الصخور النارية

الدكتور فؤاد المرزوقي الدكتور ممدوح عبد الغفور

كلية علوم الأرض - جامعة الملك عبد العزيز

مركز النشر العلمي
جامعة الملك عبد العزيز
ص.ب ١٥٤٠ - جدة ٢١٤٤١
المملكة العربية السعودية

© ١٤١٣هـ (١٩٩٣م) جامعة الملك عبد العزيز
جميع حقوق الطبع محفوظة . غيرمسموح بطبع أي جزء من أجزاء هذا الكتاب ، أو خزنه في أي نظام لخزن المعلومات واسترجاعها ، أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة ، سواء أكانت إلكترونية ، أم شرائط ممغنطة ، أم ميكانيكية ، أم استنساخاً ، أم تسجيلاً ، أم غير ذلك إلا بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .
الطبعة الأولى : ١٤١٣هـ (١٩٩٣م)

جامعة الملك عبدالعزيز – عمادة شؤون المكتبات
بيان الفهرسة أثناء النشر

المرزوقي ، فؤاد .
الصخور النارية/ فؤاد المرزوقي ، ممدوح عبد الغفور . – ط ١ . – جدة : جامعة الملك عبد العزيز ، مركز النشر العلمي ، ١٤١٣هـ .
أ – س ، ٢٢٨ ص : ايضاحات ؛ ٢٤ سم
ببليوجرافية : ص ٢٠٧ – ٢١١
ثبت بالمصطلحات عربي – إنجليزي ، إنجليزي – عربي : ص ٢١٥ – ٢٢٨

١ . الصخور النارية . أ . عبد الغفور ، ممدوح (م . م) . ب . العنوان . جـ . جامعة الملك عبد العزيز ، مركز النشر العلمي .

٥٥٢,٣

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

تقـــديم

هناك صعوبة في تدريس علوم الأرض باللغة العربية يواجهها الطالب والمدرس على حد سواء . وتنشأ هذه الصعوبة من قلة المراجع العربية من ناحية ، ومن ناحية أخرى ، عدم تمكن الطالب العربي من اللغات الأجنبية في معظم الحالات بصفة عامة . ويدفع ذلك الطالب إلى الاعتماد أساسًا على كراسة المحاضرات أو على مايستوعبه من المدرس خلال المحاضرة في مراجعة دروسه واستذكارها ، ويوقع المدرس في حيرة اختيار المرجع المناسب لمادته ، الأمر الذي يدفعه أحيانا إلى كتابة مذكرات مقتضبة يقدمها للطالب عوضًا عن المراجع التي لاغنى عنها . يؤدي ذلك إلى عدم استيعاب الطالب لأساسيات علوم الأرض فضلا عن تمكينه من إجادة البحث والإبداع العلمي في مراحل الدراسات العليا ومابعدها . وللتغلب على هذه الصعوبة ، لابد من العمل بجدية في اتجاهين : الأول هو إيجاد المراجع الوافية والمتنوعة في علوم الأرض المختلفة ، وذلك عن طريق تأليف الكتب التي تتناول هذه الأساسيات باللغة العربية ، وكذلك ترجمة المختار من الكتب الأجنبية التي تتناول هذه الأساسيات ، والثاني هو العمل على الارتقاء بمستوى الطالب العربي في اللغات الأجنبية وحثه على قراءة المراجع في هذه اللغات ، فالطالب أو الباحث عندما يقرأ أساسيات المادة التي يدرسها بلغته الأصلية وبالأسلوب الذي يوافق طبيعته وهواه يستطيع أن يستوعب تلك الأساسيات استيعابًا كاملًا يجعله قادرًا على التعامل مع المراجع الأجنبية وفهمها فهما جيدا ، ومتابعة التطورات العلمية في نطاق تخصصه ، ولاشك أننا لن نستغنى عن الاطلاع على البحوث والدراسات التي تنشر باللغات الأجنبية على الأقل في المستقبل المنظور .

وهذا الكتاب الذي يعالج بعض جوانب الصخور النارية نقدمه للطالب العربي آملين أن يجد فيه بُغيته من عرض هذه الجوانب في وضوح وسهولة تعينه على استيعاب هذه الأساسيات استيعابا جيدا وتساعده في قراءة بعض المراجع الأجنبية اللاز ة له في مرحلة أو أخرى من مراحل دراسته .

ولايقدم هذا الكتاب بحثًا مبتكرًا ولا اكتشافا جديدا في علم الصخور النارية . ولكننا نشرح فيه بعض الأسس النظرية عن نشأة الصخور النارية وتنوعها وتوزيعها في القشرة الأرضية . ولقد قصدنا أن نقدم هذا الكتاب لطلاب المستوى الثالث الجامعي ومابعده وذلك بعد أن يكون الطالب قد درس أساسيات علم المعادن وعلم الصخور في المستوى الأول والثاني ؛ فهو بهذا كتاب يصلح لأن يكون أحد مراجع علم الصخور النارية في المستوى الثالث والرابع كما يصلح لأن يكون مرجعا من المراجع التي يحتاجها طلاب الدراسات العليا .

ويعرض الكتاب ثلاثة جوانب للصخور النارية وهي : كيف تنشأ الصخور النارية من الصهارة ، ثم كيف تتنوع الصخور النارية أثناء تكونها من الصهارة ، ثم عرضًا موجزًا لتوزيع الصخور النارية في القشرة الأرضية . أما عن كيفية نشأة الصهارة نفسها وتنوعها فلم نتعرض له إلا بالقدر اللازم لفهم كيفية تكون الصخور النارية منها إذ يستلزم ذلك الخوض في مواضيع تخرج عن نطاق مارسمناه للكتاب ، مثل الخصائص الكيميائية للوشاح ، والأدلة على ذلك ، وتأثير الظروف الفيزيوكيميائية على انصهار أجزائه .

وقبل الإقدام على شرح كيفية تبلور الصهارة ، تعرضنا لشرح بعض المعلومات الأساسية اللازمة كقاعدة لفهم كيفية تبلورها وتكوُّن الصخور النارية منها ، كما تعرضنا لشرح مفهوم الصهارة نفسها وتحديد معناها بدقة وبعض خصائصها الأخرى في الفصل الأول . ولقد اتبعنا المنهج التجريبي في شرح كيفية التوصل إلى استنباط القواعد التي تحكم تطور الصهارة وتكوين الصخور النارية المتنوعة منها خلال مراحل تبلورها بإجراء التجارب المعملية على الأنظمة السيليكاتية وكيفية تبلورها ثم تطبيق نتائج هذه التجارب على المشاهدات الحقلية والبتروجرافية للصخور النارية ومن ذلك تم اكتشاف كثير من الظواهر التي تتحكم في تطور الصهارة مثل التفاعل المتقطع والتفاعل المتصل الذي يحدث بين السائل والبلورات ومنها تم استنباط سلسلتي بوين التفاعليتين Bowen reaction series . لذلك رأينا أن على الطالب أن يستوعب جيدا المغزي وراء كيفية التبلور في بعض الأنظمة السيليكاتية الهامة ، فأقدمنا على شرح هذه الأنظمة ببعض الاستفاضة ، وذلك بعد أن أفردنا الفصل الثاني لشرح قاعدة هامة لاغنى عنها لفهم الأنظمة السيليكاتية ، وهي قاعدة الصنف Phase rule ، ثم أفردنا الفصل الثالث والرابع والخامس لشرح بعض الأمثلة للأنظمة أحادية وثنائية وثلاثية المكون ، على التوالي . وليكن معلومًا لدى الطالب أن فهم الأنظمة السيليكاتية واستيعابها جيدا لن يؤدي إلى فهمه للظواهر الصهارية فقط ، بل هو أيضا تدريب ذهني على التخيل الثلاثي الأبعاد ، وذلك لايستغني عنه الجيولوجي المجتهد .

وقد يجد الطالب أو من يقرأ هذا الكتاب من المتخصصين أن بعض رسومات الأصناف phase diagrams ليست دقيقة تماما وبها حيود بعض الشيء عن الحقيقة ، فليس هذا من غفلة ولكنه حيود مقصود لتبسيط الشرح وتوصيل الفكرة الأساسية وراء الرسم للطالب . فليس المراد هنا هو دراسة الرسم ذاته ، ولكن المراد هو توضيح الظاهرة المعينة التي تحدث في النظام لتطبيقها على الصهارة . وبعد فهم الظواهر التي تحكم تكوُّن الصخور النارية من الصهارة ، يستطيع الطالب أن يفهم التمايز الصهاري ، ووسائله ، وكيفية تَنوُّع الصخور النارية الناشئة عن تبلور الصهارة ، وكيف أن صهارة أصلية واحدة تستطيع أن تعطي صخورًا ناريةً متعددة أثناء تبلورها ؛ وهذا هو موضوع الفصل السادس . ويتبعه الفصل السابع في بيان بعض الأنماط الهامة والشائعة لتنوع الصخور النارية وهذا مايسمى بسلاسل الصخور النارية Igneous rock-series .

أما الفصل الثامن والأخير فيعرض لتوزيع الصخور النارية في القشرة الأرضية عرضًا عامًا

وموجزًا ، وقد استخدمنا البيئات التكتونية التي تحددها الأفكار الحديثة عن تكتونية القشرة الأرضية وتطورها – وهي تكتونية الألواح – كإطار لشرح توزيع الصخور النارية في القشرة إذ هناك ارتباط شديد بين الاثنتين . كما أننا عرضنا الكثير من الأمثلة من الدرع العربي النوبي .

وقد وضعنا بعض التدريبات على هيئة مسائل وأسئلة تتعلق بالشرح الذي يسبقها ، وقد قُصد منها أن تكون وسيلة لترسيخ بعض المفاهيم الأساسية في ذهن الطالب ، وكذلك كاختبار يستطيع الطالب من خلاله أن يقيم مدى فهمه للشرح ، ولذلك ننصح الطالب أن يتم كل تدريب في مكانه قبل الانتقال إلى قراءة الجزء الذي يليه . وأخيرا فإننا نعتقد أن الطالب الذي يقرأ هذا الكتاب ويستوعبه جيدا يكون قد حصل على قدر من المعرفة بالصخور النارية يجعله يقدم على قراءة كثير من المراجع المتقدمة في الصخور النارية دون صعوبة . ولقد وضعنا في آخر الكتاب قائمة ببعض المراجع الأساسية في الصخور النارية ، مع تعليق قصير على بعضها ، آملين أن يجد الطالب في ذلك تشجيعًا على القراءة فيها .

المحتويـــــــــات

صفحة

تقديـــــم ..... هـ

الفصل الأول : معلومات أساسية ١

التركيب الكيميائي للصخور النارية ٣

التركيب المعدني للصخور النارية ٤

تدريـــــات ٤

التركيب الكيميائي للمعادن السيليكاتية ٥

النمـــــط ٥

معيار سي آي بي دبليو ٦

التقسيمات المعدنية للصخور النارية ١٠

العناصر النزرة في الصخور النارية ١٦

العناصر الأرضية النادرة وأهميتها في الصخور النارية ١٨

الصهارة : أصل الصخور النارية ٢٣

التركيب الكيميائي للسائل الصهاري ٢٤

طبيعة السائل الصهاري ٢٥

التركيب المعدني للدثار ٢٦

الانصهار الجزئي في الدثار ٢٧

تأثير الضغط والمواد المتطايرة ٢٨

نشأة الصهارة وتطورها ٢٩

تدريـــــات ٣٠

الفصل االثاني : قاعدة الصنف ٣١

قاعدة الرافعة وكيفية تمثيل التركيب الثنائي ٣٣

تدريبـــــات ٣٥
تمثيل التركيب الثلاثي ٣٦
تدريبـــــات ٣٨
النظـــــام ٣٨
الصنـــــف ٤٠
الاستقـــــرار ٤٠
الاتـــــزان ٤٢
سلاسل المحاليل الجامدة ٤٢
اللفْـــــظ ٤٤
تدريبـــــات ٤٧
العوامل المؤثرة في اتزان الصهارة ٤٧
الجهد الكيميائي ٤٨
عدد المكونات ودرجات الطلاقة ٤٩
استنباط قاعدة الصنف ٤٩
عدد المكونات في مفهوم قاعدة الصنف ٥٤
قاعدة الصنف بالنسبة للصخور ٥٦
تدريبـــــات ٥٦

الفصل الثالث : الأنظمة الأحادية المكون ٥٩
نظام الماء ٦١
نظام السيليكا ٦٦

الفصل الرابع : الأنظمة الثنائية المكون ٦٩
تطبيق قاعدة الصنف ٧٢
أنواع الأنظمة الثنائية المكون ٧٣
الحالة الأولى – نظام ثنائي بدون تفاعل بين مكونيه ٧٤
تدريب ٧٩
تأثير الضغط والضغط المائي على التبلور الإصهاري ٨٠
الحالة الثانية – نظام ثنائي المكون وبه مركب ذو انصهار مطابق ٨١
الحالة الثالثة – نظام ثنائي المكون وبه مركب ذو انصهار مخالف ٨٢

الحالة الرابعة – نظام ذو مكونين يشكلان طرفي سلسلة محلول جامد ٨٩
نظام البلاجيوكلاز ٨٩
نظام الأرثوكلاز – ألبيت ٩٣
تدريبات ٩٧

الفصل الخامس : الأنظمة الثلاثية المكونات ٩٩
الحالة الأولى – نظام ثلاثي ذو نقطة إصهار ثلاثية ١٠١
الحالة الثانية – نظام ثلاثي به مركب ذو انصهار مطابق ١٠٦
الحالة الثالثة – نظام ثلاثي به مركب ذو انصهار مخالف ١٠٨
الحالة الرابعة – نظام ثلاثي به مركب ذو انصهار مخالف وهو في الوقت نفسه طرف في سلسلة محلول جامد ١١٢
الحالة الخامسة – نظام ثلاثي به مكونان يشكلان سلسلة محلول جامد ولكل منهما علاقة إصهارية مع المكون الثالث ١١٦
الحالة السادسة – نظام ثلاثي به مكونان يشكلان سلسلة محلول جامد ذا نقطة إصهار دُنيا ولكل طرف من طرفي السلسلة علاقة إصهارية بالمكون الثالث ١١٩
الحالة السابعة – نظام الفلسبار الثلاثي (أرثوكلاز – أَلبَيْت – أنورثَيْت) ١٢١
أنظمة أكثر من ثلاثة مكونات ١٢٤
أنظمة هامة أخرى ١٢٥

الفصل السادس : التمايز الصهاري وتنوع الصخور النارية ١٢٧
السلاسل التفاعلية ١٢٩
أنواع الصهارة ١٣٢
الصهارة البازلتية ١٣٣
أولاً : أنواع الصهارة البازلتية ١٣٣
ثانياً : تمايز الصهارة البازلتية ١٣٤
الصهارة الجرانيتية ١٣٥
الصهارة القلوية ١٣٥
وسائل التمايز الصهاري ١٣٦
خلاصـــــــــة ١٣٩

خط التمايز السائلي ١٤٠
رسومات هاركر التغايرية ١٤١
التمثيل الصهاري ١٤٢

الفصل السابع : سلاسل الصخور النارية ١٤٥
تعريف سلاسل الصخور النارية والنوعية الصهارية ١٤٧
سلسلة الصخور الثولييتية ١٤٨
سلسلة صخور البازلت الأوليفيني القلوي ١٤٩
السلسلة الكلسقلوية ١٥٠
الخصائص المعدنية لنوعيات البازلت ١٥٠
البازلت الثولييتي ١٥٠
البازلت الأوليفيني القلوي ١٥١
البازلت الألومييني ١٥٢
بعض الخصائص الكيميائية لسلاسل الصخور النارية ١٥٢
رسم السيليكا – القلويات ١٥٢
رسم القلويات – الحديد – المغنسيوم ١٥٤
مؤشر بيكوك أو مؤشر القلويات/الكالسيوم ١٥٦
رسم الصوديوم – البوتاسيوم – الكالسيوم ١٥٨
الإقليم البترو جرافي ١٥٨

الفصل الثامن : توزيع الصخور النارية ١٥٩
تلازمات الصخور النارية ١٦٢
تلازم الأفيوليت ١٦٣
أحزمة الأفيوليت في الدرع العربي ١٦٤
أفيوليت عُمَان ١٦٧
أفيوليت وادي الغدير بالصحراء الشرقية المصرية ١٦٩
مواقع أخرى للأفيوليت ١٧٢
نشأة الأفيوليت ١٧٢
البازلت الهضابي القاري ١٧٦
حقول البازلت الحديثة (الحرات) في الدرع العربي ١٧٨

بازلت القطراني – أبو زعبل بشمال مصر ١٨٣
بازلت الواحات البحرية – شمال الصحراء الغربية المصرية ١٨٤
بازلت الجدد المتوافقة العظمى ١٨٤
التداخلات المافية الطباقية ١٨٥
مجمع البوشفيلد بجنوب افريقيا ١٨٥
تداخل سودبري بكندا ١٨٨
التداخلات المافية الطباقية بالدرع العربي ١٨٨
التلازمات البركانية في الأحزمة التجبلية ١٨٨
السلسلة الثوليتية ١٩١
صخور الاسبيليت – كيراتوفير ١٩١
السلسلة الكلسقلوية ١٩٢
سلسلة الشوشونيت ١٩٢
المجمعات الحلقية والكربوناتيت والكمبرليت ١٩٣
التداخلات الجرانيتية ١٩٤
الخصائص العامة ١٩٤
التغيرات المعدنية والكيميائية في داخل البلوتونات الجرانيتية ١٩٨
التداخلات الجرانيتية في دروع ماقبل الكمبري ١٩٩
الصخور الجوفية الجرانيتية في الدرع العربي ٢٠١
التداخلات الجرانيتية في البؤر الحرارية القارية ٢٠٢
الباثوليثات الجرانيتية في بيئة الأقواس البركانية ٢٠٢

المراجـــــــع **٢٠٥**
المراجع العربية ٢٠٧
المراجع الأجنبية ٢٠٧
تعليق على بعض المراجع ٢١٠

ثبت المصطلحات **٢١٣**
عربي – إنجليزي ٢١٥
إنجليزي – عربي ٢٢٨