

# مجلة الأوكسو العلمية للفتيان

## مجلة علمية نصف سنوية

العدد الثلاثون - الربيع الثاني 1440 هـ - ديسمبر 2018 م



المنظمة  
العربية  
للتربية  
والثقافة  
والعلوم

ملف العدد :

# التغيرات المناخية،

## وأهداف

## التنمية المستدامة

• مقالات وبحوث • شخصية العدد • مؤسسة العدد

# مجلة الألكسو العلمية للفتيان

## مجلة علمية نصف سنوية

العدد الثلاثون - الربيع الثاني 1440 هـ - ديسمبر 2018 م



المنظمة  
العربية  
للتنمية  
والثقافة  
والعلوم

### المحتويات

- تقديم المدير العام
- كلمة العدد
- ملف العدد

### التغيرات المناخية، وأهداف التنمية المستدامة

#### بحوث ودراسات

- الطاقة الحرارية الأرضية كمصدر لتوليد الكهرباء
- جان فرانسوا دورتييه : من لوسي إلى أيامنا هذه..
- استكشاف أصولنا

#### • صعوبات التعبير في تعليم الرياضيات

#### • حوسبة اللغة العربية في القرن الحادي والعشرين

- شخصية العدد :  
د. محمد سنوسي : شخصية فذة جديرة بالتقدير

#### • مؤسسة العدد :

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي رائدة نشر الثقافة العلمية باللغة العربية

المشرف العام

د. سعود هلال الحربي

إشراف

أ. د. أبو القاسم حسن البديري

تنسيق

أ. خيرية السلامي

أ. صفوان الحكيم

تصميم وإنجاز

أ. صفوان الحكيم

أ. طارق الدريدي

توجه المراسلات إلى البريد الإلكتروني

الخاص بالمجلة

fetyan.sces@gmail.com

هاتف : +216 70 013 900

إن كافة الآراء التي تنشر بأسماء كتابها تعبّر عن وجهة نظر أصحابها  
ولا تحمل بالضرورة وجهة نظر المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم  
بعض الصور الإضافية والأشكال تؤخذ من مصادر مفتوحة والمجلة تشكر الجميع لجهودهم

يسمح باستعمال ما ورد في هذه المجلة من مواد علمية،  
أو ثقافية، أو تربوية، أو فنية، بشرط الإشارة إلى مصدرها

مجلة الألكسو العلمية للفتيان : مجلة علمية نصف سنوية /  
تصدر عن المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم. إدارة العلوم  
والبحث العلمي . - العدد 30، ديسمبر 2018 . - تونس : المنظمة...  
ردمدم : 09 - 76 - 1737 = ISSN : مجلة الألكسو العلمية للفتيان  
ع / 2019 / 16 / 009

جميع حقوق الطبع محفوظة للمنظمة

# تقديم

لو لا وجود الكتابة في حياة الشعوب لاندثر ذكر كثير من الحضارات...، فنتاج النشاط العلمي في شتى العصور قد وصلنا عن طريق الكتابة؛ وقد استفاد الإنسان من هذه العلوم وأضاف عليها بما تعلمه وطبقه من نظريات، وإن ترسيخ ثقافة القراءة يعدّ من أهم السلوكيات التي لا بدّ من غرسها في النفوس، خصوصاً لدى شبابنا وفتياننا، حيث تقوم بتنشيط الذاكرة وفتح أبواب المعرفة... وكلّما زاد الاهتمام بمطالعة ما يكتب ويؤلف ويقرأ، ازدهرت ثقافة الشعوب وحضارتها.

وسعيًا من المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم للإسهام في تحقيق أهداف التنمية المستدامة 2030، التي تضع فئة الأطفال والشباب ضمن أولويات أهدافها باعتبارهم عوامل تغيير، بات من الضرورة أن تتوجّه نحو الاهتمام بالشريحة العمرية التي تتراوح بين 14 و22 عاماً ومساعدتها على استقاء المعلومات المفيدة لهم باللغة التي يفهمونها. لذا أصبح من الضروري توفير مواد تناسب قدرات الفتيان وتكييفها لتلبية احتياجاتهم المعرفية أمراً حيويًا لتمكينهم من المشاركة في تنمية مجتمعاتهم.

وحيث إنّ وطننا العربي قد تعرّض إلى تغيّرات مناخية تسبّبت في الكثير من الأضرار، ارتأت المنظمة تخصيص ملف العدد الثلاثين (30) من مجلة الألكسو العلمية للفتيان، لتسليط الأضواء على ظاهرة التغير المناخي، ومخاطره وتعريف الأجيال بها، وطرح الحلول العلمية الممكنة لمواجهة عواقبها، لا سيّما وأن المناخ من بين الأولويات المطروحة -أيضاً- على أجندة أهداف التنمية المستدامة 2030. كما يضم هذا العدد مقالات أخرى تناولت موضوعات علمية مختلفة؛

وفي إطار التعريف بالمؤسسات العلمية العربية ودورها في الدفع بمنظومة البحث العلمي في مختلف المجالات، يقدّم هذا العدد مؤسسة الكويت للتقدم العلمي، باعتبارها أول

مؤسسة عربية رسمية وضعت في صدارة أهدافها نشر الثقافة العلمية باللغة العربية، وتعزيز جهود نشر المعرفة العلمية، وتطوير طاقات الشباب ومهاراتهم؛

وتُزجي المنظمة شكرها وامتنانها للكتّاب الأفاضل على ما بذلوه من جهود مميّزة في إثراء مادة المجلة بمقالاتهم العلمية القيّمة، وهي تتطلّع إلى مزيد من المساهمات من خبراء عرب من داخل الوطن العربي وخارجه.

وإذ يُسعد المنظمة أن تضع بين أيدي قرائها الأكارم العدد الثلاثين / ديسمبر 2018 من مجلة الألكسو العلمية للفتيان، في نسختين ورقية وإلكترونية، فإنّها تأمل أن يحقق هذا العدد الاستفادة المرجوة لفئة الفتيان الذين نتمنى أن يكونوا دائماً حريصين على التقدم في درب العلم والمعرفة.

**الدكتور سعود هلال الحربي**

المدير العام للمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم

# كلمة العدد

يسعد المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو) أن تضع بين أيدي قرائها الأعزاء، مجلة الألكسو العلمية للفتيان التي أفردت في عددها الثلاثين (ديسمبر/2018) ملفاً خاصاً بالتغيرات المناخية، سعيًا من المنظمة للفت انتباه العرب إلى أهمية هذه الظاهرة، باعتبارها قضية بيئية هامة وحقيقة علمية ومشكلة عالمية طويلة المدى، تنطوي على تفاعلات معقدة لها تداعيات اجتماعية وبيئية واقتصادية بالدرجة الأولى، لا سيما وأن سببها الرئيسي يعود إلى النشاط البشري المفرط في استغلاله للموارد الطبيعية المتاحة، الشيء الذي أدى إلى اختلال التوازن البيئي، ناهيك عن الأسباب الطبيعية الأخرى؛ وقد تضمن هذا العدد مقالات علمية حول "الوعي المبكر بالتغيرات المناخية وعواقبها في كتب العلماء القدامى"، و"التغيرات المناخية: تعريفها، أسبابها ونتائجها"، و"الطاقة ودورها في التغيرات المناخية لكوكب الأرض"، إضافة إلى مقالات علمية متنوعة من بينها "من لوسي إلى أيا مانا هذه... استكشاف أصولنا" و"حوسبة اللغة العربية في القرن الحادي والعشرين"، و"الطاقة الحرارية الأرضية كمصدر لتوليد الكهرباء"...، ساهم في كتابتها خبراء علميون من الجزائر ومصر وتونس والسعودية وسوريا؛ ويزدان هذا العدد بتقديم نبذة عن حياة عالم المناخ العربي المرحوم الدكتور محمد سنوسي، وإنجازاته وأعماله، والجوائز التي تحصل عليها، وهي قصة إنسان اتسم بسعة العلم وسمو الخلق، بل حلق بعيداً بمبادئه وأفكاره، إذ صدح بما فيه مصلحة البشر وسلامة بيئتهم ومناخهم، فلاقت آراؤه صدى في فضاءات رحبة، ليبلغ صوته المنظمات الدولية، ويكون أحد أبرز رواد هذا المجال...

وفي إطار التعريف بالمؤسسات العلمية، يقدم هذا العدد مؤسسة الكويت للتقدم العلمي التي تعتبر - منذ إنشائها في العام 1976 - أول مؤسسة عربية رسمية وضعت في صدارة أهدافها نشر الثقافة العلمية باللغة العربية. وكان من أبرز مهامها تطوير الثقافة العلمية، وتعزيز جهود نشر المعرفة العلمية، وتطوير طاقات الشباب ومهاراتهم، وتشجيع الإبداع في العلوم والتكنولوجيا، وتحفيز البحث العلمي. ولهذا الغرض خصّصت جائزة سنوية سُميت «جائزة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي»، تُمنح في اختصاصات العلوم الأساسية، والعلوم التطبيقية، والعلوم الاقتصادية والاجتماعية، والفنون والآداب والتراث العلمي العربي والإسلامي...

وإذ تقدّم المنظمة هذا العدد إلى قرائها الأعزاء، تُزجي شكرها للأفاضل الذين أثروه بمقالاتهم، كما تعوّل على جهود الأكاديميين والباحثين من داخل الوطن العربي وخارجه، للإسهام في تطوير الكتابة العلمية، بما يلبي تطورات فتياننا العرب وتوجّحاتهم وطموحاتهم.

هيئة التحرير

# التغيرات المناخية، وأهداف التنمية المستدامة

- 8 ● الوعي المبكر بالتغيرات المناخية وعواقبها في كتب العلماء القدامى  
د. رشا ناصر العلي
- 13 ● التغيرات المناخية : تعريفها، أسبابها ونتائجها  
د. عصام النويري
- 24 ● التغيرات المناخية  
د. عون المكرازي
- 30 ● التغيرات المناخية : وجه آخر للعولمة  
د. خالد شوكات
- 34 ● التغيرات المناخية والتنوع البيولوجي المحلي وأهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة  
د. منور جمالي
- 38 ● الطاقة ودورها في التغييرات المناخية لكوكب الأرض  
أ. د. محمد عبد الرحمن سلامة

ملف العدد:

# التغيرات المناخية وأهداف التنمية المستدامة



# الوعي المبكر بالتغيرات المناخية وعواقبها في كتب العلماء القادمين

ملف  
العدد

د. رشا ناصر العلي  
أستاذة بجامعة حمص - سوريا

يعد التغير المناخي من أكثر العوامل المهددة للصحة العالمية في القرن الحادي والعشرين، ويُعرف بأنه أي تغير مؤثر وطويل المدى في معدل حالة الطقس يحدث لمنطقة معينة، وهو يحدث نتيجة تقلب النظم الداخلية في النظام المناخي والعوامل الخارجية الطبيعية والبشرية<sup>1</sup>. فالمناخ يمثل متوسط أحوال الجو المتعاقبة في مكان ما لمدة طويلة قد تكون شهرا أو فصلا أو سنة أو سنوات متعددة، وقد لاحظ الإنسان في وقت مبكر تأثير المناخ على حياته وصحته ومظاهر نشاطه المختلفة، وعلى ملامحه الشكلية وحالته النفسية ونشاطه الفكري والعصبي والاقتصادي، وهو أمر ثابت ومعروف منذ القدم، وأغلب المقالات التي تعنى بالتغيرات المناخية تدق ناقوس الخطر لهذه الظاهرة التي باتت تشغل المجتمعات الدولية، لاسيما الدول العظمى صاحبة المشاريع الاقتصادية الكبرى، وقلّة من الدراسات عنيت بكشف الوعي البشري المبكر لهذه التغيرات التي قد تكون مدمرة في المستقبل، في حال لم تتخذ إجراءات وبرامج لمواجهةها. والأهم من ذلك تنمية الوعي البشري لتقليل من ظاهرة الاحترار العالمي.

1 - انظر: التغيرات المناخية وصحة الإنسان من منظور جغرافي - مروة رمضان حافظ - الهيئة المصرية العامة للكتاب.

الكواكب والأفلاك وأثرها على المناخ السائد في هذه السنة أو تلك، فلكل مناخ سائد الأمراض المرتبطة به، فهطول الأمطار خريفاً مع شتاء معتدل ليس بشديد البرودة، مع أمطار خفيفة في فصلي الربيع والصيف يبشر بسنة ذات جو صحو، بينما ينذر الربيع المطير والشتاء اليابس بانتشار الحميات الشديدة في الصيف، وهكذا فإن فحص مجرى فصول السنة يفيد في معرفة ما سيحدث من تغيرات، والتحذير من التغيرات العظمى، والتي يعد أشدها خطراً وشدة - من وجهة نظره- الانقلاب الصيفي والاعتدال الخريفي!

وبذلك مهّد أبقرات لظهور ما يعرف حالياً (بعلم المناخ الطبي)، وهو فرع مستقل من علم المناخ التطبيقي يهتم بدراسة عوامل المناخ وأثرها على صحة الإنسان وعلاقتها بظهور الأمراض.

ثم جاء ابن خلدون واستثمر معارفه التي استقاها

1 - انظر: البلدان والأماكن والأهوية - أبقرات - ج: 1 - ص 41-1.

لكن ما يود هذا المقال كشفه هو الوعي المبكر بهذه الظاهرة، وأثرها على طباع الإنسان وسلوكه وصحته، وفق ما أكدته لنا الكتب القديمة، فهناك عدد من العلماء القدامى أشاروا في كتبهم إلى علاقة المناخ بالإنسان، واهتموا بمثل هذا النوع من الدراسات في كتبهم، نذكر منهم أبقرات المعروف بأبي الطب (460 - 370 ق.م) الذي كان له العديد من المؤلفات الطبية التي تشير إلى أهمية معرفة البيئة ودراستها للوقاية من تدهور صحة الإنسان، ومن أشهر مؤلفاته كتاب "البلدان والأماكن والأهوية" الذي تناول فيه أثر اختلاف الفصول وطبيعة الماء على الخلق عضوياً والأخلاق نفسياً، حيث ورد في كتابه أن البلدان المعرضة للرياح تختلف فيما بينها بالأمراض السائدة تبعاً لاتجاه الرياح والسطوع الشمسي والتغيّم والضباب، مما يلقي بأثره على حركة الينابيع، وعلى صحة الأبدان من خلال جودة الهواء والماء من عدمه، كما لاحظ حركة



المزاجية للإنسان وعلى تصرفاته، فالحرارة المرتفعة تجعل الشخص أكثر عصبية وتوترا مما يؤدي به إلى ارتكاب الجرائم، أو السلوك العنيف نتيجة ارتفاع إفرازات الأدرينالين.

فيما يساعد البرد على هدوء الأعصاب؛ فتكثر جرائم السرقة والسطو والاحتيال، وقد يصاب بعض الأشخاص ذوي المزاج الحساس في فصول الشتاء والخريف وفترة ما بين الفصول بما يُعرف بالاكئاب الفصلي، والرغبة في الانعزال عن الآخرين أو الرغبة غير المبررة للبكاء، ويرجع بعض المتخصصين هذه الانعكاسات إلى ما يسببه طول الليل وقصر النهار في فصل الشتاء من شعور بالغموض أو الوحدة وعدم النشاط، كما تؤدي فترة العواصف والرياح إلى تشتت المزاج لدى البشر الذين تميل شخصيتهم إلى الصفاء والتركيز والنظام، ذلك أنّ الجو العاصف المحمّل بالتراب يسبب لهم الشعور بعدم التركيز وتشويش الأفكار وردود أفعال غاضبة بشكل مفاجئ.

وأضاف أبو إسحاق الزجاج - وهو من المفكرين المسلمين البارزين- إلى من سبقه فكرة تأثير المناخ في الثقافة والسلوك البشري. ويحضرنا في هذا السياق قصة الشاعر علي بن الجهم البدوي، فعندما جاء بغداد ممتدحا خليفته المتوكل -حينذاك- أنشده قصيدة فيها خشونة اللفظ قال فيها:

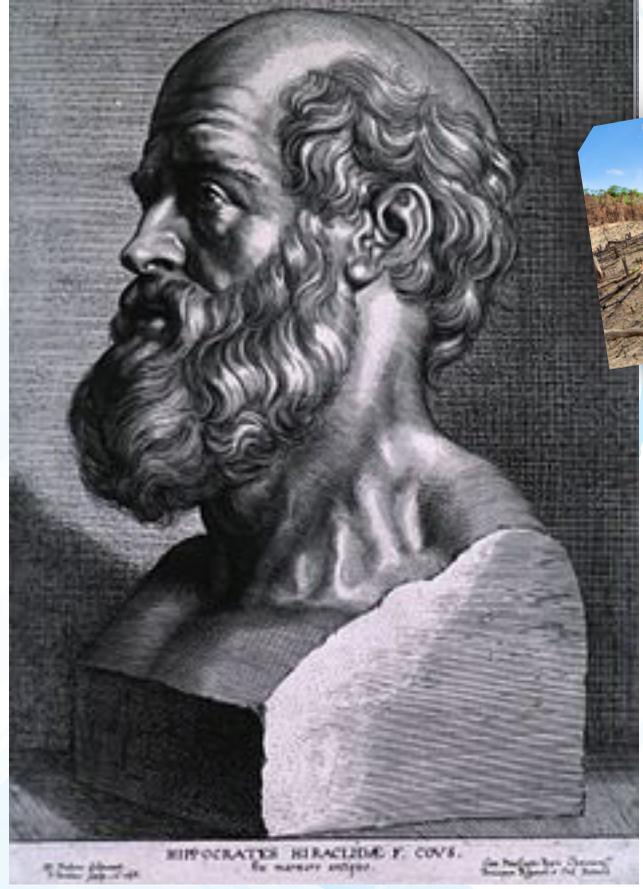
أنت كالكلبِ في حِفاظك للود

وكالتيسِ في قِراعِ الحُطوبِ

أنت كالدُّلو لا عَدِمناكَ دَلوا

من كِبارِ الدِّلا كثيرِ الذنوبِ

لم يغضب الخليفة من خشونة ألفاظه، وأدرك بفطنته أن ذلك ناجم عن ملازمته البادية وعدم المخاطبة،



من فلاسفة يونانيين كبطليموس وأرسطو طاليس وأبقراط، بالإضافة إلى فلاسفة مسلمين كابن سينا وابن رشد وإسحاق الخازني وغيرهم، في بحثه عن العلاقات المحتملة بين المناخ والطبيعة البشرية، فقسّم الأقاليم إلى معتدلة وأخرى منحرفة، وتحدث عن تأثير المناخ على سلوك الإنسان وتغير مزاجه، فيما يُعرف -حاليا- بالتأثير النفسي لتغير عناصر المناخ. وأشار ابن خلدون في مقدمة كتابه المعروف "العبر وديوان المبتدأ والخبر"، إلى أثر المناخ في طبائع الشعوب. حيث اعتبر أنّ أهل الأقاليم الشمالية الباردة قساة مخاطرون، بينما يتّصف أهل الأقاليم الجنوبية الحارة بالمكر والأخذ بالثأر، أمّا أهل الأقاليم المعتدلة فهم أكثر فطنة ونشاطا ولديهم القدرة على القيادة.

وهو ما أثبتته الدراسات الحديثة في أكثر من مكان أن للتغيرات المناخية تأثيرا قويا ومباشرا على الحالة



القمر. وأما أهل الربع الشمالي، وهم الذين بعدت الشمس عن سمتهم كالصقالبة والإفرنجة، فغلب على نواحيهم البرد والرطوبة وتواترت الثلوج، فعظمت أجسامهم وتوعّرت أخلاقهم وتبلّدت أفهامهم وثقلت ألسنتهم وابتضت ألوانهم حتى أفرطت، فخرجت من البياض إلى الزرقة، ورقت جلودهم وغلظت لحومهم، وازرقت أعينهم أيضاً، فلم تخرج من طبع ألوانهم وسببت شعورهم، وصارت صهبا لغلبة البخار الرطب، ولم يكن في مذاهبهم متانة، وذلك لطباع البرد وعدم الحرارة ومن كان منهم أوغل في الشمال، فالغالب عليه الغباوة والجفاء والبهامية. وفي ما يتعلق بأهل الربع الجنوبي كالزنج وسائر الأحباش، والذين كانوا تحت خط الاستواء فإنهم من التهاب الحرارة وقلة الرطوبة اسودت ألوانهم واحمرت أعينهم وتوحشت نفوسهم، وذلك لالتهاب هوائهم وإفراط الأرحام في نضجهم حتى احتزقت ألوانهم وتفلقت شعورهم لغلبة البخار الحار اليابس.

ويطول بنا الأمر لو تتبعنا هذا الموضوع وإسهامات القدماء في الكشف عن علاقة المناخ بطباع الشعوب وعاداتهم وطباعهم، كما فعل إخوان الصفا في (الرسالة الثانية من الجسمانيات الطبيعيات)، بالإضافة إلى جهود القلشقندي، وابن حوقل، والمقدسي، وابن سينا وغيرهم.

وفي نهاية هذا المقال نود أن نشير إلى قضية مهمة، وهي أن جهود العلماء القدامى ركزت على مسألة التغير المناخي بوصفها حقيقة علمية وليست مجرد حدث عابر، وهي ناتجة عن الدورات الطبيعية، وتوالي الفصول خلال السنة، وأثر ذلك على طباع الشعوب وسلوكهم وشكلهم وصحتهم، وهو ما أشرنا إليه من

فأمر له بدار حسنة على شاطئ دجلة، فيها بستان حسن، والجسر قريب منه، وبعد أن مكث في بغداد ستة أشهر خالط فيها الناس ولطافة الحضر، استدعاه الخليفة لينشده، فحضر وأنشد قصيدته المشهورة:

عُيُونُ الْمَهَا بَيْنَ الرُّصَافَةِ وَالْجِسْرِ  
جَلَبْنَ الْهَوَى مِنْ حَيْثُ أَدْرِي وَلَا أَدْرِي  
أَعْدَنَ لِي الشَّوْقَ الْقَدِيمَ وَمَلْمَأَ أُنْ

سَلَوْتُ وَلَكِنْ زِدَنَّ جَمْرًا عَلَى جَمْرٍ  
فَقَالَ الْمُتَوَكِّلُ: (لقد خشيت عليه أن يذوب رقةً ولطافة).

وهذا دليل على تأثير البيئة على الطباع والأمزجة، ويعتبر المسعودي إلى جانب ابن خلدون من أهم العلماء المسلمين الذين ربطوا المناخ بعادات الشعوب وتقاليدهم وطباعهم، مؤسسين بذلك للنظرية الحتمية البيئية.

وللمسعودي كتابان عالج فيهما أثر المناخ في سلوك البشر وطباعهم هما: "مروج الذهب" و"التنبيه والإشراف"، وتحدث في الأخير عن الرياح الأربع ومهابها وأفعالها وتأثيراتها، بل إنه أشار إلى نوعية تربة الأرض وطباع الناس. وقد قسم المسعودي العالم أربعة أرباع، فالربع الشرقي للأرض، وهو ما تسافل عن خط الجنوب والشمال، هو ربع مذكر يدل على طول الأعمار، وطول مدد الملك والتذكير وعزة الأنفس، وقلة كتمان السر وإظهار الأمور والمباهاة بها، وما لحق بذلك، وذلك لطباع الشمس وعلمهم الأخبار والتواريخ والسير والسياسات والنجوم. وأما أهل الربع الغربي، فإن الغالب عليه التأنيث، وأهله أهل الكتمان للسر وتدين وتألّه، وكثرة انقياد إلى الآراء والنحل، وما لحق بهذه المعاني إذ كان من قسم

العلمية والمنظمات والحكومات، للحد من عواقبها وآثارها السلبية على الصحة والاقتصاد والبيئة، وهنا يبرز دور العمل على زيادة وعي الإنسان بعواقب التغير المناخي وتأهيله للتكيف معه، ورسم خرائط توضح المناطق الأكثر تعرضاً للأخطار الناتجة عنها.

#### المراجع:

- 1- التغيرات المناخية وصحة الإنسان من منظور جغرافي- مروة رمضان حافظ- الهيئة المصرية العامة للكتاب.
- 2- البلدان والأماكن والأهوية- أبقراط- ج: 1- ص 1 - 41.
- 3- التنبيه والإشراق- المسعودي- دار صعب- بيروت- لبنان- ص 21- 22.

خلال الوقوف عند مجموعة من العلماء امتازوا بهذا النوع من الدراسات، فكان ما قدّموه في مؤلفاتهم تأسيساً لنظرية علم المناخ التطبيقي الحديث بفروعه المتعددة الطبي والنفسي والاجتماعي، وهنا تكمن أهمية تلك الدراسات المبكرة. أما في الوقت الحاضر، فقد أصبحت المشكلة أكثر تعقيداً، حيث تخطت ظاهرة التغير المناخي حدودها الطبيعية المرتبطة بالظواهر الطبيعية وحركة الفصول والكواكب، إذ ربطت الدراسات الحديثة تلك الظاهرة بالآليات التي أنتجتها الثورة الصناعية والنشاط البشري، مما ساهم في ارتفاع درجة حرارة الأرض، وما ترتب على ذلك من أمراض وأوبئة وكوارث قد تسبب خللاً بيئياً يهدد كوكب الأرض، وهو ما يحوج إلى تكافل الجهات



# التغيرات المناخية : تعريفها، أسبابها ونتائجها

د. عصام النويري

ملف  
العدد

## 1. مقدمة

يواجه كوكب الأرض إشكاليات كبرى تهدد استمرار النظم الأيكولوجية الحالية إذا لم ينجح الإنسان في التحديات الكبرى المتمثلة أساسا في توفير الغذاء والمحافظة على العناصر الطبيعية. ويمثل المناخ احد أهم العناصر الطبيعية الأكثر تأثيرا في الكرة الأرضية من جزاء أنشطة الإنسان خاصة.

للتعرف على تغير المناخ وأسبابه، نقدم في مستهل هذا المقال بعض التعريفات المبسطة للمناخ وللتغيرات المناخية. كما نقدم للقارئ بعض الأسباب العلمية المؤكدة التي أدت إلى تغيرات مناخية. ولتوعية القراء بأهمية الموضوع نتطرق في الجزء الأخير إلى النتائج التي من الممكن أن تنجر عن تغير المناخ على المستويين المتوسط والبعيد.



## 2. تعريف المناخ و«تغير المناخ»

يشير المناخ إلى أنماط الطقس على مدى فترة زمنية طويلة في منطقة معينة، ويتم قياس هذا من حيث متوسط هطول الأمطار السنوية والتلوج وغيرها، ودرجات الحرارة العظمى والدنيا على مدار الفصول، وساعات سطوع الشمس والرطوبة، وتكرار ظواهر الطقس المتقلب.

يشير «تغير المناخ» عادة إلى تغيّر المناخ العالمي، أو تغيّرات طويلة الأمد في متوسط درجة حرارة الكوكب، ولكن يمكن أن تستخدم أيضا بشكل عام على أنها تعني التغيّرات المحلية والإقليمية في أنماط الطقس. يؤثر تغير المناخ العالمي أيضا على المناخات الإقليمية. الطقس الفعلي في منطقة ما قد يختلف اختلافا كبيرا عما هو عليه الحال في منطقة أخرى تحت تأثير الارتفاع عن سطح البحر، والرياح السائدة، والمسافة من البحر، وتيارات المحيط، والتضاريس، والغطاء النباتي والمناطق الحضرية والريفية. ويعتمد المناخ الإقليمي على عدة عوامل، منها خط العرض (المسافة من خط الاستواء) وهو من بين العوامل الأكثر أهمية، وتأثير الشمس بشكل متفاوت في درجة حرارة الهواء التي تحدد حركة الكتل الهوائية في العالم. يهيمن على المناخ اثنان من العوامل الرئيسية:

• الشمس التي يوفر ضوءها الطاقة التي تسخن كوكب الأرض والغلاف الجوي الذي يتكوّن من غازات مختلفة، والذي يمنع الحرارة من الانعكاس إلى الفضاء الخارجي. وهذه الظاهرة تشكّل ما يُسمّى ظاهرة الاحتباس الحراري. وقد أوضح العلماء آثار الاحتباس الحراري الناتج عن تزايد تركيز الغازات المسببة منذ أكثر من 150 عاما، حيث أظهرت الأبحاث أنه بدون

ظاهرة الاحتباس الحراري، ستكون درجة حرارة الأرض أبرد بحوالي  $30^{\circ}\text{C}$  مما يجعل الأرض غير صالحة لمعظم أشكال الحياة.

• غازات الاحتباس الحراري فعالة جدا في الحفاظ على كوكب الأرض دافئا، وأي تغير في كمية غازات الدفيئة في الغلاف الجوي سوف تؤثر على درجة حرارة الأرض.

الغلاف الجوي هو الجزء الأكثر عرضة للتغيير في النظام المناخي.

بالإضافة إلى النيتروجين والأوكسجين والأرغون التي تشكل معظم مكونات الغلاف الجوي (ولكن لا تتأثر بالتسخين من الشمس أو الأرض)، والغازات الأخرى: ثنائي أكسيد الكربون، والميثان، وأكاسيد النيتروز، وبخار الماء والأوزون تمتص وتنبعث منها

الأشعة تحت الحمراء. هذه هي الغازات المسببة للاحتباس الحراري، والتي تبقي كوكب الأرض دافئا بدرجة تكفي لازدهار الحياة.

والنظام المناخي هو في الحقيقة مجموعة من دورات تفاعل الغلاف الجوي، والغلاف المائي (السائل، وبخار الماء)، والغلاف الجليدي (المياه المجمدة)،



وقد أظهر البحث العلمي أن المناخ تغير من خلال عدة أدلة مثل:

• تغير متوسط درجة حرارة سطح كوكب الأرض الذي ارتفع بنسبة 0.89 درجة مئوية من عام 1901 إلى 2012، بالمقارنة مع أنماط تغير المناخ عبر تاريخ الأرض، فإن معدل ارتفاع درجة الحرارة منذ الثورة الصناعية عالي جدا.

• ارتفاع مستوى سطح البحر، فمنذ العام 1900، ارتفعت مستويات مياه سطح البحر بنحو 10سم في جميع أنحاء الوطن العربي وحوالي 19 سم عالميا، في المتوسط. كما لوحظ تراجع الأنهار الجليدية في جميع أنحاء العالم- في جبال الألب، وجبال روكي، وجبال الأنديز، وجبال الهيمالايا وإفريقيا وألاسكا- آخذة في الذوبان، وزاد معدل انكماش صفيحة الجليد في العقود الأخيرة. كما انخفض الجليد البحري في القطب الشمالي منذ أواخر العام 1970، مما يقلل بنسبة حوالي 4% أو 0.6 مليون كيلومتر مربع، من مساحة الجليد البحري (مساحة بحجم مدغشقر) في العقد الواحد. وفي الوقت نفسه ازداد الجليد البحري في القطب الجنوبي بنحو 1.5% في العقد الواحد، ولكن بمعدل أبطأ من التناقص الذي يحدث في القطب الشمالي.

#### 4. أسباب تغير المناخ

هناك أدلة متزايدة على أن ارتفاع درجة الحرارة الذي نشهده حتى الآن هو نتيجة لزيادة في كميات الغازات المسببة للاحتباس الحراري في الغلاف الجوي. ومن المحتمل جدا أن يكون سبب هذا الاحترار هو النشاط البشري، مثل حرق الوقود الأحفوري (البترول والفحم) وتغير استخدام الأراضي، وقطع الغابات وغيره.

واليابسة (سطح الأرض) والمحيط الحيوي (الكائنات الحية). هذه المكونات تتفاعل مع بعضها ومع قوى أخرى خارجية بما في ذلك الشمس على عدد من المستويات.

#### 3. الأدلة على تغير المناخ وأسبابه العلمية

يشير تغير المناخ إلى تغير في متوسط خصائص المناخ السائد، والتحول طويل الأجل في أنماط الطقس أو متوسط درجات الحرارة على كوكب الأرض. لقد تناوب على الأرض فترات مناخية مختلفة ولعدة مرات في العصور القديمة نتيجة الاستجابة لأسباب طبيعية وهذه الفترة تقدر بـ 4.5 بليون سنة.

منذ انتهاء العصر الجليدي الأخير (11000) سنة،

انتقلت الأرض إلى

مناخ جليدي مستقر

نسبيا، وكانت درجة حرارة

الكوكب مستقرة إلى حد كبير،

حيث بلغ المتوسط حوالي 14 درجة

مئوية. وقد سمح هذا الاستقرار لنظم

أيكولوجية معقدة بأن تزدهر، ودعم مجموعة

واسعة من أشكال الحياة على الأرض. في القرن

العشرين بدأ المناخ في دولنا العربية يتغير بسرعة،





طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا بسبب إزالة الغابات التي لها آثار أخرى: فالنباتات أثناء نموها تعمل على تخليص الهواء من غاز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وقد أظهرت قياسات شملت مقاطع عرضية لجذوع الأشجار في جميع أنحاء المناطق المدارية أن الأشجار الاستوائية قد حصلت على جذوع أكثر بدانة نتيجة لامتناس غاز ثنائي أكسيد الكربون. وعلى مدى السنوات الـ 40 الماضية، يعتقد أن الغابات الاستوائية قد امتصت نحو 200 مليار طن من غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي، والتي لولاها لكانت أضيفت إلى الارتفاع في تركيز  $CO_2$ ، والتي تم قياسها بواسطة أدوات دقيقة في جميع أنحاء العالم.

تؤثر الغابات الاستوائية أيضا على المناخ عن طريق إعادة تدوير مياه الأمطار، فأشجار الغابات تستهلك كميات كبيرة من ماء الأمطار المخزنة في التربة ومن ثم يتم إطلاق معظم ذلك الماء في الغلاف الجوي عن طريق النتج، مما يوفر المزيد من المياه للغيوم كي تمطر مرة أخرى على الغابات. والتبخر من المحيطات في العالم يوفر المصدر الرئيسي للمياه، ولكن يتم الاحتفاظ بجزء منه في اليابسة التي تحافظ على رطوبتها من خلال إعادة تدوير مياه الأمطار التي تتعزز بشكل كبير من خلال الغابات.

الرطوبة في الهواء تساعد أيضا في تعزيز الغطاء السحابي، مما يزيد من تأثير التبريد من خلال عكس ضوء الشمس مرة أخرى إلى الفضاء، والغابات تعزز تأثير التبريد من خلال الحفاظ على مستويات عالية من التبخر، وبالتالي فإن إزالة الغابات المدارية يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض مرتين، مرة من

ويمكن أن يكون السبب خلا في «كمية الطاقة لكوكب الأرض بسبب تغيرات في الطاقة المنبعثة من الشمس، والتغيرات في الغازات المسببة للاحتباس الحراري، والجسيمات أو الغيوم، أو تغييرات في انعكاسية سطح الأرض. وغالبا ما تُسمى الاختلالات الناجمة عن هذه التغيرات «قوة إجبار» وهناك قوى إجبار مناخية إيجابية تميل لإحداث الاحترار، وقوى إجبار سلبية تؤدي إلى تبريد كوكب الأرض.

هناك أدلة على أن زيادة ارتفاع درجات الحرارة تتفقم وأن كميات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي أخذت في الازدياد. وأهم غازات الدفيئة التي لديها أقوى تأثير على الاحتباس الحراري، هو بخار الماء، إذ يزداد تركيزه مع احتراق الغلاف الجوي، كما أن ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) والميثان كليهما غازات دفيئة هامة نتيجة الانبعاثات من النشاط البشري الذي يتسبب أساسا في زيادة تركيز غازات الدفيئة.

ويلاحظ ازدياد كمية  $CO_2$  في الغلاف الجوي بشكل كبير بنحو 38% (2012) منذ الثورة الصناعية، ومع مواصلة حرق الوقود الأحفوري وغيره من الأنشطة، فإن كمية  $CO_2$  تستمر في الارتفاع، وهذا يعني أن يتم امتصاص كمية إضافية منه وينبعث منها المزيد من الإشعاع الذي يتدفق من الأرض، مما يزيد حرارة المناخ. ولغاز الميثان تأثير قوي في الاحتباس الحراري، لكنه لا يبقى في الجو لأكثر من عقد من الزمن، أما غاز  $CO_2$  فيستمر في الغلاف الجوي لمدة حوالي 100 سنة أو أكثر، وهذا يعني أن لديه وقتا طويلا جدا ليؤثر على المناخ.

تحدث إزالة الغابات على الصعيد العالمي انبعاثا للغازات المسببة للاحتباس الحراري أكثر مما ينبعث من النقل، حيث ينبعث حاليا نحو ثمانية مليارات



من السنين، وتوفر هذه البيانات نظرة شاملة لتقلب المناخ وللتغيرات التي حدثت خلال فترة طويلة الأجل في الغلاف الجوي، والمحيطات، والغلاف الجليدي وسطح الأرض. وقد حدثت تطورات كبيرة في توافر وحياسة وجوده وتحليل مجموعات البيانات الرصدية في الغلاف الجوي وسطح الأرض والمحيطات، والغلاف الجليدي بعد التقرير التقييمي الرابع، حيث إن الكثير من جوانب النظام المناخي تظهر أدلة على تغير المناخ.

### 1.5 التغيرات في درجة الحرارة

من المؤكد أن المتوسط العالمي لدرجة الحرارة السطحية زاد منذ أواخر القرن التاسع عشر، كما يبين الشكل رقم (1)، وكان كل عقد من العقود الثلاثة الماضية أكثر دفئا من كل العقود السابقة في سجلات الأجهزة. وتشير بيانات حرارة سطح الأرض وحرارة المحيطات على المستوى العالمي إلى زيادة قدرها حوالي 0.89 درجة مئوية (0.69-1.08) خلال الفترة 1901 - 2012، وحوالي 0.72 درجة مئوية (-0.49) 0.89 خلال الفترة 1951-2012. وبلغ الاحترار خلال الفترة 1850-1900 (في بداية الثورة الصناعية) بالمقارنة مع الفترة 1986 - 2005 0.61 درجة مئوية. وتبين العديد من تحاليل سجلات البيانات بشكل مستقل لدرجة حرارة الهواء السطحي على المستويين الإقليمي والعالمي، التي تم الحصول عليها من محطة الرصد على نطاق واسع، تبين أن درجة حرارة هواء سطح الأرض زادت، كما زادت درجات حرارة سطح البحر.

خلال انبعاث غاز  $CO_2$ ، ومرة أخرى من خلال تقليل التبخر.

ينبعث من البراكين غازان اثنان، هما ثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد الكربون. والمتوسط السنوي لما تصدره البراكين يقدر بـ 100 حتى 130 مليون طن من غاز  $CO_2$  على مستوى العالم، وتشير التقديرات إلى أن النشاط البشري يصدر إلى الغلاف الجوي أكثر من ذلك بحوالي 200 ضعف، وبالتالي يكون مجموع ما يتم إصداره سنويا من غاز ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي أكثر من 26000 مليون طن سنويا.

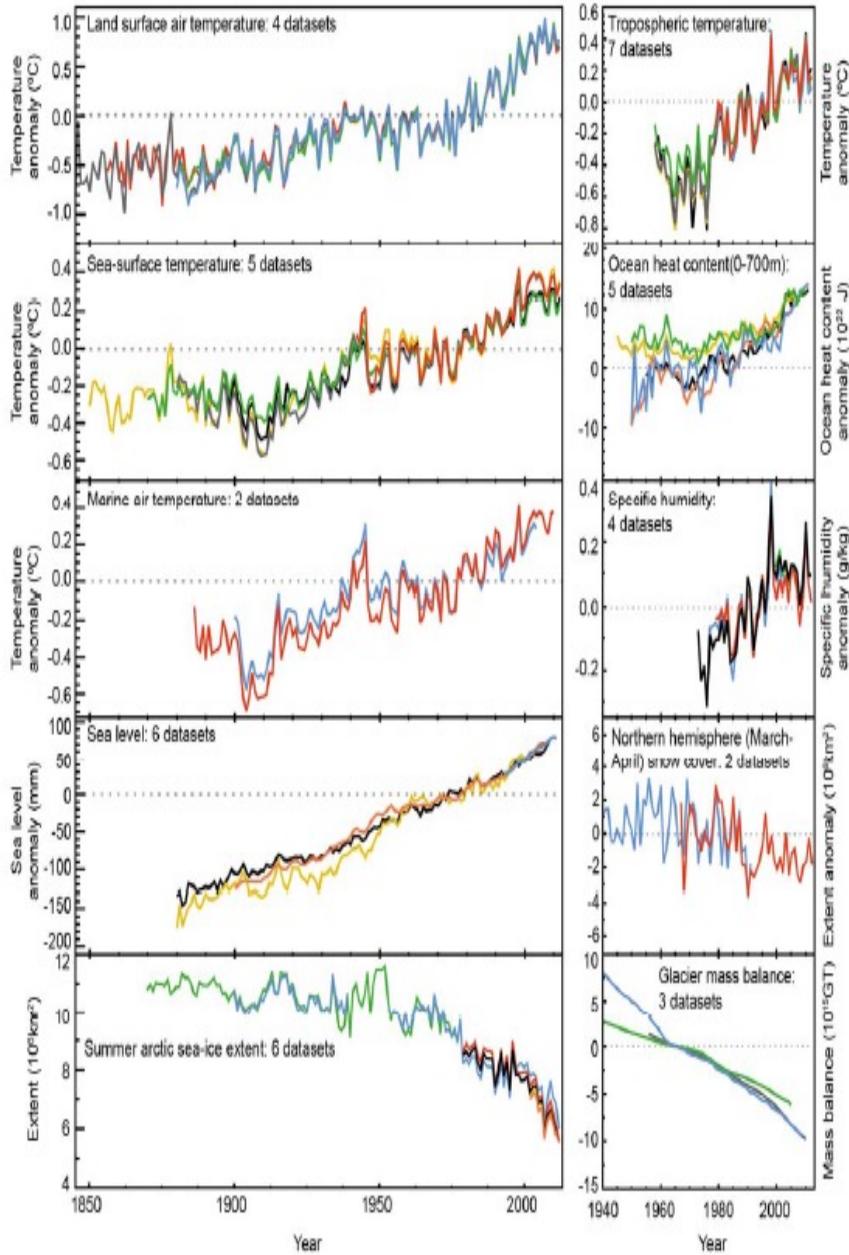
يعتقد أن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون بمقدار 35٪، التي لوحظت على مدى القرن العشرين والتي لم يسبق لها مثيل، تجد تفسيرها الوحيد المعقول في زيادة النشاط البشري. وتشير كل الأدلة إلى أن هذه الزيادة في  $CO_2$  هي التي أدت إلى تغير المناخ.

### 5. مراقبة التغيرات في النظام المناخي وتقدير

#### نتائجها

يستند الرصد في النظام المناخي على القياسات الفيزيائية والبيولوجية والكيميائية المباشرة والاستشعار عن بعد من المحطات الأرضية والأقمار الصناعية. وتوفر المعلومات المستمدة من الأرشفة إمكانية معرفة مناخ الماضي لفترة طويلة الأجل.

بدأت عمليات المراقبة على نطاق عالمي وبشكل فعال في منتصف القرن التاسع عشر، وإعادة تمثيل مناخ الماضي لبعض السجلات تمتد إلى مئات الملايين



الشكل رقم 1 : مؤشرات تكميلية متعددة للمناخ العالمي المتغير. كل خط يمثل تقديرا مستمدا بشكل مستقل عن تغيير في عنصر المناخ.



لزيادة درجة حرارة الجو، والتغيرات في توقيت وسمك الغطاء الجليدي (ثقة عالية). وكانت الزيادة في درجة حرارة الجليد المعمر البارد أكبر عموماً من تسخين الجليد الدائم (ثقة عالية).

### 3.5 التغيرات في مستوى سطح البحر

المساهمات الرئيسية للتغيرات في حجم المياه في المحيطات، هي التوسع في مياه المحيطات مع ارتفاع درجة الحرارة ونقلها إلى المحيط من المياه المخزنة حالياً على الأرض، وخاصة من الأنهار الجليدية والصفائح الجليدية.

ارتفع متوسط مستوى سطح البحر في العالم بنسبة 0.19 متر، ويقدر من الاتجاه الخطي خلال الفترة (1901 - 2010) استناداً إلى سجلات قياس المد وبيانات الأقمار الصناعية منذ العام 1993. ومن المرجح جداً أن معدل ارتفاع مستوى البحر كان 1.7 ملم سنوياً بين 1901 و2010. ومن المرجح جداً أن نسبة الارتفاع كانت أعلى، حيث قُدرت بـ 3.2 ملم في السنة خلال المدة 1993 - 2010. وحدثت نسبة الارتفاع ذاتها خلال الفترة 1930 - 1950. ومن المحتمل أن يكون معدل متوسط ارتفاع مستوى سطح البحر العالمي سجلاً منذ بداية سنة 1900 زيادة تقدر ما بين 0.0 و0.013 ملم في السنة.

### 5.5 التغيرات في الظواهر الجوية القصوى

التحليلات الأخيرة للأحداث القصوى تدعم عموماً التقرير التقييمي الرابع واستنتاجاته، فمن المحتمل جداً أن عدد الأيام والليالي الباردة قد انخفض، وازداد عدد الأيام والليالي الدافئة على النطاق العالمي بين عامي 1951 و2010. وعلى الصعيد العالمي، هناك ثقة متوسطة أن طول تكرار موجات الحر ازداد منذ

ومن المؤكد تقريباً أن الطبقة العلوية للمحيط (فوق 700م) قد سخنت خلال الفترة 1971 - 2010، والمرجح أن درجة الحرارة ارتفعت خلال الفترة 1870 - 1971.

### 2.5 التغيرات في دورة الماء والغلاف الجليدي.

من المحتمل جداً أن رطوبة الهواء بالقرب من سطح الأرض والتروبوسفير قد زادت منذ العام 1970. ولكن، خلال السنوات الأخيرة، خفت هذا الاتجاه بالقرب من سطح الأرض (الشكل 1). ونتيجة لذلك، لوحظ نقص واسع الانتشار في الرطوبة النسبية بالقرب من سطح الأرض في السنوات الأخيرة.

هناك ثقة عالية جداً بأن الأنهار الجليدية، خلال العقد الماضي، قد فقدت معظم الجليد في ألاسكا والقطب الشمالي الكندي ومحيط الغطاء الجليدي في غرينلاند والأنديز وجبال جنوب آسيا. وتمثل هذه المناطق معاً أكثر من 80% من كمية الجليد الإجمالية المفقودة. ومن المرجح جداً أن يكون مجموع الخسائر من جميع الأنهار الجليدية في العالم، باستثناء تلك الموجودة على محيط الصفائح الجليدية، يبلغ 226 جيجا طن في السنة (وهذا يقابل ارتفاعاً في مستوى مياه البحر بمقدار 0.62 ملم في السنة خلال الفترة 1971 - 2009).

متوسط زيادة معدل فقدان الجليد من القطب الجنوبي المحتمل هو 30 جيجا طن في السنة. وقد وصلت إلى 147 جيجا طن في السنة خلال الفترة 2002 - 2011 (أي ما يعادل ارتفاع منسوب مياه البحر بمقدار 0.40 ملم في السنة). هناك ثقة عالية في أن أجزاء من طبقات الجليد في القارة القطبية الجنوبية العائمة تشهد تغيرات كبيرة. وكانت هذه الزيادات استجابة



وقعت في آسيا، وسادت ظروف رطبة في المناطق القاحلة في آسيا الوسطى ومنطقة الرياح الموسمية في أمريكا الجنوبية خلال العصر الجليدي الصغير (1450 - 1850) مقارنة مع شذوذ المناخ في العصور الوسطى (950 - 1250).

### 6.5 التغيرات في دورة الكربون والدورات البيولوجية الكيميائية الأخرى :

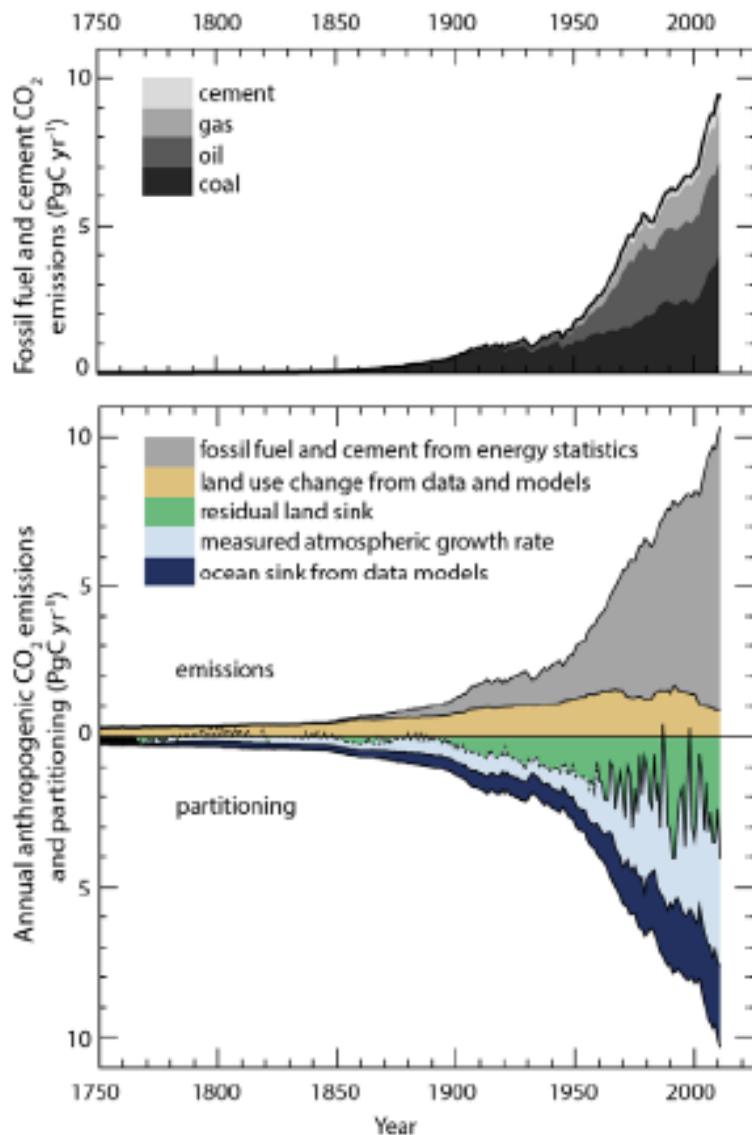
خلال الفترة الممتدة بين 1750 و2011، تقدر انبعاثات CO<sub>2</sub> من احتراق الوقود الأحفوري وإنتاج الإسمنت (محسوبة من إحصاءات الطاقة واستخدام الوقود) 365 بيتا غرام كربون (جيغاطون كربون). وفي الفترة 2000 - 2009، كان متوسط انبعاثات الوقود الأحفوري وصناعة الإسمنت 7.8 بيتا غرام كربون في السنة، بمتوسط معدل نمو بلغ 3.2% بشكل سنوي (الشكل 4). ويعتبر معدل الزيادة هذا في انبعاثات الوقود الأحفوري أعلى مما كانت عليه خلال العام 1990 بحوالي 1.0%. وفي العام 2011، كانت انبعاثات الوقود الأحفوري تقدر بـ 9.5 بيتا غرام كربون.

منتصف القرن العشرين. ويرجع ضعف الثقة هذا في معظمه إلى عدم وجود بيانات أو دراسات عن إفريقيا وأمريكا الجنوبية. ومع ذلك، فمن المرجح أن تكرر موجات الحر قد زاد خلال هذه الفترة في أجزاء كبيرة من أوروبا وآسيا وأستراليا، وأنه منذ العام 1950 زاد عدد فترات هطول الأمطار الغزيرة على الأرض في أكثر المناطق بينما انخفض في مناطق أخرى.

ليس هناك يقين فيما يخص الاتجاهات المرصودة في الجفاف أو القحولة على نطاق عالمي (قلة الأمطار)، بسبب عدم وجود رصد مباشر. هذه القناعات هامة للتغيرات الإقليمية، وعلى سبيل المثال، فقد زادت شدة الجفاف وتواترت -على الأرجح- في منطقة البحر الأبيض المتوسط وإفريقيا الغربية والوسطى، وانخفضت على الأرجح في أمريكا الشمالية وشمال غرب أستراليا منذ 1950.

خلال الألفية الماضية، هناك يقين بحدوث جفاف أكبر حدة ولمدة أطول، مما تم رصده منذ العام 1900 في العديد من المناطق. وهناك ثقة متوسطة بأن المزيد من موجات الجفاف الكبرى مع رياح موسمية





الشكل رقم 2 : انبعاثات غاز CO<sub>2</sub> البشرية السنوية وتوزع الأجزاء بين الغلاف الجوي والأرض والمحيطات (بيتا تون في السنة) من العام 1750 حتى 2011. (الشكل في الأعلى): الوقود الأحفوري وانبعاثات CO<sub>2</sub> من الإسمنت حسب الفئات، حسب تقديرات مركز تحليل معلومات ثنائي أكسيد الكربون (CDIAC). (في الأسفل): الوقود الأحفوري وانبعاثات CO<sub>2</sub> من الإسمنت على النحو الوارد أعلاه.

## المراجع:

Change Research on Energy Efficiency in the Arab Region. United Nations Development Programme (UNDP).

9- Roger E. Rivero Vega, 2010. WORKBOOK ON CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT IN AGRICULTURE. BASIC KNOWLEDGE, METHODOLOGIES AND TOOLS

10- Jeannie Sowers and Erika Weinthal, 2010. Climate Change Adaptation in the Middle East and North Africa: Challenges and Opportunities.

11- Forests and Climate Change in the Near East Region, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2010.

12- Mustapha K. Tolba and Najib W. Saab, 2009. Arab Environment climate change.

13- Impact of Climate Change on Arab Countries, 2009 REPORT OF THE ARAB FORUM FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT.

14- Debay Tadesse Woldemichael, 2009. Climate change and transboundary water resource conflicts in Africa.

15- Oli Brown and Alec Crawford, 2009. Rising Temperatures, Rising Tensions, International Institute for Sustainable Development (IISD)

1- Caitlin E. Werrell and Francesco Femia, 2013. The Arab Spring and Climate Change. A Climate and Security Correlations Series

2- Dorte Verner and Clemens Breisinger, Economics of Climate Change in the Arab World. Case Studies from the Syrian Arab Republic, Tunisia, and the Republic of Yemen.2013.

3- ICARDA/CCAFS 2012 .Strategies for Combating Climate Change in Drylands Agriculture.

4- Dorte Verner, 2012. Adaptation to a Changing Climate in the Arab Countries- A Case for Adaptation Governance in Building Climate Resilience, MENA DEVELOPMENT REPORT

5- Aly Abou-Sabaa, Solutions for a Changing Climate, The African Development Bank's, 2012.

6- CLIMATE CHANGE AND SUSTAINABLE LAND-WATER MANAGEMENT, Arab Water Academy, Abu Dhabi, UAE, 2011.

7- Balgis Osman Elasha,2010 . Mapping of Climate Change Threats and Human Development Impacts in the Arab Region, UNDP, Arab Human Development Report.

8- Nesreen Ghaddar, 2010. Climate





science basis. Impacts in Africa

23- Arab Water Council, Vulnerability of arid and semi-arid regions to climate change- Impacts and adaptive strategies.

24- University of Gothenburg, Environmental and Climate Change Policy Brief - MENA.

25- Anne Chaponniere and Vladimir Smakhtin, A Review of Climate Change Scenarios and Preliminary Rainfall Trend Analysis in the Oum Er Rbia Basin, Morocco. International Water Management Institute.

26- Adaptation to a changing climate in the Arab World, a Case for Adaptation Governance and Leadership in Building Climate Resilience - A Brief Summary.

27- Hamed Assaf, Water Resources and Climate Change.

28- EMAN GHONEIM, A Remote Sensing Study of Some Impacts of Global Warming on the Arab Region.

29- CLIMATECHANGE 2001:THE SCIENTIFIC BASIS.

16- Bryson Bates, Zbigniew W. Kundzewicz, Shaohong Wu and Jean Palutikof, June 2008, Climate change and water. IPCC Technical Paper VI.

17- Terry Barker and al. 2007. Climate Change, 2007: Synthesis Report. An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

18 - تغير المناخ التقرير التجميعي، 2007.

19- Mohamed El Raey, Impact of Sea Level Rise on the Arab Region, University of Alexandria and Regional Center for Disaster Risk Reduction Arab Academy of Science, Technology and Maritime Transport.

20- Tarek Sadek, Conceptual Framework for Climate Change Vulnerability Assessment on Water Resources and Agriculture in the Arab Region, United Nations economic commission for Western Asia.

21- Christian Webersik, Sudan Climate Change and Security Factsheet, United Nation University.

22- Climate change 2007. The physical

# التغيرات المناخية :

د. عون المكرزي

ملف  
العدد

نعد ظاهرة تغيّر المناخ من أكثر الظواهر أهمية في عصرنا، وتتمثل في التغيرات الموسمية التي تحدث على مدار فترة زمنية طويلة المدى، والمتعلقة بالتراكم المتزايد لغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، وتتسم مواجهة هذه الظاهرة بأهمية بالغة، ولذلك باتت تستحوذ على اهتمام العالم بأسره، لما قد يسببه التغيّر المناخي من تأثيرات سلبية خطيرة على حاضرنا ومستقبلنا، نظرا للدور المحوري الذي يلعبه المناخ في تكوين الأنظمة البيئية الطبيعية والاقتصاديات والحضارات البشرية التي تقوم عليها.



ودرجات الحرارة مزيدا من الارتفاع. وقد أكد العلماء أن النسبة الكبيرة من الاحترار العالمي الذي شهدته السنوات الخمس عشرة الأخيرة، جاء نتيجة لأفعال الإنسان، ففي حين يقف الكوكب الأرضي وراء نسبة معينة من الاحترار المتواصل نظرا لطول بقاء غازات الدفيئة في الغلاف الجوي، فإن عدم اتخاذ التدابير اللازمة من شأنه إلحاق الضرر بالنمو الاقتصادي وتقويض الاستقرار الاجتماعي. وتتضمن استنتاجات اللجنة الدولية للتغيرات المناخية في مفهومها الشامل الدعوة الملحة إلى تحقيق انخفاض عالمي شامل في انبعاث غازات الدفيئة والاستعداد للتأقلم مع التداعيات التي تلوح في الأفق.

#### 1 - بعض المفاهيم المرتبطة بتغير المناخ:

##### أ - تعريف التغير المناخي:

يعرف التغير المناخي على أنه ذلك التغير المؤثر والملموس والذي يتميز بطول مداه في أحوال الطقس، والذي يشمل درجات الحرارة ومعدل تساقط المطار، ومعدل تساقط الثلوج والرياح، وكل ما يتعلّق ويهم الطقس في منطقة من مناطق الكرة الأرضية. كما يمكن تعريف تغير المناخ بأنه ذلك الاضطراب في مناخ الأرض مع ارتفاع في درجة حرارة الكوكب، وتغيّر كبير في حالة الظواهر الطبيعية المختلفة، وتدهور مستمر للغطاء النباتي والتنوّع البيئي، كما يفسره عدد من العلماء على أنه ذلك الارتفاع في درجات حرارة المحيطات والغلاف الجوي على المستوى العالمي وعلى مدى سنوات.

##### ب - تعريف الانحباس الحراري:

يمكن تعريف ظاهرة الانحباس الحراري على أنها تلك الزيادة في درجة حرارة أدنى طبقات الغلاف

#### التغيّرات المناخية في العالم:

على مدار التاريخ الإنساني، عرفت الأرض العديد من التغيّرات المناخية (أمطار غزيرة في غير فصل الشتاء إلى حد الفيضانات، وشمس حارقة في فصل الصيف إلى حد الجفاف، وانحباس الأمطار في فصل الشتاء لأسابيع عديدة ومتتالية)، استطاع العلماء تبرير معظمها بأسباب طبيعية بحتة مثل بعض الثورات البركانية أو التقلّبات الشمسية، إلا أنّ الزيادة الكبيرة والمثيرة في درجة حرارة سطح الأرض على مدار القرنين الماضيين، وخاصة السنوات العشرين الأخيرة، لم يستطع العلماء إخضاعها للأسباب الطبيعية نفسها، حيث كان للنشاط البشري أثر كبير، يجب أخذه في الاعتبار لتفسير هذا الارتفاع المطرد في درجات حرارة سطح الأرض.

وأظهرت نتائج الدراسات والبحوث العلمية التي قام بها - مؤخرا- عدد من الخبراء والمتخصصين في مجال المناخ أنّ النشاطات البشرية منذ بداية الثورة الصناعية، والمتمثلة في استهلاك الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة، وكذلك إزالة الغابات لتحويلها لأراضي زراعية أو نتيجة للتوسّع العمراني، ساهم في زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون بنسبة 41 %، بحيث ارتفع من نحو 280 جزء من المليون في فترة ما قبل الثورة الصناعية إلى 402 جزء في المليون في العام 2016 على النطاق العالمي، والتي أدت إلى زيادة الاحتباس الحراري وارتفاع درجة حرارة الأرض. وقد شهدت العديد من المناطق في أنحاء المعمورة تسخّنا في المياه الساحلية و ارتفاعا في درجات الحرارة وتغيرا ملحوظا في أنماط تساقط المطار و ازديادا في كثافة وتكرار العواصف. ومن المتوقع أن تشهد مياه البحار



التلوث بأنواعه الثلاثة البري والبحري والجوي والذي مصدره الإنسان سواء بصفة مباشرة أو غير مباشرة، وبالخصوص ما نتج عن التوجه نحو تطوير الصناعة في الأعوام (150) المنصرمة إلى استخراج وحرق مليارات الأطنان من الوقود الأحفوري لتوليد الطاقة، مما تسبب في تزايد للانبعاثات الغازية، من أهمها ثاني أكسيد الكربون الناتج عن حرق مواد الطاقة المستخرجة من باطن الأرض كالفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي، وكذلك من غاز الميثان والأوزون وغيرهما. وقد تمكنت هذه الغازات من رفع حرارة الكوكب إلى 1,2 درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. ويتوقع العلماء أن ترتفع درجات الحرارة خلال العقود المقبلة إلى 5,8 درجات مئوية، وقد يسبب هذا الارتفاع في العديد من التغيرات البيئية كذوبان الجليد والأعاصير وتغير حركة الرياح، مما يؤدي إلى فيضانات في مناطق معينة وجفاف في أماكن أخرى مع إمكانية حدوث ظواهر مناخية كظاهرة تسونامي وغيرها.

الجوي المحيط بالأرض، كنتيجة لزيادة انبعاث غازات الصوبة الخضراء منذ بداية الثورة الصناعية (وغازات الصوبة الخضراء والتي يتكوّن معظمها من بخار الماء وثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والأوزون). ويمكن القول بأن ظاهرة الانحباس الحراري هي ظاهرة طبيعية بدونها قد تصل درجة حرارة سطح الأرض إلى ما بين 15 و 19 درجة سلسوس تحت الصفر.

## 2 - الأسباب الرئيسية للتغيرات المناخية:

يمكن أن تحدث التغيرات المناخية لعدة أسباب نذكر من بينها:

- العمليات الدينامية للأرض كالزلازل والبراكين.
- قوى خارجية كالتغير في شدة الأشعة الشمسية أو سقوط النيازك الكبيرة.
- الأنشطة البشرية مثل قطع الغابات وحرق الأشجار، مما ينتج عنه اختلال في التوازن البيئي واختفاء أنواع من الكائنات الحية وظهور أخرى.





### - تدهور الوضع الصحي:

تتوقع المنظمة الدولية للصحة ازدياد بعض الأمراض الخطيرة مثل الحمى والطاعون، ومن الممكن أن يؤدي ارتفاع الحرارة إلى انتشار حمى المستنقعات على مساحة تتراوح بين 4 و17 مليون كلم 2 إضافية مهددة بذلك نسبة ما يقارب 60 % من سكان العالم مقابل 45 % في الوقت الحالي. ومن المتوقع حسب نتائج الدراسات المعتمدة أن إفريقيا والشرق الأوسط وآسيا الجنوبية ستكون الأكثر تضرراً للتغيرات المناخية.

وبصفة عامة واعتمادا على الدراسات، فإن أضرار التغير المناخي ستحدث غالبا في مناطق الجنوب، وستهم السكان الأكثر فقرا والذين يعانون من انعدام الأمن الغذائي والتغطية الصحية.

### كيفية مجابهة الظاهرة المناخية:

لقد توصلت بعض الدراسات والبحوث التي أعدها برنامج الأمم المتحدة للتنمية إلى وضع استراتيجيات متكاملة، وإعداد خطط عمل رائدة في مجال المحافظة على المنظومات البيئية والتنوع البيولوجي ومقاومة التصحر، تهدف إلى ضمان استدامة الموارد الطبيعية وإحكام استغلالها في إطار مقارنة شاملة للتنمية المستدامة. وترتكز أهم المحاور والبرامج المزعم تنفيذها على ما يلي:

- إرساء نظام إنذار مناخي مبكر وتطوير منظومات الرصد الجوي وتوزيع المعلومات المناخية على جل القطاعات.
- دعم برنامج التصرف في الموارد المائية مع أخذ نظمتها الأيكولوجية في الاعتبار.
- مواصلة تطبيق الخارطة الزراعية وإعادة

وقد أكدت الدراسات التي قامت بها اللجنة الدولية المعنية بتغير المناخ أن معظم أسباب ارتفاع درجات الحرارة على مدار الأعوام الخمسين الماضية يمكن أن تعود بنسبة كبيرة جدا إلى الأنشطة البشرية، حيث أدت هذه التغيرات المناخية إلى حدوث العديد من المخاطر البيئية، تجاه صحة الإنسان على غرار نزوب طبقة الأوزون وفقدان التنوع البيولوجي وزيادة الضغوط على الأنظمة المنتجة للغذاء وانتشار الأمراض المعدية.

### 3 - الأضرار المحتملة للتغير المناخي:

#### - تغير الأنظمة البيئية:

تؤدي التغيرات المناخية إلى تحوّل في تركيبة مجموع الأنظمة البيئية وتوزيعها الجغرافي، فتنزلق المناطق المناخية نحو القطبين ونحو المناطق العالية بوتيرة سريعة جدا، مما يفقد النبات والحيوان المرتبط بها القدرة على التكيف والتأقلم. وعموما فإنّ التنوع النباتي والحيواني سوف يتناقص، غير أنّ الإنتاج الزراعي العالمي يمكنه أن يحافظ على مستواه الحالي، رغم أنّ الوضعية الغذائية لبعض المناطق يمكنها أن تتدهور، كما يمكن للمحاصيل الزراعية في المناطق التي تعاني من تكرار موجات الجفاف أن تنخفض بنسبة تتراوح بين 10 و30 في المائة.

#### - تفاقم نقص المياه:

إن نسبة تساقط الأمطار قد تزداد في المتوسط، ولكن حسب توزيع متباين وفق المكان والزمان. وحسب الدراسات التي قام بها البنك الدولي، فإن تسع عشرة (19) دولة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا تعاني من نقص حاد في المياه أو يمكن أعداد هذه الدول أن يتضاعف في حدود 2025.



أما في ما يتعلّق بحماية المناطق الساحلية المنخفضة فقد تركّزت الجهود على إعداد استراتيجية تمكن من التكيف مع تغيّر المناخ، ومن أهم ملامحها:

- تركيز مرصد للسواحل قصد متابعة تطورها وتقليل التأثيرات على الأنشطة الاقتصادية في المناطق المنخفضة.

- تحديد الملك العمومي البحري وإحكام التصرف به وضمان توازنه واستمراره مع المحافظة على النظم البيئية الساحلية.
- إعداد برنامج وطني لإدارة المناطق الرطبة الساحلية لهدف حمايتها من التلوّث واستصلاحها.

تقييمها حسب التغيرات المناخية المحتملة.

- تحسين النظم الأيكولوجية كالغابات على التآقلم مع التغيرات المناخية.
- وضع مسألة التغيرات المناخية ضمن الاهتمامات الوطنية ورصد سبل الاستفادة من الإمكانيات المتاحة دولياً.

- تطوير الآليات المؤسسية والحوافز المالية والبحث العلمي ومنظومة التأمين وإعادة التأمين.
- دعم التنسيق بين القطاعات المختلفة لتنفيذ مخطط العمل الوطني للتآقلم مع التغيرات المناخية المحتملة.



مع التغيرات المناخية، والتصدي لمواجهة المخاطر المحتملة.

#### المصادر والمراجع:

- 1 - التنمية وتغير المناخ - البنك الدولي - 2010
- 2 - ظاهرة الاحتباس الحراري - 2013
- 3 - تغيرات المناخ العالمي: مظاهرها وأبعادها الاقتصادية والسياسية
- 4- Ministère de l'Agriculture et Coopération Technique Allemande - Eau et adaptation au changement climatique.
- 5- Ministère de l'Agriculture des ressources en eau et de la pêche - secteur de l'eau en face des changements climatiques.
- 6- Mongi Lahbib - la Tunisie face au changement climatique : Projections et éléments de réflexion.
- 7- Nidhal Attia - changement climatique : la Tunisie menacée par la désertification 2018 .
- 8- Ministère de l'environnement - coopération allemande au développement : stratégie nationale sur le changement climatique - 2012 .
- 9- Mabrouk Montacer - Grandes lignes de la stratégie tunisienne d'adaptation au cc.

- وضع برنامج وطني لحماية الشريط الساحلي من الانجراف (حددت حوالي 100 كلم من السواحل المعرضة للانجراف البحري منها قرابة 40 كلم ذات الأولوية المطلقة وتتطلب التدخل السريع).

وفي مجال التوعية والإعلام والترشيد تقترح الدراسات جملة من التدابير من أهمها:

- إنجاز عديد الأنشطة والبرامج الهادفة إلى مزيد التعريف بالتغيرات المناخية والمسائل المرتبطة بهذه الظاهرة لدى الناشئة والشباب وعموم المواطنين.

- تنظيم دورة تكوينية في مجال تشخيص تأثيرات التغيرات المناخية ورصد سبل التأقلم والمجابهة والتأقلم مع هذه الظاهرة.

- إنجاز جملة من النشريات التحسيسية للتعريف بهذه الظاهرة الكونية ودعم جهود التخفيف من تأثيراتها خصوصا بقطاعات التحكم في الطاقة واستغلال الطاقات البديلة المتجددة.

- حماية الأصناف البيولوجية المهددة من خلال إنجاز البنك الوطني للجينات مع العناية بالتشجير الغابي والمساحات الرعوية، إضافة إلى دعم البحث العلمي التطبيقي وتبادل الخبرات والمعارف المتصلة بالتغير المناخي.

- إنجاز العديد من البرامج التي تهدف إلى التدخل السريع بالمناطق الساحلية ذات المنظومات البيئية الهشة، والتي تشهد ضغوطات من جراء تنامي الأنشطة الاقتصادية بها.

وبهذه الحلول، بإمكان وطننا العربي التأقلم

# التغيرات المناخية : وجه آخر للعولمة

د. خالد شوكات\*

ملف  
العدد

يرجع غالبية علماء البيئة والمناخ، ظاهرة التغيرات المناخية الكبرى التي تعصف بالكرة الأرضية خلال العقود الأخيرة، إلى سبب رئيسي قوامه ظاهرة «الاحتباس الحراري» المتمثلة أساسا في ارتفاع درجة حرارة الأرض، سواء تعلق الأمر بالمجال المائي (محيطات، بحار، بحيرات، أنهار... إلخ)، أو مجال اليابسة المشتمل على القارات الخمس والجزر والقطبين الشمالي والجنوبي (1).

\*الدكتور خالد شوكات:

أستاذ جامعي وباحث وكاتب تونسي، نشرت له العديد من الكتب والمقالات خلال الثلاثين عاما الماضية، من بينها كتاب بعنوان: الجريمة البيئية-دراسة حول المفهوم من منظور جنوبي. وهو أحد مؤسسي الجامعة الخضراء بتونس، وسبق له أن أدار «أكاديمية البيئة في روتردام الهولندية» بين 2000 و2004.

ولعل أهم ما توصل إليه زعماء العالم ابتداء من قمة الأرض، هو التزامهم بالعمل الجماعي على كبح ظاهرة الاحتباس الحراري، من خلال وضع سياسات وطنية وإقليمية ودولية تسعى لإنقاذ كمية «غازات الدفيئة» وفي مقدمتها غاز «ثاني أكسيد الكربون» الذي ينفث في الهواء، عبر الترشيد في استعمال الطاقات التقليدية (النفط والغاز...إلخ) والاستعاضة عنها بالطاقات البديلة/النظيفة (الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة المياه...إلخ)، وكذلك فرض معايير عالية الجودة على المؤسسات الصناعية، وإجبارها على مراعاة الشروط البيئية في أنشطتها الإنتاجية (4).

### مؤتمرات المناخ العالمية كآلية أممية

إنّ ما أظهره الرصد الدولي المستدام، سواء الذي تقوم به المنظمات الدولية التابعة للأمم المتحدة، أو ذلك الذي تضطلع بأعبائه منظمات دولية غير حكومية تعد رائدة في مجال الدفاع البيئي، إنّ التحكم العالمي في ظاهرة الاحتباس الحراري والتغيرات المناخية السلبية، لا يزال دون المستوى المأمول والضروري لحماية مستقبل الكوكب الأزرق بأشكال الحياة المختلفة التي تميزه، ومن ضمنها المجتمعات البشرية، وإنه من الضروري إنشاء آليات جديدة أكثر فاعلية قادرة على تحقيق الأهداف الأممية في هذا المجال (5).

لقد نشرت دراسات عديدة في الأعوام الأخيرة، تتفق في جلها على أنّ حرارة الأرض قد ارتفعت خلال الـ150 عاما الماضية، هي عمر الثورة الصناعية، بمعدل 1.2 درجة، بينما تشير التوقعات إلى تواصل عملية الارتفاع هذه خلال العقود القادمة، وهو ما سيتسبب في مزيد من التغيرات المناخية، التي تعني بالضرورة مزيدا من الكوارث الطبيعية، كالفيضانات والأعاصير المدمرة والتسونامي، ومزيدا من التدمير للنسيج الغابي ولطبقة الأوزون، وكذلك التهديدات التي تندر باختفاء جزر بأكملها وأراضي ساحلية يسكنها اليوم ملايين البشر (2).

### المنظومة الأممية ذات المسؤولية التاريخية

يعود الوعي العالمي بمخاطر «الجريمة البيئية» وما انجر عنها من «تغيرات مناخية» كارثية، إلى مؤتمر الأمم المتحدة المنعقد في العاصمة السويدية ستوكهولم سنة 1972، والذي أدرج لأول مرة على طاولة النقاش الأممي إشكالية العلاقة بين التنمية الاقتصادية والتدهور البيئي، لكن المنعرج الحاسم أتى بعد عشرين عاما، مع انعقاد قمة «الأرض» في مدينة ريو دي جانيرو البرازيلية، حيث وقع زعماء 108 دولة على وثيقة «أجندة الأرض للقرن 21»، وهو ما سيطلق حركة عالمية خضراء تتحمل من خلالها المنظومة الأممية مسؤولية في حماية البيئة وربط التنمية بشروط بيئية بما يجعلها «تنمية مستدامة» (3).





خلال العقود الماضية، في إبراز ما يمكن الاصطلاح على تسميته بـ «حركة الدولة الخضراء»، التي يمكن متابعتها على مستويين:

– المستوى النظري: حيث تتدفق باستمرار قنوات المعرفة الجديدة، المعرفة الخضراء (The Green Knowledge)، المنعكسة على جميع فروع العلوم الإنسانية والصحية على السواء، بل ساهمت في ظهور علوم جديدة كعلم البيئة وعلم الاقتصاد الأخضر والقانون الدولي للبيئة وغيرها.

– المستوى العملي أو التطبيقي: من خلال بروز ما يسمى بالأحزاب الخضراء والمنظمات الخضراء والشركات الخضراء، وهي تنظيمات ومؤسسات

لقد أطلق المنتظم الأممي منذ سنة 1995 في العاصمة الألمانية برلين، سلسلة من المؤتمرات الدولية الهامة حول المناخ بلغت إلى حد الآن 21 مؤتمرا، أفضى بعضها إلى اتفاقيات شديدة الأهمية، من ناحية القانون الدولي حيث سيرز تدريجيا ما أمكن تسميته بـ«القانون الدولي للبيئة» ووثائقه المرجعية كوثيقة مؤتمر «كيوتو» (1997) ومؤتمر كوبنهاغن (2009) ومؤتمر ديربان (2011)، وكذلك مؤتمر باريس 2015 الذي أفضى إلى «اتفاقية باريس» التي باتت «خريطة الطريق لمكافحة التغير المناخي» (6).

### المعرفة الخضراء والاقتصاد الأخضر

إن شعور البشرية بالخوف جراء التهديدات النوعية والكمية غير المسبوقة للتغيرات المناخية، قد ساهم



## المراجع :

(1)- أنظر: د. خالد شوكات: الجريمة البيئية، دراسة حول المفهوم من منظور جنوبي، منشورات المنتدى العربي في هولندا، 2001، ص 10 وما بعدها.

(2)- أنظر: رابط الموسوعة الرقمية ويكيبيديا التالي:

[https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%BA%D9%8A%D8%B1\\_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%AE](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AA%D8%BA%D9%8A%D8%B1_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%AE).

(3)- أنظر: د. خالد شوكات، المصدر نفسه، ص 51 وما يليها.

(4)- أنظر: المصدر نفسه، ص 64 وما يليها.

(5)- أنظر: د. ورويك موراوي: جغرافيات العولمة: قراءة في تحديات العولمة الاقتصادية والسياسية والثقافية، سلسلة عالم المعرفة الصادرة عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت فبراير 2013، ص 363 وما يليها.

(6)- أنظر: مجلة الصناعة والاقتصاد: «قمم المناخ.. خدعة أم شعار من أجل المستقبل»، الرابط:

<http://www.sinaaiktisad.com/ar/newsdet.aspx?id=7303>

(7)- نجيب صعب: يا بيئي العرب اتحدوا، المنشورات التقنية-مجلة البيئة والتنمية، بيروت 2001، ص:107 وما يليها.

(8)- أنظر: د.ليزا ه نيوتن: نحو شركات خضراء- مسؤولية مؤسسات الأعمال نحو الطبيعة، سلسلة عالم المعرفة الصادرة عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت يوليو 2006، ص: 111 وما يليها.

تنشط في جميع المجالات تقريبا، وعلى كافة الأصعدة محليا ووطنيا وإقليميا ودوليا، وتدعو متخصصي العالم إلى الوحدة (7).

ولعل ما يجب التأكيد عليه في خاتمة هذا المقال، إن للتغيرات المناخية تماما، كما لأي محنة واجهتها البشرية من قبل، وجها آخر إيجابيا، يتمثل أساسا في تبلور وعي عالمي بضرورة «أنسنة» العولمة، أي السعي لبناء عولمة أكثر تشاركية وعدالة واعترفا بالتنوع الحضاري والثقافي، عولمة خضراء ملتزمة بالقيم والمبادئ العظيمة التي أنتجها العقل البشري في نسخته الخيرية المشرقة، التي تحث على ردم الهوة بين الأغنياء والفقراء، والشمال والجنوب، والشرق والغرب... (10).

# التغيرات المناخية والتنوع البيولوجي المحلي وأهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة

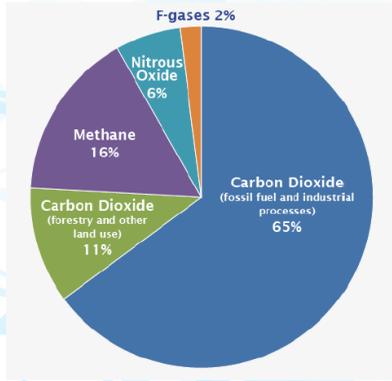
ملف  
العدد

د. منور جمالي  
المعهد الوطني للعلوم الفلاحية - جامعة قرطاج

تمكّن الإنسان منذ ظهوره في هذا الكون من تطوير نمط عيشه بفضل عقله وذكائه وكان الإنسان بدائيا في حياته، يعتمد على الصيد والترحال لضمان بقائه إلى أن عاش الثورة الزراعية والصناعية، وأصبح قادرا على تكيف حياته مثل ما يشاء. لعل هذا الجانب يترجم الطرف المشرق من سيرته الحياتية وهو منجز نفتخر به. لكن نفس الإنسان تحدى -في تصرفاته وأعماله- العديد من الخطوط الحمراء في حق الطبيعة والتوازنات البيئية، والأمثلة عديدة في ذلك: كالتلوث الهوائي والبحري، وحرق الغابات، والتصحر، والاندثار الجيني، مما أثر سلبا في البيئة والمناخ بصورة عامة وجعل مستقبل الإنسان في خطر.

الحراري في نهاية القرن الحادي والعشرين إلى 1.5 درجة مئوية، كما تم توضيحه في التقارير العالمية لتغير المناخ (IPCC, 2013 & 2014).

إن الارتفاع الحراري بدأ مع بدايات الثورة الصناعية، كما يظهر ذلك في البيان رقم (1) حيث إن متوسط درجات الحرارة في الأرض والبحر في ارتفاع مستمر من بدايات القرن العشرين. وقد تم تحليل نوعية الغازات ومصدرها كما يوضحه بيان رقم (2)، حيث يظهر أن 76 بالمائة من مجموع الغازات المسببة في الانحباس الحراري متأتية من الصناعة والوقود. كما يمثل غاز «الميثان» نسبة 16 بالمائة. وهنا يظهر الوجه السلبي للصناعة إذا لم تأخذ في الاعتبار احترام البيئة والمحيط.

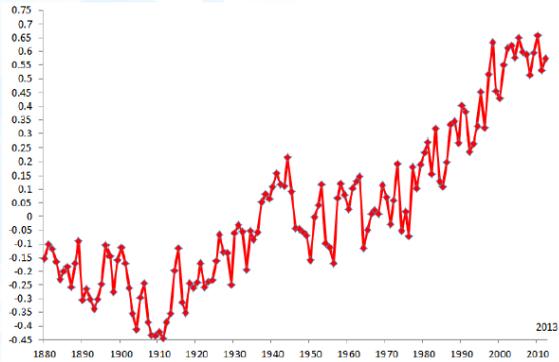


البيان 2. أنواع ونسبة الغازات المتسببة في الاحتباس الحراري

يهدف هذا المقال إلى تسليط الضوء على أسباب التغيرات المناخية، وكيف تعاملت المجموعة الدولية معها، والحلول الممكنة للتخفيف من سلباتها في إطار خطة 2030 للأمم المتحدة للتنمية المستدامة.

## ملامح وأسباب التغيرات المناخية

لقد أصبحت اليوم التغيرات المناخية واقعا معاشا في جميع مناطق العالم، ومن بين مؤشرات هذه التغيرات المناخية طول فترات الجفاف عند حدوثه والفيضانات غير المعهودة عندما تمطر وتناقص الثلوج والجليد وارتفاع مستويات سطح البحر وزيادة غازات الاحتباس الحراري. ومن المرجح أن درجة حرارة الأرض سترتفع من جراء انبعاثات غازات الاحتباس



البيان 1. متوسط حرارة سطح الأرض والبحر منذ العام 1850

البيئي منذ اجتماع قمة الأرض الشهير في البرازيل 1992 الذي أفرز اتفاقية الأمم المتحدة للمناخ.

## الآليات العالمية لمواجهة التغيرات المناخية

تعتبر الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، التي تمثل السلطة العالمية في مجال دراسة المناخ، من أهم المؤسسات الدولية التي تُعنى بتغير

وتأتي الصين في مقدمة البلدان المتسببة في غازات الاحتباس الحراري بنسبة (26%)، تليها الولايات المتحدة الأمريكية (15%)، والاتحاد الأوروبي (9%) والهند (15%)، وروسيا (5%)، واليابان (3%)، و(2%) لكل من البرازيل وألمانيا وإندونيسيا (FAO, 2016). وقد استفاق العالم لخطورة الوضع

حلول مرنة تساعد على إيجاد قدرة على الصمود في مجابهة هذه التغيرات؛

وفي هذا الإطار، أتت خطة الأمم المتحدة 2030 للتنمية المستدامة وأهدافها (17)، آخذة في الاعتبار الأبعاد الثلاثة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، لتكون تنمية الدول متوازنة ضامنة للأجيال القادمة حقوقها في بيئة

سليمة وموارد طبيعية محافظ عليها.

**التنوع البيولوجي المحلي العربي وأهميته في مواجهة التغيرات المناخية وبلوغ أهداف التنمية المستدامة:**

ستصبح أنواع كثيرة من الحيوانات والنبات والكائنات الدقيقة غير قادرة على التأقلم في ظل تزايد الارتفاع الحراري، وندرة المياه وطول فترات الجفاف. في يناير 2016 أطلقت الأمم المتحدة خطة 2030 للتنمية المستدامة مع (17) هدف للتنمية المستدامة (SDG) و169 «استهداف» أو (Targets). وتغطي أهداف التنمية المستدامة الأبعاد الثلاثة لاستدامة التنمية: النمو الاقتصادي والاجتماعي وحماية البيئة. وفي هذا المجال تأتي أهمية الرجوع إلى المخزون الوراثي المحلي لتقييمه وتوصيفه وتنمية إنتاجيته مع المحافظة عليه. ومن المعروف أن التنوع البيولوجي المحلي في البلدان العربية عرف بصفاته في تحمل الحرارة، والتأقلم



المناخ من الجانب العلمي، وقد تم إنشاؤها في العام 1988 من قبل برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO). وكان بروتوكول كيوتو هو أول اتفاق بين الدول بُني على تخفيضات كل بلد على حدة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وقد ولد بروتوكول كيوتو من اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، التي وقعتها جميع الدول تقريبا متعهدا بتثبيت تركيزات «الغازات الدفيئة» في مستوى يحافظ على التوازنات البيئية. وقد تم الانتهاء من هذه المعاهدة في كيوتو، اليابان، في العام 1997، ودخلت حيز التنفيذ في العام 2005.

ومن المتوقع أن يؤدي تغير المناخ خلال القرن الحادي والعشرين إلى خفض موارد المياه السطحية والجوفية القابلة للتجدد، مما سيؤدي إلى تزايد المنافسة على المياه بين الدول وبين القطاعات الاقتصادية داخل الدول. ومن المرجح أيضا أن يزيد تواتر الجفاف خلال نهاية القرن الحادي والعشرين، الشيء الذي جعل كل دول العالم جادة في البحث عن



## المراجع:

1. IPCC. تغير المناخ 2013. الأساس العلمي الفيزيائي. مساهمة الفريق العامل الأول في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.
2. IPCC. تغير المناخ 2014. آثاره والتكيف معه ومدى التأثير به. مساهمة الفريق العامل الثاني في تقرير التقييم الخامس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.
3. FAOSTAT .Emissions by sector.2016 . [www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat)
4. FAO.2018. World Livestock. Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals
5. منور جمالي. 2016. الثروة العربية المحلية العربية "كنز من ذهب". المجلة العربية العلمية للفتيان. العدد السادس والعشرون/2016.

مع المناطق الجافة، وقدرته على مواجهة الأمراض، والعيش والتكاثر في نظم إنتاج صعبة، يغلب عليها النمط الرعوي والجاف. وهذا ممكن من الناحية العلمية، حيث تمكّن برامج التحسين الوراثي المتنوعة من استغلال التباين الوراثي المتواجد بالبلدان العربية، والذي لا يزال إلى هذه الساعة خاما في تراكيبه الوراثية، يحمل في طياته جينات التأقلم المتعددة. وهذا الواقع وجب الوعي بأهميته والاستثمار فيه إذا أراد الوطن العربي أن يحقق أمنه الغذائي مستقبلا، وخاصة أن المخزون الوراثي المحلي يلعب أدوارا اقتصادية واجتماعية مهمة. وبما أن الوطن العربي ليس من بين البلدان الأوائل في انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، فيمكنه أن يكون رائدا في تحقيق أهداف التنمية المستدامة بالمحافظة على تنوعه البيولوجي المحلي، وتنميته واتباع مصادر الطاقة السليمة كالطاقة الشمسية والهوائية.



# الطاقة ودورها في التغييرات المناخية لكوكب الأرض

ملف  
العدد

أ.د. محمد عبد الرحمن سلامة  
أستاذ بهيئة الرقابة النووية والإشعاعية  
القاهرة جمهورية مصر العربية

تعد ظاهرة التغيّر المناخي من أخطر الظواهر التي يتعرّض لها كوكب الأرض، حيث يرتبط بها مصير أكثر من ستة مليار إنسان على سطح هذا الكوكب، فضلا عن مختلف مظاهر الحياة الأخرى، وهو ما فرض على المسؤولين -على مر العصور- التفكير المستمر، والعمل الدؤوب من أجل وضع حلول ناجعة تساعد على مواجهة هذه الظاهرة، بما يحافظ على استمرارية الحياة على هذا الكوكب. ويلقي هذا المقال الضوء على التغيّرات المناخية وتداعياتها على كوكب الأرض ويوضح السبل الكفيلة بوضع حدّ لتلك التغيّرات.



ودونها سوف تنخفض درجة حرارة الأرض إلى 30 درجة مئوية، وهي أقل من ذلك المستوى الطبيعي. ويتلخص تفسير هذه الظاهرة في أن الغلاف الجوي يسمح لأشعة الشمس المرئية بالوصول إلى سطح الأرض، ويتم امتصاص جزء من هذه الأشعة، ومن ثم تسخينها وانطلاق أشعة طويلة الموجة على شكل أشعة تحت الحمراء، حيث تعمل غازات الدفيئة المختلفة على امتصاص الأشعة تحت الحمراء الحرارية غير المرئية، بحيث تشبه هذه الظاهرة إلى حد ما يحدث في البيت الزجاجي، فتسمح هذه البيوت بالاحتفاظ بالحرارة داخلها، وتمنعها من التسرب للخارج؛

ولولا وجود هذه الغازات، فإن الأرض ستكون شديدة الحرارة في النهار وشديدة البرودة في الليل، ولكنها تعمل على زيادة تدفئته أو حرارته عندما تزيد نسبتها. وتتكون غازات الدفيئة الرئيسية من: ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والأوزون وكلوروفلور وكربونات وبخار الماء.

ومن أهم المخاطر المترتبة عن ظاهرة الاحتباس الحراري على البيئة هي ارتفاع درجة الحرارة، وبالتالي اختلال النظام وحدوث تغييرات في معدلات هطول الأمطار وتوزيعها، حيث يتوقع أن يزيد المتوسط العالمي لبخار الماء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.

لقد أظهر تقرير أعدته منظمة المنتدى العربي للبيئة والتنمية غير الحكومية أن الدول العربية سوف تكون أكثر دول العالم تضررا من تغيير المناخ، الأمر الذي سوف ينعكس سلبا على القطاع الزراعي فيها، والذي يعتمد بشكل كبير على الأمطار. كما أظهرت

وتشغل قضية التغيير المناخي حيزا كبيرا في مختلف القطاعات، والتي منها الزراعة والمياه والطاقة والصحة والنقل والمناطق الساحلية والموارد البحرية. وخلال الوقت الذي يرسم فيه بعض العلماء سيناريوهات مُخيفة لفناء الحياة على كوكبنا الأزرق، يرى آخرون إن الحديث عن تغييرات مناخية لا يشكل سوى نوعا من الهستيريا. إن أجراس الإنذار حول العالم قد قرعت بأنها فرصتنا الأخيرة لإنقاذ الكوكب أو على الأقل هذا ما تقوله المنظمات البيئية. ولكي نتجنب المصير المرتقب، فإنه يجب الانتقال من مرحلة استخدام الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة. حيث إن التغيير المناخي قد بات حقيقة لا ينكرها أحد، ومما لا شك فيه إن الإنسان يتحمل العبء الأكبر من المسؤولية تجاه ما ينتج عنه التغيير المناخي. إن تنامي ظاهرة الاحتباس الحراري والمتمثلة في ارتفاع درجة حرارة الأرض، وارتفاع منسوب البحار والمحيطات، نتيجة ذوبان الجبال الثلجية العملاقة في المنطقة القطبية، وكذلك ازدياد ظاهرة التصحر، إضافة إلى تزايد وتيرة الكوارث البيئية والتي تزهق حياة الكثير من البشر قد بات حقيقة.

وإذا بحثنا في أسباب تلك الظاهرة بدقة لوجدنا أنها نتجت بفعل ازدياد تراكيز مجموعة من الغازات تدعى "غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي للأرض"، وبخلاف الغازات الصناعية، فإن غازات الدفيئة موجودة في الغلاف الجوي بصورة طبيعية منذ ملايين السنين بنسب محددة، تشكل في مجموعها أقل من 1% من الغلاف الجوي، وهي المسؤولة عن "ظاهرة الدفيئة الطبيعية" التي تحافظ على درجة حرارة الأرض عند المستوى الطبيعي أو المطلوب،

الأرض يجب أن لا ترتفع أكثر من درجتين مئويتين، وإلا فإن العواقب سوف تكون كارثية، فعلى سبيل المثال فإن حرائق الغابات التي تحدث في ولاية كاليفورنيا كل عام بالولايات المتحدة، وفي أماكن كثيرة من العالم تندلع نتيجة الجفاف الناجم عن التغير المناخي. إن ارتفاع درجات الحرارة الذي حدث على كوكب الأرض لا سيّما في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، وعدم مراعاة الصلة الضرورية بين المحافظة على بيئة نظيفة، وسلّة الغذاء العالمي سوف يعرض مستقبل البشرية للخطر.

ويسعى رؤساء دول وحكومات من بين أكثر الدول المنتجة لغازات الكربون مثل الولايات المتحدة والصين للتوصل إلى هدف مشترك مع الدول الأقل إنتاجا لهذه الغازات في إفريقيا وآسيا، إذ يحذر من أن العالم سوف يشهد عواصف شديدة وجفاف وارتفاع

دراسة علمية لمعهد بوتسدام الألماني للدراسات والأبحاث المناخية أن التقلبات المناخية يمكن أن تساعد أيضا على ارتفاع نسبة الحموضة في البحار والمحيطات، وما ينتج عنه من انخفاض كبير في نسبة الأوكسجين الموجودة في المياه، مما يؤدي إلى تهديد المنظومة الطبيعية في البحار، كما أظهرت دراسة أخرى أن ارتفاع درجات الحرارة في أوروبا نتيجة تغير المناخ، سيهدد وجود أنواع كثيرة من الفراشات، والتي قد تهجر باتجاه المناطق الشمالية الباردة، فيما قد تظهر أنواع جديدة من الفراشات قادرة على التكيف مع المناخ الجديد.

### تأثيرات التغير المناخي على كوكب الأرض

لقد تسبب التغير المناخي في حدوث تغيرات ملحوظة، وقد حذر خبراء في أن درجة حرارة كوكب



الارتفاع سوف يكون تهديدا للتجمعات السكنية الساحلية وزراعتها، إضافة إلى موارد المياه العذبة على السواحل واختفاء بعض الجزر المنخفضة والتي تقع تحت مستوى سطح البحر.

6. تواتر الكوارث المناخية المتسارع: إن ارتفاع تواتر موجات الجفاف والفيضانات والعواصف وغيرها سوف يؤدي المجتمع؛ وفي النهاية، يمكن القول بأن البشرية لم تواجه سابقا أزمة بيئية كما تشهدها، ومن اللافت للانتباه أن الدول النامية هي التي ستعاني من أسوأ عواقبها، فكلنا سوف نكون مسؤولون عن السعي إلى وقف هذه المشكلة على الفور، واتخاذ الإجراءات اللازمة، لوقف ارتفاع الحرارة الشامل.

### التغيرات المناخية والتحدي الأكبر الذي يواجه العالم اليوم على المدى الطويل

لقد حذر العلماء والباحثون منذ أعوام طويلة من المخاطر الحقيقية التي سوف تنجم عن زيادة غازات الدفينة في الغلاف الجوي، نتيجة حرق مليارات الأطنان من الوقود الأحفوري وخصوصا غاز ثاني أكسيد الكربون والأزوت والميثان، وبالرغم من كل تلك التحذيرات فإن سطوة الشركات العملاقة، والدول الصناعية جعلت تلك التحذيرات مثار شك خلال أعوام طويلة متعاقبة. ولتجنب مستويات مرتفعة من غازات الدفينة على دول العالم الثالث، فإنه يلزم تخفيض انبعاثات الكربون إلى ما دون 350 جزء بالمليون من تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، ومما هو جدير بالذكر أن الرقم الحالي قد وصل إلى نحو 390 جزء بالمليون وفي ارتفاع مستمر. ومما هو جدير بالذكر أن الأرقام المتوقعة للانبعاثات خلال العقد المقبلين في حالة استمرار

في منسوب مياه البحر لتغرق مساحات واسعة من اليابسة.

لقد أصبحت الحقائق العلمية واضحة حول تغير المناخ، إذا تخطى ارتفاع الحرارة على سطح الأرض درجتين مئويتين عما كان عليه قبل الثورة الصناعية، وسوف يتغير المناخ بطريقة دراماتيكية غير قابلة للتوقع، مهددا الوجود البشري نفسه على الأرض، وبشكل عام يمكن تلخيص عواقب تغير المناخ في عدد من النقاط الأساسية، وهي:

1. خسارة مخزون مياه الشرب، ففي غضون 50 عاما سيرتفع عدد الأشخاص الذين يعانون من نقص في مياه الشرب من 5 مليارات إلى 8 مليارات شخص.

2. تراجع المحصول الزراعي: فمن البديهي أن يؤدي أي تغير في المناخ الشامل إلى تأثير الزراعات المحلية، وبالتالي تقلص المخزون الغذائي.

3. تراجع خصوبة التربة وتفاقم التعرية: فتغير مواطن النباتات وازدياد الجفاف وتغير أنماط المتساقطات، سيؤدي إلى تفاقم التصحر، وتلقائيا سيزداد - بشكل غير مباشر - استخدام الأسمدة الكيميائية، وبالتالي سيتفاقم التلوث نتيجة الملوثات السامة الموجودة في الأسمدة.

4. الآفات والأمراض: إن ارتفاع درجات الحرارة يشكل ظروفا مواتية لانتشار الآفات والحشرات الناقلة للأمراض.

5. ارتفاع مستوى البحار: سيؤدي ارتفاع الحرارة إلى تمدد كتلة مياه المحيطات إضافة إلى ذوبان الكتل الجليدية ككتلة جزيرة جرينلاند، مما يتوقع معها أن يرتفع مستوى سطح البحر من 0,1 إلى 0,5 مترا مع حلول منتصف القرن الحادي والعشرين، وهذا

إن استخدام الطاقة النووية يجنب إطلاق حوالي 2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون كل عام والذي يقابل إزالة 400 مليون سيارة من الطرق كل عام.

#### الخلاصة:

يمكن القول إن الاحتباس الحراري (التغير المناخي) يهدد التوازن البيئي، وينذر بكوارث عديدة كالزلازل والبراكين وحرائق الغابات، الأمر الذي يحتم علينا أن نقلل من الانبعاثات الضارة التي تحرك ظاهرة الاحتباس الحراري. فإمكانية اتخاذ إجراءات التكيّف مع التغيّر المناخي، تعمل على التخفيف من وطأة التغيّر المناخي، ومن العواقب الصحية والبيئية المرتبطة بتغيّر المناخ على كافة الأصعدة، سواء البيئية أو الزراعية أو المائية أو الصحية.

فاتباع سياسات التخفيف للحد من المواد التي تشكل وسيلة لانبعاث غازات الدفينة البشرية في عدة

الأنشطة الجارية للانبعاثات كالمعتاد، سوف تبدأ من 550 جزءا بالمليون، ومعظم الانبعاثات الجديدة سوف تأتي من الصين والهند والدول النامية الأخرى. ولكي يتم التوصل إلى مستويات تصل إلى 350 جزءا بالمليون، فإنه يجب خفض الانبعاثات الكربونية في العالم إلى نحو 80 % خلال العقود المقبلة، وهو ما يتطلب ضرورة نقل الاعتماد من النفط والغاز والفحم إلى الاعتماد على مصادر متجددة ونظيفة مثل طاقة الشمس والرياح والماء.

#### دور الطاقة النووية في التغيرات المناخية

إن الطاقة النووية سوف يكون لها دورا فعالا في الإقلال من غازات الصوبة الزجاجية على مستوى العالم. إن محطات القوى النووية لا ينتج عن تشغيلها أي غازات للصوبة الزجاجية أو ملوثات للهواء أثناء تشغيلها.



5. Joel Smith, Bruce Mac Carl and Others  
“Potential Impacts Of Climatic Change On  
the Egyptian Economy”, United Nations  
Development Program 2013

6. Dr.Guy.Jobbins “Climate Change and  
Water in Arab Region Deutsche Gesell  
schaft fur Int. Zusammen arbeit (GIZ).  
GMBH,May 2012

7. Fidel Bayringiro,” Review of the likely  
Impact of Change on Agriculture in Arab  
Countries” [wwa.afedmag.com/English/  
Articles Details. Aspx? Id=114.[Accessed 9  
10 2016

8. Climate Change and Nuclear Power,  
IAEA, www.iaea..org,iaea books 2016

مجالات وقطاعات، أهمها الصناعة والطاقة والنقل  
والبيئة والزراعة والغابات، يعد من أهم الخطوات  
التي يجب القيام بها من أجل تفاقم مشكلة التغير  
المناخي الذي يعود إلى نشاطات الإنسان في مجالات  
مختلفة.

#### المراجع:

1. كرزوم جورج “سياسات التغير المناخي في الدول  
العربية”، الوطن العربي- مؤسسة هينرش بل 2008.
2. شحادة نعمان “علم المناخ” دار صفاء للنشر  
والتوزيع 2009.
3. صعب نجيب ومصطفى طلبة “أثر تغير المناخ على  
الدول العربية” 2009.
4. L.S. Kalk Stein and K.E. Somyer. The  
Impact of Climate Chang on Human  
Health. Some International Implications.  
Birkauser Verlag, Base 1993.



# مقالات وبحوث :

45 الطاقة الحرارية الأرضية كمصدر لتوليد الكهرباء ●

أ. د. محمد عبد الرحمن سلامة

51 جان فرانسوا دورتييه : من لوسي إلى أيامنا هذه...  
استكشاف أصولنا ●

أ. د. محمد أحمد طجو

55 صعوبات التعبير في تعليم الرياضيات ●

أ. محمد الطاهر طالبي

59 حوسبة اللغة العربية في القرن الحادي والعشرين ●

د. خالد صلاح حنفي محمود

63 شخصية العدد : ●

د. محمد سنوسي : عالم المناخ، شخصية فذة

د. عادل داود

68 مؤسسة العدد : ●

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي رائدة نشر  
الثقافة العلمية بالعربية

د. أبو بكر خالد سعد الله

# الطاقة الحرارية الأرضية كمصدر لتوليد الكهرباء

أ. د. محمد عبد الرحمن سلامة  
أستاذ بهيئة الرقابة النووية والإشعاعية

إن الأرض التي نعيش عليها تحوي كمية كبيرة من النشاط على هيئة حرارة. إن كل النشاط الجوفي لديه القدرة على توليد الطاقة الحرارية الجوفية لتوفير كميات كبيرة من الكهرباء. وتعتبر الطاقة الحرارية الأرضية من مصادر الطاقة المتجددة النظيفة التي استخدمها الإنسان لعدة قرون منذ فترة طويلة، وذلك من خلال استغلال مياه الينابيع الحارة، حيث يرجع تاريخ استعمالها إلى أكثر من 10.000 سنة، عندما استخدمها الهنود الحمر في الينابيع الساخنة لطهي طعامهم؛ وإن أول استخدام لطاقة الحرارة الجوفية بدأ في إيطاليا سنة 1904، عندما قام مواطن إيطالي بعمل بئر اختبارية في منطقة غنية بالطاقة الحرارية الكامنة، واستطاع أن يحصل على تيار من بخار الماء القوي قام بدفعه إلى مواسير بتوربين، واستطاعت قوة البخار تدوير التوربين، وبذلك حصل المواطن البسيط على كهرباء من هذا التصميم البدائي .



ولا تتوفر الطاقة الحرارية بصورة مباشرة في الطبيعة إلا فيما يصل الأرض من حرارة الشمس والحرارة الجوفية للأرض، وهذا ما يجعل الحرارة الجوفية سهلة الاستغلال، فهي طاقة مستدامة وواسعة الانتشار، ويقدر احتياطي الطاقة الحرارية الأرضية في حزام عمقه 2000 متر تحت سطح الأرض ما يعادل على ما ينتجه 250 مليار طن من الفحم من الطاقة، ونظريا يمكن أن يغطي هذا المقدار من الطاقة حاجة العالم من الطاقة لمدة 100000 سنة قادمة.

وتحتوي العشرة كيلومترات العليا للقشرة الأرضية قدر من الطاقة الحرارية يعادل 50000 مرة من كل الطاقة الموجودة في كافة احتياطات النفط والغاز العالمية مجتمعة، لكنه على الرغم من هذه الوفرة، تم تسخير 10700 ميجاوات فقط من طاقة الكهرباء الحرارية في العالم، ويرجع ذلك إلى هيمنة صناعات النفط والغاز والفحم وهي المصادر التي اعتادت على توفير الوقود الرخيص من خلال تجاهل التغير المناخي وتلوث الهواء. والواقع أن قدرات الطاقة الحرارية الأرضية على توفير الكهرباء لتدفئة المنازل وتشغيل الصناعات الهائلة، أما الدول الغنية في الطاقة الحرارية الأرضية فهي تلك الدول المطلة على المحيط الهادي في ما يُسمى بحزام النار.

وتُقسم مصادر الحصول على الطاقة الحرارية الأرضية إلى قسمين: المياه الحارة الجوفية، والصخور الحارة التي توجد في المناطق النشطة بركانيا أو في الأعماق البعيدة تحت سطح الأرض، ويمكن الاستفادة من المياه الجوفية الحارة والصخور الحارة في توليد الطاقة الكهربائية، وتسخين المياه التي تستخدم في التدفئة، إضافة إلى استعمالها في الكثير من ميادين الصناعة والزراعة الأخرى.

وتأتي طاقة حرارة الأرض من لبّ الكرة الأرضية، طبعا ليس بطريقة مباشرة، حيث إنّ اللب المنصهر للأرض يحتوي على كثير من الطاقة في شكل حرارة، وتتحرك هذه الحرارة من باطن الأرض في اتجاه السطح، وتذوب في طريقها الصخور مُكونة بذلك الماغما، وإذا ما وصلت الماغما إلى السطح فتصبح حُما بُركانية.

وفي بعض المناطق من العالم، ترتفع الماغما إلى درجات قريبة جدا من سطح الأرض، وبشكل خاص، عند حدود صفائح القشرة الأرضية أو المناطق الساخنة المتوزعة، ويُمكن أن توجد الماغما في هذه المناطق في أعماق ولبضعة كيلومترات أو أقل، وتُصبح الصخور فوق غرف الماغما\* هذه ساخنة للغاية، وإذا وصلت المياه الجوفية أو مياه الأمطار إلى هذه الصخور، فإنها تسخن أيضا، وقد تصل درجات حرارة الماء إلى 275 درجة مئوية، وذلك عندما تكون تحت الضغط، وتُشكل المياه الجوفية ينابيع ساخنة وعيون وأشكال بركانية حين تصل إلى سطح الأرض.

وتنتشر الحرارة الباطنية للأرض من الداخل إلى سطح الأرض عن طريق الحمل الحراري، بمعدل 2

\* الماغما أو الماجما: (كلمة يونانية μάγμα وتعني "التمزج") وتعني في اللغة العربية الصهارة أو الماغما وهي عبارة عن مزيج من المواد السيليكاتية المنصهرة أو بمعنى آخر (الصخور المنصهرة أو شبه المنصهرة) مع (المواد الصلبة المتطايرة من البراكين). وتتكون الماجما تحت القشرة الأرضية أو غيرها من طبقات الأرض. وقد تحتوي الصهارة أيضا على بلورات غير مكتملة التبلور، وتخرج معها فقاعات غاز مع الغاز المذاب في الصهارة نفسها أحيانا، تتجمع الصهارة فيما يعرف باسم (غرف الصهارة) التي قد تغذي بركان وتخرج فوق سطح الأرض وتسمى في تلك الحالة أو تتجمّع تحت القشرة الأرضية في هذه الحالة تسمى بلوتون. تعتبر الصهارة قادرة على اقتحام الصخور المجاورة وتكون (السدود النارية) (الجيوب البركانية sills) ثم تقذف على سطح الأرض لتكون الصخور البركانية.



تستخرج حرارة للتدفئة من أعماق قليلة نسبيا (150 متر)؛ أما المشروعات الصناعية، فهي تتطلب الحاجة إلى الحفر على أعماق سحيقة تبلغ عدة كيلومترات تحت الأرض.

وتُعتبر كفاءة استغلال الطاقة الحرارية الباطنية في توليد الطاقة الكهربائية معتمدة على درجة الحرارة، ويسهل وجود الينابيع الحارة استغلالها وذلك بسعر زهيد، وإذا لم توجد الينابيع الحارة فيمكن الحفر بالأنابيب، بحيث يُضخ الماء من أعلى في أنابيب فيكتسب الحرارة من الصخور والطبقات الأرضية الساخنة، وتقوم مضخات مركبة على أنابيب أخرى حولها بسحب الماء الساخن إلى أعلى لاستغلاله، وتُسمى تلك الطريقة المتبعة في بعض المناطق الأوروبية "الطاقة الحرارية للصخور الجيولوجية الساخنة"، وتسمى في أمريكا الشمالية، أنظمة حرارة الطبقات الجيولوجية المحفزة، وتتيح فرص استغلال تلك الطرق استفادة وفيرة عن مجرد استغلال الينابيع الحارة الطبيعية .

### توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية :

للاستفادة من الطاقة الحرارية الأرضية، فإنه يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية، ويتم ذلك في محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية،

و44 تيراوات، ويُعتبر النشاط الإشعاعي في قلب الأرض أهم مصادرها، والتي تصل إلى معدل 30 تيرا وات، ويرجع الفرق بين المعدلين إلى كمية الطاقة المخزونة في الأرض أثناء تكوّن الكرة الأرضية من الغبار الكوني تحت فعل الجاذبية، منذ نحو 5 و4 مليار سنة.

ويُقدر معدل الطاقة الحرارية الجيولوجية بنحو ضعف كل ما يستخدمه الإنسان الحديث من الطاقة من المصادر المختلفة، وعلاوة على تلك الطاقة الآتية من الأعماق الجيولوجية للأرض، فإنّ سطح الأرض يستقبل طاقة الشمس ويخزنها في الطبقة السطحية، ويقدر سمكها بـ 10 متر خلال أشهر الصيف ويطلقها خلال أشهر الشتاء .

وتبدأ درجة الحرارة تحت تلك الطبقة السطحية في الارتفاع بمعدل 27 درجة مئوية كل 1 كيلومتر ، أي أنها تصل إلى نحو 55 درجة مئوية على عمق 2 كيلومتر وهكذا، ويقدر الفيض الحراري أو المجال الحراري بنحو 1 و0 مليون وات لكل كيلومتر مربع، وتزداد تلك القيم عند تقاطع الصفائح التكتونية، حيث تكون القشرة الأرضية رقيقة نسبيا، وقد تزداد درجة الحرارة بفعل حركة السوائل الساخنة، مثل الصهارة أو الينابيع الحارة أو تجمّعات لهذه وتلك. وتستطيع مضخة للمياه الجوفية الحرارية أن





الماء الذي تم تسخينه بسبب درجة الحرارة المرتفعة للسائل في الأنبوب الآخر ، ويحرك البخار توربين المولد الكهربائي، ويتكثف فيعود مجدداً إلى محاذات الأنبوب الساخن، ويتحرك بهذه الطريقة في دوران مستمر ، ويُعاد ضخ الماء المستخرج مجدداً إلى الأرض عبر بئر الحقن.

#### رابعاً: محطات تدفئة وتكييف

لا يلزم لاستغلال الطاقة الحرارية الأرضية في التدفئة والتكييف وجود درجات حرارة عالية، وبالتالي يتم استخدام آبار متوسطة العمق، ويستخدم الماء الساخن إما للتدفئة أو يحوله صمام إلى نظام لتكييف الهواء وإنتاج الهواء البارد بحسب الحاجة .



ويمكن إنشاء مثل هذا النظام لإمداد بيت بالماء الساخن، وذلك عن طريق إنشاء الأنابيب حول المنزل أو تحت موقف السيارات، وتقدر تكاليف مثل هذا النظام لبيت عائلة واحدة بنحو 7.500 دولار أمريكي، ومن مميزاتها أنها بعد تكلفة الإنشاء تنتج طاقة

وهناك ثلاثة (3) أنواع من محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية، وهي كالتالي:

#### أولاً: محطات البخار الجاف

هذه الطريقة هي أقدم الطرق وأكثرها انتشاراً، وهي نفس الطريقة التي تم استخدامها في إيطاليا في العام 1904، وتستخدم هذه المحطات الماء الموجود بشكل طبيعي في الطبقات الأرضية العميقة والموجود تحت تأثير ضغط وحرارة عالين، فيتم استخراجها بواسطة حفر آبار عميقة، فيخرج على شكل بخار ماء بسبب حرارته العالية وبسبب فرق الضغط. يسير هذا البخار في أنابيب، ثم يعرض لتوربينات تعمل على تدوير المولدات الكهربائية التي تنتج الطاقة الكهربائية، ويضخ الماء المتكثف إلى الأرض عبر بئر آخر يسمى بئر الحقن.

#### ثانياً: محطات التبخير

تستخدم هذه المحطات السوائل الموجودة بضغط عالي تحت الأرض، حيث يتم تركيزها في وعاء ذي ثقب صغير يؤدي إلى وعاء آخر ذي ضغط معتدل، فعند حركة السائل من الوعاء الأول إلى الثاني عبر الثقب يتبخر بسبب السرعة وفرق الضغط العالي، يحرك البخار التوربين فيحرك بدوره المولدات الكهربائية التي تنتج الكهرباء، ويضخ الماء المتكثف المتبقي إلى الأرض عبر بئر الحقن.

#### ثالثاً: محطات الدائرة المزدوجة

تستخدم هذه المحطات السوائل الموجودة تحت الأرض ذات درجة غليان مرتفعة (حوالي 200 مئوية) ويتم ضخها إلى الأعلى، حيث تقوم بتسخين الماء ذي درجة غليان عادية (100 مئوية) في أنبوب آخر يمر بمحاذاة الأنبوب الساخن (مبادل حراري)، ويتبخر



بخار الماء والعيون الحارة، مثل عين حلوان والواحات في الصحراء الغربية، وشرق منطقة الخليج بالسويس، وحمام فرعون، وقد كشفت دراسة أن حمام فرعون الموجود على الضفة الشرقية لخليج السويس، يُعدّ الأكثر سخونة بين العيون والآبار الساخنة والبالغ عددها 1450 عينا وينبوعا وبئرا في مصر، وكشفت قياسات أن درجة حرارة مياه حمام فرعون قد بلغت 92 درجة مئوية .

وعن أحدث الدراسات التي أُجريت فإن حجم الاستثمار يتراوح بين 800 إلى 3000 دولار، لإنتاج كيلووات من الكهرباء من الطاقة الحرارية، ويمثل ذلك قيمة البنية الأساسية، ولكن تكلفة الكيلووات/الساعة تتكلف من 2 إلى 10 سنتات فقط، ويتوقع أن تصل التكلفة من 1 إلى 8 سنتات، وقد تكون التكلفة في البداية عالية، ولكن مع تطور الأبحاث تتحسن اقتصاديات هذه الطاقة، كما أنها تتناسب مع سعر البترول فكلما ارتفع سعره أصبح الاتجاه إلى هذه الطاقة أكثر اقتصاديا .

### إيجابيات الطاقة الحرارية الأرضية:

يعتبر مصدر الطاقة محط أنظار الكثير من الدول المتقدمة:

### السلبيات والمعوقات:

بالرغم من كل مميزات الطاقة الحرارية الأرضية، والتي جعلتها في طليعة مصادر الطاقة البديلة المستقبلية، إلا أن هناك بعض العوامل التي تحدّ من انتشارها على الأقل في وقتنا الحالي، ومن أهم هذه الأسباب ارتفاع تكلفة إقامة محطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الحرارية الأرضية، ويرجع السبب في ذلك إلى صعوبة حفر آبار بأعماق سحيقة

رخيصة وفيرة، وتوفر من استهلاك الكهرباء في تلك الأغراض، وفي الولايات المتحدة الأمريكية تشجع عدة ولايات أمريكية المواطن الأمريكي على بناء مثل تلك المحطات في بيوتهم وتدعمهم عن طريق خصومات ضريبية.

ومما هو جدير بالذكر، فإن معدل ازدياد الطلب في الولايات المتحدة الأمريكية على أنظمة استغلال الحرارة الباطنية الأرضية، يتراوح بنسبة من 10 % إلى 13 % سنويا.

ويبلغ استغلال الحرارة الأرضية في آيسلندا رقما متقدما، حيث تنتج 53 % من الطاقة المستغلة في ذلك البلد، وتُعتبر آيسلندا أكثر البلاد تقدما في هذا المضمار على مستوى العالم، ويرجع ذلك إلى طبيعة أرضها التي تكثُر فيها البراكين.

ومن المقرر أن يبدأ أول مشروع لاستغلال الحرارة الأرضية في الشرق الأوسط، في الإمارات العربية المتحدة، ومن المخطط له تزويد المدينة الخضراء بالطاقة لتكييف المنازل والمباني، كما أنه من المقرر أن يجري حفر بئرين اختباريين على عمق 2800 متر، و4500 متر .

وقد رسم العلماء أول خريطة في العالم للمواقع التي يتفجر قلبها بالحرارة، والتي أكدت أن مصر دخلت ضمن هذه الدول، ومنطقة شرق خليج السويس التي تبشر بالحصول على طاقة حرارية، تؤدي إلى تيار كهربائي قد يخدم كل أنحاء مصر ، ولا يقل عما يمكن أن تقدّمه محطة نووية، وهناك مظاهر سطحية تعبر عن وجود هذه المناطق الغنية بالطاقة الحرارية الكافية، مثل مناطق الأحزمة النشطة بالزلازل والبراكين والمناطق التي بها انبعاثات مستمرة من

بالبيئة إذا أُطلقت على الأرض، وتعتبر سياسة إعادة استخدام الماء الساخن المستخرج وضخه إلى أعماق الأرض، من العوامل التي تقلل من التأثير السيئ على البيئة عند استغلال تلك الطاقة .

#### المراجع:

- 1- Pollack, H N,S.J. Hurter and J.R. Jhonson (1993) Heat flow from the Earths Interior. Analysis of the Global Data Set. Rev. Jeo Phys. 30
- 2- Tester. Jefferson W, etal (2006), The Future of Geothermal Energy , Impact of Geothermal Systems, ISBN 0-615. pages 1-8, USA
- 3-Geothermal Power Generating Plant, CO2 Emission Survey, GA News, Int. Geothermal Association(49)1-3,Bertani, Ruggero,(2010)
- 4-Rybach.Ladislau (Sep 2007). Geothermal sustainability (PDF). Geo Center, Quarterly Bulletin Klamath Falls, Oregon , USA,9 May 2009

قد تصل إلى عمق (5 كيلومترات)، ووسط درجات حرارة مرتفعة وبأعداد كبيرة تتيح إنشاء محطة قوى متوسطة القدرة .

#### تأثير الطاقة الحرارية الأرضية على البيئة

تحتوي السوائل المستخرجة من باطن الأرض على غازات متنوعة، منها ثاني أكسيد الكربون وسلفيد الكبريت، والميثان، والأمونيا، وتساهم تلك الغازات في مشكلة الانحباس الحراري والمطر الحمضي، وتبلغ مقدار ما ينطلق من محطات الحرارة الأرضية من غاز ثاني أكسيد الكربون نحو (122) كيلوجرام لكل 1 ميجاوات ساعة من الكهرباء، وهي نسبة صغيرة بالمقارنة بما تنتجه محطات الوقود الأحفوري، ولهذا تزود محطات القوى التي تتسم بإصدار كميات كبيرة من تلك الغازات، والتي تسبب المطر الحمضي بوحدات لضبط وفصل تلك الغازات، وذلك لخفض تأثيراتها السلبية على البيئة، وبالإضافة إلى الغازات الذائبة، فقد يحتوي الماء الساخن المستخرج من أعماق الأرض على أملاح ذائبة ومواد سامة، مثل الزئبق والزرنيخ والبور والأنتيمون، وتترسب تلك الكيماويات عند تبريد الماء، وقد تتسبب في أضرار



# جان فرانسوا دورتييه : من لوسي إلى أيامنا هذه... استكشاف أصولنا<sup>1</sup>

ترجمة: أ.د. محمد أحمد طجو

أستاذ جامعي ومترجم سوري، كلية اللغات والترجمة، جامعة الملك سعود

تعود شهرة لوسي Lucy للأهمية الجوهريّة للاكتشاف وللإحساس القوي بالتواصل لمكتشفيها. كان الاكتشاف استثنائياً حقا وحقيقة. ففي العام 1974 أجرى فريق فرنسي أمريكي بقيادة دونالد جوهانسون Donald Johanson وموريس طيب Maurice Taib، وبمشاركة إيف كوبنز Yves Coppens، حملة تنقيب في موقع هدار Hadar بإثيوبيا. أخرج الفريق من الأرض هيكلًا عظميًا شبه كامل تقريباً (بنسبة 40 ٪)، يظهر تشريحه أنه في منتصف الطريق بين القرد والإنسان (تكاد الجمجمة تكون أكبر من جمجمة قرد كبير، ويؤكد حوض الجسم المشي قائماً (منتصباً). إنه قرد أسترالوبيثيكوس الجنوبي<sup>2</sup> Australopithecus الذي أطلق عليه العلماء بعد جدال اسما علمياً هو «أسترالوبيثيكوس أفارينيسيس» Australopithecus afarensis أو القرد الجنوبي العفري.

1 هذه ترجمة للصفحات 253-250 من كتاب Une histoire des sciences humaines المنشور في العام 2012، وهو من تحرير جان-فرانسوا دورتييه Jean-François Dortier.

2 (أسترالوبيثيكوس Australopithecus أو القردة الجنوبية) هو جنس من أشباه البشر ويعتبر أول من مشى على الأرض بقدمين اثنين قبل 4.2 مليون سنة. انقرضت بصورة غريبة جميع فصائلها قبل ما يزيد على مليوني سنة. أي عاشت ما يقارب المليون سنة. ويعتقد العلماء أيضاً بأن مجموعة هومو قد تفرّعت عن هذا الجنس. والعلاقة التي تربط بين جنس أسترالوبيثيكوس وأوائل أشباه البشر من جنس هومو مهمة للغاية لفهم أين يأتي الإنسان الحديث بين هذه الأجناس كلها. ويأتي في جنس أسترالوبيثيكوس عدة أصناف شبه بشرية منها مرتبة حسب أقدميتها وجميع هذه الفصائل يوجد لها أحافير محفوظة في متاحف العالم، وهي أسترالوبيثيكوس الأنامي: القرد الجنوبي الأنامي، وأسترالوبيثيكوس العفري: القرد الجنوبي العفري، وأسترالوبيثيكوس الإفريقي: القرد الجنوبي الإفريقي. أسترالوبيثيكوس <https://ar.wikipedia.org/wiki/أسترالوبيثيكوس>. المترجم).



لكن كان ينبغي لحين تحقق ذلك إطلاق اسم أكثر ألفة على الهيكل العظمي. كان علماء الإنسان القديم وقت الاكتشاف يستمعون من خلال المذياع إلى أغنية البيتلز Les Beatles لوسي في السماء مع الأملاس. ولذلك أطلقوا اسم لوسي على الهيكل العظمي. وطاف الاسم حول العالم في غضون بضعة أسابيع، وأصبح فجأة نجم ما قبل التاريخ. ولكن كان ينبغي أيضا إيجاد معنى له، وتحديد موقعه في سيناريو تطور الإنسان. ولكن الأمور كانت أقل سهولة...

### عائلة القردة الجنوبية :

من هي لوسي؟ إنها جزء من لغز أصولنا، الذي يتضمن آلاف من الأجزاء الأخرى التي تم العثور على بضعة عشرات منها فقط حتى الآن. هذه الأجزاء تمكننا من تخيل ما يمكن أن يكون الصورة العامة للتطور. إن المخطط الذي تم أخذه في الاعتبار اليوم هو على وجه التقريب ما يلي: انفصل قبل ثمانية (8) ملايين سنة الأسلاف المشتركين للقردة الكبيرة وللإنسان إلى عدة سلالات. تطور بعضها إلى القردة الكبيرة الحالية (ومنها الشمبانزي)، وأدى بعضها الآخر إلى ظهور القردة الجنوبية قبل أربعة أو خمسة ملايين سنة. ولوسي هي الأكثر شهرة على مستوى إعلامي.

عاشت القردة الجنوبية في إفريقيا. فهناك تم العثور، على أي حال، على جميع نماذجها. ويعود تاريخ الاكتشاف الأول إلى العام 1924، وهو اكتشاف تم على يد البروفيسور ريموند دارت Raymond Dart في جنوب إفريقيا. فخلال ما يقارب ثلاثين عاما نبش دارت ومساعدوه نماذج أخرى من القردة الجنوبية، ولكن المجتمع العلمي سوف يجد صعوبة في قبول هذا الاكتشاف، الذي أطلق عليه دارت اسم "الرجل- القرد" «L'Homme-singe».

كان ينبغي انتظار الستينيات من القرن العشرين والحملات في شرق إفريقيا، لا سيما التي قادها الزوجان ليكي Leakey. لكي يدخل القرد الجنوبي بشكل حقيقي في أصلنا. أخرج لويس ليكي وزوجته ماري من الأرض عدة نماذج، منها دير بوي Dear Boy اكتشفت في العام 1959، وتبين أن عمره 1,75 مليون سنة، وفقا لأساليب تحديد التاريخ ظهرت بعد سنوات قليلة من اكتشافه. وقد قام الزوجان في السنوات التالية باكتشافات مهمة.

يعتقد العلماء أنهم عثروا من خلال اكتشاف لوسي في العام 1974 على ممثل نموذجي للقردة الجنوبية. ولكننا نعلم اليوم، منذ اكتشافات التسعينيات، أن لوسي، أي "أوسترالوبيثيكوس أفارينيسيس" أو القرد الجنوبي العفري، ليست سوى أحد الفروع العديدة لأسرة القرد الجنوبي (هناك حاليا 12 نموذجا)، الموجودة في القارة الإفريقية منذ أربعة أو خمسة ملايين سنة، والتي اختفت منذ حوالي مليون سنة ونصف.

### ظهور الأنواع البشرية:

تفرع عن أسرة القردة الجنوبية منذ حوالي مليونين ونصف سنة سلالة الإنسان *Homo*. النموذج الأول هو الإنسان المنتصب *erectus* الذي اكتشفه في العام 1891 أوجين دوبوا Eugène Dubois في جزيرة جاوة في إندونيسيا. ففي بداية الستينيات اكتشف الزوجان ليكي عدة حفريات للإنسان *Homo* القديم في إفريقيا. وقد تم تعريفها على أنها الإنسان المنتصب *Homo erectus*. وفي العام 1964 اكتشف لويس ليكي وفيليب توبياس Phillip Tobias لأول مرة نوعا جديدا: الإنسان الماهر *Homo habilis*. وإن ممثلي النوع هومو لديهم دماغ أكثر تطورا من دماغ



تزال هناك إمكانية الإقرار بسيناريو مختلط يجمع بين الاثنين السابقين، وهي إمكانية تزداد أكثر فأكثر لدى الباحثين.

ثمة أمر مؤكد: هناك الآن على الأقل ثمانية أنواع من القردة الجنوبية، والعدد نفسه تقريبا من إنسان هومو بفضل حملات التنقيب التي نفذت في نهاية التسعينيات من القرن العشرين. ويشجع ذلك على النظر إلى شجرة أصولنا على أن لها شكل "دغل" Buisson وليس شكل شجرة ذات جذع واحد. وإن إعادة بناء لغز أصولنا لا تزال بعيدة المنال. وهذا ما يغذي عمل علماء الإنسان القديم في القرن الحادي والعشرين.

#### عائلة ليكي: ملحمة استثنائية

- أجرى لويس ليكي (1903 - 1972) وزوجته ماري، نيكول Nicol (1913 - 1996) حفريات في شرق إفريقيا بدءا من الثلاثينيات من القرن العشرين. وكانا في الستينيات وراء اكتشافات كبرى.
- اكتشفت ماري ليكي في يوليو من العام 1959 جمجمة قرد جنوبي محفوظة بحالة جيدة. ويقدر عمر دير بوي هذا Dear Boy بحوالي 1,75 مليون

القردة الجنوبية. وهم أكثر طولاً من ذوي القدمين كليا (ومن هنا جاء اسم الإنسان المنتصب). وترقى الآثار الأولى للأدوات المعروفة إلى مليوني سنة تقريبا (الصناعة الأولدوفية)<sup>1</sup> ويعود الفضل أيضا لاكتشافها إلى ليكي. وسوف يستخدم النوع هومو لاحقا النار. هل كانوا يجيدون لغة ما؟ لم يكن هناك إجماع حول هذه المسألة. وعلى أي حال غزا الإنسان هومو كوكبنا بأسره تقريبا.

ثم أفسح هومو المجال لنسله العاقل *Homo sapiens*. أين ومتى وكيف أصبح *Homo* عاقلا؟ ثمة تفسيرات متباينة لهذا السؤال. ومن المعروف أن هناك نوعين من الإنسان العاقل، الإنسان النيندرتالي والإنسان العالم (الكرومانيون Cro-Magnon أو الإنسان الأوروبي الحديث الأول EEMH)، وهو جدنا المباشر. ويدافع بعض المتخصصين عن السيناريو متعدد الأقاليم: بموجب هذا النموذج، ظهر الإنسان العالم بالتوازي في عدة قارات (إفريقيا، وآسيا، وأوروبا) من خلال تطور متقارب للنماذج القديمة من إنسان هومو (الإنسان المنتصب *erectus*، الإنسان العامل *ergaster*). ويدافع متخصصون آخرون عن

سيناريو حواء الإفريقية: يفترض هذا النموذج وفقا لبحوث بيولوجية تقوم على دراسة الحمض النووي أن الإنسان انحدر من أصل واحد، ظهر في إفريقيا منذ مائتي ألف سنة. ولا

1 (نسبة إلى منطقة أولدوفيه Olduvai في تنزانيا. المترجم)





سنة. وهو أقدم مما كان يظن وقت نبشه من الأرض.  
• وصف لويس ليكي وفيليب توبياس في العام 1964 لأول مرة الإنسان الماهر.  
• اكتشفت ليكي أقدم صناعة حجرية معروفة حتى الآن، وهي صناعة أدوات معروفة باسم الصناعة الأولدوفية (نسبة إلى منطقة أولدوفيه Olduvai في تنزانيا): إنها الحجارة الأولى المكسرة عمدا لصناعة الأدوات.  
• اكتشفت ماري ليكي بين العامين 1976 و 1979 أغرب آثار خطوات في ليتولي Laetoli نسبت إلى خطوات الإنسان القديم.  
• ريتشارد ليكي (ولد في العام 1944) هو ابن لويس وماري ليكي. واصل بنجاح أعمال والديه. شارك هو أيضا في حملات تنقيب كبيرة...ويحسب له اكتشاف

مئات الحفريات للقردة العليا (القردة الجنوبية، والإنسان الماهر، والإنسان المنتصب) في منطقة بحيرة توركانا Turkana. تزوج ريتشارد ليكي من ميف إيز Meave Epps في العام 1970، وهي أيضا عالمة متحجرات، وهي صاحبة اكتشاف مهم لنوع جديد، هو أسترالوبيثيكوس أنامينسس Australopithecus anamensis أو القرد الجنوبي الأنامي<sup>1</sup>، تم في العام 1995 في موقع بحيرة توركانا.

1 (هو اسم أحد أسلاف الإنسان (الماشي على قدمين)، عاش بين حوالي 4.2 إلى 3.9 مليون سنة خلت. تم التعرف عليه في العام 1995 من خلال مجموعة من المستحاثات أو الأحافير أو المتحجرات المكتشفة في شرق إفريقيا، في كينيا. وقد اكتشفت المستحاثة الأولى بعثة من جامعة هارفارد في العام 1965. المترجم).

ريتشارد ليكي



# صعوبات التعبير في تعليم الرياضيات

أ. محمد الطاهر طالبي  
المدرسة العليا للأساتذة القبة، الجزائر

## كلمات مفتاحية

النص الرياضي، اللغة العادية، التعبير الرياضي، أشكال التعبير الرياضي، صعوبات التعبير الرياضي.





ناتج عن ربط فكرة رياضية بمجموعة من الكلمات ورمز؟

- كيف يمكن الوصول إلى فكرة رياضية من خلال التعبير المرئي (مخططات، بيانات، جداول...)?

### الأنشطة العقلية

ننطلق من مبدأ أن المتعلم ذكي، وأنه يمكنه مزاوله الرياضيات. يمكن إذن التكلم عن بعض الأنشطة العقلية الخاصة بالذكاء الإنساني وهي:

- التحليل. / - التصنيف. / - الترتيب. /

- اتخاذ قرارات. / - حل مشاكل.

إذن لماذا هناك صعوبة في فهم الرياضيات؟ هل يعود السبب إلى المعلم؟ أم إلى الرياضيات؟

### دور اللغة

تلعب اللغة دوراً أساسياً في مسار التعلم. يمكن تلخيص ذلك بالقول:

بناء المعرفة الرياضية تتم أساساً من خلال التواصل، حيث إنّ المعالجة والخبرة هامة في هذا البناء.

كما يسمح النضج العقلي للمتعلم باستعمال التعبير لاقتصاد المعالجة والاستفادة من خبرة الآخرين. في سياق التواصل، يمكن القول بأنّ الفهم هو مسار عقلي يركز على إعطاء المعاني للإشارات المسموعة والمرئية.

إنه من الخطأ الاعتقاد بأن الخطاب الرياضي لا يشمل إلا إشارات بعضها لها وظيفة رمزية وأخرى لها

يستند تعلم الرياضيات بشكل أساسي على حل مشاكل. وهذا يمر على معالجة نصوص رياضية بأشكال مختلفة منها الفهم والتحليل والتركيب والاستنتاج وغيرها. لا تكتمل هذه السيرورة بدون التحكم في التعبير الحامل للتفكير والاستدلال. يشمل التعبير الرياضي على عدة جوانب لفظية ورمزية وبيانية... يمكن أن يكون كل جانب مصدراً لصعوبات حقيقية للمتعلم: يمكن أن تختلف معنى الكلمات بين التعبير الرياضي والتعبير العادي (على سبيل المثال الكلمات جوار، تقارب، زمرة... ليس لها نفس المعنى في التعبيرين). الرمز هي أدوات اتفاقية تخضع لقواعد دقيقة ومقننة. كما أن المخططات البيانية ليست فقط أدوات توضيحية بقدر ما هي حاملة لأفكار للاكتشاف.

من المعروف أن تعلم الرياضيات ليس سهلاً. يمكن للمعلم، اعتماداً على خبرته، معرفة الأسباب التي تجعل الخطاب الرياضي معقداً. كما أن التصورات التي يضعها المتعلم للخطاب الرياضي خاضعة لكل أنواع الضغوطات الناتجة عن الأولياء والمعلمين والمجتمع عموماً.

المقال يحاول الإجابة، قدر الإمكان، عن أسئلة من النوع:

- هل الإشكال هو "عدم وجود القدرة العقلية"، أو نقص في وجود الذكاء؟ أو التكلم عن ظاهرة "عدم الفهم" لدى المتعلم العادي خلافاً للخبوي؟

- ما هي الكلمات الملائمة لنص رياضي والتي تجنب أي تعارض بين التعبير الرياضي والتعبير العادي؟  
- كيف يمكن تخفيف نص رمزي





- «أرسم  $A \in (CD)$ »

- «أرسم النقطة  $A$  التي تنتمي إلى المستقيم  $(CD)$ »

واضح أن كلمة التي لم تظهر في التعبير الرمزي خلافا للتعبير اللغوي.

رابعا- التشويه النحوي للنظام الرمزي

يمكن تشخيص ذلك بالعبارة التالية: «الأعداد  $(CD)$ »

يمكن إزالة التشويه بكتابة العبارة إما بالشكل اللفظي: الأعداد سالبة، أو بالشكل الرمزي:  $x \leq 0$  حيث يمثل المتغير عددا.

خامسا- تعدد معاني رمز

إن المثالين التاليين يوضحان تعدد معنى الرمز:

- «الحرف  $a$  يمكن أن يعني عددا أو وسيطا أو عنصرا من مجموعة أو قيمة أو...»

- «كما أن القوس  $()$  يمكن أن يعني نتيجة مجموع، أو مستقيما يمر بنقطتين، أو ضربا لعددين، أو صورة وفق تابع أو...»

سادسا- التعدد المختلط لمعاني كلمة من اللغة المستعملة نحو اللغة والنظام الرمزي

المثال التالي يمثل التعدد المختلط لـ من:

«يمثل مبلغ في رصيد بنكي: 20 % من :»

إن معنى «من» في هذا المثال يعني الضرب خلافا لمعناه في اللغة كحرف جر.

سابعا- التعدد المضاعف لمعاني كلمة في اللغة

نحو النظام الرمزي

إليك الأمثلة التالية:

وظيفة صورية. فإذا شمل النص الرياضي رموزا مثل ما هو موجود في العبارة:

$$2x + 3y = 7$$

فإنه يكمل بإشارات أخرى تنتمي للغة العادية وتعطى معنى للنص على سبيل المثال: حل المعادلة... اقرأ العبارة...

اعط درجة المعادلة... (أي يكمل بالشكل اللفظي). النص الرياضي صعب لعدة أسباب ناتجة من كونه مكون من إشارات تنتمي إلى النظام الرمزي الرياضي، وكلمات تنتمي للغة الاستعمال. يمكن التطرق في الفقرة الموالية إلى عدة أسباب لهذه الصعوبة.

بعض أسباب صعوبة النص الرياضي

أولا- النص الرياضي وجيز ومختصر واقتصادي

كل مكونة من النص الرياضي أساسية لفهم معناه. مثال على ذلك العبارة التالية التي تعني مجموعة الأزواج من الأعداد الصحيحة المحققة لمتباينة معطاة:  $\{(x, y) \in Z^2 : 2x + 4y \leq -2\}$

ثانيا- التأثير المرن للنص الرياضي

هل المتعلم يكوّن نفس فكرة الشخص المنتج لفكرة رياضية؟ على سبيل المثال يمكن قراءة العبارة:

$$2x + 3y = 7$$

بعده أشكال منها : حل المعادلة أو ما هي درجة المعادلة أو ما هي متغيرات المعادلة أو... من بين هذه المعاني المتعددة ما هي التي يعطيها المتعلم لهذا النص؟

ثالثا- التشويه النحوي للغة

على سبيل المثال: لدينا التعبيرين الرمزي واللغوي التاليين:



- «الحصول على 20 % من 1500»

- «إنقاص 50 من 300»

- «ارتفعت الحرارة من 0° إلى 30°»

وأضح أن ترجمة الحرف من في النظام الرمزي الوارد في الأمثلة الثلاثة السابقة يأخذ إحدى العمليات:  $\times$ ،  $-$ ،  $+$  على الترتيب.

### ثامنا- تعدد المعاني في المصطلحات

إن بعض الكلمات أو العبارات اللغوية لها معاني خاصة في الرياضيات. على سبيل المثال:

«العامل»، و«التابع»، و«المجموعة»،... الخ.

فكلمة العامل مثلا لها معنى الكمية المضاعفة في العبارة:  $3ab$  خلافا للاستعمال اللغوي العادي فمعناها فاعل/وكيل: مثلا محاسب ، أو صراف...

### تاسعا- التداخل بين اللغتين العادية والرمزية

نأخذ على سبيل المثال «التابع العكسي»:

- التابع العكسي في الرياضيات: هو تابع جديد مناظر للأول بالنسبة لقانون تركيب التوابع.

- أما التابع العكسي في اللغة: فله وظيفة مقلوبة ( مثلا هذه الصورة معكوسة).

هناك وضوح في التداخل بين اللغتين العادية والرمزية.

### عاشرا- الضمنية

يشمل النص الرياضي على رموز لها علاقة بعمليات رياضية أو معاني خاصة وهي غير مذكورة صراحة. على سبيل المثال: التعبير  $3a$  يستخلص منه رمز الضرب  $\times$  بين العدد 3 والحرف  $a$ .

### الخلاصة:

توصلت العديد من الدراسات في التعليمية

والأبستمولوجيا وعلم النفس المعرفي وعلم النفس الاجتماعي واللسانيات وغيرها إلى بعض النتائج، نذكر منها بالخصوص:

- قد يشمل النص الرياضي (الشفهي أو المكتوب) غموضا يحرض عددا من الظواهر المختلفة. لا بد للمعلم أن يأخذ ذلك في الاعتبار لتسهيل الفهم لدى المتعلم.

- الخطاب التفسيري للمعلم قد لا يصل بنفس المعنى للمتعم، حيث كل واحد يفهمه حسب خبرته وتكوينه.

- حتى يكون هناك فهم للخطاب الرياضي، لا بد أن يكون هناك تفاعل وانسجام بين اللغة المستعملة والنظام الرمزي الرياضي.

### المراجع:

1- M. Abdeljaouad (2004), La bilatéralité dans le discours mathématique: une contrainte institutionnelle en Tunisie, Petit X n°64, IREM de Grenoble, France.

2- S. Madjber (2003), Le langage courant et le langage mathématique, <http://www.algerie-dz.com/article1119.html>

3- R. Plante (1995), Les difficultés dues au langage dans l'enseignement des mathématiques Actes du colloque, ENS de Marrakech et CPR de Saf

4- A. Daif (1992), Recours au symbolisme dans l'enseignement, didactique des mathématique & formation des enseignants, Actes du colloque international, Morocco.

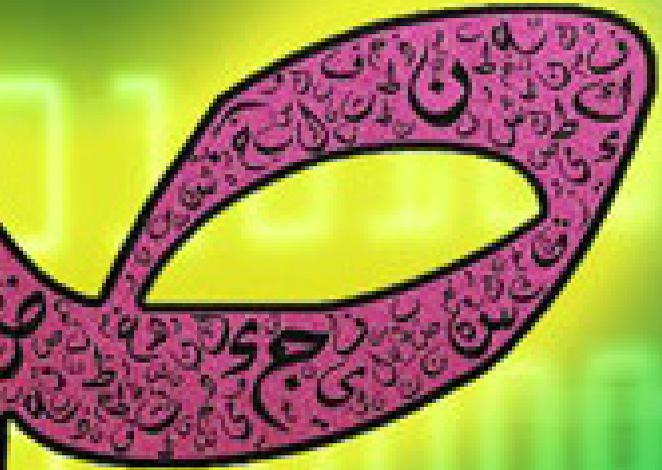
5- G. Glaeser (1973), Mathématiques pour l'élève professeur, Collection des enseignants Hermann, 2<sup>ème</sup> édition.

# حوسبة اللغة العربية في القرن الحادي والعشرين

د. خالد صلاح صوفي محمود  
أستاذ مساعد أصول التربية - كلية التربية - جامعة الإسكندرية



إن القول بأن اللغة هي الوعاء الحاضر والمغذي والداعم للمعرفة والثقافة، يستدعي بالضرورة توجيه الجهود نحو تطوير هذه اللغة حتى تكون قادرة على حمل المضامين المستجدة والمتزايدة لمجتمعات واقتصادات المعرفة، وهذا ينطبق تماما على اللغة العربية التي تجد نفسها مدعوة أكثر من أي وقت مضى إلى التخلص من القوالب الجامدة التي قيّدت تطورها لتلج فضاءات التجديد والإبداع والمساهمة الفاعلة في دعم البحث العلمي والتكنولوجي وإنتاج المعرفة.



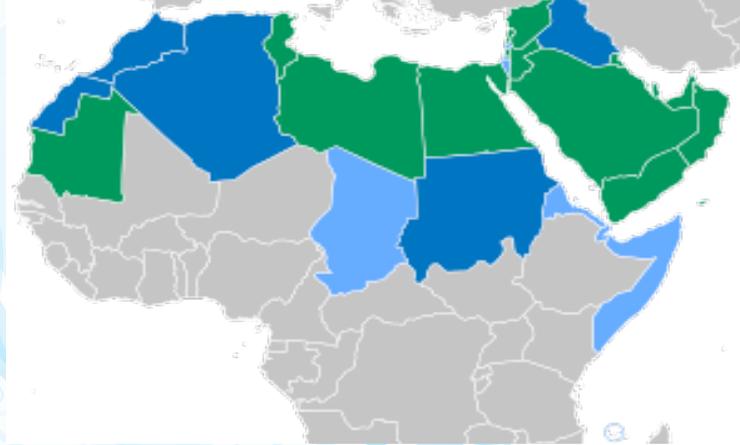


وتعد اللغة العربية من أقدم اللغات السامية، وأكثر لغات المجموعة السامية متحدثين، وإحدى أكثر اللغات انتشاراً في العالم، يتحدثها أكثر من (422) مليون نسمة، ويتوزع متحدثوها في الوطن العربي، والعديد من المناطق الأخرى المجاورة، وهي من بين اللغات الأربع الأكثر استخداماً في الإنترنت، وكذلك الأكثر انتشاراً وعموماً.



إدخال اللغة العربية ضمن اللغات الرسمية ولغات العمل في الأمم المتحدة. (الأمم المتحدة، 2013)، (اليونسكو، 2013)

بين اللغات الأربع الأكثر استخداماً في الإنترنت، وكذلك الأكثر انتشاراً وعموماً.



وفي ذات السياق، حددت المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو) الأول من مارس كل عام للاحتفال باليوم العربي للغة العربية.



وأوضح تقرير المعرفة العربي (2014) أن زيادة عدد مستخدمي اللغة العربية بنسبة تعد الأعلى بين مجموع العشر الأولى على الشبكة العنكبوتية، فقد بلغت معدلات النمو في استخدام اللغة العربية خلال الفترة من العام 2000 إلى عام 2013 نسبة 5296%؛ وقد أصدرت الجمعية العامة للأمم المتحدة قرارها (رقم 3190) في ديسمبر في العام 1973، الذي نص على الاحتفال باليوم العالمي للغة العربية في 18 كانون الأول / ديسمبر من كل سنة)، والذي تقرّر بموجبه

ويشير الاهتمام العالمي بالاحتفال باللغات إلى أهمية الخصوصية اللغوية للأمم وتقدير قيمة التنوع اللغوي على مستوى العالم. ففي عالم معوم دقت فيه المسافة بين الجماعات البشرية وتعددت فيه وسائل



يتميز بوفرة المعلومات، وسيولتها وسهولة تداولها، والاعتماد على التكنولوجيا الرقمية، فالباحث عبر الشبكة العنكبوتية يلاحظ ضحالة المحتوى الرقمي المعرفي العربي المعروض على شبكة الإنترنت، فحجم المحتوى العربي الرقمي على الإنترنت لا يتعدى نسبة 3% على أفضل الأحوال من المحتوى المعرفي العالمي، وهو ما يزيد الحاجة إلى الخروج باللغة العربية من صفحات الكتب والمجلات إلى صفحات الويب والتواصل الاجتماعي الرقمي، فحوسبة اللغة العربية مطلب ملح يمكن ترسيخه بتكوين فرق بحث من أهل الاختصاص من لغويين وإعلاميين ومترجمين يسهرون على نقل المعرفة وتوليد المصطلحات الجديدة، وحوسبة المحتوى المعرفي الرقمي باللغة العربية. ومن المهم في السياق نفسه إصدار وسائل رقمية متعددة لتعلم اللغة العربية وتعليمها في إطار صناعة البرمجيات التفاعلية والمعاجم الإلكترونية، وبنوك المصطلحات، وإنشاء المكتبات الرقمية وقواعد البيانات والفهارس الإلكترونية على نحو يسهم في تيسير وصول المستخدم العربي عموماً، والمواطن الرقمي للمعلومات، ويمكنه من متابعة وفهم اللغة العربية والإحاطة بمضامينها الثقافية، وذلك صار أمراً ضرورياً اليوم لتكون اللغة العربية جزءاً من حياة الناس اليومية. وقد لجأت «الجامعة العربية» و«المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم (ألكسو)»، والمراكز البحثية والجامعات العربية إلى دعم إنتاج موارد لغوية رقمية، لهدف تحسين جودة التعليم عبر استخدام التقنية. وتقاطع ذلك مع تراجع مستوى تعليم اللغة العربية في بلدان كثيرة كان بعضها يبحث أيضاً عن حوافز لتعزيز الموارد اللغوية الرقمية.

التبادل الثقافي وأشكاله، أصبح من المهم تفعيل دور اللغة في أي مجتمع لتسهم في التعبير عن مشاغل الناس، وفي تقديم منتجاتهم وإبداعاتهم للآخر، فاللغة باعتبارها نظاماً لسانياً يتكوّن من مجموعة من الوحدات اللغوية الدالة التي تؤمن التواصل بين جمهور المتكلمين هي أداة ضرورية في مجال التواصل الثقافي، كما أن اللغة هي تعبير عن كيان الأمم الثقافي ومنجزاتها الحضارية.

وقد زاد الاهتمام العالمي مؤخراً بإتاحة واستخدام اللغات بواسطة أجهزة الحاسب الآلي، وشبكة الإنترنت في إطار التنافس بين اللغات ودول العالم، كما زاد الاهتمام بإتاحة المحتوى العربي بواسطة برامج وتطبيقات حاسوبية، والتوسع في نشر المحتوى الرقمي عبر شبكة الإنترنت، وهو ما يطلق عليه الكثيرون مصطلح «حوسبة اللغة العربية».

وهناك تعاريف كثيرة لحوسبة اللغة تختلف باختلاف المرجعيات، لكنها تتفق جميعاً في كون هذه الحوسبة تعني تلك الدراسة الدقيقة لمشكلات التوليد والفهم الآلي للغات الإنسانية الطبيعية، أي تحويل عينات ونماذج اللغات الإنسانية إلى تمثيل شكلي صوري يسهل على برامج الحاسب الآلي تطويره والتعامل معه. ويرتكز هذا المجال البحثي الدقيق على نظريات الذكاء الاصطناعي وعلم اللغة الحاسوبي، وعلم اللغة العام والإعلاميات والرياضيات والمنطق والعلوم المعرفية. وقد صار علم حوسبة اللغة أحد مقاييس التقدم والرقي العلمي للدول، فاللغة أساس التواصل الزماني والمكاني. والتواصل أساس العلاقات بين الكائنات جميعها.

وتعد حوسبة اللغة العربية التحدي الأبرز في عالم



بن راشد آل مكتوم (2014): **تقرير المعرفة العربي للعام 2014: الشباب وتوطين المعرفة**، دبي: شركة دار الغرير للطباعة.

3. لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا) (2012): «صناعة المحتوى الرقمي العربي على الإنترنت»، <http://css.escwa.org.lb/ictd/1791/04a.pdf>

4. منظمة الأمم المتحدة للتربية والثقافة والعلوم (اليونسكو) (2013): احتفالية (اليوم العالمي للغة العربية) لعام 2013: دور الإعلام في تحسين اللغة أو الإساءة إليها، الموقع: <http://www.unesco.org>

5. موسوعة موضوع العربية (2015): **المحتوى العربي على الإنترنت إلى أين؟**، الموقع: <https://www.tech-wd.com>

#### المراجع الأجنبية:

Internet World Stats (2017): Arabic Speaking Internet Users Statistics and Internet User Statistics and Population Stats for the countries and regions with Arab Speaking Internet Users, Website, <http://www.internetworldstats.com/stats19.htm>

كما يجب تشجيع خريجي الجامعات على الاشتغال بالتعليم الرقمي للغة العربية، فلا بد من إنشاء جيل من الشباب الأكفاء القادرين على عصرة اللغة، وتطويعها للصناعات الحاسوبية، وصياغة برمجيات إلكترونية لتعليم اللغة العربية للأطفال والأجانب والمبتدئين، وإنشاء معاجم إلكترونية ثنائية اللغة، ومواقع إلكترونية تفاعلية لتعليم اللغة العربية. ولا بد كذلك من تنشيط حركة ترجمة وتعريب محرّكات بحث عربية، ومواقع الإنترنت للترجمة الآلية من اللغة العربية وإليها، وإنشاء قنوات عربية رقمية وتلفزيونية حتى تصل اللغة العربية إلى المكانة التي تستحقها.

وهذه التحديات القائمة ليست مهمة الأفراد أو الحكومات فقط، بل هي مشروع متكامل لا بد أن تشارك فيه مجامع اللغة العربية ومجالسها والجمعيات الثقافية وكل الغيورين على اللغة العربية، لأن حياة اللغة أهم من حياة أهلها.

#### المراجع:

#### المراجع العربية:

1. تقرير المعرفة العربي، 2014، ص 137.

2. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومؤسسة محمد

# عالم المناخ محمد سنوسي شخصية فذة جديرة بالتقدير

د. عادل داود

شخصية  
العدد





بالعلم ترتقي الأمم وبالأخلاق تسمو وتزدهر، وماذا لو جمع الميزتين إنسان اتسم بسعة العلم وسمو الخلق؟ إنه عالم المناخ العربي محمد سنوسي، ابن الجزائر الذي خلق بعيداً بمبادئه وأفكاره، إذ كرّر وقال ما فيه مصلحة البشر وسلامة بيئتهم ومناخهم، فلاقت آراؤه صدى في فضاءات رحبة، ليبلغ صوته المنظمات الدولية، ويكون أحد أبرز روادها. وحظي بسمعة عظيمة في أثناء عمله مع الفرق الدولية، وإن عُرف في الأوساط الأكاديمية وكبرى المنظمات، فإنه لم يحظ في الوطن العربي وحتى في بلده الجزائر نفسه - إلا بقليل من الذكر والاهتمام. لذا يقتضي الواجب منا تقدير مقام هذا العالم الجليل، وعرض نبذة عن مسيرته الزاخرة بالإنجازات، ليُوَفَّى جزءاً يسيراً من حقه، ولو بعد حين.

### حياته

ولد محمد سنوسي في العام 1956 في المدينة الباهية (وهران) التي تقع في الشمال الغربي للجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية، حيث يسود مناخ متوسطي. ويشيع بين الأهالي والعامّة اشتقاق اسم المدينة من كلمة «وهر» أي الأسد، والمثنى منها: وهران، أي الأسدان. أما القوتان الضاربتان اللتان تسلح بهما العالم محمد سنوسي، فهما العلم من ناحية، وحُسن الخلق والتواضع من ناحية أخرى.



درس محمد سنوسي بمدرسة سيدي بلعباس في مدينة وهران، ودخل عام 1973 إلى جامعة السانية، في اختصاص الرياضيات، ليُنهي دراسته الجامعية في العام 1977. ثم عمل مدرساً في (معهد الأرصاد الجوية للتكوين والبحث) في مدينة وهران. وقدم الكثير من الاستشارات المتعلقة بمسائل المناخ، وعلم الأرصاد الجوية، والبيئة الاستوائية.

توفي محمد سنوسي في سن مبكرة في العام 2014 عن عمر يناهز 58 سنة في مدينته وهران. فخرس الوطن العربي والعالم مدافعاً نزيهاً عن نقاء الكوكب ومناخه.

### قضية الدفاع عن البيئة

تعمّق محمد سنوسي في دراسة الأرصاد الجوية، وتخصص في مراقبة المناخ وتغيراته، وسبل الوقاية من مخاطر. فكرّس حياته لتوعية الناس إلى ضرورة الحفاظ على البيئة. ثم أخذت مساعيه منحى أكاديمياً وعلمياً، فشارك في تأسيس مجمع علمي حمل اسم: (الجمعية الجزائرية للبحث حول المناخ والبيئة)، وأصبح رئيس الجمعية الفخري.

تابع سنوسي كفاحه عن طريق التوعية بجميع أشكالها، فألقى عدداً من المحاضرات، بين فيها التجاوزات المرئية بحق البيئة، سواء أكان ذلك في الجزائر أم في مناطق أخرى من العالم. وهذه المسيرة المهنية حوّلتها الانضمام إلى فريق المراقبين في الأمم المتحدة المتخصص في متابعة التغيرات المناخية، وتحديد أسبابها من ناحية السياسات الاقتصادية العالمية.

أصبح محمد سنوسي مستشاراً في قضايا المناخ،



برصد التغيرات المناخية المتواصلة. وأضحى سنوسي عام 2004 أحد الخبراء الأمميّين في (اللجنة الدولية للتغيرات المناخية)<sup>3</sup>، ليكون عضواً في فريق يضم ثلاثة آلاف عالم مناخ وجغرافي وخبير اقتصاد... وينصرف اهتمام هذه اللجنة بصورة أساسية إلى متابعة مسألة الاحتباس الحراري وآثارها المضرةً بكوكب الأرض.



وتضم اللجنة ثلاث مجموعات عمل، وقد عُيّن سنوسي خبيراً في المجموعة الثانية المكلفة بدراسة تأثيرات مواطن الضعف والهشاشة في المناخ.

وقررت لجنة نوبل منح جائزة السلام للعام 2007 للناشطين في مجال التغيرات المناخية، لهدف لفت أنظار العالم إلى هذه القضية المهمة التي يتسبب بها الإنسان، وإلى ضرورة اتخاذ الإجراءات العاجلة للحدّ من تغير المناخ.

3 تسمى هذه اللجنة بالإنجليزية: (Inter-governmental Panel on Climate Change). أي: "مجموعة الخبراء الدوليين بتغير المناخ". وقد أنشئت هذه المجموعة بعد أن أمسى التغير المناخي هاجساً يؤرق البشر أجمعين، وبات خطراً محدقاً بكوكب الأرض. وطلبت إحداثها مجموعة الدول الصناعية السبع (الولايات المتحدة الأمريكية- اليابان- ألمانيا- فرنسا- بريطانيا- كندا- إيطاليا). فشكّلتها في العام 1988 المنظمة الدولية للأرصاء الجوية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. ويكمن دورها في جمع المعلومات بطريقة موضوعية غير متحيزة، ودراستها دراسةً متأنية وعلمية، بإحاطتها من الجهات التقنية والاقتصادية والاجتماعية، لتقدير مدى خطورة التغير المناخي على حياة البشر، واقتراح الحلول المناسبة على البلدان والمجتمعات، واتخاذ القرارات التي تلائم واقع الحال. يشارك ممثلون عن جميع دول العالم تقريباً في لجنة (مجموعة الخبراء الدوليين بتغير المناخ). ويصدر عنها تقرير كل خمس سنوات، فيوجّه النقاشات الدولية عن المناخ.

ولا سيما في المواضيع المتعلقة بالتنمية المستدامة<sup>1</sup>. فشارك بشكل فعّال في الكثير من المشاريع البحثية التي تدرس التغيرات في مناخ البحر المتوسط والدول المحيطة به. وبرز اسمه في عدد من الفعاليات، منها:

- (الجمعية الجزائرية للبحث في المناخ والبيئة).  
- منظومة المساعدة في اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة المصادر المائية في البحر المتوسط) بصفة عضو دائم.

- (المشروع الإقليمي الخاص بالتغيرات المناخية في المغرب العربي).

- (معهد الأرصاد الجوية المائية<sup>2</sup> للتأهيل والبحث) فكان مدرّساً وباحثاً فيه.

- (مشروع التنبؤ الموسمي بالهطولات في البحر المتوسط).

- (تجارب الرياح الموسمية في غرب إفريقيا) التابعة للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية.

- (برنامج التأقلم مع التغير المناخي في إفريقيا) في «مركز بحوث التنمية الدولية» (كندا- بريطانيا); إذ كان عضواً في لجنته الاستشارية..

### جائزة نوبل والعمل في الأمم المتحدة

كلّفت الأمم المتحدة العالم محمد سنوسي بالعمل في فريق مراقبة المناخ العالمي، الذي يُعنى

1 التنمية المستدامة: هي الاستمرار في التطوير الصناعي والاقتصادي، وتلبية احتياجات المجتمع كافة، ولكن مع مراعاة الحفاظ على البيئة، والمحافظة على الموارد الطبيعية.  
2 الأرصاد الجوية المائية: اختصاص علمي يدرس وضع المياه في علاقتها مع الأرصاد الجوية. ويختص بمراقبة انتقال الماء من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي المنخفض، وانتقاله من الجو إلى الأرض. فيهدف هذا العلم إلى الحدّ من الآثار الناجمة عن التغيرات الطبيعية الحاصلة من جراء هذه التفاعلات.



وهكذا حصل محمد سنوسي مع فريقه العامل في اللجنة الدولية للتغيرات المناخية على جائزة نوبل للسلام، ليكون ثاني عالم عربي يحصل على هذه الجائزة، بعد الدكتور محمد البرادعي الذي نالها مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية قبله بعامين، أي عام 2005.

وكان منح جائزة السلام لخبراء في مجال المناخ تعبيرا عن السعي الحثيث لتحقيق السلام الإنساني بمعناه الأوسع والأشمل في كوكب الأرض.

### الناحية الإنسانية:

تميّز محمد سنوسي -إلى جانب سعة علمه- بقدر كبير من الإنسانية، والحرص على مصلحة شعوب الأرض، ونقاء بيئتهم. فكان يندد بالتطور الصناعي على حساب البيئة والمناخ، ويرى أنّ السبيل لمواجهة التغيرات المناخية هو تغيير طبيعة التطور الاقتصادي، والسعي إلى التحديث والتطوير في ظلّ تصرفات اجتماعية وإنسانية سليمة؛ فيجب تعديل سبل إنتاج الطاقة واستهلاكها، وطريقة صناعة وسائل النقل، وأسلوب بناء المساكن والمصانع واستثمار الأراضي، وذلك بما يتلاءم مع المحافظة على البيئة.

وحاول سنوسي توعية الناس، والتأكيد أنّ الحدّ من الاحترار الأرضي يتطلب -حتمًا- تغيير أسس التنمية العصرية التي لا تحترم في العموم البيئة ولا البشر. ووجّه سنوسي الناس إلى اكتساب مفاهيم جديدة، تُبرز المخاطر ولا تتغاضى عنها؛ لذا يجب تكريس ثقافة جديدة في المجتمع لتوعية مواطنيه، وحثهم على حماية كوكب الأرض، ليكونوا مواطنين مخلصين له.

عمل سنوسي على تنبيه الناس إلى أنّ المصادر

الطبيعية -العالمية والمحلية- ليست ينابيع لا تنضب، وأنّ استعمالها يجب أن يكون مترافقا بشغل شاغل، كامل ودائم، يتمثل في الحفاظ على البيئة والمناخ؛ فدور المواطنين سيكون حاسما في مواجهة مصالح الدول الصناعية. ويتعيّن على البشر تبني حراك اجتماعي، وحمل مسؤولية أخلاقية حيال كوكبهم في الحاضر والمستقبل، لتقرير مصير الإنسانية على النحو الأمثل، ووقاية الأرض من الضرر والتغير السلبي.

### مواقف مضيئة:

- كان لمحمد سنوسي حضورا بارزا في المؤتمر الدولي حول انبعاث الغاز، الذي عُقد في العام 2010 في مدينة وهران. وأعرب عن رغبته في دفع منظمي المؤتمر إلى التعهد بزراعة آلاف الأشجار في وهران، ليعبروا عن التزامهم الحقيقي في الحفاظ على البيئة.



- دعا إلى الدخول في مفاوضات مع منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية لحثّ الدول التي تتجاوز الحدّ المسموح به من إنتاج غاز الكربون على تسديد تعويضات مالية. ومقابل ذلك، يجب منح مكافآت مالية للدول التي تنتج كميات زائدة من الأوكسجين، وتقوم بزراعة المزيد من الأشجار.

طالب الناس جميعا -من مواطنين ومسؤولين وساسة- بامتلاك «ردود فعل بيئية» في حياتهم اليومية، لإظهار وعيهم بضرورة إنقاذ البيئة ومواجهة التغيرات المناخية.



عدة، ويتطلب إرادةً في إدراج هذا النهج ضمن عملية تسلسلية تغطي عددا من القطاعات». (مقابلة مع محمد سنوسي بعنوان: «محمد سنوسي الخبير العالمي»، صحيفة **وهران اليومية**، العدد الصادر بتاريخ 17 تشرين الأول 2009).

رحم الله محمد سنوسي الذي كان مثلاً للرجل العالم الفذ، والشخص المتفاني في عمله، والإنسان النبيل الخلق المتواضع. فكان مخلصاً معطاءً ذا توجه إنساني عميق، لا يسعى من وراء عمله إلى شهرة أو رغبة في الظهور؛ وهو بذلك يستحق كامل الإجلال والتقدير.

### المراجع

- موسوعة العلماء والأدباء الجزائريين. الجزء الثاني، تأليف مجموعة من الأساتذة بإشراف رابح خُدوسي، منشورات الحضارة، 2003.
- مقابلة مع محمد سنوسي، «محمد سنوسي الخبير العالمي»، صحيفة **وهران اليومية**، العدد الصادر بتاريخ 17 تشرين الأول 2009.
- «المناضل البيئي العظيم: محمد سنوسي في ذمة الله»، صحيفة **الوطن**، العدد الصادر بتاريخ 18 أيار 2014.

### من أقواله

«تبدو الأرض كلها في البوتقة ذاتها، وقد لا يتحمّل شخص من تشاد وآخر من أمريكا المسؤولية نفسها من ناحية المسّ بالبيئة، ولكن كليهما معنيٌّ بالأمير. وإن كان ذلك - إذ ننظر إليه من الجزائر - يظهر بعيداً عنا، فنحن مع ذلك منخرطون فيه».

(صحيفة **الوطن**، العدد الصادر بتاريخ 27 أيار 2014، نقلاً عن محاضرة لمحمد سنوسي في مدينة وهران).



«بات البحر المتوسط إحدى أكثر المناطق هشاشة إزاء التغير المناخي، فهو يعاني من خطر حقيقي في انخفاض نسبة هطول المطر، وازدياد الظواهر الضارة. غير أننا لا نمتلك دراسات دقيقة ومستفيضة لإعطاء هذه المخاطر تفسيراً عملياً يمكن ترجمته بأدوات تفيد في اتخاذ القرارات، والانتقال إلى الفعل. فيتطلب ذلك جهداً علمياً جماعياً يشمل على اختصاصات

# مؤسسة الكويت للتقدم العلمي رائدة نشر الثقافة العلمية بالعربية

مؤسسة  
العدد

د. أبو بكر خالد سعد الله  
قسم الرياضيات / المدرسة العليا للأساتذة / القبة / الجزائر

لا يخفى على أحد بأن من أبرز القضايا الثقافية في مجتمعات اليوم هي قضية نشر الثقافة العلمية بين المواطنين. وقبل نحو خمسة عقود كان هذا النوع من النشاط مُهملاً في وطننا العربي، بالرغم من أننا كنا نعثر من حين إلى آخر في مكتباتنا عن بعض الكتب والمؤلفات العربية من هذا القبيل. غير أن تلك المبادرات كانت تغلب عليها الاجتهادات الشخصية. وفي هذا الباب، كانت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أول مؤسسة عربية رسمية وُضعت في رأس أهدافها نشر هذا النوع من الثقافة بلغة الضاد.

وتحفيز البحث العلمي. وهذه المراكز هي:

- المركز العلمي: أنشئ في العام 2000 ليستقطب جميع شرائح المجتمع المتعطشة للثقافة العلمية. ويضم المركز بصفة خاصة قاعة عرض للأفلام السينمائية، وحوض ضخم للحياة البحرية، وقاعة الاستكشاف. ووضع المركز أيضا برامج تعليمية مبتكرة، وينظم معارض لاستثارة عقول الطلبة والشباب خارج مؤسساتهم التعليمية.

- معهد دسمان للسكري: أنشئ في العام 2006 للعاية بدءا السكري والوقاية منه حتى يكون أبرز مركز كويتي في هذا المجال الطبي. وهو يدعم البحوث والدورات التدريبية والتعليم والتوعية الصحية.

- مركز صباح الأحمد للموهبة والإبداع: رأى النور في العام 2010 لرعاية

المتفوقين والمبدعين من الشباب. وهو يقدم عددا من البرامج الخاصة بتنمية قدرات الطلبة والمخترعين الذين يمتلكون مهارات واعدة في مجال الابتكار والإبداع.

- مركز الشيخ جابر الأحمد للطب النووي والتصوير الجزيئي: أنشئ في العام 2013 بالتعاون مع وزارة الصحة وجامعة الكويت، ليكون مركزا علميا طبيا بحثيا متميزا. وبدأ فيه العمل في نفس السنة برؤية تتمحور حول تشخيص الأمراض المستعصية، واستكشاف الحلول العلاجية، وتوفير أدوات حديثة للتصوير الجزيئي ثلاثي الأبعاد. فهو يؤدي دوره حيال المرضى فضلا عن توفير الدعم للباحثين.

وإذا قارنا ثقافة المجتمعات المختلفة، فإننا ندرك أن من مميزات المجتمعات المتقدمة اليوم انتشار الثقافة العلمية فيها باستغلال كل الوسائل التقليدية والحديثة التي تتيحها الأدوات التكنولوجية، وأبرزها شبكة الإنترنت. ثمة في البلدان المتقدمة الآن حوالي مائة (100) مجلة متخصصة في الثقافة العلمية وتبسيط العلوم، أبرزها: الولايات المتحدة (25 مجلة)، بريطانيا (10 مجلات)، الهند (7 مجلات)، فرنسا (5 مجلات).

وبطبيعة الحال، فهناك مستويات في الثقافة العلمية، منها ما يتوجه إلى تلاميذ الثانويات وطلاب الجامعات بمختلف تخصصاتهم، ومنها ما يستهدف فئة أكثر تخصصا مثل أساتذة العلوم في التعليم الثانوي وطلبة كليات العلوم... إلخ.

### مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

أنشئت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي غير الربحية في العام 1976، وصممت قوانينها بحيث تكون دائمة التمويل من قبل الشركات الكويتية. وفي هذا السياق، نجد في المحور الأول من النصوص المسيرة للمؤسسة أن من مهامها تطوير الثقافة العلمية وتحقيق الاحتياجات المستقبلية للبلاد في مجال الإبداع في نظم المعلومات والتكنولوجيا وغيرها. ومن هذا المنطلق، تم إنشاء حتى الآن أربعة (4) مراكز علمية متميزة تابعة للمؤسسة تستهدف تعزيز جهود نشر المعرفة العلمية، وتطوير طاقات الشباب ومهاراتهم، وتشجيع الإبداع في العلوم والتكنولوجيا،



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي  
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences



## الإصدارات:

- وخدمةً لنشر الثقافة العلمية قررت المؤسسة إصدار أربع (4) سلاسل من الكتب العلمية هي:
- سلسلة الثقافة العلمية.
  - سلسلة الكتب المترجمة.
  - سلسلة التراث العلمي العربي.
  - سلسلة المؤلف الناشئ.
- وهذا إضافة إلى السلاسل التالية التي تخدم بطريقة غير مباشرة هذا الجانب أيضا:
- سلسلة الكتب المتخصصة.
  - سلسلة ترجمة أمهات الكتب.
  - سلسلة الرسائل الجامعية.
- أما الفروع العلمية التي تتطرق إليها هذه الكتب فهي:

- أنظمة الكمبيوتر والإنترنت (كتابان)،
- الكيمياء (20 كتابا)،
- الحفريات والحياة القديمة (1 كتاب)،
- الهندسة (10 كتب)،
- المخطوطات والكتب النادرة (5 كتب)،
- الزراعة (3 كتب)،
- التكنولوجيا والعلوم التطبيقية (11 كتابا)،
- الفيزياء (32 كتابا)،
- الجيولوجيا (24 كتابا)،
- الطب (16 كتابا)،
- علم الأحياء (39 كتابا)،
- علم الفلك (8 كتب).

وقد ناهز عدد هذه المؤلفات مائتي (200) كتاب، إذ أن هناك مؤلفات غير مذكورة في موقع المؤسسة، لاسيما تلك التي صدرت في بداية تنفيذ المبادرة. نذكر منها على سبيل المثال، «موسوعة الرياضيات» التي أصدرتها المؤسسة في عام 1984 ضمن أربعة أجزاء، وكذا «معجم الرياضيات عربي-عربي»، و«معجم آخر إنجليزي-عربي-إنجليزي»، أي ما تعداده ستة (6) كتب. ولا نجد في أرشيف المؤسسة الإلكتروني إشارة إلى هذا العمل الجبار.

ولذلك فليس غريبا أن نقرأ في موقع بوابة مؤسسة التقدم العلمي نصا تعريفا يقول: «بوابة الكويت للتقدم العلمي هي أول مكتبة إلكترونية علمية باللغة العربية توفر للطلاب والمعلمين والباحثين معلومات علمية معتمدة بجودة عالية وبرامج وثائقية». ثم جاء في نفس النص: «وتتميز البوابة بسهولة استرجاع وتحميل المحتوى المفهرس كما يتمتع الباحث بيسر البحث في هذه البوابة الزاخرة بالمعارف العلمية من



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي  
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

# التقدم العلمي

AL-TAQADDUM AL-'ILMĪ

مجلة علمية فصلية تصدر عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي



**الثورة الصناعية الرابعة..**  
**منعطف هائل في تاريخ البشرية**



للعلماء والباحثين، وتعزيز القدرات في مجال البحث والتطوير لدى المخترعين الأفراد ولدى شركات القطاع الخاص.»

### مجلة العلوم وأخواتها:

لعل أبرز ما قدمته مؤسسة الكويت للتقدم العلمي في مجال الإعلام العلمي هو إصدار ترجمة لمجلة راقية وعريقة بدءاً من العام 1986 أطلق عليها اسم «مجلة العلوم». يتعلق الأمر بالمجلة الأمريكية «ساينتيك أميركن» (Scientific American) التي صدرت في العام 1845، وبذلك تكون الكويت هي السبّاقة في العصر الحديث إلى نشر الثقافة العلمية الراقية باللغة العربية. وقد اشتهرت «مجلة العلوم» خلال ثلاثة عقود وانتشرت في المؤسسات التعليمية والأكاديمية عبر الوطن العربي، لاسيما في كليات العلوم لما فيها من أخبار موثقة وبحوث راقية وترجمة علمية دقيقة ينجزها أساتذة جامعيون في مختلف الاختصاصات.

ومما يزيد من مكانة المجلة أن طاقمها كان يمنح للمترجم شهرين كاملين لإنجاز الترجمة وفق معايير دقتها هيئة التحرير، ثم يقوم بمراجعة الترجمة متخصص آخر في نفس الحقل. كل هذا

موسوعات وكتب علمية ومراجع نشرتها مؤسسة الكويت للتقدم العلمي على مدى الأعوام الماضية... وتتيح البوابة الاطلاع والتعامل والاستفادة من (171) كتاباً علمياً بحوالي 44000 صفحة.»

وفي نص آخر صادر في مارس 2017، جاءت على لسان مدير مؤسسة التقدم العلمي في سياق استعراضه لخطة المؤسسة للفترة (2017-2021) إشارات إلى دعم البحث العلمي ثم صرح: «إن الاستراتيجية تستهدف تعزيز التعاون مع عدد من المؤسسات الكويتية الحكومية والخاصة لخدمة أولويات الكويت في مجال البحث العلمي والتنمية، ورفع مستوى الوعي الجماهيري فيما يخص العلوم وتدريبها، وتعزيز نشر الثقافة العلمية من خلال وسائل عديدة، منها التطبيقات الإلكترونية، ودعم وتشجيع الشباب، وزيادة نسبة الدعم المقدم للقطاع الخاص عبر برامج مميزة لتعزيز الابتكار.»

وفي نشرة شهر مارس من هذا العام لمؤسسة التقدم العلمي، نقرأ أن المدير العام للمؤسسة «عرض الاستراتيجية المستقبلية للمؤسسة التي تركز على ثلاثة محاور رئيسية، هي نشر وتعزيز الثقافة العلمية، ودعم البحث العلمي والقدرات البحثية



بالركب مؤسسات أخرى بعد أن أدركت أهمية دور هذا النشاط في المجتمع. وهكذا اتفق العديد من المثقفين وأصحاب القرار في بلدان عربية كثيرة (السعودية، الإمارات، مصر، قطر...) على إصدار مجلات ثقافية علمية تنشر المؤلف والمترجم من المقالات.

وتشجيعاً للبحث العلمي ونشر الثقافة العلمية، تأسست جائزة سنوية في الكويت من أكبر الجوائز في العالم العربي سميت «جائزة مؤسسة الكويت للتقدم العلمي». وهي تمنح في الاختصاصات الخمسة التالية: العلوم الأساسية؛ العلوم التطبيقية؛ العلوم الاقتصادية والاجتماعية، الفنون والآداب؛ التراث العلمي العربي والإسلامي.

ومهما يكن من أمر، فمن حق مؤسسة الكويت للتقدم العلمي أن تفتخر وتفاخر بريادتها على مستوى الوطن العربي في مجال نشر الثقافة العلمية الجادة بلغة الضاد. وهو عمل فكري واجتماعي متميز، يستحق عليه كل العاملين في هذه المؤسسة التقدير والتبجيل.

#### المراجع

- 1 مؤسسة الكويت للتقدم العلمي: <http://www.kfas.org/ar>
- 2 النشرات الفصلية لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي.
- 3 مجلة العلوم: <http://oloommagazine.com/home/Default.aspx>

لإتقان الترجمة ومصطلحاتها. كما عكفت المؤسسة على إصدار قائمة طويلة من المصطلحات وما يقابلها باللغة العربية ووضعتها في موقعها خدمة للمترجمين وغيرهم. وهذا يعتبر خدمة في بالغ الأهمية لتعريب العلوم وتدريبها في الجامعات العربية.

ومن المعلوم أن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي تصدر مجلة أخرى فصلية (غير مترجمة) تسمى «مجلة التقدم العلمي»، صارت الآن بفضل تجربتها الطويلة من المجلات التي يُعتدُّ بها في مواكبة الأخبار العلمية والتكنولوجية ونشر الثقافة العلمية. ولما كان نوع المقالات الواردة في «مجلة العلوم» رفيع المستوى، فإنه يحدث أحيانا أن يجد القراء، حتى المتمكنين منهم، صعوبة في استيعاب بعض محتوياتها. ونعتقد أن ذلك ما أدى بمؤسسة التقدم العلمي إلى إصدار «مجلة التقدم العلمي» التي ينشر فيها الأساتذة والباحثون العرب المؤلف (وحتى المترجم أحيانا) من العلوم، تتجه إلى شريحة أوسع من القراء العرب.

#### وقع ريادة المؤسسة في الوطن العربي:

قد ركزنا على رقي المستوى لما تصدره المؤسسة لأن الكتب المختارة للنشر إما أن تكون ترجمة لكتب ألفها كبار العلماء الأجانب، وإما مؤلفة من قبل علماء عرب. ولذلك فإن مضمون «مجلة العلوم» كان، ولا يزال، على درجة كبيرة من الدقة والإتقان؛ وهنا تكمن أيضا حكمة المشرفين على مؤسسة التقدم العلمي عندما اختاروا أن يقدموا للقارئ آخر ما ينجزه العلماء بأقلام أفضل المتخصصين.

وإثر الجهود التي بذلتها مؤسسة الكويت للتقدم العلمي طيلة عقود في نشر الثقافة العلمية، التحقت







شارع محمد علي عقيد - تونس  
الهاتف : +216 70 013 900  
تليفاكسميلي : +216 71 948 668  
البريد الإلكتروني : [alecso@alecso.org.tn](mailto:alecso@alecso.org.tn)  
انترنت : [www.alecso.org.tn](http://www.alecso.org.tn)