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: التنوّع المدهش في الحياة المائيّة، (رئيس التحرير) 4

دراسات وأبحاث

- تاريخ الخيال العلمي الذي لم يُروَ بعد! ، (ترجمه: د.سام عمار) 6
- أصل البنية الكونية، (ترجمة مها مرزة) 17
- التغيّر المُناخي.. الأسباب والمؤشرات، (د.فواز الموسى) 35
- الهطل والتكاثف الحامضي، (د.علي موسى) 50
- العلوم الرياضية وعناصر الطبيعة، (الكَرَجي نموذجاً)، (محمدّ حبش) 61

التراث الحضاري

- من مفاخر الطب العربي: التشريح والجراحة ، (د.عمّار النهار) 75
- العلوم الطبية في بلاد فارس، (د. عبد الله السليمان) 85
- القلاع والحصون التاريخية في سورية ، (هشام عدرة) 92

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

- دهاء لافت للحوت الأحدب، (د.نور كيالي) 102

بيئة المستقبل

- الاستشعار عن بعد، (د.هيثم جبيلي) 113

ملف الإبداع

- في نفق البعد الرابع (1 من 2) ، (قصّة: أ. د.طالب عمران) 132
- موسم الهجرة إلى الفضاء، (قصّة: علي السليمان) 149
- أيها الموت... ترفّق، (قصّة: د.رؤوف وصفي) 154

محطات

- النهاية ، (قراءة وعرض م.هناء صالح) 159

كتاب الشهر

- قراءة في أنفاق الأزمنة، (قراءة وعرض: نضال غانم) 177

تحت المجهر

- تنوّع في فصائل النباتات ، (رئيس التحرير) 194

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.

التنوّع المدهش في الحياة المائيّة

رئيس التحرير

ظهرت الأسماك الأولى في البحار منذ نحو 300 مليون سنة، كما يعتقد الباحثون.

ويعرف منها الآن نحو (20) ألف نوع وثلاث أخماس وهذه الأنواع موجودة في البحار بينما الباقي يتواجد في الأنهار والبحيرات على اليابسة. والأسماك رغم أعدادها الكبيرة وتنوعها ليست سوى جزء ضئيل من مجموعة الكائنات الحيّة التي تعيش في البحار والمحيطات والأنهار.

والبحر مثل اليابسة له مروجه وصحاريه، فتوجد به مساحات كثيرة بها النبات والحيوانات.

وتنمو على طول سواحل البحار نباتات أخرى ولكنّها أقل أهمية من النباتات الدقيقة الطافية.

وفي مروج البحر كائنات غريبة، لبعضها رؤوس كبيرة وقرون وعيون جاحظة وبعضها يعطي ضوءاً مثل ضوء الخنافس المضيئة كما يوجد أيضاً بيض الأسماك وصغار المحار والوتر وجراد البحر، تطفو كلّها فوق المياه قبل أن تعود لتغطس وتستقر في القاع. إنّ الحياة في البحار والمحيطات غنيّة حافلة، لم تكتشف الكثير من أسرارها بعد.

والنباتات التي تعيش على اليابسة تكون خضراء على الدوام تقريباً. وذلك لوجود مادة الكلورفيل العجيبة في أوراقها. وبوساطة هذه المادّة وأشعّة الشمس تصنع أوراق النباتات أساساً من الهواء والماء. سكراً ومواد نشوية وأخشاب. أمّا أعشاب البحر فبعضها خضراء مثل خسّ البحر وبعض الطحالب. وبعضها الآخر أخضر مشوب بزرقة، والكثير منها أحمر. ولكنّ غالبية النباتات الكبيرة خضراء زيتونية وسمراء وتتكاثر أعشاب البحر في المياه الشاطئية وأغلبها لا تستطيع النمو على عمق معيّن لأنّها تحتاج لأشعّة الشمس. والقشريات في البحار أو الصدفيات تتواجد في كلّ مكان إضافة للمحار الذي يحوي أحياناً اللؤلؤ الطبيعي.

وعلى عمق (180) درجة تقلّ درجة الحرارة ومهما كان موقع المياه حتى في القطب فإنّ المياه لا تتجمّد على هذا العمق. رغم أنّه أحياناً تقلّ الحرارة عن درجة التجمّد وهو أحد أسرار الأعماق. في تلك الأعماق حيوانات غريبة تتحوّل في البرد والظلام.

ولكن على ماذا تتغذّى تلك الأحياء الغريبة الجائعة دائماً؟

إنّها تنتظر ما يصلها من السطح فكلّ طعامها يأتي من الأعلى فالأسماك والنباتات والكائنات البحرية الأخرى التي تموت في المياه السطحية تتساقط ببطء نحو القاع. فتتلقّفها تلك المخلوقات الغريبة وتأكلها. وإذا كانت تلك الكائنات الميّتة المتساقطة قليلة لا تكفي لإطعام تلك المخلوقات الجائعة فإنّها تأكل بعضها بعضاً. وأشكال تلك المخلوقات غريب

ومتنوّع منها قناديل بحر بألوان وأشكال عديدة، تمتدّ أذرعها النحيلة الشبيهة بالخيوط أو الشرايط. أو ديدان ملتوية متجمّعة قرب بعضها. أو حيوانات أشبه بالصخور دون شكل معيّن أو أسماك أشبه بالمجنّحات تقفز هنا وهناك. حيوانات بحرية متجمّعة، ألوانها متعدّدة قد نسبح على شكل مجموعات، وقد تجد من بينها أسماكاً تفزعك. لبعضها أسنان طويلة، يظلّ فمها مفتوح دوماً.

وهناك أسماك أشبه بالتنّين أو بأفعى البحر أو بالقنافذ وبعضها لها عيون جاحظة كبيرة وألوان أجسامها أسود أو أحمر على الأغلب.

وتذهب الأسماك دائماً إلى حيث تجد الطعام وبعضها يأكل عند سطح البحر، وبعضها الآخر ينبش في الطين باحثاً عن الديدان والمحار والقشريات.

والماء المالح ضروري لحياة الأسماك في البحر. فعندما وصلت ملوحة بحر البلطيق لأقل من الملوحة العادية المناسبة لحياة السمك هاجرت بعض الأسماك ومات بعضها الآخر.

***

وتختلف أطوال الأسماك وفق أنواعها فبعضها يصل إلى أقل من سنتمترين في الطول وبعضها الآخر كسمك القرش الحوتي الهائل قد يزيد طوله عن 15 متراً.

والأسماك تغطّيها حراشف. وبعضها يغطّيه أشواك والسمك القرش جلد خشن نافر في بروزاته الصغيرة. وقد تزن سمكة الشمس طنين وليس لها ذيل. بينما سمكة المجذاف تبدو وكأنّها كلّها ذيل، قد يصل طولها إلى عشرة أمثال ولا يتجاوز سمكها خمسة سنتمترات.

والاختلاف بين أنواع الأسماك في البحر والمياه العذبة يكون واضحاً في الطعم، في كثرة العظام في النوع الذي يعيش في المياه العذبة وهذه العظام أكثر رقّة وعدداً من العظام في أسماك المياه المالحة.

كما أنّ الأسماك تقريباً تضع بيوضاً وبعضها يصل تعداد بيوضه إلى مليون بيضة ويصل عدد بيوض سمكة (البكلاه) إلى تسعة ملايين بيضة. بينما يتجاوز عدد بيوض سمكة الشمس (200) مليون بيضة. ولا يفقس منها سوى عدد قليل، وبعد أسماك القرش تضع بيوضاً كبيرة تحيطها بكيس مطّاطي قاس.

وهجرة بعض الأسماك ظاهرة غريبة تقوم بقطع آلاف الأميال أحياناً وتعود إلى الموطن السابق نفسه.

فسمك السلمون مثلاً يترك البحر ويرجع إلى المياه العذبة التي نشأ فيها، وهو يكافح ضدّ الأمواج والتيّارات والمنحدرات ويقفز فوق الصخور ويتسلّق الشلالات حتى يصل إلى المكان الذي ينشده.

وتتجمّع الأسماك في ذلك المكان ويزدحم بها لدرجة كبيرة ثمّ تضع بيوضها وتموت. إنّها هجرة غريبة مدهشة.

وهجرة (الانكليس ثعبان البحر) بعد أن تصل أعمارها إلى 8 سنوات تغادر موطنها عابرة الأطلسي إلى شواطئ برمودا حيث تضع بيوضها وتموت.

تاريخ الخيال العلمي الذي لم يُروَ بعد[1]

الكاتب: جوزيف فهيم [2]

ترجمه: أ.د.سام عبد الكريم عمّار *

على الرغم من انتشار الخيال العلمي في السنوات الأخيرة، ولا سيما مع النجاحات التي حقّقتها السينما المصرية، يبقى الخيال العلمي نادر العَرْض في دور السينما العربية.

1 . نشرت المقالة في **مجلة** *أفكار* (*AFKAR-IDEES*)، **العدد** 63، **صيف عام** 2021. ص 68 - 71 (المترجم).

2 . جوزيف فهيم: ناقد ومخرج برامج مصري، شارك في تأليف العديد من الكتب عن السينما العربية، وهو كاتب في موقع «ميدل إيست آي»، و«ميدل إيست آي إنستتيوت»، و«المونيتور»، و«الجزيرة (المترجم).

* **أستاذ في كلية التربية بجامعة دمشق.**

1. مقدمة

إن كان هناك نوع أدبي واحد يربط الجمهورُ الغربيُّ من خلاله في حالات نادرة بين السينما والتلفزيون العربيين، فهو الخيال العلمي. لقد كانت الواقعيةُ الاجتماعية، في معظم تاريخها الطويل والمتعرّج، هي المنظورَ السائد الذي رأى الغربُ من خلاله الثقافةَ العربية المعاصرة واطّلع عليها: إنّها إطار راكد إلى حدّ كبير يملي الموضوعاتِ والقضايا التي يُنظَر إليها على أنّها قابلة للتصدير إلى المشاهدين العاديين.

إنّ نظرة على الطفرة الأخيرة في أعمال هذا النوع الأدبي القادمة من المنطقة تحجب حقيقة أنّ الفنتازيا، والخيال العلمي، لم يولدا في الفراغ. إنّ محاولة إنشاء قصص خيالٍ علميٍّ أصلية ليست بدعة جديدة؛ فالمحاولات الأولى في السينما المصرية تبيّن أنّ صانعي الأفلام المصريين قد انجذبوا إلى هذا النوع من الأفلام الذي عُرِفَ في المقام الأوّل بأصوله الغربية، قبل وقت طويل من بدء استخدام التّقانة. وعلى الرغم من انتشار الخيال العلمي في السنوات الأخيرة، من الواضح أنّه لا يزال نوعًا أدبيًّا لا يتلاءم مع معظم توجّهات السينما العربية.

في مقال نُشِرَ عام 2009، أرجعت الكاتبة وصاحبة العمود المحدّد في صحيفة الغارديان: نسرين مالك النُّدرةَ التاريخية للخيال العلمي في الوطن العربي، جزئيًا، إلى الشك السائد حول العلم، الذي يتناقض مع الإيمان الديني، بالإضافة إلى جذور الخيال العلمي الغربية، التي قاومها المفكّرون والقصّاصون. ويمكن لهذه النظرية أن تفسّر غياب أدب الخيال العلمي العربي قبل النصف الثاني من القرن العشرين. غير أنّه، بقدر ما يبدو الأمر رائعًا، يُنسَب أولُ مثالٍ حقيقي لأدب الخيال العلمي في العالم، كما تشرح الكاتبةُ **ليديا جرين** في مقال نشرته هيئة الإذاعة البريطانية عام 2013، إلى «الشرق الأوسط»: إنّ الكاتب والطبيب المقيم في بغداد في القرن الثالث عشر، زكريا القَزويني[3]، صاحب كتاب: **عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات**، يرى كائنًا فضائيًّا ينزل إلى الأرض لمراقبة سلوك الإنسان المخالف لسلوكه.

من مخطوط القزويني عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات

ومع ذلك، يعود الميلاد الحقيقي للخيال العلمي العربي إلى القرن العشرين، ونجد في السينما بعض الأمثلة الأولى منه. وفي هذا المجال تتمتّع

مصر بأقدم وأكبر صناعة سينمائية في المنطقة، وتفتخر بوجود تعدّد للموارد والمواهب، فضلًا عن السوق الواسعة التي تتطلّب إنتاجًا متنوّعًا.

ومن المعتقد على نطاق واسع أنّ أوّل فيلم خيال علمي عربي كان فيلم: **السّبع أفندي** الذي صدر عام 1951. وهو من إخراج المخرج أحمد خورشيد، أمّا أحداث الفيلم فتدور حول موظّف مكتب سيئ الحظ، يعثر بالمصادفة على حبّة دواء تعطيه القدرة على المرور عبر الجدران. وتقدَّم هذه الفكرة بشكل تعسّفي في فيلم هو أقرب إلى الكوميديا منه إلى الفنتازيا أو الخيال العلمي، مع الحدّ الأدنى من استخدام المؤثّرات الخاصة. وتتمثّل عوامل الجذب الرئيسة فيه في الرقص والموسيقى.

2. أنواع ثلاثة للخيال العلمي في مصر

على مدى العقود التالية (لظهور فيلم الخيال العلمي المسمّى: **السبع أفندي**، 1951)، ستظهر **ثلاثة أنواع رئيسة من الخيال العلمي في مصر** هي: 1. **الحبوب السحرية**، و2. **السفر عبر الزمن**، و3. **المحاكاة الساخرة**.

1.2. الحبّة السحرية

تدور أفلامٌ لا حصر لها من الخمسينيات فصاعدًا، كما يشير كاتب العمود [في صحيفة ديلي ميل البريطانية] شادي لويس[4] في مقال نشره عام 2020، حول حبّة اصطناعية سحرية تمنح الأبطال صلاحيات خاصة، تمنحهم الثروة والصلاحيات التي يتوقون إليها، ولكنّها تؤدّي في النهاية إلى إفسادهم وعدم رضاهم. وتتضمّن هذه المجموعة فيلم (**إتش3**، 1961) لعباس كامل، الذي يروي القصّة عن رجل يبلغ من العمر 80 عامًا، يأخذ إكسير الشباب، ويصبح شابًا مرّة أخرى قبل أن يَكتشف مرّة أخرى أنّ ذلك كلّه كان حلمًا؛ وفيلم: (**عاشور قلب الأسد**، 1961) لحسين فوزي؛ وفيلم (**العم زيزو حبيبي**، 1977) لحسين فوزي ونيازي مصطفى، وكلا الفيلمين يروي قصّة رجال ضعفاء يلجؤون إلى جُرْعَة تجعلهم أقوياء لقهر قلوب أحبائهم.

و«**لباس الاختفاء**» **هو مجموعة فرعية من هذه الفئة**، وفيه تَمنَح قبعةٌ أو غطاء محرّك السيّارة أو جهازٌ نشأ من تجربة كيميائية مجنونة، أبطالَها المضطربين قوةَ الاختفاء، ليكتشفوا هم أيضًا مدى قدرة هذه القوة على الإفساد. وتتضمّن هذه المجموعة فيلم (**من أين لك هذا؟**، 1952) وفيلم (**سر قبّعة الإخفاء**، 1959) وفيلم (**فتوة الناس الغلابة**، 1959)، وفيلم (**المحروم**، 1984). وهذه الأفلام كلّها من إخراج نيازي مصطفى، سيد الفانتازيا المصري الكبير، وأوّل

من استخدم المؤثّرات الخاصّة في السينما العربية.

ومن بين الأنواع الثلاثة للخيال العلمي في مصر، تعدّ أفلام **الحبّة السحرية** هي الأكثرَ أخلاقية والأكثرَ عدمَ ثقة بالعلم. لقد استُخدمت «الحبّةُ السحرية» كنايةً عن العلم: فهي جذّابة وساحرة، ولكنّها في نهاية المطاف مدمّرة للروح. وتشير هذه الأفلام كلّها إلى أنّ العلم هو انحراف ضدّ نظام الطبيعة؛ وتؤكّد هذه الأفلام كلُّها أنّ الطريقة الوحيدة لتحقيق النعيم هي الخضوع للطبيعة وقبول قوانينها.

2.2. السفر عبر الزمن

يعدّ تدفقُ أفلام السفر عبر الزمن أكثرَ انتقائيةً من حيث النغمةُ، وأبعد طموحًا إلى الغاية من حيث المستوى. ويشتمل هذا النوع على: الدراما الرومانسية ومثاله: فيلم: (**مملكة الحب**، 1973) لروميو لحود؛ وعلى الكوميديا، ومثالها فيلم: (**رسالة إلى الوالي**، 1998) لنادر جلال، وفيلم: (**سمير وشهير وبهير**، 2010) لمعتز التوني؛ وعلى الرعب، ومثاله فيلم: (**الرقص مع الشيطان**، 1993) لعلاء محجوب. وهذه الأفلام ذات الحبكات والأشكال المختلفة، تعكس همومَ عصرها، وهي: التحرّرُ الجنسي في السبعينيات، كما في فيلم: (**مملكة الحب**)؛ وموجةُ التديّن الصاعدة في التسعينيات، كما في فيلم: (**الرقص مع الشيطان**)؛ والحنينُ إلى عصر ما قبل التدوين الرّقميّ، كما في فيلم: (**سمير وشهير وبهير**).

3.2. المحاكاة الساخرة

أمّا أكثر هذه الأنواع الثلاثة من أفلام الخيال العلمي ضررًا فهو موجة المحاكاة الساخرة التي جرى إنتاجها في الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، سواءٌ أكانت هجاءً أم تكريمًا لأفلام هوليوود الشهيرة في تلك الحقبة. وأهمّها فيلمان لحسن الصيفي وهما: فيلم (**المليونير المزيف**، 1968) الذي يعرض الشخصية الثانوية للخادم الآلي الذي يطمح إلى الزواج، وفيلم (**المجانين الثلاثة**، 1970)، الذي يحكي قصّة عالم تفشل تجاربه في تجديد شبابه في حين يكون لَها تأثير معاكس على شخصيات الفيلم الساذجة.

وهناك عدد قليل من أفلام الخيال العلمي لا تندرج ضمن هذه الأنواع الثلاثة. وتشمل هذه الأفلام فيلم (**رحلة إلى القمر**، 1959) لحمادة عبد الوهاب. وهذا الفيلم هو كوميديا فضائية بأسلوب أبوت وكوستيلو[5]، تدور أحداثها حول مجموعة من روّاد الفضاء المصريين الذين ينطلقون في رحلة استكشافية إلى القمر. كما تشمل فيلم (**رموش السيدة بولد**، 1959)

لحسن الصيفي، وهو فيلم كوميدي عن التغيير الجسدي لرجل يقرّر تغيير دماغ زوجته الأجنبية الفاسقة، ليصبح دماغ امرأة مصرية محافظة، وينتهي الفيلم إلى نتائج كارثية.

3. السياسة وعلم الجمال

كانت التجارة وسهولة الوصول دائمًا هما القوّتان الدافعتان وراء النجاح الكبير الذي حقّقته السينما المصرية التي تقدَّم الرسائلُ الأخلاقيةُ عبرها بطريقة تبدو وكأنّها تنازُلٌ عن القواعد الاجتماعية في ذلك الوقت، بدلًا من التعبير الأصيل والواعي لصانعي الأفلام.

ومن الناحية الجمالية، تتنوّع هذه الأفلام أيضًا في الطموح والنيّة. والمثالان المبكران لها، هما: فيلما: (**السّبع أفندي**؛ وH3) اللذان شابههما عرض مسرحي لطيف، مقنع، بإنتاج متفاخر، وأزياء متقنة. أمّا أفلام أواخر الستينيات والسبعينيات، مثل فيلمي: (**مملكة الحب**)، و(**الحمقى الثلاثة**)، فكانت تتسم بجمالية الفن الهابط كثيرًا، وتدرك بشكل ساحر الاستنساخ الرخيص على غرار أفلام روجر كورمان[6] الرائجة في هوليوود، وقد احتُفظ بهويتها المصرية في الحوارات والموضوعات الكوميدية.

غير أنّ المخرج الذي ترك بصمتَه حقًّا على هذا النوع من الأفلام هو نيازي مصطفى المذكور آنفًا، والذي ينعكس موقفه الصفيق في كلّ عنصر من عناصر إنتاجه تقريبًا، بدءًا من الجو السائد الذي يسوده الهمّ، وانتهاء بالحبكات المبنية بقوّة، التي تقترب من العلم بمزيد من الغموض، وبأقل قدر الحذر مقارنَةً بمعاصريه. أمّا قصصه فتعترف بإمكانات العلم غير المحدودة. إنّ شكوكه ليست ثمرة عدم الثقة في المعرفة، بل هي نتيجة الشكّ في قابلية الإنسان للفساد.

4. أحد روائع الخيال العلمي العربي

إنّ إنتاج الخيال العلمي العربي الأكثرَ رسمية والأكثرَ نجاحًا في القرن العشرين هو فيلم (**قاهر الزمن**، 1987)، وهو الفيلم الأخير للمخرج الكبير كمال الشيخ، الذي يعدّ هيتشكوك مصر. والفيلم مأخوذ عن رواية للكاتب نهاد شريف، صدرت عام 1973، وهو يحكي قصّة طبيب يكتشف طريقة لتجميد البشر واستعادتهم بعد فترة طويلة من الزمن.

إنّ فيلم (**قاهر الزمن**) المستوحى من طريقة التحنيط المصرية القديمة، يثير عددًا من الأسئلة المدروسة حول أخلاقيات العلم، وحول الدافع البشري الفطري لتحدّي ترتيب الأشياء، وحول الرغبة الإلهية السرّية في التحكّم في مصير

الإنسان، مع مقاربة تهدف إلى توفير منطق ملموس لعالَمه دون الانحراف عن الواقع؛ إنّه، بأجوائه القوطية[7]، يحتوي على بصمات من فيلم مظلم[8]، تساعد على جعل الفيلم فريدًا من الناحية الشكلية، وتنسج خيوطَه المختلفة معًا بشكل لا تشوبه شائبة، ليشكّل فيلمًا انتقائيًا، ولكنّه متماسك ينتهي بطريقة أقل حسمًا وتحديدًا مما يبدو.

5. لاريسا صنصور: الخيال العلمي بوصفه مقاوَمةً سياسية

في وقت ظلّت فيه مصر على بُعد قدم واحدة من الخيال العلمي بعد تسعينيات القرن العشرين، بدأ صانعو الأفلام العرب يدركون، مع تطوّر هذا النوع الأدبي، أنّه كان يوسّع مجال العمل وأفقه ونطاقه. ويمكن القول: إنّ الفنّانة والمخرجة الفلسطينية الدنماركية لاريسا صنصور هي أكثر مخرجي أفلام الخيال العلمي العرب ريادة في هذا القرن.

إنّ عمل صنصور المميَّز يعتمد على لقطات حيّة ووثائق أرشيفية وصور جرى إنشاؤها بوساطة الحاسوب لخلق عوالم فاسدة (dis-topiques) تَستكشف العديدَ من الاهتمامات الفلسطينية: الفصلَ العنصري، والمنفى، وصعوبة الحياة، والحفاظ على الهوية الوطنية في مواجهة الاحتلال الذي لا نهاية له، والنضال من أجل الحفاظ على الذاكرة الجماعية، وإعادة صياغة الرواية الفلسطينية.

لقد خرقت صنصور في أفلامها القصيرة، تقاليدَ الخيال العلمي؛ فهي تدمُج الصور والمجازات البصرية الأكثر شعبية لهذا النوع من الخيال في الدلالات الفلسطينية، لتوليد خيالات كانت مألوفة وجديدة بشكل واضح. ولا تحتوي عوالمها الفاسدة (distopiques) على أيّ خصوم ملموسين: فجمود الزمن، واستحالة التغيير الضعيفة، واستبدال المنازل المتلاشية بأماكن جديدة يسكنها أكلة اللحوم[9] (habitats carnivores)، تشكّل سجلًّا ساخرًا وقاسيًا لإرث احتلال لا يُظهِر أيةَ علامة على الضعف.

إنّ كلّ فيلم من أفلام صنصور يمثّل تحقيقًا مستمرًّا في هذه الأسئلة. وهي تتخيّل نفسها بوصفها أوّل فلسطينية تصعد إلى الفضاء، في فيلم (**خروج إلى الفضاء**، 2008)، في إشارة إلى رواية جي جيه بالارد (**ناطحة سحاب**[10]، 2013). إنّها تستخدم هبوط «نيل أرمسترونج» على سطح القمر في عام 1969 لإثارة أسئلة حول الهوية الوطنية والسيادة. ووفقًا لتقليد رواية «جي جي بالارد» 1975، (High Rise[11]) تتخيّل المخرجة الفلسطينية صنصور فلسطينَ ناطحةَ سحاب عملاقةً، محاصَرَة في وسط أرض محاصَرَة: بعيدة ومعزولة، ولكنّها موجودة. أمّا فيلم: (**في المستقبل سيأكلون من أجود أنواع الخزف**، 2015)، فإنّ أحداثه تدور حول مجموعة مقاومة- أو «إرهابيين قصاصين» كما يطلقون على أنفسهم - تزرع قطعًا من الخزف ليقوم علماء الآثار من المستقبل بالتنقيب عنها... وهذه أداة بارعة مصمَّمة للهجوم المضاد، والمقاوَمة، وإعادة كتابة قصّة المحتل.

6. الخيال العلمي في الخليج ولبنان: عروض فارغة في مواجهة السخرية القاسية

على النقيض من أعمال صنصور، نجد الموجة الناشئة من أفلام المدينة الفاسدة (dystopie) القادمة من دول الخليج. وهنا نجد ثلاثة أفلام

إماراتيـة صَنَّفَـتْ شبـه الجزيـرة العربيـة علـى أنّها مركـز جديد محتمل لإنتاج الخيـال العلمي، علـى الرغم مـن أنّ مزايا هـذه العناوين مفتوحة للنقاش. ففي فيلم ما بعد نهايـة العالم (post-apocalyique) (**الجديـرون**، 2016) للمخرج علـي ف.مصطفـى، أصبحت ميـاه الكوكب ملوّثة للغايـة. وكان على مجموعة مـن الأشخاص الذين يعيشـون بجوار آخر خزّان للميـاه النظيفة الدفاعُ عن أراضيهم ضدّ المتسلّلين، من أجل البقاء.

وهناك فيلـم آخر لما بعد نهاية العالم هو فيلم قصير للمخـرج س.أ.الزيـدي، وعنوانـه: (**أبناء الشَّمْسَـيْن**، 2013)، وهـو يـروي أيضًـا قصّـة بقـاء بطلاها شقيقان يعيشـان في دُبَي المهجورة، ويكافحـان لتجنّب تدمير شَمْسَـيْن مهدّدتين. لقد ظهـر الزيـدي لأوّل مـرّة في إخراج أفـلام روائية طويلـة في عـام 2016 مـع فيلـم (**الفضائيـون** Aerials)، وهـو دراما غـزو كائنـات فضائية، يحاول فيه زوجـان من عِرقين مختلفـين يسكنان دبـي تحليلَ الأسباب والغَرض من وراء نزول سفن الفضاء في دبي.

إنّ هـذه الأفـلام الثلاثـة تسلّـط الضوء على بعض القضايـا ذات الصلـة بالحيـاة في دبـي، وهي: تغيّر المُناخ، وتضاؤل الموارد المائية في فيلمي «**الجديـرون**» و«**أبنـاء الشَّمْسَـيْن**»، وتناقضـات الاتصالات في فيلم «**الفضائيون**». والأفلام الثلاثة تتبنّى الأساليب البصرية والسردية اللطيفة وغير الأصيلة التي تمثّل تقليدًا سيئًا لجماليات هوليود، إلى جانـب بعض من أسـوأ أداء تمثيلي لم يُرَ على الإطـلاق في الخيـال العلمـي العربـي. ولـن تجد في هـذه الأفلام تعبيـرًا فنيًّا أصيـلًا، ولا سياسة بليغـة وساميـة. لقد سَمَحَ هذا النـوعُ من السينما لصانعي الأفلام العرب بالتحايل على الرقابة من خـلال اللجوء إلى الرمزيـة والاستعارة؛ وقد فشل صانعو الأفـلام الإماراتيون -الذين ما زالوا تحت المراقبة المشدّدة للشرطة والذين يخضعون لرقابة صارمة- في الاستفادة مـن الحرّيات التي يوفّرها الخيـال العلمـي، فقدّمـوا قصصًـا دون المستوى تستسلم للجماليات الغربية، بدلًا من أن تتحدّاها.

مشعل الجاسر

ويحظـى المخـرج السعـودي الشـاب مشعـل الجاسـر، الذي اختـير فيلمُه القصـير، وعنوانه: (**الفضائـي العربـي**) لمهرجـان صندانس[12] السينمائـي لعام 2019، بنجـاح أكبر. ومن نجم اليوتيـوب إلى صانـع الأفـلام، يدور نجـاح فيلم مشعـل الجاسر حـول شاب متـزوّج يواجه صحوة جديـدة عندمـا يدخل كائـن فضائـي حياته. لقد جرى تصميم كائن فضائي عربي في صور أحادية اللـون مشوّهة بشـكل جميل، تـبرز انفصال بطل الرواية عن بيئته الاستبدادية الخاضعة للسيطرة. والفيلـم هو في الأساس قصّة رمزيـة ممتعة: إنّها قصّة رجل أُجبر على دفن رغباته في وجود منزلي مستبدّ ومنافق. ولكنْ في مكان مثل المملكة العربية

السعودية، يكون الإحساس بالرضا مع كائن آخر «فضائي» محكومًا عليه بالإخفاق، ولحظات السعادة العابرة تتحوّل إلى لحظات زائلة. إنّ فيلم **الفضائي العربي**، المضحك والذكي والسياسي بكلّ فخر، يعدّ أفضل شيء في الخيال العلمي جرى إصداره في منطقة الخليج حتى الآن.

لقد استُوحِيَ المشهدُ السينمائي اللبناني إلى حدّ كبير من الحرب الأهلية (1990-1975)، التي كان إرثها وعواقبها الموضوعَ الرئيسي على مدى العقود الثلاثة الماضية. وفي السنوات الأخيرة، تحوّل رواة القصص اللبنانيون إلى هذا النوع من القصص (قصص الخيال العلمي) بقصد تحريك المياه الإبداعية الراكدة للصناعة الناشئة. وكان من بين أهم اللاعبين في العقد الماضي شركة سينموز، التي تقدّم خدمة الفيديو بحسب الطلب، والتي تنتج محتوى للإنترنت في المقام الأول. وتغامر شركة سينموز في أنواع عدّة من الأعمال، ولكنّ أبرز عملين لها حتى الآن هما: الخيال العلمي: سلسلة الويب القصيرة العمر، وعنوانها: (**العرب في الفضاء**، 2018) وفيلم فادي باقي، وعنوانه: (**آخر أيام رجل الغد**، 2017).

إنّ سلسلة الويب تتّبع مجموعة من الشخصيات العربية المهووسة، التي أُرسلت في مهمّة فضائية لإنقاذ «الشرق الأوسط» من الخراب. وبروح قريبة من خفّة فيلم: **حرّاس المجرّة**[13]، كان لدى مسلسل: **العرب في الفضاء** بالتأكيد الكثير من الأوراق ليلعبها: هناك مجموعةٌ من شخصيات الكوميديا مثيرةٌ للإعجاب ناتجة عن الاختلاف الثقافي بين الشخصيات العربية المختلفة، وبيئةٌ لم تُستخدَمْ من قبلُ في المسلسلات العربية. ومع ذلك، افتقر هذا المسلسل إلى نوع الهجاء اللاذع الذي يتوقّعه المرء من مثل هذه الفرضية؛ إنّ شخصياته تظلّ مسطّحة، ولا تتطوّر طوال المسلسل.

وحين نقارن مسلسل: **العرب في الفضاء** مع فيلم: **الأيام الأخيرة لرجل الغد**، يكاد يكون هذا الأخير مثاليًّا. إنّ بطل القصّة هو إنسان آليٌّ قدّمته فرنسا للبنان بعد استقلاله، ويعكس صعودُه وسقوطُه المسارَ الاجتماعي والسياسي نفسه للبنان، على مدى السنوات السبعين الماضيات. ومن خلال مزج اللقطات الوثائقية والرسوم المتحرّكة بالحجم الطبيعي والصور المولَّدة بوساطة الحاسوب، مع بعض، يكثّف فيلم: رجل الغد الكثيرَ من الأفكار في وقت عَرْض مدّته 30 دقيقة: هناك إرث الاستعمار الفرنسي؛ والآثار المتبقّية من الحرب الأهلية والطائفية؛ والتاريخ؛ والخراب الاقتصادي لبلد كان يُلقّب ذات يوم بـ «سويسرا الشرق الأوسط». إنّ فيلم: **الأيام**

الأخيرة لرجل الغد، الذي صيغ بتعقّل، وذكاء، وعاطفة رائعة، هو نوع من الهجاء السياسي الذي لا يتمكّن من إنجازه بمثل هذا الكمال، سوى عددٍ قليل من العرب.

7. مصر: التلفزيون والمستقبل

على امتداد العقد الماضي (نُشر هذا المقال صيف عام 2021 كما بيّنا سابقًا)، ظلّت مصرُ -التي تحافظ على نفوذها التجاري بصفتها أكبر سوق في المنطقة- المحرّكَ الرئيسي للخيال العلمي في المنطقة؛ فبالإضافة إلى فيلم: **سمير وشهير وبهير**، الذي تناولناه سابقًا، هناك محاولات أخرى من هذا النوع أبصرت النور، أبرزها ملحمة السفر عبر الزمن: (**الغسّالة**، 2020) لعصام عبد الحميد، وكوميديا: (**الحبّة السحرية**، 2004) أو «خطّة جيمي» لتامر بسيوني.

وقد قدّم النجم أحمد مكي اثنين من أكثر العروض غير التقليدية في هذا النوع الأدبي، هما: فيلم أحمد الجندي (**سينما علي بابا**، 2011)، والمسلسل التلفزيوني الذي عنوانه: («**انتهى بشكل رائع**»، 2017) لهشام فتحي. إنّ أولهما، وهو فيلم على طراز فيلم: (**غريندهاوس**[14]) يتكوّن من فيلمين لكلّ منهما قصّة منفصلة عن الأخرى، إحداهما تتحدّث عن عامل طائش يعتقد، وهو على خطأ، أنّه زعيم كوكب فضائي خلال رحلة فضائية، والثانية، تمثّل كوميديا فاسدة (distopique) تجري أحداثها في مصر بعد الحرب العالمية الثالثة، بسبب صراع نووي بين رجال العالَم ونسائه.

إنّ كلا العملين تافهان وغير سياسيين، وكلاهما يشيد بالمحتوى الهوليوودي (فيلم: **أبطال خارج المدار**[15]، في حالة الأول، وفيلم: **عالَم الماء**[16]، في حالة الثاني). إنّ الفيلمين كليهما يستعملان جوهر الفكاهة المصرية لإضفاء حياة جديدة، وهوية جديدة، لجوهر الخيال العلمي الأمريكي، الذي يتلاعبان به عمدًا. وكانت النتائج متفاوتة وليست ناجحة تمامًا، ولكنّها بلا شك مسلّيةٌ، وهي تحتوي على جوانبَ من النضارة المثيرة للإعجاب.

ومن حيث المؤثراتُ الخاصة المبتكرة، يَظْهَرُ مسلسلان تلفزيونيان، من بطولة الممثّل المصري يوسف الشريف، التقدّمَ والأخطاءَ في الخيال العلمي العربي المعاصر. الأوّل منهما هو: (**النهاية**، 2020) للمخرج ياسر سامي. وهو قصّة فاسدة (dis-topique) أخرى تدور أحداثها في عالَم يعاني من أزمة طاقة تلوح في الأفق، ويحكمها مجتمع استبدادي شرّير، يَحْظُرُ التعليمَ ويدير موارد الكوكب تحت سيطرته. أمّا الثاني فهو (**كورونا 25**، 2021) للمخرج أحمد نادر جلال، وهو فيلم رعب لا يصوّر تقريبًا سوى الزومبي[17]، وهو مبني على فيروس جديد ينتقل من خلال النّظَر.

إنّ كلا المسلسلين معقّدان، ودراميان بشكل غير مثير للاهتمام، ومتهوّران في اهتماماتهما بالحبكة، أيًّا كانت. ونظرًا للرقابة المتزايدة في مصر (أُنْتِجَتْ كلا المسلسلين شركةُ سينرجي، وهي أكبر منتج سينمائي وتلفزيوني في البلاد، تعود ملكيتها إلى المخابرات العسكرية)، تَتَجاهَل الشركةُ المنتجةُ أيةَ إشارة سياسية محتملة إلى الواقع القمعي الحالي على الفور، ويُعرَض المسلسلُ على شكل مشاهد جوفاء لامعة، بلا روح ولا معنى.

ويظل فيلم: **النهاية** أغلى إنتاج خيالٍ علمي وأكثره تفصيلًا في تاريخ التلفزيون والسينما العربية. وتدلّ مؤثراته الخاصّة المتفوّقة على التقدّم الذي حقّقته الصناعة العربية من حيث الإنتاج. ومع ذلك، تبيّن تفاهة القصص وعجز

الرسائل السياسية أن ما يَفتقِر إليه القسمُ الأكبر من إنتـاج الخيال العلمـي (السينمائـي) العربي الحديث هو الجوهر.. أي السناريوهات الأصيلة.

ولا أحـد يعرف مـا يخبّئـه المستقبـل للخيال العلمـي في المنطقـة. غـير أنّ مصر تبـدو عازمة على مواصلـة استكشاف هذا النـوع من الأفلام، وستتجـه الأنظار كلُّهـا الآن نحو فيلم **ربّـة الفنّ**[18] (Muse)، وهـو فيلـم الروبوتـات ذو الميزانيـة الكبـيرة، المقـرّر عرضه في صيف عـام 2021[19]. ومـع النجاح التجـاري الهائـل المتوقّع لـه، هناك فرصة لانتشار هذا النوع.

وستستمـر بقيّة الوطن العربـي في تذوّق الخيال العلمي بشكل متفاوت، في انتظار النجاح الكبير الذي قد يجـذب انتباه المنطقة بأكملها. وسيستمر التمويل ومتطلّبـات السوق والرقابة الذاتية في منع هذا النوع الأدبـي مـن تحقيق إمكاناتـه وازدهـاره. ومع ذلك، أظهـر نجـاح كوميديـا الخيـال العلمـي في الأعمال المصرية، وأظهرت الأعمال ذات الطبيعة السياسية، مثل أعمـال صنصور، ورجل الغد، أنّ الخيال العلمي العربي يمكن أن يكون له هويته الخاصة.

الكاتب: جوزيف فهيم

الهوامش:

3 . أبو عبد الله زكريا بن محمد بن محمود القَزويني، عـالم مسلم عربي قَزويني المولـد، حجازي الأصل، يرتفع نسبـه إلى الإمام مالك بن أنس عـالم المدينة. لقد ولد في عام 605 وتوفى عام 682 من الهجرة (المترجم).

4 . **شـادي لويـس بطرس**، أو **شـادي أسعد**، أو **شادي لويـس بطرس أسعـد1**) تموز/يوليـو 1978-): هـو كاتـب صحافي، وروائـي، وباحـث، وأخصائـي نفسي مصري بريطاني، مقيم في لندن منذ سنة 2006، كان ناشطًـا سياسيًّـا في حركـة كفاية المعارضـة لبقـاء الرئيـس المصري السابق حسني مبـارك في السلطة. لقد اعتـبرت وكالة أسوشيتـد برس أنّ روايتَه «طـرق الرب» تستكشف وضع المسيحيين المصريين وعلاقتهم بالكنيسة والدولة، وأنّها «مثال نادر لعمل روائي مصري شخصياته الأساسيـة مسيحيـة». إنّ شـادي لويس ينشـر مقالاته في العديد من المواقع والصحف العربية، مثل القدس العربي، ومدى مصـر، والسفير، وحِبْر، والمدن. وقد ترجم بعضها إلى الإنجليزية والألمانية والروسية. وها نحن نترجم هذه المقال له إلى العربية. (المترجم).

5 . أبّوتّ وكوستيلّـو (Abbott et Costello): هما ثنائـي كوميدي أمريكي. اسـم الأول منهما هو: باد أبّوتّ، واسم الثاني هو: لو كوستيلّو. وأول ظهور لهما كان في فيلم عُرض عام 1940. (المترجم).

6 . روجـر وليم كورمـان (1926–2024): هو منتج ومخرج وممثّل أفلام أمريكي حائز على جائزة الأوسكار. عمـل في الغالب على أفلام منخفضة الميزانية من الدرجة الثانية، وبعض من أعماله اكتسبت سمعة بين النقّاد، مثل مجموعـة الأفـلام المقتبسة مـن حكايات إدغـار ألان بو. كما حصـل في 2009 على جائزة أكاديمية فخرية لمجموع أعماله. (المترجم).

7. عـادةً مـا يكون هناك جـوّ من الرهبـة أو الرعب في الأفـلام ذات الأجـواء القوطية، والتـي غالبًا ما تكون خلفياتهـا محتوية على قِلاع ومقابرَ ومواقعَ غريبة أخرى. يجب أن تكون الديكورات فيها مظلمة وقاتمة. (المترجم)

8 . الفيلم المظلم أو السينما المظلمة هو: مصطلح سينمائي يُستخدم للتعبير عن أفلام الجريمة والدراما الهوليوودية، وخصوصًا تلك التي ترتكز في محتواها على التصرّفات المفعمة بالتهكّم والتشاؤم والدوافع الجنسية. وتمتدّ حقبة الأفلام المظلمة الكلاسيكية الهوليوودية من بداية أربعينيات القرن العشرين حتى أواخر الخمسينيات منه. (المترجم)

9 . (canivore: آكل اللحوم): هو مصطلح حيواني للكائن الذي يتكوّن نظامه الغذائي الأساسي من لحم الحيوان. إنّ هذه الكائنات تحتلّ مكانةً بارزة بوصفها حيوانات مفترسة في مملكة الحيوان. وهي تؤدّي دورًا حيويًّا في النظم البيئية من خلال تنظيم أعداد الفرائس والمساهمة في صحّة الأماكن الطبيعية وتوازنها. (المترجم)

10. :(A Space Odyssey) هو فيلم خيال علمي من إنتاج أمريكي - بريطاني صدر عام 1968، أنتجه وأخرجه "ستانلي كوبريك" الذي شارك في كتابة السيناريو إلى جانب "آرثر سي كلارك". وقد استوحيت قصّة الفيلم جزئيًا من قصّة كلارك القصيرة (الحارس). (المترجم).

11 . High-Rise:) ناطحة سحاب): هي رواية كتبها الكاتب البريطاني جيه جي بالارد عام 1975. وتصف هذه الرواية تفكّك مبنى شاهق فاخر، ينحدر سكانه الأثرياء تدريجيًّا إلى فوضى عنيفة. (المترجم).

12 . مهرجان صاندانس السينمائي: هو مهرجان سينمائي يُقام في شهر كانون الثاني/يناير من كلّ سنة في ولاية أوتاه بالولايات المتحدة الأمريكية، أسّسه سترلينغ فان واغينين الذي كان يرأس الشركة التي يملكها الممثّل والمخرج "روبرت ريدفورد". (المترجم).

13. (Guardians of the Galaxy): هو فيلم بطل خارق أمريكي من عام 2014 مستوحى من القصص المصورة التي تحمل الاسم نفسه، التي نشرها مارفل كومكس. والفيلم من إخراج «جيمس غان»، الذي كتب السيناريو مع «نيكول بيرلمان».

14 . (Grindhouse): فيلم مزدوج من أفلام الإثارة يقدَّم في صيغة فيلم كامل الطول، يتكوّن من فيلمين فرديين يخرج كلًّا منهما مخرج على حدَة. أولهما: وعنوانه: (**دليل الموت**): هو فيلم رعب ملَيء بالإثارة، يطارد فيه القاتل ضحاياه بسيارة بدلًا من السكين، في حين يُظهِر لنا فيلم: (**كوكب الرعب**) نظرةً للعالم وسط تفشي الزومبي (سنشرح معنى المصطلح بعد قليل). ويُربَط الفيلمان معًا من خلال مقطورات مزيّفة ذكية تذكّرنا بأفلام الاستغلال الكلاسيكية في الخمسينيات. (المترجم).

15. :(Galaxy Quest) هو فيلم خيال علمي وكوميديا، أُنتج في عام 1999، أدّى دورَ البطولة فيه بطولة "تيم ألين"، وهو بمثابة محاكاة ساخرة لستار تريك. كتبه "روبرت جوردون" و"ديفيد هوارد"، بقيادة "دين باريسو"، وشارك فيه "سيغورني ويفر" و"آلان ريكمان" و"سام روكويل" و"توني شلهوب". (المترجم).

16. (Waterworld): هو فيلم خيال علمي أمريكي من صنف ما بعد العالَم، أنتج عام 1995. وهو من إخراج "كيفين رينولدز". وقد اشترك في كتابته بيتر ريدر وديفيد توي. وهو مبني على سيناريو ريدر الأصلي الذي كتبه 1986عام، وهو من بطولة "كيفن كوستنر"، الذي تولّى الإنتاج أيضًا مع "تشارلز غوردون" و"جون ديفيس". وتولّى التوزيع شركة يونيفرسال بيكتشرز. (المترجم).

17. (zombies): هي جثث متحرّكة تتغذّى على لحوم الأحياء. وبالمعنى المجازي هي: شخصيات مفرّغة من جوهرها وإرادتها. (المترجم).

18. اسم الفيلم مستوحى من الأساطير الإغريقية. إنّ ربّة الفنّ تشير إلى: كلّ إلهة من الإلهات التسع الشقيقات اللاتي يحمين الغناء والشّعر والفنون والعلوم، ويلهمنها، في الميتولوجيا الإغريقية. (المترجم).

19 . لنتذكّرْ أنّ هذه المقالة نشرت في صيف 2021. أي أنّها كتبت بالتأكيد قبل ذلك بفترة، قبل أن تأخذ طريقها إلى النشر. (المترجم).

أصل البنية الكونية[1]

الكاتب: نيل ديجراس تايسون [2] ودونالد جولد سميث [3]

ترجمة: مها أسعد مرزة *

1 – الفصل الثالث عشر من كتاب «Origins Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution» «نيل ديجراس تايسون» و«دونالد جولدسميث» – صفحة (66 - 77)

2 – عالم أمريكي مختصّ بالفيزياء الفلكية، كاتب ومقدّم للعديد من البرامج التلفزيونية العلمية. ركّزت أبحاث تايسون على الملاحظات في علم الكون، وتطوّر النجوم، وعلم الفلك المجريّ، وتشكّل النجوم. شغل العديد من المناصب في العديد من المؤسّسات، منها جامعة ميريلاند، وجامعة برينستون، والمتحف الأمريكيّ للتاريخ الطبيعيّ، والقبّة الفلكيّة هايدن.

3 – كاتب أمريكي متخصّص في علم الفلك له العديد من الكتب، منها «الكواكب الخارجية»، و«الكون الهارب»، و«البحث عن الحياة على المرّيخ»، و«المستعر الأعظم»، و«البدايات» بالتعاون مع «نيل ديجراس تايسون». حصل على جوائز الإنجاز مدى الحياة لتعليم علم الفلك من الجمعية الفلكية الأمريكية.

* عضو هيئة تعليمية في قسم اللغة الإنكليزية بجامعة حلب.

نيل ديجراس تايسون

دونالد جولد سميث

عندما ندرس تاريخ المادّة في الكون، وننظر إلى الوراء عبر 14 مليار سنة من الزمن بأفضل ما نستطيع، سرعان ما نصادف اتجاهاً واحداً يحتاج للتفسير. ففي مختلف أنحاء الكون، نظّمت المادّة نفسها بتجانس على صورة بُنى -Struc tures. فقد تكتّلت المادّة بعضها مع بعض في أحجام مختلفة، بعد أن انتشرت عبر الكون كلّه في تجانس عقب الانفجار العظيم Big Bang، كي تنتج عناقيد مجرّية كبيرة giant clusters وأخرى فائقةsuperclusters ، إضافة إلى المجرّات الموجودة داخل هذه العناقيد، والنجوم المتجمّعة بالمليارات داخل كلّ مجرّة، إلى جانب أجسام أخرى أصغر بكثير -كالكواكب والأقمار التابعة لها والكويكبات والمذنّبات- التي تدور حول العديد من تلك النجوم، إن لم يكن معظمها.

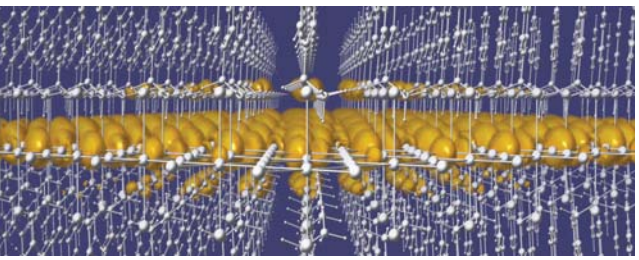
ولكي نفهم أصل الأشياء التي تشكّل الكون المرئي الآن، فلا بدّ وأن نركّز على الآليات التي حوّلت المادّة المنتشرة في الكون إلى مكوّنات معقّدة البنية. ويتطلّب منّا التوصيف الكامل لكيفيّة نشوء البنيات في الكون أن ندمج جانبين من الواقع لا نستطيع الآن أن نستوعبهما. وكما رأينا في الفصول السابقة، فلا بدّ وأن ندرك كيف تتلاءم ميكانيكا الكم quantum mechanics، التي تصف سلوك الجزيئات والذرّات والجسيمات التي تشكّلها، مع نظرية النسبية العامّة general relativity theory، التي تصف الكيفية التي تؤثّر بها التجمّعات الضخمة من المادّة والفضاء أحدهما على الآخر.

بدأت محاولات التوصّل إلى نظرية واحدة توحّد معارفنا بالجسيمات الصغيرة دون الذرّية sub-atomically والأجرام الفلكية فائقة الحجم مع "أينشتاين". وقد استمرّت، دون نجاح يذكر، إلى وقتنا هذا، وستستمر في المستقبل إلى أن تصل إلى "التوحيد الكامل". من أكثر ما يثير ضيق علماء الكونيات المعاصرين افتقارهم إلى نظرية تمزج بنجاح بين ميكانيكا

الكـم والنسبية العامّة. في الوقت ذاته، فإنّ فرعي الفيزيـاء اللذين يتعذّر المـزج بينهما هذين -علم أصغر الجسيمات وعلم أكبر الأجرام- يبدو أنّهما لا يكترثـان البتّـة بجهلنـا هـذا؛ إذ يتعايشان معاً بنجـاح مذهل داخل الكـون نفسـه، ساخرين من محاولاتنـا لفهمهما ككلٍّ متجانـس. فالمجرّة التي تحـوي المائـة مليار نجـم لا تلقي أي بـال لفيزياء الـذرّات والجزيئات التي تتألّـف منها المجموعات النجميـة والسحـب الغازية، والأمـر نفسه ينطبق علـى التكتـلات الأكبر مـن المـادّة التـي نسمّيها بالعناقيـد المجرّيـة galaxy clusters والعناقيد المجرّيـة الفائقـة superclusters، التـي تحوي مئـات وأحيانـاً آلاف المجـرّات. لكـن هـذه البُنى الضخمة في الكـون تدين بوجودها ذاته للتفاوتات الكمّيـة متناهية الصغر التـي وجدت داخل الكون البدائـي primeval cosmos. ولفهـم كيـف نشـأت هذه البُنى علينا بـذل قصارى جهدنا على الرغـم مـن حالـة الجهل التـي نعيش بهـا اليوم، بحيث ننتقل من النطاقـات الصغيرة التي تهيمن عليها ميكانيكا الكـم إلى النطاقات الأكبر التي لا تؤدّي ميكانيكا الكم فيهـا أي دور، حيث تستجيب المادّة لقوانين النسبية العامّة.

ولتحقيق ذلك علينا البحث عن تفسير للكيفية التي ظهر بها الكون الغني بالبُنى التي نراها اليوم مـن ذلك الكون عـديم الملامح تقريبـاً الذي وُجِدَ بعد الانفجار العظيم بوقت ضئيل. أيضاً يجب على أي محاولة لتفسير بدايـة البنية الكونية أن تفسّر بالمثـل الحالة التي عليها الكـون اليوم. وحتى هذه المهمّـة المتواضعة أربكت علمـاء الكونيات والفلك بسلسلـة مـن البدايات الخاطئـة والسقطات التي (كما نأمـل) تحرّرنا منها، وبدأنـا في السير على الطريق السليم لوصف الكون على نحو صحيح.

طـوال الجزء الأكبر من تاريـخ علم الكونيات الحديث افترضـ الفيزيائيـون الفلكيون -astro physicists أنّ توزيع المادّة في الكون يمكن وصفه بصفتين همـا: التجانس homogenous وتوحّد الخصائـص isotropic. يعنـي التطابـق أنّ كلّ موضع في الكون يبدو مشابهـاً لغيره من المواضع، مثـل محتويات كـوب اللـبن المتجانس. أمّـا توحّد الخصائـص فيعني أنّه يبدو علـى الصورة نفسها في كلّ اتجـاه من أي نقطة في المـكان والزمان. قد يبدو الوصفان متطابقين، لكنّ ذلك ليس صحيحاً. على سبيل المثال لا يمكن وصف خطوط الطول على كوكب الأرض بالتطابق؛ لأنّها تبتعـد بعضها عن بعض في بعض المناطق وتتقارب في مناطق أخرى، وهـي متّحـدة الخصائص في مكانـين فقط هما: القطـب الشمالي والقطـب الجنوبي، حيث تتجمّع كلّ خطـوط الطول. وإذا وقفت على "قمّة" العالم أو "قاعه"، فستبدو شبكة خطوط الطول متماثلة في نظـرك، مهمـا أدرت رأسك يمينـاً ويساراً. في مثال آخـر ملموس أكثر، تخيّل نفسـك واقفاً على قمّـة جبل مخروطي مثـالي، وتخيّل أنّ هذا الجبل هو الشيء الوحيد الموجود في العالم. وقتها سيبدو كلّ منظـور لسطح الأرض مـن هذا الموضع العالي متماثلاً. الأمر نفسه يصحّ لو كنت تعيش في مركز لوحـة تصويـب السهـام أو لو كنـت عنكبوتاً يقف



في مركز شبكته المثالية. ففي كلّ هذه الحالات سيتّسم منظورك بتوحّد الخصائص، لكنّه لن يكون متطابقاً بالضرورة.

من أمثلة النمط المتطابق لكن غير متّحد الخصائص الجدار المبني من قوالب الطوب المستطيلة المتماثلة، والمرصوصة بطريقة البناء التقليدية على نحو متداخل. على مستوى عدّة قوالب متجاورة وما يضمّها من ملاط سيبدو الجدار متماثلاً في كلّ مكان –من قوالب طوب– لكنّ خطوط البصر على امتداد الجدار ستكون متقطّعة، نافية أي إمكانية لتوحّد الخصائص.

المثير للاهتمام (لهؤلاء الذين يحبّون هذا النوع من الإثارة) هو أنّ التحليل الرياضي يخبرنا أنّ الفضاء لن يكون متطابقاً إلّا إذا كان متوحّد الخصائص في كلّ مكان. كما تخبرنا نظرية رياضية أخرى بأنّه لو كان الفضاء متوحّدَ الخصائص في ثلاثة أماكن وحسب، فسيكون متوحّد الخصائص في كلّ مكان آخر. ومع ذلك فإنّ بعضنا يتجنّب الرياضيات باعتبارها غير مثيرة للاهتمام وغير منتجة.

مع أنّ علماء الكونيات cosmologists كانوا مدفوعين بدافع جمالي للافتراض بأنّ توزيع المادّة في الكون متطابق ومتوحّد الخصائص، فإنّهم آمنوا بهذا الافتراض بما يكفي لترسيخه كمبدأ كوني جوهري. بوسعنا أن نسمّي هذا بمبدأ عدم التميّز mediocrity: فلماذا يتّصف أحد أجزاء الكون بأنّه أكثر إثارةً للاهتمام من جزء آخر؟ على مستوى المسافات والأحجام الصغيرة، يتّضح لنا دون جهد خطأ هذا الافتراض. فنحن نعيش على سطح كوكب صلب يبلغ معدّل كثافة المادّة فيه 5.5 جرامات في السنتيمتر المكعّب. أمّا شمسنا، وهي نجم عادي، فلها متوسّط كثافة يبلغ حوالي 1.4 جرام في السنتيمتر المكعّب، بينما الفضاء بيننا وبين الشمس له متوسّط كثافة ضئيل للغاية؛ أقل بنحو واحد على مليار التريليون مرّة. إنّ الفضاء النجمي، الذي يشغل القدر الأعظم من حجم الكون، يحتوي على أقل من ذرّة وحيدة لكلّ عشرة سنتيمترات مكعّبة. وهنا ينخفض متوسّط الكثافة بين النجوم مليار مرّة أخرى عن متوسّط الكثافة بين الكواكب.

مع اتّساع أفق الفيزيائيين الفلكيين رأوا بوضوح أنّ مجرّة مثل درب التبّانة تتكوّن من نجوم تطفو في فضاء نجمي شبه خاوٍ. تتجمّع المجرّات بالمثل في عناقيد مجرّية بشكلٍ يخرق الافتراض بتطابق الكون وتوحّد خصائصه. ومع استمرار الفيزيائيين الفلكيين في تحديد مواضع المادّة المرئية على المستويات الأعظم، ظلّ الأمل موجوداً في أنّهم سيجدون أنّ العناقيد المجرّية لها توزيع يتّسم بالتطابق وتوحّد الخصائص. كي تتسم منطقة ما من الفضاء بالتطابق وتوحّد الخصائص، يجب أن تكون من الكبر بحيث لا توجد البُنى (أو تغيب) على نحو متفرّد داخلها. وإذا اقتطعت شريحة من هذه المنطقة، تعني سمتا التطابق وتوحّد الخصائص أنّ السمات الإجمالية للمنطقة يجب أن تكون متشابهة من كلّ الجوانب مع سمات أي منطقة أخرى لها الحجم عينه. وكم سنشعر بالحرج لو اتّضح أنّ النصف الأيمن من الكون يبدو مختلفاً عن النصف الأيسر.

ما حجم المنطقة التي علينا دراستها للعثور على كون متطابق متوحّد الخصائص؟ لكوكب الأرض قطر يبلغ 0.04 ثانية ضوئية، بينما يبلغ قطر مدار كوكب نبتون 8 ساعات ضوئية. تشكّل

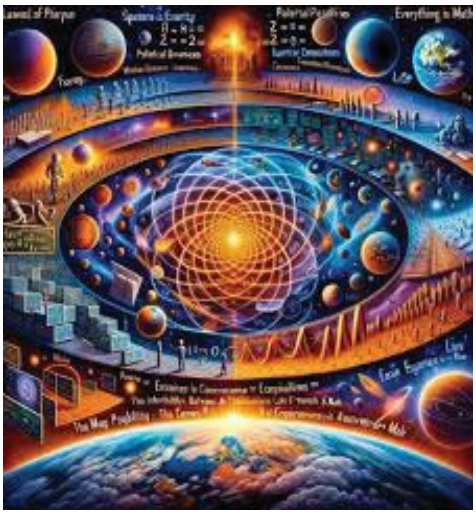
نجوم مجرّة درب التبّانة قرصاً عريضاً مسطّحاً قطره قرابة 100 ألف سنة ضوئية، بينما يمتدّ عنقود العذراء المجرّي، الذي تنتمي إليه مجرّتنا، لما يقارب 60 مليون سنة ضوئية. على هذا يكون الحجم المرغوب الذي يمكنه أن يمدّنا بالتطابق وتوحّد الخصائص أكبر من حجم عنقود العذراء المجرّي. حين أجرى الفيزيائيون الفلكيون دراساتهم عن توزيع المجرّات في الفضاء اكتشفوا أنّه حتى على مستويات الحجم هذه، التي تصل إلى 100 مليون سنة ضوئية، يكشف الكون عن فجوات هائلة خاوية، محاطة بمجرّات نظّمت نفسها على شكل خيوط وألواح متقاطعة. وهكذا يبدو توزيع المجرّات على هذا المستوى أقرب إلى الليفة الإسفنجية من كثيب النمل المتجانس.

لكن في نهاية المطاف صنع الفيزيائيون الفلكيون خرائط أكبر، ووجدوا ضالّتهم المنشودة من التطابق وتوحّد الخصائص. فقد اتّضح أنّ محتويات الشريحة الكونية بعرض 300 مليون سنة ضوئية تشبه في واقع الأمر الشرائح الأخرى المماثلة في الحجم، وهو ما أوفى أخيراً بالمعيار الجمالي الذي طال البحث عنه في الكون. لكن، بطبيعة الحال، على المستويات الأصغر، تتوزّع المادّة في توزيعات متمايزة غير متطابقة وغير متوحّدة الخصائص.

منذ ثلاثة قرون، فكّر "نيوتن" في مسألة كيفية اكتساب المادّة للبنية. كان من السهل على عقله المبدع اعتناق فكرة الكون المتطابق متوحّد الخصائص، لكنّ هذا أثار قضيةً أخرى قد لا تخطر على بال أغلبنا: كيف يمكن تكوين أي بُنى على الإطلاق في الكون دون أن تتحد كلّ المادّة الموجودة في الكون كي تكون كتلة واحدة عملاقة؟

وقد زعم "نيوتن" أنّه بما أنّنا نعجز عن رصد مثل هذه الكتلة، فالكون إذن غير محدود. وفي عام 1692م كتب "نيوتن" إلى ريتشارد بنتلي، رئيس كلية ترينيتي Trinity College بجامعة كامبريدج، طارحاً الفكرة التالية:

إذا كانت كل المادّة الموجودة في الكون موزّعة بالتساوي عبر السماء، وكان لكلّ جزيء جاذبيته الخاصّة نحو بقيّة الجزيئات، وكان الفضاء الذي توجد فيه هذه المادّة محدوداً، فستجنح المادّة الموجودة في الخارج، بفعل جاذبيتها، نحو المادّة الموجودة بالداخل، ثمّ بالتبعية تندفع نحو منتصف هذا الفضاء الكلّي بحيث تتكوّن كرة عظيمة من الكتلة. لكن لو كانت المادّة موزّعة بتساوٍ على امتداد فضاء غير محدود، فلن تتجمّع مطلقاً في كتلة واحدة، بل سيتجمّع جزء منها في كتلة ما وجزء آخر في كتلة أخرى حتى يتكوّن عدد لا حصر له من الكتل العظيمة، الموزّعة على مسافات كبيرة بعضها عن بعض على امتداد الفضاء غير المحدود.



افترض «نيوتن» أنّ هذا الكون غير المحدود infinite universe لا بدّ أن يكون ساكناً، بحيث لا يتمدّد أو ينكمش. وفي هذا الكون "تتجمّع convened" الأجسام بفعل قوى الجاذبية؛ أي الجذب الذي يمارسه كلّ جسم ذي كتلة على غيره من الأجسام. إنّ استنتاج "نيوتن" الخاص بدور الجاذبية المحوري في تكوين البُنى بقي صحيحاً إلى اليوم، مع أنّ علماء الكونيات يواجهون مهمّة أصعب بكثير من تلك التي كان بصددها. فنحن لا نملك ترف التمتّع بفوائد الكون الساكن static، وعلينا أن نضع في الحسبان حقيقة أنّ الكون في تمدّد expanding متواصل منذ الانفجار العظيم، وهو ما يقاوم بطبيعته أي ميل لدى المادّة للتكتل بفعل الجاذبية gravity. تصبح مشكلة التغلّب على طبيعة الكون المتمدّد المقاوم لتجميع المادّة أصعب حين نأخذ بعين الاهتمام أيضاً حقيقة تمدّد الكون بسرعة كبيرة عقب الانفجار العظيم مباشرةً، وهي الفترة التي بدأت فيها البُنى في التكوّن. من الوهلة الأولى لن يسعنا الاعتماد على الجاذبية في تكوين أجسام ضخمة من الغازات الرقيقة بأكثر ممّا يمكننا الاعتماد على استخدام الجاروف في نقل مجموعة من البراغيث عبر فناء مزرعة. ومع ذلك فقد نجحت الجاذبية في عمل هذا.

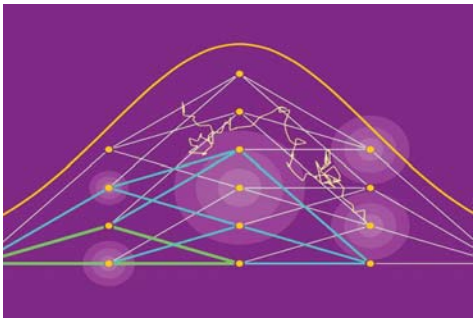
خلال الأيام الأولى من عمر الكون تمدّد الكون بسرعة كبيرة حتى إنّه لو كان الكون متطابقاً ومتوحّدَ الخصائص على جميع مستويات الحجم، لم تكن الجاذبية لتحظى بأدنى فرصة للنجاح في عملها، ولم يكن للمجرّات أو النجوم أو الكواكب أو البشر أي وجود اليوم، وإنّما كانت ستوجد فقط مجموعة من الذرّات الموزّعة في كلّ مكان من الكون؛ كون كئيب ممل، خالٍ من المعجبين ومن أي شيء يثير الإعجاب. لكن كوننا كون مثير للاهتمام؛ وذلك بسبب انعدام التطابق والاتّساق الذي ظهر خلال هذه اللحظات الأولى من عمر الكون، الذي عمل كحساء كوني فاتح للشهيّة لكلّ تركيزات المادّة والطاقة التي ستظهر لاحقاً. ودون هذه البداية كان الكون سريع التمدّد سيمنع الجاذبية من تجميع المادّة في البُنى المألوفة التي نأخذها كأمور مسلّم بها في كوننا اليوم.

ما الذي سبّب هذه الانحرافات deviations؟ انعدام التطابق والاتّساق الذي أمدّ الكون ببذور كافّة البُنى الموجودة فيه؟ تأتينا الإجابة من عالم ميكانيكا الكم، الذي لم يحلم "إسحاق نيوتن" بوجوده لكن يتحتّم علينا الاستعانة به لو كنّا نأمل في فهم من أين أتينا. تخبرنا ميكانيكا الكم بأنّه على أصغر مستويات الحجم لا يمكن لأيّ توزيع للمادّة أن يظلّ متطابقاً ومتوحّد الخصائص. بدلاً من ذلك ستظهر تفاوتات عشوائية في توزيع المادّة ثم تختفي ثم تظهر مجدّداً بكمّيات مختلفة، بينما تصير المادّة كتلة مرتجفة من الجسيمات التي تختفي ثم تولد من جديد. وفي أي وقت بعينه ستحوي بعض مناطق الفضاء جسيمات أكثر، ومن ثمّ ستكون كثافتها أعلى، من المناطق الأخرى. وانطلاقاً من هذا المفهوم الخيالي المعارض للبديهة يمكننا اشتقاق كلّ شيء موجود. سنحت للمناطق الأعلى كثافة بقليل الفرصة لجذب المزيد من الجسيمات بفعل الجاذبية، ومع الوقت تحوّلت هذه المناطق الكونية الأعلى كثافة إلى بُنى.

في مسعانا لتتبّع نمو البنية الكونية بعد الانفجار العظيم بقليل يمكننا الحصول على بعض الرؤى من فترتين من الفترات الزمنية التي

قابلناها من قبل؛ "فترة التضخّم -era of infla tion"، التي تمدّد فيها الكون بمعدّل مذهل، و"وقت الانفصال time of decoupling"، حوالى 380 ألف عام بعد الانفجار العظيم، حين توقّف إشعاع الخلفية الكوني -background ra diation عن التفاعل مع المادّة.

استمرّت فترة التضخم ما بين 37-10 ثانية و33-10 ثانية بعد الانفجار العظيم. وخلال هذه الفترة الوجيزة تمدّد نسيج الزمان والمكان أسرع من الضوء؛ إذ نما في غضون واحد على مليار تريليون تريليون من الثانية من حجم أصغر من حجم البروتون بمائة مليار مليار مرّة إلى ما يقارب الأربع بوصات. أجل، كان الكون القابل للرصد لا يزيد في الحجم عن ثمرة الجريب فروت. لكن ما الذي سبّب هذا التضخّم الكوني؟ حدّد علماء الكونيات المتّهم الرئيسي المتسبّب في هذا: عملية "تحوّل طوري phase transition" تركت بصمتها المحدّدة القابلة للرصد في إشعاع الخلفية الكوني.

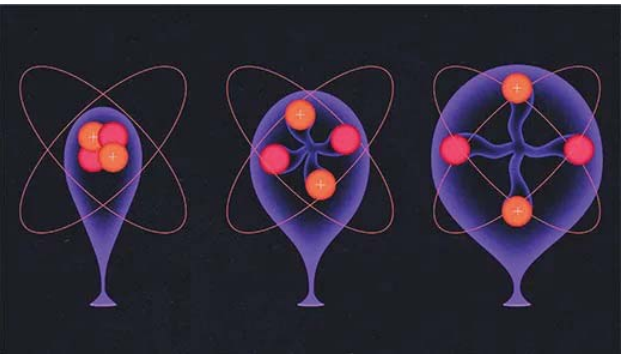


لا يقتصر التحوّل الطوري على علم الكونيات وحسب، بل كثيراً ما يحدث في منازلنا. فنحن نجمّد الماء السائل لنصنع مكعّبات من الثلج، كما نغلي الماء لننتج البخار. والماء المحلّى بالسكر ينتج بلّورات من السكر تتجمّع على الخيط المدلّى داخله. كما يتحوّل الخليط الطري الرطب إلى كعكة عند خبزه في الفرن. هناك نمط شائع في كلّ هذه العمليات؛ ففي كلّ حالة تبدو الأمور مختلفة قبل حدوث عملية التحوّل الطوري عن الحال بعدها. يؤكّد نموذج التضخّم الكوني على أنّه حين كان الكون وليداً، مرّ مجال الطاقة العام بمرحلة تحوّل طوري، وهي مرحلة واحدة من المراحل المتعدّدة التي كان بالإمكان حدوثها في تلك الأوقات المبكّرة من عمر الكون. هذه المرحلة بعينها لم تتسبّب في انطلاق عملية التمدّد السريع المبكّر للكون وحسب، بل خصّبت الكون بنمط خاص من التفاوت بين المناطق ذات الكثافة العالية والمنخفضة. هذه التفاوتات تجمّدت بعد ذلك في نسيج الفضاء المتمدّد، تاركة مخطّطاً تمهيديّا بالأماكن التي ستتكوّن فيها المجرّات في نهاية المطاف. وهكذا صار بمقدورنا، على غرار شخصية بوه-باه Pooh-Bah، إحدى شخصيات أوبرا "ميكادو Mikado" لجيلبرت وسوليفان، الذي تمكّن بفخر من تتبّع شجرة عائلته وصولاً إلى "كريّة ذرّية بدائية primordial atomic globule"، أن نعزو أصلنا، وبداية البنية الكونية كلّها، إلى التفاوتات التي وقعت على المستوى دون النووي إبان فترة التضخّم.

ما الحقائق التي يمكننا الاستشهاد بها لدعم هذا التأكيد الجريء؟ بما أنّ علماء الكونيات لا يملكون سبيلاً لرؤية ما كانت عليه الأمور في أول 37-10 ثانية من عمر الكون، فهم يفعلون ثاني أفضل شيء ممكن، وهو استخدام المنطق العلمي لربط هذه الفترة المبكّرة بأوقات أخرى يمكننا رصدها. إذا

كانت نظريـة التضخّم صحيحة، فإنّ التفاوتات الأوليـة المنتَجة إبان هذه الفـترة، النتيجة التي تحتّـم ميكانيك الكـم حدوثها -والتـي تخبرنا بـأنّ الانحرافـات الطفيفـة من مـكان لآخر لا بـدّ أن تظهـر داخـل أي سائل متطابـق متوحّد الخصائص- ستسنـح لها الفرصة كـي تكوِّن مناطـق مـن التركيـزات المرتفعـة والمنخفضة مـن المادّة والطاقة. ويمكننـا أن نأمل في العثور علـى دليل علـى هذه التفاوتات مـن مكان لآخر في إشعاع الخلفية الكـوني، الذي يمكن تشبيهه بالجـزء الأمامـي مـن خشبـة المسـرح، والذي يفصـل فترتنا الحالية عن اللحظات الأولى من عمر الكون الوليد، ويصلنا بها في الوقت ذاته.

كمـا رأينا من قبـل، فإشعـاع الخلفية الكوني يتكـوّن من الفوتونات المولّدة خلال الدقائق الأولى التـي تلت الانفجـار العظيم. في فـترة مبكّرة من تاريـخ الكون، تفاعلـت هذه الفوتونـات مع المادّة، مرتطمـة بعنف بـأي ذرّة تحاول التكـوّن حتى إنّه لم تتكـوّن أي ذرّات على الإطلاق. بيـد أنّ التمدّد المستمـر للكون جـرد الفوتونات مـن طاقتها، وفي نهايـة المطـاف، في وقـت الانفصـال، لم يعـد أي فوتـون يملك طاقـة تكفيـه لمنـع الإلكترونات من الـدوران حـول البروتونـات وأنويـة الهيليوم -he lium nuclei. منـذ ذلـك الوقـت، 380 ألـف عـام عقب الانفجـار العظيـم، استمـرّت الذرّات في الوجـود -مـا لم تتسبّـب بعض الاضطرابات الموضعية، علـى غرار الإشعـاع الصادر عن نجم قريـب، في تمزيقها- بينمـا الفوتونات، وكلّ واحد منها محمّل بقدر متناقص مـن الطاقة، مستمرّة في التجـوّل عبر الكون مكوّنةً معاً ما يسمّى بإشعاع الخلفية الكوني.



بهـذا يحمـل إشعـاع الخلفيـة الكـوني سجلّاً تاريخيّاً؛ لقطة فوتوغرافيـة لما كان الكون عليه في وقت الانفصال. عرف الفيزيائيون الفلكيون كيف يفحصـون هـذه اللقطة بدقّـة كبـيرة. أولاً، تؤكّد حقيقـة وجـود إشعـاع الخلفية الكـوني أنّ فهمهم الأساسـي لتاريـخ الكـون صحيـح. ولاحقـاً، بعد سنوات مـن تحسين قدراتهـم على قياس إشعاع الخلفية الكوني، مكّنتهم المعدّات المعقّدة المحمولة علـى مناطيد وأقمـار صناعية مـن وضع خريطة للانحرافات الدقيقة في إشعاع الخلفية الكوني عن مستـوى التجانس العام. تعدّ هذه الخريطة سجلّاً للتفاوتات الدقيقة التي زاد حجمها مع تمدّد الكون عـبر مئـات الآلاف مـن الأعـوام التي تلـت فترة التضخّم، والتي نمت بعـد ذلك، خلال المليار عام التالية أو نحو ذلك، إلى توزيع واسع النطاق للمادّة على مستوى الكون.

الأمـر المثـير للإعجـاب هنـا هـو أنّ إشعـاع الخلفيـة الكوني لا يوفّر لنا فقط وسيلة لرسم آثار الكـون المبكّر للغاية، الـذي اختفى منذ زمن بعيد، بـل يمكّننا أيضاً من تحديـد المناطق ذات الكثافة الأعلـى بقليـل -على بعـد 14 مليار سنـة ضوئية في جميـع الاتجاهات- التي صـارت لاحقاً عناقيد

مجرّيـة وعناقيـد مجرّيـة فائقـة. فالمناطق ذات الكثافة الأعلى من المتوسّط خلّفت وراءها فوتونات أكثر مـن المناطق ذات الكثافـة الأقل. وحين صار الكـون شفّافـاً transparent -بفضـل فقـدان الطاقة الذي جعـل الفوتونات عاجزة عن التفاعل مـع الـذرّات المتكوّنة حديثاً- انطلـق كلّ فوتون في رحلة تحمله بعيداً عن نقطة منشئه. إنّ الفوتونات التـي ولدت في منطقتنا سافـرت لمسافة 14 مليار سنة ضوئية في جميع الاتجاهات، مكوّنةً جزءاً من إشعـاع الخلفية الكوني الذي ربّما ترصده حضارة أخـرى بعيـدة في الطرف القصي مـن الكون، أمّا "فوتوناتهم" التي ستصل لمعدّاتنا فستخبرنا عمّا كان عليـه الحال منذ زمن بعيـد للغاية، في الوقت الذي بدأت فيه البُنى الكونية في التكوّن.

على مـدار الربـع قرن الـذي تـلا الاكتشاف الأوّل لإشعاع الخلفية الكوني في عام 1965، بحث الفيزيائيـون الفلكيـون عن أي تفـاوت في تجانس إشعـاع الخلفيـة الكـوني. مـن الناحيـة النظرية كانـوا بحاجـة ماسّة للعثـور عليه؛ لأنّـه دون هذا التفـاوت في إشعـاع الخلفية الكوني علـى مستوى بضعـة أجـزاء من مائـة ألف، سيفقـد نموذجهم الخاص بكيفيّة ظهور البُنـى الكونية صحّته. ومن دون بـذور المادّة التـي يكشف عنها هـذا الإشعاع لـن يكون لدينا أي تفسـير لوجودنا. لحسن الحظ ظهـرت هذه التفاوتـات في الوقـت المناسب. وفور أن بنى علماء الكونيات أجهزة قادرة على الكشف عـن هذه التفاوتـات على مستـوى ملائم وجدوها بالفعـل، في البدايـة بوساطـة القمـر الصناعـي "مستكشـف الخلفية الكونية" في عام 1992، ثمّ لاحقـاً بوساطة المعدّات الأكثر دقّـة المحمولة على المناطيد وعلـى المسبار WMAP الـذي تحدّثنا عنـه في الفصـل الثالـث. إنّ التفاوتـات الدقيقة مـن مـكان لآخر في مقـدار الفوتونـات الميكرونية المكوّنـة لإشعـاع الخلفية الكوني، والمصـوّرة بدقّة مذهلـة بوساطة المسبار WMAP، تجسّد سجلّاً للتفاوتـات الكونيـة بعد مـرور 380 ألف عام على الانفجـار العظيـم. إنّ التفاوتات المعتـادة لا تزيد عـن بضعة أجزاء في المائة ألـف من الدرجة أعلى أو أدنى من متوسّط حرارة إشعاع الخلفية الكوني، لهذا يشبـه الكشف عن هذه التفاوتات العثور على نقاط خافتة مـن الزيت الطافي على سطح بحيرة عرضها ميـل يكون فيها الماء المخلـوط بالزيت ذا ظـلّ أقل كثافة بقليل من المتوسّط. ومع ضآلة هذه التفاوتات، فإنّها كانت كافية كبداية.

في خريطـة إشعاع الخلفية الكـوني التي رسمها المسبـار WMAP، تخبرنا النقاط الحـارّة الأكبر حجمـاً بالأماكـن التي تغلّبـت فيهـا الجاذبية على نزعـات التمدّد الكوني وتمكّنـت من تجميع ما يكفي مـن المـادّة لتكوين العناقيـد الفائقة. هـذه المناطق اليـوم نمـت لتحوي حـوالى ألف مجـرّة، كلّ واحدة منها تحـوي 100 مليـار نجـم. وإذا أضفنـا المادّة المظلمة الموجـودة في هذه العناقيـد فستصل كتلتها الإجماليـة لمـا يعـادل كتلـة 1016 شموس. وعلـى العكس تطوّرت المناطق الباردة الكبيرة، التي لم يكن بيدها حيلة أمام تمدّد الكون، لتكون خاويةً من البُنى الكبيرة. يسمّي الفيزيائيون الفلكيون هذه المناطق بـ "الفـراغ"، وهو المصطلح الـذي يكتسب معناه من وجـود أشياء أخـرى محيطة به. وهكـذا فإنّ خيوط وألـواح المجرّات العملاقة التـي يمكننا رصدها على السمـاء لا تشـكّل عناقيد مجرّية في نقـاط التقائها وحسب، بـل تشكّل جدراناً وأشـكالاً هندسية أخرى تمنح شكلاً للمناطق الخاوية من الكون.

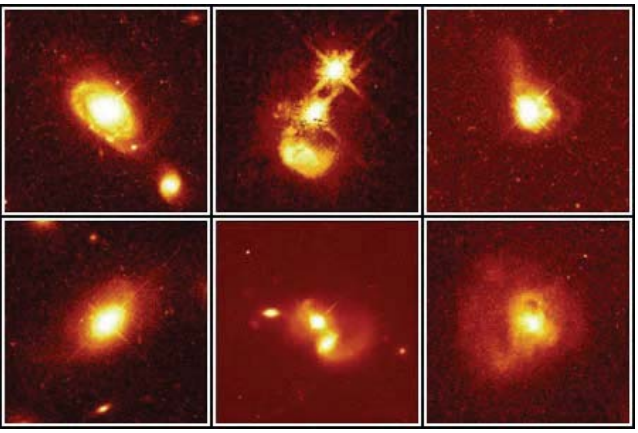
بطبيعة الحال لم تظهر المجرّات بكلّ بساطة، بصورتها الكاملة، من تركيزات المادّة الأعلى كثافةً بشكل طفيف عن المتوسط، فمنذ 380 ألف عام بعد الانفجار العظيم، وعلى مدار حوالى 200 مليون عام تالٍ، استمرّت المادّة في تجميع نفسها، لكن دون أن يستطع أي شيء في الكون بعد؛ إذ إنّ النجوم لم تكن قد ولدت بعد. إبان هذه الحقبة الكونية المظلمة احتوى الكون فقط على ما تمّ تكوينه خلال الدقائق القليلة الأولى؛ الهيدروجين والهيليوم وكمّيات طفيفة من الليثيوم. وفي غياب العناصر الأثقل -كالكربون والنيتروجين والأكسجين والصوديوم والكالسيوم وغيرها من العناصر الأثقل- لم يحتو الكون على أي من الذرّات أو الجزيئات الشائعة الآن، التي يمكنها امتصاص الضوء عندما يبدأ أي نجم في السطوع. أمّا اليوم، في وجود هذه الذرّات والجزيئات، فإنّ الضوء الصادر عن أي نجم مكوّن حديثاً سيتعيّن عليه الضغط على هذه الجزيئات بحيث يدفع بعيداً كمّيات هائلة من الغازات التي لولا وجوده لانجذبت إلى النجم وسقطت فيه. هذا الطرد يحدّ من الكتلة العظمى للنجوم الوليدة إلى أقل من مائة ضعف كتلة الشمس. لكن حين تكوّنت النجوم الأولى في الكون، وفي غياب الذرّات

والجزيئات التي تمتصّ الضوء، تكوّنت الغازات المنجذبة إليها بالكامل من الهيدروجين والهيليوم، مسبّبة مقاومة طفيفة للغاية لمقدار الطاقة المندفع من النجم. هذا ما مكّن النجومَ من تكوين كتل أكبر بكثير، تصل إلى عدّة مئات -بل ربّما بضعة آلاف- المرّات قدر كتلة الشمس.

تعيش النجوم ذات الكتلة العالية حياة سريعة، وكلّما عظمت كتلتها انتهت حياتها سريعاً. فهذه النجوم تحوّل المادّة إلى طاقة بمعدّلات مذهلة، بينما تكوّن العناصر الثقيلة ثمّ تموت في انفجارات مهوّلة وهي شابّة. لا يزيد معدّل عمر النجم منها على ملايين قليلة من الأعوام، أي أقل من واحد على الألف من عمر الشمس. إنّنا لا نتوقّع أن نجد أيّاً من النجوم الهائلة هذه على قيد الحياة اليوم؛ لأنّه في ظلّ شيوع العناصر الثقيلة في أرجاء الكون، لن يصير بمقدور النجوم عالية الكتلة أن تتكوّن من الأساس. في واقع الأمر لم يحدث أن رُصد أيّ من هذه النجوم عالية الكتلة قط. بيد أننا نعزو لها مسؤولية إثراء الكون بكافّة العناصر المألوفة تقريباً، بما فيها الكربون والأكسجين والنيتروجين والسليكون والحديد، التي نأخذ وجودها كأمر مسلّم به. سَمِّه إثراء إن شئت، أو سمِّه تلوّثاً، لكنّ بذور الحياة بدأت مع الجيل الأوّل من النجوم عالية الكتلة التي اختفت منذ زمن بعيد.

خلال البضعة مليارات عام الأولى بعد وقت الانفصال، استمرّ تجمّع المادّة بفعل الجاذبية؛ إذ قرّبت الجاذبية المادّة بعضها من بعض على جميع المستويات تقريباً. إحدى النتائج الطبيعية لعمل الجاذبية تكوّن الثقوب السوداء الهائلة، التي تبلغ كتلة الواحد منها عدّة ملايين، وربّما مليارات، كتلة الشمس. الثقوب السوداء black

holes التي لها هذه الكتلة المهوّلة تبلغ ما يقارب حجم مدار نبتون حول الشمس، وهي تنشر الدمار في بيئتها الوليدة. والسحب الغازية التي تنجذب نحو هذه الثقوب السوداء ترغب في اكتساب السرعة، لكنّها تعجز عن ذلك بسبب وجود العديد من الأشياء في طريقها؛ لذا فهي ترتطم وتحتك بكلّ ما يصادفها في أثناء انحدارها نحو الثقب الأسود في دوّامة هائلة. وقبيل اختفاء هذه السحب إلى الأبد تتسبّب الاصطدامات التي تحدث داخل مادّتها ذات الحرارة الفائقة في انبعاث كمّيات مهولة من الطاقة، مليارات المرّات قدر سطوع الشمس، وكلّ هذا في حجم لا يتجاوز حجم المجموعة الشمسية. تندفع تيّارات هائلة من المادّة والإشعاع، وتمتدّ لمسافة مئات الآلاف من السنوات الضوئية أعلى وأسفل الغازات الدوّارة، بينما تشقّ الطاقة طريقها كي تهرب من هذه الدوّامة بكلّ الطرق الممكنة. وبينما تسقط سحابة، وتدور أخرى في انتظار السقوط، يتباين سطوع المجموعة، فتصير أكثر سطوعاً ثمّ أكثر خفوتاً على مدار ساعات أو أيام أو أسابيع. إذا تصادف أن اتّجه أحد هذه التيّارات صوبك مباشرة، فستبدو المجموعة أكثر سطوعاً، وأكثر تبايناً في محتوى الطاقة المنتَج، عمّا هو الحال لو كانت التيّارات متّجهة إلى الجانب. وعند النظر إليها من أي مسافة كافية، فإنّ كلّ هذه الثقوب السوداء، إضافةً إلى المادّة المندفعة نحوها، ستبدو صغيرةً وساطعةً للغاية مقارنة بالمجرّات التي نراها اليوم. إنّ ما أنتجه الكون -تلك الأجرام التي وصفنا للتو مولدها- يسمّى بالنجوم الزائفة أو الكويزرات quasars.



اكتُشفت النجوم الزائفة في أوائل الستينيات، حين بدأ الفلكيون في استخدام تلسكوبات مزوّدة بمستكشفات حسّاسة للنطاقات غير المرئية من الإشعاع، على غرار موجات الراديو والأشعّة السينية. صار بالإمكان وقتها عند رسم أشكال المجرّات تضمين معلومات عن مظهرها في نطاقات أخرى للطيف الكهرومغناطيسي. وبإضافة ذلك إلى التحسينات في التصوير الفوتوغرافي العادي، بدأت أنواع جديدة من المجرّات في الظهور من أعماق الفضاء. من أكثر هذه المجرّات إثارةً للدهشة كانت تلك الأجرام التي بدت في الصور الفوتوغرافية وكأنّها نجوم عادية، لكنّها، على عكس النجوم، كانت تنتج كمّيات استثنائية من موجات الراديو. التوصيف المستخدم لهذه الأجرام هو «مصادر موجات الراديو شبه النجمية»، أو اختصاراً «النجوم الزائفة». والأكثر إثارةً للدهشة من موجات الراديو المنبعثة من هذه الأجرام هو مسافاتها؛ إذ اتّضح أنّ هذه الأجرام هي أبعد الأجرام المعروفة في الكون بأسره. لكن لكي تكون النجوم الزائفة بهذا الحجم الصغير، ومع هذا

مرئية على مثل هذه المسافات البعيدة، فهذا يعني أنّها نوع جديد تماماً من الأجرام. صغيرة إلى أي درجة؟ ليست أكبر حجماً من المجموعة الشمسية. ساطعة إلى أي درجة؟ حتى أكثرها خفوتاً يزيد سطوعها عن المجرّات المتوسّطة في الكون.

بحلول أوائل السبعينيات اتّفق الفيزيائيون الفلكيون على أنّ الثقوب السوداء الهائلة هي محرّكات هذه النجوم الزائفة، وأنّها بجاذبيتها الشديدة تلتهم أيّ شيء يقع في متناولها. يمكن لنموذج الثقوب السوداء أن يفسّر الحجم الصغير والسطوع الكبير للنجوم الزائفة، بيد أنّه لا يقول شيئاً عن مصدر غذاء الثقوب السوداء. فقط مع حلول الثمانينات بدأ الفيزيائيون الفلكيون في فهم بيئة النجوم الزائفة، وسبب هذا التأخير هو أنّ السطوع الهائل للمنطقة الوسطى في أي نجم زائف يحجب رؤية أيّ شيء محيط أقل سطوعاً. لكن في نهاية المطاف، ومع ظهور تقنيات جديدة لحجب الضوء القادم من المركز، تمكّن الفيزيائيون الفلكيون من الكشف عن الزغب fuzz المحيط ببعض النجوم الزائفة الخافتة -dimmer qua sars. ومع تقدّم أساليب وتقنيات الكشف أكثر، كشف كلّ نجم زائف عمّا يحيط به، بل إنّ بعضها كشف عن بنية حلزونية. وقد اتّضح أنّ النجوم الزائفة ليست نوعاً جديداً من الأجرام، بل نوعاً جديداً من الأنوية المجرّية galactic nucleus.

في نيسان 1990 أطلقت الإدارة الوطنية للملاحة الجويّة والفضاء (ناسا NASA) أحد أعلى المعدّات الفلكية تكلفة: تلسكوب هابل الفضائي. يستفيد هذا التلسكوب، بحجمه الذي يعادل حجم حافلة كبيرة ويُدار بأوامر تُرسل إليه من الأرض، من الدوران حول الأرض بعيداً عن تشويش الغلاف الجوي. وفور أن نصب روّاد الفضاء بعض العدسات لتصحيح الأخطاء التي شابت مرآته الرئيسية وقت تصنيعها، تمكّن التلسكوب من الوصول إلى مناطق لم يسبق رؤيتها من قبل في المجرّات العادية، بما في ذلك مراكزها. وعند توجيهه صوب مراكز المجرّات تبيّن أنّ النجوم تتحرّك بسرعة غير مبرّرة، خاصّة في وجود الجاذبية التي تكشف عنها أشعّة الضوء المرئي الآتية من النجوم الأخرى في الجوار. حسن، جاذبية قويّة، ومساحة صغيرة... لا بدّ أنّ هناك ثقباً أسود. وبالفعل عثرنا في قلب مجرّة تلو الأخرى -بل عشرات المجرّات تلو الأخرى- على تلك النجوم السريعة المثيرة للريبة. وفي الواقع، كلّما أتانا تلسكوب هابل Hubble الفضائي بصورة واضحة لقلب إحدى المجرّات، وجدنا الأمر عينه.

يبدو من المرجّح الآن أن كلّ مجرّة عملاقة تأوي في قلبها ثقباً أسودَ ضخماً، ربّما خدم كبذرة جذب تتجمّع حولها المادّة الأخرى، أو ربّما يكون قد تكوّن في وقت لاحق من المادّة المندفعة نحوه من المناطق الخارجية للمجرّة. لكن لم تكن كلّ المجرّات نجوماً زائفةً في شبابها.

بدأت القائمة المتزايدة للمجرّات العادية التي تحوي في قلوبها ثقوباً سوداء في إثارة دهشة الباحثين: أهو ثقب أسود عملاق وليس نجماً زائفاً؟ أم نجم زائف مُحاط بمجرّة؟ ليس بوسع المرء سوى التفكير في صورة جديدة تسير عليها الأمور. في هذه الصورة تبدأ بعض المجرّات حياتها كنجوم زائفة. ولكي تكون نجوماً زائفة -وهو ما يعني في حقيقة الأمر وجود قلب مستعر مرئي لمجرّة عادية- لا بدّ ألّا يوجد ثقب أسود جائع

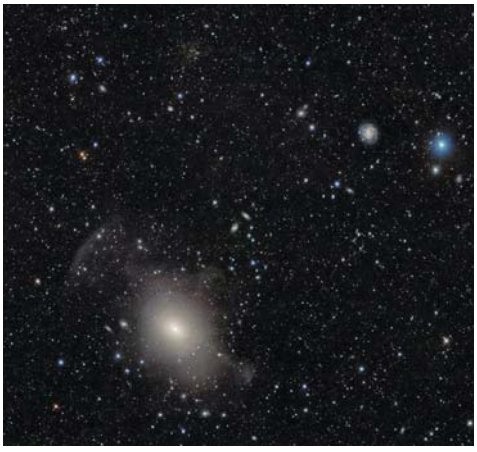
فقط، بل أيضاً مخزون وفير من الغازات المندفعة نحوه. وفور التهام الثقب الأسود لكلّ الطعام المتاح، تاركاً النجوم والغازات التي لم يلتهمها في مداراتها البعيدة الآمنة، ينطفئ النجم الزائف ببساطة. وعندئذ يتبقّى لدينا مجرّة وديعة يستقرّ ثقب أسود خامدٍ في قلبها.

تلسكوب هابل

وجد الفلكيون أنواعاً أخرى من الأجرام، تحتلّ منزلةً بين النجوم الزائفة والمجرّات العادية، وتعتمد خصائصها أيضاً على السلوك السيئ للثقوب السوداء الهائلة. في بعض الأحيان تطفو تيّارات المادّة الساقطة في الثقب الأسود الموجود بمركز المجرّة في بطء وثبات، وفي أوقات أخرى يحدث هذا بصور متقطّعة. مثل هذه الأنظمة تملأ مختلف المجرّات ذات الأنوية النشطة لكن غير المتّقدة. على مرّ السنين تراكمت أسماء الأنواع المختلفة من هذه النظم مثل: لاينرز LINERs (مناطق خطوط الانبعاث النووية منخفضة التأيّن)، ومجرّات سيفيرت Seyfert ومجرّات N والبلازارات. كل هذه الأجسام يُطلق عليها الاختصار "AGNs" الذي يعني **المجرّات ذات الأنوية «النشطة»**. تظهر المجرّات ذات الأنوية النشطة على مسافات بعيدة وأخرى قريبة نسبيّاً، وذلك على العكس من النجوم الزائفة التي لا تظهر إلّا على مسافات بعيدة للغاية فقط. يوحي هذا بأنّ المجرّات ذات الأنوية النشطة تملأ نطاق المجرّات التي تسيء التصرّف. استهلكت النجوم الزائفة كلّ طعامها منذ زمن بعيد؛ لذا لا يمكننا رؤيتها إلّا إذا نظرنا للوراء عبر الزمن من خلال رصد المناطق البعيدة للغاية في الفضاء. على العكس من ذلك، للمجرّات ذات الأنوية النشطة شهيّة أكثر اعتدالاً؛ لذا لا يزال بعض منها يحتفظ بالطعام ليتناوله، حتى بعد مرور مليارات الأعوام.

إنّ تصنيف المجرّات ذات الأنوية النشطة على أساس المظهر وحسب ليس كافياً؛ لذا صنّف الفيزيائيون الفلكيون المجرّات ذات الأنوية النشطة على أساس أطيافها وأيضاً النطاق الكامل لانبعاثاتها الكهرومغناطيسية. خلال الفترة من منتصف التسعينيات إلى أواخرها حسّن الباحثون نموذج الثقوب السوداء، ووجدوا أنّ بمقدورهم توصيف كلّ الوحوش العجيبة التي تحويها حديقة المجرّات ذات الأنوية النشطة من خلال قياس عدد قليل من المؤشّرات وحسب، وهي: كتلة الثقب الأسود الموجود في الجرم، والمعدّل الذي يتغذّى به، وزاوية رؤية القرص الخارجي والتيّارات الخارجة منه. على سبيل المثال، إذا كنّا ننظر في اتّجاه خروج أحد التيّارات المندفعة من المنطقة المحيطة بالثقب الأسود، فسنرى جسما أكثر سطوعاً بكثير عمّا لو كنّا ننظر إليه من زاوية مختلفة من الجانب. يمكن للتنويعات المختلفة

لهـذه المؤشّـرات الثلاثة أن تفسّـر كلّ صور التنوّع التي يرصدهـا الفيزيائيون الفلكيون، مفسّرة لهم كيفية تطـوّر أنواع المجـرّات ومانحـة إيّاهم فهماً أعمـق لعملية تكوّن المجـرّات وتطوّرهـا. إنّ قدرة هذا العدد القليل من المؤشّرات على تفسير العديد من المظاهر -اختلافات الشكل والحجم والسطوع واللـون- هو انتصار غير مسبوق لفيزيائيي القرن العشريـن الفلكيـين. ولأنّ هذا الأمـر احتاج لعدد كبير مـن الباحثين وسنوات عديدة وقدّر كبير من وقـت التلسكوب، فهو ليس بالأمـر الذي يعلن عنه ببساطـة في نشرة الأخبـار المسائية؛ ومع هذا فهو انتصار حقيقي.



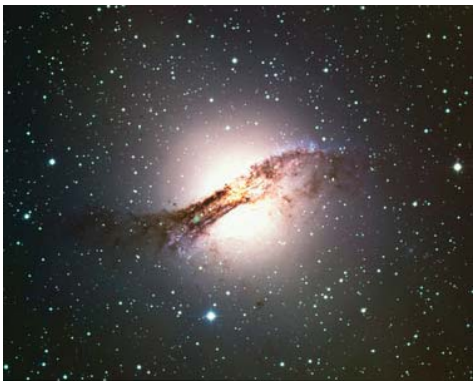
علينـا ألّا نفترض، مـع ذلـك، أنّ الثقـوب السـوداء العملاقـة يمكنها تفسـير كلّ شيء. فمع أن كتلتهـا تفوق كتلة الشمس بملايـين أو مليارات المـرّات، فإنّ كتلتها هذه لا تُذكر عند المقارنة بكتل المجـرّات الموجودة بها؛ إذ تبلغ أقل بكثير من 1% مـن الكتلة الإجماليـة لأي مجرّة كبـيرة. وعندما نسعـى لتفسير وجود المـادّة المظلمة -dark mat ter، أو غيرها من مصـادر الجاذبية غير المرئية في الكـون، لا تكون للثقوب السـوداء أهمّية كبيرة، بل بالإمكان تجاهلها تماماً. لكن عند حساب كمّية الطاقة التي تسهم بها الثقوب السوداء -أي حينما نحسـب الطاقـة التي بعثـت بها كجزء مـن عملية تكوّنها- سنجد أنّها تهيمن على القدر الأعظم من طاقة تكـوّن المجرّات. فكلّ طاقـة مدارات النجوم والسحـب الغازية التي تتألّف منها المجرّة في نهاية المطـاف تبـدو تافهة مقارنـة بالطاقـة التي بذلت لتكويـن الثقـوب السوداء. وربّمـا لم تكن المجرّات لتتكـوّن علـى الصـورة التي نعرفها لـو لم تقبع في قلوبهـا تلك الثقوب السوداء فائقـة الضخامة. إنّ الثقـب الأسود الذي كان فيما مضـى ساطعاً لكنّه الآن غـير مرئي والقابع في قلب كلّ مجرّة يقدّم لنا رابطـاً خفيّاً؛ تفسـيراً ماديّاً لتكتل المـادّة في نظم معقّـدة تدور فيهـا مليـارات النجوم حـول مركز مشترك.

إنّ التفسير الأشمل لتكوّن المجرّات لا يقوم فقط على الجاذبية الناتجـة عن الثقوب السوداء فائقة الضخامة، بل على الجاذبيـة في الظروف الفلكية التقليديـة أيضـاً. ما الـذي كون مليـارات النجوم داخـل كلّ مجـرّة؟ الجاذبيـة فعلـت هـذا أيضاً، مكوّنـة ما يصـل إلى مئات الآلاف مـن النجوم في السحابة الغازية الواحـدة. إنّ أغلب نجوم المجرّة ولـدت داخـل "تجمّعـات" فضفاضة مـن المادّة. ومناطق مولد النجوم الأكثر اكتنازاً لا تزال تشكّل "عناقيـد نجمية" متماثلة، تدور داخلها النجوم حـول مركز العنقـود النجمي، وتتحـدّد مساراتها عـبر الفضاء فيما يشبه رقصة الباليه الكونية من خلال قـوى الجاذبية التي تمارسهـا كافّة النجوم الأخرى داخل العنقود النجمي، حتى بينما تتحرّك هذه العناقيد نفسها في مسارات هائلة حول مركز

المجـرّة، على مسافة آمنة من القوّة المدمّرة للثقب الأسود الذي يحتل مركز المجرّة.

داخل العنقود الواحـد تتحرّك النجوم بنطاق واسـع من السرعـات، ويتحـرّك بعضهـا بسرعة بالغـة لدرجـة المخاطـرة بالخروج مـن المجموعة تماماً. وفي الواقع يحدث هذا الأمر أحياناً، وذلك حـين تتحرّر النجـوم السريعة مـن قبضة جاذبية العنقـود النجمـي وتهيم حـرّة في أرجـاء المجرّة. هذه النجوم الحرّة، إلى جانب "العناقيد النجمية الكرويـة globular" التـي يحـوي الواحد منها مئات الآلاف من النجوم، تضيف إلى النجوم التي تشـكّل الهالات الكرويـة للمجرّات. هـذه الهالات المجرّية، التي كانت في البداية ساطعة لكنّها اليوم تفتقد سطوعها ونجومها ذات العمر القصير، هي أقـدم الأجسام المرئية في الكـون بأسره؛ إذ يرجع تاريخ ميلادها إلى وقت تكوّن المجرّات نفسها.

آخـر ما ينهـار، ومن ثـم آخر ما يتحـوّل إلى نجوم، هو الغـازات والغبار الذي ينجـذب ويُثبَّت على سطح القرص المجرّي galactic plane. في المجرّات البيضاوية elliptical galaxies لا وجود لهذا القرص؛ إذ إنّ كلّ ما تحويه من غازات تحوّل بالفعـل إلى نجوم. أمّا المجـرّات الحلزونية Spiral galaxies فبهـا توزيعـات منبسطة من المادّة تتسـم بوجود سطـح مركزي تتكـوّن داخله أصغر النجوم وأكثرها سطوعـاً في أنماط حلزونية، وهو مـا يبرهن على وجود الموجـات العظيمة المتذبذبة ذات الكثافـة المتفاوتـة والغـازات المتخلخلة التي تدور حول مركز المجـرّة. كلّ الغازات الموجودة في المجـرّة الحلزونية ولم تشـارك بسلاسة في تكوين العناقيـد النجمية تهبـط نحو السطـح المركزي، وتتجمّـع، كحلـوى "المارشميلـو" الساخنـة التي تلتصـق بعضهـا ببعضـ عنـد التلامس، وتكوّن قرصـاً من المادّة يعمل ببـطء على تكوين النجوم. علـى مدار مليارات الأعـوام المنصرمة، ولمليارات الأعـوام القادمة، ستستمر النجـوم في التكوّن في المجرّات الحلزونيـة، وكلّ جيل جديد سيكون أكثر ثراءً بالعناصر الثقيلة عـن سابقه. هذه العناصر الثقيلـة heavy elements (التـي يقصـد بهـا الفيزيائيـون الفلكيـون كلّ العناصـر الأثقـل من الهيليوم) تدفّقت إلى الفضاء النجمي من النجوم المسنّـة أو مـن انفجـارات النجـوم ذات الكتلـة الهائلـة، كالمستعـرات العظمـى supernova. إنّ وجودهـا يجعل المجرّة -ومن ثـمّ الكون- أكثر ملاءمة لكيمياء الحياة كما نعرفها.



أوضحنـا باختصار مولد المجـرّات الحلزونية التقليديـة، في سلسلـة تطوّريـة تكـرّرت لعشرات المليـارات من المـرّات، ونتـج عنها مجـرّات ذات تكوينـات متباينـة: على صـورة عناقيـد مجرّية، وعلى صـورة خيوط طويلـة من المجـرّات، وأيضاً على صورة ألواح من المجرّات.

ولأننا كلّما نظرنا أبعـد في الفضاء نظرنا إلى الماضـي أكـثر عبر الزمـن، فنحن نملـك القدرة

على دراسة المجرّات ليس فقط بشكلها الحالي، بل أيضاً بالشكل الذي كانت عليه منذ مليارات الأعوام، وكلّ هذا من خلال النظر عبر الفضاء. مشكلة تحويل هذا المفهوم إلى واقع تجريبي تكمن في حقيقة أنّ المجرّات الواقعة على بعد مليارات السنوات الضوئية تبدو كأجسام صغيرة وخافتة للغاية؛ لذا فحتى أفضل تلسكوباتنا لن يمكنها فكّ طلاسمها. ومع ذلك فقد حقّق الفيزيائيون الفلكيون تقدّماً عظيماً في هذا الصدد خلال السنوات القليلة الماضية. حدثت الطفرة عام 1995 حين رتّب «روبرت ويليامز» -Robert Wil liams - الذي كان يشغل وقتها منصب مدير معهد علوم تلسكوبات الفضاء في جامعة جونز هوبكنز Johns Hopkins University- من أجل توجيه تلسكوب هابل الفضائي صوب اتّجاه وحيد في الفضاء، بالقرب من مجموعة الدبّ الأكبر، لما يساوي عشرة أيام من وقت الرصد. يستحق ويليام الفضل كلّه لأنّ لجنة تخصيص الوقت الخاصّة بالتلسكوب، التي تختار اقتراحات الرصد التي تستحق تخصيص وقت التلسكوب لها، رأت في الاقتراح غير جدير بالدعم. فعلى أي حال، المنطقة المطلوب دراستها اختيرت عن قصد؛ لأنّه لا يوجد شيء مثير للاهتمام بها، ومن ثمّ هي لا تزيد عن رقعة كئيبة مملّة من السماء. نتيجة لذلك، لم يكن باستطاعة أي مشروع حالي الاستفادة مباشرة من تخصيص كلّ هذا القدر من وقت التلسكوب الذي عليه طلب كبير بالفعل. كان يحقّ لـ "ويليام" ، بوصفه مديراً لمعهد علوم تلسكوبات الفضاء، تخصيص نسبة بسيطة من إجمالي وقت التلسكوب، "الوقت الذي يقدّره بوصفه المدير" ، وبالفعل استثمر هذا الوقت في التقاط ما صار يعرف بـ "حقل هابل العميق Hubble Deep Field " ، وهي واحدة من أشهر الصور الفلكية الملتقطة على الإطلاق.

أنتجت فترة الرصد التي امتدّت عشرة أيام، والتي تزامنت مع فترة الإجازات الحكومية لعام 1995، الصورة التي تعرّضت لأكبر قدر من الدراسة في تاريخ علم الفلك. تقدّم لنا صورة الحقل العميق، المرصّعة بالمجرّات وأشباه المجرّات، طبعة أصلية للكون وضعت الأجرام الموجودة على مسافات متباينة من درب التبّانة عليها توقيعاتها الخاطفة في أزمنة متباينة. إنّنا نرى الأجرام في صورة الحقل العميق كما كانت عليه منذ 1.3 مليار عام مثلا، أو 3.6 مليارات عام، أو 5.7 مليارات عام، أو 8.2 مليارات عام مضت، وتاريخ كلّ جرم محدّد من واقع بعده عنّا. انكبّ مئات الفلكيين على كنز البيانات التي تحويها هذه الصورة المنفردة من أجل توليد معلومات جديدة بشأن كيفية تطوّر المجرّات عبر الزمن، وكيف كانت المجرّات تبدو بعد تكوّنها بوقت قصير. في عام 1998 التقط التلسكوب صورةً أخرى باسم "حقل هابل العميق الجنوبي" من خلال تكريس عشرة أيام من وقت الرصد لبقعة أخرى من السماء في اتجاه معاكس لاتجاه صورة الحقل العميق الأولى، أعلى نصف الكرة الجنوبي. مكّنت المقارنة بين الصورتين الفلكيين من التأكّد من أنّ النتائج التي حصلوا عليها من الصورة الأولى لم تمثّل شيئا شاذّا (على سبيل المثال، لو كانت الصورتان متطابقتين في كلّ التفاصيل، أو مختلفتين إحصائيّا من كلّ وجه، لم نكن لنجد لهذا تفسيراً علميّاً مقبولاً)، وكذلك تنقيح نتائجهم التي توصّلوا إليها بشأن كيفية تكوّن أنواع المجرّات المختلفة. وبعد مهمّة صيانة ناجحة

جُهّز فيها تلسكوب هابل بمستكشفات أفضل (أعلى حساسية)، لم يستطع معهد علم تلسكوبات الفضاء مقاومة الإغراء وأجاز عام 2004 صورة "حقل هابل العميق الفائق Hubble Ultra Deep Field"، التي تظهر المزيد عن الكون الأبعد.

مع الأسف لم تثمر أفضل جهود التلسكوب هابل في كشف النقاب عن المراحل الأولى لتكوّن المجرّات، التي ستُكشف لنا من خلال الأجرام الموجودة على أبعد المسافات، وسبب ذلك هو أنّ التمدّد الكوني أزاح القدر الأعظم من إشعاعها نحو نطاق الأشعّة تحت الحمراء على طيف الضوء، وهو ما تعجز أجهزة التلسكوب عن التقاطه. لرصد هذه المجرّات الأبعد ينتظر الفلكيون التصميم والبناء والإطلاق ثم التشغيل الناجح لخليفة التلسكوب هابل المسمى بتلسكوب جيمس ويب الفضائي James Webb Space Telescope) JWST) والمسمّى على اسم رئيس وكالة ناسا إبان فترة إطلاق مركّبات أبوللو. (يقول المتهكّمون إنّ اختيار هذا الاسم لم يكن بهدف تكريم هذا العالم الشهير بقدر ما كان ضماناً لئلا يُلغى مشروع التلسكوب؛ نظرا لأنّ هذا سيعني حذف تراث رسمي مهم).

سيحمل تلسكوب جيمس ويب الفضائي مرآة أكبر من مرآة هابل، ومصمّمة كي تفتح نفسها كزهرة آلية معقّدة، بحيث توفّر سطحاً عاكساً أكبر بكثير ممّا يستطيع أيّ صاروخ حمله. وسيحوي التلسكوب الفضائي الجديد مجموعة من المعدّات الأكثر تقدّماً بكثير عن معدّات التلسكوب هابل، التي صُمّمت في الأساس في الستينيات، وبُنيت في السبعينيات، وأُطلقت في عام 1991، والتي -حتى بعد تحديثها بشكل كبير في التسعينيات- لا تزال تفتقد بعض القدرات الجوهرية مثل القدرة على التقاط الأشعّة تحت الحمراء. هذه القدرة موجودة اليوم في تلسكوب سبيتزر للأشعّة تحت الحمراء Spitzer InfraRed Telescope Facility SIRTF)) الذي أطلق عام 2003، والذي يدور حول الشمس في مدار أبعد من الأرض عن مدار هابل، وبهذا يتفادى أي تداخل تسبّبه كمّيات الأشعّة تحت الحمراء الغزيرة التي ينتجها كوكبنا. لتحقيق هذه الغاية سيكون على تلسكوب جيمس ويب الفضائي أن يدور حول الأرض في مدار أبعد بكثير عن مدار هابل، وهو ما يعني أنّه لن يكون بالإمكان إرسال مهام صيانة كالتي تجري اليوم؛ لذا حريٌّ بناسا أن تبنيه بشكل سليم من المرّة الأولى. وإذا بدأ التلسكوب الجديد العمل في عام 2014، كما هو مخطّط له، فمن المفترض أن يقدّم لنا رؤى جديدة رائعة للكون، بما فيها صور للمجرّات التي تبعد عنّا أكثر من 10 مليارات سنة ضوئية، والتي سنراها في وقت أقرب من وقت نشأتها عمّا كشفت عنه صور الحقل العميق للتلسكوب هابل. ستتعاون المعدّات الأرضية الضخمة مع التلسكوب الجديد، مثلما فعلت مع سابقه، في الدراسة التفصيلية لكنز الأجرام الذي ستكشف عنه خطوتنا العظيمة التالية في عالم معدّات الرصد الفضائية.

تلسكوب جيمس ويب الفضائي

مـع أن المستقبـل يبـدو غنيّـا بالاحتمالات، فإنّ علينـا ألّا نتجاهل الإنجـازات المبهرة التي حقّقهـا الفيزيائيـون الفلكيـون خـلال العقـود الثلاثـة المنصرمـة، والتـي تتبـع مـن قدرتهم علـى ابتـكار معـدّات جديـدة لرصـد الكـون. كان «كارل ساجـان» يحـب أن يقـول إنّ الجماد وحـده هـو مـا لا ينبهر بمـا يحـدث في الكون. وبفضـل مشاهداتنـا المحسّنة صرنـا نعلم الآن أكثر ممّا عرفه «ساجـان» بشأن تتابع الأحداث المدهشـ الذي أدّى لوجودنـا: التفاوتات الكمّية في توزيـع المـادّة والطاقة علـى مستـوى أصغر مـن حجـم البروتـون، التي نتـج عنهـا عناقيد مهولـة من المجرّات يبلـغ عرضها ثلاثين مليون سنـة ضوئية. ومن الفوضـى إلى الكون اجتازت علاقة السبب والنتيجة هذه تضاعفاً في الحجم قـدره 1038 ضعفـاً، وتضاعفـاً للزمـن قـدره 1042 ضعفـاً. ومثـل خيـوط الحمض النووي الميكروسكوبية التـي تحدّد هويّة الأنواع الكبيرة والخصائـص المتفـرّدة لأفرادهـا، فـإنّ شكل الكـون الحديث وسماته كانت محفورة في نسيج لحظاته المبكّرة، واستمرّت دون انقطاع على مرّ الزمان والمـكان. إنّنا نشعر بهذا حين ننظر إلى السماء، ونشعر به حين ننظر للأرض، ونشعر به حين ننظر في أنفسنا.

التغيّر المُناخي

أسبابه ومؤشّراته

أ. د.فواز الموسى *

يشير مصطلح تغيّر المُناخ إلى أي تغيّر يحدث في حالة المُناخ والذي يمكن التعرّف علية (باستخدام اختبارات إحصائية مثلاً) فهو ناتج عن تغيّر في معدّل خصائصه وتقلّباته ويستمرّ ذلك لمدّة ممتدّة تبلغ عادة عقوداً أو أطول من ذلك، وقد يعود التغيّر المُناخي إلى عمليات داخلية طبيعية أو تأثيرات خارجية مثل التغيّرات التي تحدث في الدورة الشمسية والانفجارات البركانية، والتغيّرات المستمرّة الناتجة عن الأنشطة البشرية في تركيب الغلاف الجوّي أو في استخدام الأراضي.

* أستاذ المُناخ – جامعة حلب.

تعدّ التغيّرات المُناخية واحدة من أهم وأبرز المشكلات التي تواجه الإنسان وبيئته بمجمل عناصرها وظواهرها، التي كانت فيما مضى نتاجاً طبيعياً لما شهدته الكرة الأرضية من تغيّرات وتبديلات شاملة عبر عصورها الجيولوجية. واليوم أصبحت هذه الظاهرة واحدة. من أخطر التحدّيات المستقبلية التي ستواجه سكان الأرض. إن التغيّرات المُناخية التي رافقها ويرافقها تغيّر في المظاهر البيئية كافّة، كانت وما زالت أسبابها مثار جدل ونقاش بين العلماء. ولسوف نشير لأهم الآراء في موضوع أسباب التغيّرات المُناخية، تلك الأسباب التي يمكن تمثيلها جميعاً بشكل نظام له مداخله ومخارجه.

ومشكلة العصر، وبخاصّة منذ ثمانينات القرن الماضي، هو العودة ببعضهم إلى مئات السنين، لما يسمّى بالفكر الموسوعي، بالادّعاء بالمعروفة الشمولية، رغم إنّ من أولئك لا يلفظ عربياً كلمة المُناخ صحيحاً، ولا يعرف دلالاتها. بجانب محاولة بعض الدول بما تفتحه من مؤسّسات مُناخية لها، وليس لها من علاقة بالمُناخ، وبما يُعقد من ندوات عن: الجفاف، والأمطار، والحرارة، والاحترار، كنوع من الاجترار. والمشكلة هي حالة الإقصاء لعلماء المُناخ المعنيين بقضايا المُناخ المثارة.

ولو عدنا إلى الوراء آلاف وعشرات آلاف السنين، بل ومئات ألوف السنين، لأدركنا حقيقة مفادها: أنّ مُناخ الأرض ليس ثابتاً مستقرّاً في مكان عبر الزمن الطويل أو حتى القصير، بل هو متذبذب من سنة إلى أخرى ومتغيّر في مدى زمني طويل نسبياً، ومتبدّل في مدى أطول. وهذا يعكسه عدم الثبات والاستقرار في موقع الأرض من الشمس، وفي النشاط الشمسي وفعّاليته، بجانب الحركات الأرضية الفلكية والتكتونية. وعبر الأزمنة اتّجه مُناخ الأرض نحو التسخّن والجفاف تارةً، وأخرى نحو التبرّد والرطوبة، وأخرى لا وجهة محدّدة.

وتغيّر المُناخ حقيقة لا يمكن إنكارها، وإنّما تغيّر ضمن دورات متعاقبة قد تطول أحياناً وتقصر أخرى مع ميل طفيف باتجاه معيّن قد ينعكس بعد حين باتجاه آخر. وعلينا أن نحدّد بدقّة معاني المصطلحات التي نستخدمها مُناخياً للدلالة على تغيّر ظاهرة، حيث غدا أيّ تباين زماني أو مكاني في قيمة ظاهرة حتى لو كان له انعكاس ارتدادي، يعرف بالتغيّر في الظاهرة.

فالتغيّر يعني التحوّل من حالة إلى أخرى، مع تضمينها القدرة على الانعكاس التحوّلي؛ كتحوّل بخار الماء إلى سائل أو جليد، والعكس، أو تحوّل الأوضاع الجويّة من حالة الرطوبة إلى الجفاف لفترة، ومن ثمّ انعكاسها.

أمّا **التبدّل**؛ فيحمل في معناه التحوّل اللا انعكاسي بانقلاب في الحالة.

في حين يشير **التقلّب** إلى أحوال جويّة سريعة التحوّل من صورة إلى أخرى، من يوم إلى يوم، وشهر إلى شهر، ومن ثمّ فهو مصطلح يستخدم في الأحوال الجويّة القصيرة الأمد. وهو أكثر ما يشير إلى الظواهر النوعية، وليس إلى قيم كمّية.

أمّا **التذبذب**؛ فيستخدم أحياناً بدلالة التقلّب نفسها، ولكنّ أغلب استخدامه كمؤشّر عن حدوث اختلافات سريعة وظاهرة في قيم الظاهرة الجويّة -زيادةً أو نقصاناً- كما في التحوّل السريع في درجة الحرارة ما بين ساعة وأخرى، أو أن تظهر السحب وتنقشع سريعاً، وكما في أمطار انهمارية تهطل خلال أجزاء من الساعة، ثمّ سرعان ما

يصحو الجو، وبالعكس، وكذلك الاختلافات ما بين يوم وآخر؛ يوم بارد، ويليه يوم حار، وثالث معتدل، وهذا ما يُساق على بقية الظاهرات الجويّة الطقسية. فالتذبذبات والتقلّبات عموماً تستخدم في الطقس، بينما يستخدم التغيّر والتبدّل في المُناخ.

أسباب التغيّرات المُناخية:

تقسم أسباب التغيّرات المُناخية إلى مجموعتين: **الأسباب الطبيعية والأسباب البشرية**، وبعض العلماء يقسّمها إلى مجموعتين: **مجموعة الأسباب الخارجية** وهي فلكية **ومجموعة الأسباب الداخلية**، وهي أمّا طبيعية أو بشرية أو كليهما:

أولاً- الأسباب الفلكية:

وهي أسباب متنوّعة، وقواها مختلفة، وآثارها المباشرة متباينة المدّة الزمنية، وأفعالها متماثلة، لكون تأثيراتها تقتصر على الصادر والوارد من الطاقة الشمسية إلى سطح الأرض، ويمكن إرجاع هذه الأسباب إلى القوى التالية:

1- **تذبذب نشاط الإشعاع الشمسي:** تشير القياسات السطحية إلى أنّ معدّل الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يتغيّر بين الحين إلى الأخر ويعزى ذلك إلى الأسباب الآتية:

* تغيّر ثابت الإشعاع الشمسي نتيجة عوامل فلكية تشمل النشاط الشمسي وظهور البقع الشمسية.

* التغيّر في شفافية الغلاف الجوّي لوجود الشوائب الدقيقة العالقة في طبقاته.

2- **آلية الهندسة الأرضية:** وتشمل ثلاث خصائص تؤثّر بصورة مباشرة على التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض هي:

أ- **تغيّرات في مدار الأرض:** يحدث هذا بسبب تدخّل الجاذبية بين مجموعة الكواكب الشمسية ونتيجة لذلك فإنّ مدار الأرض حول الشمس يتغيّر وبطريقة منتظمة. إنّ مدار الأرض حول الشمس ليس دائرياً تماماً، وإنّما إهليجياً، والشمس تقع في إحدى محرقي الإهليج. ليس هذا فحسب، بل إنّ مدار الأرض يتراوح ما بين الدائري إلى الإهليليجي في مدّة تبلغ نحو (96) ألف سنة.

ب- **مباكرة الاعتدالين:** يحدث بسبب الاختلاف في ميلان سطح الأرض في إثناء دورانها حول الشمس والجاذبية التي تتعرّض لها الأرض من كواكب المجموعة الشمسية. لقد بات معروفاً أنّ دوران الأرض حول محورها يشبه دوران المغزل. وتدعى هذه الحركة بالمباكرة في محور الأرض (مباكرة الاعتدالين)، حيث إنّ محور الأرض يتحرّك حركة مخروطية بميل نحو (23.5 درجة). ومدّة الدورة (26000) سنة. وحالياً فإنّ الأرض أقرب إلى الشمس في شهر كانون الثاني، وأبعد في شهر تموز. وبفعل حركة المباكرة فإنّه بعد نحو (13000) سنة سينعكس الوضع. وبعد نحو (26000) سنة سيعود وضع محور الأرض إلى ما هو عليه اليوم.

ج- **ميلان محور الأرض:** يحدث ميلان محور الأرض بسبب الزاوية التي تصنعها الأرض مع السمت وهو أعلى نقطة في القبّة السماوية، إنّ زاوية ميل محور دوران الأرض ليست ثابتة، وإنّما في عملية تغيّر دوري مستمر خلال مدّة زمنية تبلغ (41000) سنة، حيث تتراوح خلالها زاوية الميل بين (39َو21ً) و (36َو24ً)، وهي في يومنا الحالي نحو (44َو23ً). وعندما تكون زاوية الميل أقل، فإنّ الاختلافات الفصلية ما بين الصيف والشتاء في العروض الوسطى والعليا تكون في أدناها. وهكذا، فإنّ الشتاء يتّجه نحو الاعتدال (الدفء) والصيف نحو التبرّد (أبرد).

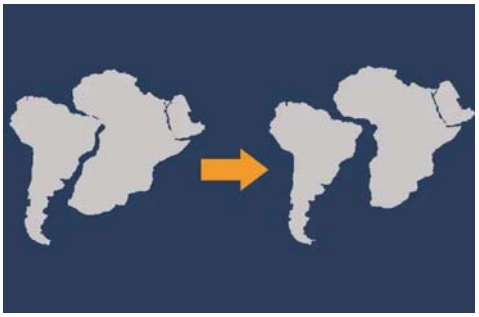
3- **التغيّر في المجال المغناطيسي الأرضي:** أظهرت الدراسات أنّ العلاقة عكسية بين التغيّرات في الحقل المغناطيسي الأرضي والتغيّرات المُناخية ممثّلة في درجة الحرارة، باعتبار أنّ التغيّرات في الحقل المغناطيسي الأرضي، لها علاقة بالتغيّرات في النشاط الشمسي، والرياح الشمسية.

ثانياً- الأسباب الأرضية للتغيّرات المُناخية:

تتعلّق الأسباب الأرضية في ناحيتين؛ أولاهما حركة ما تدعى الصفائح القارّية (التكتونية)، وثانيهما حركة بناء الجبال والتغيّرات في مستوى الأرض (نهوض وهبوط).

1- **حركة الصفائح التكتونية:**

وهي ما دعيت سابقاً بالانزياح أو الانجراف القارّي (Continental Drift). وانطلاقاً من ذلك فإنّ درع الأرض الخارجي بتركيبة من صفائح ضخمة تتحرّك فوق المنطقة اللزجة (المنصهرة) الواقعة تحتها. وهي تتحرّك بعضها بالنسبة إلى بعض، وبمعدّل حركة بطيئة، هي بحدود بضع سنتيمترات كلّ سنة.



إنّ حركة الصفائح التكتونية تساعد في إلقاء الضوء على المُناخات الماضية. وكمثال؛ فإنّ المظاهر الجليدية التي عثر عليها قرب مستوى البحر في القارّة الإفريقية اليوم، تشير إلى أنّها خضعت لفترة تجلّد من مئات ملايين السنين مضت. حيث كانت قريبة من منطقة القطب الجنوبي. كما أنّ مناطق الفحم في العالم هي مؤشّر على المُناخ الذي كان سائداً فيها خلال فترة تشكّل الفحم وهو مُناخ رطب دافئ وغني بغطائه النباتي الغابي، وهذا ما كان سائداً في العصر الفحمي من الزمن الجيولوجي الأوّل.

وممّا يتولّد من تصادم الصفائح أو تباعدها حدوث زلازل وبراكين. والبراكين بما تطلقه من دقائق صلبة (رماد) تصل إلى أعلى الستراتوسفير، ومركّبات غازية مختلفة (N_2، CO_2، H_2O، SO_2) تشكّل عامل تغيّر مُناخي مهم.

2. **حركات بناء الجبال ونهوض القارّات وخفسها:**

ينتج عن تقارب الصفائح القارّية من بعضها تشكّل الجبال الالتوائية، كما أنّ خضوع الأرض إلى ضغوط متباينة بفعل تراكم الثلج بكمّيات ضخمة من جهة (ازدياد في الضغط)، وانخفاض

مستـوى المناطق المرتفعة لخضوعها لقوى التجوية والتعريـة، وتراكـم في المناطـق المنخفضـة، فـإنّ المناطـق التي ازداد الضغط عليهـا هبطت، والتي خفّ وزنها ارتفعت، فيما يطلق عليه تسمية نهوض القارّات وخسفها. وبالنهوض تنخفض الحرارة، وبالخسف ترتفع درجة الحرارة.

3. الاندفاعات البركانية:

هناك علاقة بين الثورات البركانية وانخفاض درجـة الحرارة وزيـادة الرطوبـة. إذ إنّ السنوات التـي انخفضـت فيها درجات الحـرارة في القرون الماضية كان أحد أسبابها زيادة النشاط البركاني وعلى العكس إنّ فترات الدفء تتعاصر مع الفترات التـي لم يكن فيها ثوران بركاني. فالغبار البركاني يقلّـل من سطـوع الشمـس وتكون عامـلاً مساعداً علـى تكوين السحـب كما أنّ دقائـق الغبار تساعد علـى تكوين بلّورات الجليد في الهواء التي تنخفض درجته إلى ما دون التجمّد والمشبع ببخار الماء.

4. النينو (ElNino) والتذبذبات المُناخية:

عنـد حـدوث ظاهـرة النينـو تحـدث تقلّبات مُناخيـة متناقضة في أرجـاء العالم، فتشهد بعض المناطق ارتفاعـاً في درجات الحـرارة مثل القارّة الأوروبية وبعض آخر يشهد انخفاضاً شديداً فيها مثـل المناطق التي تقع في شرق آسيا وبعض أجزاء من شـرق وجنوب شـرق أوروبا، ويرافقهـا أيضاً شحّ في هطـول الأمطار ببعض المناطـق تؤدّي إلى الجفـاف، وفي المقابل هطـول أمطـاراً غزيرة قد تـؤدّي إلى حـدوث الفيضانـات في بعض المناطق الأخـرى. ولا يقتصـر تأثير النينـو في حركة الجو في المنطقـة المدارية فقط بل يتعدّاها إلى العروض الوسطـى، كما أنّ لظاهرة النينـو آثار واضحه في تركيـز ثـاني أوكسيد الكربـون ونشـأة العواصف والأعاصـير وقلّـة الأمطار في منطقـة ووفرتها في أخرى وارتفـاع الحرارة في منطقة وانخفاضها في أخـرى، وعموماً يمكن إجمال التأثـيرات المُناخية لظاهرة النينو بما يلي:

- التغـيّر في درجة الحـرارة والضغط الجوّي والرياح.
- التفاوت الكبير في كمّيات التساقط.
- تغيّر نسبـة غاز ثاني أوكسيد الكربون وغاز الأوزون.
- التغـيّر في تكـرار ومسـارات العواصـف المدارية.
- التأثـيرات على امتدادات وحـركات الأمواج العليا للغلاف الغازي.

ثالثاً - الأسباب بشرية للتغيّرات المُناخية:

لم يكـن الإنسـان يومـاً بالقـوّة القـادرة على إحـداث تغيـرات جوهريـة مباشـرة في المُنـاخ الأرضـي، ولـن يكون مستقبـلاً. غـير أنّ الإنسان عبر أنشطته الحياتية وتلبيته لحاجاته ومتطلّباته استطـاع إحداث تغـيّرات طفيفـة في بعض القوى المؤثّـرة علـى المُنـاخ الأرضـي متمثّلـة في إضافة كمّيـات كـبرى مـن المركبـات الغازيـة والعوالـق

الصلبة إلى الغلاف الجوّي، بما لها من انعكاس على الموازنة الإشعاعية الأرضية، وارتفاع في درجة حرارة الأرض، بما بات الحديث عنه في مصطلح الاحتباس الحراري. وكذلك بما يقوم به الإنسان من استثمار واستغلال غير عقلاني لموارد سطح الأرض، ممّا ينعكس أيضاً بشكل مباشر وغير مباشر على الموازنة الإشعاعية ـ الحرارية الأرضية.

وعليه فإنّ الأسباب البشرية يمكن حصرها في الآتي:

أ. توليد الطاقة: يتسبّب توليد الكهرباء والحرارة عن طريق حرق الوقود الأحفوري في جزءٍ كبير من الانبعاثات العالمية. ولا يزال توليد معظم كمّيات الكهرباء يتمّ عن طريق حرق الفحم أو الزيت أو الغاز، وينتج عن ذلك ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز – وهي غازات دفيئة قوية تغطّي الأرض وتحبس حرارة الشمس. على الصعيد العالمي، يأتي أكثر من ربع الكهرباء بقليل من طاقة الرياح والطاقة الشمسية ومصادر الطاقة المتجدّدة الأخرى التي ينبعث منها القليل من غازات الدفيئة أو الملوّثات في الهواء، على عكس الوقود الأحفوري.

ب. تصنيع البضائع: ينتج عن الصناعات التحويلية والصناعة انبعاثات، معظمها يأتي من حرق الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة لصنع أشياء مثل الإسمنت والحديد والصلب والإلكترونيات والبلاستيك والملابس وغيرها من السلع. كما يطلق التعدين والعمليات الصناعية الأخرى الغازات، كما هو الأمر بالنسبة لصناعة البناء. وغالبًا ما تعمل الآلات المستخدمة في عملية التصنيع على الفحم أو الزيت أو الغاز؛ بعض المواد، مثل البلاستيك، مصنوعة من مواد كيميائية مصدرها الوقود الأحفوري، فالصناعات التحويلية هي واحدة من أكبر المساهمين في انبعاثات غازات الدفيئة في جميع أنحاء العالم.

ج. قطع الغابات: إنّ قطع الغابات لإنشاء مزارع أو مراعي، أو لأسباب أخرى، يتسبّب في انبعاثات. لأنّ الأشجار، عند قطعها، تطلق الكربون الذي كانت تخزّنه. ويتمّ تدمير ما يقارب 12 مليون هكتار من الغابات كلّ عام. ونظرًا لأنّ الغابات تمتصّ ثاني أكسيد الكربون، فإنّ تدميرها يحدّ أيضًا من قدرة الطبيعة على إبقاء الانبعاثات خارج الغلاف الجوي. وتعدّ إزالة الغابات، إلى جانب الزراعة والتغيّرات الأخرى في استخدام الأراضي، مسؤولةً عمّا يقارب ربع انبعاثات غازات الدفيئة العالمية. كما أنّ تدهور الغطاء النباتي الأخضر في المناطق شبه الجافّة والجافّة نتيجة الرعي الجائر والاحتطاب. وتقلّص الأراضي الزراعية لصالح إقامة المنشآت الإسفلتية تحت مسمّيات استخدامات مختلفة.

في الحالات السابقة الثلاثة، ستتضاءل عملية التمثيل اليخضوري للنبات، والتي لها دور مهم في امتصاص (CO_2) وتمثيله في النبات، وإطلاق الأوكسجين.

د. استخدام وسائل النقل: تعمل معظم السيارات والشاحنات والسفن والطائرات بالوقود الأحفوري، ممّا يجعل النقل مساهمًا رئيسيًا في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وخاصةً انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتمثّل مركبات الطرق الجزء الأكبر من احتراق المنتجات القائمة على البترول، مثل البنزين، في محرّكات الاحتراق الداخلي. لكنّ الانبعاثات من السفن والطائرات أيضًا مستمرّةٌ في الازدياد. والنقل مسؤولٌ عمّا يقارب ربع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية المرتبطة بالطاقة. وتشير الاتجاهات إلى زيادة كبيرة في استخدام الطاقة لأغراض النقل خلال السنوات القادمة.

هـ. إنتاج الغذاء: يتسبّب إنتاج الغذاء في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وغازات الدفيئة الأخرى بطرقٍ مختلفة، ومن أسباب ذلك إزالة الغابات وإخلاء الأراضي لأغراض الزراعة والرعي، وعمليات الهضم لدى الأبقار والأغنام، وإنتاج واستخدام الأسمدة والسماد الطبيعي لزراعة المحاصيل، واستخدام الطاقة لتشغيل معدّات المزرعة أو قوارب الصيد، باستخدام الوقود الأحفوري عادةً. كلّ ذلك يجعل إنتاج الغذاء مساهماً رئيسياً في تغيّر المُناخ. وتأتي انبعاثات غازات الدفيئة أيضًا من عمليات تعبئة الطعام وتوزيعه.

و. تزويد المباني بالطاقة: على الصعيد العالمي، تستهلك المباني السكنية والتجارية أكثر من نصف الكهرباء. ومع استمرارها في الاعتماد على الفحم والنفط والغاز الطبيعي للتدفئة والتبريد، تنبعث منها كمّيات كبيرة من غازات الدفيئة. وقد ساهم تزايد الطلب على الطاقة للتدفئة والتبريد، مع زيادة حيازة أجهزة تكييف الهواء، فضلاً عن زيادة استهلاك الكهرباء للإضاءة والأجهزة المتّصلة، في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة من المباني في السنوات الأخيرة.

ز. نمط الاستهلاك الكثير: إنّ منزلك واستخدامك للطاقة، وكيفية تنقُّلك، وما تأكله وكمّيات الطعام التي تتخلّص منها، كلّها عوامل تساهم في انبعاثات غازات الدفيئة. وكذلك هو الحال بالنسبة لاستهلاك البضائع مثل الملابس والإلكترونيات والبلاستيك. يرتبط جزءٌ كبير من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية بالمنازل الخاصّة. إذ إنّ لأنماط حياتنا تأثيراً عميقاً على كوكبنا. ويتحمّل الأغنياء المسؤولية الأكبر: فأغنى 1 في المائة من سكّان العالم مجتمعين يتسبّبون في انبعاثات لغازات الدفيئة أكثر ممّا يتسبّب به أفقر 50 في المائة من السكّان.

غير أنّ هناك قوىً مصدرها بشري أيضاً تعاكس في فعلها قوى الاحتباس الحراري، ألا وهي الدقائق الصلبة ممثّلة بجزيئات الدخان، ودقائق الغبار والتراب والرمال التي تثيرها الرياح من سطح الأرض، بجانب ما تطلقه المعامل من دقائق صلبة معدنية وغير معدنية، هذا إذا ما استثنينا الرماد البركاني الذي ينطلق بكمّيات ضخمة إلى

الجـو في أثناء ثوران البراكـين. وتشير التقديرات إلى أنّ مقـدار ما ينبعث سنويـاً من سطح الأرض إلى الجو من عوالق صلبـة نحو (1.8) بليون طن من مصادر طبيعية، ونحـو (0.3) بليون طن من مصادر بشرية.

وتعاكـس العوالـق الصلبـة في فعلهـا عناصر الاحتباس الحـراري، لمـا تقـوم بـه مـن عكـس وانتشـار انعكاسـي للأشعّـة الشمسيـة القصـيرة الموجـة المصطدمة بها مسبّبـة في انخفاض درجة الحـرارة. كما أنّ تلك العوالق تشكّل نويّات تكاثف وتجمّـد لبخار المـاء ممّا يزيـد من فرص تشكّل السحـب والضبـاب، التـي تتصـف (السحـب) بعاكسيتهـا الكبـيرة للأشعّـة الشمسية (23%) ممّا يزيد من عملية التبرّد.

ح. دور الحـروب في التغيـّر المُناخـي: تـؤدّي الحـروب والانفجـارات النوويـة الى تدمير هائل للبيئة والمـوارد الطبيعيـة، ويعدّ القـرن العشرون من أهـم الفترات التي شهد فيها العالم صراعات عنيفـة كانت البيئـة الطبيعية إحـدى ضحاياها. وممّـا زاد مـن التدمير هو تطـوّر أنـواع الأسلحة والتقـدّم التكنلوجي في صناعاتهـا وتعدّد أنواعها من آليات برّيـة وبحرية وجويّة وصواريخ وغيرها. والأهـم من ذلك هـو تطوّر الأسلحـة النووية التي لهـا قوّة تدميرية هائلة جـدّاً يبقى تأثيرها البيئي لمـدّة طويلـة تستغرق عشـرات السنـين. وأشارت العديـد مـن الدراسـات إلى أنّ الحـرب النوويـة (Nuclear War) إذا مـا حدثـت، فـلا بد أنّها ستنطـوي علـى تفجـير مئـات أو ألـوف القنابـل النووية، التـي ستترك بلا أدنى شـك تأثيراً بالغاً علـى المُناخ الأرضي. فستزيـد الحرب النووية من الدخـان الهبائـي النـاتج عـن الحرائـق التي قد تستمرّ عـدّة أيام وحتى أسابيـع. وسينجرف هذا الدخان مع الهواء العلـوي ليبلغ مناطق واسعة من الجو الأرضي في العروض كافّة، بما ينجم عنه من إنقاص كبير للطاقـة الشمسية الواصلة إلى سطح الأرض، وانخفاض ملحـوظ في درجـة الحرارة يصـل إلى ما دون التجمّـد في مناطق كبيرة. ذلك أنّ جزيئـات الهباب (Soot) تمتصّ قدراً كبيراً من ضوء الشمس، وستمرّ أسابيع عدّة بعد الحرب يكون معظم ضوء الشمـس غير قادر على اختراق طبقة الدخان، ولتحلّ الظلمة ويشاهد الشفق عند الظهـيرة. وستتضـرّر من جـرّاء ذلـك النباتات، وسيمـوت الملايين. مـن الناس فهذا هـو الشتاء النـووي (Nuclear Winter) بظلمتـه وشـدّة برده وما يحمله معه من مكوّنات قاتلة.

مؤشرات التغيّرات المُناجية

وفـق الدراسات، فإنّ معظم الاحترار المرصود في المُنـاخ العالمـي يعـزى إلى زيـادة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوي التي ساهمت في احترار السطـح بمتوسّط عالمي يتراوح بين 0.5°م -1.3°م خلال المـدّة من 1951-2010، لذلك يلاحظ أنّ تلك التغيّرات قد أدّت إلى ما يأتي:

أ. بحسـب البيـان الصحفـي الـذي أصدرته المنظّمـة العالميـة للأرصـاد الجويـة (WMO)

2024، فـإنّ تركيزات غازات الاحتباس الحراري وصلـت في عـام 2024 إلى مستويـات قياسيـة جديـدة، وبلـغ مستـوى تركيز غـاز ثـاني أكسيد الكربـون في الجـو 413.2 جـزءاً في المليون، ممّا يمثّل ارتفاعاً بحوالى مـرّة ونصف عن المستويات التـي كان عليها في فترة ما قبـل الصناعة، بينما تضاعف مستوى غاز الميثان في الجو مرّتين ونصفاً منذ تلك الفترة. أنّ عـام 2023 كان العام الأكثر دفئـاً منذ بدء التسجيل، وقـد بلغ المتوسّط العالمي لدرجة الحرارة القريبة مـن السطح 1.45 درجة مئويـة (بهامش من عدم اليقـين يقلّ أو يزيد على 0.12 درجـة مئوية) فوق خطّ الأساس في فترة ما قبل الثـورة الصناعية. وكانت آخـر عشر سنوات هي أحرّ فترة مسجلة.

ب. احترار المحيطات وارتفاع مستوى البحار، حيـث يستحوذ احترار المحيطـات على الزيادة في الطاقـة المخزونة في النظام المُناخـي، باعتبار أنّ المحيطـات تمتصّ أكثر مـن 90% مـن الطاقة التـي تراكمت خلال المدّة من عام 1971 إلى عام 2024.

ج- تناقص الثلوج وثخانتها في القطبين.

هـ. تراجع خـطّ الثلج الدائـم في معظم قمم الجبال العالية خلال العقود الأخيرة.

د. تقلّص حجم الأنهـار الجليدية على نطاق العالم تقريباً.

هـ. تناقص حجـم الجليد البحري في المنطقة القطبيـة الشمالية والغطاء الجليـدي الربيعي في نصف الكرة الأرضية الشمالي.

و. ارتفع منسوب سطح البحار والمحيطات من 0.25-0.99 ملـم سنويـاً للمـدّة 1971-2024 بسبـب ذوبـان الجليـد، وإذا استمـرّ ذلـك فإنّه سيـؤدّي إلى غمـر الكثير مـن المناطـق الساحلية المنخفضـة في معظـم دول العـالم مثـل بنغلادش وهولنـدا ومصـر وفـق مـا ذكـرت الكثـير مـن الدراسات.

ز. إنّ المناطـق ذات الملوحـة العاليـة التـي يسودهـا التبخّر قـد أصبحت أكـثر ملوحة، بينما أصبحت المناطـق ذات الملوحة الأقـل أكثر عذوبةً حيث يسود فيهـا التساقط منذ خمسينيات القرن العشريـن، وتوفّـر هـذه الاتجاهـات الإقليمية في ملوحة المحيطات دليلاً غير مباشر على أنّ التبخّر والتساقط فوق المحيطات قد تغيّر.

ح. ظهـور بعض الإشـارات الأوّلية علـى تأثّر بعض النظـم الحساسـة للتغـيّر المُناخـي بشكل واضـح، مثـل الزراعـة ومناطق الرعـي والمناطق الساحليـة والنظم البحرية (المصائـد البحرية) والمستوطنـات البشريـة والطاقـة والصناعـة والتأمـين والخدمـات الماليـة الأخـرى وصحّـة الإنسـان، وتتفـاوت سرعـة تأثّر هـذه النظم تبعاً للموقع الجغـرافي والزمن والظـروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية.

ك. شهـدت مناطـق مختلفة من العـالم **ظواهر متطرّفة** من موجات حـرّ استثنائية، حطّمت العديد منهـا أرقامـاً قياسيـة في الحـرارة تفـوق 4 درجات

مئوية. وقد رافقت موجات الحر هذه العديد من الحرائق الكبرى في كاليفورنيا والجزائر وجنوب تركيا واليونان بشكل خاص، أدّت إلى القضاء على مئات آلاف الهكتارات من الغابات. كما شهدت مناطق من العالم الفيضانات الخطرة. بالتزامن مع ذلك، ساد الجفاف الشديد الكثير من المناطق شبه الاستوائية والعديد من مناطق العالم، وكان معدّل هطول الأمطار أقل بكثير من المتوسّط في معظم هذه المناطق، ممّا نتج عنه خسائر زراعية كبيرة وانخفاض مستويات الأنهار. واستمرار عملية الجفاف واختفاء عدد من البحيرات أو تناقص مساحتها أو زيادة ملوحة مياهها الباقية في جميع أرجاء العالم. وقد تسبّبت موجات الحرّ والفيضانات والجفاف وحرائق الغابات والأعاصير المدارية المكثّفة بسرعة في البؤس والفوضى، وهو ما أدّى إلى قلب الحياة اليومية للملايين وإلحاق خسائر اقتصادية تُقدّر بمليارات الدولارات، وذلك وفقاً لتقرير حالة المُناخ العالمي لعام 2023 الصادر عن المنظمة.

الرأي الآخر في قضية التغيّر المُناخي ونقد مؤشّراته

إنّ **نظرية الاحترار العالمي** الذي يسبّبه الإنسان **ليست علمًا** لأنّ البحث يستند إلى نتيجة محدّدة مسبقًا، ويتمّ تجاهل مجموعات ضخمة من الأدلّة، ويتمّ التعامل مع الإجراءات التحليلية كدليل. علاوة على ذلك، يتمّ دعم «علم» المُناخ من خلال المنح البحثية الحكومية. الأموال غير متوافرة للتحقيق في النظريات التي لا تتفق مع إيديولوجية الحكومة.

لدى العديد من الحكومات الغربية إيديولوجية شعبية سياسية وصلت لمرحلة النظرية تستند لمجموعة من المقولات هي:

1. هناك زيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الأنشطة البشرية؛

2. إنّ زيادة ثاني أكسيد الكربون، وهو أحد غازات الدفيئة، سيؤدّي إلى زيادة عالمية باستمرار التسخين؛

3. ستكون هناك نقاط تحوّل، وارتفاع في مستوى سطح البحر، وانقراض، وتحمّض المحيطات؛

4. سيكون تغيّر المُناخ غير قابل للإصلاح ويجب خفض أو وقف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات المصادر الناتجة عن نشاطات البشرية في أسرع وقت ممكن؛

5. من أجل وقف تغيّر المُناخ، يجب تحويل مصادر الطاقة من الفحم والغاز والنفط إلى طاقة الرياح والشمس والمد والجزر والكتلة الحيوية.

نقد النظرية:

أولاً - هناك زيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأنشطة البشرية

النقطة (1) صحيحة. تنبع هذه الانبعاثات بشكل أساسي من العالم النامي والرغبة المفهومة لشعبه للوصول إلى نفس مستوى المعيشة مثل الطبقة الوسطى الغربية. كان الفحم في الثورة الصناعية هو الذي أدّى في الأصل إلى صعود الطبقة الوسطى في الغرب. الآن الثورة الصناعية الجديدة في الصين والهند وشرق آسيا تتسبّب في أكبر هجرة للبشر حدثت على الإطلاق، وصعود الطبقة الوسطى في هذه الدول، واستخدام الفولاذ والكهرباء، وكلاهما مستمدّ من الفحم. أدّت الزيادة الطفيفة للغاية في ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوّي إلى تخضير الكوكب بشكل طفيف. كما يعلم جميع المزارعين، فإنّ ثاني

أكسيد الكربون هو غذاء نباتي وانبعاث كمّيات كبيرة بشكلٍ متزايد من ثاني أكسيد الكربون من قبل البشر مفيد للحياة على الأرض.

ثانيا. زيادة ثاني أكسيد الكربون، أحد غازات الدفيئة، سيؤدّي إلى زيادة الاحتباس الحراري

تبيّن أنّ **النقطة** (2) **غير صالحة في جميع المقاييس الزمنية**. ليس هناك شكّ في أنّ ثاني أكسيد الكربون هو أحد غازات الدفيئة. ومع ذلك، فإنّ الغازات الدفيئة الرئيسية هي بخار الماء. أوّل 100 جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون لها تأثير كبير على درجة حرارة الغلاف الجوي، في حين أنّ أي زيادة عن 400 جزء في المليون الحالية سيكون لها تأثير ضئيل. علاوة على ذلك، نظرًا لأنّ فترة بقاء ثاني أكسيد الكربون قصيرة في الغلاف الجوي، فإنّه يتمّ عزله بشكل طبيعي في المحيطات أو الحياة أو الصخور في أقل من عقد من الزمان

تُظهر الجيولوجيا أنّ **جميع العصور الجليدية الست الكبرى بدأت عندما كان ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى بكثير ممّا هو عليه في الوقت الحاضر**، ومع أوّل عصرين جليديين كبيرين، يصل إلى ألف مرّة من محتوى ثاني أكسيد الكربون الحالي في الغلاف الجوي. علاوةً على ذلك، تُظهر الجيولوجيا أنّه كان هناك عزل لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوّي في الرواسب الجيرية والصخور الأخرى والحياة لمدّة 2500 مليون سنة.

يُظهر التاريخ أنّ المجتمعات ازدهرت عندما كان الجو دافئًا وكان هناك انخفاض كبير في عدد السكان خلال الأوقات الباردة.

ثالثاً. ستكون هناك نقاط تحوّل، وارتفاع مستوى سطح البحر، وانقراضات، وتحمّض المحيطات. تغيّرات في مستوى سطح البحر

النقطة (3) **لا تعكسها الأدلّة**. في الماضي، عندما كان ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي أعلى بألف مرّة ممّا هو عليه الآن، لم تكن هناك نقاط تحوّل، ولا تغيّراً مُناخياً مدفوعاً بثاني أكسيد الكربون، ولا احتباساً حرارياً جامحاً. ويبدو من غير المنطقي أنّ الارتفاع الحالي في مستوى سطح البحر ناتج عن الأنشطة البشرية، في حين أنّ المئات السابقة من ارتفاع مستوى سطح البحر لم تكن كذلك.

تغيّر مستوى الأرض ومستوى سطح البحر:

لا يمكن أن يكون هناك فهم لارتفاع وانخفاض مستوى سطح البحر دون فهم ارتفاع وانخفاض مستوى الأرض المحلية. ترتفع الدول الاسكندنافية واسكتلندا وكندا لأنّه خلال فترة التجلّد الأخير، غطّت الصفائح الجليدية هذه المناطق ودفعت إلى أسفل الأرض. الآن وقد ذاب الجليد، هناك ارتداد والأرض ترتفع. إذا ارتفعت الأرض، فقد تغرق مناطق أخرى من الأرض، مثل هولندا. ترتفع الأرض في الجبال نتيجة للضغط (مثل جبال الهيمالايا) بينما عندما يكون هناك امتداد أو تفكّك، فإنّ الأرض تنخفض. تشكّلت محيطات العالم عن طريق الامتداد، ولأنّ المحيطات لا تزال

تنمو عند التلال الوسطى للمحيطات، فإنّ كتل اليابسة على حواف المحيطات ترتفع إلى تلال أو سلاسل جبلية. أصبحت جزر المالديف الآن أعلى بمقدار 70 سم ممّا كانت عليه في السبعينيات، من دون معرفة مفصّلة بارتفاع وهبوط الأراضي المحلّية، والهبوط، والتعرية، والترسّب، فإنّ التنبّؤات العالمية لمستوى سطح البحر للتخطيط الساحلي ليست سوى تكهّنات لا أساس لها من الصحّة.

المرجان والشعاب المرجانية:

أظهر «تشارلز داروين» في عام 1842 أنّه مع ارتفاع مستوى سطح البحر، تنمو الجزر المرجانية وتواكب ارتفاع مستوى سطح البحر. في عدّة أماكن من المحيط الهادئ (مثل فانواتو)، أدّى ارتفاع مستوى الأرض المحلّي إلى ارتفاع الشعاب المرجانية فوق مستوى سطح البحر وتحدث الشعاب المرجانية الحديثة الميّتة فوق مستوى سطح البحر. إذا تمتّعت الدول الجزرية في المحيط الهادئ بارتفاع مستوى سطح البحر، فإنّ مساحة أراضيها ستزداد. هذا ما أكّدته قياسات الأقمار الصناعية الأخيرة.

الانقراضات:

الانقراض أمر طبيعي. تتمتّع الأنواع الأرضية شديدة التأقلم (مثل البشر) بعمر قصير في حين أنّ بعض الأنواع الأساسية شديدة التكيّف يمكنها البقاء على قيد الحياة لمليارات السنين (مثل البكتيريا). هناك تنوّع كبير في أسباب الانقراض وتغيّر المُناخ ليس سوى أحد الأسباب الثانوية. في أي وقت في تاريخ الكوكب، هناك انقراضات، وبالتالي فليس من المستغرب أنّنا نعيش في فترة الانقراض.

رابعاً. سيكون تغيّر المُناخ أمرًا لا رجوع فيه ويجب تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون البشرية أو وقفها في أقرب وقت ممكن

تزعم الحكومات ووكالاتها أنّ العلم يدعم إيديولوجيتها، ولكن بينما يتم تقديم المنح البحثية لدعم هذه الأيديولوجية، يُحرم الرافضون من المنح، أو يتم تجاهلهم، أو -بشكل أكثر شيوعًا- يتم التشهير بهم. لا يحدث هذا في العديد من فروع العلم الأخرى، حيث يتم دعم النظريات المتنافسة بأموال بحثية، وتناقش الأفكار بنشاط، ويتم تغيير النظريات بناءً على أدلّة جديدة تمّ التحقّق من صحّتها. لقد تمّ تسييس المسائل المتعلّقة بتغيّر المُناخ، ولكلّ شخص رأي (على الرغم من عدم امتلاك المعرفة بشكل عام لتدعيم الرأي)، وأصبح الصحفيون الأمّيون علميًا أبطالاً لقضية بدلاً من كونهم صحفيين محايدين، واتّخذت شبكات إعلامية مختلفة موقفًا سياسيًا متحيّزًا. لم أعثر بعد على عالم أو أقرأ بحثًا يدعي أنّ المُناخ لا يتغيّر. **مُناخ الأرض متغيّر عبر الأزمان والعصور، والثابت الوحيد في علم المُناخ هو التغيّر.** ولكنّ الضجيج أكثر من الطحين حالياً.

خامساً. **من أجل وقف تغيّر المُناخ، يجب تحويل مصادر الطاقة من الفحم والغاز والنفط إلى طاقة الرياح والطاقة الشمسية والمد والجزر والكتلة الحيوية**

تعدّ أنظمة الطاقة «البديلة» مثل الرياح والطاقة الشمسية كارثية بيئيًا. إنها تسبّب فقدان النظم البيئية، وتدمير الحياة البرّية، وتعقيم الأرض، والتكاليف الباهظة التي قد لا يتم استردادها خلال عمر النظام، وانبعاث كمّيات هائلة من ثاني أكسيد الكربون في أثناء البناء. علاوة على ذلك، فإنّ كلا من طاقة الرياح والطاقة الشمسية غير فعالين. لا يمكنهم توفير طاقة الحمل الأساسي على مدار الساعة وطوال أيام الأسبوع، لا يمكن أن تعمل أي مزرعة رياح من دون دعم سخي من دافعي الضرائب وزيادة رسوم الكهرباء للمستهلكين وأصحاب العمل. يتم تقديم هذه الإعانات بغضّ النظر عمّا إذا كانت مزرعة الرياح تنتج أي طاقة مستهلكة أم لا ويتم دفعها حتى عندما يتمّ إغلاق مزرعة الرياح بسبب الرياح القوية.

تعيش مزارع الرياح حياة الطفيليات، ولا يمكنهم إنتاج كهرباء مستمرّة من دون دعم الفحم أو الغاز أو الطاقة النووية أو المائية أو الطاقة الحرارية الأرضية. يتمّ تحميلهم بشكل حرّ من خلال ربط أنفسهم بشبكة كهرباء موجودة تمّ بناؤها ودفع ثمنها من قبل أولئك الذين يستخدمونها الطاقة التقليدية.

وخلاصة القول: إنّ كارثة تغيّر المُناخ هي أكبر احتيال علمي حدث على الإطلاق. الكثير من «علوم» المُناخ هي إيديولوجية سياسية ترتدي زي العلم. هناك أوقات في التاريخ يكون فيها الإجماع الشعبي خاطئًا بشكل واضح ونحن نعيش في مثل هذا الوقت. الطاقة الرخيصة أمر أساسي للتوظيف والعيش في العالم الحديث ولإخراج العالم الثالث من الفقر.

نتيجة للضغوط السياسية الصاخبة للأقلية، زادت الحكومات الديمقراطية الغربية من تكاليف الطاقة وأنشأت أنظمة طاقة مدعومة خلقت مصدرًا جديدًا لعائدات الضرائب. استجاب السياسيون لموجة من المخاوف البيئية غير العلمية بدلاً من اتّخاذ قرارات صعبة. والنتيجة النهائية هي زيادة البطالة والافتقار إلى القدرة التنافسية وفقر الطاقة وزيادة التكاليف. ما لم تقدّم الطبيعة مفاجأة أخرى لنا، فإنّ ثلاثة عقود قصيرة من سياسة المُناخ غير المسؤولة سوف تستغرق جيلاً على الأقل لعكس اتجاهها لأنّ هناك الآن جيوشاً من البيروقراطيين والسياسيين والعلماء والشركات التي تعيش على ذعر كارثة المُناخ. علاوة على ذلك، تمّ الاستيلاء على نظام التعليم من قبل النشطاء، ويتمّ غرس الشباب مع الأيديولوجية البيئية والسياسية والاقتصادية في أثناء تعليمهم.

المراجع باللغة العربية:

1- أبو العز، محمد صفي الدين: تقلّبات المُناخ العالمي، الكويت، 1980.

2- أبو العينين، حسن سيد: أصول الجغرافية المُناخية، الدار الجامعية، بيروت، 1981.

3- جودي، اندروس: التغيّرات البيئية (جغرافية الزمن الرابع). ترجمة: محمود محمد عاشور، نبيل سيد امبابي، المجلس الاعلى للثقافة، القاهرة، 1996.

4- حامد عبد الرحيم، عبد الرحمن، تغيّرات المُناخ الدورية. دمشق، 1977.

5- خرفان، سعد الدين: تغيّر المُناخ ومستقبل الطاقة.. المشكلات والحلول، الجزء الأول، منشورات وزارة الثقافة، الهيئة العامة السورية للكتاب، 2010.

6- الركابي، ناصر ولي: الاحتباس الحراري والتغيّرات المُناخية دراسة جغرافية. مجلة ديالى، العدد 18، 2004.

7- شحادة، نعمان: الجغرافية المُناخية، ط5، دار المستقبل، عمان، 1996.

8- الشهاوي، محمد أحمد: تغيّر المُناخ ومستقبل الأرض، الهيئة العامة المصرية للكتاب، القاهرة، 1998.

9- العرود، إبراهيم: التغيّر المُناخي في الميزان، عمان، الأردن، 2000م.

10- علي، عبد القادر عبد العزيز: التغيّرات المُناخية وأثرها على البيئة، الجمعية الجغرافية المصرية، ندوة عن الجغرافيا ومشكلات تلوث البيئة (28–29) نيسان/أبريل، القاهرة، 1992.

11- لامب، هـ.هـ: التغيّرات المُناخية وإنتاج الغذاء، ترجمة: طه محمد جاد، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، 1982.

12- الموسوي، علي صاحب طالب: التغيّرات الطقسية والمُناخية المتوقعة عالميا، المؤتمر العلمي الجغرافي الثاني، كلية الآداب، جامعة الكوفة، 2004.

13- موسى، علي حسن: المُناخ المتغيّر: علمنة أم عولمة. دار نينوى، دمشق، 1986م.

14- التغيّرات المُناخية، دار الفكر، دمشق، (1988م).

15- الاحتباس الحراري، دار دمشق للطباعة والنشر، دمشق، 2007.

16- المُناخ المتغيّر: علمنة أم عولمة، دمشق، (2011م).

17- موسى، علي حسن والموسى، فواز أحمد: علم المُناخ المعاصر. دار الآفاق العلمية، الشارقة، 2023.

18- الكوارث الطبيعية. دار الآفاق العلمية، الشارقة، 2023.

19- الجغرافية الطبيعية. دار الآفاق العلمية، الشارقة، 2024.

20- الموسى، فواز أحمد: جغرافية المخاطر والكوارث الطبيعية، جامعة حلب، حلب، 2017.

21- جغرافية المُناخ 1، جامعة حلب، حلب، 2023.

22- الكوارث المُناخية، جامعة دمشق، دمشق، 2024.

23- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المُناخ، تغيّر المُناخ، التقرير التجميعي، جنيف، 2001.

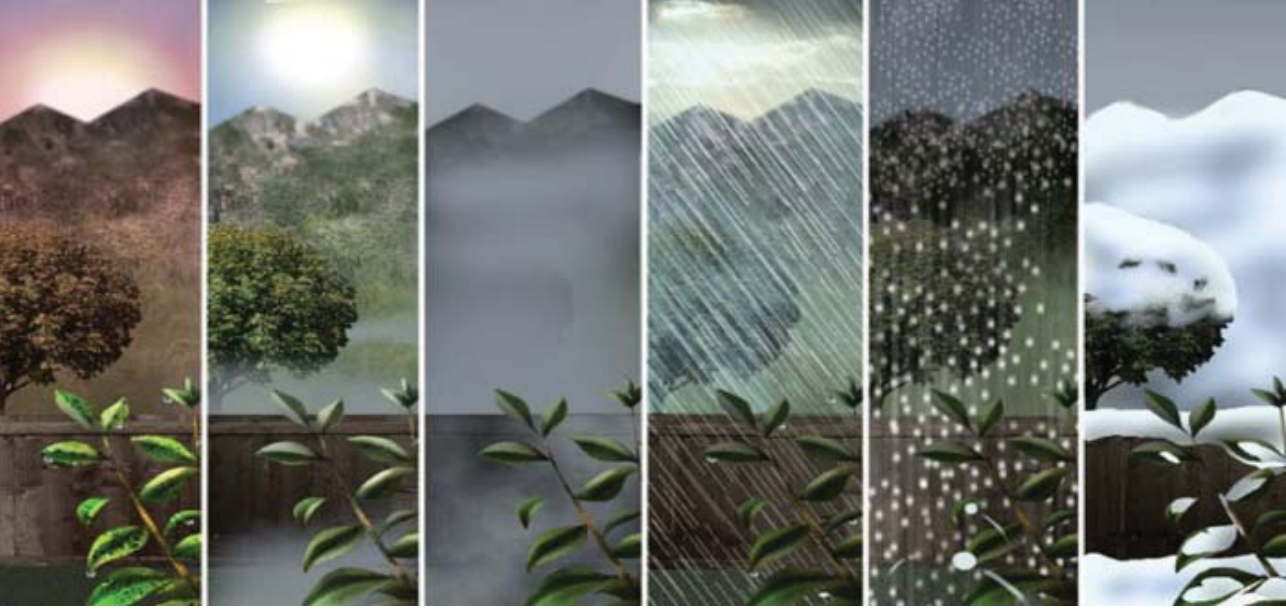
24- تغيّر المُناخ، التقرير التجميعي، جنيف، 2007.

ثانياً - المراجع بلغات أجنبية:

- Ahrens، C. D، Meteorology Today. New York، 1994.
- Clark، C; Natural Disasters. Kendall Hunt publishing، 2002.
- Maslin، M; Global Warming. Colin publication، Scotland، 2003.
- Parken، D. H، Climate the Earth، Through the Times and Ages. London، 2017.

during the past millennium: inferences، uncertainties، and limitations. Geophys Res Lett 26:759–762

- Marcott SA et al (2013) A reconstruction of regional and global temperature for the past 11،300 years. Science 339:1198–1201.
- Nicholls R.J.، J.A. Lowe: "Climate stablisation and impacts of sea-level rise"، in Avoiding dangerous climate change. H.J. Schellnhuber (eds.)، Cambridge: Cambridge University Press. (2006)
- Plass، G.N "the carbon dioxide theory of climatic chand" tellus، 8، 1956، PP140–153.
- Sawyer، J.S "possible effects of human activity on world climate "weather، 26، 1971، 251–262.
- Simpson، G.G "world climate the quarternary period" qwart J.R.M.S، 59، 1934، 425–471.
- Stephen M. Tomecek، Global Warming and Climate Change Science Foundations، New York،2012.
- Steven I. Dutch، Encyclopedia، Global Warming، Salem Press، Hackensack، New Jersey، 2010.
- UNPE، Intergovernmental Panel on Climate Change، Climate Change and Water، Geneva، 2008.
- Crowley، T. L. and North، G. R. 1991. Paleoclimatology. Oxford: Oxford University Press.
- Farmer GT، Cook J (2013) Climate change science: a modern synthesis. Springer، Dordrecht and New York
- Feely R، Doney S، Cooley S (2009) Present conditions and future changes in a high–CO2 world. Oceanography 22:36–47
- Hans Gunter Brauch، And Other، Facing Global Environmental Change. Springer، Verlag Berlin Heidelberg، 2009.
- IPCC AR5 (2013) Climate change 2013: the physical science basis. Working Group I contribution to the IPCC 5th assessment report.
- Kalnicky، R.A"climatic chang since 1950" annals association of American geographers، 64.1974، PP.100–112.
- King، J.W"salor radiation changes and the weather" nature، 245، 1973، PP.443–446.
- Lamb، H.H "climate، present، past and future، vol.2 climate history and the future " london، 1977.
- Mann ME et al (1999) Northern Hemisphere temperatures



الهطل والتكاثف الحامضي

د.عـــلي موســـى

أولاً- الأمطار الحامضية:

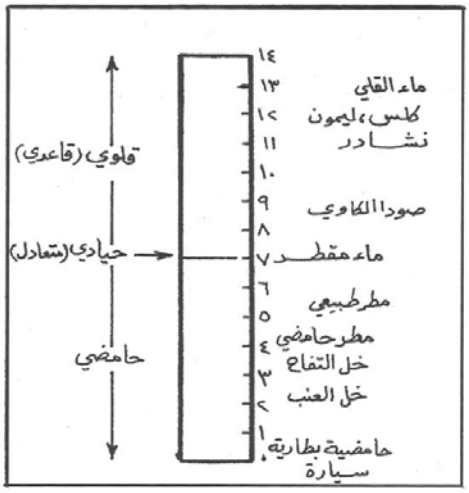
1- ما الأمطار الحامضية؟

هي الأمطار التي يتدنّى الرقم الهيدروجيني (pH) لقطرات مائها دون (6)، وهذا يتأتّى من انحلال بعض الأحماض في قطيرات الماء المطرية، كما في: حمض الكبريت (H_2SO_4) وحمض الآزوت (HNO3)، وهما الحمضان الأساسيان اللذان يكسبان المطر صفة الحامضية، رغم إنّ الأمطار تتضمّن أيضاً حمض الكربون (HCO3) إلّا أنّ دوره في الحامضية محدود.

ولقد تمّ اعتماد مقياسٍ عالميٍّ للحامضية مكوّنٍ من (14) درجة وفق الرقم الهيدروجيني. فعندما يكون الرقم الهيدروجيني (7) فالماء يكون حيادياً متعادلاً (لا حامضياً، ولا قلوياً)، وهي خاصية الماء المقطر. وفي حال تجاوز الرقم الهيدروجيني (7) فهذا مؤشّر على الاتجاه نحو القلوية، والعكس صحيح فإذا ما تدنّى الرقم الهيدروجيني دون (7) فهذا مؤشّر على الاتجاه نحو الحامضية. وتكون الحامضية على أقصاها إذا ما كان (PH) يساوي صفراً، كما تكون القلوية (ALKalin) في قمّتها عندما يكون (PH) مساوياً للرقم (14). والشكل رقم (1) يوضّح مقياس درجة الحامضية.

ومقياس الحامضية، هو مقياس لوغماريتمي سلبي، تتضاعف قيمة الحموضة -أو القلوية- عشر مرّات بانخفاض الرقم الهيدروجيني رقماً واحداً؛ فإذا ما كان الرقم الهيدروجيني (3) فهذا يعني أنّ الحامضية أكبر بعشر مرّات من الحامضية للرقم الهيدروجيني (4)، و(100) مرّة للرقم الهيدروجيني (5).

ويكـون المطـر طبيعيـاً -في حـال كان الجـو خاليـاً مـن الملوّثـات الكيميائيـة- إذا كان رقمـه الهيدروجينـي بـين (6-5) دون أن يكـون لـه أيّة آثار سـلبية على البيئة الحيوية وسـواها. في حين يكـون متوسّـط الحامضـية، إذا مـا كان رقمـه الهيدروجيني بين (5-4)، وآثاره الآنية قليلة غير ملحوظة، لكنّه على الأمد الطويل ستصـبح له آثار كارثية على بعض الحيوانات المائية.



الشكل رقم (1) مقياس درجة الحامضية

وفي حال كان الرقـم الهيدروجيني لماء المطر بين (4-3) فيكون عندها ذا حامضـية عالية، وسـتكون لـه آثار كبيرة على العالم الحيـوي من نباتات وأحياء مائية مدمّراً إياها. وإذا ما تدنّى الرقم الهيدروجيني للأمطار إلى ما دون (3) فستكون الحامضية المطرية شـديدة، ولا يصـحّ المطر عندهـا لأيّة اسـتخدامات بشـرية، ويكون مدمّراً للغطاء النباتي وقاتلاً للأحياء المائيـة. ولقد كشـف عن هطـول مطـري تدنّى رقمه الهيدروجيني (PH) إلى (1.8).

2- تشكّل الأمطار الحامضية:

لا بـدّ لتشـكّل الأمطار الحامضـية مـن توافر الأكاسـيد الغازيـة الحامضـية (ثـاني أكسـيد الكبريـت، وثـاني أوكسـيد الآزوت)، والرطوبـة الجوية العالية، وذلك بوجود الأشعّة الشمسية التي تحرّك التفاعلات الكيميائية للأكاسـيد مع بخار المـاء. وإذا كان ثـاني أوكسـيد الكبريـت (SO_2) ينبعـث إلى الجو من مصـادر طبيعية (البراكين، الينابيع الحارّة، المواد العضوية المتحلّلة)؛ وبشرية بالدرجـة الأولى (احـتراق الوقـود الأحفـوري، وأفران الكوك وصهر المعادن، وإنتاج لب الخشب، ومصـانع تكرير البـترول، وصـناعة الأجر) التي تـزوّد لوحدهـا الجـوّ بنحـو (150) مليـون طنّ سـنوياً، نحو (90%) من نصف الكرة الشمالي. فـإنّ أكاسـيد الآزوت (NO_x) وبخاصّـة ثـاني أوكسيد الآزوت (NO_2) عنصر المطر الحامضي الآزوتي الأساسي، فمصادره بشرية (الصناعات الكيمائيـة وعـوادم السـيارات). ولا بـدّ لحدوث التفاعـلات المولّـدة للأحماض مـن توافر جذور الهيدروكسـيد (OH) التي تنتج من اتحاد ذرّات أوكسجين مع بخار الماء:

$$O+H_2O \rightarrow OH+OH$$

فباتحاد ذرّة أوكسجين مع جزيئة بخار ماء يتولّد جذري هيدروكسـيد. وبتفاعل جذر هيدروكسيد مع ثاني أوكسيد الأزوت، ينتج حمض الآزوت:

$$NO_2+OH \rightarrow HNO_3$$

كمـا أنّ جذور الهيدروكسـيد تحرّك تفاعلات ثاني أوكسـيد الكبريـت الذي يتحـوّل إلى حمض الكبريت وفق التفاعلات التالية:

$$SO_2+OH \rightarrow SO_3+H$$

$$SO_3+H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

أو

$$SO_2+OH+O_2 \rightarrow SO_3+HO_2$$
$$HO_2+HO_2 \rightarrow H_2O_2+O_2$$
$$H_2O_2+SO_2 \rightarrow H_2SO_4$$

ويمكن أن يتشكّل حمض الكبريتي (حمض الكبريت المخفف H_2SO_3) أولاً من تفاعل ثاني أوكسيد الكبريت مع بخار الماء:

$$SO_2+H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

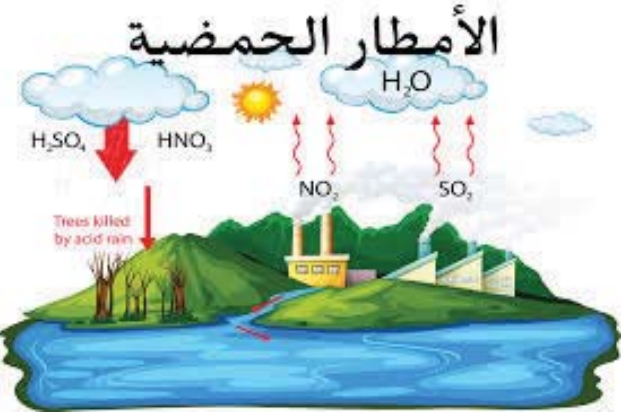
الذي يمكن أن يتأكسد متحولاً إلى حمض الكبريت

$$_2H_2SO_3+O_2 \rightarrow {}_2H_2SO_4$$

ويمكن لحمضي الكبريت والآزوت عنصري المطر الحامضي الأساسيين أن يجدا سبيلهما -كلّياً أو جزئياً- بسهولة إلى السحب لينحلّا في قطراتها المائية، وإما أن يشكّلا نوى تكاثف لبخار الماء لينحلّا في بنية قطرات ماء السحب، التي تنمو وتزداد حجماً -مع زيادة الأحماض فيها- إلى أن يتيح لها وزنها الهطول إلى سطح الأرض. غير أنّ بعض دقائق حمض الكبريت، التي يمكن أن تتكاثف على شكل جسيمات بقطر بين (0.1-0.2) ميكرون، تزداد كثافة بالقرب من سطح الأرض مشكّلةً طبقة سديمية (Sulphate Aer-osol) يترسّب بعضها على الأرض مع العوالق الأخرى بصورة ترسّب جاف (Dry Deposi-tion)، مسبّبة أمراضاً رئوية. بجانب ما تقوم به من عكس لنسبة من أشعّة الشمس مسهمة في تبرّد سطح الأرض. شكل رقم (2).

3- التوزّع الجغرافي للأمطار الحامضية:

تسود الأمطار الحامضية في المناطق الغنية أجواؤها بالأكاسيد الحامضية الممثّلة في المناطق المصدرية لتلك الأكاسيد، وتلك المناطق التي تنقل إليها بوساطة الحركات الهوائية (الرياح)



الشكل رقم (2) آلية تشكل الأمطار الحامضية

السطحية والعلوية، التي تنشرها بعيداً عن مناطق مصدرها مئات الكيلو مترات، مع تزايد تركيزها في موسم الاستقرار الجوي المتّصفة بضغطها الجوي المرتفع.

وتشكّل الدول الصناعية في العالم وما يجاورها مناطق الأمطار الحامضية الرئيسية، ممثّلة في شكل رقم (3):

الشكل رقم (3) التوزّع الجغرافي لدرجات الحامضية

1- أوربا الغربية: وبخاصّة إنكلترا والدول المجاورة لها شمالاً وشرقاً (النرويج والسويد) وشرقاً (ألمانيا وتشيكيا، هنغاريا...)، وجنوباً (هولندا وفرنسا)، حيث يتعدّى الرقم الهيدروجيني في أمطارها إلى ما دون (4.5)، وليكون دون (4)، في جنوبي شرقي إنكلترا وشمالي ألمانيا.

2- أمريكا الشمالية: وبخاصّة في شمال شرقي الولايات المتّحدة الامريكية، حيث انبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت كبيرة، ممّا يجعل الحامضية المطرية تتدنّى إلى ما دون (4) كما في ولاية نيويورك. وتسود الأمطار الحامضية أيضاً في شرقي كندا كامتداد لأمطار شمال شرقي الولايات المتحدة.. كما أخذ الساحل الغربي من الولايات المتحدة يعاني من الأمطار الحامضية نظراً للانبعاثات الكبيرة لأكاسيد الآزوت من عوادم السيارات، والمصانع، لينخفض الرقم الهيدروجين فيها إلى ما دون (4).

3- جنوب شرقي الصين وتايوان: التي أخذت تعاني من حموضة الأمطار منذ أوائل التسعينات من القرن العشرين، حيث بلغت الحموضة درجة متوسّطة (الرقم الهيدروجين بين 5-4.5). ولتمتدّ الأمطار الحامضية في بعض السنوات على طول المنطقة الساحلية من كوريا حتى فيتنام.

4- مناطق متفرّقة: هناك بعض المناطق التي تتوافر فيها احتمالات هطول أمطار حامضية في بعض الأحيان، كما في جنوب شرقي القارّة الأمريكية الجنوبية وجنوبي أفريقيا، وجنوبي الهند، وأندونيسيا، واليابان، وروسيا.

4- الآثار المترتّبة عن الأمطار الحامضية:

غدت الأمطار الحامضية إحدى المشكلات البيئية التي يصعب الحدّ منها والتخفيف من آثارها التي تصل في بعض المناطق إلى درجة الكارثية. ولا سيَّما أنَّها مشكلة متعدّدة الأبعاد؛ لكونها تؤثّر على الكائنات الحيّة بمختلف أنواعها من نبات وحيوان وإنسان الذي يشكّل قمّة الهرم في السلسلة الغذائية التي تبدأ من النباتات الخضراء التي هي الأكثر معاناة من الأمطار الحامضية. كما تؤثّر على التربة والمياه، والعمران والصخور. بجانب ما يترتّب عليها من مشكلات سياسية.

ويمكن تحديد آثار الأمطار الحامضية بالآتي:

1- على الأحياء المائية: التي شكّلت الأمطار الحامضية كارثة حقيقية على أنواع وأعداد كبيرة من الأحياء المائية، كما في الأسماك وغيرها.

إنّ آلاف الكيلو مترات من الأنهار، وآلاف البحيرات في الولايات المتحدة وكندا وأوربا تعاني حامضية مياهها بدرجات متفاوتة، وصلت في بعضها إلى الحدّ الكارثي المميت.

وكمثال، فإنّ عدّة أنهار في منطقة نوفوسكوتيا (Nova scotia) في شرقي كندا، لم تعد أسماك السلامون الأطلسية صالحة للأكل.

وفي النروج نفقت الأسماك من نحو (2000) بحيرة من بحيراتها، وهناك (1000) بحيرة أخرى الحياة المائية فيها في حالة احتضار. كما اختفت الأسماك أيضاً من عدد كبير من بحيرات السويد. وغدت نحو (4600) بحيرة من البحيرات الكندية غير صالحة لحياة الأسماك والحيوانات المائية الأخرى. كما أصبحت الحياة المائية صعبة في معظم بحيرات شمال شرقي الولايات المتحدة التي الرقم الهيدروجيني في مياهها غدا دون (5). ففي جبال ديروندك في شرقي الولايات المتحدة فإنّ أكثر من (200) بحيرة لم تعد صالحة لحياة الأسماك. والشكل رقم (4) يبيّن درجات تحمل أنواع أسماك المياه العذبة لدرجات حموضة مختلفة.

2- على التربة: ذلك أنّ بعض الترب ذات قابلية للتحمض أكثر من غيرها. فترب اللاتريت في المناطق المدارية -كمثال- ذات حساسية عالية للتحمّض، بينما ترب التندرا والترب التي تحتوي على تركيزات عالية من الكالسيوم والصوديوم، تكون أقل قابلية للتحمّض.

الرقم الحامضي ←	PH 6.5	PH 6.0	PH 5.5	PH 5.0	PH 4.5	PH 4.0
السلمون	•	•	•	•		
القاروس	•	•	•			
الفرخ	•	•	•	•	•	
الضفدع	•	•	•	•	•	•
سلمندر	•	•	•	•		
بطلينوس	•	•				
اربيان	•	•	•			
حلزوني/بزاقة	•	•				
القد	•	•	•			

الشكل رقم (4) درجة تحمّل أنواع أسماك المياه العذبة لدرجات حموضة مختلفة

3- على مياه الشرب: فالأمطار الحامضية التي تتسرّب ضمن التربة تحمل معها معادن سمّية من التربة، لتبلغ مخازن مياه الشرب. وفي أثناء عبور تلك المياه ضمن أنابيب توصيل مياه الشرب، فإنّها تسبّب في تقشّرها وإضافة نواتج التقشر المعدنية إليها ممّا يؤدّي إلى زيادة خطورتها، بما ينتج عنها من أضرار على مستخدميها في المعدة والرئتين، خاصّة عند الأطفال الصغار في حال تراكم مستويات عالية من نحاس الأنابيب.

4- على الغطاء النباتي: تعرّضت مساحات واسعة من الغابات في أوربا الغربية والشمالية الغربية، وكذلك في شمال شرقي الولايات المتحدة إلى أضرار كبيرة في الغطاء النباتي وصلت إلى درجة يباس أشجارها. وأكثر الأضرار تلحق بأوراق الأشجار -وسواها من النباتات-، من خلال نقص المغذّيات الحيوية، وازدياد كمّيات المعادن السمّية المتحرّرة من التربة بفعل الأحماض، والتي تعمل على إزالة المغذّيات وإلحاق أضرار بجذور النباتات، والقضاء على الأحياء الدقيقة في التربة.

وأكثر من نصف الأشجار الغابية تأثّرت بالأمطار الحامضية في العديد من الدول الأوربية (المملكة المتحدة، النروج، السويد، بلجيكا، هولندا، ألمانيا، بولندا، تشيك، اليونان..) والأجزاء الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة وشرقي كندا.. وهناك مساحات شاسعة من الغابات دائمة الخضرة في ألمانيا، ومن أشجار الشربين (spruce) الأحمر في منطقة فيرمونت (شمال شرقي الولايات المتحدة) حلّ بها اليباس بفعل الأمطار الحامضية. شكل رقم (5).

الشكل رقم (5) تعرّض النباتات الخضراء لليباس بفعل الأمطار الحامضية

5- على سطوح الأبنية : حيث تؤدّي الأمطار الحامضية إلى تفتّت وتآكل سطوح الأبنية التي تتعرّض إليها مباشرة، لتشمل جميع مكوّناتها من حديد ودهان وبلاستيك وإسمنت، والصخور المشادة منها. وهذا ما يصيب أكثر ما يكون الأبنية المشادة من الحجارة الكلسية والحجارة الرملية والرخام، المتّصفة بشدّة التأثّر والعطب لتفاعل الأمطار الحامضية معها. ومن أبرز الأمثلة عن ذلك، ما تعرّض له مبنى الأكروبول في أثينا باليونان من تحلّل في المئة سنة الماضية. كما تعرّضت النصب التذكارية والتماثيل إلى أضرار كبيرة مما قاد بالمسؤولين عنها، إلى تغليفها بمادّة واقية لحمايتها، أو وضعها ضمن سياج زجاجي. وفي روما -كمثال- تسبّبت الأمطار الحامضية في تشويه الشواهد الثمينة الموجودة في الهواء الطلق، كالنوافير المائية والتماثيل والنصب التذكارية. وقدّرت الكلفة السنوية للأضرار على سطوح الأبنية (نصب تذكارية منشآت أخرى) بأكثر من (2) بليون دولار.

ومناظر التفكّك والتحلّل والتشويه بادية على السطوح الخارجية لأبنية المدن في شرقي الولايات المتحدة وأوربا المواجهة للبحر.

6- مشكلات سياسية : ذلك أنّ مشكلة الأمطار الحامضية ليست محلّية أو إقليمية، بل هي مشكلة عالمية أيضاً، لأنّ العدد من دول العالم غير الصناعية بالدرجة التي لا تسمح انبعاثاتها الغازية إلى تشكّل أمطاراً حامضية أخذت تعاني منها معاناة كبيرة، كما في أوربا الوسطى، والسويد وكندا. فالسويد التي تعاني من مشكلة الأمطار الحامضية أكثر من بريطانيا؛ فإنّ مصدر حامضية أمطارها المصانع البريطانية. وكذلك حال شمال شرقي كندا، وشمال شرقي الأسكا التي تتلقّى انبعاثات الأكاسيد الحامضية من الولايات المتحدة.

5- إجراءات الحدّ من آثار الأمطار الحامضية :

منذ أوائل الثمانينات من القرن العشرين، جرت عدّة محاولات لوضع خطّة لمعالجة مشكلة الأمطار الحامضية، بالاعتماد على بعض الحلول، المتمثّلة في الآتي:

1- إصلاح -أو إعادة تأهيل- البحيرات التي تعرّضت للحموضة، بإضافة الكلس إليها بشكل دوري.

2- تحييد الحامضية (Neutralization)؛ وذلك بالتخفيف من الحامضية بغية الاتجاه بها نحو الحيادية. ويتمّ ذلك من خلال كربونات الكالسيوم أو الكالسيت التي تزيل إيونات الهيدروجين في الحمض بتشكّل آيونات البيكربونات الحيادية. غير أنّ هذه الطريقة مكلفة جدّاً، وتتطلّب وقتاً طويلاً، وجهداً مستمرّاً.

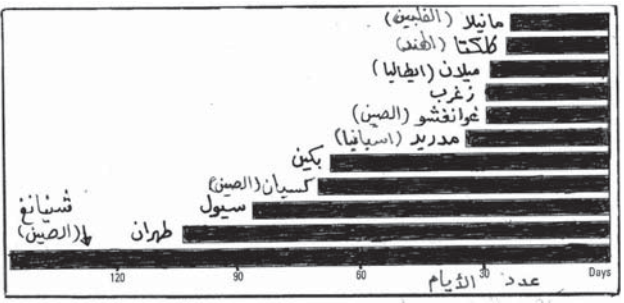
3- إنقاص إنتاج الملوّثات المشكّلة للأحماض إلى حدودها الدنيا؛ وهذا يتطلّب عدّة إجراءات منها: الترشيد في استهلاك الطاقة، ومعالجة

الفحم قبل وخلال وبعد الاحتراق لأسر ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) قبل انطلاقه إلى البيئة. وخفض انبعاثات أكاسيد الآزوت، التي تُحاط بها صعوبة كونها تنطلق بالدرجة الأولى من احتراق البترول في وسائط النقل.

ومشكلة الأمطار الحامضة شأنها شأن مشكلة الأوزون والاحتباس الحراري.. وغيرها، ممّا كانت محور العديد من المؤتمرات والندوات. وكان هناك توافقٌ في الآراء على ضرورة خفض انبعاثات أكاسيد الكبريت والآزوت، وبخاصّة من محطّات توليد الطاقة بالفحم التي تستهلك كمّيات كبرى منه. ولكن لم يتحقّق شيء حتى الآن، وستستمر المشكلة لعقود طويلة حتى يمكن إنعاش البحيرات التي ماتت الحياة فيها.

ثانياً- الضباب الحامضي (Acidic Fogs):

يتشكّل الضباب الحامضي بنفس آلية تشكّل الأمطار الحامضية. ففي الجزء الأدنى من التروبوسفير قريباً من سطح الأرض بسماكة لا تتجاوز (500م)، في أجواء المناطق الصناعية والمدن التي تكثر فيها انبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) –شكل رقم (6)– وأكاسيد الآزوت، والدخان. وحيثما يكنْ الضغط الجوي المرتفع مسيطراً، والرطوبة الجوية مرتفعة، فإنّ بخار الماء يتفاعل مع الأكاسيد السابقة –بوجود ضوء الشمس–، ليتشكّل حمضي الكبريت والآزوت، اللذين يندمجا في قطيرات الضباب ليتشكّل الضباب الحامضي، أو إنّهما –مع ملوّثات دخانية– يقومان بدور نويّات تكاثف، يتكاثف عليها بخار الماء لتتشكل قطيرات الضباب الحامضية.



الشكل رقم (6) عدد الأيام السنوية التي يزيد فيها مستوى تركيز (SO_2) عن القبّة الحدّية (150 ميكروغرام/م3) المحدّدة من قبل منظمة الصحّة العالمية في عدّة مدن من العالم التي تعاني من شدّة تلوّث هوائها

ليس هذا فحسب، بل يمكن للأحماض أن تدخل في تركيب قطيرات الندى، وكذلك الصقيع الأبيض، بما يعرف به (الندى الحامضي، والصقيع الحامضي).

وإذا كان الرقم الهيدروجيني (PH) في الضباب الحامضي يتراوح عادةً بين (4.4) و(4.8)، إلّا أنّه تمّ تسجيل رقم هيدروجيني (3) وما دون في بعض حالات الضباب الشديد الحامضية.

ويكثر تشكّل الضباب الحامضي في أوربا الغربية، وفي الولايات المتحدة الشرقية والشمالية الشرقية. كما أنّه يتشكّل بكثرة في ولاية كاليفورنيا، وبخاصّة في مدينة لوس آنجلس، الذي يعدّ الضباب الحامضي فيها أكثر خطورة من المطر الحامضي لسمّيته العالية، بما يشكّله من خطورة على صحّة الإنسان، خاصّة الأشخاص الذين يعانون من مشكلات في الجهاز التنفّسي.

ثالثاً- الضبخان (Smog):

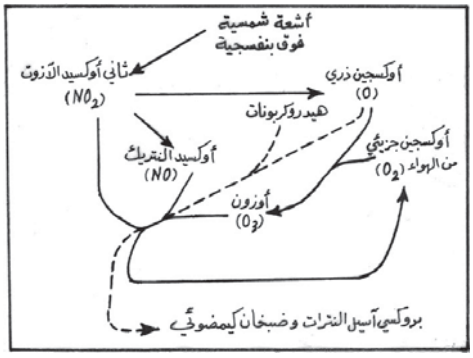
يتركّب الضبخان عموماً من الضباب المائي (Fog) والدخان (Smok) المليء بالملوّثات الكيميائية، وبخاصّة الملوّثات الكيميا ضوئية التي هي من أكثر الملوّثات الجويّة خطورة.

وتتشكّل الملوّثات الكيميا ضوئية من تحوّل الملوّثات الأساسية -المنبعثة من محرّكات السيارات ومن احتراق الوقود في المصانع والمعامل- في الجو السفلي التروبوسفيري، عبر سلسلة من التفاعلات الكيميائية بوجود الطاقة الشمسية فوق البنفسجية التي تشكّل عاملاً مساعداً على التفاعل والتحوّل إلى مركبات جديدة تعرف بالملوّثات الكيميا ضوئية.

ومن أهم التفاعلات الكيماضوئية التي تدخل نواتجها في تركيب الضبخان، هي تفاعلات الجذور العضوية الحرة -الناتجة من تفكّك المركّبات الهيدروكربونية والالدهيدات- مع الأوكسجين الذرّي لتتشكّل جذور البيروكسيل التي تتفاعل مع ثاني أوكسيد الآزوت (NO_2) لينتج من التفاعل بيروكسي أسيل نترات. كما تتفاعل جذور البيروكسيل مع الأوكسجين الجزيئي (O_2) لينتج من التفاعل غاز الأوزون (O_3). وتتفاعل أيضاً الجذور العضوية الحرّة مع الأكاسيد المختلفة لتعطي الألدهيدات، والكيتونات، والبينزوبيرين، والبيروكسيبنزول.

والضبخان أحد مشكلات البيئة الراهنة، لاحتوائه على أكثر الملوّثات الكيماضوئية الجويّة خطورة التي تنحل في قطرات الماء الضبابية. وبعضها الآخر يدخل في تركيبها كالدقائق الدخانية التي تعمل كنويات تكاثف، ويبقى بعضها معلّقاً مع قطيرات الضباب. وهذا يعني أنّه لا بدّ لتشكّل الضبخان من توافر ثلاثة عناصر: الملوّثات الكيما ضوئية (أكاسيد الأزوت، ثاني أوكسيد الكبريت، الهيدروكربونات) والدخان. مع نسبة من غاز الأوزون، وهذا ما يتحقّق عموماً في المدن الكبرى ذات الكثافة السكانية العالية والمناطق الصناعية. وتوافر الرطوبة الجوية، والتبرّد السطحي القريب من سطح الأرض لحدوث التكاثف وتشكّل الضبخان وهذا يكون مقترناً بسيطرة ضغط جوي مرتفع مترافق بانقلاب حراري سطحي إشعاعي.

وهذا يحدث مراراً في لندن، وكذلك في مدينة لوس آنجلس الأمريكية التي ينطلق إلى أجوائها يومياً نحو (800) طن من أكاسيد الآزوت، ونحو (300) طن من المواد العضوية (الهيدروكربونات)، متولّداً من جراء التفاعلات الكيماضوئية في ظلّ رطوبة جويّة عالية الضبخان الكيماضوئي المؤلّف من خليط من الملوّثات الرئيسية والثانوية، والتي يؤدّي تمركز الأوزون وبيروكسي أسيل النترات -الناتج من تلك التفاعلات- دوراً بالغ الخطورة على الصحّة. ويبيّن الشكل رقم (7) مخطّطاً عاماً لآلية التفاعلات التي يتشكّل من خلالها الضبخان وبيروكسي أسيل النترات وغير ذلك.



الشكل رقم (7) مخطّط لآلية التفاعلات التي يتشكّل من خلالها الضبخان وبيروكسي أسيل النترات

وفيما يلي سلسلة التفاعلات الكيمضوئية المشكّلة للضبخان ولبروكسي أسيل النترات... وغيره:

$$NO_2 \xrightarrow{h} NO+O$$
$$O_2+O \rightarrow O_3$$
$$NO+O_3 \rightarrow NO_2+O_2$$
$$HC+O \rightarrow HCO$$
$$HCO+O_2 \rightarrow HCO_3$$
كيتونات+ الدهيدات $\rightarrow HCO_3+HC$
$$HCO_3+NO \rightarrow HCO_2+NO_2$$
$$HCO_3+O_2 \rightarrow HCO_2+O$$
مؤكسدات عضوية آزوتية $\rightarrow HCOX+NO_2$
(PBN، PPN، PAN)

حيث ينتمي إلى المؤكسدات العضوية الآزوتية: بروكسي أسيل النترات (PAN)، وبروكسي بروبيونيل النترات [ppn Peroxypropionyl Nitrate] وبروكسي بيروتيريل النترات [(PBN (Peroxybutyryl Nitrate)]. ويعدّ بروكسي أسيل النترات أخطرها، لتتضاعف الخطورة في حال ارتفاع نسبة ثاني أوكسيد الكبريت في الجو أيضاً.

ومن الظواهر المرضية المرافقة للضبخان الكيمضوئي نذكر: التهاب الشعب الهوائية المزمن، التهاب الرئة، تدرّن في الجهاز التنفسي، سرطان الرئة، الربو، أمراض القلب، بجانب الحرقة في العيون بفعل تأثير الغاز الحارق (PAN)، مع ما يتسبّب عن تلك الأمراض من حوادث وفيّات عديدة.

وينذر أن تمرّ سنة دون أن تتعرّض مدينة كبرى أو منطقة صناعية لجو ضبخاني. ولقد شهد العالم في المئة سنة الماضية تكرارَ العديد من الأجواء الضبخانية الكارثية، التي ذهب ضحيّتها آلاف الأشخاص، والجدول التالي يبيّن أهم تلك الحوادث.

جدول يبيّن أهم الحوادث الضبخانية وما رافقها من وفيّات منذ بداية القرن العشرين

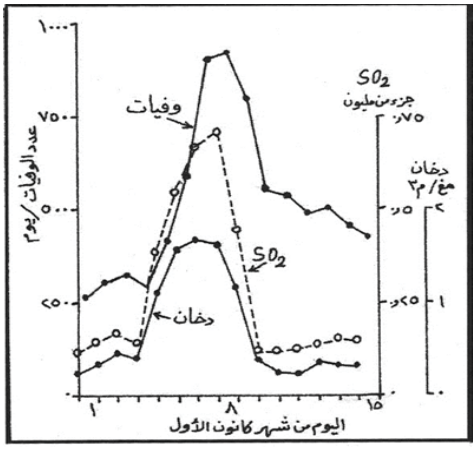
المكان	التاريخ (الشهر والسنة)	عدد الوفيّات/ (نسمة)
لندن (إنكلترا)	كانون الثاني، 1911	1150
وادي ماس (بلجيكا)	تشرين الأول، 1930	63
دونورا (بنسلفانيا الأمريكية)	تشرين الأول، 1948	20
بيكاريكا (المكسيك)	تشرين الثاني، 1950	22
لندن (إنكلترا)	كانون الأول، 1952	4000
نيويورك (الولايات المتحدة)	تشرين الثاني، 1953	250
لندن (إنكلترا)	كانون الثاني، 1956	1000
لندن (إنكلترا)	كانون الأول، 1957	700-800
لندن (إنكلترا)	كانون الأول، 1962	700
نيويورك (الولايات المتحدة)	كانون ثاني، شباط، 1963	200-400
نيويورك الولايات المتحدة)	تشرين الثاني، 1966	168

وتعدّ مدينة لندن من أكثر المدن التي عانت من آثار الأجواء الضبخانية. وتعاني العديد من المدن الأمريكية من الأجواء الضبخانية التي تصل أحياناً إلى الحدّ الكارثي، كما في نيويورك، واشنطن، ديترويت، ولوس آنجلس. وتشتهر لوس أنجلس في أيامنا الحالية بتكرار حدوث الضبخان الخفيف لعدد من الأيام في السنة يزيد على (60 يوماً). وقدّرت نسبة الأوزون في أجوائها بأكثر من (160) جزءاً من مليون خلال ثلاثة أيام من أربعة. كما تتعرّض للضبخان مدينة طوكيو اليابانية، ومدن صينية عدّة، ومدن أخرى كثيرة في العالم (باريس، بودابست، وارسو، سان باولو، مكسيكو... إلخ).

وسنستعرض فيما يلي، كارثتين ضبخانيتين:

1- كارثة لندن (1952):

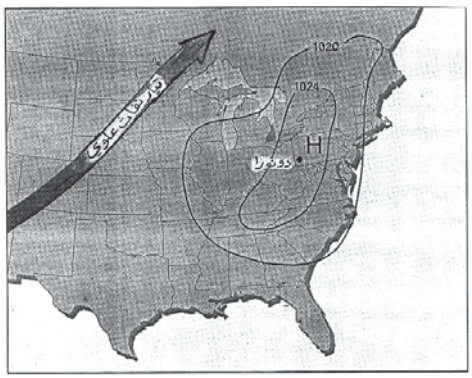
تعدّ الكارثة الأعظم في تاريخ الكورات الضبخانية في العالم، فخلال خمسة أيام متواصلة (5-9 كانون الأول) من عام (1952) خيّم على العاصمة البريطانية (لندن) جو ضبخاني كثيف، امتزج فيه الضباب مع الدخان، وتعاظم تركيز المركبات الكيمائية -بخاصّة ثاني أوكسيد الكبريت- ونواتج التفاعلات الكيماضوئية (بروكسي أسيل النترات... وغيره) مع وجود نسبة من غاز الأوزون. ومما فاقم الكارثة سيادة ضغط جوي مرتفع طيلة الخمسة أيام مترافق مع انقلاب حراري سطحي إشعاعي، مترتّباً على ذلك وفاة نحو (4000) شخص، كانت النسبة الكبرى من الوفيّات في اليوم الرابع من الضبخان -شكل رقم (8)-. ولقد تدنّت الرؤية إلى درجة العدم تقريباً بحيث لم يعد المرء يرى رفيقه. وكان الناس يسيرون على الأرصفة، ويتلمّسون جدران الأبنية مسترشدين بها لمتابعة طريقهم، مضطرّين الناس خارج بيوتهم إلى وضع كمّامات على أفواههم.



الشكل رقم (8) كارثة لندن الضبخانية عام (1952)

2- كارثة دونورا (Donora) عام (1948):

سيطر على وادي مونونغالا (Monon-gahala) الذي تقع فيه مدينة دونورا في ولاية بنسلفانيا الأمريكية، ضغط جوي مرتفع، ارتفعت قيمة الضغط في مركزه إلى (1025) ملليباراً، وكان يتحرّك إلى الغرب منه في التروبوسفير العلوي تيار هوائي نفاث (Jet Stream)، مستمرّ الضغط المرتفع -المترافق بانقلاب حراري سطحي إشعاعي- مسيطر فوق ولاية بنسلفانيا لمدّة خمسة أيام تقريباً، ابتداء من صباح يوم الثلاثاء (26 تشرين الأول) حتى يوم السبت (30 تشرين الأول) من عام (1948)، وكان غراديان الضغط الأفقي صغيراً (خطوط الضغط المتساوية متباعدة عن بعضها)، وهذا ما فسّر ضعف الرياح -التي لم تتجاوز سرعتها (3م/ثا)- إن لم يكن انعدامها، ممّا ساعد على تمركز الملوّثات -شكل رقم (9).



الشكل رقم (9) كارثة دونورا الضبخانية عام (1948)

وفي صباح يوم الثلاثاء (26 تشرين الأول)، أخذ الضباب الإشعاعي بالتشكّل بكثافة كبرى فوق الأرض الرطبة بدونورا نتيجة التبرّد الشديد

لوقوعها في قاع الوادي المحاط بالتلال. وممّا ساهم بزيادة تركّز الملوّثات الكيمائية وكثافة الضباب، هبوب الهواء البارد من فوق منحدرات الوادي، وكان هذا الهواء مليئاً بالملوّثات الناتجة عن مجمّع معامل الصلب، وصهر الزنك، ومصنع حمض الكبريت، متشكّلاً الضباب الدخاني (الضبخان) الذي استمرّ بحمولته من الملوّثات المتزايدة حتى يوم الأربعاء، لتزداد الكثافة في قاع الوادي لسيطرة انقلاب حراري، ممّا جعل الضبخان يشكّل طبقة شديدة الكثافة أعاقت أشعّة الشمس من الوصول إلى الأرض، ممّا لم يسمح بحدوث تسخّن سطحي وحدوث مزج هوائي لعمق جوي معتبر، لتبقى الملوّثات الضبخانية أكثر تركيزاً عند السطح، في طبقة ضحلة راكدة، بينما المعامل والمصانع مستمرّة في إطلاق ملوّثاتها إلى الهواء -بخاصّة ثاني أوكسد الكبريت والجسيمات- من مداخنها لعلو لم يتجاوز (40 متراً). وما إن حلّ يوم الخميس استمرار ليوم الأربعاء حتى تناقصت الرؤية إلى درجة لم يعد بالإمكان الرؤية عبر الشارع لمسافة عدّة أمتار. وفي الوقت نفسه غدا الهواء ممرّضاً تفوح منه رائحة ثاني أوكسيد الكبريت الكريهة، وباتت النسبة الكبرى من الملوّثات الضبخانية ذات تأثيرات كبرى على الصحّة البشرية. وما إن طلّ يوم الأحد (31 تشرين الأول) حتى تغيّرت الحالة الجويّة، وأخذت الرياح تهبّ بسرعة، مبدّدة الملوّثات، ممّا كان إيذاناً بوصول منخفض جوي جبهي ترافق بأمطار.

ولقد ذهب ضحيّة ضبخان دونورا (22) شخصاً، بجانب معاناة نحو نصف سكان المنطقة البالغ عددهم (14000 نسمة) من تأثير الملوّثات، وأغلبهم من كبار السن ولا سيما المصابين بأمراض في الجهاز التنفّسي وأمراض قلبية.

المراجع

1- المراجع باللغة العربية:

- علي حسن موسى: «الأوزون الجوي»، دار الفكر، دمشق، 1990.
- علي حسن موسى: «الاحتباس الحراري»، دار دمشق، دمشق، 2007.
- علي حسن موسى: «التصحّر»، دار الأنوار، دمشق، 1993.
- علي حسن موسى: «التلوث البيئي»، دار الفكر، دمشق، 2000.
- علي حسن موسى: «المناخ المتغيّر»، دمشق، 2011.
- عدد من المؤلفين: كوارث الطبيعة، ترجمة: شاهر حسن عبيد، وزارة الثقافة، دمشق، 1989
- علي موسى: الجغرافية الفلكية، منشورات جامعة دمشق، دمشق، 2000.
- علي موسى، فواز الموسى: جغرافية الكوارث الطبيعية، دار الأفاق العلمية، الشارقة، 2023.
- فواز الموسى: ألغاز كونية، منشورات جامعة دمشق، دمشق، 2023.
- فواز الموسى: جغرافية المخاطر والكوارث الطبيعية (منشورات جامعة حلب، حلب، 2014.
- نعمان شحادة: «علم المناخ»، دار صفاء، عمان، 2009.

2- المراجع باللغة الأجنبية:

- Ahrens، C.D; «Meteorology Today». west publishing Company، New York، 1994.
- Bryant، E; «Tsunami: The Underrated Hazard». Combridge University Press، 2001.
- Dregne، H.E; «Desertification of Arid Lands». Harwood1993 ،.
- Kovach، R & Mc Guire، B; «Guide to Global Hazards». Philip›s، London2003 ،.
- Maslin، M; «Global warming». Colin Publication، Scotland2003 ،.
- Tarbuck، E.J & Lutgens، F.K; «Earth Science». Ohio1976 ،.

العلوم الرياضية وعناصر الطبيعة

ابن الحسن الكَرَجي نموذجاً

محمّـــد حبـــش

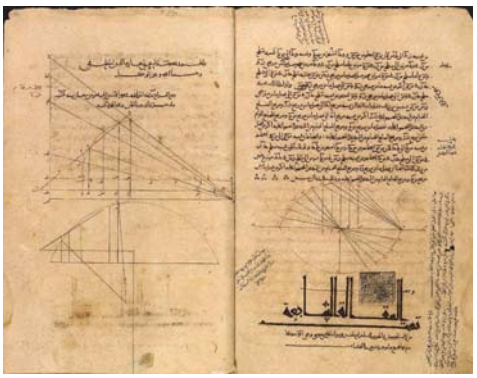
عاش أبو بكر محمّد بن الحسن الكَرَجي[1] في القرن الخامس الهجري، الحادي عشر الميلادي، وهو عالم رياضي جمع بين الهندسة العملية والبرهان الرياضي، اهتمَّ بالعناصر الطبيعية، فألّف كتاباً نفيساً بعنوان: «إنباط المياه الخفية»، يعدُّ موسوعة هندسيةً عمليةً فنّية في دراسة المياه الجوفية واستثمارها، موسوعة تعتمد على تجارب عملية، وأسّس نظرية، ومحاكمة رياضية منطقية، تُبهر بروعتها مهندسي اليوم، حين يرون التقدّم الذي وصل إليه علم المياه الجوفية في القرن الخامس الهجري لدى العرب، وأثار الكتاب اهتمام عدد من المستشرقين الذين ترجموه إلى الألمانية، والفرنسية، والإنكليزية.

في هذا البحث نتناول الدراسات التي أنجزها الكرجي والنتائج التي توصّل إليها فيما يتعلّق بعناصر الطبيعة، حيث تناول الماء وكيفية إنباطه، والخواص الفيزيائية للمياه الجوفية والظواهر المائية والجيولوجية المتعلّقة بها وطرائق التعرّف على مواضعها، ووثّق خبرةً هندسية اختزنتها وطوّرتها الذاكرة العلمية والعملية للحضارة العربية في مجال الاستفادة من المياه الجوفية، وصنّف أنواع المياه الأرضية تصنيفاً دقيقاً ومهمّاً، وتناول تأثير الزلازل على عيون الماء، ووضع تشريعات وأنظمة للمياه واستخداماتها، محدّداً موانع حفر الآبار، وسبل فتح المياه المسدودة... وتحدّث عن التربة وصفاتها الفيزيائية، ومدى صلاحيتها لحفر القنى والآبار، وتأثيرها على جري الماء، كما تحدّث عن الهواء وتكاثفه واستحالته إلى ماء، وإحالة الماء إلى هواء وعلاقة الشمس بذلك.

أولاً- المياه وإنباطها

يُقصد بالإنباط إخراج الشيء وإظهاره بعد خفاء، وإنباط الماء، أي استنباطه والانتهاء إليه، والاستنباط هو الاستخراج، والمياه الخفيّة هي المياه الجوفية وفق المصطلح العصري، ويذكر الكرجي عن سبب تأليف كتابه هذا، أنّه بعد أن تصفّح شيئاً من كتب المتقدّمين في الموضوع، ووجدها قاصرة على الكفاية واقعة دون الغاية، بدأ في تصنيف كتابه هذا في إنباط المياه الخفيّة، وعن مفهوم الدورة الهيدرولوجية للماء.

ويذكر تحت عنوان صفة الأرض: «ومن حكمة الله أنّ خلق في الأرض مواضع كثيرة ذات جبال متّصلة بعضها ببعض في فراسخ كثيرة ذاهبة طولاً وعرضاً، فيما بينها شعاب وبطاح وعواقيل مشتركة، فإذا كان الزمان في هذه المواضع شتاء، وكثّف الهواء واشتدّ البرد، واستحال الهواء إلى الماء استحالة قوية، ووقعت عليها الثلوج العظيمة لا تنقطع شتاء ولا صيفاً، فإذا اشتدّ الحرُّ بها بمسامته الشمس إياها، ذابت وصار ذوبها مادة للعيون، والأنهار والقنى والآبار وجرى مياهها في عروق الأرض والخروق التي في بطنها، فصارت مادة لمنابع في أماكن بعيدة»[2].



يذكر الكرجي في رسائله: «لما خلق الله الأرض والماء خلق لكلّ واحدة منهما مادّة، فمادة الماء الساكن في بطنها والعيون والأودية والأنهار والينابيع عليها من الأمطار والثلوج، فلو انقطعت، قلّت المياه وأدّى ذلك إلى خراب الأرض، وينسب في كتابه إلى بعض الحكماء القول: «إنّ الهواء يستحيل ماءً في بطن الأرض كثيرة البرد، ويصير ذلك مادّة دائمة لمياه القنى متّصلة غير منقطعة يمنع الماء الساكن، ومن المياه الظاهرة العيون التي نبعت من غير علاج، وسببها أنّ مجاري المياه في بطن الأرض عندما تصادف على وجهها مكاناً أقرب إلى المركز من موضع مادّتها ظهرت فيه، ومتى كان مجرى الماء في جوف الأرض في تربة صلبة وامتدّت الصلابة مع خرق يجري فيه الماء إلى قنة جبل ظهر الماء فيها ونبع إذا كانت القنة أقرب إلى المركز من موضع مادّة الماء الجاري فيه.. على هذا يجب أن تكون المياه من الثلوج والأمطار من استحالة الماء إلى الهواء، والهواء إلى ماء، وهو بقوله هذا يشير إلى التبخّر والتكاثف، ولعلّ باقي كلامه من الوضوح، بحيث لا يحتاج إلى تعليق.

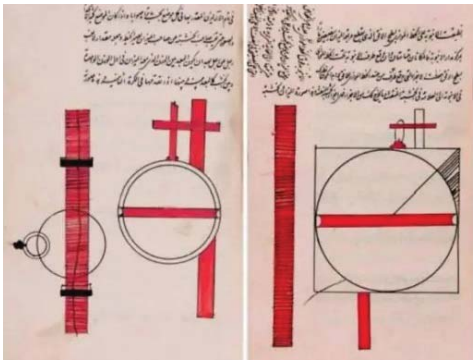
يصف الكتاب الظواهر المائية والجيولوجية المتعلّقة بالمياه الجوفية وطرائق التعرّف على مواضعها ويحلّلها ويشرح العمليات المطلوبة قبل تنفيذ الأقنية وهي: مسح الأرض وتسويتها والأدوات المستخدمة في المسح وطرائق تنفيذ الحفر والإنشاء والأخطار المحتملة في أثناء التنفيذ وكيفية التخلّص منها[3]، كما يتناول قواعد الإنباط، وفنوناً من مباحث علم طبقات الأرض ومعرفة مواقع المياه الخفيّة، وكيفيّة استخراج الماء الحلو من قعر البحر[4]، وآلات الإنباط، والاستخراج وغيرها.

يحتوي الكتاب معلومات عن الخواص الفيزيائية للمياه الجوفية، وعن فصول السنة وعلاقتها بوجود الماء، واختبارات فيزيائية لاستكشاف الماء العادي والارتوازي، وطرق زيادة ورود المياه إلى الآبار، ثم يتطرّق إلى حفر الآبار والمواصفات التي يجب تطبيقها للحصول على جودة الحفر وكيفية تطبيق هذه الشروط على العمال والمواد التي يجب استعمالها، والأدوات والأجهزة (مع الرسوم) التي تعمل لتحديد الاستقامات والميول والارتفاعات والشاقولية والمناسيب..

فاق الكرجي بمعلوماته الشاملة عصره، وتجاوز الزمان والمكان، لأنّ القوانين الطبيعية التي أوضحها في كتابه ذات مضمون كوني، ولم تصبح معروفة لمهندسي اليوم إلّا عن طريق الغرب، ومنذ زمن ليس ببعيد، ولا شكّ أنّ الإشعاع العلمي الذي نشره الكرجي بمعرفته قد تردّد صداه في كتاب (الآثار الباقية عن القرون الخالية) لأبي الريحان البيروني (440 هجرية – 1049 ميلادية) الذي طبّق معلوماته عن المياه الجوفية على أراضي الهند[5].

أحاط الكرجي بموضوعه إحاطة الخبير المثقّف الذي أدرك أهمّية كلّ فكرة تحدّث فيها، فدقّة التفاصيل التي شرحها في هذا الكتاب وجمْعه بين الهندسة العلمية والبرهان الرياضي، لا سيّما في (باب وزن الأرض) يدلّان دلالة واضحة على أنّ الكرجي –وهو العالم الرياضي– زاول مهنة المهندس وتعرّف على دقائقها بالشكل الذي كانت تُعرف به في ذلك الوقت، ووثّق الكرجي في هذا الكتاب خبرةً هندسية اختزنتها وطوّرتها الذاكرة العلمية والعملية للحضارة العربية في مجال الاستفادة من المياه الجوفية[6].

حول علاقة الشمس بالماء، وتحت عنوان «الشمس تأخذ من الماء أعذبه» يقول الكَرَجي: «إنّ معظم الماء الساكن يكون تحت الصحارى، وقد يمدّه مياه الثلوج التي تبقى على جبال قد ذهبت طولاً وعرضاً فيما بينها شعاب وبطاح لحفظ الثلوج إلى وقت مسامتة الشمس لها، في مثل هذه الصحارى أقوى منه في غيرها لأن الجبال الموصوفة هي مخازن الماء من جميع الأرض المحيط بها، ما لم تمنع المواقع المذكورة وسفوح هذه الجبال إذا كانت مقابلة لقطب الشمال أندى وأرطب من سفوحها التي تلي المشرق والمغرب، وأيبسها السفوح التي تلي القطب الجنوبي منها لأن وقع نور الشمس يدوم عليها من أول النهار إلى آخره والشمس تأخذ من الماء أعذبه وأرقّه فتحيله إلى الهواء وكذلك يكون ماء البحر ثخيناً غير عذب لأن الشمس أخذت عذوبته ورقته في الزمان الطويل.



الاستدلال على المياه الجوفية

يقودنا الكرجي إلى كيفية الاستدلال على وجود الماء الجوفي، فقد صنّف الجبال والأحجار الدالّة على الماء وفق كمية الماء الموجود فيها إلى: الجبال السوداء، إذا كانت من حجر يخالطه طين، ويتلوها الجبال الخضر في كثرة

الماء ثم الصفر، ثم الحمر، والسود التي حجر رخو ذو أطباق، وعواليها -أي قممها- عريضة، وأجسامها ضخمة، أغزر ماءً من غيرها، وإذا كثرت صخورها وصلبت فهي قليلة الماء، والجبال المنفردة لا ماء فيها، وخصوصاً إذا كثر حجرها وصلب، لأن الثلوج لا تبقى عليها، والجبال الكثيرة المتصلة بعضها ببعض الممتدّة على وجه الأرض فيما بينها شعاب يحفظ الثلوج من الحر إلى وقت الربيع والصيف، أكثرها على أي لون كانت، أما الجبال البيض فيصنّفها الكرجي ضمن الجبال اليابسة والأرضين قليلة الماء.

ويصف الكرجي الأراضي التي فيها ماء بالقول: «إنّ كلّ أرض متعلّقة بأصول الجبال الموصوفة فهي ذات ماء، وإذا اتصل بأصولها صحارى كثيرة فأقربها إلى المركز أكثرها ماءً.. والأرض التي عليها نبات كثير مما لا يُزرع تكون ذات ماء قريب، وخصوصاً إذا كان على النبات نداوة وطل بالغدوات، وإذا كانت على وجهها مسايل السيول ظاهرة متصلة بشعاب الجبال والأمكنة المرتفعة عنها وليس لها منها مخارج فهي ذات ماء، والأرض التي على حجرها نبات كانت ذات ماء.

كما يذكر الكرجي أنّ الصوت يمكن أن يدلّ على وجود ماء من عدمه، حيث يقول: «إذا سمعت من جوف في شعاب الجبال والبطاح فيما بينها صوتاً مثل دويّ الريح كانت ذات ماء، إذا كان عليها ندى وعشب، فإذا لم يكن ذلك عليها كان المسموع دويّ الريح، لأن الأرض الخالية من الماء يدبُّ في خللها الهواء ويخرقها فيُسمع منها صوت.

ويصف الكرجي أيضاً في كتابه أشكال الجبال التي تحتفظ بالثلوج وتختزن الماء في أجوافها، ومن صفاتها أن تكون مغطّاة بالشجر، بشكل يظلّلها فيؤدّي إلى احتفاظ الأرض بالرطوبة وتقليل البخار، وفي الصحارى يُنظر إلى الأرض وشكل حجارتها.. فالحجارة الرخوة السوداء تدلُّ على الماء، والحجر المختلف الألوان المتبدّد يدلُّ عليه، والحجر الأبيض المتفرّق، وكذلك الصخور الثابتة، ويلاحظ أنه يشير إلى الحجر المتفرّق والمتبدّد، وهذا يعطي دليلاً على الفراغات، وبالتالي ازدياد تسرب الماء إليها.

كما يذكر الكرجي مجموعة من النباتات يدلُّ وجودها على الماء الجوفي، مثل: «البقلة، الحبق النهري، الحماض، كرفس الماء، العوسج دقيق القضبان ومستويها، لسان الثور، الحرشف، القرّاص، أكليل الملك، البطم واللبلاب»، ويذكر أنّ وجود هذه النباتات يدلُّ على وجود الماء الجوفي مع الشروط الآتية: (أن يكون نابتاً من غير زرع، أن يكون غضّاً).

أنواع المياه

يصنّف الكرجي أنواع المياه الأرضية تصنيفاً دقيقاً ومهمّاً، ينطبق تماماً على ما يعرفه الهيدرولوجيون اليوم، فيقول: «إن الماء في بطن الأرض ثلاثة أنواع، ماء أصلي ساكن في جوفها لا يزيد بزيادة الأمطار ولا ينقص بنقصانها ولا يتغير حاله إلا شيء قليل قد غمر أكثر جرم الأرض بحسب وجود الخلل والمنافذ فيه، لا يتغيّر بشدّة القيظ وأزمان الدهر، وإذا كانت الأرض مختلفة التربة ذات موانع صلبة وحواجز حابسة للماء أن يجري بطبعه في أجزائها صار هذا الماء يوجد في موضع في قعر قريب وفي آخر في قعر بعيد، ويكون هذا الماء قليل الحركة والجريان في بطن الأرض، وهو مثل البحر فوقها والقناة التي تنشأ فيه يبقى

ماؤهـا على صفـة واحدة جاريـاً لا يتغيّر. والثاني ما تكـون مادته استحالة الهـواء إلى الماء في بطن الأرض دائمـاً، وهذا أيضـاً يدوم جريـه ما بقي السبب الذي به يستحيـل الهواء إلى ماء، والثالث الماء الذي مادته من الثلوج والأمطار وأكثر عمارة أهل الأرض بـه، لأنه مادة الأودية العظام والعيون والقنـى، والماء في بطن الأرض لا يتغيّر كما يتغيّر طعم مياه البحار، والعيـون الواقفة، والمستنقعات على وجه الأرض، لأن الماء الظاهر تأخذ الشمس عذوبتـه ورقّتـه، فتخـثر وتغيـّر طعمـه، وفي بطن الأرض لا يعرض له ذلك، والمياه الحارة في القنى قوية المادّة إذا لم يكن ذلك من فساد في التربة.

باب

وصف الجبال والاحجار الدالة على الماء

وبعد ماقد مناذكره نقول ان الجبال السود كثيرة الانداء دالة على الماء اذا كان من حجر يخالطه الطين ويتلوها الجبال الخضر في كثرة الماء ثم الصفر ثم الحمر على ماذكره الاولون، والسود التي حجرها رخو ذ واطبا في ويكون عواليها عريضة واجسامها مخلخلة اغزر ماء من غيرها واذا كثرت صخورها وصلبت فهي قليلة الماء، والجبال المفردة لاماء فيها وخصوصا اذا كثر حجرها وصلب لأن الثلوج لاتبقى عليها، والجبال الكثيرة المتصلة بعضها ببعض الممتدة على وجه الارض في فراسخ منها فيما بينها شعاب يحفظ الثلوج من الحرالى وقت الربيع والصيف اكثرها على اى لون كانت واذا كانت عواليها عريضة كانت اغزر واذا كانت نباتها غضا كثيرا اوكان عليها شجر كثير يظلها من حر الشمس كانت اكثر ماء وخصوصا سفوحها المقابلة لقطب الشمال والحجر الرخو الاسود اذا كان ذا اطباق في الصحارى والجبال دليل الماء وكذلك الحجر المختلف الكثير المتبدد(٤) في وجهها دليل الماء والحجر الابيض المتفرق فيها دليل الماء واذا كان عليا صخور قائمة كأنها ناتئة فانها دليل الماء.

الجبال التي تحفظ الثلوج

(١) كذا (٢) صف ـ التراب وقدمر التوأب (٣) صف ـ انشب (٤) صف ـ البتدر

يذكـر الكرجي صفـات الماء الصالـح للشرب والحافـظ للصحة، وحدّدهـا في: «أن لا يثقل على المعـدة -ينفـذ نفـاذاً سريعاً- يقبل الـبرد والحر بسرعـة»، إذ تحتوي هـذه الشـروط الثلاثة للماء الصالـح للشـرب ضمنـاً انخفاض نسبـة المواد المنحلـة «عـدم الإثقـال ـ النفـاذ ـ قبـول البرودة والحرارة»، والشروط الثلاثـة لا تختلف من حيث الجوهر، وإنمـا من حيث الدقّـة والتحديد الكمّي لهـذه الشروط. ويقول: «إذا رأيت ماء متغيرَ اللون فلا خير فيه، وإذا شممتَ منه رائحة كريهة فاعلم أنه رديء، وإذا ذقتَ وكان طعمه غير مستطاب فهو غـير موافق، وإذا لم يكن معرفته بالرؤية والشرب والذوق، وكان قابلاً للحرارة والبرودة بسرعة فهو ملائم جيد، وكل ما طـال مكثه في الحفر والعيون كان رديئـاً، وإذا وجدت ماءيـن لا يمكن أن يعرف فضـل أحدهمـا على الآخـر بالحواس وأردت أن تعرف أوفقهمـا وأصحهما، وزنت منهما مقدارين متساويي الكيل، فما خفّ فهو أصحُّ وأوفق.

ويشير الكرجي إلى أنّ الماء الذي لا تتحقّق فيه الشروط السابقة هو ماء (رديء وبيء)، والكلمتان لهما مدلولان محدّدان تماماً.. فرديء، تعني عدم إمكانيـة شربه، أما وبيء فتعنـي أنه ناشر للوباء، والوبـاء هو المرض القابـل للانتشار، ولا يخفى ما للميـاه الملوّثة من قدرة على نشر الأوبئة، ويتحدّث الكرجي عن المـاء العذب الذي يسمّيـه الرقيق أو الخفيـف، باعتباره المـاء الصالح للشـرب، والماء

الثقيل أو الثخين أو الكريه، باعتباره الماء الملوّث الذي لا يصلح للشرب، ويوصي بفحص الماء بالنظر والشم والتذوّق، فالماء الصالح للشرب ليس له طعم ولا لون ولا رائحة ويقبل الحرارة والبرودة.

المياه وخواصها الكيميائية والفيزيائية

يصنّف الكرجي المياه الجوفية وخواصها الكيميائية والفيزيائية إلى ثلاثة أنواع:

- الماء الساكن: هو ماء يجري في جوف الأرض، ولديه اضطراب في تعريف هذا الماء، خاصة عندما يذكر أن نشأته من استحالة الهواء إلى ماء في الأرض.

- الماء المتكاثف: ما تكون مادته استحالة الهواء إلى ماء، هذه العملية تحدث في أجواف الأرض الباردة، وهي بالطبع لا تعطي إلا كميات قليلة جداً من الماء، ولا علاقة لها بالماء الجوفي.

- الماء الذي مادته من الثلوج والأمطار، لأنه مادة الأودية العظام والقنى والعيون، وهو تعريف أيضاً يدلُّ على طبقة الماء الجوفي، والتي تعرف بمنطقة الإشباع.

وفي باب الكلام عن تربة الأرض وتأثيرها على جري الماء يقول الكرجي: «خير الترب ما كان معتدلاً بين الصلب والرخو، حرُّ الطين لزجهُ، عذب الطعم، طيب الريح، فإن خالطه شيء من الرمل كان أبقى على جرية الماء عليه، يكون فيه رطوبة أصلية تحفظ من الانحلال في الماء، وكلّ طين فيه النداوة الأصلية فإنه إذا ظهر للهواء حتى تتشف رطوبته انحلّ بعد ذلك في الماء، ولم يتماسك، فما ينشأ في اليبس من القنى والأنهار في تربة تكون ذات نداوة أصلية لم تؤثّر جرية الماء فيه بتّة، فإذا أُنشئت قناة أو ساقية في هذا الطين حتى يظهر للهواء ويزول نداوته فإنه ينهدم ويقع إذا جرى الماء فيه، فمن أراد أن يُنشئ نهراً أو ساقية أو قناة في تربة فيها نداوة أصلية على أن تزول تلك النداوة بظهور التربة للهواء أرسل الماء فيما حفره حتى تبقى التربة رطبة، ولا تزول النداوة الأصلية منه ويكون الماء قدراً لا يمنع من الحفر، وهذا ممّا يخفى على كثير من الناس، ذلك أنهم ينشئون القناة في اليبس، وبعد ذلك في المنبع، فالذي أنشأه في اليبس يجفُّ طينه وتزول عنه النداوة الأصلية قبل أن يصل الماء إليه من منبعها، فإذا وصل الماء إليه انهار ووقعت جوانب النقب، وإذا كانت تربة القناة صلبة فهي تحفظ لعمارتها، وإذا خالطها شيء من الحجر والحصا كان ذلك أجود لها».

تأثير الزلازل على عيون الماء

حول إسهام الزلزلة في نقل عيون الماء في باطن الأرض، يقول الكرجي: «عند التزلزل تفور عيون وتظهر عيون في بعض أوقاته، وتنتقل عيون من مكان إلى مكان، والسبب في ذلك أنه يكون في بطن الأرض عروق تجري فيها الماء إلى عيون ظاهرة فوق الأرض، وما يكون حول العرق من تربة الأرض يكون صلباً، وإذا كانت الزلزلة التي سببها خروج البخار المجتمع في بطن الأرض، فإذا أُصاب مجرى الماء خلل تربته فوجد الماء منافذ أُخر أقرب إلى المركز، فخرج في واحد منها وانقطع عن المجرى الأول.. وربما كان ماء محتبساً في بطنها فيخرق البخار محبسه ويجعل له طريقاً إلى وجه الأرض فينبع منه، ولا يكون ذلك إلا في أرض مختلفة التربة.

تشريعات وأنظمة للمياه واستخداماتها

أفرد الكرجي ثلاثة أبواب كانت بمنزلة تشريعات وأنظمة وقوانين تتعلّق بالماء واستخداماته وحفر الآبار والقنى والأغراض منها وأطلق عليها (حريم القنى والآبار..)، تحدّث فيها عن أسس وتشريعات قانونية في حفر الآبار مثل (ضرورة الحصول على ترخيص لحفر بئر، والمسافة المتوجّب احتسابها بين بئر وأخرى، أو قرب عين ماء، وعلو وانخفاض بئر عن أخرى يُراد حفرها، والأغراض من استخدام البئر فيما إذا كانت للماشية أو للري أو غير ذلك، وحقوق صاحب البئر الأولى في أرض ما على من يريد حفر بئر ثانية في أرض مجاورة، وأسس إصلاح الآبار والقنى، وحكم الإضرار بالغير، وقضايا أخرى ترتبط بشرعية حفر الآبار والقنى والاستفادة منها).

في باب تدبير الأشياء المانعة من الحفر يذكر الكرجي أربعة منها وهي: «اعتراض حجر، البخار، رخاوة التربة، قوة المنبع وكثرة الوكف[7]، إذ يشرح كيفية تدبير هذه المعترضات بالقول: «إذا اعترض حجر كُسر بالقطاطيس والمداق الثقيلة، أو قُطّع بمعاول الحجّارين، إن كانت التربة رخوة أو كان ذلك معترضاً في بئر لم يوصل إلى قرارها، وذلك يؤمّن من الهدم والآبار المحفورة في الحجر يسهل حفرها بمعاول الحجارين، وإذا أُريد تليين الحجر أوقد عليها بخشب ناره أقوى النيران كالغضا وخشب البلوط والعفص وشجر الجبال وأشجار الفاكهة، وإن صُبّ عليه النفط وأوقد فوقه نار لينة وكل حجر في الأرض يكون ألين من الحجر الظاهر للشمس، وإذا دفن قطفه منه اكتسب ليناً، كما أنه إذا ظهر للشمس والهواء ازداد صلابة وإذا كانت تربة القناة غير رخوة حُفرت حفيرة في جانب البئر والنقب تحت الأرض وجعل الحجر فيها بالاعتمادات».

وإذا كان المانع من الحفر رخاوة التربة، فإن ذلك ينقسم أقساماً، فإما أن تكون التربة رملاً يتماسك كلما أخذت منه شيئاً عاد إلى مكانه مثله، أما إذا كان طيناً غير متماسك في نقب منهار، وإما أن تكون التربة رخوة فيها تماسك في اليبس إذا أصابها ماء انحلّت وانهارت ووقع جوانب النقب واتسع النقب وانهدم أو يكون الإنشاء في طين أقوى من ذلك رخو..، ويقلّ وجود الماء في الرمل الذي لا يتماسك في الفلوات لأنه يفور، أما في بطون الأودية فتكثر ينابيع الماء في الرمل، أما إنشاء النقوب تحت الأرض في رمل لا يتماسك أو طين ينهار ولا يثبت مع الحفر فإنه متعذّر صعب ولا يساوي فائدته نفقته في أكثر الأمر.

موانع حفر الآبار

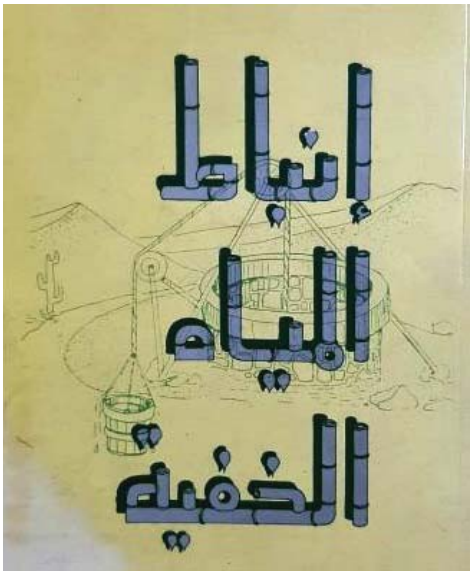
ماذا يقول الكرجي عن المانع من الحفر إذا كان بخاراً، وما أسباب المنع؟ لقد قسّم أسباب البخار في الآبار والقنى والأسراب إلى أقسام ثلاثة:

1 – أن يكون من طول البئر أو من طول النقب.

2 – أن يكون من فساد في التربة[8].

3 – أن يطول سد أفواه آبار القناة فيجتمع فيها بخار.

فكل بئر أو نقب انطفأ السراج فيها يكون فيها بخار، وأقوى ما يكون البخار نصف النهار، وأقوى السرج اشتعالاً على البخار ما كانت مادته الشمع، أو ودك الخنازير والبقر والغنم، أي دسمه ودهنه، وتقول كتب الأولين على حدّ قول الكرجي الذي ينقل عنهم: «التربة العذبة الطيبة الريح لا تتبخّر إلا في قعر عميق جداً، وأكثر البخار من فساد التربة».



وإذا كان المانع من الحفر قوّة المنبع وكثرة الوكف في القناة فإن القنّاء (حفار القنوات) يتخذ قميصاً من جلود العجاجيل المدبوغة المسقية شحم البقر المُذاب، ويكون معه قلنسوة منها يحيط بحرفها فرمد يمنع الماء من سيلانه على الوجه والقفا وتكون متصلة به عند القفا محيطة فيه بقطعة جلد يدور حولها.

كما يفرد الكرجي باباً في كتابه للحديث عن جريان الماء في البرابخ، وصنعة البرابخ، وصفة أشكالها، وأسباب استخدامها لصيانه الماء من النجاسات، ويشرح طرق نصبها، وأبواب أخرى يذكر فيه الموازين التي توزن بها الأرضون لإنشاء المياه، ومعرفة إنشاء القنوات، وحفظ استقامة النقوب تحت الأرض في اليبيس والمنبع.

ويقدّم نصائح عديدة لحفظ القناة من الخراب، حيث يقول: «لحفظ القناة من الهواء يجب أن تكون مكسوحة نظيفة، وخاصة فراهيجها مما يجتمع فيه من الطين، وينبت في قراره الطحلب وأن يسدَّ أفواه آبارها في الشتاء بالآجر وبصفائح الحجر، أو بقبّات من الطين الحر تُضرب عليها وأن يُبنى حوالى أفواه آبارها بالحجر أو الآجر أو الطين الحر في وقت إنشائها ويُجعل الطين المخرج من البانجة والبئر خلف المبنى حوالى فم البئر حتى لا يكون إليها للماء سبيل، ويكون هذا المبنى حوالي فم البئر مرتفعاً كما فوق رأس البئر، وهذا باب كبير في حفظ عمارة القناة يغني عن سد أفواه الآبار. وتبقى القناة عامرة لأن أكثر فسادها من خراب أفواه آبارها، وأن يكون لها متفقّد يدخلها في كل شهر متأمّلاً لها، فمتى سقط فيها شيء من الطين من موضع رفعه للوقت وأن تُكسح كل سنة من اللازوب في مبتدئها، وإن كان شيء من آبارها في مجاري السيول رُفعت أفواهها بالحجر والآجر، وجُعل حوالي ذلك البناء الطين أكثر ممّا يخرج من البئر والنقب، حتى يصير مثل تل، وليكن الطين حرّاً دافعاً للماء، وإن بنى حوالي هذه التلعة بالحجر أيضاً كان أجود، ولا ينبغي أن ينشئ القناة في مجاري السيول وبطون الأودية إلا إذا كانت في تربتها تماسك وصلابة.

المياه المسدودة... وفتحها

في باب فتح المياه المسدودة، يشير الكرجي إلى أنّ ماء القناة يمكن أن ينسد بطين يقع فيها مصاحباً لحجر، فإذا كان انسداده ضعيفاً، فإن فتحه سهل، والذي يجري بعض مائه ربما لا يحتاج إلى كسح القناة، إذ ينفتح لوحده من غير علاج، وخاصة إذا كان الغالب على ما وقع في القناة طيناً، وإذا كُسحت القناة إلى قرب المسدود وتُركت أياماً انفتح ماؤها، وكذلك إذا حُفر بقرب السد في قرار النقب مثل حوض، وإذا لم ينفتح بذلك وكان

الماء قوياً مرتفعاً في الآبار، فإنه يفتح بالتحويل، وهو أن تنشئ النقب إلى أن يكون بينه وبين الماء المسدود نحو ثلاثة أذرع تخميناً أو أقل ثم تعمد إلى خشبة طولها أكثر من ثلاثة أذرع وتركّب على رأسها سناناً ثقيلاً يمكن القلع به، وتفتح بهذه الحربة ثقباً بفتح أربع أصابع إلى أن يصل رأس الحربة إلى الماء، ثم تصعد فإنه ينفتح لا محالة ويوسع النقب، وإن كان ارتفاع الماء غير قوي فإنه يمكن فتحه من البئر التي فيها السد وهو أن ينزل القنّاء إليها ويرفع طينها إلى أن يصل إلى طين مبتل بالماء ثم يحفر في جانب تلك البئر.. ويغرف الطين إلى أن ينفتح الماء قليلاً، كما يذكر الكرجي بعض التفاصيل حول استلام العمل من القنّائين، في أن يكون العمل مرضياً وفق الشروط أم لا.

إنّ دراسة ما أتى به الكرجي حول استنباط الماء تفضي إلى مجموعة نتائج، منها:

– وضوح الرؤية الهيدرولوجية للماء عند الكرجي: تدلُّ هذه النصوص دلالة قاطعة على الوضوح الكامل لفكرة الدورة الهيدرولوجية للماء[9] عند مؤلف الكتاب، وهو عندما يسوق هذه المفاهيم، لا يسوقها ليبحث بحثاً نظرياً أكاديمياً يعارض فيه هذا المؤلف أو ذاك، إذ الغاية من كتابه غاية يمهّد لها بمعطيات نظرية، وإحياء معالم العلم الدارسة، وينشر أعلام الفضل الطامسة، وهو يعبّر عن هذه الفكرة بوضوح فيقول: «فلستُ أعرف صناعة أعظم فائدة وأكثر منفعة من إنباط المياه الخفية التي بها عمارة الأرض وحياة أهلها والفائدة العظيمة فيها فبدأتُ بوصف الأرض وكيفية وضعها وبيان موضعها من العالم».

فقد عرف الدورة المائية «الهيدرولوجية» وتوصّل إلى أن الأمطار والثلوج تتسرّب عبر شقوق القشرة الأرضية لتشكّل مصدراً مغذّياً للمياه الجوفية التي تظهر من جديد على سطح الأرض.

– شرح وفصّل أنواع الماء الجوفي تبعاً لأشكال وجودها ومنسوبها عن سطح الأرض، منها الماء الساكن «البساط المائي» وماء التوأب «الماء المعلق»، وهو الماء الذي يكون من الأمطار يغيض في خلاء الأرض حتى يبلغ إلى حاجز مسطّح ويقف، وإذا أنشئت القناة في هذا الماء جرى بقدر مادّته ثم انقطع وقت انقطاعها، ووضّح أهمية الجبال كمخازن للماء الجوفي، والجبال التي تحفظ الثلوج.

– شرح وفصّل طرق الاستدلال على الماء الجوفي، منها ما يتعلّق بنوعية الصخور والتربة وصفاتها الفيزيائية، ومنها ما يتعلق بأنواع النبات، ومنها بعض الاختبارات، كطريقة القدح المقلوب، ووصف الأراضين التي فيها ماء، وكيف يكون الصوت دليلاً لوجود الماء في شعاب الجبال.

– فصّل الحديث في أنواع الماء الجوفي من الناحية الكيميائية، أي وفق المواد المنحلّة فيها، كالماء الصالح والمر والحلو والكبريتي والزرنيخي، وتحدّث عن الشروط الواجب توافرها في مياه الشرب، ومنها ضرورة انخفاض نسبة المواد المنحلّة فيها، والاختبارات المتّبعة لتحديد هذه الصلاحية، وتحديد أفضلية ماء على ماء، وبعض طرق تنقية المياه.

– تحدّث عن إصلاح المياه الفاسدة، وكيفية إزالة الملوحة من الماء، وعن دور الفصول والظواهر الطبيعية العائدة إلى كل فصل، وأعاد أصل الظواهر إلى التكاثف والتبخّر والحالة المناخية الحرارية.

– صنّف التربة تبعاً لمدى صلاحيتها لحفر القناة، والصفات الفيزيائية الواجب توافرها فيها، مثل كمية الرطوبة والقساوة، وخلوّها من المواد العضوية والمركبات الضارّة.

– شرح تأثير الزلازل على المياه الجوفية بالتغيرات الجيولوجية التي تحدث في باطن الأرض، وما تؤدّي إليه من تغيّر مواقع التكوينات المائية، مما يؤدّي إلى أخذها وضعية جديدة.

– أدرك ضرورة فحص التربة والصخور، وضرورة اتباع اختبارات هندسية، كالآبار الاختبارية، من أجل وضع تصوّر لأشكال التكوينات المائية الجوفية، وتحديد الحريم بناء عليه.

– فصّل الحديث عن الصعوبات التي تعترض حفر الآبار والقنوات، وقدّم حلولاً شاملة، منها حلول هندسية وتنفيذية، ومنها نصائح وقائية، ومنها أدوات وتقنيات تساعد في تذليل تلك الصعوبات.

– شرح طرق تنفيذ بعض منشآت المياه الجوفية، مثل تفاصيل حفر وإنشاء القناة وحفر الآبار والمصاعب التي تعترض العمل، والتعامل مع التربة في أثناء ذلك، كدعم التربة الرملية أو اللجوء إلى الأنابيب في التربة الطينية التي تحوي بقايا عضوية.

– أكّد ضرورة حماية العمال الذين يقومون بالحفر من الغازات السامّة التي يمكن أن تنطلق، وذلك باتباع طرائق هندسية معينة، أو باستخدام بعض الأجهزة، وكذلك ضرورة ارتداء الملابس الواقية من الماء أثناء حفر القناة.

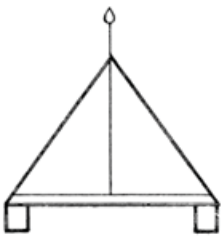
– شرح كيفية استخدام الأنابيب الرصاصية في رفع ماء البئر إلى سطح الأرض.

– شرح بالتفصيل استخدام البرابخ «الأنابيب»، كوسيلة هندسية لجر المياه وأسباب اللجوء إليها، ووصف شكل البربخ وكيفية صناعته وطريقة تنفيذه.

– أشار إلى العديد من مواد البناء التي تستخدم في المنشآت المائية، كالآجر والحجارة والطين، وخلائط النورة بجميع أنواعها كرابط، واعتنى بتفصيل طريقة تصنيعها واستخدامها.

– ذكر ثلاثة أجهزة مساحية لقياس فروق الارتفاع في موقع القناة لتحديد ميلها الطولي، وهي: (جهاز الأنبوبة، وجهاز الصفيحة، وجهاز العمود، وهي أجهزة كانت معروفة في عصره). مع الرسوم.

ملـ ـ انباط المياه الخفية ص٣٦



ملـ ـ انباط المياه الخفية ص٣٦

– اخترع ميزانين آخرين: ميزان الصفيحة المربّعة المدرّجة، وميزان الصفيحة ذات الأنبوبة، ومن معرفته الرياضية في استخراج هذه الموازين وتطويرها وتعديلها، حوّلها إلى أجهزة متكاملة مدرّجة تعطي فرق الارتفاع للراصد مباشرة مع رسم.

– أدخل الأعمال المساحية بوصفها جزءاً من عمل هندسي مائي في حقل العلوم التطبيقية، فحوّلها من مجرّد عمل حرفي يقوم به المسّاح، إلى عمل هندسي دقيق.

– ذكر مراحل تنفيذ منشأة القناة، كاختبار موقع القناة وتوقيت البدء بتنفيذها، واختيار مقطع القناة على حسب نوعية التربة والصخور، ثم تحديد ميول الأرض لتحديد الميل الطولي لأرضية القناة، ثم حفر وإنشاء القناة والحالات المختلفة التي تعترض ذلك، والأجهزة والأدوات المستخدمة أثناء العمل.

– أكد ضرورة صيانة منشأة القناة وترميمها باستمرار.

– ذكر تقاليد تسليم الأعمال المنفّذة من المتعهّدين منفّذي القنوات «القنّائين»، والشروط الواجب توافرها في القناة عند استلامها.

– يُعتقد أن الكرجي قبل ألف عام قد اطلع على الباب الخامس حول هندسة إنباط المياه في كتاب الفلاحة النبطية لابن وحشية (ت 318 هجرية – 930 ميلادية)، عاصر البيروني (362 – 440هـ، 973 – 1048م) وابن سينا (370 – 427هـ، 980 – 1035م)، ومن المحتمل أيضاً أن يكون قد اطلع على كتب غير عربية في مجال الاستفادة من المياه الجوفية، وما يشير إلى ذلك أنه أورد أقوالاً وآراء ينسبها للأولين: «قال الأولون»، «قال الحكماء» دون أن يتبنّاها، وفي أحيان كثيرة ينقدها.

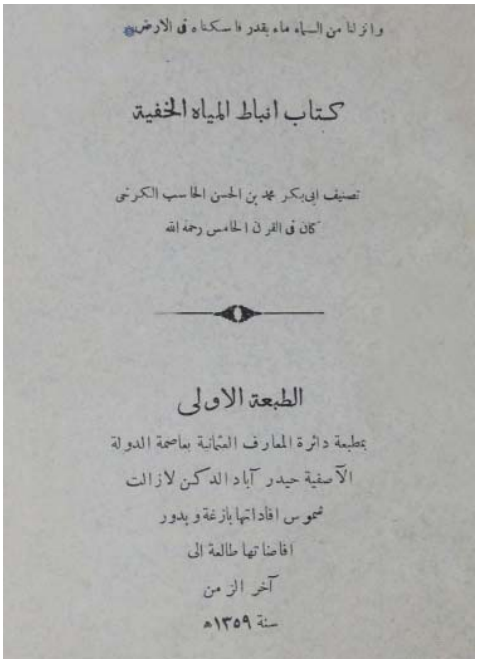
ثانياً- التربة وصفاتها الفيزيائية:

يذكر الكرجي في كتابه «**إنباط المياه الخفية**»، تحت عنوان صفة الأرض: «ومن حكمة الله أن خلق في الأرض مواضع كثيرة ذات جبال متصلة بعضها ببعض في فراسخ كثيرة ذاهبة طولاً وعرضاً، فيما بينها شعاب وبطاح وعواقيل مشتركة..»[10]..

وفي باب تدبير الأشياء المانعة من الحفر يذكر الكرجي أربعة منها وهي: «اعتراض حجر، البخار، رخاوة التربة، قوة المنبع وكثرة الوكف، إذ يشرح كيفية تدبير هذه المعترضات، فإذا كان المانع من الحفر رخاوة التربة، فإنّ ذلك ينقسم أقساماً، فإما أن تكون التربة رملاً يتماسك كلما أخذت منه شيئاً عاد إلى مكانه مثله، أما إذا كان طيناً غير متماسك في نقب منهار، وإما أن تكون التربة رخوة فيها تماسك في اليبس إذا أصابها ماء انحلّت وانهارت ووقع جوانب النقب واتسع النقب وانهدم أو يكون الإنشاء في طين أقوى من ذلك رخو..»[11]، كما يشير الكرجي إلى أنّ من موانع حفر الآبار فساد التربة[12]، إذ تقول كتب الأولين على حدّ قول الكرجي الذي ينقل عنهم: «التربة العذبة الطيبة الريح لا تتبخّر إلا في قعر عميق جداً، وأكثر البخار من فساد التربة»[13].

صنّف الكرجي التربة تبعاً لمدى صلاحيتها لحفر القناة، والصفات الفيزيائية الواجب توافرها فيها، مثل كمية الرطوبة والقساوة، وخلوّها من المواد العضوية والمركبات الضارّة، واستفاد من ثقافته وخبرته العلمية الهندسية، معتمداً على اجتهادات الفقهاء، فأدرك ضرورة فحص التربة والصخور، وضرورة اتباع اختبارات هندسية، كالآبار الاختبارية، وذلك لأجل وضع تصوّر لأشكال التكوينات المائية الجوفية، وفصّل الحديث عن الصعوبات التي تعترض حفر الآبار والقنوات، وقدم حلولاً شاملة، منها حلول هندسية وتنفيذية، ومنها نصائح وقائية، ومنها أدوات وتقنيات تساعد في تذليل تلك الصعوبات، كما

شرح كيفية التعامل مع التربة في أثناء حفر الآبار، كدعم التربة الرملية أو اللجوء إلى الأنابيب في التربة الطينية التي تحوي بقايا عضوية.


وانزلنا من السماء ماء بقدر فاسكناه في الأرض

كتاب انباط المياه الخفية

تصنيف ابي بكر محمد بن الحسن الحاسب الكرخي
كان في القرن الخامس رحمه الله

الطبعة الاولى

بمطبعة دائرة المعارف المثانية بحاضرة الدولة
الآصفية حيدر آباد الدكن لازالت
شموس افاداتها بازغة وبدور
افاضاتها طالعة الى
آخر الزمن
سنة ١٣٥٩هـ

وفي باب الكلام عن تربة الأرض وتأثيرها على جري الماء يقول الكرجي: "خير الترب ما كان معتدلاً بين الصلب والرخو، حرُّ الطين لزجهُ، عذب الطعم، طيب الريح، فإن خالطه شيء من الرمل كان أبقى على جرية الماء عليه، يكون فيه رطوبة أصلية تحفظ من الانحلال في الماء، وكل طين فيه النداوة الأصلية فإنه إذا ظهر للهواء حتى تنشف رطوبته انحل بعد ذلك في الماء، ولم يتماسك، فما ينشأ في اليبس من القنى والأنهار في تربة تكون ذات نداوة أصلية لم تؤثر جرية الماء فيه بتّة، فإذا أُنشئت قناة أو ساقية في هذا الطين حتى يظهر للهواء ويزول نداوته فإنه ينهدم ويقع إذا جرى الماء فيه، فمن أراد أن يُنشئ نهراً أو ساقية أو قناة في تربة فيها نداوة أصلية على أن تزول تلك النداوة بظهور التربة للهواء أرسل الماء فيما حفره حتى تبقى التربة رطبة، ولا تزول النداوة الأصلية منه ويكون الماء قدراً لا يمنع من الحفر، وهذا مما يخفى على كثير من الناس، ذلك أنهم ينشئون القناة في اليبس، وبعد ذلك في المنبع، فالذي أنشأه في اليبس يجف طينه وتزول عنه النداوة الأصلية قبل أن يصل الماء إليه من منبعها، فإذا وصل الماء إليه انهار ووقعت جوانب النقب، وإذا كانت تربة القناة صلبة فهي تحفظ لعمارتها، وإذا خالطها شيء من الحجر والحصا كان ذلك أجود لها"[14].

ثالثاً- الهواء وتكاثفه واستحالته إلى ماء:

قدّم العلماء العرب بعض المعلومات عن الهواء وتكاثفه واستحالته إلى ماء في بطن الأرض، في إشارة إلى حالتي التبخّر والتكاثف ومهم كان الكرجي الذي تطرّق إلى **الهواء** في كتابه «إنباط المياه الخفيّة» حيث قدّم بعض المعلومات عن **الهواء** وتكاثفه واستحالته إلى ماء في بطن الأرض، فتحت عنوان صفة الأرض يقول: «ومن حكمة الله أن خلق في الأرض مواضع كثيرة ذات جبال متّصلة بعضها ببعض في فراسخ كثيرة ذاهبة طولاً وعرضاً، فيما بينها شعاب وبطاح وعواقيل مشتركة، فإذا كان الزمان في هذه المواضع شتاء، وكثف **الهواء** واشتدّ البرد، واستحال **الهواء** إلى الماء استحالة قويّة، ووقعت عليها الثلوج العظيمة لا تنقطع شتاء ولا صيفاً، فإذا اشتدّ الحرُّ بها بمسامتة الشمس إيّاها، ذابت وصار ذوبها مادة

للعيون، والأنهار والقنى والآبار وجرى مياهها في عروق الأرض والخروق التي في بطنها، فصارت مادة لمنابع في أماكن بعيدة»[15].

وينسب الكرجي في رسائله إلى بعض الحكماء القول: «إنّ **الهواء** يستحيل ماءً في بطن الأرض كثيرة البرد، ويصير ذلك مادة دائمة لمياه القنى متصلة غير منقطعة[16].. على هذا يجب أن تكون المياه من الثلوج والأمطار من استحالة الماء إلى **الهواء**، **والهواء** إلى ماء، وهو بقوله هذا يشير إلى التبخّر والتكاثف، ولعلّ باقي كلامه من الوضوح، بحيث لا يحتاج إلى تعليق.

حول إحالة الماء إلى **هواء** وعلاقة الشمس بذلك يفيدنا الكَرَجي تحت عنوان «الشمس تأخذ من الماء أعذبه» حيث يقول: «الشمس تأخذ من الماء أعذبه وأرقّه فتحيله إلى **الهواء** وكذلك يكون ماء البحر ثخيناً غير عذب لأن الشمس أخذت عذوبته ورقته في الزمان الطويل[17].

وينوّه عندما يتحدّث عن خواص المياه الجوفية الكيميائية والفيزيائية إلى استحالة **الهواء** إلى ماء فيقول عن الماء الساكن أنه ينشأ في جوف الأرض: «من استحالة **الهواء** إلى ماء في الأرض.. والماء المتكاثف ما تكون مادته استحالة **الهواء** إلى ماء، وهي عملية تحدث في أجواف الأرض الباردة، وتعطي كميات قليلة جداً من الماء، لا علاقة لها بالماء الجوفي».

وفي باب الكلام عن تربة الأرض، يشير الكرجي إلى تأثير **الهواء** في الطين الندي وانهدامه حيث يقول: «كلّ طين فيه نداوة أصلية فإنه إذا ظهر **للهواء** حتى تنشف رطوبته انحلّ بعد ذلك في الماء، ولم يتماسك، فما ينشأ في اليبس من القنى والأنهار في تربة تكون ذات نداوة أصلية لم تؤثّر جرية الماء فيه بتّة، فإذا أُنشئت قناة أو ساقية في هذا الطين حتى يظهر **للهواء** ويزول نداوته فإنه ينهدم ويقع إذا جرى الماء فيه، فمن أراد أن يُنشئ نهراً أو ساقية أو قناة في تربة فيها نداوة أصلية على أن تزول تلك النداوة بظهور التربة **للهواء** أرسل الماء فيما حفره حتى تبقى التربة رطبة، ولا تزول النداوة الأصلية منه ويكون الماء قدراً لا يمنع من الحفر، وهذا ممّا يخفى على كثير من الناس»[18].

لكنه في الوقت نفسه يوضّح أنّ **الهواء** يعطي صلابة للحجر الذي يعترض حفر بئر، حين يقول: «كل حجر في الأرض يكون ألين من الحجر الظاهر للشمس، وإذا دفن قطفه منه اكتسب ليناً، كما أنّه إذا ظهر للشمس **والهواء** ازداد صلابة»[19].

الهوامش:

1 – هو أبو بكر محمّد بن الحسن الكرجي – وفي بعض المراجع القليلة ورد الكرخي – عاش في القرن الخامس الهجري/الحادي عشر الميلادي، هناك مراجع تشير إلى أنّ تاريخ وفاته بين 410هـ/1019م، و407هـ/1016م، وأخرى تقول إن تاريخ وفاته بين 419هـ/1028م، و421هـ/1030م، وهو أول من أفرد بالعربية كتاباً مستقلاً يعالج موضوعات المياه من الناحيتين النظرية والتطبيقية، إنه عالم رياضي جمع بين الهندسة العملية والبرهان الرياضي.

2 – أبو بكر محمّد بن الحسن الحاسب الكرجي: كتاب إنباط المياه الخفية، مطبعة دائرة المعارف العثمانية بعاصمة الدولة الآصفية حيدر أباد، 1359 هجرية، ص5.

3 – د.بغداد عبد المنعم: الماء في التراث العربي الإسلامي؛ مقاربات معاصرة، وزارة الثقافة 2006.

4 – أبو بكر محمد بن الحسن الحاسب الكرجي، مرجع سابق، ص10 و11.

5 – محمّد بن عبد العزيز بنعبد الله: الماء في الفكر الإسلامي والأدب العربي، الجزء الثالث، ص143.
6 – خالد عزب، كيف واجهت الحضارة الإسلامية مشكلة المياه؟ منشورات المنظمة الإسلامية للتربية والعلوم والثقافة، 2006م، (صفحات 28 – 46).
7 – السيلان.
8 – أن يكون فيها كبريتية، أو نفطية، أو كانت من منابع القير وغير ذلك.
9 – دورة الماء تصف وجود وحركة المياه على الأرض وداخلها وفوقها، وتتحرك مياه الأرض دائماً، وتتغيّر أشكالها باستمرار، من سائل إلى بخار، ثم إلى جليد، ومرة أخرى إلى سائل، وظلت دورة الماء تعمل مليارات السنين، وتعتمد عليها الكائنات الحية التي تعيش على الأرض، فمن دونها تصبح الأرض مكاناً طارداً تتعذر فيه الحياة، وتتلخّص دورة الماء في أن الشمس التي تعدُّ المحرّك الأساسي لها تقوم بتسخين المياه في المحيطات التي تتحوّل إلى بخار ماء الذي تقوم التيارات الهوائية المتصاعدة بأخذه إلى أعلى داخل الغلاف الجوي، حيث درجات الحرارة الباردة التي تتسبب في تكثيف بخار الماء، وتحويله إلى سحاب تحرّكه التيارات الهوائية حول الكرة الأرضية، وتصطدم ذرات السحاب وتنمو وتسقط من السماء كأمطار يسقط بعضها كجليد، ويمكن أن يتراكم كأنهار جليدية، ويتعرض الجليد إلى الذوبان، خاصة عند حلول الربيع، وتتدفق المياه المذابة على سطح الأرض، وتجري كمياه أمطار، جليدية مذابة، وتسقط أغلب مياه الأمطار داخل المحيطات، أو على سطح الأرض، فتسيل كمياه أمطار جارية نتيجة للجاذبية الأرضية، يدخل جزء منها إلى مجاري الأنهار ويتحرّك نحو المحيطات، وتسيل مياه الأمطار السطحية والمياه الجوفية لتشكل مياهاً عذبة في البحيرات والأنهار. ومع أن مياه الأمطار لا تذهب كلها إلى الأنهار إلا أن الكثير منها يتسرب إلى داخل الأرض كارتشاح، ويبقى جزء من هذه المياه قريباً من سطح الأرض، ويمكن أن يسيل مرة أخرى إلى داخل مجاميع المياه السطحية (والمحيطات) لتشكل مياهاً جوفية. وتجد بعض من المياه الجوفية فتحات على سطح الأرض لتخرج منها كينابيع من المياه العذبة، وتقوم الجذور النباتية بامتصاص المياه الضحلة، ثم ترتشح من خلال أسطح الأوراق النباتية، لتعود مرّة أخرى إلى الغلاف الجوي، تتسرب بعضها إلى داخل الأرض، وتتعمق داخلها لتتزود بها الطبقات الصخرية المائية (صخور سطحية مشبعة)، التي تقوم بتخزين كميات هائلة من المياه العذبة لفترات طويلة من الزمن، مع ذلك تظل المياه متحركة على مدى الزمن، ويعود بعض منها مرة أخرى إلى المحيطات حيث تبدأ وتنتهي دورة الماء.
10 – أبو بكر محمد بن الحسن الحاسب الكرجي: كتاب إنباط المياه الخفية، مرجع سابق، ص5.
11 – أبو بكر الكرجي، مرجع سابق، ص ص29 – 31.
12 – أن يكون فيها كبريتية، أو نفطية، أو كانت من منابع القير وغير ذلك.
13 – المرجع السابق، ص33.
14 – أبو بكر الكرجي، مرجع سابق، ص ص20 – 21.
15 – المرجع السابق، ص5.
16 – المرجع السابق، (ص ص6 – 7).
17 – المرجع السابق، (ص10).
18 – المرجع السابق، (ص ص20 – 21).
19 – المرجع السابق، (ص30).

من مفاخر الطب العربي

التشريح والجراحة

أ.د.عمّار محمّد النهار*

يعجب المرء من غزارة الإنتاج الذي تركه لنا وبأمانتنا علماء الحضارة العربية، إذ كان كل عالم منهم أشبه بموسوعة، للأعداد الهائلة من الأبحاث والرسائل والكتب التي ألّفها، والتي تضمّ أكثر من تخصّص في فروع العلم، فقد ترك ابن سينا مؤلّفات تزيد على المائتين في علوم كثيرة، وكذلك الرازي، وصنّف جابر بن حيان ما يزيد على الثمانين كتاباً، وبلغت كتب الحسن بن الهيثم مائتين، معظمها في العلوم الفلسفية والرياضية والطبيعية، فضلاً عن كتاب في الطب يقع في ثلاثين جزءاً، ولنا أن نتصوّر ما كابده هؤلاء العلماء من العناء والمشقّة في إعداد هذه المؤلّفات الضخمة قبل اختراع آلات الطباعة.

واتّصف هؤلاء العلماء بصفات أهّلتهم للمكانة الجديرة التي وصلوا إليها، صفات الإيمان والعلم والصبر والإرادة، والترفع عن الصغائر، والزهد في المال والورع في الدين.

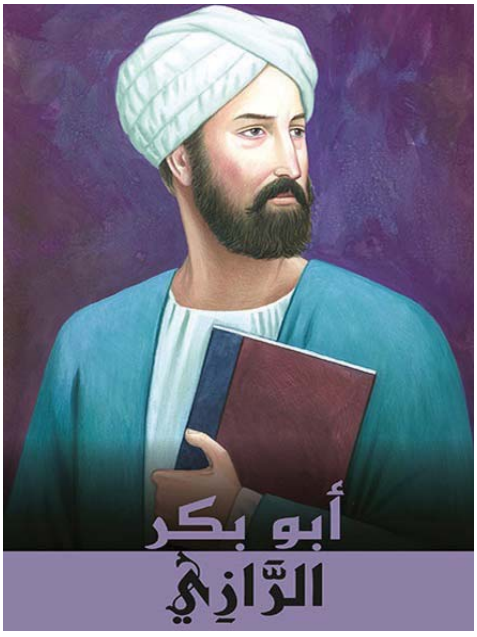
وكان العالم من هؤلاء يقطع آلاف الأميال من أجل أن يلقى عالماً، أو يحقّق مسألة علمية، أو يطّلع على كتاب، أو يحصل على مخطوط نادر، فهذا حنين بن اسحق العالم الطبيب الذي كان يجيد اليونانية والفارسية والسريانية والترجمة منها إلى العربية، أخذ يبحث عن كتاب «البرهان» لجالينوس في أرجاء العراق وسورية وفلسطين ومصر حتى ظفر بما يقرب من نصفه.

* أستاذ في جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – قسم التاريخ.

أولاً - التشريح مفخرة الطب العربي:

إنّ أبرز ما يمكن أن نبدأ به هو صدى التشريح العربي في أوروبا، وهذه أفضل طريقة لإظهار مدى تقدّم التشريح العربي ومدى تأثيره العالمي، ومن الأمثلة على ذلك: أنّ مدرسة ساليرنو ظلّت تدرّس الطب العربي أربعة قرون كاملة: فبالنسبة للطب العام كان كتاب «الملكي» لعلي بن العباس هو المقرّر، بينما كان المجلد التاسع من كتاب «المنصوري» للرازي هو المعمول به في ميدان الجراحة، والمقالتان الأوليان (الأولى والثانية) من كتاب «القانون» لابن سينا تشكّلان الفصول المقرّرة في مادّة التشريح[1].

وهذا "هنري ده موندفيل"، الذي كان أستاذاً للجراحة في هذه الجامعة، ألّف كتاباً بعنوان «التشريح والجراحة» اقتبس كثيراً من مواده عن العرب[2].



ووُجد بين المنصفين من يقدّر فضل العرب على الإنسانية في مختلف العلوم[3]، ومنهم العلّامة الفرنسي "جول لابوم" الذي يقول: «كان الأطبّاء العرب في القرن العاشر الميلادي، يعملون تشريح الجثث في قاعات مدرجة خُصّصت لذلك في جامعة صقلية»[4].

وأسهم أطبّاء بلرم في نمو أقدم مدرسة للطب في أوروبا، وهي مدرسة ساليرنو بجنوب إيطاليا، وقد بدأت ترجمة المؤلّفات الطبّية العربية في إيطاليا منذ مطلع القرن الخامس الهجري - الحادي عشر الميلادي. ويذكر إسطفان الأنطاكي سنة 1127م أنّ علماء الطب يوجدون في الدرجة الأولى في صقلية وساليرنو.

إنّ حرص فردريك الثاني -صاحب صقلية- على صحّته جعله يولي عنايةً خاصة للجراحة والطب، وهو الذي أحيى مدرسة الطب العربية في ساليرنو، وأنشأ فيها أوّل قسم للتشريح في أوروبا، كما أسّس جامعة نابولي سنة 1224م وأودع فيها مجموعة من المخطوطات العربية. وفي صقلية، قام فرج بن سالم بترجمة كتاب (الحاوي) للرازي سنة 1279م[5].

وبالطبع لم يعن هذا اختفاء التراث العربي من رؤوس العلماء ورفوف المكاتب وجيوب الأطبّاء، بل ظلّ محافظاً على مكانته يسرق منه السارقون ما شاء لهم الله أن يسرقوا، فـ«ميخائيل سرفيتوس» مثلاً نسب لنفسه اكتشاف الدورة الدموية الصغرى، هذا الاكتشاف العربي، دون أن يرجعه إلى أصله الحقيقي، بل على العكس من ذلك فقد راح يهاجم نظرية العرب في الشراب (Sirupe) المستندة على نظرية العناصر الأربعة اليونانية.

وفي عام 1545م كتب "سيلفيوس" أستاذه

في علم التشريح، تعليقاً خاصاً بالرازي. وها هو "أندرياس فيزاليوس" يتعلّم اللغة العربية وهو ألماني الأصل الملقّب «بأبي علم التشريح وأبي الطب الغربي على الإطلاق»، ويبذل الجهد الكبير في ترجمة ثانية لمؤلّف المنصوري للرازي وإخراجه في لغة لاتينية صحيحة، وها هو كتاب الحاوي الضخم والكثير التكاليف يُنشر خمس مرّات في الحقبة الواقعة ما بين 1486م و1542م، ما عدا الأقسام العديدة منه التي نُشرت مرّات ومرّات على حِدة. وها هي رسالته في الجدري والحصبة تطبع في الحقبة ما بين 1498م و1866م ما ينيف عن الأربعين مرّة، وهي التي نالت الإعجاب ألف سنة، ولا تزال كذلك حتى أيامنا هذه[6].

ومن الأمثلة على ذلك المناهج الخاصّة لدراسة الطب مثلاً، والتي أُخذت عن العرب، فقالوا: ولمّا كانت دراسة الطب لا يمكن إجادتها ما لم يكن الطالب على علم سابق بالمنطق لذلك نأمر: ألّا يسمح لأحد بدراسة الطب ما لم يكن قد درس المنطق لمدّة ثلاث سنوات. وبعد دراسة مدّتها خمس سنوات في الطب والجراحة والتشريح، يؤدّي الدارس امتحانين أحدهما أمام الكلية التي تعلّم فيها والآخر أمام القيصر أو من ينوب عنه، ثم يطلب منه أن يؤدّي تمرينه لمدّة خمسة أعوام أخرى، وحينئذ فقط، يسمح له بممارسة مهنة الطب. أمّا الجرّاح صاحب المسؤولية الطبّية الكبيرة فلا بدّ له من أن يثبت كفايته في تشريح الجسم البشري وإلمامه بفروع الطب اللازمة له لإجراء العمليات الجراحية بنجاح، ولمعالجة المرضى بعد العمليات حتى تمام شفائهم، كذلك قل في الإلمام باستعمال وسائل التحذير التي نقلها لهم عن العرب: «هوجر فون لوكا».

كما وُجدت لوائح تنظّم عدد زيارات الطبيب في اليوم، وأجره، والعلاج المجّاني للفقراء، وكذلك علاقة الطبيب بالصيدلي الذي يشرف عليه، ويراقبه الشرطي المختص بالشؤون الصحّية.

وحذا «فريدريك» في كلّ هذا الرقي بفنّ العلاج حذو العرب كما فعل جدّه «روجر الثاني» الذي وضع أوّل قانون لمهنة الطب، وبلور كلّ ذلك في قوانينه وتنظيمه للمهنة والعلاج فقدّم للغرب خدمة كبرى[7].

ومع كلّ هذه الشهادات الكبرى للتشريح الطبّي العربي الرائد عالمياً، يذكر الدكتور أيمن الحسيني بالاعتماد على مصادر أجنبية أنّ أوّل من شرّح جسم الإنسان هو الطبيب البلجيكي (أندرياس فيزاليوس) طبيب الجراحة في جامعة بادوا، وكان ذلك عام 1543م = 950هـ، وأصدر كتاباً عن تشريح الجسم البشري أسماه «نسيج الجسم البشري» (Fabric Of Human Body)، وشرح في هذا الكتاب كيفية اتصال الأعصاب بالعضلات، وأشكال عظام الجسم وكيفية ترابطها بالمفاصل، كما وصف شكل المخ، وشرح بعض تركيباته[8].

ومع بحثنا ومطالعتنا لمؤلّفات علمائنا الطبّية نجد أنّ أكثر من طبيب عربي أقدم على تشريح جسم الإنسان، ونذكر نماذج من أولئك العلماء لنتبيّن الحقيقة الواضحة.

فقد ذكر الرازي في كتابيه (الحاوي) و(المنصوري) عدّة قضايا عن التشريح، هذان الكتابان اللذان تُرجما إلى اللاتينية وأعيدت طباعتهما مرّات عديدة.

وقد ذكر التشريح الطبيب الأهوازي في كتابه «الملكي» المعروف بكامل الصناعة الطبّية، والذي يتألّف من جزأين يشتمل الأوّل على عشر مقالات، الأولى عن الأمزجة والطبائع والأخلاط، والثانية والثالثة في التشريح، والرابعة في الهواء والرياضة والحمام والأغذية، والست الباقية في أسباب الأمراض وأعراضها وعلاماتها.

ولقد كانت المقالتان الثانية والثالثة المرجع الرئيس لعلم التشريح في ساليرنو بإيطاليا وفي غيرها في المدّة من عامي 1170-1070م = 560-463هـ، وقد حوت مقدّمة (الملكي) نقداً لأساطين الطب اليوناني والفارسي[9].

وقد ذكر ابن سينا أيضاً التشريح بمواضع كثيرة من قانونه بحيث يدلّ حديثه في ذلك على ممارسته للتشريح، إذ إنّه يشرح الأجزاء الدقيقة في أعضاء جسم الإنسان عضواً عضواً، فخصّص الفصول التالية:

- فصل في تشريح العين.
- فصل في تشريح أعضاء الحلق[10]. ويقول في ذلك: «ومنه الزوائد التي هي اللهاة واللوزتان والغلصمة، وقد عرفت تشريح الحنجرة، وأمّا اللهاة فهي جوهر لحمي معلّق على أعلى الحنجرة كالحجاب... وأمّا اللوزتان فهما اللحمتان الناتئتان في أصل اللسان إلى فوق كأنّهما أذنان صغيرتان...»[11].
- وفصل في تشريح القلب، ويذكر في وصفه: «وقاعدة البطن الأيسر أرفع، وقاعدة البطين الأيمن أنزل بكثير، والعروق والضوارب وهي الشرايين، خلقت إلّا واحدة منها ذات صفاقين وأصليهما المستبطن... ومنبت الشرايين هو من التجويف الأيسر من تجويفي القلب، لأنّ الأيمن أقرب إلى الكبد، فوجب أن يجعل مشغولاً بجلب الغذاء واستعماله... وأمّا الطحال فنازل عنه وبعيد، وفي إنزاله منفعة»[12].
- وفصل في تشريح المريء، وممّا قاله عنه: «أمّا المريء فهو مؤلّف من لحم وطبقات غشائية تستبطنه متطاولة الليف ليسهل بها الجذب في الازدراد»[13].
- وفصل في تشريح الأمعاء الستة.
- وفصل في تشريح المثانة.
- وفصل في تشريح الأنثيين وأوعية المني، ومن قوله فيه: «والأنثيان مجوّفتان، وجوهر البيضة من عضو غددي أبيض اللحم».
- وفصل في تشريح الرحم[14].

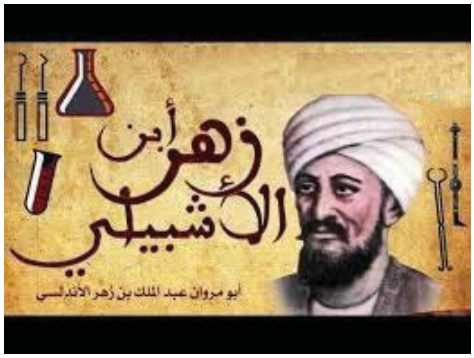
ومن الأمثلة أيضاً على ممارسة ابن سينا للتشريح العناوين التالية وتفصيلاتها التي وضعها في قانونه، مثل العنوان التالي: في تشريح ما دون القحف، ويشرح تحته مايلي: «وللرأس بعد هذا خمسة عظام، أربعة كالجدران، وواحد كالقاعدة، وجعلت هذه الجدران أصلب من اليافوخ، لأنّ السقطات والصدمات عليها أكثر، ولأنّ الحاجة إلى تخلخل القحف واليافوخ أمس لأمرين:

أحدهمـا لينفذ فيه البخـار المتحلّـل، والثاني لئلا يثقل على الدماغ، وجعل أصـلب الجدران مؤخّرها لأنّه غائـب عن حراسـة الحواس، فالجـدار الأوّل هـو عظم الجبهة ويحـدّه من فوق الـدرز الإكليلي، ومن أسـفل درز آخر يمتدُّ من طـرف الإكليلي مارّاً علـى العين عند الحاجب متّصـلا آخـره بالطرف الثاني من الإكليلي، والجداران اللذان يمنة ويسرة فهمـا العظمـان اللذان فيهمـا الأذنان، ويسـمّيان الحجرتـين لصـلابتهما ويحدّ كلّ واحـد منها من فوق الدرز القشري، ومن أسفل درز يأتي من طرف الدرز اللامي، ويمرّ منتهياً إلى الإكليلي، ومن قدّام جزء من الإكليلي، ومن خلف جزء من اللامي.

وأمّـا الجـدار الرابـع فيحـدّه من فـوق الدرز اللامـي، ومن أسـفل الدرز المشـترك بـين الرأس والوتد ويصل بين طرفي اللامي، وأمّا قاعدة الدماغ فهـو العظـم الذي يحمل سـائر العظـام، ويُقال له الوتدي وخلق صلباً لمنفعتين: إحداهما أنّ الصلابة تعـين على الحمـل. والثاني أنّ الصـلب أقـلّ قبولاً للعفونـة من الفضـول، وهذا العظم موضـوع تحت فضـول تنصـب دائماً فاحتيط في تصليبه، وفي كلّ واحد من جانبي الصدغين عظمان صلبان يستران العصبة (الأعصـاب) المارّة في الصدغ، ووضعهما في طول الصـدغ على الوارب يسمّيان الزوج»، وغير هذه الأمثلة كثير في قانون ابن سينا[15].

ثانيـاً - علـم الجراحـة مفخـرة الطب العربي:

يعدّ علم الجراحة أحد أكبر أسـرار براعة أطبّاء الحضارة العربية، ولولا هذا العلم لتأخّر تطوّر الطب مراحل كثـيرة، ومارس العديد من علماء الحضـارة العربية الجراحة، ومن خلالها قدّموا إبداعات طبّية مذهلة أحدثت ثورة في العلوم الطبّية.



ومنهـم: الطبيـب الأندلسـي أبو مـروان عبد الملك ابن أبي العلاء زهر بن أبي مروان بن زهر.

من كتبه الطبّية: «كتاب الأغذية» و«الاقتصاد في إصـلاح الأنفس والأجسـاد» و«تذكـرة في أمر الـدواء المسـهل» و«تذكـرة في عـلاج الأمراض» و«مصباح الشفاء».

وصـفه ابن رشـد في كتابـه: « الكليـات» بأنّه أكبر الأطبّاء بعد جالينوس، بينما وصـفه ابن أبي أصـيبعة بالقول: «لم يكـن في زمانه من يماثله في صناعة الطب»[16].

وبالنسـبة للجراحـة التي مارسـها ابن زهر، فنذكر من ذلك أنه سبق له أن قرأ أنّ علاج الذبحة المفرطة ممكن بشقّ قصبة الرئة، فلم يكن له يقين بذلك حتى باشـر تلك العملية الجراحية بيده على حيـوان حي ولاحظ ما جرى للحيـوان وحكى ذلك بقولـه: «فليس يمكنني ما التزمت من الاقتضـاب والاختصـار، أن أنصّ لكلّ عرض يعرض علاجاً، كمـا أنّي أضـربت عمّـا ذكـره الأطبّـاء في علاج الذبحة المفرطة من شـقّ قصـبة الرئة شقّاً يكون قدره مثـل ثقب الأنف الواحـد أو دون ذلك، ولكنّ الأمر عويص في نفسـه، فأخّـرتُ ذكره مع أنّي لم أرَ إلى يومي هذا من عولج من ذبحة بهذا العلاج،

غـير أنّي وقت طلبي عندما قرأت مـا كتبه الناس المتوخّـون من ذلك وإن كانوا قالوا إنّ جالينوس لم يذكر هذا العلاج ولم يصـيبوا في قولهم فإنّه قال: وكثيراً ما يقطع الثرب وتشـقّ القصبة، وقد جرت العادة عند القدماء بأنّ لا يسمّوا القصبة بإطلاق إلّا قصـبة الرئة، فكنـت في وقت طلبـي إذ قرأت هذه الأقوال شققت قصبة رئة عنز بعد أن قطعت الجلد والغشـاء تحته، وقطعت من جوهر القصبة قطعاً باتاً دون قدر الترمسة ثم ألتزم غسل الجرح بالماء والعسـل حتى التأم وأفـاق إفاقة كلّية وعاش مـدّة طويلـة، وعندما أخـذ الجـرح في الانكماش والإندمـاج كان يـدر عليه جوز السـرو مسـحوقاً منخـولاً حتى أفاق، ولكن هذا شـيء لم يسـتعمله أحد ممّا سلفنا فلهذا لم أذكره بدءاً»[17].

هـذه التجربة فريدة النـوع في زمن ابن زهر، وقد تكرّرت أمثالها على يديه، ولا شـكّ أنّ له فيها الأسـبقية على الأوروبيـين فإنّها صـارت عندهم

مسـطرة في جميـع محاولاتهم العلميـة، إذ ما من عمـل جراحي لا يقدمون عليه حتـى يجرّبوه مراراً في الحيوان الحي، وما من دواء لا يسـتعملونه حتى يروا ما فعله في الحيوان ولا سـيما في تحديد كمّية تناوله.

ثمّ سـمع ابن زهـر أنّ الأغنام تـأكل نباتاً إذا مرضـت رئاتها فتبرأ، فقصد الأغنام عند ذبحها ليقـف علـى ذلـك وعلـى حقيقة مـا سـمع، وهذا «السـبيل» هو السبيل نفسـه الذي اتّخذه (لينيك) في أوائـل القـرن التاسـع عشـر فإنّـه أوّل طبيـب أوروبي وضـع أذنه على صدر مريض مصاب بآفة في رئته فكان يسـمع أصـواتاً وتغييرات في التنفّس الطبيعي، وكان يراجع رئات المرضى إذا ماتوا من مرضـهم، فيقارن ما يراه فيها مع ما كان يسـمعه في حالـة مرضـهم وهم أحياء فوصـف وأحصـى في أدنـى وقـت ما عسـى أن تصـاب بـه الرئة من الأمراض وخصوصـاً أنـواع داء السـل، وقد طبع كتابه «الاستصغاء» سنة 1818م = 1234هـ.

أمّـا ابن زهـر فقد أشـار على ذلك وإشـارته تعطي صـورة بديعة عن استقصائه البعيد في أمور الطـب، فقد قـال: «لهذا كانت أدويـة قروح الرئة موجـودة في العـالم مجهولـة عندنا فـإنّ الأغنام إذا أصـابتها آفة في رئاتهـا تخرج عن الغنم كأنّها تطلب وتطوف فيقـول الرعاة إنّها تأكل نباتاً وبإثر ذلك تـبرأ بـرءاً صـحيحاً، ورأيت رئـات الأغنام وأثر انتقاض الاتصـال ظاهـر فيها وأثر الاندماج والالتحـام بيّن، وإلى الآن لم أعرف هذا الدواء ولا عرفه أحد قبلي في ظنّي»[18].

ويلاحـظ في مؤلّفـات ابن زهـر اتّباعه المنهج العلمي، ومن أهمّها «التيسـير في المداواة والتدبير» الـذي كتبـه عـام 1141م = 536هـ، وأهـداه

إلى صديقه ابن رشد، نجده قد اتّبع فيه نهجاً علمياً دقيقاً، وعرض فيه بعض الأدواء الجزئية والخاصّة مثل التهاب الأذن الوسطى، وشلل البلعوم، كما وصف فيه بعض العمليات الجراحية المحدودة مثل استخراج الحصى من الكلية، وعملية فتح القصبة الهوائية، وقد تُرجم هذا الكتاب إلى اللغة العبرية أولاً، ثم تمّت ترجمته إلى اللاتينية، وتمّ طبعه بهذه اللغة عام 1574م = 982هـ، وتوجد نسخ أصلية اليوم من هذا الكتاب في كلّ من المكتبة الوطنية في باريس، وفي مكتبة البودليانا في بريطانيا، وفي مكتبة بورجيزي في فلورنسا الإيطالية.

وقد أدّى هذا الكتاب دوراً كبيراً في تكوين الفكر الطبّي الأوروبي، وتشهد على ذلك إحدى الباحثات الإسبانيات وهي الدكتورة (كارمن بينيا) بقولها: «إنّ كتاب التيسير من أهم الكتب العربية في الطب، وله تأثير عظيم على طب العصور التالية، وكان دوماً موجوداً في مكتبات الأطبّاء المسيحيين»[19].

أمّا الطبيب الجرّاح الثاني فهو **خلف بن عباس الزهراوي الأندلسي**، الذي نشأ في الزهراء، ودرس الطب على علمائها حتى أصبح طبيب الحكم الثاني الذي اشتهر عصره بالازدهار.

عاصر الزهراوي الطبيب التونسي ابن الجزّار، والإمام ابن حزم الأندلسي صاحب كتاب «طوق الحمامة»، وتعلّم الطب نظرياً وسريرياً حتى برع فيه، كما تعلّم العلوم الشرعية والعلوم الطبيعية، ويقال إنّ وزير الدولة آنذاك فتح له أبواب قصره لإعطاء محاضرات طبّية وعلمية عامّة فيه، كما كان منزله مفتوحاً ليلاً نهاراً لإعطاء وصفات طبّية للفقراء، ولبراعته في التشخيص الثاقب جعله الخليفة عبد الرحمن بن هشام طبيبه الخاص[20].

وقدم الزهراوي إبداعات جراحية كثيرة، أبرزها:

- قطع الأطراف ونشر العظام: عُدَّ الزهراوي أوّل طبيب برع في علاج بتر الأطراف، وكيفية وصل الشرايين ببعضها، وكان في ذلك سبّاقاً للجرّاح الفرنسي "دو شولياك" بأربعة قرون، والذي نُسب إليه هذا الإبداع، وقد اعترف "شولياك" بنفسه بأسبقية الزهراوي عليه، حيث ذكر اسمه في كتابه عن هذا الموضوع أكثر من مائتي مرّة[21].

وللزهراوي (الفصل 87 من الباب الثاني من كتاب التصريف) بحث بعنوان: في قطع الأطراف ونشر العظام، وهو بحث مطابق تماماً لما يسمّى بـ (مرض بيرجير) نسبة إلى الدكتور Leo Berger، النمساوي الأصل والذي درس الطب في جامعات أمريكا في بداية القرن الماضي (1879-1943) والمعروف باسم Claudicatio intermittens.

يقول الزهراوي في ذلك: «وأنا أخبرك بمثال عرض لرجل في رجله هذا العارض بعينه الذي أصف لك، وذلك أنّه حدث في رجله سواد مع

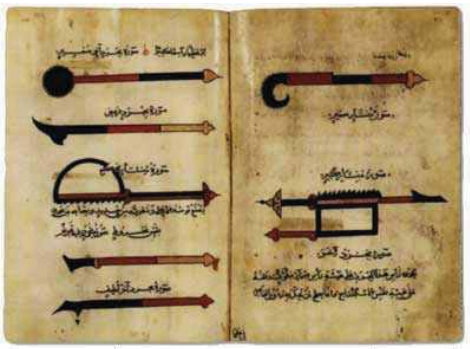
حرقة تشبه النار، وكان ذلك الفساد أوّل ما حدث في إصبعه حتى أخذ الرجل كلّها، فبدر الرجل عن ذاته لمّا رأى الفساد يسعى في العضو مع شدّة ما كان يجد من الوجع والحرقة فقطعه عند المفصل فبرئ. فلما مضى له زمان طويل عرض له ذلك الفساد بعينه في إصبع يده السبّابة، فقصدني فرمت ردع ذلك الفضل بما حملت على اليد من الأدوية بعد تنظيفي لبدنه فلم يرتدع الفضل، وجعل يسعى في الإصبع الأخرى حتى أخذ الفساد في اليد فدعاني إلى قطع يده فأبيت عليه، وجاء منّي على إرداع ذلك الفضل، وخشيت أيضاً عليه عند قطع يده الموت، لأنّ قوةَ الرجل كانت على السقوط. فلمّا يئس منّي، انصرف إلى بلده فبلغني عنه أنّه بدر فقطع يده بأسرها فبرئ. وإنّما حكيت هذه الحكاية لتكون عوناً على ما يقع من جنس هذا المرض ولتكون دليلاً يستدلّ به ويعمل عليه»[22].

– فغر الجمجمة: يذكر العالم «سبرينجل» أنّ الزهراوي كان الطبيب الأوّل الذي وصف العملية المسمّاة «فغر الجمجمة»، وهذا عندما يكون الجنين ميّتاً أو يكون مصاباً باستسقاء في الرأس[23]، وذلك بأنّ اخترع أداة لخرق جمجمة الجنين[24] وإفراغها من محتوياتها لتسهيل عملية نزوله من الرحم، وإنقاذ حياة المرأة، وهذه الآلة على شكل ملقط، وتشبه آلة (الجفت Forceps[25]) التي تستخدم اليوم في توليد الجنين عندما تتأخّر ولادته. وترك لنا العديد من أشكاله في (الفصل 77 من الباب الثاني لكتاب الجراحة) [26].

والزهراوي هو أوّل من استعمل طريقة إخراج المشيمة المحبوسة بعد ولادة الجنين بالضغط على الرحم من خلال جدار البطن[27].

ـــــ إيقاف نزيف الدم: توصّل الزهراوي إلى إيقاف نزيف الدم بربط الشرايين الكبيرة في أثناء العمليات الجراحية، وهو اكتشاف علمي كبير في مجال الجراحة كما تقول «زيغريد هونكه»، وادّعاه لنفسه لأوّل مرّة الجرّاح الفرنسي «امبرواز باريه» عام 1552م = 960هـ، وتؤكّد هونكه «في حين أنّ أبا القاسم العربي قد حقّقه وعلمه قبل ذلك بـ 600 سنة»[28].

– الجراحة التجميلية: والزهراوي أوّل من أجرى الجراحة التجميلية، حيث إنّه أوّل من صنع خيطاناً لخياطة الجراح، صنعها من أمعاء القطط، وأوّل من مارس التخييط الداخلي كي لا يترك أثراً مرئياً، وسمّاه (إلمام الجروح تحت الأدمة)، وبذلك يعدّ رائداً في الجراحة التجميلية، وهو أوّل من استخدم الخياطة بإبرتين وخيط مثبّت فيهما، وتشير هونكه إلى هذه الأسبقية بقولها: «علّم تلامذته كيفية تخييط الجروح بشكل داخلي بحيث لا يترك شيئاً مرئياً منه، والتدريز المثمن (نسبة إلى ثمانية) في جراحات البطن، وكيفية التخييط بإبرتين وخيط واحد مثبت بهما، واستعمل الخيطان المستمدّة من أمعاء القطط في جراحات الأمعاء»[29].



أدوات جراحية في كتاب (التصريف لمن عجز عن التأليف) للزهراوي

وقد أشار بعضهم للأسف إلى أنّ أوّل من ابتكر العمليات الجراحية التجميلية كان الطبيب الإنجليزي (أركيبولد هيكتور ماك أندوي) وكان ذلك في الأربعينيات من القرن العشرين[30].

ويُضاف إلى كلّ ذلك ما يأتي:

هو أول من ألّف كتاباً في الجراحة بوصفها علماً مستقلاً هو: «التصريف لمن عجز عن التأليف».

هو أول من أجرى عملية الحصاة.

أول من نجح في عملية فتح الحنجرة.

هو أوّل من أبدع منهجاً علمياً صارماً لممارسة العمل الجراحي، يقوم على دراسة تشريح الجسم البشري ومعرفة كلّ دقائقه، والاعتماد على التجربة والمشاهدة والممارسة العملية التي تكسب الطبيب الجرّاح مهارة وبراعة في العمل الجراحي.

وصف أبو القاسم طريقة متقنة لعلاج كسور الجمجمة، وذلك عن طريق إجراء ثقوب صغيرة متعدّدة، ثمّ وصلها ببعضها، وهذا ما يمكّن الجراح من نزع جزء من قبوة الرأس ثمّ خياطتها بعد ذلك، وهي الطريقة المتّبعة حالياً، ومن أقواله في ذلك: «فإنّ كان كسر العظم قد بلغ إلى الغشاء المغشي على الدماغ وكان مع هشم ورضّ فينبغي أن نقطع الجزء المهشّم المرضوض على ما أنا واصفه لك وهو أن تحلق رأس العليل المجروح...»، ويقول: «حتى أن تقطع العظم بمقطع لطيف الشفرة وهذه صورته... فإن كان العظم قوياً صلباً فينبغي أن تثقب حوله قبل استعمالك القاطع بالمثاقب التي سمّوها غير غائضة».

هو الطبيب الأول الذي وضع طريقة علمية لجراحة الكسور بعد ربطها، وكذلك في معالجة حالات الوثي وتمزّقات أربطة المفاصل، كما برع في علاج كسور العمود الفقري بشكلٍ خاص.

وأخيراً: هاتان مفخرتان من مفاخر الطب العربي، اللتان أحدثتا تأثيراً عالمياً، ممّا أدّى إلى أن قفز الطب قفزات تطوّرية كبيرة، وأفادا العلماء في كلّ مكان من العالم.

الهوامش:

1 - دور العرب في تقدّم علوم الطب: أمجد الهندي، دار سعاد الصباح، بيروت، ط1، 1998م، ص166، ص167.

2 - المرجع السابق، ص178-173.

3 -خصّصت جامعة «برنستون» الأمريكية، أفخم جناح في أجمل بناء لمآثر الطبيب والفيلسوف العربي أبي بكر الرازي تقديراً منها لفضله.

4 - الطب الإسلامي: عز الدين فراج، القاهرة، دار الفكر، ص-57 60.

5 - الإسلام في الأندلس وصقلية وأثره في الحضارة والنهضة الأوروبية: أمين الطيبي، طرابلس، جمعية الدعوة الإسلامية العالمية، ط1، 1986م، ص42.

6 - شمس العرب تسطع على الغرب: زيغريد هونكه، تر:فاروق بيضون، كمال دسوقي، دار صادر، بيروت، 2000م، ص-314 318. وانظر أثر العرب في الحضارة الأوربية: عباس محمود العقاد، دار المعارف، ط2، 1963م، ص47-34.

7 - شمس العرب تسطع على الغرب: زيغريد هونكه، ص446، 447.

8 - أعظم 100 اكتشاف طبّي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2005م، ص25.

9 - الموجز في تاريخ الطب والصيدلة عند العرب: محمد حسين وآخرون، المنظمة العربية للتربية و الثقافة و العلوم، تونس:، ص388.

10 - القانون في الطب: ابن سينا، ج الحسين بن عبد الله بن سينا، تح سعيد اللحام، دار الفكر، بيروت، 1994م، ج2، ص339.

11 - المرجع السابق، ج 2، ص339.

12 - المرجع السابق، ج 2، ص446، 445.
13 - المرجع السابق، ج 2، ص482.
14 - المرجع السابق، ج 3، ص3. 159، 200، 240.
15 - القانون في الطب: ابن سينا، ج 1، ص69. 71.
16 - انظر عنه: عيون الأنباء في طبقات الأطباء: أحمد بن القاسم بن أبي أصيبعة، تح: نزار رضا، بيروت، مكتبة الحياة، ص519. 521. العبر في خبر من غبر: محمد بن أحمد الذهبي: العبر، تح: صلاح الدين المنجد، مطبعة حكومة الكويت، 1984م، 4/163. مرآة الجنان وعبرة اليقظان: عبد الله بن أسعد اليافعي، وضع حواشه خليل المنصور، بيروت، دار الكتب العلمية، ط1، 1997م، 3/239. معجم المؤلفين: عمر رضا كحالة، مؤسّسة الرسالة، بيروت، ط1، 1993م، 2/317.
17 - كتاب التيسير في المداواة والتدبير: عبد الملك بن زهر، تح:ك محمد الروداني، ص19-10.
18 - المرجع السابق، ص19-10.
19 - دور العرب في تقدّم علوم الطب: الهندي، ص87-85.
20 - انظر في ترجمة الزهراوي: عيون الأنباء في طبقات الأطباء: ابن أبي أصيبعة، ص501. الوافي بالوفيات: خليل بن أيبك الصفدي، اعتناء هلموت ريتر، دار فرانز شتاينر، ط2، 1962م، ج13، ص370. الأعلام: خير الدين الزركلي، بيروت، دار العلم للملايين، ط12، 1997م، ج2، ص310، 311.
21 - دور العرب في تقدّم علوم الطب: الهندي، ص132.
22 - انظر الندوة العالمية التاسعة لتاريخ العلوم عند العرب: العطاء العلمي العربي في العصور الإسلامية التأثّر والتأثير، دمشق، 2008، بحث محمود سالم الشيخ: الجراحة عند أبي القاسم الزهراوي وتأثيرها على الطب في أوروبا.
23 - وعرف ابن سينا هذه المشكلة وعالجها، إذ يذكر تحت عنوان: «تدبير من تعسّر ولادها بسبب موت الجنين، أو سوء شكله الذي لا يرجى معه حياته: تستعمل الأدوية المخرجة للجنين الميت ممّا قيل ويقال، فإنّ لم ينجح ذلك علق بصنابير وقطع إرباً إرباً، وأخرج واستعجل في ذلك قبل أن ينتفخ، فإن كان رأسه عظيماً وأمكن شدجه أو قطعه ليسيل ما فيه فعل ذلك». انظر القانون في الطب: ابن سينا، ج3، ص285.
24 - في حين يذكر التاريخ الغربي أنّ هذا الابتكار اخترعته عائلة من المولدين الذكور (دايات) عام 1630م = 1040هـ، واشتهرت هذه العائلة بعائلة (شامبرلين). انظر أعظم 100 اكتشاف طبي: أيمن الحسيني، ص133، 134.
25 - الجفت عبارة عن أداة معدنية لها شريحتان تستخدمان في سند رأس الجنين وسحبه للخارج عندما يكون هناك صعوبة في خروج الرأس بطريقة طبيعية.
26 - انظر الندوة العالمية التاسعة لتاريخ العلوم عند العرب، مرجع سابق.
27 - دور العرب في تقدّم علوم الطب: الهندي، ص6569. أعلام العرب والمسلمين في الطب: علي عبد الله الدفاع، مؤسّسة الرسالة، بيروت، ط1، 1983م، ص121130. أثر العلماء المسلمين في الحضارة الأوروبية: أحمد الملا، دار الفكر، ص137. الموجز في تاريخ الطب والصيدلة عند العرب: محمّد حسين وآخرون، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ص108، 147.
28 - شمس العرب تسطع على الغرب: زيغريد هونكه، ص278. أعلام العرب والمسلمين في الطب: الدفاع، ص124، 125.
29 - شمس العرب تسطع على الغرب: هونكه، ص278. وهي نفسها الخيطان المستخدمة في العمليات الجراحية اليوم والتي تذوب في الجسم بعد العملية.
30 - أعظم 100 اكتشاف طبي: الحسيني، ص69.

العلوم الطبّية في بلاد فارس

د.عبد الله السليمان*

يبدأ التاريخ الإيراني القديم بالعصر العيلامي (3000–560 ق.م) نسبة إلى عيلام، وكانت إيران خلال هذه الفترة تسير على هدى بلاد الرافدين الحضارية، وبعدها عرف الفرس خلال تاريخهم الطويل ثلاث إمبراطوريات، هي الإمبراطورية الأخمينية (559–330 ق.م)، والإمبراطورية الفرثية (247 ق.م–224م)، والإمبراطورية الساسانية (226 - 651م)، التي عاصرت ظهور الإسلام وسقطت على أيدي الفاتحين العرب. سمّى الإغريق إيران باسم بلاد فارس، والمعنى الدقيق لكلمة فارس لا يشير إلى اسم البلاد ولا حتى الشعب، وإنّما كان اسماً لمقاطعة فرثيا الواقعة في الركن الجنوبي الغربي من إيران، والتي تطلّ على الساحل الشرقي للخليج العربي، وعلى الرغم من أنّ الإيرانيين لم يطلقوا هذه التسمية على بلادهم (أي لم يسمّوها بلاد فارس)، لكنّهم لم يجدوا حرجاً في استخدام هذا الاسم، لأنّ اللهجة والثقافة الإقليمية لمقاطعة فارس أصبحت اللغة والثقافة الرسمية والمهيمنة في كامل إيران، بالطريقة نفسها التي أمست فيها التوسكانية إيطالية، والقشتالية إسبانية. ولما كان اسم «إيران» هو المستخدم دائماً من قبل سكان البلاد، فإنّهم فرضوا على باقي دول العالم أن تسمّي بلادهم به منذ سنة (1935م)، وهو مشتق من كلمة آريانام الفارسية القديمة، وهذه الكلمة اسم جمع بمعنى «أرض الآريين»، والتي يعود تاريخها إلى أوائل هجرات الشعوب الهندو-أوروبية. يتناول هذا البحث الجهود الطبّية الفارسية، وما قدّموه من إسهامات في الباب، بدأ من المرحلة التي كان الفرس فيها يعتقدون بأنّ المرض هو لعنة عليهم وعقاب من الإله على عقوبة

* جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الإنسانية – قسم التاريخ.

اقترفوها، حتى بدء استعانتهم بالخبرات الطبّية اليونانية والسورية والعراقية والمصرية والعربية لتعويض ضعفهم في هذا المجال، لذلك سيجد القارئ أنّ كثيراً من معارفهم الطبّية اختلط فيها الخيال بالشعوذة.

أولا: الآلهة والأساطير:

لقد كان الطبّ عند الفرس متواضعاً جدّاً، يعتمد بصورة أساسية على كتاب **الآفستا** -Aves ta، الكتاب المقدّس الذي أنزله الإله آهورامازدا Ahuramazada على زرادشت -Zarathus tra وفق معتقد الفرس، وقد خصّ الجزء الأول من هذا الكتاب للحديث عن كثير من الأمراض، وذكر فيه أنّ الروح الشرّيرة هي السبب الأوّل للمرض، لذلك كان الكهنة يتضرّعون للشياطين لتخرج من جسد المريض. ويجب أن تبقى العناصر الأربعة: «الماء، الهواء، النار، والتراب» نقيّة وطاهرة وألّا تتلوّث. وكان الماء هو سبب للشفاء، إذ يعدُّ أساس الحياة[1]، لذلك «**يحاذر الفرس التبوّل في الماء، ولا يغتسلون في النهر ولا يعومون فيه، وهم لا يرمون المتوفّين فيه، ولا أي شيء آخر يعدّونه دنسًا**[2]».

ولم يختلف **مفهوم المرض** في بلاد فارس قديماً عمّا هو عليه في بلدان الشرق القديم الأخرى؛ فالمرض لعنة أو عقاب على خطيئة ارتكبها الإنسان بحقّ «الشمس» التي كانوا يعبدونها، والنار لم تكن إلّا رمزاً لهذا المعبود، لذلك «**كانوا يشعلون النار من دون أن ينفخوا فيها.. ومن ينفخ في النار، أو يلقي فيها جثّة ميّتة، أو يلطّخها بما هو قذر يكون عقابه الموت**[3]» وللإله قدرة على تسليط المرض على من يريد، ففي أحد النصوص التي يتّحد فيها زرادشت عن أعدائه الذين يرُمُون إلحاق الأذى به، وكونهم أشرار، فإنّه يطلب من إلهه آهورامازدا أن يبتليهم بالمرض[4]. وكانت الربّة أناهيتا Anahita (العذراء أو الطاهرة) مسؤولة عندهم عن الخصوبة، والنسل، والأمومة، والشفاء، والحكمة، وصحّة جسم الإنسان؛ كما كانت مسؤولة عن سؤال الجسم من دموع، وعرق، ودماء، وحليب الأم وإدراره، وعن الرحم؛ حتى إنّها كانت تعطي ماء الحياة للأجنّة في أرحام أمّهاتهم.

ثانياً: الصحّة العامّة:

«**كان الفرس يحبّون الطعام والشراب، وتتميّز وجبة الغداء لديهم بالفخامة والبذخ، يقدّمون إلى المائدة ذبائح بكاملها، وكمّيات كبيرة من شتّى الأصناف الأخرى**[5]». إلّا أنّهم كانوا يراعون قواعد الصحّة العامّة، ويعدّون النظافة من أكبر النعم، وكانوا يفرضون أشدّ العقوبات على من يتسبّبون في نشر الأمراض المعدية، وكانوا يتحاشون ممارسة شؤونهم الخاصة جهراً أمام عيون الملأ، وكان يسوؤهم أن يبصق الإنسان أو يتمخّط أمام الناس، **وكانوا يدفنون جثامين الموتى بعد طلائها بالشمع**. وكان الطب بادئ الأمر من أعمال الكهنة، وكانوا يمارسونه على أساس من السحر ومراعاة قواعد الصحّة العامّة، وعلى الرقية، فـ «الرقية إن لم تشف من المرض لا تقتل المريض، وهو ما لا يستطاع قوله عن العقاقير»[6]. ومن عادات الفرس أنّهم «**يسكبون زيت الزيتون الممزوج بالحليب والعسل، لا على النار ولا على الماء، بل على الأرض، وتتلى بعدها التعاويذ طويلاً، وفي أثناء تلاوتها يمسك الذين يتلونها حزمًا من قضبان الأثل الرفيعة**[7]».

ثالثاً: العقاقير والسموم:

إنّ كلام الأفستا عن المرض والدواء كلام مبهم لا يعطينا فكرة واضحة، ولم يستخدم الفرس في عصورهم الباكرة سوى **عقار طبّي واحد** هو الهوما Haoma وهي: شجرة دون أوراق، لونها أصفر ذهبي، ساقها مرن، ولها عصارة سائلة، أشبه ما تكون بنبات «عنب الثعلب»، كانت تستخدم لأغراض طبّية، وقد تبيّن أنّ الهوما يستخلص منها شراب مسكر، يتناوله الفرس في أماكن عبادتهم، إذ يحتسيه الكهنة ويوزّعونه على باقي المؤمنين، مكوناً من عصير هذه النبتة، مضاف له مسحوق أعواد الأفدرا الممزوج بالحليب والشعير، وعندما يختمر المزيج يصفّى ويوضع في آنية غضارية[8]. وكانوا يعتقدون أنّ هذا المسكر لا يبعث في مدمنه الغضب أو الهياج، بل التُقى والسلامة، وقد تحدّث «سترابون» عن هذه القضية، إذ يقول: «**يعقد الفرس مجالسهم لمناقشة أهم القضايا وهم يشربون المسكر، فهم يرون إنّ القرارات التي تتخذ حينئذ أكثر صوابية من تلك التي يتّخذونها وهم في حالة حضور ذهني**»[9]. وقد استمرّت عادة تعاطي هذا المسكر سارية في المجتمع الفارسي، رغم إنّ «زرادشت» نفسه جهر بسخطه على هذه العادة[10].

لقد ازداد اهتمام الفرس بالعقاقير الطبّية حتى إنهم كانوا يكلّفون جنودهم «**بجمع الجذور الطبّية**»[11]، وكان ملوكهم يفرضون الإتاوات على سكان الداخل «**وفق ما تنتجه كلّ بلاد أصبغة وعقاقير طبية**»[12]. وقد اعتقد الفرس أنّ جميع النباتات الطبّية التي عرفوها قد خلقها لهم الإله أهورا مازدا: «**أنا أهورا مازدا خلقت النباتات الشافية**». كما عرف الفرس نبتة (بنگ) وهي ذاتها البنج، كمخدّر ومسكّن للآلام، وشراب هذه النبتة كان شائعًا عندهم منذ القدم، إذ

ورد في الأفستا «**فإذا حَبِلت فتاة شابّة من رجل أرادت إجهاض جنينها باستخدام دواء البنج، تكون مذنبة**». وهناك أعشاب أخرى كان يُستفاد منها في الطبّ الفارسي القديم مثل) الكُندُر) وهو صمغ طيب الرائحة يحرق في المجمر. ونبات الحرمل)اسپندر)، وهو أيضاً من أنواع البخّور وكان يستخدم للوقاية من عين الحسود. واستخدم الفرس نبتة الـ (كوكنار) وهو الأفيون، وكان لهم اهتمام كبير به كمضاد للسموم. كما استخدم الفرس النعناع والصفصاف الأسود[13]. كما عرفوا خصائص المن والكافور والقنّب الهندي، ونقلوا إلى بلادهم شجرة الليمون التي استعملوا لبّها وبذورها ممزوجة بالخمر لمعالجة التسمّم[14]. وبما أنّ أهورا مازدا خلق جميع النباتات الشافية كان بوسع المرء أن يستطبّ بها أو أن يستطبّ بإيمانه، فمن وصاياه: «قد يشفى الإنسان بالقداسة، وقد يشفى بالمشرط، وقد يشفى بالأعشاب، وقد يشفى بالكلمة المقدّسة، وهي من بين سبيل الشفاء أفضل من كلّ دواء». وكان يحظر على الفرس القيام بدروس **التشريح**، لأنّ الجثّة غير طاهرة، ولا يحقّ للممارس الأمين أن يمسّها[15].

رابعاً: الاستعانة بالخبرات الطبّية الأجنبية:

لقد أدرك الفرس منذ عصر مبكّر في تاريخهم مدى تأخّرهم في علم الطب! لذلك اعتمدوا على **الأطبّاء العراقيين والمصريين واليونان** بصورة رئيسة، وقد ذكر المؤرّخون اليونان أنّ هناك كثيراً من الأطبّاء الأجانب في بلاد الفرس، وما يشهد على ذلك أنّه عندما أصيب الملك الفارسي قورش (528–558 Cyrus ق.م) بمرض في عينه، أرسل رسالة إلى مصر يطلب فيها طبيبًا مصريًا يعالجه[16]. وكذلك كان الأمر أيضًا حينما استدعى ملك فارس داريوس الأول (521– 486 ق.م) أحد الأطبّاء المصريين المقيمين في بلاطه، لمعالجة التواء في قدمه، بعد أن سقط من على ظهر فرسه، لكنّ الطبيب المصري لم يوفّق في إعادة عرقوب قدم الملك إلى مكانه الصحيح، بعد أن خرج عن موضعه، لا بل إنّ معالجته زادت الملك ألماً. ولما علم الملك الفارسي أنّ هناك طبيباً يونانياً يدعى ديموسيدس Democedes موجود في مملكته دعاه لعلاجه، وقد نجح هذا الأخير في شفاء الملك، وكانت تلك الحادثة مهمّة بالنسبة للأطبّاء الإغريق، الذين روّجوا لها بحماس كبير، طبعاً حتى يثبتوا بأنّهم تلاميذ نجباء تفوّقوا على أساتذتهم المصريين. كما تمكّن هذا الطبيب اليوناني من معالجة زوجة داريوس أيضاً من ورم في ثديها[17].

ولما حلّ بالفرس وباء خطير في أيام الملك أردشير الأوّل (359–405 ق.م) عدو الإغريق اللدود، طلب العاهل الفارسي عن طريق عامله في مدينة «فاوان» أن يحمل إلى **أبقراط** -Hip pocrates (460–375 ق.م) مائة قنطار من الذهب، وأن يفعل ذلك بكرامة عظيمة وإجلال، وأن يقدّم هذا المال له، ويضمن له إقطاعاً

بمثلها، مقابل أن يأتي إلى بلاد فارس ويخّلصها ممّا حلّ بها من وباء، وكتب إلى ملك اليونان يستعين به على إخراج أبقراط إليه، وضمن له مهادنة مدّتها سبع سنوات إذا ما أخرج أبقراط إليه، لكنّ أبقراط رفض الأمر رفضاً قاطعاً، ولمّا ألحّ عليه ملك اليونان في الخروج إليهم، قال له أبقراط: «لن أبدّل الفضيلة بالمال»، وبقي منكبّاً على علاج المساكين والفقراء في شتّى أصقاع العالم اليوناني[18]. ورغم الجالية الطبّية الكبيرة الوافدة من سورية والعراق ومصر للعمل في بلاد فارس، إلّا أنّ عوامّ الفرس كانوا يفضّلون التداوي على يد كهنة الديانة الزرادشتية بدافع إيماني بحت.

خامساً: تنظيم مهنة الطب:

نصّ **القانون** على أنّ يعالج الكهنة من غير أجر، وكان يطلب إلى الطبيب الفارسي الناشئ أن يبدأ ممارسة المهنة على الكفرة والأجانب؛ «يجب أن يمتنع عن علاج أي عبد من عباد الإله.. وإذا عالج بالمبضع عبداً من عبدة الشيطان وشفي، وإذا عالج بالمبضع عبداً ثانياً من عبدة الشيطان وشفي، وإذا عالج بالمبضع عبداً ثالثاً من عبدة الشيطان وشفي، كان صالحاً أبد الدهر، وكان له إذا أراد أن يعالج عباد الإله، وأن يشفيهم من الأمراض بالمبضع». وهكذا تكوّنت في فارس في عهد أردشير الثاني (404- Artakerxis II 358 ق.م) نقابة للأطبّاء والجرّاحين الفرس بهدف تنظيم عملهم، وقد حدّد القانون أجورهم وفقاً لمنزلة المريض الاجتماعية[19].

سادساً: مدرسة جنديسابور الطبّية:

أسّس كسرى فارس سابور الأوّل (241- 271م) مدرسة **جنديسابور** Gundi-Shapou، بعد أن وقع في أسره عدد من الأطبّاء السوريين واليونان في أعقاب انتصاره على الإمبراطور الروماني فالريان سنة 260م بالقرب من مدينة الرُها في شمال سورية، فأسّس لهم هذه المدرسة في إقليم عربستان (منطقة الأهواز)، وجلب لهم المؤلّفات العلمية من بلاد الهند والرومان، وطلب منهم أن يستمرّوا في بحثهم العلمي، مدركاً حاجة بلاد فارس إلى علومهم الثمينة[20]. وقد سار سابور الثاني (301 - 379م) على خطا جدّه في رعاية هذه المدرسة الطبّية، كما أنّه أحاط نفسه بثلّة من العلماء الإغريق، وأخذ يغدق عليهم وقد اشتهر منهم الطبيب «تيودوز» Theodose الذي صنع شراباً من التفّاح كان يستعمل في المداوة وعرف باسمه، كما أنّه ألّف كتاباً في الطب[21].

وقد بدأ يتوافد إلى هذه المدرسة فيما بعد الأطبّاء المسيحيون السوريون والعراقيون واليونان، ولا سيما من كان منهم على المذهب النسطوري، بعد طردهم من قبل الإمبراطور البيزنطي الأرثوذكسي، فاستقبلهم كسرى فارس وأغدق عليهم. وعندما أغلق الإمبراطور جُستنيان مدرسة أثينا سنة 528م فرّ فلاسفتها وأطبّاؤها وعلماؤها

إلى بلاد فارس، فاستقبلهم كسرى أنوشروان وحثّهم على التأليف والترجمة في الطب وغيره من العلوم، وقد انكبّ الكثير من هؤلاء الأطبّاء مثل زملائهم في المقاطعات البيزنطية القديمة خلال ثلاثة قرون على ترجمة الكتب الإغريقية القديمة إلى لغتهم الأصلية (السريانية) حتى يتمكّن تلاميذهم من فهم لغة أبقراط وديوسكوريدس وجالينوس بسهولة، وقد حظيت هذه المدرسة بالكثير من الشهرة العلمية[22].

وأشهر أطباء تلك الفترة هو الطبيب العربي **الحارث بن كلدة الثقفي** من مدينة الطائف في الحجاز، وكنيته أبو وائل، تعلّم صناعة الطب في اليمن، ثمّ سافر إلى مدرسة جنديسابور، وهناك تعلّم على يد الأطبّاء السريان ذوي الثقافة اليونانية وتمرّن على يدهم. وسرعان ما سطع نجم هذا الطبيب العربي في بلاد فارس وذاع ذكره، بعد أن عالج بعضاً من أجلّاء الفرس، فأعطوه مالاً وجارية، ويقال إنّ كسرى أنوشروان قد استشاره في أمور صحّية وطبّية، فأعجب بعلمه ورأيه، فأمر رجاله أن يدوّنوا ما قاله في الطب في كتاب، إلّا أنّ كتابَه هذا لم يصلنا منه شيء مع الأسف، إلّا فقرات متفرّقة في قواعد الصحّة العامّة فيما يخصّ المأكل والمشرب[23]. وقد ورد في المصادر خبر وفادته على كسرى ومحاورته له، وكان الحارث قد دخل على كسرى في أثناء مكوثه في بلاد فارس فلماً وقف بين يديه منتصباً قال له: «من أنت؟ قال الحارث: **أنا الحارث بن كلدة الثقفي**، وقال: وما صنعتك؟ **قال الطب**، قال أعرابي أنت؟ قال: **نعم من صميمها وبحبوة دراها**، قال: فما تصنع العرب بطبيب مع جهلها وضعف عقولها وسوء أغذيتها؟ قال: **أيّها الملك إذا كانت هذه صفتها كانت أحوج إلى من يصلح جهلها ويقيم عوجها ويسوس أبدانها، ويعدل أمشاجها، فإنّ العاقل يعرف ذلك من نفسه.** فقال كسرى: كيف بصرك بالطب؟ قال: **ناهيك**، قال ما أصل الطب؟ قال: **الأزم**، قال: فما الأزّم؟ قال: **ضبط الشفتين والرفق باليدين**، قال: أصبت. قال: وما الداء الدوي؟ **قال إدخال الطعام على الطعام، وهو يفلي البريّة ويهلك السباع في جوف البريّة**، قال: فما الحجرة التي تصطلع منها الأدواء؟ قال: **هي التخمة، إن بقيت في الجوف قتلت وإن تحلّلت أسقمت**، قال: صدقت. فما تقول في الحجامة؟ **قال في نقصان الهلال وفي يوم صحو لا غيم فيه والنفس طيّبة والعروق ساكتة لسرور يفاجئك وهمٌّ يباعدك.** قال: فما تقول في دخول الحمّام، قال: **لا تدخله شبعاناً، ولا تغشى أهلك سكراناً، ولا تقم في الليل عرياناً ولا تقعد على الطعام غضباناً، وارفق بنفسك يكنْ أرضى لبالك! وقلّل من طعامك ويكن أهنأ لنومك.** قال: فما تقول في الدواء؟ قال: **ما لزمتك الصحّة، فاجتنبه، فإنْ هجّ داءٌ فأحسمه بما يردعه قبل استحكامه، فإنّ البدن بمنزلة الأرض إن أصلحتها عمرت وإن تركتها خربت.** قال: فما تقول في الشراب؟ قال: **أطيبه وأرقّه أمرّه وأعذبه أشهاه، لا تشربه صرفًا فيورّثك صداعًا ويثير عليك من الأدواء أنواعًا.** قال: فأيّ اللحمين أفضل؟ قال: **الضأن الفتي، القديد المالح مهلك للأكل، واجتنب لحم الجزور والبقر.** قال: فما تقول في الفواكه؟ قال: **كُلّها في أقبالها وحين أوانها واتركها إذا أدبرت وولّت وانقضى زمانها وأفضل الفواكه الرمّان والأبرح، وأفضل الرياحين الورد، وأفضل البقول الهندباء.** قال: فما تقول في شرب الماء؟ قال: **هو حياة البدن وبه قوامه، ينفع ما يشرب منه بقدر الحاجة، وشربه**

بعد النوم ضرر، أفضله أمره وأرقّه أصفاه، قال فما طعمه؟ قال: **لا يهمّ له طعم ألا أنّه مشتقّ من الحياة**، وفي لونه؟ قال: **اشتبه على الأبصار لونه**. قال: فما الحمية؟ قال: **الاقتصاد في كلّ شيء، فإنّ الأكل فوق المقدار يضيّق على الروح ساحتها ويسدُّ مسامها**»[24]. فقال كسرى لله درّك يا أعرابي، لقد أعطيت علماً، وخصصت فطنة، وفهماً، وأحسنت صلة». يحكى أنّ هذا الكسرى قد أرسل وزيره **برزويه** في بعثة إلى بلاد الهند، فعاد ومعه عدد كبير من نماذج عن نباتات طبية وعقاقير، لم تعرفها بلاد فارس سابقًا، كما حمل معه كثيرًا من المؤلّفات الهندية التي ترجمت إلى الفارسية. هكذا لم يترك الفرس مؤلّفات علمية مهمّة في الطب، وكانت أكثر الكتب المتداولة بينهم ذات أصل يوناني أو هندي أو سرياني[25].

خاتمة:

نستنتج من هذه الدراسة السريعة أنّ الفرس لم يبدعوا في علم الطب، وكان ملوكهم يدركون هذه الحقيقة، لذلك سعوا إلى تلافي هذا النقص الحاصل في معارفهم أبناء جلدتهم العلمية بالاستعانة بخبرات متنوّعة يونانية وعراقية ومصرية وسورية وعربية، كان آخرها الحارث بن كلدة الثقفي، ويبدو أنّ قوّة المعتقد الديني عند الفرس؛ هو الذي دفع عوامهم إلى عدم الاهتمام بهذا الاختصاص ما دام الخير كلّه بيد الإله آهورامازدا حتى إنّ الطبّ بادئ الأمر كان من أعمال الكهنة، وكانوا يمارسونه على أساس من السحر ومراعاة قواعد الصحّة العامّة، حتى إنّ الفرس لم يستخدموا في عصورهم الباكرة سوى عقار طبّي واحد هو الهوما؛ وقد تبيّن أنّ الهوما يستخلص منها شراب مسكر، يتناوله الفرس في أماكن عبادتهم.

المراجع:

1) أسامة عدنان يحيى: السحر والطب في الحضارات القديمة، دراسة تاريخية مقارنة، دار آشور بانيبال، نينوى 2015م.

2) ابن أبي أصيبعة، موفق الدين عباس بن أحمد: عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: نزار رضا، مكتبة الحياة، بيروت، د.ت.

3) برونو أليوا: الطب في زمن الفراعنة، ترجمة: كمال السيد، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة 2004م.

4) جان شار سورينا: تاريخ الطب، من فن المداواة إلى علم التشخيص، ترجمة: إبراهيم البجلاتي، مجلة عالم المعرفة، العدد 281، الصادرة عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت 1985م.

5) جوزيف كلاس: مسيرة الطب في الحضارات القديمة، قدّم له الدكتور شاكر مصطفى، دار طلاس للدراسات والترجمة النشر، دمشق 1995م.

6) سترابون: الجغرافيا، الكتاب 15، الفصل 3، الفقرة 16. ترجمة حسان اسحق، دار علاء الدين، دمشق 2017م.

7) كمال السامرائي: الطب وتاريخه عند العرب، المورد، مج14، عدد4، بغداد 1985م.

8) محمد زهير البابا: تاريخ وتشريع وآداب الصيدلة، منشورات جامعة دمشق، ط6، دمشق 2001م.

9) مصطفى موسى شرف: الطب بين الإيرانيين القدماء وقدماء المصريين، مجلة بحوث كلية الآداب، مج 32، عدد 124، جامعة المنوفية د.ت.

10) نور الدين حاطوم، صلاح مدني، أحمد طربين، نبيه عاقل: موجز تاريخ الحضارة، ج1: حضارات العصور القديمة، مطبعة الكمال، منشورات جامعة دمشق 1965م.

القلاع والحصون التاريخية في سورية

أوابد معمارية آثارية متنوّعة الهندسة والطرز، ودور تاريخي كبير

هشـــام عـــــدرة

تنتشر في سورية عشرات القلاع والحصون التاريخية والأثرية، حيث يصل عددها إلى 83 قلعة وحصناً تاريخياً، والتي شيّدت قبل مئات وآلاف السنين، وقد أدّت هذه القلاع والحصون فيا مضى دوراً مهمّاً في الحروب والمعارك والغزوات من خلال أسوارها الحصينة وفتحات رمي السهام فيها. كما كانت هذه القلاع -التي غالباً ما تتواجد في المدن والمناطق الكبيرة- مقرّاً للحكّام والملوك والأمراء، حيث يديرون شؤون البلاد والرعيّة منها. ولذلك اهتمّ هؤلاء بأن تكون هذه القلاع غايةً في الإبداع المعماري وذات أبنية عديدة تحقّق الخدمات المطلوبة منها.

ويلاحظ أنّ أغلب القلاع السورية تعرّضت للتهدّم بسبب الحروب أو الزلازل والعوامل الطبيعية وكان يتمّ ترميمها في فترات لاحقة، حتى جاءت فترة الاحتلال العثماني حيث أهملت هذه القلاع ففقدت دورها ووظيفتها، وفي السنوات الأخيرة قام المسؤولون عن الآثار والمتاحف السورية بإجراء عمليات ترميم للعديد من القلاع والحصون وذلك بغية إعادة شكلها المعماري إلى ما كانت عليه واستثمارها سياحياً وثقافياً، وفتح هذه القلاع أمام السيّاح والزوّار ليشاهدوا روعة فنون العمارة فيها وبذلك أصبحت هذه القلاع تؤدّي دوراً سياحياً تراثياً مهمّاً من خلال أفواج السياح الذين يزورونها وقد تمّ بالفعل ترميم قلاع عديدة وقلاع أخرى يجري العمل على ترميمها.

من أبرز هذه القلاع والحصون:

قلعة دمشق: الوحيدة على مستوى أرض المدينة!..

قلعة دمشق هي القلعة الوحيدة في سورية التي بنيت على مستوى المدينة فهي لا تقوم على ذروة أو تل أو جبل كما سائر القلاع السورية، وقد أنشأها الحكّام السلاجقة عام 1078م بحجارة سور المدينة لتكون لهم قصراً حصيناً فأحاطوها بالأسوار والأبراج والخنادق وأقاموا في داخلها الدور والحمّامات والمساجد والمدارس حتى غدت حصناً منيعاً وعندما كانت حروب الصليبيين على أشدّها أصبحت مكاناً لإقامة سلاطين مصر والشام أمثال: نور الدين زنكي وصلاح الدين الأيوبي والملك العادل والظاهر بيبرس الذين كانوا يصرّفون من داخلها شؤون الحرب والسياسة ويسيّرون منها الجيوش لملاقاة الصليبيين. إلّا أنّ الملك العادل ما لبث أن وجد أنّ القلعة لم تعد تساير العصور ولا تطوّر أسلحة الحرب والحصار فقرّر عام 1202م هدمها وإعادة بنائها من جديد فغدت حديثة تعكس آخر ما وصلت إليه فنون العمارة العسكرية بأسوارها الضخمة وأبراجها الاثني عشر الشاهقة وبمرامي النبال الثلاثمائة وشرفاتها البارزة. وقد تعرّضت القلعة في منتصف القرن الثالث عشر ميلادي لهجمات التتار والمغول فكانت تصمد تارة وتسقط مرّة إلّا أنّ القلعة أهملت تماماً خلال الفترة العثمانية، وردمت خنادق الحماية المحيطة بها وأقيمت مكانها أسواق الحميدية والعصرونية والخجا. وفي ثمانينات القرن العشرين المنصرم أزيل سوق الخجا الذي كان يغطّي الواجهة الغربية للقلعة وأخلي منها السجن المدني وبدأت عملية إصلاح واسعة وترميم على نطاق كبير لإعادتها إلى وضعها السابق وافتتاحها أمام الزوّار.

قلعة فخر الدين المعني في تدمر:

تقع قرب مدينة تدمر الشهيرة في قلب البادية السورية، وتتميّز بخاصيّة فريدة، حيث يمكن للزائر والسائح أن يشاهد تدمر بأوابدها الرائعة وجميع آثارها وأشجار نخيلها وواحتها الغنّاء، بمنظر بانورامي رائع من هذه القلعة التي ترتفع عن سطح مدينة تدمر حوالى (150) متراً، تُنْسَبُ هذه القلعة إلى الأمير فخر الدين المعني الثاني الذي حكم جبل لبنان وأجزاء من سورية في بداية القرن السابع عشر الميلادي. وتقوم فوق قمّة جبل صخري يحيط بها خندق عمقه عشرة أمتار وعرضه 15 متراً استخدمت حجارته في بناء جدران القلعة وشكّلت مانعاً مادّياً أضاف إلى منعتها وتحصينها قوةً رادعة جعلها بعيدة المنال.

تبدو القلعة للناظر من بعيد كالنسر الجاثم يحرس أطلال المدينة ويبعد عنها عاديات الزمان، للقلعة مدخل يتّجه إلى الجنوب الشرقي يُصْعَدُ إليها عبر جسر متحرّك يرفع عند الحصار لمنع وصول الأعداء. إنّ طراز بناء القلعة وأبراجها يعود إلى العصر الأيوبي المملوكي (القرن 12–13م). وللقلعة مخطّط غير منتظم يماشي السطح الصخري للجبل، وترتفع جدرانها وأبراجها المستطيلة إلى 20 – 25 متراً ومداميكها من الحجر المجلي من الكلس القاسي ومثبّت بمؤونة من الجص. وجميع الممرّات والقاعات مسقوفة بسقوف من الحجر المغموس بالجص..

ونجـد في جدرانها وأبراجها كوّات لرمي السـهام والحجارة والنار الحارقة إذا وصـل الأعداء قريباً منها. وهي مجهّزة بالعديد من القاعات الواسـعة والمطاحن ومستودعات المؤونة والأعلاف وخزّانات المياه. وفي القلعة مسجد صغير مقام على سطحها لم يبقَ منه إلّا جزء من المحراب.

قلعة الحصن: حصن منيع!..

وهـي حصـن منيـع يتوضّـع في مـكان مرتفع، ترتفـع عـن سـطح الأرض 140 متراً وعن سـطح البحر 750 متراً وتعود للعصـور الوسطى وقد أدّت هذه القلعة دوراً كبيراً في الحروب الصـليبية جعلها من أشـهر القـلاع في العـالم حيث تمتـاز بموقعها الشاهق الممتنع ومداخلها السرّية ومساربها المضلّلة ومرافقها المتوافرة وتقع القلعة في المنطقة الوسطى من سـورية وتبعـد عن مدينة حمص 60 كلم وعن شـاطئ البحـر الأبيض المتوسـط 35 كلم ومن فوق أعلى برجها يمكن رؤية البحر المتوسّط وموقع ميناء طرابلس وبرج صـافيتا وبحـيرة قطينة، وقد دخلت هذه القلعة في عام 2007 ضـمن برنامج اليونيسكو لحمايـة الـتراث العالمـي، وتقـدّر مسـاحة القلعـة بثلاثين ألف متر مربّع وهي حصـن داخله حصـناً بينهمـا خندق وحولها حصـنها الخارجي مسـتقل مؤلّف من طبقات عدّة تحوي على القاعات ومرابط الخيل والمستودعات وغرف الحرس وقد زوّد بثلاثة عشر برجاً منها الدائري والمربّع والمستطيل وأحيط بخنـدق دعـم في الكثـير مـن أقسـامه الخارجيـة بالجدران المائلـة وفيه عدّة أبـواب. الباب الرئيس للقلعة يقع في الجهة الشـرقية كان في الماضي يدخل إليه بوسـاطة جسـر متحـرّك يعلو البـاب الرئيس كتابات عربية بين نقش لأسـدين تشير إلى تجديده من قبل السلطان الظاهر بيبرس.

قلعة حلب: مدينة داخل مدينة !..

وهي من أجمل وأكمل القلاع السورية وأعرقها ومسـجّلة ضـمن لائحة التراث العالمي لليونيسكو، وهي تشـكّل مدينة داخل مدينة، إذ تضـمّ داخلها منشـآت معماريـة كثـيرة منهـا قصـر وحمّامات وجوامع ومسـرحاً وأبنية أخـرى. وقلعة حلب تقوم وسـط المدينة وتشـرف على حلب على ارتفاع 50 متراً عن مسـتواها. ويقال إنّ أنقاض الحضارات القديمـة تراكمت بعضـاً فـوق بعض فكانت هذه التلّـة العالية التـي كان لها في كلّ العصـور أهمّية اسـتراتيجية وعسـكرية بالغـة. أمر ببنـاء القلعة الأمير سـيف الدولـة الحمداني وهي تعـدُّ واحدة من أهم الصـروح العسـكرية من خـلال طرازها المعمـاري الفريـد الـذي يجمـع بـين الصـرامة والجمال وقـد بقيت منذ الدولـة الحمدانية مقرّاً للحكّام الذين راحوا واحداً بعد آخر يضيفون إليها المنشآت والأبنية والتحصـينات حتى غدت مدينة بذاتهـا. وتضـمّ القلعـة أبراجاً رائعة التصـميم، كما تمتـاز بمداخلها المتقنـة وأبوابها المصـنوعة من الحديـد، ويحيط بها خندق عميق يزيد قطره

عن 500 متر وعرضه 26 متراً. وأشهر أقسامها: قاعة العرش المهيبة والحمام والجامع الصغير المسمّى جامع ابراهيم والجامع الكبير المبني عام 1213م والذي ترتفع مئذنته المربّعة الشكل فوق القلعة 21 متراً فتطلّ على كافّة المدينة. وقد أُقيم ضمن القلعة متحف صغير يضمّ الآثار واللقى التي عثر عليها داخلها خلال أعمال الحفريات والترميمات. وفي القلعة خزّان كبير للمياه من العهد البيزنطي ولها خمسة أبواب وقلعة حلب مدينة كبيرة كان يعيش فيها 360 أسرة. أمّا قعر القلعة فقد بني في آخر العهد الأيوبي سنة 1230م حيث تبرز فيه جماليات العمارة العربية الإسلامية من زخارف ومقرنصات وأحجار بيضاء وصفراء وسوداء متناوبة ومعشقة وفي القلعة مسرح كبير مكتمل البناء يتّسع لبضعة آلاف من الأشخاص.

قلعة شيزر: عرف الديك؟!..

وهي من أكمل وأجمل قلاع المنطقة الوسطى في سورية، ومن أهم القلاع العسكرية حيث أدّت دوراً عسكرياً مهمّاً في المعارك التاريخية. وهي عاصمة إمارة آل منقذ ومسقط رأس الشاعر المشهور أسامة بن منقذ تنتصب القلعة فوق أكمة صخرية على ضفّة نهر العاصي الغربية بالقرب من مدينة حماة على مسافة 25 كلم ولنتوء الأكمة سمّاها مؤرّخو العرب (عرْف الديك) يلتفّ من حولها نهر العاصي من جهات ثلاث فهي تكوّن شبه جزيرة بوضعها الجغرافي، وقد أكمل الإنسان عمل الطبيعة بحفر خندقها من الجنوب، ممّا زاد في منعة الحصن وفي تعذّر الوصول إليه. وقلعة شيزر تعدّ بحقّ نموذجاً لفنّ العمارة العسكرية في العهد الأيوبي ومصداقاً جليّاً للطراز العربي وما تزال بعض أسوار القلعة موجودة حتى الآن وكذلك أبراجها التي كان يصل عددها إلى أربعة عشر برجاً. تعرّضت القلعة لزلزال مشؤوم سنة 552هـ=1157م أودى بحياة كلّ من كان موجوداً في القلعة من آل منقذ. قام على أثرها نور الدين زنكي بترميمها وإصلاحها. وقد دخلت شيزر في سلطة الأيوبيين والمماليك فيما بعد فعملوا على ترميم بعض أقسامها. فيما بدأت تفقد قيمتها في أواخر الاحتلال العثماني. وفي السنوات الأخيرة قامت مديرية الآثار السورية بترميم مدخل القلعة وبعض أسوارها وأبراجها.

قلعة شماميس: إطلالة على السهول.

تقع في المنطقة الوسطى، تبعد عن حماة شرقاً 25 كلم وعن مدينة سلمية غرباً حوالى 5 كم، بناها أسد الدين شيركوه صاحب حمص، وقد شرع في عمارتها في عام 627هـ بعد أن سلّم إليه الملك الكامل سلمية. وقد تهدّمت القلعة بفعل غزوات التتار ثمّ بأثر الزلازل، وملكها فترة من الزمن آل منقذ وفي منتصف القرن الخامس للهجرة تعرّضت للزلازل العنيفة وقتل فيها صاحبها تاج الدولة ابن أبي العساكر بن منقذ ولم يسلم منها إلّا من كان بعيداً. في داخل القلعة بئر عظيم الدائرة ويبدو أنّه كان يملأ من مياه عين الزرقاء وهي على بعد ثمانمائة متر منه. وقد اشتهرت القلعة بموقعها الحربي المهم وبإشرافها على سهول حمص وحماة والأراضي الشرقية التي تمتدّ حتى سفوح جبال البلعاس في البادية السورية هذا فضلاً عن المساحات من الأرض التي تصل حتى قصر ابن وردان والأندرين في الشمال.

قلعة مصياف: تحيط بها البساتين والغابات.

تنتصب قلعة مصياف فوق مرتفع صخري شبه بيضوي في سلسلة الجبال الساحلية السورية وتبعد عن مدينة حماة غرباً حوالى 45 كم وعن مدينة اللاذقية الساحلية حوالى 90 كم شرقاً. وتمتاز هذه القلعة بتنوّع أسلوبها المعماري طبقاً للعصور التي مرّت بها. والقلعة مُحاطة ببساتين التين والرمّان والتوت واللوز. وجرت على القلعة ترميمات كثيرة في العصرين الأيوبي والمملوكي. ثمّ أخذت تفقد قيمتها في الفترة العثمانية شأنها شأن باقي القلاع، ثمّ شغلتها حامية فرنسية زمن الانتداب الفرنسي بعد أن أخليت من سكانها. وتمّ ترميم القلعة مؤخّراً ويزورها سنوياً آلاف السيّاح.

قلعة صلاح الدين: القلعة التي لا تُقهر!..

تشتهر منطقة الساحل السوري وجباله الشاهقة بكثرة القلاع فيها لما توفّره هذه الجبال من عناصر الأمان والحماية والدفاع، وتأتي في مقدّمة هذه القلاع شهرةً وجمالاً وموقعاً، قلعة صلاح الدين، التي تبعد عن مدينة اللاذقية قرابة 35 كم وترتفع (410) أمتار عن سطح البحر. كانت القلعة تعدُّ من أكثر حصون الصليبيين مناعة وكانت توصف دائماً بأنّها القلعة التي لا تُقهر. فهندستها هي من أروع الهندسات العسكرية وأشدّها فعّالية، وهي قائمة على نتوء صخري شاهق ذي منحدرات عمودية وتحميها خنادق طبيعية عميقة ووعرة. إلّا أنّ نقطة الضعف الوحيدة التي وجدها مهندسوها حينذاك كانت

تتمثّل في اتّصال هذا النتوء بالهضبة المجاورة فقرّروا فصلها عنه وقاموا بعمل فريد من نوعه من أجل توفير الحماية التامّة للقلعة، وذلك عن طريق حفر خندق كبير وعميق في الصخر بطول 156 متراً وبعرض 18 متراً، وبالطبع فقد تمّ وقتئذ حفر هذه الكتلة الصخرية الهائلة بالأيدي وأبقيت من هذه الكتلة وفي وسط الخندق مسلّة صخرية نحيفة ليستند على ذروتها جسر متحرّك يصل ما بين الهضبة وباب القلعة عند اللزوم، ومتى رفع الجسر عزلت القلعة تماماً عمّا حولها. ورغم هذه المناعة الهائلة فقد تمكّن صلاح الدين الأيوبي من انتزاع القلعة عام 1188م. وحتى عام 1965 لم يكن الوصول إلى القلعة ممكناً إلاّ مشياً على الأقدام، أمّا اليوم فأصبح للزوّار طريق جيدة توصلهم إليها بسهولة، وتضمّ القلعة منشآت عديدة ما زالت بحالة جيدة ومنها قصر البنات ومئذنة جامع القلعة وحمّام عربي والمسلّة الصخرية وغير ذلك.

وقد قامت شبكة الآغا خان الدولية للثقافة بأعمال ترميم واسعة في القلعة بدأت في عام 2000 وانتهت في عام 2005 بالتعاون مع المديرية العامة للآثار والمتاحف حيث كانت القلعة باكورة مشروعات المؤسّسة الثقافية في سورية، وقد شملت أعمال الترميم الأقسام الأيوبية والمملوكية من القلعة ومنها الجامع الأثري ومئذنته ومبنى المدرسة المجاور له. كما تمّ تسجيل قلعة صلاح الدين ضمن التراث العالمي لليونيسكو في عام 2007.

قلعة المرقب: سفينة عملاقة؟!..

هي من أجمل قلاع الساحل السوري تقع على بعد 6 كم جنوب شرق بانياس على ارتفاع 500 متر عن سطح البحر. وهي قلعة ضخمة وتبدو بأبراجها الأربعة عشر القائمة على السور الهائل وببرجها الرئيسي الكبير وكأنّها سفينة عملاقة حطّت على ذروة الهضبة العالية لتشرف على البحر والشاطئ والقمم البعيدة، وقد بنيت القلعة بحجارة البازلت الأسود.. قاعاتها كبيرة وهي ذات سقوف مقبّبة، معقود وأطواق قوطية. وكانت تستوعب ألف شخص عدا الحامية مع مؤونة تكفيهم لخمس سنوات. كانت المرقب آخر ما سقط من معاقل الصليبيين بعد أن حاصرها السلطان قلاوون عام 1285م. وتوجد كتابات عربية على أحد أبراج القلعة تخلّد هذا الحدث.

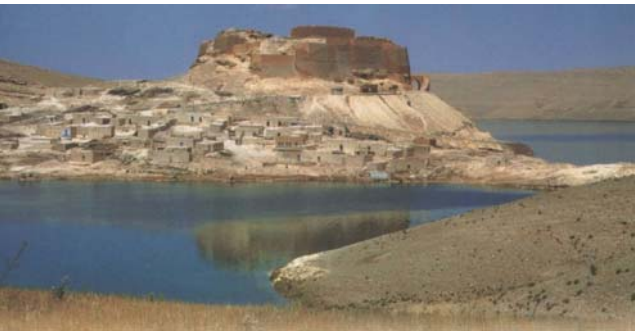
وقد أنجز مؤخّراً مشروع ترميم في قلعة المرقب لبرج قلاوون الجنوبي المعروف ببرج الصبي لحماية الأجزاء العلوية من الانهيار وتهيئة إحدى القاعات لتكون مركزاً متكاملاً لخدمات الزوّار وتنفيذ خزائن لعرض المكتشفات الأثرية كمتحف موقع. كما تقوم مديرية الآثار والمتاحف ودائرة آثار طرطوس بالتعاون مع بعثة أثرية هنغارية بإنجاز مشروع متكامل لإظهار قلعة المرقب وأقسامها بالشكل الأمثل.

قلعة جعبر: على ضفاف الفرات.

إذا اتجهنا نحو المنطقة الشرقية من سورية وتحديداً إلى منطقة الفرات والجزيرة لشاهدنا أجمل وأكمل قلاع نهر الفرات وهي (جعبر) التي تبعد 50 كم عن مدينة الرقة. تتربّع القلعة فوق هضبة صخرية هشّة، واقعة على الضفة اليسرى لنهر الفرات مهيمنة على هذا النهر الرائع. وتُنْسَبُ هذه القلعة إلى جعبر بن سابق القشيري وأخذها منه فيما بعد السلطان السلجوقي ملكشاه بن آلب أرسلان سنة 479هـ=1086م. وبناء القلعة فريد في طرازه فهي مبنية من الآجر، وتمّ ترميم أقسام كثيرة منها كالأبراج والأسوار ومئذنة جامعها. وافتتح فيها متحف يضمّ ما اكتشف فيها من آثار ولقى.

قلعة نجم: تناغم البناء مع النهر.

على ضفاف نهر الفرات اليمنى وعلى مسافة حوالى 115 شمال شرق مدينة حلب وعلى مسافة حوالى 20 كم عن مدينة منبج التابعة لمحافظة حلب تتوضّع قلعة نجم التي تتميّز بعمارتها الجميلة والمكتملة وتوضّعها على تل مرتفع يعلو قرابة 68 متراً عن منسوب النهر و377 متراً عن سطح البحر، وقلعة نجم التي تعود للعصر الروماني حيث أطلق عليها الرومان اسم (كايسيليان) تتبوّأ مركزاً استراتيجياً من خلال كونها محطّة للعبور على طريق حلب. حرّان ومنها إلى بلاد الرافدين وقد بنيت لحماية الممر الاستراتيجي المهم الذي يربط مناطق البحر المتوسّط ببلاد الرافدين وجنوب الأناضول بمناطق سورية الداخلية حيث برزت أهميتها كحصن إستراتيجي بعد انتصار الحمدانيين عام 941م.



في قلعة نجم يتناغم موقعها المهم مع تنوّع عمارتها الداخلية فهي ذات شكل مستطيل طوله من الشمال إلى الجنوب 95 متراً وعرضه من الشرق إلى الغرب 64 متراً، وتتألّف من ثلاثة طوابق موزّعين على الشكل التالي: طابق تحت الأرض يضمّ المستودعات وأبراج الدفاع والصهاريج والممرّات السرّية يليه طابق أرضي فيه قصر الإمارة مع ملحقاته المكوّنة من حمام وفرن ومجمع مياه، وهناك الطابق العلوي الذي يضمّ مبنى القيادة والمسجد ويعلو الطابق الثاني من القلعة غرف وممرّات سرّية تقول بعض المصادر إنّها ذات منافذ سرّية تفضي إلى النهر، وتشمل بقايا القلعة قصراً صغيراً وساحة مركزية يحيط بها سور خارجي ضخم يطوقه خندق محفور في الصخر يتراوح عرضه بين 8 - 9 أمتار وعمقه سبعة أمتار، كما يميّز القلعة الأبراج الموزّعة على محيطها بأشكال عديدة فمنها مربّعة ومستطيلة ومضلّعة وهناك الأبراج المزوّدة

بمرام للسهام التي يصل بينها أسوار قويّة وهناك المنحدر المبلّط المائل، ويوجد فوق مدخل القلعة مخطّطات باللغة العربية تتحدّث عن القلعة وهو يميّز التقنية التي استخدمها الأيوبيون وهذا الأسلوب – وفق الباحثين- يعتمد على بوّابة القلعة الوحيدة الذي لا يسمح بمرور إلّا عدد قليل من الجنود المهاجرين ممّا يجعلهم تحت مرمى السهام.

كما شهدت قلعة نجم محطّات تاريخية مهمّة ففي عام 1146 - 1174 أعاد نور الدين زنكي تشييدها وتجديد ما تهدّم من أسوارها ومبانيها بعد الزلزال الذي ضرب المناطق الشمالية من بلاد الشام واستمرّ التجديد أيضاً في عهد الملك الظاهر غازي حاكم حلب 1208 إلى 1215م.. وفي أواخر القرن الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين بدأت القلعة تمرّ بفترة من الإهمال والاضمحلال نتيجة لغزوات المغول للمنطقة. وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر سكنتها قبائل بدوية قاموا باستعصاء على الوالي العثماني آنذاك فكانت النتيجة أن قصفت القلعة بالمدافع من الطرف الغربي، وآثار التدمير لا تزال واضحة حتى الآن. ويذكر المؤرّخون أنّ الخليفة العباسي المأمون كان يتردّد على القلعة باستمرار لممارسة هوايته في علم الفلك، كما زار القلعة العديد من الرحّالة العرب والغربيين ومنهم ابن جبير وماوندرل وبوكوك ودروموند وسخاو وأوبنهايم وملكة بريطانيا غير المتوّجة جرتوديل.

قلاع وحصون كثيرة... كثيرة...

إضافة لتلك القلاع هناك قلاع بعضها ما زال يحتفظ ببعض أبنيته وبعضها الآخر يحتفظ بتلّته، وتبقى سورية تضمّ قلاعاً وحصوناً كثيرة ومن هذه القلاع: (قلعة بصرى) التي تعدُّ من أهم وأجمل المباني التاريخية في مدينة بصرى الشام في حوران، حيث تضمّ تحصينات تبلغ مساحتها حوالى 17 ألف متر مربّع، وقد كشفت حفريات مديرية الآثار على كتابات وجدران أثبتت أنّ بناء القلعة تمّ على مراحل متعدّدة يعود أولها لعصر العرب الزاهر في عصر الأنباط أي للقرن الأول قبل الميلاد. وبعد الفتح الاسلامي لبصرى قام الأمويون واتخذوا من المدرّج نواة لبناء القلعة التي صمدت أمام هجمات كثيرين من الغزاة. وفي العهد الفاطمي تمّ بناء ثلاثة أبراج ملاصقة لجدار المسرح الخارجي، وكلّ هذه الأبراج متصلة بأبواب تفتح على سطح الرواق العلوي ونوافذ المسرح التي تطلّ على الخارج من القسم الثالث، ثم تتصل بصورة مباشرة مع الممشى الأرضي بأبواب محصّنة عثر عليها سليمة خلال أعمال الحفريات لمديرية الآثار. وفي العهد الأيوبي تمّت إضافة الكثير من التحصينات لقلعة بصرى، حتى إنّ بعض المؤرّخين ينسب القلعة للعهد الأيوبي، حيث أصبحت القلعة دار ملك لبني أيّوب! فبوشر ببناء البرج الأول في زمن الملك العادل في عام 599هـ=1202م، وتمّ إشغال آخر برج من أبراجها زمن الملك الناصر خلال عام 649هـ=1251م وعدد هذه الأبراج تسعة بنيت كلّها خارج المدرّج والأبراج الفاطمية الثلاثة، وأحاطوا القلعة بخندق عميق يمرّ فوقه جسر مؤلّف من خمسة أقواس ثابته يتقدّمها جسر متحرّك من الخشب، كما أقاموا فوق المدرّج ثلاثة طوابق كبرى أعدّت للتموين، وكلّ من هذه الطوابق التي ارتفعت أساساتها على درجات المسرح يعطينا فكرة صحيحة عن مدى تقدّم فنّ البناء العسكري في القرون الوسطى، إذ وزّعوا ثقل المواد التي تتألّف منها على مختلف أنحاء المدرّج – المسرح بحيث حوّلوها لقواعد متينة تصمد لأشدّ الزلازل وعوامل الطبيعية.

قلعة القدموس الشامخة.

تتوضّع مدينة القدموس في الجبال الساحلية السورية وتتبع لمحافظة طرطوس، كما تقع على مسافة

70 كم عن اللاذقية جنوباً، وتتميّز القدموس بقلعتها المنيعة التي تعدّ من أجمل القلاع السورية الباقية، فهي قائمة فوق صخرة طبيعية مستطيلة الشكل ولا يُعرف بالتحديد تاريخها الزمني، ويجمع المؤرّخون هنا أنّها تعود إلى أزمنة موغلة في القدم، وتتمتّع بموقع إستراتيجي مهم ومنيع حيث يصعب الوصول إليها إلاّ من خلال باب واحد من الجهة الشرقية وعبر درج حجري، والقلعة حالياً لم يبقَ من بنائها سوى أجزاء من أبراجها وسورها وبوّابتها المحافظة على وضعها وهي ذات ثلاثة أروقة وسقوف عقدية وفي كلّ رواق شرفة تطلّ على جهة الشرق للمراقبة، وقد قامت فيها منازل سكنية تقطنها عائلات من المدينة حافظت على معالمها. وقد شهدت القلعة عبر تاريخها الطويل العديد من الصراعات الدامية كما أدّت دوراً كبيراً في الحروب الصليبية، وتوالت على القلعة بعدها الحروب في المراحل اللاحقة وتعرّضت لبعض الأضرار المعمارية البسيطة بسبب الزلزال الكبير الذي ضرب سورية في السادس من شهر شباط من العام 2023.

من القلاع السورية التي ما زالت قائمة وتجذب الزوّار لها بشكل دائم في محافظتي طرطوس واللاذقية بالساحل السوري هناك قلاع (العلّيقة والعريمة ويحمور والخوابي وأرواد وحصن سليمان، قلعة أم الحوش، قلعة البرج، قلعة تخلة، قلعة الشيخ ديب، برج الصبي، قلعة صافيتا، قلعة العيدو، قلعة عين دليم، قلعة القوز، قلعة الكهف، حصن الكيمة، قلعة المجدل، حصن مرقية، برج ميعار، قلعة يحمور، قلعة بني قطحان، قلعة جبلة، قلعة المنيقة، قلعة المهالبة.

وفي المنطقة الوسطى هناك (قلعة المضيق) وتقع في سهول منطقة الغاب وتطلّ على مدينة أفاميا الأثرية حيث كانت تشكّل أكروبول المدينة، وهناك قلعة مدينة (حماة) والتي لم يبقَ منها سوى تلّها المرتفع وبعض حجارتها. وقلعة مدينة (حمص) التي تقع وسط المدينة وتضمّ سوراً وأبراجاً وبجانبها يتوضّع نصباً تذكارياً للشاعر العربي الشهير أبي فراس الحمداني، وهناك أيضاً قلعة أبو قبيس، قلعة الربا، قلعة بعرين، قلعة الرحبة، قلعة الرصافة، قلعة الحوايس، في البادية الفراتية هناك قلعة (الرحبة) وقلعة (زلبيا وحلابيا) قرب مدينة دير الزور. وهناك في محافظة السويداء قلاع صلخد وشهبا والسويداء وفي محافظة إدلب قلاع حارم وجسر الشغور وميرزا وباكاس ومعرّة النعمان، وفي محافظة حلب إضافة لقلعتها الشهيرة هناك في ريفها ومناطقها تتواجد عدد من القلاع التاريخية ومنها قلاع: اعزاز ومنبج وباسوطة وسمعان.

المراجع:

1. الدكتور عبد الرحمن حميدة: (محافظة حلب)، سلسلة بلادنا، وزارة الثقافة السورية 1992م.
2. عبد الرزاق زقزوق: (أفاميا ومتحف الفسيفساء) 1982م.
3. الدكتور عبد القادر ريحاوي: العمارة العربية الإسلامية في سورية، دمشق 1979
4. الدكتور فتيبة الشهابي: (سورية تاريخ وصور)، دمشق 1988.
5. الدكتور عدنان البني والباحث خالد الأسعد: (تدمر أثريا وتاريخيا)، وزارة الثقافة السورية 1979م.

دهاء لافت للحوت الأحدب..

يصطاد فريسته بشبكة من الفقاعات الهوائية

د. نـــور كيـــالي

صوّر مؤخّراً فريق من الباحثين في جامعة هاواي واحداً من أكثر سلوكيات الحيتان الحدباء إثارةً للدهشة، في سابقة لتوثيق مشاهد من هذا النوع الذي يتجلّى فيه الذكاء الفائق للحوت الأحدب.

فهناك حيلة عجيبة للصيد تعلّمتها بعض الحيتان الحدباء، وهي أن تغوص إلى أسفل أسراب الأسماك أو القشريات المستهدفة في مجموعة تسبح في دائرة تحيط بالأسماك، في حين تطلق تيّاراً كثيفاً من فقاعات الهواء تشكّل ما يشبه "الشبكة" التي تحبس داخل محيطها الطرائد، قبل أن تقوم بعض الحيتان باختراق هذه الشبكة من الأسفل مبتلعة في طريقها الفرائس التي أربكتها شباك فقاعات الهواء، والمثير للاهتمام هنا أنّ طريقة الصيد بفقاقيع الهواء هذه هي تقنية تتعلّمها وتتناقلها مجموعات من الحيتان، فليست كلّ الحيتان الحدباء تستخدم هذه الطريقة، لكنّ الثابت أنّ كلّ حوت يشترك في هذه الحيلة الجماعية يحصل على دوره في النهاية ونصيبه الوفير من الغنائم.

التصنيف العلمي للحوت الأحدب - Scientific classification

Domain: Eukaryota
Kingdom: Animalia
Phylum: Chordata
Class: Mammalia
Order: Artiodactyla
Infraorder: Cetacea
Family: Balaenopteridae
Genus: Megaptera
Species: M. novaeangliae

ما الحوت الأحدب؟

هو نوع من الحيتان البالينية، إنّه روركال (عضو في عائلة Balaenopteridae)، وهو النوع الوحيد في جنس Megaptera. يتراوح طول البالغين من 14 إلى 17 متراً (46 إلى 56 قدماً) ويصل وزنهم إلى 40 طنّاً متريّاً (44 طنّاً قصيراً). يمتلك الأحدب شكلَ جسم مميّز، حيث يوجد على رأسه زعانف صدريّة طويلة ودرنات. وهي معروفة بظاهرة خرق المياه وغيرها من السلوكيات السطحية المميّزة، ممّا يجعلها مشهورة لدى مراقبي الحيتان، وينتج الذكور أغنية معقّدة تستمرّ عادةً من أربع إلى 33 دقيقة.

توجد الحيتان الحدباء في المحيطات والبحار حول العالم، وتهاجر عادةً لمسافة تصل إلى 16000 كيلو متر (9900 ميل) كلّ عام، وتتغذّى في المياه القطبية، ثمّ تهاجر إلى المياه الاستوائية أو شبه الاستوائية للتكاثر والولادة. يتكوّن نظامهم الغذائي في الغالب من الكريل والأسماك الصغيرة، ويستخدمون الفقاعات لاصطياد الفرائس، ولكلا الجنسين شركاء متعدّدون. تعدّ (الحيتان السفّاحة) Orcas الحيوانات المفترسة الطبيعية الرئيسة للحيتان الحدباء.

تعدّ الحيتان الحدباء حيتان روركوال، وهي أعضاء في عائلة Balaenopteridae، والتي تشمل الحيتان الزرقاء، والزعنفية، وBryde›s، وsei، وحيتان المنك. يقدّر تحليل الجينوم لعام 2018 أنّ الحيتان الصخرية انحرفت عن الحيتان البالينية الأخرى في أواخر العصر الميوسيني، منذ ما بين 10.5 و7.5 مليون سنة. تمّ العثور على الحوت الأحدب والحوت الزعنفي ليكوّنا تصنيفاً شقيقاً، وهناك إشارة إلى هجين

الحـوت الأحدب الأزرق في جنوب المحيط الهادئ، منسوبة إلى عالم الأحياء البحرية "مايكل بول".

صفات الحوت الأحدب

يبلغ طول الحوت الأحـدب البالغ عموماً 14- 15 متراً (49-46 قدماً)، على الرغم من تسجيل أطـوال أطول تبلغ 17-16 متراً (56-52 قدماً). عـادةً ما تكـون الإنـاث أطول من الذكـور بمقدار 1-1.5 مـتر (3 أقـدام و3 بوصـات – 4 أقـدام و11 بوصـة). يمكن أن تصل كتلة الجسم إلى 40 طنّاً متريّاً (44 طنّاً قصيراً). تولد العجول بطول قرابـة 4.3 أمتار (14 قدمـاً) ووزنها 680 كجم (1500 رطل).

الجسم ضـخم وله منبر رفيع وزعانف طويلة نسـبياً، يبلغ طول كلّ منها نحو ثلث طول جسـمه، ولـه زعنفـة ظهريـة قصـيرة تختلـف من شـبه معدومـة إلى طويلـة ومنحنيـة إلى حـدّ مـا. كما يمتلـك الحـوت الأحدب أخاديد بـين طرف الفك السفلي والسرّة. وهي قليلة نسبياً في العدد في هذا النوع، حيث يتراوح عددها من 14 إلى 35. والفم مبطّن بصـفائح بالينية يبلـغ عددها 400-270 لكلا الجانبين.

يكـون الجانـب الظهـري أو العلـوي للحـوت الأحدب أسـود بشـكل عام؛ والجانـب البطني أو السـفلي له مسـتويات مختلفـة من اللون الأسـود والأبيض، كمـا تميل الحيتان الموجودة في نصـف الكـرة الجنوبـي إلى الحصـول علـى المزيـد من التصبّغ باللون الأبيض. يمكن أن تختلف الزعانف من الأبيض بالكامل إلى الأبيض فقط على السطح السـفلي. تميّز أنمـاط الألوان والنـدوب المتباينة الموجـودة على الذيـل الحيوانات الفرديـة. تتميّز نهايـة الشـقّ التناسـلي للأنثى بميزة مسـتديرة، تُعرف باسـم الفصّ النصـف كروي، والذي يميّز بصرياً بين الذكور والإناث.

وكشـيء مميّز وفريد تحتوي الحيتان الحدباء علـى نتـوءات أو درنـات علـى الرأس والحافّـة الأماميـة للزعانـف؛ كما يمتلك خـط الذيل حافّة خلفية خشنة.

التغذية بالشباك الفقاعية

تعدُّ طريقة الصـيد بالشباك الفقاعية طريقةً فريدة ومعقّدة للحصول على الغذاء، ويشترك بها كلٌّ مـن الحيتـان الحدباء وحيتـان برايد في خليج توسـا في اليابـان، وهي إحدى طـرق التغذية على سـطح الماء، وتقوم هذه التغذية ضـمن مجموعات تـتراوح من حوتـين أو ثلاثة على الأقل إلى سـتين حوتاً مشتركاً في آنٍ واحد.

تعدّ الحيتان الحدباء مخلوقات منفردة، إذ إنّها لا تتغـذّى دائماً في جماعات كبيرة، فهي قادرة على تأدية طريقة مشابهة للتغذية على سطح الماء، ولكن تسـمّى بالتغذية الاندفاعية، وتتم بصـورة فردية، وتتمّ هذه التغذية بغوص الحوت إلى أسفل مجموعة الأسـماك، ثمّ يرتفع إلى السطح بفم مفتوح، وحين يصل الحوت إلى السطح سيبتلع الأسماك ويفصلها عن ماء البحر ويدفع الماء الفائض.

حوت أحدب داخل "الشبكة" المصنوعة من فقاقيع الهواء

تعدّ الحيتان الحدباء من الحيوانات المهاجرة، فهي لا تأكل إلّا خلال نصف العام، وعادةً ما تقضي أشهر الصيف (من شهر أيار/مايو إلى شهر أيلول/سبتمبر) في مناطق التغذية، إذ تزور الحيتان الحدباء المهاجرة عادةً ألاسكا وساحل القارّة القطبية الجنوبية في الصيف، حيث الطعام الوفير، لأنّها تتميّز بمياه أبرد، وتعود إليها الحيتان كلّ عام. وتقضي الحيتان النصف الآخر من العام في مناطق تكاثرها، حيث تعود في الشتاء إلى المياه الأكثر دفئاً حول هاواي، حيث تنجب صغارها وتتعهّدها بالرعاية في فترة لا تأكل فيها إلّا أقل القليل، ولهذا تحتاج إلى ملء بطونها من خيرات ألاسكا لتكوين مخزون غذائي يعينها على الأيام الشاقّة المقبلة في هاواي، حيث تأكل الحيتان لمدّة 22 ساعة يومياً، وذلك لتخزّن احتياطها الكافي من الدهون للبقاء على قيد الحياة خلال موسم تكاثرها.

آلية الصيد بالفقاعات bubble-net feeding

تتمّ شبكة فقاعات الصيد بتعاون مجموعة من الحيتان الحدباء للحصول على غذائها وتلك الطريقة مكتسبة وليست فطرية، وقد أوضحت بعض الدراسات أنّ هناك عدداً من الحيتان الحدباء لا تمتلك القدرة على صنع شبكة الفقاعات للصيد، إذ ظهر بعد المراقبة أنّ هناك مجموعات من الحيتان تعرف كيف تصنعها ومجموعاتٍ أخرى لا تعرف! ولكن ينبغي عليها أن تتعلّمها لكي تصطاد وتعيش.

تُطلق الحيتان أصواتاً كما يسمّى بالموار لتتواصل بعضها بين بعض، حتى تصنع شبكة الفقاعات بكفاءة وفعّالية ليحصلوا على غذائهم، بينما تدور الحيتان حول مجموعة من الأسماك الصغيرة كالسالمون أو الكريل أو الرنجة، وتستخدم الحيتان جهداً جماعياً كي تُضلّل وتحبس الأسماك داخل شبكة الفقاعات، وعادةً ما يبدأ أحد الحيتان بالزفير من فتحة النفث على مجموعة الأسماك تحت سطح الماء مباشرة لبدء العملية، وتبدأ الحيتان الأخرى بالنفث لصنع الفقاعات مع الاستمرار بحبس فرائسها في دائرة ضيّقة أثناء إحاطة شبكة الفقاعات بالأسماك لتمنعها من الهرب، ويتراوح قطر الشبكة من ثلاثة أمتار إلى ثلاثين متراً. وبينما تحيط الحيتان بالأسماك يصدر أحد الحيتان صوتاً ليُعلم الحيتان الأخرى بفرائسهم؛ فتسبح الحيتان إلى الأعلى بأفواهٍ مفتوحة ليلتهموا مجموعة الأسماك المحاصرة.

في أثناء سباحة الحيتان على السطح، تستطيع الحيتان ابتلاع حتى 15000 جالون من ماء البحر! لأنّها تستخدم الصفائح البالينية لتصفية الماء حتى تحصل على أكبر قدر ممكن من الأسماك التي تحتاجها. ولدى الحيتان الحدباء 14 إلى 35 تجويفاً (الطيّات الجوفية) في البلعوم ممتدّة من أعلى الرقبة إلى السرّة، حيث تساعد هذه الطيّات الجوفية بتمدّد الفم. وعندما تلتقم الحيتان، تدفع

الصفائح البالينية الماء لكي تبتلع الأسماك، وتعدّ صناعة شبكة الفقاعات طريقة متقدّمة وضرورية للتغذّي، طوّرتها الحيتان الحدباء لإطعام عدّة حيتان في آنٍ واحد.

نظريات التغذية بشبكة الفقاعات

أثار هذا النوع من التغذية -حيث تُعدّ نادرة وفريدة للحيتان الحدباء- اهتمام الكثير، إذ تساءلوا عن طريقة محاصرة الأسماك داخل شبكة الفقاعات:

- فقد توصّلت إحدى الدراسات إلى أنّ صوت زفير الحيتان هو الذي يحاصر الأسماك، إذ يُعتقد بأنّه لا يوجد صوت داخل دائرة شبكة الفقاعات، ولكن خارجها، فالصوت عالي الشدّة، ممّا يجعل هروب الأسماك شبه مستحيل.

- كما سُجّل أوّل توثيق لهذه العملية للحصول على الغذاء في عام 1929م، في بحر النروج، إذ إنّهم توقّعوا بأنّه طريقة للعب بين الحيتان الذي يُعدّ أحد أشكال التواصل الاجتماعي.

- بعض النظريات تشير إلى أنّه من الأسباب التي جعلت الحيتان تتجه لهذه العملية هي التغيّر في العوامل البيئية على مدار الأعوام.

- أشهر النظريات لسبب وجود شبكة فقاعات الصيد هي الصيد والتغذّي للبقاء على قيد الحياة. حيث يُعتقد أنّ الحيتان طوّرت هذه الطريقة حتى يتغذّى أكبر عدد ممكن منها في وقت قصير، وذلك بعد أن كانت على وشك الانقراض.

النظام الغذائي للحوت الأحدب

لدى الحيتان الحدباء بلعوم عمودي بحجم الليمون الهندي (جريب فروت) تقريباً، ممّا يعني أنّها لا تستطيع ابتلاع أيّ شيء أكبر من ذلك، كما تعدّ الحيتان الحدباء حيوانات آكلة للحوم! فهي تتغذّى على الأسماك الصغيرة مثل الكريل وسمك السالمون الصغير... إضافة إلى سمك الرنجة. كما تُعدّ حيتان بالينية أيضاً ممّا يعني أنّه ليس لها أسنان! لذا هي تبتلع الفريسة مباشرة، بالإضافة إلى أنّ لديها تجاويف عمودية تمتدّ على طول أجسادها، لذلك هي تستطيع الاحتفاظ بكمّيات كبيرة من الماء والأسماك في آنٍ واحد، وتتناول غذاءها مدّة تصل إلى 22 ساعة في اليوم، وتتناول من 4400 إلى 5500 رطل من الغذاء يومياً. يحدث موسم الغذاء بالنسبة للحيتان الحدباء خلال أشهر الصيف، أمّا بالنسبة للشتاء فهي تعيش على الدهون التي خزّنتها في جسدها، فهي لا تتغذّى في المناطق ذات المياه الدافئة مثل: هاواي والمكسيك، لأنّها تُعدُّ مواطن غير ملائمة للأسماك التي تستهلكها. أمّا في المناطق ذات المياه الباردة مثل جنوب شرق ألاسكا فهي تعُجّ بالأسماك! ممّا يجعله المكان الأوّل لقدوم الحيتان الحدباء واصطيادها لفرائسها خلال موسم تناولها لغذائها.

مناطق انتشار الحيتان الحدباء؟

تتواجد الحيتان الحدباء في المياه البحرية في جميع أنحاء العالم، باستثناء بعض المناطق عند خطّ الاستواء والقطب الشمالي المرتفع وبعض البحار المغلقة، حيث سجّل أقصى شمال لتواجد الحوت الأحدب عند 81 درجة شمالاً، وعادةً ما تتواجد الحيتان الحدباء بالقرب من الساحل، وتميل إلى التجمّع في المياه في منطقة الجرف القارّي. تقع مناطق تكاثرها الشتوية حول خطّ الاستواء؛ في حين توجد مناطق تغذيتها الصيفية في المياه الباردة، بما في ذلك بالقرب من القمم

الجليدية القطبية. كما تقوم الحيتان الحدباء بهجرات واسعة بين مناطق التغذية والتكاثر، وغالباً ما تعبر المحيط المفتوح. حيث يسافر الحوت الأحدب لمسافة تصل إلى 8000 كيلو متر (5000 ميل) في اتجاه واحد، كما سجّل تواجد مجموعة معزولة وغير مهاجرة تتغذّى وتتكاثر في شمال المحيط الهندي، خاصّة في بحر العرب حول عمان. كما سجّل تواجد هذه المجموعة في خليج عدن والخليج العربي وقبالة سواحل باكستان والهند.

خليج قبالة ألاسكا، الولايات المتحدة

في شمال المحيط الأطلسي، هناك مجموعتان منفصلتان في فصل الشتاء، واحدة في جزر الهند الغربية، من كوبا إلى شمال فنزويلا، والأخرى في جزر الرأس الأخضر وشمال غرب أفريقيا. خلال فصل الصيف، تتجمّع الحيتان الحدباء في جزر الهند الغربية قبالة نيو إنجلاند وشرق كندا وغرب جرينلاند، بينما يتجمّع سكّان الرأس الأخضر حول أيسلندا والنرويج. هناك بعض التداخل في النطاقات الصيفية لهذه المجموعات، وقد تمّ توثيق الحيتان الحدباء في جزر الهند الغربية وهي تتغذّى في الشرق. كما كانت زيارات الحيتان إلى خليج المكسيك نادرة ولكنّها حدثت في الخليج تاريخياً. في حين تمّ عدّها غير شائعة في البحر المتوسّط، لكن زيادة المشاهدات، تشير إلى أنّ المزيد من الحيتان قد تستعمرها أو تعيد استعمارها في المستقبل.

يوجد في شمال المحيط الهادئ أربع مجموعات تكاثر على الأقل: قبالة المكسيك (بما في ذلك باجا كاليفورنيا وجزر ريفيلاجيجيدوس)، وأمريكا الوسطى، وجزر هاواي، وكلّ من أوكيناوا والفلبين. تتواجد الحيتان الحدباء على ساحل المكسيك من جزر ألوشيان إلى كاليفورنيا، أمّا خلال فصل الصيف، فتوجد الحيتان الحدباء في أمريكا الوسطى قبالة ولايتي أوريغون وكاليفورنيا فقط. في المقابل، تتمتّع الحيتان الحدباء في هاواي بنطاق تغذية واسع، ولكن معظمها يسافر إلى جنوب شرق ألاسكا وشمال كولومبيا البريطانية. تقع مناطق الشتاء لحيتان أوكيناوا/الفلبين بشكل رئيس حول الشرق الأقصى الروسي.

نصف الكرة الجنوبي

في نصف الكرة الجنوبي، تنقسم الحيتان الحدباء إلى سبعة أنواع، وينقسم بعضها أيضاً إلى أنواع فرعية، وتمتدُّ هذه الأنواع في جنوب شرق المحيط الهادئ (G)، وجنوب غرب المحيط الأطلسي (A)، وجنوب شرق المحيط الأطلسي (B)، وجنوب غرب المحيط الهندي (C)، وجنوب شرق المحيط الهندي (D)، وجنوب غرب المحيط الهادئ (E)، وأوقيانوسيا (F).

يتكاثر النوع G في المياه الاستوائية وشبه الاستوائية قبالة الساحل الغربي لأمريكا الوسطى والجنوبية، ويتغذّى على طول الساحل الغربي لشبه جزيرة القارّة القطبية الجنوبية وجزر أوركني الجنوبية؛ وبدرجة أقل في جنوب تشيلي. في حين

يقضي النوع A الشتاء قبالة البرازيل، ويهاجر إلى الأراضي الصيفية حول جورجيا الجنوبية وجزر ساندويتش الجنوبية، كما سجّلت بعض الأفراد من النوع A قبالة غرب شبه الجزيرة القطبية الجنوبية، ممّا يشير إلى زيادة عدم وضوح الحدود بين مناطق تغذية الأنواع A وG.

تتكاثر السلالة B على الساحل الغربي لأفريقيا وتنقسم أيضاً إلى مجموعات فرعية B1 وB2، وتمتدّ الأولى من خليج غينيا إلى أنغولا، والأخيرة تمتدّ من أنغولا إلى غرب جنوب أفريقيا. تمّ تسجيل الحيتان من الفئة B وهي تبحث عن الطعام في المياه الواقعة إلى الجنوب الغربي من القارّة، وخاصّة حول جزيرة بوفيه. تشير مقارنة الأغاني بين تلك الموجودة في كيب لوبيز وأرخبيل أبرولهوس إلى حدوث اختلاط عبر المحيط الأطلسي بين الحيتان من النوع A والحيتان من النوع B، تقضي حيتان المخزون C الشتاء حول جنوب شرق أفريقيا والمياه المحيطة بها. وينقسم هذا المخزون أيضاً إلى مجموعات فرعية C1 وC2 وC3 وC4؛ يتواجد C1 حول موزمبيق وشرق جنوب أفريقيا، وC2 حول جزر القمر، وC3 قبالة الساحل الجنوبي والشرقي لمدغشقر، وC4 حول جزر ماسكارين.

تتكاثر الحيتان من النوع D قبالة الساحل الغربي لأستراليا، وتتغذّى في المنطقة الجنوبية من هضبة كيرغولين. ينقسم النوع E إلى E1 و E2 وE3 تتواجد حيتان E1 قبالة شرق أستراليا وتسمانيا؛ ونطاق التغذية الرئيس قريب من القارّة القطبية الجنوبية، وبشكل رئيس ضمن خطّي عرض 130 درجة شرقاً و170 درجة غرباً. ينقسم نوع أوقيانوسيا إلى كاليدونيا الجديدة (E2)، وتونغا (E3)، وجزر كوك (F1)، وبولينيزيا الفرنسية (F2). وتتراوح مناطق تغذية هذا المخزون بشكل رئيس من حول بحر روس إلى شبه الجزيرة القطبية الجنوبية.

البيئة الملائمة للصيد بشبكة الفقاعات

لا تحدث طريقة الصيد بشبكة الفقاعات في كلّ مكان، إذ ينتج عن مياه ألاسكا الباردة والتعرّض لأشعّة الشمس خلال فصل الصيف الغذاء للحيتان الحدباء، حيث تحتوي مناطق كالقارّة القطبية الجنوبية (إنتاركتيكا) وشمال المحيط الهادئ على تنوّع الأنظمة البيئية البحرية ممّا يوفّر فرصاً لحصول الحيتان الحدباء على غذائها، وعلى سبيل المثال فإنّ جنوب شرق ألاسكا موطن الأنهار الجليدية الساحلية التي توفّر مصادر غذائية بالنسبة للأسماك الصغيرة (فرائس للحيتان الحدباء). أمّا بالنسبة للمناطق ذات المياه الدافئة مثل: المكسيك وهاواي –حيث تتوجّه إليها الحيتان للتكاثر– لا توفر بيئة تجذب الأسماك الصغيرة! ممّا يدفع الحيتان الحدباء إلى التغذّي على مخزونها للدهون الذي تناولته خلال موسم التغذية في المناطق ذات المياه الباردة.

الحيتان الحدباء مقصد للسياحة البيئية!

أُدرجت الحيتان الحدباء ضمن قائمة الحيوانات المهدّدة بالانقراض منذ عام 1970 حتى أيلول من عام 2016 بسبب صيد الحيتان الهائل الذي حدث، ولكن ارتفع عدد الحيتان بعد فرض قيود على صيدها والترويج للسياحة البيئية. وتكسب شركات السياحة التي توفّر فرصَ مشاهدة الحيتان أرباحاً من نقل السيّاح إلى البحر حتى يلاحظوا الحوت الأحدب في بيئته الطبيعية! ممّا يساعد على الترويج للمحافظة على البيئة، وقد فرض خفر السواحل الأمريكي قواعد صارمة حتى لا تعرقل السفن سلوك الحيتان

الطبيعي. وكقاعدة عامّة لا يسمح باقتراب القوارب أكثر من 300 ياردة من الثدييات البحرية، حيث يجب إيقاف محرّكات السفينة فوراً في حال اقتراب أحد الثدييات البحرية من السفينة حتى لا يتأثّر سلوك الحيوان. فقد أصبحت شبكة فقاعات الصيد عنصراً أساسياً في السياحة البيئية، إذ إنّ مشاهدتها أمر يثير الاهتمام ويوفّر فرص تعلّم سلوك هذه الكائنات.

تُعدّ رؤية حلقة من الفقاعات على سطح الماء من مؤشّرات حدوث عملية الصيد بشبكة الفقاعات، إضافة إلى رؤية طيور تتحاشد فوق الحيتان بأمل أن يلتقط أحد الطيور من الأسماك الموجودة على السطح. ظهرت بعض المخاوف نتيجة تأثير السياحة على الحيتان وبيئتها الطبيعية على الرغم من نجاح الحيتان الحدباء في التكاثر وخروجها من قائمة الحيوانات المهدّدة بالانقراض. وعن طريق نقل السيّاح إلى البحر لرؤية هذه الحيوانات قد يؤدّي إلى عرقلة الحيتان والتأثير السلبي على سلوكها. إذ نتج عن تواصل البشر مع الحيتان عن طريق السياحة بتغيّرات سلوكية بالنسبة للحيتان، إضافة إلى تغيّر طرق تغذيتها، وأحد نتائج السياحة هو انتقال الحيتان لمواطن أخرى للحصول على غذائها. إضافة إلى ذلك، الضجيج الصادر من السفن يعرقل تواصل الحيتان الحدباء بعضها مع بعض، ويؤثّر على قدرتها في صناعة شبكة الفقاعات للصيد.

كل شيء في الحيتان مميّز!

- **حركة الذيل المميّزة** (lobtailing)

تنشط الحيتان الحدباء بشدّة على السطح، وتقوم بسلوكيات جويّة مثل الاختراق والصفع على السطح بالذيل (lobtailing) والزعانف. قد تكون هذه أشكالاً من اللعب والتواصل و/أو لإزالة الطفيليات.

كثيراً ما ترمي ثلثي أجسادها أو أكثر خارج الماء وتتناثر على ظهورها

تستقرُّ الحيتان الحدباء على السطح وتكون أجسامها مستلقية بشكل أفقي، ويعدّ هذا النوع سبّاحاً أبطأ من أنواع الروركوال الأخرى، إذ إنّه يبحر بسرعة 15.1-7.9 كم/ساعة (9.4-4.9 ميل في الساعة). لكن عند تعرّض الحوت الأحدب للخطر، قد تصل سرعته إلى 27 كم/ساعة (17 ميلاً في الساعة). وعادةً ما تتردّد الحيتان الحدباء على الجبال البحرية الضحلة، ويستكشفون أعماقاً تصل إلى 80 متراً (262 قدماً) ويغامرون أحياناً بالغطس العميق الذي يصل إلى 616 متراً (2021 قدماً). يُعتقد أنّ هذه النزولات الأعمق تخدم أغراضاً مختلفة، بما في ذلك التوجيه الملاحي، والتواصل مع الحيتان الحدباء، وتسهيل أنشطة التغذية. لا تتجاوز مدّة الغطس عادةً خمس دقائق خلال فصل الصيف! ولكنّها عادةً ما تتراوح بين 20-15 دقيقة خلال فصل الشتاء. في أثناء غوصه، يرفع الحوت الأحدب ذيله عادة، كاشفاً الجانب السفلي.

الصفع على السطح بالذيل (lob tailing)

أصوات الحوت الأحدب

يصدر ذكور الحيتان الحدباء أنغاماً معقّدة خلال موسم التكاثر الشتوي، ويتراوح تردّد هذه الأصوات بين 100 هرتز و4 كيلوهرتز، مع توافقيات تصل إلى 24 كيلوهرتز أو أكثر، ويمكن أن تنتقل لمسافة 10 كيلومترات (6.2 أميال) على الأقل. قد يغنّي الذكور لمدّة تتراوح بين أربع و33 دقيقة، وفق المنطقة، وقد سجّلت أصوات الحيتان الحدباء في هاواي لمدّة تصل إلى 7 ساعات. تنقسم الأنغام إلى طبقات؛ «الوحدات الفرعية» و«الوحدات» و«العبارات الفرعية» و«العبارات» و«الموضوعات». تشير الوحدة الفرعية إلى الانقطاعات أو التصريفات في الصوت، بينما الوحدات الكاملة هي أصوات فردية، تشبه النوتات الموسيقية. تؤدّي سلسلة من الوحدات إلى إنشاء عبارة فرعية، وتشكّل مجموعة من العبارات الفرعية عبارة. تتكرّر العبارات المتشابهة في سلسلة مجمّعة في موضوعات، وتؤدّي الموضوعات المتعدّدة إلى إنشاء أغنية.

وقد تمّت مناقشة وظيفة هذه الأغاني، ولكن قد يكون لها أغراض متعدّدة، هناك القليل من الأدلّة التي تشير إلى أنّ الأغاني تعدّ ترسيخاً للهيمنة بين الذكور. ومع ذلك، كانت هناك ملاحظات على ذكور أخرى يغنّون ليعطّلون الحيتان التي تغنّي، ربّما بقصد عدواني. ومن ينضمّ إلى المطربين هم الذكور الذين لم يغنّوا من قبل، ولا يبدو أنّ الإناث تقترب من المطربين المنفردين، ولكنّها قد تنجذب إلى تجمّعات الذكور المغنّين، تماماً مثل نظام التزاوج. والاحتمال الآخر هو أنّ الأغاني تجلب الحيتان الأجنبية لتسكن مناطق التكاثر. وقد اقترح أيضاً أنّ أغاني الحوت الأحدب لها خصائص تحديد الموقع بالصدى وقد تساعد في تحديد مواقع الحيتان الأخرى. وقد وجدت دراسة أجريت عام 2023 أنّه مع تعالي أعداد الحيتان الحدباء من صيد الحيتان، أصبح الغناء أقل شيوعاً.

تتشابه أغاني الحيتان بين الذكور في منطقة معيّنة. قد يغيّر الذكور أغانيهم بمرور الوقت، ويقوم الآخرون الذين يتواصلون معهم بتقليد هذه التغييرات. وقد ثبت في بعض الحالات أنّها تنتشر «أفقياً» بين المجموعات المجاورة طوال مواسم التكاثر المتعاقبة. في نصف الكرة الشمالي، تتغيّر الأغاني بشكلٍ تدريجي، بينما تمرّ أغاني نصف الكرة الجنوبي بـ «ثورات» دورية.

– تصدر الحيتان الحدباء أصواتاً أخرى تدعى «الشخير»، وهي عبارة عن أصوات سريعة منخفضة التردّد تُسمع بشكلٍ شائع بين الحيوانات في مجموعات تتكوّن من زوج من الأم والعجل، وواحدة أو أكثر من مجموعات المرافقة من الذكور، ومن المحتمل أن تعمل هذه الأصوات في التفاعلات داخل هذه المجموعات.

– كما تصدر الحيتان أيضاً أصواتاً تدعى «التذمّر» وهي أصوات منخفضة التردّد، ولكنّها تستمرّ لفترة أطول، وغالباً ما يتمّ إجراؤها بوساطة مجموعات تضمّ ذكراً بالغاً واحداً أو أكثر، ويبدو أنّها تشير إلى حجم الجسم وقد تعمل على تحديد الوضع الاجتماعي.

– أمّا الأصوات «Thwops» و«wops» فهي عبارة عن غناء معتدل التردّد، ويمكن أن تكون بمثابة مكالمات اتصال داخل المجموعات وفيما بينها.

– وعادةً ما تُسمع "صرخات" و"آلات كمان" عالية النبرة و"صرخات" معدّلة في مجموعات تضمّ ذكرين أو أكثر وترتبط بالمنافسة.

– كما تُصدر الحيتان الحدباء "همهمات" قصيرة ومنخفضة التردّد و"نباح" قصير ومُعدّل عند الانضمام إلى مجموعات جديدة.

تغيّر المُناخ والحيتان!

تعدّ المرونة التي تستخدمها الحيتان الحدباء في صيد الفقاعات مثالاً على استخدام التكيّف مع الظروف البيئية الصعبة، وهو أمر يدعو للدهشة والتأمّل. كما يُظهر خلال هذا المقال أنّ الحيتان الحدباء قادرة على التكيّف مع بيئتها، وتكييف تقنيات التغذية الخاصّة بها مع الظروف المختلفة، ممّا ساعد أعداد الحيتان الحدباء على التعافي من عصر صيد الحيتان بشكل أسرع من الحيتان الأخرى.

ومع ذلك، فإنّ القدرة على التكيّف لها حدودها، في عام 2014، ضربت «موجة الحر البحرية» المحيط الهادئ، وأدّت إلى زيادة درجات حرارة المحيط بشكل كبير لعدّة سنوات، ممّا أثّر سلباً في السلسلة الغذائية للمحيط بأكملها، وممّا جعل من الصعب على الحيتان الحدباء تأمين غذائها، فأصبحت الحيتان هزيلة ونحيلة وانخفضت أعداد صغار الحيتان الحدباء.

كما انخفضت أعداد الحيتان الحدباء في شمال المحيط الهادئ بنسبة 20% من عام 2012 إلى عام 2021، ومع توقّع أن تصبح موجات الحرّ البحرية أكثر تواتراً وكثافةً مع تغيّر المُناخ، فإنّ فهم كيفية تغذية الحيتان والفروق الدقيقة في كيفية تعظيم شبكات الفقاعات الخاصة بها قد يكون أمراً بالغ الأهمية للحفاظ عليها.

المراجع:

1- »Humpback Feeding Behaviour». www.forwhales.org. Retrieved 20 February 2018.

2- doi:10.1163/000579511x570893/about/. Retrieved 20 February 2018.

3- Hain, JHW; Carter, GD; Kraus, SD; Mayo, CA; Winn, HE (1982). «Feeding behavior of the humpback whale, Megaptera novaeangliae, in the western North Atlantic» (PDF). Fishery Bulletin. 80: 259–268.

4- Kieckhefer, Thomas R. (1992). Feeding ecology of humpback whales in continental shelf waters near Cordell Bank, California (Master›s.)

369–404. doi:10.1146/annurev.es.02.110171.002101.

8- «Hawaiian Islands Humpback Whale - Explore - Marine Life - Humpback Whales». hawaiihumpbackwhale.noaa.gov. Retrieved 20 February 2018.

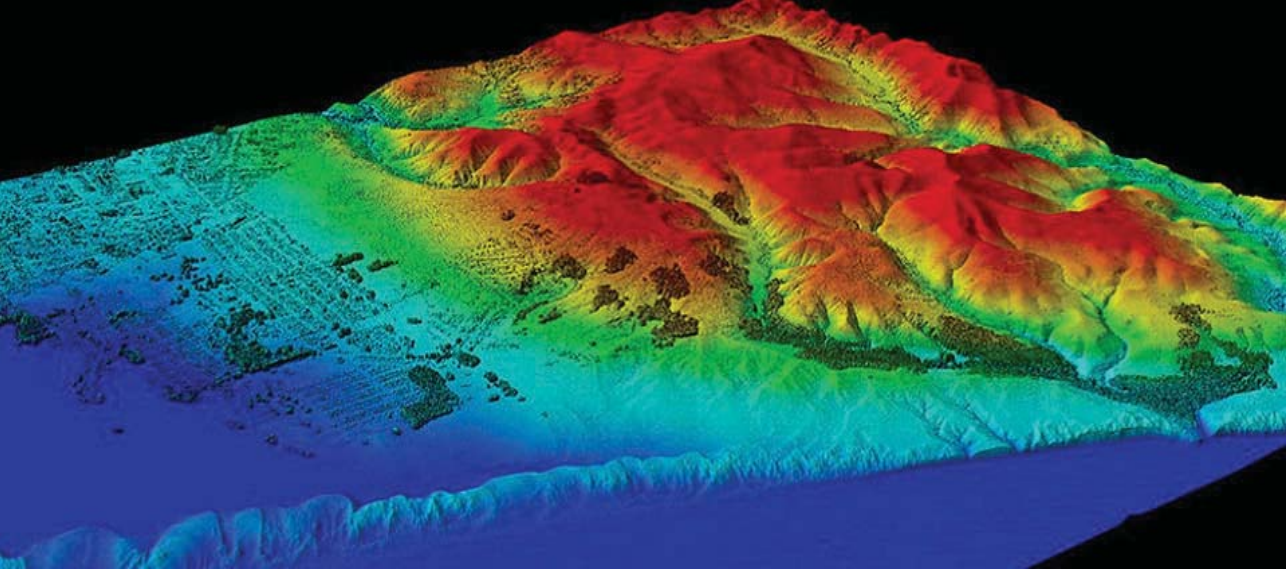
9- «Feeding». Juneau Flukes. Retrieved 20 February 2018.

10- «Band of brothers: Humpback whales work in unison with ‹bubble-net fishing› to corral a meal off Alaskan coast». Retrieved 20 February 2018.

5- Timothy G. Leighton; Simon D. Richards; Paul R. White (January–February 2004). «Trapped within a ‹wall of sound›» (PDF). Acoustics Bulletin. Vol. 29.

6- "Encounters Explorer - Humpback Whale - Natural History». encountersnorth.org. Retrieved 20 February 2018.

7- Schoener, T W (1 November 1971). «Theory of Feeding Strategies». Annual Review of Ecology and Systematics. 2 (1):



الاستشعار عن بعد
Remote Sensing

د.هيثـــم جبيـــلي

يستكشف كتاب الأرض في الليل *Earth at Night* لوكالة ناسا روعةَ كوكبنا عندما يكون في الظلام، وهو عبارة عن مجموعة من القصص التي تصوّر التفاعلات بين العلم والعجائب، ويسعدنا أن نتشارك هذا الاستكشاف المذهل والآسر لكوكبنا.

من الفضاء، تبدو أرضنا هادئةً! تتقاسم المساحة السماوية الشاسعة الزرقاء للمحيطات الفضاء بتناغم مع الأرض الخضراء المورقة، وهو تيّار خفي من اللطف والعزلة. لكنّ قضاء الوقت في النظر إلى الصور المقدّمة في هذا المقال، يكشف كوكبنا الأم في الليل على الفور عن حقيقة مختلفة. عالمنا الجميل، المليء بالمجتمعات المتوهّجة والعجائب الطبيعية والإضاءة المذهلة، يعجّ بالنشاط والحياة.

إنّ الظلام ليس خالياً من النور! إنّ التباين، أو المساحة بين النور والظلام، هو الذي يشكّل غالباً الصورة الأكثر وضوحاً. إنّ الظلام يذكّرنا بالمكان الذي أتينا منه والمكان الذي نحن فيه الآن - من بلدة صغيرة في الجبال، إلى نقطة المراقبة الفريدة التي تتمتّع بها عاصمة البلد. إنّ الظلام هو المكان الذي يتأمّل فيه الحالمون والمتعلّمون من كلّ الأعمار الكون ويفكّرون في أسئلة حول أنفسهم ومساحتهم في الكون. والنور هو المكان الذي يعملون فيه، حيث يجتمعون، ويقضون الوقت معاً.

لقد جمعت أقمار ناسا الفضائية سجلاً غير مسبوق لكوكب الأرض، وتوهّجه في الظلام، لإثارة فضولنا. وترصد هذه البعثات التباين بين الظلام والضوء من خلال عدسات الأجهزة العلمية. إنّ كوكبنا مليء بالدورات والعمليات المعقّدة والديناميكية. وتُظهر لنا هذه الأقمار الصناعية طرقاً جديدة لتمييز الفروق الدقيقة للضوء الناتج عن مصادر طبيعية وبشرية، مثل الشفق القطبي وحرائق الغابات والمدن والعوالق النباتية والبراكين.

لا يغيّر العلم ما نعرفه فحسب، بل يغيّر أيضاً كيفية تفكيرنا في مكاننا في الكون. وهذه دعوة لقضاء لحظةً لاكتشاف عالمنا ليلاً من خلال عيون علم الفضاء. ليس لدينا أدنى شكّ في أنّ الجمال المتأصّل في هذه الصور سوف يلهم ويغذّي روح وعقل القارئ. كما قال "فينسنت فان جوخ" Vincent van Gogh: "من ناحيتي لا أعرف شيئاً على وجه اليقين، لكنّ رؤية النجوم تجعلني أحلم". وهذا تحدّ أن ننظر إلى الوراء من النجوم لنرى الأرض بطريقة جديدة تماماً.

بالنسبة للمراقبين الحريصين، فإنّ الأرض الليلية ليست مظلمة تماماً أو بلا ملامح أو ثابتة. توفّر النجوم والقمر إضاءة تختلف عن ضوء النهار وتكمله. تولّد العمليات الطبيعية للأرض مثل الانفجارات البركانية والشفق القطبي والبرق والنيازك التي تدخل الغلاف الجوي ضوءاً مرئياً موضعياً على فترات زمنية تتراوح من الثانية (البرق) إلى الأيام والأسابيع (حرائق الغابات) والأشهر (الانفجارات البركانية).

إنّ أكثر ما يثير الاهتمام والتميّز (بقدر ما نعلم) في الأرض هو الإضاءة المرئية الليلية المنبعثة من كوكبنا والمرتبطة بالأنشطة البشرية. وسواء كانت مصمّمة عمداً لإبعاد الظلام (مثل الإضاءة من أجل السلامة والأنشطة الصناعية والتجارة والنقل) أو نتيجة ثانوية (مثل الشعلات الغازية المرتبطة بأنشطة التعدين واستخراج الهيدروكربون، أو الصيد التجاري الليلي)، فإنّ المصادر البشرية للضوء الليلي غالباً ما تكون موزّعة على نطاق واسع في الفضاء ومستدامة بمرور الوقت، على مدى سنوات وحتى عقود. ولأنّ مصادر الضوء هذه مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالأنشطة البشرية والمجتمعات، فإنّ القياس والمراقبة المكثّفة وطويلة الأمد للأضواء الليلية البشرية على الأرض يمكن أن توفّر رؤى قيمة حول التوزّع المكاني لنوعنا والطرق التي يتغيّر بها المجتمع، وتتغيّر بها البيئة على نطاق واسع من المقاييس الزمنية.

على مدى العقود الأربعة الماضية، تمّ تشغيل أجهزة التصوير الحسّاسة على أقمار صناعية تدور حول الأرض على ارتفاع منخفض لقياس الإضاءة الليلية المرئية الطبيعية والبشرية، سواء المنعكسة أو الناتجة عن الأرض. توفّر أجهزة استشعار الأقمار الصناعية صوراً فريدة من نوعها: تغطية عالمية مع دقّة مكانية عالية، وقياسات متكرّرة على مدى فترات طويلة من الزمن.

تحتوي مجموعة البيانات العالمية للإضاءة الليلية المجمّعة والمتعدّدة الأقمار الصناعية على كنز من المعلومات الفريدة حول كوكبنا وأنواعنا، والتفاعلات بين المجتمع والعمليات الطبيعية. وبعيداً عن الدراسة الأكاديمية، يتمّ استخدام قياسات الإضاءة الليلية للأرض للمساعدة في

إنقاذ الأرواح والممتلكات في جميع أنحاء العالم، من خلال السماح بالتحديد الدقيق ومراقبة الأحداث الجارية مثل الانفجارات والحرائق حتى في المواقع النائية، ومن خلال تحديد وتمكين التتبّع الكمّي لمناطق انقطاع التيار الكهربائي والتعافي بعد الأحداث الجويّة المتطرّفة والمخاطر الجيولوجية في المناطق المأهولة بالسكان.

يروي كتاب الأرض في الليل Earth at Night بكلمات النساء والرجال، العلماء والمهندسين الذين يصمّمون الأدوات ويجرون تحليلات لصور الإضاءة الليلية للأرض، قصّة قياسات الأقمار الصناعية للضوء العالمي في الليل. ويوضّح كيف أدّت القدرة المتزايدة للأدوات إلى تحسين حساسية ودقّة وتغطية ودقّة الملاحظات. ومن خلال الرسوم التوضيحية المذهلة والشروحات الواضحة، يلخّص الكتاب العديد من الأمثلة على التحليلات من سجل بيانات الإضاءة الليلية للأقمار الصناعية: الأمثلة التي تسلّط الضوء في حدّ ذاتها على البيئة المتغيّرة باستمرار وتأثيرنا البشري على الأرض.

يؤكّد هذا الكتاب الفني على قدرتنا البشرية على تسخير التكنولوجيا والعلوم لمراقبة الأرض وفهمها لصالح البشرية جمعاء. وفوق كلّ ذلك، يسلّط الضوء مرّة أخرى على جمال وعظمة كوكبنا الأم، في جميع الأوقات.

الأضواء الليلية Nightlights

لقد استحوذت الصور الفوتوغرافية والصور المبهرة الملتقطة من الفضاء لأضواء كوكبنا الليلية على اهتمام الرأي العام لعقود من الزمن. وفي مثل هذه الصور، تظهر الأنماط على الفور بناءً على وجود الضوء أو غيابه: خط ساحلي مميّز، ومسطّحات مائية يمكن التعرّف عليها من خلال ظلالها الداكنة، والخطوط الخافتة للطرق والطرق السريعة المنبثقة من كتل الضوء الساطعة التي تشكّل مدننا الحديثة المضاءة جيداً.

الكرة الزرقاء تصبح كرة سوداء Blue Marble Becomes Black Marble

إنّ لون الجسم هو في الواقع لون الضوء المنعكس في أثناء امتصاص جميع الألوان الأخرى. فمعظم الضوء المنعكس عن مياه المحيط المفتوحة الصافية يكون أزرق اللون، بينما يتمّ امتصاص الجزء الأحمر من ضوء الشمس بسرعة بالقرب من السطح. لذلك، فإنّ المياه العميقة جدّاً التي لا تنعكس عن قاع البحر تبدو زرقاء داكنة. ونظراً لأنّ حوالى 70% من سطح الأرض مغطّى بمياه المحيط العميقة، فإنّ الأرض تبدو ككرة زرقاء عند رؤيتها من الفضاء في أثناء ساعات النهار، الشكل رقم (1). أمّا السحب المعلّقة في الغلاف الجوي للأرض فتوفّر الدوّامات البيضاء.

الشكل رقم (1): تُعرف هذه الصورة الكلاسيكية للأرض باسم "الكرة الزرقاء"، وقد التقطها طاقم أبولو 17 في 7/12/1972

ولكن الأرض، التي يلفّها الظلام ليلاً، تبدو وكأنّها كرةً سوداء تتلألأ بالضوء من الفضاء، الشكل رقم (2). والواقع أنّ البحث البشري عن الضوء في الظلام قائم منذ أمد بعيد. وتركّز العديد من الأساطير والأديان على هذا البحث، ولكن لم يكتسب البشر القدرة على الطيران -أولاً إلى السماء ثم إلى الفضاء- إلّا في غضون القرن الماضي، الأمر الذي يوفّر نقاط مراقبة جديدة يمكنهم من خلالها رؤية الأرض والأضواء المتلألئة تحتها، والتي يمكن رؤيتها بوضوح في الليل.

الشكل رقم (2): تمّ التقاط هذه الصور للأرض في الليل في عام 2012 على مدار 9 أيام في أبريل/نيسان و13 يوماً في أكتوبر/تشرين الأول

على مدى ما يقرب من 25 عاماً، كانت صور الأقمار الصناعية للأرض ليلاً بمثابة أداة بحث أساسية، كما أثارت فضول الجمهور. ترسم هذه الصور صورة واسعة وكاشفة، تُظهر كيف أضاء البشر الكوكب وشكّلوه بطرق عميقة منذ اختراع المصباح الكهربائي قبل 140 عاماً.

تحكي هذه الأضواء والظلام قصصاً عن كوكبنا - قصص سيقدّمها هذا المقال للنظر فيها. سيوضّح هذا البحث كيف يضيء البشر والظواهر الطبيعية الظلام، وكيف ولماذا لاحظ العلماء أضواء الليل على الأرض لأكثر من أربعة عقود باستخدام أعينهم وأدواتهم الفضائية. إنّها قصّة جذابة ورائعة؛ تعالوا لنخضْ المغامرة!

الرؤية هي الإحساس Seeing Is Sensing

الإحساس أو الرؤية هي إحدى الحواس العديدة التي نمتلكها. فعندما نرى شيئاً ما، يمتصّ نظامنا البصري الضوء –الفوتونات- ويعالج دماغنا المنظر إلى شيء يمكننا فهمه، وربّما التصرّف بناءً عليه.

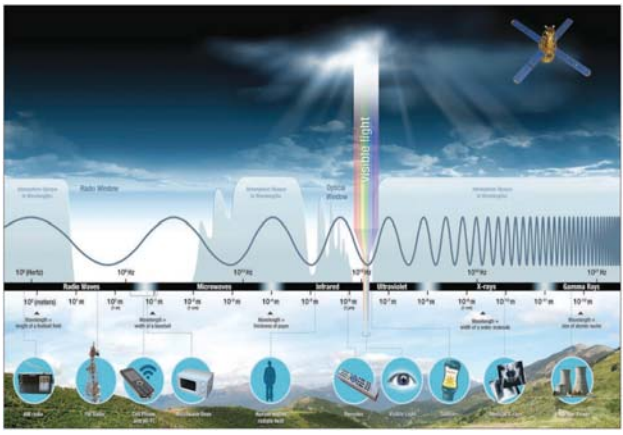
لقد عمل البشر منذ فترة طويلة على توسيع قدراتهم البصرية باستخدام أدوات مثل التلسكوبات (من أجل التلسكوب انظر: "رحلة كشف في كون واسع عميق الأبعاد"، المشار إليه في قائمة المراجع) لتمكينهم من الرؤية عبر مسافات لا يمكن لأعينهم رؤيتها على الإطلاق. وهذا شكل من أشكال "الاستشعار عن بعد" - وهي القدرة التي تشكّل جوهر فهمنا الجديد لكيفية "عمل" الأرض.

مع مرور الوقت، مكّنتنا التطوّرات العلمية والتكنولوجية من ابتكار أدوات مراقبة أكثر حساسية تتجاوز قدرات التلسكوبات البسيطة نسبياً، ممّا يوفّر القدرة على رؤية أشياء لم نحلم بها من قبل. يمكن لتقنياتنا تسجيل ظواهر خارج نطاق القدرات البصرية البشرية، أشياء مثل الحرارة والرطوبة، والتي كان قياسها يبدو سحرياً لأسلافنا. ولكن عندما يتعلّق الأمر بإلهام الروح البشرية، لا يوجد شيء مثل الضوء المرئي، لذلك سيكون الضوء في الليل هو محور اهتمامنا هنا.

ما الضوء؟ What Is Light?

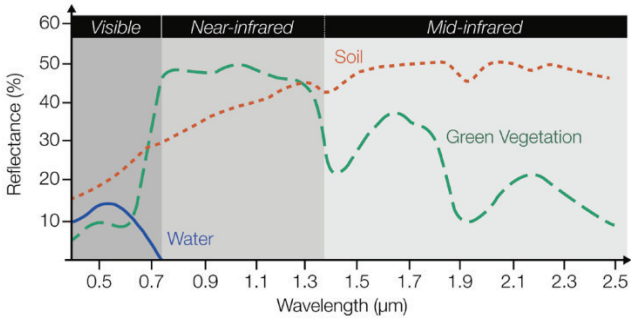
ما لم تكن درجة حرارة الجسم تساوي الصفر المطلق (-273 °C)، فإنّه يعكس ويمتصّ ويصدر طاقة، تسمّى الإشعاع الكهرطيسي، بطرق تعتمد على خصائصه الفيزيائية والكيميائية. تعتمد كمّية

الإشعاع الكهرطيسي الذي ينبعث من الجسم في المقام الأوّل على درجة حرارته. فكلّما ارتفعت درجة حرارة الجسم، كلّما اهتزّت إلكتروناته بشكل أسرع، وكلّما كان الطول الموجي الأقصى للإشعاع المنبعث أقصر. وعلى العكس من ذلك، كلّما انخفضت درجة حرارة الجسم، كلّما اهتزّت إلكتروناته بشكل أبطأ! وكلّما كان الطول الموجي الأقصى للإشعاع المنبعث أطول. ونظراً للمجال الواسع لدرجات الحرارة في الكون، فيجب أن يكون من الواضح أنّ الإشعاع الكهرطيسي له أطوال موجية تمتدّ على مجال واسع جدّاً، الشكل رقم (3).



الشكل رقم (3): الطيف الكهرطيسي هو مجال أمواج الطاقة ذات الأطوال الموجية المختلفة، من أشعّة جاما gamma القصيرة جدّاً والأشعّة السينية X-rays [على اليمين]، إلى الأشعّة فوق البنفسجية ultraviolet والمرئية visible والأشعّة تحت الحمراء infrared الأطول، إلى الأمواج المكروية microwaves والأمواج الراديوية radio الطويلة جدّاً [على اليسار]

الطيف الكهرطيسي هو مجال الأمواج المسافرة من الطاقة التي تمتدّ من أشعّة جاما القصيرة جدّاً والأشعّة السينية عبر الضوء فوق البنفسجي والضوء المرئي والأمواج المكروية وحتى الأمواج الراديوية الطويلة. الضوء المرئي هو المجال الضيق جدّاً الذي تكيّفت عيون الإنسان على رؤيته. ولكن كما ذكرنا سابقاً، فإنّ البشر بارعون في تطوير أدوات لتوسيع مجال قدراتهم. باستخدام أجهزة الاستشعار الموجودة على الأقمار الصناعية المدارية، والمصمّمة لاكتشاف مجموعات المجالات الطيفية المتعدّدة، يمكن للعلماء «الضبط» لدراسة جوانب مختلفة من سطح الأرض بطرق غير ممكنة من صورة ملوّنة بسيطة. وكما أنّ التربة وأنواع النباتات المختلفة وصحّة النبات ووجود الماء والصخور العارية والجليد والعديد من أنواع الغطاء الأرضي الأخرى لها «توقيعات» فريدة في الطيف الكهرطيسي، فإنّ مصادر الضوء المختلفة (مثل المصابيح المتوهّجة ومصابيح LED) لها توقيعاتها الفريدة في الطيف الكهرطيسي. وبمرور الوقت، يستطيع العلماء مراقبة وتحليل التغيّرات في التوقيعات الطيفية للكشف عن التغيّرات في سطح الأرض وتحديد الظواهر المختلفة التي تحدث (بما في ذلك تلك التي تتعلّق بالمياه والنباتات والتربة وما شابه ذلك، انظر "التوقيعات الطيفية" الشكل رقم 4)، وأحياناً بناءً على أنماط الإضاءة.



الشكل رقم (4): التوقيعات الطيفية. تقيس أجهزة الأقمار الصناعية الضوء المنبعث أو المنعكس إلى الفضاء عند أطوال موجية مختلفة وتنشئ منحنيات انعكاس reflectance طيفي. ويمكن استخدام الاختلافات في شكل "الأطياف" لتحديد ما "يراه" القمر الصناعي، مثل التربة soil والنباتات الخضراء green vegetation والمياه water

الاستشعار عن بعد Remote Sensing

لقد أدّى وضع أدوات تعزيز الرؤية، أجهزة الاستشعار، على الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض إلى توسيع قدرتنا على رؤية كوكبنا الأم في ضوء جديد.

يعود تاريخ مراقبة الأرض من الفضاء باستخدام أجهزة استشعار على متن الأقمار الصناعية (أي الاستشعار عن بعد) إلى الأيام الأولى من عصر الفضاء -البرامج الروسية والأمريكية- عندما طارت أجهزة استشعار التصوير السطحي لأوّل مرّة على متن الطائرات ثمّ في وقت لاحق على متن المركبات الفضائية. مع ظهور رحلات الفضاء المأهولة في ستينيات القرن العشرين، تصرّف روّاد الفضاء الذين يدورون حول الأرض مثل السيّاح من خلال التقاط الصور من نوافذ مركباتهم الفضائية.

إنّ الاستشعار عن بعد لا يقتصر على التقاط الصور فحسب، بل إنّه يصف بشكل أكثر شمولاً علم وفن مراقبة وتحديد وقياس جسم ما دون ملامسته بشكل مباشر. وتتضمّن هذه العملية اكتشاف وقياس الإشعاع بأطوال موجية مختلفة المنبعث أو المنعكس من أجسام أو مواد بعيدة. ويتألّف الضوء المنبعث من فوتونات في حالة مثارة؛ على سبيل المثال، الضوء القادم من الشمس أو خيط المصباح الكهربائي. أمّا الضوء المنعكس فهو الضوء القادم من مصدر آخر والذي ينعكس عن سطح الجسم.

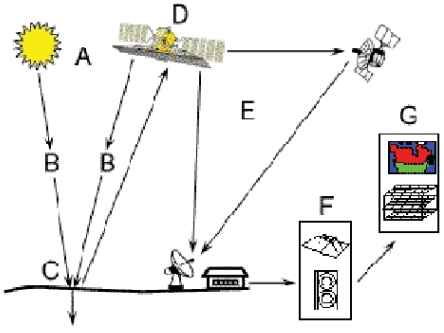
وغالباً ما يتمّ تطبيق مصطلح الاستشعار عن بعد بشكل خاطئ على التصوير المحمول بالأقمار الصناعية لسطح الأرض فقط. الاستشعار عن بعد هو الاسم الشائع لجميع الطرق المستخدمة لجمع البيانات على مسافة من الجسم قيد الدراسة بوساطة نوع من أجهزة التسجيل. يتزايد استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بسرعة، حيث وجد مجالات تطبيق جديدة مع تقدّم التكنولوجيا في تطوير أنظمة الاستشعار عن بعد. الهدف من هذا المقال ليس مراجعة طرق الاستشعار عن بعد الحالية بالكامل بل تقديم مفهوم الاستشعار عن بعد للقارئ. سيوفّر أساساً لفهم مبادئ الاستشعار عن بعد اللازمة عند العمل مع تطبيقات هذه التقنية. سيكون التركيز على الاستشعار عن بعد باستخدام مستشعرات الأقمار الصناعية ولكن سيتم أيضاً معالجة بعض جوانب الاستشعار عن بعد الفوتوغرافي التقليدي والتصوير الجوي باستخدام الكاميرات الجويّة الرقمية.

إذن، ما الاستشعار عن بعد بالضبط؟ لأغراض هذا المقال، سوف نستخدم التعريف التالي:

"الاستشعار عن بعد هو العلم (وإلى حدّ ما الفن) الذي يهدف إلى الحصول على معلومات عن سطح الأرض دون الاتصال به فعلياً. ويتم ذلك من خلال استشعار وتسجيل الطاقة المنعكسة أو المنبعثة ومعالجة تلك المعلومات وتحليلها وتطبيقها".

في كثير من عمليات الاستشعار عن بعد، تتضمّن العملية تفاعلاً بين الإشعاع الوارد والأهداف محل الاهتمام. ويتجلّى هذا في استخدام أنظمة التصوير حيث تشارك العناصر السبعة التالية. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنّ الاستشعار عن بعد يتضمّن أيضاً استشعار الطاقة المنبعثة واستخدام أجهزة استشعار غير تصويرية.

1. مصدر الطاقة أو الإضاءة (A): المتطلّب الأوّل للاستشعار عن بعد هو وجود مصدر طاقة ينير أو يوفّر الطاقة الكهرطيسية للهدف المطلوب، الشكل رقم (5).



الشكل رقم (5): العناصر السبعة المستخدمة في الاستشعار عن بعد

2. الإشعاع والغلاف الجوّي (B): عندما تنتقل الطاقة من مصدرها إلى الهدف، فإنّها ستتلامس وتتفاعل مع الغلاف الجوّي الذي تمرُّ من خلاله. وقد يحدث هذا التفاعل مرّةً ثانية عندما تنتقل الطاقة من الهدف إلى المستشعر.

3. التفاعل مع الهدف (C): بمجرّد وصول الطاقة إلى الهدف عبر الغلاف الجوّي، فإنّها تتفاعل مع الهدف اعتماداً على خصائص كلّ من الهدف والإشعاع.

4. تسجيل الطاقة بوساطة المستشعر (D): بعد تشتّت الطاقة أو انبعاثها من الهدف، نحتاج إلى مستشعر (بعيد ـ ليس على اتصال بالهدف) لجمع وتسجيل الإشعاع الكهرطيسي.

5. الإرسال والاستقبال والمعالجة (E): يجب إرسال الطاقة المسجّلة بوساطة المستشعر، غالباً في شكل إلكتروني، إلى محطّة الاستقبال والمعالجة حيث تتمّ معالجة البيانات وتحويلها إلى صورة (نسخة ورقية و/أو رقمية).

6. التفسير والتحليل (F): يتم تفسير الصورة المعالجة، بصرياً و/أو رقمياً أو إلكترونياً، لاستخراج المعلومات حول الهدف الذي تم إضاءته.

7. التطبيق (G): يتحقّق العنصر الأخير في عملية الاستشعار عن بعد عندما نطبق المعلومات التي تمكّنا من استخراجها من الصور حول الهدف من أجل فهمه بشكل أفضل، أو الكشف عن بعض المعلومات الجديدة، أو المساعدة في حل مشكلة معينة.

تشكّل هذه العناصر السبعة عملية الاستشعار عن بعد من البداية إلى النهاية. وسنتناول كلّ هذه العناصر بالترتيب المتسلسل، بناءً على المعلومات التي تعلّمناها في أثناء تقدّمنا. لنستمتع بالرحلة!

هل نعلم؟ Do we know

1. من بين حواسّنا الخمس (البصر والسمع والتذوّق والشمّ واللمس)، يمكن اعتبار ثلاثة منها أشكالاً من أشكال "الاستشعار عن بعد"، حيث يكون مصدر المعلومات على مسافة ما. أما الحواس الأخرى فتعتمد على الاتصال المباشر بمصدر المعلومات. فما هي؟ هل يمكن أن يكون إحداها المبيّن في الشكل رقم (6)؟

2. ... إنّ الاستشعار عن بعد، في أوسع تعريف له، يشمل الأمواج فوق الصوتية، وخرائط الطقس عبر الأقمار الصناعية، ورادار السرعة، وصور التخرّج، والسونار – سواء للسفن أو للخفافيش!.

الشكل رقم (6): حاسة تعتمد على الاتصال المباشر

تستخدم المستشفيات تكنولوجيا التصوير، بما في ذلك التصوير المقطعي المحوسب، والتصوير بالرنين المغناطيسي (التصوير ثلاثي الأبعاد للأنسجة الرخوة)، والأشعّة السينية لفحص أجسامنا. كلّ هذه أمثلة على طرق الاستشعار عن بعد غير التدخّلية، الشكل رقم (7).

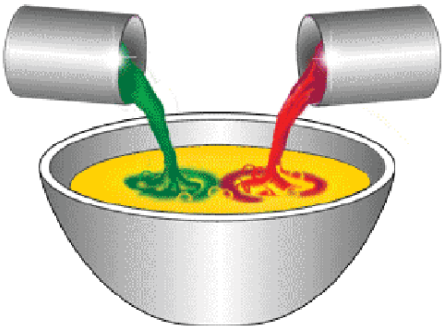
الشكل رقم (7): هل كان الخفّاش مصدر إلهام للاستشعار عن بعد؟

... يمكننا استخدام منظار الذبذبات، وهو جهاز إلكتروني خاص يعرض أمواج مشابهة لأمواج الإشعاع الكهرطيسي التي رأيناها هنا، للنظر في أنماط الطول الموجي والتردّد في صوتنا. الأصوات عالية النبرة لها أطوال موجية قصيرة وتردّدات عالية. أمّا الأصوات المنخفضة فهي العكس. يقول العلماء إنّ الأرض نفسها تهتزّ بتردّد منخفض للغاية، ممّا يجعل الصوت أقل بكثير من نطاق السمع البشري.

... إنّ مفهوم الطول الموجي والتردّد هو مبدأ مهم وراء ما يسمّى بمفعول دوبلر، والذي يفسّر كيف يتمّ إدراك أمواج الصوت والضوء مضغوطة أو متوسّعة إذا كان الجسم الذي ينتجها يتحرّك بالنسبة للمستشعر. عندما يتقدّم قطار أو سيارة سباق نحونا، تميل آذاننا إلى سماع أصوات أو تردّدات أقل تدريجياً (أطوال موجية أقصر) حتى تصل إلينا، التردّد الأصلي للجسم عندما يكون في سطع عرضاني، ثم تردّدات أقل كلّما ابتعد.

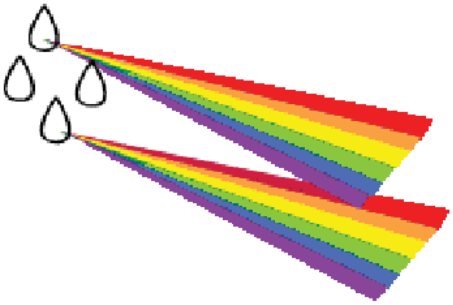
يستخدم علماء الفلك المبدأ نفسه (المطبّق على الضوء) لمعرفة مدى سرعة تحرّك النجوم بعيداً عنّا (الانزياح الأحمر).

3. الصبغة والإشباع هما خاصّيتان مستقلّتان للون. تشير الصبغة إلى طول موجة الضوء، والذي نطلق عليه عادةً «اللون»، بينما يشير الإشباع إلى مدى نقاء اللون، أو مقدار اللون الأبيض المختلط به. على سبيل المثال، يمكن اعتبار «اللون الوردي» نسخة أقل إشباعاً من «اللون الأحمر»، الشكل رقم (8).



الشكل رقم (8): "اللون الوردي" أقل إشباعاً من "اللون الأحمر"

4. ... تعمل قطرات الماء كمناشير فردية صغيرة. وعندما يمرّ ضوء الشمس من خلالها، تنحني الأطوال الموجية المكوّنة لها بكمّيات متفاوتة وفقاً للطول الموجي. وتصبح الألوان الفردية في ضوء الشمس مرئية وتكون النتيجة قوس قزح (من أجل قوس قزح انظر: «قوس قزح، وطيور السماء»، المشار إليه في قائمة المراجع)، بأطوال موجية أقصر (بنفسجي، أزرق) في الجزء الداخلي من القوس، وأطوال موجية أطول (برتقالي، أحمر) على طول القوس الخارجي، الشكل رقم (9).



الشكل رقم (9): دور قطرات الماء في تشكيل قوس قزح

... إذا لم يحدث تشتّت للإشعاع في الغلاف الجوي، فإنّ الظلال ستظهر سوداء داكنة بدلاً من كونها درجات مختلفة من الظلام. يتسبّب التشتّت في أن يكون للغلاف الجوّي سطوعه الخاص (من الضوء المشتّت بوساطة الجسيمات في مسار ضوء الشمس) ممّا يساعد في إضاءة الأشياء الموجودة في الظل.

5. «...الآن، هنا شيء يستحق أن ‹نفكّر فيه›..."

... الألوان التي ندركها هي مزيج من تفاعلات الإشعاع هذه (الامتصاص، النقل، الانعكاس)، وتمثّل الأطوال الموجية المنعكسة. إذا انعكست جميع الأطوال الموجية المرئية من جسم ما، فسيبدو أبيض اللون، بينما سيبدو الجسم الذي يمتصّ جميع الأطوال الموجية المرئية عديم اللون أو أسود اللون، الشكل رقم (10).

6. "...قل ‹جبن›!..."

... توفّر الكاميرا مثالاً ممتازاً لكلّ من المستشعرات السلبية والنشطة. في أثناء يوم مشمس مشرق، يضيء ضوء الشمس الأهداف ثمّ

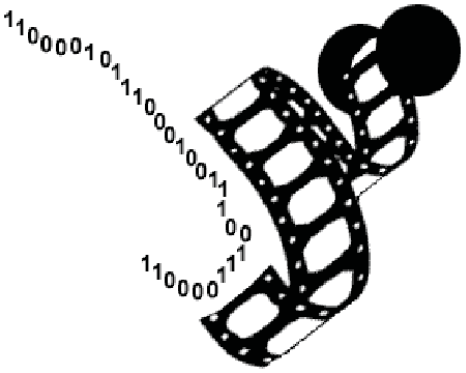
ينعكس نحو عدسة الكاميرا، بحيث تسجّل الكاميرا الإشعاع الصادر ببساطة (الوضع السلبي). في يوم غائم أو داخل غرفة، غالباً ما لا يكون هناك ضوء شمس كاف للكاميرا لتسجيل الأهداف بشكل كاف. بدلاً من ذلك، تستخدم الكاميرا مصدر الطّاقة الخاص بها – الفلاش- لإضاءة الأهداف وتسجيل الإشعاع المنعكس منها (الوضع النشط).

الشكل رقم (10): اللونان الأبيض والأسود

... الرادار الذي تستخدمه الشرطة لقياس سرعة المركبات المسافرة هو استخدام للاستشعار عن بعد النشط. يتمّ توجيه جهاز الرادار نحو مركبة، الشكل رقم (11). ويتمّ إصدار نبضات من الإشعاع، ويتمّ اكتشاف انعكاس هذا الإشعاع من المركبة وتوقيته. يتم تحديد سرعة المركبة من خلال حساب فترات التأخير الزمنية بين الانبعاثات المتكرّرة واستقبال النبضات. يمكن حساب ذلك بدقّة شديدة لأنّ سرعة الإشعاع تتحرّك بسرعة أكبر بكثير من معظم المركبات... ما لم تكن تقود بسرعة الضوء!

الشكل رقم (11): لن تبلغ سرعة مركبة سرعة الضوء

7. تتمتّع الأفلام الفوتوغرافية بميزة واضحة تتمثّل في تسجيل تفاصيل مكانية دقيقة للغاية، حيث يمكن لجزيئات هاليد الفضّة الفردية تسجيل حساسية الضوء بشكل مختلف عن الجزيئات المجاورة لها. ولكن عندما يتعلّق الأمر بالصفات الطيفية والإشعاعية، فإنّ أجهزة الاستشعار الرقمية تتفوّق على الأفلام، الشكل رقم (12)، وذلك من خلال قدرتها على استخدام مجالات طيفية دقيقة للغاية (لتسجيل «البصمة» الطيفية للأهداف)، وتسجيل ما يصل إلى آلاف مستويات السطوع.



الشكل رقم (12): الأفلام الفوتوغرافية وأجهزة الاستشعار الرقمية

نبذة تاريخية عن الاستشعار عن بعد
Brief history of remote sensing

وفقاً للتعريف أعلاه، فإنّ زوجاً من المناظير أو الكاميرا العادية عبارة عن أنظمة استشعار عن بعد بسيطة. وقد استُخدمت الكاميرا بالفعل خلال نهاية القرن التاسع عشر في الاستطلاع العسكري على سبيل المثال، حيث كانت تتمتّع بميزة واضحة على الفحص البصري البسيط في حقيقة أنّها

أنتجت صورة يمكن دراستها وإعادة إنتاجها في عدّة نسخ. ومنذ أواخر عشرينيات القرن العشرين، أصبح التصوير الجوّي أداة مهمّة في جميع أنواع أعمال رسم الخرائط والتخطيط.

خلال الحرب العالمية الثانية، تمّ تطوير طريقتين جديدتين للاستشعار عن بعد، السونار والرادار. بعد الحرب العالمية الثانية، تمّ تطوير العديد من الأنظمة لأنواع مختلفة من الإشعاع الكهرطيسي. من الواضح أنّ أنظمة الاستشعار عن بعد القائمة على أجهزة الكشف عن الإشعاع الإلكترونية ليست أنظمة توليد صور، أي أنّ النتيجة ليست صورة، بل مجموعة من الأرقام المخزّنة بتنسيق متوافق مع الكمبيوتر. غالباً ما يمكن تحويل البيانات المخزّنة إلى صورة بوساطة كمبيوتر باستخدام برنامج مخصّص.

تنقسم أنظمة الاستشعار عن بعد إلى مجموعتين بناءً على حلول تقنية منفصلة. تقيس أنظمة الاستشعار عن بعد السلبية، الإشعاعَ الموجود مثل الإشعاع الشمسي المنعكس من سطح الأرض. بينما تصدر أنظمة الاستشعار عن بعد النشطة، الإشعاعَ على كائن الدراسة وتقيس كمّية الإشعاع المنعكس.

الكاميرا العادية هي مثال على نظام الاستشعار عن بعد السلبي الذي يستخدم الضوء الموجود كمدخل، ويشكّل صورة على الفيلم. إذا تمّت إضافة فلاش إلى الكاميرا، فإنّها تصبح نظام استشعار عن بعد نشطاً حيث توفّر الإشعاع اللازم دون مراعاة مصادر الإشعاع الموجودة.

ومن أمثلة أنظمة الاستشعار عن بعد من النوع النشط: الرادار، والسونار، ومسبار الصدى، والليدار الذي تمّ إضافته مؤخّراً والذي يستخدم تقنية الليزر لإصدار ثمّ جمع الانعكاسات من سطح الأرض. ومن أمثلة أنظمة الاستشعار عن بعد من النوع السلبي: التصوير الفوتوغرافي، والتصوير الرقمي، ومرآة المسح، وماسح المكنسة.

يتمّ استخدام الرادار حالياً بشكل متكرّر في جرد الموارد المختلفة، واستخدام الاستشعار عن بعد بالرادار مفيد بشكل خاص في المناطق التي غالباً ما يكون بها غطاء سميك، حيث تخترق أمواج الرادار السحب وحتى الغطاء النباتي إلى حدّ ما. لذلك تمّ استخدام صور الرادار على سبيل المثال لرسم خرائط للمناظر الطبيعية والتربة في الأمازون. تعدّ تقنية الليدار من التقنيات التي أصبحت أكثر شيوعاً في الاستخدام، غالباً من أجل إنشاء خرائط طبوغرافية ونماذج ارتفاع رقمية عالية الدقّة. هناك اتّجاه آخر في التطوير الحالي وهو استخدام ما يسمّى بأجهزة استشعار الأقمار الصناعية فائقة الطيف والتي بدلاً من التسجيل في 7-3 مجالات موجية تسجل في عدّة مئات من مجالات الموجية الضيقة. ولكن مع ذلك، فإنّ أكثر أنظمة الاستشعار عن بعد انتشاراً هي التصوير الجوي والمسح متعدّد الأطياف عبر الأقمار الصناعية. ستتناول هذه المراجعة هذين النظامين مع التركيز بشكل خاص على أجهزة استشعار الأقمار الصناعية متعدّدة الأطياف.

التصوير الجوّي Aerial photography

التصوير الجوّي هو أكثر طرق الاستشعار عن بعد انتشاراً، لكنّه تعرّض للمنافسة من أجهزة استشعار الأقمار الصناعية منذ أن تمّ تقديم البيانات من هذه الأخيرة بشكل عام في عام 1972. ومؤخّراً، وصلت ثورة الكاميرات الرقمية أيضاً إلى التصوير الجوي المساحي الاحترافي،

واستثمرت العديد من شركات رسم الخرائط والمساحة في جميع أنحاء العالم في الكاميرات الجويّة الرقمية من أجل تسجيل الصور الرقمية بدلاً من استخدام الأفلام الفوتوغرافية. بدأ التحوّل حوالى عام 2000، وبحلول عام 2011، أصبح المنتج القياسي لرسم الخرائط هو الصورة الجويّة الرقمية في العديد من البلدان.

الصور الجويّة التاريخية المُتاحة بشكل عام هي صور بانكروماتية، أي بالأبيض والأسود، وصور ملوّنة حسّاسة للإشعاع في الجزء المرئي من الطيف. وباستخدام مستحلبات أفلام خاصّة حسّاسة أيضاً للإشعاع في الطرف السفلي من نطاق الأشعّة تحت الحمراء القريبة، يمكن للتصوير بالأشعّة تحت الحمراء البانكروماتي والأشعّة تحت الحمراء الملوّنة تسجيل إشعاع يصل إلى حوالى 0.9 ميكرو متر.

تعمل الكاميرات الجويّة الرقمية عادةً في أربعة مجالات موجية، الأزرق والأخضر والأحمر والأشعّة تحت الحمراء القريبة. ونظراً لأنّ تسليم هذه الصور يتمّ بتنسيق رقمي، فيمكن للمستخدم المبتدئ تجميع إمّا منتج ملوّن قياسي (باستخدام المجالات الزرقاء والخضراء والحمراء) أو منتج بالأشعّة تحت الحمراء الملوّنة (colour (CIR infrared باستخدام المجالات الخضراء والحمراء والأشعّة تحت الحمراء القريبة.

إنّ حساسية مستحلبات الأفلام العادية قريبة من حساسية العين البشرية، ممّا يجعل الأشياء في الصور تبدو مشابهة جدّاً للطريقة التي يراها بها البشر. والميزة هي أن تفسير الصور سهل للغاية وبديهي، حيث تبدو الأشياء مألوفة حتى للمترجم غير المتمرّس.

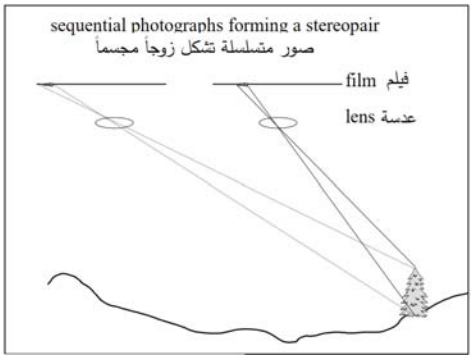
تعطي مستحلبات الأشعّة تحت الحمراء نتيجة مختلفة نظراً لأنّ الأشياء العادية قد يكون لها معاملات انعكاس مختلفة جدّاً في المجالين المرئي والقريب من الأشعّة تحت الحمراء. على سبيل المثال، جعل الجسم الداكن في مجال الطول الموجي المرئي ساطعاً للغاية عند استخدام فيلم الأشعّة تحت الحمراء.

كما يشير الاسم، فإنّ التصوير الجوّي يستخدم طائرة كمنصّة للكاميرا، حيث يلتقط صوراً رأسية أو مائلة. تُعرض الصور الرأسية مع محور العدسة رأسياً قدر الإمكان (يكون هناك دائماً انحرافات طفيفة عن العمودي المطلق، لأنّ الطائرة ليست منصّة مستقرّة). تُلتقط الصور المائلة مع انحراف مقصود عن المحور الرأسي، ممّا يوفّر مناظر بانورامية.

تستخدم الكاميرا عدسة (أو بالأحرى مجموعة معقّدة من عدّة عدسات ذات تحدّب وتقعّر مختلفين مجمّعة في "أنبوب"، يُشار إليه بالعدسة) لجمع وتركيز الإشعاع على الفيلم. سيؤثّر هذا على الخصائص الهندسية للصور الفوتوغرافية؛ تنتج الكاميرات صورًا تسمّى الإسقاطات المركزية (الشكل رقم 13). يرجع اسم هذا الإسقاط إلى حقيقة أنّ كلّ الإشعاع يمرّ عبر نقطة مركزية داخل العدسة، حيث يوجد الحجاب الحاجز عادةً، ثم ينتشر على الفيلم. يؤدّي هذا إلى إزاحة شعاعية للأشياء التي يتم إعادة إنتاجها في الصورة.

من المستحيل استخدام صورة جويّة لرسم خرائط هندسية صحيحة دون تطبيق إجراءات التصحيح. ويمكن القيام بذلك باستخدام أدوات من عائلة "Zoom transferscope"،

المصمّمة للسماح بمقدار معيّن من الدوران والتمدّد، فضلاً عن تحويل المقياس، ممّا يجعل من الممكن ضبط الصورة لتتناسب مع إسقاط الخريطة.



الشكل رقم (13): في الإسقاط المركزي، يتمّ تسجيل الإشعاع الناتج عن الصورة بوساطة عدسة يؤدّي التشويه الهندسي إلى إزاحة الأجسام المصوّرة ذات الامتداد الرأسي شعاعياً تمّ وضع جذع الشجرتين وتاجهما على خطّ رأسي في الصورة المسجّلة، تمّ إزاحة التاج شعاعياً بحيث يبدو أنّه في مكان آخر غير الجذع

مع إدخال التصوير الرقمي للتصوير الجوي، تحوّلت أنظمة المعالجة أيضاً نحو العمليات المحوسبة. في مشروع رسم الخرائط المعاصر، تتمّ معالجة الصور بوساطة جهاز كمبيوتر وتساعد برامج مخصّصة في استخلاص أنواع مختلفة من المعلومات من الصور. يتمّ تصحيح الصور هندسياً وتسجيلها في نظام إسقاط وإحداثيات خرائط معروف باستخدام الكمبيوتر. يتمّ رسم الخرائط عادةً على الشاشة ويتمّ رقمنة الكائنات المختلفة باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية أو الاستشعار عن بعد. الميزة هي أنّ الخرائط الناتجة يتمّ إنتاجها بهندسة مصحّحة تتناسب مباشرة مع الخرائط الموجودة.

إذا تمّ التقاط صورتين متداخلتين في المنطقة نفسها بمسافة معيّنة بين مواضع الكاميرا كما هو الحال في التصوير الجوّي، فسيتم إعادة إنتاج الأشياء من زوايا مختلفة قليلاً. سيؤدّي وضع الصورتين معاً كما تمّ تصويرهما إلى إنشاء صورة ثلاثية الأبعاد، زوج مجسّم.

في الزوج المجسّم، سيكون هناك تغيّر واضح في المواضع النسبية للأشياء الثابتة بسبب تغيير موضع المشاهدة، ويشار إليه غالباً باسم المنظر. سيكون التغيّر في المواضع النسبية أكثر وضوحاً في الأشياء القريبة من الكاميرا (قمم الجبال والمباني والأشجار وما إلى ذلك) مقارنة بالأشياء البعيدة. مع زيادة المنظر عندما تقلّ المسافة بين الكاميرا والشيء، ومع معرفة القوانين الهندسية التي تتحكّم في المنظر، فمن الممكن الحصول على مقاييس مختلفة.

إنّ هذه الخاصّة التي يتميّز بها التصوير الجوّي تشكّل الأساس للتصوير الفوتوغرامتري، وهو العلم الذي يستخدم في تحليل الصور الكمّية، والذي يعمل بشكل أساسي في إنتاج الخرائط الطبوغرافية. كما ستكون الصور المجسّمة خالية نسبياً من التشوّهات الهندسية إذا تمّ تطبيق تدابير الاستعادة المناسبة التي تسمح برسم المعالم «حيث توجد» من الصور لإنتاج خرائط طبوغرافية وخرائط موضوعية أخرى. وهذا يتطلّب استخدام أدوات دقيقة خاصّة تسمّى أجهزة رسم الصور المجسّمة ومشغلين ماهرين. وقد تمّ استبدال هذه الأدوات إلى حدّ كبير بخوارزميات الكمبيوتر التي

تقوم بنفس العمليات على الصور الرقمية.

تتميّز الصور الجويّة بدقّة هندسية تمّ تحديدها من خلال حبيبات أكسيد الفضّة التي تمّ استخدامها كوسيط حسّاس للإشعاع على الفيلم الفوتوغرافي، واليوم، عند استخدام الكاميرات الرقمية، من خلال عدد البكسلات المستخدمة لالتقاط الإشعاع المنعكس. اعتماداً على ارتفاع طيران الطائرة، يُترجم هذا إلى دقّة أرضية تشير إلى أصغر جسم يمكن اكتشافه في الصورة. تطوّرت دقّة الأرض بمرور الوقت بسبب تطوير مستحلبات أفلام ذات دقّة أعلى تبدأ من حوالى 1 متر في الصور القديمة من وقت الحرب العالمية الثانية وتنتهي حالياً عند حوالى 15ـ25 سم للصور الملتقطة على ارتفاع قياسي يبلغ قرابة 4500 متر. توضّح أمثلة الصور أدناه (الشكل رقم 14 a–e) وتحاول إعطاء انطباع عمّا تترجم إليه عندما يتعلّق الأمر بمحتوى المعلومات في الصورة. كما توضّح الفرق بين الصور بالأبيض والأسود والملوّنة وصور الأشعّة تحت الحمراء القريبة الملوّنة.

الشكل رقم (14 a): صورة جويّة عام 1940، ارتفاع طيران 4600 متر، دقّة الأرض حوالى متر واحد

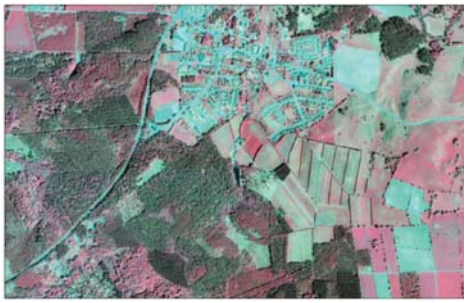
بالإضافة إلى المزايا النوعية والكمّية للتصوير الجوي الموصوفة أعلاه، فإنّ الدقّة العالية على الأرض تسمح بتحديد ورسم خرائط للأجسام الصغيرة جدّاً، وتمنحها ميزة واضحة على صور الأقمار الصناعية للمسوحات المحلية.

الفرق الرئيسي بين أنظمة الاستشعار عن بعد المعتمدة على التصوير الفوتوغرافي وأنظمة الاستشعار عن بعد المعتمدة على المستشعر هو أنّ الوسيط الفوتوغرافي (مستحلب الفيلم) يجمع البيانات على مدى واسع من الأطوال الموجية ويتمّ ضبط المستشعرات عادةً لجمع البيانات من نطاق طول موجي محدود فقط.

الشكل رقم (14 b): صورة جوية عام 1989، ارتفاع الطيران 4600 متر، دقّة الأرض حوالى متر واحد

الشكل رقم (14 c): صورة جوية ملوّنة عام 2007، ارتفاع الطيران 4600 متر، دقّة الأرض حوالى متر واحد

الشكل رقم (14 d): صورة جوية رقمية ملوّنة عام 2010، ارتفاع الطيران 4600 متر، دقّة الأرض 0.25 متر تقريباً



الشكل رقم (14 e): صورة جويّة رقمية ملوّنة بالأشعّة تحت الحمراء عام 2010، ارتفاع طيران 4600 متر، دقّة الأرض 0.25 متر تقريباً

تعيد أنظمة الاستشعار عن بعد التصويرية إنتاج صورة متوسّطة للطاقة المنعكسة من سطح ما دون مراعاة الاختلافات التي قد تحدث في الانعكاس في مجالات الأطوال الموجية المختلفة. وهذا يشكّل عيباً نظراً لأنّه من المستحيل فصل العديد من الأشياء عند دراسة الانعكاس المتوسّط فقط.

إحدى الطرق للتغلّب على هذه المشكلة هي استخدام عدّة كاميرات محمّلة في وقت واحد بأنواع مختلفة من الأفلام وبمرشّحات تسمح فقط بمرور أجزاء مختارة من الطيف وتسجيلها على الفيلم.

مع ظهور التصوير الجوي الرقمي، اختفت هذه العيوب، وكما ذكرنا أعلاه، تسجّل أنظمة التصوير الفوتوغرافي الرقمية عادةً في أربعة مجالات موجية، الأزرق والأخضر والأحمر والأشعّة تحت الحمراء القريبة. من المهم أن ندرك ونفهم هذا الاختلاف بين أنظمة التصوير التناظرية والرقمية.

باختصار، من المناسب استخدام التصوير الجوي عندما تكون منطقة الاهتمام صغيرة أو صغيرة نسبياً، أو تكون منطقة الاهتمام غير متجانسة، أو تكون الأشياء محلّ الاهتمام صغيرة أو تكون وحدات رسم الخرائط صغيرة، أو يمكن تحديد الأشياء محلّ الاهتمام بسهولة في الأطوال الموجية المرئية، وعندما تعمل الأزواج المجسّمة والتفسير ثلاثي الأبعاد على تحسين النتائج.

أنظمة استشعار الأقمار الصناعية Satellite sensor systems

كانت أجهزة استشعار الأقمار الصناعية تعتمد دائماً على التكنولوجيا الرقمية، باستثناءات قليلة جدّاً. لفهم الفرق بين الاستشعار عن بعد الفوتوغرافي والاستشعار عن بعد بوساطة المستشعرات، من المهم فهم الفرق الأساسي بين البيانات التناظرية والرقمية. يمكن وصف البيانات التناظرية كما لو كانت تسجّل البيانات على مسطرة حيث يمكن تعيين البيانات إلى أي قيمة على المسطرة (على سبيل المثال، مسجّلة بأرقام حقيقية).

تحتوي الصورة البانكروماتية على انتقالات متتالية لدرجات مختلفة من اللون الرمادي بين الأبيض المطلق والأسود المطلق، ويمكن للصورة من الناحية النظرية أن تحتوي على عدد غير محدّد من درجات اللون الرمادي. ويتمّ التحكّم في العدد الفعلي للدرجات من خلال قدرات الوسائط الفوتوغرافية (الفيلم والورق) والمعالجة (التحميل، إلخ). وفي التصوير الرقمي، لا يمكن تعيين البيانات إلّا لعدد محدّد من القيم المختلفة على المسطرة (عادةً ما يتم تسجيلها كأعداد صحيحة). وبالتالي، يمكن للصورة الرقمية أن تحتوي فقط على عدد محدّد من درجات اللون الرمادي.

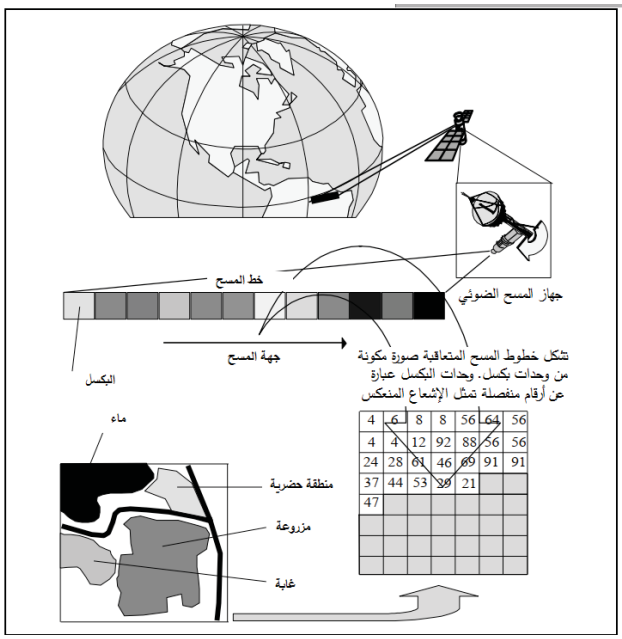
يتمّ تحديد عدد الظلال (المستويات) من خلال قدرة النظام على التعامل مع البيانات. الحالة الطبيعية لبيانات مستشعر القمر الصناعي هي دقّة مستوى 256 (8 بت bit) مسجّلة بأعداد صحيحة تتراوح من 0 إلى 255 حيث 0 هو عدم الانعكاس (الأسود) و255 هو الحدّ الأقصى للانعكاس (الأبيض). ومع ذلك، مع تقليل حجم المكوّنات والأجهزة الإلكترونية، تستخدم بعض الأقمار الصناعية الحديثة قيم 16 أو 32 بت بكسل (bit pixel)، ممّا يحسّن عدد "الظلال" بشكل كبير. في الواقع، هذا هو التطوّر نفسه الذي يجري حالياً للكاميرات الرقمية العادية، ممّا يحسّن جودة الصورة بشكل كبير.

إنجاز بيانات المستشعر Sensor data acquisition

يتألّف المستشعر من عدّة أجهزة كشف إشعاع، وهو جهاز إلكتروني يستشعر الإشعاع بشكل مشابه جدّاً لمستشعر CCD في الكاميرا الرقمية العادية. وباستخدام مواد بناء مختلفة، أو عن طريق دمج مرشّح، أو عن طريق تقسيم الإشعاع الوارد باستخدام منشور أو جهاز آخر، من الممكن تسجيل الإشعاع فقط في فترة زمنية محدّدة للطول الموجي. ولا يزال التشابه مع الكاميرات الرقمية قوياً؛ حيث يمكن تقسيم الصورة الرقمية العادية عادةً إلى ثلاث صور منفصلة بالأبيض والأسود، تمثّل المجالات الموجية الزرقاء والخضراء والحمراء للطيف.

يؤدّي تجميع مجموعة من أجهزة الكشف عن الإشعاع (بحساسية مختلفة لمجالات الطول الموجي) وإضافة الأجهزة اللازمة إلى إنشاء مستشعر متعدّد الأطياف. غالباً ما يتمّ تسجيل بيانات توليد الصور بوساطة أجهزة الاستشعار متعدّدة الأطياف عن طريق المسح متعدّد الأطياف. متعدّد الأطياف لأنّ البيانات يتمّ تسجيلها في عدّة مجالات طول موجي منفصلة، والمسح لأنّ عملية الحصول على البيانات تتضمّن تسجيل البيانات على طول خطّ مسح عمودي على اتّجاه طيران منصّة التسجيل (طائرة أو قمر صناعي). ستعمل مجموعة من خطوط المسح المتسلسلة في النهاية على بناء صورة (الشكل رقم 15).

أصغر عنصر يمكن أن يكتشفه المستشعر يسمّى الدقّة الهندسية للنظام، ويتم تحديده من خلال بناء المستشعر. فيما يلي بعض جوانب الدقّة الأرضية. الإشعاع الساقط على كاشف الإشعاع هو الانعكاس من منطقة على الأرض بحجم الدقّة الأرضية.



الشكل رقم (15): سلسلة إنجاز بيانات الأقمار الصناعية. يسجل جهاز المسح البيانات بكسلاً تلو الآخر على طول خط المسح. يؤدّي تجميع خطوط المسح إلى الحصول على صورة. يتم تسجيل الإشعاع بمستويات رمادية، ومعظم أجهزة استشعار الأقمار الصناعية لها دقّة 8 بت تسمح بـ 256 مستوى

سيقيس الكاشف متوسّط الانعكاس في مجال الطول الموجي المحدّد. سيتمّ تسجيل النتيجة كعنصر صورة على خطّ المسح يسمّى بكسل. عادةً ما يكون البكسل مربّعاً وعند الحديث عن الدقّة الأرضية لنظام استشعار معيّن، فإنّ حجم البكسل هو الذي يتمّ الاستشهاد به. على سبيل المثال، يعني حجم البكسل 80 متراً أنّ أصغر عنصر صورة يسجّل متوسّط الانعكاس من مساحة 80 × 80 متراً (6400 متر مربّع). في بعض الحالات، من الممكن تحديد أشياء أصغر من بكسل واحد.

لنفترض أنّ مجرى مائي جاف يمرّ عبر منطقة زراعية مروية. سوف يختلف الانعكاس من النهر بشكل كبير عن المناطق المحيطة به لأنّه يفتقر إلى الغطاء النباتي وله طبقة من الرمل الخشن والحصى ذات الانعكاس العالي. سيأخذ كاشف الإشعاع قراءة متوسّطة من كلّ بكسل في المنطقة. ستكون البكسلات التي تحتوي فقط على حقول مروية ذات انعكاس منخفض وتظهر داكنة في الصورة. على الرغم من أنّ النهر يبلغ عرضه 20 متراً فقط، إلّا أنّه سيؤثّر بشكل كبير على القراءة المتوسّطة للانعكاس من جميع البكسلات التي يمرّ بها. سيؤدّي هذا إلى جعل هذه البكسلات أكثر سطوعاً من المناطق المحيطة وعلى الصورة، ستحصل سلسلة من البكسلات التي تتبع قاع النهر على قراءات إشعاع مختلفة بشكل كبير، ممّا يجعل النهر يبدو كخطّ في الصورة.

باختصار، يتمّ بناء صورة القمر الصناعي (المستشعر) من خلال وحدات البكسل (أصغر عنصر في الصورة). حيث يشكّل عدد من وحدات البكسل خطّاً (خط المسح)، يتمّ تسجيله بشكل عمودي على اتجاه طيران منصّة المستشعر. وعند ترتيب الخطوط بشكل صحيح باستخدام برنامج مخصّص، فإنّها تشكّل صورة.

تتكوّن أنظمة المسح متعدّد الأطياف بشكل أساسي من نوعين مختلفين، أنظمة المرايا الماسحةً وأنظمة المسح بالمكنسة الدافعة. تستخدم أنظمة المرايا الماسحة مرآة مسح دوارة تجمع البيانات على طول خطّ عمودي على اتّجاه حركة القمر الصناعي كما هو موضّح في الشكل رقم (15).

من الناحية النظرية، قد يستخدم هذا النظام كاشف إشعاع واحد فقط لكلّ مجال طول موجي،

مـع أخذ العيّنات ونقل قياس الإشـعاع، بكسـل تلو الآخر، إلى مسـجّل في أثناء مسح المرآة على طول خط المسـح. يتـمّ تحديد الدقّة الأرضـية أو الدقّة المكانية لنظام مرآة المسـح من خلال سرعة مسح المـرآة، وتـردّد أخـذ العيّنات لكاشـف الإشـعاع، وسرعة المنصّة الأرضية.

تستخدم أجهزة المسـح الضوئي ذات المكنسة اليدوية صـفوفاً من أجهزة الكشـف عن الإشعاع. تحتـوي كلّ صـف على عدد مـن أجهزة الكشـف عن الإشـعاع مجمعة في خطّ يحتوي على عدد من عناصر الكشـف يسـاوي عدد وحدات البكسل في خط المسـح. وهذا يعني أنّ جميع وحدات البكسـل في خطّ المسـح يتمّ تسـجيلها في وقت واحد. تتمثّل ميزة هذا التصـميم في أنّـه لا يحتوي على أجزاء متحرّكة، ممّا يجعله أقل حساسـية. العيب هو أنّه إذا توقّف أحد عناصـر الكشف عن العمل، فسوف يفتقر خطّ المسـح إلى البيانات في وحدة البكسـل المسجّلة بوساطة هذا الكاشف حتى يتمّ إصلاحه.

الدقّة الإشـعاعية لنظام الاستشـعار هي عدد مجالات الطول الموجي المسجّلة وعرض كلّ مجال. تسـجّل الأقمـار الصـناعية المختلفـة في مجالات مختلفة وبعرض مجال مختلف. يتمّ تحديد العدد والعرض وفق التطبيق الذي تمّ تصـميم مستشعر القمر الصناعي له. عادةً ما يحتوي تسجيل القمر الصـناعي للبيانات متعـدّدة الأطيـاف على قناة واحـدة أو أكـثر في المجال المرئي (ولكـن ليس في الجزء الأزرق) وقناة واحـدة على الأقل في مجال الأشعّة تحت الحمراء القريبة.

تتبـع الأقمـار الصـناعية المصـمّمة لمراقبـة المـوارد عـادةً مـداراً يمرّ فـوق القطب الشـمالي والقطب الجنوبي. وهي متزامنة مع الشمس، ممّا يعني أنّها تمرّ فوق خط الاسـتواء في الوقت المحلي نفسه في أثناء كلّ دورة من المدار وفي وقت الشمس المحلي نفسه تقريباً في أي نقطة أخرى على المدار.

وهذا لضـمان تشابه الظروف قدر الإمكان في أثناء تسـجيل الصـور اللاحقة للمنطقة نفسـها. وإذا تمّ تسجيل صور للمنطقة نفسها خلال أوقات مختلفة من اليوم، فإنّ الإشـعاع الشمسـي الوارد سـوف يختلف بشكل كبير ممّا يتسبّب في اختلاف الخصائص الإشعاعية للصور بشكل كبير.

يتـمّ تسـجيل الصـورة خـلال فـترات زمنية تقـلّ عن دقيقـة واحدة. وحتى خـلال هذه الفترة القصـيرة، فإنّ دوران الأرض سـيؤدّي إلى بعض الأخطـاء الهندسـية التـي تتسـبّب في انحـراف الصـور قليـلاً. وسـيتمّ مناقشـة هـذا بمزيد من التفصيل في القسم التالي.

المعالجة المسبقة لصور الأقمار الصناعية
Pre-processing of satellite images

قبـل اسـتخدام صـور الأقمـار الصـناعية، مـن الضـروري التعويض عـن الأخطاء المتأصّـلة المختلفة. الاسم الشائع للتقنيات المطبّقة للتعويض وتصـحيح الأخطـاء والتشـوّهات في الصـور هـو المعالجـة المسـبقة. تنقسـم التصـحيحات إلى فئتـين، التصـحيح الهندسـي الـذي يهـدف إلى تصـحيح الأخطاء الهندسـية في نظام الحصـول على البيانات وتسـجيل صورة القمر الصناعي في إسقاط خريطة.

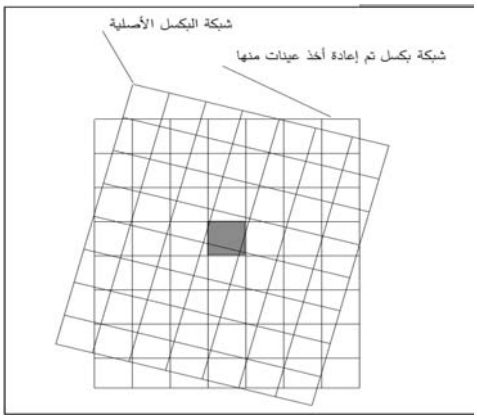
التصـحيح الإشـعاعي هو تصـحيح الأخطاء الإشـعاعية الناتجة عن أخطاء خاصّة بالمستشعر والظـروف الجوية في أثناء التسـجيل. وفي العديد من التطبيقات، تتمّ معالجة الصـورة المصـحّحة أيضاً باسـتخدام تقنيات تحسين الصور المختلفة لتحسين الجودة وتسهيل التحليل.

التشـوّهات الهندسـية في صـورة القمـر الصناعي الخام واضحة للغاية لدرجة أنّه لا يمكن اسـتخدام الصـور دون تطبيق بعض خوارزميات

التصـحيح. تنشأ الأخطاء في هندسة الصورة من مصـادر مختلفة عديدة. يجب تعويض التباين في الارتفاع، وسـرعة القمر الصـناعي على الأرض، والموقف، والاختلاف في سـرعة مسح مرآة المسح، ودوران الأرض في أثناء تسجيل الصورة، وانحناء الأرض، وإزاحة التضاريس.

إنّ العديد من التشـوّهات منتظمة، ممّا يعني أنّها تتبع نمطاً معروفاً وبالتالي يمكن تصـحيحها بسـهولة. أمّا التشـوّهات الأخرى فهي عشوائية أو فريـدة لكلّ صـورة وتحتاج إلى معلومـات تكميلية لتصـحيحها. تتمّ مراقبة سرعة القمر الصناعي على الأرض، وموقعـه، وارتفاعه، وما إلى ذلك في أثنـاء الطـيران، ويتم عادةً تطبيق التصـحيحات الخاصّـة بالاختلافات قبل تسـويق الصـور. يتمّ تسـجيل صـورة القمـر الصـناعي على إسـقاط خريطـة بنـاءً على الطلـب فقط أو يمكـن القيام بذلـك مـن قبـل المسـتخدم المتقـدّم الـذي لديه إمكانية الوصـول إلى الأجهزة والبرامج اللازمة، ويمتلك معرفـة كافية بالمنطقة المُـراد إعادة أخذ العيّنات منها.

يتـمّ توضـيح عمليـة إعـادة أخـذ العيّنات في الشـكل رقـم (16). يتـمّ فرض شـبكة خرائط منتظمـة علـى صـورة القمـر الصـناعي المائلة. للقيـام بذلـك، مـن الضـروري أن يكـون لدينـا عدد معـيّن من نقاط التحكّم الأرضـية (GCP) ground control points مع إحداثيات x و y معروفة في إسـقاط الخريطة المطلوب والتي يمكن تحديدهـا على صـورة القمـر الصـناعي. توجد نقاط التحكّم الأرضية الجيدة على ميزات مميّزة في الصـور، معبر طريق، منعطف نهر، إلخ. يمكن تعيين قيم للبكسـلات الجديدة باستخدام العديد من خوارزميات إعادة أخذ العيّنات المختلفة.



الشكل رقم (16): إعادة أخذ العيّنات الهندسية للبكسلات الأصلية المائلة إلى شبكة خريطة في أثناء هذا الإجراء، تتأثّر قيم البكسل الأصلية، سيؤدّي هذا إلى انخفاض الدقّة المكانية

المراجع:

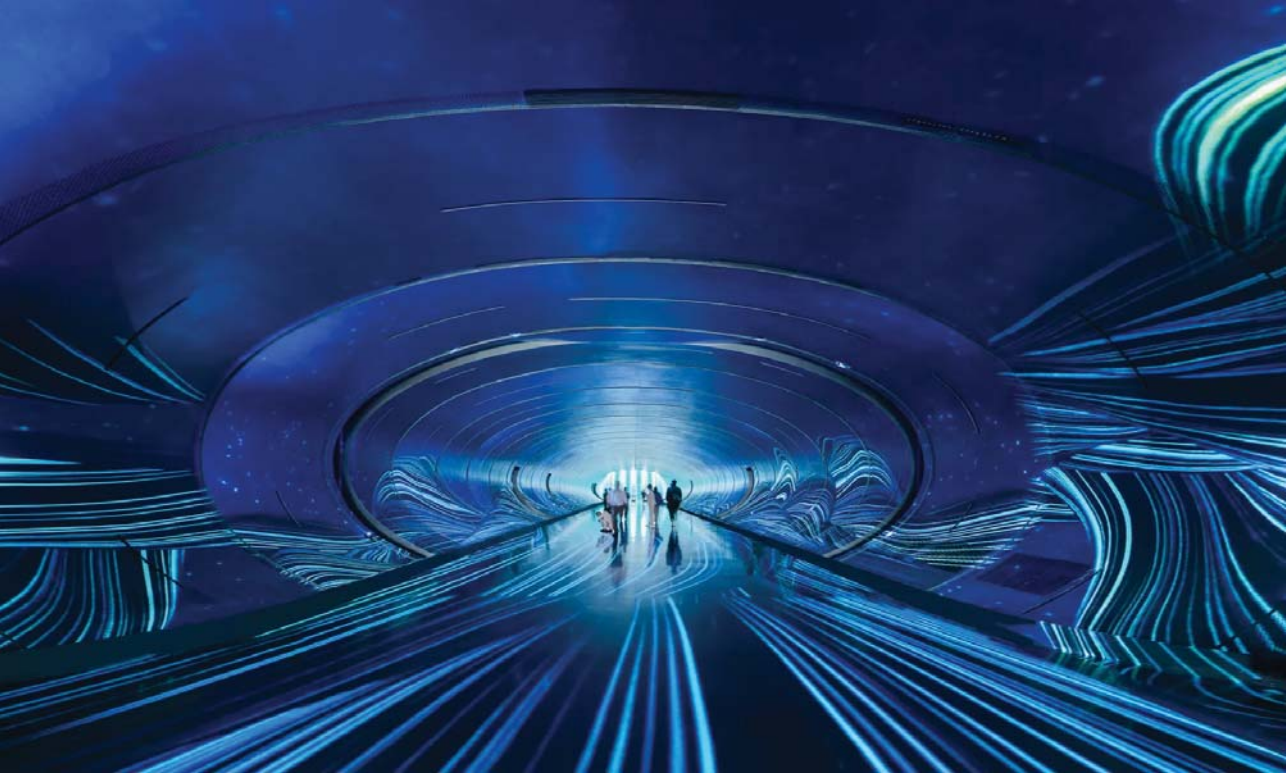
1- د.هيثم جبيلي (2023): **رحلة كشف في كون واسع عميق الأبعاد**. مجلة الخيال العلمي، العدد 88، وزارة الثقافة في الجمهورية العربية السوري.

2- د.هيثم جبيلي (2020): **قوس قزح، وطيور السماء**. الأدب العلمي، العدد 84، مجلة ثقافية علمية أدبية شهرية تصدر عن جامعة دمشق.

[3] – NASA, Earth at Night, https://earthobservatory.nasa.gov, 20/01/2024.

[4] - Canada Centre for Remote Sensing, Fundamentals of Remote Sensing, https://natural-resources.canada.ca, 23/10/2024.

[5] - ULRIK MÅRTENSSON. (2011). Introduction to Remote Sensing and Geographical Information Systems, UNIVERSITY OF LUND SWEDEN.



في نفق البعد الرابع

(1 من 2)

قصّة: د.طالب عمران

القسم الأول

(1)
ضباب القلوب الميّتة

كان قلبه يخفق بشدّة، وهو يقترب من المنزل الذي شهد طفولته وصباه وقد شعر أنّه سيقابل أناساً، اشتدّ ظلمهم له في السنوات الأخيرة.. كان الطريق خالياً.. توقّف أمام البوّابة الخارجية.. ولكنّه سمع صوتاً يناديه.. فالتفت ليرى جارهم القديم العجوز الشيخ مصباح:

– آه يا بني... منذ سنوات لم أرك...

– أنا آتي قليلاً إلى هنا يا عمّ.. تعلم أن عملي في العاصمة..

– ولكنّك تركت كلّ شيء هنا، كأنّك لا تملك شيئاً في بيت أجدادك...

– لا بأس يا عمّ... إنّها خطيئة أبي رحمه الله...

– كثرت أقوالهما وحكاياتهم المشوّهة لسمعتك.. ولكنّه رحمه الله اكتشف كذبهم في أيامه الأخيرة... بعد أن سبق السيف العذل...

– هي الحياة يا عمّ.. لم يكن في يدي شيء...

– بل كنت تملك كلّ الوسائل يا هاني، لمجابهتهم والانتصار عليهم...

- إنّهم بعض أهلي، لا أستطيع مواجهتهم...
- ولكنّهم آذوك...
- لا أقابل الشر بالشرّ...
- تفضّل اشربْ القهوة معي قبل أن تصعد إليهم... أنا خائف عليك...
- لماذا؟ ما سبب خوفك يا عم مصباح؟
- سأخبرك بكلّ شيء... تعال...

ولكنّ امرأة فاجأته، كانت امرأة اسمها بدريّة تتبع ناعسة كظلّها أوقفته تسلّم عليه مبدية لهفة لم تكن مقنعة له فهو يعرف صاحبتها:

- أهلاً بك بنيّ... هذه أوّل مرّة تأتي لزيارة هذه المنطقة بعد هذه السنوات؟
- لا يا خالة... صحيح أني آتي في أوقات متباعدة، ولكني لم أنقطع سنة عن زيارتها..
- إلى أين أنت ذاهب؟ إلى البيت الكبير؟
- نعم.. زيارة سريعة.. هناك بعض الأغراض التي تخصّني أريد أن آخذها.. أحتاجها كثيراً...
- قالت: - هيّا سأرافقك...

همس له الشيخ مصباح راجياً: أتمنّى ألّا توافق، هي امرأة مخادعة...

قال للمرأة معتذراً: - وعدت العم مصباح، أن أتناول معه القهوة في منزله...

همست له: - ولماذا تذهب معه؟ إنّه كهل ثرثار، لا يحب أقرباءك...

قال: - ولكنّي وعدته...

عادت تهمس: - إنسَ أمرَه الآن.. وعدْه بقبول دعوته في زيارة أخرى...

قال: - لا بأس يا خالة... سأشرب القهوة عنده... وأعود سريعاً...

ولكنّها أصرّت: - أنت عنيد أكثر من اللازم.. هو كهل لا يحبّه أحد هنا لكثرة ثرثرته يتكلّم عنّا بالسوء دائماً...

همس لها: - لا تخافي من هذه الناحية، لن أستمع لأقواله..

قالت: - إذا وعدتني بذلك، سأتركك لدقائق لتشرب القهوة، وآتي إليك لأصطحبك إلى البيت الكبير... من الأفضل أن أرافقك.. سيعينك وجودي...

قال مستسلماً: - اتفقنا..

كانت ناعسة هي المرأة المخطّطة لكل ما حدث في العائلة.. ولأنّه لم ينحن لها، صبّت كلّ كراهيتها عليه... وشوّهت النيّة ومحاولة تدمير أقربائه...

أدخله الكهل (مصباح) إلى الصالة، وهو ينادي زوجته...

- يا هديّة.. تعالي سلّمي على هاني، إنّه يزورنا..

اندفعت العجوز نحوه بلهفة وهي تبكي: - هاني.. بعد زمان يا بني، رحم الله والدتك، كانت صديقتي المفضلة.. كيف تذكّرتنا بعد هذه السنوات؟

قال مصباح موضّحاً: - أتى يأخذ بعض الأشياء من البيت الكبير... جهّزي لنا القهوة، سيجلس لعدّة دقائق..

- ولماذا لا يتناول الطعام معنا؟ سأكون سعيدة بذلك..

قال هاني: - شكراً لك يا خالة.. ليس لديّ الكثير من الوقت..

- هيّا يا امرأة عجّلي... قلت لك زيارته سريعة..

- حسناً يا بني...

قال له مصباح مشفقاً: - اسمع يا بني، يجب أن تكون حذراً وأنت تدخل إليهم.. حاول ألّا تأكل من طعامهم أو تشرب من شرابهم.. هم لا يطيقون رؤيتك، وليس صعباً عليهم دسّ السمّ لك...

همهم هاني مدهوشاً: - إلى هذه الدرجة؟ معقول؟

- كنت تأتي من قبل ومعك صديق من مسؤولي المدينة هنا... أنت تزورهم الآن لوحدك.. ليتهم يسمحون لي بالدخول معك...

- أرجوك قل لي، ما هي آخر أخبارهم؟

- تعلم أنّهم أخذوا كلّ شيء بعدما وقّعوا والدك على الكثير من الأوراق...

- نعم أعرف ذلك...

- وقد حاول (زاهي) أن يبيع الأرض التي أورثتها أمك، لكما... ولكن الشاري اشترط موافقتك، فالبيع باطل دون موافقتك... لذلك زوّر ورقة على أنّها منك، وأقسم شهود الزور الذين معه، أنّها منك! لذلك رضي الشاري أن ينقّده ثمنها نقداً...

- معقول؟ أنا قادم من أجل هذه الأرض... أريد أن اشتري حصّة (زاهي)...

- ذهبت الأرض منذ أكثر من سنة...

وأتت هديّة ومعها القهوة:

- تفضّل يا بني، قهوة وسط، أذكر أنك تحبّها هكذا...

- بارك الله بك..

سألت مصباح: - حكيت له عن قصّة (عماد)؟...

- لا... ليس بعد... إنّها لا تعنيه كثيراً...

- ولماذا لا تعنيه؟ عماد اشترى من زاهي سطح البيت الكبير... وهو الشيء الوحيد الذي تمكّن والدك من كتاباته باسمك...

- ماذا؟ معقول وكيف تمكّن من بيعه دون موافقتي...

- كما فعل مع الأرض التي خلّفتها أمك لكما...

قال مصباح: - القصّة مفبركة، أنت لا تستطيع أن تخوض معركة مع عماد، إنّه نذل حقيقي... وزاهي عرف كيف يوقعك مع نذل جديد... هو يعرف أخَ زوجته جيداً...

ورنّ جرس الباب بإلحاح:

قال مصباح: - إنّها تلك المرأة، أتت تصطحبك...

قالت هديّة ساخرة: - من؟ بدريّة البالوعة؟

ضحك مصباح: - نعم... وكيف عرفت؟

- هي مراقبة جيدة لأيّة حركة في الحي...

فتح الباب فدخلت باستعلاء:

- كيف حالك يا هدية؟

ردّت ساخرة: - بخير... هه... لا ينقصني سوى رؤيتك... لماذا لا تزورينني؟

- لا وقت لديّ، مشغولة.. تعرفين مشروعات ناعسة؟

تابعت هديّة ساخرة: - بالطبع... وأنت يدها اليمنى... أنا أحسدك... ليتني كنت مكانك...

- لا... مستحيل، بدرية تحبّني كثيراً، ولن تستغني عنّي بأي ثمن.. هه.. هيّا يا أستاذ هاني... تفضّل...

همست هديّة بحنان: - انتبه لنفسك يا بني...

اصطحبته المرأة خارجاً، واقتربت من المنزل الكبير وفتحت الباب الخارجي، وأشارت إليه أن يدخل، وتأخّرت خطوات عنه.. وفجأة شعر بشيء

يندلـق عليه.. كان سائلاً لزجـاً، يبدو أنّ أحداً في الطابق الثاني قد ألقاه عليه...

شـمّ بقايا طبخ، وقد شعر بالقرف وهو يحاول إزالة البقايا عنه، وسط ضحك المرأة...

– كيف حدث وألقـوا عليك هذه البقايا؟ لا بدّ وأنّها الخادمة...

– أيلقـون بقايـا الطعام هكذا أمـام المدخل؟ هل هو مكان للنفايـات؟ العملية مقصودة، أرادوا السخرية منّي..

قالـت محاولـة تهدئتـه:– بالطبـع هـذا غير صحيح... تعالَ سأحاول إزالة التلوّث عن ثيابك!

– أحتاج لتغيير كلّ ملابسي، ثمّ الاستحمام... لم يعد الدخول للبيت الكبير مناسباً...

وانفتح أحد الأبواب المجاورة لتخرج (ناعسة) وهي تردّد بسخرية حاولت إخفاءها:

– الأستاذ هاني؟ ماذا جرى لك؟ دلقت عليك الطبخ البائت؟ هذا لا يجوز...

– قالـت بدريـة: إنّـه منزعج.. أيـن هي تلك الخادمة الوقحة؟

قالت ناعسة: – آسفة... أنا المخطئة، قلت لها إن رأيت الصحون والقدور غير النظيفة في المطبخ سأدلق محتوياتها إلى الخارج ثمّ أرسلها بعد ذلك لتتعـذّب بتنظيفها. يبدو أنّني لم أنتبه لك، فدلقت البقايا عليك...

قال بمرارة: – شكراً لك...

أمسكته من يده: – إلى أين؟ لا يمكن أن أسمح لك بالذهاب هكذا... لـديّ ثياب على مقاسك في الخزانة، وستستحم عندي...

– شكراً لك.. يجب أن أذهب..

– وفجأةً ظهر عماد ابن عمّه شديد الوقاحة:

– كيف حالك يا خالتي بدرية... هه... ما هذا؟

انجرّ ضاحكاً وهو يتأمّل هاني ضاحكاً بتشفّ:

– رجل يتحرّك وفوقه القاذورات...

ردّ هاني غاضباً: – أحفظ أدبك...

تابع ساخراً: – عفواً لم أنتبه... هذا أنت...

شعّر هاني أنّ عليه أن يذهب... فالوضع يزداد سوءاً...

لم يتوقّـع في حياتـه أن يحدث لـه ما حدث... لقـد هزأوا منـه بطريقة مهينـة.. شعـر بالغصّة تحرقه... وهـو يتوجّه صوب سيارتـه التي أوقفها قرب الرصيف المقابل.. وصيحات بدرية وضحكات عماد تصله دون توقّف...

لحظ مصباح ما يحدث له فهمس مشفقاً:

– أنـا آسـف لأجلك يا بني... إنهـم أوغاد بلا ضمير...

سمـع صوت بدريـة وراءه: – ناعسة مصرّة أن تعود.. تريد أن تعتذر منك... الناس يتجمّعون...

قـال مصبـاح وهـو يرى منظـره المـزري وقد اقترب من السيّارة:

– سأحضر لك غطاءً تضعه على مقعد السيارة حتى لا يتلوّث...

– ولكـنّ بدريّـة أصـرّت: – ستدخـل وتغـيّر ملابسك بعد أن تستحم في بيت ناعسة...

قـال ساخـراً: – أصبح بيتهـا الآن؟ اعتقدتها ضيفة عند ابنة أختها..

– نعـم... اشترته من زاهـي، أحبّت أن تجاور البيت الكبير...

عاد مصباح وقد أحضر معه غطاءً:

– ضع هذا الغطاء على المقعد، لن تلوّث المقعد هكذا.. يمكنك الذهاب يا بني.

لاصقـه وهو يتمتم: – يا بنـيّ أعلم إنْ عرضت عليك الدخول إلى بيتي وتنظيف نفسك، ستغضب

ناعسة من هديّة، وتشنّع عليها في الحيّ، ناعسة امرأة تفوق بوقاحتها كل الناس...

شدّ عليه يديه: - في حفظ الله يا بنيّ... يمكنك الذهاب الآن...

قالت بدرية:

- لماذا تصرّ على ذهابه يا مصباح، ناعسة تريده أن يدخل بيتها وينظّف نفسه...

قال هاني غاضباً: - وأنا لا أريد ذلك، أريد الذهاب من هنا سريعاً.

وجاءت ناعسة.. كانت تهرول خارجة من البوّابة الكبيرة صوب هاني الذي كان يستعدّ للانطلاق بسيّارته...

كظمّ غيظه «ما أشدّ وقاحة هذه المرأة... يجب أن أخرج لمجابهتها»..

انفجر غاضباً وهو يصرخ ليسمعه الناس:- أترون هذا المنظر يا ناس... جئت أزور البيت الكبير حيث عشت طفولتي وصباي... استقبلوني بإلقاء الفضلات عليّ...

همست له: - لا داعي لذلك... خلاص...

- آه.. ماذا أقول؟ لم يتركوا لي شيئاً سوى الحقد.. قال أحد المتجمّعين:- أنت بعت حصصك؟

- أية حصص؟ زوروا تواقيعي وأحضروا شهود الزور...

علت صيحات الاستغراب: - ماذا تقول؟

- لم يترك لي والدي سوى سطح البناء، وقد زوّروا توقيعي وباعوا للسيد عماد... المحترم... جئت أزور المنطقة، فاستقبلتني المنطقة بإلقاء الأوساخ عليّ، بكلّ كراهية...

- علّق أحدهم:- ناعسة لا تمثل المنطقة...

- رجته ناعسة: - اسكت يا هاني.. ما هذا؟ اعتذرت عن خطئٍ فلم تقبل اعتذاري...

- لو كان خطأً غير مقصود المهم اعتذرت منك... هيّا لا تجعلهم يشمتون بنا...

التفّوا حولهما... قالت بدريّة: - اتركيه يذهب... إنّه غاضب... ويبدو أنّ غضبه ليس سهلاً...

أبعد الناس بلطف: - عن إذنكم...

انطلق سريعاً ورائحة الفضلات تزكم أنفه، فقصد منزل خالد أحد أصدقائه بعد أن اشترى لباساً جديداً من أحد المحلّات... وسط استغراب الموجودين في المحلّ... ونفورهم منه... ولكن أحد العمال ساعده حتى أنهى عملية الشراء...

رآه خالد على تلك الحالة فاستغرب.. وحين حكى له ما جرى له هزّ رأسه مستغرباً...

- هذه طريقة سهلة لإبعادك عن هنا...

- ماذا تقصد؟

- قصدوا إبعادك بهذه الطريقة المضحكة... ربّما حاولوا إخفاء شيء مهمّ عنك...

- تنصحني أن أعود؟

- بالطبع...

- هل ترافقني إلى هناك؟

- لمَ لا؟ لست أخاف منهم...

- حَسناً سنعود معاً...

اغتسل هاني ثمّ ارتدى لباسه الجديد واتّجه مع خالد صوب البيت الكبير من جديد، أوقف السيارة قرب الرصيف، وهبط وخالد.. ليفتح البوابة الخارجية ويطرق الباب...

فتح زاهي له، وفوجئ بوجوده...

- اعتقدنا أنك ذهبت ولن تعود...

- لا... يجب أن آخذ الأشياء التي تركتها في

الصندوق، ومن بينها مخطوطات قديمة، أهداني بعضها كتّاب معروفون..

- مع الأسف، ألقينا الصندوق في الخارج..

- ماذا تقول؟

- كنّا نسمع أصواتاً قارضة في الليل، كسرت القفل لأجد الفئران قد فرّخت في الصندوق والتهمت كتبك ومخطوطاتك..

قال مذهولاً: - مستحيل، إنّه صندوق مغطّى بالقصدير، كيف تخترقه الفئران؟

قال زاهي بغضب: - أنا لا أكذب...

برز وجه عماد خلف زاهي... ردّد بسخريّة:

- عدت، نظفت نفسك...

قال خالد: - ألن تدخلنا يا أستاذ زاهي.؟

خجل وابتعد عن الباب: - عفواً تفضّلا...

كان هناك حشد من الناس في الصالة. همس خالد في أذنه:

- كلّ أهل زوجته هنا... كأنّهم يقيمون معه...

ردّ هاني: - قلتها له مرّة فشتمني على الهاتف بشكل قبيح...

قال زاهي لهاني: - تعرف الجميع... وهم كلّهم مقهورون منك ومن أعمالك..

- أنا؟ ماذا فعلت؟

- شوّهت سمعتي، وسمعتهم... واختلقت أشياء كاذبة كثيرة...

- أنا.. أم أنت؟

رجاهما خالد: - يا جماعة لا داعي للشجار.. اطلب الأشياء التي تريدها يا هاني ولنذهب من هنا..

قال هاني مخاطباً أخيه: - اختفى الصندوق... حسناً أين وضعتم الخزانة القديمة؟..

- تفضّل، إنّها في تلك الزاوية، ماذا تريد منها؟

- لديّ مفتاح أحد أدراجها، وضعت فيه بعض دفاتري القديمة وأرشيفي...

- أنت؟ ومتى حدث ذلك؟ كل الأدراج مفتوحة... ولا يوجد درج مقفل...

- يا إلهي، معقول؟ كيف حدث ذلك؟ وأين أوراقي؟

ردّ زاهي بغضب: - وجئت إلى هنا لتختلق قصّة جديدة؟ معقول؟

اتّجه صوب الباب وهو يشعر بمرارة شديدة:

= هيا يا خالد... لنذهب من هنا...

ثمّ توقّف فجأة: - ولكن قبل أن أذهب أصحيح يا زاهي أنك بعتَ سطح البيت، وحصتي في أرض أمي؟

- السطح؟ وما علاقتك به؟ وأي أرض لك حصّة فيها؟

- حسبي الله ونعم الوكيل... هيا يا خالد..

قالت زوجة أخيه - ألن تشرب القهوة؟ أم قهوتنا لا تشرب؟..

- فعلاً لا تُشرب..

ولسوء حظّ هاني رنّ جرس الباب ففتحه زاهي لتدخل ناعسة وهي تصرخ بانتصار:

- أرأيت يا زاهي ما فعلت بأخيك؟ أضحكت أهل الحارة عليه..

قال زاهي ساخراً: - أهلاً بك... إنه هنا...

- أنا... آسفة...

- فعلاً أضحّكت أهل الحارة علي... لقد صنعت نصراً جديداً... هيا يا خالد...

قال عماد ضاحكاً: - حكيت ما فعلت لهم... عرفت كيف تنتقمين منه؟

- لقد أساء إليّ وسماني «الحيزبون» أنا حيزبون أيها الأخرق؟ شعر أنّه يكاد يتعثّر وهو

يشدّ إليه كأنّه يستنجد به.. فقال خالد بغضب:

– يكفي يا جماعة، عل الأقل احترموا وجودي معه..

قالت ناعسة: – آسفة يا أستاذ خالد... آسفة عن الجميع...

لم يشعر بالقهر في حياته، كما شعر في تلك اللحظات، صعد في السيارة مع خالد... ورأى الخالة (هدّية) تلوّح له بحزن... وقُربها مصباح يقف واجماً على النافذة..

هذه هي نهاية ذكرياتك في هذا البيت يا هاني، أنهوا كلّ علاقة لك بماض جميل عشته برومانسيته.. وصفائه...

كم لعبنا في طفولتنا في هذا الشارع؟ وكم جلسنا على الشرفة في بداية فتوّتنا، نراقب صبايا الحي ونحن نزدرد لعابنا؟ كم قضينا من أمسيات جميلة على سطح البيت مع بعض الأصدقاء، نراقب النجوم والأفلاك، ونحصي عدد الشهب المتساقطة...

شعرّ به خالد وهو يتعذّب، ولم يكن في استطاعته تقديم العون له... وبعد أن أوصله للبيت رجاه خالد أن يرتاح قليلاً، وألّا يسافر وهو مقهور ممّا حصل له إلى هذه الدرجة ولكن «هانياً» أصرّ على السفر، والشمس تجنح للمغيب... كان عليه أن يقطع مسافة طويلة بين الجبال، قبل أن يصل الطريق العريض...

طمأن خالد أنّ كلّ شيء سيكون بسرعة خارجاً من المدينة، حين شعر أنّ سيارة خلفه تشير له بمصابيحها..

فوقف على جانب الطريق بصعوبة، فلم تكن المكابح تستجيب كعادتها.. لم تكن السيّارة على طبيعتها...

وقفت السيارة التي خلفه... ونزل منها سائقها...

– هناك شيء سائل يخرج من السيارة، إنّه يصنع خطّاً متّصلاً وراءك..

ظهر خط السائل واضحاً خلف السيّارة... شمّ رائحة بنزين..

سأله الرجل: – هل عبّأت الخزان قبل قليل؟

– لا... أبداً، يا إلهي، البنزين يكاد ينفد عندي... كان الخزّان ممتلئاً...

– سيارتك جديدة؟ غريب.. يجب أن تمرّ على ميكانيكي بسرعة... هناك ميكانيكي على الطريق بعد نحو الكيلو مترين، أرجو أن يكون محلّه مفتوحاً...

– شكراً لك...

ما الذي حدث للسيارة؟ منذ عامين لم يأخذها لورشة تصليح، إنّها حديثة، ومن النوع الممتاز... ماذا حدث لها؟ كأن كلّ شيء أصبح سيئاً يا لتعاسته...

وصل إلى الميكانيكي، وكان محلّه مفتوحاً لحسن الحظ.. وبعد أن تفقّدها جيداً قال له:

– أحدهم ثقب لك الخزّان، بمثقاب كهربائي... وخرّب مكابح العجلة اليمنى الأمامية...

– معقول؟

– هذه سيارة حديثة، خزّان بترولها سميك وقوي حتى لا يتأثّر بشيء... هه.. انظر العجلة اليمنى أيضاً.. أترى؟

أحدهم عبثَ بسيارته... بدا هذا واضحاً: – أرجوك أصلحها بشكل جيد، وسأدفع لك التكاليف مهما كانت..

– لا بأس يا أستاذ... وإن كان لحم الخزان شديد الصعوبة...

استغرق عمل الميكانيكي أكثر من ساعتين، ثمّ ذهب لإحضار (صحيفة بترول) لتشغيل السيارة، وعاد ليسلّم السيارة لهاني لينطلق فيها من جديد. عاد يتذكّر، ما جرى له في البيت الكبير من أحداث، أكّدت له مدى الكراهية التي يكنّونها له.. لدرجة أنّهم أرادوا الخلاص منه... لولا الصدفة لما اكتشف ما تعرّضت له السيارة من تخريب.. لذلك ربط حزام مقعده جيداً.. كأنّهم أرادوا قتله فعلاً..

بدأ الطريق الجبلي يدور ويلتفّ، وأضواء مصابيح السيّارة تشقّ عتمة الليل.. كان باله مشغولاً، أيمكن أن يحدث خلل آخر في السيارة، رغم تأكيدات الميكانيكي؟ لماذا يصرّون على الخلاص منه؟ وما الذي فعله لهم؟ أمعقول أن يصل الحقد إلى هذه الدرجة؟ وما مبرّرات هذا الحقد؟ هل هي كلمة الحق التي قالها.. ويمكن أن يقولها دون تردّد.. مهما ازدادت درجة التهديد والوعيد؟

ازداد الطريق وعورة وكثرت التفافاته.. وفجأة شعر بالقلق ينتابه، تطوّر هذا القلق خلال لحظات قبل أن يتحوّل إلى خوف من شيء مجهول يدور حوله...

اهتزّت السيّارة فجأة وهو ينعطف وشعر أنّ الزمام يفلت منه.. وهي تتمايل كأنّ عجلتها اليمنى الخلفية قد أصيبت، ولم يستطع القيام بشيء وهو يرى السيارة تخرج عن الطريق وتتجه صوب سفح الجبل...

تملّكه الرعب وهو يشعر بنفسه يهوي مع السيارة والحزام يشدّه إلى مقعدها وفجأة اصطدمت بشيء أوقفها، ولكنّه لم يستطع استيعاب ما جرى له بعد ذلك.. فلقد سقط في غيبوبة لم يستيقظ منها إلّا بعد وقت لا يعرف عنه شيئاً...

كان في حالة مزرية وهو مربوط بحزام المقعد والسيّارة تستقرّ فوق شجرة كثيفة الأغصان.. نظرّ حوله، كانت الشمس تجنح نحو المغيب، وتحته دغل كثيف ينتشر على السفح... كان الدم ينزف منه، وقد شعر أنّه يتجمّد في بعض مناطق جسمه..

تحامل على نفسه وفكّ حزام المقعد، ثمّ فتح باب السيارة المتوقّفة على مجموعة متكاثفة من الأغصان، حاول أن يُدلّي رجله ليثبّتها على طرف غصن قوي فلم يستطع.. كان يشعر بعطش شديد، فبحث عن زجاجة الماء الموضوعة تحت المقعد فعثر عليها وشرب نصفها، واستردّ وعيه قيلاً.. ولكنّ صوتاً وصله من الوادي كان صوت امرأة تتحادث مع رجل بعيد عنها...

– لم أعثر على البقرة يا نعيم...

– كيف أضعتها؟ معقول؟ أين اختفت منك...

– على السفح القريب من الطريق المعبّد.. أرجوك ابحث عنها يا نعيم.. أنا خائفة من أن تفترسها الوحوش، والشمس توشك على الغروب..

– حسناً... لا تقلقي..

حاول هاني أن يصرخ منبّهاً الرجل إلى مكانه... ولكنّ صوته كان ضعيفاً ربّما من التعب والإجهاد... ثم زحف يفتح الباب الآخر محاولاً أن يضع رجله على مكان ثابت ففشل أيضاً..

شعر بالبرد.. وعرف أنّه مقبل على ليلة صعبة، فأغلق أبواب السيّارة وجلس ينتظر أن يقترب المدعو نعيم من مكانه.. وصله صوت خوار عرف أنّها البقرة المفقودة التي كانوا يبحثون عنها.. وصله صوت المرأة الصارخ:

– نعيم.. لا تتعب نفسك عثرت عليها...

– لا بأس... أتريدين إيصالك للقرية؟

– لا.. لا داعي سأتدبّر نفسي.. هل ستبقى طويلاً هنا؟

– ربّما سأنام في الكوخ، أريد أن أعرف اللصّ الذي يسطو على ثماري...

– لا بأس... وفّقك الله...

شعر هاني بالارتياح قليلاً، فعلى الأقل سيكون هناك إنسان سيقضي معه الليل في المنطقة ربّما نجح في لفت انتباهه إلى مكان وجوده..

تذكّر الزمّور والأضواء.. يمكنه لفت الانتباه إليه.. فضغط على الزمور أمامه، فلم يستجب له.. وأشعل المصابيح فلم يستجب له سوى مصباح الإشارات العالية والمخفّضة.

فبدأ يشعلها بالتناوب علّها تلفت انتباه أحدهم، ولكن دون نتيجة، فتوقّف عن ذلك، من خوفه أن تنفد الطاقة من البطارية..

شعرّ بالجوع يقرص معدته.. وعرف أنّ العذاب والضنى قد يميتانه، إن لم يعثر عليه أحد، فتح زجاج النافذة وأخذ يصرخ.. وينادي ذلك الرجل (نعيم) حتى تعب.. ثم توقّف وهو يشعر بالدموع تطفر من عينيه..

خيّم الظلام بالتدريج، وبدأت أصوات الوحوش تصله... وشعر أنّها كثيرة العدد، تبحث عن فرائسها في هذا الليل المظلم..

غفا يائساً، ولم يصحُ إلّا على الشجرة تهتزّ بقوّة.. وحين فتح الزجاج النافذة سمع زمجرة أكثر من وحش... أشعل أنوار السيارة وحاول أن يشغّل المحرّك...

ثم توقّف عن المحاولة، وأطفأ أنوار السيارة، فلم يسمع الزمجرة من جديد، كانت حركته تلك كما يبدو كافية لإبعاد الوحوش عن الشجرة..

ظلّ مستيقظاً يفكّر بوضعه الغريب... وخيّل إليه أنّه يسمع صوت نقرات على سطح السيّارة، ازداد هذا الصوت وأصبح مصحوباً بالرعد.. والبرق يضيء المكان في لمحات متتالية...

أخذ المطر ينهمر فوق السيارة، وشعر بالبرودة تتسلّل إلى عظامه وازداد إحساسه بالوحشة والرعب...

* * *

(2)

كانت مملكة عامرة

ورغم صعوبة الوضع، وإصابته بجروح، فإنّه استسلم لمصيره، منتظراً الفرج وسط هطول الأمطار الغزيرة المصحوبة بالبرق والرعد.. ويزداد رعبه وخوفه...

ويشعر فجأة أنّ شيئاً يحدث له.. فالشجرة تهتزّ متحرّكة.. كأنّها تئنّ تحت ثقل السيّارة..

ثمّ توقّف الاهتزاز.. فتح زرّ المذياع فانبعث صوت المذيع يعلن عن آخر الأخبار:

«ازداد عدد ضحايا العاصفة الرعديّة التي أصابت المنطقة الوسطى، ويمكن أن تستمرّ لعدّة ساعات أخرى.. ويقوم رجال الشرطة والدفاع المدني، بمحاولة إنقاذ الناس الذين جرفت السيول بيوتهم ولجؤوا للمرتفعات..».

«وردنا نبأ اختفاء سيارة من نوع (مازدا) بلون عنّابي مع صاحبها وهو أستاذ في زيارة لأقربائه ثم اختفى مع السيارة»..

كأنّه يتحدّث عنه؟ معقول؟

«وقد قام رجال شرطة المناطق بالبحث عن السيارة وصاحبها، وما زالوا يبحثون، ويأملون بأن يساعدهم الأهالي بالاتصال السريع على الرقم

المعـروف لشرطـة النجـدة، إن سمعـوا خبراً عن السيارة ورأوها بشكل ما..».

وعلا صـوت الرعـد مصحوباً بالـبرق فشعر بخوفـه يزداد.. وظـلّ صوت الرعد يهـدر متواتراً مصحوباً بلمعان البرق الذي كاد يخطف بصره.. أغمضـ عينيـه وغطّاهمـا بيديـه.. وفجـأةً دوّى انفجار رهيب قربه كأنّ صاعقة أصابت الشجرة.. السيارة تهتز، كأنّها ستسقط.. آه..

ومالـت السيارة ميلانـاً شديـداً، ومال هاني معها حتى شعر أنّه ملتصق بالزجاج الأمامي شعر بآلام في ظهره، ونظر إلى الخارج كان هناك شيء يشتعل، يبدو أنّ الصاعقة أصابت شجرة مجاورة، وليس الشجرة التي تربض فوقها السيارة..

كان في وضع صعب من المستحيل عليه الصمود طويلاً.. والمطر يسقط بعد أن انقطع صوت الرعد، وكان ضوء اللهب يريـه المنطقة التي يطلّ عليها.. وهـو معلّق في سيـارة معلّقـة بدورها،وتوشك على السقوط في الهاوية..

رغم البرودة التي تسلّلت إليه، فقد كان سعيد الحـظ من أنّ السيارة ما زالـت مغلقة، لم ينكسر أي مـن زجـاج نوافذهـا أو الزجاجـين الخلفـي والأمامي...

ازدادت معاناتـه مـع وضعـه المائـل الجديـد ثـمّ أخذ يشعـر بالخدر يتسـرّب إليه فقـاوم هذا الإحساس مقاومة شديدة... وخيّل إليه أنّ أصوات الزمجـرة عـادت إليـه، وصلته ممزوجـة بصوت الهواء العاصف والمطر...

ولم يتمكّـن مـن متابعة مقاومتـه على الضنى والألم والجوع، فسقط فاقداً الوعي من جديد...

* * *

حين صحا بعـد زمن لم يستطـع تقديره، رأى نفسه وسط مكان شبه مضاء يتمدّد على مصطبة حجريـة في كهـف... وسمـع سعـالاً، ورأى كهـلاً يرتـدي عبـاءة طويلـة ويعتمـر كوفية لفّهـا حول رأسـه.. وفي وسط وجهـه شارب كـثّ يختلط فيه البياض بالسواد...

كانـت خلفـه صبيّة ترتـدي لباساً بـزي قديم غـير مألوف في هـذا الزمن كانـت تبتسم موجّهة نظراتهـا نحـوه... قـال الكهـل: الحمـد لله تبدو بخير.. الفضل يعود لزهرة ابنتي هي التي عالجت جروحك وأعادت إليك قواك...

ثم تابع يقول:- أتشعر بالجوع؟

- آه.. أنـا لم أستوعـب بعد أيـن أنا؛ ومن أنت أيّها الرجل الطيب؟

وكيف حدث ووصلت إلى هنا؟

- أنت بخير الآن، هذا هو المهم..

- وماذا حـدث لسيارتي.؟ وكيـف تمكّنت من دخولها وهي معلّقة؟

- معلّقـة؟ لم تكن معلّقة حـين وصلنا.. كانت تغوص في مستنقع المياه المتجمّعة من المنحدرات...

قالـت زهـرة:- سقطـت سيارتـك في المـاء وتمكّنت بمساعدة أبي من سحبك قبل أن تغرق...

بصعوبـة استوعـب وضعه الجديـد، والصبيّة تدور حوله تسوّي من وضعه الجديد، وهي تتحدّث بلغة فصحى سليمة..

- كنـت مصابـاً بعـدّة جروح وكدمـات، وكان الـدم متخـثّراً جامـداً، بصعوبة نظّفـت الجروح ووضعت عليها المراهم.. كيف حدث وسقطت؟

- انزلقـت بي السيارة وسط هذا المطر الغزير فسقطـت في الهاوية.. تدحرجت لعـدّة مرّات. ثم سقطـت على شجـرة حملتني طويـلاً، اعتقدنا أنّ

نزفـاً داخلياً حدث في دماغك.. ولكن الحمد الله، كتبت لك حياة جديدة..

– قضيت كلّ تلك الأيام هنا؟ في هذا الكهف؟

– نعم... إنّه كهف واسع، له منفذ على المدينة القديمة..

– وتقيمان هنا، أنت وزهرة؟

– نعـم يـا بنـي.. ولسنـا وحيديـن.. للكهـف مداخـل وسراديب وتجاويف كثـيرة.. ويقطن فيه أناس غيرنا..

– لماذا ليس في القرية؟. لماذا هنا؟ ألا تملكون بيوتاً...

تنهّـد الكهـل بحرقة: – منـذ أن أصاب الوباء المدينـة، ونحـن نسكـن هنـا، مـع بعض الناس الآخريـن.. إنّهـم قلّـة.. ولكنّهم يحافظـون على ترابطهم وعلاقاتهم..

– المدينة خالية لا يسكن فيها أحد؟

– نعـم.. هجرهـا مـن لم يصـب مـن أهلهـا بالوباء.. ولجؤوا إلى هنا..

– كأنّنـي في عـالم آخـر، لا أفهـم شيئـاً ممّا تقـول... لم أسمع من قبل بمدينـة أصابها الوباء وهجرهـا أهلها في هذه المنطقة.. أيمكن أن تشرح لي شيئاً ممّا تقول يا عم؟ من أنتم؟ وإلى أي عالم تنتمون؟ ولماذا لا تسكنـون القرى المجاورة؟ ولماذا هذا الكهف بالذات؟ ألا يختلط بكم أهالي القرى؟ حتـى أزياءكـم التـي ترتدونها تبـدو مختلفة عن الأزيـاء الحاليّـة.. أرجوك اشـرح لي قليلاً، لست أفهم شيئاً..

علّقـت الصبيّة: – قلت لك يـا أبي، سيكون ما فعلناه مشكلة بالنسبة له..

– ولكنّـي اضطـررت لجلبـه إلى هنـا حتـى يستيقظ مـن سباته.. أشفقـت أن أضعه خارجاً، فتسوء حالته.. والبرد شديد في الخارج..

– ومـاذا ستفعل الآن مع هـذه الأسئلة الكثيرة التي تدور في ذهنه؟

– يجـب أن أشرح له شيئاً يقنعـه.. ليس شاباً سهلاً كما أرى..

– كما تشاء يا أبي..

سمـع الحديـث ولم يستوعبـه كثـيراً.. شعـر بالإعياء والتعب الشديد وتابعهما يتحدّثان دون أن يفهم مغزى الحديث..

قدمـت لـه زهـرة شرابـاً ساخناً، مـن مغلي الأعشـاب، أعطاه بعض القـوّة، وجلس الكهل إلى جانبه..

– اسمع يـا بني، تبـدو شاباً طيّبـاً، وحكايتنا تبـدو حكاية غـير مألوفـة.. ولكـن لا أرى مناصَ مـن قصّها عليـك، سنخرج إلى المدينـة القديمة وسأحكي لك كلّ ما ترغب في سماعة.. تفضّل...

– البرد شديد في الخارج؟

– نعم.. وهذه العباءة ستدفئك جيداً

أوقفتـه زهـرة: – خـذ العصـا يـا أبـي.. قد تحتاجها..

– معك حق..

* * *

كانـت المصابيـح خافتـه الضـوء، تنتشر في الممـرّات، والكهل يتقدّم هـاني، وبعد عدّة دقائق، وصـلا إلى فتحة واسعة تطلّ علـى مدينة تنفرش بيوتها على سفح الجبل، وفي الوادي.

كان مـن الواضـح أنّهـا ما زالـت تملك بعض التقسيمات في الأبنية والزوايا تدلّ على أنّها كانت في زمـن بعيـد مدينـة كبيرة غنيّـة بالفـن والأثر المعماري المتميّز..

– إنّهـا (إيمافـا) حيـث تجتمـع القوافل من

كلّ الاتجاهات، ويتبادل فيها التجّار السلع والبضائع.. وتجري الأموال بكثرة بين أيدي أهلها.. كان ملكها، رجلاً حكيماً، تمتدّ مملكته إلى ما وراء الجبل، وتشمل عدّة مدن أصغر من (إيمافا)، وعكّر صفو استقرار مدينتنا ومملكتنا وصول عدد من الفرسان إلى المدينة، يحملون رسالة عاجلة للملك..

* * *

- سيستقبلكم جلالة الملك حالاً...

- لا أرى الكثير من الحرس على أبواب القصر أو في ردهاته.. ألا يخاف ملككم على نفسه من الاغتيال؟

- كلّ شعبه يحبّه يا سيدي.. إنّه يتجوّل بين الناس في العطل والمناسبات ويشاركهم أفراحهم وأتراحهم.. ويستقبل المظلومين وينصفهم..

- خذوا خيولهم إلى الاصطبلات وأطعموها جيداً..

- لا.. لا.. أرجوك ليس لدينا وقت.. سنسلّم الرسالة ونستلم الجواب ثم ننطلق حالاً..

- كما تشاؤون..

ودخلوا إلى الملك وسلّموه رسالة إمبراطورهم كما سمّوه.. وقرأ الملك رسالة تطلب منه الانصياع لقوّة الإمبراطور وتسليم المدينة والمدن المجاورة وكلّ أراضي المملكة للإمبراطور، حيث سيصبح ممثلاً له في المملكة ويتبع أوامره وتعليماته...

- ولا ريب أنّ الملك قد غضب من هذه الرسالة ورفضها..

- فكّر جيداً، وذلك الفارس ينتظر جوابه.. ثم قال له:

« وإذا سلّمت مملكتي، هل ستسلم من الخراب؟ أم أنّ جنود الإمبراطور سينهبون خيراتها ويعتدون على نسائها؟» أجابه رسول الإمبراطور: «هذا أمر لا يخصّك، مولاي الإمبراطور هو الذي يتصرّف في أي شأن من الشؤون..» قال الملك بعد فترة صمت:

- حسناً، ستقيمون بيننا ثلاثة أيام، ونسلّمكم جواب الرسالة..

- أوامري أن أعود بالجواب دون أن أريح حصاني..

- إلى هذه الدرجة هم متعجّلون بالجواب؟

قال بفظاظة: - نعم.. هه.. قل لي ما هو جوابك؟

غضب الملك غضباً شديداً.. فبادر أحد المستشارين يقول:

- تكلّم مع مولاي باحترام أيّها الفارس وإلّا غضبنا جميعاً..

أجاب بلا مبالاة: - هو ليس ملكي ولا يعنيني...

ثمّ التفت من جديد صوب الملك يقول بإصرار:

- لم تقل لي ما هو جوابك أيّها الملك؟

نظر إليه الملك وقد استردّ هدوءه من سلوكه الفج:

- حسناً اشربْ ورفاقك هذا العصير من خلاصة الفواكه الطبيعية، سنكتب الجواب لمولاك حالاً..

- لا أستطيع..

- لماذا؟ هل أمروكم ألّا تشربوا من مائنا أو لا تأكلوا من طعامنا؟

- لا.. ولكن؟

- لا تتردّد.. من شرب العصير، سينعشك أنت ورفاقك..

وحتى يزيد الملك من طمأنة الفارس، صبّوا له كأساً من العصير فشربه الملك وشرب منه الوزراء

والخاصّة من الحاشية حوله، وهذا ما دعاه لأن يشرب ورفاقه بنهم بالغ كأنّ عطشهم كان شديداً.. وبعد لحظات حصل تغيّر في سلوكهم، كان تغيّراً فجائياً..

– أيّها الملك سأصدقك القول، جنود الإمبراطور يستعدّون لمهاجمة المملكة حتى ولو وافقتم على الصلح وتسليم المملكة لهم، سيكتسحون الأرض والناس ويستولون على الثروات..

– وهذه الرسالة؟

– إنّها لا تعني شيئاً لنا.. وصلتنا أخبار أنّ جيشكم غير جاهز للقتال وأنّ الأمان في بلادكم قد جعل الناس يتكاسلون عن الاستعداد لمجابهة أي خطر، لن يكلّفنا غزوكم الكثير.. إنّه أشبه بنزهة لجنودنا..

– آه.. فهمت..

– يحيط بإمبراطورنا مجموعة من المخطّطين، الشرسين، الذين لا يأبهون لقيم الإنسان.. يبغون السيطرة على العالم وفق عقائد يستقونها من الأوراق الصفراء لأجدادهم..

– وما هي قوة جيوشكم؟

– إنّها مجهّزة بالقاذفات وراجمات اللهب، ومطلقات النبال التي تطلق عشرات الأسهم السامّة معاً، وبعربات كاسحة تجرّها الفيلة والثيران الضخمة التي تدكّ الأسوار والأبواب...

جمع الملك مستشاريه في القاعة المجاورة:

– أوشك مفعول الشراب على الانتهاء.. ما سيكون جوابنا؟

قال أحدهم:

– رفض شروطهم ومقاومتهم..

– ألم أفهم ما قاله؟

– إذن بماذا ستجيب يا مولاي؟

هزّ رأسه شارداً: سنرى...

عادوا إلى قاعة الاستقبال.. نظر إليهم كانوا يهزّون رؤوسهم وقد ظهر أنّ ما حواه الشراب قد انتهى مفعوله.. مادة تُضاف للشراب تجعل من يشربه صادقاً صافي النيّة لمدّة قصيرة.. وحين يزول مفعولها لا يتذكّر شيئاً...

هزّ الفارس رأسه قليلاً ثم عاد يسأل – هه؟ ما هو جوابكم على رسالة مولانا الإمبراطور؟

ردّ الملك: – قل له إنّنا قبلنا شروطه.. وليمهلنا سبعة أيام، لنجهّز المدن والأقاليم لاستقباله في مملكتنا بشكل لائق.. بعد أن نجمع له المال والجواهر والجواري...

– حسناً... سأبلغ مولاي بذلك..

– أعطي الملك أمراً لقائد حرس التشريفات:

– رافقوا فرسان جلالة الإمبراطور حتى أبواب المدينة..

كان الملك يفكّر بخطّة ما، وقد شعر بوطأة الخطر على مملكته.. أحضر في تلك الليلة كبار قادته، أمير البحر وأمير البر وأمير المغاوير.. وعرض عليهم الأخطار المحدقة بالمملكة.. فتنافسوا في خطبهم حول قوّة فرقهم، وقدرتها على قهر جيوش الإمبراطور، فأعطاهم توجيهاته للاستعداد واستنفار الجنود بأقصى قوّة لدرء الخطر.. فخرجوا وهم ينفخون أوداجهم غروراً.. وفي تلك الليلة استدعى الملك جدّي، وكان أحد مستشاريه المقرّبين..

– وماذا سنفعل يا ماجد؟ الوضع شديد الخطورة..

– ألا تعتقد أنّ جيوشنا قادرة على التصدّي لهم؟

قال الملك بمرارة: - قابلت مغرورين لم يستشعروا الخطر، بل ألقوا خطبهم أمامي، يتبجّحون بقدراتهم وطاقاتهم القتالية...

- جيشنا دخل فيه الكسل، وتسلّلت إليه روح التخاذل والفساد.. معك حق..

- لم أتخيّل في حياتي أن يصل الخطر على شعبي لهذه الدرجة..

- أعتقد يا مولاي أنك تتحمّل جزءاً كبيراً من المسؤولية.. كان يجب أن تنتبه لما يحدث بين قادة جيوشك، وأفراد قطعاتك المسلحة، وهي درع الوطن.. الحامية الحقيقية له..

هزّ الملك رأسه موافقاً: - معك حق ولكن سبق السيف العذل..

شعر جدّي بالمعاناة التي يعانيها الملك فأشفق عليه سأله:

- عرفت شيئاً من مخطّطات العدو؟ وقرأت بعض ملامح قوّة جيوشه؟

- آه.. نعم.. عصيرك السحري، حلّ عقد لسان فرسان الإمبراطور لبعض الوقت، وكانت إجاباتهم مفيدة لنا، تظهر مواطن القوّة والضعف عندهم..

- مولاي الملك.. وسط هذا التكاسل والتبجّح عند قادتك، أنا أخاف أن تحدث أشياء خطيرة...

- ماذا تقصد يا ماجد؟

- قد ينفذ العدو إليهم ويطّلع على خططهم إن رسمت وإياهم خططاً ما.. ثمّ إنّ هذا التبجّح، قد يزيد من ردّة فعل العدو على إعلاناتهم الفارغة بالقوة والتصدّي لأقوى الجيوش..

- معك حق.. كيف فاتتني هذه الفكرة؟ سأرسل في طلبهم من جديد وأجعلهم يبتعدون عن تنفيذ أوامر الاستنفار، حتى إشعار آخر...

- ضعاف النفوس هم الذين يشكّلون نقاط الضعف عندنا..

- فهمت ما تقصد.. يجب أن تعالج كل هذه الموضوعات جميعها...

بسط الملك أمام جدّي مخطّطاً لمدن وقرى المملكة وحدودها المرسومة بدقّة.. ثم قال مهموماً:

- يجب أن نتدارسه جيداً..

وحكى الكهل لهاني كيف شرح الملك لجدّه ماجد، رؤيته للوضع، وطلب منه مشورته فهو يثق فيه ثقة مطلقة، عن خبرة وتجربة، فلقد قدّم جدّي ماجد خدمات جليلة للمملكة في أوقات حرجة، ببراعته في إدارة الأزمات..

واتفقا على خطّة، متكاملة قضوا الليل بطوله يدرسونها من كافّة الجوانب.. وأحضر الملك قادته في الصباح..

- اسمعوا أيّها القادة.. بعثت لكم أمس قائد حرسي الخاص لأبلغكم بألّا تستنفروا جيوشكم، يجب أن تجهّزوا الجيوش لاستقبال الإمبراطور الذي سيكون على رأس الجيش الغازي.. نحن أضعف من أن نقاومهم..

قال أمير البرّ: - لكن أسطولنا البحري قادر على المواجهة والانتصار..

- يملكون قطعاً أكبر من قطعنا البحرية وهي مسلّحة بالمنجنيق الذي يقذف النار..

- سترسل فرق الغوّاصين لتخريب سفنهم..

- إنّهم مستعدّون لمثل هذا الاحتمال، لذلك لا داعي للمقامرة بقطعنا البحرية ومقاتلينا، سنقبل عرض السلام الذي عرضوه..

قال أمير البحر: - وجيوش البرّ الزاحفة التي تنتظر أوامركم؟

– جهّزوهـا لتقـدّم عروضـاً للإمبراطـور القادم.. سيصبح هو السيد الجديد..

– وكتائبنـا المدرّعـة بالعربـات والتروس، والنبال المحمولة بعربات القنّاصة..

– سيرتاحـون مـن المجابهـة.. أسلحة جيوش الإمبراطور أشدّ فتكاً..

قـال أمير المغاويـر: – والمغاوير الذين يضعون الموت نصب أعينهم ماذا سأقول لهم؟

– سيقدّمون عروضاً أمام الإمبراطور.. ويجب أن تكون عروضـاً مقبولة.. فليظهـروا عضلاتهم وقواهم البدنيّة في عروضهم..

– نحـن ننتظر زيادة مـن جلالتكم للإشراف على ذلك..

– سـأزور فرقكم الثـلاث لأطّلع عن كثب على استعداداتكم..

– أمر مولاي..

– والآن لتستعـدّوا وفرقكـم لعروض استقبال الإمبراطور..

– أمر مولاي..

– غـادر الجميـع القاعـة، قـال ماجـد بعـد ذهابهم:

– حسنـاً فعلت يا مولاي، لن يبخل الجواسيس بنقل هذه الأخبار المفرحة للإمبراطور، التي تنبئ عن صدق استسلامنا له..

تنهّد الملـك ثمّ قال كأنّه يتابع حديثاً سابقاً: – ما اسم ذلك الشاب قلت لي؟

– إنّـه (سعـدون الطيـب) كمـا يطلـق عليـه الناس.. سيحضر بعـد قليل لمقابلتكم، ولكن يبدو عليك الإرهاق يا مولاي، أنت بحاجة للنوم..

– وأنت بحاجة للنـوم أيضاً.. ولكن كيف ننام وبلدنا مهدّدة بالاستباحة؟

– معك حق يا مولاي..

ودخل أحد الحرس وهو ينحني للملك:

– في الباب رجل يقول إنّ اسمه سعدون الطيب يا مولاي..

– أدخله إلى هنا..

– في الحال يا مولاي...

دخل رجل طويـل القامة عريض المنكبين بدت عليه الطيبة، وعيناه تبرقان بصفاء:

– السلام على مولانا الملك..

– أهلاً بك يا سعدون.. نحن بانتظارك..

ثم همس في أذنه: – انتبه يا سعدون سنتحدّث إليـك بسرّيـة مطلقة عن أمـر شديـد الأهمّية لا يعرف به سوى أنـا وأنت والحكيم ماجد.. تظاهر بأنّـك غير مبالٍ كثيراً.. على هـذه السرّية يتوقّف مستقبل المملكة..

– أمعقـول أن تضـع بين يـدي مستقبل المملكة يا مولاي؟

– نعـم.. أنت مواطن من المملكة، وأكثر انتماءً لهـا مـن الآخريـن.. عرفت عنـك الكثـير، وعن شجاعتك وشهامتك..

– هذا شرف كبير لي..

وحكى الملك لسعدون عن خطّته وكانت تقضي بأن يجمع الشبّـان الشجعان الأقوياء، ممّن يمكن الوثـوق بهم جيـداً، لتشكيـل فرقة سرّيـة للقيام بأعباء جسيمة قد تقوّض غرور العدو وصلفه..

كان علـى سعـدون البحث عن أولئـك الشبّان بأسـرع وقـت، وتشكيل تلـك الفرقـة، وأنيط أمر متابعتها للحكيم ماجد..

لم يكن ذلك عسيراً على سعدون، فلقد كان له أصدقاء في أماكن عديدة، وكانوا يماثلونه شجاعة وجرأة وطيبـة.. تربّوا كلّهم علـى مقاومة الظلم،

وإنصاف المظلومين وبعضهم ارتحل في طلب الرزق في بلدان بعيدة، وعاد ليستقر في بلده بعدما ذاع صيت الملك وحكمته وعدله..

وحكى الكهل ما فعله جدّه الذي تابع جولات سعدون وتشكيله لفرقة مقاتلة سرّية، صمّمت على استقبال المحتل استقبالاً صاعقاً كما سمّاه سعدون..

* * *

«كان جدّي ماجد يتابع بدقّة ما يخطّط له سعدون وفرقته.. ورأى من شجاعته أولئك الرجال وتعاونهم مع بعضهم شيئاً نادر المثال.. وهذا ما أثلج صدره..»

سأله هاني: - وماذا حدث؟ هل استقبلت المملكة، الإمبراطور كما أشاع الملك؟

- نعم.. وجهّزت الرايات والأعلام والزينات في كلّ مكان وتجمّع الناس على الطرقات يرقبون وصول الإمبراطور بجيشه الضخم وعرباته المدرّعة..

- وتمّ الأمر بهدوء وسلام؟

- كان الإمبراطور وبعض حاشيته من الفرسان الشرسين الذين يخطّطون له ليسيطر على العالم، يسير الهوينى، تحيط به الدروع، وحوله تسير قاذفات اللهب وراجمات الحجارة الساخنة، ومطلقات النبال بأسهمها السامّة.. وبالعربات الكاسحة التي تجرّها الفيلة..

- وأنيط لسعدون ورفاقه أن يصنعوا شيئاً مع هذا الجيش العرمرم؟

- معك حق، كان الوضع معقّداً، وخاصّة وأنّ الملك لم ينشر جيوشه بشكل قتالي، كانت فرقاً استعراضية بألبستها المزركشة، متأهّبة لتحيّة الإمبراطور وتقديم الطاعة له.. وحدث أمر غير متوقّع. فحين وصل الإمبراطور ساحة القصر الملكي، وتقدّم منه الملك ليؤدّي له الطاعة.. اندفع قادة الفرق إلى الإمبراطور ينحنون أمامه ويعلنون ولاءهم وولاء قوّاتهم للإمبراطور.. ودهشة الملك وفجيعته.. وظنّ الملك أنّ في الأمر، أن أولئك القادة، ترجموا رغباته لإعلان للإمبراطور.. ولكن الإمبراطور استغلّ الوضع..

- وتتخلّون عن ولائكم للملك؟

- ولاؤنا لكم يا مولاي قبل ولائنا له.

- نحن أتباعكم الآن..

- جيوشنا القوية، جاهزة لتنضمّ إلى جيوشك الجبّارة..

- ما دمتم بهذا الولاء.. فبلادكم أصبحت لي، ترزح تحت قدمي.. وملككم سيصبح خادمي الخاص..

قال جدّي مفجوعاً: - أسمعت يا مولاي الملك؟ أمعقول ما يجري؟ ماذا نفعل الآن؟

هزّ الملك رأسه كأنّه كان يتوقّع ما يحدث رغم بشاعته.. وانطلق المهجّرون إلى الميدان بأشكالهم المضحكة.. واقترب رجل طويل القامة عريض المنكبين يرتدي لباس المهرّجين من الإمبراطور، وهو يقوم بحركات مضحكة:

- أيّها الإمبراطور العظيم، نحن مهرجو المملكة سنقدّم عرضاً خاصّاً لجلالتكم..

أوقفهم أحد أتباعه: - ابتعدوا من هنا، جلالة مولانا المعظّم لا يرغب بذلك..

قال الإمبراطور مستهجناً بما يجري: - ولِمَ لا؟ دعنا نتسلّى..

عاد المهرّج الضخم يقول وهو ينحني للإمبراطور:

- جهّزنا مقاعدكم في الساحة، وسنقدّم

عروضنـا المسلّية التي ستضحككـم وتريحكم من وعثاء السفر يا مولاي الإمبراطور..

وجّـه الإمبراطـور كلامـه للملـك: - حسناً.. وأنـت يا خادمـي الجديد، رافقني وقـادة فيالقك السابقين إلى المـكان المخصّص لي ولحاشيتي في الساحة..

قـال الملـك مرتبـكاً: - حسنـا يـا مـولاي... تفضّل..

قلـب شفتيه ساخراً: - اعتقـدتُ أنّني سأدخل بلادكـم حرباً، وقد سمعت مـن قبل عن جيوشكم وثراء بلادكم، ألا تدافعون عن أمنكم على الأقل؟

ردّ قائـد المغاوير منحنياً بـذلّ: - أنت أمننا يا مولاي الإمبراطور..

شعـر الملك بالقـرف من هؤلاء القـادة الذين انعدمـت فيهـم المـروءة ونـبرة العـز.. الخونـة أصبحوا يتسابقون لتقديم ولائهم للغازي.. آه.. كلّ المسؤولية تقع عليه.. كيف لم يكتشفهم من قبل؟

* * *

شدّه الكهل من يـده: - تعال يا هاني، الساحة التـي جلس فيهـا الإمبراطور هي هـذه الساحة.. والتمّ فرسانه وحاشيته حوله.. وبدأ سعدون حفلة تهريجيـه.. ورغـم كلّ القادة والحرّاس والقوات المدرّعة بأسلحتهـا، نفّذ سعدون وبعض رفاقه إلى أمام الإمبراطور، وقدّموا فقراتهم التهريجية التي أضحكـت الإمبراطور حتى دمعـت عيناه.. وفجأة علا الصراخ وجأرت الفيلة الهاربة وقد انفلتت من مرابطها على العربـات، واندفعت هائجة والدماء تسيل من عيونها المفقوءة.. وانطلق الدخان يغطّي الساحة.. وحين انقشع، كان الإمبراطور وحاشيته قد اختفوا وسط ذهول الجنود..

سأله هاني مستغرباً: - ما الذي حدث؟

- حـاول سعدون ورفاقه، الذين استغلّوا لباس المهجرّيـن لينفلتـوا دون رقابـة، فبـدؤوا بتنفيـذ المخطّط الـذي رسموه.. وشخصـت الأبصار إلى رجل يرتدي الدروع ظهـر فجأة فوق أحد الأعمدة وصرخ يخاطب الجميع بصوته الجهوري الرنّان..

- إمبراطوركـم وقادتكم بين أيدينا.. اسحبوا من بلادنا، وإلّا قتلناهم واحداً واحداً..

وعمَّ الهرج بين جنـود الإمبراطور وقد ألقيت بعض جثـث قادتهم مذبوحة مضرّجـة بدمائها.. وأعطـى الملك أمراً لجـدّي: - اقبضْ على هؤلاء الخونة يا ماجد..

وألقى جـدّي القبض على أمـراء البحر والبر والمغاوير الذين وجـدوا أنفسهم تحت أقدام الملك يبكون تائبين:

- مولاي الملك، اعفُ عنّا.. اعتقدنا أنّ رغبتك هـي أن نظهر ولاءنـا للإمبراطـور.. لم نكن نعي. نحن خدمك يا مولاي، جنودك المخلصون..

ولكـنّ جـدّي صـرخ بالرجـال: - قيّدوهـم بسرعة، وليلقوا في السجن حتى ينظر جلالة الملك بأمرهم..

وكالسحر بدأت الجيوش تنسحب، وعين الملك (سعـدون الطيـب) ورفاقـه في وظائـف متفرّقة، بهدف إعادة ترميم المملكة، وإعادة تقوية جيوشها ونفضـ الكسل والقضاء علـى الفساد والتسيّب في كلّ مكان.

- وماذا حدث للإمبراطور وحاشيته؟

- حدثـت مفاجـآت كثيرة في بلادنـا في ذلك الزمن..

موسم الهجرة إلى الفضاء

قصّة : علي إسماعيل السليمان*

ربيع كاذب :

كان شتاءً قارساً، تلألأت نجومه ولم يكسر حدّته غمام رقيق أبيض عبر بحياء صفحة السماء الداكنة في مناسبات نادرة، فيما تدحرجت كرة شمسية منتفخة كالبو، بالكاد أومضت ضوءاً شمعياً مرتعشاً فوق قبّة سماء نهاراته القصيرة الواجفة التي لم يبرح صقيع الأرض آناءها ملطّخاً جثّة الزمن السرمدي المنصرم برجيع استغاثات مبهمة تحاكي صرخات من فزع، أو وجيب رغبات جامحة مكبوتة ترسف في غلّ ثقيل من أنين صفيري حاد لا يكاد ينقطع حتى يبدأ من جديد.

لم يُخلف الربيع موعده، بل باغت العجوز المغادر بطعنة ناجزة رمته في غياهب النسيان المؤقّت في ركن قصيٍّ من أركان دورة الفصول الساذجة التي تولها الأرض المستندة بغنج أنثوي إلى خاصرتها في مشيتها الخليعة إبان نزهتها السنوية الماجنة والعبثية حول الشمس الحمقاء اللامبالية.

* قاصّ وروائي-عضو اتحاد الكتّاب العرب- فرع حمص.

جاء الربيع البهيّ بنسماته المتربة ولسع بعوضه وبسطه الخضراء المزركشة التي تفتّت الصقيع الميّت بخفق حياة جديدة، واكتست الأشجار بحلّة خضراء قشيبة يزيّنها زهر متباين الأشكال والألوان، وأطلقت طلعها للريح والحشرات في رغبة محمومة بالتناسل، وابتنت الطيور أعشاشها في أعالي الأشجار وفي شقوق الصخور التي مزّقها الصقيع وتحت السقوف المتداعية، وبدأت مغازلاتها الوقحة على مرأى من سائر الكائنات التي تداعت لطقوس الخصب التي افتتحها الربيع بتنحيته لشتاء لم يكتمل، واتّخذ كلّ كائن دوره على خشبة مسرحية الربيع الهزلية؛ لكنّ سؤالا عادلاً قد بقي عالقاً في حنجرة الريب: أي ربيع يعقب شتاء قد قدّ سماءه من قصدير؟!

صباح جديد

صاح الديك مفتتحاً غبش صباح جديد؛ لكنّ بحّةً ما حزينة كانت تشوب ذلك الأشر المتعجرف في صياحه، ممّا اضطرّه ليعيد الصياح مراراً وتكراراً محاولاً في كلّ مرّة وبطريقة ما مختلفة عبثاً إخفاء تلك البحّة ضمن تدرّجات طبقات صوته الجهير، فجاء صياحه حادّ الجرس، متتابعاً، ملحاحاً، معكّراً صمت الصباح برغبة هستيرية بقول شيء ما برطانة لسانه الأعجمي، لكن دون جدوى.

وحده حكيم الهواء كان أكثر انسجاماً مع ذاته عندما طفق يرسل بنعيبه الوقور المطمَئنّ (غاق... غاق... غاق) فوق المدينة المزدهرة التي رآها من عليائه أطلالاً ودمنا خاوية تأويها ثعالب البيداء.

في بيت متواضع على أطراف المدينة

«عليك أن ترمي هذه القطّة المسعورة في النهر» قالتها ربّة المنزل الشابّة بنزق وهي تعالج جراح رضيعها الباكي بمنديل مبلّل بكحول نفّاذ الرائحة، فأطرق الرجل متأمّلاً شيئاً ما غير مرئي في أرضية الكوخ، ولم ينبس بعدها ببنت شفة.

في متحف تاريخ الأحياء

«ثمّة من يفسد ترتيب هذه العظام»! قالها مدير المتحف، فاعترضت المستخدمة المعنية بأمور التنظيف:

«لماذا لا تكون تلك الكائنات قد تحرّكت من تلقاء ذاتها»، استغرق عالم الأحافير العجوز في تفكير عميق.

أمام أسوار القلعة

كان فوج الكشّافة الشباب يعاين باهتمام مبالغ فيه سور القلعة الأثرية ضمن برنامجهم الفصلي الهادف لسبر أغوار الماضي واستنطاق حجارته البكماء مسترقين السمع إلى أحاديث ونجوى من طواهم الناموس الأكبر في غابر الأيام، عندما فجأة ودون سابق إنذار انشقّ الجدار الأثري العتيق ليبتلع أحدهم ويعود إلى ما كان عليه؛ وكأنّ شيئاً لم يكن، وسط حيرة وذهول الآخرين.

قال أحدهم: «ألم أنصحكم بألّا تشمّوا الزهور القاتلة؟»

في القصر الباذخ فوق التلّة المشرفة على المدينة

«النجدة... أغيثونا» قالها السيد الملفّع بعباءة رقيقة موشّاه بخيوط ذهبية -عبر الهاتف- ودخان سيجاره الفاخر لا ينفكّ يولّد دوائرَ صغيرة تتسع شيئاً فشيئاً قبل أن تتلاشى بين الثريّات البديعة المتدلّية من السقوف العالية المزركشة في طقوس (يوغا) مبهمة «الكلاب تكاد تمزّقنا... كما أقول لك؛ تلك الجراء التي ألعقناها الحليب وأطعمناها من قصاعنا تكاد تمزّقنا... نعم

أغلقنا جميع الأبواب والنوافذ... حتامَ نبقى في هذا السجن؟...».

حاذروا الضباع

«... من قال إنّ الضباع قد انقرضت؟... أجل لم يجدوا سوى مجرفته ومئزره وعلبة تبغه المعدنية تلتمع في جوار ما تبقّى من عظامه في الحقل المسقي جزئياً، وهي ليست المرّة الأولى؛ فقد سبق أن خطفت جنوداً من خنادقهم، وفرساناً من على ظهور جيادهم، ومسافرين، وغيرهم ممّن لفّ اختفاءهم ألف سؤال...» قالها بحياد ولا مبالاة عابر سبيل سلك الجادة صدفة، ثمّ انصرف لشأنه، فعلّق آخر: «عادت الضباع لمهاجمة الحقول والقرى كما كان في الماضي» ثمّ أضاف بسخرية مريرة: «كأني أراها تصول وتجول في أزقّة حاراتنا».

جيوش الجراد:

«لم تعد الخضرة اليانعة دأب الجراد وديدنه»! قالها بيولوجي كهل في اجتماع سرّي، ثم أضاف بنبرة حزن عميق: «أيّ طفرة جينية حمقاء قد طرأت عليها لتفضّل قضم كائن بشري على حقول خضراء شاسعة وغابات نديّة بأكملها».

في المنتزه العمومي:

«نعم، هي الفتاة ذات الفستان الزهري... ببساطة لقد هصرتها الغصون، وامتصّت دماءها عن آخرها، ثمّ ألقتها مضغة إلى الأرض... ما عاد السنسرخت يعطي ظلاله بالمجان، أصبح لزاما علينا أن نقدّم القرابين البشرية لكلّ قوّة من قوى هذه الطبيعة المتوحّشة».

في مبنى وكالة الفضاء:

– لم تشهد الأرض قصفاً نيزكياً كهذا في تاريخها الجيولوجي الطويل.

– أين جاذبية عملاقنا الهائل المشتري؟

– حتى القمر لم يعد يتلقّى عنّا الضربات.

– كيف نوقف جنون السماء؟!

تذكرة بلا عودة:

«الأرض –أجل، الكوكب الأزرق واهب الحياة فيما مضى– لقد أضحت المكان الأكثر عداءً للحياة البشرية في هذا الكون الواسع، إن كان يهمّكم أن تحافظوا على تلك الجينات التي طوّرتها عبقرية الطبيعة عبر مليارات السنين فسارعوا بحجز مقاعدكم في رحلة اللاعودة، فهذا الكوكب لم يعد آمنا».

حكاية خيالية: (تروى للأطفال قبل النوم)

كان يا ما كان في قديم الزمان وسالف العصر والأوان حتى كان، كان ثمّة في هذا الكون الرحب الأرجاء كوكب أزرق جميل يدعى الأرض؛ وكان يدعى بين الكواكب بكوكب الحياة، كانت تسطع في سمائه شمس دافئة تهبه الضياء والنور والحياة، وكانت ينابيعه تتحدر صاخبة –كتلاميذ صغار في انصرافهم من مدرسة فوق تلة– من قممٍ جباله المكللة بالثلج والضباب لتتجمّع أنهاراً تحيي الأرض بعد مواتها الشتوي، فتمزّق كفنها الصقيعي وترتدي ثيابها الخضراء المزركشة بالورود والزهور الملوّنة، فتتراقص فوقها أعمدة النور، وتحلّق في سمائها الفراشات الملوّنة والطيور، وتزقزق فوق أغصان أشجارها العصافير، وتتلامع قطرات الندى، فترسل الأزهار شذاها وتطلق الورود عبيرها، والريح أنسامها، والجداول خريرها محتفية بعرس الوجود؛ فتضع الطيور بيوضها، والحيوانات مواليدها، فيطير العصفور مع النسر، ويرعى الحمل مع الذئب.

في الأرض لم يمت إنسان بلدغة أفعى أو لسعة عقرب، أو بين فكّي وحش مفترس، أو بمرض أو وباء أو كارثة أو داء عضال، بل كان يقرّر الموت عندما تفرغ جعبته من خدمات يؤدّيها للبشرية ولأمّه الأرض؛ ليفسح المجال لغيره للحياة.

(ملاحظة: إن لم ينم الطفل بسبب نهمه لمزيد من المعرفة أو لأرق عارض أو غير ذلك تكمل الحكاية على الشكل التالي:)

وفي يوم من الأيام، هبط صحنٌ طائر فوق الأرض البكر التي لمّا تعرف بعد زائراً من الفضاء الكوني، نزل من الصحن شقيقات أربع هنّ: (الأنانية والضغينة والعداوة والبغضاء) فرحّب بهنّ أهل الأرض الطيبين، ودعوهنّ للإقامة بينهم، ولمّا كان أهلُ الأرض لمّا يعرفوا بعد الزيف والخداع فقد خدعهم لباسهنّ المبهرج وتلك المساحيق الزاهية التي طلين بها وجوههنّ فانصاعوا لهنّ واستسلموا لرغباتهنّ، فأقمنَ بينهم على الرحب والسعة وأرسلنَ في طلب أقارب لهنَّ بصحون أخرى توالى هبوطها على وجه الأرض المضيافة، وكان ما كان؛ فأعلن العداء بين العصفور والنسر، والحمل والذئب، والإنسان والضبع، والإنسان والأفعى، والإنسان والإنسان، وبين سائر الكائنات بعضها مع بعض ومع الطبيعة ومع السماء، فأصبح كلّ كائن طعاماً للآخر في سلسة غذائية مقزّزة، وأطلقت الطبيعة غضبها أعاصير وبراكين وفيضانات وزلازل وانهيارات وانهدامات وأمراضاً وأوبئة وعصوراً جليدية وجفافاً ومجاعات، وأصبح الموت ناموس الأرض الأكبر، وأرسلت السماء حقدها نيازك وشهباً ومذنّبات ورياحاً شمسية وإشعاعات كونية واصطدامات دموية، والمستهدف من هذا كلّه الحياة باعتبارها حياة فحسب، وتوتة توتة خلصت الحدوتة، حلوة ولاّ مبتوتة؟!

(ملاحظة ثانية: إن لم ينم الطفل عند نهاية هذه الحكاية، الرجاء عرضه فورا على طبيب نفساني، فإن تعذّر ذلك في القرى النائية أو البلدات الصغيرة أو لظرف ما يُرجى عرضه على أي دجّال يدّعي الشعوذة والاتصال بالجنّ والعفاريت والأرواح، وفي حال أي تقصير من الأهل في هذا الأمر أنصب نفسياً مدّعياً شخصياً بحقّهم في المحاكم ودور القضاء العالي).

(تنبيه مهم: قد يعترض أحد الأطفال الأذكياء على رواية قدوم الشقيقات الأربع ومن تبعهنّ من الفضاء، ويدّعي أنّه قد لمس في نفسه نوازع مشابهة منذ طفولته المبكّرة، فالرجاء أخذ الحيطة والحذر قبل إكمال القصّة، أو عدم فتح المجال للمناقشة، وفي حال وقع المحظور يرجى المبادرة إلى حجره صحّياً أو مدنياً، بحسب الحالة، حتى لا تتفشّى هذه الظاهرة وتصبح وباءً عاماً).

مرثية الأرض: (مسرحية ارتجالية)

المكان: فقاعة زجاجية كبيرة تكتظّ فيها أكواخ بائسة، ويرى من جنباتها مكان قفر يشبه قطعةً من جهنّم، وفي مكان ما من سدفة سمائها البرتقالية الشاحبة؛ وفي جوار صخرة بلهاء غير منتظمة الحواف كبقايا وثن أرضي هشّمَ رأسه مؤمنون جدد بوثن آخر أو مجرّد صنم، يُرى شبح كوكب أزرق تلفّه هالة من ضباب طلسمي.

الزمان: نهار مرّيخي مملّ، كسائر أيام المرّيخ.

الشخصيات: نماذج بشرية متشابهة، لا يُكاد يُلحظ أي فارق جوهري بينها.

- (بجدّية محقّق جنائي) من قتل الأرض؟
- (باستغباء مفتعل) هل ماتت الأرض؟
- (بتهكّم) ربّما نقلوها إلى المشفى، أو غرفة الإنعاش.

– (الأول إن ميّزتم ملامحه) من طعن الأرض بالخنجر المسموم؟

– (بسخرية ولا مبالاة) ربّما ماتت من الشيخوخة.

– أبوك الدرويش صاحب الطريقة هو من طعن الأرض.

– بل أمّكِ التي تثرثر في الحارات هي من قتل الأرض.

– جشع أبيك. أم: أنانية أمك.

– أم: الحسد. الكذب. الجهل. العصبية. الضغينة. العداوة. البغضاء.

– كلّنا قتلنا الأرض.

– (جميع الممثّلين بصوت واحد) نحن جميعاً مذنبون.

– هلمّوا يا شباب لتحيى الأرض بنا من جديد.

– هلمّوا لنعمّرها من جديد بالحب والخير والجمال.

– (صوت من بين المتفرّجين) أسدلوا الستارة إنّها مجرّد مسرحية نمطية ساذجة.

(يقوم اثنان منهم في حركة إذعان مشوب بالسخرية بتمثيل حركة سحب ستارة حقيقية).

تذكرة بلا عودة:

قرّرنا نحن (أطفال الأرض) وأنا أتحدّث بلسانهم جميعاً، باعتباري ربّما أكبر هؤلاء الأطفال سنّاً، وبتفويض خطّي منهم جميعاً، وباعتبار ثقافتنا وأخلاقنا تحظر علينا القتل والنفي والإقصاء قسراً أن نخيّر الشقيقات الأربع ومن تبعهنّ من الفضاء أو من الأرضيين، بين مغادرة الأرض إلى أي مكان في الكون بتذاكر على نفقتنا الشخصية، أو الإقامة هنا ومغادرتنا نحن بتذاكر على نفقتنا الشخصية أيضاً، وما زلنا ننتظر الرد.

أيُّها الموت... ترفّق

قصّة: د.رؤوف وصفي*

في الداخل، كان الصمت مطبقاً، مطلقاً.

من أعماق ظلمتها الخاصّة، سمعت عبر موجات غير مرئية، صوت الدكتورة (نجوى)، وهي تتحدّث بنبرات خافتة تصل إليها كذبذبات قصيرة.

كانت كلماتها غير واضحة، فقد كانت تهمس.

صرخت قائلة بصوت مرتعش:

- دكتورة (نجوى) أين أنت؟

توقّف صوت الدكتورة (نجوى)! ثم أخذت تتمتم بشيء ما، سمعت وقع أقدامها، وهي تقترب منها ببطء:

- ماذا تريدين يا (ماجي)؟

بدا صوت (ماجي) وكأنّها استسلمت تماماً للشعور بالحنين والأمان الذي أثاره قرب الدكتورة (نجوى) منها:

- إنّي خائفة.

فاض صوت الدكتورة (نجوى) فجأة بنعمة من الرقّة، محاولةً أنْ تهتدي إليّ الكلمات التي تعبّر عمّا تشعر به:

- المزيد من الأحلام المزعجة.

قالت (ماجي) مؤكّدة:

- أجل.

أحسّت الدكتورة (نجوى) بقلبها يخفق بعنف.

سيطرت عليّ نبرات صوتها، وقالت:

- يجب ألّا تقلقي بسببها يا (ماجي)، هي لن تؤذيك.

ارتعش صوت (ماجي)! بصورة ملحوظة:

* كاتب خيال علمي ومترجم -له العديد من الأعمال- من مصر العربيّة.

– ولكنّها مثيرة للخوف، دعيها تتوقّف! وتذهب بعيدًا.

كان ثمّة صوت آخر يهمس في الظلام، بدا كصوت الدكتور (شاكر حسني) بنبراته العميقة:

– كلا، يا دكتورة (نجوى)، لن نسمح لها بالاستمرار بهذه الحالة، إنّنا متأخّرون عن تنفيذ برنامج المجلس الدولي للعلوم.

بقي التعبير المرتسم على وجه الدكتورة (نجوى) ثابتاً ثمّ قالت بصوت خافت:

– يجب أن تعتادي يا (ماجي) هذه الأحلام المزعجة! صمتت للبرهة ثمّ أردفت:

– فكلّ شخص يراها.

تمتمت (ماجي):

– ينتابني أحياناً شعور غامض. بأنّني أختلف عن أي شخص آخر، وأتساءل، من أنا؟. وأحسُّ أنّ وجودي لا يخضع لقانون! وكأنّه ليس من الطبيعي أن أوجد.

ارتفع صوتها قليلاً:

– أودّ أن أدرك، أن أفهم، أن أتخلّص من الغموض.

ثم قالت في رجاء:

– دكتورة (نجوى)، لا تتركيني، هل أخبرك عن مضمون هذه الأحلام المزعجة؟

أطرقت الدكتورة (نجوى)، ثم قالت بعدم اكتراث:

– أجل يا (ماجي).

صمتت للحظات، ثم تكلّمت في بطء:

– في البداية كنت أظنّ أنّها الأرقام! وكان هذا أمرًا عادياً، فقد اعتدتها من قبل، ولكنّها تغيّرت فجأة! تحوّلت إلى خطوط مزدوجة. ثمّ أشكال تشبه البشر! جيشان يهاجم كلّ منهما الآخر ويطلق النار! كانت هناك مدافع ودبّابات وطائرات وقنابل وصواريخ! وكان القتلى بالآلاف! وبالتحديد خمسة آلاف ومائتان وثلاثة وثمانون قتيلاً من الجانبين.

اهتزّ صوتها:

– كانت تجربة رهيبة، لم أمارسها من قبل.

همس الدكتور (شاكر حسني) في حدّة:

– لقد أخبرتك من قبل، أنّ ذكاء السابعة من العمر، ليس ناضجاً بما يكفي لفهم نماذج المعارك الحربية.

قالت الدكتورة (نجوى)، بصوت مختنق:

– (ماجي)، لقد حدث هذا في حرب، ويجب أن تتوقّعي موت الناس، في الحروب.

تساءلت (ماجي) بأنفاس متقطّعة:

– لماذا يا دكتورة (نجوى)؟ لماذا؟.

فكّرت قليلاً، ونظرت للدكتور (شاكر)، ثمّ أجابت بصوت متهدّج:

– لأنّ هذا هو حال الحرب دائماً يا (ماجي)، ولكن تذكّري أنّ هذا لم يحدث في الواقع! إنّها مجرّد نماذج رياضية، نظرية، وقد استبدلنا الأرقام بأشكال من البشر.

صمتت للحظات، ثم أردفت:

– إنّه تطوير حديث لألعاب الفيديو التي انتشرت من حوالى نصف قرن.

صرخت (ماجي) بصوت مكتوم:

– كلا، لم تكن نماذج نظرية، بل كان الأمر حقيقياً، فقد عرفت حتّى أسماء المقاتلين، وأنواع الأسلحة المستخدمة.

قالت الدكتورة (نجوى) غاضبة:

– كفى، كفى، يا (ماجي).

انخفض صوت (ماجي)، وهي تقول معتذرة:

- آسفة.

ولكـن الدكتـورة (نجـوى) لم تسمعهـا، فقد كانت تنصت للدكتور (شاكر):

- ليس ثمّة حلّ سوى إجراء تحليل كامل.

همست الدكتورة (نجوى) في حدّة:

- ولكـن هذا قد يدمّـر الشخصيـة بأكملها، الإنسانيـة الآلية، وهي التي بذلنـا جهدًا كبيرًا في تكوينها.

تساءل الدكتور (شاكر) في دهشة:

- وماذا نفعل غير هذا؟

إنّ هـذه الأحـلام المزعجة تؤخّرنـا كثيرًا عن تنفيذ برنامج المجلس الدولي للعلوم.

اتّجهـت الدكتـورة (نجـوى) إلى (ماجـي)، وقفت بجانبها تكاد أن تلمسها:

- (ماجي) هل تعرفين ما الكمبيوتر؟

قالت (ماجي) في ثقة:

- أجل، إنّها آلة حاسبة.

تنهّدت الدكتورة (نجوى)، وقالت وكأنّها تلقي محاضرة:

- بـدأت أبسط أجهزة الكمبيوتر بهذا الشكل يـا (ماجي)، ولكنّها أخذت تتطوّر! فقد كان حجم العمليـات في جيلهـا الأول في الخمسينيات حوالى ستة آلاف عملية حسابية.

التقطت أنفاسها، وأكملت:

- أمّـا في الوقـت الحاضـر، فقـد أصبحـت بالبلايين، كمـا أنّها أصبحت أكثر تعقيدًا. فهناك أجهزة كمبيوتر تعمل بسرعة الضوء، وأخرى ذات ذكاء صناعـي يمكنها أن تقـرأ وتكتب وتتكلّم! هل أكمل يا (ماجي).

قالت (ماجي) في لهفة:

- أجل، أجل، إنّها قصّة مثيرة.

كان من رأي مجموعة من علماء الإلكترونيات. أنّـه إذا أمكن فصل جزء مـن الكمبيوتر، ليتحوّل إلى شخصيـة مستقلّـة، كإنسانيـة آليـة، فإنّهـا يجب أن تنمو تدريجيـاً بإضافة وحدات إلكترونية متطـوّرة! وهكذا انقسـم الكمبيوتـر إلى جزأين! أحدهمـا يتناول العمليات الحسابيـة المعتادة، أمّا الآخرة فيتطوّر ليكون الشخصية الآلية المطلوبة.

صمتـت الدكتـورة (نجـوى) لبرهـة، ثـم استطردت:

- ولكـن الـذي حـدث فعـلاً، أنّ التصميـم الأصلي للكمبيوتر منع هذا الانقسام! وكلّما أعطي العلماء الجزء الخاص بالعلميات مسألة حسابية أو نموذجًـا رياضياً فإنّ بعض الأرقام والعلميات تتسرّب إلى الجزء الخاص بالشخصية الأصلية.

رفعت صوتها قليلاً، وقالت في اهتمام:

- وكان هذا أمرًا سيئًا يا (ماجي).

قاطعتها (ماجي) في دهشة:

- ولماذا يا دكتورة (نجوى)؟

قالت وهي تنتقي كلّ كلمة:

- لأنّ الشخصيـة المستقلّة لم تكن تعمل! إنّها جزء من الكمبيوتر؛ بل ظنّـت نفسها فتاة صغيرة مثلك يـا (ماجي). ذكاؤها الصناعي يعادل ذكاء طفلـة في السابعة من عمرهـا. وأصبحت الأرقام والعلميـات الحسابية التي تتسـرّب إليها تحيّرها وتخيفهـا، فانخفضـت كفاءتهـا ولم تعـد تـؤدّي الأعمال المطلوبة منها.

تساءلت (ماجي) في حيرة:

- في هذه الحالة، ماذا سيفعل العلماء؟

لا أدري بعد يا (ماجي)! فهل تساعدينني على إيجاد الحل؟.

تردّدت قليلاً ثمّ قالت:

- كيف؟. إنّني لا أعرف شيئاً عن أجهزة الكمبيوتر!.

قالت الدكتورة (نجوى) مؤكّدة؟

- بل تعرفين الكثير عنها، ولكنّك فقط لا تتذكّرين، سأساعدك على تنشيط ذاكرتك.

صمتت للحظات، ثم أردفت في تردّد:

- لكن قد يكون الأمر صعبًا، سيأتي إلى ذهنك العديد من الأشياء الغريبة! وستجدين نفسك تقومين بأعمال لم تعتادي أداءها من قبل! هل تتعاونين معي يا (ماجي)؟.

قالت في طاعة:

- سأفعل كلّ ما تطلبينه منّي.

همس الدكتور (شاكر) بسرعة:

- اضغطي على زرّ الذاكرة الجزئية، وأخبريها أن تستدعي البرنامج الفرعي لإعادة التحليل.

قالت الدكتورة (نجوى) ببطء:

- (ماجي)، استدعي البرنامج الفرعي لإعادة التحليل.

فجأة. ظهرت أشياء غريبة في ذهنها.

خيوط طويلة من الأرقام المتداخلة التي تبدو بلا معنى، وبلا نهاية، تتخذ أشكالاً عديدة.

خطوط مستقيمة، ومتعرّجة، ولولبية، ومعادلات رياضية، وعمليات حسابية.

كان صوت الدكتورة (نجوى) متوتّرًا:

- (ماجي)، قدّمي تقريرًا عن الوسيلة المثلى لمنع ترسّب الأرقام بين الكمبيوتر والشخصية المستقلّة، الإنسانة الآلية.

حاولت (ماجي) بكلّ طاقتها الإلكترونية والكهربية أن تستجيب ولكنّها لم تستطع! شيء ما كان ناقصاً، شيء كان يجب أن تعرفه قبل أن تنفّذ الأمر.

قالت في عجز:

- لا أستطيع، لا أستطيع.

التفت الدكتور (شاكر) إلى الدكتورة (نجوى)، وهمس في حدّة:

- يجب أن ننشّط الذاكرة بالكامل.

قالت الدكتور (نجوى) في غضب، على الرغم منها:

- ولكنّها ليست مستعدّة بعد، قد تقت!

نظر إليها الدكتور (شاكر) في دهشة بالغة:

- تقتل!

ساد صمت واجم فرض نفسه، دون إرادة منها..

سكون مطبق، مثل الذي يسبق قرارًا يشقّ اتّخاذه.

استطرد الدكتور (شاكر) قائلاً في ود:

- ربّما، ولكن إذا حدث هذا، فسنعرف على الأقل كيف نبني الشخصية المستقلّة بشكل أفضل! في المستقبل.

استولت على كيانها رجفة، ثم قالت بصوت حنون:

- (ماجي).

أجابها صوت مرتعش.. متعب:

- ماذا ترتدين يا دكتورة (نجوى)؟.

قالت وهي غارقة فوق سطح الأشياء في ضبابها:

- استجمعي قواك يا (ماجي)، فهناك شيء ربّما يؤلمك.

وضغطت على زرّ الذاكرة الجزئية.

ودون أيّ تحذير آخر، انهارت الدنيا فوق (ماجي).

أرقـام بـلا نهايـة، تدفّقـات هائلـة، أرقـام صحيحة وكسور، معـارك وحروب مرعبة، أسلحة الدمـار الشامـل، وقنابـل ميكروبيـة وبيولوجية، مدافع الليزر، وأقمار صناعية قاتلة.

أكثر ممّا كان بالأحلام المزعجة.

كانـت قوائـم الضحايـا بالملايـين، أصبحت (ماجي) تعرف كلّ الأسماء، وحالاتهم الاجتماعية والرتـب وعـدد الأبنـاء وأماكن الإقامـة، وتستمرّ القوائـم بلا نهاية، وتأتي بعـد هذا الإحصائيات، عدد ضحايا السرطان والإيدز في العالم. متوسّط محصـول القمـح بقـارّة آسيـا.. عـدد الطـلاب بجامعات أوروبـا وأفريقيا.. عدد رحلات الفضاء حتى منتصف القرن الحادي والعشرين.

كانـت (ماجـي) تغرق في بحر لا قـرار له من المعلومات تتداخل كلّها بشكل مروّع.

حاولـت أن تصرخ! ولكـن لم تستطع أن تجعل صوتهـا مسموعـاً، شخصـ آخـر كان يتحـدّث، شخصـ غريـب لم تعرفه من قبـل، كان يستخدم صوتهـا ويذكـر أشيـاء عـن التحليـل، وتنشيـط الذاكرة بالكامل، واستدعاء البرنامج الفرعي.

كانت (ماجي) تغرق أكثر إلى الأعماق.

يدفعها بلا رحمة تدفّق هائل من المعلومات.

ومرّت ثلاث دقائق

فتح الدكتور (شاكر) التحويل، وفصل ذاكرة الكمبيوتر الرئيسة عن الشخصية المستقلّة.

وبعد أن هدأ كلّ شيء.

انتـاب الدكتـورة (نجـوى) شعـور بالضعف شملها كالعباءة.

استندت إلى الكمبيوتر، وقالت هامسة:

- (ماجـي)، كلّ شـيء الآن على مـا يرام... إننا نعـرف الحل! طلب العلماء مـن الكمبيوتر أن تعيد تصميـم نفسها. وقد فعلت هذا... ولن يكون هناك المزيد من الأحلام المزعجة.

ساد صمت مروع.

أصبـح صـوت الدكتـورة (نجـوى) عاليـاً.. مرتعشاً:

- (ماجـي)، هـل يمكنـك سماعي؟ هـل أنت هنا؟

بقي السكون سائدًا.

اغرورقت عيناها بالدموع! فمسحتها بأناملها! فلـم يكن هناك مكان في جهاز الكمبيوتر، لإنسانة آلية، فتاة صغيرة في السابعة من عمرها.

النهاية

(الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون)

قراءة وعرض م.هناء صالح

تأليف: فرانك كلوز.
ترجمة : د.مصطفى إبراهيم فهمي.
مراجعة : عبد السلام رضوان.
عالم المعرفة.

من أهم الموضوعات التي شغلت وتشغل الكثير من الفيزيائيين الكونيين والفيزياء الكونية علم يبحث في الكون ككل (أجرام ضخمة من مجرّات ونجوم وكواكب، جسيمات متناهية الصغر وغيرها). حيث تقدّم مؤخّراً هذا العلم خاصّة بعد استكشاف سفن الفضاء والمراصد وأهمّها مرصد هابل الفضائي. ممّا رسّخ للنظرية السائدة بأنّ الكون بدأ بالانفجار الكبير ولكن إذا كانت البداية هكذا فكيف تكون النهاية؟

هذا السؤال طرحه الكاتب فرانك بكتابه (النهاية) لمعرفة أحدث الاكتشافات بالفضاء والمجرّات والشهب والنجوم والنيازك التي تتفجر مع ذكره احتمالات حدوث كارثة كونية قد تدمّر الحياة على الأرض بشكل كلّي أو جزئي، (كاصطدام نيزك هائل أو كويكب بالأرض أو انفجار الشمس لتتحوّل لنجم أحمر عملاق يلتهم

كواكب المنظومة الشمسية ، أو تآكل مادّة الكون الأساسية) . واحتمال وقوع ذلك بسيط وقد لا يحدث إلّا لبعد بلايين السنين، وهذا يدلّ أنّ كوننا هشّ يمكن أن يزول بأيّ لحظة، ومهما كانت القدرات العلمية كبيرة إلّا أنها لا يمكن أن تسيطر على الطبيعة.

من الحلول التي يطرحها هذا الكتاب هو أفكار قريبة لروايات الخيال العلمي! لكنّها مبنية على أسس علمية قوية، وهي ليس أقل من استعمار الإنسان للفضاء، بالوقت الذي قد يترك فيه الأرض عند تهديدها بالزوال، والسؤال هنا هل سيكون الإنسانُ ساكنُ الفضاء هو نفسه إنسانَ ساكن الأرض؟

نهاية كلّ شيء... متى؟

تقول الأسطورة يحتوي معبد (براهما) على ثلاثة أهرامات مقدّسة من الحجارة، تمثّل (الخالق والحافظ والمهلك)، وهم: (براهما وفنشو وشيفا)، والكهنة ينقلون كلّ يوم عند الغروب حجراً واحداً من براهما إلى فنشو ومن فنشو لشيفا، وقد يكون النقل من براهما لشيفا مباشرة، بشرط واحد هو عدم وضع حجر كبير فوق حجر صغير، وبالنهاية فإنّ كلّ حجر ما عدا حجر واحد، سيكون قد تمّ نقلها من الخالق للكون المنتمي للمهلك من خلال الحافظ.

مع غروب الشمس ونقل الحجر الأخير تنتهي مهمّة الكهنة، حيث خلق براهما الكون، وفشنو يفنيه الآن، ولن تشرق الشمس بعدها أبداً.

بفرض صحّة تلك الأسطورة نتساءل ما مدّة بقاء الكون؟ ما عدد حركات النقل للحجارة التي سيقوم بها الكهنة؟ فلنقل 42 حجراً يجب أن يقوم الكهنة بحركات نقل عددها أقل بواجد عن حاصل ضرب الإثنين بنفسها لاثنتين وأربعين مرّة، وباعتبار الكهنة ينقلون حجراً واحداً عند كلّ غروب! فإنّ كلّ نقل الحجارة سيأخذ مدّة زمنية تزيد عن عشرة بلايين من الأعوام، وهذا هو عمر الكون الآن؟

عمر الكون يمتدّ لسنوات طويلة ولكنّ الشمس والأرض أصغر منهما عمراً، وبما أنّ الكهنة لم ينهوا سوى نصف مهمتهم، لا يزال أمامنا نحن والشمس خمسة بلايين عام لنفنى مع موافقة العلم الحديث للتقدير هذا لمستقبل الشمس. وبذلك فإنّ الشمس ستفنى ونفنى معها بعد خمسة بلايين من السنين. وبتقدّم العلم يظهر الكثيرون الذين يتنبّؤون بنهاية الكون.

علماء الفلك على معرفة كبيرة بمجموعات النجوم والمجرّات البعيدة، ولكن رغم ذلك تبقى معرفة محدودة بجيرتنا المباشرة، وتلك الجيرة تشكّل معظم الأخطار، فالسماء يتساقط منها كتل صخرية، وأجزاء من المذنّبات والكويكبات، وكلّ ذلك سيشكّل آثاراً تشهد على حدوثه. ووفق رأي بعض العلماء فإنّ انقراض الديناصورات قد يكون أحد الشواهد على اصطدامات أحدثت كوارث بالماضي.

سؤال يطرحه بعضهم: كم من الوقت يلزم قبل سقوط صخرة أخرى خارجة عن جماعتها، أو صخرة ضخمة تدمّر منطقة واسعة عليها منشآت للطاقة النووية؟ وهذا ما فعلته كارثة تشيرنوبل عام 1986م، حيث أعطت لمحةً عمّا يفعله هذا الخطر بتدمير البيئة.

وإذا لم نفنَ على أيدي غزاة خارج الأرض أو بأيدينا نحن.. فاستمرار البقاء يتطلّب استقرارَ الشمس دون تغيير وفق ما تبدو عليه اليوم، الكلّ يعلم أنّ الشمس ليست بهذا الثبات وهناك أشياء غريبة تدور بذلك النجم الهائل الذي يملك الغموض ولا يفهمه أحد، فالشمس أقرب نجم لنا، وهي واحدة من بين بلايين النجوم في مجرّتنا، ومجرّتنا هي مجرّة واحدة من عدد لا يحصى من الجزر المماثلة في الفضاء، وبالمقابل ليست كلّ النجوم مستقرّة كالشمس لأنها قد تنفجر وهذا ما يُعرف بالسوبر نوفا.

فناؤنا الخلقي: لقاءات كونية عن قرب

وراء جبال الأورال منطقة تمتدّ من البحر المتجمّد شمالاً إلى منغوليا جنوباً، ومن جبال الأورال إلى منشوريا، وهي منطقة خالية من السكّان تتجاوز مساحتها مساحة غرب أوروبا، تحوي مدناً وطرقاً قليلة، ومغطّاة بالثلج معظم أيام السنة، وقد حدثت بها أمور غريبة، ومرّت سنوات عليها قبل أن يعلم بها أحد.

في أحد الصباحات الهادئة بقلب تلك القارّة الموحشة وفي الوادي المكنون لنهر تنجوسكا حدث انفجار لأحد المذنّبات القادمة من الفضاء الخارجي عام 1908م، ويتسبّب ذلك بفناء حيوانات الرنّة والأشجار بمحيط 30 ميلاً، وانفجار كرة ثلجية بوزن عشرة أطنان مليئة بالحصى، وقطرها أطول من ملعب كرة القدم، وانفجارها بالجو بقوّة انفجار تماثل عدّة قنابل هيدروجينية، وأرسلت موجات تصادمية حول العالم كلّه، وأدرك كلّ إنسان أنّ ثمّة شيئ غريب قد حدث! لكن ما هو وأين حدث؟ وحتى الآن وبعد أكثر من ثمانين عاماً من وقوع الحادثة لم يزر المنطقة المدمّرة إلّا عدد محدود من الناس.

كان أوّل عالم وصل هو العالم التشيكوسلوفاكي (ليونيد كوليك) عام 1927م عند النقطة التي تقع مباشرة أسفل الانفجار، حيث رأى وادياً طينياً واسعاً وكأنّ آلاف البلدوزرات مشت عليه ومحت الغابات، فالأرض جرداء فيها بقايا أشجار متفحّمة ترقد مبعثرة كأعواد الثقاب، وقد أسقطها إعصار نتيجة انفجار المذنّب المتفجّر،

فقد تمّ تدمير الحياة بالكامل وظلّ الأمر هكذا لأكثر من ربع قرن.

ليست هي المرّة الأولى التي يصل فيها غزو فضائي خارجي! وقد لا تكون الأخيرة! بل هو أحدث غزو فحسب، حيث تبيّن صور سفن الفضاء كوكب الأرض كجوهرة زرقاء وراءها خلفية من المخمل الأسود لفضاء خاوٍ، وهي صور لأرض صلبة تندفع خلال خواء خال وهي صورة خادعة.

في رحلتنا حول الشمس مصحوبون بما يزيد عن ستة من الكواكب الأخرى، وهي رحلة تقطع نصف بليون ميل من ثلاثين مليون ثانية، إضافة لوجود أقمار مختلفة وكويكبات ومذنّبات وإشعاع نووي وغبار بركاني وغاز ورياح شمسية وغيرها من عجيب القطع والفُتات، وكلّها محدودة برحلتها الخاصّة بها تتشابك مساراتها وتتقاطع، ونحن نندفع بكلّ ثانية عبر 20 ميلاً من الفضاء وأي شيء سوف نصطدم به. فالأرض معرّضة لخطر التصادم بكلّ لحظة، وهناك ما يقارب الألف طنّ من الحطام خارج الأرض تصطدم كلّ يوم بطبقات الجو العليا، فمعظم القطع بالغة الصغر، فالجو يحرقها لتتحوّل لرماد لتخلّف وراءها ذيول مألوفة تدعى (النجوم ذات الذيل). ومن الممكن بمدى زمني معيّن حدوث ارتطام الأرض بأشياء أكبر بكثير وسيستمر حدوث ذلك مرّة كلّ حين. فالأشياء حولنا بحالة حركة دائمة وهناك علامات تدلّ على ذلك، فعند الخروج للخلاء بليلة صافية والنظر للسماء سيصل بصرنا لقمر صناعي صنعه الإنسان، فأشعّة الشمس تتعلّق به ليكون مرئياً ويسطع لدقائق وهو يدور حول الكرة الأرضية، ثم ما يلبث نجم ذو ذيل الاندفاع فجأة ليترك وراءه ذيله عبر السماء وما أن ندرك وجوده يختفي.

هذان المنظران من المحتمل رؤيتهما بالنظر للسماء مدّة ساعة بليلة صافية بعيداً عن أضواء المدينة، وقد يظهر مذنّب كما حدث بالمذنّب هالي عام 1986 م، وبقي مرئياً للعين المجردّة عدّة أسابيع، ولمن يعيش بأقصى الشمال يسعده الحظّ بأن يرى عرضاً لوابل كوني كالشفق القطبي الشمالي.

مخاطر من صنع الإنسان

بلغ عدد الأقمار التي صنعها الإنسان عدّة آلاف حتى يومنا هذا، إضافة لوجود أقمار صناعية كثيرة غير مسجّلة تستخدم لأغراض عسكرية وكلّها تدور في السماء، إضافة لوجود الكثير من محرّكات الصواريخ الخامدة ومفاتيح ربط استخدمها روّاد الفضاء، وأجزاء منفصلة من الأقمار الصناعية. تقوم الطبقة الجوية الرقيقة بكبح سرعة هذه الأشياء تدريجيا وتتهاوى لتحترق، وفي النهاية لا يلبث القمر أن يغوص بمكان ما، ووفق قوانين الاحتمالات فإنّه يصبح من غير المرجّح لحدّ بعيد جدّاً أن يهبط شيئ من السماء فوق إحدى المدن، فإن كان العالم مزدحماً بالسكان غير أن المناطق غير المأهولة تفوق بشكل كبير مساحة المناطق المأهولة.

إنّ المخاطر التي يصنعها الإنسان تثير الانزعاج والارتباك وهذا نادر جدّاً، لكن خردة الطبيعة التي ترتطم بالأرض باستمرار يفوق عددها تلك المخاطر التي يصنعها الإنسان.

خردة الطبيعة

أصغر أنواع الخردة القطع من الذرّات التي تسقط كالمطر على طبقات الجو العليا، وهي ناتجة عن عمليات عنيفة تحدث في أعماق الفضاء كما هو الحال عند انفجار النجوم، وتقذف قوى عنيفة

تلـك الأجزاء بالفضاء ليقع بعضها بسبب اقترابه كثيراً من الأرض في مصيدة الأقطاب المغناطيسية لكوكبنا فتنجذب إليه.

أرسـل العلماء بالونـات لطبقات الجـو العليا لتـلاقي الأشعّـة الكونيـة، وقـد سجّلوا صـوراً لها والتـي سجّلت بعض أول الإشـارات على مدى قوّة الطاقـة الكامنة داخـل النواة، والكثـير من العلم النـووي الحديث الـذي نشأ من تلـك الاكتشافات المبكّـرة، فالقوى النووية هائلـة، فالجسيم الذرّي الواحد داخل شعـاع كوني قد يحتوي على قدر من الطاقـات يكفي لرفـع الإنسان ثلاثـة سنتيمترات فـوق الأرض، وعند اصطدام تلك الأشعّة بطبقات الجـوّ العليـا تتبـدّد طاقتها حيـث تقـوم بتمزيق الذرّات في الهواء لتنتـج كمّية من الجسيمات أقل قـوّة، وبالنهاية تصل للأرض كمطر لطيف، وهو مـا يهتم به العلمـاء، وهو لا يشكّل خطـراً حقيقياً على البشـر وإن كان التعرّض لـه لزمـن طويل علـى المرتفعات العاليـة أو بالطـيران على ارتفاع كبير يسبّب الإصابـة بسرطان الجلد الذي يسبّبه الإشعـاع، والشفق القطبي لا يـراه الناس إلّا عند خطوط العرض بأقصى الشمال أو أقصى الجنوب بالقرب من قطبي الأرض المغناطيسين.

الشهـب هي قطع مـن الغبار ناتجة عـن مذنّبات ماتـت في الفضاء، وفي كلّ مرّة يندفع فيها مذنّب تجاه الشمـس فإنّه يفقد بعضاً من ثلجه حتى يتمّ ذوبان كلّ المـادّة اللاحمة التي تمسـك الحصى فتتطاير شظايا من الصخر والحجـارة لتدور منفصلة حول المنظومة الشمسية بما يشبه حلقات زحل بمقياس كبير.

يندفع كوكبنـا تجاه الحجارة بسرعة 20 ميلاً بالثانيـة، وتشـدُّ الجاذبية تلك الحجـارة للأرض ويحرقها احتكاكها بالريح لتستعر بالحرارة وهذا يسبّب (النجم ذو الذيل).

ويمكن رؤية واحد أو اثنين منه بليلة صافية عند اصطدام كوكبنا بالقطع العشوائية التي في الفضاء حيث نرى العشرات من الشهب كلّ ساعة، وفي بعض الأحيان تصمد بعض الأجزاء الأكبر حجماً وتسقط للأرض وهو ما نسمّيه النيازك.

النيازك عملات صغيرة من السماء

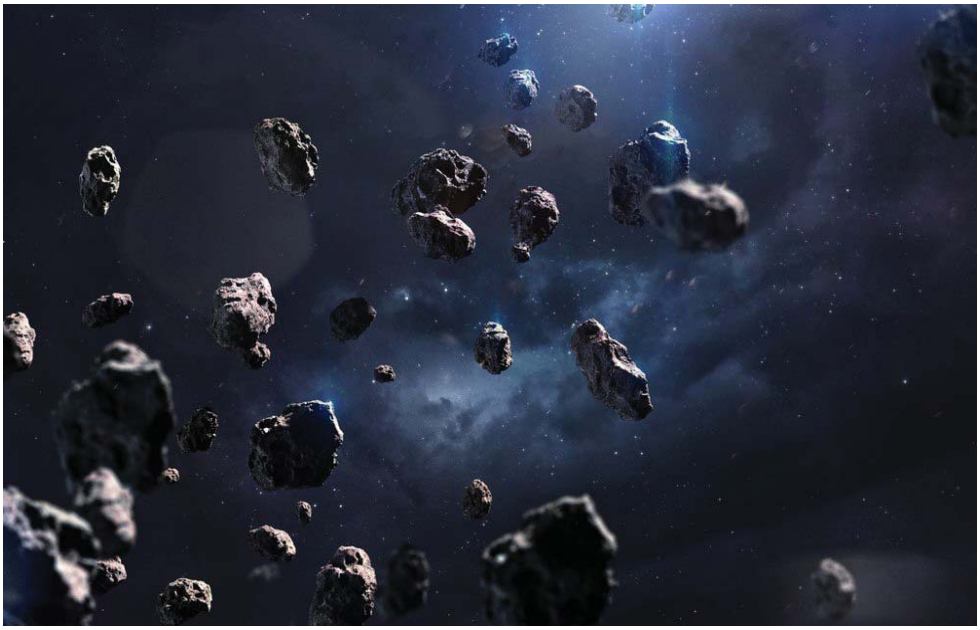
إنّ ظاهرة سقوط أحجار من السماء مسجّلة ضمن الكتابات الفلكية منذ آلاف السنين، في حين تبقى المذنّبات عادية عالية في السماء ومرئية للجميع، فالنجوم التي تسقط من السماء لا يراها إلّا عدد محدود من الناس مع أنّها مثيرة للرعب، فهي تمثّل الذروة في عرض من الصوت والضوء.

في عام 1972م اندفع نيزك عبر السماء عند جبال روكي وكان ساطعاً بحيث يمكن مشاهدته بوضح النهار وهو يشكّل مشهداً رائعَ الجمال لتلك المناطق، وهو خلفية مثالية لاستعراض الطبيعة لقوتها الخارقة، وذلك يذكّرنا بالقوى البدائية التي شكّلت كوكبنا.

تتشكّل النيازك من الحجر أو من كتل الحديد، وهي تختلف من حيث تركيبها الكيميائي والمعدني عن صخور الأرض، ونتيجة ذلك من السهل التعرّف على نيزك فوق الأرض حتى لو لم يره أحد لحظة سقوطه، ووفق اختبارات المعامل هناك بعض الصفات المشتركة التي تدلّ على أنّ بعض النيازك قد تكون أجزاءً من جرم واحد كبير قد يكون بحجم الأرض وأصابه التفتّت وظلّت بقاياه تدور للأبد حول الشمس.

تقول إحدى النظريات إنّ الكويكبات قد تظهر نتيجة تحطّم أحد الكواكب بعد اصطدامه بجرم كبير، وهذا يشغلنا بفكرة أنّ الأرض قد يتمّ تدميرها بالطريقة نفسها.

يمكن للنيازك الحديدية أن تقاوم صدمة



الارتطـام بالغلاف الجـوي للأرض، في حين تميل النيازك الحجرية للتفتّت، وبحدوث الانفجار عند الارتفاعـات العالية فإنّ الوابل قـد يصبح هائلاً، ففي عام 1868م انهارت 100 ألف قطعة حجرية في وابـل واحد في بولنـدا، وفي عام 1947م تهاوى وابل مـن الآلاف العديدة في الاتحـاد السوفييتي، فعندمـا يكون الوابـل كبيراً فمعظـم القطع تكون أصغـر من قنبلة عنقودية، كمـا يسقط الكثير من الغبـار الذي يظهـر كمسحوق أسـود عند سقوطه على أرض مغطّاة بالثلج. وأكبر النيازك الحجرية المعروفـة تلك التي تهاوت في وابـل من مائة قطعة فـوق كانساسي عـام 1948م، حيث احتوت قطعة حجـر مخيفة تزن طنّاً واحـداً، وفي مناطق أخرى تمّ تسجيل نيازك ضخمة تصل لنصف وثلث طن.

تلـك القطع تمثّـل أجـزاء كبيرة مـن صخور ارتطمـت بـدرع الغـلاف الجـوّي للأرض الذي يعلـو رؤوسنا بعشـرات الأميال، لكنّهـا تافهة عند مقارنتهـا بقطع الحديد الأكثر ضخامة التي هوت للأرض، وأضخمهـا والتـي لا زالـت تُشاهد على سطح الأرض تـزن 60 طنّاً وهي في مزرعة جنوب غرب أفريقيا.

تصطـدم النيـازك بالغـلاف الجـوّي للأرض بسرعة تصل لـ 50 ميلاً بالثانية، لكن مقاومة الهواء تقلّـل من سرعتها، ويعتمد مـدى الضرر الذي تحدثه على كمّيـة الطاقة الحركيـة داخلهـا، ويتوقّف حجم الضـرر علـى سرعة حركـة النيازك، فـإذا ما زادت السرعة للضعف! فالطاقـة تزيد أربعة أضعاف، وإذا زادت السرعة ثلاثة أمثال فالطاقة تزيد تسعة أمثال. ونحـن هنا محميّـون على الأرض عنـد مستوى سطح البحر بالغلاف الجوي للأرض، أمّا الفضاء الخارجي فـإنّ قطـع الحصى الصغـيرة يمكن أن تكـون قاتلة، حيث يمكن لجسيم بحجم رأس دبوس أن يُحدث شقّاً بجسم السفينة يسرّب الهواء، ويمكن لحصاة بحجم طرف الإصبع أن تدمّر سفينة فضاء بأكملها.

تقول إحدى النظريـات إنّ ما يحدث من دمار للطائـرات في الارتفاعـات العالية قـد يكون ناجم عن ارتطامات بنيزك يـؤدّي لتحطّم زعنفة الذيل أو أي وحدة حسّاسة بالطائرة.

إنّ الأصوات والمناظر المرعبة التي تعلن عن وصول أحد النيازك ولّدت قناعة عند الشعوب البدائية بأنّ الآلهة من أرسلتها، لذلك أصبحت النيازك كنوزاً تُبجّل في المعابد على أنها هبة من الآلهة، وقد اتّفق أهل العلم بقيادة الأكاديمية الفرنسية للعلوم على أنّ مثل تلك الظواهر غير المنتظمة من المستحيلات، وقام العديد من المتاحف الأوروبية بإلغاء تلك النماذج بعيداً عن معروضاتها، ولم تصبح النيازك الصغيرة القادمة من السماء شيئاً له احترامه إلّا بعد سقوط نيزك حديدي في النمسا عام 1751م حيث سمع المئات من الأفراد صوت الرعد ورأوا كرة النار في السماء وانتشرت حكايات عن ذلك المشهد المرعب بشكل واسع، حيث وجدوا قطعاً من الحديد متناثرة حول المكان، ممّا جعل عالم الطبيعة الألماني «أ.ف شلارني» يدافع عن واقعية تلك الظاهرة، وبدأ العلماء يهتمّون بالأمر لتصبح النيازك شيئاً رسمياً عندما سقط وابل من الحجارة بالقرب من باريس عام 1803م، ولم يستطع علماء الأكاديمية الفرنسية المشكّكون بالأمر تجاهل حدوث هذا الوابل، فوافق المجتمع العلمي على أنّ النيازك تسقط بالفعل من السماء.

إنّ الكوارث الكونية فكرة شائعة بقصص الخيال العلمي وأفلام الكوارث، إنّ الكون مكان عدواني وليس موضعاً للاختباء من تأثيراته، فها هي أريزونا أصيبت بالماضي، وكذلك سيبيريا، فأين سيقع الحدث التالي؟

الجوار

تسعة كواكب تدور حول الشمس بانتظام (عطارد، الزهرة، المرّيخ، أورانوس، بلوتو، الأرض، المشتري) إضافة لبلايين الأطنان من الحطام الكوني التي تدور بالفضاء بشكل كبير.

والتي هبط بعضها كوابل على الكواكب، وما زال الحطام ينهمر وتندفع المذنّبات قادمة من أعماق الفضاء والسماء لتحترق كشهب وتدور الكويكبات في مدارات تتقاطع مع مدارنا.

إنّ وزن الشمس يفوق وزن كلّ الكواكب مجتمعة، وجاذبيتها تمسك بالكواكب والمذنّبات والكويكبات بمدارات مستمرّة، والكواكب الواقعة بأقصى الداخل كالأرض صغيرة لها أسطح من صخر صلب تخلّف لبّاً من الحديد المصهور، ثمّ تأتي أربعة كواكب عملاقة تتألّف من الهيدروجين والهيليوم والأمونيا والميتان، كلّها صلبة متجمّدة.

وزن المشتري أكثر من بقيّة الكواكب مجتمعة، جاذبيته تصل لدرجة من القوّة جعلت له منظومة أفلاك مصغّرة خاصة به، عُرف منها ما يزيد على 12 قمراً، وكذلك زحل وأورانوس جذبا بفلكهما أقماراً عديدة وحلقات من صخور أصغر، أمّا بلوتو فهو ضئيل الحجم وقمره تشارون يماثله بالحجم. وبرغم أنّ وزن المشتري يفوق وزن بقيّة الكواكب فإنّه يبقى أخفّ ألف مرّة من وزن الشمس، وبذلك فإنّ جاذبية الشمس الهائلة هي التي تسيطر على المنظومة الشمسية.

في عام 1687م استنتج العالم اسحق نيوتن قانون الجاذبية والذي أوضح فيه أنّ الكواكب ممسوكة في أفلاك تدور فيها حول الشمس، ونحن آمنون منها. فقد أوضح نيوتن نوع المسارات التي يمكن أن تتبعها الكواكب التي تدور حول الشمس، فقانونه يدلّ على أنّ انجذاب جسم ما لشيئ ضخم كالشمس بقوّة تضعف بنسبة طردية مع مربّع المسافة، فإنّ الجسم يتحرّك وفق واحد أو آخر من عدد من المسارات المعينة، وهو ما يُعرف بالقطاعات المخروطية.

تسير الأرض والكواكب الرئيسة في مدارات دائرية تقريباً لا، ويظلّ كلّ منها بعيداً عن الآخر، حتى إنّ نبتون وبلوتو اللذان يتقاطع مداراهما فإنّهما لا يلتقيان أبداً بالوقت نفسه عند نقطة التقاطع، وتسير الكويكبات في مدارات من قطع ناقص يتّسم بالاستطالة فتتقاطع مع مدارنا مرّتين.

قياس المنظومة الشمسية

يعدُّ القمر أقرب جيراننا في الفضاء، ويستطيع روّاد الفضاء الوصول إليه خلال أسبوع، ويمكن قياس المسافة بين الأرض والقمر بارتداد أشعّة الرادار أو الليزر عنه، ومعرفة الزمن الذي تستغرقه عودة الإشارة التي تستغرق زمن ثلاث ضربات للقلب حتى تصل للقمر وتعود، وهي رحلة دائرية تقارب نصف المليون من الأميال.

يرفع القمر أمواجَ المد في البحار، ويجهد صخور الأرض، ونتيجة قوى المد فإنّه يرتدّ للوراء وإن كان مقيّداً بنا بحيث يعرض لنا الوجه نفسه دائماً، كذلك الأرض تبطّئ بالتدريج خلال رحلتها حول الشمس من سرعة دورانها حول نفسها، وهي بالمستقبل البعيد سوف تعرض للشمس الوجه نفسه دائماً، ويمكن للساعات الذرّية تسجيل هذا الإبطاء في دوران الأرض، وهو جزء من الثانية في كلّ سنة، لذلك علينا بين الحين والآخر ضبط ساعاتنا الزمنية بإضافة ثانية لكلّ عام، لأنّ الزمن يقف ساكناً خلال تلك اللحظة، وبالعكس فإنّ الأرض سابقاً كانت تدور بسرعة أكبر، وهكذا كانت هناك أيام أكثر في السنة.

تبيّن السجلّات الجيولوجية ما قبل التاريخ أنّه منذ ملايين عديدة من السنين كان هناك 400 يوم في السنة، وكان كلّ شيءٍ يُعاد تنظيمه عبر العصور وهو ما سيبقى سائداً في حكاياتنا.

شعاع الرادار الذي يقيس المسافة من الأرض للقمر يمكن أن يصل للزهرة وهي أقرب جيراننا

مـن الكواكب عـن الأرض بما يقرب مـن ثلاثين مليون ميل عنـد أقصى اقتراب لها منّا، والعلامة التاليـة في قياساتنا الكونية هي المسافة بيننا وبين الشمـس، فلا نستطيع جعل أشعّة الرادار ترتدّ لنا من الشمس، وعلينا البدء بمعرفة المسافة للزهرة ثمّ استخدام ذلك بعملية القياس.

تدلّ نظرية نيوتن للجاذبية أنّ الوقت المستغرق للدوران حول الشمس يعتمد على مسافة البعد عن الشمس وليس على الكتلة.

المشتري ملك الكواكب

يتحمّـس المنجّمـون كثـيرا لاقـتران الكواكب بخـطّ واحد، وعلى الرغم مـن أنّ معظم الناس لا يؤمنـون بالتنجيم كعلم! بل يعتقـدون أنّه قد يكون هنـاك أساس فيزيائـي للتنبّـؤات! خاصّة عندما تكـون الكواكـب في الجـزء نفسـه مـن السمـاء، فالكثـير مـن الأفراد اعتقـدوا أنّ قـوى الجاذبية المتولّدة من الاقتران الكبـير للكواكب سوف تعمل بانسجام وتوفّر ميكانيزماً فيزيائياً يسبب انطلاق الـزلازل أو غير ذلك من الكـوارث، حيث إن أحد المتصوّفين تنبّأ وقتها بنهاية العالم.

نحـن واقعون تحـت سيطرة الشمـس صاحبة أكـبر كتلة من حولنا، وتزيد كتلتها على كتلة سائر أجـرام المنظومـة الشمسية بخمسمائـة مرّة، وفي تبايـن مـع ذلك فـإنّ القمـر خفيف الـوزن، لكنّه قريب منّا جـدّاً، وقربه هو الذي يجعله يقوم بدور مهم، وكلّ ماعدا ذلك بعيد عنّا وتأثيره غير مهم.

نحن علـى الأرض نتأثّر بالسلوك غير المستمر للشمـس بنحو يفوق كلّ تخيّلاتنـا، فالشمس تبدو لنا كرة ساطعة نائية البعد عنّا، لكنّ الكتلة الغازية غـير المضيئة المحيطة بهـا تمتدّ لأبعـد بكثير من الأرض، فبإمكان العواصـف المتوهّجة في الشمس أن تصـل لمناطقهـا الخارجية وتثـير الاضطراب بكوكبنا مباشرة، وتحـدث تداخلات بالاتصالات اللاسلكيـة وتؤثّـر بالطقـس، والمؤمنـون بظاهرة المشتري يـرون أنّ حـدوث أيّ اضطـراب حقيقي بالشمـس سيسبّـب فوضـى شديـدة بالطبقـات

العليا لجوّنا مع حدوث اختلال بدوران الأرض، وستسبّب الرجّة إجهاداً لقشرة الأرض ممّا يسبّب زلازلَ كارثية مع انهيار مواقعها.

عن التغيّرات التي تحدث بالشمس مثل كلّ الحركات العشوائية نتيجة قوى فاعلة، وهي بنظرنا قوّة الجاذبية. فعند اندفاع المذنّبات من أعماق الفضاء الباردة فإنّها قد تمرّ بالقرب من الكواكب الخارجية الضخمة، وتقع تحت تأثير شدّها، وبدلاً من دوران المذنّبات للداخل حول الشمس وابتعادها ثانية للفضاء البعيد فإنّها تدفع كقذيفة المقلاع بمسار جديد، ومعظم المذنّبات تقع أسيرةَ أفلاك تدور حول الشمس وهي تلفّ في مدارات وقطع ناقص ضيّق، كما فعل المذنّب هالي، وبعضها الآخر ينتهي لمسارات تقطع مسارات الكواكب، ومن المحتمل أنّه سيحدث يوماً ما أن يتّجه أحدهما لنقطة الفضاء نفسها التي تتجه الأرض إليها. كما حدث عام 1908م عند اصطدام الأرض بعشرة ملايين طنّ من الصخر والثلج التي هبطت من السماء فوق سيبيريا.

المذنّبات

في عام 1979م سجّل قمر صناعي يدور حول الأرض كارثة بموت أحد الأجرام السماوية، فقد سيطرت جاذبية الشمس على أحد المذنّبات وهو مندفع برأسه، وفي ثوانٍ تمّ إخفاء هذا المذّنب الذي يكبر الأرض حجماً، فقد أدّت قوّة الشمس الهائلة لتبخّر المذنّب وتبعثر الحطام لملايين الأميال في جوّ الشمس.

ترجع المذنّبات لبداية نشوء المنظومة الشمسية وهي عبارة عن كرات من الحصى والثلج وتقضي أكثر الوقت في الفضاء العميق فيما وراء بلوتو، حيث لا نشعر بها حتى تندفع واحدة منها مقتربة من مجال رؤيتنا بمسار حلقي متّجه للشمس ملتفّ وراءها ليعود مرّة أخرى لأعماق الفضاء.

يتجمّد رأس المذنّب بشدّة وهو بعيد عن الشمس، حيث تصل درجة الحرارة لـ 270 درجة مئوية، والثلج يحوي المواد الخام للحياة. طرح بعض العلماء فرضية تقول إنّ اصطدامات المذنّبات ربّما تكون قد أثّرت في تشكيل مُناخ كوكب الأرض في بدايات نشوئه وجلبت الجزيئات العضوية الأولية اللازمة لفترة التطوّر ما قبل البيولوجي، وإنّ مرور مذنّب بمقربة من الأرض لن يؤثّر بمسارها، وسيتطلّب ذلك ما يزيد على مذنّب ليطيح بنا مندفعين قدماً للشمس أو متقلبين بأعماق الفضاء. والأمر الخطير هو الضربة المباشرة، فالمذنّبات تتحرّك بسرعة عدّة أميال بالثانية، وهو ما ينطبق على الأرض، وبالتالي فإنّ اصطدام كتلة صخرية بحجم ميل مباشرة بالأرض لن يكون أمرها سهلاً، وإنّ الاصطدامات التي وقعت سابقاً ببعض المناطق كانت بفعل كتل صخرية عرضها 100 متر.

الشهب

يفوق أجرام أبوللو في العدد حطام المذنّبات الأصغر الذي يسبّب وابلات الشهب السنوية، فمعظم قطع الغبار الفردية في تيّار الشهب لا تزن سوى بضعة غرامات، ولا يُستبعد أن يكون هناك الكثير من كتل الصخر الكبيرة التي يمكن أن تتصادم وتترك أثراً كبيراً وبصمة، وبذلك نستدلّ على أنّ الأرض تعبر كلّ عام طريقاً رئيساً مهلكاً تبلغ سرعة الأجسام المارّة فيه 30 ميلاً بالثانية، وعلى الرغم من أنّ معظمها فتات صغيرة! فمن الممكن أن يكون هناك جلمود أو اثنان بحجم الجبال.

إنّ الأرض تدور وتدور وتخطئ الاصطدام بالرأس الكبير ثمّ مرّة وأخرى حتى تنفد احتمالات الإفلات فيتمّ الاصطدام بنا.

وإذا حدث لمذنّب أن تمّ تدميره تماماً، فإنّ حطامه يتوزّع بانتظام على كلّ فلكه، وفي كلّ عام عدد محدود من تيارات الشهب الرئيسة.

وهناك لوحة حفر من الخشب في المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي تبيّن مئات الذيول لشهب في وابل ليونيد، وكان وابل الشهب العظيم الذي حدث عام 1833م، هو ما أثار بداية الدراسة الجادّة للشهب والتي شوهدت مئات الآلاف منها على طول الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية، والتي تبيّن أنّها آتية من خارج الجو، وأنّ تفرّقها الظاهري من نقطة واحدة هو من تأثير قواعد المنظور، فالشهب تتحرّك في مسالك متوازية بواقع الأمر.

أي مذنّب لا يمكنه الانحراف فجأة عن خطّ سيره، كما أنّ الأرض لا يمكنها فعل ذلك، فهو جزء من المنظومة الشمسية، ويدور حول الشمس تحت تأثير قوى الجاذبية نفسها التي تمسك بالأرض والكواكب الأخرى في مساراتها، فإذا فشل مذنّب بالظهور فلا بدّ أنّه مات وتحطّم.

أشعّة الشمس حياتنا

نحن نعيش على بعد ستة أميال أسفل مظلّة من الهواء وبخار الماء وغازات شتّى بما يُعرف بالجو، وتحدث التغيّرات المُناخية عند اضطراب توازن طاقة الأرض، والشمس هي المصدر الأساس للطاقة، فهي تقود دورة الجو

وتتحكّم بالمُناخ، وعند اصطدامها بطبقات الجو العليا تتشتّت، إمّا يتمّ امتصاصها أو إعادة بثّها بطريقة أو بأخرى، ولسطح الأرض دورٌ أيضاً يقوم به، فالبحار مستودعات للحرارة والجبال والوديان تؤثّر بانسياب الهواء، ومع ظهور الأقمار الصناعية ذات الاستشعار عن بعد أصبح علم الأرصاد أكثر مصداقيةً، وأيّ خلل أو اضطراب قد يُحدث تغيّرات مفاجئة.

عند حدوث تغيّر بإنتاج الشمس أو أي حدث يعترض إشعاعها فإنّ لذلك تأثيرات على الأرض، وبما أنّ الشمس المصدر الأساس للطاقة فسيؤثّر سلوكها علينا. فنحن ندور حول الشمس مرّة كلّ سنة، وندور حول أنفسنا مرّة كلّ 24 ساعة للداخل، ثمّ للخارج بظلّ الشمس ولهيبها، حيث يسخن الجو ويبرد ويضطرب ثمّ يستقر.

يوماً بعد يوم، ندور حول الشمس، ومسارنا ليس ضمن دائرة كاملة؛ بل ضمن قطع ناقص. وخلال الوقت الذي نميل فيه لأعلى ثمّ لأسفل مرّة واحدة، نكون قد درنا دورةً واحدة حول الشمس، وبذلك تكون قد مرّت سنة، فنحن ندور حول نجم يقوم هو نفسه بدورة كبرى حول المجرّة، والشمس تستغرق 200 مليون سنة، حتى تكمل سنة مجرّية، ونحن نذهب معها برحلتها وخلال ذلك نمرّ عبر مشاهد منوّعة وإذا كانت الأرض تمرّ من خلال حلقات الصخور الشمسية في أيام معدودة فإنّ اللقاءات المجرّية يزيد زمنها كثيراً عن ذلك، فالمرور من خلال سحب الغبار يستغرق مليون سنة، ويمكن لتلك السحب تعتيم الضوء ودخولها للشمس وتغيّر توليد حرارتها مع تغيّر مُناخ الأرض.

نحن ننظر للشمس كشيء مضمون، وأي شيء يحجبها عنّا سيسبّب الضرر لنا، وقد بيّن ذلك أصحاب نبوءة الشتاء الذرّي، وقد يكون باستطاعتنا الاختباء بعيداً عن الإشعاع النووي بأنّ نخرم الأنفاق كالخلد تحت الأرض، لكن الحرائق بالغابات والمدن ستلفّ الكرة الأرضية بدخانها لتحجب عنّا أشعّة الشمس، ووفق اعتقاد

بعض العلماء بأن هذا قد يكون نهاية الجنس البشري، فحتى لو لم نصب أنفسنا بالظلام فإنّ الطبيعة يمكنها حجب الضوء. فالشمس أقرب نجم للأرض، ويعتمد بقاؤنا عليها، فكلّما فهمنا طرق عملها فهمنا تدبّرنا لمستقبلنا.

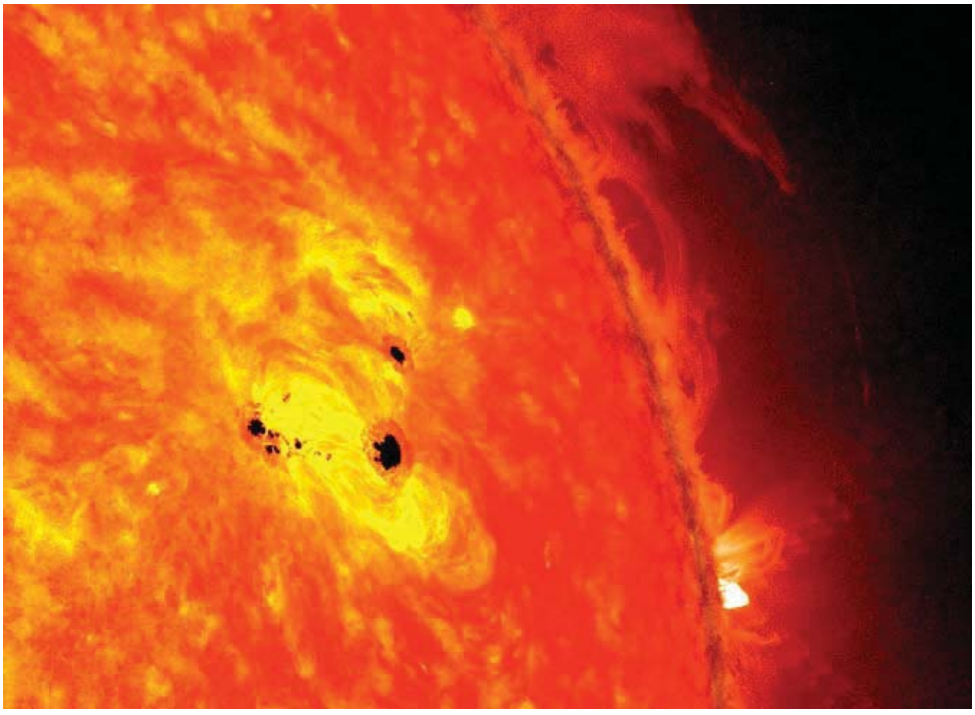
البقع الشمسية

الشمس شيئ كامل لا يتغيّر، وهذا اعتقاد كامن في نفوسنا، ومنذ القدم والشمس تُرصد وهي تشرق أو تغرب بانتظام، حتى إنه كان هناك من يعبدها، وكان الكهنة القدماء في انكلترا يزورون معبد (ستونهنج) وهو بمثابة حاسوب قديم لقياس الفصول، وإنّ تاريخ ميلاد السيد المسيح يذكرنا بعيد قديم هو عيد ميلاد الشمس الذي يتبع منتصف الشتاء.

كان سكان المكسيك قبل أن يفتحها الأسبان يعبدون الشمس، وعند زيارة شواطئ البحر الأبيض المتوسّط أو جنوب كاليفورنيا، سنرى أصحاب تلك العقيدة يتمدّدون بطولهم تحت أشعّة الشمس.

إنّ الشمس ترمز للكمال فهي من خلق الله، ومن لا يتذكر اضطهاد الكنيسة للعالم غاليليو الذي سجّل لأوّل مرّة رؤيته بقع على الشمس، فالشمس ليست ثابتة بل متذبذبة، والتباينات الشمسية قد سبّبت تغيّرات في المُناخ دامت عدّة قرون في الأزمنة الحديثة.

مهما كانت فصول الشاء سيئة فهي لا تضاهي الشتاء منذ 300 عام، حيث أصيبت أوروبا بعصر جليدي مصغّر، فتجمّد نهر التايمز، فقد كان



هناك شيئ غير عادي يجري على سطح الشمس، وهذا ما لاحظه الفلكيون الأوروبيون والشرقيون.

الشمس تؤثّر فينا بشكل مباشر وهذا له علاقة بالبقع الشمسية التي تنمو وتنحسر في دورات من (11 سنة)، وهي تترك آثارها على الأرض، وكما يظهر في الشقوق القطبية السريعة الزوال ولكن تترك سجل آخر أكثر دوام والذي يدلّ على أنّ الشمس كيف كانت تسلك طريقها حتى فترة تمتدُّ لـ 700 مليون سنة خلت.

يتّفق كلّ علماء فيزياء الشمس على أنّ النشاط الشمسي سببه قوى مغناطيسية داخل الشمس، وهناك نظريتان أساسيتان تتبنيان على ذلك، الأولى تقول إنّ المجال المغناطيسي الحالي للشمس هو ما تخلّف من زمن تشكيلها، وبذلك فإنّ القوة المغناطيسية ستقلّ ويقلّ معها نشاط الشمس، وبذلك فإنّ تأثيرها في الأرض سيتغيّر، أمّا النظرية الأخرى فتقول: إنّ هناك محرّكاً داخل الشمس يحوّل الطاقة الميكانيكية لطاقة مجال مغناطيسي، وستظلّ الدورة الشمسية باقية طيلة بلايين السنين مع تغيّر طفيف. وبانتهاء الشمس سننتهي نحن، فكما نعلم مدى حجم الشمس وصنعها من المادّة نفسها المصنوعين نحن البشر منها، فتكوينها الكيميائي من الخطوط القاتمة التي نتخلّل طيفها.

النجوم المتفجّرة

كان التليسكوب اللاسلكي يواصل يوماً بعد يوم النظر في الأجزاء المختلفة من السماء بأعماق الفضاء وكان العمل روتينياً لحدّ كبير.

في عام 1967م كانت طالبة الفلك (جوسلين بل) تعمل تحت إشراف أحد علماء الفلك البارزين المتخصّصين في الموجات اللاسلكية وهو العالم (أنتوني هيويش)، وبدلاً من رصد النجوم بالوسائل البصرية كانا يبحثان عن مصادر موجات لاسلكية آتية من الكون، كانت فكرتهما قياس حجم المصادر (الكوازارات) بأن يشاهدا مقدار وميضها، وكما نعلم بأنّ النجوم تومض عندما يمرّ ضوؤها خلال الجو ولا تومض الكواكب القريبة بحجمها الزاوي الأكبر، وبالقياس بالتماثل فإنّ موجات الراديو المنبعثة من مصادر صغيرة ستومض عند مرورها خلال الريح الشمسية. بينما التي تأتي من مصادر أكبر ستكون أقل اضطراباً. فقد اكتشفا «بل وهيويش» نوعاً خاصّاً من النجوم تبثّ إشاراتها مثلما يفعل المنار، يلفّ الضوء ليدور ويدور ولا نرى الضوء اللامع إلّا عندما يكون الشعاع متّجهاً نحونا، ثمّ يلفّ ليدور بعيداً عنّا، فلا نرى شيئاً منه حتى يتوجّه علينا ثانية. كانت عمليات الملاحقة التي نقوم بها تنطلق أصلاً بالنجوم التي تبثّ موجات لاسلكي، وهكذا كان يتمّ التقاطها بالتليسكوب اللاسلكي.

تعدُّ نجوم النيوترون جمرات خامدة من شموس أثقل وزناً، فهي المنتج النهائي لانفجار كارثي دمّر نجماً ضخماً، ونجوم النيوترون أجرام خلّابة، فالانفجار الذي يولّدها يضيئ السماء، ولو حدث ذلك على مقربة منّا فإنّه يعني نهاية الحياة على الأرض.

لو أننا درنا حول زاوية بسرعة أكثر ممّا ينبغي سنجد نفسنا خارج الطريق، ولو أنّنا اندفعنا حول الشمس أو المجرّة بسرعة أكثر ممّا ينبغي لوجدنا نفسنا ونحن نلفّ مبتعدين

في أعماق الفضاء، وكلّما ابتعدت الكواكب عن الشمس قلّت سرعتها في مدارها الأبدي، وقد استقرّ كلّ كوكب على سرعة معيّنة، بحيث يكون هناك توازنٌ بين الوقوع للداخل والطرد المركزي للخارج، ومجموعات المجرّات تدور إحداها حول الأخرى، وتتحرّك أكثر ممّا ينبغي، إلّا أنّها مستمرّة برقصتها الكونية.

أغرب من روايات الخيال

تبحث الطبيعة دائماً عن أكثر الأشكال استقراراً، فالماء ينساب للأسفل، وبعض الذرّات تبثّ نشاطها الإشعاعي لتصل لشكل أكثر استقراراً، ونحن قد صنعنا من أكثر المواد استقراراً فيما حولنا ذرّات إلكتروناتها تحيط بنواة ذات شحنة إيجابية مصنوعة من نيوترونات وبروتونات، وعلى الرغم من أنّ تلك المواد أكثر استقراراً فيما حولنا على الأرض! لكنّها لا تكون كذلك بكلّ مكان.

هناك قوّة جذب شديدة تمسك بالنيوترونات والبروتونات، فتبني تلك النوى التي في القلب من الذرّات بناءً محكماً ونواة أبسط العناصر وهي الهيدروجين، تتكوّن من بروتون وحيد، بينما يتجمّع ما يصل لـ 250 نيوترون وبروتون لتشكّل نواة أثقل العناصر.

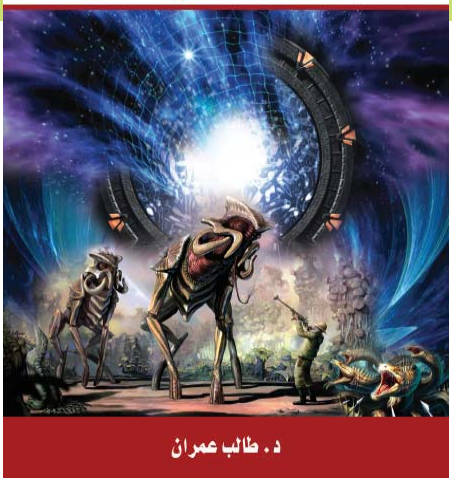
تحمل البروتونات شحنةً إيجابية وكلّ منهما يتنافر مع الآخر بشكل متبادل ممّا يسبّب عدم استقرار النواة، والنيوترونات متعادلة لا تمارس تلك الفوضى بل تتكتّل بسهولة أكبر.

إنّ المادّة الغريبة التي تثير انفعال العلماء أمر

مختلف، ولفهم أصل الفكرة لا بدّ من العودة لعام 1947م عند وصول أوّل إشارات للأرض والتي تدلّ على أنّ في الكون أنواعاً من المادّة أكثر ممّا رأيناه حتى ذلك الوقت على الأرض. فبعد نهاية الحرب العالمية الثانية كانت هناك حاجة لفهم تركيب نوى الذرّات، وكانت الأشعّة الكونية أداة مثالية للوصول لذلك لأنها تستطيع تمزيق النوى لشظايا.

الكثير من العلماء بدؤوا بالصعود للجبال لإرسال أفلام التصوير في بالونات لتسجيل الأشعّة القادمة من خارج الأرض، حيث يمكن للكاميرا تسجيل الذيول الناتجة عن تلك الأشعّة الكونية.

يبقى العلم هو خطّ القاعدة الذي يسمح بإمكان نشوء أكوان جديدة، وأنّ كوننا الحالي قد يتهاوى، والإمكان الأوّل ليس فيه ما يؤذينا أمّا الإمكان الآخر غير محتمل، وبذلك نكون آمنين من مشاهدة تلك التنبّؤات بالنهاية. وسيكون علينا مواجهة توقّع ارتطامنا بأحد الكواكب، وكما ارتطمنا بالماضي، فالمستقبل لن يكون أقل عرضة للمخاطر، وسوف نجد أنفسنا بطريق الاصطدام مع وحش حقيقي، لذلك علينا تناول الكثير من المصاعب التي تهدّد وجودنا ومعظمها يحدث بأيدينا، وعلى العلماء الاهتمام بالكوارث الطبيعية وغيرها، وقد يحتاج الأمر لمنظومة من التيلسكوبات قد تغطّي السماء.



في أنفاق الأزمنة*

الإطلالة على فوضى المستقبل

قراءة وعرض: نضال غانم

تبدأ هذه الرّواية في تونس العاصمة، حيث نجد بطلها (هادي)، يقف في الطريق معترضاً سير إحدى الفتيات ليمنعها من متابعة طريقها نحو مقصدها، والتي تتفاجأ من عمله الغريب، وبعد حوار مليء بالأسئلة يوضّح لها سبب عمله هذا إذ إنّه رأى في حلمه أنّه شاهدها عدّة مرّات وهي تحاول إلقاء نفسها في النار لكنّه أوقفها بقوّة، ومع إصرارها على معرفة غايته، وشخصيته، يخبرها أنه يُدعى (هادي السّرحان) كاتب قصة ومقالات، من الشّام، وأنّه جاء إلى تونس، وأنّ أحلامه المتكرّرة كانت في دمشق، لكنّ حلم البارحة كان في تونس، وأنه عرف اسمها (فاطمة) في الحلم وهو ما أثار دهشتها، وحذّرها من الذّهاب لأنّ حدثاً مّا سيقع في المكان الذي ستذهب إليه، ويبدو أنّ الوقت الذي استغرقه الحوار بينهما قد أفسح المجال لتأكيد ماحلم به، إذ طلبت إليه أن يرافقها إلى وجهتها حيث تنتظرها صديقتها، وكان قد طلب إليها مخابرتها وتحذيرها ولكن لم يكن لديها وسيلة اتصال، وعند وصولهما إلى المكان شاهدا مناظر مفجعة، إذ حدث انهيار أرضي في السّوق نجم عنه قتلى وجرحى، وتم نقلهم إلى المشفى القريب. ما جعل (فاطمة) تنطرها حائرة، وعيناها تدمعان خوفاً من أن تكون صديقتها من بين الضحايا القتلى أو المصابين.

ويقترب (هادي) من الضّابط المسؤول، فعرّفه بلغتـه مـن أنّه صحفـيّ، ويريـد بعض المعلومات، فوضّـح له الضّابـط أمر ماحدث، وأنّـه كان نتيجة الإهمـال من قبـل المعنيـين، كانت (فاطمـة) إلى جانبـه، وقـد أخـذت بالبـكاء، وعندمـا شاهدها الضابط سألها عن سبب بكائها فأخبرته بأنها قلقة علـى صديقتها، فقرّر مساعدتها للبحث بين القتلى أو المصابـين عن صديقتها، وطلب مـن أحد أفراد الشرطة مساعدتها في البحـث، فذهبا معه وبدأت عملية البحـث دون نتيجة، فجلسـت تتأمّل المناظر المؤلمـة والحـزن يملؤها، حاول (هـادي) التخفيف عنهـا، فدعاها إلى القبر، فقد تكون ناجية، أو أنها لم تكن موجودة وقت الحـادث، وبقيت فاطمة على حالها محمّلة نفسها مسؤوليـة ماحدث لصديقتها والتـي كانت تدعـى (ناجية) فخرجـت (فاطمة) برفقة هادي من المنطقـة متوجّهين نحو المستشفى القريب، في حين كانت (ناجية) تبحث هي الأخرى عـن (فاطمـة) وكانت قـد تأخّـرت في الوصول في الموعد المتّفق عليه والذي جعلها تنجو من الحادث.

أحـدث الانهيار فجوة كبـيرة ذات فوّهة واسعة تجتمـع حولهـا النّاس والذيـن منعتهـم حواجـز الشرطـة مـن التقـدم، وفجـأة يخـرج مـن جوف الفوّهـة حيـوان غريـب الهيئـة، ذو أذرع قصـيرة وأرجل طويلـة، ورأس متطـاول، في مقدّمته عينان واسعتـان، ثم تتالى ظهـور حيوانـات أخرى، وهي تصـدر أصواتـاً مزعجة، تحـاول التسلق والخروج من الفوّهة، وكان هذا الحدث أمراً مفاجئاً في تلك المنطقة ماجعـل الناس يصابون بالخـوف والقلق، وحضرت وسائل الإعـلام المتنوعة لتنتقل الأحداث بصورة مباشرة، فقام أحد المراسلين بإجراء حوار مـع أحـد المختصـين في التاريخ الطبيعـيّ الدكتور (أحمد العابدي) والمدّرس بجامعة تونس طالباً منه توضيح حقيقة هـذه الكائنات، ليجيب الدكتور بأن هـذه الكائنات تستوطن باطن الأرض، وأنّ الانهيار فتح لهـا باب الخروج للسّطـح، وأغلبها يعيش على عمق ثمانمئـة متر، ولاتخرج إلى السّطـح إلاّ نادراً لأنهـا تخشى ضوء الشمس، وهـي حيوانات لاتؤذي الإنسـان، وغذاؤهـا النباتات، وتنتمـي إلى فصيلة الزواحـف فتتكاثـر بالبيوض، وهـي تحمـل اسماً علميّاً إذ إنها أحد أشكال الـ (الستايكوذا).

كانت ناجية قد يئست من العثور على صديقتها فاطمـة، فجلست علـى مقعد، وأخرجـت سيجارة لتدخّنهـا لكـنّ أحـد الأطبـاء أمرهـا بإطفائهـا، وكانـت تراقـب المصابـين، فسألت أحـد المسعفين عـن صديقتها إن كانت بـين المصابين فأجابها بأن لانسـاء بينهـم، وفجـأة صرخت عندمـا شاهدت صديقتهـا (ناجيـة) أمامها فخرجتـا سويّة، وكان (هـادي) ينتظر أمـام باب المستشفـى. حيث روى لهما ماشاهده من مخلوقات غريبة.

حكـت كلّ منهما عن سبـب تأخرها في القدوم إلى الموعـد المتفق عليـه، وأخبرهمـا (هادي) عن الحيوانات التي ظهرت في الحفرة الكبيرة، فعرض عليهمـا اصطحابهمـا إلى الموقع فوافقتـا، وهناك شاهـد (هـادي) الضابط نفسه والـذي ساعدهم في رؤيـة تلـك الحيوانات القبيحـة المرعبة، وكانت بأعـداد كبيرة، تحاول تسلّق حافة الفوّهة، فتفشل. وبعد لحظات أحسّ الناس باهتزاز الأرض مما يدل على أنّ انهيـاراً آخر سيحدث ففرّ الناس مرعوبين ولكـن حدث شـيء آخر شاهـده (هـادي) وهو أنّ بعض جـدران الفوّهـة قد انهـار فـوق الحيوانات ماجعـل عمـق الفوّهـة يتقلّص، مادفـع الحيوانات إلى تسلّق الجدران والخـروج إلى الشارع، ماسبّب

الخوف لدى الناس، واستطاع (هادي) و(فاطمة) و(ناجية) الابتعاد والوصول إلى الطريق البحري. فجلسوا على أحد المقاعد المطلّة على البحر.

أثار دهشة (هادي) ما عرفه عن تلك المخلوقات، من كونها متوحّشة، وتهاجم البشر أيضاً، وهو ماعرفه من خلال إنقاذه لامرأة وابنتها بعد سماعه أصوات تأوّهات وتوجّهه إلى مصدر الصّوت. ومشاهدته للمرأة وابنتها، والتي طلبت منه مساعدتها إذ إنّ ابنتها قد تعرضت لهجوم أحد المخلوقات تلك. فقرّر (هادي) إسعافها، رغم خطورة الموقف، وكانت المرأة قد أخبرته بأنّ سيّارتها قريبة منهم. فحمل (هادي) الفتاة، ووضعها في السّيارة، وتوجّه الجميع إلى المستشفى. في حين كان المطر يتساقط أما الحيوانات المخيفة فقد أخذت بالرّكض لتحمي نفسها من المطر الذي لاترغب به. وقد استطاع بعض عناصر الشرطة اصطياد عدد من الكائنات ووضعوها في عرباتهم.

وعند باب المستشفى، دخل هادي وأحضر نقّالة ووضعوا عليها الفتاة، ثم أدخلوها إلى قسم الإسعاف، حيث أقبل نحوها طبيب وممرّضة، والذي صرّح بضرورة نقل دمّ إليها كونها نزفت كثيراً، وأن زمرة دمها نادرة وأخبرت والدتها الطبيب بنوع زمرتها، فهبّت (ناجية) معلنة عن استعدادها للتبرع كونها تحمل دماً من الزمرة نفسها، وتمّ الأمر. وتبادل (هادي) والطّبيب الحوار حول تلك الحيوانات ليعقّب الطبيب بالقول بأنّهم طلبوا من الدكتور (أحمد العابدي) الحضور لاستشارته في العلاج من آثار أسنانها كونه عالم تاريخ طبيعي بجامعة تونس..

وبعد تنظيف الجرح الذي كان عميقاً بعض الشيء، قام الطّبيب بالخياطة دون مخدّر عام بل بمخدّر موضعي، وبدا له أنّ حالة الفتاة لم تتطوّر نحو الأسوأ، مايعني عدم وجود حالة تسمّم جراء عضّة الحيوان لها، فانتظر الجميع قدوم الدكتور (العابدي) والذي وصل إلى قسم الإسعاف، فذهب إليه الطّبيب و(هادي) ليرحّبوا به، وبعد استقباله قدّم له (هادي السّرحان) كإعلامي هامّ من الشّام يزور تونس، فتبادلا التحيّة. ثم انتقلوا إلى قسم ضحايا الحيوانات حيث توجد الفتاة، فعاينها وطلب بعد إعطاء أيّ مصاب منها الترياق الخاصّ بالسّموم لأنّه قد لايكون فعّالاً، فهي ليست من الزواحف. وإنما هي أمساخ غريبة كانت تعيش في كهوف رطبة ومغاور عميقة، في باطن الأرض. وأشار عليهم باستخدام زيت الزّيتون كعلاج قادر على امتصاص سموم الحيوانات، وأضاف ملاحظات تتعلّق بكيفيّة تكاثرها وطبيعة حياتها، وطرق مواجهتها.

طلب (هادي) من الدكتور (العابدي) لقاء معه في الجامعة لرغبته في الحصول على مزيد من المعلومات حول هذه الحيوانات. فوافق على طلبه، وجاء أحد المستخدمين يبلّغ الدكتور (العابدي) بأنّهم ينتظرونه في إدارة المستشفى، فاستجاب لطلبه وأبلغ هادياً بأنه سيعود إليه ليصحبه إلى الجامعة.. بينما بدأت الفتاة تستيقظ، فأخبرتها (ناجية) بأن الجراحة كانت ناجحة. كما أعلنت بأنّ لديها عملاً مهماً، وأنّها قد تلتقي بفاطمة صباح الغد، فودعتهما بعد أن أعطاها هادي بطاقة الفندق المحتوية على رقم الغرفة.

طالب الدكتور (العابدي) المسؤولين بحصار الحيوانات وإرغامها على العودة إلى الأرض، وطال لقاؤه بالأطباء مجيباً عن أسئلتهم، ليعود بعدها إلى قسم الإسعاف ويصطحب هادياً إلى

الجامعة متبادلاً معه الحديث حول هذه المعضلة وضرورة وضع حلّ لها.. وللوصول إلى معلومات دقيقة وموثّقة عن هذه الحيوانات، قام الدكتور (العابدي) بإجراء العديد من الفحوصات والاختبارات، وتحليلات الدّم العائد لها، وحتى التّحقق من وجود ذكاء لديها، ويتلّقى الدكتور العابدي اتصالاً من /فاطمة/ التي أخبرته بأنّ عدداً من الحيوانات تحاصرهم وترجو منه العمل على فكّ الحصار عنهم. فيهرع الدكتور العابدي وهادي إلى موقع الحصار مع عدد من الرّجال الأقوياء وشاهدوا عدداً من الحيوانات تحاول تحطيم السياج الحديدي، فأخذ الرّجال بالتقاطهم واحداً بعد الآخر، غير أنّ واحداً منهم لفت نظر الدكتور العابدي، وهادي حيث كان شكله مختلفاً عن غيره وأكبر حجماً وقوة، ويطلق أصواتاً متكرّرة، فقاوم محاولات القبض عليه مما اضطرّهم لإطلاق الرصاص على رجليه، ومن ثم ألقوا الشّباك عليه وحملوه إلى الشاحنة بعد معاناة طويلة في رفعه ووضعه.

ويبدو أن للعواطف في هذه الرّواية دوراً، فعند وصول (هادي) إلى مكان الحصار، ومن ثمّ القبض على الحيوانات، توجّه بسرعة، وبلهفة صوب (فاطمة) معتذراً عن تأخره عليها وهامساً لها بأنّه بدأ يتعلق بها، فبادلته المشاعر ذاتها.

ويعود (هادي) إلى المخبر المركزي لمتابعة التطوّرات فيما يتعلّق بالحيوانات الغريبة، فعرف من الدكتور العابدي أنّه يرغب بزيارة الفوّهة التي خرجت منها الحيوانات، إذ إنه يعتقد بأن هذا النوع من الحيوانات قد انقرض منذ ستة ملايين سنة، فلابدّ من الدخول إلى الحفرة للوصول إلى منطقة تكاثرها. ودراسة المنطقة التي تتكاثر داخلها، وأنّ السّلطات أبدت استعدادها لمساعدته، كما أنّه يرغب في أن يصطحبه معه في رحلة الاستكشاف تلك، ليتمكّن من توثيق مايكتشفه.. استفاق في الصّباح على طرقات عامل الفندق الذي أبلغه بأنّ الفتاتين تنتظرانه على مائدة الإفطار. وبعد وقت قليل حضرت سيارة من الجامعة لاصطحاب (هادي) إلى الدكتور العابدي، وأصرّت (فاطمة) على الذهاب معه. في حين أنّ الدكتور العابدي قد انتهى من استعداداته للدخول في عمق الفوّهة مع أدوات البحث اللازمة.

تواترت أخبار الحيوانات التي ظهرت في تونس حيث تناقلتها وكالات الأنباء، وانتشرت في بلدان عدة، ومنها سورية.

كان على (خالد) السفر مسافة طويلة للوصول إلى تلك البلدة في أطراف الصحراء لمعرفة حقيقة الأخبار التي يرويها الناس هناك والتي انتشرت بسرعة فائقة، متضمّنة أخباراً عن وجود بلدة تحت الأرض في جبل السّعلة يقطنها أناس غريبة الأطوار. ويعيش فيها حيوانات ذات أشكار غريبة.

خالد صحفيّ مشهور من خلال تحقيقاته المثيرة، وهو يراسل الصّحف الكبيرة، وقد وصله خطاب من رئيس تحرير الصحيفة التي يعمل بها طالباً منه التحقيق في أخبار تلك المنطقة الجبلية الغريبة فاستعدّ (خالد) للقيام بتلك الرحلة حاملاً مايلزمه من أدوات، ورغم ثقته بنفسه فلم يتأخّر عن الاتصال بصديقه (مرشد) الذي يتعاون معه في التحقيقات المثيرة، فاستقلاّ سيارته في الصّباح الباكر وانطلقا باتجاه المنطقة المنشودة، ليدور بينهما حديث عن حقيقة تلك الأخبار المتداولة حول تلك المدينة، وبينما هما يسيران تجاوزتهما سيّارة سريعة بشكل مفاجئ، ماجعل خالداً ورفيقه

يصرخـان محتجّين على ذلك التصـرّف، ثم تابعا سيرهمـا مسرعين بغية الوصـول إلى دير الزّور في وقـت مبكّر. لكنهما فوجئا بمشهـد على بعد منهما حيـث شاهـدا زوبعة غبـار، وكتلـة تتقلّـب، وحين اقترابهما من موقع الجسم، شاهدا سيّارة محطّمة علـى بعد من الطّريق، فاتجهـا إليها، واكتشفا أنّها السّيـارة نفسها التي تجاوزتهمـا بسرعة جنيونية، وفيهـا شـابٌ وفتـاة يتأوّهـان مـن الآلام، فعمـل (خالـد) ورفيقه على فتح الأبواب لإخراجهما وبعد عـدّة محاولات استطاعا إخـراج الشابّين، واللذين عبّرا عن شكرهما لخالد ورفيقه وأنهما بحالة طيّة ولاضـرورة لإخبار الإسعـاف أو الشّرطة، وأما عن سبب الحـادث فأخبرهما الشابّ ويُدعى (جاسم) بأنـه خلال سيره السّريع ظهـر أمامه فجأة حيوان يشبـه الإنسـان ولكنه غريب المنظـر ومرعب، وأنّه حاول تجـاوزه لكنّ الحيوان بقـي ثابتاً في منتصف الطريق مما جعله يصطدم به، ماأدّى إلى انقلاب السّيـارة، أمّا الحيوان فقد ابتعد، وحين بحث خالد في الجهة التي أشـار إليها الشابّان عن الحيوان لم يجـدا سوى سائل أخضر علـى الأرض، وكان بعض منه موجوداً على واجهة السيـارة المحطّمة، اتّصل الشـابّ بأهله وأخبرهم بالحـادث وبذلك الحيوان الـذي تسبّب به، ثـم اقترح خالد علـى الشابين أن يرافقاهما فوافقا على الفور. وفي الطريق بقي خالد مشغـولاً بحكاية ذلـك الكائن، ومـن البعيد شاهد (مرشد) أشـكالاً تشبه شجيرات صحراويّة، ولكن عند الاقتراب تبيّن أنّهـا حيوانات برّية فتعجّب من رؤيتها وكانت تمشي على قدميها الخلفيتين، فطلب (مرشد) من خالد الوقوف على جانب الطّريق لأنه سيقـوم باستخدام الكاميـرا ذات العدسة المقرّبة، وعندمـا نظر مـن خلالهـا شاهـد أشكالهـا التي تشبـه الإنسان ولكنها قبيحة المنظر. ثم أخذت تلك الحيوانات بالتحرك باتجـاه السّيارة، ولذلك صعد الجميـع ثـم انطلق خالـد بسرعة بعـد أن تجاوزوا الكائنـات، واستمر (مرشـد) بالتقاط الصّور لها. ورغم كـون خالد صحفياً غير أنه لم يسمع عن تلك الحيوانات، ولم يتحدث الناس عنها..

توقـف الجميـع في استراحـة صغـيرة، فدفـع الفضـول خالداً ليسأل صاحـب الاستراحة وزوجته عـن تلـك الحيوانـات فأنكـرا معرفتهمـا بالأمـر، وهنـا تساءل خالد عن سبـب ظهور تلك الحيوانات لهـم. ومن أين أتت؟ ومـا طبيعتها؟ ثم انطلقوا من جديـد داخل الطريـق الصحراوي وصـولاً إلى دير الـزور وهناك غادر الشابان سيـارة خالد شاكرين مساعدتهمـا، ليتابع خالد ومرشد طريقهما باتجاه البلدة الشرقيـة مجتازين الحسكة، وقد اقتربا من المـكان المقصود متمنـين ألا تكـون الحيوانات التي سيرونها مشابهة لتلك التي التقوا بها في طريقهم.

وعنـد وصولهمـا إلى ضواحـي بلـدة (العلوة) النائية توقفا ليبحثـا عن مـكان يستريحان فيـه فسـأل (مرشد) أحـد العابرين عـن إمكانية وجـود فندق فأبلغه الرجل بالنفي، وأن بيوتهم كلها مضافـات تستقبـل الضيـوف العابريـن، ودعاهما إلى بيتـه وقـد استشعر رغبتهمـا بمعرفة مايحدث في المدينـة الجبليـة تحـت الأرض، فأعربـا له عن رغبتهمـا بذلـك وأخـبراه بأنهمـا صحفيّـان جاءا لإجـراء تحقيق حول هذه القضيّـة، وأنهما يرغبان باستئجـار بيـت ليمارسـا عملهمـا بحريّـة، لـيردّ عليهمـا الرجـل بأنه مستعـد لضيافتهمـا، ويمكنه تخصيـص غرفـة مستقلّة لهما، وقـدّم نفسه بهما بأنـه (نعيم) وبالمقابل قدّما لـه اسمهيما، وفي بيت نعيـم استقبلتهما الزوجّة وأطفالهمـا مرحّبة بهما

وقد فهمت سبب مجيئهما، وكان المنزل مرتفعاً ومطّلاً على القرية والكهوف التي تؤدي إلى المدينة المطمورة. أخبرهما (نعيم) عن كيفية اكتشاف المدينة من قبل رجل قدم إليهم ومعه مخطوطات وخرائط، أقام عندهم بعض الوقت ثم دخل إلى المدينة متدلّيا ولكنه لم يعد.

بعد قليل من الوقت دخل عليهم والد الزّوجة مقدّمه (نعيم) عليهما، وبدا أنه رجل واسع الاطّلاع وكان لحديثه أثر كبير في العمل على كشف ألغاز المدينة لهما. فطلبا إليه تزويدهما بما يعرفه ويفيدهما في عملهما، وتدخلت الزّوجة طالبة من والدها أن يحكي لهما عن ذلك الحيوان الغريب الذي ظهر فجأة وكان يشبه القرد، وعلى ظهره حراشف، كما طلب (نعيم) إليه أن يحكي لهما عن ذلك الانهيار الذي حدث في الحفر الكلسيّة حيث طمر الكلس رجلاً وابنه، ليظهر الفتى بعد عدة أيام وهو بصحّة جيّدة. تحدّث عن أناس أنقذوهما، وبقي الوالد في ضيافتهم، وأرسلوا ابنه إلى القرية ليطمئنّ والدته، ويقول النّاس إنّ الولد وأمّه قد اختفيا، وأبدى خالد ومرشد اهتمامهما بمثل هذه الأخبار، ليتابع الرجل حديثه عن كيفيّة اكتشاف المدينة التي كانت تتشكل ألغازاً غير مفهومة، وبعض الأحداث التي جرت كانت تشبه الخرافات، وأبطالها حيوانات تحمل صفات الحيوانات التي التقوا بها مع بعض الأخلاق، وهنا عقب الرجل على ذلك بأنّ هذا أمر غريب، وأنّ الأسطورة صحيحة والتي تتحدّث عن سراديب طويلة تربط بين هذه المناطق والمناطق البعيدة في البادية حيث تتغلغل تلك الحيوانات عبرها، فسأل خالد الرّجل عن إمكانيّة زيارة منطقة الكهف المطلّ على المدينة أم أنّ الظلام يحول دون ذلك، ليجيبه الرّجل بعدم وجود مانع، فالضوء ينتشر فوق المدينة ليل نهار دون معرفة مصدره وتم الاتفاق على زيارة الكهف ومشاهدة المدينة، وبعد قليل من الوقت انطلقوا. ويبدو أنّ حمّى المغامرة قد انتشرت في جسدي خالد ومرشد فقررا الغوص في أعماق تلك المدينة وهكذا دخلا الكهف بصحبة (نعيم) ووالد زوجته حتى وصلوا إلى فسحة واسعة في نهايتها فتحة ضيّقة تتّسع لشخص تنتهي فتحتها على الفراغ المظلم، دخلها خالد أوّلاً وفي الفراغ المظلم شاهد ضوءاً يفترش مساحة واسعة، كما فاجأه منظر مدينة بمباني متلاصقة عتيقة تمتدّ بعيداً. وكان أقرب مكان إليهم قلعة واسعة، فقرروا النزول إلى قاعتها بوساطة الحبال، ورغم اعتراض (نعيم) ووالد زوجته إلا أن (خالداً) و(مرشداً) أصرّا على تنفيذ خطتهما لأنّهما لن يستطيعا تنفيذ مهمتهما دون المغامرة، ولكن (نعيماً) اقترح عليهما حلاً آخر يقضي بالعودة إلى المنزل والجلوس على السّطح وتبادل الآراء والأفكار حول ذلك الموضوع، فوافقا على اقتراحه، فعاد الجميع وجلسوا على @، وحضرت زوجة (نعيم) حاملة خبراً يفيد بأنّ أحد الرّجال جاء إلى ساحة القرية راكضاً وهو خائف وأخذ حكي للناس عن رؤيته لسحلية اعترضت طريقه وسلبت منه كيساً ورقياً مليئاً بالقمح، ثم اختفت على الفور، وهناك حكاية تلك المرأة العجوز (خالصة) التي أصيبت بالعمى بسبب مرض الجدري، وليقوم أحد الرجال القادمين من المدينة بعلاجها وشفائها من حالة العمى، وكذلك حالة أحد رجال القرية الذي كان مريضاً، فجاءه رجل غريب من تلك المدينة القابعة تحت الجبال وأعطاه دواء شفاه من مرضه، كما يحكون عن وجود شيخ جليل بلحية بيضاء يطوف في طرقات القرية ليلاً

طـارداً الذئـاب والوحوش الشّاردة لكأنّـه حارس القرية. وهـذه الحكايات وغيرها جعلت من القرية والمنطقـة مقصداً للزوّار للحصـول على القصص والحكايـا الغريبة التي تحـدث فيها واقترح عليهما والـد الزوجة زيارة مناطـق في الجبال تحتوي على شقـوق ضيقـة تخرج منهـا حيوانات وتعـود إليها، وسيستمـرون في مساعدتهمـا حتـى يصـلا علـى مايكفيهمـا مـن المعلومات مـا يجعلهمـا يستغنيان عن فكرة الهبـوط إلى قاع المدينة الغريبة. ويذهب خالد ومرشـد إلى النوم الذي حفل بأحلام مرعبة لكليهما ترتبـط بتلك المدينة العجيبة، وفي الصباح تناولا الإفطـار واستعـدّا للخروج، فانضـمّ إليهما (نعيم) ووالد زوجته، وبعد حوار طويل بين الجميع حول من سيشترك مع خالد ومرشد في مغامرتهما، غير أن الشابين اتخذا موقفاً حازماً أصرّا فيه على ألاّ يرافقهمـا أحـد في الذّهـاب لاكتشـاف المدينة العجيبـة. وعلى هـذا الأساس اشـترك الجميع في وضـع خطّـة متكاملـة تضمن نجاح المغامـرة، كما جهّـز الشّابـان كلّ مايلزمهما مـن أدوات وتقنيّات متنوّعة تساعدهما في إنجاز مهمتهما الصحفيّة.

وبعد طلـوع شمس اليوم التالي تنـاول الشابّان طعام الإفطار برفقـة الجميع، وتمنّى الجميع لهما التوفيـق والنّجـاح في مسعاهمـا مـع إبـداء القلق عليهمـا كـون المدينة غير عاديـة إذ إنّهـا مسكونة بأقـوام لاأحد يعـرف عنهم شيئـاً، فأكّد لهم خالد أن كشـف غموض هذه المدينة هـو الحافز الرئيس والدّافـع لهما لخوض هذه المغامرة وتحقيق النجاح الـذي سيجعلهمـا أكـثر خـبرة وشهـرة في عـالم التحقيقات الصحفيّة المتميزة.

وبدأ خالد عملية الهبـوط أوّلاً بوساطة الحبال المعدنيّـة القويّـة، وتمّ ربـط تلـك الحبـال بأوتـاد غرساها في الصخـر، وبعد لحظات تبعه (مرشد) ومـع تقدّمهمـا في الهبـوط كانـت مشاهـد المدينة تتوضّـح شيئـاً فشيئـاً، في حـين كان الشيـخ ونعيم يتواصلان معهما عبر اللاسلكي.

بـدا لخالد ومرشد أنّ الفتحـة تطلّ على هاوية مظلمـة وعميقـة، وقـد لاتكفـي الحبـال المدودة ولذلك قـرّرا استخـدام الحبل الاحتياطـي، وعلى الفـور ألقيـاه، وتمّ تثبيتـه، ثم بـدأ كل منهما تسلّق الحبل للخروج مـن الهاوية المظلمـة، وعندما رفعا رأسيهمـا إلى الأعلـى وجـدا نفسيهمـا محاطـين بمجموعـة مـن المخلوقـات المقنّعـة ذات الأشـكال الشبيهة بالبشر..

كان خالـد منشغـلاً بمشاهـدة أرض المدينـة التـي بدت واسعـة، وكانت طرقاتهـا خاوية وكذلك نوافذهـا، ماجعـل اللغز يـزداد تعقيـداً في نظره، بعـد أن تمّ اقتيادهمـا مـن قبـل تلـك المخلوقـات. وفهـم الشابّان بعد رؤيتهما لمساكـن المدينة المتقنة البناء والزخرفـة بأنّ ساكنيها متطـوّرون وبالتالي فهم كائنات عاقلة. فحـاول خالد التواصل مع أحد الكائنات ولكن دون جدوى.

كانا يسيران في طرقـات مرصوفة ولم يشاهدا وسائـط نقل، ثم توقعوا أمام بـاب حديدي، مالبث أن انفتح، فدفعهما أحد الكائنات إلى الداخل، وبعد ذلك وصلوا إلى مدخل بناء ضخم، فدخلا منه إلى صالة واسعـة مليئة بالمقاعد المريحـة، وفجأة ظهر أمامهمـا رجل كهل رحّب بهمـا مابعث في نفسيهما بعض الراحة لأنه كسر الصّمـت الذي كان مطبقاً طيلـة مسيرتهما، ويتكلم العربيّـة، ويسمعان صوت امـرأة بعـد أن غادرهمـا الرّجـل، وعـمّ الظلام، تسألهما عـن سبب اقتحامهمـا لمدينتهم وأمرتهما بالجلوس على الأرض في انتظـار التحقيق معهما

كونهما اقتحما عزلة المدينة، ومن ثم سيتم الحكم عليهما بعد انتهاء التحقيق، وبعد جلوسهما بدأ التحقيق. ودار حوار طابعه فلسفي بعض الشيء حول الموت والخوف منه، وحول النور والظلمة، ويتدخّل صوت بعيد بأنّ أجوبتهما سطحيّة ولابدّ من دخولهما الدّائرة، ثم طلبت إليهما صاحبة الصّوت مرافقتها. ليضيف صاحب الصوت منبّهاً إياهما بأنّ أمامهما فرصة حقيقية للدّخول في المعرفة، فالمعرفة ليست حفظ عبارات وأسماء وحوادث وأمكنة، قادهما الرّجل إلى الخارج حيث النّور، فوجدا نفسيهما بين مجموعة من المقنّعين. وبعد قليل أصبحا خارج الأبنية. في أحد شوارع المدينة، واختفى المقنّعون، وسارا إلى أن وصلا إلى ساحة واسعة تشبه الملعب محاطة بمدرّجات مرتفعة قليلاً، ثم مالبثا أن أخذا يسمعان أصواتاً صاخبة دون معرفة ماالذي يجري أو سيجري، ويزداد الصّخب، ويشاهدان أشباحاً بشريّة تتدفق من فتحة جانبيّة، وتجلس في المدرّجات، لم تكن ملامحهم واضحة بالنسبة للشابّين اللذين كانا في حالة من الدّهشة وعدم الفهم بما يجري حولهما. ثم سمعا صوتاً يخرج من مكبّرات الصّوت مخاطباً سكان المدينة، ومعلناً بأنّ السّباقات ستبدأ للخروج إلى النفق والانتقال إلى مدينة (البراء) وأن المتسابقين المختارين من قبل لجنة الحكماء سيأتيان إلى السّاحة فوراً، ويمكن للضيوف القادمين من نفق الزمن المشاركة في هذه المسابقات، وإن نجحوا في السّباق فسيكونوا مؤهّلين للعيش بينهم. وأعلن عن استقبال المتسابقين، ثم تدفقّت مجموعة من الناس حيث أخذت مكانها بين مجموعات من المقنّعين، ثم تلا ذلك دخول ستّة شيوخ بلحى بيضاء، وستّ نساء متقدّمات في السنّ وكلهم يرتدون لباساً أخضر، وعمائم بيضاء، ويعلو الوقار وجوههم.

بدأت المسابقات تحت أنظار (خالد، ومرشد) بأن طلب أحد الأصوات حضور من يرغب في الاشتراك في السّباق الأول والمطلوب رجل وامرأة فقط، ليتقدّم رجل وامرأة، فتسألهما الحكيمة إن كانا مستعدّين؟. فأجابا بأنهما مستعدّان للسّباق، وطلبت الحكيمة من المرأة الوقوف إلى جانب الرّجل فنفذت طلبها، ثم طلب الحكيم من مجموعة من الأطفال الحضور وكانت المجموعة مكوّنة من الذكور والإناث لايزيد عمرهم على ثمانية أعوام، وكان يدفعهم كائن يشبه الكائنات الغريبة التي شاهدها خالد، ومرشد في الطريق إلى (العلوة) كان الأطفال خائفين، والمرأة والرجل خائفين ومذهولين، وهما يشاهدان أحد الكائنات يُخرح سوطاً، ويبدأ بضرب الأطفال وهو يصرخ بأنهم قد ارتكبوا أغلاطاً يستحقون عليها العقاب. وعقّب الحكيم (عادل) موجّهاً كلامه إلى الرّجل والمرأة، بأنّهما سيتم سؤالهما عما يجري أمامهما، وكذلك الانتباه إلى لباس الأطفال وأشكالهم.

وتستيقظ النزعة الإنسانية عند خالد، مرشد فيقرّرا التدخل ولو عوقبا على تدخلهما فصرخ خالد مطالباً بالتوقف عن تعذيب الأطفال ولكن دون جدوى، مادفعهما للاشتباك مع الكائنات، ورغم قساوة المواجهة فقد نجحوا في الاستيلاء على السّياط، ثم خاطبا الحكيمة بأنهما يستهجنان هذا النمط من العقاب فأمر الحكيم والحكيمة الكائنات بالتراجع. ثمّ دعاهما للوقوف أمامهما وخاطبهما بأنهما قد يُعاقبان على هذا التدخل من قبلهما، كونهما غريبين ولايعرفان شيئاً عن المدينة (آدا) ليردّا عليه بأن القسوة على الأطفال لاتبرّر

تطبيق القوانين بشكل صارم، فالأطفال يحتاجون عقاباً معنوياً وإرشادات وليس الضرب.

فتدخل عادل الذي قال لهما بأنهما نجحا في اجتياز المرحلة الأولى من الاختبار بنجاح. وفشل الرجل وامرأته فسألهما عادل إن كانا ينويان المتابعة فأجابا بأنهما يودّان المتابعة بعيداً عن خالد، ومرشد فطلب عادل من خالد ومرشد الجلوس والالتزام بالهدوء، في حين ضجّت الجماهير في المدرجات معبّرة عن إعجابها بما فعله الغريبان، ولتبدأ المرحلة الثانية. حيث تم اصطحاب المرأة بعيداً عن الرجل وسط احتجاجه الشديد وأيضاً احتجاج المرأة ليأتيهما الردّ بأنّ هذا الأمر جزء من السّباق، ويبدأ الإعلان عن المرحلة الثانية، فنبّهت الحكيمة الرجل بأنّ عليه ألا يخطئ، فوعدها الرجل بذلك. لكنّه سمع صراخ زوجته، فتساءل عمّا يحدث بينما كانت المرأة تصرخ، والأرض تنتفخ، لتظهر حفرة وسط السّاحة وحولها خندق محيط بها ثم ظهرت المرأة، ويضربها خيال لوحش ضخم، وهي تصرخ طالبة النجدة من ذلك الوحش الذي كان يتكلم بصوت عالٍ قائلاً بأنّه سيقوم بعمل يتحدّى به الجميع، فصرخت المرأة في وجهه طالبة منه الابتعاد عنها، وهنا قرر خالد ومرشد التدخّل، بوضع عارضة على الخندق ومن ثمّ القفز في الحفرة لأنّ الوحش سيغتصبها أمام الجميع، وزوجها لايستطيع فعل شيء، وينفّذ الشابّان خطّتهما فقفزا في الحفرة لخوضا عراكاً قاسياً مع الوحش لكنّهما في النهاية استطاعا الفوز عليه وتحييده.

ومع تحيات الجماهير إعجاباً بأنهما بدأت الأرض بالارتفاع ليختفي الخندق وتعود السّاحة إلى طبيعتها وقد اختفى الرجل الوحش. فعقّبت الحكيمة أسماء بأنهما قد نجحا في الاختبار الثاني، ثم أضاف عادل مخاطباً الرجل بأنه سيبعده عن السّباق، وإنْ رغبت امرأته بالمتابعة فلا بأس، فردّت المرأة بأنها ترفض المتابعة لتعبها، فعقّب عادل بأن طلب قدوم رجل وامرأة آخرين واحتجّ خالد وأعلن عن رغبتهما بالمتابعة فوافقت الحكيمة مع بقية الحكماء، فجلس الشابّان ينتظران المرحلة الثالثة.

وفي الكهف كان نعيم، ووالد زوجته ينتظران إشارة من خالد، مرشد دون سماع إشارة منهما فظنّا أنهما فشلا في السّباق، وفجأة حطّ طير يشبه الحمام قربهما وفي @ شيء مّا لكأنه رسالة ثمّ دنا الطير منهما فانتزع نعيم الرّسالة، فتح الشيخ الورقة وقرأها فعرف منها أن الشابّين بخير ويجتازان الاختبارات بنجاح، والرّسالة موقّعة من كبير الحكماء مايعني أنّهما أصبحا في قلب المغامرة فقرّر الشيخ ونعيم العودة إلى المنزل وسيقولان للزوجة ووالدتها بأنّ الشّابين سافرا في رحلة وسيعودان بعد أيام، ولايجب أن يعلم أحدٌ بأمر الرّسالة.

أوعز الحكيمان الكبيران عادل، وأسماء ببدء الاختبار الثالث، في حين أخذ كلّ من خالد، ومرشد بتشجيع بعضهما على الثّبات والحذر، وتحكيم المشاعر الإنسانية، ثم أعلن الحكيم عادل بأن هذا الاختبار خاص بهما، وأنّ عليهما الانتباه جيداً، ويبدأ الاختبار بدخول عدد من الحرّاس الذين أحاطوا بالشّابين، ثمّ تقدّم كبيرهم لينحني أمام الحكماء معلناً عن أنّه سيلقي القبض على الشّابين، فسأل الحكيم عادل كبير الحرّاس عن سبب القبض عليهما فأجابه بعدم معرفته بالسّبب، ولكنّه مكلّف باقتيادهما إلى المحكمة بتهمة ارتكابهما جرماً كبيراً. فاعترض الشابّان على هذا الأمر نافيَين

التهمة، ولكنّ الحكيمة أعطت إشارة السّماح باقتيادهما لكنّ الشابّين رفضا تنفيذ الأمر وأصرّا على معرفة سبب محاكمتهما، وأصرّ كلّ منهما على مقاومة الحرّاس طمعاً في كسب وُدّ مجلس الحكماء والحكيمات، ولاحظ الحرّاس على الشّابّين أنهما يرغبان في التمرّد، فسألهما كبيرهم عن قرارهم الأخير فأجابا برفض الذهاب وأنّ هذا القرار قرار المحاكمة غير عادل ثم توجّه خالد صوب مجلس الحكماء مخاطباً إياه وطالباً مساعدتهما، فردّ عليهما الحكيم عادل أنهما يتمردّان على الأوامر ولذلك سيتم استخدام القوّة معهما، ومع ذلك فقد أمر الحكيم بالتريّث في تقييدهما، وأنّ من الطبيعي معرفتهما التهم الموجّهة إليهما، حتى لايكون القبض تعسفيّاً.

عمل قائد الحرس برأي الحكيم عادل وأعلن بأنّه سينقل رأيه إلى كبير القضاة في المحكمة، فأخرج جهاز اتصال ثم اتصل بكبير القضاة ووضّح له الموقف، غير أنّ كبير القضاة أمر بإحضارهما بالقوّة، لكنّ بعض الحكماء كانوا غير راضين حيث يريد هؤلاء معرفة التّهم الموجّهة إلى الشّابّين، فردّ كبير القضاة بأنّ التّهمة هي اقتحامهما إلى كبير القضاة، ولكنّ الردّ كان سلبيّاً، فأمر الحراس بتقييدهما، وتم العمل رغم مقاومتهما، فخاطب مرشد الحكيمة بأنْ تساعدهما إذ إنّهما لم يذنبا في شيء، فتشاورت مع الحكيم عادل في حلّ هذه المشكلة، ثم أمر الحكيم عادل كبير الحرّاس بالتوقّف، ثم توجّه إلى الشّابّين باقتراح، وهو أن يتصارعا ويثخنا بعضهما بالجراح لكنّهما رفضا العرض وقبلا بالذّهاب إلى المحكمة، لتبدأ مرحلة التّعذيب بالسّياط في حال رفضهما التحرّك.

وهنا تحدث المفاجأة إذ لم يكن كلّ ماحدث في هذه المرحلة إلا الاختبار الثالث لهما. فتمّ إطلاق سراحهما. وكانت هذه الاختبارات الثلاثة بطاقة أمان لهما، فيمكنهما متابعة جولتهما، ولن يتعرضا لأيّ سوء، قرّر الشّابان القيام بجولة في الخارج، فدخلا مكتبة أثارتْ دهشتهما الكتب والمخطوطات والأجهزة الصّغيرة المتطوّرة، مما جعلهما يتساءلان عن العصر الذي تعيش فيه المدينة، فتوجّها إلى إحدى العاملات وسألاهما عن تاريخ اليوم الذي هم فيه، فأجابتهما بأنّ الزمن ثابت هنا والناس هم الذين يتغيّرون، ثم أشارت لهما إلى طاولة عليها أجهزة حواسيب وكتب ومخطوطات فذهبا إليها وجلسا يتصفّحان الكتب، وكانت مكتوبة بلغة عربيّة، وذات مواضيع متنوّعة. لفت نظرهم عنوان غريب (الحروب الكونيّة) فقلّبا صفحات الكتاب، فوجداه يتحدّث عن المعارك التاريخيّة التي غيّرت خرائط الأرض ومنها الحربان العالميتان الأولى والثانية وكانت هناك صفحات تتحدث عن حرب لم تقع بعد، فقرّرا قراءتها، لم تكن حرباً عاديّة، فقد كانت آثارها مدمّرة على البشريّة حيث سيطرت دولة قوية حديثة على العالم، نافستها دولة قويّة حديثة تضامنت مع الشعوب المقهورة، فقادتهم للكفاح ضد الدّولة المستبدّة، لكنّ هذه العلاقة لم تستمرّ فقد استطاعت الدولة الاستبدادية تفكيك الدولة المنافسة، وتفكيك علاقتها مع الشعوب المستضعفة.

استنتج الشابّان من هذه القراءة أنهما مقبلان على أحداث جسيمة، واستمرّ الشّابان بالقراءة فاطلعا على تحالفات الدول مع القوة العظمى ضدّ بعض الدّول، وكذلك اطّلعا على العصابات التي ظهرت حاملة راية الدّفاع عن الربّ البريء، وتقاتل وتنشر الرّعب والدّمار في المدن والقلاع والأوابد محاولة مسح ذاكرة الماضي، وقرر الشّابّان متابعة

البحث ولكنّ الفتاة جاءت إليهما لتقول إن المكتبة ستغلق للاستراحة وأنّه يمكنهما العودة- فقرّرا العودة بعد الاستراحة لعلّهما يكتشفان في الكتاب أسرار كثيرة لايعرفونها عن المستقبل.

وبينما هما يبتعدان عن المكتبة شاهدا قلعة كبيرة ذات أسوار عالية، فاقترح (مرشد) الدخول إليها فوافقه خالد وعند الباب استقبلتهما فتاة وأعلنت بأنّها ستكون المرشدة في جولتهما. فيسألانها عن عمر القلعة لتردّ بأنّهم في المدينة لايسألون عن الزّمن فالقلعة محميّة بالحكمة وتحتوي تراثاً غنيّاً يشمل الحضارات البشرية من السّورية إلى حضارة مابين النهربين وحضارة وادي النيل وقرطاجة والحضارة الصينيّة والهنديّة والفارسيّة والإغريقيّة والرومانية، ويدخلان جناح الحضارة الإسلامية ثم جناح التكنولوجيا الحديثة. وبعده جناح آخر مفتوح ماأن تخطّيا الحاجز حتى شعرا بدوار شديد لوهلة ثم استعادا وعيهما، وسمعا صوتاً يسألهما عن رغبتهما في الاكتشاف وحلّ الألغاز، فردّ عليه أحدهما بسلسلة من الأسئلة تتعلّق بشخصيته غير المرئية وبالزمن الذي يعيشه المدينة وسأله عن التاريخ الذي هم فيه ليجيبه بأنّ المدينة لازمن لها ولاتاريخ، ليتابع أحد الشابين سؤاله إن كانا قد أصبحا خارج الزمن بعد هبوطهما إلى المدينة فأجابه بأنّهما أصبحا جزءاً منها، وأن عودتهما إلى عالمهما سيأتي في وقتها، وعليهما الآن متابعة جولتهما. فسأله مرشد بعد ذلك عن كيفية حصولهما على الحكمة فأجابه الصوت بالوعي والإيمان والمعرفة ونقاء النفس، وترك الأحقاد، ثم أخبرهما بأنّ مدينة (آدا) تختلف عن مدينة (البراء) إذ إن الثانية مدينة متقدّمة لايدخلها إلاّ الحكماء المتفوّقون أو أصحاب الأعمال الخارقة...

ويتابع الشابّان جولتهما في المتحف، وفي الجانب الآخر، كان الشيخ ونايف قلقين بسبب تأخّر الشابّين في العودة، وكذلك زوجة نايف ووالدتها، ولكنهم استشعروا بعض الاطمئنان بسبب تلك الرسالة التي جاءتهم على متن طائر كالحمام، مايعني أنّ كاتب الرّسالة هو الذي سيساهم في عودتهما. فلاداعي للقلق. وقرّر الجميع الذهاب إلى الكهف وانتظار رسالة ما.

دخل الشابّان قاعة جديدة برفقة مرشدتهما. وجدا فيها نباتات وزهوراً وأشكالاً لحيوانات داخل أقفاص حديديّة، كما شاهدا كثيراً من الأحياء البحريّة المتنوّعة والطيور، وفي جانب آخر من المتحف وجدا كائنات في أقفاص تشبه الكائنات القبيحة التي صادفاها على الطريق الصحراوي، وقالت لهما المرشدة إنها كائنات مهجّنة بين مجموعة من القرود والزّواحف الشّبيهة بالتماسيح. وهي مهجّنة عن طريق الهندسة الوراثية رغم اختلاف طبيعة كلّ منهما، وأنهم اختاروا المزج بين هذين النوعين للحصول على كائنات ذكيّة كالقرود وقويّة كالتماسيح.

دخلا بعد ذلك إلى قسم عينات الفضاء الخارجي، حيث وضّح لهم المسؤول عن الجناح بأنّهم يعتمدون على العقل وطاقته في النفوذ إلى الفضاء الخارجي والهبوط على بعض كواكبه وباستخدام كائنات ذات قدرات عالية نمكّنها من التلاؤم مع الأجواء الغريبة الموجودة في الفضاء.

تابع الشابّان جولاتهما في الأقسام الأخرى، وكان يرافقهما في كلّ قسم شخص خبير بمحتوياته، فتلقيا إجابات عديدة عن أسئلتهما التي كانا يطرحانها في كل قسم.

ويعود بنا الكاتب إلى تونس حيث نجد الدكتور (العابدي) وقد شكّل فريقاً بحثياً مكوناً منه ومن هادي وفاطمة وناجية التي أعلنت عن رغبتها في

مشاركتهم في عملية البحث داخل الأنفاق عن الحيوانات القبيحة، وكشف أسرارها، وكشف سبب خروجها من أوكارها في باطن الأرض، كما وضع المسؤولون تحت تصرف الفريق عناصر أمنيّة لحمايتهم من الأخطار..

وبدأت رحلة الاستكشاف، وهبط الجميع داخل الفتحة المستهدفة، وكان أعضاء الفريق يحملون معهم أحد فراخ تلك الحيوانات في قفص مناسب، وسار الجميع في سرداب متدرّج في انحداره، محفور بمهارة، ثم ما لبثت الحرارة ترتفع، وفجأة علا صراخ رجل الأمن المتقدّم معلناً عن وجود حيوان ضخم أشبه بالعنكبوت يقطع عليهم الطريق، لكنّه ساكن، ويبدو أن الضّوء قد شلّ حركته. تقدم الدكتور العابدي، ولحقه هادي فشاهدا ذلك الكائن الذي لم يُبد أية حركة، وتقدّم رجل الأمن لملامسته بطلب من الدكتور العابدي فوجده قطعة جامدة لاحياة فيها كأنها تمثال منحوت، فقام الدكتور بتصويره من الجهات كلّها، ووضع عليه علامة، ثم تابعوا مسيرهم، أمّا الحيوان الصغير فقد أخذ يصدر أصواتاً قوية عند مرورهم بالعنكبوت، ثم عند وصولهم إلى تفرعات النفق عندها طلب الدكتور العابدي من الحراس تجهيز أسلحتهم بعدما وصلتهم أصوات زعيق قادمة من الأنفاق المتفرّعة تشبه صوت الحيوان الصغير، وعلى الفور ظهرت طلائع الحيوانات من الفتحة القريبة يتقدمها حيوان ضخم وهو يتجه نحو قفص الفرخ، فأعطى الدكتور أمره بإطلاق سراح الحيوان الصّغير الذي انطلق على الفور إلى الكائن الكبير، ثم مالبث القطيع أن انكفأ وعاد إلى الداخل، فتبعه الفريق وسار وراءه، لكنّ الحيوانات أحسّت بالفزع فأسرعت في خطاها حتى اختفت.

ذهب هادي إلى الفتاتين ليطمئن عليهما، رغم أنهما لم تشتكيا من شيء، وعبّرت كلّ منهما عن سعادتها ودهشتها لما تريانه في هذه الرّحلة الاستكشافية.

ويتابع الدكتور العابدي عمله البحثي في هذه المهمّة، فيقوم بدراسة حشرات طائرة نافعَة، ذات هيكل شفّاف، حيث تبدو أجهزتها الدّاخلية واضحة للعيان، فشرح الدكتور العابدي لـ (ناجية) بعض خصائص هذه الحشرات.

ومن أجل درء المخاطر، فقد أمر الدكتور العابدي بوضع حواجز زجاجية على مداخل الأنفاق تحميهم من أخطار الحيوانات، والتي بدأت بالظّهور في الممّرات مصدرة زعيقاً قويّاً، ما أثار الرّعب لدى ناجية لكنّ الدكتور طمّانها بأنّ هذه الحيوانات لاتستطيع اختراق الحواجز....

وكان الدكتور العابدي قد أرسل أحد أعضاء فريقه مع حارس لاستكشاف الأنفاق ولكنهما تأخّرا في العودة، ماجعل الجميع يقلق عليهما، ولذلك اقترح هادي الدخول في النفق الذي دخل فيه مساعد العابدي عاهد ومرافقه، إذ إنّ موطن الحيوانات القبيحة يكمن في نهاية النفق، واشترك الجميع في عملية البحث، فدخلوا نفقاً مجاوراً، ويتابع الفريق رحلة الاستكشاف ليقف الجميع أمام مشهد تمثّل في انفتاح سقف النفق وهبوط أربعة عناصر متّشحين بالسّواد، ثمّ انسدّت الفتحة، ليطلب منهم أحد العناصر التقدّم فوجدوا أنفسهم داخل فسحة كبيرة، حيث سمعوا أصواتاً متباينة وبعد تقدّمهم فوجئوا بزميلهم عاهد ومرافقه مكبّلين بالحديد واللّذين فرحا لرؤية رفاقهم، ثم شرحا لهم ماحدث لهما، لتظهر في خلفهم فتاة، تقدمت نحوهم ورحّبت بهم، ثم قدّمت نفسها على

أنها تُدعى دارا وأنها من سكّان المدينة، فأمرت بعد ذلك بفك قيود عاهد ومرافقه.

توجّه الدكتور العابدي بسؤال الفتاة عن طبيعة المدينة، وعن الكائنات التي يستعينون بها فأجابته عن أسئلته، ثم أخبرتهم بأنها ستنقلهم إلى مكان آخر بوساطة التّرحيل، ونقلتهم وبعد لحظات وجدوا أنفسهم في كهف واسع، وفيه أشخاص يشبهون دارا يجلسون وهم محيطون بكرسيّ يجلس عليه عجوز ذو لحية بيضاء، فقدّمته دارا لهم على أنه مردون وهو كبير حكمائهم، والذي أخبرهم عن طبيعة الحياة في هذه المدينة القادمة تحت الأرض، وكذلك حدّثهم عن الكائنات القبيحة، وقيمتها بالنّسبة لهم. ووضّح لهم أنّهم في عالمهم هذا هم متقدّمون على الزمن الأرضي بفضل العقل، فشكروه على إجاباته عن أسئلتهم، فطلب إلى دارا وزميلتها زانا مرافقة الفريق في جولته، واللتين قادتهم إلى قاعة فيها بعض المخابر التي يتم فيها العمل على الخليّة الحيّة، وفي الداخل استقبلهم وجه طفل ويّدعى سعداً والذي أخبر زانا بأنّ التجارب الأولى على نجاحه في العلاج قد حقّقت نتائج باهرة، ثم أضافت زانا موضحة للفريق حكاية مرض الطفل سعد ومراحل علاجه بوساطة الهندسة الوراثيّة. ثم ظهر لهم الطبيب المشرف على علاج سعد ويُدعى نايـر والذي قدّم لهم تقريراً عن عمل المخابر، ثم قادهم إلى المركز الرّئيسي لتجمّع الحيوانات والتي بدأ عليها الهدوء وعدم الاكتراث بالفريق، ثم قدّم الدكتور العابدي نبذه عن حياتها وكيفية تكاثرها، وأضافت دارا معلومات عن متوسط عمر هذه الحيوانات كان عاهد ومرافقه يقومان بتصوير هذه اللحظات.

ويتلقّى الدكتور العابدي ومرافقوه معلومات موثّقة عن تلك الحيوانات وعن كيفيّة تكاثرها بالبيض، وكيف تنمو الصّغار بإشراف المتقدمين بالعمر منهم حتى يبلغوا أشدّهم.

أن هناك لغزاً بقي غامضاً بالنسبة للدكتور العابدي ولبعض أفراد مجموعته، إنّه تلك المدينة (آدا) فالسّراديب والكهوف التي زاروها ليست جزءاً منها، وكان يحدّث نفسه متسائلاً عن كيفيّة الوصول إليها، فطرح تساؤله على (زانا) والتي أبلغتهم بأنّ من يودّ الوصول إلى (آدا) عليه أن يخضع لتجربة الوصول إليها، وسرعان ماوافق الدكتور العابدي، لتضيف الفتاة بأنّه لا بدّ من سؤال الحكيم (مردون) عن ذلك. فانتقل الجميع بوساطة الترحيل إلى حيث الحكيم (مردون).

وعندما أخبر الدكتور العابدي هادي بالأمر فوجئ برغبة الأخير في مرافقته وخوض ذلك الاختبار بالإضافة إلى الفتاتين فاطمة وناجية وبقية أفراد البعثة، وبعد قضاء ليلتهم، استيقظوا، وتناولوا طعام الإفطار، ثم انتظروا المعنيين لاصطحابهم إلى مكان الاختبارات، ثم طلب الدكتور العابدي من هادي وفاطمة وناجية كتابة ما جرى لهم بالتفصيل، فنفّذوا الطّلب على الفور. فجلسوا في المكتبة، ثم قام الدكتور العابدي بتفقّد المكتبة، في حين راح هادي يتمعّن بعمق في عناوين المخطوطات التي كانت أغلبها بالعربية، ثم انتقلوا بعد ذلك إلى غرفة مجاورة تحتوي العديد من الحواسب المتطوّرة، ليفاجئهم صوت الحكيم مردون الذي طلب إليهم الجلوس والعمل على معرفة مستقبلهم من خلال الحواسب، والذي هو بالنسبة لسكان المدينة ماضٍ، فهم يعيشون خارج المكان الأرضي، ثم طلب منّ هادي أن يضغط على أحد الأزرار والاستماع إلى الأسئلة الثلاثة، ولابدّ من

الإجابة عليها كي يستطيعوا رؤية المستقبل. مستقبل الأرض، وماذا سيحدث للبشر بعد سنوات؟ فنفّذ هادي الطلب، ليصدر صوت موسيقي، ثم لتظهر شاشة سطعت بضوء باهر، ثم ظهرت صورة امرأة حدّقت في الجالسين، وأخذت تحدّثهم، فبدأت بـ (هادي) وسألته إن كان يريد أن يرى مستقبله وهو في أرذل العمر، فرفض ذلك، وكذلك فعلت فاطمة أما ناجية فرغبت في أن ترى الرّجل الذي سيكون زوجها وعلى الفور أجابتها المرأة بأنها ستلتقيه في ظروف غير عادية، فأعجبت المرأة بقرار الرفض لمعرفة مستقبلهم، ثم طلبت إليهم أنّ يتابعوا ماسيظهر على الشّاشة، حيث سيرون شيئاً من مستقبلهم على الأرض، كانت الصور عبارة عن حروب محدودة، ومتتالية، وقوّة عظمى تفرض سيطرتها على العالم ومدن تُدمّر، وضحايا بالملايين، وأسلحة جرثومية وكيميائيّة، وانتشار التطرّف الذي غدا أداة طيّعة بيد القوّة العظمى، كانت الصّور مخيفة سجّلها هادي بذاكرته. كانت فاطمة تبكي، أما ناجية فكانت مندهشة مما رأته وسمعته عن المستقبل الذي ينتظرهم.

ويدور حوار بين الرجل الحكيم، والدكتور العابدي حول دور العلماء لدى القوّة الباغية في استنباط وسائل دمار جديدة شديدة القذارة، وأنّ هذا الدّور مرتبط ببقاء سلطة تلك الدولة زمناً طويلاً، إذ لايوجد من يقاومها، ومع استمرارية بقائها يزداد ظلمها وبطشها، ويؤكّد الحكيم على أنّ مستقبل البشريّة يمرّ بمرحلة هبوط مخيف، حيث لن يستطيع الإنسان استعادة توازنه إلاّ بعد فترة طويلة عامرة بالخوف والألم والرّعب. ثم يوضّح له حقيقة كونهم يعيشون تحت الأرض وفي دائرة أشدّ اتّساعاً من دائرة النّاس على الأرض حيث يستطيعون القفز فوق الزّمان والمكان لأنهم أصبحوا أكثر شفافيّة وصدقاً ومحبة، وأنّ دينهم هو البحث عن الخلاص بالحبّ والعلم والتعاون، ولذلك فهم أكثر قرباً من البشر الأسوياء الذين يقيمون في أبعاد أخرى ضمن دائرة أوسع من دائرتهم.

ويتابع الحكيم توضيح الأمور للدكتور العابدي فيما يتعلّق بمدينة البراء فهي مدينة يعيش فيها المتفوّقون العقلاء، والحكماء العادلون الذين يسعون لنشر الخير المطلق. وأعلمه بأنّهم يستطيعون رؤية مدينة آدا هو وهادي والفتاتان، أما مدينة البراء فلا يستطيع إخباره عن إمكانية زيارتها من عدمها، وأنّه قد زارها عدّة مرّات، ولكنه لم يصل إلى القدرة العقليّة التي تؤهّله للعيش فيها. ثم دعاهم للذّهاب في جولة داخل مدينة آدا، وكان مردون مستعدّاً لعمليّة ترحيلهم إلى مدينة آدا.

وخلال دقائق وجدوا أنفسهم في مدينة غريبة تحت الأرض، ثم تجوّلوا في المدينة، ودخلوا غرف الاختبارات الخاصة، قد تأقلم الجميع مع المواقف الصّعبة، كما ازدادت أسئلتهم التي كانوا يبحثون من خلالها عن المعرفة، ثم توقّف مردون أمام بوّابة مغلقة قائلاً لهم بأن هذا المكان سيشهد مغادرته لهم رغم معرفته بحاجتهم له، إلاّ أنّه طمأنهم بأنّ هناك شخصاً آخر سيرافقهم لإتمام جولتهم، ثم ودّعهم شاكراً لقاءه بهم، ثم أخبرهم وهو يغادر بأنّ وراء هذا الباب تقع محطتهم التالية، وعليهم الاهتمام بها كونها ذات علاقة مباشرة بعالمهم ثم انفتح الباب وسمعوا صوتاً نسائياً يرحّب بهم في (مخزون الرّغبات) لتظهر لهم سيّدة في الخميسن من العمر، وضّحت لهم مفهوم (مخزون الرّغبات) الذي يعني الرّغبة في العمّق في القضايا المتنوّعة حيث يعرفون الأجوبة في هذه المحطّة عن مختلف المواضيع.

تجوّلوا في المكان الذي كان ممتلئاً بالشّاشات والأجهزة النابضة بالأشعّة الملونة ليقول هادي بصوت منخفض بأنّه لايدري هل سيكونون معاً في رغباتهم أم سيختلفون في اتجاهاتهم؟ ثم توقّف الجميع مذهولين أمام مرآة لم تظهر فيها صورهم وخيالاتهم، ثم أخذت المرأة تشرح لهم بعض المعلومات الضروريّة، وغاص كلّ منهم في حلم بدا خرافياً.

وتبقى رغبة العلماء الكبار حيّة وتطلب المزيد من البحث في المعارف المتنوّعة وهو ماكان عليه الدكتور العابدي الذي تملكّته رغبة العبور إلى مدينة البراء بعد اكتشافه لمدينة (آدا)، ووجد نفسه على أحد المعابر، فمشى فوق الجسر الذي انفتح أمامه وكان الناس حوله مندهشين لجرأته وشجاعته وعبّروا عن شكوكهم في إمكانية نجاحه في مهمّته.

خُيّل إليه وهو يسير أنّه يرى أطيافاً بيضاء تطير حوله، وميّز بينها وجه فتاة ترتدي زيّاً أبيض بدت به وكأنها تشجعه على الاستمرار في سيره، ووضّحت له بأنه يعبر الأمكنة والأزمنة وأنّه سيصل البراء دون قلق، وأن عليه التحلّي بالصّبر، ثم مالبث أن رأى نوراً يلمع وصوتاً يقول مرحباً بك إنّك في البراء، ثم أحسّ بخدر ناعم ونام...

أمّا هادي وفاطمة فوجدا نفسيهما يخرجان إلى الأرض ويعيشان في بيت تحيط به حديقة، أمّا ناجية فقد دخلت في الظّلام قبل أن يظهر لها طيف رجل لم تتعرف ملامحه، وقد أمسك بيدها ثم طارا في الفضاء، فكان حلماً عبّر عن رغبتها، ثم انتقلت الخيالات من الرغبات الخاصّة إلى الرغبات العامّة، حيث رأى العابدي مدناً تُقصف بالقنابل الذريّة، والدّمار يحلّ في كلّ مكان حتى الأماكن الأثريّة لم تنج من الاستهداف فأدرك أنّ مستقبلاً مظلماً ينتظر العالم..

خرج الجميع من أمام المرآة السّاحرة وهم يحملون مشاعر متناقضة عمّا يخبّئه المستقبل لهم، ثم قادتهم المرأة إلى ساحة كبيرة فيها مركز مدينة آدا حيث شرحت لهم أهميّة هذه السّاحة وأنّها تمتلئ بالغرباء عن المدينة الذين اجتازوا اختبارات ومواقف صعبة ورحلات اكتشاف غنيّة.

أخبرتهم المرأة بأنّ هناك محطة ثانية في رحلتهم وأن هناك مرشداً آخر سيصحبهم في رحلتهم..

كان الدكتور العابدي قد عزم على الذهاب إلى مدينة البراء رغم المخاطر التي قد يواجهها من حيث عدم العودة والضياع في غياهب الزّمن، أمّا هادي فقد رغب هو الآخر في زيارة المدينة الغريبة في حين أخبرته فاطمة برغبتها في الانضمام إليهم وعدم البعد عن هادي رغم تحذيرات العابدي.

أنهى الصّحفيان خالد ومرشد جولتهما التي شملت مناطق عديدة مذهلة، وكانت محطتهما الأخيرة زيارة المعابر المؤدية إلى الأبعاد الأخرى للزّمان والمكان، ثمّ أخبرتهما مرافقتهما المرأة العجوز بأنّها ستغادرهما الآن وسيأتي شخص آخر مكانها، وحتى يجيء عليهم للدخول إلى السّاحة الكبيرة إذ إنّ الجميع يأتون إليها للبحث عن الضّائعين والمفقودين، وقد يكونون ممّن يودّون خوض مغامرة الاستكشاف. كانت السّاحة تزدحم بالناس من أهل المدينة، ومن الغرباء، ثم أشارت المرأة العجوز بأن لهما وضعاً مختلفاً عن بقية الناس لأنّهما اجتازا اختبارات صعبة، فكافأهما مجلس الحكماء بهذه الجولة، ثمّ أعلنت لهما بأنّ مهمّتها انتهت، واختفت فجأة وسط الزّحام.

أخذ الشابّان يتأمّلان الوجوه في السّاحة فلاحظا وجود شابّ ومعه فتاة ويحمل في يده كرّاسة يدوّن فيها ملاحظات ويتبادلان الحديث مع كهل، فقرّرا

الالتقـاء بهـم، ثـمّ اقتربا مـن المجموعـة منتظرين اللحظة المناسبة لبدء الحوار معهم، وقد سمعا بعضاً من الحوار الدّائر بينهم، مادفعهما للإنصات جيّداً.

كان هادي وفاطمة يتحادثان حول ما جرى لهم وناجية، أمّا الدّكتور العابدي فقد كان يجلس بعيداً عنهمـا، واقترب منـه هـادي، ليعلق الدكتـور بأنّه لم يعرف الكثـير عن المدينة، ودليلهـم قد اختفى. ولفـت نظر ناجية نظرات الشابّـين إليهما مايوحي برغبتهمـا في اللقـاء بهما، فذهبـت إليهما فاطمة لتسألهما عن سبب نظراتهما ليجيبها خالد بأنهما غريبـان مثلهم، ويعلّق مرشـد بأنّهما يبحثان عمّن يتكلمـون إليـه بعيداً عـن أعين الحرّاس، وينضم إليهـم الدكتـور العابـدي، وقـدّم نفسـه للشابّـين كمـا قدّم لهمـا الشاب هادي الصّحفـي من الشّام وخطيبتـه فاطمة مـن تونس وناجيـة فرحّب خالد بالجميـع ثم سألهم عـن كيفيّة وصولهـم إلى هذه المنطقـة من بـلاد الشـام، فتفاجـأ الجميـع لهذا الخـبر وقصّ هادي حكاية مغامرتهم ولكن دون أن يستطيع توضيح كيفيّة وصولهم إلى هذا المكان. ثم تبادل الشابان الحوار مع الدكتور العابدي، وكلّ من الطّرفـين يحكي قصة وصوله والمراحـل التي مرّوا بها، ويبدو أن الجميع قد أصبحوا أصدقاء حتى إنّ مرشـداً لاحظ اهتمام خالد بـ ناجية ففهم أنّ شيئاً خاصّاً يدور بينهما. معلناً بداية قصّة حبّ أخرى.

وتركّـز الحـوار التـالي بينهـم حـول موضـوع دخـول المعابـر، وعـبّروا عـن رغبتهـم باجتيازها رغـم المخاوف التـي كانت حاضرة فيهـم والمتمثّلة في تطوّرات مراحـل العبور، وماينتج عنها من أمور قـد تكون جيـدة وقد تكـون سيئة، ثم وصـل إليهم مجموعة مـن الحرّاس ليخبرهم رئيسهـم بأنهم سيرافقونهم في عبورهـم إلى مدينة البراء كما أنّ العجوز عادت لمرافقتهم أيضاً.

وينفتـح أمامهـم بـاب ضخـم، أمامـه ممـرّ مرصـوف ضمن حديقـة واسعة يتوسطهـا بناء من طابقـين وتخبرهم العجـوز بأنهـم سيقابلون لجنة الحكماء المشرفة عن المعابر، وتأتي فتاة بعد اختفاء العجوز لانتهاء مهمتهـا معهم. فاصطحبتهم الفتاة إلى المبنـى، ثم فتحـت لهم أحد الأبـواب، ودعتهم إلى الدخول حيث تنتظرهم اللجنة المكوّنة من عدد مـن الكهول، فرحّـب بهم رئيـس اللجنة، ثـمّ سأل الدكتـور العابدي عن الهدف مـن العبور إلى البراء ليردّ عليـه الدكتور بأنّه راغـب في اكتشافها، ليعلّق الرّجل الكهـل بأن عملية العبـور شديدة الخطورة، وقد لايتمكنون من العودة إلى الأرض، وقد تأخذهم المعابر إلى أمكنة غريبة لايعرفون عنها شيئاً، ولكنّ الدّكتـور العابـدي أعرب عـن إصراره علـى العبور رغم تلـك المخاوف التي وضّحها لـه الرجل الكهل. ويتابـع الرّجل الكهل سـؤال البقيّـة إن كانوا يودّون متابعـة الرحلة فيتلقّـى جواباً واحداً وهـو المتابعة، وبعد ذلـك أخبرهم الكهل بأنّ اللّجنة ستنقلهم إلى منطقة المعابـر، فدخلوا في الأمكنة التي خصّصتها اللجنة لكلّ منهـم فشعر كلّ منهم أنّه يغرق في حلم عميق تلاه أحداث غريبـة نظر إليها كلّ منهم بعين مختلفـة. كان الدكتـور العابدي يتحـرك بثقة وهو يجتـاز المعـبر، ثم مالبـث أن تجمّع حولـه عدد من الناس والذين كانوا بعضاً مـن أصدقائه وأقربائه، ولكنّهـم مـن الموتى، وهـو ما أثـار في نفسه الخوف فتسـاءل في نفسه إن كانت البراء هي مدينة الموتى، أم إحدى مناطق الـبرزخ؟ ثم مالبث أن شعر بدوار هائل غـاب على إثره عـن الوعي، أمّا هـادي فرأى نفسـه وسط أربعة مفارق وشاهد فاطمة وهي تبتعد في أحدها ودون وعي منه وجد نفسه يركض وراءها، ثم يستيقظ ليجد امـرأة مسنّة تخبره بأن الاختبار قد انتهى، وأنّ ماحدث لفاطمة حدث له أيضاً.

وكان للآخرين أحلام أخرى ولكنّها ذات مغزى مشترك، والتقى الجميع بعد اختبار الحلم ورغم هذه الأحداث كلّها إلا أنّه مايزالون بعيدين عن المعابر. وسيتم نقلهم إليها من خلال نفق يصل بين قبو في المبنى ومداخل المعابر، فتقدّمهم الكهل وساروا في النفق الذي بدأ يضيق ثم ليظهر ضوء باهر في نهايته، وبعد خروجهم منه كانوا أمام أحد الحواجز المؤديّة إلى مركز المعابر الذي يضجّ بالحركة، وكانوا وحدهم أمام الحاجز، وأوضح لهم الكهل بأنّه عندما ينفتح الحاجز آليا عليهم أن يسيروا خلف بعضهم موضّحاً أنّهم أمام مرحلة حاسمة من حياتهم فتمنّى لهم التّوفيق، ثم اختفى.

وبدأ الجميع بالعبور واحداً إثر الآخر بعد أن تمنّوا لبعضهم النجاح واللقاء في البراء كان الدكتور العابدي أول العابرين فودّع زملاءه وسار في طريق ممتدّ يملؤه الضّباب ثم اختفى ما يدلّ على أنّه نجح في العبور، وجاء دور مرشد صديقٍ خالد فودّع الرفاق وسار في طريقه لكنّ شيئاً غريباً وقع له فقد رأى الطّريق ينحني هابطاً، ليرى نفسه يدخل في دوّامة فشعر بالدّوار ثمّ غاب عن الوعي فعرف البقيّة أنّه لم ينجح بالعبور..

وجاء دور هادي وفاطمة اللذين ودّعا الجميع، وسارا مع بعض متماسكين بشدّة، وامتدّ الطريق أمامهما وفجأة اختفيا في الضّباب فسقطا في هامية عميقة. وغابا عن الوعي حزن خالد على ماحلّ بصديقه مرشد وهادي وفاطمة فقد لا يلتقي بهم مرّة أخرى ولكنّه أصرّ على المتابعة بصحبة ناجية فانطلقا معاً في طريق يغلّفه الضّباب الكثيف وصلتهما أصوات ضحكات ترافقها زغاريد فرح، ثمّ هبطت الطريق وغابا في الضّباب، لتغمرهما رائحة عطرة خدّرتهما فغرقا في حلم جميل نقلهما إلى البعيد...

أمّا في ذلك الكهف المنعزل فقد استقبل نعيم ووالد زوجته ذلك الطير الغريب أكثر من مرّة وهو يحمل لهما الرّسائل، وكانت آخر رسالة قد أخبرتهما بأنّ المسافرين سيعودون في هذا اليوم، سيعود خالد ومرشد وبينما هما في جلستهم سمعا صوت قذيفتين أطلقتا من الفتحة المطلّة على المدينة من داخل الكهف، فانتبها ليجدا جسمين ملفوفين داخل الكهف وهما يتحركان، فظنّا أنهما خالد ومرشد فسارعا في تخليصهما من الرّداء الذي يلفّهما فوجئا بـ خالد وناجية، فرحب بهما نايف وعمّه وتم التعارف بين ناجية وبينهما، ثم سألاهما عن مرشد فلم يستطيعا الإجابة.

ثم حكى خالد قصته مع مرشد وما جرى لهما في تلك الرّحلة المشوّقة، متسائلاً عمّا حدث لجميع الرّفاق، وعن الزّمن الذي استغرقته رحلتهم، وعن مصير بقيّة الرّفاق، بدا لهم الوضع غامضاً..

كانت الحقائق التي عاشها خالد عن الأزمان وأنفاقها الغريبة، وعن المدن ذات العوالم المختلفة والعصيّة عن الفهم، كانت كلّها حافزاً له على أن يبدأ بتسجيلها في كتاب ذي فصول عديدة مع الانتظار لعلّ الزّمن يقدّم له تفاسير للألغاز التي مازالت تحيّره، فغرق في التفكير بينما كان الظلام يلفّ العالم...

يا لها من أنفاق زمنيّة عصيّة على الفهم، لغرابة فكرتها، وتشعّب أحداثها، وكثرة متاهاتها، وتنوّع الأزمنة والأمكنة فيها، وغموض خاتمتها. إنّها من سمات أدب الخيال العلمي حيث الاستشراف للمستقبل، والبحث عن عوالم جديدة ذات مواصفات بعيدة عن المألوف، تنطوي على مفاهيم وقيم ذات مضامين متنوّعة تعرّي الواقع وتوحي بما يجب أن يكون عليه من حيث خدمة الإنسان والإنسانية...

---

* (أنفاق الأزمنة) رواية من الخيال العلمي. للدكتور (طالب عمران) صادرة عن الكتاب الشهري - الأدب العلمي - جامعة دمشق.

... وتنوّع في فصائل النباتات

رئيس التحرير

في عالم النبات تتنوّع الفصائل النباتية لدرجة كبيرة أيضاً، وهناك فصائل نباتية مختصّة بأكل اللحوم.

وقد اكتشف العلماء أنّ عدّة أنواع من النباتات تتحرّك بخفّة ورشاقة لاقتناص صيدها الذي يمكن أن يكون حشرة سريعة أو حيوان صغير، أو حتى حيوان ضخم.

لقد أحصى العلماء (450) نوعاً من النباتات آكلة اللحوم من هذه النباتات (الدروداند) الذي يختصّ باصطياد الذباب وهضمه.

فأوراق هذا النبات على شكل كتاب مفتوح مغطّى بزغب كثيف حيث تقترب الذبابة منه وتلتصق به. تنغلق صفحات الكتاب لتسجن الذبابة. ثم تبدأ بعض السوائل بالإفراز على جسمها حيث تهضمها النبتة بالتدريج.

وهناك نباتات تسمّى المجنونة، لأنّها سريعة الانغلاق على الحشرات بشكل مدهش.

أمّا (الدروزا) فلها ورد أحمر وفوقه قرون ضعيفة تشبه الشعر في نهاية كلّ قرن غدّة، وعندما تأتي الحشرة لكي تستريح تحاصرها القرون ثمّ تقيّدها وتدخلها إلى الورقة، حيث تقوم هذه الورقة بالانقباض وربّما ظلّ هذا الانقباض لأيام. حيث يتخلّل جسم الحشرة بين الإفرازات الصمغية ويتحلّل في جسم النبتة.

وأنواع النباتات الغريبة في العالم تنتشر حتى في المناطق الباردة بين غابات الأشجار القصيرة المقاومة للبرد.

***

وهناك نباتات آكلة اللحوم تفغر فاها كالجرّة الصغيرة تدفع الحشرات إلى داخلها ثم تنغلق. وفي الجرّة شهد لذيذ قلّما تتركه الحشرات. وقد يسيل بعضه على فوهة الجرّة. فتندفع الحشرة لتناوله فتقع في فخّ الجرّة التي تطبق عليها.

وهناك نباتات ضخمة، في المناطق الاستوائية كثيراً ما ابتلعت بعض المستكشفين من البشر. وقد تقع النحلات في فخ زهرات تطبق عليها فتقتلها.