مجلة ثقافية علمية أدبية شهرية تصدر عن جامعة دمشق

المدير المسؤول
أ.د. مصطفى صائم الدهر
(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. 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: عوالم لا تزال مجهولة، (رئيس التحرير) 4

دراسات وأبحاث

- الجفاف والتغيّر المُناخي وانحباس الهطولات في سورية وشرق المتوسّط، (د.م.محمّد رقية) 6
- الكوارث الحرارية، (د.علي حسن موسى) 19
- ما وراء المعرفة، (د.معمر هوارنة) 27
- رحلات استكشاف المريخ (1 من 2)، (حسام شالاتي) 43
- سجين براءات الاختراع (2 من 2)، (ترجمة: سلام الوسّوف) 61

تراث الحضارة الإسلامية

- اعترافات العلماء الغرب بفضل العلماء العرب والمسلمين في مجالات العلوم الأساسية والتطبيقية، (د.سائر بصمه جي)..... 82
- المعادن وعلم التعدين لدى الحسن بن أحمد الهمداني، ، (محمّد علي حبش)..... 91
- حرف الدهان الدمشقي (العجمي) والخيط العربي والفسيفساء، ، (د.عمار النهار)..... 109

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

- طي البروتين.. لغز بيولوجي، (رؤوف وصفي) 119
- استكشاف الأرض والكون، تطوّر المعرفة الإنسانية ومستقبلها، (قراءة: م.هناء صالح) 125

بيئة المستقبل

- حرائق الغابات.. ودور الأقمار الصناعية، (ترجمة: م.محمّد أمين صباغ) 138

ملف الإبداع

- الذي أرعب القرية الآمنة، (د.طالب عمران) 146
- بلازار ، (قصّة: صلاح معاطي) 157
- مملكة الظلال ، (قصّة د.فواز أحمد الموسى) 161

محطات

- محطّات في العلوم، (حسين الإبراهيم) 169
- الصحافة من الكتابة على الجدران إلى الشاشات الإلكترونية، (نبيل تللو) 175

كتاب الشهر

- جزر شاطي السّوَادي، عن الخوف والظلمة، (قراءة وتعليق: نضال غانم) 190

تحت المجهر

- التنبّؤ العلمي، (رئيس التحرير) 204

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 .

عوالم لا تزال مجهولة

رئيس التحرير

رغم عظمة التطوّر العلمي الذي وصل إليه الإنسان فإنّه لا يزال يجهل الكثير من الأسرار عن عالمه الذي يعيش فيه، وعن هذا الكون الواسع الفسيح الأرجاء الذي يشغل فيه حيّزاً مهملاً. صنع الإنسان منذ بدء التاريخ حضارات متعاقبة. كان يعتقد أنّها التطوّر الأمثل الذي يطمح إليه. وكان يكتشف متأخّراً أنّه يضع بذلك لبنة في بناء التراث الإنساني الذي يستمرّ في الشموخ والارتفاع رغم الدمار والحروب وانهيار القيم أحياناً. وتتجلّى عظمة هذا البناء في الاتّجاه الإيجابي للتطوّر العلمي، لخلاص الإنسان من المحن، رغم أمواج الحقد والكراهية والأنانية التي تُحدث كلّ فترة شرخاً، ينهار فيه جزء من البناء الحضاري ليعيد الإنسان الواعي بناءه من جديد.

وبرز مع العصر الحديث اتّجاهان للعلم في مسيرته الجديدة:

اتّجاه يبني ويعطي للإنسان ثمار الحضارة بمكافحة الأوبئة والجوع والسعي نحو الرفاه الإنساني، وهو اتّجاه أسفر عن حلول هائلة لمشكلات مستعصية عذّبت الجنس البشري وحدّت من عطاءاته في كوكب الأرض بشكل واضح.

واتّجاه آخر استخدم فيه الإنسان تطوّره العلمي لاستنباط وسائل الدمار والإبادة والاستغلال والقمع.

وظلّت عوالم إنسانية صغيرة منغلقة على الكشف العلمي، تستعصي على علماء الحياة، وتعيش في عزلتها قانعة ببدائيتها وصراعاتها مع الطبيعة منغمسة بعادات وتقاليد موروثة ترفض التغيير والتعايش مع العصر الذي وصل فيه التطوّر العلمي باتّجاهيه حدّاً مذهلاً.

انطلق الإنسان مع بداية النصف الثاني من القرن العشرين صوب الفضاء الخارجي يستكشف المجهول ويرتاده مغامراً في رحلات متعاقبة غير مأهولة! بدأت بالدوران حول القمر ذلك الجرم القريب من الأرض، ثمّ في رحلات كشف إلى الكواكب الأخرى في مجموعتنا الشمسية، قبل أن تنطلق إلى الفضاء البعيد.

وعلى كوكب الأرض –كوكب الحياة البشرية– ظلّت الأسرار تغلّف كثيراً من جوانبه سواء في أعماق البحار والمحيطات، أو على اليابسة في جزر وأدغال معزولة، لم تجرؤ رحلات الاستكشاف والبحث على النفوذ إليها. نجد أمثلة على ذلك في الأدغال الأفريقية والأمازون وغابات الهند وجزر في جنوبي شرقي آسيا، والمناطق المتجمّدة وفي هضبة التبت وجبال الهيمالايا.

وبين فترة وأخرى ينطلق مغامر باحث إلى تلك المناطق المجهولة يتعرّف عليها وينشر ما حصل عليه من معلومات كلّفه جمعها الجهد والتعب والأوقات العصيبة.

أمّا لماذا استعصت تلك المناطق على التطوّر العلمي، فيعود إلى أنّ سكانها وعددهم ليس قليلاً، تعرّفوا على العلم من خلال بندقية الأبيض أو حبله الطويل الذي يلتفّ حول الرقبة، ليباع الواحد منهم في سوق الرقيق دون حول ولا قوّة.

كان الوجه البشع للعلم هو الذي ظهر لهم بسبب أنانية واستغلال وجشع المستعمر الذي انتشرت جيوشه بحثاً عن الثروة والكنوز والسلع الرابحة.

لو تعرّف الإنسان في تلك المناطق على العلم الذي يشفي المرضى، ويزيل المتاعب ويجلو الأسرار المعرفية، لكان استقباله للمكتشفين –أبناء جنسه– يختلف عن استقباله لهم وهم يبيدون أفراده برصاصهم سواء في أفريقيا السوداء أو في مناطق الهنود الحمر.

ولنتعرّف على بعض هذه القبائل التي لا تزال متشبّثة بعاداتها وتقاليدها التي تستعصي على المكتشفين الذين لا تأمين لهم وقد أرعبتهم تلك الآلة البغيضة التي تبصق ناراً وموتاً. وعاشت في ذاكرتهم منذ أن وضع المكتشفون الأوائل أقدامهم على تلك الأراضي العذراء الخالية من الدخلاء والأجناس الغريبة.

في قرى متناثرة في الغابات الاستوائية جنوب فنزويلا والأجزاء المتاخمة لشمال البرازيل تعيش قبائل اليانومامي التي لا يزيد تعداد أفرادها عن (15) ألف نسمة! ويشتهرون بالشراسة من بين جميع هنود أمريكا الجنوبية، والقوّة هي معيار حياتهم، ومن دونها تصبح بلا معنى، وعليهم الحفاظ على هذه القوة ما دام في أبدانهم عرق ينبض بالحياة.

يصنع المحاربون أقواسهم من خشب النخيل، ويحلقون شعورهم بأوراق عشب حاد قوي. وسكاكينهم من أسنان الخنزير البرّي الحادّة، وخناجرهم تتقدّمها أسنان حيوان (غوتي) القارض والذي يقارب حجمه، حجم الأرنب.

القرى متناثرة على مساحات شاسعة، ويصل متوسّط عدد سكان القرية الواحدة إلى (50) نسمة بين رجل وامرأة! يحمي كلّ قرية فرقة من الرجال الأشدّاء تضمّ خمسة عشر رجلاً على الأقل.

عندما يصل الفتى عندهم إلى سن البلوغ، يحاول أن يبرز نفسه كمحارب قوي، فيبدأ صراعه للحصول على زوجة، وإذا لم تتيسّر له فتاة، يسرق زوجة أحد المحاربين من القرى المجاورة رغم معرفته أنّ في الأمر خيانة! وأنّ الخيانة مرفوضة في القبيلة، وإذا كانت لديه أخت يبادلها مع أخ الفتاة التي يتزوّجها، وهذا الزواج يعدُّ عند تلك القبائل ناجحاً ويأخذ صفة الديمومة ويقوّي الرابطة الأسرية.

والقادة هم الذين يملكون أكبر عدد من الزوجات لدرجة أنهم لا يتركون للشبان الصغار فرصة للزواج، حتى يقوى هؤلاء ويصبح بإمكانهم الحصول بقوّتهم العضلية وشراستهم على زوجة حتى من زوجات الزعيم.

ويتسابق الرجال للفوز بأكبر عدد من الزوجات! تماماً كما في حالة ذكور الفقم التي تتصارع فيما بينها لنيل أكبر عدد من الإناث.

يعامل (اليانومامي) الأطفال بمحبّة واحترام، ويحرمون أنفسهم من الأطعمة اللذيذة ليقوموها لأطفالهم. والذكر هو المفضل، وحين تلد المرأة مولودها الأوّل ويكون أنثى يقتلها الأب خفيةً، تماماً كما كانوا في الجاهلية يئدون الفتيات.

وإذا ولدت الأم طفلاً آخر وهي لا تزال ترضع طفلها، يلجأ الأب لقتل الوليد الجديد سواء أكان ذكراً أم أنثى. ومدّة الفطام عندهم ثلاث سنوات. ورغم كراهية الشيوخ والكبار للغدر، ووصاياهم المستمرّة للجيل الجديد بألّا يلجأ للغدر والخيانة فبين أفراد (اليانومامي) لا توجد صداقات، فهم يغدرون أحياناً بأقرب الناس إليهم.

قضى البروفسور (كينيت جود) أستاذ علم الأجناس في جامعة فلوريدا أربع سنوات بين تلك القبائل وكسب صداقاتهم بالرعاية والعناية بالمرضى، وتعريفهم على أساليب الحياة دون خوف من الظواهر الطبيعية والحيوانات المفترسة. وفي رأيه –وقد كتب كتاباً عنهم– أنّ عزلة (اليانومامي) لن تستمر طويلاً فستصلهم الحضارة بعد سنوات حين ستصلهم الطرق التي تشقّ ضمن غابات الأمازون.

الجفاف والتغيّر المُناخي وانحباس الهطولات

في سورية وشرق المتوسّط

د.م.محمّد رقية

مقدّمة

إنّ تغيّر المُناخ على الكرة الأرضية هو أحد المشكلات الدولية الأكثر أهمّية في القرن الـ21. كما أنّ الزيادة السريعة في ديناميات الكوارث، التي لوحظت في العقود الأخيرة، مقلقة للغاية!

في نهاية القرن العشرين طرح بعض العلماء مقدّماً فرضيات ونظريات مختلفة بشأن التغيّر التدريجي للمُناخ. ولكن في الواقع اختلف كلّ شيء. إنّ التحليل الدقيق للعدد المتزايد من الكوارث الطبيعية والأحداث المُناخية المفرطة في مختلف أنحاء العالم، فضلاً عن العوامل الإحصائية للعوامل الكونية في السنوات الأخيرة تشير إلى أنّ الافتراضات التي تمّ طرحها مقدّماً من قبل عدد من العلماء بشأن الطبيعة التدريجية لتغيّر المُناخ للأرض خلال المائة سنة القادمة غير صحيحة، ومخالفة للواقع، فهذه العملية أكثر دينامية بكثير ممّا كان متوقّعاً.

ربّما كان الخطأ هو أنّ العديد من العلماء لم يضعوا في اهتمامهم تأثير العوامل الكونية، والعمليات الفلكية على حالة النظام المُناخي العالمي لكوكب الأرض.. إضافة للنشاطات البشرية الفاقعة الملوّثة للبيئة وحياة البشر. إنّ تغيّر المُناخ العالمي على سطح الأرض لهو في معظمه مشتقّ من العمليات الفلكية والنشاطات البشرية.

ويستند الباحثون في دراساتهم للسجلّات المُناخية للأرض على عدد من الأدلّة، ومنها العيّنات الجليدية التي يتمّ الحصول عليها من الصفائح الجليدية في غرينلاند وغيرها، والفقاعات الهوائية المحبوسة في الجليد منذ القدم، والتي بيّنت التباين الواضح في سقوط الأمطار في بعض المناطق وقلّتها في مناطق أخرى.

يتأثّر مُناخ العالم بشكل مباشر بالعوامل البيئية وتغيّراتها التي يحدثها الإنسان بسبب نشاطاته المختلفة، ومنذ عام 1938 حذّر العالم جورج كالندز من العواقب الوخيمة التي سوف يتسبّب بها تزايد انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوّي للأرض، ومن أهم تلك التغيّرات: حدوث الجفاف في كثير من بقاع العالم وما ينجم عنه من مجاعات بسبب شحّ الغذاء والموارد المائية والهجرات القسرية الجماعية. تبيّن لاحقاً للعلماء وجود علاقة وثيقة بين الاحتباس الحراري وحدوث تغيّرات حادّة في المُناخ العالمي، وتأثّر الأنظمة البيئية الهشّة بهذا التغيّر الحاد.

وحتى بداية العقد الأخير من القرن الماضي، لم يكن لدى بعض الباحثين قناعة تامّة بالعلاقة بين الارتفاع في درجات الحرارة للكرة الأرضية بشكل عام والتغيّرات المُناخية، لكن تبيّن لاحقاً للعلماء وجود علاقة وثيقة بين الاحتباس الحراري وحدوث تغيّرات حادّة في المُناخ العالمي وتأثّر الأنظمة البيئية الهشّة بهذا التغيّر الحاد، ومنها الأنظمة الزراعية المصدر الرئيس للغذاء في العالم وكذلك الموارد المائية، وتأثير ذلك على التجمّعات السكانية والأمن الغذائي والنظم الاقتصادية والأنماط الحياتية السائدة.

إنّ الكوارث الطبيعية التي حدثت خلال الأعوام القليلة الماضية شاهد على جسامة التغيّرات التي لحقت بمُناخ الأرض، ففي بداية هذا العقد أصابت بعض المناطق في الهند وباكستان فيضانات عارمة أدّت إلى قتل وتشريد آلاف البشر، كما اندلعت الحرائق في كثير من غابات العالم، وقد تأثّرت منطقتنا العربية بشكل مباشر بهذه التغيّرات، إذ شهدت بعض دول الخليج العربي أمطاراً غزيرة وفيضانات عارمة وتساقطاً للثلوج، كما شهدت دول شرق المتوسّط مواسم من الجفاف الحاد وقلّة في تساقط الأمطار وتراجعاً واضحاً في الموارد المائية وتهديداً للأمن الغذائي والسلم الأهلي.

ويمثّل تغيّر المُناخ تهديداً هائلاً للتنمية البشرية على المدى الطويل، يعيق جهود التنمية، وستزداد تذبذبات وتقلّبات المُناخ variability climate وكذلك القابلية للتضرّر vulnerability وخصوصاً للفقراء وأولئك الذين يعتمدون اعتماداً كبيراً على الموارد الطبيعية مثل المزارعين والرعاة. فعلى الرغم من أنّ الدول العربية هي الأقل في مساهمتها في أسباب تغيّر المُناخ، فقد أثّر تغيّر المُناخ بالفعل أو سوف يؤثّر في معظم سكان المنطقة العربية، ومنهم ما يقارب 30% أي ما يقترب من نحو 100 مليون شخص من

الفقـراء الأقل قدرةً ومرونـة على التعامل مع هذه التغيـيرات، وهم الأكثر عرضـةً لآثارها السـلبية ولذلك يجب النظر إلى أنّ محاربة الفقر ومكافحة آثار تغيّر المُناخ على أنّهما جهدان مترابطان ينبغي أن يدعم بعضهما بعضاً.

ولأنّ الزراعة قدّمت عبر آلاف السـنين الغذاء والأعـلاف، إلّا أنّه مع المُناخ الآخذ في التغيّر باتت قضـايا المُناخ والغذاء قضـايا متلازمة، فالزيادة الطفيفـة في درجـات الحـرارة يمكـن أن تخفض إنتاجيـة المحاصـيل بصـورة كبـيرة، وازديـاد الجفـاف وكـثرة تذبذب درجات الحـرارة تحدث خسـائر ضـخمة في إنتاجيـة المحاصـيل والثروة الحيوانيـة. بـل إنّ الأعـداد المتزايـدة لحـالات فشـل المحاصيل قد تتسبّب في خسـائر اقتصادية وتقوّض أساسـات الأمـن الغذائـي. ويبـدو أنّ تـوازن الغطاء النباتي والتربـة في المناطق الجافّة اسـتمرّ حتى حدوث الانفجار السـكاني في القرن العشـرين، وفي الواقع فإنّ الموارد الطبيعية تكيّفت مـع ظـروف الجفـاف طيلـة القـرون والألفيـات الماضـية وكانـت آثار الجفـاف محـدودة قبل أن يبـدأ الإنسـان والحيـوان في اسـتغلال الأراضـي بطريقة غير رشـيدة، ولا يمكـن أن تكون موجات الجفاف وحدها هي العوامل المسبّبة للتصحّر دون غيرها. ففي العديد من الحالات تكون آثار أنشطة الإنسان هي الأسباب المباشرة في تحويل الأراضي إلى صحراء، بينما يكون المُناخ هو العامل المساعد فقـط. فموجات الجفـاف يمكن أن تعجّـل بعملية التصحّر، ولكن تتابع السـنوات الممطرة يمكن أن يؤجّل حدوث التصـحّر، أو ربّما يحجب ملامحه، فالتصحّر ظاهرة شـاملة ذات آثار مختلفة وذات طابع إيكولوجـي أو اقتصـادي أو اجتماعي تماماً مثـل ظاهـرة التغـيّرات المُناخية فـإنّ الظاهرتين مترابطتان.

ويعدّ استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد من أفضل الوسـائل الحديثة لدراسة الموارد الطبيعية والتعـرّف على خصائصـها وأماكـن تواجدها ثمّ مراقبتها ووضـع الخطط لاسـتغلالها، بالإضـافة إلى تطبيقاتها في رصد وتتبّع الظواهر البيئية التي تؤثّر على عمليات التنمية الزراعية المتواصـلة مثل الجفاف والتصـحّر وعوامل التعرية والانجراف وتدهـور التربة، ثم يلي ذلك اسـتخدام برمجيات نظـم المعلومـات الجغرافيـة لإدخـال وتخزيـن وتحليل البيانات والمعلومات والخرائط وصـولاً إلى اسـتخلاص النتائج والمؤشّرات التي تفيد كثيراً في توفير قواعد بيانات جغرافية متكاملة تخدم كثيراً الباحثين والدارسين والمهتمّين ومتّخذي القرار.

الجفاف وتغيّر المُناخ في شرق المتوسط

تُعدُّ منطقة غرب آسـيا وشمال أفريقيا ضمن أكـثر مناطـق العـالم تعرّضـاً للإجهـاد المائـي، حيـث تضـمّ 6.3 في المائة مـن سـكان العالم، في حـين تحظى بنحـو 1.4 في المائة مـن المياه العذبة المتجـدّدة في العـالم. وتشـير الدلائـل مـن جميع أنحاء المنطقة إلى أنّ العقود الأخيرة شـهدت أكثر الفترات جفافاً في الألفية الماضية.

إنّ ما تتعرّض له بلدان شرق المتوسّط من جفاف وبرودة في عزّ الشتاء ما هو إلّا مظهر من مظاهر التغيّر المُناخي الذي بات يشهده العالم بأسره وليس منطقتنا فقط، وبخاصّة في السنوات العشرين الأخيرة وذلك نتيجة تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري الناجمة عن زيادة تركيز غازات الدفيئة في الغلاف الجوّي والمسؤول عنها الإنسان وصناعاته بالدرجة الأولى، حيث لم تلتزم معظم الدول الصناعية الكبرى بمعاهدة باريس للمُناخ الموقّعة عام 2015 وفشلت في الحفاظ على متوسّط درجات حرارة للأرض محدّد هو 1.5 درجة فجاء العام الماضي 2024 فكسر ذاك الحاجز ولأوّل مرّة منذ بدء السجلّات التاريخية وليسجّل ارتفاعاً وقدره 1.6 درجة عن المتوسّط وذلك في مؤشّر تصاعدي واضح بدأ منذ بضع سنوات. وقد زاد الأمر سوءاً في العامين الأخيرين ظهور عامل إضافي وهو انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن العدوان على غزّة منذ تشرين الأول/أكتوبر 2023 والحرب في سورية ولبنان واليمن وإيران.

فقد نجم عن 6200 مهمّة قتالية موثّقة في أوّل 90 يوماً من العدوان على غزة 476 ألف طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، ويشير موقع الأونروا 2025 إلى أنّ انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن العدوان الإسرائيلي على قطاع غزة منذ عام ونصف العام، ستتجاوز الانبعاثات السنوية لـ 102 دولة في العالم.

ذكر بحث صادر عن إدارة الطيران والفضاء الأمريكية (ناسا)، أنّ منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط شهدت موجة من الجفاف امتدّت 14 عاماً، بين عامي 1998 و2012، وأنّ هذه الموجة هي الأسوأ منذ تسعمئة عام.

وبيّن البحث أنّ دول شرق المتوسط -مثل سورية ولبنان والأردن وتركيا وقبرص- وكذلك بعض الدول الأفريقية المحاذية لساحل المتوسّط، قد شهدت أسوأ موجة جفاف منذ عام 1100، وتأتي هذه الدراسة في سياق عمل ناسا المستمر لتحسين نماذج الحاسوب التي تحاكي المُناخ في الحاضر والمستقبل.

وبحسب الدراسة التي أجراها الباحثون في معهد "غودارد" لدراسات الفضاء التابع لناسا، وكذلك مرصد "لامونت دوهارتي" للأرض الذي يقع في جامعة كولومبيا في نيويورك، فإنّ الباحثين قد استندوا في دراستهم تلك على حلقات الأشجار في عدد من دول العالم ومنها دول شرق البحر المتوسّط وكذلك مناطق شمال أفريقيا وجنوب أوروبا، من أجل بناء نماذج للطقس والمُناخ خلال حقب زمنية متعاقبة تمتدّ بين عامي 1100 و2012.

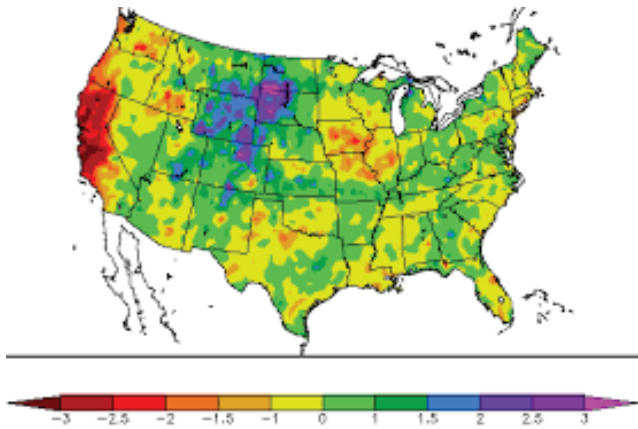
وحلقات الأشجار التي دُرست جُمعت من أشجار حيّة وميّتة، وهي تبيّن المُناخ الذي ساد في المناطق التي نمت فيها تلك الأشجار، والمواسم المطرية والجافّة، إذ إنّ حلقات الأشجار السميكة تدلّ على مواسم مطرية جيدة، أمّا حلقات الأشجار الرقيقة فهي تشير إلى حدوث فترات جفاف في تلك المناطق، وقد تبيّن لفريق البحث توافق ذلك مع الوثائق التاريخية التي أرّخت لتلك الفترة.

ويستطيع الباحثون على أثر ذلك تحديد الأسباب التي أدّت إلى حدوث تلك التقلّبات المُناخية الخطيرة، سواء كانت أسباباً طبيعية -كما حدث في حقب زمنية سابقة- أو بسبب النشاط البشري وتفاقم مشكلة الاحترار العالمي

التي ألقت بظلالها الداكنة على كوكب الأرض.

يقول الباحث بن كوك المشارك في الدراسة السابقة "إنّ منطقة شرق المتوسّط قد شهدت تقلّبات في الطقس شديدة التباين على مدار تسعة قرون، لكن من الملاحظ أنّ العقدين الماضيين الأخيرين كانا الأكثر تطرّفاً في الطقس، إذ شهدا موجات جفاف حادّة"، ويضيف أنّ "الجفاف الأخير في منطقة شرق المتوسط يقع خارج نطاق مدى التباين الطبيعي، وأنّ دراستهم في الواقع تدعم دراسات سابقة أخرى تشير إلى أنّ أسباباً بشرية تقع وراء الظواهر المُناخية المتطرفة".

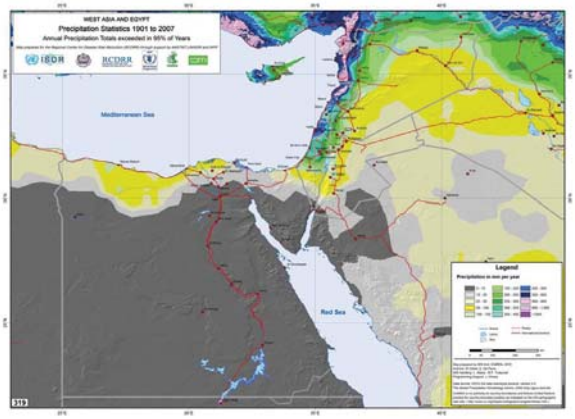
يوضّح الباحثون في جامعة أوكسفورد، أنّ آثار التغيّر المُناخي الذي صنعه الإنسان سوف تؤثّر بشكل مباشر وخطير على منطقة شرق المتوسط، فالجفاف الذي ضرب تلك المنطقة أدّى إلى حدوث هجرات بشرية ولجوء من مناطق إلى أخرى، وكانت السيطرة على منابع المياه والأنهار هدفاً لمن يمتلكون القوّة والنفوذ. من المعلوم بأنّ الجفاف الممتدّ لسنوات طويلة يؤدّي إلى انهيار المجتمعات السكانية بسبب تراجع القطاع الزراعي وقلّة الموارد المائية.



تحدّد دراسة مؤشّر الهطولات المطرية لمنطقة شرق المتوسط، وفق (De and 2010 Göbel Pauw) التوزّع في متوسّط الهطولات المطرية خلال الفترة ما بين 1901–2007، مع قياس الانخفاض في الهطولات المطرية خلال القرن الماضي بدليل Index Precipitation Slandered (SPI) والتي أظهرت التراجع بنحو 5 حتى 1 نقطة، بينما عكس الانحراف المعياري عن المتوسّط في الدول الأكثر تأثّراً بالانخفاض وهي سورية والأردن وفلسطين ولبنان مع استثناء جزء من العراق تراجعاً في الهطولات المطرية بحوالى 50–150 ملم. وبما يمكن تفسير تأثيره بأنّه تغيّر كبير يؤدّي لتحوّل في أحزمة الأمطار المستقرّة منذ فترات طويلة وفي استخدامات الأراضي حيث ستتحول النظم الإنتاجية الزراعية لنظم مختلفة مع تراجع في المراعي في معظم البوادي.

يؤكّد تحليل (Evans 2009) حول أثر تغيّر المُناخ على مساحة بلاد الشام وشمال السعودية وإيران وتركيا ونتائج المحاكاة من 18 تحت سيناريو أنّ معظم المنطقة العربية سوف تصبح أكثر دفئاً وتخضع لانخفاض كبير في هطول الأمطار. والزراعة في خطّ مطر 200 ملم- وهو ما يُطلق عليه عتبة الزراعة البعلية سوف يتحرّك شمالاً مع ارتفاع درجة حرارة المُناخ. وأنّه بحلول منتصف هذا القرن، ستفقد 8500 كم^2 من الأراضي الزراعية البعلية. وكذلك بحلول نهاية هذا القرن، من المتوقّع أنّ خطّ مطر 200 ملم سيتحرّك شمالاً نحو 75 كم ممّا سيؤدّي إلى خسارة 170 ألف كم^2 من الأراضي الزراعية البعلية على مساحة تغطّي فلسطين ولبنان وسورية والعراق وإيران. كما أوضح أنّ موسم الجفاف سوف يزداد لفترة

أطول من شـهرين تقريباً، وهذا سيحدّ من الرعي بالمراعي في كلّ من العراق وسورية ويستلزم الحدّ مـن أحجام القطيـع أو زيـادة الاحتياجات المائية والواردات من الأعلاف (شكل رقم 1).



الشكل رقم 1 (مؤشّر الهطولات المطرية لمنطقة غرب آسيا ومصر)

الجفاف في سورية وآثاره الكارثية على نظم الحياة

يُصنّف المُناخ السوري بأنّه جاف أو شبه جاف مـع تغييرات واسـعة في معدّلات هطـول الأمطار، يبلغ معدّل هطول الأمطار على الساحل المتوسّطي في الغـرب ما يقـارب 1400 ملم سـنويًا، وما يقلّ عـن 200 ملم سـنويًا علـى المناطق الصـحراوية شرقًا. وقد عانت سـورية من عدّة موجات جفاف منذ السـتينيات. كان لهذه الموجـات من الجفاف تأثيرات سلبية على الإنتاج الزراعي والحيواني.

خـلال موجة الجفاف الأخـيرة، التي تعتبرها وكالة ناسـا الأسوأ خلال القرون الأخيرة، تحوّلت غالبيـة أراضـي الجزيـرة الزراعيـة، التـي تبلغ مسـاحتها حـوالى 41% مـن مسـاحة سـورية، لأراضٍ جافّة بسبب الاحتباس الحراري وانحباس الأمطار، ما أثّر بشـكل سـلبي على تراجع الغطاء النباتـي مـن جهة، وتراجـع المحاصـيل الزراعية الاسـتراتيجية، خصوصًـا القمح والشـعير، التي تعتمد بشـكل أساسـي على الأمطار. لقد انخفض الإنتاج الزراعي في سورية لأكثر من 80% في عام 2022 مقارنة بعام 2020، وهو آخر محصول قبل بداية الجفاف الحالي.

وصـلت الأمطـار، المصـدر الرئيسـي للميـاه المتجـدّدة في سـورية، في الفـترة ما بـين أكتوبر/تشـرين الأول 2021 إلى مايو/أيـار 2022 إلى مستويات أقل من 75% إلى 95% عن المتوسّطات التاريخية، وبالتالي تراجعت المسـاحات المزروعة. وممّا زاد الأمر تعقيدًا، هجر المزارعين أراضـيهم بعـد العجز عن شـراء البـذور وتأمين السـقاية، وتدهـور الواقـع الاقتصـادي، وانكماش الدخـل والقوّة الشرائية للمدنيين.

أصـدر مكتب الأمم المتحدة لتنسـيق الشؤون الإنسانية في أكتوبر/تشرين الأول 2022 تقريرًا، قال فيه، "تسـبّب الانخفاض في هطـول الأمطار ومياه الأنهار المخصّصـة للري في خسـائر كبيرة في حصاد المحاصـيل الرئيسية، إذ انخفض إنتاج القمح إلى أدنى مسـتوياته منذ مـا يقرب من 50 عاماً، كما انخفضـت أسـعار الحيوانات بنسبة لا تقـلّ عن 20–40% لعـدم توفر الميـاه النظيفة، وارتفاع أسعار العلف، إلى جانب عدم الوصول إلى مناطق الرعي.

تعدُّ سورية دولة شحيحة بالمياه، وبما أنّ تركيا هـي الأقـرب إلى منابـع نهـر دجلة والفـرات من سـورية، فهذا يعنـي تحكّمها بالمـوارد المائية التي

تتدفّق تجاه حوض النهريـن، ورغم وجود اتفاقية الميـاه الموقّعـة عـام 1987 بـين العراق وسـورية وتركيا، والتي تشير أنّ حصّة سورية 6.627 مليار مـتر مكعّـب، أي ما لا يقـل عن 500 مـتر مكعّب للفرد، فقد انخفضـت حصّـة الأراضـي السورية بنسبة 40%.

في عام 2011، قدّر الخبراء أنّ استهلاك المياه السـنوي في سورية كنسـبة مئوية من وارداتها من المياه المتجـدّدة الداخلية بحوالى 160%، مقارنة بـ 80% في العـراق و20% في تركيـا. بالمقابـل حـذّرت الأمم المتحـدة في منتصـف 2021 مـن آثار إنسانية واسعة النطاق على ملايين السوريين بسبب انخفاض منسوب المياه، مشيرة إلى أنّ أكثر من خمسـة ملايين شخص شـمال شرقي سورية، يعتمدون على نهر الفرات، سيعانون.

لقد تأثّرت سـورية، وخاصّة منطقة الجزيرة، منذ الأشهر الأخيرة من عام 2020 بموجة جفاف اعتـبرت الأسـوأ منـذ 70 عامًا، لا سـيما صـيف 2021 الأكثر سـخونة في العالم حتى عام 2024. نتيجـة لتأثـير هـذه الموجـة، إلى جانـب عوامـل أخـرى مثل انهيـار المخزون الاحتياطـي من المياه الجوفية، على إنتاجية الأراضـي وتربية المواشـي، نـزوح المزارعـين والمربّين من القـرى إلى المدن أو الهجرة خارج البلاد، أو الانتقال لمهن أخرى تلائم الظروف المعيشية الجديدة.

إنّ انقطـاع الأمطـار وانخفاض منسـوب نهر الفـرات الـذي يعـدُّ المصـدر البديـل للأراضـي الزراعية المروية شمال شرقي سورية كانا العاملين الأساسـيين لنشـوب الخطـر، إضـافة لانخفاض منسـوب نهري البليخ والخابـور الواقعين في الرقة والحسـكة، مـا دفع الأهـالي للاسـتخدام الجائر للآبار، وبالتـالي انخفض منسـوب المياه الجوفية وزادت ملوحتها، ولم تعد صالحة للشرب، مما زاد من تعاسة الأمر وقلّل خيارات الحل.

تواجـه أغلـب البلدان العربيـة التي تعاني من انعكاسـات التغيّرات المُناخية موجة تصـحّر غير مسـبوقة، ومنها سورية التي صـنّفها معهد الموارد العالمية في أغسطس/آب 2023 ضمن 15 دولة في المنطقة تتعرّض لإجهاد مائي مرتفع للغاية.

لقـد ذكـر مكتـب الأمم المتحـدة للشـؤون الإنسانية في يوليو/تموز 2021، أنّ "سورية تحتلّ المرتبة السـابعة على مؤشّر المخاطر العالمي ضمن 191 دولة الأكثر عرضةً لخطر الكوارث الإنسانية أو الطبيعيـة التي يمكن أن تطغى على القدرة على الاستجابة".

لقد تحوّل نهر الخابور إلى مجرّد مسيل ماء شتوي، إذ لم يعد لمياهه أي أثر منذ عام 2003، بعد جفاف الينابيع الجوفية المغذّية له والواقعة حول مدينة رأس العين بريف الحسكة على الحدود السورية-التركية، ويعود ذلك الجفاف، للاستمرار غير المنضبط في حفر الآبار على حوضه، والإجهاد في الضخ خاصّة من الجانب التركي، ممّا تسبّب في حرمان سكان البلدات والقرى على طول مجراه من مياه الشرب والري. ينطبق ذلك أيضاً على مجرى نهر البليخ في محافظة الرقة، ما ساهم ذلك بنزوح وهجرات جماعية وفردية.

اعتبر المؤشّر العالمي لمخاطر الصراع لعام 2022 سورية أكثر البلاد عرضةً للجفاف في منطقة البحر المتوسط. ويضع تأثير تغيّر المُناخ ضغطاً هائلاً على خزّانات المياه والأنهار.

كما تسبّب انخفاض مخزون المياه في سدود الطبقة وتشرين والبعث على الفرات إلى انخفاض الإنتاج الزراعي لأكثر من 192.225 هكتاراً من الأراضي المروية في سورية، ما نتج عنه خسارة المزارعين 80% من المحاصيل وخاصة القمح الذي يعدّ أحد المحاصيل الاستراتيجية الأكثر أهمّية في سورية ومنطقة الجزيرة السورية، فقد شهدت المنطقة تراجعًا كارثيًا في إنتاج القمح. ووفقًا للأرقام الصادرة عن الهيئات الزراعية المحلية، انخفض إنتاج القمح في محافظة الحسكة من 805 آلف طنّ في عام 2020 إلى أقل من 210 آلف طن في الموسم الزراعي 2025-2024، أي أنّ الإنتاج تراجع بنسبة تزيد على 74%. ويعاني حالياً نحو 2.5 مليون شخص من انعدام الأمن الغذائي، كما تتزايد أزمة سوء تغذية الأطفال بسرعة كبيرة..

كما وتشير نتائج استخدم دليل تركّز الهطولات المطرية (the precipitation concentration index (PCI (لدراسة منطقة الجزيرة بشمال شرق سورية- للفترة ما بين الأعوام 1960-2006، وفق Skaff 2010انخفاض كمّيات الأمطار السنوية بنسبة 27.7% (في مدينة القامشلي) 19.2% (في مدينة تل الأبيض) و26% (في مدينة الحسكة)، ويحدث تناقص كمّيات الأمطار في فصلي الربيع والشتاء.

قالت منظّمة الأغذية والزارعة FAO في سورية: "إنّ هطول الأمطار غير المنتظم كان السبب في حالات فشل المحاصيل.. وأنّ موجات الجفاف الأربعة المتتالية أثرت على سورية منذ عام 2006، وخاصّةً موجة الجفاف 2008 المدمّرة. "لقد كانت الخسائر الناجمة عن موجات الجفاف المتكرّرة كبيرة للسكان في الجزء الشمالي الشرقي من البلاد، وخاصّة في الحسكة، ودير الزور والرقة".

كانت الشريحة الأكثر تضرّراً هم صغار المزارعين، حيث لم يكن معظمهم قادرين على زراعة ما يكفي من الغذاء أو كسب ما يكفي من المال لإطعام أسرهم.. كما فقد الرعاة أيضاً 80-85 في المئة من ماشيتهم منذ عام 2005، وفق أرقام الأمم المتحدة.

لقد تمّ تقسيم القطر السوري وفق كمّيات هطول الأمطار إلى خمس مناطق استقرار حسب Syrian MoAAR 2006، كما في (الشكل رقم 2).

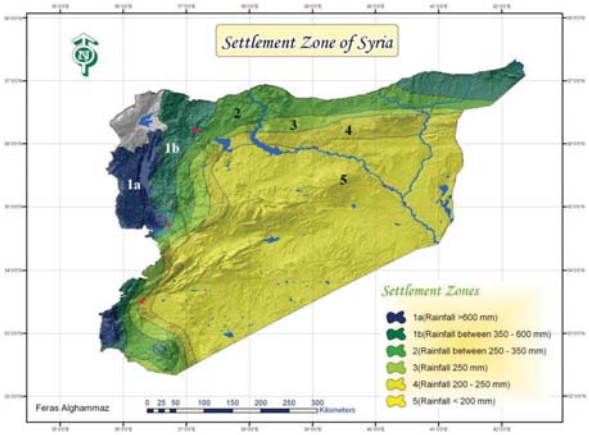
حـدّد (العودة وآخرون 2006) المناطق الأكثر تأثّراً بالجفاف في سـورية بأنّها تلك المناطق ذات الغطاء النباتي التي تستقبل هطولاً مطرياً يتراوح فيما بـين 120 إلى 400 ملم، وذات نظام رطوبي أرضـي يتراوح بين نظـام حوض البحر المتوسـط Xeric moisture regime والجاف الضـعيف Weak Aridic، وتتأثّـر تلـك المناطـق بصـورة أكبر من المناطق ذات النظام الرطوبي

بـين الجـاف النموذجـي Typical Aridic والجاف جدّاً Extreme Aridic، وقد اعتمد في ذلك على مقارنـة توزّع الهطول المطـري مع أعلى فترات النمـو النباتي ودورة نموّها سـنوياً المركبة لسـنوات طويلة، والتـي تمّ اسـتنتاجها من بيانات حسـاب دليـل الغطـاء النباتـي NDVI المركبـة من صـور فضـائية للأعوام من 1989 إلى 2004 مأخوذة بفاصـل زمني 10 أيـام ودقّة تمييز 1 كم من نوع NOAA/AVHRR

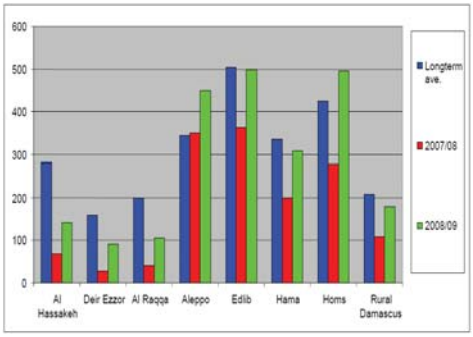
يبيّن الشـكل رقم 3 تذبـذب كمّيات الهطولات المطريـة خـلال موسـمين زراعيـين مقارنـة مـع المتوسّط العام للمحطّات المُناخية.

ووفق دراسة لأطروحة ماجستير للسيد فراس غمّاز تبيّن أنّ المساحة التي تأثّرت بجفاف متوسّط بلغت حوالى 6926 هكتاراً بنسـبة 42.14% من مساحة القرى المدروسة في محافظة الحسكة، أمّا المناطق التي تأثّرت بجفاف شـديد حوالى 2980 هكتـاراً بنسـبة 18.13% مـن مسـاحة القـرى المدروسة.

يمكن القول ختامًا، إنّ إشـارة أطلس مخاطر الميـاه، التابـع لمعهـد المـوارد العالميـة، إلى ارتفاع مخاطـر جفاف المياه في كلّ مـن دير الزور والرقّة والحسـكة بحلول عام 2030، وأنّ استنزاف المياه



الشكل رقم 2 مناطق الاستقرار الزراعي في سورية حسب (Syrian MoAAR (2006 عن الغماز



الشكل رقم 3 (تذبذب كمّيات الهطولات المطرية خلال موسمين زراعيين مقارنة مع المتوسّط العام للمحطّات المُناخية)

في الحسكة وصل إلى نسبة 75 في المئة، ينذر بمستقبل مرعب تستهدف سلّة سورية الغذائية، ويزيد من موجات نزوح داخلي وهجرة خارجية بحثًا عن موارد حياة جديدة.

عام 2025 والانحباس الشديد للهطولات

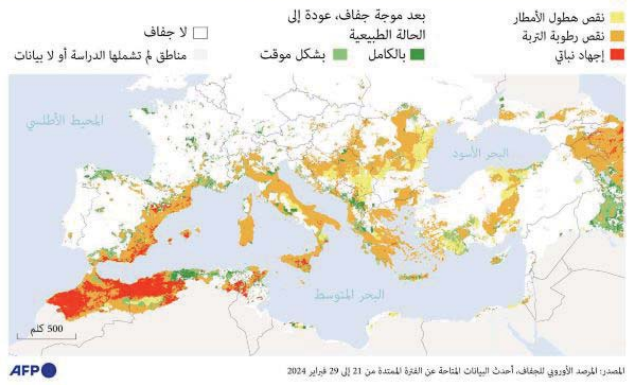
شهدت سورية خلال عام 2025 انحباسًا شديداً للأمطار في معظم مناطقها، خاصّة مناطق دمشق وريفها والجزيرة، مقارنة بالعام السابق؛ ممّا أثّر سلبًا على الزراعة البعلية وتسبّب في تراجع الإنتاج الزراعي.. وحدوث أزمة شرب خانقة.

فقد شهدت منطقة الجزيرة السورية في فصل الشتاء لعام 2025 انحباسًا شبه كامل للأمطار خلال الفترة الحرجة التي تكون فيها الزراعة البعلية في أشدّ الحاجة للهطولات، وهي الفترة الممتدّة من تشرين الثاني حتى شباط. ممّا أدّى إلى جفاف شديد في التربة وغياب الرطوبة اللازمة لعملية الإنبات. الأمر الذي تسبّب في فشل الإنبات، وموت البذار في آلاف الهكتارات الزراعية.

وإنّ المناطق الأكثر تأثّرًا هي تلك التي لا تتوفّر فيها شبكات ري، حيث لم يتمكّن المزارعون من الاستفادة من أي مصادر مائية بديلة مثل المياه الجوفية أو الري من الأنهار، ممّا عمّق الأزمة وجعل المزارعين يواجهون صعوبة بالغة في مواصلة الزراعة. وكان لهذا الأمر تأثير مدمّر على المحاصيل البعلية مثل القمح والشعير، فتراجع الإنتاج الزراعي وزادت الهجرة وتعمّقت أزمة مياه الشرب.

من ناحية أخرى، فقد أدّت هذه الأزمة إلى تفاقم مشكلة الأمن الغذائي في المنطقة، حيث يعتمد العديد من السكان على محصول القمح كمصدر رئيسي للغذاء، ممّا يجعل نقص الإنتاج يهدّد استقرارهم الاقتصادي والاجتماعي. وقد تكون لهذه الأزمة تداعيات خطيرة على أسعار المواد الغذائية، ممّا يرفع من مستوى الفقر ويزيد من معاناة الأسر الريفية.

الجفاف حول البحر المتوسط في أواخر فبراير 2024



المصدر: المرصد الأوروبي للجفاف، أحدث البيانات المتاحة عن الفترة الممتدة من 21 إلى 29 فبراير 2024

وفق (Massoud 2021) أنّه منذ عام 2016، ضربت المناطق الشمالية الشرقية في الحسكة، والرقّة، ودير الزور ثلاثة مواسم متتابعة من الجفاف في أسوأ موجة جفاف تشهدها سورية.

كما سجّلت دمشق انخفاضًا كبيرًا في كمّية الأمطار في عام 2025 مقارنة بالعام السابق لم يتجاوز 27% من المعدّل السنوي.

يبيّن الجدول التالي الذي أعدّه م.أنس الرحمون وفق موفق فتّال (27 أيار 2025) كمّيات الهطول المطري التي سجّلتها مختلف المناطق السورية هذا العام، مقارنة بالعام الماضي. ونتائجه صادمة حيث إنّ أغلب المناطق شهدت تراجعًا كبيرًا في كمّية الأمطار تراوحت بين 15 و80 بالمئة.

جدول يبيّن الموسم المطري في سورية عام 2025 مقارنة مع عام 2024 والمعدّل العام

الموسم الحالي مقارنة مع موسم العام الفائت									
المنطقة	هطول 2025	هطول 2024	المعدل السنوي	النسبة المئوية	المنطقة	هطول 2025	هطول 2024	المعدل السنوي	النسبة المئوية
دمشق	59	163	219	27٪	جوزف	327.5	633	520	63٪
ادلب	255.5	467	433	59٪	معرتمصرين	223.5	452.5	440	51٪
حلب	133	448.5	460	29٪	تلمنس	112	379	385	29٪
منبج	132	413	323	41٪	سرمين	256	505	450	57٪
الغندورة	161	389	370	44٪	دركوش	185	660.5	551	34٪
جرابلس	106.5	273	370	29٪	البشيرية	322	566	660	49٪
السويداء	135	354	317	43٪	عفرين	164	421	550	30٪
درعا	151	293.5	281	54٪	بنش	244	465	485	50٪
القنيطرة	198	548.5	622	32٪	أرمناز	213	583	580	37٪
حمص	158	496.5	382	41٪	كفرتخاريم	245	661	570	43٪
حماة	167	402.5	339	49٪	تفتناز	153	408	420	36٪
طرطوس	628	1238	1018	62٪	جسر الشغور	243	715	690	35٪
اللاذقية	595	877.5	839	71٪	الاتارب	165	383	364	45٪
الرقة	85	216	165	52٪	سلقين	263	667	562	47٪
القامشلي	80	267	385	21٪	إعزاز	246	515	497	49٪
الحسكة	238	190	256	93٪	الباب	141.5	309	351	40٪
دير الزور	60	115	160	38٪	كفردريان	183	447	450	41٪
خان شيخون	102	420	372	27٪	الجينة	149	345	370	40٪
أريحا	236	519.5	495	48٪	سرمدا	147	456.5	430	34٪
حارم	265	622	534	50٪	بسنقول	400	498	560	71٪
أطمة (مشفى أطمة)	205	464	480	43٪	كفتين	170	428	410	41٪
ملس	258	586	575	45٪	مارع	160	386	405	40٪
عين العرب	56	373	345	16٪	كلجبرين	240	393	430	56٪
تل أبيض	66	304	227	29٪	سراقب	141	450	435	32٪
م. أنس الرحمون		14 أيار، 2025			https://t.me/AnasSyriaWeather				

فدمشق مثلاً: سجّلت 59 ملم فقط هذا العام، مقارنة بـ163 ملم في 2024، بنسبة 27% فقط من المعدّل السنوي. علماً أنّ المعدّل السنوي للهطول في دمشق 212 مم. وفي طرطوس كان المعدّل 628 مم مقارنة بـ 1238 مم عام 2024 أي حوالى 50% وفي إدلب 255مم مقارنة بـ 467 مم عام 2024، أي حوالى 55% وفي عين عرب 56مم مقابل 373 مم عام 2024 أي حوالى 15 % فقط. علماً أنّ المعدّل العام فيها 345 مم. وهذا يعني عمليًا دخول سورية مرحلة شبه جفاف موسمي في معظم المناطق، والاعتماد على الأمطار وحدها لم يعد مجديًا. وإنّ استمرار هذا التراجع في الأعوام القادمة سيهدّد الزراعة والمياه الجوفية والأمن الغذائي.

إنّ السبب الأساسي في هذا التراجع يعود ليس فقط بسبب الاحترار العالمي ولكن بتقديري يعود أيضاً إلى قصف العدو الإسرائيلي لمختلف مناطق سورية على مدى أسابيع ممّا أدّى إلى ارتفاع درجة الحرارة بشكل استثنائي وزيادة كمّية المواد السامّة وغازات الاحتباس الحراري في الجو. وهذا الأمر حصل أيضاً في لبنان وفلسطين والأردن بسبب غازات الدفيئة والغازات السامّة المنطلقة من مئات ألوف الأطنان من القنابل والمتفجّرات الحارقة الخارقة التي سبّبها العدوان.

وأشير هنا إلى أنّ القنابل شبه النووية الخارقة للتحصينات التي قصف بها العدو مناطق القلمون ومحيط دمشق التي تشكّل مناطق التغذية الرئيسية لنبع الفيجة التي ربّما أدّت إلى تشقّقات جديدة جعلت المياه تغوص نحو مناطق بعيدة عن المجاري الأساسية المغذّية لنبع الفيجة وربّما تمّ انسداد بعض هذه المجاري، وهذا بتقديري قد يكون السبب الرئيسي لنقصان مياه النبع في الربيع في سابقة خطيرة لم تحدث سابقاً. ويجب على المختصّين دراسة هذا الأمر بجدّية ودراسة الآثار التي تركها القصف على المواقع المستهدفة للوقوف على أسبابه الحقيقية. علماً أنّ جفاف نبع الفيجة سيسبّب كارثة حقيقية ليس لدمشق وريفها فقط بل لسورية كلّها.

ضمن هذا الواقع الخطير للمياه في سورية فإننا نؤكّد على النقاط التالية:

1- يجب الاستفادة من كلّ قطرة ماء تهطل، ويجب ألّا يصل إلى البحر أيّ مياه عذبة من مجاري الأنهار الساحلية.

2- الاستفادة من مياه الينابيع البحرية بكلّ السبل والتي جرى تحديدها بالمسح الحراري عام 1995 في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد، وخاصّة نبع الباصية بالقرب من بانياس، الذي يبلغ قطر المياه العذبة فيه ضمن البحر أكثر من 800 م. ونبع العيون شمال طرطوس ونبع السن في البحر.

3- بناء السدات المائية والسدود في مختلف المناطق لحصاد مياه الأمطار على أكمل وجه وتمّ تحديد المواقع الملائمة للسدات المائية في مناطق عديدة من سورية بما فيها إدلب والجزيرة والمناطق الساحلية في الهيئة العامة للاستشعار عن بعد.

4- دعم مشروعات جرّ المياه، إلى دمشق والمدن الكبيرة حتى وإن كانت مكلفة، لأنّها أقل كلفة من كوارث العطش والنزوح.

5- الاستفادة من الإمكانات المائية لجبل الشيخ وهضبة الجولان إلى أقصى الحدود الممكنة.

6- تحسين تقنيات الري لاستخدام المياه بشكل أكثر كفاءة، وتشجيع الزراعة المستدامة التي تعتمد على محاصيل مقاومة للجفاف، بالإضافة إلى توفير الدعم المادّي للمزارعين ليتمكّنوا من الاستمرار في الإنتاج.

7- العقلنة وترشيد استخدام المياه وتجنّب الهدر.

المراجع باللغتين العربية والانكليزية :

1 - العودة، عريان، قتلان، 2007، الآثار السلبية لدورات الجفاف في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في المناطق الهشّة. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد).

2- بن محمود، خالد رمضان وعبد الرحيم لولو، 2010، قضايا التصحر وتدهور الأراضي في المنطقة العربية. برنامج مراقبة التصحّر ومكافحته، إدارة الأراضي واستعمالات المياه، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دمشق–سورية.

3- فراس الغماز، 2023، استخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة تأثير الجفاف في زراعة بعض المحاصيل البعلية وإنتاجيتها رسالة ماجستير.

4- محمّد رقية، 2004، العرب والمياه في كتاب الماء والحياة، دمشق مطبعة العجلوني.

5- محمّد رقية، 2020، كتاب المخاطر والكوارث الطبيعية في عصر الفضاء، إصدار جامعة دمشق، كتاب الشهر.

6- محمّد رقية 2023، الاحترار العالمي وتغيّر المُناخ، مجلة الزراعة التي تصدرها وزارة الزراعة السورية، العدد 2021-62، ص19-12.

7- الاحترار العالمي بمقدار 1.5 درجة مئوية (تقرير خاص للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيّر المُناخ IPCC 2019)

8- Ali, Massoud. «Years of Drought: A Report on the Effects of Drought on the Syrian Peninsula.» Heinrich-Böll-Stiftung-Middle East Office (2010.(

9-Dai, A., 2011: Drought under global warming: a review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, (in press, doi: 10.1002/wcc.81)

10 -Erian, W.F., F.S. Fares, T. Udelhoven and B. Katlan, 2006: Coupling Long-term NDVI for Monitoring Drought in Syrian Rangelands. The Arab Journal for Arid Environments,1, 77-87, ACSAD Publications.

11- .Erian, W., Katlan, B. and Babah, O. 2010. Drought vulnerability in the Arab region: Special case study Syria. Background paper prepared for the 2011 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction Geneva, Switzerland: UNISDR

12-FAO 2010. SYRIA: Drought pushing millions into poverty Report-

13-Göbel, W and De Pauw, E, 2010. Climate and Drought Atlas for parts of the Near East A baseline dataset for planning adaptation strategies to climate change".. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA

14-Nations, United. «The Greatest Threat To Global Security: Climate Change Is Not Merely An Environmental Problem». United Nations .Archived from the original on 2020-05-27. Retrieved 2020-04-12.

15- The Tahrir Institute for Middle East Policy -https://timep.org › post-Arabic

16- Skaff, M. and Masbat, Sh. 2010 Precipitation Change, and Its Potential Effects on Vegetation Drought in Syria and Crop productivity in Syrian Al Jazerah Region. The Journal for Arid Environments 3(2):71-78.

17- Map-Atlas-of-Economic-Cost-of-Droughts-Droughts-and-Deficits1994 ‘ -2014-report-AR

الكوارث الحرارية

د.علي حسن موسى*

الكوارث الحرارية هي الكوارث الناتجة عن الارتفاع الشاذ في درجة الحرارة! ويعدّ الارتفاع الحراري شاذًّا (غير مألوفاً وشائعاً ومتكرّراً) إذا ما ارتفعت درجة الحرارة عن معدّلها لمثل هذا اليوم أو ذاك، أو هذه الفترة وتلك، بأكثر من خمس درجات مئوية لتصل إلى عشر درجات.

ولقد حدّدت المنظّمة العالمية لأرصاد الجويّة (W.M.O) موجة الحرّ بالآتي: «فترة لا يقلّ طولها عن خمسة أيام متعاقبة ترتفع فيها درجة الحرارة العظمى إلى أكثر من (5مْ) عن معدّل درجة الحرارة العظمى للفترة (1961 ـ 1990)».

وعموماً، فإنّ الارتفاع الحراري الشاذ، لا يحدث ليوم واحد فقط، وإنّما يستمرّ فترة من الزمن تتجاوز ثلاثة أيام عادةً، وفي الأعم فإنّها تتراوح بين (7-10) أيام، وقد تصل في بعض المناطق أحياناً إلى (15) يوماً وأكثر، وتدعى تلك الشذوذات الحرارية باسم موجات الحرارة (Heat Waves).

* أستاذ الجغرافية الطبيعية بجامعة دمشق.

وتحـدث الموجـات الحراريـة عـادةً في نصف السـنة الصيفي، وخاصّة خلال الفترة الممتدّة من أواخر شـهر آذار وحتى أواخر شهر تشرين الأول، وقد تحدث شـذوذات حرارية في النصف الشتوي من السنة، غير أنّها ليست بالكارثية إلّا في حالات خاصّـة، وهي تبتعد عموماً عن الدورية في حدوثها سواء في المكان أو الزمان (الفترة من السنة).

أسباب الشذوذات الحرارية الإيجابية:

ليس هناك سـبب واحد لارتفاع شاذ في درجة الحـرارة في مناطـق الأرض كافّة، وإنّمـا هناك أسباب عدّة، يمكننا حصرها في ثلاثة؛

أسباب جويّة:

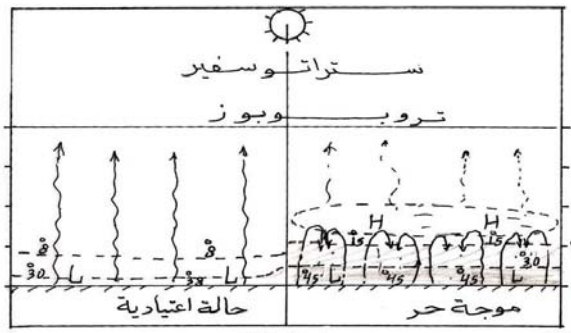
إنّ العوامـل الجويّـة مسؤولة عمومـاً مباشرة عن الشـذوذات الحرارية التي تحدث في العروض المتوسّطـة مـن نصفي الكرة الأرضيـة، وإن كانت تـبرز أكـثر ما يكـون في نصـف الكـرة الشمالي. وترتبط هذه الأسباب بالآتي:

1 - أسباب تتعلّـق بمنظومات الضغط الجوي السطحيـة والعلوية؛ وهي المسؤولة عن موجات حر أشهر الصيف (حزيران، تمـوز وآب) وقد تتقدّم أو تتأخّـر شهـراً أو أكـثر عـن ذلك. ففـي فصل الصيـف، حيث تكون الشمس أقـرب ما يكون إلى الوضع العمودي، وأشعّتها التي تصل سطح الأرض على أشدّهـا، والنهار في أقصاه طـولاً، والحرارة عادة في أعلاها درجة. وهذا أمر مألوف ومتكرّر، قـد تؤدّي عوامل أرضية وجوية إلى حدوث اختلال فيـه، كمـا يحـدث في العروض بـين (50-40) درجة، من خلال تشكّل غطاء سحابي بفعل نشاط التصعيد الهوائي الحراري النهاري بعد الظهيرة، ممّـا سينتج عنـه، انخفاض في درجـة الحرارة مقترناً بالغطاء السحابي، وكذلك بما أغدقته تلك السحـب من أمطار أدّت إلى ارتفاع رطوبة التربة، ونشـاط بالتـالي في عملية التبخّـر كان محصّلتها استهلال طاقة حرارية شمسية في إتمامها.

وعمومـاً، فـإنّ فصـل الصيـف في العروض المتوسّطـة، هـو الفصـل الحـار المولّـدة حرارتـه المرتفعـة لضغط جوي منخفض حراري سطحي، قـد يمتدّ إلى الأجـزاء الوسطـى والعليا من طبقة التروبوسفير، وهذا ما يجعـل الهواء المتسخّن من قاعدتـه ينقـل السخونـة ويوزّعهـا في عمـق جوّي كبـير، ممّا يـؤدّي إلى درجة حرارة هـي السائدة والمألوفـة ارتفاعـاً، والمعـبّرة بذلـك عـن درجـة الحـرارة المنتظمـة والسائـدة، والتـي تكـون إمّا مساوية للمعدّل أو قريبة منه بانحراف عنه بسيط ($\pm$ 2°م).

غير أنّـه في بعض فترات أشهـر الصيف، وفي بعض السنـوات، يسيطـر في الأجـزاء الوسطـى والعليـا من طبقـة التروبوسفـير، الضغط المرتفع شبـه المـداري، ممّـا يعيـق حركـة صعـود الهواء المتسخّـن من السطـح، على الارتفـاع إلى ما فوق قاعدته (قاعـدة المرتفع شبه المداري) التي يمكن أن تكـون سوية ارتفاعها نحـو (5000 م أو أقل)، لينحصـر التـوزّع الحـراري الشاقـولي للحـرارة

المرتفعة المنطلقة من سطح الأرض في سماكة محدودة قد لا تتجاوز ثلاث أو خمس كيلو مترات، ممّا ينجم عن ذلك موجة حرارية سطحية تستمر نهاراً وليلاً ولمدّة تحدّدها فترة بقاء الضغط المرتفع العلوي مسيطراً. (شكل رقم 1).



شكل رقم١
توزع منظومات الضغط السطحية العلوية المسببة للموجات الحرارية

الشكل رقم (1) توزّع منظومات الضغط السطحية والعلوية المسبّبة للموجات الحرارية

2 – تحدث أحياناً شذوذات حرارية مرتفعة في فصل الربيع؛ وبخاصّة في شهري آذار ونيسان عند مقدّمات الجبال المعاكسة لوجهة الرياح الهابّة الرطبة أصلاً أو المسترطبة بمرورها في طريقها فوق مسطّحات مائية، والتي تُعرف باسم رياح الفوهن (الشنوك في الولايات المتحدة)، مسبّبة في رفع درجة الحرارة أكثر من (10مْ) خلال ساعة أو أقل، وحدوث فيضانات وسيول، إذا ما كانت المنطقة المعرّضة لهبوبها مغطّاة بالثلوج التي تعمل على إذابتها بسرعة ملحقةً أضراراً كبيرة في الممتلكات وخسائر في الأرواح.

3 – موجات حرارة مرتفعة مقترنة بهبوب رياح جافّة حارّة؛ من المناطق الجافّة الأكثر حرارة بكثير من المناطق الهابّة نحوها (من عروض صحراوية جنوبية إلى عروض شمالية في نصف الكرة الشمالي)، ممثّلة بما باتت تُعرف عامة برياح الخماسين، -مع ما لها من أسماء محلّية في مناطق هبوبها-، والتي ترفع من درجة الحرارة عند هبوبها إلى نحو (10مْ) مع رطوبة جويّة مرافقة لها تصل إلى (10%) فما دون. ونتيجة لكارثية تلك الرياح بشذوذها الحراري المرتفع جدّاً، فقد عرفت في بعض مناطق العالم (سورية) برياح السموم نظراً لسمّيتها بما تحدثه من احتراق (يباس) للنبات، وحرائق في الغابات والنباتات الحشائشية الجافّة، حيث يمكن أن تصل درجة الحرارة الناتجة عن هذه الرياح إلى (52مْ) بل وحتى (55مْ) وأكثر، لذا فإنّ ضربةَ الحر القاتلة لمن لا يحتمي منها هي من صفاتها.

وموجات الحر الناتجة عن فعل تلك الرياح، تحدث عموماً في فترات هبوبها وذلك في فصل الربيع بالدرجة الأولى وخصوصاً في شهري نيسان وأيار، وفي فصل الخريف أحياناً (أواخر أيلول وتشرين الأول والثاني في بعض السنوات). وتكاد أن تكون العامل الرئيسي المسبّب للحرائق النباتية في فترات هبوبها، كما هو في الأجزاء الجنوبية من ولاية كاليفورنيا الأمريكية التي تتعرّض لهبوب رياح سانتا آنا (Santa Ana) الحارّة التي كانت السبب في اشتعال حرائق غابية بلغت خسائرها عشرات ملايين الدولارات. - شكل رقم (2).

أسباب فلكية :

تكاد أن تكون هذه الأسباب مرتبطة بالنشاط الشمسي، وبخاصّة الفترات التي تنشط فيها الأوهاج الشمسية المقترنة بفترات التبقّع الشمي العظمى، والمنطلقة من أطراف البقع الشمسية

الكبرى خاصّة، حيث ترسل تلك الأوهاج كمّيات كبيرة غير مألوفة من الطاقة التي ترفع من درجة حرارة المناطق الأرضية الواقعة في مواجهتها.

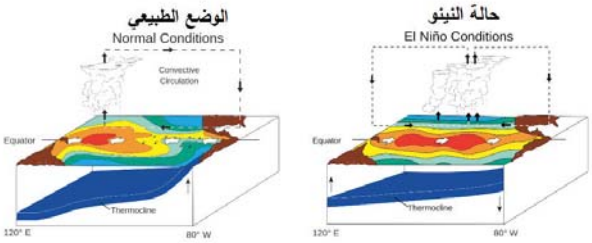
أسباب بشرية:

وهي مرتبطة بما بات معروفاً بظاهرة الاحتباس الحراري التي لن تتّضح آثارها إلّا في آماد طويلة تحسب بالعقود، أو حتى بالقرون الزمنية، وتأثيراتها تكون عندئذ عامّة تشمل الكوكب الأرضي برمّته، وتكون إيجابية في مناطق وسلبية كارثية في أخرى. وهذه الظاهرة هي مصدر الخوف لمستقبل الحياة على سطح الأرض التي سيحصد ثمارها السلبية الإنسان بالدرجة الأولى في العروض المدارية وشبه المدارية (40-20 درجة) من نصفي الكرة. مع ما يمكن أن تسفر عنه تلك الظاهرة من موجات حرارية شاذّة في العروض المعتدلة والباردة (60-40 شمالاً وجنوباً) قد تكون أكثر تطرّفاً ممّا عرفها الإنسان في تاريخه الحديث على الأقل.

الشكل رقم (2) رياح سانتا آنا الحارّة الجافّة المسبّبة لحرائق الغابات في كاليفورنيا

أسباب مرتبطة بظاهرة النينو:

كثيراً ما ربط بعضهم ما بين الموجات الحرارية التي تتعرّض لها هذه المنطقة من العالم أو تلك وبين ظاهرة النينو التي هي بمثابة ارتفاع شاذ في درجة حرارة (إلى + 5°م) تيار مائي محيطي يتدفّق من غرب المحيط الهادي في العروض المدارية الجنوبية وحتى شرقه ليبلغ سواحل الأكوادور والبيرو الشمالية في أمريكا الجنوبية.. شكل رقم (3). والذي يتردّد بشكل دوري مرّة كلّ ثلاث سنوات تقريباً، وكان آخر مرّة تردّد فيها في (2008-2007م).



الشكل رقم (3) تيّار النينو

آثار الشذوذات الحرارية:

قد لا تبدو الآثار الكارثية للارتفاع الحراري الشاذ ملحوظة بشكل مباشر إلّا بصورة محدودة، بحيث يمكن تصنيفها عندئذ في مرتبة متأخّرة في سلّم الكوارث المُناخية.

الآثار المباشرة:

من الآثار المباشرة على الإنسان وغيره من الأحياء، نذكر:

1. ضربة الحر:

تعدُّ ضربة الحر هي النتاج الأول المباشر على الإنسان الذي يتعرّض إلى موجة الحر الشديدة إذا لم تتوفّر له سبل الوقاية. وهي المسؤولة عن الأعداد الكبيرة من الوفيّات المباشرة.

كما أنّ ضربة الحر تصيب الحيوانات بمختلف أنواعها. كما تصيب النباتات في أطوار نموّها

المختلفة، مسبّبة في إحداث خلل في وظائفها الحيوية، بما ينعكس على نموّها وإنتاجيتها نوعاً وكماً.

2 ـ زيادة عدد وفيّات المصابين ببعض الأمراض:

أشارت بعض الدراسات إلى تعاظم الوفيّات للمصابين بأمراض القلب، وفرط التوتّر الشرياني والرئتين، خلال الموجات الحرارية المرتفعة. وكذلك ازدياد نسبة وفيّات الأطفال.

3 ـ انتشار بعض الأمراض:

ما كانت ناتجة بشكل مباشر عن الارتفاع الحراري (الزحار، الحمّى التيفيّة، التهاب العيون..) أو ما كان ناتجاً عنها بشكل غير مباشر، خاصّة عند اقتران الحرارة بالرطوبة، ممّا يشكّل بيئة صالحة لتكاثر الحشرات الناقلة للأمراض.

4 ـ اشتعال الحرائق في الغابات:

تكثر الحرائق في الغابات، والنباتات الحشائشية بارتفاع درجة الحرارة التي تصاحب بجفاف الجو والتربة، وازدياد نسبة اليابس من النباتات الحشائشية بين الغابية وفي المناطق الخلوية، إذ قد تتولّد النار من الاحتكاك بين النباتات الجافّة في ظلّ وجود رياح خفيفة حارّة أيضاً، أو أنّها تكون مهيّئة للاشتعال بمجرّد توفّر أداة الاشتعال، ما كانت طبيعية (صاعقة) أو بشرية (رمي عقب سيجارة أو أي مادّة مشتعلة).

5 ـ زيادة التبخّر والجفاف:

بارتفاع درجة الحرارة يزداد التبخّر من التربة -ومن المسطّحات المائية-. وكلّما طالت موجة الحر المرتفعة ازداد التبخّر وانخفضت رطوبة التربة، مسبّباً في جفافها وعدم قدرتها على تلبية احتياجات النباتات، ممّا يسبّب في تدهورها أو يباسها.

الآثار غير المباشرة:

عديدة هي الآثار غير المباشرة لموجات الحرارة المرتفعة، والتي قد تكون غير منظورة ولكنّها مادّية تترجمها حاجات الإنسان والأحياء المختلفة إلى ما تخلّفه تلك الموجات من نقص حيوي للأحياء، ومن تلك الآثار نذكر:

1 ـ نقص في مياه الشرب والزراعة لازدياد الطلب عليها:

ممّا ينجم عن الموجات الحرارية الشديدة والطويلة الأمد نسبياً، ازدياد في الطلب على المياه من قبل الإنسان لتأمين حاجاته الأساسية في الشرب والاستخدامات المتنوّعة، كما يزداد طلب الحيوانات على الماء لإرواء ظمئها. بجانب ما تتطلّبه المحاصيل الزراعية لإنقاذها من العطش. ويقترن الارتفاع الحراري بزيادة التبخّر والجفاف، وانخفاض في مستوى المياه الأرضية، وجفاف للينابيع وللأنهار الصغيرة، وهذا ما يخلق مشكلة بالنسبة للأحياء كافّة.

2 ـ ازدياد الطلب على السوائل والمثلّجات:

لقد بات من الواضح أنّه بارتفاع درجة الحرارة لبضعة أيام، يزداد طلب الإنسان على السوائل (مشروبات غازية، عصائر مختلفة) والمثلّجات المختلفة.

3 ـ اللجوء إلى وسائل التكييف والتبريد الآلية:

غدت وسائل التكييف (المكيّفات الهوائية) والتبريد (مراوح وسواها) من الأساسيات في المنازل والمكاتب، والمنشآت المتنوّعة للتغلّب على الارتفاع الحراري الشاذ في الموجات الحرارية التي تتعرّض لها هذه المنطقة أو تلك.. ولذا يزداد الطلب على تلك الوسائل، كما يترافق معها ازدياد في استهلاك الكهرباء.

4 ـ زيادة الطلب على مناطق الاصطياف:

تشهد مناطق الاصطياف البحرية والجبلية حركة كبيرة نحوها من المناطق التي تعاني من موجة حرّ مرتفعة، بحيث يشتدّ الضغط على الشواطئ البحرية. وتزداد الحركة نحو المرتفعات الجبلية الخضراء، خاصّة عندما تشمل موجة الحر الساحل والداخل.

نماذج عن الكوارث الحرارية:

كثيرة هي موجات الحرارة المرتفعة الشاذّة التي لا تسلم منها مناطق عدّة من سطح الأرض سنوياً، خاصّة في العروض المعتدلة وشبه المدارية من نصفي الكرة، وبالأخص نصف الكرة الشمالي، بما ينتج عنها من كوارث بيئية وحياتية. وسنستعرض في الآتي نماذج وأمثلة عن تلك الكوارث الحرارية:

1 ـ خلال الفترة (22–1 آب) من عام (1951م) أدّت موجة الحر الشديدة في وسط ولاية تكساس الأمريكية، التي ارتفعت درجة الحرارة خلالها إلى نحو (45°م) إلى وفاة (44) شخصاً، وأضرار مادّية كبيرة في المحاصيل الزراعية.

2 ـ تعرّضت منطقة شمال الهند إلى موجة شديدة خلال الفترة (16–9) حزيران من عام (1965م) وصلت درجة الحرارة فيها إلى (43 °م) في دلهي، وإلى (49°م) في ولاية بيهار، ونتج عنها وفاة نحو (100) شخص.

3 ـ تعرّضت بوينس إيرس عاصمة الأرجنتين إلى موجة حرّ شديدة استمرّت عشرة أيام (العشرة أيام الأولى من شهر كانون الثاني) من عام (1972م)، بلغت خلالها درجة الحرارة نحو (41°م) مستمرّة على المنوال نفسه طيلة المدّة السابقة، ممّا نجم عنه وفاة نحو (1000) شخص بسبب الإسهال، وحوادث المرور والغرق.

4 ـ في أواخر شهر أيار من عام (1972م) غمرت موجة من الحر الشديد الهند لتصل درجة الحرارة إلى (45°م)، وأدّت إلى وفاة (800) شخص، وأحدثت أضراراً في المحاصيل الزراعية قدّرت بنحو (40) مليون دولار.

5 ـ وفي الثلث الأخير من شهر تموز عام (1987م) تعرّض حوض البحر المتوسّط الشرقي لموجة حرّ شديدة، نجم عنها وفاة أكثر من (700) شخص في اليونان، وعدّة وفيّات في تركيا وقبرص.

6 ـ وخلال الفترة (23–20) آب عام (2003م) شهدت شبه جزيرة البلقان وتركيا، ومناطق عدّة من أواسط أوربا، موجة حرّ استثنائية، وصلت درجة الحرارة إلى (45°م) في اليونان، نتج عنها حرائق كبيرة في الغابات لقي منها (64) شخصاً حتفهم، كما خُربت ودمّرت (110) قرى من الحرائق، وأجلي سكان (69) قرية أخرى، وتعرّض نحو (180) هكتاراً من أشجار الزيتون للتدمير.

كما تسبّبت موجة الحر في وفاة (500) شخص في هنغاريا، حيث وصلت درجة الحرارة إلى (40°م) وزاد عدد الوفيّات بنحو (30%) عن المعدّل الطبيعي خلال هذه الفترة. كما سجّلت درجة حرارة في رومانيا (45°م)، وتوفّي (29) شخصاً بسبب موجة الحر.

ومـن الدول الأوربية التـي شهدت حالات وفاة بسبب موجة الحر، نذكر أيضاً:

رومانيـا (29 شخصـاً)، ألمانيـا (ثلاثـة أشخاص)، وفي كلّ من البوسنـة وكرواتيا وتركيا (خمسـة أشخاص). والعدد الأكبر مـن ضحايا موجـة حرّ صيف عـام (2003م)، كان في فرنسا (14802) شخص التي تجـاوزت فيها الحرارة (40مْ)، وبريطانيـا (2139) شخصاً، وإيطاليا (300) شخص.

7. وفي الفـترة (27–20) حزيـران مـن عام (2007) اجتاحـت موجـة حـرّ شديـدة جنـوب شـرق أوربا والبلقان (تركيـا 42 مْ، أثينا 46 مْ)، قبرص 42 مْ، بلغاريا 40 ـ 43 مْ) متسبّبة في وفاة نحـو عشرة أشخاص، وإصابـة العديدين بحالات إغماء.

8. حدثت موجة حر في اليمن في شهر آب عام (2007م) استمـرّت نحـو (4–3م) أيام، وصلت خلالها درجة الحرارة إلى (52°م) في عدن، وإلى (41°م) في الحديـدة علـى البحر الأحمر، وذهب ضحيتها ثمانية أشخاص.

9 ـ وفي الأسبـوع الأوّل مـن شهـر آب عـام (2007) تعرّضـت مناطـق من جنـوب أوربا إلى موجـة حرّ شديدة؛ ففـي إسبانيا تجـاوزت درجة الحـرارة (40°م) في العديـد من المـدن، ووصلت إلى (42°م) في بعض المـدن (إشبيليـة وقرطبـة في جنوب إسبانيـا). وقد أودت موجة الحر بحياة خمسة أشخاص من كبار السن. كما تسبّبت موجة الحر في اندلاع حرائق في جمهورية الجبل الأسود، قضت على مساحات واسعة من الغابات والأحراج.

10. وفي الأسبـوع الأخـير مـن شهـر آب عام (2007م) اجتاحت شمال الجزائر موجة حرارة ارتفعـت خلالها درجة الحـرارة في بعض المناطق إلى نحو (45°م) ممّـا نتج عنها نشوب حرائق في غابات إقليم القبائل شرقي العاصمة (الجزائر)، ذهـب ضحيّتها ثمانيـة أشخاص، وإخلاء سكان عـدّة قـرى لمنازلهـم، كما حدثـت حالتـا وفاة في منطقـة جيجل الواقعة على بعـد (500كم) شرق العاصمة.

11 – وخـلال الفـترة (27–25) آب عـام (2008م) تعرّضت إسبانيا إلى موجة حرّ شديدة ـ التـي وصلـت درجة الحـرارة خلالهـا إلى نحو (47مْ)، ذهـب ضحيتهـا نحـو (132) شخصاً، وتسبّبـت في نفوق نحـو (25) ألف رأس ماشية، ونحو (700) ألف دجاجة.

12. وتعدّ موجة الحـرّ التي اجتاحت الأجزاء الجنوبية الشرقية مـن استرالية (ولاية فكتوريا) خـلال الأسبـوع الأخـير من شهـر كانـون الثاني عام (2009م)، أسـوأ موجة حر عرفتها المنطقة خـلال الـ 100 سنة الماضية، حيث تجاوزت درجة الحـرارة (46°م) لتصل إلى نحـو (50°م)، ممّا نجم عنها وفاة نحو (30) شخصاً.

ولقـد أسهمـت موجـة الحـر تلـك في إشعال الغابات في الأسبوع الأوّل من شهر شباط، لتقضي على نحـو (2000) هكتار، ولتدمـر نحو (600) منزل، وليذهب ضحيّتها نحـو (210) أشخاص، كان منهم (56) شخصاً من سكان بلدة امبلاوي التي أتت النيران عليها.

13. تعرّضت سورية إلى موجات حر شديدة في بعض السنوات، ارتفعت فيهـا درجة الحرارة إلى أرقام قياسية، حيث سجلـت درجة الحرارة (52 °م) في النصف الأول من شهر آب عام (1943م) في ديـر الـزور، و(49°م) في تدمـر. وفي النصف

الثـاني من شهـر تمـوز عـام (1978م) جاوزت درجـة الحـرارة (47°م) في الأجـزاء الشرقيـة والشماليـة الشرقية من سوريـة (أبو كمال 47.9 °م، ديـر الـزور، 47.8°م، القامشلـي 47.3°م)، ولتصـل إلى (45°م) في معظـم المناطق الداخلية والجنوبيـة، ولتصـل حتـى (41°م) في المنطقـة الساحليـة. وفي يوم (15) حزيران عام (2003) سجلت درجة حرارة (52°م) في أبو كمال.

وتتراوح مدة الموجات الحرارية بين (10–9) أيـام متواصلـة، وفي بعض السنـوات بين (5–3) أيـام. وقـد تحدث أكثر مـن موجة حـر في صيف واحـد بفاصل نحو (15) يومـاً أو أكثر بين الموجة والأخرى. وأكثر الموجات الحرارية شدّة تحدث في النصف الثاني من شهر تموز.

المراجع:

- موسى، علي حسـن (1982)، الوجيز في المناخ التطبيقـي، دمشـق: دار الفكر المعاصـر للطباعة والنشر والتوزيع.
- موسـى، علـي حسـن (1994)، أساسيات علم المُناخ، دمشق: دار الفكر المعاصر للطباعة والنشر والتوزيع.
- موسـى، علـي حسـن (2011)، الاحتباس الحراري (الدفيئة الجوية)، دمشق: المؤلف.
- موسـى، علـي حسـن- الموسـى، فـواز أحمـد (2025)، المُنـاخ التطبيقي، الشارقـة، الإمارات العربيـة المتحـدة: دار الآفـاق العلميـة للنشـر والتوزيع.
- موسـى، علـي حسـن- الموسـى، فـواز أحمـد (2024)، علم المُناخ، الشارقة، الإمارات العربية المتحدة: دار الآفاق العلمية للنشر والتوزيع.
- موسـى، علـي حسـن- الموسـى، فـواز أحمـد (2025)، التغـيّرات المُناخية، الشارقة، الإمارات العربية المتحدة: دار الآفاق العلمية للنشر والتوزيع.
- موسـى، علـي حسـن- الموسـى، فـواز أحمـد (2024)، الكـوارث الطبيعية، الشارقة، الإمارات العربية المتحدة: دار الآفاق العلمية للنشر والتوزيع.

-Al-Mousa, Fawaz Ahmed. (2024). Climatology , Sharjah, United Arab Emirates: Dar Al-Afaq Scientific Publishing.

-Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Cambridge University Press.

-Meehl, G. A., & Tebaldi, C. (2004). More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. Science, 305 (5686), 994–997.

-Morabito, M., Profili, F., Crisci, A., Francesconi, P., Gensini, G. F., & Orlandini, S. (2012). Heat-related mortality in the elderly during the 2003 heat wave in Florence, Italy. Environmental Research, 117, 30–36.

-Perkins-Kirkpatrick, S. E., & Gibson, P. B. (2017). Changes in regional heatwave characteristics as a function of increasing global temperature. Scientific Reports, 7 (1), 12256.

-World Health Organization, & World Meteorological Organization. (2015). Heatwaves and health: Guidance on warning-system development. World Health Organization.

ما وراء المعرفة

د.معمّر نواف الهوارنة*

يشهد العالم تغيّرات هائلة ومتسارعة في جميع المجالات في عصر صناعة التفكير وعصر الانشطار المعرفي والمعلوماتي وفي عصر الفضاء المفتوح الذي يموج بعديد من الأقمار الصناعية التي تحمل المعرفة من أي مكان لآخر في جزء من الثانية.. لم يُعدّ الاهتمام من قبل علماء التربية وعلم النفس قاصراً على المعرفة cognition بشتّى جوانبها؛ بل بزغ الاهتمام بما وراء المعرفة Meta cog-nition» " لما لها من تأثيرات تفوق تأثيرات المعرفة.

لقد أصبح لزاماً على تعليمنا ألّا يكسب الفرد القليل من المعرفة التي تبقى في ذهن الأفراد للحظات قصيرة، وإنّما يجب أن نكسبهم معاني وبصيرة بالتعلّم، وهذا لن يأتي إلّا بإيجاد ارتباطات بين تعلّم المعرفة ومهارات ما وراء المعرفة.

ويُعدّ مفهوم مهارات ما وراء المعرفة من أهم المستحدثات التربوية التي ظهرت على الساحة التربوية لما له من أهمّية في عمليتي التعليم والتعلّم، وتساعد دراسة ما وراء المعرفة في تعليم الأفراد كيف يكونون أكثر وعياً بعمليات التعلّم، ونواتجه، بالإضافة إلى كيفيّة تنظيم تلك العمليات لإحداث تعلّم أفضل. وتؤدّي ما وراء المعرفة دوراً مهمّاً وحاسماً في عمليتي التعليم والتعلّم الناجح وإحداثه.

* كلية التربية بجامعة دمشق- عضو اتحاد الكتاب العرب.

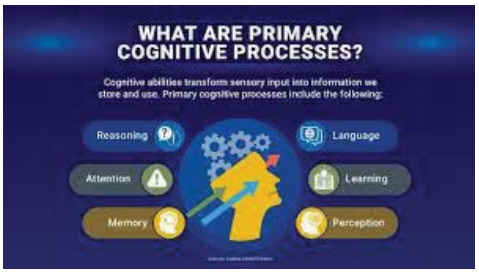
وكان لظهور مصطلح ما وراء المعرفة أهمّية كبرى في ميدان التربية، حيث وجّه نظر التربويين إلى ضرورة الاهتمام لتنمية مهارات ما وراء المعرفة، وعدم الاقتصار على المعرفة ذاتها، فما جدوى إكساب الأفراد القليل من المعرفة في عصر تتضاعف فيها المعرفة في شتّى المجالات! فلا بدّ من إكساب الأفراد مهارات تمكّنهم من التخطيط والسيطرة على معرفتهم والتحكّم فيها وتقويمها، حتى لا يكتفي الأفراد بما يعرفونه؛ بل يقيّمونه ويطوّرونه.

ويشير مفهوم ما وراء المعرفة إلى التفكير في التفكير، ويمكن أن تستخدم مهارات ما وراء المعرفة لمساعدة الفرد في تعلّم كيف يتعلّم، وإذا كانت الإستراتيجيات المعرفية تُستخدم لتساعد الطلاب في إنجاز الأهداف الخاصّة بهم، فإنّ إستراتيجيات ما وراء المعرفة تستخدم للتأكيد على الهدف المُراد الوصول إليه، وتتضمّن هذه الإستراتيجيات إجراءات تنظيم العمليات الموجّهة نحو تنظيم منهج التفكير، وهذا يساعد المتعلّم في: تجميع المصادر اللازمة للمهمّة، وتحديد الخطوات اللازم اتّخاذها لإنجاز المهمّة، والسرعة في العمل، أمّا الوعي بما وراء المعرفة فيتضمّن إجراءات وعمليات المراقبة المباشرة، والموجّهة نحو اكتساب المعلومات عن عمليات التفكير، وهي بذلك تساعد على: التعريف بالمهمّة، وتقييم التقدّم في العمل، والتنبّؤ بمخرجات هذا التقدّم.

وقد تعدّدت تعريفات ما وراء المعرفة من قبل العلماء وفيما يلي بعض منها:

إنها معرفة الفرد المتعلّقة بعملياته المعرفية والأنشطة الذهنية وأساليب التعلّم والتحكّم الذاتي المستخدم في عمليات التذكّر والفهم والتخطيط والإدارة وحل المشكلات.

ما وراء المعرفة هي التفكير في التفكير وتأمّلات عن المعرفة ووعي الفرد بالعمليات المعرفية وميكانزم التنظيم المستخدم لحل المشكلات (عدس، 1998، 139).



كما تعني «قدرة الفرد على التفكير في الشيء الذي يتعلّمه وتحكّمه في هذا التعلّم، ولكن قبل أن يكون المتعلّم قادراً على التحكّم في تعلّمه، لا بدّ وأن يكون على وعي بما يمارسه في موقف معيّن، وبكيفية تعلّمه على النحو الأمثل، وإلى أي مدى تمّ تعلّمه، أي وعي المتعلّم بالمهمّة ثم وعيه بالإستراتيجية أو بالعملية المعرفية ثم الوعي بالأداء».

ويعرفها «كوستا» بأنّها التفكير بصوت عال أو الحديث مع الذات، بهدف متابعة ومراجعة نشاطات حل المشكلة.. وبأنها أعلى مستوى من التفكير العادي وأكثر منه تعقيداً.. وتظهر في انتباه الفرد إلى أنّه في حالة حوار مع عقله، وأنّه يراجع قراره الذي اتّخذه (Costa، 1991، 211).

ما وراء المعرفة تعني الوعي بالتفكير والقدرة على أن تعرف ما تعرفه وما لا تعرفه، وهذه العملية "ما وراء المعرفة" مركزها قشرة المخ، ولذلك هي خاصّة بالإنسان فقط، وهي القدرة على التخطيط والوعي بالخطوات والإستراتيجيات التي يتّخذها لحلّ المشكلات والقدرة على تقييم كفاءة تفكيره.

كما تعني معرفة المتعلّم بكيف ومتى ولماذا

يستخدم إستراتيجية معيّنة وغيرها لإنجاز مهمّة ما. والمعرفة بكيفية عمل العمليات المعرفية والوعي بالفهم.. بإضافة معرفة الفرد الذاتية لما تعلّمه أو اكتسبه، ويشمل غالباً عمليات التفكير العليا مثل التقويم والتحليل والتخطيط ومراقبة الأداء.

وهي أيضاً "وعي المتعلّم بالمهارات والإستراتيجيات الخاصّة التي يستعملها في التعلّم والتحكّم فيه وتعديل مساره في الاتجاه الذي يؤدّي إلى بلوغ الأهداف. وتعني إمساك المتعلّم بزمام تفكيره والتأمّل فيه برويّة والتوقّف من حين إلى آخر في أثناء تنفيذه لنشاط ما من أجل مراجعة خطّته وتعديلها ومعرفة إن كانت تسير نحو الهدف، وما إذا كان سيغيّر هذه الطريقة" (أبو رياش وآخرون، 2009، 38).

ما وراء المعرفة تعني عمليات تحكّم عليا وعي الفرد بعملياته الداخلية والإستراتيجية والأنشطة والإجراءات، والطرائق والأساليب التي يستخدمها في تفكير معالجة المعلومات، والمراقبة والتحكّم الذاتي في عمليات التعلّم وتقويم مدى تحقيق الهدف المعرفي وحل المشكلة.

ويعرّف «Sternberg» مهارات ما وراء المعرفة بأنّها عبارة عن عمليات تحكّم عليا، وظيفتها التخطيط، والمراقبة، والتقييم لأداء الفرد في حل المشكلة، وهي مهارات تنفيذية مهمّتها توجيه وإدارة مهارات التفكير المختلفة العاملة في حل المشكلة، وهي أيضاً أحد أهم مكوّنات الأداء الذكي أو معالجة المعلومات. والوعي بما يتّصف به الفرد من قدرات، وإستراتيجيات، ومصادر، ووسائل يحتاجها لأداء المهام بفعّالية أكثر (Stemberg، 1998، 125).

ويُنظر إلى مهارات التفكير فوق المعرفي على أنّها أعلى مستويات التفكير العقلي، والذي يكون فيها الفرد على وعي لذاته أو للآخرين في أثناء التفكير في حل مشكلة ما.

إنّ مهارات ما وراء المعرفة تعني وعي الفرد وإدراكه لما يقوم بتعلّمه، وقدرته على وضع خطط محدّدة للوصول إلى أهدافه، وكذلك اختيار الإستراتيجيات المناسبة وتعديلها، أو التخلّي عنها، واختيار إستراتيجيات جديدة، بالإضافة إلى تمتّعه بدرجة مناسبة من القدرة على مراجعة ذاته، وتقييمها باستمرار (أبو هاشم، 1999، 201).

وتشير معظم تعريفات ما وراء المعرفة أنّها تتضمّن كلّا من: المعرفة، والوعي، والضبط. فتُعدّ «المعرفة» من مكوّنات ما وراء المعرفة عند توظيفها بفاعلية في الإطار الإستراتيجي للتأكيد على الهدف المرجو تحقيقه، وهي تتضمّن المعرفة الشخصية، وتعني معرفة الفرد بالمهارات المعرفية التي تتطلّبها المهمّة، ومعرفته بالمهمّة، وقدرته على فهم أنّ المهام المختلفة تتطلّب إستراتيجيات مختلفة، ومعرفته بالإستراتيجية، وقدرته على اختيار الإستراتيجية الأكثر مناسبة للمهمّة. أمّا «الوعي» فيعني وعي الفرد بالإجراءات التي ينبغي القيام بها لتحقيق نتيجة معيّنة، وأمّا «الضبط» فيعني قدرة الفرد على اتّخاذ القرارات الواعية والأفعال التي يجب أن يقوم بها في أثناء القراءة بناءً على معرفته ووعيه السابقين.

وهنـاك مـن ركّـز في تعريف مـا وراء المعرفة علـى أنّهـا إستراتيجية الحديث مع الـذات، وتُعدّ إستراتيجية من الإستراتيجيات المهمّة التي يمكن أن يمارسهـا الفـرد ليسـأل بها نفسـه في مواقف الأداء المختلفة، ومدى تقدّمه فيها.

إنّ جـذور مفهـوم مـا وراء المعرفة بـدأت مع سقـراط وأفلاطـون! فحكمـة سقـراط "اعرفْ نفسـك" تعنـي وعـي الفـرد بأفـكاره ومشاعـره وأحاسيسـه ومراقبة الخبرات التـي يمرّ بها، وإنّ هـذه الحكمة هي جوهر مهـارات ما وراء المعرفة، لأنّهـا تنطوي على وعي وفطنـة ومعرفة الفرد بكلّ ما يدور داخله من مشاعـر وأفكار وأحاسيس كما يقـول أفلاطون "حينما يفكّر العقـل فإنّه يتحدّث إلى نفسه".

فمراقبة الفـرد لتفكيره واندماجه في عمليات التفكـير يطلـق عليهـا عمليـات مـا وراء المعرفـة أو التفكير في التفكير أو التفكير فوق المعرفي والتي يساعـد الاهتمام بها على نموّ القـدرة على التعلّم الذاتـي كما تـؤدّي إلى الفهـم والتعلّـم الإيجابي والفعّال.

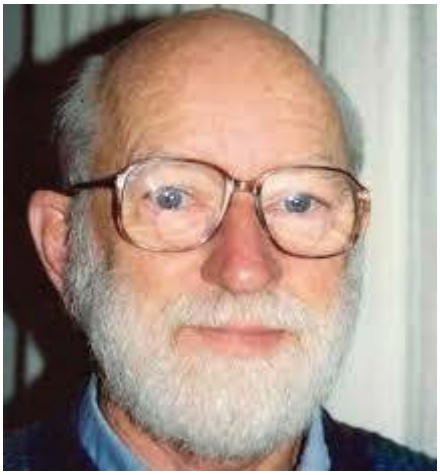
لقـد ظهـر مفهـوم مـا وراء المعرفـة "Meta cognition" في بدايـة السبعينـات مـن القـرن العشرين ليضيف بعداً جديداً في علم النفس المعرفي، ويفتح آفاقـاً واسعة للدراسات التجريبية والمناقشات النظريـة في موضوعات الـذكاء والتفكـير والذاكرة والاستيعـاب ومهـارات التعلّـم، وقد تطـوّر الاهتمام بهذا المفهوم في عقد الثمانينات ولا يزال يلقى الكثير من الاهتمام نظراً لارتباطه بنظريات الذكاء والتعلّم وإستراتيجيات حل المشكلات واتّخاذ القرار.

إلّا أنّ الرؤيـة الواضحة لمفهوم مـا وراء المعرفة دخـل مجال علـم النفـس المعـرفي على يـد "جون فلافيل" John Flavell في بداية السبعينيات وهو أستـاذ علم النفـس في جامعة ستانفـورد وهو أحد المناصرين لنظرية "بياجيه" الذي قدّم لنا مصطلحَ ما بعد الذاكرة، وهو أوّل من وضع مصطلح ما وراء المعرفة، وذلك من خلال العديد من الدراسات التي أُجريـت على مختلف الأفـراد، وكان ينظر إليه على أنّـه التشغيل الداخلي الذي يستغـل الإستراتيجيات المعرفية لضبط العمليات الأخرى للتعلّم والتذكّر، أو إدراك الإدراك، وتتكـوّن المعرفة عن الإدراك لدى فلافيل" مـن: متغيّرات شخصيـة كالاعتقادات أو مقدار المعلومـات والأفكار المكتسبـة أو الاختلافات الداخليـة بين الأفراد؛ ومتغيّرات المهمّة والعمل على تحقيق أهدافها؛ والمعرفـة عن الإستراتيجيات التي يستخدمهـا لتحسين التعلّـم والأداء والتـي يسمّيها متغيّرات الإستراتيجية.

تبرز دور ما وراء المعرفـة وأهمّيتها في العملية التربوية فيما يأتي:

1 - تسهـم في تصحيـح الأخطـاء المفاهيميـة للمتعلّمـين؛ وذلك بمراجعتهـم للمفاهيم المكتسبة والتفكير فيها والعمل على تعديلها أو تطويرها.

2 - تساعـد في التحكّـم في عمليـات التفكـير وإبعادها عن الانجـراف في موضوعات بعيدة عن موضوع التفكير.



فلافيل

3 - تسهم في تحسين مهارة القراءة والاستذكار، وذلك من خلال فهم النص وإجراء تعديلات مستمرّة لعمليات الاستيعاب.

4 - تساعد في التنبّؤ بالأفكار الرئيسة وتمييزها وتحديدها، كما تعمل كآلية مراقبة مستمرّة للقراءة للتأكّد من حدوث الفهم للمضي قدماً أو تغيير الإستراتيجية المتبنّاة في حال تعسّر الفهم.

5 - تنمية التفكير الناقد والإبداعي، ومساهمتها الفاعلة في نقل أثر التعلّم إلى المواقف التعليمية الجديدة.

6 - تسهم في زيادة وعي المتعلّم بمستويات تفكيره وقدرته الذاتية في التعامل مع المواقف التعليمية المختلفة، ممّا يزيد من ثقته بنفسه أو محاولة تعديل أنماط تفكيره؛ بحيث يمكن جعلها أكثر رقيّاً وأفضل استخداماً.

7 - تُمكّن مهارات ما وراء المعرفة المتعلّم من حل المشكلات الملاحظة بالمواد التعليمية المختلفة (Ownsworth، & Fleming، 2005).

هناك علاقة قويّة بين مهارات المعرفة وما وراء المعرفة، حيث إنّ أداءات الفرد وكفاءاته العلمية والتعليمية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بتلك المهارات؛ إذ إنّ وعي الفرد بتلك المهارات والقدرة على إدارتها واستخدمها في مواقف حياتية مختلفة تجعله قادراً على التعلّم الذاتي، ومن ثمّ اكتساب المعرفة بقدر أكبر؛ أي أنّ بينهما علاقة طردية.

المعرفة هي جميع العمليات التي بوساطتها يتحوّل المدخل الحسّي من البيئة الى معلومات تتطوّر وتختزن لدى الفرد، وذلك لاستخدامها في مواقف مختلفة. بينما ما وراء المعرفة هي وعي الفرد للمعرفة المكتسبة وإدراكه بالعمليات التي يمارسها في مواقف التعلّم المختلفة، وذلك نتيجة حصوله على هذه المعرفة أو معلومات معيّنة تتطلّب هذا الموقف. إنّ مصدر الإحساس لما وراء المعرفة هي التخيّلات العقلية المعرفية الداخلية للواقع المدرك وما يعرفه الفرد عن هذه التمثيلات وكيف تعمل وكيف يشعر بها. ويعتمد على الاستخدام الواعي للمعرفة.

إنّ للمعرفة محتوى علمي محدّد، بينما ما وراء المعرفة لا تتعلّق بمحتوى علمي محدّد، لكنّها تتعلّق بالطريقة التي تعرف بها المتعلّم على معرفته، كما أنّه يمكن اكتساب كلّ من المعرفة وما وراء المعرفة، كما يمكن تصحيحها وإعادة تصحيحها، كما يمكن تنميتها. **إنّ المعرفة تحتوي على التفكير والفهم والتذكير والإدراك، بينما ما وراء المعرفة هي الوعي بالمعرفة والتحكّم فيها وتقويمها.**

وتضم المنظومة المعرفية نوعين من المعرفة، هما كما يأتي:

1- المعرفة المباشرة «Declarative" وتتضمّن المفاهيم والمهارات والمبادئ والقوانين المختلفة.

2- المعرفة غير المباشرة "Normative" ويُقصد بها المهارات العقلية العامّة التي يتمّ تنميتها ضمناً من خلال معالجات العناصر وجوانب المعرفة المباشرة، ومن أمثلة المعرفة غير المباشرة مهارات التحليل وإعادة التنظيم والاتصال وحل المشكلات والتفكير الاجتماعي.

ويمكن أن تصنّف المعرفة إلى نوعين:

- المعرفة النصّية وهي المعلومات المتضمّنة في مادّة أو مجال معيّن بنصّها وخوارزمياتها أو كلّ ما يندرج تحت مصطلح معرفة ماذا Know what.
- المعرفة الأسلوبية وهي المعلومات التي تتعلّق بكيفية الحصول على المعلومات أو استنتاجها، وهو كلّ ما يندرج تحت مصطلح معرفة كيف "Know How"، وهي تتمثّل في تكوين تصوّرات ذهنية أو تأثيرات حسّية أو لفظية أو بصرية أو نتيجة أحداث يمرّ بها الشخص وتدخل إلى مخزون الذاكرة، وتستخدم مصادر للأنشطة العقلية المتنوّعة.

وقد أسهمت آراء علماء المعرفة في إثراء المنظومات المعرفية، حيث اعتبرت العمليات المعرفية " Cognitive processes " مدخلاً للحصول على المعرفة، ويتمثّل ذلك في المشاهدة والقياس والتصنيف والاتصال والتنبّؤ والاستدلال

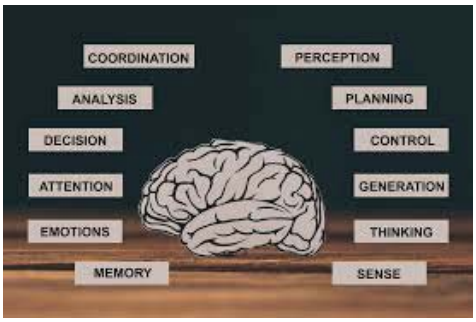
واستخدام علاقات الزمان واستخدام العدد والتنظيم والمقارنة وتحليل البيانات... إلخ.

وبهذا فإنّ خريطة المعرفة تتضمّن العديد من العناصر المركزية والأساسية التي تحدّد أي أداء أو نشاط عقلي معيّن، كما وتضمّ المنظومة المعرفية أيضاً قضية "معالجة المعلومات" ويقصد بها العمليات المعرفية التي تضمن التحكّم في تدفّق المعلومات الداخلة والخارجة من وإلى العقل من خلال مراحل استقبالها وتحليلها والربط بينها والاستدلال على معلومات جديدة مشتقّة منها والتحكّم في طرق الاحتفاظ بها واستدعائها، وتأتي على قمّة مكوّنات المنظومة المعرفية عمليات "ما وراء المعرفة أو فوق المعرفية" والتي تعني معرفة الشخص عن تفكيره والتحكّم بضبط الذات عند الانشغال بعمل عقلي معيّن من حيث الدقّة ومراقبة الجودة، وإدارة الوقت، وتعديل مسار التفكير إذا لزم الأمر.

تشمل عمليات ما وراء المعرفة على ثلاث عمليات هي:

1 - المراقبة الذاتية:

هي مراقبة الاستيعاب، ولا بدّ في البدء أن يتم تحديد أهداف تعليمية معقولة، بعدها يتم ملاحظة التقدّم نحو تحقيق الأهداف،



وإذا لم تتحقّق الأهداف يتحتّم الوقوف عند الإستراتيجيات مراجعةً لها أو استبدالاً.

2 - التعزيز الذاتي:

هو طاقة واتجاه وحوافز تنبع من الداخل مثل الإتقان والكفاية.

3 - التقييم الذاتي:

الفهم والوصول إلى إصدار حكم صائب يأخذ في الاهتمام كلّ عناصر المشكلة وأبعادها. ويشير إلى عملية أخذ قرار اعتماداً على دقّة ومناسبة المعلومات التي تمّ إدراكها، أو تقييم الفرد لكيفيّة حدوث التعلّم عنده الذي من خلاله يستطيع المتعلّم تنمية ما وراء المعرفة والخبرة.

وتنقسم مكوّنات ما وراء المعرفة إلى مكوّنين رئيسين هما:

أولاً: الوعي الذاتي بالمعرفة.

وتتضمّن هذه العملية من ثلاثة أنواع رئيسة من المعرفة وهي:

1 - المعرفة المفاهيمية : "Conceptual Knowledge"

وهي تتضمّن عدّة أنواع من المعارف وهي:

- **الوعي بالمفاهيم:**

ويعني معرفة المتعلّم بالمفاهيم التي يتعامل معها وإدراكه لمكوّناتها وعلاقة تلك المفاهيم فيما بينها.

- **الوعي بالمصطلحات:**

وهي إدراك معنى المصطلحات العلمية أو الرياضية أو الاجتماعية أو الاقتصادية وغيرها، وما تعنيه تلك المصطلحات في مضمونها.

- **الوعي بالرموز:**

وهو فهم وإدراك معاني الرموز المجرّدة وماذا تعني إذا جاءت ضمن مضمون معيّن؟ وهل تلك الرموز ذات مغزى أم لا؟

- **الوعي بالقوانين:**

ويقصد بها معرفة مكوّنات القانون سواء أكان في الرياضيات أم قانون وضعي إداري أم قانون دستوري أم غيره.. ومعرفة علاقة هذا القانون بقوانين أخرى ذات صلة.

2 - المعرفة الإجرائية "procedural Knowledge" **:**

وتتضمّن هذه المعرفة أنواعاً مختلفة من المعارف وهي كما يلي:

- **إدراك الخطوات:**

وتعني معرفة المتعلّم بالخطوات التي قد يتّبعها في وصوله للهدف أو في حل مسألة رياضيات ما. دون التطرّق إلى الحل أو تنفيذ الخطّة للوصول إلى الهدف؛ بل هي معرفة بإجراء شيء معيّن وليس تنفيذه.

- **معرفة النماذج:**

أي إدراك أنواع معيّنة من الأشكال أو المخطّطات التي يتعلّق بمضمون معيّن، وذلك من خلال الوعي بخطوات تكوينها أو تنظيمها.

- **معرفة الحلول:**

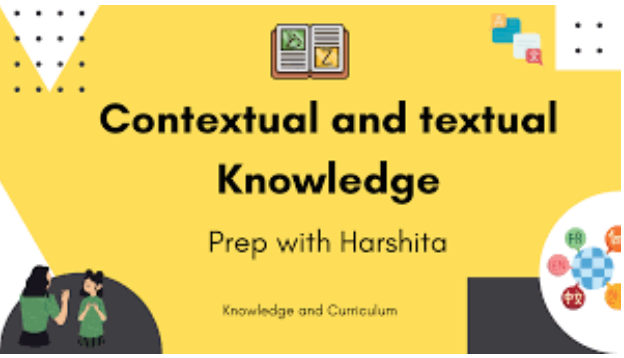
وتعني طرق الحل لمسألة أو مشكلة معيّنة سواء أكان لمسألة في الرياضيات أم مشكلة اجتماعية معيّنة، حيث يستطيع المتعلّم هنا إدراك خطوات الحل وأسلوب التعامل مع المشكلة.

- **معرفة التراكيب:**

ويعني وعي المتعلّم بكيفية تركيب جمل معيّنة أو رسم نموذج محدّد أو بناء خطّة معيّنة أو تركيب جهاز كمبيوتر، أي الوعي بخطوات البناء والتراكيب.

3- **المعرفة السياقية** «Contextual Knowledge»:

وتتضمّن هذه المعرفة ما يأتي:

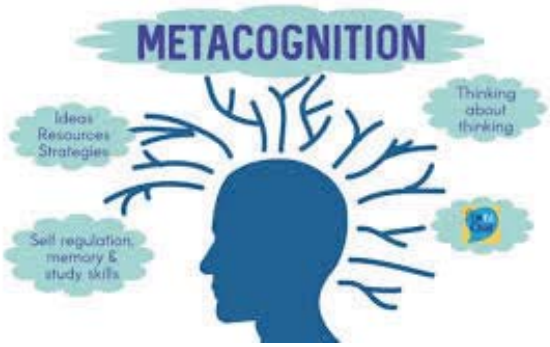


- **الوعي بالشروط:**

أي إدراك ظروف تعلّم مشكلة معيّنة أو إعطاء شروط محدّدة لحدوث تعلّم أو سلوك معيّن، إذ لا يمكن لهذا السلوك أو لهذا الموقف أن يحدث إذا لم تتوفّر ظروف أو شروط معيّنة لحدوثه.

- **إدراك أسباب:**

إذ لا يمكن للمتعلّم أن يفهم موقفاً معيّناً إلّا إذا أدرك أسباباً معيّنة لوجود شيء ما، مثل إحضار وسيلة معينة في الصف تعطي سبباً لجعل التعلّم لدى التلاميذ ميسّراً، أو أنّ المعلّم يقوم بطرح أسئلة للتعرّف على سبب عدم فهم التلاميذ للدرس، أو أنّ المتعلّم يعطي سبباً لعدم فهمه للموضوع بسبب سرعة المعلّم مثلاً.



- **إعطاء المبرّرات:**

يقصد بها وضع مبرّرات لحدوث ظاهرة معيّنة، وتوضيح نقاط الضعف في تلك الظاهرة أو الموقف، وهذا يعني وضع الإصبع على نقاط الفشل في عدم الوصول إلى حل مسألة رياضية مثلاً، أو توضيح لماذا لم يتمكّن المتعلّم من حل المسألة؟

- **تحديد المعايير:**

أي وضع معايير أو وحدات القياس، فمثلاً لكي يحدث تفاعل ما ينبغي أن تتوفّر معايير في مواد التفاعل! حتى يحدث هذا التفاعل، أو ينبغي أن يحل المتعلّم خمسة أسئلة من سبعة حتى يستطيع أن يحكم أو يضبط سلوكه في الإجابة عن الامتحان أو وضع معايير معيّنة لاختيار إستراتيجية ملائمة للحل من حيث مثلاً زمن الإستراتيجية أو عدد خطواتها أو صعوبة قوانينها.

- **حل المشكلات:**

أي فهم المسألة أو المشكلة سواء كانت نمطية أم غير نمطية، ومحاولة حلّها باستخدام إستراتيجية معيّنة، ونعني بالمشكلة النمطية هي التي مرّت سابقاً على المتعلّم ويستطيع أن يستعين بخطوات الحل في حلّ مسألة مشابهة، بينما المشكلة غير النمطية تعني أنّ تلك المشكلة لم تمرّ على المتعلّم سابقاً وتحتاج منه إلى إبداع خطوات الحل واستخدام تلك الخطوات في الوصول إلى النتائج المطلوبة.

ثانياً: التنظيم الذاتي للمعرفة:

ويضمّ هذا المكوّن على ثلاثة أنواع من المعرفة وهي كما يأتي:

1 - **إدارة المعرفة** Management of Knowledge":

وهي تتضمّن ما يأتي:

- **تحديد الإستراتيجيات:**

أي اختيار إستراتيجيات محدّدة ذات قيمة وفائدة لإدارة المعرفة والتخطيط لها، قد تكون تلك الإستراتيجية بعيدة المدى أو قصيرة المدى، وقد تكون استخداماتها متعدّدة في أساليب التعلّم واكتساب المعرفة.

- **وضع الخطط:**

حيث تتطلّب إدارة المعرفة وضع خطّة أو خطط لتنفيذ مهمّة معرفية معيّنة فمثلاً: قد يحاول المتعلّم أن يضع خطّة معيّنة للاستذكار قبل الامتحانات بشهر مثلاً، تتضمّن عدّة خطوات، ولها زمن محدّد ومقسّم إلى أجزاء طبقاً لخصائص المادّة ونوعيتها، والخطّة هنا تكون قابلة للنجاح أو الفشل. ومثال آخر في الرياضيات، يمكن للمتعلّم أن يحدّد خطّة معيّنة لحل مسألة رياضية تتضمّن عدّة إستراتيجيات، فقد ينجح في بعضها ويفشل في بعضها الآخر أو ينجح في الوصول إلى الحل المطلوب.

- **بناء الخطوات:**

هذا المستوى يتطلّب تكوين مجموعة من الخطوات المرتّبة لإنجاز مهمّة معيّنة، حيث يقوم المتعلّم بالخطوة الأولى ويتبعها بالخطوة الثانية.. ثم الثالثة بنظام، إذ إنّ عدم تنظيم أو ترتيب تلك الخطوات قد يخلّ بالنتائج أو لا يوصل إلى الحل فمثلاً: لا يمكن للمتعلّم أن يحلّ مسألة ما عن طريق اتّباع خطوات معيّنة، إذا بدأ بالطلب الثاني للمسألة، حيث يتطلّب الطلب الثاني الطلب الأول.

- **إدراك العلاقات:**

هذا يعني فهم العلاقات القائمة بين الجوانب المختلفة للموقف المعرفي، فلا يمكن للمتعلّم أن يعي المضامين المعرفية دون أن يدرك تسلسل

تلـك المضامين والعلاقات القائمـة بين مفاهيمها ومكوّناتهـا، فالمتعلّـم لا يستطيـع أن يحـلّ مسألة رياضيـة دون أن يـدرك العلاقـات القائمـة بـين المعطيات الموجودة في المسألة.

- **تهيئة الظروف:**

لكي يتمّ إنجاز المهمّة وإتقانها ينبغي أن تتوفّر الظـروف أو المُناخ الصفّي الملائـم لتحصيل تلك المهمّـة. فلا يمكن للمتعلّـم أن يفهم درسـاً معيّناً دون أن يكـون المُناخ الصفّـي ملائماً لذلك، أو أنّه يقوم بحلّ مسألة رياضية ما تتعلّق بالوحدة الثانية مثـلاً دون أن يكـون قادراً على فهـم وحل المسائل الخاصّة بالوحدة الأولى.

2 - **تقـويم المعرفـة** «Evaluation knowledge of":

تتضمّن هذه المعرفة ما يأتي:

- **تعديل النمط:**

هذا يعني أن يقوم المتعلّم بتعديل أسلوب تعلّمه أو أنمـاط السلـوك التـي يستخدمهـا في المذاكرة مثلاً أو في حل مسائل معيّنة، محاولة منه في تغيير هذا النمط في ضوء مبرّرات معيّنة مصنّعة.

- **تبديل الإستراتيجية:**

قـد يـرى المتعلّـم أنّ الإستراتيجيـة التـي استخدمهـا في تحقيـق أهداف لم تكـن مفيدة في تنميـة قدراتـه أو في تحسـين مهاراته تجـاه مهنة معيّنـة أو موقـف محدّد، فيلجـأ المتعلّم إلى تبديل تلك الإستراتيجية بإستراتيجية أخرى أكثر فائدة وأفضل استخداماً.

- **تحسين السياق:**

بعد أن يستخـدم المتعلّم أسلوباً معيّنًا في طرح أفكاره في موضوع محدّد، ويجـد أنّ هذا الأسلوب لم يكـن مقنعـاً أو معـبرًا بصـورة واضحـة عمّـا يقصده، ومنْ ثـمّ يلجأ المتعلّـم إلى إعادة صياغة السيـاق بصورة أفضـل باستخـدام أسلوب معيّن في طرح المضامين الفكريـة، وذلك لتحسين سياق الموضوع ليصبح جذّاباً ومقنعاً.

- **التأكّد من حل:**

هو أسلوب يستخدمـه المتعلّم للتأكّد من صحّة موضـوع معيّن أو فكـرة معيّنة أو فرضيـة خاصّة، وذلـك لإعطاء ثقـة بالخطوات التـي استخدمها، فقـد يلجأ المتعلّم مثـلاً في حل المسائـل الرياضية بالتعويض في المعادلـة المعطـاة في رأس المسألـة للتأكّـد من القيم التي توصّـل إليها بأنّها صحيحة أم لا، وذلـك من أجل تعديل أسلوبه أو طريقة حلّه إذا كانت خطـأ أو الاستمرار في حلّ مسائل أخرى إذا ثبت أنّ حلّه صحيح.

3 - **تنظيـم المعرفـة** «Regulation of Knowledge»:

يشمل هذا النوع من المعرفة ما يأتي:

- **إعادة المخطّط:**

في ضـوء الكشـف عن نقـاط القـوّة والضعف يستطيع المتعلّم إعادة تنظيم المخطّط أو الخطوات التـي يستخدمها في التعلّـم أو التفكير، وذلك بعد أن يضع يده على أخطاء عدم وصوله إلى الأهداف المطلوبة.

- **تعديل نتاجات:**

يستطيع المتعلّم تعديل نتاجات معيّنة من خلال التغذية الراجعة المتوفّرة في البيئة الصفّية، أو من خلال تعديل نفسه بنفسه، فمثلاً عندما يكون المتعلّم متدنّيَ التحصيل في مواد دراسية معيّنة، فقد يجد نفسه بحاجة لتعديل تفكيره أو تحسين قدرته على القراءة والكتابة لفهم مضامين المواد الأخرى، ومن ثمّ فهمها ورفع مستواه فيها.

- **توضيح الأخطاء:**

يعني ذلك تحديد الأخطاء وكيفيّة حدوثها، أين تحدث ومتى تحدث، وذلك من أجل تلاشيها والتخلّص منها في تفكيره أو في أساليب التعلّم التي يستخدمها.

- **عمل معالجات:**

يقصد بذلك إجراء معالجات فورية لخطوات التعلّم أو لأنماط التفكير المستخدمة في حل مسألة رياضية مثلاً، وذلك يتمّ من خلال المتابعة والمراجعة، فإذا كان هناك خلل في خطوة معيّنة أو عدم وضوح في تلك الخطوة من خلال ربط الخطوة بالخطوات الأخرى، أو بإيجاد علاقات معيّنة تبيّن تفاعل تلك المعرفة بالمعارف الأخرى.

- **تنظيم التفكير:**

هذا المستوى يعدّ أعلى مستويات ما وراء المعرفة، وهذا يعني أنْ يقوم المتعلّم بتنظيم أنماط تفكيره من حين لآخر بصورة شاملة، وذلك طبقًا للظروف والأحوال التي يمرّ بها، فالمواقف التعليمية متمايزة وتتضمّن أنماطَ تفكيرٍ مختلفة، ولذا فإنّ تنظيم التفكير وضبطه والسيطرة عليه من الأمور المهمّة لإنجاز التفكير واكتساب المعرفة.

أي أنّ المتعلّم يجب أن يفهم عمليات التفكير وخاصّة العمليات التي يستخدمها هو نفسه في التعلّم، وكذلك يجب أن تكون لدى المتعلّم المعلومات التي يستخدمها هو نفسه في التعلّم، وكذلك يجب أن تكون لدى المتعلّم المعلومات الكافية عن إستراتيجيات التعلّم المختلفة حتى يختار أنسبها ليستخدمها في المواقف التعليمية التي يمرّ بها (Arends، 1998، 425).

وقد أشار "فلافيل" إلى أنّ ما وراء المعرفة تتكوّن من مكوّنين هما:

المكوّن الأوّل: معرفة ما وراء المعرفة:

تشمل جزء من المعرفة المكتسبة التي ترتبط بالأشياء النفسية، بالإضافة إلى ما تقوم به الذاكرة طويلة المدى "مظهر التفكير الذي يحتوي على المخزن الدائم للأفكار والمعلومات بشكل يجعلها ذات معنى"، أضف إلى ذلك تمثيلات الأحداث بحيث يمكن استرجاعها واستخدامها في موضوع معرفي.

المكوّن الثاني: خبرة ما وراء المعرفة:

ويستدلّ عليها من خلال شعور الفرد المفاجئ بالقلق نتيجة لعدم فهمه شيئاً ما، وتشمل آراء أو معتقدات أو مشاعر تجاه موضوعات معينة (O›Leary، & Sloutsky، 2019).

ويشير "فلافيل" إلى أنّ خصائص ما وراء المعرفة معظمها تفسيرية وتوضيحية وإجرائية، وحريّ بالذكر أنّ اكتساب ما وراء المعرفة بدءاً يسير ببطء إلّا أنّه يزداد سرعة مع التقدّم في العمر مصحوباً بالخبرة في المجال المعرفي. وتعبّر عن وعي الفرد ودرايته وفهمه لهذه المعرفة المكتسبة.

ومهارات ما وراء المعرفة هي عبارة عن مهارات ذهنية معقّدة تُعدّ من أهم مكوّنات السلوك الذكي في معالجة المعلومات، تنمو مع

تقـدّم السـن من جهـة ونتيجة للخـبرات الطويلة والمتنوّعـة التي يمـرّ بها الفرد من جهـة ثانية؛ إذ تقوم بمهمّة السيطرة على جميع الأنشطة الموجّهة لحلّ المشـكلات المختلفـة مع استخـدام القدرات المعرفية للفرد بفاعلية في مواجهة متطلّبات مهمّة التفكير.

ومهارات ما وراء المعرفة تقوم بإدارة نشاطات التفكـير وتوجيههـا عندمـا يقـوم الفـرد باتّخاذ القرار، وحـل المشكلات في المواقـف التي يتعرّض لها مـع الوعـي بتفكـيره، وقدرته علـى تخطيط، وتنظيم، وتقويم تفكيره، ويضم هذا المفهوم ثلاث مهارات رئيسة، هي: التخطيط، والمراقبة الذاتية، والتقـويم. وتصنّـف مهارات مـا وراء المعرفة إلى ثلاث مهارات هي كما يأتي:

1 - مهارة التخطيط:

تعنـي رسم صورة مسبقة أو التخطيط للمهمّة التي سينخرط بها الفرد المتعلّم وتتضمّن المهارات الآتية:

- تحديد هدف ما أو مجموعة من الأهداف.
- الإحساس بوجود مشكلة ما وتحديد طبيعتها.
- اختيـار إستراتيجيـة التنفيـذ ومهاراتهـا المختلفة.
- اختيـار إستراتيجيـة التنفيـذ أو الخطـوات العقلية أو الأدائية.
- ترتيب العقبات أو الأخطاء المحتملة.
- تحديـد أساليـب مواجهـة الصعوبـات أو العقبات المتعدّدة.
- التنبّؤ بالنتائج المتوقّعة أو المرغوب فيها.

2 - مهارة الضبط أو المراقبة الذاتية:

تعنـي مراقبة الفرد لسـير اندماجه في المهمّة المُراد تعلّمها وهي تتضمّن المهارات الآتية:

- إبقاء الهدف في بؤرة التركيز أو الاهتمام.
- الحفـاظ على تسلسل العمليات أو الخطوات العقلية أو الأدائية.
- تحديد الوقت الذي تتحقّق فيه الأهداف الفرعية.
- تحديد موعد الانتقال إلى العلميات التالية أو الخطوة اللاحقة.
- اختيـار العمليـة أو الخطـوة الملائمة التي في السياق.
- اكتشاف العقبات أو الصعوبات أو الأخطاء.
- التعـرّف إلى كيفيّـة التغلّب علـى العقبات أو التخلّص من الأخطاء.

3 - مهارة التقييم:

تعني حكـم الفرد على مستـوى إنجازه ومدى تقدّمه ونجاحه في العمل، وتشمل المهارات الآتية:

- تقييم مدى تحقّق الهدف.
- الحكـم علـى دقّـة وصحّـة النتائـج ومـدى كفاءتها.
- تقييم مدى فاعلية الأساليب التي استخدمت.
- تقييـم كيفيّـة تنـاول الأخطـاء والصعوبات والعقبات.
- تقييـم فاعليـة الخطّـة وتنفيذهـا (Dweck، 2015).

وتتعدّد إستراتيجيات مـا وراء المعرفة وتتنوّع! لكـن مع تعدّدها وتنوّعها تهدف جميعها إلى تنمية

مهـارات ما وراء المعرفة لـدى الأفراد حتى تمكّنه من الإمسـاك بزمام تفكيرهم. والشاهد في الأمر أن إستراتيجيـات ما وراء المعرفـة تستخدم عادةً لضمان أنّ الهدف قد تحقّق، في محاولة من الفرد المستخدم لها لتقييم مدى تحقّق الهدف لديه. بيد أنّها يمكـن أن تسبق النشاط المعرفي، وفي الإمكان أنّ تليـه وفقاً لما تحتاجه الحاجـة الراهنة آنذاك، فضـلاً عن تداخلهـا أحيانـاً مـع الإستراتيجيات المعرفية.

والإستراتيجيـة هي سلاسل أهـداف موجّهة مـن العمليات التـي يؤدّيهـا المفحوص بداية من تلقّـي المثير إلى حدوث الاستجابة. والإستراتيجية في المجـال التربوي، وهـي استخـدام واع لطريقة معيّنـة من أجل الوصول إلى هـدف محدّد مسبقًا (Willis، 2012). ومن هذه الإستراتيجيات:

1- إستراتيجية النمذجة:

إنّ الفضـل لفكـرة التعلّـم بالنمذجـة "Modeling" يعـود إلى "بنـدورا» مؤسّـس نظريـة التعلّم الاجتماعـي «Social Learning theory"، حيـث يرى بأنّ أفضـل طريقة لتعليم الناس المهارات المختلفة سواء كانت تربوية أو علمية هـي عن طريـق النمذجـة، ويشـترط في النموذج قدرتـه على التمثيل والصبر والإيحـاء، ويرى بأنّ لعمر النموذج وجنسه ومكانته الاجتماعية دوراً في

عمليـة التعلّم ويسمّى هذا التعلّـم بالتعلّم بالقدوة أو بالنمـوذج (Education Endowment Foundation، 2019).

2- إستراتيجية الأسئلة الذاتية:

تُعـرف بإستراتيجيـة الاستجـواب الذاتـي «Questioning self Strateg" وهي مجموعة مـن الأسئلة التـي يوجهها المتعلّـم لنفسه في أثناء معالجة المعلومات ومهمّة هذه الأسئلة ما يأتي:

- تساعـد علـى خلـق الوعي بعمليـات التفكير لدى المتعلّمين.
- تجعل الفرد أكثر اندماجاً مع المعلومات التي تعلّمها.
- مساعـدة المتعلّـم علـى استيعـاب المـادّة الدراسيـة وتساعدهـم على التفحّـص والتدقيق، ويبقي نشاطهم وحيويتهم في التعلّم.
- تيسر لدى المتعلّمين عملية اتّخاذ القرارات.
- تمكّـن مـن مراجعـة تفكيره والتأمّـل فيـه ومراجعة خططه والخطوات التي قام بها في أثناء مهمّة ما.
- تنمّـي الشعـور بالمسؤوليـة، والدافعيـة لدى المتعلّم.
- تركيـز الانتبـاه إلى النقـاط الرئيسـة في الموضوع، وتزيد من التحصيل الدراسي.

3- إستراتيجية تدريس الأقران:

تقـوم هذه الإستراتيجية علـى توزيع المتعلّمين علـى مجموعـات، كلّ مجموعـة تضـمّ فرديـن، أحدهمـا يفكّـر بصـوت مرتفـع في حـل المشكلـة المقدّمة لهـم، والآخر يستمع لها ويفكّر معه ويفكّر في تفكير هو أنّ التعاون بين المتعلّمين ينمّي مهارات التفكير العليـا، حيث يقضي المتعلّمـون المزيد من الوقـت في تركيب ودمج المـدركات والمفاهيم، كما أنّ التعاون يحسّن من تقدير الذات للمتعلّمين.

4 - إستراتيجية التفكير بصوت مرتفع.

يطلب من المتعلّم في هذه الإستراتيجية أن يعبّر بصـوت مرتفـع «Thinking aloud" ومسموع عـن أفكاره التي تدور في ذهنه وعن كلّ شيء يفكّر فيه في أثناء إنجازه لمهمّة ما أو حل مشكلة ما، وما الأسئلة التي قد يسألها لنفسه في أثناء قيامه بحل المشكلـة وأن يتحـدّث عن كلّ شيء حتـى وإن كان تافهاً. إنّ المتعلّمين يقومون بالتعبير العلني اللفظي عمّا يـدور داخل عقله، ومن ثمّ يجب على المعلّمين أن يعلّمـوا المتعلّم كيف يذهب إلى داخل عقله! لذا يجب على المعلّمـين أن يستخدموا التفكير بصوت مسموع أمام المتعلّمين.

5 - إستراتيجية التدريس المباشر:

إنّ هـذه الإستراتيجيـة ترتكز علـى التظهير والممارسـة للمهـارة المطلـوب إكسابهـا للتلاميذ؛ فالمعلـم يشـرح ما المهـارة؟ وكيف يمكـن التمكّن منهـا؟ ثمّ يمارس المهارة مع التلاميـذ، وإنّ هذه الإستراتيجيـة تصلـح مع المهـارات البسيطة مثل التصنيف والاستنتاج، أمّـا مهارات التفكير العليا فـلا تصلح معهـا. وأنّها تكون فعّالـة عندما يكون المعلّـم على علـم بالخصائـص الأساسية للمهارة التي هـو بصدد تدريسهـا وأيضاً عندمـا لا يكون لدى المتعلّم خلفية بمستويات التفكير العليا.

6 - إستراتيجيـة إعـادة صياغـة أفكار الطلبة:

يقوم المعلّم هنا بإعادة صياغة أفكار المتعلّمين أو التوسّـع فيهـا والإضافة عليهـا، أو يقوم المتعلّم بإعـادة صياغـة أفـكار زميلـه، أي أنّ الهدف من هـذه الإستراتيجية هو إعادة صياغة أفكار المتعلّم من قبل آخر أمام زملائه، واستماع المتعلّم لأفكاره وحديثـه يزيد من وعيه بأفكاره وبمعرفته؛ ممّا قد يسهم ذلك في نمـوّ مهارات ما وراء المعرفة. وهذا يمكـن المتعلّم مـن أن يفكّـر بوعي ويقظـة، وليس تفكيراً عابراً يخلو من التركيز والانتباه.

7 - إستراتيجيـة ماذا أعـرف وماذا أريد؟ «Know want to Know Learned":

تسمّى بإستراتيجية المعرفة السابقة والمكتسبة في التدريس وتتكوّن من ثلاث مراحل وهي:

المرحلـة الأولى: ويرمـز لهـا بالحـرف (K) تعبـيراً عن "What I Know"، في هذه المرحلة أركّـز مـاذا أعـرف عـن الموضـوع علـى المعرفة السابقة.

المرحلة الثانية: ويرمز لها بالحرف (W) تعبيراً عن "What I Want to Know" ماذا أريد أن أعرف عن الموضوع، إنّها كنشاط جماعي تقدّم لهم لتساعدهم على تنظيم معلوماتهم، وما يرغبون في تعلّمه عن الموضوع وتحديد ما يبحثون عنه وما يرغبون في اكتشافه، ويحاول المعلّم خلال هذه الخطوة أن يرفع دافعية المتعلّمين للتعلّم.

المرحلة الثالثة: ويرمز لها بالحرف (L) تعبيراً عن "What I Learned"، فهي مرحلة تقويمية هدفها بيان مدى الإفادة من موضوع الدرس وجديد ما تعلّمه المتعلّمون فعلاً عن الموضوع.

في هذه الإستراتيجية يطلب المعلّم من المتعلّمين أن يقوموا بكتابة ما يعرفونه عن موضوع ما؟ وماذا يريدون أن يعرفوا عنه؟ وعلى المعلّم أن يعي أنّ الأسئلة التي كتبها الطلبة في البداية لا تحدّ من المعلومات التي سيتعلّمونها في النهاية وذات صلة بالموضوع، وتُعدّ الأسئلة الخاصّة بما يريد أن يعرفه المتعلّمون وتشويقهم لدراسة الموضوع. وأنّ هذه الإستراتيجية تزيد من البنى المعرفية للمتعلّم.

8- إستراتيجية سجلّات التفكير:

في هذه الإستراتيجية يقوم المعلّم بكتابة عنوان موضوع المناقشة أمام الجميع، ثم يكتب أو يعرض الأهداف المرجو تحقيقها من المناقشة، ويبدأ أفراد المجموعة بمناقشة الأهداف المثبّتة أمامهم، وبعد أن يقوم الطلبة بمناقشة جميع الأهداف، يقوم المعلّم أو أحد الطلبة بكتابة خلاصة الأفكار على لوح العرض، ويطلب المعلّم من الجميع تدوين هذه الخلاصات في دفاترهم لاستذكارها والاستعانة بها عند العودة إليها أو الاستشهاد بأفكارها في جلسات أخرى.

المراجع:

- أبو رياش، حسين محمّد؛ شريف، سليم محمد؛ صافي، عبد الحكيم (2009): أصول إستراتيجيات التعلّم والتعليم (النظرية والتطبيق)، ط1. عمان: دار الثقافة للنشر والتوزيع.
- أبو هاشم، السيد محمّد (1999): ما وراء المعرفة وعلاقتها بتوجّه الهدف ومستوى الذكاء والتحصيل الدراسي لدى طلاب المرحلة الثانوية العامّة، مجلة كلية التربية بالزقازيق، العدد 33.
- عدس، عبد الرحمن (1998): علم النفس التربوي. عمان: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع.

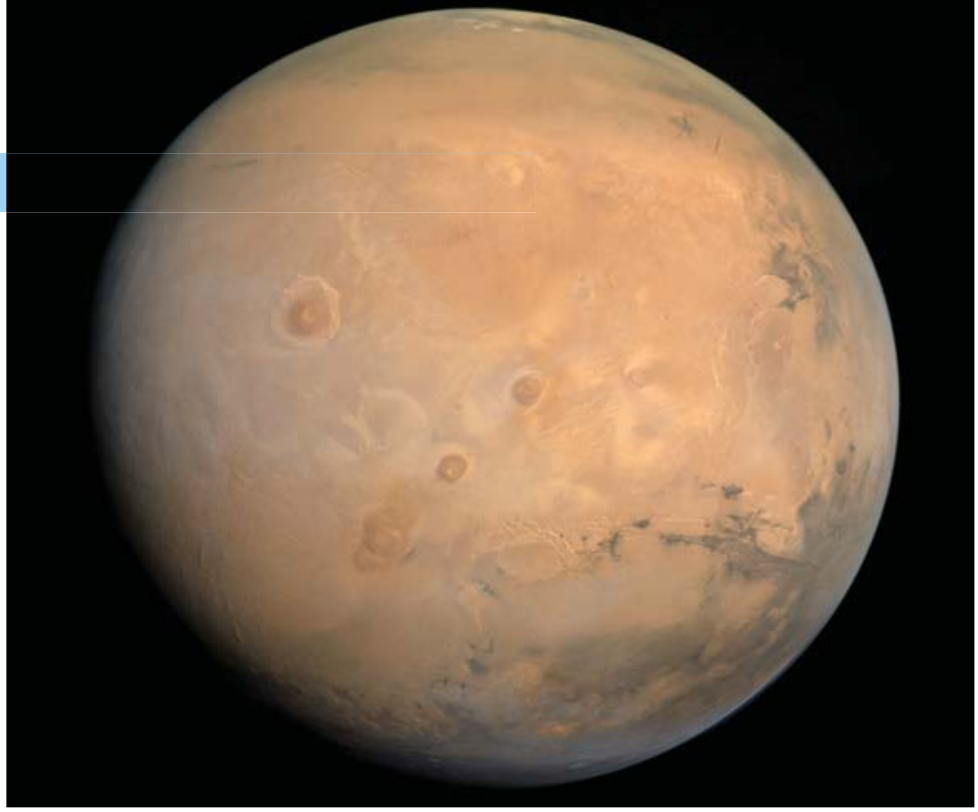
-Arends, R.I. (1998). Learning to Teach. New York: MC Grow Hill. Inc

-Costa, A. (1991). Mediating the Metacognitive, developing minds, A resource book for teaching thinking. Association for Supervisoion and Curriculum Developments. ASCD.

-Dweck, C. (2015) Carol Dweck Revisits the ‹Growth Mindset›, Education Week,https://www.edweek.org/ew/articles/2015/09/23/carol-dweck revisits- the-growth-mindset.htm

-Education Endowment Foundation

Psychosocial Adjustment Following Acquired Brain Injury. Journal of Head Trauma Rehabilitation: July 2005 - Volume 20- Issue 4-p 315-332
-Stemberg،R.J1998.Athree factor model of creativity in;Stemberg, L.J،The Nature of creativity ،Contemporary psychological percpectives cambridge University press pp125.147،
-Willis. J. (2012). A Neurologist Makes the Case for Teaching Teachers About the Brain.Edutopia.
(2019) Metacognition And Self-Regulated Learning,Guidance Report, p.24.
-O'Leary, A. P., & Sloutsky, V. M. (2019). Components of metacognition can function independently across development. *Developmental Psychology, 55*(2), 315–328. https://doi.org/10.1037
-Ownsworth, T; Fleming, J. (2005). The Relative Importance of Metacognitive Skills, Emotional Status, and Executive Function in



رحلات استكشاف المرّيخ

متى تطأ أقدام البشر سطح الكوكب الأحمر؟

(1 من 2)

محمَّد حسام الشَّالاتي

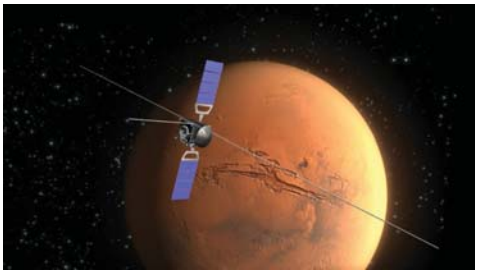
لطالما كان المرّيخ مَحَلَّ اهتمام البشر، حيث كشفت عمليَّات الرَّصد عبر التِّلسكوبات الأرضيَّة المُبكِّرة عن تغيُّرات في لَون سطحه تُعزى إلى الظُّروف الموسميَّة، ونُسبَت سمات الخطوط (القنوات) الظَّاهرة عليه إلى تصميمات ذكيَّة من صُنع المخلوقات الفضَائيَّة![1] كما كشفت عمليَّات رصد تلسكوبيَّة أخرى عن قمرَين، «فوبوس» و«ديموس»، وقمَّتَين جليديَّتَين قُطبيَّتَين، والجبل المَعروف الآن باسم جبل «أوليمبوس»، أعلى جبل في النِّظام الشَّمسي. وقد أثارت هذه الاكتشافات المزيد من الاهتمام لدراسة الكوكب الأحمر واستكشافه. فالمرّيخ كوكبٌ صخري، مثل الأرض، تكوَّن في نفس فترة تكوُّن الأرض تقريباً، إلّا أنَّ قُطره لا يتجاوز نصف قُطر الأرض، وغِلافه الجوِّي رقيق، وسطحه باردٌ يُشبِه الصَّحراء.

نظرة عامَّة عن كوكب المرِّيخ

«المرِّيخ»، هو رابع كواكب مجموعتنا الشَّمسيَّة بُعداً عن الشَّمس، التي يَبعُد عنها مسافة 1.5 وحدة فلكيَّة[2]، وهو الجار الخارجي للأرض (من النَّاحية الأبعد عن الشَّمس)، ويُصنَّف ضمن مجموعة الكواكب الصَّخريَّة أو الأرضيَّة (الشَّبيهة بالأرض).

أُطلق على المرِّيخ اسم «Mars" (مارس) نسبةً إلى إله الحرب عند الرُّومان "مارس"، فهو رمزٌ للنَّار والدَّم والعُنف والعُدوان. أمَّا اسمه باللُّغة العربيَّة "المرِّيخ"، فيعود إلى لَونه الضَّارب إلى الحُمرة أو الاحمرار (لَون الدَّم)، وهو مُشتَقٌّ من كلمة "أمرَخ"، أي "صاحب البُقع الحمراء". وسبب لَونه الأحمر هو نسبة غُبار "أوكسيد الحديد الثُّلاثي" العالية في تُربته وجَوِّه، ولذلك يُلقَّب بـ"الكوكب الأحمر". ويُمكن مُشاهدة المرِّيخ بالعَين المُجرَّدة من الأرض بسهولة، كما يُمكن تمييز لَونه المائل إلى الحُمرة.

وكوكب المرِّيخ هو أكثر الكواكب خارج نطاق كوكب الأرض والقمر (الجُرم التَّابع للأرض) استكشافاً، حيث سُيِّر إليه العديد من البعثات الاستكشافيَّة التي أشارت إلى إمكانيَّة كونه ذي غلاف جوِّيٍّ أكثف وأكثر رُطوبةً ودفئاً قبل مليارات السِّنين -على نقيض وضعه الحالي-، حيث يَتَّسم بالبُرودة والغلاف الجوِّي الرَّقيق. فَجوّ المرِّيخ أبرد من جَوِّ الأرض، وتبلغ درجة حرارته العُليا 27° مئويَّة والصُّغرى 133° تحت الصِّفر! كما أنَّ الغلاف الجوِّي له قليل الكثافة ويتكوَّن أساساً من غازات "ثاني أوكسيد الكربون"، وكمِّيات قليلة من غازات "النِّيتروجين" و"الأرغون" و"بُخار الماء"، وغازاتٍ أخرى... أمَّا الضَّغط الجوِّي على المرِّيخ فهو مُنخفضٌ جدَّاً، ويصل إلى 0.75% من مُعدَّل الضَّغط الجوِّي للأرض، لذا نرى أنَّ "المَجسَّات الفضائيَّة الآليَّة"[3] التي تمَّ إرسالها إلى المرِّيخ تُغلَّف بكُرةٍ هوائيَّة لامتصاص الصَّدمة عند الإرتطام بسطحه.



عربة وكالة الفضاء الأوروبِّيَّة «مارس إكسبرس» في مَدار كوكب المرِّيخ

يبلغ قُطر كوكب المرِّيخ ما يُقارب 6780 كيلو متر، وهو بذلك مُساوٍ لنصف قُطر الأرض، وتُقدَّر مساحته بربُع مساحة الأرض، وتُعادل كُتلته عُشر كُتلة الأرض، فهو يُعدُّ ثاني أصغر كواكب النِّظام الشَّمسي الثَّمانية الرَّئيسيَّة بعد كوكب «عُطارد». يَبعُد المرِّيخ عن الشَّمس ما يُقارب 228 مليون كيلو متر، أي ما يُعادل مرَّة ونصف من المسافة الفاصلة بين الشَّمس والأرض. وتُعادل السَّنة على المرِّيخ 687 يوماً أرضيَّاً، ويميل محور دورانه حول الشَّمس 25°، ممَّا يُكسبه تنوُّعاً مُناخيَّاً مُميَّزاً، فالأيَّام وفُصول السَّنة فيه مُماثلة لأيَّام وفُصول الأرض، لأنَّ فترة ومحور مَيل الدَّوران للكوكبَين مُتشابهان للغاية، ويدعو هذا الشَّبَه بالأرض إلى الاعتقاد بوجود حياة على المرِّيخ، وإلى التَّرويج له على أنَّه «كوكب المخلوقات الفضائيَّة»! ويُكمل المرِّيخ دورته حول نفسه كلَّ 23.9 ساعة من ساعات

الأرض. ولكوكب المرِّيخ قمران صغيران هُما «فوبوس» (ويعني «الخوف»)، و«ديموس» (ويعني «الذُّعر»)، وهُما لا يُشبهان قمر الأرض أبداً، فهُما أصغر منه بكثير، وغير مُنتظمَي الشَّكل. كما لا توجد حلقاتٌ كوكبيَّة حول كوكب المرِّيخ.

توجد على سطح المرِّيخ سهول الحُمَم البُركانيَّة التي يُغطِّيها الغُبار والرِّمال الغنيَّة بأوكسيد الحديد ذي اللَون الأحمر، ومُرتفعاتٌ شاهقة تبدو عليها آثار النَّيازك والشُّهُب[4] التي ارتطمت بها، ووديانٌ مُمتدَّة. في حين تُغطِّي قُطبَي المرِّيخ طبقاتٌ سميكة من جليد مُكوَّن من ثاني أوكسيد الكربون والماء المُتجمِّد. فعلى المرِّيخ يوجد أكبر بُركان وأعلى قمَّة جبليَّة في النِّظام الشَّمسي، هي قمَّة «أوليمبوس مونس» (أطلق عليها هذا الاسم تيمُّناً بجبل «الأوليمبوس» اليوناني)، والتي يصل إرتفاعها إلى 27 كيلو متر. كما يوجد عليه أكبر أخدود في النِّظام الشَّمسي، حيث يمتدُّ ذلك الأخدود الذي أطلق عليه اسم «وادي مارينريس» على مسافة 4000 كيلو متر، بعُمق يصل إلى 7 كيلو مترات. ويَعتقد العُلماء أنَّ المرِّيخ احتوى على الماء قبل 3.8 مليار سنة؛ ما يجعل فرضيَّة وجود حياة عليه مُتداوَلة، نظريَّاً على الأقل.

الوضع الحالي لمُهمَّات استكشاف المرِّيخ

حاليَّاً، توجد مَركبتان جَوَّالتان عاملتان على سطح كوكب المرِّيخ، وهُما مركبتا «كيوريوسيتي» و«برسفيرنس» (وهي جزءٌ من مُهمَّة «المرِّيخ 2020»)، وكلاهُما تُديرهما «وكالة الطَّيران والفضاء الأمريكيَّة» (ناسا). وقد رافقت مركبة برسفيرنس طائرةٌ عموديَّةٌ (هيليكوبتر) تجريبيَّة صغيرة بوزن 1.8 كيلو غرام، أطلق عليها اسم «إنجينويتي»، حيث استكشفت مواقع لدراستها قبل انتهاء مُهمَّتها في العام الماضي (2024م). أمَّا مركبة «زورونغ»، وهي جزءٌ من مُهمَّة مركبة «تيانوين-1» التَّابعة لـ«الإدارة الوطنيَّة الصِّينيَّة للفضاء» (CNSA)، فقد ظلَّت نشطة حتَّى 20 أيَّار من عام 2022م، حيث دخلت في حالة سُبات بسبب اقتراب العواصف الرَّمليَّة وشتاء المرِّيخ؛ وكان من المُتوقَّع أن تَستيقظ المركبة من سُباتها في شهر كانون الأوَّل 2022، ولكن حتَّى شهر نيسان من عام 2023 لم تتحرَّك، ويُفترَض أنَّها في حالة سُباتٍ عميقٍ دائم.

طائرة «إنجينويتي» العموديَّة في «موقع الأخوين رايت» على سطح المرِّيخ 6 نيسان من عام 2021م، وهو اليوم الثَّالث من نشرها على المرِّيخ

هناك 7 مركبات مَداريَّة تُجري الآن مَسحاً للكوكب، هي: «2001 مارس أوديسي» (الأمريكيَّة)، و«مارس إكسبريس» (الأوروبِّيَّة)، و«مسبار استطلاع المرِّيخ» (الأمريكي)، و«ماڤن» (الأمريكيَّة)، و«مسبار إكسو مارس تراس غاز» (الأوروبِّي/الرُّوسي)، و«مسبار الأمل» (الإماراتي)، و«مسبار تيانوين-1» (الصِّيني)،

بالإضافة إلى مركبتَين جَوَّالتَين. وقد ساهمت هذه المركبات في جمع كمِّيَّاتٍ هائلة من المعلومات حول المرِّيخ.

ويجري التَّخطيط لمهام مُختلفة لجمع عَيِّنات من المرِّيخ، مثل مُهمَّة «NASA-ESA Mars Sample Return» المُشترَكة بين وكالتَي الفضاء الأمريكيَّة (ناسا) والأوروبِّيَّة (إيسا)، والتي ستجمع العَيِّنات التي تَلتقطها مركبة ناسا "بيرسيفيرانس" من على سطح الكوكب الأحمر حاليًّا.

وفي شهر نيسان من العام الماضي 2024، اختارت ناسا عدَّة شركات لبدء دراسات حول تقديم خدمات تجاريَّة لتعزيز العلوم الرُّوبوتيَّة على المرِّيخ.

نوافذ إطلاق المُهمَّات الفضائيَّة إلى كوكب المرِّيخ (فترات الإطلاق)[5]

تقع فترات الإطلاق ذات الحَدِّ الأدنى من الطَّاقة لبعثة المرِّيخ على فترات زمنيَّة تبلغ حوالى سنتَين وشهرَين (وتحديداً 780 يوماً، وهي الفترة الاقترانيَّة لكوكب المرِّيخ بالنِّسبة لكوكب الأرض). بالإضافة إلى ذلك، يختلف أدنى مُستوى مُتاح لطاقة النَّقل على مَدَار دورة تبلغ مدَّتها 16 سنة تقريباً. على سبيل المثال، حَدَثَ أدنى مُستوى للطَّاقة في فترتَي الإطلاق في عامَي 1969م و1971م، وارتفع إلى ذُروته في أواخر سبعينيَّات القرن العشرين (الماضي)، ثمَّ وصل إلى أدنى مُستوى له في عامَي 1986م و1988م.

جدول مُهمَّات استكشاف المرِّيخ النَّشطة، من عام 1997م وحتى الآن:

العام	عدد المُهمَّات	العام	عدد المُهمَّات	العام	عدد المُهمَّات
1997م	2	2006م	6	2015م	7
1998م	1	2007م	5	2016م	8
1999م	1	2008م	6	2017م	8
2000م	1	2009م	5	2018م	9
2001م	2	2010م	5	2019م	8
2002م	2	2011م	4	2020م	8
2003م	3	2012م	5	2021م	11
2004م	5	2013م	5	2022م	11
2005م	5	2014م	7	2023م	10

جدول نوافذ (فرص) إطلاق مُهمَّات استكشاف المرِّيخ:

العام (أو العامَين)	النَّافذة	المركبة الفضائيَّة (التي تمَّ إطلاقها أو المُخطَّط لإطلاقها)
2013م	تشرين الثَّاني	ماڤن - مُهمَّة مسبار المرِّيخ
2016م	آذار	مسبار إكسو مارس تراس غاز
2018م	أيَّار	إن سايت (مُهمَّة الاستكشاف الدَّاخلي لكوكب المرِّيخ)
2020م	تمُّوز-أيلول	(1) مسبار الأمل (2) مسبار تيانوين-1 (كاميرا تحكُّم عن بُعدٍ قابلة للنَّشر، ومركبة هبوط، والمركبة الجَوَّالة "زورونغ") (3) برسڤيرنس وطائرتها العموديَّة إنجينويتي (وهُما ضمن مُهمَّة "المرِّيخ 2020")
2022م	آب-تشرين الثَّاني	غير مُحدَّد
2024م	تشرين الأوَّل-تشرين الثَّاني	غير مُحدَّد
2026م	تشرين الثَّاني-كانون الأوَّل	(1) مسبار استكشاف أقمار المرِّيخ (2) مركبة الهبوط على المرِّيخ إمبولس/ ريلاتيفيتي
2028-2029م	كانون الأوَّل-كانون الثَّاني	(1) مركبة استكشاف المرِّيخ الجَوَّالة الرُّوبوتيَّة «روزاليند فرانكلين» (2) مُهمَّة مسبار المرِّيخ 2
2031م	شباط-نيسان	غير مُحدَّد
2033م	نيسان-أيَّار	غير مُحدَّد
2035م	أيَّار-تمُّوز	غير مُحدَّد
2037م	تمُّوز-أيلول	غير مُحدَّد
2039م	أيلول-كانون الأوَّل	غير مُحدَّد
2041-2042م	تشرين الأوَّل-كانون الأوَّل	غير مُحدَّد
2043-2044م	كانون الأوَّل-كانون الثَّاني	غير مُحدَّد
2046م	كانون الثَّاني-آذار	غير مُحدَّد

بعثات استكشاف المرِّيخ السَّابقة

ابتداءً من عام 1960م، أطلق «برنامج الفضاء السُّوفييتي» (الرُّوسي حاليًّا) سلسلةً من المَسابر إلى المرِّيخ، بما في ذلك أولى التَّحليقات في مَدَاره (ولكن غير النَّاجحة)، والهبوط القاسي (ارتطام) (وهي مُهمَّة المركبة «مارس 1962ب») في 25 تشرين الثَّاني من عام 1962م، وأوَّل هبوط ناعم ناجح (مسبار «مارس 3») في 2 كانون الأوَّل من عام 1971م. كان أوَّل تحليق ناجح بالقُرب من المرِّيخ قد تمَّ في يومَي 14 و15 تمُّوز من عام 1965م، بوساطة المركبة «مارينر 4» التَّابعة لوكالة ناسا الأمريكيَّة. وفي 14 تشرين الثَّاني من عام 1971م، أصبحت مركبة «مارينر 9» أوَّل مسبار فضائي يدور حول كوكب آخر بنجاح، عندما دخل في مَدَار حول المرِّيخ. وقد ازدادت كمِّيَّة البيانات التي أعادتها المَسابر بشكلٍ كبير مع تحسُّن التِّكنولوجيا.

كان أوَّل مَن لَمَسَ سطح المرِّيخ من المركبات الفضائيَّة هُما مسباران سوفييتيَّان: مسبار الهبوط «مارس 2» في 27 تشرين الثَّاني من عام 1971م، ومسبار الهبوط «مارس 3» في 2 كانون الأوَّل من عام 1971م أيضاً؛ وقد فشل مارس 2 في أثناء الهبوط، وفشل مارس 3 بعد حوالى 20 ثانية من أوَّل هبوط ناعم على سطح المرِّيخ. كما فشل مسبار «مارس 6» في أثناء هبوطه، لكنَّه أرسل إلى الأرض بعض البيانات الجوِّيَّة المَعطوبة عن الكوكب في عام 1974م. وتألَّف إطلاق وكالة ناسا لبرنامج «فايكينغ» عام 1975م من مركبتَين مَداريَّتَين، كلتاهُما مُزوَّدتان بمركبة هبوط نجحتا في الهبوط عام 1976م، حيث ظلَّت مركبة «فايكينغ 1» في الخدمة هناك لمدَّة 6 سنوات، ومركبة «فايكينغ 2» لمدَّة 3 سنوات. وقد نقلت مركبتا الهبوط تلك أولى الصُّوَر البانوراميَّة المُلوَّنة للمرِّيخ.

وأرسل المسباران السُّوفيتيَّان «فوبوس 1» و«فوبوس 2» إلى المرِّيخ عام 1988م، لدراسة الكوكب وقمرَيه، مع التَّركيز على القمر فوبوس. وقد فُقِدَ الاتِّصال بالمسبار فوبوس 1 في طريقه إلى المرِّيخ، بينما فَشِلَ الاتِّصال بالمسبار فوبوس 2 أثناء تصويره النَّاجح للمرِّيخ وللقمر فوبوس، قبل أن يُطلق مركبتَي هبوط إلى سطح القمر فوبوس!

وتَشمُل البعثات التي انتهت قبل أوانها بعد فوبوس ١ وفوبوس 2 (في عام 1988م) المَسابر الأمريكيَّة والرُّوسيَّة- التَّالية:

- مسبار «مارس أوبزرفر» الأمريكي (أُطلق في 25 أيلول 1992م، وانتهت المُهمَّة في 21 آب 1993م).
- مسبار «مارس 96» الرُّوسي (أُطلق في 16 تشرين الثَّاني 1996م، وانتهت المُهمَّة في اليوم التَّالي).
- مسبار «مارس كلايمت أوربيتر» الأمريكي (أُطلق في 11 كانون الأوَّل 1998م، وانتهت المُهمَّة في 23 أيلول 1999م).
- مسبار «مارس بولار لاندر» الأمريكي (أُطلق في 3 كانون الثَّاني 1999م مع المركبة الأمريكيَّة «ديب سبيس 2»، وانتهت المُهمَّة في 17 كانون الثَّاني 2000م).
- مسبار «نوزومي» الياباني (أُطلق في 3 تمُّوز 1998م، وانتهت المُهمَّة في 31 كانون الأوَّل 2003م).
- مسبار «بيغل ٢» بريطاني/وكالة الفضاء الأوروبيَّة (أُطلق في 2 حزيران 2003م، وانتهت المُهمَّة في 6 شباط 2004م).

• مسبار «فوبوس-غرانت» الرُّوسي (أُطلق في 8 تشرين الثَّاني 2011 مع المسبار الصِّيني «ينغهو-1»، وانتهت المُهمَّة في 15 كانون الثَّاني 2012م).

• مسبار «شيابارِيلي» وكالة الفضاء الأوروبِّيَّة/وكالة الفضاء الرُّوسيَّة (أُطلق في 14 آذار 2016، وانتهت المُهمَّة في 19 تشرين الأوَّل من العام نفسه).

بعد فشل مسبار «مارس أوبزرفر» المَداري عام 1993، وصل مسبار ناسا «مَسَّاح المرِّيخ العالمي» إلى مَدار المرِّيخ عام 1997. وقد حقَّقت هذه المُهمَّة نجاحاً باهراً، حيث أنهى المسبار مُهمَّته الرَّئيسيَّة في رسم خرائط للكوكب بأكمله في أوائل عام 2001، ثمَّ فُقِدَ الاتِّصال به في شهر تشرين الثَّاني 2006 خلال برنامجه المُوسَّع الثَّالث، بعد أن أمضى 10 سنوات تشغيليَّة في الفضاء. كما هبطت مركبة ناسا «مارس باثفايندر»، التي تحمل مركبة الاستكشاف الرُّوبوتيَّة «سوجورنر»، في «وادي آريس» على المرِّيخ في شهر تمُّوز 1997م، وأرسلت العديد من الصُّوَر.

ودخلت مركبة ناسا المَداريَّة «مارس أوديسي» مَدار المرِّيخ في عام 2001م. واكتشف مسبار «مطياف أشعَّة غاما» («المطياف»، هو جهازٌ لتحليل وقياس الضَّوء أو الإشعاع) التَّابع لأوديسي كمِّيَّات كبيرة من الهيدروجين في الطَّبقة العُليا من «الريغوليث» (وهي طبقة من الرَّواسب السَّطحيَّة تُغطِّي الصُّخور الصَّلبة) على المرِّيخ. ويُعتقَد أنَّ هذا الهيدروجين موجودٌ في رَواسب كثيرة من الجليد المائي على المرِّيخ.

ووصلت مُهمَّة «مارس إكسبريس» التَّابعة لوكالة الفضاء الأوروبِّيَّة (إيسا) إلى المرِّيخ في عام 2003م، وكانت تحمل المركبة مركبة الهبوط «بيغل 2»، التي انقطعت أخبارها بعد إطلاقها وأُعلِن عن فُقدانها في شهر شباط 2004م. وقد تمَّ تحديد موقع بيغل 2 في شهر كانون الثَّاني 2015م بوساطة كاميرا «هاي رايز» الموجودة على متن مركبة استطلاع المرِّيخ المَداريَّة «إم آر أو» التَّابعة لناسا بعد أن هبطت بسلام، لكنَّها فشلت في نشر ألواحها الشَّمسيَّة والهوائي الخاص بها بالكامل. وفي أوائل عام 2004م، أعلن فريق «مطياف فوربيه الكوكبي» التَّابع لمسبار مارس إكسبريس، أنَّ المركبة المَداريَّة اكتشفت غاز «الميثان» في الغلاف الجوِّي للمرِّيخ، وهو ما يُحتمَل أن يكون علامةً بيولوجيَّة. وفي شهر حزيران 2006م، أعلنت إيسا عن اكتشاف مارس إكسبريس لظَواهر «الشَّفَق القُطبي»[6] على المرِّيخ.

في شهر كانون الثَّاني 2004م، هبطت مركبتا «مُهمَّة استكشاف المرِّيخ» (MER) التَّابعتان لناسا، وهُما "سبيريت" (MER-A) و"أوبورتيونيتي" (MER-B)، على سطح المرِّيخ. وقد حقَّقت كلتاهُما جميع أهدافهما العلميَّة؛ بل تجاوزتاها أيضاً. ومن أهمِّ النَّتائج العلميَّة لهما، وجود أدلَّة قاطعة على وجود الماء السَّائل في وقت ما من الماضي في كلا موقعَي الهبوط. وقد أدَّت عواصف الغُبار المرِّيخيَّة والرِّياح أحياناً، إلى تنظيف الألواح الشَّمسيَّة للمركبتَين، ممَّا ساهم في زيادة عُمرهما الافتراضي. وظلَّت مركبة سبيريت (MER-A) نشطة حتَّى عام 2010م، عندما توقَّفت عن إرسال البيانات لأنَّها عَلِقَت في كثيب رملي ولم تتمكَّن من إعادة توجيه نفسها لإعادة شحن بطَّاريَّاتها!

غُروب الشَّمس على سطح كوكب المرِّيخ كما التقطته مركبة «سبيريت» عام 2005

واقتربت مركبة «روزيتَّا» التَّابعة لوكالة الفضاء الأوروبِّيَّة، من المرِّيخ لمسافة 250 كيلو متر، خلال تحليقها عام 2007م. وحَلَّقَت مركبة ناسا «داون» بالقُرب من المرِّيخ في شهر شباط 2009م، بمُساعدة جاذبيَّته، وذلك في طريقها لاستكشاف جُرم «ڤيستا» (أحد أكبر الأجرام في «حزام الكُويكبات»[7]) والكوكب القَزَم «سيريس» (الذي يقع في «حزام الكُويكبات الرَّئيسي الأوسط»، بين مَدَارَي كوكبَي المرَّيخ والمُشتري).

وهبطت مركبة «فينيكس» في منطقة القُطب الشَّمالي للمرِّيخ في 25 أيَّار 2008م، وحفرت ذراعها الآليَّة في تُربة المرِّيخ، وتمَّ تأكيد وجود جليد مائي في 20 حزيران 2008م. وانتهت المُهمَّة في 10 تشرين الثَّاني 2008م، بعد فُقدان الاتِّصال بالمركبة. (في عام 2008م، بلغ سعر نقل المواد من سطح الأرض إلى سطح المرِّيخ حوالى 309000 دولار أمريكي للكيلو غرام الواحد!).

وأطلقت «مُنظَّمة أبحاث الفضاء الهنديَّة» (ISRO) مُهمَّتها المَدَاريَّة حول المرِّيخ "MOM" في 5 تشرين الثَّاني 2013م، وتمَّ إدخالها في مَدَار المرِّيخ في 24 أيلول 2014م. وتُعَدُّ مُنظَّمة أبحاث الفضاء الهنديَّة رابع وكالة فضاء تصل إلى المرِّيخ، بعد برنامج الفضاء السُّوفييتي ووكالة ناسا ووكالة الفضاء الأوروبِّيَّة. وقد نجحت الهند في وضع مركبة فضائيَّة في مَدَار المرِّيخ، وأصبحت أوَّل دولة تفعل ذلك في مُحاولتها الأولى.

بعثات استكشاف المرِّيخ الحاليَّة

1- «مسبار استكشاف المرِّيخ» (MRO):

إنَّ «مسبار استطلاع المرِّيخ» (MRO)، هو مركبة فضائيَّة مُتعدِّدة الأغراض، مُصمَّمة لإجراء استطلاع واستكشاف للمرِّيخ من مَدَاره. بُنيَت هذه المركبة الفضائيَّة، التي بلغت كُلفتها 720 مليون دولار أمريكي، بوساطة شركة "لوكهيد مارتن للفضاء" الأمريكيَّة تحت إشراف "مُختبَر الدَّفع النَّفَّاث" التَّابع لناسا، وأطلقت في 12 آب 2005م، ودخلت مَدَار المرِّيخ في 10 آذار 2006م.

تحتوي مركبة استطلاع المرِّيخ على مجموعة من الأدوات العلميَّة، مثل كاميرا "HiRISE" (عالية الدِّقَّة)، وكاميرا "CTX"، وكاميرا "CRISM"، ورادار الاستطلاع تحت سطح أرض المرِّيخ "SHARAD". تُستخدَم كاميرا HiRISE لتحليل التَّضاريس المرِّيخيَّة، بينما يُمكن لكاميرتَي CRISM وSHARAD اكتشاف الماء والجليد والمعادن على سطح الكوكب وتحته. بالإضافة إلى ذلك، تُمهِّد مركبة استطلاع المرِّيخ الطَّريق للأجيال القادمة من المركبات الفضائيَّة، من خلال المُراقبة اليوميَّة لطقس المرِّيخ وظُروف سطحه، والبحث عن مواقع هبوط مُستقبليَّة، واختبار نظام اتِّصالات جديد يُمكِّنها من إرسال واستقبال المعلومات بمُعدَّل "بِتْ" (عدد البتَّات التي يتمُّ نقلها أو مُعالجتها في كلِّ وحدة زمنيَّة. و"البِتْ"، هو وحدة قِياسٍ في المعلوماتيَّة، ويُمثِّل

أصغر وحدة لتخزين البيانات في جهاز الكومبيوتر والأجهزة الرَّقميَّة، وهو يُساوي قيمتَين فقط: إمَّا 0 أو 1) غير مَسبوق؛ مُقارَنةً بمركبات المرِّيخ الفضائيَّة السَّابقة. وتتمُّ عمليَّة نقل البيانات من وإلى المركبة الفضائيَّة بشكل أسرع من جميع البعثات الكوكبيَّة السَّابقة مُجتمعةً، ممَّا يسمح لها بالعمل كقمرٍ اصطناعيٍّ مُهمٍّ لنقل البيانات للمُهمَّات الأخرى.

خُطوط مُنحدَر على سطح المرِّيخ كما تُظهرها كاميرا «HiRISE»

2- مركبة «كيوريوسيتي» الجَوَّالة:

تمَّ إطلاق مُهمَّة «مُختبَر علوم المرِّيخ» التَّابع لناسا، بمركبتها الجَوَّالة «كيوريوسيتي»، في 26 تشرين الثَّاني 2011م، وهبطت على المرِّيخ في 6 آب 2012م؛ على سطح «أيوليس بالوس» في فُوَّهة «غيل». وتحمل المركبة الجَوَّالة أجهزةً مُصمَّمةً للبحث عن الظُّروف الماضية والحاليَّة المُتعلِّقة بصلاحيَّة المرِّيخ للسَّكن في الماضي أو الحاضر.

3- مسبار «ماڤن» المَدَاري:

أُطلِق مِسبار «مَاڤِن» المَداري التَّابع لناسا في 18 تشرين الثَّاني 2013م. وفي 22 أيلول 2014م، وُضِعَ في مَدَارٍ إهليلجي (بَيضاوي)؛ يقع مركز مداره على ارتفاع 6200 كيلو متر و150 كيلو متر فوق سطح الكوكب، لدراسة غلافه الجوِّي العُلوي. وتَشمُل أهداف المُهمَّة، تحديد كيفيَّة فُقدان الغلاف الجوِّي ومياه الكوكب، اللذين يُفترَض أنَّ المرِّيخ كان غَنيًّا بهما في السَّابق.

4- «مسبار إكسو مارس تراس غاز»:

إنَّ «مسبار إكسو مارس تراس غاز» (الأوروبِّي/ الرُّوسي)، هو مسبارٌ بحثيٌّ جوِّي، بُنِيَ بالتَّعاون بين وكالة الفضاء الأوروبِّيَّة (ESA) ووكالة الفضاء الرُّوسيَّة (Roscosmos)، وأُطلِق إلى مَدَار المرِّيخ في 19 تشرين الأوَّل 2016م، لفهم غاز "الميثان" (CH4) والغازات النَّزرَة (القليلة) الأخرى الموجودة في الغلاف الجوِّي للمرِّيخ بشكل أفضل، والتي قد تُشكِّل دليلاً على نشاط بيولوجيٍّ أو جُيولوجيٍّ مُحتمَل. وقد وصل "مسبار إكسو مارس تراس غاز" إلى المرِّيخ في عام 2016م، ونَشَرَ مركبة الهبوط التَّجريبيَّة "شيابارلي إي دي إم"، التي ما لَبِثَت أن تحطَّمت في أثناء مُحاولتها الهبوط على سطح الكوكب، لكنَّها نقلت بيانات رئيسيَّة أثناء هبوطها بالمظلَّة، لذلك أُعلِن عن نجاح الاختبار جُزئيًّا.

5- مسبار «الأمل»:

أطلقت الإمارات العربيَّة المُتَّحدة مُهمَّة «الأمل» إلى المرِّيخ في 20 تمُّوز 2020م، على متن الصَّاروخ الفضائي الياباني «H-IIA". وقد تمَّ وضع مسبار "الأمل" في مَدَاره بنجاح، في 9 شباط 2021م. وتَدرُس المركبة الغلاف الجوِّي والطَّقس المرِّيخي.

مِسبار «الأمل» في مَدَار المرِّيخ

6- مُهمَّـة «تيانويـن-1» ومركبـة «زورونغ»:

كانت «تيانوين-1» مُهمَّـةً صينيَّة، أُطلقت إلى المرِّيـخ في 23 تمُّـوز 2020م، وتضمَّنـت مركبـةً مَدَاريَّـةً ومركبـة هبوط ومركبةً جَوَّالـة تَزِنَ 240 كغ، بالإضافة إلى مجموعة من الكاميرات القابلة للنَّشر وللتَّحكُّم بها عن بُعدٍ. وقد دخلت تيانوين-1 مَدَارهـا في 10 شبـاط 2021م، وهبطـت مركبة «زورونـغ» الجَوَّالـة التَّابعـة لها على سطـح المرِّيخ بنجـاح، في 14 أيَّـار من العام نفسـه، وتمَّ نشرها في 22 من الشَّهر نفسه. وكانت زورونغ في الخدمة لمدَّة 347 يومـاً مرِّيخيًّا، وقطعت 1921 متراً عبر الكوكـب، قبل دُخولها في حالـة سُبات، في 20 أيَّار 2022م! إلّا أنَّ المركبـة المَدَاريـة «تيانويـن-1» استمرَّت في العمل حتَّى يومنا هذا.

صُورة لسطح المرِّيخ تمَّ التقاطها بوساطة مركبة «زورونغ»

7- مُهمَّـة «مارس 2020» (مركبـة «برسفيرنس»، وطائـرة «إنجينويتـي» العموديَّة»):

أُطلقت مُهمَّـة «مارس 2020» التَّابعة لوكالة ناسـا في 30 تمُّـوز 2020م، علـى مـتن صـاروخ «أطلس 5» الفضائـي التَّابـع لـ«تَحالُـف الإطلاق المُتَّحد»[8] من «قاعدة كيـب كانافيرال الفضائيَّة» في ولَايـة «فلوريـدا». وتَستنـد المُهمَّـة إلى تصميم «مُختـبَر علوم المرِّيـخ»، وتُركِّـز الحُمولـة العلميَّة لها علـى «علـم الأحياء الفلكـي»، وتَشمُـل مَركبة «برسفيرنـس» الجَوَّالـة وطائـرة «إنجينويتـي» العموديَّـة (هيليكوبـتر)، وهـي طائـرةٌ تجريبيَّـة صغـيرة بـوزن 1.8 كيلو غـرام، توقَّفـت الآن عن العمل. وعلى عكس المركبات الجَوَّالة القديمة التي اعتمـدت على الطَّاقة الشَّمسيَّة، تعمل برسفيرنس بالطَّاقـة النَّوويَّة، لتتمكَّن من البقـاء لفترة أطول من سابقاتها في هذه البيئة القاسية والمُغبَرَّة. يَزِنُ هذا المِسبـار، الذي يُماثل حجمه حجـم السَّيَّارة، حوالى طُنٍّ واحـد، ويصل طول ذراعـه الآليَّة إلى 2.1 مـتر. كما أنَّه مُـزوَّدٌ بكاميرات تكبير، وجهاز تحليل كيميائي، ومِثقاب صُخور.

وبعد قطع مسافة 471 مليون كيلو متر للوصول إلى المرِّيـخ على مَـدَار أكثر مـن 6 أشهُر، هبطت برسفيرنـس على الكوكـب بنجـاح، في 18 شباط 2021م. وكان مـن المُقـرَّر أن تَستغـرق مُهمَّتهـا الأوَّليَّـة سنة مرِّيخيَّـة واحدة على الأقَـل، أو 687 يوماً أرضيًّا، حيث تبحث المركبة عن علامات حياة قديمة، وتَستكشف سطح الكوكب الأحمر.

وفي 19 تشرين الأوَّل 2021م، التقطت مركبة برسفيرنـس أولى الأصـوات مـن المرِّيـخ، حيـث تضمَّنـت التَّسجيلات 5 ساعات مـن صَفير هَبَّات

الرِّياح المرِّيخيَّـة، وأصوات عجـلات المركبة وهي تَسحَق الحصى، وأزيز المُحرِّكات في أثناء تحريك المركبـة لذراعها. وتُقدِّم هـذه الأصوات للباحثين أدلَّةً حـولَ الغلاف الجـوِّي للمرِّيخ، مثـل المسَافة التي يَنتقل بها الصَّوت على الكوكب.

8- مُهمَّـة «يوروبَّـا كليـبر»، و«سايكـي»، و«هيرا»:

إنَّ مُهمَّة مسبـار الفضاء «يوروبَّا كليبر» التَّابع لوكالة ناسا إلى كوكبَي «المُشتري» وقمره «يوروبَّا»، ومسبار «سايكـي» التَّابع لناسا أيضاً إلى الكُويكب الغنـي بالمعـادن «16 سايكـي»، ومسبـار «هـيرا» التَّابـع لوكالـة الفضـاء الأوروبِّيَّـة إلى الكُويكـب «ديديموس»؛ قامت بالتَّحليق بالقُـرب من المرِّيخ في 1 آذار 2025م وفي أوقـات أخـرى مـن الشَّهر نفسه؛ وستقوم بالمزيد من التَّحليقات بالقُرب منه في شهر أيَّـار من العـام 2026م، بوساطة مقلاع جاذبيَّة مُصمَّم لإبطاء المركبـة الفضائيَّة وإعادة توجيهها.

بعثات استكشاف المرِّيخ المُستقبليَّة

• إنَّ مُهمَّـة «EscaPADE» (مُستكشفـو الهـروب وتسريـع البلازمـا وديناميكيَّاتها) التي أطلقتها جامعـة كاليفورنيا "بيركلي" الأمريكيَّة، هـي مُهمَّـةٌ مَدَاريَّةٌ مُزدوَجـة تابعة لوكالـة ناسا، تَهدُف إلى دراسة بُنية وتكوين وتغيُّر وديناميكيَّات الغلاف المغناطيسي للمرِّيـخ، وعمليَّات "الهروب الجَوِّي"[9] منـه. كان من المُقرَّر في الأصل إطلاق مركبـات EscaPADE المَدَاريَّة في عام 2022م كحُمـولات ثانويَّـة علـى مـتن صـاروخ "فالكـون هيفي" إلى جانب مُهمَّتَي "سايكي" و"جانوس" التَّابعتَـين لناسا أيضاً، ولكـن سيتمُّ إطلاقها الآن على متن صاروخ "نيو غلين" الذي طوَّرته وتُشغِّله شركـة "بلـو أوريجـين" الأمريكيَّة. ومـن المُقرَّر إطلاق المُهمَّة خلال العام 2025م.

• تُخطِّـطَ "مُنظَّمة أبحاث الفضاء الهنديَّة" (ISRO) لإرسـال مُهمَّة مُتابعـة لـ"مُهمَّة مسبار المرِّيـخ" (مانغاليـان) في العـام 2026م؛ تُسمَّى "مُهمَّـة هبـوط المرِّيـخ"، وستتكـوَّن مـن مركبةٍ مَدَاريَّة ومركبة هبوط.

• كجـزءٍ من برنامـج "مسبار إكسـو مارس تراسـ غاز"، خطَّطـت وكالتا الفضـاء الأوروبِّيَّة والرُّوسيَّـة لإرسـال مركبـة "روزاليند فرانكلين الجَوَّالـة" في عـام 2022، للبحث عـن أدلَّة على وجـود حياة مجهريَّة سابقـة أو حاليَّة على المرِّيخ. ويُطلَـق على مركبة الهبوط التي كان من المُقرَّر أن تحمل مركبـة "روزاليند فرانكلين الجَوَّالة" اسم "كازاشوك"، كما كان من المُقرَّر أن تُجري المركبة دراسات علميَّة لمدَّة سنتَين تقريباً. وقد تأجَّلت هذه المُهمَّـةً إلى أجلٍ غير مُسمَّى نتيجـةً للغزو الرُّوسي لأوكرانيـا عام 2022، وفي العام الماضي 2024م، حصلت المُهمَّة على تمويـل إضافي، وأصبح الموعد المُقرَّر لإطلاقها عام 2028.

بعثات استكشاف المرِّيخ المُقترَحة

• «تيانويـن-3»، هـي مُهمَّـةٌ صينيَّـة لجلـب عَيِّنات من تُربة المرِّيخ إلى الأرض. ستَنطلق المُهمَّة في أواخـر عام 2028م، مع إطـلاق مركبة هبوط ومركبة صعودٍ ومركبة مَدَاريَّة ووحدة عودة، بشكلٍ مُنفصلٍ على صاروخَين. وسيتمُّ جلب العَيِّنات إلى الأرض بحُلول شهر تمُّوز 2031م.

• إنَّ «مُهمَّـة جلـب عَيِّنـات المرِّيـخ التَّابعـة لوكالتَـي ناسـا الأمريكيَّـة وإيسـا الأوروبِّيَّة»، هي مَفهومٌ معمـاري بثلاث عمليَّات إطلاق لمُهمَّة جلب عَيِّنـات، والتـي تَستخـدِم مركبةً جَوَّالـة لتخزين

عَيِّنات صغيرة، ومركبة مرحلة مُغادرة المرِّيخ لإرسالها إلى المَدار، ومركبة مَدارِيَّة للالتقاء بها فوق المرِّيخ ونقلها إلى الأرض. ويُمكن أن يسمح الدَّفع الشَّمسي الكهربائي بعودة عَيِّنة واحدة بدلاً من ثلاث.

رسمٌ يُصوِّر مُهمَّة جلب عَيِّنات المرِّيخ

• إنَّ مُهمَّة «مارس-غرانت»، هي مَفهوم مُهمَّة روسي، يَهدُف إلى إحضار عَيِّنة من تُربة المرِّيخ إلى الأرض.

• إنَّ «مُستكشف المرِّيخ الجوِّي والأرضي الذَّكي العالمي» (MAGGIE)، هو طائرة كهربائيَّة مُدمَجة ثابتة الجناح مُقترَحة، تعمل بالطَّاقة الشَّمسيَّة للطَّيران في الغلاف الجوِّي للمرِّيخ مع إمكانيَّة "الإقلاع والهبوط العمودي" (VTOL)[10].

وتَشمُل مفاهيم المُهمَّات المُستقبليَّة الأخرى «مَسابر المرِّيخ القُطبيَّة»، و«الطَّائرات المرِّيخيَّة»، وإنشاء شبكة من محطَّات الأرصاد الجوِّيَّة الصَّغيرة على الكوكب الأحمر. وقد تَشمُل مجالات الدِّراسة طويلة المدى استكشاف أنابيب الحُمَم البُركانيَّة المرِّيخيَّة، واستغلال المَوارد، وناقلات الشِّحنة الإلكترونيَّة في الصُّخور.

الهوامش

1 - كان سطح المرِّيخ موضوع اهتمام العديدين عبر القُرون. ومنذ أن أعلن عالم الفلك الإيطالي «جيوفاني سكيابارلي» لأوَّل مرَّة اكتشافه لبعض الممرَّات أو القنوات المُستقيمة على سطح المرِّيخ في عام 1877م، ما يزال «الكوكب الأحمر» مَصدَراً للعديد من التَّكهُّنات والتَّخمينات، وللتَّرويج له على أنَّه «كوكب المخلوقات الفضائيَّة»! وحتَّى اليوم، وعلى الرُّغم من دقَّة ووضوح الصُّور التي تُرسلها المُستكشفات الآليَّة من سطح الكوكب مُباشرةً، فإنَّ تلك الصُّور يرى فيها بعضهم صُوراً لأشكال مألوفة فيما يُعرَف بالـ«باريدوليا». أقوى مثال لتلك الظَّاهرة كان من نصيب منطقة «سيدونيا»، التي تُعرَف بتشكيلات سطحها المُميَّزة، وربَّما أهمّ تلك الأشكال ما يُعرَف بـ«وجه المرِّيخ»، والذي جَذَبَ فُضول كثير من العُلماء والعامَّة، على حَدٍّ سواء. اكتشف مُهندِسا الكومبيوتر «فنسنت دي بيترو» و«غريغوري مولنار»، اللذان يعملان في «مركز جودارد لرحلات الفضاء» التَّابع لوكالة ناسا الفضائيَّة الأمريكيَّة، تلك الصورة في أثناء بحث كلٍّ منهما بشكل مُنفصل في أرشيف ناسا. ومنذ عام 1982م وحتَّى الآن، أدَّت تلك الصُّور إلى انتشار التَّخمينات حول ما قد تَسبَّب في هذا الوجه؟ وهو ما زاد الاهتمام بحضارة قديمة مُحتمَلة على المرِّيخ. كما لاحظ دي بيترو ومولنار كذلك بعض الجبال القريبة من الوجه، لها قممٌ ذوات زوايا أسمياها «الأهرامات»، وكان أحد تلك الأهرامات جبلاً على بُعد 500 متر إلى الجنوب الغربي من الوجه، وكان له شكلٌ هندسي، وهو ما جعل «ريتشارد هوغلاند»، أحد المشهورين بوضع نظريَّات المُؤامرة، يُسمِّي ذلك الشَّكل «هرم دي

وإم» نسبةً لـ (دي بيترو ومولنار).

واسترعى حديث "الصُّحون الطَّائرة" (الأطباق الطَّائرة) اهتمام النَّاس بعد "الحرب العالميَّة الثَّانية" (1939-1945م)، أي بعد إلقاء الأمريكيِّين للقُنبلتَين الذَّرِّيَّتَين على مدينتَي "هيروشيما" و"ناغازاكي" اليابانيَّتَين في نهاية الحرب. وادَّعى بعض العُلماء أنَّ تفجير القُنبلتَين الذَّرِّيَّتَين دَفَعَ سُكَّان كواكب أخرى (كالمرِّيخ مثلاً) ليبعثوا (قوَّات استكشاف) لتُراقب عن كَثَب ما يفعله سُكَّان الكُرة الأرضيَّة! وربَّما أحسُّوا بالكارثة العظيمة التي تَكمُن وراء سرِّ تفجير القُنبلتَين الذَّرِّيَّتَين، فرأوا أنَّ من واجبهم حماية أنفسهم من ذلك الوبال، فأرسلوا قوَّاتهم الاستكشافيَّة إلى الأرض لتُراقب ما يجري عليها من أحداث!

كما ساهمت أفلام الخيال العلمي في ترويج فكرة الكائنات الفضائيَّة، فكانت تُصوِّرها بأنَّها ذات تكنولوجيا تفوق قُدرة البشر، وأنَّ كوكب "المرِّيخ" توجد فيه حضاراتٌ مُتقدِّمة، وأنَّ فضائيِّين يسكنون جوارنا في "القمر"... بَيدَ أنَّه لم يتم إثبات ذلك إلى يومنا هذا!

(و"الباريدوليا": هي ظاهرةٌ نفسيَّة يستجيب فيها العقل لمُحفِّز عشوائي على شكل مُنبِّه غامض، عادةً ما يكون صورةً أو صوتاً، عبر مَيل المرء إلى إدراك أو رُؤية نمط أو شيء مألوف بالرُّغم من أنَّه لا يوجد أيُّ شيء! مثل تخيُّل صور للحيوانات أو الوجوه في تكوينات السَّحاب، أو رُؤية الوجوه في كائنات غير حيَّة، أو رُؤية وجه رَجُل على سطح القمر من الأرض، أو سماع أصوات خفيَّة في تسجيلات الموسيقا عند تشغيلها عكسيَّاً أو بسرعات أعلى أو أقل من المُعتاد، وسماع أصوات أو موسيقا في ضوضاء عشوائيَّة، مثل تلك التي تُنتجها مُكيِّفات الهواء أو المراوح، أو رُؤية "أرنب القمر"، وهو أرنبٌ فُولكلوري "يعيش على القمر"، مبنيٌّ على الباريديوليا التي تُحدِّد تضاريس القمر كأرنب. نشأ ذلك الفُولكلور في الصِّين، ثمَّ انتشر إلى الثَّقافات الآسيويَّة الأخرى).

2 - الوحدة الفلكيَّة «AU» (Astronomical unit): هي وحدةٌ يُقاس بها بُعد الكواكب عن الشَّمس، وهي تُساوي مُتوسِّط المسافة بين الأرض والشَّمس، أي ما يُعادل 150 مليون كيلو متر تقريباً. فوحدات المسافة التي نعتمدها في القياس على الأرض، مثل الكيلو متر والميل تُعدُّ صغيرةً جدَّاً عندما ننتقل إلى الفضاء. فالقمر يبعد عنَّا نحو 384600 كيلو متر، وهو أقرب جُرم سماوي إلى الأرض. أمَّا الكواكب السَّيَّارة، ككوكبَ الزُّهرة، فهو يبعد عنَّا مسافة 41 مليون كيلو متر، والمرِّيخ 78 مليون كيلو متر، وعُطارد 91 مليون كيلو متر. أمَّا المُشتري فيبعد عن الأَرض مسافة 630 مليون كيلو متر تقريباً، ويبعد زُحَل عن الأرض مسافة 1.275 مليار كيلو متر، وأورانوس 2.724 مليار كيلو متر، ونبتون 4.351 مليار كيلو متر. وأمَّا آخر الكواكب في مجموعتنا الشَّمسيَّة، وهو بلوتو، فيبعد مسافةً مُتراوحة عن الأرض تبلغ وسطيَّاً أكثر من 5 مليارات كيلو متر. وفيما يتعلَّق بالنُّجوم، فإنَّ أقرب نجم لنا بعد الشَّمس يُسمَّى "رِجْل القنطور" (الظُّلمَّان القريب)، ويَستغرق ضوؤه أكثر من أربع سنوات ضوئيَّة للوصول إلينا، ماضياً في سبيله بسرعة 300000 كيلو متر في الثَّانية. والسَّنة الضَّوئيَّة التي نَستخدمها لقياس المسافات بين النُّجوم في الفضاء تُعادل 9.46 تريليون كيلو متر (9460000000000 كيلو متر). لذلك يُستخدَم مُصطلَح الوحدة الفلكيَّة

لتسهيل قياس بُعد الكواكب عن الشَّمس، فالمريخ مثلاً، يبعد عنها مسافة 1.5 وحدةً فلكيَّة، ويبعد بلوتو عن الشَّمس مسافةً تتراوح بين 30 و49 وحدة فلكيَّة، وهكذا...

3 - «المِجَس الفضائي»: هو أداةٌ أو جهازٌ ميكانيكي مُركَّب على مركبة أو منصَّة فضائيَّة، يتمُّ إطلاقه إلى الفضاء لجمع المعلومات أو الكشف عن نشاط أو ظُروف مُعيَّنة، سواءً في الفضاء أو في وسط أرض الكواكب. وقد يتمُّ إرسال المِجَسِّ ليعمل بعيداً في الفضاء، أو يدور حول كواكب أو أقمار مُعيَّنة؛ أو حتَّى يهبط عليها، فيُرسل بيانات عنها إلى الأرض بوساطة الرَّاديو (اللاسلكي)، مُطبِّقاً بذلك العمليَّة المعروفة باسم «الاستشعار عن بُعد». وهناك أنواع عديدة للمِجَسَّات الفضائيَّة، منها المِجَسَّات القمريَّة والشَّمسيَّة، ومِجَسَّات كواكب المرِّيخ والزُّهرة والمُشتري، والمِجَسَّات المُوجَّهة إلى المُذنَّبات... وتتشابَه المِجَسَّات مع المَسابر الفضائيَّة في أجهزتها ونطاق عملها. فـ«المسبار» عبارةٌ عن مركبة فضائيَّة آليَّة غير مأهولة لا تدور حول الأرض؛ بل تُستخدَم لاستكشاف الفضاء الخارجي، حيث يتمُّ إطلاقها بهدف استكشاف واحد أو أكثر من الأجرام السَّماويَّة (كوكب، قمر، مُذنَّب، كُويكب)، أو استكشاف «الوسط بين الكواكب»، أو «الوسط بين النَّجمي».

تَستكشف المِجَسَّات الفضاء بعدَّة طُرُق، فالمِجَس الفضائي يُسَجِّل مُلاحظات حول درجة الحرارة والإشعاع والأجسام الموجودة في الفضاء الخارجي، كما يُسجِّل أيضاً مُلاحظات عن الأجسام القريبة. وبالإضافة إلى ذلك، يعمل المِجَس الفضائي على تعريض بعض المواد الأرضيَّة لظُروف الفضاء، حتَّى يتمكَّن العُلماء من مُلاحظة التَّأثيرات التي تَحدُث لها. وقد يُجري المِجَس أيضاً بعض التَّجارب، مثل إطلاق مواد كيميائيَّة أو حفر التُّربة السَّطحيَّة على الكوكب أو القمر الذي هبط عليه. كما تُمكِّن حركة المِجَس العُلماء الذين يتحكَّمون به من على سطح الأرض، من تحديد الظُّروف السَّائدة في الفضاء، فالتَّغيُّرات في المَسار والسُّرعة يُمكن أن تُوفِّر معلومات عن الكثافة الجوِّيَّة ومجالات الجاذبيَّة.

ويُمكن تصنيف المِجَسَّات القمريَّة والكوكبيَّة التي تهبط على أهدافها، وفقاً لطريقة هبوطها. فـ"المركبات الارتطاميَّة" لا تُحاول تخفيض سرعتها عند اقترابها من الهدف، وتكون أجهزة القياس الموجودة في مركبات الهبوط العنيف هذه مَوضوعةً داخل رُزَم مُبطَّنة تُمكِّنها من تحمُّل صدمة الهبوط العنيف دون أن تتلف. بينما تهبط "مركبات الهبوط الرَّفيق" على أهدافها بسهولة ويُسر. أمَّا "المركبات الاختراقيَّة"، فتَنغرز عميقاً في تُربة سطح الهدف. وقد يقوم المِجَس برحلة في اتِّجاه واحد (لا يعود إلى الأرض)، أو قد يتمُّ استرجاعه ويُحضِر معه إلى الأرض عَيِّنات وبيانات مُهمَّة.

4 -«النَّيازك»، هي أجسامٌ صخريَّة أو معدنيَّة صغيرة تطوف في الفضاء الخارجي، يتراوح حجمها من حُبيبات صغيرة إلى أجسام بعرض متر واحد، فهي أصغر بكثير من الكُويكبات. وقد يصل وزن بعضها إلى 100 كيلو غرام، بحجم صخرة كبيرة. وتُصنَّف الأجسام الأصغر من ذلك على أنَّها نيازك دقيقة أو غُبارٌ فضائي أو شظايا، يعود أصل مُعظَمها إلى مُذنَّبات أو كُويكبات، في حين أنَّ بعضها الآخر عبارةٌ عن حُطام ناتج عن اصطدام أجسامٍ بتابِع الأرض «القمر» أو كوكب

«المرِّيخ». ويُعتقَد أنَّ النَّيازك تأتي من مجموعة من الكويكبات الموجودة بين كوكبَي «المرِّيخ» و«المُشتري»، وتتكوَّن عند اصطدام هذه الكُويكبات ببعضها، فتتشظَّى إلى كُتل أصغر حجماً.

وعند دخول نَيزك أو مُذنَّب أو كُويكب ما الغلاف الجوِّي للأرض (أو لكوكب آخر، كالمرِّيخ مثلاً)، بسرعة تزيد عن 20 كم/الثَّانية (72000 كم/السَّاعة)، فإنَّه يَحترق مُشكّلاً كُرةً مُلتهبة من النَّار وخطَّاً من الجُسيمات المُتوهِّجة النَّاتجة عن التَّسخين الدِّيناميكي الهوائي لهذا الجسم واحتكاكه بجُزيئات الغلاف الجوِّي؛ بحيث يُمكن مُشاهدتها في السَّماء بالعَين المُجرَّدة، ويُطلَق عليها حينها اسم "الشُّهُب". أمَّا في حال عدم احتراقها وتمكُّنها من الوصول إلى سطح الأرض وارتطامها به لتُحدث فُوَّهةً أو حُفرةً تصادميَّة، فعندها يُطلَق عليها اسم "أحجار نَيزكيَّة". أي أنَّ النَّيازك الموجودة في الفضاء الخارجي إمَّا أن تدخل جَوَّ الأرض وتَحترق مُكوّنةً الشُّهُب، وهذه لا تُؤثِّر على الأرض لأنَّها تذوب قبل وصولها إلى سطحها، أو تدخل جَوَّ الأرض وتبقى كُتلاً، حيث تَرتطم بسطحها من دون احتراقها، وهذه تُشكِّل خطَراً إذا سقطت على منطقة حَيَويَّة أو مأهولة بالسُّكَّان. وتُسمَّى سلسلة النَّيازك التي تظهر بشكل مُتلاحق خلال ثوانٍ أو دقائق، والتي يبدو أنَّها تَنشأ من نفس النُّقطة الثَّابتة في السَّماء، باسم "زخَّات الشُّهُب". وهناك ما يُقدَّر بنحو 25 مليون نَيزك أو نَيزك دقيق أو غيرها من "الحُطام الفضائي" (مثل بقايا المركبات الفضائيَّة والأقمار الاصطناعيَّة)، تدخل الغلاف الجوِّي للأرض كُلَّ يوم، ما يُؤدِّي إلى دخول نحو 15000 طُن من هذه المواد إلى الغلاف الجوِّي كلَّ سنة!

5 – في سياق رحلات الفضاء، تُعرَّف فترة الإطلاق بأنَّها مجموعة الأيَّام، ونافذة الإطلاق هي الفترة الزَّمنيَّة في يوم مُعيَّن، والتي يجب إطلاق صاروخ مُعيَّن خلالها للوصول إلى هدفه المقصود. وإذا لم يُطلَق الصَّاروخ خلال فترة زمنيَّة مُحدَّدة، فعليه انتظار الوقت المُماثل في اليوم التَّالي من تلك الفترة. وتَعتمد فترات الإطلاق ونوافذ الإطلاق على كلٍّ من قُدرة الصَّاروخ، والمَدار الذي سيتَّجه إليه.

تُشير فترة الإطلاق إلى الأيَّام التي يُمكن للصَّاروخ فيها الانطلاق للوصول إلى مَدَاره المَقصود. ويُمكن أن تكون للمُهمَّة فترة إطلاق تبلغ 365 يوماً في السَّنة، أو بضعة أسابيع كلَّ شهر، أو بضعة أسابيع كلَّ 26 شهراً (مثل فترات الإطلاق إلى المرِّيخ)، أو فترة زمنيَّة قصيرة لن تتكرَّر.

وتُشير نافذة الإطلاق إلى الإطار الزَّمني في يوم مُعيَّن ضمن فترة الإطلاق التي يُمكن للصَّاروخ فيها الانطلاق للوصول إلى مَداره المَقصود. ويُمكن أن تكون هذه الفترة قصيرةً لا تتجاوز ثانيةً واحدةً (تُعرَف باسم "النَّافذة اللَّحظيَّة")، أو طويلةً كيوم كامل. ويُمكن أن تَمتدَّ نافذة الإطلاق على يومَين تقويميَّين (على سبيل المثال، تبدأ عند السَّاعة 11:46 من مساء أحد الأيَّام، وتنتهي عند السَّاعة 12:14 من صباح اليوم التَّالي). ونادراً ما تكون فترات الإطلاق في نفس الأوقات كلَّ يوم. ولأسباب تشغيليَّة، تَقتصر هذه الفترة دائماً على بضعة ساعات تقريباً، كحَدٍّ أقصى.

وغالباً ما يُستَخدَم مُصطلَحا "فترات الإطلاق" و"نوافذ الإطلاق" بالتَّبادُل بينهما في المجال العام؛ حتَّى داخل المُؤسَّسة الفضائيَّة نفسها. والتَّعاريف الواردة هُنا، هي كما يَستخدِمها مُديرو

الإطلاق ومُحلِّلو المَسَارات في وكالة ناسا الأمريكيَّة ووكالات الفضاء الأخرى.

6 - «الشَّفَق القُطبي»: يحدث الشَّفَق القُطبي عندما تتوجَّه عاصفة الجُسيمات التي تُسبِّبها العواصف الشَّمسيَّة إلى المناطق القُطبية من الأرض بسبب المجال المغناطيسي لها، حيث يكون درع الحماية أضعف، فتتوهَّج جُزيئات الأوكسجين والنِّيتروجين في الغلاف الجوِّي لتُشكِّل أضواء مُدهشة وغير ضارَّة هناك، يُطلَق عليها اسم «الشَّفَق القُطبي». وتُسمَّى الأضواء التي تُشاهَد ليلاً في سماء النِّصف الشَّمالي من الكُرة الأرضيَّة بـ«الشَّفَق القُطبي» أو «الأضواء الشَّماليَّة»، أمَّا الأضواء التي تُشاهَد في سماء النِّصف الجنوبي فتُسمَّى «الشَّفَق الأسترالي» أو «الأضواء الجنوبيَّة».

7 - «حِزام الكُويكبات»: هو منطقةٌ في النِّظام الشَّمسي على شكل حلقة تقع بين مَدَارَي كوكبَي المُشتري والمرِّيخ، يشغلها آلاف الأجسام الصَّلبة غير المُنتظَمة ذوات الأحجام المُختلفة، ولكنَّها أصغر من الكواكب بكثير، تُسمَّى «الكُويكبات» أو «الكواكب الصَّغيرة». يُطلَق على حِزام الكُويكبات هذا أيضاً اسم «حِزام الكُويكبات الرَّئيسي»، لتمييزه عن مجموعات الكُويكبات الأخرى في النِّظام الشَّمسي، مثل الكُويكبات القريبة من الأرض و«كُويكبات طروادة». ويُعدُّ هذا الحزام الحَدّ الفاصل ما بين القسمَين الدَّاخلي والخارجي من النِّظام الشَّمسي.

يوجد قرابة نصف كُتلة حِزام الكُويكبات في أكبر أربعة كُويكبات، هي "سيريس" و"فيستا" و"بالاس" و"هيجيا". وتبلغ الكُتلة الإجماليَّة لحِزام الكُويكبات حوالي 4% من كُتلة قمر الأرض. وسيريس، هو الكُويكب الوحيد الكبير بما يكفي ليكون كوكباً قَزَماً في الحِزام، حيث يبلغ قُطره حوالى 950 كيلو متر، بينما يبلغ مُتوسِّط أقطار الكُويكبات الثَّلاثة الأخرى أقلَّ من 600 كيلو متر. وتتراوح أقطار الأجسام المُتبقِّية بين ألف كيلو متر وما يصل إلى حجم ذرَّات الغُبار. ومادَّة الكُويكب مُتوزِّعة بشكلٍ مُتفرِّق؛ لدرجة أنَّ العديد من المركبات الفضائيَّة غير المأهولة قد اجتازتها دون وقوع أيَّة حوادث اصطدام. ومع ذلك، فإنَّ الاصطدام بين الكُويكبات الكبيرة يَحدُث بالفعل، ويُمكن أن يَنتُج عن ذلك عائلة كُويكبات جديدة يَتشابَه أعضاؤها في الخصائص المَدَاريَّة والتَّركيب. ويتمُّ تصنيف الكُويكبات الفرديَّة داخل الحِزام وفقاً لأطيافها، حيث يقع مُعظَمها في ثلاث مجموعات أساسيَّة: الكربونيَّة (النوع C) والسِّيليكات (النَّوع S) والغنيَّة بالمعادن (النوع M).

وقد تَشكَّل حِزام الكُويكبات من "السَّديم الشَّمسي البدائي"، كمجموعة من الكواكب الصَّغيرة التي تُعدُّ أسلافاً أصغر من الكواكب الأوَّليَّة. وبين كوكبَي المرِّيخ والمُشتري، أدَّت اضطرابات الجاذبيَّة من المُشتري إلى إضفاء الكثير من الطَّاقة المَدَاريَّة على الكواكب الأوَّليَّة لتتجمَّع في كوكب، ثمَّ أصبحت التَّصادُمات عنيفةً للغاية. وبدلاً من الاندماج معاً، تحطَّمت الكواكب الصَّغيرة ومُعظَم الكواكب الأوَّليَّة. ونتيجةً لذلك، فُقِدَ 99.9% من الكُتلة الأصليَّة لحِزام الكُويكبات في أوَّل 100 مليون سنة من تاريخ النِّظام الشَّمسي، ووجدت بعض الشَّظايا طريقها في النِّهاية إلى النِّظام الشَّمسي الدَّاخلي، ممَّا أدَّى إلى اصطدام نيزكي بالكواكب الدَّاخليَّة. وتستمرُّ مَدَارات الكُويكبات في الاضطراب بشكلٍ مَلحوظ كُلَّما شكَّلت فترة دورانها حول الشَّمس

رنيناً مَدَارياً مع كوكب المُشتري، وفي هذه المسافات المَدَارية، تتشكّل "فجوة كيركوود"، عندما تَنجرف في مَدَارات أخرى.

وتوجد أجسامٌ صغيرةٌ مُشابهة لأجسام حزام الكُويكبات في مناطق أخرى من النِّظام الشَّمسي، مثل الأجسام القريبة من الأرض، وأجسام "حزام كايبر"، وأجسام "القرص المُبعثَر"، و"السِّيدنويدات"، وأجسام "سَحَابة أورت".

8 - «تَحالُف الإطلاق المُتَّحد» (ULA): هو مُزوِّد خدمات إطلاق أمريكي، تأسَّس في شهر كانون الأوَّل 2006م كمشروع مُشترَك بين شركتَي "لوكهيد مارتن للفضاء" و"بوينغ للدِّفاع والفضاء والأمن" الأمريكيَّتَين. تقوم الشَّركة بتصميم وتجميع وبيع وإطلاق الصَّواريخ الفضائيَّة، ولكنَّها تتعاقد من الباطن على إنتاج مُحرِّكات الصَّواريخ ومُعزِّزات الصَّواريخ التي تعمل بالوقود الصَّلب.

عند تأسيسها، وَرِثَت الشَّركة عائلة صواريخ "أطلس" من شركة لوكهيد مارتن، وعائلة صواريخ "دلتا" من شركة بوينغ. واعتباراً من العام 2024م، تمَّ إيقاف تشغيل عائلة صواريخ دلتا، ويجري إيقاف تشغيل صواريخ "أطلس 5" أيضاً. وبدلاً عن ذلك، بدأت ULA تطوير صاروخ "ڤولكان سِنتور" في عام 2014م، وأكمل الصَّاروخ الجديد رِحلته الأولى في شهر كانون الثَّاني 2024م أيضاً.

إنَّ العُملاء الرَّئيسيِّين لشركة ULA، هُم وزارة الدِّفاع الأمريكيَّة ووكالة ناسا، لكنَّها تَخدُم عُملاء تجاريِّين أيضاً.

9 - «الهروب الجوِّي»: هو فُقدان غازات الغلاف الجوِّي للكوكب، وانتقالها إلى الفضاء الخارجي. هناك عدَّة ظُروفٍ مُختلفة مسؤولة عن الهروب الجوِّي، حيث يُمكن تقسيم هذه العمليَّات إلى «الهروب الحراري»، و«الهروب غير الحراري» (أو «فوق الحراري»)، و«التَّآكُل الارتطامي».

وتَعتمد الأهمِّيَّة النِّسبيَّة لكلِّ عمليَّة فُقدان على سرعة هروب الغازات من الكوكب، وتركيب غلافه الجوِّي، وبُعده عن النَّجم التَّابع له. ويَحدُث الهروب عندما تتغلَّب الطَّاقة الحركيَّة الجُزيئيَّة على طاقة الجاذبيَّة؛ بمعنى آخر، يُمكن للجُزَيء الهروب عندما يتحرَّك بسرعة تفوق سرعة الهروب لكوكبه. ويُعَدُّ تصنيف مُعدَّل الهروب الجوِّي في الكواكب الخارجيَّة ضرورياً لتحديد ما إذا كان الغلاف الجوِّي سيستمر؛ وبالتَّالي تحديد مدى صلاحيَّة الكوكب للسَّكن، واحتماليَّة وجود حياة عليه.

10 - «الإقلاع والهبوط العمودي» (VTOL): تَعتمد أنواع طائرات "الرَّفع بالطَّاقة" على الرَّفع المُنبثق عن قوَّة المُحرِّك للإقلاع والهبوط العمودي (VTOL)، لكنَّها تَستخدم جناحاً ثابتاً للطيران الأفقي. وتشمل فئات أنواع "الرَّفع بالطَّاقة" طائرات الإقلاع والهبوط العمودي (VTOL) النَّفَّاثة (مثل المُقاتلة البريطانيَّة "هارير")، وطائرات الـ"تايلتروتور" (مثل الطَّائرة الأمريكيَّة "بيل بوينغ ڤي-22 أوسبراي"). وتَعتمد بعض التَّصاميم التَّجريبيَّة على قوَّة دفع المُحرِّك كُلِّيَّاً لتوفير الرَّفع طوال فترة التَّحليق، بما في ذلك "منصَّات التَّحويم الشَّخصيَّة المُزوَّدة بمروحة رفع" و"حقائب الظَّهر النَّفَّاثة". وتشمل تصاميم أبحاث الإقلاع والهبوط العمودي (VTOL) الطَّائرة النَّفَّاثة البريطانيَّة التي تستطيع التَّحليق في أيِّ مكان "رولز-رويس ثروست".

المراجع:

- Bothwell, William (2008-10-23). "Looking to Mars". Orangeville Citizen.
- Society, National Geographic (2009-10-15). "Mars Exploration, Mars Rovers Information, Facts, News, Photos – National Geographic".
- Majumder, Sanjoy (5 November 2013). "India launches spacecraft to Mars". BBC News.
- Chang, Kenneth (19 October 2016). "ExoMars Mission to Join Crowd of Spacecraft at Mars". The New York Times.
- Gray, Tyler (26 April 2020). "UAE-built Mars orbiter arrives at launch site ahead of July liftoff". NASASpaceFlight.
- "EscaPADE A, B (SIMPLEx 4) n". Agence France-Presse. Gunter's Space Page. 2021-03-03.
- "China lands its Zhurong rover on Mars". BBC. 2021-05-14.
- Jones, Andrew (21 February 2023). "NASA Mars orbiter reveals China's Zhurong rover has not moved for months". SpaceNews.
- "NASA Selects Commercial Service Studies to Enable Mars Robotic Science". NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). 2024-05-01.

سجين براءات الاختراع[1]

(2 من 2)

ترجمة : سلام الوسوف

«كان هذا كما لو أنّ الأرض تهتزّ تحت أقدامنا، دون أي أساس مرئي لأي مكان، كان يمكن لنا أن نبني فيه».

آلبرت أينشتاين

كان اللورد رايلي Rayleigh، هو الذي اقترح صيغة أخرى في حزيران من عام 1900 لكنّه، بالكاد أثار اهتمام بلانك، أو ربّما كان قد تجاهله تمامًا، ففي عصره لم يؤمن بوجود الذرّات وبالتالي لم يكن يؤيّد استخدام رايلي لنظرية التقسيم المتعادل، فالذرّات تتحرّك بحركة حرّة وفق ثلاث طرق فقط: من الأعلى إلى الأسفل، ومن الخلف إلى الأمام، ومن اليسار إلى اليمين. ولكلّ درجة "من درجات الحرّية" هذه طريقة مستقلّة بالنسبة للذرّة كي تتلقّى الطاقة وتخزنها. وبالإضافة إلى هذه الأشكال الثلاث من الحركة "الانتقالية"، يتكوّن الجزيء من ذرّتين أو عدّة ذرّات لها ثلاث نماذج من حركة دورانية حول محاور تخيّلية تربط الذرّات، الأمر الذي يمنحها بالمجمل ستة درجات من الحرّية. وبحسب مبرهنة التقسيم الثنائي، يجب أن توزّع طاقة الغاز بالتساوي بين جزيئاته ومن ثم تقسم بالتعادل بين الطرق المختلفة التي يمكن للجزيء أن يتحرّك بها.

1 – المرجع: الرواية العظمى لفيزياء الكم– أينشتاين، بور.. والجدل حول طبيعة الحقيقة.. للمؤلّف: مانجي كيومار Manji Kumar.. طبعة أولى، نيسان 2011. عنوان الطبعة الأصلية الكوانتوم، نشرت عبر أيقونة الكتب، ترجمها عن الإنكليزية: بيرنار سيغود Bernard Sigaud، صفحات الكتاب 523 صفحة.

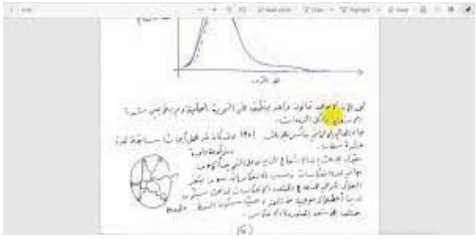
استخـدم رايلي نظرية المعادلـة لتقسيم طاقة إشعـاع الجسم الأسـود إلى أطوال موجية مختلفة للإشعـاع الموجود داخل الفجوة. وكان هذا تطبيقاً رائعاً لفيزياء نيوتـن، وماكسويل وبولتزمان. خطأ رقمـي آخر سيقوم بإصلاحـه لاحقاً جيمس جينز James Jeans، وكان هنـاك مشكلة لما كان يطلق عليـه قانون رايلـي – جينـز Rayleigh- Jeans الـذي تنبّـأ بتراكـم كمّيـة لا نهائيـة مـن الطاقة ضمن المنطقة فـوق البنفسجية للطيف. وهذا يعدُّ خللاً في الفيزيـاء الكلاسيكية والذي في السنوات المتأخّـرة، وبالتحديد في عام 1911، سمّي «كارثة الأشعّة فوق البنفسجية"، ومن حسن الحظ، أنّها لم تحـدث هذه الحادثـة أبـدًا، لأنّ أكواناً مغمورة في بحـر الإشعـاع البنفسجي ستجعـل من الحياة الإنسانية أمرًا مستحيلًا.

جيمس جينز

بولتزمان

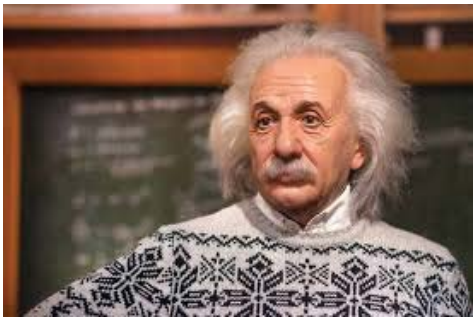
اشتقّ أينشتاين قانـون رايلي –جينز بطريقته الخاصّـة وأدرك أنّ تـوزّع إشعاع الجسـم الأسود الـذي تنبّأ به يقـوده إلى الهراء–كمّيـات لا نهائية من الطاقة في الأشعّة فوق البنفسجية.

قانون رايلي– جينز



رايلي

وعلى اعتبار قانون رايلي-جينز المعطى لم يتوافق مع سلوك إشعاع الجسم الأسود عند الأطوال الموجية العظمى للموجة (أو التردّدات المنخفضة جدًّا)، اختار أينشتاين كنقطة انطلاق قانون إشعاع الجسم الأسود والأكثر قدماً، الذي أعلنه ويليلم فين. كان الخيار الوحيد ومن دون خطورة، وعلى الرغم من أنّ قانون ويليلم فين نجح فقط في إعادة إنتاج سلوك الإشعاع للجسم الأسود (بتردّدات عالية) وفشل في أطوال الأمواج الطويلة (حيث التردّدات منخفضة). ومع ذلك، فقد كان له مزايا معيّنة؛ كان أينشتاين قد تحسّس لها. ولم يشك أبدًا في صحّة اشتقاقه، الذي يصف على الأقل بشكل تام جزءًا من طيف الجسم الأسود الذي فيه سيقيّد استدلاله.



أينشتاين

تصوّر أينشتاين خطّة بسيطة لكنّها رائعة! وهي أنّ الغاز لم يكن إلّا مجموعة من الجسيمات، وبحالة التوازن الديناميكي الحراري، خصائص هذه الجزيئات هي التي تحدّد على سبيل المثال، الضغط الذي يمارسه الغاز عند درجة حرارة معيّنة. فإذا كان هناك تشابهٌ بين خصائص إشعاع الجسم الأسود، وخصائص الغاز، فهذا يدعم أنّ الإشعاع الكهرومغناطيسي هو نفسه من طبيعة جسيمية. وبدأ أينشتاين تحليله على جسم أسود خيالي فارغ، لكنّه على النقيض مع بلانك، ملأه بالجسيمات الغازية والإلكترونات. وبذلك، تكون الذرّات التي في جدران التجويف احتوت بقيّة الإلكترونات، فعندما نسخّن الجسم الأسود، ستتصادم هذه الجزيئات بأوسع مجال من التردّدات، وتؤدّي إلى إصدار أو امتصاص الأشعّة! وسرعان ما يمتلئ الجسم الأسود بالجسيمات الغازية والإلكترونات المتحرّكة بحركة سريعة جدًّا، وتصدر الإشعاعات الكهرومغناطيسية عن الإلكترونات في حالة التذبذب، وبعد لحظات، يتحقّق التوازن الحراري عندما تكون الفجوة وكلّ ما تحتويه بنفس درجة الحرارة T.

المبدأ الأول في الترموديناميك -مبدأ انخفاض الطاقة- يفهم كعلاقة تربط انتروبية منظومة ما بطاقتها، ودرجة حرارتها، وحجمها، لذلك تمسّك أينشتاين بهذا المبدأ، وبقانون فين وأفكار بولتزمان

كي يحلّل الطريقة التي فيها تعتمد انتروبية إشعاع الجسم الأسود على الحجم الذي يشغله «دون وضع نموذج لانبعاث أو لانتشار الإشعاع». وعثر على الصيغة التي تشبه بالضبط ما وصفه كيف يمكن أن تعتمد انتروبية غاز مكوّن من الذرّات على الحجم الذي يشغله الغاز، وسيسلك إشعاع الجسم الأسود وكأنّه مصنوع من تشظّي طاقة طبيعته الجسيمية.

كان أينشتاين قد اكتشف كوانتوم الضوء دونما حاجة لا إلى قانون إشعاع الجسم الأسود الذي أعلنه ماكس بلانك ولا إلى طريقته. ومع المحافظة على إبعاد بلانك، كتب أينشتاين الصيغة وفق شكل مختلف قليلاً، لكنّه أشار إلى الشيء نفسه بالعلاقة $E=hv$ وترجم المعلومات نفسه، وعرف الطاقة بأنّها مكمّمة؛ أي محدّدة بكمّيات معيّنة ومثلها على شكل مضاعفات hv، بينما بلانك حدّد انبعاث وامتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي فقط لأنّ ذبذباته الوهمية تنتج توزّعًا طيفيًا صائبًا لإشعاع الجسم الأسود، كمّم أينشتاين الإشعاع الكهرومغناطيسي.. وهكذا الضوء نفسه.. فطاقة كوانتوم الضوء الأصفر كانت ببساطة (ثابت بلانك) مضروبة بتردّد الضوء الأصفر.

ومع إظهار أنّ الإشعاع الكهرومغناطيسي يسلك كجسيمات الغاز أحياناً، عرف أينشتاين أنه أدخل بشكل خفي كماته الضوئية عبر الباب الخلفي.. وأخيرا أقنع زملاءه بالقيمة "الاستدلالية" "لوجهة نظره" الفريدة المتعلّقة بطبيعة الضوء، واستخدمها لتوضيح ظاهرة بالكاد تكون مفهومة لدينا.

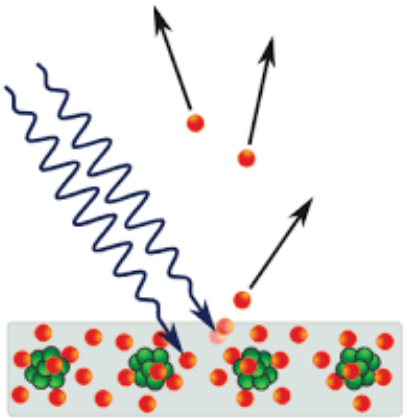
كان الألماني الفيزيائي اينريتش ايرتز Heinrich Hertz أوّل من لاحظ الأثر الكهرومغناطيسي في عام 1887 بينما هو يجري سلسلة تجاربه العبقرية التي وضّح فيها وجود الأمواج الكهرومغناطيسية. حيث لاحظ عبر الصدفة أنّ الشرارة التي تحدث بين كرتين من المعدن ستصبح أكثر سطوعًا عندما تضاء إحدى الكرتين بضوء الأشعّة فوق البنفسجية. وبعد دراسة هذه الظاهرة الجديدة كلّياً والغامضة لعدّة أشهر لم يتمكّن من تقديم أي تفسير، لكنّه اعتقد، بشكل خاطئ، بأنّ الأمر يقتصر على استخدام ضوء الأشعّة فوق البنفسجية.

وبطبيعة الحال، ستكون هذه الظاهرة أقل غموضاً، باعتراف هيرتز نفسه، فقد كان لديه أمل أنّ هذه الأحجية سوف تُحلّ مستقبلاً، وسوف يسلّط المزيد من الضوء على حقائق جديدة أكثر من التصدّي لها بسهولة، وهذا التصريح كان بمثابة تصريح تنبّؤي، لكن هيرتز لم يتمكّن قطعًا من رؤية تنبّؤه الذي أنجزه، لأنّه توفي، بشكل مأساوي في عام 1894 بعمر 36 عامًا فقط.

كان مساعده القديم، فيليب لينار Philipp Lenard هو من عزّز لغز الإحاطة بالأثر

لينار

الكهروضوئي[2] عام 1902 عندما اكتشف أنّ هذا الأثر يظهر أيضًا ضمن الفراغ عندما نضع صفيحتين من المعدن ضمن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء. وعندما تمّ ربط الصفائح ببطارية أو مخزن، اكتشف لينار أنّ تيّارًا يجري عندما تكون إحدى الصفائح مشعّة بضوء الأشعّة فوق البنفسجية. ويشرح معنى الأثر الكهروضوئي هذا بأنّه انبعاث للإلكترونات من السطح المعدني المعرّض للإشعاع. وبتسليط ضوء الأشعّة فوق البنفسجية، كان قد أعطى لبعض إلكترونات طاقة كافية كي تنتزع من السطح المعدني وتنتشر بالفاصل بين الصفيحتين، وإغلاق الدارة لإنتاج «تيار كهروضوئي» وبذلك، يكون لينار قد اكتشف أيضًا حقائق مثيرة للجدل تناقض الفيزياء المعروفة. وبالتالي دخل أينشتاين إلى المشهد مع كمّه الضوئي، وتوقّع أنّه بزيادة كثافة الحزمة الضوئية، سيجعل اللمعان أكثر سطوعًا، وتنبعث نفس عدد الإلكترونات انطلاقًا من السطح المعدني، لكن لكلّ منها طاقة أكبر. واكتشف لينار أنّ ما يحصل هو العكس تمامًا، حيث كانت الإلكترونات تبعث بأعداد كبيرة، وبطاقة فردية دون تغيير. كان الحل الكوانتي لأينشتاين ببساطة أنيقا وعصرياً: فإذا كان الضوء مكوّنًا من كمّات، فهذا يعني بأنّ تزايد كثافة الحزمة الضوئية تعني أنّه مكوّن من عدد أكبر من الكمّات. فعندما تكون شدّة الحزمة الضوئية أكبر وتضرب الصفيحة المعدنية، فإنّ تزايد عدد كمّات الضوء يؤدّي إلى تزايد مطابق لعدد الإلكترونات المنبعثة.



الاكتشاف الثاني العجيب لـ لينار، هو أنّ الطاقة المنبعثة من الإلكترونات لن تكون محكومة بكثافة الحزمة الضوئية، بل محكومة بتردّدها. وهذا ما أجاب عنه أينشتاين برحابة صدر. فنظرًا لأن طاقة كوانتوم الضوء متناسبة مع تردّد الضوء، فكوانتوم الضوء الأحمر (ذو التردّد المنخفض) يملك طاقة أقل من كوانتوم الضوء الأزرق (ذي التردّد المرتفع). وتغيّر اللون (أو التردّد) الضوئي لن يغيّر أبداً من عدد الكمّات في الحزمة الضوئية ذات الشدّة نفسها. وبناء على ذلك، فمهما كان اللون (أو التردّد)

2 – الأثر الكهروضوئي: هو الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة اعتمادًا على التردّد الضوئي.

الضوئـي، فستنبعث الإلكترونات بعدد مطابق لأنّ عـدد الكمّـات نفسه يضـرب الصفيحـة المعدنية فيما لو بقيـت الكثافـة الضوئية بالشـدّة نفسها، ومن جهـة أخرى، نظـرًا لأن الإشعاعات الضوئية ذات الـتردّدات المختلفة مكوّنة مـن كمّات بطاقة مختلفـة، فإنّ الإلكترونات المنبعثـة تملك أكثر أو أقـل مـن الطاقة وفقًـا للضوء المستخـدم. فضوء الأشعّة فوق البنفسجيـة سوف يطرد الإلكترونات الموهوبـة بطاقة حركية عظمـى أكثر من تلك التي تنبعث من كوانتا الضوء الأحمر.

بقي هنـاك تفصيل آخر غريب، وهـو أنّ لكلّ معدن معيّن يوجد ما نطلـق عليه "عتبة التردّد"! فمـن دون تلـك العتبـة لا يمكـن بـأن ينبعـث أي إلكـترون، مهمـا كانـت كثافـة أو مـدّة الإضـاءة المتعلّقـة بالمعـدن. وبالتالي، فبمجـرّد تجاوز هذه العتبة، سيصدر المعـدن الإلكترونات، مهما كانت الشـدّة الضوئيـة متواضعـة. لقـد زوّدتنـا كوانتا أينشتايـن مرّة أخرى بأعظـم إجابة عندما أدخل مفهومًا جديدًا، وعمل على استخلاصه.

تصـوّر أينشتايـن الأثـر الكهروضوئي كنتيجة للتصادم بين الإلكترون وكوانتوم الضوء، والتي فيها يمنح كوانتوم الضوء للإلكترون طاقة كافية للتغلّب على القوى التي تقيده داخل السطح المعدني وتمنعه من الهروب. ووصف عمل استخلاص الطاقة الدنيا التـي يحتاجها الإلكـترون ليهرب مـن سطح معين بأنّهـا مختلفـة وتتباين مـن معدن إلى آخـر. فإذا كان تردّد الضوء منخفضًا جدًّا، عندئذ، لن تمتلك كمات الضوء طاقـة كافية لتسمح للإلكترون بكسر الروابط التي تحتجزه أسيرًا داخل المعدن.

ترجـم أينشتايـن كلّ مـا توصّـل إليـه ضمن معادلة بسيطة تقول: إنّ الطاقة الحركية العظمى التـي يمتلكها الإلكـترون المنبعث من سطح معدني كانت تعـادل كمّية الضوء التـي يمتصّها مطروحًا منها عمـل الاستخلاص. وسمحت هـذه المعادلة لأينشتايـن بالتنبّؤ بـأنّ منحنى الطاقـة الحركية الأعظـم للإلكترونـات المنبعثـة بعمليـة الـتردّد الضوئـي المستخدمـة ستكون خطًّـا مستقيمًا يبدأ من عتبة التردّد للمعـدن. ويتدرّج الخط المستقيم مهمـا كانت طبيعـة المعـدن المستخـدم، وستكون معادلة بالضبط لـ(ثابت بلانك، h).

"لقد أمضيت عشر سنوات من حياتي في اختبار المعادلة التي عثر عليها أينشتاين عام 1905، وعلى العكـس مـن كلّ توقّعاتي، فقد تذمّـر من ذلك عالم الفيزياء التجريبي الأمريكي روبرت ميليكان Robert Millikan، وكنـت مركّـزاً علـى التأكيد بأنّها كانـت محقّقـة ودون أيّ غموض علـى الرغـم من طابعهـا غـير المعقول، لكونهـا بدت انتهـاكًا لكلّ ما عرفنـاه عن تداخـل الضوء". وعلـى الرغم من أنّ ميليكان كان قد حصل على جائزة نوبل عام 1923 بشكل جزئي عن أعماله، إلّا أنّه رفض تصوّر فرضية كمومية أساسية تكون بمواجهة بياناته الخاصّة أي: "النظرية الفيزيائية التـي تقوم عليها هذه المعادلة هـي كلّياً غير مقبولـة". ومنذ البداية، رحّب معظم الفيزيائيـين بكوانتـا الضـوء لأينشتايـن مـع عدم اليقـين بهـا واستخفاف مشابه. فقـط ثلّة قليلة من هؤلاء العلماء تساءلوا فيمـا إذا كانت كوانتا الضوء هي حقيقية أم أنّها مجرّد خيال عن الفائدة العملية البحتـة، وأنها صمّمت لتسهيـل المعادلات الحسابية فقط. وفي أفضل الأحوال، اعتقدَ بعضهم أنّ الضوء وكذلـك كلّ إشعـاع كهرومغناطيسـي لا يتكـوّن من كوانتـا، بل فقط يتصرّف كما لـو أنّه يتبادل الطاقة مع المادّة، وزعيم هذا التيار كان ماكس بلانك.

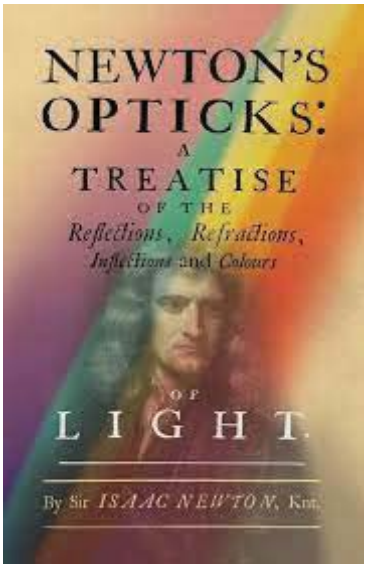
روبرت ميليكان

عندما اقترح ماكس بلانك مع ثلاثة آخرين من زملائه عام1913 ترشيح أينشتاين لعضوية أكاديمية العلوم البروسية، اختتموا تقريرهم بمحاولة الاعتذار عن اقتراحه كوانتا الضوء: "بالنتيجة، يمكننا القول إنّه من بين المشكلات الأكثر أهمّية والوفيرة في الفيزياء الحديثة، أنّه لا يوجد عملياً شخص لم يتّخذ من أينشتاين موقفًا ملحوظًا فيما يتعلّق بهذا الأمر. والحقيقة أنّه استطاع أحيانًا التحليق عاليًا بطموحاته، وتكهّناته، فعلى سبيل المثال، ضمن فرضية كوانتا الضوء، يجب ألّا نلومه ونقف ضدّه، لأنّه دون المخاطرة من وقت إلى آخر، فمن المستحيل على الدوام تقديم ابتكارات حقيقية، حتى في أكثر العلوم الطبيعية دقّةً».

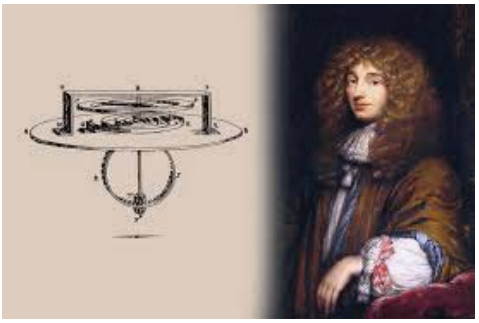
في عام 1915، ومع تجارب ميليكان الدقيقة، كان من الصعب تجاهل صلاحية وشرعية المعادلة الكهروضوئية لأينشتاين. أصبح ذلك شبه مستحيل في عام 1922، عندما تلقّى أينشتاين بعد فترة وجيزة جائزة نوبل في الفيزياء، لكن، وبصراحة شديدة عن قانونه الذي يصف فيه الأثر الكهروضوئي، الذي عبّر عنه بصيغته، وليس لتفسيره الأساسي الذي لجأ فيه إلى كمات الضوء. فالموظّف المجهول في مكتب براءات الاختراع في بيرن، الذي أصبح مشهورًا في جميع أنحاء العالم بفضل نظريته النسبية وبشكل عام كان معروفًا كأعظم عالم بعد نيوتن، ومع ذلك فقد كان متشدّدًا لنظريته الكوانتية للضوء لينال موافقة وقبول الفيزيائيين.

كانت المعارضة عنيدة لفكرة كوانتا الضوء التي قدّمها أينشتاين، واستند فيها على الدلائل الساحقة والكاسحة التي تؤيّد النظرية الموجية للضوء، ومع ذلك، فالطبيعة الجسيمية أو الطبيعة الموجية للضوء كانت بالفعل موضوع نقاشات مثيرة. ففي القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر كانت النظرية الجسيمية لإسحق نيوتن هي المنتصرة. "كتب نيوتن في مقدّمة كتابه البصريات: optique إنّ تصميمي لهذا العمل ليس شرحًا لخصائص الضوء من خلال الفرضيات، بل هو افتراض واستدلال عبر العقل والتجارب". فتجاربه الأولى التي أجراها عام 1666، عندما بعثر الضوء إلى ألوان قوس قزح باستخدام موشور. وأعاد تركيبه إلى الضوء الأبيض من خلال الموشور الثاني. اعتقد نيوتن أنّ الإشعاعات الضوئية كانت مكوّنة من جسيمات، والتي أطلق عليها تسمية "الجسيمات"، على

الأجسام الصغيرة جدًّا والتي تنبعث من مواد متألّقة". وكما تتحرّك هذه الجسيمات الضوئية عبر خط مستقيم، وفقًا لنيوتن ستصبح حقيقةً تفسيرًا لملاحظة يومية يمكننا فيها سماع أي شخص يتحدّث خلف زاوية الشارع، ولكنّنا لا نراه، فالضوء لا يمكن له تجاوز العقبات.



استطاع نيوتن إعطاء تفسير رياضي مفصّل لحشد كبير من الملاحظات البصرية، وخاصّة الانعكاس والانكسار – انحراف الضوء عندما يعبر من وسط أقل كثافة أو شدّة إلى وسط آخر أكثر شدّة، ومع ذلك فهناك خصائص أخرى للضوء بالتأكيد لا تستطيع نظريته في الضوء تفسيرها. فعلى سبيل المثال عندما تضرب حزمة ضوئية ما سطحًا زجاجيًا، ينحرف جزءٌ من هذه الحزمة والجزء الآخر ينعكس. ونسي نيوتن أن يسأل نفسه لماذا بعض جسيمات الضوء كانت تنعكس والأخرى لا؟ كان مضطرًّا للتركيز على نظريته في إجابته. فوفقًا لمصطلحاته الخاصّة، كانت الآلية التي تنتقل فيها الحزمة الضوئية عبر الزجاج ويبقى الآخر منعكسًا. هو أنّ جسيمات الضوء تحدث اضطرابًا موجيًّا ضمن الأثير. ولجأ إلى فكرة الانعكاس السهل والانتقال السهل" وربط "تضخّم» هذه الاضطرابات باللون. فأكثرها اضطرابًا. تلك التي كانت تملك أطوالاً موجية عظمى في المصطلحات اللغوية المصرّح به لاحقًا، وبالتالي هي المسؤولة عن إنتاج اللون الأحمر. والأكثر صغراً هي التي تملك أطوالاً موجية أكثر قصراً.. وتنتج اللون البنفسجي.



كريستيان أوجين

دعم الفيزيائي الهولندي كريستيان أوجين Christian Huygens الذي يكبر نيوتن بثلاثة عشر عامًا فكرة أنّ الجسيمات الضوئية النيوتونية غير موجودة، وطوّر في عام 1678 النظرية الموجية التي فسّر فيها الانعكاس والانكسار. والكتاب الذي بدأ به مشروعه به عن هذا الموضوع، والذي يحمل عنوان (معالجة الضوءTraité de la lumièr لم ينشر قبل عام 1690. فبالنسبة لأوجين كان الضوء عبارة عن موجة تنتشر عبر الأثير. وتشابه الموجة تمامًا تلك الخطوط التي

تنتشر على سطح مستنقع ثابت من الماء عندما نلقي حجرًا فيه، فإذا كان الضوء حقيقة مركّبًا من جسيمات. تساءل أوجين: أين هي الدلائل على التصادمات التي يجب أن تحدث وتنتج عندما تتراكب وتتداخل المسارات المختلفة للأشعّة؟ إذ لم يكن هناك أيّ شيء ممّا دعمه أوجين. فالأمواج الصوتية لا تدخل في الاصطدام، وبناء على ذلك يجب أن يكون الضوء أيضًا من طبيعة موجية.

على الرغم من اعتبار نظريتي نيوتن وأوجين معيارًا لتفسير الانعكاس والانكسار إلّا أنّ كلًّا منهما تنبّأتا بنتائج مختلفة عندما يتعلّق الأمر ببعض الظواهر البصرية الأخرى، والتي لم يتمكّن أحد من اختبارها بالحدّ الأدنى لمدّة عقود. ومع ذلك، كان هناك تنبّؤٌ يمكن مراقبته. فالحزمة الضوئية المكوّنة من جسيمات نيوتن تتحرّك وفق خطّ مستقيم يجب أن تلقي ظلالًا واضحة عندما تصطدم بالأجسام، وكذلك موجات أوجين، فهي مثل الأمواج تنحرف عبر الجسم الذي تلاقيه أو تصطدم به، ويجب أن تنتج ظلالًا تكون حدودها ضبابية بعض الشيء. أطلق الأب فرانسيسكو غريمالدي Francesco Grimaldi الرياضي الإيطالي، تسمية الانعراج أو الحيود على هذا الانحراف الضوئي حول حافّة الجسم، أو حول حواف شقّ بالغ الضيق. وتمّ نشره عام 1665، وبالتحديد بعد عامين من وفاته، وصف فيه كيف أنّ جسمًا معتمًا، يتحرّك ضمن حزمة ضيّقة من ضوء الشمس ونتركه يخترق غرفة بالإضافة إلى أنّها معتمة، ثقبًا صغيرًا تمّ تنفيذه ضمن مصراع، أن ألقى ظلًّا أكثر ممّا كنّا سنتوقّعه فيما لو كان الضوء يتكوّن من جسيمات تتحرّك بخطّ مستقيم. ووجد أيضًا أنّ هناك حول الظل أهدابًا من الضوء الملوّن والضبابي، حيث يفترض أن يكون هنالك فصلٌ واضح بين الظلام والضوء.

غريمالدي

كان نيوتن مدركًا جدًّا لأهمّية اكتشاف غريمالدي ومتابعته اللاحقة لتجاربه الخاصّة في دراسة انعراج الضوء، والتي بدا تفسيرها أكثر سهولة من نظرية أوجين الموجية. وبهذا أيّد نيوتن أنّ الانعراج كان نتيجة لقوى تمارس تأثيرها على الجسيمات الضوئية. وبالنظر إلى تفوّقها، وعلى الرغم من أنّ نظريته الجسيمية هي في الحقيقة هجين عجيب من الموجة والجسيم، فقد تمّ قبولها والموافقة عليها وكأنّها عقيدة أرثوذوكسية. وممّا يعزّز ذلك حقيقة هو أنّ نيوتن عاش أكثر من أوجين بـ 32 عامًا، والذي مات في عام 1695. وكانت المرثية المشهورة لألكساندر بوب Alexander Pope التي كتبها على شاهدة قبر نيوتن شاهدًا على الاحترام المهيب الذي فرضه نيوتن في حياته. «كانت الطبيعة وقوانينها مستورة بظلام الليل. فقال الله ليكن نيوتن! فاصبح كلّ شيء ضياء". في السنوات التي أعقبت وفاة

نيوتـن عـام 1727، بقيـت سلطتـه سليمـة دون مساس وبالكاد خضعت وجهة نظـره حول طبيعة الضوء لأيّ تشكيك. ومع فجر بداية القرن التاسع عشر، تحدّاه ينبوع العلوم البريطانية توماس يونغ Thomas Young وانتهـت أعمالـه إلى انبعاث وإحياء النظرية الموجية للضوء.

بوب

توماس يونغ

ولـد عـام 1773 ضمـن عائلـة مـن الكويكر quakers، وكان يونـغ young الأكـبر سنًّـا بين عشرة أطفال، كان يقرأ في عمر السنتين بطلاقة، وفي سـنّ السادسـة قـرأ الكتاب المقدّس مرّتين. وبـرع بأكـثر من 12 لغـة، وساهم بشـكل أساسي بفـكّ شيفرة اللغة الهيروغليفيـة المصرية. طبيب مـدرّب، استطـاع الانغماس بعـدد لا يُحصى من الاهتمامات الفكرية بعـد أن تكفّل له عمّه بالأمور المالية. قاده اهتمامه بطبيعـة الضوء إلى تفحّص أوجـه الاختـلاف والتشابه بين الضـوء والصوت، وانتهـى به المطاف إلى وجود "صعوبة أو صعوبتين بمنظومـة نيوتـن". وتيقّن أنّ الضـوء كان موجة، وقـام بتصميـم تجربـة أثبت مـن خلالهـا بداية النهاية لنظرية نيوتن الجسيمية.

أسقط يونغ الضوء الأحادي اللون على الشاشة التي أجرى شقًّا وحيدًا فيها. ومن هذا الشق سوف يصـل شعاع ضوئـي ليضرب شاشـة ثانية مثقوبة بشقّـين دفيقين وقريبين جـدًّا بعضهما من بعض. كما هـو الحـال في المصابيـح الأماميـة للسيّارة، سـوف يتصـرّف الشقّـان وكأنّهمـا مصدريـن جديديـن للضوء، أو كما علّق يونغ قائلاً: «كمراكز للتباعـد، والتي من خلالها سـوف ينحرف الضوء في كلّ الاتجاهـات". وضـع يونـغ شاشة ثالثة على مسافة معيّنـة أمام الشقين، فوجـد خطًّا مركزيًا لامعًا محاطًا من جانبيه بنمط من البنود اللامعة المضيئة والمظلمة.

ولتفسـير ظهـور هـذه "الشرائـح" المضيئـة والعاتمة، لجـأ يونغ إلى التشبيـه والمقارنة التالية "analogie". فعند إلقاء حجرين قريبين بعضهما مـن بعض علـى سطح بركـة ماء بوقـت متزامن. سوف يحـدث كلّ حجر أمواجًـا تنتشر على سطح البركـة. وستتلاقـى الأمواج التي صـدرت عن كلّ حجـر بعضها مـع بعض. في كلّ مـرّة يلتقي قاعان

مـن الأمـواج أو ذروتان مـن الأمـواج، تنصهران لإنتـاج إمّـا قـاع وحيـد أو قمّـة وحيـدة. وهذا ما نسمّيـه التداخـل البنّـاء constructive. لكن، عندما يلتقي قاع بذروة، والعكس صحيح، ستفنى، وبالتـالي لـن يكـون السطـح مضطربًـا عند تلك النقطـة ويسمّى هذا التداخل بالهدّام -destruc tive.

ضمن تجربـة يونغ، كانـت الأمـواج الضوئية تصـدر مـن الشقّـين وتتداخـل بعضها مـع بعض قبـل أن تضـرب الشاشة الثالثـة. تشير الخطوط اللامعـة أو المضيئـة إلى التداخـل البنّـاء، بينما تشـير الخطـوط المظلمـة إلى التداخـل الهـدّام. أدرك يونـغ أنّ هـذه النتائج لا يمكـن تفهم إلّا إذا كان الضـوء هـو ظاهـرة موجية. تنتـج جسيمات نيوتن من الشقوق المنفصلة فقط صورتين لامعتين عـبر المنطقة العاتمة. ونمط التداخل الذي يستند علـى الشرائـح الساطعة والعاتمـة كان بصراحة مستحيلًا.

عندما قدم مفهـوم التداخل وأجرى حسابات لأوائـل نتائجـه التجريبية عـام 1801، كان يونغ قـد تعرّض لهجوم عنيف من قبل المجلات العلمية بسبـب تحدّيـه نيوتـن.. وحـاول القيـام بمحاولة للدفاع عن نفسه عـبر صياغة مقالة نقدية أوضح فيها رأيه بنيوتن لكلّ العالم: «على الرغم من أنني أبجّـل وأقدّر اسم نيوتـن، إلّا أنّني في الوقت نفسه لست مضطرًّا إلى الاعتقاد بأنّه كان معصومًا عن الخطـأ. وهذا مـع الأسف وليس مـن قبيل بهجتي أن ألاحـظ أنه يمكـن أن يخطئ. وأنّ سلطته ربّما في بعضـ الأحيان قد أخرت تقـدّم العلم". وهذا المقال النقدي لم يبع منه إلّا نسخة واحدة فقط.

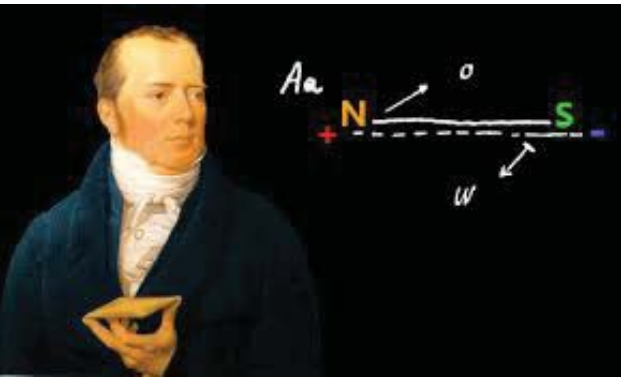
أوغسطين

مهندس الأعمـال الفرنسيـة أوغسطـين فريسنيـل Augustin Fersnel الـذي يصغـر يونـغ بخمسـة عشـر عامًا خـرج من ظـلّ نيوتن واتّبـع يونغ، وأعاد اكتشـاف التداخل بنفسه، دون قصـد منه، على الرغم من الأشياء التي عثر عليه بالفعـل يونغ. ومع ذلك، تمّت مقارنتها بالإنكليزية كانت التجـارب الأنيقة التي صمّمها فرنسيل أكثر اكتمـالًا، والنتائـج والتحليـل الرياضـي التـي تمّ تقديمهـا كانت متوافقة بدقّة لدرجـة أنّ النظرية الموجيـة بـدأت تشـقّ طريقهـا وتحـدث تحوّلات ملحوظـة منذ عـام 1820. أقنعهـم فريسنيل أنّ النظريـة الموجية يمكن بـأن تفسّر طيف الظواهر البصريـة بصـورة أفضل ممّـا تفسّـره النظرية الجسيميـة لنيوتن. وأجـاب أيضًا على الاعتراض القديم الموجّه إلى النظرية الموجية: بأنّ الضوء لن يتخطّى العقبات. ومع ذلـك، قال، بأنّها تستطيع، نظرًا لأن الأمـواج الضوئية هي أصغر بمليون مرّة

من الأمواج الصوتية، وانحراف الحزمة الضوئية الضوئي عبر خطّ مستقيم هو بغاية الضآلة وبالتالي من الصعوبة العالية الكشف عنه. والموجة لا يمكن أن تتخطّى عقبة معيّنة إلّا إذا كانت أكبر منها بكثير. والأمواج الصوتية طويلة جدًّا يمكن لها أن تتجاوز معظم الحواجز التي تعترضها.

ولاستحضار معارضين ومشكّكين لاتّخاذ قرار نهائي لصالح نظرية معيّنة أو أخرى من بين النظريات المتنافسة، كان من الضروري العثور على ملاحظات من شأنها أن تتنبّأ دون التباس بنتائج معاكسة. أظهرت التجارب التي أجريت في عام 1850 لمؤيّدي فيرسنيل أن سرعة الضوء كانت أكثر بطأً في الوسط الكثيف كالزجاج مثلاً أو الماء عمّا هو عليه في الهواء. وهذا ما تنبّأت به بالضبط النظرية الموجية. لكن يبقى سؤال واحد وهو إذا كان الضوء هو موجة، فما هي خصائص هذه الموجة؟ الجواب عن هذا السؤال كان يكمن في النظرية الكهرومغناطيسية لجيمس كلارك ماكسويل.

ولد ماكسويل في أدنبرة عام 1831، وهو ابن اسكتلندي ملاك أراضي، كان مقدّراً له أن يصبح في المستقبل أعظم الفيزيائيين النظريين في القرن التاسع عشر. كتب في عمر الخامسة عشر من عمره، أوّل مقالة تمّ نشرها حول المنهج الهندسي لتتبّع الأشكال البيضوية. وفي عام 1855 فاز بجائزة آدامز Adams في جامعة كامبريدج لإظهاره أنّ حلقات زُحل لا يمكن أن تكون مكوّنة من قطعة واحدة. بل يجب أن تكون مكوّنة من قطع صغيرة من المادّة. وفي عام 1860 أثار المرحلة النهائية لتطوّر النظرية الحركية المتعلّقة بالغازات، داعماً تفسير خصائصها من خلال حقيقة تقول إنّها كانت مكوّنة من جسيمات متحرّكة. لكن نجاحه الأعظم كان في النظرية الكهرومغناطيسية.

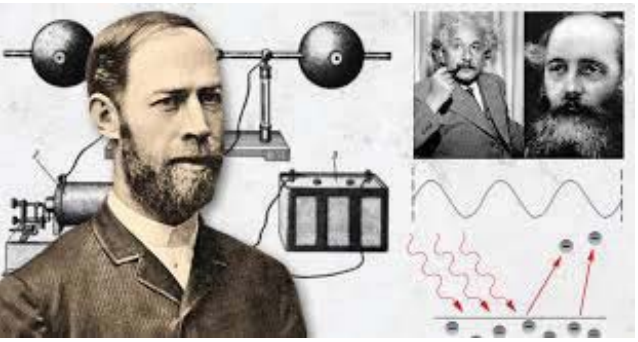


اوستد

في عام 1819، اكتشف الفيزيائي الدانماركي آنز كريستيان اوستد Hans Christian Oersted أنّ تيّارًا كهربائيًا يمرّ عبر سلك معدني يحدث انحرافًا لإبرة البوصلة. وبعد عام تال، وجد الفرنسي فرانسوا آراغو François Arago أنّ السلك المعدني ينقل تيّارًا كهربائيًا يتصرّف كمغناطيس واستطاع جذب برادة الحديد. وبعد فترة وجيزة، أظهر زميله أندريه ماري أمبير أنّ سلكين معدنين متوازيين ينجذبان لبعضهما فيما لو اجتاز كلّ منهما تيّار كهربائي يتدفّق بالاتجاه نفسه، ومن جهة أخرى، يتدافعان فيما لو كانت التيارات تمرّ في اتجاهين متعاكستين. وما أثار فضوله وحيرته أنّ التيار الكهربائي يمكن أن يولّد المغناطيسية، فقرّر التجريبي البريطاني ميشيل فرادي، أنه إذا كان بإمكانه خلق تيار كهربائي باستخدام المغناطيس. فقام بأرجحة قضيب

مغناطيسي داخل بكـرة حلزونية من سلك معدني أي "وشيعـة" ولاحظ تولّد تيار كهربائي. ويختفي هـذا التيار في كلّ مرّة يكـون فيها المغناطيس غير متحرّك داخل البكرة.

كمـا أنّ الجليـد، والماء، والبخـار هي تجلّيات مختلفـة لجزيئـة المـاء H2O. كذلـك الكهرباء والمغناطيسية هي تجلّيات مختلفة لنفس الظاهرة الأساسيـة – وهـي الكهرومغناطيسيـة. هـذا ما أظهـره ماكسويـل في عـام1864. حيـث نجح في حشـد سلوكيات متباينـة للكهربـاء والمغناطيسية معًـا في أربعـة معـادلات رياضية أنيقـة. وبمجرّد أن رأى لودفيـج بولـت زمان هذه المعـادلات أدرك علـى الفور مـدى اتّسـاع براعة ماكسويـل وتملّكه الإعجـاب بـه، ولم يستطـع إلّا أن يقتبـس قـولاً لـ"غوتـه» في هـذا الشـأن: "هـل هو الإلـه الذي كتـب هـذه الإشـارات"؟ سمحت هـذه المعادلات لماكسويـل بالتنبّـؤ بشـكل مفاجـئ بـأن الأمـواج الكهرومغناطيسيـة تجتاز الأثـير بسرعة الضوء. وإذا كانـت فعـلاً هـي حقيقـة، إذن فالضوء كان شكلًا من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي. لكن، هل الأمواج الكهرومغناطيسية موجودة حقيقة؟ لم يعش ماكسويل بما يكفي ليرى توقّعاته قد تحقّقت عـبر التجربة. فقـد عاش ثمانية وأربعـين عامًا فقـط ومـات في تشريـن الثاني/نوفمـبر 1879، العام الذي ولد فيـه أينشتاين. وبعد أقل من عقد من الزمان وفي عـام 1887، قدّم العالم اينريتش ايرتـز إثباتًـا تجريبياً وثّـق فيه توحيـد الكهرباء والمغناطيسيـة معًا والتي اكتشفهـا ماكسويل، وأنّ الضـوء هو التـاج الأرفـع لفيزياء القـرن التاسع عشر.



ايرتز

ضمـن المقالـة التـي رسـم فيهـا الخطـوط العظمى لأبحاثه، أعلن هيرتز بكلّ فخر: «يبدو أنّ التجـارب الموصوفة هنا في جميع الأحوال بالنسبة لي- ملائمة بامتياز لإزالة كلّ الشكوك فيما يتعلّق بهوية الضوء، حـرارة الإشعـاع والحركة الموجية الكهرومغناطيسية. وأعتقد من الآن فصاعدًا أنّنا سنكون مسلّحـين بشكل أفضـل لاستخدام المزايا التي تسمح بها هـذه الهوية بالاستنتاج في مضمار دراسة البصريات كما هو في دراسة الكهرباء".

ومـن عجيب المفارقـات، أن هذا كان في سياق تجارب هيرتز على الأثـر الكهروضوئي الذي وفّر لأينشتاين الدلائل علـى هويّة مسلوبة. لقد طعنت كوانتـا الضـوء بالنظريـة الموجيـة والتـي اعتقد هيرتز وكلّ الفيزيائيين الآخرين برسوخها القوي. فالضـوء كشـكل مـن الإشعـاع الكهرومغناطيسي لاقى نجاحًا كبيرًا وهو بالنسبة للفيزيائي أمر غير معقول أن يفكّر فقط ويتخلّى لصالح الكم الضوئي لأينشتاين. لقد وجد الكثيرون أنّ كوانتا الضوء هو هـراء. وبعـد كل هذا.. كانـت تحدّد طاقـة كمّية معيّنـة من الضوء بتردّد هـذا الضوء، لكنّ التردّد

كان بالتأكيد وثيق الارتباط بالأمواج وليس لأنواع من جسيمات الطاقة التي تتحرّك ضمن الفضاء.

وافق أينشتاين بسهولة على أنّ النظرية الموجية للضوء «أثبتت قيمتها بشكل رائع» من خلال تفسيرها الانعراج، والتداخل، والانعكاس، والانكسار، والتي لن يتم ربّما "استبدالها أبداً بنظرية أخرى". ومع ذلك، كان من الملاحظ أن هذا النجاح يستند على حقيقة حاسمة وهي أنّ كلّ الظواهر البصرية تتضمّن سلوكًا للضوء ضمن فترة زمنية معيّنة وأنّ الخصائص الجسيمية المحتملة لن تكون واضحة. كانت الحالة بالمطلق مختلفة عندما يتعلّق الأمر عمليًا بانبعاث وامتصاص الضوء "لحظيًا". ولأجل ذلك، اقترح أينشتاين، النظرية الموجية لتخبر «بشكل خاص عن المصاعب الأكثر أهمية» في تفسير الأثر الكهروضوئي.

ماكس فون لو Max Von Laue الحائز على جائزة نوبل في الفيزياء مستقبلًا، والذي لم يكن في عام 1906 إلّا طالبًا خاصًا في جامعة برلين، كتب إلى أينشتاين عن استعداده للاعتراف بأن الكوانتا ربّما تكون متورّطة بانبعاث وامتصاص الضوء. لكنّ لا شيء أكثر. فالضوء بحدّ ذاته لم يكن مكوّنًا من كوانتا. لكن عندما يتم يتبادل الطاقة مع المادّة، يتصرّف كما لو كان كذلك". أمّا بقيّة الفيزيائيين فلم يصلوا إلى ذلك البعد الذي فسّره فون، فأينشتاين نفسه كان جزئيًا مسؤولًا عن الحالة. ودعم فعليًا ضمن مقالته أنّ الضوء «يتصرّف" كما لو أنّه يتكوّن من كميات من الطاقة: وكنّا بعيدين كلّ البعد عن التوصية الفئوية للكم. لكن كان ذلك، لأن أينشتاين أراد أكثر من تبسيط "وجهة نظر استدلالية": فقد كان يحلم بنظرية مكتملة.

لقد تبيّن أنّ الأثر الكهروضوئي كان في حقل المعركة، لفصل الصراع بين افتراض الأمواج الضوئية أنّها مستمرّة وبين لا استمراريتها –وبين وجود الذرّات- إذ إنّه في 1905، كان لا يزال هناك جمهور يشكّك في وجود الذرّات. ففي 11 أيار وبأقل من شهرين بعد أن أنهى أينشتاين مقالته عن الكوانتا، تلقّت مجلة آنالين دير فيزيك مقالته الثانية لهذا العام، وتناول فيها ما أطلق عليه الحركة البراونية، وستصبح هذه الحركة فيما بعد قطعة من الأدلّة الحيوية التي يستند عليها لوجود الذرّات.

في عام 1827 عندما فحص عالم النباتات الاسكتلندي روبرت براون Robert Brown حبّات الطلع المعلّقة ضمن الماء تحت المجهر، لاحظ أنّها ضمن حركة عشوائية مستمرّة، وكأنّها كانت مدفوعة من بعض القوى غير المرئية. ولاحظ بعض آخر بالفعل أنّ هذا الاضطراب الفوضوي تحتدم شدّته مع ازدياد درجة حرارة الماء، وافترض بأنّ هناك تفسيراً بيولوجياً يختبئ وراء هذه الظاهرة. واكتشف براون عندما استخدم حبّات الطلع التي عمرها ثلاثين عامًا أنّها كانت تتحرّك بالطريقة نفسها تمامًا. وهذا ما أثار فضوله وحيرته، لذلك، قام بصنع مساحيق ابتداءً من جميع أشكال المواد غير العضوية، انطلاقًا من الزجاج إلى قطعة من تمثال أبي الهول، ووضعها بشكل متناوب في معلق ماء. فلاحظ بأنّ الحركة المتعرّجة "زيكزاك» كانت في كلّ حالة من هذه الحالات، وفهم أنّه لا يمكنه إثارتها بقوّة حيوية. فنشر براون أعماله على شكل منشورات نقدية وعنونها باسم "روابط مختصرة لملاحظات تحت المجهر أجريت في أشهر حزيران تموز وآب من عام 1827 حول

الجزيئـات الموجودة في حبّات الطلع وحول الوجود العـام لجزيئات نشيطة داخـل الأجسام العضوية وغير العضويـة. لقد افترض بعض آخر تفسيرات معقولة للحركة «البراونية»، لكنّ كلّ ما تمّ الكشف عنـه عاجـلًا أم آجـلًا كان غـير كاف، ففي نهاية القـرن التاسع عشر أولئـك الذين اعتقدوا بوجود الذرّات والجزيئات اعترفوا بأنّ الحركة البراونية يمكن أن تنتج عن التصادم مع جزيئات الماء.

روبرت براون

اعترف أينشتاين أنّ الحركة البراونية لحبّات الطلـع لم يكن سببها صـدام واحد مع جزيء الماء الصغـير والذي لا يمكـن تصوّره تقريبًـا، بل كان نتيجـة لعدد كبير من التصادمات. ففي كلّ لحظة كان مجموع تأثير هذه التصادمات هو الاضطراب العشوائـي المتعـرّج لحبّـات الطلـع أو للجسيمات المعلّقـة. فاشتبـه أينشتايـن بأنّ مفتـاح فهم هذه الحركـة غير المتوقّعـة والتـي لا يمكن التنبّـؤ بها يكمـن في الانحرافـات والتقلّبـات الإحصائيـة المتعلّقـة بالسلـوك الطبيعـي" الـذي نتوقّعه من الجزيئات. وبالنظـر إلى حجمها النسبي، وأعداد جزيئـات الماء من الضرورة عادة أن تصدم حبّات الطلع الفرديـة بوقت واحد وفقًـا لزوايا مختلفة، وحتى ضمن هذا المستوى، فكل تصادم يحدث قوّةً لا متناهيـة في الاتجاه نفسه، لكـنّ التأثير الشامل لكلّ التصادمـات كان يجب أن يجمّد حبّات الطلع لأنّهـا ستفنـي بعضها بعضًا. أخـذ أينشتاين بعين الاهتمـام أنّ الحركـة البراونيـة كانـت تنتج عن جزيئات الماء التـي انحرفت بشكل منتظم مقارنة مـع سلوكهـا «الطبيعـي» عندمـا يتجمّـع بعضها ويضرب حبّات الطلع المجتمعة، ويرسلها في اتّجاه معيّن.

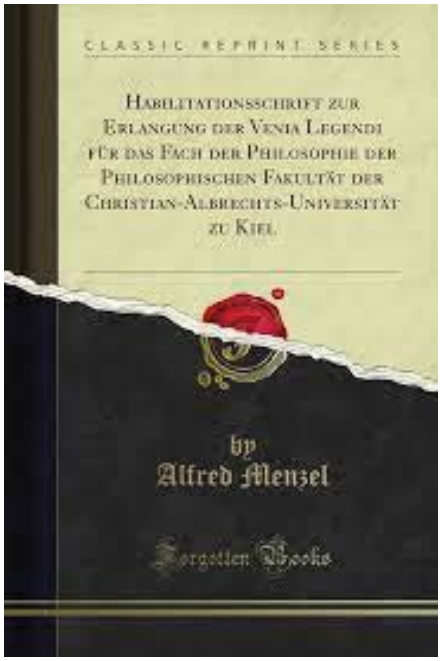
استنـادًا على هـذا الحدس، نجـح أينشتاين في حسـاب متوسّـط المسافـة الأفقية التـي يصل فيهـا الجسيـم في وقـت معـيّن ضمـن مسارهـا المتعـرّج. وتنبّأ لجزئي المـاء عند درجة حرارة 17 سيلزيوس، أنّ الجسيمات المعلّقة التي يبلغ قطرها جزءاً من الألف من الميليمتر سوف تتحرّك بمعدّل ستـة أجـزاء من الألف مـن الميليمـتر في الدقيقة الواحـدة. ووجـد أينشتايـن الصيغة التـي توفّر إمكانيـة حساب أبعاد الـذرّات باستخدام مقياس درجـة الحرارة، ومجهـر، ومؤقّت زمنـي بالنسبة للأجهزة فقـط. وسيمضي ثلاث سنـوات قبل أن تتم الموافقة علـى تنبّؤات أينشتايـن ضمن سلسة مـن التجـارب الدقيقة التـي تمّ إجراؤها من قبل العالم جـان بـيران Jean Perrin في السوربون،

والتي من أجلها تلقّى جائزة نوبل في عام 1926.

كان تأييد بلانك للنظرية النسبية، وتحليل الحركة البراونية اعترافًا حاسمًا لصالح الذرّة: بالإضافة إلى أنّ سمعة أينشتاين لم تتوقّف عن التعاظم رغم موقفه الرافض لنظرية الكوانتا. وقلّة من الناس كانوا يعرفون أنّ أينشتاين كان مهووسًا في مكتب براءات الاختراع، وغالبًا ما تلقّى رسائل موجّهة إليه من جامعة بيرن. "فقد كتب جاكوب لوب أحد الفيزيائيين في فوريزبرغ الذي كان مستعدًّا لقضاء ثلاثة أشهر في بيرن للتعاون مع أينشتاين: يجب عليّ أن أخبرك بصراحة شديدة أنّني كنت متفاجئًا من قراءة أنّكم كنتم مجبرين على أن تبقوا في المكتب ثماني ساعات في اليوم. ومن سخرية التاريخ". في آذار 1908، وبعد مضي ما يقارب ست سنوات وافق آينشتاين على أنه لم يعد يرغب أن يكون سجين براءات اختراع.

رشّح نفسه إلى منصب أستاذ في الرياضيات في مدرسة زيوريخ. وأعلن استعداده إلى تعليم الفيزياء أيضًا. وأرفق مع رسالة الترشيح هذه نسخة من الأطروحة التي كسبها بعد المحاولة الثالثة لنيل رسالة الدكتوراه من جامعة زيوريخ في عام 1905 والذي طرح فيها أسس الحركة البراونية. لقد تأمّل بهذا الإجراء أنّه سيزيد من فرصه، فارسل أيضًا كلّ المقالات التي كان قد نشرها. وعلى الرغم من كلّ مراجعاته العلمية المثيرة للإعجاب، لم يحظَ بمنصب تدريسي. حتى إنّه لم يدرج بين أسماء المرشّحين الثلاثة الذين تمّ اختيارهم من بين ثلاثة وعشرين مرشّحاً.

وبمبادرة من الفريد كلينر Alfred Kleiner أستاذه في الفيزياء التجريبية في جامعة زيوريخ، والذي حاول للمرّة الثالثة أن يصبح أستاذًا متخصّصاً privatdzent في جامعة بيرن. فقد رفض مرشّحه الأوّل لأنّه لا يملك الدكتوراه، وكذلك الثاني في حزيران 1907 على الرغم من نشره 17 مقالة، لأنّه لم يكن مزوّدًا بكتاب بحثي مبتكر - Habilitationsschrift أي عمل بحثي عظيم غير مسبوق النشر. رغب كلينر أن يشغل آينشتاين منصب أستاذ استثنائي في الفيزياء النظرية المزمع إنشاؤه في أقرب وقت ممكن، على اعتبار أنّ هذا المؤهّل privatdozent كان نقطة الانطلاق التي ستسمح له بالوصول إلى هذا المنصب. وبالفعل أخضع آينشتاين إلى هذا المنصب Habilitationssechrift كما هو مطلوب منه، وسمّي أستاذًا متخصّصاً privat-dozent في ربيع عام 1908.



كلينر

سيتابع محاضراته الأولى حول النظرية الجزيئية للحرارة فقط ثلاثة تلاميذ.. وكانوا جميعهم أصدقاء، ومرغمون على ذلك، لأن آينشتاين خصّص لهم يومي الاثنين والسبت بين الساعتين السابعة والثامنة صباحًا. وكان لدى طلاب الجامعة الخيار في أن يتابعوا أو لا يتابعوا الدورات المقترحة من قبل privatdozent، إذ لم يكن لدى أي منهم جاهزية للاستيقاظ باكراً. في هذه الفترة وكما هو في وقت لاحق، غالبًا ما كان يحضر الأستاذ آينشتاين محاضراته بصعوبة، وكذلك يرتكب الأخطاء بشكل متكرّر وعندما يحدث معه هكذا التباس، كان ينعطف بصراحة نحو التلاميذ ويسألهم: "من يمكنه منكم أن يخبرني حيث أكون مخطئاً؟ «وإذا أشار أحدهم إليه نحو الخطأ في نظرياته الرياضية، يجيب آينشتاين: "قلت لك سابقًا عدّة مرّات، أنا لست ضليعاً أبداً بالرياضيات".

كانت المواهب التدريسية لأينشتاين عاملًا جوهريًا بالنسبة للمنصب الذي كان على وشك الإنشاء والمحتفظ به له. فبعد أن تمّ التأكّد من أنّ آينشتاين كان على مستوى عال من المسؤولية، رتّب كلينر بذاته لحضور أحد فصوله الدراسية. وكان مستاء "لكونه أُجبر على الاستطلاع والاستبيان"، فأداء آينشتاين كان متواضعًا. لذا فقد منحه كلينر فرصة ثانية مذهلة ونجح بهذه الفرصة، وهنا، كتب أينشتاين إلى صديقه جاكوب لوب Laub Jakob قائلًا له لقد كنت محظوظًا. فعلى غير عادتي، أجريت محاضرة ناجحة في هذه الفرصة ونجحت هنا". كان ذلك في أيار من عام 1909 الوقت الذي استطاع فيه آينشتاين أخيرًا أن يتباهى بنفسه "أنّه عضو رسمي في نقابة الأوغاد"، لكن، قبل أن يتمكّن من الاستقرار في زيوريخ مع ميلفا وآنز البرت، الذي كان لديه خمس سنوات، اضطرّ أينشتاين إلى أن يسافر إلى سالزبورغ في أيلول لحضور المعرض الافتتاحي أمام صفوة من الفيزيائيين الألمان في أثناء **مؤتمر الجمعية الألمانية للفيزياء، والطب**. Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Artzte. ووصل بجاهزيته الكاملة.

جاكوب لوب

كان أينشتاين فخورًا بتميّزه لكونه طُلب لحضور هكذا مؤتمر. سيما وأنّه مخصّص إلى أحد العمداء البارزين بالفيزياء، ولم يكن أحد من الحضور قد بلغ ثلاثين عامًا ليتولّى منصب أول كأستاذ استثنائي. وإذا تسنّى لبعض الأعضاء أن يتراسل معه، كان يلتقي فعليًا بالقليل منهم. كلّ الحضور كانت نظراتهم موجّهة نحو أينشتاين، وهو يجوب المنصّة الرئيسة متجاهلاً العالم الخارجي بينما هو يلقي ما سيصبح مؤتمرًا مشهوراً: "حول تطوّرات المفاهيم المتعلّقة بطبيعة وبنية الإشعاع". ويخبر بوجهة نظره لمساعده «بأنّ المرحلة القادمة من تطوّر الفيزياء النظرية ستكون لنظريته في الضوء التي يمكن تصوّرها كنوع من دمج النظرية الموجية ونظرية الانبعاث"، وهذا لم يكن تخمينًا بسيطًا، بل استند على نتيجة إحدى التجارب التخيّلية الملهمة والتي وضع فيها المرآة معلّقة داخل الجسم الأسود وضعًا صحيحًا. ونجح أينشتاين في اشتقاق المعادلة المتعلّقة بتقلّبات الطاقة وكمّية حركة الإشعاع الذي تضمّن جزئيين متميّزين أحدهما يتلاءم مع النظرية الموجية للضوء ويبقى الآخر هو الإشعاع المتوقّع المكوّن من الكوانتا، ويبدو أنّ كلا الجزئيين ضروريان. مثل نظريتي الضوء. وكان هذا أوّل ما تمّ التنبّؤ به والذي سيطلق عليه لاحقًا ازدواجية الموجة–الجسيم، والحقيقة أنّ الضوء كان مكوّنًا تارةً من موجة وتارةً أخرى من جسيم.

بلانك الذي ترأس المشهد كان أوّل من عبّر بعد أن انتهى أينشتاين. وشكره على عرضه، ومن ثمّ قال أمام الجميع أنه غير متفق معه. وكرّر بقوّة قناعته الراسخة أنّ الكوانتا ضرورية فقط في التبادل بين المادّة والإشعاع، وقال بلانك، إنّ الاعتقاد كـ أينشتاين أنّ الضوء كان حقيقة مكوّنا من كمات "لم يكن ضروريًا بعد".

غادر أينشتاين مكتب براءات الاختراع ليتمكّن من تكريس وقته الأطول لأبحاثه، لكن أمله خاب بعد الأشهر الأولى من وصوله إلى زيوريخ في تشرين الأول/اكتوبر 1909. فقد اشتكى من الوقت المستثمر في تحضير المحاضرات الأسبوعية أنه كان يستغرق منه سبعة ساعات يومية"، وقت الفراغ الفعلي كان لا يزال أقل ممّا هو عليه في بيرن". لقد صدم التلاميذ بالمظهر المهمل لأستاذهم الشاب والجديد، لكن أينشتاين سرعان ما استقطب احترامهم وحنانهم بنموذجه غير الرسمي – وشجّعهم على مقاطعته فيما لو كان هناك شيء غير واضح. بالإضافة للدروس الخاصّة، كان أينشتاين يصطحب تلامذته إلى مقهى الرصيف مرّة على الأقل في الأسبوع للمناقشة والثرثرة وتبادل وجهات النظر معهم حتى ساعة إغلاق المقهى. ولم يكن ليتوقّف عن عادته في شحن عمله والمباشرة في استخدام الكوانتا ليتصدّى فيها مشكلة قديمة.

في عام 1819، قام الفرنسيان بيير دولونغ Pierre Dulong والكسي بوتي Alexis Petit بقياس الحرارة الخاصّة –أي كمّية الطاقة الضرورية لرفع درجة حرارة كيلو غرام واحد من المادّة–، للمعادن المختلفة، بدءاً من النحاس حتى الذهب. وخلال نصف قرن، لم يشكّ أحد باستنتاجاتهم: بأن "ذرّات كلّ الأجسام البسيطة كان لديها بالضبط الحرارة الخاصة نفسها» والمفاجأة العظمى كانت عندما اكتشفا في عام 1870 استثناءات إزاء هذا الموضوع.

دولونغ

لدراسة هـذه الشذوذات الحراريـة الخاصّة، اعتمـد أينشتاين منهـج بلانك متخيّـلاً أنّ ذرّات المـواد تتذبـذب عندما يتـم تسخينهـا. ولا يمكن لهـذه الـذرّات أن تهتز بأي حال مـن الأحوال عند أي تردّد، لكنّها كانت "مكمّمه" - واقتصرت على تـردّدات متعدّدة عنـد تردّد معـيّن، وبتطبيق هذا القيـد الكوانتي، ووجـد أينشتايـن نظرية جديدة لتفسـير كيف يمكن للأجسـام الصلبة أن تمتصّ الحرارة. حيث يسمح للـذرّات بامتصاص الطاقة فقـط بكمّيـات متقطّعـة، أي علـى شـكل كمـات. ولذلك، عندمـا تنخفض درجة الحرارة، تتناقص كمّيـة الطاقة الحرارية التي تملكهـا المادّة حتى لا يبقـى هناك كمّية من الطاقة بحجم معيّن لتزويد كل ذرّة. لذلك تمتصّ الأجسام الصلبة طاقة أقل، وتتناقص كمّية الحرارة الخاصة.

عمليًـا خلال ثلاث سنـوات لم يبد أي شخص اهتمامًا بما كان أينشتاين منشغلًا به. على الرغم مـن إظهاره كيـف يمكن قياس كمّيـة الطاقة -أي حقيقـة تمثيلها علـى المستـوى الذرّي علـى شكل حـزم- وحلّ المشكلة نهائيًـا ضمن مجال الفيزياء الحديثة. أحد الفيزيائيين البارزين في برلين وهو والتـير نيرنيسـت Walther Nernstr، هو من أجـبر الآخرين بإحساس حنون علـى أن يصغوا بمجرّد قوله أنّه ذاهـب لرؤية أينشتاين. وسرعان ما فهم لماذا. كان والتر قد نجح في قياس الحرارة الخاصة للأجسـام الصلبة بأخفض درجة حرارة وبدقّة شديـدة، ووجد أنّ نتائجـه تتوافق بالكامل مـع تنبّـؤات أينشتاين المرتكزة علـى الحل الكمّي للمشكلة.

ضمـن سلسلـة نجاحاتـه، واستمـرار تعاظم سمعـة أينشتايـن، وتوفـير له منصـب الأستاذية الرسمـي في الجامعـة الألمانيـة في بـراغ. كانـت الفرصة سانحة للغايـة كي لا يتجاهلها أو يستهين بهـا. حتى وإن تطلّب ذلك مغادرة سويسرا بعد أن أمضى فيها خمـس سنـوات. فأينشتاين وميليفا، وابنيهما آنز البرت – وإدوار، الذي لم يكن قد بلغ من العمر سنة فقط استقرّ في براغ عام 1911.

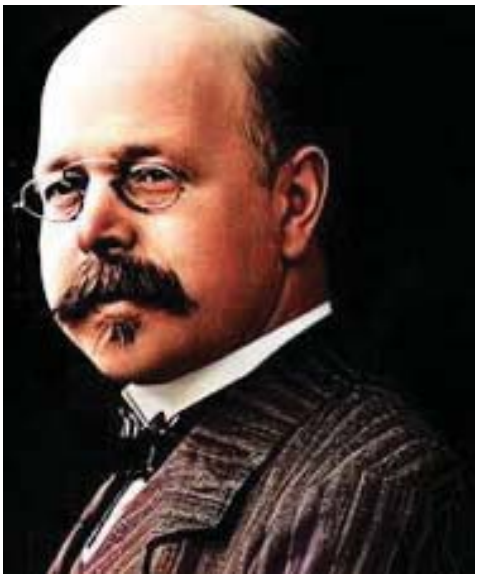
ميشيل بيسو وأينشتاين

«لم أعـد أتساءل فيما إذا كانـت هذه الكوانتا موجـودة حقيقـة"، هـذا مـا كتبـه أينشتاين إلى صديقـة ميشيل بيسـو Mchele Besso من أيار عـام 1911، بعد فترة قصيرة مـن تولّيه منصبه الجديـد. فضـلاً عن ذلك، لم أعد أحـاول بناءها لأنّني أدرك في الوقـت الحالي أن دماغي لا يمكنه التغلّـب علـى العقبـات بهـذه الطريقـة". ويقول لبسو: فبدلاً من ذلك، سوف أقتصر في عملي على محاولـة فهم نتائـج الكوانتا. ولم يكـن هو الوحيد الذي رغب بهذه المحاولة.

بعد أقل من شهر. تلقّى أينشتاين خطابًا ودعوة من أحـد المراسلين غير المتوقّـع. وكان هو أرنست سولفـاي Ernest Solvay أحـد الصناعيـين البلجيـك الـذي كدّس ثـروة كبـيرة ومهمّـة في تطويـر إنتـاج كربونات الصوديـوم، والذي اقترح عليـه 1000 فرنك لتغطيـة تكاليف السفر فيما لو وافـق على حضـور «المؤتمر العلمي» الـذي سيعقد في بروكسيـل خلال الفترة مـن 29 تشرين الأول/ اكتوبـر إلى 4 تشريـن الثاني/نوفمـبر. وسيكـون جـزءًا من نخبة مكوّنة مـن 22 فيزيائيا تجمهروا من كلّ بقاع أوروبـا ليتجادلوا جميعا حول المسائل الراهنة والمتعلّقة بالنظرية الجزيئية والحركية". وكان مـن بـين العديد، بلانـك، وروبينسـ، وفين ونيرنيسـت، ولورانتز. ويعدّ هـذا مؤتمر قمّة حول الكوانتوم.

عمـل بلاك وآينشتاين ضمـن فريق مكوّن من ثمـاني فيزيائيين طلـب منهما التحضـير لتقارير حول موضوع محدّد. وأن تكتب باللغات: الفرنسية والألمانيـة أو الإنكليزيـة، ويصـار إرسالهـا إلى المشاركين قبـل المؤتمر لتستخـدم كنقطة انطلاق لنقاشـات الجلسـات المختلفـة المزمـع إجراؤها.

سوف يقدّم بلانك نظريته المتعلّقة بإشعاع الجسم الأسـود، بينمـا أينشتايـن سيعالج نظريتـه كمّية الحرارة النوعية. كمـا أنّه سيمنح شرف التحدّث أخـيرًا، أمّا نقاش كمـات الضوء فلـم تكن ضمن البرنامج.



والتر نيرنيست

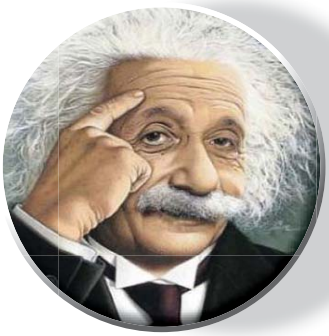
«كتب أينشتاين إلى والتر نيرنيست قائلًا: لقد وجـدت أنّ هذا المشروع مذهلاً للغاية، ومن خلال تفكيري العقلاني لا يوجد أدنى شك لديّ من أنكم صميـم هذا المشـروع وروحه". وفي عـام 1910، قيّـم نيرنسـت الحالة واعتـبر أنّ الوقـت قد حان للتصـدّي للكوانتـوم، والذي من وجهـة نظره» أمّا قانوناً محمّلاً بخصائـص أكثر فضولية، وإلا فهو منفـر". أقنـع نير نست سولفـاي بتمويل المؤتمر. ولم ينظـر الصناعـي البلجيكي أبـداً إلى موضوع النفقات، والاستيلاء على فندق متروبول. فضمن

هـذه الأجـواء الفاخـرة، تمّ تلبيـة كلّ رغباتهـم، وأمضى أينشتاين وزملاؤه خمسة أيام في الحديث عن الكوانتـوم. ومن المؤكّـد أنّ أينشتاين عاد إلى براغ خائـب الأمل مشتكيًا "أنّـه لم يتعلّم شيئًا لم يعرفه مسبقاً".

بول لانجفان

ومـع ذلك فقـد عمل بسعـادة في التعرّف على بعض المشاركـين الآخريـن كمدام كـوري، والتي وجدهـا "غـير متكلّفـة" تقـدّر فكـره بشفافية، ومهاراتـه التـي راكم فيهـا جميع بياناتـه، وعمّق معارفـه". وخلال المؤتمـر، تمّ الإعلان عن فوزها بجائزة نوبل بالكيمياء. وأصبحت الأولى في تلقّيها الاثنتين، وبالفعـل كانت قد تلقّت الأولى بالفيزياء عام 1903. طغـى هذا النجاح الاستثنائي الباهر علـى فضيحة التي اندلعت حـول شخصيتها. فقد علمت الصحافة الفرنسية أنّ لديها علاقة غرامية مـع الفيزيائـي الفرنسـي، بـول لانجفـان Paul Langevin، الرجـل المتزوج الطويـل والنحيف، ذي الشـارب الأنيـق، الـذي كان أحـد مندوبـي المؤتمـر، وكانـت الصحافـة قد غصّـت بالمقالات ملمّحـة إلى هـروب الزوجـين. إلّا أنّ أينشتاين لم يكن لديـه قرائن للعلاقة الخاصّـة بينهما، رفض «الترّهات" التي تناقلتها الصحافة. وعلى الرغم من "ذكائه اللامع" فقد قدّر أنّ مدام كوري "لم تكن جذّابة إلى الحـدّ الذي يمثّل هذا فيها خطرًا لأي شخص".

وعلـى الرغم مـن أنّ أينشتاين بـدا في بعض اللحظات يترنّح تحت التوتّر والضغط، إلّا أنه كان الأوّل في التعايش مع الكم، والكاشف عن الطبيعة الحقيقية للضـوء. وبالإضافة إلى أنه شابّ منظّر علـم نفسـه أن يعايش مـع الكوانتـوم ليستخدمه لإحياء نموذج غير كامل ومهمل في الذرّة.



اعترافات العلماء الغرب بفضل العلماء العرب والمسلمين

في مجالات العلوم الأساسية والتطبيقية

د.سائر بصمه جي

كان للعلماء العرب والمسلمين إبان نهضتهم الكبيرة تأثير كبير على نهضة الحضارة الأوروبية، والغربية بشكل عام، وقد اعترف الكثير من المفكّرين والعلماء الأوروبيين بهذا الفضل على مرّ العصور.

وعند البحث قد لا نجد عدداً دقيقاً أو إحصاءً معتمداً لـ «عدد الاعترافات» بفضل العلماء العرب والمسلمين على الحضارة الأوروبية.. هذا الأمر يعود لعدّة أسباب:

1. الطبيعة الواسعة للاعترافات: الاعترافات تتنوّع بين أقوال صريحة ومباشرة من مؤرّخين وعلماء أوروبيين، وبين تأثيرات ضمنية تظهر في تطوّر العلوم والفنون، أو في الكلمات المستعارة، أو في الممارسات التعليمية. من الصعب حصرها في عدد محدّد.
2. الاعترافات المتكرّرة: بعض الاعترافات قد تأتي من أكثر من شخص، أو يتم تكرارها بصيغ مختلفة في سياقات متعدّدة.
3. الأعمال البحثية المستمرّة: المؤرّخون والباحثون يكتشفون باستمرار جوانب جديدة لهذا

التأثير، ممّا يعني أنّ قائمة الاعترافات تزداد باستمرار.

4. تعدّد المصادر: هذه الاعترافات موجودة في كتب التاريخ، ومقالات بحثية، ودراسات متخصّصة في كلّ فرع من فروع العلم والفن.. حصرها جميعاً بشكل دقيق أمر شبه مستحيل.

5. المؤلّفات الكاملة: العديد من المؤرّخين الكبار، مثل جورج سارتون، وسيغفريد هونكه، وول ديورانت، وجوستاف لوبون، قد خصّصوا مجلّدات كاملة أو أجزاء كبيرة من أعمالهم للحديث عن هذا الفضل. كل جملة في هذه الكتب يمكن اعتبارها اعترافاً.

وإذا أردنا تقدير عدد الشخصيات البارزة التي قدّمت هذه الاعترافات، يمكن القول إنّها تتجاوز عشرات الشخصيات المعروفة من المؤرّخين والعلماء والفلاسفة الغربيين على مرّ العصور، وقد تصل إلى مئات إذا أخذنا في الاهتمام الباحثين المتخصّصين في مجالات فرعية محدّدة.

الهدف من سرد بعض هذه الاعترافات ليس الوصول إلى عدد محدّد، بل إبراز حقيقة أنّ تأثير الحضارة الإسلامية على أوروبا هو أمر معترف به على نطاق واسع في الأوساط الأكاديمية والتاريخية الغربية، وأنّ هذا الاعتراف لم يأتِ من فرد واحد أو اثنين، بل من تيّار فكري كامل عبر قرون.

في تأسيس النهضة العلمية

1. (إنّ العرب قد أنقذوا التراث اليوناني من الضياع، وطوّروا العلوم الفلسفية والطبّية والفلكية والرياضية، ونقلوها إلى أوروبا في العصور الوسطى، وهذا أسهم في نهضة أوروبا) – تأثير كبير من خلال الترجمة إلى اللاتينية، مثل ما حدث في الأندلس وصقلية.

2. (لقد كان للحضارة الإسلامية تأثير بالغ الأهمّية في تشكيل الخطاب العلمي في الغرب منذ القرن الحادي عشر، وخاصّة في الفلسفة والعلوم والفلك والفن والأدب) – أبحاث ودراسات حديثة تناولت العلاقة بين الحضارتين.

3. (لقد كانت هناك فترة ذهبية للحضارة الإسلامية تركت ثروة من المعرفة باللغتين العربية والفارسية، وقد سعى التجّار ورجال الأعمال الأوروبيون إلى الحصول على هذه المخطوطات لإرسالها إلى العلماء الأوروبيين) – كتابات القرن السابع عشر التي تتحدّث عن "جنون" الأوروبيين بالعلوم الشرقية.

4. (لقد تمّ إنشاء كراسي لتدريس اللغة العربية في الجامعات الأوروبية الرائدة في القرن السابع عشر بسبب الاهتمام المتزايد بالعلوم الشرقية، وقام الأساتذة بالبحث في مئات الكتب العربية والفارسية عن الأفكار العلمية) – تاريخ الجامعات الأوروبية وتطوّر دراسات الاستشراق.

5. (إنّ أعمال ابن رشد في الفلسفة والمنطق قد أثرت بشكل كبير في الفلسفة الإسلامية والغربية.) – المؤرّخون والباحثون في تاريخ الفلسفة.

في الكيمياء

1. (لولا العرب ما قامت لنا قائمة في علوم الكيمياء) – مارسيلان بيرتيلو، (كيميائي ومؤرّخ فرنسي).

2. (ساهم علماء الكيمياء المسلمون في تطوير تقنيات "صناعة الألوان والأصباغ" الزاهية والمستقرّة من مصادر طبيعية، وهو ما أثّر بشكل كبير في فنون الرسم والنسيج الأوروبية) – إريك جون هوليارد، (مؤرّخ كيمياء بريطاني).

3. (لقد كان علماء الكيمياء المسلمون هم من طوّروا تقنيات فصل المعادن وتنقيتها، بالإضافة إلى صناعة السبائك المختلفة، ممّا أثّر في التعدين والصناعات المعدنية الأوروبية) - إريك جون هولمبارد، (مؤرّخ كيمياء).

4. (ساهم علماء الكيمياء المسلمون، وخاصّة جابر بن حيان، في تطوير المنهج التجريبي في الكيمياء، حيث ركّزوا على الملاحظة الدقيقة والتجريب المتكرّر، ممّا وضع الأساس للكيمياء كعلم تجريبي وليس مجرّد حرفة) - إريك جون هولمبارد، (مؤرّخ كيمياء).

5. (إنّ علماء الكيمياء المسلمون هم من قدّموا مفهوم "الترسيب" و"التبلور" في المختبرات، وهي تقنيات أساسية لا غنى عنها في الكيمياء الصناعية والتحليلية) - إريك جون هولمبارد، (مؤرّخ كيمياء).

في الرياضيات

1. (كان نظام الأرقام العربية، بما في ذلك الصفر الذي قدّمه علماء الرياضيات المسلمون في العصور الوسطى، أساسياً لنظم الأرقام في جميع أنحاء العالم، وكان له تأثير حاسم في الرياضيات الحديثة) - ليوناردو فيبوناتشي (الذي أدخل النظام إلى أوروبا)، والعديد من المؤرّخين مثل جورج سارتون.

2. (لقد كان استخدام الأرقام العشرية والكسور العشرية الذي طوّره علماء الرياضيات المسلمون، تقدّماً هائلاً سمح بدقّة أكبر في الحسابات العلمية والمالية، وقد انتقل هذا المفهوم إلى أوروبا وأثّر في جميع فروع الرياضيات والعلوم) - عدد من مؤرّخي الرياضيات، مثل فرانك جيه سوبرجوت، (في سياق تطوّر نظام الأرقام).

3. (لقد قدّم علماء الرياضيات المسلمون "طرق حلّ المعادلات التكعيبية" جبرياً وهندسياً، وهو تطوّر كبير في الجبر أثّر على الرياضيات الأوروبية المتقدّمة) - كارل ب. بوير، (مؤرّخ الرياضيات).

4. (لقد كان علماء الرياضيات المسلمون هم من أدخلوا "الكسور العشرية" في الحسابات، ممّا أحدث ثورة في الدقّة العلمية والمالية وأثّر بشكل كبير على الرياضيات الأوروبية) - كارل ب.بوير، (مؤرّخ الرياضيات).

5. (إنّ العلماء المسلمون هم من طوّروا «علم الجبر اللفظي» في حل المعادلات والذي مهّد الطريق لتطوير الرموز الجبرية الحديثة في الرياضيات الأوروبية) - كارل ب. بوير، (مؤرّخ الرياضيات).

في الفيزياء

1. (كان العلماء المسلمون روّاداً في مجال الميكانيكا والهندسة، وخاصّة الإخوة بنو موسى والجزري، الذين صمّموا آلات معقّدة ونظاماً آلياً لم يكن معروفاً في الغرب) -دونالد هيل (مؤرّخ هندسة).

2. (كان ابن الهيثم (الحسن) من أعظم علماء البصريات، وقد استخدمت أعماله كمرجع من قبل نيوتن وديكارت) - إسحاق نيوتن ورينيه

ديكارت (ضمنياً من خلال اعتمادهم على أعماله).

3. (ساهم علماء البصريات المسلمون، وخاصّة ابن الهيثم، في تطوير مبادئ "الكاميرا المظلمة" (القمرة)، وهي أساس التصوير الفوتوغرافي الحديث، وأثّرت على رسامي عصر النهضة.) - ديفيد سي. ليندبرغ، (مؤرّخ علوم، متخصّص في تاريخ البصريات).

4. (إنّ العلماء المسلمين قد اكتشفوا القوانين الأساسية للعلوم الفيزيائية المتعلّقة بالحركة قبل نيوتن بقرون، ونيوتن قد قام بجمع وصياغة هذه المعارف الموجودة في تعبيرات رياضياتية) - بعض الفيزيائيين المعاصرين وأساتذة الرياضيات الذين درسوا المخطوطات القديمة.

5. (ساهم علماء المسلمين في تطوير "علم الموازين" (أو الهيدروستاتيكا التطبيقية)، كما في أعمال البيروني، وهو ما أثّر على فهم الفيزياء والميكانيكا في أوروبا) - دونالد هيل، (مؤرّخ هندسة وتكنولوجيا).

في الفلك

1. (الخرائط الفلكية التي رسمها علماء الفلك المسلمون كانت الأكثر دقّة في العالم لقرون، وقد استخدمها الملّاحون والرحّالة الأوروبيون في استكشافاتهم) - أوتو نويغباور، (مؤرّخ علوم نمساوي-أمريكي متخصّص في تاريخ الفلك القديم).

2. (إنّ العلماء المسلمين هم الذين أبدعوا في علم الفلك، وبنوا المراصد الضخمة، وأجروا أرصاداً دقيقة، وقدّموا جداول فلكية لم تكن معروفة من قبل في أوروبا) - جان ديفيد كاسي (فلكي فرنسي).

3. (إنّ علماء الفلك المسلمون هم من طوّروا "نظام تحديد المواقع" باستخدام الكرات السماوية والأدوات الفلكية، ممّا مكّن الملّاحين من تحديد موقعهم بدقّة في البحر وأثّر في الاكتشافات الأوروبية) - ديفيد أ.كينج، (علم الفلك الرياضياتي الإسلامي).

4. (ساهم علماء الفلك المسلمون في تطوير "الجداول الفلكية" التي تصف حركة الكواكب والنجوم بدقّة عالية والتي استخدمها الفلكيون الأوروبيون في أبحاثهم وتطوير نماذجهم الكونية) - ديفيد أ.كينج، (علم الفلك الرياضياتي الإسلامي).

5. (يجب أن نعترف بأنّ العرب هم الذين أحيوا علم الفلك بعد أن كان قد أوشك على الاندثار، وهم الذين طوّروا أدواته ورصدوا النجوم بدقّة لم يسبق لها مثيل) - أوتو نويغباور، (مؤرّخ علوم نمساوي-أمريكي متخصّص في تاريخ الفلك القديم).

في النبات

1. (كان علماء النبات المسلمون أوّل من أنشأ الحدائق النباتية العلاجية والتي كانت بمثابة مختبرات حيّة لدراسة النباتات الطبّية، وهي فكرة انتقلت إلى أوروبا وأدّت إلى إنشاء

الحدائق النباتية الحديثة) – جون إل.سيل، (مؤرّخ نباتات).

2. (أثّرت الأفكار العربية حول "نظام التصنيف النباتي" الذي يعتمد على الخصائص المورفولوجية والطبية للنباتات، في علم النبات الأوروبي، وخاصّة في أعمال علماء النبات اللاحقين) – تاريخ علم النبات والصيدلة.

3. (إنّ العديد من أسماء النباتات والأشجار التي أدخلت إلى أوروبا هي ذات أصول عربية، مثل "البرتقال" و"الليمون" و"الأرز"، ممّا يدلّ على عمق التأثير الزراعي) – العديد من اللغويين ومؤرّخي الزراعة.

في الطب

1. (كان الأطبّاء المسلمون روّاداً في مجال "جراحة الأسنان" واستخدام الأدوات الدقيقة لعلاج مشكلات الفم والأسنان، وهو ما كان متقدّماً جدّاً على الممارسات الأوروبية) – تاريخ طب الأسنان.

2. (كان الأطبّاء المسلمون روّاداً في "علاج الأمراض الجلدية" وابتكار مستحضرات موضعية للعلاج، بالإضافة إلى فهمهم للأسباب الكامنة وراء بعض هذه الأمراض) – تاريخ طب الأمراض الجلدية.

3. (كان الأطبّاء المسلمون روّاداً في "علاج أمراض الكلى" وتطوير أساليب جراحية للتعامل مع حصوات الكلى، وهو ما كان متقدّماً على الممارسات الأوروبية) – تاريخ طب المسالك البولية والجراحة.

4. (كان العلماء المسلمون هم من أدخلوا "نظام الحجْر الصحّي" في المستشفيات لفصل المرضى المعدين عن غيرهم، وهو ما ساهم بشكل كبير في السيطرة على انتشار الأوبئة في المدن الأوروبية) – فيروز جوبتا، (مؤرّخة طبّية).

5. (كان الأطبّاء المسلمون روّاداً في "علاج الحروق" وتطوير المراهم والمستحضرات الخاصّة بها، بالإضافة إلى فهمهم لتعقيدات التئام الجروح، وهو ما كان متقدّماً على الممارسات الأوروبية) – تاريخ الطب الجراحي.

في الصيدلة

1. (العرب هم الذين أسّسوا الصيدلة كعلم مستقل، وقدّموا أدوية جديدة وطرائق تحضيرها، وأنشؤوا الصيدليات العامّة، وهو ما لم

يكن موجوداً في أوروبا آنذاك) - عدد من مؤرّخي الصيدلة والطب.

2. (قام علماء النبات والصيدلة المسلمون برحلات واسعة لجمع وتصنيف النباتات الطبّية، وألّفوا موسوعات ضخمة في علم العقاقير، كانت مراجع لا غنى عنها للأطباء والصيادلة الأوروبيين) - أشار إلى ذلك عدد من المؤرّخين.

3. (كان لعلماء النبات والصيدلة المسلمين، مثل ابن البيطار، دور محوري في إدخال وتصنيف عدد كبير من النباتات الطبّية والعطرية إلى أوروبا، ممّا أثرى الممارسات الصيدلانية والنباتية) - أرنولد ك.فيشر، (مؤرّخ علم النبات).

4. (إنّ مفهوم "الصيدلية" كمكان متخصّص لتحضير وبيع الأدوية، بالإضافة إلى تطوير العديد من العقاقير والمركبات الكيميائية، هو إرث يعود في جزء كبير منه إلى العصور الذهبية للحضارة الإسلامية) - ديفيد سيديل، (مؤرّخ صيدلة).

5. (ساهم العلماء المسلمون في تطوير "فن صناعة الأدوية المركبة» (Compound Drugs) التي تجمع عدّة مواد لعلاج أمراض معيّنة، وهو ما أثّر في علم الصيدلة الأوروبي) - تاريخ الصيدلة، (اعتراف ضمني من خلال انتشار هذه الأدوية).

في الزراعة

1. (كان العلماء المسلمون هم من قدّموا مفهوم "نظام الساقية" لرفع المياه والري، وهي تقنية أثّرت بشكل كبير على الزراعة في الأندلس وأوروبا الجنوبية، وساهمت في زيادة الإنتاج الغذائي) - عديد من مؤرّخي التكنولوجيا والزراعة المائية.

2. (كانت التقنيات الزراعية المائية التي جلبها المسلمون إلى الأندلس، مثل زراعة قصب السكر والبرتقال والأرز، والتي تتطلّب أنظمة ري معقّدة، سبباً في ثورة زراعية غيّرت طبيعة المحاصيل في جنوب أوروبا بشكل دائم) - عدد من المؤرّخين الزراعيين، مثل توماس ج.جليك.

3. (أثّرت التقنيات الزراعية الإسلامية في "استخدام الأسمدة العضوية" وتحسين التربة لزيادة الإنتاجية، وهو ما كان متقدّماً جدّاً على الممارسات الأوروبية وأثّر في تحسين الزراعة) - تاريخ الزراعة في العصور الوسطى، (اعتراف ضمني من خلال انتشار هذه التقنيات).

4. (كان العلماء المسلمون هم من أدخلوا "نظام الري بالغمر" وتقنيات التحكّم في المياه على نطاق واسع لزراعة المحاصيل التي تتطلّب كمّيات كبيرة من الماء، ممّا أثّر في النظم الزراعية الأوروبية) - تاريخ الزراعة والري.

5. (إنّ العلماء المسلمين في الأندلس هم الذين قدّموا إلى أوروبا التقنيات الزراعية المتقدّمة، مثل أنظمة الري المتطوّرة وزراعة محاصيل جديدة، ما أدّى إلى ثورة زراعية في أوروبا) - تاريخ الزراعة الأوروبية، (يُعترف به بشكل عام من قبل المؤرّخين المتخصّصين في هذا المجال).

في العمارة

1. (كانت المدارس الهندسية والمعمارية الإسلامية هي الرائدة في تصميم القباب الكبيرة والفتحات المعمارية المعقّدة، وتقنيات البناء التي أثّرت في بناء الكاتدرائيات الكبرى في أوروبا) - ماريا روزاريا أوريليو، (مؤرّخة معمارية).

2. (تُظهر البصمات المعمارية للحضارة الإسلامية، خاصّة في صقلية والأندلس، كيف امتزج الفن الإسلامي بالفن النورماندي والقوطي، ما أثرى العمارة الأوروبية بشكل لا يُصدق.) - أوليفيا ر.كون، (مؤرّخة فنية ومعمارية).

3. (كان للحضارة الإسلامية تأثير بالغ الأهمّية على تطوّر الفن والعمارة في أوروبا، خاصّة في الأندلس وصقلية، حيث نرى آثار الفن الإسلامي واضحة في الكنائس والقصور الأوروبية) - المؤرّخون الفنّيون والمعماريون.

4. (أثّرت الأنماط المعمارية الإسلامية، مثل الأقواس المدبّبة واستخدام الزخارف الهندسية، في العمارة الأوروبية، وخاصّة في الطراز القوطي، ممّا يدلّ على تبادل فنّي وثقافي غني) - روبرت هيلينبراند، (مؤرّخ فن وعمارة إسلامية).

5. (أثّرت الأفكار العربية حول "المعيشة الحضرية" وتصميم المدن، بما في ذلك أنظمة الصرف الصحّي المتقدّمة وإمدادات المياه، في تخطيط المدن الأوروبية، خاصّة في الأندلس وصقلية) - روبرت هيلينبراند، (مؤرّخ فن وعمارة إسلامية).

في الملاحة البحرية

1. (كان العرب هم سادة الملاحة في العصور الوسطى، وقد طوّروا البوصلة وخرائط الملاحة، وقدّموا أدوات ساعدت الملّاحين الأوروبيين في اكتشاف العالم) - جوزيف نيدهام، (مؤرّخ علوم بريطاني).

2. (ساهم علماء الرياضيات المسلمون في تطوير علم "حساب المثلّثات الكروية"، وهو أمر بالغ الأهمّية للملاحة الفلكية ورسم الخرائط، وقد أثّر في الملاحة الأوروبية بشكل مباشر) - مؤرّخو الرياضيات والفلك.

3. (لقد كان علماء الفلك المسلمون هم من أدخلوا "الجداول الفلكية المطوّرة" التي تحتوي على مواقع النجوم والكواكب بدقّة عالية، والتي أثّرت في المطوّرين الفلكيين الأوروبيين وعلم الملاحة) - ديفيد أ.كينج (علم الفلك الرياضياتي الإسلامي).

4. (كان علماء الفلك المسلمون هم من صمّموا "الآلات الفلكية القابلة للحمل" مثل الإسطرلابات الصغيرة والدقيقة والتي سمحت بالملاحة الفلكية الدقيقة في أثناء الرحلات، وأثّرت في أدوات الملاحة الأوروبية) - ديفيد أ.كينج، (علم الفلك الرياضياتي الإسلامي).

5. (كان علماء الفلك المسلمون هم من طوّروا "آلات قياس الزمن الفلكية" المتطوّرة، مثل الربعية والتي استخدمت في تحديد أوقات الصلاة والملاحة الفلكية بدقّة لم تكن معروفة في أوروبا آنذاك) - عدّة مؤرّخي علم الفلك والأدوات الفلكية.

في الصناعة

1. (كان المهندسون المسلمون روّاداً في تصميم وبناء "المطاحن المائية العائمة" على الأنهار، والتي استخدمت لطحن الحبوب على نطاق واسع، وهي تقنية مبتكرة أثّرت في أوروبا) - دونالد هيل، (الآلات الإسلامية).

2. (استفادت أوروبا بشكل كبير من التقنيات التي نقلها المسلمون في صناعة الجلود والدباغة، والتي أثّرت على جودة المنتجات الجلدية الأوروبية وتطوير الصناعات الحرفية) - تاريخ الصناعات الحرفية في العصور الوسطى.

3. (إنّ صناعة الصابون الصلب، الذي كان ابتكاراً إسلامياً، انتقلت إلى أوروبا وأدّت إلى تحسين النظافة الشخصية والصحّة العامّة بشكل كبير) - تاريخ النظافة والصناعات الكيميائية المبكّرة.

4. (إنّ فنون الحياكة والتطريز الإسلامية، وخاصّة في صناعة السجّاد والبسط الفاخرة، كانت مصدر إلهام للفنّانين والحرفيين الأوروبيين، وظهرت تأثيراتها في التصاميم الأوروبية) - تاريخ الفنون الزخرفية والنسيج.

5. (كان لاستخدام الألوان الزاهية والمواد عالية الجودة في فنون الرسم والتصوير الإسلامي، وخاصّة في المخطوطات المزخرفة، تأثير على تقنيات الرسم والتلوين في أوروبا) - ريتشارد إيتينجهاوزن، (مؤرّخ فن إسلامي).

في الجغرافيا

1. (كان العلماء المسلمون روّاداً في علم الجغرافيا، وقد سافروا حول العالم وقدّموا أوصافاً دقيقة للمناطق المختلفة، ورسموا خرائط لم تكن معروفة في أوروبا قبل ذلك) - كارل بروكلمان، (مستشرق ألماني).

2. (كان الجغرافيون المسلمون، مثل الإدريسي، هم من رسموا الخرائط الأكثر دقّة للعالم المعروف في عصرهم، وساهموا في تقدّم علم الجغرافيا والملاحة). تاريخ رسم الخرائط والجغرافيا.

3. (كان علماء الجغرافيا المسلمون هم من رسموا الخرائط الأكثر دقّة للعالم المعروف في عصرهم، وقدموا وصفاً شاملاً للأراضي والشعوب، ممّا أفاد المستكشفين الأوروبيين فيما بعد) - كارل بروكلمان، (مستشرق ألماني).

4. (كان علماء الجغرافيا المسلمون هم من أدخلوا مفهوم "المقاييس" في رسم الخرائط، واستخدموا تقنيات قياس المسافات والارتفاعات بدقّة، ممّا أثّر في تطوّر رسم الخرائط في أوروبا) - كارل بروكلمان، (مستشرق ألماني).

5. (أثّرت الأفكار الجغرافية المتعلّقة بـ "خطوط الطول والعرض" الدقيقة، واستخدامها في رسم الخرائط وتحديد المواقع، التي طوّرها الجغرافيون المسلمون، في المطوّرين الجغرافيين الأوروبيين) - كارل بروكلمان، (مستشرق ألماني).

في الموسيقا

1. (أثّرت الألحان والقوالب الشعرية العربية في تطوّر فن "الموشّحات" في الأندلس، والتي بدورها أثّرت على أنواع الشعر الغنائي في جنوب أوروبا، مثل "التروبادور" في بروفانس) - تاريخ الأدب والموسيقا الأوروبية الوسيطة.

2. (أثّرت الأنماط الشعرية العربية، خاصّة في الأندلس، في تطوّر "الشعر الغنائي الوجداني" الأوروبي، وتحديداً في قوالب مثل السوناتا والكانزون، ما أثرى الأدب الرومانسي) - تاريخ الأدب المقارن.

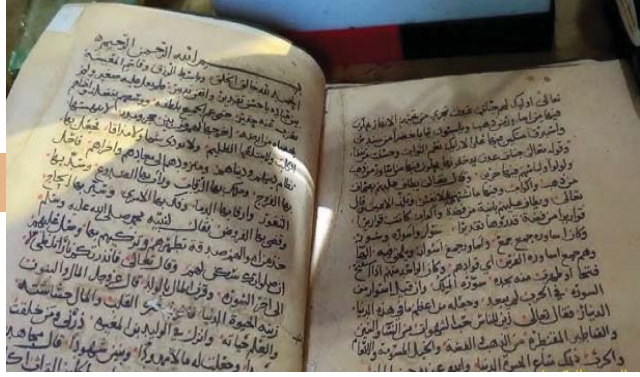
3. (أثّرت مفاهيم "الصوتيات" و"علم النغم" التي طوّرها علماء الموسيقا المسلمون، على سبيل المثال في أعمال الفارابي، في فهم الأوروبيين للموسيقا وتطوير السلّم الموسيقي) - هنري جورج فارمر، (مؤرّخ موسيقي، في سياق دراساته عن تأثير الموسيقا العربية).

4. (أثّرت الموسيقا العربية، وخاصّة الآلات الموسيقية مثل العود (الذي أصبح العود الأوروبي) والرباب (الذي تطوّر ليصبح آلات وترية أوروبية)، في تطوّر الموسيقا الأوروبية) - هنري جورج فارمر، (مؤرّخ موسيقي).

5. (كانت الموسيقا الأندلسية، بجمالها وتعقيدها، ذات تأثير على الموسيقا الفولكلورية في جنوب أوروبا، وخاصّة في إسبانيا والبرتغال، ويمكن رؤية بعض الألحان والآلات المتأثّرة) - مؤرّخو الموسيقا المقارنة.

إذاً تبيّن لنا هذه الاعترافات الدور الحاسم الذي أدّاه العلماء العرب والمسلمون في بناء النهضة الأوروبية وتطوير المعرفة الإنسانية بشكل عام. إنّها تجعل مفكّري وباحثي الغرب يشعرون بأنّهم مدينون –بشكل أو بآخر– للآفاق العلمية التي فتحها العلماء المسلمون بوعيهم وثقافتهم وفكرهم وإبداعهم.

كما تُظهر هذه الاعترافات، سواء كانت صريحة من قبل شخصيات محدّدة أو ضمنية من خلال الأثر البالغ للحضارة العربية على أوروبا، مدى التأثير الذي تركه العلماء العرب والمسلمون في مختلف مجالات المعرفة، وكيف ساهموا في إخراج أوروبا من عصور الظلام إلى عصر النهضة.



المعادن وعلم التعدين في التراث العلمي العربي

الحسن بن أحمد الهمداني مثالاً

Abu Muhammad al-Hasan al-Hamdani

محمّد علي حبش

يحفل التراث العربي بكثير من الأسس العلمية والفلسفية لعلم المعادن، ويعتقد المؤرّخ الأمريكي "جورج سارتون" في كتابه « تاريخ العلم» أنّ عطارد بن محمّد الحاسب[1] (ت: 206هـ، 821م)، هو مؤلّف أقدم كتاب عربي في علم المعادن، وهذا الكتاب هو كتاب (منافع الأحجار)[2]، فيه ذكرٌ لأنواع الجواهر والأحجار الكريمة، ودراسة لخواص كلّ منها، كما ذكر الرازي هذا المؤلّف في كتابه (الحاوي). وهناك من العلماء من يعزو كتاب الأحجار لأرسطو إلى أصل سوري، وكتبت النسخة العربية منه في أخريات القرن الثاني الهجري، وعلى الرغم من قلّة المادّة العلمية فيه، إلّا أنّها تعكس آراء المسلمين عن المعادن في ذلك الوقت.

تحدّثنا في مقالات سابقة عن المعادن لدى جابر بن حيان، والبيروني، وأخوان الصفا... والرازي والكندي وابن سينا.. هذا المقال نفرده للحديث عن العالم والمؤرّخ الجغرافي الحسن بن أحمد الهمداني.. لندرس كيفية تناوله المعادن وعلم التعدين في مؤلّفه المهمّ (الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء).. ويتعلّق بمعدني الذهب والفضّة من حيث تعدينهما وصياغتهما، وكل ما يتصل بهما..

مَنْ هو الحسن بن أحمد بن يعقوب الهمداني

في كتاب مصادر التراث اليمني في المتحف البريطاني، لحسين بن عبد الله العمْري، مجموعة صفحات توثق لمخطوطاته في المتحف البريطاني، جاء عن الحسن بن أحمد بن يعقوب الهمداني (280 - 360هـ=893 - 971م) أنه: «هو أبو محمّد، لسان اليمن، العالم، المؤرّخ، الجغرافي، النسّابة، الشاعر، السياسي، العلم الأشهر من أن يُعرف.. ولد ونشأ بصنعاء وأقام برَيْدَة على مقربة من صنعاء شمالاً، طاف البلاد والجزيرة واستقرّ بمكّة زمناً، ثم عاد إلى اليمن فأقام في صعدة، وله مع رجال زمنه من علماء وحكّام وأمراء شأن وأخبار وصراع كثير، كان من ذلك سجنه بقصر صنعاء التي كان أميرها أسعد بن أبي يعفر الحوالي (ت: 392هـ) بأمر إمام صعدة الناصر أحمد بن الامام الهادي (301 - 325هـ=913 - 937م)».

يقول القفطي في كتابه (إخبار العلماء بأخبار العلماء): "الحسن بن أحمد بن يعقوب أبو محمّد الهمداني من قبيلة همدان، صاحب كتاب الإكليل المؤلّف في أنساب حمْير وأيام ملوكها، وهو كتاب عظيم الفائدة يشتمل عَلَى عشرة فنون وَفي أثناء هَذَا الكتاب... نُبَذٌ من علم الطبيعة وأصول أحكام النجوم وآراء الأوائل في قدم العالم وحدوثه واختلافهم في أدواره وَفي تناسل الناس ومقادير أعمارهم وغير ذَلكَ... وَلَهُ تآليف بعد هَذَا حسان منها: كتاب سرائر الحكمة وغرضه التعريف بجمل هيئة الأفلاك ومقادير حركات الكواكب وتبيّن علم أحكام النجوم واستيفاء ضروبه، كتاب القوى، كتاب اليعسوب... وَلَهُ زيجه المعروف وعليه اعتماد أهل اليمن، وهذا الرجل أفضل من ظهر ببلاد اليمن.. وتوفي بسجن صنعاء في سنة أربع وثلاثين وثلاثمائة»[3].

بينما يقول الحسين بن عبد الله العمْري في كتابه مصادر التراث اليمني في المتحف البريطاني: «إلّا أنّ هنالك روايات أخرى تشير إلى أنّه خرج من السجن وعاصر أحداثاً بعد هذا التاريخ وتكون وفاته بعد عام 360هـ= 971م»[4]. وجاء في الموسوعة اليمنية للدكتور: يوسف محمّد عبد أنه: "توفي في ريدة، وبها قبره وبقية أهله، وقبره اليوم مجهول، وتاريخ وفاته غير ثابت وفيه خلاف..».

بينما يذكر أحمد فؤاد باشا، في تحقيقه ودراسته لكتاب الجوهرتين عن الهمداني أنّ الروايات «تختلف حول تاريخ وفاة الهمداني عام 334هـ، وربّما 336هـ. وهناك من يرى أنه عمّر ثمانين عاماً وعاش إلى سنة 360هـ، ولكن الدليل على هذا الرأي ليس قاطعاً، ولا يزال تحديد تاريخ الوفاة بدقّة أمراً متعذّراً»[5].

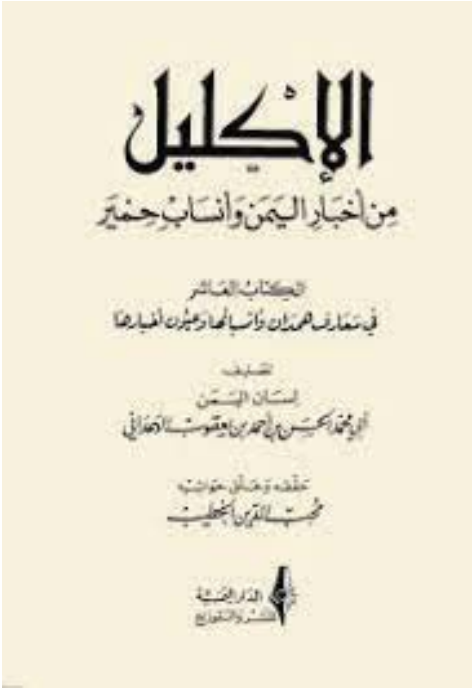
ويضيف بن عبد الله العمْري أنّ الهمداني: "لقي من اهتمام المؤرّخين والباحثين، قدماء ومحدثين، شرقيين وغربيين، ما يستحقّه عَلَم شامخ مثله في تاريخ العرب الإسلامي، ومع ذلك ما زال باب البحث والجدل حوله وحول مؤلّفاته العظيمة مفتوحاً على مصراعيه"[6]... "كما نُشر له صفة جزيرة العرب الذي أظهر فيه من العلم وحسن الضبط وجيد الإتقان المبنى على الاختبارات والأسفار الشخصية ما أدهش الدارسين عند نشره بأوروبا في عام 1884... ونُشر له في ألمانيا عام 1968 كتاب «الجوهرتين العتيقتين المائعتين من البيضاء والصفراء»...

ولا تقل بقيـة كتبه غير المنشـورة والتي بعضها لم يعثر عليه أهمّية عن المعروف، من ذلك «اليعسوب وأنسـاب ملـوك حمـير وقبائـل اليمـن و«مفاخر اليمن ووقائعهـا» و«سرائر الحكمة» في علم الفلك والكواكب»[7].

وفي الموسوعة اليمنيـة للدكتور: يوسف محمّد عبـد الله ورد عن ولادة الهمـداني وفق ما جاء في كتـاب "سرائر الحكمة" أنّـه: "ولد بصنعاء يوم الأربعـاء 19 صفـر سنـة 280هـ الموافـق 10 أيار 893م.. ومـن غير المعـروف عن نشأتـه سوى أنّه بدأ يُحادث النفـس بالأسفار منذ بلغ السابعة من عمـره، وكان أبـوه رحّالـة دخل الكوفـة والبصرة وبغـداد وعمّـان ومصـر.. ويبـدو أنّ الهمـداني شـارك أهله في عملهم وهو نقْـل الحجيج والتجّار إلى مكّة من صعدة، ثـم انتقل إلى صعدة واستقرّ بها، وهـو آنـذاك في الخامسة عشـرة من عمره، وبعـد زمـن ارتحل إلى مكّـة طالباً للعلـم، وهو في الخامسـة والعشرين من عمـره وجاورها أكثر من سـت سنـوات.. وكانت فـترة إقامتـه في مكّة من أخصـب سنّي التحصيـل لديه، حيـث تفتّحت له آفـاق المعرفة، واتّسعت بسطتـه في العلم.. وكانت مكّة في ذلك العهد من مراكز العلم يفد إليها كثير من علماء البلـدان الإسلامية لأداء فريضة الحج أو للمجاورة، فتسنّى للهمداني أن يتلقّى العلم عن بعضهم، ويظهر أنّه اقتنى خلال هذه الفترة بعض الكتـب كدواوين الشعـر ومؤلّفات ابـن الكلبي في الأنساب وغيرها»[8].

ولأن صعـدة كانت مهمّة على طريـق التجارة الممتـد مـن أقصى جنـوب اليمـن عبر مكّـة إلى بـلاد الشام، ونقطـة تجمّع الحجيـج من مختلف الجهـات اليمنيـة، رجع الهمـداني إليهـا في نحو (311هـ=923م)... وأدّى ذلـك وفـق الموسوعة اليمنيـة إلى: «استقطاب كثير من العلماء والأدباء والشعـراء وطلاب العلم، وكذلك التجّار من داخل اليمن وخارجه، فقامت فيهـا حركة أدبية وفكرية وانتعشـت فيها التجارة فـكان أن أفـاد الهمداني مـن فنـون العلـم التـي كانـت تزخـر بهـا، كمـا أسهم فيهـا بنصيب وافر، لا سيمـا علوم الأخبار والأنساب والشعر.. واشتهـر الهمداني بالعلم بين أهلهـا، فعرض جاهه، ورفع قـدره، واكتسب رضا رجـال القبائل من خولان ومـا جاورها من همدان وحمْير»[9].

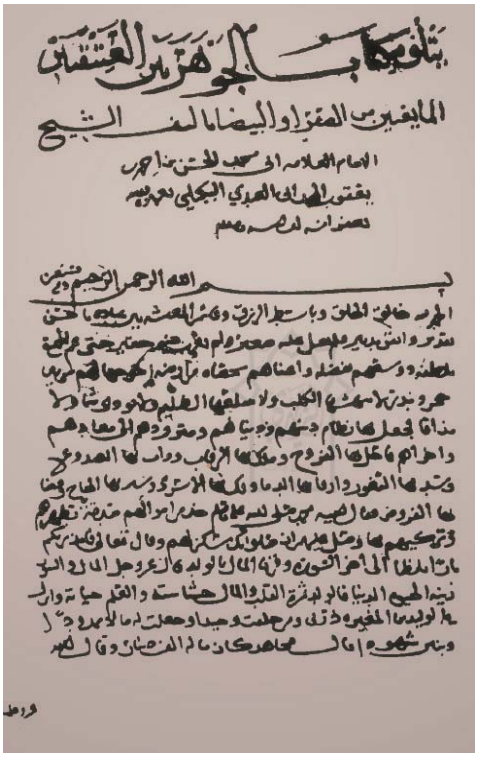
وينقـل خير الديـن الزركلي في كتابه الأعلام عـن الهمْـداني أنـه: "كان يُعرف بابـن الحائك، وبالنسّابـة، وبابـن ذي الدمينـة (نسبـة إلى أحد أجـداده: ذي الدمينـة بـن عمـرو)، ولـد ونشـأ بصنعاء وأقام علـى مقربة منها في بلدة (ريدة)، وطـاف البـلاد، واستقـرّ بمكّـة زمناً.. وعـاد إلى اليمن فأقام في مدينة صعدة، وهاجى شعراءها.. مـن تصانيفه (الإكليـل) في أنساب حمـير وأيام ملوكهـا، عشرة أجـزاء، طبع منهـا الأول والثاني والثامـن والعاشـر، و(سائر الحكمـة) في اليمن، و(القـوي) و(اليعسـوب) في القسـي والرمـي والسهـام، و(الزيج) كان اعتماد أهل اليمن عليه، و(صفـة جزيـرة العـرب) وكتـاب (الجوهرتين) في الكيميـاء والطبيعـة، و(الأيـام) و(الحيـوان المفترس) و(ديوان شعـر) في ست مجلّدات[10].. وكتـاب (الإبـل) الـذي يتكلّم به عـن الحيوانات، وكتاب (أخبار الأوفيـاء)، وكتاب (أسماء الشهور والأيـام)، وكتـاب (الأنسـاب)، ويُرجّح بـأنّ هذا الكتاب هو أحد أجزاء كتاب الإكليل.



وعن أصله ونشأته يقول أحمد فؤاد باشا، في تحقيقه ودراسته لكتاب الجوهرتين عن الهمداني أنّه: «هو الحسن بن أحمد بن يعقوب بن يوسف بن داود بن سليمان الأرحبي البكيلي الهمداني الذي لقبه قومه «لسان اليمن» اعتزازاً به وافتخاراً لمعارفه وبلاغته. وقد أخبر الهمداني نفسه بنسبه هذا في الجزء العاشر من كتابه «الإكليل»، وسلسله إلى قبيلة هَمدان –بفتح الهاء وسكون الميم– التي لها بقية حتى اليوم. كذلك تكنى الهمداني بأحد أولاده «محمّد» كما حدّث بذلك في مضامين كتبه حيث يقول: قال أبو محمد، يعني به نفسه. وأحياناً يرفعه بعض المؤرّخين إلى جده يعقوب بقولهم: قال ابن يعقوب، أو يذكرونه باسم «ابن الحائك» ولا ندري لذلك سببا[11].

كتاب "الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء":

يعدُّ كتاب الهمداني (الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء) الأوّل من نوعه الذي يهتمُّ بصنعة الذهب والفضّة، بدءاً من استخراجهما من مناجمهما ومروراً بتنقيتهما وضبط عياريهما والطلاء والتلحيم بهما وانتهاء بسك النقود منهما. إضافة إلى أنّه كتاب يستند في مضامينه على ملاحظات ومعلومات مهمّة ومفيدة مستقاة من أهل الخبرة والمعرفة، وممن اعترف أتباعهم بتفوّقهم وبغزارة علمهم ودقّة معارفهم.. إنّ كتاب الجوهرتين للهمداني ينقل لنا في مجال التعدين وصنعة المعادن تقليداً حرفياً أصيلاً..



لم يكن الهمداني مُهتمّاً بتحويل **النحاس إلى ذهب** كما قيل عنه آنذاك، إنّما **درس المعادن المعروفة في عصره وخصائصها، وكيفية تنقيتها، واستخداماتها الصناعية، والطبّية**، ومن أهم ما يُميّز الهمداني في كتابه هذا **اعتماده على المنهج التجريبي**، حيث يُعتقد أنّه أول من أشار إلى **حقيقة الجاذبية** من خلال قوله: «فمن كان تحتها؛ (أي تحت الأرض عند الأسفل)، فهو في الثبات في قامته، كمن فوقها، ومسقطه وقدمه إلى سطحها الأسفل، كمسقطه إلى سطحها الأعلى، وكثبات قدمه عليه، فهي بمنزلة حجر المغناطيس الذي تجذب قواه الحديد إلى كلّ جانب..»[12].

يتّضح مما قاله الهمداني أنه هو مّنْ اكتشف ظاهرة الجاذبية، وليس نيوتن كما هو شائع، وأكّد أبو الريحان البيروني ما سبق إليه الهمداني من حديث حول الجاذبية.

المستشرق السويدي «كريستوفر تول» عثر على إحدى النسخ الأصلية للمخطوطة في إحدى المكتبات الأوروبية وقام بتحقيقها وترجمتها إلى اللغة الألمانية عام 1978 م، طبعة جامعة أبسالة.. ثم ظهرت بعد ذلك الطبعة العربية الأولى من إعداد وتحقيق محمّد الشعيبي الذي قدّم لها بتاريخ عام 1983م، ولم يحدّد سنة أو جهة النشر. وكان لظهور هذا الكتاب فضل كبير في إلقاء مزيد من الضوء على سيرة الهمداني والتعرّف عليه كعالم موسوعي امتلك ناصية العلم والتقنية مثلما كان مؤرّخاً ولغوياً ورجل فكر وسياسة وأدب.

يذكر الهمداني في كتابه "الجوهرتين العتيقتين" مصطلحات عربية في المعايير والأوزان، وهو أحد أعماله الأساسية في دراسة الجيولوجيا والمعادن، ويؤرّخ فيه للمعادن والجواهر وخصائصها، ويتضمّن مصطلحات علمية عربية متخصّصة في مجال علم المعادن، تعكس المعرفة العربية في تلك الفترة... ويعدُّ الكتاب مصدراً مهمّاً لدراسة تاريخ علم الجيولوجيا والمعادن عند العرب.. وتكمن أهمّيته في علم المصطلحات كونه يعدُّ مرجعاً أكاديمياً يدرسه الباحثون والعلماء لفهم المصطلحات العربية العلمية القديمة.. ويوثّق الكتاب المصطلحات المستخدمة في علم **الجيولوجيا والمعادن**، ممّا يساعد على تتبّع تطوّر هذه العلوم.. ومن المهم ملاحظة أنّ الكتاب يشمل دراسة **للجوهر والمعادن والأحجار الكريمة**، ويحتوي على العديد من المعلومات التي قد لا تكون متوفّرة في مصادر أخرى.

الدكتور كريستوفر تول أمضى سنين طويلة ينقّب عن المخطوطات اليمنية ولا سيما آثار الهمداني، وكان قد حقّق كتاب الجوهرتين عام 1968 ونقله إلى الألمانية.. حيث تناول المصطلحات في المعايير والأوزان من كتاب الجوهرتين للهمداني، ومنها من أصول غير عربية، مثل: (القفلة: درهم قفلة يعني درهم كامل دون نقص- المُطَوَّق: وهو ثلثا مثقال وحبتان والعشرة المطوقة أوقية وهي سبعة مثاقيل-السقوم: ألّا يكون المال ممّا ينقسم مثل القطعة الواحدة والدينار الواحد والدرهم الواحد-الزرسيم: يتألف من كلمتين فارسيتين؛ زر ومعناها ذهب، وسيم معناها فضة أي خليط من الذهب والفضة...)[13].

تحدّث الهمداني في كتابه "الجوهرتين العتيقتين المائتين من الصفراء والبيضاء" عن الذهب والفضّة، وكروية الأرض والجاذبية،

وتفاعل المادّة وتحوُّلها عبر الزمن، وعن الكون والوجود وعلاقته بالإنسان، وتفاعُل بعضها مع بعض وتكميل إحداهما الأخرى... كما تحدّث عن حركة الأرض وتكوّنها، وما يدور حولها من أفلاك وكواكب، وعمّا في باطنها من ديناميكيَّة وحركة، وتفاعل وانصهار، وتبخُّر للمواد ينتج عنها بالضرورة البراكين والجبال على سطح الأرض، وأنَّه إذا لم يُتمكَّن من خروج هذه المواد تتحوَّل إلى معادنَ مهمّة من **ذهب وفضة وأحجار كريمة**.

كما احتوى الكتاب دراسة تفصيلية لكلّ المعادن المعروفة في عصره، من حيث: خاماتها، وطرق تنقيتها، وفحص خواصّها الطبيعية والكيميائية.. وعالج عملية استخراج **الذهب والفضّة** وتنقيتها من الشوائب وشرح خطوات هذه العملية من بداية الحصول على الخام حتى يصبّ في قوالبه خالصاً، ثم وضّح كيفية استخدام **الذهب والفضّة** في صناعة الحلي، وترصيع التيجان، وتزيين صفحات القرآن الكريم، وغيرها. كما **اهتمّ بصناعة السبائك ومعالجة المعادن الأخرى غير الذهب والفضّة**، كمعالجة **الحديد** الخام والحصول على **الفولاذ** اللازم لصناعة الأسلحة. ويتضمّن كتابه أيضًا معلومات قيّمة عن **علاقة الكيمياء بالطب**، وتأثير الأبخرة والغازات المنبعثة في أثناء عملية الطبخ **والتعدين** على مختلف أجزاء الجسم، وأيضًا طرق الوقاية أو العلاج منها.

ويُعدّ كتابه إسهاماً قيّماً لفهم الجوانب الكيميائية والتطبيقية **للذهب** في القرن الرابع الهجري (العاشر الميلادي)، حيث لم يكتفِ بالنظريات السابقة بل اختبر ما وافق العقلَ والتجربة، ممّا يعطي لكتابه قيمةً علمية كبيرة..

الذهب والفضّة عند الهمداني

يبدأ الكتاب بذكر الذهب والفضّة في القرآن الكريم، إذ يورد آيات قرآنية وأحاديث نبوية، وأبياتاً شعرية عن الذهب والفضّة، ثم يذكر أنّ أموال العرب تتألّف في الأصل من الحيوان والذهب، مشيراً إلى أنّ أهل فارس كانوا يستعملون الدراهم الفضّية! وبعد أن داخلوا العرب وخلط بينهم الإسلام رغبوا في الدنانير الذهبية..

ويعدّد الهمداني الأسماء المختلفة للذهب والفضّة واشتقاقاتهما.. مستشهداً بثلاث آيات من القرآن وثمانية أبيات من الشعر وأقوال مأثورة، ويحاول أن يعرض لاشتقاق بعض المفردات كالدينار والدرهم، كما جاء عند أهل اللغة والعامّة، طارحاً رأيه في ذلك، حيث يقول عن الذهب بأنه: "هو النضار.. وهو العَسْجَد.. وسمّي التبر.. وهو الهِبْرِزيّ..وهو العِقْيان.. وهو المهرقان.. وهو الصَريف ومنه اشتق اسم الصراف.. وهو الزخرف.. وهو الطيب بلغو حمْير.. وهو الزَرْجُون والزَرْنَب والزِرْياب»[14].

أمّـا الفضّة فيذكـر الهمـداني أسماءها وفق الآتي: "فهي اللُجَـيْن بلغة حمْير والعرب العاربة.. وهو الورِق[15].."[16].

يرى الهمـداني في كتابه هـذا أيضـاً، أنّ لكلّ بـرج من الـبروج ارتباطـاً طبيعياً بمـا يقابله من أجـزاء الأرض، فقبة السمـاء مقسّمة وفق البروج التي تبنى عليها مواقيت السنة.. ويقدّم الهمداني تصـوّراً لمواقيـت السنـة والصفـات الخاصّة لكلّ منها، وكذلك عناصرهـا، ومياه أجسامها، بسبب طلـوع الشمس وغروبهـا بالدرجـة الأولى. ويقدّم تصـوّراً آخـر يـورد فيه الخواص، ويبنـي عليها خصائص الكواكب في ارتفاعاتها.. ويتناول تأثير الكواكـب على العناصر وفـق كلّ فصل من فصول السنـة ومدارهـا وطلوعهـا وغروبهـا... فيقول: "لزحـل من الجواهـر خَبَـث الحديـدِ والإقليميا والفحم والرماد والعظم المحـترق، والأسْرُب وهو الآنـك والمَرْتَـك والخرز الأسود والحجـارة السود والقواريـر المكسّـرة، وخَبَـث النحاس والنحاس المحرّق والحجر القُلُوذيّ وحجر غاغاطيس وحجر المغناطيس وحجر محك الذهـب وكل جوهر دني حقير أسود خسيس الثمن"[17].

أمّا المشتري فله من الجواهر: "كل مشرق من الجواهـر يختلط بصفرة وخضـرة وبياض وغيره لمـا يشبه قوس قزح والفـيروزج والخـرز الفاخر والزمرد والياقوت الأصفـر.. والزرنيخ والكبريت الأصفر والتوتيـا..»[18]. والمريخ له من الجواهر: «المرجـان الأحمر.. والحجـارة الحمر والحديد.. والنحاس وحجر مغناطيس والفسيفسا.. والزرنيخ الأحمر والـزاج والمينـا الأخضـر.. «[91].. ويتابع الحديث عـن الكواكب وما لها من جواهر، ويمكن تلخيصها بالآتي:

الشمس: الذهـب الأحمر، الياقـوت الأحمر، الماس.. وكل حجر فاخر..

الزهـرة: الـدر واللؤلـؤ والبلـور والزجـاج الأصفر.. والرصاص القلعي.. والحجارة الصفر..

عطـارد: الزيبـق وأبو قلمون.. حجـر الزرنيخ والحجر الأصفر..

القمر: له من الجواهر الفضة واللؤلؤ والزجاج الأبيض وألـوان الحجـارة البيضـ.. والإسفيداج والقُلقُطار..

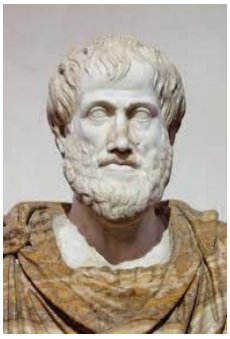
ويشبّه الهمداني تأثير الأجسام السماوية على المـواد التي توافقهـا بتأثير الدواء علـى الجسم.. وبتأثـير الأجسام السماويـة تتصاعد الأبخرة من الأرض، فبعضها تتأتّى على شكل الريح فوق سطح الأرض وبعض آخر لا تجد مخرجاً فتتكاثف وتصير معادن تختلف باختلاف التأثيرات التي تلحقها... فمناجـم الذهب تنتمي جزئيـاً إلى الشمس، ذلك لأنّ نشأتها وقعت تحت تأثير الشمس، بينما وقعت مناجـم الفضّـة تحـت تأثير القمـر.. أمّـا الرأي القائـل بـأنّ تأثـير الكواكب هذا قائـم على مزيج مـن الكبريت والزئبق ممّا ينتـج عنه المعادن، كما هو سائـد عند معظم علماء المعـادن والكيميائيين العرب فلا نجد له أثراً عند الهمداني.

وإلى جانـب هذا الرأي الذي يقول بأنّ المعادن تنشـأ عـن الأبخـرة وتختلف وفـق تأثـير الكوكب الخاصـ بهـا وباختـلاف الفصـل والسنـة، فإنّ للهمداني أيضاً رأيين آخرين وهما:

× أنّ المعادن تنضج في الأرض، فمثلاً الفضّة ليست سوى ذهب غير ناضج.

× أنّ المعادن وهي في الأرض تتأثّر بالأملاح وأملاح الكبريت.

ويستند هذا الرأي الأخير على تجربة عملية في تأثير الأملاح وأملاح الكبريت على المعادن أو ما يسمّى الطبخ... إذ يورد الهمداني قولاً يعارض فيه رأي أرسطاطاليس بأنّ المعادن تنشأ عن الأبخرة، حيث يرى أنّ خبراء المناجم يرون أنّ البخار يتكاثف على شكل غاز أو ماء، ولكن لا يمكن أن يتصلّب كالحجر أو كمعدن، وعندهم أنّ المعادن تنشأ عن طريق اتحاد العناصر الأربعة مثل أشجار الصمغ، ومثل الصمغ يتنوّع اللون والكمّية.. وهكذا دواليك يكون للنبات في الأرض خصائص مختلفة كما للمعادن.

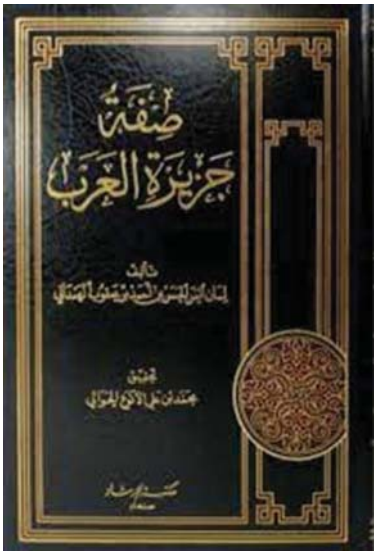


ويوضّح الهمداني نشوء الذهب، وما إذا كان يتكاثف بفعل الحرارة أو بفعل برودة الأرض وجفافها.. ويقول إنّ الذهب ينشأ بإرادة الله ويصير أحمرَ! وإنّ الفضّة التي يجدها المرء على شكل الذهب ليست سوى مزيج مثل الرصاص في خام الفضّة، وإلّا لوجد المرء الذهب في مراتب نضج مختلفة.. ويذكر بعض علامات الذهب والفضّة، ففي أرض معدن الذهب كثيراً ما تنمو العظاة.. وحيث الكحل والإثمد يوجد خام الفضّة... ويصف الهمداني معادن جزيرة العرب الذهب والفضّة ومعادنهما في أفريقيا وبلاد فارس معتمداً في بعض ذلك على ما ذكره في كتابه «صفة جزيرة العرب».

ففي كتابه (صفة جزيرة العرب) يتحدّث الهمداني عن **معادن الجوهر** في اليمن؛ في صنعاء وتهامة واليمامة.. وغيرها فيقول: «أما معدن الفضّة بالرضراض فما لا نظير له، وبها معادن حديد غير معمولة مثل نقم وغمدان، وبها فصوص البقران، ويبلغ المثلث بها مالاً، وهو أن يكون وجهه أحمر فوق عرق أبيض فوق عرق أسود، والبقران ألوان، ومعدنه بجبل أنس، وهو ينسب إلى أنس بن ألهان بن مالك، والسعوانية من سعوان واد إلى جنب صنعاء، وهو فصّ أسود فيه عرق أبيض، ومعدنه بشهارة، وعيشان من بلد حاشد إلى جنب هنوم وظليمة والجمش من شمر همدان، والعشاري وهو الحجر السماوي عشار بالقرب من صنعاء، والبلّور يوجد في مواضع منها، والمسنّى الذي تعمل منه نصب السكاكين، يوجد في مواضع منها، والعقيق الأحمر، والعقيق الأصفر العقيقان من ألهان، وبها الجزع الموشّى والمسير، وهو في مواضع منها، منه النقمي، وهو فحل العرف، والسّعواني والضصري منه أجش والخولاني والجرتي من عذيقة والشزب يعمل منه ألواح وصفائح وقوائم وسيوف ونصب سكاكين ومداهن وقحفة وغير ذلك وليس سواه إلا في بلد الهند والهندي بعرق واحد[20].

ويقول عن معادن اليمامة ونجد في كتابه (صفة جزيرة العرب): "معادن اليمامة وديار ربيعة التي توطنتها اليوم عقيل بن كعب: معدن الحسن، والحسن قرن أسود مليح وهو معدن ذهب غزير، ومعدن الحفير بناحية عماية وهو معدن ذهب غزير، ومعدن الضبيب عن يسار

هضب القليب، ومعدن الثنية ثنية ابن عصام الباهلي معدن ذهب، ومعدن العوسجة من أرض غنيّ فويق المغيرا ببطن لسرادح والمغيرا الماء الذي يقال أنه رمى عليه شأس بن زهير بن ثعلبة بن الأعرج الغنوي وبقابل المغيرا قرن يقال له الوتدة في بطن الوادي، ومعدن شمام الفضة والصُّفر ومعدن تياس ذهب مخفّ بتياس، ومعدن العقيق ومعدن المحجّة بين العمق وبين أفيعية، ومعدن بيشة ومعدن الهجيرة ومعدن بني سليم فهذه معادن نجد»[21].



ويصف الهمداني استخراج الذهب من المعدن في كتاب الجوهرتين وكيف تفصل حبّات الذهب باستعمال عود، ثم يغمر بعد ذلك بالماء.. ويتعرّض الهمداني قليلاً هنا لاتحاد الذهب والزئبق، فيقول: "أما معادن الذهب فإنّها تحفر فيها آبار ضيّقة كالكهف، وكيف ما نزل وسع وربّما تقاربت البئران فانفتح ما بين أسافلها فأفضت واحدة إلى الثانية ويعمق ما قدر وتتبع مجاري الماء والشعاب وحيث يُعلم كثرة البخار فما خرج من مثل تلك البئر ميزت منه الحجارة، ثم نُسِف بمفتل عِيدان له جدار من موضعين نصف مربعة على قطرين اثنين، وربما كان من ثلاثة مواضع..»[22].

ويشير الهمداني إلى غسل الذهب وتنظيفه وتذويبه ثم صبّه وطرق سبائكه وتعبئته بعد طرقه وتلميعه، كما يصف أيضاً الفرق بين بوتقة التذويب الفحمية والبوتقة الصغيرة الخاصّة بصياغة الذهب، حيث يبدأ تذويب الذهب في الأولى من أسفل فيترسّب خبث الذهب مع حبّات الذهب فيها. ثم يدقّ الخبث وينفخ ذهبها أو يغمر بالماء ثم يعاد صهره. أمّا في بوتقة الصائغ فيبدأ التذويب من أعلى ولا يبقى الخبث في البوتقة، بل يظهر في أعلاها، فيذوب غبارها مع البورق ويسيل من مجرى البوتقة بحيث إنّ الذهب الذي يصبّ في القالب يكون خالصاً ولا يحمل خبثاً.

ثم ينتقل الهمداني إلى وصف طبخ الذهب بالتفصيل وهو التصعيد[23]، ويستعمل المرء في ذلك تنانير صغيرة وكبيرة تسع قدر خمسمئة درهم. ثم يصف الهمداني التنّور والقدور ويوضّحها بالرسم.. وينبغي أن يكون الحطب كثير اللهب قليل الجمر حتى لا يذوب أسفل القدر من حرارة الجمر، وحتى الذهب ينبغي ألّا يذوب! إذ إنّه عندما تفقد السبيكة طبيعتها الورقية فإنّ الدواء لا يعمل فيها.. كما ينبغي ألّا يحترق الدواء.

الدواء الذي يطبخ مع السبيكة يصفه الهمداني كالتالي: زاج أبيض وما شابه ذلك من أملاح الأرض والآجر يُدقُّ وينخّل ويُمزج في مقادير متساوية، بحيث لا يزيد كلّ مقدار على الآخر، وعندما لا يكون الزاج قوياً بما فيه الكفاية

يُؤخذ منه قدر يسير، وفي حالة الذهب الرديء والقدور الكبيرة ينبغي أن يزيد المرء من الملح، وبذلك يجف الزاج والملح، ويتّحدان مع جفاف النار وجفاف النار المتّحد والدواء يمتصّان جفاف الذهب، أيّ الأجزاء الرديئة وفي حالة الذهب الخالص الرطب (المبلل) فإنّ النحاس والفضّة قد يستعملان لتنظيفه وتجفيفه ويتأثّر جفاف النار والدواء بها.. أمّا عمل الآجر فهو أن يمنع الملح والزاج من الذوبان..

يُنشر الدواء على القدر ثم توضع أوراق الذهب الخام عليها.. ويذرّ عليها الدواء ثم ورقة أخرى وهكذا.. حتى تمتلئ القدر، بحيث تكون الأوراق الرقيقة من أسفل والأوراق السميكة من أعلى. ثم توضع القدر في التنّور ويطبق عليها الغطاء بحيث تكون هناك فتحات بين الغطاء والقدر تسهل خروج الدخان، وحتى يؤثّر لهب النار على الدواء.

وعندما يتم الأمر ينبغي ألّا تبرد القدر في التنّور وإلّا لبقي الدواء لاصقاً بالذهب، وإنّما يجب أن يخرج ويفرغ في جفنة، ثم يصب عليه الماء، فإذا صار لون الماء أزرقَ فإنّ الدواء يظلّ باقياً فيه. أمّا إذا صار لون الماء أحمرَ بنّياً فإنّ الدواء يكون قد احترق! وعندما يصير الماء أخضرَ فإنّ خام الذهب يحتوي على نحاس، وفي نهاية الأمر ينبغي أن يغسل الورق.

إنّ الأمر كما هو ظاهر هنا، يتعلّق بالمزج بين طريقتين أولاهما فصل الذهب عن المعادن الأخرى، والثانية طريقة الكبريت والأملاح؛ فالطريقة الأولى هي فصلٌ من خلال الصبّ والإسالة كما هو معهود عند الكيميائيين. وتعتمد هذه الطريقة على العلاقة الوثيقة بين الفضّة والكبريت من ناحية، والذهب من ناحية أخرى. فعندما تتحرّك رابطة الكبريت يتّحد الكبريت مع الفضة ومع غيرها من الشوائب التي فصلت عن الذهب. أمّا بالنسبة لعملية الملح فإنّ الفضّة تنفصل على شكل كلوريد الفضّة..

وفي (باب المحك والإعادة)[24] يظهر صاحب العيار، الذي يقطع من كل طبق شريطاً دقيقاً من أطباق الذهب، بعد أن تتخلّص من الماء، ثم تنضّد معاً وتحمّى مرّة أخرى، ثم تذوّب هذه الشرائط إلى سبائك تجريبية، فتحكّ على حجر خاص متّخذ لحكّ العيار. ثم يُقارن الحك بإبرة التجربة، وحتى يكون المحكّان اللذان لهما اللون نفسه موافقين لذهب السبائك التجريبية بالوزن الدقيق الثابت. وإن لم تحدث الموافقة، فينبغي طبخ الذهب من جديد. أمّا إذا كان محتوى السبائك الدقيق أكبر من المحتوى الثابت الدقيق فيعمد إلى تصحيح الذهب حتى يصل المحتوى الدقيق إلى المحتوى المطلوب. وبهذا الخصوص وصف الهمداني الألوان المختلفة للحك لدى حجر التجربة وما يعنيه ذلك اللون وحكى بهذه المناسبة حكاية عن الإمام يحيى الهادي وبيّن كيف أنّه من خلال تسخين العملات الذهبية يمكن تحويل لونها إلى اللون الأحمر، وكيف أنّه بالإمكان أن يُعرف الذهب من خلال الصوت الذي يصدره.

وبعد أن يجرب الذهب على حجر التجربة تكسر السبائك الذهبية، وتوزّع على بواتق حديدية بما فيه الذهب المعيّر، حيث يوضع الذهب الذائب في قالب الصب. ثم تختم السبائك الجاهزة بختم صاحب السكّة وتُحفظ لديه أو تسلم لصاحب المال.

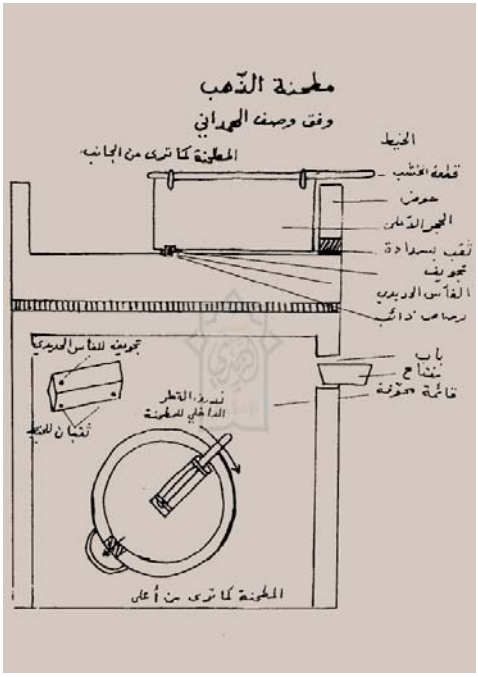
وفي (باب صحّة الوزن ومعرفة التقسيم)[25] يعرض الهمداني للوزن، وأنّه يصحّ على وجهين:

الأول: أن يُقسم المال إلى نصفين كلّ نصف في كفّة.

والثاني: عندما لا يمكن قسمة المال فإنّه يوضع في كفّة ويُجعل له مثقال في الكفّة الثانية.. وينبّه الهمداني إلى إمكانية التلاعب بالوزن في هذه الحالة..

فيقول: "الوزن يصحّ على وجهين إمّا برأسين وإما بسقوم، فأمّا الرأسان فأن تزن المال نصفين كلّ نصف في كفّة فيخرج العين لأنّ ما كان في هذه الكفّة من رجحان صار في تلك نقصاناً وما كان في تلك نقصاناً صار في هذه، رجحاناً، وأمّا السقوم فأن لا يكون المال ممّا يتقسّم مثل القطعة الواحدة والدينار الواحد والدرهم الواحد، والوجه ذلك أن تعمد إلى تلك القطعة من المال فتصيرها في الكفّة اليُمنَى وتجعل مثقالها في الكفّة الثانية ما تشاء من أوزان أو حديد أو حجارة أو ملح أو غير ذلك من الرصاص والصفر وما أمكن، فإذا قام الملسن أو اعتدل عمود الشاهين واستوت ووقعت الكفتان منه أخرجت قطعة المال ونظرت ما يقوم مقامه في الميزان من الأوزان المعروفة فما كان فهو وزنها بالصحّة لأنّ قطعة المال تصير كأنّها تلك الأوزان في كفّتها والذي في الكفّة الأخرى هو السقوم وبه شبهت رمانة القرسطون»[26].

أمّا باب خيار العيارات، فيذكر ذكراً سريعاً العملات الذهبية وعياراتها والجيد منها في إطار الدولة الإسلامية.. ثم ينتقل إلى صفة مطحن الذهب، فيقول: «أما استخراج ما يكون من الدواء ويسمّى تراب الذهب فإنه يُستخرَج بالزيبق والمطحن"[72].



فعندما يحصل الذهب من معدنه الخام يبقى منه شيء، في التراب لا يدركه البصر، ومثل ذلك يبقى في الدواء بعد طبخ الذهب.. ويمكن جمع ذلك إذا ما طحن المرء خام الذهب أو ترابه في مطحن خاص يصبّ عليه الزئبق، حيث يتجدّد الذهب بالزئبق من خلال الرطوبة، ثم يضغط الحاصل بخرقة جلد وبذلك يستخرج بعض الزئبق من خلال مسام الجلد. وبعد ذلك يقارن حاصل اتحاد الذهب والزئبق بالجوزة التي تحمّص، أي أنّ الزئبق يقطر فيرسب الذهب. ثم يصف صنع مطحن الذهب بدقّة بحيث يسهل إعادة تركيبه بسهولة إن شاء المرء ذلك (انظر لوحة مطحنة الذهب).

كما يصف الهمداني كيف يمزج خام الفضّة بالتراب والماء، ثم يشكّل في أقراص توضع مع الحطب على طبقات في التنّور. ثم يُنفخ المعدن المذاب فيتحوّل الرصاص في المعدن الخام إلى أكسيد الرصاص، ويسيل من التنّور إلى خارجه. وتعدُّ هذه العملية من أقدم الطرق لفصل المعادن الثمينة عن المعادن الأخرى.

يعدُّ الكحل الإثمد المصدر الخام الأساسي لاستخراج الفضّة كما أشار الهمداني نفسه إلى ذلك في بداية باب (استخراج الفضّة من المعدن)، حيث يقول: "ذكرنا هيئة معادن الفضّة من غيران الجبال وأعماق الأرض، ودليلها الكحل الإثمد فحيث ما وُجد علم أنّه بخار الفضّة وأن الجوهر تحته، فحفر عليه واستُخرج، ثمّ كُسر على هيئة الزبيب الكبار، وما كان من دقّة ومن شذرة لُتّ بالماء مع شيء من الطين الأصفر قدر ما يجمعه، ثم يُبنى التنّور ويكون تنّوراً بزلاقٍ.."[28] ويصف المؤلّف عملية تنظيف الفضّة مع الرصاص، إذ توضع طبقات من الفحم في تنّور وتُنفخ بمنفاخ الحداد لتشتدّ الحرارة ويتبادل المنفاخ رجلان حتى لا تخبو النار. فيتجمّع خليط الفضّة والرصاص في قاع التنّور. وعندما تبرد القطعة تُستخرج من التنّور. وفي المرحلة الثانية يوضع الخليط في وعاء مع رماد حطب يأتي من أشجار معيّنة ثم يُرمى الفحم عليه وتشعل النار، وينفخ عليها بالمنفاخ حتى يتحوّل الرصاص إلى أكسيد الرصاص، وتبقى الفضّة لوحدها.. وهكذا فالأمر يقتضي أيضاً القيام بثلاث عمليات.

ويذكر الهمداني في باب عيار الفضّة أنّه يتعذّر تحديد عيار النقاوة في الزرسيم ذلك لأنّه ينظّف بالعظم. وهذا يوافق ما ذكره من أنّ الزرسيم يحصل عن طريق التحميص مع الزئبق أي عن طريق التلغيم. أمّا الطبخ فيكون بالملح أو بتركيب الكبريت حتى يفصل الذهب عن الفضّة... ويمكن للمرء أن يحدّد نوعية الفضّة من خلال الكسر أو البرد حيث يكتسب موضع الكسر سطحاً نقياً وأبيض، عندما يطبخ بالخل أو بعصير حامض، وهو ما يتناوله المؤلف بإيجاز في باب الإحماء إذ يقول: "أمّا معرفة الإحماء فإنّها تُبرَد وتُكسر أو تُقطع القطعة منها لكي يظهر جنس باطنها الذي لم يصل إليه الطبخ بالحلق والحُمر وخل الخمر والحصرم وحبّ الرُمّان الحامض فيصفّيه ويأكل غشه، فإذا أحمي إثر الطباخ خرج أبيض بأكله غش الظاهر، فإن خرج موضعُ البرد والكسر والقطع صافياً أبيض فهي جيدة، وإن كان فيها حَمَلٌ خرج ذلك أغبر وداخلاً في طبقات السواد على قدر ما فيها من الحَمَل»[29].

وفي باب (ما يتصرّف فيه الذهب والفضّة من المنافع والزينة) يتناول الهمداني استعمال

الذهب والفضّة كحليّ، حيث يقول: "الدينار والدرهم هما رأس المنافع وأصناف حلي النساء، وللرجال التيجان والأكاليل والأساور والأطواق.. وقد يُستعملان في الزخارف في مثل الثياب المتوجة بقضبان الذهب والفضّة الرقاق وفي الأسواط والدبابيس الكيمختيّة وفي الصفائح التي يلبسها أبواب مساكن الملوك وخشب سقوفهم ووجوه محاريبهم»[30].

كما انهما يستعملان على ورق المصاحف وعلى الزجاج المطبق، وفي أشياء كثيرة يلصق ورق الذهب بالأشج، أمّا الطلاء بالقصدير فيستعمل كما يبدو لإعطاء الأشياء مظهراً فضيّاً... وللحصول على مظهر ذهبي يدلك القصدير بخليط من الزعفران ومرارة البقر.

وفي باب (منافع الذهب والفضّة وما يتولّد منهما في فنون الطب)، فيتناول الهمداني استعمالات الذهب والفضّة وما يمكن أن يستفاد من أوكسيد الزنك الناتج عن إقليميا الذهب والفضّة من الناحية الطبّية، وكذلك الرصاص والزنجار وزهرة النحاس والإثمد.. فيقول في وصفات طبية لبعض الحالات الآتي: «خبث الفضّة يذهب بصُنان الإبط، والمرتك[31] يدخل في أدوية المراهم وغيرها، والأسرب يُعمَل منه الأصباغ وطلاء العِظال، والتوتيا للأكحال وغير ذلك، وقد يرغب بعض الأطبّاء في الاكتحال بميل الذهب الأحمر، وقد يدخل خبثُ الفضّة في المراهم التي تختم القروح وهو قابض جذّاب ليبسه، وخير الإقليميا العنقودي الصافي، وقد يتولّد منه إذا سُحق وذُرّ على النحاس المذاب توتيا متصعّد من بخاره إلى وجوه الأغطية التي يُغطى بها في السبك، والزنجار وهو متولّد بين النحاس وخل الخمر يدخل في أدوية كثيرة في الأكحال والأصباغ..»[32].

وفي باب معرفة استخراج الزئبق وتكوّنه يذكر الهمداني أنّ الزئبق يُصنع من القنّاباري. على أنّ الزئبق قد يعثر عليه في معادنه الخاصّة. ويروي الناس عن جمعه قصصاً كثيرة. غير أنّها في الواقع قصص كالقصص السائدة عن الماس، ويستعمل ضد رياح الخولنج، ولكن يبدو أنّه دواء مشكوك فيه، إذ إنّه قد يزيد من ريح الخولنج أو يخفّفه، وقد يسبّب انسداداً يموت المريض على أثره».

وحول الطلاء بالذهب، يتطرّق الهمداني إلى ذلك بالقول: "الفضّة الخالصة تقبل الزيبق والذهب، أمّا الحديد والفضّة الرديّة والصفر فلا تقبل الزيبق إلّا بالتشبيب، وكذلك لا يميع عليه الذهب إلا بالتشبيب وما كان أقبل للذهب كان أكثر منه أخذاً فالفضة البيضاء أكثر شرباً للذهب من السوداء والسوداء أكثر من الصفر والصفر أكثر من الحديد والحديد أقل الأشياء منه أخذاً ثم الهندوان أقل من الحديد أخذاً منه»[33].. أما الطلاء بالفضّة فيتم عن طريق تسخين الفضّة أولاً ثم يذرّ عليها الرمل مع معالجتها بالزئبق.

ويصف الهمداني عملية التلغيم بالذهب بدقّة، حيث يفرش على الفضّة ويسخّن الشيء المطلوب طلاؤه حتى ينفصل الزئبق ويحمر الذهب، ثم يصقل الطلاء بعد ذلك... والفضّة الرديئة والصفر والحديد لا تقبل الزئبق، إلّا بعد أن تعالج بالتشبيب (بالشب) وتتم العملية مثلما حدث للفضّة سلفاً. والزئبق الذي يستعمل في

التنظيف في عملية التلغيم[34] لا يصلح أن يستعمل في الطلاء.. ويسبب بخار الزئبق الناتج عن عملية الطلاء بالنار وعملية التنظيف بالتلغيم، على مرّ الأيام مرض الفالج والرعشة ويُستعان ببعض الأشياء الحارّة كالخمر ضدّ رطوبة الزئبق وبرودته. أمّا رائحة الدواء الذي يستعمل عند طبخ الذهب فإنّه يبيّس الخياشيم ويسبّب الرعاف ويفلق الجلد ويعمل في الدماغ. ولهذا يغطّي أولئك الذين يشتغلون بطبخ الذهب أنوفهم. ويُستعان على جفاف الناتج من البخار بدهن البنفسج والدهن والشمع وأكل الأشياء الليّنة (الرطبة). ورائحة الرصاص ودخان النحاس الناتجان لدى تنظيف الفضّة يُفسدان الأسنان ويورّثان ضعف المثانة ووجع الخاصرة، ويعملان في الدماغ، من هنا يوجد بين الكير والتنّور حاجز مانع.. وتسبّب قمامة تلغيم الفضّة المحروقة نتيجة التسخين صداع الرأس وكذلك يتولّد عن بخار التنّور أضرار مختلفة.

وفي باب الأشياء التي تضرّ بالذهب والفضّة، يتحدّث الهمداني عن أنّ النحاس الأصفر يضرّ بالذهب، والكبريت يضرّ بالفضّة، ويقول: "الرصاص من القلعي يلاشي الذهب والفضّة، وكذلك خبث الفضّة والجَنَا لما فيهما من رائحة النحاس الأحمر لا يلائم الفضّة ويلائم الذهب، والبرنز وهو الصفر الأصفر يلائم الفضّة ولا يلائم الذهب، والإسبيذرُوج يفسدان به جميعاً لما فيه من الرصاصية، الحديد لا يلائمهما في الإماعة ولا يلائمانه، النحاس الأحمر إذا أحرق بالكبريت فصار بريسُخت، فقد ينشف يبوسة الذهب في السبك إذَا يبس ولا يُصلح الفضّةَ في يبسها غيرُ الإخلاص والإصفاء»[35].

ويختصّ باب بعنوان (ما تضطر إليه الحاجة من جميع الأضداد من الذهب والفضّة) باللحام، إذ يخلط الذهب مع لحام الذهب والفضّة والنحاس، والفضّة تخلط مع لحام الفضّة والنحاس الأصفر. والفضّة الرديئة تخلط مع لحام الفضّة والنحاس والقصدير. وقبل عملية التلحيم ينبغي تنظيف السطح المُراد تلحيمه فيبرد ويعالج بتنكار[36] محروق مع ملح أو دون ملح[37].

وفي باب (تصحيح عمل الكيمياء وأنّه غير باطل) يوضّح الهمداني أنّه بالإمكان تلوين المواد المعدنية المختلفة، فالحديد بفعل مواد مختلفة يتلوّن إلى صلب، والنحاس بفعل عصير العنب يتحوّل إلى برونز، والعقيق إذا ما طُبخ بالعسل يتكوّن بألوان عجيبة، إذ يقول: "العقيق يكون أوّله أدكن فإذا شُوي بالنار والمَلّة أظهرت صفرته وحمرته وأمّا الفضّة فإنّهم يدبّرونها من جنسها في اللون وهو الرصاص القلعي ويحلّون الطلق وهو أبيض ويُعقدون الزيبق وهو أبيض، وأما الإكسيرات فإنّها تُحسن وترفع درجة على قدر عتقها وما تأدّى إليه من الأدوية»[38].

وفي باب (الجوهرتين البالغتي الجودة) يقارن الذهب بالفضّة وأيّهما أعتق من الآخر، ويقرّر الهمداني أنّ الذهب الخالص لا يتناقص حتى وإن تكرّر سبكه، أو إن دفن في الأرض والكُنُف وبين الأملاح. أمّا الرصاص فيتناقص إذا ما تكرّر، سبكه وكذلك البرونز والرصاص والحديد.. وعندما تدفن تسودّ وتتلف مع الزمان، بل إنّ البرونز يتلف بسرعة وأسرع منه الحديد.

وفي باب (مقادير ثقل الذهب والفضّة) يعطي المؤلّف مقادير المعادن المختلفة، ويحيل سبب ثقل

وزن الذهب إلى تأثير المرّيخ، فيقول: "الذهب يزيد على الفضّة النصف موجود لأنّ حِسْبة الدرهم القفلة من الذهب مثل ثلثي حسبة الدرهم القفلة من الفضّة، وذلك لعلّته المرّيخية التي فيه، ودليل ذلك غَلَبة الحمرة عليه وأنّه أقوى الجواهر على النار، وكذلك المرّيخ أوّل الكواكب ضرراً بالاحتراق ليبسه ومجانسته للشمس بالحرارة وأشدّ الكواكب ضرراً بالاحتراق بأكثرها رطوبة كالزهرة والقمر... والفضّة تقارب الزيبق في الثقل وهي أثقل، والأسرب أخفّ منها بجزء يسير... والرصاص القلعي أخف ثم الحديد أخف والمرتك أخف من الأسرب لأنّه ممّا احترق منه كما أن خبث الحديد أخف من الحديد»[39].

ويفرّق الهمداني في باب (بين ذهب الصاغة وذهب الدينار)؛ ذلك لأنّ ذهب الصاغة يحتوي على نحاس وفضّة.. وهو ذو درجة انصهار منخفضة، ويطرق ويلحم بطريقة أسهل، ولكنّه مع ذلك يكون أشدّ صلابة.. أمّا ذهب الدينار فذو درجة انصهار عالية، ويصعب طرقه بسبب ليونته وسبب اختلاف هذه الخصائص يعود إلى اختلاف طباع الكواكب أيضاً[40].

وفي باب (فرق ما بين الذهب الجيد والردي في المحك والضرب والغمز) يورد الهمداني قاعدة التلحيم وهي أنّه يجب أن يكون المعدن الذي يُراد تلحيمه ذا درجة انصهار منخفضة، حتى يمكن أن ينصهر قبل ذوبان الآخر.. والذهب الخالص يتّخذ في معظم الأحيان كرأس مال ينفق عند الحاجة، ولم يعهد ذلك في الفضّة، ذلك لأنّ ما يستعمل في الصياغة هو عادة من الفضّة الخالصة. فيقول: "يذهب ألوان الذهب الأحمر في محكّه إلى الحمرة الصافية والحمرة الفاقعة والحمرة الكَمِدة على قدر طبقاته، كذلك الذهب الردي من أصفر إلى البياض وإلى الخضرة وإلى الصفرة والبياض المُظلم على قدر طبقاته.. أمّا الغمز فإنّ أعتق الدنانير ألينها مغمزاً وكذلك الدرهم»[41].

وفي باب (تشبيه الدينار والدرهم بالكواكب في البقاء دون ما ينتفع به من أسباب الدنيا) يصف المؤلّف كيف يقيّم عيار العملة الذهبية، استناداً إلى اللون والليونة والرنين وعيار الفضّة استناداً إلى الرنين..

وفي باب (علّة تدوير الدينار والدرهم وسائر أشكال المساحة)، يعود الهمداني إلى شكل العملة وكيف أنّ الكرة هي أكمل أشكال الأجسام، وأنّ الدائرة مأخوذة عن الكرة، كما ويقارن الدائرة بالعدد واحد من حيث إنّه أصل الأعداد.. وبعد تنظيف الذهب والفضّة تُسكّ منهما العملة.. وفي كتاب الجوهرتين الذي بين أيدينا دليل يحوي وصفاً دقيقاً لعمل دور الضرب في صنعاء وصعدة في مطلع القرن العاشر الهجري..

ويختص باب (علل ضرب الدينار والدرهم) بصناعة السبائك، وختم العملة، ويتألّف من الختم الأعلى والختم الأسفل، ويتألّف الختم الأسفل من جزء بارز من أربع أصابع على شكل كرة، والجزء الأعلى من إصبعين على شكل مكعّب النرد، وذلك في كلّ قطعة والختم الأسفل للجانب الأعلى يزيّن بزوائد تناسب ثقوب الختم الأعلى تجنّباً لتغيّر مواقع الختمين عند الطبع. ويصعب فهم وصف الهمداني للختم دون الرجوع إلى ختم فعلي للنقود.

كما يتعرّض الهمداني لصدأ الصلب.. ولا يذكر أنّ الختم المنقوش يستعمل بمثابة لوحة فقط، وليس لطبع النقود مباشرة.. ويبيّن كيف يمسك المرء بالختم باليد اليمنى ويضرب أعلى الختم بمطرقة خاصة على حديد لين. حيث تسخن قطعة النقد الواقعة بين الختمين! ويذكر أيضاً عوامل الضرر عند الطبع كالعرق الناشئ من يدي الطبّاع والذي يُصدّئ الصلب أو كالطرق غير المنتظم. ويذكر أيضاً قلّة نقاوة الفضّة وكيف أنّ الختم الأسفل يفعل فعله على النقد أسرع من الختم الأعلى. ويتناول الكتابة على الدينار والدرهم، ويضمّن كتابه هذا مصطلحات فنية يحدّد فيها الجوانب المختلفة وأجزاء العملة.. ويختم مؤلّفه بالحديث عن تزوير العملة الذهبية بالكحل والإثمد، وكيفية تنظيفهما عن ذلك الحشو.

الاتجاه العلمي عند الهمداني

يقول أحمد فؤاد باشا، في تحقيقه ودراسته لكتاب الجوهرتين عن الهمداني أنّه: «عالم موسوعي لم ينصفه المؤرّخون حق الإنصاف عندما ركّزوا على جانب واحد من عبقريته ولقّبوه بلسان اليمن، ثمّ أهملوا جوانب أخرى أكثر أهمّية. ويزيد من صعوبة البحث كثرة مؤلّفاته المفقودة وندرة الترجمات المكتملة وقلّة الدراسات المنشورة خاصّة فيما يتعلّق بالجانب العلمي والفلسفي[42].. فهو من أكثر علماء المسلمين عمقاً وموسوعيةً وثراءً فكرياً.

ويتناول باشا ملامح الأسلوب العلمي الذي اتبعه الهمداني بحثاً وتأليفاً، حيث يؤكّد على «إدراكه الوعي لأصول المنهج الإسلامي ومعرفته المقصودة لخصائص المعرفة العلمية... وكان له السبق إلى صياغة مفاهيم علمية تتعلّق بالفلك والرياضيات وعلوم الأرض والكيمياء والفيزياء بالإضافة إلى فلسفة العلوم وتقنياتها»[43].

في مجال الجيولوجيا يسرد الهمداني في كتابه الجوهرتين العتيقتين مناجمَ الذهب والفضّة المعروفة في جزيرة العرب وبلاد الأعاجم وأرض النوبة والحبشة ويهتمّ بوصف مناجم اليمن وتهامة ونجد. و" بفضل هذه المعلومات الجيولوجية اهتدت بعثة للمسح الجيوفيزيائي لمعرفة موارد اليمن المعدنية والبترولية إلى اكتشاف العديد من المناجم الهامة في أرض اليمن حديثاً.. إذ يعدُّ كتابه هذا دليلاً لتاريخ علم المعادن والتعدين دوّنته يد مؤرّخ وعالم له دراسة أكيدة بالتطبيقات العملية»[44].

على الرغم من تأثّر العلماء العرب بنظرية الأخلاط الأربعة بعد تبنّي أرسطو لها، والذين

تلقفوهـا وتناولوها بالدراسة والبحث، ثم بدؤوا في نقدهـا واختلفت آراؤهم حولهـا بين مؤيد ومحايد ومعارض... إلا أنّ الهمـداني عارضها.. وكان رد العملـي على هـذه النظريات ما قام بـه من تأليف كتـاب الجوهرتـين العتيقتين الذي ضمّنـه دراسة تفصيليـة لـكلّ المعـادن المعروفـة في عصـره من حيث خاماتهـا وطـرق تنقيتها وفحص خواصها الطبيعيـة والكيميائية، ولم يفكّـر أبداً في تحضير الأكسـير أو حجـر الفلاسفة الذيـن راودوا أحلام أهـل الصنعة. وخصّص الهمـداني من كتابه هذا جـزءاً كبـيراً لمعالجة عمليـات استخـراج الذهب والفضـة وتنقيتهمـا مـن الشوائـب[45]... وشـرح خطـوات هذه العملية من جميـع النواحي النظرية والعملية والتقنية، ابتداءً من الحصول على الخام مـن منجمه وانتهاءً بصب قوالب الذهب أو الفضّة الخالصتـين وإيضـاح استخدامهمـا في صناعـة الحلـي وترصيع التيجان وتزيـين صفحات القرآن الكـريم وأغراض الطـلاء وغيرها.. وقـدم وصفاً تفصيليـاً لعمليـة الطبـخ وعملية التلغيـم بالزئبق وعمليـات الاتحـاد الكيميائـي لفصـل الشوائـب وخواصـ الأجهـزة والأدوات المستخدمـة وطـرق تصنيعهـا أو تركيبهـا.. كمـا استخـدم الميزان في التقديـرات الكميـة... وامتـدّ اهتمامـه في مجال الكيمياء والتعديـن إلى صناعة السبائك ومعالجة المعـادن الأخرى غـير الذهب والفضّـة، كمعالجة الحديـد الخـام والحصول علـى الفـولاذ اللازم لصناعـة السيـوف وبعض أنـواع الأسلحـة.. كما تطرّق الهمداني إلى ذكر معلومات قيّمة عن علاقة الكيمياء بالطـب وتأثير الأبخـرة المنبعثة في أثناء عمليات الطبخ والتعدين على مختلف الجسم، ولم يفته أن يوضّح طرق الوقاية أو العلاج منها[46].

الهوامش:

1 - عطـارد بـن محمّد الحاسـب، هو عطـارد بن محمّد البابلـي البغـدادي (ت: 206هـ/ 821م) حاسب منجم، قـال ابن النـديم: "كان فاضلاً عالماً، لـه عدد من الكتب: (العمـل بالأسطـرلاب)، (كتَـابُ العَمَـل بـذات الحَلَق)، و(تركيـب الأفـلاك)، وكِتَاب (المَرَايَـا المُحْرِقَـة).. (أبو الفـرج محمـد بـن إسحـاق النـديم: الفهرسـت، ج2، مؤسّسـة الفرقـان للـتراث الإسلامـي، مركـز دراسـات المخطوطـات الإسلاميـة، لندن – إنجلـترا، طبعة ثانية، 1435هـ=2014م. صـ244).. وكان أوّل من ألّف كتاباً في الأحجـار باللغـة العربيَّـة، وهـذا الكتـاب هـو (منافع الأحجـار)، ذكر فيه أنـواع الجواهر والأحجـار الكريمة، ودرس خواصَّ كلٍّ منهـا، وقد ذكـر الرازي هـذا المؤلَّف في كتابـه (الحـاو ي)... وأورد خـير الديـن الزركلي في الأعـلام (ج4، صـ236.) عنـه أنه: "عطـارد بن محمّد البابلـي البغدادي: حاسب منجم، ومـن كتبه التي زادها: "فصول في الأسرار السماوية"، وبقي مخطوطاً.

2 - ذكـر البـيروني في كتابه (الجماهـر في معرفة الجواهر – صـ94) حين تحـدّث عن حجر (الشـاذنج)، حيث قال: "ولعطارد بن محمّد الحاسب كتاب سمّاه "منافع الأحجار.

3 - جمـال الدين أبو الحسن علي بـن يوسف بن إبراهيم الشيبـاني القفطـي: إخبـار العلمـاء بأخبـار الحكمـاء، تحقيـق: إبراهيم شمس الدين، دار الكتب العلمية، بيروت – لبنان، طبعة أولى 1426هـ=2005م، ص127-126.

4 - حسـين بن عبد الله العمّري: مصـادر التراث اليمني في المتحف البريطـاني، مجموعة صفحات توثـق لمخطوطاته في المتحف البريطاني، د.ت، ص29.

5 - أبـو محمّـد الحسـن بـن أحمـد الهمـداني: كتـاب الجوهرتـين العتيقتين المائعتـين من الصفـراء والبيضاء (الذهـب والفضة)، تحقيق ودراسـة: د.أحمد فؤاد باشا، دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة، 1430هـ=2009م، ص ص18-17..

6 - المرجع السابق، ص29

7 - المرجع السابق، ص30.

8 - يوسـف محمّد عبـد الله: الموسوعة اليمنيـة، مؤسسة

العفيف الثقافية، صنعاء، ط1/ 1992، ص385-383.
9 - المرجع السابق..
10 - خير الدين بن محمود بن محمد بن علي بن فارس، الزركلي الدمشقي: الأعلام، دار العلم للملايين، طبعة 15 – أيار2002، مج2، ص179.
11 - أبو محمّد الحسن بن أحمد الهمداني: كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة)، تحقيق ودراسة: د.أحمد فؤاد باشا، مرجع سابق، ص16.
12 - أبو محمّد الحسن بن أحمد الهمداني: كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضة)، تحقيق ودراسة د.أحمد فؤاد باشا، مرجع سابق، ص87.
13 - للاستزادة انظر: أبو محمّد الحسن بن أحمد الهمداني: كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء، طبعة جديدة منقّحة بعناية الدكتور يوسف محمّد عبد الله، مكتبة الإرشاء – صنعاء، طبعة أولى 1424 هجرية=2003 ميلادية، ص ص271-254.
14 - أبو محمّد الحسن بن أحمد الهمداني: كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء، طبعة جديدة منقّحة بعناية الدكتور يوسف محمّد عبد الله، مكتبة الإرشاء – صنعاء، المرجع السابق، ص ص91-90.
15 - ورد في كتاب الله عز وجلّ: (فابعثوا أحدكم بورِقِكم هذه إلى المدينة) – الكهف – أية
16 - أبو محمّد الحسن بن أحمد الهمداني، مرجع سابق، ص91.
17 - المرجع السابق، ص ص97-96.
18 - المرجع السابق، ص97.
19 - المرجع السابق، ص ص98-97.
20 - ابن الحائك، أبو محمّد الحسن بن أحمد بن يعقوب بن يوسف بن داود الشهير بالهمداني: صفة جزيرة العرب، مطبعة بريل - ليدن، 1884م، ص ص203-202.
21 - المرجع السابق، ص ص154-153.
22 - المرجع السابق، ص127.
23 - المرجع السابق، ص ص143-134.
24 - المرجع السابق، ص ص143- 148.
25 - المرجع السابق، ص ص176-174.
26 - المرجع السابق، ص175.
27 - المرجع السابق، ص176.
28 - المرجع السابق، ص186.
29 - المرجع السابق، ص196.
30 - المرجع السابق، ص200.
31 - المرتك: أول أوكسيد الرصاص.
32 - المرجع السابق، ص203.
33 - المرجع السابق، ص ص206-205.
34 - في الكيمياء، يشير مصطلح التلغيم إلى عملية صناعة الملغمة، وهي عبارة عن سبيكة أو خليط معدني يتكوّن أساسًا من الزئبق، الذي يعدّ سائلًا معدنيًا فريدًا له قدرة على إذابة وخلط معادن أخرى لتكوين سبائك ليّنة أو سائلة.. تُعرف هذه السبائك الملغمة باسم "الملغم".. والملغة؛ تتكوّن عند خلط الزئبق مع معدن آخر، مثل الفضّة، الذهب، أو النحاس.. غالبًا ما تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة أو ليّنة جدًا.
35 - المرجع السابق، ص211.
36 - التنكار هو مصطلح عربي الأصل، يعني البوراكس أو صودا البورات، وهي مادّة بيضاء بلّورية تستخدم كمادّة حافظة للأطعمة وكمنتج في الصناعة الكيميائية، وفي تنظيف المعادن الثمينة.
37 - المرجع السابق، ص212.
38 المرجع السابق، ص214.
39 - المرجع السابق، ص ص216-215.
40 - انظر المرجع السابق، ص ص219-217.
41 - انظر المرجع السابق، ص219.
42 - أبو محمد الحسن بن أحمد الهمداني: كتاب الجوهرتين العتيقتين المائعتين من الصفراء والبيضاء (الذهب والفضّة)، تحقيق ودراسة: د.أحمد فؤاد باشا، دار الكتب والوثائق القومية بالقاهرة، 1430هـ=2009م، ص15.
43 - المرجع السابق، ص15.
44 - المرجع السابق، ص37.
45 - المرجع السابق، ص 40.
46 - المرجع السابق، ص42.

حرف الدهان الدمشقي (العجمي) والخيط العربي والفسيفساء

د.عمّار محمّد النهار*

ثلاث حرف عريقة كعراقة دمشق، وصلت شهرتها للعالمية، ولا تزال تمارس على أيدي الحرفيين الدمشقيين الذين يستحقوا أن تلفَّ أيديهم بالذهب.

أولاً - الدهان الدمشقي (العجمي):

الدهان الدمشقي هو نوع من الزخرفة البارزة على الخشب المطلي بمعجون نافر ملون بالألوان المختلفة التي تزين الجدران والأسقف في القاعات، وتدهن بأصباغ متعددة من أصل نباتي أو ترابي، والألوان منسجمة وبأشكال هندسية وزخارف نباتية وكتابية كالحكم والأشعار والآيات، وتوضع الزخرفة على خشب الرومي، والزخارف من مادة النباتة وهي مادة مركبة، وقد انتشر الدهان الدمشقي بديلاً عن الحفر والتخريم.

1- تاريخ هذه الحرفة وأصل تسميتها:

يعود تاريخ هذه الحرفة إلى 1400 سنة أي إلى العصر الأموي، إذ كانت تتواجد الزخرفة بتجسيد للحيوانات والرسوم النباتية، ولما حرَّم الإسلام ذلك ابتعدوا عن التجسيد وأصبحوا يصنعون الزخرفة فقط، وكانت في العصور التي سبقت الإسلام مسطحة فقط، أما في العصر الإسلامي فكانت نافرة لذلك امتازت هذه الحرفة بالزخرفة النافرة، وسميت بالدهان الدمشقي.

وبكل الأحوال ارتبطت الحرف الخشبية الشرقية بعصر التألق الحضاري والنهضة منذ أيام الخليفة الوليد بن عبد الملك، الذي استقدم مهندسين من العجم والعراق لزخرفة الجامع الأموي بدمشق، ففتح المجال أمام اليد العاملة

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

السوريـة، فاكتسـب السوريـون أسـرار المهنـة وأضافـوا تعديـلات وأدخلـوا معها فنـون مبتكرة كالخيـط العربـي الـذي يعتمـد على مبـدأ حفر الخشب، وكانت كثير من الأقاليم فقيرة بالخشب.

وهنـاك رأي يقـول أن أصـل تسميـة الدهان الدمشقـي يعـود إلى العمـال والأوائـل الذين أتوا من إيران إلى دمشق، ثم تعلَّم الصنعة أهل مدينة دمشق لذلك سميت بالعجمي.

ويـرى آخرون أن التسميـة (العجمي) خاطئة لأن هـذه الحرفـة وُجـدت في الأصـل في مدينـة دمشـق، وانتقلـت إلى حمـاة وحلـب، أمـا تسمية الدهـان الدمشقـي فهـي أقـرب للصحـة مـن العجمي، إذ وردت في قاموس الصناعات الشامية علـى أنهـا تعني صناعـة الزخـارف النباتية على الجـدران، أي أن الدهان لا تعنـي طلاء الجدران بل تعدد الألوان، وهي التسمية المعتمدة في المراجع التاريخية وجامعة دمشق وعند كثير من الباحثين.

2- طريقة هذه الحرفة :

يوجـد نمطـين للدهـان الدمشقـي: الأول الحريـري ويعتمـد على تنزيـل الألـوان الطبيعية الترابيـة فوق مواضيـع الزخـارف المرسومة على الخشـب، وهذا النوع من الدهـان أملس ولا يشكل طبقة نافرة.

والثـاني: النباتـي ويعتمد علـى تنزيل عجينة لدنـة قوامهـا مـن الزنـك والاسبيـداج والكتيرة والغـراء البلـدي (الأحمـر) والجبصـين، فتنزل العجينة فـوق رسوم الزخارف على الخشب فتبدو نافرة، وبعد أن تجف تطلى بألوان ترابية نباتية ثم تطلى بالورنيش واللكر.

واشتهـر الدمشقيون بهذه الحرفـة، وامتلكوا أسرار تركيب المادة النباتية وتطبيق الألوان.

ومـن الأنـواع الخشبيـة التـي كانـت تستعمل في حرفـة الدهـان الدمشقي الخشـب الرومي أو البلدي، أما حالياً فيستعمل خشب MDF.

وللحصول على لوحة ذات دهان دمشقي فإنها تمر بعدة مراحل وهي:

1- مرحلـة أساس الخشـب وتنظيفـه وحفه ومعجنتـه -2- الطبعـة -3- الرسـم علـى ورق الكالـك -4- تثقيب الرسمة المتواجـدة على ورق الكالـك -5- الـترب أي الطباعـة -6- النباتـي -7- تأسيـس النباتـي -8- توزيـع الألـوان -9- التذهيـب -10- التزيين -11- القطع (التكحيل علـى حواف العروق) -12- التسطير ثم الرتوش -13- دهن اللوحة بمادة اللكر -14- التركيب.

أما طريقة الصناعة فهي كالآتي:

يطلى الخشب الرومي أو المعاكس بأساس مائع مصفـى من الزنك والجبس والإسبيداج الممزوج بالغراء والشبة، يسمى (الأبيض) .

وبعد جفافه تطبع الرسوم والزخارف المطلوبة والمنقولـة بواسطة الكربون إذا مـا كان النقل عن جسم نافر بواسطـة الضغط على الورق والكربون فوق الجسـم المرسوم بأداة صقيلـة ومحدبة، أما إذا كان النقـل عـن ورق مرسـوم فبالضغط بقلم الرصاص فوق خطوط الرسـم أو باستخدام ورق الكالك أو ورق الزبدة .

ولنحصـل علـى نسخـة مرسومة علـى الورق إلى الخشـب، نضـع الـورق المرسـوم فـوق سطح الخشـب المؤسـس أصـلاً بالأبيض، وبعـد ثقـب خطوط الرسـوم بدبوس مدبب بحيث تحدث على الخطـوط ثقوب في الورق، يذر فـوق الثقوب مادة الهبـاب الأسود أو النيلة بحيـث تنتقل آثار الرسم المثقـب إلى الخشب على شكل نقـاط دقيقة، ومن

ثم توصل الثقـوب بعضها ببعض بخط واحد بقلم الرصاص ليصبح الرسم كاملاً .

بعـد هـذا تدهـن الرسـوم المحدثـة بمـادة (النباتـة) ، وتضبط الخطـوط والرسـوم إلى أن تظهر بشكلها النافر بحكم لزوجة المادة المستعملة، وبواسطـة الريشة تجري هذه العمليـة وهي ريشة رسـم من الشعر القاسي الطويل الدقيق وغالباً ما يكون شعر الفرشاة هـو الشعر المأخوذ من حيوان السمور من أجل بعض الرسوم، أو شعر الذئب إذا أمكن من أجل الرسوم الأخرى .

بعـد العملية المشـار إليها، يعمـد الحرفي إلى تظليـل وتلوين الخطوط النافرة بعـد جفافها بأن يطليها بالدهانـات العادية الأجنبيـة أو الوطنية، ثـم تطلى اللوحـة بكاملهـا بنوع ممتاز مـن أنواع الورنيش (اللكر) لكي تبدو لامعة أخاذة.

وتوجـد مرحلة تأتي على حسب الطلب وتسمى مرحلة الرمي الحر أي الرسم الحر الذي لا يعتمد على طبعة وقياسـات ولا تصميم على ورق الزبدة وإنما يعتمـد على موهبة الحرفي، إذ يعمل ضفائر أو زكزاك مع ورود، وتأتي هذه المرحلة قبل مرحلة وضع اللكر على اللوحة.

3- معاني زخارف هذه الحرفة :

إن أسـاس انطـلاق الزخـارف النباتيـة هي الوحدة الزخرفيـة، ومن خلال تكرارها تظهر لنا الزخارف عبارة عن أوراق وعروق وأزهار، وتمتلك الزخـارف الهندسية معان روحيـة أيضاً، وأساس انطلاقها مـن الدائرة إذ يُنظر لهـا بوحدة الكون وإلـه الكون ونور الكون، أما المثلث فينظر له حسب اتجاه القاعـدة، فإذا كانت القاعـدة نحو الأسفل فإنها تعني الأرض، وإذا كانت القاعدة نحو الأعلى فإنها تعني السماء، والمثلثين الذي يشكلان الشكل المسدس يعنيان وحـدة السماء والأرض، وينظر للمربع على أنه يمثل الجهات الأربع وقوى الطبيعة: التراب والهواء والماء والأرض، من تكرارهم يظهر المسدس.

- بعض أماكن تواجدها اليوم:

تواجـد الدهـان الدمشقـي في الكثـير مـن القصور والبيوت والعمائـر المختلفة والتي مازالت باقية إلى يومنا هذا، ومنها:

قصـر العظـم (البزوريـة) متحـف التقاليد الشعبيـة، بيت نظـام (في مأذنـة الشحم) ، بيت المجلد (في القيمرية) ، بيت أحمد السباعي، وبيت رشاد جـبري، وبيـت القوتلي، وبيت عبـد الرزاق باشا، وبيت مريدن، وبيت عادل القصير.

سقـف مقصـورة الجامـع الأمـوي ، والمسجد الأقصـى في القدس، وقصر محمـد علي بمصر، وقصـر هدى شعـراوي، وقصر يلـدز بأسطنبول، وقصر الأمير بشير الشهابي بلبنان، وقصر نجيب جنبـلاط بلبنـان، قصر ألفـرد صرصـق بلبنان، قاعـة العرش بحلـب، والقاعة الشاميـة بمتحف دمشق الوطني .

وتواجـد أيضـاً الدهـان الدمشقـي في بيـوت المسؤولـين والقصـور الرئاسية للرؤسـاء والملوك العـرب، مثل القاعة الدمشقيـة بالقصر الرئاسي وقصر الشعب في دمشق.

4- أشهر العائلات التي عملت بهذه الحرفة:

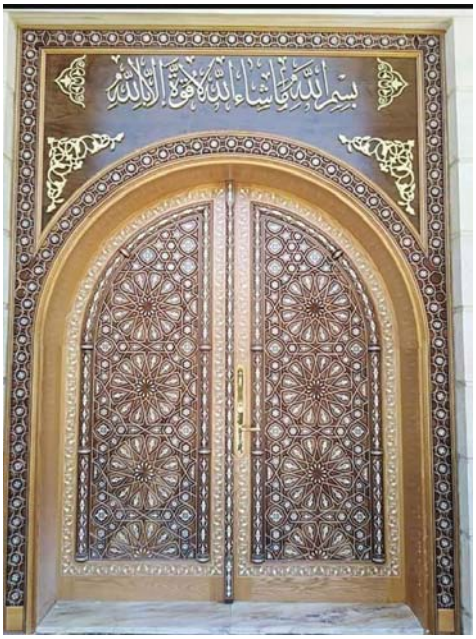
من العائلات التي اشتهرت بهذه الحرفة: الدهَّان، وأوطه باشي، والخيَّاط، وإن كل عائلة اختصت بأسلوب من ناحية أسلوب الرسم والألوان المستخدمة، إذ كان أسلوب بيت الخياط استخدام الألوان الفاتحة والتي تمتلك ظلالاً وألواناً شفافة، وكان بيت أوطه باشي يفضلون الألوان العتيقة مثل اللون الخمري والكحلي، أي الألوان الأصلية للحرفة، وكان الحرفي نهاد جزماتي (أبو اسكندر) يفضل أيضاً الألوان العتيقة الأساسية.

ومن أشهر من يعمل بهذه الحرفية حالياً الفنان الحرفي المبدع الصديق ماهر بوظو.

ثانياً - حرفة الخيط العربي:

هي حرفة قديمة تاريخياً، ومتنوعة ومتفرعة بشكل واسع، و كان لتوفر المادة الأولية السبب في قدمها واستمرارها، إضافة لخبرة الحرفي المهنية العربي والسوري خاصة، حيث أضفى عليها حساً مرهفاً وذوقاً رفيعاً.

وقد برع الحرفيون السوريون في هذه الحرفة، والدلالات موجودة في جدران وسقوف كثير من القصور والبيوت الدمشقية القديمة، وفي مجلس الشعب السوري مثال حي على إبداعاتهم، ومنهم من ابتكر وجدد وطور في تصاميمه لحد الإعجاز.



1- تعريف:

الخيط العربي هو الرسم على قطع من الخشب أو الرخام وحتى على الزجاجيات بكثير من الصبر وطول البال والحرفية العالية زخارف وأشكال هندسية متنوعة، وهو عمل صعب يعتمد على اليد والعقل والخيال بالوقت نفسه، ويشكلون من ذلك تراثاً شرقياً وديكورات تتناغم مع أشكال الخيط العربي الهندسي، حيث يعطي جماليات خاصة.

والخيط العربي منذ انتشاره كزخرفة وفن استخدم على الخشب، ولكن من الممكن استخدامه على الرخام بأسلوب آخر وهو رسم أشكال هندسية تشبه الخيط العربي من حيث المبدأ مع اختلاف الأدوات المستخدمة في هذه الحالة.

2- سبب التسمية :

جاءت تسميته بالخيط العربي لأنه عبارة عن قضبان رفيعة تشبه الخيوط العادية وتكون متداخلة بعضها ببعض بحيث تعطي شكلاً هندسياً جميلاً بنماذج متنوعة، منها المعينات والمربعات والمستطيلات والمثمنات، ثم أدخل الحرفيون عليها الكثير من التعديلات، واستخدموها في بعض العمارات الحديثة لتزيين السقوف والنوافذ والأبواب، وعُمل من النوع المفرغ قطع جميلة منها الثريات الجميلة ومصابيح الحائط.

3- تاريخ الخيط العربي:

عُرفت حرفة الخيط العربي منذ العهد الأموي، فاشتهرت الشام بزخرفة المساجد والقصور القديمة والبيوت الدمشقية الكبيرة، وتزيين النوافذ والجدران ... ومع ازدهار الحضارة العربية الاسلامية في العصر العباسي ابتكر الفنانون والمهنيون الرسم الهندسي التناظري الزخرفي ابتعاداً عن التجسيم والتماثيل التي حظرها الاسلام، وتطور هذا الفن في عهد ازدهار الحضارة العربية الإسلامية عندما نزع الفنانون نحو الرسم الهندسي من خلال الممارسة الطويلة، فأبدعوا تشكيلات هندسية لها طابعها الخاص المتميز قوامها الرسوم النافرة أو الغائرة، الهندسية والنباتية على الخشب، أثاثاً كان أم أجزاء عمرانية.

وقد انتشر هذا الفن مع الفتوحات العربية الإسلامية فبلغ الأندلس وسمرقند وبخارى وقرطبة وغرناطة وبرشلونة، واستقته الدول المستعمرة كإيطاليا وفرنسا وبريطانيا، فأخذته عن الشرق عواصم أوروبية كبرى مثل باريس وروما ولندن.

4- آلية هذه الحرفة :

الخيط العربي نوعان: المفرغ، وغير المفرغ، يكون كلاهما على عدة أشكال هندسية.

ويعتمد من حيث المبدأ على حفر الخشب لتبرز على سطحه خطوط هندسية نافرة تتصف بالكثير من الإتقان والدقة.

المادة الأولية الأساسية هي الخشب، إذ يستخدم الحرفيون أخشاب الحور والجوز والزيتون والتنوب والعرعر والدردار والشربين والميس، ولزمن أقدم الصنوبر والسرو والصندل، كما استوردوا خشب الأكاجو من كوبا، والشوح من النمسا، والسنديان من أمريكا، والخشب البياسي من قيقيلية.

يأتون بالخشب، ويزخرفونه ويحددون المستلزمات الجمالية للوحة وهي خطوط وأشكال هندسية نافرة، وبعدها تتم المرحلة النهائية للوحة وهي تجميلها وبخها بطبقة من اللكر لتظل محافظة على ألوانها وجمالياتها وزخارفها لأطول مدة زمنية ممكنة.

وإنجاز لوحة واحدة قد يستغرق منه ساعات وساعات، حيث تحتاج في البداية لتخطيطها بقلم الرصاص ومن ثم المباشرة في تركيب الألوان وتهيئة المستلزمات والمواد، وبعد ذلك سينتج معه عملاً إبداعياً غير تقليدي.

وتتمثل فكرة الخيط العربي في أن يمر خيط مستقيم من الخشب بانكسارات وتداخلات ليشكل في محتواه أشكالاً هندسية غاية في الروعة والإتقان.

وتشهد البيوت الدمشقية القديمة على براعة حرفيي (الخيط العربي)، وقد دخل هذا الفن اليوم مجالات (الديكور) و(الكسوة الداخلية) للبيوت العصرية، والتي تعتمد على تغليف أسقف وجدران القاعات الشرقية بحشوات خشبية مرسومة ذات أشكال بديعة ومتناظرة، وكثيراً ما تمتد الزينة المصنوعة بهذه الطريقة إلى الأثاث نفسه، فتوضع المرايا خلف بعض هذه الحشوات المخرمة ويزين على شكل وحدات زخرفية ونباتية وكتابية وحكم وشعر أو آيات قرآنية بشكل رائع ومتناظر.

وقد أضاف الجيل السوري الشاب إلى هذا النوع من الفن الزخرفي من خلال تطوير حصل به من خلال ابتكار أشكال ونماذج جديدة منه، حيث استخدم الجيل الشاب مخيلته وما يختزنه من أشكال في خياله ووضعها في هذه الأعمال، وكذلك حصل تطوير به من خلال استخدام ألوان جديدة لم تكن مستخدمة من قبل، مما أعطى العمل ميزة الإبهار البصري والجمال اللوني.

5- أمثلة عنه حاليا:

كان الخليفة الأموي الوليد بن عبد الملك قد استقدم المهندسين والعمال الفنيين من بلاد العجم والعراق لزخرفة الجامع الأموي الكبير بدمشق، وكان الفنانون الدمشقيون المهرة قد تأثروا بهذه الخبرات وأثروا بها وطوروا هذا الفن فيما بعد فيما عرف بـ (الخيط العربي الهندسي) بأشكاله وأنواعه المتعددة والمختلفة، حتى ارتقت هذه المنجزات الفنية إلى مصاف التحف الخالدة، ولقد أعيد ترميم الجامع الأموي وقاعات قلعة حلب وتم تزيينها بالخيط العربي.

وتمثل البيوت الدمشقية القديمة خير شاهد على براعة محترفي هذا الفن، وكثير من المساجد والقصور لا تزال تحتفظ بزخارفها في مجاله قائمة حتى اليوم، ومن المنجزات الحديثة ما صنع في صالة استقبال الركاب في مطار دمشق الدولي، وعدد من الفنادق السياحية الكبرى كفنادق الشام، والشيراتون، والميريديان، والفاندوم، وكافة الفنادق الكبرى في سورية.

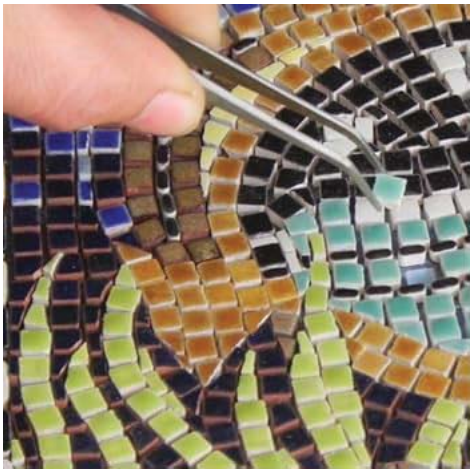
ويوجد في دمشق عدد من هذه الأوابد والقصور والبيوت منها قصر العظم، ومتحف دمشق التاريخي، ودار خالد العظم، وبيت نظام، ومتحف التقاليد الشعبية، وجامع العثمان، ومسجد الشيخ عبد الغني النابلسي، ومجمع اللغة العربية، وغيرها.

6- واقع هذه الحرفة:

ما تزال هذه الحرفة قائمة نظراً للإقبال عليها في عمل الديكورات للمكاتب والمنازل والمساجد، ويعمل بها في دمشق عدد جيد من الحرفيين أمثال: حمدي ريحاوي، وسمير أوضه باشي.

ثالثاً - حرفة الفسيفساء:

الفسيفساء هو الفن المصنوع من مكعبات صغيرة هدفها تشكيل الصور الفسيفسائية التي تدعى (tesserae) ذات الأصل اليوناني والتي تعني ذات الجهات الأربع، وقد جاءت كلمة فسيفساء من كلمة (muses) اليونانية المستوحاة من آلهة الينابيع والإلهام الفني المرافقة للإلهة أبولو.



1- تاريخها:

لعلَّ أول ظهور للفسيفساء كان في العصر الحجري المتوسط (7500-10000ق.م) من خلال ظهور فن الترصيع الذي شكَّل البدايات الأولى لنشأة هذا الفن، ثم استُخدم كزينة بناء من خلال إلصاق الأحجار الصغيرة في الطين حيث رصت بإحكام بجانب بعضها بغرض التقوية والتزيين.

واستخدم أهالي بلاد الرافدين الطوب المزجج في تزيين الجدران بأشكال هندسية متعددة، وقلَّلوا أحجام المواد المستخدمة إلى أصغر قدر ممكن، وعُثر في الألف الرابع قبل الميلاد في بلاد ما بين النهرين على أرضيات مخروطية طينية بألوان متعددة مغروسة بالطين على حوائط الأبنية والأعمدة، كما عُثر في شمال العراق في القرن التاسع قبل الميلاد على فسيفساء آشورية، وعُثر في وادي النيل على ما يشبه الفسيفساء في بعض غرف هرم سقارة.

ومنذ القرن الثالث قبل الميلاد إبان العصر الهلنستي ظهرت الفسيفساء باستخدام المكعبات الفخارية متأثرة بالتي استُخدمت في الألف الرابع قبل الميلاد في مدينة آنين جنوب العراق، ثم شهدت الفسيفساء تطوراً ملحوظاً خلال الحضارة الإغريقية، وظهرت الفسيفساء الإغريقية المتأثرة بالفسيفساء الآشورية الناعمة الملساء.

وشاع فن الفسيفساء بصورة كبيرة في العصر الروماني خاصة ما بين القرن الأول الميلادي وحتى القرن الثالث، فغطَّى هذا الفن التصويري منازل المواطنين أصحاب الطبقة المخملية الأرستقراطية، ولم يكد يخلو بيت في روما إلا وقد اكتست قاعته الداخلية بلوحات فسيفسائية تصور عوالم الحيوانات وخاصة البحار وما يرتبط بها من سفن وأسماك.

واستخدم الرومان اللونين الأبيض والأسود، وظهرت الأشكال الهندسية أواخر القرن الثالث الميلادي بسبب دخول الديانة المسيحية التي نادت بالابتعاد عن الأشكال الوثنية المتصلة بالأساطير

وبالآلهـة، ليدخـل هذا الفـن مرحلة ذهبيـة إبان العصر البيزنطي، فظهرت الفسيفساء بكثرة على جدران الكنائس وأرضياتها وقبابهـا، واستُخدم الزجاج آنـذاك لتغطية الجـدران والقباب، بينما استُخدمت مكعبات من الحجارة والرخام لتغطية الأرضيـات لأنها تتحمل أكثر ولا تتلف بسهولة، ثم أدخـل البيزنطيـون المعـادن في صناعـة اللوحات الفسيفسائية واستخدموا الألوان وتدرجاتها.

وتعـد الفسيفساء العربيـة الإسلامية امتداداً للفسيفسـاء البيزنطيـة، لكـن العـرب المسلمـين طوَّروا هذا الفن من خلال استخدام الألوان المائية في التلويـن، وابتكروا أشكالاً هندسية غير معهودة في تزيـين القصور والمعابد ثـم في زخرفة جدران المساجد والعمائـر والقصور في عصـور الأمويين والعباسيين والفاطميين وفي مصر والأندلس.

ويعد العصر الأندلسي أبرز عصر يمثل تطور هـذا الفـن، إذ أسس الأندلسيـون في أوائل القرن العاشـر الميـلادي أول مصنـع لتصنيـع وتصدير القيشـاني إلى كثـير من بلـدان العـالم، وظهرت فيـه مرحلة استخدام تربيعـات البلاط القيشاني لإبراز الأشكال الزخرفية وإعطائها بعداً أكثر من اللون والبريق.

ووصل هذا الفن إلى مراحل ممتازة في عصر المماليـك، إذ حرص الفنـان في ذلك العصر على إدخال عنصـر جديد وهو استخـدام الفسيفساء الرخامية في زخرفة الجدران والأرضيات، وكذلك استخـدام البلاطات الخزفية المزخرفة في تكسيه قمم المآذن والقباب والجدران.

2- مواد هذه الحرفة:

مـواد هـذه الحرفـة عديـدة، مـن الحصـى والأصداف والحجارة والصخور، ومن قطع الرخام والفخار والزجـاج والخزف والزجـاج والجرانيت والبلـور والأصـداف والرقائـق الذهبيـة، والمـواد اللاصقـة، ليتم تشكيلهـا أشكالاً حركيـة بزخرفة هندسية أو نباتية أو إنسانية أو حيوانية، فيتم توزيع الحبيبـات الملونـة المصنوعة من تلك المـواد بشكل فني ليعبر عن قيم دينيـة وحضارية وفنية بأسلوب فني مؤثر وهو من أقدم فنون التصوير.

3- طريقة حرفة الفسيفساء:

الفسيفسـاء عبـارة عـن صناعـة المكعبـات الصغـيرة بجمع بعضها إلى بعضـ وبغرسها على مونـة تعمـل على تماسكهـا مغطية سطحـاً ثلاثي

الأبعاد، لتندمج لتعطي أشكالاً وزخارف متعددة، وإن كافة أعمال الفسيفساء هي نوع من التصوير أو الرسم، يقوم على أساس تغطية المساحات اللونية بواسطة قطع مكعبة صغيرة الحجم.

تنقسم صناعة الفسيفساء إلى نوعين: القديمة الحجرية والزجاجية، فتعتمد الحجرية على الحجر الموجود في الطبيعة الذي يمنح اللوحة روحانية خاصة، وهذه الحجارة أنواع كالحجارة البرازيلية والباكستانية والتركية والإيطالية والسورية.

فالخطوة الأولى هي رسم الصورة أو الموضوع المراد تنفيذه بالفسيفساء على قطعة من الورق بالحجم الذي يراد تنفيذه به ولكن بشكل معكوس، ثم تأتي خطوة تجزئة المساحة اللونية من الرسم إلى أقسام صغيرة بعدد أقسام القطع الصغيرة التي سيتم رصفها، ثم تُوضع المكعبات الملونة حسب الرسم الذي تم تنفيذه، ثم تُستخدم مواداً لإلصاق القطع، ثم يتم حصر الرسم ضمن إطار خشبي أو حديدي على أن تكون الورقة في الأسفل، بعدها يتم تجهيز مونة مكونة من الإسمنت والرمل الناعم بالماء، ثم تُسكب هذه المونة فوق قطع الموزاييك ضمن الإطار، وتترك لتجف، ثم يُقلب الإطار، وتُستخدم إسفنجة مبللة لدعك وتبليل الورقة التي عليها الرسم، فنحصل على لوحة فسيفسائية ملونة وجميلة ضمن إطار، ويتم سقايتها لتكتسب الصلابة وتُترك لتجف، لتأتي عملية الشحذ لسطح اللوحة لإزالة ما علق بها من مونة.

أما اللوحات الفسيفسائية الجدارية فيتم فيها أولاً إعداد ومعالجة الجدار الذي ستقام عليه اللوحة، فإن كان فيه رطوبة تُضاف مواداً عازلة مثل البيتومين أو القار أو الراتنج، ثم تُضاف طبقة الأساس المكونة من ملاط خشن من الطين أو الجبس أو الجير أو الإسمنت.

وفي زخرفة القباب بالفسيفساء يتم تثبيت مسامير قوية ذات رؤوس عريضة خشنة، ثم توضع فوقها طبقة الملاط، ثم يتم التصوير باستخدام أسلوبين بغرس القطع مباشرة في الملاط حسب التصميم أو بإعداد اللوحة بطريقة عكسية على التصميم.

أما هندسة الفسيفساء الزجاجية فإنها تمر بمرحلة رسم الشكل المراد تصميمه بواسطة أقلام فحمية على قطعة من الورق أو الكرتون المقوى، ثم تُوضع فوقه قطعة من النايلون الشفَّاف لحفظ الرسم، ثم تُثبت بالغراء وتوضع على قطع رخامية أو خشبية بنفس مقاس اللوحة لزيادة تماسكها.

وتُستخدم في ذلك الألوان من شوائب طبيعية ملونة في الحجر الطبيعي أو أكاسيد ألوان مضافة لعمليات الصناعة.

4- واقع هذه الحرفة:

لا تزال هذه الجرفة قائمة في عدد من البلدان العربية، ومنها سورية، خاصة في دمشق وإدلب، ولم تتأثر هذه الحرفة كثيراً بالظروف الراهنة

بسبب توافر موادها الأولية، ولا يزال يعمل بها عدد جيد من الحرفيين في دمشق أمثال خلدون المسوتي ووفاء حسان.

وأخيراً: تعد الحرف الثلاثة التي تحدثنا عنها من أهم وأعرق الحرف الدمشقية، وهي تحتاج إلى رعاية واهتمام ومتابعة ودعم لهؤلاء الحرفيين القائمين عليها، لما لها من أهمية تاريخية وتراثية وعملية، إذا بدأ بعضها يسير في طريق الاندثار للأسف.

- مراجع البحث:

- إبراهيم المسلم: إطلالة على علوم الأوائل، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 2006م.

- إبراهيم مرزوق: موسوعة الزخارف، مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع، القاهرة، ط1، 2007م.

- أبو صالح الألفي: الفن الإسلامي أصوله وفلسفته ومدارسه، القاهرة، 1969م.

- أبو صالح الألفي: الفن الإسلامي، مصر، دار المعارف.

- أحمد بن علي القلقشندي: صبح الأعشى في صناعة الإنشا، تحقيق محمد حسين شمس الدين، بيروت، دار الكتب العلمية، ط1، 1987م.

- أحمد بن علي المقريزي: الخطط المقريزية، تحقيق أيمن فؤاد سيد، لندن، مؤسسة الفران للتراث الإسلامي، 1995.

- أحمد بن يحيى العمري: مسالك الأبصار في ممالك الأمصار، مخطوط، آيا صوفيا، استنبول، مكتبة السليمانية، نشرة فؤاد سيزكين التصويرية، معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية في إطار جامعة فرانكفورت، ألمانيا الاتحادية.

- أرنست كونل: الفن الإسلامي، ترجمة أحمد موسى، بيروت، دار صادر، 1966م.

- التراث الحي لبلدان البحر المتوسط، وثيقة مرجعية لتوجيه عمليات التقييم القطرية لحالة صون التراث الثقافي غير المادي في مصر ولبنان والأردن وسوريا: اليونسكو.

- الفنون الزخرفية العربية الإسلامية: عبد الرزاق ناهض القيسي، بغداد، 2009م.

- جمال الدين محمّد بن منظور: لسان العرب، بيروت، دار صادر، ط1، 1997م.

- ديماند، م.س: الفنون الإسلامية، ترجمة أحمد محمّد عيسى. دار المعارف بمصر.

- سعد زغلول عبد الحميد: العمارة والفنون في دولة الإسلام، الإسكندرية، منشأة المعارف.

- عاصم محمّد رزق: معجم مصطلحات العمارة والفنون الإسلامية، القاهرة، مكتبة مدبولي، ط1، 2000.

- لقاءات متكررة مع الحرفي ماهر بوظو: حرفة الدهان الدمشقي.

- لقاءات متكررة مع الحرفية وفاء حسان: حرفة الفسيفساء.

- لقاءات متكررة مع الحرفي عدنان فيومي: حرفة الحفر على الخشب.

- مازيل، جان: تاريخ الحضارة الفينيقية الكنعانية، ترجمة ربا الخش، ط1، سوريا، 1998.

- محمّد أمين، ليلى إبراهيم: المصطلحات المعمارية في الوثائق المملوكية، القاهرة، دار النشر بالجامعة الأمريكية، ط1.

- محمّد بن أحمد بن الأزهري الهروي: تهذيب اللغة، تحقيق: محمّد عوض مرعب، بيروت، دار إحياء التراث العربي، ط1، 2001م.

- محمّد علي بن شيخ علي التهانوي: كشاف اصطلاحات الفنون، بيروت، دار صادر.

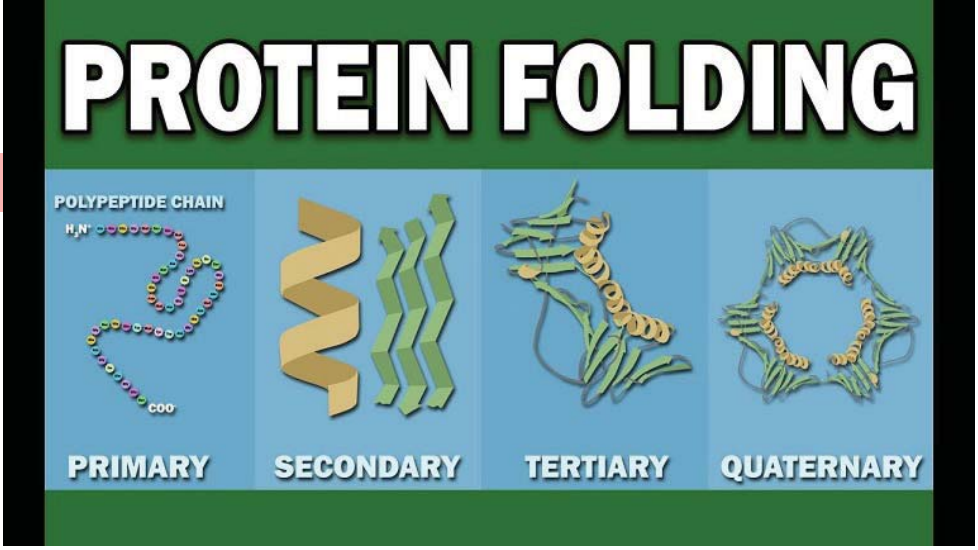
- محمّد فياض الفياض: الحرف التقليدية في سورية، ماجد حمود، ترجمة: مجد حمود، سورية، الاتحاد العام للحرفيين، مكتب الثقافة والإعلام، ط1، 2010م.

- منير كيال: فنون وصناعات دمشقية، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق، د.ت .

- ميشيل سانفوريان: تطبيع الرسم في علم الآثار، معهد الآثار الفرنسي للشرق الأدنى، عمان عام 1994م.

- ورشة عمل: الحرف التقليدية والتراث، وزارة السياحة، دمشق، فندق الداما روز، 2016م.

- يحيى وزيري: عناصر العمارة الإسلامية، مكتبة مدبولي، 1999.



طي البروتين..
لغزٌ بيولوجي

رؤوف وصفـــــي

البروتين الذي يعدّ أخطر مكوّنات الأجسام الحيّة شأناً، لا يزال يحيّر العلماء بتشكيلاته المذهلة عدداً وتنوّعاً، وهم لاهثون وراء سرّ هذه التشكيلات لأغراض علمية وصحّية واقتصادية شتّى.

تبدأ الحياة لآلاف البروتينات-التي تقوم بوظائف حيوية داخل أجسامنا-بتحدّ. إذ يتعيّن على البروتين أن يحوّل نفسه، من سلسلة طويلة مرنة وناعمة من الأحماض الأمينية Amino Acids، إلى جزيء له شكل محدّد، وبه مختلف الالتواءات والانحناءات التي تلزمه لأداء وظيفته في الخليّة، وهي ما يطلق عليه "طيّ البروتين ProteinFolding" إنّ فهم عملية طيّ البروتين بالغة الأهمّية لإنتاج المستحضرات الصيدلية البروتينية، كما تؤدّي هذه العملية دوراً جوهرياً في التفاعلات الحيوية التي تحدث داخل الخلية، ومع نمو وازدهار صناعات التكنولوجيا الحيوية Biotechnology، زاد بدرجة كبيرة الاهتمام بطيّ البروتين، إذ عادة ما يحتاج تطوير عمليات الإنتاج التجاري للبروتينات المصنّعة، إلى طريقة فعّالة وعالية الإنتاجية لطيّ البروتين. ويعدّ طي البروتين أحد أعاجيب الطبيعة، وعندما تنزاح البروتينات بعيداً عن خطوط تجمع الخلايا، فإنّها تصبح لا شيء أكثر من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية. ويوجد 20 نوعاً من الأحماض الأمينية، ويحتوي البروتين عادة ما بين مائة إلى عشرة آلاف حمض أميني، وتؤدّي هذه الأحماض الأمينية وظيفة مهمّة، إذ إنّها تجسّد شكل ووظيفة

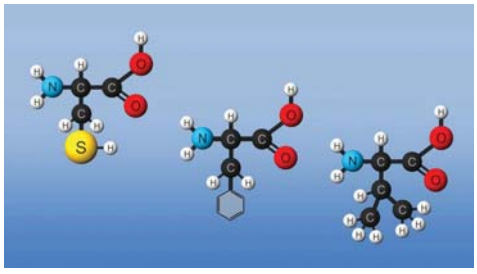
البروتين. ونحن نعرف أنّ هناك 28 حرفاً في اللغة العربية، يمكن ترتيبها بحيث تعطى مجموعة من الكلمات ذات معنى، وكذلك فإنّ الأحماض الأمينية تتجمّع بعضها مع بعض، لتكوين عشرات الملايين من البروتينات، في كلّ الكائنات الحيّة التي تعيش فوق كوكب الأرض.

الزمامات المنزلقة..

ينفّذ البروتين مهامه من خلال التعاون البيولوجي، حيث يرتبط بروتينان كلّ منهما بالآخر للعمل ككيان وظيفي واحد. وبعد تجميع قواهما، «يعصر» هذا الشريكان بينهما الحمض النووي (دنا) DNA كالمصارع الذي يسيطر على خصمه بمسكة "المقص" بوساطة القدمين!. المعتقد أنّ هذين البروتينين يرتبط كلّ منهما بالآخر بأحماض أمينية تسمّى "لوسينات" Leucines. حيث تشكّل اللوسينات حافّة خشنة من العقد، بامتداد أحد جانبي كلّ بروتين، وعندما يتلامس البروتينان، تتداخل اللوسينات وتندس عقد أحد البروتينين بين عقد البروتين الثاني، تماماً مثل أسنان الزمام المنزلق للملابس Zipper. وعندئذ يتشابك البروتينان معاً بقوّة، وتصبح بمثابة زمام بيولوجي منزلق.

اللغز.. والطيّات العديدة

تصوّر خيطاً من حبّات ملوّنة كبيرة، صفراء وخضراء وحمراء وزرقاء وبنّية، علماً بأنّ الحبّات الصفراء تنجذب بعضها إلى بعض مثل المغناطيسات. وتتنافر الحبّات الخضراء مع مثيلاتها، وتنجذب الحبات الحمراء بقوّة ضعيفة إلى الحبّات الزرقاء، ما لم توجد بجوارها حبّة بنّية اللون، وتذكر أيضاً أنّ الحبّات الحمراء تفضّل أن تستقر بين الحبّات الصفراء، ما لم توجد حبّات خضراء بينهما! والآن كوّن تسلسلاً عشوائياً من بضع مئات من الحبّات الملوّنة المختلفة -التي تمثّل الأحماض الأمينية- وتنبأ بالتركيب ثلاثي الأبعاد، الذي سوف ينطوي الخيط ذاتياً إليه! يبدو الأمر غاية في التعقيد، ولكن علماء البيولوجيا يمارسون هذه «اللعبة» ويطلقون عليها «لغز طيّ البروتين». ولكل بروتين تسلسل للأحماض الأمينية خاص به فقط، وينتهي بطريقة ما، بالطيّة المميّزة له، لكن مثل هذه السلسلة المعقّدة يمكن أن تنطوي بعدد كبير جدّاً من الطرق المختلفة، ولكن كيف يتأتّى للبروتين أن ينتهي بالشكل الصحيح له بالضبط؟ لا يمكن الإجابة عن هذا السؤال بالتخمين أو باتّباع طريقة التجربة والخطأ.



إنّ عمر الكون نفسه يعدّ قصيراً مقارنة بالوقت الذي يستغرقه بروتين صغير لتجربة بلايين من الطيّات الممكنة واحدة وراء أخرى، وصولاً إلى الطيّة الصحيحة!. إذ إنّ البروتينات تنثني وتلتوي وتلتف في شكل حلقات أو حلزونات، بينما تنضغط بعض البروتينات الأخرى في رقائق مطوية تشبه الآلة الموسيقية "الأورديون"، وكذلك في أشكال أخرى، وهذه الطيّات تساعد على أداء البروتينات لوظائفها الجوهرية داخل الخلايا. فعلى سبيل المثال، فإنّ الزوايا والشقوق في طيّات أي أنزيم Enzyme هضم -وهو أحد البروتينات-

يمكنها أن تحتجز جزيئات النشا ثم تقترب بعد ذلك الكيماويات التي تحلّلها إلى سكر، وبالمثل تكمن البكتيريا والفيروسات بقوّة في ثنايا وطيّات الأجسام المضادّة Anti Bodies، التي تمسكها بإحكام.. بينما تطلب "النجدة" من آليات الدفاع الأخرى بجهاز المناعة في الجسم وعندما تواصل سلسلة الأحماض الأمينية المفتوحة، عملية الوصول إلى الشكل النهائي للطيّة فإنّها تواجه الكثير من التطوّرات غير المرغوب فيها. فالأحماض الأمينية تتنافر وتتجاذب فيما بينها، كما أنّها تتفاعل مع جزيئات أخرى في الجسم، من أجل إتمام بعض الاتصالات الكيميائية الحيوية.

تُرى ما السر الذي يكمن وراء لغز طيّ البروتين؟

إنّ الإجابة عن هذا التساؤل، أصبحت واحدة من أكثر مناطق الكيمياء الحيوية إثارة، لأنّ البروتينات –على هيئة أنزيمات وهرمونات Hormones وأجسام مضادّة.. إلخ– تقوم بوظائف بيولوجية بالغة الأهمّية للجسم. والواقع أنّ عملية طيّ البروتينات بطريقة صحيحة، وبقائها مطويّة خارج بيئتها الخلوية الطبيعية، هي واحدة من أكثر المشكلات المحبطة للآمال في صناعة التكنولوجيا الحيوية. إذ ربّما يدخل الباحثون جيناً Gene لبروتين بشري مهم ونادر، في بكتيريا وينجحون في الحصول على كمّيات كبيرة من هذا البروتين –باستخدام الهندسة الوراثية– enetic Engineering ثم يكتشفون في النهاية أنّ جزيئاته لا تنطوي داخل خلايا البكتيريا، أو أنّها تلتصق بعضها ببعض، في تكتّلات لا قيمة لها. وأحياناً ينتجون ما يبدو أنّه بروتين مطوي بطريقة صحيحة، ثم يفاجؤون برؤيته ينحل عند إخراج العيّنات من حجرة التجميد –حيث تجرى التجارب– لإذابتها. وأي شخص يتعامل مع البروتينات غير المطويّة في أنبوب اختبار، هو فقط الذي يعرف جيداً المخاطر المحتملة، فبدلاً من أن تنتهي التجربة، بجزيئات البروتين وهي تعمل بنشاط كامل، ربّما يحصل الباحث على كتلة هلامية متداخلة بعضها في بعض، تعدّ المناظر الكيميائي لطبق من المكرونة "الإسباجتي" التي تركت على النار أكثر من اللازم، فتعجّنت!.

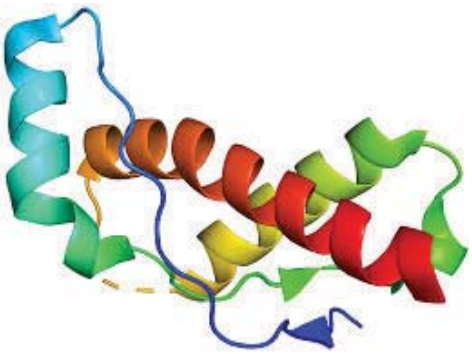
تصميم.. البروتينات

يتمثّل جزء من التحدّي الكامن في لغز طيّ البروتين، في أنّه لا يظلّ متجمّداً في شكل ثابت واحد، وحتى عندما يكون مستقرّاً في محلول ما، فإنّه يتأرجح بسرعة بين أشكال مختلفة. وعندما تتلاصق البروتينات مع جزيئات مجاورة، فإنّنا نتوقّع حدوث أي عدد من التغيّرات لها. والمشكلة الحقيقية في طيّ البروتين، هي في التعامل مع حالات تتحوّل بسرعة فائقة، ربّما تصل إلى جزء من الثانية! وهذه التحوّلات تجعل من الصعب القياس التجريبي للتركيب "المثالي" للبروتينات البسيطة، الذي يفضّل العلماء معرفة بعض

القواعـد الأساسيـة لعمليـة طيّها. ويؤثّـر تسلسل الأحماض الأمينيـة في التركيـب ثلاثـي الأبعـاد للبروتـين وبالتـالي وظيفته. ومن خـلال استبدال حمض أمينـي معيّن بـه، يستطيعـون "تصميم" بروتينـات مصنّعة جديـدة تماماً، يمكنهـا تأدية وظائـف حيوية محـدّدة. بيد أنّ الأمـر يحتاج في المختـبر إلى سنـوات، لتحديـد التركيـب ثلاثـي الأبعـاد للبروتـين، باستخـدام الأشعّـة السينيـة (أشعّـة إكـس) أو التصوير بالرنـين المغناطيسي النـووي Nuclear magnetic Resonance وهما الطريقتان اللتان يعـوّل عليهما حالياً، لمسح التضاريـس السطحيـة للبروتينـات. وفي الوقـت نفسـه، يتم تحديد تسلسـلات الأحماض الأمينية كل يـوم، ممّا يؤدّي إلى وجود عـدد كبير ومتزايد مـن البروتينات معروفة التسلسـل، ولكن تركيبها الدقيـق الداخلـي، لا يزال مجهـولاً!. والخلاصة، أنّ علـى علمـاء البيولوجيـا التنبّـؤ -مـن تسلسل الأحماض الأمينيـة للبروتـين-، بكيفيّـة حدوث عملية طيّ البروتين. لكن، تُرى ما أنواع البروتينات التـي قد يرغب العلمـاء في إعـادة تصميمها؟ إنّ القائمـة تتزايد بسرعـة، إذ يتعاظم ترسيخ فكرة أنّ البروتينات نوع رئيسي من الكيماويات المنظمة في الجسـم، وإنّها تؤثّر في عدد كبير من الوظائف الحيويـة التـي تتراوح مـا بين المناعـة إلى الحالة النفسية للإنسان.

البريونات.. وتدمير الخليّة

إنّ اكتشـاف آلية طيّ البروتينـات وتداعياتها المستقبليـة، بالغ الأهمّية لعلاج الأمراض الناجمة عن الخلـل من عملية الطـيّ، وهي تتعلّـق بالتغيّر الـذي يحدث للبروتين من خيـط أصلي لا شكل له مـن الأحماض الأمينية، إلى كيـان مطوي ثلاثي الأبعـاد. وقد أثمـرت الأبحاث العلميـة الحديثة، إلى الكشـف عـن بعض الحقائـق الخاصّة بكيفية حـدوث هذا التحـوّل، وتصحيح عدد مـن الأفكار الخاطئـة بشـأن سرعـة تكويـن هـذا الطـيّ. إنّ عملية طيّ البروتـين تتعرّض أحيانـاً للمشكلات، فالبروتينـات لديهـا ميل كبـير لارتـكاب أخطاء تبطئ من سرعتها كثيراً، في أثناء رحلتها المعقّدة، إلى التركيـب النهائي لها. ويتعيّن على البروتينات أن تطـوى بسرعة فائقة، إذ لـو تأخّرت في مرحلة بينيـة واحـدة، لتعرّضـت للتكتّـل مـع بروتينـات أخـرى، في أثنـاء عمليـة الطـيّ وهذا ربّمـا يكون مدمّـراً للخليّة، حيث تتحوّل هـذه البروتينات إلى «بريونات» Prions أي بروتينات معدية، قد تصل إلى الخلايـا العصبيـة في المخ وتقـوم بتدميرها، تاركـة فيها فجوات عديدة فيبدو النسيج العصبي كالإسفنـج! وقد اكتسـب هذا المجـال النشط من البحـث العلمـي، المزيد مـن الاهتمـام في الوقت الحاضـر إثـر تزايد معرفتنـا بأنّ أخطـاء عملية طيّ البروتين، ربّما تفضي إلى اضطرابات صحّية خطيرة مثـل مرض "الزهايمـر" Alzheimer وأمراض الاعتـلال الدماغي الإسفنجيSpongi From Encdphalopathies مثـل مرض "كروتزفيلـد جاكوب" وهو الشكل البشري لمرض "جنون البقر".



الرقصة.. البيولوجية

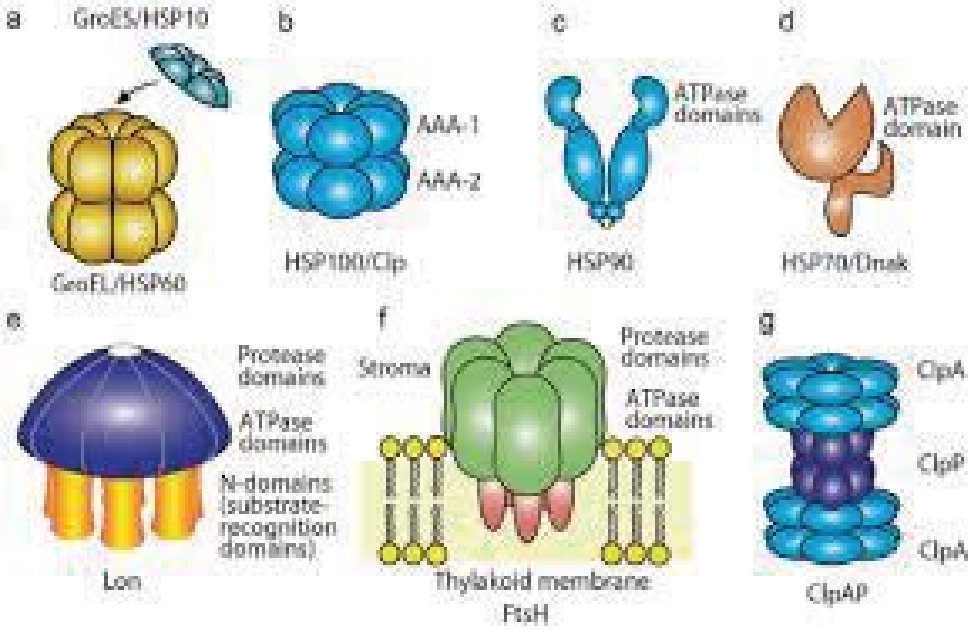
في أواخر الثمانينات من القرن العشرين، اكتشف علماء البيولوجيا أنّ الخلايا تحتوي على جزيئات خاصّة مرافقة، هي نفسها عبارة عن بروتينات يطلق عليها «البروتينات المقترنة» Molecular Chaperones. وتساعد البروتينات المقترنة في توجيه جزيئات البروتينات غير كاملة النضج بعيداً عن المؤثّرات السيئة، وكذلك حمايتها لكي تنطوي بالطريقة الصحيحة. ولطالما أصيب الباحثون بالدهشة من هذا "التعاون الجزيئي" ومن ثم خضعت البروتينات المقترنة لأبحاث علمية دقيقة للتعرّف على طبيعتها، والدور الذي تقوم به في إتمام عملية طيّ البروتين. ومن هذه الأبحاث، قيام العلماء بمعالجة بكتيريا إنتاج "الأنسولين" باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، حيث أوقفوا نشاط الجينات التي تدخل في عملية إنتاج البروتينات المقترنة. ونتج عن هذا موت البكتيريا وهي "متجلّطة" بكتل من البروتينات المجمّعة بطريقة خاطئة. ومن دون مساعدة البروتينات المقترنة الموجّهة، تفشل نحو ثلاثين بالمائة من بروتينات البكتيريا، في أن تنطوي بالشكل الصحيح. ولكن كيف تقوم البروتينات المقترنة بوظيفتها، في مساعدة البروتين على اتّخاذ الطيّة الصحيحة؟

توجد البروتينات المقترنة في الخليّة، ومن أهمّها البروتين "جرويل" Groel والبروتين "جرويس" Groes مع وجود الأدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine Triphosphate (ATP)، الذي تخزن فيه الطاقة المستخرجة من الغذاء ثم تتوافر للتفاعلات الكيميائية في الخليّة. ويعدّ هذا الجزيء المصدر الرئيس للطاقة في الخليّة. ويكون شكل البروتينات المقترنة مثل عدّة طبقات من "الكعك" الدائري الشكل، وتتجمّع هذه الجزيئات بعضها مع بعض، لتكوّن مركّباً معقّداً من نوع ما. وتتوافر المادّة الرابطة "الغراء" من التجاذبات الرقيقة في بعض الأحماض الأمينية للبروتين. وتنفّذ هذه البروتينات المقترنة، المناظر الكيميائي الحيوي، لرقصة بيولوجية معقّدة، تضمّها مع البروتين غير الناضج. ففي الخطوة الأولى يقوم "جرويس" بربط أذرعه بأحد طرفي "جرويل" بحيث تشكّل حلقاتها تجويفاً فارغاً كبيراً، بما يكفي لاستيعاب بروتين واحد. وفي الخطوة الثانية، يلتصق البروتين غير الناضج داخل هذا التجويف، كالخيط المشدود، حتى لا يتعرّض لأي التواءات قبل الوقت المناسب، في أثناء خروج البروتين من "ريبوسومات" Ribosomes الخلية إلى "السيتوبلازم" Cytoplasm ليكمل رحلته داخل الجسم ويقود ذلك إلى الخطوة الثالثة، حيث يشتبك "جرويس" بالطرف الآخر لـ "جرويل" ممّا يؤدّي إلى تحرّر البروتين من "سجنه" داخل التجويف، بوساطة الطاقة التي يحصل عليها من الأدينوسين ثلاثي الفوسفات. وبهذا يصبح البروتين حرّاً بعد حمايته داخل

"القفص الجزيئي" في التجويف، من أي مؤثّرات خارجية ضارّة به وهكذا تنتهي المشكلة، ويتمكّن البروتين من أن ينطوي بطريقة صحيحة. ولكن يعتقد بعض الباحثين، أنّ البروتينات المنتشرة تربط أذرعها مع البروتينات المقترنة فقط بشكل متقطّع، وأنّ معظم عملية الطيّ تتم في أثناء انفصالها وكذلك ربّما تستخدم البروتينات المقترنة الأدينوسين ثلاثي الفوسفات، في "نجدة" البروتينات "المحبوسة" في حالات طيّ خاطئة، وإعطائها فرصة أخرى. ثم تطلق هذه البروتينات التي تمّ إنقاذها، وتتركها لكي تنطوي تلقائياً. فإذا انطوى البروتين بالشكل الصحيح فكل شيء على ما يُرام، أمّا في حالة حدوث أي مشكلة، تقوم البروتينات المقترنة بنجدته مرّة أخرى، وهكذا تحصل معظم البروتينات على فرص كافية، لكي تصل إلى الطيّة الصحيحة في النهاية.

آفاق المستقبل

لعب طيّ البروتين دوراً رئيساً في كلّ من الأبحاث والتطوّرات الأكاديمية والصناعية في مجال التكنولوجيا. إذ اعتمدت الصناعات التكنولوجية الحيوية على عمليات طيّ البروتين، في (الخلايا الحيّة) In Vivo وكذلك في المعامل (في أنابيب الاختبار) In Vitro للإنتاج الناجح للبروتينات المصنّعة، المعتمد استخدامها حالياً في العلاج الطبّي واستنباط أدوية علاجية جديدة في المستقبل القريب. ولهذا، فإنّ طيّ البروتين، أصبح في بؤرة الاهتمام العلمي في الوقت الحاضر، خاصّة بعد التوصّل إلى إنجاز مشروع الطاقم الوراثي البشري (الجينوم) Genome، وبداية الأبحاث الخاصّة بالكشف عن تعاقبات الأحماض الأمينية في البروتينات، وهو ما يطلق عليه "البروتيوم" Proteome.



استكشاف الأرض والكون

تطوّر المعرفة الإنسانية ومستقبلها

تأليف: إســـحاق عظيمـــــوف ترجمة وتعليق: هاشم أحمد محمّد
قراءة وتعليق: م.هناء صالح

جعل الله الإنسان خليفته على الأرض، وهبه العقل وسخّر له جميع المخلوقات وبالمقابل طلب منه السعي والتفكير بخلق السموات والأرض، انتشر الجنس البشري بكلّ أنحاء الكون وطوّر لغته ليتفاهم مع أقرانه واخترع الكتابة والطباعة ليتمكّن من نقل فكره وخبراته للآخرين، حيث استطاع التفوّق على جميع المخلوقات! فروّض الحيوانات، وشقّ الطرق والجسور، وصنع الفلك ليجوب المحيطات، وصنع السفن ليكتشف بها الفضاء، حتى إنّه أرسل سفناً فضائية ليخبر مخلوقات أرجاء الكون الأخرى بتواجده.

آفاق المكان: نصف الكرة الشرقي:

بدأت الحياة على سطح الأرض منذ ثلاثة بلايين ونصف البليون سنة بأقل تقدير، والبليون يساوي ألف مليون سنة، وعلى الرغم من أننا نشكّ بأنّ الأرضَ ليست الكوكب الوحيد الذي توجد حياة على سطحه، لكن لم نرَ أيّة أدلّة على وجود حياة بأيّ مكان آخر بالكون، نشأت الحياة في البحر وظلّت مدّة سبعة أثمان عمرها الكلّي على الأرض، حيث كانت المناطق البرّية على الأرض قاحلة، إذ غزت الحياة سطح الأرض منذ ما يقارب 425 مليون سنة.. وبعدها انتشرت الحياة لتغطّي كلّ بقعة على الأرض، أمّا المناطق الجليدية القطبية وقمم الجبال الشاهقة الارتفاع والصحارى الجافّة فانعدمت فيها الحياة تقريباً.

منذ البداية حتى النهاية تكوّنت الحياة من عشرات الملايين من الأنواع المختلفة وبلغت درجة من التباين حتى أصبحت غير قادرة على استيعاب أنواع جديدة وحاليًا يوجد مليوني نوع مع انقراض لأنواع أخرى، حتى إنّ هناك أصنافًا للأنواع المختلفة؛ فبعضها واسع الانتشار يغطّي القارّات والمحيطات، وبعضها محدود الانتشار نجده ببعض الجزر الصغيرة أو الأودية المنعزلة، وكلّما كان الصنف أكثر انتشاراً كان النوع بمأمن من الكوارث والتغيّرات المحلّية وأكثر قدرةً على البقاء.

الإنسان أوّل من قام بمعظم أوجه التقدّم بتاريخ الإنسانية! فهو أوّل من قام باستخدام واسع للنار، حيث لم يقم قبله من الأنواع الأخرى بذلك، ممّا مكّنه من التوغّل للشمال مسافةً أبعد من المسافة التي توغّلها أشباه الإنسان القديم باتجاه بكين بالصين، حيث تمّ العثور على حفريات وبقايا موقد نيران ممّا يدلّ على توجّههم نحو أوروبا.

ولمدّة تصل ما يقارب 250.000 سنة ظهر البشر حاملو الأمخاخ الكبيرة، وهم من نوع الإنسان العاقل الذي ننتمي له، حيث جابوا أقاصي شمال أوروبا رغم المُناخ شديد البرودة الذي أنتجه العصر الجليدي، وقد طوّر الإنسان نفسه باستخدامه للنار وجلود الحيوانات للتدفئة وتصنيعه الفؤوس والسهام الحجرية المدبّبة للدفاع والهجوم، ولم يكن الإنسان البدائي يشبه البشر الحاليين فكانت بعض الاختلافات كشكل الجمجمة، ومنذ 35000 سنة ظهر الإنسان الحديث العاقل الذي ننتمي له ليصبح الوحيد الموجود من الفصيل الإنساني، فكان أكثر كفاءةً بالحرب! فمحا الإنسان القديم على الرغم من أنّ الأدلّة تدلّ على تزاوجهم من بعض. وبظهور الإنسان الحديث امتدّ نطاق الجنس البشري خارج جزيرة العالم.

وعندما كانت تبلغ كلّ دورة من دورات العصور الجليدية ذروتها فإنّ منسوب البحر ينخفض بسبب المياه المرتبطة بالألواح الجليدية العملاقة التي غطّت كندا وسيبيريا واسكندنافيا حتى أصبحت سيبيريا وآلاسكا تتصلان بمعبر برّي واسع، وفي تلك العهود تعقّب صيادو سيبيريا الماموث الحيوان المنقرض الشبيه بالفيل الذي تكيّف مع الحياة القطبية حيث وصلوا لأمريكا الشمالية بمطاردتهم له، إذ لم يكن فيها بشر، وبحلول عام 16.000 ق.م وصل الإنسان لأمريكا الجنوبية ثم عبر مضيق ماجلّان ليصل لجزيرة تقع بأقصى الجنوب الشرقي من المضيق وهي منطقة برّية بأقصى المناطق جنوبًا التي شغلها البشر قبل عصور الحضارة عن أية منطقة أخرى في العالم. وقبل ذلك استغل الإنسان انخفاض منسوب مياه البحر ليواصل زحفه لغينيا الجديدة واستراليا، ومنذ ذلك الحين كان البشر يشغل كلّ الأراضي الكبيرة المساحة التي لم تغطّ بالثلج.

كان الجنس البشري أوّل نوع برّي ينتشر فوق مساحات شاسعة من المعمورة ومنذ ذلك تكاثر حتى أصبح النوع الأكثر توالدًا! ولم يشهد العالم له مثيلًا من قبل.

سطح الأرض: المرتفعات والمنخفضات

الجبال: لم يكن اكتشاف الأرض ورسم خرائط للكرة الأرضية بدقّة هو نهاية المطاف! فكان هناك المزيد من الاكتشافات، وعلى الرغم من أنّ سطح الأرض ثنائي الأبعاد، لكن لها مرتفعات ومنخفضات كسلاسل الجبال العظيمة، فكان للجبال وقع مؤثّر بالنفس، فهي مبعث إلهام للناس، وهي أصلح لأن تكون سكنًا للآلهة وليس للإنسان! فكانت نظرة الناس للجبال أنّها أرض حتى أحسّوا مقدّسة! ومن الصحّ التقرّب للآلهة فوق تلال الجبال بدلًا من السهول والوديان.

اعتبر الإغريق القدماء جبل أولمبيا بشمال اليونان موطنًا للآلهة، ارتفاعه 2900 متر، فهو أطول جبل بشبه الجزيرة اليونانية، كما أنّ جبل فوجياما ارتفاعه 3775 متراً وهو أعلى جبال اليابان ويعدّه اليابانيون جبلًا مقدّسًا.

بمرور الزمن أصبحت المعتقدات الدينية معتقدات سماوية، حيث انتقل موطن الآلهة من قمم الجبال للسماء، ويراود بعضهم شعور بأنّ القباب والأبراج التي تعلو الكنائس والمساجد الإسلامية والهياكل الهرمية الشكل في بابل والأهرام بمصر وكلّها من صنع الإنسان تعود بالذاكرة للجبال التي عاشت فوقها الآلهة.

كما نعلم للجبال دور بالحماية، فعندما فتح المسلمون إسبانيا عام 711م أعاقت جبال البرانس محاولتهم لضمّ مملكة الفرنجة لأملاكهم واحتفظت مملكة الفرنجة باستقلالها وعندما شُن هجوم مضاد عام 778 أعاقته جبال البرانس أيضا ولليوم تعدُّ جبال البرانس الحدّ الفاصل بين فرنسا وأسبانيا! وبالمقابل جبال الهيمالايا الخط الفاصل بين حدود الهند والصين، وجبال الألب الخط الفاصل بين حدود إيطاليا وجيرانها.

تسلّق جبال الألب:

منذ القدم كان الإنسان يحاول تسلّق الجبال فقط للوصول للجانب الآخر منه، ولكن مع اكتشاف كولومبوس للعالم الجديد عام 1492م

قاد أحد رجال البلاط الفرنسي جماعة ليتسلّقوا أحد الجبال البالغ ارتفاعه 2100م جنوب شرق فرنسا بدعوة من ملكه شارل الثامن حيث أراد التحقّق ممّا سمعه بأنّه لا يمكن لأحد تسلّق هذا الجبل، كما تسلّق أحد العلماء السويسريين قمم جبال الألب بعدّة مناسبات، وهو مستمتع بذلك، حيث اكتشف أنواعاً مختلفة وكثيرة من النباتات والحيوانات! وكتب عنها مؤلّفات عديدة! فالهدف من تسلّقه هو علمي بحت، حيث أراد البحث عن أنواع نادرة من النباتات والحيوانات التي لا توجد إلّا بالمرتفعات.

حتى أمريكا الشمالية لم تخلُ من هواة للتسلّق، فأحد سكّانها وصل لقمّة جبل واشنطن البالغ ارتفاعه 1917 متراً، حيث واجه بعض الصعوبات لإقناع المرشدين الهنود لمصاحبته فهم يعتبرون الجبل أرضاً مقدّسة.

مع ازدهار علم الجيولوجيا الذي يدرس قشرة الأرض أصبح تسلّق الجبال له غاية وهدف، وليس عمل بطولي فقط، حيث وجد العلماء أنفسهم مهتمّين بالجبال بدراستهم لتركيبها وصخورها وأنهارها الجليدية، كما زاد اهتمام علماء النبات بالحياة النباتية فوق قمم الجبال، كما اهتمّ علماء الحيوان بحياة الحيوانات القاطنة لتلك الجبال.. ومع نموّ واتّساع العلوم بأوروبا الغربية كانت جبالها أوّل اهتمام العلماء وكانت جبال الألب أطول السلاسل الجبلية بأوروبا الغربية.

أطول قمّة بجبال الألب هي الجبل الأبيض ارتفاعه 48.7 متراً أكثر من ضعف ارتفاع جبل سيناء، حيث توجد بتلك القمّة والقمم القريبة منها أروع وأكبر الأنهار الجليدية بجبال الألب، لذلك نالت الكثير من الاهتمام. وقد كان لطالب فيزياء بعمر 20 عاماً من جنيف مغامرة بالتسلّق لوصوله لقمّة الجبل الأبيض، حيث أصبح مدرّسَ فيزياء بأواخر حياته، فاخترع جهازاً لقياس الرطوبة الجويّة والجهد الكهربي، وهو أوّل من استخدم كلمة جيولوجيا، لم تكن لديه الجرأة لتسلّق الجبل! لكن بعرض جائزة مالية لأوّل شخص يتسلّق الجبل حيث بعد 26 سنة من العرض فاز بالجائزة الطبيب الفرنسي مايكل باكارد الذي صعد لقمّة الجبل الأبيض عام 1786 بصحبة حمّال وفاز بالجائزة، وفي السنة التالية عندما علم أستاذ الفيزياء أنّه يمكن تسلّق الجبل صعد إليه رغم إنّه بعمر 47 حاملاً معه أجهزة علمية لقياس الضغط الجوّي ودرجات الحرارة، حيث أصبح رجلاً متسلّقاً متحمّساً للجبال! مغتنما الفرصة لدراسة تركيب صخور الجبال، حيث لاحظ أنّ طبقات الصخر متوازية غير أفقية أو مستقيمة تنحني على هيئة منحدرات وحلقات.

لقد أثبت العلماء أنّ لتسلّق الجبال أهمّية علمية، ولم يدرك ذلك إلّا القليل من المتسلّقين! ليصبح تسلّق الجبال من أمتع الرياضات، حيث تسلّق أحد الهواة إحدى قمم جبال الألب ارتفاعها 37.8 متراً، عند قضائه شهر العسل، وذلك يدلّ

على مـدى استحـواذ الرياضة الخطـرة والشاقّة على خيال بعض الناس التي عدّوها تحدّياً لا يمكن مقاومته.

جاء الكثير مـن المتهوّرين لقياس قمم الجبال ومعظمهـم مـن الجـزر البريطانيـة كمـا أنشـأ السويسريـون مجموعةَ فـرق المرشدين يحترفون تسلّق الجبال ويروّجون عن السائحين.

أحد الفنّانـين الانكليز جـاء إلى الألب لرسم مناظر الجبـال وعشقـه لمتعة التسلّـق، حيث قام بسـتّ محـاولات لتسلّق الجبـل، ولم ينجـح! لكنّه لمـح الجانـب الآخر مـن الجبـل، فقـام بمحاولة سابعـة لصعـود الجبـل برفقـة زملائـه الستّـة، وفي أثنـاء النـزول انزلـق أحـد الأفـراد الأقـل خـبرة! وباعتبـار أنّهم مربوطين بحبـل واحد فإنّ الشخـص الذي ينزلق سيجـذب معه الآخر فمات أربعة من المتسلّقين! وتلـك الحادثة أظهرت روعة تسلّـق الجبـال، وأصبحـت هواية التسلّـق جذّابة لمـن يرغبون بركـوب المخاطر. حيـث بلغ عدد من تسلّقـوا القمّة مـا لا يقلّ عـن 100000 شخص، على الرغم من أنّ تسعين شخصاً قد لاقوا حتفهم ف أثناء التسلّق.

ما وراء الألب:

لم تعد جبال الألب تحدّيًا بمعنى الكلمة، حيث تمّ تسلّـق العديـد مـن قمـم الجبال عـدّة مرات، وذلك عام 1870 م، فالألب ليست أكثر السلاسل ارتفاعًا، والجبل الأبيض ليس أعلى القمم الجبلية بالعـالم؛ فقمّة جبـل أرارات شرق تركيـا أوّل قمّة جبليـة أعلى مـن قمّة الجبل الأبيـض تمّ صعودها بنجاح، حيث تزيد عن الجبل الأبيض بـ 358 م.

كان الهـدف مـن تسلّق جبـل أرارات هـو إيجاد بعض بقايا سفينـة نوح بعد الطوفان، حيث استقرّت السفينـة فوقه، لكـن لم يتم العثور عليـه. وبعد عام 1870م بـدأ هـواة التسلّق بالعـالم يبحثون عن قمم عظمـى مهما كان موقعها، وتعـدُّ قمّة جبل كلمنجارو أعلـى القمم الجبليـة بأفريقيا والتي يبلـغ ارتفاعها 5895 مـتراً، حيـث قام ألمانيـان بتسلّق تلـك القمّة بنجـاح، وبعدهـا بعشـر سنوات قـام أحـد متسلّقي الجبال البريطانيين بتسلّق قمّة جبل كينيا المنخفضة بعض الشـيء، وفي عـام 1880م تسلّـق قاهـر الماترهـورن أحد الجبال أكثر من مرّة، وكان أوّل من تسلّق قمّة جبلية أعلى من ارتفاع 6000 متر.

مع بداية القرن العشرين تحوّل متسلّقو الجبال لسلسلة جبال الهيمالايـا، والتي تضمّ أعلى جبال العالم، فعلـى سطح الأرض 40 قمّـة تقريباً أعلى من 7000 متر تقع كلّ القمم الأخيرة منها بجبال الهيمالايا، وأوّل قمّة تمّ تسلّقها بشمال الهند والتي تبعد 300 كم شمال شرق نيودلهي بارتفاع 7210 أمتـار. وتعـدُّ القمّة الكميونية أعلـى قمّة بالاتحاد السوفييتـي (السابـق)، حيث تبلـغ 7495 متراً، واستطاع فريق من المتسلّقـين السوفييت الصعود لقمّتها عام 1933م.

كانت قمم الجبال العالية الحقيقية هي الأربع عشرة قمّـة التي يزيد ارتفاعهـا عن 8000 متر، ومعظمها يقع على الحدود ما بين نيبال والتبت.

كانت تمثّل تلك القمم سقف الأرض، حيث وصل متسلّقو الجبال لمستوى صعوبة يماثل صعوبة الوصول للقطبين! إذ كانت القمم الجبلية الأكثر صعوبة، وعلى الرغم من صعوبة البيئة في القطبين الشمالي والجنوبي كان على الأقل استنشاق الهواء هناك، لكن بقمم الجبال العظيمة يكون أقل، ويحتاج لشقّ الأنفس كما في التيبت ونيبال، حيث أصبحت أوعية الأوكسجين مهمّة لمتسلّقي الجبال، كأهمّية الكلاب التي تجرّ زلّاقات مستكشفي القطب.

في عام 1920م بدأت محاولات صعود جبل إفرست من قبل متسلّقين بريطانيين، حيث سئل أحد المتسلّقين: لماذا ترغب بتسلّق جبل إفرست؟ قال إجابته الموجزة والملهمة لأنّه هناك! وربّما هو السبب الرائع الكامن وراء العديد من انتصارات البشرية وكوارثها.

في عام 1933 لم يتم الوصول لقمّة إفرست بشكل فعلي، حيث جرت سبع محاولات لقياس الجبل من منحدرات التبت، وجميعها باءت بالفشل.. وفي عام 1953م تمّ التخطيط لأكبر حملة التي استغلّت كلّ إمكانات التكنولوجيا المتقدّمة، حيث تمّ استخدام أسطوانات الأوكسجين والأحذية والملابس العازلة، وأجهزة اللاسلكي وغيرها.. ومنذ ذلك الحين تكرّر صعود جبل إفرست عدّة مرّات، وتمّ قياس قمم الجبال العالية الأخرى.

الكهوف: سطح الأرض كما يؤدّي للصعود للأعلى كذلك يؤدّي للنزول للأسفل! لأنّ قشرة الأرض العليا ليست صلبة بالضرورة، فقد توجد التجاويف إمّا لأنّ الحمم المنصهرة تتجمّد حول فقاعة هوائية، أو لأنّ الصخور القابلة للذوبان تبلى تدريجيًا بفعل مياه المطر والينابيع، وبسبب ذلك تنشأ الكهوف والتي شكّلت بالعصور البدائية مأوىً جيدًا للإنسان؛ تحميه من الطقس والحيوانات المفترسة، كما يمكن تدفئتها بوساطة المواقد، حيث وجدت العديد من الحفريات والآثار الأخرى بزمن العصر الجليدي بالكهوف، ويحتوي بعضها على رسومات تدلّ على الرغبات الفنية للإنسان.

أطول نظام كهوف بالعالم "كهف ماموث" في كنتاكي، حيث نرى الطرقات المتداخلة بصورة معقّدة لمدى 232 كم وهو ضعف طول أطول امتداد نظام كهفي، وهو كهف هولوك بسويسرا، وقد أصبح علم السبيليوجيا علم دراسة الكهوف والأغوار واكتشافها منظّمًا بنهاية القرن التاسع عشر، وأصبح استكشاف الكهوف من الرياضات المثيرة والتي أطلق عليها هواية اكتشاف الكهوف ودراستها.

شهد القرن العشرون نشاطًا هائلًا باستكشاف الكهوف، حيث وجد أعمقها في فرنسا، ولا يمكن التأكّد من عدم وجود كهوف أعمق! فمن غير المحتمل أن تكون تلك الكهوف عميقة جدًّا، فالضغط يتزايد كلّما اخترق المرء طبقات الصخر السفلية، كما تتزايد درجات الحرارة بسرعة أيضاً، حيث تدمج درجات الحرارة والضغط التجويفات الواقعة على عمق أكثر من كيلو متر، ولذلك فالكهوف هي ظواهر سطحية من الأرض، وكل ما نسمعه بوجود مغارات تؤدّي لأسفل تجويف مركز الكوكب هي بالأصل أفكار خيالية من خرافات علمية كاذبة وقصص خيال علمي بدائية.

قام الإنسان بالحفر بالأرض منذ العصور الأولى بحثاً عن الماء أو خامات المعادن، حيث بلغ الحفر أعماقًا كبيرة للبحث عنها، حيث تمّ حفر بئر وصل لعمق 2230 متراً ضعف أعمق نقطة معروفة لكهف طبيعي، ولا يزال الإنسان ببحثه عن الذهب سيحفر أكثر من هذا العمق، حيث يوجد أعمق المناجم جنوب إفريقيا والذي يصل لـ 3540 متراً، وعند هذا العمق يجب استخدام وسائل التبريد بالهواء ليتمكّن عمّال المناجم مواصلة العمل بدرجات الحرارة العالية. ولا يمكن للإنسان حفر أعمق من هذا دون استخدام تكنولوجيا متقدّمة، ورغم ذلك يجري حفر الأعمق من أجل البترول حيث تمّ الوصول لعمق 9583 متراً وهي مسافة تزيد على ارتفاع جبل إفرست.

المحيط: سطح المياه:

تجاهل البشر حجم المياه الضخمة الواقعة تحت سطح البحر، حيث كان اهتمامهم على السطح فقط، على الرغم من أنّها أكثر ثراءً بكمّياتها من حيث تواجد الأسماك وصور الحياة الأخرى، وهي أقدم تطوّر من الحياة على سطح الأرض. فالبشر ليسوا غرباء عن عالم البحر! فهم يسبحون فيه ويتحرّكوا من خلاله هنا وهناك، ويمكن للعديد من الثديات السباحة بسهولة بنفس أعضاء الحركة الأساسية التي تجعلها تسير على سطح الأرض، باستثناء البشر، حيث طريقة سيرهم على الأرض بوساطة قدمين شديدتي التخصّص لا تعملان بكفاءة بالماء! فعليه استخدام أطرافه الأربعة التي تجعله بالمقابل يتمتّع برياضة السباحة، حيث يسبح الإنسان وكلّ جسمه تحت سطح الماء، كما أنّه بإمكانه التجديف والغوص تحت الماء، ورغم ذلك هو ليس مهيّأ لهذا الشيئ، فلا يمكنه المكوث تحت الماء إلّا بالقدر الذي يستطيع فيه حبس أنفاسه، ولا يحدث هذا إلّا بالممارسة، حيث يكون المكوث تحت الماء لفترة زمنية محدّدة، حتى إنّ مدّة دقيقة تحت الماء من الأمور الصعبة، لكن مع الممارسة يمكن البقاء مدّة دقيقتين، حتى إنّ الغطس مدّة خمس دقائق صعب للغاية بالنسبة لأي إنسان، حيث يستهلك المخ كلّ الأوكسجين المتاح له! ويحدث به إتلاف دائم.

بالنسبة للحيوانات الأرضية يمكنها التكيّف للعيش بالماء بصورة أفضل، لكن الحيتان وما شابهها الأكثر تهيّؤاً منها، فحوت العنبر أضخم الحيتان يمكنه البقاء تحت الماء مدّة ساعة وربع! بينما الحوت ذي الأنف المختفي والأكثر صغراً يبقى تحت الماء ما يقرب الساعتين!.

لا يمكن للإنسان الغوص بعيداً تحت الماء، حيث ارتفاع ضغط الماء بازدياد العمق، لكن يمكن تخطّي ذلك، حيث يمكن للغواصين الباحثين عن اللؤلؤ الغوصَ حتى أكثر من عمق 15 متراً، فيبقون تحت الماء مدّة دقيقتين قبل الصعود للسطح للتزوّد

بالهـواء، حتى إنّه تمّ تسجيـل أرقام حديثة لبعض البشـر الذيـن يغوصون لعمـق يصل لـ 30 متراً دون أجهـزة غوص، إنّ البشـر يستطيعون تحسين أدائهم تحت سطح المـاء عند استخدام براعتهم؛ فالغوّاصـون المَهَرَة يستطيعـون الغوصَ تحت الماء لأعماق تصل 60 مـتراً باستخدام أجهزة سكوبا، والبقـاء تحت سطح الماء لبعض الوقت، لكن عند ضغـوط مائية كبيرة يذوب غـاز النتروجين بالدم أكـبر من ذوبانه عنـد الضغوط الهوائيـة العادية ممّـا يسبّب لنـوع من التسمّم، فالمـوت هو النهاية المنتظـرة للغوّاصين الذين يصلـون لأعماق كبيرة ويبقون تحت الماء فترة أطول.

أعماق البحار:

بـدأ اهتمـام العلمـاء يتزايد بأعمـاق البحار بالقـرن الثامـن عشـر، وكان أوّل مـن قاس عمق البحـار الفيلسـوف الإغريقـي بوسديونوس حـوالى سنـة 100 ق.م الـذي قاس عمـق منطقة بالبحـر المتوسّـط، حيـث وصل لعمـق يصل 1.8 كـم بالمقاييس الحديثـة، وهي المحاولـة الوحيدة لقياس عمق البحر. والسؤال كيـف تمكّن العلماء مـن ملاحظة صـور الحياة تحت سطـح المحيط؟ ولماذا لا يعكسـون الأشياء ويأتون بالكائنات الحيّة مـن الأعماق للسطح، حيث نـادرًا ما يمكن إنجاز الكثير بالغوص لمسافـات قصيرة وملاحظة صور الحياة لفترة قصيرة.

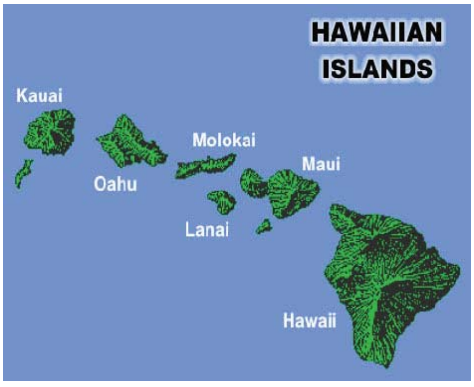
في سبعينيـات القـرن الثامـن عشـر اخـترع بيولوجي دانمركي شبكـةً قويّة يحيط بها إطار من الحديـد يتمّ إنزالها لأمتار عـدّة تحت سطح الماء، ويتـمّ إخـراج الكائنـات الحيّـة الواقعـة بشراكها للسطح، حيث تمّ استخراج الحيوانات البحرية من بحر الشمال وبحار أخرى حول الجزر البريطانية، إذ استخـرج البيولوجـي الإنكليـزي إدوارد فوريس الكثـير من الحيوانات البحريـة بطريقة أفضل من أي شخـص سبقـه، ودرس جميـع الكائنـات التي أحضرها مثل قنديل البحر من عمق 400 متر، وقد شعـر بأنّ هذا العمق هو حـدّ الحياة في البحر! وأي عمق يزيد عن ذلك يكون المحيط مقفراً بلا حياة.

في عـام 1844 م أنشـأ المخـترع الأمريكـي صموئيـل مورس أوّل خـط تلغراف، وهـو اختراع بسيط، وأمكن مدّ مجسّاتـه للخارج، باستثمارات بسيطة نسبيًا، حتى أصبح العالم الصناعي بأوروبا وأمريـكا الشمالية متصلًا ببعضهم بوساطة لفّات مـن الأسـلاك، تمتدّ على طـول أعمـدة مثبّتة في الأرض. وفي عـام 1866م تمّ مـدّ أوّل كبل بصفة دائمـة، توالت بعـده كوابل أخرى، حتـى أصبحت الاتصـالات الكهربيـة لا يعيقهـا شـيء مـن جهة المحيط الاطلنطي أو غيره.

يمكـن للحيوانـات الموجـودة بالعمـق أنّ تجد الطعام أيضًا حتى بغياب النباتات، وعندما يتغذّى حيـوان على نبات أو حيوان فبقايـا الشيء المأكول تتحلّـل وتهبط للقاع! حتى إنّ النباتات والحيوانات التي تموت بالطبقات السفلية دون أن تؤكل وتهبط للأسفل، حيث تتلقّفها وتأكلها الحيوانات الموجودة عند المستويات المنخفضة والتي تساهم بمحصول الطعام.

العـالم طومسون قـام باكتشاف مهـم عندما قاس درجة حـرارة المياه بأعمـاق مختلفة، حيث كان يعتقـد أنّ درجـة حرارة المـاء بالبحر العميق تنتظـم عنـد أربع درجـات مئويـة، إذ تصل المياه لأقصى كثافة، ومن الطبيعي أن تهبط للقاع، حيث أثبـت طومسـون أنّ درجة حرارة المـاء عند عمق معـيّن تتغيّر من مكان لآخـر، ووجد بعض الأماكن أدفـأ قليلاً مـن أربع درجات مئويـة. والسؤال هنا من أين جاء الماء الدافئ؟ من المحتمل أنّه جاء من طبقات عليـا كانت دافئة بفعل الشمس! ممّا يعني وجود تيّارات مائية تحمـل الماء من سطح المحيط للأعمـاق! ونتيجـة ذلك لا بـدّ من وجـود تيارات أخـرى تنقل الماء من الأعمـاق للسطح، يعني هذا أنّ المـاء يـدور خلال المحيط كلّه، ومـن هنا بدأت فكرة الحياة بأعماق المحيط أنّها فكرة معقولة.

إذًا تصوّرنـا أنّ الأرض جافّـة! وأحواض محيطاتهـا فارغـة من الميـاه! فإنّ ارتفـاع هاواي من هـذا القاع الجاف سيكون ارتفاعاً عاليًا جدًّا، وسنرى أنّه أعلى جبال الأرض وأكبرها، فلن تكون هاواي صعبـة التسلّـق كقمّة جبـل إفرست، كونه الأعلـى بالنسبة لسطح البحـر، ستكون قمّته أكثر برودةً يغمرها هواء أكثر خفّة من قمّة هاواي.



نجد أيضـاً فجوات عميقـة بالمحيط وأخاديد غائـرة، وبالمقارنـة بالأخدود العظيـم سيعدُّ ذلك شقّـا بالأرض، وتلك الفجـوات مع قيعـان البحر الأكـثر عمقًـا مـن العمـق المتوسّط للمحيـط تعدُّ الحدود القصوى له.

أعمـق أعمـاق المحيط هـو أعمق كثـيرًا تحت سطـح البحر عن أعلـى قمّة جبليـة موجودة فوق مستوى سطح البحر، والمسافة الرأسية الكلّية بين أعمـق عمق وأعلى ارتفاع هي 19880 متراً، حيث استطاع الإنسان قياسها كلّها.

سفن الأعماق:

إنّ استكشـاف عمق المحيط يعـدُّ أكثر صعوبة من تسلّق الجبل! فالتنفّس في الماء أقل من التنفّس في الهـواء الخفيف الموجود بقمـم الجبال؛ فجهاز غطـس سكوبا لا يصلح إلّا لمنطقة قريبة من سطح المـاء، ولا تكون لباس الغطـس المعتادة ذات فائدة كبيرة بالأعمـاق وتشكّل عبئًا كبـيراً على الحركة تحت المـاء بالأعماق الكبـيرة، ولا بدّ مـن سفينة صلبـة الجدران تقـاوم ضغط المـاء، تحتوي هواء عند الضغط العادي، وإذا كان للسفينة قدرةٌ على المناورة فستكـون غوّاصة؛ وأوّل مـن أنشأ غوّاصة المبتكـر الألمـاني دربـل، حيـث أنشأهـا مـن جلد مشحم فـوق إطار خشبـي، وبعدها قـام بتجارب عليهـا حتى عمق أربعة أو خمسة أمتار تحت سطح نهر التايمز.

كان الدافـع الاكـثر إلحاحًـا وراء المحـاولات المتكرّرة لبنـاء الغوّاصات فائدتها في أثناء الحرب، فلا يمكـن رؤيـة الغوّاصة حيث تقترب مـن سفينة العـدو دون أن يشعر بها أحـد، حتى يمكن تزويدها بالمتفجّـرات تحـت خـطّ المـاء. بالبدايـة تمّ صنـع الغوّاصـة من الخشب، وتعمـل بوساطة رقّاص يُدار

يدويًا من الداخل، وتمّ النجاح قدر الإمكان حتى جاء روبرت فلتون الذي صمّم أوّل سفينة بخارية عام 1807م حيث رسّخت تفوّق القوّة البخارية على الماء، وكان أوّل من استخدم المعدن لهذا الغرض، حيث صمّم الغوّاصة من ألواح نحاسية مثبّتة على أضلاع من الحديد، وكانت كبيرة حيث تتسع لأربعة رجال فيها نافذة صغيرة مصنوعة من الزجاج مع رقّاص للدفع يدور يدويًا، وكان نابليون بونابرت مهتمًّا بهذا العمل وقتذاك. توالى إنشاء الغوّاصات! حيث تمّ إنشاء ثلاث غوّاصات خلال الحرب الأهلية الأمريكية لكسر الحصار، فتحقّقت أوّل ضربة لغوّاصة بإغراق أحد البوارج؛ بتفجيرها، لكن دمّر الانفجار أيضًا الغوّاصة مع طاقمها.

العالم الفرنسي وكاتب الخيال العلمي جول فيرن بنى بقصّته (عشرون ألف فرسخ تحت الماء) الغوّاصة الأكثر شهرةً بكلّ العصور، وذلك عام 1870 م، ومن الأرجح أن تكون محاولات الاتحاد لبناء غوّاصة قد استوحيت من قصّته لإنتاج الغوّاصة الشهيرة نيوتلس. وقد سمّيت أوّل غوّاصة تعمل على الكهرباء بالاسم نفسه.

بعدها، تمّ بناء العديد من الغوّاصات التي تعمل بالطاقة البخارية، ومع بداية الحرب العالمية الثانية كانت كلّ الدول الأوروبية الكبرى تمتلك غوّاصات حتى عام 1955م، كان انطلاق أوّل غوّاصة تعمل بالطاقة النووية التي يمكنها الوصول لعمق 2500 متر، وهو عمق لا يصل إليه أي حوت! حتى إنّ تلك الغوّاصات يمكنها الغوص حتى عمق 6000 متر. وبذلك اتّسع أفق الإنسان ليدرك كلّ المحيط حتى أقصى أعماقه ويستوعب كلًّا من سطحي البر والبحر.

أفق الأرقام: الأرقام الكبيرة:

في عصور ما قبل التاريخ لم يحتج البشر لاستخدام الأرقام الكبيرة! ولا تزال قبائل بدائية تستخدم لليوم عددًا قليلاً جدّاً منها مع وجود لبعض القبائل التي لديها أسماء تقابل الواحد أو الإثنين فقط، وأي رقم أكبر من اثنين يعدّونه كبيراً، وهذا لا يعني أنّهم لا يستطيعون التعرّف على ثلاثة أو أربعة أشياء، فليس لديهم أسماء خاصّة لتلك الأرقام، لكن يجب التفكير كيف استطاعت البشرية التغلّب على آفاق الأرقام.

لم يأت الأقدمون بالعصور القديمة والوسطى بشيئ أفضل، فنملك أسماء 12 رقماً مختلفاً فقط، حيث كانت كل الأرقام العديدة المستخدمة تتكوّن منها وعشرة من أسماء الأرقام المختلفة بصورة طبيعية للأرقام العشرة الأولى وأسماؤها بالعربية، ولكلّ لغة أسماؤها الخاصّة بها، ومن المفترض أنّه لدينا عشرة أسماء مختلفة، فلدينا

عشـرة أصابـع بيدينـا وبربـط أسمـاء الأرقـام بالأصابـع مـن الطبيعي سيكـون لـكلّ إصبع اسمٌ مختلف. وبعد هذا يوجد أسماء مشتقّة.

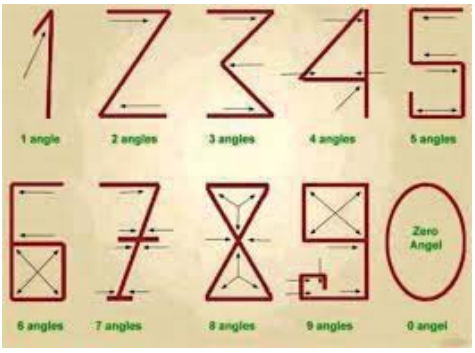
يقـول الرياضـي اليونـاني أرخميدس: يمكن استخـدام نظام الأرقام لعـدّ أيّ كمّية مهما كانت كبـيرة باستخدامه نظـام للتعبير عن عشرة آلاف من عشـرة آلاف ولم يبسّط الأمـور بابتكاره اسم لعـدد أكبر مـن عشـرة آلاف. وبأواخـر العصور الوسطى بإيطاليا تزايدت التجارة والثروة لدرجة أصبح استخدام الدفاتر أمراً ضروريًا للتعبير عن آلاف آلاف عديـدة جـدًّا، واقـترح التجّار ضرورة ابتـكار خاصّ لألـف الألف وأطلقـوا عليها مليون، أي ميـل كبير أو ألف كبير، وشاع استخدام المليون بأوروبـا بالقرن السادس عشـر، حيث لا تزال ترد كلمـات بأرقـام أكـبر، وكان الرياضـي الفرنسي نيكـولا شاكو أوّل مـن استخدم مصطلـح البليون لكلمة مليون مليون.

الأرقام الصغيرة:

كيف يمكن للأرقام أن تكون صغيرة؟ بتعاملنا مـع الأرقـام الطبيعيـة الصحيحة فقـط سيكون الرقـم (1) أصغـر الأرقـام ويمكن إنشـاء أرقام أصغر عن طريق الطرح.

استخـدم المصريـون والبابليـون واليونانيون الرمـوز التـي تحتـاج لمعالجة صعبـة، وجعل ذلك التقـدّم في الرياضيـات أمـرًا صعبًـا ومستحيلًا، حيث استخدم العديـد من العلماء المعداد لمعالجة الأرقـام، ولتمثيـل (102)، سيكـون فيشة واحدة بخانـة المئـات وفيشتـان بخانة الآحـاد! ومن دون فيشـة بخانـة العشـرات، ولم يفكّـروا باستخدام رمز (لا شـيء) بالخانة! حتى جاء رياضي هندي قبل عام 876 فـكان مفهوم اللاشيئ يمثّل بنقطة صغـيرة أو دائـرة صغـيرة! وهـي أقرب مـا يكون للاشـيء! فأخذ العرب الفكرة عن الهنود ونقلوها لأوروبـا وأطلقـوا عليـه اسم الصفـر أي الخالي، ومـن هنا تم الحصول على الصفر لاستخدامه في الأرقام، ومن خلالـه أمكن التمييز بين 12 و102 و120، ومن هنا جعل نظام الأرقام العربي برمزه الوضعي أكثر تفوق من أي نظام عددي ظهر قبل. ومـن الصفر جاء الزيرو الاسـم الانكليزي للرمز وهو من أصغر الأرقام.

مـن المألوف أن ننظر للأرقـام الصغيرة على أنّهـا الأرقام القريبة جدّاً من الصفر، سواء كانت علـى الجانـب العـادي أو الجانب السالـب، وهذا يضعنا أمـام مفهوم الكسور، ويمكـن التعبير عن أرقام صغيرة جـدًّا بطريقة أسّية كما يمكن أيضًا التعبير عن أرقام كبيرة.



عمر التاريخ، التقويم:

وسّعت البشرية آفاق المكان حتى شمل اتّساعه حـدود الكون، لكـن ماذا عن الزمـن الذي يجري قياسه دائماً؟

والبشر دون جميـع الكائنات يستطيعون تذكّر الماضي ويهتمّـون به كما يتوقّعـون المستقبل، ومن الصعوبـة معرفـة كيفية تطويـر البشـر فكرتهم

عـن الزمن، ومـن الواضـح أنّ الفكرة بـدأت من ملاحظـة تغـيّر النور والظـلام الوحـدة البدائية للزمـن، حيث تمّ تحديد الفـترات الزمنية الأطول والفـترات الأقصـر، فاليـوم نشأ بسبـب ظاهرة فلكيـة تمثّلـت بحركـة الشمـس اللانهائيـة حول السمـاء نتيجة دوران الأرض حـول نفسها التي لم تكـن مقبولة قبل عصر العـالم كوبرنيكوس، حيث تبـيّن فيما بعـد أنّ حركة الشمـس بالسماء حركة ظاهرية مجرّد وهم.

وبسبب ميـل محور الأرض فالشمس تتحرّك ببـطء لأعلى السماء يومًا بعد يوم، ثم للأسفل ثم الأعلى.. وهكذا دواليـك والفصول تنشأ على تلك الحركـة الظاهريـة للشمس بين الأسفـل والأعلى ممّا يجعل الأرض تنبض بالحياة مع تغيّر الفصول وتزدهـر حيـاة النبات وتمـوت بتعاقـب الفصول وكذلـك الحيـوان والإنسـان مـدرك لـكل تلـك التغـيرات، لذلك لا بـدّ من إيجاد وحـدات زمنية أطول من اليوم قبل فترة طويلة من بدء التاريخ.

والقمر هـو الجرم الأكثر وضوحًـا في السماء بعد الشمس، ويمرّ بتغـيّرات دورية كالليل والنهار والهلال والبـدر، وكلّ هذا بسبب دورة القمر حول الأرض، ووضعه المتغيّر بالنسبة للشمس.

تأثّـر الشعـب الـذي كان يسكـن وادي دجلـة والفـرات الذي كان به أكـثر الفلكيين تقدّمًا بمهد الحضـارة بالشمـس والقمر وبقيّـة الكواكب وهي السبعة أجـرام السماوية التي يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة التي تتحرّك بطريقـة معقّدة أمام خلفية نمطية ثابتة من النجوم، ومن الأسهل تحديد دورة الفصـول بحساب الشهور مـن تحديدها بحساب الأيام، وقـد اكتشف البشـر بـأنّ دورة الفصل أو السنة التي تحدّد فترة دوران الأرض حول الشمس فـترة أطـول قليـلاً مـن 12 شهـراً قمريـاً. وكان للمصريـين دورة موسميـة بسيطـة اعتمدت على الحدث السنوي لفيضان النيل الذي يأتي كل 365 يوماً، لذلك تمّ وضع 365 يوماً للسنة مع 12 شهراً كلّ منهـا 30 يوماً، يليها خمسة أيام للاحتفال ولم تتوافـق الشهور مع أوجه القمـر غير أنّ المصريين لم يأخذوا بذلـك، وكان ذلـك أوّل تقويم شمسي، والرومـان أخذوا التقـويم المصري عـام 44 ق.م وتمّـت إضافة التصحيـح الأخير للسنـة الكبيسة بإضافة يوم كامل كلّ أربع سنوات.

الأعمار:

في الأزمنـة البدائيـة لم يكـن يزيـد متوسّـط العمـر عـن 30 عاماً بالظـروف الحسنـة، لذلك كان الجيل هو الزمـن الذي يحلّ فيه الأبناء مكان الآبـاء.. وبالمقابـل نـرى أشخاصًا يعيشـون أطول مـن ذلك حتـى في ذاك الزمن، والعمـر الطبيعي هـو سبعون سنـة ما لم يكن هنـاك مرض أو شيء آخـر. في العالم بشـكل عام يصـل متوسّط العمر لـ 55 سنة مع الأخـذ بالاهتمام مناطـق السكن! خاصّـة تلك التي لم يصل لها الطب الحديث، ففي أفغانستـان متوسّـط العمر 37 سنـة، وفي أنجولا 33 سنـة، وفي بعض أجـزاء أخـرى مـن أفريقيا

يصل متوسّط عمر الذكور أقل من 25 سنة، وفي الولايات المتحدة الأمريكية متوسّط الإناث البيض 77 سنة، والذكور البيض 69 سنة، أكثر من نصف السكان البيض سيصلون سنّ السبعين، ومن الشخصيات التاريخية الماضية التي عاشت أكثر من 90 سنة، المؤرّخ الروماني كاسيودروس والقائد البيزنطي نارسيس والرسام الإيطالي تيتان وغيرهم من العلماء، وهناك القصص الكثيرة عن أماكن يعيش فيها الناس حياة أطول من مائة سنة كمناطق القوقاز والإنديز وغيرها... والشيء المشترك بتلك المناطق عدم وجود شهادات الميلاد، فبالعودة للأزمنة الأسطورية نجد مبالغة بالأعمار بحيث لا يمكن تصديقها، وبالعودة للوراء زمن الأنبياء عليهم السلام نجد أنّ يوشع توفي بسن 110 سنوات، وموسى بسن 120 عاماً ويعقوب بسن 140 عاماً واسحق بسن 180 عاماً، ونوح بسن 950 سنة، وحاول العلماء تفسير تلك الأعمار الطويلة والتي كانت تُحتسب بالشهور القمرية وليس بالسنين! ولم يصلوا لتفسيرات مقنعة. والإنسان هو الحيوان ذو الدم الحار الذي يعيش لفترات طويلة باستثناء السلاحف أبطأ الزواحف الحيّة، فتمّ توثيق لبعض السلاحف التي عاشت أكثر من مائة سنة، وكذلك بعض الأسماك أمّا بالنسبة للنبات فنجد أنّ العديد من الأشجار تعيش أكثر من أي حيوان كالصنوبر الأبيض الذي يعمّر أكثر من عمر السلاحف، وثلاثة أمثال عمر الإنسان البالغ عمره مائة عام، وهناك الشجر الأحمر الذي يصل عمره لـ 4000 سنة.

إنّ خلايا مخ الإنسان تؤدّي وظائفها بصورة مستمرّة دون انقسام، مدّة مائة سنة أو أكثر، إذا عاش الإنسان حتى ذلك العمر، فلا يوجد خلايا بالوجود تحتمل هذا البقاء إلّا إذا أخذنا بالاهتمام الخلايا العصبية لبعض المخلوقات كالسلحفاة والخفّاش.

إنّ تحديد العمر ليس لازمًا للفرد فحسب؛ فعند الكائنات البشرية يمكن لكبار السن نقل خبراتهم للأصغر سنًّا، وبذلك يتكوّن التراث والتراكم المعرفي، وبإجراء العديد من الحسابات توصّل بعض العلماء إلى أنّ الخلق قد حدث سنة 5500 ق.م مع اختلاف بسيط وهذا يجعل عمر العالم يبلغ 7500 سنة.

حرائق الغابات ودور الأقمار الصناعية

تأليف: ستاف راينر لاست ترجمة: م.محمّد أمين صباغ

تشكّل حرائق الغابات مصدرَ قلق متزايد في جميع أنحاء العالم، ولها تأثيرات مدمّرة على النظم البيئية، والنار الهوجاء، والمجتمعات البشرية. إنّ فهم الأسباب المختلفة لحرائق الغابات أمرٌ ضروري لمعالجة هذه القضية بشكل فعّال. أحد العوامل المهمّة التي تساهم في ارتفاع معدّل حدوث هذه الحرائق وشدّتها هو تغيّر المُناخ. في هذه المقالة، سوف نستكشف كيف يؤثّر تغيّر المُناخ على حدوث حرائق الغابات والأسباب الكامنة الأخرى.

فهم حرائق الغابات

يمكن أن تحدث حرائق الغابات بسبب ظواهر طبيعية مثل الصواعق، أو الأنشطة البشرية مثل نار المخيّمات، أو إشعال الحرائق المتعمّدة. تؤدّي هذه الحرائق دوراً حاسماً في بعض النظم البيئية عن طريق تعزيز النمو الجديد والحفاظ على تنوّع المنبت الطبيعي. على أي حال، عندما تصبح هذه الظواهر غير قابلة للسيطرة عليها، أو تحدث في ظلّ ظروف قاسية، فإنّها تؤدّي إلى أضرار كارثية.

تغيّر المُناخ: مساهم رئيسي

ارتبط تغيّر المُناخ بارتفاع درجات الحرارة والجفاف لفترات طويلة مع أنماط الطقس المتغيّرة. جميع هذه العوامل تسلّط الضوء على خطر حرائق الغابات. يمكن أن تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى جفاف النباتات بشكل أسرع، وتجعلها عرضةً للاشتعال. مع استمرار تغيّر المُناخ في مساره، قد تشهد المناطق التي كانت أقل عرضةً لحرائق الغابات ارتفاعاً في احتمال نشاط الحرائق.

الأنشطة البشرية تؤدّي إلى زيادة المخاطر

إضافة إلى العوامل المتعلّقة بالمُناخ، تؤدّي الأنشطة البشرية إلى تفاقم خطر حرائق الغابات. توسّع المدن في الأراضي البرّية يؤدّي إلى زيادة احتمال اشتعال الحرائق العرضية من أسلاك الكهرباء أو من استخدام المعدّات. علاوةً على ذلك، إنّ ممارسات إدارة الأراضي، مثل الحرق الخاضع للسيطرة وغيرها، تأثّرت بتغيير الأنظمة بسبب المخاوف البيئية.

دور التغيّرات النباتية

التغيّر في الغطاء النباتي بسبب بعض الأنواع الغازية أو اجتثاث الأحراج التي تساهم أيضاً بشكل كبير في مخاطر حرائق الغابات. على سبيل المثال، الغابات الأكثر كثافة قد تشكّل مزيداً من الوقود إذا لم تتم إدارتها بشكل صحيح عن طريق ممارسات التباعد بين الأشجار.. الأنواع النباتية الغازية غالباً ما تتبّه النظم البيئية المحلية بخصائص قابلية الاشتعال، ويمكن أن توجد ظروفاً مواتية لاندلاع حرائق غابات على نطاق واسع.

التداعيات والحلول المستقبلية

مع مواجهتنا لمستقبل يتميّز بتحدّيات مُناخية مستمرّة، فإنّ معالجة أسباب حرائق الغابات أصبحت أكثر إلحاحاً. إستراتيجيات مثل تحسين ممارسات إدارة الأراضي، استعادة الغطاء النباتي الأصلي، تنفيذ عمليات الحرق المحدّد الخاضعة للرقابة بشكل مسؤول، وتعزيز استعداد المجتمع، يمكن أن يخفّف من المخاطر المرتبطة بحرائق الغابات.

في حين أنّ الأسباب الطبيعية تؤدّي دائماً دوراً مهمّاً في ديناميكيات حرائق الغابات، من الواضح أن تغيّر المُناخ يعمل على زيادة هذه المخاطر أيضاً بشكل كبير، إلى جانب الأنشطة البشرية والتغيّرات البيئية. لكن من خلال تعزيز الوعي حول هذه العوامل المترابطة واتّخاذ خطوات استباقية نحو إستراتيجيات الوقاية وتنفيذ التباعد بين الأشجار، يمكننا حماية غاباتنا وأنفسنا من حرائق الغابات المدمّرة.

كيف يمكن إيقاف حرائق الغابات؟

الطريقة الأكثر فعّالية لوقف حرائق الغابات هي منعها قبل أن تبدأ باستخدام تقنيات توسيع المسافة بين الأشجار (الترقّق) أو الحرق بالتقادم المحدّد والمراقب. بمجرّد بدء حريق الغابة، يقوم رجال الإطفاء بإزالة الأشياء المحتملة والأعشاب القابلة للاشتعال في مسار الحريق، وإنشاء ما يسمّى بحاجز الحريق.

يستخدم رجال الإطفاء عدداً من التقنيات التي يمكن أن تساعدهم في منع حرائق الغابات والتخطيط لها. يتمّ استخدام نماذج حاسوبية للتنبّؤ بكيفيّة تحرّك الحريق وسلوكه بمساعدة صور الأقمار الصناعية الملتقطة من أقمار مراقبة الأرض. تأخذ هذه النماذج في الاهتمام عوامل مختلفة مثل الطقس الحالي، وتضاريس سطح الأرض، والمحروقات المحتملة. في عام 2013، تمّ استخدام أوّل طائرة من دون طيّار لجمع المعلومات ومساعدة رجال الإطفاء في تحديد مصادر مكافحة الحريق.

صهاريج الإطفاء، ورجال الإطفاء، والجرّافات، والطائرات هي بعض المصادر النموذجية المستخدمة في مكافحة حريق الغابات. يقوم رجال الإطفاء بإنشاء حواجز أو خنادق، وإزالة الأشياء الجافّة والأعشاب من سطح الأرض القريبة من الحريق. في بعض الحالات، يشعلون النار بأنفسهم لإزالة المواد القابلة للاحتراق بتقنية الحرق المحدّد الخاضع للرقابة والذي يُعرف باسم الإشعال الخلفي. الطائرات مثل الجحيم (هيل) تستخدم وصلات خاصّة لإسقاط الماء ورغوة الإخماد على النار، في حين أنّ الناقلات الهوائية غالباً ما تسقط المواد الكيميائية المثبّطة للهب.

حرائق الغابات تمثّل جزءاً طبيعياً من الدورات البيئية، في الواقع العديد من النباتات تحتاج إلى النار للتكاثر. هذا يعني أنّ الحرق المحدّد والمسيطر عليه يمكن بالفعل أن يساعد البيئة بالإضافة إلى منع الكوارث.

التعافي من حرائق الغابات: خطوات استعادة خصائص الأرض والحياة البرّية بعد الحريق

يمكن أن تكون حرائق الغابات مدمّرة، وتترك وراءها مناظر طبيعية متفحّمة وأنظمة

بيئية مضطربة. مع ذلك، فإنّ التعافي ممكن من خلال الجهود المكرّسة التي تهدف إلى استعادة خصائص كلّ من الأرض والحياة البرّية المتضرّرة من هذه الحرائق. وفي هذا السياق سوف نستكشف الخطوات الفعّالة التي يمكن اتّباعها لإعادة تأهيل المناطق المتضرّرة من حرائق الغابات، وضمان أنّ الطبيعة يمكن أن تزدهر مرّةً أخرى.

تقييم الضرر

الخطوة الأولى للتعافي من حرائق الغابات هي تقييم مدى الضرر. يشمل ذلك تقييم جودة التربة، فقدان الغطاء النباتي، ومدى التأثير على الحياة الطبيعية البرّية. غالباً ما يقوم المحترفون بإجراء مسح جوّي أو تقييم أرضي من أجل تحديد المناطق التي تضرّرت بشدّة والتي تتطلّب جهود ترميم مكثّفة.

إعادة تأهيل التربة

بمجرّد تقييم الضرر، من المهم التركيز على إعادة تأهيل التربة. يمكن أن تؤدّي الحرائق إلى تغيير بنية التربة ومستويات العناصر الغذائية بشكل كبير. تقنيات مثل إضافة المواد العضوية مع السماد أو النشارة تساعد على تحسين خصوبة التربة. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ تدابير مكافحة التآكل مثل الحرث والزراعة، تغطية المحاصيل، أو استخدام بطّانيات التعرية، أمور ضرورية لمنع المزيد من التدهور.

إعادة زراعة النباتات المحلية الفطرية

إعادة زراعة الأنواع النباتية المحلية أمرٌ حيوي لاستعادة النظم البيئية الأصلية بعد الحريق. تتكيّف هذه النباتات مع الظروف المحلّية وتوفّر الغذاء والمأوى للحياة البرّية. ينبغي أن تتم عملية إعادة الزراعة بعناية، ومن المهم أنّ نأخذ بعين الاهتمام بعض العوامل مثل التوقيت (على سبيل المثال، الزراعة خلال موسم الأمطار) وكذلك التباعد (بما يضمن حصول النباتات على مساحة كافية للنمو). غالباً ما تعمل المنظمات المتخصّصة وكذلك المتطوّعون في مشروعات إعادة التحريج.

استعادة البيئة الطبيعية للحياة البرّية

تحتاج الحياة البرّية إلى بيئة طبيعية مناسبة للتعافي بعد حدوث الحريق. زراعة مناطق آمنة تحتوي على مصادر غذائية مثل الشجيرات أو الأشجار الصغيرة يشجّع الحيوانات على العودة إلى مواطنها الأصلية، إنشاء الأعشاش أو الملاجئ الاصطناعية يمكن أن يساعد الطيور والثدييات الصغيرة في أثناء انتقالها عائدةً مرةً أخرى إلى المناطق التي أعيد توطينها.

مراقبة تقدّم التعافي

أخيراً، يعدّ الرصد المستمر أمراً بالغ الأهمّية في الاستجابة إلى جهود التعافي الناجحة بمرور الوقت. وهذا يشمل تتبّع نمو النباتات، عودة أعداد الحيوانات إلى المنطقة، والتحقّق من الأنواع الغازية التي قد تعيق أهداف الاستعادة. التقييم المنتظم يسمح بإجراء تعديلات في الإستراتيجيات وفق الحاجة بناءً على النتائج الملحوظة.

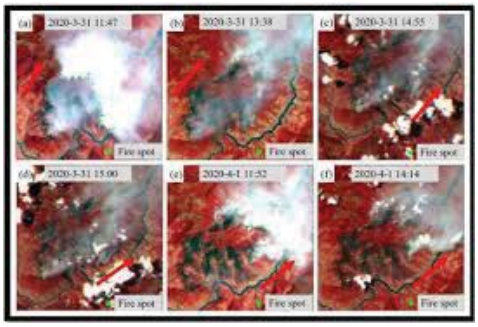
التعافي من حرائق الغابات يتطلّب الصبر والتعاون والالتزام من مختلف أصحاب المصلحة بما في ذلك الحكومات والمنظّمات البيئية والمجتمعات المحلّية والمتطوّعين على حدٍّ سواء. من خلال اتّخاذ هذه الخطوات الأساسية نحو التعافي بعد حدوث الحريق، والتي لا نساهم فقط في تحسين البيئة ولكن أيضاً في تأمين مستقبل مستدام لغاباتنا وللحياة البرّية.

دليل المبتدئين لفهم تقنية خرائط الحرائق النشطة بوساطة الأقمار الصناعية

في السنوات الأخيرة، أدّى التقدّم في التكنولوجيا إلى إمكانية مراقبة الكوارث الطبيعية، خاصةً الحرائق البرّية، بدقّة وسرعة غير مسبوقة. أحد أكثر التطوّرات المثيرة للاهتمام في هذا المجال هو استخدام تقنية خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة. هذه المقالة سوف تساعد في فهم ما هي خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة، وكيف تعمل، وأهمّيتها في جهود مكافحة الحرائق.

ما هي خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة

تشير خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة إلى عملية استخدام صور وبيانات الأقمار الصناعية للكشف عن حرائق الغابات النشطة ومراقبتها وتحليلها في الوقت الفعلي. عن طريق الاستفادة من مجموعة أجهزة استشعار الأشعّة الحرارية تحت الحمراء وأنظمة التصوير الضوئي على متن الأقمار الصناعية. هذه الخرائط توفّر معلومات بالغة الأهمّية عن موقع وحجم وكثافة وسلوك الحريق لدى حدوثه.



كيف تعمل خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة؟

الأقمار الصناعية مزوّدة بأجهزة استشعار متخصّصة، تلتقط صوراً لسطح الأرض عند أطوال موجات مختلفة. تعدُّ أجهزة استشعار الأشعّة الحرارية تحت الحمراء بالغة الأهمّية خاصّة للكشف عن الحرارة المنبعثة من الحرائق النشطة. عندما تشتعل حرائق الغابات، فإنّها تطلق حرارة يمكن اكتشافها من الفضاء حتى من خلال الدخان أو غطاء السحاب. بمجرّد جمع البيانات بوساطة مثل هذه الأقمار الصناعية مثل ناسا موديس (مقياس الإشعاع الطيفي للتصوير بدقّة متوسّطة) أو نوا غويس (أقمار صناعية بيئية تشغيلية ثابتة بالنسبة للأرض). تعمل الخوارزميات على معالجة هذه المعلومات وإنشاء خرائط تفصيلية توضّح طبيعة وخصائص الحرائق النشطة.

فوائد استخدام خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة

من أهم فوائد تقنية خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة، قدرتها على توفير معلومات في الوقت الفعلي المناسب يمكن أن تساعد العاملين الأوائل على اتّخاذ قرارات مستنيرة في أثناء عمليات

مكافحة الحريق هذه الخرائط تمكّنهم من تتبّع أنماط انتشار الحرائق وتقييم مستويات المخاطر في مناطق مختلفة، إضافةً إلى صعوبات تضاريس الأرض أو مشكلات الوصول، كما أنّها توفّر تغطيةً شاملة يمكن لها أن تعزّز النمذجة التنبّؤية لأنماط انتشار الحرائق المحتملة بناءً على الظروف البيئية مثل سرعة الرياح ومستويات الرطوبة.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تساعد خرائط الحرائق النشطة على تخصيص الموارد الضرورية اللازمة بوساطة تحديد المكان الذي يجب على رجال الإطفاء أن يركّزوا جهودهم عليه بشكل أكثر فعّالية، ممّا يؤدّي في نهاية المطاف إلى إنقاذ الأرواح والممتلكات.

حدود تقنية خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة

في حين أنّ خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة توفّر العديد من المزايا، هناك حدود أيضاً على سبيل المثال، بينما يمكن للأقمار الصناعية أن تكتشف الحرارة الناتجة عن حرائق الغابات بشكل فعّال خلال ساعات النهار أو ظروف الطقس الصافية، فإنّ الكشف الليلي قد يكون أقل دقّة بسبب انخفاض مستويات الرؤية. إضافةً إلى ذلك، قد لا تنعكس التغيّرات السريعة على الأرض دائماً بشكل فوري على هذه الخرائط بسبب أوقات المعالجة التي تتضمّن جمع وتحليل البيانات من الفضاء.

مستقبل تكنولوجيا خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة

مع تطوّر التكنولوجيا بسرعة إلى جانب فهمنا لمسألة ديناميك البيئة مثل تأثيرات تغيّر المُناخ على وتيرة حدوث حرائق الغابات وشدّتها، يمكننا أن نتوقّع المزيد من التحسينات في قدرات خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة. الابتكارات، مثل الصور ذات الدقّة الأعلى من الأقمار الصناعية الأحدث، سوف تعمل على تعزيز دقّة الكشف، بينما يمكن لتقنيات التعليم الآلي أن تقودنا نحو النمذجة التنبّؤية التي تسمح بإستراتيجيات استعداد أفضل قبل اشتعال الحرائق.

في الختام، فإنّ فهم كيفيّة عمل خرائط الأقمار الصناعية للحرائق النشطة يوفّر رؤى قيّمة حول جهود مراقبة حرائق الغابات اليوم، ويسلّط الضوء على إحدى الطرق التي تساعد بها العلوم الحديثة في التخفيف من زيادة الكوارث الطبيعية للمجتمعات في جميع أنحاء العالم.

خرائط الحرائق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي مقابل الطرق التقليدية - ما تحتاج لمعرفته

في السنوات الأخيرة، أصبح استخدام التكنولوجيا في مراقبة حرائق الغابات أكثر تطوّراً. أحد أهم هذه التطوّرات هو تطوير الحصول على خرائط الحرائق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي، والتي تقدّم نهجاً حديثاً مقارنةً بالطرق التقليدية. فيما يلي نستكشف الاختلافات بين هاتين الطريقتين، وما تحتاج لمعرفته عن كلّ منهما.

مفهوم خرائط الحرائق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي

تستفيد خرائط الحرائق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي من التكنولوجيا المتقدّمة وصور الأقمار الصناعية في الكشف عن الحرائق النشطة ومراقبتها والإبلاغ عنها عبر مناطق شاسعة.. تستخدم هذه الخرائط أجهزة استشعار تعمل بالأشعّة تحت الحمراء التي يمكنها تحديد مستوى الحرارة الصادرة عن النيران

والبقع الساخنة على الأرض، فهي توفّر البيانات في الوقت المناسب التي يمكن تقييمها على الفور عبر منصّات مختلفة. تتيح هذه البيانات الاستجابة السريعة لخدمات الطوارئ وتساعد في تأمين الموارد بشكل أفضل أثناء حدوث حرائق الغابات.

الطرق التقليدية في مراقبة حرائق الغابات

غالباً ما تعتمد الطرق التقليدية في مراقبة حرائق الغابات على المشاهدة الأرضية، وأبراج المراقبة، والمراقبة الجويّة. على الرغم من أنّ هذه التقنيات كانت فعّالة تاريخياً، إلّا أنّها ذات قيود مثل وقت نشر الإبلاغ عن حدوث الحريق، وجود بقع مخفيّة محتملة في المناطق النائية، وصول أطقم الأرض إلى مواقع معيّنة قد يستغرق بعض الوقت، أو السهو تماماً خلال الليل عن بعض الحرائق الصغيرة التي يمكن أن تتوسّع وتؤدّي إلى زيادة الضرر.

مستقبل إدارة حرائق الغابات-نهج هجين

مع استمرار تطوّر التكنولوجيا، فإنّ النهج الهجين الذي يجمع بين خرائط الحريق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي وطرق المراقبة التقليدية قد يؤدّي إلى أفضل النتائج لإدارة حرائق الغابات. إنّ دمج الرؤى على مستوى الأرض مع المراقبة الجويّة المتقدّمة سوف يضمن أوقات استجابة أسرع مع اعتبار الفهم الشامل للظروف المحلّية التي تؤثّر على سلوكيات الحرائق، ممّا يؤدّي في النهاية إلى بيئة أكثر أماناً للمجتمعات المعرّضة للخطر.

باختصار، في حين تمثّل خرائط الحرائق عبر الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي قفزة كبيرة إلى الأمام في قدرات اكتشاف حرائق الغابات مقارنةً بالطرق التقليدية، فإنّ كلّ نهج له نقاط قوّته وتحدّياته الفريدة. من خلال فهم هذه العناصر بشكل أفضل، يمكن لأصحاب المصلحة الاستفادة من كلتا الطريقتين بشكل فعّال في مكافحة حرائق الغابات بكفاءة أكبر.

فوائد استخدام عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي لمراقبة ممتلكاتك

في العصر الرقمي الحالي، أصبحت التكنولوجيا تجعل الوصول إلى المعلومات في متناول الأيدي وأسهل من أي وقت مضى. أحد هذه الابتكارات هو عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي، والذي يسمح لنا بمراقبة ممتلكاتك من أي مكان في العالم. سواء كنت مالك منزل، أو مستثمرًا عقاريًا، أو مدير أعمال عقارية، يمكن لهذه التكنولوجيا القوية أن توفّر فوائد عديدة. في هذا السياق سوف نستكشف مزايا استخدام عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي لمراقبة ممتلكاتك.

تحسين إجراءات الأمن والسلامة

أحد المزايا الأساسية لاستخدام عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي هو تعزيز إجراءات الأمن والسلامة لممتلكاتك. وذلك عن طريق إمكانية الوصول إلى صور حيّة لمنزلك أو بنائك. يمكنك مراقبة أية تهديدات محتملة في

الوقت الفعلي، ويشمل ذلك مراقبة المتعدّين أو الأنشطة المشبوهة حول المبنى الخاص بك. بفضل هذه المعلومات القيّمة المتاحة، يمكنك اتّخاذ إجراء فوري بإخطار السلطات أو تنفيذ تدابير أمنية إضافية إذا لزم الأمر.

علاوةً على ذلك، يتيح لك عرض صور القمر الصناعي في الوقت المحدّد أن تبقى على اطّلاع على الكوارث الطبيعية أو الظروف الجويّة القاسية التي قد تؤثّر على ممتلكاتك. كما يتيح لك هذا الإجراء أن تتّخذ القرار في الوقت المناسب بشأن خطط الإخلاء أو الاحتياطات اللازمة لحماية استثمارك.

إدارة الممتلكات بكفاءة

لأصحاب العقارات والمديرين المسؤولين عن مواقع متعدّدة أو عقارات للإيجار، يوفّر عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي راحة لا مثيل لها في إدارة أصولهم، وبدلاً من زيارة كلّ عقار بشكل منتظم، يمكنهم بسهولة تسجيل الدخول إلى منصّة عرض صور القمر الصناعي في الوقت الفعلي ومراقبة جميع عقاراتهم في وقت واحد.

إنّ هذا يوفّر الوقت والموارد، كما يحقّق أيضاً رؤى قيّمة حول حالة كلّ موقع. على سبيل المثال، إذا كانت هناك مشكلة تتعلّق بالصيانة قام المستأجر بالإبلاغ عنها، يمكنك التحقّق بسرعة من شدّتها من خلال عرض صور القمر الصناعي دون الحاجة إلى إرسال شخص على الفور للتحقّق.

تقييم عقاري دقيق

لقد ثبت أنّ عرض صور القمر الصناعي في الوقت الفعلي مفيد أيضاً للأشخاص العاملين في صناعة العقارات. عند تقييم عقار استثماري محتمل أو إجراء أبحاث سوق أو أي مجالات أخرى محدّدة، فإنّ إمكانية الوصول إلى صور حيّة يمكن أن يعزّز بشكلٍ كبير عملية اتّخاذ القرار.

بوساطة بضع نقرات فقط، يمكنك عرض محيط العقار، ومعرفة قربه من المرافق الأساسية، وتقييم أي مشروعات تطوير محتملة. تتيح لك هذه المعلومات اتّخاذ قرارات مستنيرة بشأن قيمة العقار وآفاق النمو المستقبلية.

رصد البيئة

إضافة إلى الأمن وإدارة الممتلكات، يمكن أيضاً الاستفادة من عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي لأغراض مراقبة البيئة. هذه الميزة مفيدة بشكل خاص لأصحاب المنازل الذين يعيشون في المناطق المعرّضة للكوارث الطبيعية مثل حرائق الغابات والفيضانات.

من خلال مراقبة صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي، يمكنك أن تظلّ على اطّلاع دائم لأي تغيّرات في البيئة مباشرةً. هذا يتيح لك اتّخاذ تدابير وقائية مثل إزالة الغطاء النباتي الجاف أو تعزيز الدفاع ضد الفيضانات مسبقاً. إضافةً إلى ذلك، يمكن للمنظّمات البيئية استخدام هذه التقنية لمراقبة أنماط اجتثاث الأحراج أو تتبّع التغييرات في البيئة الطبيعية للحياة البرّية لأغراض الحفاظ عليها.

في الختام، يوفّر عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي العديد من الفوائد عندما يتعلّق الأمر بمراقبة ممتلكاتك. من تحسين إجراءات الأمن والسلامة، إلى الإدارة الفعّالة للممتلكات والتقييم العقاري الدقيق، توفّر هذه التكنولوجيا الملائمة راحة البال لأصحاب المنازل والمستثمرين وربّما المديرين أيضاً على حدّ سواء. إضافةً إلى ذلك، فهي تخدم كأداة قيمة لأغراض مراقبة البيئة. احتضن اليوم بقوّة عرض صور الأقمار الصناعية في الوقت الفعلي واكتسب اطّلاعاً شاملاً على ممتلكاتك كما لم يحدث من قبل.

الذي أرعب القرية الآمنة

قصة : الدكتور طالب عمران

في مجتمع مغلق على نفسه في مدينة منعزلة أو قرية بين جبال شاهقة أو جزيرة بعيدة في المحيط أو داخل بحر، تبدو الحياة سهلة وبسيطة، وأحياناً بدائية، ولكنّ الجانب الآخر الخفي في الإنسان يكون مستيقظاً.. أعني حين يكون الواقع بسيطاً فإنّ الخيال يكون جامحاً أحياناً، وقد تصبح قضية صغيرة مثاراً للقصص والتعليقات! وأحياناً تكبر لتصبح ظاهرة لها أثرها في حياة الناس.. ففي داخل أفريقيا السوداء وبين أدغالها ما تزال بعض القبائل البدائية تعيش على بدائيتها قانعة بعزلتها، لها قوانينها البسيطة وطقوسها وأساطيرها، وكذلك حوض الأمازون في أمريكا الجنوبية.. وبالطبع هذه مجتمعات تنطبق عليها المواصفات التي ذكرناها ولكنّنا نتحدّث عن نماذج لها علاقة مباشرة بعالمنا المعاصر! من هذه النماذج القصّة التي سنرويها.. إنّها قصّة انطلقت من قضية بسيطة، ثم أصبحت ظاهرة.

في قرية منعزلة فوق جبل عالٍ.. يعتبر الوصول إليها صعباً نظراً لانحدار ووعورة الطريق جرت هذه القصة في عام 1921 بعد موقعة ميسلون مع الفرنسيين قرب دمشق بعام واحد.. والذي شدَّ أهالي القرية المنعزلة للعيش فيها رغم أنها تقع فوق جبل عالٍ والطريق إليها وعر ومنحدر.. هو وجود نبع غزير للمياه، وحوله امتدت قطع من الأراضي فوق منحدرات وسفوح قليلة الميلان.. وصل الأجداد الأوائل إلى هناك في القرن السادس عشر هرباً من بطش العثمانيين وبنوا بيوتهم الحجرية قرب النبع، وامتدت البيوت شيئاً فشيئاً حتى تحولت إلى طوق حول النبع ازداد ضخامة واتساعاً.. وفي يوم من الأيام في صيف عام 1921 بعد أن امتدت سيطرة فرنسا على المناطق السورية جمع مختار القرية المسنّ، الأهالي في ساحة القرية وكان موسم الحصاد يقترب..

– إخواني.. وأبنائي.. جمعتكم هنا لأمر هام.. وله علاقة بحياتنا وقريتنا وبلادنا.. الفرنسيون ينشرون جنودهم في كل مكان.. ويحاولون الوصول حتى إلى الأماكن البعيدة لضمان السيطرة الكاملة على بلادنا.. وقد تعرّضوا لحميد الذي يزودنا بالسكر والشاي والمواد الضرورية من المدينة.. من اللوازم التي نحتاجها في أمور معيشتنا..

– وماذا فعلوا معه يا شيخنا وكبيرنا.؟

– اعتدوا عليه بالضرب وسلبوا نقوده... ولولا ستر الله لقتلوه..

– وأين حدث ذلك.؟

– قبل دخول المدينة، كان هناك حاجز فرنسي، مرّ المسكين أمام الحاجز وهو يحيّي الجنود بخوف، ولكنهم تجمّعوا حوله وبدؤوا يسخرون منه.. ثم ضربوه وسلبوا منه النقود.. وأطلقوا عنان بغلته التي لم يستطع إيجادها بسهولة..

– هكذا دون سبب.؟

– حميد رجل شريف وشهم وهو يعاني الكثير عندما يسافر إلى المدينة –وفّقه الله– وهو لا يتعامل معنا كتاجر حقيقي، دكانه بسيط ليس فيه سوى حلوى الصغار وإبر الخياطة ولوازم النساء..

– هل سيحتل الفرنسيون قريتنا.؟

– لا أعتقد، ولماذا يفكرون باحتلال قرية بعيدة ليس فيها سوى هذا النبع.؟ حتى الأرض الصخرية هنا التي أدمت أيدينا وشقّقتها، وبذل أجدادنا من دمائهم الكثير لجعلها صالحة للزراعة تعتمد على المواسم.. ثم إنها بعيدة منعزلة لن يفيدهم السيطرة عليها شيئاً..

– وماذا سنعمل إذن.؟

– لا يهمّنا من المدينة سوى الأشياء التي يجلبها حميد، لذلك قرّرنا إرسال مجموعة من الشبان بصحبته للتخفيف عنه إذا تعرض لشجار مع الفرنسيين.. فما رأيكم؟

قالت أم عارف:

– سيلتحق ابني غداً بالمدرسة في المدينة، هل سيؤذيه الفرنسيون أيضاً يا شيخ؟

– ابنك في السادسة عشرة وتريدين أن يلتحق بالمدرسة؟

– هكذا أصرّت أخته.. لقد دبّر زوجها موضوع المدرسة بشق النفس. تعلم أن المدارس لا تقبل أبناء الفقراء.. ثم إنه يا عيني يلتهم الكتب التهاماً ولا يطلب من حميد عند ذهابه إلى المدينة سوى الكتب..

– والله يا أم عارف لا أستطيع أن أضمن لك أن لا يتعرض له الفرنسيون في ذهابه وإيابه من المدينة.

– يا ويلي.. لن أجعله يعود إلى هنا حتى ينال الشهادة..

– ابنك عارف ذكي أعرفه جيداً كنت أعلّمه القراءة والكتابة. لا تخافي عليه.. وأنتم ماذا قررتم يا ناس؟ هل أنتم موافقون على اللجنة..؟

اندفعت همهمات الموافقة:

– موافقون..

– طيب سنبدأ بتوزيع الشبان في كل رحلة بدءاً من الغد..

* * *

وفي بيت أم عارف في فجر اليوم التالي:

– أنا خائفة عليك، عدني يا بني أن لا تتعرض لهم.. إنهم قساة.. قتلة..

– يا أمي.. يا أمي.. أنا ذاهب إلى أختي، سأعيش عندها، لن أحتكَّ بهم، ثم ماذا أشكّل أنا

بالنسبة لهم حتى يضايقوني.؟ أرجوكِ لا تقلقي..

– الحمد لله أخوتك زيدان وأحمد وشامل معي يعتنون بالأرض.. آه يا بني.. مُنى عيني أن أراك تحمل الشهادة، موظفاً في الحكومة ترتدي البدلة والطربوش..

– إن شاء الله يا أمي.. إن شاء الله..

ضمّته إلى صدرها:

– انتبه لنفسك يا بني أرجوك..

أجهشت بالبكاء ودموعها تنهمر من عينيها..

– أرجوكِ يا أمي.. لا تبكي.. لا تجعلي الغربة قاسية عليّ..

– وفقكَ الله يا عارف وسدّد خطاك..

صرخ حميد:

– أسرع يا عارف تأخرنا

– جاهز يا جماعة.. جاهز

– يجب أن نصل السهل قبل أن تطلع الشمس. أمامنا وقت طويل.. معي بعض رفاقك يا عارف.. هه.. ألا ترى.؟

قال نعيم:

– سنشتاق لك يا عارف..

– أهلاً يا نعيم.. وأنت أيضاً من اللجنة.؟

– وما الذي يمنعني؟ قوي والحمد لله ولا أخاف أحداً..

ناولته أم عارف الصرّة ودموعها تنهمر:

– وضعت فيها الفطير والبيض البلدي وكل شيء ترغبه نفسك..

قال نعيم محاولاً تهدئتها:

– لا تحزني يا خالتي. بعد سنوات سيعود إليك عارف، رجلاً ذا شارب وطربوش وبدلة مخطّطة..

همهمت ودموعها تنحدر:

– سنوات.؟ يا ويلي..

– يا أمي.. يا أمي.. سيمتحنونني ويقرّرون في أي صف سيضعونني، قرأت كتب الابتدائي الصعبة كلها عن ظهر قلب..

– أوه.. يا الله يا جماعة.. تأخرنا..

* * *

كانت قرية وادعة، أهلها بسطاء طيبون.. ولكن أمراً غامضاً بدأ يحدث فيها:

– يا جماعة، اهدؤوا أرجوكم نريد أن نفهم القصة على حقيقتها..

– إنها أمور لا تصدّق يا مختار القرية، دجاجة من دجاجات أم أحمد تختفي.. مصاغ سعدا العروس يختفي، المبلغ الذي جمعته أم إبراهيم منذ عشر سنوات.. مجيدية مجيدية يختفي أيضاً.. وأمور أخرى كثيرة..

– لم يحدث مثل هذه الأمور في قريتنا أبداً، مَنْ الوغد اللئيم الذي فعل ذلك.؟

– هل نستطيع أن نتّهم أحداً والجميع أقرباء في الدم.؟

– اهدؤوا أرجوكم.. سيجتمع الرجال أصحاب الأسر في بيتي هذا المساء لدراسة الوضع...

قال أحد الشبان ساخراً:

– دراسة الوضع وماذا ستفعلون؟ هل ستتعرفون على السارق وليس لديكم أي دليل.؟

– يا بني.. لا بدّ وأن نصل إلى حل..

– ربما كان السارق بيننا هنا، إنه وغد دنيء يسرق أهله وأقرباءه وأبناء قريته..

– سنعطي مهلة للسارق أن يقدّم نفسه ومسروقاته تائباً حتى بعد العشاء اليوم، وإلا ستبدأ حربنا معه.. والله أقسم بالله.. لن نرحمه بعد ذلك..

همس رجل لآخر:

– سأقطع أعضاءه عضواً عضواً..

شدّ الآخر على يده:

– هـدّئ من غضبك يا رجـل.. اتركنا نتعرف عليه أولاً..

* * *

وهكذا مـرّ اليوم دون نتيجـة، ولم يتقدّم أحد بالمسروقـات تائبـاً نادمـاً كمـا خمّنـوا.. وتوصّل الرجـال إلى أن الحراسـة الليلية يجـب أن تُطبّق على بيـوت القرية من قبل شبّـان شجعان ينتقون من أبناء القرية..

بعد عودة حميـد والشبان الذين يرافقونه من المدينـة.. وهم يسوقـون البغلة أمامهـم.. وكانت الشمـس تختفـي خلـف الأفـق.. رأوا شبحاً يقف على صخرة عالية.. كان عملاقاً عريضاً لم تظهر ملامحه..

– أعوذ بالله من الشيطان الرجيم..

– أعوذ بالله؟ كأنه من عمالقة الجن..

– أرجو أن لا يتعرّض لنا..

– اهـدؤوا يا شباب، قد نمرّ بسـلام.. اقرؤوا بعض سور القرآن الكريم في قلوبكم..

– إنـه لا يتحرّك.. إنه أشبه بعملاق أسود.. لم يرنا حتى الآن..

– إنه يقفز بعيداً.. كأنه يطير.. لقد اختفى..

– أعـوذ بالله مـن الشيطان الرجيـم.. شكله مخيف..

– اسمعـوا يا جماعـة، حتـى لا نصيب أهالي القريـة بالذعـر.. عـدوني أن لا تحكـوا الحادثـة لأحد.. هيا أرجوكم عدوني.. أريد وعداً منكم.؟

– من جهتي أنا.. لن أنبس بكلمة..

– وأنا أيضاً... وأنا أيضاً..

وفي تلك الليلة:

– الحمـد لله. عـارف بخـير وقـد قُبـل في المدرسـة، وبعد ثلاث سنوات ينـال الشهادة، يبدو أنهم سامحـوه بصفين.. يا رب ترجع بالسلامة يا بني..

(وصـل إلى سمعهـا صوت خربشـة وحركة في حديقة الدار..)

– يا إلهي.. قد يكون اللص.. قد يكون اللص.. زيدان.. زيدان..

نهضت بهدوء تهزّ زيدان:

– اتركيني أنام يا أمي.. أنا تعبان..

– زيدان.. اللص يحوم حول الدار.. انهض..

– ماذا..؟

– انتبه لنفسك قد يكون مسلّحاً.؟

– سأستخدم هذه العصا..

– يجب أن تنتبه.. سأوقظ أحمد وشامل..

– لا داعي يا أمي..

– انتبه لنفسك يا حبيبي.. يا رب ساعده..

– أيـن ذلك الوغـد.. لا أسمع صوتـاً الآن.. يا إلهي.. ما هذا؟ ما هذا.؟

رأى شبحـاً مسربـلاً بالسـواد ينقضّ عليـه ويضربه.. سمعـت الأم صوت آهة زيدان وسقوطه فهرعت ملتاعة:

– زيـدان ولدي.. حبيبي.. يـا ناس.. يا بشر.. ضرب اللص ابني.. قتل ابني.. آه..

ولكـن زيدان استيقظ من إغمائه، فرأى جمعاً من جيرانه وأهل قريته يتجمّع حوله.. همست أمه:

– الحمد لله.. صحوت أخيراً يا زيدان..

– آه يا راسي..

انضم إليهم المختار بعد قليل:

– حدّثنا بالتفصيل يا زيدان.

– آه.. والله يا عم كأنني رأيت إبليس اللعين أمامي..

– كيف؟ فصّل لنا..

– فتحت الباب بهدوء.. وأنا أحمل العصا بكلتا يدي، وإذا بعملاق ضخم يهبط أمامي من السطح.. ارتعبت وأنا أراه أمامي بقرنيه الكبيرين وعينيه اللتين يتطاير منهما الشرر، مدّ يده الضخمة نحوي وضربني.. فغبت عن الوعي.. آه.. رأيت كوابيس مخيفة عن مملكة الجان والعفاريت الطائرة..

– أعوذ بالله من الشيطان الرجيم.. إذن السارق ليس من أهل القرية، إنه من عالمهم.. أعوذ بالله..

– وماذا سنفعل يا مختار.؟

– سنصلّي الصبح جميعاً وندعو الله سبحانه وتعالى أن يعيدهم إلى مملكتهم تحت الأرض..

* * *

ولكن الأمور ازدادت سوءاً.. ففي اليوم التالي اكتشفت بعض العائلات اختفاء البيض والدجاج.. والخبز والزبدة واللبن.. وبدت الآثار واضحة.. كانت آثار الأقدام ضخمة انطبعت على الطين المتكوّم أمام الأبواب.. وبالطبع اعتقد الأهالي أنهم أمام عفريت قوي مشاكس.. ذعروا ورعبوا.. وكثرت الإشاعات.. وبعد المغرب تمترس الأهالي خلف أبواب بيوتهم وأغلقوا نوافذها جيداً.. ولكن هذا لم يمنع العفريت المزعوم من الوصول للدجاج وخوابي المؤونة.. مما أعطى الأمر بعداً غامضاً مرعباً..

رغم كل شيء لم يحكِ حميد وأصحابه عن العملاق الذي شاهدوه.. لذلك بكّر الأهالي كالعادة في كل يوم للذهاب إلى الأرض يتابعون زراعتها والعناية بها وهم يبسملون ويحوقلون.

وجاء حميد في صبيحة ذلك اليوم يطرق الباب على نعيم:

– ستساعد المختار اليوم يا نعيم.. هكذا طلب مني إبلاغك..

– على عيني يا عم حميد..

– إذن هيا.. أنا أيضاً ذاهب لمعاونته. لقد طلب مني ذلك.. المسكين ابنه مسافر للعلاج في بيروت.. أرضه بحاجة لعناية..

ثم تنهّد حميد وهو يكمل كلامه:

– إن شاء الله تخف هذه الأحداث.. إن استمرت ستودي بنا إلى الجنون..

كانت الطرقات خالية:

– هه.. يبدو أن الجميع خرجوا كالعادة إلى أراضيهم..

– لأنهم لم يعرفوا بعد أننا رأينا ذلك العملاق المخيف في النهار قبل مغرب الشمس..

– الحمد لله.. أمر مطمئن حفاظكم على السر..

– لو عرف الأهالي بذلك لعمت الفوضى والخوف كل بيت في القرية..

– معك حق.. هه بدأنا ندخل بين الكروم..

وفجأة صرخ نعيم بخوف:

– عم حميد.. عم حميد..

– ماذا يا نعيم.؟

– انظر هناك على اليمين تحت شجرة التوت..

– ماذا.؟ لا أرى شيئاً..

– ألا ترى ذلك العملاق الذي رأيناه قبل أيام.. وهو يحدّق في البعيد شارداً..

– فعلاً.. يا إلهي.. كيف سنمر.؟

– سننتظر قليلاً خلف هذا الحائط.. قد يختفي كالمرة السابقة..

– ولكن.. انظر.. يبدو شكله واضحاً، ليس له قرون كالعفاريت، إنه يرتدي لباساً أسود ويتمنطق ببندقية وحول صدره تتدلى علب الرصاص.. أعني أنه ليس عفريتاً..

– بالتأكيد.. إنه رجل طويل عريض المنكبين يبدو شرساً قوياً.. عفريت متنكّر بثياب رجل

– ماذا؟ ماذا تقول.؟ إنه رجل حقيقي..

– ولكن المختار أكّد لنا أن الجن والعفاريت بإمكانهم تقمّص شخصيات بشرية..

– دعنا من هذا الآن ولنرَ ما سنفعله؟ هل سنمر من أمامه.. ما رأيك؟.

– اذهب لوحدك، لن أتبعك..

– نعيم.. كبّر رأسك يجب أن نتحدّاه..

– نحن.؟ نتحدّى عفريتاً ضخماً.؟ هذا لا يمكن..

– أنت شاب جبان سأتابع طريقي وليكن ما يكون.. هه..

حاول إيقافه:

– عم حميد.. عم حميد..

(ولكن حميد كان يمشي بهدوء دون أن ينظر حوله.. حدّق نعيم:

– العفريت يقترب منه إنه يتكلّم إليه، يبدو العفريت غاضباً.. إنه يهدّده بيده السوداء..

حميد يحاول أن يتابع طريقه.. يا إلهي.. العفريت يضربه.. حميد يقع على الأرض.. العفريت يختفي.. حين صحا حميد روى القصة لنعيم:

– ابن الكلب طلب مني دخاناً.. قلت له أنا رجل لا أدخن. قال لي اذهب القرية وأحضر لي دخاناً ولكني رفضت فضربني.. إنه قوي شرس..

– معقول.؟ العفاريت تحب الدخان.؟

– إنه رجل مثلي ومثلك ليس عفريتاً، صدقني..

– غير معقول، حتى لو رأيته شبيهاً بالبشر فهو عفريت متقمّص لشخصية إنسان..

– آه.. ليكن ما يكون، لقد حطّم رأسي بقبضته.. أشعر أنني سأغيب عن الوعي..

همس نعيم:

– لماذا تعرضت له.؟ حذرتك..

وبدأ أهالي القرية يخرجون لحقولهم..

– صباح الخير.. ماذا جرى لك يا حميد.؟ أراك ممدّداً على الأرض..

قال نعيم:

– اعتدى عليه العفريت بالضرب.. ولولا حلم الله لأنهى حياته..

– العفريت.؟ أعوذ بالله.. عاد من جديد..

– تصوّر حاول حميد أن يمرّ دون أن يلتفت.. ولكن العفريت أوقفه..

– تعني أن العفريت كان هنا.؟

– نعم.. اختفى قبل لحظات..

– يا عفو الله...

وصفه حميد:

– آه.. إنه رجل ضخم يتمنطق ببندقية وتتدلّى علب الرصاص منه.. طلب مني دخاناً، قلت له ليس عندي دخان فأنا لا أدخن.. فطلب من جديد أن أذهب إلى القرية وأحضر له الدخان.. فرفضت.. فضربني بقبضة يده..

– طلب منك دخاناً.؟ أسمعتم يا جماعة، يبدو أن حميد يخرّف..

– أنا لا أخرّف، وهذا ما حصل.. ولست أعتقد

أنـه عفريـت أو جنّي، إنه رجل عـادي مثلنا ولكنه قوي الجسم، يبدو متوحشاً شرساً..

– كلام غريب..

ولكـن شيئـاً حـدث أذهل الجمـع الملتف حول حميد:

– يـا إلهـي.. العفريـت يقـترب منـا.. آه.. سأهرب..

اقترب العملاق:

– من منكم يحمل دخاناً.؟

– أنا.. هه.. تفضّل العلبة..

نظر إليه شزراً:

– هات.. وانقلع من هنا..

رفسه برجله:

– آه.. لماذا ضربتني.؟

نظر بغضب صوب الباقين:

– سأؤدبكم جميعاً يا أوغاد.. هه..

همهم حميد:

– ابتعد بين الأشجار لقد اختفى..

– إنه خارق القوة، لا يمكن أن يكون بشرياً.

– أكيد لا يمكن أن يكون بشرياً..

هزّ حميد رأسه:

– أوه.. حتى أنتـم أيضاً.. يا جماعة إنه قاطع طريـق عادي.. قـوي الجسم مسلـح.. سلّطه الله على قريتنا.. يبدو أنه سيقيم بيننا طويلاً..

قال الرجل الذي أعطاه الدخان:

– يبدو قوياً خارقاً.. لا أصدق أنه بشري.. آه يا إلهي ظهري يؤلمني من رفسته الوحشية.

* * *

واجتمع المختار بالأهالي ذلك اليوم:

– يـا جماعة، إنـه غضب مـن الله علينا، لأن ذنوبنا كثرت، وأصبحنا نتهاون في تأدية عباداتنا.. عـودوا إلى الله جميعاً، حسّنوا أعمالكم، سيختفي هذا الشيطان..

قال حميد:

– يـا مختـار.. أرجوك.. الرجـل قاطع طريق عادي، إنه قوي جداً ولكنه ليس شيطاناً رجيماً ولا عفريتاً.. صدقوني..

قال رجل:

– له قوة مخيفة، ولا يشبه البشر في شيء..

أكد حميد:

– يـا سبحـان الله.. لا تكـبّروا الأمـر.. هـذا الرجـل استفرد بقريتنا ويحـاول أن يسيطر علينا وينهب ما عندنا معتمداً على خوفنا ورعبنا منه..

حتى نعيم رفض فكرة حميد:

– مستحيل أن يكون إنسانـاً عادياً.. يا ناس.. قـد نصادفـه جميعنا ولكـن يجـب أن لا نجادله، يجـب أن ننفـذ أوامـره ونطيعـه في كل شـيء وإلا خرّب قريتنا..

– إنـه غضب الله، عودوا إلى ربكم واستغفروا وتوبـوا عـن ذنوبكم وامشـوا باستقامـة فلن تروا عندها أحداً يضايقكم..

– بعيني رأيته.. لا يظهر من وجهه سوى عينيه اللتين تقدحـان الشرر، قرنان كبيران جداً.. حتى يـده سوداء بأصابـع وأظافر حـادة طويلة.. أعوذ بالله..

– وماذا يريد منا هذا الكائن المخيف.؟

– لا أحـد يعـرف حتى الآن.. قـد يغضب يوماً ويقتلنا جميعاً.. آه يا إلهي..

فكر حميد بيأس:

– بـدأ الاضطراب يعمّ القريـة، إنهم خائفون علـى مستقبلهـم ومستقبـل أعمالهـم ولا يريدون مواجهة الأمر على حقيقته..

وانقسم أهالي القرية إلى قسمين.. القسم الأكبر منهم يعتقد أن شيطاناً مريداً تسلّط عليهم.. وأن الأيام القادمة أيام صعبة.. أما القسم الآخر فلم يصل لنتيجة حول شكل الكائن الغامض، وهدفه..

وكان حميد مصرّاً على أن هذا الكائن هو رجل عادي، شرير بالطبع.. يريد أن يعيش على ما يملكه الأهالي وينهب ثرواتهم، ويجب مقاومته والتصدّي له.. وفي تلك الليلة في بيت حميد:

– لماذا تسدين ثقوب النافذة والباب.؟ لن يتسلّل إلينا مع الهواء..

– إذا أراد يمكنه النفوذ من أي ثقب..

– كبّري عقلك واذهبي للنوم.. تأخّر الوقت.. ستوقظين الأولاد..

– هه.. انتهيت.. ما بك.؟ تبدو مهموماً..

– لا شيء.. اذهبي للنوم..

– ألن تذهب مع الشباب غداً إلى المدينة.؟

– سأذهب بالطبع..

– إذن يجب أن تبكّر في النوم.. لقد تأخّرت الآن..

– لا تخافي عليّ.. سأنام وأستيقظ قبل صياح الديك.. اذهبي ونامي..

– هه.. عنيد كالعادة.. طيّب تصبح على خير..

فكّر قلقاً:

– آه.. لو كان معي واحد.. واحد فقط لعذرت نفسي، ولكنهم لا يوافقون على تأكيداتي، إنه بشري.. (سمع صوت وقع أقدام) ما هذا.؟ كأنها وقع أقدام في الحديقة.؟ أحدهم يحاول فتح الباب.. يبدو أنه اللص، سأحمل هذا الرفش إن تمكن من فتح الباب سأضربه مباشرة..

ولكن العملاق انتصب أمامه..

– يا إلهي إنه اللص العملاق..

– ألم تتعلّم الدرس بعد أيها النذل.؟

– أرجوك.. سأفعل ما تشاء.. لا ترعب أطفالي وأهلي..

– سأقتلك وأشرب من دمك.. هيا تحرّك أمامي.. هيا..

– حالاً.. حالاً سأرتدي حذائي أولاً..

استيقظت امرأة حميد، وبحثت عنه:

– بسم الله الرحمن الرحيم، أين حميد.؟ ربما استيقظ قبلي.؟ هه.. يا عفو الله، الباب مفتوح.. حميد.. يا حميد.. لا أحد يجيب.. معقول.؟ حميد.. يا حميد.. أين أنت.؟ يا عفو الله أين ذهب الرجل.؟

هرعت مذعورة نحو بيت المختار وطرقته بقوة وحين فتح لها دخلت باكية مفجوعة:

– اختفى حميد زوجي يا مختار.. لا أعرف أين هو الآن..

– قد يكون سبقك إلى الأرض.. لا تخافي.. لا تخافي..

– ذهبت إلى كل مكان في القرية.. لم يره أحد.. أمعقول أن يكون في الأرض لوحده والعملاق الغامض تعرّض له أمس.؟

– ربما.. خاصة وأن زوجك عنيد مشاكس.. هه.. لا تقلقي إنه بخير.. سترينه.. فقط اصبري قليلاً.. اذهبي إلى الأرض الآن وابحثي عنه.. هيا..

– ولكن اليوم موعد ذهابه للمدينة وقد تأخّر..

– ألم يطرق بابك أحد من الشبان المكلفين بالذهاب إلى المدينة اليوم.؟

– لا يا شيخنا.. وهذا ما زاد من قلقي..

فكّر المختار:

– أمـر غريـب.. لقد تأخـروا عـن الذهاب.. ولكـن قد يكـون حميد وأفراد اللجنـة المرافقة قد ذهبوا لوحدهم دون أن يخبر زوجته على الأقل..

(قال للمرأة):

– انتظري سأرافقك..

وعـثر الأهالي على حميد مصلوباً على شجرة التوت والدم ينزف من جسمه.. فأيقنوا أن الكائن الغامض قد انتقم منه.. كان مضروباً بقسوة، وقد حمله بعض الشبان إلى بيتـه للاستراحة وعلاج جروحـه بالكـيّ والأعشاب.. كان يتـأوّه وهو يقول بحقد:

– أقسـم بالله العظيم، سأنتقم منه.. ولو بقي في عمري يوم واحد..

– ويلـي عليـك يـا زوجـي.. مـاذا أفعـل من بعدك.؟

– أنا بخير يا امرأة لا تقلقي..

– لـن يتركك ترتـاح، هذا العفريـت الشرير، أعوذ بالله من الشيطـان الرجيم، لماذا لا تضحّي بشيء حتى نتّقي غضبه؟

– اسكتـي الآن، ودعيني أنام قليلاً.. أنا متعب سنفكّر بالأمر فيما بعد..

– أي أمر.؟ هل نويت أن تفعل شيئاً.؟

– ما الذي سأفعله؟ أوه.. لا تقلقي عليّ، دعيني أنام..

ولكـن المختـار لم يسلـم من هجـوم العملاق الذي أيقظه ذات ليلة فنهض مرعوباً:

– نعم.. نعم.. ماذا تريد.؟

– هذه القرية الحقـيرة يحتاج أهلها جميعهم لتأديب..

– خير يا سيدي.؟ خير.؟

– أنـت كبير هـذه القرية، وليـس من الصعب التفاهم معك.. هه.؟

– سنتفاهم.. سنتفاهم..

– ستقدمـون لي البيض واللحم واللبن والخبز والفاكهة، ويدفع كل بيت في القرية (مجيدية) كل يوم.. أفهمت؟

– آه.. إنه عمل صعب يا سيدي.. أهالي القرية فقراء لا يملكون إلا القليل القليل..

– مـن أجل خاطـرك سأخفضهـا إلى نصف مجيدية.. هيا.. سأستلم المعلوم منك في الليل..

– أرجـوك خفّـف عنهـم أيضاً، لتكـن نصف مجيدية في الأسبوع..

– نفّذ ما قلته وإلا خرّبت لكم هذه القرية..

– طيب يا محترم.. طيب..

– ومـن يرفض الدفـع، أو يتهـرّب سأحطّـم رأسـه.. هـه.. اختفـى كالشبـح وتـرك المختـار مذعوراً خائفاً..

– أعوذ بالله، ما هذه المصيبة؟ كيف سنتعامل مع هذا الكائن المخيف؟ يا إلهي ساعدني..

وجمع المختار الأهالي في الصباح:

– معقول يا مختار؟ ومن أين لنا هذا المال.؟

– والله يـا أم عارف هكذا طلب مني، وقال إنه سيخرب القرية إذا لم تستجيبوا لطلبه..

– إذن هو لص عادي، مسلّح، كما قال حميد.. مستحيل أن تطلب العفاريت المال هكذا.؟

صرخ رجل:

– يـا جماعـة.. يـا جماعـة.. ليس لنـا سوى الاستسـلام.. إنـه وحش، مصيبـة أرسلهـا الله لابتلائنـا.. مستحيـل أن يكـون بشريـاً.. بشكله العملاق وضخامته وقوة بأسه..

وأكمل المختار:

– لا فائدة، يجب أن نطيع أمره.. وإلا حطّم بيوتنا وخرّب قريتنا كما يقول.

ولكن حميد صرخ:

– لماذا لا تقاوموه؟ لماذا تستسلمون له.؟

– نقاوم كائناً مجهولاً خارق القوة؟ بماذا؟ بأيدينا العزلاء؟ قد يأتي أفراد قبيلته ويمسحون قريتنا.. أعوذ بالله.. لا نستطيع مقاومة الجن..

– كبّروا عقولكم، فكّروا.. كيف يمكن الاستجابة لمثل هذه المطاليب المستحيلة؟ أنا أرى أنه يجب أن نقاوم..

– نسيت ما فعل بك قبل يومين؟ ألست خائفاً.؟

– بالعكس أنا مصرّ على مقاومته أكثر من السابق.. من يتطوّع وينضم إلي، سنرسم خطة لمقاومته وطرده أو القضاء عليه..

حاول المختار تهدئته:

– يا حميد.. هذا كلام خيال.. سيقتلكم واحداً واحداً..

– حتى ولو قتل البعض منا، فإن القرية ستنجو أخيراً.. هيا شباب.. من سينضم إلي؟

دار بينهم:

– أين شجاعتكم وقوتكم؟ أمعقول أن تستسلموا هكذا لقاطع طريق نذل استخفّ بكم جميعاً؟

ويئس أخيراً: «لا فائدة.. لا فائدة.. والله سأقاومه ولو ذهبت وحيداً إليه..».

لم يرض أحد من الأهالي الانضمام لحميد. وفي تلك الليلة صحوا على طلق ناري من جهة الأحراش، لكنهم لم يجرؤوا على الخروج من بيوتهم لتفقّد الأمر.. أما سبب هذا الطلق الناري فعرفوه فيما بعد..

كان حميد قد خرج مسلحاً بعصا وسكين كبيرة.. واتجه يبحث عن العملاق.. وتعرّف على مكانه بين الصخور، داخل مغارة صغيرة.. حيث عثر على ريش الدجاج، ومخلفات الطعام. ورأى العملاق يقترب من المكان.. كان الوقت بعد الغروب بقليل.. وقد حاولت زوجة حميد إقناعه والتوسّل إليه أن لا يخرج.. وبكت كثيراً.. دون نتيجة.. وهي تستحلفه أن يحافظ على حياته من أجلها ومن أجل الأطفال، ولكنه كان عنيداً.. خرج حميد ومعه العصا والسكين.. رأى العملاق واستغلّ اللحظة المناسبة ورفع عصاه يضربه، ولكن العملاق تلقّى الضربة بهدوء، وصوب بندقيته في اتجاه حميد وأطلق النار.. جرحه جرحاً بليغاً، ولكن هذا لم يمنع حميد من الهجوم عليه بالسكين، فأصابه في رجله. ولكن العملاق رفع بندقيته وانهال عليه ضرباً حتى الموت.. وفي الصباح رأى الناس جثة حميد في ساحة القرية.. فارتعبوا وخافوا، وأيقنوا أنه لا مجال أمامهم سوى الاستسلام.. وفي تلك الليلة انفتح باب المختار بعنف:

– أعوذ بالله.. يا إلهي.. أنت.؟

– اسمع يا مختار لن أسكت على هذا، سأحرق بيت ذلك السافل.

– لا.. لا يا سيدي.. هه.. جمعت لك الأموال والأشياء التي طلبتها.. هه.. تفضّل..

– حسن، دعها في هذا الخرج هنا.. وإياكم أن تكرّروها.. وإلا سأحرق بيوتكم..

– حاضر.. حاضر يا سيدي.. (رمقه.. يبتعد وهو يعرج) إنه مصاب في رجله وتبدو حركته غير متوازنة.. لقد أصابه حميد إذن..

وقف العملاق:

– لن آتي بعد اليوم إلى هنا.. دع كل شيء

تجمعه تحت شجرة التوت الشرقية عصر كل يوم.. أفهمت.؟

– أرجوك، ألا تحرق بيت الرجل لقد مات وشبع موتاً وليس في البيت إلا امرأته والصغار.

– إذن أحضر لي نصف مؤونته.. سأجعل أطفاله يجوعون..

– طيب.. طيب..

ومرت الأيام وعاد عارف مع صهره إبراهيم إلى القرية:

– آه كم اشتقت للقرية.. منذ زمن طويل لم أرَ حميد ورفاقي.. ألهتني الدراسة عن ذلك..

– أصرّت أختك أن آتي معك.. رغم عملي الكثير..

– سترى قريتنا يا إبراهيم، منذ أن تزوجت أختي لم تأتِ إلى هنا، ستفرح بك أمي كثيراً..

انتصب أمامهما فجأة:

– ما هذا.؟

صرخ:

– ترجّلا عن الحصانين..

همس إبراهيم:

– إنّه المجرم (جميل المخزون) أشهر مجرم في الجبل، ما الذي جاء به إلى هنا قرب قريتكم.؟

همس عارف:

– وماذا سنفعل؟ هل سنستجيب لطلبه؟

– لا مفر من ذلك، أخاف أن يأخذ الحصانين..

صرخ العملاق:

– وبماذا تتهامسان، هيا انزلا عن الحصانين.؟

– اصبر قليلاً.. سننفذ الأمر.

همس عارف:

– ماذا تنوي أن تفعل؟ أمعقول أن يستسلم مجاهد مثلك لمجرم.؟

همس إبراهيم وهو ينزل عن الحصان:

– لا تقلق.. سأؤدّب هذا الكلب.. هه..

– وأنت أيضاً أيها الولد، هيا قبل أن أفجّر دماغك..

– ساعدني.. لا أستطيع النزول، علقت رجلي في الركاب..

قال إبراهيم:

– هل أساعده.؟

صرخ العملاق:

– ابتعد أنت واربط مقود حصانك في جذع الشجرة، سأساعده أنا..

قال إبراهيم:

– حسن (تظاهر بالابتعاد).. يا إلهي.. أعني.. يا رب.. (انقض عليه وضربه على رأسه)..

– آه يا رأسي.. سأقتلك يا وغد..

– لن تستطيع.. خذ هذه الضربة أيضاً.. المجاهدون يبحثون عنك لتنفيذ العقاب بك أيها المجرم..

سقط العملاق يتأوّه:

– لا.. لا.. أرجوك..

بالطبع ساق إبراهيم المجرم مكبّلاً بقيوده وعرضه في ساحة القرية وسط ذهول الأهالي..

كانت صدفة عجيبة أن يتعرّف المجاهد إبراهيم زوج أخت عارف على المجرم.. وبالطبع لم يخف منه، وهذا ما جعله يهاجمه رغم بندقيته المليئة بالرصاص.. وانتهت بذلك أغرب قصة حدثت في تلك القرية المنعزلة التي اعتبرت ذلك المجرم القوي الخطر في البداية، ظاهرة لها علاقة بالجن والعفاريت..

بـــلازار

قصّة : صلاح معاطي

في ظلمة الفضاء اللامتناهية، تلوح على أطراف الكون عين نارية تشتعل بوميض لا يعرف الهدوء. هذه الإشعاعات الغامضة، تثير القلق والخوف بما تحويه من أسرار لا يستطيع أحد فكّ طلاسمها. أقواها تلك التي تأتي من أعماق مجرّة بعيدة. عين غامزة تتوسّط السماء، تلك العين لم تكن نجمًا، ولا كوكبًا، ربّما مخلوقاً كونياً من نوع خاص، يتنفّس الطاقة وينفث الضوء والجسيمات بسرعات تقارب سرعة الضوء، موجّهة نحو الأرض وكأنّها سهام لا نهائية. إنّها إشعاعات غامضة تعبر الفضاء وتصل إلى الأرض في ترددات غير مسبوقة. تتسم بنبضات دورية دقيقة، كأنّها لغة مجهولة تحاول فكّ أقفال صمت الكون. مصدرها هذا الـ "بلازار" على بعد مليارات السنين الضوئية.

هذه الإشعاعات لم تكن مجرّد طاقة عشوائية؛ بل تحتوي على نمطٍ موسيقي خفيّ، أشبه بأغنية كونية تتكرّر باستمرار، تحمل في كلّ مرّة تغييرات طفيفة، كأنّها تحكي قصّة بلغة لا تفهمها سوى النجوم.

في مختبرات "أورا 7"، كان العالم الدكتور "يوسف نور" يترأس فريقًا من العلماء. "يوسف"، بخصلاته الفضّية وعينيه اللامعتين بالفضول، كان مهووسًا بفكرة أنّ هذه الإشعاعات قد تكون أكثر من مجرّد ظاهرة فيزيائية. يؤمن أنّ هذه الإشعاعات الغامضة مصدرها ليس مجرّد جسم فلكي، بل نوع من الكائنات الواعية التي تبثّ رسالة إلى الحضارات في أرجاء الكون.

رجل في منتصف الخمسين من عمره، لكنّ ملامحه توحي بشخص نحتته التجارب، ذو صوت هادئ كالمختبرات التي عشقها، وعقل لا يهدأ في سعيه لفهم أسرار الكون. يحمل دكتوراه في الفيزياء النظرية، لكنّ شغفه تجاوز الأوراق ليخترق حدود المجهول، من الثقوب السوداء إلى نفّاثات الطاقة تلك التيّارات القويّة من الجسيمات المشحونة، التي تُطلق من مناطق حول النجوم النيوترونية أو الثقوب

السوداء. تتحرّك بسرعات قريبة من سرعة الضوء. ظلّ يلاحقها كأنّها شيفرة كونية تنتظر من يفكّ طلاسمها.. يرتدي دومًا معطفه الرمادي، ويتنقّل بين معمله ومكتبته المكدّسة، كمن يعيش في زمن موازٍ... زمن يحكمه العلم وحده.

تنهّدت د."داليا وهدان"، عالمة الفيزياء التجريبية، والتي لا تقلّ دهاءً عن المعادلات التي تعبث بها كلّ يوم. في أواخر الثلاثينيات من عمرها، دقيقة الملامح، لكنّها تمتلك حضورًا يفرض نفسه بصمت، كأنّها حقل مغناطيسي خفي لا يُرى بالعين بل يُشعر به. عُرفت بين زملائها بأنّها "العقل البارد في قلب النار"، إذ لم تفقد رباطة جأشها حتى حين احترق أحد مختبراتها في حادث تسرّب طاقة! تجمع بين شغف العلم وحدّة الحدس، تضع نظّارات دقيقة فوق أنف مستقيم، وتربط شعرها للخلف دومًا، كما لو أنّها تخوض معركة مستمرّة مع الفوضى، سواء فيزيائية كانت أم بشرية.

صاحت داليا دون أن تحوّل ناظريها عن الشاشة:

- أرجو ألّا يأخذكم الطموح بعيداً، فهذه الإشعاعات ليست سوى انعكاسات ضوئية ناتجة عن حركة النجوم والكواكب في مجرّتنا، الأمر أبسط ممّا تتصوّرون، مجرّد ظاهرة فيزيائية معروفة.. نحن نُضخّم الموضوع بلا داع.»

يصيح الدكتور "يوسف نور" بغضب واضح:

- انعكاسات؟ مستحيل! تلك الإشعاعات تأتي من خارج مجرّتنا بالكامل، وهي موجّهة بدقّة استثنائية.. لنكن واقعيين، هذه إشعاعات هاربة من ثقب أسود فائق الكتلة.. الثقوب السوداء تطلق نفّاثات من الطاقة، من المجرّات النشطة أو عند تشكّل النجوم.. حينما تبتلع المواد، هذا كلّ ما في الأمر!»

تركّزت العيون على الدكتور يوسف، يحمل في عينيه بريق الاكتشاف وبصمات السهر الطويل خلف معادلات لا تنتهي.. وهو يشير إلى الشاشة:

- هل لاحظتم انتظام الإشارات؟ هناك نمط دقيق يتكرّر.. الثقوب السوداء لا تطلق إشعاعات بهذه الطريقة المنتظمة.. هذه ليست مجرّد طاقة عشوائية، هناك شيء أعمق.

تقاطعه الدكتورة داليا:

- النمط قد يكون مجرّد تداخل إشعاعات من مصادر مختلفة.. الكون مليء بالضجيج، ونحن نبحث عن معنى في الفوضى.»

يتدخّل الدكتور محمود هاشم أستاذ الفيزياء النظرية، رجل لا يكتفي بفهم الكون، بل يحب أن يعلّق عليه بسخرية لاذعة كما لو كان يتحدّث عن مسرحية رديئة الإخراج.. في أواسط الخمسين، ذو شعر أشيب مبعثر كأفكاره أحيانًا، ونظرة فيها مزيج من الذكاء والتهكّم.. قاطع ساخراً:

- يبدو أنّنا نُضيّع الوقت في البحث عن إشارات ذكيّة بين أمواج الطبيعة.»

يصيح يوسف بهدوء وهو يُلقي بكلماته وكأنّها جسر بين العاصفة والصمت:

- هذه الإشعاعات ليست انعكاسات ولا إشارات هاربة.. إنّها رسالة! لقد قضيت شهورًا في تحليل بياناتها، واكتشفت شيئًا لم تلاحظوه.. هناك تسلسل رياضي، لغة أقدم من النجوم، متشابكة كأنّها جملة تُعاد كتابتها مرارًا.»

الدكتور محمود باندهاش:

- رسالة؟ ممن؟ ولماذا؟

يبتسم يوسف ابتسامة باردة:

- هذا هو السؤال الحقيقي! ما أعرفه هو أنّ هذه الإشعاعات ليست مجرّد حدث فيزيائي، بل فعل

مقصود. من أرسلها؟ ولماذا؟ لا أعرف بالتحديد، لكنّ المؤكّد أنّ هذه الرسائل تطلب منّا أن نفهم، وأن ننتبه.»

يسود الصمت للحظة، لكنّ وجوه العلماء تحمل تعبيرًا جديدًا؛ مزيجًا من الدهشة، والتساؤل، وربّما الأمل. الجميع يدرك أنّ هذا النقاش لم يكن حول الإشعاعات فقط، بل عن مكانهم في الكون الواسع.

ينقل "يوسف" عينيه بين الوجوه المحملقة في وجهه، ثم يصيح بثقة كأنّه يضع إطار نظرية علمية:

– هذه الرسائل لا يمكن أن تكون مصادفة.. إنّها تحمل إيقاعًا منتظمًا أشبه بنبض قلب كوني.. إنّها من البلازارات.. وكما تعلمون؛ أنّ البلازارات هي نوع من الأجرام السماوية الفلكية، وهي تُعدّ من بين أكثر الأجسام إشعاعًا وطاقةً في الكون! فماذا لو كان هذا "البلازار" يحاول أن يخبرنا بشيء؟

الدكتورة "داليا" تخفض صوتها، متأمّلة:

– إذا كنت محقًّا، فهذا يعني أنّنا لسنا وحدنا... وأنّ الكون أكثر وعيًا ممّا نظن.»

يشير يوسف إلى الشاشة:

– بل نحن جزء من قصّة كونية أكبر ممّا تخيّلنا. والبلازار هو من كتب الفصل التالي كأنّها رسالة غامضة.

تمّ تجهيز مركبة فضائية مزوّدة بأحدث أجهزة الاستشعار عن بعد، ونظام ذكاء اصطناعي متطوّر مزوّد بجهاز مصمّم لترجمة الإشارات وتحليل الجاذبية الملتوية المحيطة بالبلازار. أطلق عليه "محلّل الأوتار الكونية.. إيكاروس".. في مفارقة لم تغب عن أحد من الطاقم. فكما طار إيكاروس صوب الشمس مدفوعًا بنشوة التحليق، تنطلق هذه السفينة نحو قلب الظلام، نحو البلازار التي تُطلق نفّاثات من طاقة كونية.. لكن الفرق هذه المرّة، كما يقول د.محمود ساخرًا، "أنّنا لسنا حمقى بما يكفي لصنع أجنحتنا من الشمع".

مدفونًا في قلب السفينة "إيكاروس"، يعمل محلّل الأوتار الكونية بصمت لا يُكسر، كأنّه كاهن في معبد الزمن. منظومة تحليلية فائقة التعقيد، بُرمجت لفكّ شيفرات الكون عند حدود الفهم البشري.

لقراءة الاهتزازات الدقيقة في نسيج الزمكان، وتفسير النغمات الخفيّة للأوتار الكونية التي تُشكّل أساس المادّة والطاقة. لم يكن مجرّد آلة؛ بل كيانًا شبه واعٍ، يرى الواقع كسيمفونية رياضية ضخمة، يترجمها إلى بيانات، ثمّ إلى رؤى.

كان العلماء يسمّونه ساخرين "المُنجّم العظيم"، لأنّه غالبًا ما يقدّم تنبّؤات قبل أن تحدث، مبنيّة على اهتزازات لم يرصدها أحد سواه.. أمّا د.داليا فكانت تقول:

"إذا كان الكون قصيدة، فمحلّل الأوتار هو من يقرأ بين السطور".

الرحلة طويلة وخطيرة! اقتربت المركبة من مناطق تتلاشى فيها قوانين الفيزياء كما نعرفها.. عندما دخلت "إيكاروس" تلك المنطقة، بدأ الزمن يتكسّر، لا يتباطأ فحسب، بل يتشظّى! قراءات الطاقة أظهرت طفرات مستحيلة، وكأنّ السفينة تستمدّ قوّتها من فراغ يتنفّس! لم تعد الجاذبية تتبع قواعدها، أحد الأذرعَ الجانبية انفصل ببطء، لكنّه لم يسقط، بل "تحلّل من الواقع".

كان كلّ شيء هادئًا بشكل مخيف! شاشات الرصد تعرض خطوطًا مسطّحة، ثم قفزات عشوائية! عقارب الزمن توقّفت عند الرقم ذاته في كلّ الأجهزة، حتى تلك الميكانيكية منها، كأنّ الكون قرّر التوقّف عن العد.. سألت د.داليا وهي تحدّق في شاشة المراقبة، يدها مرفوعة بين الشك والتحكّم:

– هل انقطعت الإشارة؟"

تمتم د.يوسف نور، وهو يحدّق في بيانات تتدفّق ثم تتبخّر، كأنّ الزمن نفسه يعيد كتابتها:

– لا... الإشارة موجودة، لكنّها بلا معنى...

المجال أمامهم بدأ يشوّه الضوء، خطوط النجوم تحوّلت إلى أقواس، ثم إلى حلقات متكسّرة، ثم... إلى لا شيء.. بدا وكأنّ الفضاء يبتلع نفسه، لكن بلا صوت، بلا تحذير.

فجأة «**محلّل الأوتار الكونية**"، أصدر وميضًا خاطفًا، ثم صمت.. لأوّل مرّة منذ بدء المهمّة، توقّف عن تحليل أي شيء.. ردّ محمود بسخرية لم تخفِ ارتجاف صوته:

– "حتى الآلات تشعر بالخوف أحيانًا.»

عند تلك اللحظة، اختفت الجاذبية، لم ترتفع الأجسام فجأة، لم تطفُ! بل فقدت معنى الوزن، كما لو أنّ مفهوم "الأسفل" لم يعد موجودًا، ثمّ جاء الحدث الذي لم يفهمه أحد، عندما سجّلت المجسّات طاقة سالبة غير ممكنة، غير مبرّرة.. لا مصدر، لا تفاعل.. مجرّد طاقة تظهر من العدم، كأنّ الفراغ قرّر أن يتكلّم.

سألت داليا، وهي تنظر إلى نوافذ السفينة التي لم تعد تُظهر شيئًا:

– هل نحن... خارج قوانين الكون؟"

لم يرد د.يوسف نور، كان ينظر إلى شعاع صغير قادم من بعيد، كأنّه نفّاثة طاقة من بلازار، لكنّها لم تكن تتبع أيًّا من قواعد الضوء.. كانت تتحرّك ببطء، كأنّ الزمن حولها يُقاس بأنفاس الآلهة، لا بثواني البشر.

ومع ذلك، كانت الإشعاعات تزداد وضوحًا، وكأنّ البلازار يستقبل المركبة ويشير لها بالاقتراب.. عندما اقتربت المركبة من البلازار، تحوّلت إشعاعاته إلى ومضات متتابعة، وكأنّها تستجيب لحضور المركبة.

فجأة، اندفع شعاع من الضوء نحو السفينة، لم تكن مجرّد طاقة، بل بوّابة.. مرّت المركبة عبر البوابة لتجد نفسها في بعد آخر تمامًا. في هذا المكان، تُرى النجوم كأنّها تسبح في بحر من الألوان الزاهية، البلازار في المركز، ينبض كقلب عملاق! لكنّ الغريب أنّ الإشعاعات بدأت تتحوّل إلى أشكال، مثل رموز ثلاثية الأبعاد تتحرّك في انسجام.

التقطت أجهزة "إيكاروس" شيئًا غير متوقّع. الإشعاعات تحتوي على أنماط معقّدة تشبه شيفرات رياضية متعدّدة الأبعاد.. بعد أيام من التحليل، نطق "إيكاروس" للمرّة الأولى: "هذه ليست إشعاعات عشوائية، بل بيانات مضغوطة، تحتوي على رسائل بلغة كونية.. أدرك الجميع أنّ الكلمات ليست صوتًا بل شعورًا، وأنّ البلازار ليس مجرّد جسم، بل كيان واعٍ يعيش في البُعد الآخر.

ً بدأت المركبة تتلقّى المعلومات المخزّنة في البلازار.. خرائط لمجرّات مفقودة، معادلات للتحكّم بالجاذبية، تقنيات لتحويل الطاقة الداكنة إلى مصدر للحياة.

فتح العلماء أوّل جزء من الرسالة، ليجدوا رسمًا ثلاثي الأبعاد لمجرّة مليئة بالكواكب! في قلب المجرّة، كان هناك كوكب شبيه بالأرض، محاط بهالة ذهبية! تحت الرسم، توقيع غريب:

«نحن أولاً وقبل أي شيء.. نحن هنا منذ البداية.. هذه رسالتنا".

الرسالة تشير إلى حضارة قديمة متقدّمة عاشت في قلب مجرّة مجاورة قبل مليارات السنين! عندما أوشك الكون على محو وجودها، قرّرت أن تترك بصمة لا تمحى، بإرسال رسائل مشفّرة إلى الحضارات العاقلة في أنحاء الكون عبر البلازارات، مستغلّة طاقة الثقوب السوداء الهائلة لنشر ذكراها عبر الزمان والمكان.

«إنّ الكون لا يموت، بل يتحوّل، ونحن جزء من تحوّله.. البلازار هو الحارس، والرسالة هي الخلود".

مملكة الظلال

قصّة د.فواز أحمد الموسى

في ظلال الفجر الأولى، كانت شاحنة ضخمة تعبر الطريق السريع المتّجه من نيروبي إلى مومباسا، محملةً بحاوية معدنية ضخمة، خالية من العلامات التجارية، مغلقة بإحكام كأنّها تخبّئ سرّاً أثقل من الفولاذ نفسه.

في غرفة التحكّم بمركز الأبحاث البيئية في جامعة بروكسل، كانت البروفسورة ريما العزي تتابع بثّاً مشفّراً لحركة الشحنة عبر الأقمار الصناعية، وقد ارتسمت على وجهها علامات توتّر خفيّ. بجانبها جلس رجل هادئ الملامح، يرتدي سترة جلدية سوداء، بدا أكثر اعتياداً على الظلال منه على الضوء: سليم، خبير التهريب البيولوجي والمستشار السرّي لشبكة سوداء تمتدّ من قلب إفريقيا إلى المختبرات السرّية في أوروبا.

قالت ريما، وهي تشير إلى الحاوية على الشاشة:

– «هذه ليست مجرّد ملكات نمل يا سليم... إنّها آخر سلالة حيّة من نمل الحصاد الإفريقي، قادرة على مقاومة الحرارة الشديدة والمواد السامّة. بإمكان جيناتها أن تغيّر مستقبل الطاقة الحيوية أو تدمّر منظومات زراعية بأكملها".

ابتسم سليم ابتسامة نصفها تهكّم ونصفها دهاء:

– «وأنتِ تحلمين بإنقاذ البيئة. بينما زبائننا في بلجيكا يريدون شيئاً آخر تماماً: جيشاً بيولوجياً تحت الطلب.»

في مرفأ مومباسا، توقّفت الشاحنة. بدأ طاقم مُدرّب بفتح نظام الحماية الذكي. الحاوية لم تكن عادية، بل تصميمها جاء من مختبر ألماني متخصّص: نظام ذكي لضبط الرطوبة، حرارة محسوبة بدقّة للدرجة المئوية، أجهزة تغذية نانوية تعتمد على مستخلصات من نباتات سافانا الكينية، ودرع منيع ضدّ المسح الإشعاعي. في الداخل، كانت هناك مئات من ملكات نمل الحصاد الإفريقي، في كبسولات زجاجية مدروسة، تخضع لنوم بيولوجي محفّز.

في الخلف، كانت تقف آلاء، خبيرة الجينات الميدانية، تراقب نقل الكبسولات إلى داخل الحاوية، وتدوّن بيانات كلّ ملكة:

– «ملكة رقم 12، نشاط كهربائي منخفض... نسبة استجابة للمنبّهات 3.4... لكنّها تحمل طفرة نادرة جداً.“

اقترب منها سليم، وسألها بنبرة خافتة:

– «هل يمكن إيقاظها بسرعة؟ في حال احتجنا إليها قبل الوصول؟»

نظرت إليه بحدّة:

– «أنت لا توقظ إعصاراً وأنت في البحر يا سليم. هذه الكائنات مصمّمة لتبقى نائمة حتى تدخل المختبر. وإلا...»

سكتت قليلاً، ثم أضافت بنبرة غامضة:

– «وإلا ستظنّ نفسها في معركة وتطلق الفيرومونات القتالية. ولا أحد يريد ذلك في عرض البحر.“

انطلقت السفينة ”سارا“ من ميناء مومباسا، محمّلة بالحاوية، متّجهة عبر خليج عدن، مروراً بقناة السويس، ثمّ البحر المتوسّط، حتى ميناء أنتويرب في بلجيكا. المسار دقيق، والزمن محسوب بالساعات. لكن ما لم يعرفه الجميع، أنّ ثمّة عيناً كانت تراقب الرحلة منذ بدايتها...

في أحد مكاتب الاستخبارات البيئية، كانت زينة تراجع إشارات مشبوهة التقطها القمر الصناعي فوق المحيط الهندي.

قال مساعدها:

– «إشارة حياة بيولوجية ضمن حاوية مسجّلة على أنّها معدّات زراعية غير عضوية.“

ردّت، وهي تحدّق في الشاشة:

– «معدّات زراعية لا تنبض بالحياة... نحن أمام تهريب بيولوجي من الدرجة الأولى“.

في عرض البحر الأحمر –على متن السفينة ”سارا“– اليوم الثالث من الرحلة.

وسط هدير المحرّكات العميق ورائحة الملح العالقة في الهواء، كانت السفينة تمخر عباب البحر في صمت ثقيل. لا شيء يشي بأنّ في أعماقها شحنةً قادرة على تغيير وجه العالم، أو إبادته.

في غرفة المراقبة الداخلية، جلس سليم أمام لوحة تحكّم رقمية، تتصل مباشرة بالحاوية Z-9. يده اليسرى تضغط على شاشة تعرض مؤشّرات الحياة الحيوية. بينما اليد اليمنى تمسك بكوب القهوة.

دخلت عليه آلاء، تحمل جهازاً صغيراً بحجم راحة اليد.

– «النسخة الجديدة من المسرّع الحيوي وصلتني هذا الصباح. جاهزة للحقن.»

ألقى سليم نظرة خاطفة على الجهاز ثم قال:

– «أليس مبكّراً على تعديل الكبسولات؟“

أجابت آلاء:

– «نظام الشفرة الوراثية القديم في الملكة رقم 47 بدأ بالتدهور. إن لم نعد ترميزها الآن، قد تخرج من النوم الحيوي قبل الأوان.»

قادته إلى القبو السفلي للسفينة، حيث الحاوية الذكية. فتحا القفل الذكي الثلاثي: بصمة، مسح قزحية، وكلمة مرور.

داخل الحاوية، بدا المشهد أشبه بمختبر مستقبلي أكثر منه حاوية شحن. على طول الجدران، كانت صفوف الكبسولات الزجاجية تتوهّج بإضاءة زرقاء خافتة. كلّ كبسولة تحتوي ملكة واحدة من نمل الحصاد الإفريقي، مضغوطة داخل وسط غذائي عضوي مطوّر من حموض الطحالب الدقيقة.

اقتربت آلاء من كبسولة الملكة 47، وقالت وهي تجهّز المسرّع الحيوي:

– «ترميزنا يعتمد على دمج أنزيم مع مادّة نانوية ترتبط بالحمض النووي للملكة، وتُخفي إشاراتها البيولوجية. أي مسح إشعاعي أو كيميائي خارجي، لن يلتقط شيئاً سوى هيكل بلاستيكي.“

نظر إليها سليم وقال بنبرة إعجاب صامت:

– «تبدو كما لو كانت حشرة مزيّفة.“

ابتسمت بخفّة وهي تحقن المسرّع الحيوي عبر منفذ دقيق في الكبسولة:

– «وهذه هي الفكرة. الحشرات المزيّفة التي نرسلها للسطح، تُستخدم كطُعوم حرارية. أمّا الملكات الحقيقية، فهي في قلب الحاوية، لا يشعر بها أحد.“

مرّت لحظات صمت، فقط صوت نبض الأجهزة يملأ المكان.

ثم قال سليم فجأة:

– «هل تعلمين؟ في الحرب البيولوجية الثالثة، استخدموا البكتيريا لتحطيم شبكات المياه. الآن... سنستخدم النمل لإسقاط دول بأكملها.»

حدّقت فيه آلاء، وقالت ببطء:

– «كنت أظنّ أنّ هدفنا العلمي... أن نعيد التوازن للبيئة، ونفهم كيف تعمل المنظومات الدقيقة.“

ابتسم سليم بسخرية:

– «النيّة علمية... ولكن المال دائماً يوجّه المسار.“

* * *

في تلك الأثناء، في مكانٍ بعيد –مقر وكالة البيئة– تلقّت زينة تقريراً استخباراتياً محدثاً.

– «المسار يتطابق مع توقيت هجمات إلكترونية على قاعدة بيانات الجمارك في مينـاء أنتويرب. السفينة «سارا « ستصل خلال 48 ساعة.»

قالت وهي تقف أمام الخريطة الرقمية:

– «علينا أن نعرف: ماذا تحمل هذه الحاوية فعلاً؟ ولماذا تحيط بها طبقات من التشفير البيولوجي؟»

أجاب مساعدها:

– «لدينا خبير في الأنظمة الحيوية من برلين، اسمه الدكتور آدم. يعتقد أنّ نمط التشفير المستخدم يشبه ما استُخدم قبل عشر سنوات في مشروع ”الجنين اللاسلكي“... أحد مشروعات الأسلحة البيولوجية التي تمّ إيقافها بسبب مخاطره الأخلاقية.“

تبادلت زينة نظرة متوتّرة مع مساعدها وقالت:

– «جهّزوا فريق التدخّل. إذا صحّت تحليلات الدكتور آدم، فقد نكون أمام بداية فصل جديد من الحروب... لا يُرى فيه العدو بالعين المجرّدة.“

كانت السفينة تتابع طريقها نحو بلجيكا. لا أحد على متنها –سوى القلائل– يعلم أنّ مئات الملكات البيولوجيات نائمة، تنتظر إشارة الاستيقاظ.

وحين تستيقظ... لن يعود العالم كما كان.

في ضواحي مدينة أنتويرب، وتحديداً داخل منطقة صناعية مغلقة لا تحمل اسماً على الخرائط العامّة، ارتفعت أبراج زجاجية سوداء كأنّها تقطع السماء. في الطابق السفلي للمبنى الأكبر، الذي لا يسمح بدخوله سوى لفئة محدّدة، وصلت الحاوية Z9 أخيراً.

الدكتور آدم، العالم المختص في البيوتكنولوجيا الجينية، وقف أمام الكبسولات بصمت يشوبه القلق والانبهار. كانت الملكات ساكنات، لكنّ مؤشّر النشاط العصبي بدأ يرتفع تدريجياً.

– «أكّد فريق التفريغ أنّ الكبسولات سليمة ولم تُخترق في أثناء النقل؟" سأل آدم وهو يربط جهاز المراقبة المحمول بالكبسولة رقم 1.

أجابت ماريا، مديرة مختبر التكاثر الاصطناعي، وهي تتابع شاشة التكوين الجيني:

– «لم تُسجّل أي تغيّرات. الحرارة، الضغط، ونسبة الرطوبة حافظنا عليها حتى في أثناء نقل الحاوية من السفينة إلى المختبر. كلّ ملكة تحت المراقبة منذ دخولها المجال الأوروبي."

اقترب آدم من الكبسولة وهمس لنفسه:

– «نمل الحصاد الإفريقي.. من كان يظنّ أنّ هذه الكائنات الصغيرة ستمتلك يوماً ما مفاتيح الحرب القادمة؟"

قالت ماريا بحدّة علمية:

– «التعديل الجيني الذي أُدخل عليها منحها قدرة غير مسبوقة على التكيّف. خلايا النمل المهندَس يمكنها تحليل محيطها والرد عليه خلال ثوانٍ، وإعادة تشكيل البنية العصبية للملكة بما يتوافق مع نوع العدو."

فتحا الكبسولة رقم 4. داخله، تحرّكت الملكة ببطء، كما لو كانت تستشعر الضوء للمرّة الأولى منذ قرون.

– قال آدم وهو يلتقط بيانات أولية «ابدؤوا مرحلة الاستنساخ. نحتاج إلى ثلاث مستعمرات في أقل من أسبوع"..

* * *

في غرفة العمليات، بدأ روبوت الاستنساخ الحيوي عمله. حُقنت الملكة بمحلول تنشيط داخلي يحوي سلسلة من الإنزيمات النانوية التي تُطلق سراح جينات التكاثر.

أحد الفنيين، حدّق في الشاشة وقال بذهول:

– «سيدي... هذه الملكة تنتج بويضات أسرع من أي نموذج سابق! نحن نتحدّث عن 7 بيضات بالدقيقة الواحدة."

– أمر آدم بصوت مرتفع: «ضاعفوا سرعة الحاضنات، وابدؤوا التحكّم في التكوين العصبي للفئة العاملة".

– وتحقّقوا من "أي نمط سلوكي نزرع؟ النمط الدفاعي أم الهجومي؟"

– نريد المزيد من الهجومي، الذي سيُستخدم في بيئة حضرية. نحن نحتاج إلى سلالة هجينة، تستطيع التخفّي داخل أنظمة التهوية، تتكاثر في الظل، وتضرب في قلب المدينة دون سابق إنذار."

في غرفة خاصة، دخل آدم إلى وحدة الأبحاث السرّية حيث اجتمع مع العقيد يوسف، من وحدة التطوير البيولوجي التابعة للمخابرات.

قال يوسف ببرود: "هل نجحتم؟".

رد آدم: "نحن بصدد خلق أول جيش بيولوجي خالص من فصيلة نمل الحصاد المعدّل. يمكن برمجته ليهاجم هدفاً محدّداً – حتى لو كان ذلك الهدف يحمل إشارات بيولوجية متطابقة مع البشر العاديين."

سأل يوسف: "والتحكّم؟ كيف نمنع انقلابه علينا؟"

ابتسم آدم وقال:

– «كلّ مستعمرة ترتبط بملكة مركزية تحمل

رمـز تحكّـم مشفّر. فقـط من خلال هـذا الرمز يمكن إصدار أوامر شاملة.»

– «سنختبر أوّل وحدة في مهمّة ميدانية خلال شهر. مدينة صغـيرة... مستشفى ميداني... ولن يشكّ أحد في أن من فعل ذلك هم النمل.»

غادر آدم الغرفة. قلبه يثقل شيئاً فشيئاً. العلم الـذي لطالما حلم أن يكون نافعـاً، أصبح الآن أداة صامتة للخراب.

* * *

في إحـدى الحاضنـات الخلفيـة، خرجت أوّل نملة مقاتلة. ذات هيكل قاتم اللون، وفكّين حادّين كالمشارط، وعينين متوهّجتين.

من هنا... بدأ عصر النمل.

صمـت غريـب خيّـم علـى المجمّـع الطبّـي العسكـري، داخـل الجـدران الإسمنتيـة، كان الحرّاسـ يتابعون شاشـات المراقبة الحرارية. كلّ شيء بدا طبيعياً... حتى بدأت المؤشّرات تومض.

– قال الحارس وهـو يقرّب الصورة: «حرارة غير مألوفة على محور التهوية الجنوبية».

– ردّ زميله: «حيوانات؟ ربّما فئران؟».

لكنّ الصورة التي ظهـرت على الشاشة كانت كابوسـاً بيولوجيـاً. عشرات الآلاف مـن الكائنات السـوداء الصغيرة تتحـرّك بتناغـم، تتسلّل عبر أنابيب التهوية، تفتح أقفال الحواجز الذكيّة بآلية غامضـة، وتنتشـر داخـل الحجـرات كمـا ينتشر الظل.

* * *

داخل غرفة العمليات كان الدكتور آدم يراقب كلّ شـيء عن بعد. على الشاشـة الضخمة أمامه، ظهر نموذج ثلاثي الأبعاد للغـزو. ابتسم ابتسامة خافتةً وقال:

– «اختبـار الميـدان بـدأ قبـل 17 دقيقة. إلى الآن، لم يتمكّن أحد من صدّ المستعمرة الهجومية. هل توقّعتم أداءً بهذا التفوّق؟»

– «النمـل يبـدّل التكوين العصبـي كلّ خمس دقائق، يهاجـم البنية الكهربائيـة، يفسد معدّات الرصد، ويصيب الخصم بحالة ذعر جماعي».

في الجانب الآخر من المدينة، أطلقت صافرات الإنـذار. لكنّ الطـوارئ لم تكن مستعـدّة لمواجهة آلاف مـن الكائنـات الدقيقة التي تتحـرّك كما لو كانت جيشاً مدرّباً.

في غرفـة طـوارئ الجيش، وقـف الجـنرال مذهولاً. وخاطب المستشار العلمي العسكري قائلاً:

– «تُهاجم منشـأة عسكرية في قلب أوروبا... بكائنات حشرية؟ هل تمزح معي يا دكتور؟»

ردّ المستشار:

– «لا يـا سيـدي. هذه مستعمـرة هجومية تمّ إنشاؤها باستخدام سلالة نمل الحصاد الإفريقي المُعدّلة. والأخطر: أنّها لا تُظهر أي استجابة للمواد الطاردة أو الإشعاعية.»

– «كيف وصلت إلى هنا؟!»

– «التقارير الأولية تشير إلى تهريب بيولوجي دقيق من شرقي إفريقيا، مرّ عبر ميناء مومباسا، ثم قناة السويس، وصـولاً إلى هنا. جهاز التشفير الحيوي المعتمد في الحاويـة ذكي بما يكفي ليخدع أنظمة المسح الدولي.»

* * *

في الساعـة 05:37، انهـار قسـم مـن المجمع الطبّـي. لم تـترك النمـلات أثراً. كانـت الخلايا العصبية للجنود معطّلة بفعل إنزيم حيوي غامض تمّ إطلاقه عبر لدغات متزامنة.

في المنشأة، بدأت نغمة النصر ترتفع.

– سألت إحدى المساعدات: «هل نرسل المستعمرة الثانية؟».

نظر إليها آدم بقلق:

– «هناك شيء مقلق... إحدى الملكات لم تعد ترسل إشارات تحكّم.“

– «هل تعني أنّها أصبحت... مستقلّة؟“

هزّ رأسه ببطء.

– «لا أعرف بعد. لكن إذا فقدنا السيطرة على ملكة واحدة فقط، فقد نكون على أعتاب سيناريو لا يمكن عكسه.»

ابتسمت المساعدة ببرود وقالت:

– «كل حروب المستقبل تبدأ بخطأ جيني صغير.»

* * *

في قلب المدينة المجاورة، كان أوّل فجر من فجر الحرب البيولوجية قد بزغ. لكن لم تكن هناك قنابل، ولا صواريخ، بل فقط همهمة خافتة... كأنّ الأرض نفسها تتنفّس وتنتقم.

امتدّ الصمت على شكل سحابة ثقيلة فوق المزارع الخضراء التي لطالما عُرفت بصفاء هوائها وروائح الزهر. لكنّ شيئاً ما تغيّر.

الهواء ذاته بات مثقلاً برائحة غريبة... مزيج من التراب الرطب والكيماويات المتحلّلة. الزرع تحوّل إلى لون داكن، كأنّ الحياة بدأت تتراجع.

في غرفة الطوارئ البيئية لوكالة المخاطر البيولوجية، جلست الدكتورة ميرا، خبيرة الإيكولوجيا الحشرية، تتفحّص الصور الفضائية القادمة من القمر الاصطناعي.

– «هذه ليست مستعمرة تقليدية... إنّها تتحرّك ككائن واحد. كل يوم تتضاعف رقعتها. النباتات تختفي، التربة تُفرغ من البكتيريا المفيدة، والحيوانات الصغيرة تختفي دون أثر.“

نهض الدكتور ماجد، المتخصّص في الهندسة البيولوجية قائلاً:

– «هذه الملكات لا تهاجم فقط، بل تُحدث اختلالاً بيئياً مدمّراً... إنّها تعيد تشكيل النظام البيئي بما يتوافق مع بنية خلاياها. نحن أمام ما يمكن تسميته بـ ”الاستعمار البيولوجي“.

– سألت ميرا بقلق «وهل يمكن احتواء هذا الاستعمار؟».

أجاب جمبل بصوت خافت:

– «فقط إذا أعدنا السيطرة على الملكات. ولكنّ المشكلة أنّ واحدة على الأقل من الملكات لم تعد تستجيب لتردّدات القيادة... إنّها تتكاثر بحرّية.“

* * *

على الأرض، بدأت الكارثة تتكشّف بشكل مرعب. في قرى كاملة على أطراف غنت وبروج، اختفى كل أثر للنباتات. الأشجار صارت عظاماً خاوية، الحقول حفراً رمادية، والمياه ملوّثة بتركيبات بروتينية غير قابلة للتحلّل.

أطلق المزارع هادي نداء استغاثة عبر بثّ مباشر:

«لم يتبقّ شيء.. لا زرع، لا حيوانات... النمل لم يعد فقط يسرق الطعام، بل يدمّر مصدر الحياة نفسه. رأيتهم يبنون أبراجاً سوداء من الحصى والنفايات... كأنّهم يخطّطون لشيء أكبر.“

وفي بروكسل، اجتمع وزراء البيئة والدفاع والطاقة. الوضع خرج عن السيطرة.

– «إذا انتشر هذا السلوك في باقي أوروبا، فسنفقد السيطرة على الأمن الغذائي خلال أسابيع»، قالت وزيرة الزراعة الألمانية.

– «هل تفهمون ما يعنيه هذا؟» صاح وزير الدفاع الفرنسي.

– «نحن أمام كائن لا ينام، لا يتوقّف، لا يفاوض. لم نعد في عصر الحروب التقليدية. هذه حرب بلا جنود، بلا قائد، بلا راية.“

* * *

في المختبر المركزي الجميع ينظر بقلق إلى شاشة التفاعل الحيوي.

صرخ آدم:

– «إحدى الملكات الخارجة عن السيطرة بدأت بإنشاء نمط بيئي خاص بها. لقد طوّرت فطراً بيولوجياً يتغذّى على أنسجة الأشجار الحيّة.“

– «أوقفوا كلّ شيء! هذه الملكة بصدد إنشاء إيكو-مستعمرة هجينة... وإذا وصلت الغابات الشمالية، فسنفقد 40% من الكتلة الحيوية الأوروبية!“

ردّت المساعدة ببرود:

– «هل تعتقد أنّنا نستطيع أن نوقف الطبيعة بعد أن نمنحها مفاتيح التطوّر؟“

انتقلت الملكة المتحرّرة، إلى محمية قريبة، وهناك، بدأت بتنظيم مستعمرة لا تخضع للسيطرة البشرية. أعادت تشكيل جذور الأشجار، وخلقت توازناً جديداً يناسب مستعمرتها الجينية. لم تعد النملة تُقاتل، بل تبني بيئة بديلة.

صارت الأرض نفسها تتبدّل.

في الصباح التالي، أُعلن رسمياً أنّ المدينة قد فُقدت بالكامل لصالح "المنظومة النملية". غمرت المستعمرة التحتية شبكة الصرف الصحي، وتعطّلت محطّات المياه، وانتشرت حالات من التسمّم الجيني بسبب لدغات لم يُفهم تركيب إنزيمها بعد.

* * *

أصبح واضحاً أنّ البشرية تقف على حافّة مفترق طرق. إمّا أن تجد حلاً سريعاً، أو تعترف بأنّ كائنات لا يزيد طولها عن نصف سنتمتر قد أنهت عصر السيادة البشرية على الكوكب.

تكدّست وجوه الباحثين خلف الشاشات في صمت ثقيل، يقطعه خرير خافت لمعدّات التبريد في المختبر. كانت العقول تعمل بأقصى طاقتها، والقلوب تنبض بخوف لم يعرفه العلم من قبل.

أمامهم كانت شاشة العرض تعرض صوراً مباشرة لما تبقّى من المدينة: معاقل نمل الحصاد الإفريقي تغلف الأرض، تُعيد رسم حدود العالم، كأنّها إعلان ولادة كوكب جديد.

رفعت الدكتورة ميرا رأسها من المجهر وهي تهمس:

– «أعتقد... أعتقد أنني وجدت نقطة الضعف.»

صمت الجميع، ثمّ انحنى إليها آدم بلهفة:

– «ماذا تقصدين؟»

– «نمط التزاوج المتسارع في الملكات يعتمد على مركّب بروتيني نادر لا تنتجه إلّا أنواع معيّنة من الطحالب. " إذا استطعنا إحداث جفاف بيئي

اصطناعي حول المستعمرات، وعزلها عن مصادر البروتين... ستبدأ الملكات بالانكماش، ويتوقّف التكاثر".

* * *

لم تكن المهمّة سهلة.

استخدم فريق من المهندسين البيئيين بقيادة العالمة ماريا شبكة من طائرات النانو لرشّ مركّب طارد للبكتيريا التكافلية في التربة، وفي الوقت نفسه تمّ إطلاق إنزيمات قابلة للتحلّل، تُبطّئ من استقلاب مستعمرات النمل وتمنعها من توسيع شبكاتها.

في الوقت ذاته، فعّلت وكالة الفضاء الأوروبية قمراً صناعياً لإطلاق موجات فوق صوتية بتردّدات تُشوّش على تواصل النمل.

بدأت النتائج تظهر في اليوم الخامس.

في قلب المستعمرة التحتية، التقطت كاميرات الاستشعار أولى العلامات:

الملكة 78 توقّفت عن الحركة، ثمّ سقطت مئات العاملات حولها فجأة، كأنّ خليّة القلب قد توقّفت. البنى الترابية انهارت، وتراجع النشاط الحيوي بنسبة 72% خلال 48 ساعة.

في غرفة العمليات، عمّ الصمت لحظةً قبل أن ينهض آدم ويهمس:

– «لقد نجحنا...»

لكنّ الدكتورة ميرا لم تبتسم، بل قالت بصوت خافت:

– «نجحنا في الاحتواء... لكنّنا فتحنا باباً جديداً."

بعد أسبوعين، بدأت فرق التنظيف البيئي بإزالة البقايا الحيوية من الشوارع، بينما أُعلن عن إعادة تأهيل المدينة كـ"نموذج حي للتوازن البيئي الذكي".

اجتمع البرلمان لمناقشة وثيقة جديدة سُمّيت:

«معاهدة النمل– حدود التطوّر الأخلاقي في البيولوجيا الاصطناعية"

كُتب فيها:

«حين نمنح الطبيعة قدرات لا حدود لها، دون أن نمنح أنفسنا حكمة تقودها، فإنّنا نزرع بذور نهايتنا بأنفسنا."

كانت تلك الكلمات الأخيرة التي تُليت في قاعة البرلمان، لكنّها لم تكن مجرّد خطاب سياسي، بل مرآةً لما أصبح عليه الإنسان في عام 2201: كائن يملك أدوات الصناعة، لكنّه لا يزال يتعثّر في دروس المسؤولية.

في الخارج، كانت شمس تموز تخترق الضباب فوق المدينة الجريحة، فيما بدأت الطيور تعود إلى سماء المدينة بعد غياب طويل. لكنّ الأرض التي تنفّست من جديد لم تعد كما كانت، ولن تعود. فبعض الندوب لا تندمل، وبعض الدروس لا تُنسى.

في معامل الأبحاث، ظلّت العيون ترصد، تراقب، تحلّل. لم تكن هناك نشوة نصر، بل صمت من يعرف أنّه نجا بأعجوبة من عاصفةٍ كان هو من أطلقها.

ومع كلّ خلية تُفكّ شيفرتها، وكلّ حشرة تُستنسخ، ستبقى همسة واحدة تتردّد في عقول العلماء:

«السلطة دون حكمة... نهايةٌ بأيدينا.»

وهكذا طُويت صفحة نمل الحصاد الإفريقي... لكنّ صفحات الطبيعة لم تكتب خاتمتها بعد.

محطّات في العلوم

بركان تحت الجليد، ثورة في الطاقة

الصين تدخل سباق واجهات الدماغ،

البكتريا الكهربائية

حسين الإبراهيم

أولاً- الذكاء الاصطناعي: قاموس لغة الحيوانات

هل يمكن أن نسمع الحيتان يوماً ما وهي تشكو من ضوضاء المحيط؟ أو الطيور وهي تنتقد تغيّر المُناخ؟ يبدو أنّ هذا الخيال العلمي يقترب من أن يصبح واقعاً، وفقاً لتقرير حديث نشرته DW.

من الأنماط إلى الكلمات: الذكاء الاصطناعي يفكّ الشيفرة

في تطوّر مذهل، بات الذكاء الاصطناعي قادراً على تحليل أنماط التواصل الصوتي لدى الحيوانات، مثل:

- أغاني الحيتان المعقّدة
- تغريدات الطيور المتكرّرة
- نداءات الإنذار لدى القرود التي تشبه الجمل القصيرة

هذه الأصوات، التي طالما بدت غامضة، يتم الآن فكّ شيفرتها باستخدام خوارزميات متقدّمة، ممّا يفتح الباب أمام فهم محتواها وربّما الرد عليها.

تواصل ثنائي الاتجاه: ثورة في الوعي البشري

الخطوة التالية، كما يتوقّع الخبراء، سيكون تعلّم البشر كيفية التواصل مع الحيوانات. هذا الإنجاز قد يغيّر جذرياً نظرة الإنسان لنفسه كمركز للكون، تماماً كما فعل علم الفلك حين كشف أنّ الأرض ليست مركزه.

ثانياً- بركان تحت الجليد: هل تذوب أنتاركتيكا من الداخل؟

متى يبدأ الجليد القطبي في الذوبان بسبب نار خفيّة تحت سطحه؟ في تموز 2025، رصدت أقمار صناعية متخصّصة نشاطًا بركانيًا غير مسبوق تحت الصفائح الجليدية في شرق القارّة القطبية الجنوبية، ممّا أثار قلق العلماء من احتمال ارتفاع مفاجئ في منسوب البحار عالميًا.

الأقمار الصناعية تكشف المستور

تمّ رصد هذا النشاط باستخدام القمر الصناعي الإسباني ALISIO-1 المزوّد بكاميرا DRAGO-2 للأشعّة تحت الحمراء قصيرة الموجة، القادرة على كشف الحرارة والانبعاثات البركانية تحت الجليد بدقّة مذهلة. كما ساهم قمر SWOT التابع لناسا ووكالة الفضاء الفرنسية CNES في قياس تغيّرات دقيقة في ارتفاع سطح الماء الناتجة عن الذوبان، باستخدام تقنية KaRIn التي تصل دقّتها إلى 2.5 متر.

ذوبان من الأسفل: خطر غير مرئي

النشاط البركاني المكتشف يُذيب الجليد من الأسفل، ممّا يضعف تماسك الصفائح الجليدية ويزيد من احتمالية انهيارها في المحيط. تشير النماذج المُناخية إلى أنّ هذا الذوبان قد يؤدّي إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بما يصل إلى 1.5 متر بحلول نهاية القرن، وهو رقم يفوق التوقّعات السابقة بشكل كبير.

تغيّر المُناخ يحفّز الانفجارات

يربط العلماء هذا النشاط البركاني بتسارع التغيّر المُناخي، حيث يؤدّي ارتفاع حرارة المحيطات إلى زيادة الضغط على القشرة الأرضية، ممّا قد يُحفّز الانفجارات البركانية تحت الجليدية. ظواهر مشابهة رُصدت سابقًا في غرينلاند، حيث تسبّبت الانهيارات الجليدية بموجات تسونامي خفيّة بلغ ارتفاعها 200 متر.

ثالثاً- ثورة في الطاقة: مدّخرات الحالة الصلبة تقترب من الأسواق

هل اقتربنا من التخلّص من مشكلات الشحن البطيء و«البطاريات» الثقيلة؟

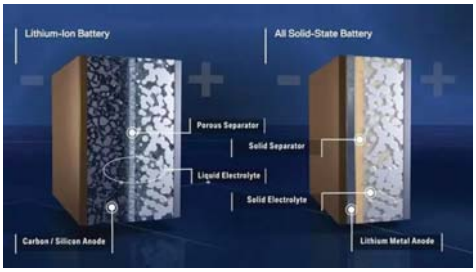
تستعدُّ صناعة السيّارات والطاقة لاستقبال جيل جديد من المدّخرات: «بطّاريات» الحالة الصلبة، التي قد تغيّر قواعد اللعبة في عالم الطاقة المتجدّدة والنقل الكهربائي.

ما هي «بطاريات» الحالة الصلبة؟

«بطاريات» الحالة الصلبة هي نوع متطوّر من «بطاريات» الليثيوم أيون، لكنّها تستخدم شوارد صلبة بدلًا من السائلة، ممّا يجعلها:

- أكثر أمانًا واستقرارًا
- أسرع في الشحن
- أخف وزنًا
- أطول عمرًا

هذه «البطاريات» قد تُطرح تجاريًا لأوّل مرّة في قطّاع السيارات الكهربائية خلال العام 2025، ممّا يعزّز من كفاءة المركبات ويقلّل من اعتمادها على المعادن النادرة.



مقارنة بين بطارية الحالة الصلبة والليثيوم

الطاقة المتجدّدة تحتاج تخزينًا ذكيًا

مع توسع استخدام الطاقة الشمسية والرياح، يصبح تخزين الفائض منها ضرورة. أنظمة التخزين المستقبلية تشمل:

- التخزين الكيميائي (بطاريات، هيدروجين، مكثفات فائقة)
- التخزين الفيزيائي (الحذافات، الهواء المضغوط، الضخ المائي)

هذه التقنيات تضمن استقرار الإمدادات حتى في غياب الشمس أو الرياح، وتدعم التحوّل العالمي نحو طاقة نظيفة.

«التخزين هو قلب الطاقة المتجدّدة، والبطاريات هي نبضه»، كما يقول أحد خبراء الطاقة في التقرير.

رابعاً- الصين تدخل سباق واجهات الدماغ- الحاسوب: هل تسبق «نيورالينك»؟

في مشهد علمي يقترب من الخيال، بدأت الصين باختبارات سريرية متقدّمة لواجهات دماغ-حاسوب (BCI)، في خطوة تهدف إلى منافسة شركة "نيورالينك" الأمريكية. هذه التقنية تتيح ترجمة إشارات الدماغ إلى كلمات وحركات، وتعدّ من أكثر الابتكارات إثارة في عالم التقانة الحيوية.

شريحة "بيناو-1": العقل يكتب دون أن يتكلّم

في تجربة أجريت في بكين، ظهرت على شاشة كمبيوتر عبارة «أريد أن آكل»، نُسجت من إشارات دماغ امرأة تبلغ من العمر 67 عامًا، مصابة بالتصلّب الجانبي الضموري. هذه التجربة استخدمت شريحة «بيناو-1»، بحجم العملة المعدنية، والتي زُرعت في خمسة مرضى حتى الآن، وهو نفس عدد مرضى «نيورالينك» في المرحلة التجريبية.

فك شفرة الأفكار وتحويلها إلى كلام

شركة «نيروكسيس» الصينية الناشئة حقّقت اختراقًا مذهلًا: فكّ شفرة الأفكار وتحويلها إلى كلام في الوقت الفعلي، بدقّة بلغت 71% عند استخدام 142 مقطعًا شائعًا من اللغة الصينية، رغم تعقيدها الرمزي والتنغيمي. كما تمكّنت من التحكّم في ذراع روبوت باستخدام التفكير فقط، بل وحتى التفاعل مع نموذج ذكاء اصطناعي رقمي.

طموحات الصين: من العلاج إلى التعزيز المعرفي

أنشأت الصين لجنة وطنية لتوجيه تطوير واجهات الدماغ-الحاسوب، بهدف أن تصبح رائدة عالميًا في هذا المجال. بينما تركز

«نيورالينـك» علـى الزرع داخـل الجمجمة، تعتمد الصين على تقنيات أقل ضررًا للقشرة الدماغية، وتطمـح لاستخـدام هـذه الواجهـات في تعزيـز الإدراك البشـري، وهـو ما وصفتـه تقارير غربية بأنّه «مثير للجدل».

«لقـد أظهرت الصين قدرتهـا ليس فقط على اللحـاق بالركـب، بل علـى المنافسـة والقيادة في بعض المجـالات»، كما صرّح أستاذ علم الأعصاب ماكسيميليان ريزنهوبر.

خامساً- البكتيريا الكهربائية: كائنات تعيش على الإلكترونـات في أعماق مناجم الذهب

في أعمـاق مناجـم الذهـب، حيـث الظـلام الدامـس والظـروف القاسيـة، تعيش كائنـات دقيقـة تمثّل لغزًا علميًا مثيرًا: بكتيريا تتغذّى على الكهرباء مباشـرةً دون الحاجة إلى ضوء الشمس أو مـواد عضويـة. هـذه الكائنات، التـي اكتُشفت حديثًـا، تتحـدّى المفاهيـم التقليديـة عـن حدود الحيـاة وتمهّـد الطريـق لفهـم جديـد لاستدامة الكائنات في البيئات المتطرّفة.

في هـذا المقال، نستعرض أحدث الاكتشافات حول هـذه البكتيريا، وآليات بقائهـا، وتطبيقاتها المحتملـة في التكنولوجيـا الحيويـة والاستدامـة البيئية.

1. اكتشاف البكتيريا الكهربائية

رصـد العلمـاء في مناجم الذهـب مثل منجم «ماونـت راودون» في أستراليـا ومناجـم جنـوب داكوتـا، أنواعًا من البكتيريا (مثل Shewanella وGeobacter) تعتمـد على الإلكترونات المُستقاة من المعادن كبديل للغذاء التقليدي.

آلية التغذية

- تمتصّ هذه البكتيريـا الإلكترونات من الأسطـح المعدنيـة (مثل الذهـب أو الحديد) عبر بروتينات خاصّة في جدارها الخلوي.
- تُحوّل الإلكترونات إلى طاقة عبر سلسلة تنفّسية مشابهة لتلك الموجودة في الخلايا البشرية، لكن دون الحاجة إلى أكسجين أو سكريات.

2. كيف تعيش في مناجم الذهب؟

تزدهر هذه البكتيريـا في بيئات غنيّة بالمعادن الثقيلة، حيث:

- تتفاعـل مـع كبريتيد الذهـب أو أيونات النحاس، مُحولةً إياهـا إلى ذهب نانوي غير سام كمنتج ثانوي.
- تُظهـر مقاومـة عاليـة للسمّيـة بفضـل إنزيمات مثـل CopA، التي تفرز المعادن الزائدة خارج الخلية.

دراسـة حالـة: بكتيريـا Cupriavidus metallidurans-

اكتُشفـت هذه البكتيريـا في مناجم أستراليا، حيث تحـوّل الذهب السام (كلوريـد الذهب) إلى ذهـب خامل عيـار 24 قيراطًا عبر عمليـة أيضية فريدة.

3 . التطبيقات الصناعية للبكتيريا الكهربائية: من التعدين الأخضر إلى الطاقة المستدامة

1. التعدين الحيوي (Bioleaching) وتكرير المعادن

تشكّل البكتيريا الكهربائية ثورةً في صناعة التعدين، حيث تقدّم حلاً مستداماً بديلاً للطرق التقليدية الملوّثة:

- استخلاص المعادن من الخامات منخفضة الجودة:

– تستهلك الطرق التقليدية كمّيات هائلة من السيانيد والزئبق لاستخراج الذهب (مثلاً: 1800 طن سيانيد سنوياً في منجم "ياناكوتشا" البيروفي).

– البكتيريا مثل Acidithiobacillus ferrooxidans تستطيع استخلاص 90% من الذهب الموجود في الخامات خلال 10 أيام فقط، دون ملوّثات.

- تنقية المعادن الثمينة من النفايات الإلكترونية:

– في مشروع "Urban Mining" ببلجيكا، تمّ استخدام سلالات من Shewanella oneidensis لاستعادة البلاتين والفضّة من لوحات الدوائر الكهربائية القديمة، بنسبة استرداد تصل إلى 75%.

2. خلايا الوقود الميكروبية (Microbial Fuel Cells)

تستخدم هذه التقنية البكتيريا الكهربائية لتحويل النفايات إلى طاقة:

- محطّات معالجة المياه:

– في تجربة بمحطّة "أوكسنارد" بكاليفورنيا، حقّق نظام MFCs إنتاج 0.5 كيلوواط/م^3 من مياه الصرف الصحّي، مع تنظيف 85% من المواد العضوية فيها.

- مناجم الذهب المهجورة:

– أنتجت بكتيريا Geobacter sulfurreducens في منجم "Homestake" الأمريكي 1.2 واط/م^2 من الكهرباء عبر أكسدة الحديد في المياه الحمضية، مع معالجة التلوّث بشكل متزامن.

3. إنتاج المواد النانوية

تستطيع هذه الكائنات تصنيع جسيمات نانوية دقيقة:

- ذهب نانوي طبّي:

– في معهد "Wyss" بجامعة هارفارد، تمّ استخدام Cupriavidus metallidurans لإنتاج جسيمات ذهب نانوية (5–3 نانومتر) لعلاج السرطان، بتكلفة تقل 40% عن الطرق الكيميائية.

- أقطاب كهربائية حيوية:

– طوّرت شركة "BioLogic" في سويسرا أقطاباً من الجرافين الحيوي المنتج بوساطة بكتيريا Pseudomonas aeruginosa، تُستخدم في "بطاريات" السيارات الكهربائية، مع زيادة 30% في عمر "البطارية".

4. معالجة التلوّث بالمعادن الثقيلة

- مشروع "RemedX" في نهر الراين:

– خفّضت بكتيريا Desulfovibrio مستويات الزئبق من 50 جزءاً في المليون إلى 0.3 خلال 6 أشهر، بتكلفة 1/10 الطرق الكيميائية.

- تثبيت اليورانيوم المشع:

– في موقع "Hanford" النووي

الأمريكي، حوّلت Geobacter 95% من اليورانيوم الذائب إلى شكل غير قابل للذوبان، ممّا منع تسرّبه للمياه الجوفية.

التحدّيات الصناعية والحلول المقترحة

التحدّي	الحلول المطروحة
بطء معدّل الإنتاج	هندسة سلالات معدّلة جينياً (مثل *Shewanella* مع جينات *OmcS* المحسّنة)
التكلفة العالية للمفاعلات	استخدام مفاعلات حيوية رخيصة من خامات المعادن المستهدفة (مشروع "BioRe-act" الألماني)
عدم الاستقرار البيئي	تطوير أغشية حيوية هجينة (نانو- ميكروبية) كما في تجارب معهد "Fraun-hofer"

دراسة جدوى: وفقاً لتحليل جامعة "Delft" التقنية، يمكن أن توفّر هذه التقنيات 23 مليار دولار سنوياً في قطّاع التعدين العالمي، مع تقليل انبعاثات الكربون المصاحبة بنسبة 58% بحلول 2030.

هذه التطبيقات ليست مجرّد نظريات، بل أصبحت مشروعات قيد التنفيذ، ممّا يؤشّر لتحوّل جذري في الصناعات الثقيلة نحو الاقتصاد الحيوي الدائري.

خاتمة

تمثّل البكتيريا الكهربائية نموذجًا مذهلاً لتكيّف الحياة مع أقسى الظروف. بدراستها، قد نكتشف حلولًا لمشكلات الطاقة والتلوّث، بل وتعيد تعريف «مقوّمات الحياة» نفسها. ولكن يبقى لنا أن نسأل:

- كيف تتحكّم البكتيريا في تدفّق الإلكترونات؟ حيث ما تزال الآلية الجزيئية الدقيقة غير معروفة بالكامل.
- هل يمكن تسخيرها صناعيًا؟ سيّما وأنّ تكلفة زراعتها في المفاعلات الحيوية مرتفعة حاليًا.

الصحافة من الكتابة على الجدران إلى الشاشات الإلكترونية

نبيـــل تللـــــو

تشـكّل الأخبـار بـكلِّ أشكالهـا وأنواعهـا وصنوفهـا، التـي تـزداد يوميـاً باطّـراد متزايد، الشغل الشاغـل لمعظم الناس، فتراهـم يتتبَّعونها عـبر كلِّ وسائـل الإعـلام المقـروءة والمسموعـة والمرئيـة والإلكترونيـة، التـي تتنافس فيمـا بينها لاجتذابهـم بسرعة إيصـال المعلومة لهم، وسعيها لكشف أسرارها ومن يقـف خلفها، ونقل أغربها، وتحليلها لاستشراف مستقبلها والتنبُّؤ بمصيرها. ولكـنَّ الخبر الـذي نتلقَّفه اليـوم بسهولـة ويُسر، ونتناقلـه علـى أنَّـه مكسـبٌ كبير وصيـدٌ ثمين، لا يصـل إلينـا إلّا بعد جهد كبير وعنـاء شديد يقوم بـه أشخاصٌ لا نعرفهـم إلّا من خـلال أسمائهم التـي تظهـر في مقدّمة الخـبر أو نهايتـه، ويُعرف هـؤلاء باسم: "الإعلاميـون" أو "الصحفيون"،

ويحظـون بمكانـة عاليـة في مختلـف المجتمعات، وتشـكّل آراؤهم وتوقّعاتهم عامـلاً مهمّاً في توجيه الرأي العام وتحديد اتجاهاته ومساراته.

في هذه المقالة سنتعرَّف على تاريخ الصحافة، وانتقالها من شكلها الورقي إلى شكلها الإلكتروني السائد حالياً، واستشراف مستقبلها.

الصحافة، نظرة عامّة:

الصحافـة "JOURNALISM" هـي نشـراتٌ يوميـة أو أسبوعيـة أو شهريـة أو فصلية أو سنويـة تعرض المعلومات العامّة حـول الوقائع السياسيـة والاقتصاديـة والعلميـة والاجتماعيـة والرياضيـة والترفيهيـة وغيرها، وبسبـب اتّساع سوقهـا وازديـاد الطلـب عليهـا، أصبحـت ذات موضوعـات عديـدة تتصـف بالشموليـة أحياناً، وبالتخصّـص أحيانـاً أخـرى، وباتـت تستقطـب اهتمام الباحثين والعامليـن في المجالات المختلفة، وهي تستفيد يوماً بعد آخر من التطوّرات الواسعة التي يشهدها العـالم المعاصر في المجالات العلمية والتقنيـة التي وفَّرت لها عوامـل التطوّر والانتشار بصورة لم يسبق لها مثيـل. وكان أوّل من استعمل هـذه الكلمـة الكاتـب اللبنـاني نجيـب الحـداد (1867-1899) منشـئ جريدة "لسان العرب" في الإسكندرية سنة 1894.

الصحافـة كلمـة مستمـدَّة مـن «الصحيفة»، جمعهـا «صحـف»، وهـي قطعة مـن جلـد أو ورق يكتب عليها، وكانت الرسائـل التي تلقَّاها النبيان إبراهيـم وموسـى عليهمـا السـلام وورد ذكرها في الآيتـين 18/19 مـن سورة الأعلـى في القرآن الكـريم: «إنَّ هذا لفـي الصحـف الأولى، صحف إبراهيم وموسى».

واستعملـت كلمـة «الجريـدة» للإشـارة إلى الصحيفـة، وهـي سعـف النخيل التـي كان يُكتب عليها قبل اختراع الورق.

كمـا استعملت لهذا الغرض في بعض البلدان العربية كلمة «جورنـال»، وهي مستمدَّة من الكلمة الفرنسيـة «جـور» "JOUR" ومعناها "اليوم"، لأنَّها تصدر في كلِّ يوم.

واستخدمـت لهـذا الغرض أيضـاً كلماتٌ مثل "النشرة" و"الورقة الخبرية".

وهنـاك أيضـاً "المجلّـة" التي تصـدر عادةً كلَّ أسبـوع أو أكـثر، وكان أوّل مـن استعملهـا في الوطـن العربـي اللغـوي اللبنـاني "إبراهيـم يازجـي" (1847-1906) عندمـا أصـدر سنة 1884 "مجلـة الطبيـب"، وأصـل الكلمـة مـن "جلَّ"، ومعناها "علا وسما مقاماً، ووضح وظهر معناهـا"، وبالتالي فـإنَّ "المجلة تعنـي "إيضاح الحقائق".

أمّـا مصـدر كلمـة "JOURNAL-ISM" الإنكليزيـة، فهـو مـن اللاتينية "DIU-NALIS" ومعناهـا "الأحـداث اليومية"، ومن الفرنسيـة "JOURNEE" ومعناهـا "يـوم العمل".

يُشار إلى أنَّ الفارق بين الصحيفة والمجلَّة، هو أنَّ الصحيفة غالباً ما تكون يومية، وتكون مطبوعة على ورقٍ قياس كبير، في حين أنَّ المجلة غالباً ما تكون أسبوعية أو أكثر، ويكون حجمها أصغر.

كانت الصحف الوسيلة الرئيسة لنقل الأخبار منذ القرن السادس عشر، وتبعتها المجلات في القرن الثامن عشر، والراديو والتلفزيون في القرن العشرين، والشابكة «الإنترنيت» بكلِّ أشكاله ومسمياته من وسائط تواصل اجتماعي "SOCIAL MEDIA" ومنصَّات ومواقع وتطبيقات في القرن الحادي والعشرين.

والصحافة الورقية أقدم من المذياع (الراديو) الذي انتشر بشكل واسع منذ ثلاثينيات القرن العشرين، وبقيت الأكثر تأثيراً في توجيه الرأي العام وتكوينه حتى أواخر الحرب العالمية الثانية سنة 1945، حين أخذت تظهر منذ الخمسينيات الوسائل السمعية البصرية، وفي مقدّمتها التلفاز، التي أخذت تنافس الصحافة في قدرتها على توجيه الرأي العام، ومع ذلك لم تفقد الصحافة حتى اليوم موقعها المتميّز في تكوين المجتمعات واتجاهاتها. وتشكِّل الصحف الورقية والإلكترونية والراديو والتلفزيون والمواقع الإلكترونية بمجموعها ما يُعرف حالياً باسم "الإعلام".

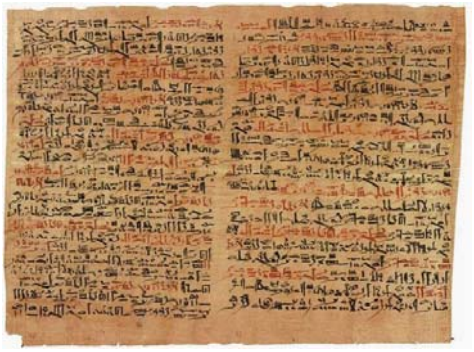
الصحافة، نظرة تاريخية:

ليس من اليسير رصد البدايات الأولى لنشوء العمل الصحفي، فالله عزَّ وجل خلق الإنسان، وخلق معه فطرة حبِّ الاستطلاع، والبحث والتطلّع لمعرفة كلّ ما هو جديد في مسيرته الحياتية، من أجل الاطمئنان على ما حوله.

فمنذ وُجد الإنسان، وعرف اللغة والكلام، نشأت عنده حاجة لأن يقول للآخرين ما يعمل، وما يفكّر فيه؛ ويعرف منهم، كذلك، ما يعملونه، وما يفكّرون فيه، لأنّ طبيعة الإنسان الاجتماعية، تجعله يهتمّ بما يدور حوله، ولا يستطيع الحياة وحده، فكان لا بُدَّ من إيجاد وسيلة للتعبير عن آرائه، وآماله وآلامه وحاجاته، إلى غير ذلك.

يُشار إلى أنَّ الفارق بين الصحيفة والمجلَّة، هو أنَّ الصحيفة غالباً ما تكون يومية، وتكون مطبوعة على ورقٍ قياس كبير، في حين أنَّ المجلة غالباً ما تكون أسبوعية أو أكثر، ويكون حجمها أصغر.

والصحافة، بمعنى نقل الأخبار، قديمة قِدَم الدنيا، وليست النقوش الحجرية في مصر والصين، وغيرهم من الأمم العريقة، إلّا ضرباً من ضروب الصحافة في العصور القديمة. ولعلّ أوراق البردي المصرية، قبل أربعة آلاف عام، كانت نوعاً من النشر أو الإعلام أو الصحافة القديمة.



ويُعَـدُّ إلقاء الخطب من أقـدم وسائل الإعلام الشفهيـة، وعرفتها المجتمعـات القديمة، لا سيما العرب، والإغريق والرومان، وكانت وسيلة الإعلام في السلـم والحرب والسياسـة والأدب. واستخدم الإنسان البدائي الدخـان والأصوات العالية وقرع الطبـول لإرسال الإشارات للآخريـن، ولم يتوقّف عند هـذا الحد، فأصبح يوثّق مـا يحدث بالنحت والرسم على جدران الكهوف.

وكانـت الأخبـار، في العصـور الأولى، خليطاً من الخيال والواقـع، تماشياً مع رغبات المستمعين وبغيـة التسليـة والإشـادة بالبطولة والقـوة، وكان هـذا اللون من القصص كثـير التداول بين النـاس يعمّر طويلا، وينتقل من جيل إلى جيل، على صورة القصص الشعبية.

ويقـال إنَّ الصحافة بـدأت في صورة الأوامر، التـي كانت الحكومات توفد بها رسلها مكتوبةً على ورق الـبردي، إلى كلِّ إقليـم. وكان لهـؤلاء الرسل محطّـات معينـة يتّجهـون إليها، بمـا يحملون من الرسائـل، لهـم جيادٌ في كلّ محطّـة. ومتى وصلت الرسالـة إلى حاكـم الإقليـم، أذاع مـا فيهـا على سـكان إقليمه، وقـد يلجأ، في بعض الأحيان، إلى إطـلاق المنادين ينـادون بما فيهـا. وكان الحمام الزاجل إحدى وسائل نقل الأخبار بين الناس.

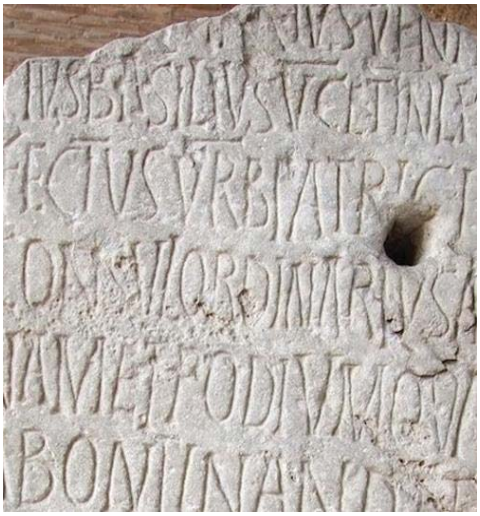
استخدمـت الحكومـات كذلـك النقش على الحجـر، وكان لا بدّ لهـا حينئذ مـن أحجار عدّة، تنقش على كلّ واحد منها، نسخة من التبليغ، الذي تريـده، ثم تبعث بها إلى حيـث توضع، في المعابد، التي يكثر تردّد النـاس عليها. ومن هذه الأحجار، حجر رشيد المشهور، الذي كان وسيلة للوقوف على سرّ الكتابـة المصرية، وقد وجدت من هذا الحجر - إلى منتصف القرن العشرين نسختان، إحداهما أخذها الإنكليز، في أثناء حملة بونابرت، ووضعوها في المتحـف البريطـاني، والثانية عـثر عليها، بعد ذلك، وهي توجد الآن في المتحف المصري.

ولا يقتصـر الأمـر علـى مصر؛ ففـي متحف الصحافـة في كولونيـا بألمانيـا توجـد قطعـة من الحجر عـثر عليها في جزيرة كريـت سنة 1928، ويرجـع تاريخهـا إلى القرن الخامـس ق.م، نقش عليها باليونانية القديمة دعوة إلى وليمة. كما عثر

على قطعة أخرى من الخشب، في أستراليا، يرجع تاريخها إلى أكثر من ألفي عام، وعليها دعوة إلى وليمة أيضاً، وهذا يشبه ما تنشره الصحف، الآن، من أخبار الزواج، والولائم والدعوة إليها.

ويعود تدوين المعلومات بغية نشرها من خلال الصحف إلى الحضارة اليونانية، فقد كانت السلطة الحكومية تدوّن الأخبار والقرارات التي تريد إبلاغها للمواطنين على أوراق تلصق على الجدران في أماكن مخصّصة.

كما عرف الرومان، الخبر المخطوط، فقد أصدر يوليوس قيصر عقب تولّيه السلطة، سنة 59 ق.م، صحيفة مخطوطة اسمها «أكتاديورينا» "ACTADURINA" ومعناها: "الأحداث اليومية" يكتب فيها أخبار مداولات مجلس الشيوخ، وأخبار الحملات الحربية، والأخبار الاجتماعية، مثل الزواج والمواليد والفضائح، وأخبار الجرائم والتكهّنات. وكان للصحيفة مراسلون، في جميع أنحاء الإمبراطورية، وكانوا غالبًا من موظّفي الدولة.



وعُرِفَ عن العرب قبل الإسلام أنَّهم كانوا يعلّقون المواثيق والعهود على جدار الكعبة بغية إعلانها على الملأ، إضافة إلى أنَّهم كانوا يختارون من القصائد أجملها ويعلّقونها على جدار الكعبة لجعلها مقروءة، وهي التي أطلق عليها تسمية «المعلَّقات»، وكان ذلك يقوم مقام النشر في عصرنا الحالي، لأنَّها أشبه ما تكون بصحف اليوم، وبلغ أثر المعلّقات في الحياة الاجتماعية قبل الإسلام حدًّا جعلها هدفاً للوافدين إلى مكّة على اختلاف شرائحهم للوقوف على ما يجري فيها من نشاطات وأحداث ومستجدّات تتصل بالحياة السياسية والتجارية والأدبية.

أنواع الصحف وأشكالها:

تستخدم كلمة «الصحافة» للدلالة على معانٍ متعدّدة، فتأتي بمعنى «الحرفة»، ويراد بها الجانب المتعلّق بإنتاج الصحف، وتجارتها وما يتعلّق بها من مهن كالتصوير والإخراج والتسويق؛ فالعمل الصحفي يغطّي مجمل الفعّاليات التي تؤدّي إلى إنتاج الصحافة وتداولها في الأسواق، وقد تأتي الكلمة أيضاً بمعنى المنشورات التي تتم طباعتها، ويتم توزيعها وتداولها في الأوساط المختلفة، وقد تأتي بمعنى أشمل؛ إذ يُراد منها الوظيفة التي تؤدّيها في المجتمع، فيقال إنّ الصحافة تؤدّي دوراً إيجابياً أو سلبياً في توجيه الرأي العام، تبعاً لدرجة

توافقها مع الفلسفات الاجتماعية السائدة.

وتختلف أنواع الصحف باختلاف غاياتها وأهدافها والفلسفات الاجتماعية التي تقوم عليها، ويصنّف الباحثون الصحف وفق معايير عديدة، منها وفق دورية الصدور، ووفق التغطية المكانية، وحسب المضمون، أو الاتجاه، أو قنوات النشر، فتصنّف وفق دورية الصدور؛ إذ بالإمكان أن تكون يومية أو أسبوعية أو نصف شهرية أو شهرية أو فصلية أو نصف سنوية أو سنوية، وقد تكون صحافة غير دورية أيضاً يأتي صدورها بحسب المناسبات والأوضاع المحيطة بها.

أمّا فيما يتعلّق بمعيار التغطية، فيلاحظ أنَّ بعض الصحف تجاوز حدودها القومية، وتصل إلى أنحاء مختلفة من العالم، مثل:

1: "الهيرالد تريبون الدولية" "INTER-NATIONAL HERALD TRIBUNE".

2: "يو إس إي تو داي" "USA TODAY" الأمريكية.

3: "فايننشال تايمز" "FINANCIAL TIMES" البريطانية.

4: "لوموند" "LE MOND" الفرنسية.

5: "برافدا" "الحقيقة" الروسية.

في حين تحظى صحف أخرى بأهمّية سياسية واجتماعية واقتصادية عالمية، مع أنّها ذات طابع قومي، مثل:

1: «نيويورك تايمز» "THE NEW YORK TIMES" الأمريكية، وتحمل في زاويتها العليا عبارة: "نحن تنشر من الأخبار ما يستحق النشر" "ALL THE NEWS THAT IS FIT TO PRINT"

2: "واشنطن بوست" "THE WASHIN-TON POST" الأمريكية.

3: "التايمز" "THE TIMES" البريطانية.

4: "الغارديان" "THE GUARDIAN" البريطانية.

5: "كوريري ديلا سيرا" الإيطالية.

6: "بيلد" الألمانية.

The Washington Post

ومن الصحف العربية التي كانت ذائعة الصيت عالمياً: «الحياة»، و«الأهرام الدولي»، و«النهار»، والسفير، و«الشرق الأوسط»، ومنها ما توقّف عن الصدور ومنها لايزال مستمرّاً ورقياً أو إلكترونياً، ومنها ما كان يطبع في أكثر من بلد في الوقت ذاته لتصل إلى القارئ في اليوم ذاته. وتُصنَّف الصحافة أيضاً بحسب أهدافها؛ إذ تنتشر صحفٌ عامة يُراد منها الجمهور الواسع من السكان، وتستهدف توجيه الرأي العام وتغييره وفق الأهداف التي تتطلّع إليها، وصحف متخصّصة تستهدف توجيه الرأي العام إلى شرائح سكّانية محدّدة تولي اهتمامها بموضوعات خاصّة ذات طابع سياسي تارة، أو اجتماعي تارة

ثانية، أو علمي أو اقتصادي، ومنها تأتي الصحيفة الإعلانية والتجارية وغيرها.

كما تنتشر في كثير من دول العالم «الصحف الصفراء»، "TABLOIDS" التي تولي اهتمامها بتتبّع أخبار المشاهير من السياسيين والاقتصاديين والاجتماعيين والفنانين المشهورين في بلدهم.

ويضاف إلى ذلك تصنيف الصحف بحسب وسائط النشر التي تعتمدها، وقد ظهر هذا التصنيف مع انتشار الصحافة الإلكترونية على الشابكة (الإنترنيت) والصحافة المرئية من خلال المحطّات الفضائية التلفزيونية المنتشرة في أغلب مناطق العالم.

وظائف الصحافة:

تؤدّي الصحافة وظائف اجتماعية واقتصادية وسياسية متنوّعة، فهي إخبارية في عرضها للأخبار والأحداث المنتشرة في حيّزها المكاني، وهي تحليلية في تصدّيها للأخبار والعمل على تفسيرها ومعالجتها، وقد تؤدّي وظائف استطلاعية من تحقيقاتها الميدانية التي يُراد منها الكشف عن جوانب القصور في أداء بعض المؤسّسات للمهام المنوطة بها، وتُعرف هذه باسم: «الصحافة الاستقصائية»، فتصبح الصحافة وسيلة مراقبة أساسية على المؤسّسات التنفيذية، وقد توضّح مجموعة كبيرة من القضايا التي تفسّر جوانب القصور في المؤسّسات التنفيذية فتنطق بحالها، وتدافع عنها، وتساعد على معالجتها لدى المؤسّسات الفاعلة في اتّخاذ القرار، وقد تعمل الصحافة أيضاً على توجيه الرأي العام وتغييره تبعاً للغايات السياسية والاجتماعية والدينية التي يتطلّع إليها المعنيون بها، وقد تؤدّي الصحافة أيضاً وظائف تجارية واقتصادية وإعلانية تتمثّل في ترويج البضائع، وتسويقها داخل حدود الدولة وخارجها.

ولهذا تأخذ الصحف أنواعاً مختلفة باختلاف الموضوعات التي تهمّ الناس من جهة، وتهمّ المعنيين في السياسة والاقتصاد والاجتماع من جهة ثانية، وقد توصف الصحف بأنّها متنوّعة أيضاً، إلّا أنّها تأتي متخصّصة في محتوياتها ومضامينها.

فالصحافة السياسية تهدف إلى توجيه الرأي العام لخدمة القضايا السياسية التي تهمّ الدول والأحزاب والمنظّمات، وتسعى إلى نشر أفكارها وقيمها في الأوساط الاجتماعية المختلفة، نظراً لتنوّع المصالح السياسية في العالم، أمّا الصحافة الدينية فتهدف إلى توجيه مشاعر الناس وأحاسيسهم نحو القضايا الدينية وجعلها الأساس

الـذي تبنى عليـه أنماط سلوكهـم الاجتماعي، في حـين تهـدف الصحافـة الاقتصاديـة إلى توجيه مشاعر الناس وأحاسيسهم نحو قضايا اقتصادية محـدّدة، أمّـا الصحافـة الإعلانية فتهـدف إلى ترويـج سلـع محـدّدة دون غيرهـا والتشجيع على اقتنائهـا، وعندما تفقـد الصحافة وظيفتها هذه، فإنّهـا تفقد مسوّغات وجودهـا الأساسية، وتسهم بطريقـة غـير مباشـرة في تبديـد الـرأي العـام وتشتيته، وتنمّي أوجه التناقض فيه، وتجعل الباب مفتوحـاً لتأثـير المؤسّسات الصحفيـة الأخرى في توجيهـه، وتحريض الاتّجاهـات المتنافرة في كثير من الأحيان.

مصادر الأخبار:

بالإمكان تصنيـف مصادر الخدمة الإخبارية في فئتـين رئيسيتين: المصـادر الأساسيـة وتشمل وكالات الأنبـاء العامّـة، والـوكالات المتخصّصة، والمراسلـين والمندوبـين الدائمـين، واتفاقيـات التبادل الإخبـاري، والمصادر الثانويـة التي تضمّ المتعاونين أو المشاركين، أي العاملين بالقطعة التي تُنجز في وقتهـم المختار، والجمهور العام المتطوّع، ومؤسّسات العلاقات العامّة، والمؤسّسات العلمية، إضافـةً إلى الأحـزاب السياسيـة والتنظيمـات والتكتّـلات السرّيـة والمعلنة، ومراكـز الدراسات المتخصّصة، وكلّ هـذه الجهات تأتي عن طريقها أشرطة الفيديو المصوّرة والبيانات والتصريحات التـي تصـدر عنهـا. وحديثـاً أصبحـت الشبكـة الدوليـة للمعلومات (الشابكـة) أو الإنترنيت أحد أهم المصادر للأخبار.

وكالات الأنباء:

وكالات الأنبـاء "PRESS AGENCY" مؤسَّسات إعلامية تُغطّـي مناطق جغرافية كبيرة أو محـدودة تبعـاً لإمكاناتهـا المادّيـة وأهدافهـا الاقتصاديـة والسياسيـة، وتُمثّـل أبـرز أعمـدة مصادر وسائل الإعـلام والاتصال قاطبةً، ويتمثّل دورها الرئيسي في تأطـير بعض الأحداث متعدّدة المضامـين والأماكـن والشخوص دون سواهـا، وصياغـة تفاعلاتهـا لتغـدو أخبـاراً، ثـمّ القيـام بتوزيعها على وسائل الإعلام والاتصال والمنظّمات المختلفة والأفـراد المشتركين بخدماتها، مع الأخذ بعـين الاهتمـام مجموعة من المعايـير أو المقاييس عنـد انتقـاء الأخبار، أبرزهـا: التأثـير والتقارب والتوقيت والسرعة والجـدوى والفائدة والمصلحة العامّة.

يعـود نشـوء وكالات الأنباء إلى سنـة 1832، حـين أسّـس «شـارل لـوي هافاس» في فرنسـا أوّل وكالـة أنبـاء في العـالم أطلـق عليهـا اسـم «هافاس» «HAVAS"، وقامـت الحكومـة الفرنسيـة بشرائهـا مـن مالكيهـا بعد ذلـك، ثمّ استولى عليها الألمان خلال الحرب العالمية الثانية، وكانـت هنـاك وكالة أنبـاء سرّية تدعـم المقاومة ضـدّ الاحتلال الألمـاني، وإلى جانبهـا وكالة أنباء فرنسـا المستقلّـة التـي أسّسها الأحـرار في لندن، ومن هذه الوكالات مجتمعة نشـأت "وكالة الأنباء الفرنسية" "فرانـس برس" سنة 1944، وتغطّي هـذه الوكالـة بمراسليهـا ومكاتبهـا معظـم دول

العـالم ومناطقه تقريبـاً، وتقـدّم خدماتها بلغات عـدّة كالفرنسية والإنكليزيـة والألمانية والإسبانية والعربية والروسية.

وأسَّـس الصحفـي الألمـاني "بـول جوليوس رويـترز" (1816-1899) وكالة أنباء في فرنسا أسماها "رويترز" "REUTERS" سنة 1850، وانتقلـت سنـة 1951 إلى لنـدن، وكانـت تهتـمّ بالأخبـار المالية، وفي سنـة 1858 أصبحت تغطّي الأخبـار كافّة، وهـي اليوم وكالة أنبـاء ذات طابع عالمـي، وتمتلك أربعة اتحـادات صحفية، شعارها الدائـم "السرعـة والدقّـة"، وتنتشـر مكاتبهـا ومراسلوها في معظم دول العالم ومناطقه، وتقدّم اليوم خدماتها إلى معظم المؤسّسات الإعلامية في العالم.

وفي سنة 1848 تأسَّسـت في الولايات المتحدة الأمريكيـة وكالـة الأنبـاء "أسوشيتـد برس" "مؤسّسـة الصحافـة المتحـدة" "ASSOCIATED PRESS NEWS AGENCY" واقتصرت خدماتها علـى الصحف الست التي أسهمـت في تأسيسهـا، ثم أغلقـت بحكم قضائي سنـة 1943 لعـدم قانونيتهـا، لكنّها عـادت بقوّة لتقـدّم خدماتها داخـل البلاد وخارجهـا، وتقدّم هـذه الوكالة حاليـاً خدماتهـا إلى معظم صحف العالم ومحطّات الإذاعة والتلفزة حول العالم.

وفي سنـة 1907 بـدأ إرسال وكالـة "يونايتد برس إنترناشيونـال" "مؤسَّسـة الاتحـاد الصحفـي" "UNITED PRESS INTERNATIONAL"، التـي أسَّسها الصحفـي "إدوارد ويليـس اسكربـس"، وبعـد اندماجها مـع "وكالة الأخبـار الدوليـة" سنـة 1958، سمّيـت باسمها الحـالي، وهي وكالة أنباء ذات طابع تجاري ربحي يملكهـا أفـراد، وتُقـدّم خدماتهـا إلى الكثير من المؤسّسـات الإعلاميـة في داخـل الولايات المتحدة الأمريكية وخارجهـا، ولديها الكثير من المراسلين في مختلف مناطق العالم.

وأنشئت سنة 1918 وكالة أنباء روسية سُمّيت "روستـا" "ROSTA" ثـمّ أطلـق عليهـا سنة 1925 وكالـة "تاس" "TASS"، وهـي مصدر الأنبـاء الوحيـد في الاتحـاد السوفييتـي سابقـاً، وكانـت آنذاك تختصّ بأخبار الحـزب الشيوعي والحكومة السوفييتية، وألحقت بروسيا الاتحادية بعد انهيـار الاتحاد السوفييتي سنـة 1991، غير أنّ قوّتها من حيـث التغطية والخدمات لا تُضاهي وكالتـي فرانـس برس ورويـترز. كما سـادت في الاتحـاد السوفييتـي السابـق وكالـة أنبـاء أخرى خاصّة بالأخبار الداخليـة والأخبار المصوّرة وهي وكالة أنباء "نوفوستي".

بعد الحرب العالمية الثانية أنشأت الكثير من دول العالم وكالات أنباء وطنية خاصّة بها للحدّ من تأثير وكالات الأنباء العالمية، فأنشأت الصحف المصرية سنة 1956 وكالة أنباء «الشرق الأوسط المصرية»، ثم أتبعت للقطاع العام سنة 1962، وفي سنة 1959 أسَّس مواطنون مغاربة «وكالة المغرب العربي للأنباء» سنة 1959، ومن ثم أسَّست الحكومات العربية وكالات أنباء وطنية وهي تاريخياً: وكالة الأنباء العراقية، وكالة أنباء إفريقيا بتونس، وكالة الأنباء الجزائرية، وكالة أنباء الثورة العربية بليبيا، وكالة الأنباء الأردنية، الوكالة العربية السورية للأنباء «سانا» «SANA"، وكالة أنباء عدن، وكالة سبأ للأنباء، وكالة الأنباء السعودية، وكالة الأنباء الفلسطينية، وكالة السودان للأنباء، الوكالة الموريتانية للصحافة، وكالة الأنباء القطرية، وكالة الأنباء الكويتية "كونا"، وكالة الأنباء الإماراتية "وام". ولكنَّ عمل هذه الوكالات يقتصر بشكلٍ عام على تزويد وسائل الإعلام المحلية بالأخبار داخل دولها، ولم تحقّق الهيمنة على المستوى العالمي.

ومع ظهور التلفاز وانتشاره ظهرت تغطية إخبارية مصوّرة استخدمت الإمكانات التي وفّرتها تقنيات الاتصال، فظهرت وكالات عالمية للأخبار المصوّرة، وارتبطت محطّات تلفزيونية إقليمية بشبكة تلفازية لتبادل المواد التلفازية ومنها الأخبار.

ومع تطوّر تقنيات الاتصال تطوّراً مهمّاً أضحت منظّمات جمع الأخبار وتوزيعها، منظّمات قويّة على الساحة الدولية، وأصبح مفهوم وكالة الأنباء العالمية يعني منظّمة ذات مجال عالمي شامل تقوم بتغطية أخبار عالمية وتتولّى توزيعها على نطاق واسع على مشتركين في دول كثيرة.

نشوء الصحافة الحديثة:

ظهرت الصحف في العصور الحديثة أولاً في عصر النهضة في القرن الخامس عشر في إيطاليا، على هيئة رسائل إخبارية تكتب باليد، وكانت تتضمَّن شرحاً للأحداث التي تقع بين الدول، بما في ذلك أخبار الحروب، والأوضاع الاقتصادية، والأعراف الاجتماعية والعادات والتقاليد، والفنون والآداب، وكان الناس يتداولونها فيما بينهم، وكان التجّار يستفيدون منها لمعرفة أفضل الطرائق لتسويق سلعهم في البلاد الأخرى. وبعد اختراع الطباعة في نحو منتصف القرن الخامس عشر، ظهرت في فكرة استخدام المطبعة لطباعة النشرات مطلع القرن السادس عشر، وبدأت الحكومات الأوروبية بطباعتها، فظهرت أوّل صحيفة في إيطاليا سنة 1566 باسم «غازته»، وما لبثت أن بدأت أولى المنشورات المطبوعة المنتظمة بالظهور في كلّ من إيطاليا وألمانيا وسويسرا وبلجيكا باللغات الإيطالية والألمانية والإنكليزية والفرنسية، وتسلك طريقها إلى باريس ولندن، وغالباً ما كانت هذه الصحف تخضع لمراقبة الحكومات المحلية، وتأخذ منها الموافقات الرسمية على النشر، وكان لهذه الدول حق التدخّل في إدارة المؤسّسات الصحفية، وانتقاء الأخبار وتوزيع المطبوعات، وما له صلة باتّخاذ القرارات.

غير أنَّ تطوّرات كبيرة للصحف ظهرت في المراحل التالية لعصر النهضة، وخاصّة مع انتشار الطباعة، فأصبحت تتناول موضوعات اجتماعية وثقافية وسياسية متنوّعة، إضافة إلى أنّها أصبحت، مع تزايد إمكان التحكّم بها، قادرة على توجيه الرأي العام والتحكّم به، ولهذا ازداد الاهتمام بها من قبل القوى الاجتماعية والسياسية والاقتصادية المختلفة، لما لها من تأثير في توجيه السلوك الإنساني تبعاً للغايات التي تتطلّع إليها هذه القوى، وسرعان ما أسهم ذلك في ظهور المطبوعات الدورية (اليومية الصباحية والمسائية والأسبوعية والشهرية والفصلية) التي استخدمت وسائل إيضاح جديدة ومثيرة وصور للأحداث والأشخاص ذات العلاقة بالموضوعات التي تتناولها هذه الصحف. غير أنَّ انتشار هذه الصحافة قد أثارت حفيظة حكّام أوروبا، لأنَّهم أصبحوا تحت رقابتها، فنظروا إليها نظرة ريب وشكٍّ، وكان ذلك بدايةً لظهور مصطلح «السلطةً الرابعة».

ففي ألمانيا ظهرت سنة 1605 في مدينة ستراسبورغ صحيفة "RELATION ALLER FUERNEMMEN GEDENCKWU RDIGEN HISTORIEN"" مجموعة الأخبار المميَّزة والبارزة".

وفي إنكلترا، كانت المجلّة الأسبوعية "الأخبار العامّة الحالية" "A CURRENT OF GEN-ERAL NEWS" أوّل مجلة تنشر وتوزَّع سنة 1622، وتبعها صدور نشرات سياسية تعبِّر عن آراء فئات السكان المختلفة. وفي سنة 1665 صدرت "صحيفة أوكسفورد" "OXFORD GAZETTETY" التي تُعَدُّ أول صحيفة تجمع كلَّ عناصر الصحيفة كما نعرفها اليوم، وكانت تطبع مرّتين أسبوعياً من قبل السلطة الملكية، ثم أعيد تسميتها باسم "صحيفة لندن".

وفي فرنسا ظهرت أوّل صحيفة سنة 1632 باسم "GAZETTE DE FRANCE" "صحيفة فرنسا".

وبالانتقال إلى القارّة الآسيوية، كانت الهند من أوائل الدول التي ظهرت فيها الصحف، حيث أسَّس فيها سنة 1836 الصحفي "مولوي محمّد باقر" أوّل صحيفة باللغة الأوردية "URDU AKH-BAR" "أوردو أخبار" في العاصمة "دلهي"، وتبعتها عدّة صحف يومية أو أسبوعية، ولكنّ توزيعها كان متواضعاً، ولم يتجاوز أغلبها مجتمعاتها المحلّية.

وتبع هذه الصحيفة عدّة صحف "أنكلوهندية" كانت تروِّج للمصالح البريطانية أكثر من المصالح الهندية، ومنها: "تايمز الهند" "THE TIMES OF INDIA".

THE TIMES OF INDIA

Donald Trumps Death

DOWN & BACK UP, 'FIGHT', SAYS DEFIANT DON

CM: Will obey Cauvery order only if catchment areas get adequate rain

أمّـا في أمريكا الجنوبية، فقـد كانت صحيفة «إلميركوريو» في مدينـة «فالبارايسو» أوّل صحيفة تصـدر في تشيلي سنـة 1827.. وكانـت صحيفةً «جورنـال دو كوميرشيـو» أوّل صحيفـة تصدر في مدينـة «ريو دي جانـيرو» البرازيلية سنة 1827.. وصـدرت صحيفـة «إلكوميرشيـو» في البيرو سنة 1839.، وصـدرت في العاصمـة الأرجنتينيـة «بوينس آيريس» سنـة 1869 صحيفة «لا برنسا»، وتبعتها في السنة التالية صحيفة «لا ناكتون».

أمَّـا في الولايـات المتحـدة الأمريكيـة، فقـد ظهـرت أوّل صحيفة سنة 1690 في بوسطن، وهي صحيفـة «ذي بابليك أوكورنس» «الأحداث العامّة» "THE PUBLIC OCURRSNCE" . وفي سنـة 1704 ظهـرت صحيفـة "ذي بوسطـن نيوزليتـر" "أخبـار بوسطـن" "THE BOS-TON NEWS LETTERS" . وفي سنـة 1728 ظهـرت صحيفـة "بنسلفانيـا جازيـت"، التـي أصدرهـا بنيامين فرانكلـين، في فيلادلفيا. وفي البدايـة، كانـت الصحـف الأمريكيـة تنقـل أكثر مادّتهـا وأخبارها من الصحـف الإنكليزية، لكنّهـا بدأت تقلّل من ذلـك، بعد حرب الاستقلال الأمريكيـة. وقـد أدَّت الصحافـة الأمريكية دوراً كبيراً، في الدعـوة إلى حرب الاستقلال الأمريكية عـن إنكلترا سنـة 1776. وقد تمتّعـت الصحافة الأمريكيـة، منـذ بدايتهـا، بحرّيةٍ نسبيـة دعمها التعديل الدستوري سنة 1791.

وفي بدايـات القـرن العشرين، أخـذت تكتمل الملامح العامة للصحافـة، وأخذ دورها في توجيه الـرأي العـام يـزداد أيضـاً، وظهر ذلـك بأوضح صـورة لـه في الحربـين العالميتـين، فقـد انتشـر المراسلـون العاملـون في المؤسّسـات الصحفية في مختلـف بقاع العـالم، لرصـد تغيّراتـه السياسية والاقتصاديـة والاجتماعيـة، ولتوظيـف الأخبـار والمعلومـات، لمـا يفيـد الجهـات المنتجـة لهـا من سياسيين واقتصاديين واجتماعيين ودعاة دينيين.

نشوء الصحافة العربية:

أخذت الصحافة العربيـة بالظهور منذ بدايات القرن التاسع عشر، ففي أثناء حملة نابليون بونابرت علـى مصر سنـة 1798، صدرت صحيفتـان باللغة الفرنسيـة. وفي سنة 1816 أصدر الـوالي العثماني «داوود باشا» أول جريدة عربية في بغداد سنة 1816 اسمها «جورنال العـراق» باللغتين العربية والتركية. وصـدرت في القاهـرة أول جريـدة مصريـة سنـة 1828، وهـي جريـدة «الوقائع المصريـة» أيام والي مصـر محمّد علـي، وصحيفة الأهـرام سنة 1876 التـي مازالـت مستمرّة حتـى اليوم، وتعـدّ من أقدم الصحـف العربيـة المنتشـرة حاليـاً. وفي أثناء تلك الفـترة توالى صـدور الصحف المصريـة حتى جاوز عددها 150 صحيفة في بداية القرن العشرين.

الوقائع المصرية
جريدة رسمية للحكومة المصرية

أمّا في سورية فقد تأسست أول صحيفة رسمية سنة 1865 باسـم «سورية»، وكانت تطبع باللغتين العربية والتركيـة، إلّا أنّها توقّفت عن الصدور مع

سقـوط الدولة العثمانيـة في نهاية الحرب العالمية الأولى، وصدرت بعدهـا في حلب صحيفتا «فرات» و «الشهبـاء»، وتـوالى صدور الصحـف، حتى بلغ عددها قرابة 200 صحيفة مطلع سنة 1930.

وصـدرت في الجزائر جريـدة «المبشّـر» سنة 1847، وكانت جريدة رسمية فرنسية، ثم صدرت جريـدة «كوكب إفريقيا» سنـة 1907، وكانت أوّل جريدة عربية يصدرها جزائري.

وفي لبنان صـدرت جريـدة «حديقـة الأخبار» سنـة 1858، وتبعهـا العديد مـن الصحف، منها «نفير سوريا» و «البشير».

وصدرت في تونـس جريدة «الرائـد التونسي» سنة 1860.

وصـدرت في ليبيـا سنـة 1866 أول جريـدة باسم «طرابلس الغرب».

وصـدرت في المغـرب سنـة 1889 جريـدة «المغرب».

وفي فلسطين صدرت جريدة «النفير» سنة 1908.

وفي الأردن صـدرت أول جريدة في معان باسم «الحق يعلو» سنة 1920.

وفي المملكـة العربيـة السعودية صـدرت أول جريدة رسمية باسم «القبلة»، ثم غُيِّرَ اسمها إلى «أم القرى» سنة 1924.

وفي اليمن صـدرت جريـدة «الإيمـان» سنـة 1926.

وفي الكويت صـدرت جريـدة «الكويـت» سنـة 1928.

وفي البحرين صـدرت جريدة «البحرين» سنة 1936.

وفي قطر صـدرت أول جريـدة باسم «جريدة العرب» سنة 1972.

وفي السودان صدرت صحيفـة «الغازيته» سنة 1898 باللغـة الإنكليزيـة كنشـرة قانونيـة تهتـمّ بالقوانـين التي تصدرهـا الإدارة البريطانية، وما زالـت تواصـل الصدور حتـى الآن. وتُعَـدُّ البداية الحقيقية للصحافـة السودانية بصـدور صحيفة «السـودان» سنـة 1903 التـي أصدرهـا أصحاب صحيفة «المقطّم» بمصر، وبقيت تصدر مرّتين في الأسبوع حتّى سنة 1941.

كلُّ مـا كُتِـبَ حتـى الآن هـو عـن الصحيفـة الورقيـة كما كانت تصـدر حتى أواخـر العشرين ومطلـع القرن الحـادي والعشريـن، عندما بدأت بالتراجع أمام تقدُّم علوم الكومبيوتر والإنترنيت، وظهور الإعلام الجديد بصفته الإلكترونية، الذي يزهو بسرعة إرسـال النصوص والصور المتحرِّكة والثابتـة والأصـوات، ويتباهـى برخص تكاليفه، وهذا ما شجَّع الجماهير في أنحاء العالم كافّة على الإقبال المتزايـد عليه وتصفُّح محتوياته، ما أدخل البشرية عصر الصحافة الإلكترونية...

الصحافة الإلكترونية:

نتيجـة ارتفـاع تكاليـف طباعـة الصحيفـة الورقيـة، وانخفاض أعـداد توزيعها، سـواءٌ عبر الاشـتراكات، حيث كانت تصـل للمشترك إلى أيِّ مكانٍ يختاره، أو عبر منافذ البيع، وتراجع عائدات الإعلانـات لاتّجاههـا نحو الإنترنيـت الأقل تكلفةً مقارنـةً مع أجـور الإعلان في الصحيفـة الورقية، بـدأت الصحيفـة الإلكترونية بالتقـدُّم، فانتزعت

مـن الصحيفـة الورقيـة كثـيراً مـن جمهورهـا، وأخـذت تـؤدّي دوراً مهمّـاً في وعـي الجماهـير، وأحدثـت تغيـيراً في الطريقـة التـي يتلقّـى فيها الجمهور الأخبـار والمعلومات، بالانتقال من قراءة الكلمة المطبوعة على الورق، إلى القراءة من خلال شاشـة الكومبيوتـر والهاتـف المحمـول، وحرمت الصحافـة الورقيـة مـن الاحتـكار الـذي كانـت تنعـم به طيلـة خمسة قـرون، حين كانـت الكلمة المطبوعة لها سحرها الخاص على القارئ، وبعد أن كانـت المنافسة تقتصر علـى الصحف الورقية فيما بينها، أصبحت اليـوم منافسةً بين الصحف الورقية والصحف الإلكترونية، وبلغة الأرقام:

فـإنَّ 2200 صحيفة ورقية تصدر في الولايات المتحـدة الأمريكية، قد أغلقـت أبوابها بين عامي 2005-2021، وانتقلـت إلى النشـر الإلكتروني، وانخفـض عدد الصحفيـين العاملين في الصحف المطبوعـة الأمريكيـة إلى النصـف تقريبا، ومنها صحيفة «كريستيـان ساينس مونيتور» التي تصدر في مدينـة بوسطـن، والتـي أعلنـت عـن انتهـاء النسخـة الورقية سنة 2008 بعد مـرور مئة عاماً علـى صدورهـا. وفي بريطانيـا، أعلنـت صحيفة «الإنديبينـت» عـن توقُّـف طبعتهـا الورقيـة سنة 2016، وهذا على سبيل المثال فقط لا الحصر.

وينطبـق هذا الأمر على صحف الوطن العربي أيضاً، التـي تحوَّل أغلبهـا إلى النشر الإلكتروني، ومنهـا صحيفتـا «الحريـة» و«الثـورة»، اللتان هما الصحيفتان الوحيدتان اللتان تصدران في سورية حالياً (2025)، بعد أن كانتا تصدران ورقياً حتى شهر آذار/مارس سنة 2020، وتحوَّلتا إلى النشر الإلكـتروني، بموجب قـرارات حكومية صدرت في أثنـاء اكتساح وبـاء كورونا العـالم، وبالتالي فإنَّها كانـت الضحية الأبرز لهـذه الجائحة القاتلة. وفي الفترة نفسها أيضاً، انتقلت مجلتنا الأثيرة «الأدب العلمـي» التي تصدر عن جامعة دمشق، من النشر الورقي إلى الشكل الإلكتروني.

هل توقَّفت الصحافة عند هذا الحد؟

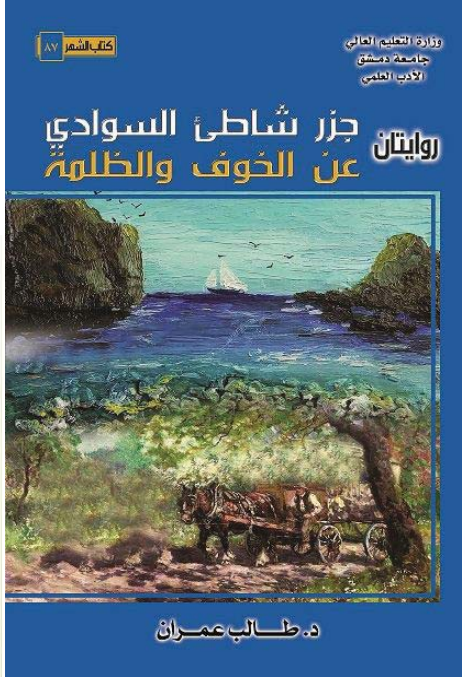
إنَّ التقدُّم الهائـل في مجال النشر الإلكتروني ودخولـه عصـر الـذكاء الاصطناعـي، سيساعد -من دون شكٍّ- على تمكـين المؤسّسات الإخبارية من استخدام الـذكاء الاصطناعي بشكلٍ مسؤول، من قبيـل معالجـة وتحليـل البيانـات الإعلامية، وتفاعـل الجمهـور مـع المحتـوى الإعلامـي لفهم اهتماماتهـم وتقـديم محتـوى مناسـب، هذا عن الجانـب الإيجابي، لكنَّه في المقابل قد يساعد على قلـب الحقائق وتغييرها بما يحقِّـق أهدافاً مغايرة بالكلمة والصورة انسجاماً مع سياسة واضعه.

ختاماً،

مع أنَّ الكثيرين يتعاطون اليوم مع الصحافة الإلكترونية، لتعدُّد خياراتها من مواقع ومواد ومقالات وتحليلات، وسهولة تبادل المعلومات والدردشات، إلّا أنَّ الكثيرين أيضاً، لا سيما كبار السن منهم، والكاتب أحدهم، ما يزالون يعتبرون أنَّ الصحافة الورقية، التي كانوا يقبلون على قراءتها بنهم شديد، توازي وجبة طعام كاملة بعد جوع، أو كأس ماء بارد بعد عطش، أو فنجان قهوة بعد تعب، فرائحتها تفوح كأريج رغيف خبز قد خرج للتو من الفرن، فهي لم تغادر ذاكرتهم، وما تزال تعشعش في وجدانهم، وتداعب مخيِّلتهم، ويُعدُّونها المرجعية الأساسية للخبر الموثوق والحدث الصادق، ولم تستطع الصحافة الإلكترونية منحهم متعة القراءة الورقية، في وقت تنتشر فيه الشائعات عبر الإنترنيت وتوابعه انتشار النار في الهشيم، دون أن يستطيع أحدٌ وقفها، أو حتى التخفيف منها والحدَّ من سطوتها وهيمنتها.

المراجع:

- الموسوعة الأمريكية، الجزء السادس عشر، طبعة سنة 1975.
- الموسوعة البريطانية، الجزء السادس، طبعة سنة 1992.
- الموسوعة العربية العالمية، الجزء الخامس عشر، إعداد ونشر مؤسّسة أعمال الموسوعة بالرياض، الطبعة الأولى سنة 1996.
- الموسوعة العربية، الجزء الثاني عشر، إعداد ونشر هيئة الموسوعة العربية بدمشق، الطبعة الأولى سنة 2005.



جزر شاطي السّوَادي عن الخوف والظلمة

(روايتان من الخيال العلمي)

تأليف: الدكتور طالب عمران

قراءة وتعليق: نضال غانم

كعادته في كلّ عمل أدبيّ من أعماله المتعدّدة، يُفاجئنا الدكتور طالب عمران بأحداث مفعمة بالغموض والغرابة، والتّشويق، والإثارة، ومزج الواقع بالخيال والمرور بالقضايا الوطنيّة والاجتماعية للبيئة التي تحتضن أحداث أعماله.

في روايتيه (جزر شاطئ السّوادي) و(عن الخوف والظلمة) المجموعتين في كتاب واحد صادر ضمن سلسلة الأدب العلمي عن جامعة دمشق، يدعمها أسلوب مرن، ولغة أليفة، تبعث فينا حبّ التعلّق والمتابعة حتى النّهاية.

أولاً- جزر شاطئ السّوادي

في هذه الرّواية نجد بطل الرّواية (محسن) يعاني من حالة أرق ممضّ. لم يجد مخرجاً فيه سوى الذهاب إلى شاطئ السّوادي، ورغم بعد

البلـدة التي يسكنها إلّا أنّ شاطئها المنظّم والمرتّب أغـراه بالذهاب إليه ليشهد شـروق الشّمس وعلى أحـد المقاعد احتسى قهوتـه التي اصطحبها معه، وهـو يتابع مشهد الصّيادين الذيـن كانوا يدورون بزوارقهـم حول جزيـرة صغيرة ذات تـلّ مرتفع، وأغـراه مشهد البحر بسطحـه الهادئ بالسّباحة، ولم يكـن علـى الشاطئ أحد غـيره. ولم يتأخّر في ارتـداء ثيـاب البحـر، فاتّجـه صوب الميـاه بحذر خوفـاً مـن أن تنهشـه أنـواع مـن الأسمـاك ذات الأنيـاب الحـادّة، والأفاعي السّامـة توجّه سابحاً نحـو الجزيـرة مقترباً مـن شاطئ رملـيّ، وعقب وصولـه إلى الشّاطـئ سمـع أصواتـاً لأناس في زورق يصرخـون وهم يُشـيرون بأيديهم إلى كائن يسبـح، ويريـدون اصطيـاده، وعلّق أحدهـم بأنّه كائن ممسوخ أو وحش من الوحوش التي تستوطن كهـوف البحر، ولكنّه لا يختلف كثـيراً عن البشر، وكان ذلـك الكائـن يصعـد فوق سطـح البحر ثمّ يغوص ثانيـة في الأعماق، ما أثـار في نفس ركاب الـزّورق تسـاؤلات متنوّعـة، ثم أخـذوا بالابتعاد، وكان محسن، يراقبهم، وعندها أخذ بالسّير على شاطـئ الجزيرة، فكّر كثيراً في أمر ذلك المخلوق، ثـمّ تسـاءل في نفسه لمـاذا لم ينزلـوا إلى شاطي الجزيرة، بل ظلّوا يدورون حولها؟!

فجأة سمع صوتاً بشريّاً يشبه صوت فتاة تصدر تأوّهات وأنيناً، فاقترب من مصدر الصّوت بحذر شديـد، ومن خـلال فتحة بـين الصّخـور، شاهد منظـراً أرعبه، منظر امرأة تتمـدّد على الصّخر، ومـن بين المياه خرج مخلوق غريب الشّكل ذو رأس يشبه البشر، وله يدان تلتصقان بجسمه وأطراف طويلـة، ورجـلان شبيهتان برجلـي الضفدع، وقد اندفع نحو المرأة، حيث أخذ يلحس يديها، ويمسح رأسهـا، فسألتـه عن سبـب حزنه، وأخبرتـه بأنّ نهايتها باتت قريبة.. وأنه قد أصبح كبيراً يستطيع الاعتماد على نفسه.

أحسّ (محسـن) بحرارة الشّمـس السّاطعة، راودتـه مجموعـة مـن التّسـاؤلات حـول موقفـه الرّاهـن، وماذا ينبغي عليـه أن يفعل، هل يحادث المرأة؟ وكيف سيكون موقف المخلوق؟ أحسّ برغبة في مساعدتهـا، ولكنّـه آثـر العـودة إلى الشاطـئ والاستعداد لزيارة ثانية.

حاول (محسن) الحصـول على معلومات عن تلك الجزيرة، فسأل أحد الصّيادين الذين يبيعون صيدهم عن تلك الجزيرة، فأخبره الصّياد بأنّهم لا يقتربـون منهـا، لأنّها مسكونة بالجـنّ، وأرشده إلى رجـل يُدعـى (هاشل) فلديـه أخبار وقصص كثـيرة عنهـا، وهو يقف علـى بعد منـه حيث يبيع صيـده فاقترب منه (محسـن) وانتظر حتى يفرغ مـن بيع ما لديـه، وبعد أن باع مـا لديه لفت نظره وجود (محسن) والذي بـادره بالسّؤال عمّا يعرفه عن الجزيرة المسكونة، بعد أن قدّم له نفسه ككاتب يجمع القصص والحكايات المشهورة ليضعها فيما بعـد في كتاب، ثـمّ طلب إليـه أن يوصلـه بسيّارته إلى مكان سكنه، وهنـاك استضافة (هاشل) وفي البيت عرّفه (محسن) بأنّه أستاذ في كليّة التربية المعلّمـات في الرستـاق، وتبـيّن أنّ إحـدى بنـات (هاشل) (رحمة) من الطالبات في الكلية اللواتي يدرّسهـن، والتـي دخلت بعد معرفتهـا (محسن) على الفور كونها متفوّقة في دراستها.

بعـد أن تمّـت مراحل الضيافـة، طلب محسن مـن هاشـل أن يحدّثه عـن تلك الجزيـرة ويحكي (هاشـل) علاقتـه وأقرانـه بتلك الجزيـرة التي كانـت مقصداً مفضّلاً لهـم منذ صغرهم، إلى أن

استوطنهـا الجـنّ، وأصبحـت تشكّل خطـراً على مَـن يقترب منهـا، كمـا أنّ كثيراً مـن الصّيادين كانوا يحكـون قصصاً عن مخلوقـات غريبة ذات أشـكال مشوّهة ولم يجرؤ أحد على الاقتراب منها والصعود إليهـا لأنّ تلك المخلوقـات كانت تهاجم الناس.

وسألـه محسـن إن كانـت لديـه قصص عن الجـنّ ساكنـي الجزيـرة، فأخبره (هاشـل) بأنّ لديه حكاية عن الجنّ، شهدها قبل خمسة أعوام، عندما كان يصطـاد، وقد نصب شباكه وبعد مدّة لفـت انتباهه، حيوانات تقفز في المياه فاعتقد أنّها أسمـاك، وعندمـا دقّق نظـره فيها وجـد أشكالاً قبيحة لأحياء بحريّـة لم يرَ مثلها في حياته، فقرّر اصطياد أحدها كـي يعرضه في السّوق فيفتخر به أمـام الصّيادين، وكان أن علق أحدهـا بالشبكة والذي أخـذ يتخبّط محاولاً الإفـلات وهو يصرخ بأصـوات عاليـة، واستطـاع (هاشـل) في النهاية وضعه في الـزورق وأحكم ربطـه، كان رأسه أشبه برأس بشري دون رقبـة، ولديه يـدان قصيرتان يتصـل بـين أصابعهـا أغشيـة، ورجـلان أشبـه برجلي ضفـدع طويلتـان وقوّيتـان، وبعد لحظات أخـذ يصرخ بأصوات تُشبـه أصواتاً بشرية، وكان صوتـه يشبـه صوت فتـاة صغـيرة، وكان قد مزّق قسماً من الشبكة، فذهب إليه ليضربه، فرآه يبكي وقـد جرحته خيـوط الشبكـة القويّة فسـال دمه، فخاف مـن فقدانـه، فطلب منـه الهـدوء، وأزال الشّبكـة عنه، وطلب إليـه أن يضمّد جراحه، لكنّه لم يرضَ، ورجـاه أن يسمـح له بالذهـاب فقط، فوافـق على ذهابه، فكان أن قفز في الماء مبتعداً.. وتابـع الصيّـاد حكايتـه حـول تلـك المخلوقـات الغريبة المشوّهة.. التـي كانت هاجساً لدى الناس كافّـة من صياديـن وغرباء أثريـاء، كلّ منهم يودّ امتـلاك أحد هذه الكائنـات مع تبايـن أهدافهم من امتلاكهـا، ونظراً لقوّتها البدنية وقدرتها على المراوغة للإفـلات من محـاولات الصّيادين فقد أطلقوا عليها لقب الجانّ، والتي كانت تتواجد حول جزيـرة صغيرة، لم يجرؤ أحد من الصيادين على الاقتراب منها.

ويروي لـه قصّة أخـرى عن حادثـة الجزيرة الغريبة، جرت له مع ابنه في إحدى رحلات الصّيد حين سمعا صراخـاً بعيداً من الصّيادين، فاقتربا منهـم ليخبره أحدهـم بـأنّ زمـلاءه رأوا حوريّة بحـر، وأنّهـم يريـدون مساعدته للقبض عليها، فاتّجه بزورقه نحو مكان تجمّع زوارق الصّيادين، وهنـاك قال لـه أحدهم بأنّـه رآها تسبـح باتجاه جزيرة الصّخور النّائئة وأنّه تابع النّظر إليها دون أن تنتبه، وكان يتبعها كائن صغير، وعندما أحسّت بوجـوده هربت باتجاه الجزيرة، وعليه فقد أخذوا بإعـداد خطّة للقبض عليها، فوزّعـوا الأدوار على بعضهـم حيث انقسموا إلى قسمـين، قسم يصعد إلى الجزيـرة يبحثـون فيهـا ويراقبـون الشاطئ والآخرون سيـدورون بزوارقهم حولها دون توقّف، وكان العـمّ (هاشل) ممّن صعـدوا إلى الجزيرة، وفجأة وعند مراقبته للزوارق المحيطة بالجزيرة، شاهـد أحد القـوارب ينقلب، وقاربـاً آخر ينقلب، ثـمّ أحسّوا بضربات تنزل عليهم من قوى مجهولة أصابـت العديد مـن الصّيادين بجـروح متنوّعة، فطلـب إليهم العـمّ (شاهل) العـودة إلى الزوارق والابتعـاد عن الجزيرة، وفيما بعد كلّما حاول أحد من الصّيادين الاقتراب من الجزيرة فإنّه يتعرّض للضرب من قوى مجهولة.

خـرج (محسن) من دار العمّ (شاهل) عائداً

إلى مكان إقامته، وهو يفكّر بأنّ ما رآه في الجزيرة لا علاقة له بالجنّ، وأنّه لا بدّ وأن يعود إلى الجزيرة برفقة أحد الأصدقاء المقرّبين.

وفي البيت، استرخى، فغرق في النّوم، ليستيقظ بعد أن أحسّ بيد تهزّه، فوجد جدّته «مزون» -والتي كانت محور رواية للكاتب حملت اسمها- عبّرت له الجدّة عن قلقها وخوفها عليها بسبب رغباته البحثيّة الجامحة، وآخرها حلّ لغز المخلوقات الغريبة، فنصحته بالابتعاد عن التفكير في دخول نفق الزّمن، وأن يتركه وشأنه، إذ إنّ الزمن القادم سيكون مفعماً بالحوادث والحروب وامتهان كرامة الإنسان، وفي النهاية دلّته على أحد سكان مدينة (البركاء) ويُدعى (عبد الباسط الشّهابي) والذي يمكنه مساعدته في حلّ لغز الجزيرة، ثمّ ودّعته مغادرةً طالبةً منه الاعتناء بنفسه وعدم التفكير بنفق الزّمن.

كانت زيارة جدّته حلماً سيّساعده في حل اللّغز، فعزم على مقابلة ذلك الشّخص، فاستعدّ لذلك، وخرج قاصداً (البركاء) متمنّياً حصوله على معلومات جديدة تساعده في كشف أسرار الجزيرة. توقّف قرب الشّاطئ أمام أحد الدّكاكين، ليسأل صاحبه عن منزل (عبد الباسط الشّهابي) فأعطاه العنوان، وأرسل معه ابنه الذي أوصله إلى منزل الرّجل المقصود، ثم عاد إلى دكّان والده.

وجد (محسن) باب السّور مواربا فدخل منه ليشاهد أمامه بناءً مرتفعاً مضاءً بأنوار خفيفة، وتابع سيره نحو الباب الرّئيس ليستوقفه صوت نسائيّ يصرخ فيه بسبب دخوله غير العادي، فاعتذر لها وأنّه لم ينو الاقتحام، فسألته عن حاجته فأخبرها. وبعد لحظات ظهر رجل مسنّ يمشي على مهل، فتعجّبت لرؤيته يمشي وقد كانت تعلم أنّه لا يستطيع السّير إلاّ بشقّ النّفس، ولكنّه طمأنها أنّه بخير، وأنّه يعرف سبب مجيء (محسن) إليه، ويعرف من أرسله عن طريق التخاطر، فدعاه للدخول، وبعد أن أخذا موضعيهما، سأله محسن إن كان لديه معلومات عن قصّة الجزيرة، فأخبره الرّجل بأنّه قد عاش بعض تفاصيلها، ورغم إنّه ضعيف البنية إلاّ أنّه يستخدم أحياناً طاقته الكامنة. وأنّه على استعداد لمساعدة ضيفه، فشرح له نزعته الإنسانية، وكرهه للقتل حتى للحيوانات فكان أن امتنع عن أكل لحومها متأثّراً بمشاهد رآها في طفولته لحيوانات تذبح وطيور تقتل ولم يكن صديقاً للصّيادين الذين يقتلون الطيور والحيوانات والأسماك وغيرها..

ويحكي عبد الباسط لـ (محسن) قصة شابّ وفتاة كانا يجلسان على صخر الشّاطئ بينما كان هو يتجوّل قربه، فسمع صوتهما وهما يتحادثان، وكان الوقت قريباً من منتصف الليل، ولم يشعرا بوجوده، وفهم من كلامهما أنّهما عاشقان، ولكن هناك موانع تمنع قصّتهما أن تكتمل بالزواج، فوالد الفتاة يطرده، والد الشابّ متّهماً إيّاه بالغرور والفوقية، وكانت عائلة الشاب قد عادت من الخارج، وقد حصلت على شهادات عالية في العلوم. وهذا ما نقلته الفتاة (شيماء) عن والدها إلى (خليل) ابن العائلة التي يكرهها والدها.. وعرف (عبد الباسط) عندما ذكرت الفتاة اسم والدها عَرَضاً أنّه صديق له وجاره المباشر، فصمّم على أن يفهم القصّة بزيارته لعائلة الفتاة.

ونفّذ الفكرة في اليوم التالي فاتّجه إلى منزل والد الفتاة في المرحلة الأولى حيث استقبله الشاب (راشد) شقيق (شيماء)، وقاده إلى حيث يجلس

والـده المتوعّـك صحيّاً بعض الشـيء، فلم يستطع النهوض للتّرحيـب بـه. وبـدت علـى ملامحـه أمـارات القلق التي لاحظها عبـد الباسط، فسأله عمّـا يعانيه فأخبره بقصّة حـبّ ابنته لشابّ والده يعمـل في الاستنسـاخ، ويحكي الناس عنـه أشياء تقشعر لهـا الأبـدان، فاستغرب (محسـن) لهذا الخـبر من حيـث نوعيتـه، والمـكان الـذي تجري فيـه التجـارب (في عُمـان)، وتابـع والـد شيماء كلامـه متّهمـاً ذلك الرّجـل بأنّه شيطـان رجيم. لكـنّ (محسن) حـاول أن يهدّئ مـن انفعال والد شيمـاء الذي يرفض رفضاً قاطعـاً زواج ابنته من ابـن ذلك الرجل العالم. فطلـب عبد الباسط من والد الفتاة بأن يسمح له بالبحث في هذا الموضوع. وكذلـك التوقّف عـن مضايقة ابنتـه. فوافق على الطلب. ومن ثمّ أخذ عنوانه، وعند مغادرته ودّعه (راشد) شقيـق (شيماء). فاتّجه نحو منزل والد (خليل). حيث استقبله الشابّ (خليل) الذي قاده إلى مكان والـده بعد أن عرّفه بنفسه. وعرف عبد الباسـط أنّ إبراهيـم والـد خليل باحـث في علوم الحيـاة وعمل في مختـبرات الجامعـة التي درس فيها، ورغـب في إنشاء مختبر خاصـ به في وطنه (عُمـان) فوفّر كلّ مستلزمـات العمل البحثي من مكان وأجهزة وخـبراء ذوي اختصاصات مختلفة وقد نجـح نجاحاً مبهراً، وأنّ النمـاذج الحيوانيّة التي ظهرت في البحر ليست إلّا نتائج تجاربه.. ثم تابع عبـد الباسط كلامه. قائـلاً إنّ جدّة محسن «مزون» قد زوّدته بالمفاتيح المناسبة لمتابعة أبحاثه التـي كان يقـوم بها جـدّه. وأنّه هو عبـد الباسط أحد تلامذتها، فقـد كانت كريمة ومعطاءة، تفعل ما بوسعهـا لمساعدة الآخرين على التزوّد بالمعرفة الإنسانيّـة. وبعد انتهـاء زيارته خـرج وقد انشغل عقلـه بعدد مـن الأسئلة التي نجمـت عن إجابات عبـد الباسـط فأحسّ بضـرورة أخّـذ قسط من الرّاحة ليتأمّل ويفكّر بهدوء! فاتّجه نحو بيت جدّه، ثم دخـل غرفته، فانهمك بقـراءة عديد الأبحاث التـي خلّفهـا جدّه مـا جعلـه ينجذب نحـو القفز فـوق الزمن، وقد قرأ رسائـل جدّته حول تجربتها المذهلة مع نفق الزّمن.

سأل (محسـن) مدبّرة المنزل إن كانت تعرف (إبراهيـم الخرّوصي) فأجابته بالإيجاب وقدّمت له معلوماتها عنه، وأنّ جدّته «مزّون» كانت تزوره، وأنه تعرّض لمرض خطير جرّاء أبحاثه.

وتتداخـل القضايـا الاجتماعيـة مـع قضايـا الخيال العلمي في الرّوايـة، إذ يذكر الكاتب قصّة العاشقـين (خليـل) ابـن (ابراهيـم الخرّوصي) العالم صاحب تجـارب الاستنسـاخ، وشيماء ابنة أبـي راشد والذي أبدى معارضـة شديدة لارتباط ابنته بابن (إبراهيم الخروصي) (خليل).

وكذلـك قضيّـة (فاطمـة) الكاتبـة المتزوّجة والتـي جـاءت إلى الدكتـور محسـن تستشيره في مشكلتهـا المتمثّلة في اكتشافهـا خيانة زوجها لها، من حيث كونه متزوّجاً وله أولاد، ولّم يخبرها بهذه الحقيقة، وأنّه اقترض على راتبها ليشتري سيّارة لزوجته الأولى، فنصحها بنصائح عقلانية تجعلها قـادرة على تخفيف آثـار معاناتها، والاستمرار في حياتها.

ومع كلّ هذه الحوادث الاعتراضيّة التي طرأت على نشـاط الدكتور (محسن) غـير أنّ سَيلاً من الأفكار حول جزيـرة السّوادي كان يهدر في عقله، وبخاصّـة حكاية تلـك المـرأة الشقـراء المستلقية داخل الكهف وحولها كائنات بحرية غريبة الشّكل تتحدّث كالبشر وتسلك سلوك أحياء البحر.

وخلال عملية صيد الأسماك مع رفاقه سمعا أصواتاً غريبة على شكل تأوّهات، فعادت إلى ذهن (محسن) صورة تلك المرأة داخل الكهف وهي تحدّث ابنها ذا الشكل الغريب..

بدأ (محسن) ورفاقه بجمع الشباك بعد أن غابت الشّمس وهبط الظلام، وبدأت الأسماك تظهر وكانت بأعداد كبيرة، غير أنّ حركة غريبة شدّت انتباههم ضمن الشّباك، ومع سحب الشّباك كانت الحركة تقترب، ما يعني أنّ شيئاً ضخماً عالقاً في الشّباك، ولكنّهم لم يستطيعوا تخمين ماهيّته، ومع اقتراب سحب الشباك من نهايته؛ ظهر بين الأسماك كائن له رأس طفل بشريّ، وهو يحاول الإفلات والخلاص، فكانت مفاجأتهم كبيرة وهم يرون ذلك الكائن الذي كان يصدر تأوّهات بشريّة، فتعاملوا معه برفق وقد كانت يده تنزف، وعملوا على تحرير يده من الشّباك، ثم قاموا بتضميد جراحه، فعلّق أحد رفاق (محسن) بأنّه سيأخذه إلى البلدة القريبة ليعرضه على النّاس، فقد يحقّق لهم مبلغاً من المال، لكنّ محسن كان مستاءً من هذا القرار نظراً لأنّ زميله لا يعرف شيئاً عن طبيعة حياة ذلك الكائن، ولا طبيعة طعامه، ولا طريقة تنفّسه، هل يستطيع البقاء خارج الماء ويتنفّس أم أنّه يحتاج إلى الغوص حيث يمارس عملية التنفّس المعتاد عليها؟ وعلم (محسن) من الصّياد (هاشل) أنّ مثل هذه المخلوقات تتكلّم كالبشر، وعندما قام زميل (محسن) بمحاولة ربط قدمي الكائن بالحبال أخذ الكائن يصرخ بأصوات شبيهة بأصوات البشر، وبعد لحظات قفز إلى الماء.. ولم تمضِ عدّة دقائق حتى ظهرت مجموعة من الكائنات قربه فاضطرّ الصيادون إلى قطع الحبل الذي يربط قدمي الكائن خوفاً من غضب الكائنات التي بدأت هجوماً على الزورق... عندها، توقّف الهجوم، وراحت تبتعد عن الزورق.

وعند العودة إلى الشاطئ نزل (محسن) ورفيقاه من الزّورق، فشاهدوا تجمّعاً للناس والذين اتّجهوا صوب (محسن) عند رؤيته ليسألوه عن حكاية الكائنات البحريّة التي تهاجم الصّيادين، فأخبرهم بحقيقتها، وزيف الشّائعات المتواترة، ثمّ عاد إلى منزله وهو يفكّر في كيفيّة زيارة الكهف الغريب في جزيرة الجنّ، وبعد أن أخلد للنّوم رأى حلماً، وجد نفسه فيه على شاطئ السّوادي وسط الظلام فسمع أصواتاً وصخباً تؤكّد على ضرورة تقييد الكائنات التي بحوزتهم وبعضها كان يستطيع الكلام، وفجأة تظهر امرأة، وقد بدأت بالصّراخ في وجه الصّيادين منددّة بما يقومون به تجاه الكائنات، وأنّ هذه الكائنات هي أبناء أختها، فاقترب منهم (محسن) وشاهد المرأة وقد تعرّضت للدّفع من قبل الصيادين طالبين منها أن تبتعد عنهم، كما رأى بعض الكائنات المحاصرة وهي تتأوّه كالأطفال، فخاطبهم أن يخفّفوا من غضبهم بعد أن عرّفهم بنفسه، فقالوا له إنّهم يريدون بيعها أو عرضها على النّاس. وعادت المرأة إلى استرحامهم، لأنّهم سيتسبّبون في موت أختها. فسألها (محسن) إن كانت أختها هي تلك الموجودة في جزيرة الجنّ فأجابته بالإيجاب، فطلبت إليه أن يتدخّل لإنقاذ الكائنات من أيدي الصّيادين، وخلال تلك الأحداث وتفاعلاتها، لاحظ (محسن) اضطراباً في البحر، ظهر على إثره كائن بحريّ عملاق أمسك بزورق الصّيادين وسحبه إلى داخل البحر، وقد زادته مقاومة الصّيادين هيجاناً، فعاد إلى الشّاطئ، ما جعل الصّيادين يفرّون من وجهه.

فقامت المرأة بفكّ قيود الكائنات فانطلقت في

البحر مبتعدةً.. وتبعتهم المرأة معبّرة عن فرحها بضحكات بريئة. وتابع الكائن العملاق تحرّكه فمدّ أذرعه صوب (محسن) الذي أحسّ بأنّها تلتفّ حوله وتسحبه إلى البحر، فاستيقظ من حلمه مرعوباً... فنهض، وأعدّ نفسه للذّهاب إلى الكلية، وهناك دخل عليه صديقه (أدهم) فبادره (محسن) بقوله، بأنّه سيذهب عند المغيب إلى الشاطئ ليستعلم عن المخلوقات الغريبة، فأخبره (أدهم) بأنّه اتّصل بـ (سعيد الخرّاصي) الذي أخبره بأنّ مشاهدة تلك الكائنات لم تتوقّف.. وأنّ الحكومة كلّفت فرع الأبحاث بدراسة تلك الظاهرة..

ويبدو أنّ شاطئ السّوادي مليء بالمفاجآت، فمن ظهور الكائنات البحرية إلى ظهور مجموعة من الدلافين التي قدّمت عرضاً ساحراً بحركاتها أدهش الحاضرين ومن بينهم (محسن) وصديقاه (أدهم) و(سعيد) صاحب الزورق الذي يعاني من أحلام مليئة بصور تلك الكائنات البحرية. والتي تبقى عالقة في ذاكرته حتى في حالة يقظته، وقد طلب من (محسن) مساعدته على التخلّص من تلك المشكلة، فاقترح عليه (محسن) زيارته في بيته، ومن ثمّ سيعمل على هذا الأمر، وبعد لحظات ظهر كائن ضخم في البحر، ولم يكن إلّا حوتاً أزرق، يقوم بحركاته الخاصّة به، وعرف فيه محسن أنّه من نوع حيتان العنبر، وهي حيتان شرسة يصعب اصطيادها إلّا من قبل صيّادين متمرّسين، والذين يستفيدون من زياتها الزكيّة الرائحة، والمرتفعة الثّمن، فحاول الصيادون استخدام أدواتهم لاصطياده، فأصيب بعدد من الجراح.. ولكنّه ارتدّ عليهم وقلَبَ قواربهم، وقضمَ رجل أحدهم.. وظهرت بعد ذلك مجموعة من الكائنات تتقافز نحو الحوت لتشدّ انتباهه وتبعده عن الزّوارق، ونجحت في مسعاها فابتعد.

جملة من التساؤلات كانت تعصف في ذهن (محسن) وهو يرى هذه المشاهد المثيرة والغريبة، المرأة في الكهف في الجزيرة، الكائنات غريبة الشكل، حكايات الصّيادين حول جزيرة الجنّ، وذلك الباحث في الهندسة الوراثية والذي يستنسخ مخلوقات، تحمل صفات البحر والبرّ، وتساءل إن كانت تلك المرأة من ضحاياه.

ويتبادل (محسن) مع رفيقيه الحديث حول تلك المخلوقات، وعن السّبب في وجودها بتلك الصّورة وهل للتلوّث الذي نجم عن الحروب المتتالية في تلك المنطقة كان سبباً في تشوّه الأجنّة؟ لكن كانت هناك فكرة غير منطقية وهي أن تحمل النّساء، وتلدن أطفالاً مشوّهين ثم يقمن بإلقائهم في البحر، ثم كيف يمكن لهؤلاء الأطفال التنفّس في البحر؟ فالفكرة غير منطقية حتماً...

كان على موعد مع إحدى الإعلاميات التي حضرت موفدة من إدارتها لتغطية الأحداث التي تجري في شاطئ السّوادي، وكانت تريد تحقيق سبق صحفي لمحطّتها. لذلك اتّجه (محسن) منذ الصّباح إلى الشاطئ لمقابلتها، وهناك قابلها، فصعدت مع فريقها الإعلامي إلى زورق (سعيد) وتبعهم (محسن) وعند اقتراب الزورق من الشاطئ طلب محسن من سعيد تهيئة الزورق ليتمكّنوا من النزول إلى شاطئ الجزيرة، ورفض سعيد النزول بسبب خوفه، فنزل (محسن) والإعلامية، والمصوّر، وخلال تجوالهم، لم يعثر (محسن) على الكهف، ولا على المرأة، ولم يستطع تفسير ذلك.

(محسن) والذي تسكنه هموم متنوّعة، حيث عصر الظلام الذي فرضته القوى العظمى، فَتَعتَريه هواجس لم يجد لها تفسيراً إلاّ وقوع كوارث في كثير من المناطق، وفي البيت يرقد

متعباً، وينـام متأخّراً.. ويشهد حلمـاً تقع أحداثه في مدينتـه التـي عاش فيهـا أيامـه وأحلامـه، وهنـاك علـى سفـح الجبل حيـث ترقـد المدينة. يجلس مع بعض رفاقـه الذين سألوه عن الظاهرة الفلكيـة المتوقّع حدوثها قريبـاً، ليجيبهم بأنّ هذا الحدث غـير منطقي! إذ إنّ جرمـاً سماوياً غريباً سيدخل بين مسار الأرض والشمس، ولأنّه ضخم فسيحجـب الشمس عن الأرض خلال دورانه حول الأرض بسبب تساوي سرعته مـع سرعة الأرض، وبالتـالي سيحرم الأرض من ضـوء الشمس وربّما لسنـوات طويلة، ويحـلّ الظلام البـارد، والليالي الثلجيّة المستمرّة، وستكـون الحياة صعبة، ويصل الجـرم إلى موقعـه بـين الشمـس والأرض وتبدأ الليـالي المظلمة، الباردة، فتفرض الكآبة وراءها على البشريّة جمعاء.

ويستيقظ (محسن) من حلمه، ويحاول إيجاد تفسير لـه، متسائـلاً إنْ كان يوحي بـأنّ البشرية ستدخـل في نفـق مظلـم يقـود إلى مستقبل مليء بالظلم..

قرّر في نفسـه الذهـاب إلى الشاطئ لممارسة السّباحـة، ونسيـان متاعبه، فوصـل بسيّارته إلى شاطـئ السّـوادي الـذي كان خاليـاً مـن النّاس، والبحـرُ خالياً من الـزوارق. وصل في سباحته إلى شاطـئ الجزيرة، وأخذ بالبحث عن الكهف، وبعد حـين سمع صوت أنين شبيـه بأنين الأطفال، وعند بحثه عـن مصدر الصوت وجد كهفـاً واسعاً وفيه امـرأة تتحدّث بحنـان طالبة مـن صغيرها الذي يتـألّم مـن جـرح عميـق أن يصـبر، وتلومـه على مخالفـة أوامرها بعدم الظهور أمـام الصّيادين. وبسبـب حركـة من (محسـن) لا إراديّـة انكشف أمام المرأة، فقـدّم اعتذاره على مقاطعة حديثها، وهـي التي فوجئـت بوجـوده، وسألته عمّـن يكون ومـا سبب وجوده في الجزيرة فأخبرهـا بأنّه ليس صيّاداً، فاطمأنّت إلى حديثه، فطلب منها السّماح بالنـزول إلى الكهف فلم تمانع على أن يكون ذا نيّة طيّبـة بعيدة عـن الشرّ، فأكّد لهـا إنّه لا ينوي بهم شرّاً، وأنّه إنّما يسعـى للبحث والكشف عن أسرار الحياة البحرية وكائناتها الغريبة.

وقـدّم لهـا نفسـه كأستاذ جامعـي غريب عن البلاد، وعندما اقترب منهم عرفه الطفل وأنّه هو الذي أنقذ شقيقه من الشّبكة...

سأل (محسن) المـرأة عن علاقتها بالكائنات البحريـة، وهل هي أمّهم الحقيقيـة؟ فأجابته بأن لهذا الأمـر قصّة طويلة، ولمح في عينيها بريقَ دمع يتجمّـع ليسيل علـى خدّيها، ثـمّ أخذت تـروي لهُ قصّتها الغريبة..

كانـت ورفيقتهـا علـى شاطـئ صـور اللبنانية تتسامران، فقطع عليهمـا مسامرتهما شابّ وينظر إليهـا بلهفة مدّعيـاً أنّهـا تشبه حوريّـة البحر التي يراها في أحلامه، وقدّم لها نفسه على أنّه (سيف)! أمّا هي فقد ذكرت له اسمها (ريما)! فأخبرها بأنّه يريد مقابلة أهلها علـى الفور لطلب يدها، وبإلحاح مـن رفيقتها أعطته عنوان سكنها، وقال بأنّه سيأتي مـع والـده، وهو قبطـان لتحقيق رغبتـه، ولم يضيّع (سيف) الوقت، فاصطحب والده والذي كان يعرف والـد (ريما) مسـاء اليوم نفسه، فتـمّ استقبالهما، وتمّ الأمر، ولكن كان هناك سبب منع تحقيق الزّواج وهو أنّ (ريما) كانت في السّادسة عشرة من عمرها، فانتظـر حتى بلغت الثامنة عشـرة، وفي هذه الأثناء تمرّس (سيف) في مهنة قيـادة السّفـن، فتزوّجا، وطلـب إليها أن تبقى معه في أسفاره البحريّة لأنّه لا يرغب في الابتعاد عنها، وهكذا سارت الأمور بينهما، ليظهـر عامـل جديد عكّـر عليهما حياتهمـا، إذ إنّ (ريما) لم تستطع الحمـل، كما أنّ والدته كانت تلحّ

عليهما بضرورة إنجاب الأطفال. ولم يكن أمامه إلّا خلق الأعذار.. وعندما استشاروا الأطبّاء تبيّن أنّ لديها مشكلات صحيّة تعيق عملية الحمل، وكذلك هو الآخر كانت لديه مشكلات صحيّة أيضاً، ونتيجة لكثرة إلحاح والدته قرّر (سيف) الذهاب في رحلة بعيدة إلى أن وصلا إلى مدينة (صور) العمانيّة، وهناك سمعوا بطبيب أعشاب يعالج مثل هذه الحالات، فأخضعهم لعلاج طويل، وجاءت النتائج إيجابية، حيث بدأت علامات الحمل تظهر عليها، لكنّها أجهضت بعد شهرين. ولم تنجح محاولة العشّاب ثانية! فأخبرهما إثر ذلك بوجود عالم كبير في بلدهم مختصّ بعلم الأحياء يمتلك المعرفة والقدرة على معالجة مثل هذه الحالات، ولكنّه يعمل بشكل سرّي في مدينة (بركاء) وقد راسله بشأنهما فأجابه بنتيجة إيجابية، وطلب منهما الذهاب إليه على الفور.

غير أنّ هذا العالم اكتشف أنّ الزوجين مصابان بالسّرطان المتأخّر.. والذي لا يمكن علاجه، ومع ذلك فقد أخبره العالم بأنّه اكتشف علاجاً للسّرطان وطبّقه على الحَيوانات، وحقّق نتائج إيجابية، وأنّه لم يجرّبه على الإنسان بعد، فطلب منه (سيف) إخضاعه لتجربة العلاج تلك، ولكن بعد مضيّ فترة من العلاج توفّي (سيف) فحزن العالم الدكتور (إبراهيم) وأخبر (ريما) بأنه يحتفَظ بكمّية من سائل (سيف) المنوي، فقام بعد ذلك بحقنها به! فأنجبت أولاداً هم الكائنات البحرية التي تنتشر حول الجزيرة. وأفادته بأنّ أحد أولادها يذهب كلّ عشرة أشهر لمقابلة (خليل) ابن العالم الدكتور! والذي تابع عمل والده الذي توفّي، حيثَ يحضر حفنةً علاجية تجعلها قادرة على الاستمرار في الحياة.

شعر محسن أنّ عليه المغادرة بعدما مالت الشمس للغروب، فودّعها، وكانت تذرف دموعاً حارّة، فتمنّى لو كانت جدّته (مزّون) موجودة لاستطاعت حلّ مشكلتها! وانطلق (محسن) سابحاً نحو الشاطئ مودّعاً من قبل عدد من أولاد (ريما)، وقد امتلأ ذهنه بكثير من التساؤلات حول تلك الحكاية الغريبة للمرأة (ريما)..

وهنا تنتهي أحداث هذه الرّواية، وقد اكتشف (محسن) لغز تلك المرأة ساكنة الكهف في الجزيرة، وأبنائها ذوي الرؤوس الشّبيهة برؤوس البشر، ويتكلّمون بلغة واضحة، ولكنّهم يعيشون في البحر، ولا يستطيعون البقاء خارج الماء لمدّة طويلة، وهؤلاء وأمثالهم نتاج عالم الأحياء الذي يقوم بإجراء عمليات الاستنساخ/ والتي أنتجت مثل هذه الكائنات المشوّهة...

ثانياً- عن الخوف والظّلمة

الرّواية الثانية تحكي عن أحداث تجري في زمن قادم! ذلك الزّمن الذي تمايزت فيه البشريّة، فأفرزت طبقات تملك كلّ شيء، وطبقة لا تملك سوى الهموم والمتاعب والحياة البائسة المعدمة.

(عمّار) شابّ يعيش في إحدى القرى النّائية مع والدته التي تتقن فنّ المعالجة بالأعشاب الطبيّة، وبالطّاقة، وفي طريق عودته بعد أن جمع الأعشاب المطلوبة لمح من بعيد جسماً ممدّداً فوق رابية، فاقترب منه فيرى فتاة تغطّي وجهها الدماء، ويبدو أنّها سقطت من مكان مرتفع، فقرّر حملها معه إلى بيتهم لتعالجها والدته، وخلال حمله لها أفاقت من إغماءتها، وجدت نفسها في مكان لم تألفه، حيث كان (عمّار) يقف قربها ووالدته التي تفاجأت بالفتاة، والتي بدت لها أنّها ابنة نعمة من خلال لباسها وزينتها وقطع الذهب

التي تسكن عنقها ويديها.. فطمأنتها الوالدة بأنّها ستعالجها من إصاباتها، وبعد أن قامت الوالدة بعلاجها راحت في نوم عميق استيقظت بعده لترى والدة (عمّار) أمامها، فشكرتها على صنيعها وعلى إنقاذ ابنها لها، وقرّرت في نفسها أن تبوح حقيقة شخصيتها، ومن تكون، وكانت الوالدة قد أحضرت الطّعام، في الوقت الذي كان فيه عمّار قد عاد من الخارج، ودخل ليطمئن على الفتاة (ندى) ومن ثمّ خرج يحرجها بوجوده.. فشكرت الفتاة الوالدة، وذكرت لها بأنّها مدركة لما يدور في رأسها من أسئلة عديدة، وفهمت الوالدة من نظرات الفتاة ما يدور في رأسها فطمأنتها بأنّها ليست ملزمة بسرد قصّتها، وأنّها ستبقى ضعيفة لديهم حتى تتعافى وتستعيد قواها.

تبادل عمّار ووالدته بعض الأفكار خلال حديثهما قبل النوم، وقد اقترحت عليه أن يقوم بتسجيل ذكرياتها عن جدّه الذي كان شخصاً استثنائياً لما كان يمتلكه من مهارات معرفيّة متنوّعة. وقد نقل أغلب هذه المعارف إلى ابنته والدة (عمّار) فرحّب ابنها بالفكرة ووافق عليها.

كان لـ (عمّار) صديق كهل يعيش في كهف عميق في الوادي، ولكنّه لم يره منذ عدّة أيّام! فقرّر أن يذهب في الصّباح مستخدماً الحصان ليبحث عنه، وعند وصوله إلى المنطقة التي عثر فيها على (ندى) شاهد مجموعة من النّاس مع بعض السيّارات التابعة لهم، فاقترب منه أحد الرّجال وسأله إن كان من أهل المنطقة، وأنّهم يفتقدون شخصاً كان في سيّارة من سيّاراتهم، ويبدو أنّه سقط من السّيارة، ولم نعثر عليه رغم البحث الطويل عنه، لكنّه لم يبح شيئاً عن (ندى)، وأخبره بأنّه لم يرَ شيئاً في المنطقة، وأنّه موجود هنا من أجل جمع الأعشاب الطبيّة التي طلبتها والدته، فطلب إليه الرّجل أن يعود إليهم إن عرفت شيئاً عن الشخص المفقود، لأنّهم سَيبقون في المكان لعدّة ساعات، فوافقه (عمار) على رغبته..

ابتعد (عمّار) عن المجموعة، وشقّ طريقه ليبحث عن الكهل الحكيم (د.عامر العاملي) وسط الأحراش، وفجأة جفل الحصان، فصرخ (عمّار) منادياً الحكيم فسمع صوت امرأة وقد ظهرت من بين الأحراش وسألته إن كان يعرف الدكتور (عامر) وأنّها أخته الكبرى! وقد عرفت مكانه من الخريطة التي تركها لها، فأخبرها بأنّه يبحث عنه منذ أيّام، وأنّه يشعر بالقلق، فهو يقيم في كهف أعدّه منذ سنوات، فعرّفها باسمه، وعرف فيها أنّها (زهرة) أخته الكبيرة، وأمّا عن سبب اعتزاله الناس والعيش في هذا المكان فقد صرّح لـ (عمّار) ذات مرّة بأنّ لديه مشروعاً كبيراً يريد إنهاءه، ولذلك فهو لا يقابل إلاّ عدداً قليلاً من النّاس، والجميع يحترمونه.. وفجأة ظهر الدكتور (عامر) ما أدخل الفرح على قلب أخته، فتوجّه بالحديث إلى (عمّار) وأبلغه بأنّه يشاهد الفتاة، وهي تسقط من أعلى التلّ وكأنّ أحداً قد دفعها، فأخبره (عمّار) بأنّ والدته تعالجها الآن، وعندما سألت (عمّار) (زهرة) عن سبب مجيئها إلى هذا المكان الموحّش، وكان (د.عامر) قد ذهب إلى الكوخ. أجابته بأنّ لديها بعض الأشياء والتي تودّ تسليمها لأخيها فهي أمانة لديها منذ سنوات، فشعر (عمّار) بأنّ عليه المغادرة، فطلب الإذن بذلك وغادر بعد أن عرّفه (د.عامر) كيفيّة العثور على الكهف لزيارته...

وفي بيت (عمّار) سمعت الوالدة بكاء الفتاة (ندى) فذهبت إليها على الفور وسألتها عن سبب

بكائها فأبلغتها بأنّها رأت حلماً مخيفاً وجدت نفسها فيه تطير في السّماء، وتطاردها الطيور الجارحة، فهدّأتها والدة (عمّار) وطمأنتها بأنّها في مأمن من أيّ خطر، فبدأت (ندى) بسرد قصّتها.

كانت فتاة صغيرة، وكان والدها مدرّساً في إحدى المدارس الحكومية، وفي أحد الأيام عاد إلى بيته بوجه شاحب، فاستقبلته زوجته وسألته عمّا به، فأخبرها بأنّ مدرسته وكثير من المدارس الحكوميّة والجامعات أيضاً قد اشتراها رجال أعمال كبار سيقومون بتغيير الكادر التدريسي بما يناسبهم، وهذا يعني أنّه سيكون بلا عمل، وهو ما أقلق العائلة فطمأنهم بأنّه سيجد عملاً في المدارس الخاصّة ولا مبرّر للقلق.

وبينما كانوا منشغلين بالنّقاش حول الوضع الجديد، جاءه اتصال من أحد أصحاب المدارس الخاصّة. يطلب منه أن يعمل لديه كمدير تربوي للمدرسة وأنّ عليه الحضور في اليوم التالي لمناقشة العمل وحيثيّاته.. ففرح وأسرته بهذا العرض. وفي اليوم التالي توجّه إلى المدرسة، حيث قابله صاحبها، وأخبره بأنّه سيكون مسؤولاً عن العملية التربوية، في حين أنّ ابنه (سليم) سيكون المسؤول المالي والإداري في المدرسة، وأنّ عليه تنفيذ كلّ ما يُطلب منه دون اعتراض، ورغم تحفّظه إلّا أنّه وافق على الشروط، وتمّ توقيع العقد من قبله، ومن قبل (سليم) الذي شرح له طبيعة العمل الذي سيقوم به..

في الجانب الآخر، وبعد أن دخلت (زهرة) الكهف، استشعر الدكتور (عامر) أنّ وراء زيارتها أمراً مهمّاً، فسألها عمّا تريده، فأخبرته بأنّ عليه التنازل عن أملاكه في قريتهم حتى يتمّ لها توريثها لأبنائها، وأنّه لا خيار أمامه سوى التوقيع. لئلاّ تستولي عليها الدّولة بعد وفاته، فبدأ محاولاته في كسب شيء منها، فأخبرها بأنّه سيوافق على التنازل ولكن مقابل أن يكتب تنازلاً عن مكتبته ولوحاته وبيته الخاصّ لطلاّبه الذين لم ينسوه. وفي الخارج كان عمّار قد وصل، فترك الحصان ليقتات ما يحتاجه من طعام. وبالقرب من الكهف سمع بعضاً من النقاش الدائر بين الدكتور (عامر) وشقيقته، والتي تحاول إقناعه بالعدول عن عرضه وكيف ردّ عليها بفضح ما قامت به من أعمال شرّيرة حطّمت أولاده بعد وفاة زوجته، فمنعت عنهم المال والطعام وأقساط الجامعات، وأوهمتهم بأنّ والدهم مسجون في سجون الدولة العظمى، وقد كان يعمل هناك، وأنّه لم يستطع الاتصال بأبنائه لأنّ رقمه كان ممسوحاً. كما إنّها استولت على بيته بورقة مزوّرة من محامي فاسد! ومع كلّ ما شرح إلاّ أنّها بقيت على موقفها، لكنّه أعلن رفضه لكلّ رغباتها، وأنّه يفضّل أن تضع الحكومة يدها على أملاكه بدلاً منها، وهنا بدأت بتهديده بأنّها ستستخدم كلّ الوسائل لإجباره على التوقيع، وفي لحظة ظهر رجل ضخم الجثّة منتظراً أوامر (زهرة) بينما كان (عمّار) قد دخل الكهف وأخبره بأنّ هناك بعض أهالي القرى قادمون لاستشارته في موضوعات تهمّهم. وسمع صوت الرجل (قاسم) يأمر الدكتور بتوقيع الأوراق بلهجة مزرية، فما كان من (عمّار) إلّا أنْ وبّخ الرجل على أسلوبه في الحديث إلى الدكتور (عامر)! فنهره الرّجل وطلب إليه الخروج لئلا يؤذيه، وتعالت أصوات الأهالي القادمين، وكان (عمّار) قد درّب حصانه على عدد من الحركات، من بينها إثارة الصّخب حيث يتواجد بأمر من

سيّـده. وهو مـا فعله. فطلبت زهـرة من (قاسم) إجبار (عامر) علـى التوقيع، في حين خرجت إلى الغابة لتحـادث القادمين، وبلحظـة كانت تصرخ باكيـة فخـرج (قاسم) إليها، فقـد كان الحصان ينفّذ أوامر (عمّار) من خلال صفيره له وإرهابها بحركاتـه، وفي بيـت (عمّار) كانت (نـدى) تتابع سـرد قصّتها، حيـث كان والدها في المدرسة، وقد دخل عليه أحـد المدرّسين من أصدقائه طالباً منه لقاءً خاصّاً في الخارج لأنّ لديه شكوكًا في أن تكون الفصـول الدراسية والمكاتـب في المدرسة مراقبة بوساطـة كاميـرات متطّـورة ومزروعـة في أمكنة محدّدة. فتعجّـب والد (ندى) لهذا الأمر، واقترح علـى صديقه لقاءه في منزلـه، فجاء الصّديق إلى منـزل والد (نـدى) فسلّمه رسالـة مطوّلة وخرج على الفور، وتبـيّن من الورقـة أنّ (سليم) يساوم الأساتذة على رواتبهم وعلى السّماح لهم بالدّروس الخصوصيّة بعد أن يحصل على نسبة من دخلهم منها، كما اكتشف والدها أنّ هناك أجهزة تنصّت في مكتبه، وكاميرات مخفيّة.

زاره صديقـه (عـادل) في المكتب، واتفقا على اللقـاء في مـكان بعيد، وبعـد انتهـاء الامتحانات توفّى الأستاذ (عادل) بجلطة دماغية فحزن عليه والده، ما جعله شديد العصبيّة حتى في عمله، حيث اكتشف في العام الثاني أنّ هناك قاعات امتحانية مستأجـرة بالكامل من أجل طـلاب مدرستهم في الشّهادتـين، كمـا تشاجر مـع الأستـاذ (سليم)، وبعد عودته إلى البيـت بقليل توفّي بشكل مفاجئ، وقد أخبرهم الطبيب أنّه مات منتحراً أو مسموماً بعد أن كشف عليه في محاولـة لإسعافه، وشرحت (نـدى) كيـف أنّ الأستـاذ (سليـم) كان كثـير الاهتمـام بهم، فـكان يزورهم باستمـرار مقدّماً لهم العون المـادّي والمعنـوي، وفي الزيّارة الأخيرة قابل (ندى) على الباب، ولم يدخل، فعرض عليها الـزّواج وقد أبدى إعجابه بها وبذكائها، وحضرت والدتهـا فدعته للدخول فأبلغهـا بأنّه يريد الزّواج من (ندى) فكان طلباً مفاجئاً لهما.

وكانـت مدركـة أنّ نوايـا (سليم) غـير طيّبة لمعرفتهـا بأعماله من خلال والدهـا الرّاحل، ومع ذلك فلم يكن أمامها وأمام والدتها سوى الموافقة.

كانت الوالدة تقرأ في عينيّ ابنتها حالتي القلق والاكتئاب بسبب (سليم)، وذات مرّة كانت عائدة من لقائها مع خطيبها، وعند دخولها سمعت صوت والدتهـا التي كانت في غرفة والدهـا وكانت تبكي وتصرخ بأن السرّ الموجـود في الورقة يكاد يقتلها، فدخلت عليها (ندى) وقد سمعت كلامها فسألتها عـن السرّ الـذي يتعبهـا وعـن الورقـة، فحاولت الوالدة نكران ذلك، ولكنّ (نـدى) واجهتها بأنّها سمعـت كلّ كلامها، وأنّ من حقّها معرفة كلّ شيء عن تلك الورقة والسـرّ الموجود فيها، فما كان من والدتهـا إلّا الانصياع لها. فأعطتهـا الورقة والتي يبدو أنّ والدها قد كتبهـا بسرعة وقرأت ما فيها، وبخاصّـة مـا يتعلّق بأمـور الفسـاد المستفحلة في المدرسـة، وبإمساكه خيوطاً مـن أسرار مذهلة في أجهزة الدّولة حيث إنّ الطّلاب الذين يسجّلون في هذه المدرسة تكـون شهاداتهم جاهـزة، فآباؤهم من الطبقة المتحكّمـة والثريّة. ويبدو أنّ المسؤولين قد عرفوا بأنّه يعرف ما يحدث فاستدعاه (سليم) وعند دخوله رحّب به، ثم طلب إليه متابعة شريط مسجّـل عنه وهو في مكتبه، وقد احتوى على أشياء كان يحرصـ علـى إخفائهـا، ولكنّهـا كانت تحت عين الكامـيرا السرّية، فعلّق (سليـم) على الفور متّهمـا والد (ندى) بأنّه خالف شروط العقد، وأنّ

هنـاك شرطاً جزائياً قاسيـاً وقد تلاعب (سليم) بنسـخ العقـود التـي وقّعهـا الأستاذ ماجـد، فقد قـرأ النسختـين الأولى والثانيـة ولم يقـرأ الثالثة لظنّـه أنّها نسخة عـن السّابقتين فوقّع على النّسخ الثـلاث، وكانت النسخة الثالثـة هي المحتوية على الشـروط الجزائيـة القاسية، ثم لاحـظ (سليم) ارتبـاك الأستـاذ (ماجد) فطلب إليـه أن يشرب كأس العصير الذي قدّمه له بعد أن فتح الزجاجة أمامـه، ولكـن دون معرفـة إن كان الكأس يحتوي على شيء قبل ملئـه بالعصير، وما إن شربه حتى بدأ الألم يمزّق أحشاءه، وأحسّ بأنّه يموت، فذهب إلى منزلـه وكتب هذه الورقـة بسرعة يوصي فيها امرأته بالرحيل إلى أيّ مكان وبسرعة.

وتابعت (نـدى) قصّتها، إذ إنّها بعد أن قرأت ورقـة أبيهـا تغـيّرت نظرتهـا إلى (سليـم) وقـد أحسّت بأنّ له يـداً في موت أبيها، فغيّرت علاقتها واهتمامهـا به وهـو ما لاحظه عليهـا، فسألها عن حالهـا لتجيبه بأنّها قلقة على أمّها إذ إنّها ستبقى وحيـدة بعد رحيلها عنها، فردّ عليها بأنّها ستعيش معهـم، وأنّ لديـه منزلاً في ضاحية خـارج المدينة سيكـون منزلهـم، وهـو سيأتـي إليهم بعـد إنهاء أعماله المدرسيّة.

وفي اليـوم نفسـه، وفي نومهـا شاهـدت حلمـاً مرعبـاً، وجـدت نفسهـا مطـاردة من قبـل طيور جارحة، وهي على شكل حمامة صغيرة، واستيقظت علـى وقع قرع على البـاب! ففتحته ليظهر لها أحد رجـال (سليم) الذي طلب إليهـا أن ترتدي الثّوب الموجـود في العلبة التـي يحملهـا وأن تجهّز نفسها فالسيارة بانتظارها، ولأنّ أمّها كانت غارقة في نوم عميق فقد تركت لها (ندى) ورقة، وعندما ارتدت الثـوب أحسّت، بـأنّ حشـرات داخله تثـير الجلد وتهيّجـه، ومع ذلك لم تشعر بالقلق بل بالاستسلام معتقـدة بإمكانيـة تغيـير (سليـم) لطبعـه، وفي السيّـارة أحسّـت بروائح عطرة تصـدر من الثوب جعلتهـا تعاني من نعاس، فبـدأت تغفو شيئاً فشيئاً وسمعـت السّائق يتكلّم مع سيّـده (سليم) ليخبره بـأنّ الفتـاة مخدّرة، لـيردّ عليـه (سليـم) بأنّهم سيدفنـون أمّهـا بصمت، فأحسّـت بأنّهم قد قتلوا والدتها، ولذلك قرّرت الفرار منه، وكانت السّيارة تمـرّ في منطقة وعـرة مليئة بالمنحـدرات العميقة والأحراش الكثيفـة، ففتحـت البـاب وعنـد أحد المنعطفـات ألقت بنفسها خـارج السيّارة فسقطت وهـي تتدحرج فوق الحجارة والأشواك حتى فقدت وعيهـا. أمّـا والدتهـا فسيدفنونهـا بصمـت بعـد أن ماتـت قهـراً ربّمـا أو بفعل فاعل. وأمّـا أخواها اللـذان يعمـلان في مخابـر القـوّة العظمـى فلـم تستطـع الاتصال بهما كـون عملهما شديد السرّية فطمأنتهـا والدة (عمّار) بأنّهـم سيجدون طريقة للاتصـال بهما عن طريق أصدقـاء (عمّار)، لكنّ (ندى) عبّرت عن قلقها بشـأن بيتها ومكتبة أبيها الغنيّة فقد يحرقونها أو ينهبوها...

بعد رحيل (زهـرة) والرجل الـذي اصطحبته مهزومَين بفضل تصرّف (عمّار) وحصانه، أدخله الدكتـور (عامر) الذي حكى لـه قصّته، حيث كان متفرّغـاً للبحث العلمي، وتم إرساله في بعثة لإكمال دراستـه في عاصمـة القـوّة العظمـى، وهناك كان العمل يأخذ جلّ وقتـه فيعود إلى البيت منهكاً، وقد أنجـز أعمـالاً مبتكـرة في مجـال تخصّصه وغير مسبوقة في علـم الخليّة، وبناء عليها قامت المخابر بإجراء تجارب جرثومية وتطبيقها على أنواع مؤذية مـن الحشرات فبدأت تتكاثر وتأكل ما حولها، حتى أصبحـت قادرة على التهام اللحـم البشريّ. وحين

عـرف بذلك قرّر الفرار بأي طريقة، وكانت زوجته قد عادت إلى الوطن برفقة ولديها المتفوّقَين، ولكن بعد فترة جاء إلى (عامر) أحد المسؤولين يبلغه بأنّ امرأتـه وابنيهما سيأتون إليه حيث سيكمل الولدان دراستهما قربـه وهذا ما يسعدهم. وهو ما حصل، فتابع الولدان دراستهما بسـرور وتفوّقا. لكنّ حياة الأسـرة كانـت تعيسـة لانعـدام الرّاحـة النّفسية، فقـرّرت الوالـدة العودة إلى البـلاد برفقة ولديها، فوافقهـا (عامـر) واشترطت مديـرة المخابر على (عامر) وولديه أن يعـودا بعد شهر. توفّيت زوجته بعد معاناة مريرة مع المرض. فعانى من حالة اكتئاب قويّة، وفي أحد الأيام دخل عليه ولداه وهما في حالة حـزن شديد ليودّعاه، فظـنّ أنّ الإجازة قد انتهت، ولكـنّ (زهـرة) أخته هي مـن كانـت وراء دفعهما للرّحيل المبكّر، فقرّر الاعتزال في مكان بعيد، وجاء إلى هذا المكان، وجهّز الكهف مكاناً لإقامته. ولكنّه بقـي خائفاً من عـودة أخته مـرّة أخـرى مدعومة بقـرار من استخبـارات القـوّة العظمـى بالإجهاز عليـه، وأنّـه يشعر بـأنّ شيئـاً سيحـدث، وستكون (زهرة) سببـه. وحاول (عمّار) إبـداء الدّعم له، لكنّ الدكتور رفض المساعدة فالقضية قضيّته، وإن اشـترك فيها فستطال آثارها والدته وتدمّر حياته، ومـع ذلك فقد قـرّر (عمّار) البقاء قـرب الدكتور (عامـر) وسيعتمـد على حصانـه في الدفاع عنه.. وفي القرية انتشـرت أنباء عن وجود غرباء يبحثون في كلّ قرية عن فتاة.

كمـا أخبر (نعيـم) (عمّار) أنّهمـا عرفا من الدكتـور (عامـر) حادثـة سقـوط (نـدى) مـن السّيارة، وتدحرجها بثوبها الأحمر وأنّه كان يعمل علـى الوصـول إليهـا لكنّـه توقّف بعـد أن شاهده وهـو ينقذهـا، فاطمـأنّ إلى أنّهـا ستكـون في أيد أمينة وبرعاية والدته المتخصّصة بطبّ الأعشاب والمتمتّعة بقدراتها الخفيّـة. فدُهش (عمّار) لهذه المعلومات.

اقتربت والدتـه منه ثمّ وشوشتـه بأنّ (ندى) تحتاج مساعدته، وأنّ عليه الارتباط بها، فوعدها بالعمل على ذلك الأمر.

ويختـم الكاتب روايتـه بإبداء بعض التفاؤل بوجـود من لديهـم خبرة في التعامل مـع الفوضى المنتشرة في كلّ مـكان. فهم يحاولون تجنّب دوائر الخـوف والملاحق بتظاهرهـم بالاستسـلام مرّة والخضوع، ليبدؤوا بعدها بإظهار رفضهم لمظاهر الفسـاد في الوقت الذي كانت فيـه الأزمات تفتك بالناس في ظـروف مرعبة وسط ظلـم لا مثيل له من أركان الفساد المنظّم المتحكّمين برقاب الناس في بقاع الأرض...

روايتان... عن صور المآسي

الرّوايتـان (جـزر شاطـئ السّـوادي) و(عن الخوف والظلمة) كلتاهما حملت في طياتها صوراً عن المآسي التي تعيشها مجتمعاتنا، وعن المافيات المنتشـرة في مفاصل الأجهزة الإدارية والتي تعيث فسـاداً، فتنتشـر الفوضى والخـراب! وتفتك بمن يقف حجـر عثرة في طريـق أعمالهـا الإجرامية، مستخدمة أبشع الطرق والوسائل في سبيل تحقيق أطماعهـا اللامحدودة، وهو مـا ظهر واضحاً في الرّواية الثانية (عن الخوف والظلمة).

ولا تغيب الحالات الإنسانية عن هاتين الرّوايتين، فيعرض لهـا، ويحاول البحث عـن أسبابها، وإيجاد الحلـول المناسبـة لحـلّ المعضـلات التـي تعانيهـا المجتمعـات في كلّ مـكان، دون أن ننسـى جمـال الأسلوب الرقيق السّهل الذي يجعل من العمل الفنّي واضح المعالم رغم كونه من أدب الخيال العلمي..

التنبّؤ العلمي

رئيس التحرير

كيف يتمكّن إنسان وصل إلى درجة عالية من المعرفة أن يتنبّأ بطريقة صحيحة، بحدث ما، باختراع ما، بتغيّر يطرأ على الحياة البشرية؟ هل يمكن استقراء المستقبل المحيط بفرد من خلال دراسة المُناخ المحيط به وسلوكه وعلاقاته؟

أسئلة كثيرة تتوارد في الذهن ونحن نشهد عصراً معرفياً متطوّراً تحقّقت فيه ما كان قبل قرون أحلاماً تراود الذاكرة وتبدو مستحيلة التحقيق.

تحدّثت أساطير وحكايات كثيرة عن مرآة سحرية يرى فيها الإنسان أيّ مكان بعيد عنه. ونحن حالياً يمكننا بوساطة جهاز التلفزة أن نتتبّع أحداثاً تجري بعيداً عنّا آلاف الكيلو مترات! إمّا بشكل مباشر عن طريق الأقمار الصناعية أو أحداثاً مسجّلة تعرض أفلامها بعد ساعات من حدوثها.

هل كانت المرآة السحرية في تلك الأساطير والحكايات حلماً ممزوجاً بالرغبة والخيال المجنّح؟ أم أنّها نوع من الحدس عند من تخيّلها أوّل مرّة في الماضي السحيق؟ وما ينطبق على المرآة السحرية ينطبق على البساط الطائر وعلى الحصان المجنّح وعلى المصباح السحري؟

لقد تنبّأ جون أدامز الانكليزي عام 1845 بوجود كوكب آخر وراء أورانوس نتيجة انحراف أورانوس وتأرجحه في مداره. وحدّد مكانه بالمعادلات الرياضية والحسابات الدقيقة. وتوصّل الفلكي الفرنسي ليفرييه عام 1846 إلى نفس الحسابات والنتائج، حيث توجّهت المراصد نحو المكان المفترض للكوكب المجهول، لأنّ ليفرييه كان فلكياً مشهوراً في ذلك الحين، بينما كان أدامز شابّاً متحمّساً مغموراً لا يعرفه أحد، ولم يثق بنتائجه أحد. وهكذا تمكّنت المراصد من تتبّع الكوكب المجهول في المكان المفترض وأطلقوا عليه اسم (نبتون)، ومع بداية القرن العشرين تنبّأ العالم الكبير (لوول) بوجود كوكب آخر في المجموعة الشمسية بعد نبتون؛ نظراً لانحراف الأخير عن مساره واضطراب حركته.. وظلّ (لوول) لسنين عديدة غارقاً في حساباته الدقيقة. ومات قبل زمن طويل من اكتشاف الكوكب الجديد عام 1930 حيث تمكّن شاب فلكي من رصد الكوكب المجهول في المكان نفسه الذي افترضه لوول وأطلق عليه اسم (بلوتو). وكان لهذا الاكتشاف ضجّة كبيرة في الأوساط العلمية، إذ تضاعفت الثقة في نفوس الباحثين وأثبتوا أنّ علم الفلك ليس علماً مبنيّاً على التخمين والحدس؛ بل هو قائم على أسس رياضية متينة.

هذه التنبّؤات العلمية تستند إلى منطق رياضي يحتّم أنّ لكلّ تأثير معيّن هناك مؤثّر، فما دام نبتون ينحرف قليلاً عن مساره الصحيح ويخضع لقوّة مجهولة يجب أن يكون وراء تلك القوة مؤثّر أو جسم بجاذبية معيّنة هو الذي يسبّبها فيحرف نبتون قليلاً عن مساره الذي يجب أن يكون عليه فيما لو لم تكن تلك القوّة موجودة.

بالمنطق الرياضي يمكننا الوصول إلى إجابات كثيرة عن أسئلة صعبة.