

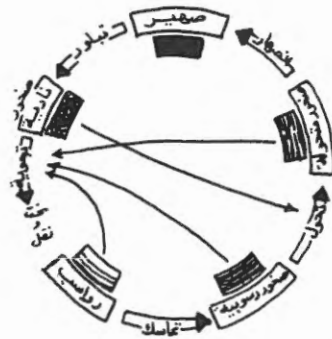
## ( ٨ ) الصخور النارية والرواسب والخامات المعدنية

وهكذا رأينا أنه لم يتم اتفاق على أصل الأرض ونشأتها الأولى ، بل كلما تعمق الإنسان وفكر وبحث وتصور أنه حصل من الأدلة على أكثرية ومن البراهين على ما يبقى ببعض غرضه ، فإذا به يرى عمق المسافة وشاسع البون الذى بينه وبين السر الدفين ! وكأنما هو قد حصل فى حقيقة الأمر على برهان يريه كم هو بعيد عن واقع الحال ! . ولكنه مع ذلك ينشئ النظريات ، ويأتى بالفروض عن باطن الأرض .. فما سر ذلك ؟

إن السر دراسات يجريها على الصخور والمعادن يستنتقها بقدر طاقته سرها وتاريخ حياتها .

والسر كذلك فى الاعتقاد الراسخ بوحدة الكون : فالأرض من المجموعة الشمسية ، والمجموعة الشمسية من مجرة التبانة ، ومجرة التبانة مفردة من مفردات الكون الأعظم ، ولهذا فلقد كان للعينات الواردة إلينا من فضاء المجموعة الشمسية - وهى ماتسمى بالنيازك والشهب - دورٌ فى بعض الفروض ، وبعض ضوء يلقى على طريق المسيرة . تلك الأحجار النيزكية أو مادة الكون المقدوفة والتى تجذبها الأرض فى فلكها وهى تدور - لها أهمية خاصة بالنسبة لهذا الموضوع : تتساقط تلك الأحجار النيزكية فوق سطح الأرض فى كتل تختلف حجماً من رماد بالغ الدقة إلى كتل ضخمة تزن عدة أطنان ، وهى إذ تفعل إنما تكون شاهداً ودليلاً على ما فى باطن الأرض ، فالأرض ذاتها اعتبرها بعض العلماء قذيفة من النيكل والعناصر الثقيلة الأخرى مغطاة أو مغلقة بقشرة من الخبث ؛ حتى قيل : إنه من المحتمل أن يكون لكل الكواكب والأقمار من المجموعة الشمسية التركيب ذاته ، تلك الأحجار السماوية تنقسم مجموعات ثلاثة رئيسية تتداخل تدريجاً الواحدة فى الأخرى ، فهى :

- ١ - نيازك حديدية Siderites وهى عبارة عن سبيكة كاملة تقريباً من الحديد والنيكل .
- ٢ - نيازك حجرية حديدية Siderolites وهى خلائط من الحديد والنيكل وبعض المعادن الأخرى الثقيلة .



شكل تخطيطى يوضح دورة الصخر فى الطبيعة

٣- نيازك حجرية Aerolites وهى النيازك الحجرية ، وتشبه عادة بعض الصخور الأرضية التى هى أكثر قاعدية من البازلت ؛ كما أن بها أحياناً كميات صغيرة من الكبريت والفسفور والكربون وعناصر أخرى .

ولقد بين بعض العلماء أنه إذا عمل نوع من الإحصاء العددي لكل ماهبط من السماء من نيازك - المعروف منها بوجه خاص - فإن المجموعة الحديدية تفوق وزناً المجموعة الصخرية ؛ إذ تتساقط النيازك الحجرية بكثرة عددية زائدة ، ولكن النيازك الحديدية تسقط حين تسقط فى كتل كبيرة لدرجة أنها تفوق فى الوزن غيرها من أنواع النيازك ؛ ومن ثم فإن ذلك يعد تدعيماً للرأى القائل بأن فى أعماق الأرض ، ثباً من عناصر ثقيلة كالحديد والنيكل وماشابه .

انطلاقاً من ذلك - ستخذ هنا سبيل الماجاتين ، هؤلاء القائلين بتكون الصخور والمعادن ورواسبها من الصحارة أو الماجما أو الباطن المصهور فى الأرض .

وانطلاقاً أيضاً من ذلك - ميزت الأرض إلى أغلفة تلو أغلفة : فهناك من الداخلى إلى الخارج .

غلاف الأرض المركزى Barysphere

وغلاف الأرض النارى حيث الماجما Pyrosphere

وغلاف الأرض الضعيف Asthenosphere

وغلاف الأرض التكتونى حيث تنشأ الحركات الأرضية Tectonosphere

وغلاف الأرض الحجرى Lithosphere

وغلاف الأرض المائى Hydrosphere

وغلاف الأرض الحيوى Biosphere

وغلاف الأرض الهوائى Atmosphere

ولما كانت القشرة الأرضية - أو بعضها فى بعض الأحيان - هى مجال المشاهدة والتجريب عند الإنسان حيث ليس بمقدوره الولوج أكثر من ذلك فى أعماق الأرض - فلقد توصل العلماء إلى خلاصة عن تلك القشرة حتى عمق حوالى عشرة أميال ، وقالوا : إنها تتكون من صخور نارية بمقدار ٩٥٪ وصخور صفحية بمقدار ٤٪ وصخور الحجر الرملى بمقدار ٧٥٪ . والأحجار الجيرية بمقدار ٢٥٪ . وأغفلت الصخور المتحولة لأنها من هذا وذاك ، وكان متوسط التكوين الكيماوى لتلك القشرة الأرضية الخارجية بعمق عشرة أميال أو نحوها كالتالى : مقدراً بالعناصر مرة ، وبالأكاسيد مرة أخرى .

| العناصر      | النسبة المئوية للعناصر<br>في كل القشرة الأرضية | النسبة المئوية للعناصر في<br>الصخور النارية (٩٥٪ من<br>وزن القشرة) |
|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| أوكسجين      | ٠ ٤ ٦,٧١٠                                      | ٠ ٤ ٦,٥٩٠                                                          |
| سليكون       | ٠ ٢ ٧,٦٩٠                                      | ٠ ٢ ٧,٧١٠                                                          |
| ألومنيوم     | ٠ ٠ ٨,٠٧٠                                      | ٠ ٠ ٨,١٣٠                                                          |
| حديد         | ٠ ٠ ٥,٠٥٠                                      | ٠ ٠ ٥,٠١٠                                                          |
| كالمسيوم     | ٠ ٠ ٣,٦٥٠                                      | ٠ ٠ ٣,٦٣٠                                                          |
| صوديوم       | ٠ ٠ ٢,٧٥٠                                      | ٠ ٠ ٢,٨٥٠                                                          |
| بوتاسيوم     | ٠ ٠ ٢,٥٨٠                                      | ٠ ٠ ٢,٦٠٠                                                          |
| ماغنسيوم     | ٠ ٠ ٢,٠٨٠                                      | ٠ ٠ ٢,٠٩٠                                                          |
| تيتانيوم     | ٠ ٠ ٠,٦٢٠                                      | ٠ ٠ ٠,٦٣٠                                                          |
| هيدروجين     | ٠ ٠ ٠,١٤٠                                      | ٠ ٠ ٠,١٣٠                                                          |
| فوسفور       | ٠ ٠ ٠,١٣٠                                      | ٠ ٠ ٠,١٣٠                                                          |
| كربون        | ٠ ٠ ٠,٠٩٤                                      | ٠ ٠ ٠,٣٢٠                                                          |
| منجنيز       | ٠ ٠ ٠,٠٩٠                                      | ٠ ٠ ٠,١٠٠                                                          |
| كبريت        | ٠ ٠ ٠,٥٢٠                                      | ٠ ٠ ٠,٠٥٢                                                          |
| باريوم       | ٠ ٠ ٠,٠٥٠                                      | ٠ ٠ ٠,٠٥٠                                                          |
| بقية العناصر | ٠ ٠ ٠,٢٤٤                                      | ٠ ٠ ٠,٢٥٨                                                          |
| المجموع      | ١٠٠, ٠٠٠                                       | ١٠٠, ٠٠٠                                                           |

| النسبة المئوية للأكاسيد في<br>الصخور النارية ( ٩٥٪ من<br>وزن القشرة الأرضية ) | النسبة المئوية للأكاسيد<br>في القشرة الأرضية | الأكاسيد                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|
| ٠ ٥ ٩,١٢٠                                                                     | ٠ ٥ ٩,٠٧                                     | أكسيد السيليكا           |
| ٠ ١ ٥,٣٤٠                                                                     | ٠ ١ ٥,٢٢                                     | أكسيد الألومينا          |
| ٠ ٠ ٣,٠٨٠                                                                     | ٠ ٠ ٣,١٠                                     | أكسيد الحديدك            |
| ٠ ٠ ٣,٨٠٠                                                                     | ٠ ٠ ٣,٧١                                     | أكسيد الحديدوز           |
| ٠ ٠ ٣,٤٩٠                                                                     | ٠ ٠ ٣,٤٥                                     | أكسيد الماغنسيوم         |
| ٠ ٠ ٥,٠٨٠                                                                     | ٠ ٠ ٥,١٠                                     | أكسيد الكالسيوم          |
| ٠ ٠ ٣,٨٤٠                                                                     | ٠ ٠ ٣,٧١                                     | أكسيد الصوديوم           |
| ٠ ٠ ٣,١٣٠                                                                     | ٠ ٠ ٣,١١                                     | أكسيد البوتاسيوم         |
| ٠ ٠ ١,١٥٠                                                                     | ٠ ٠ ١,٣٠                                     | الماء (أكسيد الأيدروجين) |
| ٠ ٠ ٠,١٠٢                                                                     | ٠ ٠ ٠,٣٥                                     | ثاني أكسيد الكربون       |
| ٠ ٠ ١,٠٥٠                                                                     | ٠ ٠ ١,٠٣                                     | أكسيد التيتانيوم         |
| ٠ ٠ ٠,٢٩٩                                                                     | ٠ ٠ ٠,٣٠                                     | خامس أكسيد الفوسفور      |
|                                                                               | ٠ ٠ ٠,٥٥                                     | البقية                   |
| ١ ٠ ٠,٠٠٠                                                                     | ١ ٠ ٠,٠٠                                     | المجموع                  |

من ذلك يتبدى أن خمسة عشر عنصراً من بين العناصر البالغة أكثر من مائة عدداً تشكل ٩٩,٧٥٪ من القشرة الأرضية وأن أغلبية العناصر الهامة في أعمال الإنسان تدخل في الباقي ، وهي في القشرة بكميات في حدود جزء من مائة من ١٪ . أما الصخور فما أمرها ؟

إنها تتكون من معادن ، وهذه تنشأ من اتحاد بعض العناصر في مركبات مختلفة غير عضوية ، وتكون فيها الأكاسيد ذات أهمية ثانوية فقط ، وقيل : إنه من المحتمل أن يتكون ٩٩,٩٪ من القشرة الأرضية من حوالى عشرين معدناً فقط تسمى بالمعادن المكونة للصخور من بين أكثر من ألفي معدن أو نحوها معروفة عند الإنسان الآن . وتعتبر السيليكا ( أى مادة الرمال النقية ) عاملاً مشتركاً في كل تركيبات المعادن المكونة للصخور تقريباً : فمادة الرمال النقية تلك ، والتي تسمى سيليكا تتحد هي

وعناصر البوتاسيوم أو الألمنيوم أو الصوديوم أو الكالسيوم منفردة أو ثنائية لتكون ما يسمى بمعادن الفلسبار وهي التي أكثر شيوعاً في تكوينات الصخور . وباتحاد تلك المادة الرملية النقية أيضاً بالحديد أو المغنسيوم أو . . . أو . . . تتكون معادن أخرى عدة وشتى تدخل في تكوين الصخور تحت اسم السيليكات . .

أما معادن الأكاسيد فيمكن ذكر أربعة منها فقط كمكونات مهمة للصخور ، تلك هي الكوارتز أو اتحاد الأوكسجين مع مادة الرمال النقية ( سيليكات ) ويسمى ثاني أكسيد السيليكون ، ولعله من أكثر المعادن انتشاراً بعد معادن الفلسبار التي ذكرناها سابقاً ، ثم تأتي أكاسيد الحديد بأنواعها التي تكون بوجه عام المواد الملونة الحمراء والبنية والصفراء في الصخور ، أما الألمنيت فهو أكسيد الحديد والتيتانيوم ، أما الكربونات والفسفاتات والكبريتيدات والكلوريدات فهي مركبات تلي ذلك أهمية في تكوين الصخور بشكل عام .

يلتقى جمهور العلماء الجيولوجيين على أنه مهما كانت النظرية المعتقد فيها فيما يتعلق بأصل الأرض ونشأتها الأولى - فإن من المؤكد أنه على الأقل قد مر بعض من مادة السطح الأصلية للأرض بمرحلة الانصهار لسبب ما ، وإن المادة الصلبة الأولى قد اشتقت من الصهارة ، تلك القشرة الأصلية لسطح الأرض - والتي نعني - غير ظاهرة في أي مكان على سطح الأرض الحالي إلا أن الصخور التي تكونت بعد ذلك قد نتجت : إما من تلك القشرة الأولى ، وإما من اندفاعات تلت ذلك من المادة المنصهرة . والصخور التي لها هذا الأصل تسمت بالصخور النارية أو الأولية أو الابتدائية .

وبعد أن تصلبت القشرة الأصلية ، ومر الزمان طويلاً ، وتكون الغلاف المائي والهوائي - بدا الماء والهواء بحالتهم البدائية التي أعطتهما فاعلية كيميائية أكبر بكثير مما لها الآن - فيما يبدو - في مهاجمة تلك الصخور الأولية . ذاك مانسميه اليوم بالتعرية أو التجوية أو التآكل . ونتج عن ذلك العمل التفككي أنقاض مفككة من مادة الصخور الأولية ، كما نتج عن عملها الكيميائية مخلفات ومواد مذابة أو عالقة . . ولم يقتصر الماء والهواء على مافعل ، بل كمحصلة أخرى لعملها تم اكتساح ذلك الحطام ؛ ليتجمع في النهاية في فجوات القشرة الأرضية ومنخفضاتها حيث تتجمع المياه وبها حملها المذاب أيضاً من تلك الصخور . . ثم ترسبت المخلفات المتجمعة بعد أن كانت محمولة أو عالقة أو مذابة في الماء والهواء ؛ لتتاسك في النهاية إلى صخر صلب ، وليضاف بعدئذ - بعد زمان يطول أو يقصر - إلى قشرة الأرض الصلبة . وتحت ظروف أخرى تترسب بالمثل المواد المذابة في الماء : إما بطريق مباشر أو غير مباشر أو بفعل الأحياء ، ويتتابع حدوث ذلك بالطبيعة في أزمنة جيولوجية متتالية .

حصيلة كل ذلك في النهاية تراكمات من المادة تصبح مع الزمان صلدة صلبة تساعد في بناء القشرة الأرضية . وقد استمرت هذه العمليات خلال الزمن الجيولوجي الطويل ، وتعرضت الإضافات الجديدة للهدم شأنها في ذلك شأن الأجزاء التي هي أقدم ، وعلى ذلك فمن الممكن لبعض المواد أن تجتاز عدة دورات من عمليات الهدم والبناء ثم البناء والهدم ، دورات تغير متتابعة . والصخور التي لها هذا الأصل التكويني تسمت بالصخور الثانوية ؛ لأنها تكونت من مواد مشتقة من صخور أولية أو عتيقة أصلاً ، تلك الصخور الثانوية يمكن تقسيمها إلى صخور رسوبية كيميائية وعضوية بحسب ما اكتسبت من صفات ، وما تميزت به من تكوين .

وفي النهاية قد تتعرض كل من الصخور الأولية أو الابتدائية والثانوية للحركات الأرضية التي تغورها في أعماق القشرة حيث الحرارة والضغط يرتفعان بشدة ويؤثران بقوة ، مما يجعل إعادة التكوين أو التشكيل ممكنة جزئياً أو كلياً ، فتمحى صفات أصلية ، وتكتسب صفات أخرى كلياً أو جزئياً . وهكذا تعرف الصخور التي تغيرت كلية تقريباً عن حالتها الأصلية بالصخور المتحولة .

ومن هنا كان التصنيف الثلاثي للصخور بعامة بحسب المنشأة إلى : نارية - ثانوية ( رسوبية ) - متحولة ، ولكن حديثاً يبرز تصنيف آخر يسمى التصنيف التكويني ، وترتب فيه الصخور على حسب مجموعة من العمليات الجيولوجية إلى رتبين عظيمين ، هما :

١ - داخلية المنشأ ، وهي الصخور التي تكونت إثر عمليات جيولوجية ذات منشأ داخلي في باطن الأرض ، وهي التي تعمل في الأعماق أى من الداخل إلى الخارج بالنسبة للقشرة الأرضية . . من أمثال تلك العمليات - التأثيرات الحرارية العالية والسائدة والمحاليل الحارة من أصل صهاري ، وفي النهاية تُعطى صخوراً داخلية المنشأ على النحو التالي :

صخور نارية - نتائج الارتشاح الناري - نتائج التغير الحراري الحركي .

٢ - أما الصخور الخارجية المنشأ فهي ما تكونت بعمليات ذات أصل خارجي : أى تعمل سطحياً أو من الخارج للداخل ، وتتكون تلك الصخور تحت درجات الحرارة العادية . والماء المصاحب لها - منشؤه الغلاف الهوائي ، ومن أمثلة تلك الصخور : مخلفات التجوية من الرواسب الفتاتية - رواسب المحاليل - التجمعات العضوية .

ولما كان بحثنا هذا يتناول البراكين - والصخور الناتجة عنها تدخل ضمن مجموعة الصخور الأولية أو الابتدائية أو النارية أو داخلية المنشأ - فسنقصر كلامنا عنها .

### كما قلنا من قبل سنطلق في أثر المجاهتين فنقول :

إن الصخور النارية تتكون من تبريد وتصلب الماجما أو الصهارة ، وهي مادة صخرية ساخنة متحركة تتكون كلها أو يتكون جزء كبير منها من طور سائل في بعض مراحله أو غازي في مراحل أخرى ، أو قد تتكون الماجما أو الصهارة كلية تقريباً من أطوار صلبة متبلورة ، ومن ناحية أخرى تتكون الصخور المتحولة في غياب المصهور بإعادة التبلور والتفاعل بين المعادن الصلبة حتى في درجات الحرارة العالية .

وقد يختلف التركيب المعدني والكيميائي ، وكذلك نسيج الصخور الصلبة عند حدوث تبادل للأيونات بين المعادن والأطوار السائلة المتحركة التي عادة ماتكون غازات مائية أو محاليل . وفي المستويات العميقة من القشرة الأرضية تتداخل الظواهر النارية والمتحولة دون نظام ، ولذا فكثير من الصخور التي تنشأ هناك لها خواص انتقالية بين النارية والمتحولة مثل صخور الماجماتيت .

ويقول المتخصصون : إنه الآن لا يوجد ولا يمكن أن يكون هناك أدنى شك في أن معظم الصخور البركانية تنشأ من

صهارات معظمها كانت سائلة ، ولكن هذا التعميم لا ينفى وجود مشكلة حول أصل الكثير من صخور الأعماق ؛ إذ إن بعض تلك الصخور التي تسمى نارية يبدو كأنها قد تكونت من تداخل مواد الصخر المتحركة مع التي كانت في حالة سائلة : فالجرانيت مثلاً صخر ناري ، ولكنه يشك في نسبه إلى السيولة أو الانصهار الكلي في أى مرحلة من مراحل تكوينه . . وهنا تتوارد على المخاطر عملية أخرى تسمى بالجرنتة إلا أن ذلك لا ينفى تماماً نسبة الجرانيت في بعض أنواعه إلى الصخور النارية . هنا نجد أنفسنا أمام نوعين من الصخور النارية :

**صخور بركانية :** يشيع فيها البازلت وأقاربه ، وتأتي من أغلفة أرضية عميقة الغور بازلتية التركيب أسفل القارات والمحيطات أو متكونة من الانصهار الجزئي لمادة الأعماق البعيدة .

**وصخور بلوتونية :** يشيع فيها الجرانيت وأقاربه وهي مقصورة على القارات نتجت من صهارة جرانيتية ، أولية تكونت بانصهار أنواع متميزة من الجزء الأسفل من القشرة .

وقيل في ذلك : إنها إنما تنشأان من صهارتين أوليين مختلفتين ، مع أن معدل تركيبها يكاد يكون متساوياً ، وكالعادة : فطالما أن الأمر بعيد عن يد الدارس وعينه فالفروض من حوله كثيرة ، ونوعيات الصهارات وكيفيةها في خيال العلماء عدة . ولندع النقاش من حول تلك الصهارات الأولية ومكانها ونوعيتها إلى مرحلة أخرى في الفروض العلمية ، تلك هي تطور الصهارة .

فالصهارات على أى حال كانت - يمكن أن يتحور تركيبها الأولى ليعطى مجموعة من الصخور النارية ، وهناك ثلاث طرق يمكن أن يحدث بها هذا التحوير ، هي التمايز والتثليل والخلط : ففي حالة التمايز أو التجزئة ندرك أنها عملية تشطر بها الصهارة المتجانسة إلى أجزاء مختلفة التركيب .

#### تمايز الصهير Fractional crystallisation

وتتم تلك العملية عبر عوامل أربعة هي :

##### ١ - هجرة الأيونات أو الجزئيات :

وهي عملية تتم فيها تلك الهجرة نتيجة للحرارة المتدرجة : بمعنى أنه مع التدرج الحراري أو الانخفاض في درجات الحرارة تتبلور أيونات أو جزئيات من المادة المصهورة ، وتبدو الصهارة في النهاية وقد انقسمت على نفسها .

##### ٢ - الانقسام :

وهي عملية يتم فيها انقسام المصهور المالحاق المتجانس إلى جزأين أو أكثر غير قابلة للامتزاج .

##### ٣ - النقل الغازي :

وهي وسيلة أخرى لعملية تمايز المصهور المالحاق أو تجزئته ، وهنا نجد فقاعات الغازات المتصاعدة من الصهارة قد تتجمع ،

ثم تنقل بعض المكونات المتطايرة للصهارة من مكان إلى آخر أو من جزء فيها إلى جزء آخر . . ويتم ذلك بأن تربط بعض الفقاعات نفسها بالبلورات وتعمها إلى أعلى ، أو قد تسبب في رفع السوائل بين ماتكون من بلورات .

#### ٤ - التبلور :

وتلك أهم الوسائل والسبل إلى تمايز أو تجزئة الصهارة : فبعض المعادن في الصخور النارية توجد ملازمة بعضها لبعض ؛ لأنها تتبلور تقريباً في درجة الحرارة نفسها : بمعنى أن بعض المعادن تكون رقائق حرارة واحدة في التكوين ؛ كما أن بعضها الآخر نادراً ما يكون مع بعضه . . إذن : هناك رقيقة ، وهناك وحدة في سلوك بعض المعادن ، تلك العلاقات السلوكية توضح ظاهرة التبلور التجزيئي للصهارة في مراحل برودتها المختلفة . وفي أثناء عملية التبلور تلك يوجد دائماً ميل لحفظ التوازن بين الأطوار الصلبة - تلك المعادن التي تبلورت - وبين الأطوار السائلة - تلك المعادن التي لم تبلغ البرودة بها حد التشكيل البلوري أو التبلور . ولحفظ هذا التوازن في أثناء هبوط درجة الحرارة تتفاعل البلورات التي تكونت مبكراً - أى في مراحل التبريد الأولى - والسائل ، وتتغير من ثم في التركيب ، ثم تعود تتفاعل وتتغير في التركيب وباستمرار بحيث تنتج سلسلة مستمرة من المعادن وتحولاتها الصلبة المتجانسة .

فتلاً : بالماجما عادة كالسيوم ( جير ) وصوديوم وهي منصهرة ، وتبدأ الصهارة تبرد ، وتبدأ في الوقت نفسه البلورات تتشكل . ولتأخذ نوعية محددة من تلك البلورات ولتكن ماتسمى فلسبارات البلاجيوكلاز : تتكون أول الأمر نوعية منها تسمى الأنورثيت ، يكون هذا الأنورثيت غنياً بالجير ، ولكي يحدث التوازن الذي قلنا به مسبقاً يعود هذا المعدن المتبلور ليتفاعل مع السائل الذي عنه تبلور ، فيعطى نوعية جديدة من المعادن تكون أقل نسبياً في الجير : مثل معدن البيتونيت . . ويعود هذا - لحفظ التوازن من جديد - يتفاعل مع السائل فيعطى نوعية أقل من سابقتها في الجير وهكذا . . مع هذه الاستمرارية في تناقص الجير تبدأ نسبة محتوى المعادن المتبلورة من الصوديوم تزيد ؛ ذلك لأن الجير يكون قد استهلك ، وأصبحت الصهارة أغنى بالصوديوم ، وهكذا حتى يتكون آخر السلسلة معدن الألبيت ، وهو أغنى معادن تلك السلسلة بعنصر الصوديوم . إنها سلسلة من التشكيل البلوري ، ثم التفاعل ثم التبلور مستمرة مع هبوط الحرارة واستمرارية التفاعل . ولكل من معادن تلك السلسلة صفات تكاد تكون متدرجة ، تلك هي سلسلة التفاعل المستمر أو المتواصل Continuous reaction series وهناك نوعية أخرى من التبلور مع برودة الصهارة . . تبرد الصهارة فتتكون بلورات معينة - ذات تركيب يدخل فيه الحديد والمغنسيوم إلا أن هذه الحالة تغاير سابقتها ؛ فليست هناك استمرارية في التفاعل مع البرودة ، ولكن هناك تحولات من حالة متبلورة إلى حالة أخرى : كأن يتحول معدن الأوجيت إلى معدن الهورنبلد مثلاً ، ولكل منها صفات ضوئية متميزة وتختلف به والآخر ، تلك التغيرات المفاجئة في التبلور الصهاري تكون ما يسمى بسلسلة التفاعل غير المستمر أو المتقطع Discontinuous r. s. كنموذج للمعادن المتوافق تبلورها عند درجات حرارة واحدة - نجد الفلسبارات البوتاسية والمرو والبوتيت : أى أنها تميل للتكون معاً برغم اختلاف الموقف من السلسلتين المذكورتين ؛ كذلك يبدو من هذا التسلسل التنافر بين بعض المعادن التي

لا يمكن أن توجد مع بعضها في صخرة واحدة جنباً إلى جنب .

وهكذا - نرى أيضاً من التسلسل السابق أنه في الحالات الطبيعية عندما يصل التفاعل بين البلورات والسائل إلى نهايته تتكون من الماجما في مراحلها الأخيرة صخور ذات معادن تختلف تماماً وماتبلور من الماجما في مراحلها الأولى ، ذاك هو الترتيب العادى في الظروف العادية للتكوين .

ولكن هب أن الأمر لم يكن طبيعياً ، ولم تتح الفرصة للماجما أو الصهارة لتبرد تدريجاً وفي مكانها حيث هي . . ولنقل مثلاً إنها اندفعت إلى السطح عندها سيكون التبريد بالطبع أسرع ، وهنا لا يكون التفاعل كاملاً أبداً ، في هذه الحالة نجد أنفسنا أمام أمرين :

**الأول :** أن الصهارة كانت قد بدأت بعض مراحل برودتها ، فتكونت بلورات المعادن المبكرة كما في رأس السلسلتين .  
**الآخر :** أن الصهارة بعد ذلك بردت فجأة ، فقفز التسلسل التدريجى والمستمر من مراحل المبكرة إلى مراحل المتأخرة وكذلك فعلت التحولات في السلسلة غير المستمرة . .

**الخلاصة :** ظهور الأعضاء المبكرة لسلسلتى التفاعل كآثار متبقية في الصخر النهائى المتكون . تكون تلك الآثار على شكل بقايا داخل البلورات أو نطاقات من التأخر حول متبقيات من المبكر في التبلور وتلك ظاهرة التمنطق .

تلك أحد العوامل التى تؤثر في الترتيب العادى لتكوين المعادن ؛ كما أن هناك عوامل أخرى كثيرة . .

أما في حالة التمثيل ، أو ما يمكن أن نسميه تجاوزاً بالهضم - فهي حالة قد تتأثر فيها مراحل تطور الصهارة بالتفاعل مع صخور حائط المستودع الذى فيه الماجما أو الصهارة ذاتها . تكون تلك الحالة عندما ترتفع درجات حرارة الصهارة بأكثر مما يسمح ببداية تبلور المعادن عندها تنصهر حوائط المستودع ذاتها وتهضمها الماجما ، فتكون بذلك إضافة لما بها من مادة أصلية . والمشهد أن نوع التمثيل الذى يحدث يعتمد على المعادن المكونة للصخور الحائط وعلى نوع المعادن التى تبلور من الصهارة المجاورة ، ولكن الخلاصة أن الصهارة تصبح مشوبة أو مختلطة ، وكذلك تكون الصخور الناتجة عنها تسمى صخوراً هجينية ( الهجين هو ما يختلف نسب الأم والأب فيه ) . مثال ذلك صخور الديوريت التى قد تنشأ بتفاعل صهارة جرانيتية مع حائط

من جابرو أو حجر جبرى . . تلك هي مراحل التماثل الصهري Magmatic assimilation

أما النوع الثالث من أنواع تطور الصهارة فهو بالخلط لصهارات مختلفة . وتوضح الأمثلة على ذلك من المقذوفات الصهارية من مستودع الماجما باتجاه سطح الأرض ، فمنها ما تبلغ السطح وتشكل بركاناً ، ومنها ما تنزل بين الطبقات متداخلة من على أعماق قليلة من سطح الأرض معطية ما اتفق على تسميته بالصخور الهجينية المتعددة النسب . في صخور بهذا الشكل والمصدر يلحظ الباحث بلورات النوع نفسه ولكن بتركيبات واسعة الاختلاف ؛ حتى لتبدو غير متوازنة مع أساس الماجما ذاتها . ولذلك أمثلة كثيرة في مصر وفي العالم ، حيث تبدو البلورات متمنطقة تمنطقاً عادياً أو عكسياً . وانتشار مثل تلك الحالات في حمم البراكين بشكل منتظم يرجع وجودها نتيجة لخلط الصهارات المختلفة قبل قذفها إلى سطح الأرض ، وقد يكون بعض تلك

الحالات ناتجاً عن تزامن اندفاع صهارتين اثنتين مختلفتين في آن واحد . ذلك هو اختلاط الصهير Mixing of magmas

كان ذلك حديثاً عن تطور الصهارة وبدابات التبلور فيها قبل أن تنقذف إلى السطح في بركان أو تنساب بين طبقتين من طباق الأرض متداخلة فيها .

ولكنها إذ تفعل فإنما هي تبتدئ مراحل تصلبها ، وهذا حديث آخر .

فعادة ماتكون المعادن التي تتكون أولاً من الصهارة أو الماجما في مستودعاتها معادن لامائية بمعنى أنها لا تحتوى في صلب تكويناتها على بعض جزيئات الماء . تلك المعادن الأولى في مراحل التكوين تكون لامائية ، لأنها تنشأ عند درجات حرارة عالية - تلك هي الحرارة الأولى قبل مراحل البرودة - في مصهور يحتوى على كميات ضئيلة من المكونات المتطايرة . وأنى لتلك المكونات المتطايرة أن توجد عند درجات حرارة عالية ؟ إنها إما مواد سهلة الانصهار أو مواد هاربة بالطبيعة . تلك المعادن اللامائية الأولية التكوين تسمى معادن نارية الأصل ، وهي إذ تتكون أو تبلور تترك بعدها سائلاً لا بد أن يكون أغنى في نسبة مكوناته المتطايرة مما كان عليه السائل الأصلي للصهارة . والحرارة تكون هي أيضاً قد انخفضت درجاتها عما كانت عليه ، ومن ثم تكون الظروف مهيأة ، لتتكون معادن مائية أو معادن غنية بالمواد المتطايرة . .

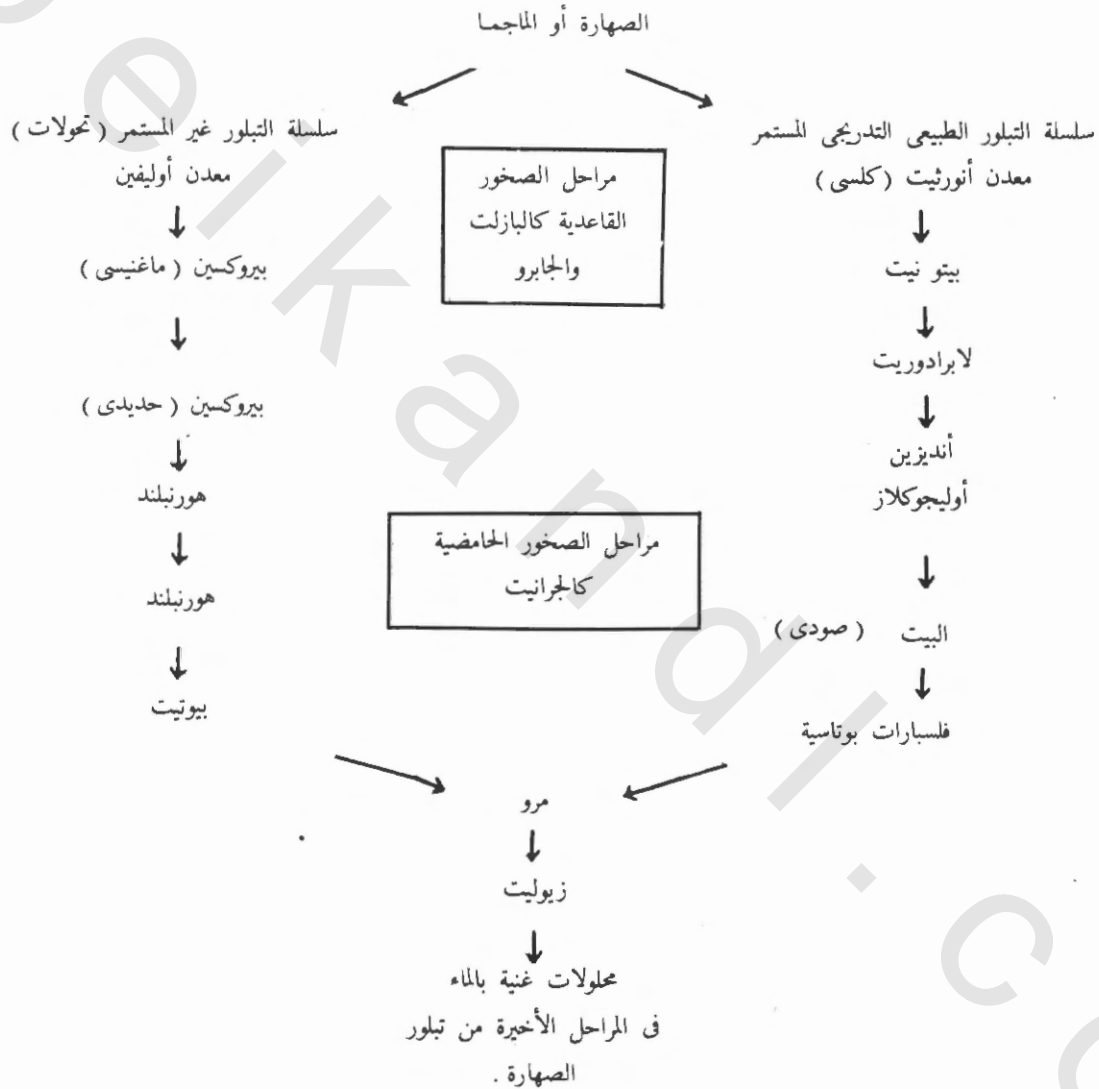
يحدث ذلك بخروج المعادن النارية أو اللامائية من المصهور ، وبانخفاض في درجات الحرارة ، وبتكر في المواد الطيارة . وما يذكر في هذا المجال ، إنه لا يمكن وضع حد فاصل بين مراحل تصلب الصهارة المتتابعة . ولقد عملت محاولات لوضع مسميات لتلك المراحل ، ولكن الاتفاق على أى منها أو استخدامها ما زال ضئيلاً . وعموماً فالمرحلة الأولى التي تتكون فيها المعادن النارية الأصل واللامائية كما قلنا من قبل تُدعى مرحلة الصهارة الصحيحة . وتنخفض بعدها الحرارة إلى ما يوازي ٨٠٠-٦٠٠ م ، وهي مرحلة الأطوار السائلة والمتبلورة والغازية أو المائية جنباً إلى جنب ، ثم تستمر الحرارة في انخفاضاتها إلى نحو ٩٠٠-٤٠٠ م ، فيحدث توازن بين البلورات والغاز ، وأخيراً تأتى مرحلة تسمى المرحلة الحرماية ، تلك التي يحدث فيها توازن بين البلورات والمحاليل المائية والغاز المائى المتبقى عند درجات حرارة من ٤٠٠ إلى ١٠٠ م . في هذه المرحلة الختامية من مراحل تطور الصهارة قد تحدث المحاليل الحرماية المتبقية والغنية بالمواد المتطايرة تغيرات واسعة فيما سبق تكوينه من معادن وبلورات حيث إنها تتعرق أو تتكون فيها عروق ، أو قد تستبدل بمعادن جديدة تماماً ، تلك التغيرات تسمى تغيرات ما بعد المراحل الصهارية ، فتعطى ما يسمى زيوليت ( انظر تسلسل تطور الصهارة - ص ٦٨ ) .

\*\*\*

وضع الآن أن الصخور النارية هي الصخور التي تصلبت عن حالة منصهرة . ومن أوضح وأظهر أمثلتها تلك الحمم التي انسكبت من البراكين الحالية ، وبمقارنة صفاتها مع تلك الخاصة ببعض الصخور النارية في العمود الجيولوجى يمكن إيضاح أن الأخيرة إنما هي أيضاً حمم براكين قديمة ، وبمقدور الباحث تمييز بقاياها في بعض الأحيان .

حمم البراكين أو مقذوفاتها إذن أشكال من الصهارة خرجت إلى سطح الأرض ، وانسكبت عليه إثر ثوران بركانى . والثورة البركانية أو البركة عندما تحدث ويبدو أثرها واضحاً وظاهراً للعيان - إنما يصحبها تحت سطح الأرض قدر عظيم جداً من الحركة والنشاط يدرك ولا يرى . وكذلك بجانب ما يخرج إلى سطح الأرض من مادة مصهورة ، هناك جزء كبير جداً منها

الآتي يوضح النوعين السابقين الذكر عند تبلور المعادن من الصهارة



يحقن فيما بين طباق الأرض لاتبدو له على السطح أى آثار ، فيشكل عندئذ مايسمى بالصخور النارية المتداخلة . تبقى تلك الصخور النارية المتداخلة هناك تحت السطح ، حتى يصاب غطاؤها بآفات التعرية والتآكل فيما يلحق من زمان أو أن تتحرك الأرض انخفاضاً أو ارتفاعاً ، وعندها تبدو للعيان .

إذن لدينا نوعان من الصخور النارية :

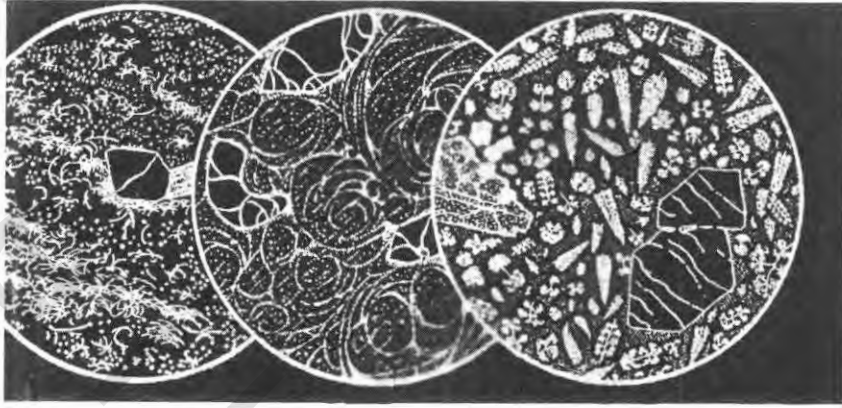
نوع يخرج إلى السطح أو ظاهر عليه تعرض للهواء فبرد سريعاً ، وفقد الكثير من غازاته سريعاً ، واكتسب صفات خاصة به من أهمها صغر حجم حبيباته ، ولم يترك أثره النارى إلا على ماتحته من صخور .  
ونوع متداخل في طباق الأرض على أعماق من السطح قريبة أو بعيدة ، فبرد تدريجاً واكتسب صفات خاصة به من أهمها كبر حجم حبيباته ، وترك أثره الحرارى على مايحيط به من صخور من جميع الجهات .  
بعد ذلك نأتى إلى أنسجة الصخور النارية ، وحرصاً منا على عدم الدخول بالقارئ في مناهات الاصطلاحات العلمية كلما كان ذلك ممكناً ودون إخلال بالمضمون فإننا سنستعيز عن الكتابة في هذا الجزء بالأشكال التوضيحية اللاحقة .

\*\*\*

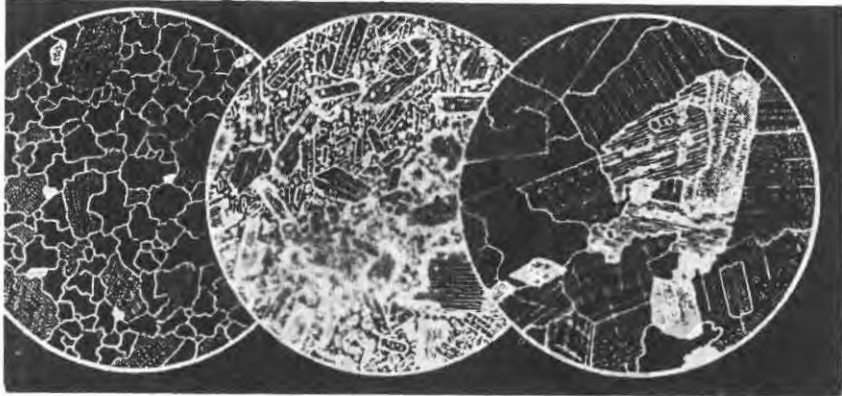
بعد ذلك نأتى هنا ، لنلمس برفق كيف تدرس تلك الصخور النارية ؟ وماأهم مقومات تلك الدراسة ؟  
فبجانب الدراسات الحقلية - بمعنى الذهاب إلى الصخور النارية حيث هى في صحراء أو غير صحراء لدراسة ظروف وجودها وعلاقاتها مع مايحيط بها من صخور أخرى ومااعتراها من تآكل أو أثر من آثار التحركات الأرضية كالتشقق والتفلق وماإلى ذلك - بجانب كل ذلك تؤخذ العينات ، وتجمع تجميعاً يمثل الواقع الصخرى النارى في الحقل ، وتتعدد على تلك العينات أنواع الدراسات المتعددة والمختلفة والتي تضيف التكنولوجيا الحديثة والتطور العلمى كل يوم إليها جديداً ، لكن تبقى الدراسة المجهرية للصخر ، واحدة من أهم تلك الوسائل الدراسية والبحثية . . وواحدة من أهم مميزات الصخر نسيجه ووصفه وتحببه أى حبيبات الصخر والتباين أو الاختلاف في حجومها .

ولنذهب معاً - بخيالنا العلمى بالطبع - لنرى الصحارة أو الملاجى في مستودعها بعد أن تكونت وأخذت في البرودة أو التكوين الصخرى ، نجد أنه إذا ما امتد تبريد الصحارة وقتاً طويلاً فإنها تقضى وقتاً كبيراً في مرحلة شبه مستقرة . عند ذلك يتولد عدد قليل من مراكز البلور التي تنمو وتكون بلورات كبيرة . وإذا كان التبريد بطيئاً جداً فربما تتمكن الصحارة من إكمال وإتمام التبلور بشكل شبه كامل قبل أن تصل إلى منطقة قلقلة بين مرحلة وأخرى ، ولذلك ففي مقدورنا الآن الاستنتاج بأن التبريد البطيء لا شك يعمل على تكوين البلورات الحشنة الكبيرة حجماً ، ويقال عندئذ : إن الصخر خشن الحبيبات .  
أما في حالة التبريد السريع فتمر منطقة شبه الاستقرار بسرعة خاطفة لاستغرق من الوقت إلا أقله ، لنأتى بعدها المنطقة القلقة بين مرحلتين من مراحل تطور الصحارة ، ومن هنا ينشأ عن ذلك عدد كبير من البلورات ، ولكن ذوات أحجام صغيرة نوعاً ما ، ويقال عندئذ بأن الصخر دقيق الحبيبات . ويقال : إن عملية التبلور ذاتها تطلق حرارة إضافية تساعد على امتداد

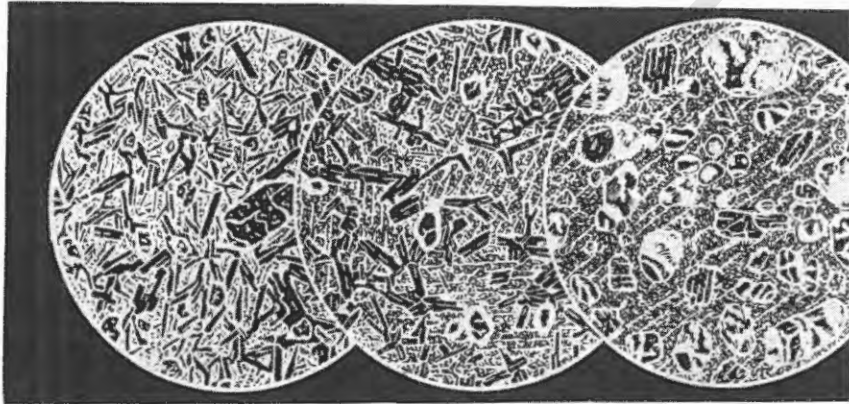
## أنواع من الأنسجة في الصخور النارية



أرضية زجاجية بها بلورات مع بلورات كبيرة من الكورت وغيره (رايولايت)

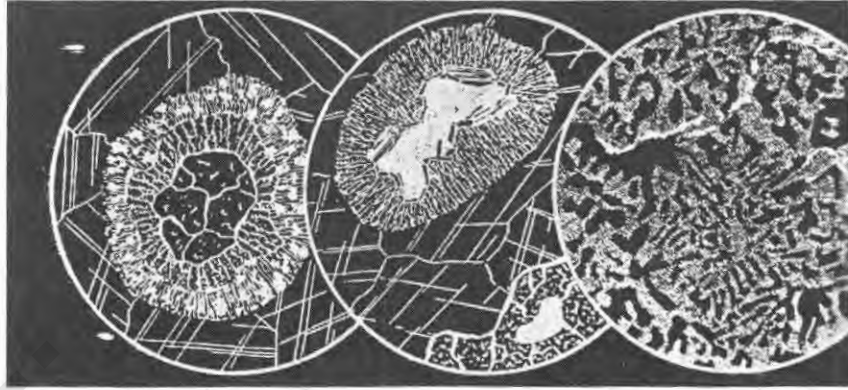


أنسجة حبيبية متنوعة Granular tex في صخور جرانيتية وأشباهاها.

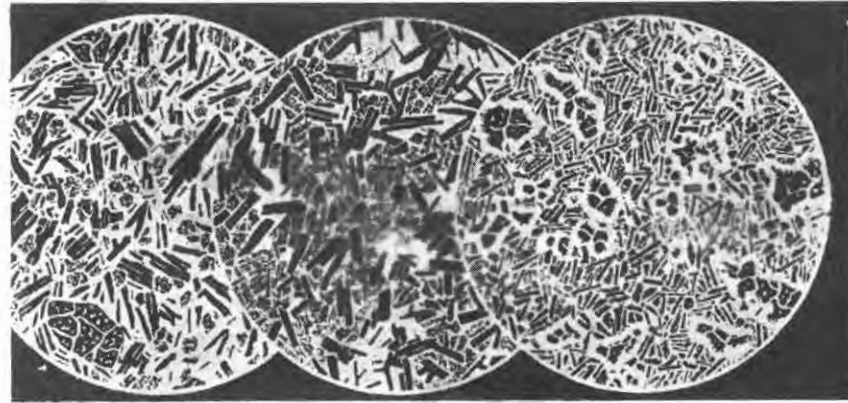


أنسجة مبرقشة Poikilitic أو اختراقية Ophitic ونحت اختراقية Subophitic في البازلت

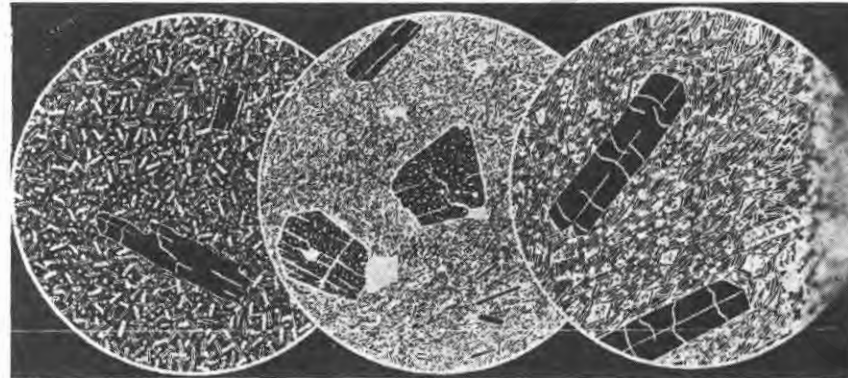
## أنواع من الأنسجة في الصخور النارية



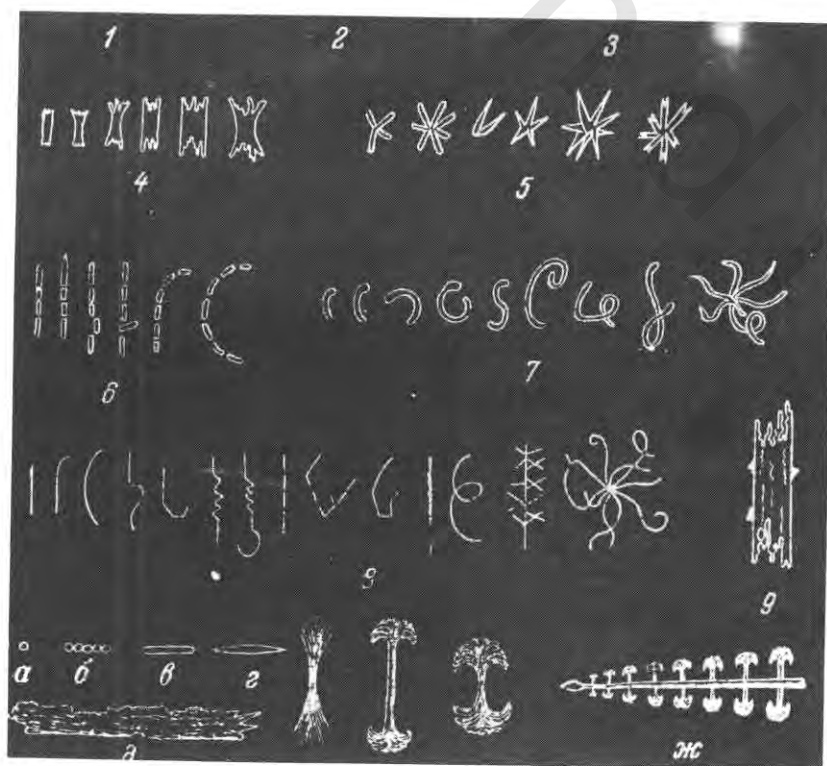
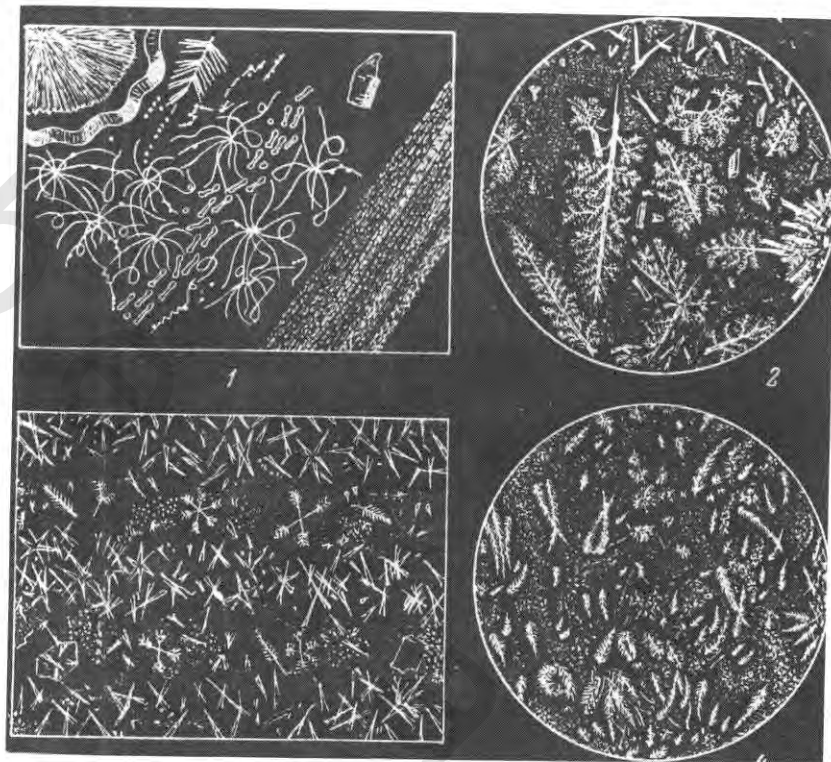
أنسجة نقشية دقيقة Micrographic ثم حالات ثانوية حول بللورات معدنية مختلفة



أنسجة بينة حبيبة Intergramular وبينية زجاجية Intersertal ثم  
اختراقية زجاجية Hyalophitic في أنواع من البازلت وأشباهه



أنسجة تراكتية Trachytic في صخور التراكت والانديسيت . وأنسجة  
يلو تاكسيتية Pilotaxitic في الانديسيت وأنسجة زجاجية فلبسارية  
Hyalopilitic في صخور داسيت .



هكذا تبدى أجنة البلورات  
في بدايات تكوينها

الفترة شبه المستقرة التي تقضيها الصهارة في التبلور ، وهناك لاشك عوامل ثانوية تدخل في مسار التبلور وحجمه ، منها مثلاً تعدد مكونات الصهارة أو عدم التعداد ودرجة التركيز واللزوجة وهكذا .

ويستلزم نمو البلورة داخل الصهارة أن تسير جزيئاتها نحو مركز التبلور : فإذا كانت الصهارة لزجة قاومت بشدة سريان الجزيئات ، ولذلك فاللزوجة تعرقل وتعوق التبلور ، لذلك كلما كانت اللزوجة عالية كانت الصخور الناتجة أدق تبلوراً ، هذا بالطبع في حين ثبات وتساوى العوامل والظروف الأخرى : مثال ذلك : صخور الريبولاييت تكون أدق ، وصخور البازلت تكون أخشن في حجم الحبيبات إذا ما انبثق النوعان تحت ظروف مشابهة . وغنى عن البيان أن المواد الطيارة كالماء والغازات تعمل على خفض درجة اللزوجة . ومن ثم سيولة الصهارة ، ومن ثم يتسع حجم الغاء أمام بلوراتها ، فتكبر وتكبر حتى لتبلغ ستيمرات عدة مثل صخور البجائيت .

أما إذا كان التبريد سريعاً جداً فإن الصهارة تعبر بسرعة منطقة شبه الاستقرار ، وكذلك مناطق القلق بين المراحل المختلفة مع حدوث تبلور بسيط هنا أو هناك أو قد لا يحدث إطلاقاً . تمر الصهارة بكل ذلك إلى البرودة الكاملة للمقدوف الناري : كأن يظهر على السطح البارد فوق جليد أو تحت مياه المحيط ، أو أن يلامس تحت الأرض صخوراً باردة . . هنا يتوقف احتمال التبلور عند درجة حرارة أقل بقليل من درجة تجمد المصهور الناري وهي ١٢٠م . عندها يتجمد سائل الصهارة على هيئة زجاج أو ما يسمى أرضية للبلورات إن وجدت .

الخلاصة إذن أن وجود صخور نارية حبيباتها دقيقة أو زجاجية - يعتبر دليلاً على التبريد المفاجئ والسريع أو على شدة لزوجة الماجما الأم .

ويختلف الأمر طبعاً في حالة تبلور الصهارات الثنائية والثلاثية . ولعل في ذكرنا السابق للصهارات الأولية ما يعطى مفهوماً عاماً دون التفصيل المتخصص . . وذلك غاية بحثنا هذا .

وصف الحبيبات في الصخر يسمى بوصف البنية والنسيج ، وهو يتناول وصف المعالم ذات المقياس الكبير والصغير للصخر ، وبشكل عام فإن الوصف الدقيق لنسيج الصخر يستلزم تقدير العوامل الأربع التالية :

١ - درجة التبلور Crystallinity

٢ - الحجم المطلق للبلورات أو التحبب granularity

٣ - أشكال البلورات

٤ - العلاقة المتبادلة بين البلورات بعضها وبعض أو بينها وبين الأرضية الحاملة لها أو المادة الزجاجية المتجمعة فيما بينها . بعد ذلك . .

ماذا عن تصنيف الصخور النارية ؟

وذلك أمر تتداخل فيه فروع دراسية كثيرة معدنية وكيميائية وذرية وسينية وما إليها . هو في الواقع أمر ثان يستلزم شرحاً

وإيضاحاً في غير هذا المكان . . فدعنا أيها القارئ نمسك عن الولوج فيه . . وحسبنا أن نقول : إن الصخور النارية تتكون بشكل عام نتيجة لتجمد الماجما داخل الأرض ، أو تجمد اللافا على سطح الأرض . فالصهارة في باطن الأرض قد تتداخل بين طبقات القشرة إثر اندفاعها إلى سطح الأرض دون بلوغه فتكون صخوراً نارية متداخلة ، وقد تبلغ السطح فتكون صخوراً نارية بركانية . ويصحب التجمد في الحالتين تكون معادن السيليكات بالتبلر في نظام تتابعي معين هو التبلر النوعي أو التبلر التجزئي كما ذكر من قبل . ومع التجمد يختلط معدنان أو أكثر بعضها وبعض ، لتكون الأنواع المختلفة من الصخور النارية . ذلك معناه أن الصخور النارية تختلف وتتنوع باختلاف المعادن المكونة لكل صخر ، وكذلك باختلاف نسبة وجودها . وأبرز الصفات التي تساعد على التعرف على نوعيات تلك الصخور هي التركيب المعدني ، والتركيب الكيميائي ، ونسيج تلك الصخور ولونها ، وكذلك وزنها النوعي :

فن ناحية التركيب المعدني نجد أن مجموعة معادن الفلسبارات من الأهمية بحيث يتحدد نوع الصخر بمعرفتها تماماً ، وأما من ناحية التركيب الكيميائي فإن نسبة ثاني أكسيد السيليكون تتخذ أساساً لتقسيم الصخور النارية إلى صخور حمضية ( ٨٠ إلى ٦٥ ٪ ) ومن ثم فهي فاتحة اللون ، وصخور متوسطة ( ٦٥ إلى ٥٢ ٪ ) ، ومن ثم فهي أغمق لوناً من سابقتها ، وصخور قاعدية ( أقل من ٥٢ إلى ٤٥ ٪ ) وبها نسبة حديد ومغنسيوم أعلى من سابقتها ، وصخور فوق قاعدية ( أقل من ٤٥ ٪ ) وبها نسبة عالية جداً من الحديد والمغنسيوم ، ولذلك فهي سوداء اللون ، وأما النسيج ، فعبّرنا عنه بالصورة .

أما أشكال الصخور النارية وكيفية وجودها في الطبيعة فإن ذلك ينعكس تماماً على نسيج الصخر الذي يتفق تماماً مع مكان تكوينه في جوف الأرض أو على سطحها أو بين هذا وذاك . ومن هنا كانت هناك صخوراً نارية جوفية ، وصخوراً نارية تحت سطحية ثم صخور سطحية أو بركانية .

من كل ذلك نتبين أنه لتعريف صخر ناري وتحديد القسم الذي يتبعه - فلا بد من تحديد الخواص الثلاث التالية :

- ١ - تقدير كمية السيليكات التي في الصخر كيميائياً .
- ٢ - تحديد معدن الفلسبار مجهرياً ( بوتاسي أو صودي أو كلي ) .
- ٣ - تحديد نوعية النسيج فهو إما خشن ( جوفي ) ، أو بوري في بلورات كبيرة وأخرى صغيرة ( تحت السطح ) ، أو دقيق ، أو زجاجي ( بركاني ) .

ونعود فنوجز أننا مررنا بحديث طويل عن الأرض . بل ذهبنا إلى أبعد من ذلك في حديث عن الكون ككل ، وعن وحدته .

ولعله قد استبان لنا وعن إيمان وحدة الخالق ، فوحدانية الخالق تتجلى في وحدة ماخلق ، ونعود إلى أرضنا التي عليها نحيا . .

خلاصة القول فيها أن الأرض مرت بمرحلة كانت فيها منصهرة ، ثم أخذت تبرد تدريجاً لتكون قشرتها الصلبة من صخور ومعادن ، ثم كان الغلاف الغازي والغلاف المائي . ومن ثم فبدى أن نقول : إن معظم المعادن المكونة للقشرة الأرضية قد

تكونت أساساً نتيجة لتجمد المواد المصهورة في باطنها أو ما أسميناه بالماجا .

وهذه خلاصة القول فيها هي الأخرى : إنها عبارة عن السائل الصخري أو الصهير الثريدى (كالثريد لزوجة) الذى أسفل القشرة الأرضية سواء في منطقة وشاح الأرض Mantle أو لب الأرض Core وفي كل الحالات تحت درجات عالية من الضغط والحرارة . والماجا بشكل عام مصهور له قوام الثريد ، معقد التركيب على الكثافة ثقيل ، ومع ذلك تتحرك فيه العناصر المختلفة بحرية تامة تحكمها ظروف خاصة مواتية ، ثم باتحاد تلك العناصر بعضها وبعض تتكون المعادن .

العناصر العظمى في تكوين المعادن المتعددة والمختلفة لانتخرج في عددها عن ثمانية عناصر تكون ٩٩٪ من مجموع العناصر في الماجا ، وهى الأكسجين والسيليكون والألمنيوم والحديد والمغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم . أما بقية العناصر (حوالى مائة عنصر) فتمثل في نسبة ١٪ فقط من كل مكونات الماجا .

مما لا شك فيه أن كل تلك العناصر وتحت ظروف الضغط والحرارة العاليتين سوف تتفاعل بعضها وبعض ، وتتحد بعضها وبعض وتتداخل بعضها وبعض مكونة مركبات كثيرة ومعقدة ذوات درجات انصهارية متعددة مختلفة ، بعضها عال وبعضها متوسط وبعضها الثالث ذو درجة انصهار منخفضة ؛ كما أن بعض تلك المركبات يبقى على حالته السائلة في درجات الحرارة المنخفضة أو العادية وبعضها الآخر عبارة عن مركبات غازية أو طيارة .

معنى ذلك أن اتحاد وتفاعل العناصر في الماجا وتحت ظروفها يعطينا مركبات غير طيارة وأخرى طيارة : فأما المركبات غير الطيارة فهي ذوات درجة انصهار عالية تزيد على ألف درجة مئوية .

وهي متعددة ومختلفة الأنواع ولكن سبعة أكاسيد منها تكون ٩٩٪ من مجموع المركبات المتكونة .

وهي حامضية مثل ثاني أكسيد السيليكون  $SiO_2$  بنسبة ٣٥-٧٥٪ من مجموع المركبات غير الطيارة .

وهي قاعدية مثل أكسيد الألمنيوم (حتى ٢٥٪) أكسيد الحديد (حتى ٢٠٪) ، أكسيد المغنسيوم (حتى ٤٥٪) أكسيد الكالسيوم (حتى ٢٠٪) أكسيد الصوديوم (حتى ١٦٪) ثم أكسيد البوتاسيوم (حتى ١٢٪ من مجموع المركبات غير الطيارة) . وغنى عن البيان القول هنا بأن كل تلك الأكاسيد لا تكون موجودة ومجمعة في كل ماجا ؛ وإنما كل بحسب ظروفه . وأما المركبات الطيارة فهي مثل الفلور والكلور والبورون والكبريت وبخار الماء وثاني أكسيد الكربون ، ولا تزيد نسبتها عن

١٪ من كل مكونات الماجا . .

وعندما يبرد الصهير تدريجاً يتحد واحد أو أكثر من الأكاسيد القاعدية والأكسيد الحمضى الوحيد ، وهو أكسيد السيليكون تحت ظروف مناسبة من الحرارة والضغط لتكون معادن السيليكات . .

معادن السيليكات : ماهي ؟

إنها اتحاد عنصر السيليكون (الرمل) في شكل أكسيد مع العناصر الأخرى . . (أيضا في شكل أكاسيد) . .

إن أكسيد السيليكون ذاك رباط من أربطة الكون ، لو انفك لانفك كل رباط يربط معدناً أو صخوراً ، وما كانت هناك معادن ولا كانت جبال وصخور .

على أية حال يمكننا الآن أن نرجع نشأة المعدن وتكوينه في الطبيعة إلى أصول ثلاثة هي :

١ - الصهير .

٢ - المحاليل السطحية . ثم .

٣ - بعمليات التحول . . المصدر الأول أهمها وأكبرها لاشك . . وهو ما يهمننا تناوله بشيء من الإيضاح في بحثنا هذا فنقول :

لدينا صهير . . طالما كانت حرارته عالية فوق معدل تكون المعادن وترسبها فهو على حالته ، أما إذا انخفضت درجة الحرارة فذاك أمر آخر تبدأ معه المعادن في الترسيب على مراحل بحسب درجة الحرارة . . فتعطى في المرحلة الأولى :

١ - معادن إضافية Accessory Minerals

إما على شكل فلز ( ذهب وبلاتين ) أو على شكل أكاسيد ( ماجنتيت والمنيث وكروميت وغيرها ) ، وهذه تترسب أولاً لعدم قابليتها للذوبان والامتزاج ، فتعطى بلورات متكاملة الأوجه . وهي في مجموعها سميت إضافية أو مساعدة ؛ لأنها تشكل جزءاً صغيراً جداً بالنسبة لمجموع مكونات الصهير أو كتلته .

٢ - معادن أساسية Essential Minerals

تتوالى في الترسيب على النحو التالي طبقاً للانخفاض المتوالى في درجات الحرارة :

المعادن السيليكية القاعدية أولاً : لأنها أقل ذوباناً من غيرها ( مثل الأوليفين ) .

المعادن السيليكية التي هي أقل قاعدية ، ثانياً : ( هُـل الأوجيت ) .

المعادن السيليكية الحامضية والتي هي أكثر حامضية ، ثالثاً ( مثل الميكا والكوارتز ) . وفي الحالات الثلاث ترتفع نسبة السيليكا باتجاه التي هي أكثر حامضية .

وتلك هي عمليات التبلر النوعي Crystalization Differentiation

تتجمع هذه المعادن بعضها وبعض بنسب مختلفة ، فتكون الصخور النارية ، أى أنه يندر أن توجد هذه المعادن في الطبيعة منفصلة بذاتها ، وإنما في صخور تكتسب بصفاتها صفات خاصة لها ، فنجد لدينا صخوراً فوق قاعدية ثم قاعدية ثم متوسطة ثم حامضية وأخيراً عروق الكورت . . جاء ذاك التتابع في تكوين الصخور النارية بحسب تتابع التبلر النوعي للمعادن ذاك الذى ذكر آنفاً ، أما إذا غلبت الخاصية البوتاسية فالنتيجة إذن صخورٌ قلوية . . وفي الدراسات السابقة تمثيل لكل تلك الأنواع .

ثم تأتى المرحلة الثانية في ترسيب المعادن مع انخفاض درجة حرارة الماجما ، وهي ما أسموها بالمرحلة البجائيتية . الصهير بعد انفصال المعادن السيليكية السابقة تحول من حالته الثريدية القوام إلى حالة سائلة نوعاً ما ، ازدادت فيه تركيزات بعض المعادن الخفيفة والتي تتكون من عناصر غير أساسية في تكوين الصهير ذاته . السيوالة هنا تسمح بمزيد من حرية الحركة ، ومن ثم فعندما تنح الفرصة ببركة مثلاً أو متغيرات في الظروف فإن هذا الصهير السائل يغزو الشقوق والصدوع والفراغات من حوله ، وإلى

مسافات قد تبعد كثيراً عن المصدر حيث تقل درجات الحرارة ، فتبدأ مكوناته في التبلور ببطء فتتمو عندئذ بلورات ذوات أحجام كبيرة من الأحجار الكريمة .

ثم تأتي المرحلة الثالثة حيث يصبح الصهير بعد كل مافصل عنه غنياً بالغازات والأبخرة والمواد الطيارة القوية التفاعل . بانخفاض الضغط على متبقيات الصهير تلك تنطلق وتسرّب باحثة لها عن منفذ بين الشقوق والفواصل والكسور والمسام فيما يحيطها من صخور حيث تبرد وتتفاعل بعضها وبعض صخور أو معادن سبق تكوينها فتعطى نواتج جديدة من المعادن مثل ثاني أكسيد القصدير ( الكاستريت ) ومعادن الفلوريت . وإذا ما أخرجت تلك المتبقيات الصهارية ببركة إلى سطح الأرض فإنها تعرف عندئذ بالآفا . . عندها تفلت المواد الطيارة من الصهير بسرعة ثم لا تلبث أن تتجمد لترسب مباشرة في حالة صلبة حول فوهة البركان . . فتعطى مثلاً كلوريد الصوديوم ( الهاليت ) أو ملح الأمونيا أو الكبريت أو حمض البوريك . وأخيراً تكون المرحلة الرابعة في مراحل تصلد الماجما بانخفاض درجات الحرارة ، وتلك هي مرحلة المحاليل المائية الحرارية Hydrothermal Stage . ولذا كرى كانت الصهارة في بدايتها ذات قوام ثريدى ثقيل . . ثم أصبحت سائلة . . وأخيراً تضحي محلولاً مائياً حاراً جداً ، نشيط كيميائياً له قدرة على إذابة وحمل معظم المركبات الفلزية ذات القيمة الاقتصادية مثل الأكاسيد والكبريتيدات والكربونات وغيرها . : تسرب المحاليل عبر الشقوق إلى بعيد حيث تترسب أحبالها مع انخفاض الضغط والحرارة فتترسب أولاً المعادن القليلة الذوبان ثم تدريجاً حتى التي هي أكثر قابلية للذوبان . . وهي عندئذ معادن حرارية . . عند تجمعها تشكل رواسب الخامات التي تتنوع ما بين رواسب خامات عالية الحرارة ومتوسطة الحرارة ثم منخفضة الحرارة . . بعد ذلك كله ، ما المعدن إذن ؟

المعدن هو الوحدة الأساسية البانية لصخور القشرة الأرضية ، تلك التي تتكون أساساً من معدن واحد أو خليط من معادن عدة . .

إن المعدن كل مادة تكونت في الطبيعة دون أن يكون للكائنات الحية أى دور في تكوينها . . إن المعدن لا بد أن يكون عنصراً أو مركباً كيميائياً يمكن التعبير عنه بقانون كيميائى : فمثلاً معدن الكورت يتركب من الأوكسجين والسيليكون ( س ٢ ) ، ومعادن الهيماتيت من الحديد والأوكسجين ( ح ٢ أ ٣ ) وغير ذلك . . وتلك نسب ثابتة لا تتغير مهما تغير المكان أو الزمان ، ولكن قد تحدث حالات تحل فيها ذرة من عنصر محل ذرة من عنصر آخر في تركيب المعدن دون تغيير في بقية الظروف ، ولكنها في النهاية يمكن التعبير عنها بقانون كيميائى .

إن المعدن لا بد أن تكون ذراته أو أيوناته مرتبة ترتيباً منتظماً . . والخلاصة أن المعدن كل مادة صلبة متجانسة تكونت بفعل عوامل طبيعية غير عضوية ، ولها تركيب كيميائى محدد ونظام بلورى ثابت ومميز .

• ما عرف من العناصر في الكون حتى اليوم لا يتجاوز المائة بكثير . .  
• وباتحاد العناصر تتكون المعادن ، ومن ثم تعدد حتى تصل إلى قرابة ٢٤٠٠ معدن أمكن الإنسان التعرف عليها وتمييزها

بعضها من بعض بدراسة خواصها البلورية والفيزيائية ثم تركيبها وخواصها الكيميائية . معظم تلك المعادن يدخل في بناء الصخور وبعضها الآخر يوجد مجتمعاً على شكل ترسبات معدنية قد تستغل اقتصادياً . . بدراسة تلك المعادن يمكن التعرف على الصخور ومعرفة نوعياتها ، ومن بينها تلك الصخور النارية البركانية التي درسنا في هذا البحث . . بل الأهم من ذلك معرفة ظروف تكوين الخامات والرواسب المعدنية .

### ظروف تكوّن الرواسب المعدنية :

إن كلمة خام تستخدم في التعبير عن أى مادة تستخرج من المناجم . . وكلمة ركاز معدني تعني المادة المتجمعة أو المتمركزة بنسبة كبيرة بحيث يمكن استخلاص فلز أو أكثر منها بصورة اقتصادية مريحة . وقد يحتوى الخام بالإضافة إلى الركاز المعدني العام بعض المعادن الأخرى الإضافية الحاملة لهذا الركاز . والرواسب المعدنية الاقتصادية يمكن تقسيمها إلى معادن فلزية Metallic مثل الحديد والرصاص والزنك والنحاس والذهب والفضة والبلاطين والقصدير والتنجستن . . إلخ ، أو تكون معادن لافلز Non-metallic ذات قيمة اقتصادية مثل الجبس والكبريت والكاولين والفوسفات والباريت والفلورسبار والإسبتوس . . إلخ ، أو قد تكون مواد تستخدم في الوقود مثل الفحم والبترو .

إن البحث عن تلك المعادن والخامات يتطلب معرفة الكثير عن كيفية تكوين تلك المعادن والظروف الملائمة لوجودها مثل : درجات الحرارة والضغط السائد وقت التكوين ، وبعض العمليات الكيميائية في وسط التكوين مثل : التأكسد والاختزال ودرجة الحموضة والقاعدية ونشاط الكائنات الحية أو النشاط الإشعاعي وغيرها من الظروف التي تتحكم في تكوين هذه الخامات .

وبهنا هنا تكوين الخامات المعدنية من الصهارة ( الماجما ) .

**فالماجما magma** أو الصهارة هي ذلك السائل الذي أسفل القشرة الأرضية في درجة حرارة عالية وضغط كبير . ويعتبر هذا السائل المادة الأولية أو الأم في تكوين جميع الأنواع المختلفة من الصخور . فبرودة وتصلب ذاك السائل ينتج عنها تلك الصخور المعروفة بالصخور النارية . ومن أمثلتها صخور الجرانيت والديوريت والبازلت والجابرو . وبتفتيت تلك الصخور النارية بالمطر أو الرياح أو العمليات الكيميائية المختلفة مثل التأكسد بالأكسجين الذي في الجو أو التكرين بثاني أكسيد الكربون الذي بالجو - فإن هذه الصخور قد تنتقل من أماكنها الأصلية على هيئة فتات يترسب على هيئة صخور رسوبية مثل الحجر الرملي والصلصال وما إليها .

وقد تتعرض الصخور النارية والرسوبية لبعض العوامل المختلفة مثل ارتفاع درجات الحرارة أو الضغط أو المحاليل الكيميائية . فتتحول هذه الصخور إلى نوع ثالث يسمى بالصخور المتحولة مثل الرخام والأردواز والشست . الصهارة إذن هي أصل الصخور التي نراها سواء أكانت نارية أو رسوبية أم متحولة ، وهي في الوقت نفسه أصل المعادن

والخامات التي يستغلها الإنسان . وهذه الماجما عبارة عن خليط من العناصر المختلفة وثمانية من هذه العناصر توجد بنسبة ٩٩٪ من مجموع العناصر التي في الصهارة وهي : الأكسجين والسيليكون والألومنيوم والحديد والمغنسيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ، وبقية العناصر تمثل ١٪ من مكونات الصهارة .  
ومن الصهارة يمكن أن تتركز كميات وافرة من العناصر الاقتصادية بإحدى الطرق الآتية :

## ١ - الانفصال المباشر من الصهارة :

عند تصلب الصهارة مكونة الصخور النارية ، فإن بعض المعادن تتكون في تلك المرحلة المبكرة من التبلور ، وعادة فإن المعادن الثقيلة هي التي تنفصل أولاً ، وتتركز بكميات كبيرة في قاع الصخر المتصلب بتأثير الجاذبية . ومن هذه المعادن المبكرة التكوين معادن الكروميت والألمينيت والماجنيت والماس . وقد توجد هذه المعادن في شقوق وفجوات الصخور المحيطة نتيجة لدفعها وضغطها بالحركات الأرضية المختلفة .

## ٢ - المحاليل المائية الساخنة Hydrothermal Solutions

بعد أن يتصلب الجزء الأكبر من الصهارة بالطريقة السابقة مكوناً الأنواع المختلفة من الصخور النارية ومايصاحبها من معادن اقتصادية - فإن الجزء المتبقى يظل في حالة سيولة لاحتوائه على بخار الماء وبعض المواد الطيارة Volatiles ، وفي هذا الجزء السائل المتبقى تتجمع المواد والعناصر التي لم تدخل في التركيب الكيميائي للمعادن والصخور التي تبلورت من الصهارة في مراحلها الأولى . ونظراً لارتفاع درجة الحرارة في هذه السوائل فقد سميت بالمحاليل المائية الساخنة . وهذه الحرارة المرتفعة والضغط الكبير بالإضافة إلى بخار الماء والمواد الطيارة الموجودة مثل غاز الكلور والفلور وثاني أكسيد الكربون . . إلخ - كل هذا يساعد على حمل كميات كبيرة من المواد المذابة الفلزية واللافلزية . وفي أثناء صعود هذه المحاليل الساخنة إلى أعلى خلال الفجوات والشقوق والكسور في الصخور التي تمر بها - فإنها تصل إلى مناطق لا تستطيع فيها حمل المواد المذابة بها نتيجة لانخفاض درجة حرارتها وضغطها ، لذلك فإن المواد المحملة ترسب مكونة رواسب اقتصادية هامة تسمى بالمعادن المائية الحرارية أو الرواسب المائية الحرارية .

وقد قسمت هذه النوعية أقساماً ثلاثة على حسب درجة حرارة المحلول الذي ترسبت منه والعمق الذي تكونت فيه :  
فهناك :

(أ) رواسب عالية الحرارة Hydrothermal Deposits (٣٠٠ - ٥٠٠ م) وضغط كبير وأعماق بعيدة من سطح الأرض ، وتعطي معادن مثل الولفراميت (خام التنجستن) ، والمولبدنيت (خام المولبدنيوم) ، والكاستيريت (خام القصدير) . والتوباز والجارنت .

(ب) رواسب متوسطة الحرارة Mesothermal Deposits (٢٠٠ - ٣٠٠ م) وضغط متوسط وأعماق متوسطة .

وتعطى معادن الكلكوبيريت (خام النحاس) ، والسفاليريت (خام الزنك) ، والجالينا (خام الرصاص) .  
(ج) رواسب منخفضة الحرارة Epithermal Deposits ، وتشمل الرواسب التي تكونت من محاليل ذات درجة حرارة عالية (٣٠٠ - ٥٠٠ م) ، ولكن تحت ضغط منخفض وعمق ضئيل أى قريبة من سطح الأرض ومن أمثلتها معدن السبنار (خام الزئبق) ، والسنتينيت (خام الأتيمون) .

### ٣- الرواسب الإحلالية Replacement Deposits

قد يحدث للصهارة أو المحاليل المائية الحرارية عند تحركها إلى أعلى أن تتجاوز هي وصخور مناسبة مثل الحجر الجيري : ففي هذه الحالة تتفاعل المحاليل التي تحتوى على فلزات معينة وهذه الصخور المجاورة والملاصقة وتذيبها ، وترسب هذه الفلزات بكميات اقتصادية ، وتسمى هذه الرواسب بالرواسب الإحلالية مثل الرصاص والزنك والمنجنيز .

### ٤- رواسب الغازات والينابيع : Springs and Gases Deposits

في المراحل الأخيرة لتطور الصهارة والمحاليل المائية الساخنة ، وبعد أن يكون الجزء الأكبر من الصخور والحامات الاقتصادية قد ترسب بكميات كبيرة - فإن الجزء المتبقى يكون عبارة عن الغازات والمواد الطيارة ، وبعض الفلزات والفلزات الذائبة . . وأخيراً الماء . . ويحدث أن تتفاعل هذه الغازات بعضها وبعض الصخور المحيطة بها في الخارج مكونة بعض المعادن بالترسيب الإحلالي مثل معادن التورمالين ، والتوباز ، والفلوريت والكاستريت . أما إذا خرجت هذه المعادن محمولة بالغازات إلى سطح الأرض عن طريق انفجار البراكين فإن المكونات المعدنية تهرب لانخفاض الضغط ، ولانثبات أن تتجمد بسرعة ، لترسب حول فوهة البركان ، مثل الكبريت وملح الأمونيا والملح الصخري (الهاليت) وحمض البوريك .  
وأخيراً قد تصل المحاليل المتبقية إلى سطح الأرض في هيئة ينابيع حارة Hot Springs أو فاترة ، وعند امتزاجها بالمياه السطحية تترسب المكونات المعدنية مثل كبريتيدات الزرنيخ والرصاص والنحاس والزئبق مع بعض الذهب والفضة .

### ٥- تكوين الحامات المعدنية من عمليات تحول الصخور ..

بعد تكون الصخور المختلفة بأنواعها سواء أكانت نارية أو سواها - قد يحدث أن تتعرض هذه الصخور للعوامل الجيولوجية الخاصة مثل الحرارة والضغط والتأثير الكيميائي للمحاليل ، لذلك فإن المعادن الأصلية الموجودة قد تتغير تغيراً كاملاً بفعل هذه العوامل ، وتعرف هذه التغيرات باسم التحول Metamorphism

وقد يكون هذا التحول في منطقة محدودة ، وعندئذ يسمى بالتحول التماسي Contact Met.

وقد يكون في نطاق إقليمي فيسمى Regional Met. وفي الأول تسود الحرارة فقط على حين في الآخر تنشط معاً عوامل الضغط والحرارة . . وهو ما يحدث نتيجة للحركات الأرضية البانية للجبال .

وسواء أكان التحول تماسياً أو إقليمياً فإن ذلك يؤدي إلى ظهور معادن جديدة تنشأ عنها رواسب اقتصادية بكميات كبيرة ،

من أمثلتها الجرافيت ( تبلور الكربون في الصخور الكربونية ) والرخام ( بفعل الحرارة على الحجر الجيري ) والأردواز ( فعل الحرارة على الطين ) وكذلك معادن الجارنت .

بعد ذلك في مسار تكوين المعادن والخامات ، نجد :

تكوين الخامات من المياه السطحية والجوفية . .

تكوين الخامات المعدنية من الرواسب المتبقية . .

تكوين الخامات المعدنية من العمليات الكيميائية والعضوية . .

تكوين الخامات المعدنية من الرواسب المتجمعة تبعاً لوزنها النوعي . .

وهي جميعاً ترتبط بالصهارة أو المادة الأم في تكوين الصخور بسبب ما ، ولكنه غير مباشر . . وأخيراً . .

حبذا لو أننا ختمنا هذا الباب بتعريف الصخر والمعدن مرى أخرى :

### فالصخر . .

كل مادة صلبة تتكون أساساً من معدن واحد أو خليط من معادن عدة .

وتشترك في بناء جزء من القشرة الأرضية . وهي تنقسم إلى نارية ( ٩٥٪ ) ورسوبية ( ٤,٥٪ ) ومتحولة ( ١,٥٪ ) . وتلك

الصخور في مجموعها لم تبق على حالها منذ الأزل ، ولن تبقى إلى الأبد ، ولكنها تغيرت وتتغير باستمرار مرتبطة فيما بينها بعلاقة محددة يمكن توضيحها فيما يسمى بدورة الصخر في الطبيعة .

### وأما المعدن . .

فإنه كل مادة صلبة متجانسة تكونت بفعل عوامل طبيعية غير عضوية ولها تركيب كيميائي محدود ونظام بلوري مميز . .

ويعرف منها حتى اليوم أكثر من ٢٤٠٠ معدن معظمها يدخل في بناء الصخور وبعضها الآخر يوجد مجتمعاً على شكل ترسبات

تشغل مساحة واسعة أحياناً ، وتعرف بالرواسب المعدنية والتي تستغل اقتصادياً في الحصول على عناصر فلزية وغير فلزية . ولكل

معدن من تلك المعادن صفات وخواص تميزه من غيره من المعادن ، ولكي نتعرف على المعدن ، أى معدن لابد من دراسة

للخواص التالية :

١- الشكل البلوري .

٢- الخواص الفيزيائية .

٣- ثم التركيب الكيميائي .

وبما أن المعادن هي مكونات الصخور - فدراسة المعادن يمكن تصنيف الصخور وتمييزها .

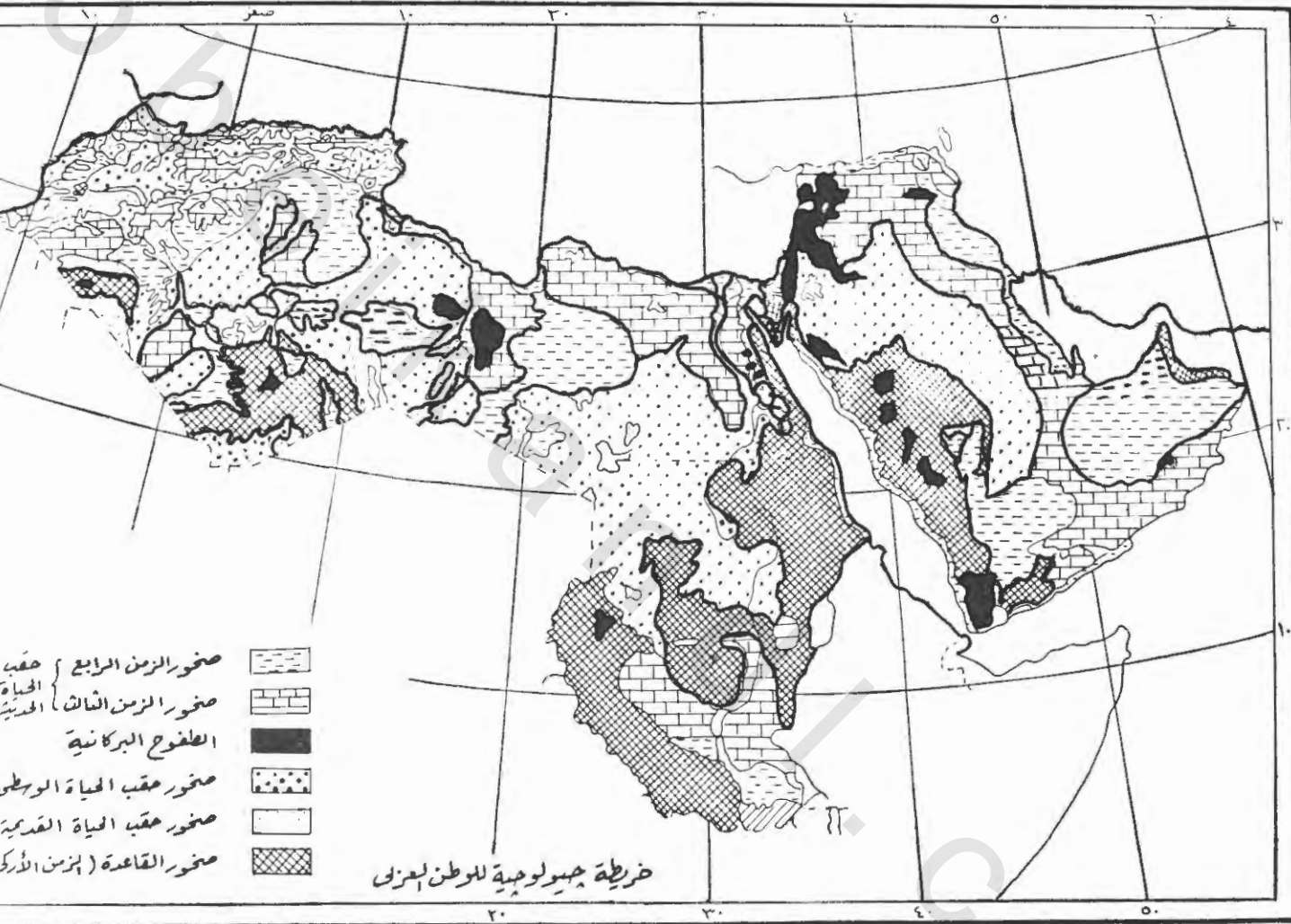
## ( ٩ ) قصة التراب المصرى والعربى

الجيولوجيا هي السبيل للتعرف على سطور تلك القصة . .  
فأين مصر . . ومن ثم البلاد العربية من اتصالها بهذا العلم وما استحدث فيه وما أضيف إليه ؟ إننا نعرف جميعاً أن الحضارات قد نشأت أصلاً ومنذ بداياتها الأولى على ضفاف الأنهار وفي مواضع شتى من هذا العالم ، لكن المؤكد أن من بين مواطنها الأولى بلادنا العربية على ضفاف نيلنا الخالد العظيم وفيما بين النهرين دجلة والفرات إلا أننا نعرف أيضاً أن للتاريخ دورات ودورات تزدهر حضارة هنا حيناً ، لتغيب فيعود إشراقها في بقاع أخرى وعند أقوام آخرين . ولقد تبادلتها في العصور القديمة ودياناً ثلاثة فيما يظن : في مصر وفي العراق وفي الهند قبل أن تنتقل إلى أرض اليونان والرومان . . إلخ . .  
ولقد ازدهرت أعمال التعدين والتحجير في عهود الحضارة الفرعونية القديمة أيما ازدهار تشهد بذلك تلك المعابد والتماثيل من حجارة مختارة . . والنحاس والبرونز والذهب ومناجمها الأولى في صحراواتنا - ناطق بين ، هيروغليفى اللسان ، يتكلم اليوم بلغة مفهومة ؛ ليفصح عما كان لأهل تلك الحضارة من باع طويل وفكر قدير فيما سمي فيما بعد بلغة لاتينية بالجيولوجيا بمعنى علم الأرض . . وندع ذلك الآن ؛ فقد كان حرفة لم تقن كعلم . أما في الحضارة الآتية فهو علم ، إنه الجيولوجيا . وفي الفترة الأخيرة من تاريخ مصر ، ومنذ ما بعد عصر المماليك فليس منا من يجهل أن مصر لم تخرج من ظلمات العصور الوسطى التي نشرتها الإمبراطورية العثمانية في كل مملكت من الأمصار إلا منذ ما يقارب مائتى عام أو نحوها حين دخلت مصر لأول مرة في علاقات مباشرة مع أوروبا ونهضتها الحالية ، حيث عرف المصريون لأول مرة العلوم الوضعية والتكنولوجيا واستجابوا لها بعد أن كانوا لا يعرفون إلا الروحانيات .

ولقد كان ذلك حين أنشأ نابليون بونابرت المجمع العلمى المصرى بمرسومه المؤرخ ٢٢ من أغسطس ١٧٩٨ مكوناً من ثمانية وأربعين عضواً ، وكان ذلك المجلس بمثابة أول أكاديمية للعلوم والفنون والآداب عرفت مصر ، ومن ثم العالم العربى كله في عصره الحديث .

كان ذلك انطلاقاً نحو العلوم الحديثة وإطلالة على الحضارة الآتية في عصر ديارها . . وتطورت منذئذ العلوم الحديثة في مصر حتى كان عام ١٨٩٦ حين أنشئت في مصر ماسمى بالمساحة الجيولوجية المصرية لأول مرة في تاريخها . كان ذلك في أوائل عهد الاحتلال البريطانى ، وكان الغرض منها البحث عن الموارد المعدنية وتسجيل المعلومات التى تتعلق بالرواسب والصخور المختلفة ، وكان عام ١٩١٨ هو السنة التى دخل فيها ذاك الميدان أول جيولوجى مصرى .

تلك كانت بدايات الاتصال بالعلم الحديث والاحتكاك بالعالم الأوروبى فترة لاتزيد على ١٨٠ عاماً ، وفى مجال الجيولوجيا بالذات لاتتجاوز ٦٠ عاماً وهى فترة وجيزة فى تاريخ الشعوب والحضارات ، ومع ذلك فلدينا اليوم من العلماء من غزوا تلك



الحضارة في عقر ديارها بآرائهم العلمية التي لها وزنها وصداها الدولي والعالمي ، وإذا كان الأمر قياساً قلنا : إن أوروبا نفسها قد بدأت عصر نهضتها منذ نحو عام ١٥٠٠ أى منذ قرابة خمسة القرون ، وإذا كانت حضارتها قد تجاوزتنا نضجاً ، فما ذلك إلا لأنها سبقتنا إلى بناء الدولة العصرية بثلاثة عام . وهانحن أولاء أخذنا ونأخذ عنهم ، ولا عيب في ذلك ولا حياء في العلم ؛ فهم كانوا أسبق منا إلى ذلك يوم كانوا يعيشون في عصور الظلمات عندهم ، وكانت هي عصور حضارة عند العرب ؛ إذ خلال سنوات ألف حمل العرب مشعل العلم والمدنية وأضاءوا حضارة متسعة الأرجاء وحافظوا وأضافوا للتراث الذي نقلوه عن الإغريق ؛ مما دعا إلى ظهوره - يوم دار التاريخ دورته - في أوروبا أقوى مما كان في أى وقت سابق .

من هذا المنطلق العلمى تتشكل معارفنا في جيولوجية مصر . وإذا كان ذكر الفضل لأصحابه في ذاته مفخرةً وفضلاً للذاكر نفسه فإننا في مسيرة الجيولوجيا في مصر لاننكر آثار علماء أجلاء من إنجلترا ومن فرنسا ومن ألمانيا والنمسا ومن إيطاليا واليونان وغيرها . كل أولئك لهم في جيولوجية مصر وضع وذكر حسن . . إلا أن كل حصيلة ذاك الحشد العلمى - وليس هذا عيباً - لم يكن إلا تمهيداً للطريق ووضع العلامات المضيئة عليه ، وليس ذلك بالسهل ولا بالهين ؛ فلقد يكون شق الطريق وتعبه أصعب خطى الرحلة وأشد عقبات المسيرة ، ناهيك بأن يكون لأغراض تحتمها الظروف والملاسات . ومن ١٩١٨ كما قلنا كان أول جيولوجى مصرى ، بداية أعقبها تزايد مستمر من الجيولوجيين المصريين الذين حملوا على أكتافهم لواء البحث الجيولوجى العلمى والتطبيقى دون انفصام بينهما .

كانت خلاصة ذلك العمل المتكامل صورة لجيولوجية مصر تكوينيا وتركيبيا بشكل عام نوردتها فيما يلى :

كان للوضع الجغرافى لمصر ومظاهره السطحية التى ترسم اللون الأصفر على غالبية مساحتها الفضل فى أن يسود عند الناس اعتقاد خاطئ فحواه أن الصحارى المصرية ليست إلا متسعات من رمل ذهبي اللون تترامى هنا وهناك ممتدة باتساع الصحراء ومكملة لها فى غرب النيل ، وفى شرقه هى أيضاً تمتد إلى البحر الأحمر . وتستند تلك الفكرة التى أثبتت الدراسات والبحوث خطأها إلى وجود رمال كثيرة - كومات وكثباناً تملأ المنخفضات المحمية من الرياح وأثرها فيما بين مرتفعات الصحراء الغربية بشكل عام ، وحيث تحف الرمال بوادى النيل .

والصحراء الغربية متسع هائل وكبير - تميزت بما فيها من بحر الرمال - ويكفى ذلك اسماً وتعبيراً على التصور الخاطئ لحجم الرمال بها . ولكن واقع البحث العلمى الجيولوجى فيما بعد أثبت أن الجزء الذى تغطيه الرمال فى صحراء مصر الغربية لا يزيد عن تسع مساحتها . أما الصحراء الشرقية فجبال البحر الأحمر أبرز سماتها والهضاب الجيرية من أوضح علاماتها . . والرمل عندئذ لا تفوز منها بنصيب وافر . إذا ما اكتملت أطراف الصورة بهذا الشكل صارت نسبة الجزء المغطى بالرمل إلى بقية تراب مصر جزءاً جد صغير ، ويتبقى من دونه هضاب من الحجر الجيرى شاسعة الاتساع وجبال وكتل من الجرانيت والصخور النارية شاهقة الارتفاع ، ومنخفضات نسبية من الحجر الرملى . وواقع الحال أنه مها كبرت تلك المساحات وامتدت ، وكان لها أهمية جيولوجية بحثة فإنها تعتبر ثانوية إذا ما قورنت بمنخفض وادى النيل الطويل والضيق والذى ارتبط اسمه بأقدم المدنات فى

العالم . وبدراسة هذا المجرى المائى الهام ، أو النهر العظيم الخالد من الشمال إلى الجنوب - فإنه يكشف عن سلسلة من التباينات ذات دلالات أعظم .

وبرغم أننا هنا نتناول جيولوجية مصر ، وقد يسارع بعضٌ فيتخيل مجال الجيولوجيا حيث الصحراء والجبال فقط فإن النيل يبقى من أهم المعالم الجيولوجية المصرية بشكل عام . ولتقرب من هذا النهر لنرى عن قرب مجراه . ولو فعلنا لوجدنا أن النهر يضيق ما بين أدفو وأسوان ، ويقل النطاق المزروع حتى يضحي شقة ضيقة تحف بمجرى النهر . وللتكوين العام هنا طبيعة خاصة : فظروفها تشبه الظروف التى أدت إلى تكوين الشلالات فى الجنوب : فنجد أن النيل مثلاً عند منطقة السلسلة وعند منطقة سلوة قد نحت حاجزاً من الحجر الرملى النوبى كان فى وقت مضى يحجز مياه النيل فى شكل بحيرات كبيرة ، ثم عند أسوان وجنوبها يكون حجر الجرانيت والصخور النارية الأخرى حاجز الشلال الأول ، ثم نجد شلالاً بعد الآخر فى المجرى الضيقة ، وبين الجزر الصغيرة التى تعوق إلى حد ما مجرى النهر . هناك يضيق مجرى النهر إلى أقل من ١٥٠ متراً بعد أن كان يبلغ عرض النيل الهادئ كيلومتر ونصف الكيلومتر عند الخرطوم .

والوادي النوبى إلى الجنوب من الشلالات ، وتحف به من الشرق جروف شاهقة ترتفع دفعة واحدة عند حافة الماء ، أما فى الغرب فالجروف منخفضة عادة وكثيراً ما تكون منفصلة فى شكل تلال منعزلة ، وتمتلئ كل تجاويها برمل ذهبي أصفر . ولعل ذلك أحد مصادر التعميم فى أن صحارى مصر ليست إلا متسعات رملية . . وتقل هناك المنطقة المزروعة حتى تعود شقة ضيقة ممتدة بين النهر والجرف . . وكانت آهلة بالسكان قبل بناء السد العالى وامتدادات المياه فى بحيرته .

وينتهى ذلك الوادى عند منطقة وادى حلفا ، إلى الجنوب قليلاً من الحدود المصرية السودانية . والشلالات فى مجرى النهر حيث صخور الجرانيت ، على حين تهدأ وتنسبط مياهه وتتظم حيث مروره وسط مساحات من الحجر الرملى النوبى المنتظم التآكل لتجانس حبيباته . وذاك هو الحال عند أقدام معبد أبو سمبل جنوبى أسوان . . والحجر الرملى النوبى ذاك يتشرف فى أرض مصر حيث نطاق كبير منه جنوب خط عرض ٢٦ درجة فى صحارى مصر بعامة ، وجنوب مناطق الحجر الجيرى الواسعة . ويتشرف ذلك الحجر الرملى النوبى لمسافات بعيدة إلى الجنوب الغربى وإلى الجنوب فى السودان كذلك ، كما أنه يكون قاع الواحات الثلاث الهامة فى الصحراء الغربية ، وهى الواحات البحرية والواحات الخارجة والواحات الداخلة . ولكون الحجر الرملى فى العادة مفكك الحبيبات نوعاً ما فهو معرض بنوع خاص للتحبات بالرياح والماء ، وغالباً مايصعب على الإنسان أن يقرر : أى هذين العاملين أكثر أثراً فيه ؟

وتعتبر هضاب الحجر الرملى فى الصحراء الشرقية الجنوبية محددة تماماً ، وخطوط صرف مياه الأمطار الساقطة فوقها والهابطة إليها من تلال وجبال البحر الأحمر - تمر مروراً مستعرضاً فى اتجاه النيل من ناحية وفى اتجاه البحر الأحمر من الناحية الأخرى ، وفى وديان ضيقة وعميقة على طرفى خط وهمى يسمى خط تقسيم المياه Water Shed وتختلف الوديان هنا ومثيلاتها فى المناطق الجيرية لعدم وجود الأرفف أو المدرجات الصخرية . وكذلك فإن الطرق متعددة وسهلة من نهر النيل وشرقاً حتى جبال البحر الأحمر ابتداء من قنا وإلى الجنوب حيث يسود الحجر الرملى .

ومن أشهر خواص ذلك النوع من الأحجار ، مساميته التي تمكنه من أن يمتص مقادير كبيرة من المطر الذي يسقط في الجنوب ، ثم إن هذا الماء يأخذ طريقه تدريجاً تحت سطح الأرض منحدرًا نحو الواحات في الصحراء الغربية والأجزاء السفلى والعميقة من وادي النيل والصحراء الشرقية ، وهي وجهة نظر لم يزل الجدل العلمي بصدها على أشده ، بل إنه يقال أيضا : إن النيل ذاته يفقد عبر مسامية ذلك الصخر كثيراً من مياهه على طول مجراه من شمال السودان حتى بلاد النوبة . ويقال كذلك : إن ذاك الجزء المفقود يعود إلى النيل فيما بعد عندما يقل منسوب المياه فيه ، وبذلك تعتبر تلك الأحجار الرملية خزانات طبيعية .

أما مصر - من الناحية التركيبية الجيولوجية - فهي تحتل الجزء الشمالي الشرق من قارة أفريقيا ، ويشكل جزؤها الشرق المتكون من سلاسل جبال وتلال البحر الأحمر وجنوب شبه جزيرة سيناء جزءاً مما يسمى في الجيولوجيا بالكتلة العربية النوبية القديمة التي تمتد شرقاً عبر البحر الأحمر وخليج العقبة إلى شبه الجزيرة العربية ، وجنوباً عبر النوبة إلى السودان والصومال . . إنها كتلة من الصخور النارية الجرانيتية والمتحولة ممتدة من بلاد العرب إلى بلاد النوبة وإلى ما وراء هذه وتلك من امتدادات . . ومن هنا كانت تلك التسمية - كما تظهر بقايا هذه الكتلة عند وادي النيل - ممثلة فيما به عند أسوان من شلالات وجزر صغيرة تعترض مجراه ، وكذا عند جبل العوينات في أقصى جنوب غرب مصر عند ملتقى الحدود ما بين مصر وليبيا والسودان في الصحراء غرب النيل .

وتعد تلك الكتلة الصخرية العربية النوبية القديمة التكوين والتي تضرب بعمرها في جذور الزمان ، حتى ما يسمى جيولوجياً بعصر ما قبل الكمبري الذي قدروا له عمرا بنحو ألفي مليون من السنين وأن استدامته على الأرض بلغت ١٥٠٠ مليون ، نقول : إن تلك الكتلة الصخرية تعد وحدة تركيبية كبيرة الامتداد من الوحدات التركيبية الجيولوجية أو الأرضية في تراب مصر ظلت منذ أقدم الأزمنة - في حدود ما ذكرنا - مكاناً للترسيب بما اتخذته من شكل مقعر تتوالى عليه جميع الرواسب والفتات الصخرية . ويتجمع تلك الرواسب القديمة مما حول ذلك الحوض المقعر الصخري - يرتفع : إما للتراكمات ، وإما نتيجة حركات وتقلصات أرضية عنيفة ومتعاقبة من ذاك النوع المسمى بحركات بناء الجبال . Orogeny

ولقد صاحب ذاك النشاط والقلقلة الأرضية نشاطٌ بركاني كان بالضرورة رقيقاً لما اعتزى تلك المنطقة في سالف العصر والآوان من عدم ثبات . ولقد دامت فترة عدم الاستقرار والثبات تلك زمناً طويلاً كان محصلة كل ماتم فيه من حركات بناء الجبال وعوامل التعرية المختلفة التي أدت إلى قذف صخور نارية من الباطن وتحول ما بها من صخور كائن إلى أن ثبتت أخيراً كتلتها وهذأت وخمدت براكينها واستوت أخيراً في مسطح عظيم امتد باتجاهات الأرض المختلفة ، وكان هو لبحار عدة شاطئاً وحاجزاً حتى إن أطراف تلك الكتلة الصخرية القديمة المسماة بالعربية النوبية تغطت ببحور عدة تركت وراءها وعلى حافة هذه الكتلة غطاء من الرواسب المختلفة الأعمار والتي تكون بقاياها اليوم الجزء الأكبر من سطح مصر بما سمي بعد ذلك بالغطاء الرسوبي أو الصخور الرسوبية .

وهكذا صارت تلك الصخور القديمة صخور قاعدة ، أو صخور أساس أو نواة لتراب مصر من بعد .

أما هذا الجزء من أرض مصر المغطى بالصخور الرسوبية المترامية على أطراف النواة القديمة أو صخور القاعدة في مصر فينقسم تركيبياً ثلاثة أقسام أساسية لها خواصها التركيبية المتباينة بما جاءت به البحوث الجيولوجية ، ذلك التقسيم الخاص بالنواة وبالغطاء الرسوبي من حول أطراف النواة العربية النوية ، إنما هو في الواقع تعبير عن فعل الحركات الأرضية والهزات الزلزالية على كل من صخور القاعدة وأجزاء ذلك الغطاء الرسوبي الكبير على أرض مصر .

وستكلم هنا عن كل من تلك الأقسام بشيء لا يخل ونرجو ألا يمل ؛ فالجيولوجيا كما قلنا علم من علوم الحضارة الحديثة معنىً ومبنىً ، ومن ثم فغالبية اصطلاحاته أجنبية نرجو ألا تقف أمام إفهامنا إن صدقت النية في التعرف عليها .

#### ١ - الصخور القديمة أو صخور القاعدة المسماة بالكتلة العربية النوية Arabo Nubian Massif :

تحتل تلك النوعية من الصخور القديمة البالغ عمرها قرابة الألفين من ملايين السنين حوالى ١٠٪ من المساحة الظاهرة لسطح التراب المصرى . وهى تتكون من صخور نارية وجرانيتية ومتحولة ، وبعضها رسوبى لم تتم بعد مراحل تحولها بالكامل ، وهى بأى معيار تعتبر أقدم صخور مصر ، فلا غرو أن سماها بعض الناس بالنواة الصخرية لتراب مصر . وقال الآخرون : إنها صخور القاعدة الأساسية في تراب مصر ، وهى من العصر المسمى جيولوجياً بعصر ما قبل الكمبرى ، وهو عصر لم تدركه الحياة على الأرض أو لم يدرك هو الحياة ، ومن ثم اختفت آثار الحفريات تماماً من صخورها . ولقد تعرضت صخور القاعدة تلك أو صخور النواة لعمليات جيولوجية رهيبية وحركات بناء جبال مدهشة خرجت عنها ، ونتجت منها تلك الجبال العالية والتلال المرتفعة التى تحيط بالشاطئ الغربى للبحر الأحمر وقناة السويس على طول الأرض المصرية . وامتداداً منها جنوباً إلى السودان وماوراءه وشرقاً إلى الجزيرة العربية وشبه جزيرة سيناء - تكونت تلك الصخور الأساس حين لم يكن هناك بحر أحمر ولا خليج يمتد عنه ، فكانت الأرض جميعها في مصر وفى الجزيرة العربية وغيرهما مسرحاً لذلك النشاط الرهيب وتلك الهزات العنيفة وانقذاف الحمم من الأعماق . وكان لذلك أن الكثير من مفرداتها الصخرية قد تداخل بعضه وبعض الآخر بما لم يترك فيها أى شيء على حال تكوينه الأول ، سواء كان خارجى المنشأ أو داخلى المنشأ ، بدرجة تجعل معرفة العلاقات الجيولوجية الطباقية ( الستراتجرافية ) لوحدها أى مضاهاة الطبقات بعضها وبعض ليعرف أقدمها من أحدثها - أمراً جد عسير وغير ممكن على الإطلاق في أحيان كثيرة . .

لقد كان ماحدث شيئاً رهيباً لا يمكن تصويره ، وإلا فلك أن تتخيل ألف مليون سنة من الزلزلة الرهيبية والبركة العنيفة وحركة بناء الجبال الشرسة والتعرية القاسية ! لك أن تتصور القوة التى ترفع من القاع جبلاً بارتفاعات آلاف الأمتار ، والقوة التى تزيل من الوجود جبلاً مهما علت قممها لتسويها بسطح الأرض ، والقوة القاذفة التى ترفع من بطن الأرض أثقالها ، فإذا هى حمم فوارة وقودها المعادن والحجارة . لكل ذلك كانت دراستها أمراً عسيراً تتناول آمال كثير من العلماء إليه ، فهاهى حتى اليوم بلغت بلوغته ولا قالت فيه قولتها الأخيرة بعد !

وإذا كان الأمر لم يبلغ مداه الذى تنكشف فيه الحقيقة . وتنجلى النتيجة انجلاء القول الفصل فإن الاجتهاد والافتراض

العلمى أمر معترف به ، من هنا كان المخرج . . فيقال : إنه يبدو أن صخور تلك الكتلة قد تكونت خلال تطور حركة أرضية لبناء الجبال (دورة أوروغينية) Orogenic Cycle بدأت في مراحلها الأولى بتراكبات هائلة من الرواسب والفتات الصخرى في مكانه مقعر من الأرض يسمى حوض ترسيب Geosyncline عظيم الحجم هائل الاتساع ! ومع استمرار الترسيب لتلك المادة المتفتتة من الصخور ، والمخلوبة من أطراف قد تكون بعيدة أو قد تكون قريبة - كانت تعترى ذاك الحوض هزات زلزالية وثورات بركانية ، فتخرج إلى السطح طفوح وحمم ، وتنقذف من باطن الأرض مواد ماجماتية مصهورة لانتلبث أن تتصلد فتصير صخوراً ، وكانت تلك المواد المقذوفة من باطن الأرض إلى سطحها في ذاك الحوض من النوع الذى تقل فيه نسبة السيليكا إلى مكوناته الكلية حتى تصل من ٥٥ إلى ٥٠ ٪ فمادونها . تلك المادة الماجماتية الثريدية القوام عالية اللزوجة والكثافة تسمى بعد تصلدها بالصخور القاعدية وماتحت القاعدية . كانت تلك المواد الباطنية المصهورة تنقذف إلى السطح فإذا هي طفوح بركانية أو تحقن فيما بين طبقات الرسوبيات المستمرة الحدوث والتكوين فتكون صخوراً متداخلة . ومع مرور الزمان بملايين السنين أخذ هذا الحوض في الانخفاض المستمر نتيجة لما تجمع فيه من رواسب ثقل وزنها ، فكان الانخفاض إلى باطن الأرض بحسب ذاك القانون المفروض والمسمى قانون التوازن .

وكان من نتيجة تلك التحركات المعقدة أن تعرضت أطراف ذاك الحوض الترسبي العليا لضغوط جانبية عظيمة كونت ثنيات كبيرة . أما قاع الحوض فقد تحولت رسوبياته إلى صخور ، وتحولت تلك الصخور تحت تأثير درجات الحرارة الكبرى المتولدة باستمرار الانخفاض إلى الأعماق البعيدة ، وتحت فعل الضغوط الهائلة المتولدة بما تراكم من أثقال الرواسب المتوالية التجميع - بفعل كل ذلك تحولت صخور الحوض إلى درجات متفاوتة من التحول والجمرنة (تكوين صخور الجرانيت) ، فخرجت إلى الوجود ولم تزل صخور متعددة الأنواع مثل التي تسمى الشست والنيس والجرانيت الرمادى والجرانيت الأحمر ، تلك الأنواع وغيرها تكونت على أعماق بعيدة في حوض الترسيب الذى نتكلم عنه ، ولكنها اليوم في بعض الأماكن ظاهرة على السطح .

لماذا هي اليوم على السطح ، وكانت عند تكوينها على أعماق بعيدة ؟

حدث ذلك بفعل الحركات الأرضية والهزات العنيفة والزلزلة الرهيبة التى أصابت المنطقة فيما تلا ذلك من زمان : اضطربت المنطقة ، فظهرت صخور كانت مدفونة ، وارتفعت إلى السطح على حين تكون أخرى قد هوت إلى أعماق سحيقة كانت الأرض عند تكوينها ذاك الحوض وإبان الترسيب فيه تنخفض في ذاك المكان من العالم ، وهى بعد ذلك ربما عاودت الارتفاع بما فوق صخورها الجديدة من رسوبيات. وأتت عوامل الحدثن من تعرية وتجوية وتفتيت ونقل وإزاحة لتلقى عنها غطاءها جانباً ، ولتكشف النقاب عن تلك الصخور فبدو هى للعيان . . صخوراً صلبة حادة وعرة شرسة مرتفعة القمم بينها الوديان وعرة منخفضة ، كسرتها الفوالق وشقققتها الشقوق ، تعدد ألوانها بنوعيات معادنها ، وتحدد أنيائها بدرجة مقاوماتها . تلك هى صخور القاعدة في تراب مصر تظهر اليوم مغطية مساحات واسعة في الصحراء الشرقية أبرز ماتكون فيها سلاسل جبال البحر الأحمر وجنوبى سيناء .

## ٢ - الرصيف الثابت :

يحكى التاريخ الجيولوجى لمصر قصة طريفة لما حدث بعد تكون تلك النواة من صخور القاعدة أو الأساس فى تراب مصر ، فيقول : بعد أن كان ذاك الحوض الترسيبى الهائل ، وبعد أن تجمعت فيه الرواسب ، وبعد أن عجز قاع ذاك الحوض عن الثبات أمام الأوزان والتجمعات المهولة لأكوام الرواسب - راح ينخفض ومع كل ذلك تولد ضغط وحرارة رهيبان على طبقات الرواسب الأولى فى الحوض ، فتحولت وتجزئت ، ثم اضطربت المنطقة وتزلزلت فتشقق وتكسرت وظهر منها على السطح مظهر . . ومع تلك الاضطرابات الأرضية الرهيبة امتدت فى عالم الأمس البعيد ذاك ، بحورٌ وانحسرت بحورٌ . . وكان من بينها بحورٌ امتدت بمياهها حتى حافة تلك الصخور الجديدة فى منطقة حوض الترسيب القديم ، والتي هى كما قلنا صخور القاعدة الأساسية لمصر . . وكانت تلك المياه ضحلة ، ومن ثم كانت رواسبها قليلة .

ويقال : إنه على شواطئ تلك المياه الضحلة ترسبت رواسب على مر بضع ملايين من السنين ، قالوا عنها : إنها رواسب ضحلة أو شبه قارية أو فوق قارية : بمعنى أن الصخور على الشواطئ البعيدة تأكلت وحُملت إلى مستنقعات مائية أو جافة ، فترسبت كما هى دون أى تفاعلات عضوية أو غير عضوية . ويتكون العمود الطبقي «الستراتجرافى» لتلك الرواسب والذي يحدد التكوين طبقة فوق طبقة- فى هذا الحزام الرسوبى من حول صخور القاعدة فى مصر- من رواسب رملية فى جزئه السفلى تنتمى إلى ما يسمى بالحجر الرملى النوبى . ثم تتغير ظروف الترسيب ، وتمتد مياه البحر ، لتستكمل رواسب الرصيف الثابت هذا برواسب بحرية ضحلة فى جزئه العلوى تنتمى إلى المد البحرى لعصر (الكريتاسى) الطباشيرى الأعلى (نسبة إلى أن غالبية ما ترسب إبان زمانه كان طباشيرى التركيب) والعصر الثلاثى الأسفل .

ويزداد غلظ الرصيف الثابت هذا طبعاً بازدياد امتداد البحر وعمقه ، وكلما ابتعدنا عن الشواطئ الجافة لتلك المياه عند حواف الكتلة العربية النوبية أو صخور القاعدة الأساسية فى أرض مصر .

وتمضى الدراسات لذلك الرصيف ولاوسيلة لها أنجح من حفر الآبار العميقة بلوغاً إلى صخور القاعدة التى امتدت عليها مياه تلك البحور المنقرضة فى الماضى البعيد ، فتكون بعض تلك الأعماق أقرب مثلاً على الحواف الظاهرة اليوم لصخور القاعدة على حين أنها أبعد مثلاً كلما ابتعدنا عنها .

وبالرغم مما تم حتى اليوم من دراسات وبحوث فإنه لم يزل من العسير تقدير غلظ متفق عليه لرواسب الرصيف الثابت : ذلك لأن قاعدته غير ظاهرة ، ولم يكن فى الإمكان التوصل إليها فى أماكن كثيرة إلا أنه بالإجمال يمكن القول بأن غلظ هذا العمود الترسيبى الذى يشكل ما اتفقنا على تسميته بالرصيف الثابت فى حدود من ٣٥٠ إلى ٤٥٠ متراً يجوار الحواف الظاهرة لصخور الأساس ، على حين أنه يتزايد بعيداً عنها حتى يصل إلى قرابة ١١٠٠ متر فى الواحات الخارجة مثلاً . . هناك حفرت آبار بلغت أعماقها صخور القاعدة النارية والمتحولة ، فكانت بيان حق .

وبالطبع يستمر الغلظ الرسوبى هذا فى الازدياد شتالاً : لماذا ؟ لأن بحر ذاك الزمان كانت شواطئه فى الجنوب وأعماقه باتجاه

الشمال ، ومن ثم ترسب أكبر في المياه التي هي أكثر. يزداد الغلظ إلى أن يبلغ ٢٥٠٠ متر في الواحة البحرية في الصحراء الغربية وعند منطقة أبو حمث في منتصف سيناء : معنى ذلك أن كميات الرواسب فوق صخور الأساس في مصر تزداد شمالاً بما يوحى بكثرة الغزو البحري لأرض مصر وتكراره وكثرة مياهه ووفرتها .

ومع طغيان الماء فوق اليابسة يحدث الترسيب . . وطبعاً يزداد غلظ الرواسب عاماً بعد عام . . ومائة بعد مائة ، ومليوناً بعد مليون من السنين . . ولم يكن الزمن بسنيه ضئيلاً ، ولكنها كانت بمئات الملايين من السنين ، وعلى مسرح من المكان واسع حتى لقد أمكن تتبع تلك الرواسب بصفاتها ومميزاتها وتناسقها لمسافة تزيد على ألف كيلو متر ما بين منتصف سيناء وأقصى غربي مصر . . وهي رواسب في أسفلها الحجر الرملي النوى البسيط التركيب المعدني ، ثم تندرج في أعلاها إلى أنواع أخرى من الصخور طفلية وغرينية مملوءة بالحفريات الحيوانية والنباتية . . ويقال شرحاً لذلك : إنه يبدو من الامتداد الجغرافي - لوحدي صخور الحجر الرملي النوى وما فوقه من طفل متباين الألوان يبلغ أقصاه عند منطقة إسنا - يبدو أن بحراً ضحلاً واسع الامتداد قد غطى سطح مصر في أواخر العصر الكريتاى حيث ترسبت فيه صخور حجر النوى الرملي ، ثم انحسر البحر تاركاً وراءه عدداً من البحيرات التي احتلت الأماكن الواطئة والمنخفضة نسبياً ، والتي ترسبت فيها من بعد وحدة الطفل المتباين الألوان ، وهو فيما يلي بلاد النوبة شمالاً Varigated Shales

### ٣ - الرصيف غير الثابت :

استطرداً مع حكاية التركيب الجيولوجي لمصر يستتبع الرصيف الثابت بالضرورة ما يسميه الجيولوجيون بالرصيف غير الثابت ، ولماذا الثابت وغير الثابت ؟  
 • بداية علمنا أنه رصيف . . لأنه - مكاناً - الشاطئ ما بين الأعماق البحرية الكبيرة وبين اليابسة . . وهو - موقعاً - مكان الترسيب .

• أما كون الأول ثابتاً فلأن البحر امتد بعد استقرار صخور القاعدة ، وترسب ما ترسب فظل على ما هو عليه لم تقلقله القلاقل أو الاضطرابات الأرضية . ظلت الرواسب على حالها لم تنثن ولم تتعرو ولم تتحذب . . هي كما هي طبقات منبسطة فوقها طبقات تحمل تاريخها سهلاً ميسوراً للقارئ .

• وأما كون الآخر غير ثابت فهو ما تلا الرصيف الأول من رصيف آخر بعد انحسار المياه وتقهقر البحار . . إن اليابسة والبحار في صراع دائم إن صح ذلك التعبير : تارة تتقدم المياه فتغزو اليابسة ، وتارة هي تنحسر فتنتصر اليابسة ، وهي إذ تنتصر فإنما تمتد بالرصيف إلى أمام ، إلى حيث كان البحر مسيطراً ، فتكتسب بذلك يابسة فوق يابسة ، واستغرق ذلك زماناً طويلاً أعقب بعد الاستقرار اضطراباً . ثقلت الرواسب فتأوهت الأرض وتعلمت ، وتقرعت هنا وتحدبت هناك . . فما عادت مستقرة ، وأضحيت رواسب هذا الرصيف غير ثابتة ، لعمقها أضعاف ما في الرصيف الثابت .

هذا الرصيف غير الثابت تركيب رسوبي يمتد مغطياً الجزء الشمالى من سطح مصر وتتميز رواسبه بغلظها الكبير وبتشوهها

بحركات أرضية نشأت عن طريق ضغوط جانبية ، فتكونت ثنيات طويلة محدبة Anticlines غير متائلة فقدت في خلال تكوينها وإبان نشأتها الأولى - أجزاء من مساحتها الأفقية ، ألم تثن الأرض وتتلوى ، فتظهر من سطحها بعض أجزاء بأكثر من غيرها ، فتتكشف بذلك لعمليات التعرية ، فتفتت وتزاح على حين أن بقاياها الطبقة باقية كماهى لم تتعرض للفقدان ؟ . ولقد تغطى الرصيف غير الثابت هذا خلال تاريخه الجيولوجى (ملايين السنين) بمعظم الامتدادات البحرية الهامة منذ حقبة الحياة القديمة (نحو ٤٠٠ مليون سنة) ومعظم رواسب الرصيف غير الثابت جيرية ذات أصل كيميائى أو عضوى كالجبس والأحجار الجيرية والأملاح ، وإن كانت هناك رواسب فتاتية Detrital فيه ، وخاصة في جزأيه الأسفل والأعلى نظراً لتعري الكتلة العرية النوية أو صخور القاعدة وصخور الرصيف الثابت السابق ذكرهما (أى تعرضها لعوامل النحت والتعرية والتجوية والتكسير والحمل والنقل من مكانها لتترسب بقاياها فوق صخور الرصيف غير الثابت في جزأيهما هذين خلال زمان ترسيبهما) . والآن أضحي لدى الجيولوجيين بالممارسة إمكان التفريق والتمييز بين نوعيات رواسب الرصيفين . وبداهة فإن رواسب الرصيف غير الثابت تتزايد كلما اتجهنا شمالاً ، فهى مثلاً في الواحات البحرية تبلغ نحو ١٤٠ متراً فوق صخور الرصيف الثابت في حين أنها في منطقة مرسى مطروح ذات غلظ لم يعرف على الإطلاق حتى اليوم وإن تكن الآبار في تلك المنطقة قد بلغت عمقاً يناهز ٥٠٠٠ متر أو تزيد ، ولم تبلغ آلات الحفر صخور القاعدة أو الأساس بعد .

#### ٤ - تركيب منخفض السويس Gulf of Suez Taphrogeosyncline

استكمالاً للرحلة الجيولوجية الاكتشافية للتراب المصرى - بعد الحديث عن القاعدة الأساسية برصيفها - نجد أنفسنا أمام تركيب خاص منفرد و متميز لايسير التسلسل الطبيعى الذى سرنا به في فصول قصتنا ، ذلك هو منخفض السويس . نحن قلنا : تكونت النواة ، واعتراها مااعتراها ، ثم هدأت واستقرت وامتد الجودى يحف بها في هدوء . . ومع هفافة النسيم على سطحه ومداعبته لموجه الهين كانت أعاصير الرياح وعوامل التعرية حادة نشيطة على بعد منه ، تفتت الصخر وتحمل منه مااستطاعت لترمى به في ضحالة تلك المياه لتكون طباقاً رسوبية مع الزمان . . تلك الطباق انبسطت وانكشفت بعد انحسار المياه عنها وتراجع البحر إلى الشمال . . وتتغير الظروف ، وترسب نوعيات أخرى أعمق وأكثر غلظاً تعترتها بعض الهزات ، فتشتتى وتتحدب وتفقد بعضاً منها هنا أو هناك . . وكانت في النهاية من حول النواة رصيفاً ثابتاً وآخر غير ثابت ، ولكنه يكاد يكون تسلسلاً متناسقاً . أما غير المتناسق فهو أن يحدث انخفاض كبير وواضح بحيث يكون علامة وحده ، وظاهرة بذاتها ، برغم كونها أساساً وسط الحزام الذى سميناه الرصيف الثابت من أرض مصر .

كيف ذلك ؟

يقول الجيولوجيون : إن هناك أدلة تثبت أن هذه المنطقة من حول خليج السويس كانت - يوم لم يكن هناك خليج بعد - منطقة هبوط مستمر منذ أقدم الأزمنة الجيولوجية ؛ إذن لقد كانت نغماً نشازاً وإيقاعاً غريباً في لحن الجيولوجية المصرية وسيمفونية تاريخها المتناسق على ماصورناه من قبل . كان الانخفاض في هذا الموقع بالذات دائماً ومستمرّاً بأكثر وأقوى معدل من

غيره من الأماكن في تراب مصر. وحيث يكون منخفضاً أو تحدث استمرارية في الانخفاض لا بد أن يكون هناك ترسيب واستمرارية في الترسيب كذلك. وكان حتماً أن تتكون نتيجة لذلك في ذاك المنخفض رواسب غليظة - وبغلظ غير مألوف في بقية تراب مصر - تنسجى إلى مختلف العصور الجيولوجية. هذا الاختلاف يجعل منطقة السويس أو منخفض السويس هذا فريداً في تركيبه، شاذاً عن بقية مصر في جيولوجيته، حتى إن تلك المنطقة لا تختلف فقط وبقية الرصيف الثابت التي هي جزء أساسي منه، بل أيضاً عن أخدود البحر الأحمر الذي يكون جزءاً لا يتجزأ من منطقة الخليج في الوقت الحاضر؛ إذ إن هذا البحر يعد حديث العهد نسبياً، ونشأ أساساً في منتصف العصر الثالث منذ قرابة ٢٠ مليون سنة أو نحوها، لهذا فُصلت تلك المنطقة بالذات إلى وحدة تركيبية جيولوجية مستقلة عن بقية القصة التركيبية لتراب مصر، وأعطيت هذا الاسم.

إذن: لقد ظلت أرض مصر بعد أن تكونت نواتها أو قاعدتها مجالاً لانحسارات وامتدادات بحرية تغطيها على فترات متفاوتة من الزمان: تمتد مياه البحر فترسب، وتنحسر مياه البر فتتعرى الصخور المتكونة من الرواسب والفتات المنقول، وهكذا دواليك حتى كان آخر تلك الغزوات أو ذلك البحر الذي سمي ببحر الميوسين منذ قرابة اثني عشر مليون سنة. وبانحسار ذاك البحر في زمانه بدأت أرض مصر تأخذ شكلها الذي هي به اليوم ومظاهر سطحها الذي عليه نجا أنت وأنا! ذلك لأن رواسب عصر البليوسين التي أعقبت عصر الميوسين واستدامت إلى نحو مليون سنة من اليوم لا توجد إلا على صورة رواسب بحرية قليلة الامتداد حول حد الزراعة الحديث في وادي النيل الذي تكون خلال عصر الميوسين، ثم امتد فيه ذراع بحري أعرض من وادي النيل بشيء قليل خلال عصر البليوسين. . . عندها كان قد انتهى عصر الامتدادات المائية الواسعة والبحور العريضة الطاغية عندها كانت قد تلاشت تلك الظاهرة فوق أرض مصر، ولم تترك إلا بعض بقاياها ضعيفة هزيلة لا تقوى على طغيان ولا بمقدورها أن تفسح أمامها الشطآن، وإنما غزو متطفل وامتداد هزيل لم يجد أمامه إلا الوادي مسلكاً وطريقاً. هذا الذراع البحري أخذ فيما تعاقب من أيام يمتلئ بالرواسب ويتراجع أمام مياه النيل التي ردمته بما حملت من طين وغرين، ثم هي شقت لنفسها معبراً فيه خلال عصر لاحق يسمى البليوستوسين منذ أقل من مليون سنة تقريباً مكونة وادي النيل كما نعرفه اليوم. ذلك هو التراب المصري وتلك قصته، نواة من صخور أساسية ورصيفان من حولها، ثم منخفض شذ عن الإطار العام للصورة فكان وحدة وحده. . . ولكن ما القصة الجيولوجية للوطن العربي ككل ونحن منه؟ إن مساحة الوطن العربي حوالي ١٣ مليون كم<sup>٢</sup> بمساحة تصل إلى ٣,١٤٠,٣٤٠ كم<sup>٢</sup> في الجنوب الغربي من قارة آسيا، و ٩,٦٠٤,٨٢٢ كم<sup>٢</sup> في النصف الشمالي من قارة أفريقيا، أكبرها في آسيا ١,٦٠٠,٠٠٠ كم<sup>٢</sup> في السعودية، وفي أفريقيا السودان (٢,٥٠٥,٧٠٠ كم<sup>٢</sup>) وتبلغ مصر مليون كم<sup>٢</sup> واحداً.

٨٢٪ من المساحة في القارة الأفريقية و ١٨٪ من المساحة في آسيا.

أكبر من الولايات المتحدة. . أكبر من أوروبا.

بين خطي عرض ٤° شمالاً و ٣٧° شمالاً وبين خطي طول ١٥° غرباً، ٦٠° شرقاً تقريباً.

ويتحكم الوضع الجيولوجي للوطن العربي في معظم اقتصادياته الطبيعية وموارده المعدنية، وذلك عن طريق الاختلاف في توزيعها وانتشارها وخواصها وكمياتها وطرق الكشف والتنقيب عنها.

ولقد عرفنا أنه للتعرف على الوضع الجيولوجي لابد من الدراسات الآتية :

١ - دراسة الكتل الصخرية القديمة : وهي صخور نارية صلبة أو متحولة ، نشأت من التبلور المباشر للصهارة تحتوى على معظم المعادن الفلزية الاقتصادية الهامة في الوطن العربي مثل : الذهب والحديد والنحاس والرصاص والزنك والمنجنيز والفضة والكروم . . إلخ .

٢ - دراسة التاريخ الجيولوجي بما فيها حركة البحار القديمة والأحواض الترسيبية والصخور والأزمنة الجيولوجية .

٣ - دراسة التراكيب والبنىات الجيولوجية التي نشأت بفعل الحركات الأرضية العنيفة نتيجة لإجهادات الضغط والشد المختلفة مثل الطيات والفوالق ، والكسور والأحواض والقباب وغيرها . .  
محصلة لذلك كله يمكن القول بأنه :

كتلة أرض الوطن العربي في العصور القديمة ( حقب ما قبل الكبرى ) كانت جزءاً من قارة قديمة تعرف باسم قارة جندوانا Gondwana ، وكانت هذه القارة تمتد من أمريكا الجنوبية غرباً حتى أستراليا شرقاً ، وكانت تشمل حدود قارات أفريقيا وأستراليا وأمريكا الجنوبية ، وكانت تتكون من صخور بلورية نارية ومتحولة مثل الجرانيت والشست والنايس .  
وكان يمتد شمال قارة جندوانا بحر عظيم هو بحر التيثس Tethys يشغل حوضاً واسعاً ويمتد من الغرب ، حيث أمريكا الوسطى الآن ، وإلى الشرق والجنوب الشرق عبر أراضي الشام والعراق وإيران والهند وإندونيسيا حتى قارة أستراليا .  
وعبر الحقب الجيولوجية المختلفة طغى ذاك البحر وانحسر مرات كثيرة حتى كانت نهاية الحقب المتوسط وبدايات الحقب الحديث حيث بدأت قارة جندوانا في التشقق إلى كتل تفصل الواحدة عن الأخرى مسطحات مائية نتيجة لحركات عنيفة اعترت القشرة الأرضية في ذاك الزمان ، وخرجت إلى الوجود القارات الحالية . . وبدأ ذاك البحر الهائل في الانكماش حتى كان البحر المتوسط اليوم بقايا من بقاياها . .

وحق القارات التي خرجت إلى الوجود بشكل جديد بقى على ماهو عليه حتى اليوم - لم تسلم في داخلها من آثار الحركة الأرضية الضخمة التي كانت والتي تجددت فيما بعد . . فكان من نتائجها عدة انكسارات أخدودية في أجزائها الصلبة القديمة وحدوث بعض الالتواءات والحركات البانية للجبال . . وكانت هذه الحركات الأرضية المتجددة بصورة واضحة ومميزة خلال عصرى الايوسين والأوليوجوسين . واستمر بعضها خلال عصر البلايستوسين . .  
أما الانكسارات الأخدودية فأهمها وأوضحها :

الأخدود الأفريقي العظيم : يبدأ من شمال سوريا منتظماً حتى وادى نهر الأردن . . فالبحر الميت فخليج العقبة والبحر الأحمر . . ثم امتدا إلى الجنوب الغربي مكوناً بحيرة رودلف وبحيرة نياسا في جنوبي أفريقيا . ومن آثاره أيضاً مضيق هرمز بين خليج عمان والخليج العربي .

بعض الانكسارات الأخدودية الأخرى على مدى أضيق في قلب الصحراء الكبرى . .

وتتميز ظاهرة الانكسارات الأخدودية بأنها تأخذ اتجاهًا عامًا يمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي . . مع بعض التغيرات الطفيفة .

أما الحركات البانية للجبال والالتواءات فقد بدأ نشاطها أيضاً خلال عصرى الأيوسين والأوليغوسين وأدت إلى ارتفاع جبال أطلس في المغرب العربي ، وجبال تبيستى وهضبة الحجاز بالجزائر ، وجبال التل العليا وجبال لبنان وجبال شمالى العراق . . وجبال تدمر وصحراء النقب وشمالى سيناء . . وجميعها تتخذ اتجاهًا جغرافيًا عامًا يمتد من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى مع بعض التغيرات المحلية الطفيفة . .

وقد صاحب كل ذلك . . سواء التكوينات أو الانكسارات الأخدودية . . بعض الفورانات والطفوح البركانية نشأت عنها صخور بركانية سطحية مثل البازلت غطت مساحات واسعة من الوطن العربى مثل اليمن وسوريا والأردن والسعودية ومصر ، وبعض الجهات الأخرى فى الصحراء الكبرى .

وقد استمرت هذه الانكسارات الأخدودية والالتواءات خلال عصر البليستوسين ، فازدادت بذلك أعماق الأخاديد ، وازدادت أيضاً ارتفاعات الجبال ، وانتشرت الطفوح البركانية .

وفى نهاية هذا العصر انحسر الماء عن جميع أراضي الوطن العربى ، وانتهى الطوفان الأكبر ، ثم تعرضت أجزاء من الوطن العربى للأمطار ، فسمى العصر بالعصر المطير ، ونشطت عوامل التعرية المختلفة ، فكان الشكل الجغرافى والتضاريس التى نراها اليوم للوطن العربى .

وصخور القاعدة المركبة Basement Complex التى تضرب فى الزمان بعمرها حتى حقب ما قبل الكمبرى - كانت هى الأساس الذى ترسبت فوقه جميع الصخور الرسوبية التابعة للعصور الأخرى المتتالية ، والتى أيضاً تشققت لتخرج عبر شقوقها الطفوح البركانية التى هى أحدث منها . .

وتتكون هذه الكتلة الأساسية من صخور نارية أو متحولة مثل الجرانيت والشست والنيس والبجائيت وغيرها من الصخور المتبلرة ، وهى المستودع الكبير لكثير من معادن ونخامات مثل الذهب والفضة والنحاس والرصاص والزنك والحديد والمنجنيز والكوبالت والنيكل والزربرد . . وليس فى تلك الصخور أى دليل على آثار للحياة كانت فى ذاك الحقب السحيق . . وتعتبر كتلة الصخور العربية النوية من أكبر وأضخم تلك الكتل الأساسية انتشاراً وامتداداً فى الوطن العربى : فهى تشغل مساحة تصل إلى  $\frac{1}{3}$  مساحة مصر ( فى الجزء الجنوبى لشبه جزيرة سيناء وبموازاة الساحل الغربى للبحر الأحمر ) ،  $\frac{1}{4}$  مساحة جمهورية السودان ( فى شرقيه وأطرافه الجنوبية والجنوبية الغربية ) ،  $\frac{1}{5}$  مساحة المملكة العربية السعودية ( الجزء الجنوبى الغربى ) ، وفى مساحات محدودة من اليمن والأردن وفلسطين .

وهذه الكتلة تتخذ شكل طية اقليمية محدبة عظيمة الامتداد ، يمتد محورها فى الاتجاه الشمال الشرقى - الجنوب الغربى . ويقطعها فى الاتجاه الشمال الغربى الجنوب الشرقى أخدود البحر الأحمر ؛ كما تقطعها بعض الطفوح البركانية والصخور البازلتية .

وفي جنوبي الجزائر كتلة مشابهة من ناحية التكوين والخصائص الجيولوجية هي كتلة الحجار Hoggar وتميل بالتدريج ناحية الشمال ثم الشرق والغرب . .

وكتلة أخرى صغيرة في العينات في الجزء الجنوبي الغربي لمصر وتمتد عبر ليبيا .

وكتلة تبيسى في جنوبي ليبيا وتمتد إلى النيجر وتشاد . .

وكتلة أطلس الخلفية في جنوبي المغرب .

وكتلة إيجيدى ما بين الجزائر وموريتانيا .

وكتلة الجبل الأخضر في عُمان عند مدخل الخليج العربي . .

تلك هي البقايا الظاهرة للصخور الأساس في العالم العربي . .

ثم . . كان البحر الأعظم ( التيثز ) الذى تقدم بطيئاً في بدايات الحقب القديم ( الباليوزوى ) فوق صخور الأساس تلك . . فرسب صخوراً جيرية ورملية وطنية تبعاً لظروفه ، كما انفجرت بين أمواجه بعض البراكين . .

وتطاول الزمن . . وانحسر البحر . . وظهرت الصخور ، ثم تعرت وتآكلت فكانت كثوب مهلهل يغطى صخور الأساس في أماكن ، على حين يتمزق عنها في أماكن أخرى . . وذلك الثوب حيث يظهر يكون ظهوره مرتبطاً بما تحته من صخور الأساس . وهى حيث تختفى عن العين لا يعنى التآكل التام لها ؛ وإنما تكون قد تغطت بما تلا زمانها من عوامل ترسيب أخرى . ومع الزمان ينتهى حقب الحياة القديمة .

ويهل حقب الحياة الوسطى . .

فيزداد البحر اتساعاً وعمقاً وانتشاراً وخاصة باتجاه الجنوب . . ويُرسب من جديد صخوراً جديدة بحرية عندما يطفى البحر ويمتد ، وقارية عندما ينحسر البحر ويتقهقر . .

وكانت الرواسب الفوسفاتية أهم مافى الصخور الأولى .

وكانت الأحجار الرملية النوبية أهم مافى الصخور أو الرواسب الثانية . .

وينتهى حقب الحياة الوسطى . .

ويبدأ حقب الحياة الحديثة بقسمية الثالث Tertiary والرابع Quaternary

وفي بدايات الأول تعرضت معظم أراضي الوطن العربي لحركة هبوط عظيمة فطغى البحر على بعض أجزائه من جديد . . وكانت رواسب ضخمة ، منها الأحجار الجيرية التى بنيت منها أهرام الجيزة ، وكذلك هضبتان جيريتان كبيرتان على جانبي النيل من القاهرة حتى قنا . .

ثم عادت اليابسة في الوطن العربي للارتفاع مرة ( ثانية ) . . وانحسرت المياه عن أجزاء كبيرة من الوطن العربي ، وصاحب ذلك الجفاف بركنة هائلة أدت إلى اندفاع كميات كبيرة من الصحارة على هيئة طفوح بازلتية سطحية تمثلها اليوم صخور البازلت في اليمن وفي سوريا والأردن وأماكن متفرقة من السعودية ومصر . . وفي أواسط العصر الثالث هذا الذى نحن بصدد

تعود الأرض والبحر إلى سيرتهما التبادلية من طغيان وانحسار . تنخفض الأرض ، فيطغى البحر في بعض أجزاء الوطن العربي ، وترسب أحجار جيرية وطفلية ورملية ، وهكذا تبقى المنطقة متأرجحة بين مد وجزر . . وثوران بركاني . . إنه عدم استقرار . وقد صاحب نهايات العصر الثالث هذا - ومع ما فيه من بركة وصعود للصهارة بين وقت وآخر من مكان لآخر - تكون بعض الخامات المعدنية بعمليات الإحلال الكيميائي للصخور الجيرية بما قد حمل من معادن في الصهير المتدفع . . فكانت معادن مثل الرصاص والزنك على سواحل البحر الأحمر في مصر والمنجنيز في المغرب وفي مصر والكبريت في العراق ومصر . . وهكذا حتى يطوى العصر الثالث أوراقه ويفسح مكانه للعصر الرابع الذي تمتد أيامه حتى أيامنا هذه . . ومع استمرار ارتفاع الأرض في الوطن العربي واستمرار انحسار الماء عنه إلى الوضع الذي نراه اليوم . ولقد كان هذا العصر في بعض دهوره مطيراً . . واستقرت الأرض العربية فيه ، فما عادت تتزلزل ولا تنفجر براكينها . . اللهم إلا في بعض المناطق مثل المغرب الذي تعرض في هذا العصر لهزات زلزالية كما حدث في أغادير .

ولكن هل يسأل سائل : لِمَ لمْ تمض بنا فصول القصة إلى أبعد من ذلك ؟ ماذا كان قبل النواة تلك ؟ . إنها عند ذلك قصة الأرض ذاتها . . وفي أيسر من ذلك قصة قارة من قاراتها ، بل كسرة من قارة عظيمة تصدعت وتخطمت يوماً ما منذ أكثر من ٣٠٠ مليون سنة معطية قارات اليوم التي انتظمت في شكل يشبه ترتيبات وريقات زهرة اللوتس ، وتكون منذ ذاك الحين المحيطان الأطلنطي والهندي اللذان يفصلان بين القارات الخمس بعد أن كانت قارتين فحسب ، ولدت بهما أرضنا ، هما قارة جندوان وقارة أوراسيا . وبتأثير قوة الطرد المركزي والحركة الدائمة لها حدث في رأى بعض تصادم نتج عنه التحطم والانقسام إلى قارات أخذت جميعاً تسبح باتجاه القطبين إما طويلاً وإما عرضاً . . وتلك بعض الفروض . وبعض آخر منها يقول : لا ، بل إن الحركات الرأسية التي تعرضت لها الكرة الأرضية قامت بدور كبير في عملية فصل القارات وإزاحتها : فتنتيجة للصدوع والفلق التي تعرضت لها قارة جندوان ( الأم لقارات أمريكا الجنوبية وأفريقيا وجزء من آسيا وأستراليا وما بينهما من بحار ومحيطات ) - ارتفعت أجزاء متفرقة منها ، وانخفضت أجزاء أخرى ويفترض العلماء أن جزءاً من قارة جندوان تلك قد انخفض في المنطقة التي يحتلها الآن المحيط الهندي وأن الجزر المختلفة التي في هذا المحيط هي قمم السلاسل الجبلية العالية التي كانت في هذا المكان من القارة قبل انخفاضها . وربما كانت مناطق المحيطين الهادى والأطلسي المتاخمة لأمريكا الجنوبية وأفريقيا في وقت ما أجزاء من القارة الأم ، ثم هوت إلى القاع بفعل الحركات الأرضية المختلفة . . إنها فروض وفروض ..

مرة أخرى : هل يعاود السائل سؤله ؟ . . وماذا قبل ذلك ؟

إنها قصة الأرض ياسائلي . .

وإنها قصة المجموعة الشمسية . .

وإنها قصة الكون برمته . . ودعني إذن أحدد لك موقعنا منه ، بما أتت به محصلة الإدراك البشرى وما تفتق عنه عقل الإنسان ، وماله فوق هذه الأرض إلا زمن يسير - في حساب عمر الأرض لا يعدو دقائق معدودات . . !

إننا ياسائلى فى مصر قطرٌ  
وفى العالم العربى أمة  
وفى أفريقيا أو آسيا قارة  
وفى الأرض كوكبٌ  
ومن حول الشمس نجمٌ  
وفى التبانة مجرة

واحدة من مفردات المجرة العظمى ومثلها آلاف وآلاف من المجرات لم تحصى عدداً ..  
بالكون الهائل الواسع المحدود بعلم الله .. واللامحدود فى علم البشر .. وقبل هذا وذاك وبعده كان وسيكون الله .  
هل أجبتك سائلى .. أرجو ذلك . وقل معى : سبحان الله !

## (١٠) سجلاتنا الصخرية . ماذا تقول ؟

تكلما فيما سبق عن التكوينات والتركيبات الجيولوجية الرئيسية للتراب المصرى بخاصة والعربى بعامة ، وعلى ذكر التكوينات والتركيبات الجيولوجية للتراب المصرى فإننا ندرك أن العلماء قد قسموا الزمن الجيولوجى أو المدى البعيد الذى تكونت فيه اليابسة بصخورها وكل مكوناتها فى كل مكان ، وبغرض الدراسة والبحث ولسهولة التناول العلمى لذلك الهدف الواسع العريض قسموه إلى حقبة وعصور ، كل حقبة وكل عصر يختص بحياة كانت تسوده ، وبرواسب كانت تضاف إلى اليابسة هنا أو هناك ، وبحركة أرضية أو قذف باطنى يحدث فى أى مكان . وبالإشارة إلى ذلك فإن الجدول اللاحق يبين المدى الذى قدره العلماء لطول كل عصر والاستدامة الزمنية التى استنفذها وجوده على الأرض ، ثم عدد ملايين السنين التى قدرت فاصلاً بين زمان نحياه اليوم وزمان كانت تسوده ظروف ذاك العصر . وهى تقديرات الاتفاق الكامل من حولها لم يتم بعد ! وهى فروض علمية واجتهادات كما أسلفنا توضع للتوضيح وتستتج من الكثير من الدراسات لتثير السبيل أمام مزيد من البحث لتقديرات أفضل وأدق . وحتى اليوم مازالت تتأرجح الأرقام مابين تقدير وتقدير ، وتتناطح مابين فرض وفرض ، لطول تلك العصور ، ثم لعمر الأرض ككل . وهى فى غايتها اجتهادات بشر وتطورات علم إنسانى ، ومع كل دفعة من تطور تقدير جديد ، وفى النهاية يبقى الله ، هو العالم الأعلم ؛ لأنه هو الخالق والواجد ، ولكنه مع ذلك يحضنا على العلم والعمل . والتفكير والنظر . ثم إن بالجدول أيضاً ما أتت به البحوث العلمية الجيولوجية تقدير المساحات تفرشها رواسب كل عصر وصخوره فى أرض مصر . أمكن تقدير ذلك بالأرقام كما أمكن وضعه على خريطة جيولوجية للتراب المصرى بعامة ، ولانبالغ هنا إن قلنا : إنه ليس بالضرورة وجود رواسب وصخور كل عصر جيولوجى معروف فى التراب المصرى بشكل عام .

تترامى تلك الرواسب والصخور على طول البلاد وعرضها . . فذاك هو جل ترابها ، ولا يحتاج الأمر إلى عناء أن نقرر أن الرواسب الحديثة أو الخاصة بالعصر الحديث توجد فى وادى النيل ، وعلى شواطئ البحار وفى الوديان فى الصحارى . . والأخيرة وديان جافة عميقة أو منبسطة تجرى فى كل مكان من صحراوات مصر تشكلت إثر فلولق وصدوع ، ثم اتخذتها مياه الأمطار لها مسلكاً ومجرى ، تملؤه بالمياه إثر العواصف الرعدية الممطرة ، وترسب فيه ماقتلعه من الصخور والأحجار . . إذن : فهى رسوبيات حديثة بالمقارنة إلى زمان تكوينها . أما رواسب وصخور بقية الحقبة والعصور الجيولوجية فتبرز واضحة فى صحارى مصر الغربية والشرقية وفى سيناء . ولكن حتى تلك الرواسب والصخور نجد فيها التى هى أقدم والقديم والحديث : فنجد صحراء مصر الغربية قد تغطت صخورها القديمة أو صخور القاعدة فيها بغطاء كثيف من رسوبيات أقدمها يبلغ فى العمر العصر الطباشيرى ، ويتدرج فيها من الجنوب ( القديم ) إلى الشمال ( الحديث والأحدث ) . ولاتنكشف الصخور الأساسية أو صخور القاعدة إلا فى أقصى الجنوب من الصحراء الغربية عند جبل العوينات وحوله . وفى وادى النيل كذلك تغطت الصخور

الأقسام الجيولوجية التي تميز التراب المصرى والتي أمكن وضعها على خريطة جيولوجية لمصر

| الحقب<br>الجيولوجية                      | من ملايين السنين<br>الماضية بالتقريب | استدامته على وجه<br>الأرض بملايين<br>السنين | المساحة التقريبية لرواسبه<br>وصخوره على أرض مصر<br>بالكيلومتر مربع |
|------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| البليستوسينى                             |                                      |                                             |                                                                    |
| والحديث                                  | من الآن وإلى مليون سنة               | ١                                           | ١٦٥,٠٠٠                                                            |
| البلايوسينى                              | من ١ إلى ١٢                          | ١١                                          | ٧,٠٠٠                                                              |
| الميوسينى                                | من ١٢ إلى ٢٨                         | ١٦                                          | ١١٣,٠٠٠                                                            |
| الأوليغوسينى                             | من ٢٨ إلى ٤٠                         | ١٢                                          | ١٦,٠٠٠                                                             |
| الأيوسينى                                | من ٤٠ إلى ٦٠                         | ٢٠                                          | ٢٠٣,٩٠٠                                                            |
| الطباشيرى                                | من ٦٠ إلى ١٣٠                        | ٧٠                                          | ٤٢٠,٠٠٠                                                            |
|                                          |                                      |                                             | ( متضمنة الأحجار الرملية النوية )                                  |
| الجورى                                   | من ١٣٠ إلى ١٥٥                       | ٢٥                                          | ٤٥٠                                                                |
| الترياسى                                 | من ١٥٥ إلى ١٨٥                       | ٣٠                                          | ٥٠                                                                 |
| البرمى                                   | من ١٨٥ إلى ٢١٠                       | ٢٥                                          | -                                                                  |
| الكربونى                                 | من ٢١٠ إلى ٢٦٥                       | ٥٥                                          | ١,٢٠٠                                                              |
| الديفونى                                 | من ٢٦٥ إلى ٣٢٠                       | ٥٥                                          |                                                                    |
| السلورى                                  | من ٣٢٠ إلى ٣٦٠                       | ٤٠                                          |                                                                    |
| الأوردوفيسى                              | من ٣٦٠ إلى ٤٤٠                       | ٨٠                                          |                                                                    |
| الكبرى                                   | من ٤٤٠ إلى ٦٠٠                       | ٨٠                                          |                                                                    |
| ما قبل الكبرى                            | من ٦٠٠ إلى ٤٢٠٠                      | ١٥٠٠                                        | ٩٣,٠٠٠                                                             |
| ( الحياة الابتدائية<br>والحياة السحيقة ) |                                      |                                             | ( صخور نارية ومتحولة يصعب<br>تحديدها )                             |
|                                          |                                      | وتكون مساحة مصر الكلية                      | ١,٠١٩,٦٠٠                                                          |

الأساسية أو النواة أو الكتلة العربية النوبية برواسب النهر من غرين وطمى ، ولم تبد للعيان إلا عند أسوان . أما في الصحراء الشرقية وفي سيناء فصخور القاعدة ظاهرة واضحة ، وهى تعطى بظهورها ذاك ووضوحها إمكان استقراء الماضى ، وتحديد ملامح الأمس .

وأى أمس نقصد ؟

الأمس الذى تشكل فيه الكون . .

أم الأمس الذى ولدت فيه الأرض . .

أم الأمس الذى خرجت فيه صخور القاعدة أو الأساس فى تراب مصر إلى الوجود ؟

ودعنا هنا نلمس ذلك الأمر على وعورة مسالكه وصعوبة دروبه لمسا هينا لاتدور معه العقول ، فسوف نورد أرقاماً دون شرح لكيفية الحصول عليها ، ونتائج دون البحث فى مسبباتها . . يقولون بما تبين لهم من حسابات قائمة على خاصية الإشعاع وما إليها :

- الكون لاسييل إلى معرفة بداياته . .

- العناصر فى مجرة التبانة أو اللبانة ( مجرتنا ) قد تكونت فى الفترة من ٧٠٠٠ إلى ٦٥٠٠ مليون سنة .

- الشمس تكثفت على هيئتها الحالية منذ ٦٠٠٠ مليون سنة .

- الكواكب فى حالتها العادية منذ ٥٠٠٠ مليون سنة .

- الفصل الكيماوى فى الكواكب منذ ٤٥٠٠ مليون سنة .

- القشرة الخارجية للأرض استقرت منذ ٤٠٠٠ مليون سنة .

- أقدم آثار للحياة على الأرض منذ ٣٠٠٠ مليون سنة .

- انتشرت الحياة على الأرض منذ ٦٠٠ مليون سنة .

- ظهر الإنسان على سطح الأرض منذ نحو مليون سنة فقط . .

وتطور الإنسان ، وتطور معه علمه حتى بلغ القرن التاسع عشر بعد الميلاد ، حيث نظر فى الأرض وتاريخها ، ووضع لذلك المقاييس والمعايير ، وقسم ذلك أقساماً كما ورد فى الجدول السابق . ولما كانت الصخور هى كتاب الزمان كما يقولون : فإن أكمل ما تكون فصول هذا الكتاب هى حيث أقدم الصخور طرا ، ومنها تندرج إلى الحديث فالأحدث . يقع ذلك فى كل بقاع العالم كما يقع فى التراب المصرى ، حيث تنكشف صخور القاعدة فيه ، فتكشف عن أقدم سطور القصة . ولما كنا نتحدث عن الأقدم ، ومع القدم أحياناً حجب لبعض الأصول فلذلك إن ما يشد الانتباه هو ذاك الزمان الذى مضى قبل عصر الكبرى ، وسموه عصر ما قبل الكبرى أو زمان الحياة المسترة ، أما ما بعده فى سلم الزمان فهو للحياة الظاهرة . ولذلك نجد :

### أولاً : زمان الحياة المسترة :

وهي تلك التي لم يتمكن الإنسان ببصره وبصيرته ، وبما أتيج له حتى اليوم من علم ووسيلة - أن يتعرف على الحياة فيه أو يكشفها ، ويبدأ ذلك منذ تكوين الأرض ممتداً إلى حوالى تسعة أعشار عمرها أو أكثر . . . وكم هو إذن كبير ذلك الجزء المجهول من تاريخ الأرض !

### ثانياً : زمان الحياة الظاهرة :

وهو بالطبيعة ما يمكن التعرف عليه ، وقسم من ثم إلى أحقاب للحياة القديمة والمتوسطة والحديثة . ولما كانت صخور القاعدة أو الأساس في التراب المصرى تفتقر إلى أية حياة أو آثار لها - دقت أو كبرت - فإنها إذن تتبع زمان ما قبل عصر الكمبرى . . . لذلك دعنا نفيض قليلاً في ذلك .

يقدر مدى ذلك الزمان تقديراً فرضياً حتى اليوم بحيث يتسع ليشمل أطراف المعمورة ككل . . . وإن كانت تلك التقديرات الفرضية تنبع من تقديرات بالحسابات الإشعاعية هنا وهناك . عموماً قدروا ذلك الزمان بمدى يبلغ ٤٢٠٠ مليون سنة ، وقسموه إلى حقبتين : الأولى : للحياة السحيقة الضاربة بجذورها في غياهب الزمان ، والآخر : للحياة الابتدائية . ويفصل صخور هذين الحقبين من الزمان عدم توافق أو عدم ترابط أو عدم مضاهاة ، لا يمكن من مقارنة التتابعات الصخرية بعضها ببعضها الآخر وصولاً إلى تقديرات نسبية تسمح بمعرفة أيها أقدم من الآخر . ويحدث عدم التوافق ذلك في أغلب المناطق من الكرة الأرضية في حقب الحياة السحيقة على حين أن صخور حقب الحياة الابتدائية تُبدى بعض الوضوح في تتابع طبقاتها أو صخورها بحيث تكون مفهومة نوعاً ما إذا ما قورنت بصخور حقب الحياة السحيقة . ولعلنا نتذكر هنا مرة أخرى الرأى القائل بالفروض الجوفية أو الباطنية لنشأة الصخور المتبلورة أو النارية ببرودة الماجما أو الصهارة ، حتى لقد سميت تلك الفرضية باسم إله الباطن عند الإغريق بلوتون ، وأنها ليست ترسيبية من مياه البحر ولا هي نبتونية نسبة إلى إله البحر عند الإغريق القدماء نبتون . . .

وإذا كانت الفرضية البلوتونية هي الغالبة عند بعض حتى اليوم فهل كانت هناك حياة أو لا ؟ . . . بشكل ظاهر : لا أحد يعرف ولا يرى حتى اليوم ولكن المعروف والمرئى ، هو صخور ذلك الزمان السحيق ، وتتركب صخوره غالباً من الجرانيت والنيس والشست ، وبينها طبقات بينية من الصخور البركانية ، ومتكسرات تلك الصخور تفتت وتجمعت والتحمت فكونت طبقات فاصلة . . . وهي في غالبيتها ليست متحولة ولا متأثرة بدرجة كبيرة - كما قد يتبادر إلى الذهن - من أحداث ذلك الماضى البعيد ، وتركيبها المعدنى والجيولوجى وأوصاف طبقاتها تشابه في الكثير الصخور الحديثة الماثلة . . . وغالبية الصخور الرسوبية في حقب الحياة السحيقة من أحجار رملية داكنة اللون من الكوارتز والفلسبار والقطع الصخرية ملتحمة بمادة طفلية ، ولها تركيب معدنى يوحى بمصدر صخرى صادف تعرية سريعة وسرعة في الترسيب ، كذلك بما نتج عنه من رواسب غليظة تبلغ في بعض

الأماكن عشرين ألف قدم ، هذا الغلظ من الرواسب يعنى هبوطاً فى مناطق وأماكن ترسيبها ، ومن ثم طغياناً مستمراً للبحر باستمرار انخفاض الأرض ؛ كما أن وجود الصخور البركانية بين طبقات تلك الرسوبيات القديمة يلمح إلى أن الترسيب كان عند حواف أحواض الترسيب العميقة والتي كانت آخذة فى الانخفاض المستمر . وأنها كانت أحواض ترسيب ذات طابع صهرى ثور الماجما من تحتها بين الحين والآخر ، وأنها غير مستقرة . كان الترسيب بجرىً ، وهناك أدلة على ذلك منها وجود الجرافيت مرتبطاً مع البيريت مثلاً . .

وقد واجهت صخور حقب الحياة السحيقة حركات أرضية عنيفة ، واختتم ذلك الحُقب بعهد طويل من التعرية مما شوه وجه الطبقات الصخرية ، وجعل النظر فى توافقها من أصعب الأمور بعد أن تآكل بعضها . ويقول الجيولوجيون أيضاً : إنه خلال ذاك الزمان الطويل برسوبياته الهائلة وتداخلاته البركانية وغيرها كان على الأقل اثنتان أو أكثر من التداخلات أو الانشاقات الجرانيتية ؛ إذ إن أغلب صخور هذا الحقب من الجرانيت والنيس . . أعقب ذلك عهد طويل من التعرية التى أثرت عليها بشدة . والجزء الظاهر من صخور هذا الحقب يكون نواة الجبال العالية وبعض صخور القاعدة فى كثير من البلاد بعد أن زالت الرواسب التى كانت قد تراكمت عليها مع الزمان الأقدم . وقد ظهرت تلك الصخور القديمة الجرانيتية وغيرها فى مناطق ثابتة نوعاً ما من العالم أوتاداً لم تتأثر بالحركات الأرضية التى انتابت الأرض منذ ذلك الوقت من ٤٢٠٠ مليون سنة وإلى الآن . وهى تعرف فى هذه الحالة بالدروع تشبيهاً بالدروع الواقية ضد الصدمات . . أو مايسمى آخرون بالنواة أو الكتلة : كالدروع أو النواة أو الكتلة العربية النوية التى تركت آثارها جبلاً عالية على شاطئ البحر الأحمر فى الصحراء الشرقية لمصر ، وكالدروع الكندى والدروع الإسكنديناوى والدروع السيبرى والدروع الأسترالى . . إلخ .

إنها الأوتاد ( الجبال أوتاداً ) وأوتاد أو جبال حُقب الحياة السحيقة تلك لا يظهر لها قاعٌ ولا تعرف لها نهاية وأهم مميزات صخور ذاك الحقب السحيق ، كبر أحجامها وعظم غلظها وعدم تجانسها ، كما أن صخورها متبلورة متعرجة شديدة الالتواء والتصدع بما اعتراها من زلزلة وبركنة ، وبالطبيعة تكون الصخور النارية أكثر شىء ظهوراً بينها . ودليل وجود حياة فيها مشكوك فيه لقلة وجود بقايا عضوية أو عدمها فى بعض الأحيان . .

أما ما تلا ذلك فسمى بحقب الحياة الابتدائية ، وقدروا له مدى بحوالى ١٨٠٠ مليون سنة تقريباً ، ومع تطور علوم الجيولوجيا أمكن تقسيمه إلى ثلاثة أقسام وهى فى إطارها العام تسمى عصور ما قبل الكمبرى من ٦٠٠ إلى ١٨٠٠ مليون سنة . ويتميز ذلك الحُقب بأنه يضم جميع التكوينات الصخرية التى ظهرت بين حقب الحياة السحيقة حتى العصر الكمبرى ( ٦٠٠ مليون سنة ) ، وأن تكوينات هذا الحقب بها بعض الصخور الرسوبية التى لم تتحول بعد مشتملة على صخور بركانية ومتداخلات نارية ، وجميعها قد تأثر بما مرّ على الأرض من أحداث فيما لحق من عصور الزمان وحقبه . ولقد ثبت أن رواسب ذلك الحقب تحتوى على بعض بقايا الأحياء مثل الحيوانات والنباتات البدائية الدنيئة من الطحالب الزرقاء والخضرة وبعض الأشكال البسيطة من الفطريات ، وكذلك من الحيوانات الرخوة الدودية الشكل . .

من رواسب هذين الحقبين - حقب الحياة السحيقة وحقب الحياة الابتدائية - تتكون صخور القاعدة Basement Rocks في مصر . . ولما كانت هي أكمل صحاف زمنية مقروءة في مصر فإن تناولنا لها في هذا المجال يشكل حتمية إذا ما أردنا أن نعرف عن براكين مصر . . من ماضيها حتى أقربها لنا عمراً أو زماناً . . إنها بالطبع لن تكون صحافاً كلها ذات عمر أو زمن واحد . ليست جميعها من الحقبين السالفين . . ولكن جَدَّ عليها مع الزمان جديد ، وقذفت إليها الأرض مع توالى الحدثان أنواعاً وأشكالاً من الصخور . . وسوف نتبين كل ذلك فيما يلي :

قرأنا فيما مضى البدايات العلمية المنظمة لعلم الجيولوجيا في مصر ، ورأينا أنه ثمرة حديثة جداً من ثمار اتصالنا بالحضارة الأوربية الحديثة واتصالها بنا . ومنذ بدأ العمل الجيولوجي المنظم على أرض مصر على أيدي علماء من بلاد شتى من أنحاء المعمورة ثم منذ تسلَّم الجيولوجيون المصريون دفة الأمور وحدهم أو بالاشتراك والاستعانة بالخبرات الأجنبية في ذلك - تجمعت ثروات علمية هائلة عن التراب المصري . ولقد جذبت صخور القاعدة في مصر الاهتمام ربما بأكثر مما فعل غيرها من أنواع الصخور في مصر . . قد يكون ذلك لتعقيدها ، وقد يكون لضخامة سجلاتها الزمنية واحتوائها للكثير من فصول قصة التراب المصري . وبتعدد الدراسات والبحوث بذلت المحاولات لترتيب وتصنيف المعلومات التي تيسرت عن تلك الصخور الأساسية بغية وضع ترتيب أو تصنيف أقرب ما يكون لواقع الحال الذي كان ، وأجمع ما يكون لشتى الآراء المتعددة من حول أصلها ونشأتها وتكوينها ، وسأختار هنا تقسيمين ربما كانا من بين أفضل التقسيمات وأوفاهما ، ولحسن الحظ فإنهما من وضع جيولوجيين مصريين وأفاضل ، وأوردتهما بحسب زمان صدورهما .

التقسيم الأول للعالمين الجيولوجيين المصريين العقاد والرملي \* عام ١٩٦٠ ( ص ١١١ ) وتبتدئ تلك التقسيمات في الصحراء الشرقية من أقدم الصخور إلى أحدثها ، فنجد :

#### ١ - ( ١ ) أوائل زمان ما قبل الكمبري :

حدث في ذلك العصر المبكر ترسيب لمواد جيوية وطينية في أحواض الترسيب العميقة ( منخفضات أرضية ) في مكانها القديم من تراب مصر ، وأوضح نموذج لها في منطقة حفافيت بالصحراء الشرقية الحالية ومنطقة فيران في جنوبي سيناء حيث أنتجت صخور النيس المعروفة في تلك المناطق وغيرها . وكانت تلك الرسوبيات أول مجموعة رسوبية تتكون في تلك البقاع من أرض مصر القديمة . ولقد كشف الزمان عن تلك الصخور وأبرزها إلى السطح الحالى للأرض في تلك المناطق كنتيجة لرفعها بما اندفع تحتها من تداخلات جرانيتية من باطن الأرض .

كذلك توجد تلك النوعية الرسوبية الأولى ممثلة فيما تلاها من نوعية رسوبية ثانية على شكل حصيات : إما باقية على ما كانت عليه ، وإما متحولة ، كذلك يلاحظ في تلك المجموعة الرسوبية الأولى تداخلات نارية جرانيتية وبركانيات مزمنة

الحركة بناء الجبال الأولى في تلك المنطقة ، تلك الإفرازات النارية الجرانيتية والبركانية لا توجد اليوم كما كانت بالأمس ، ولا هي باقية على حال كانت عليها عند صعودها إلى السطح في بركة نائرة ، أو تداخلها في الطبقات إثر زلزلة عاتية ؛ وإنما بقايا من بقاياها تظهر على مسرح الماضي ، وتبقى شاهدة على شكل حصيات تنتظمها صخور المجموعة الرسوبية ( الثانية ) الآتية فيما بعد . كذلك نرى أن بعض التداخلات النارية القلوية التي اندفعت من باطن الأرض في المجموعة الرسوبية الأولى والتي هي أقدم قد اعترأها بعض التحول . وبشكل عام يلاحظ بعض التحولات في صخور ذاك الزمان التي هي أقدم ، إثر منشأ من ضغوط فيما بعد ، وما اكتسبت من حرارة سببها ما اندفع إليها من باطن الأرض المصهور .

- ويختتم ذلك الزمان بمسمى بالحركة الأولى لبناء الجبال في مصر .

- ثم يلي ذلك زمان تسود فيه عوامل التعرية والتآكل . .

- وتبدو السطوح المتآكلة وقد اختفى بعضها فعزّ فيها التوافق والمضاهاة . .

- وتبرز تماماً الاختلافات بين الطبقات الصخرية في التركيب ودرجة التحول . .

- وأوضح ما يكون ذلك في منطقة حفافيت في جنوبي الصحراء الشرقية . .

#### (ب) أواسط زمان ما قبل الكبرى :

ويمضي الزمان ، وتوالى الأرض في تلك البقاع انخفاضاتها ، ويتكون حوض ترسيبي جديد ( منخفض أرضي كبير ) نتيجة لانخفاض الأرض ، ولتآكل بعض طباقها القديمة ، فيطغى الماء ويسيطر الجودي ، ويعود الترسيب من جديد ؛ لتتكون المجموعة الصخرية الرسوبية ( الثانية ) في سجل تلك الصخور الأساسية ، صخور القاعدة في مصر وبخاصة في الصحراء الشرقية الواضحة لنا والمدروسة ، فتتكون الأحجار الطينية وما إليها كالشيست وغيره محتوية على حصيات من الصخور النارية السابقة في التكوين والظهور ، وكذلك حبيبات من الفلسبار والكورت تشير إلى مكونات صخرية أقدم تفتت وتآكلت ، وانتقلت ثم ترسبت في دورة الترسيب ( الثانية ) هذه .

وكما قلنا من قبل - كان الترسيب في ذاك الزمان القديم والمراحل المبكرة نوعاً من عمر الأرض في أحواض ترسيبية آخذة في الانخفاض ومركزة على قيعان تعلو المايجا أو الصهير في كثير من الأحيان ، ومن ثم كانت الدورات الترسيبية تعتورها قذفات بركانية تبرز على سطحها أو تتداخل بين طباقها . كذلك كانت الحال في هذه الدورة الترسيبية ( الثانية ) في سلسلة تكوينات صخور القاعدة في التراب المصري . لقد اعترى ذاك الزمان نشاط بركاني هائل ، وأسفرت تلك البركة القديمة عن صخور بركانية عديدة مثل الدوليريت والبازلت والأنديسيت والطّف البركاني والأجلوميرات . كل تلك البركانيات تظهر اليوم على السطح ، وتسمى في سلسلة بركانيات مصر بمجموعة البركانيات المتحولة أو بركانيات الشيخ الشاذلي ، وهي توجد متلاحمة أو مترابطة ومتزامنة مع ماسبق من رسوبيات قديمة قد تحولت .

ولم يبلغ ذاك الزمان منتهاه قبل أن تستقبل صخوره تلك تداخلات نارية كثيفة بين طبقاته ، مكونة كتلاً صخرية نارية لها

تركيب فوق قاعدي ، تقل نسبة السيليكا في تركيبها الكيميائي إلى ٥٠٪ أو أقل ، من مجموع محتويات الصخر. وأشهر تلك التداخلات النارية تظهر آثارها على السطح اليوم على شكل صخور السريتينات في منطقة البرامية من مناطق الصحراء الشرقية .

### (ح) أواخر زمان ما قبل الكمبري :

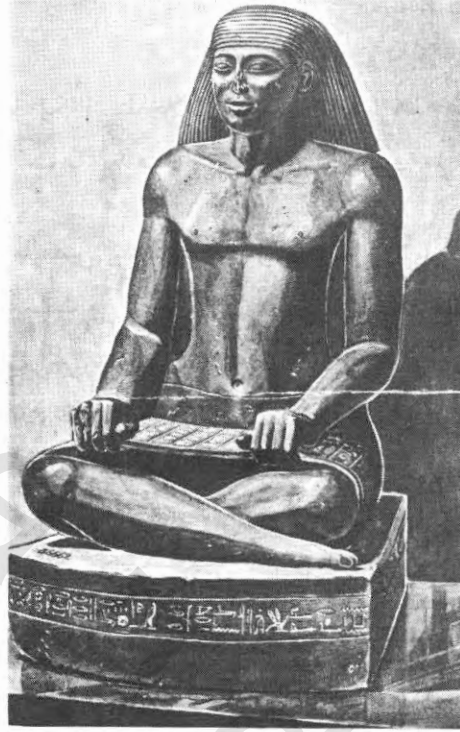
تتميز تلك الفترة من هذا الحقب الجيولوجي الطويل بكثرة التداخلات النارية ، وحقنها هنا وهناك ، بمقدوفات من الصهارة مكونة صخوراً مثل الجابرو والديوريت ، ثم متبوعة بعدها بالجرانيت الرمادي اللون .

وينتم ذلك الحقب الجيولوجي الطويل الذي قدر ما يفصل بيننا وبينه من زمان بنحو ٦٠٠ مليون سنة بما سمي بالحركة (الثانية) لبناء الجبال في مصر. كل صخور ذلك الحقب قد عانت من التحولات ، ولا عجب في ذلك فكم من ملايين الأطنان قد ترسب فوقها ! وكم من وحدات الضغوط ووحدات الحرارة قد اكتسبت نتيجة لذلك ! ثم لا يغفل النشاط البركاني والزلازل وما أصابها من طفوح وتداخلات نارية وتصدمات ساعدت جميعها في عمليات التحول ، وهكذا يقارب حقب الحياة المسترة والحياة الابتدائية على أرض مصر على الانتهاء . . نعرف ما يفصل بيننا وبينها من زمان على وجه التقريب ، ولكننا نعجز عن أن نعرف مُبتدأها وكم من زمان امتدامت على أرضنا حتى بلغت منتهاها بعد أن تحركت الأرض واهتزت ، وانخذلت لها على تراب مصر أوتاداً ! فارتفعت الأرض هنا وهناك وعلت من سطوحها بقاع بعد بقاع ، ازدادت عوامل التعرية والتآكل شراسة وقوة ، فراحت تحطم وتفتت ! إنها عوامل الزمان ، وما أقسى عوامل الزمان ! وما أضعف كل شيء ، حتى الصخر الصنديد أمام عوامل الحدثان !

تآكلت الأرض القديمة ، وتحللت صخورها إلى مكوناتها الأصلية ، وراحت تجري بها المياه والرياح إلى المنخفضات ؛ لتعاد الكرة ، مرة ومرة ومرة . . ترسب فتتلاحم ، فتتصلد ، فتصير صخوراً رسوبية ، ثم تتحول وتبدل وتحقن بصخور نارية . . وهكذا دواليك . . أمر من أمور الحياة ، فهل يدركه إلا القليل ؟ . إنه لا ثبات في أمور الحياة . . ولكنه لم يكن زمان ترسيب بعد تعرية فحسب ، وإنما هناك كانت البركة لم تزل تنشط من حين إلى حين . وعلى ذكر البركة والصخور البركانية ، فليكن لنا حد فاصل هنا نقف عنده ، لنطلق على بركانيات هذا الحقب - البركانيات القديمة . وإذا كانت هذه كذلك فما شأن السابقة ؟ إنها البركانيات التي هي أقدم والتي تحولت ، أو هي لم تتم تحولاً . بما اعترها وما أصابها من أفعال الزمان ، فهي إذن البركانيات المتحولة تجاوزاً . . لماذا ؟ لأن ما بعدها من بركانيات لم تتحول ، وإنما بقيت على ما كانت عليه عند تصلدها من بعد انصهار .

إذن :

- فلدينا الآن بركانيات أقدم أو متحولة مجازاً Metavolcanics أهم مثل لها الصخور المحيطة بمسجد الشيخ الشاذلي بجنوبي الصحراء الشرقية .



تمثال لحاكم من الأسرة ٢٢ -  
وجد بالكرك فيما بين البحيرة  
والمعبد ، قُـد صخره مما يسمى  
بصخور منطقة الحمامات من  
الشت الأخضر .

- ولدينا أيضاً بركانيات قديمة وبشكل عام غير متحولة Old Volcanics وأهم مثل لها جبل الدخان ، بشمال الصحراء  
الشرقية بالقرب من الغردقة .  
وهذان النوعان معاً هما وليدا هذا الزمان الذي اتفقنا على تسميته حتى اليوم - حقب ما قبل الكمبري ، وإنما يفرقها حتى  
الآن ، تحول نوع دون الآخر .

إذن هناك ظاهرتان عظيمتان : التآكل والبركة :

- أما التآكل المستمر والعنيف فقد أثمر ماسميانه من قبل بسطوح لاتصلح للمضاهاة والمضاهاة .  
- وأما البركة المتبادرة فقد أثمرت ماسميانه بالبركانيات القديمة ، وهي في مجملها غير متحولة ، وأهم مثل لها جبل الدخان ،  
وسميت لذلك ببركانيات الدخان في سلسلة مكونات صخور القاعدة في مصر .

فوق السطوح المتعرجة التي تفصل بين زمان وزمان دون إمكان للمضاهاة والتطابق بين الصخور ، مما يفقد السرد القصصي  
في كتاب الزمان لتلك الأماكن بعض منطقته واستمراريته .. تأتى مكونات الدورة الترميضية (الثالثة) .. فالمسرح في ذلك الزمان  
قد تهاى لاستقبال رسوبيات جديدة .. كان هناك انخفاض في الأرض أعقب الارتفاعات السابقة ، فالزمان حوّل قلب ! وكان



معبد أبو سمبل من صخور الحجر الرملي النوبي



معابد من صخور الجرانيت

هناك تآكل في الأرض بعد الترسيب السابق ؛ فليس من طبع الزمان ديمومة الحال . . انقلب المسرح من ثورة بناء الجبال وعصف عوامل التجوية والتآكل إلى هدأة في الأرض وانخفاض ، وطغيان من ثمّ للبحر واكتساح . . واستقبال لما تنقله مجارى المياه ومسارب الرياح ، وتهيؤ للترسيب الكامل . وتكونت بالفعل رسوبيات الدورة (الثالثة) ذات الطابع الخاص ، فأعطت سلسلة صخور الحمّات وتكوينات العجّلة من مناطق الصحراء الشرقية مكونة تلك النوعية المتميزة من صخور القاعدة المصرية ، حيث تقع وقوعاً غير مستوي ولا متطابق فوق صخور الدخان أو البركانيات القديمة ومعها صخور أخرى مثل الديوريت والجرانيت الرمادى وغيرها .

هنا مرة أخرى نقف لنقول : إن العالمين الجيولوجيين المصريين الواضعى هذا التقسيم ، يعتبران أن كل الصخور فيما قبل بركانيات الدخان قد اعتراها التحول والتغير ، وأن كل الصخور فيما تلا ذلك من زمان لم يعثرها التحول ولا التغير ، وذلك في ذاته رأيهما الخاص .

## ٢ - زمان الكبرى إلى الأوردوفيسى :

فترة يفصل ما بيننا وبينها من الزمان قرابة ٤٢٠ إلى ٤٧٠ مليون سنة . .

وهكذا نغضى مع ركب الزمان ، فننتقل من زمان الحياة المسترة إلى زمان الحياة الظاهرة الذى أمكن العلم تقسيمه إلى أحقاب ثلاثة ، للحياة القديمة والمتوسطة والحديثة . وفي صخور القاعدة في مصر نتحسس خططانا بعد أن توقفت بنا المسيرة عند نهايات عصر ما قبل الكبرى بترسيبه صخور الحمّات وتكوينات العجّلة في الدورة الترسيبية ( الثالثة ) المتميزة بين تكوينات صخور القاعدة المصرية .

في تسلسل الحوادث ، يبتدئ هذا الحُقب بزلزلة ونشاط في تحرك الأرض يصحبه تداخلات نارية وقذفات من جوف الأرض فيما بين الطبقات السابقة الترسيب والتكوين معطية ماسمى بالجرانيت الأصغر أو الأحدث . . لقد سبق من قبل تكوين نوعين من الجرانيت البنى والرمادى ، ثم هذا هو الجرانيت الأحمر أو الأصغر عمراً من سابقه . وخير مثل لهذا النوع الأخير من الجرانيت ما في جبل القطّار بشمالى الصحراء الشرقية المصرية ولذلك نسب إليه وسمى في بعض الدراسات بجرانيت القطّار . ولقد أثر انبثاق ذاك الجرانيت على ماحوله من صخور ، فأصبحت تكوينات العجّلة المتميزة وسلسلة صخور الحمّات السابق ذكرهما ببعض التحولات المحلية ؛ كما التوت بعض طبقاتها بفعل خروج ذلك الجرانيت إلى الوجود . . كذلك تأثرت به لحدّ ما البركانيات القديمة . . بركانيات الدخان .

## ٣ - زمان السيلورى إلى الديفونى :

يفصل ما بيننا وبينه ٢٨٠ إلى ٣٠٠ مليون سنة .

فيما مضى من أزمان - قابلتنا دورات ترسيبية ثلاثة . . ويأتى هذان الزمانان الثانى والثالث في قصة تكوين الصخور

الأساسية أو صخور القاعدة في مصر، فلا نجد فيها ترسيباً على الأقل لم يصادف واضحاً هذا التقسيم وروايته حتى الآن رواسب له في سلسلة صخور القاعدة في الصحراء الشرقية . . وقد يوجد بالطبع في مكان آخر ، بل قد يعثر عليه في المكان ذاته باحث آخر في قابل الأيام ، لذلك نغضى في قصتنا كما أوردناها واضعاًها . . في فترة من الزمان طولها ١٤٠ مليون سنة يفصلها عنا مدى مقداره أكثر من ٣٠٠ مليون سنة لم ترسب صخور رسوبية في سلسلة صخور القاعدة المصرية ، أو قد تكون ترسبت ثم تآكلت فذاك أمر وارد ، ويحتاج إلى مزيد من الدراسة . . وقد يسأل سائل : ولماذا لا يكون ؟ ونقول معه أيضاً : لماذا لا يكون ؟ ولكن دعنا الآن مع التقسيم الذي نحن بصدده . . فبعد الحركة الأرضية وظهور الجرانيت الأصغر عمراً المسمى بجرانيت القطر ( الأحمر لوناً ) لانتضح الصورة تماماً ، وتكاد تضيع أطراف الخيوط من أيدي ماسكيها . فيتركون في تقسيمهم مساحة بيضاء يعقبونها بشواهد أحداث بركانية متعددة تثور فتملاً الشقوق والصدوع فيما على الأرض من صخور ، ويسمون ذلك بقواطع مابعد الجرانيت .

- معنى ذلك أن انبثاق الجرانيت لم يحدث . ولم يتجدد بعد ذلك الزمان على أرض مصر . .

- معناه ليس هناك جرانيت أصغر من جرانيت القطر الأحمر اللون .

- معناه أن ذلك حدث أَرَّخ به لما بعده . .

فجاءت القواطع البركانية . تلك الشقوق والصدوع التي ملأها الصهارة المتصاعدة ، ليقل عنها : إنها مابعد الجرانيت ، وهي بركانيات تحدث معالمها في أماكن كثيرة من الصحراء الشرقية على أنها حامضية ومتوسطة وقاعدية وقلوية . وأتبع ذلك كخاتمة لزمان السيلوري - الديفوني وماأضاف لصخور القاعدة في مصر بتعرية أكلت من سطح الأرض اللين والجاف . وقطعت أوصال بعض الطبقات . فصعبت على الدارسين اليوم المضاهاة والمطابقة بما أوجدت من سطوح عدم توافق . بها مرتفعات ومنخفضات نتيجة لتعرية الطبقات القديمة .

#### ٤ - زمان الكربوني إلى الطباشيري المبكر :

لم يتحدد في هذا التقسيم مداه ، وقيل عنه : إنه فترة زمنية طالت كثيراً ، ودامت فيها عمليات التعرية والتآكل لصخور القاعدة المركبة أو نواة التراب المصري بما أنتج أخيراً ما هو معروف بتكوينات الحجر الرملي النوبي والذي يقع دون استواء أو تطابق أو توافق فوق صخور القاعدة ، وبخاصة على الحافة الغربية منها .

#### ٥ - زمان الطباشيري المتأخر إلى الثلاثي الحديث المبكر :

وتلك فترة زمنية يفصلنا عنها مابين ٥٥ و ٨٠ مليون سنة تقريباً .

وهي فترة زمنية تميزت بالبركة والتدخلات النارية والحقن الصهارى للصخور التي هي أقدم والتي بالمنطقة ، فأفرزت صخوراً بركانية قلوية التركيب في غالبيتها . متعددة الأشكال . فمنها : القواطع ، ومنها الحلقات . ومنها الطبقات والمخروطات

البركانية وما إليها . . وأكبر مثل لها صخور التراكتيت في وادى نَشْشَ في جنوبي الصحراء الشرقية مخترقة الأحجار الرملية النوبية السابقة التكوين عبر صخور القاعدة ، وكذلك في منطقة جبل السباعي ووادي زيدون وغيرها في وسط الصحراء الشرقية .

## ٦ - زمان الأوليجوسين :

وهو أقرب الأزمنة لنا ويكاد يكون امتداداً لزماننا هذا الذى نحياه .  
ولقد حدثت في بداياته في مصر بركنة أفرزت صخوراً بركانية وطفوحاً بازلتية أو دوليريتية أشبه بالبازلت ، تنتشر باتساع في الصحراء الشرقية والغربية وسيناء شمالاً وجنوباً .

ونعود في ختام الحديث عن تقسيم العقاد والرمل لصخور القاعدة في تراب مصر ، والمتمثلة على خير وجه في الصحراء الشرقية نركز على الصخور البركانية فيها ، والبركة على مدى الزمان الطويل من بداياته الغامضة حتى اليوم ، فنجد :

• الصخور البركانية التي هي أقدم أو المتحولة : وأفضل مثل لها حول مقبرة الشيخ الشاذلى في جنوبي الصحراء الشرقية .

• الصخور البركانية القديمة وغير المتحولة : وأفضل مثل لها في جبل الدخان في شمالي الصحراء الشرقية .

• الصخور البركانية الحديثة أو الصغيرة : وهي على مدى طويل منذ ما بعد الجرانيت ، حتى التي هي أحدث متمثلة في

الطفوح البازلتية في أنحاء كثيرة من التراب المصري ، أما الحديث منها فينتشر على طول الصحراء الشرقية وعرضها شمالاً وجنوباً .

ذاك نوع من ترتيب السجل الصخري وتقسيمه عبر زمان جيولوجي طويل طويل ، يقاس مداه ويقدر بملايين ومئات

الملايين من السنين ، بل إنه في كثير من الأحيان يقف التقدير - حتى الافتراضى منه - عاجزاً عن إبراز أى رقم تقديري لتلك

الأزمان السحيقة الضاربة في الحياة المستترة للأرض وفي الحياة الظاهرة منها .

وليس ذلك بالعمل السهل ولا الهين ، وإنما هو عمل يحتاج إلى تجميع هائل للبيانات والمعلومات ويحتاج إلى مهارة علمية ،

وتحليل علمي كبير وعظيم .

كل ذلك مع أرضية علمية متمكنة عند من يتعرضون لمثل ذلك العمل . وبالطبيعة لا يوجد ذلك التسلسل الكامل في

صحرائنا ولا في جزء منها ؛ وإنما هو مضاهاة لجزء هنا بجزء هناك ظاهر على السطح ، ثم متابعة لتفصيلات ذاك الجزء ومقارنتها

بغيرها ؛ حتى تتربط السلسلة وتتابع التكوينات في مخيلة العالم وذهنه ، وتخرج إلى الوجود : هذا أسفل ذاك ، وتلك تسبق هذه

في سلم الزمان .

\* \* \*

ونأتى هنا إلى تصنيف آخر من بين الكثير من المحاولات لتصنيف صخور مصر ، ومرة أخرى نقول : إن مثل تلك المحاولات

تتم جميعها في صحرائنا الشرقية ؛ لأنها تحوى أكمل سجل صخري في تراب مصر وأظهره .

التقسيم ( الثاني ) : وهو لواحد من أبرز علمائنا في الجيولوجيا - تقسيم الشاذلى \* عام ١٩٦٤ .

| الزمان                               | العمر بملايين<br>السنين | درجة<br>التحول | الأحداث                                                  | الوحدات الصخرية الناتجة                                                  |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| الاوليجوسين                          |                         |                | بركة                                                     | طفوح وطباق بازلتية ودوليريتية                                            |
| الطباشيري المتأخر حتى الثلاثي المبكر | ٨٠ - ٥٥                 |                | بركة وتداخلات نارية                                      | طباق وقواطع وحلقات ومخروطات                                              |
| الكريوني حتى الطباشيري المتأخر       | ؟                       |                | جفاف وتعرية ونقل وترسيب                                  | بركانية قلوية ( تراكيت )<br>الأحجار الرملية النوبية                      |
| تعرية أنتجت سطوح عدم توافق           |                         |                |                                                          |                                                                          |
| السلوري حتى الديفوني                 | ٣٠٠ - ٢٨٠               |                | بركة وتداخلات نارية                                      | قواطع بركانية فيما بعد نهاية تكوين<br>الجرانيت                           |
|                                      | ؟                       |                | ؟                                                        | ؟                                                                        |
| الكمبري حتى الاردوفيسي               | ٤٧٠ - ٤٢٠               |                | تحركات أرضية وانثاق للجرانيت<br>الدورة الترسيبية الثالثة | الجرانيت الأحمر ( القطار )<br>تكوينات العجلة والحمامات                   |
| تعرية أنتجت سطوح عدم توافق           |                         |                |                                                          |                                                                          |
|                                      |                         |                | بركة نشطة                                                | بركانيات الدخان                                                          |
| ما قبل الكمبري المتأخر               |                         |                | الحركة الثانية لبناء الجبال                              | الجرانيت الرمادي                                                         |
| حتى ما قبل الكمبري الأوسط            | ٥٩٠ - ٦٠٠               |                | تداخلات نارية                                            | السريتين وصخور البرامية ، صخور                                           |
|                                      |                         |                | تداخلات نارية                                            | فوق قاعدية                                                               |
|                                      |                         |                | بركة نشطة                                                | بازلت ودوليريت واندسيت . .                                               |
|                                      |                         |                | الدورة الترسيبية الثانية                                 | متحولة<br>شست وصخور طينية                                                |
| تعرية أنتجت سطوح عدم توافق           |                         |                |                                                          |                                                                          |
|                                      |                         |                | الحركة الأولى لبناء الجبال                               | صخور بركانية وجرانيت بقاياها                                             |
|                                      |                         |                | بركة وتداخلات نارية                                      | محفوظة فيما جاء بعدها من منتجات<br>الدورة الترسيبية الثانية .            |
|                                      |                         |                | مزامنة للحركة الأولى                                     |                                                                          |
|                                      |                         |                | لبناء الجبال                                             |                                                                          |
| ما قبل الكمبري المبكر؟               |                         |                | الدورة الترسيبية الأولى                                  | صخور طينية وجيرية وغيرها تحولت<br>إلى النيس وارتفعت بانثاقات<br>الجرانيت |

### ١ - زمان ما قبل الكمبرى :

منذ نحو ٧١٠ إلى ١٠٠٠ مليون سنة وهي مرحلة تشكلت فيها أحواض الترسيب بانخفاضات في الأرض هنا وهناك ، وتركزت فيها حركات بناء الجبال الرئيسية في مصر ، ولقد تكونت نوعيات الصخور الآتية في ذلك الزمان .

١ - ٤ قذفات بركانية في أحواض الترسيب القديمة والهائلة .

١ - ٣ تداخلات نارية مزمنة للقذفات البركانية أنتجت صخوراً مثل الديوريت والجرانيت البلاجيوكلازى منذ قرابة ٩٠٠ مليون سنة .

١ - ٢ البركة الرئيسية إبان الترسيب القديم والتي أسفرت عن تكوين صخور السربنتين وأشباهاها ، وكذلك البركانيات الحامضية والقاعدية والمتوسطة التركيب ( نسبة إلى تركيز السيليكا فيها ) .

١ - ١ الرسوبيات القديمة التي تحولت فيما بعد إلى رسوبيات متحولة تختلف فيها درجات التحول من قوية إلى ضعيفة .

### ٢ - زمان ما قبل الكمبرى حتى ما قبل الكربونى :

منذ ٦٤٠ - ٤٨٠ مليون سنة ، وهو زمان مابعد الترسيبات الأولى والحركات الأرضية المتأخرة ، وتتكون نوعياته الصخرية على النحو التالى .

٢ - ٤ بركانيات مابعد حركات بناء الجبال .

٢ - ٣ تداخلات نارية مابعد حركات بناء الجبال ، وما صاحب ذلك من نوعيات صخرية مثل جرانيت أسوان .

٢ - ٢ التداخلات النارية المتأخرة وما معها من نوعيات صخرية مثل عروق الكورت وغيرها .

٢ - ١ مابعد الرسوبيات القديمة وما صاحب ذلك من بركانيات .

### ٣ - زمان الطباشيرى حتى الثلاثى الحديث :

ويمتد ذلك الزمان من ١٨٠ إلى ٤٠ مليون سنة ، ويشتمل على مرحلة البركة الأخيرة في جبهة اليابسة المتقدمة ، وتنوع صخور هذا الزمان على النحو التالى :

٣ - ٢ البركانيات القاعدية مثل البازلت والدوليريت الموجودة : إما على شكل طبقات ، أو طفوح بركانية .

٣ - ١ البركانيات القلوية مع بعض التداخلات الثانوية : ومن أمثلة تلك البركانيات القلوية - صخور التراكييت والنيقلين سيانيت ( وهذا الأخير يعتبر من خامات الألومنيوم في مصر وغيرها ) .

والآن : فلنقارن بين التصنيفين اللذين ذكرناهما من بين الكثير من اجتهادات جيولوجيين آخرين . ونحن إذ نفعل - سنجد أن تصنيف العقاد والرمل ( ١٩٦٠ ) قد وُضع أساساً بناء على دراسة العلاقات بين الصخور في الحقل أو في الصحراء حيث

هى موجودة ، ومدى الترابط أو التوافق بين الوحدات الصخرية المختلفة ، ثم بين كل ذلك وبين سطوح عدم التوافق التى تحدثها عوامل التعرية فى أزمانها المتطاولة ، وكذلك الأحداث الجيولوجية التى يمكن استقراؤها من واقع حال تلك الصخور وماهى عليه . ومع أن كلا التقسيمين أو التصنيفين لصخور القاعدة فى التراب المصرى والمدروسة على واقع حال الصحراء الشرقية اليوم - بينهما نقاط تشابه كثيرة ؛ فإن اختلافات لها أهميتها قد لوحظت كذلك مثل :

١ - كلا التصنيفين انتقدما سبقه ، واتفقا على أن صخور القاعدة فى التراب المصرى يبلغ عمرها عصر ما قبل الكبرى المتأخر .

٢ - استخدم الشاذلى غالباً التسلسل الزمنى الذى قدمه واضعاً التصنيف الآخر فيما عدا إضافته لجرائيت أسوان الذى لم يتضمنه التصنيف الآخر .

٣ - يعتقد العقاد والرملى وجود مجموعتين من الصخور الرسوبية المتحولة تنتميان لحركتين أرضيتين مختلفتين وتنفصلان بعضهما عن بعض بسطوح عدم توافق نتيجة لزمان طال بينها وعريدت فيه عوامل التعرية بها ، وهما يبينان اعتقادهما ذاك على الاختلاف الواضح فى درجة التحول والتطابق الحجرى بين النوعين ؛ كما بدا لها فى بعض مناطق الصحراء الشرقية الجنوبية ( حفافيت مثلاً ) وأن دورة ترسيبية ثالثة تتكون أساساً من صخور غير متحولة وبعض البركانيات تكون ما أسماه بمجموعة الحمامات ( وهى مجموعة صخرية سميت نسبة لمكان وجودها بمنطقة الحمامات بالصحراء الشرقية ) تلك الدورة التى أنتجت صخور الحمامات هى الحدث الأخير فى مجال الترسيب القديم . وإن قاعدة تلك الطبقات تكوينات صخرية متميزة ، أحسن مثل لوجودها فى منطقة العجلة بالصحراء الشرقية أيضاً ، ومن ثم سميت بتكوينات العجلة .

وفى المقابل : نجد تصنيف الشاذلى لصخور القاعدة فى تراب مصر قد أورد سلسلة ترسيبية حوضية واحدة فقط ، ثم سلسلة لاحقة ، ثم حركة لبناء الجبال متأخرة متبوعة بمرحلة بركانية ، ثم إنه لم يترك التطابق الحجرى الذى نوه عنه صاحب التصنيف الأول دون تعليق ، فنجدته يقول : إن التغيير فى التطابق الحجرى الملحوظ سابقاً فى منطقة حفافيت إنما مرجعه بعض التغيير فى درجة تحول الصخور ، ومن ثم فهاتان النوعيتان قد اعتبرهما ممثلتين لمنتجات الحوض الترسيبى القديم .

٤ - كذلك بركانيات الدخان أو البركانيات القديمة قد اعتبرها العقاد والرملى بركانيات غير متحولة ، وأنها أقدم أو أكبر عمراً من تكوينات العجلة الصخرية التى تشكل قاعدة لمجموعة صخور الحمامات من بعدها ، إلا أنها - بركانيات الدخان - أصغر عمراً من الجرائيت الرمادى ، وعلى العكس من ذلك نجد الشاذلى يصف بركانيات الدخان كواحدة من منتجات الحركة الرئيسية لبناء الجبال فى مصر .

تلك باختصار شديد نماذج لاجتهادات العلماء الجيولوجيين المصريين فى تصنيف وترتيب صخور مصر واستقراء حوادث الماضى البعيد الذى كان ترابنا مسرحاً له من بركة إلى زلزلة إلى تصدع إلى جفاف وتعرية إلى ترسيب وهلم جراً . .

وأخيراً . .

خمدت البراكين . . وهدأت الزلازل . . واستقرت الأرض في بلادنا وانزاح عنها حزام البراكين العالمي إلى أماكن أخرى من عالم اليوم بعد أن كنا في نطاقه في عالم الأمس .

\* \* \*

تكلمنا فيما تكلمنا فيه منذ قليل عن السلم الزمني وتعاقب الطبقات . . ومضاهاتها أو توافقها أو عدم توافقها وما إلى ذلك . ولعلنا لانحصى في هذا المجال إلى أبعد من ذلك دون أن نعمل على توضيح تلك الأمور توضيحاً تسمح به تلك النوعية من الكتابة العلمية المبسطة .

**فالسلم الزمني الجيولوجي** خلاصة لعمل دعوب متواصل ، ولعدد من أجيال العلماء متعاقب في مجال علوم الأرض بغية وضع نظام تأريخي يمكن به تحديد زمان وقوع حادث معين ؛ كما نفعل في التاريخ الهجري أو الميلادي مثلاً ، ولكن الفرق هنا شاسع : فبالتأريخين المذكورين ، نحدد أموراً تقع في نطاق ألف العام أو نحوها ، أما بالزمن الجيولوجي فمطلوب أن نحدد أحداثاً وقعت منذ تكوين الأرض حتى يومنا هذا ، أي في نطاق الملايين من الأعوام ، ومن ثم كان لبناء ذلك السلم الزمني الجيولوجي متطلبات وعرة المنال صعبة الإدراك :

من متطلباته مثلاً قانون تعاقب الطبقات ؛ أي نظام تتابعها الواحدة فوق الأخرى بحيث تكون كل طبقة أحدث مما تحتها ، وذلك أمر هين لو أن الأمور في الطبيعة تسير على هذا القدر من السهولة والبسر ، ولكن الواقع أن لاثبات في هذا الكون ، ألم نتكلم كثيراً في الصفحات الماضية عن الزلزلة والبركة وعن حركات بناء الجبال وانخفاضات الأرض في أحواض الترسيب وعن التواءات وتعرية وتآكلات في طباق الأرض وعن نقل وترسيب من مكان إلى مكان وعن تحولات في الصخر بالضغط والحرارة وعن حقن لطباق الأرض بمصهور الباطن ؟ الحق أن عدداً كثيراً من العوامل يؤثر على مكونات الأرض ، ولا يبقى على حال كانت عليه عند تكوينها . كان من الممكن - لو أن كل شيء يبقى على حاله - تقدير الأعمار النسبية في يسر وسهولة لجميع الطبقات منسوبة إلى طبقة معينة بالذات في عملية تسمى الترابط أو المضاهاة أو التوفيق بين الطبقات كما ذكرنا في بعض ماسبق .

### والترابط عندئذ نوعان :

ترابط بنوعية الأحجار ، وترابط بنوعية الحفريات ، ولكل صفات وخصائص وضوابط ، ولكن مثل تلك الطريقة في التوفيق أو الربط أو المضاهاة لا تكون مأمونة وصحيحة نسبياً إلا عندما تستعمل للتوفيق بين الطبقات في منطقة ترسيبية واحدة ، أما في المناطق المتباعدة فغالباً ما تكون الترسيبات مختلفة نوعاً وحجماً أو كيفاً وكماً باختلاف ظروف البيئة الترسيبية . ومن ثم . كانت تلك العمليات صعبة غير ميسورة . وخاصة في حالات التوفيق الحجري لعمل سلم زمني يستدل به على تاريخ الحوادث في مسرح الأمس ، بعيدة والقريب : فهناك مثلاً قد يحدث ما يسمى بالـ **Overlap** حيث يكون هناك هبوط أو

انخفاض أرضي في اليابسة على حواف الأحواض الترسيبية بأكثر مما يكون تحت الماء ذاته ، فتتخطى كل طبقة مانعتها ، ولا يكون التعاقب سليماً ، كما قد يحدث **تغير جانبي** للصخور المتكونة ، وهذا يحدث غالباً في الطبقات التي ترسب بالقرب من الشواطئ : فعندما ترسب طبقة بالقرب من الشاطئ في أحواض الترسيب ( وبالمناسبة أحواض الترسيب التي نغنى هي البحار والمحيطات سواء في اليوم أو في الأمس ) يغلب عليها التركيب الرملی ، فإذا ماتبعناها بعيداً عن الشاطئ نجدها تتحول تدريجاً إلى التركيب الطيني ، ومن ثم فإنه عند حدوث صدع في تلك الرسوبيات أو تكوين وادٍ مثلاً فإنه يظهر على كل من الجانبين نتائج مختلف عن الآخر من حيث التركيب الحجري قد يؤدي إلى تقرير تعاقب يختلف في الحالتين ، وقد يعزى خطأ لوجود فائق ارتفع بجانب وانخفض بالآخر في حين أن واقع الحال غير ذلك .

كذلك من صعوبات التوفيق الحجري في طباق الأرض - ما يسمى **بعدم التوافق** ، هنا نجد مجموعتين من الصخور : إحداهما وهي السفلى مكونة من نوعيات معينة ، والأخرى وهي العليا من نوعيات أخرى ؛ ويحدث عدم التوافق في الطبقات بأن يستمر الترسيب في الحالة الأولى فتتكون المجموعة الأولى ، ثم يعقب ذلك تقلصات أرضية ترتفع بها تلك النوعيات من قاع حوض الترسيب ، فينحسر الماء وتبدو على السطح ويتوقف الترسيب . وهنا قد تتجعد تلك الطبقات أو تكون فريسة لعوامل التعرية لزمان قد يطول وقد يقصر ، وتعود للأيام كرثها ، فنخفض الأرض من جديد ، ليس ذلك في زمان بالأيام ولا بالسنين بعشرات ومئات وألوف ، ولكن عملاً كهذا مقياسه بملايين السنين . . بعدها يطفى الماء ، يمتد البحر ، يعود الترسيب وتتكون طباق أخرى . . عند الفحص لن تكون الطبقات متتابعة . فهنا نقص لطبقة أو اثنتين وهناك ثلاث أو أربع . . وهنا اختلاف في الوضع بين الطبقات للمجموعتين وغير ذلك من عوامل عدم التوافق . . وإذا لم يكن هناك دليل آخر كوجود حفريات مثلاً فما أصعب البحث ! وما أشقه على الباحث !

أما فيما يختص بالصخور النارية فهناك قواعد ثلاث على الأقل تساعد على تقرير العمر النسبي لبعضها وللصخور الرسوبية التي قد تصحبها . .

**فأولاً :** إذا وجد صخر ناري متداخلاً في صخر رسوبي أو في صخر ناري آخر فالصخر المتداخل طبعاً أحدث من الصخور التي دخل فيها .

**وثانياً :** إذا تقاطع سدان أو عرقان من الصخور النارية فالقاطع أحدث من المقطوع .

**وثالثاً :** إذا احتوى صخر قطعاً أو حصيات من صخور أخرى فهذه الحصيات أو القطع كبرت أو صغرت أقدم من الصخر الذي يحتويها .

ولعل ذلك يوضح بعض ماجاء في التصنيفات السابقة وكيف تمت تقديرات السلم الزمني الذي على أساسه وضع التأريخ الجيولوجي لصحرائنا بصخورها وتراها .

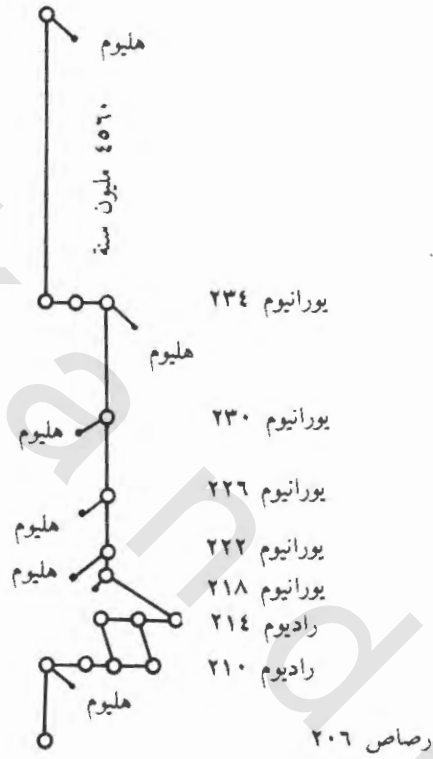
\*\*\*

ولكن . . . كان كل ذلك تقديراً نسبياً . . . ألا يوجد تقدير مطلق لعمر الصخور . . ؟

وعلى ذكر تقدير العمر المطلق هذا علينا أن نتذكر هنا ما قلنا به من قبل في صدد تقدير العمر النسبي للصخور ، وكان المعنى في ذلك ماسمى بتطابق أو تماثل الطبقات من حيث إنها أصغر أو أكبر من طبقات سواها . ولكن حديثاً ماعاد ذاك القانون - قانون التماثل أو المضاهاة - ذا نفع كبير . وإذا كان هو ذاك في حالة الصخور الرسوبية فلاشك أنه دون ذاك بكثير في الصخور النارية : ففي الأولى حفريات حيوانية أو نباتية وشواهد أخرى قد تعين وتنفع ، ولكن في الأخرى هي غائبة تماماً ، ومن ثم فلاعون ولا نفع . كان إذن التماثل أو مضاهاة الصخور ، وصولاً إلى عمر تقديري أو افتراضى في حالة الصخور النارية ضرباً من التخمين ، كثيراً ما أضلّ ولم يَهْد ! لذلك ارتفعت الأصوات بين علماء الجيولوجيا أخيراً قوية ضد هذا المبدأ القانونى في علم الجيولوجيا ، بل إن عالماً جيولوجياً ألمانياً يدعى بيولوف قد أخذ ينكر تماماً أن يكون مبدأ التماثل ذا نفع من أى نوع ، وأن أى نتيجة بنيت عليه إنما هي خاطئة من أساسها ، وكثيراً ما يحدث أن تقف الحقيقة في مكان ما في منتصف الطريق بين وجهتى نظر متناقضتين تماماً ، عندئذ ، فإن الدور الرئيسى تقوم به عملية إحصاء منتظم ومدروس يكون من نتيجتها تحديد الحالات التى يمكن تطبيق أى من المبادئ فيها ، وليكن مبدأ التماثل في حالتنا هذه مثلاً . من هنا : كان تقدير العمر المطلق للصخور فارساً جديداً في الميدان أهم وأدق . وعملية قياس التقدير المطلق لعمر صخرة من الصخور تتم بقياس الأشعة المنبعثة من العناصر المشعة ، وهكذا فإن الطريقة الإشعاعية تعتبر أكثر دقة : ولايضاح ذلك بطريقة مبسطة بقدر الإمكان نقول : إن من بين العناصر عناصر تعتبر غير مستقرة ومن ثم تكون مشعة . وأن نشاطها الإشعاعى يستغرق فترة محددة تختلف باختلاف العنصر وتسلسل الإشعاع منه ؛ كما أن نشاط تلك العناصر غير المستقرة يستمر حتى تبلغ حد الاستقرار باستقرار النواة منتجة عندئذ عنصراً غير مشع : فمثلاً ينحل اليورانيوم ٢٣٨ بالإشعاع متحولاً إلى رصاص (٢٠٦) وذرات من غاز الهليوم ، ويتم هذا التحول في فترة زمنية يمكن حسابها بحسابنا المعدل الإشعاع وتسلسل التفاعل . وفي الطبيعة بدأ اليورانيوم ٢٣٨ هذا في الإشعاع والانحلال ليتحول إلى رصاص ٢٠٦ منذ لحظة تبلوره في الصخر . لذا فإن عمر الصخر تكون حيثئذ له علاقة ثابتة بنسبة الهليوم إلى اليورانيوم ؛ كما تكون له ذات العلاقة الثابتة بنسبة الرصاص المتكون من إشعاع اليورانيوم تقديراً إلى نسبة اليورانيوم في الصخر . وليس هذا هو التحلل الوحيد الذى يجرى في الصخور ، بل هناك تحللات إشعاعية عدة . كذلك تعتبر طريقة بوتاسيوم - أرجون واحدة من الطرق التى هي أكثر شيوعاً وانتشاراً في هذا المجال : فمن المعروف أنه بمرور الوقت يتحول البوتاسيوم ٤٠ إلى أرجون ٤٠ ، وتمتد مدة التحول النصفى - أى نصف عمر البوتاسيوم حتى يتحول إلى أرجون تماماً - حوالى ١٣٠٠ مليون سنة . ومن التقديرات الدقيقة لكمية البوتاسيوم ٤٠ المتبقية ونتائج التحول للأرجون يمكن تحديد العمر المطلق للصخور المطلوب تقدير عمرها ، أى وقت تكوينها .

ولكن حتى مع ماسمى بالعمر المطلق فإن هناك علامة استفهام لم تزل على ذاك الطريق متأرجحة ! إن تلك الطريقة مبنية على اعتبار أن مدة التحول النصفى للعناصر الذرية ثابتة ، فهل هذا هو الواقع ؟ ذاك أمر لم يبت فيه بعد ، ولاغربة ؛ فذاك هو العلم ماضياً دون توقف . .

## يورانيوم ٢٣٨



التاريخ الإشعاعي كما يظهر في تمثيل بياني لتحلل عنصر اليورانيوم ٢٣٨ إلى رصاص ٢٠٦ وغاز الهليوم. لاحظ الخطى الوسيطة الكثيرة مع انحلال الهليوم في كل خطوة

## (١١) الطبوغرافيا العامة للتراب المصرى

بعد ذلك . . لننظر الآن فى الشكل العام الذى صارت إليه تلك السلاسل الصخرية التى تكلمنا فى وصفها وترتيبها ، إنها نهاية التراب المصرى ، وغاية مصر اليوم .

فمصر اليوم وغالباً كانت فى الماضى بين المناطق الباردة المعتدلة وبين المناطق الحارة الاستوائية من سطح الكرة الأرضية ، وهى بذلك تكون جزءاً كاملاً من منطقة الصحراء العظمى التى تطوق جزءاً كبيراً من المعمورة . ولهذا فصخورها معرضة لعوامل التعرية الشديدة نتيجة لهذا الموقع : فالتغيرات الكبيرة فى درجات الحرارة وما ينشأ عنها من تشقق لأكثر الصخور صلابة نارية وغير نارية ، وكذلك العواصف الممطرة التى تزيد ندرتها الشديدة من تأثيرها فى التعرية ، ثم الرياح العاتية التى تخترق مزججة السهول الفسيحة دون حائل مكتسحة أمامها كل المواد الخفيفة التى تعترضها - كل ذلك هى العوامل التى تشكل معالم مصر الحالية ، والتى تعطىها المظهر الخارجى لترابها الذى نراه اليوم ، وهو بالقطع مظهر مغاير لزمان تشكلت فيه تلك الصخور بالترسيب أو بالاندفاع الصحارى من الباطن أو بانبثاق الجرانيت من الأعماق .

لذلك رأيت بعد أن اتفقنا معاً على صخور مصر نوعاً وكماً مساحياً بقدر الإمكان - رأيت أن نرتفع ونرتفع لننظر بعين طائر تمتاز بالشمول والواقعية إلى أرض مصر ككل ، فنراها كصورة متكاملة ، وننفحص مافى سطحها من تباين واختلاف . . ذاك هو النيل ، النهر العظيم يضى وسط القفار الواسعة متكسباً حلتة الخضراء التى تبدو فضفاضة هنا أو دون ذلك هناك . ويمتد وادى النيل دونما فاصل تدريجى بينه وبين ما يحيط به من صحراوات قاحلة تكون الجزء الأكبر من للتراب المصرى . ويجد المرء بين صفحات كتاب جيولوجية مصر للعالم الجيولوجى هيوم الذى كان بين واضعى أساسيات هذا العلم فى مصر وصفاً شائعاً ومستفيضاً فى ذلك ، يقول :

إن أرض مصر - وإن كانت فى شكلها العام متباينة التكوين أرضاً فى إطارها العام متألقة ، وهى تكون جزءاً من قارة أفريقيا قد تعرضت فيما مضى من زمان لتغيرات عدة تركت على معالم سطحها آثاراً لا يمكن كراً الأيام والليالى أن تمحوها فى يسر وسهولة . ففى خلال جميع عصورها الجيولوجية المعروفة قد شاركت حافتها الغربية والشمالية فى مصير الأجزاء الجنوبية من أوروبا والشمالية من أفريقيا على حين تتحكم عوامل المحيط الهندى والقارة الأفريقية فى الشرق والغرب من أرضها التى ظلت ميداناً للنضال بين هذه التأثيرات على مدى وجودها .

ولعل آخر تلك العلامات البارزة فى مسار التغير الجيولوجى ما حدث فى بعض العصور من غزو البحر الأبيض المتوسط لأرض مصر حتى الجنوب ، وإلى خط وهمى يربط بين الواحات الخارجة فى صحراء مصر الغربية والقصير على البحر الأحمر فى الصحراء الشرقية .

ولقد كان الغزو البحرى آتياً من الشمال ، ولذلك كانت الحفريات الموجودة تدل على حياة أقرب إلى مثيلاتها في أوروبا بأكثر منها في آسيا ، ولقارئة معظم أنواعها نرجع لمثيلات لها في فرنسا والبرتغال والجزائر لا إلى ماكان في أواسط أفريقيا أو الهند . ولقد كان موقع الصحراء الغربية في ذاك الزمان يشكل حوضاً كبيراً من أحواض الترسيب لاتعتوره مرتفعات بمثل مافي الصحراء الشرقية من جبال وتلال ، ومن ثم كان الترسيب كثيراً وكثيفاً وكانت الطبقات الرسوبية بعد ذلك هائلة الغلظ عظيمة البنيان حتى إننا لنرى اليوم في البرية القاحلة بين وادى النيل والواحات سهولاً مغطاة بأصداف المحار أو بأنواع من قنافذ البحر أو أصداف ( غديات ) شبيهة بقطع النقود المعدنية منتشرة هنا وهناك .

ويتكشف المنظر أحياناً أمام عين الراى حتى لتبدو وكأنما تنظر موجة طافية من آثار حيوية مائية يخيم عليها الصمت ، وتحضنها الصخور وقد فارقتها الحركة والحياة ! إنها تنبئ بتاريخ طغيان البحر على الأرض وانحساره عنها ، وتظهر تغيرات الحيوانات التى سكنت تلالها وجابت بحارها ، وكذلك بعوامل الغماء والانذار التى توالى عليها حتى اليوم الذى ظهر فيه الإنسان على المسرح ، فاندجعت منذئذ صفحات الجيولوجيا في سجلات التاريخ الإنسانى الرائعة .

وهكذا - استكمالاً للنظرة الشمولية للسطح الظاهر للتراب المصرى - نجد أنه يمتد من البحر الأبيض المتوسط شمالاً حتى خط ٢٢ شمالاً باتجاه جنوب القطر المصرى وحدود السودان . وإذا ما نظرنا في الصحراء الشرقية فإن جزأها الغربى يرتفع في الشمال إلى سلسلة جبال عتاقة والجلالة جنوب السويس متميزة بتشابه مناظرها ، فإذا ما تسلقنا جرف تلك الهضبة لانرى غير سهل لا يظهر به أى مرتفع مهما استطال مدى النظر . سهل من الصخر الجيرى العارى أو المغطى بحصى المرو والصوان الأبيض يتلألأ في ضوء الشمس ، وهو فضاء واسع هربت منه الحياة ، يُخدع فيه الراى بالسراب ، يريه الجرف الواطئ جبلاً أشم . وتتكرر الهضبة إذا ما اقتربنا من حوافها إلى ضروب من المخروطات العجيبة الشكل ، أو إلى حديمات مسطحة أو أشراف مستطيلة . . وينتهى ذاك المنظر أخيراً فوق منخفضات الحجر الرملى أو الوديان المنحوتة في حوائط وعرة نحتاً عميقاً . ويعدل التغير الذى يطرأ على التركيب الجيولوجى إلى حد ما الصفات الخاصة بجزء من الصحراء الغربية لمصر ، حيث في شالها - غرب القاهرة مثلاً - يكون الزلط سهولاً مموجة سمراء أو داكنة اللون لاتكتنفها أية ظاهرة شاذة تسترعى النظر ، ويمتد فيها بين الفيوم والواحة البحرية نطاق من الأرض تأكلت فيه تلك الطبقات السهلة التعرية ، فأصبحت تلالاً مسطحة ومخروطات ترتفع فجأة من سهول الحجر الجيرى الأبيض ، ثم يحف بهضبة الحجر الجيرى تلك إلى الجنوب والشرق نطاق من الحجر الرملى والأحجار الطينية الصفائحية . ويمتد ذاك إلى سيناء والصحراء الشرقية . وقد تكونت نتيجة لسهولة التعرية في تلك المناطق مجموعات واضحة من مساحات واسعة وسهول رملية تفصل تلك المساحات من التلال المتفككة عن هضاب الحجر الرملى المستوية القمم .

وعلى هذا المنوال نشأت قرابة مائتى كيلو متر في مقدمة وادى قنا بالصحراء الشرقية . وهو منخفض مختلف الاتساع بين جرف الحجر الجيرى في الغرب وبين السلاسل المختلفة من الجرانيت والشيست وغيرها التى تكون جبال البحر الأحمر . على النقيض مما سبق ذكره في صحارى مصر - القفار الجبلية التى تشغل قرابة ١/٤ مساحة مصر الكلية ، أى نحو مائتى ألف

كيلو متر مربع ، ترى من خليج السويس والعقبة والبحر الأحمر على شكل مجموعات وسلاسل جبالية وعرة ذات أشكال مختلفة ومنحدرات شديدة . ويتردد ارتفاع جبال البحر الأحمر في مصر - فهي ممتدة كذلك في السودان وماوراءه ، وجبال سيناء - بين ألفين وألفين وستائة متر ، وهي كثيراً ما تبرز فجأة من بين خليط معقد من الأودية الضيقة ، أو مجموعة معقدة من التلال الصغيرة تشبه رءوسها حد سكين مسننة أو من جروف موحشة مخيفة .

وتعتبر التلال التي تتكون من الجرانيت أو النيس ( أى الصخور البلورية ) أكثرها أثراً في النفس : فالوانها الرمادية كلون الصلب ، وجوانبها الملساء الشديدة الانحدار وأشكالها المختلفة - كل ذلك يجعلها من المعالم البارزة في المنظر العام ، وليس هناك بحيرات تعكس منحدراتها الوعرة العارية على صفحات مياهها ، ولا تلوج تملأ حفراها ، أو ثلاجات تنحدر إلى خواتم مرتفعاتها ، ولا زرع جميل يضيئ مسحة من الرقة على قسوتها ووحشتها . ولا توجد بعض الزروع والنباتات الصحراوية إلا حيناً تجري مياه العواصف في الأودية الرئيسية ، كما توجد واحات صغيرة من النخيل والسيال وما إليها تعطى صوراً مملوءة بحياة وجمال لا يخطران على بال أحد ، صوراً تأخذ بالألباب نظراً للتلال الوعرة المحيطة . وفي سيناء تجري نهيرات : يحف بها أنواع من السرخس ، كذلك تزين أشجار مزهرة جميلة المضائق التي بين سلاسل جبال جرانيت الشايب وقطار ، وإلى أقصى الجنوب تغطي الأشجار والشجيرات التي تفوق في وفرة أوراقها ولونها تلك التي تعيش في مناخ أكثر اعتدالاً - الفراغات على جوانب جبل علة في أقصى جنوبي الصحراء الشرقية المصرية الذي يستقبل رطوبة الرياح الجنوبية ، كذلك تمتلئ فراغات جبال أبو طربوش وموسى بجنوبي سيناء بأشجار الصنوبر العالية السامقة وتمتلئ الشقوق بالجليد الأبيض الناصع في شهور الشتاء ، أما الأودية فتموج بعطر الشيع والزعر وعتر الجبل وغيرها وغيرها . .

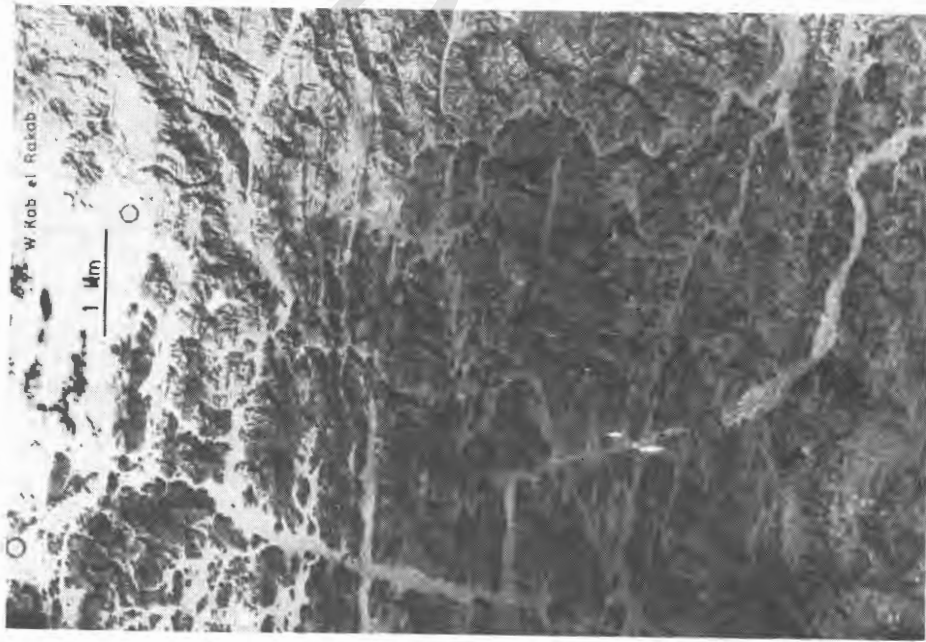
ويصحب التغير الجيولوجي من جرانيت إلى شيست وصخور متحولة أخرى تغير تام في طبيعة المنظر ، فإذا وجدت هذه الصخور المتحولة فقدت التلال شكلها البارز ، وفقدت الأودية نضرة قاعها ، وتتعاقب المرتفعات ذات القمم المخروطية واللون الأخضر القاتم بعضها إثر البعض في سلسلة ممتدة ، وتدل الشجيرات القليلة الجافة على محاولات الحياة لتسجيل وجودها تحت أكثر الظروف قسوة . وهنا تغطي المنحدرات الموحشة الخربة بأجزاء متكسرة من الصخر في شكل كومات . .

وسبب ازدياد تنوع الأشكال سواء في منطقة الشيست والصخور المتحولة وغيرها ، أو في المنطقة المعروفة بأنها جرانيتية - وجود عدد لا يحصى من السدود الرأسية الرفيعة وعروق الصخر الناري التي تقطع الأرض في كل اتجاه ، وكثير منها أصلب وأكثر قدرة على الصمود للتعرية من تلك التي تداخلت فيها ، ومن ثم فهي التي تحدد ارتفاع عدد كبير من سلاسل الجبال الضيقة ، أو تقوم في السهول نتيجة لعوامل التعرية على شكل جروف حادة .

وفي كثير من الأحيان تكون تلك العروق النارية البركانية موازياً بعضها لبعضها الآخر ، ومن ثم تكون منطقة سدود رأسية بطريقة التعرية متفاوتة التي ترتفع بها الصخور الصلبة من خمسين متراً إلى ثلثمائة متر عن الأودية الضيقة التي تفصلها ، وبالعكس إذا ما تأكلت هذه السدود الرأسية بأسرع من الصخور التي تداخلت فيها تكونت مجار عميقة نتيجة لسرعة تأكلها ، وبذلك تسهل عملية الصعود على منحدرات الجبال الشامخة .



هكذا تظهر الصحراء الشرقية بصخورها المعقدة والمقطعة في الصور الجوية



أرض القواطع في منطقة جبل كدابورا بوسط الصحراء الشرقية

بعد ذلك مهما كبرت أهمية هضبة الحجر الجيرى ، والحجر الرملى ، والمنطقة الجبلية القفرة المكونة من الصخور المركبة --  
صخور القاعدة لتراب مصر والمحتوية على النقط الأساسية اللازمة لمعرفة التاريخ الجيولوجى له -- فإن كل ذلك يعتبر حتى اليوم  
ثانويًا إذا ما قورنت بمنخفض وادى النيل الضيق . ذلك بالطبع لأنه مصدر الحياة الآتية ومقل لأقدم الحضارات على  
الأرض . . ومع ذلك فالنيل إذ يجرى من أراضي الجنوب الغربية المطر في إثيوبيا وجنوب السودان وأوغندا ووسط أفريقيا مخترقاً  
الصحراء المقفرة المدارية والشبيهة بالمدارية والتي أفصنا في بعض ذكرها سابقاً حتى مناطق البحر الأبيض المتوسط الساحلية شمالاً  
في مسار طويل يمتد آلاف الكيلو مترات -- إنما يقدم للدارسين الجيولوجيين سجلاً جيولوجياً عظيم الأهمية بجانب ما يمكن تتبعه  
من حوله بما أدى إلى بزوغ فجر التاريخ الإنسانى فى النهاية .

أخيراً تلك هى مصر ، وذلك هو تراب مصر . .

تلك هى أرض مصر التى بين خطى عرض ٢٢/٠٠ ، ٣١/١٥ شمالاً ،

وذلك هو التراب المصرى بين خطى طول ٢٤/٠٠ ، ٣٧/٠٠ شرقاً .

هل ترسبت طبقاتها ، وتوددت فى الأعماق جذور جبالها ، وانفجرت براكينها ، فأعطت أنواعا من الصخور تتعدد كمّاً  
وكيفاً ؟ هل كان كل ذلك فى الماضى ، ثم هو باق حيث كان بالشكل والتركيب كما نراه اليوم ؟ لا ، وإنما تأكلت الأرض  
ودُمرت الصخور ، وانخفضت هامات الجبال ، وتعمقت قيعان الأودية ، وتغيرت الصورة فى كثير من عمومياتها وتفصيلاتها  
عما كانت يوم كانت أول مرة . . ولكل ذلك عوامل ومسببات أهمها على مر الزمان وكرر الحدثنان :

١ - تغيرات درجات الحرارة وأثرها .

٢ - تأثير الرياح وفعل الرمال .

٣ - أمطار الصحراء وبخاصة العواصف الممطرة الفجائية المسببة للسيول .

٤ - النشاط الكيميائى الناتج عن الذوبان والبحر .

٥ - وهناك بعض التأثيرات للصقيع والجليد والتعرية البحرية وتأثيرات النباتات ونحر النهر . . إلخ .

كل ذلك مما غير فى وجه مصر ، وبدل فى صورتها التى كانت لها منذ توقفت الأرض هنا عن تحركاتها القلقة وزلازلها  
المتعددة وبركنتها الثائرة . منذ استقرت الأمور فلم يعد البحر يطغى ، ولم يعد الجودى يغزو ولم تعد القيعان تنخفض . منذ توقف  
كل ذلك كانت تلك هى عوامل التغيير فى الصورة الشكلية العامة .