جامعة الموصل

كلية العلوم

دراسة رسوبية وتكتونية للحد الفاصل بين تكوين قمجوقة وتتابعات العصر الطباشيري العلوي لمقطعين مختارين – شمال شرقي العراق

مهند عدنان نعمان عبدالله العبادي

رسالة ماجستير

علوم الارض / رسوبيات

بإشراف

الأستاذ المساعد

د. رافع إبراهيم عبدالله الحميدي

الأستاذ المساعد

د. ربيع خلف حسن زناد

١٤٤٥ هـ

٢٠٢٣ م

جامعة الموصل

كلية العلوم

دراسة رسوبية – تكتونية للحد الفاصل العلوي لتكوين قمجوقة وتتابعات الطباشيري العلوي / الثلاثي في مقاطع مختارة من شمالي العراق

رسالة تقدم بها الطالب

مهند عدنان نعمان عبدالله العبادي

إلى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في اختصاص

علوم الارض / رسوبيات

بإشـراف

الأستاذ المساعد

د. رافع إبراهيم عبدالله الحميدي

الأستاذ المساعد

د. ربـيع خـلـف حـسـن زنـــاد

١٤٤٥ هـ

٢٠٢٣ م

﴿ بِسْمِ اللهِ الرَحمَنِ الرَحِيمْ ﴾

﴿ اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ
مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ
عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ
بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمًا ﴾

﴿ صَدَقَ اللهُ العَظِيمْ ﴾

﴿ الطلاق ١٢ ﴾

إقرار المشرف

اشهد أن إعداد هذه الرسالة قد جرى تحت إشرافي في جامعة الموصل، وهي جزء من متطلبات شهادة الماجستير في علوم الارض / الرسوبيات.

التوقيع: التوقيع:

المشرف: أ. م. د. رافع ابراهيم عبدالله الحميدي المشرف: أ. م. د. ربيع خلف حسن زناد

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

التاريخ: / / ٢٠٢٣ م التاريخ: / / ٢٠٢٣ م

إقرار المقوم اللغوي

اشهد بأن هذه الرسالة الموسومة "**دراسة رسوبية وتكتونية للحد الفاصل بين تكوين قمجوقة وتتابعات العصر الطباشيري العلوي لمقطعين مختارين – شمال شرقي العراق**" تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

التوقيع :

الاسم : أ. د. أحمد ابراهيم خضر

المرتبة العلمية: أستاذ

التاريخ : / / ٢٠٢٣ م

إقرار رئيس لجنة لدراسات العليا

بناءً على التوصيات المقدمة من قبل المشرف والمقوم اللغوي، أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع :

الاسم :

المرتبة العلمية:

التاريخ : / / ٢٠٢٣ م

إقرار رئيس القسم

بناءً على التوصيات المقدمة من قبل رئيس لجنة الدراسات العليا ، أرشح هذه الرسالة للمناقشة

التوقيع :

الاسم :

المرتبة العلمية:

التاريخ :

قرار لجنة المناقشة

نشهد بأننا اعضاء لجنة التقويم والمناقشة قد اطلعنا على هذه الرسالة وناقشنا الطالب **(مهند عدنان نعمان عبدالله العبادي)** في محتوياتها وفيما له علاقة بها بتاريخ / / ٢٠٢ وأنها جديرة لنيل شهادة الماجستير في اختصاص علوم الارض / الرسوبيات.

التوقيع: التوقيع:

أ.د. أ.د.

رئيس اللجنة عضو

التوقيع: التوقيع:

أ.د. أ.م. د.

عضو عضو (المشرف)

التوقيع:

أ. م. د.

عضو (المشرف)

قرار مجلس الكلية

اجتمع مجلس كلية العلوم بجلسته ..... المنعقدة في / 202 وقرر التوصية بمنحه شهادة الماجستير في علوم الارض / الرسوبيات.

التوقيع **التوقيع**

مقرر مجلس الكلية **عميد الكلية**

أ.م.د. **أ.د. هيـام عـادل ابراهيـم**

/ / ٢٠٢ **/ / ٢٠٢**

الإهداء

إلى قائدي وقدوتي، حبيبي وشفيعي يوم التلاق، رسولنا الكريم، الصادق الأمين

محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من ربياني صغيراً، وشجعاني فتىً، ورفعاني شاباً،

إلى شمس نهاري أبي الغالي،

وقمر ليلي أمي الغالية،

إلى من عرفت الحياة معهم ونهم

إخوتي الأعزاء

إلى من كانت الجيولوجيا وسيلة معرفتي بها

وفاض من بركان حبها جواهر حياتي إبنتاي {ريم وماريا}

رفيقة دربي ومسيرتي زوجتي الحبيبة

إلى أساتذتي الأكارم، أصدقائي الأعزاء،،

هذه الرسالة لكم أنتم لأنكم أنتم

بِسمِ اللهِ الرَحمَنِ الرَحيم

شُكر وَتَقدِير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على هادي الامة، معلمنا وقدوتنا، حبيبنا وشفيعنا، خاتم الأنبياء والمرسلين محمد (صلى الله عليه وسلم) الصادق الأمين وعلى أله وصبحه اجمعين.

اما بعد فإني احمد الله عز وجل حمداً كثيراً طيباً يملئ السماوات والأرض واشكره قبل أي شيء على ما أكرمني به من إتمام هذه الرسالة وأرجو من الله ان تنفعني في ديني ودنياي وينتفع بها من بعدي طلبة العلم وانال بها رضا الله.

لا يسعني بعد الانتهاء من كتابة هذه الرسالة الا ان أقدم خالص شكري وتقديري الى من أسنداني في مسيرتي الدراسية وفي العمل الحقلي والمختبري، استاذيَّ الفاضلين، اللذين أشرفا على هذه الرسالة الدكتور رافع إبراهيم عبدالله الحميدي والدكتور ربيع خلف حسن زناد، الأساتذة في قسم علوم الأرض / كلية العلوم جامعة الموصل، حيث كانا خير عون وموجه لي اثناء فترة دراستي وتحملهم معي مشاق السفر والعمل الحقلي واسأل الله ان يمكنني في رد جميلهم لي.

واتقدم بالشكر والتقدير الى عميد كلية العلوم الدكتورة هيام عادل الطائي والى رئاسة جامعة الموصل، والشكر موصول ايضاً الى رئاسة قسم علوم الأرض وأساتذة القسم واخص منهم الدكتور عمر احمد البدراني رئيس قسم علوم الارض والدكتور زيد ملك والدكتور محمد الحاج والدكتور صفوان فتحي والدكتور فلاح المعماري والدكتور سالم حامد لتذليلهم الكثير من العقبات.

واتقدم بجزيل الشكر الى زملائي طلبة الدراسات العليا واخص منهم السيد امين سطم الملا منصور لمواقفه النبيلة وتكبده عناء السفر معي لتأدية العمل الحقلي.

وختاماً، لا يسعني الا ان اذكر اهلي واصدقائي جميعا لتحملهم معي سنوات الدراسة الشاقة، وكانوا لي خير عون، فجزاهم الله عني خير الجزاء.

ومن الله التوفيق

الباحث

مهند عدنان العبادي

المُستَخلَص

تم دراسة السطح العلوي لتكوين قمجوقة وحدود التماس بينه وبين التكوينات التي تعتليه. يعد تكوين قمجوقة جزءاً من تتابعات الدورة الثامنة من الصفيحة العربية (AP8)، والمترسب خلال الفترة الممتدة من الالبي الى منتصف الباريمي (Albain - Intra Barrimian).

نظراً للتغاير الجانبي لتكوين قمجوقة الممتد من الجنوب الشرقي الى الشمال الغربي لشمال العراق، تختلف التكوينات التي تعلوه بدءاً من منطقة السليمانية. أوضحت الدراسة ان تكوين قمجوقة المنكشف في منطقة دوكان يعلوه تكوين كوميتان وبصورة غير متوافقة نظراً لوجود ادلة عدم التوافق التي تم الحصول عليها اثناء البحث والدراسة مثل حد التماس الحاد بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان وفقدان عمر السينوماني.

وبالانتقال لجهة الشمال الغربي وبالتحديد منطقة أربيل (مقطع سوران)، ينكشف الحد العلوي لتكوين قمجوقة إذ يتغاير حد التماس مع التكوين الذي يعتليه ليجلس فوقه تكوين بخمة الجيري المتمثل بصخور الحجر الجيري، ويكون أيضا بصورة غير متوافقة مع تكوين قمجوقة لوجود ادلة عدم التوافق المتمثلة بطبقة من البريشيا الموضعية المزواة ووجود مقاطع التربة القديمة التي نشأت اثناء الانكشاف على السطح، وكذلك من خلال دراسة النماذج المأخوذة بتروغرافيا تم ملاحظة وجود عملية الدي–دلمته من خلال المعينات المملوءة بالكالسايت.

تم دراسة الية نشوء أنظمة حوض فورلاند زاكروس وكذلك التغييرات الحاصلة على الحد الفاصل بين الدورات الرسوبية الكبرى الثامنة والتاسعة. تزداد الفجوة الطباقية بين تكوين قمجوقة والتكوينات الاحدث منه (ضمن الدورة التاسعة (AP9)) ابتداءً من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي، ويعود ذلك الى تباين الخواص الريولوجية لليثوسفير القاري للصفيحة العربية وانفتاح وانغلاق محيط التيثس بهيئة المقص ابتداءً من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي.

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول: المقدمة	
١-١ تمهيد	٢
١-٢ مواقع الدراسة	٣
١-٢-١ مقطع سوران	٥
١-٢-٢ مقطع دوكان	٥
١-٣ الدراسات السابقة	٦
١-٤ اهداف الدراسة	٨
١-٥ طرائق البحث	٩
١-٥-١ العمل الحقلي	٩
١-٥-٢ العمل المختبري	٩
الفصل الثاني: ادلة الانكشاف السطحي	
٢-١ تمهيد	11
٢-٢ ادلة تمييز عدم التوافق	١١
٢-٢-١ الأدلة الحياتية	١١
٢-٢-٢ الأدلة التركيبية	١٢
٢-٢-٣ ادلة أخرى لتمييز سطح عدم التوافق والانكشاف للسطح	١٢
2-3 الأدلة الرسوبية	١٢
٢-٤ الأدلة البتروغرافية	٢٤
الفصل الثالث: الطباقية التكتونية	
٣-١ تمهيد	٢٨
٣-٢ الدورة الثامنة للصفيحة العربية	٢٨
٣-٢-١ الوضع التكتوني	٣٠

٣-٢-٢ طباقية ورواسب الدورة الثامنة	٣٣
٣-٣ الدورة التاسعة للصفيحة العربية	٣٤
٣-٣-١ الوضع التكتوني	٣٨
٣-٣-٢ طباقية ورواسب الدورة التاسعة	٣٩
٣-٤ احواض الفورلاند	٤١
٣-٤-١ تعريف احواض الفورلاند	٤١
٣-٤-٢ نظام حوض الفورلاند	٤٥
٣-٤-٣ انطقة نظام حوض الفورلاند	٤٦
٣-٤-٤ نشوء نظام حوض فورلاند زاكروس في شمالي العراق	٤٨
٣-٥ الامتداد الجغرافي لسطح عدم التوافق في منطقة الدراسة بين (AP8&AP9)	٥٤
٣-٦ الوضع التكتوني والحوض الرسوبي لتكوين قمجوقة	٦٠
٣-٦-١ الانحدار التدريجي لبروز الامام (تكوين قمجوقة) نحو الجنوب الشرقي	٦٧
الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات	
٤-١ الاستنتاجات	٧٢
٤-٢ التوصيات	٧٣
المصادر	
المصادر	٧٥

قائمة الاشكال

رقم الشكل	الفصل الأول: المقدمة	الصفحة
١-١	خريطة التقسيمات التكتونية لشمال العراق ويوضح عليها موقع مقطعي الدراسة	٤
٢-١	مرئية فضائية لمقطع سوران في منطقة اربيل	٥
٣-١	مرئية فضائية لمقطع دوكان في منطقة السليمانية	٦
	الفصل الثالث: الطباقية التكتونية للطبق العربي للدورات الرسوبية AP8 & AP9	
١-٣	مخطط يوضح الحد الاسفل لـ (AP8) والذي يبدأ ب ١٤٩ مليون سنة خلال فترة التيثوني المتأخر وينتهي ب ٩٢ مليون سنة مع بداية التوروني، يمتد خط المقطع من المملكة العربية السعودية عبر الكويت وينتهي بزاكروس الإيرانية	٢٩
٢-٣	شكل تخطيطي للدورة الثامنة (Mega sequence AP8)	٣٢
٣-٣	مقطع عرضي على طول الخط A-B	٣٢
٤-٣	طباقية الدورة الثامنة (TMS AP8)	٣٣
٥-٣	مخطط يوضح الحد الأدنى لـ (AP9) والذي يبدأ ب ٩٢ مليون سنة خلال فترة التوروني وينتهي ب ٦٣ مليون سنة مع لمنتصف الدانيان، (يمتد خط المقطع من الكويت إلى جبال عمان وجنوب شرق زاكروس.)	٣٦
٦-٣ a	شكل تخطيطي للدورة التاسعة (Mega sequence TSM AP9)	٣٧
٦-٣ b	مقطع عرضي على طول الخط A-B	٣٧
٧-٣	مقطع عرضي تخطيطي للنصف الشرقي من الصفيحة العربية خلال الكامباني المبكر يظهر تطور الصفائح الى أواخر حقبة الحياة الوسطى	٣٨
٨-٣	تكون حوض الفورلاند واستقباله للرواسب	٣٩
٩-٣	طباقية الدورة التاسعة (TMS AP9)	٤٠
١٠-٣	يوضح نطاق الطيات العالية في شمال شرق العراق واتجاه الطيات في هذا النطاق،	٤١

٣-١١	تطور نظام حوض الفورلاند اثناء وبعد عملية التكون	٤٣
٣-١٢	حوض الفورلاند الخارجي والحوض خلف القوس	٤٤
٣-١٣	A- خريطة توضيحية لحوض فورلاند نموذجي. B- مقطع عرضي يبين الشكل الوتدي لحوض الفورلاند. C- مقطع عرضي يبين وحدات نظام حوض الفورلاند.	٤٦
٣-١٤	مخطط نموذجي لنطاق ترسيب قمة الوتد	٤٧
٣-١٥	التاريخ الترسيبي لحوض الطباشيري المبكر والمتأخر	٥٠
٣-١٦ a	مقطع عرضي جيولوجي يمتد شرق – غرب لشمال العراق توضح فيه السحنات الرسوبية خلال الالبي- السنوماني،	٥٣
٣-١٦ b	مقطع عرضي يمتد شمال شرق – جنوب غرب يوضح العلاقة بين تتابعات الطباشيري المتأخر مضافا اليه الحمل التكتوني وانطقة نظام حوض الفورلاند	٥٣
٣-١٧	خريطة الجغرافية القديمة لعصر الالبي لشمال العراق موضح عليها انطقه نظام الفورلاند.	٥٤
٣-١٨	هيئة نظام حوض الفورلاند خلال التغايرات الجانبية لتسليط الحمل التكتوني بموازاة جبهة الاوروجيني	٥٥
٣-١٩	تطبيق موديل (Lash, 1988) على مراحل اقتراب الحافة الغير منتظمة للطبق العربي من نطاق الغوران	٥٧
٣-٢٠	الأعلى – المنحني الأصفر يمثل شكل الحافة للطبق العربي قبل التصادم القاري. الأسفل – زيادة الفجوة الطباقية لسطح عدم توافق البروز الامام نحو الشمال الغربي بين تتابعات الحافة الخاملة واسفل تتابعات ثلاثي حوض فورلاند زاكروس في مرحلة تحت المل	٥٩
٣-٢١	مخطط التطور التكتوني لمنطقة زاكروس في شمال شرق العراق	٦١
٣-٢٢	الجغرافية القديمة للابتيان والالبي في شمال العراق	٦٣
٣-٢٣	مخطط مضاهاة طباقي لتكوينات فترة الطباشيري المبكر- المتوسط	٦٤
٣-٢٤	A- توزيع الفوالق القاعدية الرئيسية	٦٥

	B- الجغرافية القديمة للعصر الألبي.	
٣-٢٥	التغاير الجانبي لسحنات تكون قمجوقة على طول طية جمبور المحدبة	٦٦
٣-٢٦	الأعلى- يوضح الامتداد العام لنطاق البروز الامام الأسفل- يوضح التغاير الجانبي لمقاومة الانثناء D على هيئة انطقة حوض الفورلاند	٧٠

قائمة الجداول

رقم الشكل	الفصل الثاني: ادلة الانكشاف السطحي	الصفحة
٣-١	التكاوين المترسبة في العراق خلال الدورة الثامنة AP8	٣٤
٣-٢	التكاوين المترسبة في العراق خلال الدورة التاسعة AP9	٤٠

قائمة الصور		
رقم الشكل	الفصل الثاني: ادلة الانكشاف السطحي	الصفحة
٢-١	طبقة ال Breccia الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة في مقطع سوران	١٥
٢-٢	طبقة ال Breccia من مقطع سوران الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة.	١٦
٢-٣	طبقة ال Breccia من مقطع سوران الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة	١٦
٢-٤	حد التماس بين تكوين قمجوقة وتكوين بخمة وكذلك يظهر فيها سطح عدم التوافق بين التكوينين في مقطع سوران في منطقة أربيل.	١٨
٢-٥	وجود طبقة بسمك ٥٠ سم من المارل (مقطع تربة) قابلة للتفتت بسهولة من مقطع سوران.	٢٠
٢-٦	عقد الجيرت الموجودة في الحد العلوي لتكوين كوميتان	٢١
٢-٧ B-A	الحد الفاصل بين تكوين كوميتان وتكوين قمجوقة في منطقة دوكان	٢٢
٢-٨	تراكيب الستايلولايت في مقطع دوكان في منطقة السليمانية في السطح السفلي قرب حد التماس لتكوين كوميتان	٢٣
٢-٩	تحت المجهر توضح وجود قطع صغيرة الحجم سليكاتية من نوع السليكا الاحلالية ضمن حبيبات البريشيا للنماذج المأخوذة من مقطع سوران.	٢٤
٢-١٠	تحت المجهر من الجزء العلوي لتكوين قمجوقة مقطع (أربيل – سوران) نموذج رقم (٧) يبين وجود معينات مملوءة بالكالسايت داخل بعض القطع الصخرية السليكاتية	٢٥
٢-١١	تحت المجهر من الحد الفاصل بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان من منطقة دوكان يظهر فيها تأثر الصخور بالانكشاف على الصخور	٢٦

الفصل الأول

المقدمة

Introduction

الفصل الأول

المقدمـــة

١-١ تمهيد (Preface):

يعد تكوين قمجوقة جزءاً من تتابعات الدورة الثامنة من الصفيحة العربية (AP8), حيث ترسبت التتابعات الصخرية التابعة لهذه الدورة خلال التيثوني المتأخر – التوروني المبكر (Late Tithonian – Early Turonian), وترسب تكوين قمجوقة خلال تعاقبات العصر الطباشيري وبالتحديد خلال الفترة الممتدة من الالبي – منتصف الباريمي (Intra Barrimian - Albain) (Bellen et al.,1959).

تم وصف التكوين لأول مرة من قبل وتزل (Wetzel, 1950) في المقطع المثالي لتكوين قمجوقة والذي يقع في قرية قمجوقة شمال غرب مدينة السليمانية, تم تقسيم التكوين البالغ سمكه تقريبا ٧٩٩ متر على ست وحدات متبادلة من الحجر الجيري والدولومايت ويكون متدلمت بصورة عالية وتتسم صخوره بالصلاد العالية (Al-Banna, & Al-Bayati, 2016). حيث أشارا أيضاً الى ترسب تكوين قمجوقة في بيئة ضحلة تمتد من بيئة امام الحيد (fore reef) الى بيئة المسطحات المدية (tidal flat)، كما انه ترسب على حافة الرف لمحيط التيثس (Neo-Tethys Ocean) في العصر الطباشيري المبكر.

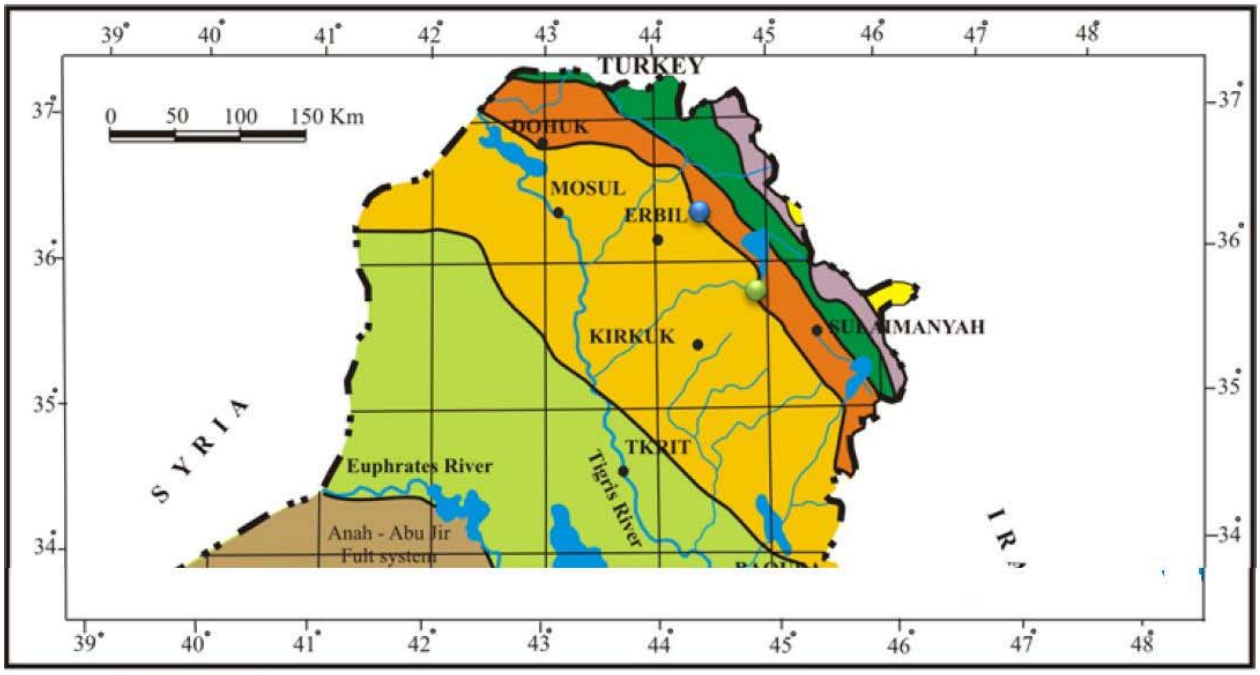
ينكشف تكوين قمجوقة بشكل جيد في نطاق الطيات العالية (High Folded Zone) (HFZ) والممتدة في الشمال الشرقي للعراق وهو جزء من سلاسل جبال زاكروس, حيث يحتوي التكوين على وحدات مكمنيه سميكة في المناطق التحت سطحية الى الجنوب من منطقة الطيات العالية, ويُعَد التكوين احد مكامن النفط والغاز الطبيعي في مختلف حقول شمال شرق العراق مثل باي حسن وكركوك وخباز وجمجمال وطقطق بسبب مساميتها العالية. ويشكل تكوين قمجوقة درعا لعدد من الطيات ويمتد تحت السطح على نطاق واسع في منطقة الطيات الواطئة (Low Folded Zone) (LFZ). اما الى جنوب العراق فيتحول تكوين قمجوقة

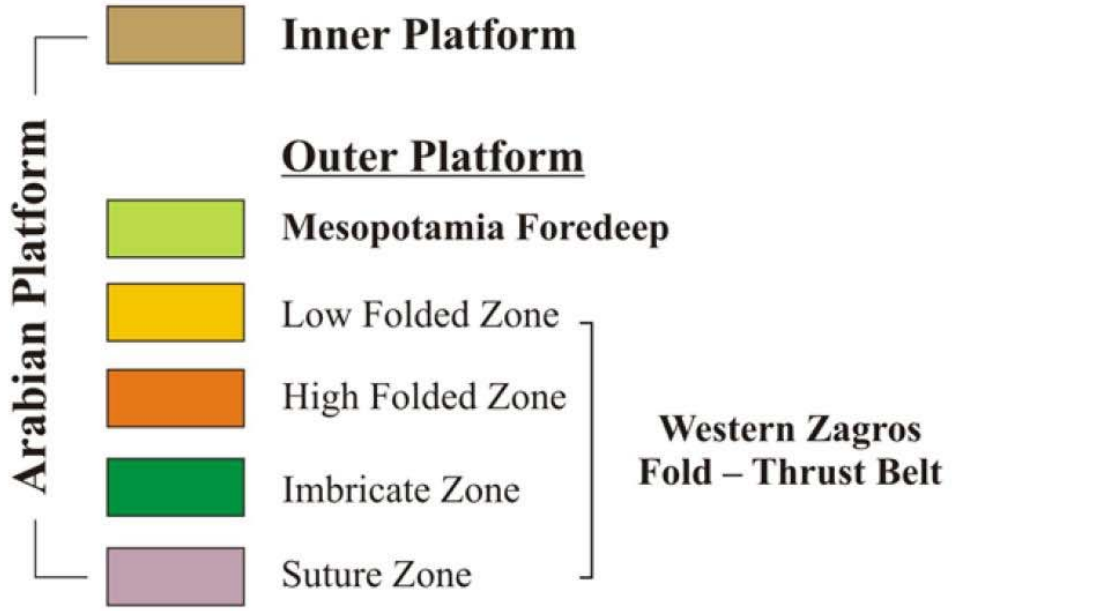
الى وحدات مشتركة لتكوينات الشعيبة (Shuaiba Fn.) ونهر عمر (Nahr Omar Fn.) ومودود (Maodud Fn.), (Jassim & Goff, 2006).

١-٢ موقع منطقة الدراسة والمقاطع المختارة (Study area location and selected sections):

حسب التقسيمات الجغرافية لمناطق شمال العراق تقع مناطق الدراسة في محافظات اربيل والسليمانية ودهوك (الشكل ١-١) والتي تعد جزءاً من حوض الفورلاند (Foreland Basin) وفقاً للتقسيمات التكتونية بحسب (Fouad, 2015). والتي تقع ضمن نطاق الطيات العالية (High Folded Zone) الذي يتبع الرصيف غير المستقر (Unstable Shelf).

حيث اشتملت الدراسة الحالية على مقطعين صخريين منكشفين للسطح العلوي لتكوين قمجوقة والمتمثل بالمقطع الاول مقطع سوران في منطقة اربيل قرب شلال كلي علي بك بالإحداثيات (N 36°37'47.0" E 44°28'20.2")، والمقطع الثاني مقطع دوكان في منطقة السليمانية قرب بحيرة سد دوكان بالإحداثيات (N 35°56'53.0" E 44°57'23.2") كما موضح بالشكل (١-١) عن (Fouad,2015) والمبين عليه تقسيمات شمال العراق التكتونية ومقطعي الدراسة.





مقطع سوران

مقطع دوكان

شكل (١-١) خريطة التقسيمات التكتونية لشمال العراق (Fouad, 2015) ويوضح عليها موقع مقطعي الدراسة

١-٢-١ مقطع سوران (Soran Section):

يقع هذا المقطع على المحور الجنوبي الغاطس لطية بالكي في منطقة اربيل قرب شلال علي بك وعلى الشارع الموازي لنهر راوندوز من الضفة الشمالية للنهر الذي يقطع صخور تكوين قمجوقة وتكوين بخمة الذي يعلوه حيث ينكشف التكوينان في هذه المنطقة وحسب الاحداثيات الأتية (N 36°37'47.0" E 44°28'20.2") وحسب الشكل (١-٢).

شكل (١-٢) مرئية فضائية لمقطع سوران في منطقة اربيل (Google maps 2022)

١-٢-٢ مقطع دوكان (Dokan Section):

يقع هذا المقطع في منطقة السليمانية على الجناح الجنوبي الغربي الغاطس لطية سارة بعد بوابة سد دوكان من جهة الجنوب على نهر الزاب الصغير من الجهة الغربية حيث ينكشف تكوينا قمجوقة وتكوين كوميتان في هذه المنطقة وحسب الاحداثيات الأتية (N 35°56'53.0" E 44°57'23.2) وحسب الشكل(١-٣).

شكل (١-٣) مرئية فضائية لمقطع دوكان في منطقة السليمانية (Google maps 2022)

١-٣ الدراسات السابقة (Previous Studies): -

ان اول من اطلق تسمية قمجوقة العلوي على الجزء العلوي من تكوين قمجوقة هما (Wetzel 1950 in Bellen et al., 1959). وبينا ان التكوين يتكون من جزأين سفلي متكون من حجر جيري اوربيتولايني وعلوي متكون من حجر الدولومايت (Al-Banna, and Al-Bayati, 2016).

قسم (Wetzel, 1950 in Bellen *et al*., 1959) المقطع المثالي لتكوين قمجوقة البالغ سمكه حوالي ٧٩٩ متر الى ست وحدات متبادلة من الدولومايت والحجر الجيري بعمر الباريمي – الالبي (intra-Barremian to Albian). اذ كانت وحدة الدولومايت العليا تتالف بشكل عام من بلورات خشنة من الدولومايت الموزائيكي والمعيني وحجر جيري عضوي مع رخويات مفتتة، اما وحدة الحجر الجيري العليا فتتألف من الحجر الجيري الطيني الفتاتي المتدلمت موضعيا. وكانت وحدة الدولومايت الوسطى تتألف من بلورات خشنة من النسيج الموزائيكي او النسيج السكري مع بعض الفراغات المملوءة بالكالسايت ، اما وحدة الحجر الجيري الوسطى فتتالف الى حد ما من الحجر الجيري الطيني الكتلي المتدلمت جزئيا، مع ندرة تواجد

الكوارتز الغريني مترافقة مع الكلوكونايت في منتصف هذه الوحدة. وكانت وحدة الدولومايت تتالف من بلورات الدولومايت الخشنة الخالية من اثار المتحجرات والفعاليات الحياتية. وحدة الحجر الجيري السفلي من الحجر الجيري الكتلي والمتكونة من حشوة طينية وسيادة المتحجرات الكبيرة. وذكر (Bellen *et al*., 1959) ان الحد العلوي لتكوين قمجوقة يمكن تميزه في مناطق شمال شرق العراق بين الطبقات العليا المتعرية لتكوين قمجوقة مع طبقة الحجر الجيري الحاوي على الكالسيسفير المتواجدة في قاعدة تكوين كوميتان.

درس (Al-Shakiry, 1977) مقاطع مختارة من حقل جمبور النفطي لتكوين قمجوقة وتوصل الى ان صخور التكوين العلوي قد ترسبت في بيئتين رئيسيتين هما البيئة الساحلية ذات المياه المضطربة والبيئة الساحلية ذات المياه الهادئة.

اما شبر (١٩٨٦) فقد ذكر بان ترسبات تكوين مودود في وسط وجنوب العراق يكافئ تكوين قمجوقة العلوي في شمال شرق العراق ويتألف التكوين من صخور الحجر الجيري بصورة رئيسية ومتدلمت جزئيا وتشتد درجة الدلمتة باتجاه الشمال الغربي.

كما درس الزوبعي (٢٠٠٢) تكوين قمجوقة العلوي في ابار مختارة من حقل جمبور شمال شرق العراق، وقام بتقسيمه الى سبع سحنات رئيسية وثانوية واستنتج ترسب التكوين في بيئات الرف الداخلي – الخارجي ذات مياه ضحلة ودافئة ومالحة مع تفاوت في درجة اضطراب وحركة المياه وقد تتغير الى مياه اكثر عمقا نسبيا في الرف الخارجي.

كما درس (Taha, 2008) رسوبية تكاوين الطباشيري العلوي شمال شرق العراق، درس رسوبيات المكاشف الصخرية للعصر الطباشيري المتأخر لتكوينات دوكان الجيرية وكولنيري وكوميتان وشيرانيش في المناطق الواقعة بين محافظة السليمانية وأربيل شمال شرق العراق. وتشمل هذه المنطقة دوكان ومضيق

قمجوقة وجبل سفين. تمت دراسة الصخور والطبقات والطبقات الحجرية للتكوين أعلاه بالإضافة إلى فحص ظروف حدود التكاوين في المناطق المحيطة.

اما (Karim and Zardasht, 2009) فقد درسا التاريخ التكتوني للمنصة العربية شرق إقليم كردستان العراق وذلك عبر تحديد اطوار الانغمار (Drowning) للمنصة العربية وربطها بالتصادم القاري بين الطبق العربي والطبق الإيراني اثناء الطباشيري المتأخر.

اما (Al-Qayim et al., 2010) درس تكوين قمجوقة العلوي (مودود) الطباشيري في حقل خباز النفطي منطقة كركوك شمال العراق و تركز هذه الدراسة على الجزء الكربوني السميك من الحجر الجيري والدولستون المتناوب داخل تكوين قمجوقة العلوي (مودود). تطورت هذه الكربونات على منحدر واسع النطاق على طول حافة الصفيحة العربية، والتي تطورت خلال العصر الألبي. ويهدف إلى تقييم العلاقة بين الخصائص الصخرية للمكمن والخصائص الصخرية مع التركيز على الوحدات الدولوميتية.

١-٤ اهداف الدراسة (Aims of the study):-

١- دراسة السطوح المنكشفة لتكوين قمجوقة حقليا ووصفها لمقطعي الدراسة المختارة، ودراسة ادلة عدم التوافق والبحث عنها في السطوح المنكشفة سواء كانت الأدلة الحقلية او الأدلة التي يمكن الكشف عنها بتروغرافيا.

٢- تثبيت الحد بين تتابعات الدورة الثامنة AP8 للصفيحة العربية وتتابعات الدورة التاسعة للصفيحة العربية AP9 في مقاطع الدراسة المختارة.

٣- دراسة تأثير الوضع التكتوني لتكوين قمجوقة في العلاقات الطباقية مع التكوينات الاحدث وتغايراتها الجانبية، ودراسة علاقة تكوين قمجوقة مع التكوينات التي تعلوه وكذلك المكافئات لهذا التكوين وامتداداتها.

١-٥ طرائق البحث (Methodology):-

اعتمدت الدراسة الحالية في تنفيذها على طرائق تحليل عدة مكملة الواحدة للأخرى وأبرزها:

١-٥-١ العمل الحقلي (Field Method): -

تضمن العمل الحقل وصف دقيق لمقطعي الدراسة الحالية وجمع النماذج الصخرية بالاعتماد على التغايرات في الصفات الصخرية لتكوين قمجوقة وتكوين بخمة في مقطع سوران وتكويني قممجوقة و كوميتان في مقطع دوكان وكذلك طبيعة الحد الفاصل بين هذين التكوينين وتكوين قمجوقة وتشخيص الظواهر المميزة التي تم مشاهدتها في الحقل، وكذلك البحث عن ادلة عدم التوافق واخذ عينات منها أيضا. حيث تم جمع ٢٤ نموذج لكلا المقطعين بواقع ١٣ نموذج لمقطع دوكان و ١١ نموذج لمقطع سوران.

١-٥-٢ العمل المختبري (Laboratory Method): -

اشتمل العمل المختبري على عمل (٢٣) شريحة رقيقة للنماذج الصخرية، بواقع ١٢ شريحة لمقطع دوكان و ١١ شريحة لمقطع سوران، وبعد ذلك تم فحصها مجهريا باستخدام المجهر المستقطب (Polarizing Microscope) لغرض تشخيص المكونات البتروغرافية والمعدنية والبحث عن الأدلة المجهرية لأسطح لعدم التوافق وطبيعة الانسجة الداخلية واثار العمليات التحويرية في صخور التكوين.

الفصل الثاني

ادلة الانكشاف السطحي

Surface Exposure Evidence

الفصل الثاني

ادلة الانكشاف السطحي

٢-١ تمهيد (Preface):

من اسباب الانكشاف السطحي في الغالب اما تكتونية نتيجة لرفع اجزاء معينة من السطح او نتيجة لتذبذب مستوى سطح البحر وبالتالي سيؤدي الى انكشاف الاجزاء العليا من التكوينات او الترسبات وتعرضها للهواء الجوي والمؤثرات الخارجية ومما يؤدي الى توقف الترسيب وتعرض الترسبات المنكشفة لعمليات التجوية والتعرية من قبل مياه الامطار او المياه الجوفية التي تعمل على تهشيم وتكسير هذه الاجزاء المنكشفة فضلا عن تكون الترب احياناً (Sharland et al., 2001).

٢-٢ أدلة تمييز عدم التوافق:

يوجد عدة أدلة تؤدي إلى التعرف على سطوح عدم التوافق في الطبقات الصخرية سواء كانت هذه الظاهرة للعيان (أي ظاهرة في المكاشف الصخرية) أو غير ظاهرة للعيان وتكون تحت السطح، هذه الأدلة تقسم على ثلاثة أقسام: **(أدلة رسوبية، أدلة حياتية، أدلة تركيبية)**، وفيما يأتي توضيح لهذه الأدلة.

٢-٢-١ الأدلة الحياتية : من الأدلة الحياتية

١. حدوث انقطاع في تطور الأحياء المتحجرة
٢. وجود بقايا عظمية وهياكل وأسنان مع المدملكات القاعدية بالإضافة إلى
٣. التغيرات المفاجئة في المجاميع الحيوانية المتحجرة.

هذه الأدلة مهمة جداً للتعرف على سطوح عدم التوافق وأهم هذه الأدلة هو التغير المفاجئ الذي يحدث في المجاميع الحيوانية المتحجرة؛ وذلك عند حصول تغيير مفاجئ في نوع المتحجرات ضمن التتابع الطبقي العمودي. إن الطبقات التي توجد في أسفل العمود الطبقي توجد فيها متحجرات العصر الكامبري والطبقات التي تقع فوقها مباشرة تحتوي على متحجرات من العصر الكربوني الأعلى، هذا دليل على وجود زمن تغيير مفاجئ نتيجة وجود متحجرات بحرية تعقبها متحجرات ذات بيئات قارية (Boggs, 2006).

٢-٢-٢ الأدلة التركيبية:

عند تحديد سطوح عدم التوافق الطبقي وأنواع عدم التوافق يجب أن تتم ملاحظة الحدود الطبقية ومن ثم يجب تعيين مقياس الميل للطبقات إلى الأعلى والأسفل، فإذا كان الميل مختلفاً يُعَد هذا الاختلاف دليلاً على وجود عدم توافق زاوي، أما إذا كان السطح أو الحد الفاصل للطبقات متموجاً ويقطع عدة مستويات من الطبقات المتقاطعة للتكوين الموجود تحته هذا يُعَد دليلاً على وجود عدم توافق متوازي. وفي حالة وجود عدد من الصدوع باتجاه الأعلى وباتجاه الأسفل من السطح الفاصل بين الطبقات الصخرية، فإن ذلك يمثل عدم توافق متوازي حدث بسبب التعرية.

٢-٢-٣ ادلة اخرى لتمييز سطح عدم التوافق والانكشاف للسطح.

١ - اختلاف في اتجاه ومقدار ميل الطبقات بين القديمة وأخري حديثة.

٢ - وجود طبقة من صخور الكونجلوميرات بين مجموعتين من الطبقات.

٣ - وجود سطح غير مستو اي متعرج بين مجموعتين من الطبقات.

٤ - وجود صدع أو عدد صدوع في مجموعة من الطبقات وعدم وجودها في مجموعة أخري تعلوها

٥ - وجود قواطع من الصخور النارية في مجموعة من الطبقات وعدم وجودها في مجموعة أخري تعلوها.

٦ - عدم وجود مجموعة معينة من الأحافير في التتابع الاحفوري للمنطقة.

٧ - وجود صخور نارية او متحولة بين مجموعتين من الطبقات الصخرية.

٨- وجود طبقة من صخور قارية الاصل محدودة السمك تتخلل تتابعات بحرية سميكة.

h

ان وجود سطح عدم توافق تعروي إقليمي يشمل مجمل المنطقة العربية على الحدود بين تتابعات الصفيحة العربية (AP8) وتتابعات ال (AP9) (Sharland et al., 2001) ، ويمثل هذا السطح في (منطقة الدراسة) سطح عدم توافق بين تكوين قمجوقة وتكويني بخمة وكوميتان، وفيما يأتي اهم الدلائل التي سجلتها الدراسة للانكشاف على السطح:

٢-٣ الأدلة الرسوبية:

يوجد أكثر من عشرين دليل رسوبي يؤدي إلى التعرف على سطوح عدم التوافق إلا انه من أهم هذه الأدلة ومنها ما سجلته الدراسة هي:

١. المدملكات القاعدية.
٢. البريشيا.
٣. حجر الصوان المتبقي والمتعري.
٤. مقاطع التربة الدفينة.
٥. أنطقة معدن الكلوكنايت.
٦. الحصى الذي يحتوي على فوسفات.
٧. بالإضافة إلى الأنطقة المنغنيزية.

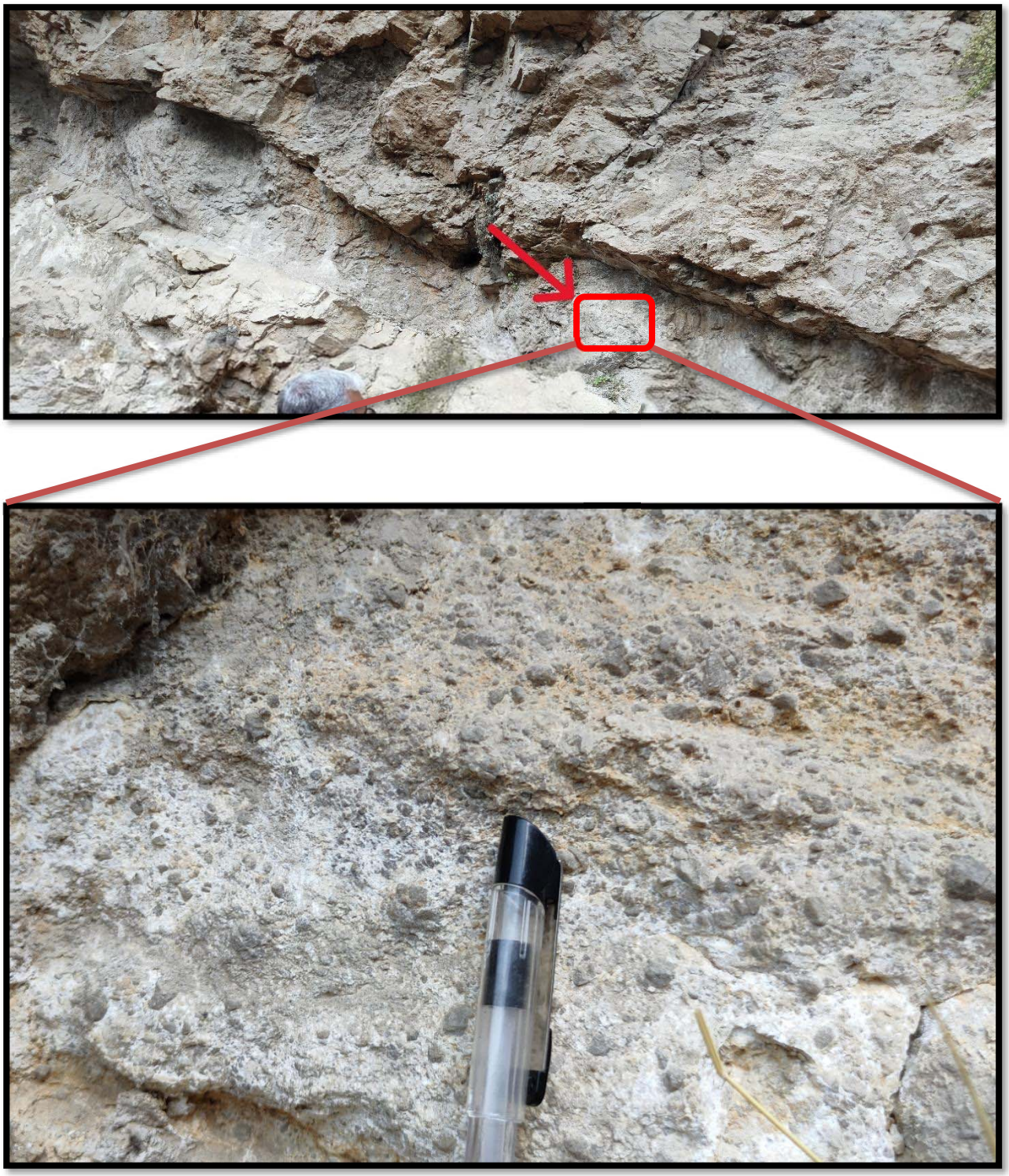
إن الأدلة الاربعة الأولى تُعَد مهمة كصفات وأدلة رسوبية على عدم التوافق للانكشاف السطحي، والأدلة الثلاث الأخيرة التي قد تكون متحدة مع بعضها البعض تستخدم لتمييز عدم التوافق المتوازي تحت البحر.

اشارت الدراسات الى ان السطح العلوي لتكوين قمجوقة يمتاز بانقطاع في الترسيب (Break) بسبب عدم التتابع او نتيجة لعدم التوافق وهذا هو الاكثر شيوعاً. ويتجلى هذا في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية من العراق وذلك لغياب ترسبات السينوميني وتواجد ترسبات التوروني المتمثلة بتكوينات (مشورة ودوكان وكوميتان) وهذا يشمل مناطق السليمانية وكركوك.

اما (Sissakian and Youkhana, 1984) فقد اشارا بدراستهما لمنطقة شقلاوة لتكوين قمجوقة ان هناك تتابع من الصخور بسمك حوالي (٣٠) متر يتألف من تتابعات الحجر الجيري والمارل في الجزء العلوي لتكوين قمجوقة ثم يلي هذا التتابع تكوين بخمة الذي يتميز بصخور الحجر الجيري والحجر الدولومايتي.

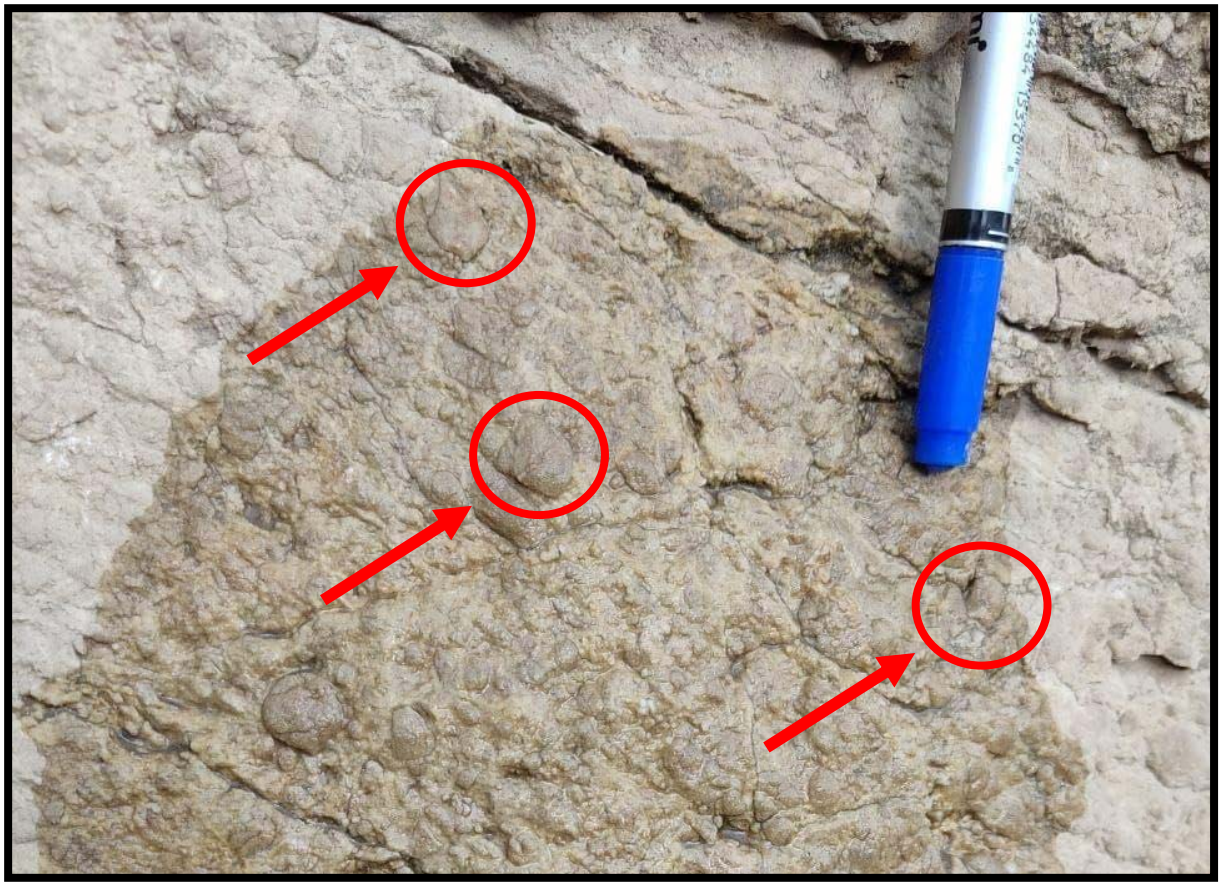
بخلاف ما أشار اليه (Bellen et al., 1959) فقد سجلت دراستهم لمنطقة بخمة بوجود حد فاصل مدملكاتي واضح بين تكويني بخمة وقمجوقة.

ان من أبرز دلائل الانكشاف السطحي المسجلة هي عملية تكون البريشيا، حيث لوحظ في اعلى تكوين قمجوقة وعلى الحد التماس تواجد طبقة قد يصل سمكها الى ١٣٠ سم في مقطع سوران وكما مبين في الصورة (٢-١) و(٢-٢) (٢-٣).



صورة (٢-١) طبقة ال Breccia الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة في مقطع سوران.

صورة (٢-٢) طبقة ال Breccia من مقطع سوران الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة.

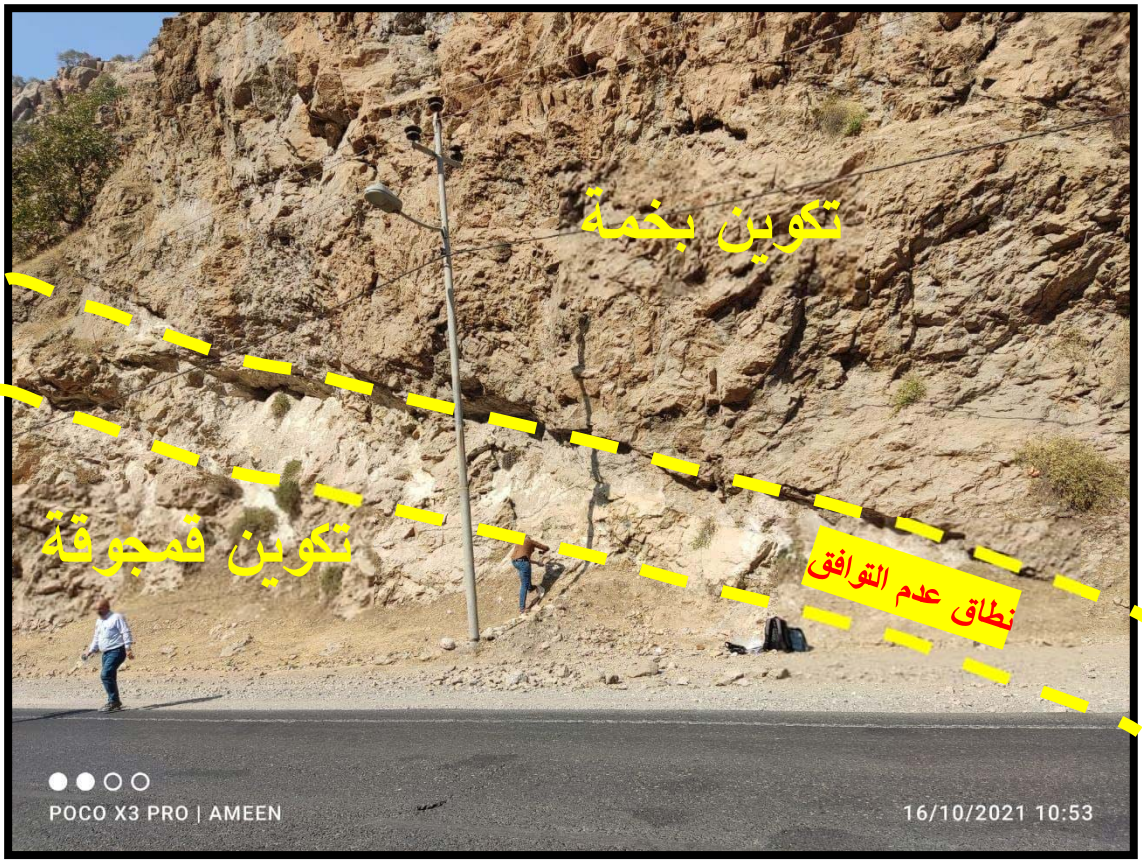


صورة (٢-٣) طبقة ال Breccia من مقطع سوران الموجودة في الحد العلوي لتكوين قمجوقة

حيث تميزت قطعها بكونها مزواة بصورة جيدة وحادة الزاوية وتتراوح اجسامها من ٠.٥ – ١ سم ولا تحوي حبيباتها على نمط اتجاهي معين، يسمى هذا النوع من البريشيا بالبريشيا الدولومايتية الموضعية (Autobreccia)، ان هذه القطع المتكسرة مكونة في الغالب من الدولومايت ويتخللها بعض من القطع الصغيرة السوداء داكنة اللون، حيث تدل هذه القطع السوداء دلالة مطلقة على انكشاف الطبقات هذا على السطح، بالاعتماد على (Haas, 2004) حيث سجل في دراسته لأثبات الانكشاف السطحي في تكوين (Dachstein Formation) في هنغاريا.

تتشكل هذه الحبيبات المتكسرة (البريشيا) بفعل العوامل التكتونية المسببة لرفع الطبقات والتي أدت الحدوث الفواصل والكسور لطبقات الدولومايت المنكشفة اثناء الرفع والحركة فتتسرب المياه الكونية داخل الكسور والفواصل وتعمل على تكبير الكسور وتهشيم السطح العلوي لهذه الطبقات المنكشفة مع بقاء الفتات المتكسر في نفس مكانه كـ (بريشيا) متكسرة متواضعة في اماكنها (Haas, 2004).

توضح الصورة (٢–4) والمأخوذة من منطقة أربيل (مقطع سوران) حد التماس بين تكوين قمجوقة وتكوين بخمة وكذلك يظهر فيها سطح عدم التوافق بين التكوينين.



صورة (٢-4) حد التماس بين تكوين قمجوقة وتكوين بخمة وكذلك يظهر فيها سطح عدم التوافق بين التكوينين في مقطع سوران في منطقة أربيل.

وكذلك من الأدلة المهمة لتميز أسطح عدم التوافق هو وجود مقطع التربة القديمة (Paleosols) والذي ينشأ عن طريق عمليات التجوية اثناء الانكشاف على السطح والذي يولّد قشرة او طبقة من التربة فوق الصخور (صخور القاعدة)، ان خصائص وسمك هذه الطبقة ما هي الا دلالة على صخارية (Lithology) والمناخ (معدل هطول الامطار ودرجة الحرارة) ودرجة ميلان سطح صخور الطبقة التي تحتها او صخور القاعدة عن طريق عمليات التجوية اثناء الانكشاف على السطح والذي يولّد قشرة او طبقة من التربة فوق الصخور (صخور القاعدة)، ان خصائص وسمك هذه الطبقة ما هي الا دلالة على صخارية (Lithology) والمناخ (معدل هطول الامطار ودرجة الحرارة) ودرجة ميلان سطح صخور الطبقة التي تحتها او صخور القاعدة (Bed Rock)، حيث تتحكم هذه العوامل في شدة التجوية وتحدد المعادن التي تقاوم هذه الظروف

لتكون جزء من مقطع التربة هذا، وما هي المعادن الجديدة التي تم تكوينها في المقطع، وطول الوقت الذي تستغرقه هذه المواد قبل ان تتعرى وتتجوى وتنقل الى احواض الترسيب (Boggs, 2006).

توجد الترب القديمة أيضًا على شكل تداخلات في التتابع الرسوبي، لا سيما في التتابعات الغرينية، التي تكون على الأقل أقدم من الأوردوفيشي. ولهذا السبب توجه اهتمام الجيولوجيين نحو الترب القديمة لدلالتها على البيئة القديمة والمناخ القديم (Retallack, et al., 1988). حيث تتعرض المناطق الشديدة الانحدار الى التجوية الشديدة والسريعة لذلك لا تتشكل عليها مقاطع تربة سميكة بل تكون رقيقة جداً، بالإضافة الى ذلك عمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية التي تتسبب في تحطيم صخور الأساس وتشكل هذه الترب، وتعمل هذه العمليات بمرور الوقت على تعديل خصائص هذه التربة منها، تأثير مياه الامطار وما يصاحبها من مواد محمولة اثنا تخلخلها داخل الصخور، التحول ويشمل التحلل وتجوية المعادن الأولية، والنقل والازالة او الاذابة، والتعكرات الحياتية وتأثير الاحياء (Birkland, 1999).

نحن معنيون في المقام الأول بالتربة القديمة، المسماة paleosols، بدلاً من التربة الحديثة، التي يشار إليها أحيانًا باسم التربة الأحفورية، هي ترب مدفونة أو طبقات او آفاق من الماضي الجيولوجي. تم تدمير معظم هذه الطبقات التي تطورت في الماضي وفي نهاية المطاف أدت التعرية إلى خفض مستوى السطح. ومع ذلك، فإن بعض أنواع التربة، التي يُفترض أنها تشكلت أساسًا في المناطق المنخفضة، نجت من التعرية لتصبح جزءًا من السجل الطبقي. الترب المتشكلة خلال العصر الرباعي (Quaternary) التي تشكلت بشكل خاص على الرواسب الجليدية أو النهرية هي الأكثر شيوعًا. تسمى هذه التربة التي لم يتم دفنها بالتربة المتبقية (relict) (Boggs, 2006).

وكذلك هناك العديد من ترب العصر الرباعي وأقدم مدفونة ومعروفة ومنتشرة. تحدث الترب القديمة في السجل الطبقي في حالات عدم توافق كبيرة، بما في ذلك عدم التوافق في صخور ما قبل الكمبري

(Precambrian)، حيث قد يعكس وجودها العمليات المشتركة لتكوين التربة، وتعرية المسطحات الارضية، وإعادة تنظيم مستويات التربة الموجودة والمترسبة مسبقًا، وتغير مجاري المياه الجوفية (Retallack, et al., 1988).

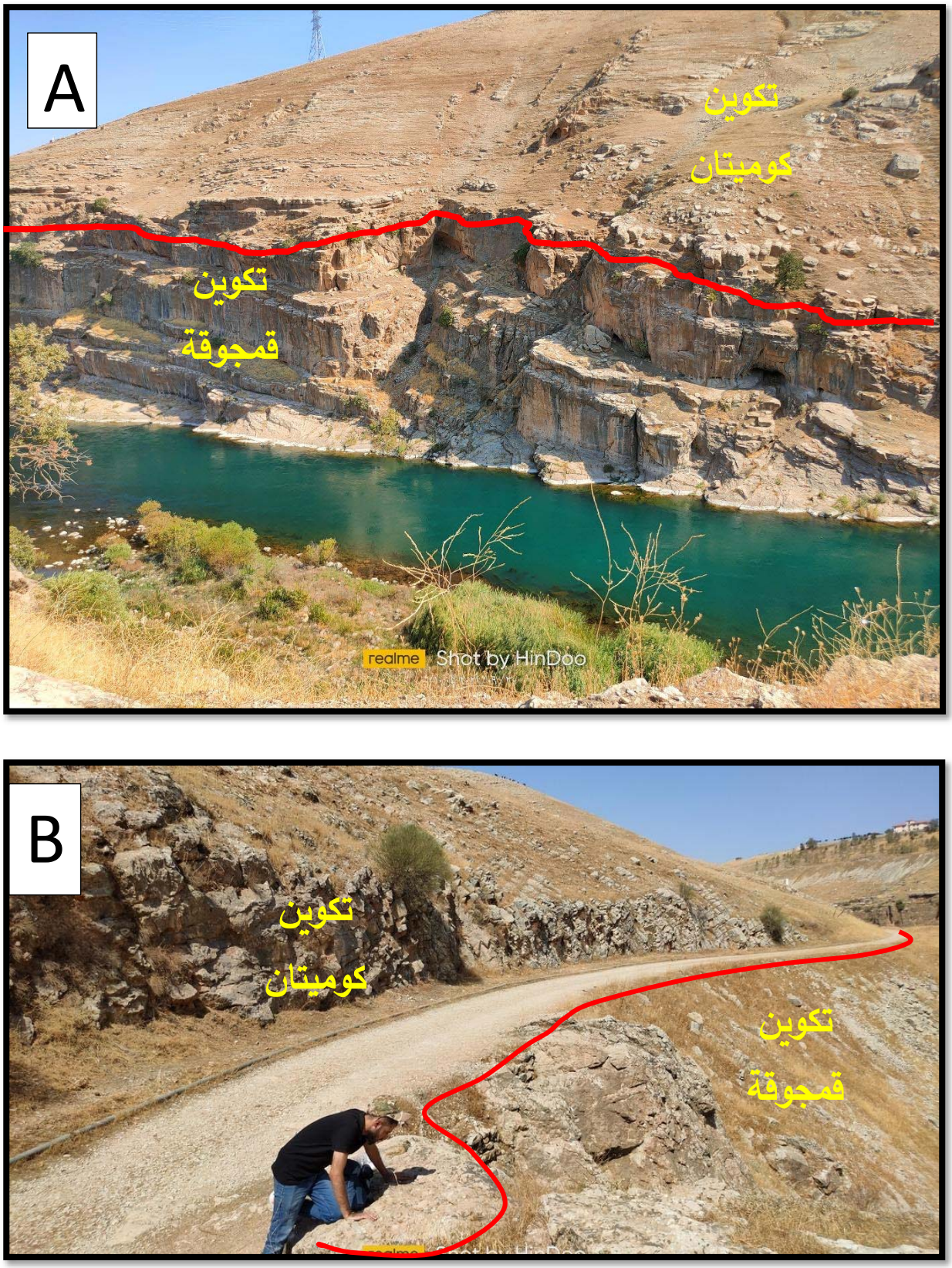
وتميز هذا المقطع (مقطع سوران) بوجود طبقة بسمك ٥٠ سم من التربة القديمة (paleosols) قابلة للتفتت بسهولة كما في الصورة (٢-٥).

صورة (٢-٥) وجود طبقة بسمك ٥٠ سم من المارل (مقطع تربة) قابلة للتفتت بسهولة من مقطع سوران.

وبالانتقال الى منطقة السليمانية وتحديدا مقطع دوكان فينكشف تكوين قمجوقة قرب سد دوكان ويعتليه تكوين كوميتان بعمر التوروني الاسفل والمتميز بسمكه القليل والحاوي على الجيرت والكلوكونايت وخاصة في الجزء السفلي له، في منطقة دوكان ومناطق اخرى يتداخل الحجر الجيري الجلوكونايتي الرقيق ذو السماكة المتغيرة للغاية والتوزيع غير المنتظم مع تكوين قمجوقة المتدلمت والقاعدة الجلوكونايتية للكوميتان (Bellen,et.al. 1959)، وتبين الصورة (٢-٦) عقد الجيرت الموجودة في تكوين كوميتان.

صورة (٢-٦) عقد الجيرت الموجودة في الحد العلوي لتكوين كوميتان

ويعتبر حد التماس الحاد بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان واحدة من ادلة عدم التوافق والتي تظهر في الصورة (٢-٧ A – B) على جانبي نهر الزاب الصغير وذلك لفقدان ترسبات السينوماني (تكوين دوكان وتكوين كلنيري) ويمتد عدم التوافق هذا لمكافئ تكوين قمجوقة داخل ايران والمتمثل بتكوين سارفاك (Sarvak Fn.) نتيجة لارتفاع المنطقة وانكشافها على السطح وتعريتها وبعد ذلك ترسب تكوين الكوميتان بعمر التوروني الأسفل(Lawa, et al., 2013).



صورة (٢-٧ A – B) الحد الفاصل بين تكوين كوميتان وتكوين قمجوقة في منطقة دوكان.

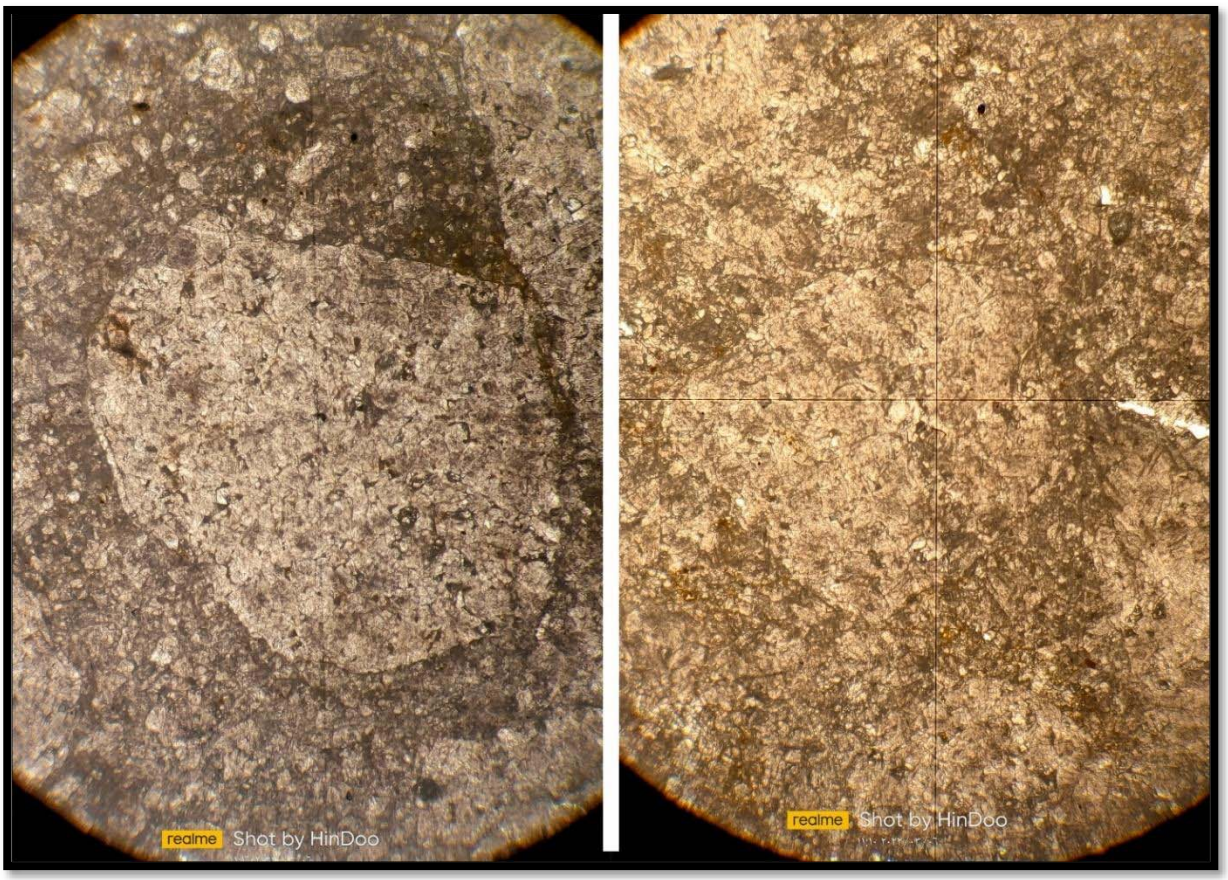
ومن التراكيب التي تمت ملاحظتها ووجودها بكثرة في منطقة دوكان وتحديدا تحت نطاق الحد الفاصل (Contact) بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان هي تراكيب الستايلولايت والتي يمكن تعريفها بأنها (أسطح الاذابة الانضغاطية) وهي نوع من أنواع تراكيب التكسر الهش، وهي أسطح عدم استمرارية في الصخور تتكون من القمم (peaks) والقيعان (hollows) المتناوبة مع بعضها. وتنشأ تحت تأثير الإجهادات الانضغاطية بوجود المحاليل، إذ ان الضغط على جانبي الصخرة يؤدي الى إذابة المحاليل للصخور بشكل تفاضلي مكونة شكلاً متعرجاً. وحسب (Park & schot, ١٩٦٨) فان الستايلولايت يعرف بدلالة طريقة اصطفاف وترتيب الحبيبات. بينما عرفها (Pluijmn & Marshak ١٩٩٧) بأنها عبارة عن أسطح إذابة ضغط معزولة تكون كاستجابة للإجهادات التكتونية وصنفها ضمن تراكيب الانفصام (Cleavage) وذلك لأن

محاليل الإذابة تلعب دورا مهما في تكوينها. وتبين الصورة (٢-٨) تراكيب الستايلولايت لتكوين كوميتان.

صورة (٢-٨) تراكيب الستايلولايت في مقطع دوكان في منطقة السليمانية في السطح السفلي قرب حد التماس لتكوين كوميتان

٢-٤ الأدلة البتروغرافية:

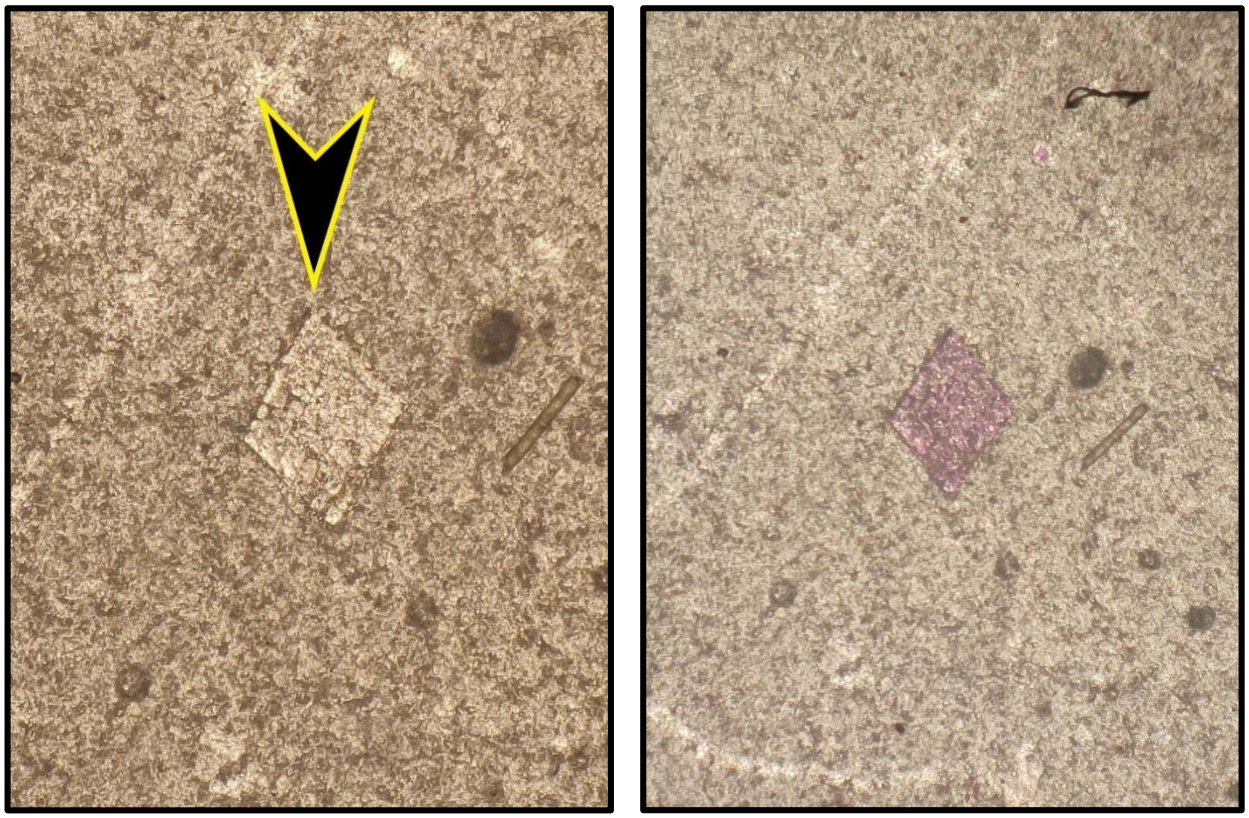
ان من الدلائل البتروغرافية والدراسات التي أجريت على أسطح عدم التوافق سجلت وجود لقطع صغيرة الحجم سليكاتية من نوع السليكا الاحلالية ضمن حبيبات البريشيا، كما في اللوحة (٢-٩)، حيث تم دراسة أحد النماذج المأخوذة من مقطع سوران تحت المجهر ولوحظ تواجد هذا النوع من السليكا.



لوحة (٢-٩) تحت المجهر توضح وجود قطع صغيرة الحجم سليكاتية من نوع السليكا الاحلالية ضمن حبيبات البريشيا للنماذج المأخوذة من مقطع سوران.

حيث درس (Smith, et al., 1997) الطبقات المتعرضة للانكشاف على السطح لتتابعات الكامبري – الاوردوفيشي الأوسط (Cambrian – Middle Ordovician) في الولايات المتحدة الامريكية وأشار الى وجود مثل هذه القطع والتي تعطي دلائل قوية على الانكشاف السطحي لطبقات تكوين قمجوقة العليا.

ومن الدلائل البتروغرافية الأخرى التي سجلت أيضا اثناء دراسة الجزء العلوي لتكوين قمجوقة وخاصة في مقطع سوران هو ملاحظة وجود عملية الدي–دلمته من خلال المعينات المملوءة بالكالسايت داخل بعض القطع الصخرية السليكاتية كما في اللوحة (٢–١٠).

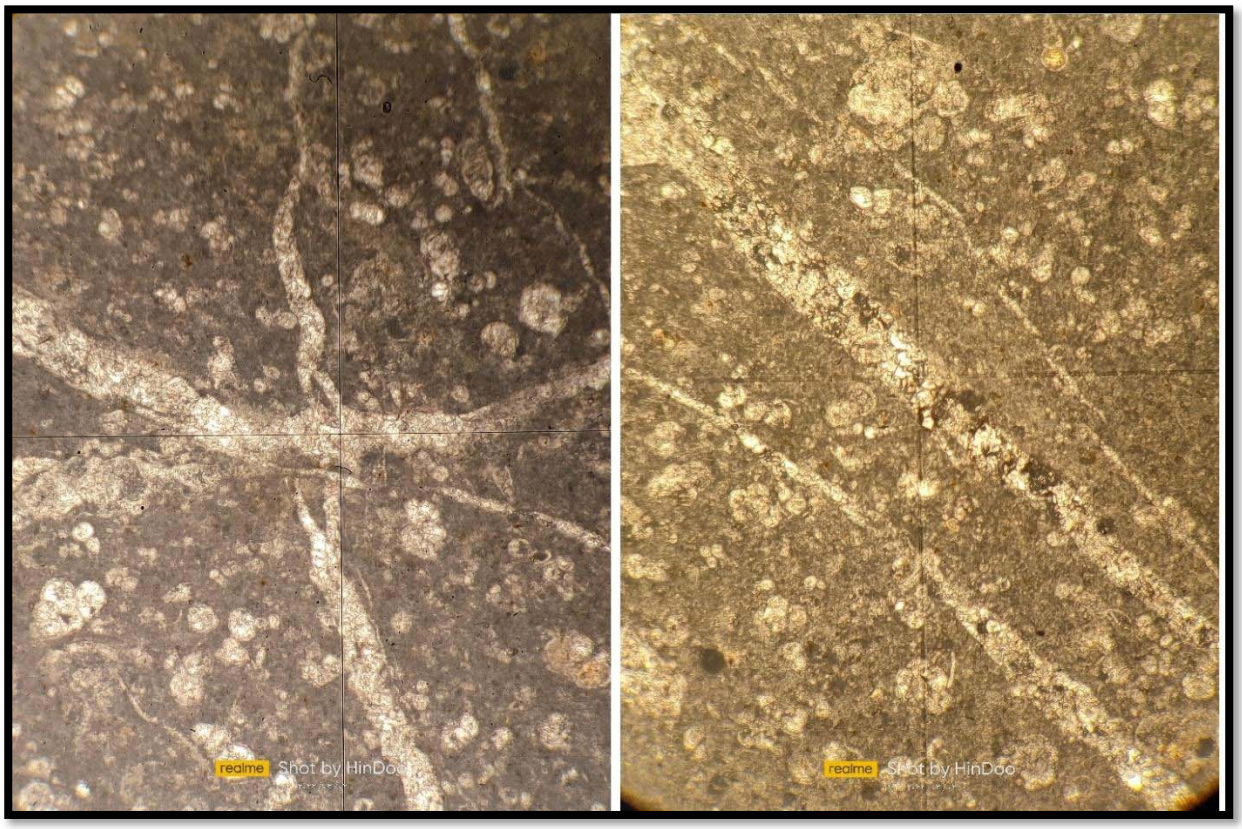


لوحة (٢–١٠) تحت المجهر من الجزء العلوي لتكوين قمجوقة مقطع (أربيل – سوران) نموذج رقم (٧) يبين وجود معينات مملوءة بالكالسايت داخل بعض القطع الصخرية السليكاتية

حيث فسر (Kastner et al., 1977) وجود مثل هذه المعينات داخل الصوان قد تم بسبب تحرير ايونات المغنيسيوم Mg عند تحول الاوبال CT (Cristobalite- Trydimite) الى الكوارتز وهذه الايونات

الزائدة تعد المصدر الملائم لتكون المعينات الدولومايتية خلال عمليات تحويرية متأخرة (AL-Ehmeedy, 2023).

وسجلت الدراسة البتروغرافية تأثر الصخور بعمليات سحق وتعرية وتجوية وتشويه حصلت في السطح العلوي لتكوين قمجوقة في منطقة دوكان في منطقة السليمانية، وتُعَد واحدة من ادلة عدم التوافق الحاصل بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان (السطح العلوي لتكوين قمجوقة) وكما في الصورة (٢-١١).



صورة (٢-١١) تحت المجهر من الحد الفاصل بين تكوين قمجوقة وتكوين كوميتان من منطقة دوكان يظهر فيها تأثر الصخور بالانكشاف على الصخور.

الفصل الثالث

الطباقية التكتونية للطبق العربي للدورات التوسيبية

الثامنة والتاسعة (AP8 & AP9)

Tectonostratigraphy of Arabian Plate for the Depositional Cycle (AP8 & AP9)

الفصل الثالث

الطباقية التكتونية

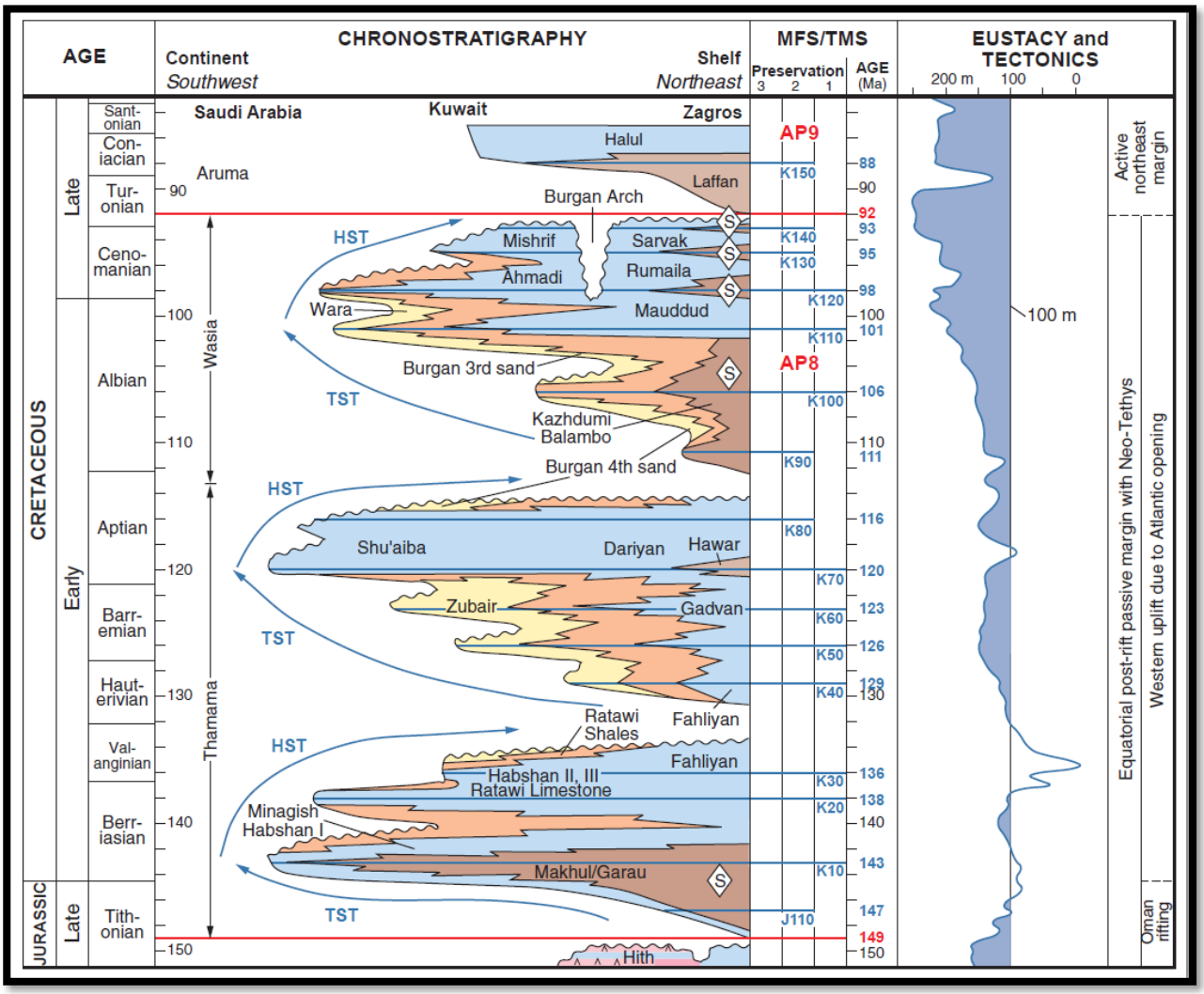
٣-١ تمهيد (Preface):

كما ذكرنا خلال الفصل الأول ان تكوين قمجوقة يعد من تتابعات الدورة الثامنة من الطبق العربية (AP8)، والتي ترسبت خلال التيثوني المتأخر – التوروني المبكر (Late Tithonian – Early Turonian)، وبالتحديد ترسب تكوين قمجوقة خلال تعاقبات العصر الطباشيري خلال الفترة الممتدة من منتصف الباريمي – الالبي (Intra Barrimian - Albian) (Bellen et al., 1959).

ولفهم الطباقية التكتونية (Tectonostratigraphy) لهذه التتابعات (الدورة الثامنة AP8 والدورة التاسعة AP9) سيتم خلال هذا الفصل التطرق لبعض التفاصيل عن هذه التتابعات وكذلك سيتم شرح الية تكون أحواض الفورلاند (Forland Basin) وذلك لان تكوين قمجوقة يقع ضمن هذه الاحواض وخاصة منطقة البروز الامام (Fore bulge) والعمليات التكتونية التي جرت عليها، وكذلك سنقوم بدراسة التغايرات الجانبية الممتدة من جهة الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي لمنطقة الدراسة والتي تشمل محافظات (السليمانية واربيل) ودهوك وتتابعات التكوينات ومكافئاتها سواء كان داخل الحدود العراقية او خارجها.

٣-٢ الدورة الثامنة للصفيحة العربية (AP8) (TectonostratigraphicMegaSequenceTMS):

في البداية نتكلم عن تتابعات الدورة الثامنة، والتي شملت الاعمار الأتية (Late Tithonian, Berriasian, Valanginian, Hauterivian, Barremian, Aptian, Albian, Cenomanian, Early Turonian) حيث استمرت هذه الدورة مدة ٥٧ مليون سنة وبدأت هذه الدورة وتم تحديدها بطبقة سميكة لمنحدر كاربونيت الطباشيري الأسفل ورواسب فتاتية (thick Lower Cretaceous carbonate ramp and siliciclastic sediments) حيث تم تحديد القاعدة لهذا التتابع (TMS) عن طريق عدم التوافق الحاصل في التيثوني المبكر فوق تكوينات (كوتنيا و هيث Gotnia, Hith) وتم تحديد عمر هذا العدم توافق القاعدي خلال فترة ١٤٩ مليون سنة(Sharland et al., 2001) كما موضح في الشكل (٣-١).



الشكل (٣-١) مخطط يوضح الحد الاسفل لـ (AP8) والذي يبدأ ب ١٤٩ مليون سنة خلال فترة التيثوني المتأخر وينتهي ب ٩٢ مليون سنة مع بداية التوروني، يمتد خط المقطع من المملكة العربية السعودية عبر الكويت وينتهي بزاكروس الإيرانية (Sharland et al., 2001).

في بداية هذه الدورة اكتمل انفصال الطبق العربي Arabian Plate عن الطبق الهندي-الباكستاني Indian – Pakstinian plate . وكذلك عن الطبق التركي والطبق الإيراني – الافغاني عن الطبق العربي الافريقي Afro-Arabian plate وبهذا اصبح يمتلك ثلاث حافات خاملة Passive Margin (شكل ٣-٢).

يتحدد الجزء العلوي لهذه الدورة او ال (TMS8) بعدم التوافق التوروني المتوسط الواسع المدى (widespread middle Turonian unconformity) (Wasia-Aruma Break) الذي نتج عن الارتفاع المحلي (uplift) المصحوب بتسلق الافيولايت في الجهة الشمالية الشرقية لحافة الصفيحة، مع احتمال حدوث انخفاض عالمي في مستوى سطح البحر (James & Wynd, 1965).

ان تعيين حد عدم التوافق العلوي عند ٩٢ مليون سنة مقيد بعمر الرواسب الموجودة في شمال عمان. اما في دولة الامارات العربية المتحدة فقد تم تحديد اعمار الرواسب فيها بعمر ٩٣ مليون سنة (Bechennec et al., 1995).

٣-٢-١ الوضع التكتوني (Tectonic Setting):

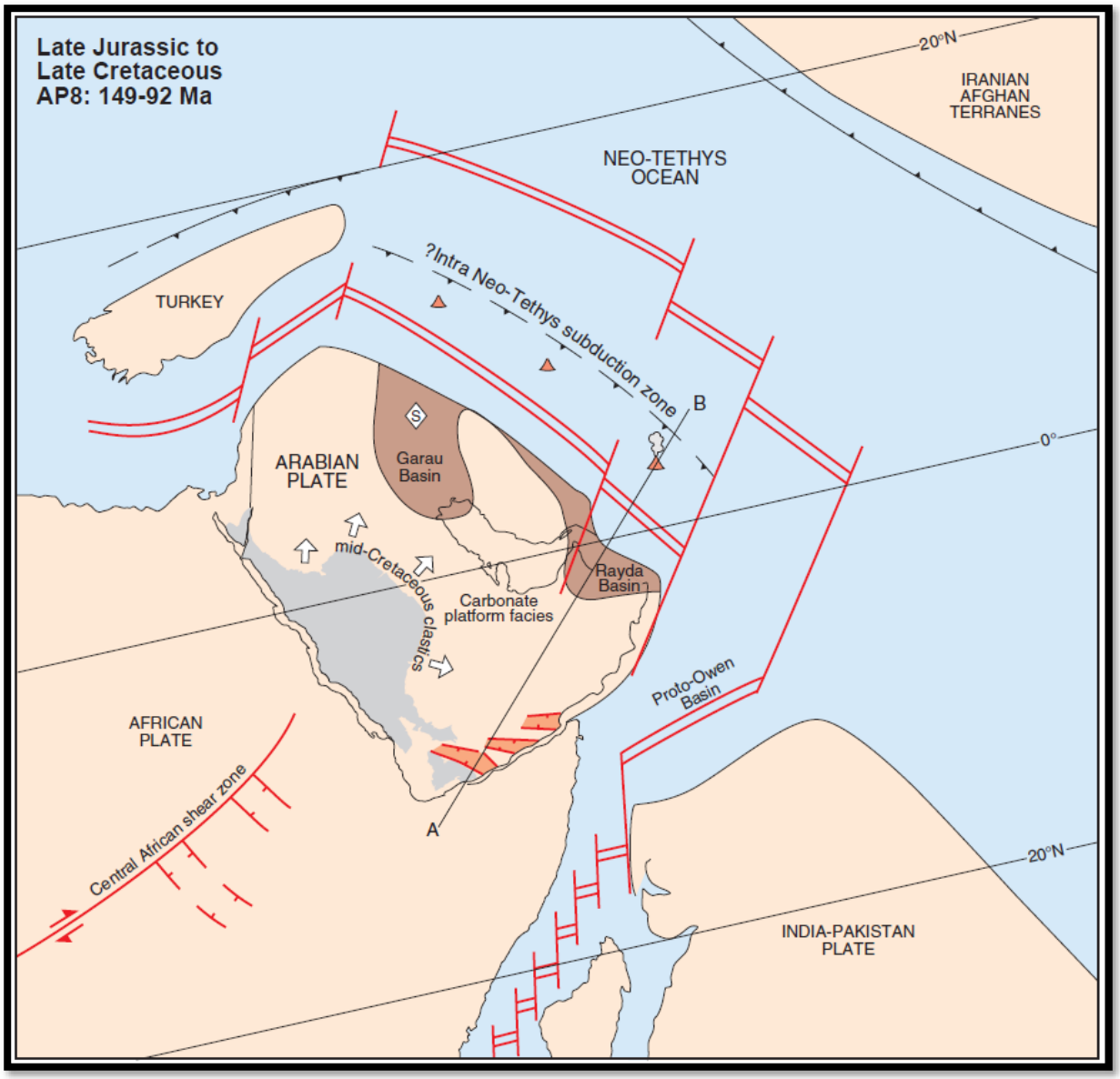
الشكل (١-١) خارطة لشمال العراق يوضح عليها موقع مقطعي الدراسة

يرتبط الطبق العربي من الجهة الجنوبية الغربية فقط مع الطبق الافريقي ويحاط من الجهات الثلاثة بحافات خاملة، الارتفاع التدريجي للمنطقة الغربية في بداية الطباشيري من المحتمل ان تكون نتيجة لانفتاح الجزء الجنوبي والوسطي للمحيط الأطلسي، أدت الحافات الثلاثة الخاملة وانفتاح المحيط الأطلسي الى تغيير اتجاه الميل من الشمال الشرقي الى الشرقي مما أدى الى دفع الرواسب الكلسية الخشنة باتجاه الشرق عبر

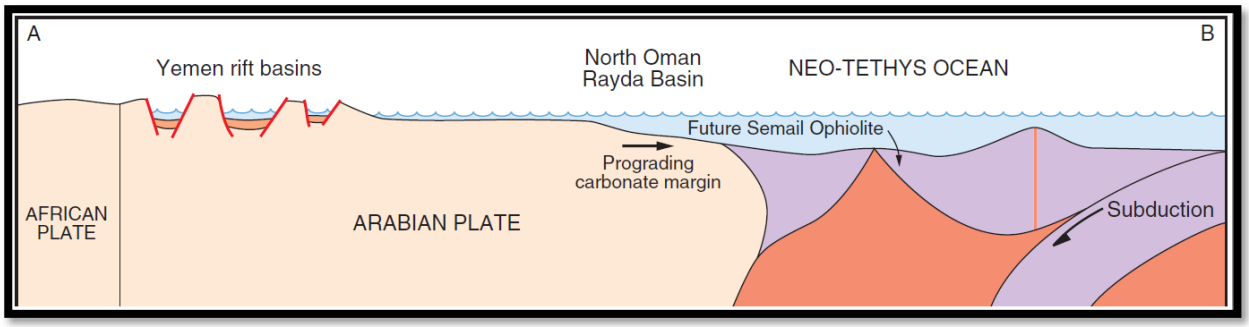
الصفيحة، تسبب الانتشار السريع للأطلسي في فترة منتصف الطباشيري في انحراف الجزء الشمالي الشرقي للصفيحة الافرو عربية، مما أدى الى غوران التيثس الجديد تحت المحيط الجديد واوراسيا، وصعود اوفيولايت التيثس الجديد على الحافة الشمالية الشرقية (Sharland et al., 2001).

ان صعود الاوفيولايت خلال التوروني المتوسط (الدورة القادمة TMS AP9) هو اول علامة انضغاط وتصادم في هذه المنطقة، وتُعَد هاتان الدلالتان مهمتان خلال هذه الدورة والتطور التكتوني لمنطقة شمال العراق (Sharland et al., 2001).

توضح الاشكال الأتية (٣-٢) و(٣-٣) مخطط ومقطع عرضي للدورة الثامنة (Megasequence AP8) (٩٢-١٤٩ Ma)، أدى التصدع الحاصل بين الصفائح الافريقية، العربية، الأسترالية والهندية خلال الجوراسي المتأخر (proto-Owen Basin) الى تطور الحافة الخاملة الثالثة والأخيرة لحقبة الحياة المتوسطة (Mesozoic) حول الصفيحة العربية، حيث حصل تغيراً في الظروف التي حصلت في العصر الجوراسي المحصورة بظروف البحر المفتوح للعصر الطباشيري، خلال أواخر العصر الطباشيري المبكر، تجمعت وتراكمت كميات كبيرة جدا في الجهة الشرقية للدرع العربي والتي تبعت الارتفاع في المنطقة الخلفية وامالة الصفيحة نحو الشرق والناتج عن انفتاح جنوب المحيط الأطلسي وتطور نطاق القص في وسط افريقيا. كان تأثير القص خلال العصر الطباشيري المبكر يساري (Sinistral) ويميني (Dextral) خلال أواسط الطباشيري (Sharland et al., 2001).



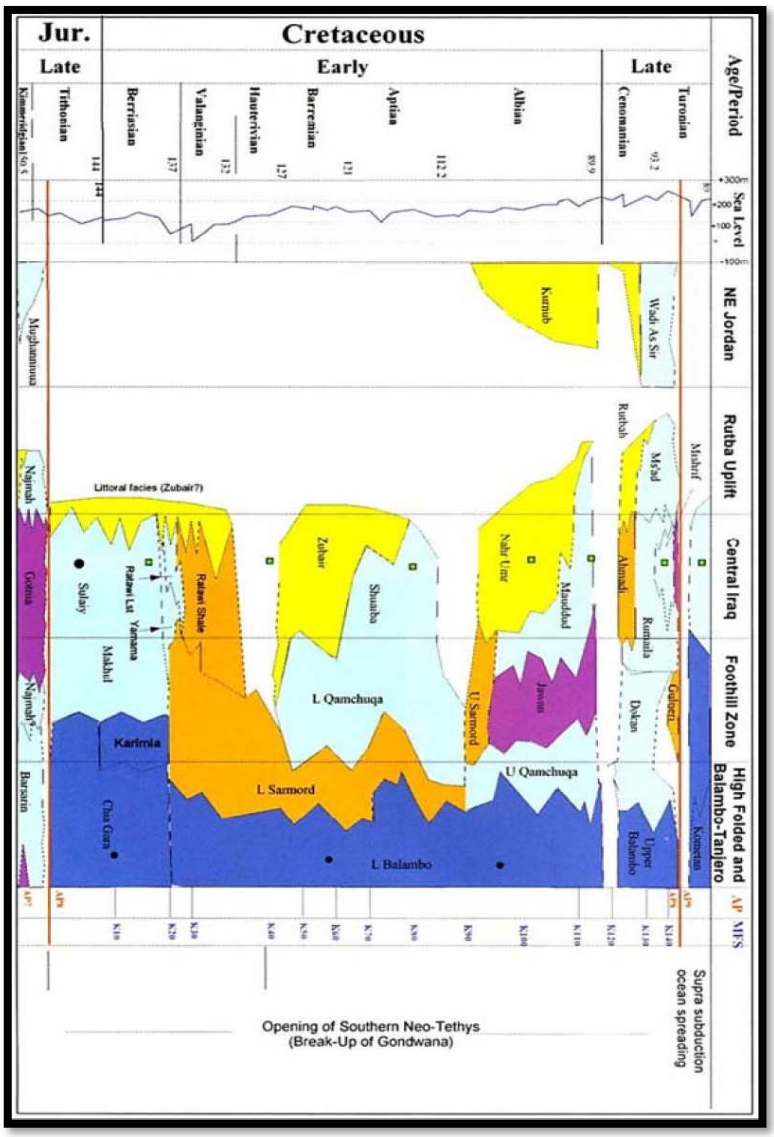
شكل (٣-٢) شكل تخطيطي للدورة الثامنة (Mega sequence AP8) (Sharland et al., 2001)



شكل (٣-٣) مقطع عرضي على طول الخط A-B (Sharland et al., 2001)

٣-٢-٢ طباقية ورواسب الدورة الثامنة (Stratigraphy and sedimentation of TMS AP8):

للأخذ بالاعتبار ان رواسب هذه الدورة كانت سليكيه محدد بمنصة الكاربونيت الطباشيري السميكة (thick Cretaceous carbonate ramp)، ترسبت خلال هذه الدورة في شمال العراق ستة تكوينات شكل (٣-٤). وكالتالي (التكوينات الست الأولى ترسبت في شمال العراق اما البقية فتوزعت على باقي المناطق) لاحظ الجدول (٣-١).



شكل (٣-٤) طباقية الدورة الثامنة (TMS AP8) (Jassim & Goff, 2006)

	Formation	sedimentary environments	Age
1.	Dokan & Gulneri	Restricted deep basin	Cenomanian
2.	Jawan	Inner shelf lagoon	Albian
3.	Qamchuqa	Carbonate inner shelf	Albian to 'intra-Barremian
4.	Sarmord	Upper part/Inner shelf + Lower part/outer Shelf basinal	Barremian at top, Hauterivian at base
5.	Balambo	Outer shelf- basinal	Turonian-at top, to Valanginian, at bottom
6.	Chia Gara	Outer shelf –basinal	Upper Jurassic-Lower Cretaceous
التكوينات الأتية ترسبت في باقي مناطق العراق			
١.	Mishrif	Rudist reefs	Turonian
2.	M'sad	Clastic-carbonate inner shelf facies	Middle Cretaceous
3.	Ahmadi	Clastic-carbonate inner shelf facies	Cenomanian
4.	Rutbah	Clastic-carbonate inner shelf facies	early Cenomanian
5.	Rumaila	Deep inner shelf facies	Middle Cretaceous
6.	Mauddud	Carbonate ramp	Albian
7.	Nahr Umr	Clastic-carbonate inner shelf	Albian
8.	Shu'aiba	Clastic-carbonate inner shelf	Aptian
9.	Zubair	Clastic-carbonate inner shelf	Lower Aptian-Hauterivian
10.	Ratawi	Inner shelf and deep inner shelf facies	Hauterivian- Valanginian
11.	Yamama	Inner shelf and deep inner shelf facies	Berriasian- Valanginian
12.	Sulaiy and Makhul	Inner shelf and deep inner shelf facies	Tithonian-Berriasian

جدول (٣-١) يبين التكاوين المترسبة في العراق خلال الدورة الثامنة AP8

٣-٣ الدورة التاسعة للصفيحة العربية (AP9) (Tectonostratigraphic MegaSequenceTMS)

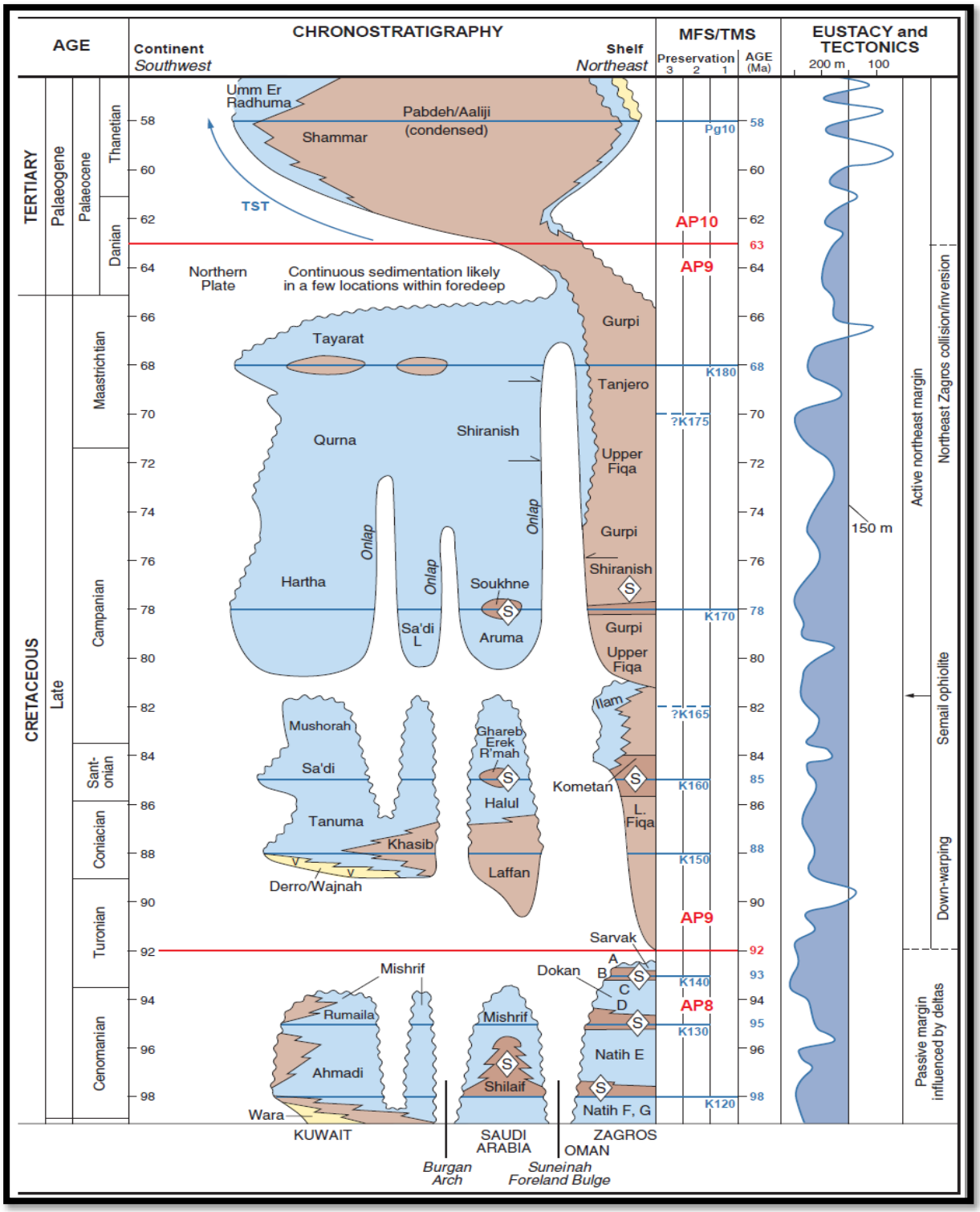
تُعَد هذه الدورة (TMS AP9) قصيرة العمر مقارنة مع الدورة السابقة (TMS AP8) حيث استمرت مدة ٢٩ مليون سنة (92-63 Ma)، ولكنها مهمة من الناحية التكتونية، حيث تميزت بداية هذه الدورة

بالارتفاع الكبير الضخم خلال الطباشيري المتوسط، يصاحبه تراجع او انحسار للمياه المرافق لعدم التوافق الحاصل آنذاك (Sharland et al., 2001). تم تمييز هذا الحدث الحاصل خلال التوروني المتوسط بصورة عامة على جميع أجزاء الصفيحة العربية.

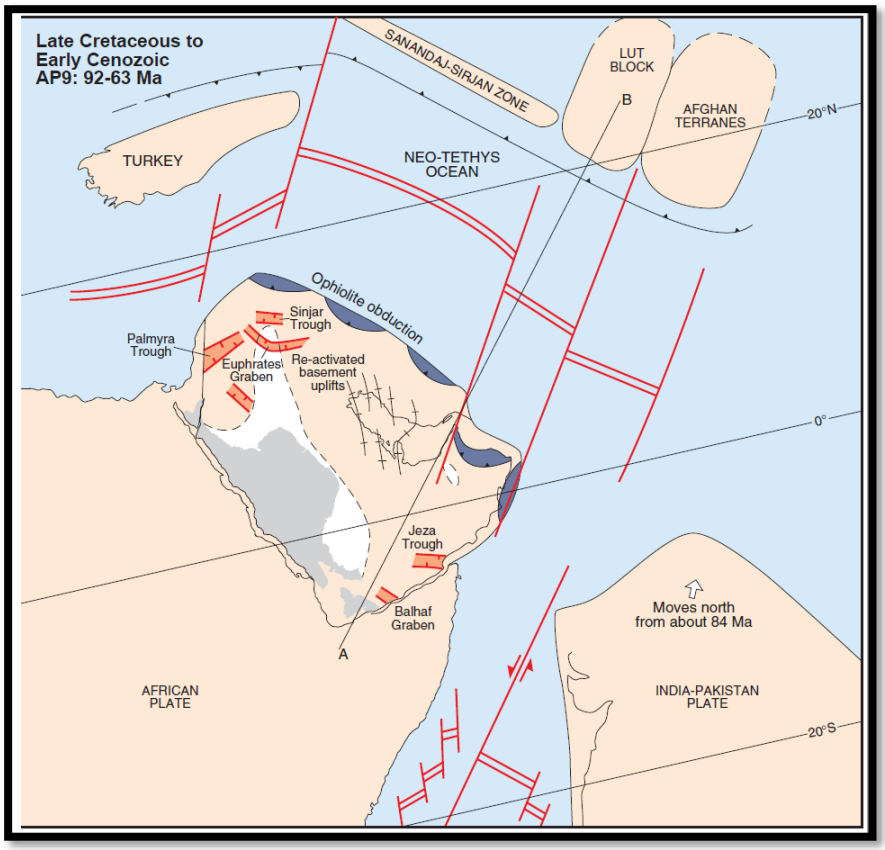
احداث هذه الدورة بدأت خلال الطباشيري المتأخر واستمرت حتى بداية دهر الحياة الحديثة (Cenozoic) (Late Cretaceous to Early Palaeogene)، كما ذكرنا سابقاً ان هذه الدورة كانت قصير جدا حيث اشتملت على الاعمار الأتية: (Turonian, Coniacian, Santonian, Campanian, Maastrichtian, Danian) شكل (٣-٥).

ان الجزء العلوي لهذه الدورة يترافق مع عدم التوافق الحاصل بين دهر الحياة المتوسطة والحديثة (Mesozoic and Cenozoic)، والذي يمثل في الطبق العربي نهاية المرحلة الأخيرة لطور الاوفيولايت المتسلق الطباشيري الكبير على طول الحافة الشمالية للصفيحة العربية، والذي نتج عنه تراجع كبير واسع النطاق، الشكل (٣-٥)، بينما الجزء السفلي يمثل عدم توافق التوروني والذي سببه اول طور من الافيولايت (Sharland et al., 2001).

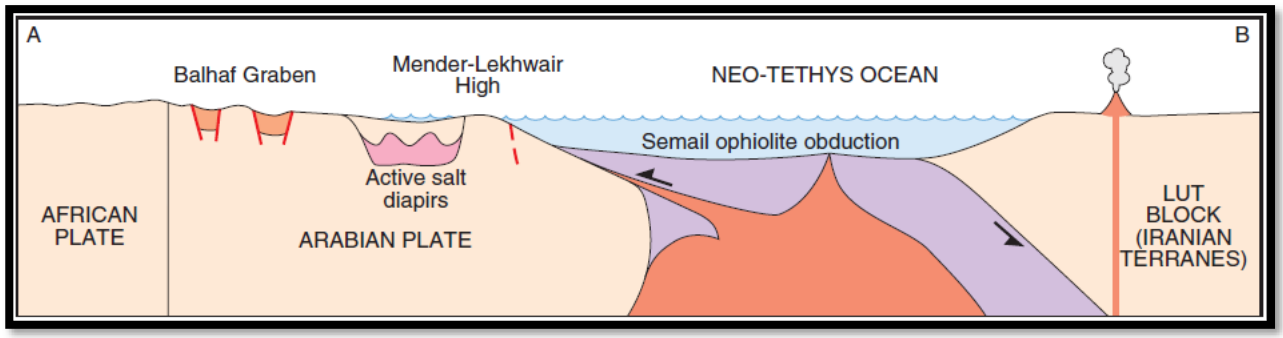
وعلى اغلب أجزاء الجهة الغربية والوسطى من الصفيحة العربية تتعادل حدود (TMS) مع السطح قرب القاعدة لتكوين ام الرضومة، وعلى الجهة الشرقية لمنطقة ال (Foredeep) يقع السطح فوق تكوين (جوربي Gurpi) وتحت صخور تكوين (بابديه Pabdeh) (Sharland et al., 2001). توضح الاشكال (٣-٦ a,b) والشكل (٣-٧) وضع وتخطيط الدورة التاسعة .AP9



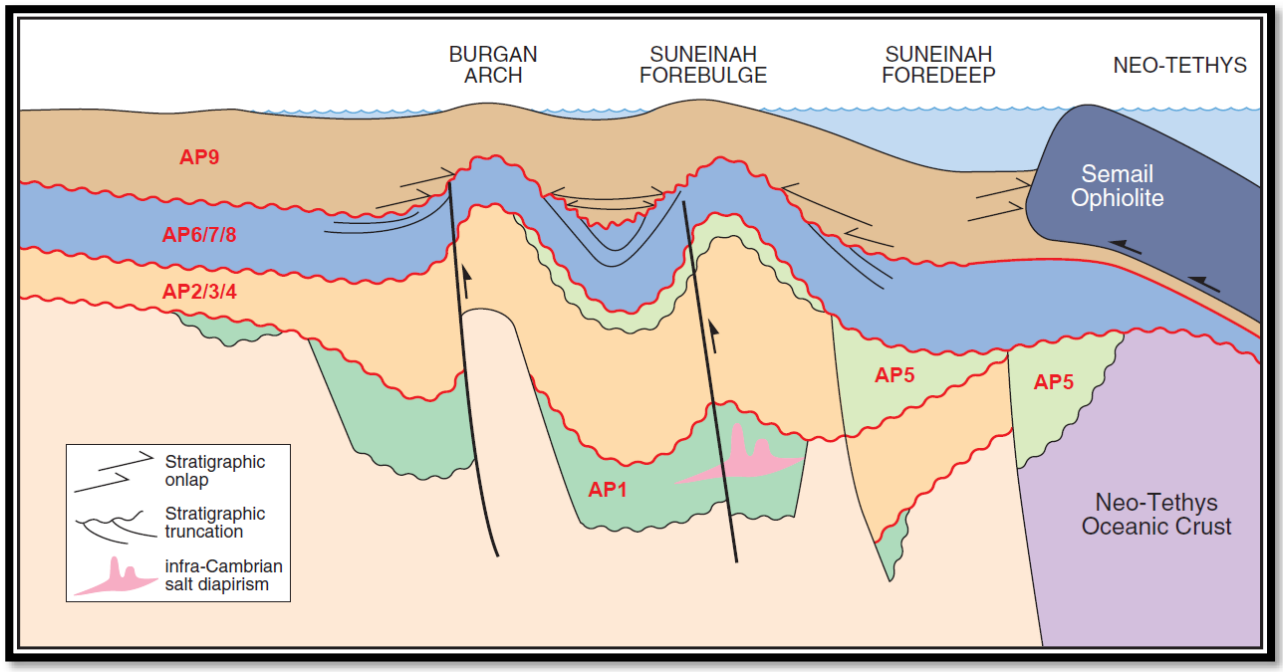
الشكل (٣-٥) مخطط يوضح الحد الأدنى لـ (AP9) والذي يبدأ ب ٩٢ مليون سنة خلال فترة التوروني وينتهي ب ٦٣ مليون سنة مع لمنتصف الدانيان، (يمتد خط المقطع من الكويت إلى جبال عمان وجنوب شرق زاكروس.). (Sharland et al., 2001)



شكل (3-٦-a) شكل تخطيطي للدورة التاسعة (Mega sequence TSM AP9) Sharland et) (al., 2001



شكل (٣-٦-b) مقطع عرضي على طول الخط A-B (Sharland et al., 2001)

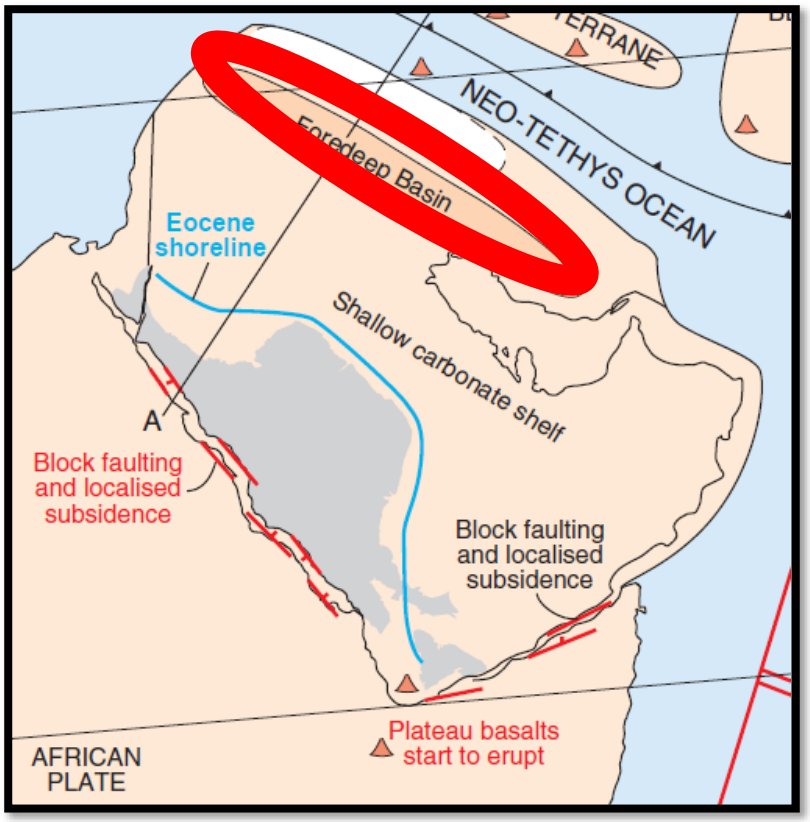


شكل (٣-٧) مقطع عرضي تخطيطي للنصف الشرقي من الصفيحة العربية خلال الكامبانيان المبكر يظهر تطور الصفائح الى أواخر حقبة الحياة الوسطى (Sharland et al., 2001).

٣-٣-١ الوضع التكتوني (Tectonic setting):

خلال التوروني الأوسط حدث انضغاط خفيف بسبب تسلق الاوفيولايت أدى الى رفع المنطقة وتراجع البحر وحصول عدم التوافق، واستمرت العملية حتى نهاية الطباشيري ومما أدى الى تحول الحافة في الشمال الشرقي من الخاملة الى نظام حوض الفورلاند الذي يشمل عدة انطقة منها نطاق الحوض الامام العميق ونطاق البروز الامام Forebulge والمتمثل بتكوين قمجوقة في هذه الدراسة (زناد، ٢٠١٣)

ان صعود الافيولايت أدى الى رفع الجزء الشمالي الشرقي للصفيحة العربية وفصلت حوض الفورلاند عن حوض التيثس، ان تكون حوض الفورلاند أسس فراغاً لترسيب كمية كبيرة جدا من الترسبات وصلت قرابة ال ٢٠٠٠ متر لرواسب العصر الطباشيري بالمقارنة مع بعض المئات من الأمتار خارج حوض الفورلاند شكل (٣-٨) (Sharland et al., 2001).



شكل (٣-٨) تكون حوض الفورلاند واستقباله للرواسب (Sharland et al., 2001)

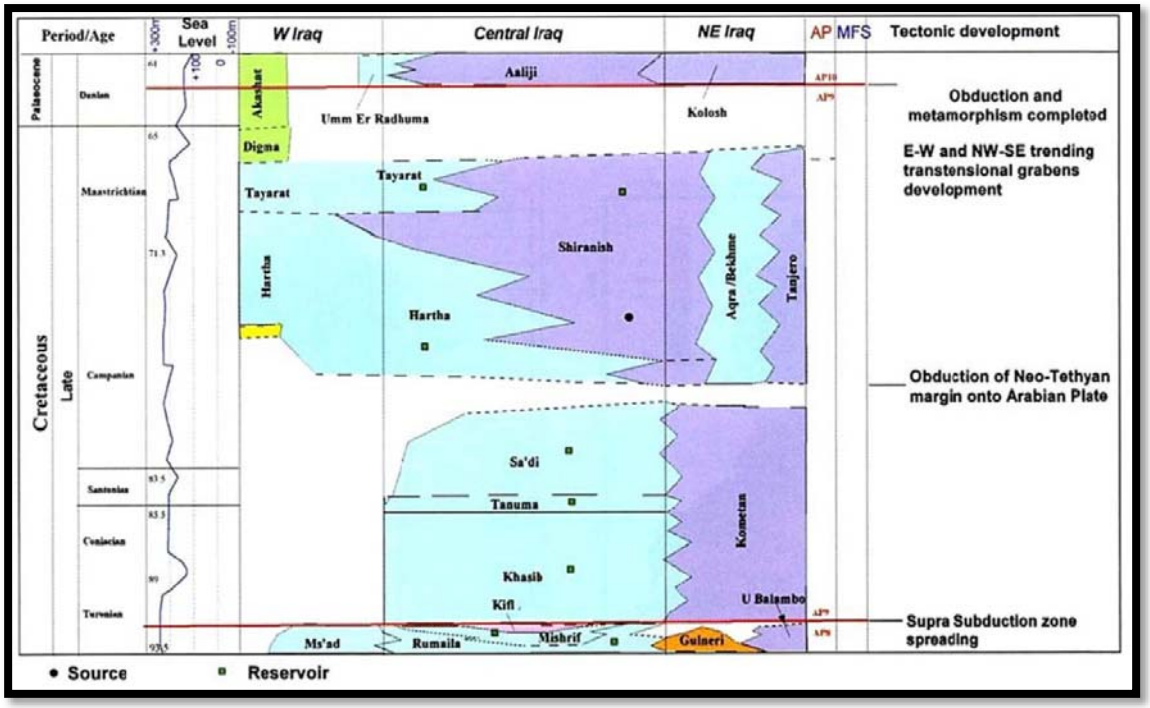
٣-٣-٢ طباقية ورواسب الدورة التاسعة (Stratigraphy and sedimentation of TMS AP9):

نظراً لقصر عمر هذه الدورة بعكس الدورة السابقة فقد ترسبت خلالها خمسة تكوينات في وسط وشمال العراق وترسبت ست تكاوين أخرى في باقي مناطق العراق ومبينة بالجدول الأتي وبالتفصيل بالشكل (٣-٩).

ويبين الجدول (٣-٢) التكاوين المترسبة في العراق خلال الدورة التاسعة .AP9

	Formation	Sedimentary environments	Age
١	Shiranish	Outer shelf – Basinal	Upper Senonian
2.	Aqra	Carbonate Ramp	Maestrichtian
3.	Bekhme	Carbonate Ramp	Upper Campanian
4.	Tanjero	Restricted deep trough-like depression	Maestrichtian
5.	Kometan	Outer shelf- Basinal	Turonian
التكوينات الأتية ترسبت في باقي مناطق العراق			
١	Digma	phosphatic inner and outer shelf	Maestrichtian
2.	Tayarat Limestone	carbonate inner shelf	Maestrichtian
3.	Hartha	carbonate inner shelf	Maestrichtian-Upper Campanian
4.	SA'DI	inner shelf - deep inner shelf	Upper Senonian
5.	Tanuma	inner shelf - deep inner shelf	Upper. Senonian
6.	Khasib	inner shelf - deep inner shelf and lagoon	Senonian

جدول (٣-٢) التكاوين المترسبة في العراق خلال الدورة التاسعة AP9 .



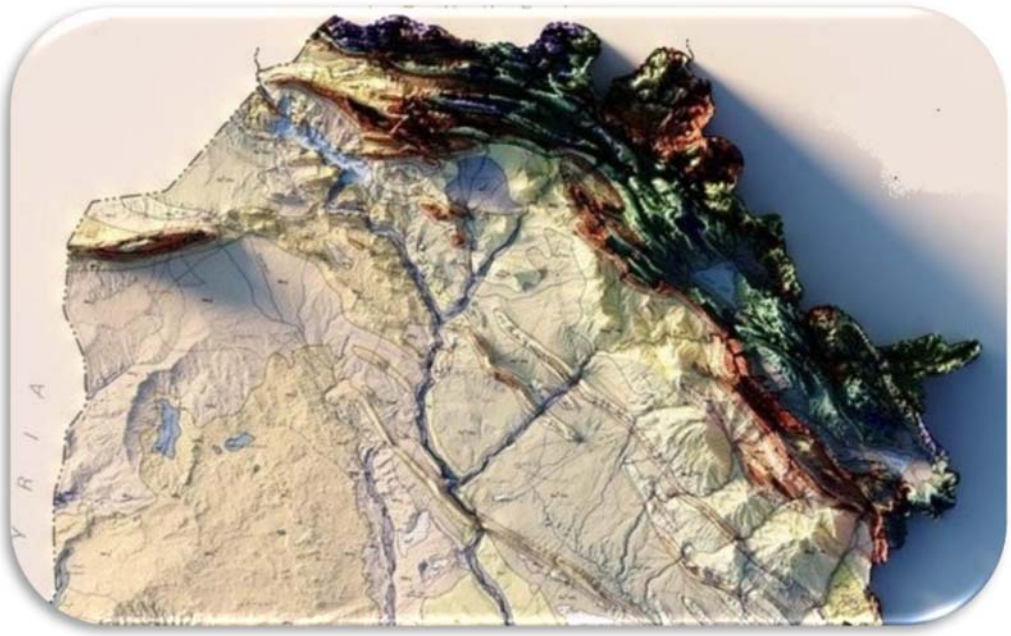
شكل (٣-٩) طباقية الدورة التاسعة (TMS AP9) (Jassim & Goff, 2006)

٣-٤ احواض الفورلاند Foreland Basins

٣-٤-١ تعريف حوض الفورلاند Definition of Foreland Basin

يجب التنويه في البداية الى ان الوضع التركيبي العام لنطاق الطيات العالية في شمال وشمال شرق العراق مرتبط بشكل كبير مع تقدم الصفيحة العربية باتجاه الشمال والشمال الشرقي، وهذا يتمثل بالشكل النهائي العام لاتجاه الطيات وانحناءاتها وتغير اتجاه محاورها من الشمال الغربي الى شرق–غرب والذي يرجح ان سبب هذا التغير هو الشكل المنحني لحافة الصفيحة العربية، او الى وجود انطقة تكتونية سابقة باتجاه شرق–غرب في الاجزاء الشمالية من حافة الصفيحة العربية (Csontos et al., 2011) شكل (٣-١٠).

يضم التتابع لنطاق الطيات العالية مكاشف صخرية تمتد في العمر من التراياسي المتأخر (تكوين كورة جيني) في لب طية كاره (Carthy and hall, 1956) الى رواسب العصر الرباعي، ويتصف نطاق الطيات العالية بسلاسل جبلية محدبة كبيرة نسبيا وطويلة والتي تحصر بينها طيات مقعرة ضيقة.



شكل (٣-١٠) يوضح نطاق الطيات العالية في شمال شرق العراق واتجاه الطيات في هذا النطاق،

(D.G. of Geological Survey and Mineral Investigation, Baghdad, 1986)

يعرف نطام حوض الفورلاند بانه منطقة طولانية (مستطيلة) لتجمعات الرواسب المتشكلة على القشرة القارية بين حزام الاوريجيني المتقلص وبين الراسخ (كتلة مستقرة كبيرة من قشرة الأرض تشكل نواة القارة) المجاور (الصفيحة المجاورة)، ويتشكل بصورة رئيسية نتيجة للعمليات الجيوديناميكية المصاحبة لعملية الغوران وما ينتج عنها من تكون الجبال والطيات العالية والزاحفة،(Beaumont,1981) وتتكون احواض الفورلاند من أربعة اقسام ومناطق منفصلة وهي:

١- الوتد العلوي او قمة الحافة (Wedge-top).

٢- الحوض الامامي العميق (Foredeep).

٣- البروز الامامي (Forebulge).

٤- منطقة خلف البروز (Backbulge / Depozones).

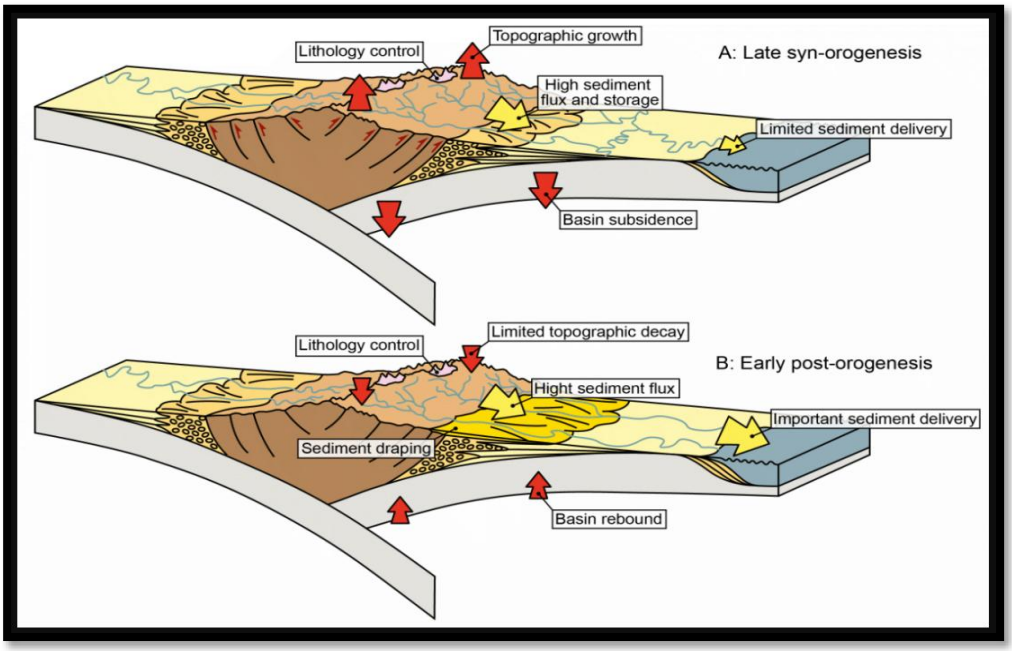
وتعتمد الرواسب المترسبة في هذه الأنطقة على موقعها وقت الترسيب، فضلاً عن العلاقة الهندسية مع احزمة الزحف (Thrust belt). وتكون الابعاد الطولية لأحواض الفورلاند مساوية تقريبا لأطوال حزام الطيات الزاحفة، ولا تحوي على الرواسب المتبقية التي تتسرب الى احواض المحيط او الصدوع القارية.

ان احواض الفورلاند تتكون نتيجة للانثناء الحاصل على طبقة الليثوسفير او تقوسه بتأثير الحمل التكتوني لألواح الصدوع الزاحفة خلال الاوروجيني، ويتسبب بنشوء حوض وتدي غير متناظر يقل عمقاً باتجاه الراسخ. وأيضا فأن تصادم القوس البركاني مع الحافة الخاملة (Arc-passive Margin Collisions) يُكون حوض انثنائي عميق (Flexural Foredeep) ينتقل مع تقدم الزمن نحو الراسخ استجابة لتلاقي الصفائح (Bradley, 1989).

ان احواض الفورلاند تملأ بالرواسب القادمة من احزمة الزحف والطي، ويفصلها فالق زحف رئيسي عن الحزام الاوروجيني، فيما يفصلهما البروز الامامي (Forebulge) او البروز الخارجي (Peripheral Bulge) عن الراسخ البعيد (Decelles and Giles, 1996).

تنحني طبقة الليثوسفير وتزاح على جانبي الاوروجيني بسبب الحمل التكتوني، ويطلق على المنخفض المتوافق مع عملية الغوران بالحوض الخارجي او الحوض امام القوس (Peripheral or Pro arc or Pro Foreland)، بينما يطلق على الحوض خلف القوس (Retro or Retro arc Foreland) على المنخفض الناشئ على الصفيحة الراكبة فوق الصفيحة الغائرة (الشكل ٣-١١) والشكل (٣-١٢) والشكل.

من خلال هذه المعطيات نستدل على ان حوض فورلاند زاكروس للصفيحة العربية من نوع الحوض الفورلاندي الخارجي (Pro Foreland) لترافقه مع غوران الطبق العربي نحو الشمال والشمال الشرقي.



شكل (٣-١١) تطور نظام حوض الفورلاند اثناء وبعد عملية التكون

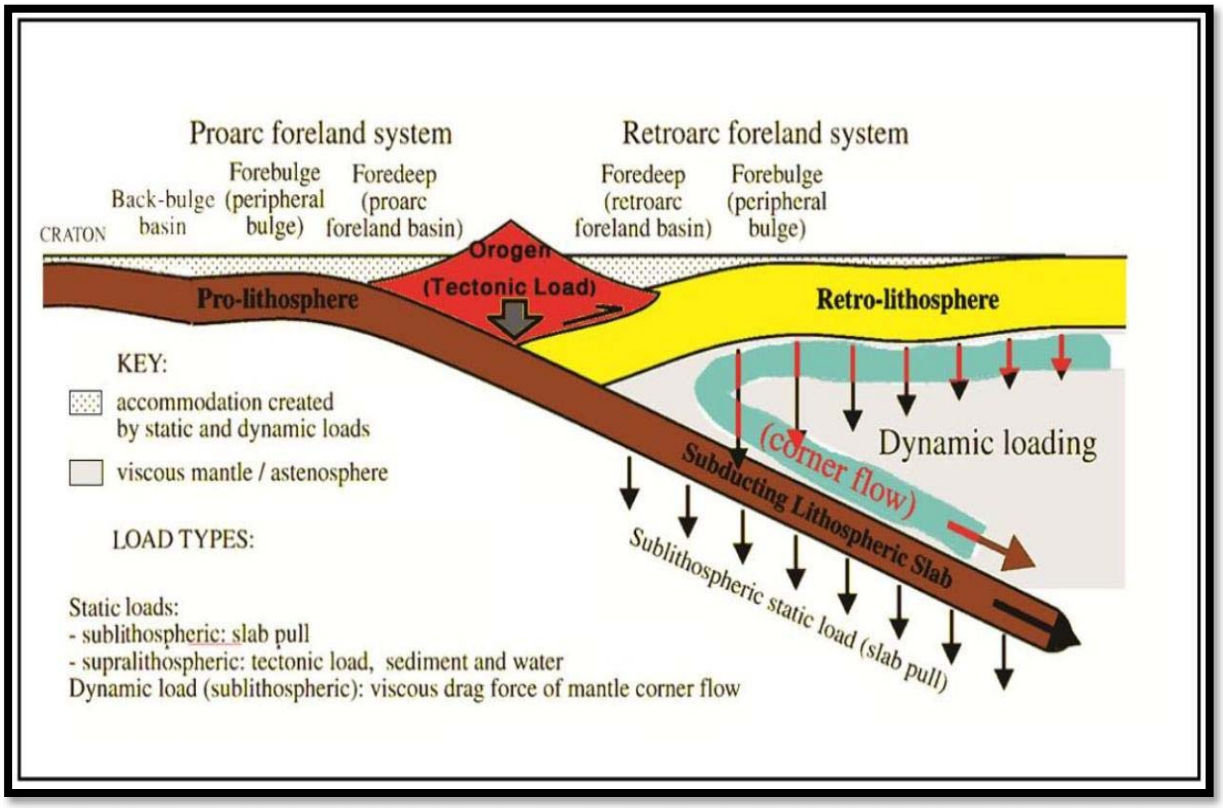
(Bernard, et al., 2021)

وقد ميز (De-Celles, 2012) حديثا ثلاثة انواع من احواض الفورلاند المتصاحبة مع احزمة الزحف وهي:

١- حوض خلف القوس.

٢- حوض التصادم (الخارجي).

٣- الحوض المترافق مع نطاق الغوران المتراجع (Retreating Collisional Subductional Zone) الذي يتكون عندما تتفوق سرعة الغوران على سرعة التقارب بين الصفائح والذي ينتج عنه تمدد (Trans tension) في الطبق الصاعد في المنطقة الواقعة خلف نطاق الزحف.



شكل (٣-١٢) حوض الفورلاند الخارجي والحوض خلف القوس (Catuneanu, 2004).

٣-٤-٢ نظام حوض الفورلاند Foreland Basin System

كما ذكرنا سابقاً ان نظام حوض الفورلاند هو منطقة طولانية لتجمعات الرواسب المتشكلة على القشرة القارية بين حزام الاوروجيني المتقلص وبين الكراتون المجاور، ولقد تبنى مفهوم نظام حوض الفورلاند (DeCelles and Giles, 1996) عندما بينا ان رواسب حوض الفورلاند المشتقة من احزمة الزحف والانثناء وكذلك المشتقة من البروز الامامي لا يقتصر وجودها فقط ضمن الحوض الامامي العميق، بل سجلت في كثير من احواض الفورلاند الحديثة والقديمة الانتشار الواسع لتلك الرواسب خارج نطاق الحوض الامامي العميق وباتجاه الراسخ ويوضح الشكل (٣-١٣ a,b,c) أجزاء حوض الفورلاند.

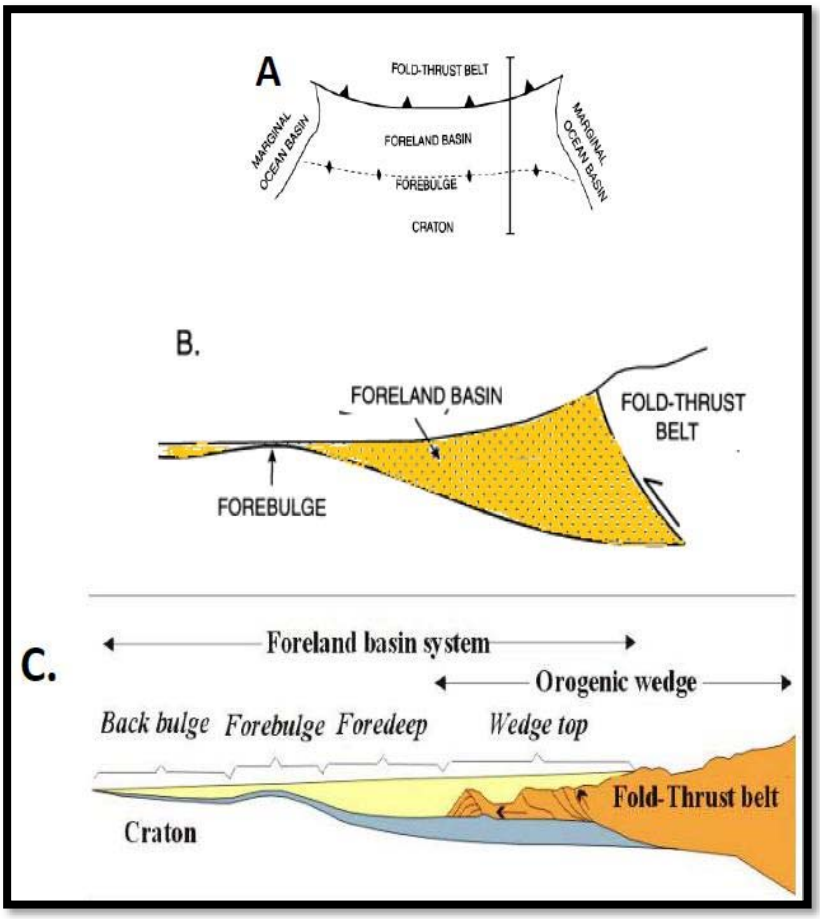
- تتصف أنظمة احواض الفورلاند بالاتي:

١- تكون احواضاً طولانية مناسبة لتراكم الرواسب.

٢- يضم نظام حوض الفورلاند النموذجي أربعة مناطق ترسيب مركزية وهي (Wedge top, Foredeep, Forebulge, Back bulge).

٣- امتداد حوض الفورلاند الطولي يساوي تقريبا طول حزام الزحف المجاور.

٤- يسمى نطاق قمة الوتد ونطاق الحوض العميق بالقطاع الأدنى (Proximal Sector)، ونطاق البروز الامام ونطاق خلف البروز بالقطاع الابعد(Distal Sector)،(Catuneanu et al.,2000).



الشكل (٣-١٣) A- خريطة توضيحية لحوض فورلاند نموذجي.

B- مقطع عرضي يبين الشكل الوتدي لحوض الفورلاند.

C- مقطع عرضي يبين وحدات نظام حوض الفورلاند.

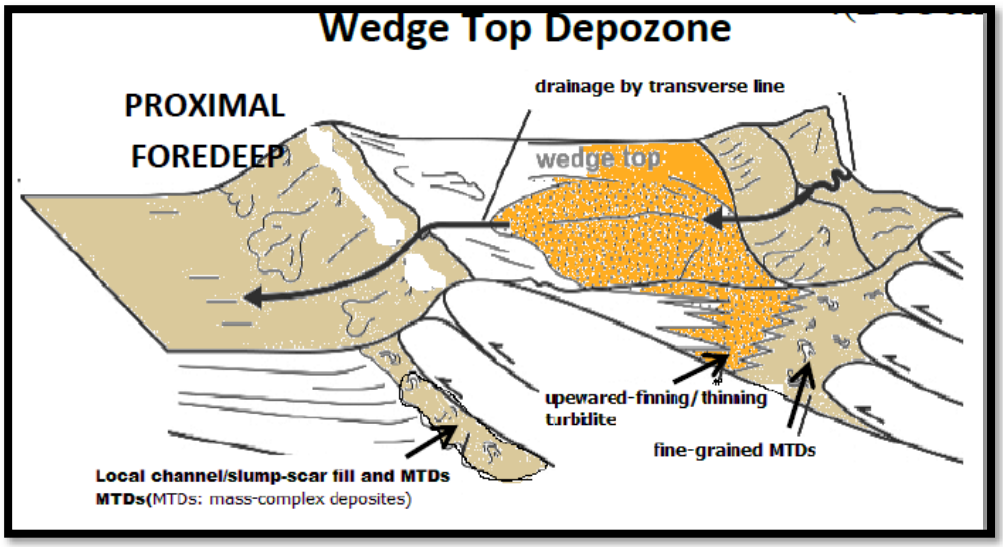
(DeCelles and Giles, 1996)

٣-٤-٣ أنطقه نظام حوض الفورلاند Foreland System Zones:

كما ذكرنا ان نظام حوض الفورلاند يتكون من أربعة أنطقه وهي:

a) نطاق ترسيب قمة الوتد .Wedge Top Depozone:

يمتد هذا النطاق الى نهاية حد التشوه المصاحب لجبهة الوتد الاوروجيني (شكل ٣-١٤).



شكل (٣-١٤) مخطط نموذجي لنطاق ترسيب قمة الوتد عن (Jacob & Stephan, 2008)

b) نطاق الحوض الامامي العميق Foredeep Depozone:

يمثل هذا النطاق موضع تراكمات الترسبات السميكة الواقعة بين قمة الوتد والجانب المقابل له من نطاق البروز الامامي، حيث يقل سمك التتابعات نحو الراسخ (الشكل ٣ -١٣-C).

c) نطاق البروز الامامي Forebulge Depozone:

يتميز هذا النطاق بالامتداد الواسع والنهوض الواطئ السعة، ويتشكل في القشرة القارية كرد فعل ايوستاتيكي بفعل احمال تكتونية ضخمة على الحافة للطبق الغائر.

d) نطاق خلف البروز Backbulge Depozone:

يشكل هذا النطاق المنطقة الواقعة ما بين البروز الامامي والراسخ، وتأتي معظم رواسبها من نطاق البروز الامامي مع مساهمة ثانوية من الراسخ.

٣-٤-٤ نشوء نظام حوض فورلاند زاكروس في شمالي العراق:

The formation of the Forland-Zagros Basin system in northern Iraq:

ان صخور العصر الطباشيري المتأخر والمتواجدة جزءً منها في حزام زاكروس الاوروجيني المتواجد في شمال شرق العراق تشكل اهم مكامن النفط الطباشيري في الشرق الأوسط، وكذلك دراسة التاريخ التكتوني، كان التاريخ التكتوني والترسيبي للصفيحة العربية خلال العصر الطباشيري تحت الدراسة المكثفة وخاصة في شمال شرق العراق، حيث أشار (Bellen et al., 1959) و (Buday, 1980) الى عدم التوافق بين تكوينات (قمجوقة – بخمة) و (قمجوقة – دوكان) و (قمجوقة – كوميتان) و (دوكان – كولينيري) و (كولينيري – كوميتان) و (كوميتان – شرانش) و (تانجيرو – كولوش).

قسم المؤلفون السابقون صخور العصر الطباشيري المتأخر (Late Cretaceous) الى عدة دورات ترسيب مفصولة بعدم توافق (دورات من الرفع والتعرية). وفقاً للمؤلفين أعلاه افترضوا ان التاريخ الترسيبي لشمال غرب العراق كان شديداً خلال فترة أواخر العصر الطباشيري، حيث حدث عزل للحوض وارتفاع وتعرية.

على النقيض من ذلك، دراسات حديثة اجراها Karim and Surdashy (2005a and 2005b), Karim et al (2008), Amen and Karim(2008), Ameen (2008) and Taha (2008) قدمت تغييرات على الدراسات السابقة للحدود الغير متوافقة بين التكوينات وتحديثها واعتبارها حدود متوافقة.

غيرت هذه الدراسة نتيجة أخرى، وهي التصادم القاري خلال المايوسين للصفائح الإيرانية والعربية الى الكامبانيان بالاعتماد على الأدلة الميدانية مثل ترسيب ٥٠٠ متر من المدملكات (Conglomerate) خلال الماسترختيان وتسجيل طبقات حمراء (Red bed) من الطباشيري المتأخر (Kamal and Zardasht, 2009).

وبناءً على الدراسات الحديثة المذكورة أعلاه تم انشاء تاريخ تكتوني ونماذج تكتونية مرتبطة بمبادئ مراحل الغرق الناتجة عن تكتونية الصفيحة العربية ودراسة مفهوم مراحل الغرق او الانغمار (Drowning Phases)، حيث يُعَد هذا المفهوم حديث نسبياً ودقيق في شرح الية تطور ونمو تتابعات الكاربونيت.

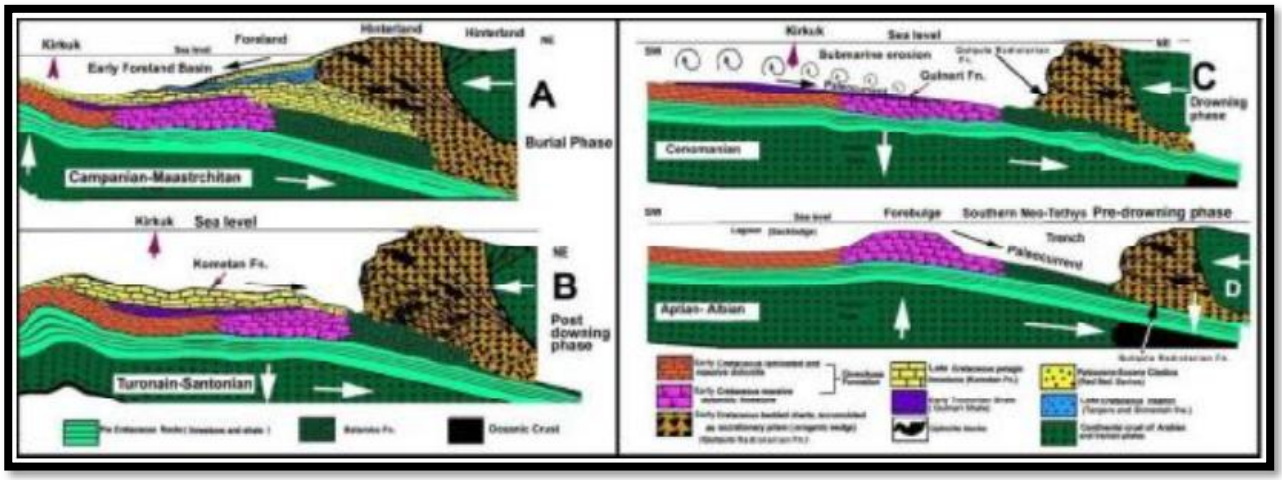
يمكن تقسيم الحوض الرسوبي الذي تمت الإشارة اليه سابقا الى عدة مراكز ترسيبية وحسب موقعها ضمن الحوض، وذلك تبعا للمفهوم نظام حوض الفورلاند الحديث في اطار نظرية تكتونية الاطباق (Plate Tectonic) على الصيغة الأتية:

نطاق ترسيب الحوض الامامي العميق (**Foredeep zone**) من الجهة الشمالية الشرقية، والمتمثل بتكوين بلامبو حيث الترسيب المستمر للسحنات الحوضية العميقة. يليه نطاق البروز الامامي (**Forebulge Depozone**) والمتمثل بتكوين قمجوقة الذي تعرض للانكشاف والتعرية خلال تلك الفترة.

ويتمثل هذا النطاق **بمرحلة ما قبل الانغمار Pre Drowning Phase للحجر الجيري** (Reefal limestone) المتمثل بتكوين قمجوقة (Aptian - Albian) الذي كان يغطي الصفيحة العربية (وتكوين مودود وشعيبة في جنوب العراق والخليج العربي)، وتسمى هذه المرحلة (Phase) بالنوع C (مواصلة البناء نحو الأعلى والبناء الخارجي لكاربونات المياه الضحلة) (Kendall and Schlager, 1981).

يعزى ترسيب الحجر الجيري الريفي (المرجاني) (Reefal limestone) الى ما ذكره (Karim, 2008) انه داخل ايران وبالقرب من الموقع الحالي لحزام (Sanandaja-Sirjan belt)، اصطدم الجزء المحيطي من الصفيحتين الإيرانية والعربية وتولدت الحدود المتقاربة واعتلاء (Obduction) الصفيحة الإيرانية فوق الصفيح العربي خلال عصر الباريميان. ومن خلال هذا الاعتلاء ، بدأت رواسب الراديولاريا والاوفيولايت السابقة بالتجمع داخل الخندق بين الصفيحتين لتشكل موشور تراكمي (شكل ٣-٢٦)، وأضاف انه خلال فترة ال (Valanginian to Cenomanian) كان التراكم والهجرة الجنوبية الغربية للاسفين

(الموشور) مستمراً. ثم أُجبر حوض تكوين قمجوقة بواسطة حمولة الموشور على الهبوط تحت تأثير الحمل (شكل ٣-١٥).



شكل (٣-١٥) التاريخ الترسيبي لحوض الطباشيري المبكر والمتأخر A- (Karim & Surdashy 2005). C&B- (Karim & Taha, 2009). D- (Ameen, 2008).

وبعدها تأتي مرحلة **اثناء الانغمار** Transitional Phase (Syn-Drowning Phase) او المرحلة الانتقالية، تتمثل هذه المرحلة بترسيب الحجر الجيري السطحي والمارل والمتمثلة بتكوينات (Gulneri Shale, Turonian) و (Dokan, Cenomanian)، والتي ترسبت اثناء تعمق المنصات السابقة الضحلة، تظهر دراسة الصفات الصخرية لهذه التكوينات انهما يقعان على عمق يتوسط تكوين قمجوقة الريفي وتكوين كوميتان العميق لانه يحوي على (Oligostigina & globotrancan Forams) ويكشف عن بيئة انتقالية غير مستقرة (Karim & Taha, 2009).

ان هذه المرحلة حدثت خلال العصر السينوماني بأحداث مهمة والذي كان هبوطاً تكتونيا (Tectonic Subsidence, Drowning) للصفيحة العربية بواسطة احمال الموشور التراكمي المتجمع بين الصفيحتين العربية والإيرانية. يكون هذا الطور او المرحلة واضحاً جدا في الحقل وفي الشرائح المجهرية،

حيث يوجد حوالي ٥ امتار من الحجر الجيري الاوليجوسيني مع طبقات رقيقة من الكلوكونايت والمتمثلة بتكوين دوكان وحوالي متر ونصف من المارل والمارلي لايمستون (تكوين كولينيري).

هذان التكوينان انتقاليان بين تكوين قمجوقة البحري الضحل وتكوين كوميتان البحري العميق، لذلك فهما يمثلان الطور الانتقالي الى طور ما بعد الغرق (Post Drowning). ان التغير التدريجي و السريع نسبيا من تكوين قمجوقة الضحل الى تكوين الكوميتان العميق يتمثل بسحنات تملك خصائص متوسطة (Intermediate) بين العضوين النهائيين (Karim & Taha, 2009).

ومن ثم **مرحلة ما بعد الانغمار Post-Drowning Phase (Kometan Formation)** في دراسة ل (Karim & Taha, 2009) تم تمثيل سحنة بسمك ٧٠ متر من الحجر الجيري الناعم الحبيبات واحيانا المتعكرات الحياتية (Bioturbated) متمثلة بتكوين الكوميتان (Turonian-L.Campanian). يترسب هذا التكوين في حوض عميق نسبيا على الصفيحة العربية الغائرة سابقا والتي تحوي على وفرة من اشكال ال (Globotrancan) مع طبقات رقيقة من الكلوكونايت والتي يمكن رؤيتها في اعلى تكويني كولنيري ودوكان (رواسب متوسطة العمق).

وأخيراً **مرحلة الدفن Burial Phase (Shiranish to Tanjero Formation)** تم في هذه المرحلة تغطية الصفيحة العربية برواسب فتاتية (Siliciclastics) وانتهت خلالها عملية ترسيب الكاربونات الرئيسية خلال الكامبانيان بسبب التصادم القاري للصفيحتين العربية والإيرانية، يبدأ عمر هذه المرحلة مع ظهور الرواسب الفتاتية على الصفيحة العربية، حيث يتمثل اول ترسيب بالجزء السفلي من تكوين شرانش المتكون من حجر المارل ثم يتغير الى الحجر الرملي وبعدها مدملكات تكوين تانجيرو خلال الماسترختيان.

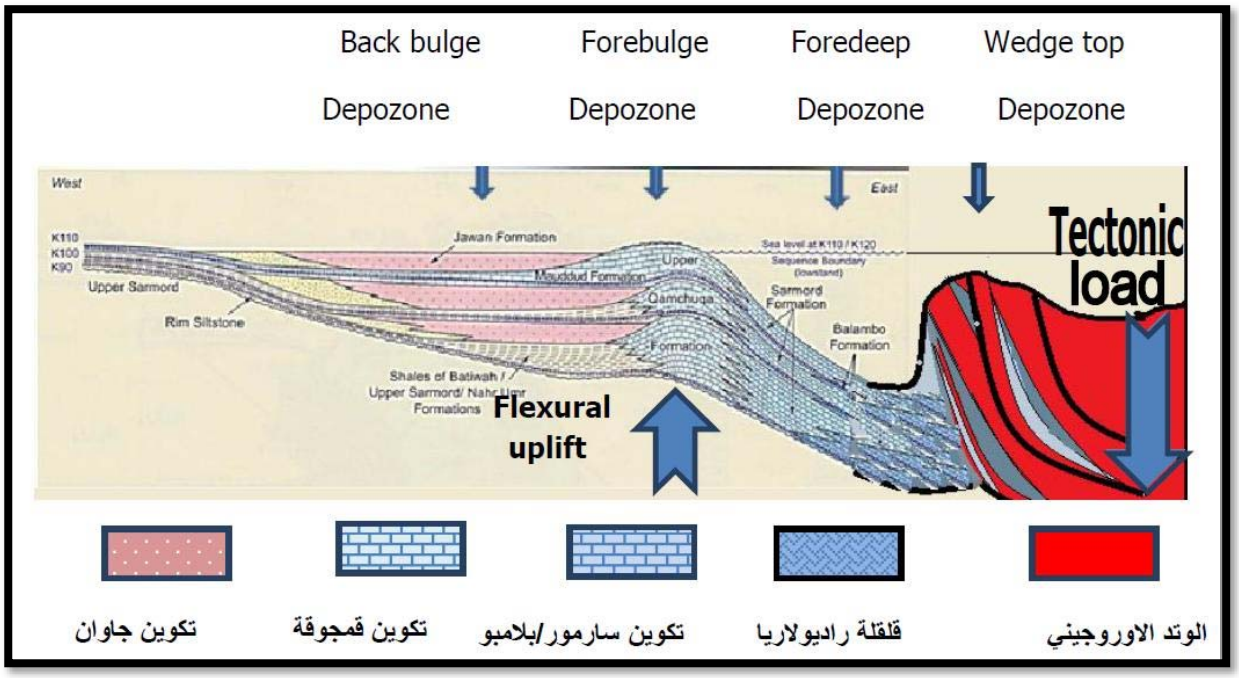
ارتبط تدفق المواد الفتاتية بالحدث التكتوني الرئيس لنطاق الطيات المائلة لحزام زاكروس والذي نشأ عنه الحزام الاوروجيني بسبب اصطدام الأجزاء القارية من الصفيحتين العربية والإيرانية. وتأتي الرواسب

الفتاتية لكلا التكوينين من هذا الحزام، حيث غطت هذه الصخور الفتاتية الصفيحة العربية وتغير اتجاه التيار من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي (شكل ٣-١٥ A) (Karim and Surdashy, 2005).

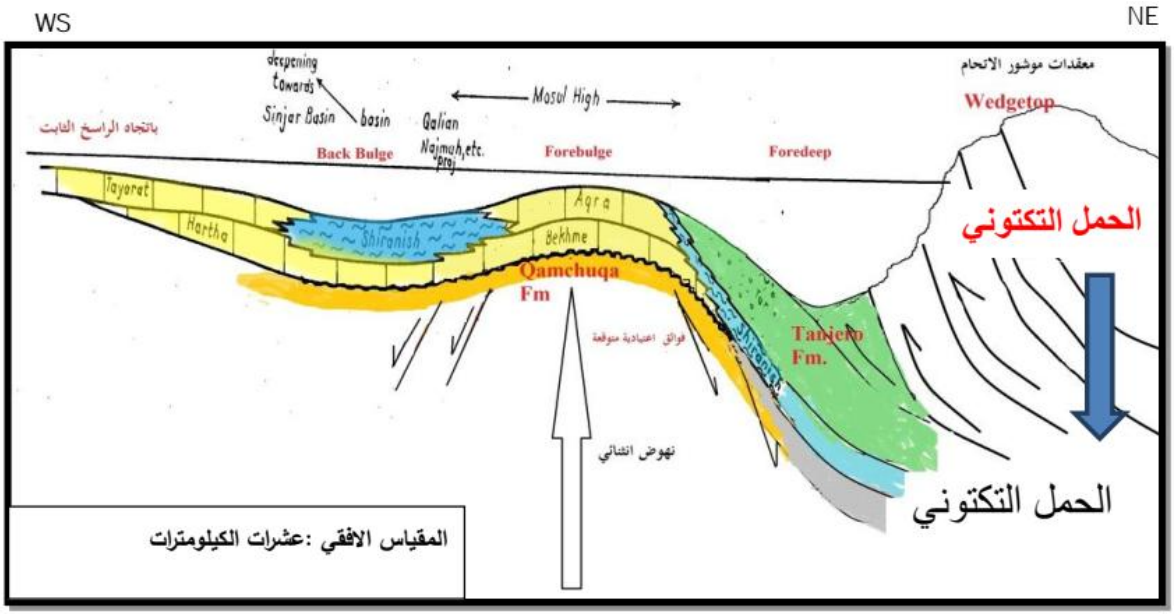
كان تدفق الرواسب (التيار القديم) من الجنوب الغربي اثناء ترسيب تكوين كولينيري وكوميتان، ولكن عندما زحفت الصفيحة الإيرانية فوق الصفيحة العربية تغير اتجاه نقل الرواسب باتجاه الجنوب الغربي كما في الشكل (٣-١٥ b) (Karim & Taha, 2009).

وتمثل نطاق خلف البروز (**Back-bulge Depozone**) بتكوين جاوان ذا السحنات اللاكونية الصبخة (Jassim & Karim, 1984) الى الشمال الغربي من حقل كركوك النفطي. وكذلك ترسبت سحنات اللاكون (Argillaceous Lagoonal) العائدة للجزء العلوي من تكوين سارمورد شمال الموصل (Jassim & Buday, 2006c).

وفي هذا الصدد يشير بلن واخرون (Bellen *et al*.,1959) الى ان تكوين قمجوقة يتغير باتجاه الجنوب الغربي الى تكوين جاوان في المنطقة المحصورة بين كركوك ونهر دجلة كما سجل التحول الجانبي نفسه في جنوب غرب حقل عين زالة وجنوب الموصل في بئري ساسان ١ وإبراهيم ١ الواقعين غرب الموصل، حيث سجلا عدة تلاسنات لتكويني قمجوقة وجاوان ولبضع مئات من الأقدام (Bellen et al., 1959) وتعكس هذه التلاسنات التذبذب في حركة البروز الامامي وتبادله الموقع مع نطاق خلف البروز، الا ان المحصلة النهائية كانت هجرة البروز نحو الجنوب والجنوب الغربي، وعاكسه بذلك نبضات تقدم الحمل التكتوني بالاتجاه نفسه، ونحو الراسخ. وقد بين (Aqrawi et al ., 2010) اقسام حوض فورلاند زاكروس كما في الشكل (٣-١٦ a&b).

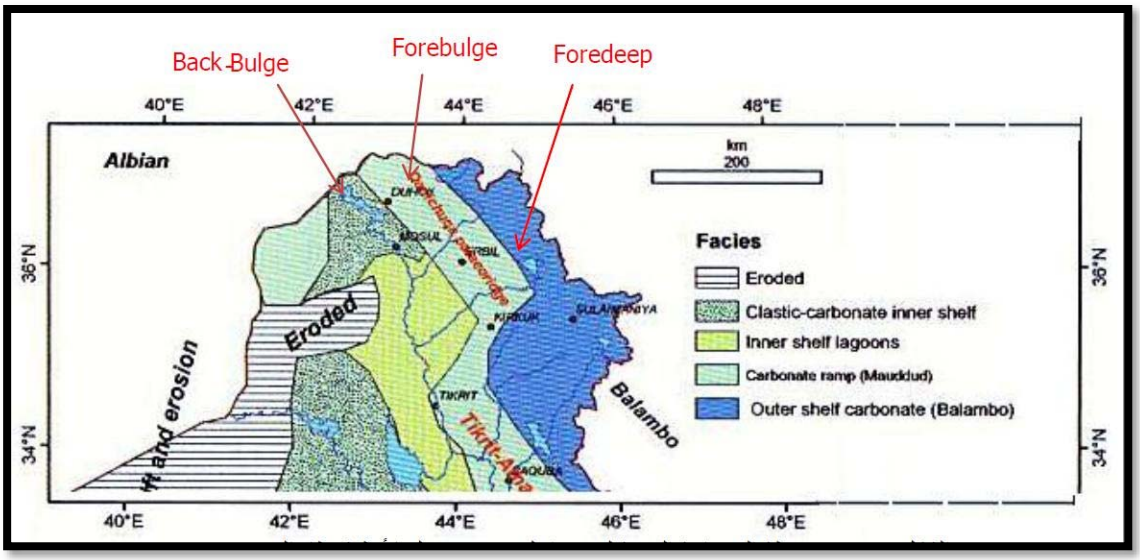


شكل (٣-١٦ a) مقطع عرضي جيولوجي يمتد شرق – غرب لشمال العراق توضح فيه السحنات الرسوبية خلال الالبي- السنوماني، عن (Aqrawi et al ., 2010) مضاف اليها الوتد الاوروجيني وانطقة نظام حوض الفورلاند عن (زناد، 2013).



شكل (٣-١٦ b) مقطع عرضي يمتد شمال شرق – جنوب غرب يوضح العلاقة بين تتابعات الطباشيري المتأخر مضافا اليه الحمل التكتوني وانطقة نظام حوض الفورلاند عن (زناد، 2013).

ويمكن تقسيم مناطق شمال العراق حسب موقعها من أنطقة حوض الفورلاند كما في الشكل (٣-١٧).



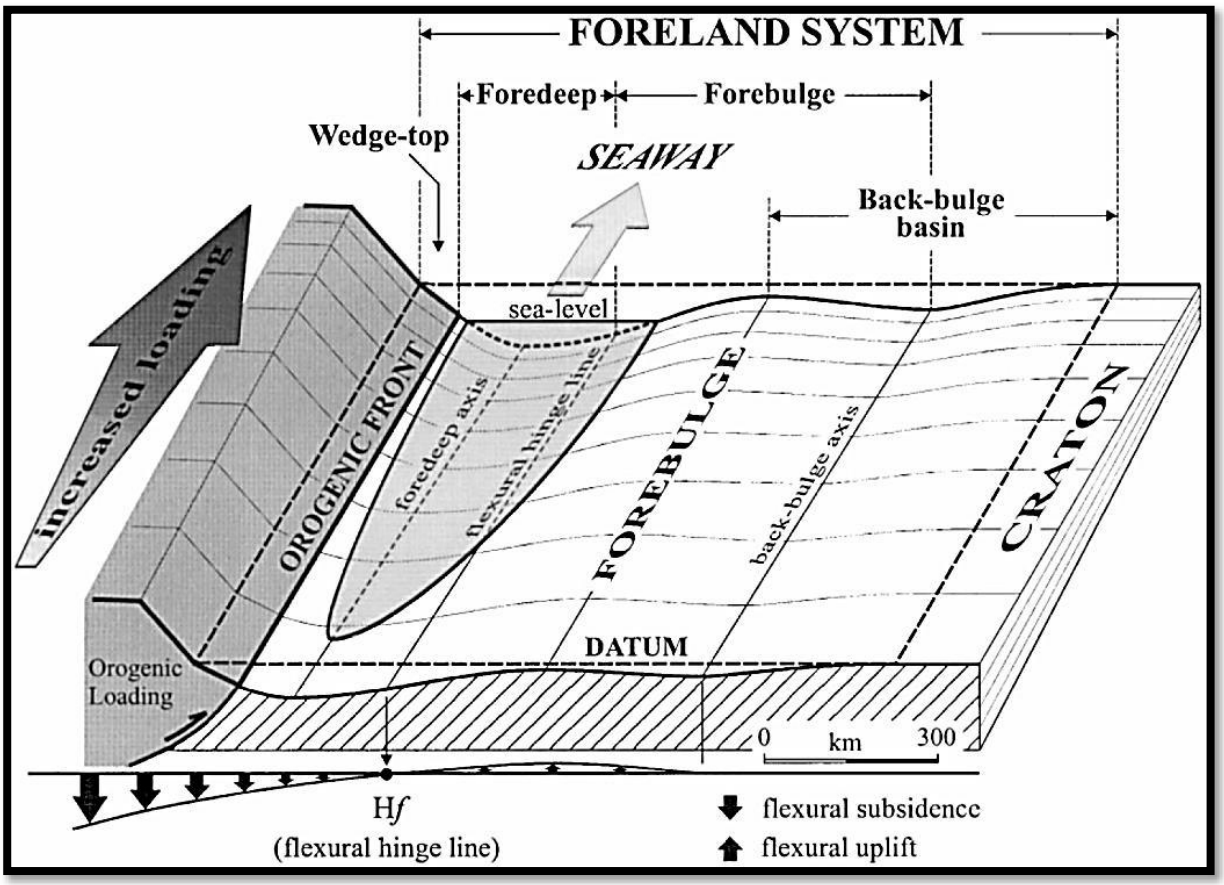
شكل (٣-١٧) خريطة الجغرافية القديمة لعصر الالبي لشمال العراق موضح عليها انطقه نظام الفورلاند، محورة عن (Jassim&Buday,2006)

٣-٥ الامتداد الجغرافي لسطح عدم التوافق في مناطق الدراسة بين (AP8/AP9):

تمتاز الحافات التقاربية الحديثة بنهوض إقليمي في الليثوسفير المحيطية يمتد بصورة موازية لخندق الغوران، وقد ناقش (Jacobi, 1981) موديل النهوض موضحا بأن موديل التصرف الانثنائي لليثوسفير المحيطي يمكن ان يطبق على الليثوسفير القاري أيضا عند اقترابه من نطاق الغوران.

وان الموديلات التي وضعها ستوكمل واخرون (Stockmal *et al.*, 1986) تقترح بان الهبوط الذي سببه الحمل في احواض الفورلاند يكون مصحوبا بتطور وهجرة البروز الامامي باتجاه الراسخ والتي قد ينتج عنها انكشاف وتعرية للمنصة الكاربوناتية. ولهذا السبب ينشأ عدم توافق تعروي يفصل تتابعات المنصة الكاربوناتية-الحافة الخاملة- عن رواسب حوض الفورلاند التي تعلوها.

ان أنطقة نظام حوض الفورلاند لا تتداخل بشكل مستعرض فقط على اتجاه مضرب الاوروجيني وانما تكون بموازاته أيضا، وهذا يفسر ظهور نطاق الحوض الامامي العميق بموازاة جبهة الاوروجيني بشكل شبه اهليليجي (Catuneanu et al., 2000) شكل (٣-١٨).



شكل (٣-١٨) هيئة نظام حوض الفورلاند خلال التغايرات الجانبية لتسليط الحمل التكتوني بموازاة جبهة الاوروجيني عن (Catuneanu et al,. 2000).

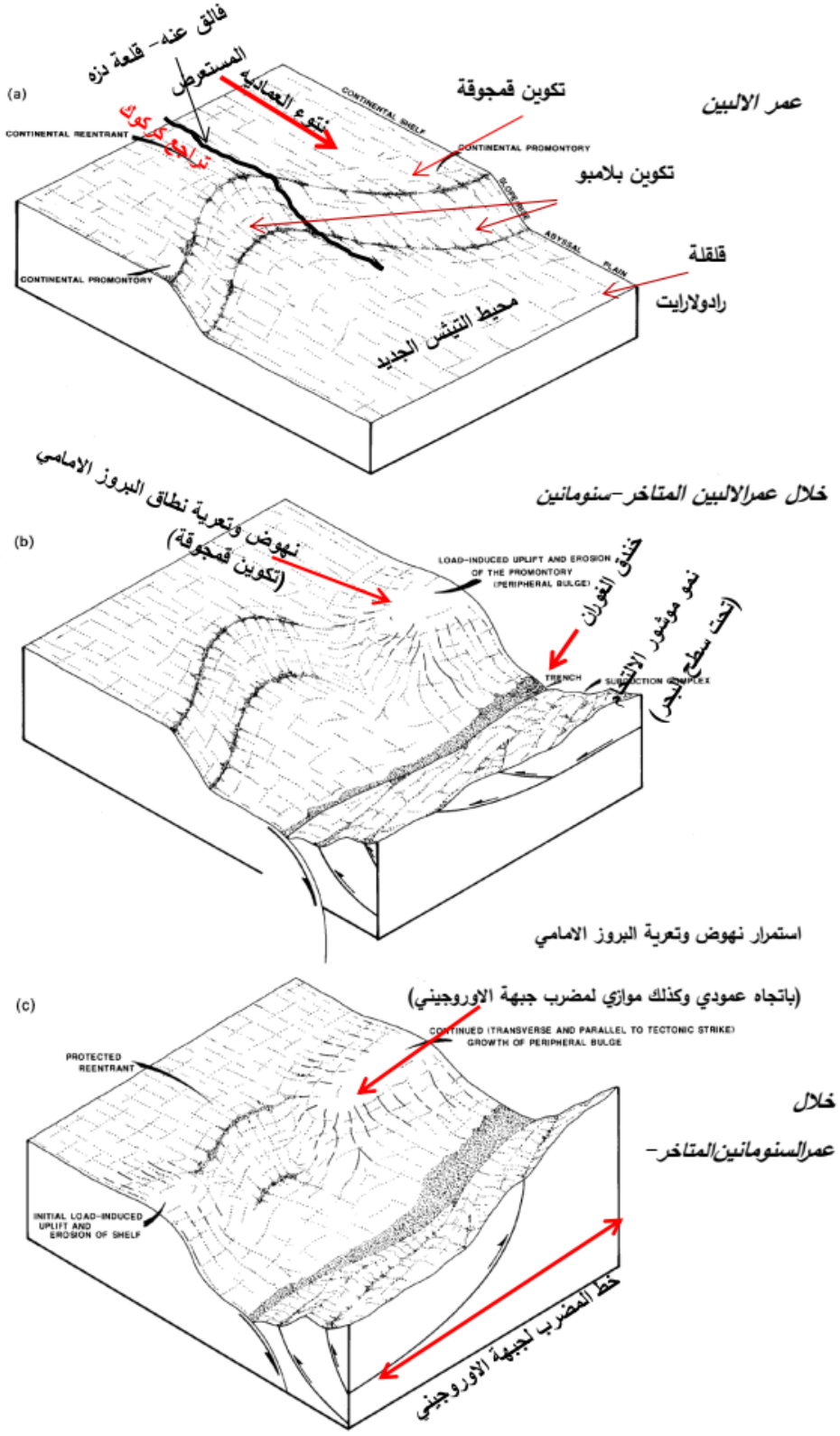
ان الإطار العام غير المنتظم للحافة الخاملة والذي يكون موروث عن التصدع القاري للاطباق المتصادمة (طبق مع جزر قوسية او طبق مع طبق) يؤثر في تطور حوض الفورلاند وكذلك على انتشار عدم التوافق (Unconformity) على طول الرف القاري، كما ان الشكل غير المنتظم لحافات القارات يؤثر بشدة

على درجة ونمط التشوه الحاصل نتيجة لعمليات التصادم اللاحقة (Lash, 1988: Bradley, 1989 .(Stockmal et al,. 1986)

أشار (Dewey, 1977) ان التشوه يحصل بصورة مبكرة للأجزاء البارزة او الناتئة من الحافة القارية باتجاه المحيط اما الأجزاء المتراجعة تتأثر لاحقا بدرجة تشوه اقل من الأجزاء البارزة وذلك بالاعتماد على تطور شدة الجهد وخاصة في حال تقارب او التصادم المائل بين الاطباق (Bradley, 1989: Dewy et al., 1986)، لذلك من الطبيعي حصول اختلافات خلال تطور حوض الفورلاند على طول الحافة القارية الغير منتظمة وخاصة في توقيت ودرجة نهوض البروز الامامي والانكشاف الهوائي.

ان التأثيرات الأولية التي تحصل بفعل حركة الحافة القارية الغير منتظمة نحو خندق الغوران يمكن ان تظهر بشكل واضح على تلك الأجزاء البارزة والقريبة من الوتد الاوروجيني شكل (٣-١٩-a) حيث تبدأ هذه الأجزاء بالتقوس نحو الأعلى، وبهذا فإن نهوض المنصة الكاربوناتية يمكن ان تتميز من خلال سحنات التضحل نحو الأعلى (والمتمثلة بتكوين قمجوقة) والتي قد تبلغ ذروتها بحصول تعرية للرف القاري ونشوء سطح عدم توافق، حيث ان الشروع بنهوض الرف القاري (منصة الكاربونيت) يمكن ان يبدأ في حين لا يزال الحمل التكتوني يتقدم فوق القشرة المحيطية(Stockmal et al,. 1986).

اما تلك المناطق المتراجعة من الحافة نحو الراسخ والتي لا تزال بعيدة عن نطاق الغوران فإنها تتميز باستمرار تراكم الرواسب والموضح بالشكل (٣-١٩-b).



شكل (٣-١٩- a,b,c) تطبيق موديل (Lash, 1988) على مراحل اقتراب الحافة الغير منتظمة للطبق العربي من نطاق الغوران عن (زناد، ٢٠١٣)

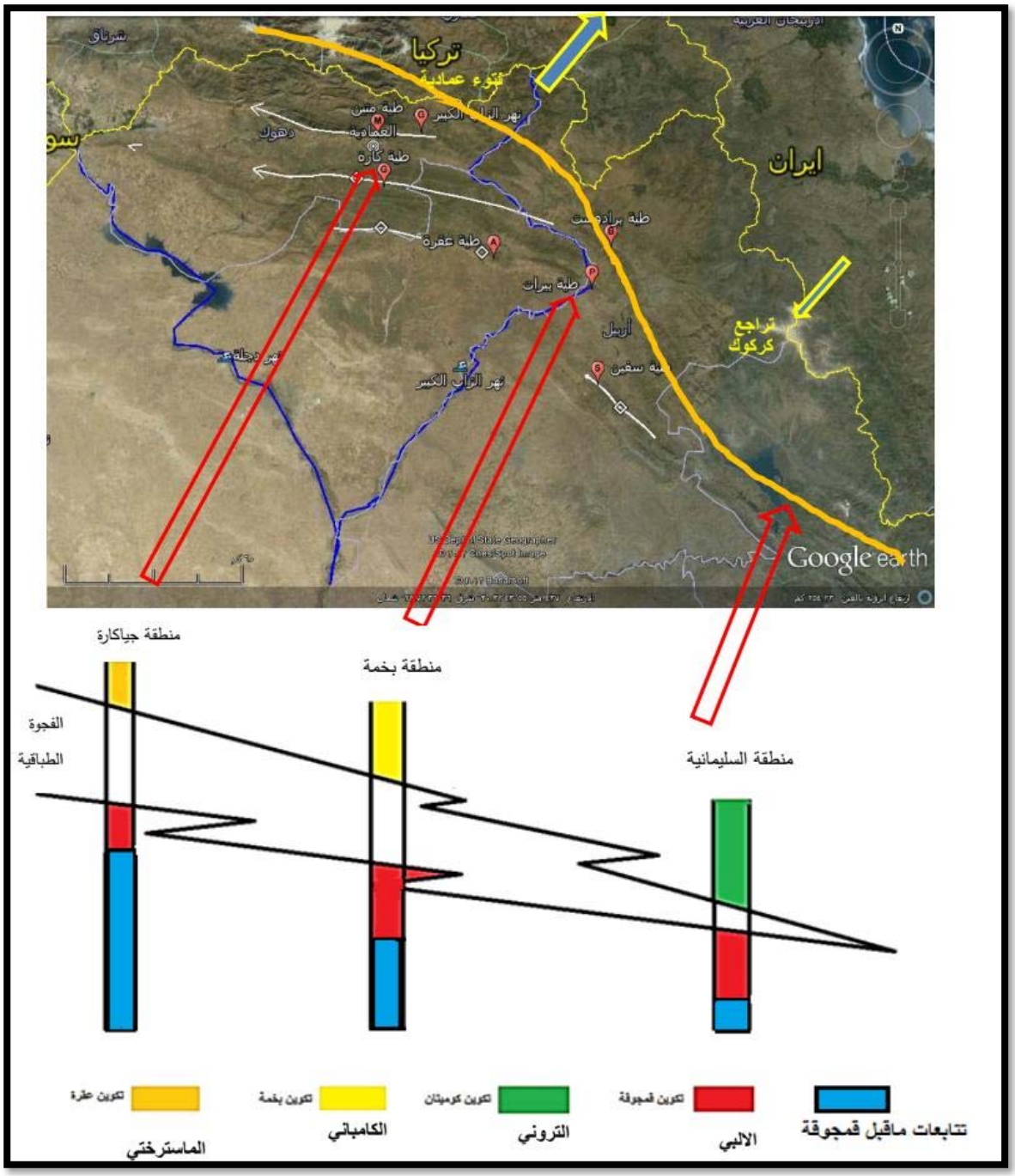
ان استمرار تقدم الحافة ذات النتوء نحو نطاق الغوران مع الغوران الجزئي لها ينتج عنه نهوض وهجرة البروز الامامي نحو الراسخ فضلا عن نهوض حركته بموازاة مضرب الحمل التكتوني (Molnar and Gray, 1979)، وبهذه الحالة فإن سطح عدم التوافق الناجم عن انكشاف المنصة الكاربوناتية سوف يتطور تدريجيا باتجاه تقدم الحمل التكتوني وكذلك بصورة موازية له والموضح بالشكل (٣-١٩b,c)، لذلك فان الفجوة الطباقية التي تفصل تتابعات الحافة الخاملة عن تتابعات حوض الفورلاند التي تقع فوقها تكون اكثر امتدادا ووضوحا في الأجزاء التي كانت ناتئة من حافة الطبق عنها في الأجزاء المتراجعة نحو الراسخ.

من خلال دراسة السجل الطباقي لشمال العراق والمعد من قبل (Bellen et al., 1959) يتبين انه عند الانتقال من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي في إقليم كردستان العراق يلاحظ اختلاف السماكات ونوع تتابعات حوض الفورلاند بموازاة جبهة الاوروجيني، اذ يلاحظ ان تكوين كوميتان الذي ترسب في بيئة بحرية عميقة بعمر التوروني يجلس فوق تكوين قمجوقة نحو الجنوب الشرقي من منطقة السليمانية على سبيل المثال طية بيرة مكرون وطية سورداش(AL-Hakari, 2011)كما في الصورة (٢-٧).

في حين يأتي تكوين بخمة الذي يمثل منصة كاربوناتية ناشئة خلال الاوروجيني بعمر الكامبانيان فوق تكوين قمجوقة كلما اتجهنا نحو الشمال الغربي (منطقة سوران مثلاً)، ويظهر هذا في الصورة (٢-٣).

اما في منطقة العمادية فان تكوين عقرة الحيدي وبعمر الماستراختيان الواقع فوق تكوين قمجوقة، مع ملاحظة النقص في السمك لتكوين قمجوقة نحو الشمال الغربي مما يدل على زيادة التعرية بسبب طول فترة الانكشاف (زناد، ٢٠١٣).

ويوضح الشكل (٣-٢٠) التغاير الجانبي على طول الخط الممتد من الجنوب الشرقي – الشمال الغربي للعراق بالنسبة لتكوين قمجوقة والتكوينات التي تعلوه.



شكل (٣-٢٠) الأعلى – المنحني الأصفر يمثل شكل الحافة للطبق العربي قبل التصادم القاري.

الأسفل – زيادة الفجوة الطباقية لسطح عدم توافق البروز الامام نحو الشمال الغربي بين تتابعات الحافة

الخاملة واسفل تتابعات ثلاثي حوض فورلاند زاكروس في مرحلة تحت الملء(زناد، ٢٠١٣)

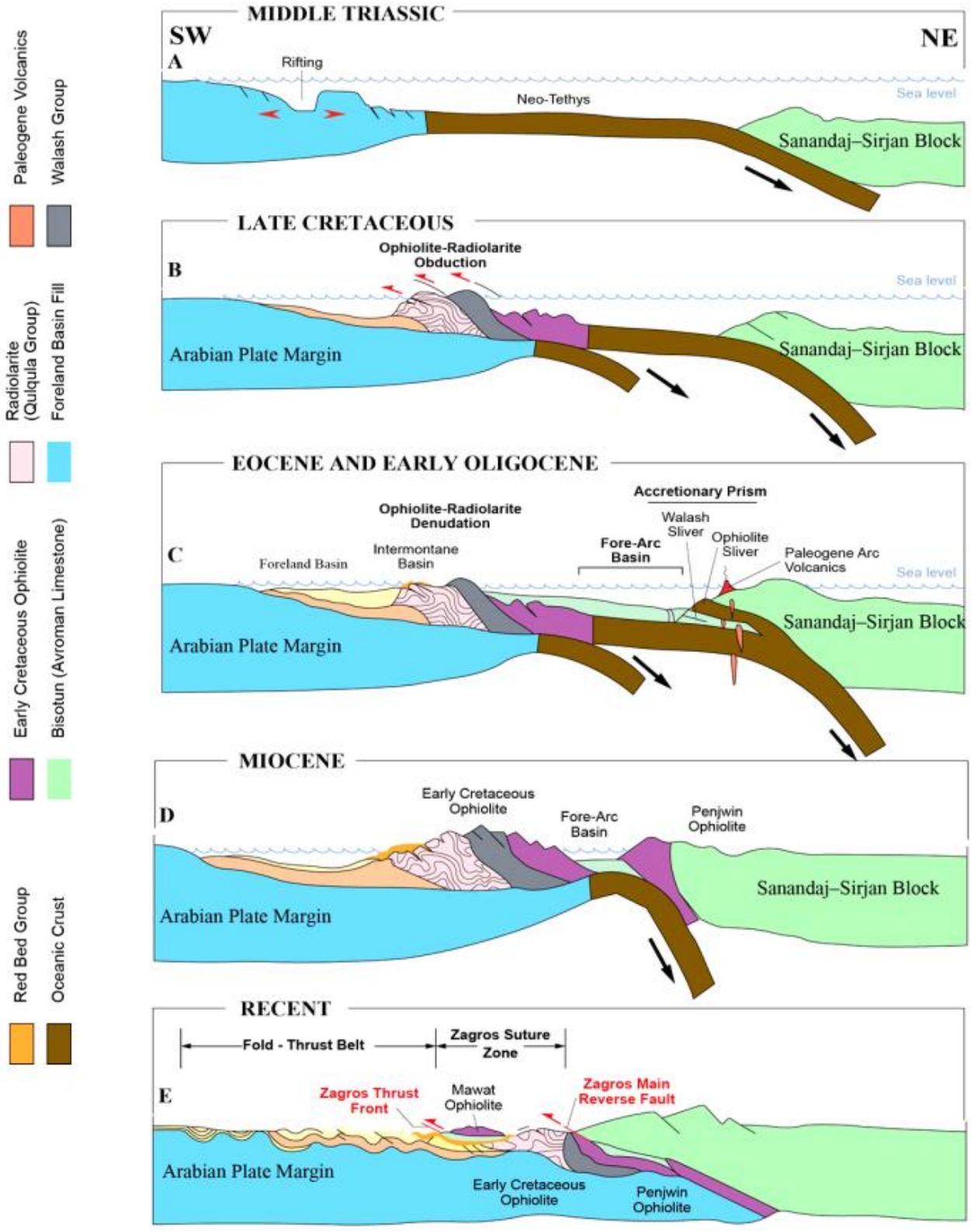
٣-٦ الوضع التكتوني والحوض الرسوبي لتكوين قمجوقة:

Tectonic Setting and Sedimentary Basin of Qamchuqa Formation:

خلال العصر الطباشيري انقسم الشرق الأوسط تكتونياً وطباقيا الى ثلاثة اقسام، الأول هو الدرع العربي في الغرب، والثاني مرتفع قطر – سورمه الى الجنوب (Qatar-Surmah)، والذي يعد مرتفعا كبيرا لحقبة الحياة المتوسطة (Mesozoic age) والتي كانت مصدرا لتطور الرمل الكاربوناتي والرودست (carbonate sand & rudist)، والثالث كان بلوك الموصل شمالي العراق.

في شمال العراق أدى الضغط الإقليمي الذي بدأ في أواخر العصر الطباشيري والمرتبط بتسلق Obduction الاوفيولايت لبنجوين وماوات ووضع الطبقات الزاحفة لقلقلة وافرومان على الحافة القارية للصفيحة العربية الى تكوين الحوض الامامي وتطوره في الغرب والشمال الغربي من (ZFTB) Zagros Fold-Thrust Zone Belt في شمال العراق الشكل (٣-٢١).

خلال أوائل ووسط العصر الالبي انتشرت رواسب السليكا كلاست (الفتاتية) على معظم المنصة، باستثناء الحزام الضيق من جهة الشمال الشرقي (ربما مرتفع دهوك–جمجمال)، والذي يفصل هذه المنصة عن حوض بلامبو. يمثل حوض بلامبو الامتداد لحوض لوريستان (Garau Formation) في الأراضي الإيرانية، والذي فصل عن حوض خوزستان الفرعي بواسطة رف ضحل مختلط من الكاربونات (Tagavi, et al., 2007).



شكل (٣-٢١) مخطط التطور التكتوني لمنطقة زاكروس في شمال شرق العراق، عن (Agard et al., 2005 and Al-Qayeim et al., 2012).

خلال الالبي المتوسط ارتفع مستوى البحر تدريجيا، مما أدى الى تكون مرتفع او حاجز (bulge) قمجوقة (Jassim and Buday, 2006) والذي يمتد بصورة تقريبية على طول شمال غرب – جنوب شرق، مع مرور الزمن ينمو هذا الحاجز عموديا وجانبيا من الغرب باتجاه الشرق. تتغير السحنات من الرواسب الرملية لتكوين سارمورد او نهر عمر الى سحنات الكاربونيت الضحل لتكوين قمجوقة، مسببة تطور لبيئة اللاجون وسحنات المتبخرات المتمثلة بتكوين جاوان (Jawan Formation) (Al Khirsan et al, 1992 in AL-Karadaghi, 2001).

تم تسجيل التغير في السحنات بشكل أساس في بعض مناطق اقدام الجبال، شمال غرب الخط الذي يربط تقريبًا بين منطقة تكريت – سامراء مع جمبور (Buday, 1980).

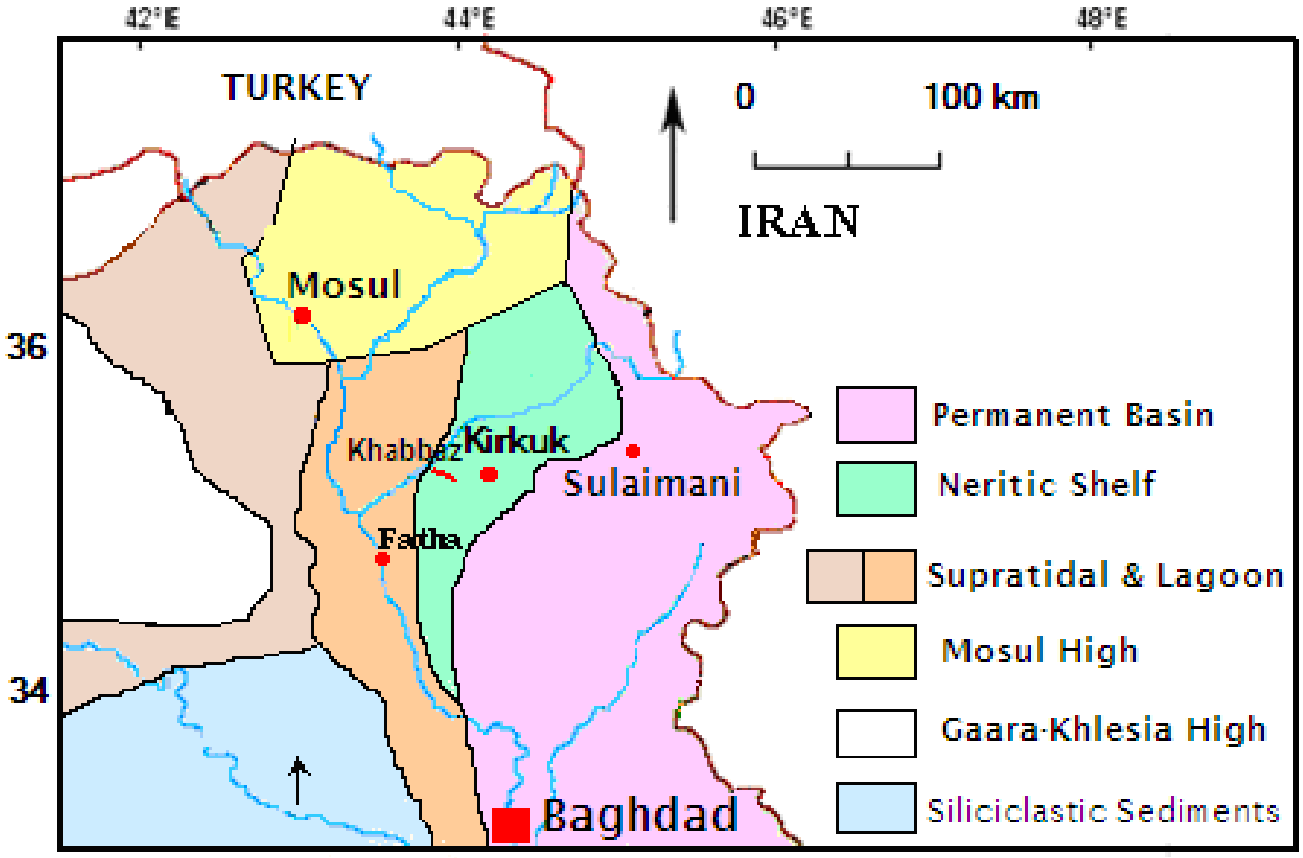
يمتد الطَفل (الصخر الزيتي Oil Shale) المتضمن (تكوينات سارمورد ، ونهر عمر) التي ترسبت على المنصة جنوبًا، بالتوازي مع حاجز قمجوقة الجيري، ثم تظهر تلاسن مع تكوين كاظمي (Kazhdumi Formation) في إيران .

خلال فترة الالبي، تحركت سحنات الكاربونات باتجاه الغرب متداخلة مع سطح السحنات المحصورة للمنصة (مثال سحنات النيريتك وسحنات اللاجون) وبالتالي تسبب التقدم البحري في تطور تكوين مودود (مكافئ الجزء العلوي لتكوين قمجوقة). تم استبدال حزام اللاكون إلى الشمال الشرقي من الخط الذي يربط بين سامراء والدجيلة والعمارة بحزام النيريتك لتكوين مودود (Buday, 1980). في الحقيقة استمر التقدم البحري لفترة قصيرة وانتهى بتراجع بحري في أواخر عصر الالبي (AL-Karadaghi, 2001).

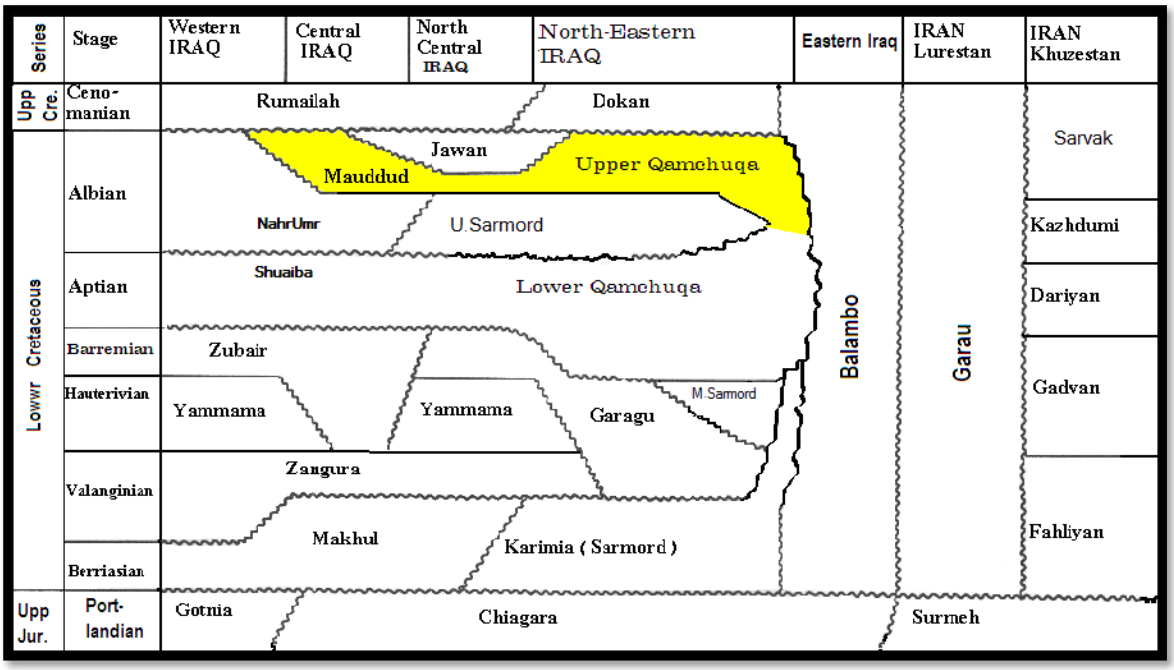
يمكن تمييز رواسب العصر الطباشيري (Cretaceous Deposits) في العراق بصورة عامة عن رواسب فترات أخرى من خلال السماكة الكبيرة بشكل استثنائي لهذه الرواسب (Al Sadooni, 1978) مقارنة بتلك الموجودة فوقه وتحته.

ترسبت التكوينات بسمك عدة مئات من الأمتار في حوض العصر الطباشيري، على سبيل المثال، يبلغ سمك تكوين بلامبو ٧٩٢ مترًا، وسارمورد ٤٥٥ مترًا، وقمجوقة (العلوي والسفلي) بسمك ٧٩٩ مترًا.

ترسبت هذه الرواسب، باستثناء تكوين بالامبو، في المياه الضحلة إلى المتوسطة وإلى العميقة، مما يشير إلى زيادة معدل هبوط الرفوف الترسيبية خلال العصر الطباشيري (Al Sadooni, 1978) الشكل (٣-٢٢)، ويمثل الشكل (٣-٢٣) مخطط مضاهاة طباقي لتكوينات فترة الطباشيري المبكر – المتوسط.



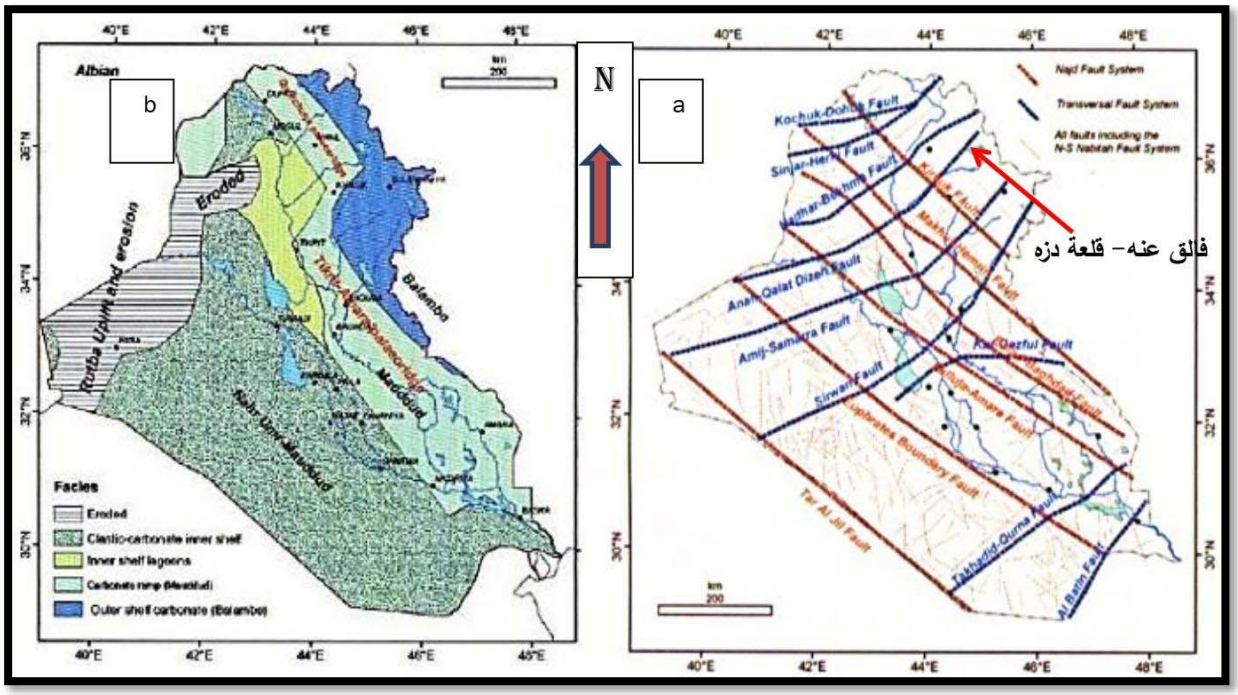
(٣-٢٢) الجغرافية القديمة للابتيان والالبي في شمال العراق، عن (Al Shididi, et al, 1995)



شكل (٣-٢٣) مخطط مضاهاة طباقي لتكوينات فترة الطباشيري المبكر- المتوسط (Allah-Werdi. (2001).

ان منطقة الدراسة كانت خلال العصر الطباشيري المتأخر جزءاً من منحدر كاربوناتي متشرح بالفوالق (Faults-Dissected Carbonate Slope) وتعرض للتعرية بفعل الشروع بنهوض البروز الامامي بسبب وصول الليثوسفير القاري الى نطاق الغوران (Subduction zone) خلال العمر الالبي – السنوماني.

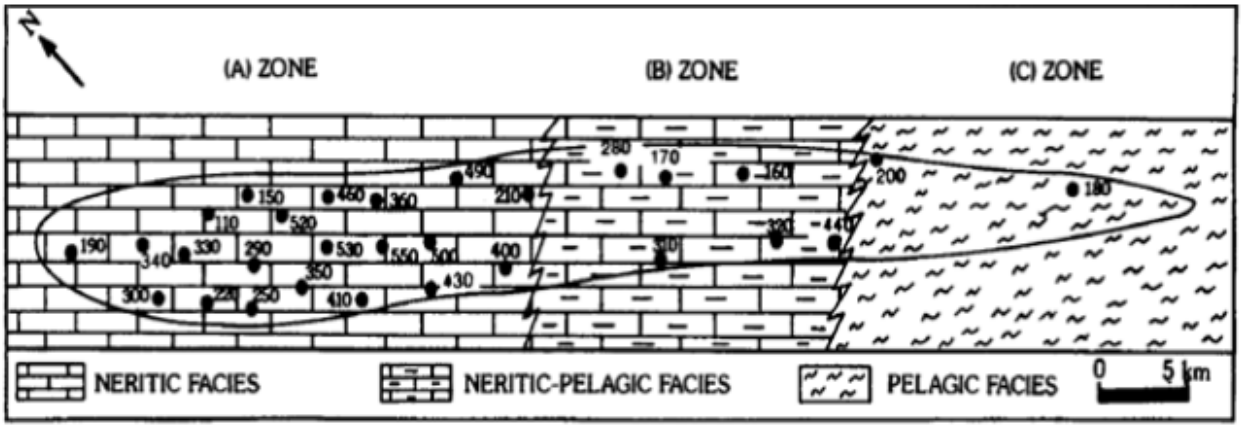
ان البروز الامام المتمثل بحاجز قمجوقة (بروز تكوين قمجوقة Qamchuqa Fm. Bulge) يقل ارتفاعه تدريجيا من الشمال الغربي باتجاه الجنوب الشرقي، ومن ثم يقل ارتفاعه بصورة كبيرة (يغطس بسرعة) عبر فالق (عنه – قلعه دزه) المستعرض. وبعدها تستمر كرواسب للحوض العميق في نطاق تراجع كركوك (Kirkuk Embayment) الشكل (٣-٢٤).



شكل (٣-٢٤) A - توزيع الفوالق القاعدية الرئيسية

B- الجغرافية القديمة للعصر الألبي. عن (Jassim & Buday 2006)

ويمكن ملاحظة هذا في التغيير السريع لسحنات تكوين قمجوقة في تركيب جمبور من سحنات الكاربونيت النريتي في جهة الشمال الغربي الى سحنات الكاربونيت اللجية للحوض العميق في الجهة الجنوبية الشرقية من طية جمبور المحدبة، حيث تبدأ سحنات تكوين قمجوقة بالتلاشي وتحل محلها سحنات تكوين بالامبو المكافئة (Al-Sharhan & Narin, 2003) شكل (٣-٢٥).



شكل (٣-٢٥) التغاير الجانبي لسحنات تكون قمجوقة على طول طية جمبور المحدبة عن (Al-Shididi et al., 1995)

ان نظام الفوالق القاعدية المستعرضة (Transversal Block System) والتي تمتد شمال شرق – جنوب غرب على الطبق العربي النوبي ربما كانت مستويات ونقاط ضعف تحكمت في مواقع نشاط الفوالق التحويلية (Transform/Transfer) خلال انتشار قاع محيط التيش الجديد (Jassim & Buday, 2006b; Alavi, 2007)، ويعد نطاق (عنه – قلعة دزه) أكثرها تأثيراً من الناحية المورفولوجية والتكتونية في العراق (Jassim & Buday, 2006b).

بالرغم من تأكيد وجود سطح عدم توافق بين تكويني قمجوقة وبخمة في المنطقة المدروسة من (القرداغي، ١٩٨٩) (الحمداني، ١٩٩٢) (Al-Qayim & Shaibani, 1995: Omar, 2005) ، فإن امين وكريم (Ameen & Karim, 2008) وصفا طبقة البريشيا الموجودة على انها ذات اصل تكتوني وليس رسوبي لاحتوائها على فتات من الحجر الجيري Limestone وذات زوايا حادة وعداها نطاق لفالق معكوس. غير ان ظهور الطبقة نفسها في الجناح الغربي لطية بيريت وبوضعية موازية لاسطح الطبقات الأخرى للجناح يتنافى مع فكرة اعتبارها نطاق فالق حديث، دراسة ل (Ali et al., 2010) اكدت وجود طبقة المدملكات القاعدية التي تمثل نطاق عدم التوافق.

٣-٦-١ الانحدار التدريجي للبروز الامام (تكوين قمجوقة) نحو الجنوب الشرقي:

Gradual decline of the Forebulge (Qamchuqa Fm.) towards the southeast:

تتحكم الخواص الريولوجية والتكتونية للحافة القارية المتصدعة في شكل حوض الفورلاند ويتضمن هذا نطاق البروز الامام (Forebulge) المصاحب لموجة الهبوط التي تشكل الحوض الامام العميق (Foredeep) خلال تطور حوض الفورلاند (Critelli, 1999: DeCelles & Giles, 1996: Stockmal et al., 1986: Beaumont, 1981: Jordan, 1981).

ويتحكم العمر الحراري (Thermal Age) في الخواص الريولوجية المهمة للحافة الخاملة قبل وقوعها تحت تأثير الحمل التكتوني للوتد الاوروجيني، حيث ان الحافة المتصدعة حديثا تمتلك مقاومة التواء (Flexural Rigidity) أضعف من مقاومة الحافة القديمة، لذلك فعندما يقترب الوتد الاوروجيني من الحافة الاحدث ينتج عنها موجة انثناء بطول موجي قصير أي بمعنى ان المسافة بين الوتد الاوروجيني ونطاق البروز الامام (Forebulge) تكون أقصر في الحافة الحديثة بالمقارنة مع الحافة القديمة (Stockmal et al., 1986).

يعاد تنضيد (Reset) الصلادة الفعالة (Effective Rigidity) لليثوسفير في اثناء الحوادث الحرارية (مثل التصدع القاري) إلى اوطأ قيمة، وترتفع قيمتها تدريجيا مع مرور الزمن خلال التبريد التدريجي لليثوسفير (Kusznir & Karner, 1985).

بالاعتماد على ما تقدم يمكن تفسير التغاير في نهوض البروز الامام (تكوين قمجوقة) بموازاة جبهة الاوروجيني خلال تطور حوض فورلاند زاكروس، ومن خلال الاعتماد على توقيت انفتاح وانغلاق حوض التيثس الجديد ما بين الطبق العربي (Arabian Plate) وكل من الطبقين التركي والإيراني.

أشار نعمان (Numan, 1997) الى ان ترسيب تكوين بيدو – السجيلي في الترياسي المبكر (Late Warfenian)، يمثل بداية انفصال الطبق العربي النوبي – عن الطبق الإيراني، بينما تمثلت بداية انفصال الطبق التركي عن الطبق العربي – النوبي بترسيب تكوين بلوطي – السجيلي في الترياسي المتأخر (Rheatic). أي ان انفصال الطبقين أعلاه عن الطبق العربي النوبي لم يكن متزامناً في الوقت نفسه فقد سبق الطبق الإيراني الطبق التركي بالانفصال بما يقارب ٥٠ مليون سنة حسب السلم الزمني الجيولوجي (Gradstein et al., 2004). ان انغلاق محيط التيثس الجديد لم يكن متلازما أيضا بين الاطباق المذكورة في أعلاه، إذ يؤكد (Altuni, 1966 in Numan, 1997) بأن غوران القشرة المحيطية للتيثس الجديد تحت الطبق التركي قد بدأ في الجوراسي المتأخر ودليله في ذلك وجود معقد الاوفيولايت في تركيا.

بينما يعد (Alavi, 1980) الطباشيري المبكر بداية الغوران تحت الطبق الإيراني. وبما ان انفتاح وانغلاق محيط التيثس الجديد كان بهيئة فتح وغلق المقص (العلي، ٢٠٠٤)، أي بدأ الانفتاح من الجنوب الشرقي للحافة العربية الخاملة متجهاً الى الشمال الغربي ثم بدأ بالانغلاق من الشمال الغربي متجها إلى الجنوب الشرقي.

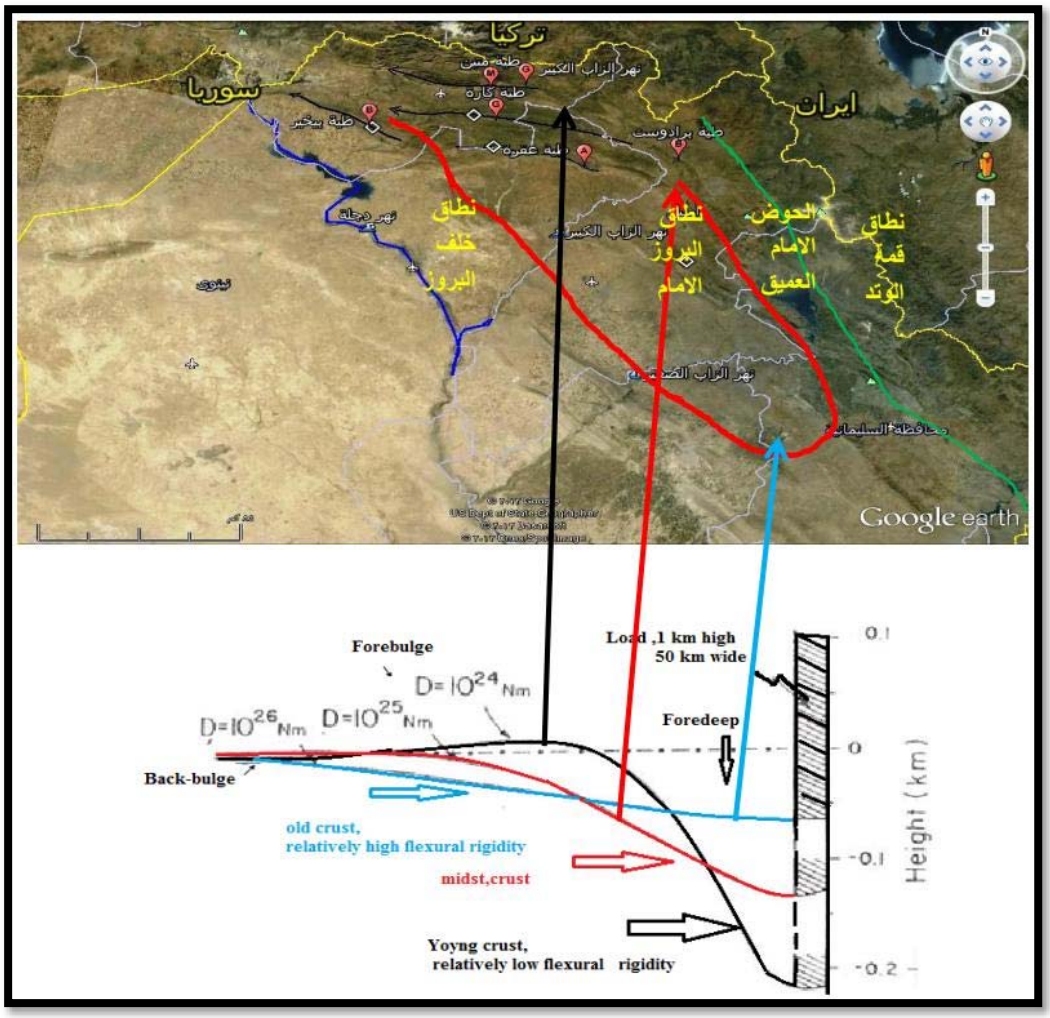
وعند تطبيق هذه التوقيتات مع السلم الزمني الجيولوجي، يتضح ان الليثوسفير القاري للطبق العربي المتصدع امام الطبق التركي يمتلك عمراً حرارياً (Thermal Age) احدث نسبيا (تقريبا ٧٠ مليون سنة) من الليثوسفير المتصدع امام الطبق الإيراني الذي يمتد في العمر تقريبا ١٢٥ مليون سنة قبل تموضع الحمل التكتوني عليها خلال الابيتي – الالبي – السنوماني.

ذلك يعني ان مقاومة الانثناء (Flexural Rigidity) لليثوسفير القاري كانت قيمتها منخفضة (نسبياً) امام منطقة العمادية لذلك فقد نشأ فيها نطاق بروز امام مرتفع ومع الانتقال نحو الجنوب الشرقي كانت قيمة مقاومة الانثناء تزداد لذلك قل ارتفاع نطاق البروز الامام تدريجيا (شكل ٣-٢٦).

أدت الفوالق المستعرضة مثل فالق (الحضر – بخمة) الذي يمتد جزئه الشمالي الشرقي بموازاة نهر الزاب الكبير، وفالق (عنه – قلعه دزه) والذي يمتد جزئه الشمالي الشرقي بموازاة نهر الزاب الصغير (الشكل ٣-٢٤ a)، دوراً في استيعاب التغاير الحاصل في مقاومة الانثناء خلال الانغلاق وحركة الطبق العربي – النوبي بعكس دوران عقارب الساعة. وربما كان لفالق (عنه – قلعة دزة) دوراً حاسماً في الغطس الحاد لبروز قمجوقة كما تبين ذلك من التغاير الجانبي للسحنات عبر هذا الفالق.

وقد تظافرت عوامل أخرى في نهوض بروز قمجوقة في منطقة (العمادية – كاره) خلال مراحل انغلاق محيط التيثس وتطور حوض الفورلاند متمثلا في عدم انتظام شكل الحافة القارية حيث انها ربما كانت ناتئة باتجاه المحيط امام (عمادية – كارة) ثم متراجعة نحو الراسخ امام كركوك.

وأيضا ربما أسهمت إعادة التنشيط للفوالق الاعتيادية الموازية لجبهة الاوروجيني المسبقة التكون (Preexisting) خلال مراحل الغوران وتسليط الحمل التكتوني على حافة الطبق الى تعزيز نهوض نطاق البروز الامام وتطور عدم التوافق الإقليمي بين تكوين قمجوقة والتكوينات الاحدث منه.



الشكل (٣-٢٦) الأعلى- يوضح الامتداد العام لنطاق البروز الامام

الأسفل- يوضح التغاير الجانبي لمقاومة الانثناء D على هيئة انطقة حوض الفورلاند

(Beaumont, 1981) محور ومبسط في (زناد، ٢٠١٣)

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions
And
Recommendation

الاستنتاجات Conclusions: -

١. لعب العامل التكتوني دوراً مهما في فترة ما بعد ترسب تكوين قمجوقة مما أدى الى بروزه على السطح وتكون البروز.

٢. ان مقدمة الحافة الخاملة للطبق العربي – النوبي المتمثلة بتكوين بلامبو كانت قد وصلت الى نطاق غوران الطبق العربي تحت الطبق الاوراسي (شروع انغلاق محيط التيثس الجديد) خلال الالبي – السنوميني، تسلط جراء ذلك حمل تكتوني على تلك الحافة نجم عنه هبوط الليثوسفير القاري للطبق العربي وتشكيل حوض امام عميق صاحبه نهوض تدريجي نحو الراسخ للبروز الامام والمتمثل بتكوين قمجوقة.

٣. ان عدم التوافق بين تكوبن قمجوقة والتكوينات الاحدث نتج عن النمو التدريجي لنطاق البروز الامام لذلك أطلق عليه عدم توافق البروز الامام (Forebulge Unconformity).

٤. ان البروز الامام المتمثل بتكوين قمجوقة لم يكن متجانساً بموازاة جبهة الاوروجيني ومما يعكس عدم تجانس الليثوسفير القاري للطبق العربي من ناحية الخواص الريولوجية والتركيبية، اذ ان ارتفاع البروز الامام كان يقل تدريجيا من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي.

٥. من خلال ادلة عدم التوافق الموجودة بين تكوين قمجوقة والتكوينات الاحدث منه يتبين ان هناك فترة انقطاع بالترسيب نتيجة للانكشاف على السطح، ومن اهم ادلة الانكشاف على السطح التي تم العثور عليها اثناء الدراسة هي: (المدملكات القاعدية Conglomerate، البريشيا، مقاطع التربة، عقد الجيرت، السليكا الاحلالية و معينات الدي دلمته).

٦. وتم تحديد الحد الفاصل بين الدورة الثامنة للصفيحة العربية AP8 والدورة التاسعة للصفيحة العربية AP9 في منطقة الدراسة، وذلك من خلال ادلة عدم التوافق التي تم العثور عليها واختلاف التكاوين المترسبة فوق تكوين قمجوقة واختلاف اعمارها.

التوصيات Recommendation: -

١. دراسة طباقية حياتية دقيقة للحد الفاصل بين تكوين قمجوقة والتكوينات الاحدث وهي (كوميتان ، بخمة ، عقرة ، شرانش) وذلك لتثبيت الحدود بين رواسب الدورة الثامنة للطبق العربي AP8 ورواسب الدورة التاسعة للطبق العربية AP9 في شمالي العراق.

٢. دراسة منشأيه للكسور والعروق المتواجدة في تكوين قمجوقة.

٣. دراسة التطور التكتوني لحوض فورلاند زاكروس في مجمل شمالي العراق في اثناء العصر الثلاثي وفق المفاهيم الحديثة لنظام حوض الفورلاند.

المصادر

References

المصادر:

المصادر العربية:

الحمداني، ربيع خلف زناد، (١٩٩٢). جيولوجية وتركيبية الجزء الجنوبي الشرقي لطية بيرات المحدبة، منطقة بخمة / شمال شرق العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، ص١١٤.

الزوبعي، بركان سعيد عثمان محمد، (٢٠٠٢). دراسة الرسوبية والمسامية لصخور تكوين قمجوقة العلوي في ابار مختارة من حقل جمبور شمال العراق. رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة الموصل، كلية العلوم، ص ٨٨.

العلي، مسعود مرعي هايس، (٢٠٠٤). تطور الحافة العربية الخاملة – المدلولات التركيبية والطباقية. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم، جامعة الموصل، ص١٩٥.

القره داغي، امانج إبراهيم، (١٩٨٩). دراسة السحنات الدقيقة لتكوين بخمة في مقاطع مختارة من شمال شرق العراق، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم، جامعة صلاح الدين، ص١٢٩.

زناد، ربيع خلف حسن، (٢٠١٣). التطور التكتوني لجزء من حوض الفورلاند الزاكروسي خلال الكريتاسي المبكر – الايوسين المبكر شمالي العراق. أطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم، ١٦٦ ص.

المصادر الاجنبية

Agard, P., Omrani, J., Jolivet, L., & Mouthereau, F. (2005). Convergence history across Zagros (Iran): constraints from collisional and earlier deformation. International journal of earth sciences, 94, 401-419.

Alavi, M. (1980). Tectonostratigraphic evolution of the Zagrosides of Iran. Geology, 8(3), 144-149.

Alavi, M. (2007). Structures of the Zagros Fold-Thrust Belt in Iran. American Journal of Science, Vol. 307, PP. 1064 –1095

Al-Banna, N. Y., & Al-Bayati, Z.A. (2016). Study of sedimentary facies and depositional environment in Qamchuqa Formation at Northern Iraq. Kirkuk University Journal-Scientific Studies, 11(2), 145-167.

Al-Ehmeedy, R. I. (2023). Sedimentological evidences for subaerial exposure in the upper surface of Qamchuqa Formation, Bekhme area, northern Iraq. Tikrit Journal of Pure Science, 28(2), 57-63.

Al-Hakari, S. H. S. (2011). Geometric analysis and structural evolution of NW Sulaimani area, Kurdistan region, Iraq. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Sulaimani, 309pp.

Ali,S.A. Jones, B.G. Buckman, S. Ismail,S.A. and Aswad K.J.,2010. Morpho-Tectonic Units of the Zagros Orogenic Belt, NE Iraq: A Modern Analogue for Subduction Accretion Processes. New England Orogen conference(neo ,2010), PP.16-22.

AL-Karadaghi, A. I. F. (2001). Sedimentological Study of the Mauddud Formation in selected borehole from several oil fields Central Iraq. Ph. D. Theses unpublished, University of Baghdad.

Allah-Werdi, N., 2001, Sequence Stratigraphy of the Lower Cretaceous Formations in Bai Hassan, Khabbaz and Jambour fields, North Iraq. Unpublished Ph.D Thesis University of Baghdad.

Al-Qayim , B. & Al-Shaibani, S. (1995). Lithostratigraphy of Cretaceous Tertiary Transects Bekhme Gorge, NE-Iraq Iraqi Geological Journal, Vol. 28, No.2,PP.127-136

Al-Qayim, B., Qadir, F. M., & Albeyati, F. (2010). Dolomitization and porosity evaluation of the Cretaceous Upper Qamchuqa (Mauddud) Formation, Khabbaz oil field, Kirkuk area, northern Iraq. GeoArabia, 15(4), 49-76.

Al-Sadooni, F. N. (1978). Sedimentology and petroleum prospects of the Qamchuqa Group, Northern Iraq (Doctoral dissertation, University of Bristol).

Al-Shakiry, A.J., (1977). The Petrology of Part of the Qamchuqa Formation in Jambur Oil Field. Iraq. Un.pub. Ms.c. thesis. University of Baghdad (155 pp.).

Al-Sharhan, A. S., & Narin, A. E. M. (2003). Sedimentary basins and petroleum geology of the Middle East. Elsevier, Chap. 5-6. 141-178.

Al-Shididi S., Thomas, G and Delfaud, j., 1995. Sedimentology, Diagenesis, and Oil Habita to Lower Cretaceous Qamchuqa Group, Northern Iraq. A.A.P.G Bulletin Vol, 79. No.5, PP.763-779.

Ameen, B. M., & Karim, K. H. (2008). New sedimentologic and stratigraphic characteristics of the upper boundary of qamchuqa formation (early

cretaceous) in ne erbil, kurdistan region, ne iraq. Iraqi Bulletin of geology and mining, 4(2), 1-13.

Aqrawi, A. A. M., Mahdi, T. A., Sherwani, G. H., & Horbury, A. D. (2010). Characterisation of the Mid-Cretaceous mishrif reservoir of the southern Mesopotamian Basin, Iraq. In American Association of Petroleum Geologists Conference and Exhibition (Vol. 7, pp. 7-10).

Beaumont, C. (1981). Foreland basins. Geophysical Journal International, 65(2), 291-329.

Béchennec, F., J. Le Métour, J.-P. Platel and J. Roger (1995). Doming and down-warping of the Arabian platform in Oman in relation to Eoalpine tectonics. In, M.I. Al-Husseini (Ed.), Middle East Petroleum Geosciences Conference, GEO'94. Gulf PetroLink, Bahrain, v. 1, p. 167-178.

Bellen, R. V., Dunnington, H. V., Wetzel, R., & Morton, D. M. (1959). Lexique stratigraphique international Asie. Iraq. Intern. Geol. Conger. Comm. Stratigr, 3, 333.

BELT, K. (2013). TECTONO-STRATIGRAPHIC EVOLUTION OF THE NW SEGMENT OF THE ZAGROS FOLD-THRUST. Journal of Petroleum Geology, 36(1), 75-96.

Bernard, T., Sinclair, H. D., Gailleton, B., & Fox, M. (2021). Formation of longitudinal river valleys and the fixing of drainage divides in response to exhumation of crystalline basement. Geophysical Research Letters, 48(8), e2020GL092210.

Birkland, P. W. (1999). Soils and geomorphology: Oxford University Press: New York. United States, 430.

Boggs, Jr, S., (2006): Principle of Sedimentology and Stratigraphy. 4nd Edition, Person Prentic-Hall, 662p.

Bradley, D. C. (1989). Taconic plate kinematics as revealed by foredeep stratigraphy, Appalachian orogen. Tectonics, 8(5), 1037-1049.

Buday,T.,1980. The Regional Geology of Iraq .Vol.1 :Stratigraphy and Paleogeography .Geosurv Publication, Baghdad 445P

Catuneanu, O., Sweet, A.R., and Mial, A.D.,2000. Reciprocal stratigraphy of the Campanian- Paleocene,Western Interior of North America. Sedimentary Geology Vol. 134, PP. 235-255.

Catuneanu, O. (2004). Retroarc foreland systems—evolution through time. Journal of African Earth Sciences, 38(3), 225-242.

Chatton,M and Hart,E.,1961. Review of the Cenomanian to Maastrichtian tratigraphy in Iraq. Manuscript Report No.2/141.80p.INOC Library. Baghdad

Critelli S., 1999, The Interplay of Lithospheric Flexure and Thrust A Ccomodation in Forming Stratigraphic Sequences in the Southern Apennines Foreland Basin System. Italy.Memorie dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Vol. 10:PP. 257-326

Csontos L., Tamás P., Ágoston S.and István K. 2011. Geology and Petroleum Systems. of Akri-Bijieel Block, Kurdistan Region of Iraq

8P. www.mol.hu/repository/664915.pdf. DeCelles, P. G., & Giles, K. A. (1996). Foreland basin systems. Basin research, 8(2), 105-123.

DeCelles, P. G., & Giles, K. A. (1996). Foreland basin systems. Basin research, 8(2), 105-123.

DeCelles, P.G.,2012, Foreland Basin Systems Revisited: Variations in Response to Tectonic Settings. Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances, First Edition. Edited by Cathy Busby and Antonio Azor Pe´rez.Black well Publishing. Chapter 20. 22 P.

Dewey,J.F.,1977. Suture Zone Complexities: A Review Tectonophysics . No..40,PP.53-67**.**

Dewey,J.F.,Hempton A.R,. Kidds W.S.F. 1986. Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Eastern Anatolia -- young Collision Zone. Geological Society, London, Special Publications; Vol.19; PP.1-36**.**

Fouad, S. F. (2015). Tectonic map of Iraq, scale 1: 1000 000, 2012. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 11(1), 1-7.

Gradstein, F., Ogg, J. and Smith,A. (2004). A Geological Time Scale. Cambridge Uinversity Press. 589P

Haas, J. (2004). Characteristics of peritidal facies and evidences for subaerial exposures in Dachstein-type cyclic platform carbonates in the Transdanubian Range, Hungary. Facies, 50, 263-286.

Jacob,A.C. and StephanA.G.,2008.Turbidity Architecture in Proximal Foreland Basin System Deep-water Depocenters: Insights from the Cenozoic of

Western Europe. Austrian Journal of Earth Science,Vlo.101 ,PP.36 - 51.Vienna.

Jacobi, R.D., 1981. Peripheral Bulge – A Causal Mechanism for the Lower/Middle Ordovician Disconformity along the Western Margin of the Northern Appalachians. Earth and Planet. Sci. Lett., 56, PP. 245-25.

James, G. A., & Wynd, J. G. (1965). Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. AAPG bulletin, 49(12), 2182-2245.

Jassim, S. Z., Karim, S. A., Basi, M. A., Al-Mubarak, M. A., & Munir, J. (1984). Final report on the regional geological survey of Iraq. Stratigraphy. Iraq Geological Survey Library report, (1447).

Jassim, S. Z., Buday, T., & Cicha, I. (2006). Tectonic framework. Geology of Iraq, 45-55.

Jassim, S. Z., & Goff, J. C. (Eds.). (2006). Geology of Iraq. DOLIN, sro, distributed by Geological Society of London.

Jordan, T.E., 1981. Thrust loads and Foreland Basin Evolution, Cretaceous, Western United States: A.A.P.G. Bulletin, Vol. 65, PP. 2506–2520

Kamal, H. K., & Zardasht, A. (2009). Tectonical history of Arabian platform during Late Cretaceous An example from Kurdistan region, NE Iraq.

Karim, K. H., Ismail, K. M., & Ameen, B. M. (2008). Lithostratigraphic study of the contact between kometan and shiranish formations (cretaceous) from Sulaimaniyah governorate, Kurdistan region, NE Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 4(2), 16-27.

Karim, K. H., & Ameen, B. M. Facies analysis of the early cretaceous arabian platform. non published paper.

Karim, K. H., & Surdashy, A. M. (2005). Tectonic and depositional history of upper cretaceous tanjero formation in sulaimaniya area ne-iraq. Journal of Zankoy Sulaimani, 8(1), 1-20.

Karim, K. H., & Taha, Z. A. (2012). Origin of conglomeratic limestone" dokan conglomerate" in dokan area, kurdistan region, ne iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 8(3), 15-24.

Kastner, M., Keene, J. B., & Gieskes, J. M. (1977). Diagenesis of siliceous oozes—I. Chemical controls on the rate of opal-A to opal-CT transformation—an experimental study. Geochimica et cosmochimica acta, 41(8), 1041-1059.

Kendall, C. G. S. C., & Schlager, W. (1981). Carbonates and relative changes in sea level. Marine geology, 44(1-2), 181-212.

Kusznir, N., & Karner, G. (1985). Dependence of the flexural rigidity of the continental lithosphere on rheology and temperature. Nature, 316(6024), 138-142.

Lash, G.G.,1988. Along-Strike Variation in Foreland Basin Evolution: Possible Evidence Continental Collision Along an Irregular Margin: Basin Research Vol. 1,pp.71-83.

Mansour, A. S. M. (2004). Diagenesis of Upper Cretaceous rudist bivalves, Abu Roash area, Egypt: a petrographic study. Geologia Croatica, 57(1), 55-66.

Molnar, P., & Gray, D. (1979). Subduction of continental lithosphere: Some constraints and uncertainties. Geology, 7(1), 58-62.

Numan, N. M. (1997). A plate tectonic scenario for the Phanerozoic succession in Iraq. Iraqi Geological Journal, 30(2), 85-110.

Omar, A. A. (2005). An Integrated Structural and Tectonic Study of the BinaBawi , Safin,Bradost Region. Unpublished Ph.D Thesis, University of Salahaddin .299 P.

Park, W. C., & Schot, E. H. (1968). Stylolites; their nature and origin. Journal of Sedimentary Research, 38(1), 175-191.

Radke, B. M., & Mathis, R. L. (1980). On the formation and occurrence of saddle dolomite. Journal of Sedimentary Research, 50(4), 1149-1168.

Retallack, G. J., Reinhardt, J., & Sigleo, W. R. (1988). Field recognition of paleosols. Geological Society of America Special Paper, 216, 1-20.

Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., Davies, R.B., Hall, S.H., Heward, A.P., Horbury, A.D., Simmons, M.D., (2001). Arabian Plate Sequence Stratigraphy. GeoArabia Special Publication 2, Gulf Petro Link, Bahrain,371p

Sissakian,V.and Youkhana ,R.,1984. The Upper Most Part of Qamchuqa Formation at Shaqlawa Vicinity. Jour. Of the Geol. Soc. of Iraq. Vol .17, PP.1-7

Smith. G.L., Dott. R.H and Ch. W. Byers (1997). Authigenic silica fabric associated with Cambro-Ordovician unconformities in the upper Midwest, Geoscience Wisconsin, vol. 16, pp.25-36.

Smith, G. L., Byers, C. W., & Dott Jr, R. H. (1993). Sequence stratigraphy of the lower Ordovician Prairie du Chien group on the Wisconsin arch and in the Michigan basin. AAPG bulletin, 77(1), 49-67.

Stockmal, G. S., Beaumont, C., & Boutilier, R. (1986). Geodynamic models of convergent margin tectonics: transition from rifted margin to overthrust belt and consequences for foreland-basin development. AAPG Bulletin, 70(2), 181-190.

Surdashy, A. M, & H Karim, K. (2005). Paleocurrent Analysis of Upper Cretaceous Zagros Foreland Basin: A Case Study for Tanjero Formation in Sulaimaniya Area NE-Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, 5(1), 30-44.

Taghavi, A. A., Mørk, A., & Kazemzadeh, E. (2007). Flow unit classification for geological modelling of a heterogeneous carbonate reservoir: Cretaceous Sarvak Formation, Dehluran field, SW Iran. Journal of Petroleum Geology, 30(2), 129-146.

Taha, Z. A. (2008). Sedimentology of upper cretaceous formations from kurdistan region, neþiraq (Doctoral dissertation, Sulaimani University).

Taha, Z. A., & Karim, K. H. (2009). New ideas about Gulneri Formation (Early Turonian) in Dokan area, Kurdistan Region, NE Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 5(2), 29-39.

Wilkerson, M. S., Marshak, S., & van der Pluijm, B. A. (1997). Fold-thrust belts—an essay. Earth structure: US Division, WCB/McGraw-Hill, 444-474.

ABSTRACT

Study of the upper surface of the Qamchuqa Formation and the contact boundaries with other formations above has been performed. The Qamchuqa Formation, which was deposited during the period between the Albain and the middle of the Barrimian (Albain - Intra Barrimian), is considered a part of the sequences of the eighth cycle (AP8) of the Arabian Plate.

Due to the lateral variation of the Qamchuqa Formation from the southeast to the northwest of northern Iraq, the formations that overlain differ starting from the Sulaymaniyah region. The study showed that the Qamchuqa Formation exposed in the Dokan region overlain unconformably with the Kometan Formation due to the evidences of unconformity that was obtained, such as the sharp contact boundary between the Qamchuqa and Kometan Formations and the missing Cenomanian age.

Moving towards the northwest (Erbil region), specifically the Soran region, the upper boundary of the Qamchuqa Formation is exposed. This is where the formation above varies, being overlain by the Bekhma Limestone Formation. It is unconformable with the Qamchuqa Formation due to evidence of unconformity, including the existence of a local breccia layer, and exposed paleosols on the surface, as well as rhombic pieces filled with calcite, revealed the existence of the dedolomitization that was noticed in the petrographically studied samples.

The mechanism of the evolution of the Forland-Zagros basin systems was studied, and the study also included the changes that occurred along the boundary between the eighth and ninth major sedimentary cycles. In the scope of this study, there is an increasing stratigraphic gap from the southeast toward the northwest

between the Qamchuqa formation and the more recent formations (within the ninth cycle (AP9) of the Arabian Plate). This is due to the variation in the rheological properties of the continental lithosphere of the Arabian Plate and the opening and closing of the Tethys Ocean in a scissor shape, starting from the northwest towards the southeast.

University of Mosul

College of Science

A Sedimentological and Tectonic Study of the Boundary Between Qamchuqa Formation and the Successions of Upper Cretaceous in Two Selected Sections - Northeastern Iraq

Mohanad Adnan Noaman Abdullah Al-Abadee

M.Sc. Thesis

In

Geology / Sedimentology

Supervised by

Dr. Rafi Ibrahim Abdullah Al-Hmeedi

Assist. Prof.

Dr. Rabeea Khalaf Hassan Znad

Assist. Prof.

١٤٤٥A.H

٢٠٢٣ A.D

University of Mosul

College of Science

A Sedimentological and Tectonic Study of the Boundary Between Qamchuqa Formation and the Successions of Upper Cretaceous in Two Selected Sections - Northeastern Iraq

M.Sc Thesis Submitted By

Mohanad Adnan Noaman Abdullah Al-Abadee

To

The Council of the College of Science University of Mosul In Partial Fulfillment of the Requirements For the Degree of Master

In

Geology / Sedimentology

Supervised by

Dr. Rafi Ibrahim Abdullah Al-Hmeedi

Assist. Prof.

Dr. Rabeea Khalaf Hassan Znad

Assist. Prof.

١٤٤٥A.H **٢٠٢٣ A.D**