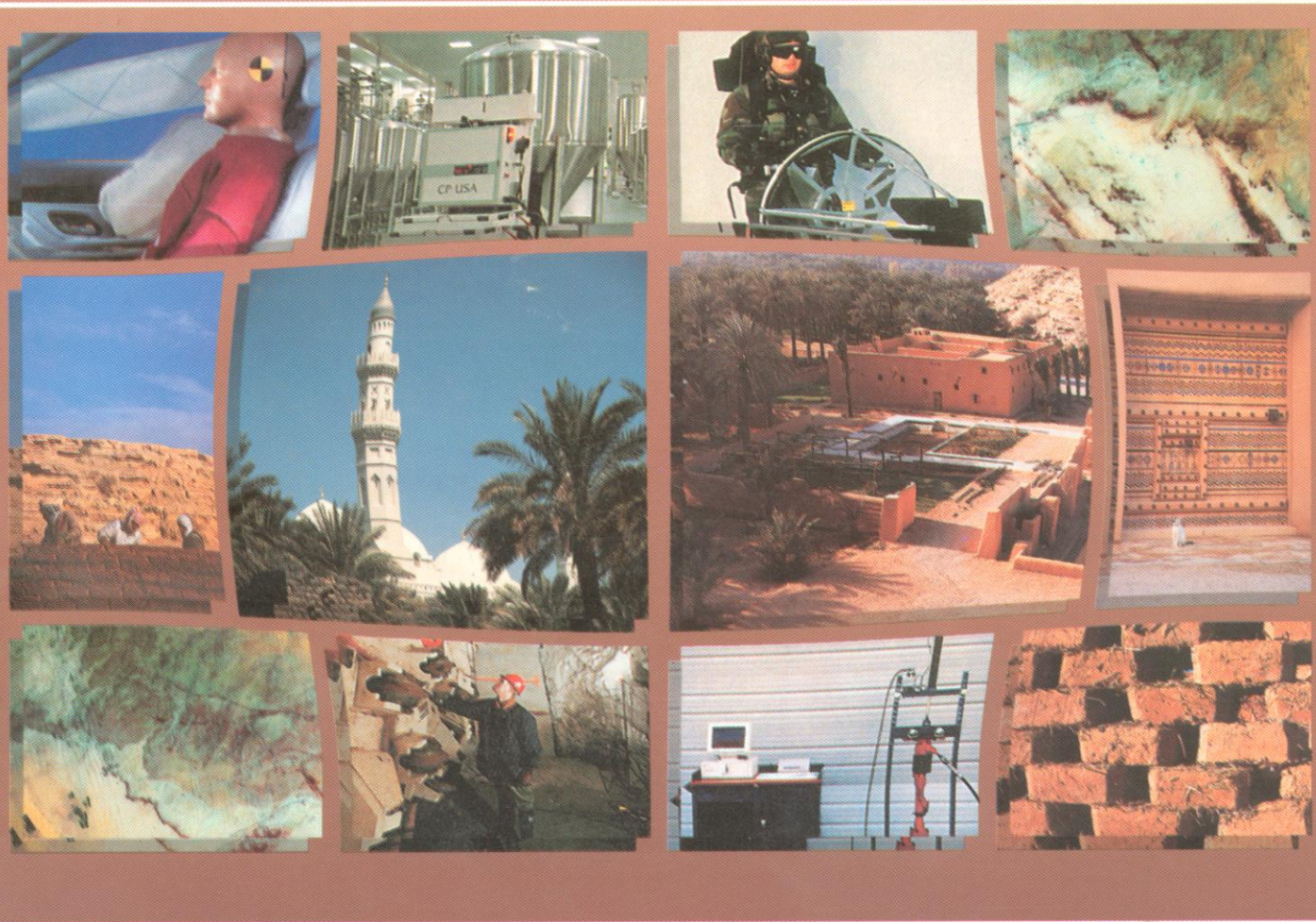
المهندس

تصدرها اللجنة الهندسية

المجلد الحادي عشر
العدد (٢) رمضان ١٤١٨هـ



أمطار وأنهار جوف الأرض وطرق كشفها

سلمان بن محمد القاسمي
استاذ مشارك في التعليق المغناطيسي
جامعة أم القرى – كلية الهندسة والعمارة الإسلامية

يبحث هذا المقال في الأنهار الجوفية العذبة الجارية، حيث يؤسس القاعدة النظرية التي تُوجب وجودها ثم يستطرد ليكشف مساراتها في البر والبحر، ليمكن بعد ذلك الاستفادة منها بتوليد الكهرباء ثم الشرب والري. ويخلُص المقال إلى توصيات موجّهة إلى جميع الجهات ذات العلاقة تؤكد على أهمية التوجه نحو كشف هذه الحقائق على أرض الواقع، وتوجيه دفة البحث العلمي إليها وجمع مايتوفر عنها من معلومات للوصول إلى غاية الأمن المائي.

أ- الدورة السطحية للماء

للماء دورة سطحية في ظاهر الكرة الأرضية، فكما هو معروف تقوم الشمس بتبخير مياه المسطحات المائية من محيطات وبحار وبحيرات وأنهار وذلك بفعل التسخين الناجم عن أشعتها ، مما يحيل هذه المياه المتبخّرة للحالة الغازية الخفيفة تا ركة وراءها الملوحة والأدران، فتصعد في طبقات الجو العليا مُكونة السحب التي تجري بها الرياح، حتى إذا ما واتتها الظروف الملائمة من برودة وخلخلة وارتفاع وعوالق ورطوبة وتضاريس صبت هذه السحب ما بها من ماء عذب مبارك أمطاراً على سطح الأرض مرة أخرى. تسيل هذه الأمطار وتجري في الأراضي المرتفعة نحو المنخفضة منها شاقة الأودية والأنهار السطحية ، حيث يجري الماء في الأودية إلى أن تمتصه الأرض مسبباً المخزون الجوفي الذي يرفد الآبار والينابيع ، بينما يجري عند ديمومته وغزارته في الأنهار السطحية التي ترفد ، إضافة إلى ما ذُكر البحيرات حتى تنتهي إلى البحار والمحيطات مرة أخرى. وتشكّل المناطق الباردة وأعالي الجبال مخزوناً سطحياً يرفد الأنهار عندما تذوب الثلوج في الصيف. وفي القرآن الكريم إشارات تحفّز الباحثين إلى النظر والتنقيب عن وجود أنهار جوفية ومن هذه الآيات نستشهد بقوله تعالى في سورة البقرة ، الآية ٢٦٦ : (أيود أحدكم أن تكون له جنة من نخيل وأعناب تجري من تحتها الأنهار له فيها من كل الثمرات وأصابه الكبر وله ذرية ضعفاء فأصابها اعصار فيه نار فاحترقت كذلك يبين الله لكم الآيات لعلكم تتفكرون)، ثم قوله عز وجل في سورة الأنعام الآية ٦ : (ألم يروا كم أهلكنا من قبلهم من قرن مكناهم في الأرض ما لم نمكن لكم وأرسلنا السماء عليهم مدرارا وجعلنا الأنهار تجري من تحتهم فأهلكناهم بذنوبهم وأنشأنا من بعدهم قرناً آخرين).

ب- الدورة الجوفية للماء

كما أنّ للماء دورة سطحية فإن له أيضاً دورة جوفية في باطن الكرة الأرضية، ويرجع ذلك إلى أن ضغط الماء في البحار والمحيطات – كما هو معروف – يؤدي إلى تسريب جزء منه عبر مسامات اليابسة الملاصقة له إلى أن تصل التربة إلى درجة الإشباع بالماء. وكلّما كان الموقع أقرب للساحل كلّما تشبّعت التربة بالماء لمستويات أقرب لسطحها، بينما في المواقع البعيدة عن الساحل يظهر تشبّع التربة في مستويات أبعد غوراً عن سطحها، بمعنى أنه عند موقع ما قرب ساحل البحر كلما زاد عمق اليابسة تحت سطح البحر كلمَا زاد تشبعها بالماء وزاد ترسيبها له باتجاه اليابسة، (هذه الظاهرة يمكن مشاهدتها بوضوح في تربة جدة) . وحيث أن جوف الكرة

الأرضية حار ملتهب بحيث أن درجة حرارة القشرة الأرضية -كما يقول علماء الجيولوجيا- (١) من واقع قياسات الحفر فيها ترتفع لحوالي ثلاثين درجة مئوية لكل كم من العمق عند السطح ، بينما ترتفع درجة غليان الماء تحت عمود من الماء - كما يقول علماء الفيزياء- (٢) بمعدل أكبر من ذلك بكثير ، كما هو مبين بالجدول أدناه ، إضافة إلى أثر الملوحة في دفع درجة الغليان، فإنه من غير الممكن على الاطلاق أن يتبخر ماء الأعماق تحت البحر أو تحت اليابسة المحاذية للبحار.إلا أن الأمر يختلف تماماً بالنسبة لليابسة التي تقع على مسافات بعيدة عن البحر، حيث تكون جافة لأعماق بعيدة ويظهر تشبّعها في أعماق سحيقة، إضافة إلى أن درجة الحرارة عندها تكون عالية جداً دون أن يكون هناك عمود مائي بطول كاف يقاوم التبخر مما يعني أن الماء سيتبخر بفعل التسخين الناجم عن حرارة باطن الأرض. يصعد هذا الماء المتبخّر بحالته الغازية الخفيفة متجها للأعلى نحو سطح اليابسة من بين مسامات التربة حيث ينقسم إلى قسمين:

١) قسم يبقى على حالته الغازية حيث لم يصل في صعوده داخل طبقات جوف الأرض إلى درجة الحرارة الكافية لتكثّفه ، وبالتالي يحافظ على حالته الغازية ، وهذا القسم يأخذ مسارين :

الأول لا يجد حائلاً دون النّفاذ من سطح الأرض إلى الجو عبر مسامات التربة المتصلة من منطقة التبخر وحتى السطح الذي لاتكون به تضاريس مرتفعة كثيرة عنه وهكذا يبقى الماء بحالته الغازية وهو يرتفع عبر مسارات صاعدة ملتوية يسلكها داخل الأرض لينطلق بعد النّفاذ من سطح الأرض إلى الجو رافداً بذلك الدورة السطحية للماء . هذا النوع من البخار يتفاعل أثناء صعوده من باطن الأرض نحو سطحها مع مكونات التربة التي يصادفها فيخلخل تجانسها مما يجعلها ضعيفة أمام مقاومة الاجهادات الميكانيكية الناشئة عن تنفس الأرض فتتفتت مكونة الصحاري.

الثاني يجد حائلاً دون النّفاذ من سطح الأرض إلى الجو، حيث يصادف في الأعماق الجوفية تراكيب جيولوجية صمّاء غير نافذة ولا مساميّة تُبقي الماء بحالته الغازية فيحتبس بها مكوناً جيباً بخارياً مضغوطاً ينفجر عند حفر هذه التراكيب في بعض نقاطها أو عند انفراجها لدى وقوع بعض الزلازل والتحركات المصدعة لها.

٢) قسم لا يبقى على حالته الغازية حيث يصل في صعوده داخل طبقات جوف الأرض إلي درجة حرارة كافية لتكثفه، بالصورة السائلة مكوناً مطراً جوفياً،

درجة غليان الماء عند اختلاف الضغط (طول عمود الماء بالتقريب)

درجة مئوية	ضغط جوي	(متر) (صفر:سطح البحر)
١٠٠.٠	١	(صفر:سطح البحر)
١١٩.٦	٢	(١٠)
١٣٢.٩	٣	(٢٠)
١٤٢.٩	٤	(٣٠)
١٥١.١	٥	(٤٠)
١٥٨.١	٦	(٥٠)
١٦٤.٢	٧	(٦٠)
١٦٩.٦	٨	(٧٠)
١٧٤.٥	٩	(٨٠)
١٧٩.٠	١٠	(٩٠)
١٨٣.٢	١١	(١٠٠)
١٨٧.١	١٢	(١١٠)
١٩٠.٧	١٣	(١٢٠)
١٩٤.١	١٤	(١٣٠)
١٩٧.٤	١٥	(١٤٠)
٢٠٠.٤	١٦	(١٥٠)
٢٠٣.٤	١٧	(١٦٠)
٢٠٦.١	١٨	(١٧٠)
٢٠٨.٨	١٩	(١٨٠)
٢١١.٤	٢٠	(١٩٠)
٢١٣.٩	٢١	(٢٠٠)
٢١٦,٢	٢٢	(٢١٠)
٢١٨.٥	٢٣	(٢٢٠)
٢٢٠.٨	٢٤	(٢٣٠)
٢٢٢.٩	٢٥	(٢٤٠)
٢٢٥.٠	٢٦	(٢٥٠)
٢٢٧.٠	٢٧	(٢٦٠)

وهذا القسم بدوره يأخذ أيضاً مسارين :

المسار الأول: عدم وجود حائل يمنعه من النّفاذ عمودياً عبر مسامات التربة من مستوى التبخر في جوف الأرض إلى مستوى التكثف المرتفع فوقه تحت سطح الأرض، وقد يصطدم بأحد احتمالين :

أ) الاصطدام بتربة مسامية أو طبقات جيولوجية صمّاء مستوية في مستوى التكثّف مما يقيّد من حركته ليظل مراوحاً مكانه صاعداً أو هابطاً ، متبخراً أو متكثفاً، وكأن مهمته تفتيت التربة الجوفية وتوزيع الطاقة الحرارية المبثوثة في الجوف عبر الطبقات الأرضية التي يمر بها.

ب) أن يواجه تراكيب وطبقات جيولوجية صماء مائلة عالية في مستوى التكثف، فيتكثف على كافة مساحة تلك التراكيب، ثم ينساق ذلك الماء المتكثف كله نحو الحواف السفلية لتلك التراكيب ليصب بصورة أمطار شديدة ،فإن اصطدم ثانية بتراكيب جيولوجية أخرى صماء منخفضة ولكن أعلى من مستوى التبخر بقي ذلك الماء على هيئته السائلة ليشكل في حالة استواء تلك التراكيب وتقعرها مخزوناً جوفياً عذباً ساكناً، بينما يكوّن أنهاراً جوفية عذبة عندما تكون التراكيب الجيولوجية مائلة وتشق طريقها في جوف الأرض حيث تنتهي مساراتها بمصبات في أعماق البحار والمحيطات عند حواف اليابسة لتكمل بذلك الدورة الجوفية للماء، أو تتمكن عند انخفاض تضاريس سطح الأرض من التفجر والجري على السطح شاقة الأودية والأنهار السطحية أو رافدة لها وللمخزون الجوفي في الدورة السطحية.

المسار الثاني: لا يستطيع النفاذ عمودياً عبرمسامات التربة نظراً لوجود حائل جيولوجي فيتخذ إلى العلو مسارات صاعدة ملتوية يسلكها داخل الأرض من مستوى التبخر في جوف الأرض إلى مستوى التكثّف المرتفع ، وبذلك يكون التبخر في موقع مغاير لموقع التكثّف . ولكن هذا النوع يتشابه في مصيره بعد ذلك مع المسار الأول مشكلاً رافداً آخر للأنهار الجوفية والمستودعات الجوفية.

ج- طرق كشف الأنهار الجوفية

إن الأنهار الجوفية سواء تشكّلت من الأمطار الجوية أم الجوفية يمكن الكشف عنها بوسائل متعددة بحسب مناطق وجودها بين بر وبحر: **كشفها في البراري** : وهذا يمكن بتتبع قنواتها التي أظهرتها الحركات الجيولوجية بما هو معروف في الموروثات الشعبية باسم "الدحول" التي تنتشر بصحاري جزيرة العرب مما تفيض بها حكايات البدو والرعاة عن مواقعها وعن خبرات من اقتحمها والأساطير المنتشرة حولها.**كشفها في البحار:** وهذا يمكن بعدة طرق:

- تتّبع مصباتها التي يُتوقع أن تكون على أعماق مئات الأمتار عن طريق رصد التيارات والدوامات الساحلية، حيث أن ملتقى البحرين صاخب عنيف بخلاف الساحل البحري الخالي من المصبات . ويمكن هنا الاستعانة بخبرات الصيادين أو خفر السواحل وملاحظاتهم وارسال الغطاسين لمسح الساحل في المواقع المشتبه فيها.
- مسح الساحل بكرة ثقيلة كبيرة مدلاة من متن احدى السفن بسلك من الفولاذ لأعماق متفاوتة لاصطياد تيار المصب. حيث سيميل السلك المربوط بالكرة بعيداً عن الساحل نتيجة لدفع ماء المصب بزاوية تعتمد على كمية الماء المتدفق من المصب في وحدة الزمن وعلى وزن الكرة ونصف قطرها وعمق المصب. وهنا يمكن تحديد عمق المصب بقياس طول السلك في ذلك الموقع عن كثب بأعماق أكثر دقة.
- البحث عن البحيرات العذبة داخل البحار وعلى بعد عشرات الأميال من الساحل، حيث من المتوقع أن عذوبة الماء ترفعه للسطح فيصله بعد مسافة نتيجة الاندفاع الذي خرج به من مصبه. ويستعان هنا أيضاً بخبرات الصيادين أو خفر السواحل وملاحظاتهم وإرسال الغطّاسين لمسح تلك البحيرات وتتبّعها إلى الأعماق حتى الوصول إلى المصب عند الساحل.
- دراسة الخرائط الجوية للكرة الأرضية المرصودة بالأقمار الصناعية خاصة فوق البحار والمحيطات لاسيما عند أطراف اليابسة، تلك الخرائط المبنية على أنواع المسح الحراري والملوحي والكثافي والبكتريولوجي، حيث أن للماء الخارج من المصبات حرارة تزيد عن الوسط المحيط به، وكذا عذوبة وكثافة مغايرتين لذلك الوسط ، كما أن له محتوى بكتريولوجي مختلف الطيف.

د - فوائد الأنهار الجوفية

إن أنهار جوف الأرض عذبة ساخنة جارية، لو توجّه البحث إليها لأمكن بعد كشف مساراتها استخراجها وتوليد الكهرباء من حرارتها ثم شربها بعد تبريدها مع الحرص على سلامة الأجهزة من مشاكل الملوحة والتآكل . وكذلك من الممكن استخدامها في الري واستصلاح الأراضي البور حيث يتوقع أن تكون كلفة الإنتاج منخفضة كثيراً عن تلك المياه المستخرجة بالتحلية. ومن أهم فوائد هذه الأنهار الأمن المائي والغذائي.

مراجع:

(١) "روبنس: أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية ١٩٨١م، دار وايلي للنشر بالإنجليزية، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، الطبعة الأولى، الصفحة ٢٦٨".

(٢) "لانج: قاموس معلومات الكيمياء ١٩٤٩م، دار ناشري قواميس المعلومات بالانجليزية، أوهايو، الولايات المتحدة الأمريكية، الطبعة السابعة، الصفحة ١٤٩١".