

مؤشرات رسوبية وحياتية على ظروف انعدام الاوكسجين البحرية داخل تكوين بلامبو، الالبان المتأخر، شمال شرق العراق

فلاح عبد المعماري علي إسماعيل الجبوري صفوان فتحي اللهبي

قسم علوم الأرض

كلية العلوم

جامعة الموصل

تاريخ الاستلام 2020/8/29 ، تاريخ القبول 2020/11/21

المستخلص

تناول البحث الحالي تتابعات ضمن الجزء العلوي لتكوين بلامبو بعمر الالبان المتأخر (L. Albian) والتي تتكون من صخور ناعمة الحبيبات سوداء الى رمادية داكنة اللون من السجيل الجيري والحجر الجيري المارلي، والغنية بتراكيب الترقق والتصفح والتورق. درست حقلياً والسحنات الدقيقة لها، وتبين ان اغلب سحنات تلك الصخور هي سحنة الحجر الجيري الطيني وسحنة الحجر الجيري الواكي وقليل من سحنة الحجر الجيري المرزوم. وان تلك الصخور كانت غنية بالمواد العضوية والبايريت، بالإضافة الى شيوع متحجرات الراديولاريا واشواك الاسفنجيات ووجود متحجرات الفورامنيفيرا الطافية التي لها حجرات ذات استطالة التي تعود ربما للجنس (Schackoina)، كل تلك الصفات تعطي مؤشرات على ترسيب تلك الصخور في ظروف بحرية عميقة شحيحة او معدومة الاوكسجين ربما تعود الى الحدث المحيطي العالمي (Oceanic anoxic events 1 d).

الكلمات الدالة: تكوين بلامبو، احداث (OAE1d)، الالبان المتأخر.

Sedimentological and Biological indicators of oceanic anoxic events (1d) inside upper Balambo Formation, L. Albian, northeastern Iraq

Falah Abed Al-Miamary Ali Ismail Al-Jubory Safwan Fathi Al-Lhaebi

Department of Geology

Collage of Science

Mosul University

ABSTRACT

The study deals with succession from the upper part of the Late Albian Balambo Formation which are composed of fine-grained dark gray to black calcareous shale, limestone and marly limestone rich in sedimentary structures such as lamination, fissility and platy structures. Microfacies analysis revealed that mudstone, wackstone and few of

packstone are the main facies in the studied succession. The studied rocks generally are rich in organic matter and pyrite in addition to dominance of radiolaria, sponge spicules and foraminifera with elongated chambers maybe “*Schackoina*” genus. All these characters indicate deposition in marine conditions with reduced or absent-oxygen condition that relate to oceanic anoxic event (1d).

Key words: Balambo Formation, OAE1d, late Albian.

المقدمة

تعد أحداث انعدام أو نقص الاوكسجين البحرية (Oceanic anoxic events “OAEs”) من الاحداث البيئية المهمة عالمياً وإقليمياً.

وأول من قدم هذا المصطلح أو المبدأ قبل أكثر من أربعين عاماً هما الباحثان (Schlanger and Jenkyns, 1976) في دراستهما لتعاقبات صخرية تعود لعصر الطباشيري ضمن فترات زمنية معينة منه، والمتمثلة بترسبات داكنة اللون والغنية بالمواد الكربونية العضوية وخاصة السجيل الأسود (Black Shale) من مناطق مختلفة من العالم مثل المحيط الأطلسي والبحر الكاريبي والمحيط الهندي والمحيط الهادئ ومن مكاشف صخرية في مناطق أخرى من العالم. واقترحا انه في فترات معينة (الابتيان_ الالبان و السنوميني_ التوروني) وفي مناطق مختلفة قد تطورت طبقات شحيحة بالأوكسجين (Oxygen minimum zone (OMZ)) في البحر والتي تصل الى عمق أقل من 300 متر من السطح وفسرا تواجدها نتيجة لظروف جيولوجية وبيئية ومناخية، مثلاً التقدم البحري الكبير الذي حدث في زمن الطباشيري المتأخر والذي أدى الى حدوث إنتاجية عالية للكربون العضوي، بالإضافة الى المناخ العالمي السائد آنذاك والذي تميز بكونه دافئ الى حار ورطب (Hot and Humid) بشكل عام (Forster et al., 2007)، والذي سبب قلة في تجهيز الاوكسجين لمياه قاع المحيط في تلك الفترات.

وبعد دراسة (Schlanger and Jenkyns, 1976) أجريت دراسات عديدة حول العالم لتلك الاحداث وفي مناطق مختلفة من العالم، وعن أسبابها وظروف تكونها ونتائجها. ومن المعلوم أن عصر الطباشيري يعتبر فترة دفيئة مناخياً للكفة الأرضية (Greenhouse) وتعزز النشاط التكتوني والبركاني فيها والذي هيئ الظروف البحرية الملائمة لإنتاج وتجمع وحفظ المواد العضوية (Trabucho Alexandre, et al., 2011; Larson and Erba, 1999) وتعرف هذه الاحداث (OAEs) بأنها ظواهر قصيرة المدى الزمني (0.5-1) مليون سنة حدثت في المحيطات القديمة وفي بيئات بحرية عميقة وضحلة، وتتميز بترسبات ناعمة الحبيبات وداكنة اللون ومترققة وقليلة الاحياء القاعية والمتحجرات الاثرية (Trace fossils) وغنية بالكربون العضوي المدفون تحت ظروف انعدام او قلة الاوكسجين وتلك الترسبات ذات شذوذ واضح في قيم نظير الكربون المستقر. وتلك الصفات توجد في الصخور الطينية، كما توجد في صخور الحجر الجيري والسبب الرئيسي لحدوث ذلك هو النشاطات البركانية الكبيرة (Large Igneous Activity) وعلى مقياس عالمي (Leckie et al., 2002 Turgeon and Creaser, 2008; Papp and Cociuba, 2013).

وخلال فترات (OAEs) يكون هنالك دفئ عالي ومفاجئ بسبب ارتفاع درجات الحرارة والناتج عن زيادة نسبة غاز ثنائي أوكسيد الكربون ويتبع بفترات برودة (cooling) سريعة ومفاجئة ايضاً، ولذلك تعتبر هذه الاحداث مهمة بيئياً لكونها تعد منظمة للحرارة في أوقات العالم الدفيء (Greenhouse) وذلك من خلال إزالة الكربون الموجود على شكل غاز ثنائي أوكسيد الكربون من الغلاف الجوي ذو النسبة العالية والناتج عن الفعاليات البركانية الكبيرة ومن تحولات غاز الميثان في العالم آنذاك (Jenkyns, 2010) وترسيبه في ترسبات ناعمة الحبيبات ومترققة (Laminated) غنية بالمواد الكربونية مثل السجيل الأسود وتترافق تلك الظروف مع ازدياد في نسبة التجوية القارية وفي تجهيز الغذاء الى المحيط وبالتالي ازدياد في إنتاجية الطافيات البحرية، كما أن نقصان الملوحة في المياه السطحية قد يؤدي الى حدوث تطبق في عمود المياه وتفكك الغازات وبالتالي تحسن ظروف انعدام او نقص الاوكسجين (Gas-hydrate dissociation) (Jenkyns, 2003; Erba, 2004; Weissert and Erba, 2004 ; Bonis, et al., 2010).

وهناك نموذجين او مقترحين لتفسير احداث انعدام او قلة الاوكسجين البحرية (OAEs)، الأول هو ازدياد في الإنتاجية السطحية (Surface productivity) وتمدد في نطاق شحج الاوكسجين (Expanded OMZ)، والثاني هو حدوث ركود (Stagnation) لحركة او دوران المياه، وهذان النموذجان قد يحدثان بشكل منفصل او مجتمعين في تطور تلك الاحداث (Sarmiento and Herbert, 1988; Takashima et al., 2006).

ويشمل البحث الحالي على دراسة رسوبية حقلية وسحنية لترسبات من الكريتاسي المبكر (Early Cretaceous) المتمثلة بصخور السجيل والحجر الجيري الغنية بالمواد العضوية بعمر الابليان المتأخر (L. Albian) ضمن تكوين بلامبو (Balambo Formation) في مقاطع مختارة من شمال شرق العراق، مع التركيز على احداث قلة او انعدام الاوكسجين البحرية العالمية (Oceanic anoxic events-OAEs). وتهدف الدراسة الى جمع الأدلة الرسوبية والحياتية التي يمكن الاستدلال من خلالها على ظروف ترسيب جزء من تعاقبات الجزء العلوي من تكوين بلامبو وهل هي ظروف (OAEs) ام لا.

الوضع الجيولوجي

ان أول من وصف تكوين بلامبو هو ويتزل (Wetzel, 1947 in Bellen et al., 1959) في مقطعه النموذجي في وادي سيروان في جبل بلامبو قرب مدينة حلبجة شمال شرق العراق. وأشار الى انه يتكون من قسمين علوي بسمك 503 متر ويتكون من حجر جيري رصاصي كلوجريني ونحو الأسفل الى راديولاري، وقسم سفلي بسمك 259 متر والذي يتكون من حجر جيري امونايتي متداخل مع طبقات المارل الأخضر السجيل الداكن. ودرست (الخفاف 2018) الطباقية الحياتية والبيئة الترسيبية لتكوين بلامبو في طية ازمر شمال شرق مدينة السليمانية، وحددت عمر التكوين بعمر الهاتروفي المبكر - السنوماني المتأخر بالاعتماد على متحجرات النانو الكلسية والفوراميفيرا الطافية، واستنتجت انه ترسب في بيئة بحرية عميقة تمتد من الباثيال الأسفل والى الباثيال الأعلى (Lower-Upper Bathyal)، ولاحظت تناقص وتقلبات في حشود النانو الجيرية والفورمنيفيرا عند الابتيان المبكر وعند الحد بين الابتيان_ الابليان وفي الابليان المتأخر وعزت ذلك ربما لأحداث نقص الاوكسجين المحيطية (OAEs).

وتعود ترسبات تكوين بلامبو الى التتابع الطباقى (Arabian platform Megasequence (AP8) والذي ترسب في فترة الجوراسي المتأخر (التثوني المتأخر) - الطباشيري المتأخر (التوروني المتأخر) (Late Jurassic - Late Cretaceous 92Ma. -149Ma.) (Sharland et al., 2001)، والمرتبطة في حوض رصيفي داخلي كبير (Intrashelf basin) على حافة قارية خاملة (Passive margin) متزامن مع طور جديد من انتشار قاع محيط التتيس الجديد الجنوبي (Southern NewTethys) والذي أدى الى حدوث حركة متباعدة بين القارات الصغيرة (Jassim and Goff, 2006).

كانت حافة الصفيحة العربية الشمالية الشرقية خاملة، وكان هنالك انتشار لقاع المحيط (Seafloor spreading) منذ نهاية عصر الترياسي والى نهاية وسط العصر الطباشيري. وخلال تلك الفترة كان هنالك ترسيب لترسبات بحرية عميقة مكونة من الحجر الجيري الطيني او الراديولاري (Radiolarite or micritic limestone) على تلك الحافة من الصفيحة العربية (Murris, 1980). في فترة الجوراسي الأوسط والى المتأخر تطور حوض قطنية (Gotnia Basin) على الرصيف الواسع، حيث تكون هذا الحوض على شكل رصيف داخلي (Intrashelf) كبير المقياس يمتد من كردستان العراق والى الكويت جنوباً وباتجاه الشرق الى إقليم لورستان (Lurestan) في ايران، وكان معزول نسبياً (Isolated) عن مياه البحر المفتوح لمحيط التتيس (Ziegler, 2001; Aqrabi et al., 2010).

وقد تكون في مكان حوض قطنية حوض ترسيبي ترسب فيه أجزاء من تكوين بلامبو ذو البيئة الحوضية المفتوحة (Basinal) في العراق ومكافئه في إيران تكوين كارو (Garau Formation) في عصر الطباشيري (Aqrabi et al., 2010; English, et al., 2015) لاحظ الشكل (1) والشكل (2)، وكانت الصفيحة العربية قريبة من خط الاستواء في فترة ترسيب التتابع الطباقى الكبير الثامن (AP8) (AL-Fares et al., 1998; Beydoun, 1998).

وتقع منطقة الدراسة الحالية في شمال شرق العراق، في محافظة السليمانية، في طية ازمر على طرق مدينة جوارته شمال شرقي مدينة السليمانية، (مقطع ازمر) بسمك (3.75) متر عند احداثيات (57.1° 27' 45" شرقاً و 35° 51.9' 37" شمالاً)، ومقطع ثاني على طريق قرية بوشين (مقطع بوشين) بسمك (17.40) متر وعلى امتداد طية ازمر في جزئها الجنوبي الشرقي عند احداثيات (45° 35' 23.5" شرقاً و 35° 30' 10.1" شمالاً)، لاحظ الشكل (3). اما من الناحية التكتونية فتقع منطقة الدراسة ضمن نطاق الطيات العالية (High folded zone) حسب الخارطة والتقسيمات التكتونية للعراق المأخوذة عن (Aqrabi et al., 2010)، الشكل (3).

تتكشف طبقات تكوين بلامبو في تلك المقاطع بشكل جيد. وتحتوي على العديد من الطيات الثانوية (Minor folds) وكذلك وجود تكرار واضح للتعاقبات، بسبب تأثر المنطقة بالعمليات التكتونية وبشكل كبير، وتتكون المقاطع قيد الدراسة من تعاقبات سوداء او داكنة اللون من صخور الحجر الجيري والحجر الجيري المارلي والصخور الطينية والسجيلية الجيرية (والتي تكون غنية بالتصفح والتورق والترقق) تابعة للجزء العلوي من تكوين بلامبو، وتوجد بعض الطبقات الرقيقة الفاتحة اللون او الحمراء بشكل قليل في المقطعين في نهاية التعاقب او داخله، لاحظ الشكل (4).

طرق العمل

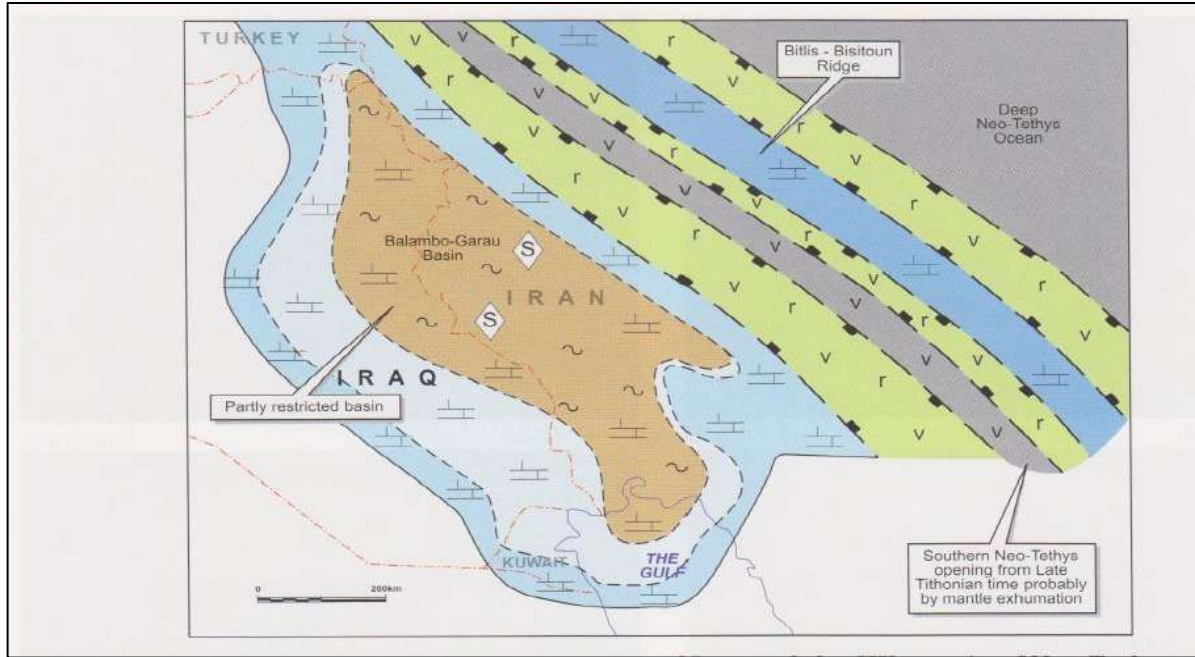
تم جمع (74) نموذجاً من مكشفين صخريين لتكوين بلامبو في شرق مدينة السليمانية في طية ازمر، وبواقع (27) نموذج من مقطع ازمر و (47) نموذج من مقطع بوشين، وبسافة متباينة (10-50) سم. في البداية تم تحضير بعض النماذج لدراسة متحجرات النانو الكلسية لتحديد عمر الترسبات، وذلك باستخدام طريقة (Armstrong and Brasier, 2005) وباستخدام المجهر ذو الضوء النافذ نوع (Optika B-353 POL, Italy). كما تم عمل شرائح صخرية للنماذج الجيرية الصلبة في دائرة المسح الجيولوجي العراقية في بغداد، لدراسة مكوناتها السحنية ومحتواها الدقيق. وتم الاعتماد على تسميات وتقسيم دنهام (Dunham, 1962) في وصف وتحديد السحنات الدقيقة للصخور الجيرية لصخور الدراسة.

النتائج

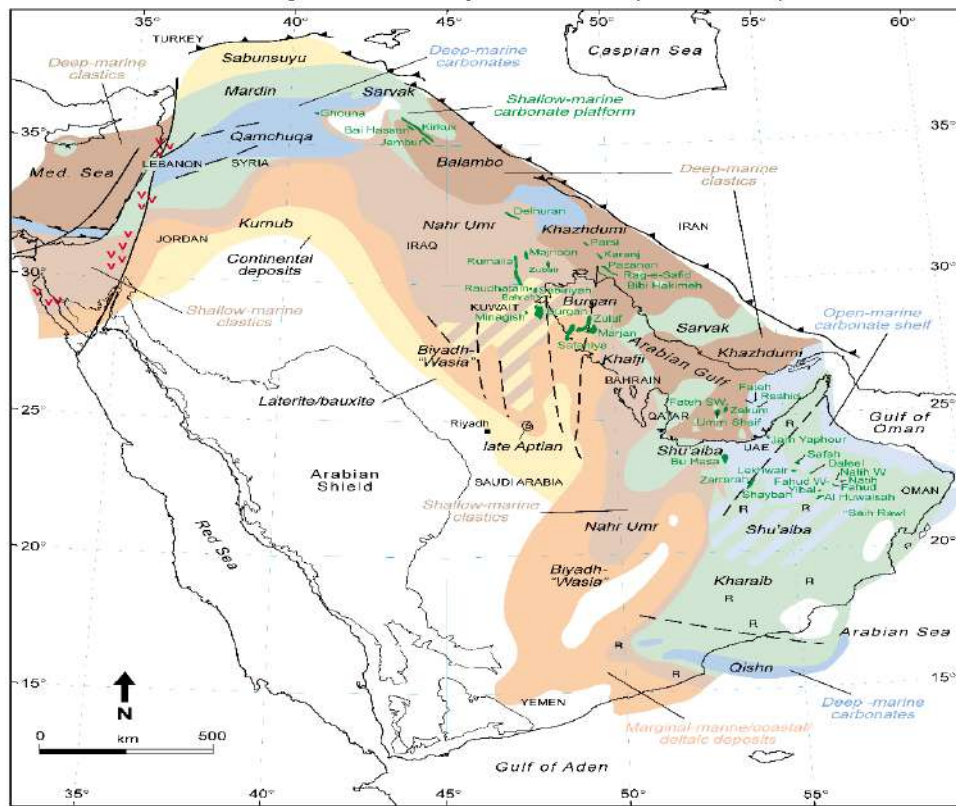
في البداية تم تحديد عمر تلك التتابعات من تكوين بلامبو بعمر الابليان المتأخر (L. Albian)، وذلك بالاعتماد على متحجرات النانو الكلسية (calcareous nannofossils) أنواع تابعة للجنس (*Eiffelithus turriseiffelii*) في نماذج المقطعين قيد الدراسة، وهي عبارة عن كوكوليث من نوع هيتروكوكوليث موروليث والجارار لكسوليث، وعناصر الجدار مرتبة بشكل غير عمودي وباتجاه مع عقرب الساعة. وهذه الخواص لا يمكن تمييزها تحت الضوء الاعتيادي للمجهر، والمنطقة المركزية مغلقة بتقاطع مضاء تحت الضوء المستقطب موازياً للمحور القصير للشكل البيضوي. وكذلك تم تسجيل النوع (*Hayasites cf. albiensis*)، وتلك تعد دليل على ان التتابعات الطباقية الصخرية ضمن تكوين بلامبو لمقطعي ازمر وبوشين قيد الدراسة هي بعمر نهاية عصر الابليان (Late Albian) أي ان تلك التتابعات ترسبت بعمر مزامن لحدث (OAE1d) والمسماة (Breistroffer) من احداث انعدام او نقص الاوكسجين البحرية (OAEs) (Jenkyns, 2010).

وتظهر تلك الترسبات على شكل تعاقيات مكونة من صخور سوداء او داكنة اللون من الصخور الجيرية والمارلية والسجيلية. وتلك الترسبات كانت غنية بتراكيب رسوبية معينة أهمها الترقق (Laminated) والتورق (Fissile) والتصفح (Platy). لاحظ لوحة (1).

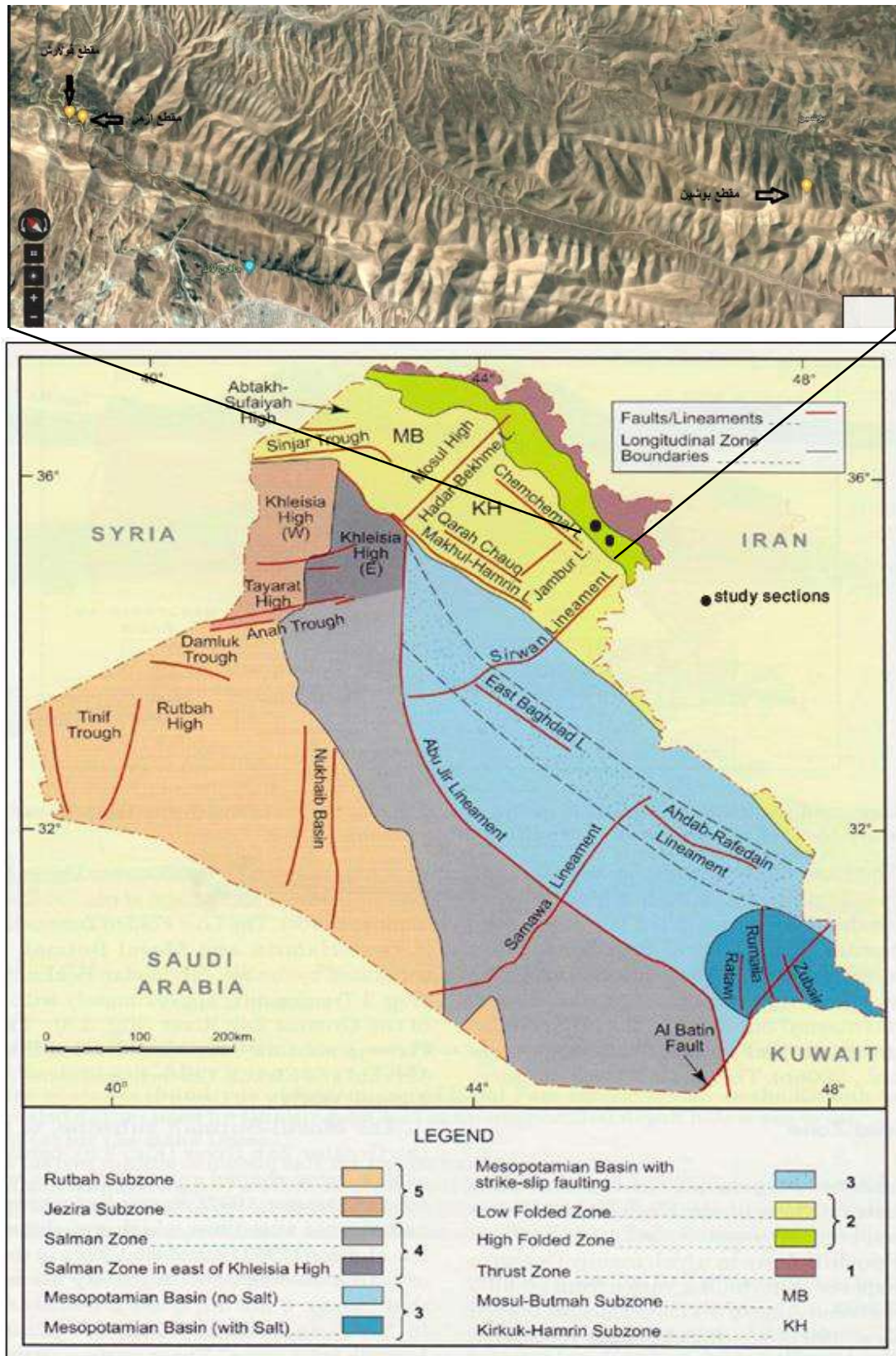
وتبين من الدراسة السحنية تبين ان تلك الصخور تتكون من الحبيبات الهيكلية (Skeletal grains) المكونة من اصداف المتحجرات الكاملة او من كسر الاصداف. مثل اصداف متحجرات الفورامنفييرا الطافية (Foraminifera Planktonic)، وتلك الاصداف تعود الى اجناس (*Hedbergella, Heterohelix and Globigerinelloides*)، لوحة (E-3: C,F-2)، كما لوحظ وجود اشكال منها بحجرات اصبعية الشكل (Digitate) أي ذات استطالة قد تعود الى الجنس (*Schackoina*)، لوحة (C,D-2)، بالإضافة الى قليل من الفورامنفييرا القاعية (Benthonic Foraminifera) القرصية الشكل او مستوية اللف والتي تعود الى الاجناس (*Textularia and Reticulinella*)، لوحة (A,B-2). ولوحظ البعض من تلك الاصداف كانت تحوي إحلال بالمادة العضوية او بمعدن الباييريت.



الشكل 1: يوضح الوضع التكتوني وموقع حوض تكوين بلامبو في عصر الطباشيري عن (Goff et al., 2004).

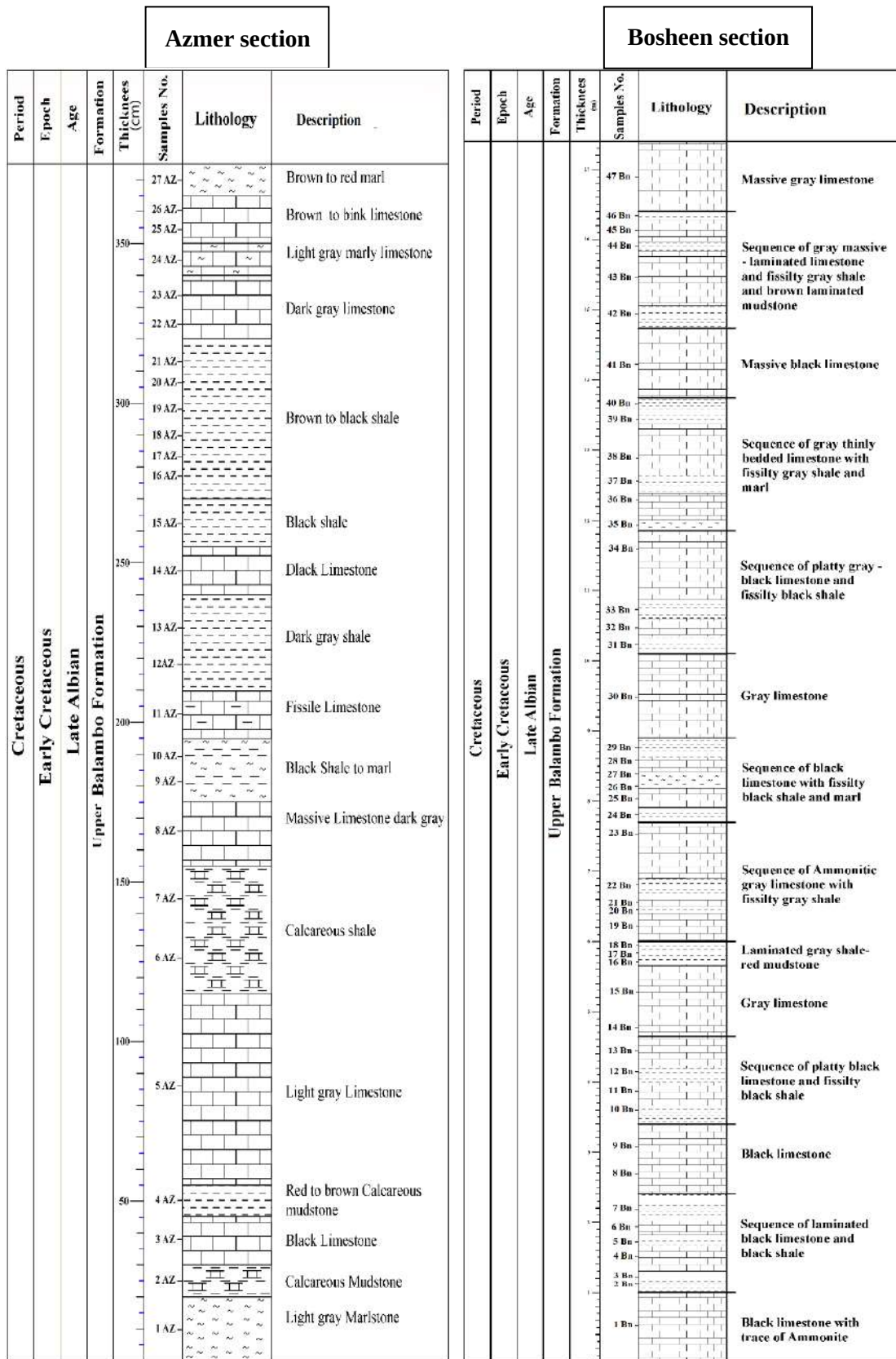


الشكل 2: يوضح توزيع السحنات القديمة في فترة الابتيان- الالبان على الصفحة العوبية عن (Ziegler, 2001).



الشكل 3: خريطة الواق التكتونية موضحاً عليها مواقع مقاطع الواصة، عن (Aqrabi, et al.,)

(2010).



الشكل 4: العمود الرسوبي لمقطعي زمر وبوشين.

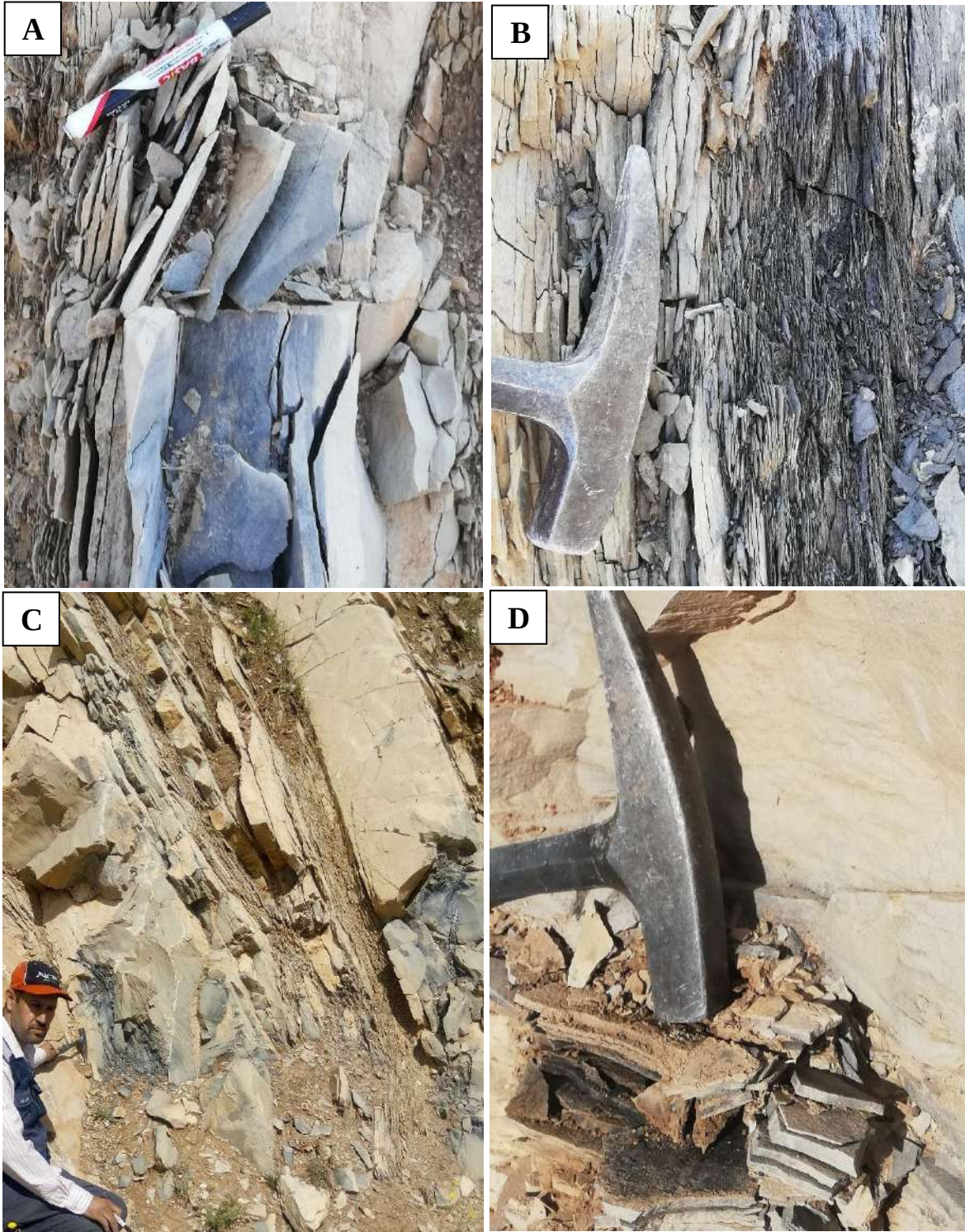
إضافة الى ذلك توجد متحجرات الراديولاريا، وهي كائنات وحيدة الخلية من الطافيات البحرية التي تتكون من الهياكل السليكية (Silica skeleton) وذات حجم اقل من 2 ملم، ولكن اغلبها بحجم يتراوح بين (100-250) مايكرون (Flügel, 2010)، وتقسم الى عدة أصناف (classes)، أهمها صنفان، الأول (Spumellarians) بشكل كروي ذات اشواك خارجية، والصنف الثاني (Nassellarians) ذات شكل يشبه الخوذة (Helmet-shaped)، وظهرت في نماذج الدراسة بأشكال وهيئات مختلفة منها الكروية والشوكية، ومنها الشبكية ومنها المغزلية، لوحة (F-3، G-2). وفي الكثير من النماذج كانت الراديولاريا ذات نسبة عالية. والكثير من اصداف الراديولاريا لوحظت بلون داكن او اسود، بسبب المادة العضوية او بسبب وجود اكاسيد الحديد (Iron oxides) المختلفة والمتحول بعضها الى معدن الباييرايت المعروف باللون الأسود او الرمادي الداكن، لوحة (G,H-3:G,H-2).

كما تشيع في نماذج الدراسة الحالية الكرات الكلسية (Calcspheres) وبنسبة كبيرة احياناً. إضافة الى كل ذلك يوجد الفتات الاحيائي (Bioclast) الذي يتكون من قطع او كسر اصداف المتحجرات المختلفة مثل الفوراميفيرا الطافية والقاعية والراديولاريا بأنواعها والاسفنجيات ومنها ثلاثية الاذرع وأشواكها، لوحة (C-3:F-2) ورؤسيات القدم والايستراكودا وغيرها من الحطام الاحيائي.

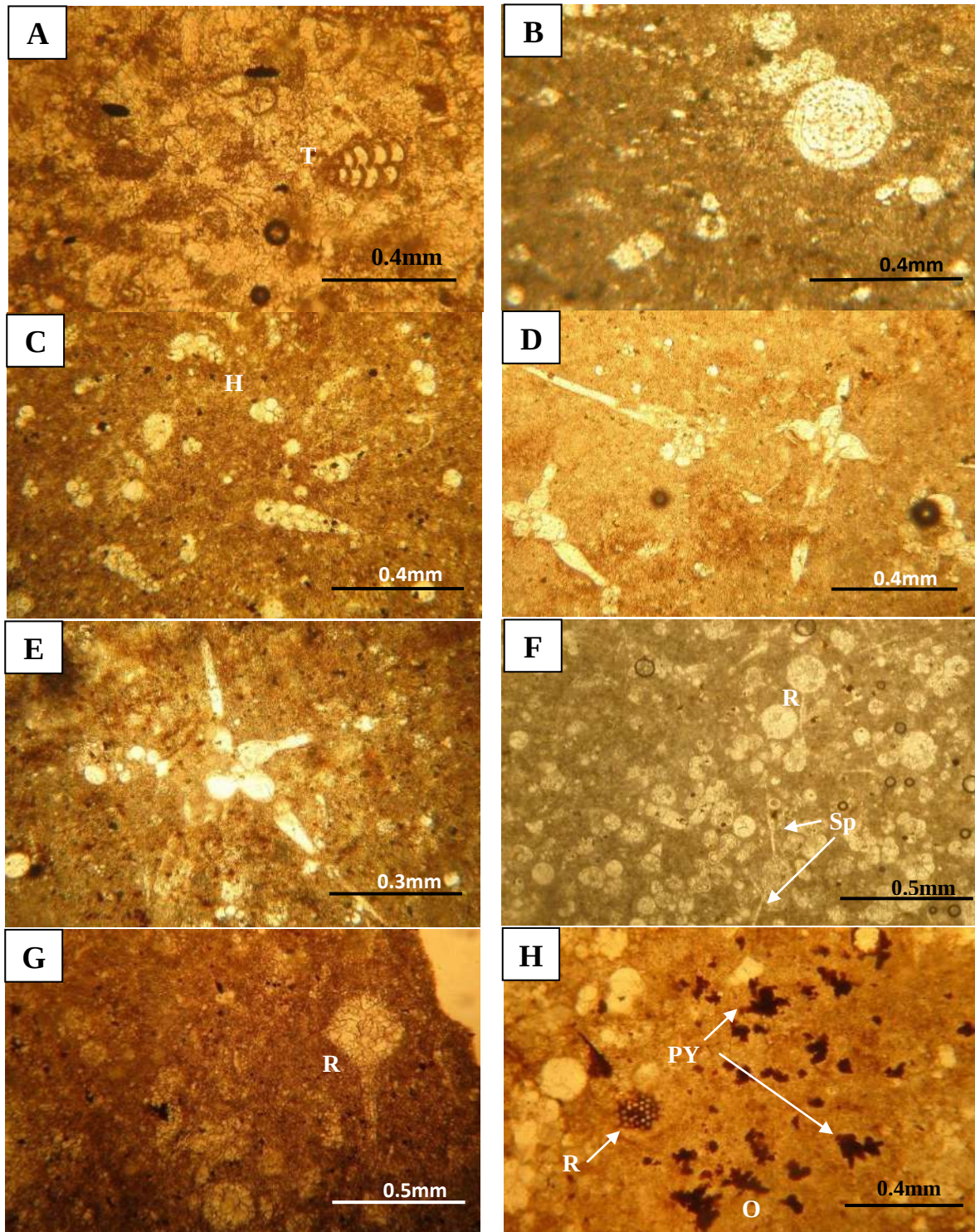
اما الحبيبات غير الهيكلية (Non-skeletal grains) وتشمل جميع الحبيبات الأخرى المتكونة من غير المتحجرات واصدافها، مثل القطع الفوسفاتية، وهذه القطع ذات اشكال مختلفة، وقد تكور كسر لأجزاء من متحجرات او سمنت فوسفاتي. وتظهر بألوان صفراء الى بنية فاتحة متجانسة بصرياً، لوحة (A-3). وكما توجد المواد العضوية (Organic matter) بنسبة عالية في نماذج الدراسة الحالية، وتظهر على شكل بقع او بهيئة عديمة الشكل (Amorphous)، بين الحبيبات او داخلها، ذات ألوان شاحبة بنية داكنة الى سوداء وبأشكال وهيئات مختلفة، لوحة (D,E,F-3:G-2).

كما يوجد مكونات أخرى، والتي تشمل بدورها اكاسيد الحديد والبايرايت والذي يظهر بشكل شبه ابري (needle-like) او بشكل تجمعات لبلورات (Framboid) او متناثرا في الأرضية. واكاسيد الحديد والبايرايت تتواجد بين الحبيبات او داخلها نتيجة للإحلال، وتوجد بنسبة عالية في الكثير من نماذج الدراسة الحالية وخاصة معدن الباييرايت، وهي تعتبر معادن موضعية النشأة (Authigenic minerals)، لوحة (F,G,H-3:G-2). فضلاً عن تواجد السيلكا داخل الحبيبات ربما نتيجة لعمليات الاحلال، لوحة (E-3) والمعادن الطينية (Clay minerals).

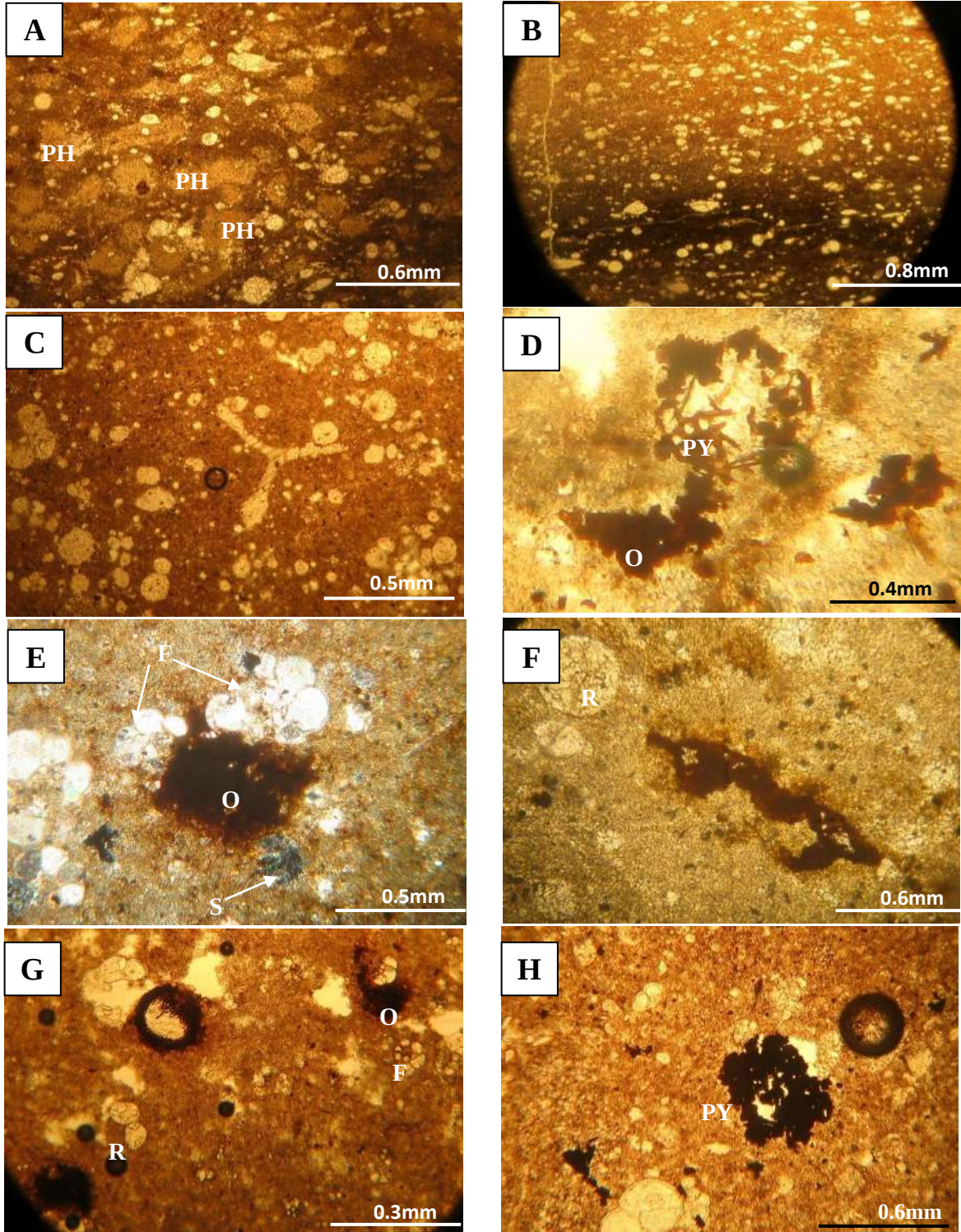
ومن ذلك استنتج ان اغلب السحنات هي سحنة الحجر الطيني الجيري (Lime mudstone) وسحنة الحجر الجيري الواكي (Wackstone) وقليل من سحنة الجيري المرصوص (المرزوم) (Packstone)، والتي قسمت الى سحنات دقيقة ثانوية حاوية على الراديولاريا والحاوية على الفوراميفيرا. إضافة الى سحنات صخرية مثل سحنة الحجر السجيلي وسحنة المارل وسحنة الصخور الطينية الغنية بالمواد الكربوناتية، لاحظ لوحة (1).



الوحة 1: صور حقلية للتتابعات قيد الدراسة: A: حجر جوي اسود متصفح في مقطع لمر، B: سجل كاربوناتى اسود متصفح في مقطع لمر، C: حجر جوي اسود كتلي يتعاقب حجر جوي مترقق مع الطين الصفحي في مقطع بوشين، D: حجر جوي اسود متصفح في مقطع بوشين.



الوحة 2: صور تحت المجهر :A: فورمانفرا قاعية (T) (*Textularia*) (11Bn)، B: فورمانفرا قاعية (*Reticulinella*) (15Bn)، C: اصداق فورمانفرا طافية (H) (*Heterohelix*) (13Bn)، D: فورمانفرا ذات حوات طولانية (*Schackoina*) (29Bn)، E: فورمانفرا ذات حوات طولانية (*Schackoina*) مع مواد عضوية وراڊولاريا (30Bn)، F: شعوع الوادولاريا (R) مع اشواك الاسفنجيات (SP) وبعض الفورمانفرا (*Globiger-inelloides*) (20Bn)، G: رادولاريا (R) على شكل خوذة (14Az)، H: رادولاريا (R) شبكية ومواد عضوية (O) وبوايت (PY) (14Bn).



اللوحة 3: صور تحت المجهر: A: شيوخ قطع الفوسفات (PH) (34Bn)، B: شيوخ الراديولاريا، ويظهر الترقق الدقيق (6Bn)؛ C: متحجرات اسفنجيات ثلاثية الأذرع مع راديولاريا (11Bn)؛ D: مواد عضوية (O) وبابرايت بعضه ابري الشكل (PY) (2Az)؛ E: مواد عضوية (O) مع فورامنفيرا (F) وإحلال السيلكا (S) محل المتحجرات (18Bn)؛ F: مواد عضوية غير منتظمة الشكل مع راديولاريا (8Az)؛ G: مواد عضوية (O) مع راديولاريا (R) وفورامنفيرا (25Az)؛ H: تجمع عنقودي للبابرايت (PY) (21Az).

المناقشة

من خلال الدراسة الحقلية لجزء من تعاقيات تكوين بلامبو، وبعد تحديد اعمارها بعمر الالبان المتأخر لمقطعي ازمر وبوشين بالاعتماد على متحجرات النانو الكلسية، وكون تلك المقاطع حدثت بالتزامن مع احداث انعدام او نقص الاوكسجين (OAE1d)، وشيوع التراكيب الرسوبية مثل الترقق (Laminated) والتورق (Fissile) والتصفح (Platy)، إضافة الى لونها الأسود او الرمادي الداكن الدال على غناها بالمواد العضوية، تعطي تصور اولي على تسجيل وتشخيص احداث انعدام او نقص الاوكسجين المحيطية (OAE1d) ضمن ترسبات تكوين بلامبو قيد الدراسة. وقد سجلت مثل هذه الاحداث ومثل هذه الحالات في مناطق إقليمية عديدة، ومنها في إيران الذي سجل فيها احداث (OAE1a, OAE1b,d) (Moosavizadeh, et al., 2013; Ezampanah et al., 2013; Sarfi, et al., 2015; Mahanipour, et al., 2019)، كما سجلت بعض تلك الاحداث في بلدان عديدة منها إيطاليا وإسبانيا وتركيا وتونس وغيرها من بلدان العالم (Yilmaz, 2007; Tiraboschi et al., 2009; Garcí'a-Mondejar et al., 2009; Ben Fadhel et al., 2011; Khalifa et al., 2018).

اذ ان وجود السجيل والصخور الجيرية الداكنة اللون والخالية من الاضطرابات الحياتية يعطي مؤشراً على احداث (OAEs) (Jenkyns, 1980; Roban and Melinte-Dobrinescu, 2012). وقد أشار بعض الباحثين مثل (Arthur and Sagman, 1994; Khalifa et al., 2018; Takashima et al., 2004,) الى ان وجود ترسبات بحرية مترققة و وداكنة اللون (غنية بالمواد العضوية) في فترات معينة من الزمن الجيولوجي تدل على احداث (OAEs)، فتلك الترسبات تلاحظ حقلياً وكأنها طفال سوداء (Black shale) والتي هي في الحقيقة صخور جيرية بلاجية (Pelagic limestone) او صخور مارل سوداء الى رمادية داكنة اللون متداخلة مع حجر جيرى ابيض او مارل رمادي، وتلك الطفال متكونة من صخور ناعمة الحبيبات متداخلة مع طبقات مترققة غنية بالمتحجرات السليكية والمواد العضوية والاطيان (Arthur and Sagman, 1994; Takashima et al., 2004).

كما أشار بعض الباحثين مثل (Herbin et al., 1986) في دراستهم للترسبات الغنية بالمواد العضوية في فترة السنومينيان-التوروني في الاحواض المحيطية والساحلية لمحيط الأطلسي الشمالي وفي محيط التيثس، الى ان ترسبات السجيل الأسود والترسبات الطينية الداكنة اللون والغنية بالمواد العضوية تعتبر دليل على ظروف (OAEs) في المياه العميقة.

ويتبين من الدراسة الحقلية والمختبرية للشرائح الصخرية والسحنات الدقيقة ومكوناتها ونسب المواد الكربوناتية، ان صخور تكوين بلامبو في المقاطع المدروسة ترسبت في ظروف بحرية متوسطة العمق الى عميقة. فوجود متحجرات الراديولاريا بكثرة مترافقة مع متحجرات الفورامنيفيرا الطافية بشكل خاص والتي قد تعرض بعضها للإذابة الجزئية، وكون اغلب السحنات الدقيقة هي سحنة الحجر الجيري الطيني والواكي، دليل على الترسيب في مياه بحرية عميقة ولكن ليست بشكل كبير، أي فوق العمق التعويضي للكالسايت (CCD). وملاحظة الترقق الدقيق حتى تحت المجهر المستقطب

مترافق مع قلة الاضطرابات الحياتية دليل على الترسيب في ظروف بيئية هادئة وربما ظروف قليلة الاوكسجين (OAEs) (Kuhnt et al., 1986; Khalifa et al., 2018).

كما ان شيوع المواد العضوية وانتشار الباييريت مع وجود متحجرات معينة في السحنات المختلفة، مثل وجود الجنس (*Heterohelix*)، وكذلك ارتفاع نسبة الراديولاريا الى الفورامنفيرا في نماذج الدراسة الحالية، دليل جيد على ان تلك الترسبات ترسبت في حوض بحري ذو إنتاجية عضوية عالية (*High primary productivity*) وظروف قلة بالأكسجين (*anoxic conditions*) او توسع لنطاق شحيج الاوكسجين (*Oxygen minimum zone*) (Kuhnt et al., 1986).

وقد أشار الباحثين (Thiede and Junger, 1992; De Wever and Baudin, 1996) الى ان شيوع متحجرات الراديولاريا والاحياء السيلكية الأخرى او قطع منها وبنسبة عالية تعد دليل جيد على ان المياه السطحية لحوض الترسيب كانت مياه خصبة من الناحية الحياتية، وهي على الاغلب متصلة مع مناطق فيها التيارات الصاعدة (*upwelling*) نشطة. وحسب دراسات لترسبات تعود الى دهر الحياة المتوسطة في أماكن مختلفة من العالم والتي قام بها العديد من الباحثين ومنهم (Empson-Morin, 1984; Goričan et al., 2003) فإن شيوع متحجرات الراديولاريا الكروية صنف (*Spumellaria*) وبنسبة عالية على حساب الصنف (*Nassellaria*) أي نسبة (*S/N*) عالية فيمكن استخدامها كدليل جيد لتفسير الظروف البيئية القديمة وعمق المياه، اذ تدل تلك المعلومات على عمق مياه متوسط ليس بالضلل ولا بالعميق جداً، وهذا تم ملاحظته في بعض نماذج صخور تكوين بلامبو قيد الدراسة من خلال التحليل السحني لها.

كما ان شيوع متحجرات الراديولاريا صنف (*Spumellaria*) مع كثرة المواد العضوية تعطي إشارة ودليل على ظروف قلة الاوكسجين ومياه متوسطة العمق (Kuhnt et al., 1986; Goričan et al., 2003; Ben Fadhel et al., 2014).

إضافة الى ذلك فإن وجود اجناس الفورامنفيرا التي لها حجرات ذات استطالة او أصبعية (*Digitate*) الشكل لها علاقة بظروف الإنتاجية البحرية العضوية ومستوى الاوكسجين في البيئة البحرية، حيث ان وجود تلك الاجناس دليل على الإنتاجية العالية ونطاق نقص الاوكسجين (*OMZ*) واسع وممتدد، وبالتالي يمكن اعتبار ذلك دليل على ظروف بيئية مضطربة تعود الى فترات نقص او انعدام الاوكسجين (*OAEs*) ذات المناخ الدفيء حيث انتشار ظاهرة الاخصاب العضوي الزائد (*Eutrophication*). وان استطالة الحجرات لتلك الاجناس من المتحجرات ربما تعود لمقاومة تلك الاحياء لظروف البيئة شحيحة الاوكسجين وذلك بزيادة المساحة السطحية للصدفة ليتحسن انتقال الغازات مع المحيط المائي، وهذا شائع في الطباشيري المبكر (Coccioni and Luciani, 2004; Coccioni et al., 2006; Coxall et al., 2007) ففي الدراسة الحالية تم تسجيل تلك الاشكال من الفورامنفيرا والتي قد تعود للجنس (*Schackoina*) قد يدل على احداث نقص او انعدام الاوكسجين المحيطية وبالتحديد الحدث (*OAE1d*)، اذ أشار (Coccioni et al.,)

(2006) الى أن وجود هذا الجنس في ترسبات غنية بالمواد العضوية، فإن تلك الترسيبات تعود لحدث نقص الاوكسجين المحيطي (OAE1d).

اما فيما يخص الطبقات الفاتحة اللون او الحمراء الموجودة في المقطعين، فهي ربما تعود الى فترات عودة وفرة الاوكسجين في البيئة الترسيبية، وهذا يتفق مع ما أشار اليه بعض الباحثين ومنهم (Yalmaz, 2007; Wagreich et al., 2009; Hu et al., 2012) بأحداث (Oceanic Red Beds “ORBs”) وهو ظهور طبقات حمراء داخل او بعد احداث شحة الاوكسجين المحيطية (OAEs).

الاستنتاجات

نستنتج من دراسة تتابعات من تكوين بلامبو في جزءه العلوي بعمر الالبان المتأخر، انها ترسبت في بيئة بحرية عميقة هادئة. ومن كون الترسيبات ناعمة وسوداء او داكنة اللون وغنية بتراكيب رسوبية معينة مثل الترقق والتورق والتصفح، ومحتواها العالي من المواد العضوية ومن متحجرات ذات مكونات سيليكية مثل الراديولاريا والاسفنجيات، ووجود متحجرات الفوراميفيرا ذات الحجرات المستطيلة في تلك الصخور كلها تعد مؤشرات جيدة على ترسيبها في ظروف بحرية عميقة شحيحة او معدومة الاوكسجين مضطربة تعود الى فترات نقص او انعدام الاوكسجين في فترة الالبان المتأخر (OAE1d).

المصادر العربية

الخفاف، أناس حازم حميد، 2018. الطباقية الحياتية والبيئة الترسيبية لتكوين بالامبو (الكريتاسي الأسفل - الأعلى) في طية أزمير شمال شرق العراق. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، 246 صفحة.

المصادر الاجنبية

- Al-Fares, A.A., Bouman, M. and Jeans, P., 1998. A New Look at the Middle to Lower Cretaceous Stratigraphy, Offshore Kuwait. GeoArabia, v. 3, pp. 543-560.
- Aqrabi, A. A. M., J. C. Goff, A. D. Horbury, and Sadooni, F. N. 2010. The Petroleum Geology of Iraq: Beaconsfield, United Kingdom, Scientific Press Ltd., 424 p.
- Armstrong, H. and Brasier, M., 2005. Microfossils, Blackwell Publishing, 296 p.
- Arthur, M. A. and Sagman, B.B., 1994. Marine black shales: depositional mechanisms and environments of ancient deposits. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, vol. 22, pp. 499-551.
- Bellen, R. G., Dunnigton, H. V., Wetzel, R. and Morton, D. M., 1959. Lexique Stratigraphique International, Asia Fascicule 10a-Iraq, Paris, vol.3, 333 P.

- Ben Fadhel, M., Layeb, M., Hedfi, A. and Ben Youssef, M., 2011. Albian oceanic anoxic events in northern Tunisia: Biostratigraphic and geochemical insights. *Cretaceous Research*, vol. 32, pp.685-699.
- Ben Fadhel, M., Zouaghi T., Amri A., and Youssef M.B, 2014. Radiolarian and planktic foraminifera biostratigraphy of the early Albian organic rich beds of Fahdene Formation, Northern Tunisia. *Journal of Earth Science*, vol. 25, pp.45-63.
- Beydoun, Z.R., 1998. Arabian plate oil and gas: Why so rich and so prolific? *Episodes*, vol. 21, pp.74-81.
- Bonis, N.R., Ruhl, M., and Kürschner, W.M., 2010. Climate change driven black shale deposition during the end-Triassic in the western Tethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. vol. 290, pp. 151-159.
- Coccioni, R. and Luciani, V., 2004. Planktonic foraminifera and environmental changes across the Bonarelli Event (OAE2, latest Cenomanian) in its type area: a high-resolution study from the Tethyan reference Bottaccione section (Gubbio, central Italy). *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 34, pp.109-129.
- Coccioni, R., Luciani, V. and Marsili, A., 2006. Cretaceous oceanic anoxic events and radially elongated chambered planktonic foraminifera: Paleoeological and paleoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 235, pp.66-92.
- Coxall, H. K., Wilson, P. A., Pearson, P. N. and Sexton, P. F., 2007. Iterative evolution of digitate planktonic foraminifera. *Paleobiology*, vol.33, pp.495-516.
- De Wever P. and Baudin, F., 1996. Palaeogeography of radiolarite and organic rich deposits in Mesozoic Tethys. *Geol Rundsch*, vol. 85, pp.310-326.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: *Classification of Carbonate Rocks* (Ed. Ham, W.E.). Memoir 1, American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Mem. 1, pp.108-121.
- Empson-Morin, K.M., 1984. Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) tropical and subtropical oceans. *Micropaleontology*, vol. 30, pp.87-115.
- English, J.M., Lunn, G.A., Ferreira, L. and Yacu, G., 2015. Geologic evolution of the Iraqi Zagros, and its influence on the distribution of hydrocarbons in the Kurdistan region. *AAPG Bulletin*, v. 99, p. 231-272.
- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine micropaleontology*, vol.52, pp. 85-106.
- Ezampanah, Y., Sadeghi, A., Jamali, A.M. and Adabi, M.H., 2013. Biostratigraphy of the Garau Formation (Berriasian? to lower Cenomanian) in central part of Lurestan zone, northwest of Zagros, Iran. *Cretaceous Research*, vol. 46, pp. 101-113.

- Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rock, Analysis, Interpretation and Application*. Springer-Verlag, Berlin, 984P.
- Forster, A., Schouten, S., Baas, M., and Sinninghe Damsté, J.S., 2007. Mid-Cretaceous (Albian- Santonian) sea surface temperature record of the tropical Atlantic Ocean. *Geology*, vol. 35, p. 919–922.
- García-Mondejar, J., Owen, H.G., Raisossadat, N., Millaín, M.I. and Fernández-Mendiola, P.A., 2009. The Early Aptian of Aralar (northern Spain): stratigraphy, sedimentology, ammonite biozonation, and OAE1. *Cretaceous Research*, vol. 30, pp.434–464.
- Goff, J., Jassim, S.Z. and Perincek, D., 2004. Mid Triassic-Neogene tectonostratigraphic evolution of the northeastern active margin of the Arabian plate and its control on the evolution of Gotnia basin. Poster presented at Geo 2004, Bahrian. Abstract, *GeoArabia*, vol.9, 71p.
- Goričan Š, Šmuc A. and Baumgartner P.O., 2003. Toarcian Radiolaria from Mt. Mangart (Slovenian–Italian border) and their paleoecological implications. *Marine Micropaleontology*, vol. 49, pp.275–301.
- Herbin, J.P., Montadert, L., Muller, C., Gomez, R., Thurow, J.W. and Wiedmann, J., 1986. Organic-rich sedimentation at the Cenomanian-Turonian boundary in oceanic and coastal basins in the North Atlantic and Tethys. In: Summerhayes, C.P. and Shackleton, N.J. (Eds.), *North Atlantic Palaeoceanography*. Geological Society, London, Special Publication, vol. 21, pp. 389–422.
- Hu, X., Scott, R. W., Cai, Y., Wang, C., and Melinte-Dobrinescu, M. C., 2012. Cretaceous oceanic red beds (CORBs): Different time scales and models of origin. *Earth-Science Reviews* vol. 115, pp. 217–248.
- Jassim, S. Z., and Goff, J. C., 2006. *Geology of Iraq: Dolin, Prague and Moravian Museum, Brno, Czech Republic*, 352 p.
- Jenkyns, H. C., 1980. Cretaceous anoxic events: From continents to oceans, *J. Geol. Soc.*, London. vol. 137, pp. 171–188.
- Jenkyns, H. C., 2003. Evidence for rapid climate change in the Mesozoic–Palaeogene greenhouse world. *Philos. Trans. Royal Soc. London, Ser. A*, vol.361, pp.1885–1916.
- Jenkyns, H. C., 2010. Geochemistry of oceanic anoxic events. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, vol.11, pp. 1-30.
- Khalifa, Z., Affouria, H. , Adel Riganea, A. and Jacobb, J., 2018. The Albian oceanic anoxic events record in central and northern Tunisia: Geochemical data and paleotectonic controls. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 93, pp. 145–165.

- Kuhnt, W., Thurow, J., Wiedmann, J. and Herbin, J. P., 1986. Oceanic anoxic conditions around the Cenomanian – Turonian boundary and the response of Biota, *Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hambur*, vol. 60, pp. 205-246.
- Larson, R.L. and Erba, E., 1999. Onset of the mid-Cretaceous greenhouse in the Barremian-Aptian: Igneous events and the biological, sedimentary, and geochemical responses. *Paleoceanography*, vol. 14, pp. 663-678.
- Leckie, R.M., Bralower, T.J. and Casham, R., 2002. Oceanic anoxic events and plankton evolution: biotic response to tectonic forcing the mid-Cretaceous. *Paleoceanography*, vol. 17, pp. 1-29.
- Mahanipour A., Mutterlose, J. and Eftekhari, M., 2019. Calcareous nannofossils of the Barremian – Aptian interval from the southeastern Tethys (Zagros Basin, West Iran) and their paleoceanographic implications: A record of Oceanic Anoxic Event 1a. *Marine Micropaleontology*, vol. 149, pp.64–74.
- Moosavizadeh, M.A., A. Mahboubi, A., Moussavi-Harami, R. and Kavoosi, M. A., 2013. Early Aptian oceanic anoxic event (OAE 1a) in Northeastern Arabian Plate setting: an example from Dariyan Formation in Zagros fold–trust belt, SE Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, vol.,7, pp.4745-4756.
- Murris, R.J., 1980. Middle East stratigraphic evolution and oil habitat. *AAPG Bull.* vol. 64, pp.597–618.
- Papp, D. C. and Cociuba, I., 2013. Anoxic events in the Early Cretaceous succession of Pașdurea Craiului. Correlation and comparison with other Carpathian areas. In Bojar, A.-V., Melinte-Dobrinescu, M. C. & Smit, J. (eds) *Isotopic Studies in Cretaceous Research*. Geological Society, London, Special Publications, vol. 382, pp. 49–62.
- Roban, R.-D., and Melinte-Dobrinescu, M.C., 2012. Lower Cretaceous lithofacies of the black shales rich Audia Formation, Tarcău Nappe, Eastern Carpathians: Genetic significance and sedimentary palaeoenvironments. *Cretaceous Research*, vol. 38, pp. 52-67.
- Sarfi, M., Ghasemi-Nejad, E. Ghasemi-Nejad, E., Mahanipour, A., Yazdi-Moghadam, M. and Sharifi, M., 2015. Integrated biostratigraphy and geochemistry of the lower Cretaceous Radiolarian Flood Zone of the base of the Garau Formation, northwest of Zagros Mountains, Iran. *Arabian J. Geosci.*, 2015, vol. 8, pp. 7245–7255.
- Sarmiento, J.L., and Herbert, T.D., 1988. Causes of anoxia in the world ocean. *Global Biogeochemistry*, vol. 2, pp. 15-128.
- Schlanger, S. O., and Jenkyns, H. C., 1976. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. *Geological En Mijnbouw*, vol. 55, pp.179-184.

- Sharland, P. R., Archer, R., Casey, D. M., Hall, S. H., Heward, A. P., Horbury, A. D., and Simmons, M. D., 2001. Arabian Plate sequence stratigraphy, *GeoArabia*, special publication 2, Gulf Petrolink, Bahrain, 371 p.
- Takashima, R., Kawabe, F., Nishi, H. Moriya, K., Wani, R., and Ando, H., 2004. Geology and stratigraphy of forearc basin sediments in Hokkaido, Japan: Cretaceous environmental events on the Northwest Pacific margin. *Cretaceous Research*, vol. 25, pp.365–390.
- Takashima, R., Nishi, H., Huber, B.T. and Leckie, R.M., 2006. Greenhouse world and the mesozoic ocean. *Oceanography*, vol. 19, pp. 82-92.
- Thiede, J. and Jünger, B., 1992. Faunal and floral indicators of ocean coastal upwelling (NW African and Peruvian continental margins). *Geol. Soc. Lond., Spec. Publ.*, vol. 64, pp.47–76.
- Tiraboschi, D., Erba, E. and Jenkyns, H.C., 2009. Origin of rhythmic Albian black shales (Piobbico core, central Italy): Calcareous nannofossil quantitative and statistical analyses and paleoceanographic reconstructions. *Paleoceanography*, vol. 24, pp.1-21.
- Trabucho Alexandre, J., Van Gilst, R. I., Rodríguez-L_opez, J. P., and De Boer, P. L., 2011. The sedimentary expression of oceanic anoxic event 1b in the North Atlantic. *Sedimentology*, vol. 58, pp.1217–1246.
- Turgeon, S.C. and Creaser, R.A., 2008. Cretaceous oceanic anoxic event 2 triggered by a massive magmatic episode. *Nature*, vol.454, pp.323-326.
- Wagreich, M., Neuhuber, S., Egger, H., Wendler, I., Scott, R.W., Malata, E., Sanders, D., 2009. Cretaceous Oceanic Red Beds (CORBs) in the Austrian Eastern Alps: Passive Margin vs. Active-Margin Depositional Settings. In: Hu, X., Wang, C., Scott, R.W., Wagreich, M., Jansa, L. (Eds.), *Cretaceous oceanic red beds: stratigraphy, composition, origins and paleoceanographic and paleoclimatic significance SEPM Special Publication 91*, pp.73–88, (Tulsa, OK).
- Weissert, H. and Erba, E., 2004. Volcanism, CO₂ and palaeoclimate: a Late Jurassic–Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record *Journal of the Geological Society*, London, vol. 161, pp. 695–702.
- Yilmaz, I.O., 2007. Cretaceous Pelagic Red Beds and Black Shales (Aptian-Santonian), NW Turkey: Global Oceanic Anoxic and Oxidic Events. *Turkish Journal of Earth Sciences*, vol. 17, pp. 263–296.
- Ziegler, M. A., 2001. Late Permian to Holocene Paleofacies Evolution of the Arabian Plate and its Hydrocarbon Occurrences. *GeoArabia*, vol.6, pp.445–504.