



21<sup>st</sup> edition

# AL-HAJAR

## Contents

Page (3) PRESIDENT'S ADDRESS

Page (5) NEW GSO COMMITTEE

Page (9) EDITOR'S NOTE

Page (11) GSO FIELD TRIPS

Page (15) OMAN ENCHANTING GEOLOGY

Page (19) GSO TALKS

Page (25) GSO ANNUAL GENERAL MEETING

Page (27) EDITION PAPER

Page (35) ACCREDITATION OF EARTH SCIENCE

DEPARTMENT AT SULTAN QABOOS UNIVERSITY

**Editor:**

**Dr. Aisha Al Hajri (PDO)**

**English articles reviewer:**

**Dr. Jamie Moss (PDO)**

**Arabic articles reviewer:**

**Dr. Abdul Rahman Al Harthi**

**(Geo-Consultancy Center)**

**Photos by:**

**Aisha Al Balushi (PDO),**

**Husam Al Rawahi (PDO)**

**Zaid Al Kindi (CCED)**

**Designed by:**

**Bushra Al Touqi (OXY)**

**This issue is published by the Geological Society of Oman [www.gso-oman.org](http://www.gso-oman.org)**



# الحجر

تحرير :

د. عائشة الحجري (PDO)

تدقيق المقالات باللغة الإنجليزية :

د. جيمس موس (PDO)

تدقيق المقالات باللغة العربية :

د. عبدالرحمن الحارثي

(Geo-Consultancy Center)

تصوير:

عائشة البلوشي (PDO)

حسام الرواحي (PDO)

زيد الكندي (CCED)

تصميم:

بشرى الطوقي (OXY)

المحتويات:

الصفحة (4) كلمة رئيس الجمعية

الصفحة (6) اللجنة التنفيذية

الصفحة (10) رسالة المحررة

الصفحة (12) الرحلات الميدانية

الصفحة (16) روائع جيولوجية عمان

الصفحة (20) المحاضرات

الصفحة (26) اجتماع الجمعية الجيولوجية العمانية السنوي

الصفحة (36) قسم علوم الأرض بجامعة السلطان قابوس

يحصل على الإعراف الأكاديمي لبرامجه

# President's Address

It's with great honor and pleasure along with the 13 members of the GSO Executive Committee that I take leadership responsibility of the Geological Society of Oman for the two years term of 2015-2016. The new GSO executive committee also happens to occupy a new GSO office in the Al Khuwair Plaza Building, located along the Sultan Qaboos main road, Al Khuwair.

Since its inception in April 2001, the GSO has taken leaps towards its current status, where it not only runs geological fieldtrips and organizes specialized talks for its geologist members, but also contributes its expertise to different government entities in the Sultanate of Oman. In the year 2014, the GSO was involved with the State Council in reviewing the government's laws and regulations for the mineral and quarrying sectors in Oman. The GSO took an active role in proposing new regulations that were included in the lately published new laws and regulation which govern the minerals and quarrying. The revised and newly established laws and regulations are aimed at improving the mineral and quarrying sectors' exploration, planning, evaluation, production, and remediation processes. Implementation of these new laws and regulations is also hoped to improve this sector's contribution to the Sultanate's economy. As a step forward for the mineral and quarrying sectors, good news occurred with the establishment of a new Mining Authority in September 2014 and the approval of its newly proposed laws and regulation by the State Council in May 2015.

The GSO continues its participation at different academic levels, where in March 2015 the GSO co-hosted the 2015 Middle East "Imperial Barrel Award" students' competition ran by the AAPG. Students from the Sultan Qaboos University, King Fahad University of Petroleum and Minerals, and The United Arab Emirates University participated in the competition. Also, on March 25th 2015, the GSO co-hosted the "Remote Sensing for Oil and Gas" conference held in Muscat. The conference was attended by oil & gas exploration and production companies representatives and was aimed at sharing the latest remote sensing technology used in the.

In an effort to increase the GSO's local educational interaction with society, last year it embraced two new activities: the "Geo-kids", which targets children from the age of 9 to 17 years old, and the "Geo-challengers" targeting university students in their final year of degree programs. These activities received a strong welcome from the participants and the local society, which encouraged the GSO to increase these types of activities in this year and in 2016, God willing.

The new committee will work towards fulfilling the GSO's objectives, including the following key aims:

- To advance the science of geology.
- To promote technology of exploring for, finding, and producing petroleum, natural gas, and other subsurface fluids, including water and mineral resources, in an economically and environmentally sound manner.
- To promote awareness relating to geosciences with the aim of providing non-geologists, students, and young Omanis with wider career choices and opportunities.

Finally, I would like to thank the GSO Executive Committee members for their continued commitment towards the GSO's activities and their willingness to give their own spare time for the good of Oman.

**Dr. Ali Ibrahim Lazki, President of GSO**

# كلمة رئيس الجمعية

إنه لمن دواعي سروري وفخري وبمعية 13 عضواً من أعضاء مجلس إدارة الجمعية العمانية أن أراس الجمعية الجيولوجية العمانية للفترة من 2015 – 2016 م. وإنه مما يثلج الصدر أن يتزامن بدء هذه الفترة بانتقال الجمعية الجيولوجية العمانية إلى مقرها الجديد والكائن في مبنى الخوير بلازا والمطل على شارع السلطان قابوس بالخوير.

لقد خطت الجمعية الجيولوجية العمانية خطى سريعة منذ إشهارها في أبريل من عام 2001م، بحيث لم تكف الجمعية بتنظيم الرحلات والمحاضرات الجيولوجية لأعضائها الجيولوجيين وإنما قدمت المشورة العلمية والعملية في مجال إختصاصها لمؤسسات وهيئات حكومية عدة في عماننا الحبيبة. حيث أنها في عام 2014م وبالتعاون مع مجلس الدولة ساهمت الجمعية الجيولوجية في صياغة ومراجعة الأنظمة والقوانين المنظمة لقطاعي المعادن والمحاجر في السلطنة.

لقد قامت الجمعية بدور فاعل حيث تم تبني مقترحات الجمعية الجيولوجية في اللائحة المنظمة لقوانين الإستفادة من قطاعي المعادن والمحاجر. حيث كان الغرض من مراجعة القوانين المنظمة لقطاعي التعدين والمحاجر النهوض بهذين القطاعين في مرحلتهما المختلفة والتي تشمل الإستكشاف، والتنقيب، والتقييم، والإنتاج، وأخيراً إعادة تأهيل مواقع الإنتاج بعد إستنفاد الخام من المحجر. ومن المؤمل أيضاً أن يسهم تطبيق اللائحة التنظيمية الجديدة في تنشيط قطاع المعادن والمحاجر والذي بدوره سيؤدي إلى زيادة الرافد للموازنة العامة للدولة. وبخطى ثابتة تم تأسيس الهيئة العامة للتعدين في سبتمبر للعام 2014 م، وتلا ذلك في مايو لعام 2015م موافقة مجلس الدولة على القوانين المنظمة لإستغلال قطاع التعدين في السلطنة.

وتستمر الجمعية الجيولوجية العمانية في مشاركتها الأكاديمية على مختلف المستويات، بحيث استضافت الجمعية الجيولوجية المسابقة الطلابية (Imperial Barrel Award) للشرق الاوسط لعام 2015م والتي تنظمها الجمعية الجيولوجية الأمريكية. شارك في هذه المسابقة طلاب من جامعة السلطان قابوس وجامعة الملك فهد للبترول والمعادن وجامعة الإمارات العربية المتحدة والتي أقيمت فعالياتها في مسقط. واستضافت الجمعية الجيولوجية العمانية في 25 مايو لهذا العام المؤتمر الدولي للإستشعار عن بعد لقطاع البترول والغاز والذي أقيم في مسقط. حيث إستهدف المؤتمر عرض الخبرات والتقنيات العالمية الحديثة في مجال الإستشعار عن بعد من قبل الشركات العاملة في هذا المجال وتطبيقاتها الحديثة في قطاعي النفط والغاز. وفي خطوة هي الأولى من نوعها تبنت الجمعية في السنة الفائتة برنامجين جديدين وهما (Geo-Kids) و (Geo-Challengers)، بحيث يستهدف البرنامج الأول الفئة العمرية بين 9 إلى 17 سنة، أما البرنامج الثاني فيستهدف طلبة الجامعات في السنوات الأخيرة من برنامج البكالوريوس. ولقد لاقى البرنامجين استحسان المشاركين وذويهم مما شجع الجمعية على الإستمرار في إقامة هذين البرنامجين هذا العام والعام القادم أيضاً إن شاء الله.

ستسعى اللجنة التنفيذية الجديدة إلى مواصلة الجهود لتحقيق الأهداف التي من أجلها تم إنشاء الجمعية الجيولوجية العمانية. و من أهم هذه الأهداف:

- العمل على تطوير العلوم الجيولوجية

- المساهمة في تعزيز تقنيات الإستكشاف، لإيجاد وإنتاج النفط، و الغاز الطبيعي، و الموائع الأخرى الموجودة في باطن الأرض كالماء بالإضافة إلى الثروات المعدنية بكميات إقتصادية دون التأثير على الحياة البيئية الطبيعية.

- المساهمة في خلق وعي لدى عامة الناس بأهمية العلوم الجيولوجية سواء كان لغير الجيولوجيين، أو للطلاب، أو للشباب العماني بشكل عام. كما ستواصل اللجنة الجديدة جهودها في توعية الخريجين الحداثيين بفرص العمل المختلفة المتوفرة في قطاعات الصناعات النفطية.

وأخيراً أوجه شكري وتقديري لأعضاء مجلس إدارة الجمعية الجيولوجية العمانية، السابقة والحالية، على مجهوداتهم التطوعية الدؤوبه للقيام بأعباء الجمعية من وقتهم الخاص خدمة لهذا الوطن الغالي عمان.

د. علي بن إبراهيم المزكي  
رئيس الجمعية الجيولوجية العمانية



# New GSO Committee



Saif Al Azri

سيف

العزري



Ahmed Al Mahrouqi

أحمد المحروقي



Hani Al Rahbi

هاني الرحبي



Zaid Al Kindi

زيد الكندي



Mohammed Al Badi

محمد

البادي



Salim Al Shuaili

سالم الشعيلي



# اللجنة التنفيذية



Dr. Mohammed Al Rajhi

د. محمد الراجحي



Dr. Said Al Balushi

د. سعيد البلوشي

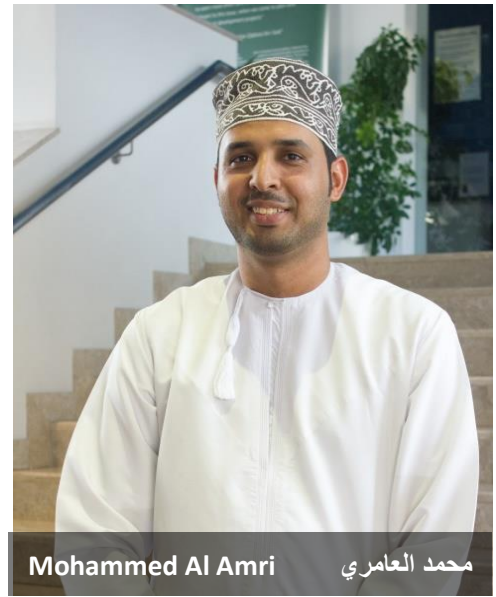


Ahmed Al Aghbari أحمد الاغبري



Dr. Ali Lazki

د. علي الأزكي

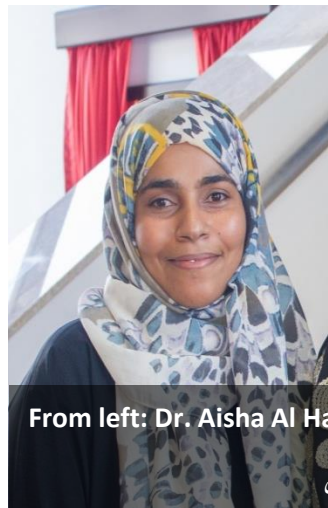


Mohammed Al Amri

محمد العامري



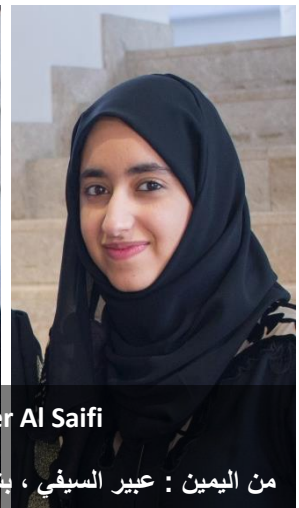
Hussam Al Rawahi حسام الرواحي



From left: Dr. Aisha Al Hajri, Bushra Al Touqi, Abeer Al Saifi



من اليمين : عبير السيفي ، بشرى الطوقي ، د. عائشة الحجري



# New GSO Committee

**President: Dr. Ali Lazki**

Ali Ibrahim Al Lazki has a PhD in Geosciences from Cornell University, Ithaca, New York, US, in 2002. He is working as Senior QI Geophysicist in PDO's Exploration Directorate.

**Vice President: Dr. Said Al Balushi**

Said Ali Al Balushi works as a Production Geologist in PDO. He obtained his PhD on basin analysis and petroleum geosciences from the University of Manchester in 2010.

**Executive Director: Husam Al Rawahi**

Husam joined PDO in July 2011 as graduate Sedimentologist in PDO's Exploration Directorate. He completed his BSc in Earth Sciences at Sultan Qaboos University in 2010. Husam is currently pursuing his MSc in Petroleum Geosciences program at Gutch University, Oman. Husam co-authored the "Oman's Enchanting Geology" book recently published by the GSO.

**Treasurer: Salim Al Shuaili**

Salim Mubarak Al Shuaili is a borehole image interpreter in PDO and gained a BSc in geology from Sultan Qaboos University in 2006.

**Coordinator: Mohammed Al Badi**

Mohammed Salim Al Badi obtained his Bachelor degree in geology from Sultan Qaboos University in 2012. He is working as a Geologist in MDCCO LLC.

**Editor: Dr. Aisha Al Hajri**

Aisha Ali Al Hajri has worked in PDO's Exploration Directorate as a Sedimentologist since 2014 after completing a PhD on geology and basin modeling from the University of Manchester. Aisha obtained her BSc degree in Earth Sciences from Sultan Qaboos University in 2009.

**Geophysics Events Coordinator: Saif Al Azri**

Saif Abdullah Al Azri is a reservoir geophysicist at PDO's Exploration Directorate. Saif gained an MSc degree in applied geophysics from Curtin University, Perth, Australia, in 2011.

**Membership Officer: Mohammed Al Aamri**

Mohammed Hamed Al Aamri has an MSc degree in petroleum geosciences from Curtin University of Technology, Perth, Western Australia, 2011. He is working as Geomechanicist in PDO's Study Centre.

**Public Relations Administrator: Ahmed Al Mahrooqi**

Ahmed Mohammed Al Mahrooqi is a Seismic Interpreter working for PDO's Exploration Directorate. Ahmed has a BSc in Earth Sciences from Sultan Qaboos University, 2012.

**Social Media and Network Administrator: Zaid Al Kindi**

Zaid bin Al Khattab Al Kindi is a Development Geologist at CC Energy Development S.A.L. He has a BSc degree in Earth Sciences from Sultan Qaboos University, 2013.

**Educational Events Administrator: Abeer Al Saifi**

Abeer Abdullah Al Saifi is a Production Seismologist and works with Improved Hydrocarbon Recovery Team in PDO. She obtained her BSc in Geophysics from Sultan Qaboos University in 2013.

**Research Administrator: Dr. Mohammed Al Rajhi**

Dr. Mohammed Salem Al Rajhi is a Production Geologist working on tight gas projects at PDO's Exploration Directorate. Mohammed's PhD is on the rock properties of tight sandstones, University of Leeds, UK, 2012.

**Publicity and Advertisement Administrator: Bushra Al Touqi**

Bushra Mohammed Al Touqi is a Project Geologist at Occidental Oman Company. She holds a BSc degree in Earth Sciences from Sultan Qaboos University, 2014.

**Committee Member: Ahmed Al Aghbari**

Ahmed Asim Al Aghbari is a Regional Exploration Geologist at PDO. He obtained his BSc degree in Earth Sciences from Sultan Qaboos University, 2011. He also has MSc in Petroleum Geology and Basin Analysis, 2012, from Curtin University of Technology, Australia.

**Officer: Hani Al Rahbi**

Hani Salem Al Rahbi is responsible for running the Geological Society of Oman office in Al Khuwair Plaza Building located along the Sultan Qaboos main road, Al Khuwair. Hani obtained his BSc degree in Earth Sciences from Sultan Qaboos University, 2015.



# اللجنة التنفيذية

## رئيس الجمعية الجيولوجية/ د.علي الزكي:

د.علي بن إبراهيم الأزكي حاصل على شهادة الدكتوراة من جامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 2002. يعمل الدكتور علي ككبير الجيوفيزيائيين في قسم الإستكشاف في شركة تنمية نفط عمان.

## نائب الرئيس/ د.سعيد البلوشي:

د.سعيد بن علي البلوشي يعمل كجيولوجي إنتاج في شركة تنمية نفط عمان. حصل الدكتور سعيد على شهادة الدكتوراة في مجال تحليل الأحواض وعلوم الجيولوجيا البترولية من جامعة مانشستر من عام 2010.

## المدير التنفيذي/ حسام الرواحي:

يعمل حسام بن سالم الرواحي كعالم رسوبيات في قسم الإستكشاف لدى شركة تنمية نفط عمان. حسام حاصل على شهادة بكالوريوس في الجيولوجيا من جامعة السلطان قابوس في عام 2010 عمل حسام لدى شركة الهدف (تارجت) لخدمات حقول النفط كمحلل لصور آبار النفط. و يكمل حسام حاليا الدراسات العليا (ماجستير) في مجال علوم الجيولوجيا النفطية في الجامعة الألمانية للتكنولوجيا في عمان. شارك حسام في تأليف كتاب روائع جيولوجية عمان والذي أصدرته الجمعية الجيولوجية العمانية مؤخرا.

## أمين الصندوق/ سالم الشعلي:

سالم بن مبارك الشعلي يعمل كخبير في مجال تحليل صور آبار النفط لدى شركة تنمية نفط عمان وقد حصل على شهادة البكالوريوس في مجال الجيولوجيا من جامعة السلطان قابوس في عام 2006.

## المنسق/ محمد البادي:

محمد بن سالم البادي حاصل على شهادة البكالوريوس في مجال الجيولوجيا من جامعة السلطان قابوس في عام 2012. يعمل محمد كجيولوجي لدى شركة ميدكو. المحررة/ د.عائشة الحجري:

تعمل د.عائشة بنت علي الحجري كعالمة رسوبيات لدى شركة تنمية نفط عمان منذ عام 2014 وذلك بعد حصولها على شهادة الدكتوراة في الجيولوجيا ونمذجة الأحواض الرسوبية من جامعة مانشستر، المملكة المتحدة البريطانية. حصلت عائشة على شهادة البكالوريوس في مجال علوم الأرض من جامعة السلطان قابوس في عام 2009.

## مسؤول الفعاليات الجيوفيزيائية/ سيف العزري:

يعمل سيف العزري كجيوفيزيائي خزانات نفطية في شركة تنمية نفط عمان. حصل على درجة الماجستير في مجال الجيوفيزياء التطبيقية من جامعة كرتن، بيرث، في أستراليا في عام 2011.

## مسؤول العضوية/ محمد العامري:

محمد بن حمد العامري حاصل على درجة الماجستير في علوم الجيولوجيا البترولية من جامعة كرتن للتكنولوجيا، بيرث، في أستراليا منذ عام 2011. يعمل محمد كمهندس جيوميكانيكا الصخور في مركز الدراسات في شركة تنمية نفط عمان.

## مسؤول العلاقات العامة/ أحمد المحروقي:

أحمد بن محمد المحروقي هو محلل للمقاطع السيزمولوجية ويعمل لدى شركة تنمية نفط عمان. يحمل درجة البكالوريوس في مجال علوم الأرض من جامعة السلطان قابوس منذ عام 2012.

## المسؤول عن وسائل التواصل الإجتماعي/ زيد بن الخطاب الكندي

يعمل زيد بن الخطاب الكندي كجيولوجي تطوير لدى شركة سي سي إنرجي ديفالوبمنت. حصل على درجة البكالوريوس في مجال علوم الأرض من جامعة السلطان قابوس في عام 2013.

## مسؤولة الفعاليات التعليمية/ عبير السيفي:

عبير بنت عبدالله السيفي تعمل كعالمة سيزمولوجيا إنتاجية في فريق تطوير وتعزيز المنتجات الهيدروكربونية لدى شركة تنمية نفط عمان. حصلت عبير على شهادة البكالوريوس في مجال الجيوفيزياء من جامعة السلطان قابوس في عام 2013.

## مسؤول البحوث العلمية/ د.محمد الراجحي:

د.محمد بن سالم الراجحي يعمل كجيولوجي إنتاج متخصص في إنتاج الغاز من الخزانات النفطية ذات المسامات الضيقة في شركة تنمية نفط عمان. حصل على درجة الدكتوراة في خصائص الصخور الرملية ذات المسامات الضيقة من جامعة ليدز في المملكة المتحدة البريطانية منذ عام 2012.

## مسؤولة الدعاية والإعلان/ بشرى الطوقي:

بشرى بنت محمد الطوقي تعمل كجيولوجية مسؤولة عن المشاريع في شركة أوكسيدنتال عمان. بشرى حاصلة على درجة البكالوريوس في مجال علوم الأرض من جامعة السلطان قابوس منذ عام 2014.

## عضو إداري/ أحمد الأغبري

يعمل أحمد بن عاصم الأغبري كجيولوجي إستكشافات إقليمية لدى شركة تنمية نفط عمان. حصل أحمد على شهادة البكالوريوس في مجال علوم الأرض من جامعة السلطان قابوس في عام 2011. أحمد أيضا حاصل على شهادة الماجستير في الجيولوجيا ونمذجة الأحواض الرسوبية من جامعة كرتن للتكنولوجيا، أستراليا، 2012.

## موظف/ هاني الرحبي:

يعمل هاني الرحبي كموظف لدى الجمعية الجيولوجية العمانية. حصل هاني على درجة البكالوريوس في مجال الجيولوجيا من جامعة السلطان قابوس في عام 2015.



# Note from the Editor

Welcome to the 21<sup>st</sup> edition of Al-Hajar. It is a great honor to be the new editor for the Al-Hajar magazine. The new committee is looking forward to add to the knowledge the GSO has been providing to the scientific and the public communities of Oman. To increase the range of audience that can benefit from the Al-Hajar magazine, the new committee decided to publish all the articles in this edition both in Arabic and English.

In this edition we are providing introductory information about the new GSO committee. The GSO ran a number of fieldtrips since the last edition of Al-Hajar and two of these trips are highlighted in this edition; the field trip to Wadi Daiqa and Hayl al Quwasim inliers, and the joint AAPG and GSO fieldtrip to Al Amerat and Wadi Al Kabir area. Summaries of the key information which was presented in the talks that were given by presenters invited by the GSO since last February are also included in this edition. The new book published by the GSO “Oman’s Enchanting Geology” is now out and an introduction to the book is given in this edition. The new committee convened the Annual General Meeting of the GSO, which took place in March, and a summary of this event is given herein. The impact of stress on fluid flow and velocity within tight sandstone core samples, Mam Tor UK, and its implication to subsurface rocks is discussed in this edition in a paper written by Dr. Mohammed Al Rajhi. This paper and all scientific papers in the future editions of Al-Hajar will be only in English, because they are targeted towards readers with Earth Sciences backgrounds. This edition contains news about the accreditation of the BSc Earth Sciences (Geology) and Geophysics programs in the Sultan Qaboos University by the Geological Society of London. I hope you will enjoy reading through this edition and if you have any comments or if you would like to contribute to the future publications of Al-Hajar, do not hesitate to contact me via my email address ([aisha.hajri@gso-oman.org](mailto:aisha.hajri@gso-oman.org)).

**Aisha Al Hajri**  
**GSO Editor**

## رسالة المحررة:

مرحبا بكم إلى العدد الـ 21 من مجلة الحجر. إنه لشرف عظيم أن أكون المحررة الجديدة لمجلة الحجر حيث أتطلع والإدارة الجديدة للجمعية الجيولوجية العمانية قدما لنضيف إلى المعرفة التي كانت الجمعية ولا زالت تقدمها للمجتمع العلمي ولعامّة القراء. وحتى نوسع دائرة المستفيدين من هذه المجلة، قررت الإدارة الجديدة للجمعية البدء بإصدار النسخة العربية من مجلة الحجر. وعليه فإن المقالات المنشورة في هذا العدد متوفرة باللغتين: العربية والإنجليزية.

في هذا العدد، نقدم لكم معلومات تعريفية عامة عن أعضاء الإدارة الجديدة للجمعية. أيضا قامت الجمعية الجيولوجية العمانية بتنظيم العديد من الرحلات الميدانية التعليمية لأعضائها في الفترة منذ العدد الماضي من مجلة الحجر وحتى مارس الماضي و نسلط الضوء هنا في هذا العدد على رحلتين هما: الرحلة الميدانية إلى وادي ضيقة وحبل القواسم، والرحلة المشتركة التي نظمتها الجمعية الجيولوجية العمانية بالتعاون مع الجمعية الأمريكية لجيولوجي البترول لكل من العامرات و الوادي الكبير. في هذا العدد نرفق ملخص لأهم المعلومات التي تم عرضها ومناقشتها في الندوات التي نظمتها الجمعية منذ شهر فبراير الفائت، و التي قدمها عدد من المتخصصين في علوم الأرض بدعوة من الجمعية الجيولوجية العمانية. قامت الجمعية مؤخرا بإصدار كتاب جديد بعنوان "روائع جيولوجية عمان" ونحن في هذا العدد نقدم لكم نبذة ملخصة عن محتوى هذا الكتاب. قامت الإدارة الجديدة للجمعية أيضا بتغطية حدث الإجتماع السنوي للجمعية، والذي تم في شهر مارس الماضي. الملخص لهذا الحدث مرفق في هذا العدد. نتائج الدراسة التي أجراها الدكتور محمد الراجحي حول تأثير الضغط على تدفق الموائع وعلى سرعة إنتقال الموجات في في عينات صخور رملية من المملكة المتحدة، والتي تتميز بوجود مسامات ضيقة، وتطبيقاتها على الصخور المماثلة، مرفقة في هذا العدد. هذه الدراسة، والدراسات العلمية الأخرى التي سيتم نشرها في الأعداد القادمة من مجلة الحجر، ستكون متوفرة باللغة الإنجليزية فقط؛ وذلك لأنها تستهدف القراء المتخصصين في علوم الأرض. في هذا العدد أيضا، يسعدنا أن ننشر مقالا عن إعتقاد الجمعية الجيولوجية في لندن لبرنامجي الباكلوريس في علوم الأرض (الجيولوجيا) والجيوفيزياء التابعيين لجامعة السلطان قابوس. أتمنى لكم قراءة ممتعة، وإن كان لديكم أي تعليقات أو كنتم تودون المشاركة في الأعداد القادمة من مجلة الحجر، وذلك بنشر أي موضوع علمي، نرجوا منكم عدم التردد في التواصل معي عن طريق البريد الإلكتروني

[gsooman-org@aisha-hajri](mailto:gsooman-org@aisha-hajri)

عائشة الحجري

محررة مجلة الحجر بالجمعية الجيولوجية العمانية

## **Amdeh 5 outcrops (Haima Saih Nihayda Formation equivalent) in the Wadi Dhaiqa and Hayl Al Quwasim inliers**

**Written by: Husam Al Rawahi**

The GSO organized a fieldtrip led by one of its most active members: Dr. Alan Heward. The fieldtrip followed a talk event which was also presented by Dr. Alan on the same subject. Around 18 GSO members including professionals, students, and geology enthusiasts attended this fieldtrip. The two days trip took place on the 27<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> February 2015 and two locations were visited. The first day was spent in Wadi Dhaiqa area and the second in Hayl Al Quwasim, which are both in Wilayat Quryat of Muscat Governorate. In Wadi Dhaiqa, the trip involved walking up through the main part of the shallow marine deposits, which are identified to be equivalent to the Middle Ordovician Saih Nihayda Formation, to the unconformity with what is believed to be equivalent of the glacially-influenced deposits of the Late Carboniferous-Early Permian Al Khlata Formation. During the two days of the fieldtrip, the participants visited specific locations where key fossils of the Saih Nihayda Formation equivalent were documented, including *Iocrinus*, *Sacabambaspis*, conodonts, and trinucleid trilobites. An interactive discussion about *Cruzina* took place and the participants learned features and characteristics of *C. rugosa* and *furcifera* that were observed in the Wadi Dhaiqa locality. Other sections of the Saih Nihayda Formation equivalent were examined on the hillside which exposed shallow marine shelf and shoreface lithologies characterised by well developed cross bedding sedimentary structures, abundant trace fossils of *Skolithos*, *Daedalus* and *Teichichnus*, and shell beds.

On the second day, the group headed towards the Hayl Al Quwasim inlier. At this location the participants walked through the fluvial deposits of the Early-Middle Ordovician Ghudun Formation and the slightly younger shallow marine Saih Nihayda Formation equivalents. The morning started in a wadi which consisted of an approximately 500m thick section of the Amdeh 5 quartzites of fluvial origin. Many sedimentary structures and trace fossils were observed. Outcrops with shallow marine shelf and deltaic lithologies were later examined by the participants who also enjoyed identifying some unusual beds of shells.



# الرحلات الميدانية

منكشفات تكوين عمدة 5 ذات العمر الجيولوجي المماثل لتشكيلة سيح نهيدة في واي ضيقة وحيل القواسم

بقلم: حسام الرواحي

ترجمه للغة العربية: عائشة الحجري

نظمت الجمعية الجيولوجية العمانية رحلة ميدانية بقيادة الدكتور آلن هيوارد , أحد أكثر أعضاء الجمعية نشاطا من حيث المشاركة المستمرة لفعاليات الجمعية المختلفة. جاء تنظيم هذه الرحلة على أثر ندوة ألقاها الدكتور آلن والتي تحمل نفس عنوان الرحلة وهو " منكشفات تكوين عمدة 5 ذات العمر الجيولوجي المماثل لتشكيلة سيح نهيدة في واي ضيقة وحيل القواسم". حضر الرحلة الميدانية قرابة الثماني عشر عضوا من أعضاء الجمعية من طلاب, و متخصصين, ومهتمين بالعلوم الجيولوجية. تمت الرحلة الميدانية خلال يومي السابع والعشرين والثامن والعشرين من فبراير 2015 وذلك بزيارة وادي ضيقة في اليوم الأول وحيل القواسم في اليوم الثاني الواقعان في ولاية قريات في محافظة مسقط. في وادي ضيقة, تضمنت الرحلة المشي صعودا لرؤية الطبقات الرملية التي ترسبت في مياة البحر الضحلة, والتي تعتبر مطابقة في العمر الجيولوجي لرسوبيات لتشكيلة سيح نهيدة ذات العمر الأوردوفيشي المتوسط , إنتهاءً بما يعتقد أنها رسوبيات ناشئة عن ذوبان الجليد مساوية لتشكيلة الخلاطة ذات العمر الكربوني المتأخر إلى العمر البرمي المتقدم. بالنسبة للمنكشفات الجبلية المتفرقة في حيل القواسم, فقد تضمنت الرحلة المشي بين الطبقات الناشئة عن ترسيب الأنهار المماثلة لتكوين غدون ذات العمر الأوردوفيشي المتقدم إلى المتوسط بالإضافة إلى صخور مماثلة لتكوين سيح نهيدة. قام المشاركون في هذه الرحلة بالتعرف على الأماكن التي تم فيها إكتشاف حفریات عديدة في الرسوبات المماثلة لتكوين سيح نهيدة منها حفریات ال "أيسوكرينوس", "ساكابامبس", "كونودونتس", و " ترايلوبايت". دار خلال الرحلة نقاشا تفاعليا حول حفرية ال "كروزينا" كما تم توضيح الصفات المميزة المستخدمة للتعرف على حفریات فطر الخميرة المعروفة ب "س.رجوزا" وحشرات ال "فيرسيفيرا" التي تم مشاهدتها في وادي ضيقة. قام المشاركون أيضا بفحص مقاطع جبلية أخرى للصخور المساوية عمريا لتشكيلة سيح نهيدة في المناطق المنحدرة حيث تتميز الطبقات التي ترسبت في مياه البحر الضحلة بحفریات و أشكال جيولوجية جميلة و متنوعة تتمثل في التطبق المقاطع و حفریات ناشئة عن حركة الكائنات الحية في هذه الرسوبيات قبل تحولها إلى صخور متماسكة مثل ال "سكوليئوس", و ال "ديدالوس", و ال "تايتينشنس" و قد تحتوي الطبقات على حفریات متكاملة مثل الأصداف. في اليوم الثاني من الرحلة توجهت المجموعة إلى حيل القواسم حيث سار المشاركون في وادي مكون من منكشفات جبلية لمجموعة عمدة 5 المكونة من صخور الكوارتزيت المتحول من صخور رسوبية رملية. ويعتقد بانها مترسبة بفعل الأنهار و يبلغ سمكها حوالي 500 متر و تحتوي على العديد من الأشكال الجيولوجية الناتجة عن عمليات الترسيب و الناشئة عن حركة الكائنات الحية في هذه الرسوبيات قبل تحولها إلى صخور متماسكة.

## **AAPG/GSO fieldtrip**

### **Written by: Ahmed Al Aghbari**

The GSO organized a fieldtrip on the 17<sup>th</sup> March 2015 for the American Association of Petroleum Geologists (AAPG) as a part of the Imperial Barrel Award event that took place in Muscat. AAPG's Imperial Barrel Award Program is an annual prospective basin evaluation competition for geoscience graduate students from universities around the world. The fieldtrip was led by Dr. Mohammed Al Wardi from Sultan Qaboos University and Ahmed Al Aghbari from Petroleum Development Oman (PDO). The main objective of the fieldtrip was to explain to the attendees the importance of studying outcrops for the oil industry and to show them some of the unique geology of the Oman. The fieldtrip included visiting outcrops in Al Amerat and Wadi Al Kabir areas. In the first stop, the attendees were introduced to the Precambrian Hiyam Dolomite Formation which is equivalent to the Khufai Formation in Subsurface. The Khufai Formation is one of the main oil source rocks in Oman and has also been recognised as a viable hydrocarbon reservoir in some places. The attendees enjoyed looking at the algal bodies of stromatolite that make up most of the Hiyam Dolomite Formation. In the second stop, the attendees saw the gently metamorphosed sandstones of the Permian Amdeh Formation, which contain remarkably well preserved ripple marks. The Amdeh also contains some shaley interbeds within it that could work as intraformational hydrocarbon seals. The outcrops of the Amdeh Formation have been extensively studied because this formation is equivalent to the top part of hydrocarbon-rich Haima Group in the subsurface. Such studies provide better understanding of equivalent subsurface hydrocarbon reservoirs.

Later on, Wadi Al Mayh was visited to observe the tectonically deformed rocks. In this wadi, Dr. Mohammed Al Wardi gave a detailed explanation of the different styles of structural deformation that exist in the area. He also discussed different factors that are responsible for this variation in styles of deformation, including differences in lithology and bed thickness. Oman is considered to be one of the few places in the world where the full package of the oceanic crust (i.e. ophiolite) is exposed on land. Therefore, the attendees were taken to see the spectacular Semail Ophiolite, which was obducted over the north east margin of Oman during Late Cretaceous and was followed by the migration of hydrocarbons from deeper source rocks and reservoirs to shallower reservoirs, mainly Cretaceous in age reservoirs, from which good hydrocarbon production is currently taking place. The last geological stop was at Qantab beach where the attendees looked at the Cenozoic rocks and also observed some recent bio-alteration processes that take place in the beach environment. The trip ended with a tour of Muttrah Souq, where the attendees enjoyed buying souvenirs and things to remind them of Oman.

# الرحلات الميدانية

الرحلة الميدانية المشتركة للجمعية الأمريكية لجيولوجي البترول و الجمعية العمانية الجيولوجية

بقلم: أحمد الأغبري

ترجمه للغة العربية: عائشة الحجري

نظمت الجمعية الجيولوجية العمانية رحلة ميدانية لأعضاء الجمعية الأمريكية لجيولوجي البترول في السابع عشر من مارس 2015 كفعالية مصاحبة لفعالية جائزة إمبيرال بارل والتي أقيمت في مسقط. يمثل برنامج جائزة إمبيرال بارل منافسة سنوية بين طلاب العلوم الجيولوجية من مختلف الجامعات حول العالم. قاد هذه الرحلة الدكتور محمد الوردى من جامعة السلطان قابوس وأحمد الأغبري من شركة تنمية نفط عمان. كان الهدف الأساسي لهذه الرحلة توضيح أهمية دراسة المجموعات الجبلية الموجودة فوق سطح الأرض بالنسبة للشركات النفطية وإتاحة الفرصة للأعضاء المقيمين في منافسة إمبيرال بارل لمشاهدة جيولوجية عمان الفريدة. تضمنت الرحلة زيارة منكشفات صخرية في كل من العامرات و الوادي الكبير. في الموقع الأول، تم تعريف الحضور على تشكيلة هيام ذات العمر ماقبل الكمبري و المكونة من صخور الدولوميت ذات العمر الجيولوجي المماثل لتكوين خفي الموجودة تحت سطح الأرض. و يعتبر تكوين خفي واحدة من أهم مصادر النفط في عمان و تمثل خزانات نفطية مهمة في بعض حقول النفط. استمتع الحضور برؤية حفريات الطحالب المعروفة بـ "ستروماتولايت" و التي توجد في صخور الدولوميت في تكوين هيام. في الموقع الثاني، شاهد الحضور صخور تكوين عمده ذات العمر البرمي والتي تتألف من صخور رملية متحولة مع علامات تموج نتجت بسبب التيارات الشاطيئية وحفظت بشكل استثنائي بسبب سرعة ترسيب لهذه الصخور. تحتوي تشكيلة عمده أيضا على طبقات طفلة صفحي ذات نفاذية ضعيفة تمنع هجرة أي موائع بشكل أفقي داخل التكوين. هناك العديد من الدراسات التي ركزت على توصيف المنكشفات الصخرية التي تتألف منها تكوين عمده وذلك لأن هذه الطبقات مماثلة في العمر و المحتوى للجزء العلوي لمجموعة هيام الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض و الغنية بالنفط. مثل هذه الزيارات توفر فهم أعمق للمجموعات الصخرية ذات العمر و المحتوى المماثل و الموجودة تحت سطح الأرض. بعدها زارت المجموعة وادي الميخ لمشاهدة التراكيب الجيولوجية التي تعرضت للتشوه بفعل الحركات التكتونية. في هذا الموقع، أعطى الدكتور محمد الوردى شرحا مفصلا للتراكيب الجيولوجية المختلفة الناشئة من عمليات التشوية التكتونية و التي تعرضت لها المنطقة. كما ناقش الوردى العوامل المختلفة التي أدت إلى هذا التنوع في التراكيب الجيولوجية و الممثلة في إختلاف أنواع الصخور و سماكة الطبقات. تعتبر عمان من المناطق القليلة في العالم التي يمكن فيها رؤية مختلف أقسام القشرة المحيطية المعروفة بالأفيوليت. لذلك تم إصطحاب الحضور لرؤية صخور أفيوليت سمائل المذهلة التي تم دفعها فوق الجزء الشمالي الشرقي من حافة عمان القارية في خلال الفترة الأخيرة من العصر الطباشيري و التي تسببت في تكوين معظم مكامن البترول المهمة في السلطنة. أختتمت الرحلة الميدانية بزيارة شاطئ قنتب حيث ألقى الحضور نظرة على صخور حقبة الحياة الحديثة و شاهدوا بعض عمليات التغيير البايولوجية التي تتعرض لها هذه الصخور في بيئة الشاطئ. بعدها تم أخذ الحضور في جولة في سوق مطرح حيث استمتعوا بشراء الهدايا التذكارية.





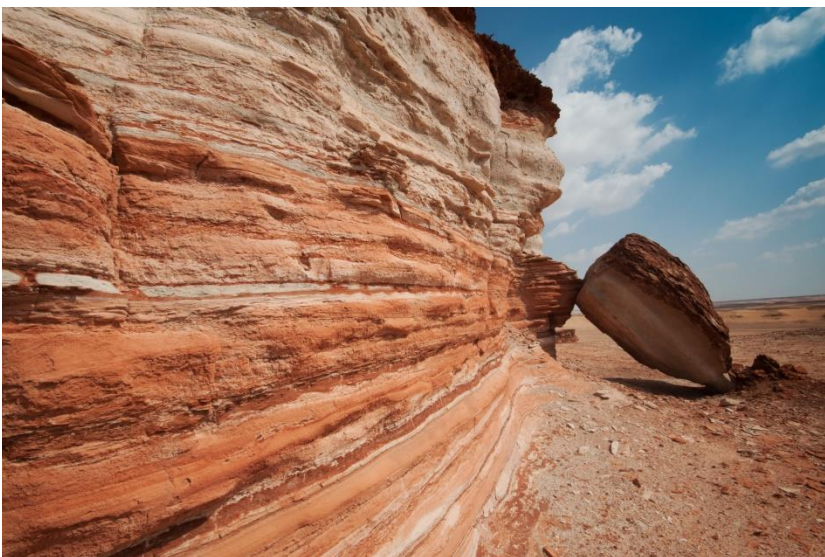
# Oman's Enchanting Geology

## GSO Added a New Book to its List of Publications: Oman's Enchanting Geology

### **Written by: Aisha Al Hajri**

On the 22<sup>nd</sup> February 2015, the GSO released a new book entitled “Oman's Enchanting Geology” during an official book release ceremony in the presence Sheikh Dr. Al Khattab Bin Ghalib Al Hinai, member of the State Council. This book represents a collaborative work between passionate geologists and professional photographers in order to showcase the top 30 most enchanting geological sites across the country. The main objective of the book is to help both Omanis and visitors know and to appreciate Oman's natural wonders by introducing them to the most attractive geological sites in the country. The authors of the book; Ahmed Al Shukaili (a Professional Photographer), Husam Al Rawahi (a Geologist), and Omar Al Busaidi (a Professional Photographer), succeeded in displaying the unique geology of Oman using fascinating photographs and straightforward non-technical language to briefly explain the geology of each site. The authors explained in the introduction section their individual drives to publish this book.

“The fascinating landscapes created by Allah in our beautiful country are inviting me to capture the never-ending beauty with my lens to create an unforgettable memory. And, I regard geology to be the key to unlock the story of the landscape” said Ahmed Al Shukaili. Husam Al Rawahi believes that: “Many places are yet to be discovered in the territory of this great country, which made me personally accept the challenge to explore them and to show them to people...”. To Omar Al Busaidi: “Where our lives unfold, our home planet Earth is filled with tremendous natural and geological remains as a valuable heritage from its beautiful history. Being provided by Allah almighty for our benefit, taking care and preserving it is a responsibility carried by none other than us, human beings.”



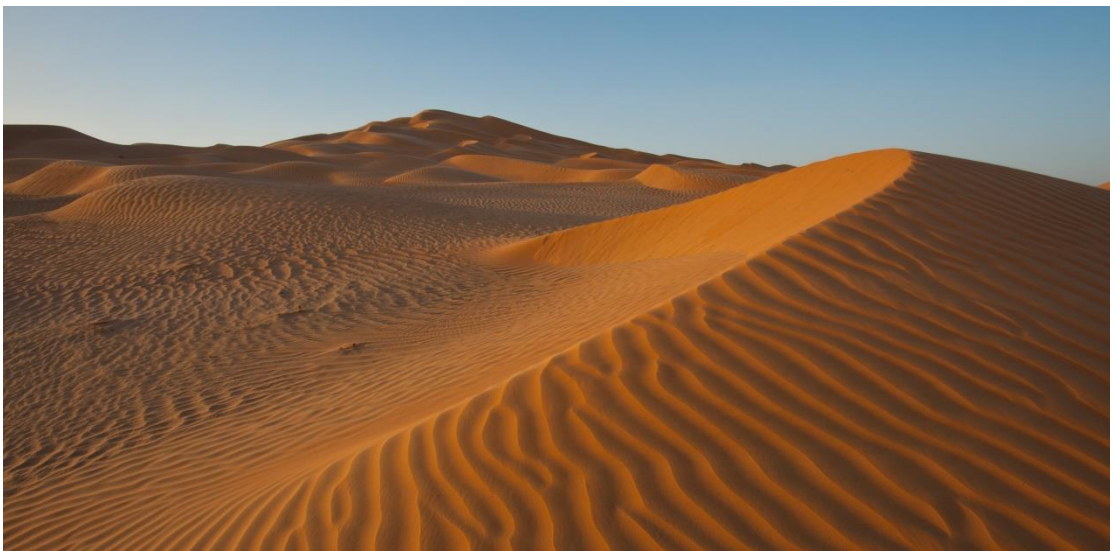
Sabkha deposits in Mahoot area.

# روائع جيولوجية عمان

الجمعية الجيولوجية العمانية تضيف كتابا جديدا إلى قائمة إصداراتها: روائع جيولوجية عمان

**بقلم: عائشة الحجري**

قامت الجمعية الجيولوجية العمانية بإصدار كتابا جديدا بعنوان "روائع جيولوجية عمان" وذلك في حفل تدشين رسمي في الخامس والعشرين من فبراير 2015 بحضور سعادة الشيخ الخطاب بن غالب الهنائي، عضو مجلس الدولة. يمثل هذا الكتاب عملا تعاونيا بين مجموعة من الجيولوجيين الطموحين ومصوريين محترفين بهدف عرض أروع ثلاثين موقع جيولوجي في السلطنة. الهدف الأساسي للكتاب هو مساعدة العمانيين والزوار الغير عمانيين للتعرف والإطلاع على العجائب الجيولوجية في عمان من خلال تعريفهم بالمواقع الجيولوجية الأكثر جاذبية في عمان. مؤلفي الكتاب هم: أحمد الشكلي (مصور محترف) و حسام الرواحي (جيولوجي) و عمر البوسعيدي (مصور محترف). وفقوا من خلال هذا الكتاب في عرض الجيولوجية الفريدة التي تتميز بها عمان وذلك بإستخدام صور جذابة و شرح مبسط خال من المصطلحات التقنية لشرح جيولوجية كل موقع من المواقع المحتواة في الكتاب. شرح المؤلفون في مقدمة الكتاب تعليلا لسبب إقدامهم على تأليف وإصدار هذا الكتاب. علق أحمد الشكلي في مقدمة الكتاب قائلا: " المناظر الطبيعية التي خلقها الله سبحانه وتعالى في بلدنا الجميل تدعوني دائما إلى التقاط صور بواسطة عدسة كاميرتي لهذا الجمال اللامنتهي حتى أخلق ذكرى لا تنسى لها. أعتبر علم الجيولوجيا المفتاح لكشف حقائق قصة هذه المناظر الطبيعية". بالنسبة لحسام الرواحي " لا زال هناك العديد من المواقع الجيولوجية تنتظر من يكتشفها و هذا بحد ذاته تحد أحب أن أخوضه حتى يتسنى لي إكتشاف هذه المناطق و مشاركة جمالها مع الآخرين". أما بالنسبة لعمر الرواحي " الأرض هي الكوكب الذي نعيش فيه وهو بيتنا الكبير الذي نحتمي فيه، و الجيولوجيا هي الموروث المتبقي لنا عن تاريخ هذه الأرض الجميلة، وهي البصمات التي توضح لنا مراحل نشأتها ونموها فواجب علينا أن نحافظ على هذا التاريخ. ولقد سخر الله تعالى لنا هذه الأرض وجعلها مسكنا لنا لنعيش فيها، وهنا يجب أن نقف جميعا وقفة تفكر ومسؤولية حول تصرفاتنا و أن نغير تعاملنا تجاه هذه الأرض فلا يوجد لنا غيرها فحافظوا عليه".



الكثبان الرملية لرمال الشرقية والممتدة لمئات الكيلومترات



# Oman's Enchanting Geology

## GSO Added a New Book to its List of Publications: Oman's Enchanting Geology

The book is divided into three sections. The first section is called “Geological Beauty” and it covers 10 geological sites (Wadi Al Khawd, Wadi Al Abyad, Yiti Mountain, Rimal Ash Sharqiyyah, Um As Samim, Barr Al Hikman, Rimal Muhut, Ras Madrasah, Ar Rub Al Khali (The Empty Quarter), and Al Mughsayl Beach), which represent the most calm and beautiful geological plains and beaches in Oman. The second section is entitled “Geological Wonders” and it includes 10 of the most wonderful geological sites in Oman (Wadi Al Jizi, Sur Reddish Mountains, Sur Chert, Wadi Sabt Mountain, Wadi Sabt, Ras Ar Ruways, Muhut Rocks, Qarat Al Kibrit, Ad Duqm's Rocks Garden, and Hadbin's Rocks) where natural forces, including winds, storms, volcanic activities, and water, worked through geological time to reveal and reshape the unique outcrops. The third and the last section, the “Majestic Geology”, showcases the top 10 large scale geological outcrops and landscapes (Musandam Mountains, Hawiyat Najm, Wadi Mistal, Wadi Bani Awf, Wadi As Sahtan, Misht Mountain, Oman's Grand Canyon, Wadi Al Muaydin, Ras Al Jinz, and Ras Markaz), where tourist can hike and enjoy seeing the magnificent and unique looking mountains, wadis, and coastlines. The locations and the coordinates of the 30 sites are marked on the geological map that is provided in the book.

“We are very glad that this book finally arrived and I wish it will do its purpose of making people aware of the magnificence of Oman's geology, which has to be protected and preserved”, said Husam Al Rawahi. For those who are interested in purchasing the book, it is currently available at the GSO main office in Al Khuwair Plaza Building located along the Sultan Qaboos main road, Al Khuwair. For more details, please contact [husam.rawahi@gso-oman.org](mailto:husam.rawahi@gso-oman.org).



Layers of reddish and whitish chert near Sur in Ash Sharqia North governorate.



# روائع جيولوجية عمان

هذا الكتاب مقسم إلى ثلاثة أقسام. القسم الأول بعنوان "الجمال الجيولوجي" والذي يحتوي على معلومات عن عشرة مواقع جيولوجية وهي: وادي الخوض, و وادي الأبيض, و جبل يتي, و رمال الشرقية, و سبخة أم السميم, و سبخة بر الحكمان, و رمال محوت, و رأس مدركة, و صحراء الربع الخالي, و شاطئ المغسيل. تمثل هذه المواقع السهول والشواطئ الأكثر هدوءاً وجمالاً في السلطنة. القسم الثاني من الكتاب يحمل عنوان "عجائب جيولوجية" و يحتوي على عشرة مواقع جيولوجية وهي: وادي الجزبي, و جبال صور الحمراء, و صخور الصوان في صورو, و جبل وادي سبت, و وادي سبت, و رأس الرويس, و صخور محوت, و قارة الكبريت, و حديقة الصخور بالدقم, و صخور حديبن. ويقدم الكتاب بشكل ظاهر وجلي تأثير قوى الطبيعة مثل الرياح, و العواصف, و الثورانات البركانية, و المياه والتي عملت على إعادة تشكيل المجموعات الصخرية بشكل فريد عبر التاريخ الجيولوجي للمنطقة. القسم الثالث و الأخير من الكتاب هو "الجيولوجيا المهيبة" و يحتوي هذا القسم على صور و معلومات عن عشرة مواقع جيولوجية سياحية في عمان وهي: جبال مسندم, و هوية نجم, و وادي مستل, و وادي بني عوف, و وادي السحتن, و جبل مشط, و أخدود عمان العظيم, و رأس الجنز, و رأس مركز) والتي تحتوي على مجموعات جبلية ممتدة لمسافات شاسعة ومناظر طبيعية خلابة تمكن السائح من ممارسة رياضة تسلق الجبال و الإستمتاع بمشاهدة الجبال الشاهقة ذات الأشكال المميزة. يحتوي الكتاب أيضا على خريطة لسلطنة عمان توضح مواقع و إحدائيات المواقع الجيولوجية المذكورة في أقسام الكتاب الثلاثة.

وقد علق حسام الرواحي قائلاً: "نحن سعيون جداً لأن هذا الكتاب رأى النور وأرجو أن نحقق الهدف الذي من أجله ألفنا هذا الكتاب والتمثل في جعل الناس أكثر إدراكاً بروعة جيولوجية عمان والتي يجب علينا حمايتها والحفاظ عليها". الكتاب متوفر حالياً في مكتب الجمعية و على الراغبين بإقتناؤه التواصل مع حسام الرواحي عبر البريد الإلكتروني [husam.rawahi@gso-oman.org](mailto:husam.rawahi@gso-oman.org).



تلال صخور الكربونات في رأس المركز, محافظة الوسطى

February-June 2015

## **Oman oases: contrasting carbonate sediments on the Gondwana margin in the immediate aftermath of the Permian-Triassic boundary mass extinction**

Dr. Aymon Baud, the head of Baud Geological Consultants (BGC), gave a talk on the 4<sup>th</sup> of February 2015. The talk focused on *Hindeodus parvus* to *Isarcicella isarcica* zones of the basal Triassic carbonate sediments on the Gondwana margin of Oman. The talk covered the sedimentology, the fossils content, and the depositional environments of these sediments, which are exposed in the Wadi Maqam of the Sumeini area in northwestern Oman. The lithology and the fossils content of coeval Griesbachian shallow oceanic plateau carbonates, which were recently discovered in the Batain area (southeastern Oman), were also discussed. The results which were presented in this talk pointed out that “there is no evidence of anoxia on this well oxygenated shallow neritic plateau”, nor any sign of “intense post-extinction acidification”. According to Dr. Aymon Baud, “this may explain why the Oman neritic oceanic plateau records a very early (i.e. Griesbachian) episode of marine ecosystem recovery. The oceanic mounds or plateaus apparently escaped the environmental deterioration that prevailed on the continental platform and slope, and may have functioned as oases”.



## **Reefs through time and space**

This talk was given in the 10<sup>th</sup> of February 2015 by Dr. Wolfgang Kiessling, the chair of Paleoenvironments and Paleobiology at Erlangen University, Germany. The talk focused on discussing the factors that affected the abundance of reefs through time using a comprehensive database on ancient reef systems with the aim being to understand the waxing and waning of these complex ecosystem and their physical and biological properties. The talk also pointed out that the relationships among reef attributes can be assessed in a multivariate statistical framework. The talk covered Phanerozoic reef development and it discussed potential controlling factors over the distribution of reefs, including climate, ocean chemistry, competition, and environmental crises.

# المحاضرات

فبراير - يونيو 2015

## واحات عمان: تباين رسوبيات الكربونات على حافة صفيحة جندوانا القارية بعد الإنقراض الجماعي في المرحلة الإنتقالية من العصر البرمي إلى العصر الترياسي

قدم الدكتور أيمن باود -رئيس شركة باود للإستشارات الجيولوجية- محاضرة في الرابع من فبراير 2015 ركز فيها على رسوبيات الجيرية ذات العمر الترياسي الغنية بحفريات "هينديوس بارفز" و "إسيرجيسلا إسيريكا" والتي ترسبت على حافة صفيحة جندوانا القارية في المساحة التي تمثلها عمان حاليا في مياه البحر الضحلة. غطت المحاضرة جوانبا عدة من ضمنها: تكوين هذه الرسوبيات , أنواع الحفريات الموجودة في هذه الرسوبيات, و أنواع البنيات التي ترسبت فيها هذه الطبقات الموجودة في وادي مقدم في منطقة السميني شمال غرب السلطنة. تطرق النقاش في المحاضرة إلى توصيف التركيب النسيجي ومحتوى الحفريات للطبقات الجيرية التي تم إكتشافها في منطقة البطين من شرقية عمان وهي ذات عمر جيولوجي (جريسباركيان) مماثل للرسوبيات الموجودة في وادي مقام. أشارت النتائج التي تم عرضها في المحاضرة إلى أنه "لا توجد أدلة على عدم توفر نسبة كافية من الأوكسجين في مياه البحر الضحلة التي ترسبت فيها هذه الرسوبيات, وأن الدلائل تشير أن هذه المياه توفرت فيها كل العوامل التي ساعدت على تكاثر الكائنات البحرية. و وفقا لهذه الدراسة, لا يوجد أي أدلة تشير إلى ارتفاع معدل الحموضة في المياه البحرية بعد عميلة الإنقراض الجماعي في الفترة ما بين العصر البرمي و العصر الترياسي . إن عدم تغير معدلات الحموضة في مياه البحر ربما كان سبب الإنتعاش السريع للحياة البحرية مباشرة بعد الإنقراض الجماعي في هذا المكان حسب رأي دكتور أيمن. وخصوصا بعد التدهور البيئي الذي شهدته منصات ومنحدرات الصفيحة القارية نتيجة للعوامل التي أدت إلى الإنقراض الجماعي, حيث لجأت الكائنات البحرية إلى العيش في جماعات مشكلة تلال أو أكوام صغيرة في القشرة المحيطية و التي إنتشرت على شكل واحات متفرقة.



## الشعب المرجانية عبر الزمان و المكان

أقيمت محاضرة الشعب المرجانية عبر الزمان و المكان في العاشر من فبراير 2015 و التي ألقاها الدكتور وولف جانج كيسلينج رئيس قسم علوم البينات و الأحياء القديمة في جامعة إيرلنجن. ركزت الندوة على مناقشة العوامل المؤثرة على إنتشار الشعب المرجانية عبر الزمان بإستخدام قاعدة بيانات كبيرة لمجموعات شعب مرجانية قديمة لفهم عمليات الإنحسار التي تتعرضت لها هذه الأنظمة البيئية و خصائصها البيولوجية. أشارت المحاضرة أيضا إلى أن العلاقة بين الخصائص المختلفة للشعب المرجانية يمكن أن تقيم في إطار إحصائي متعدد المتغيرات. و قد غطت المحاضرة تطور الشعب المرجانية خلال دهر الحياة الظاهرة كما ناقشت العوامل التي يمكن أن تكون سببا في توزيع و تنوع الشعب المرجانية وهي : الطقس, و التركيب الكيميائي لمياه المحيطات, و التنافس على الغذاء بين الكائنات الحية, و الكوارث الطبيعية.



February-June 2015

## **Sedimentology and stratigraphy of the Cretaceous succession of the Jeza-Qamar Basin in Dhofar (Oman) and its hydrocarbon potential**

Dr. Osman Salad Hersi, associate professor and researcher at the University of Regina in Canada, presented his study about the sedimentology and stratigraphy of the Cretaceous succession of the Jeza-Qamar Basin in Dhofar on 18<sup>th</sup> of February 2015. During the talk, the regional distribution of the Jeza-Qamar Basin in south Oman and north Yemen was described. The talk involved detailed discussion about the sequence stratigraphy and the tectonic history of the basin from the Jurassic until the Late Tertiary. Reservoir qualities, structural and stratigraphic traps, and promising source rock horizons of the Barremian to Maastrichtian strata in the Omani portion of the basin (i.e. Dhofar), that include, in an ascending order, Qishn, Kharfot, Dhalqut, Samhan and Sharwayn formations, were discussed. The impact of tectonic and eustatic sea level fluctuations on the sedimentary fill of the basin was also addressed.

## **Amdeh 5 outcrops (Haima Saih Nihayda Fm equivalent) in the Wadi Daiqa and Hayl Al Quwasim inliers**

This talk was given on the 25<sup>th</sup> February 2015 by Dr. Alan Heward, risk adviser at New Zealand's Treasury. The talk focused on characterizing the 690 m thick sequence of Amdeh 5 in the Wadi Daiqa and Hayl Al Quwasim inliers, which is in a continuation of the Ghaba Salt Basin to the northeast. The talk highlighted the main lithofacies of the Amdeh 5, including shales, quartzose sandstones and shell beds, which were deposited in storm-dominated, shallow-marine shelf, shoreface and delta environments. Data and results that were used to identify palaeocurrents occurring during the deposition of the Amdeh Formation were also discussed. Palynological assemblages within the Amdeh 5 Member, which indicate equivalence to the Saih Nihayda Formation (biozones 1098A-D), were shown. The talk also related the variation in the sequences of the Amdeh 5 to global sea level fluctuations. Dr. Alan Heward addressed several questions in his talk such as the similarities between the Amdeh 5 sequence in the outcrop and the equivalent rocks in the subsurface in the Ghaba Salt Basin and in other locations in Saih Hatat.

## **Cave and Karst Research in Oman**

On the 31<sup>st</sup> March 2015, Andreas Wolf, the Head of the German Institute for Karst Research and the Vice President of the German Speleological Society, gave a talk about cave and karst research in Oman. The speaker gave an overview about the caves in Oman and highlighted the ongoing research into them, including the Al Kittan Cave (Cotton Cave) near Ibri. The talk involved discussion of different aspects of this cave such as its geology and genesis, documentation of its biology and its unusual minerals and speleothems, and presentation of a map of the cave along with meteorological measurements. The talk also pointed out that "the caves in the country provide important archives for geomorphological reconstructions and paleoclimatic research". Examples of these caves were illustrated, including Al Hoota Cave and Majilis Al Jinn, which have great potential both for tourism and geosciences in Oman.

# المحاضرات

فبراير - يونيو 2015

## الخصائص الرسوبية و الطبقة لترسبات العصر الطباشيري في حوض الجيزة-قمر في ظفار (عمان) و إمكانية تواجد الهيدروكربون فيها.

عرض الدكتور عثمان صلاح حرزي، الأستاذ المشارك و الباحث في جامعة ريجينا في كندا، جانباً من دراسته التي ركزت على الخصائص الرسوبية و الطبقة لترسبات العصر الطباشيري في حوض جزع-قمر في ظفار (عمان) في الثامن عشر من فبراير 2015. تم خلال المحاضرة وصف الأمتداد الإقليمي لحوض جزع-قمر في جنوب عمان و شمال اليمن. تضمنت الندوة أيضاً نقاشاً مفصلاً عن تسلسل الطبقات الرسوبية و التاريخ التكتوني في هذا الحوض منذ العصر الجوراسي و حتى فترة الحقب الثالث. ناقش الدكتور صلاح-حرزي إمكانية تواجد المواد النفطية في الترسبات من العصر البرمي إلى العصر الطباشيري المتأخر (الماستريختي) في الجانب العماني من حوض جزع-قمر و ذلك في التكوينات التالية: قشن، و خرفوت، و ضلكوت، و سمحان، و شروين و تمت مناقشة جودة هذه الترسبات كخزانات نفطية، و كذلك إمكانية وجود تراكيب جيولوجية و طبقة مانعة لهجرة النفط إلى السطح. و قد سلط المحاضر الضوء أيضاً على تأثير الحركات التكتونية و تغير مستوى سطح البحر على عمليات الترسب في حوض جيزة-قمر.

## منكشفات تكوين عمدة 5 ذات العمر الجيولوجي المماثل لتكوين سيح نهيد في وادي ضيقة و حيل القواسم

قدمت هذه المحاضرة في الخامس و العشرين من فبراير 2015 بواسطة الدكتور ألن هيوارد. ركزت هذه المحاضرة على وصف طبقات تكوين عمدة 5 و البالغ سمكها 690 م و الموجودة كمنكشفات جبلية متفرقة في كل من وادي ضيقة و حيل القواسم. وضحت المحاضرة أنواع الصخور الرئيسية التي يتكون منها عمدة 5 و من أهمها صخور الطين الصفحي، و الصخور الرملية الغنية بمعدن الكوارتز، و الرمال الغنية بالحفريات و التي ترسبت في ضفاف بحرية ضحلة تحت تأثير العواصف و في مناطق الدلتا. تطرقت المحاضرة أيضاً إلى المعلومات و الأدلة التي تم استخدامها للتعرف على اتجاه التيارات المائية التي تسببت في ترسيب تكوين عمدة 5. تم خلال المحاضرة عرض صور للحفريات (البذور و الأبواغ) المحفوظة في تكوين عمدة 5 و التي تشير إلى أن هذا التكوين مساوي في العمر لتكوين سيح نهيد المصنف إلى تقسيم 1098A-D حسب الفئة العمرية المعتمدة على الفريات الدقيقة و أشارت المحاضرة إلى أن التباين في الطبقات المكونة لتكوين عمدة 5 يرجع إلى تغير مستوى سطح البحر في العالم. كما نبه الدكتور ألن هيوارد إلى العديد من النقاط المهمة المتعلقة بالموضوع و من ضمنها التشابهات بين طبقات تكوين عمدة 5 الموجودة على سطح لأرض و الصخور المماثلة لها في التركيب و العمر و الموجودة تحت سطح الأرض في حوض غابة الملح في شمال شرق عمان و في مواقع أخرى في منطقة سيح حطاط.

## بحث الكهوف و أنظمة الكارست في عمان

في الواحد و الثلاثين من شهر مارس 2015 قدم أندرياس وولف، رئيس المؤسسة الألمانية لدراسات أنظمة الكارست و نائب رئيس الجمعية الألمانية للكهوف، محاضرة عن الكهوف و البحوث الجارية حالياً مثل الدراسات المتعلقة بكهف الكتان بعبري. تضمن الحديث نقاش عن مواضيع عدة متعلقة بالكهوف منها جيولوجية و نشأة هذه الكهوف، و توثيق للحفريات الموجودة في هذه الكهوف و محتواها من المعادن و الترسبات الكهفية المتنوعة، و عرض لخريطة توضح إمتداد الكهف بالإضافة إلى دراسات للأنظمة المناخية الغابرة داخل الكهف. أشارت المحاضرة إلى أن الكهوف الموجودة في السلطنة توفر توثيقاً مهماً لإعادة بناء جيومورفولوجيا المنطقة قبل تكون هذه الكهوف و هي في نفس الوقت تعتبر مصدراً للمعلومات للدراسات المعنية بفهم إختلاف المناخ عبر الزمن الجيولوجي. تطرقت النقاش أيضاً إلى كهوف أخرى موجودة في السلطنة مثل كهف الهوتة و كهف مجلس الجن و اللذان يعتبران مصدر جذب للسياح و المهتمين بعلم الأرض.

## **Introduction to Geomechanics**

Dr. Ruqaiya al Zadjali, Geomechanics specialist in PDO, gave this talk on the 27<sup>th</sup> April 2015. The talk highlighted the role that geomechanics plays in every part of the life cycle of an oil and gas reservoir, particularly addressing potential issues, planning for, and managing the safety of the wellsite. The talk focused on giving awareness about geomechanics as a discipline and its vital role in petroleum industry in general and specifically in PDO.

## **From seals to reservoirs: unconventional methods to characterise the pore space in fine grained rocks**

On the 12<sup>th</sup> May 2015, Prof. Janos L. Urai, a professor at RWTH Aachen and GUTech, gave this talk. Prof. Janos talked about how accurate and reliable characterisation of porosity and permeability in rocks that traditionally were seen as seals for hydrocarbons is now the key for understanding unconventional reservoirs such as tight gas sandstones, gas shales, and microporous carbonates. The talk discussed the usage of digital microscopy for multi-scale study of pores in gigapixel polarized microscopy images, to quantify the spatial distribution of the size of connected pores. Broad Ion Beam (BIB) milling and Scanning Electron Microscopy (SEM) across a representative area, in combination with Wood's-Metal porosimetry using the SE, BSE and EDX detectors and advanced image processing techniques, were covered in the talk as a novel method to quantify the pore networks at mm - nm scale. The talk highlighted the significance of the BIB-SEM under cryogenic conditions to directly visualize the hydrocarbon fluids and water in the pores, allowing the study of wetting in complex reservoirs.

## **Salt tectonics: how rheological contrasts control the internal deformation of salt structures**

This talk was also given by Prof. Janos L. Urai, from RWTH Aachen and GUTech, on the 19<sup>th</sup> May 2015. The talk focused on the impact of rheological contrasts within an evaporite body on the evolution of the internal structure of the salt. The talk also discussed the current understanding of the influence of mechanical layering on salt deformation at a broad range of scales. High resolution 3D seismic data and well data from the northern Netherlands were shown to explain the evolution of salt pillows, where the rock salt layers contain stronger carbonate stringers and show a rich, complex deformation of the stringers, providing an analogue for the Ara Carbonate Stringer reservoirs of the South Oman Salt Basin.



# المحاضرات

فبراير - يونيو 2015

## مقدمة في علم الجيوميكانيكا

قدمت هذه المحاضرة الدكتورة رقية الزدجالي، المتخصصة في الجيوميكانيكا في شركة تنمية نفط عمان وذلك في السابع والعشرين من إبريل 2015. وضحت المحاضرة الدور الكبير الذي تلعبه الجيوميكانيكا في عملية إنتاج النفط والغاز عبر مراحلها المختلفة، كما نوهت الى تطبيقات الجيوميكانيك في مجال تدليل التحديات المصاحبة لعمليات الإنتاج، والتخطيط، وتنظيم قواعد السلامة في مواقع حفر ابار النفط والغاز. كما ركزت المحاضرة على توعية الحضور بأهمية الجيوميكانيكا كفرع من فروع المعرفة التي تستخدم بشكل كبير في تطوير الصناعات النفطية بشكل عام و على مستوى شركة نفط عمان بشكل خاص.

## من العوازل إلى الخزانات: طرق غير تقليدية لوصف المسامات في الصخور ذات الحبيبات الدقيقة

قدم الدكتور يانوس يوراي، بروفيسور في جامعة آخن و الجامعة الألمانية للتكنولوجيا بعمان، في الثاني عشر من شهر مايو 2015 محاضرة بعنوان " من العوازل إلى الخزانات: طرق غير تقليدية لوصف المسامات في الصخور ذات الحبيبات الدقيقة". تحدث البروفيسور يانوس عن مدى مصداقية ودقة الطرق المستخدمة لوصف مسامية ونفاذية الصخور التي تمنع هجرة الهيدروكربونات إلى سطح الأرض وكيف أنها تمثل المفتاح الأساسي لفهم خزانات المنتجات النفطية الغير تقليدية، مثل الصخور الرملية ذات المسامات الضيقة التي تحتوي على الغاز المشتق من المنتجات النفطية، صخور الطين الصفحي الغني بالغاز، والصخور الجيرية ذات المسامات المتناهية الصغر (الميكروسكوبية). غطى النقاش خلال المحاضرة تقنيات حديثة عدة مستخدمة لوصف نظام المسامات في الصخور على مقياس يتراوح من بضعة مليمترات إلى بضعة نانومتترات وهي تقنية شعاع الأيون الواسع لمسح الأسطح المتناهية الصغر، والميكروسكوب الماسح الإلكتروني المحتوي والموصل بجهاز البوروسيمتر المستخدم لقياس حجم المسامات و محيطها.

أثناء غمر عينات الصخور في مصهور سبائك معدن الخشب، و تقنيات تحليل الصور الناتجة من أجهزة المسح الإلكتروني. و ركزت المحاضرة على أهمية كلا من شعاع الأيون الواسع و الميكروسكوب الماسح الإلكتروني لتوضيح كيفية إنتشار الموائع سواء كانت نفط أو غاز أو ماء في نظام المسامات و التي من خلالها يمكن دراسة خاصية الترطيب في الخزانات النفطية المعقدة التركيب.

## الحركات التكتونية المصاحبة للترسبات الملحية: تأثير التباين الريولوجي على التشويه الداخلي لتراكيب الأحواض الملحية

قدم هذه المحاضرة البروفيسور الدكتور يانوس يوراي بروفيسور في جامعة آخن و الجامعة الألمانية للتكنولوجيا بعمان في التاسع عشر من شهر مايو 2015. ركزت المحاضرة على تأثير التباين الريولوجي (قدرة المواد، خاصة المواد السائلة، على التدفق) في الطبقات الملحية على تطور تراكيبها الداخلي. تم أيضا خلال المحاضرة مناقشة ما تم التوصل إليه حتى الآن من فهم لتأثير التطبيق الميكانيكي في تباين أشكال التشويه في طبقات الصخور الملحية المختلفة. كما عرضت تصاميم ثلاثية الأبعاد عالية الجودة ومعلومات لبئر نفطية من شمال هولندا لتوضيح طريقة تكون الوسائد الملحية في طبقات الصخور الملحية بسبب التشوهات التكتونية. و تم عرض تصاميم ثلاثية الأبعاد تبين مدى التعقيد في هذه التشوهات اذا احتوت طبقات الملح على صخور جيرية. الجدير بالذكر انه يمكن استخدام هذه الدراسات لفهم مجموعة اراء الموجودة تحت سطح الأرض و التي تمثل خزانات نفط مهمة في حوض الملح في جنوب عمان.

# GSO Annual General Meeting March 2015

## **Written by: Ali Lazki**

The Annual General Meeting (AGM) of the Geological Society of Oman was held at the Crown Plaza on February 12th, 2015. This AGM was under the auspices of His Excellency Dr. Hamad Bin Said Bin Sulaiman Al Afi, the Under-Secretary at the Ministry of Agriculture and Fisheries. At the beginning of the AGM, the previous GSO President Dr. Mohammed Al Kindi reviewed the GSO's previous year's activities and accomplishments. Then, the new GSO president, Dr. Ali Lazki, introduced the new GSO executive committee members. After that, a photo animation was presented showing last year's activities and its statistics. A technical video prepared by Sultan Qaboos University's students was shown during the meeting featuring the beautiful and rich geology of Wadi Al Muaydin. Later on, the three winning teams of the Geo-challengers competition were announced and honored. Finally, last year's activities awards were given to talk presenters, fieldtrip leaders and the previous GSO executive committee members.



# اجتماع الجمعية الجيولوجية العمانية السنوي مارس 2015

بقلم: علي الزكي

ترجمه للغة العربية: عائشة الحجري

عقد الإجتماع السنوي للجمعية الجيولوجية العمانية في فندق كراون بلازا وذلك في الثاني عشر من فبراير لعام 2015، وتحت رعاية سعادة الدكتور حمد بن سعيد بن سليمان العوفي، وكيل وزارة الزراعة والثروة السمكية. في بداية الإجتماع السنوي، قدم الدكتور محمد الكندي الرئيس السابق للجمعية الجيولوجية العمانية نبذة عن أنشطة الجمعية التي تحققت خلال السنوات الفائتة. بعدها قام الدكتور علي الإزكي، الرئيس الحالي للجمعية، بتعريف الحضور بأعضاء اللجنة التنفيذية الحالية للجمعية بعد ذلك تم تقديم عرض مرئي يوضح الفعاليات المختلفة، والتي تم تنظيمها بنجاح خلال العام الفائت، وتم دعم ذلك بمعلومات إحصائية عن هذه الفعاليات. عقب ذلك تم عرض فيديو تقني، أعده طلاب جامعة السلطان قابوس، والذي ركز على وادي المعين وما يحتويه من جيولوجيا جميلة وغنية. بعدها تم الكشف عن أسماء الفرق الثلاثة الفائزة في تحدي وتكريمهم. وفي النهاية تم تكريم المشاركين الذين قاموا بإلقاء المحاضرات و تنظيم الرحلات Geo-challengers بالإضافة إلى أعضاء اللجنة التنفيذية السابقة للجمعية الجيولوجية العمانية. الميدانية





## Stress Dependence of Fluid Flow and Velocity in Tight Sandstone Core Samples

Written by: Dr. Mohammed Al Rajhi

### Introduction

Stress sensitivity of tight sandstones (i.e. sandstones with permeabilities of less than 0.1 mD and porosities of less than 10%) and its impact on gas production is still poorly understood. This is a crucial issue as it can be responsible for more than 50% loss of the productivity index (PI), i.e. production rate per pressure drop, at the wellbore measured as Mscf/d/psi (Abass, 2009). There is evidence from laboratory experiments that matrix permeability might be more stress sensitive in tight gas sandstones than in highly permeable conventional reservoirs (e.g. Keaney *et al.*, 1998). Yet this could be an experimental artefact or a core damage effect where, once brought to the surface, core samples show different stress sensitivities from the ones under real reservoir conditions (e.g. Holt and Kenter, 1992). This study aims to explore how stress sensitive tight gas sandstones are during production, and to investigate the factors which affect this stress sensitivity, mainly fluid flow and gas permeability, and ultrasonic velocity. The analysis of the stress dependence of gas permeability aims to provide suggestions to improve production from tight sandstones and the analysis of the stress dependence of velocity aims to explore velocity changes during production.

### Samples Analysed

The experimental analysis was performed on Mam Tor core samples. Mam Tor is a sandstone and siltstone outcrop in Derbyshire, UK (~20 km west of Sheffield and ~2 km northwest of Castleton in the Peak District, (N53° 20' 54", W1° 48' 30"), **Figure 1**). The Mam Tor dataset consists of five samples and it was cored perpendicular to bedding (i.e. vertical plugs, horizontal bedding). The average diameter of the core plugs is 1.5 in (~3.8 cm) and their lengths are in the range of 3.6 to 5.3 cm.

### Stress Dependence of Fluid Flow

It has been observed that deformation during an increase in effective stress in tight rocks is most evident at pore throats rather than in pore bodies and the flat pores are more stress sensitive than pores with polygonal or oval shapes (Lei *et al.*, 2007). In some tight rocks such as those of Mam Tor, almost isolated pores are connected by narrow pore throats that exhibit crack-like shapes (i.e. microcracks). These microcracks are likely to be more stress sensitive than the intergranular pore space volume. Cracks compliance (i.e. crack elastic deformation) eventually becomes very small at very high effective stresses and so the permeability reduction will be higher at low stress levels. It should be emphasised that mineralogy plays a considerable role in the deformation of a certain rock samples as a result of the stress applied. For example, soft minerals such as clay and mica alter their shapes due to the applied stress and the force exerted by brittle minerals such as quartz (Davies and Davies, 2001). Therefore, mineralogy will affect the change of pore aspect ratio (i.e. the ratio between pore width and length) with stress and, consequently, the stress sensitivity of permeability.

This might explain why some formations are more stress sensitive than others. In addition, low porosity samples are found to be more permeability stress sensitive than high porosity samples. Yet mineralogy alone does not provide a convincing explanation as some rock samples with similar clay, mica, and quartz percentages may still show different permeability stress sensitivities. Other factors that are likely to be involved in the stress sensitivity of permeability are, for example, the initial degree of pore space connectivity, including the initial crack density. Rock samples with similar mineralogies but different degrees of pore connectivity are likely to show different permeability stress sensitivities. This is because a higher initial degree of pore space connection will provide alternative fluid flow paths as stress increases. It is expected, therefore, that high initial permeability (typically high porosity) samples will be less stress sensitive.

**Figure 2** shows the change in permeability relative to the highest permeability value of certain samples. It indicates that partially water saturated Mam Tor samples are more stress sensitive than the dry ones. In other words, stress sensitivity increases as water saturation increases. The gas relative permeability ( $K_{rg}$ ) of the Mam Tor samples is reduced with increasing water saturation and also with increasing effective stress (**Figure 3**). Gas relative permeability decreased from 0.5mD at 30% water saturation ( $S_w$ ) to 0.015mD at 56%  $S_w$  at 2000 psi, and from 0.4mD at 30%  $S_w$  to 0.0077mD at 56%  $S_w$  at 5000 psi. At higher water saturations, gas relative permeability becomes more stress sensitive. Accordingly, lower percentages of water saturations can block the gas flow in low permeability tight sandstones compared to conventional high permeability reservoirs.

Pore geometry in very low permeability samples is sometimes characterised by relatively isolated pore spaces and narrow pore throats. In the case of partially saturated samples, water accumulates in the narrow pore throats where it becomes increasingly trapped as the percentage of water saturation increases, in what is known as the trapping effect (Lake, 2005). In other words, as the saturation increases, water fills a higher percentage of cracks between individual grains (very narrow pore throats may exhibit crack like shapes) and consequently, reduces the density of cracks that connect pore spaces. As crack density decreases, the degree of connection between the pore spaces becomes very limited. At high water saturations (>50%), neither water nor gas has any effective flow capacity (i.e.  $\sim 0.02 K_{rg}$  or below).

For relatively tight samples, gas permeability ( $K_g$ ) values which were measured at low stress conditions are typically higher than those measured at *in situ* stress conditions. This difference, however, starts to decrease as the samples become more permeable. This indicates that the difference between laboratory measured properties of tight rocks and those of actual reservoirs will be lower at high stress levels as cracks become less compliant and hence, less influential.

### **Stress Dependence of Velocity**

**Figure 4** illustrates ultrasonic velocity measurements of the Mam Tor samples, at dry and various water saturation conditions. For water saturation ( $S_w$ )  $\leq 58\%$ , S-wave velocity ( $V_s$ ) decreases as the rock samples become partially saturated. This is because the shear modulus of dry samples is similar to that of partially saturated samples and consequently,  $V_s$  decreases slightly as the bulk density of the partially saturated sample increases (Gassmann, 1951; Biot, 1956). At 89%  $S_w$ , the results show a slight increase in  $V_s$ . Since water has negligible shear modulus, the increase in  $V_s$  might be related to unrelaxed local pressure gradients caused by the passing ultrasonic waves. Under dynamic stress, the fluid in partially saturated or saturated rock samples is likely to move from compliant pores and cracks to less compliant pores and cracks.

Passing waves cause fluctuations in the local stress which results in a local flow pore pressure gradient or what is often referred to as 'squirt flow' (Jizba, 1991; Mavko *et al.*, 1998). At higher frequencies (e.g. ultrasonic waves), pore pressure gradients are unrelaxed and this state of disequilibrium makes the elastic moduli stiffer and hence, gives rise to higher velocities than in lower frequency measurements (e.g. seismic waves) where the pore pressures can equilibrate. **Figure 4**, however, demonstrates that the difference in  $V_s$  between dry and partially saturated samples is sensitive to the stress level. The change in  $V_s$  with frequency (velocity dispersion) becomes very small (almost within the error range) at high stress states ( $\geq 5000$  psi) as cracks become less compliant. A state of pressure communication (i.e. equilibrium) between pore fluids in the Mam Tor samples might exist at high stress conditions.

A test was performed to examine the relationship between  $V_p$  (i.e. velocity of compressional P-waves) and  $S_w$ . In **Figure 4** there is no clear change in P-wave velocity ( $V_p$ ) at 38%  $S_w$ .  $V_p$  then increases slightly by  $\sim 3\%$  at 46%  $S_w$ , before increasing by  $\sim 10\%$  and  $\sim 11\%$  at 58% and 89%  $S_w$ , respectively. This increase is because the bulk modulus of water is higher than that of air as it is less compressible. The above percentages are the average changes over a range of stress levels. The changes in  $V_p$  with  $S_w$  will fall between Gassmann-Wood and Gassmann-Hill approximations (e.g. Toms *et al.*, 2007; Müller *et al.*, 2008; Lebedev *et al.*, 2009). For low saturations and/or low frequencies, the rock contains a homogeneous mixture of the fluids where the average fluid bulk moduli can be evaluated using Wood's formula. For high saturations and/or high frequencies, there is no communication between fluid patches and according to Hill's theorem, the saturated bulk modulus of each fluid should be evaluated using Gassmann's approximation. Changes in  $V_p$  are sensitive to the diffusion length which is controlled by rock permeability, fluid viscosity, and signal frequency, also known as the wavelength of Biot's slow wave (Lebedev *et al.* 2009). The size of fluid patches should be much greater than the diffusion length ( $\sim 0.1$  mm) to cause a significant increase in P-wave velocity (Lebedev *et al.* 2009). According to the results in **Figure 4**, the fluid patches might cluster effectively in the Mam Tor samples for  $S_w > 50\%$ , forming a size much bigger than the diffusion length.

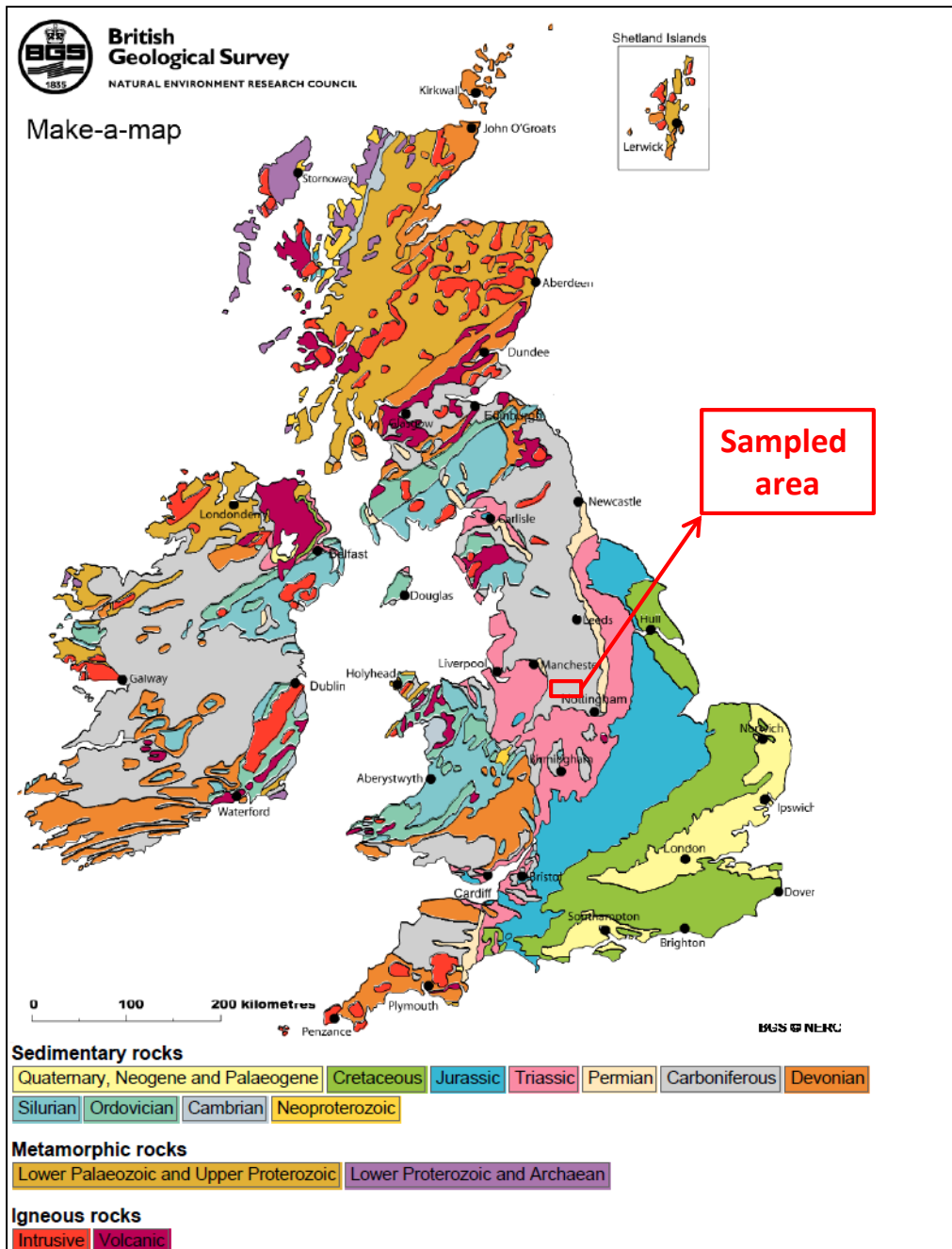
### Implications

The implication of these results is that production from tight gas reservoirs is likely to be more stress sensitive than from conventional reservoirs. This stress sensitivity, however, might not occur at the early stages of depletion, but is likely to increase as production increases. Most stress sensitive regions are expected to be closer to the wellbore where the pore pressure drop will be higher. To avoid or at least minimize the effect of this stress sensitivity, it might be beneficial to implement low production rates. This might maintain steady stress states and hence ensure longer periods of production.

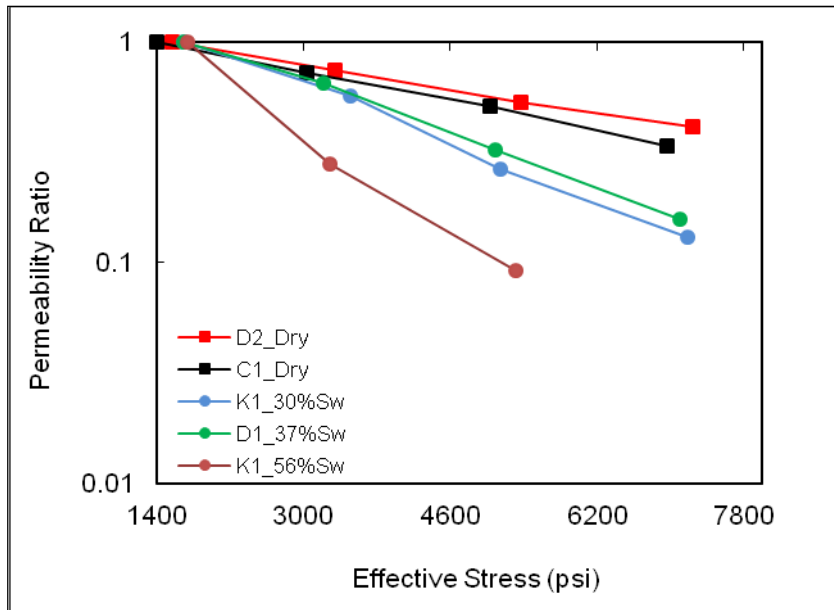
The velocity-stress results indicate that the stress sensitivity of velocity is not influenced by the type of pore fluid as dry and partially water saturated samples show almost the same changes in P-wave velocity as a function of stress. In addition, the change in  $V_p$  as a function of stress is similar for low and higher porosity samples. The stress sensitivity of velocity is rather dependent on the change of grain boundary compliance as stress changes. In other words, low grain boundary compliance provides better grain contacts and consequently better acoustic coupling between the grains. Thus, velocity changes during production, as the effective stress increases, are mainly sensitive to the degree of compaction in the reservoir. There is no certain correlation between permeability and velocity that is applicable to a wide range of rock samples.



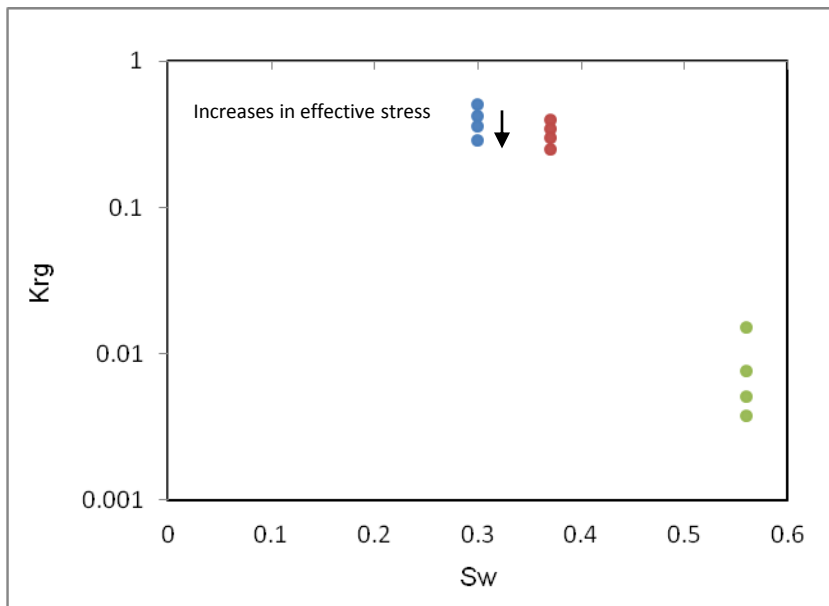
This is because the permeability-velocity relationship is strongly influenced by mineralogy and microstructure. Permeability, however, is inversely related to velocity during the loading cycle (as effective stress increases) of certain rock types. In other words, as effective stress increases, permeability decreases while velocity increases. In general, a large drop in permeability correlates with a large increase in velocity, although there is no quantitative measure and the scatter of the correlation is quite broad. Accordingly, changes in time lapse (4D) seismic during production of tight reservoirs might not accurately highlight depleted areas.



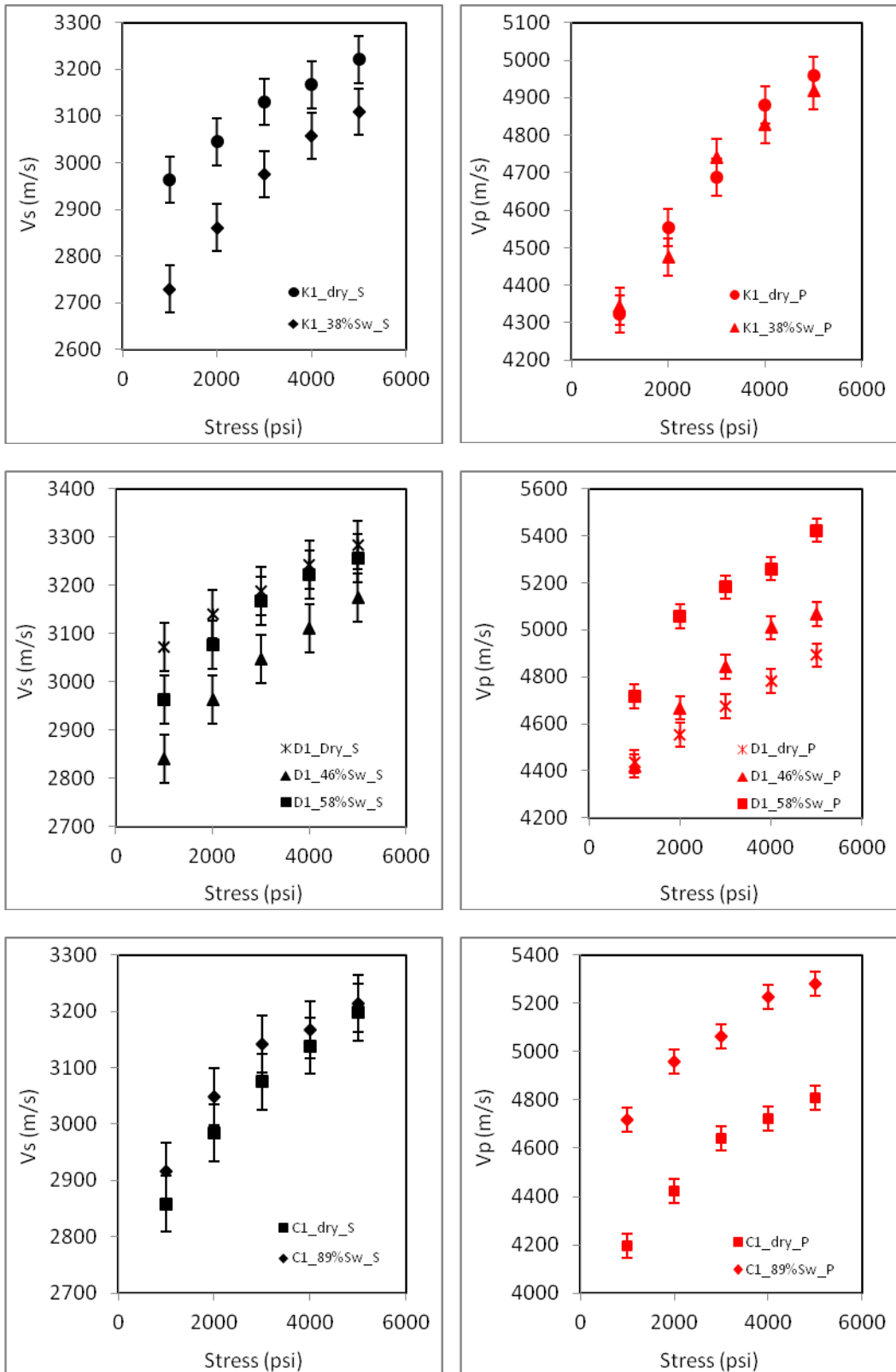
**Figure 1.** Geological map of the United Kingdom and Ireland showing the location of the sampled area.  
(from [www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/geologyOfBritain/makeamap/map](http://www.bgs.ac.uk/discoveringGeology/geologyOfBritain/makeamap/map)).



**Figure 2.** Gas permeability ratio against effective stress. As water saturation ( $S_w$ ) increases, the samples become more stress sensitive. It is hard to get any gas flow when  $S_w > 50\%$ , which is why K1\_56%  $S_w$  could not be loaded to more than 5400 psi effective stress.



**Figure 3.** Gas relative permeability ( $K_{rg}$ ) in mD with increasing water saturation at 2000, 3000, 4000, and 5000 psi effective stress. Mam Tor  $K_{rg}$  is reduced with an increasing in water saturation



**Figure 4.** Plots illustrating P-waves velocity ( $V_p$ ; red) and average S-wave velocity ( $V_s$ ; black) against stress at various water saturations. Error is  $\pm 50$  m/s.



## References

- Abass, H., 2009. Applied Rock Mechanics in Developing Tight Gas Reservoirs. EAGE, *First Tight Gas Reservoirs Workshop*, Manama, Bahrain.
- Biot, M.A., 1956. Theory of Propagation of Elastic Waves in a fluid Saturated Porous Solid. I. Low Frequency Range and II. Higher-Frequency Range. *J. Acoust. Soc. Am.*, **28**: 168-191.
- Davies, J.P. and Davies, D.K., 2001. Stress-Dependent Permeability: Characterization and Modelling. *SPE 71750*.
- Gassmann, F., 1951. Elastic Waves Through A Packing of Spheres. *Geophysics*, **16**(4): 673-685.
- Holt, R.M. and Kenter, C.J., 1992. Laboratory simulation of core damage induced by stress release. *The 33rd U.S. Symposium on Rock Mechanics (USRMS)*. A.A. Balkema, Rotterdam. Permission to Distribute - American Rock Mechanics Association, Santa Fe, NM.
- Jizba, D.L., 1991. Mechanical and Acoustical Properties of Sandstones and Shales. *PhD Thesis*, Stanford University.
- Keaney, G.M.J., P.G., M. and S.A.F., M., 1998. Laboratory Study of Permeability Evolution in a 'Tight' Sandstone under Non-Hydrostatic Stress Conditions. *SPE/ISRM 47265*.
- Lake, L.W., 2005. Enhanced Oil Recovery. Prentice Hall (Englewood Cliffs, N.J).
- Lebedev, M., Toms-Stewart, J., Clennell, B., Pervukhina, M., Shulakova, V., Paterson, L., Muller, T.M., Gurevich, B. and Wenzlau, F., 2009. Direct Laboratory Observation of Patchy Saturation and its Effects on Ultrasonic Velocities. *The Leading Edge*, **28**(1): 24-27.
- Lei, Q., Xiong, W., Yuan, J., Cui, Y. and Yu-Shu, W., 2007. Analysis of Stress Sensitivity and its Influence on Oil Production From Tight Reservoirs. *SPE 111148*.
- Mavko, G., Mukerji, T. and Dvorkin, J., 1998. The Rock Physics Handbook : Tools for Seismic Analysis in Porous Media. *Cambridge University Press*.
- Müller, T.M., Toms-Stewart, J. and Wenzlau, F., 2008. Velocity-Saturation Relation for Partially Saturated Rocks with Fractal Pore Fluid Distribution. *Geophys. Res. Lett.*, **35**(9): L09306.
- Toms, J., Müller, T.M. and Gurevich, B., 2007. Seismic Attenuation in Porous Rocks with Random Patchy Saturation. *Geophysical Prospecting*, **55**(5): 671-678.

# Successful Accreditation of Sultan Qaboos University's Department of Earth Sciences by the Geological Society of London (Geol Soc)

**Written by: Prof. Salah Al Khirbash, Head of the Earth Sciences Department, (SQU)**

Exhibiting its commitment to the mission and vision of the Department of Earth Sciences, the Department in 2013 applied to the Geological Society of London for accreditation of its undergraduate Earth Science and Geophysics programs. In response, the Geological Society, London critically assessed two programs for over a year in order to ensure that the courses meet the standards established by the accrediting body.

Now, I am delighted to inform that the department's BSc Earth Sciences (Geology) and Geophysics programs have been accredited by the Geological Society for a period of 6 years starting October 2014. Students who will be graduating this year are privileged in having an accredited degree.

In the given scenario, I would like to briefly outline the advantages of accreditation. The process of accreditation, helps the Department to realize its strengths, challenges and opportunities to augment the delivery of innovative and modern methods of pedagogy. Moreover, it also provides insights on essential skills and knowledge needed for today's job market. Accreditation also enhances the Department's inter- and intra-institutional interactions, reputation, marketing, and represents peer recognition.

In addition, accreditation encourages academic and technical staff to continue self-evaluation, and pursue excellence in order to maintain an effective system of imparting knowledge. It provides national and international acceptance on the quality of education being offered at the SQU and in the Sultanate of Oman.

Accredited programs enhance employment opportunities for the Department's graduates by having an internationally recognized degree. It also can be used as a measure for recruiting the best academic staff and researchers.

# قسم علوم الأرض بجامعة السلطان قابوس يحصل على الإعراف الأكاديمي لبرامجه

قسم علوم الأرض بجامعة السلطان قابوس يحصل على الإعراف الأكاديمي لبرامجه

بقلم: بروفيسور. صلاح عبد الواسع الخرياش، رئيس

قسم علوم الأرض بجامعة السلطان قابوس

إنطلاقا من سياسة ورؤية قسم علوم الأرض بشكل خاص ومواكبة لسياسة ورؤية جامعة السلطان قابوس بشكل عام، تقدم القسم رسميا في عام 2013 للجمعية الجيولوجية البريطانية (هيئة الإعتماد الوحيدة في مجال علوم الأرض) بطلب الإعتماد الأكاديمي لبرنامجه. وبعد أكثر من عام من إعداد تقرير التقييم الذاتي وزيارة لجنة الإعتماد الأكاديمي للقسم للتأكد من أن برنامجي القسم (الجيولوجيا والحيوفيزياء) قد استوفيا المعايير المقبولة التي وضعتها هيئة الإعتماد الأكاديمي، تم إعتماد برنامجي بكالوريوس علوم الأرض وبكالوريوس الجيوفيزياء من قبل الجمعية الجيولوجية البريطانية ولمدة 6 سنوات ابتداء من أكتوبر 2014.

علما أن الإعتماد الأكاديمي قد شكل معيارا مساعدا لتحديد نقاط القوة والضعف في برامجنا التدريسية وإستخدام الإمكانات المتاحة لتعزيز تقديم أساليب مبتكرة وحديثة في طرق التدريس والمهارات الأساسية والمعرفة اللازمة ومواكبة متطلبات سوق العمل في الوقت الحالي سواء على المستوى المحلي أو الإقليمي. بالإضافة إلى ذلك، فإن الحصول على مثل هذا الإعتماد الأكاديمي سوف يساعد الكادر الأكاديمي والفني على التقييم الذاتي والتطوير المستمر في أداء العمل.

كما أن الإعتماد الأكاديمي يوفر معلومات موثوقة للجهات المحلية والإقليمية حول جودة التعليم المقدم في جامعة السلطان قابوس والسلطنة عموما، ويعزز فرص العمل بإستخدامه كمقياس لإستقطاب أفضل أعضاء لهيئة التدريس والباحثين.

