطَّاقة الشَّمسيَّة:

يتمتَّع الفضاء بوَفرة الضَّوء المُنبعث من الشَّمس. وفي مَدَار كوكب الأرض، يبلغ هذا الوَفر 1400 واط من الطَّاقة لكلِّ متر مُربَّع. ويُمكن استخدام هذه الطَّاقة لإنتاج الكهرباء من الخلايا الشَّمسيَّة، أو من محطَّات الطَّاقة القائمة على المولِّدات الحراريَّة، واستخدامها في مُعالجة الخامات، وتوفير الضَّوء اللَّازم لنُمُوِّ النَّباتات ولتدفئة المُستوطَنات الفضائيَّة.

2- سُهولة الوصول إليها:

ستكون تجارة المُستوطَنات من الأرض إلى الفضاء أسهل من تجارة المَوائل من الأرض إلى الكواكب، حيث لن يكون للمَوائل التي تدور حول كوكب الأرض قوى جاذبيَّة تتطلَّب التَّغلُّب عليها لتصديرها إلى الأرض، وقوى جاذبيَّة أصغر تتطلَّب التَّغلُّب عليها لاستيرادها من الأرض.

3- إستغلال المَوارد في الموقع:

قد يتمُّ تزويد المُستوطَنات الفضائيَّة بمَوارد من أماكن خارج كوكب الأرض، مثل كوكب المرِّيخ أو الكُويكبات أو القمر والأجرام الفلكيَّة الأخرى... كما يُمكن إنتاج الأوكسجين اللازم للتَّنفُّس ومياه الشُّرب ووقود الصَّواريخ، بالاعتماد على ميزة إمكانيَّة جمع ومُعالجة وتخزين واستخدام المواد الموجودة أو المُصنَّعة في تلك المُستوطَنات، بدلاً من إحضارها من كوكب الأرض. وقد يتمُّ تصنيع الألواح الشَّمسيَّة من المواد القمريَّة.

4- تأمين المواد من الكُويكبات والأجرام الصَّغيرة الأخرى:

يحتوي مُعظَم الكُويكبات على مزيج من المواد التي يُمكن استخراجها، حيث يُقدَّر أنَّ هناك من

المواد في «حزام الكُويكبات الرَّئيسي»[3] وحده ما يكفي لبناء مُستوطَنات فضائيَّة كافية لتُساوي مساحة السَّطح الصَّالحة للسَّكن لـ3000 كوكب أرض! ولأنَّ هذه الأجرام لا تحتوي على قوى جاذبيَّة كبيرة، فسوف تتطلَّب طاقةً مُنخفضة لاستخراج المواد منها ونقلها إلى مواقع البناء.

5- السَّماح بإيواء عددٍ كبيرٍ من السُّكَّان فيها:

إفترضت تقديرات عام 1974م أنَّ جمع كلِّ المواد من حزام الكُويكبات الرَّئيسي من شأنه أن يسمح ببناء عدد كبير من المَوائل القادرة على إيواء عدد هائل من السُّكَّان. وبفَرَض استخدام المَوارد العائمة الحُرَّة في النِّظام الشَّمسي، يَمتدُّ هذا التَّقدير إلى تريليونات المَوائل والسُّكَّان.

6- التَّرفيه في حالة انعدام الجاذبيَّة:

إذا تمَّ إغلاق مساحة كبيرة عند محور الدَّوران في المُستوطَنات الفضائيَّة المَداريَّة، فمن المُمكن مُمارسة العديد من الرِّياضات في حالة انعدام الجاذبيَّة، مثل «السِّباحة في الفضاء»، و«الطَّيران الشِّراعي المُعلَّق»، واستخدام «الطَّائرات التي تعمل بالطَّاقة البشريَّة (العضليَّة)».

7- إستخدامها كمَقصورات رُكَّاب فضائيِّين:

يُمكن أن تكون المُستوطَنة الفضائيَّة مَقصورة رُكَّاب مركبة فضائيَّة كبيرة مُخصَّصة لاستعمار الكُويكبات والأقمار والكواكب، ويُمكنها أيضاً أن تعمل كسفينة فضائيَّة تُسافر إلى كواكب أخرى أو إلى نُجوم بعيدة. وقد وصفها عالم الفيزياء النَّوويَّة البريطاني «ليزلي شيبرد» في عام 1952م بمركبة فضائيَّة من تلك التي ستدور مُستقبلاً بين النُّجوم (وتُسمَّى «سُفُن الأجيال» أو «سُفُن العالَم»)، وقارنها بكوكبٍ صغير يعيش فيه العديد من الأشخاص.

نماذج من المركبات الفضائيَّة التي تَستخدِم الخلايا الشَّمسيَّة لإنتاج الكهرباء

مُتطلَّبات المُستوطَنات الفضائيَّة

إنَّ المُتطلَّبات اللازمة لإنشاء مُستوطَنة فضائيَّة عديدة، حيث يتعيَّن عليها توفير جميع الاحتياجات الماديَّة لمئات أو آلاف البشر، في بيئةٍ في الفضاء مُعادية للغاية للحياة البشريَّة:

1- التَّنظيم:

إنَّ تنظيم المُستوطَنات الفضائيَّة أمرٌ بالغ الأهمِّيَّة لظُروف السَّكن، ويُمكن أن تُؤدِّي البُنية الماديَّة والاجتماعيَّة والسِّياسيَّة للمُستوطَنة الفضائيَّة، إذا تمَّ إنشاؤها بشكل سيِّئ، إلى وضع خطير.

2- رأس المَال الأوَّلي:

إنَّ تكاليف إنشاء المُستوطَنات الفضائيَّة عالية جدًّا، وحتَّى أصغر تصاميم المُستوطَنات قد

تكون أكثر ضخامةً (من حيث الكُلفة) من الكُتلة الإجماليَّة لجميع العناصر التي أطلقها البشر في مَدَار الأرض مُجتمعةً (من صواريخ ومركبات وسُفُن ومحطَّات فضائيَّة وأقمار اصطناعيَّة...)، على الإطلاق. والمُتطلَّبات الأساسيَّة لبناء المُستوطَنات الصَّغيرة هي إمَّا تكاليف إطلاق أرخص، أو قاعدة تعدين وتصنيع على القمر، أو على أيِّ جسم آخر ذي إمكانيَّة وصول مُنخفضة إليه من موقع المَوطن المطلوب.

3- الموقع:

لا تزال مَدَارات المُستوطَنات المُثلى مَوضع نقاش وجَدَل، وبالتَّالي فإنَّ الحفاظ على المحطَّة المَدَاريَّة رُبَّما يكون مسألةً تجاريَّة. يُعتقَد الآن أنَّ مَدَاري نقطتي لاغرانج القمريَّتَين «إل5» أو «إل4» بعيدَين جدًّا عن القمر والأرض. وهناك اقتراحٌ أكثر حَداثةً، وهو استخدام مَدَار رنين من اثنين إلى واحد يكون له نهجٌ قريبٌ ومُنخفض الطَّاقة (رخيص) للقمر، ثمَّ للأرض (بالتَّناوب)، وهذا يُوفِّر وصولاً سريعاً وغير مُكلف إلى كلٍّ من المواد الخام والسُّوق الرَّئيسيَّة. وتُخطِّط مُعظَم تصاميم المُستوطَنات لاستخدام الدَّفع الكهرومغناطيسي، أو محرِّكات الكُتلة المُستخدَمة، بدلاً من محرِّكات الصَّواريخ. وتتمثَّل ميزة هذه التَّصاميم في أنَّها إمَّا لا تَستخدم أيَّة كُتلة تفاعُل على الإطلاق، أو تَستخدم كُتلة تفاعُل رخيصة.

4- الحماية من الإشعاع:

إذا كانت مُستوطَنة فضائيَّة تقع عند نقطتي لاغرانج القمريَّتَين «إل5» أو «إل4»، فإنَّ مَدَارها سيأخذها خارج حماية «المجال المغناطيسي للأرض»[4] لمدَّة ثُلثَي الوقت تقريباً (كما يَحدُث مع القمر)، ممَّا يُعرِّض سُكَّان المُستوطَنة لخطر التَّعرُّض للبروتون (جُسَيم دون ذرِّي) من الرِّياح الشَّمسيَّة، أو لخطر الأشعَّة الكونيَّة.

ويُمكن تحقيق الحماية من خلال التَّدريع (زيادة دُرُوع المُستوطَنة) -السَّلبي أو النَّشط-. والتَّدريع السَّلبي (يتمُّ من خلال استخدام المَواد)، هو الطَّريقة المُتَّبَعة لحماية المركبات الفضائيَّة الحاليَّة. كما يُمكن أن تُوفِّر جُدران الماء أو الجُدران الجليديَّة الحماية من الإشعاع الشَّمسي والكوني، حيث تَحجب سَماكة 7 سنتيمترات من الماء ما يَقرُب من نصف الإشعاع السَّاقط على المُستوطَنة. في المُقابل، يُمكن استخدام الصُّخور كدُرُوع، حيث يُمكن لأربعة أطنان متريَّة لكلِّ متر مُربَّع من مساحة السَّطح أن تُقلِّل جُرعة الإشعاع سنويًّا، وذلك أقلُّ من مُعدَّل الإشعاع في بعض المناطق الطَّبيعيَّة المأهولة بالسُّكَّان على كوكب الأرض.

إنَّ المفاهيم البديلة القائمة على الحماية النَّشطة لم يتم اختبارها بعد، وهي أكثر تعقيداً من مثل هذه الحماية السَّلبيَّة للكُتلة، ولكنَّ استخدام المجالات المَغناطيسيَّة و/أو الكهربائيَّة، مثل استخدام الأسلاك التي تُغلِّف المركبات الفضائيَّة، بغرض صرف الجُسيمات عن المُستوطَنة، يُمكن أن يُقلِّل بشكل كبير من مُتطلَّبات الكُتلة.

5- الغِلاف الجوِّي[5]:

يُعَدُّ ضَغط الهواء، مع الضُّغوط الجُزئيَّة الطَّبيعيَّة للأوكسجين (21٪) وثاني أوكسيد الكربون والنِّيتروجين (78٪)، مُتطلَّباً أساسيًّا لأيَّة مُستوطَنة فضائيَّة. في الأساس، تتخيَّل مُعظَم مفاهيم تصاميم المُستوطَنات الفضائيَّة أوعية ضغط كبيرة ورقيقة الجُدران، ويُمكن الحُصول على الأوكسجين المطلوب من الصُّخور القمريَّة.

أمَّـا النِّيتروجـين، فهو مُتـاحٌ بسهولـة في الأرض، ولكن يتمُّ إعادة تدويره أيضاً بشكلٍ مثاليٍّ تقريباً. كما يُمكـن الحُصول علـى النِّيتروجَـين في صورة «الأمونيا» (مُركَّب كيميائي غازي غير عُضوي من النِّيتروجـين والهيدروجين) من المُذنَّبـات وأقمار الكواكب الخارجيَّة. وقـد يتوفَّر النِّيتروجين أيضاً بكمِّيَّات غير مَعروفة علـى بعض الأجرام الأخرى في النِّظَـام الشَّمسـي الخارجـي. ويُمكـن إعـادة تدوير هـواء المَوطن بعـدَّة طُرُق، فأحـد المفاهيم هـو استخدام الحدائق الضَّوئيَّـة؛ رُبَّما عن طريق الزِّراعـة المائيَّـة أو البَستَنَة. ومع ذلـك، فإنَّ هذه الحدائق لا تُزيـل بعض المُلوِّثـات الصِّناعيَّة، مثل الزُّيوت المُتطايـرة، والغـازات الجُزيئيَّة البسيطة الزَّائـدة. والطَّريقـة القياسيَّـة المُستخدَمـة في الغوَّاصات النَّوويَّة، وهي شكلٌ مُماثلٌ للمُستوطَنات الفضائيَّـة من حيث البيئة المُغلَقـة، هي استخدام مَوقـد مُحفِّز؛ والذي يُحلِّل مُعظَـم المواد العُضويَّة بشكلٍ فعَّـال. ويُمكن توفير المزيد من الحماية من خـلال نظام التَّقطـير المُبرَّد، الذي مـن شأنه أن يُزيل الشَّوائب تدريجيَّاً، مثـل بُخار الزِّئبق وغيره من الغازات التي لا يُمكن حرقها تحفيزيَّاً.

6- إنتاج الغذاء:

سـوف تكـون هنـاك حاجـةٌ أيضـاً إلى توفير المـواد العُضويَّة اللازمة لإنتاج الغذاء. في البداية، يجـب استـيراد مُعظَـم هذه المـواد مـن الأرض، وبعـد ذلـك، مـن المُفترَض أن تُساهـم عمليَّـة إعـادة تدويـر بُـراز سُـكَّان المُستوطَنَـة في تقليل الحاجـة إلى الواردات. تبـدأ إحدى طُـرُق إعادة التَّدويـر المُقترَحـة بحرق المـواد المُقطَّـرة المُبرَّدة والنَّباتـات والقُمامـة ومياه الصَّـرف الصِّحِّي في قوسٍ كهربائـي، ثمَّ بتقطير النَّـواتج، حيث يُمكن استخدام ثـاني أوكسيد الكربون والمـاء النَّاتجَين علـى الفَـور في الزِّراعـة، ويُمكـن إذابـة النِّترات والأمـلاح الموجـودة في الرَّمـاد بالمـاء وفصلها إلى معـادن نقيَّة، وإعـادة تدوير مُعظَـم النِّترات وأمـلاح البوتاسيـوم والصُّوديـوم لاستخدامهـا كأسمـدة. كما يُمكـن تَنقية المعـادن الأخرى التي تحتوي على الحديـد والنِّيكل والسِّيليكون كيميائيَّاً على دفعـات وإعادة استخدامهـا صناعيَّاً. كذلك يُمكن مُعالجة الجزء الصَّغير مـن المواد المُتبقِّية، والـذي يقـلُّ كثـيراً عـن 0.01٪ من الـوزن، إلى عناصـر نقيَّة باستخدام تحليل «مطياف الكُتلة في انعدام الجاذبيَّة»، وإضافتها بكمِّيَّات مُناسبة إلى الأسمدة والمخزونـات الصِّناعيَّة. ومِن المُرجَّح أن يتمَّ تحسـين أساليب إنتاج الغـذاء في مُستوطَنات الفضـاء بشكلٍ كبـير عندما يبدأ البشـر بالعيش فيها فعليَّاً.

7- الجاذبيَّة الاصطناعيَّة:

لقد أثبتت الدِّراسـات المَدَاريَّة طويلة الأمد أنَّ انعدام الجاذبيَّة يُضعـف عظام وعضلات البشر، ويُؤثِّـر علـى عمليَّـة التَّمثيـل الغذائـي للكالسيوم والجهـاز المَناعـي. فمُعظَـم النَّاس الذيـن عاشوا في محطَّـات الفضـاء يُعانـون من احتقـان الأنف المُستمـر أو مـن مشـاكل الجُيوب الأنفيَّـة، ويُعاني عددٌ قليـلٌ منهم مـن دُوَار الحركـة الشَّديد الذي لا عـلاج لـه. إنَّ مُعظَـم تصاميم المَوائـل المَدَاريَّة ستدور حول نفسها في الفضاء، من أجل استخدام القوى بالقُصـور الذَّاتي لمُحاكاة الجاذبيَّة، وأثبتت دراسـات وكالـة ناسا علـى الدَّجـاج والنَّباتات أنَّ هذا بديلٌ فيزيولوجيٌّ فعَّـال للجاذبيَّة، حيث يُؤدِّي تحريـك الرَّأس بسرعـة في مثـل هـذه البيئة إلى الشُّعـور بـ«الإمالة»، بسبب تحـرُّك الأذن الدَّاخليَّة

بمُعدَّلات دوران مُختلفة. وتُظهر دراسات أجهزة الطَّرد المركزي (إختبارات القوَّة الطَّاردة المركزيَّة في آلة تزيد من قوَّة الجاذبيَّة) أنَّ البشر يُصابون بدُوَار الحركة في المَوائل التي يقلُّ نصف قُطرها الدَّوراني عن 100 متر، أو التي يزيد مُعدَّل دورانها عن 3 دورات في الدَّقيقة. ومع ذلك، تُشير نفس الدِّراسات والبيانات الإحصائيَّة إلى أنَّه يجب أن يكون جميع البشر تقريباً قادرين على العيش بشكل مُريح في المَوائل التي يزيد نصف قُطرها الدَّوراني عن 500 متر ويقلَّ عن دورة واحدة في الدَّقيقة، فلم يكن الأشخاص ذوو الخبرة (الذين أُجريَت عليهم التَّجارب) أكثر مُقاومةً لدُوَار الحركة فحسب؛ بل تمكَّنوا أيضاً من استخدام تأثيراتهم الشَّخصيَّة في تحديد اتِّجاهات «الدَّوران» و«الدَّوران المُضاد» في أجهزة الطَّرد المركزي.

8- النَّيازك والغُبار:

يجب أن يتحمَّل المَوطن التَّأثيرات المُحتمَلة من الحُطام الفضائي و النَّيازك[6] والغُبار، وما إلى ذلك... يتبخَّر مُعظم النَّيازك التي تضرب الأرض في الغلاف الجوِّي للكوكب، وبدون غلاف جوِّيٍّ سَميك واقٍ، ستُشكِّل ضربات النَّيازك خطراً أكبر بكثير على المُستوطَنة الفضائيَّة، ولذلك سيقوم رادار المُستوطَنة بمسح الفضاء حول كلِّ مَوطن، لرسم مَسَار الحُطام والأشياء الأخرى من صُنع الإنسان، والسَّماح باتِّخاذ إجراءات تصحيحيَّة لحماية المَوطن.

في بعض تصاميم المُستوطَنات، مثل «أونيل/إيمز» (حلقة ستانفورد)، تحتوي تصاميم المَوطن على درع غير دَوَّار من الرَّمل المضغوط (يبلغ سُمكه حوالي 1.9 متر) للحماية من الأشعَّة الكونيَّة، أو تحتوي حتَّى على صُخور مُجمَّعة اصطناعيَّة (خرسانة بديلة يبلغ سُمكها 1.7 متراً). وتَستخدِم تصاميم مُقترَحة أخرى الصُّخور كهيكل ودرع مُتكامل، مثل تلك التي اقترحها أونيل عام 1976م في كتابه «الحُدود العُليا: المُستعمَرات البشريَّة في الفضاء»، أو «مُستعمَرات الفضاء الخرسانيَّة» التي اقترحها العالم البريطاني ليزلي شيبرد في مقاله «سبيس فلايت» المَنشور في «مجلَّة الجمعيَّة البريطانيَّة للكواكب» عام 1979م، وغيرها؛ في كلٍّ من هذه المُقترَحات، يُستدَلُّ على وجوب تأمين حماية قويَّة من النَّيازك؛ من خلال غلاف متين من الصُّخور (وهو نفسه الذي يحمي المُستوطَنات من الإشعاع الخارجي).

ويُلاحَظ أنَّ أقمار الطَّاقة الشَّمسيَّة قد اقتُرح تصميمها بنطاقات مُتعدِّدة الغيغاوات من الطَّاقة (مليار واط وما فوق)، وستسمح مثل هذه الطَّاقات والتِّقنيَّات برسم خرائط رادايَّة ثابتة للفضاء ثُلاثي الأبعاد القريب من كوكب الأرض. إنَّ هذه الفكرة ليست جديدة، بل هي مُجرَّد مُحاولة لإخراج الأجسام القريبة من الأرض إلى مسافات بعيدة بشكل اعتباطي، ولا يَحدُّ منها سوى الجُهد الذي سيُبذل لتحقيقها.

وهناك مُقترَحاتٌ مُتاحة لنقل؛ حتَّى الأجسام القريبة من الأرض التي يبلغ حجمها كيلو متر واحد، إلى مَدَارات عالية حول الأرض، ومن المُمكن أن تقوم محرِّكاتٌ مُخصَّصة لهذه الأغراض بنقل مُستوطَنة فضائيَّة وأيِّ درع كبير؛ ولكن ليس في أيِّ وقت ولن يتم ذلك بسرعة، حيث تكون قوَّة الدَّفع مُنخفضة جداً مُقارنةً بالكُتلة الضَّخمة.

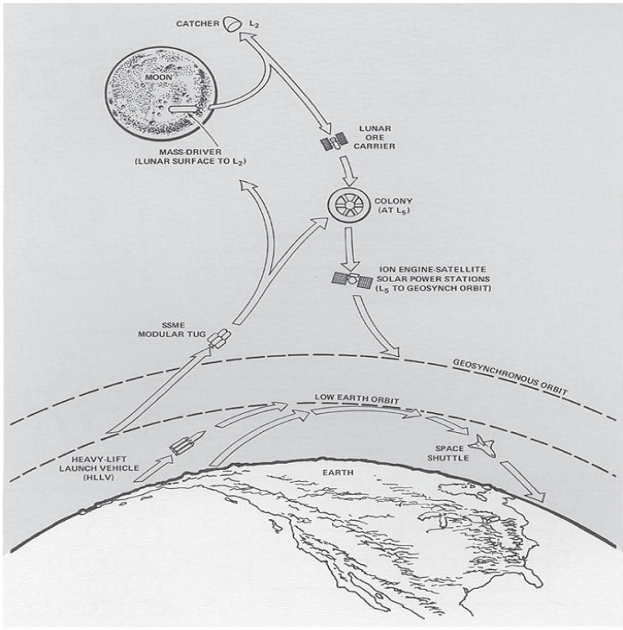
9- لفظ الحرارة:

إنَّ المَوطن موجودٌ في فراغ؛ وبالتَّالي فهو يُشبه زجاجةً حراريَّةً عملاقة، لذا فهو يحتاج إلى مُبرِّد للتَّخلُّص من الحرارة المُمتصَّة من أشعَّة الشَّمس. وقد تحتوي المُستوطَنات الصَّغيرة جداً على مِروحة مركزيَّة تدور معها، وفي هذا التَّصميم،

يرفع الحمل الحراري الهواء السَّاخن «إلى أعلى المُستوطَنة» (نحو مركزها)، ويُسقط الهواء البارد إلى «أسفلها». وتقوم بعض التَّصاميم الأخرى بتوزيع سوائل التَّبريد، مثل الماء المُبرَّد، من جهاز تبريد مركزي.

10- التَّحكُّم في الموقف:

تتطلَّب مُعظَم أشكال هندسة العاكس توجيه شيءٍ ما على المَوطِن نحو الشَّمس؛ وبالتَّالي فإنَّ التَّحكُّم في الموقف ضروري. وقد استُخدِم تصميم أونيل الأصلي الأسطوانتَين كعجلات دفع لتدوير المُستوطَنة، ودفع المَحاور المُتَّجهة نحو الشَّمس معاً أو بعيداً، لاستخدام الحركة التَّقدُّميَّة في تغيير زاويتها.



مفهوم "وكالة الطَّيران والفضاء الأمريكيَّة" (ناسا) في سبعينيَّات القرن العشرين لموقع "حلقة ستانفورد" في الفضاء القمري والاتِّجاهات التي ستسلكها

المفاهيم المُقترَحة لإنشاء المُستوطَنات الفضائيَّة

إنَّ المفاهيم الأساسيَّة الثَّلاثة المُقترَحة لإنشاء المُستوطَنات الفضائيَّة هي «كُرة برنال» و«أسطوانة أونيل» (اللتين تحدَّثنا عنهما سابقاً)، وهُما المفهومان الأصليَّان الشَّائعان، بالإضافة إلى مفهوم «مُجمَّعات دمبل»، الذي سنتحدَّث عنه بشيءٍ من التَّفصيل:

إستُنبطَت فكرة مُجمَّعات دمبل من «الدِّمبل»، وهو نوعٌ من قطَع الأوزان الحُرَّة، مثل قطَع الأثقال والمُعدَّات المُستخدَمة في تدريبات رياضة «رفع الأثقال» أو في «مراكز بناء الأجسام الرِّياضيَّة». فمُجمَّع دمبل هو مركبةٌ فضائيَّة أو مَسكَنٌ يُشبه الدِّمبل، مُتَّصلٌ عبر كابل بثقَل مُوازِن أو بمَسكَن آخر. وتمَّ اقتراح هذا التَّصميم كـ«سفينة المرِّيخ» أو «كوخ البناء الأوَّلي لمَسكَن فضائي» أو «فندق مَداري»؛ بحيث يتمتَّع بنصف قُطر دوران طويل وبطيء بشكل مُريح لكُتلة محطَّة صغيرة نسبيًّا، وكذلك -إذا كان بإمكان بعض المُعدَّات تشكيل ثقَل مُوازِن- فإنَّ المُعدَّات المُخصَّصة للجاذبيَّة الاصطناعيَّة عبارةٌ عن كابل فقط؛ وبالتَّالي يكون لها جزء كُتلة أصغر بكثير من المفاهيم الأخرى. ومع ذلك، بالنِّسبة للمَسكَن طويل الأمد، يجب أن يدور درع الإشعاع مع المَسكَن، وهو ثقيلٌ للغاية؛ وبالتَّالي يتطلَّب كابلاً أقوى وأثقل بكثير. كما تمَّ النَّظر بهذا التَّصميم المُقترَح في دراسات وكالة ناسا. سيتمُّ إنتاج المَساكن الصَّغيرة بكمِّيَّات كبيرة وفقاً للمعايير التي تسمح للمَساكن بالتَّرابُط. ويُمكن لمَسكَن واحد أن يعمل بمُفرده ككُرة، ولكن من المُمكن ربط المزيد من المَوائل، لتنمو إلى «دمبل»، ثمَّ إلى «قوس مُتشابك»، ثمَّ

إلى حلقة، ثمَّ إلى أُسطوانة كُرويَّة تُشبه «الخَرَز»، وأخيراً إلى مجموعة مُؤطَّرة من الأُسطوانات. وتَشترك كلُّ مرحلة من مراحل النُّمُو بالمزيد من الحمايَة من الإشعاع والمُعدَّات الأساسيَّة، ممَّا يزيد من التَّكامُل والسَّلامة، مع تقليل التَّكلفة لكلِّ شخص. وقد اقتُرح هذا المفهوم في الأصل كشكل هندسيٍّ معماريٍّ احترافي يُمكن أن ينمو مثل مُدُن كوكب الأرض، مع استثمارات فرديَّة تدريجيَّة؛ على عكس تلك التي تتطلَّب استثمارات أوَّليَّةً كبيرة. والعيب الرَّئيسي هو أنَّ الإصدارات الأصغر تَستخدم بُنيةً كبيرة لدعم الحماية من الإشعاع، والتي تدور معها. وفي الأحجام الكبيرة، يصبح الدِّرع اقتصاديًّا أكثر، لأنَّه ينمو مع نُمُوٍّ مُربَّع نصف قُطر المُستوطَنة تقريباً. كما ينمو عدد الأشخاص ومَوائلهم والمُبرِّدات اللازمة لتبريدهم، بالاضطراد مع نُمُوٍّ مُربَّع نصف قُطر المُستوطَنة أيضاً.

وهناك مفاهيم أخرى لإنشاء المُستوطَنات الفضائيَّة تتلخَّص في الأفكار التَّالية:

• «الجزيرة الأولى»: وهي مُستوطَنة «كُرة برنال» التي يعيش فيها من 10000 إلى 20000 شخص.

• «حلقة ستانفورد»: وهي بديلٌ للجزيرة الأولى.

• «لويس ون»: وهي أُسطوانةٌ يبلغ نصف قُطرها 250 متراً، مع درع إشعاعي غير دَوَّار. ويحمي الدِّرع أيضاً مساحة الجاذبيَّة الاصطناعيَّة الدَّقيقة. ويبلغ طول الجزء الدَّوَّار 450 متراً، وله عدَّة أُسطوانات داخليَّة، بعضها يُستخدَم للزِّراعة.

• «الجزيرة الثَّالثة»: وهي تصميمٌ اصطناعي أكبر من أُسطوانة أونيل (يبلغ نصف قُطرها 3.2 كم، وطولها 32 كم.

• «أُسطوانة ماكيندري»: وهي مفهومٌ آخر من شأنه استخدام «أنابيب الكربون النَّانويَّة» (بُنية أُسطوانيَّة نانويَّة مُجوَّفة من الدَّاخل، تتكوَّن من ذرَّات الكربون)، وتتكوَّن من أُسطوانات مُقترنة؛ بنفس أُسلوب مفهوم الجزيرة الثَّالثة، لكنَّ كلَّ واحدة منها يبلغ نصف قُطرها 460 كم، وطولها 4600 كم.

• «كالبانا الأولى»: وهي أُسطوانةٌ قصيرة بنصف قُطر يبلغ 250 متراً، وطول يبلغ 325 متراً، تمَّ تصميمها لاستيعاب 3000 نسمة. ويبلغ وزن درع الإشعاع 10 طن/متر مُربَّع، وهو يدور بشكل دائم. كما أنَّ لدى كالبانا الأولى عدَّة أُسطوانات داخليَّة للزِّراعة والتَّرفيه.

• «مفهوم عالَم الفُقاعات» أو «الدَّاخل/الخارج»: وهو التَّصميم الذي ابتكره مُهندس الطَّيران والفضاء الأمريكي «داندريدج ماكفارلان كول» في عام 1964م، ويدعو إلى حفر نفق عبر أطول محور لكُويكب معدنيٍّ كبير وملئه بمادَّة مُتطايرة، رُبَّما تكون الماء. وسيتمُّ إنشاء عاكس شمسيٍّ كبير جدًّا في مكان قريب، لتركيز الحرارة الشَّمسيَّة على الكُويكب؛ أوَّلاً للحام وختم نهايات النَّفق، ثمَّ بشكل أكثر انتشاراً لتسخين كامل السَّطح الخارجي ببطء. ومع تليين المعدن، يتمدَّد الماء بالدَّاخل وتتضخَّم الكُتلة، بينما تُساعد القوى الدَّورانيَّة على تشكيلها في شكل أُسطواني. وبمُجرَّد التَّمدُّد والسَّماح له بالتَّبريد، يُمكن تدوير الماء لإنتاج شبه جاذبيَّة مركزيَّة، وملء الجزء الدَّاخلي به وبالتُّربة والهواء. ومن خلال إنشاء انتفاخ طفيف في مُنتصف الأُسطوانة، يُمكن تكوين بُحيرة على شكل حلقة. وتسمح العاكسات لأشعَّة الشَّمس بالدُّخول وتوجيهها حيثما تدعو الحاجة. وتتطلَّب هذه الطَّريقة وجوداً بشريًّا واصطناعيًّا كبيراً في

الفضـاء، لتكون قابلةً للتَّطبيق بشـكلٍ مُطلَق. وقد تمَّ التَّرويـج لمفهوم عالَم الفُقاعـات من قِبَل مُؤلِّف الخيـال العلمي الأمريكي «لاري نيفـن» في سلسلة قصصـه القصيرة «الفضاء المَعـروف»، منذ عام 1964م وحتَّـى الآن، حيث وصف مثل هذه العَوالم بأنَّها المَوائل الأساسيَّة لـ«بيلترس»، وهي الحضارَة التي استعمرت حِزام الكُويكبات (في قصصه).

• «مفهـوم عـالَم الفُقاعـات» (الآخـر): إنَّ مفهـوم عـالَم الفُقاعات هـو أيضـاً إسـمٌ لمفهوم مُختلـف للاستيطـان الفضائـي، فكَّر بـه الكاتبُ الأمريكـي «داني إيـدر» في عـام 1995م (ولهـذا يُعـرَف أيضاً باسم «عالَم إيـدر»)، وهو عبارةٌ عن غـلاف كُرويٍّ رقيق نسبيًّا يُحيـط بكُتلة من الغاز؛ كبيرة بما يكفي ليتمَّ تثبيتها معاً عبر الجَاذبيَّة. إذا تمَّ استخـدام الهيدروجين كغـاز، فسيكون للهيكل نصـف قُطـر يبلغ حوالي 240000 كـم، وسيكون للجزء الخارجي من الغلاف مساحة معيشيَّة يبلغ سُمكها 2400 كم (مليئة بالهواء القابل للتَّنفُّس)، مع غلاف خارجيٍّ إضافي (رُبَّما مَصنوع من 500 متر من الفولاذ) فوقه للاحتفاظ بالهواء.

• «حوضـ كُويكب»: وهي فكـرةٌ مُشابهة لعالَم الفُقاعـات، مُستوحـاةٌ مـن روايـة «2312» التـي ألَّفها كاتب الخيال العلمي الأمريكي «كيم ستانلي روبنسون» عام 2012م.

• «حلقـة بيشوب» (تصميـمٌ تخيُّلي يَستخدم أنابيـب الكربون النَّانويَّة): وهـي عبارةٌ عن حلقة دائريَّة يبلـغ نصف قُطرهـا 1000 كم، وعرضها 500 كـم، ويبلـغ ارتفاع جِـدار احتجـاز الغلاف الجـوِّي فيها 200 كم. وسيكـون المَوطن كبيراً بما يكفي ليكـون «بدون سقف»، ومفتوحاً على الفضاء الخارجي من الحافَّة الدَّاخليَّة.

تصوُّرٌ لـ«حلقة بيشوب»

مشاريع محطَّات الفضاء

إنَّ «المحطَّة الفضائيَّة» (أو «المحطَّة المَدَاريَّة»)، هي مركبـة فضائيَّة تبقى في مَـدَار كوكب الأرض وتستضيف البشر لفـترات زمنيَّة طويلة، وبالتَّالي فهـي قمرٌ اصطناعي يتميَّـز باحتوائه على مَرافق سكنيَّة. ويختلـف الغرض من بناء محطَّة فضائيَّة حسـب البرنامـج الفضائـي للدَّولـة (أو الـدُّوَل) المالكة لها، فغالباً ما كانت محطَّات الفضاء عبارةً عن محطَّـات عِلميَّـة بحتيَّة، ولكنَّهـا كانت تَخدُم أيضاً استخداماتٍ أخـرى -عسكريَّةً أو تجاريَّة-، مثل استضافة «السَّيَّاح الفضائيِّين».

كانـت محطَّـات الفضـاء تدعـم الوجـود المُستمـر والوحيـد للبشر في الفضـاء، فكانت أوَّل محطَّـة فضائيَّة هي المحطَّـة الفضائيَّة السُّوفيتيَّة (الرُّوسيَّة) «ساليـوت-1» (عام 1971م)، والتي استضافـت في العـام نفسه أوَّل طاقـم من مركبة الفضـاء السُّوفيتيَّة «سويـوز-11» المَنكوبة. ثمَّ تمَّ تشغيـل محطَّـات فضائيَّـة مُتتاليـة، منـذ محطَّة

الفضـاء الأمريكيَّة «سـكاي لاب» (ابتداءً من عام 1973م وحتَّـى عـام 1979م)، مُـروراً بمحطَّـة الفضـاء السُّوفيتيَّـة «مـير» (منـذ عـام 1987م وحتَّى عام 2000م)، ووصولاً إلى «محطَّة الفضاء الدُّوليَّة» (ISS)، التي تمَّ تشغيلها منذ عام 2000م وحتَّى الآن. وتخلَّل ذلك إطلاق السُّوفيت محطَّات "ساليـوت-2" (غـير المأهولـة بالبشـر، والتـي أُطلقـت إلى المَـدَار ثـمَّ انفجرت عـام 1972م)، و"سَاليوت-3" و"ساليوت-4" (عام 1974م)، و"ساليوت-5" (عام 1976م)، و"ساليوت-6" (عـام 1977م)، وأخـيراً "ساليـوت-7"، التي أُطلقـت في عام 1982م، وأُخرجت من مَدَارها في عامَ 1991م بسبب انتهاء مدَّة عملها.

وحاليًّـاً، هنـاك محطَّتان فضائيَّتـان تعملان بكامـل طَاقتهمـا، هُمـا محطَّـة الفضـاء الدُّوليَّة ومحطَّـة الفضـاء الصِّينيَّـة "تيانجـونج"، التي تمَّ تشغيلهـا منذ شهر حزيـران من عام 2022م. وكان أكبر عدد من رُوَّاد الفضاء الذين أقاموا على مـتن محطَّة فضائيَّة واحدة في نفس الوقت هو 13 رائـداً، في عام 2009م. أمَّا الرَّقم القياسي لأكبر عدد مـن رُوَّاد الفضـاء على مـتن جميع محطَّات الفضـاء في نفس الوقت هو 17 رائـداً (11 رائداً على متن محطَّة الفضاء الدُّوليَّة و6 رُوَّاد على متن محطَّة تيانجونج الصِّينيَّة، وذلك يوم 30 أيَّار من عام 2023م.

وغالبـاً ما تكـون محطَّات الفضـاء "وحدات معياريَّةً نَمَطيَّة" (مباني مُسبقة الصُّنع)، وتتميَّز بمَنافذ التحـام بمركبات فضائيَّـة أخرى يتمُّ من خلالهـا بنـاء المحطَّـات وصيانتهـا، ممَّـا يسمح بربط الوحـدات أو تحريكها والالتحـام بمركبات أو سُفُـنٍ فضائيَّـةٍ أخـرى لتبـادُل رُوَّاد الفضـاء والإمـدادات (مـن المـاء والغـذاء والأوكسجـين) والمُعـدَّات والأجهـزة واستبدالهـا. وفي حـين أنَّ محطَّـات الفضاء لا تُغادر مَدَارهـا بشكلٍ عام، إلّا أنَّهـا مُزوَّدة بمُحـرِّكات دافعة صغـيرة، تُساعدها في الحفـاظ على البقـاء في مَدَارها الذي يَنحَرِف أحياناً بسبب قوَّة الجاذبيَّة الأرضيَّة.

«محطَّة الفضاء الدُّوليَّة» (ISS)

إنَّ المُستوطَنـات الفضائيَّـة هـي في الأسـاس محطَّات فضائيَّـة؛ وبالتَّالي فإنَّ التَّطوُّرات في بناء محطَّات الفضاء تَشـترك في العديد من العناصر مـع مُستوطَنات الفضـاء. فالمشاريـع والمُقترَحات التَّاليـة -على الرَّغـم من أنَّها ليسـت مُستوطَنات فضائيَّـة حقيقيَّـة- تتضمَّن جوانـب ممَّا قد يكون لدى المُستوطَنـات الفضائيَّة مُستَقبـلاً، وقد تُمثِّل حجر الأساس لبناء مُستوطَنات في نهاية المَطاف:

- "البوَّابـة القمريَّة"، وهـي محطَّة فضائيَّة قمريَّـة مَدَاريَّـة تمُّ التَّخطيـط لبنائهـا في عـام 2007م، وستكـون أولى المحطَّات الفضائيَّة خارج مَدَار الأرض المُنخفض؛ وبالتَّالي فهي أوَّل مركبة فضائيَّـة ستعمل خارج نطاق تأثـير كوكب الأرض وجاذبيَّتـه (في الفضاء غير المَحمي من الإشعاع).

ومشـروع البوَّابة القمريَّة، هو مشروعٌ مُشترَك بين "وكالـة الطَّـيران والفضاء الأميركيَّـة" (ناسا) و"وكالـة الفضـاء الأوروبيَّـة" (إيسـا) و"وكالة استكشاف الفضاء اليابانيَّة" (جاكسا) و"وكالة الفضـاء الكنديَّـة" (سيسـا) و"مركز محمَّد بن راشد للفضاء" (الإماراتي).

• في مُنتصـف عـام 2010م، تمَّ الإعلان عن المحطَّة الفضائيَّـة التِّجاريَّـة الأمريكيَّة "بيغلو"، حيث ظهرت فيها تكوينات تصميم محطَّة الفضاء بمـا يصـل إلى 9 وحدات تحتـوي على 2800 متر مُكعَّب من المساحة الصَّالحة للسَّكن. ومثَّلت بيغلو الإشـارة الأولى للتَّكويـن الأوَّلي لمُجمَّـع الفضـاء "ألفا"، الذي ظهر في شهر تشرين الأوَّل من عام 2010م.

• في عـام 2011م، تمَّ اقـتراح أجهـزة طرد مركـزيٍّ جديـدة لـ"محطَّـة الفضـاء الدُّوليَّـة" (ISS)، كمشـروع توضيحـي لحُجـرة جاذبيَّـة اصطناعيَّـة، تحضَّـيراً لوحدة مُماثلـة في مركبة استكشـاف الفضـاء مُتعـدِّدة المهـامَ "نوتيلوس-إكس"، الأمريكيَّة. وسيكون لوحدة الطَّرد المركزي في محطَّة الفضـاء الدُّوليَّة قُطرٌ خارجي يبلغ 9.1 مـتراً، مع قُطـر مقطع عرضي داخلـي حلقي يبلغ 7.6 مـتراً، وستُوفِّـر جاذبيَّـةً جُزئيَّةً تـتراوح من 0.08 إلى 0.51 غـرام. وسيكـون لجهـاز الطَّرد المركزي المُخصَّص للاختبار والتَّقييم هذا القُدرة علـى أن يصبح وحدة نوم لطاقـم محطَّة الفضاء الدُّوليَّـة. كان تصميم المَركبـة اللاحق عبارةً عن مركبة نقل فضائيَّـة مأهولة طويلة الأمد، تتضمَّن حُجرة جاذبيَّة اصطناعيَّة تَهدُف إلى تعزيز صحَّة طاقمهـا الـذي يصـل عـدده إلى 6 أشخاص، في مُهمَّـاتٍ تصـل مدَّتهـا إلى سنتَـين. وستَستخـدِم أجهـزة الطَّرد المركزي (المُـزوَّدة بحلقات دائريَّة ذوات جاذبيَّـة جُزئيَّـة) كُلّاً من الهيـاكل المعدنيَّة القياسيَّـة و"الهيـاكل القابلـة للنَّفـخ" للمركبـة الفضائيَّة، حيث ستُوفِّر من 0.11 إلى 0.69 غرام إذا تمَّ بناؤها بخَيار قُطر يبلغ 12 متراً.

المُستوطَنـات الفَضائيَّـة في الخيـال العلمي

كانت فكـرة المُستوطَنـات الفضائيَّة عناصر مُهمَّـة في قصص الخيـال العلمـي العديدة التي نُشـرَت عبر وسائل الإعـلام المُختلفة؛ من الكُتُب إلى الأفـلام، مثـل قصَّـة «القمـر المَصنـوع من الطُّوب»، وهـي قصَّة خياليَّة كتبها المُؤلِّف والمُؤرِّخ الأمريكـي «إدوارد إيفـرت هيـل» عـام 1869م، وكانـت أوَّل مُعالجـة كتابيَّـة لفكـرة المُستوطَنات الفضائيَّـة المَدَاريَّـة، وكتـاب «مـا وراء كوكـب الأرض» الـذي ألَّفه عـالم الصَّواريـخ الفضائيَّة الرُّوسـي «كونستانتـين تَسيولكوفسكـي» في عـام 1903م، وتكهَّن فيه بوجـود مُستوطَنات فضائيَّة أسطوانيَّـة دوَّارة على شكل حلقة، وكتابَ «الجُزُرَ في الفضـاء: تحـدِّي الكواكـب الصَّغـيرة» الذي تنبَّأ فيـه مُهندِس الطَّيران والفضـاء الأمريكي «داندريدج ماكَفارلان كول» في أواخر خمسينيَّات وستِّينيَّـات القـرن الماضـي (العشريـن) بفكرة تفريـغ الكُويكبـات ثـمَّ تدويرهـا لاستخدامهـا كمُستوطَنـات، وفيلـم الخيال العلمـي الأمريكي «إليسيـوم» الـذي أُنتِـج في عـام 2013م وتمَّ تجسيـد المُستوطَنـة الفضائيَّـة فيـه علـى شكل «حلقة ستانفـورد»، وفيلم الخيال العلمي المَلحمي الأمريكـي «إنترستيـلار» الـذي أُنتِـج في عـام 2014م وتمَّ تجسيـد المُستوطَنـة الفضائيَّـة فيه على شكل «أسطوانة أونيل»...

«حلقة ستانفورد» التي ظهرت في فيلم الخيال العِلمي «إليسيوم»

المَراجع:

- Young، Anthony; Lunar and planetary rovers: the wheels of Apollo and the quest for Mars; Springer، 2007، pp. 30–57.

- Ivanovich، Grujica S. (2008). Salyut – The First Space Station: Triumph and Tragedy. Springer Science+Business Media.

- Nelson، Jon. «Mars Science Laboratory Curiosity Rover». NASA. February 2، 2014.

- Hendrickx، Bart (2018). «Russian Life Support Systems: Vostok، Voskhod، and Soyuz». In Seedhouse، Erik; Shayler، David J. (eds.). Handbook of Life Support Systems for Spacecraft and Extraterrestrial Habitats. Springer International Publishing. pp. 1–15.

- Jones، Andrew (7 December 2022). «China is considering expanding its Tiangong space station». SpaceNews.

- Garcia، Mark (5 January 2023). «About the Space Station: Facts and Figures». NASA.

الهوامش:

1 – الفضاء: هو الجوُّ حيث يصبح فيه هواء الغِلاف الجوِّي للأرض شِبه معدوم، مُخلِّفاً فراغاً (العَدَم). وبحسب الاتِّفاقيَّات الدُّوليَّة، يبدأ الفضاء من ارتفاع 100 كم فوق مستوى سطح بحار الكُرة الأرضيَّة. كما أنَّ الفضاء، هو الفراغ القائم بين الكواكب والنُّجوم والمجرَّات. ويُعرِّف «اتِّحاد الطَّيران الدُّولي» (FAI) رحلة الفضاء، بأنَّها أيَّة رحلة طيران يزيد ارتفاع التَّحليق فيها عن 100 كم (خَطُّ كارمان)، أمَّا التَّعريف الأمريكي، فحدَّد ذلك الارتفاع بما يفوق 80 كم. وغالباً ما يُستخدَم "خَطُّ كارمان"، كحَدٍّ بين الغِلاف الجوِّي والفضاء الخارجي.

2 – في عام 1969م، تحقّق أحد أكبر أحلام البشريَّة في تاريخها؛ ألا وهو «الصُّعود إلى القمر»، عندما هبطت المركبة القمريَّة المُسمَّاة «إيغل» (النَّسر) التَّابعة للسَّفينة الفضائيَّة «أبولو–11» على سطح القمر، وعلى متنها رائدا الفضاء الأمريكيَّان «نيل أرمسترونغ» (قائد المُهمَّة) و«إدوين ألدرين» (المعروف باسم «باز ألدرين»). وتوالت بعد ذلك رحلات أبولو الأمريكيَّة التي مكَّنت رُوَّاد الفضاء من الهبوط على سطح القمر لخمس مرَّات أخرى، فهبطت عليه مركبة «أبولو–12» في عام 1969م أيضاً، تبعتاها مركبتا «أبولو–14» و«أبولو–15» عام 1971م، ثمَّ «أبولو–16» عام 1972م، وأخيراً «أبولو–17» التي توقَّف

معهـا استكشـاف القمر بمركبـات مأهولـة في 17 كانون الأوَّل من عـام 1972م. وبالنَّتيجة سافـر 24 رائد فضاء إلى القمـر حتَّـى الآن، تمكَّن 12 رائد منهـم فقط (كُلُّهم أمريكيُّـون) من الهبـوط على سطحه، خـلال الفترة بين عامَي 1969 و1972م؛ قاموا بإجراء تجارب علميَّة كثيرة أثناء وجودهم هناك، وتركـوا أجهزةً علميَّة جيوفيزيائيَّة طويلة العُمر لقياس الحرارة والزَّلازل والجاذبيَّة القمريَّة (بعضها يعمل حتَّـى الآن)، وقاموا بتصوير كوكب الأرض والنُّجـوم السَّاخنـة لأوَّل مـرَّة بالضَّوء فـوق البنفسجي، وبحثـوا في «الرِّيـاح الشَّمسيَّـة» (وهي جُزيئـاتٌ مشحونةٌ بالكهربـاء تَندفـع من الشَّمـس؛ لا وجود لهـا على سطح كوكب الأرض)، وجلبوا معهم كمِّيَّات من التُّربة والحجارة القمريَّـة تَـزِنُ نحو 382 كـغ، تراوحت بين الغُبـار النَّاعم وكُتَـل بحجم كُـرة القـدم، استخرجوا بعضهـا عبر حفر التُّربـة لعـدَّة أمتـار، مثل «حجـر بيغ مـولالي» ورمال من مادَّة «الريغوليـث»، وذلك لدراستها في المُختبَرات العلميَّة الأرضيَّة، حيـث لا تزال تُضيف إلى قِطاع العلوم معلومات قيِّمة كلَّ يـوم، ولم يُسمَح لأيٍّ منهـم بالاحتفاظ بأيِّ جزءٍ منها كتذكار.

3 - «حـزام الكُويكبات»: هو منطقـة في النِّظام الشَّمسي علـى شكل حلقة تقع بين مَدَاري كوكبَـي المُشتري والمرِّيخ، تَشغُلهـا آلاف الأجسـام الصُّلبـة غـير المُنتظمـة ذوات الأحجـام المُختلفـة، ولكنَّهـا أصغـر من الكواكـب بكثير، تُسمَّـى «الكُويكبات» أو «الكواكب الصَّغـيرة». ويُطلَق على حـزام الكُويكبـات هـذا أيضـاً إسـم «حـزام الكُويكبات الرَّئيسـي»، لتمييـزه عن مجموعـات الكُويكبـات الأخرى في النِّظـام الشَّمسي، مثل الكُويكبـات القريبة من الأرض و«كُويكبـات طروادة». ويُعتبَر هذا الحـزام الحَدَّ الفاصل ما بين القسمَين الدَّاخلي والخارجي من النِّظام الشَّمسي. و«كُويكـب طروادة»، هو جُـرمٌ سماويٌّ صغـير يَشترك في مَـدَار جُرم آخر أكبر منه، ويبقـى في مَدَار مُستقرٍّ تقريباً بمقـدار 60° أمام أو خلـف الجُرم الرَّئيسـي. ويُمكن أن تَشترك كُويكبات طروادة في مَـدَارات الكواكب أو الأقمار الكبيرة.

4 - «المجـال المغناطيسـي للأرض»: إنَّ هـذا النِّظـام له علاقـةٌ بكوكب الأرض، وتحديداً مع ما يجـري في باطن الكُـرة الأرضيَّـة. هناك اختلافـاتٌ في درجـات الحرارة بـين لُـبِّ الأرض وقشرتها، وعـن طريقها تحفـظ القوى الفيزيائيَّـة في لُـبِّ الأرض الخارجـي سائـلاً معدنيَّاً في حركـة مُستمِرَّة وفقاً لمبدأ مُولِّـد الكهرباء؛ ما يُولِّد المجال المغناطيسي للأرض. وباختصار فإنَّ المغناطيسيَّة الأرضيَّة تُنتِـج درعـاً واقياً يحمـي الأرض من الجُسيمـات الكونيَّة الآتيـة دائماً من الفضاء، حيـث تصل هذه الجُزيئات إلى الغـلاف الجوِّي للأرض في المناطق القُطبيَّة فقط، ويُمكن مُشاهدة ذلـك على شكل أضـواء قُطبيَّة هنـاك (الشَّفَق القُطبي). غير أنَّه لا يُمكن رُؤية ما يحدث على عمق آلاف الكيلو مـترات تحت سطح الأرض بالعـين المُجرَّدة، لذلك يَستخدِم الباحثون نماذج لدراسة ذلك. ومن أجل مُحاكاة نشاطـات هذا النِّظام في غياب جاذبيَّة الأرض، تمَّ إرسال أحـد هذه النَّمـاذج في جولة على مـتن «المحطَّة الفضائيَّة الدَّوليَّة» (ISS)، فأحياناً ينبغي التَّوجُّه إلى الفضاء لفهم أسرار أعماق الأرض!

5 - «الغلاف الجوِّي»: إنَّه ليس شيئاً خاصَّاً بكوكب الأرض، فالعديـد من الأجرام السَّماويَّة في نظامنا الشَّمسي لديها غِلافٌ جوِّي، ككوكـب المُشتري العملاق وقمـره «يوروبَّا». يحصـل الكوكـب -أيُّ كوكـب- على غِلاف جـوِّي عندما تتصاعـد أبخـرةٌ من داخلـه، وعندمـا يمتصُّ الأبخرة المُتطايـرة مـن الكُويكبـات والمُذنَّبات. إنَّ غـلاف الأرض الجـوِّي مُتعـدِّد الطَّبقـات ومُعقَّـد! فحتَّى ارتفـاع 90 كم يحتوي بشكلٍ أساسي على غازَي النِّيتروجين والأوكسجين

اللذَيـن تُنتجهما الكائنـات الحيَّة. يمتـدُّ الغلاف الجوِّي للأرض إلى أبعـد ممَّا هـو مُتوقَّع، فهو يمتـدُّ في الفضاء لمسافة أطول من 50 ضعفاً من قطر الأرض.

يُشكِّل الكوكب الأزرق (الأرض) كُتلةً كافيةً للحفاظ على غلافه الجوِّي مـن خلال الجاذبيَّة، وذلـك على النَّقيض من كوكب المرِّيخ الذي تبلغ قـوَّة جاذبيَّته ثُلث قوَّة جاذبيَّة كوكـب الأرض، والهـواء في المرِّيخ قليـل الكثافة، كما على ارتفـاع 30 كم مـن سطح الأرض. كمـا أنَّ غلاف الأرض الجـوِّي محمـيٌّ أيضـاً بوساطـة مجـالٍ مغناطيسـي من جُسيمات الرِّيـاح الشَّمسيَّة المشحونـة كهربائيًّا، بينما لم يَعُـدْ للمرِّيخ مجالٌ مغناطيسيٌّ كامـل، لذلك يُمكن للرِّياح الشَّمسيَّـة أن تدفـع بغلافه الجـوِّي إلى الفضـاء دون أيَّة عوائق. تفقد الأرض أيضاً جزءاً من هوائها، فعند قُطبيها تخـترق الرِّيـاح الشَّمسيَّـة عمـق غلافها الجـوِّي وتُطلَق الأضواء القُطبيَّـة المُلوَّنة، وهناك تفقد الأرض كمِّيَّات من الأوكسجين تصل إلى 1000 طـنٍّ يوميًّا. ويُمكن للعمليَّات البيولوجيَّة، مثل التَّمثيـل الضَّوئي في النَّباتات، أن تُعوِّض هذه الخسـارة إلى حَدٍّ كبير، ومع ذلك فـإنَّ كتلة الغلاف الجوِّي للأرض تتناقص ببطءٍ شديد.

إنَّ الأرضـ قـادرةٌ علـى الاحتفاظ بغلافها الجـوِّي لفترةٍ طويلـة هكذا، لأنَّها تدور بالقُرب مـن الشَّمس ولأنَّها تدور حـول نفسهـا، وهـذا يجعلها دافئـةً بدرجـةٍ كافية، حيث تُشكِّل المواد الخفيفة غازات ولا تتجمَّد على سطح الأرض.

6 - «النَّيـازِك»، هي أجسـامٌ صخريَّـة أو معدنيَّة صغيرة تطـوف في الفضاء الخارجي، يتراوح حجمها من حُبيباتٍ صغـيرة إلى أجسامٍ بعرض مترٍ واحـد، فهي أصغر بكثير مـن الكُويكبـات. وقـد يصـل وزن بعضهـا إلى 100 كيلو غرام، بحجـم صخرةٍ كبيرة. وتُصنَّـف الأجسام الأصغر من ذلك على أنَّها نيازك دقيقة أو غُبارٌ فضائي أو شظايا، يعود أصـل مُعظَمها إلى مُذنَّبـات أو كُويكبات، في حين أنَّ البعض الآخر عبارة عن حُطام ناتج عن اصطدام أجسامٍ بالقمر أو المرِّيخ. ويُعتقَد أنَّ النَّيازِك تأتي من مجموعة من الكُويكبـات الموجودة بين كوكبَي المرِّيـخ والمُشتري، وتتكوَّن عنـد اصطدام هذه الكُويكبات ببعضها، فتتشظَّى إلى كُتلٍ أصغر حجماً.

وعنـد دخول نيزكٍ أو مُذنَّبٍ أو كُويكـبٍ ما الغلاف الجوِّي للأرض (أو لكوكـبٍ آخـر، كالمرِّيخ مثـلاً)، بسرعةٍ تزيد عـن 20 كـم في الثَّانيـة (72000 كم/السَّاعـة)، فإنَّـه يحترق مُشكِّلاً كُرةً مُتلهِبة من النَّار وخطَّاً من الجُسيمات المُتوهِّجة النَّاتجة عن التَّسخـين الدِّيناميكي الهوائي لهذا الجسم واحتكاكه بجُزيئـات الغلاف الجوِّي؛ بحيث يُمكن مُشاهدتها في السَّماء بالعين المُجرَّدة، ويُطلَق عليها حينها اسـم "الشُّهُب". أمَّـا في حال عدم احتراقها وتمكُّنها من الوصـول إلى سطـح الأرض وارتطامها به لتُحـدث فُوَّهةً أو حُفـرةً تصادميَّة، فعندهـا يُطلَق عليهـا اسم "أحجار نيزكيَّـة". أي أنَّ النَّيـازِك الموجـودة في الفضاء الخارجي إمَّـا أن تدخل جوَّ الأرض وتحـترق مُكوِّنةً الشُّهُب، وهذه لا تُؤثِّـر على الأرض لأنَّها تذوب قبل وصولها إلى سطحها، أو تدخل جوَّ الأرض وتبقى كتـلاً، حيث ترتطم بسطحها من دون احتراقها، وهذه تُشكِّل خطراً إذا سقطت على منطقة حيويَّـة أو مأهولة بالسُّكَّان. وتُسمَّى سلسلـة النَّيازِك التي تظهر بشكلٍ مُتلاحق خلال ثوانٍ أو دقائق، والتي يبدو أنَّها تنشأ مـن نفس النُّقطة الثَّابتـة في السَّماء، باسم "زخَّات الشُّهُـب". وهناك ما يُقدَّر بنحو 25 مليون نيزك أو نيزك دقيق أو غيرها من الحُطام الفضائي (مثل بقايا المركبات الفضائيَّة والأقمـار الاصطناعيَّة)، تدخل الغلاف الجوِّي للأرض كُلَّ يوم، ما يُؤدِّي إلى دخول نحو 15000 طنًّا من هذه المواد إلى الغلاف الجوِّي كل سنة!

الأدب... وعلم الفلك

أ.د.عيسى الشمّاس

مقدّمة

كان الأدباء والفلاسفة منذ القديم، يأخذون من العلم، بفروعه المختلفة، نصيباً يناسب اهتمام كلّ منهم، بل كانوا يتعمّقون فيه، فالإنسان، مثلاً، لا يكون فيلسوفاً، إلاّ إذا كان رياضيّاً، وذلك انطلاقاً من أنّ الفلسفة أم العلوم. حتى إنّ أفلاطون كتب على باب أكاديميته «من ليس مهندساً فلا يطرقنّ علينا بابنا». ومع ذلك، كانت الثقافة الفلكية دوماً، تشتمل على أكثر من رحلات الفضاء، الواقعية والمتخيَّلة؛ لأنّها استندت إلى الإسهامات القديمة والإسهامات الجديدة من علم الفلك، ومفاهيم الحياة خارج كوكب الأرض.

وقد كان لعلم الفلك دور مهمّ في الأدب عبر العصور التاريخيّة، فانطلاقاً من الاعتقاد بأنّ النجوم تؤثّر على مصير الإنسان وسلوكه، قام الكتّاب بدمج عناصر فلكيّة لتصوير رحلات الشخصيات أو التنبّؤ بالأحداث. ففي الثقافات القديمة مثل: بلاد ما بين النهرين والصين، كان علم الفلك الخاص بالنجوم والكواكب، متشابكاً مع الأدب، ممّا أضاف استعارات أدبيّة إلى القصص العلميّة، ممّا يثير تفكير القرّاء كيف أنّ النجوم والكواكب تحمل إجابات لأسرار الحياة للكائنات الحيّة، ولا سيّما الكائنات البشريّة..

أولاً- الكون

الكـون هـو مفهـوم كلامـي بطرائـق متعدّدة وفقاً لنظريـات مختلفة، وأحـد الاتفاقات القليلة حول ماهيّة الكـون من بين نظريات عدّة اعتمدها الفلاسفـة وغيرهـم، هـو أنّ مفهـوم الكـون يدلّ علـى الحجم النسبـي لمساحة الفضـاء (الزماني والمـكاني) الذي يوجد فيه كلّ شيء من الموجودات كالنجـوم والمجـرّات والكائنـات الحيّـة. وثمّـة فرق بـين الكـون (Cosmos) والفضـاء الكوني (Universe). فالتسميـة الأولى تُعبّر عن الكون المرئي لنا، أمّـا الثانية فهي مُجمل الزمان والمكان في كوننـا، سـواءٌ أكان مرئيـاً أم لا؟ (ويكيبيديـا، 2025، الكـون) لذلـك تختلـف الآراء في تحديـد طبيعة هـذا الكون، مـن ناحية النشـوء والتطوّر، وكذلك من ناحية هل للكون نهاية أم لا؟.

وعُـرّف الكـون بأنّه كلّ مـا يحتويـه الفضاء، ويشمـل الكائنـات الحيّـة، والأرض، والقمـر، والكواكب الأخرى والأقمـار التابعة لها، بالإضافة إلى الكويكبـات والمذنّبـات، والشمـس، وأعـداد النجوم الهائلة التي يُقدّر عددها بمئات المليارات، والمجرّات. ويشمل الكون أيضاً كلّ الأشياء التي لم يستطع العلمـاء ملاحظتها أو الوصول إليها (عبد الرحمن، 2023).

الكـون Cosmos، هـو الجـزء المكتشف من السمـاء الدنيـا، قد يُعـرّف على أنّه نظـام معقّد ومنظّم، مثل كوننا المعاكس للفوضى. وهو الفضاء الكوني الذي ينظر إليـه كمنظومة منظّمة والكون هو مجموع كلّ من المادّة والطاقة. والمدى الحقيقي للكون غير معروف حتـى اليوم إلاّ بصورة مبهمة، علـى الرغم من التقدّم الهائـل في كلّ من تقنيات الرصـد وتجهيزاتـه. ويعـدُّ العـالم الفيلسـوف "فيثاغورس" أول شخص يستخـدم مصطلـح (الكـون cosmos لتنظيـم الفضـاء الكـوني) (Humboldt، 1860،69). وفي ذلـك يلتقـي الكـون مـع الفلـك، باعتبـار الفلـك هـو المساحة الفضائية التي تتحرّك فيها الأجرام السماوية.

يستنتج من التعريفـات السابقة، أنّ الكون هو مفهـوم يضمّ كلّ شيء في الفضاء والمادّة والطاقة، بما في ذلك الزمـن. ويشمل الكون هو ما يوجد في قبّة السماء من أجرام سماويّة، منها ما يكون معتماً مثل الكواكب، والأرض التي نعيش عليها، ومنها ما يكـون مضيئاً ومتحـرّكاً مثل النجـوم كما الشمس التـي تمدّ بالضـوء والحرارة. أمّـا المفهوم العلمي للكـون، فهـو الفضـاء الشاسع الـذي يحتوي على النجوم والمجرّات والكواكـب والنيازك والمذنّبات، وجميعها تنتمي إلى ما يسمّى بالمجرّات.

فيثاغورس

ثانياً - علم الكون

علـم الكون فرع حديث العهد نسبياً من العلوم الطبيعيـة، إلاّ أنّـه يتناول بعضاً مـن أقدم الأسئلة التـي طرحتهـا البشريـة، علـى غرار: هـل الكون غير محدود؟ هـل هو موجود منذ الأزل؟ وإذا كان

الجـواب بالنفي، فكيف ظهر الكـون إلى الوجود؟ وهـل سينتهي يوماً ما؟ ومنذ القـدم يسعى البشر إلى بنـاء إطـار مفاهيمي من نوع مـا للإجابة عن الأسئلة المتعلّقة بالكون وبعلاقتهم به.

وبناء على هذه الأسئلة، تعود جذور علم الفلك الحديث إلى بلاد اليونان القديمة، بطبيعة الحال كان للإغريق آلهتهم وأساطيرهم، وكان كثير منها مستسقى من ثقافات مجاورة. لكن إلى جانب هذه العناصـر التقليدية بـدأ الإغريق في تأسيس نظام من مبادئ البحث العلمي، وهم من أرسوا العلاقة بين السبب والنتيجة، كما أنّهم أدركوا أنّ توصيف الظواهر المرصـودة وتفسيرها يمكـن صياغتهما بصـورة رياضيـة أو هندسية، بدلاً مـن الاعتماد علـى مفهوم التجسيـم (ويكيبيديـا، 2025، علم الكـون ..علم الكون والكونيـات، أو علم الكونيات، بالإنجليزيـة :Cosmology) هـو العلـم الـذي يدرس أصـل الكـون ونشأته وتاريخـه ومحتوياته وتطـوّره، ودراسة البنيـة الواسعة للفضاء، بكلّ ما فيه من مادّة وطاقة.

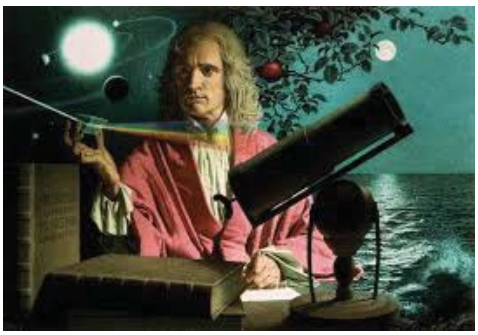
علم الكون أو "الكوزمولوجيا" هو ذلك الفرع من علم الفضاء، الذي يتعلّق بأصل الكون وتكوّنه، مـن لحظة الانفجـار العظيم، مـروراً بيومنا هذا ونحو المستقبل. ويمكـن تعريف علم الكون –وفقاً لوكالة ناسا– على أنّه "دراسة علميّة لخصائص الكـون ككُل، علـى المقياس الكبـير". وغالبـاً ما تربـك مفاهيم غريبـة علماء الكـون، مثل نظرية الأوتـار الفائقة، المـادّة والطاقـة المظلمتان وفيما إن كان يوجـد كون واحد أو أكـوان عدّة، تسمّى في بعض الأحيان بـ "الكون المتعـدّد". بينما تتعامل جوانـب أخـرى من علـم الفضاء مـع الأجسام أو الظواهـر أو مجاميـع الأجسـام، بشـكلٍ منفرد.

يمتـدّ علم الكـون ليشمل موت الكـون وولادته، مع كمّيـة كبـيرة من الخفايـا والألغاز تـدور حول كلّ مرحلة من هذه المراحل (عبد الله، 2016) وعلى الرغـم من حداثة هـذا العلم وتداخلـه مع بعض العلـوم الحديثـة، فالفيزيـاء والرياضيـات، فإنّ جذوره تمتدّ إلى العصور القديمة التي كانت تعنى بموضـوع الكون بالمعالجـات بالفلسفيـة والدينية والأسطورية الغيبية (الميتافيزيقية) لموضوع أصل الكون.

كانت أُولى النماذج لدراسة علم الكون عبارة عـن خرافات، إذ كانت أغلـب المحاولات القديمة مبنية بالأساس على شكل من أشـكال التجسيم (أي نسبـة الصفات البشريـة إلى الكائنات غير البشريـة). وقـد تضمّنـت بعض هـذه المحاولات فكـرة أنّ العالم المادّي تُحرّكـه كيانات ذات إرادة نافـذة يمكنهـا أن تساعـد البشريـة أو تعوقهـا. فيمـا تضمّـن بعضهـا الآخـر أنّ العـالم المـادّي نفسه جامـد، ولكن يمكن لإلـه أو آلهة أن يتحكّم في مسـاره، وفي الحالتـين تميـل خرافـات الخلق إلى أن تعـزو منشـأ الكـون إلى كيانـات يمكن أن تفهـم دوافعهـا –ولو جزئيـاً– من جانـب البشر (ويكيبيديـا، 2025، علـم الكـون). وقـد تطـوّر الفهم البشري للكون بشكلٍ كبير على مرّ الزمان. ففي بدايات تاريخ علم الفضاء، كانت الأرض تعدُّ مركـزَ الأشياء كلّها، بينما تدور الكواكب والنجوم الأخـرى حولها. اقترح العـالم البولندي نيكولاس كوبرنيكوس (Nicolaus Copernicus) في القرن السادس عشـر، أنّه في حقيقة الأمر، تدور الأرض والكواكب الأخـرى في النظـام الشمسي حـول الشمـس، ممّا يخلـق نقلة كبـيرة في الفهم البشري للكون.

كوبرنيكوس

قام إسحاق نيوتن (Isaac Newton) في أواخر القرن السابع عشر، بحساب طريقة تفاعل القوى بين الكواكب، وخصوصاً قوى الجاذبية (عبد الله، 2016). وهذا ما خلق تحوّلاً كبيراً في فهم الكون. ففي القرن العشرين، جاءت الأفكار حول فهم الكون الشاسع، إذ اقترح "ألبرت أينشتاين" توحيد المكان والزمان في نظريته النسبيّة العامّة. وباستخدام النسبيّة العامّة، قاس "إدوين هايل" المسافة إلى جسم غامض في السماء، كما قاس المجرّات الأخرى، وقرّر أنّها تندفع بعيداً عنّا، وهذا ما أوصله إلى الاستنتاج بأنّ الكون لم يكن ثابتاً، ولكنّه يتوسّع (أبو إيشا، 2020). وفي العقود الأخيرة، قام عالم الكون ستيفن هوكينغ (Stephen Hawking) بتأكيد أنّ الكون بنفسه ليس لا نهائياً، وإنّما له قياسٌ محدّد. وعلى الرغم من ذلك، فإنّ الكون يفتقر إلى حدود معيّنة (لا يمكن معرفة حدوده النهائية). والأمر هذا مشابه للأرض؛ إذ على الرغم من كون الكوكب محدود، غير أنّه إذا قام شخصٌ بالسفر على الأرض فإنّه لن يجد "النهاية" أبداً. وعوضاً عن ذلك، سيدور حول الكوكب باستمرار دون الوصول إلى تلك النهاية. وكما قال "هوكينغ" أيضاً: إنّ الكون لن يدوم إلى الأبد، بل إنّه سينتهي في نهاية المطاف (عبد الله، 2016). وبذلك أصبح علم الكون مجالاً واسعاً للدراسة التي تجمع بين العلوم الطبيعيّة المختلفة، ولا سيّما بين علم الفلك والفيزياء والرياضيّات، ممّا يؤدّي إلى فهم عناصر الكون ككلّ متداخل ومتكامل.



نيوتن

ثالثاً- علم الفلك

يعرّف الفَلَك في اللغة العربيّة بأنّه مدار النجوم، وجمعها أفلاك، وجمعها الفيروز أبادي في محيطه على فُلُك أيضاً (الفيروز أبادي، 1980، 306). وجاء في المعجم الوسيط أن الفَلَك هو المدار الذي يسبح فيه الجرم السماوي، وبأنّ علم الفلك هو علم يُبحث فيه عن الأجرام العلوية وأحوالها، وأنّ الفلكي هو المُشتغل بهذا العلم (مجمع اللغة العربيّة بمصر، 2004، 701). ويُسمّى علم الفلك بالإنجليزية (Astronomy): وهي مكوّنة من مقطعين، البادئة

Astro- وتعني نجم أو سماء أو فلكي. واللاحقة onomy- التي تعني مجموعة القواعد أو القوانين الناظمة للمعرفة في أحد حقول المعارف البشرية (البعلبكي، 2008، 85). وعلم الفلك باليونانية، مكوّن من مقطعين: (نجم وقانون) فيصبح معنى الفلك الحرفي "قانون النجوم". ولا ينبغي الخلط بين علم الفلك وعلم التنجيم؛ فالتنجيم هو الادعاء أنّ الشؤون البشرية مرتبطة بمواقع الأجرام السماوية. وعلى الرغم من أن الحقلين يشتركان في أصل مشترك، إلاّ أنهما الآن مختلفان تماماً (Losev، 2012، 421).

يُعدّ علم الفلك من أقدم العلوم الطبيعية، وقد قدّمت الحضارات المبكّرة في التاريخ المسجل ملاحظات منهجية لسماء الليل. ومن هؤلاء البابليون واليونانيون والهنود والمصريون والصينيون، والعديد من الشعوب الأصلية في الأمريكتين. في الماضي، كان علم الفلك يتضمّن تخصّصات متنوّعة مثل علم القياسات الفلكيّة، والملاحة الفلكيّة، وعلم الفلك الرصدي، وصنع التقويمات. أمّا في الوقت الحاضر، فغالباً ما يُعدّ علم الفلك الاحترافي مرادفاً لعلم الفيزياء الفلكية. (Forrest، 1999،P56). إذ يستخدم علم الفلك الرياضيات والفيزياء والكيمياء لشرح أصل تلك الظواهر والأجرام وتطوّرها. تشمل الأجرام المثيرة للاهتمام الكواكب والأقمار والنجوم والمجرّات والمذنّبات. وتشمل الظواهر ذات الصلة انفجارات أشعّة جاما، والنجوم الزائفة، والأجرام الوهّاجة، وإشعاع الخلفية الكونية الميكروويّة. وعموماً، يدرس علم الفلك كلّ ما ينشأ خارج الغلاف الجوي للأرض (Un-Baschek;&söld، 2001). وبذلك يعدّ علمُ الفَلَك علماً من العلوم الطبيعيّة الأساسيّة، فيدرس الظواهر الفلكية والأجرام السماوية. من خلال ملاحظات خصائص هذه الأجسام الفلكية وسلوكها وحركتها، والنظام القائم فيما بينها.. وهذا يوجب على العالم الفلكي أن يفهم الظواهر التي اكتشفها أسلافه بقطع النظر عن مدى ذكائه ومعرفته، فإذا لم يتعلّم القواعد التي تحكم سلوك الأجسام في الكون، لن يكون ناجحاً في علمه.

يستنتج من التعريفات السابقة، أنّ علم الفلك أوّل علم طبيعي في التاريخ يصل إلى مستوى عالٍ من التطوّر والقدرة التنبّؤية، وتعود نتائجه إلى الألفية الأولى قبل الميلاد. وقد ارتكز النجاح المبكّر لعلم الفلك، مقارنةً بالعلوم الطبيعية الأخرى، على عوامل عدّة، ولا سيّما النظام والاستقرار. فالشمس والقمر والكواكب والنجوم تتحرّك في أنماط معقّدة، ولكن بانتظام دقيق، إضافة إلى أنّه قابل للمعالجة الرياضية.

هنا لا بدّ من التفريق بين علم الفلك والتنجيم، فقد كانا في العصور القديمة يُعاملان كعلم واحد، وأخذا بالانفصال تدريجياً بعضهما عن بعض ليغدوا علمين منفصلين حتى القرن 17 (في عصر التنوير تحديداً) عندما رُفض اعتبار التنجيم كعلم. وخلال الجزء الأخير من فترة العصور الوسطى، أصبح علم الفلك هو الأساس وأصبح علم التنجيم يعمل من خلاله (Pedersen،

214 ،1993). وفيما يأتي بعض الفروقات بين علم الفلك والتنجيم: (Temming، 2014) .

1- يوجد العديد من الجذور المشتركة بين هذين العلمين، ولكن تُعدّ العناصر المتناولة في دراسة كلا العلمين هي الفارق الرئيسي بينهما؛ فعلم الفلك يدرس الكون ومحتوياته خارج الغلاف الجوّي للأرض ويتناول علماؤه مواضع وحركات وخصائص الأجرام السماوية، بينما يسعى علم التنجيم لدراسة كيفية تأثير تلك المواقف والحركات والخصائص على الأشخاص والأحداث على الأرض.

2- يعتمد علم الفلك على تقرير منطقي، ويعدّ دليلاً علميّاً لتأكيد الفرضيات المتعلّقة بالكون وفي بدايته، أمّا علم التنجيم فيعتمد على رسم مخطّطات النجوم، والبحث على أدلة ذاتية لتنبّؤاتهم حول حياة الفرد والأساليب المتّبعة في تعاملهم.

3- يتضمّن علم التنجيم بعض أساليب البحث العلمية؛ كاستخدام بعض مجالات الرياضيات ومخطّطات معقّدة ومصطلحات محدّدة، ولكن دون اتباع منهج منطقي، بل تقدير بعض الاحتمالات التي تدرس بدقة ويمكن التحكّم بها، على غرار علم الفلك الذي يجري وِفق أساسيات واضحة ثابتة ومنطقية.

4- هنالك إشكالية بشأن عدّ علم التنجيم علماً حقيقيّاً، بسبب الأفكار المحورية الخاصة به والمستنبطة من مجالات لا تعتمد على المنطق، ولكنّه يضمّ بعض عناصر العلم الحقيقي، كالرياضيات والرسوم البياني، ولكنّها تعتمد أيضاً على المزاعم التي تدور حول إستراتيجيات الطاقة (كاليوجا وفينج شوي) وهي لا تتسب لأي تفكير منطقي، ولكن علم الفلك هو علم حقيقي ملموس يقوم بدوره في تطوير العالم والكون من خلال فهم البشرية لتفاصيل المجرّات.

وبناء على هذه الفروقات، فمنذ القرن الثامن عشر، أصبحا منفصلين؛ فعلم الفلك يدرس وفق منهج علمي، الأجرام والظواهر التي تنشأ خارج الغلاف الجوّي للأرض. أمّا التنجيم فلا يعدّ من العلوم المنهجيّة/الأكاديميّة، فهو شكل من أشكال "العَرافة" فيستخدم المواقع الظاهرة للأجرام السماوية، بهدف التنبّؤ والاحتمال بالأحداث المستقبليّة.

رابعاً- الأدب وعلم الفلك

استحوذ علم الفلك، ولا سيّما دراسة النجوم، على الخيال البشري لقرون عدّة، حيث كانت النجوم أدلّة ورموزاً في الثقافات المختلفة. فالبابليون تركوا معجزات في المعرفة الفلكية، لعلّ أهمّها «الساروس» أي الدورة التي تعني أنّ كلّ كسوف شمسي يتكرّر بعد (11 سنة) تقريباً. كما اكتشفوا فلك البروج ، وهو المسار الذي تتبعه الشمس في حركتها الظاهرية خلال العام. واهتمّ الإغريق منذ «أرسطارخس وإيراتوستين» بالمعارف الفلكية مستعينين بالرياضيات، فاستطاع «إيراتوستين» حساب محيط الأرض مسترشداً ببئر شهيرة في الإسكندرية.. وهذا ما يدخل في مجال الأدب العلمي الذي يتضمّن مجموعة كاملة من المواد المكتوبة التي تمّ الحفاظ عليها على مرّ السنين. وتتمثّل إحدى نقاط القوّة في المنهج العلمي، في أنّها تعتمد على المعرفة المكتسبة من خلال التجارب السابقة، أي «الأدبيات»، وهي ليست سجلاً لما تم إنجازه، إنّها أيضاً أساس التقدّم المستقبلي.

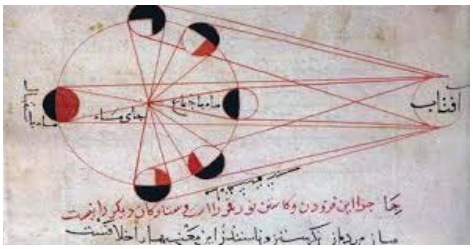
يُعـدّ «بطليموس» أبـا العلـوم الفلكيّـة، فهـو الـذي جمعهـا ونسقهـا وبوبهـا في كتابـه العظيم «المجسطـي في الفلك»، والعنـوان يوحي بالفخامة والعظمـة ففي الأدب. وغالباً مـا تستخدم الأبراج لاستكشـاف موضوعات القَدَر وأسرار الكون. فقد استخدمت الأبراج في الأدب، للتعبير عن المشاعر الإنسانيـة، ورواية قصص مـن العصور القديمة، تعكس المعتقدات الثقافية. كما استلهم الكتّاب من النجـوم لإنشاء قصص تربط التجـارب البشرية باتساع الكون.. هذه الأهمية الثقافيّة تجعل أنماط النجـوم ليست رائعـة فحسب، بل مهمّـة أيضاً في فهـم دور النجوم في الأدب في جميع أنحاء العالم. (Becker، 2024) وهكـذا استلهـم الأدباء من معطيـات الفلـك مـادة لكتاباتهـم، ونسجوها في قصـص تتّسـم بالرومانسيّـة والإعجـاب تـارة، وبالرمزيّـة والغموض تارة أخرى، وهذا ما كان له دور كبير في إثارة الدهشة والفضول عند القارئ.

1- الأدب والفلك عند العرب:

ثمّـة علاقـات تاريخيـة بـين الأدب والفلـك عنـد العرب، فلا غـرو أن وجدنـا الثقافة الفلكية حاضـرة في الشعـر والنثر القـديم والحديث، بل رأينا كثيراً من الأدباء يتهافتون على معرفة فلكية دقيقة وصحيحة بحسب مـا توافر في ذلك الزمن والمعرفة الفلكية حاضرة بمفرداتها، وتشكّل دافعاً للعقل لسبر أغوار الكـون فكان الأدباء والفلاسفة علماء، في آن معاً

هنـاك في الصحـراء امتداد رملـي يتمطى مدّ البصـر، ويقابلـه في السمـاء فضـاء ممتـدّ واسع الرقعة، يزدان في الليالي الصافية الظلماء بمنظومة معلّقـة لامعة مـن النجوم التي تنير ليـل الصحراء ببهائهـا، وتدعـو كلّ ناظـر إلى تأمّلهـا والتمتّـع بمنظرها الساحر. وكان الأدبـاء يسامرون النجوم ويجمعـون منها مـادة ثريـة يودعونها مـا ينظمون مـن أشعـار ويوظّفون مـا تحمله من معـان مختلفة وإضـاءات وامضـة في إنتاجهـم الأدبـي. فكأنّمـا هـذا الجمـال الطبيعي انعكس جمـالاً في مدوّنات المبدّعـين. وغالبـاً ما كان ذلـك الإبـداع في الشعر أكثر مـن النثر (النمـر، 2025). فترعرع الشاعر العربـي وسط الصحراء، حيث كانت السماء سقفه والنجـوم مرشده والكواكب معبـوده لذلك حضرت بقـوّة في قصائده، حيـث كان الشعر ديـوان العرب وفخرهـم، ومـرآة مجتمعهم. ويعكس غنـى الشعر العربـي بالظواهر الفلكيّة، معرفة دقيقة مبنيّة على الملاحظة والتجربة. فتفنّن الشعراء في وصف القمر والشمس، وأبراج الدلـو والعقرب والحوت والجدي والجوزاء، وكواكب المشـتري وزحل، ونجوم الفرقد وبنـات نعش والثريّا.. وغيرهـا. ووظّـف الشعراء حركات هذه المجـرّات وسكونها، وألوانها ومنازلها، وبعدهـا وقربها، وظهورهـا واختفاءها، وغير ذلك من الـدلالات في التعبـير عن خوالجهـم وأحوالهم النفسيّـة، وتصويـر المعـاني لإيصالهـا إلى المتلقّي بأسلـوب بليـغ (تـرف عراقـي، 2023). فالأصـل في الكتابـة الفلكيّة، هـو أن يمتلـك المثقّف/الكاتب مبادئ العلـوم العامة، لأنّها تساعـده في تخصّصه سـواء أكان فنيّـاً أم أدبيّـاً أم فلسفيّـاً، والجهل بها

قـد يوقعه في أخطـاء جسيمة تطعـن في مصداقية ثقافتـه وجدوى حكمته، شـأن العالم الذي لا يتمكّن مـن اللغـة، فيعجز عـن التعبـير أو يقـع في أخطاءٍ لغوية تضـرّ بمصداقية معرفتـه، وتجعله مضطرباً في مواجهة الجمهور. فكمـا أنّ مبادئ العلوم لازمة للأديب أو المتفلسف، لاشكّ أن مبادئ اللغة والآداب لازمة للعلماء. والفلك هو أحد أشرف العلوم وأسنى المعارف، لأنّـه مرتبط بالسمـاء الشامخة الباذخة اللانهائيـة والمعانقـة للمطلـق. فكلّ مـا يرتبط بها هـو مرتبط بالمطلق والسامـي واللانهائي (مشارة، 2017). لذلـك تنوّعـت الـدلالات والمعـاني التـي تحملهـا النجوم المندسّة في بيت شعـري أو في ثنايا قصيدة. فيجعـل الشاعر من محبوبته نجماً لامعاً، وقـد يرى جدّه المفقـود أو عزيزه المتـوفى نجماً خبا واندثـر من روعة السماء، وقد يتجاوز بعضهم هذه المعـاني إلى أبعـاد أخرى. ووظف الشعـراء النجوم في ميادين عـدّة مثـل: الوصف، والغـزل، والرثاء، والفخـر، والمدح. وتختلـف رؤية الشعـراء للكواكب والنجوم حسـب وقعها في نفس الشاعر، فاختلفت طريقـة توظيفهـم للنجوم حسب الحـال التي يكون عليهـا الشاعر (النمـر، 2025). وبذلـك استطاع الشعراء أن يستقـوا مفرداتهم من أسماء العناصر الفلكيّـة، وينظموا بها قصائد الشعـر البديعة التي تعـبّر عمّـا يرونـه ويشعـرون بـه تجـاه عالمهم، في مجالات مختلفة.



ففـي المراثي أبـدع الشاعر العربـي حين صور مكانة الميت بالنجم، بيـد أنّ النجم يعود والميت لا يعود. يقول أبو الحسن التهامي في رثاء ابنه:

يا كوكباً ما كانَ أقصرَ عمرُهُ
وكذا تكونُ كواكبُ الأسحارِ

***

وفي حقـل الوصف كان الشاعـر العربي يقيس بالنجـم قـوة الإبصـار، فالثريا علـى سبيل المثال مجموعة نجمية تضم عدداً من النجوم، قد يلتقط الإنسان العـادي منها ستّ نجوم، أما حاد البصر فيرى منها سبع، وفي ذلك يقول المبرد:

إذا ما الثريا في السماءِ تعرّضتْ
يراها الحَديدُ العينُ سبعةَ أنجمِ
على كبدِ الجرباءِ وهي كأنّـــــها
جبيـرةُ درٍّ ركبتْ فـوقَ معصـمِ

***

وقالـت أميمة بنت عبد شمـس وهي ترثي مّن قُتل من قومها:

أبي ليلُكَ لا يذهـب ونيطُ الطرف بالكواكبِ
ونجمٌ دونَهُ الأهوالُ بيـنَ الدلـوِ والعقـربِ

***

وقال الشاعر الجاهلي النجدي / بشر بن أبي حازم:

أراقبُ في السماءِ بناتَ نعشٍ
وقدْ دارتْ كما عطفَ السوارُ

***

ويقصـد الشاعـر أنّـه سهر طـوال الليل، إلى أن دارت بنـات نعش في آخـر الليل، وهي مجموعة نجمية مؤلّفة من سبعة كواكب. وهي لا تغيب، على عكـس النجوم الأخرى، وهذا ما تنبّه إليه الشعراء (ترف عراقي، 2023).

وشكّلت النجوم بجمالها وسموّها، والشمس بعظمتها وفائدتها، والقمر بلونه الماسي، تشبيهات بليغة وكنايات لطيفة واستعارات بديعة في الشعر (مشارة، 2017).

جاء في قول النابغة للنعمان ابن المنذر ملك الحيرة، في قصيدة «اعتذار»:

فإنّك شمسٌ والملوكُ كواكبٌ
إذا طلعَتْ لم يبدُ منهنّ كوكبُ

***

وفي قصيدته «علاني» وصف أبو العلاء المعرّي، وأنه المبصر، المجموعات النجمية وحركتها الظاهرية وغروبها وشروقها، بلغت حد الإعجاز:

ربَّ ليل كأنّه الصبحُ في الحسن
وإن كان أسودَ الطيلسان
وكأنَ الهلالُ يهوى الثريا
فهما للوداع معتنقان

***

وترى تلك المعرفة الفلكية البسيطة المبنية على الملاحظة والتجربة، التي شكّلت نواة المعرفة الفلكية حاضرة في النثر كما في الشعر؛ ففي الأمثال العربية القديمة «أريها السها وتريني القمر» فالسها نجم خفي في كوكبة الدبّ الأكبر، وفي الذيل تحديداً تمتحن به قوّة البصر، ومن يراه بعينه المجرّدة فإنّ بصره حديد. ومعنى المثل أنّك توضح لشخص أمراً دقيقاً أو خفيّاً، فيعرض عنه ويتحدّث لك عن الجلي الواضح كمن يشير إلى القمر، ومَن لا يرى القمر؟ ومع تطوّر العلوم في العصر الحديث ومنها علم الفلك، خاض كثير من الأدباء العرب في لجّة السماء راصدين ودارسين ومستمتعين ونجد حضوراً قويّاً للنجوم والكواكب والأقمار في أشعارهم حتى أنّ الشاعر بدر شاكر السيّاب الذي أقعده المرض في عز شبابه وطوح به الألم تمنّى نفسه سندبادا لا يخوض في بحر الأرض بل في بحر السماء حيث النجوم سفن والهلال زورق وهو السندباد: (مشارة، 2017)

وفي المساء كنتُ أستحمُّ بالنجومْ
عيناني تلتقطهنَّ نجمةٌ فنجمةٌ، وأركبُ الهلالُ سفينة
كأنّي سندبادٌ في ارتحالْ

***

وثمّة العديد من الأدباء العرب الذين اهتمّوا بالمعرفة الفلكيّة، وكانت حاضرة بعمق ووضوح في كتاباتهم الخالدة، كما في كتابات جرجي زيدان وشبلي شميل وفرح أنطون، ويعقوب صروف وغيرهم.

كتب يعقوب صروف عن النجوم والكواكب فقال: القمر يكون هلالاً يظهر في السماء فوق الأفق الغربي بُعيد غروب الشمس وينحدر نحو الغرب ويغيب فيه ثم يظهر في المساء الثاني أعلى مما ظهر في المساء الأول، ويزيد بُعداً نحو الشرق وإشراقاً ليلة بعد ليلة إلى أن يتكامل ويصير بدراً كاملاً بعد 14 ليلة أو 15 ليلة. والنجوم تظهر بعدما تغيب الشمس، وترى كأنها تسري من الشرق إلى الغرب كما يسري القمر ليلاً وكما تسري

الشمس نهاراً، فما يكون منها في كبد السماء يَغرُب نحو نصف الليل، وما يكون منها عند الأفق الشرقي يَغـرُب نحو الصباح. ولكن ما يكون منها اليوم عند الأفـق الشرقـي في ساعـة معلومة، لا يكـون هناك بعـد ليلة أو ليلتـين في تلك الساعـة عينها، بل نراه قد تقـدّم قليلا نحو الغرب، وبعد شهر من الزمان نـرى أنّ تقدّمه نحـو الغرب بلغ سدس الفلك؛ أي إنّـه يقطع السمـاء كلّها من الشـرق إلى الغرب في ستـة أشهر (صـروف، 2020، 12). لقد استوعب الكتّـاب والأدبـاء العرب، تلـك المعـارف الفلكيّة، وشرعـوا في شرحهـا وإثرائهـا من خـلال إضافة القواعـد الناظمـة للعناصر الفلكيّـة والاكتشافات الجديدة الخاصّة بها. وثمّة أمثلة كثيرة عن أحداث وظواهر فلكية ألهمت العديد من الكتّاب والأدباء.

لعلّ محمود باشا الفلكي هو أكبر عربي خاض في الفلك وجمـع بين التاريـخ والأدب والعلم، وقد حقّـق الكسـوف الـذي وقـع في زمـن النبـي عليه السـلام يوم وفـاة ولـده إبراهيـم، وحـدد مدّته والساروس الـذي ينتمي إليه، والمناطق التي مسّها من الكـرة الأرضيـة. والشيـخ ناصيـف اليازجي في القـرن التاسع عشـر في كتابـه البديع « مجمع البحريـن» أي الشعـر والنـثر مقامـة فلكيـة ذكر فيهـا منـازل القمـر، وأسمـاء الـبروج، والأنـواء وأسمـاء الشهـور القمرية قديمـا وأيـام الأسبوع الجاهليـة، وحـذا حذوه ولـده إبراهيـم، فاشتغل بالمعـارف الفلكيـة فضـلا عـن تبحـره في اللغـة العربية (مشارة، 2017). فمن العصور القديمة حتى يومنا هذا، كتب المؤلفون عن الشمس والقمر والنجوم والكواكب وغيرها من الأجرام السماوية. ومن هـذه الكتابات، ما كتبه «يعقوب صروف» عن حركة الكواكـب والنجوم، وفصّـل بدقّة متناهية طبيعة هذه المجرّات الفلكيّـة، وما أطلق عليها من أسماء الأبراج ودلالاتها، وعلاقتها بالشمس.

«بعض النجـوم الكبـيرة المنظـورة شديـدة اللمعـان كالمشـتري والشعرى والعـيرق والدبران، وبعضهـا صغير جدّاً لا يـراه إلاّ حديد البصر. وفي السمـاء أيضـا شيءٌ مـن مظاهر الفلـك، مضيءٌ كالسحـاب، يسري سـري النجوم مـن الشرق إلى الغـرب وهـي المجـرّة أو درب التبّـان. ومجمـوع النجوم الذي يكون عند الأفق مدّة شهر من الزمان حيث تغيـب الشمس، أطلق القدمـاء على كل نجم اسم برج، وقالوا: إنّ الشمس تغيب في هذا البرج أو ذاك بحسب غيابها في شهور السنة، وسمّوا الأبراج بأسماء مختلفة وقد جمع بعضهم أسماءها العربية بقوله»: (صروف، 2020، 13-12)

حملَ الثورَ جوزةَ السرطانِ ورعى الليثُ سنبلَ الميزانِ

ورمـى عقـربٌ بقوسٍ لجـديِ فاستقـى الدلوُ حوتَهُ بأمانِ

***

وهكذا كانت المعرفة الفلكية تحضر بشكل جلي في كتابـات الأدبـاء والكتّـاب العـرب، فكانت لهم إسهامـات واضحـة ومهمّة في مجال علـم الفلك، الذي كان له تأثير واضـح في نفوسهم وتفكيرهم، تجلّـت في إبداعاتهم الشعريـة والنثرية. فكان لها وقـع كبـير في اهتمامات الباحثـين في علم الفلك، مـن حيث طبيعتـه وعناصره وأبعـاده الكونيّة على الحياة البشرية.

2- الأدب والفلك في العالم:

ذخـرت آداب أوروبـا في العصـور الوسطـى، بالتكهّنـات والاستفسـارات الفلكيّـة. فتكـرّرت الرحـلات عبر الكـون، ورؤى الأرضـ في الفضاء،

كأدوات سرديـة في كلّ مـن الأطروحـات المتعلّمة حول الفلسفة الطبيعية والشعر. وكان النوع الأدبي السائـد للكتابة عن النجـوم وأولئك الذين نظروا إليهـم، هـو رؤية الحلـم الفلسفي، التـي عادة ما تتمحور حول صعود شديـد بين النجوم التي تمنح الحـالم، عادة شاعراً، منظوراً مرتفعاً عن الأرض التـي يتركها وراءه. فاجتـازت رؤية الحلم الكوني الأدب الأوروبي في العصـور الوسطى، آخذة معها وسيلة سردية قوية لوضع خادم بشري بين النجوم، وإنشاء منظور يمكن من خلاله رؤية العالم بأسره وجغرافيته على أنّهـا تحلّ في مجال واحد. فكانت تسهيلات نوعيّة للتجريب الفكري، جذابة لكلّ من الشعراء والفلاسفة الطبيعيين (Kedwards& Others، 2021، 7-8).. وبـذاك طـرح علـم الفلـك تحدّيات خاصـة وجذريّة، أثـارت العديد مـن الكتّاب والأدباء، للخوض في عالم الفلك من خـلال الدراسات التحليليّة والنقدية لعلماء الفلك من جهة، والكشف عن أصحاب الآراء غير الموثوق بها مـن جهة أخرى ، من خـلال الكتابات الفلكيّة المختلفـة، ولا سيّمـا ما يتعلّق منهـا بالكتابات عن الرحـلات الفضائية. فكي تُصبح رحلات الفضاء حقيقةً واقعة، كان على الكاتب/الأديب أن يتخيَّلها أولاً، ويحيط بمنطلقاتها وأبعادها.

وقـد أدّى ازدهار الخيـال العلمي الفضائي في القرن التاسع عشر، متبوعاً بالدعوة غير الخيالية إلى الفضـاء في أوائـل القرن العشريـن، إلى نشْر فكـرة أنَّ السفر إلى الفضاء لم يكن مجرَّد خيال. وقد نجم عن هذا نموٌّ ما أسماه «ألكسندر جيبرت» في العقـد الثاني من القرن العشريـن وما بعده، بـ «الثقافة الفلكيّة» وهي مجموعة غير مُتجانسة من الصور والفنون والوسائط والممارسات التي تهدف جميعهـا إلى تحديد معنًى للفضـاء الخارجي، مع إثـارة كلّ مـن الخيـال الفـردي والجماعـي. في أثناء سباق الفضاء في الحـرب الباردة، أصبحت رحـلات الفضـاء جـزءاً لا يتجـزَّأ مـن الثقافات الوطنية للقوى العظمـى، وأيضًا للعديد من الدول الأخـرى. ووجـودُ مسلسلات الخيـال العلمي التي تَحكـي عـن الفضاء مثـل: (حرب النجـوم، ستار وورز، رحلـة عبر النجو، ستـار تريك). وفي جميع أنحـاء العـالم اليـوم شهـادة علـى التأثـير الذي تركتـه الثقافـة الفلكية على مُخيلـة الناس في كلّ مكان(جيـه نيوفيلـد، 2020، 99). وبذلك دخل أدب الخيـال العلمي مجـال الأدب الفلكي، بعد أن اطلع عليـه المثقّفـون والأدباء، فخاضـوا التجربة متحمّلـين مسؤوليتهم تجاه هـذا النوع من الأدب، علـى الرغم مـن الاختلاف علـى تسميته، هل هو علم أم هو أدب، أم علم وأدب معاً؟.

ظهـر هـذا الجنس الأدبـي في القـرن التاسع عشـر في البلـدان الصناعيـة في أوروبـا وأمريكا الشماليـة، بسبب تأثير التكنولوجيا إلى حدٍّ كبير. وألهـمَ إطلاق المناطيـد الذي بـدأ في فرنسا عام 1783 بالعديد من الحكايـات حول القيام برحلة ناجحـة إلى القمـر خـلال القرن التـالي، قبل أنَّ

يُثبت علم الفلك والصعود إلى الستراتوسفير، أنَّ الغلاف الجوي له حدود. وعلى الرغم من أنَّ الفهم الشعبي لتلك الحقيقة قد تأخَّر عقوداً عن العلم ، فقد كان التأثير المُهمّ لقصص الخيال العلمي المبكرة، وخاصةً تلك التي كتبَها «جول فيرن، وإتش ويلز»، كان واضحاً على مخيّلات روَّاد نظرية السفر إلى الفضاء. وقد استخدم «اتش ويلز» في روايته (أول رجال على سطح القمر، 1901)، و«كيرد لاسفيتس» في روايته الألمانية المهمَّة التي تناولت رحلات الفضاء (كَوْكَبَان، 1897) مواد غامضة لمقاومة الجاذبية، وهي وسيلة مُفضَّلة في خيال المؤلِّفين المُبكرين (جيه نيوفيلد، 2020، 100). وكان من نتائج تلك الكتابات، أن دخلت فكرة السفر إلى الفضاء، في وعي كثير من الناس التوّاقين لكشف أسرار الكون وفضائه الواسع، حتى لو بدَت هذه الرحلات الفعليّة آنذاك مُستحيلةً أو بعيدة جدّاً، نظراً لعدم توافر الإمكانات والظروف اللازمة لتنفيذ تلك الرحلات، التي أصبحت واقعاً فيما بعد.

ابتكر الباحثُ الأدبي «دي ويت دوجلاس كيلجور» مصطلح «المستقبلية الفلكيّة» لوصف هذه الظاهرة، وكانت ذُروتها في الخمسينيات من القرن العشرين. وكان المبدأ الجوهري هو أنّ مستقبل الجنس البشري يكمن في الفضاء. وفي الحقيقة، كانت رحلات الفضاء ضماناً للتقدُّم البشري نظرًا إلى المعرفة والموارد خارج كوكب الأرض التي سوف تُتيحها هذه الرحلات. وكان من بين المصطلحات المَجازية الرئيسية في رؤية المستقبليّة الفلكيّة: الاستكشاف العالمي، والغزو الإمبريالي، واليوتوبية التكنولوجية، و(بالنسبة إلى الولايات المتحدة بشكلٍ خاص) الحدود الغربية. وكانت الإنجازات البارزة في الدعوة إلى رحلات الفضاء هي كتاب «لي» (غزو الفضاء، 1949)، مع رسومات فنَّان الفضاء الرائد تشيسلي بونستيل، وكتاب» تشارلز كلارك» (استكشاف الفضاء، 1951)، وسلسلة مقالات مجلة «كولبير» الخاصة بفون براون ولي وبونستيل وغيرهم (1954-1952). وأدَّت السلسلة إلى ثلاثة كُتب وثلاثة برامج تليفزيونية من إنتاج شركة والت ديزني (1957-1955) زوكانت هوليوود قد أنتجت بالفعل فيلم «الوجهة القمر» («ديستينيشن مون») وهو فيلم روائي طويل يرجع تاريخه إلى عام 1950 ويستند إلى كتاب هاينلين. فاز الفيلم بجائزة الأوسكار للمؤثرات الخاصة. ومع ذلك، فإنَّ ما ظهر في دُور السينما كان في الغالب أفلامًا منخفضة الجودة مثل أفلام الرعب والوحوش. ومع ذلك، نجح مؤيِّدو المستقبلية الفلكيّة في إقناع الكثيرين في العالَم الناطق باللغة الإنجليزية وفي أوروبا الغربية، بوشوك القيام برحلات إلى الفضاء حتى قبل إطلاق القمر الصناعي «سبوتنيك (جيه نيوفيلد، 2020، 102). ولتحقيق جاذبيّة القرّاء وإثارة فضولهم، يستخدم الكتّاب الأبراج لتشكيل النماذج الأصلية للشخصيّات بمقارنة سماتهم مع أنماط النجوم المعروفة. على سبيل المثال: قد تعكس الشخصية التي يرمز إليها ككوكب (أوريون) صفات القوة والقيادة. وهذا ما يوفر للقرّاء إحساساً فورياً بدور الشخصية وأهميتها. (Becker، 2024) يلاحظ أنّ هذا الاستخدام للشخصيّات في الأعمال الأدبيّة، يفسّر دلالات الأبراج عن طريق السرد الفنّي الذي يعزّز رموز النجوم، من خلال صور الشخصيات التي تثير أسئلة عميقة عن حياتهم.

خلاصة:

قدّم الفلك الكوني نسيجاً غنيّاً لرواية القصص عن النجوم والكواكب، عبر أنواعٍ متعدّدة وفترات زمنية مختلفة. فاستخدم المؤلّفون التكوينات السماوية لإثارة الدهشة، وإثارة الفضول لدى قرائهم. وبفضل الآداب الفلكيّة والثقافة الكونيّة عامة، وفي مجال أدب الخيال العلمي خاصّة، نجح الإنسان في النزول على سطح القمر وتجوّل في الفضاء واتجه إلى الكواكب، وحقّق ثورة في مجال المواصلات والاتصالات، التي غطّت بقاع العالم كافة. فكان لذلك كلّه تأثيرات إيجابيّة على مجالات الفكر والأدب. وهذا ما عزّز من علاقة الأدب بعلم الفلك والفضاء الكوني.

مصادر البحث ومراجعه:

1- المصادر:

-الفيروز أبادي (1980) القاموس المحيط، لهيئة المصرية العامة للكتاب. ج3.

- مجمع اللغة العربية بمصر (2004 (المعجم الوسيط، ط4، مكتبة الشروق الدولية.

- منير البعلبكي؛ رمزي منير البعلبكي (2008 .(المورد الحديث، دار العلم للملايين.

2- المراجع:

- أبو إيشا، نايرا (2020) تعريف علم الكون، 1/ كانون الثاني، يناير، معلومات. https://almalomat.com › تعريف-علم-الكون

- ترف عراقي (2023) شعر الفلك وإلهام السماء.. الكواكب والأبراج والنجوم في القصائد العربية، 6 آب/أغسطس-- https://tarafi-raqi.com › شعر- الفلك - وإلهام- السماء...

- جيه نيوفيلد، مايكل (2020) رحلات الفضاء: تاريخ موجز، ترجمة: هبة عبد العزيز غانم، مؤسّسة هنداوي.

- صـروف، يعقـوب (2020) بسائـط علـم الفلك وصور السماء، مؤسّسة هنداوي.

- عبـد الرحمـن، هبـة (2023) الكون، 10 أغسطـس/آب https://mawdoo3.com › الكون

- عبـد الله، زيـاد (2016) علـم الكـون.. تعريفه وتاريخه، العلوم الحقيقيّة 1 يوليو/تموز https://real-sciences.com › الفضـاء-والكون › علم-الكون-تعريفه...

- مشارة، إبراهيـم (2017) الثقافة الفلكيّة في الـتراث الأدبـي – القديم والحديـث 27 آب/أغسطس https://alketaba.com الثقافـة-الفلكية-في-التراث-الأدبي-القد

- النمـر، ربـاب الإمـام (2025) النجـوم في الشعـر العربي، المجلّـة العربيـة، العدد 582، مارس/آذار. https://www.arabicmagazine.net › Arabic... ›

- ويكيبيديا (2025) الكون، 7 كانون الثاني/يناير. https://ar.wikipedia.org › wiki › الكون

- ويكيبيديا (2025) علم الكون، 16 مارس/آذار https://ar.wikipedia.org › wiki › علم___الكون

-Becker ،Lindsey(2024) Constellations in Literature: Inspiring Stories from the Stars.October 19. https://findyourconstellation.com › constellations-in-literature-how...

- Forrest M. (1999). «Amateur Science--Strong Tradition، Bright Future». Science.Vol:284،N:54-55، P 56.

-Humboldt، Alexander (1860). Cosmos: a sketch of a physical description of the universe. Vol. 1. New York: Harper & Brothers

-Kedwards ،Dale; McLeish ،Tom: Garrison ،Mary& Manolova ،Divna (2021)Astronomy and Literature | Canon and Stylometrics-nterfaces A Journal of Medieval European Literatures،Vol 8، December.

- Losev ،Alexandre (2012). «›Astronomy› or ‹astrology›: A brief history of an apparent confusion». Journal of Astronomical History and Heritage.Vol:15،no:41-42،P;421.

- Pedersen ،Olaf (1993) Early physics and astronomy: a historical introduction ط.) Rev.)، Cambridge [England]: Cambridge University Press،

-Temming ، Maria (2014) Astrology VS Astronomy: What›s The Difference? July 14- https://skyandtelescope.org/wp

-Unsöld ،Albrecht ؛Baschek ،Bodo (2001). Classical Astronomy and the Solar System – Introduction..

ظواهر نفسية معاصرة عرفها العرب

د. سائر بصمه جي

الأمراض النفسيّة هي الأمراضُ التي تَتَظاهر باضطرابات في النّفس والسُلوك، ومنها اختلالُ العقل (الجنون Insanity) والهَذَيان Onirism والهَوَس (المانيا Mania) والسَوداوية (المالينخوليا Melancholia) والوَسواس Obsession... وأضافوا إليها مرضَ العشق Love Sickness الذي عَدُوه، في بعض الحالات، مَرَضاً نفسياً.

كان يُنظَر إلى الأمراض العقلية أو النفسيّة، منذ أقدم الأزمنة، على أنّها أفعالُ الجنّ التي تتلبّس المرضى العقليين... ولذا كانت معالجتُها تعتمد على السّحر والرقى والتّعاويذ.

أمّا معالجةُ اختلال العقل (الجنون) فكانت تَقومُ على تَعذيب المريض وضَربه وتَجويعه، وتقييده بالسّلاسل وعزله عن المجتمع، للتخلُّص من الجنّي المتلبّس به. وبهذه الوسائل، يخرج الجنّي من رأس المريض، ويولّي هارباً من تلك المعاملة القاسية.

إلاّ أنّ الأطبّـاء العرب والمسلمين صحّحوا هذه المفاهيـمَ وعَـدُّوا الأمراضَ العقليّـة اضطرابات عضويـةً، مثلها مثل باقـي الأمراض التـي تَعتَري أعضـاء الجسـم؛ وهي، في هذه الحالـة، إصابات عضوية تطرأ على الدّماغ.

ولذلـك، راحـوا يُعالجونها بالأدويـة المهدّئة، والراحة المطلقة، والرّياضَـة المنشّطة، والموسيقا، والغناء، والمعاملـة الإنسـانيّة الرّحيمة. كما كانوا يُخصّصـون للمرضـى المهتاجين حجرات خاصّةً في المستشـفيات تتوفّـر فيهـا أسـبابُ الرّاحـة والهدوء والطُّمأنينة، ويشـرف عليها أطبّاء رحماء وممرّضون وخدم متدرّبون.

وقد بَرَعَ الأطبّاءُ العرب في بحث الاضطرابات التي تطرأ على العقل، وأجادوا في وصف أعراضها وعلاماتها.

وقـد أدركَ الأطبّاءُ المُسـلمون أهمّيـةَ الرّعاية الصـحّية والنّفسية والاجتماعيّة للمريض، فكانت دورُ الرّعاية النّفسـية منتشـرةً في كلّ من دمشـق وبغداد والأندلس، وكانَ العلاجُ بالعملِ والموسـيقا من الأسـاليب العلاجيّة الشّـائعة في هذه الأماكن التـي كان يُطلَـق عليهـا تسـمية البيمارسـتانات، وكانـت تَهـدفُ إلى إعـادة الاسـتقرار والتّـوازُن للمرضى نفسياً.

ويبدو أنّ الطّبيبَ الفَرنسي المُسمّى "أبو الطبّ النّفسـي الحديث" بينيل Pinel (1745-1820 م) قـد كانَ مطّلعـاً ومتأثّـراً بأسـاليب الرّعايـة والعلاج التي كانت متّبعةً في العالم الإسلامي؛ ففي إحدى كتاباته العائدَة إلى عام 1819 م، أشارَ إلى أنّـه في عـام 1425 م جـرى في مدينة سَرَقُسـطَة الإسبانيّة إنشاءُ مصـحّة للأمراض العقليّة تحت شِـعار الصـحّة للجميع، وكانت هذه المصحّةُ تتّبع أسـلوبَ المعالجة بوسـاطة العَمَل الزّراعي. وكانت مثلُ هذه المصـحّات منتشـرةً في أنحاء عديدة من الأندلس.

كما كانـت لقُدامى الأطبّاء العرب والمسـلمين درايـةٌ وخـبرة في معالجة هـذه الأمراض وإنقاذ المصابين بها بالوسائل السّالفة الذّكر، وبما نسمّيه اليومَ "التّحليل النّفسي Psychoanalysis"[1].

في الواقـع عـثرت علـى خمس ظواهر نفسـية لم تشـر المراجع المنشـورة حديثـاً في تاريخ الطب النفسي إليها، لذلك سنقوم بتسليط الضوء عليها في هذا المقال.

1. الاستبصار أو الرؤية عن بُعد

في مـا وراء علـم النفـس (باراسـيكولوجي)، فـإنّ الاستبصـار Clairvoyance هـو القـدرة المزعومة على رؤية الأشياء خارج النطاق الطبيعي للرؤية، مثل الأشياء البعيدة أو المخفية أو الأحداث في الماضـي أو المسـتقبل. يُفترض أنّ الاستبصـار قـدرة عضـوية، في حين أنّ المشـاهدة عن بُعد هي نشاط مخطّط له، مع قواعد ومعايير، حيث يمكن استخدام الاستبصـار لرؤية الأشياء أو الإحساس بها (الأحـداث، والأفكار، والمواقع، وما إلى ذلك) من مسافة بعيدة[2].

هـذا يعنـي أنّ الاستبصـار أحـد أشـكال الإدراك فـوق الحسّـي والوعي المزعـوم بمعرفة أحـداث خارجيـة بوسـائل أخرى غـير القنوات الحسّية المعروفة. على الرغم من البحث الكبير، لا يزال وجود أي من هذه الأساليب مثيرًا للجدل إلى حدّ كبير.

أمّـا لحظـة الاستبصـار Aha experience فهـي اسـتجابة انفعالية تحـدث في لحظة الفهـم المفاجئ لأي موضـوع محـيّر ومعقّد. ففي هذه اللحظة تتجمّع العناصـر المنفصلة للموضوع لتتكامل ويصير لها معنىً يمكن فهمه تماماً[3].

وقـد ذهـب المثل العربـي بالقول (أبصـرُ من زرقـاء اليمامـة) ليصـف شخصـاً حُبـي بقـوّة البصـر وخلوه من أي من العيوب الانكسارية مثل حسـر البصـر أو مـدّه أو انحرافـه، كمـا عـوفي مـن أي مـن أمراض العـين الأخـرى مثل الميـاه البيضـاء أو الزرقاء، فأنت سـتقول «إنّ فلانا مثل زرقـاء اليمامـة». ولكن، إلى أية درجة كان بصـر زرقاء قوياً؟ وهل كان ذلك حقيقياً؟

فزرقاء امرأة عربية سكنت اليمامة، وقيل إنّها كانت ترى الشـخص على بعد مسـيرة ثلاثة أيام، وإن عينيها لونهما أزرق، فاشتهرت بزرقة عينيها وحدة بصرها، حتى إنّ قومها كانوا يستعينون بها لتحذّرهم من الغزاة.

يروي لنا هنا مطهر بن طاهر المقدسي (توفي بعـد 355هـ / بعد 966م) قصّـة زرقـاء اليمامة المشهورة بقدرتها الفائقة على الاستبصار فيقول: "جديس فكثرت وتربّت ورئيسـها رجل منهم يقال له الأسـود بن غفار وكان ملكهم إذ ذاك رجل من طسـم يُقال لـه عمليـق وكان يبـدأ بالعروس قبل زوجها حتى تزوّجت غفيرة بنت غفار وأراد عمليق أن يصيبها فاستصـرخت أخاها الأسود بن غفار وخرجت حاسرة وهي تقول:

لا أحد أذل من جديس أهكذا يفعل بالعروس

فأحفظ صـراخها جديس، وأزعجهم فخرجوا مع الأسـود بن غفـار ففتكوا بطسـم فقتلوهم كلّهم وملكهـم إلّا رجلاً واحداً أفلـت بخديعة دقيقة حتى أتـى ملك اليمـن وهو ذو غسـان بن تبـع الحميري فاسـتنجده فوجّـه ذو غسـان بـن تبـع جيشـاً إلى جديس يطلب بثأر طسـم وكانـت في جديس جارية زرقاء يقال لها اليمامة وبها سمّيت اليمامة، وكانت كاهنـة تبصـر الراكب من مسـيرة يـوم ويُقال من مسـيرة ثلاث فخاف الجيش أن تبصـرهم اليمامة فتخبر القـوم بهم، فقطعوا الشـجر وجعل كلّ رجل بين يديه شجرة يمشي خلفها يستتر بها عن اليمامة ونظرت اليمامة فرأت الشـجر فنادت يا آل جديس سارت إليكم الشـجر أو أتتكم حمّير قالوا وما ذاك قالت أرى رجلاً في يده كتف يأكلها أو نعل يخصـفها فكذّبوهـا فصـبحتهم الخيـل فقتلتهم وأقصـتهم وانقضى أمر جديس وطسم وفيه يقول الأعشى:

قالت أرى رجلاً في كفّه كتف
أو يخصف النعل لهفى أية صنعا
فكذّبوها بما قالت فصبحهم
ذو آل غسان يزجى السمر والسلعا
فاستنزلوا أهل جو من مساكنهم
وهدموا شاخص البنيان فاتضعا"[4].

وإذا مـا أردنـا أن نحـول مسـافة نظرها إلى قياسـات عصـرنا الحـالي، فـإنّ مسـيرة ثلاثـة أيـام تعـادل مسـافة تـتراوح بـين 80 و120 كم. فالمسافر يسـتطيع أن يقطع سـيراً على قدميه في اليوم الواحد قرابة أربعين كيلو متر، ما بين سـير واستراحة وطعام ونوم.

ويقول المشكّكون في قصّة زرقاء اليمامة إنّ هناك مجموعة من المبالغات في قصّتها: فأولاً من الصعب على العين البشرية أن ترى مسافة تتجاوز خمسين كيلو متر، وهذا على شرط أن يكون الأفق ممتدّاً تماماً، كأن يكون على قمّة جبل مرتفعة، أمّا زرقاء اليمامة فلم يرو عنها صعود الجبال.

والمشكلة الثانية في قصّة زرقاء نابعة من حقيقة أنّ الأرض كروية وليست مسطّحة، وهذا يعني أنّ الأفق بعد مسافة تقارب خمسة كيلو مترات لا يعود مرئياً، لأنّه يغطس وينحني مختفياً مع تكوّر الأرض، ولا تستطيع أشعّة الضوء الالتفاف لتلحقه، ولذلك فمن الصعب رؤية شيء واقف على سطح الأرض يتجاوز بعده عن المشاهد خمسة كيلو مترات.

بالمقابل، فإنّ روايات أخرى نقلت عن زرقاء اليمامة تجعل وصفها منطقيا أكثر، إذ وصفت بأنّها ترى الشخص على مسيرة يوم وليلة، وهذا يعني قرابة خمسين كيلو متر. أمّا بالنسبة لموضوع انحناء سطح الأرض، فربّما كانت تصعد هضبة أو تلّة قريبة من مساكن قومها ممّا يتيح لها التغلّب على هذه الصعوبة ورؤية مسافة أبعد.

ولذلك، ربّما تكون زرقاء اليمامة قد حذّرت قومها من الغزاة، وليس بالضرورة أن تكون فعلت ذلك باستخدام بصرها، بل ربّما سمعت عن الغزاة من المسافرين أو العيون "الجواسيس"، أو ربّما كانت تريد من قومها البقاء في حالة استعداد وعدم التراخي حتى لا يكونوا لقمة سائغة لعدوّهم الملك حسان الحميري، الذي ينسب غزو اليمامة له.

ولكن النهاية المأساوية للقصّة التي تمثّلت في اجتياح العدو مساكن قوم زرقاء وقتل الكثيرين منهم، ربّما تكون قد تناقلتها الروايات فيما بعد وضخمتها، خاصّة أنّ حسان اقتلع عيني زرقاء، فماتت بعد مضي أيام قليلة.

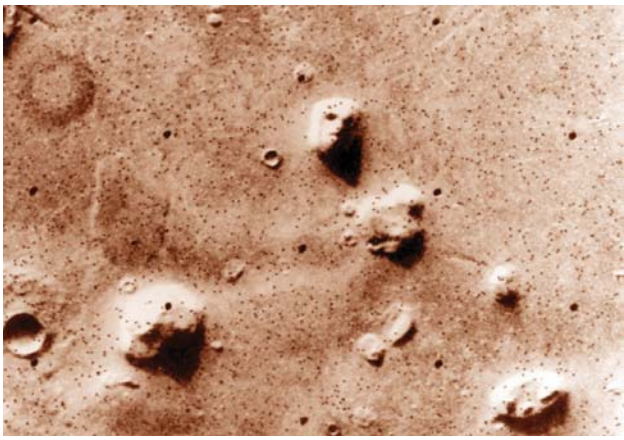
ومن ثم، فسواء كانت أبصارنا قويّة مثل زرقاء اليمامة، أو كنّا ممّن يعانون من عيب في البصر، علينا أن نتذكّر أنّ البصيرة والقدرة على التحليل هي النقطة الأهم، فكثيراً ما رأت البصيرة ما عجز عن رؤيته البصر.

2. ظاهرة الباريدوليا أو إيهام الخيالات المرئية

يطلق على هذه الظاهرة وجه باريدوليا Pareidolia face، أي رؤية الوجوه في الأشياء اليومية. وإحدى النتائج التي حصل عليها علماء الفلك من سوابر عام 1976 كانت صورة فوتوغرافية لبنية صخرية أصبحت تعرف بـ (وجه المرّيخ) والتي أثبتت أنّها جذّابة لذوي التأمّل المبهم والمتخصّصين في العلم الزائف أكثر بكثير من أي مجرّد أثر ضئيل من الميتان.

الصور الفوتوغرافية التي التقطت بوساطة الماسح الشامل للمرّيخ 1998 وسوابر (سلسلة أسفار أوديسا Odyssey) المرّيخ في 2001، اقتضت ضمناً أنّ الوجه كان نتاجاً صنعياً (لميز الكاميرا) قليل البراعة والإضاءة، الأمر الذي دفع بصرف النظر عنها على نحو متعذّر اجتنابه من قبل واضعي نظرية المؤامرة التي تدّعي إخفاء الحقيقة.

كما قال موقع Screenrant في تقرير نشره يوم الثلاثاء 3 أغسطس/آب 2021، إنّ وكالة الفضاء الأمريكية "ناسا" نشرت مجموعة جديدة من الصور التي التقطتها مركبتها من الكوكب الأحمر (المرّيخ)، تسبّبت في إثارة الجدل.



صورة من جملة الصور التي نشرتها وكالة ناسا للكوكب الأحمر وفق ما قاله التقرير، أثارت جدلاً كبيراً، بسبب احتوائها على شكل «غريب الأطوار» يشبه الحيوان.

حيث تسبّبت الصورة في موجة واسعة من النقاش بالوسط العلمي، إضافة إلى عشّاق الفضاء، حيث ظهر فيها شكل دودة غريبة ملتوية خارجة من الأرض، الصورة التي احتوت على شكل غريب أطلق عليها العلماء "دودة المرّيخ".

في حين قال التقرير نقلاً عن أحد المصادر، إنّ الصورة تشبه ديدان الأرض بالفعل، الأمر الذي أثار ريبة بعضهم وفتح باباً للنقاش حول طبيعتها وسبب تكوينها.

لكن وكالة ناسا قالت في تقرير نشره موقعها الإلكتروني، إنّ الصورة هي لتكوين صخري على كوكب المرّيخ يشبه بالفعل الديدان، لكنّه عبارة عن صخور موجودة على سطح الكوكب الأحمر.

كذلك قالت الوكالة الأمريكية للفضاء إنّ الصورة تحتوي على شكل فريد بالفعل والتُقطت في منطقة جبل "شارب". ويعتقد علماء ناسا أنّ الشكل قد تكوّن، لأنّه يتألّف من صخور ومواد يمكنها تحمّل التآكل القاسي الذي تتعرّض له العديد من الصخور الأخرى على المرّيخ.

في التراث العربي تحدّث ابن الوردي (توفي 861هـ / 1349م) عن "جبل الصور" حيث قال: "قال صاحب تحفة الغرائب: بأرض كرمان جبل، من أخذ منه حجراً وكسره يرى في وسطه صورة إنسان قائم أو قاعد أو مضطجع؛ وإن سحقت الحجر ناعماً وحللته في الماء وتركته حتى يرسب ترى في الراسب منه ما رأيته في الحجر من الصورة وهيئتها. وهذا من أعجب العجب"[5].

وفي وقتنا الحالي يعدّ اختبار بقعة الحبر مثال واضح على هذه الظاهرة حيث يرى الشخص شكلاً في بقعة الحبر قد يختلف كلّ من المشاركين فيه كلّ تبعاً لحالته العقلية.

وذكر ابن فضل الله العمري (توفي 749هـ / 1349م) أن في جزيرة الرامي أو الرامني، وهي جزيرة سومطرة بأندونيسا حالياً، حيوان الكركدن، الذي في وسط جبهته قرن، وذكر أنّه يوجد في بعض هذه القرون إذا شُقّت صورة إنسان أو صورة طائر أو غير من الصور التي توجد فيه من أوله إلى آخره[6].

أمّا الجغرافي شمس الدين المقدسي البشاري (توفي نحو 380هـ / نحو 990م) فقد تكلّم عن وجود صور على بعض الأحجار فقال: «من العجائب على فرسخين من رأس الماء نحو خراسان حجارة سود صغار نحو أربعة فراسخ، عند قبر الحاجي نحو بارسك، حصى صغار بعضها في لون الكافور بياضاً وبعضها في لون الزجاج خضرة، بين خراسان وكرمان صورة لوز وتفاح وعدس وباقلى من حجارة وصورة عدّة من الناس»[7].

3. التنويم المغناطيسي

صيغ مصطلح التنويم المغناطيسي Hypnosis في ثلاثينات القرن التاسع عشر من قبل "جيمس برايد" لوصف (حالة غشيان) مستحثّة يبدو فيها الفرد لا يشعر بالمنبّهات البيئية باستثناء التعليمات الصادرة من قبل المنوّم المغناطيسي. هذه التعليمات تطاع آلياً حتى لو لم تعط النتيجة المطلوبة حتى بعد إعادة الفرد المنوَّم مغناطيسياً إلى الوعي الاعتيادي.

الظاهرة الأخيرة تدعى بشكل معتاد بـ(إيحاء ما بعد التنويم المغناطيسي). مع أنّ التقارير عن حالات غشيان مماثلة ترجع إلى الوراء إلى العصور القديمة، إلّا أنّ ممارسة أحداث التنويم المغناطيسي بُسطت في أوروبا في أواخر القرن الثامن عشر من قبل «أنتوني مسمر»، عندما اكتشف بشكل مزعوم أنّ المغانط التي استعملها قبل عام 1780م كانت غير ضرورية لمعالجاته[8].

لقد كان ابن سينا (توفي 427هـ/ 1037م) أوّل من ميّز بين النوم الطبيعي والتنويم المغناطيسي. في كتاب الشفاء، الذي نشره عام 1027م، أشار إلى التنويم بالإيحاء باللغة العربية باسم «الهم العامل»، مشيراً إلى أنّه يمكن للمرء أن يخلق ظروفاً في شخص آخر حتى يقبل حقيقة التنويم المغناطيسي[9].

ومن الأطبّاء الذي أدخلوا العلاج بالتنويم المغناطيسي إلى العالم العربي والإسلامي:

♦ محمّد رشدي بن محمّد حقّي المهندس (توفي 1334 هـ/ 1916م) الذي ولي رئاسة أطباء محافظة مصر، وتفتيش الصحّة في مديريات أسوان والقليوبية والبحيرة. حيث إنّه ألّف كتابه فيه بعنوان (التنويم المغناطيسي وغرائبه وحكم القضاء فيه) صدر عام 1913م[10].

♦ وغلام حسنين الكنتوري (توفي 1339 هـ/ 1921م) وهو فقيه، متكلّم، مشارك في الهيئة والطب والكيمياء والنجوم والتنويم المغناطيسي وغيرها[11].

♦ والطبيب الجزائري أبو مدين الشافعي (توفي 1378 هـ/ 1958م)، وألف كتاب (التنويم المغناطيسي)[12].

4. متلازمة ستوكهولم

متلازمة ستوكهولم Stockholm syndrome هي ظاهرة نفسية تصيب الفرد عندما يتعاطف أو يتعاون مع عدوّه أو مَن أساء إليه بشكل من الأشكال، أو يُظهر بعض علامات الولاء له مثل أن يتعاطف المُختَطَف مع المُختَطِف. وتسمّى أيضاً برابطة الأَسْر أو الخطف وقد اشتهرت في العام 1973 حيث تُظهر فيها الرهينة أو الأسيرة التعاطف والانسجام والمشاعر الإيجابية تجاه الخاطف أو الآسر، تصل لدرجة الدفاع عنه والتضامن معه. هذه المشاعر تعدُّ بشكل عام غَيْرَ منطقية ولا عقلانية في ضوء الخطر والمجازفة اللتين تتحمّلهما الضحيّة، إذ إنّ الضحيّة تفهم بشكل خاطئ عدم الإساءة من قبل المعتدي إحساناً ورحمة. وقد سجّلت ملفّات الشرطة وجود متلازمة ستوكهولم لدى 8% من حالات الرهائن.

ويمكن اعتبار متلازمة ستوكهولم كنوع من الارتباط الذي له علاقة بالصدمة، ولا يتطلّب بالضرورة وجود حالة خطف، فهو ترابط عاطفي قوي يتكوّن بين شخصين أحدهما يضايق ويعتدي ويهدّد ويضرب ويخيف الآخر بشكل متقطّع ومتناوب.

وقد تحدّث أبو العباس القلقشندي (توفي 821هـ/ 1418م) في حديثه عن وأد البنات في الجاهلية فقال:» كانوا يقتلونهنَّ خشية العار؛ وممن فعل ذلك قيس بن عاصم المنقري، وكان من وجوه قومه ومن ذوي المال، وكان سبب ذلك أنّ النعمان بن المنذر أغزاهم جيشاً فسبّوا ذراريهم فأناب القوم وسألوه فيهم فقال النعمان: كلّ امرأة اختارت أباها ردّت إليه، وكلّ من اختارت صاحبها تركت معه، فكلّهن اخترنَ آباءهنَّ إلّا ابنة لقيس بن عاصم فإنّها اختارت صاحبها عمرو بن الجموح، فنذر قيس أنّه لا يولد له ابنة إلّا قتلها فكان يقتلهنّ بعد ذلك"[13].

5. متلازمة فرط الذاكرة

تُعرف هذه المتلازمة بأنّها فرط الذاكرة Hyperthymesia أو ذاكرة السيرة الذاتية المتفوّقة للغاية (اختصارًا HSAM) وهي حالةٌ نادرةٌ تجعل الشخص المصاب بها يتذكّر كلّ لحظة في حياته بكلّ تفاصيلها ولا ينسى شيئاً مهما مرّت السنوات.

وهناك الكثير جدّاً من الشخصيات العربية التي كانت لديها فرط ذاكرة منهم، ولعلّ أشهرهم الخليفة العباسي أبو جعفر المنصور الذي كان يتمتّع بذاكرة قويّة وقدرة عالية على الحفظ، ممّا جعله يحتال على الشعراء، ويتحدّاهم بأن يأتي أحدٌ منهم بقصيدة جديدة لم يسمعها من قبل، على أن يُقدّم مكافأة لكلّ قصيدة لم يسمعها من قبل، وتمثّل المكافأة في وزن القصيدة ذهبًا، فقدم إليه عدد من الشعراء بقصائدهم، وبعد أن يلقوها على الخليفة يقول لهم بأنّه سمعها من قبل ويعيدها عليهم، ويحضر خادمه وجاريته ليعيدوا القصيدة من بعده كذلك، ممّا جعل الشعراء يصابون بالذهول؛ لأنّهم قد ألّفوا قصائدهم حديثاً، وفي النهاية تمكّن الأصمعي من تأليف قصيدته المشهورة (صوت صفير البلبل) التي كانت منوّعة الكلمات والمعاني.

وكان محمّد بن شهاب الزهري كان يقول: «إذا مررت بالأسواق أسدّ أذني خشية أن أحفظ كلام الناس وسبّهم لبعضهم بعض».

وأمّـا الشـعراء والرواة الذين حفظوا أشـعار العـرب ودواويـن المتقدّمين فهـم كثيرون أيضًـا، ومنهم أبو نواس، لم يقل الشعر حتى حفظ ثلاثين ديوانًا للشـواعر من نساء العرب، وكذلك ابن عبد ربه، كان أيسر محفوظاته كتاب الأغاني، لا يخطئ منه واوًا ولا ألفًا، وهذه المسـألة العجيبة مشروحة في كتـاب عبد الواحد المراكشـي (تـوفي 647 هـ/ 1250م) (المعجب في تلخيص أخبار المغرب).

الهوامش:

1 – شـحادة، عبد الكريم: صفحات من تاريخ التراث الطبي العربي الإسلامي، منظمة الصحّة العالمية– أكاديميا، بيروت، 2005م، ص68–67.

2 – فاندنبوس، جاري، المحرّر العام: القاموس الموسـوعي في العلوم النفسية والسلوكية، مجلد2، ترجمـة: نخبـة مـن المختصـين، المركـز القومي للترجمة، ط1، القاهرة، 2015م. ص436.

3 – المرجع السابق نفسه، ص240.

4 – المقدسـي، مطهـر بـن طاهـر، البـدء والتاريخ، ج3، مكتبة الثقافة الدينية، بور سـعيد، (د.ت). ص30–28.

5 – ابـن الـوردي، سـراج الديـن: خريـدة العجائـب وفريـدة الغرائـب، ط1، تحقيـق: أنور محمود زناتي، مكتبة الثقافة الإسلامية، القاهرة، 2008م، ص 286.

6 – العمري، ابن فضل الله: مسالك الأبصار في ممالـك الأمصـار، تحقيـق: كامـل سـلمان الجبـوري ومهـدي النجـم، ط1، ج 1، دار الكتب العلمية، بيروت، 2010م، ص 437.

7 – المقدسي البشاري، شمس الدين: أحسن التقاسيم في معرفة الأقاليم، ط3، مكتبة مدبولي القاهرة، 1991م، ص490.

8 – Stableford، Brian، Science Fact and Science Fiction: An Encyclopedia، Taylor & Francis Group، New York، 2006، p.239.

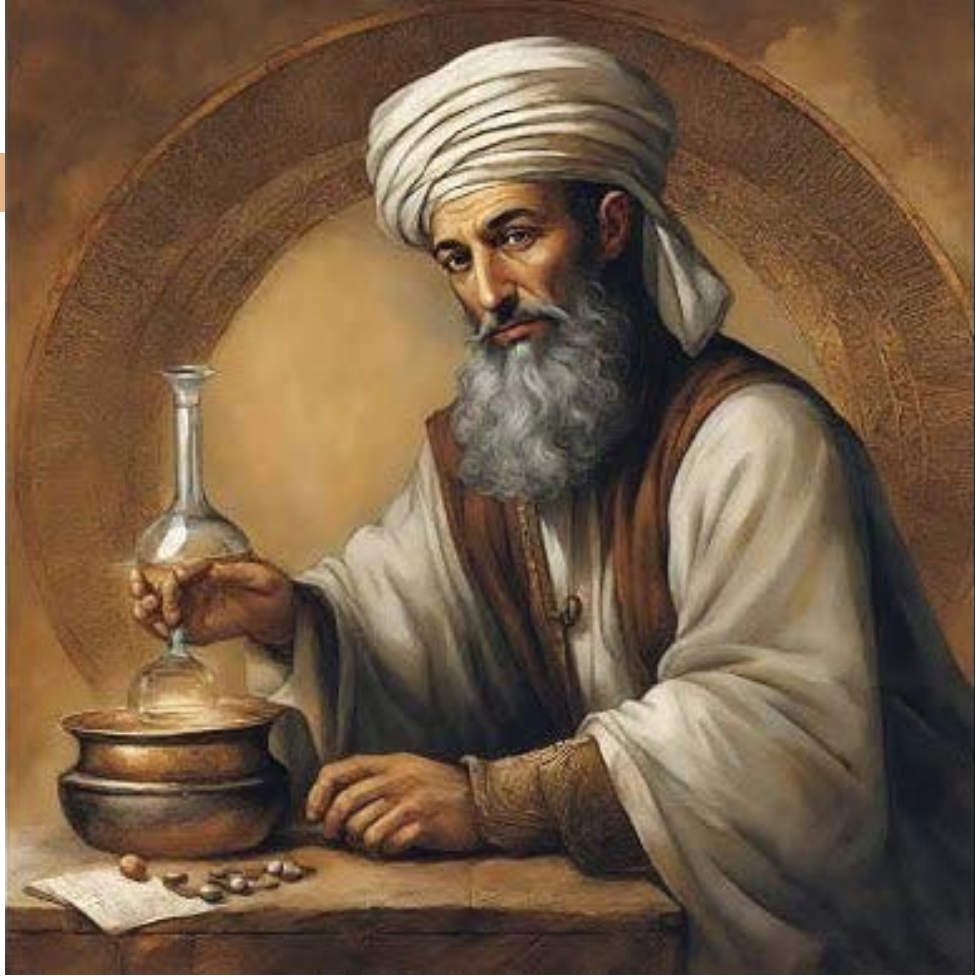
9 – Haque، Amber (2004)، «Psychology from Islamic Perspective: Contributions of Early Muslim Scholars and Challenges to Contemporary Muslim Psychologists»، Journal of Religion and Health، 43 (4): 357–77.

10 – كحالة، عمر رضا: معجم المؤلفين، ج 9، مكتبـة المثنى ودار إحياء الـتراث العربي، بيروت، (د.ت)، ص310.

11 – المرجع السابق نفسه، ج 8، ص40.

12 – المرجع السـابق نفسه، ج 12، ص–212 213.

13 – القلقشـندي، أحمـد بـن علـي: صـبح الأعشى في صناعة الإنشاء، تحقيق: محمّد حسين شـمس الديـن، ح1، دار الكتـب العلميـة، بيروت، 1987م، ص460.



المعادن وعلم التعدين لدى جابر بن حيّان

أوّل عالم عربي استخرج وزن المعادن

(1 من 2)

محمّد علي حبش

خلّف العرب مصنّفات موسوعية في علم المعادن والتعدين والأحجار الكريمة، تطرّقت إلى خصائص المعادن وأنواعها وتصنيفها، وكيفية استخراجها، ولعلّ أقدم نص احتوى على أسماء الجواهر التي تعدن من الأرض هو ما جاء في أمالي الإمام جعفر بن محمّد الصادق[1] (80هـ=699م- 148هـ=765م) المسمّاة (التوحيد)، وذكر منها الجص (أكسيد الكالسيوم)، والكلس (كربونات الكالسيوم) والمرتك (أكسيد الرصاص)، والذهب، والفضّة، والياقوت، والزمرد، والقار، والكبريت، والنفط... ثم جاء جابر بن حيان[2] (102 - 199هـ= 721 - 815م) تلميذ الإمام جعفر الصادق ليضيف بعض الجواهر والمعادن مثل الأسرب (نوع من الرصاص)، والمرقيشيا، والياقوت الأحمر... وكان أوّل عربي ميَّز بين الصخور البركانية الرسوبية والمتحوّلة عندما ذكر أنّ الصخور الرسوبية تختلف عن الصخور النارية، وهو أوّل عالم عربي استخرج وزن المعادن، تلاه الطبيب والكيميائي أبو بكر محمّد بن زكريا الرازي (236 - 311 هـ) الذي قسّم المواد إلى ثلاثة أقسام: نباتية وحيوانية ومعدنية، ثم قسّم المعادن إلى ستة أقسام: الأرواح والأجسام والأحجار والزاجات والبوارق والأملاح، فالأرواح عبارة عن مواد سهلة التطاير تتسامى أو تتبخّر بسهولة بتأثير الحرارة كالكبريت وملح النشادر، والأجسام هي الفلزّات مثل الذهب والفضة والنحاس.. إلخ، والزاجات عبارة عن مواد تشبه الزجاج ذات ألوان مختلفة ومن أمثلتها الزاج الأخضر (كبريتات الحديدوز) والزاج الأزرق (كبريتات النحاس) والبوارق مثل النطرون أو (كبريتات الصوديوم الطبيعية) والبوراكس والأملاح مثل ملح الطعام والملح المر والقلي (كربونات البوتاسيوم وكربونات الصوديوم)، ثم جاء الفيلسوف الكندي[3] الذي كان من أوائل العلماء العرب الذين كتبوا عن المعادن والأحجار الكريمة في كتابه المفقود «الجواهر والأشباه»، ثم جاء البيروني[4] أحد أكبر العلماء العرب المسلمين الذين كتبوا وأسهموا بشكل واضح في علم المعادن، فأضاف الزفت واليشم والخارصين... وكان أوّل من أنشأ أساس مقياس الصلابة المعدنية، وكان كتابه «الجماهير في معرفة الجواهر» من أفضل الكتب في علوم المعادن والأحجار الكريمة، إذ قدّم فيه وصفاً لعدد كبير من المعادن والأحجار الكريمة منها: الياقوت، والماس، واللؤلؤ، والمرجان، والزمرد، والعقيق، والكهرباء، والزئبق، والذهب، وغيرها.. ولجأ في دراسته للمعادن إلى الطريقة التجريبية؛ لأنه تمكّن من تحديد الثقل النوعي بدقّة لثمانية عشر حجراً كريماً ومعدناً قريباً جدّاً، وأحياناً متطابقاً مع القيم الصحيحة للأوزان المحدّدة لهذه المعادن، والتي كانت تحدّد بالقدرات والأجهزة الحديثة، ممَّا يؤكّد عبقريته في عصره.

ثم أتى ابن سينا[5] الذي يعدّ بحقّ المؤسّس الأوّل لعلم الأرض أو الجيولوجية عند العرب، والذي قسَّم المعادن إلى أربع فئات: أحجار، وذائبات، وكبريت، وأملاح... وتحدّث ابن سينا عن «القوة المعدنية»، وعن الصخور النارية كمصدر للخامات والأشياء الحديدية المميّزة عن النحاس، وأدرك حقيقة تأثير المحاليل المشحونة بالمعادن الذائبة وكيفية ترسيبها للمعادن، وما نسمّيه اليوم بالشحنة المذابة.

ثم جاء إخوان الصفا[6] (القرن الرابع

الهجري)، الذين أضافوا 31 جوهراً جديداً منها: الطاليقوني، والإسرنج، والزاجات، والشبوب، وبواسق الخبز والعقيق والجزع... وتحدّثوا عن المياه الجوفية كمصدر للمعادن، فكانوا أوّل من أشار إليها بقولهم: «هذا الماء، يخرج ويتدفّق على سطح الأرض، وهو ساخن، فإذا أصابته عن طريق الجو فيصبح بارداً، يبرد وربّما يتجمّد إذا كان سميكاً ويتحوّل إلى زئبق أو قطران، هذا هو أوّل مؤشّر على التفاعلات الجيوكيميائية في الطبيعة.

وتحدَّث ابن خرداذبة[7] عن طريقة استخراج الذهب من مياه نهر جيحون، وهي طريقة تعتمد على ضخّ الماء من النهر... كما تحدّث المسعودي عن طريقة تعدين الألماس من وادٍ بجزيرة سرنديب في قوله: إذا أرادوا ألماس وضعوا فيه ما استطاعوا من لحوم طازجة وساخنة، ووجدوا فيها ما يعلق باللحم. من ألماس... «

لقد كان لكلّ منهم طريقته في تحديد الوزن النوعي للمعادن... كما استطاع العرب تمييز المعادن والأحجار الكريمة ومعرفة خصائصها، وأجروا عليها اختبارات كيميائية، وبالجملة نجد أنّهم عرفوا من المعادن حتى عصر البيروني قرابة 88 جوهراً مختلفاً ممّا يُستخرج من الأرض.

كما يحفل التراث العربي بكثير من الأسس العلمية والفلسفية لعلم المعادن، ويعتقد المؤرّخ الأمريكي «جورج سارتون» في كتابه « تاريخ العلم» أنّ عطارد بن محمّد الحاسب[8] (ت: 206هـ، 821م)، هو مؤلّف أقدم كتاب عربي في علم المعادن، وهذا الكتاب هو كتاب (منافع الأحجار[9]، فيه ذكرٌ لأنواع الجواهر والأحجار الكريمة، ودراسة لخواص كلّ منها، كما ذكر الرازي[10] هذا المؤلّف في كتابه (الحاوي). وهناك من العلماء من يعزو كتاب الأحجار لأرسطو إلى أصل سوري أو فارسي، وكتبت النسخة العربية منه في أخريات القرن الثاني الهجري، وعلى الرغم من قلّة المادّة العلمية فيه، إلّا أنّها تعكس آراء المسلمين عن المعادن في ذلك الوقت.

ومن الكتب المؤلَّفة في المعادن وخصائصها: كتاب «الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء» ويتعلّق بمعدني الذهب والفضّة من حيث تعدينهما وصياغتهما، وكل ما يتصل بهما... للحسن بن أحمد الهمداني[11] (893 - 945م)، كما تضمّنت كتب أخرى في مجالات مختلفة معلومات مهمّة عن المعادن؛ كالكتب التي تحدَّثت عن الجغرافيا، والدول والممالك وأخبارها، والفلسفة، والفيزياء، وغيرها.

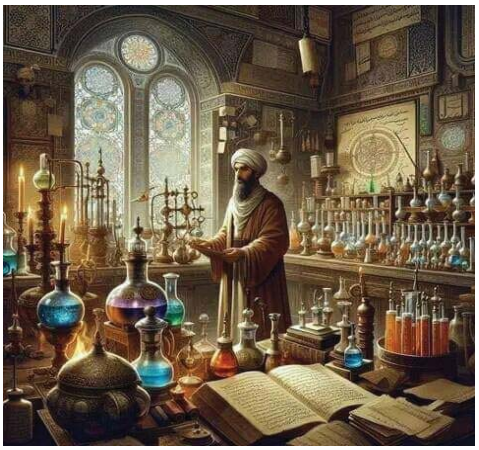
ومن المؤكّد أنّ العلماء العرب لهم الميِّزة الأولى في تطوير علم الجيولوجيا وعلم التعدين، وأنّ الفكر الجيولوجي الحديث في أوروبا قبل عصر النهضة مدين للفكر الجيولوجي العربي.. فها هم

علماء الغرب ومؤرّخوه يعترفون بمساهمة العرب الفعَّالة في بلورة علم الجيولوجيا وتقدِّمه وتطوّره، ومن أبرز هؤلاء المستشرق الفرنسي «سيديو» (ت: 1875م)، مؤلّف كتاب «خلاصة تاريخ العرب»، والمؤرّخ الفرنسي «غوستاف لوبون» (ت: 1931م)، مؤلّف كتاب «حضارة العرب»، والمؤرّخ الإيطالي «الدو ميلي» (ت: 1950) في كتابه « العلم عند العرب، والمستكشف البريطاني «وليام دامبير» (ت: 1715م)...

***

في هذا البحث نتناول عالم الكيمياء العربي جابر بن حيان الذي كان من العلماء الذين تأثّروا بنظرية العناصر الأربعة التي ورثها العلماء العرب من اليونان، إذ وضع الأساس لعلم الكيمياء من خلال استخدام أسلوب التجربة والملاحظة، مستفيداً من علاقته الوطيدة بالإمام جعفر الصادق الذي كان فقيهاً وعلى دراية عظيمة بعلم الكيمياء، حيث أخذ عنه الكثير من المعارف الكيميائية التي تلقّاها الإمام من علم الكيمياء عن اليونان والمصريين والفرس والهنود والصينيين.. ولم يتوقف عند هذا الحد، بل تعدّاه بمواصلة تحصيل المعارف من تلك المصادر بتفصيل أكثر، وأنشأ مخبراً خاصاً للكيمياء وجعل فيه فرناً لصهر المعادن، وجهّز بنيته التحتية من أدوات وأجهزة استخدمها في تجاربه الكيمائية، متبعاً منهج «التجريب» ما أسهم في اكتشافه العديد من الأحماض التي لم تكن معروفة من قبل.

يقول عاطف محمّد في كتابه: «من ابتكارات جابر بن حيان تلك الآلة التي صنعها وتمكّن بها من معرفة الوزن النوعي للمواد والأشياء السائلة والصلبة على السواء... كما اكتشف الماء الملكي، وماء الفضة وعنصر البوتاس، وملح النشادر، وأوكسيد الزرنيخ، وكربونات الرصاص، وعنصر الأنتيمون، والصوديوم، والسليماني، ويوديد الزئبق، وغير ذلك...»[12].

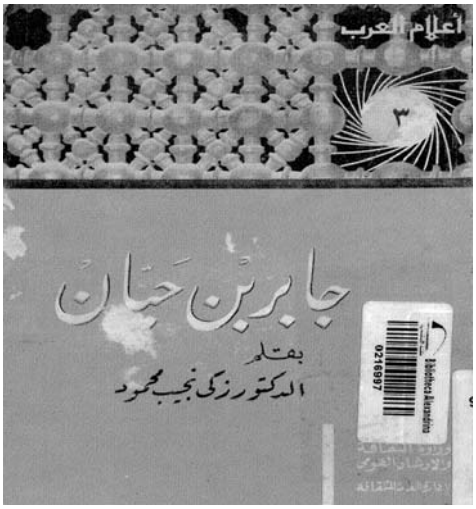


فجابر بن حيان هو أول من جعل الكيمياء علماً حقيقياً، وأول من أرسى قواعد المنهج التجريبي من الكيماويين العرب، وتبعه علماء آخرون كثر، إذ يقول في كتابه (الخواص الكبير): «إننا نذكر في هذا الكتاب خواص ما رأيناه فقط، دون ما سمعناه، أو قيل لنا أو قرأناه، بعد أن امتحنّاه وجرّبناه، فما صحَّ أوردناه، وما بَطُلَ رفضناه، وما استخرجناه نحن أيضاً قايسناه على أحوال هؤلاء القوم».

لذلك يعدُّ جابر بن حيان فيلسوف التجارب العلمية، صاحب منهج تجريبي يعتمد على الاستنباط والاستقراء، أخذ فلسفته الخاصة بنشأة الكون والكائنات عن الفلسفة اليونانية، التي تقول بأنّ هناك عناصرَ أولية نشأ عنها كلُّ الكون: وهي الحرارة، والبرودة، واليبوسة، والرطوبة. من هذه الأصول نشأت المركّبات ومنها نشأ الكون، إذ يشير ابن حيان في فلسفته الكيميائية إلى

أنّ: «الكيميائي يحذو حذو الطبيعة في تكوينها للأشياء، وكلّ الفرق هو أنّ الطبيعةَ تعمل من تلقاء نفسها، أمّا الكيميائي فيعمل عمله بتجربة مدبّرة، لكنّ كلّ ما تؤدّيه الطبيعة من عمليات تحويل الأشياء بعضها إلى بعض، هو في مستطاع الكيميائي أن يؤدّيه؛ غير أنّ الأمرَ يحتاج من الكيميائي إلى تبصّر وحذر، فقد لا يكون التحويل ممكناً بضربة واحدة، بل يتطلّب خطوات متدرّجة تنتهي آخر الأمر إلى النتيجة المطلوبة»[13].

أساس فلسفة جابر يقوم على فكرة أوردها پ.كراوس[14] في كتابه «مختار رسائل جابر بن حيّان»[15] نقلاً عن كتاب «إخراج ما في القوّة إلى الفعل» لجابر بن حيان، حيث يقول: «العالم إذا ما أتقن دراسة موضوعه وما يحتاج إليه من خطوات في عملية تحويله، لأمكنه لا أن يُحاكي الطبيعة في فعلها فقط، بل أن يعمل ما تعمله الطبيعة في وقت أقصر، إذ قد يتطلّب تكوين الذهب في حضن الطبيعة آلاف السنين، لكنّ الكيميائي في مستطاع أن يعمل العملية نفسها في فترة وجيزة»[16].



العلوم السبعة والعناصر الطبيعية الأربعة

تبرز فلسفة ابن حيّان في العلوم حين يتحدّث عن السباعية التي قصد بها العلوم، وشرحها في كتابه الموازين، وهذه السبعة هي: علم الطب وحقيقة ما فيه، وعلم الصنعة وإخراج ما فيها، وعلم الخواص وما فيها، وعلم الطلسمات، وعلم استخدام الكواكب العلوية وما فيه، وعلم الطبيعة كلّه وهو علم الميزان، وعلم الصور وهو علم التكوين وإخراج ما فيه، وجُعل ذلك على سبيل إخراج ما في القوة إلى الفعل.

في علم الصنعة: يتناول ابن حيان الأرواح الستة التي تدخل في كلّ شيء في العالم وأقسامها وتدبيرها، وهي: «الزيبق والزرنيخ والكبريت والنوشادر والكافور والدهن من كلّ شيء، فيقول: «هذه تطير عن **النار**، ولها فروق في ذواتها، وذلك أنّ هذه الأرواح الستة انقسمت ثلاثة أقسام: إمّا طائر غير محترق ممازج، وإمّا طائر غير محترق ولا ممازج، وإمّا طائر محترق ممازج. فأما الطائر غير المحترق والممازج فالزيبق وحده، وأما الطائر غير المحترق ولا ممازج فالنوشادر والكافور، وأما الطائر الممازج المحترق فالكبريت والزرنيخ والدهن، وهذه وحدها نفوس لأن جميعها دهن» (ص61).

بعد حديثه عن (الماهيّة)، يأخذ ابن حيّان بالكيفية التي هي العمل والتدبير، فيقول: «الكيفيّة هو تدبير الصنعة الذي لولاه لم تكن وهي التدبير. وذلك ينقسم أقساماً: إمّا للأرواح، وإمّا للأجساد، وإمّا للامتزاج، وإما للطرح. وهذه الأربعة هي الصنعة في الحقيقة».

وعن كتاب الأحجار على رأي «بلیناس»[17]

ينقل «كراوس» ما كتبه جابر بن حيان في الجزء الرابع منه ضمن باب ترتيب تعليم المتعلّم، فيقول: «ينبغي أن تعلم أن العناصر الأول والثواني والثوالث والروابع والأعراض وكيفيّاتها، **كالنار** وأخواتها وهي الثانية، والثالثة كالأزمنة، والرابعة كالمركّبات السود والصرفة. وتنظر كيف قبول طبعك، وكيف تصرُّفك فيه، وكيف نتائج قريحتك له»، منوّهاً إلى **علم الطبائع**، فيقول: «إن أردتَ علم الطبائع فلتدرس من طبائع الأحجار والخواص قليلاً، ثم تنتقل جملة واحدة إلى الموازين، فتعرف من جميع نقب الموازين قطعة مثل ميزان **النار** وميزان الموسيقا وموازين الأجساد» (ص196 - 197).

لكن أهم ما شغل جابر بن حيان «تحويل المعادن بعضها إلى بعض»؛ ونظريته في ذلك مؤداها أنّ «للمعادن مقوّمين أساسيين هما: الكبريت والزئبق - وهذان بدورهما قد تكوّنا في جوف الأرض على مرّ الزمن الطويل من العناصر الأساسية: النار والهواء الخ... وما من معدن بعد ذلك إلّا وهو تركيب من زئبق وكبريت بنسب مختلفة، وعمل الكيماوي في تحويل المعادن هو

نفسه عمل الطبيعة في تكوينها، لولا أنّ الطبيعة قد استغرقت آمادا طوالاً في تكوين ما كوّنته من ذهب وفضّة ونحاس وغيرها، على حين يستطيع العالم بتجاربه أن يختصر الزمن إلى برهة وجيزة - وكيمياء جابر هي تفصيل القول في هذه التجارب»[18].

عمل الإكسير:

في كتابه الخواص الكبير تحدّث ابن حيان عن أن التحويل لا يقتصر على المعادن فقط؛ بل إنّه يمتدُّ للكائنات جميعاً، فلو استطاع تحويل النحاس ذهباً، فيمكنه ردّ المريض إلى شخص صحيح، وهذا ما يسمّى بالكيمياء العلاجيّة، وسمّاه بالإكسير.. وفي كتابه (السبعين) يشير في المقالة السابعة والأربعين إلى عمل الإكسير، فيقول: «إن طبعَ كلّ إكسير إنما هو منها وبها، وإنما جعلنا في الإكسير طبعاً غالباً للطبع المفسد الحال في الجسم فكان كشيء فيه فضل مائية فأدخلنا عليه **النار** وداومنا ذلك على مقدار الحاجة لئلا تحرقه أيضاً فيكون فساده أكثر من الأول فصار الشيء المدبّر **بالنار** معتدلاً، وتبلغه إلى حدٍّ شئنا» (ص482).

وينقل زكي نجيب محمود عن جابر قوله في الإكسير: «قلنا إنه كما جاز للطبيعة أن تحوّل الأشياء بعضها إلى بعض، فتتحوّل الأرض والماء نباتاً، ويتحوّل النبات في النحل شمعاً وعسلاً، ويتحوّل **الرصاص** في جوف الأرض **ذهباً** وهكذا، فكذلك يمكن لعالم الكيمياء أن يحاكي الطبيعة في صنيعها بتجارب يصطنعها فيؤدّي بها نفس الذي تؤدّيه الطبيعة، ولكنّه يؤدّيه في مدّة أقصر؛ فإذا اهتدى العالم إلى الوسيلة التي يخرج بها شيئاً من شيء كانت تلك الوسيلة هي الإكسير..»

«فالأمـر في معالجة شـيء ما معالجـة تردّه إلى مـا يُـراد ردّه إليه، هـو كالأمر في معالجـة المريض، يُكتب له الدواء الذي يردّه من حالة المرض إلى حالة الصـحّة، بإضـافة ما ينقصـه أو بحذف ما قد زيد عليه، وبهذه الإضافة أو الحذف نحصل على التوازن لما كان قد اختلّ توازنه، وبديهي أن يكون للدواء صفة مضادّة للصـفة التي جاوزت حدّها نقصاً أو زيادة، فهـو الذي يزيـد ما قد نقصـ وينقص مـا قد زاد؛ وهكـذا يفعل عالم الكيميـاء إزاء **المعـدن** الذي يريد تحويلـه: يعطيـه (الـدواء) الذي يكسـبه توازناً من شأنه أن يجعل منه **معدناً** آخر، هو **المعدن** المقصود، «فالدواء» في هذه الحالة هو ما يسمّى بالاكسير»[19].

وواضـح أنّ مثل هذا التحويـل من حالة قائمة إلى حالـة أخرى مطلوبة، يتوقّـف على علم العالم علمـاً كاملاً بعناصـر التركيب في كلتـا الحالتين، فيعلـم ممَّ يتركّـب الشـيء المُـراد تحويلـه وكيف يتركّـب، كمـا يعلـم ممّ يتركّـب الشـيء المُـراد الحصـول عليه وكيف يتركّب، وهذا هو ما يسـمّى عند جابر **بالموازين**، وإن نظرية جابر في الاكسـير وفي الميـزان لهي موضـع الأصـالة الحقيقية التي تنسب إليه في علم الكيمياء»[20].

وهو يشـتق الاكسير الذي يسـتخدمه في عملياته الكيماوية من أنواع الكائنات الثلاثة مفردة ومجتمعة، فتراه يقول: إنّ ثمّة سبعة أنواع من الاكسير:

1 - اكسير يشتق من **المعادن**.

2 - اكسير يشتق من الحيوان.

3 - اكسير يشتق من النبات.

4 - اكسير يشـتق من امتزاج المواد الحيوانية والنباتية معاً.

5 - اكسـير يشـتق من امتزاج المـواد المعدنية والنباتية معاً.

6 - اكسـير يشـتق من امتزاج المواد **المعدنية** والحيوانية معاً

7 - اكسـير يشـتق من امتزاج المواد **المعدنية** والنباتية والحيوانية معاً[21].

ونكتفـي في هـذه الفقرة بذكر وجـه واحد من أوجـه التحويـل، وهو تحويـل **المعادن** بعضـها إلى الذي يقـوم به الكيمـاوي بعض، فعلى أي أسـاس يكون ذلك، وكيف؟.

المعادن الرئيسية سبعة: **الذهب والفضة والنحاس والحديـد والرصـاص والزيبـق والأسـرب**[22]، وهي التي تكوّن (قانون الصـنعة) - كما يقول جابر، أي أنّ عليها تتوقّف قوانين علم الكيمياء، غير أن هذه **المعادن** السبعة نفسها قد تكوّنت في جوف الأرض من **معدنين** أساسيين، هما **الكبريت والزيبق**، فهذان **المعدنان** اذ يمتزجان بنسـب مختلفة يتكـوّن منهما بقيّـة **المعادن** المذكورة، فكأنّما هذه **المعادن** لا تتباين إلّا في الكيفيّات العرضـية التي طـرأت نتيجة للنسـبة التـي مزج بها **الكبريـت والزيبق** في باطن الأرض؛ على أنّ **الكبريت والزيبـق** تتفـاوت طبيعتاهما باختـلاف تربة الأرض التي نشـأ فيهـا، وباختـلاف الكواكـب (أي المقوّمات الزمنية) التي أحاطت بتكوينهما، مثال ذلك أن يكون جزء الأرض الذي فيه نشأ **الكبريت** أو **الزيبق** معرّضاً لحرارة الشمس؛ فقد يجيء **الكبريت** نقيّاً لطيفاً، وهو ما يسمّى **بكبريت الذهب**، لأنه هو **الكبريت** الذي إذا مـا مُزج معه الزيبق في مركّب واحد سـليم التوازن في مقاديـره، نتج عـن امتزاجهما **الذهب**: فـلأنّ اتّزان عناصـر المزج في **الذهب** قد جاء على أتمّه تراه يقاوم النـار، فلا تقـوى النار على إحراقه كما تحرق سـائر **المعادن**[23].

إنّ نظريـة جابر هـي أنّ كلَّ **معدن** من المعادن السـبعة المذكـورة يظهـر في خارجـه كيفيتان من

الكيفيات البسيطة الأربع (الحرارة والبرودة واليبوسة والرطوبة) ويتخفّى في باطنه الكيفيتان الأخريان؛ وبالكيمياء يمكن إظهار الباطن وإخفاء الظاهر فيتحوّل **المعدن** القائم معدناً آخر؛ ولو قلنا هذا الكلام نفسه بعبارة أخرى، قلنا: إنّ لكلّ **معدن** من هذه المعادن صفتين موجودتين بالفعل، وصفتين أخريين موجودتين فيه بالقوّة، فلو استخرجنا ما هو موجود بالقوّة إلى موجود بالفعل، تبدّل **المعدن معدناً** آخر[24].

والقائمة الآتية تبيّن لكلّ معدن صفتيه الظاهرتين وصفتيه الباطنتين[25]:

اسم المعدن	صفتاه الظاهرتان	صفتاه الباطنتان
الذهب	حار، رطب	بارد، يابس
الفضة	بارد، يابس	حار، رطب
النحاس	حار، يابس (أقل يبوسة من الحديد)	بارد، رطب
الحديد	حار، يابس جدا (صلب)	بارد، رطب (رخو)
الرصاص	بارد، يابس (قليل اليبوسة جدّاً)	حار، رطب (صلب)
الزيبق	بارد، رطب (رخو)	حار، يابس (صلب)
القصدير	بارد، رطب (رخو)	حار، يابس (صلب)

ومعنى هذا أنّ كلّ **معدن** يشتمل في جوفه على **معدن** آخر يناقضه في صفاته، **فالفضّة** من داخل هي نفسها **الذهب** من خارج، فلو أخرجنا ما هو مكنون في باطن **الفضّة** إلى ظاهرها ودسسنا ظاهرها في باطنها، كان لنا بذلك **معدن الذهب**، فاذا أراد الكيماوي تحويل **الفضة** إلى **ذهب**، كان عليه أولاً أن يزيح برودتها الظاهرة لتخرج بدلها الحرارة الكامنة، ثم يزيح - ثانياً يبوستها الظاهرة لتخرج بدلها الرطوبة الكامنة، حتى إذا ما اجتمع في الظاهر حرارة ورطوبة معاً كان ما بين أيدينا **ذهباً**.

ولو أجرى الكيماوي تجاربه على قطعة من الحديد - مثلاً ظاهرها حرارة ويبوسة شديدة، فله أن يزيح اليبوسة وحدها إلى الداخل لتخرج مكانها الرطوبة، وبذلك يصبح الظاهر حرارة ورطوبة، أي أنّ **المعدن** يصبح **ذهباً**، أو أن يزيح الحرارة الظاهرة إلى الداخل لتخرج مكانها البرودة الكامنة، وبذلك يصبح الظاهر برودة ويبوسة، أي أنّ **المعدن** يصبح **فضّة**؛ أو أن يزيح الحرارة واليبوسة الظاهرين كليهما، ليخرج مكانهما البرودة والرطوبة الكامنان فيكون الناتج **زئبقاً** (أو **قصديراً** وفق درجة الليونة أي درجة الرطوبة التي تظهر).

وبالطريقة نفسها يمكن ردّ أيّ **معدن** إلى أي **معدن** آخر/وبصفة خاصّة يمكن ردّ أي **معدن** إلى **ذهب**، إذ ما علينا لكي نحوّل **معدناً** ما إلى ذهب إلّا أن نجعلَ الكيفيتين الظاهرتين هما: الحرارة والرطوبة، فإن كان **المعدن** المُراد تحويله **نحاساً** -وظاهر **النحاس** حرارة ويبوسة- كان أمامنا كيفية واحدة هي التي نحتاج إلى دسّها في الداخل ليخرج ضدّها من الداخل فيحلّ محلّها، **فالنحاس والذهب** يشتركان في الحرارة، ويختلفان في أن **الذهب** رطب **والنحاس** يابس، فإذا أخرجنا **للنحاس** رطوبته الدفينة فيه، كان **ذهباً**.

أمّـا إن كان **المعدن** المُـراد تحويلـه **رصاصاً**، فها هنا نجد التضـاد بين **الرصـاص والذهب** في الكيفيتين معـاً، **فالرصـاص** بارد **والذهـب** حار، **والرصـاص** يابس **والذهب** رطـب، فعندئذ علينا أن نعالج الصفتين جميعاً، فندخلهما إلى الباطن، ليخرج مكانهما الضدّان وبذلك يصير **الرصاص ذهبا** – وهكذا[26].

ردُّ الأجسام إلى أصولها:

يقول جابر بن حيان في المقالة الثانية والثلاثين من كتاب السبعين: «... لا يخلو كلّ موجود أن يكون فيـه طبعـان فاعل ومنفعـل – ظاهـران، وطبعان فاعل ومنفعـل– باطنان[27] ولذلك سـهل عليهم وقـرب ردّ الأجسـام إلى أصـولها في أقـرب مدّة، وهـو أن يقلبـوا الطبائـع في الأجسـام، فيجعلـون الباطـن ظاهراً والظاهر باطناً، فأمّا الحديد فإنّ ظاهره فاسـد وباطنه فاسـد، لأنّ ظاهره حديد،

وهو فاسد عند الفضّة والذهب، وباطنه زيبق وهو فاسـد عندهما أيضـاً[28]، فإذا قلبوا الحديد إلى الزيبقية صـار ظاهره بـارداً رطبـاً وباطنه حارّاً يابسـاً، فأظهروا حرارته وأبطنوا برودته، فصـار الظاهـر حـارّاً رطبـاً وذلك **ذهـب**، وصـار باطنه بارداً يابساً وذلك **فضة** أو **رصاص**؛ لأنّ منهم من قـال إنّ باطن **الذهب رصـاص** ومنهم من قال إنّ باطنه فضّـة وهي قولة حسـنة، ونحـن نذكر ذلك كلّه وكيف يتقلب فاعرفه.

إنّ الأصـل في ذلـك أن تعلـم أولاً أنّ مـن هذه الأجسـام ما ينبغي أن تُبطِنَ عنصريه الظاهرين وتُظهـر عنصـريه الباطنـين حتى يكمل ويصـير جسـماً غير فاسـد على مـا يُراد مـن ذلك –وهو سـرّهم– وبعض هذه الأجسام ينبغي أن يُستخرج ذلك له عنصر من باطنه فيظهر، ويُبطن فيه ضدّ ذلك العنصر، ونحن نذكر ذلك لتعرفه[29].

إنّ **الأسرب** = **الرصاص**، بارد يابس في ظاهره رخو جدّاً، وهو حارّ رطب في باطنه صـلب؛ ومعنى رخو وصـلب أنّ كلّ جسـم خلقـه اللّه تعالى باطنُه مخالف لظاهره في اللين والقسـاحة، والدليل على ذلك أنّـه إذا قُلبـت طبائعه فرجع ظاهـره باطناً وباطنُه ظاهراً إن كان رطباً قَسَحَ، وإن كان قاسحاً ترطّبَ، فهذا ما في الأسرب من الكلام.

وأمّا **القلعي** = **القصـدير** فإنّ أصـله المتركّب عليـه أولاً الأربع طبائـع: فظاهره بارد رطب رخو، وباطنه حـار يابس صـلب، فإذا أبطنـت ظاهره، وأظهرت باطنه قَسَحَ فصار حديداً...

وأما **الحديد** فأصله المتكوّن عنه الأربع طبائع، وخصّ ظاهره من ذلك بالحـرارة وكثرة اليبس، فباطنه إذن على الأصـل بـارد رطب، وهو كذلك، وهو صـلب الظاهر رخو الباطن؛ وما في الأجسام

أصلب منه ظاهراً، فكذلك رخاوة باطنه على قدر صلابة ظاهره على الأصل؛ وكذلك يكون بالتدبير إذا قُلبت أعيانه، والذي على هذا المثال الزيبق[30]، فان ظاهره (أي ظاهر الحديد) حديد وباطنه زيبق؛ فالوجه في صلاحه أن تنقص يبوسته فإنّ رطوبته تظهر فيصير ذهباً، لأنّ رطوبته إذا ظهرت بطنت يبوسته.. أو فانقص حرارته فإنّ برودته تظهر وتبطن الحرارة بظهور البرودة فيصير **فضّة** يابسة، أو فانقص يبوسته قليلاً فإنه يصير **فضّة** ليّنة، فهذا ما في **الحديد** من الوصف والحد[31].

وأمّا **الذهب** فحارٌّ رطب في ظاهره، باردٌ يابس في باطنه، فردَّ جميع الأجساد إلى هذا الطبع فإنّه طبع معتدل.

وأمّا طبع الزهرة = **النحاس** الذي هي عليه فالحرُّ واليبس، وهو دون **الحديد**، لأنّ أصله حارّ رطب **ذهب**، فلمّا لحقه اليبس في **المعدن** أفسده، فاقلع يبسه فإنه يعود إلى طبعه[32].

وأمّا **الزيبق** فإنّ طبعه البرد والرطوبة في ظاهره والرخاوة، وباطنه حارّ يابس صلب بلا شك، فظاهره **زيبق** وباطنه **حديد**، كما أنّ باطن **الحديد** **زيبق** وظاهره **حديد**، فإنْ أردتَ نقل **الزيبق** إلى أصله، فالوجه أن تصيّره أولاً **فضّة**، وهو أن تُبطن رطوبته وتُظهر يبوسته، فإنّه يصير حينئذ **فضّة**، وقد تمّت المرتبة الأولى، فإن أردت تمام ذلك فاقلب **الفضّة** كما هي حتى يرجع ظاهرها باطناً وباطنها ظاهراً في الطبيعتين جميعاً: الفاعلة والمنفعلة، فيكون ظاهرها حارّاً رطباً **ذهباً**، وباطنها بارداً يابساً **حديداً**، فهذا ما في **الزيبق**[33].

وأمّا **الفضّة** فأصلها الأول **ذهب**، ولكن أعجزَها البرد واليبس فأبطنت في باطنها **الذهب** فظهر الطبع الذي غلب فصار (ص204) ظاهرها **فضّة** وباطنها **ذهباً**[34]، فإن أردت ردّها ذهباً فابطن برودتها فإنّ حرارتها تظهر، ثمّ أبطن بعد ذلك اليبس فإنّ الرطوبة تظهر وتصير **ذهباً**، فهذا ما في الأجسام كلّها من التدابير والسلام).

ممّا سبق يظهر أنّ الأساس هو أنّ الطبائع الرئيسية لشتّى **المعادن** – بل للكائنات كافّة هي أربع: الحرارة والبرودة واليبوسة والرطوبة، فلو عرفت طبع الشيء الذي تريد أن تحصل عليه، كان في وسعك أن تلتمسه بتحويل طبائع المادّة التي بين يديك حتى ترتدّ إلى الطبع المقصود، وهو كلام بعيد عمّا تألفه آذاننا اليوم.

لكنّنا لو أردنا أن نسبغ عليه من الألوان ما يقرِّبه إلى مفاهيمنا العلمية اليوم لما كان علينا إلّا أن نتذكّر أساس النظرية الطبيعية في عصرنا الراهن، وهو أنّ كلّ ما تحويه الطبيعة من أشياء مركّب من ذرّات، ومهما اختلفت هذه الذرّات في أوزانها، فمادّتها الخامّة مؤلّفة من ثلاثة أصول: الإلكترونات، والبروتونات، والنيوترونات؛ أما الأولى فمشحونة بشحنة كهربية سالبة، وأما الثانية فمشحونة بشحنة كهربية موجبة، وأما الثالثة فمتعادلة كهربياً[35].

ومن هذه الأصول الثلاثة يتألّف كلّ شيء، حتى ليجوز من الوجهة النظرية أن تحول العناصر بعضها الى بعض اذا عرفت كيف تزيد هنا وتنقص هناك من هذه الأصول الأوّلية، حتى تحصل على النسب المطلوبة التي منها يتكوّن الشيء المقصود؛ فلو كان ابن حيان قد تكلّم بلغة الحرارة والبرودة، وعلماء هذا العصر يتكلّمون بلغة الكهارب السالبة والموجبة، فقد يكون الفرق أقرب مما تتوهّم، إذا ترجمنا الحرارة إلى

معناهـا الحقيقي، وهو الحركـة، فالحرارة حركة سـريعة في الذرّات، والبرودة حركـة بطيئة، فإذا كانـت الحـرارة والـبرودة - أو إن شـئت فقل إذا كانت درجـات الحرارة المتفاوتة هـي في الحقيقة درجـات من الحركـة متفاوتة، ثـم إذا كانت هذه الحركـة بدرجاتهـا المتفاوتـة هـي طاقـة -إن لم تكـن الطاقـة الكهربيـة بذاتها- فيمكـن تحويلها إلى طاقـة كهربية، إذن فيكاد يتشـابه القولان في الطبيعـة: القول الـذي يقـول إنّ الأصـول الأوّلية للأشـياء حركة بدرجاتها المتفاوتـة، والقول الذي يقـول إنّها كهرباء - ولم نذكر الرطوبة واليبوسـة مـن الطبائـع الأربع التي أخـذ بها جابـر، لأنّهما صفتان منفعلتان، أي أنّهما تتفرّعان عن الصفتين الفاعلتين اللتين هما: الحرارة والبرودة.

ولا يقتصـر الاكسـير -تحويل الكائنات- على **المعـادن** عنـد جابر، بـل إنّ الأمر عنـده ليمتدّ إلى الكائنـات جميعاً؛ فـلا فرق بـين ردّ **النحاس** إلى **ذهـب**، وبين ردّ المريض إلى إنسـان سـليم البدن، فكلتا الحالتـين تحويل للطبائع الفاسـدة القائمة إلى (صـ206) طبائـع سـليمة؛ ومن هنـا كانت العلاقـة وثيقـة بـين الكيميـاء والطـب، فـالأولى معالجـة **المعـادن** الخسيسـة لـترد معدناً نفيسـاً، والثاني معالجة الأبدان المريضـة لترتدّ صحيحة، وأسـاس العمـل في الحالتين واحد - هـو ما يطلق عليه اسم «الاكسير»[36].

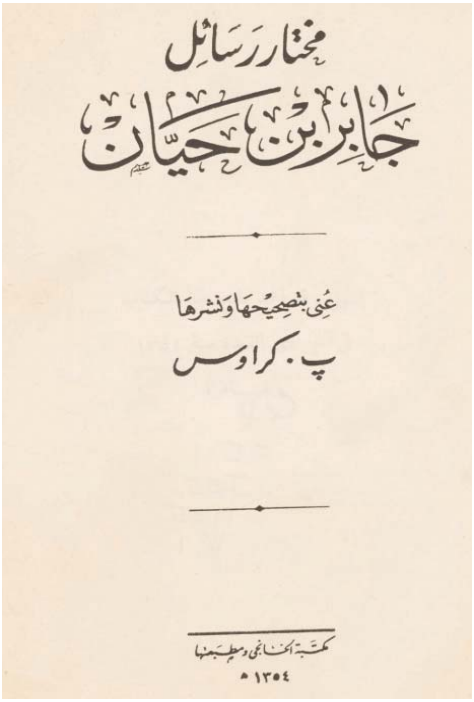
الخواص والموازين:

أفرد جابر بن حيان لدراسة الخواص أكثر من كتـاب، أهمّها كتابه «الخواص الكبير»[37] فيقول جابر في المقالة الأولى من كتاب الخواص الكبير إنّ جملة كتبه التي كتبها في الخواص واحد وسـبعون كتاباً، (منها سـبعون كتاباً ترسم الخواص، ومنها كتاب واحد يعرف بخواص الخواص، وهو أشـرف هذه الكتب).

ومـن معـاني الميزان كذلـك أن يُحلَّل الشـيء المركّـب المخلـوط إلى عناصـره التـي منهـا رُكّب وخُلـط، وفيها يقـول جابر: (أمّا موازين الأشـياء التـي قد خُلطت مثـل أن يُخلط **زجـاج وزيبق** على وزن مـا... فـإنّ في قوّة العالم في الميـزان أن يكوّن لـك كـم فيه مـن **الزجـاج** وكَـم فيه مـن **الزيبق**؛ وكذلـك **الفضّـة والذهـب**، **والنحاس والفضّـة**، أو ثلاثة أقسـام أو أربعة أو عشـرة أو ألف إن جاز أن يكـون ذلـك، فإنّـا نقـول: إنّ هذا مـن الحيل على تقريب الميزان وهو حسـن جـدّاً، ولو قلت إنّه كالدليل على صـحّة هذا العلم -أي علم الموازين- لكنتَ صادقاً[38]...

ويسـوق جابر أمثلـة عن كيفية صـنع «**الميزان الـوزني**»، وكيفيـة اسـتخدامه، وفي أي البحـوث العلمية نستخدمه، ليثبت دقّته التجريبية، وسداد منهجـه للوصـول إلى نتائـج علميـة في موضـوع كالوزن النوعي للمعادن.

ويلخّـص هوليـارد نظريـة جابـر في طبيعـة **المعـادن** تلخيصـاً موجـزاً ومفيـداً - فيقـول: إنّ جابـراً قد تقـدّم تقدّماً واضـحاً علـى النظريات



العلمية التي خلّفها اليونان، وعلى الصوفية الملغّزة التي تركتها مدرسة الاسكندرية، **فللمعادن** مقوّمان: «دخان أرضي» و«بخار مائي»، وتكثيف هذه الأبخرة في جوف الأرض ينتج **الكبريت والزيبق**، واجتماع هذين يكوّن **المعادن**، والفروق بين **المعادن** الأساسية ترجع إلى فروق في النسب التي يدخل بها **الكبريت والزيبق** في تكوينها: ففي **الذهب** تكون نسبة **الكبريت** إلى **الزيبق** نسبة تعادل بين هذين العنصرين، وفي **الفضّة** يكون العنصران متساويين في الوزن، أمّا **النحاس** ففيه من العنصر الأرضي أكثر ممّا في **الفضّة**، وأمّا **الحديد والرصاص والقصدير** ففيها من ذلك العنصر أقل ممّا في **الفضّة**، ولما كانت **المعادن** مكوّنة من مقوّمات مشتركة، فإنّ تحويل بعضها إلى بعض يصبح أمراً مستطاعاً، وعندما يقوم الكيماوي بهذا التحويل فإنّه يؤدّي في وقت قصير ما تؤدّيه الطبيعة في وقت طويل، ولهذا يُقال إنّ الطبيعة تستغرق ألف عام في صناعة **الذهب**؛ على أنّ جابراً -فيما يظهر- لم يأخذ نظرية **الكبريت والزيبق** هذه مأخذاً حرفياً، بل فهمها على أنّها صورة تقريبية لما يحدث، إذ هو يعلم علماً تامّاً بأن الزيبق والكبريت العاديين إذا خُلطا ومُزجا لم ينتجا معدناً، بل إنهما عندئذ ينتجان **كبريتور الزيبق** الأحمر؛ ولهذا **فالكبريت والزيبق** اللذان يتكوّن منهما **المعادن** ليسا هما **الكبريت والزيبق** المألوفين، بل هما عنصران افتراضيان يكون **الكبريت والزيبق** المألوفان أقرب شيء إليهما.

وإنّ جابراً ليسوق في هذا الصدد ملاحظات تدلّ على إلمامه بالنظرية الذرّية القديمة التي أخذ بها ديمقريطس وأتباعه، ولو نظرنا إلى ملاحظاته تلك على أنّها تعبّر عن رأيه في طبيعة التفاعل الكيماوي لألفيناها جديرة بالذكر، بل لوجدناها على درجة مذهلة من الدقّة والوضوح[39].

يقول جابر ما معناه: إنه حين يتّحد **الزيبق والكبريت** ليكوّنا عنصراً واحداً، فالظنّ هو أنّهما يتغيّران تغيّراً جوهريا أثناء تفاعلهما، وأنّ شيئاً جديداً ينشأ عن ذلك التفاعل، لكنّ الأمر على حقيقته هو غير ذلك، ذلك أنّ **الزيبق والكبريت** كليهما يحتفظان بطبيعتهما، وكلّ الذي حدث هو أنّ أجزاءَ كلٍّ منهما قد طرأ عليها من التهذيب ما قرّبها من أجزاء الآخر تقريباً جعلهما يبدوان للعين كأنّما هما متجانسان؛ لكنّنا لو أوتينا الجهاز العلمي الملائم الذي تفصل به أجزاء أحدهما عن أجزاء الآخر، لتبيّن أنّ كلّاً منهما قد ظلّ محتفظاً بطبيعته الأصلية الثابتة، فلم يطرأ عليه تحوّل

ولا تغـيّر، فمثـل هـذا التغيّر والتحـوّل محال عند الفلاسفة الطبيعيين.

وإنّ علم الكيمياء ليسـجّل لجابر كشـوفاً مهمّة، فهو مكتشـف حامض الماء الملكي (Aqua Regia)، و«زيت الزاج»، حامض الكبريت Sulphuric Acid و«مـاء العقـد» Nitric Acid و«حجـر جهنّـم» – نترات الفضّة Nitrate of Silver[40].

ويُرجّـح أنه هـو الذي ركّـب **الزرنيـخ**، وحجر الكحـل مـن **الزرنيـخ**، **والأثميـد** Ithmid، وهي مـا يُرمـز إليه في علـم الكيميـاء بالصـيغ الآتية على التـوالي: ا س2. س2، ا سـ2 س3، س ب2، س3[41].

الهوامش:

1 – هـو من أوائل الروّاد في علـم الكيمياء، تتلمذ علـى يديه أبو الكيمياء جابر بن حيان. كذلك كان عالم فلك، ومتكلّمـاً، وأديباً، وفيلسـوفاً، وطبيباً، وفيزيائياً.

2 – جابر بـن حيّان بن عبدالله الكوفي المُكنّى بأبي موسـى (815–721م)، معـروف أيضـاً بالاسـم اللاتينـي جيبير، كان عالماً موسـوعياً عربياً، درس فلسفة الطبيعة والخيمياء. وُلد في الكوفة بالعراق، ذكـر ابن النديم في «الفهرسـت» أن جابر بن حيان ألّف 300 كتاب في الفلسفة، و300 في الحيل، و300 رسالة في صنائع مجموعة وآلات الحرب، و500 في الطب. ووضع الأسس والضوابط الكيميائية وتتوزّع إنجازاتـه فيما بـين: الكيميـاء العامـة، والكيمياء التطبيقيـة، والكيميـاء الصـناعية، فهـو أوّل مـن وصـف أعمال التقطير والبلورة والتذويب والتحويل والتبخير والاختزال والتصعيد والتكليس، وأوّل من حضّر حمض الكبريتيك وسمّاه «زيت الزاج»، وماء العقـد (حمض النيتريك)، وحجـر جهنم (نترات الفضة)، وحجر الكحل (من أملاح الزرنيخ). وهو أوّل من اكتشف الصودا الكاوية، وأوّل من استخلص مـاء الذهـب، وينسـب إليه تحضـير كربونـات كل من الصـوديوم والبوتاسـيوم والرصـاص.. وقطّر ابن حيان السـوائل كالماء والخل والزيت وعصـير الفاكهـة. وابتكـر بعض الأجهـزة الكيميائيـة، ووصـفها في كتبه، ووصف طرقاً مهمّة لاستخلاص (تنقيـة) المعادن وتحضـير الصـلب (الفـولاذ)، وصناعة الحبر، ودباغة الجلود، وصناعة الورنيش، وتشميع الأنسجة، وصبغ الشعر، وأنواع من الطلاء. ومن أشـهر مؤلّفاته كتابه السّبعين؛ الذي جمع فيه سـبعين مقالاً عن أحدث ما وصلت إليه الكيمياء في عصـره، وكتاب السُّموم ودفع مضـارّها، ويعدُّ هذا الكتاب همزة الوصـل بين الكيمياء والطّبّ، وكتاب أصـول الكيمياء، وكتاب الموازيـن، وكتابَ الزئبق، وكتاب الخواص، وكتاب الحدود، وكتاب الشّـمس الأكـبر، وكتاب القمـر الأكبر، وغيرهـا الكثير من الكتب.

3 – البـيروني (362 – 440 هـ = 973 – 1047 م) هو محمّد بن أحمد، أبو الريحان البيروني الخوارزمي، كان رحّالـة وفيلسـوفاً وفلكيـاً وجغرافيـاً وجيولوجيـا ورياضياتياً وصيدلانياً ومؤرّخاً ومترجماً. أقام في الهند بضـع سـنين، ومات في بلده خوارزم، اطّلع على فلسفة اليونانيـين والهنـود، وعلت شـهرته، وارتفعـت منزلته عنـد ملوك عصـره. وصـنّف كتبـاً كثيرة جـدّاً، منها: «الآثـار الباقية عن القرون الخالية»، و«الاسـتيعاب في صنعة الإسـطرلاب»، و«الجماهر في معرفة الجواهر»، و«تاريخ الأمم الشرقية»، و«القانون المسعودي»، و«تاريخ الهند»، و«تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة» و«التفهيم لصناعة التنجيم».. وغيرها.

4 – البيروني (440–362 هـ = 1047–973 م) هو محمّد بن أحمد، أبو الريحان البيروني الخوارزمي،

كان رحّالة وفيلسوفاً وفلكياً وجغرافياً وجيولوجياً ورياضياتياً وصيدلانياً ومؤرّخاً ومترجماً. أقام في الهند بضع سنين، ومات في بلده خوارزم، اطّلع على فلسفة اليونانيين والهنود، وعلت شهرته، وارتفعت منزلته عند ملوك عصره. وصنّف كتباً كثيرة جدّاً، منها: «الآثار الباقية عن القرون الخالية»، و«الاستيعاب في صنعة الإسطرلاب»، و«الجماهر في معرفة الجواهر»، و«تاريخ الأمم الشرقية»، و«القانون المسعودي»، و«تاريخ الهند»، و«تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة» و«التفهيم لصناعة التنجيم».. وغيرها.

5 – هو أبو علي الحسين بن عبد الله بن الحسن بن علي بن سينا، عالم وطبيب، اشتهر بالطب والفلسفة واشتغل بهما. ولد سنة 370ه/980م وتوفي سنة 427هـ/1035م. عُرف باسم الشيخ الرئيس وسمّاه الغربيون بأمير الأطبّاء وأبو الطب الحديث في العصور الوسطى. ألّف 200 كتاب في مواضيع مختلفة، ويعد أول من كتب عن الطبّ في العالم ولقد اتبع نهج أو أسلوب أبقراط وجالينوس. وأشهر أعماله كتاب القانون في الطب الذي ظل لسبعة قرون متوالية المرجع الرئيس في علم الطب.

6 – إخوان الصفا وخلّان الوفا، هم جماعة من فلاسفة المسلمين من أهل القرن الثالث الهجري، العاشر الميلادي بالبصرة، اتّحدوا على أن يوفّقوا بين العقائد الإسلامية والحقائق الفلسفية المعروفة في ذلك العهد، فكتبوا في ذلك خمسين مقالة سمّوها «تحف إخوان الصفا». وهنالك كتاب آخر ألّفه الحكيم المجريطي القرطبي المتوفّى سنة 395هـ وضعه على نمط تحفة إخوان الصفا وسمّاه «رسائل إخوان الصفا».

7 – ابن خزداذبة (نحو 205 – نحو 280 هـ = نحو 820 – نحو 893 م)، هو عبيد الله بن أحمد بن خرداذبه، أبو القاسم: مؤرّخ جغرافي، من أهل بغداد. له تصانيف، منها «المسالك والممالك»، و«جمهرة أنساب الفرس»، و«اللهو والملاهي» مختارات منه، و«الشراب». نقلا عن: الأعلام للزركلي، ج4، ص190.

8 – عطارد بن محمّد الحاسب، هو عطارد بن محمّد البابلي البغدادي (ت: 206هـ/ 821م) حاسب منجم، قال ابن النديم: "كان فاضلاً عالماً، له عدد من الكتب: (العمل بالأسطرلاب)، (كتَابُ العَمَل بذات الحَلَق)، و(تركيب الأفلاك)، وكتَاب (المَرَايَا المُحْرِقَة).. (أبو الفرج محمد بن إسحاق النديم: الفهرست، ج2، مؤسّسة الفرقان للتراث الإسلامي، مركز دراسات المخطوطات الإسلامية، لندن – إنجلترا، طبعة ثانية، 1435هـ=2014م. ص244).. وكان أوّل من ألّف كتاباً في الأحجار باللغة العربيَّة، وهذا الكتاب هو (منافع الأحجار)، ذكر فيه أنواع الجواهر والأحجار الكريمة، ودرس خواصَّ كلٍّ منها، وقد ذكر الرازي هذا المؤلَّف في كتابه (الحاوي)... وأورد خير الدين الزركلي في الأعلام (ج4، ص236.) عنه أنه: "عطارد بن محمّد البابلي البغدادي: حاسب منجم، ومن كتبه التي زادها: "فصول في الأسرار السماوية"، وبقي مخطوطاً.

9 – ذكر البيروني في كتابه (الجماهر في معرفة الجواهر – ص94) حين تحدّث عن حجر (الشاذنج)، حيث قال: "ولعطارد بن محمّد الحاسب كتاب سمّاه "منافع الأحجار.

10 – هو أبو بكر محمّد بن يحيى بن زكريا الرازي، طبيب وكيميائي وفيلسوف ورياضيّاتي، من علماء العصر الذهبي للعلوم، ألّف كتاب "الحاوي في الطب"، الذي كان يضمُّ كل المعارف الطبية منذ أيام الإغريق حتى عام 925م، وكتاب

"الأدوية المفردة" الذي يتضمن الوصف الدقيق لتشريح أعضاء الجسم، وله مؤلفات في الصيدلة ساهمت في تقدّم علم العقاقير، وظل المرجع الطبي الرئيس في أوربة لمدة 400 عام بعد ذلك التاريخ.. درس الرياضيات والطب والفلسفة والفلك والكيمياء والمنطق والأدب.

11 - هو مؤرّخ، عالم بالأنساب عارف بالفلك والفلسفة والأدب، شاعر مكثر، من أهل اليمن. كان يعرف بابن الحائك، وبالنسابة، وبابن ذي الدمينة (نسبه إلى أحد أجداده: ذي الدمينة بن عمرو)، ولد ونشأ بصنعاء وأقام على مقربة منها في بلدة (ريدة)، وطاف البلاد، واستقر بمكة زمناً. وعاد إلى اليمن فأقام في مدينة صعدة، وهاجى شعراءها، فنسبوا إليه أبياتا قيل: عرض فيها بالنبي صلى الله عليه وسلم فحبس ونقل إلى سجن صنعاء. من تصانيفه (الإكليل) في أنساب حمير وأيام ملوكها، عشرة أجزاء، طبع منها الأول والثاني والثامن والعاشر، و(سرائر الحكمة) في اليمن، و(صفة جزيرة العرب)، وكتاب (الجوهرتين) في الكيمياء والطبيعة، و(الأيام) و(الحيوان المفترس) و(ديوان شعر) في ست مجلدات.

12 - عاطف محمّد: أشهر العلماء في التاريخ (2) أعظم علماء الكيمياء جابر بن حيان، دار اللطائف للنشر والتوزيع، القاهرة، ط1 عام 2003 (ص17).

13 - د.زكي نجيب محمود: جابر بن حيان، سلسلة أعلام العرب رقم (3)، الجمهورية العربية المتحدة، وزارة الثقافة والإرشاد القومي، الإدارة العامة للثقافة، الناشر: مكتبة مصر- القاهرة 1961، ص193.

14 - "إيليزر بول كراوس" (1900 - 1944)، ومنهم من يذكر أنه ولد عام 1904م، هو من المستشرقين أصحاب المكانة العلمية الرفيعة، قدّم شهادته في فضل الحضارة العربية على الحضارة الأوربية، اهتم بالتراث العربي الإسلامي، وجذبه ثلاثة من كبار العلماء المسلمين وهم: جابر بن حيان، وأبي بكر الرازي والفارابي، ودرّس اللغات السامية في الجامعة المصرية بين عامي 1936 و1944. زار مصر ولبنان وتركيا، وتعلّم اللغات الفرنسية والانكليزية واليونانية والفارسية والأكادية واللاتينية وغيرها من اللغات، كتب عن العالم الكيميائي العربي جابر بن حيّان أهم عمل بعنوان «جابر بن حيّان إسهام في تاريخ الأفكار العلمية في الإسلام»، صدر باللغة الفرنسية في مجلّدين وأثار العديد من النقاشات والحوارات العلمية، ووضع مجلداً ضخماً عنه أسماه «مختار رسائل جابر بن حيان» في القاهرة، مبيّناً بأن أصول كتبه بالعربية فقدت وبقيت ترجماتها اللاتينية التي اعتمد عليها في دراسته. وتبيّن له عند مقارنة أعمال جابر بين حيّان بما وصل إليه قدماء اليونانيين في علم الكيمياء، أنه تميّز بالميل إلى النواحي العملية والتجريبية، معتمداً على التفكير المنطقي، بعيداً عن الشعوذة والخوارق، واستطاع الحصول على مركّبات كيميائية لم يعرفها غيره من قبل. أما الإكسير فهو المادة الأساسية التي يجب أن تُضاف لأحد المعادن لتحويله إلى فضة أو ذهب. وهو أول باحث طوّر الصنعة وأدخل مواد عضوية، من أصل حيواني أو نباتي، وكانت في حينها ثورة علمية.

15 - پ.كراوس: مختار رسائل جابر بن حيّان، مكتبة الخانجي ومطبعتها، القاهرة 1354 هجرية، 1935 للميلاد.

16 - د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص193.

17 – بلياس الحكيم (ولد في 15م وتوفي 100م تقريباً)، وهو فيلسوف من المدرسة الفيثاغورثية الجديدة من مدينة طوانة القديمة (Tyana) بآسيا الصغرى. لا يُعرف عنه إلّا القليل وقد كان الكيميائيون العرب يجلّونه كثيراً وعدّوه أوّل من تكلّم في الطلسمات.

18 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص ص9-8.

19 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص195.

20 – (Kraus، Paul، Jabir Ibn Hayyan). الجزء الثاني، ص2

21 – الجزء الثالث من كتاب الاحجار على رأي بلياس.

22 – كتاب الحاصل، وفي مواضع أخرى كثيرة من كسبه الأخرى... والأسرب هو القصدير.

23 – كتاب الايضاح.

24 – كتاب السبعين، المقالة 32.

25 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص ص197-196.

26 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص200.

27 – الطبعان الفاعلان هما: الحرارة والبرودة، والطبعان المنفعلان هما: اليبوسة والرطوبة.

28 – ظاهر الحديد حار يابس صلب، وباطنه بارد رطب رخو: والمقصود بقوله: إنّ ظاهره فاسد وباطنه فاسد كذلك عند الذهب والفضّة، هو أنّه لا ظاهره ولا باطنه يساوى في الطبائع ظاهر الذهب أو الفضّة، فظاهر الذهب حار رطب وهو مختلف من ظاهر الحديد وباطنه معا، وظاهر الفضّة بارد يابس وهو أيضاً مختلف عن ظاهر الحديد وباطنه معاً – ويلاحظ أنّ باطن الحديد (أي البرودة والرطوبة الرخوة) مساوٍ الظاهر الزيبق، فلو قلب الحديد باطناً الظاهر لنشأ لدينا زيبق، ولم ينشأ لنا لا ذهب ولا فضّة، فلو أريد استخراج أحد هذين من الحديد، تمّ ذلك على خطوتين، فيحوّل الحديد إلى زيبق أولاً (أي أن يكون ظاهره بارداً رطباً) ثمّ بعد ذلك أمّا أن نبطن برودته ونظهر حرارته بحيث يكون الظاهر حارّاً رطباً (وهذا ذهب) وأمّا أن نبطن رطوبته ونظهر يبوسته بحيث يكون الظاهر بارداً يابساً (وهذا فضّة أو رصاص).

29 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص201.

30 – أي أنّ باطن الحديد مساوٍ لظاهر الزيبق: باطن رطب رخو.

31 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص202.

32 – أي أنّ تحويل النحاس إلى ذهب يقتضي أن تزيل عنه يبوسته لتحلّ محلّها ليونة، فيصبح الظاهر حارّاً رطباً وهي صفات الذهب.

33 – أي أن تحويل الزيبق الى ذهب يقتضى السير في مرحلتين.

34 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص203.

35 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص204.

36 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص ص206-205.

37 – هو أهم مؤلّفات جابر.

38 – كتاب الأحجار على رأي بلياس، الجزء الثاني.

39 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص ص226-225.

40 – دائرة المعارف الإسلامية.

41 – د.زكي نجيب محمود، مرجع سابق، ص ص227.

قنديل البحر الرَّحال!

د. نـــور كيـــالي

القنديل الرَّحال أو الربلم الجوال أو جذري الغمد الجوال أو *Nomadic jellyfish*، كلّها أسماء واحدة لنوع واحد من القناديل السّامّة التي تغزو السواحل ومنها الساحل السوري.

يعدُّ القنديل الرَّحال نوعاً مهاجراً من المحيط الهندي عبر البحر الأحمر وجديداً بالنسبة للبحر المتوسط، ويسبّب في بعض الأحيان أضراراً جسدية، ويعدّ أكبر قناديل البحر المتوسّط وأكثرها خطورة وتأثيراً على الإنسان، لما تحتويه خلاياه اللاسعة من سموم، وبسبب التأثيرات الجلدية والتنفّسية السيئة التي تحدث بعد اللسع، وأصبح يعدّ ضمن أسوأ الأنواع الغازية في البحر المتوسط.

الاسم العلمي: Rhopilema nomadica
الاسم الشائع: Nomadic jellyfish
التصنيف العلمي:

Domain:	Eukaryota
Kingdom:	Metazoa
Phylum:	Cnidaria
Class:	Scyphozoa
Order:	Rhizostomeae
Family:	Rhizostomatidae
Genus:	Rhopilema
Species:	Rhopilema nomadica

الموطن الأصلي والغزو

R.nomadica هو قنديل بحر نيريتيكي يعيش في المياه السطحية، ويتكاثر ويتغذّى على العوالق. موطنه الأصلي هو الساحل الشرقي لأفريقيا والبحر الأحمر، تمّ إدخاله إلى البحر المتوسّط في أواخر السبعينيات من خلال قناة السويس وانتشر على طول ساحل بلاد الشام، من مصر إلى تركيا واليونان، وقد قُدّر أنه في صيف عام 1989 احتوت قطعانه على 5.5×105 عيّنة لكلّ ميل بحري مربع، وهو قادر على إحداث لدغة مؤلمة.

التصنيف والتسمية

يحتوي جنس Rhopilema Haeckel، (فصيلة Rhizostomatidae) على خمسة أنواع، أربعة منها من المحيطين الهندي والهادئ وواحد من المحيط الأطلسي. تمّ تسمية Rho-pilema nomadica لأوّل مرّة باسم Rho-pilema hispidum في عام 1938 بوساطة Stiasny.

الوصف

R. nomadica هو قنديل البحر متوسّط الحجم من فصيلة الريزوستوميد (Rhizos-tomatidae)، له مظلّة شبه كروية، سميكة في المنتصف، ترقّ تدريجيًا نحو الحافّة.

لونه أزرق جليدي، يمكن أن يصل قطره إلى 100 سم، ولكن عادة ما يكون قطره 50–30 سم.

المظلّة الخارجية حبيبية بشكل دقيق، تتحوّل لحبيبات أقل وأكثر حدّة بالقرب من الحافّة، وتقسم حافة المظلة إلى 64 حشوة حلقية مستديرة، تعدّ الحشوات العينية صغيرة، رماحية الشكل، وتحتل ثلث عرض الحشوات الحلقية، كما تعدّ العضلات الدائرية تحت المظلّة متطوّرة جيدًا وموحّدة، والقرص الذراعي منشوري الشكل، ويحتل نحو ثلث قطر الجرس، أمّا الأعمدة الفموية فهي مربّعة الشكل، في حين تعدّ الزوايا البعيدة للأعمدة الفموية درنية بشكل بارز، أخذ فتحة تحت الأعضاء التناسلية عند كلّ عظمة نصف قطرية شكل كلية بعرض عمود الفم، وتكون الحليمة الدرنية على شكل كمثرى بين شعاعي المظلّة الفرعية، مقابل فتحة الفوهة. تنشأ ثمانية أزواج من الكتفين الكبيرة المنحنية بعمق من الجانبين اللاشعاعيين للقرص الذراعي؛ الجانب

السفلـي مقعّر وناعـم؛ أمّا الجانـب العلوي يحمل فوهات مكشكشـة وخيوطًا عديـدة. الجزء البعيد مـن الكتفين يحمـل خيوطًـا طويلـة، وأحيانًا يبلغ طولهـا ضعف طـول الكتفين. كلّ كتـف مقسّم، في منتصف الطول، إلى قسمين، مع خمسة زوائد على كلّ جانب. ثمانيـة أذرع فمية شعاعية قويّة وناعمة وملتحمـة بمنتصـف الطـول. الجـزء السفلي من ذراع الفـم مقسّم إلى رفرفين مثلثـين، كلّ رفرف ثلاثي الأجـزاء في الطرف البعيـد وينتهي بزوائد إصبعية تشبه المخلب. من الناحية البطنية، تحمل أذرع الفم العديد من الأفـواه المكشكشة والخيوط الطويلة. الطرف السفلي يحمل زائدة دودية تنتهي بخيـط رفيع. تجويف المعدة مثمّـن الشكل تقريبًا، كما يتكـوّن الجهاز الهضمي مـن أربع قنوات حول شعاعيـة وأربع قنوات بين شعاعيـة وثماني قنوات شعاعية متّصلة بعضها ببعض في شبكة معقّدة من الأوعية المتشابكة الممتدّة تقريبًا إلى حافّة الجرس، وتمتـدّ أربع قنـوات رئيسة من الجـزء السفلي من المعدة إلى الكعبرة التي تدخل كلّ من الكتف وذراع الفم، ثمّ تتفـرّع إلى العديد مـن القنوات الدقيقة المؤدّية إلى الأفواه (Galil et al.، 1990).

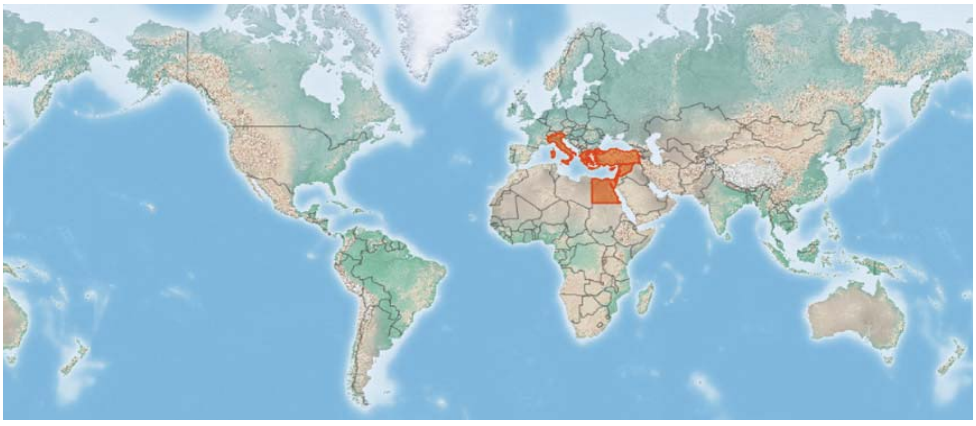
التوزع والانتشار

الموطـن الأصلـي لـ R.nomadica شـرق أفريقيا والبحر الأحمر، كما هو موضّح في خريطة التوزيع، على الرغـم من أن حدود نطاقه الدقيقة لا تزال غير معروفة (Stiasny، 1938، 1939).

تاريخ الغزو والانتشار

في عام 1976 تمّ جمـع R.nomadica لأوّل مرّة من ساحل فلسطين (Galil et al.، 1990)، وفي عـام 1989 ظهـر قبالة لبنـان (Lakkis et al.، 1990)، وفي عـام 1995 ظهـر قبالة جنوب شـرق تركيـا (Kideys and Gücü، 1995)، وفي عام 1998 قبالة إزمير، وفي عام 2002 قبالة سوريـة (Ikhtiyar et al.، 2002)، وفي عـام 2003 قبالة قبرص، وفي عام 2006 قبالة خليج لاكونيكوس، اليونـان (Siokou-Frangou et al.، 2006).

وقـد ينتشـر غربًـا على طـول ساحـل شمال إفريقيـا، حيـث إنّـه مشابـه بيئيًا للمناطـق التي أصبح فيهـا غازيًا، ومن المرجّـح أن ينتشر بشكل أكبر مع زيادة درجة حرارة سطح البحر في البحر المتوسط.



أسباب الغزو والانتشار

- التغيّر المُناخي

يتعرّض البحر المتوسّط إلى ارتفاع في درجات الحرارة بمعدّل تقريبي يتراوح بين 0.5° و0.7° م في العقد الواحد، وتترافق هذه التغيّرات المُناخية مع ارتفاع في نسبة ملوحة مياه البحر، ممّا ينعكس سلباً على التنوّع الحيوي، كما يسهم في خلق ظروف بيئية ملائمة لأنواع غازية جديدة، وفي تعديل الفصول، وبالتالي إطالة الفترة الزمنية لتكاثر قناديل البحر.

- التلوّث والإثراء الغذائي

تؤدّي زيادة المغذّيات عن الحدود الطبيعية أو ما يدعى بظاهرة الإثراء الغذائي Eutrophication في المناطق الشاطئية إلى زيادة الكتلة الحيوية في المستويات الغذائية جميعها، بدءاً من العوالق النباتية، إلى العوالق الحيوانية. تتميّز قناديل البحر بالقدرة على الاستجابة السريعة لزيادة الإنتاج الأولي والثانوي، وذلك عن طريق زيادة معدّلات استهلاك الغذاء، وبالتالي تنعكس على زيادة معدّلات النمو والتكاثر.

- الصيد الجائر واستنزاف الثروة السمكية

يمكن أن يؤثّر استنزاف الثروة السمكية في زيادة عدد قناديل البحر ازدياداً غير مباشر عبر إقصاء الأنواع المفترسة للأطوار البالغة وغير البالغة من قناديل البحر، ممّا يسمح بتزايد عددها، وتراجع المنافسة مع الأسماك التي تتغذّى على الغذاء نفسه، كما أنّ زيادة أعداد قناديل البحر، سوف يؤدّي إلى تراجع مخزون الأسماك، بسبب زيادة معدّلات استهلاك القناديل للعوالق الحيوانية، ومن ضمنها بيوض الأسماك ويرقاتها.

- غزو قناديل البحر

يتعرّض البحر المتوسط إلى غزو قناديل البحر، بسبب موقعه المتوسط بين المحيط الأطلسي والبحر الأحمر، إضافة إلى الملاحة المكثّفة، إلّا أنّ التدفّق الأعظمي للأنواع المهاجرة قد نجم عن شقّ قناة السويس في العام 1869 الذي سمح بدخول قناديل البحر من المحيطين الهندي والهادي والبحر الأحمر، واذا استمرّت ظاهرة الاحتباس الحراري ستكون لصالح القناديل المهاجرة المدارية التي تنافس الأنواع المحلية أو تُقصيها، تعدّ الهجرة عبر قناة السويس، والانتقال بوساطة السفن، من أكثر الطرق شيوعاً في هجرة قناديل البحر الغازية إلى البحر المتوسط:

1) **الهجرة اللسبسيانية** Lessepsian migration

استُعمل مصطلح الهجرة اللسبسيانية Lessepsian migration نسبة للمهندس Ferdinand de Lesseps الذي أشرف على شق قناة السويس، وذلك للدلالة على انتقال الأحياء البحرية التي تعيش في المحيط الهندي والبحر الأحمر وعبورها قناة السويس إلى البحر المتوسط.

2) **الغزو الصامت (انتشار الأنواع البحرية الغازية بوساطة السفن):**

أدّى زيادة نشاط السفن البحرية إلى ارتفاع وتيرة دخول الأنواع الدخيلة إلى بيئات جديدة، قد تبعد آلاف الأميال عن موطنها الأصلي، مترافقة مع مياه الصابورة وهياكل السفن، بدءاً من وحيدات الخليّة إلى القناديل والأسماك.

- غياب المفترسين

أدّى انخفاض أعداد السلاحف البحرية التي تتغذّى أساساً على قناديل البحر، إلى خلق عدم توازن لصالح القناديل وزيادة أعدادها، إذ تتعرّض السلاحف البحرية في البحر المتوسّط إلى خطر الانقراض، خصوصاً في السنوات الأخيرة بسبب تزايد النشاط البشري، وما ينتج منه من مخاطر كثيرة تودي بحياة أعداد كبيرة منها.

الموئل

تمّ تسجيل أسراب R.nomadica على مسافة 4-2 كيلو مترات من الشاطئ، وفي بعض الأحيان ينجرف إلى الشاطئ ويدخل إلى منطقة المد والجزر.

التكاثر ودورة الحياة

تتكوّن دورة حياة R.nomadica من مرحلتين، مرحلة قنديل البحر السباحة الكبيرة التي تتكاثر جنسيًا، ومرحلة البوليب القاعي (scyphistoma) التي تظلّ غامضة بسبب صغر حجمها (<2 مم). يحدث التبويض في الصيف، ويكون الإخصاب خارجيًا وتتكوّن البلانولا في غضون ساعات، ثم يحدث الاستقرار في غضون 4-3 أيام، وتنمو البوليبات في غضون 3 أسابيع. يحدث التكاثر اللاجنسي في الغالب من خلال تكوين كيسات البودوست؛ تنتج البوليبات كيسات البودوست عن طريق نمو العُصُور من قاعدة القرص، تتطوّر البوليبات إلى ستروبيلا متعدّدة الأقراص في غضون 45 يومًا، ثم تكتمل عملية ستروبيلا في غضون 7 أيام؛ تتشكّل 6-5 إيفيرا على كل ستروبيلا. قد تتكاثر البوليبات الناضجة بشكل متكرّر. قد يكتمل تطوّر اليرقات التي تمّ إطلاقها حديثًا (يبلغ قطرها من 1.5 إلى 2 مم) إلى قنديل البحر الصغير (يبلغ قطرها من 7 إلى 10 مم) في غضون شهرين (Lotan et al., 1992).

الارتباط مع الأحياء الأخرى

عادةً ما يتمّ العثور على صغار قشريات الجمبري Alepes djedaba، وهي نفسها من الأنواع الغازية من المحيطين الهندي والهادئ عبر قناة السويس، مرتبطة بـ R.nomadica، حيث تتبع قطعاناً صغيرة مع قنديل البحر وعندما يتمّ إزعاجها، فإنّها تلجأ إلى مظلّة القناديل وبين أذرع الفم الخيطية، إذ من الممكن أن يكون السبب في الزيادة الكبيرة في أعداد سمك الكارانجيد في ثمانينيات القرن العشرين هو وجود سمكة R. nomadica التي كانت تحمي صغارها.

المُناخ والمتطلّبات البيئية

يتحمّل R.nomadica نطاقًا واسعًا من درجات الحرارة من 16 درجة مئوية إلى 31 درجة مئوية. تحدث القطعان في أشهر الصيف عندما تتراوح درجة حرارة سطح البحر في حوض ليفانتين الجنوبي من 26 درجة مئوية إلى 31 درجة مئوية، إذ يزدهر R.nomadica في المُناخ المعتدل الدافئ مع صيف جاف.

التأثيرات السلبية لـ R.nomadica

- التأثير الاقتصادي

يؤثّر R.nomadica سلباً على مصايد الأسماك في جنوب بلاد الشام، إذ يتعطّل صيد الأسماك بالشباك الجرّافة الساحلية وصيد الأسماك بالشباك الكيسية طوال فترة التكاثر بسبب انسداد الشباك وعدم القدرة على فرز الصيد: "من المألوف أن يتخلّص الصيادون،

وخاصّة الصيادون بالشباك الكيسية، من صيدهم بالكامل بسبب الوجود الهائل للقناديل البحرية السامّة في شباكهم" (جولاني وبن توفيا، 1995). كما تشكّل أنابيب سحب المياه المسدودة بقناديل البحر تهديدًا لأنظمة التبريد في السفن المتّجهة إلى الموانئ ومحطّات الطاقة الساحلية.

- التأثير البيئي

إنّ القطعان السنوية من R.nomadica على طول ساحل بلاد الشام، والتي يمتد بعضها لمسافة 100 كيلو متر، لا بدّ وأن تتنافس مع غيرها من الكائنات الحيّة العوالقية على الموارد المحدودة لهذا البحر قليل التغذية.

- التأثير على التنوّع البيولوجي

يشكّل R.nomadica قطعاناً كثيفة سنويًا، التي تتفوّق على قنديل البحر الأصلي من نوع Rhizostoma pulmo، وقد تقوم بتغيير مجموعات الأنواع العوالقية (Galil، 2007). توجد صغار Alepes djedaba – وهو نفسه نوع غازي من منطقة المحيطين الهندي والهادئ عبر قناة السويس – عادةً بالاقتران مع R.nomadica، حيث تتبع مجموعات صغيرة مع قنديل البحر وعندما يتمّ إزعاجها، فإنّها تلجأ إلى المأوى تحت مظلتها وبين أذرع الفم الخيطية.

- التأثير في صحّة الإنسان

تسبّب الأكياس الخيطية المحمّلة بالسموم في R.nomadica التسمّم، والذي عادة ما يتمّ التعبير عنه بظهور احمرار فوري، وإحساس بالحرقان، وتورّم حطاطي حويصلي وشبيه بالشرى في الجلد المصاب، ممّا يسبّب ألماً شديدًا وحكّة شديدة في الجلد. قد تستمرّ الأعراض، في الحالات الشديدة، لعدّة أسابيع (Silfen et al.، 2003؛ Yoffe and Baruchin، 2004؛ Sendovski et al.، 2005)، تمّ الإبلاغ عن حالات تسمّم شديدة من قنديل البحر تتطلّب دخول المستشفى، مما يؤدّي إلى انخفاض عدد المصطافين الذين يرتادون الشواطئ بسبب قلق السيّاح بشأن اللدغات المؤلمة التي يسبّبها قنديل البحر.

- علاج لسعة قنديل البحر

يشمل علاج لسعات قنديل البحر رعاية الإسعافات الأولية والعلاج الطبي:

أ- الإسعافات الأولية:

- نتف لوامس القنديل الظاهرة بملقط دقيق بعناية.
- غمر الجلد بماء ساخن تتراوح درجة حرارته من 43 إلى 45 مئوية (110 إلى 113 درجة فهرنهايت)؛ شريطة أن يُشعرك بالسخونة وليس بالاحتراق. وإبقاء الجلد المصاب مغمورًا بالماء أو البقاء تحت الدش الساخن من 20 إلى 45 دقيقة حتى يخفّ الألم.
- وضع كريم أو مرهم هيدروكورتيزون بتركيز 0.5% إلى 1% على الجلد المصاب مرّتين يوميًا.

ب- العلاج الطبي

- قد يحتاج المُصاب بتفاعُل شديد نتيجة لسعة قنديل البحر إلى الإنعاش القلبي الرئوي أو إلى إسعافات إنقاذ الحياة أو إلى دواء مضاد للتسمّم إذا كانت اللسعة من قنديل بحر من نوع المكعّبيات.
- الدواء الفموي. قد يُعالج الطفح الجلدي أو التفاعلات الجلدية الأخرى التي تظهر في وقت لاحق باستخدام مضادات الهيستامين الفموية

أو الكورتيكوستروييدات. وقد تتلقّى أيضًا أحد المسكّنات الفموية.

• غسل العينين. تتطلّب لسعات قناديل البحر التي تصيب العين أو المنطقة القريبة منها عمومًا رعاية طبية فورية للسيطرة على الألم وغسل العين.

استخدامات R.nomadica

– القيمة الاقتصادية

يعدّ R.nomadica جنساً مماثلاً لقنديل البحر الصالح للأكل، Rhopilema esculenta، وهو طعام شائع في الطبخ في جنوب شرق آسيا (Hsieh et al.، 2001) ، كما يستخدم النوع الأخير لأغراض طبّية (Omori and Nakano، 2001)، مثل علاج ارتفاع ضغط الدم والتهاب الشعب الهوائية، وقد تمّ استغلاله تجاريًا على طول سواحل جنوب شرق آسيا لأكثر من 1000 عام (Morikawa، 1984؛ Hsieh et al.، 2001؛ Omori and Nakano، 2001). تتميّز مصايد الأسماك بتقلّبات كبيرة في المصيد السنوي وموسم صيد قصير جدًا، كما لم تنجح محاولات معالجة وتصدير R.nomadica من البحر المتوسّط إلى أسواق جنوب شرق آسيا حتى الآن.

الوقاية والسيطرة

نظرًا لأنّ R.nomadica قد يتمّ نقلها في الشحن، فيجب تركيز الجهود على التحكّم في تلوّث مياه الصابورة[1]، وقد وضعت الاتفاقية الدولية لمراقبة وإدارة مياه الصابورة والرواسب للحدّ من التلوّث الذي تسبّبه مياه الصابورة للسفن.

تعدّ (اتفاقية إدارة مياه الصابورة أو اتفاقية BWM) معاهدة بحرية دولية لعام 2004 تتطلّب من دول العالم الموقّعة ضمان امتثال السفن التي ترفع علمها لمعايير وإجراءات إدارة ومراقبة مياه الصابورة والرواسب الخاصة بالسفن. وتهدف الاتفاقية إلى منع انتشار الكائنات المائية الضارّة من منطقة إلى أخرى ووقف الأضرار التي تلحق بالبيئة البحرية من تصريف مياه الصابورة، عن طريق تقليل امتصاص الرواسب والكائنات الحيّة وتصريفها لاحقاً.

واعتباراً من عام 2024، يتعيّن على جميع السفن أن تعتمد نظام معالجة مياه الصابورة، ويتعيّن على السفن القائمة تركيب نظام معتمد، قد يكلّف تركيبه ما يصل إلى خمسة ملايين دولار أمريكي لكلّ سفينة. وللمساعدة في التنفيذ، أصدرت المنظمة البحرية الدولية 14 وثيقة إرشادية فيما يتعلّق بالاتفاقية، بما في ذلك المبادئ التوجيهية لإدارة مياه الصابورة، والمبادئ التوجيهية لتبادل

1 – مياه الصابورة: هي مياه عذبة أو مالحة يتم تخزينها في خزانات الصابورة وعنابر الشحن في السفن. يتم استخدامها لتوفير الاستقرار والقدرة على المناورة أثناء الرحلة عندما لا تحمل السفن بضائع، أو لا تحمل بضائع ثقيلة بما يكفي، أو عندما تكون هناك حاجة إلى مزيد من الاستقرار بسبب البحار الهائجة.

ميـاه الصابورة. واعتباراً من 15 تموز 2021، كان 68 بلـدًا متعاقـدًا مـع اتفاقية الأسطـول التجاري العالمـي (ما يمثّـل 91.12% في المائة من إجمالي حمولة الأسطول التجاري العالمي)

- السيطرة

تقـوم البلديـات الساحلية بجـرف أطنان من قناديـل البحر من الشواطئ، وقد استثمر بعضهم في الحواجـز والشبـاك لإنشاء مناطـق خالية من قناديـل البحـر في أكثر شواطئها شهـرة. لا يحبّذ علماء الأحياء البحريـة استخدام الشباك الثابتة أو الحواجـز حـول مناطـق السباحـة لأنّ الأمواج تقطع المجسّات الخيطيـة لقنديل البحر المحاصر وتحمـل الخيـوط التي تحمـل الكيسـات الخيطية نحو السبّاحين، إذ تشـكّل المجسّات الضالّة وحتى قنديل البحر الميت خطرًا على السيّاح.

• فجوات في المعرفة - احتياجات البحث

تعـدّ السيطـرة علـى قنديـل البحـر الغـازي أو القضـاء عليـه أمـر إشـكالي لأنّ تاريـخ حياة قنديـل البحر معقّد، بما في ذلـك المرحلة القاعية (السكيفستوما والستروبيـلا) والمرحلة العوالقية قصـيرة العمـر (الإيفـيرا، والقنديـل البحـري، والبلانـولا). كمـا أنّ وجـود المراحـل اللاجنسية (الأكياسـ الخيطية) له أهمية في السيطرة عليه. تشمـل العوامل التـي تؤثّر على مخزونـات قنديل البحر الوفيّـات الطبيعية (المرضـ، والطفيليات، والافتراسـ، والشيخوخـة، والإجبـار البـدني)، والمنافسة والتدخّلات البشريـة. وعلى الرغم من دراسة جوانب من تاريخ حياة هذا النوع في المختبر (Lotan et al., 1992)، إلّا أنّ المعلومـات عـن المـكان الذي توجد فيـه المرحلـة القاعية من R.nomadica لا تزال غير متوفّرة.

جائحـة قناديـل البحـر علـى الساحل السوري!

تمّ تسجيـل أوّل ظهور لقنديل البحر في سورية في ثمانينيـات القـرن العشريـن بأفـراد قليلة! ثم ازداد بعد أن استوطن في شرق المتوسّط قادماً من المحيط الهندي، الهادي، البحر الأحمر (ماميش: 2013)، ومنـذ عـام 2010 باتت قناديـل البحر تظهـر في شرق المتوسّط بأعـداد كبيرة في فترتين الأولى بـين نهاية شبـاط وأواخر نيسـان، والفترة الثانيـة خـلال شهـري تمـوز وآب، في حـين تبدأ القناديل بالتلاشي مع بداية أيلول.

سجلـت أوّل جائحة لـ R.nomadica في عام 2017 أي ظهر بأعـداد كبيرة، وتكرّر ظهوره على شـكل جائحة في العـام 2020م وفي الشهر السابع من العام 2022م وفي سنوات أخرى.

سيطـرة R.nomadica علـى التنوّع الحيـوي للقناديـل البحرية علـى الساحل السوري

هناك سـتة أنـواع مـن قناديـل البحـر فـي السـاحل السـوري، وتـمّ تمييزهـا حتـى مستوى النوع. تنتمي هذه الانواع الستة إلى صفّين، وأربع رتب.

سيطر النوع Rhopilema nomadica (قنديل البحر الرحّال) سيطرة تامّة على باقي الأنواع، وذلك من حيث الغزارة والانتشار، في المواقع جميعها، وامتدّ ظهوره خلال الأشهر من شباط ولغاية نيسان وكذلك تجدّد ظهوره في شهر تمّوز بغزارة أعلى، في حين اختفى كلياً باقي أشهر السنة.

أنواع قناديل البحر المتواجدة في الساحل السوري

يتجمّع هذا النوع تجمّعاً كثيفاً خلال شهري تموز وآب على طول الساحل السوري، إلّا أنّ كثافته تتفاوت من منطقة لأخرى، حيث يتجمّع في الخلجان والمناطق القريبة من الشاطئ والبعيدة عن تأثيرات البحر المفتوح وفي المرافئ. يعدّ قنديل البحر R.nomadica مهاجراً من المحيط الهندي، وجديداً بالنسبة للبحر المتوسط، وبسبب ندرة وجود هذا النوع في البحر الأحمر والشواطئ المصرية المطلّة

الصف	الرتبة	النوع
Scyphozoa	Rhizostomeae	Rhopilema nomadica
		Phyllorhiza puncta
	Semaeostomeae	Aurelia aurita
Hydrozoa	Trachymedusae	Geryonia proboscida
	Leptomedusae	Aequrea forskalea
		Aequrea glob

- النوع Rhopilema nomadica Galil **(قنديل البحر الرحال)**

على المتوسّط أدّت إلى اقتراح انتقاله مع مياه صابورة وهياكل السفن المتّجهة من المحيط الهندي إلى البحر المتوسّط عبر قناة السويس.

- النوع Aurelia aurita Linne

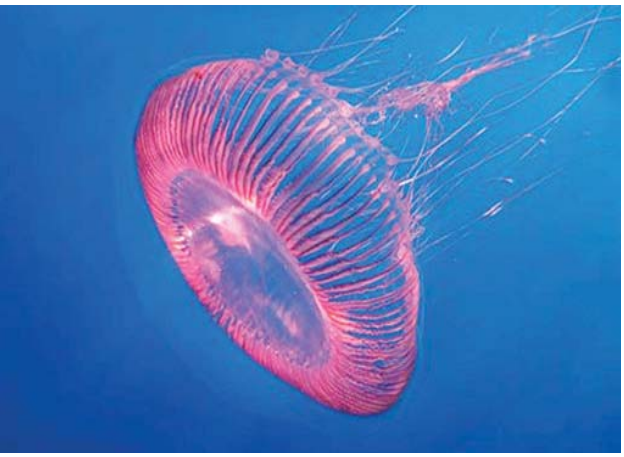
يتّصف قنديل البحر A.aurita عموماً بأنّه من الأنواع ضعيفة السمّية، ولسعاته ضعيفة أو نادرة التأثير في الإنسان، تنحصر معظم أضراره على الصيد البحري وتمزيق الشباك ومحطّات توليد الطاقة. يموت

قنديل البحر A.aurita طبيعياً بعد أشهر عدّة من الحياة والتكاثر، ونادراً ما يبقى حياً لأكثر من ستة أشهر.

- **النوع** Phyllorhiza punc-tata von Lendenfeld

يعد قنديل البحر Phyllorhiza punc-tata نوعاً أستوائياً، موطنه الأصلي سواحل استراليا، والمحيطين الهندي – الهادي، ثمّ انتشر انتشاراً واسعاً في المحيط الأطلسي، وشواطئ أمريكا، وأصبح من الأنواع الغازية في البحر الكاريبي وخليج المكسيك والبحر الأبيض المتوسط.

- **النوع** Aequorea forskalea Péron & Lesueur



يعدّ هذا النوع من أهم مفترسات العوالق الحيوانية التي تعدّ الغذاء الرئيس للأسماك، كما يفترس بيوض الأسماك، ممّا يؤدّي إلى انخفاض في المخزون السمكي عند ارتفاع غزارة هذا النوع.

المراجع:

1. ماميش، سامر: دراسة القناديل البحرية في المياه الشاطئية السورية ومحتواها من نزر العناصر الثقيلة والمشعّة. رسالة أعدّت لنيل درجة الماجستير في البيولوجيا البحرية، جامعة تشرين، المعهد العالي للبحوث البحرية، 2013م.

M, 2002. [English title not available]. (Contribution a l›etude dy scyphomeduse Rhopilema [Rhopilema] nomadica dans les eaux cotieres syriennes) Journal of Union of Arab Biologists Cairo A Zoology, 18:227-244.

8. Kideys AE, Gücü AC, 1995. Rhopilema nomadica: a Lessepsian scyphomedusan new to the Mediterranean coast of Turkey. Israel Journal of Zoology, 41:615-617.

9. Kramp PL, 1961. A synopsis of the medusae of the world. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 40:7-469.

10. Lakkis S, Avian M, Negro PDel, Rottini-Sandrini L, 1990. [English title not available]. (Les Scyphomeduses du Bassin Levantin (Beyrouth) et de l›Adriatique du Nord (Golfe de Trieste): comparison faunistique et ecologique) Rapports et Procès-Verbaux des Réunions, Commission Internationale pour I›Exploration Scientifique de la mer Méditerranée, 32(1):220.

11. Lotan A, Ben-Hillel R, Loya Y, 1992. Life cycle of Rhopilema nomadica: a new immigrant scyphomedusan in the Mediterranean. Marine

2. Benmeir P, Rosenberg L, Sagi A, Vardi D, Eldad A, 1990. Jellyfish envenomation: a summer epidemic. Burns, 16(6):471-472.

3. Bodenheimer FS, 1935. Animal life in Palestine. An introduction to the problems of animal ecology and zoogeography. Jerusalem, viii + 506 pp.

4. Galil BS, 2007. Seeing red: alien species along the Mediterranean coast of Israel. Aquatic Invasions, 2(4):281-312. Galil BS, Spanier E, Ferguson WW, 1990. The scyphomedusae of the Mediterranean coast of Israel, including two Lessepsian migrants new to the Mediterranean. Zoologie Mededelingen (Leiden), 64:95-105.

5. Golani D, Ben Tuvia A, 1995. Lessepsian migration and the Mediterranean Fisheries of Israel. In: Condition of the world›s aquatic habitats. Proceedings of the World Fisheries Congress. Theme 1 [ed. by Armantrout NB, Wolotira RJ,]: Oxford & IBH Pub. Co., 279-289.

6. Hsieh YHP, Leong FuiMeong, Rudloe J, 2001. Jellyfish as food. Hydrobiologia, 451:11-17.

7. Ikhtiyar S, Durgham H, Bakr

tle not available]. (Über einige Scyphomedusen von Kamaran (Rotes Meer)) Zoologischer Anzeiger, 126:17-23.

19. Yoffe B, Baruchin AM, 2004. Mediterranean jellyfish (Rhopilema nomadica) sting. Burns, 30(5):503-504.

Biology, 112:237-242.

12. Morikawa T, 1984. Jellyfish. FAO INFOFISH Marketing Digest, 1:37-39.

13. Omori M, Nakano E, 2001. Jellyfish fisheries in Southeast Asia. Hydrobiologia, 451:19-26.

14. Sendovski U, Goffman M, Goldshlak L, 2005. Severe delayed cutaneous reaction due to Mediterranean jellyfish (Rhopilema nomadica) envenomation. Contact Dermatitis, 52(5):282-283.

15. Silfen R, Vilan A, Wohl I, Leviav A, 2003. Mediterranean jellyfish (Rhopilema nomadica) sting. Burns, 29(8):868-870.

16. Siokou-Frangou I, Sarantakos K, Christou ED, 2006. First record of the scyphomedusa Rhopilema nomadica Galil, 1990 (Cnidaria: Scyphozoa: Rhizostomeae) in Greece. Aquatic Invasions, 1(3):194-195.

17. Stiasny G, 1938. [English title not available]. (Die Scyphomedusen des Roten Meeres. Verhandelingen der Koninklijke. Nederlandsche Akademie van wetenschappen te) Natuurkunde, 37(2):1-35.

18. Stiasny G, 1939. [English ti-

المخلَّفات البشرية

مشكلة عصيَّة على الحل

نبيـــل تللـــــو

كتب أحد الرحّالة في كتاب له واصفاً رحلته إلى السويد، أنَّه بينما كان يمشي في أحد شوارع العاصمة ستوكهولم، تبعه رجل شُرطة وربت على كتفه وناوله منديلاً ورقياً مستعملاً، وقال له: «أظنّ يا سيدي أنَّ شيئاً مهماً قد وقع منك»، فانتبه الكاتب إلى غلطة قد ارتكبها عن غير قصد برميه المنديل المستعمل في غير مكانه (سلّة المهملات)، واعتذر للشرطي، ووعدَه بعدم تكرار هذا الأمر.

وفي رسم كاريكاتوري ساخر، وضع أحدهم في فناء بيته الخلفي منجنيقاً، وهو ممتلئ بالقمامة، مع سعي صاحبهُ لقذفها بعيداً بغية التخلص منها، ولو على حساب ما تسبِّبه من تلويث للبيئة.

وشاهدت على إحدى القنوات التلفزيونية التي تعرض أفلاماً سينمائية، الفيلمَ الأمريكي: «إيرين بروكوفيتش»، الصادر سنة 2000، إخراج «ستيفن سودربرغ»، تمثيل «جوليا روبرتس» التي أدَّت دور «إيرين بروكوفيتش»، وهي بطلة قصّة حقيقية دخلت في نزاع قانوني مع شركة باسيفيك للطاقة، التي دفنت مخلّفات كيميائية في موقع قريب من مكان إقامتها، مَا أدَّى لتسرّبها إلى مياه الشرب، فأصيبت وجيرانها بأمراض فتّاكة، وانتهت القضية بتغريم الشركة أموالاً طائلة كتعويضات للسكان المرضى.

هذه مؤشراتٌ إلى أنَّ المخلّفات مشكلة بيئية ليس من السهولة إيجاد حلولٍ لَها، وحتى لو وُجِدت الحلول، فإنَّها بحدِّ ذاتها تسبِّب مشكلات أخرى.

في هذه المقالة نتعرَّف على أشكال المخلّفات ومصادرها، وأفضل الطرائق للتخلّص منها بشكل آمن ومفيد، فأضرارها ليست متمثلة في وجودها فقط، ولكنَّ طرائق التخلص غير السليمة تشكل أيضاً خطورة هائلةً على البيئة.

ـ المخلَّفات: نظرة عامة:

المخلَّفات، ومرادفاتها: النفايات، الفضلات، القمامة، المهملات، الكُناسة، القذارة، الحثالة، الخردة، الزبالة، هي أيُّ موادٍ زائدة وغير مرغوبٍ بها، وينبغي التخلُّص منها، ومن الصعب تعريفها بدقّة، فما هو من المخلّفات لبعض الناس، يُعَدُّ ذا قيمة لغيرهم.

ويقصد بإدارة المخلَّفات التحكّم بالجمع والمعالجة والتخلّص منها، بهدف تقليص تأثيرها السلبي على البيئة والمجتمع، وهذا ما يُعرف باللغة الإنكليزية بـ: **"GARBOLOGY"**، ومعناها: «**علم المخلَّفات**»، ويهتمّ بدراسة وتحليل المخلَّفات وأنواعها ومكوِّناتها وأفضل الطرائق للتخلُّص منها، إمَّا بتدوير ما هو قابل لذلك **"RECYCLING"**، أو رميها نهائياً في مكبَّات، أو حرقها.

لعلَّ من أوضح الأمور على أنَّ علاقتنا بالبيئة المحيطة بنا تعاني من أزمة حادّة، هو ذلك السيل العارم من المخلَّفات الذي يتدفَّق بلا انقطاع من مدننا وقرانا ومصانعنا. ففي وقتٍ مضى، عندما كان تعداد السكّان وكمّيات الفضلات المتولِّدة أقلَّ كثيراً ممَّا هو عليه الآن، وعندما كانت أنواع الفضلات ذات السمّية العالية غير شائعة، كان بالإمكان الاعتقاد بأنَّ الأرض قادرة على استيعاب فضلاتنا، وبالتالي إعفاءنا من معاناة التفكير في كيفية التخلُّص منها. أمّا اليوم، فكلُّ شيء قد تغيَّر، فقد طفت المشكلة على السطح، بعد أن أصبحت تلال الفضلات تمثِّل مشكلةً تستحقُّ الاهتمام، حيث أصبحت مقالب القمامة تفيض بالمخلَّفات، فحتى النشرات الدعائية التي تُعطى لنا للترويج لمنتجٍ ما، تصبح نوعاً من الفضلات، وعندما نعمل، حتّى في المكاتب، فإنَّنا ننتج فضلات، وعندما نستهلك شيئاً ما، فإنَّه لا يختفي تماماً من الوجود، إذ إنَّه يتحوَّل إلى نوعين مختلفين تماماً من الأشياء، شيءٌ مفيد استهلكناه، ومواد تتبقَّى نطلق عليها الفضلات. وحتى الحضارة التي يفخر بها البشر اليوم، ما هي إلَّا امتداد لعملية الاستهلاك التي يقومون بها، فهي تعتمد على التهام كمّيات هائلة من الأشجار والفحم والنفط والمعادن، ثمّ يقومون بتحويلها إلى منتجات من كلِّ شكلٍ ولون، ما تلبث أن تصبح تلالاً من الفضلات تزيد عن قدرة كوكب الأرض على استيعابها، فمكبَّات القمامة تمتلئ، وتصبح متخمة، فيتمُّ إغلاقها، ليبدأ البحث مجدَّداً عن مقالب جديدة أبعد، أو مرافق لحرقها، ما يعني زيادة التكلفة البيئية والمادّية، وحتَّى قدرتنا على التخلُّص منها، وإعادة تدويرها، تفضي إلى إنتاج الكثير منها، أو إنَّ تكلفة إعادة تدويرها تزيد عن كلفة التخلّص منها، حتى وصلنا إلى مرحلة أنَّ تراكم القمامة قد أصبح خارج السيطرة.

تأتي المخلَّفات -بشكلٍ عام- من بقايا الطعام والشراب في المنازل (مخلَّفات عضوية) والمحلّات التجارية، وتضمُّ أوراق الصحف والمجلات والمكاتب ومواد التغليف، واللدائن مثل علب المشروبات والأجهزة الكهربائية التالفة، ومواد البناء، والزجاج مثل زجاج النوافذ والأدوات المنزلية الزجاجية المكسورة، والأخشاب، مثل الأثاث القديم، والقطع البلاستيكية.

وأدَّى تطوُّر الصناعة وتقدّمها إلى الأمام إلى إنتاج المزيد من المخلَّفات، سواءٌ كانت في شكل غازات أو نفايات صلبة أو نصف صلبة أو سوائل، ويتمَّ التخلّص منها بإطلاقها في الهواء، حيث تقوم الرياح بحملها إلى أماكن

بعيدة، وبعضها سام يؤثّر على الحياة البشرية، أو قذفها في الأنهار والبحيرات والبحار، وتكمن خطورتها عند اقترانها بالمياه الجوفية التي قد تصل إليها، فتلوّثها، وتصبح مزرعةً لتكاثر الكائنات الحيّة المسبِّبة للأمراض مثل الفئران والجرذان والصراصير والذباب، أو رميها على الأرض؛ عندما لا تجد قدراً من النفع على المستوى الاقتصادي، فتلوّثها، أو تُحرق، وإذا لم يتم اتخاذ الاحتياطات اللازمة عند حرقها، فإنّ ذلك يؤدّي إلى تلوّث الأرض والهواء.

كما يؤدّي وجود المواد العضوية في المخلّفات إلى تحلّلها البيولوجي بوساطة الميكروبات، ويتخلّف عن هذا التحلّل المواد السائلة والغازية السامّة، مثل أكاسيد الآزوت، وثاني أوكسيد الكبريت والنيتروجين، فضلاً عن تكاثر الحشرات الضارّة، وهو ما يؤدّي إلى تلويث التربة السطحية، والتأثير على نوعية المياه الجوفية، ورفع نسبة الأحماض فيها، ممّا يجعل التربة غير صالحة للإنبات.

ومن ناحية أخرى، يؤدّي تراكم النفايات، لا سيما الصلبة، إلى شغل مساحات واسعة من الأرض، وهذا يحول دون استغلالها في الزراعة، أو البناء، كما أنّ ذلك يشوّه المنظر الجمالي والحضري للمناطق التي توجد بها ويؤثّر صحياً ونفسياً على الصحّة العامّة.

كما وجد الباحثون أنَّ عمّال النظافة الذين يتعاملون مع النفايات المنزلية المتحلِّلة أصبحوا أكثر عرضةً للأمراض، لا سيما مرض الربو، وارتفاع نسبة الأمراض لديهم، مثل أمراض الجهاز الهضمي والتهاب العين والجلد وأعراض التسمُّم بالغبار العضوي، والكحَّة وآلام في العضلات، والحمة والصداع.

في التعامل غير العلمي مع النفايات تظهر أشكال غير متوافقة مع البيئة للتخلّص منها، ممّا يتسبَّب في تعقيد المشكلات ولا يقدّم حلولاً عملية لها. ومن الأساليب غير المتوافقة:

ـ حرق المخلّفات:

يتسبَّب ترميدها في انتشار الملوِّثات وبقايا الرماد في الهواء، وينتج عن حرق المواد التي تحتوي على الكلور أو المواد البلاستيكية مادة «الدايوكسين»، التي هي مادّة مسرطنة تتسبَّب في عددٍ من الأمراض، مثل: ضعف في الجهاز المناعي والجهاز العصبي وجهاز الغدد الصمّاء والجهاز التناسلي، أمراض جلدية وتغيّرات في وظائف الكبد، كما أنَّ حرق بعض المعادن، كالرصاص والزئبق والكاديوم، ينشر المواد السامّة في البيئة، ومن هذه المواد: الفيوران، الزرنيخ، الكاديوم، الكلوروبنزين، الكلوروفينول، الكروميوم، فضلاً عن إهدار القيمة الاقتصادية لعناصر ومكوّنات صالحة لإعادة الاستخدام داخل القمامة. وبالتالي، فإنَّ النتيجة النهائية المترتِّبة على حرق الفضلات، هي نقل القمامة التي ينتجها أحد المجتمعات، في صورة غازية عبر الهواء، إلى المجتمعات المجاورة عبر حدود الدول، وبالضرورة إلى الغلاف الجوّي لكوكب الأرض، بأسره، حيث يبقى هناك لأعوامٍ طويلة قادمة.

ـ دفن النفايات:

دفن النفايات أو طمرها في الأرض، طريقة تمارس بشكل شائع في كثير من البلدان، في مقالع حجارة أو مناجم مهجورة أو فوهات الحجارة المستخرجة من الأرض. إنَّ دفن النفايات بطريقة مدارة جيدًا تكون طريقة نظيفة وغير مكلفة، أمّا إذا لم تُدَرْ بشكل جيد، فتؤدِّي إلى تبعثر الفضلات واجتذاب الحشرات وارتشاح الفضلات السائلة إلى جوف الأرض. ونتيجة سلبية أخرى وهي انبعاث الغاز الذي يتكوَّن معظمه من الميثان وثنائي أكسيد الكربون، وهذا الغاز يؤدِّي إلى انبعاث الرائحة وقتل الغطاء النباتي، وتلوّث التربة والمياه الجوفية. كما أنَّ هذا الغاز الدفيء، هو الغاز الذي يتسبَّب في تسخين طبقة الغلاف الجوّي، وكان أحد أسباب ثقب طبقة الأوزون.

التصميم العصري لدفن النفايات تتضمَّن احتواء هذه المواد القابلة للارتشاح عن طريق مدّ طبقات من الطين أو بطانات من المواد البلاستيكية، وتُضْغط النفايات لزيادة الكثافة واستقرارها، وتُغَطَّى لمنع اجتذاب الحشرات وال فئران والجرذان، وتكون مزوّدة بنظم لاستخراج الغاز، ويتمُّ ضخّ الغاز من هذه المدافن باستخدام أنابيب، ويستخدم هذا الغاز لتوليد الكهرباء.

تُعرف هذه العمليات بـ: «الردم التقني للنفايات»، أو هي عملية تقنية بحتة ليس المُراد منها منع جذب الحشرات والقوارض بقدر ما تسمح بحماية الطبقات الجوفية، والتقليل من الانبعاثات الغازية، قابلية معالجة عصير النفايات بالتبخير في المناطق ذات المُناخ الشبه قارّي، أو المعالجة الكيميائية.

ـ الرمي في المجاري والمسطّحات المائية: وهو السبب الرئيسي في تلوّث مياه الأنهار والبحار، فالبحر الأبيض المتوسط يستقبل أكثر من 14 مليون طن من المخلفات السامّة سنوياً، إمّا بشكل مباشر من مخلّفات صناعات الدول المطلّة عليه، أو بشكل غير مباشر من المياه النهرية الملوَّثة، إضافةً إلى مياه الصرف الزراعي والصرف الصحي.

ـ تدوير المخلَّفات العضوية: هي عملية إعادة تدوير للمواد العضوية مثل النبات وفضلات الطعام والمنتجات الورقية، إذ يمكن إعادة تدويرها إلى سماد بيولوجي، الذي يُستخدم في عمليات التحلّل العضوي في الزراعة. والغاز الناتج عن هذه العملية هو غاز الميثان الذي يستخدم انبعاثه في توليد الطاقة الكهربائية، والغاية من هذه العملية هو تسريع تحلّل المواد العضوية. طرق التحلّل البيولوجي مختلفة فهناك الهوائية واللاهوائية وهناك طرق هجينة بين الطريقتين السابقتين.

ـ إنتاج الطاقة من المخلَّفات: يمكن استخدام النفايات بشكل مباشر للحصول على وقود، ويُسمَّى ذلك استرداد الطاقة، أو جلب الطاقة من النفايات، وذلك بطحنها وتجفيفها وقولبتها.

ـ إدارة النفايات:

إدارة النفايات هي عملية مراقبة وجمع ونقل ومعالجة وتدوير النفايات للتخلُّص منها، يستخدم هذا المصطلح عادة للنفايات التي تنتج من قبل نشاطات بشرية، وتقوم الدول بهذه العملية لتخفيف الآثار السلبية للنفايات على البيئة والصحّة والمظهر العام. وتستخدم هذه العملية أيضاً للحصول على الموارد وذلك بإعادة التدوير، وبالإمكان أن تشمل معالجة النفايات المواد الصلبة والسائلة والغازية والمواد المشعّة.

تختلف معالجة النفايات بين الدول المتقدّمة والدول النامية، وبين المناطق الحضرية والمناطق الريفية وبين المناطق السكنية والمناطق الصناعية.

معالجة النفايات غير الخطرة أو السكانية أو المؤسّساتية في المناطق الحضرية الكبرى عادةً ما تكون من مسؤولية السلطات الحكومية المحلية، في حين أنَّ معالجة النفايات غير الخطرة الصناعية والتجارية عادةً ما تكون من مسؤولية مولِّد هذه النفايات، أي المنتج.

أعلى النموذج

ـ جمع ونقل المخلَّفات:

تختلف طرائق جمع المخلَّفات بين المدن والدول، وهذه الخدمة غالباً ما تقدّمها السلطات الحكومية المحلّية أو من قبل القطاع الصناعي الخاص. غالباً ما تَتَّبع الحكومات طريقة جمع النفايات من جانب الطريق، وتقدّم لكلِّ منزلٍ ثلاث حاويات مخلَّفات: واحدة للمواد القابلة لإعادة التدوير، وواحدة للمواد العضوية، وواحدة للنفايات العامّة. وأحياناً تضع الحكومة في منطقة تجميع المخلَّفات حاوية واحدة للمخلَّفات العضوية، وحاوية ثانية للمخلَّفات القابلة للتدوير، ويُخصَّص يومٌ في الأسبوع لكلِّ مادة على حِدَة: زجاج، ورق، خشب، بلاستيك، معادن، ملابس، أدوات كهربائية، وتفرض عقوبة على المخالفين.

في مناطق أخرى توجد في البنايات قنوات تدفع فيها القمامة إلى أسفل البنايات حيث يوجد هناك محتوى كبير للمخلَّفات، وتسمّى هذه الطريقة جمع النفايات بالضغط.

وفي بلدانٍ أخرى تقوم الحكومة بفرض ضرائب وفق حجم النفايات المنزلية.

وتقوم سياراتٌ متخصَّصة لنقل كلِّ نوعٍ من أنواع المخلفات.

ـ التثقيف والتوعية في موضوعات المخلَّفات:

التثقيف والتوعية في مجال معالجة النفايات يتزايد باستمرار، بسبب تراكم النفايات وتلوّث الهواء وثقب طبقة الأوزون واستنفاد الموارد الطبيعية وانبعاث الغازات السامّة وانتشار القوارض في أماكن السكن، وهذا ما تقوم به الحكومات والمنظّمات الأهلية والأفراد المتخصِّصين، عبر المحاضرات والبرامج الإذاعية والتلفزيونية.

ـ أنواع المخلَّفات:

قد يبدو للوهلة الأولى أنَّ المخلَّفات المنزلية هي من كلِّ ما ينتجه الإنسان من بقايا، ولكنَّ الواقع يقول إنَّ كلَّ النشاطات البشرية منتجة للنفايات، وندرجها فيما يلي مع مزيدٍ من الشرح والتفصيل عمَّا ورد قبل قليل:

أولاً: المخلَّفات المشعَّة:

أدَّى التطوّر السريع لصناعات المواد المشعَّة والطاقة النووية، وتزايد استخدامات المنابع والنظائر المشعَّة في مختلف مجالات الحياة، إلى تزايد كمِّية المخلَّفات المشعَّة المرافقة لكلّ هذه الأنشطة، التي هي كلّ مادَّة مشعَّة أو ملوّثة بالنظائر المشعَّة ناتجة من ممارسات أو عمليات تدخّل، بغضّ النظر عن حالتها الفيزيائية، ولا يتوقّع أن يكون لها أي استخدام مفيد، وتكون عادةً محتوية على نظائر مشعَّة يزيد تركيزها على المستويات المسموح بها التي تقرّرها السلطة المختصّة في كلّ دولة، ويختلف نوع المخلّفات المتشكّلة وحجمها من مركزٍ إلى آخر طبقاً لنوع الممارسة التي يؤدّيها هذا المركز.

ـ أنواعها ومبادئ تصنيفها:

تكون المخلَّفات المشعَّة عادةً بأشكالٍ مختلفة وفق مصدرها ونوع النظائر التي أدّت إلى تشكّلها، وتصنّف وفق:

ـ حالتها الفيزيائية: غازية وسائلة وصلبة.

ـ نشاطها الإشعاعي النوعي: منخفضة النشاط الإشعاعي ومتوسّطة أو عالية النشاط الإشعاعي.

ـ طريقة معالجتها: مخلَّفات قابلة للاحتراق كالخشب والورق والكرتون، غير قابلة للاحتراق كالزجاج والأحجار والحديد، قابلة للانضغاط أو الكبس، غير قابلة للكبس أو التقطيع.

ـ خواصها الكيميائية: ملح أكسيد، رطبة، جافة.

ـ خواصها البيولوجية: حيوانات تجارب.

ـ إدارتها: جمعها وفرزها ونقلها:

تتطلّب قواعد التصرّف السليم بالمخلَّفات المشعَّة ما يأتي:

1: التعامل مع المخلَّفات المشعَّة باتّباع القواعد المحدّدة الخاصّة بها، ويجب الحصول على رخصة من الجهة المشرفة قبل المباشرة بأيّ نشاط له علاقة بالمخلَّفات المشعَّة. ولا يحقُّ لأيّ جهة دفن مخلَّفات مشعَّة إلّا بموافقة من السلطات المختصّة؛ لأنَّه لا يمكن تجنّب خطر المخلَّفات المشعَّة بتغيّر خواصّها الفيزيائية والكيمياوية، كما هو الحال في المخلَّفات البيولوجية والكيمياوية، لذلك لا بُدَّ من عزلها وفق القواعد المتعارف عليها عن بيئة الإنسان وتحويلها إلى أشكال قابلة للعزل المأمون، ومانعة للتسرّب بحيث تبقى مستقرّة إلى حين تدنّي مستوياتها الإشعاعية إلى الحدود المسموح بها.

2: إجراء عملية جمع المخلَّفات المشعَّة مباشرة فور تشكّلها، بعد فرزها وفق الحالة الفيزيائية إلى مخلَّفات قابلة للحرق أو غير قابلة للحرق. ويتمّ تبطين حاويات جمع المخلَّفات المشعَّة الصلبة والبيولوجية بأكياس من اللدائن منعاً لتلامس

المخلَّفات المشعَّة مع سطح حاويات الجمع، أمّا المخلَّفات المشعَّة السائلة فتجمع في حاويات لدائنيه خاصة، أو توضع داخل خزانات من الفولاذ المقاوم للصدأ. ويُمنع وضع المخلَّفات المشعَّة السائلة في حاويات جمعت فيها المخلَّفات المشعَّة الصلبة أو المخلَّفات المشعَّة البيولوجية؛ إذ يخصّص لكلّ نوع من أنواع المخلَّفات المشعَّة حاويات خاصّة بها بمعزل عن الأنواع الأخرى. ويقع على عاتق منتج المخلَّفات المشعَّة تخصيص مكان معزول لجمع المخلَّفات المشعَّة وأن يحيطه بوسائل تخفّف من شدّة الجرعة الإشعاعية الناتجة، وكذلك يقوم بتسجيل كمّية المخلَّفات المشعَّة التي تنتج لديه وتحديد طبيعتها وحجمها وحالتها الفيزيائية.

وفيما يخصّ المخلَّفات المشعَّة التي لا يزيد عمرها عن 15 يوماً، فإنَّها تحفظ لدى منتج المخلّفات المشعَّة، ويقوم بتخزينها حتى تتفكّك إشعاعياً، وينخفض نشاطها الإشعاعي إلى الحدود المسموح بها الموضوعة من قبل الهيئات الحكومية المختصة. ومن ثم يتمّ التخلّص منها على أنَّها مخلَّفات غير مشعَّة، وتوضع المخلَّفات المشعَّة الكبيرة الحجم في حاويات كبيرة، أو يتم تقطيعها لتصغير حجومها وخزنها مؤقتاً وفق الشروط الخاصّة بذلك.

ويجب أن تراعى أيضاً قابليتها للاحتراق أو للانفجار، وألاّ تزيد مدّة الحفظ المؤقّت على شهر واحد، إلاّ إذا كانت كمّيتها أقل من خمسين لتراً؛ فيمكن أن تحفظ مدّة أقصاها ستة أشهر، ويمكن الحفظ المؤقت أو النقل على مستوى المنشأة في حاويات أو صهاريج خاصّة إذا كانت سائلة، وفي حاويات مزوّدة بتغليف أولي وأكياس لدائنيه إذا كانت صلبة، وفي كلّ الأحوال يجب الرجوع إلى تعليمات الجهات الرسمية المختصّة في البلدان الأخرى وإرشاداتها.

3: **نقلها**: تنقل المخلَّفات المشعَّة من قبل المختصّين بوسائط نقل خاصّة وضمن شروط تغليف محدّدة توفّر وقاية العاملين من الإشعاع، وتلبِّي معايير الأمان المتّبعة عالمياً لنقل المخلَّفات المشعَّة، وبعد التسلّم تفرز الحاويات وفق نظام سبقت الإشارة إليه استعداداً للمعالجة وفق مواصفاتها ووفق نتائج الفحص الإشعاعي، ومن ثم تحفظ للتخزين المؤقت أو التخزين الطويل الأمد.

ـ معالجة المخلَّفات المشعَّة:

أولاً: معالجة المخلَّفات المشعَّة الصلبة: وهي التي تتضمّن بقايا معدنية تنتج في أثناء التعامل مع المعادن ومواد الفلترة (المرشّحات)، وكذلك التجهيزات والمعدّات والأنابيب التي لا يمكن إزالة تلوّثها، مثل الأواني المخبرية والأخشاب ومواد البناء.

وتستخدم الطرائق الميكانيكية الآتية في معالجة المخلَّفات الصلبة:

- الكبس بمكابس خاصة.
- تقطيع التجهيزات الكبيرة كالخزّانات ودارات التهوية والأفران وغيرها.
- حرق المواد الصلبة مثل الورق والقماش، لأنّها تنقّص الحجوم والكتلة بنسبة كبيرة، ولا يمكن حرق المواد المشكلة للغازات السامّة أو حرق المواد القابلة للانفجار أو تلك المواد التي تصدر غازات تسبّب تآكل المواد التصميمية لأفران الحرق.

ثانياً: معالجة المخلَّفات المشعَّة السائلة: تتطلّب عمليات نقل المخلَّفات المشعَّة ومعالجتها وخزنها حل مشكلة المخلَّفات السائلة المختلفة التراكيب والمختلفة النشاط الإشعاعي. إذا كانت كمّية المخلَّفات كبيرة، وتتجاوز عدّة لترات في اليوم، فيجب أن تُرسل إلى أماكن المعالجة من أجل فصل النظائر المشعَّة الموجودة فيها وإعادة المياه بعد تنقيتها من أجل استخدامات فنية أخرى، ومن الطرائق المعروفة في معالجة المخلَّفات المشعَّة السائلة:

1: الترسيب: من أجل الكمّيات الكبيرة.

2: الامتصاص: التي تساعد على امتصاص النظائر المشعَّة الموجودة في السائل.

3: التبادل الأيوني: وتستخدم لمعالجة مياه التبريد الخاصّة بالمفاعلات ولمعالجة المياه التي حُفظ فيها الوقود المستهلك، ومعالجة المياه الملوّثة بالنظائر المشعَّة الناتجة من مراكز البحوث.

4: التبخير: لمعالجة المخلّفات المشعَّة السائلة التي تحتوي على كمّية كبيرة من الأملاح.

5: خزن السوائل ذات المستويات الإشعاعية المنخفضة في أحواض كتيمة، أو تصليبها وإبقائها تحت سطح الأرض بعيداً عن المياه الجوفية والعوامل الجوية.

ـ تخزين المواد المشعَّة ودفنها:

1: التخزين المؤقّت للمخلَّفات المشعَّة: تجري عملية الحفظ المؤقّت للمخلَّفات المشعَّة في مكان معزول ومخصَّص لهذا الغرض، بحيث تُحفظ المخلَّفات المشعَّة الحاوية على النظائر المشعَّة القصيرة عمر النصف (أقل من 15 يوماً) فترة زمنية محدّدة حتى ينخفض النشاط الإشعاعي إلى القيم المسموح بها من قبل الهيئات الحكومية المختصّة، ومن ثمّ ترمى مع القمامة العادية. ويجب ألّا تزيد مدّة الحفظ المؤقّت للمخلَّفات المشعَّة المتشكّلة في المنشآت المنتجة على الشهر، ومن الممكن السماح بفترة أطول لا تزيد على ستة أشهر على ألا تتجاوز الكمّية 50 كغ. أمّا فيما يخصّ المخلَّفات المشعَّة البيولوجية فيجب ألا تزيد مدّة الحفظ المؤقّت لها على خمسة أيام إذا لم تحفظ في مجمّدات أو محاليل خاصة.

2: التخزين الطويل الأمد للمخلَّفات المشعَّة: تُخزن المخلَّفات المشعّة في مستودع يلائم طبيعتها في منطقة تقع خارج التطوّر السكني المستقبلي المحتمل وخارج المناطق المستخدمة من أجل الراحة والاصطياف، وبعيدة عن المياه الجوفية، ويجب أن تكون المنطقة مستقرّة جيولوجياً كالملاحات وبعض المناطق تحت السطحية المناسبة. ويجري تخطيط المستودع وحساب حجمه بحيث يمكن استيعاب ما ينتج من مخلَّفات مشعَّة مستقبلاً على أقل تقدير نحو عشرين عاماً أو أكثر. وتوفّر في مخازن المخلَّفات المشعَّة وسائل حماية العاملين وعامة الناس من أخطار الإشعاع المؤين الناجمة عن هذه المخلَّفات المخزنة بوساطة التدريعات المستخدمة في بنائها (بيتون مسلح، الفولاذ الذي لا يصدأ، ... إلخ). ويمكن أن توصف السعات التخزينية لمرافق المخلَّفات منخفضة المستوى الإشعاعي بدلالة حجم المخلَّفات أو كمّية النشاط الإشعاعي. وبما أن تكلفة التخلّص من المخلَّفات ترتبط بالحجم أكثر ممّا تتأثّر بمقدار النشاط الإشعاعي، فإنّ هذا يشجّع على تقليص حجم هذه المواد.

ـــ دفن المخلَّفات وتقييم أمان مخازن الدفن النهائية (المقابر):

يجب أن يُعار موضوع الأمان في أثناء عملية إنشاء مدافن للمخلَّفات المشعَّة أهمّية بالغة. فعند اختيار التشكيلة الجيولوجية المناسبة لإقامة المدفن، يجب دراسة خواص جدرانه والطبقات الجيولوجية المجاورة لها، ويجب أن يتميّز المدفن بالكتامة وخاصية حجز «النكليدات» (وهي ذرّات تحتوي في نواها عدداً معيَّناً من النترونات والبروتونات) المشعَّة التي يمكن أن تهجر الحاوية بنتيجة تلفها بتأثير العوامل الجيولوجية والجويّة المحيطة، أو نتيجة التأثيرات الميكانيكية أو الاهتزازية، مع توقّع تعرّض موضع الدفن للمياه من مصادر طبيعية مختلفة والتسبّب بهجرة النكليدات المشعَّة إلى الوسط المائي، فتتركّز فيه، ومن ثمّ تخترق جدران المدفن والصخور المحيطة، وتنشر بذلك التلوّث الإشعاعي في الغلاف الحيوي، ومع أنَّ الصخور تؤدّي دوراً مهمّاً في إعاقة تسرّب هذه النظائر، وأنَّ انتشار هذه النظائر عبر مساماتها يتّصف عموماً بالبطء الشديد؛ فإنّ سرعة هجرة هذه النظائر تعتمد أساساً على التفاعل المتبادل بين النظائر المشعَّة المهاجرة والصخور المحيطة.

ثانياً: المخلَّفات الصناعية:

تقوم الصناعة باستخراج المواد المختلفة وتصنيعها بهدف تحويلها إلى منتجات مصنَّعة وسلع مختلفة أو مواد غذائية لاستهلاكها، وينتج من الصناعة أيضاً نواتج ثانوية، تسمَّى «المخلَّفات الصناعية» التي لا تستهلك، أو لم تعد هناك حاجةً لها، ولا بُدَّ من التخلّص منها منعاً لتراكمها أو تأثيرها السلبي في البيئة، وتشمل الغازات والأبخرة الناتجة من خطوط الإنتاج، وتوليد الطاقة، وبقايا المواد المستخدمة في عمليات الإنتاج على نحو مباشر أو غير مباشر، والمياه والسوائل الناتجة من تحضير المواد الأولية وتجهيزها، أو من خطوط الإنتاج، وأيُّ مواد أخرى تدخل في النشاط الصناعي، إضافة إلى قطع الآلات وأدوات الإنتاج المستهلكة.

تتباين المخلَّفات الصناعية تبايناً كبيراً في نوعيتها ودرجة خطورتها وفق نوع الصناعة وطرائق التصنيع وتقنية الإنتاج والمواد المستخدمة فيه، وتُصنَّف وفق **حالتها الفيزيائية** إلى:

ـــ **مخلَّفات غازية:** تشمل العديد من الغازات وأبخرة الأكاسيد المعدنية.

ـــ **مخلَّفات سائلة:** تشمل العديد من المركّبات الكيميائية مثل الحموض والقلويات والمذيبات الكيميائية، إضافةً إلى الماء الحاوي على أكاسيد المعادن بشكلها المنحل.

ـــ **مخلَّفات صلبة:** مثل اللدائن والمعادن، والرمل المستخدم في عمليات صب المعادن، والورق المستخدم في التغليف أو الناتج من النشاطات المكتبية.

كما تُصنَّف وفق تأثيرها على **البيئة والكائنات الحيّة** إلى:

ـ **المخلَّفات الخطرة:** وتتَّصف بـ:

ـــ قابلية الاشتعال، تشتعل بسهولة في درجات الحرارة العادية.

ـــ نشطة كيميائياً: تتفاعل كيميائياً بسهولة.

ـــ قدرتها على حلّ المعادن المختلفة كالحموض والأسس (القواعد).

ـــ تسبّب التسمّم لمختلف الكائنات الحيّة، مثل الدهانات التي يدخل الرصاص في تركيبها.

ـــ نشطة إشعاعياً: بسبب امتلاكها فعّالية إشعاعية، وتشمل المخلَّفات الناتجة من المفاعلات والصناعات النووية، إضافةً إلى بعض أنواع المخلَّفات الطبّية الناتجة من المعالجات بالنظائر المشعّة.

أمَّا **المخلَّفات غير الخطرة**: فهي المخلَّفات التي لا تملك أيّاً من الصفات السابقة.

ـ مصادر المخلَّفات الصناعية:

تنتج المخلَّفات الصناعية من استخراج المواد الأولية من المناجم، ومن تحضير المواد الأولية وتجهيزها؛ ومن مراحل الإنتاج المختلفة.

ـ آثار المخلَّفات الصناعية في البيئة:

مع التطوّر الذي رافق الثورة الصناعية وتركّز السكان في مراكز صناعية كبيرة؛ تعرّف الإنسان على مصادر جديدة للطاقة، مثل الفحم الحجري والنفط ومشتقّاته، وبدأت تظهر مشكلات بيئية نتجت من تراكم المخلَّفات بأشكالها المختلفة خاصّة الصناعية منها، حيث بدأ لون مياه الأنهار والمصادر المائية يتحوّل إلى السواد تدريجياً، وتنطلق منها الروائح الكريهة، واختفت الأسماك منها، كما حصل في نهر الراين في ألمانيا. وبدأ تسجيل الكوارث الصحية الناتجة من تلوّث الهواء. كما تراكمت المخلَّفات الصلبة مثل الرماد الناتج من حرق الفحم والرمال الناتجة من صناعة التعدين بشكل أكوامٍ كبيرة في ساحات المعامل وحول المدن.

ومع بدايات القرن العشرين الذي تميّز بالتطوّر السريع، تطوّرت الصناعات الكيمياوية كثيراً، وأُنتجت مواد جديدة لم تكن معروفة من قبل، مثل اللدائن المختلفة التي يحتاج تفكّكها إلى زمنٍ طويل قد يمتدُّ إلى مئات الأعوام، بل قد لا تتفكَّك أبداً، التي انتشر استخدامها في مختلف النشاطات البشرية، كما تطوّرت صناعة المبيدات والمنظّفات الكيميائية، وطرأ تطوّر كبير على صناعة التعدين، وانتشرت محطّات توليد الطاقة باستخدام الوقود الأحفوري (الفحم، النفط ومشتقاته) والطاقة النووية، وطُوِّرت وسائط جديدة للنقل تعتمد على استخدام محرّكات الاحتراق الداخلي.

ومن الآثار السلبية لتلوّث الهواء بالمخلَّفات الصناعية؛ تشكُّل الأمطار الحامضية التي أدَّت إلى أذىً كبير للأبنية والمنشآت في العديد من مدن الدول المتطوّرة صناعياً، وإلى ضررٍ كبير في الغابات، وموت الكائنات المائية في عدد من البحيرات في السويد.

ـ التخلّص من المخلَّفات الصناعية:

يتمّ تصريف المخلَّفات الصناعية في مياه البحار والمجاري المائية، أو دفنها في مدافن تحفر، وتُجهّز لهذه الغاية خصوصاً، ويقدّر عدد المدافن التي تمّ دفن مخلَّفات خطرة فيها في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها بنحو 50 ألف موقع منذ مطلع القرن العشرين.

ولكن مع تزايد النشاط الصناعي، تزايدت كمّيات المخلّفات الصناعية، وتزايدت من ثمّ مشكلات التخلّص منها، لا سيما بعد أن أصدرت معظم الدول الصناعية قوانين مشدّدة لحماية البيئة، وأصبحت هناك حاجة ملحّة لإيجاد طرائق جديدة للتخلّص من المخلّفات الصناعية. وترتكز الاتجاهات الحديثة على تخفيض كمّية المخلّفات الناتجة، ومن ثم معالجتها بهدف التخلّص من خواصها التي تؤثّر سلبياً في البيئة، وأخيراً التخلّص النهائي منها باتباع ما يلي:

1: **الإنقاص من المصدر:** هي مجموعة من الإجراءات المتّبعة في المعمل مباشرة بهدف تقليل كمّية المخلّفات الناتجة.

2: **التدوير:** هو إعادة استخدام بعض المواد المهمّة والخطرة في كثير من الحالات والمشكّلة للمخلّفات، عوضاً عن رميها وتحويلها إلى ملوّث للبيئة.

والمخلّفات التي بالإمكان تدويرها تشمل البلاستيك والورق والمعادن والزجاج وزيوت المحرّكات.

إنَّ للتدوير وإعادة الاستخدام العديد من الفوائد، فهما يساعدان على الحدّ من استنزاف الموارد الطبيعية، والإقلال من كمّية المخلّفات الواجب التخلّص منها، ومن ثمّ الحدّ من تلوّث البيئة بالمواد السامّة، وفي العديد من الحالات تخفيض كلفة الإنتاج والطاقة المستهلكة بشكلٍ ملحوظ.

3: **المعالجة والتخلّص من الخواص السلبية:** حيث يتمّ تفكيك المواد الداخلة في تركيب المخلّفات، أو تغيير تركيبها، عبر سلسلة من الخطوات التقنية والتفاعلات الكيميائية التي تُنفَّذ في منشآت خاصّة، بحيث يتم التخلّص من خواصها الضارّة بالبيئة والكائنات الحيّة، وتحويلها إلى مواد بالإمكان أن تدخل في الدورة الطبيعية للمواد في البيئة من دون آثارٍ سلبية، حيث يستمرّ تفكيكها في البيئة، وتتحوّل بعد زمنٍ مقبول إلى مركبات ومواد بسيطة.

4: **الحقن في الأرض:** بالإمكان في بعض الحالات الخاصّة السماح بحقن بعض أشكال المخلّفات السائلة في آبار النفط التي انتهى استثمارها، المياه المالحة والمخلّفات الناتجة من تصنيع النفط على سبيل المثال، شريطة عدم حصول أيّ تلويث للتربة أو المياه الجوفية.

5: **الطمر الصحي:** هناك أنواع من المخلّفات الخطرة لا يمكن معالجتها حالياً، أو تنتهي خواصها السلبية بعد زمن محدّد قد يمتدّ إلى عشرات الأعوام، مثل العديد من أشكال المخلّفات الناتجة من الصناعات الكيميائية والمواد المشعّة، فتخزّن ضمن براميل وحاويات خاصّة لا تسمح بتسرّبها أو تسرّب أبخرتها أو الأشعّة الناتجة منها، وهي لا تتآكل بتأثير المخلّفات، وتمتاز بعمرها الطويل، وتوضع في حفرٍ عميقة مجهّزة لهذا الغرض خصوصاً، بحيث يتم عزلها عزلاً كاملاً عن البيئة بانتظار تطوير الوسائل المناسبة لمعالجتها، أو الانتهاء من خواصها السلبية مع الزمن.

ثالثاً: المخلّفات الطبّية:

وهي المخلّفات التي من المحتمل أن تكون معدية أو قابلة للتحلّل الناشئة من مركز طبي، وتُعَدُّ نوعاً من المخلّفات البيولوجية التي لا يُسمح بإطلاقها بالبيئة، قد تكون صلبة أو سائلة، مثل الدم الملوَّث، والأدوات الحادّة، والأعضاء المستأصلة،

وهـي تختلف عـن المخلّفـات الخطـرة الكيميائية والمشعّـة والصناعية، في حين أنَّ بعضها غير معد، ولكنَّهـا تتطلَّب طريقة سليمة للتخلُّص منها، لأنَّهَا قـد تـؤدِّي إلى إصابة جميع العاملـين في المؤسَّسة الطبيـة بالأمراض المعدية، نتيجة ملامستها أثناء ممارسـة مهنتهـم، كما قـد تصيب عامّـة الناس أيضاً لتعاملهم بشكلٍ خاطئ معها.

ـ أنواع المخلَّفات الطبية:

1: مخلَّفات المواد الحادَّة: مثل إبر الحقن، إبر الخياطـة، المشارط، الأدوات الملوَّثـة بدم وسوائل المرضى، عبوات التطعيم.

2: مخلَّفات المـواد الكيميائية: مثل المطهِّرات، مواد التطعيـم، المطهِّـرات والمذيبـات والأصباغ، بقايا الزيوت بأقسام الصيانة والحركة.

3: المخلَّفات الباثولوجيـة: مثل أنسجة الرحم في قسـم الـولادة، مخلَّفات العمليات مـن أعضاء الجسم المستأصلة والدم والسوائل.

4: المخلَّفـات الصيدلانية: مـا يتبقَّى من مواد تالفـة بعـد تصنيـع الأدويـة وأدوات تعبئتهـا، أو الأدوية المنتهية صلاحية الاستخدام.

5: القفَّـازات والكمَّامـات وأغطيـة الرأس والأنابيب البلاستيكية.

6: المخلَّفـات السامّـة ذات الأضـرار الجينية علـى البيئـة، من حيـث إحـداث طفـرات جينية وتشوُّهات وتكوين خلايا سرطانية.

7: المخلَّفـات المحتويـة علـى معـادن سامّـة، مثـل الزئبق عندمـا يتسرَّب من الأجهـزة الطبية المكسـورة، والكواديـوم الموجـود بالبطاريـات بعد استعمالها، والأدوات المحتوية على معدن الرصاص بأقسام التشخيص والأشعّة.

8: مخلَّفـات أسطوانـات الغـاز المضغوط بعد استخدامها.

وعنـد التخلُّص مـن المخلَّفـات الطبية، يجب تجميعهـا في حاويـات مانعـة للتسـرُّب، وقويّة بما يكفي لمنع حـدوث كسرٍ فيها في أثناء المناولة، على أن تكـون الحاويـات المخصَّصة لتجميـع الأدوات الحـادّة باللـون الأحمـر، وتدبيرهـا وتخزينهـا ومعالجتهـا ونقلهـا، والتخلُّص منهـا في منطقة تختلـف عن المنطقـة التي أُنتجت فيهـا. كما يجبُ استخـدام طرائـق أخـرى بديلـة للتخلُّص منها بـدل الحرق، مثـل التعقيـم البخـاري، والمعالجة الكيماوية، قبل وضعها مع النفايات الأخرى.

ويجب وضع مخلَّفات الدم غير الصالح للاستخدام، بسبب انتهاء فترة صلاحيتها، أو احتوائها على ميكروبات الدم المعدية، في أكياس حمراء سميكة وغير منفذة، ويتمُّ التخلُّص منها بوساطة المحارق فقط وليس بالطرائق الأخرى.

ومن الضروري فصل النفايات الطبية عن النفايات العادية، وإجراء المعالجة الأولية للمخلَّفات السائلة كالمذيبات والأصباغ قبل تصريفها بشبكات المجاري العامّة، تفادياً للأضرار التي تسبِّبها للشبكة والبيئة.

رابعاً: المخلَّفات الكيميائية:

المواد الكيميائية الخطرة هي المواد الكيميائية غير المشعَّة التي تنتج عن تفاعلاتها الكيميائية أو تأثيرها المباشر سُمِّيَة أو قابلية للانفجار، أو إحداث تآكل أو أيِّ مضارٍ أخرى غير مرغوب فيها، ممَّا يسبِّب، أو يُحتمل، أن يسبِّب خطراً على الإنسان والبيئة، إضافةً إلى المخاطر الصحّية الناتجة عن التعرُّض المباشر أو غير المباشر للمواد الكيميائية الضارّة في وحدات الإنتاج، أو في أماكن الاستخدام، أو في أثناء التعامل في النقل والتخزين والتخلُّص من النفايات.

إنَّ المدخل الطبيعي لتناول موضوع المواد الكيميائية الخطرة وما تتركه من مخلَّفات؛ يتمثَّل في معرفة أنَّ المركَّبات الكيميائية يزيد عددها اليوم عن سبعة ملايين مادّة، منها نحو ثمانية آلاف مادّة شائعة الاستعمال يمتدُّ استخدامها إلى مختلف الأنشطة الصناعية والتجارية والزراعية، وتدخل بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في صنع معظم السلع الاستهلاكية، وهذه الأرقام هي في تزايد مستمر، واستهلاكها ينمو باطّراد، ومن أمثلتها عمليات تكرير النفط والبتروكيميائيات وتصنيع المنسوجات والدباغة والمبيدات والأسمدة والحديد والصلب، وكلّها تترك تأثيرات طويلة الأمد على المستوى العالمي، ما يتطلَّب إعداد خطّة للإدارة البيئية للمواد الكيميائية الخطرة، تتحدَّد في توفير قاعدة معلومات عن نوعية وكمّيات وطرائق استخدام المواد الكيميائية الخطرة، ووسائل التخلُّص من نفاياتها الضارّة، وتنفيذ برنامج متكامل للرقابة والسيطرة على المواد الكيميائية الخطرة، ويشمل ذلك عمليات الإنتاج والتخزين والنقل، ومعالجة واستخدام المواد الثانوية، ومن ثمّ التخلُّص من النفايات الضارّة باستخدام التقنيات المناسبة، وهذا ما يضمن تحقيق الأهداف البيئية التالية:

1: السيطرة على التلوّث البيئي الناجم عن استخدام والتخلُّص من المواد الكيميائية الخطرة.

2: الإقلال من المخاطر التي قد يتعرَّض لها الإنسان في عمليات الإنتاج ونقل واستخدام المواد الكيميائية الضارّة.

3: التحقُّق من فاعلية التقنيات المستخدمة ومواءمتها للظروف المحلّية.

4: الاستخدام الأمثل لهذه المواد الكيميائية وإعادة تصنيعها إذا أمكن للمحافظة على الموارد.

5: تحقيق المنفعة الاقتصادية القصوى من عمليات تصنيع الكيميائيات.

6: الاستفادة من المواد الثانوية الناتجة عن التصنيع.

7: تدعيم القدرات المحلّية عن طريق تنفيذ البرامج المتكاملة للرقابة وتبادل المعلومات.

خامساً: المخلَّفات الزراعية:

تمثّل المخلّفات الزراعية مجموعةً كبيرة من المواد العضوية الناتجة من العمليات الزراعية والصناعات الزراعية والغذائية، التي كانت تُعَدُّ سابقاً فضلات لا قيمة لها وترمى في كثير من الحالات قمامة في الطبيعة والمياه الجارية وفي شبكات الصرف الصحي، حيث تخضع لعمليات تخمّر بفعل الأحياء الدقيقة، فتتحوَّل إلى مصادر خطيرة للتلوّث البيئي. لكنّ الحاجة الملحّة إلى زيادة إنتاج المواد الغذائية، تتطلَّب دوماً البحث الدؤوب عن مصادر جديدة للغذاء.

تتصف هذه المخلَّفات بتركيب معقّد جدّاً ومتنوّع، وتتطلَّب معالجات خاصّة متطوّرة ومعقّدة ومكلفة، وإنَّ مجالات استخدامها عديدة ومتنوّعة؛ إذ يمكن استعمالها في تغذية الإنسان، وعلى نطاق أوسع في مجال تغذية الحيوان، كما أنَّ لكثيرٍ منها استعمالات صيدلانية عديدة، وتُصنَّف وفق مصدرها:

1: وتنتج من تصنيع المنتجات الحيوانية، مثل صناعات الألبان واللحوم والأسماك.

2: وهي أكثر عدداً وتمثّل طيفاً واسعاً ومهمّاً من المخلّفات والفضلات الناتجة من تصنيع المنتجات النباتية، وعلى سبيل المثال لا الحصر مخلّفات صناعة السكّر وصناعة الخمور وصناعة التمور وصناعة الخضر والفواكه المعلّبة، إضافة إلى عددٍ كبير من الكُسْب الناتج من صناعة الزيوت النباتية، مثل إكساب بذور القطن وعبّاد الشمس، والكتّان، وغيرها.

3: مخلّفات زراعية تنتج عقب جني المحاصيل، وتستخدم في تصنيع الأخشاب.

ـ ما أفضل الطرائق للتخلّص من المخلّفات؟

أولاً: دور الحكومة:

1. بناء أنظمة شاملة للتخلّص من المخلّفات.
2. الحدّ من المهملات وفرزها قبل التخلّص منها.
3. وضع المحارق بعيداً عن المناطق السكنية أو أماكن الزراعة.
4. الصيانة الدورية على أنظمة النظافة.
5. تعزيز التدريب والإدارة.
6. استخدام طرائق أخرى بدلاً من الحرق صديقة للبيئة، أو استخدام طرائق الحرق الصحّية.
7. رفع نسبة الوعي عند المواطنين.

ثانياً: دور الفرد:

1: محاولة تقليل نفايات التعبئة والتغليف (الأكياس والبلاستيك وعبوات الكرتون).

2: يمكن استخدام مواد النظافة غير المضرّة.

3: يجب شراء الكمّية الصحيحة من الدهان، حتى لا يتبقّى دهانات غير مستخدمة.

4: تقليل استخدام المبيدات الحشرية في المنزل عن طريق عدم ترك الأطعمة مكشوفة، وحفظ البقايا جيداً.

5: عدم الإسراف في الطعام لتقليل النفايات العضوية، أي التقليل من النفايات بالحدّ من الاستهلاك.

6: يوجد جهاز للتخلّص من القمامة يسمّى: "GARBAGE DISPOSER" وهو جهاز يقوم بطحن جميع أنواع فضلات الطعام عن طريق إدخال الطعام على ثلاث مراحل، علماً أنَّ استهلاكه من الماء والكهرباء قليل.

7: استخدام أدوات الطعام القابلة للغسيل بدلاً من الصحون والكاسات الورقية.

8: إنَّ استخدام المحارم القماشية هي بدائل أكثر نعومةً من الورق، ناهيك عن أنَّها سليمة من الناحية البيئية.

9: إعادة استخدام الأكياس الورقية عدّة مرّات قبل إلقائها في القمامة.

ومع أنَّ كلَّ هذه الخطوات مفيدة للتقليل من المخلّفات، إلّا أنَّها في الوقت نفسه تخلق مشكلةً أخرى، فتقليل الاستهلاك يعني تقليل الإنتاج، وتقليل الإنتاج يعني تقليل التصنيع، ما يؤدّي بالضرورة إلى بطء عجلة الاقتصاد.

ختاماً:

زاد عددنا نحن البشر، ورافق ذلك زيادة في قدراتنا على تشكيل العالم الذي نعيش فيه، ومن ذلك إنتاج الفضلات التي فاقت كمّيتها واحتمالاتها السمّية قدرة البيئة على امتصاصها، أو إعادة استخدامها بأيٍّ معدّل يقترب من المعدّل الذي يتمُّ توليدها به، وما لم نعثر على طريقة نغيّر بها جذرياً حضارتنا وطريقتنا بالعلاقة بين الجنس البشري وكوكب الأرض، فإنَّ أولادنا سيرثون أرضاً خراباً، وعالماً منتهي الصلاحية.

المراجع:

ـ الموسوعة البيئية العربية، الجزء السادس، إعداد الدكتور محمّد سعيد الحفّار، منشورات جامعة قطر سنة 1998.

ـ الموسوعة العربية، الجزآن 18، 20، إعداد ونشر «هيئة الموسوعة العربية» بدمشق سنة 2008.

ـ الصور من الشابكة (الإنترنيت).

الطاقة الشمسية النظيفة

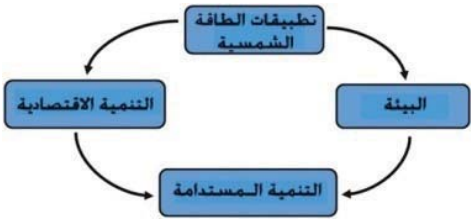
تكنولوجيا الطاقة الشمسية ودورها في التطوّر المستدام

تأليف: علي و م مكة، جمال م آلابيد
ترجمة: م.محمّد أمين صبّاغ

الطاقة الشمسية هي تكنولوجيا صديقة للبيئة، إنّها مصدر كبير للطاقة وأحد أهم مصادر الطاقة المتجدّدة الخضراء، وتؤدّي دوراً مهمّاً للغاية في تحقيق حلول طاقات التنمية المستدامة. وبالتالي فإنّ الكمّية الهائلة من الطاقة الشمسية التي يمكن الحصول عليها يومياً تجعلها مصدراً جذاباً للغاية لتوليد الكهرباء. كلا التقنيتان؛ تطبيقات الطاقة الشمسية المركّزة أو الطاقة الشمسية الكهرضوئية، هما دائماً في طور التطوير المستمر لتلبية احتياجاتنا من الطاقة. ومن ثم، فإنّ القدرة الكبيرة المركّبة لتطبيقات الطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم، في السياق نفسه، تدعم قطاع الطاقة وتلبّي سوق العمل لتحقيق التنمية الكافية.

هذه المقالة تلقي الضوء على تطبيقات الطاقة الشمسية ودورها في التنمية المستدامة وتنظر في إمكانيات التوظيف الإجمالية لهذه الطاقة المتجدّدة... وبالتالي فهي توفّر رؤية وتحليلات حول استدامة الطاقة الشمسية، بما في ذلك التنمية البيئية والاقتصادية.

علاوةً على ذلك، وفّرت مساهمات تطبيقات الطاقة الشمسية في التنمية المستدامة بوساطة تأمين احتياجات الطاقة، وإيجاد فرص العمل، وتعزيز حماية البيئة. أخيراً يتم رسم منظور الطاقة الشمسية في تطبيقات قطاع الطاقة وتوفير رؤية للتطوّر المستقبلي في هذا المجال.



توفر الطاقة الشمسية النظيفة تطبيقات في مجال توليد الكهرباء وكذلك التنمية البيئية والاقتصادية

مقدّمة

مع الإشارة إلى توصيات الأمم المتحدة، مؤتمر تغيّر المُناخ الذي عقد في مدينة غلاسكو بالمملكة المتحدة، في عام 2021، توصّل المشتركون في المؤتمر إلى اتفاق من خلال ممثلي 197 دولة، حيث تمكّنوا من التحرّك نحو تقليل الاعتماد على الفحم ومصادر الوقود الأحفوري. علاوةً على ذلك، أشار المؤتمر إلى الفرص المختلفة المُتاحة للحكومات لإعطاء الأولوية للصحّة والمساواة في أنشطة المُناخ الدولية وأجندة التنمية المستدامة ومن بين وصايا المؤتمر أيضاً ضرورة إنشاء أنظمة طاقة لحماية وتحسين المُناخ والصحّة.

اتفاقية باريس للمُناخ هي اتفاقية عالمية بشأن تداعيات تغيّر المُناخ والتي تمّ توقيعها في عام 2015، وقد تناولت موضوعات التخفيف من آثار تغيّر المُناخ، وتهيئة التمويل اللازم. نتيجةً لذلك وافق ممثلو 196 دولة على خفض انبعاث الغازات المسبّبة للاحتباس الحراري. إنّ اتفاقية باريس ضرورية للأجيال الحالية والمستقبلية للحصول على بيئة أكثر أمناً واستقراراً. في الجوهر، كان اتفاق باريس يهدف إلى حماية الناس من هذه البيئة غير الصحّية والمتزايدة الخطورة وكذلك ضمان حصول الجميع على الحق في العيش في بيئة صحّية خالية من الملوّثات من دون التأثيرات السلبية لتغيّر المُناخ.

في العقود الأخيرة، كان هناك زيادة في الطلب على مصادر الطاقة النظيفة، وبناءً على ذلك قام صنّاع القرار في كافّة الدول بوضع خطط تعتمد على المصادر المتجدّدة من خلال إستراتيجية طويلة المدى. وبالتالي فإنّ هذه الخطط تعمل على تقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية واستبدالها بتكنولوجيا الطاقة البديلة. نتيجةً لذلك، بدأ المجتمع العالمي في التحوّل نحو الاستفادة من مصادر الطاقة المستدامة والحدّ من الاعتماد على الوقود الأحفوري التقليدي كمصدر للطاقة.

في عام 2015، اعتمدت الأمم المتحدة أهداف التنمية المستدامة واعترفت بها باعتبارها تشريعات دولية، وهذا يتطلّب جهداً عالمياً من أجل الحدّ من تلوّث البيئة وحمايتها وضمان أنّه في عام 2030 تعيش البشرية في رخاء وسلام... وبالتالي يجب أن يكون التقدّم متوازناً بين نماذج الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

تمّ وضع العديد من الأنظمة الوطنية والدولية للسيطرة على انبعاث الغازات والملوّثات التي تؤثّر على البيئة. مع ذلك، فإنّ التأثيرات السلبية لزيادة الكربون في الغلاف الجوّي قد تزايدت في العشر سنوات الأخيرة. يؤدّي إنتاج واستخدام الوقود الأحفوري إلى انبعاث غاز الميتان، ثاني أكسيد الكربون، وأوّل أكسيد الكربون، وهي العوامل الأكثر أهمّية التي تساهم في الانبعاثات الضارّة للبيئة على كوكبنا. بالإضافة إلى ذلك، الفحم

والنفـط، بما في ذلك البنزيـن والميتان، تستخدم عادةً للنقل أو توليد الكهرباء. لذلك يعدُّ حرق هذا الوقـود الأحفـوري هو المصدر الأكـبر للانبعاثات عنـد استخدامه لتوليد الكهربـاء، والنقل، الخ... مع ذلـك، تعدُّ هـذه المـوارد من مصـادر الطاقة المستنفذة حيث يتـم استهلاكها بطريقة لن تكون مستدامة.

الطاقة هي حاجة أساسيـة لوجود المجتمعات البشريـة ونموّهـا! وبالتـالي ازدادت الحاجة إلى الطاقـة تدريجياً مع تقـدّم الحضـارة الإنسانية. إضافةً إلى ذلك، في العقـود القليلة الماضية، أدّى الارتفـاع السريـع في عدد سكان العـالم واعتماده علـى التطـوّرات التكنولوجيـة إلى زيـادة الطلب على الطاقة. عـلاوةً على ذلك، تؤدّي التكنولوجيا الخضـراء في مصادر الطاقة دوراً مهمّاً في توفير إمـدادات الطاقـة بشـكل مستـدام، وخاصـةً في التخفيف من آثار تغيّر المُناخ.

في الوقـت الحالي، يظلّ الوقـود الأحفوري هو المهيمن، وسيظـلّ المصدر الأساسـي للطلقة على نطاق واسـع في المستقبل المنظور. مع ذلك، ينبغي للطاقة المتجدّدة أن تـؤدّي دوراً حيوياً في مستقبل الطاقة العالمي، ويشهد نظام الطاقة العالمي حركة مهمّة نحو مصادر أكثر استدامة.

بلغ توليد الطاقة من مـوارد الوقود الأحفوري ذروتـه، في حـين مـن المتوقّـع أن تكـون الطاقـة الشمسيـة في طليعـة توليد الكهربـاء في المستقبل القريـب. علاوةً على ذلك، مـن المتوقّع أنّه بحلول عـام 2050، سيرتفع توليـد الطاقة الشمسية إلى 48% بسبب النمو الاقتصادي والصناعي.

في السنـوات الأخـيرة، أصبـح مـن الواضـح بشكل متزايد أنّ العالم يجب أن يقلّل من انبعاثات الغـازات المسبّبة للاحتباس الحـراري حتى حلول عـام 2050، ومـن الناحيـة المثالية نحـو الصفر الصـافي، وذلـك إذا أردنا تحقيق هـدف اتفاقية باريس للحـدّ من ارتفاع درجات الحـرارة عالمياً. الانبعاثـات الصفريـة الصافيـة تكمـل سيناريو تقييم التنميـة المستدامة بحلول عام 2050. وفقاً للسيناريـو المتّفق عليـه للتنميـة المستدامة، يتعيّن علـى العديد من الاقتصاديـات الصناعية تحقيق انبعاثات صفرية صافيـة بحلول عام 2050. ومع ذلك جلبت الانبعاثـات الصفرية الصافية بحلول عـام 2050 أوّل نمـوذج تفصيلي لوكالـة الطاقة الدوليـة حـول الإستراتيجيـة المطلوبـة على مدى السنوات العشر المقبلـة لتحقيق انبعاثات كربونية صافية صفرية في جميـع أنحاء العالم بحلول عام 2050.

تمّ تحديـد الإحصائيـات العالميـة لانبعاثـات الغـازات المسبّبـة للاحتباس الحـراري في عـام 2019، كان هنـاك انخفاض بنسبـة 1% في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من صناعة الطاقة، حيـث انخفـض هذا الرقـم بنسبـة 7% فى عام 2020 بسبـب أزمـة كوفيـد 19، وبالتـالي، يشير ذلـك إلى انخفاض في توليد الطاقـة من الفحم الـذي تعرّض للضغـط بسبب خفض احتياجات الطاقـة في ذلك الوقـت، ونمو مصـادر الطاقات المتجدّدة، والتحـوّل بعيداً عن الوقـود الأحفوري. أمّا في عـام 2020، فقد تمّ توسيع صناعة الطاقة وتوليـد 13 غيغـا طن مـن ثاني أكسيـد الكربون، وهـو ما يمثّـل 40% من إجمـالي انبعاثات قطّاع الطاقـة العالمي المتعلّقة بغاز ثاني أكسيد الكربون. تراجـع إنتـاج الكهرباء السنـوي إلى مستويات ما قبـل الأزمة بحلول عـام 2021، علـى الرغم من

أنّ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطّاع الطاقة ستنمو قليلاً فقط بسبب مزيج الوقود المتغيّر قبل أن تظلّ ثابتة تقريباً حتى عام 2030.

لذلك، وبناءً على المعلومات المذكورة أعلاه، فإنّ من مميّزات تكنولوجيا الطاقة الشمسية أنّها مصدر طاقة متجدّدة ونظيفة ومتوفّرة بكثرة وذات تكاليف أرخص، وصيانة أقل، وصديقة للبيئة، وذلك على سبيل المثال لا الحصر. تكمن أهمّية هذه المقالة في تسليط الضوء على تطبيقات الطاقة الشمسية لضمان التنمية المستدامة. وبالتالي فهي أمر حيوي للعلماء الباحثين والمهندسين والعملاء على حدّ سواء. ويكمن الهدف الأساسي لهذه المقالة في رفع الوعي العام ونشر ثقافة استخدام الطاقة الشمسية في الحياة اليومية، وأيضاً المضي قدماً، نحو الأفضل.

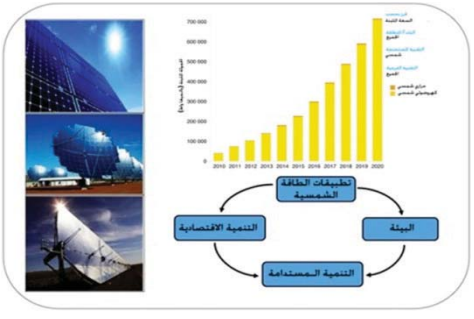
نطاق هذه المقالة هو كما يلي: القسم الأول يمثّل ملخّصاً للمقدّمة. القسم الثاني يمثّل ملخّصاً للطاقة المركّبة وتطبيقات الطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم. القسم الثالث يقدّم دور الطاقة الشمسية في التنمية المستدامة وفرص التوظيف المُتاحة. القسم الرابع يمثّل المنظور العام للطاقة الشمسية وأخيراً يحدّد الاستنتاجات والتوصيات للعمل المستقبلي.

1 – القدرات المركبة وتطبيقات الطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم.

1.1 – القدرات المركبة للطاقة الشمسية

يعود تاريخ الطاقة الشمسية إلى القرن السابع عندما تمّ استخدام المرايا التي تعمل بالطاقة الشمسية في عام 1893. تمّ اكتشاف التأثير الكهروضوئي بعد عقود عديدة، حيث قام العلماء بتطوير تقنية توليد الكهرباء، وبناءً على ذلك، وبعد سنوات عديدة من البحث والتطوير، من قبل العلماء في جميع أنحاء العالم، تمّ تصنيف تكنولوجيا الطاقة الشمسية إلى اثنتين من التطبيقات الرئيسية: الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية الحرارية.

تقوم أنظمة الطاقة الكهروضوئية بتحويل طاقة الشمس إلى كهرباء باستخدام الألواح الشمسية. أصبحت هذه الأجهزة الكهروضوئية بسرعة الخيار الأرخص لتوليد الكهرباء الجديدة في مواقع عديدة حول العالم وذلك بسبب انتشارها في كل مكان. على سبيل المثال، خلال الفترة من 2010 إلى 2018، انخفضت تكاليف توليد الكهرباء من محطّات الطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة 77%. إضافةً إلى ذلك، توسّع تقدّم القدرة المركّبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بمقدار 100 ضعف بين عامي 2005 و2018. وبالتالي، برزت الطاقة الكهروضوئية كمكوّن رئيسي في نظام الطاقة المستدامة المنخفض الكربون المطلوب لتوفير الوصول إلى الكهرباء الموثوقة والجديرة بالثقة والسعر المعقول، والمساعدة في تنفيذ اتفاقية باريس للمُناخ وتحقيق أهداف عام 2030.



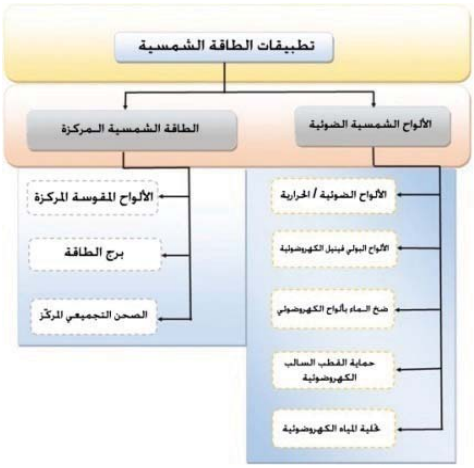
الطاقة الشمسية المركبة في جميع أنحاء العالم

لقد زادت الطاقة المركّبة للطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم بسرعة لتلبية الطلب على الطاقة. ارتفعت القدرة المركّبة لتكنولوجيا الطاقة الكهروضوئية من عام 2010 إلى 2020 من 40334 إلى 709674 ميغاوات، في حين أنّ القدرة المركبة لتطبيقات الطاقة الشمسية المركّزة، والتي كانت 1266 ميغاوات في عام 2010، قد زادت بعد عشر سنوات إلى 6479 ميغاوات. ممّا يدلّ على أنّه قد تمّ انتشار تقنية الطاقة الكهروضوئية أكثر من تطبيقات الطاقة الشمسية المركّزة بشكل ملحوظ... لذلك، فإنّ الألواح الشمسية الكهروضوئية المستقلّة والألواح الكهروضوئية المتّصلة بالشبكة الواسعة النطاق تستخدم على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم وتستخدم أيضاً في تطبيقات الفضاء.

2.1 – تطبيقات الطاقة الشمسية

يمكن الحصول على الطاقة مباشرةً من الشمس، وهو ما يسمّى عالمياً بالطاقة الشمسية. لقد كان هناك نموٌّ في تطبيقات الطاقة الشمسية، حيث يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء، وتحلية المياه، وتوليد الحرارة... إلخ. تصنيف تطبيقات الطاقة الشمسية هو كما يلي: (1) الطاقة الشمسية الكهروضوئية، (2) الطاقة الشمسية المركّزة

الخلايا الشمسية هي أجهزة تقوم بتحويل ضوء الشمس مباشرةً إلى كهرباء، يتمّ استخدام مواد أشباه الموصلات النموذجية لتشكيل جهاز خليّة شمسية كهروضوئية. تعتمد خصائص هذه المواد على الذرّات التي تحتوي على أربعة إلكترونات في مدارها الخارجي أو غلافها. المواد شبه الموصلة هي من المجموعة الرابعة في الجدول الدوري أو خليط من المجموعتين الرابعة والثانية، الأخيرة معروفة باسم أشباه موصلات من المجموعتين الثانية والسادسة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لمزيج الجدول الدوري من عناصر المجموعتين الثالثة والخامسة أن يحقّق المُراد من مواد هاتين المجموعتين.



تصنيف تطبيقات الطاقة الشمسية

الأجهزة الكهروضوئية تسمّى غالباً الخلايا الشمسية، وهي أجهزة إلكترونية تعمل على تحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية. تعدُّ الطاقة الكهروضوئية أيضاً واحدةً من تقنيات الطاقة المتجدّدة سريعة النمو في الوقت الحاضر. وبالتالي، من المتوقّع أن تؤدّي دوراً مهمّاً في مزيج توليد الكهرباء العالمي على المدى الطويل.

يمكن دمج أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية لتوفير الكهرباء على مستوى تجاري أو تركيبها في وحدات أصغر في شبكات صغيرة أو للاستخدام الفردي. استخدام وحدات الطاقة الكهروضوئية في عدد أقل من الشبكات الصغيرة

يعدُّ وسيلة رائعة لتوفير الكهرباء لأولئك الذين لا يعيشون بالقرب من خطوط نقل الطاقة، وخاصّةً في البلدان النامية التي تتمتّع بموارد وفيرة من الطاقة الشمسية. في العقد الأخير، انخفضت تكلفة إنتاج وحدات الطاقة الكهروضوئية بشكل كبير، لا يقتصر الأمر على توفير إمكانية الوصول إليها فحسب، بل يجعلها في بعض الأحيان أقل أشكال الطاقة تكلفةً. تتمتّع الطاقة الكهروضوئية بعمر افتراضي يصل إلى 30 عاماً، وتصنع بنماذج مختلفة بناءً على نوع المادّة المستخدمة في إنتاجها.

الطريقة الأكثر شيوعاً لتقنية تحلية المياه بالطاقة الشمسية الكهروضوئية المستخدمة لتحلية مياه البحر أو المياه المالحة هي التحليل الكهربائي. لذلك فإنّ وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية متّصلة مباشرةً بعملية تحلية المياه. تعتمد هذه التقنية على استخدام التيّار الكهربائي المباشر لإزالة الملح من مياه البحر أو المياه المالحة.

تتضمّن تقنية الطاقة الكهروضوئية الحرارية وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية التقليدية مقترنةً بمجمّع حراري مثبّت على الجانب الخلفي من الوحدة الكهروضوئية لتسخين الماء المنزلي مسبقاً. وبالتالي، فإنّ هذا يتيح تحويل جزء أكبر من الطاقة الشمسية الواردة إلى المجمّع إلى طاقة كهربائية وحرارية مفيدة.

المبنى الخالي من الطاقة هو مبنى مصمّم لانبعاثات طاقة صافية صفرية من دون أن ينبعث منه أي غاز ثاني أكسيد الكربون. يتم دمج تقنية الطاقة الكهروضوئية المتكاملة في المباني مع مصادر الطاقة الشمسية والأجهزة المستخدمة من أجل توفير احتياجات الطاقة. وبالتالي، فإنّ بناء أنظمة الطاقة الكهروضوئية المتكاملة التي تستخدم الطاقة الحرارية يتضمّن تقنيات إبداعية مثل التبريد بالطاقة الشمسية.

يتمّ استخدام نظام ضخّ المياه الكهروضوئي عادةً لضخّ المياه في المناطق الريفية والصحراوية. يتكوّن النظام من وحدات الطاقة الشمسية التي تشغل المضخّة وتنقل المياه إلى الموقع الذي يحتاجه. يعتمد معدّل ضخّ المياه على العديد من العوامل مثل ارتفاع مستوى الضخ، مسافة تقلّ المياه، وكثافة أشعّة الطاقة الشمسية، وما إلى ذلك.

تمّ تصميم نظام الحماية الكاثودية (القطب السالب) الذي يعمل بالطاقة الكهروضوئية لتوفير نظام حماية كاثودية للتحكّم في تآكل (صدأ) سطح المعدن. تعتمد هذه التقنية على التيّار الهائل المكتسب من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، ويتمّ استخدامه عند دفن خطوط الأنابيب والخزّانات والهياكل الخرسانية تحت الأرض، وما إلى ذلك.

تستخدم تقنية الخلايا الكهروضوئية المركّزة إمّا المكثّفات الانكسارية أو العاكسة لزيادة أشعّة ضوء الشمس إلى الخلايا الكهروضوئية، وهي تستخدم عادةً الخلايا الشمسية عالية الكفاءة والتي تتكوّن من طبقات عديدة من المواد شبه الموصلة التي تتكدّس بعضها فوق بعض. تتمتّع هذه التقنية بكفاءة تصل إلى 47%، إضافةً إلى ذلك، تقوم هذه الأجهزة بإنتاج الكهرباء، ويمكن استخدام الحرارة لأغراض أخرى.

بالنسبة لأنظمة الطاقة الشمسية المركّزة، يتمّ تركيز أشعّة الشمس باستخدام المرايا في هذا التطبيق. تقوم هذه الأشعّة بتسخين سائل

ينتـج عنـه بخار يستخـدم في تشغيـل توربين يولّد الكهربـاء. تستخـدم محطّـات الطاقـة الكبـيرة الطاقة الشمسيـة المركّزة لتوليـد الكهرباء. عادةً ما يقوم حقل المرايا بإعادة توجيه الأشعّة إلى برج رفيـع طويل في محطّـة الطاقة الشمسيـة المركّزة. وهكـذا يتم استخدام العديد مـن المرايا المسطّحة الكبـيرة لتتبّـع الشمس وتركيـز ضوئها على جهاز استقبـال في أنظمـة أبـراج الطاقـة، وهـي تُعرف أحيانـاً باسم أجهـزة الاستقبـال المركزية. يمكن استخدام السائل الساخن على الفور لإنتاج البخار أو تخزينه للاستخدام لاحقاً. من الفوائد العظيمة الأخـرى لمحطّـة توليد الطاقـة الشمسيـة المركّزة هي أنّه يمكن بناؤها مـع أملاح منصهرة لتخزين الحرارة وتوليد الكهرباء خارج ساعات النهار.

تستخـدم الصحـون ذات المرايـا في أنظمـة محـرّكات الصحـون لتوجيـه أشعّـة الشمـس وتركيزهـا علـى جهـاز الاستقبـال. يتتبّع مجمع الصحن حركة الشمـس لالتقاط أكبر قدر ممكن من طاقة أشعّة الشمـس. يتضمّن المحرّك أنابيب رقيقـة تعمـل خـارج اسطوانـات المكبـس الأربعة وتفتـح داخـل الأسطوانات التي تحتـوي على غاز الهيدروجـين أو الهليـوم. يتـمّ تشغيـل المكابـس بوساطـة تمدّد الغـاز. أخيراً، تعمـل المكابس على تشغيـل مولّـد كهربائي عـن طريق تدويـر العمود المرفقي (عمود الكامات).

تقنيـة أخرى لمعالجـة الميـاه باستخـدام التناضح (نفوذ) العكسي، تعتمد على الطاقة الشمسية الحرارية واستخدام الطاقة الشمسية المركّزة بوساطة استخدام تقنية الحوض المكافئ. تستخدم عملية تحلية المياه تقنية الطاقة الشمسية المركزة التي تستخدم التكامل الهجين والتخزين الحراري، إضافة إلى التشغيل المستمر والحل الفعّـال من حيـث التكلفـة. يمكـن استخـدام الطاقة الشمسيـة الحراريـة للأغراض المنزلية مثـل المجفّف. في بعض البلدان أو المجتمعـات يتم استخدام ما يسمّى تجفيـف الطعـام تقليديـاً للحفـاظ علـى بعض المواد الغذائية مثل اللحوم والفواكه والخضروات.

2 – دور الطاقـة الشمسيـة في التنمية المستدامة

يتمّ تعريف تنمية الطاقـة المستدامة على أنّها تطوير قطـاع الطاقة من حيـث توليدها وتوزيعها واستخدامها على أساس قواعد مستدامة. ستؤثّر أنظمـة الطاقـة بشكل كبير علـى البيئة في كلّ من البلـدان المتقدّمـة والنامية. وبالتـالي، يجب على نظـام الطاقـة المستدامـة العالمـي أن يعمـل على تحسين الكفاءة وخفض الانبعاثات.

يتم بناء سيناريو التنمية المستدامة على أساس المنظـور الاقتصادي. كمـا يدرس الأنشطة التي ستكـون مطلوبة لتحقيق أهـداف الفوائد المُناخية المشتركـة الطويلة الأجل، الهواء النظيف وأهداف الوصول إلى متطلّبات الطاقـة. تستند التفاصيل قصيرة المـدى إلى إستراتيجية التعـافي المستدام وفقـاً لاتفاقيـة البيئـة الدولية، والتـي تهدف إلى تعزيز الاقتصـاد والتنمية من خلال تطوير البنية

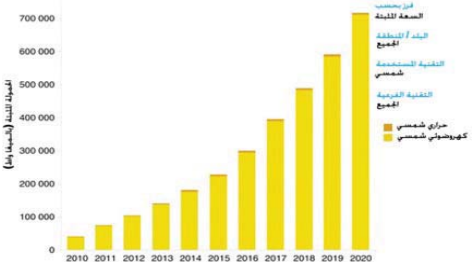
التحتيــة للطاقة الأكــثر نظافة وموثوقيــة. إضافة إلى ذلــك، تشمــل التنميــة المستدامــة الاستفادة مــن تطبيقات الطاقــة المتجدّدة، تقنيــات الشبكة الذكيــة، أمــن الطاقــة، تسعــير الطاقــة، ووجود سياسة طاقة سليمة.

يمكن أن تساعــد الاستجابة لجانب الطلب في تلبيــة متطلّبات المرونة لأنظمة الكهرباء من خلال تحريــك الطلب بمــرور الوقت. نتيجــةً لذلك، يتمّ تكامــل التقنيات المتجــدّدة للمساعــدة في تسهيل طلب الحمولات القصــوى، الحفاظ على استقرار الأنظمــة، تقليــل التكاليــف الإجماليــة وانبعاثات ثــاني أكسيــد الكربــون. يتــمّ حاليــاً استخــدام استجابة جانب الطلب في الغالب في أوربا وأمريكا الشماليــة، حيــث إنّهــا تستهدف في المقــام الأول عملاء الكهرباء التجاريين والصناعيين الكبار.

تشكّل المعايــير الدولية عنصراً أساسياً للبنية التحتية عالية الجودة وإرساء التقارب التشريعي. إنّ زيــادة المنافســة ودعــم الابتــكار سيسمــح للمشتركــين بالمشاركة في سوق الطاقــة الشمسية الكهروضوئيــة العالمية. قد تستفيــد بلدان عديدة إضافية من المشاركة بشكل أكثر نشاطاً في تطوير معايير الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وقد تبنّت الدول الرائدة في تصنيع وتطوير الطاقة الشمسية الكهروضوئيــة المعايــير العالميــة لهــذه الطاقــة، وساهمت بشكل كبير في تطويــر الطاقة النظيفة. إنّ المساعــدة الإضافيــة وبنــاء القــدرات لتعزيز البنية التحتيــة الجيدة في الاقتصاديــات النامية قد يساعد أيضــاً في دعم التنفيذ الأوسع والجودة العالية لمعايــير الطاقــة الشمسيــة الكهروضوئية الدوليــة. وبالتــالي، دعــم الجمــع بــين المتطلّبات والأطــر القانونيــة لتحقيــق التنسيــق وإعطــاء زخم إضــافي لتجارة منتجــات الطاقــة الشمسية الكهروضوئية الآمنة وعالية الجودة.

إنّ نشــر الطاقــة الشمسيــة الكهروضوئيــة وغيرهــا مــن الطاقــات المتجــدّدة بشــكل مستمر مــن شأنه أن يعــزّز البنية التحتيــة الوطنية. على سبيل المثــال، يمكن نشر بدائل الطاقــة الشمسية خــارج الشبكة، مثــل الأنظمة المستقلّــة والشبكات الصغيرة بسهولة لمساعدة مرفق الرعاية الصحّية في تحســين مستــوى خدماتهــا وتشغيــل مواقــع الاختبار المحمولة ومــبرّدات التطعيم. إضافة إلى المساعــدة في الأزمات الطبّيــة الفورية. قد يساعد اعتماد الطاقة الشمسية الكهروضوئية في تحسين الاقتصاد بعد تفشّــي فيروس كورونا المستجد، ولا سيمــا من خــلال توفير فرص العمــل في قطاعات الطاقة المتجــدّدة، والتي من المتوقّــع أن تصل إلى 40 مليون فرصة عمل في عام 2050.

إنّ الإطــار المعتمــد لتنمية الطاقــة المستدامة مــن خــلال تطبيــق الطاقــة الشمسيــة هــو أحــد الطــرق لتحقيــق هذا الهــدف. مع التوفّــر الكبير لمــوارد الطاقــة الشمسيــة في تطبيقــات الطاقــة الكهروضوئية والطاقــة الشمسية المركزة، يمكننا التحرّك نحو الطاقة المستدامة.



الطاقات المولّدة بوساطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة

تمّ تقييم الاعتبارات البيئية لمثل هذه التطبيقات بما في ذلك جانب الظروف البيئية وظروف التشغيل، وما إلى ذلك. فهي نظيفة وصديقة للبيئة وأيضاً توفّر الطاقة. علاوةً على ذلك، لا تحتوي هذه التكنولوجيا على أجزاء قابلة للاستبدال، مع إجراءات صيانة منخفضة وطول العمر.

يتمّ النظر في التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال تأمين فرص العمل للمجتمع وتوفير خيارات طاقة أعمق. كما يمكن أن يؤدّي ذلك إلى تحسين دخل الناس، وبالتالي رفع مستويات المعيشة. لذلك، تعدُّ الطاقة ذات أهمية قصوى، وتعدُّ العنصر الأكثر حيوية في حياة الإنسان والتقدّم الاجتماعي والتنمية الاقتصادية.

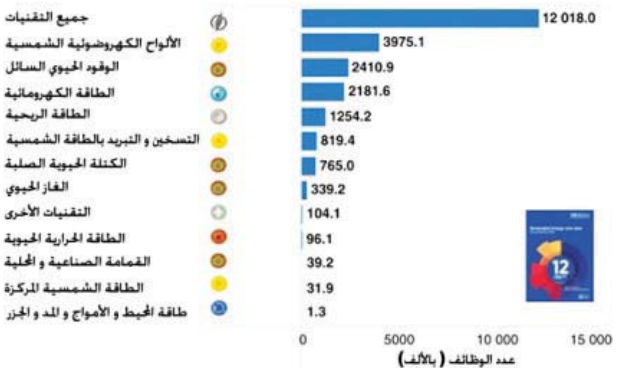
مع بذل الجهود لزيادة التحوّل في مجال الطاقة نحو أنظمة الطاقة المستدامة، من المتوقّع أن يشهد العقد القادم ازدهاراً مستمراً للطاقة الشمسية وجميع تقنيات الطاقات النظيفة، يرى العلماء في جميع أنحاء العالم أنّ البحث والابتكار يشكّلان دافعاً كبيراً لتعزيز فعّالية تكنولوجيا تطبيقات الطاقة الشمسية.

2 – 1 فرص العمل في مجال الطاقة الشمسية

ازدهر سوق العمل مع نشر تكنولوجيا الطاقة الشمسية المتجدّدة. فقد أوجدت تطبيقات تكنولوجيا هذه الطاقة المتجدّدة 12 مليون فرصة عمل حول العالم. كان تطبيق الطاقة الشمسية الكهروضوئية رائداً، حيث إنّه أوجد ثلاثة ملايين فرصة عمل. في الوقت نفسه، وفي حين أنّ تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية مثل التسخين والتبريد قد حقّقت 819 ألف وظيفة، فإنّ الطاقة الشمسية المركّزة حقّقت 31 ألف وظيفة.

وفقاً للتقارير، على الرغم من أنّ الأسواق الكبرى مثل الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد الأوربي والصين لديها أعلى استثمار في وظائف الطاقات المتجدّدة، فقد برزت دول آسيوية أخرى كلاعبين متميّزين في صناعة الألواح الشمسية الكهروضوئية.

لقد وفّرت الطاقة الشمسية فرص عمل أكثر من مصادر الطاقات المتجدّدة الأخرى. على سبيل المثال، في البلدان النامية، كان هناك نموٌّ في فرص العمل لتطبيقات الطاقة الشمسية التي تعمل في تشغيل المشروعات الصغيرة. ومن ثم، فقد كان لها دور كبير في القضاء على الفقر، وهو ما يعدُّ الهدف الأساسي للتنمية المستدامة للطاقة. لذلك، تؤدّي الطاقة الشمسية دوراً مهمّاً في تحقيق أهداف الاستدامة من أجل محطّات كهرباء أفضل وبيئة أنظف.



فرص العمل في مجال الطاقة الشمسية

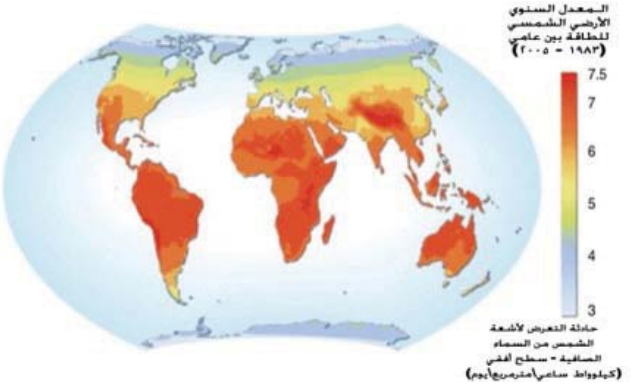
توزيع فرص العمل في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم عبر القارّات على النحو التالي: كان هناك نسبة 70% فرص عمل متاحة

في تطبيقات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في قارّة آسيا، بينما نسبة 10% متاحة في أمريكا الشمالية، ونسبة 10% متاحة في أمريكا الجنوبية، ونسبة 10% متاحة في أوربا. يوضّح الجدول التالي أفضل 10 دول في مجال الوظائف ذات الصلة في قارّة آسيا وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية وأوربا.

القارّة	البلد	فرص العمل المتوفرة (ملايين فرص عمل)
آسيا	الصين	2.240
آسيا	اليابان	0.250
أمريكا الشمالية	الولايات المتحدة	0.240
آسيا	الهند	0.205
آسيا	بنغلادش	0.145
آسيا	فيتنام	0.055
آسيا	ماليزيا	0.050
أمريكا الجنوبية	البرازيل	0.040
أوربا	ألمانيا	0.030
آسيا	الفلبين	0.020

3 – آفاق الطاقة الشمسية

يمكن أن تحقّق استثمارات الطاقة الشمسية أهداف الطاقة وحماية البيئة عن طريق تقليل انبعاثات غازات الكربون التي لها تأثير ضار على تنمية البلاد. في البلدان الواقعة في حزام الشمس، توجد إمكانيات كبيرة للطاقة الشمسية، حيث توجد وفرة من الإشعاع الشمسي الأفقي العالمي على مدار العام. وبالتالي، فإنّ هذه البلدان، بما في ذلك المشرق العربي، استراليا، أمريكا الشمالية، الصين، الولايات المتحدة، جنوب إفريقيا، على سبيل المثال لا الحصر، لديها الكثير من الإمكانيات لتكنولوجيا الطاقة الشمسية. متوسّط كثافة الطاقة الشمسية السنوية 2800 كيلو وات ساعي للمتر المربّع، ومتوسّط كثافة الطاقة الشمسية اليومية 7.5 كيلو وات ساعي للمتر المربّع.



خريطة الإشعاع الشمسي العالمي

توزيع الإشعاع الشمسي وشدّته هما عاملان مهمّان يؤثّران على كفاءة تكنولوجيا الطاقة الشمسية الكهروضوئية، ويختلف ذلك العاملان من بلد لآخر. لذلك، من الضروري أن ندرك أنّ بعض الطاقة الشمسية تهدر لأنّها لا تستغل. من ناحية أخرى، الإشعاع الشمسي وفير في العديد من البلدان وخاصةً في البلدان النامية في جميع أنحاء العالم.

استفادت صناعة الطاقة الكهروضوئية مؤخّراً من العولمة، ممّا سمح بتحسينات هائلة في مستوى الاقتصاديات، في حين أنّ التكامل

الرأسي أوجد سلاسل قوية القيمة، مع حصول الشركات المصنّعة على المواد من عدد متزايد من المورّدين، انخفضت الأسعار، في حين تمّ الحفاظ على الجودة. علاوةً على ذلك، فإنّ سوق أجهزة الطاقة الشمسية الكهروضوئية المنتشرة في جميع أنحاء العالم بدأ ينمو بسرعة، ممّا أوجد فرصاً تمكّن شركات الطاقة الشمسية من الاستفادة من المساعدة الحكومية الكبيرة في الاكتتاب والإعانات وفوائد رخص التداول وتدريب القوى العاملة ذات الكفاءة، في حين عزّز التنافس التحرّك لمواصلة الاستثمار في الأبحاث والتطوير في القطاعين العام والخاص على السواء.

أثر تفشي فيروس كورونا على مستوى العالم على سلاسل التوريد عبر الحدود، والمستثمرين العاملين في قطاع الطاقات المتجدّدة. نتيجةً لذلك، قد تكون هناك حاجة لمزيد من التنوّع في عمليات سلسلة توريد الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المستقبل لتعزيز المرونة طويلة الأجل في مواجهة الصدمات الخارجية.

من الضروري إنشاء بنية تحتية عالية الجودة تعمل بشكل جيد لتوسيع توزيع تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية خارج الحدود، وتسهيل دخول الشركات الجديدة إلى سلاسل الطاقة الشمسية الكهروضوئية المفيدة. إضافة إلى ذلك، فإنّ نظام البنية التحتية القويّة للجودة يعدُّ أداة مهمّة لمساعدة الشركات المحلّية في تلبية متطلّبات الأسواق التجارية. علاوةً على ذلك، يمكن للبنية التحتية عالية الجودة أن تساعد في تقليل المخاطر المرتبطة بعدم الكفاءة والسلع الفاشلة، ممّا يحدّ من تطوير وتحسين وتصدير هذه التقنيات. تعمل الحكومات في جميع أنحاء العالم، وبمستويات مختلفة، على إنشاء بنى تحتية عالية الجودة، بما في ذلك استخدام علم المترولوجي، أي علم القياس وتطبيقاته، الأنظمة، إجراءات الاختبار، الاعتماد، الشهادات، ومراقبة السوق.

يعتمد المشهد على عملية مستمرّة من التقدّم التكنولوجي والتعلّم. ويتمّ تحديد سرعته من خلال نشره، والذي يختلف وفق السيناريو. اتجاهات الإنفاق تدعمها تفضيل السياسة لمصادر الطاقة منخفضة الكربون، على وجه الخصوص، في سيناريوهات زيادة التغيير في الطاقات. يتم تقديم التقنيات الناشئة وتنفيذها بأسرع ما يمكن في تاريخ الطاقة. كانت محطّات الطاقة الشمسية المركّزة في الاستخدام منذ أوائل الثمانينات وتوجد حالياً في جميع أنحاء العالم. تنتج محطّات الطاقة الشمسية المركّزة في الولايات المتّحدة حالياً 800 ميغاوات من الكهرباء سنوياً، وهو ما يكفي لتزويد 500،000 منزل بالطاقة. الآن، يمكن لسوائل نقل الحرارة في الطاقة الشمسية المركّزة التي يتمّ تطويرها أن تعمل عند درجة حرارة 1288 درجة مئوية، وهي أعلى من درجة حرارة السوائل الموجودة حالياً، وذلك من أجل تحسين كفاءة أنظمة الطاقة الشمسية المركّزة، وبالتالي خفض تكلفة الطاقة المولّدة باستخدام هذه التكنولوجيا. ونتيجة لذلك، ينظر إلى الطاقة الشمسية المركّزة على أنّها ذات مستقبل مشرق، مع القدرة على تقديم طاقة متجدّدة واسعة النطاق يمكنها أن تكمل وتحل محلّ تقنيات إنتاج الكهرباء التقليدية. ألقى مشروع ديزيرتك (تكنولوجيا الصحراء) الضوء على إمكانية استخدام الطاقة الشمسية المركزة في مناطق الصحراء المشمسة. عند اكتماله، سوف يتمتّع

هذا المشروع الاستثماري بأكبر قدرة على توليد الطاقة في العالم بوساطة محطّة الطاقة الشمسية المركّزة، والذي يهدف إلى نقل الطاقة من أمريكا الشمالية إلى أوربا.

انخفضت تكاليف تصنيع المواد اللازمة لأجهزة الطاقة الكهروضوئية في الآونة الأخيرة، والتي من المتوقّع أن تعوّض الاحتياجات وتزيد الطلب العالمي على الكهرباء. الطاقة الشمسية هي مصدر طاقة متجدّدة ونظيفة وصديقة للبيئة. لذلك، ينبغي الاستفادة على نطاق واسع من تقنية تطبيق الطاقة الشمسية الكهروضوئية. على الرغم من أنّ تكنولوجيا الطاقة الكهروضوئية كانت دائماً قيد التطوير لمجموعة متنوّعة من الأغراض، وحقيقة أنّ الخلايا الشمسية الكهروضوئية تحوّل الطاقة المشعّة من الشمس مباشرةً إلى طاقة كهربائية يعني أنّه يمكن تطبيقها في مركبات الفضاء وكذلك في التطبيقات الأرضية.

بطريقة أو بأخرى، يتمتّع قطاع الطاقات المتجدّدة بأكمله بتميّزه على صناعات الطاقات الأخرى. إنّ خطوة تطوير الطاقة طويلة المدى تحتاج إلى مصدر طاقة لا ينضب، ويمكن الوصول إليها ببساطة وبشكل سهل في عملية التجميع. تشرق الشمس فوق الأفق كلّ يوم حول العالم وتترك وراءها 108–1018 كيلو وات في الساعة من الطاقة، وبالتالي، فإنّ هذا أكثر ممّا قد تحتاجه البشرية على الإطلاق لتحقيق رغبتها في الحصول على الكهرباء.

التكنولوجيا التي تحوّل الإشعاع الشمسي إلى كهرباء معروفة جيداً وتستخدم الخلايا الكهروضوئية، والتي هي بالفعل قيد الاستخدام في جميع أنحاء العالم. إضافة إلى ذلك، تتوفّر اليوم تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية المختلفة، بما في ذلك الخلايا الشمسية الهجينة والخلايا الشمسية غير العضوية والخلايا الشمسية العضوية. حتى

الآن، كانـت أجهزة الطاقـة الشمسية الكهروضوئية المصنوعة من السيليكون هي الرائدة في سوق الطاقة الشمسية. ومع ذلك، فإنّ هذه الخلايا الشمسية لها عيوب معينة، مثل ارتفاع الإنفاق على المواد، والإنتاج الـذي يستغرق وقتاً طويـلاً، وما إلى ذلك. من المهم هنا أن نذكر التحدّيـات التشغيلية للطاقة الشمسية حيـث إنّهـا لا تعمل في ظـروف العواصـف الرملية. تستخـدم بطاريات تخزيـن الطاقـة الكهروضوئية على نطاق واسـع لتقليل التحدّيـات والحصول على موثوقية عالية. لذلك تمّ إجراء محاولات للعثور على مـواد بديلة لمعالجة هذه القيـود. في الوقت الحالي، يواجـه هذا التصنيف تحدّياً يتمثّـل في تطوّر الجيل الناشئ من أجهزة الطاقـة الشمسية الكهروضوئية القائمة على البيروفسكايت، المواد الهجينة العضوية وغير العضوية.

4 - خاتمة

تسلّـط هذه المقالة الضوء علـى أهمّية التنمية المستدامـة للطاقة. ومن شأن الطاقة الشمسية أن تساعد في استقـرار أسعار الطاقة وتقديم العديد من الفوائد الاجتماعية والبيئية والاقتصادية. وقد تجلّى ذلك من خلال مساهمة الطاقة الشمسية في تحقيـق التنمية المستدامة من خـلال تلبية الطلب علـى الطاقة وخلق فرص العمل وحمايـة البيئة، ومن ثمّ ينبغي الاستثمـار في عنصر حاسم للغاية للاستدامـة طويلـة الأمـد. استنـاداً إلى الحالـة الحالية لموارد الوقود الاحفوري، والتي تعدُّ مصادر طاقة أساسيـة مساعدة، فإنّ إيجاد تقنية مبتكرة لنشـر تكنولوجيـا الطاقـة النظيفة أمـر ضروري ومتوقّع، وذلك على الرغم من أنّ الطاقة الشمسية لم تصل بعد إلى مرحلة النضج في التطوير، خاصةً تكنولوجيـا الطاقـة الشمسية المركّـزة. بالإضافة إلى ذلك، مع التطوّرات المتزايدة في أنظمة الطاقة الكهروضوئيـة، كان هنـاك ارتفاع كبير في الطلب علـى فرص تكنولوجيـا الطاقـة الكهروضوئية في جميع أنحـاء العالم. هناك حاجـة إلى المزيد من العمل لتطوير استدامة الطاقة والنظر في مصادر الطاقـة النظيفة الأخرى. علاوةً على ذلك، هناك حاجة إلى عملية تجريبية حقيقية شاملة لمثل هذه التطبيقات لتطوير مصادر طاقة أنظف ومن أجل إزالة الكربون من كوكبنا.

طاقة الرياح البحرية بين الواقع والمستقبل

أ.د.عائشة علي اليوسف*

تمتلك البحار والمحيطات أهمّية عظيمة لامتلاكها ثروات عديدة ومفيدة التي تجعلها محرّكاً للاقتصاد العالمي، من بين الثروات الهائلة الطاقة الزرقاء أو طاقة الرياح البحرية التي هي إحدى المجالات ذات الأولوية لتحقيق النمو المستدام، حيث تعدّ الرياح البحرية مصدر طاقة غير محدود ونظيف ومتجدّد يتمّ تقديمه كبديل يسهم في تحقيق أهداف إزالة الكربون.

إنّ الاستفادة من طاقة الرياح البرّية حديثة نسبياً لكنّها تتعرّض لمنافسة طاقة الرياح البحرية التي تجعلها تتراجع لما تمتلكه البحار من رياح قويّة يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء.

الطاقة هي أحد المقوّمات الرئيسة للمجتمعات المتحضّرة، تحتاج إليها كافّة قطاعات المجتمع بالإضافة إلى الحاجة الماسّة إليها في تسيير الحياة اليومية، إذ يتمّ استخدامها في تشغيل المصانع وتحريك وسائل النقل المختلفة وتشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض، كلّ حركة يقوم بها الإنسان تحتاج إلى استهلاك نوع من أنواع الطاقة ويستمدُّ الإنسان طاقته لإنجاز أعماله اليومية والذهنية من الغذاء المتنوّع الذي يتناوله كلّ يوم، إذ يتمّ حرق الغذاء في خلايا الجسم ويتحوّل إلى طاقة. ويمكن تعريف الطاقة: بأنّها قابلية إنجاز تأثير ملموس وهي توجد على عدّة أنواع منها طاقة الرياح وطاقة جريان الماء ومساقطها ويمكن أن تكون مخزونة في مادّة كالوقود التقليدي (النفط، الفحم، الغاز)[1].

أمّا الطاقة المتجدّدة: فهي الطاقة من المصادر التي تتجدّد بشكل طبيعي ولكنّها محدودة التدفّق.

أستاذ التخطيط الإقليمي - جامعة حلب.

الموارد المتجدّدة تكاد لا تنضب من حيث المدّة ولكنّها محدودة في كمّية الطاقة المتاحة لكلّ وحدة زمنية.

تتميّز الطاقة المتجدّدة بسهولة توافرها والعثور عليها في كلّ مكان وبأسعار زهيدة، ولا تسبّب أي ضرر بالبيئة، وتوفّر المخزون الطبيعي من الفحم والبترول لاستخدامات أخرى، وتساعد في نمو الاقتصاد وتتجدّد باستمرار...

لتعريف طاقة الرياح نعرِّف الرياح: عبارة عن هواء متحرّك حركة أفقية فوق سطح الأرض أو في جوّها، حيث يتحوّل بعض الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض إلى طاقة حركية تؤدّي إلى جعل جزيئات الهواء بحالة حركة مستمرّة. تتمّ حركة جزيئات الهواء بين أماكن ذات ضغوط مختلفة حيث تتحرّك من مناطق الضغط المرتفع إلى مناطق الضغط المنخفض، فالفروق الحرارية بين الأجزاء العليا والسفلى من الجو وما بين خطّ الاستواء والقطبين تعطي الطاقة اللازمة لتحوّل القدرة الحرارية إلى قدرة حركية[2].

ونعرّف طاقة الرياح بأنّها عملية تحويل حركة الرياح إلى شكلٍ آخر من أشكال الطاقة سهلة الاستخدام غالباً كهربائية وذلك باستخدام عنفات (مروحيات)، وقد تكون في البرّ وفي البحر.

طاقة الرياح البحرية هي الطاقة الناتجة من حركة عنفات الرياح المثبّتة في المساحات المائية كالمحيط أو الشاطئ القارّي أو المياه العميقة تكون ببناء مزارع الرياح في وسط مسطّحات مائية كبيرة لتوليد الكهرباء وهي قويّة ومضطربة وأكثر كفاءة من المزارع البرّية التي هي مجموعة كبيرة من توربينات الرياح في مكان واحد.

لا بدّ من التمييز بين الطاقة المتجدّدة والطاقة المستدامة: فتشير الطاقة المستدامة إلى أي مصدر للطاقة مع إمداد كبير بما يكفي لتلبية معدّل الاستهلاك الخاص به، نتيجة لذلك، تلبية احتياجات الطاقة الحالية دون المساس باحتياجات الأجيال القادمة، ليس بالضرورة الطاقة المتجدّدة والمستدامة متشابهة، لكن كلّ شيء متجدّد مستدام والعكس صحيح، تتجدّد مصادر الطاقة المتجدّدة بشكل طبيعي بمرور الوقت ولها تأثير ضئيل في البيئة، لكن بعض المصادر غير مستدامة بسبب طبيعتها المتقطّعة.

الاستدامة مصطلح أوسع يشير إلى الطاقة التي تمتلك إمداداً كبيراً بما يكفي لتلبية معدّل الاستهلاك الخاص بها، لا يمكن أن يكون مصدر الطاقة المتجدّدة مستداماً إذا تمّ استهلاكه بشكلٍ أسرع ممّا يمكنه تجديد نفسه.

أهمّية الطاقة المتجدّدة عموماً وطاقة الرياح البحرية خصوصاً وميزاتها:

للطاقة المتجدّدة أهمّية كبيرة في منع ظاهرة الاحتباس الحراري من التطوّر، فهي تعمل على تقليل الغازات الناتجة كغاز ثاني أوكسيد الكربون والنتروجين والكبريت التي تسهم بشكلٍ كبير في تطوّر ظاهرة الاحتباس الحراري، لذلك فإنّ للطاقة المتجدّدة فوائد عديدة في الحفاظ على المُناخ والبيئة وحماية النظم البيئية والتنوّع الإحيائي. يجب الانتباه إلى استغلالها خاصّة بعد أن أوضحت التجارب انخفاض تكلفة توليد الكهرباء من المصادر المتجدّدة واقترابها من تكلفة توليدها بالطاقة التقليدية.

إنّ تقنية الطاقة المتجدّدة تؤدّي إلى خلق فرص العمل والحدّ من تلوّث الهواء على الصعد المحلّية فضلاً عن الحاجة إلى كمّيات أقل من المياه. بل إنّ تكنولوجيا الطاقة المتجدّدة (الرياح) تكاد

تقتصر على استخدام الموارد المحلّية ممّا يساعد على حماية اقتصاداتنا من الصدمات الخارجية فيما يتعلّق بأمن الطاقة، ولأوّل مرّة في تاريخ قطّاع الكهرباء أصبح ثمّة أثر فعّال يقوم به الأفراد والمجتمعات فيما يتعلّق بتزويدهم بما يحتاجونه من الكهرباء وبهذا أصبحت تكنولوجيا الطاقة المتجدّدة تتصدّر عمليات تغيير يطرأ على نظام يتّسم بمزيد من الديمقراطية في توزيع الطاقة.

إنّ فوائد الطاقة المتجدّدة عموماً والرياح البحرية والبرّية خصوصاً عديدة وواضحة بقدر ما يتّسم بالوضوح أيضاً الحواجز التي تحول بيننا وبين استيعابها؛ فهياكل السوق وغياب الفهم للتقنيات المتجدّدة الناشئة إضافة إلى صعوبة الحصول على التمويل ونقص الأطر التنظيمية وغياب المكافآت مقابل الإحلال محلّ أنواع الوقود الأحفوري الخارجية (ومن ذلك مثلاً الانبعاثات الكربونية وملوّثات الهواء المحلّية) وصغر حجم الأسواق وتخبّط السياسات المتّبعة، كلّ هذا أثّر في الحيلولة دون انتشار الطاقات المتجدّدة، لكن لحسن الحظ وفي ضوء الجهود اليقظة من جانب دوائر الصناعة والحكومات ومؤسّسات التمويل والجهات التنظيمية فإنّ كثيراً من هذه الحواجز أصبحت تتداعى[3].

تتميّز الطاقة المتجدّدة المولّدة من الرياح عن غيرها من مصادر الطاقة المتجدّدة الأخرى أنها أنظف منها، حيث يولّد إنتاج طاقة الرياح أقل كمّية من غازات الاحتباس الحراري على مدار دورة حياته، ويمثّل أقل ضرر محتمل للحياة البرّية، ويمتلك أعلى نسبة استرداد للطاقة [إجمالي الطاقة المنتجة خلال العمر مقسومة على الطاقة المطلوبة للبناء والمحافظة وتغذيتها][4].

لتأكيد الأثر البيئي لطاقة الرياح فإنّها طاقة محلّية متجدّدة لا ينتج عنها غازات تسبّب ظاهرة البيت الزجاجي أو ملوّثات، مثل ثاني أوكسيد الكربون أو أكسيد النيتريك أو الميتان، وبالتالي فإنّ تأثيرها الضار بالبيئة طفيف، وإنّ انبعاث ثاني أوكسيد الكربون من توليد طاقة الرياح أقل الانبعاثات فهو (7 أطنان/غيغاواط في الساعة) ولو قارنّاه بانبعاث ثاني أوكسيد الكربون من الغاز فهو (484 طنّاً/غيغاواط ساعة) ثمّ الأكثر من الفحم (964 غيغا واط ساعة).

(95%) من الأراضي المستخدمة كحقول للرياح يمكن استخدامها في أغراض أخرى مثل الزراعة والرعي، كما يمكن وضع التوربينات فوق المباني، وأظهرت دراسة حديثة أنّ كلّ بليون كيلو واط في الساعة من إنتاج طاقة الرياح السنوي يوفر من (440 إلى 460) فرصة عمل.

هناك أثر سلبي لهذه الطاقة يتمثّل في التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها التي قد تزعج الأشخاص القاطنين بجوار حقول الرياح لذلك يفضّل إنشاء حقول الرياح في مناطق بعيدة عن المناطق السكنية. تتسبّب التوربينات العملاقة أحياناً في قتل بعض الطيور خاصّة في أثناء فترة هجرتهم ويتمّ حالياً دراسة

تأثيرها في انقراض بعض أنواع الطيور، لكنّ النتائج المبدئية تشير إلى أنّ التوربينات ليس لها هذا التأثير الشديد[5].

الاعتبارات المهمّة الواجب مراعاتها عند البدء في اختيار توربينات الرياح البحرية:

هناك تشابه بين عنفات الرياح البرّية والبحرية من حيث المكوّنات الأساسية مبادئ التشغيل وعنفات الرياح القائمة على اليابسة لكن هناك ميزات تجعل العنفات في البحار أكثر تعقيداً في التصميم والتصنيع والتثبيت والتشغيل والصيانة:

1- سرعة الرياح:

تصنّف التوربينات لفئات طبقاً لسرعات الرياح التي من المفترض أن تمرّ عليها، حيث يتمّ تحديد فئات الرياح طبقاً لمواصفات اللجنة الدولية الكهروتقنية (IEC 61400) طبقاً لثلاث عوامل أساسية هي سرعة الرياح بالموقع وسرعة أقصى عاصفة على مدى 50 عاماً ونسبة الاضطراب (الانحراف المعياري) في تغيّر سرعة الهواء منسوبة لسرعة قياسية (15 متراً في الثانية)، وتُقاس كلّ السرعات عند مستوى ارتفاع محور دوران الريش.

تُصنَّف التوربينات طبقاً للسرعات في خمس فئات يُرمز لها بالأرقام اللاتينية من واحد وحتى خمسة، بينما ينسب مستوى الاضطراب لفئتين هما (A&B). ومن البديهي الحاجة إلى أن تكون التوربينة (أقوى) ميكانيكياً وكهربياً كلّما زادت السرعات المتوسّطة والقصوى، لكن لا بدّ أيضاً من ملاحظة أنّ مستوى الاضطراب يؤثّر في تصميم التوربينات حيث كلّما زاد مستوى الاضطراب كلّما كانت الأحمال والإجهادات التصميمية أكبر، لهذا لا بدّ من تحديد مستوى الاضطراب بالموقع (طبقاً لتغيّرات السرعة الحقيقية) وبالتالي تحديد نوع التوربينة المناسبة لها. يُلاحظ أنّ التوربينات المصمّمة لفئات سرعات متوسّطة ومنخفضة وفئات اضطراب (B) تكون متعرّضة لأحمال أقل لهذا يمكن تصميمها بأقطار وارتفاعات أكبر تمكّنها من اقتناص أكبر قدر من الطاقة عند مستويات السرعات المتوسّطة والمنخفضة[6].

هناك نوعان من توربينات الرياح البحرية:

■ توربينات الرياح البحرية ذات الأساسات الثابتة: هي هياكل مثبّتة في قاع المحيط وتصنّف وفق الأساسات المستخدمة في بنائها، أحادية القطبي (أسطوانة فولاذية تدعم البرج المدفون في قاع البحر)، مدعمة بالجاذبية (خرسانة أو فولاذ) منصّة تتطلّب تحضيراً مسبقاً لقاع البحر «سترات» أو «حامل ثلاثي الأرجل» (هياكل تحتوي على 3 أو 4 نقاط ربط)، جميع مزارع الرياح البحرية التجارية في العالم (قرابة 80% منها تقع في بحار شمال أوربا) تمّ تصنيعها باستخدام هذه المفاهيم التكنولوجية ذات الأساس الثابت.

توربينات الرياح البحرية ذات الأساسات الثابتة

■ توربينات الرياح البحرية على منصّة عائمة: توفّر الهياكل العائمة فرصاً حاسمة لصناعة الرياح البحرية وتفتح الباب أمام مواقع جديدة بعيدة عن الساحل، والتي كان من الصعب الوصول إليها تقنياً واقتصادياً، مع مفاهيم تكنولوجيا الأساس الثابتة، وحديثاً تمّ تقييد العمق ليصبح من وضع البنية التحتية للإخلاء الكهربائي تحت الماء والتي يصل عمقها إلى مئات الأمتار، وبالتالي تسمح المفاهيم العائمة بنشر توربينات الرياح في مناطق بحرية كبيرة ذات إمكانات رياح أكبر في المياه العميقة، كما أنّها تسهّل تكوينات الماكينات داخل مزارع الرياح البحرية.

يمكن تصنيف هياكل الدعم من النوع العائم وفقاً لنظام التثبيت في قاع البحر: منصّة أحادية عائمة ومنصّة شبه غاطسة، تسمح المنصّات العائمة باستخدام (TLP) ومنصّة دعم التوتّر تقنيات جديدة تقلّل من التأثيرات البيئية المحتملة مقارنة بالتصميمات الثابتة، وذلك بسبب النشاط الأقل تدخّلاً في قاع البحر في أثناء التثبيت، ونظراً لموقعها البحري فإنّ التأثير البصري والصوتي أقل من تأثير مزارع الرياح البرّية[7].

تتميّز منشآت طاقة الرياح البحرية بخصائص مميّزة مقارنة بالمنشآت البرّية لأنّ موارد الرياح الموجودة في البحر أعلى وأكثر انتظاماً ممّا يؤدّي إلى زيادة توليد الكهرباء من توربينات الرياح بالأبعاد نفسها، علاوة على ذلك فإنّ خشونة السطح السفلي في البحر تتطلّب ارتفاع برج أقل مقارنة بعنفة الرياح الأرضية.

توربينات الرياح البحرية على منصّة عائمة

2- خصائص الموقع:

هناك العديد من العوامل المؤثّرة في اختيار المواقع أهمّها سرعات الرياح ونسب الاضطراب في سرعات الرياح بالموقع، وكذلك طبيعة طبوغرافيا الموقع وتضاريسه التي تؤثّر في توزيع التوربينات، فكلّما كان الموقع ذا طبيعة منبسطة وأبرد مُناخاً كلّما كان أنسب لمشروعات الرياح. تعدّ طبيعة المناطق المحيطة بموقع المشروع ذات أثر بالغ في ارتفاع أو انخفاض سرعات الرياح بالموقع إذ إنّ زيادة السرعة مع الارتفاع (التوزيع الرأسي للرياح) تقلّ مع زيادة خشونة السطح، ويعدّ أفضل الأسطح على الإطلاق الأسطح المائية لأنّ الخشونة منعدمة تقريباً، وثم المواقع المفتوحة التي ليست بها غابات أو تجمّعات سكنية تربية!.

3- سابقة خبرة التوربينات:

حيث إنّه من الأفضل الحرص على أن تكون التوربينات المرغوب في تركيبها قد تمّ تشغيلها وتجريبها بنجاح على نطاق تجاري، وذلك من خلال تقديم معلومات معتمّدة من جهات رسمية تثبت أنّ نوعية التوربينات المقترحة للمشروع

نفسها قد عملت بنجاح لعدد من السنوات تتراوح من عام إلى ثلاثة أعوام في مشروعات تجارية بإتاحة لا تقل عن (95%)[8].

4- البنية التحتية الأساسية اللازمة:

مثل توافر وانتشار شبكات توزيع الكهرباء في نطاقات معقولة، وأيضاً ملاءمة الطرق المحيطة والمؤدّية للمزرعة لعمليات نقل المكوّنات ذات الأقطار والأطوال والأوزان الكبيرة للتوربينات. وكذلك ضرورة توافر الأوناش الضخمة الخاصّة والتقليدية لإنجاز أعمال التوربينات والصيانة... حيث يستلزم تركيب التوربينات ذات القدرات العالية أوناش ضخمة وخاصّة وخبرات تشغيل معيّنة لتلك الأوناش قد تكون غير متوفّرة بالعديد من الدول العربية، وأيضاً ما يرتبط بتلك الأوناش من عمليات نقل وتركيب وصيانة وأطقم عمل مدرّبة للعمل عليها... مع العلم بأنّ مسؤولية إتاحة مسألة الأوناش بتفاصيلها تقع على الشركة التي تتولّى إقامة المشروع وتشغيله.

اقتصاديات تشغيل التوربينات ومكوّنات التوربينة:

تعتمد اقتصاديات طاقة الرياح بصورة كبيرة على سرعة الرياح فعند مضاعفة سرعة الرياح فإنّ القدرة الكهربية الناتجة تصل إلى ثمانية أضعاف الطاقة الأصلية، فالتوربينة التي تعمل بقدرة (1.5 ميغاواط) سوف تولّد قدرة كهربية تصل إلى (1000) ميغاواط في الساعة عند سرعة رياح (5.5 أمتار في الثانية)، وسوف تصل هذه القدرة إلى (8000 ميغاواط ساعة) عندما ترتفع سرعة الرياح إلى (10.5 أمتار في الثانية). إضافة إلى أنّ ارتفاع برج التوربينة يؤثّر في كمّية الطاقة فكلّما ارتفعت التوربينة زادت الطاقة. مع ميزة كفاءة التوربينة فهناك حدّ أدنى لسرعة الرياح وتحت هذه السرعة لا يعدّ توليد الطاقة الكهربية بالرياح اقتصادياً. وكلّما ازداد حجم التوربينة ازدادت الكفاءة.

تتألّف التوربينة (Installation of Turbine) من ست مكوّنات:

- الريشة (Blades): وهي ألواح من الخشب المثبّت على ألواح من الألمنيوم وتعمل على تحريك طاقة الرياح إلى طاقة حركية.
- الصرّة: المكان الذي تثبت فيه الريشة.
- المولّد الكهربائي (Generator): يحول الطاقة الكهربية إلى طاقة كهربائية.
- آلية الدوران: وهو الذي يوجّه التوربينة ناحية الرياح.
- لوحة التحكّم.
- البرج (Tower): تثبت التوربينة على قمّته.

ما الذي يتطلّبه تعميق التحوّل إلى طاقة الرياح:

إنّ تجربة البنك الدولي العالمية في العمل على إحداث تحوّل في قطاع الطاقة بالبلدان النامية خلال العقود القليلة الماضية، يمكن أن تقدّم بعض الإجابات (الابتكار، خفض دعم الوقود الأحفوري، إصلاحات مرافق الكهرباء).

الابتكار: رغم الخفض الكبير في تكلفة وطاقة الرياح خلال العقد المنصرم، يجب طرح ابتكارات جذرية في تخزين الطاقة لزيادة انتظام الإمدادات إلى جانب زيادة كفاءة تشغيل المرافق وتحسين هيكل السوق لزيادة انتشار الطاقة المتجدّدة في الشبكات الموحّدة.

خفض دعم الوقود الأحفوري: ستصبح طاقة الرياح أكثر قدرة تنافسية من حيث التكلفة إذا

عكست أسعار الطاقة تكلفة الخدمة أيضاً. ووفقاً لمنظّمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي فإنّ دعم الوقود الأحفوري ما زال ضخماً في منطقة المنظمة. تمثّل منطقة «الشرق الأوسط وشمالي إفريقيا» حوالى نصف الدعم المقدّر، ويشكّل مزيج الطاقة المتجدّدة من إجمالي الطاقة في المنطقة نسبة ضئيلة للغاية ربّما بسبب ارتفاع الدعم على الوقود الأحفوري، وسيكون للتحوّل إلى التسعير الذي يعكس التكلفة أثر كبير في مزيج الطاقة.

إصلاحات مرافق الكهرباء: تتسم مرافق الكهرباء في البلدان النامية غالباً بضعف السلامة المالية وعدم القدرة على سداد تكلفة الطاقة المتجدّدة، ينشأ هذا الوضع من دائرة التسعير المنخفض وقلّة الاستثمارات والفقدان في الشبكات والسرقة وضعف معدّلات التحصيل ما يعني أنّها غالباً ما تكون مديونة، يخلق هذا الوضع حاجزاً أمام تحقيق أهداف الطاقة المتجدّدة التي شهدتها أوربا وغيرها من المناطق[9].

لقد بحثت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة[10] مسارين مستقلّين يتمثّلان في: الخطط الحالية؛ بمعنى المسار الذي رسمته السياسات الحالية والمقرّرة، ومسار تحوّل الطاقة على نحو نظيف ومراع للاعتبارات المُناخية، يوضّح تحليل الوكالة أنّ بناء مثل هذا المستقبل الذي يتّسم بانخفاض الكربون والآمن مُناخياً. يمكن أن يوفّر مجموعة كبيرة من المنافع الاجتماعية والاقتصادية، لكن تحقيق ذلك يحتّم علينا تسريع وتيرة الاستثمارات وعمقها في طاقة الرياح وغيرها من مصادر الطاقة دونما تأخير.

إنّ تقنيات الطاقة وحدها لا تكفي لإزالة كمّيات هائلة من الكربون، يشمل نظام الطاقة المستقبلي ثلاثة عناصر مترابطة يتمثّل أحدها في الطاقة المتجدّدة التي من الممكن تشغيل طاقة الرياح فيها، ويعتمد هذا العنصر على إجراء تحسينات مستمرّة في كفاءة استهلاك الطاقة وكهرباء قطاعات الاستهلاك النهائي. تكمن أهمّية معادلة التكلفة أيضاً في توفير الطاقة المتجدّدة بأسعار معقولة ممّا يسمح بالاستغناء عن أنظمة حرق الفحم والنفط التقليدية بشكلٍ أسرع وأكثر استدامة.

يمكن للطاقة المتجدّدة المتولّدة من طاقة الرياح أن تولّد الكهرباء لتحقّق ما يزيد على (90%) من التخفيضات المطلوبة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة. إنّ التحوّل في نظام الطاقة يعني مضاعفة الاستثمارات المقرّرة في توليد الطاقة المتجدّدة على مدار العقود الثلاثة القادمة. دلّ تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة عموماً أنّ التحوّل في نظام الطاقة المتجدّدة بحلول عام (2050) سيحقّق ستة أمور:

- الانخفاض في تكاليف الطاقة.
- خفض انبعاثات الكربون: انخفاض بنسبة (70%) ممّا يقلّل الأضرار الصحّية البيئية.
- خلق فرص عمل: توفير (7) ملايين وظيفة إضافية على مستوى الاقتصاد.

■ تأثير منخفض يقابله زيادة في الكسب الاقتصادي: إيراد يتراوح من (3-7) دولارات لكلّ دولار يتمّ إنفاقه.

■ حصول الجميع على الطاقة بنسبة (100%).

■ تحسين أمن الطاقة: انخفاض الطلب على الوقود الأحفوري بنسبة (64%). من شأن نظام الطاقة المحوّل أن يساعد على تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتحفيز الفوائد عبر قطاعات متعدّدة[11].

الكلفة التنافسية للطاقة المتولّدة من الرياح مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى:

تتّسم اقتصاديات تقنية طاقة الرياح بأنّها عامل جوهري لفهم الدور الذي يمكن أن تقوم به هذه التقنية في قطاع الطاقة، ولإدراك مدى السرعة وحجم الكلفة الذي تنطوي عليه تحوّلاتنا لقطاع الطاقة إلى مسار مستدام بحق. للأسف معظم الحكومات لم تقم بصورة منهجية بجمع البيانات الضرورية من أجل تقصّي الاتجاهات المرتبطة بتطوّر تكاليف تقنيات الطاقة المتجدّدة أو تقنية طاقة الرياح إحدى مظاهرها والتي يطلق عليها الكثيرون بحق وصف الثورة بكلّ معنى الكلمة.

عملت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة على وضع قاعدة بيانات ذات مستوى عالمي بشأن توليدها ومن بينها توليد الطاقة من الرياح الشاطئية، فقد باتت الرياح الشاطئية واحداً من أكثر مصادر الكهرباء المتوافرة من الناحية التنافسية. فالتحسينات في مجال التكنولوجيا التي تتم في الوقت نفسه الذي يشهد تكاليف التركيب وهي تواصل الانخفاض، إنّما تعني أنّ كلفة الرياح الشاطئية أصبحت الآن تدخل ضمن نطاق التكاليف نفسه بل وأقل في حالة المحروقات الأحفورية. كذلك فإنّ مشروعات الرياح حول العالم ما برحت توفّر الكهرباء بصورة متّسقة مقابل (0.05) من الدولار إلى (0.09) من الدولار على الكيلو واط ساعي بغير دعم مالي، بل إنّ أفضل المشروعات تكلّف أقل من ذلك.

لا زالت طاقة الرياح في مهدها الأوّل من حيث الانتشار وتمثّل مصدراً مهمّاً للطاقة المتجدّدة من شأنها أن تؤثّر أثراً متزايداً في مجموعة الطاقة في المستقبل باعتبار أنّ تكاليفها ستواصل الانخفاض. وبالنسبة لتكاليف التركيب وأداء التقنيات المتجدّدة وتكاليف التقنيات التقليدية تظلّ الحقيقة هي أنّ: توليد الطاقة المتجدّدة ما برح بصورة متزايدة يتنافس كتفاً بكتف مع المحروقات الأحفورية وبغير دعم مالي.

لا بدّ من دعم التحوّل للطاقة المتجدّدة بـ العمل على تكامل الموارد المتجدّدة المختلفة لأنّه بتكاملها تحلّ مشكلة الانتشار، فالطاقة المتجدّدة تنافسية! لكن كيف تساعد في تقليل الكلفة في استثمارها وما هي التحدّيات التي تواجه تحقيق هذا الهدف.

توضّح تحليلات الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة أنّ حكايةَ تنافسية الطاقة المتجدّدة من الرياح هي حكاية مختلفة، ففيما توجد تباينات في تكاليف الإنشاء ليس فقط بين البلدان بل داخل أي بلد منها، إلّا أنّ بعضاً من هذه الاختلافات يرجع إلى مسائل هيكلية أو إلى قضايا تتصل تحديداً بمشروع بعينه، وإن كان الكثير من هذه القضايا يمكن التصدّي له من خلال اتّباع سياسات أفضل.

وفي الوقت نفسه فإنّ الفرص المُتاحة لخفض التكاليف في المعدّات في إنشاء المشروعات لا زال

بالإمكان استكشافها. ومع ذلك ففي حقبة تشهد خفضاً في تكاليف المعدّات، يمكن لتخفيضات التكاليف مستقبلاً أن تدفع خطاها بصورة متزايدة بفضل التوصّل إلى انخفاض سواء في التكاليف الإجمالية للمشروعات أو في التكاليف الأقل في مجالات التشغيل والصيانة والتحويل[12].

كما شهدت تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة المتجدّدة انخفاضاً كبيراً على مدار العقد الماضي، وذلك نتيجة لتطوّر التقنيات ووفورات الحجم وزيادة تنافسية سلاسل التوريد وتنامي خبرة المطوّرين، فقد سجّلت تكاليف طاقة الرياح البرّية انخفاضاً بنسبة (39%)، وطاقة الرياح البحرية انخفاضاً بنسبة (29%) وذلك وفقاً لبيانات التكلفة التي جمعتها الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة (آيرينا) من (17 ألف) مشروع لتوليد الطاقة خلال عام (2019). ويواصل حجم توليد الطاقة المتجدّدة من الرياح خلال عام (2020) نموّه رغم الظروف العالمية الصعبة التي فرضتها جائحة كوفيد 19، وتوفّر تقنية طاقة الرياح البرّية خيارات سهلة وسريعة التطبيق في حين تؤثّر تقنيات طاقة الرياح البحرية خيارات استثمارية داعمة وفعّالة من حيث التكلفة على المعنى المتوسّط. ثمّ انخفضت أكثر عام 2021 إلى (57%) لطاقة الرياح البرّية، و(73%) لطاقة الرياح البحرية الأمر الذي يبشّر بقلّة الاعتماد على مصادر الطاقة الأحفورية وبالتالي زيادة الحفاظ على البيئة سليمة نظيفة مستدامة.

واصلت تكاليف طاقة الرياح تسجيل انخفاض كبير، حيث انخفضت تكلفة توليد الكهرباء من مشروعات طاقة الرياح البرّية والبحرية التي تمّ تشغيلها في عام (2019) بنحو (9%) على أساس سنوي لتصل إلى (0.053 دولار/ كيلو واط ساعي) و(0.115 دولار /كيلو واط ساعي) على التوالي. فلا تزال طاقة الرياح الأقل انخفاضاً بين الطاقات المتجدّدة مع الطاقة الشمسية[13].

أمثلة عن مزارع الرياح البحرية:

تمّ افتتاح أكبر مزرعة رياح بحرية عائمة في العالم في النروج (هايوند تامبين Hywind Tampen) والتي ستزود حقلي سنوري وغالفاكس النفطيين بالكهرباء النظيفة، تتكوّن مزرعة الرياح البحرية العائمة من 11 عنفة رياح، وتبلغ الاستطاعة الإجمالية للمزرعة 88 ميغاواط، ومن المتوقّع أن تغطّي قرابة 35% من الاحتياجات السنوية للكهرباء في المنصّات الخمس: (سنوري ايه Snorre a- سنوري بي- غالفاكس ايه Gullfaks a- غالفاكس بي- غالفاكس سي)، كما تتمّ إدارة هذه المزرعة من موقع مكتب شركة (إكوينور Equi-nor) في بيرغن. تتجلّى أهمّية المزرعة في أنّها ستخفّض الانبعاثات الكربونية بقرابة 200 ألف طنّ سنوياً من منتجي النفط والغاز في بحر الشمال، كما أنّها أسهمت بإنعاش النشاط وتوفير وظائف خضراء بالإضافة إلى دورها البارز في تطوير التكنولوجية لمشروعات الرياح البحرية العائمة مستقبلاً[14].

مشروع حديث في الصين يقع على بعد 11 كيلو متر من ساحل مدينة ايتشو بمقاطعة شاندونغ، هو أوّل مشروع تجريبي «طاقة الرياح البحرية + المراعي البحرية» في الصين ستولّد من الكهرباء بما يتجاوز مليار كيلو واط/ ساعة، وهذا سيحدُّ من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون 780 ألف طن وانبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت 5700 طن، وانبعاثات أكاسيد النيتروجين 8500 طن (بحسب موقع seetaoa.com،2024).

خطّة مقترحة تبيّن الإمكانات المذهلة لطاقة الرياح:

إنّها في المحيطات وبالتحديد في شمالي المحيط الأطلسي فيها من الإمكانات ما يكفي لتوفير الطاقة للعالم أجمع. نظراً لتأثير توليد الطاقة من الرياح بكمّيتها في بعض الدول التي تعتمد عليها كألمانيا، ووفقاً لما حصل فقد تسبّبت الأحوال العاصفة التي شهدتها الدولة خلال عطلة نهاية الأسبوع بتراجع كبير في أسعار الطاقة لتبلغ أرقاماً سلبية، فإنتاج الطاقة المولدة من الرياح في ألمانية فاق (39 ألف ميغا واط) وهي كمّية تتطلّب عادةً عشرات محطّات توليد الطاقة لإنتاجها. وعلى الرغم من أنّ هذا الارتفاع في إنتاج طاقة الرياح في ألمانيا هو أمر غير مألوف في العادة إلّا أنه خير دليل على الإمكانات المذهلة التي تتمتّع بها الرياح، خاصّة بعدما بيّنت الدراسات الحديثة أنّ طاقة الرياح يمكن أن توفّر الحلّ لمشكلات الطاقة في العالم بأكمله، حيث إنّه من الممكن أن تولّد ثلاثة أضعاف الطاقة من الرياح في المحيط مقارنة بالطاقة التي تولّدها الرياح في اليابسة.

لكن.. لماذا طاقة الرياح المولّدة في المحيط أكثر من اليابسة؟ ألا يوجد عقبات في توليدها في عرض المحيط؟ فليس حلاً سهلاً وضع مزارع لإنتاج الطاقة شمالي المحيط الأطلسي. فهل يعود سبب السرعة الكبيرة للرياح فوق المحيط لأنّها لا تصطدم بأي جسم يؤدّي إلى إبطالها؟ هل يمكن أن يؤدّي إنشاء مزارع رياح عملاقة فوق المحيطات إلى إبطاء الرياح لدرجة أنّها لن تكون أفضل من تلك المحطّات على اليابسة.

السؤال الحقيقي الذي يطرح نفسه هو هل يمكن للغلاف الجوّي فوق المحيط أن يسحب الطاقة إلى الأسفل أكثر من استطاعة الغلاف الجوّي على اليابسة؟.

فقوّة السحب المتولّدة عن توربينات الرياح القريبة الأخرى، في شمالي الأطلسي تحديداً لن تؤدّي إلى إبطاء الرياح كما هو الحال على اليابسة. إنّ مزارع الرياح العملاقة في المحيطات قادرة على الاستفادة من طاقة الرياح في معظم أنحاء الغلاف الجوّي في حين أنّ مزارع الرياح على اليابسة لا تزال مقيّدة بموارد الرياح القريبة من السطح.

لا بدّ من التنبيه إلى نقطة بالغة الأهمية في حين أنّه يمكن لمزارع الرياح شمالي المحيط الأطلسي أن توفّر طاقة كافية لتلبية الاحتياجات العالمية الحالية خلال فصل الشتاء، لا يسعها في الصيف سوى توليد ما يكفي من الطاقة لتلبية احتياجات الكهرباء في أوربا أو ربّما الولايات المتحدة الأمريكية.

ألا يوجد مخاطر تحيق بهذه الخطّة النظرية لتوليد الرياح في مياه المحيط: فهناك مخاوف جيوسياسية مهمّة يجب تخطيطها، فالمحيطات

القائمة في البحر يجب أن تمتدّ على مساحة تقدّر بثلاثة ملايين كيلو متر مربّع أي ما يُقارب مساحة الهند وهنا تبرز المشكلة الثانية من سيمتلك المشروع ويكون مسؤولاً عنه؟ فالمحيط ملكية مشتركة ونظامه البيئي واحد يربط قارّة أوربا بالأمريكتين وأفريقيا، إضافة إلى أنّ التمويل لهكذا مشروع يمثّل تحدّياً رئيساً، فكيف ستسهم الدول في التكاليف؟ هل على أساس نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي أم استناداً إلى استهلاكها للطاقة أم بناء على معايير أخرى؟

تستثمر العديد من الحكومات منذ عام (2018) في مشروعات فردية كبيرة في مجال الطاقة المتجدّدة، حيث تمتلك الصين على سبيل المثال قدرةَ توليد الكهرباء باستخدام طاقة الرياح تبلغ (149 جيغا واط)، وتسعى لزيادتها لتصل إلى (495 جيغا واط) بحلول عام (2030)، في حين يجري بناء محطّة للطاقة الشمسية في دبي تهدف إلى تلبية ثلاثة أرباع احتياجات الدولة من الطاقة بحلول (2050م)؛ أي أنّ هناك جهوداً كبيرة لتأمين الطاقة المتجدّدة على اختلاف أشكالها، واقتراح خطّة وضع مزارع للطاقة من الرياح في شمالي الأطلسي مهمّ ومثمر لكنّه يحتاج لتضافر عدّة دول واقتناعها بالفكرة من أهمّية هذه الخطّة في التخفيف من حدّة تغيّر المُناخ والرحمة بالبيئة وعدم تلويثها فهناك تقرير نشرته إدارة معلومات الطاقة في أيلول (2017) أنّ الفحم والنفط والغاز الطبيعي سيظلّ يمثّل (77%) من مصادر إنتاج الطاقة عام (2040) وهذا ينذر بالخطر الكبير بالبيئة وبموارد الطاقة غير المتجدّدة[15].

إنّ تأمين الطاقة للعالم من مصدر مفيد ومتجدّد يؤمّن الاستدامة وهذا يحقّق ما دعا له الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة لعام (2021) (SDG7) في توفير طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة بأسعار معقولة للجميع بحلول عام (2030) وتتمثّل الأهداف الأساسية الثلاثة في أساس العمل:

- ضمان حصول الجميع على خدمات طاقة حديثة وموثوقة بأسعار معقولة.
- زيادة حصّة الطاقة المتجدّدة بشكل كبير في مزيج الطاقة العالمي.
- مضاعفة المعدّل العالمي للتحسّن في كفاءة الطاقة

على الصعيد العالمي انخفض عدد الأشخاص المحرومين من الكهرباء من (1.2مليار) في عام (2010) إلى (759 مليون) في عام (2019)، واكتسبت الكهرباء من خلال الحلول اللامركزية القائمة على الطاقة المتجدّدة على وجه الخصوص زخماً زاد عدد الأشخاص المتّصلين بالشبكات المصغّرة بأكثر من الضعف بين عامي (2010-2019) حيث ارتفع من (5 إلى 11) مليون شخص، ومع ذلك يقدّر تقرير تتبّع الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة لعام (2021) أنّ (660 مليون شخص) يفتقرون إلى الوصول إلى الكهرباء في عام (2030) معظمهم في أفريقيا جنوب الصحراء[16].

هناك توقّعات لتضاعف قدرات مزارع الرياح البحرية في المملكة المتحدة إلى ثلاثة أمثالها سعياً نحو تقليل الانبعاثات، فقد وافقت اسكتلندا على تأجير آلاف الكيلو مترات المربّعة من قاع بحرها لمشروعات جديدة من المقرّر أن تجلب (700 مليون جنيه إسترليني أو 951 مليون دولار) لحكومة البلاد، وأعطى برنامج سكوتويند إشارة البدء إلى أعمال تطوير جديدة في مزارع الرياح من المتوقّع أن تعزّز القدرة بمقدار 25 غيغاواط ساعة، ووفق أرقام حكومية تبلغ قدرة الرياح البحرية الحالية المركبة في المملكة المتحدة حوالي 11غيغاواط/ الساعة[17].

مشروع دوغر بانك في بحر الشمال بنطاق المملكة المتحدة تمّ تأجيله لمدّة عام بسبب نقص السفن اللازمة لإكمال أعمال البناء والتركيب، وقالت الشركة المطوّرة للمشروع إنّه يوجد نقص في نوعين رئيسين من السفن هما: سفن صب الأساسات التي يبلغ وزنها 1000 طن وسفن التثبيت التي تركل أبراج التوربينات، يقع المشروع على بعد 130كم قبالة الساحل الشمالي الشرقي للمملكة المتحدة، بقدرة 3.6 غيغا واط وهو ما يكفي لتزويد 6 ملايين منزل بالكهرباء، ويتكوّن المشروع من 3 مراحل وبمجرّد اكتماله سيصبح أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم وفق التوقّعات، إن لم يظهر أحد.

ونشير لتأثّر تركيب التوربينات بالعوامل الجويّة المضطربة والقاسية ونقص سفن البناء للمزارع وارتفاع تكلفة توربينات الرياح، وزيادة أقطار توربينات الرياح بمقدار 5 أضعاف خلال الأعوام الـ 30 الماضية ممّا زاد في الحاجة لمعدّات وسفن أكبر لتركيبها، كان المقرّر لانتهاء المشروع في نهاية 2026م[18] .

وبعد هذا البحث عن مصدر طاقة جديد بكلفة تنافسية وبقدرات مذهلة وتوصيل مع الشبكة الكهربائية في اليابسة ومن خلال الاطّلاع على تجارب الدول وبخاصّة في المناطق المجاورة

تبيّن إمكانية الاعتماد على طاقة الرياح البحرية في البحر المتوسّط سواء بتوربينات ذات أساس ثابت أو على منصّة عائمة بعد الاستفادة من تجارب إيطاليا من جهة ودراسات في فلسطين.

المراجع:

1. تشارلز كورمير: ما الذي يتطلّبه الأمر لتحقيق التحوّل إلى الطاقة المتجدّدة؟ مجموعة البنك الدولي، 10/ 8/2015.

2. دانيال دي بيرلمتر روبرت إل روتستاين: تحدّي تغيّر المُناخ: أي طريق نسلك؟ ترجمة: أحمد شكل، هنداوي للنشر، 2021.

3. روان زيدان وأمل أحمد: كيف تعمل طاقة الرياح؟. ترجمة: رندة زهر الدين، موقع ناسا بالعربي دوت نت. 26/8/2018.

4. سهام علي دانون: جغرافية سورية العامّة، منشورات جامعة دمشق، 2008.

5. عدنان أمين: كيف يمكن أن تصبح الطاقة المتجدّدة متنافسة من حيث التكاليف، الأمم المتحدة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبو ظبي، 2019.

6. عدنان أمين: كيف يمكن أن تصبح الطاقة المتجدّدة متنافسة من حيث التكاليف، الأمم المتحدة، الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2019.

7. علي موسى: المُناخ والأرصاد الجويّة، مطبعة الاتحاد، دمشق، 1991.

8. القمّة العالمية للحكومات: مزرعة رياح بمساحة الهند قد توفّر الطاقة للعالم بأكمله، الإمارات العربية المتحدة، 2019.

9. كارل بيلني وجيرارد ريد: لُعبة الطاقة الكبرى كيف ستتغيّر القوّة المتزايدة في آسيا... العالم؟. ترجمة: أسماء عليوه، مجموعة النيل العربية.

10. ماجد كرم الدين محمود: رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية الكهرباء من الرياح، مراجعة: آمال بيده، المركز الإقليمي للطاقة المتجدّدة وكفاءة الطاقة RCREEE، القاهرة، 2012.

11. هاني عبد القادر عمارة: الطاقة وعصر القوة، المنهل، 2012.

12. الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة IRENA: تحويل نظام الطاقة، أبرز النتائج والأرقام، أبو ظبي، 2019.

13. الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة IRENA: تكاليف توليد الطاقة المتجدّدة خلال (2019)، أبو ظبي، 2020.

14- Jolton Hopkins. Cian Transportation. Center for Sustainable Energy. 2/july/2021.

15- UN.Understanding Sustainable Development Goal7.SDG7. Sustainable energy for all. 2021.

الهوامش:

1 – هاني عبد القادر عمارة: الطاقة وعصر القوة، المنهل، 2012، ص33.

2 – علي موسى: المناخ والأرصاد الجوية. مطبعة الاتحاد، دمشق، 1991، ص223.

3 – عدنان أمين: كيف يمكن أن تصبح الطاقة المتجدّدة متنافسة من حيث التكاليف، الأمم المتحدة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبو ظبي، 2019.

4- Jolton Hopkins. Cian Trans-

portation. Center for Sustainable Energy. 2/july/2021.

5 – هاني عبد القادر عمارة: الطاقة وعصر القوة، مرجع سبق ذكره، ص89.

6 – ماجد كرم الدين محمود: رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية الكهرباء من الرياح، مراجعة: آمال بيده. المركز الإقليمي للطاقة المتجدّدة وكفاءة الطاقة RCREEE. القاهرة، 2012، ص21.

7–Union Europea. Marine Wind Power. Todos los derechos reservados،IDAE، 2020–

8 – ماجد كرم الدين محمود: رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية، مرجع سبق ذكره، ص23–21.

9 – تشارلز كورمير: ما الذي يتطلّبه الأمر لتحقيق التحوّل إلى الطاقة المتجدّدة، مجموعة البنك الدولي، 10/ 8/2015.

10 – منظمة حكومية دولية، وهي منبر للتعاون وتشجيع اتّخاذ الإجراءات الفعلية للتحوّل في نظام الطاقة العالمي.

11 – الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة IRE-NA: تحويل نظام الطاقة، أبرز النتائج والأرقام، أبو ظبي، 2019، ص3.

12 – عدنان أمين: كيف يمكن أن تصبح الطاقة المتجدّدة متنافسة من حيث التكاليف؟ الأمم المتحدة، الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة، أبو ظبي، الإمارات العربية المتحدة، 2019.

13 – الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة IRENA: تكاليف توليد الطاقة المتجدّدة خلال (2019)، أبو ظبي، 2020.

14 – بسمة عبود: افتتاح أكبر مزرعة رياح بحرية عائمة في العالم، سولارابيك، 24 آب 2023.

15 – القمّة العالمية للحكومات: مزرعة رياح بمساحة الهند قد توفر الطاقة للعالم بأكمله، الإمارات العربية المتحدة، 2019. info@warldgovernmenttsummit.org.2021.

16– UN.Understanding Sustainable Development Goal7.SDG7. Sustainable energy for all. 2021.

17– زوي تدمان: مزارع الرياح البحرية البريطانية ستزيد قدراتها ثلاثة أضعاف، صحيفة الاندبندنت عربية، /21/ 1/ 2022.

18 – أحمد أيوب: أكبر مزرعة رياح بحرية في العالم تواجه تأخيرات جديدة، موقع الطاقة نت، 10/ 2/ 2024.

قصّة خيال علمي

عالم بلا تحلّل

د.فواز أحمد الموسى*

1

الاكتشاف المذهل

في عام 2200، لم تعدْ الأرض كما نعرفها! محطّات طاقة ضخمة تطفو فوق البحار كمجسّمات هائلة أشبه بجزر صناعية، تمتصّ ضوء الشمس وتولّد طاقة تكفي لإضاءة قارّات بأكملها! الأبراج العملاقة ترتفع عاليًا، مُحاطة بمدن متّصلة.. بجسور هوائية شفّافة، تتوهّج بألوان زاهية في الليل كشبكة من العروق الضوئية. لكن خلف هذا البريق المتقدّم، كانت الطبيعة تهمس بأنين مكتوم، وكأنّها ترفض الانصياع لصورة المستقبل التي رسمها البشر.

الأشجار، التي كانت يومًا رمزًا للحياة، تحوّلت إلى هياكل خضراء شاحبة، تتقوّس أغصانها كما لو أنّها تحاول الهروب من التربة التي لم تعد تمنحها الحياة. الأوراق لم تعد تسقط في الخريف، بل تتعفّن وهي معلّقة، بلون باهت يذكّر بموت بطيء. العشب اختفى من معظم الأماكن، تاركًا مساحات مترامية من التراب الرمادي الجاف.

السماء لم تعد زرقاء! أصبحت مزيجًا بين الرمادي والبرتقالي، كأنّها لوحة مشوّهة رسمها دخان المصانع. الشمس بالكاد تخترق الغلاف

* أستاذ الجغرافية الطبيعية - جامعة حلب.

الجـوّي، يراها الناس كقرص خافـت بعيد، أشبه بشبح نجم يحتضر.

الأنهار صـارت بطيئـة، مياهها داكنـة كأنّها تحاول الهروب من مجراها. المحيطات التي كانت زرقـاء صافية أصبحـت مريضة، تعكـس السماء المريضة فوقهـا. أصوات الطيـور تلاشت تقريبًا، باستثناء نعيق متقطّع، وكأنّها تصرخ احتجاجًا.

في قلب هذا العـالم المتداعي، وُلد أمل جديد، جـاءت الفكـرة عندمـا عـادت بعثـة فضائية من المرّيخ بعد سنوات من ترك أحد روّادها خلفهم إثر حادث مأسـاوي. عندما وصل الفريق الجديد إلى موقـع الحادث، وجدوا جثّتـه كما هي -لم تتحلّل- ولم تتعفّن! كانت ملامحـه محفوظة تمامًا، وكأنّه نائم.

في تقريرهم، كتب العلماء: "لا وجود للبكتيريا أو الفطريـات المحلّلـة علـى سطح المرّيـخ، ولهذا بقيت الجثّة محفوظة تمامًا». كان اكتشافًا صادمًا للعـالم، لكنّه بالنسبـة للدكتورة نورا، كـان بداية فكرة ثورية. لقد رأت حلًّا محتملًا لمشكلة الأرض.

في قلـب مدينة مستقبليـة، ارتفع برج زجاجي شاهق، يعكس الشمـس الخافتة كأنّه عملاق نائم يراقب بصمـت. وكان في داخلـه مختبر الأبحاث الحيوية المتقدّمـة - مركزٌ يضجّ بالحياة والابتكار رغم العالم المتداعي في الخارج.

تعمـل هنـاك د.نورا، عالمـة الأحيـاء الدقيقة المشهورة! كانت نورا امـرأة في أواخر الأربعينات، ذات شعـر بنّي قصير، وعينين حادّتين يلمع فيهما ذكاء لا يهدأ، وخطـوط خفيفة حول عينيها تحمل آثـار سنوات مـن السهـر والعمل الـدؤوب. كانت شخصيتهـا مزيجًـا غريبًا من حنـان الأم وقسوة القائد الذي لا يقبل الفشل.

في غرفة الاجتماعات، وقف فريق د.نورا حول طاولـة عرض ثلاثية الأبعـاد، حيث كـان الضوء الخافـت ينعكـس على الوجـوه الجـادّة والمركّزة. كل عضـو في الفريق كان يحمل خبرتـه الخاصّة، وظهـرت تلـك الخـبرات بوضـوح في تعبـيرات وجوههم وطرائقهم في العمل.

أولهـم كان د.عماد، خبـير الكيمياء الحيوية، رجـلٌ في أواخر الثلاثينات، ذو لحية خفيفة وشعر أسـود يشوبُـه بعض الشيـب. كان دائـم التفكير، وعيناه تركّـزان دائمًا علـى التفاصيل الدقيقة في كـلّ تجربة. لم يكن يثق بسهولة في أي فكرة، وكان دائمًا يواجه الأمور بحـذر. كانت شخصيته مليئة بالقلـق العلمـي؛ إذ يتسـاءل دائمًـا عـن المخاطر المحتملـة. رغـم توتّـره، كـان عبقريًّـا في معالجة التفاعـلات الكيميائيـة والتعامـل مـع الأساليـب المعقّدة في تعديل السلوك البيولوجي للبكتيريا.

د.سـارة، عالمة البيئة، كانت ذات تأثير واضح علـى المجموعة. في أواخر الثلاثينـات أيضًا، لكن شخصيـة سارة كانت أكثر هدوءًا وتوازنًا. شعرها البنّـي الطويل كـان ملتويًـا خلف أذنيهـا، وكانت ترتـدي نظـارات طبّيـة صغـيرة تكمـل مظهرها الجـاد. كانـت سـارة متفانيـةً في تحليـل النظام البيئـي وتفاعلاتـه مـع التقانـات الحديثـة. كان شغفهـا بالحفاظ على تـوازن الطبيعة يترجَم إلى كلّ قرار علمي تتخـذه. لكن في الوقت ذاته، كانت تتسـم بالحسّ المسؤول تجـاه البيئة الـذي جعلها تشعـر بالقلـق من تجارب قد تـؤدّي إلى تدمير ما تبقّى من النظام البيئي الهش.

د.خالد، عالم الجينوم، في أواخر الستينيات، ذو ملامح، وشعر أبيض. كان شخصًا منطقيًّا جدّاً وملتزمًا بالمنهج العلمي. لا يؤمن بالحلول السريعة،

وكانت شخصيته دقيقة وقاسية في بعض الأحيان. كان لديه هوس بالأرقام والبيانات، ودائمًا ما يسعى لتحليل كل تفصيل جُزئي حتى يتأكّد من دقّة النتائج. كانت معرفته بالجينات هي مصدر قوّتهم في تعديل الكائنات الحيّة بشكل محسوب، لكنّه لم يكن ليقبل فكرة التسرّع في إطلاق تجارب قد تؤدّي إلى تأثيرات بيئية غير محسوبة.

أما د.علي، عالم الفيزياء الحيوية، فقد كانت شخصيته أكثر مرونة من الآخرين. في أوائل الخمسينات، بلحيته الكثيفة وشعره الأبيض المتناثر. كان يَتّسم بالتفكير العميق والرؤية المستقبلية. كان دائمًا يواجه التحدّيات بحلول مبتكرة، ويعتقد أنّه يجب تعديل القوانين الطبيعية إذا كان هناك فرصة لتحسين الحياة البشرية. كان يعشق استخدام التكنولوجيا في خدمة الطبيعة بشكل مبتكر، ويؤمن بأنّ العلوم الفيزيائية هي القوّة التي يمكن أن تعيد بناء الأرض من جديد.

وبينما كان الفريق يتناقش، كان لكلّ منهم دور مختلف في هذا المشروع الطَّموح. كانت د.نورا تنظر إليهم بفخر، وهي تعلم أنّ كلّ واحد منهم يمثّل خطوةً حاسمة نحو النجاح، لكنّهم جميعًا يعلمون أنّ المسؤولية كبيرة، وأنّ النتائج قد تحمل مفاجآت غير سارّة.

قالت نورا بصوتها الحازم: «لقد وصلنا لنقطة اللاعودة. النفايات السامّة تهدّد الحياة بأكملها، والتقنية التي نعمل عليها لن تكون مجرّد حل... ستكون إنقاذًا للبشرية».

تحدّث د.عماد، خبير الكيمياء الحيوية، وهو يراقب النموذج الهولوغرافي أمامه:

«لكن تعطيل كلّ الكائنات المحلّلة... ألا نخشى من تأثير جانبي غير متوقّع؟ الطبيعة تعتمد عليها لإعادة التوازن».

ابتسمت نورا بثقة:

«لقد درسنا كلّ الاحتمالات. التعطيل النانوي يستهدف فقط المحلِّلات المرتبطة بالنفايات السامّة. لن يؤثّر على أي نظام آخر».

قاطعتها د.سارة، عالمة البيئة:

«نورا، أنا أثق بك، لكن ماذا لو أخطأنا في تقدير التأثير على التربة والمياه؟ نحن نلعب بالنظام البيئي كلّه!".

أخذت نورا نفَسًا عميقًا.

«العالم يحتضر يا سارة! هل نترك الأطفال يتنفّسون السموم؟ نراقب المحيطات تموت أمامنا؟ نحن العلماء مسؤولون عن إيجاد الحلول، حتى لو كانت محفوفةً بالمخاطر».

تدخَّل د.خالد:

«نورا، لقد حلَّلنا التركيب الجيني لكلّ أنواع البكتيريا والفطريات المعروفة. لكن ماذا عن الطفرات؟ ماذا لو ظهرت كائنات محلّلة جديدة لم نأخذها بالحسبان؟".

ردّت نورا بثقة عالية:

«لقد صمّمنا الجسيمات النانوية بحيث تتكيّف مع أيّ طفرة معروفة. إنّها تتعلّم من البيئة المحيطة وتعدّل استجابتها. نحن نتحكّم في التطوّر هذه المرّة».

ساد الصمت للحظة قبل أن يهزَّ د.علي رأسه موافقًا:

«لننقذ العالم إذن».

بعد أشهر طويلة من العمل الشاق، استنفد خلالها الفريق معظم طاقتهم العقلية والجسدية في تجارب لا حصر لها، جاء اليوم الذي كان

الجميع ينتظره بفارغ الصبر. في قاعة التحكّم الرئيسية، التي كانت تُضاء بمصابيح زرقاء مائلة للبياض، اجتمع الفريق بالكامل حول شاشات عرض ضخمة تملأ الجدران، وتعرض خرائط العالم التي تظهر المناطق الملوّثة والنفايات الكبرى. كانت الخرائط تتوهّج باللون الأحمر على طول السواحل وفي المناطق الصناعية الكبرى، بينما كانت تظهر مناطق واسعة من الزرع الرمادي في الداخل، مغطّاة بالنفايات السامّة التي تهدّد الحياة.

كان الجوُّ في الغرفة مشحونًا بالتوتّر والترقّب. في حين كانت أضواء المدينة تتألّق عبر النوافذ الزجاجية التي تطلّ على المدى البعيد، كان قلب الفريق ينبض بإيقاع متسارع بسبب الحجم الهائل لهذا المشروع. في تلك اللحظة، كان الفريق على شفا بداية مرحلة حاسمة: إطلاق أوّل دفعة من التقنية النانوية المعدّلة.

كانت د.نورا تقف في مقدّمة الغرفة، بيدها جهاز تحكّم عن بُعد، وعلى وجهها ابتسامة محمّلة بالفخر والقلق معًا. كان فكرها مشغولًا بالتحدّي العلمي الكبير الذي كانوا يواجهونه.

قالت بصوتها الحازم والمليء بالعزم، وهو يتردّد في أرجاء القاعة:

«لقد وصلنا إلى هنا بعد شهور من العمل المتواصل. لكنّنا اليوم على وشك إطلاق هذه التقنية التي قد تغيّر كلّ شيء. الجسيمات النانوية جاهزة للعمل، والتكنولوجيا التي طوّرناها ستكون قادرة على تعطيل النشاطات الميكروبية الضارّة، التي كانت هي السبب الرئيسي في تحلّل النفايات السامّة».

كان د.عماد، ينظر إلى الخريطة بأعين غير مرتاحة، بينما كانت أفكاره تدور بسرعة. كان القلق يلوح في ذهنه، خاصّة أنّ أيّ خطأ في هذه المرحلة قد يؤدّي إلى عواقب غير متوقّعة. تحدّث قائلًا، وهو يراقب البيانات المتدفّقة على الشاشات:

«نعم، لكن يجب أن نكون حذرين. النتائج ستكون غير قابلة للتراجع. إذا لم نحدّد بدقّة ما هي البكتيريا والفطريات والأنظمة الميكروبية التي يجب تعطيلها، فقد نسبب ضررًا لا يمكن إصلاحه».

أجابته د.سارة، التي كانت جالسةً بجانب شاشة أخرى تعرض تحليل تأثيرات البيئة:

«لقد قمنا بحساب كلّ الاحتمالات يا عماد. الجسيمات النانوية مصمّمة بطريقة تجعلها تستهدف فقط الكائنات الدقيقة التي تسبّب تحلّل النفايات السامّة. التقنيات التي طوّرناها تتضمّن آلية تحكّم ذكية تجعل الجسيمات تتفاعل فقط مع الأنواع المستهدفة».

لكنّه لم يبدُ راضيًا تمامًا، وأضاف قائلًا:

«لكن ماذا لو ظهرت طفرات جديدة في المستقبل؟ لدينا علم محدود عن كيفية تأثير هذه الجسيمات على الكائنات الحيّة الأخرى. قد يتغيّر النظام البيئي بشكل غير متوقّع».

كانت د.نورا تدرك تمامًا هذه المخاوف، لكنّ إرادتها كانت أقوى من شكوكهم. فهي كانت تعلم أنّ ما قاموا به كان ثورةً في علم الأحياء الدقيقة، وأنّه من المستحيل التحكّم في كلّ جانب من الطبيعة. ردّت عليها بثقة:

«نحن نعلم يا عماد، لكنّنا لا نملك رفاهية الوقت. الأرض تكاد تحتضر من النفايات. إن لم

نتحـرّك الآن، فستكون العواقب أسوأ بكثير من أيّ خطأ قد نرتكبه».

أضاف د.خالد بنبرة جادّة وهو يراقب الجداول البيانية في شاشته:

«أنا متفهّم لمخاوف الجميع، لكنّنا طوّرنا تقنية الجسيمات النانوية لتكون قـادرة على التكيّف مع الطفرات الجينية. هذه الجسيمات لا تقتصر على تفاعل واحد فقـط؛ إنّها تمتلك آلية تتعلّم وتتكيّف مع الأنواع الجديدة بسرعـة. لدينا قاعدة بيانات ضخمة من الجينات المتحـوّرة، وسنراقب سلوكها في الوقت الفعلي».

وقـف د.علـي علـى جانـب الغرفـة، متأمّـلاً الخريطـة بعينـين فاحصتـين، وهـو يفكّـر في التأثـيرات الفيزيائيـة للجسيمـات النانويـة على التوازن البيئي.

«مـن الجانـب الفيزيائـي، يجـب أن نأخذ في الحسبـان أيضًـا التفاعـل بـين هـذه الجسيمات والنظـام البيئي الـذي قد يتأثّـر بكثافة أكبر ممّا نتوقّع. كيف سنضمـن أنّ تأثيرات هذه التقنية لن تمتدّ إلى الكائنات التي لا ينبغي لها أن تتأثّر؟".

قبـل أن تتمكّـن نـورا مـن الرد، رفعـت يدها لتقطع الحديث قائلةً بحزم:

«لـن نعرف إلّا إذا بدأنـا الآن! نحن مستعدّون للتحكّـم في كلّ شـيء بمجرّد أن نطلـق أوّل دفعة. سيتفاعـل النظام البيئي بسرعـة، وستكون هناك مراقبة مستمـرّة للتأكّد مـن أنّ التقنية تعمل كما هو متوقّع. وسنقوم بتعديل النظام في حال حدوث أي خلل».

ثـمّ ضغطـت على الـزر الذي أضاء كـلّ شيء في الغرفـة. تمّ إطـلاق الجسيمـات النانويـة في الجوّ عبر الطائـرات المسيّرة الصغيرة التي كانت مستعـدّة لنقلها إلى المناطـق المستهدفة. كما على شاشة العرض العملاقة، ظهر تحرّك الجسيمات في الهواء عبر خرائـط تفاعلية، حيث بدأت تتوزّع في الهـواء والمناطق الملوّثـة الكبرى. بدأ الفريق في مراقبـة النتائـج بشكل دقيق، وتوحّـدت أنظارهم علـى شاشات العرض، يتتبّعـون أدنى تغييراتٍ قد تحدث.

قالت نورا بصوت هادئٍ، لكنّ محمَّلٍ بعاطفة عميقة:

«لقد فعلناها. المستقبل هنا».

لكـن في أعماقهـا، كـان هنـاك شعـور غريب يعصف بها. كانت تعلـم أنّ هذه التجربة قد تكون بدايـة شيء جديـد، لكنّهـا أيضًا قد تكـون بداية كارثة أكبر.

لم يستغرق الأمر سوى ساعات، ولكن ما حدث كان أكثر من مجرّد تغيـير بسيط في البيئة. كانت كلّ ساعة تمـرّ تكشف عن تحوّل جذري لا يُصدق. في البدايـة، بـدأت التغـيّرات الطفيفـة تظهر في الهواء. كانت الروائح الكريهة في مناطق النفايات تتلاشى تدريجيًّا. المكـان الذي كان ينضح بروائح الفسـاد والانبعاثـات السامّة، والـذي كان يحجب السمـاء ويملأ الأنفاس بالاختنـاق، أصبح فجأة أكـثر نقـاءً. توقّفـت مكبّـات القمامـة، التي كان ينطلق منها الدخان الأسـود الكثيف وتنبعث منها رائحة نتنة، عن إصدار أي دخان.

في المستشفيـات، كانت الصـور أكثر وضوحًا. المرضى الذيـن كانوا يعانون مـن أمراض تنفّسية مزمنـة نتيجة تلـوّث الهواء، والذين كانـوا يتلقّون العلاجـات الثقيلـة لاستعـادة صحّتهـم، بـدؤوا يُظهرون علامـات التحسّن السريع. الأطبّاء كانوا مذهولـين. كانت الأجهـزة الطبّية تسجّـل تحسّنًا

ملحوظًا في معدّلات الأوكسجين في الدم، وارتفاعًا في القدرة على التنفّس بشكل طبيعي بعد ساعات فقط من انتشار الجسيمات النانوية. المرضى الذين كانوا في حالات حرجة بسبب أمراض الرئة الناتجة عن التلوّث البيئي عادوا تدريجيًّا إلى وضعهم الطبيعي.

في المدن الكبرى، على وجه الخصوص، بدأ الهواء يتحسّن بشكل واضح. الهواء الذي كان يمتلئ بالجزيئات السامّة والغبار الملوّث أصبح أكثر نقاءً.

تدريجيًّا، بدأ سكّان المدن يشعرون بهذا التغيير. في البداية، لم يصدّقوا أعينهم. كانت هناك تقارير أولية تتحدّث عن اختفاء الروائح الكريهة وظهور سماء صافية في بعض الأماكن، لكن بعضهم كان يشكّك فيما يحدث. ومع مرور الوقت، بدأ الجميع في ملاحظة التغيير الكبير الذي بدأ يظهر أمام أعينهم. بدأت الشمس، التي كانت محجوبة وراء سحابة من الدخان، تضيء السماء بشكل لم يره الناس منذ سنوات.

على مستوى العالم، بدأت بعض المناطق التي كانت تعاني من مشكلات بيئية شديدة، مثل الغابات الملوّثة أو المناطق الصناعية الكبرى، في رؤية نتائج إيجابية. تحسّنت مستويات مكافحة التلوّث بشكل ملحوظ. حتى المسطّحات المائية، التي كانت مليئة بالمواد السامّة والبكتيريا الضارّة، بدأت تظهر فيها علامات على استعادة الحياة. الكائنات البحرية التي كانت تموت بسبب التلوّث بدأت تظهر بشكل تدريجي، وعادت بعض الأحياء المائية إلى المياه من جديد.

في هذا التوقيت، أعلنت السلطات العالمية عن بداية عصر جديد. كانت الصحف على الصفحات الأولى تحتفل بهذا الإنجاز الذي لم يكن أحد يتخيّله. التُقطت الصور لمدن تحوّلت من ملوّثة إلى نظيفة في فترة زمنية قصيرة. على شاشات التلفاز، بدأ النقاش يدور حول إمكانية استمرار هذا التحوّل وكيفيّة ضبط المعايير البيئية لضمان الحفاظ على هذا التوازن.

في قاعة التحكّم الرئيسية حيث كان فريق د.نورا يراقب النتائج، سادت حالة من الهدوء والترقّب. كانت اللحظة قد جاءت بالفعل. لكن هناك شيئاً لم يكن يمكن تجاهله، كان لا يزال هناك قلق مخفي بين العلماء. لم تكن الطمأنينة تسود قلوبهم بالكامل.

قال د.خالد، الذي كان يراقب البيانات الحيّة من أجهزة الاستشعار البيئية، بصوت خافت بينما كانت أنامله تتحرّك بسرعة عبر لوحة المفاتيح:

«نعم، كلّ شيء يبدو على ما يُرام الآن، لكن ماذا عن المستقبل؟ ماذا عن التأثيرات طويلة الأمد لهذه التقنية؟".

ردّت نورا على الفور، وهي تنظر إلى شاشاتها، حيث كانت البيانات تتدفّق بشكلٍ متسارع:

«نحن نراقبها عن كثب. سيتعيّن علينا ضبط النظام على مدى الأشهر المقبلة. لا يمكننا أن نسمح بأن يحدث شيء غير متوقّع».

ومع ذلك، كان واضحًا أنّ الفكرة التي قدّموها قد أحدثت تحوّلًا إيجابيًّا في العديد من الأماكن. السماء كانت أكثر إشراقًا، والمحيطات بدأت تتنفّس من جديد. ولكن داخل أعماق الفريق، كانت هناك أسئلة تبدأ بالتشكّل، وأفكار غامضة تلوح في الأفق.

المرحلة القادمة ستكون الأكثر تحدِّيًا.

بعد بضعة أيام، عُقد مؤتمر صحفي عالمي.

وقفت نـورا على المنصّـة، وأمامهـا العشرات من الصحفيين:

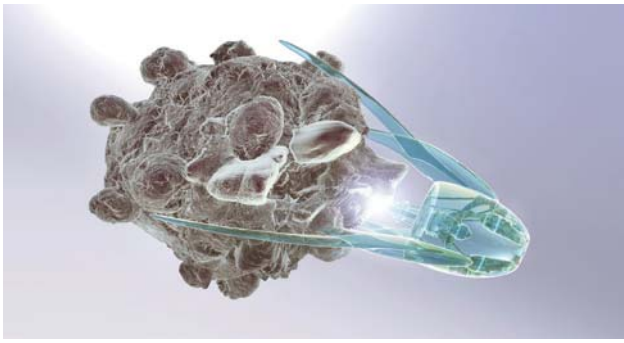
«لقد حقّقنـا ما اعتقد بعضهـم أنّه مستحيل! التكنولوجيـا الآن في خدمة الطبيعة! لم يعد هناك تحلّل يعرّض صحّتنـا للخطر! المستقبـل أنظف، وأطول عمرًا».

ارتفعت الهتافـات والتصفيـق، احتفلت المدن، خرجـت الحشـود إلى الشـوارع... الصحف كتبت: «عصـر جديـد يبدأ: الأرض النظيفة التـي حلمنا بها». وُزعت جوائز نوبل، وكانت نورا على قمّة المجد.

في تلك الليلة، بينما كانت نورا تنظر من نافذة مكتبها إلى المدينة المضيئة، همست لنفسها:

«لقد فعلناها... لقد أنقذنا العالم».

لكـن بعيـدًا عن الأضـواء، في أعمـاق التربة، وفي ظلال الغابـات، كانت الطبيعـة تهمس بشيء آخر... شيء لم يسمعه أحد بعد...



2
بداية الكارثة

بعد عدّة أشهر من إعلان نجاح التقنية، بدأت الأمور تبدو غير متوقّعة. في البداية، كانت النتائج رائعـة: اختفـت الروائـح الكريهـة مـن المكَبَّات، وانخفضـت الأمراض المنقولة عـن طريق التلوّث بشكلٍ ملحوظ. الأرض كانت تتنفّس بشكلٍ أنظف، وكـانَ الجميـع يتنفّس الصعـداء. لكن مـع مرور الوقت، بـدأ العلماء يلاحظون شيئًـا غريبًا، شيئًا غير متوقَّع.

في أحد الاجتماعـات الداخلية، اجتمع الفريق في مركز التحكّم، يدرسون البيانات الجديدة التي كانـت تأتي من جميـع أنحاء العـالم. كانت هناك تقاريـر عـن تزايـد الغـازات السامّـة في الغلاف الجوّي وظهور أمراض غريبة.

قـال د.عماد وهـو يراقب الرسومـات البيانية على الشاشة:

«ألاحـظ أنّ كمّيـة الميثـان تتزايـد بشكل غير طبيعـي. عـادةً، كـان يتـم امتصاصـه وتخزينـه بوساطة البكتيريا المحلّلة في التربة، لكن الآن يبدو أنّه يتسرّب بكمّيات أكبر. ما الذي يحدث هنا؟".

نظرت نورا إلى البيانات بتوتّر، ثم ردّت:

«هـذا يعنـي أنّ النظـام البيئي قد بـدأ يفقد توازنـه. البكتيريا والفطريات التـي كانت مسؤولة عن تحلّل المواد العضوية، لم تعد قادرة على العمل. النفايـات العضويـة لا تتحلّل، ممّا يـترك كمّيات هائلة من المواد السامّة في التربة والمياه».

د.سـارة، عالمة البيئـة التي كانـت تشارك في المشروع منذ البداية، قالت في قلق:

«هل نحن متأكّدون من أنّ كلّ شيء قد تمّ أخذه في الاهتمام؟ كان الهـدف هو إزالة المواد السامّة، لكنّنـا لم نفكّـر في أنّ التحلّـل الطبيعـي للمـواد العضوية كان جزءًا أساسيًّا من النظام البيئي».

نظـرت نـورا إلى زملائهـا، وكانت تـدرك أنّ الأمور قد خرجت عن السيطرة.

«نعم، سارة. لكن كان من الضروري فعل شيء... النظام البيئي كان يتداعى أمام أعيننا. كان علينا أن نتدخّل».

بدأت تأثيرات غياب التحلّل البيولوجي تظهر بسرعة في العديد من الأنظمة البيئية. التربة التي كانت تغذّي المحاصيل الزراعية بدأت تفقد خصوبتها بشكل تدريجي. المزارعون في المناطق الزراعية الكبرى لاحظوا انخفاضًا كبيرًا في إنتاجية الأراضي. كانت المحاصيل تموت أو لا تنمو كما كانت في السابق. في إحدى المحطّات الزراعية الكبيرة في ولاية كاليفورنيا، كتب أحد المهندسين الزراعيين في تقريره:

«الأسمدة العضوية التي كانت تساعد في تحسين جودة التربة توقّفت عن العمل. المواد العضوية الموجودة في التربة لم تتحلّل، وبالتالي لا يمكن للنباتات الحصول على العناصر الغذائية الضرورية. المحاصيل تذبل وتموت في الأرض قبل أن تنمو بشكل كامل».

أحد العلماء في الاجتماع لاحظ مشكلة أخرى، وقال:

«إذا نظرنا إلى التفاعلات الكيميائية في التربة، سنجد أنّ المادّة العضوية التي كانت تتحلّل أصبحت الآن متراكمة. ما يحدث هنا هو أنّ هذه المواد تبدأ في التحوّل إلى مركّبات سامّة ومعقّدة تتسبّب في تدمير الكائنات الحيّة الدقيقة الأخرى في التربة».

ثمّ استدار إلى نورا وأضاف:

«لقد جفّت الأرض، وأصبحنا في مواجهة مشكلة أكثر خطورة. الأرض التي كانت تعتمد على تحلّل المواد العضوية أصبحت غير قادرة على استيعاب حتى الأسمدة الكيميائية».

كانت نورا تشعر بثقل المسؤولية، وعلمت أنّ الوضع أكبر ممّا كانت تتخيّله. وقالت بقلق:

«إذا استمرّ هذا، فسوف تفقد التربة قدرتها على احتضان الحياة. إننا نواجه كارثة بيئية حقيقية».

لكن لم تكن التربة فقط هي التي تتأثّر. غاز الميثان، الذي كان يتمّ امتصاصه عادة بوساطة البكتيريا المحلِّلة، بدأ يتسرّب إلى الجو بكمّيات هائلة. كانت المزارع المكبّلة بالنفايات السامّة والمخلّفات العضوية غير المتحلّلة، هي المصدر الرئيس لهذه المشكلة. تراكُم الميثان في الجو بدأ يسبّب ارتفاعًا مفاجئًا في درجات الحرارة.

قال د.خالد، عالم الجينوم، وهو يقرأ التقارير:

«المستوى القياسي لغاز الميثان في الغلاف الجوّي يتجاوز الحدود القصوى. مع غياب العمليات البيولوجية التي كانت تقلّل هذا الغاز، بدأ الاحتباس الحراري في التفاقم».

أضاف د.عماد بحزن:

«لقد شعرنا بهذه الظاهرة عبر الارتفاع الكبير في درجات الحرارة، نحن الآن نشهد التغيّر المُناخي وهو يتسارع بشكل لم نتوقّعه، والأضرار البيئية الناتجة عن غازات الدفيئة أصبحت تهدّد الأرض بشكل غير مسبوق».

قالت نورا بصوت حازم:

«لقد أهملنا شيئًا أساسيًّا. لقد عزلنا النظام البيئي عن نفسه. وعندما أزلنا المحلّلات، لم نأخذ في الحسبان تأثير غيابها على دورة الغازات الطبيعية».

ومع زيادة كمّية المواد العضوية غير المتحلّلة في البيئة، بدأ هناك تفشٍّ لأمراض غريبة. في البداية، كانت الأعراض غير واضحة، ولكن

سرعان ما بدأ الناس يعانون من مشكلات صحّية غير مألوفة. من بين الأعراض الأكثر شيوعًا كان التسمّم الداخلي الناتج عن المواد السامّة المتراكمة في بيئة غير متحلّلة.

قالت د.سارة في اجتماع آخر:

«أظهرت بعض التحاليل أنّ الناس الذين يعيشون في المناطق التي لم تتحلّل فيها النفايات يعانون من مشكلات معوية غريبة. لا يمكننا تحديد السبب حتى الآن، لكن يبدو أنّ التسمّم البيئي يتسبّب في تفاعلات سامّة في الجسم».

أضاف د.علي وهو يفتح ملفًّا آخر على شاشته:

«هذه الأمراض ليست مجرّد أمراض عادية. بعض المرضى يعانون من تلف الأنسجة بسبب تراكم المواد العضوية في أجسادهم. كما أنّ هناك حالات فقدان سريع للمناعة، ما يشير إلى أنّ النظام البيئي قد أرسل إشارات قويّة جدًّا في الجسم البشري».

وقال د.خالد وهو يعبس وجهه:

«لم نفكّر في التأثيرات البيولوجية على البشر بهذا الشكل. إنّهم يتعرّضون لتسمّم داخلي بطيء من خلال الأطعمة التي يأكلونها، والأراضي التي يستخدمونها، والمياه التي يشربونها. نحن نواجه كارثة صحّية بيئية».

كان الضغط يزداد على الفريق. بدأت الحكومات في أنحاء مختلفة من العالم توجّه أصابع الاتّهام إلى الفريق المسؤول عن التقنية. في مؤتمر صحفي عالمي، أعلن رئيس وزراء دولة كبرى:

«نحن نواجه أزمة بيئية من صنع البشر. يجب محاسبة أولئك الذين أطلقوا هذه التقنية دون دراسة كاملة لتداعياتها. لقد تسبّبت في وفاة ملايين الأشخاص بالفعل».

في الوقت نفسه، كانت وسائل الإعلام تنقل التقارير عن تزايد الأمراض والعواقب البيئية التي بدأت تظهر في جميع أنحاء العالم، وظهرت حملات تطالب بتقديم العلماء للمحاكمة. كان العالم في حالة من الذعر.

قالت د.نورا في إحدى الاجتماعات الطارئة:

«نحن نواجه فوضى. علينا أن نجد حلًّا سريعًا، لكنّ الوقت يداهمنا».

تبادل الجميع النظرات الحائرة، وكان واضحًا للجميع أنّ الفريق قد دخل في طريق محفوف بالمخاطر. لم يكن هناك حلّ سهل، وكلّما مرّ الوقت، ازدادت العواقب سوءًا.

ردّ د.خالد وهو ينظر إلى بيانات جديدة تظهر على الشاشات:

«إذا لم نتحرّك بسرعة، سيكون الوقت قد فات. العالم كلّه مهدّد الآن».

3

البحث عن الحل

بعد مرور عدّة أشهر من الكارثة البيئية التي تسبّبت فيها التقنية المبتكرة، أصبح العالم في حالة من الذعر. الهواء ملوّث، التربة أصبحت قاحلة، والمجتمعات البشرية مهدّدة بالأمراض.

حاول العلماء الذين كانوا جزءًا من المشروع الأوّل إصلاح الأخطاء، لكنّ الفشل كان يلاحقهم. في هذا الوقت، بدأ أمل جديد يظهر في شكل فريق آخر من العلماء، الذين كان عليهم إيجاد حل جذري لإنقاذ البشرية من الكارثة البيئية.

في قاعة اجتماعات حديثة في مركز أبحاث بيئية يقع في شمالي أوروبا، اجتمع فريق من العلماء بقيادة د.كريم، خبير البيئة التكافلية. كان د.كريم معروفًا بتخصّصه في دراسة التفاعلات المعقّدة بين الكائنات الحيّة والبيئة المحيطة بها. كان في أواخر الأربعينات، ذو لحية خفيفة وعينين عميقتين، يبدو أنّ عمره قد أضاف إليه الكثير من الحكمة.

كان الفريق يواجه مهمّة صعبة. عليهم أولًا أن يفهموا كيف أثّرت التقنية النانوية على النظام البيئي بأسره؟ وثانيًا أن يجدوا الحلَّ الذي قد ينقذ العالم من الانهيار. جلس الفريق حول طاولة عرض ثلاثية الأبعاد في مختبرهم، وشاشات كبيرة تعرض البيانات البيئية المدمّرة.

قال د.كريم بصوت هادئ، ولكنّه حازم:

«لقد كان تعطّل المحلّلات البيولوجية أمرًا مؤلمًا، لكن ما اكتشفناه أكثر تعقيدًا ممّا توقّعنا. التقنية النانوية التي طوّرتها د.نورا أضافت تأثيرًا غير مباشر على التوازن البيئي بأسره».

د.ميلا، وهي عالمة متخصّصة في علم الأحياء، نظرت إلى البيانات على شاشتها وأضافت:

«الأثر الذي خلّفته التقنية يتجاوز مجرّد تعطيل المحلّلات. نحن نشهد تأثيرًا على سلسلة الغذاء بأكملها. الكائنات التي تعتمد على المحلّلات في هضم المواد العضوية أصبحت تعاني من نقص في الغذاء، وهذا بدأ يؤدّي إلى انقراض أنواع معيّنة من الكائنات».

قطّبَ د.كريم حاجبيه، وقال:

«التعطيل الذي قمنا به لم يوقف تحلّل المواد العضوية فحسب، بل أثّر أيضًا على توازن العناصر البيئية. لم نأخذ في الحسبان التفاعلات الحيوية بين الكائنات التي تعتمد على المحلّلات. إذا استمرّ هذا، فسوف نجد أنفسنا نواجه انقطاعًا في سلاسل الغذاء».

بينما كان الفريق يفكّر في الحلول، أشار د.آدم، عالم البيولوجيا الجزيئية في الفريق، إلى فكرة قد تبدو غير تقليدية:

«ماذا لو لم يكن الحل في إعادة الكائنات المحلّلة فقط؟ ماذا لو كان الحلّ في إعادة التوازن للنظام البيئي عبر نوع آخر من المحلّلات؟ مُحلّلات ذكية، معدّلة جينيًّا بحيث تُحلّل فقط المواد المستهدفة وتترك النظام البيئي كما هو».

ابتسم د.كريم، وقال:

«فكرة مبدعة، ولكن ماذا تعني بالضبط (مُحلّلات ذكية)؟".

أجاب د.آدم وهو يفتح عرضًا بيانيًّا على الشاشة:

«أقترح أن نعدّل الجينات لنخلق نوعًا من الكائنات الدقيقة التي تتفاعل فقط مع المواد العضوية التي تسبّب لنا المشكلة. هذه الكائنات الذكية يمكن أن تحلّل المواد السامّة دون التأثير على بقيّة النظام البيئي».

د.ميلا بدت متفائلة وقالت:

«إذا تمكنّا من تعديل جينات المحلّلات لتكون انتقائية في عملية التحلّل، فإنّنا قد نكون قد وجدنا

الحـل. نحن بحاجة إلى نوع من المحلّلات الدقيقة التي تركّز فقط على المواد العضوية السامّة أو غير المتحلّلة».

كانـت الفكرة ثورية، لكنّ تنفيذها كان يتطلّب تقنيـات متطـوّرة للغايـة. كان عليهـم تحديد نوع الجـين أو البروتين الذي سيجعل المحلّلات تتفاعل فقـط مع المواد العضوية غير المتحلّلة، بحيث تبقى التربـة والهـواء خاليـين مـن أي تأثـيرات سلبية أخرى.

ومـع ذلـك، لم يكن النجـاح مضمونًـا. كانت المشكلـة الأكـبر هي أنهـم لم يعرفـوا كيفيّة كسر الشفرة التقنية التي طوّرتها د.نورا وفريقها. كانت التقنيـة الأصلية معقّـدة جدًّا، ولا يمكـن تعديلها بشكل مباشر دون فهم كامل لكيفية عملها.

قـال د.كريم وهـو يضع يديه علـى الطاولة في تحدٍّ:

«لدينـا مشكلـة كبـيرة، الفريـق الـذي طـوّر التقنيـة الأصلية قد أوقف العمـل في هذا المجال، ونحـن لا نعرف تفاصيل هـذه التقنيـة. إذا أردنا تعديـل النظام البيئي بهـذه الطريقة، يجب علينا أوّلًا فهم ما حدث وكيفيّة تعديله».

د.سارة، عالمة الفيزياء التي كانت جزءًا من فريق د.نورا في السابق، كانت تتواصل معهم عن بُعد. ردّت عبر الاتصال المرئي وقالت:

«التقنيـة التـي طوّرناها معقّـدة. أنتم بحاجة إلى تحليـل أعمـق للذكـاء الاصطناعـي الذي تمّ دمجه في الجسيمات النانوية. هذا النظام مصمّم ليكون متكيّفًا ويعمل ضمن بيئة معيّنة، وتعديله قد يسبّب انهيارًا أكبر».

قال د.كريم وهو يركّز على الحاسوب:

«إذًا، علينا فكّ شفرة هذا الذكاء الاصطناعي. سنحتـاج إلى أداة خاصّة للغوص في الخوارزميات المعقّدة التي تستخدمها التقنية».

د.ميلا توقّفت لحظة، ثمّ قالت:

«إذا لم نتمكّـن مـن كسـر شفـرة التقنيـة في الوقت المناسب، فسنواجه أزمة أخرى أكبر. علينا العمل بسرعة، فالتدهور البيئي لا ينتظر».

وفي الوقت الـذي كان فيه فريق د.كريم يواجه التحـدّي العلمـي الهائل، كانـت تأثـيرات الفشل تتصاعـد بسرعـة في المـدن. بدأت المـدن الكبرى في الانهيـار البيئي: مياه الشـرب أصبحت ملوّثة، والمناطـق الزراعيـة كانـت تواجه نقصًـا حادًّا في المحاصيـل. كان الوضع يزداد سـوءًا، والمجتمعات تبحث عن إجابات.

في أحـد المقاطـع الإخبارية التـي تمّ بثّها على الهواء مباشرة، صرّح أحد الخبراء البيئيين:

«إذا استمـرّ تدهور البيئـة بهذه السرعة، فقد تكـون الأرض غـير صالحة للسكن خـلال عقد أو عقدين فقـط. التكنولوجيـا التي كـان يُعتقد أنها حل، أصبحت الآن تهديدًا».

بينمـا كانـت وسائل الإعـلام تغطّـي الانهيار البيئي، كان فريق د.كريم يعمل على مدار الساعة. لم يكـن أمامهـم خيـار آخر سـوى كسـر الشفرة التكنولوجية وابتكار حلّ جديد قبل أن يغرق العالم في الفوضى.

في منتصف الليل، بينما كان الفريق يعمل على تحليل الخوارزميـات، جاء أحد العلماء وهو يحمل تقاريـر حديثة عن الفشل المتسـارع. قال د.كريم، وهو ينظر إلى الشاشات التي تظهر النتائج:

«نحـن بحاجـة إلى خطوة جريئـة. إذا كسرنا الشفـرة الآن، فسـوف نتمكّن من دمـج المحلّلات

الذكيـة. لكـن إذا تأخّرنـا أكثر، فسـوف نخاطر بإفساد ما تبقّى من النظام البيئي».

فجـأة، توقّفـت الشاشـة أمامـه، وأضـاءت البيانـات التي كانـت تشير إلى الحـل. كانت هذه هي اللحظة الحاسمة.

«لقد وجدناها!» قال د.كريم، بينما كان الفريق يتحرّك حوله.

لكـنّ التحدّي الأكبر كان قد بـدأ الآن: عليهم تنفيذ هذا الحـل بسرعة، قبـل أن تنفجر الكارثة البيئية بشكل كامل.

4

المواجهة النهائية

كـان العـالم في حالـة احتضـار! فبينما كانت الفـرق العلميـة تحاول تصحيح الخطـأ الذي وقع في الماضي، كانت تأثـيرات الكارثة البيئية تتفاقم بشكل متسارع. ومع انعدام الخيارات المتاحة، كان الحـلّ الوحيد الذي يمكـن أن ينقـذ العالم يكمن في تعاون غير متوقّع بـين فريقين مختلفين تمامًا، يقـود أحدهما د.نورا التي شعـرت بالذنب العميق بسبب الكارثة، والآخر يقـوده د.كريم الذي كانت خطّته تتضمّـن إجراء تعديل علـى النظام البيئي باستخدام المحلّلات الذكية.

في غرفـة الاجتماعـات، التي أصبحـت تشبه مركز قيادة حربي، كانت د.نورا ود.كريم يدرسان الخطّـة التي من شأنها أن تشكّل خطرًا كبيرًا على حياتهـم وحيـاة الكائنات الحيّة الأخـرى. شعرت د.نورا بتأنيب الضمير طوال الأشهر الماضية، فقد كانـت هي من قادت التجربة الأولية التي أدّت إلى الكارثة.

قالت د.نورا بصـوت منخفض، وهي تتأمّل في الحاسوب:

«إذا فشلنـا في هذه المرّة، فقـد لا يتبقّى شيء لإنقـاذه. أنا من تسبّبت في هذه الفوضى، وأنا من يجب أن يتحمّل المسؤولية».

د.كريم نظر إليها بابتسامة حزينة، ثمّ قال:

«الجميـع أخطـأ. لكن المهـم الآن هـو أنّنا قد نجد الحل. التعـاون بيننا هو ما سيحدث الفارق. نحن في المعركة نفسها الآن».

بينمـا كانت د.نـورا تفكّر في كلمـات د.كريم، نظـرت إلى الشابّة ياسمين، العالمـة الموهوبة التي كانت جـزءًا من فريقها في البداية. كانت ياسمين تميـل إلى الوقـوف جانبًـا، وهي تظهـر علامات القلق.

قالت ياسمين بصوت متردّد، لكنّه حازم:

«إذا كنّا نريـد أن نحلّ المشكلة بسرعة، فعلينا نشـر المحلّـلات الذكية في الغلاف الجـوّي، وتلك الخطـوة تحمـل خطرًا. لكـن إذا لم نفعلهـا الآن، فقد يكون الوقت قد فات».

د.كريم كان يدرك تمامًا عواقب هذه الخطوة، وقال:

«أنت محقّة، ياسمين، لكن ماذا عن المخاطر؟

التقنية القديمة لا تزال في البيئة، ونحن نعلم أنّها تفاعلت بطريقة غير متوقّعة من قبل».

ردّت ياسمين بنبرة تحدٍّ:

«إذا لم نفعل شيئًا الآن، فسوف تكون العواقب أسوأ. إذا كانت المحلّلات الجديدة قد تتفاعل مع التقنية القديمة، فعلينا التعامل مع هذه المعادلة، والقيام بالتجربة».

نظرت د.نورا إليها، وقالت بحذر:

«نحن نعلم أنّ المحلّلات الذكية قد تؤدّي إلى تأثيرات غير متوقّعة. حتى وإن كانت تحلّل فقط المواد السامّة، فإنّ بعض التفاعلات قد تكون غير متوقّعة».

لكنّ ياسمين، التي شعرت بأنّ كلّ لحظة تمرّ قد تعني فقدان فرصة لإنقاذ ما تبقّى من النظام البيئي، قرّرت أن تركب المخاطرة.

«لقد قرّرت. أنا مستعدّة لتحمّل المسؤولية. سأكون أوّل من ينفّذ العملية».

كان الوقت ينفد، والأزمة البيئية تتسارع! الطقس كان يزداد تطرّفًا، والأمطار أصبحت حمضية. بدأت الكثير من النباتات تتعرّض للاحتراق بسبب تلوّث الهواء والمياه، وأصبح من الواضح أنّ الحلَّ الوحيد المُتاح هو نشر المحلّلات الجديدة بسرعة. كانت ياسمين مستعدّة لتنفيذ هذه المهمّة، لكن على الجميع أن يعرفوا الثمن.

في المختبر، بدأت الأبحاث على المحلّلات الذكيّة. كانت التقنية المعقّدة التي طوّرها د.كريم تقوم على نشر المحلّلات المعدّلة جينيًّا في الغلاف الجوّي من خلال تقنية النانو. ومع ذلك، كانت هناك مخاطر كبيرة، لأنّ هذه المحلّلات قد تتفاعل مع المواد التي لم يتم تصنيفها مسبقًا، بما في ذلك البلاستيك الحيوي، والمواد الاصطناعية الأخرى التي أُنتجت باستخدام التقنية القديمة.

قال د.كريم وهو يراقب الشاشة:

«نحن نعرف أنّ العملية ستتسبّب في تحلّل بعض المواد الاصطناعية. لكنّنا لا نعرف بعد كيف سيؤثّر ذلك على النظام البيئي».

أضافت د.نورا بحذر:

«لنقل الحقيقة، قد لا ننجو من هذه التجربة. إذا كانت المحلّلات ستتفاعل مع المواد الاصطناعية الأخرى، فقد نواجه كارثة أكبر».

وبينما كانت الشاشات تعرض نتائج التجربة الأولى، أكّدت ياسمين قرارها النهائي. قالت بحزم:

«أنا على استعداد لتغطية هذه المخاطر. إذا كانت المحلّلات الذكية ستتحلّل المواد السامّة، فلن يكون هناك بديل آخر. علينا أن نحرّر الهواء والتربة من هذه السموم».

دون أن يرد عليها أحد، بدأت ياسمين بتفعيل الأداة الخاصّة التي كانت ستحرّر المحلّلات الذكية في الغلاف الجوّي. في تلك اللحظة، علم الجميع أنّ الخطر كان حقيقيًّا وأن هذه الخطوة لن تكون سهلة.

«تم التنفيذ»! قالت ياسمين مع بداية العملية، بينما كانت المحلّلات تنطلق في الهواء.

بعد ساعات من التجربة، بدأت النتائج تظهر تدريجيًّا. كان التحلّل يبدأ ببطء. تفاعلت المحلّلات الذكية مع المواد السامّة التي كانت متراكمة في البيئة، وأدّى ذلك إلى تحلّل المواد التي كانت تلوّث الهواء والمياه.

بينما كانت عملية التحلّل بطيئة ومستمرّة، بدأ الفريق يلاحظ تغييرات غير متوقّعة في البيئة. في

البداية، كانت المواد التي تعهّدوا بتعديلها تختفي ببطء، لكن مع مرور الأيام، أصبحت الظاهرة أكثر وضوحًا. البلاستيك الحيوي، الذي كان يُعدُّ البديلَ الصديق للبيئة من البلاستيك التقليدي، بدأ يختفي في البيئة بشكل أسرع ممّا توقّعوا. كان هذا البلاستيك يُستخدم في العديد من المنتجات اليومية مثل الأكياس البلاستيكية، الزجاجات، وأغطية الطعام. كان يُعتقد أنّه يتحلّل بشكل تدريجي دون أن يضرَّ بالطبيعة، لكن بسبب تفاعل المحلّلات الذكية مع المواد العضوية، أصبح البلاستيك الحيوي يتلاشى فجأة، وكأنّما كان يتفاعل مع شيء غير مرئي.

أصبح الفريق على يقين أنّ هذه المحلّلات تتفاعل مع المواد الكيميائية في البلاستيك القابل للتحلّل، ممّا يجعلها تختفي بغير الطريقة التي كانت مبرمجة لها.

الأمر الأكثر إثارة للقلق كان اختفاء الألياف الاصطناعية المعاد تدويرها، مثل تلك المستخدمة في الملابس والأثاث والمنتجات المنزلية. كان يُعتقد أنّ هذه الألياف تسهم في تقليل التلوّث البيئي، حيث كانت تُستخدَم موادُّ معادٌ تدويرُها في صناعتها، لكنّها بدأت تختفي أيضًا دون تفسير واضح. كما اختفى الورق المعدّل صناعيًّا، الذي كان يُستخدم في التغليف والطباعة، والذي كان يُصمَّم ليكون أكثر متانة من الورق العادي. مع اختفائه المفاجئ، بدأ العلماء يتساءلون عن مدى تأثير المحلّلات الذكية على هذه المواد أيضًا.

قال د.كريم وهو يراقب البيانات: «نعم، بدأنا نرى التفاعل. المواد السامّة تتحلّل، لكن بعض المواد الاصطناعية تتلاشى أيضًا. هذا ليس كما توقّعنا».

د.نورا كانت تفكّر في العواقب طويلة الأمد، وقالت: «ربّما لم نكن نتوقّع أن تتفاعل المحلّلات مع المواد الاصطناعية التي صنعناها. لكن هذه تذكرة بأنّ التدخّل في الطبيعة يمكن أن يأتي بثمن. نعيش الآن مع عواقب هذا التدخّل».

بينما كان الوضع البيئي يتحسّن، ظلّ الجميع يدركون درسًا قاسيًا: التدخّل المفرط في الطبيعة قد يؤدّي إلى نتائج غير متوقّعة، حتى وإن كان الحل يبدو جذريًّا.

بينما كان الفريق يراقب تطوّر الوضع البيئي، كانت ياسمين تفكّر فيما قدّمته من تضحية. كانت تراقب الاختفاء التدريجي للمواد الاصطناعية، وعرفت أنَّ البشرية كانت على أعتاب بداية جديدة. لكنّها كانت تدرك أيضًا أن ما بدأ كحلٍّ سريع، ربّما كان يتطلّب المزيد من التفكير والحذر.

قالت ياسمين بصوت هادئ ولكن مليء بالأمل:

«لن تكون هذه نهاية المشوار. بل بداية جديدة، علينا تعلّم التوازن مع البيئة، وليس فرض قوانيننا عليها».

5

ما بعد الأزمة

مضت خمس سنوات على الكارثة البيئية التي هدّدت وجود الإنسان على كوكب الأرض. في هذه السنوات، استعاد العالم توازنه البيئي ببطء، لكن ليس كما كان من قبل. فقد أسفرت الأزمة الكبرى عن تغييرات جوهرية في كيفية فهم البشر للطبيعة والتفاعل معها. أصبح الجميع يدركون أهمّية الحفاظ على التوازن البيئي والتحكّم في التدخّلات البشرية.

في مختبر د.كريم، كان الفريق يعمل على مراقبة النتائج، حيث بدأت دورة الحياة تعود تدريجيًا إلى طبيعتها. الأشجار التي كانت قد فقدت أوراقها بدأت تنبت من جديد، وتفتّحت الأزهار التي كانت قد اختفت لفترة طويلة. في الأنهار والمحيطات، بدأ التنوّع البيولوجي يعود، وإن كان ببطء شديد.

د.كريم كان أوّل من تحدّث، مبتسمًا وهو ينظر إلى البيانات على الشاشات العملاقة:

«لقد قطعنا شوطًا طويلًا. الأرض بدأت تتعافى. نحن الآن في مرحلة من الاستقرار البيئي، لكن هذا الاستقرار هشّ للغاية. علينا أن نتأكّد من عدم تكرار ما حدث».

د.نورا التي كانت تجلس إلى جانبه، بدت متفائلة ولكنّها كانت أيضًا تحمل عبئًا ثقيلًا من الذنب. قالت بصوت هادئ: «نعم، نحن في مرحلة التعافي. لكن ما تعلّمناه من هذه الكارثة هو أننا يجب أن نكون أكثر حذرًا في تعاملنا مع التوازن البيئي. المحلّلات الذكية التي طوّرناها أعادت الحياة إلى الأرض، ولكنّها أيضًا علّمتنا درسًا قاسيًا في حدود التدخّل البشري».

نظرت د.ميلا إلى البيانات على شاشتها وأضافت: «لقد عدنا إلى التوازن البيئي، لكنّنا قمنا بتغييرات جذرية. دورة الحياة بدأت في العودة إلى طبيعتها ببطء، ولكن في الوقت نفسه، بدأنا نشهد ظهور أنواع جديدة من الكائنات التي كانت مفقودة. مثلًا، النباتات التي كانت تختفي بسبب التلوّث بدأت تعود، وبعض الأنواع الحيوانية بدأت في التعافي، ولكنّها تَظهر في أماكن جديدة نتيجة لتغيّرات المُناخ والبيئة».

د.آدم، عالم البيولوجيا الجزيئية، رفع رأسه وقال: «عندما قمنا بتعديل المحلّلات الذكية، لم نكن نتوقّع هذه التفاعلات المعقّدة مع الكائنات الحيّة الأخرى. بعض الأنواع كانت تختفي بالكامل، في حين أنّ بعض النباتات والحيوانات التي لم نرها من قبل بدأت تظهر. هناك توازن جديد بدأ يتشكّل، لكنّه ليس كما كان من قبل». النظام البيئي أصبح هشًّا، وأي تدخّل غير محسوب قد يعيدنا إلى الوراء».

أضافت ياسمين، وهي تبدو متفائلةً، لكن حذرة: «نحن نعيش في عالم جديد، لكنّ السؤال هو: هل هذا التوازن هو الأفضل؟ هل سيستمر؟ أو إنّ الطبيعة ستجد طريقها بشكل مستقل، أو إنّ هناك مخاطرَ جديدة قد تظهر مع مرور الوقت؟"

تنهَّد د.كريم، وقال: «كلّما ازداد فهمنا، أدركنا أنّ الطبيعة لا يمكن أن تُفهم كشيء ثابت. إنّها في حالة تغيّر مستمر. ما فعلناه هو مجرّد محاولة لضبط الأشياء، ولكنّنا لا نملك كلّ الإجابات».

قالت د.نورا وهي تنظر إلى الفريق:

«لقد تعلّمنا درسًا قاسيًا، ولكنّنا أيضًا أدركنا شيئًا عميقًا: نحن جزء من النظام البيئي، لا يمكننا فرض حلول جذرية من الخارج. علينا أن نتعلّم كيف نعيش بتوازن مع الأرض، وليس ضدّها».

في تلك اللحظة، دخل آدم، وكان يبدو عليه الإرهاق بعد سنوات من العمل. نظر إلى الفريق وقال:

«البيانات التي أعدّتها فرقنا تُظهر شيئًا مثيرًا: بعض المواد التي تمّ تعديلها جينيًّا، مثل

بعض الألياف الاصطناعية، أصبحت الآن تتفاعل بشكل إيجابي مع النباتات. لا أستطيع أن أشرح ذلك تمامًا، لكنّنا نلاحظ أنّ بعض المواد التي اعتبرناها ملوّثة في السابق أصبحت الآن مفيدة في التربة، ممّا يعزّز نمو بعض النباتات».

رفع د.كريم حاجبيه، وقال: «هذا اكتشاف مثير! يبدو أنّنا اقتربنا من حلّ جديد. المواد التي كانت تسهم في التلوّث قد تصبح جزءًا من النظام البيئي، لكن لا بدّ من الموازنة الدقيقة بين التقنيات وبين الطبيعة».

د.آدم، الذي كان يتابع البيانات من شاشته، أضاف:

«علينا أن نكون حذرين. بعض المواد الاصطناعية التي بدأنا نراها تتفاعل بشكل إيجابي قد تؤدّي إلى تغييرات غير متوقّعة في السلسلة الغذائية. نحن بحاجة إلى فهم أعمق لهذه التفاعلات».

وبينما كان الفريق يواصل مناقشاته، كان العالم قد بدأ يعيد ترتيب نفسه ببطء. الهواء أصبح أكثر نقاءً، والمياه التي كانت ملوّثة استرجعت جزءًا من نقائها، وبدأت الحياة البرّية في العودة إلى الأماكن التي كانت قد فقدتها بسبب التلوّث. الزراعة بدأت تتعافى تدريجيًّا، خاصة بعد أن تمّ تكييف تقنيات الزراعة لتواكب التغيّرات البيئية الجديدة. لكن هناك دائمًا قلق من أنّ التدخّلات البشرية قد تخلق مشكلات جديدة.

وبينما كانت الطبيعة تتعافى، بدأ البشر يتعلّمون كيف يتعاملون مع النظام البيئي بطرق أكثر استدامة. تمّت مراجعة سياسات الحكومات في جميع أنحاء العالم، وتم إدخال قوانين جديدة تنظّم استخدام التكنولوجيا بشكل أكثر حذرًا. تمّ إنشاء هيئات مراقبة بيئية عالمية تضمن ألا تُستخدم التقنيات بشكل مفرط أو غير مدروس.

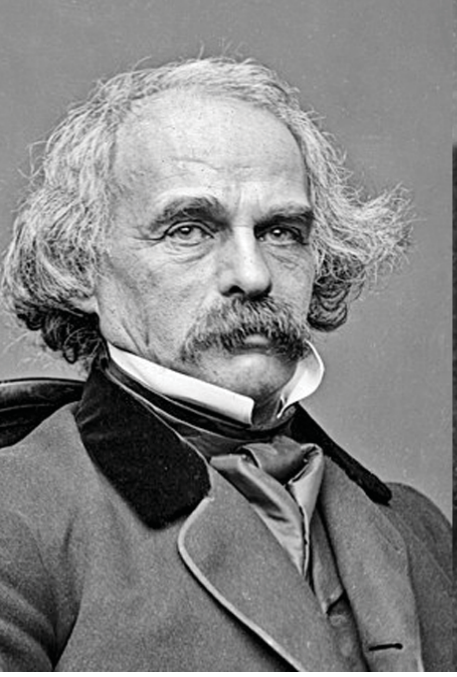
وفي النهاية، انتهت الأزمة الكبرى، لكنّ الإنسانية تعلّمت درسًا عميقًا: أنّ التوازن البيئي ليس شيئًا يمكن التحكّم فيه بالكامل، بل هو حالة دقيقة ومرهونة بتفاعل معقّد بين الكائنات الحيّة والبيئة. لقد أصبح هناك وعي عالمي جديد حول كيفية استخدام التكنولوجيا بشكل يعزّز من استدامة البيئة دون التدخّل المفرط.

قال د.كريم مبتسمًا:

«لقد بدأنا من نقطة صفر، ولكنّنا الآن في طريق جديد. الطريق الذي نحتاج إلى السير فيه بحذر وباحترام. لا يمكننا أبدًا أن ننسى الدرس الذي علّمتنا إيّاه هذه الكارثة».

نظرت د.نورا إلى الفريق، وقالت:

«لقد علمنا أنّ الاستدامة ليست مجرّد كلمة. إنّها طريقة حياة. وعلى البشرية أن تختار الطريق الذي سيحمي الأرض للأجيال القادمة».



تجربة غير مألوفة

ناثانييل هاورثون [1]

ترجمة : حسين تقي سنبلي

دعا الطبيب "هيديغر" في ليلة من الليالي أربعةً من معارفه المحترمين، وطلبَ أن يقابلوه في عيادته. وكان ثلاثة منهم رجالاً دبَّ الشيب في شعورهم، وهم: السيِّد "مدربورن"، والكولونيل "كليجرو"، والسيِّد "جاسكوني". أمَّا الرابع فكانت عجوزاً متصابيةً هي الأرملة "ويشرلي". كانوا أربعة مسنّين بائسين، صادفتهم التعاسة في حياتهم. ولعلَّ أكبر تعاسة صادفتهم أنّ هادم اللّذّات لم يفتقدهم حتَّى الآن، حتَّى يستريحوا من الآلام الَّتي تلاحقهم وتأخذ بخناقهم!

كان السيِّد "مدربورن" في مستهل حياته تاجراً ناجحاً مرموقاً، ولكنّه فَقَدَ ثروته في مضاربات ومراهنات، فأصبح في ضيق وعُسر.

وأضاع الكولونيل «كليجرو» أفضل سنين عمره في البحث عن الملذّات المحرّمة، كما أضاع صحّته وثروته من قبل، فأودى به ذلك إلى أمراض أزلَّته، فسقط صريعها روحاً وبدناً.

أمَّا السيِّد "جاسكوني" فكان سياسياً محطّماً فكان رجلاً سيء السمعة، أو هكذا كانت شهرته من قبل في الأقل، حتَّى محا الزمن اسمه من ذاكرة الجيل الحاضر، فأصبح مغموراً بعد أن كان مرموقاً.

هذا عن الرجال المسنّين الثلاثة.

1 - (1804-1864) روائيٌّ، ورومانسيٌّ أسود، وكاتب قصص قصيرة أمريكي. ركزت أعماله على التاريخ، والأخلاق، والدين.

أمَّـا الأرملـة «ويشرلي» فـإنّ الشائعـات تنقل إلينـا أنّهـا كانت ملكـة تتربّع علـى عرش الجمال في ريعان شبابها، ولكنّهـا أضحت تعيش في غمرة النسيـان منـذ أمد طويـل، بسبب بعض الأقاويل الفاضحـة الَّتـي تناقلها النّاس عنهـا، والَّتي آذت أسماع الطبقة الراقية في المنطقة.

وممَّـا هو جديـرٌ بالذكر، أنّ الرجـال الثلاثة كانـوا وقعوا في غرام الأرملة "ويشرلي"، وهي في ريعـان شبابها، وبلغ بهم التزاحـم من أجل الفوز بقلبها حدّ التضارب والعراك.

وقبـل أن نوغل في سرد قصّتنا، يهمّنا أن نقول إنّ الطبيـب "هيديغـر" وضيوفـه الأربعـة كانوا جميعاً يستبدّ بهـم القلق، ويسيطر على جوانحهم ومشاعرهم، كما هي حال كلٍّ من تقدّمت به السن، سـواءٌ أكان ذلك ناجماً عن متاعـب معاصرة، أمْ عن ذكريات أليمة مريرة.

وبـدأ الطبيـب "هيديغـر" حديثـه، مشـيراً إلى ضيوفـه بالجلوس: «أيّها الأصدقـاء الأعزّاء! إنّي لفـي حاجـة شديـدة إلى معونتكـم في إحدى التجـارب، الَّتي تعلمون أنّنـي أسلّي بها نفسي هنا في عيادتي بين الفينة والفينة».

ولقـد كانت عيادة الطبيـب "هيديغر" مكاناً مثيراً حقّاً: غرفةً واحـدةً مظلمةً، أكل الدهر على الأثـاث الَّـذي بها وشـرب، وعشَّـش العنكبوت في أركانها. وحول الجدران الكالحة ثمَّة رفوف تعلوها الكتب، فملأت الرفوف السفلى منها كتب ضخمة تناهـت في الضخامـة، أمَّا الرفـوف العليا فكانت تشغلهـا كتيّبـات مكسوّة بالجلـد الأسـود الموشّي بحـروف ذهبية. وفي ركنٍ مـن قاعة المكتب مائدة يعلوها تمثـال نصفي لأبقراط سيِّد الطب المطلق، وكان الطبيـب "هيديغـر" كما تـروي الإشاعات يستشـيره في جميـع الحـالات المستعصيـة الَّتـي يتعرّض لبحثها وفحصها. وفي أشدّ أركان الغرفة ظلمةً، ثمَّة خزانة شامخة، بدا من أحد مصراعيها هيـكل عظمي يترنّـح في حركات رتيبـة. ولم يكن يكسـو الجدران سوى ستائر قديمـة العهد، ومرآة مؤطَّـرة بإطارٍ مُذهَّب بهت طلاؤه. ومن الأساطير الَّتـي تروى عن هذه المرآة، أنّ جميع أرواح مرضي الطبيـب "هيديغـر" - الَّذيـن انتقلـوا إلى العالم الآخـر - كانوا يعيشـون في إطارها، ويحملقون في وجـه الطبيب عندما يتطلّع إليهـا.. وعلى الجانب الآخـر مـن جـدران الغرفـة، صـورة بالحجـم الطبيعي لسيِّـدة في مقتبل الشباب، في ثوب باهت من الحريـر الغالي المطرّز بالساتان، وكان وجهها باهتـاً كثوبها. وكان الطبيب "هيديغر" على أهبة الـزواج من هذه السيِّدة منـذ حوالي نصف قرن، غـير أنّها في سورة اضطرابها قبيل الزواج ابتلعت قرصاً أوصاها به خطيبها لتهدئة أعصابها، فإذا به يؤدّي إلى وفاتها في ليلة زفافها.

أمَّا أكثر مـا كان يبعث على العجب في العيادة بعـد كلِّ ذلـك، فهـو كتابٌ ضخـمٌ مكسـوٌّ بالجلد الأسـود، وتحيـط بأطرافـه مشابـك مـن الفضّة الخالصة، ولم يكن يحمـل على ظهره أيّ حروف، وليـس ثمَّة مـن أنبأنـا باسمـه.. ولكـن، كان من المعروف أنّه كتاب عن السحر.

وفي إحدى الأمسيات، حاولت إحدى الخادمات رفعه؛ لتزيل التراب مـن تحته، فاضطرب الهيكل العظمـي في خزانتـه، وتقدّم خطـوةً على الأرض،

وأطلَّت عدَّة وجوهٍ مخيفة من المرآة، في حين تجهَّم التمثال النصفي لأبقراط، وهو يصيح: «كفاك!».

هكذا كان مظهر عيادة الطبيب "هيديغر"، حينما اجتمع وضيوفه الأربعة حول مائدة مستديرة في لون الأبنوس الأسود اللامع، يعلوها زهرية من الكريستال غالية الثمن، ينمُّ عن ذوقٍ رفيع. وكانت أشعّة الشمس الغاربة تتسلَّل إلى الغرفة من بين ثنايا ستارتين من الحرير الدمشقي الغالي، لتقع مباشرة على الزهرية فينعكس ضوؤها على الوجوه المغبرة للأشخاص الخمسة الملتفّين حول المائدة. كما كان على المائدة أربع كؤوس فارغة من كؤوس الخمر.

ووجَّه الطبيب حديثه الى ضيوفه الأربعة قائلاً: «أيّها الأصدقاء الأعزّاء! هل لي أن أعتمد عليكم في القيام بتجربة غريبة غاية الغرابة؟».

وكان الطبيب "هيديغر" شيخاً، غريب الأطوار، حتَّى أمست غرابته نواة لعشرات القصص الخيالية التَّي تُحاك حوله. ولعلِّي أنا الكاتب من أصحاب بعض تلك القصص، فإذا ما هزَّت قصّتي وجدان القارئ، فإنّه ليسعدني أن أسهم في شهرة الطبيب وغرابته.

وإذ استمع ضيوفه الأربعة إليه، وهو يحدّثهم عن تجربته المقترحة، لم يتوقّعوا أن تتجاوز قتل فأر في أنبوبة اختبار، أو فحص مجهري لعنكبوت، أو إحدى هذه الترّهات التَّي كان دائما يحب أن يداعب بها أصدقاءه ومريديه ويبهرهم. غير أنّه عَبَر الغرفة في خطوات سريعة من دون أن ينتظر جواباً منهم، وعاد حاملاً المجلَّد الضخم الكبير ذا الغلاف الأسود، الَّذي قلنا إنّ الإشاعات تصفه بأنّه كتاب سحر. وبعد أن فكَّ المشابك الفضّية الَّتي كانت تغلقه، فتح الكتاب، والتقط من بين صفحاته وردة، أو شيئاً كان وردةً في وقتٍ ما، ولكن أوراقها ذبلت وتغضَّنت، فبدا أنّها كانت على وشك التهشّم والانهيار بين أصابع الطبيب النحيلة الطويلة.

قال الطبيب وهو يتنهّد: «هذه الوردة! هذه الوردة بالذات الَّتي ذوى غصنها، كانت في أوج نضارتها منذ خمس وخمسين سنة.. أعطتنيها «سيلفيا وارد» الَّتي ترون صورتها خلفكم فوق الجدار، وكنتُ على وشك أن أضعها في عروة سترتي يوم الزفاف.. وهي منذ ذلك الحين تقبع بين أوراق هذا المجلّد... والآن، هل بوسعكم أن تتصوّروا أنّ من الممكن لهذه الوردة، الَّتي يرجع عهدها إلى ذاك الزمن السحيق، أن تستعيد رونقها في لحظة واحدة؟!».

وهنا لم تتمالك الأرملة «ويشيرلي» نفسها، فصاحت في اضطراب: «كلامٌ فارغٌ! كأني بكَ تريد أن تقول أيضاً، إنَّ السيِّدة العجوز المتغضّن وجهها يمكن أن تستعيد رونقها هي الأخرى في لحظة واحدة!؟».

قال الطبيب "هيديغر": «انظروا إذن!».

ثمَّ كشف الغطاء عن الزهرية، وألقى بالوردة الذاوية في الماء الَّذي كان يملأها. وظلَّت الوردة ساكنةً في أول الأمر، تطفو على سطح الماء لا تتشرّب شيئاً منه.

ولكنّ أمراً غريباً بدأ في الحصول! وإذا بالأوراق الذاوية تستعيد رونقها رويداً، وأخذ العنق المتيبّس يستردّ اخضراره، كما لو كانت الوردة تفيق من حلمٍ طويلٍ عميقٍ. وما هي إلَّا دقائق معدودات

حتَّى عادت الـوردة إلى نضارتها الَّتي كانت عليها منذ نصف قـرن، يوم أهدتها «سيلفيـا وارد» إلى خطيبهـا أوّل مرّة، وقد بـدت بعض نقط الماء تلمع على أوراقها لمعانَ اللؤلؤ فوق القطيفة الحمراء.

وصـاح أصدقاء الطبيب مـن دون اكتراث؛ إذ كانـوا شاهـدوا من قبـل معجزات أكـبر وأعظم، في عروضٍ قام بها بعض الحواة: «لا ريب في أنها خدعة باهرة! بربّك! كيف قمتَ بها!؟».

أجـاب الطبيـب: «ألم تسمعوا قـطُّ عن ينبوع الشباب! الَّذي حـاول المغامر الإسباني «بونس دي ليون» البحث عنه منذ قرنين من الزمن أو يزيد؟».

فسألت الأرملة «ويشرلي»: «ولكن، هل استطاع بونس دي ليون العثور عليه؟».

«لا.. لأنّـه لم يبحـث عنـه قـطُّ في مكانـه الحقيقـي.. فإنّ ينبـوع الشبـاب إذا كان ما وصل إلى علمـي عنـه صحيحاً يقع في الجـزء الجنوبي مـن شبـه جزيـرة فلوريـدا، ويتـوارى منبعـه في غابات كثيفة مـن أشجار الماثوليا الضخمة، والَّتي ما تـزال يانعةً كزهور البنفسـج، بفضل مياه هذا الينبـوع، مع مرور السنين الطويلة... ولمَّا كان أحد أصدقائي يعرف تضلّعي في مثل هذه المسائل، فقد أرسـل إليَّ خصيصـاً هـذا القدر من الميـاه الَّذي ترونه في الزهرية!».

وسأل الكولونيل «كليجرو»، وهو لا يصدّق كلمةً واحـدةً من قصّة الطبيب: «ومـاذا يمكن أن يكون أثر هذا السائل في جسم الإنسان؟».

فأجـاب الطبيـب "هيديغـر": «سوف تحكم بنفسـكَ يـا صديقـي الكولونيـل! إذْ إنّكـم أيّهـا الأصدقـاء المحترمـين مدعـوون إلى أنّ الشـرب مـن هذا الماء بقدر مـا تستطيعون لكي يعيد إليكم نضـارة الشباب.. أمَّا أنا فعانيـتُ كثيراً في دنياي حتَّى وصلت إلى سنِّ الشيخوخة، فما عدتُ متلهّفاً للرجوع مرّة أخرى إلى سنّ الشباب.. لذا، فكلّ ما سأفعله هـو أن أرقب مدى نجاح هذه التجربة إذا سمحتم لي بذلك!».

وأخذ الطبيب "هيديغر" يملأ كؤوس الخمرة مـن ماء ينبـوع الشبـاب، وهـو يتكلّم. وبـدا الماء فـوّاراً؛ لأنّ بعض الفقاقيع أخـذت تطفو من القاع إلى وجـه الماء، على شكل حبيبات فضّية لامعة، في حين انتشـر في الجو شذى رائحةً طيبةً، ممَّا جعل المسنّين الأربعة لا يشكُّون لحظةً في أنّ لهذا السائل مفعول غريـب ولا بدّ، فحثَّهم هذا علـى أن يمدّوا أيديهم بسرعة إلى الكؤوس ليجرعوا ما بها.

ولكـنّ الطبيـب "هيديغر" أومأ إليهـم بيده أن يتريّثـوا هنيهةً، وهو يقول: «عليكـم قبل أن تشربوا، أن تقـدّروا ما أنتـم مقدمون عليـه، مسترشدين في ذلك بخبرة حياة كاملة! ماذا ينبغي أن تفعلوا اذا ما رجعتم مرّة أخـرى إلى سنّي شبابكم وسط مخاطر الحياة الحالية؟ فـإذا لم تصبحوا نماذج للفضائل، وعنواناً للحكمة، ومثالاً يحتذيه جميع شباب عصرنا الحاضر، فالشين سيحيق بكم طول حياتكم!».

وظـلَّ أصدقـاء الطبيـب لا يحـيرون جوابـاً. كانـت كل لهفتهـم تتّجـه إلى شرب الميـاه بأسرع ما يمكنهم، ليقتنصـوا كلّ دقيقة من الوقت؛ فكلّ دقيقة تنقضي باتت في نظرهم عبئاً وهباءً..

وقـال الطبيب وهو يشير إلى الإنـاء: «اشربوا إذن! فأنا على ثقة الآن من أنني تخيَّرتُ من الناس من يناسب تجربتي!».

وبأيدٍ مرتعشة موزّعة بين التردّد واللهفة، رفعوا الكؤوس إلى أفواههم، وقد بدوا وكأنّهم لم يعهدوا شباباً أو متعةً في حياتهم كلّها.. بل كأنّهم ولدوا مسنّين، فهم يتطلّعون إلى أن يعرفوا ما تناهى إلى مسامعهم عن متع الدنيا وزخرفها. وبعد أن أفرغوا كؤوسهم في بطونهم، أعادوها الى المائدة وظلّوا يترقّبون..

وسرعان ما لوحظ تطوّرٌ غريبٌ على وجوه الجماعة. لم يكن كذلك الَّذي يحدث عقب شرب زجاجة من الخمر المعتّقة، ولكن، كأنّما كان ثمّة ضوءٌ وهّاجٌ أنار وجوههم بغتةً، وظهرت لمحة الصحّة تكسو وجوههم، وتمحو عنها تلك الجهامة الكابية الَّتي كانت تبديها كوجوه الموتى.. وأخذوا يتبادلون النظرات، وهم يخالون أنّ معجزةً حلَّت لتمسح أحزانهم، وتزيل آلامهم الَّتي أضفاها الزمن على جباههم وملامحهم..

وأخذت الأرملة "ويشرلي" تعدّل من وضع قبّعتها، إذْ شعرت بأنّها عادت ناضرة الأنوثة مرّةً أخرى، وقالت: «ناولنا المزيد من هذه المياه العجيبة! إنّنا الآن أصغر ممَّا كنّا، ولكن ما نزال كباراً في السن... بسرعة! بسرعة! ناولنا المزيد!».

وقال الطبيب "هيديغر" الَّذي ظلَّ صامتاً طول الوقت، نرقب التجربة في رزانة الفلاسفة: «صبراً! صبراً! وصلتم إلى السن الَّتي كنتم عليها بعد عمر طويل.. ولن ينتقص من اغتباطكم أن تستغرق عودتكم إلى الشباب نصف الساعة فقط! وعلى أيِّ حالٍ، فالماء تحت تصرّفكم!».

وعادوا يملؤون الكؤوس من ماء الشباب. وبقي في الزهرية من الماء ما يكفي لأن يحوّل نصف سكان المدينة من الشيخوخة إلى أعمار أحفادهم.

وفي حركة بادية الانفعال جذب الأربعة كؤوسهم من على المائدة، وأفرغوها في أجوافهم دفعةً واحدةً... تُرى، أكان الأمر خداعاً؟ كان الشراب وهو ينساب في حلوقهم يبدو وكأنّه يؤثّر في كلٍّ كيانهم، إذْ بدت عيونهم تلمع، وتفيض بنظرة أرقُّ وأكثر شباباً..

وتحلَّقوا المائدة جميعاً: ثلاثة رجال في أوسط العمر، وسيِّدة تكاد تكون في ربيع الحياة. وصاح الكولونيل «كليجرو»، وعيناه مثبّتتان على وجهها، الَّذي بدأت مظاهر الشيخوخة تبارحه كما ينسلَّ الظلام عندما يغزوه نور الفجر: «سيِّدتي! ما أفتنكِ!».

ولكن السيِّدة الفاتنة كانت تعالم بخبرتها القديمة أن أقوال الكولونيل كليجرو لا تتسم دائماً بطابع الصدق المنبعث من القلب. لذا، فقد جرت إلى المرآة تستشيرها، وهي تخشى أن يطالعها على صفحتها وجه العجوز الشمطاء الَّتي تعلو وجنتيها آثار السنين الخوالي.

وأخذ الرجال الثلاث يتصرّفون بما أوحي بأنّ لماء ينبوع الشباب هذا الأثر الناجح فعلاً. ففيما عدا الدوار الخفيف الَّذي أحسّوا به؛ نتيجة ارتدادهم بغتةً عشرات السنوات، أخذ طيش الشباب ومرحه يسيطران على كلِّ تصرّفاتهم..

وانطلق لسان السيِّد «جاسكوني» يتشدّق بالموضوعات السياسية. ولكن، هل تتصل هذه الموضوعات بالأحوال السياسية في الماضي، أو هي تتصل بالحاضر، أو المستقبل؟ كان من الصعب إدراك هذا؛ إذْ كان كلّ ما انساب منه من عبارات،

هـو عين ما اعتـادوا أن يـردّدوا خـلال الخمسين عاماً الأخيرة! فـراح السيِّـد «جاسكونى» يتحدّث عـن الوطنيـة، والمجد القومـي، وحقـوق الشعب. وكان يتحـدّث بصـوتٍ منخفضٍ أحيانـاً حتَّى لا يسمعه ضميـره، ويرفعُ من صوتـه أحياناً أُخر في نـبرةٍ مهيبـة، كما لـو أنّ أذناً ملكيـةً كانت تستمع إليه، وقد تكافئه عن أقواله بمنصب وزاريٍّ!

أمَّا الكولونيـل "كليجرو" فقد راح يردّد طول الوقـت نشيـداً حربياً حماسياً، ويـدقّ بكأسه على المائدة في موسيقا تتجاوب والنشيد، في حين كانت عيناه معلَّقتين بوجه الأرملة «ويشرلي»، الَّذي رجع في تلك الأثناء إلى مقتبل الشباب..

وفي الجانـب الآخـر مـن المائـدة، كان السيِّد ميدبورن منهمكاً في حساب المال الَّذي سيعود عليه من مشروع اعتزم القيام به، وهو تسيير قافلة من الحيتان والأسماك البحرية الكبيرة، لتنقّل الثلوج من الجبال الجليديـة بالمحيطات، إلى بلاد الهند الشرقية الحارّة..

وظلَّـت الأرملة «ويشـرلي» تحملق مشدوهةً في صورتهـا المنعكسة علـى المرآة، وهـي ترحّب بها، وتؤهِّـل وتُسهِّـل، وكأنّهـا رأت صديقـاً قديماً بعد طـول فراق، صديقاً أحبّتـه أكثر من أيِّ شيءٍ آخر في حياتها. وأخذت تزداد بوجهها قرباً من المرآة، لترى ما إذا كان أيُّ ظـلٍّ للتجعّدات باقياً، وما إذا كان الشيب زال من شعرها.

وأخـيراً، دارت في حـدّةٍ مطمئنّـةً، لتعـود في خطوات راقصة إلى المائـدة، وهتفت: «يا عزيزي الطبيب! بربّك امنحني كأساً أخرى!».

فأجـاب الطبيب مجاملاً: «طبعـاً يا عزيزتي! انظري! لقد ملأتُ الكؤوسَ فعلاً!».

وكانـت الكؤوس الأربع ممتلئـةً بالماء العجيب الفـوَّار، الَّذي كانـت حبيباته ما تنفـكُّ ترتفع من أسفل الكؤوس حتَّى أعلاها، كحبّات اللؤلؤ.

وبدأ الغسق ينشر سدوله، ولكنّ نوراً خافتاً ظلَّ ينبعث مـن الزهرية، وينعكس على وجوه الضيوف الأربعة ووجه مضيفهم الطبيب المحترم، الَّذي ظلَّ جالساً في مقعـده العالي، يُطـلُّ في كبرياء الرجل الوقور علـى ضيوفه الأربعة وهم يتصرّفون كما لو كانوا في ميعة الصبا.

إذْ مـا انفكّوا ينظـرون في احـترام ووجلٍ إلى التعبـير الرزيـن الَّـذي تـراءى على وجهـه. فلمَّا شربـوا الكأس الثالثة، وسـرى ماؤها في عروقهم، حتَّى أصبحـوا في مرح المراهقـين وطيشهم، وبدا لهـم العمـر الطويل، بهمومـه، وأحزانـه، وآلامه، وأمراضـه قـد انحسر، كما لـو كان ذكرى بغيضة إلى نفوسهـم، أو شتـات حلم مزعـجٍ أفاقوا منه. فلقـد أحسُّـوا بأنّهـم ولـدواً مـن جديـدٍ، في دنيا جديدة..

وراحوا يردّدون: «عدنا شباباً! عدنا شباباً!».

وأمسوا وقد زال عنهم كلّ أثر لرزانة الشيخوخة ووقارهـا مجموعةً من الشبـاب تحكم تصرّفاتهم جميعـاً حماقـات المراهقـين، واستحـال حديثهم سخريـةً لاذعةً من الشيخوخة الَّتـي كانوا فرائس لهـا منذ حـين، وأخـذوا يضحكون مـن ملابسهم الَّتـي عفـا الزَّمن علـى طرازهـا، ومـن قبعاتهم العريضـة الغربيـة، ومـن القفازيـن القديمـين الغريبـين اللذين ارتدتهمـا السيِّـدة الفاتنة الَّتي

كانت تجلس قبالتهم. وأخذ أحدهم يُقلِّد عجوزاً يعرج، وهو يسير على عكّازين وهميين، ووضع الآخر نظّارته على قصبة أنفه كما يفعل المسنّون، وهو ينكبُّ على كتاب السحر الضخم، وكأنّه يجد صعوبةً في قراءته. في حين اتّكأ الثالث في متّكئ واسع يحاول أن يقلِّد رزانة الطبيب "هيديغر" ووقاره. ثمَّ أخذ الجميع يصيحون ويغنّون بأعلى أصواتهم، وهم يقفزون في الغرفة..

أمَّا الأرملة «ويشرلي» فخطت تدلُّ نحو المقعد الَّذي جلس عليه الطبيب، إذا كان لنا الحق أن نسمّي آنسة في مثل هنا الجمال والسن بالأرملة. وقالت تداعبه بصوتٍ متهدّجٍ: «يا أحبَّ الناس! ألا تراقصني!؟».

وهنا علا ضحك بقيّة الشبان، وهم يتخيّلون مدى الجهد والعناء الَّذي يتحمّله الطبيب الشيخ إذا راقص هذه الفتاة المغناجة.

ولكنّ الطبيب أجاب في هدوء: «أرجو المعذرة يا سيِّدتي! فأنا شيخٌ هرمٌ، ولم أراقص أحداً منذ عهدٍ بعيد.. ولكن هؤلاء الشبّان المرحين سيسعده ذلك ولا ريب».

وهنا هتف الكولونيل «كليجرو»: «تعالي راقصيني يا كلارا!».

ولكنّ السيِّد «جاسكوني» صاح في وجهه معترضاً: «لا! لا! أنا الَّذي سأراقصها!».

فتدخّل السيِّد "مدربورن" قائلاً: «بل أنا الَّذي سيراقصها! لأنّها وعدتني بالزواج منذ خمسين سنة!».

والتفّوا جميعاً حولها.. واحد يشدّها من يديها في انفعالٍ، والآخر يلفّ خصرها بذراعه، والثالث يجوس بأصابعه خلال جدائل شعرها الذهبية، وهي تحاول في تمنّعٍ ودلال أن تفلت من بين أيديهم، وصدرها الناهد يعلو ويهبط، ولكن من دون أن تبذل من جانبها أيّ محاولة جدّية في اصطناع ذلك. ما أجمل هذه المنافسة الَّتي جائزتها وجهاً باسماً فاتناً في مقتبل الشباب. ولكنّ المرأة الخبيثة لم تعكس هذه الصورة الجميلة، بل ظلّت تعكس صورهم في شكل ثلاثة شيوخ متهالكين، في ملابس قديمة الطراز، تملأ الأخاديد وجوههم، وقد راحوا يتنازعون فيما بينهم تنازعاً مقيتاً عجوزاً شمطاء، عفا عليها الزمن، فتركها جلداً على عظم..

ولكنّهم كانوا شباباً. كانت عواطفهم الملتهبة تؤكّد لهم ذلك. وعندما أثارهم دلال الفتاة الَّتي بينهم إلى حدِّ الجنون، أخذوا يتبادلون فيما بينهم نظرات غاضبة، ثمَّ انقلبت هذه النظرات إلى عبوس، فأسك بعضهم برقاب بعض. وبينما هم يتلاحمون في غضب، إذ انقلبت المائدة بما عليها، فتهشّمت الزهرية إلى آلاف القطع، وجرى الماء الثمين لامعاً على أرض الغرفة، معيداً الشباب إلى جناحي فراشة عجوز، كانت ترقد في استسلام على أرض الغرفة، وتهيء نفسها للموت. فما كاد الماء يلمسها حتَّى انتفضت، وانطلقت تطير، لتستقر على رأس الطبيب "هيديغر"، الَّذي تخلّله الشعر الأبيض.

وهتف الطبيب: «لا! لا! أيّها السادة! لا! لا! يا سيِّدة «ويشرلي»! الآن يحقّ لي أن أحتجّ على هذه الفوضى!».

ووقفوا صامتين كأنّ على رؤوسهم الطير، إذ بدا واضحاً أنّ الزمن العاتي بدا يدعوهم

إلى العـودة من رحلة شبابهـم المشوّقة، إلى وادي الشيخوخة مرّةً أخرى..

وأخـذوا ينظـرون إلى الطبيـب "هيديغـر"، الَّذي جلس في مقعـده الواسع حاملاً الزهرة الَّتي بلـغ عمرها خمسين سنة، والَّتـي استطاع إنقاذها مـن بـين أشـلاء الزهريـة المحطّمـة.. وبإشـارة من يده، عـاد الأربعـة الطائشـون إلى مقاعدهم طواعيـة؛ إذ إنّ الشجار أنهـك قواهم مع شبابهم الظاهـري. وأخـذ الطبيـب يناجـي زهرتـه: «يا لزهرة سيلفيا المسكينة! بدأت تذبل من جديد!».

وهذا ما كان يحدث فعلاً.. فقد أخذت الزهرة في التغضّـن والجميع يحملقون فيها حتَّى أصبحت جافّةً هشّـةً، كما كانت ساعة أن ألقى بها الطبيب في الزهرية قبل هنيهة..

وقـال الطبيب، وهو يقـرّب الزهـرة لتلامس شفتيـه: «إنّني أحبّها هكـذا، أكثر ممّا أحببتها في أوج نضارتها!».

وبينمـا كان يتكلّم، إذْ طارت الفراشة من فوق رأسـه، وحوّمت مترنّحةً، ثـمَّ سقطت على الأرض جثّةً هامدةً..

وبـدأت قشعريـرة بـاردة تسـري في أوصـال الرجال والمرأة.

أتراهـا كانـت تسـرى في أرواحهـم.. أو في أبدانهم؟

هـذا ما لم يستطيعـوا أن يقطعوا بـه! وأداروا فيما بينهم النظرات، وفي قلوبهم أحاسيس أنّ كلّ دقيقة تمـرُّ تسلبهم متعةً وشبابـاً، وتحفر أخدوداً جديداً في وجوههم..

تُـرى، هل كان الأمـر كلّه وهمـاً؟ هل كان من المكن أن تحدث كلّ هذه التغييرات المذهلة، في مثل هذه المـدّة الوجيزة؟ ثـمَّ يعودوا مـن جديد أربعة ضيـوف مسنّـين، يجلسـون مع صديقهـم القديم الطبيب "هيديغر"؟

وتساءلـوا في حـزنٍ: «هـل عدنا مسنّـين مرّةً أخرى؟».

والحقيقة المريرة، أنّهـم أصبحوا كذلك؛ فقد كان مفعـول مـاء الشبـاب سريـع الـزوال كزوال النـدى.. وتبخّـرت النشـوة الَّتي أوجدهـا كتبخّر الفقاقيع الَّتي تملأ ماء الزهرية..

نعم، لقد عادوا عجائز هرمين مرّةً أخرى!

ورفعت الأرملة «ويشرلي» يديها من غير شعورٍ أمام عينيها، وكان الجلد تهدّل حولهما، وتمنّت لو أنّ هذين اليدين كانتـا دفينتين تحت التراب منذ زمـنٍ، فهذا أرحم من استردادهما الجمال دقائق معدودة، ثمّ أوبتهما إلى قبح الشيخوخة..

ووجـه الطبيب حديثه إليهم قائـلاً: «نعم أيّها الأصدقـاء! عدتم عجائز مسنّين مرّةً أخرى، ولقد سكبتـم كلّ مـا تبقّى مـن ماء الشبـاب في عبثكم الأرعن! فيـا للأسف! ويا للحسـرة! وأنا شخصياً غـير آسف لذلك، فإنّي لم أفكّـر لحظةً واحدةً أن أبلّـل شفتي بهـذا الماء، ولـو كانت نشوتـه تستمرّ سنـوات عدّة، وليس لحظات معـدودات.. هذا هو الدرس الَّذي علّمتموني إيّاه بتجربتكم الوجيزة!».

ولكـن ضيـوف الطبيـب الأربعـة لم يتعلّمـوا شيئـاً من هذا الدرس، بـل إنّهم وطّنوا العزم على أن يرتحلـوا إلى فلوريدا، لكي يجرعـوا كلّ صباح ومسـاء مـن مـاء ينبـوع الشبـاب، وكان أشدّهم حماساً لهذه الفكرة الأرملة «ويشرلي»..

كيف ولماذا نقرأ...؟

«أمة تحترم الكتاب جديرة بالبقاء»

محمد عيد الخربوطلي

الولع بالمزيد من الاطّلاع، واصطحاب الكتاب هو أحد الحلول المهمّة للأزمة الحضارية التي تعاني منها أمتنا العربية اليوم..

مقدّمة

تعدُّ القراءةُ في عالمنا المعاصر وسيلة مهمّة من وسائل الاتصال مع الآخر، والقراءة وسيلة لنقل تراث المجتمع وإحيائه، وتنميته وتجديده وتطويره، وتمدُّ هذا التراث بينابيع الحركة والنموّ والحياة، والقراءة وسيلة للتواصل الفكري، والتبادل الثقافي بين الشعوب المختلفة.

عندما سئل «فولتير».. عمَّن سيقود الجنس البشري أجاب: (الذين يعرفون كيف يقرؤون ويكتبون).

وللقراءة دور في تنمية الفكر، وإغناء الوجدان، وإخصاب الخيال، وإشباع حاجات الفرد النفسية، من حيث إشباع حاجته في الاعتماد على نفسه في تحصيل المعرفة والاكتشاف، ومعرفة عوالم كانت مجهولة أمام ناظره، وحقائق كانت غير معلومة.

وأهمّ سبب لعزوف النشئ الجديد عن القراءة، هو الإخفاق في تكوين عادات القراءة عنده، فنظم التربية لا تعوّد الناشئين على محبّة القراءة، ومصاحبة الكتاب، وتكوين عادات القراءة لديه.

القراءة المثمرة

المتابع لتاريخ النموّ الحضاري، لأيّ حضارة من الحضارات، يلحظ بوضوح أنّه كان في توتّره

مقترنـاً دائمـاً بالقـراءة وحـب العلـم، والشغف بالمعرفـة، وكثرة العلمـاء والباحثـين في ميادينها المختلفـة، ممّا لا يدع مجالاً لأيّ شـك في أنّ الولع بالمزيد من الاطّلاع، واصطحـاب الكتاب هو أحد الحلول المهمّـة للأزمة الحضارية التي تعاني منها أمتنا العربية اليوم.

وإذا أمعنّـا النظـر في واقـع الأمم الصاعـدة اليوم، لمسنا للوهلـة الأولى أنها اعتمدت النهوض بالتعليـم، وتيسير سبـل التثقّف أساسـاً لتقدّمها الحضـاري في جوانـب الحياة كافّـة، وفي المقابل، فـإنّ الشعـوب التي توصـف اليوم بأنّهـا متخلّفة، تشـترك جميعـاً في أنّهـا لا تملـك بنيـة معرفيـة صحيحة، كما أنّ بين معظم أفرادها وبين الكتاب، نوعـاً مـن الجفـاء، ونوعاً مـن الخلـل في أسلوب التثقّـف، وفي الحساسية نحو المعـارف الجديدة، ومـن المؤسف أن تكون أمّتنا بحاجة إلى من يحثّها على القراءة، ويكشف لها عن أهمّيتها في استعادة ذاتهـا وكيانهـا، ومـع هـذا فـإنّ علينـا أن نواجه مشكلاتنـا بواقعيـة وشجاعة، ونكفّ عـن التغنّي بأمجاد الآبـاء والأجداد، والإشادة بانتصارات لم نخض معاركها، والمباهاة في حضارة لم نشارك في بنائها وحتى في الحفاظ عليها..!

التعلّم مدّة الحياة

لقـد فطـر الله الإنسـان متسائـلاً محبّـاً للاستكشـاف، كمـا وقـد أتـاح لهـم أن ينمّـوا كينوناتهم المعرفية، وأن يندفعوا دائماً نحو معرفة المزيد دون أن يجدوا أيّ حدود للتشبّع أو الارتواء..

كان العلم في القديم يعتمـد على النقل، فكان التعلّـم والتعليم عبارة عن أفعال مقترنة بالزمان، حيث يتمّان وفق تتابع زمنـي، وحين يموت العالِم، فمن الممكن أن يذهب معه أفضل ما يعرف، وحين صار للغات أبجديات، وتمتّع الإنسان بنعمة الكتابة، انتقلـت المعرفة من خبر الزمـان إلى خبر المكان، وصار الحفـظ والتوثيق والاسترجاع والنشر، ممّا هـو مُتاح على أوسع نطاق، وبذلك أمكن للناس أن يطوّروا معارفهم على نحو مدهش، وصار للبشرية بذلك تاريخ جديد.

إنّ هنـاك دواعي كثيرة، تفرض على الواحد منّـا أن يتعلّـم، ويقـرأ ويكتسـب الخـبرات مدى الحياة، منها:

1 ـ إنّ الذي يدعو الإنسان إلى مزيد من التعلّم، هـو العلم نفسه، إذ إنّه كلّما زادت المعرفة، اتّسعت منطقـة المجهول، والتقدّم نفسـه يعمل على زيادة حاجـة الإنسـان الشديـدة إلى المعرفـة، حيث إنّ التوغّـل في حقول المعرفة يتيـح إمكانات ومجالات جديدة، ويولّد دوافع جديدة للتقدّم الأوسع نطاقاً.

2 ـ لم يكـن لـدى الناس قديمـاً إحساس قوي بارتبـاط كسـب الرزق، بمـدى مـا يحصّلونه من علـم، لكنّ الوضع قـد تغيّر اليوم، حيـث تتضاءل على نحـو متصاعـد المهن والوظائـف التي يمكن للأمّيين ومحدودي الثقافة الاضطلاع بها، وسوف تجـد الأمّـة التـي لا يحسّـن أبناؤها مـن مستوى معارفهـم علـى نحـو مستمر نفسهـا مؤهّلـة لأن تكـون تابعة لـلأمم الأخرى، مستغلّـة لها على كلّ المستويات.

3 ـ مـا نمتلكـه اليوم من معـارف وخبرات، لا يتمتّع بقيمة مطلقـة، فسكّان الأرض يشكّلون عالماً واحـدا، وأهمّيـة كلّ جزء مـن أجزاء هـذا العلم تنبـع دائماً مـن قدرته علـى الصمـود والمنافسة وحلّ المشكلات، ومـا يمتلكه من وزن في الساحات العالمية، وشيـوع الأمّية الأبجديـة والحضارية قد جلب على أمتنا مشكلات هي أكبر بكثير ممّا نظنّ

وليس ذلك على صعيد المعيشة والإنتاج فحسب، وإنّما على صعيد فهم حضارتنا أيضاً، فتاريخنا بما أنّه بنية حضارية راقية، لا يتجلّى على نحو كامل، إلّا عبر تجربة معرفية وحضارية رائدة، ممّا يعني أنّ التخلّف الذي نعاني منه، قد حال بيننا وبين حضارتنا.

4 ـ إنّ العقل البشري يميل دائماً إلى تكوين عادات، ورسم أطر لعمله، وهي مع مرور الوقت تشكّل نوعاً من البرمجة له، البيئة والقراءة الواسعة، فالبيئة هي التي توفّر مادّة تلك البرمجة، وكلّما كانت ثقافة الإنسان ضحلة، وكانت مصادر معرفته محدودة، ضاقت مساحة تصوّراته، وأصبح شديد المحلية في نماذجه ورُؤاه، والقراءة الواسعة والاطّلاع المتنوّع هو الذي يعظّم الوعي لديه من خلال المقارنة وامتداد مساحات الرؤية، وكانوا قديماً لا يثقون بعلم العالم الذي لم يرحل، ولم يغيّر قديمه في طلب العلم، إدراكاً منهم لمخاطر البرمجة الثقافية القائمة على معطيات محلّية محدودة.

5 ـ التدفّق الهائل للمعلومات، وتراكم منتجات البحث العلمي في اتّساع مستمر والنتيجة المباشرة لذلك هي تقادم ما بحوزتنا من معارف ومعلومات وتفيد بعض التقديرات أنّ قرابة 90% من جميع المعارف العلمية قد تمّ استخدامه في العقود الثلاثة الأخيرة، وسوف تتضاعف هذه المعارف، خلال نحو من 12 سنة، ويقول أحد الباحثين إنّ على المتخصّص المعاصر، أن يضع في حسبانه أنّ ما يقارب 20%-10 من معلوماته قد شاخ، وعليه أن يجدّده، ويرى أحد الباحثين أنّ أعراض الشيخوخة تعتري المعلومات بنسبة 10% في اليوم بالنسبة إلى الجرائد، و10% في الشهر بالنسبة إلى المجلّات، و10% في السنة بالنسبة إلى الكتب.

إنّ تقادم المعلومات يتجلّى في صور شتّى، فتارة في ظهور زيفها أو عدم دقّتها، وتارة يتجلّى في عدم ملاءمتها للخطط الجديدة، وأحياناً بتحوّل الاهتمام عنها، لأنّها لم تعد ذات قيمة في البناء المعرفي، وأحياناً بقراءتها قراءة جديدة، أي: إنتاجها مرّة أخرى على نحو يبعدها عن مضامينها الأولى.

والعلاج لذلك كلّه: دوام الاطّلاع والمتابعة، حتى لا يتدهور ما لدينا من معرفة، وحتى لا نغرق في الضلالات والأوهام، التي تنتشر باعتبارها مفرزات جانبية للتقدّم العلمي.

من أجل القراءة:

إذا كانت القراءة أهمّ وسيلة لاكتساب المعرفة، وإذا كان اكتساب المعرفة أحد شروط التقدّم الحضاري، فإنّ علينا ألّا نبخل بأيّ جهد يتطلّبه توطين القراءة في حياتنا الشخصية، وفي حياة الأمّة عامّة، فالمسألة ليست كمالية ولا ترفيهية، وإنّما هي مسألة مصير، ولا ريب أنّ جعل القراءة إحدى مفردات أعمالنا اليومية، لن يكون يسيراً، لأنّ ذلك يقضي تغييراً جوهرياً في سلوكنا وعاداتنا، كما يتطلّب توفير المال والوقت، وقبل ذلك الأهداف والدوافع، ويحتاج بالوقت ذاته إلى عناء ومشقّة، إلّا أنّه لا خيار آخر أمامنا، وما دمنا نريد حياة تليق بكرامتنا علينا أن نتحمّل تكاليف ذلك عن طيب خاطر.

وهذه أهم النقاط التي تساعد في نشر ثقافة القراءة..

1 ـ **الدافع**: زُوِّد الإنسان بعدد من القوى الفطرية (الغرائز) التي تدفعه إلى سلوك معيّن،

وترسم له أهدافه وغاياته، من أجل تحقيق توازنه الداخلي، وإعداده للتكيّف مع البيئة الخارجية، وتبقى حياة المرء معلّقة على الاستجابة لعدد من الدوافع، وتلبية عدد من الحاجات الأساسية، فيستحيل استمرار حياة الفرد من دون أخذه للحدّ الأدنى من كفايته من الطعام والشراب والهواء.

وإلى جانب ذلك، هناك حاجات ودوافع لا تتوقّف حياة المرء على تلبيتها وإنّما يتوقّف عليها تحسين نوعية الحياة، والارتقاء بالإنسان، وتوفير الهناء له، مثل الحاجة إلى الأمن والمعرفة والتآلف، وقد يصنّف ذلك عادة مع الحاجات الثانوية.

والإنسان لم يصادق مشكلة في التعامل مع دوافعه الأساسية، لكنّ المشكلة في الاستجابة لدوافعه الثانوية، فالتخلّف الحضاري، يجعل المرء مشغولاً بتلبية حاجاته الأساسية، ويجعل حسّه وهو معه ضعيفاً نحو كلّ ما يحسّن نوعية حياته، ويدفع به في مراقي الكمال، وهذا هو السبب الجوهري، في انعدام الدافع نحو القراءة لدى الكثير.

وإذا كان الفكاك من رِبْقَة التخلّف الحضاري هو الحلّ النهائي لمشكلة العزوف عن القراءة، فإنّ هناك جهات عديدة، بإمكانها أن تدفع الناشئة خاصّة خطوة إلى الأمام في هذا الاتجاه، مثل الأسر المتعلّمة، والمدارس والجامعات والنوادي الأدبية، والمكتبات العامّة، والجمعيات والمراكز الثقافية... إنّ الخطوة الأولى تكمن في إيجاد الدافع نحو القراءة.

2 ـ **تكوين عادة القراءة:** البدايات دائماً شاقّة، وأشق مراحل الطريق هي المرحلة الأولى، والبدايات التربوية الجيدة تبدأ دائماً في المنزل، فاهتمام الأهل بالعلم يعدّ عاملاً حاسماً في تطوّر الموقف النفسي لأطفالهم تجاه قضية التعليم وتكوين عادة القراءة لديهم، فهم قادرون إن أرادوا على تكوين حسّ الملاحظة والإصغاء وتنمية المَلَكات، كوصف المشاهد وعقد المقارنات وتمييز المفارق، وكذلك غرس روح النظام والترتيب، والجدولة في حياة أبنائهم اليومية، إنّ سرد حكاية أو قراءة قصّة ممّا يتمتّع به الطفل، ينمّي خياله المبدع، ويعطيه درساً في اللغة والتواصل، وسيكون لشراء سلاسل من الكتب المصوّرة للطفل أهمّية كبرى في كلّ ما ذكرناه، كما أنّ وجود مكتبة في المنزل يساعد كثيراً في توجيه الطفل نحو القراءة، وتأتي بعد ذلك وظيفة المؤسّسات التعليمية في رعاية ما بدأه الأهل في البيت وتنميته، ولن تستطع مدارسنا وجامعاتنا فعل شيء ذي قيمة، إلّا إذا كفّت عن تلقين المعلومات، وصارت إلى تكليف الطالب بالرجوع إلى المراجع والموسوعات، وتلخيص بعض الكتب وتقديم عروض لها، وتقديم الحوارات والمناقشات حول الكتب الجيدة، فعادة القراءة لن تتكوّن لدى الإنسان إلّا عندما يشعر بشيء من المتعة واللذّة عندما يقرأ، ثم إنّ قابليتنا للتعليم.. ستتحوّل بفضل ممارسة القراءة إلى براعة، كما أنّه يمكن للتكرار والتمرين أن يجعلها من حب المعرفة طبيعة ثانية لنا.

3 ـ **توفير الكتاب:** لأنّ القراءة لا تتمتّع بأي أهمّية لدى الكثيرين من أبناء أمتنا، نسمع شكوى مستمرّة من غلاء الكتب، وعدم توفر المال المطلوب لشرائها، وعند دراسة هذه المسألة نجد أنّ الكثيرين لسوء تنظيم عملية الإنفاق لديهم، هو المسؤول الأوّل عن شعورهم بالعجز عن توفير ثمن الكتب، ووقفة متأنّية للنظر فيما يُهدر من مال شهرياً على بعض الكماليات، وبعض الأشياء المقصود من استهلاكها الظهور والتسلّق الاجتماعي، ستجعلنا نوقن أنّ السبب الجوهري للعزوف عن القراءة لدى الكثيرين ليس شحّ المال، وإنّما انعدام أيّة رغبة لديهم في مصاحبة الكتاب، وقضية الكتاب تحتاج إلى عدّة حلول أهمها:

ـ إيجاد تنظيمات تلزم الهيئات والجهات المختلفة بإيجاد مكتبات مناسبة لتثقيف منسوبيها، مثل النوادي والنقابات ومجالس الأحياء والبلديات، وفي كلّ مكان عام، وتوفير المكتبات العامّة في كلّ مكان يجتمع فيه الناس .

ـ إيجاد رابطة لأصدقاء الكتاب همّها العمل على توفير الكتاب، وتسهيل وصول أكبر عدد من الناس إليه، وذلك من خلال المعارض وتنشيط سوق الكتاب المستعمل، وإصدار طبعات شعبية رخيصة، مع نشر فكرة تأجير الكتاب بأسعار رمزية، وحثّ الأغنياء على تخصيص مبانٍ ملحقة ببيوتهم يجعلونها مكتبة عامّة للمطالعة.

ـ قيام الجامعات والهيئات العلمية المختلفة بتبسيط العلوم عن طريق إصدار عدد من سلاسل كتب الجيب، وفي كلّ الاختصاصات، وليس للربح، إنّما إشاعة للمعرفة، ومساعدة للناس على تثقّفهم واطّلاعهم.

ـ تخصيص 2% من مصروف أيّة أسرة كافٍ لتأمين عدد من الكتب شهرياً، وتأسيس مكتبة قيّمة في البيت على المدى البعيد.

ولا بدّ أن نقول: إنّ كلّ ما ذكرناه يبقى في حيّز الأحلام والأمنيات، ما لم نعرف ما يتمتّع به الكتاب من أهمية ومحورية في تغيير أحوالنا والارتقاء بأوضاعنا.

4 ـ **توفير الوقت للقراءة:** إنّ أكثر من 80% ممّن لا يقرؤون كتاباً في الشهر يعتذرون بأنّه ليس لديهم وقت للقراءة، لطول عملهم أو لمشقّته، أعذار كثيرة يُبديها كثير من الناس.

إنّ الإحساس بالزمان منتج حضاري، ومن العسير على من لا يعيش عصره ولا يشعر بإيقاعه، أن يفهم بدقّة ما يُقال اليوم عن أهمّية الوقت، وأهمّية تنظيمه واستثماره والمحافظة عليه، وهذه ضريبة أخرى من ضرائب التخلّف الكثيرة.

إنّ الوقت هو المادّة التي صنعت فيها الحياة، ولو أنّ واحداً منّا وضع سجلاً كاملاً يوضّح فيه كيفية قضائه لأوقاته خلال أسبوع، لوجد أنّ قرابة 20% على الأقل من نشاطاته لا يخدم أيّ هدف، ولا يعود عليه بأيّ نفع، ولو أنّنا دقّقنا النظر في المكالمات الهاتفية التي نجريها كلّ يوم، لاكتشفنا أنّ كثيراً منها لا حاجة إليه، ولوجدنا أنّ كثيراً ممّا يُقال فيها يمكن الاستغناء عنه.

إنّ المشكلة الأساسية بالنسبة إلى الذين لا يقرؤون، ربّما كانت أنّهم لا يملكون أيّة أهداف، أو أيّة أولويات يضغطون بها على حاضرهم، ويوجّهون من خلالها جهودهم، إنّ تغيير السلوك في التعامل مع الوقت، يحتاج إلى وقت، وعلينا أن نثابر ولا نيأس.

5. تهيئة جو القراءة

هنـاك ارتبـاط وثيـق بـين إمكانيـة الفهـم والاستيعـاب وبـين الأجواء والأوضـاع التي تجري فيهـا عمليـة القـراءة، فالوضعيـة غـير المريحة للقارئ، والمكان غير المناسب للقراءة، يقلّلان من إمكانيـة استمـرار القراءة، كما يجعـلان الفائدة منها محدودة.

لذلك هنـاك شروط يجـب أن تتوافـر لتهيئة الجو المناسب للقراءة، ومنها:

- مـكان القراءة لا بدّ أن يكون منظّماً وجميلاً، يبعـث على الارتياح والانشـراح، وهذا يتوافر حين تخصّـص غرفـة للقـراءة، فالمكان الـذي أشياؤه مبعـثرة وفي حالـة فوضى، يبعث علـى الكآبة، ولا يشجّع على الجلوس فيه للقراءة.

- ولا بـدّ أن تكون غرفة القـراءة صحّية حسنة التهوية جيدة الإضاءة.

- الهدوء.. ينبغي لغرفة القراءة أن تكون بعيدة عـن الضوضـاء، لصفاء الذهـن، والقـدرة على التركيـز، وإن كان بعض القرّاء يحبّون الضجيج.. فهذه حالة شاذّة.

- توفـير الكرسـي المريـح والمناسـب لمكتـب الدراسة.

فـلا بـدّ للقـراءة الناجحـة والمثمـرة مـن التخطيـط والتفكـير والمثابـرة، ومـن توفير الجو المريح لممارستها.

لماذا نقرأ؟...

لماذا نقرأ؟ للتسليـة، للاطّلاع، لتوسيع قاعدة الفهم...؟

الإنسـان متسائل بفطرته، تـوّاق إلى اكتشاف المجهـول بالطبيعـة، وحـين يرتقـي في معـارج الحضارة، يتحـوّل لديه كثير من المعارف العلمية، مـن معطيـات ممتعـة ومرفّهـة، إلى ضـرورات حياتية، حيث يتوقّف عليها نمـوّه الروحي والعقلي والمهاري.

والحضـارة ليسـت في جوهرهـا الوصول إلى معلومات جديـدة، وإنما توظيف المعـارف المتاحة في تحسـين نوعية حياة الناس، والارتقاء بجوانبها المختلفـة، من هنـا فإنّ أهـداف النـاس من وراء القـراءة عديدة، تتنـوّع وفق وضعيـة القارئ، وما يؤمله من وراء مطالعة كتاب ما.

فالظروف الحياتية التي يمرّ بها كلّ واحد منّا، تجعل الأهداف الباعثة على القراءة تتفاوت تفاوتاً بعيـداً، فقد تكـون القراءة من أجـل توسيع قاعدة الفهـم، وقد تكون من أجل الحصول على معلومات حول موضوع ما، وقد تكون من أجل التسلية، أو رفع الحـرج، أو الرضوخ لعادة معيّنـة، أو ملء الفراغ، وقد تكـون من أجل متعة روحيـة أو عقلية، أو تلبية لمتطلّبـات تطـوّر فهمي للمـرء، أو استجابة للشعور بالواجب، أو لإظهار حبّ المعرفة والتشبّه بأهلها.

وبعـض القـرّاء لا يعرفـون لماذا يقـرؤون، ولا يبالـون بمساءلـة أنفسهم عن الهـدف التفصيلي الذي يقرؤون لأجله، مع أنّ تحديد ذلك بدقّة مهم

جـدّاً لتحديـد ما يلائـم الهدف من أنـواع الكتب وأنواع القراءة ومستوياتها.

ويمكـن إجمال الأهداف العامّـة للقراءة عند معظم القرّاء إلى ثلاثة أهداف، وهي:

1 ـ **القـراءة مـن أجـل التسلية:** لتمضيـة الوقـت والهـروب مـن الفـراغ، وهـذا النـوع من القـراءة لعلّـه الأكـثر انتشـاراً بين الناس، فقد أثبتت بعض الإحصائيات أنّ نحواً من 70% من القـرّاء يتّجهـون إلى القراءة للتسليـة، فكثير من الناس يتّجهون إلى قـراءة القصص والروايات والمسرحيـات والصحف والمجـلّات للتسلية، فهذه القـراءة لا تحتاج إلى أيّة مهـارة، ولا تكلّف جهداً يُذكـر، وفي طبيعـة الحـال لا يملـك هـذا القارئ هدفـاً أو محـوراً معيّنـاً يلزمه بقراءة نـوع مُعين، من الكتـب، أو يلزمه بوضع برنامج قرائي محدّد، لذلك فإنّه يقرأ أيّ شيء يقع تحت يده.

ومـع ذلك.. فـإنّ قـراءة التسليـة لا تخلو من فائـدة، وأوّل الفوائد أنّه يتخلّص من الفراغ الذي يـؤدّي إلى الشعور بالتفاهة، كما أنّـه يشغل نفسه بالخـير والفائدة، بدل أن يشغلهـا بأشياء ضارّة، كمـا أنّ القراءة قد تكـون علاجاً لبعض الأمراض العصبيـة، فمثلاً الخرف الذي يصيب كبار السن يعالج بالقراءة إضافة للأدوية.

2 ـ **القراءة من أجل الاطّلاع على معلومات:** وهـو أسلوب يمارسه كثير من الناس، وهو نوع من القـراءة لا يتطلّـب إلّا جهداً محـدوداً، فمثلاً من يريـد المعرفة عـن شيء ما، من السهـل أن يبحث عنه ويقرأ عنـه، لكن يلاحظ على القرّاء من هذا النـوع أنّ قدرتهم على المحاكمـة العقلية ضعيفة، وقدرتهـم علـى غربلة المعلومـات ودمجها في أطر ومحاور أكثر شمولية أشدّ ضعفاً، لذلك قد تصف شخصـاً ما بأنّه كثير القـراءة، ثم نجد أنّ مركّبه العقلي لم يطرأ عليه أي تغيّر خلال سنوات عديدة من القراءة والاطّلاع.

3 ـ **القـراءة مـن أجل توسـيع قاعـدة الفهم:** وهي أشقّ أنـواع القراءة وأكثرهـا فائدة، والذين يقرؤون من أجل هذا الغرض قلّة قليلة من الناس، لأنّ أكـثر الناس يعتقدون أنّ ما يملكون من مبادئ وقدرات ذهنيـة وإدراكية كاف وجيـد، فالناس لا يقبلون في العادة أي اتّهام لهم بأنّ أذهانهم تعاني نوعاً من النقص، كما أنّ القراءة من أجل تحسين نوعيـة الفهـم شاقّة جـدّاً منذ بدايتهـا، فالكتاب الذي يرقـى بفهم قارئه ليس ذلك الكتاب المفهوم لديـه، أو ذلـك الـذي يعرض معلومـات وأفكاراً معروفة، وإنّمـا ذلك الكتاب الذي يشعر قارئه أنّه أعلـى من مستـواه، وأنّ فهمه يحتـاج إلى نوع من العناء والجدّية والتركيـز، وحين ينجح القارئ في فهمـه، فإنّه يكون قـد ارتفع إلى مستـواه، وبذلك يكون قد تحسّن تفكيره.

إنّ القـراءة من أجل الفهـم، هي تلك القراءة التي تستهدف امتلاك منهـج قويم في التعامل مع المعرفة، وتكسبنا عادات فكرية جديدة، وتلك التي تزيد في مرونتنا الذهنية، كما تنمّي الخيال لدينا، وتجعلنـا نرسم صـوراً للأحـداث والأشيـاء، هي أقـرب إلى التكامل، على الرغم مـن وجود نقص في المعلومـات والمعطيات المُتاحة، وهـذا النوع من القراءة هو الذي يجعل معلوماتنا تزهر وتثمر.

أنواع القراءة

هناك عـدّة أنواع للقراءة، كلّهـا تعدّ النموذج الأرقـى في تنظيـم الجهـود القرائيـة، ومـن هذه الأنواع:

1 ـ **القراءة الاكتشافية:**

كـثرت المطابـع في عصرنا فكـثر نشر الكتب، وصارت للمكتبات أسـواق خاصة بها، بل انتشرت

أيضاً في كلّ حي وفي كلّ شارع، وصارت أغلفة الكتب جميلة بهيّة الألوان، ولكن هذا لا يدفعنا لشرائها دون تأمّل.

فهناك كتب أغلفتها جميلة لكنّها لم تلق القبول، وبالأحرى هي لا تُقرأ لأنّها فارغة من المعلومات، أو أنّها نُشرت لتحقيق هدف ما، يخدم جماعة ما، كما أنّ هناك كتباً يؤلّفها أصحابها لأغراض تجارية فقط، حيث يضعون عليها العناوين البرّاقة المغرية، وإذا قرأتها وجدت مضمونها مغايراً لعناوينها.

وهناك كتّاب جيدون، يستهدفون في كتاباتهم شريحةً معيّنة من القرّاء، يرغبون في إيصال مضامين كتبهم إليهم، فهذا الكتاب جيد لهذه الشريحة الموجّهة إليها فقط، لذلك على القارئ ألّا يستعجل في شراء أي كتاب مهما كان موضوعه أو ثمنه، وأياً كان كاتبه، ما لم يلقِ عليه نظرة تصفّحية، يكتشف من خلالها مدى حاجته إليه.

وبوقت قصير يمكن للقارئ أن يصل إلى حكم جيد على أي كتاب إذا قام بعدّة أمور، وهي:

- قراءة مقدّمة الكتاب، فمعظم الكتّاب يكشفون في مقدّمات كتبهم دوافع تأليفهم وأهدافهم للكتاب، كما يكشف بعضهم عن الفئة التي يخدمها هذا الكتاب، وبعضهم يعرض في المقدّمة ملخّصاً للكتاب.

- قراءة فهرس الموضوعات للاطّلاع على موضوعات الكتاب، فيكتشف القارئ المنظور المنطقي للكتاب، وبعض الكتّاب يصحّحون جدولاً تحليلياً لمحتويات الكتاب، فيخدم القارئ بذلك، حيث يوسّع رؤيته لمضامين الكتاب، ويسهّل عليه الإلمام ببعض تفاصيله.

- الاطّلاع على فهرس المصادر والمراجع التي اعتمد عليها المؤلّف في بناء كتابه، لأنّها تشكّل المورد الأساسي لمعلوماته وصياغاته، ويكشف القارئ من خلال المصادر والمراجع الخلفية الفكرية والثقافية التي تشكّل ميول المؤلّف المعرفية.

- بعض المؤلّفين يضع ملخّصاً مكثّفاً في آخر كلّ فصل لما أورده فيه، فمن المفيد أن تقرأ بعض هذه الملخّصات ليتحسّس القارئ جوهر المادّة المعروضة.

- من المهم جداً قراءة بعض الفقرات من الكتاب لمعرفة مستوى المعالجة في الكتاب، والقارئ المتمرّس يعرف من قراءة بعض الفقرات مستوى الكتاب، ومدى ما يستفيد منه.

حين يقوم القارئ الممارس لما ذكرناه، فإنّه يكون قد انتهى إلى تقرير مقدار فائدة الكتاب له وحاجته إليه، كما يكون قد أدرك ما يحتاجه عند قراءة ذلك الكتاب من مراجع أو شروح، تساعده على فهمه.

والحق يُقال.. إنّ إهمال القراءة الاستكشافية أو التصفّحية قد أدّى بأعداد لا تُحصى من الناس إلى أن يشتروا كتباً لا تستحق القراءة، لأنّها لا تساوي ثمن المداد الذي كتبت به.

2. القراءة السريعة:

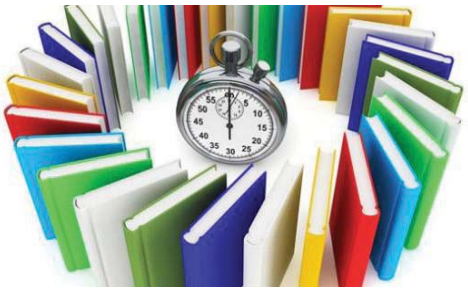
إنّ المعرفة تتضاعف كلّ خمس عشرة سنة تقريباً، ممّا يعني أنّ الكتب تتحدّى القرّاء، وتتطلّب منهم المزيد من الاستعداد، والمزيد من الوقت من أجل الاستفادة منها.

فبعد أن يتصفّح القارئ الكتاب ويكتشف مستواه، يقرّر أنّ نوعاً من القراءة يستحق، فهناك كتب تُقرأ قراءة سريعة لانتقاء النافع منها، وهناك كتب يجب أن تُقرأ بدقّة متناهية.

وتقوم فكرة القراءة السريعة على ما هو معلوم من أنّ النظر يقفز من مساحة إلى أخرى، وعندما يستقر على مساحة معيّنة، فإنّه يلتقط عدداً من الرموز والإشارات، ثم يقفز ليستقر ثانية.. وهكذا، فانتقال البصر قفز، والتركيز يعني التقاط وحدات دلالية، ذات مغزى، ويقرّر علماء وظائف الأعضاء أنّ البصر يستقر مدّة ثانية واحدة، مهما كانت القراءة سريعة أو بطيئة.

والفرق بين القراءتين، هو أنّ صاحب القراءة السريعة يلتقط في هذه الثانية عدداً أكبر من الوحدات الدلالية، فعلى حين لا يلتقط القارئ العادي البطيء أكثر من عشر وحدات أو مقاطع صوتية، فإنّ القارئ السريع يلتقط عشر كلمات دلالية.

ومشكلة القارئ غير المتمرّس النكوص إلى سطور سابقة، كلّما انتقل من مساحة إلى أخرى مستعيداً قراءة ما فات، حتى يستطيع متابعة المضي فيما يليه، كما أنّ انتقال نظره يكون متقطعاً وغير منتظم، على حين أنّ انتقال نظر القارئ السريع يكون مستمرّاً ومنتظماً.



ومما ينبغي ذكره هنا.. أنه لا يمكن لأحد أن يدّعي أنّ بإمكانه أن يقرأ كتاباً في الفلسفة أو النقد الأدبي أو المنطق بالسرعة التي يقرأ بها قصّة أو رواية أو كتاباً في التاريخ، أو خبراً في صحيفة.

وعلى كلّ حال فإنّ القارئ الذي يقرأ مادّة سبق له الاطّلاع عليها في كتب أخرى، يستطيع أن يقرأ تلك المادّة بسرعة أعلى بكثير من قارئ لم يخبرها قبل ذلك، ممّا يعني أنّ استمرار القراءة في محور من محاور المعرفة، سيكون مساعداً أساساً على قراءة أسرع وإنجاز أعظم.

وممّا يتّصل بسرعة القراءة مسألة القراءة الجهرية والقراءة الصامتة، فالقارئ المبتدئ والطفل الصغير ينبغي أن يقرأ في البداية بصوت مرتفع، لأنّ ذلك ممّا يعين على تقسيم الكلام وفق معناه في الأداء الصوتي، وفي هذا تعود على لمح المعنى بدقّة وسرعة، فإذا ما حدث نوع من التعوّد على هذا النوع من القراءة بقدر كاف، يُنصح القارئ بالتعوّد على القراءة المهموسة، ثم القراءة الصامتة، لأنّها تتيح له سرعة أكبر، حيث إنّ عين القارئ قراءة جهرية تسبق صوته بما يتراوح بين أربع كلمات وست كلمات، والسرعة تقتضي أيضاً توجيه الحواس كافّة وحصرها لتصبح العلاقة ثنائية بين العين والمخ، أو بين البصر والعقل، وذلك لأنّ القراءة عمل عقلي يبدأ بالنظر.

3. القراءة الانتقائية:

حين يتّجه أحدنا إلى التعمّق في موضوع ما، يكون بحاجة إلى تتبّع مراجع عديدة وكتب متنوّعة ليعثر على مادّة متجانسة تساعده على تكوين صورة جيدة وكاملة عن الموضوع الذي يبحث فيه.

وأي باحث يمكنه العودة إلى نوعين رئيسين من الكتب، وهما:

- كتب تختصّ بالموضوع الذي يبحث فيه للتعمّق ولخدمة فكرته.

فمثلاً إذا كان يبحث مسألة في اللغة يعود إلى كتب اللغة، وهذا من الكتب تُعرف بالمصادر الأساسية للبحث، ولكن لا يغنيه ذلك من العودة إلى كتب أخرى، حيث توجد كتب لها صلة بفكرة الباحث وإن كانت عناوينها لا تختصّ بذلك.

- كتب لا تنتمي إلى الحقل المعرفي الذي ينتمي إليه الموضوع الذي نريد دراسته والبحث فيه، فمثلاً من الممكن أن نعود إلى كتاب في الفقه لنعثر على فكرة اجتماعية أو تربوية، ونشبّه هذه العملية بمن يبحث عن إبرة في كومة من القش، ولصعوبة ذلك يُعرض كثير من الناس عن هذا النوع من المطالعة توفيراً للجهد والوقت، وعزوفاً عن فائدة لا تبدو مغرية، لكن الذي لا يعرفه هؤلاء العازفون أنّ فائدة هذا النوع من المطالعة أشبه بالفوائد التي يحصل عليها رحّالة في مرحلة مثيرة خارج حدود بلده، فهو لا يعرف بما سيعود به، إنّما من المؤكّد أنّه سيعود بشيء رائع.

فوجود فكرة تربوية في كتاب تاريخي، يعني نوعاً من الامتداد التربوي في العمق التاريخي، وهذا ممّا يعطينا لوناً من ألوان توحيد المعرفة، وإعادة الربط بين فروعها وأجزائها، وهذا ضروري للفهم الشامل، وتوسيع الأفق.

لكن هذا النوع من البحث عن الأفكار والمعلومات المبثوثة في غير مظانّها، تحتاج إلى قراءة سريعة، للاطلاع على أكبر عدد من الموضوعات في وقت قصير، ومع ذلك لا بدّ للقارئ أن يعرف ماذا يبتغيه من قراءته هذه.

4. القراءة التحليلية:

تعدّ القراءة التحليلية أفضل أسلوب للمرء يمكن أن يتّبعه لاستكناه مضمون كتاب ما في وقت غير محدود، ليرتقي إلى أفق الكتاب الذي يقرأ له، ولينفذ إلى معرفة شيء من مصادره وخلفيته الثقافية، عند ذلك يستطيع القارئ أن يحاور ويقف على جوانب القصور في الكتاب.

وطبعاً لا يستطيع فعل ذلك إلّا القارئ الجيد بما تحمله كلمة جيد من معاني، هذا القارئ إذا قرأ كتاباً جيداً، ووجد فيه فراغات استطاع بفهمه أن يسدّ هذه الفراغات، وحين يبدأ القارئ في سدّها تبدأ رحلة التواصل بين القارئ والكاتب، والحق يُقال إنّ ذلك لا يمكن تحقيقه إلّا بالمثابرة على القراءة، والحماسة في متابعتها والتي هي سمة مهمّة من سمات القارئ الجيد.

والقارئ الجيد يتمتّع بقابلية جيدة لاستيعاب الجديد، كما يمتلك بُنية عقلية متفتّحة تقبل التحوير وتستفيد من المراجعة، لذلك عليه أن يملك من المرونة الذهنية ما يتمكّن به من دمج المعلومات الجديدة التي يحصل عليها في أنساقه المعرفية المستقرّة، كما يتمكّن بسبب المستخلصات الجديدة من توسيع أطر الفهم لديه لتصبح أكثر رحابة وأكثر استيعاباً للمفاهيم المتباينة، فالقارئ الممتاز يكون مستعداً لأن يستفيد من القراءة ما يمكّنه من هدم بعض ما كان يظنّه ثوابت فكرية، وإنشاء ثوابت جديدة.

والقارئ الجيد عليه أن يقرأ للمبدعين في تخصّصاتهم، فمن ينابيعهم يغرف الكثير من الكتّاب المتوسّطين، والأفضل أن يشرب المرء من النبع مباشرة، فالقنوات التي يمرّ بها الماء قد تُغيّر طعمه وقد تفسده.

ولا بدّ أن نذكر هنا أنَّ القارئ الجيد هو الذي يعرف كيف يتعامل مع الكتب التي عزم على قراءتها، والقراءة المستمرّة تولّد لديه حاسّة جديدة، يستطيع من خلالها أن يتعرّف على الكتب الجيدة التي ينتفع بها، ويستطيع تحسّس مقدار ذلك النفع.

وممّا ينبغي ذكره حول القراءة التحليلية، هي أنّها تعدّ نوعاً من التفلية للكتاب، ومحاولة إضفاء نوع من التنظيم على محتواه الداخلي من أجل تسهيل استيعابه، وبعض الكتّاب يذلّلون للقارئ عملية الفهم من خلال ترقيم الفقرات أو وضع خطوط تحت العبارات المهمّة. لكن كثيراً من الكتب الجيدة تخلو من هذه العلامات، ممّا يعني أنّ على القارئ الجيد أن يفعل ذلك بنفسه ليوجد تصوّراً منطقياً متسلسلاً لمسائل الموضوع، إما أن يضع خطاً تحت الجمل المهمة أو خطاً على هامش الصفحة، أو دائرة على كلمات ذات دلالة خاصة، كما أنّ بعض القرّاء يستخدمون القلم الفوسفوري ليبرزوا ما يريدون إبرازه من النص، وبعضهم يضعون قصاصات ورق عند الصفحات المهمّة، أو غير ذلك من الأساليب الكثيرة، المهم أن تعكس هذه الأفعال اهتمام القارئ وتظهر درجة غايته بما يقرأ، وأن نعكس أيضاً ردود أفعاله عليه، من أجل فائدته الخاصّة، ومن أجل فائدة من يقرأ الكتاب بعده.

وفي آخر كلامنا حول القراءة التحليلية لا بدّ أن نقول إنّه لا ريب في أنّ الهدف الأساسي من قراءة أي كتاب ينبغي أن يكون هو الاستفادة والارتقاء في معارج العلم والفهم، وتحسين المحاكمة العقلية لدى القارئ، وإن نقد الكتاب ومحاولة العثور على وجهة نظر المؤلّف دليل قوي على أنّ تقدّماً ما قد حدث لدى القارئ، وأنّ الفائدة المرجوة قد حصلت.

وممّا ينبغي الإشارة إليه، هو أنّه يوجد بين القرّاء نوعان سيئان، أحدهما يقرأ مستسلماً للكتاب معتقداً بصواب ما يقوله، مع أنّه لا يخلو كتاب من نقص وأخطاء، وثانيهما قارئ همّه أن يعثر على الثغرات والهفوات فيما يقرأ، لذلك يستعجل في القراءة ويقرأ بعين واحدة، فيرى رؤية ناقصة لما يقرؤه، ويعرف هذا عادة بالقارئ المشاكس، وتناقل المعرفة لديه ليس أكثر من مشاحنة.

أمّا القارئ الجيد فهو الذي ينجح في فهم الكتاب، بل ويتجاوز ذلك إلى فهم التيّار المعرفي أو المذهب الذي ينتمي إليه الكاتب، إنّه يعرف رؤيته الثقافية الشاملة، وتوجّهها المعرفي العام في التخصّص، والمجال الذي نذر نفسه للعمل فيه، وهذا يساعده على ترشيد حكمه النقدي، كما أنّ القارئ الجيد لا يصدر حكماً نهائياً على الكاتب من خلال كتاب واحد، فلا بدّ له من قراءة كتاب آخر له أو أكثر.

5. القراءة المحورية

لتبقى الثقافة حيّة عليها أن تبقى متجدّدة، والحفاظ على قيمتها وكرامتها يتطلّب منها أن تُغني نفسها، ولا يكون ذلك إلّا بالتخصّص، فزمن العالم الطبيب الفلكي الفقيه الأديب (الموسوعي) قد ولّى، والتقدّم الرأسي في العلم اليوم يتطلّب تخصّصاً دقيقاً، ولا يعني ذلك المتخصص المنغلق على نفسه، إنّما التخصّص المنفتح على التخصّصات الأخرى، ولا سيما التخصّصات والمعارف التي تتبادل التأثير والتأثّر فيما بينها

والتي يمثّل كلّ منها امتداداً طبيعياً لغيره.

فمثلاً المتخصّص في العربية سينتفع انتفاعاً عظيماً من خلال قراءته المكثّفة في اللغات السامية وفي الأسلوبية الحديثة، إلى جانب المنطق القديم والحديث، كما ينتفع بقراءته لعلوم النفس والاجتماع والتاريخ والجغرافيا والأجناس والسلالات البشرية، حيث تعطيه آفاقاً رحبة للبحث والتطوير بما يمكن أن يساعد علوم اللغة على التقدّم على نحو مدهش.

فإذا عرفنا أنّ القراءة التحليلية تهدف إلى استخراج كلّ ما يمكن استخراجه من الكتاب المقروء وفقهه هو الغاية منها، نرى أنّ القراءة المحورية هي السعي إلى استخراج ما يخدم الموضوع الذي يستهدف القارئ بناؤه، لذلك قد لا يقرأ القارئ قراءة محورية سوى فصل أو صفحة من كتاب ويتجاوز الباقي.

كما أنّ القراءة المحورية تتلخّص في أن يطّلع القارئ على الكتب والمراجع التي تعرض الأدبيات العامّة للعلم الذي ينتمي إليه الموضوع الذي يقرأ من أجله، ويستحسن إذا أنهى القارئ كتاباً في ذلك أن يقرأ كتاباً آخر أو أكثر ممّا يعرض وجهات نظر معارضة لما قدّمه الكتاب الأول عند ذلك يمكن أن يتأكّد من صدق حدسه بالموضوع الذي برق في خاطره، وسيحتاج إلى قراءات عديدة في كتب أخرى في التخصّص، تكون أكثر تركيزاً على المعلومات المتعلّقة بالموضوع.

ويمكن للقارئ أن يتعرّف على الكتب التي تخدم موضوعه من خلال الإطلاع على فهارس بعض المكتبات، ومن خلال الإطلاع على مسارد مراجع بعض الكتب التي تناولت الموضوع نفسه أو موضوعات قريبة منه.

وبعد أن يجمع القارئ الباحث ما يمكن جمعه من مراجع ومصادر تفيده في موضوعه، عليه أن يقوم بقراءة تفحّصية سريعة كما جمع، ويضع علامات على الموضوعات التي لا بدّ من قراءتها وبدقّة، ثم يستخرج النصوص التي تهمّه إلى بطاقات خارجية، أو وضع علامات عند الصفحة التي فيها.

ثم يقرأ هذه الفصول والمقاطع والنصوص اللصيقة بموضوعه قراءة تحليلية، ومن الممكن أن يضع لها أسئلة ويناقشها، وهنا هو بحاجة إلى درجة عالية من الشفافية حتى يلتقط أجوبة أسئلته من النصوص، كما أنّه بحاجة إلى أن يقوم بعملية ترجمة فكرية واسعة للمفاهيم المختلفة التي تخدم موضوعه، ثم سبكها في كتابه بلغته الخاصة ووفق نسقه الفكري ومسلماته المعرفية.

أنواع الكتب

هناك نوع من الكتب، لا يقرأ دفعة واحدة، مثل أمّهات المراجع والموسوعات والمعاجم والشروح الكبرى، إنما يعود إليها الباحث عند الحاجة.

ويقول الباحثون... إنّ معظم الكتب في تراث جميع الأمم، لا يتطلّب فهمه مهارات قرائية عالية، ولا يتطلّب جهداً في أثناء قراءته، فهو يقرأ للتسلية أو للحصول على بعض المعلومات،

وهـو ممتـع في الحالتين، لكنّه لا يرفـع درجة فهم القـارئ، ولا يعمّق إدراكه، وهـذا النوع من الكتب لا يُقرأ عادةً سوى مـرّة واحدة، ثم يحاول القارئ التخلّص منهـا، والقارئ لهـا ينتـزع منها بعض المعلومات ويقيّدها في أوراق خاصّة يحتفظ بها في مكتبته، وإن احتفظ بها كان أحسن.

وهنـاك نوع مـن الكتـب يشعـر القـارئ بأنّه بحاجـة إلى قـراءة بطيئة لها وتركيـز جيد، وبعد أن ينتهـي منها يضعهـا على الـرف، ومن الممكن أن يعـود إليهـا لتحصيـل معلومـة مـا، أو لتوثيق إحصائية ما، أو لإنعاش ذاكرته بفكرة ما.

ويوجـد نوع مـن الكتب يشعـر قارئهـا أنّه لم يستنفـد كلّ ما فيهـا مهما استخدم مـن مهارات القـراءة، لذلك هـي بحاجة إلى قـراءة أخرى أو أكـثر، وهـذه الكتب بحاجـة إلى اهتمـام بالغ من القـارئ، وبحاجـة إلى استخـدام مهـارات عالية في قراءتـه، بالإضافة للرجـوع إلى بعض الشروح والمراجع، ممّا يعين القارئ على فهمها.

وهنـاك كتب تعدّ نادرة جـدّاً، ولكنّها لا تشكّل إلّا واحـداً من بين عشـرة آلاف... هـذه الكتب لا ينضـب محتواهـا، وكلّما عدنـا إليها شعرنـا أنّها تنمّينا، ونكتشف فيها أشياء جديدة، وهي بطبيعة الحـال تحتـاج منّـا إلى قـراءة مستمـرّة، حتّـى نتأهّل للارتقـاء إلى مستواها واستكناه مكنوناتها وذخائرها.

أخيراً...

إنّ أصعـب نقطة هـي البداية، لكـن... لنكن على ثقة أنّنا سندهش مـن أنفسنا عندما ننطلق، لن يحتاج الأمـر إلى قطع علاقاتنـا الاجتماعية، ولسنـا مضطرّيـن إلى حبس أنفسنـا في مكتب لا يـرى الشمس، إنّما الأمر يحتـاج منّا إلى الالتزام الجـاد الدقيق للقراءة ولو ساعتين في اليوم، وعلى المـدى البعيد تكون النتائج الباهرة، ولكن المهم أن نبدأ بالقراءة لنخرج من أمّية المعرفة.

المراجع:

1 ـ صديـق بن حسن القنوجـي: أبجد العلوم، ط1 وزارة الثقافة، دمشق 1988.

2 ـ خير الدين الزركلي: الأعلام، ط5، بيروت 1980.

3 ـ الخطيب البغدادي: تقييد العلم، ت: يوسف العش، ط1 المعهد الفرنسي بدمشق 1949.

4 ـ لويـس دوللـو: الثقافـة الفرديـة وثقافـة الجمهـور، ترجمـة: د.عـادل العـوا، ط2، بيروت 1982.

5 ـ محمد عدنان سالم: القراءة أولاً، ط1، دار الفكر، دمشق 1414هـ.

6 ـ د.عبـد الكريم بكار: القراءة المثمرة، ط2، دار القلم، دمشق 2004.

7 ـ مـور بتمر آدلـر، تشار لزفـاف: كيف تقرأ كتابـاً؟ ترجمـة: طـلال الحمصـي، ط1، بيروت 1995.

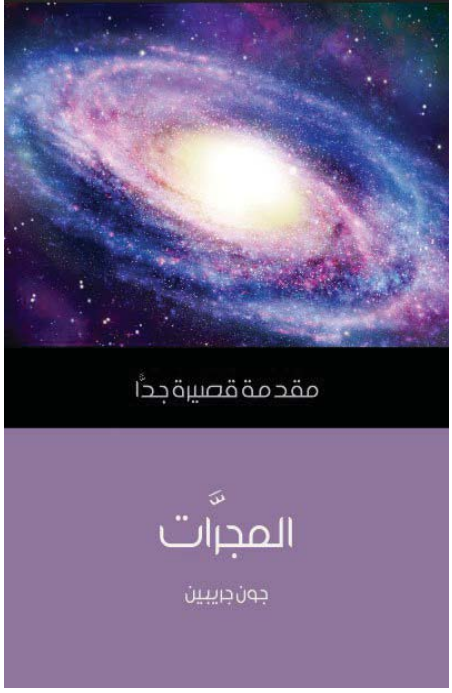
8 ـ عبـد الفتاح أبـو غدة: صفحـات من صبر العلماء علـى الشدائد في طلـب العلم، ط2، مكب المطبوعات الإسلامية، حلب 1974.

9 ـ الخطيـب البغـدادي: الرحلـة في طلـب الحديث، مطابع المجد، 1389هـ.

10 ـ مجموعـة مـن المؤلفـين: متعـة القراءة، ط1، دار البعـث ووزارة الثقافـة بدمشق، رقم 16 عام 2005.

11 ـ مجلـة العربـي الأعـداد (411 و439 و568).

12 ـ صحيفة الحياة العدد (15678).



المجـــرّات

تأليف: جـــون جريبيـــن ترجمة: محمد فتحي خضر

قراءة وتعليق: م.هناء صالح

كتاب المجرّات صادر عن **مؤسّسة هنداوي للنشر..**

كانت بداية الدراسة العلمية للمجرّات في عشرينيات القرن العشرين عندما تمّت رؤية بقع ضوء غائمة ومبهمة من خلال التلسكوب، ولم تكن سوى جزر في الفضاء تتألّف من أعداد هائلة من النجوم بعيدة عن مجرّتنا درب التبّانة، وباستخدام التلسكوب استطاع العلماء استكشاف الكون فيما وراء درب التبّانة، ولم تتوضّح الطبيعة الحقيقية للمجرّات إلّا بتطوّر التلسكوبات التي دامت 400 عام.

أول من استخدم التلسكوب للنظر للسماء ليلاً الرياضي والمسّاح (ليونارد ديجز) الذي تلقّى علومه في أكسفورد، وهو أوّل من اخترع المزولة عام 1551م وابقى اختراعه طي الكتمان لما يكنّه للمزولة من قيمة يستخدمها بعمله[1]، ألّف كتاب

1 - تجدر الإشارة إلى أنّ ابن الشاطر، أبو الحسن علاء الدين بن علي بن إبراهيم بن محمد بن المطعم الدمشقي الأنصاري (704 هـ/1304م- 777 هـ/1375م)، وهو عالم فلك ورياضيات عربي مسلم دمشقي قضى معظم حياته في وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين في الجامع الأموي بدمشق، هو الذي صحّح المزاول الشمسية التي بقيت تتداول لعدّة قرون في كلّ من بلاد الشام وأرجاء متعدّدة من الدولة العثمانية.. وهو الذي وصنع ساعة شمسية لضبط وقت الصلاة سمّاها «البسيط» وضعها على إحدى مآذن الجامع الأموي. مزولة ابن الشاطر موجودة حالياً في المتحف الوطني في المديرية العامة للآثار والمتاحف في دمشق، الطابق الثاني تحت رقم 13461/ع. وهو من صحّح نظرية بطليموس، وسبق الفلكي كوبرنيكوس فيما توصل إليه بقرون عدّة، ونشر ذلك في كتابه "نهاية السؤال في تصحيح الأصول".

(العلم) وهو من أوائـلِ الكتب الانكليزية الرائجة والتـي تتضمّـن وصفـاً للنموذج الكـوني البطلمي الذي فيـه الأرض مركز الكـون، وعلى الرغم من وفاتـه عـام 1559 م لكـن ابنـه "توماسـ" سار علـى خطاه ليصبح رياضيـاً كأبيه حيث نشر أحد الكتـب التي ألّفها أبوه يتضمّـن الكتاب أوّل وصف للتليسكوب عبر مادّة مكتوبة.

مزولة ابن الشاطر

أجـرى الابـن مشاهـدات فلكيـة لينشـر عام 1576م نسخـة منقّحـة عن كتـاب أبيـه تتضمّن أوّل توصيـف مطبوع بالانكليزيـة للنموذج الكوني الكوبرنيكي الذي فيه الشمس مركز الكون.

حمل الكتاب اسـم (تكهّن أبدي) يقول فيه إنّ الكـون غير محـدود، فيه رسم توضيحـي للشمس والكواكـب تـدور من حولهـا في مركـز منومة من النجوم التي تمتدّ إلى اللانهاية بجميع الاتجاهات، وباستخدامه التلسكوب رأى حزمة الضوء المنتشرة عـبر السماء المعروفة بدرب التبّانـة واكتشف أنّها تتألّف من عدد لا يُحصى من النجوم المنفردة.

تمّ اخـتراع التليسكـوب مـن قبـل أشخاص عدّة، ولم تصل تلـك الاختراعات لإيطاليا إلّا عام 1606م ليبني العالم "غاليليه" تلسكوبه الخاص بـه باعتماده علـى وصف آلـة "ليونـارد ديجز"، وكان تلسكـوب "غاليليـه" الأول مـن ضمن عدّة تلسكوبـات، وجهـه للسماء وأصدر كتـاب (رسول السمـاء) عـام 1610م نشر فيـه اكتشافاته ممّا جعله رجلاً شهيراً.

من المعـروف أنّ غاليليـه أوّل فلكـي استخدم التلسكوب لكنّ "توماس" سبقه لذلك، ولاحظ أنّ مجرّة درب التبّانـة تتألّف من مجموعة كبيرة من النجوم، وهذا ما شاهده "توماس" أيضاً.

الفلكـي "توماسـ رايـت" صانـع الأدوات هو أوّل من أخذ الخطوة التالية لفهم موضعنا بالكون ففـي كتابه (نظرية أصيلـة أو فرضية جديدة عن الكون) اقـترح أن درب التبّانة تتكوّن من مجموعة نجوم شبّهها بقرص المطحنة، وأدرك بأنّ الشمس ليسـت مركـز تلـك المجموعـة الشبيهـة بالقرص من النجـوم لكن تقع بأحد أطرافهـا، واقترح بأنّ الكرات القائمة من الضـوء المرئي عبر التلسكوب والمعروفة باسم السّدم تقع خارج درب التبّانة.

التقـط العـالم (إيمانويل كانـط) أفكار رايت وأخـذ الخطـوة التالية بأن السدم قـد تكون جزراً كونيـة تشبـه درب التبّانة لكن لم يتـم الأخذ بها،

ومع تحسّن التلسكوبات تمّ اكتشاف المزيد من السدم وتمّت فهرستها، لأنّ فلكيي القرن الثامن عشر والتاسع عشر تلهّفوا للعثور على المذنّبات وتمّ تحديد موضع السدم لمنع أي خلط بالأمر.

أحد الفهارس ضمّ 2500 سديم فلكي للفلكي هيرشل أغلبها مجرّات مجاولاً معرفة مكوّنات تلك السدم وقد مات مقتنعاً بأنّ السدم بالأصل هي سحب رقيقة من المادّة موجودة داخل درب التبّانة وفي أربعينيات القرن التاسع عشر أخذ العالم ويليام بارسونزا الخطوة الرصيدية التالية ببنائه تلسكوباً عملاقاً ذا مرآة قطرها 72 بوصة (1.8 م) ومن خلاله وجد أنّ عدّة سدم لها بنية حلزونية، ومع الزمن تأكّد أنّ بعض السدم هي سحب ساطعة من الغاز موجودة داخل مجرّة درب التبّانة، وبعضها الآخر مكوّن من مجموعة نجوم على نطاق أصغر بكثير من مهر الطريق اللبني المرتبط بمجرّة درب التبّانة لكنّ السدم الحلزونية لم تتوافق مع كلا التصنيفين.

في بداية القرن العشرين اتفق أغلب الفلكيين بأنّ السدم الحلزونية هي سحب دوّارة من المادّة تحيط بنجم في طور التكوين كالسحب التي يعتقد أنّ مجموعتنا الشمسية تكوّنت منها.

في السادس والعشرين من نيسان عام 1920م انعقدت منارة عمى للفلكيين ولم تنجح بحسم القضية لكنّها كانت البداية للدراسة العلمية للمجرّات.

المناظرة العظمى:

كان هناك جانبان للمناظرة الفلكية العظمى هما حجم درب التبّانة وطبيعة السدم الحلزونية للعالمين شابلي وكيرتس وكان لهما رأيان مختلفان. فشابلي طان يرى أنّ مجرّة درب التبّانة هي الكون أو الشيء الأهم منه فقد كان مهتمّاً بحجم مجرّتنا، أمّا كيرتس فبرأيه أن السُدم الحلزونية مجرّات شبيهة بمجرّتنا مع الاهتمام بحجم الأشياء الموجودة خارج درب التبّانة.

انعقدت المناظرة بذلك الوقت بالتحديد لأنّ الفلكيين كانوا قد طوّروا مؤخّراً طريقة لقياس المسافات عبر مجرّة درب التبّانة وأصبح بالإمكان قياس المسافات للنجوم القريبة باستخدام طرق ليونارد ديجنز نفسها مثل طريقة التثليث.

فعند رصد نجم قريب في السماء مرّتين بفاصل ستة أشهر سيبدو النجم وقد أزيح قليلاً مقارنةً مع خلفية النجوم البعيدة، وكلّ ما نحتاجه لحساب المسافة بين الأرض والنجم هو حجم الإزاحة النجمية وقطر كوكب الأرض وهو نفسه معروف من خلال عملية التثليث داخل المجموعة الشمسية، لكن أغلب النجوم بعيدة ومن المستحيل قياس هذا التأثير وأقرب النجوم لنا ما يُعرف بـ (رجل القنطور) بعيد جدّاً عن الشمس! والضوء المنبعث منه يستغرق 4.29 سنة ليقطع الفضاء الواقع بينهما.

بحلول عام 1908م تمّ قياس مائة مسافة نجمية بتلك الطريقة، وهناك طرق هندسية أخرى مبنية على الطريقة التي تُرى بها النجوم الموجودة في العناقيد القريبة، وهي تتحرّك معا عبر الفضاء، تمكّننا من قياس المسافات حتى نحو مائة سنة ضوئية (30 فرسخاً فلكياً) حيث يقدّر الفرسخ الفلكي بـ 3.25 سنة ضوئية وهي المقياس الذي يفضّله الفلكيون، وكان ذلك كافياً لضبط أهم مؤشّر للمسافات بعلم الفلك.

أحصى الفلكي الهولندي ياكوبس كابتين عدد النجوم المرئية برقع متساوية الحجم في السماء

باتّجاهـات مختلفـة واورد تقديـرات للمسافـة الفاصلـة بيننـا وبـين النجـوم مستنـداً للطـرق السابقـة معتمـداً على الخفـوت الذي تبـدو عليه النجوم مـن الأرض ليستنتج من ذلـك بأنّ لدرب التبّانة شكلَ القرص سماكته 2000 فرسخ فلكي (2 كيلو فرسخ فلكي) في المنتصف بقطر 10 كيلو فرسخ فلكي والشمس تقع بالمنتصف.

كمـا نعلم هـذا تقدير بسيـط يرجـع أساسه لوجـود قدر كبـير من الغبـار بين النجـوم، وكان العـالم كابتين لا يعلم ذلك! وهذا الغبار كالضباب يحـدّ المسافـة الممكـن رؤيتهـا عبر سطـح مجرّة التبّانة وسمّيت تلك الظاهرة بالخمود النجمي.

كان العـالم كابتـين ضائعـاً ومتشتّتـاً وسـط ضباب درب التبّانة لدرجة تخيّله أن وجوده بمركز كونه الصغـير الخاص، ومنذ أكثر من قرن مضى كان معظـم الفلكيين يظنّون بـأنّ هذا القرص من النجوم يمثّل الكون بأسره.

في القـرن العشريـن بـدأت تتغـيّر الأمـور باكتشـاف العالمـة (هنريتا سـوان ليفيت)، حيث اكتشفـت وجـود عائلة معينـة من النجـوم تدعى بالنجـوم القيفاوية، هي نجـوم متباينة بسطوعها بطريقة يمكـن استخدامها كمؤشّـرات للمسافة، وكلّ نجـم قيفاوي يسطع ويخبـو بطريقة منتظمة مكـرّراً الـدورة بدقّـة، مـرّة تلو الأخـرى، فبعض النجـوم يمـرّ بتلـك الـدورة بأقـل من يـوم واحد وبعضهـا يستغرق مئـات الأيـام، فالنجم القطبي متغيّر قيفاوي بدورة أربعة أيام! على الرغم من أنّ تغـيّرات السطوع صغـيرة للغاية ولا يمكن رصدها بالعين المجرّدة، والنجوم القيفاوية الأشدّ سطوعاً تستغـرق وقتاً أطـول للمرور بتلك الـدورة مقارنة بالنجوم القيفاويـة الخافتة، وهناك علاقة دقيقة ما بـين دورة النجم القيفـاوي وسطوعه، فالنجم القيفاوي الذي يستغرق خمسـة أيام أشدّ سطوعاً عشر مرّات من النجم الذي يستغرق إحدى عشرة ساعة لإتمام دورته.

العـالم هارلوشابلـي هو من استخـدم طريقة النجـوم القيفاويـة لتحديـد حجـم وشـكل مجرّة درب التبّانـة بعد إتمامه لعمليـة المعايرة الخاصّة به لسطوع تلـك النجوم المتغـيّرة، وكان عمله هذا الأسـاس بالمناظـرة العظمـى، كان مفتـاح عملية المسـح التـي أجراها للمجـرّة أنّه كان قـادراً على استخـدام النجـوم المتغـيّرة لقياس المسافـات للمنظومـات النجميـة المعروفـة باسـم العناقيـد الكرويـة، وهـي منظومـات نجمية كرويـة الشكل تحتوي مئـات الآلاف من النجـوم المنفردة وبقلب كلّ عنقـود ألـف نجم محتشد داخـل فرسخ فلكي مكعّب واحد.

من أحد تبعات النظريـة العنقودية للمنظومة النجميـة أنّ الشمـس تقع على مسافـة بعيدة جدّاً مـن مركز المجـرّة وبذلـك نحن نقع قـرب مركز عنقود محلّي كبير أو سحابة من النجوم تبعد ما لا يقـلّ عن 60 ألف سنـة ضوئية عن المركز المَجَرّي. وبذلـك تـراءى للفلكيـين أنّ السـدم الحلزونية لا يمكن أن تكون مجرّات أخرى كمجرّة درب التبّانة.

نشر كيرتس ورقة بحثية في عام 1921م يقول فيها:

السُدم الحلزونية بوصفها مجرّات بعيدة تشير لوجود كون أعظم قد تمضـي فيه لمسافات تتراوح بين عشرة ملايين ومائة مليون سنة ضوئية.

لم يحقّـق أي طرف الفوز بالمناظـرة المنعقدة بشأن حجم الكـون وكلا المشاركين كان يعتقد بأنّه الفائـز، لكـن كلاهمـا كان محقّاً ببعض النقاط

ومخطئاً بالأخرى، فكان شابلي محقّاً بوثوقيته بمقياس المسافات المعتمد على النجوم القيفاوية ومحقّاً بوضع الشمس البعيد عن مركز مجرّة درب التبّانة، كذلك كان كيرتس محقّاً بأنّ السدم الحلزونية هي مجرّات بالفعل، وعلى الرغم من أنّ المناظرة العظمى لم تكن حاسمة لكن القضايا الأساسية التي أثارتها تمّ حلّها قبل نهاية العقد الثالث من القرن العشرين بفضل العالم إدوين هابل.

التقدّم في فهمنا للكون:

إنّ السبب الرئيسي وراء الانطلاقة التي شهدتها دراسة المجرّات في عشرينيات القرن العشرين كان اختراع تلسكوب أكبر وطرق تصويرية محسّنة ما أمكن من الحصول على صور وأطياف أكثر تفصيلاً للأجرام البعيدة الخافتة! وقد أدّى التصوير الطيفي دوراً محورياً باكتشاف الإزاحات الحمراء في الضوء القادم من السدم الحلزونية، وكان التصوير الفوتوغرافي العادي عنصراً مهمّاً باكتشاف العلاقة بين دورة النجوم القيفاوية وسطوعها، وفي عام 1918م بدأ تلسكوب ذو مرآة قطرها مائة بوصة (2،5 م) بالعمل في مرصد ماونت ميلسون ليكون أكبر تلسكوب عالمياً لثلاثة عقود واستخدمه هابل لقياس المسافات للمجرّات ضمن سلسلة خطوات عبر أنحاء الكون.

تزامن عمل هابل بمرصد ماونت ويلسون مع عمل شابلي الذي ترك المرصد عام 1921م حيث بدأت فكرة الجزر الكونية تحظى بالدعم في أوائل العشرينيات.

لم يكن هابل يبحث عن نجوم قيفاوية بل كان يستهدف اكتشاف مستعرات بإحدى الأذرع الحلزونية للمجرّة حيث عثر على ثلاثة نقاط ساطعة من الضوء تشبه المستعمرات على لوح التصوير، وكانت أحد النقاط الساطعة التي حدّدها هابل هي نجوم قيفاوية ذات دورة سطوع تزيد عن 31 يوماً، كما توصّل إلى أنّ المسافة تبلغ نحو مليون سنة ضوئية (300 كيلو فرسخ فلكي)! ثمّ عثر على نجم قيفاوي آخر وتسعة مستعرات تقع على المسافة نفسها، كما عثر على نجوم قيفاوية ومستعرات في سدم أخرى.

وضع هابل كلّ اكتشافاته بورقة بحثية قدّمها ضمن الاجتماع المشترك للجمعية الفلكية الأمريكية والرابطة الأمريكية لتقدّم العلوم الذي تمّ عقده في واشنطن عام 1925م، لكنّه لم يحضر الاجتماع، وأجمع الحضور على أنّ طبيعة السدم قد تحدّدت وأن مجرّة درب التبّانة ما هي سوى جزيرة واحدة تقع داخل كون أكبر بكثير.

وجد بعض الفلكيين العزاء بحقيقة استخدام هابل الناجح لطريقة النجوم القيفاوية الذي منح ثقلاً للنموذج المستخدم من قبل شابلي لمجرّة درب التبّانة، خاصّة إزاحة الشمس في مركز مجرّتنا.

كبُر الكون جدّاً لدرجة أنّه باستخدام التلسكوب ذي قطر مرآته 100 بوصة تمكّن هابل من الحصول على صور لنجوم قيفاوية، تَبَيّن فيما بعد أنها مجرّات مجاورة، وكان الفلكيون الذين يستخدمون تلسكوبات أصغر يجدون معاناة أكبر لرصد الكون.

عن حبّ هابل لفكرة قياس حجم الكون جعله يبحث عن طرق أخرى لقياس المسافات بيننا وبين المجرّات الواقعة فيما وراء نطاق طريقة النجوم القيفاوية، وبدا مسعاه لتحقيق ذلك بمنتصف عشرينيات القرن العشرين.

أوجـد هابـل مجموعـة خطـوات ليتمكّـن الراصدون من استخدامها للوصول لمسافات أبعد في الكـون وكانـت النجـوم القيفاويـة كافيةً فقط لتحديد المسافـات لعدد قليل من المجرّات القريبة والتي لم يتجاوز عددهاً بضع عشرات قبل اختراع التلسكوب الفضائي الذي يحمل اسم هابل نفسه، والـذي تمّ إطلاقه عـام 1990م. أمّا المستعمرات فهـي أكثر سطوعـاً من النجـوم القيفاوية ويمكن رؤيتها على مسافات أكبر.

إنّ أشـدّ النجـوم سطوعاً داخـل المجرّات هي أيضـاً أشد سطوعـاً بكثير من النجـوم القيفاوية والتـي يمكـن استخدامهـا كمؤشّـرات للمسافـة بالطريقة نفسها.

في عـام 1926 بـدا هابل بالبحـث عن رابط بين الإزاحـات الحمراء والمسافات للمجرّات وكان لديـه العديد مـن المسافات وسيتـم تحديد المزيد منهـا لكن التلسكوب الذي قطر مرآته 100 بوصة لم يُستخـدم قبـل برصـد الإزاحة الحمـراء، وقد اختار الفلكـي (ميلتـون هيومايسـون) لمساعدته وهـو راصد جيد لكن أقل مكانـة منه. وبعد العمل الشـاق لتكييف التلسكوب مـع دوره الجديد اختار هيومايسـون لأوّل قياسات الإزاحـة مجرّة خافتة للغايـة وحصـل علـى إزاحـة تتوافـق مـع سرعة مقدارهـا ثلاثـة آلاف كيلو متر بالثانيـة؛ أي أكبر مـن ضعفـي أي إزاحـة حمـراء رصدهـا غـيره، وبحلول عام 1929م اقتنع هابل بوجود علاقة بين الإزاحـات الحمراء، والمسافة وهـي أبسط علاقة كان يأمـل بالحصـول عليها، حيـث تتناسب تلك الإزاحة طرداً مع المسافة أو المسافة تتناسب طرداً مع الإزاحة الحمـراء. فالمجرّة التي تفوق إزاحتها الحمراء إزاحة مجـرّة أخرى بمقدار الضعف تقع ببساطـة علـى مسافـة مضاعفة مقارنـة بالمجرّة الأقرب. فلم يكن يعلم سبـب العلاقة بين الإزاحة الحمـراء والمسافة، ولم يهتم بهـا مع أنّ الإزاحات يتـمّ التعبير عنها بوحـدات من الكيلـو مترات في الثانية.

كان هابل حريصاً على التفكير في أنّ العمليات غـير المعروفة ربّما كانـت ذات تأثير في ثلاثينيات القرن العشريـن، وفي كتابه (عـالم السدم) كتب يقول: قد يعبّر عن الإزاحات الحمراء على مقياس السرعات على سبيـل الملاءمة، فهي تسلك سلوك إزاحـات السرعـة، وتمثّـل ببساطة شديـدة على المقياس المألوف نفسه بغضّ النظر عن تفسيرها النهائـي. ومنهـا كان أصـل العلاقة بـين الإزاحة الحمـراء والمسافة والتي أصبحـت فيما بعد الأداة المثاليـة لقياس حجـم الكون، وتمّـت تسمية ثابت التناسب بـ (ثابت هابل).

جزيرتنا الكونية:

ازداد فهمنـا لمجرّة درب التبّانـة بشكل كبير! ففي عشرينيات القـرن العشرين وبسبب التطوير المتواصـل لطـرق وتقنيـات الرصـد، وبالإضافـة لامتـلاك تلسكـوب أكـبر وأفضـل لرصـد الضوء المرئـي يوجـد بيانـات تمّ الحصـول عليهـا مـن التلسكوبـات الراديويـة العاملـة في نطـاق الأشعّة تحـت الحمراء مـن الطيف ومن لاقطـات الأشعّة السينية... وغيرها من المعـدّات المحمولة للفضاء على متن الأقمار الصناعية.

أهـم اكتشاف تمّ التوصّل له بشأن مجرّة درب التبّانة منذ عشرينيـات القرن العشرين هو أنّ كلّ النجـوم الساطعة تؤلّف نسبـة ضئيلة من إجمالي الكتلة الموجودة في المجرّة.

شمسنا نجم عادي، وبعض النجوم يحتوي على كتلة أكبر من كتلة الشمس، وبعضها أقل، لكن كلّ النجوم تعمل بالطريقة نفسها فتحوّل داخلها العناصر الخفيفة (هيدروجين تحديداً) لعناصر ثقيلة (الهيليوم تحديداً) عن طريق عملية الاندماج النووي مطلقةً الطاقة التي تُحافظ على سطوع النجم، وهناك عدّة مئات الملايين من النجوم ما لا يقلّ عن 300 مليون نجم بمجرّة درب التبّانة منتشرة عبر قرص بقطر 27 كيلو فرسخ فلكي، والشمس تقع على بعد ثلثي المسافة أقل بقليل من 10 كيلو فرسخ فلكي بين مجرّة درب التبّانة وحافّة القرص المرئي.

يبلغ عمر الشمس والمجموعة الشمسية نحو 4.5 مليارات عام! ما يكفي لإكمال عشرين دورة حول مركز المجرّة، ومنذ ظهور أوائل البشر على كوكب الأرض لم تكتمل المجموعة الشمسية إلا أقل من واحد على الألف من دورتها الجالية. أمّا أقدم النجوم عمر في المجرّة فيبلغ عمره أكثر من 13 مليار عام! أي أكبر من عمر الشمس ثلاث مرّات.

العاديّة المجرّية:

في عام 1643 م بدأت الثورة العلمية بنشر الفلكي نيكولاس كوبرنيكوس كتابه عن دورات الأجرام السماوية شارحاً فيه دلائل بأنّ الأرض ليست مركز الكون إنّما تدور حول الشمس، ومنذ ذلك أصبح معروف بأنّ الشمس نجم عادي لا تملك مركزاً قيّماً بمجرّة درب التبّانة، والبشر ما هم إلّا نوع من أنواع الحياة على الأرض ليس لهم موقع مميّز، ووفق رأي بعض الفلكيين فإنّ كلّ تلك الافتراضات تمثّل دليلاً يدعم (العادية الأرضية) والذي يقول: إنّ بيئتنا المحيطة تفتقد لأيّ ملامح

خاصّـة ومميّزة مـن المنظور الكـوني، وإذا كانت مجرّتنـا مجـرّة عاديـة فبالتأكيـد إنّ مليـارات المجرّات الأخـرى تشبه مجرّتنا درب التبّانة وأنّها مجـرّد ضاحيـة غـير مميّـزة تشبـه أيّ ضاحية أخرى، لكنّ القياسات التـي أجراها الفلكي هابل لمقياس المسافات الكونية أخـذت فيه مجرّة درب التبّانـة مكانـاً مميـزاً وخاصّـاً، والتـي اقتضت حساباته بأن تكون المجـرّات الأخرى قريبة نسبياً من مجرّتنا، حيث بدت مجرّة درب التبّانة المجرّة الأكـبر بالكـون! لكن وقع هابـل بخطأ مـا بسبب الصعوبـات التي عانى منها، فالقيمة التي حدّدها بالبدايـة لـ(ثابت هابل) كانت أكـبر بسبع مرّات مـن القيمة المثبوتة اليـوم، فكانت جميع المسافات المجرّيـة التي توصّل لها أصغر ممّا هي عليه بسبع مرّات، ولم يـدرك ذلك إلّا بعد مـرور سنوات لأنّ مقياس المسافات الكونيـة لم تخضع للمراجعة إلّا ببـطء. حتى إنّ بعض العلمـاء كانوا غير مقتنعين بفكرة أنّ مجرّة درب التبّانة قد تكون مجرّة كبيرة على نحو غير معتاد.

بعض المجرّات أكبر من سواها وإذا كان للكون مجرّة واحدة هائلة تسيطر عليه محاطة بعدد آخر من المجرّات الصغيرة فإنّ الاحتمال الأرجح هو أن نجـد أنفسنا على القارّة الرئيسية وليس على أحد الجـزر، والطريقة الوحيدة لحسم ذلك هي وجود قياسـات مسافـات أكثر دقّة لعـدد كبير بما يكفي مـن المجرّات القرصيـة للحصول علـى فهم جيد لأحجامهـا مقارنة بحجم مجـرة درب التبّانة أي المسافات للنجـوم القيفاوية. ولم يكن ذلك متاحاً قبـل إطـلاق تلسكـوب هابـل الفضائـي 1990م وإصلاحه عام 1993م.

بعـد أكثر مـن نصـف قـرن على عمـل هابل الزائـد ظلّـت أهمّيـة تحديـد مقياس المسافات الكونيـة بدقّـة حاضـرة بقـوّة حيث مثّـلت المبرّر الأساسـي وراء تلسكوب هابـل الفضائي، وبحلول نهايـة مرحلـة الرصد الخاص بالمشـروع المحوري كانـت المسافات إلى 24 مجـرّة تمّ تحديدها بدقّة باستخدام النجـوم القيفاوية. وباستخدام بيانات تلسكـوب هابـل الفضائي إضافة لبعض البيانات من تلسكوبات أرضية ثم إيجاد 17 مجرّة حلزونية تشبـه بمظهرهـا مجـرّة درب التبّانـة والمسافات إليها محدّدة بدقّة، والجـزء الأصعب من المشروع كان قياس قطر مكافئ لقطـر درب التبّانة والذي كان قطـر سطوع كنتـوري يقلّ قليلاً عـن 27 كيلو فرسخ فلكي، فما نتيجة مقارنة هذا القطر بأقطار المجـرّات السبـع عشـرة الأخرى؟ والجـواب هو: إنّ متوسـط قطـر المجرّات السبع مـع مجرّة درب التبّانـة الثامنـة لا يزيد قليلاً عـن 28 كيلو فرسخ فلكـي وهنا ثبتـت نظرية الفلكـي (إدنجتون) بأنّ درب التبّانـة ما هو إلّا مجـرّة حلزونية عادية ذات قطـر أقل بكسـر بسيط مـن المتوسّط، هـي قارة وسط مجموعـة جزر ليست أصغـر بنحو بالغ عن المتوسط فهي مجرّة عادية.

الكون المتمدّد:

مـع الاكتشافين العظيمين اللذيـن توصل لهما العـالم هابـل بشـأن المجرّات بـدأ علـم الكونيات الحديث وهما: هناك جزر أخرى في الفضاء خارج مجـرّة درب التبّانـة، وهناك علاقة بـين الإزاحة الحمراء للضوء القـادم من المجرّات البعيدة وبين المسافات التي تفصلنا عنها.

كلّ ذلك يقودنـا لإمكانية استخـدام المجرّات كنمـاذج اختبـار للكشف عـن السلـوك الإجمالي

للكون، وهذان الاكتشافان يظهران بأنّ الكون آخذ في التمدّد.

في نهاية عشرينيات القرن العشرين كانت المفاجأة باكتشاف العلاقة بين الإزاحة الحمراء والمسافة، فقد تمّ إدراك وجود نظرية رياضية تصف تلك النوعية من السلوك الكوني موجودة بالفعل وهي النظرية النسبية العامّة لأينشتاين والتي تصف العلاقات بين المكان والزمان والمادّة والجاذبية واحد ملامحها الأساسية أنه لا يمكن التفكير في المكان والزمان ككيانين منفصلين إنّما هما وجهان لكيان رباعي الأبعاد يطلق عليه (الزمكان). والذي ترجع فكرته لعام 1908م عندما نقّح العالم هيرمان مينكوسفسكي نظرية النسبية الخاصّة بأينشتاين فقال: من الآن فصاعداً حُكم على المكان بمفرده والزمن بمفرده أن يذويا ليصبحا شبحين، وفقط نوع من الاتحاد بين الاثنين سيحتفظ بواقع مستقل.

إنّ قصور النظرية النسبية الخاصّة يكمن بعدم تعاملها مع الجاذبية أو العجلة فالنسبية الخاصة تصف العلاقات بين كلّ الأجسام المتحرّكة والضوء ما دامت تتحرّك في خطوط مستقيمة بسرعة ثابتة وتصف الكيفية التي سيبدو بها العالم من منظور أي من تلك الأجسام، وأبسط سبل لفهم تلك النظرية يكون من خلال زمكان مينكوفسكي الرباعي الأبعاد.

اكتشف أينشتاين أن الزمكان مرن يتشوّه بفعل وجود المادّة، والأجسام التي تتحرّك عبره تسير في مسارات منحنية حول التشوّه الذي يسبّبه وجود المادّة والتأثير الذي يُطلق عليه اسم الجاذبية هو نتيجة لانحناء الزمكان. وكما ورد بالقول الشهير فإنّ المادّة تُملي على الزمكان الكيفيّة التي سينحني بها بينما يملي الزمكان على المادّة الكيفية التي تتحرّك بها.

إنّ النسبية العامّة أفضل نظرية نملكها لوصف السلوك الإجمالي للمكان والزمان والمادّة، وكما أدرك أينشتاين منذ البداية فإنّ هذا يعني أنّها تقدّم تلقائياً توصيفاً للكون الذي هو المجموع الكلّي للزمان والمكان والمادّة، لكنّ مشكلة النسبية العامّة أنّها تقدّم توصيات لعدة أكوان ومجموعة المعادلات التي اكتشفها أينشتاين لها حلول عديدة كما حال الرياضيات، فمعادلاته أكثر تعقيداً ولها حلول عديدة، وبعضها يصف أكواناً آخذة بالتمدّد وبعض آخر يصف أكواناً آخذة بالانكماش، وبعض يصف أكواناً متذبذبة بين التمدّد والانكماش وهكذا، والذي أدهش أينشتاين هو عدم وجود معادلة تصف سكون الكون بجوهره.

العالم المادّي:

ممّ تتكوّن المجرّات؟ تتكوّن المجرّات من النجوم الحارّة الساطعة وسحب الغاز والغبار الباردة المظلمة. وهي بالأصل نوعية المادّة نفسها التي تتكوّن منها الأرض وتتكوّن منه أجسادنا؟

أحد الإنجازات الاستثنائية لعلم الكونيات الحديث أنّه قادر على أن يخبرنا مقدار المادّة الباروني الموجودة بالكون والتي تخبرنا بما يجب أن يكون عليه متوسّط كثافة تلك المادّة على مستوى الكون، ووفق النسبية العامّة يقيس العلماء مثل تلك الكثافات المرتبطة بالانحناء الكلّي للمكان، فكلّ المادّة الباروني الموجودة بالكون جرى تصنيفها في الانفجار العظيم من الطاقة الصافية بما يتّفق والمعادلة (الطاقة تساوي الكتلة مضروبة بمربّع سرعة الضوء، والتي يمكن بطبيعة الحال أن تعاد كتابتها بشكل

معكوس بحيث إنّ الكتلة تساوي الطاقة مقسومة على مربّع سرعة الضوء.

الأجزاء المرئية للمجرّات الحلزونية كمجرّة درب التبّانة تشكّل البنية الكلاسيكية ذات الجزأين الخاصّة بالقرص والانتفاخ النووي المركزي مع أنّه ببعض الحالات يكون الانتفاخ صغيراً للغاية، والمجرّات القرصية عديمة الأذرع الحلزونية والمعروفة بالمجرّات العدسية لا تزال تملك بنية القرص والانتفاخ الأساسية! لكنّها تفتقد سحب الغبار، والمجرّات البيضاوية لا تدور حول نفسها ككل إنّما تدور حول نجوم منفردة فيها حول مركز المجرّة. وأيُّ مجرّة لا تندرج تحت وصف المجرّات البيضاوية أو القرصية تصنّف على أنّها مجرّة غير منتظمة والتي تحتوي مادّة على مقدار كبير من الغبار والغاز تجري فيه عملية تكوّن نشطة للنجوم.

يمكن أن تتسبّب المقابلات بين المجرّات، ويحدث مؤشّرات ضخمة من عمليات تكوّن النجوم! وهي العمليات التي يشير لها الفلكيون باسم الانفجارات النجمية، وبعض مجرّات الانفجار النجمي خاصّة الصغيرة منه تبدو شديدة الزرقة لأنّ الضوء القادم منها يهيمن عليه ضوء النجوم الحارّة الفتيّة الزرقاء وهي مجرّات تحتوي القليل من الغبار وهو ما نتج على الأرجح من تعرّضها لاضطراب بسبب التفاعل أو الاندماج مع منظومة نجمية أخرى والذي استثار سحب الغاز الغبارية وتمّ تسميتها بتكوّن النجوم المتفجّرة التي استنفدت هذا المخزون.

والثقوب السوداء في قلوب تلك المجرّات بسبب إظهار بعض تلك المجرّات علامات على النشاط العنيف في نُويّاتها مع حدوث انفجارات تطيح بالمادّة للخارج نحو الفضاء.

تكمن أهمّية دراسة الأجرام الموجودة على مسافات عظيمة عبر الكون بأنّنا عندما ننظر لجرم يقع على مسافة 10 مليارات سنة ضوئية بوساطة الضوء الذي صدر عنه منذ عشرة مليارات عام مضت! فهذا هو الزمن المنقضي، وهذا يعني بأنّ التلسكوب أشبه بآلات الزمن! لأنّها تُظهر لنا ما كان عليه الكون سابقاً.

بيّنت الدراسات المبكّرة للنجوم الزائفة بأنّها كانت أكثر شيوعاً حين كان الكون أصغر عمراً، وهو المتوقّع لأنّها تحصل على طاقتها بوساطة التراكم، وتخبو حين تبتلع كلّ المادّة المُتاحة، وكان ذلك أحد الأدلّة التي ترجّح فكرة نموذج الانفجار العظيم على فكرة الحالة الثابتة.

أصل المجرّات:

أغلب المجرّات توجد في عناقيد مجرّية لتبقى الجاذبية على تماسكها، لكن هناك طبقة أخرى من البنية داخل الكون تقدّم خيوطاً مهمّة بشأن أصل المجرّات. فعلى أكبر نطاقات الحجم تصطفّ المجرّات بخيوط تتقاطع عبر الكون ويقابل بعضها بعضاً في تقاطعات توجد فيها عناقيد ضخمة من المجرّات، بين تلك الخيوط مناطق أكثر إظلاماً ينذر فيها وجود المجرّات.

خضع النمط الإجمالي لتوزيع المجرّات في الأبعاد الثلاثة للدراسة بقدر كبير من التفصيل على يد بعض الفلكيين الذين يضعون الخرائط لتوزيع ملايين المجرّات في السماء مستخدمين الإزاحات الحمراء في تحديد المسافات إليها.

في عام 2005م قام فريقان باستخدام تحليلات مختلفة بأنّ التفاوتات الإحصائية في توزيع المجرّات والتي تُشاهد في عمليات المسح الكبيرة الثلاثية الأبعاد تُظهر بصمةَ الأمواج الصوتية الآتية من الانفجار العظيم، وأوائل الأجرام الساطعة التي ظهرت في الكون كانت نجوماً ضخمة تعادل بكتلتها ما بين بضعة عشرات لبضع مئات المرّات قدر كتلة الشمس وهي نجوم تختلف للغاية عن النجوم الموجودة حولنا اليوم؛ لأنّها كانت تحتوي فقط على الهيدروجين والهيليوم المنتَجين في الانفجار العظيم دون وجود عناصر ثقيلة أخرى.

في مناطق تكوّن النجوم اليوم تسير عملية التبريد على نحو أكثر كفاءةً بكثير، بفضل وجود العناصر الثقيلة، لذلك نرى بأنّ السحب قادرة على الانهيار بالمقدار الذي تفعله مثل تكوّن النجوم، لكن في سحب تكوّن النجوم البدائية كان يحدث كلّ شيئ على درجة حرارة أعلى! لذلك فإنّ أولى عقد تكوّن النجوم في السحابة تتراوح كتلتها بين بضع مئات وألف كتلة شمسية، وكما الحال بعملية تكوّن النجوم اليوم، فمن الصعب عليها أن تتشظّى ولا يمكن لأيّ سحابة أن تكوّن سوى القليل من النجوم مع الإطاحة ببعض الكتلة بعيداً بسبب ازدياد حرارة النجوم الأوّلية.

بالنسبة للثقوب السوداء الفائقة الضخامة لا يمكن دراستها بشكلٍ مباشر إلّا في المجرّات القريبة، حيث يُكشف عن وجود جرم مركزي ضخم من خلال قياس سرعات النجوم التي تدور بالقرب منه باستخدام تأثير دوبلر.

في عام 1984م تمّ تحديد أوّل ثقب أسود فائق الضخامة، ومنذ ذلك حتى نهاية القرن العشرين كان وجود ثقب أسود يمثّل حدثاً مهمّاً، وبحلول عام 2000م ارتفع عدد الثقوب السوداء فائقة الضخامة لـ 33! وكلّ عام يتمّ العثور على واحد

أو اثنين منه وهو عدد كاف للبدء بمحاولة فهم العلاقة بين الأجرام والمجرّات التي تحويها.

مصير المجرّات:

يعتمد مصير المجرّات على مصير الكون، وهناك ثلاثة احتمالات لذلك وفق رأي الفلكيين:

الاحتمال الأول هو أنّ الكون سيواصل تمدّده بالطريقة نفسها تقريباً التي يتمدّد بها اليوم بتسارع ثابت وتؤيد الإحصائيات الخاصّة بالمشاهدات المُتاحة بالوقت الحاضر هذا الاحتمال بما يكفي لاستبعاد الاحتمالين الآخرين.

الاحتمال الثاني هو أنّ معدّل التمدّد نفسه سيتسارع، أمّا الاحتمال الثالث فهو أنّ التسارع سينقلب لتباطؤ في نقطة ما في المستقبل القريب ثمّ سينهار الكون بانسحاق عظيم وهو النسخة المعكوسة زمنياً للانفجار العظيم.

كلّ تلك الاحتمالات ما هي إلّا تكهّنات! وإذا استمرّ تمدّد الكون لوقت طويل بما يكفي فسينفد كلّ ماهو متاح من غاز وغبار! وتتوقّف عملية تكوين النجوم، وقد حدّد الفلكيون من واقع دراستهم لتاريخ عملية تكوّن النجوم في المجرّات القريبة ومن المعدّل الذي تتكوّن به النجوم في مجرّتنا اليوم وسيحدث هذا بغضون تريليون عام من الآن! حيث يكون الكون أكبر عمر بمائة مرّة ممّا هو عليه الآن، وستصبح المجرّات المنفردة أكثر احمراراً وخفوتاً! بينما نجومها تخبو وتبرد وستحمَل العناقيد المجرّية بعيداً بحيث يكون من المستحيل على أيّ فلكي بذلك الوقت النظر عبر الكون ورؤية أي شيئ خارج العنقود الفلكي الذي يوجدون به النجوم ذات الكتلة القريبة من الشمس أو الأقل منها ستخبو وتدعى الأقزام البيضاء! وهي كتل من المادّة النجمية تحتوي من المادّة على مقدار ما تحويه الشمس في كرة تماثل كوكب الأرض حجماً، أمّا النجوم التي تنهي حياتها بكتلة تزيد قليلاً عن هذا فستنكمش بدرجة أكبر لتشكّل كرات مضغوطة وتحشد كتلتها التي تقارب كتلة الشمس بحيّز مماثل لقمّة ايفيرست مثل النجوم النيوترونية التي تماثل كتلتها كتلة نواة الذرّة، أمّا إذا كان النجم يتمتّع بكتلة أكبر عند موته أو إذا اكتسب النجم النيوتروني ما يكفي من المادّة من المنطقة المحيطة به سينهار ليصبح ثقباً أسودَ.

تقول النظريات بأنّ العمليات نفسها التي حوّلت الطاقة لمادّة في الانفجار! من شأنها بالنهاية تحويل المادّة لطاقة مع تقدّم عمر الكون، وانهيار الكون لن يؤثّر على المجرّات لمليارات الأعوام وستتواصل عمليات تكوّن النجوم والاندماج المَجَرّي مع اقتراب العناقيد المجرّية بعضها مع بعض، واندماجها بالنهاية، وستصبح عمليات اندماج المجرّات أكثر شيوعاً دون أن يتسبّب ذلك بأيّة مشكلات لأشكال الحياة التي تعيش على كوكب الأرض، وسيأتي تهديد الحياة من أضعف ملامح كوننا تأتي بوقتنا الحاضر، والمقصود هنا إشعاع الخلفية الناتج عن الانفجار العظيم.

يقول علماء: قد يكون كوننا قد ولد بالطريقة نفسها من انهيار كون سابق أو مرحلة سابقة من كوننا! وهذا ما يبرّر وجود دورة متكرّرة من التمدّد والانهيار والارتداد، وأفضل تكهّن حالي لمصير المجرّات هو ثبوت الثابت الكوني.

إنّ المجرّات آمنة لبضعة مليارات الأعوام ما يزيد عن عشرة أضعاف عمر الكون الحالي، ولا يزال أمام الباحثين المتّسع من الوقت للبحث عن كيفية انتهاء كلّ شيء بدقّة متناهية.

تحت المجهر

من أسرار الدماغ والجملة العصبيّة

رئيس التحرير

إنّ الجهاز العصبي للإنسان يظلّ متيقّظاً تماماً حتى وقت النوم! وهو الذي نقل الأوامر للجسم من الدماغ.

ويتركّب الدماغ والجملة العصبية من قسمين:

1- قسم يسمّى بالسلسلة العصبية الإدارية، وتنبثق عنها جميع الحركات الإدارية في الجسم، الرؤية والكلام والسمع والمشي والغذاء.

2- القسم الثاني فهو الأعصاب غير الإدارية التي ترتبط بالعضلات غير الإدارية: كالقلب والمعدة والكلية. وهما قسمان مكمّلان لبعضهما في الجسم.

ولعلّ أهم أجزاء دماغ الإنسان هو المُخيخ، ففيه مركز الذكاء والشعور والذاكرة والإرادة! كما فيه تكمن ردود الأفعال النفسية، كالغضب والخوف والكآبة والفرح.

وعند نزع مُخيخ حيوان مثلاً، يظلّ حيّاً، ولكنّه يكون متبلّداً قليل الحركة والانتباه خاملاً! قد يعيش حيّاً لبعض الوقت ولكنّه سريعاً ما يموت.

***

وفي الدماغ نحتفظ بالذكريات والأفعال، إنّه أرشيف هائل يقوم بعمل خارق! فيرفدنا بشكلِ الأشخاص الذين نتذكّرهم، وما يمكن أن نرغب بمعرفته عنهم من ذاكرتنا.

ورغم تطوّر العلوم الطبيعية كثيراً في السنوات الأخيرة فإنّ جراحة دماغ الإنسان معقّدة جدّاً.

إنّه جهاز هائل من أجهزة الحواسيب التي يشكّل معجزة إلهيّة، لا يمكن مقارنتها بأيّ جهاز مهما كان، ما زال الكثير من أسراره غامضاً! فسبحان الخالق العظيم.