

# مجلة جامعة البعث

سلسلة العلوم الأساسية



مجلة علمية محكمة دورية

المجلد 42 . العدد 14

1442 هـ - 2021 م

الأستاذ الدكتور عبد الباسط الخطيب

رئيس جامعة البعث

المدير المسؤول عن المجلة

رئيس هيئة التحرير

أ. د. ناصر سعد الدين

رئيس التحرير

أ. د. درغام سلوم

مديرة مكتب مجلة جامعة البعث

بشرى مصطفى

عضو هيئة التحرير	د. محمد هلال
عضو هيئة التحرير	د. فهد شريباتي
عضو هيئة التحرير	د. معن سلامة
عضو هيئة التحرير	د. جمال العلي
عضو هيئة التحرير	د. عباد كاسوحة
عضو هيئة التحرير	د. محمود عامر
عضو هيئة التحرير	د. أحمد الحسن
عضو هيئة التحرير	د. سونيا عطية
عضو هيئة التحرير	د. ريم ديب
عضو هيئة التحرير	د. حسن مشرقي
عضو هيئة التحرير	د. هيثم حسن
عضو هيئة التحرير	د. نزار عبشي

تهدف المجلة إلى نشر البحوث العلمية الأصيلة، ويمكن للراغبين في طلبها

الاتصال بالعنوان التالي:

رئيس تحرير مجلة جامعة البعث

سورية . حمص . جامعة البعث . الإدارة المركزية . ص . ب (77)

. هاتف / فاكس : ++ 963 31 2138071

. موقع الإنترنت : [www.albaath-univ.edu.sy](http://www.albaath-univ.edu.sy)

. البريد الإلكتروني : [magazine@ albaath-univ.edu.sy](mailto:magazine@albaath-univ.edu.sy)

**ISSN: 1022-467X**

## شروط النشر في مجلة جامعة البعث

الأوراق المطلوبة:

- 2 نسخة ورقية من البحث بدون اسم الباحث / الكلية / الجامعة) + CD / word من البحث منسق حسب شروط المجلة.
  - طابع بحث علمي + طابع نقابة معلمين.
  - إذا كان الباحث طالب دراسات عليا:  
يجب إرفاق قرار تسجيل الدكتوراه / ماجستير + كتاب من الدكتور المشرف بموافقة على النشر في المجلة.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية:  
يجب إرفاق قرار المجلس المختص بإنجاز البحث أو قرار قسم بالموافقة على اعتماده حسب الحال.
  - إذا كان الباحث عضو هيئة تدريسية من خارج جامعة البعث :  
يجب إحضار كتاب من عمادة كليته تثبت أنه عضو بالهيئة التدريسية و على رأس عمله حتى تاريخه.
  - إذا كان الباحث عضواً في الهيئة الفنية :  
يجب إرفاق كتاب يحدد فيه مكان و زمان إجراء البحث ، وما يثبت صفته وأنه على رأس عمله.
  - يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات (العلوم الطبية والهندسية والأساسية والتطبيقية):  
عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1- مقدمة
  - 2- هدف البحث
  - 3- مواد وطرق البحث
  - 4- النتائج ومناقشتها .
  - 5- الاستنتاجات والتوصيات .
  - 6- المراجع.

- يتم ترتيب البحث على النحو الآتي بالنسبة لكليات ( الآداب - الاقتصاد - التربية - الحقوق - السياحة - التربية الموسيقية وجميع العلوم الإنسانية):
- عنوان البحث .. ملخص عربي و إنكليزي ( كلمات مفتاحية في نهاية الملخصين).
- 1. مقدمة.
- 2. مشكلة البحث وأهميته والجديد فيه.
- 3. أهداف البحث و أسئلته.
- 4. فرضيات البحث و حدوده.
- 5. مصطلحات البحث و تعريفاته الإجرائية.
- 6. الإطار النظري و الدراسات السابقة.
- 7. منهج البحث و إجراءاته.
- 8. عرض البحث و المناقشة والتحليل
- 9. نتائج البحث.
- 10. مقترحات البحث إن وجدت.
- 11. قائمة المصادر والمراجع.
- 7- يجب اعتماد الإعدادات الآتية أثناء طباعة البحث على الكمبيوتر:
  - أ- قياس الورق 25×17.5 B5.
  - ب- هوامش الصفحة: أعلى 2.54- أسفل 2.54 - يمين 2.5- يسار 2.5 سم
  - ت- رأس الصفحة 1.6 / تذييل الصفحة 1.8
  - ث- نوع الخط وقياسه: العنوان . Monotype Koufi قياس 20
- . كتابة النص Simplified Arabic قياس 13 عادي . العناوين الفرعية Simplified Arabic قياس 13 عريض.
- ج . يجب مراعاة أن يكون قياس الصور والجداول المدرجة في البحث لا يتعدى 12سم.
- 8- في حال عدم إجراء البحث وفقاً لما ورد أعلاه من إشارات فإن البحث سيهمل ولا يرد البحث إلى صاحبه.
- 9- تقديم أي بحث للنشر في المجلة يدل ضمناً على عدم نشره في أي مكان آخر، وفي حال قبول البحث للنشر في مجلة جامعة البعث يجب عدم نشره في أي مجلة أخرى.
- 10- الناشر غير مسؤول عن محتوى ما ينشر من مادة الموضوعات التي تنشر في المجلة

11- تكتب المراجع ضمن النص على الشكل التالي: [1] ثم رقم الصفحة ويفضل استخدام التهميش الإلكتروني المعمول به في نظام وورد WORD حيث يشير الرقم إلى رقم المرجع الوارد في قائمة المراجع.

تكتب جميع المراجع باللغة الانكليزية (الأحرف الرومانية) وفق التالي:

آ . إذا كان المرجع أجنبياً:

الكنية بالأحرف الكبيرة . الحرف الأول من الاسم تتبعه فاصلة . سنة النشر . وتتبعها معترضة ( - ) عنوان الكتاب ويوضع تحته خط وتتبعه نقطة . دار النشر وتتبعها فاصلة . الطبعة ( ثانية . ثالثة ) . بلد النشر وتتبعها فاصلة . عدد صفحات الكتاب وتتبعها نقطة . وفيما يلي مثال على ذلك:

-MAVRODEANUS, R1986- Flame Spectroscopy. Willy, New York, 373p.

ب . إذا كان المرجع بحثاً منشوراً في مجلة باللغة الأجنبية:

. بعد الكنية والاسم وسنة النشر يضاف عنوان البحث وتتبعه فاصلة، اسم المجلد ويوضع تحته خط وتتبعه فاصلة . المجلد والعدد ( كتابة مختزلة ) وبعدها فاصلة . أرقام الصفحات الخاصة بالبحث ضمن المجلة . مثال على ذلك:

BUSSE,E 1980 Organic Brain Diseases Clinical Psychiatry News , Vol. 4. 20 – 60

ج . إذا كان المرجع أو البحث منشوراً باللغة العربية فيجب تحويله إلى اللغة الإنكليزية و التقيد

بالبنود ( أ و ب ) ويكتب في نهاية المراجع العربية: ( المراجع In Arabic )

## رسوم النشر في مجلة جامعة البعث:

1. دفع رسم نشر (20000) ل.س عشرون ألف ليرة سورية عن كل بحث لكل باحث يريد نشره في مجلة جامعة البعث.
2. دفع رسم نشر (50000) ل.س خمسون ألف ليرة سورية عن كل بحث للباحثين من الجامعة الخاصة والافتراضية .
3. دفع رسم نشر (200) مئتا دولار أمريكي فقط للباحثين من خارج القطر العربي السوري .
4. دفع مبلغ (3000) ل.س ثلاثة آلاف ليرة سورية رسم موافقة على النشر من كافة الباحثين.

## المحتوى

الصفحة		
38-11	حمزة الرحية وليد صهيوني علا السباعي	تأثير تغير درجة التآين على تابع توزيع طاقة الالكترونون (FEEDF) لبلازما الأرعون
76- 31	أ.د محمد القاضي محمود يوسف د مظهر إبراهيم	دراسة ليثو- سحنية لتوضعات السجيل الزيتي في منطقة خناصر
96-77	د.رياض الحميدو أ.د.طالب غربية لوي أحمد صالحه	مسلمات الفصل في الفضاءات النتروسوفيكية الهشة الثنائية
120-97	عبد السلام تركماني محمد خالد يزبك	تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا) لتطبيقات صناعة السيراميك
138-121	د. محمد حريثاني د. ملكي ساعور	تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4- أوكسي ثنائي أنيلين







# تأثير تغير درجة التأين على تابع توزيع طاقة الالكترونون (EEDF) لبلازما الأرغون

علا السباعي\*، وليد صهيوني\*\*، حمزة الرحية\*\*\*

## ملخص البحث

تم في هذا البحث اجراء دراسة احصائية لدالة توزيع طاقة الالكترونون (EEDF) لبلازما الأرغون، كما تم ايجاد معاملات انتقال الالكترونون من خلال حل معادلة بولتزمان باستخدام التقريب ثنائي الحد. حيث تم بداية بيان تغير مساحة المقطع العرضي للتصادمات في حالات الأرغون الثلاث (المستقرة والمثارة والمتأينة)، إضافة لذلك أيضاً تم رسم سرعة الانجراف ومعامل الانتشار للالكترونون. وفي المرحلة الثانية تمت دراسة تأثير الحقل الكهربائي المختزل على دالة توزيع طاقة الالكترونون (EEDF). وفي المرحلة الثالثة تمت دراسة تأثير تغير درجات التأين على دالة توزيع طاقة الالكترونون (EEDF) عند ثبات قيمة الحقل الكهربائي المختزل.

وبالنتيجة تبين لنا أنه عند دراسة تأثير الحقل الكهربائي المختزل على دالة (EEDF) أنها تقترب من توزيع دريوفيستين (Druyvesteyn) وذلك عند القيم المنخفضة للحقل. أما عندما يكون الحقل الكهربائي كبيراً فإن ذيل الدالة (EEDF) ينخفض عند الطاقات الأعلى ببطئ أكثر من توزيع ماكسويل ويميل شكل (EEDF) إلى التقعر. وبالنتيجة لوحظ أيضاً أنه عند زيادة درجة التأين يصبح تابع التوزيع EEDF أكثر ماكسويلياً أي يصبح خط مستقيم بثبات قيمة الحقل الكهربائي المختزل، بينما تأثير درجة التأين على (EEDF) عند الطاقات المنخفضة يكون ضعيفاً.

كلمات مفتاحية: تابع توزيع طاقة الالكترونون (EEDF)، معادلة بولتزمان، بلازما الأرغون، بارامترات الانتقال، الحقل الكهربائي المختزل، درجة التأين.

(\* طالبة دكتوراه فيزياء احصائية حرارية في قسم الفيزياء -كلية العلوم -جامعة البعث-حمص-سوريا.

(\*\*) أستاذ في قسم الفيزياء -كلية العلوم-جامعة البعث-حمص-سوريا.

(\*\*\*) أستاذ مساعد في قسم الفيزياء -كلية العلوم-جامعة البعث-حمص-سوريا.

# The influence of ionization degrees variation on the electron energy distribution function (EEDF) of Argon plasma

Olla Asebai\*, Walid Sahyouni\*\*, Hamza Alrhia\*\*\*

## Abstract

The aim of this research is a statistical study of the electron energy distribution function (EEDF) of argon plasma, and the electron transfer coefficients were found by solving the Boltzmann equation using two-term approximation.

In the first stage, the change of the cross-section area for collisions was plotted in the three argon states (stable, excited and ionized). In addition, the drift velocity and diffusion coefficient also were plotted.

In the second stage, the effect of the reduced electric field on the electron energy distribution function (EEDF) was studied.

In the third stage, the effect of changing the degrees of ionization on the electron energy distribution function (EEDF) is studied when the value of the reduced electric field is constant.

As a result, we found that when studying the effect of the reduced electric field on the EEDF function, it was observed that it approximates the Druyvesteyn distribution at the low values of the field. When the electric field is large, the tail of the EEDF decreases at higher energies more slowly than the Maxwell distribution, and the EEDF tends to be concave. As a result, it has also been observed that when ionization degrees increase, The EEDF becomes more maxwellian, meaning that it becomes a straight line with a constant value of the reduced electric field, while the effect of the ionization degree on (EEDF) at low

**Keywords:** electron energy distribution (EEDF), Boltzmann equation, argon plasma, transport parameters, reduced electric field, ionization degrees.

\*) PHD student of Physics-Faculty of Science-AL Baath University Homs-Syria.

Email: oalsebai@albaath-univ.edu.sy

\*\*\*) Prof. Dr. of Physics-Faculty of Science- AL Baath University Homs-Syria.

Email: wsahyouni@albaath-univ.edu.sy.

\*\*\*\*) Associate Prof. Dr. of Physics-Faculty of Science- AL Baath University Homs-Syria.

Email: halrhia@albaath-univ.edu.sy.

## 1- مقدمة:

يمكن وصف البلازما بأنها عبارة عن وسط متعادل من الجسيمات سالبة وموجبة الشحنة وصفاً عاماً تعوزه الدقة وذلك لأن تشكل البلازما يجب أن يحقق شروط معروفة، وتغطي البلازما مجالاً واسعاً من تراكيز الإلكترونات وتصنف تبعاً لذلك الى بلازما كثيفة وبلازما غير كثيفة، وقد تم نشر العديد من الأبحاث المتعلقة بدراسة غاز البلازما الكثيفة منها دراسة تدفق وطاقة أشعة أيونات الهيليوم المنتجة من أجهزة البلازما المختلفة الكثافة عند تغيرات ضغط الغاز [1]. ودراسة خصائص شعاع الأيونات المنتجة بأجهزة البلازما الكثيفة NX2 مع غازي الهيليوم والأزوت [2]. وتم أيضاً اجراء أطروحيتين بعنوان التحسين الأمثل للأشعة السينية للنتروجين من أجهزة البلازما الكثيفة NX2 [3]، والتحسين الأمثل للأشعة السينية للنيون من أجهزة البلازما الكثيفة NX2 [4].

أما البلازما متغيرة الكثافة فتم دراسة التأثير المتبادل بين حزمة الكترونية نسبية مع بلازما كثيفة ساخنة غير متجانسة بوجود حقل مغناطيسي خارجي ساكن [5]. ودراسة اللااستقرارات لحزمة الكترونية في بلازما كثيفة ساخنة غير متجانسة [6].

قمنا من خلال بحث سابق بدراسة بعض الخصائص الإحصائية (في حالة التوازن الحراري و حالة اللاستقرارات) وذلك لأنواع عديدة من البلازما عند درجات حرارة مختلفة و تم تحديد التوزعات الإحصائية التي تصفها بدلالة تغير بعض متحولاتها مع التركيز على حالة التوازن الحراري الموضوعي [7].

تعتبر الطريقة الإحصائية احدى الطرق الهامة للدراسة والتي من خلالها يمكن الحصول على المعادلات الإحصائية. وبما أن جسيمات البلازما تمتلك طاقة مرتفعة التي يمكن أن تنقلها الى جسيمات أخرى عن طريق التصادمات، فان الطاقة المنقلة يمكن أن تكون قادرة على تفكيك الجزيئات المثارة فتنشكّل أيونات وجسيمات جديدة مما يزيد من احتمالات التصادمات ويزيد من تعقيد الحسابات الطاقية والاحصائية للبلازما.

من أجل التبسيط، شاع استخدام الغازات الخاملة (وحيدة الذرة) كونها تشكل أبسط وسط بلازمي يمكن دراسته وفق المعادلات الاحصائية. ولقد كان اختيار الأرغون لعدة أسباب

أهمها وفرته الكبيرة في الغلاف الجوي (حيث يعتبر ثالث غاز من حيث الوفرة بعد الآزوت والأكسجين)، اضافة لكلفة استحصاله المنخفضة، والسبب الأهم هو انخفاض طاقة التأين الخاصة به مقارنة بالغازات الأخرى [8].

يستخدم الأرجون عالي النقاوة بشكل شائع في تقانات البلازما منخفضة ومرتفعة الضغط، وتتعدد تطبيقات بلازما الأرجون في الأبحاث النظرية وفي مجالات عديدة مثل الطب (طب الأمراض الجلدية، طب العيون، التنظير، اضافة الى التعقيم وقتل الجراثيم) [9]، وفي صناعة أنصاف النواقل [10]، وفي تقانة النانو، والكيمياء التحليلية، ومعالجة أسطح المواد وغيرها [11,12].

إن المعادلات الإحصائية كما ذكرنا سابقاً هي التي تعطينا الوصف الحقيقي لحالة البلازما، فمن أهم المقادير الاحصائية توزع سرعة الالكترونات، وتوزع طاقة الالكترونات (EEDF)، التي تعد من أهم خصائص البلازما والتي تخضع لأحد التوزعات الاحصائية (ماكسويل، بولتزمان، دوريفستين) [13,14].

يمكن من خلال دراسة (EEDF) معرفة بارامترات البلازما وتغيراتها مثل: ضغط الغاز، درجة التأين، درجة حرارة الغاز، الحقل الكهربائي المطبق وتردده، الحقل الكهربائي المختزل، كثافة الالكترونات والأيونات... الخ. ولما كانت (EEDF) هي التي تصف تفاعلات الجسيمات وتصادماتها، فهي التي تلعب الدور الرئيس في نمذجة البلازما وحساباتها [15,16].

إن تابع توزيع طاقة الالكترتون (EEDF) يفترض في دراستنا أن التصادمات بين الجسيمات (الالكترونات، الأيونات، الذرات) في غالبيتها هي تصادمات مرنة، بمعنى أن التصادمات غير المرنة تكون مهمة. إن التصادمات هي: تصادم إلكترون- إلكترون، تصادم إلكترون-أيون، تصادم أيون-أيون، مع اهمال التصادمات مع الجزيئات المثارة لندرتها [17].

إن التطور الكبير الحاصل في الثورة الرقمية قاد لاستخدام العديد من التقانات الحاسوبية في إيجاد خصائص البلازما من خلال نمذجة ومحاكاة ظواهر البلازما (تصادمات) التي استخدمت التقريب ثنائي الحد لحل معادلة بولتزمان [18].

قام العديد من الباحثين بإيجاد (EEDF) لأنواع مختلفة من البلازما الغازية، فمثلاً قام نيكهان nighan بإيجاد (EEDF) لغازي (CO, CO<sub>2</sub>) ومزائجهما، وذلك بالاعتماد على البيانات المتوافرة عن التصادمات الحاصلة داخل البلازما، و قد لاحظ من خلال الدراسة أن (EEDF) لا تخضع لتوزيع ماكسويل، كما أظهرت المنحنيات أن الاثارة الاهتزازية للإلكترونات الغازين (CO, CO<sub>2</sub>) يهيمن عليها عمليات تبادل الطاقة بين الإلكترونات والجزئيات في المجال (1-3 eV) [19]. أما سوکاي Sugai فقد درس (EEDF) لمركبات فلور الكربون (CF<sub>3</sub>, CF<sub>2</sub>, CF) وتبين له أن (EEDF) يتغير من توزيع ماكسويل الى توزيع ماكسويل المزدوج (مجموع توزيعي ماكسويل) وذلك تبعاً لنوع الجسيمات والجزور المتشكلة في وسط البلازما وتبعاً لدرجة حرارة الإلكترونات [20].

كذلك درس جاسم Jassim (EEDF) لغاز سداسي فلور الكبريت (SF<sub>6</sub>) ومزائجه مع غاز الهليوم (H<sub>2</sub>) وذلك من خلال حل معادلة بولتزمان، وكذلك تم ايجاد معاملات الانتقال (transport parameters) لمزائج نسب مختلفة من الغازين، حيث بينت الدراسة أن لها تأثيراً كبيراً على (EEDF) ومعاملات الانتقال، وأن متوسط طاقة الإلكترونات تتناقص بشكل أسي مع تزايد نسبة (SF<sub>6</sub>) [21]. ويشكل مشابه درس جواد Jawad التابع (EEDF) ومعاملات الانتقال لغازي (H<sub>2</sub>) و (N<sub>2</sub>) ومزائجهما [22]. أما طه Taha فقد درس تأثير درجة حرارة الإلكترونات على (EEDF) لغازي (SF<sub>6</sub>, CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) ولاحظ أن دالة التوزيع (EEDF) تتزاح نحو الطاقات الأعلى مع تزايد الطاقة الوسطى للإلكترونات التي تزداد مع تزايد درجة حرارة الإلكترونات [23]. وقد قمنا في بحث سابق بدراسة تأثير تغير الحقل الكهربائي على تابع توزيع طاقة الإلكترون لبلازما الأرغون حيث لاحظنا بأنه عند دراسة تأثير تردد الحقل الكهربائي المطبق على بلازما غاز الأرغون ضمن مجال يتراوح بين (2-10 Hz) ازدياداً في طاقة الإلكترون بزيادة قيمة التردد وبتزاح التابع (EEDF) نحو اليمين أي (نحو الطاقات الأعلى). أما عند

الطاقات المنخفضة لاحظنا بأن تأثير التردد على (EEDF) عند الطاقات المنخفضة يكون ضعيفاً وهذا ما دل عليه تقارب خطوط (EEDF) عند الطاقات المنخفضة لقيم مختلفة من الترددات [24].

في هذا البحث، قمنا بحساب (EEDF) لغاز الأرجون، وبيننا تأثير تغير تردد الحقل الكهربائي المختزل على (EEDF) بالإضافة الى دراسة تأثير درجة التأين على تابع توزيع الطاقة. وهنا لا بد من التعرف على أنواع التصادمات (التفاعلات) التي تحدث في الوسط البلازمي ونورد بعضها في الجدول التالي [26-31]:

الجدول (1) تصادمات الجسيمات في وسط بلازما الأرجون ومعدل حدوث كل تصادم

التصادم	معدل حدوث التصادم
$Ar^+ + 2e \rightarrow Ar + e$	$8.75 \times 10^{-39} (T_e)^{-4.5}$
$Ar^+ + e + Ar \rightarrow Ar + Ar$	$1.5 \times 10^{-40} (T_g / 300)^{-2.5}$
$Ar^*_2 + e \rightarrow Ar^+_2 + 2e$	$9 \times 10^{-14} (T_e)^{0.7} \exp(-3.66/T_e)$
$Ar^*_2 + e \rightarrow 2Ar + e$	$1 \times 10^{-15}$
$Ar(4s) + Ar(4s) \rightarrow Ar^+_2 + e$	$3.15 \times 10^{-16} (T_g / 300)^{-1/2}$
$Ar(4s) + Ar(4s) \rightarrow Ar^+ + Ar + e$	$1.62 \times 10^{-16} (T_g)^{1/2}$
$Ar(4s) + Ar(4p) \rightarrow Ar^+ + Ar + e$	$1.62 \times 10^{-16} (T_g)^{1/2}$
$Ar(4p) + Ar(4p) \rightarrow Ar^+ + Ar + e$	$1.62 \times 10^{-16} (T_g)^{1/2}$
$Ar^*_2 + Ar^*_2 \rightarrow Ar^+_2 + 2Ar + e$	$5 \times 10^{-16} (T_g / 300)^{1/2}$
$Ar^*_2 + Ar(4s) \rightarrow Ar^+_2 + Ar + e$	$6 \times 10^{-16} (T_g / 300)^{1/2}$
$Ar(4s) \rightarrow Ar + hv$	$(1.15 / \pi) \sqrt{(105.7 / 18)}$ $x 3.145x 10^8$
$Ar(4p) \rightarrow Ar(4s) + hv$	$4.4x10^7$
$Ar^*_2 \rightarrow 2Ar + hv$	$6x10^7$



## 2- الحسابات العددية:

تعطى معادلة بولتزمان من أجل الالكترونات والغازات المتأينة مع الأخذ بعين الاعتبار حالات التصادم [11]:

$$\left. \frac{\partial f}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla_{\vec{r}} f + \frac{e}{m} \vec{E} \cdot \nabla_{\vec{v}} f \right|_c = \frac{\partial f}{\partial t} \quad (1)$$

حيث  $f \equiv f(\vec{r}, \vec{v}, t)$  هو تابع توزع الالكترونون في فضاء طورى سداسي الأبعاد،  $\vec{v}$  هي احداثيات السرعة، و  $e$  هي شحنة الالكترون، و  $m$  هي كتلة الالكترون، و  $\vec{E}$  هو الحقل الكهربائي، و  $\nabla_{\vec{v}}$  مؤثر تدرج السرعة، و  $\left. \frac{\partial f}{\partial t} \right|_c$  يمثل معدل التغيير في  $f$  تبعاً للتصادمات.

لحل معادلة بولتزمان، نفترض بأن الحقل الكهربائي واحتمالات التصادم منتظمة مكانياً spatially uniform على مقياس scale المسار الحر الوسطي للتصادم. عندئذٍ، فإن تابع توزع الالكترونات  $f$  يكون متناظراً حول اتجاه الحقل الكهربائي في فضاء السرعة، وباستخدام الإحداثيات الكروية في فضاء السرعة نحصل على:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + v \cos \theta \frac{\partial f}{\partial z} - \frac{e}{m} E \left( \cos \theta \frac{\partial f}{\partial v} + \frac{\sin^2 \theta}{v} \frac{\partial f}{\partial \cos \theta} \right) = \left. \frac{\partial f}{\partial t} \right|_c \quad (2)$$

حيث  $v$  هي قيمة السرعة، و  $\theta$  هي الزاوية بين السرعة واتجاه الحقل، و  $z$  هو الموضع على امتداد هذا الاتجاه.

إن المقاربة الشائعة لحل المعادلة (2) هو أن يتم توسيع الدالة  $f$  بطريقة كثيرات حدود ليجيندر Legendre polynomials بالنسبة لـ  $\cos \theta$  (توسيع التوافقيات الكروية spherical harmonics expansion). حيث تم نشر حدود المعادلة وفق قواعد ليجندر فظهر لدينا الكثير من الحدود وللحصول على دقة عالية يكتفى عادة بستة حدود.

$$f(v, \cos \theta, z, t) = f_0(v, z, t) + f_1(v, z, t) - f_2(v, z, t) + f_3(v, z, t) - f_4(v, z, t) + f_5(v, z, t) \cos \theta$$

ولكن في بعض الحالات يمكن الاكتفاء بحدين وتكون النتائج جيدة جداً، وبذلك تنشر  $f$  كما يلي:

$$f(v, \cos \theta, z, t) = f_0(v, z, t) + f_1(v, z, t) \cos \theta \quad (3)$$

حيث  $f_0$  هي الجزء المتماثل الخواص isotropic و  $f_1$  هي الجزء المتباين الخواص anisotropic perturbation. مع ملاحظة أن الزاوية  $\theta$  متعلقة باتجاه الحقل، لذلك، فإن  $f_1$  يكون سالباً، يلاحظ أيضاً أن  $f$  يكون موحداً (منظماً) ويعطى تكامله كما يلي:

$$\iiint f d^3v = 4\pi \int_0^\infty f_0 v^2 dv = n \quad (4)$$

حيث  $n$  هي الكثافة العددية للإلكترونات.

يتم إيجاد معادلات  $f_0$  و  $f_1$  وذلك بتعويض المعادلة (3) في المعادلة (2)، والضرب بكثيرات حدود ليجيندر وبالمكاملة على امتداد  $\cos \theta$  تظهر معنا المعادلتين التاليتين بالنسبة لـ  $f_0$  و  $f_1$ :

$$\frac{\partial f_0}{\partial t} + \frac{\gamma}{3} \varepsilon^{1/2} \frac{\partial f_1}{\partial z} - \frac{\gamma}{3} \varepsilon^{-1/2} \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \varepsilon E f_1 = C_0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial t} + \gamma \varepsilon^{1/2} \frac{\partial f_0}{\partial z} - E \gamma \varepsilon^{1/2} \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} = -N \sigma_m \gamma \varepsilon^{1/2} f_1 \quad (6)$$

حيث إن  $\gamma = (2e/m)^{1/2}$  هو مقدار ثابت، و  $\varepsilon = (v/\gamma)^2$  هو طاقة الإلكترون بوحدة الإلكترون-فولت (eV). و  $C_0$  يمثل التغير في  $f_0$  إلى التصادمات، و  $\sigma_m$  هو المقطع العرضي الكلي لانتقال الدفع من جميع عمليات التصادم الممكنة  $k$  ويعطى بالعلاقة:

$$\sigma_m = \sum_k x_k \sigma_k \quad (7)$$

حيث إن  $x_k$  هو الكسر المولي للغازات؛ حيث أن الغاز يمكن أن يكون خليطاً من أنواع مختلفة، وهو ما يعادل واحداً في هذه الدراسة. ومن أجل التصادم المرن، إن  $\sigma_k$  هو المقطع العرضي الفعال لانتقال الدفع.

ولقد قمنا بفصل التابعة الطاقية لـ  $f$  عن تابعيتها للزمان والمكان بافتراض أن:

$$f_0(\varepsilon, z, t) = \frac{1}{2\pi\gamma^3} F_0(\varepsilon) n(z, t) \quad (8)$$

$$f_1(\varepsilon, z, t) = \frac{1}{2\pi\gamma^3} F_1(\varepsilon) n(z, t) \quad (9)$$

حيث إن التوزيع الطاقى  $F_{0,1}(\varepsilon)$  يكون ثابتاً في الزمان والمكان (الفضاء) وموحداً وذلك لأن العدد الكلي للإلكترونات محفوظ في كل عمليات التصادم الممكنة:

$$\int_0^{\infty} \varepsilon^{1/2} F_0 d\varepsilon = 1 \quad (10)$$

ويمكن كتابة المعادلة (6) بالشكل التالي:

$$F_1 = \frac{E}{N} \frac{1}{\tilde{\sigma}_m} \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} \quad (11)$$

حيث أن  $\tilde{\sigma}_m = \sigma_m + \bar{v}_i / N\gamma\varepsilon^{1/2}$ ، تردد الإنتاج الصافي وبالتعويض في المعادلة (5) نحصل على:

$$-\frac{\gamma}{3} \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \left( \left( \frac{E}{N} \right)^2 \frac{\varepsilon}{\tilde{\sigma}_m} \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} \right) = \tilde{C}_0 + \tilde{R} \quad (12)$$

حيث:  $\tilde{R} = -\frac{\bar{v}_i}{N} \varepsilon^{1/2} F_0$  و  $\tilde{C}_0 = 2\pi\gamma^3 \varepsilon^{1/2} \frac{C_0}{Nn}$  من جهة أخرى، يجب النظر في تجارب الحالة المستقرة مع اعتبار التزايد المكاني الأسي دون الاعتماد على الزمن. هذه الحالة تكون ملائمة أكثر لإنفراغ الغاز المستمر DC،

المعادلة (6) من أجل هذه الحالة يمكن التعبير عنها بالشكل:

$$F_1 = \frac{1}{\sigma_m} \left( \frac{E}{N} \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} + \frac{\alpha}{N} F_0 \right) \quad (13)$$

والمعادلة (5):

$$-\frac{\gamma}{3} \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \left( \left( \frac{E}{N} \right)^2 \frac{\varepsilon}{\tilde{\sigma}_m} \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} \right) = \tilde{C}_0 + \tilde{R}, \quad (14)$$

$$\tilde{R} = \frac{\alpha \gamma}{N^3} \left[ \frac{\varepsilon}{\sigma_m} \left( 2 \frac{E}{N} \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} + \frac{\alpha}{N} F_0 \right) + \frac{E}{N} F_0 \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \left( \frac{\varepsilon}{\sigma_m} \right) \right] \quad \text{حيث:}$$

$$\alpha = \frac{1}{2D} \left( \mu E - \sqrt{(\mu E)^2 - 4D\bar{v}_i} \right)$$

حيث  $\alpha$  هو معامل تاونسند و  $D$  معامل الانتشار و  $\mu$  الحركية و  $N$  كثافة الغاز.

يمكن تقسيم حدود التصادم إلى: تصادم إلكترون-إلكترون والمساهمة من جميع عمليات التصادم المختلفة The collision term.

$$\tilde{C}_0 = \sum_k \tilde{C}_{0,k} + \tilde{C}_{0,e} \quad (15)$$

يعطى حد تصادم إلكترون-إلكترون بالعلاقة التالية:

$$\tilde{C}_{0,e} = a \frac{n}{N} \frac{\partial}{\partial \varepsilon} \left[ 3A_1 F_0 + 2 \left( A_2 + \varepsilon^{3/2} A_3 \right) \frac{\partial F_0}{\partial \varepsilon} \right] \quad (16)$$

توصف الحدود في (16) كما يلي المرجع [25]:

$$A_1 = \int_0^\varepsilon u^{1/2} F_0(u) du, \quad A_2 = \int_0^\varepsilon u^{3/2} F_0(u) du, \quad A_3 = \int_0^\infty F_0(u) du,$$

$$a = \frac{e^2 \gamma}{24\pi \varepsilon_0^2} \ln \Lambda, \quad \Lambda = \frac{12\pi (\varepsilon_0 k_B T_e)^{3/2}}{e^3 n^{1/2}}, \quad k_B T_e = \frac{2}{3} e A_2(\infty).$$

عند الجمع بين هذه العلاقات، يمكن كتابة معادلة EEDF بشكل مألوف أكثر، وهي

تشبه معادلة انتشار الحمل الحراري الثابتة في الفضاء الطاقوي:

$$\frac{d}{d\varepsilon} \left( \tilde{W} F_0 - \tilde{D} \frac{dF_0}{d\varepsilon} \right) = \tilde{S} \quad (17)$$

يمثل الحد  $\tilde{W} = -\gamma\epsilon^2\sigma_\epsilon - 3a\frac{n}{N}A_1$  التغيير في تدفق طاقة الإلكترون في المجال الطاقى.

$$\tilde{D} = \frac{\gamma}{3}\left(\frac{E}{N}\right)^2 \frac{\epsilon}{\tilde{\sigma}_m} + \frac{\gamma k_B T_e}{e} \epsilon^2 \sigma_\epsilon + 2a\frac{n}{N}\left(A_2 + \epsilon^{3/2}A_3\right)$$

يمثل معامل الانتشار (diffusion coefficient)

$$\sigma_m = \sum_{K=elastic} \frac{2m}{M_k} x_k \sigma_k$$

والرمز  $\sigma_m$  يمثل المقطع العرضي (Total momentum-transfer cross-section).

$$S = \sum_{k=inelastic} C_{0,k} + G$$

والرمز  $S$  يمثل التشتت (scattering).

تم حل معادلة (EEDF) بتقنيات عددية بافتراض شروط حدية:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \epsilon} &= 0 & at & \epsilon = 0 \\ f &= 0 & at & \epsilon = \epsilon_{final} \end{aligned}$$

حيث  $\epsilon_{final}$  هي الطاقة القصوى التي يجب مراعاتها.

### 3- معاملات الانتقال transport parameters:

بعد إيجاد (EEDF) تم تحديد معاملات الانتقال: الحركية ( $\mu$ ) mobility والانتشار (D) diffusion coefficient وسرعة الانجراف ( $v_d$ ) drift velocity ومعدلات التفاعل ( $K_k$ ) reaction rates والطاقة المميزة ( $\epsilon_k$  characteristic energy) [25].

وتعطى المعاملات السابقة بالعلاقات التالية:

$$\mu = -\frac{\gamma}{3N} \int_0^\infty \frac{\epsilon}{\tilde{\sigma}_m} \frac{\partial F_0}{\partial \epsilon} d\epsilon \quad (18)$$

$$D = \frac{\gamma}{3N} \int_0^\infty \frac{\epsilon}{\tilde{\sigma}_m} F_0 d\epsilon \quad (19)$$

$$K_k = \gamma \int_0^{\infty} \varepsilon \sigma_k F_0 d\varepsilon \quad (20)$$

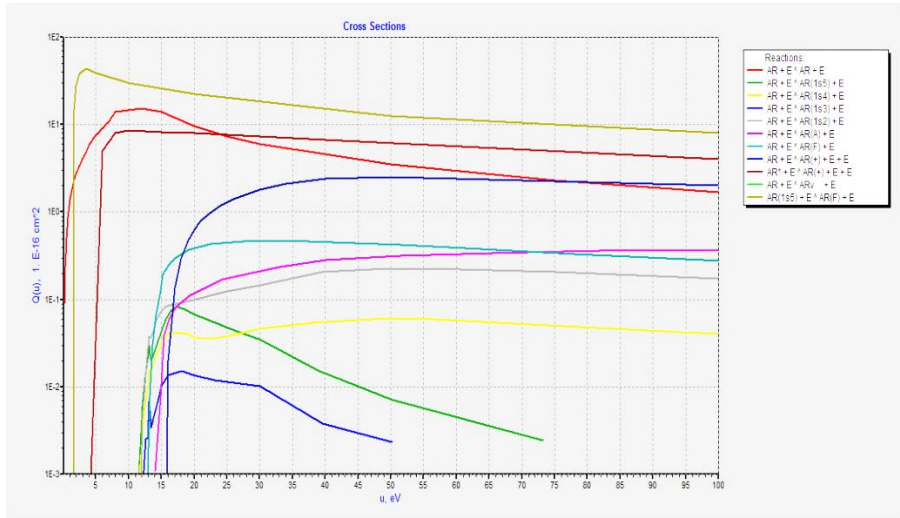
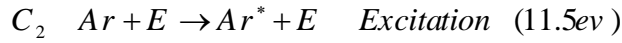
$$\varepsilon_k = e \frac{D}{\mu} \quad (21)$$

$$v_d = \mu E \quad (22)$$

#### 4- النتائج والمناقشة:

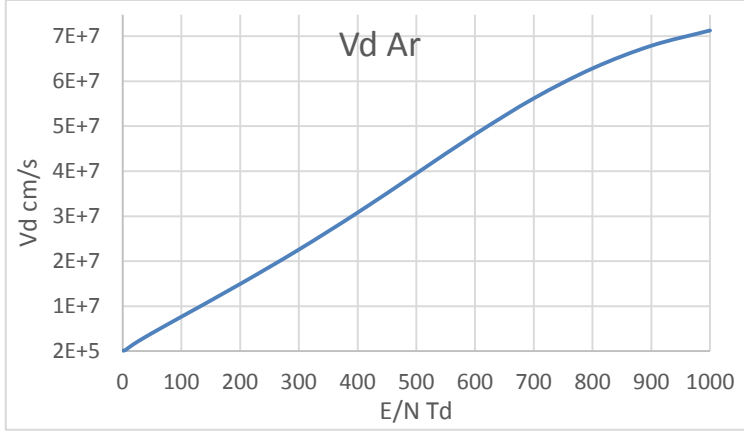
#### 4-1- إيجاد معاملات انتقال الالكترون لبلازما غاز الأرجون:

بداية تم رسم العلاقة بين المقاطع العرضية للتصادم بدلالة الطاقة باستخدام برنامج Bolsig+ وذلك لغاز الأرجون بحالاته الثلاث (الحالة المستقرة، والمثارة، والمتأينة) والتي يعبر عنها بالمعادلات الكيميائية التالية:



الشكل (1) المقاطع العرضية للتصادم لغاز الأرجون

ورسمت بعد ذلك العلاقة بين سرعة الانجراف كتابع للحقل الكهربائي (E/N) باستخدام برنامج احصائي خاص وببينها الشكل التالي:

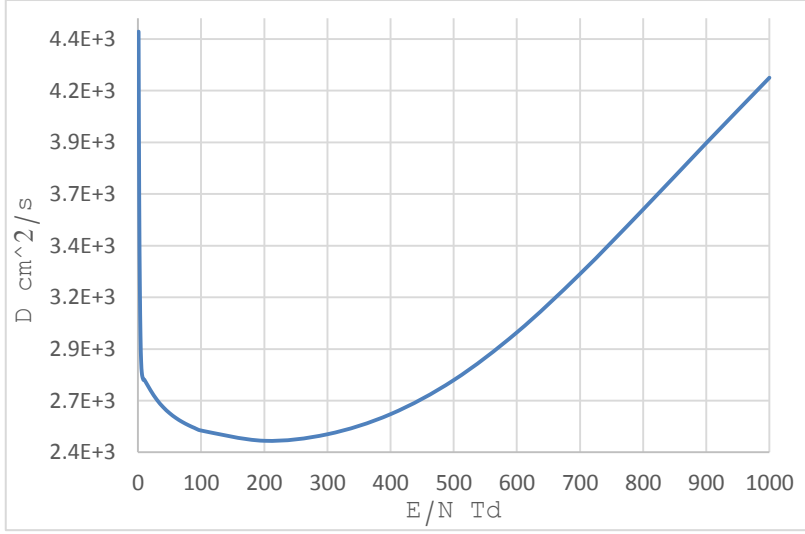


الشكل (2) سرعة انجراف الالكترن بدلالة الحقل الكهربائي المختزل لغاز الأرجون

ويلاحظ تزايد سرعة الانجراف بزيادة طاقة الحقل الكهربائي المختزل، والعلاقة كما هو ملاحظ هي علاقة طردية لخط مستقيم.

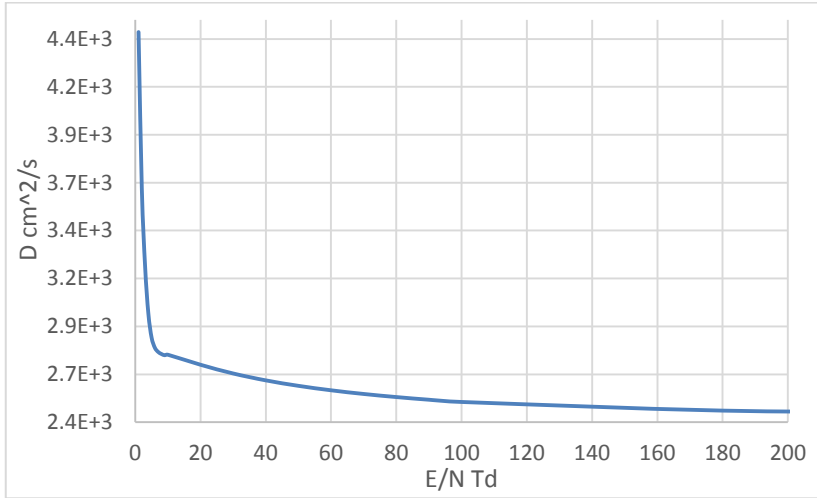
ان تغير الحقل الكهربائي المختزل ( $E/N$ ) يعني تحديداً تغير شدة الحقل الكهربائي المطبق ( $E$ )، حيث أن قيمة ( $N$ ) ثابتة. وبالتالي فان التزايد الخطي لسرعة الانجراف ناتج عن تزايد الحقل الكهربائي المطبق ( $E$ ) والتي ترتبط معه بالعلاقة (22).

وعند تمثيل العلاقة بين معامل الانتشار والحقل الكهربائي المختزل نجد تزايداً في معامل الانتشار بزيادة شدة الحقل ويظهر ذلك الشكل البياني (3):



الشكل (3) معامل انتشار الالكترون بدلالة الحقل الكهربائي المختزل لغاز الأرجون

يلاحظ ظهور ثلاث مناطق متمايز نبينها بالأشكال التالية:



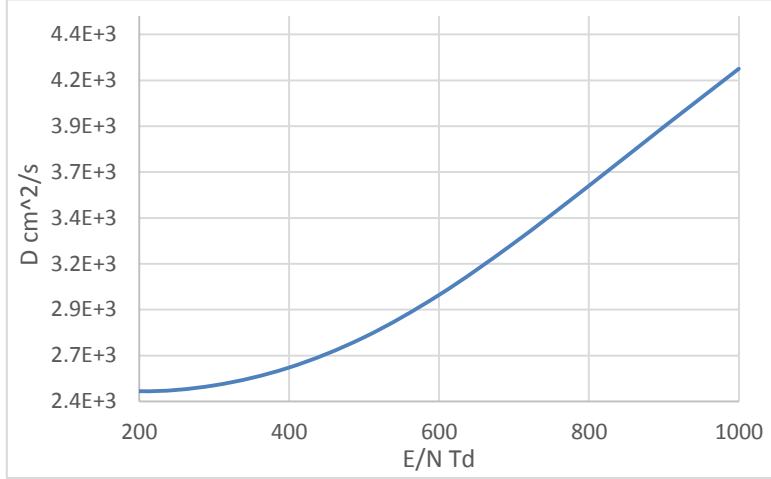
الشكل (4) معامل انتشار الالكترون بدلالة الحقل الكهربائي المختزل في المجال

(0-200 Td) لغاز الأرجون

ويظهر في هذا الشكل منطقة انحدار شديد لمعامل الانتشار (D) في المجال (0-10 Td) بينما يكون الانحدار طفيفاً في المنطقة الثانية التي تغطي المجال



(10-200 Td) حيث يبلغ معامل الانتشار أدنى قيمة له، ليعاود الارتفاع بعد ذلك بزيادة الحقل الكهربائي المختزل حتى القيمة (1000 Td) وهو مجال المنطقة الثالثة ويظهر في الشكل التالي.



الشكل (5) معامل انتشار الالكترون بدلالة الحقل الكهربائي المختزل في المجال (200-1000 Td) لغاز الأرغون

يمكننا تفسير هذه التغيرات في قيمة معامل الانتشار بالاعتماد على العلاقة الرياضية (19) التي تبين التناسب العكسي بين معامل الانتشار (D) وبين مجموع المقاطع العرضية ( $\tilde{\sigma}_m$ ). حيث يلاحظ بالاعتماد على قيم المقاطع العرضية لمعظم تصادمات غاز الأرغون الشكل (3) نجد أن قيمة المقطع العرضي تبدأ بالتزايد حتى المجال (0-10 Td) وبالتالي فان معامل الانتشار سيبدأ بالتناقص وبما أن التزايد في قيمة المقطع العرضي حاد وشديد سيقابله هبوط وانحدار شديد في قيمة معامل الانتشار. ويكون في هذه المرحلة العامل المسيطر هو المقطع العرضي بينما يكون تأثير الحقل الكهربائي المختزل شبه معدوم.

المنطقة الثانية الممتدة ضمن المجال (10-200 Td) وهنا يتساوى تقريباً تأثير كل من تزايد المقطع العرضي العامل على خفض قيمة معامل الانتشار في هذا المجال مع تزايد

شدة الحقل الكهربائي المطبق ( العامل على رفع قيمة معامل الانتشار) لذلك يلاحظ انحدار بسيط مع شبه ثبات في قيمة معامل الانتشار.

أما في المجال (200-1000Td) فيعود التزايد فيها لتزايد قيمة الحقل الكهربائي المختزل وغياب تأثير المقطع العرضي بسبب ثبات قيمته.

#### 4-2- تأثير الحقل الكهربائي المختزل على (EEDF):

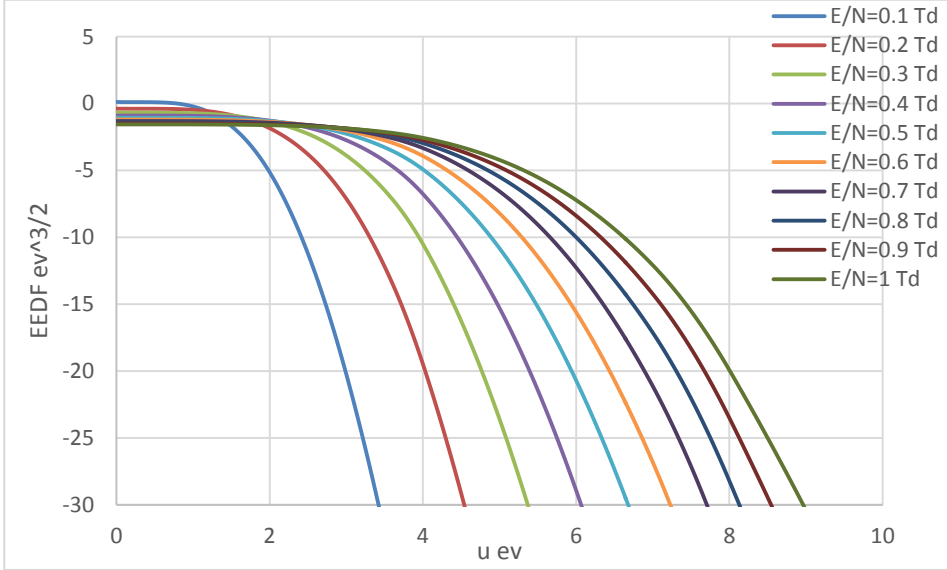
يعبر عن الحقل الكهربائي المختزل بالعلاقة (E/N) وهو عبارة عن شدة الحقل الكهربائي مقسومة على الكثافة العددية للالكترونات ويقاس بوحدة (Td (Townsend حيث أن  $(1Td = 10^{-21} \text{ V.m}^2)$ ، بينما N تعبر عن كثافة البلازما (كثافة الجسيمات الالكترونيات، الأيونات).

تمت دراسة تأثير الحقل الكهربائي المختزل المطبق على بلازما الأرجون ضمن مجال يتراوح بين (0.1-1000 Td) ورسمت الخطوط البيانية لتغير التابع (EEDF) بدلالة طاقة الالكترون المقدر بـ (ev) وتبينها الأشكال (4).

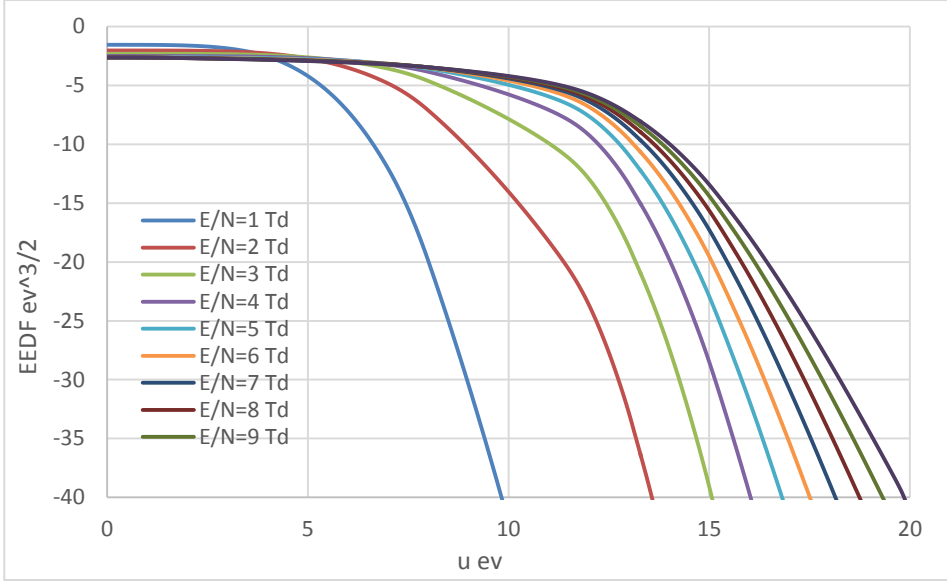
نلاحظ من الشكلين (4a, 4b) تناقصاً حاداً عند زيادة بسيطة في طاقة الالكترون وذلك عند القيم المنخفضة للحقل الكهربائي المختزل (أي أقل من 10Td)، وذلك لأن مقطع التصادم ثابت في القيم المنخفضة جداً للحقل الكهربائي والتصادمات بين الالكترونات والجسيمات المتعادلة كهربائياً يشبه نموذج تصادم الكرات الصلبة. وفي هذه الحالة تكون درجة التأين منخفضة جداً وذرات الأرجون في السوية المنخفضة (Ground state). وفي هذه الحالة نلاحظ بأن شكل التابع (EEDF) يقترب من شكل توزيع (Druyvesteyn). ويلاحظ عند الطاقات المنخفضة يكون شكل (EEDF) مستوي بغض النظر عن قيمة الحقل الكهربائي أما ذيل (EEDF) (وهو الانحناء في الخط البياني لـ EEDF) عند الطاقات المرتفعة فيزداد بزيادة الحقل الكهربائي.

عندما تزداد قيمة الحقل الكهربائي المختزل (أكبر من 50 Td) الشكل (4c) يظهر (EEDF) بشكل توزيع مكسويل ثنائي درجة الحرارة. وعندما يكون الحقل الكهربائي أكبر من (300 Td) الشكل (4d) ينخفض ذيل الدالة (EEDF) عند الطاقات الأعلى

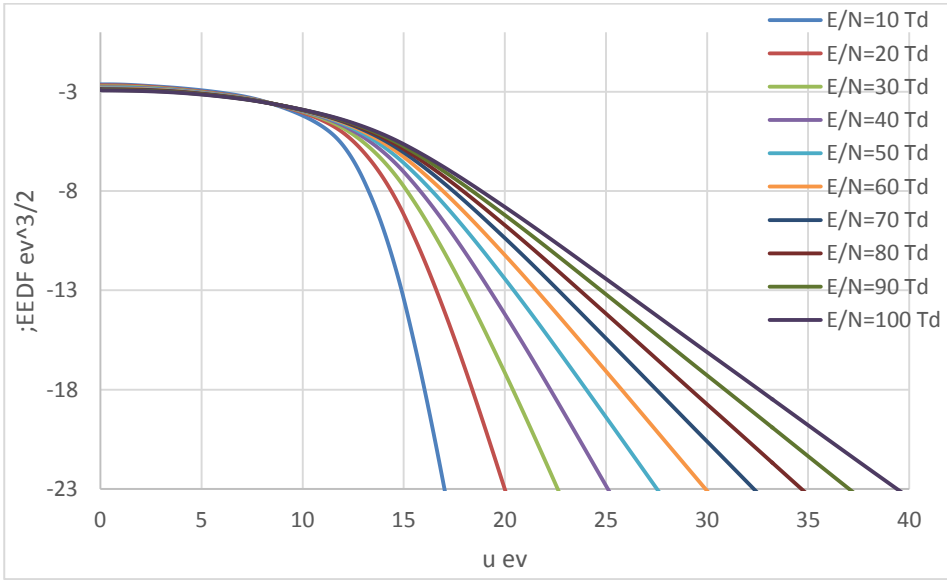
ببطئ أكثر من توزيع ماكسويل ويميل شكل (EEDF) إلى التقعر، وبما أن المقطع العرضي بين الإلكترونات والجسيمات المتعادلة كهربائياً يتناقص بشكل حاد عندما تكون طاقة الإلكترون أكبر من 100 eV، فإن الإلكترونات يمكن أن تكون متسارعة باحتمال أكبر. ويلاحظ أن  $f$  يصبح متباين الخواص بشدة عندما يكون  $E/N$  ذو قيمة عالية جداً، والتقريب ذو الحدين يفشل في حل معادلة بولتزمان.



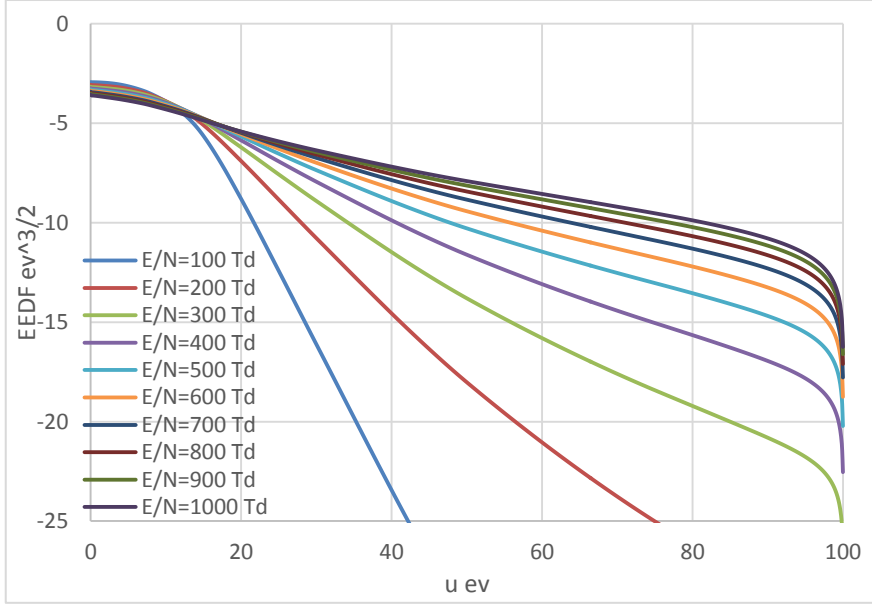
الشكل (4 a) تغير (EEDF) بدلالة طاقة الإلكترون عند القيم المختلفة للحقل الكهربائي المختزل المطبق (0.1-1 Td)



الشكل (4 b) تغير (EEDF) بدلالة طاقة الالكترون عند القيم المختلفة للحقل الكهربائي المختزل المطبق (1-10 Td)



الشكل (4 c) تغير (EEDF) بدلالة طاقة الالكترون عند القيم المختلفة للحقل الكهربائي المختزل المطبق (10-100 Td)



الشكل (4 d) تغير (EEDF) بدلالة طاقة الإلكترون عند القيم المختلفة للحقل الكهربائي المختزل المطبق (100-1000 Td)

#### 4-2- تأثير درجة التأين على (EEDF):

تمت دراسة تأثير تغير درجة التأين على (EEDF) لبلازما الأرجون ضمن مجال يتراوح بين ( $2E-2$  to  $2E-9$ ) وذلك عند قيمتين مختلفتين للحقل الكهربائي المختزل (10-100 Td) وتم رسم الخطوط البيانية لتغير التابع (EEDF) بدلالة طاقة الإلكترون المقدر بـ (ev).

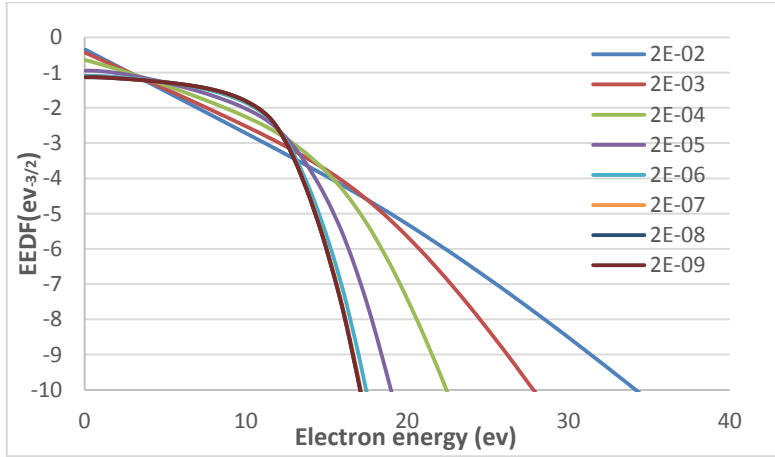
#### 4-2-1- تأثير درجة التأين على (EEDF) عند القيمة (10 Td) :

قمنا بحساب (EEDF) لبلازما الأرجون بعد ادخال معادلات غاز الأرجون الى برامج حسابية خاصة بدراسة الخصائص الإحصائية للبلازما وذلك بعد معرفة معدل حدوث التصادمات التي ذكرت في الجدول (1) [26-31]، اضافة لطاقات التصادم وطاقات الجسيمات بعد التصادم (وقد جمعت هذه البيانات من قواعد البيانات العالمية والموثوقة).

أيضاً تم ادخال المعادلة (17) لإيجاد (EEDF) وذلك بعد تطبيق الشروط الحدية وإدخال البارامترات المناسبة: درجة حرارة الغاز (Gas temperature):

$$T_g = 300 (k)$$

وكتافة البلازما (Plasma density):  $n_e = 1E + 18 (1/m^3)$ ، تم تغيير درجة التأين (Ionization degree) ضمن المجال  $(\beta: 2E - 9 \rightarrow 2E - 2)$  ورسمنا الخطوط البيانية لتغير التابع (EEDF) بدلالة طاقة الإلكترون المقدر بـ (ev) وببينها الشكل (5). يوضح الشكل (5) تابع توزيع طاقة الإلكترون في غاز الأرجون عند درجات تأين مختلفة وذلك عند كثافة البلازما  $n_e = 1E + 18 (1/m^3)$  وعند حقل كهربائي مختزل  $E / N = 10Td$ .



الشكل (5): تغير (EEDF) بدلالة طاقة الإلكترون عند قيم مختلفة لدرجة التأين عند القيمة  $10Td$  للحقل الكهربائي المختزل

نلاحظ من الشكل بأنه عند زيادة درجة التأين يصبح تابع التوزيع EEDF أكثر ماكسويلياً أي يصبح خط مستقيم مع زيادة درجة التأين، ويعود السبب في ذلك لزيادة احتمالية حدوث التصادمات الفعالة بين الإلكترونات والجسيمات المختلفة المتواجدة في الوسط الغازي مما يسبب تغيراً في طاقة الإلكترونات بعد هذه التصادمات، وتأثير هذه التصادمات يعود إلى درجة التأين وهذا موضح بمعادلة تصادم e-e الموضحة سابقاً (16). حيث تميل تصادمات الإلكترون \_ الإلكترون إلى دفع الإلكترونات الموجودة

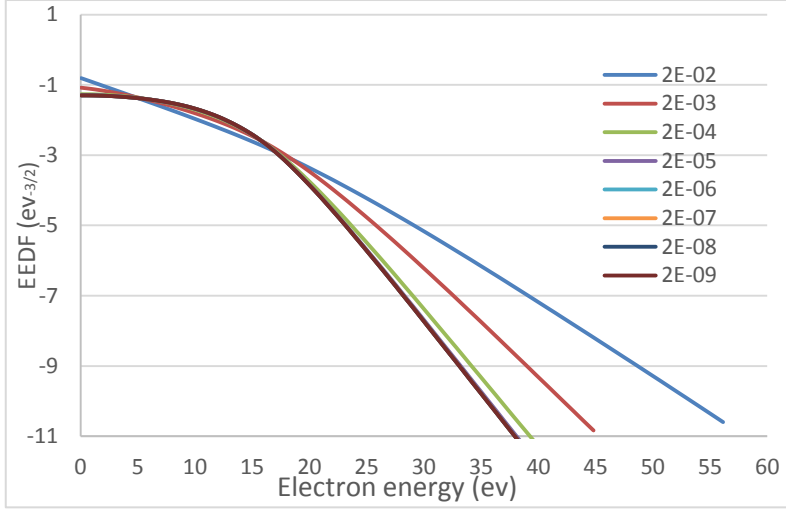
في الذيل إلى طاقات أعلى، مما يؤثر على معاملات النقل للإلكترون بوجود طاقة التشبيط العالية.

إن تأثير درجة التأين على (EEDF) عند الطاقات المنخفضة يكون ضعيفاً وهذا ما يدل عليه تقارب خطوط التابع (EEDF) لقيم صغيرة من درجات التأين. بينما يزداد تأثير درجة التأين على التابع (EEDF) بزيادة طاقة الإلكترون وخاصة عند درجات التأين المرتفعة.

ونلاحظ عند درجات التأين المنخفضة يكون منحنى (EEDF) ثابتاً عند قيمة واحدة للتابع، ومن ثم نلاحظ بأنه عند القيمة (12ev) تقريباً يبدأ التابع بالانحناء (الانهيار) وتتناقص قيمته بزيادة الطاقة.

#### 4-2-2- تأثير درجة التأين على (EEDF) عند القيمة (100 Td) :

قمنا بإجراء نفس الخطوات العملية السابقة لكن عند وجود حقل كهربائي مختزل بقيمة  $E/N = 100Td$  فحصلنا على الشكل (6) ولاحظنا وجود ثلاثة خطوط واضحة ويقيم طاقة أكبر عند نفس قيم درجات التأين المأخوذة في الشكل (5)، فمثلاً عند القيمة  $100Td$  للحقل الكهربائي المختزل وعند درجة التأين  $\beta = 2E - 2$  كانت قيمة الطاقة  $E = 57 ev$ ، بينما في الشكل (5) عند قيمة الحقل الكهربائي المختزل  $10Td$  كانت قيمة الطاقة عند نفس درجة التأين السابقة  $E = 35 ev$  أي ازدادت قيمة الطاقة مع زيادة الحقل الكهربائي المختزل بقيمة (27ev)، ولوحظ أيضاً بأن فرق الطاقة بين آخر قيمتين لدرجات التأين عند الحقل الكهربائي المختزل  $100Td$  يكون (12ev) بينما عندما كان الحقل الكهربائي المختزل  $10Td$  كان فرق الطاقة بين آخر قيمتين للتأين (7ev) أي انخفضت قيمة الطاقة إلى النصف تقريباً. وعند بقية قيم درجات التأين المنخفضة نلاحظ أن كل الخطوط منطبقة وثابتة عند قيمة واحدة للطاقة وذلك بسبب ظهور حالة إعادة الاتحاد.



الشكل (6): تغير (EEDF) بدلالة طاقة الالكترون عند قيم مختلفة لدرجة التأين عند القيمة المختزل (100Td) للحقل الكهربائي المختزل

نلاحظ أيضاً ازدياداً طفيفاً لقيم تابع توزيع طاقة الالكترون مع زيادة درجة التأين بينما تزداد الطاقة بشكل واضح أكثر، ويعود السبب في ذلك أنه مع زيادة قيمة الحقل الكهربائي المختزل تزداد احتمالية حدوث التصادمات الفعالة بين الالكترونات والجسيمات المختلفة المتواجدة في الوسط الغازي مما يسبب تغيراً في طاقة الالكترونات بعد هذه التصادمات.

ونرى أنه عند أكبر قيمة لدرجة التأين تحتاج الى قيمة أكبر للطاقة ويصبح التابع أكثر ماكسويلياً أي يصبح خطأ مستقيماً.

#### الاستنتاجات:

1- لوحظ بأنه عند دراسة تأثير الحقل الكهربائي المختزل على دالة (EEDF) أنها تقترب من توزيع دروفيستين (Druyvesteyn) وذلك عند القيم المنخفضة للحقل (أقل من 10Td).

2- عندما تزداد قيمة الحقل الكهربائي المختزل (أكبر من 50 Td) تظهر دالة (EEDF) بشكل توزيع مكسويل ثنائي درجة الحرارة.



- 3- عندما يكون الحقل الكهربائي (أكبر من 300 Td) ينخفض ذيل الدالة (EEDF) عند الطاقات الأعلى ببطء أكثر من توزع ماكسويل ويميل شكل (EEDF) إلى التقعر.
- 4- عند زيادة درجة التأين يصبح تابع التوزع EEDF أكثر ماكسويلياً أي يصبح خط مستقيم عند ثبات قيمة الحقل الكهربائي المختزل، بينما تأثير درجة التأين على (EEDF) عند الطاقات المنخفضة يكون ضعيفاً.
- 5- يزداد تأثير درجة التأين على التابع (EEDF) بزيادة طاقة الالكتران وخاصة عند درجات التأين المرتفعة.
- 6- عندما تكون قيمة الحقل الكهربائي المختزل كبيرة تتطلب أكبر قيمة لدرجة التأين الوصول الى قيمة أكبر للطاقة ويصبح التابع أكثر ماكسويلياً أي يصبح خطأً مستقيماً.

## المراجع

1. Sahyouni W, Nassif A, Zeidan O. Study the Flux and Energy of the Helium Ions Beam Produced by Two Different Dense Plasma Focus Devices When Gas Pressure Changes. Am J Mech Appl. 2020; **8**(1).
2. Sahyouni W, Nassif A. Ions Beam Properties Produced by NX2 Plasma Focus Device with Helium and Nitrogen Gas. Am J Mod Phys. 2019; **8**(1).
3. Sahyouni W, Nassif A. Nitrogen Soft X-Ray Yield Optimization from UNU / ICTP PFF Plasma Focus Device. Am J Mod Phys. 2020; **8**(6).
4. Sahyouni W, Nassif A. Neon Soft X-Ray Yield Optimization from NX2 Dense Plasma Focus Device. Jordan J Phys. 2018;**11**(3).
5. العلوان م، صهيوني و، عطية ج. تأثير حزمة إلكترونية على بلازما كثيفة ساخنة غير متجانسة. مجلة جامعة تشرين. 2015؛ **15**(37).
6. العلوان م، صهيوني و، عطية ج. اللاستقرارات لحزمة الكترونية في بلازما كثيفة ساخنة غير متجانسة. مجلة جامعة البعث. 2015؛ **37**.
7. السباعي ع، صهيوني و، المقدم ح. دراسة إحصائية للتأين في بعض حالات البلازما بتابعية تركيز الإلكترونات ودرجة حرارتها. مجلة جامعة البعث. 2017؛ **39**(19).
8. Chen F. Introduction to plasma physics and controlled fusion. New York; 1984.
9. Waye JD, Aisenberg J, Rubin PH, Morales S. Practical Colonoscopy. Practical Colonoscopy. Wiley-Blackwell; 2013.
10. Boeuf JP, Pitchford LC. Two-dimensional model of a capacitively coupled rf discharge and comparisons with experiments in the Gaseous Electronics Conference reference reactor. Phys Rev E [Internet].1995;**51**(2).
11. Lieberman MA, Lichtenberg AJ. Principles of Plasma Discharges and Materials Processing. 2th ed. New York: Wiley; 2005.

12. Fridman A. Plasma Chemistry. Cambridge: Cambridge University Press; 2008.
13. Behlman N. Electron energy distribution measurements in the plume region of a low current hollow cathode. Worcester Polytechnic Institute; 2010.
14. Boogaard A. Plasma-enhanced Chemical Vapor Deposition of Silicon Dioxide. University of Twente; 2011.
15. Demidov V, DeJoseph C, Kudryavtsev A. Nonlocal effects in a bounded afterglow plasma with fast electrons. IEEE Trans Plasma Sci. 2006;**34**(3 PART 2).
16. Shul RJ, Pearton SJ. Handbook of Advanced Plasma Processing Techniques. Berlin: Springer; 2000.
17. Pereira NR, Whitney KG. Non-Maxwellian electron-energy distribution due to inelastic collisions in a z -pinch plasma. Phys Rev A [Internet].1988; **38**(1).
18. Kuzmin D. A Guide to Numerical Methods for Transport Equations. Germany: Friedrich – Alexander University; 2010.
19. Nighan WL. Electron energy distributions and collision rates in electrically excited N<sub>2</sub>, CO, and CO<sub>2</sub>. Phys Rev A. 1970;**2**(5).
20. Sugai H, Ghanashev I, Hosokawa M, Mizuno K, Nakamura K, Toyoda H, et al. Electron energy distribution functions and the influence of fluorocarbon plasma chemistry. Plasma Sources Sci Technol. 2001;**10**(2).
21. Jassim RH, Jassim MK. Studying the electron energy distribution function (EEDF) and electron transport coefficients in SF<sub>6</sub> - He gas mixtures by solving the boltzmann equation. Baghdad Sci J. 2017;**14**(2).
22. Jassim MK, Jawad EA. Study on the Effect of H<sub>2</sub> Addition to N<sub>2</sub> on EEDF and Electron Transport Coefficients. Ibn AL- Haitham J Pure Appl Sci [Internet]. 2019;**32**(3).
23. Taha SA, Othman MM, Salih IH. Solving of the Boltzmann transport equation using two - term approximation for pure electronegative gases (SF<sub>6</sub>, CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>). ZANCO J PURE Appl Sci

- [Internet]. 2019; **31**(s4).
24. Sahyouni W, Alrhia H, Alsebai.O, The Influence of electric field frequency variation on the electron energy distribution function (EEDF) of argon plasma, **Научно-практический электронный журнал Аллея Науки, Alley-science.ru №10(49) , 2020.**
  25. Hagelaar GJM, Pitchford LC. Solving the Boltzmann equation to obtain electron transport coefficients and rate coefficients for fluid models. **PLASMA SOURCES Sci Technol. 2005;14.**
  26. Du GF, Jiang J, Dong CZ. Electron impact excitation into the 3p54p levels from the 3p54s metastable levels of argon. **Eur Phys J D. 2011;63(1).**
  27. Clarenbach B, Lorenz B, Krämer M, Sadeghi N. Time-dependent gas density and temperature measurements in pulsed helicon discharges in argon. **Plasma Sources Sci Technol. 2003;12(3).**
  28. Grigorian GM, Dyatko NA, Kochetov I V. Experimental and theoretical study of the radial distribution of Ar(3P0) metastable atoms in a dc glow discharge in argon. **J Phys D Appl Phys [Internet]. 2015;48(44).**
  29. Hyman HA. Electron-impact ionization cross sections for excited states of the rare gases (Ne, Ar, Kr, Xe), cadmium, and mercury. **Phys Rev A. 1979; 20(3).**
  30. Macko P, Sadeghi N. Determination of the non-relaxation (reflection) probability of metastable Ar(3P2) atoms on a Pyrex surface. **Plasma Sources Sci Technol [Internet]. 2004;13(2).**
  31. Pancheshnyi S, Biagi S, Bordage MC, Hagelaar GJM, Morgan WL, Phelps A V., et al. The LXCat project: Electron scattering cross sections and swarm parameters for low temperature plasma modeling. **Chem Phys [Internet]. 2012;398(1).**

## ملحق

ملاحظة: لم يتم وضع جداول رقمية للخطوط البيانية الموجودة بالمقالة وذلك لأن الجداول حجمها كبير جدا يصل الى 20 صفحة للمخطط البياني الواحد لذا تم ارفاق جدول واحد ملحق مع المقالة للخط البياني (4a) ولكم جزيل الشكر.



## دراسة لبثو- سحنية لتوضعات السجيل الزيتي في منطقة خناصر

طالب الماجستير: محمود مالك يوسف- كلية العلوم - قسم الجيولوجيا - جامعة دمشق

الدكتور المشرف: أ.د محمد القاضي

المشرف المشارك : د مظهر إبراهيم

### ملخص :

يعتبر السجيل الزيتي من أهم بدائل الطاقة على المستوى العالمي، وهذا الخام ذات أهمية اقتصادية هامة في سوريا وتستدعي كمية السجيل الزيتي المكتشفة في خناصر الكثير من الاهتمام للبحث والدراسة من جهة وللاستثمار من جهة أخرى. وفي هذا البحث قادت الدراسة البترولوجية القائمة على دراسة عينات مأخوذة من شبكة الآبار المحفورة في منطقة خناصر دراسة جهرية ومجهرية كاملة مع الاستعانة ببعض القياسات الجيوفيزيائية إلى تحديد الخواص السحنية لحوامل السجيل الزيتي وتحديد ماهيتها وبناء وصف ترسيبي نموذجي لهذه الطبقات الحاملة للسجيل الزيتي وتبين أنها سحنة كلسية غضارية (مكربنتية وميكروسبارتية) ناعمة البنية متشربة بالمواد العضوية متوضعة فوق سحنة كلسية وكلسية دولوميتية ومغطاة بغطاء كلسي ومارلي. وتم وضع تصور مقترح لبيئة ترسيب هذه التوضعات، تتدرج معظم رسوبات الودعتين B,C (المكون السفلي والجزء السفلي من المكون الأعلى) ضمن بيئة من بيئات البحر المفتوح (Open sea) في الجزء العميق (Deep Shelf) بينما تتدرج رسوبات الوحدة A الكلسية والمارلية الكلسية ضمن بيئة الترسيب من نوع (Toe of Slope).

الكلمات المفتاحية : السجيل الزيتي \_ منطقة خناصر \_ مارل.

## **Litho- facies and Geochemical study of oil shale deposits in Khanasser area**

### **Abstract**

Oil shale is considered one of the most important energy alternatives at the global level ,and this ore of importance economic in Syria,and the amount of oil shale discovered in Khanasser calls for a lot of attention to research on the one hand,and for investment on the other hand.in this research the petrological based on the study of samples taken from network of drilled wells in Khanasser area led acomplete microscopic study with the use of some geophysical measurements to determin the abrasive properties of the oil shale carriers and determin what they are and build a typical deposition description of these layers bearing the oil shale and it turned out to be a calcific clastic molars,(makrit,microsparit),soft brown,impregnated with organic matter ,placed on limestone and dolomitic mound ,covered with alime and marly cover.A proposed depiction environment for these deposites was developed.Most of the sediments of unit B and C (the lower component and the lower part of the upper component )are contained in an open sea environment in the deeper (deep shelf) while the sediments of unit A are calcareous and calcareous marlipar sediments within the( top of slop) sedimentation environment.

Key words: Oil shale ,Khanasser area, Marl



**1- المقدمة:**

كثُر الحديث في العقود الأخيرة عن بدائل هامة للطاقة، وقد كان السجيل الزيتي من أهم هذه البدائل على المستوى العالمي وخاصة كونه مشابه للنفط نوعاً ما من حيث الأصل والتركيب، وكونه قد حقق خطوة نوعية في مجال توليد الطاقة الكهربائية [1].

ويتضح أن بيئة الترسيب هي العامل المهيمن في تحديد أنواع المواد العضوية الموجودة في السجيل ويوجد فقط نوعان من المواد العضوية في صخور السجيل وهي المواد العضوية المشتقة من القارة والمواد العضوية المشتقة من الطحالب وعندما يتم دفن هذه المواد العضوية تحت طبقات من الرواسب ويتعرض لضغط وحرارة مرتفعة تتحول المادة العضوية إلى مادة تسمى دويالين ومع مرور الوقت تتحول إلى كيروجين وفي وجود درجات حرارة عالية على الكيروجين فإنه يؤدي إلى انطلاق بطيء للنفط الخام والغاز الطبيعي وخلال توليد البترول يتشكل البيتومين وأيضاً الغرافيت. ورواسب البيتومين هي من بقايا الطحالب المجهرية القديمة وغيرها من الكائنات الحية، ويحتوي السجيل على كميات من الكيروجين والبيتومين ومادة الكيروجين هي التي تحدد نوع السجيل الزيتي [7]، ويقسم السجيل استناداً لبيئة ترسيبه إلى ثلاث مجموعات وهي السجيل الزيتي القاري والبحري والبحيري [9]. ويشكل السجيل الزيتي معادلة اقتصادية هامة في سورية، وإن الكميات الكبيرة من السجيل الزيتي التي اكتشفت مؤخراً في خناصر تشكل فرقاً هاماً في هذه المعادلة [2]. وقامت المؤسسة بحفر شبكة آبار في المنطقة واستخراج الأكوام بهدف تقييم السجيل للاستثمار في المستقبل ولكن هذه الدراسة الليثوسحنية كانت الأولى من نوعها كونها تهدف لتحديد سحنة السجيل الزيتي وبيئة ترسيب هذه التوضعات الكلسية الغضارية المترابحة التشرب بالمادة العضوية ما بين ممتازة إلى متوسطة التشرب. فالسجيل الزيتي يتألف من مركبات عضوية (الكيروجين والبيتومين) والتي تمت الإشارة إليها في اللوحات برمز Oil، ومركبات فلزية عديدة (كلسية-غضارية-جص-أنهدريت-بيريت-سيليس- وغيرها).

**2- منطقة الدراسة:**

تقع منطقة خناصر 103 كم جنوب شرق حلب وتبلغ مساحة المنطقة التي يتوزع فيها السجيل الزيتي ما يقارب الـ 150 كم<sup>2</sup> [2]. وتقع منطقة الدراسة في رقعة سلمية الجيولوجية XX-37-1 مقياس 1/200000 والتي نفذت من قبل بونيكاروف [14]، والواقعة بدورها جنوب سبحة الجبول. وقد حدد موقعها (الشكل، 1).

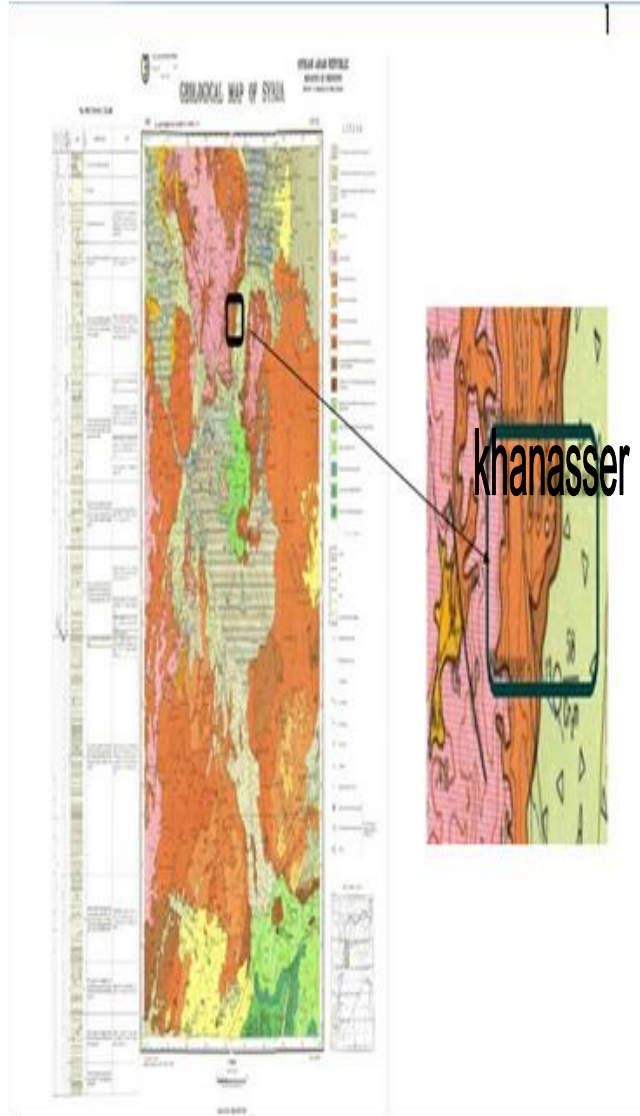
وأحداثيات الموقع هي:

N : 35 36 18

من E :37 24 47

N 35 36 45

إلى E:37 36 34



الشكل(1)خريطة جيولوجية لرقعة السلمية 1/200000 مبين عليها منطقة الدراسة  
(Bonikarov,1964)

### 3- الوضع الجيولوجي العام في منطقة الدراسة :

#### 3-1 الوضع الجيومورفولوجي والمناخي في منطقة الدراسة:

لمنطقة هادئة تكتونياً ودرجة الميل قليلة ولا تتجاوز ال 5 درجات باتجاه الشمال الشرقي و فرق الارتفاع فيها طفيفة لا تتجاوز 50 م. وتمتاز المنطقة بمناخها الصحراوي الحار صيفاً والمترافق والنهار. ويبلغ المعدل الوسطي للساقط المطري السنوي 85 ملم. توجد في المنطقة عدة آبار يدوية جافة حالياً وتتراوح أعماقها ما بين 35-50m [2].

#### 3-2 الوضع التكتوني في منطقة الدراسة:

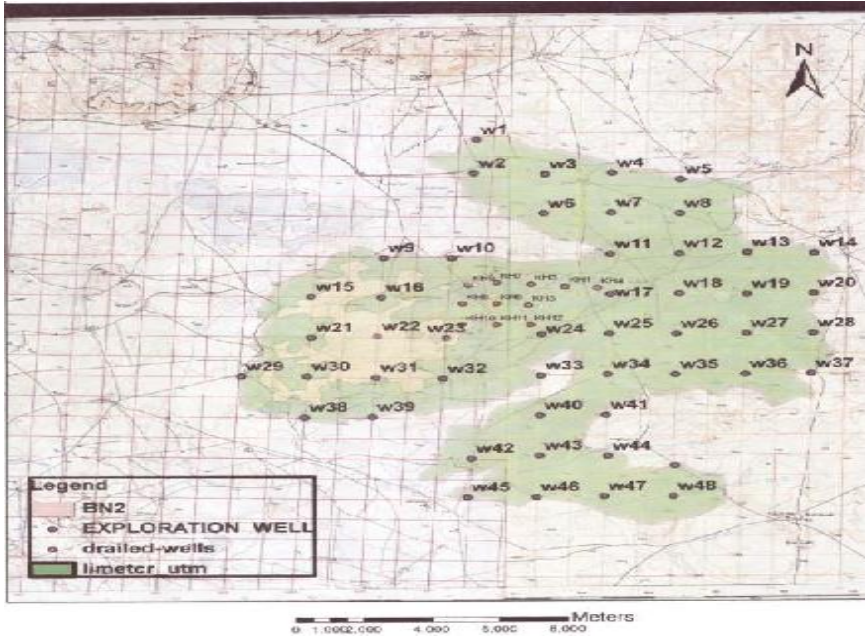
تتبع المنطقة المراد دراستها لهضبة حلب ، التي تعد من الوحدات التكتونية الهامة التابعة للجزء الغير مستقر من السطيحة العربية وهي تقع في الجزء الشمالي الغربي من سوريا، الشكل (2) وتنفصل الهضبة عن المناطق المجاورة ب مجموعة من الفوالق العميقة والأحواض الهامشية [8] وفي نهوض حلب لوحظت الطيات التالي: محذب حناصر 2 - مقعر الهيجانة 3 - محذب السخنة 4 - محذب حماة 5 - مقعر قويق وتتصل الهضبة مع السلسلة التدمرية من الجنوب بمجموعة من أشكال اللي والفوالق العميقة ويحدها من الشمال الشرقي والشرق مرتفعات جرابلس ومنخفض الرقة ، ويفصلها عن الكرد-داغ في الشمال الغربي فالق كبير يدعى فالق اللانقية-كلس وكما تساير الحدود الغربية لهذا النهوض الفالق اللبناني-السوري [10]. وبشكل عام وحسب جميع المعلومات المتوفرة عن هضبة حلب فيبدو أن الهضبة كانت ذات فعالية تكتونية عالية وهناك شقوق وصدوع قد أثرت على تراكيب الهضبة لفترة طويلة [10] وإن منطقة حناصر المراد دراستها تقع قريبة من مركز الهضبة وحسب الخريطة الجيولوجية رقعة السلمية فإن أقرب الفوالق لخناصر هو فالق مكسر الذي يقسم الهضبة لقسمين غير متناظرين [13] والمنطقة هادئة تكتونياً ودرجة الميل قليلة ولا تتجاوز ال 5 درجات باتجاه الشمال الشرقي.



البتروغرافية وفي العينات الجهرية نسبة المواد العضوية مع العلم أنه لا يمكن تحديد التشرب بالمواد العضوية بشكل دقيق إلا عن طريق جهاز الروك إيفال لكن الدراسة الترسيبية تسمح بتشكيل توجه عام لكمية المادة العضوية في المنطقة أي ممكن أن يلاحظ وبشكل مباشر جهري أو مجهري نسبة التشرب بالمواد العضوية (الكيروجين): (لأبأس-جيد\_ممتاز).

##### 5- مواد وطرائق الدراسة :

اعتمدت الدراسة على تكامل المعطيات (لباب الحفر - القياسات الجيوفيزيائية البئر-الشرائح المصنوعة من الأكوار) المأخوذة من الآبار المحفورة في المنطقة، فقد قامت المؤسسة العامة للجيولوجيا قبل عام 2008 بحفر مايقارب 50بئراً مختلفة الأعماق تغطي المنطقة بالكامل وكانت موزعة على شبكتين شبكة آبار قديمة وشبكة آبار حديثة (الشكل3، المؤسسة العامة للجيولوجيا ).



الشكل(3) شبكة الآبار المحفورة في منطقة خناصر (المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية)

ولقد تم حفر 11 بئر في شبكة الآبار القديمة بتباعد 1\*1 كم و بلغ إجمالي امتار الحفر المنفذة في الشبكة القديمة (2443m) وهي موزعة على الآبار :

(Kh1-kh2-kh3-kh4-kh5-kh6-kh7-kh8-kh9-kh10-kh11-kh12) وتم حفر 39

بئراً في الشبكة الحديثة موزعة على الآبار الآتية) (w1-w2-w3-w4-w5-w6-w7-w8-

w9-w10-w11-w12-w13-w14-w15-w16-w17-w18-w19-w20-w21-w22-  
w23-w24-w25-w26-w27-w28-w29-w30-w31-w32-(w33-w34-w35-  
w36-w37-w38-w39) فاعتمدت دراسة السجيل على عدة طرق بدءاً من الدراسة الجهرية  
والدراسة المجهرية وانتهاء بالاستعانة بالقياسات البئرية المأخوذة، فقد تم اختيار عدد من هذه الآبار  
المحفورة بشكل يغطي المنطقة بشكل ممتاز ( W1-W46-W28-W21-WKH11 ) ومن ثم  
الدخول لمستودعات العينات في المؤسسة العامة للجيولوجيا ودراسة عينات هذه الآبار دراسة جهرية  
كاملة. ومن الجدير ذكره أن هناك عدد كافي من الأكوار وطول هائل منها (الجدول 1, 2) ولكن  
هناك تجانس كبير بالسحنة. وتمت بالاستعانة بالقياسات الجيوفيزيائية لزيادة التأكيد على نتيجة  
الدراسة الجهرية والمجهرية مع العلم أنها قليلة جداً. تم اختيار خمسة آبار مرجعية (رئيسية وثانوية)  
للكل دراسة بشكل يغطي منطقة الدراسة قدر الإمكان بشكل كامل، فتم اختيار الآبار موزعة على أربع  
جهات والمركز: البئر kh11 الذي يقع في مركز المنطقة المدروسة والذي تم الاعتماد عليه بشكل كبير  
بسبب كونه البئر المرجعي المركزي، البئر w1 والذي يقع في شمال غرب المنطقة واختارناه ليغطي  
الجهة الشمالية من المنطقة، البئر w46 والذي يقع في جنوب المنطقة ، البئر w28 الذي يقع في  
شرق المنطقة ، البئر w21 والذي يقع في غرب المنطقة. تمت دراسة هذه الآبار دراسة جهرية كاملة  
لكل الأكوار الموجودة وكانت الدراسة الجهرية على الخطوات التالية:

1- أولاً البحث في مستودعات المؤسسة عن عينات البئر المطلوب والتي كانت موجودة بصناديق  
كل منها يحتوي على خمسة أمتار .

2- مسح الغبار عن هذه العينات وتنظيفها لأن هذا الغبار يخفي الكثير من معالم هذه العينات  
وأيضاً كان يؤثر على عدة خصائص منها التفاعل مع الحمض.

3- تسجيل الملاحظات ( البنية\_ اللون - الرائحة - الالتصاق باللسان - المكسر - التفاعل مع  
الحمض - القساوة - التفتت - وغيرها ) ومن ثم تصوير بعض العينات . لقد تم الاعتماد بشكل كبير  
على الدراسة الجهرية للعينات وذلك بسبب وجود كم هائل من الأكوار المأخوذة (مردود عالي للحفر)  
والتي كانت كافية لتعطي فكرة كاملة عن كل بئر من الآبار المختارة ووجود أكوار على كامل طول  
البئر. وبعد إتمام الدراسة الجهرية و أخذ فكرة لابأس تم اختيار عينات محددة بدقة لصنع الشرائح

البتروغرافية في مخابر المؤسسة والشركة السورية ومخابر الجامعة ومن ثم دراستها في مخابر الجامعة بالمجهر الاستقطابي وتسجيل كافة المعلومات (السحنة ونوع الصخر - وجود العضويات وتحديد نوعها ومحاولة تسميتها - تصنيف فولك - تصنيف دونهام - ملاحظة البيئة - العمليات اللاحقة - ملاحظة التشرب بالمادة العضوية - المادة اللاحمة) ، تم اختيار مجالات محددة من الآبار المرجعية بما يراعي التغيرات السحنية وتغيرات التشرب بالمادة العضوية وكانت أغلب الشرائح المأخوذة من توضعات السجيل الزيتي نفسه وليس من الغطاء الذي يعلو السجيل ، فقد كان معظمها من السجيل وباقي الشرائح من الغطاء والطبقة الكلسية العضوية المنخربة والكلسية المدلمتة تحت وحدة السجيل الزيتي . و من أجل التأكيد على نتائج الدراسة الجهرية والمجهرية وزيادة المجال المدروس قدر الإمكان والحصول على دقة اعلى بالنتائج تمت دراسة الآبار المرجعية الثانوية (w21-w28) دراسة جهرية ومجهرية لكامل عيناتها وتمت الاستعانة بالقياسات البئرية المأخوذة في البئر (wkh3) فقد قامت المؤسسة بقياسات جيوفيزيائية من نوع GR وغطت القياسات الأشعاعية المجال (0-212m). وتم الاستعانة بعدة آبار أخرى من أجل ملاحظة تغيرات السماكة وتغيرات السحنة في المنطقة ودرستها دراسة جهرية والاستعانة بتقارير الحفر .

الجدول (1) يبين الأعماق وسماكة الخام والغطاء في بعض الآبار في شبكة الآبار القديمة (المؤسسة العامة للجيولوجيا)

ملاحظات	الإحداثيات والارتفاع	سماكة الخام م	سماكة الغطاء م	عمق البئر م	رقم البئر
	X = 0365866 Y = 3944942 H = 304.5 m	150	43	199	KH1
	X = 0364859 Y = 3945048 H = 301.5 m	178	34	214	KH3
	X = 0366820 Y =	143	42	190	KH4

	<b>3944878</b> <b>H = 303.5</b> <b>m</b>				
	<b>X =</b> <b>0364802</b> <b>Y =</b> <b>3944065</b> <b>H = 303.5</b> <b>m</b>	154	37	193	KH5
	<b>X =</b> <b>0363844</b> <b>Y =</b> <b>3944134</b> <b>H = 290. M</b>	196.10	23.40	223	KH6
	<b>X =</b> <b>0363844</b> <b>Y =</b> <b>3945134</b> <b>H = 303. M</b>	185	35	220	KH7
لم ينتهي السجيل بسبب استعصاء الحفر	<b>X =</b> <b>0362851</b> <b>Y =</b> <b>3944134</b> <b>H = 285. M</b>	219	26	249	KH8
	<b>X =</b> <b>0363015</b> <b>Y =</b> <b>3945018</b> <b>H = 296. M</b>	231	28	262	KH9



## الجدول(2)يبين مردود الحفر في بعض الآبار في المنطقة (المؤسسة العامة للجيولوجيا)

المردود %	نتاج الحفر m	مقدار الحفر m	رقم البئر	الموقع	ملاحظة
76	169.30	223	W25	حلب - خناصر شبكة جديدة (1*1)	
84	172.15	205	W32		
79	177.30	226	W33		
92	209.85	229	W34		
72	161.20	226	W35		
58	137.55	238	W36		
75	174.25	232	W38		
88	226.15	256	W40		
90	216.70	241	W41		
76	191.15	253	W46		
61	165.35	271	W48		

## 6- الدراسات السابقة:

1- درست المنطقة لأول مرة من قبل L,Dubertret بين عامي 1941 و 1953 وخلصت هذه الدراسات إلى وضع خرائط جيولوجية للمنطقة بمقياس 1/1000000 ومقياس 1/200000 [3].

2- الدراسات التي قام بها ponikarov عام 1964 وقد كانت أول إشارة منه لوجود السجيل الزيتي في المنطقة [14].

3- دراسة التطور الجيولوجي والتكتوني في سوريا من قبل Brew وآخرون عام 2001 [10].

4- الدراسات الجيولوجية والإقليمية والتاريخية لسوريا التي قام بها معطي،م وحسين،ك وغيرهم.

5- الدراسة التي قام بها غبرة و سعود (2004)، وقد كانت تحت عنوان استخدام معامل الزمن\_ حرارة أرينوس في تقدير نضج المادة العضوية في صخور السيلوري والباليوزيك العلوي في الجزء المركزي والأطراف الشرقية لهضبة حلب . وقد كانت أحد العينات التي أجريت عليها التحاليل في هذه الدراسة قد أخذت من منطقة خناصر [6].

6- الدراسات التي قامت بها هيئة الطاقة الذرية السورية وهي تحريات جيوكهربائية لتوصيف الشروط الهيدروجيولوجية في خناصر (2005-2006) .

7- الدراسات التفتيحية والجيوفيزيائية التي قامت بها المؤسسة العامة للجيولوجيا في المنطقة من أجل الكشف والتقيب عن السجيل الزيتي وهي دراسات جاءت على شكل تقارير غير منشورة .إلى أن معظم هذه الدراسات كانت نقطية ولم تتعرض إلى الحالة الجيولوجية الدقيقة والسحنية التفصيلية لهذه التوضعات ولم تهتم بالتوضع الترسيبي للتشكيلات الحاملة للزيت الصخري ومن هنا تأتي أهمية البحث الذي يهدف لوضع خلاصة جيولوجية لتوضعات السجيل لزي في منطقة الدراسة.

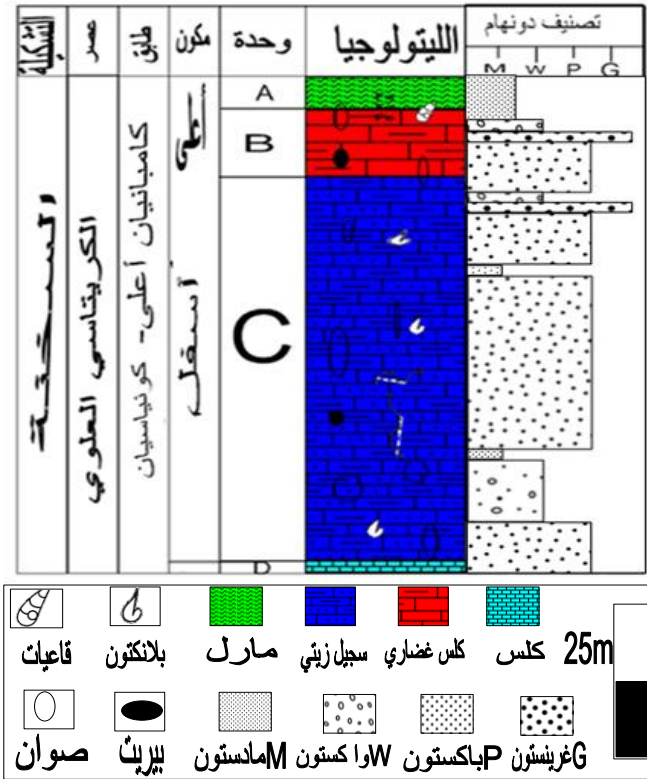
### 7-النتائج والمناقشة:

كما تمت الإشارة في طريقة الدراسة أنه قد تم اختيار مجموعة من الآبار المرجعية اعتماداً على مواقعها واختراقها لتوضعات السجيل وتوفر اللباب وهي ثلاثة آبار ( W1 -W46 -WKH11). وتم وضع مقطع ليثوستراتغرافي مفصل للتوضعات في كل منها.وفيما يلي وصف بتروغرافي مفصل لمكونات التشكيلة ضمن الآبار المرجعية :

البئر kh11 : أهم الآبار المرجعية كونه يقع في مركز المنطقة وقرب الآبار المأخوذ فيها قياسات بئرية ،عمق البئر 247m وعدد صناديق العينات 41 صندوق كل صندوق يحوي 5 أمتار من الأكوار. لقد لاحظنا بشكل رئيس نسبة التشربات بالأكوار من اللون والبقع الموجودة على العينات والتي تعطي اللون الغامق للعينات ومنها ذات ملمس زيتي خفيف جداً ونلاحظ في المجال الجيد التشرب تكثر القطع الصوانية والعروق الكلسية وفي المجال الممتاز التشرب تكثر القطع العضوية.بلغت نسبة الغطاء 45m وبلغت سماكة السجيل الزيتي 202m وهي سماكة ممتازة كونه تراوحت نسبة التشرب بين جيدة وممتازة،وكان السجيل الزيتي كما يلي(245m-229)كلس غضاري مشرب بالمادة العضوية بشكل جيد تنخفض نسبة التشرب في بداية المجال،ويليه المجال(229-205) كلس غضاري أخضر غامق مشرب بشكل ممتاز ويليه المجال ( 205-43 ) كلس غضاري أسود أو أخضر جيد التشرب بالمادة العضوية.

جهرياً يعكس البئر السحنات التالية :يبداً البئر المدروس ب2m من الحجر الكلسي الأبيض والكلسي المدلمت الرمادي الفاتح على عمق 247m الحاوي على نسبة دلمته جيدة وحاي على بيوكلاست (بقايا غلوبوجيرينا وبقايا تكستولاريا) ويلحقه المجال(245-229) كلس غضاري مشرب بالمادة

العضوية ، نسبة التشرب في بداية المجال منخفضة وترتفع تدريجياً. السجيل هنا يبدأ على العمق 245m ، كما لاحظنا تكثر العروق الكلسية البيضاء اللون قاسية في العشرة الأمتار الأولى، والكلس الغضاري أكثر قساوة في بداية المجال. الكلس الغضاري الناعم البنية ذات لون أخضر غامق مع وجود عدة نطاقات صوانية وبعض الحصى الكلسية الصغيرة ويستمر حتى العمق 76m ويليه المجال (43-76m) سحنة كلسية غضارية ناعمة البنية مشرب مسود وذو رائحة عند الكسر ويحوي شقوق طولية وعرضية حتى العمق 43m، مع وجود حصى صوانية سوداء اللون صغيرة على العمق 61m ، والعروق الكلسية البيضاء ، يتبعه المجال (10-43m) يبدو الكلس الغضاري بلون بيج متماسك ناعم البنية يحتوي شقوق طولية وعرضية ونلاحظ على استمرار الكلس الغضاري حصى صوانية سوداء صغيرة وتظهر بشكل كبير جداً على العمق (37m- 40m) وينتهي البئر بعشرة أمتار مارل أبيض ، يتخلله بعض الرمال البيضاء الناعمة ويحتوي على شقوق عرضية يتخلله أكاسيد حديد (الشكل 3).

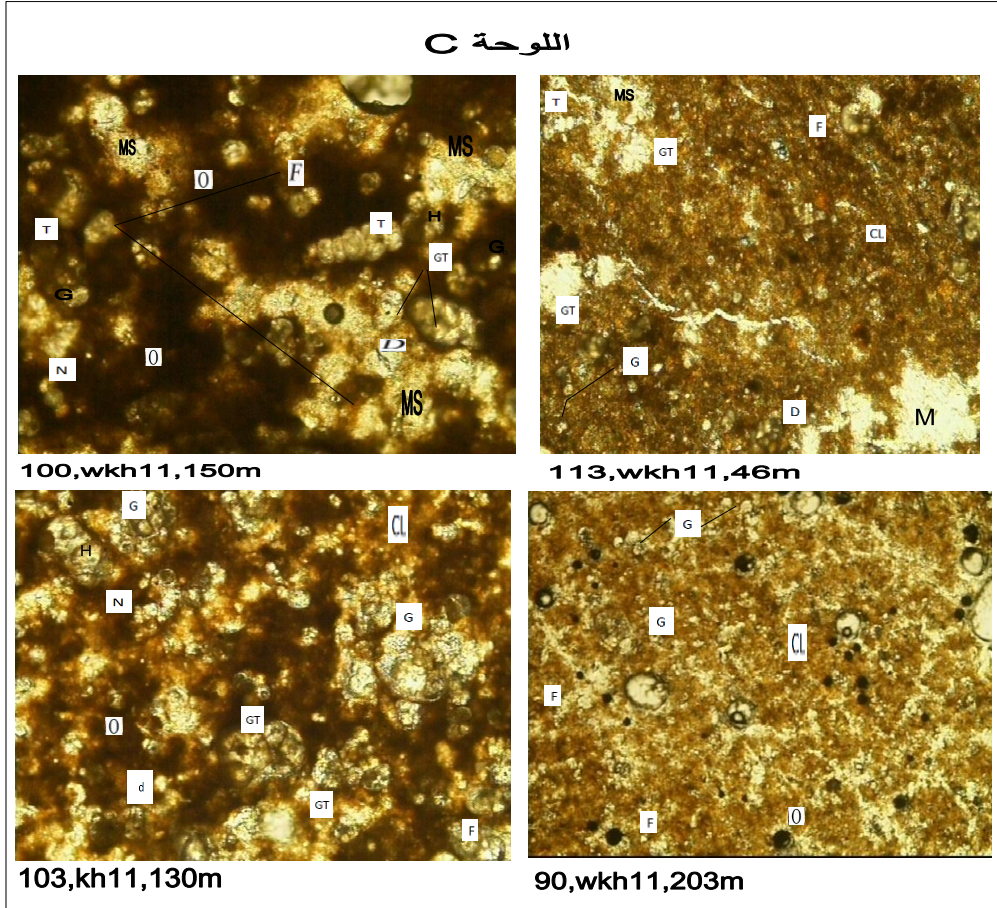


الشكل (3) العمود الليثوستراتغرافي في البئر المرجعية الرئيسية kh11

أما الدراسة المجهرية للبيتر تبدأ بالمجال (245-247m) ويظهر مجهرياً ميكرو سباريت \_ باكستون ودولومكرو سباريت، يعلوه المجال (213-245m) بيومكريت وبيوميكروسباريت-باكستون ولدينا كمية من المادة العضوية الممتدة على شكل لطخات مع غضار خشن غير متراس وهناك عروق انحلال للغضار ووجود بعض الغلوبوجيرينا والفورامينيفيرا، مع مرور سائل الدلمتة وتشكيل بعض بلورات الدولوميت معينة الشكل في بداية المجال. إذا هنا انتقال من بيئة أقل عمق (طاقة الوسط والتيارات الحاملة لسائل الدولوميت ووجود عروق الانحلال المملوءة بالبلورات الدولوميتية) نحو بيئة أكثر عمقاً أي هنا بدأت السحنة بالتوجه من السحنة الكلسية الدولوميتية القليلة العمق إلى السحنة الكلسية الغضارية العميقة . يتبعه المجال (180-213m) : يظهر المجال مجهرياً كلس غضاري (بيومكريت غضاري- واكستون) في بداية المجال تزداد نسبة البلاكتونات بشكل كبير وواضح (الغلوبوجيرينا، الغلوبوترانكانا، والهيتروهيليكس) مع وجود بعض التكتستولاريا وأحاديات السلسلة على طول المجال، وجود مادة عضوية كيروجينية (السجيل) ذات لون أسود هائلة وتبدو وكأنها الأرضية الجامعة لمجموعة هياكل متوزعة ضمنها بشكل منتظم وتزداد المادة الكيروجينية في نهاية المجال بشكل هائل جداً لتغطي كامل العينات، هناك عمليات انحلال لتجمعات الهياكل وترسب مكانها مادة عضوية كيروجينية ذات لون أسود، كثيفة (oil shale). إذا المجال هو سحنة غضارية ناعمة متراسة مع مادة عضوية هائلة مع بداية دلمتة لم تصل لمرحلة البلورات. ويتبعه المجال (-170 180m) الذي يظهر مجهرياً كلس غضاري بيومكريت\_ (واكستون، باكستون)، (جيد التشرب بالمادة العضوية- لا بأس التشرب بالمادة العضوية)، كمية الغضار واضحة عالية، جيد التراس، مع انتشار وحيدات السلسلة والتكتستولاريا والهيتروهيليكس والغلوبوجيرينا، بيئة عميقة مع منسوب عالي من المياه وقد تعرض لبعض الطاقة في الوسط جلبت المستحاثات القاعية وينخفض عدد المستحاثات ويزداد حجمها (textularia، dentalina، Nodozaria). نلاحظ تبلور وحفظ كامل للهياكل المستحاثية ونعزو السبب نتيجة وجود طاقة جلبت القاعيات وتبعها منسوب عالي من المياه وكمية منحلة كافية من الكلس وبعدها ترسب الكلس بشكل كافي للحفاظ على الهياكل كاملة مع العلم أن شكل ولون الهياكل الرمادي اللامع يدل أنها تعرضت لدلمته وتعرضت لعمليات ضغط ممكن أن يكون نتيجة الطي. ويتبعه المجال 160-170m : كلس غضاري (بيومكريت\_ مادستون، واكستون)، على العمق 160m تزداد نسبة المادة العضوية المتشربة لتصبح ممتازة التشرب أي مادة عضوية هائلة. المجال قليل التراس كثير المادة العضوية ونعزو سبب التراس القليل هنا إما لنوع المادة العضوية اللزجة القليلة الكثافة المنتشرة على شكل لطخات أو نتيجة عدم وجود كمية كبيرة من وزن الرسوبات. ويليه المجال (150-160m) كلس غضاري جيد التشرب بالمادة العضوية الواضحة بشكل يقع ولطخ

سوداء موجودة على معظم المجال غنية بالهياكل المستحاثية مع توزع منتظم للهياكل المستحاثية (بيومكريت، بيوميكرو سباريت-باكستون) غنية بشكل كبير ببقايا الهياكل البلاكتونية و انتشار كبير للغلوبوجيرينا ونسبة قليلة من وحيدة سلسلة، مع وجود هياكل منخربات بلاكتونية المنتشرة الذي يدل على نسبة عالية منها متوزعة على الوسط الترسيبي في ذلك الزمن. مع وجود عمليات دلمتة ثانوية وضغط للهياكل المستحاثات، وعمليات إملاء ميكروسباريتي لاحقة لبعض الهياكل. ويظهر المجال (139-150m) مجهرياً سحنة كلسية غضارية، والتراص متوسط والمادة العضوية جيدة (بيومكريت - باكستون) خشنة البنية مع بقايا هياكل منخربات. تنتشر وحيدة السلسلة وثنائية السلسلة مع الهيتروهيليكس. مع وجود عمليات مكرتة للهياكل الكلسية التي تبدو بلون كامد. بينما يظهر المجال (125-139m) كلس غضاري (بيومكريت ، ميكروسباريت-باكستون) وتزداد نسبة المواد الناعمة عن المجال السابق وتزداد نسبة المادة العضوية الهائلة الداكنة وهذا يدل على زيادة منسوب المياه وعمق بيئة الترسيب وتزداد نسبة البلاكتون (الغلوبوجيرينا) المترسبة على شكل تجمعات (دفن جماعي) تكون الكالسيت. مع وجود الكالسيت المكون من تجمعات هياكل البلاكتون وكمية كبيرة من المادة العضوية نسبة الغضار قليلة بعض الشيء. مع أن نسبة المادة العضوية عالية والغضار قليل لكن الترصاص ليس بالمستوى العالي فمن الممكن أن تكون البيئة عميقة منسوب مياه عالي لكن وزن الرسوبات خفيف والانخفاض قليل. يظهر المجال (55-125) مجهرياً (بيومكريت - واكستون، باكستون) كلس غضاري متوسط الترصاص حاوي على لطخات من المادة العضوية بنسبة جيدة مع عدد هائل من المستحاثات القاعية كما نلاحظ وجود غلوبوجيرينا مجتمعة مع بعضها البعض ، مكن أن نقول أنه حدث هدوء نسبي للوسط ترسب فيه كميات كبيرة من الغلوبوجيرينا بفترة سريعة قد تبعها تيارات مائية حملت القاعيات التي تعاني من تكسر وتهشم حوافها. إذاً منسوب عالي من المياه مع ترسب كبير للغلوبوجيرينا لكن مع وجود تيارات تحرك طاقة الوسط وتأتي ببعض القاعيات. ويتخلل المجال مكريت-مادستون على العمق 85m. وتعكس التوضعات مجهرياً على المجال (50-55m): كلس غضاري ، ميكروسباريت، سباريت (غرينستون - باكستون) حيث توجد كمية كبيرة من المنخربات، مع مادة عضوية كيروجينية جيدة. المجال (43-50m) كلس غضاري (بيومكريت-واكستون). يتبعها المجال (19-43m) يبدأ بـكلس غضاري مكريت وميكرو سباريت-واكستون وينتهي بسحنة كلسية حوارية ومارنية كلسية (ميكروسباريت-غرينستون). مكريت غضاري (واكستون) وبلورات كلسية ملونة قليلة حديثة التبلور ويرجع ذلك لأنه العينة مأخوذة من مجال قليل العمق أي أن تشكل البلورات الكلسية وأكاسيد الحديد لاحقة للترسيب ووجود عملية دلمتة (تجاه البلورة نحو أخذ الشكل المعيني غير منتظمة الحواف). مع انتشار بعض المستحاثات وحيدة السلسلة

والغلوبوجيرينا.ينتهي البئر بالمارل الغضاري،(3-19m) مارل وكلس غضاري ناعم البنية يظهر تشققات واضحة مجهرياً يحوي لطخات واسعة من أكاسيد الحديد التي تظهر لون صدئي ،وبلون أسود ،( مكريت-مدستون) مع انتشار أكاسيد الحديد.تمت ملاحظة انتشار أكاسيد الحديد في المجالين الاخيرين من البئر،مع انتشار البيريت على طول المجال(40-240m)،(اللوحة C).

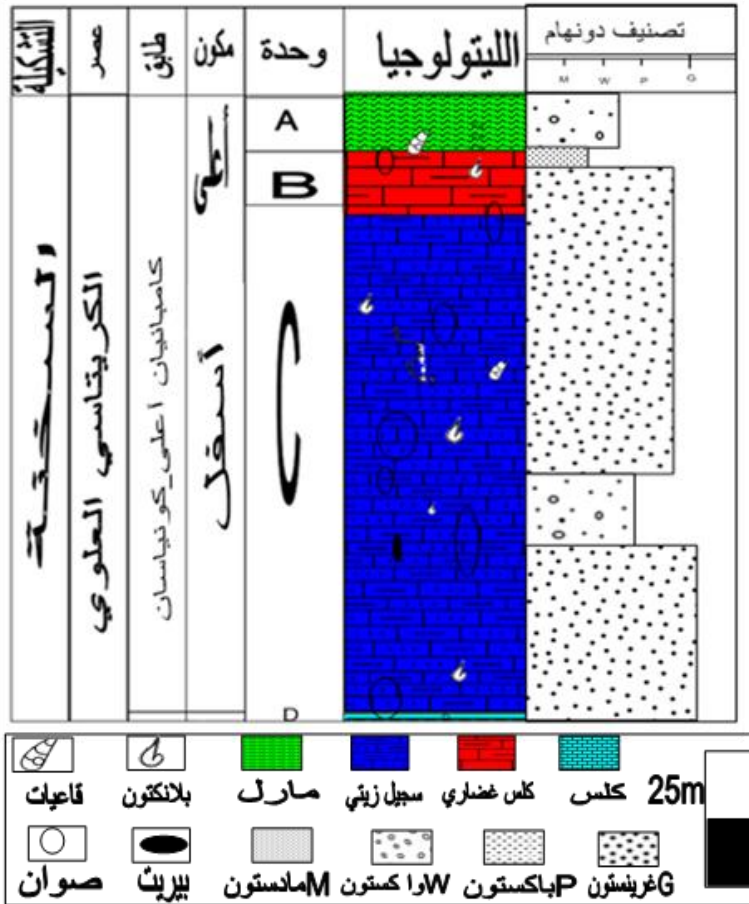


O: Oil D: Dolomit CL: Clay F:Foraminifera N:Nodularia d:dentalina T:Textularidae G:Globigerinidae  
GT:Globotruncanidae M:مكريت MS:ميكروسيديريت

اللوحة (C) تبين السحنات المجهرية في وحدة السجيل الزيتي في البئر المرجعية Kh11

البئر w1 يقع البئر شمال المنطقة المدروسة  $y=3951947$   $x=0363217$   $h=288.5$  عمق البئر 247m وسماكة الغطاء 40m، سماكة السجيل 204m ، التشرب بالمادة العضوية عند العمق 247m ويستمر حتى العمق 40m. يبدأ البئر ببعض الكلس عدة أمتار، كلس عضوي منخرب ، ويلحقه المجال (40-243.3m) كلس غضاري مستمر متشرب بالمادة العضوية ناعم البنية ذات

رائحة عند الكسر ذات لون أخضر زيتوني (جيدة التشرب) يحوي شقوق طولية وعرضية وعروق كلسية عديدة مع انتشار للحصى الصوانية والبلورات الجصية. يظهر المجال (220-232) كلس غضاري بنية ناعمة وتشرب ممتاز ،وعلى العمق (127m-120m) تشرب ممتاز جداً بالمادة العضوية مع وجود فتات رمال كلسية على العمق 127m ،وهنا التشرب الممتاز بالمادة العضوية على الأرجح متعلق بوجود الكلس الذي أتاح بمساميته فراغاً لتخزين المادة العضوية، على العمق 88m نلاحظ سماكة صوان قاسي تصل ل10cm ،على العمق (76-73) نلاحظ انتشار للبيريت بشكل غزير، ويستمر الكلس الغضاري المتشرب حتى العمق 40m .



الشكل (4) العمود الليتوستراتغرافي في البئر المرجعية الرئيسية W1

ويعكس البئر مجهرياً سحنة كلسية غضارية متنوعة المعالم المجهرية: (190-247m) كلس غضاري متراس ناعم البنية (بيومكريت -باكستون) ونلاحظ طغيان المادة العضوية (كبروجين) وكأنه

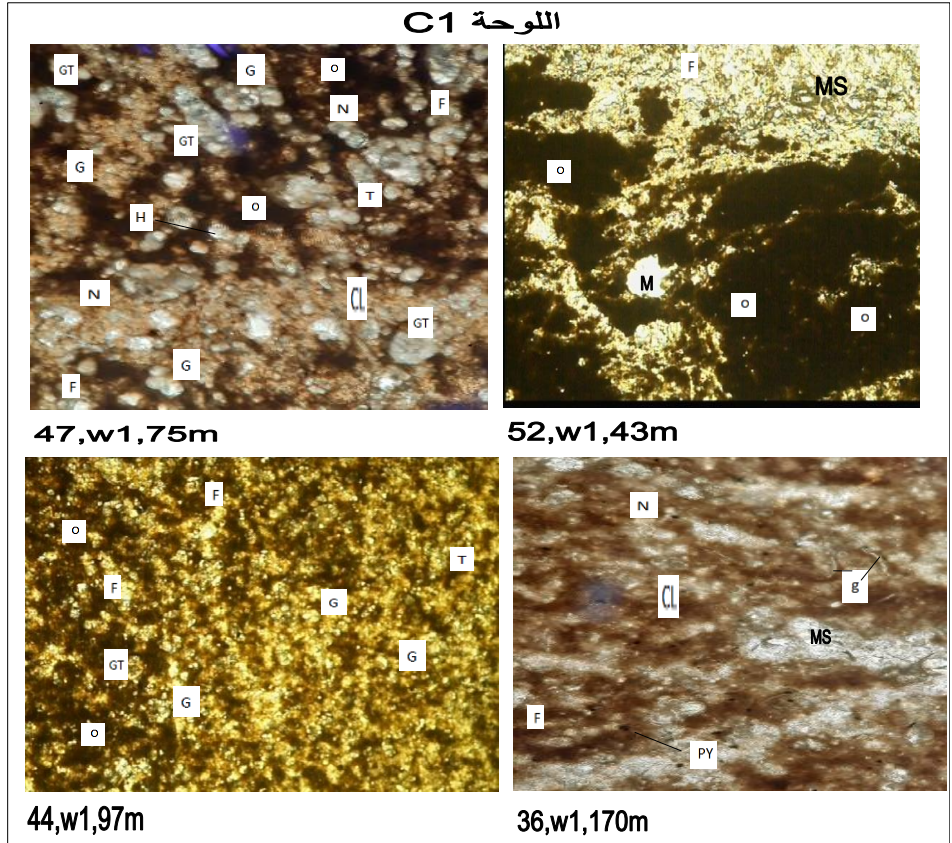
أرضية جامعته لكل الهياكل المستحاثية الكلسية، تتواجد المستحاثات على شكل تجمعات واضحة من الهياكل الملتفة بالانكتونية الصغيرة (على الأغلب غلوبوجيرينا، هيتروهيليكس) المتوزعة على كامل المجال ونسبة المواد العضوية المتشربة ممتازة، إذ هنا غنى بالمستحاثات البلانكتونية وهذا يعني غنى الوسط الترسيبي بالبلانكتون ومنسوب مياه عالي واستمرار الترسيب لوقت كافي وثقل الرسوبات الذي يشكل حمل على ضغط يؤدي إلى التراص. يوجد بعض التجمعات الغلوبوجيرية تعرضت لعمليات دلمته لم تكتمل. (169-190m) السحنة كلسية غضارية (مكريت وميكرو-سباريت) (باكستون)، المادة العضوية الكيروجينية قليلة لكن بالمقابل انتشار كبير للغضار (clay) الناعم المترص، مع انتشار تجمعات ميكروسباريتية (الكلس)، وانتشار البيريت على طول المجال، الهياكل المستحاثية متهشمة الحواف، يليه المجال (125-169m) بيومكريت-واكستون، باكستون، مع نسبة قليلة من الغضار ونسبة عالية من المادة العضوية الطاغية أي تشرب ممتاز بالمادة العضوية على كل المجال مع وجود الهياكل المستحاثية (تكستولاريا -أحادية السلسلة- غلوبوترانكانا- والغلوبوجيرينا بشكل رئيس). وسط عميق أعطى مادة عضوية لزجة كثيفة طاغية على المجال ومترصة مع بعضها دليل غنى الوسط واستمرار الترسيب. مع انتشار تجمعات كلسية (مكريتية-وسباريتية) مع عمليات دلمته لهياكل التكتستولاريا والغلوبوترانكانا.

(120-125m): بيدي المجال سحنة كلسية غضارية (بيومكريت-واكستون مدستون) مع نسبة عالية جداً من المادة العضوية الكيروجينية.

(49-120m): كلس غضاري (بيومكريت- باكستون) مادة عضوية ممتازة التشرب وغضار قليل وتوزع كبير للهياكل المستحاثية البلانكتونية (غلوبوجيرينا- غلوبوترانكانا). مع وجود عروق انحلال مملوءة بالسباريت، والميكروسباريت مع وجود تجمعات كلسية ميكروسباريتية وعمليات إملاء ميكروسباريتي للهياكل المستحاثية ووجود الباريت. يليه المجال (40-49m): سحنة غضارية (مكريت- مدستون، واكستون)، غنية بالمستحاثات الغلوبوجيرية. المجال (19-40m) كلس غضاري أبيض خشن ناعم البنية يحوي شقوق طولية وعرضية وأكاسيد حديد وفي نهاية المجال (34-40m) يصبح كلس غضاري أخضر يحوي حصى صوانية مع بلورات جصية حيث يبدأ التشرب بالمادة العضوية (الكيروجين) على العمق 40m، ويظهر المجال مجهرياً (مكريت غضاري، واكستون)، المجال (16-19m) نطاق رملي مع الأروغانيت وأكاسيد الحديد، (0-16m) مارل ذات لون أبيض مصفر قليلاً متوسط القساوة ذات بنية ناعمة ويتخلل هذا المجال انتشار أكاسيد الحديد الصفراء والسوداء مع انتشار الحصى الصوانية السوداء وفي نهاية المجال يظهر لدينا بلورات أرغواتيت مع بلورات جصية



كبيرة، ويعكس المجال مجهرياً (مكربت وميكرو سباريت) (واكستون-باكستون) ونلاحظ وجود بلورات كلسية حديثة التبلور ذات ألوان زاهية. مع انتشار مستحاثات الهيتروهيليكس. إذاً تزداد المادة العضوية في البئر w1 ومع ازدياد الكثافة والتراص هنا عن البئر السابق kh11 وهذا يدل على وسط ترسيب أعمق واستمرار للترسيب بشكل أكبر يعطي تراص مع غنى للمادة العضوية الأصل (اللوحة، C1).

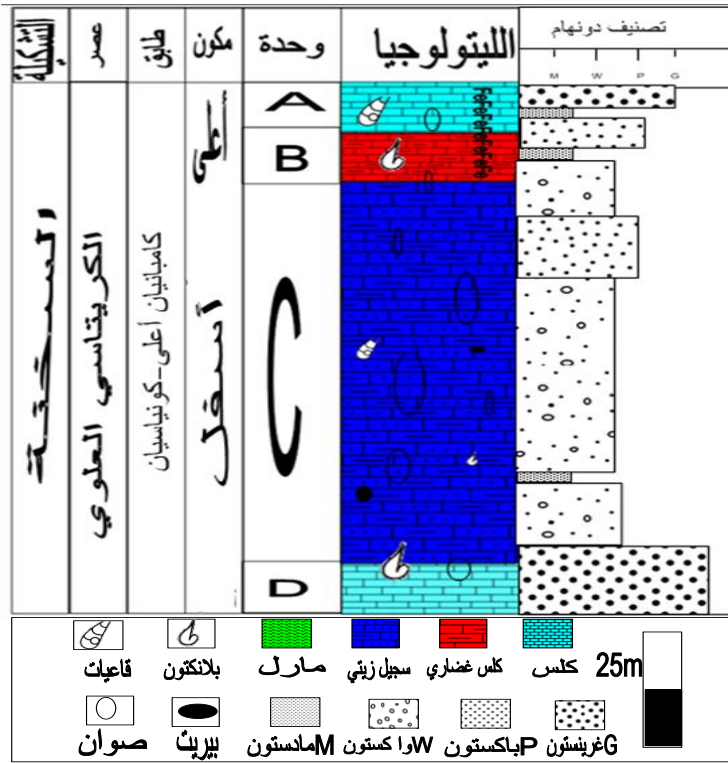


O: Oil D: Dolomit CL: Clay F: Foraminifera N: Nodozaria d: dentalina T: Textularidae G: Globigerinidae  
GT: Globotruncanidae M: مكربت MS: ميكروسباريت Py: بيريت صفيحيات غلاصم: g بيريت

اللوحة (C1) تبين السحنات المجهرية في وحدة السجيل الزيتي في البئر المرجعية W1

البئر w46 يبدأ البئر بعدة أمتار كلس حواري أبيض هش (ميكروسباريتي). يتبعه السجيل الزيتي (40-244) ذات سحنة كلسية غضارية ناعمة البنية لون أخضر زيتوني متشرب بالمادة العضوية بشكل جيد وذو رائحة عند الكسر ويحوي على شقوق طولية حاوية على كلس معاد التبلور يتراوح السجيل هنا من ممتاز التشرب وجيد التشرب مع انتشار كامل للعروق الكلسية والقطع الصوانية. (40-19) كلس غضاري بلون بيج ناعم البنية مع انتشار الحصى الصوانية، ويتحول

تدريجياً لجر كلسي متوسط القساوة وقاسي يحوي شقوق مليئة بأكاسيد الحديد. (ميكرو سباريت - واكستون). ثخانة السجيل 200m (40-240m) جيد وممتاز التشرب والغطاء 40m، (الشكل، 5).



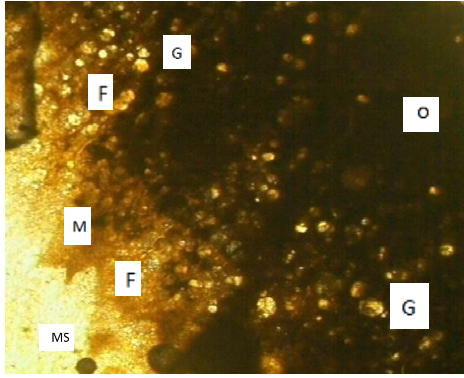
الشكل (5) العمود الليثوستراتغرافي في البئر المرجعية W46

ويظهر السجيل مجهرياً سحنة كلسية غضارية بيومكريت عضوي على الشكل التالي: (243-253m): سحنة كلسية (ميكروسباريت، دولوميكروسباريت)، (باكستون) مع تشوه معظم المستحاثات نتيجة عمليات الدلمتة. إذا يبدأ البئر بسحنة كلسية قاسية وكلسية مدلمتة تدل على بيئة شاطئية قليلة العمق. مبلور بنسبة عالية مع قساوة كبيرة، وتراص كبير. ويعلوه المجال (200.7-244m): سحنة كلسية غضارية غنية بالمنحربات البلانكتونية وخاصة الغلوبوجيرينا مع وجود بعض القاعيات (أحادية السلسلة). بيومكريت-ميكروسباريت، باكستون. في بداية المجال تنتشر عمليات الإملاء الميكروسباريتي، مع وجود عمليات دلمتة للمستحاثات وخاصة المجتمع والكبيرة منها في وسط المجال وهذا إن دل فيدل على وجود تيارات من بيئة أقل عمقاً حاملة معها القاعيات والكلس المنحل أثناء عملية الترسيب، وتمت الدلمتة بنفس الطريقة بسبب مرور سائل الدلمتة مع تيارات قادمة من البيئات الأقل عمق (دياجينز لاحق)، وينتهي المجال بازدياد نسبة الغضار (clay)-تشرب جيد جداً

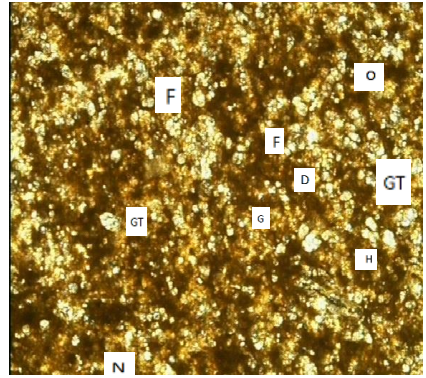
بالمادة العضوية. ويليه المجال (160-200.7m): كلس غضاري (بيومكريت-واكستون ،مدستون) يحوي بعض الغلوبوجيرينا القليلة، في هذا المجال تشرب كبير وممتاز جداً بالمادة العضوية (السجيل).

(135-160m): يظهر هذا المجال سحنة كلسية غضارية تزداد في بدايته نسبة الغضار، بيومكريت-واكستون، إن المادة العضوية تشكل أرضية جامعة للهيكل المستحاثية الكلسية وهي ذات بنية واحدة ناعمة متماسكة كثيفة، مع انتشار عمليات المكرتة للهيكل المستحاثية. ويعلوه المجال (-85): 135m سحنة كلسية غضارية (بيومكريت ،واكستون)، ممتازة التشرب بالمادة العضوية الكيروجينية، مع انتشار مستحاثات بلانكتونية صغيرة (غلوبوجيرينا ،هيتروهيليكس)، المادة العضوية أقل كثافة وتماسك من المجال السابق، مع وجود إملاء ميكروسباريتي في نهاية المجال. ويليه المجال (40-85m): سحنة كلسية غضارية (بيوميكروسباريت، باكستون)، تنخفض نسبة التشبع بالمادة العضوية في هذا المجال من ممتازة جداً في المجالين السابقين إلى جيد مع الملاحظة أنه هناك نودوزاريا وهيتروهيليكس مبعثرة، وميكروسباريت وكأنه طبقات متناوبة، وهذا يدل على وجود تيارات حاملة للكلس المنحل، أثناء عملية الترسيب مما رفع من طاقة الوسط وخفض من شروط ترسب وحفظ المادة العضوية، (-19-40m): كلس غضاري ترتفع فيه نسبة الغضار، خالي من المادة العضوية، والمجال مكون من أرضية غضارية مكريتية وبلورات ميكروسباريتية ، وإن عملية الإملاء الميكروسباريتي وبعض عمليات المكرتة طغت على هياكل المستحاثات، وإن ترسب الغضار الغني بالهيكل المستحاثية في بيئة عميقة هادئة قليلاً (ويستدل على ذلك من توزع الغضار والميكروسباريت بشكل منتظم) ومن ثم انخفاض منسوب المياه وترسب البلورات الميكروسباريتية (الكلسية) وهذا يعني أن التيارات الهادئة كانت تحمل الكالسيت المنحل. وينتهي البئر (1-19m): سحنة كلسية ذات أرضية مكريتية (كلسية) مع وجود بلورات ميكروسباريتية، وانتشار كبير للتكستولاريا والهيتروهيليكس ووحيدات السلسلة مع انتشار عمليات دلمة بسيطة للهيكل المستحاثية الكلسية والسحنة الكلسية هنا دليل على بيئة قليلة العمق منخفضة منسوب المياه وخاصة أن معظم المجال حاوي على بلورات ميكروسباريتية بشكل كبير، وبلورات كلسية حديثة التبلور. إذا البئر يحوي ثخانة سجيل 216m جيد جداً التشرب بالمادة العضوية يعلوه 40m غضار، (اللوحة، C4).

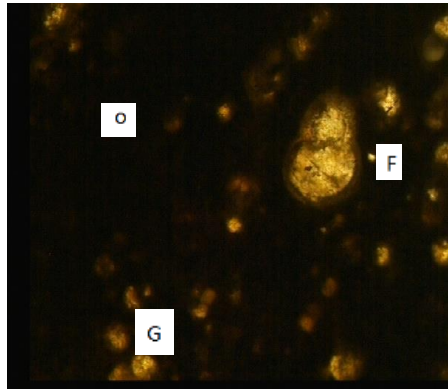
اللوحة C4



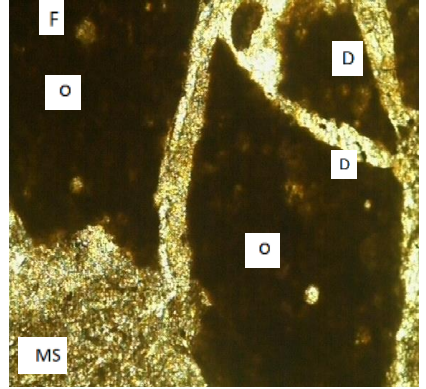
55,w46,98.5m



56,W46,49m



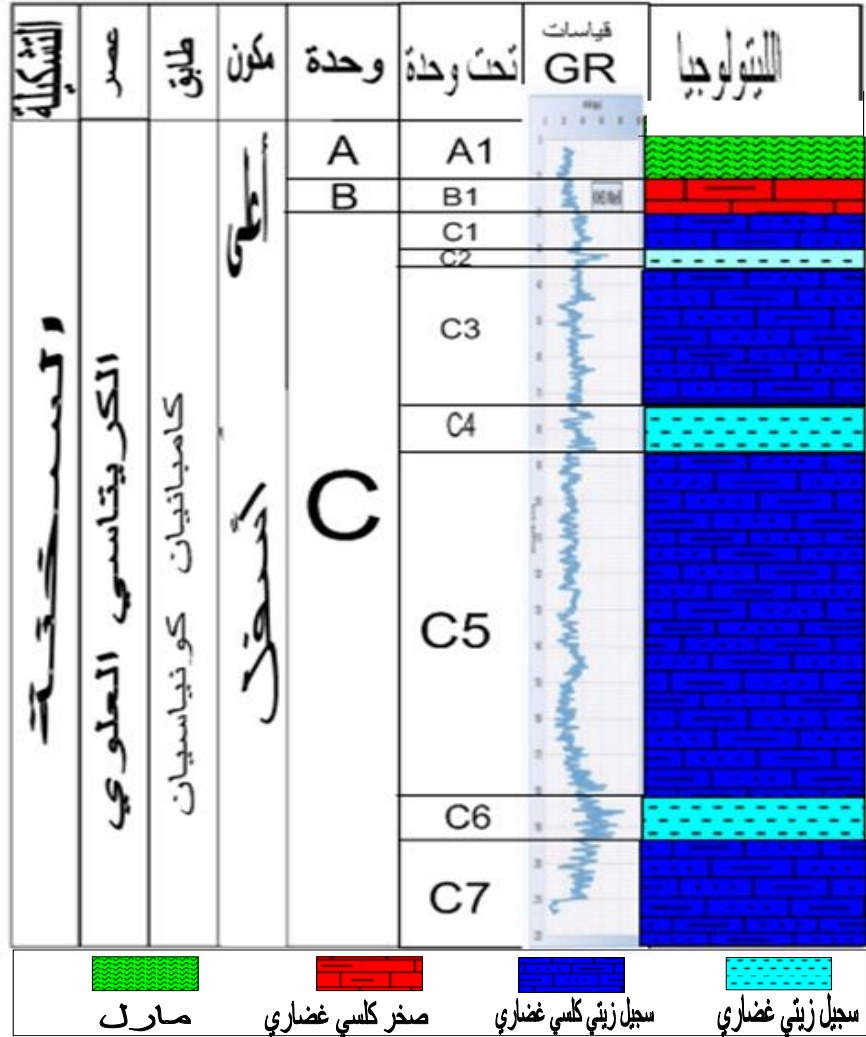
52,w46,222m



54,w46,166m

اللوحة (C4) تبين السحنات المجهرية في البئر المرجعية W46

بعد دراسة الآبار المرجعية الرئيسية وتقسيم السحنات إلى مكونات ووحدات. تمت دراسة البئر wkh3 للتأكيد على النتائج وتم اختيار هذا البئر بسبب قربه من البئر المرجعية المركزية kh11 وبسبب وجود قياسات جيوفيزيائية مأخوذة في هذا البئر (GR) وتم دراسة البئر دراسة جهرية كاملة مع الاستعانة بالقياسات وتم تحديد السحن وتقسيمها في هذا البئر إلى مكونات ووحدات وتحت وحدات (الشكل، 6).



الشكل (6) العمود الليثوستراتغرافي في البئر Kh11 مع التقسيم لوحات وتحت وحدات

دراسة مكونات التوضعات في المنطقة واختلاف السماكة والسحنة والعمليات المنتشرة:

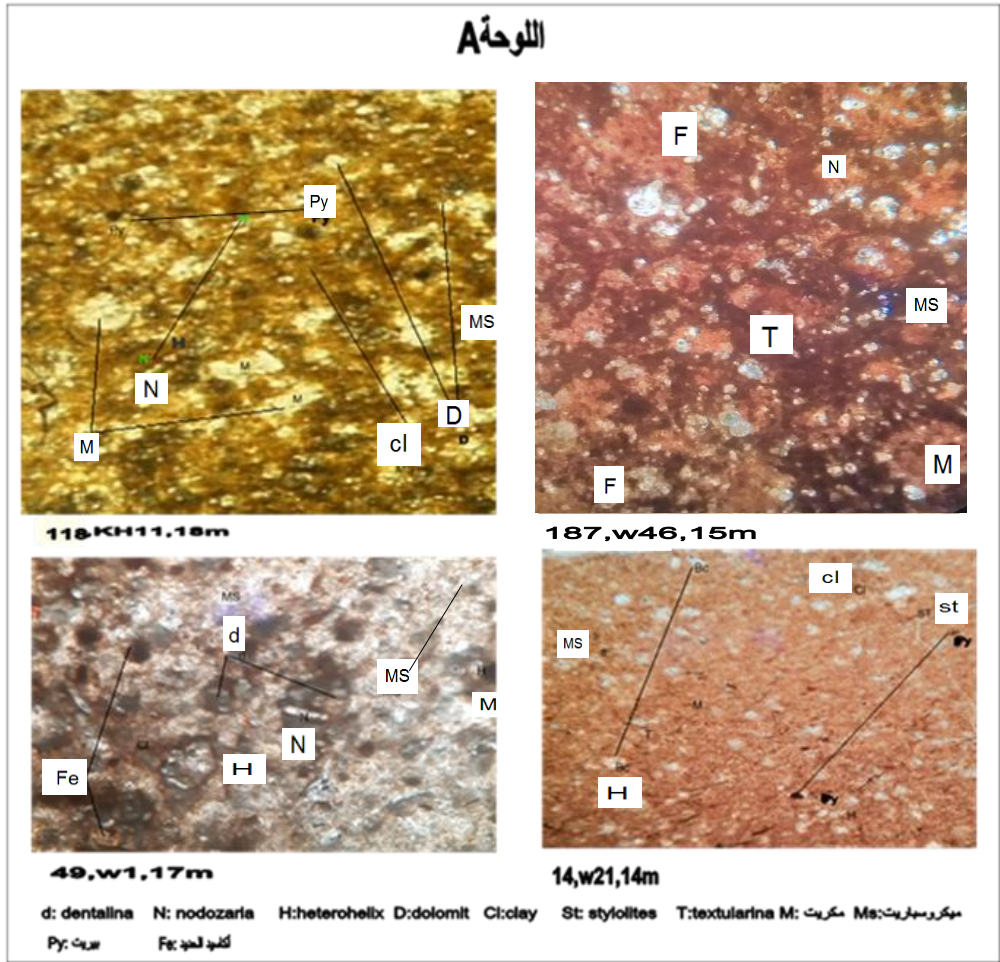
بعد دراسة الآبار المرجعية والاستعانة بعدة آبار أخرى (من حيث السماكة والسحنة) تم تقسيم التوضعات المدروسة إلى ثلاث مكونات وكل مكون تم تقسيمه إلى وحدات وتمت هذه التقسيمات بعد الدراسة الجهرية والمجهريّة وملاحظة التغيرات السحنية (الجدول، 3) وتغيرات السماكة (الشكل، 7). قسمت التوضعات المدروسة إلى مكونين وكل مكون إلى وحدات خاصة به، وتبدأ بالوحدة D : تشكل جزء من مكون يقع تحت توضعات السجيل وتعكس سحنة كلسية وكلسية مدلمة تحوي بيوكلاست من التكتولاريا والغلوبوجيرينا، لم تخترق الآبار إلا عدة أمتار من هذا المكون. وإن

هذه الوحدة ممكن أن تشكل خزان نفطي جيد للمواد الناضجة من السجيل وذلك بسبب سحنتها الكلسية والكلسية المدلمة (الوحدة،D).

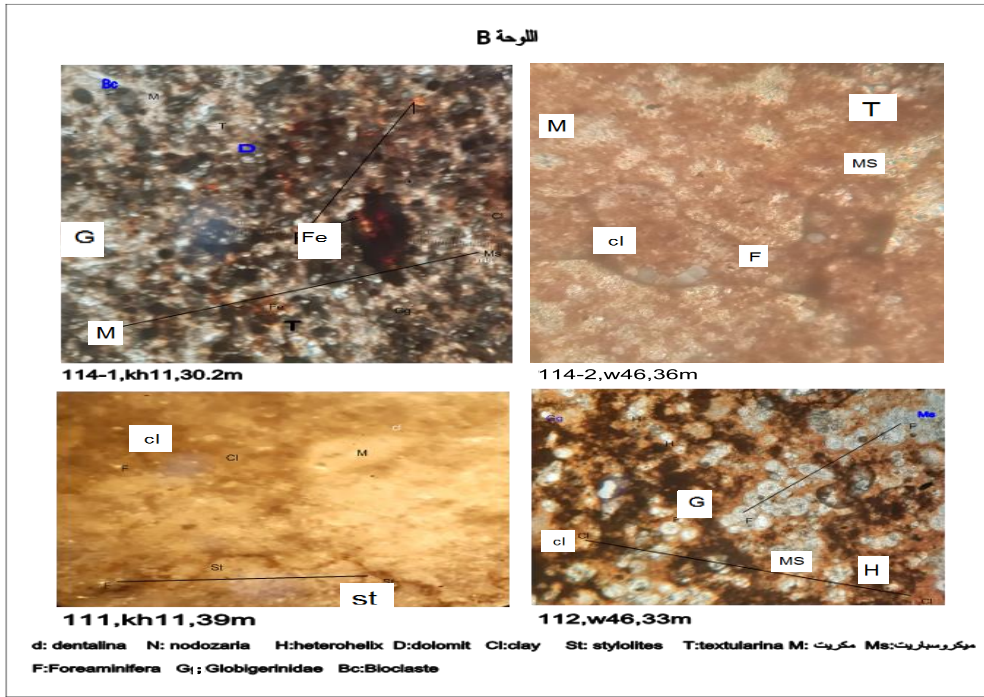
المكون الأسفل متمثل بالوحدة C وهي توضعات السجيل الزيتي وهي ذات سحنة كلسية غضارية بشكل رئيس متشربة بالمواد العضوية ناعمة البنية وينتشر عل طولها الحصى والعروق الصوانية بشكل كبير وهذا يدلنا على بيئة عميقة مع وجود تيارات مياه قادمة غنية بالمحاليل السيليسية مع انتشار بعض عمليات انحلال وترسيب العروق الكلسية وتنتشر على طول الوحدة بيوكلاست ومستحاثات قاعية عديدة و بلانكتونية كثيرة ،.تعكس الوحدة C تغيرات بالسماكة ونعزو ذلك لتغيرات مستوى المياه الواضحة حيث تتراوح بين 200-225m من الشرق للغرب وتعكس تغيرات سماكة من الشمال إلى الجنوب حيث تتراوح السماكة بين 200-264m وتنخفض في البئر w24 إلى العمق 159m ،نلاحظ انخفاض كبير في نسبة الحصى الصوانية في البئر w40 و w46، ينتشر في هذه الوحدة بعض صفيحيات الغلاصم واستراكوذا وعدد هائل من البلانكتونات (الغلوبوجيرينا والغلوبوترانكانا) وبعض القاعيات .إذا الوحدة C كلس غضاري وغضار مشرب بالمادة العضوية بشكل جيد مشكلة السجيل الزيتي وغنية بالبلانكتونات.

المكون الأعلى :ويشكل غطاء السجيل الزيتي ويتألف من الوجدتين A و B ،الوحدة B وتشكل القسم الأول من غطاء السجيل الزيتي في المنطقة وتتألف من توضعات كلسية غضارية (ناعمة غالباً ،متوسطة الخشونة أحياناً) وقليلة-متوسطة القساوة وتنتشر فيها أكاسيد الحديد وقطع صوانية وتحتوي هياكل مستحاثية عديدة ( *hetrohelex, glopogerina, textularia*) تعكس تغيرات في السماكة حيث تنخفض السماكة باتجاه الشرق مع عدم ملاحظة تغيرات سحنية والسماكة الوسطية 20m ،يغلب على الوحدة عمليات الأكسدة في الجهة الغربية من المنطقة، انتشار عمليات الأكسدة في هذه الوحدة واختفائها من بعض الآبار دليل وجود عمليات حت، وأنخفاض مستوى المياه، وتبدي الوحدة A من الغرب إلى الشرق تغيرات في السماكة حيث تزداد سماكتها باتجاه شرق المنطقة لتصل إلى 28m في حين تبدأ في جهة الغرب بسماكة 13m . والسماكة الوسطية 20m وتتألف من توضعات مارلية وفي بعض الآبار مارلية كلسية وكلسية ،ينتشر على طول هذه الوحدة أكاسيد حديد سوداء وصدئية اللون وعروق انحلال كلسية وتنتشر فيها بعض البلانكتونات، والقاعيات التالية (*glopogerina, dentalina, Nodozaria, hetrohelex*)، وتتراقف الوحدة A في الجهة الغربية من المنطقة مع الكثير من عمليات الأكسدة وترسيب أكاسيد الحديد وعمليات الانحلال وتشكيل العروق الكلسية فيما نقل باتجاه الجهة الشرقية عمليات الأكسدة ويلاحظ انتشار عقد صوانية

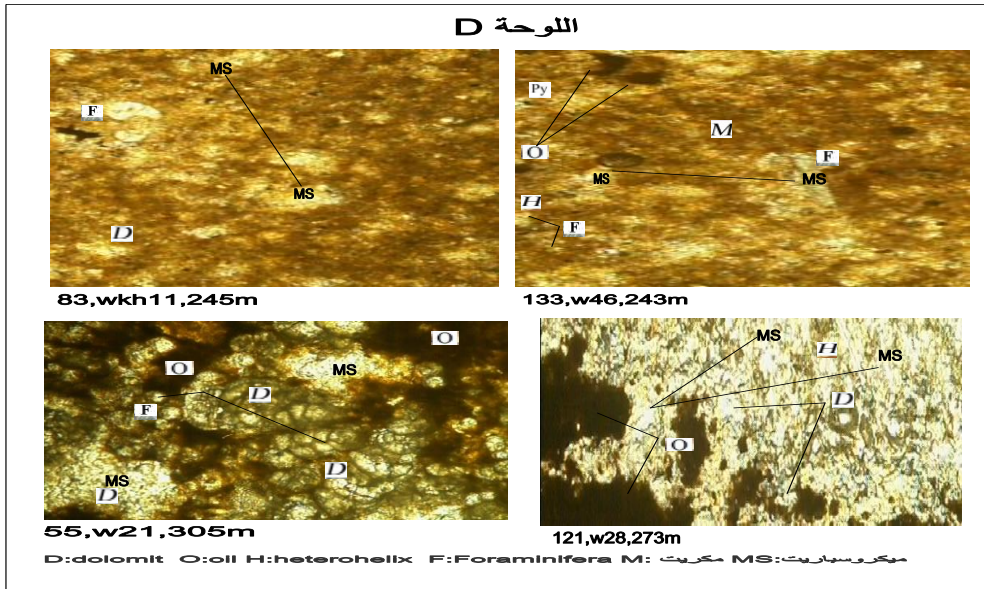
دليل ترسيب المحاليل السيليسية. هذا يعكس ازدياد في عمق البيئة نحو الشرق وارتفاع منسوب المياه وتعزى تغيرات السماكة والسحنة نتيجة التغيرات في مستوى المياه. تعكس الوحدة A سماكة أقل في الجنوب ممكن أن تصل 7m في البئر w32 و 10m في البئر w40 بينما تصل سماكتها في الشمال إلى 46.5m. تعكس الوحدة A تغيرات سحنية حيث تتألف من التوضعات المارلية الكلسية والكلسية وتشكل الوحدة A و B غطاء السجيل الزيتي كما أشرنا، وهذا الغطاء يتكشف على السطح مباشرة إلا في بعض الآبار يعلوها طبقات بازلت نيوجيني وطبقات كلسية.



اللوحة (A) تمثل السحنات المجهرية الكلسية والكلسية المارلية في الوحدة A في الآبار المرجعية

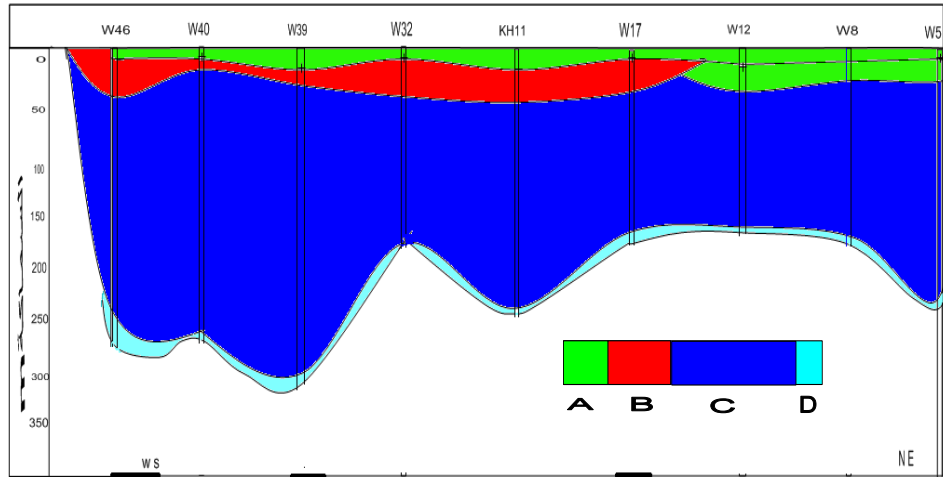


الوحدة (B) تمثل السحنيات المجهرية الكلسية الغضارية في الوحدة B في آبار مختلفة



الوحدة (D) تبين السحنيات المجهرية في الوحدة D في الآبار المرجعية





الشكل (7) يمثل تغيرات سماكة الوحدات في الآبار من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وهي على التوالي من اليمين إلى اليسار (w46,w40,w39,w32,kh11,w17,w8,w5).

الجدول (3) يمثل تغير السماكات والسحن في الوحدات في بعض الآبار

البئر --- الوحدة	W1	W12	KH11	W46	W40
A	19 m	21.5 m	13 m	19 m	10 m
	16متر مارل كلسي مع أكاسيد حديد + 3 متر من الرمل والأرغوانيت	مارل مع حصى صوانية وأكاسيد حديد	مارل كلسي مع أكاسيد حديد	حجر كلسي	7متر مارل كلسي + 3 متر حجر كلسي مع أكاسيد حديد سوداء وبرتقالية
B	21m	غير موجودة	30m	21m	19m
	كلس غضاري	ممكّن ان نعزي ذلك لتغير مستوى المياه	كلس غضاري مع حصى صوانية وأكاسيد حديد	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية
C وحدة السجيل	207m	144m	203m	201m	225m
	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية	كلس غضاري مع حصى صوانية على العمق 180m
D	2m	لم يخترقها الحفر	3m	12m	2m
	كلس قاسي	-	كلس مدلمت	كلس عضوي	كلس قاسي

#### أهم العمليات المنتشرة في التوضعات المدروسة :

الدلمتة : نلاحظ انتشار عمليات الدلمتة الجزئية منتشرة على الوحدات السحنية المدروسة وخاصة في التوضعات الكلسية والمارلية الكلسية القاسية وتكون هذه العمليات نتيجة وجود سائل دلمتة غني بالمغنيزيوم يمر على التوضعات ويقوم بدلمتة البلورات الكلسية وتشكيل بلورات دولوميتية معينة الشكل مكتملة أو مكتملة غير منتظمة الحواف في عدة آبار والدلمتة هنا ثانوية أي لاحقة لعمليات الترسيب (دياجينيز لاحق) وبعض منها معاصر لعمليات الترسيب ونلاحظ أماكن وجود الدلمتة

انتشار البيوكلاست وتخريب هياكل المستحاثات. وتعد ظاهرة الدلمتة من أهم العمليات التي تحدث للصخر أثناء الترسيب بشكل مباشر أو بعد عملية الترسيب وتعد من أهم المفاتيح الأساسية لاستنباط الشروط السائدة من خلال دراسة جيوكيميائية للنظائر المستقرة في الدولوميت ودراسة الأس الهيدروجيني [5]. ولهذه الصخور أهمية نفطية خاصة نظراً لاحتوائها على مسامية جيدة ناتجة عن عملية الدلمتة ونظراً لكون مساماتها تتمتع بخصائص شعرية فعالة وبنظام اتصال متجانس بين فراغاتها [4]. وتصنف الصخور الدولوميتية حسب المنشأ إلى أنواع وهي كالتالي:

1- دولوميا أولية- (معاصرة للترسيب): وتتصف ببنية بلورية ناعمة إلى ناعمة جداً وتطبق منتظم ويتشكل بفعل التحول المينرالوجي السريع للوحول الكربوناتية (Jones et al, 2003).

2- دولوميا إبيجينزية- (لاحقة للترسيب): وتنشأ من جراء دلمتة الصخور الكلسية التي تعرضت لحوادث الدياجينيز وتحتوي على بقايا مستحاثية أو غير مستحاثية وعادة ماتحتوي على بلورات كبيرة من الكالسيت وتشكل صخور خازنة [15].

- دولوميا بنوية: وتتصف ببنية بلورية واضحة حيث يرتبط هذا النوع من الدولوميا بالفوالق والتشققات [12]. وتصنف الصخور الدولوميتية حسب درجة التبلور والنسيج البلوري (الشكل) حسب (Friedman, 1965):

(euohedral): بلورات جيدة التبلور، وعندما تكون معظم البلورات (euohedral) يكون النسيج (idiotopic).

(Subohedral): بلورات ذات أوجه سيئة النمو، وعندما تكون معظم البلورات Subohedral يكون النسيج (hypidotopic).

(anhedral): وتميز الدولوميت المكون من بلورات عديمة الأوجه، وعندما تكون معظم البلورات anhedral يكون النسيج (xentopic) [11]. وأما بالنسبة لآليات تشكل الدولوميت فهناك عدة آليات لتشكل الدولوميت: (الدلمتة بفعل البحر، الدلمتة بالمياه المالحة، دلمتة الخلط، دلمتة الضخ، دلمتة النز- رشح والدلمتة بفعل المياه الجوفية العميقة) وسيتم ذكر آليات محددة منها فقط كونها تتوافق مع الآليات المقترحة لتشكل الدولوميت في التوضعات المدروسة:

دلمتة النز- رشح: يتشكل الدولوميت: يتشكل الدولوميت وفق هذه الآلية من خلال عملية إعادة الجريان وخط المياه العذبة بالمياه المالحة (reflux-system)، وتعتمد هذه الآلية غنى المحاليل الناتجة عن

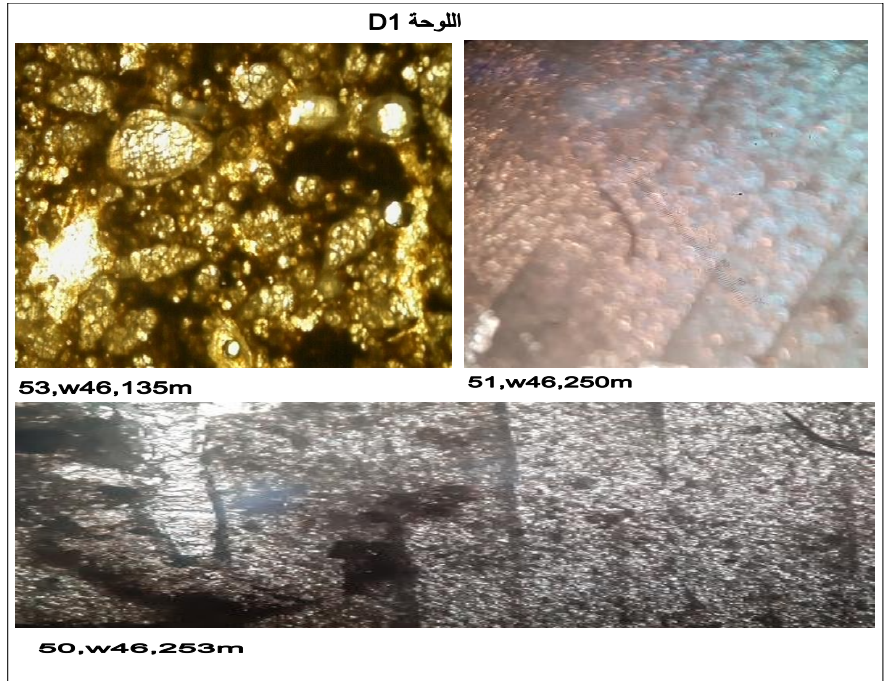
التبخّر ب Mg حيث تشكل السوائل المدلمتة أثناء عملية تبخر المياه المالحة (مياه اللاغون مثلاً) وهبوط هذه السوائل إلى الرسوبات الكربوناتيّة [15].

دلتمتة الضخ: الدولوميت المتشكل من خلال عملية ضخ السوائل الحاوية على شوارد ال Mg ضمن الرواسب الكربوناتيّة (pumping-system). وهنا حركة شوارد Mg تنتج من عملية ضخ يومي للسوائل البحرية الحاوية على هذه الشاردة ضمن رسوبات النطاق غير المشبع ومن خلال ضخ شاقولي لهذا السائل. وهذه الآلية تفسر تشكل الدولوميت الناعم التبلور وعلى الأغلب هو منتشكل في بيئة بحرية خلال مرحلة مبكرة من الترسيب (معاصر للترسيب) [15].

دلتمتة الدفن: الآلية الرئيسية في حدوث هذا النوع من الدلمتة هي اندفاع مياه الصخور الوحلية القاعدية والسوائل الغنية بشوارد Mg إلى الكربونات الرصيفية، حيث تغطي هذه السوائل ب Mg نتيجة عملية التحول الذي يصيب الفلزات الغضارية نتيجة زيادة الدفن ودرجة الحرارة وهذا النوع من الدولوميت شائع في الصخور الكلسية التي تغلفها الأسرة الغضارية [15].

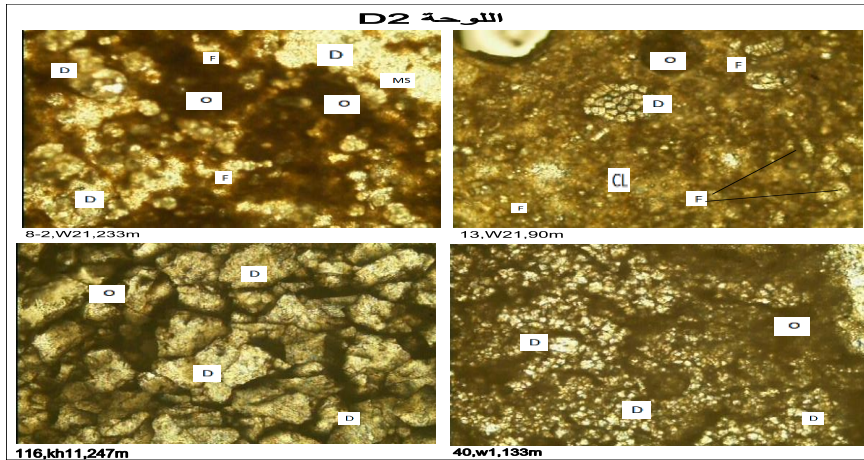
وبما يتعلق بالدولوميت في السحنات المدروسة في توضعات السجيل الزيتي:

دولوميت ناعم التبلور (دولومكريت): وهو من نوع auhedral وتميز نسيج idiotopic وأما حسب المنشأ فيميز هذا النوع الدولوميا المعاصرة للترسيب، وقد لوحظ أن مواصفات هذا الدولوميت تشابه مواصفات الدولوميت المتشكل باليتي النز-رشح وألية الضخ ضمن بيئة بحرية ضحلة تعرضت لعمليات البحر (اللوحة D1).



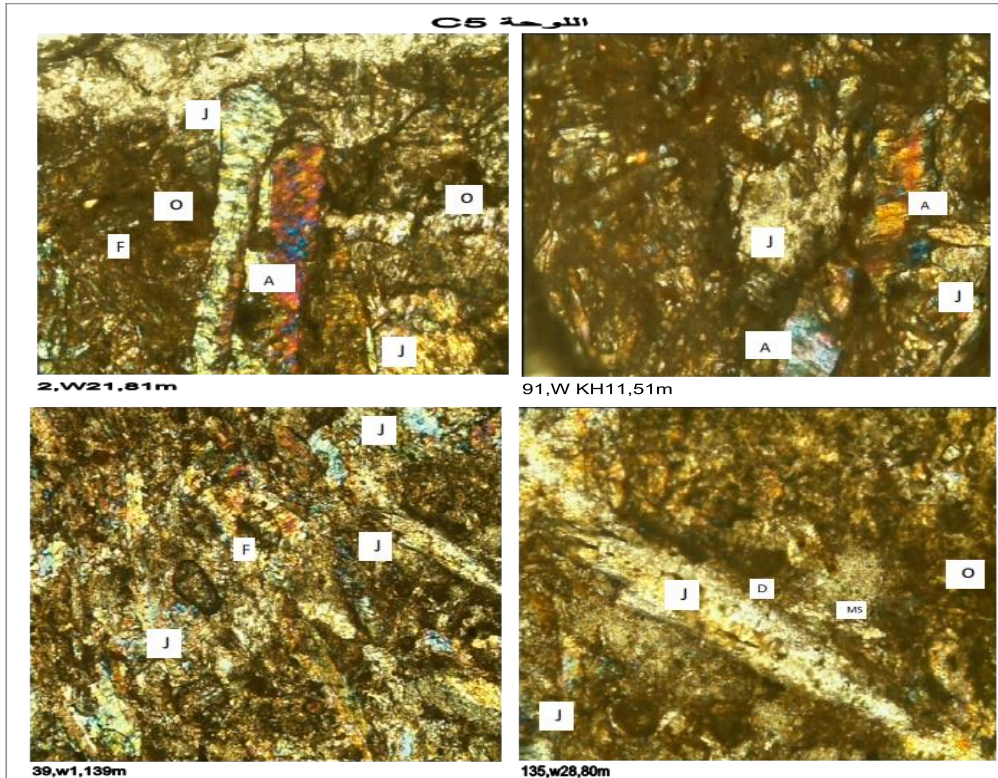
اللوحة (D1) تمثل السحنة المجهرية الدولوميتية الناعمة المعاصرة لعمليات الترسيب

دولوميت متوسط-خشن التبلور: (دولوميكروسباريت، دولوسباريت): من نوع Subhedral إلى euhedral المميزة لنسيج hypidotopic ويعود من حيث المنشأ إلى الدولوميا الإيبيجينزية (الثانوية) اللاحقة للترسيب ويقترح أنه قد تشكل وفق آلية الدفن وآلية النز-رشح (اللوحة D2).



اللوحة (D2) تمثل السحنات المجهرية الدولوميتية المتوسطة والخشنة التبلور اللاحقة للترسيب

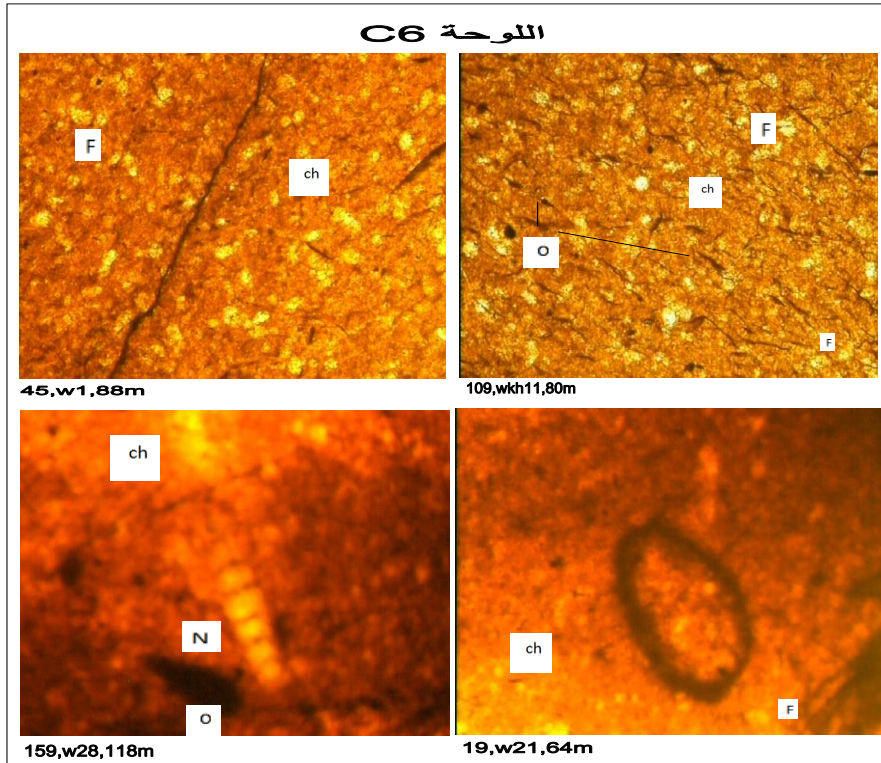
عمليات الانحلال والاستبدال: ومنها نوعين عمليات الإملاء الميكروسباريتي: على كامل توضعات الوحدات انتشار كبير لعمليات الانحلال للتراكيب الأصلية وترسيب بلورات الكالسيت على شكل عروق وترسيب الكالسيت في الشقوق وذلك بسبب وجود مياه دافئة غنية بمحاليل الكالسيت ونلاحظ انتشار عروق الكالسيت (جهرياً) على بعض المجالات في الوحدة C في البئر w21 على العمق (290-300) و w23 على العمق 160m و w24 على العمق 150m و w46. وعمليات الانحلال والإملاء الميكروسباريتي تنعكس مجهرياً بوجود بلورات كلسية ميكروسباريتية (MS) في عدة شرائح، وتملاً هذه البلورات الشقوق مع تعرض هياكل المستحاثات في عدة أعماق لعمليات إملاء ميكروسباريتي وأحياناً توجد هذه البلورات على شكل تجمعات كبيرة (اللوحات A,B,C,D). والنوع الآخر من العمليات هو عمليات انحلال وترسيب بلورات الجص والأنهدريت (اللوحه C5)، وترسيب هذه البلورات يدل على بيئة دياجينز (شاطئية، ولاغونية).



O:Oil F:Foraminifera D:Dolomit MS: ميكروسباريت A: أنهدريت J: جص

اللوحه (C5) تبين السحنات المجهرية لبلورات الجص والأنهدريت المترسبة بعمليات الدياجينز

عمليات السيلسة: تنتشر على كامل الوحدات على شكل عقد صوانية تظهر بلون أسود ودرجة قساوة عالية جداً، وهي قليلة في الوحدة A ولكن تكون واضحة فيها بنسبة كبيرة في البئر w26 ، ومنتشرة بشكل كبير على شكل عقد صوانية في الوحدة C و B، ويمكن أن تشكل عروق تصل سماكتها 7cm. وإن انتشار الصوان دليل على وجود محاليل سيليسية غنية بـ SiO<sub>2</sub> (ممكن أن تكون قادمة بواسطة التيارات من مياه سحيقة العمق باردة) وترسيب العقد والعروق الصوانية وخاصة في الوحدة C كونها ترسبت في بيئة أعمق من الوحدات A و B.، إن الصوان المتشكل ناتج عن عملية ترسيب لاحق (دياجينيز متأخر) (وليس ترسيب مباشر) عن طريق انحلال التوضعات الكلسية الغضارية واستبدالها بالسيليس، ويتم الاستدلال أنه دياجينيز لاحق من خلال شكل توضع الصوان (عقد-خثرات-عروق صوانية) وتم التأكيد على ذلك من خلال وجود الهياكل المستحاثية الموجودة ضمن بعض الشرائح المجهرية الصوانية (اللوحة C6).



اللوحة (C6) وتمثل السحنات المجهرية للصوان المتشكل مع إظهار الهياكل المستحاثية الباقية

عمليات البيرتة :لدينا بيريت منتشر على عدة مجالات من المنطقة نراه في عدة آبار كما في w1 على العمق 70-80m في الوحدة c وفي الوحدة B في البئر kh11 على المجالين -250 و 270m و 160m-172. وتشكل البيريت دليل بيئة عميقة مغلقة غير متجددة المياه أي لا يوجد تيارات مائية متجددة. في البيئة المغلقة يتفاعل الكبريت مع الباريت ويتشكل البيريت في هذه الظروف المناسبة.

### تطور البيئات الرسوبية والباليوغرافيا:

تبدأ التوضعات ببيئة قليلة العمق في الوحدة D تعكس سحنة كلسية قاسية وكلسية عضوية وكلسية مدلمتة ج وتحتوي بيوكلاست وبعض بقايا التكتستولاريا وبعض الغلوبوجيرينا .لم نستطع إعطاء فكرة واضحة عن تغيرات مستوى المياه لأن الآبار لم تخترق هذه الوحدة إلا لبعض الأمتار ( قليلة العمق).بليها انتقال سريع وتدفق مياه سريع وانتقال لبيئة عميقة يتخللها في بعض الأحيان تيارات مائية تحمل بعض القاعيات ،وتترسب سحنة كلسية غضارية ناعمة متشربة بكمية ممتازة من المادة العضوية .وهذا دليل غنى الوسط بالبلانكتونات أصل المادة العضوية التي يحدث لها موت ودفن جماعي سريع تشكل الكيروجين المكون الأساسي لتوضعات السجيل.نلاحظ تغيرات في مستوى المياه يؤثر على السماكة وتشرب المادة العضوية ولايؤثر على السحنة بشكل رئيس.وإن ترسيب الغضار والكلس الغضاري والبنية الناعمة ووجود المكريت يدل على بيئة عميقة هادئة منخفضة الطاقة،مع وجود البيريت الدال على بيئة مرجعة،إن المنخربات البلانكتونية موجودة بكمية كبيرة وهذا مايؤكد على بيئة عميقة وليس العكس لأن نسبة القاعيات قليلة. وبليها انتقال متدرج لبيئة أقل عمق عبر الوحدة B الكلسية الغضارية المتوسطة الخشونة المنتشر فيها كمية من البلانكتونات والقليل من القاعيات لكنها غير متشربة بالمادة العضوية الكيروجينية نتيجة عدم وجود عمق ومستوى مياه كافي وبالتالي عدم وجود حفظ ونقل رسوبات مناسب لتحول المادة العضوية لكيروجين.مع بعض التغيرات في مستوى المياه يعطي تغيرات في السماكة.ويمر الانتقال المتدرج بالوحدة A الاقل عمقا المكونة من المارل والمارل الكلسي والتوضعات الكلسية أي أنه تم العودة لبيئة أقل عمق تحوي بعض البلانكتونات والقاعيات والبيوكلاست وأكاسيد الحديد.إذا بدأت التوضعات من الأسفل ببداية تجاوز رسب الكلس الدولوميتي انتقل لمرحلته الأعظم بسرعة واستمر لفترة طويلة رسب سماكة جيدة من السجيل الزيتي أي مستوى مياه عالي وعاد لينخفض تدريجياً خلال الوحدة B ويببدأ بالانحسار في الوحدة A مع ترسيب التوضعات الكلسية والمارلية الكلسية.



إن رسوبات الوحدة D تدل على بيئة بحرية قليلة العمق (مقارنة مع B,C) متوسطة الطاقة، تحوي منخربات بلانكتونية، وتندرج ضمن بيئة بحرية من نوع (Toe of Slope) والاقتراح الأفضل أنها في القسم الأعلى من (Toe of Slope) والقسم السفلي من بيئة المنحدر القاري قليلة العمق (Slope). بينما تندرج معظم رسوبات الودعتين B,C (المكون السفلي والجزء السفلي من المكون الأعلى) ضمن بيئة من بيئات البحر المفتوح (Open sea) في الجزء العميق (Deep Shelf) بينما تندرج رسوبات الوحدة A الكلسية والمارلية الكلسية ضمن بيئة الترسيب من نوع (Toe of Slope) وذلك حسب نموذج Wilson- [16].

## 7- النتائج :

1- تخترق الآبار المحفورة في منطقة خناصر سحنات كلسية مارلية وكلسية غضارية وكلسية (قاسية ومنخرية ومدلمتة).

2- تم تقسيم التوضعات في منطقة خناصر إلى مكونين (مكون أعلى ومكون أسفل) وإلى عدة وحدات، وتحت وحدات.

3- تشكل الوحدة D بداية معظم الآبار، وهي ذات سحنة كلسية (قاسية، عضوية مخربية، مدلمتة)

ووممكن أن تشكل خزاناً نفطياً للمركبات العضوية التي تتضج من السجيل .

4- المكون الأسفل المتمثل بالوحدة C (وتحت وحداتها) يمثل مكون السجيل الزيتي في منطقة خناصر .

5- تتناوب توضعات السجيل الزيتي في منطقة خناصر بين سحنة كلسية غضارية وسحنة غضارية ناعمة البنية في معظمها، متشربة بالمادة العضوية (جيدة -ممتازة التشرب)، تحتوي شقوق طولية وعرضية وأغلبها مكربتية وميكروسباريتية، (أغلبها واكستون-باكستون ) و تندرج معظم الرسوبات ضمن بيئة من بيئات البحر المفتوح في الجزء العميق (deep shelf).

6- تتوضع وحدة السجيل الزيتي فوق سحنة كلسية دولوميتية وكلسية قاسية، بينما يغطي السجيل وحدتين، كلسية غضارية ومارلية .

7- تنتشر عمليات الدلمتة ضمن التوضعات وهذه الدلمتة بعضها معاصر للترسيب بينما معظمها لاحق لعمليات الترسيب (دياجينيز). بينما كل عمليات السيلسة المنتشرة ضمن السجيل هي بفعل

دياجينز لاحق ويستدل على ذلك من شكل ترسب الصوان (عقد وخنترات) ويؤكد أنه لاحق لعمليات الترسيب وجود بعض الهياكل المستحاثية الباقية .

#### 8-المقترحات:

إجراء دراسة جيوكيميائية لتوضعات السجيل الزيتي في المنطقة ،وتحديد درجة نضح المادة العضوية الموجودة ونوع الكيروجين وربطه مع بيانات الترسيب،وذلك بواسطة تحاليل الروك إيفال بشكل رئيس و شرائح الكيروجين.مع دراسة عناصر الأثر ونسبها في التوضعات.

إجراء دراسة ترسيبية جيوكيميائية تفصيلية لعمليات الدياجينز المنتشرة على كامل التوضعات وبشكل خاص الدلمة وعمليات السليسة.

إجراء دراسة جيوفيزيائية مفصلة للتوضعات من أجل تتبع تأثير وجود المادة العضوية في السجيل على القياسات الإشعاعية وقياسات الكثافة.

المراجع باللغة العربية:

- 1-إسلام، أ (1988): الطاقة ومصادرهما المختلفة، مركز الأهرام للترجمة والنشر، مؤسسة الأهرام، القاهرة، 351ص .
- 2-التقرير الجيولوجي للمؤسسة العامة للجيولوجيا حول السجيل الزيتي، تقرير داخلي غير منشور.
- 3- دوبرتريه، ل (1966) : جيولوجيا سوريا ولبنان (مترجم).
- 4 - القاضي، م (2016) : جيولوجيا النفط، مطبوعات جامعة دمشق، جامعة دمشق، 494ص.
- 5- عبد الله، ع (2016) : دراسة ترسيبية ودياجينية وخرنية لتشكيلة الشرائش في حقول سزابا النفطية في شمال شرق سورية، أطروحة دكتوراة، جامعة دمشق، 227ص.
- 6- غبرة، ع و سعود، ح (2004) : استخدام معامل الزمن - حرارة أرينوس في تقدير نضج المادة العضوية في صخور السيلوري والباليوزي العلوي في هضبة حلب، مجلة جامعة دمشق، العدد الأول.
- 7- لباييدي، م (1980) -التقيب عن النفط، المجلة الجيولوجية السورية، العدد السابع، 10ص.

References:

- 8- Barazangi, M.,** Seber, D., Chaimov, J., Best, J., Litak, R., Al-saad, D., Sawaf, T. 1993. Tectonic evolution of the northern Arabian plate in Western Syria. In: Recent Evolution and Seismicity of the Mediterranean Region, E.Boschi et al. (Eds). Kluwer Academic Publishers, 117-140.
- 9-Bjorlyk, k .Aveth, P.Faleid, J.(2010)**–Petroleum GeoScience, Springer–relage Berlin, 508p.
- 10- Brew, G.,** Barazangi, M., Al-Maleh, A. K., Sawaf, T. 2001. Tectonic and Geologic Evolution of Syria. GulfPetroLink, Bahrain. GeoArabia **6**:p. 573-616.
- 11- Friedman, G.M.** 1965. Terminology of recrystallization textures and fabrics in sedimentary rocks. – J. Sed. Petrol., **35**, p. 643-655.
- 12- Lind, I.S.(1985).**The origin of massif dolomite. journal of Geological Education. **33**, 112–125.
- 13- Mikhailov, I.A.** 1964. Schematic Map of the first Below – the – Surface – Water- Bearing Formation of Syria scale 1:1000000, V.O Technoexport Moscow USSR, Contract N. 944. Ministry of Industry, S.A.R., Damascus.
- 14- Ponikarov, V.P.,** and Mikhailov, I . A. 1964. Geological Map of Syria scale 1:1000000, V.O. Technoexport Moscow USSR, Contract N. 944, Ministry of Indursty, S.A.R., Damascus.
- 15- Ward, W. C.,** and R. B. Halley, 1985. Dolomitization in a mixing zone of near- seawater composition, Late Pleistocene, northeastern Yucatan Peninsula: Journal of Sedimentary Petrology, v. **55**, p. 407-420.
- 16-Wilson , J. L.** 1975. Carbonate Facies in Geologic History . Springer - Verlag , New York , 471 pp.

## مسلمات الفصل في الفضاءات النتروسوفيكية

### المشقة الثنائية

طالب الدكتوراه : لوي أحمد صالحه

قسم الرياضيات - كلية العلوم - جامعة البعث

المشرف : أ.د.طالب غريبة

المشرف المشارك : د.رياض الحميدو

#### ملخص البحث

لقد تم تعريف الفضاء النتروسوفيكى الهش الأحادي والثنائي وفي هذا البحث نعرف نوع جديد من مسلمات الفصل النتروسوفيكية الهشة في الفضاء الثنائي حيث تم دراستها في الفضاء الأحادي سابقا .

حيث نقوم بتعريف مسلمات فصل من النمط  $(P - T_0 - N_i)$  *Pairwise*  $-T_0 - N_i$  و  $(P - T_1 - N_i)$  *Pairwise*  $-T_1 - N_i$  و  $(P - T_2 - N_i)$  *Pairwise*  $-T_2 - N_i$  حيث  $(i = 1, 2, 3)$  وسندرس العلاقات فيما بينها .

#### كلمات مفتاحية :

فضاء نتروسوفيكى تبولوجى هش ثنائى، نقطة نتروسوفيكية هشة، مجموعة نتروسوفيكية هشة.

# Separation Axioms in the neutrosophic crisp Bi-topological spaces

## Abstract

The neutrosophic crisp one-topological and Bi-topological spaces was defined and in this research we define a new type of Separation Axioms In Neutrosophic Crisp Bi-topological Space which were previously studied.

Now, we are defining a new Separation Axiom

*Pairwise*  $-T_0 - N_i (P -T_0 - N_i)$  and *Pairwise*  $-T_2 - N_i (P -T_2 - N_i)$   
and *Pairwise*  $-T_2 - N_i (P -T_2 - N_i)$ ; ( $i = 1, 2, 3$ ) And also we will study relationships between these new types.

## Key word :

neutrosophic crisp Bi-topological space , neutrosophic crisp point ,

neutrosophic crisp set .

## المقدمة :

ظهر مفهوم الفضاءات ثنائية التبولوجيا في عام 1963 م على يد J.C.Kelly . قبل ذلك كان الباحثون قد توسعوا بدراسة الفضاءات أحادية التبولوجيا ، حيث قاموا بدراسة مسلمات الفصل والتراص في هذه الفضاءات . ثم دراسة مسلمات شبه الفصل وشبه التراص في الفضاءات أحادية التبولوجيا . كما تمت دراسة مسلمات الفصل في الفضاءات ثنائية التبولوجيا على يد الكثير من الباحثين ومنهم هيام الكحلوت في عام 2003 م .

عم F. Smarandache عام 1995 م مفهوم المنطق الضبابي (FUZZY) إلى المنطق النتروسوفيكي ، ثم ظهرت العديد من الأبحاث في هذا المنطق الجديد في شتى أنواع العلوم وخاصة في الرياضيات بجميع فروعها لاسيما في التبولوجيا حيث عممت أغلب المفاهيم التبولوجية النتروسوفيكية والنتروسوفيكية الهشة

المنطق النتروسوفيكي هو منطق جديد أسسه العالم الأمريكي Smarandache عام 1995 م والذي يدرس ويهتم بالحياد ، بحيث يأخذ هذا المنطق الجديد بعين الاعتبار كل فكرة مع نقيضتها مع طيف الحياد ، حيث يأخذ هذا المنطق كل بيان بثلاث أبعاد هي الصح (T) بدرجات والخطأ (F) بدرجات والحياد (I) بدرجات ، ويمكننا أن نعبر عن ذلك بالشكل (T,I,F) وهذا يعطي وصفاً أدق من المنطق الضبابي والمنطق العادي ، ثم انبثق عن منطق النتروسوفيكي نظرية المجموعات النتروسوفيكية الهشة كتطوير لنظرية المجموعات الكلاسيكية وفق هذا المنطق على يد البروفيسور المصري A.A.Salama وفريق من الباحثين عام 2014 م في مفهوم الفضاء التبولوجي النتروسوفيكي الهش كتعميم للفضاء التبولوجي المعروف وفقاً لمنطق النتروسوفيكي (Neutrosophic logic) كما عرفوا المجموعة النتروسوفيكية الهشة والعمليات عليها مثل التقاطع والاتحاد والتممة ، قبل ذلك عرف S.A.alblowi , A.A.Salama عام 2012 مفهوم المجموعة النتروسوفيكية وعرفوا العمليات عليها ، ومن ثم عرفوا الفضاء التبولوجي النتروسوفيكي [1] .

عرف F. Smarandache and V.Kroumov , A.A.Salama عام 2014 في مفهوم الفضاء التبولوجي النتروسوفيكي الهش كما عرفوا المجموعة

النتروسوفيقية الهشة المفتوحة والمغلقة والعمليات عليها مثل التقاطع والاجتماع [1].

دراسة وتعريف مسلمات الفصل في الفضاء النتروسوفيكى الهش تم تعريفها لأول مرة في رسالة دكتوراه للباحث رياض الحميدو بجامعة البعث عام 2019 ، كما تم تعريف الفضاء النتروسوفيكى الهش الثنائي في نفس الرسالة [9].

أيضاً قدم البروفيسور المصري أحمد سلامة A.A.Salama عام 2013 دراسة حول مفهوم النقاط النتروسوفيقية الهشة وعرف مفهوم انتماء عنصر ما لمجموعة نتروسوفيقية هشة .

### تعريف ومفاهيم أساسية في النتروسوفيك الهش:

#### تعريف [1]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، عندئذ: المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $A$  (التي يرمز لها اختصاراً  $NCS$ ) هي ثلاثية مرتبة  $A = \langle A_1, A_2, A_3 \rangle$  ، حيث  $A_1, A_2, A_3$  هي مجموعات جزئية من  $X$ .

#### تعريف [1]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، عندئذ:

(1) تعرف المجموعة الخالية النتروسوفيقية الهشة (التي يرمز لها اختصاراً  $\emptyset_N$ )

( ، بأحد الأشكال :

$$- \emptyset_N = \langle \emptyset, \emptyset, X \rangle \text{ او}$$

$$- \emptyset_N = \langle \emptyset, X, X \rangle \text{ او}$$



$$- \emptyset_N = \langle \emptyset, X, \emptyset \rangle \text{ او}$$

$$- \emptyset_N = \langle \emptyset, \emptyset, \emptyset \rangle .$$

(2) تعرف المجموعة النتروسوفيكية الهشة  $X_N$  ، بأحد الأشكال : [1]

$$- X_N = \langle X, \emptyset, \emptyset \rangle \text{ او}$$

$$- X_N = \langle X, X, \emptyset \rangle \text{ او}$$

$$- X_N = \langle X, \emptyset, X \rangle \text{ او}$$

$$- X_N = \langle X, X, X \rangle .$$

**تعريف:** [1]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، عندئذ :

لأجل كل عنصر  $x$  من  $X$  نعرف النقطة النتروسوفيكية الهشة، بالشكل :

$$\bullet X_{N_1} = \langle \{x\}, \emptyset, \emptyset \rangle \text{ النقطة النتروسوفيكية الهشة من النمط الأول في } X$$

(أو اختصاراً  $(NCP_{N_1})$ )

$$\bullet X_{N_2} = \langle \emptyset, \{x\}, \emptyset \rangle \text{ النقطة النتروسوفيكية الهشة من النمط الثاني}$$

في  $X$  (أو اختصاراً  $(NCP_{N_2})$ ).

$$\bullet X_{N_3} = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle \text{ النقطة النتروسوفيكية الهشة من النمط الثالث}$$

في  $X$  (أو اختصاراً  $(NCP_{N_3})$ ).

- أسرة كل النقاط النتروسوفيقية الهشة  $(NCP_{N_1}, NCP_{N_2}, NCP_{N_3})$  يرمز لها بالرمز  $NCP_N$  .

### تعريف: [1]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، عندئذ: لأجل كل عنصر  $x$  من  $X$

- نقول إن النقطة النتروسوفيقية الهشة من النمط الأول  $x_{N_1}$  في  $X$   $(NCP_{N_1})$  تنتمي إلى المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_1} \in B$  ، إذا كان  $x \in B_1$  . أيضاً نقول إن  $x_{N_1}$  لا تنتمي إلى المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_1} \notin B$  إذا كان  $x \notin B_1$  .
- نقول إن النقطة النتروسوفيقية الهشة من النمط الثاني  $x_{N_2}$  في  $X$   $(NCP_{N_2})$  تنتمي إلى المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_2} \in B$  ، إذا كان  $x \in B_2$  . أيضاً نقول إن  $x_{N_2}$  لا تنتمي إلى المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_2} \notin B$  ، إذا كان  $x \notin B_2$  .
- نقول إن النقطة النتروسوفيقية الهشة من النمط الثالث  $x_{N_3}$  في  $X$   $(NCP_{N_3})$  تنتمي إلى المجموعة النتروسوفيقية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_3} \in B$  ، إذا كان

$x \in B_3$  . ايضاً نقول إن  $x_{N_3}$  لا تنتمي الى المجموعة النتروسوفيكية الهشة  $B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle$  من  $X$  ، ونرمز لذلك بالرمز  $x_{N_3} \notin B$  ، إذا كان  $x \notin B_3$  .

**تعريف:**[9]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، ولتكن  $A, B$  مجموعتين نتروسوفيكييتين هشتين من الشكل

$$A = \langle A_1, A_2, A_3 \rangle \text{ و } B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle \text{ ، عندئذ:}$$

، الاحتواء  $A \subseteq B$  يعرف بأحد الشكلين :

$$- A \subseteq B \Leftrightarrow A_1 \subseteq B_1, A_2 \subseteq B_2, A_3 \supseteq B_3$$

$$- A \subseteq B \Leftrightarrow A_1 \subseteq B_1, A_2 \supseteq B_2, A_3 \supseteq B_3$$

**تعريف:**[9]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، ولتكن  $A, B$  مجموعتين نتروسوفيكييتين هشتين من الشكل

$$A = \langle A_1, A_2, A_3 \rangle \text{ و } B = \langle B_1, B_2, B_3 \rangle \text{ ، عندئذ:}$$

(a) التقاطع  $A \cap B$  يعرف بأحد الشكلين :

$$- A \cap B = \langle A_1 \cap B_1, A_2 \cap B_2, A_3 \cup B_3 \rangle$$

$$- A \cap B = \langle A_1 \cap B_1, A_2 \cup B_2, A_3 \cup B_3 \rangle$$

(b) الاجتماع  $A \cup B$  يعرف بأحد الشكلين :

$$\cdot A \cup B = \langle A_1 \cup B_1, A_2 \cap B_2, A_3 \cap B_3 \rangle -$$

$$\cdot A \cup B = \langle A_1 \cup B_1, A_2 \cup B_2, A_3 \cap B_3 \rangle -$$

**تعريف:**[3]

لتكن  $X \neq \emptyset$  مجموعة ما، عندئذ التبولوجيا النتروسوفيقية الهشة على  $X$  ( التي يرمز لها اختصاراً  $NCT$  ) هي أسرة مجموعات نتروسوفيقية هشة  $\tau$  من  $X$  ، تحقق:

$$\cdot \emptyset_N, X_N \in \tau \quad (1)$$

$$\cdot A \cap B \in \tau \text{ لأي } A, B \text{ مجموعتين من } \tau \quad (2)$$

$$\cdot U_i A_i \in \tau \text{ لأي } A_i \text{ مجموعات من } \tau \quad (3)$$

- ندعو في هذه الحالة  $(X, \tau)$  فضاء تبولوجياً نتروسوفيقياً هشاً على  $X$  ( أو اختصاراً  $NCTS$  ) ، كل عنصر من  $\tau$  يدعى مجموعة نتروسوفيقية هشة مفتوحة ( أو اختصاراً  $NCOS$  ) ، وتدعى متممها مجموعة نتروسوفيقية هشة مغلقة ( أو اختصاراً  $NCCS$  ).

**تعريف:**[9]

لتكن  $X$  مجموعة ما غير خالية، وليكن كلاً من  $\tau_1, \tau_2$  تبولوجيا نتروسوفيقية هشة على  $X$ ، عندئذ:

ندعو  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء تبولوجي نتروسوفيكوي هش ثنائي على  $X$  ( أو اختصاراً  $Bi-NCTS$  ).

## مسلمات الفصل في الفضاءات الثنائية النتروسوفيكية الهشة

**تعريف :** ليكن  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء نتروسوفيكى تيولوجى هش ثنائى عندئذ:

ندعو  $(X, \tau_1, \tau_2)$  بـ :

•  $P - T_0 - N_1$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الأول مختلفتين

$$: x_{N_1} \neq y_{N_1}$$

يوجد مجموعة نتروسوفيكية هشة مفتوحة  $G$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$  تحوي إحدى النقطتين دون الأخرى .

•  $P - T_0 - N_2$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الثانى مختلفتين

$$: x_{N_2} \neq y_{N_2}$$

يوجد مجموعة نتروسوفيكية هشة مفتوحة  $G$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$  تحوي إحدى النقطتين دون الأخرى .

•  $P - T_0 - N_3$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الثالث مختلفتين

$$: x_{N_3} \neq y_{N_3}$$

يوجد مجموعة نتروسوفيقية هشة مفتوحة  $G$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$  تحوي إحدى النقطتين دون الأخرى .

مثال :

$$X = \{x, y\}, \tau_1 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, A\}, \tau_2 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, B\}, \tau_3 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, G\}$$

$$A = \langle \{x\}, \emptyset, \emptyset \rangle, B = \langle \emptyset, \{y\}, \emptyset \rangle, G = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle.$$

عندئذ :

$$- (X, \tau_1, \tau_2) \text{ هو } P - T_0 - N_1 \text{ فضاء.}$$

$$- (X, \tau_2, \tau_3) \text{ هو } P - T_0 - N_2 \text{ فضاء.}$$

$$- (X, \tau_3, \tau_1) \text{ هو } P - T_0 - N_3 \text{ فضاء.}$$

**تعريف :** ليكن  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء نتروسوفيكى تبولوجي هش ثنائي عندئذ:

$$\text{ندعو } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ بـ :}$$

$$\bullet P - T_1 - N_1 \text{ فضاء إذا تحقق :}$$

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الأول مختلفتين

$$: x_{N_1} \neq y_{N_1}$$

يوجد مجموعتان نتروسوفيكيتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$

تحققان :

$$x_{N_1} \in G_1, y_{N_1} \notin G_2 \text{ and } x_{N_1} \notin G_1, y_{N_1} \in G_2$$

$$\bullet P - T_1 - N_2 \text{ فضاء إذا تحقق :}$$

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيبتين هشتين من النمط الثاني مختلفتين

$$: x_{N_2} \neq y_{N_2}$$

يوجد مجموعتان نتروسوفيكيبتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$

تحققان :

$$x_{N_2} \in G_1 , y_{N_2} \notin G_2 \text{ and } x_{N_2} \notin G_1 , y_{N_2} \in G_2$$

•  $P - T_1 - N_3$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيبتين هشتين من النمط الثالث مختلفتين

$$: x_{N_3} \neq y_{N_3}$$

يوجد مجموعتان نتروسوفيكيبتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$

تحققان :

$$x_{N_3} \in G_1 , y_{N_3} \notin G_2 \text{ and } x_{N_3} \notin G_1 , y_{N_3} \in G_2$$

مثال :

$$\begin{aligned} X &= \{x, y\}, \tau_1 = \{X_N, \emptyset_N, A, B\}, \tau_2 = \{X_N, \emptyset_N, G, F\} \\ A &= \langle \{x\}, \{y\}, \emptyset \rangle, B = \langle \{y\}, \{x\}, \emptyset \rangle, G = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle, F \\ &= \langle \emptyset, \emptyset, \{y\} \rangle \\ \tau_3 &= \{X_N, \emptyset_N\}. \end{aligned}$$

عندئذ :

$$- (X, \tau_1, \tau_3) \text{ هو } P - T_1 - N_1 \text{ فضاء.}$$

$$- (X, \tau_1, \tau_3) \text{ هو } P - T_1 - N_2 \text{ فضاء.}$$

$$- (X, \tau_2, \tau_3) \text{ هو } P - T_1 - N_3 \text{ فضاء.}$$

**تعريف :** ليكن  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء نتروسوفيكى تبولوجى هشى ثنائى :

ندعو  $(X, \tau_1, \tau_2) \rightarrow$  :

•  $P - T_2 - N_1$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الأول مختلفتين

$$: x_{N_1} \neq y_{N_1}$$

يوجد مجموعتان نتروسوفيكيتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$

تحققان :

$$G_1 \cap G_2 = \phi \text{ and } x_{N_1} \in G_1, y_{N_1} \notin G_1 \text{ and } x_{N_1} \notin G_1, y_{N_1} \in G_1$$

•  $P - T_2 - N_2$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الثانى مختلفتين

$$: x_{N_2} \neq y_{N_2}$$

يوجد مجموعتان نتروسوفيكيتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$

تحققان :

$$G_1 \cap G_2 = \phi \text{ and } x_{N_2} \in G_1, y_{N_2} \notin G_2 \text{ and } x_{N_2} \notin G_1, y_{N_2} \in G_2$$

•  $P - T_2 - N_3$  فضاء إذا تحقق :

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الثالث مختلفتين

$$: x_{N_3} \neq y_{N_3}$$



يوجد مجموعتان نتروسوفيكيان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  أو من  $\tau_2$   
تحققان :

$$G_1 \cap G_2 = \phi \text{ and } x_{N_3} \in G_1, y_{N_3} \notin G_2 \text{ and } x_{N_3} \notin G_1, y_{N_3} \in G_2$$

**تعريف:** يدعى الفضاء التبولوجي النتروسوفيكي الهش  $(X, \tau)$  :

- $P - T_0 - N_1$  فضاء إذا كان الفضاء  $(X, \tau)$
- فضاء  $P - T_0 - N_2$  و فضاء  $P - T_0 - N_3$  فضاء .
- $P - T_1 - N_1$  فضاء إذا كان الفضاء  $(X, \tau)$
- و  $P - T_1 - N_2$  فضاء و  $P - T_1 - N_3$  فضاء .
- $P - T_2 - N_1$  فضاء إذا كان الفضاء  $(X, \tau)$
- فضاء  $P - T_2 - N_2$  و فضاء  $P - T_2 - N_3$  فضاء .

**ملاحظة:**

ليكن الفضاء التبولوجي النتروسوفيكي الهش الثنائي ، عندئذ:

- كل  $P - T_0 - N$  فضاء هو  $P - T_0 - N_1$  فضاء .
  - كل  $P - T_0 - N$  فضاء هو  $P - T_0 - N_2$  فضاء .
  - كل  $P - T_0 - N$  فضاء هو  $P - T_0 - N_3$  فضاء .
- العكس لكل ماسبق غير صحيح بشكل عام ، كما يوضح المثال الآتي :

**مثال:**

$$X = \{x, y\}, \tau_1 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, A\}, \tau_2 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, B\}, \tau_3 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, G\}$$

$$A = \langle \{x\}, \emptyset, \emptyset \rangle, B = \langle \emptyset, \{y\}, \emptyset \rangle, G = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle.$$

عندئذ :

$$P - T_0 - N_1 \text{ هو } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ فضاء } P - T_0 \text{ ، لكن ليس } P - T_0 - N_1 \text{ فضاء.}$$

$$P - T_0 - N_2 \text{ هو } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ فضاء } P - T_0 \text{ ، لكن ليس } P - T_0 - N_2 \text{ فضاء.}$$

$$P - T_0 - N_3 \text{ هو } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ فضاء } P - T_0 \text{ ، لكن ليس } P - T_0 - N_3 \text{ فضاء.}$$

مبرهنة :

$$\text{إذا كان } (X, \tau_1) \text{ أو } (X, \tau_2) \text{ فضاء } T_0 - N_i \text{ فإن } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ فضاء } P - T_0 - N_i.$$

الإثبات:

$$\text{لنفرض أن } (X, \tau_1) \text{ فضاء } T_0 - N_i \text{ عندئذ:}$$

$$\text{من أجل كل نقطتين نتروسوفيكيتين هشتين من النمط الأول مختلفتين}$$

$$: x_{N_i} \neq y_{N_i}$$

يوجد مجموعة نتروسوفيقية هشة مفتوحة  $G$  من  $\tau_1$  تحوي إحدى النقطتين دون

$$\text{الأخرى وهذا يعني أن } (X, \tau_1, \tau_2) \text{ فضاء } P - T_0 - N_i.$$

مبرهنة :

إذا كان  $(X, \tau_1)$  أو  $(X, \tau_2)$  فضاء  $T_1 - N_i$  فإن:  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء  $P - T_1 - N_i$ .

**الإثبات:**

لنفرض أن  $(X, \tau_1)$  فضاء  $T_1 - N_i$  عندئذ:

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكييتين هشتين من النمط الأول مختلفتين  $x_{N_i} \neq y_{N_i}$ :

يوجد مجموعتان نتروسوفيكييتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  تحققان:

وهذا  $x_{N_i} \in G_1, y_{N_i} \notin G_2$  and  $x_{N_i} \notin G_1, y_{N_i} \in G_2$

يعني أن  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء  $P - T_1 - N_i$ .

**مبرهنة:**

إذا كان  $(X, \tau_1)$  أو  $(X, \tau_2)$  فضاء  $T_2 - N_i$  فإن:  $(X, \tau_1, \tau_2)$  فضاء  $P - T_2 - N_i$ .

**الإثبات:**

لنفرض أن  $(X, \tau_1)$  فضاء  $T_2 - N_i$  عندئذ:

من أجل كل نقطتين نتروسوفيكييتين هشتين من النمط الأول مختلفتين  $x_{N_i} \neq y_{N_i}$ :

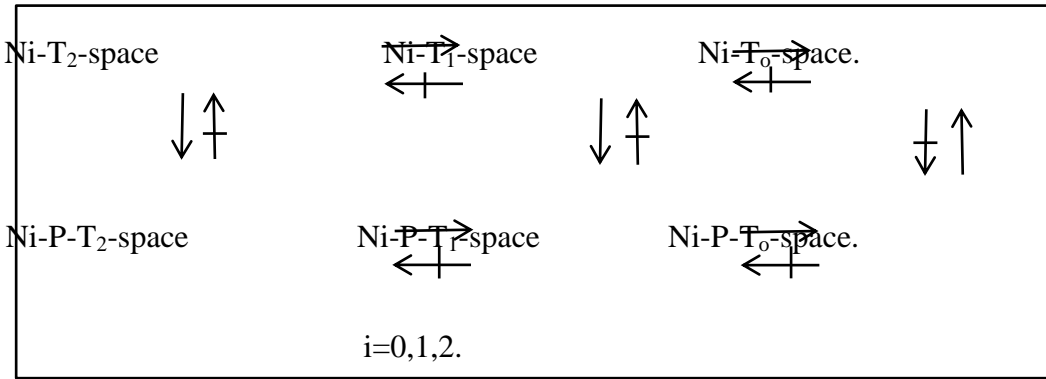
يوجد مجموعتان نتروسوفيكييتان هشتان مفتوحتان  $G_1, G_2$  من  $\tau_1$  تحققان:

$$G_1 \cap G_2 = \phi \text{ and } x_{N_i} \in G_1, y_{N_i} \notin G_1 \text{ and } x_{N_i} \notin G_i, y_{N_i} \in G_1$$

وهذا يعني أن فضاء  $(X, \tau_1, \tau_2)$  -  $P-T_2 - N_i$ .

ملاحظة :

نبين في المخطط الآتي العلاقة بين مسلمات الفصل التي درسناها :



الأمثلة الآتية توضح هذه العلاقة :

مثال :

$$X = \{x, y\}, \tau_1 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, A\}, \tau_2 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, B\}, \tau_3 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, G\}$$

$$A = \langle \{x\}, \emptyset, \emptyset \rangle, B = \langle \emptyset, \{y\}, \emptyset \rangle, G = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle.$$

عندئذ :

-  $(X, \tau_1, \tau_2)$  هو  $P-T_0 - N_1$  فضاء ، لكن  $(X, \tau_1, \tau_2)$

ليس  $P-T_1 - N_1$  فضاء.

-  $(X, \tau_2, \tau_3)$  هو  $P - T_0 - N_2$  فضاء ، لكن  $(X, \tau_2, \tau_3)$  ليس  $P - T_1 - N_2$  فضاء .

-  $(X, \tau_3, \tau_1)$  هو  $P - T_0 - N_3$  فضاء ، لكن  $(X, \tau_3, \tau_1)$  ليس  $P - T_1 - N_3$  فضاء .

مثال :

$X = \{x, y\}$  ,  $\tau_1 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, A, B\}$  ,  $\tau_2 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N, G, F\}$   
 $A = \langle \{x\}, \{y\}, \emptyset \rangle$  ,  $B = \langle \{y\}, \{x\}, \emptyset \rangle$  ,  $G = \langle \emptyset, \emptyset, \{x\} \rangle$  ,  $F = \langle \emptyset, \emptyset, \{y\} \rangle$   
 $\tau_3 = \{\mathcal{X}_N, \emptyset_N\}$ .

عندئذ :

-  $(X, \tau_1, \tau_3)$  لكن  $P - T_1 - N_1$  فضاء ، ليس  $P - T_2 - N_1$  فضاء .

-  $(X, \tau_1, \tau_3)$  لكن  $P - T_1 - N_2$  فضاء ، ليس  $P - T_2 - N_1$  فضاء .

-  $(X, \tau_2, \tau_3)$  لكن  $P - T_1 - N_3$  فضاء ، ليس  $P - T_2 - N_3$  فضاء .

نتائج البحث :

تم تعريف نوع جديد من مسلمات الفصل وهي مسلمات الفصل النتروسوفيكية الهشة في الفضاء الثنائي وتم دراسة العلاقات بين مسلمات الفصل الجديدة .

## المراجع العلمية

- [1]. A. A Salama, F.Smarandache and Valeri Kroumov, 2014,"Neutrosophic crisp Sets and Neutrosophic crisp Topological Spaces", Neutrosophic Sets and Systems 2 , 25-30.
- [2]. R. Kh. AlHamido and Q. H. Imran, 2017," N-Open Sets and S-Open Sets in Tri-topological Spaces", *University of Babylon J. for Pure & Appl. Sci.*, Vol.25, No.5.
- [3]. W. Al-Omeri. 2016, "Neutrosophic crisp Sets via Neutrosophic crisp Topological Spaces NCTS", Neutrosophic Sets and Systems, Vol.13, pp.96-104
- [4]. K. Atanassov. 1986, "intuitionistic fuzzy sets", fuzzy sets and systems 20, 87-96.
- [5]. I. Arokiarani, R. Dhavaseelan, S. Jafari and M. Parimala. 2017,"On Some New Notions and Functions in Neutrosophic Topological Spaces", Neutrosophic Sets and Systems, Vol.16, pp.16-19.
- [6]. K. Atanassov. 1983, "intuitionistic fuzzy sets". in V.Sgurev, ed., Vii ITKRS Session, Sofia (June 1983 central Sci. and Techn. Library, Bulg. Academy of Sciences.

Issue 2 , 39-43.

[7].P. Iswarya, K. Bageerathi. 2016,"On Neutrosophic Semi-Open sets in Neutrosophic Topological Spaces", International Journal of Mathematics Trends and Technology (IJMTT), Vol.37, No.3, pp.214-223.

[8]. J. C. Kelly, 1963, "Bitopological spaces", Proc. London Math. Soc.,13, 71-89.

[9] رياض الحميدو، 2019، "دراسة في الفضاءات متعددة التبولوجيا" ، جامعة البعث .





# Evaluation of Oligocene-Miocene clay from northern part of Palmyra region (Syria) for industrial ceramic applications

Abdulsalam Turkmani\*

Muhammed Khaled

Yazbek\*\*

## *Abstract*

Clay of the northern Palmyra region is one of the most important raw material used in Syrian ceramics industry. This study is focused on the evaluation of various laboratory analyses such as: chemical analysis (XRF), mineral X-ray diffraction analysis (XRD), differential thermal analysis (DTA, TG), and semi-industrial tests carried out on samples collected on two representative locations of the upper Oligocene in AlMkamen valley (**MK**) and lower Miocene in AlZukara valley (**ZR**) of northern part of Palmyra, Syria. Chemical results classify the (MK) and (ZR) clays as semi-plastic red clay slightly carbonate and (eliminate probable) illite-chlorite clays with a very fine particle size distribution. Content of SiO<sub>2</sub> between 46.28-57.66%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 13.81-25.2%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.47-11.58%, CaO 1.15-7.19%, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O varied between 3.34-3.71%. Based on clay chemical composition and iron and carbonate content, these deposits can be considered as red firing clays. Their mineralogical composition is mainly represented by illite, kaolinite and quartz, and accessories minerals such as calcite, feldspar, phillipsite and goethite. The results of the DTA test confirm the presence of gypsum and quartz phases in (MK) clay. Ceramic testing shows good green and dry bending strength values which varied between 9-14 kg/cm<sup>2</sup>, at 1160°C to 1180°C. Water absorption moves from 14.6 % at 1120°C to 2.2% at 1180°C to 1.6% at 1200°C. Breaking load after firing changes from 400 to 590 kg/cm<sup>2</sup>. At 1200°C (MK) clay reaches a perfect vitrification. After firing, color of clay

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

changes from orange-hazel to red brown at 1180°C. Technological results confirm the suitability of the studied clays to produce floor and wall ceramic tiles. Using one of the two types of clay into ceramic body, or both types together, gave satisfactory industrial results.

**Key Words: Ceramic – Clay – Industry - Palmyra**

Corresponding authors

\*Abdulsalam Turkmani, Geo Mining L.L.C, Geological Studies and Consulting, Damascus, Syria.

E-mail address: [abdulsalam.turkmani@gmail.com](mailto:abdulsalam.turkmani@gmail.com)

\*\* Muhammed Khaled Yazbek, Geological Dept. Faculty of Science –Al Baath University- Syria.

E-mail address: [mkhyzbek@hotmail.com](mailto:mkhyzbek@hotmail.com)

[mkhyzbek68@gmail.com](mailto:mkhyzbek68@gmail.com)

# تقييم غضاريات الأوليغوسين - الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا) لتطبيقات صناعة السيراميك

عبد السلام تركماني \* محمد خالد يزبك \*\*

## الخلاصة

تعتبر غضاريات منطقة شمال تدمر من أهم المواد الخام المستخدمة في صناعة السيراميك السوري. تركز هذه الدراسة على تقييم تلك الغضاريات بناءً على مجموعة كبيرة من الدراسات الحقلية والمخبرية والتي تشمل تحليل حيود الأشعة السينية (XRD) والتحليل الكيميائي (XRF) والتحليل الحراري التفاضلي (DTA, TG) وكذلك الاختبارات نصف الصناعية. لقد أجريت التحاليل على العينات التي تم جمعها من موقعين اثنين ممثلين لعمرى الأوليغوسين والميوسين في الجزء الشمالي من تدمر. حيث يمثل وادي الذكارة غضاريات أسفل الميوسين ، وتمثل غضاريات وادي المكمين الأوليغوسين الأعلى. دلت التحاليل المختلفة على أن الغضاريات المدروسة تصنف على أنها غضاريات حمراء شبه لدنة، الى لدنة، ذات محتوى قليل من كربونات الكالسيوم، كلوريتيه- ايلليتة التركيب، تتصف بتوزع دقيق جداً لحجم الحبات. بناءً على التركيب الكيميائي للغضاريات ومحتوى الحديد والكربونات ، يمكن اعتبار هذه الرواسب بمثابة غضاريات حمراء ، محتوى أوكسيد السيليسيوم يتراوح ما بين 46.28-57.66% ، أوكسيد الألمنيوم 13.81 - 25.2%، أكاسيد الحديد 3.47-11.5%، أوكسيد الكالسيوم 1.15-7.19% ، مجموع القلويات تتراوح بين 3.34-3.71%. أما التركيب الفلزي فهو مؤلف بشكل أساسي من الكاولينيت والإيليت والكوارتز وملحقاتها من فلزات الكالسيوم والفلسبار والفيليسيت والغوتيت. تؤكد نتائج اختبار التحليل الحراري التفاضلي وجود أطوار الجبس والكوارتز في غضاريات وادي المكمين. بينت الاختبارات نصف الصناعية أن بلاطات السيراميك الممثلة لتلك الغضاريات ذات قيم جيدة لمقاومة الكسر الأخضر والجاف والتي تراوحت بين 9-14 كغ / سم<sup>2</sup> ، عند 1160 درجة مئوية إلى 1180 درجة مئوية. ينتقل امتصاص الماء من

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

14.6% عند 1120 درجة مئوية إلى 2.2% عند 1180 درجة مئوية إلى 1.6% عند 1200 درجة مئوية. تتغير مقاومة الكسر بعد الحرق من 400 إلى 590 كجم / سم<sup>2</sup> ، يصل الغضار إلى درجة التزجج المثالية عند 1200 درجة مئوية. بعد الحرق ، يتغير لون الغضار من اللون البرتقالي البندقي إلى الأحمر البني عند 1180 درجة مئوية. تؤكد النتائج التكنولوجية ملائمة الغضاريات المدروسة لإنتاج بلاط السيراميك للأرضيات والجدران. وذلك باستخدام أحد نوعي الغضار في جسم بلاطة السيراميك ، أو كلا النوعين معاً ، ليعطي نتائج صناعية عالية الكفاءة.

الكلمات المفتاحية: سيراميك - غضار - صناعة - تدمر

عبد السلام تركماني، جيو للتعدين ، دراسات واستشارات جيولوجية. \*

abdulsalam.turkmani@gmail.com.

محمد خالد يزبك قسم الجيولوجيا - كلية العلوم - جامعة البعث\*\*

mkhyzbek@hotmail.com

[mkhyzbek68@gmail.com](mailto:mkhyzbek68@gmail.com)

## 1. Introduction

Syria is one of the most ancient civilizations in the world; its history has been known from **clay** tablets used in writing treaties and agreements signed by the Syrian kingdoms, especially the library of the Ebla Kingdom. Ceramics is defined (Wilson 1935; Ries1927; Committee on Definition of the Term "Ceramics," 1920; Norton, 1952) as *"the arts and sciences of making products and articles mainly or totally from "earthy" nonmetallic raw materials excepting fuels and ores of metals with high temperature treatment"*. Clay technology in ceramic field, therefore, includes evaluation of their technological characteristics at room-temperature and their behavior at high temperatures.

Syrian clays are considered as raw materials suitable for various industrial purposes, as in the ceramic and brick industry (Qatma, 1999), in the manufactures of drilling fluids, and some of them in the cement industry (Ponikarov et al., 1964).

Clay deposits in Syria are present in different geological ages, from the upper Triassic period to Quaternary age.

This article is focused on AlMkamen valley (**MK**) clay of Upper Oligocene and clay deposits of AlZukara valley (**ZR**) in the Lower Miocene of Palmyra area. These two sites represent great importance sources for the Syrian ceramic industry.

## 2. Geological Setting

Most important clay deposits are found in the northern part of the Al-Daw basin (Palmyra chain) (Fig. 1), they belong to the upper Oligocene and lower Miocene. The Oligocene rocks are extremely different and very variable in composition, in some localities they are terrigenous and clay-carbonate (sandstone, clay, marl, limestone) in the others – calcareous reefoidal rocks with algal and coral structures. This complex formation consisting mainly of shallow-water sediments, algal-coral reef limestone, marl, carbonate and noncarbonated clay, sand and sandstone. Vertically and laterally the rocks are rapidly replaced by one type to another (Ponikarov et al.,1967)

Sediments of Neogene are represented by continental deposits, in contrast to the marine deposits of the Paleogene and Cretaceous. The tectonic movements that occurred during Neogene period led to the activation of erosion, weathering, and transportation and sedimentation of the products to valleys that were filled with mixed deposits. They consist of

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

alternations of red clay, sandy clay, green silty marl, limestone, flint and conglomerate.

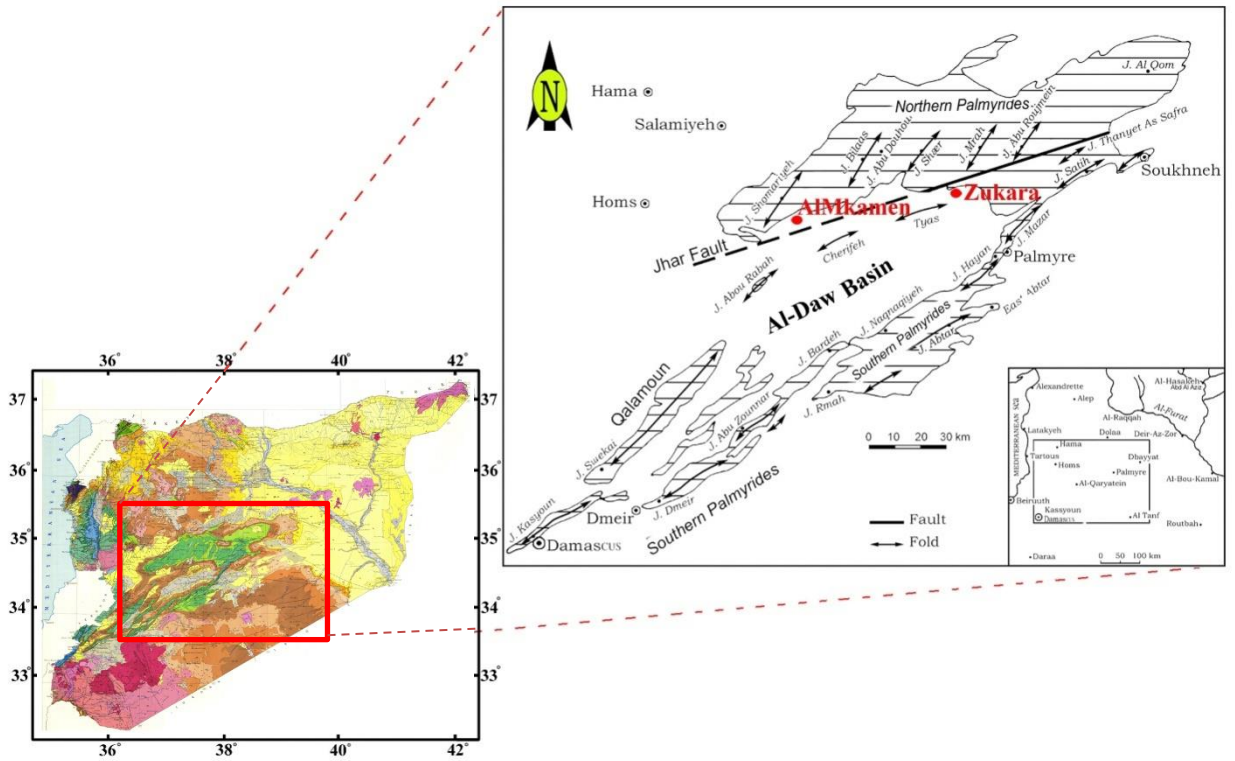


Figure 1: Syrian Map 1:1000000 shows the studied area in Palmyra chain, includes the upper Oligocene clay of AlMkamen valley; and the lower Miocene clay in AlZukara valley (Ponikarov et al., 1964).

### 2.1 Upper Oligocene Clay AlMkamen valley (MK)

Clays of the Upper Oligocene known in the Palmyrides have greenish and bluish color, slightly carbonate, with a small silt portion. The clay in northern Palmyrides Mountain (Fig.1) is 29 m thick composed of 2 or 3 m beds alternating with marls, quartz sandstones and ferruginous siltstones. The upper formation contains grey, generally noncarbonated clays with thickness about 50 m.

Upper Oligocene clay deposits occur in this site on the edge of the geological basin with north-east and south-west 220° direction, and they are divided in two sections:

**Lower section:** It's composed of gray-greenish clay bearing gypsum, with clayey limestone and limestone. The thickness of the lower section is about 30 m.

**Upper section:** it's composed of interbedded white -yellowish limestone, gray-greenish clay bearing gypsum, yellow marl, gray-greenish clay bearing gypsum, yellow clay with sand, yellow sand and sandstone with sandy clay, grey clay with green, bluish and brownish shades. Thin intercalations of feldspar-quartz siltstone and yellow sandstone are also present in this section. Total thickness of the upper part is 60 m and the thicknesses of the clay layer suitable for ceramic production is about 11 meters, as shown in (Fig. 2).

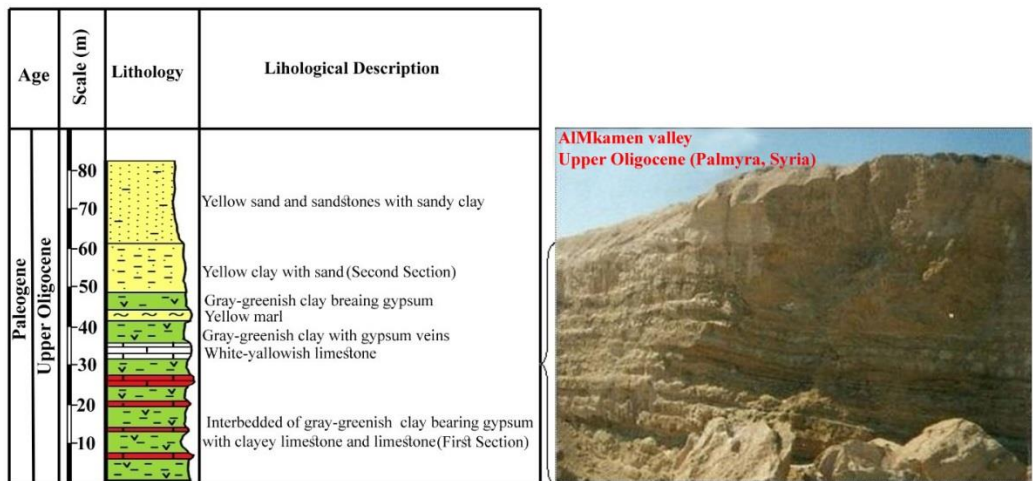


Figure 2: Stratigraphical description of the upper Oligocene clay (MK)

### 2.2 Miocene clay Al Zukara valley (ZR)

Lower Miocene continental rocks are known along the sides of the Al-Daw basin (Fig. 1). They have a different lithological composition with sharp changes of facies (Ponikarov *et al.*, 1967). Brownish sandy clay or white sandstone (occasionally conglomerates) lies at the base of the sequence with evident traces of erosion. Upwards there is an alternation of sandstone and limestone beds. The thickness of red clays becomes maximum 20 or 30 m at the foots of the slopes, upwards high hills where clay material is replaced by gravels. Clay had probably been formed as a result of basalt and carbonate rock laterization. Al Zukara valley is located 20 km on the western side of Palmyra city. The lower Miocene clay deposits in Al Zukara valley extend 15 km from north to south, and it is characterized by a lateral change from clay to sandy clay. The total layer thickness reaches 44 m, and the thickness of clay layers is about 15 m (Fig. 3).

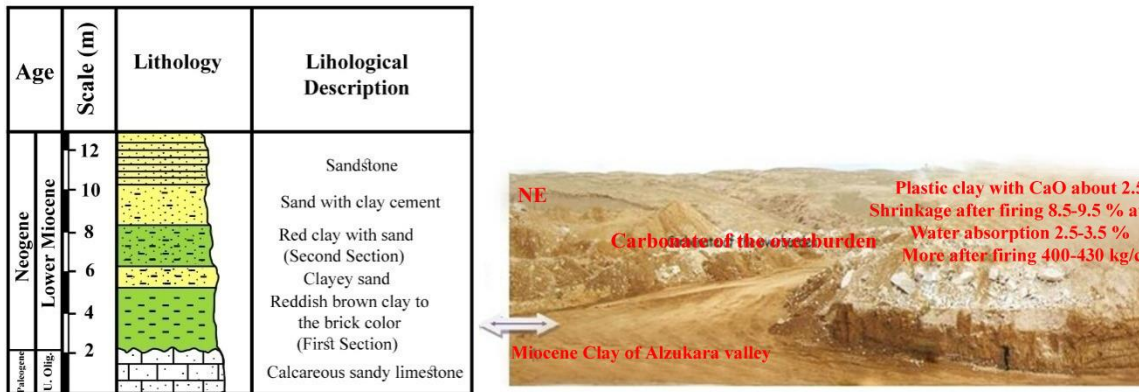


Figure 3: Stratigraphical description of the lower Miocene clay (ZR)



### 3. Analyses methods

50 representative samples from two locations (MK) and (ZR) studied and analyzed using XRD, XRF, and DTA.

**Sample preparation** All the samples were dried for a 24 h in laboratory drier at temperature of 110 °C. *Removing Carbonates before clay Separation by Hydrochloric Acid Treatment followed by clay separation method.*

**3.1 Chemical Analysis** using *Sequential ART 8410 X-Ray Fluorescence Spectrometer instrument*, Chemical analysis were made mixing 10 g of micronized powder with Spectromelt A-B which consist of di-lithium tertaborate  $\text{Li}_2 \text{B}_4 \text{O}_7$ , lithum borate  $\text{Li BO}_2$ , lanthanum oxide in the following proportions: (15: 29: 56). The mixtures were dosed in a mould of an oleodynamic press adding a specific pressure of 2000 kg/cm<sup>2</sup> to produce round samples. This analysis allows the determination of the following main oxides present in raw materials:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ . The analysis is completed by the measurement of loss of ignition L.O.I ( 10 g of the same powders used to prepare pellet samples were fired in porcelain crucibles on a laboratory muffle kiln and weighed before and after firing, the firing cycle was: 3 h at 1050 °C with 1 hour at the maximum temperature) .

**3.2 Mineralogical analysis** X-ray diffraction (XRD) analysis was performed using an automated (*Philips type: PW1840*) diffractometer equipment with Cu Ka radiation source and at a step size angle of 0.02°, scan rate of 2° in 2θ unit, and a scan range from 10° to 70°.

**3.3 DTA&TG analysis** the DTA/TG analysis was made with (DTG-60H SHIMADZU) simultaneous thermal analyzer.

**2.2.4 Physical-ceramic properties** They have been determined on small tiles (50x100 mm) produced with a laboratory press. Method for preparing the tile powder was the following:

- wet grinding of the material in a laboratory jar until reaching a maximum residue of 2-4 % over 0.063 mm span sieve (230 meshes)
- sieving of the slip on a 0.180 mm span sieve (80 meshes)

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

- drying of the suspension in an oven at 110 °C temperature
- Fragmentation and pulverization of the dry material in a laboratory hammer mill.
- wetting of the powder up to 5-6 % water and screening in a 0.6 mm mesh span sieve (30 meshes)
- Pressing of the powder in a laboratory hydraulic press.

#### 4. Discussion and results

##### 4.1 Chemical composition of the deposits clay in (MK) and (ZR)

Table.1 shows the chemical composition of (MK) clays. The major oxides of the first level are characterized by silica content variable between 46.91-51.11%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 18.70-19.44% and CaO 4.63-6.99%. Clay of (MK) upper level show an increase of sand content with silica between 54.02-66.12% and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>13.81-21.47%. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content between 13.8 to 21.47% indicating the presence of clay minerals of kaolinite group which increases refractory grade of these clays. Contents of the other oxides are: CaO 1.15-6.99%, MgO1.17-1.76%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.47-9.17 %, Na<sub>2</sub>O+ K<sub>2</sub>O about 0.7%. High L.O.I. values can be probably explained by the decarbonation and dehydration reaction of gypsum as evident in DTA analysis.

Table 1 Chemical analysis of upper Oligocene clays (MK)

Sample-ID	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	MnO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	L.O.I. %
Mk1	49.78	0.89	18.31	4.74	6.99	1.17	0	0.35	3.12	12.26
Mk2	46.91	1.03	18.7	4.83	6.38	1.7	0.1	0.48	3.14	16.15
Mk3	49.91	0.98	19.5	4.64	4.23	1.6	1	0.38	3.3	14.5
Mk4	51.11	0.96	19.44	4.85	4.63	1.76	0.06	0.5	2.2	14.49
Mk5	55.71	1.16	21.47	3.47	1.15	1.54	0.1	1.07	3.5	10.42
Mk6	54.02	0.87	19.22	5.33	2.19	1.29	0	0.4	3.64	13.5
Mk7	60.66	0.49	13.81	9.17	2.04	1.28	0	0.89	2.69	9.69
Mk8	66.12	0.87	14.17	5.33	2.19	1.29	0	0.4	3.64	5.99
MK	54.27	0.90	18.07	5.29	3.72	1.45	0.15	0.55	3.15	12.12

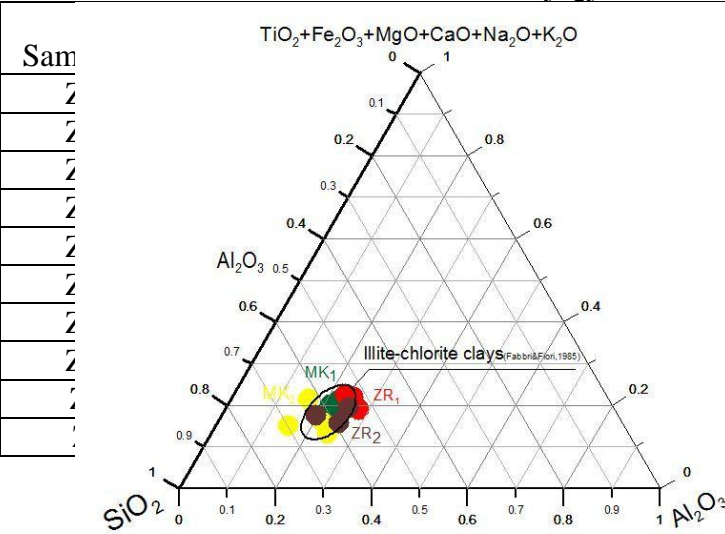
Mk1 - Mk3: Lower section of (MK) clay, Mk4 - Mk8: Upper section of (MK) clay, MK: Average content of (MK) clay.

Chemical analyses of AlZukara clay (ZR) in Table.2 show that SiO<sub>2</sub> content varied between 47.18% in the lower section to 56.23 % in the upper section, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content ranging from 25.20% to17.57% in the

second section. High iron content is observed 5.26 % to 11.58 %. L.O.I. varied between 10.5 % to 15.82%. More refractory clay samples show higher percentage of L.O.I. Based on the chemical composition of the studied clays, they can be classified as Illite-chlorite clays nature (as indicated in Fabbri&Fiori, 1985). Iron oxide content, is the main chromophore agent in the clays and it's responsible of their reddish color after firing (Abajo Manual sobre Fabricacio ´n de Baldosas MF, 2000) and (Bertolotti, 2014). According to (Dondi et al., 2014) data, red clays include every iron-rich clay material with  $Fe_2O_3$  over 3%, carbonates below 10%, so these clays can be classified as red clays (Fig. 4).

Table 2 Chemical analysis of lower Miocene clay (ZR)

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك



Sam	MgO %	MnO %	Na <sub>2</sub> O %	K <sub>2</sub> O %	L.O.I. %
2	0.71	0.1	1.84	2.22	12.14
3	1.65	0.1	0.2	2.88	15.82
3	2.1	0.1	0.85	3.03	11
9	1.47	0	0.18	3	12.5
1	2.01	0	0.39	2.45	10.34
2	2.27	0.01	0.51	2.28	10.05
5	2.02	0	0.81	2.8	10.62
6	0.58	0	0.27	3.65	10.5
3	2.02	0.1	0.44	2.64	10.89
7	1.64	0.045	0.61	2.77	11.54

Zr1-Zr6: Lower section of (ZR) clay, Zr7-Zr9: Upper section of Al (ZR) clay, ZR: Average content of (ZR) clay

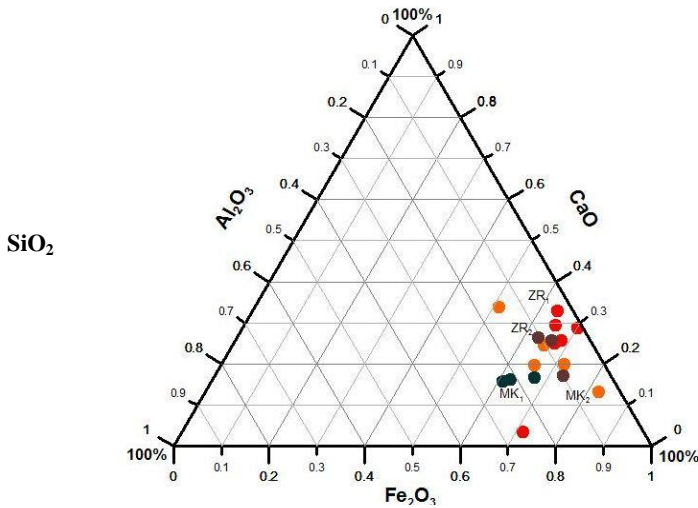
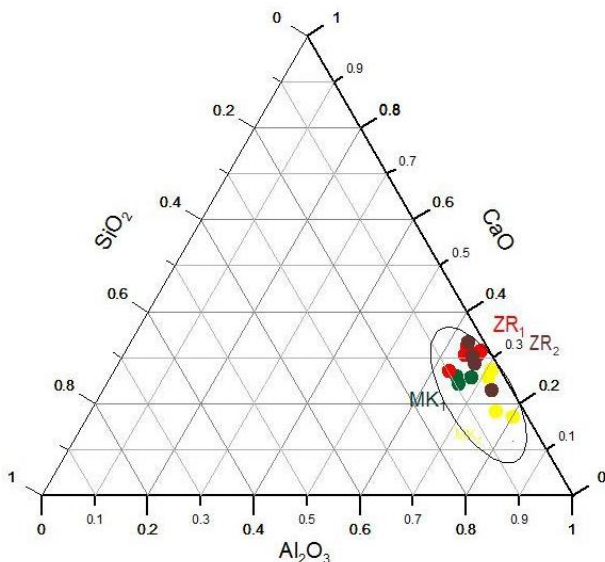


Figure: 4A  
/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / TiO<sub>2</sub>+



Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+MgO+CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O  
tertiary diagram showing composition fields of red gres clays (Fabbri&Fiori, 1985)

Figure: 4B

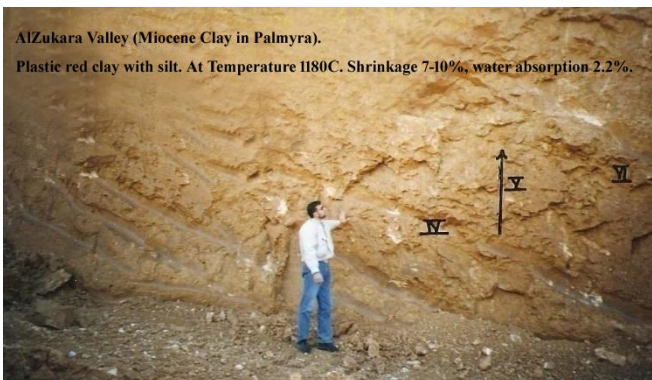
**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / TiO<sub>2</sub>**

Diagram it shows high iron content and low carbonates contents in the lower section of Zukara clay (Zr1, 2, 3, 4). CaCO<sub>3</sub> content increases in the upper part of Mkamem clay (Mk1, Mk2) due to contaminated by limestone.

Figure: 4C

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / CaO**

Diagram shows the similar chemical composition of (ZR) and (MK) clays, with an increasing Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and decreasing SiO<sub>2</sub> content in (ZR) clay. SiO<sub>2</sub> content is higher in the upper section of (MK5) clay due to the predominant presence of the sandy clay.



109

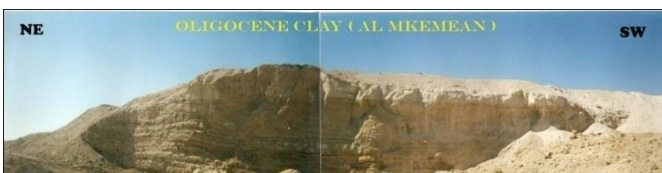


Figure: 4D

Color of the Palmyra clay after firing at different temperatures. Lower Miocene (ZR) and Upper Oligocene (MK).

#### 4.2 XRD analysis

By measuring the intensity of the diffraction lines and comparing them with the standards, it turns out that the mineral composition of Miocene clay in Al Zukara valley indicated in Table (3) has the following composition: kaolinite is predominated in first section with quartz, while calcite and other minerals such as illite, goethite and phillipsite are present in lower percentage. On the contrary calcite, quartz and secondary minerals are present in higher proportion in the second level clays with appearance of illite, K-feldspar and montmorillonite. Upper Oligocene clay of (MK) mainly including illite, kaolinite, calcite and feldspar (Fig. 5).

Table 3: Mineralogical composition of Oligocene-Miocene of Palmyra clay

Sample	Kaolinite	Illite	Quartz	Calcite	Feldspar	Montmorillonite	Goethite	Phillipsite	Sum
Lower Miocene (ZR)	46	20	25	5		1	2	1	100
Lower Miocene (ZR)	38	15	25	18	2	1		1	100
Upper Oligocene (MK)	13	48	29	7	3	0	0	0	100
Upper Oligocene (MK)	11	45	33	8	3	0	0	0	100



*Figure 5: X-Ray Diffraction of the upper Oligocene (MK) and lower Miocene (ZR) clay.*

#### **4.3 DTA& TG analysis**

Differential thermal analysis (DTA) made on upper Oligocene (**MK**) and lower Miocene clay (**ZR**) show similar patterns except some minor variations. In all the diagrams are present two kaolinite peaks due to a strong endothermic curve at 550°C to 600°C and a strong exothermic peak between 900°C to 1000°C. The first one corresponding to kaolinite and illite dehydration reaction and formation of meta-kaolinite, follow by exothermic peak due to mullite and/ or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> crystallization. (Fig. 6A). According to Carthew (1955), the amplitude of the endothermic peak at 600°C is practically proportional to kaolinite weight and increases with particle size and decreases with kaolinite crystallinity degree. Speil (1944) has discovered that the area of the endothermic peak at about 600°C in kaolinite DTA decreases with decreasing particle size of the kaolinite.

Two endothermic peaks present between in AlMkamen clay 120°C to 150°C indicate to dehydration reaction of gypsum. According to Rowland (1955), clays with monovalent cations exhibit one endothermic loop at about 150°C; most clay with divalent cations have a second loop or a shoulder on a loop similar to the monovalent loop at a higher temperature (220°C). (Fig. 6A). Miocene clay samples from AlZukara valley show strong endothermic peak at approximately 94°C that represent clay dehydration, and endothermic peak at approximately 311°C not reported in typical kaolinite and illite DTA curves (e.g. Carthew, 1955; Grim and Rowland, 1944). It can be attributed to the occurrence of hydrous iron oxide phase such as goethite dehydroxilation (e.g. Kulp and Trites, 1951). Endothermic curve at 655°C corresponding escape of H<sub>2</sub>O of aluminite. The decarbonation reaction of calcite about 781°C was detected in the structure as well as the formation of quasi-amorphous materials (Fig. 6B)

**TG analysis:** Clays (**MK**) and (**ZR**) showed a main important loss of weight corresponding of the temperature of clay minerals crystal destruction (500-600°C).



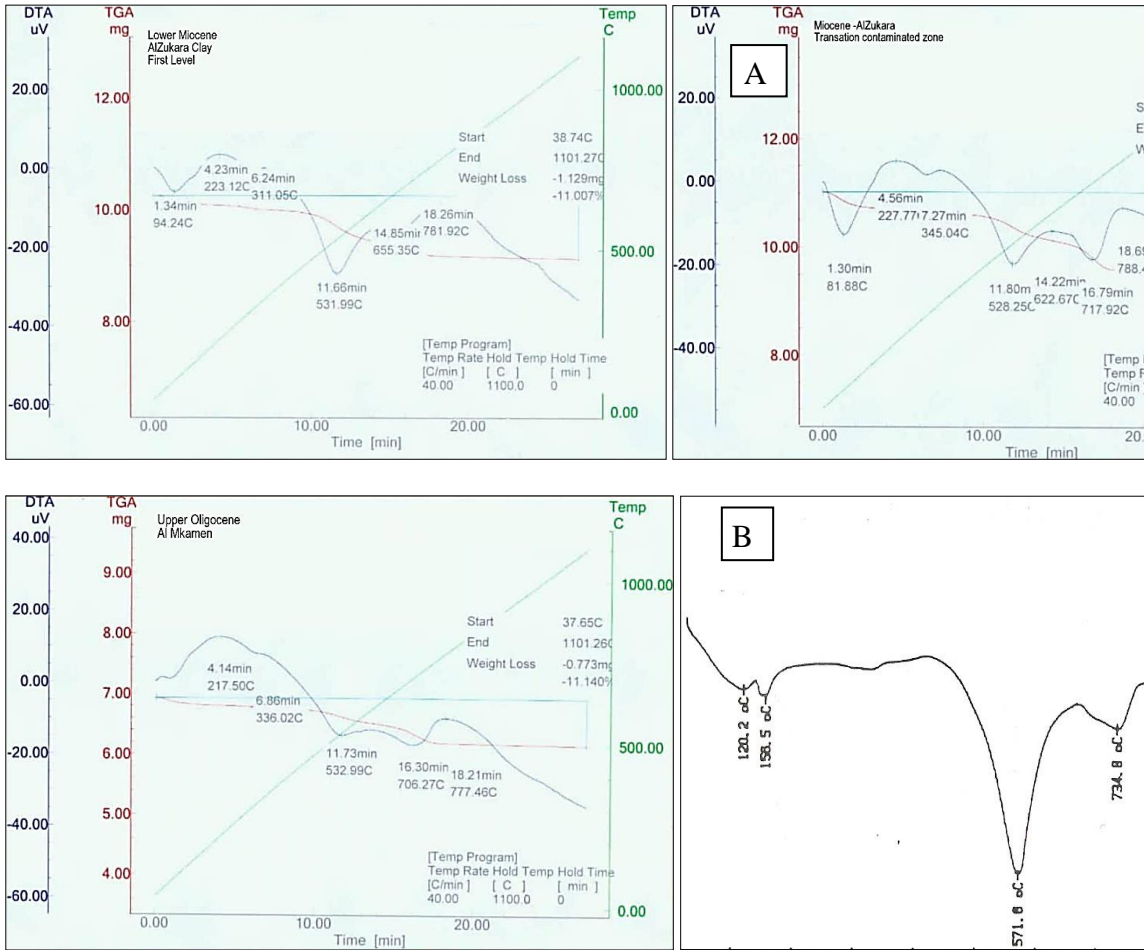


Figure 6. Differential thermal analysis curves (DTA) for two clay samples from the upper Oligocene clay in Makamen valley (A), and lower Miocene clay Zukara valley (B). (A). Diagrams show two endothermic peaks at 120°C and 150°C due to the dehydration reaction of gypsum and two strong peaks, the first one at 571°C linked to the transformation of the kaolin into metakaolinite with the loss of the interstitial water, and the second exothermic peak at 930°C linked to mullite phase formation. (B). Diagrams show endothermic peak at approximately 94°C linked to clay dehydration, and endothermic peak at approximately 300°C linked to the dehydroxilation of goethite  $\alpha\text{-FeOOH} \rightarrow \alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

Decarbonation reaction of calcite  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$  was detected about 781°C as well as the formation of quasi-amorphous materials.

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

**4.4 Physical-Chemical properties of upper Oligocene (MK) and lower Miocene (ZR)**

Tests have been made “tiles” formed with moulding pressure of 300 kg/sq.cm. We determined the technological-ceramic characteristics as breaking load before and after firing, shrinkage and water absorption, Semi-industrial tests has been done in laboratory (Turkmani, 2005, 2009) and the results is indicated in the tables (4 and 5). Obtained results were compared with (La Tecnologia Ceramica,2004).

Specification	Temperature °C	Value
“Green” breaking load before drying (kg/cm <sup>2</sup> )	110	9-14
Breaking load after drying (kg/cm <sup>2</sup> )	130	22-30
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1040	165-175
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1120	225-250
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1140	270-285
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1160	410
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1180	450
Shrinkage (%)	1120	-1.90
Shrinkage (%)	1160	-5.80
Shrinkage (%)	1180	-8.3
Water absorption (%)	1180	2.6
Color after firing	1040 -1180	From yellow- lig brown

Table 4: Physical properties of upper Oligocene clay (MK).

Specification	Temperature °C	Value
“Green” breaking load before drying (kg/cm <sup>2</sup> )	110	10.5-13.50
Breaking load after drying (kg/cm <sup>2</sup> )	130	24.5-30
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1040	250-330
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1120	330-340
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1140	380-400
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1160	480
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1180	500
Shrinkage (%)	1180	-10.8
Water absorption (%)	1180	2.2
Breaking load after firing (kg/cm <sup>2</sup> )	1200	590

Shrinkage (%)	1200	-11.60
Color after firing	1040 -1200	From red to dark brown

Table 5: Physical properties of Miocene clay (ZR)

The results of laboratory and semi-industrial experiments on clay were done using a laboratory electric oven, at a temperature of not less than 1040°C, and a maximum temperature of 1200°C, during a 80-minute cycle.

#### 4.5 Summary of the measurements results

- 1) Chemical results classify AlMkamen valley (MK) clay as semi plastic/plastic slightly carbonates red clay, showing a very fine particle grain size distribution. Average chemical content of (MK) clay is: SiO<sub>2</sub> 54.17%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 17.87%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.38%, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O 3.71%. Mineralogical composition consists mainly of illite, quartz, kaolinite, some carbonates and gypsum. DTA results confirm the presence of gypsum and quartz phases.
- 2) Green and dried bending strength of AlMkamen clay (9-14 kg/cm<sup>2</sup>) shows normal to very good values. After firing, the clay shows a refractory behavior, from 1120 to 1160°C, as synthesized in the following diagram. At higher temperatures melting oxides like Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> start working and values water absorption values decrease (from 12.30 to 2.6 %) and shrinkage change quickly (from 1.9 to 9.3 %) (Fig. 7).

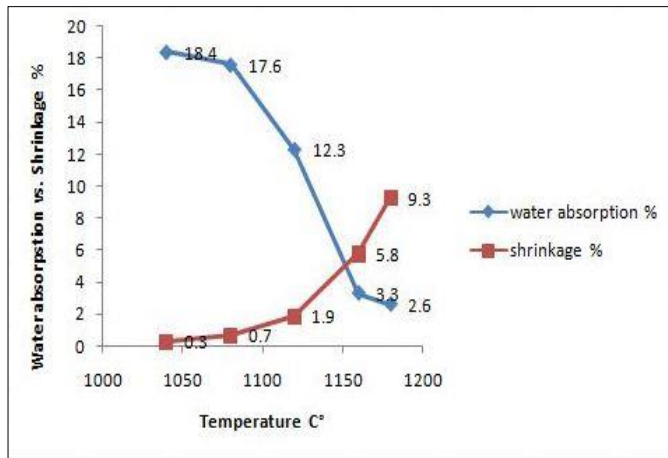


Figure 7: Fired shrinkage and water absorption at different temperatures of upper Oligocene clay –Al Mkamen valley.

- 3) This change is also determined by higher value of bending strength at 1160°C of 410 kg/cm<sup>2</sup> to 450kg/cm<sup>2</sup> at 1180°C. While after firing at

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

1200 C° the clay (MK) over fires. The first\_section of (MK) clay could be considered well for floor tiles, although the presence of gypsum in the clay could cause subsequent problems during the firing process.

- 4) The clay of the upper section of (MK) characterized by medium to low plasticity and medium breaking load 165-250 kg/cm<sup>2</sup> and it could be suitable and good for wall tiles.
- 5) AlZukara clay (ZR) its fine grain size semi-plastic to plastic clay, with very low residue over 63 μm. It's mainly composed of kaolinite as major plastic phase in association with quartz, calcite and K-feldspar phase.
- 6) AlZukara clay (ZR) (essentially the lower section ZR<sub>1</sub>-ZR<sub>6</sub>) presents very good bending strength values before drying about 13.50 kg/cm<sup>2</sup> and medium-high value between 24.20 to 30 kg/cm<sup>2</sup> after drying. This clay start melting as shown in the (Fig. 8) at 1160°C to 1180°C when the value of water absorption changes from 14.6 % at 1120°C to 2.2% at 1180°C and to 1.6% at 1200°C. Breaking load values after firing move from 400 to 480 and to 590 kg/cm<sup>2</sup> at 1200°C the clay looks perfectly vitrified (Fig. 8).

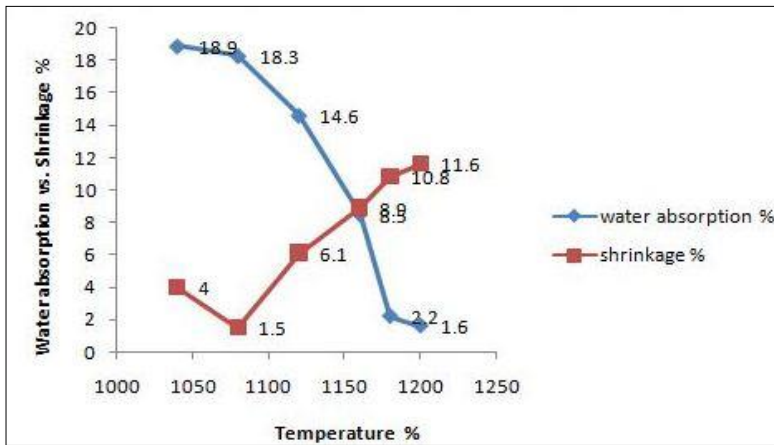


Figure 8: Fired shrinkage and water absorption at different temperatures of lower Miocene clay –Al Zukara valley

- 7) The results of the thermal and mineralogical analysis show that the first section of Zukara clay (ZR<sub>1</sub>-ZR<sub>6</sub>) can be considered as a very

good clay for floor ceramic tiles and the second section (ZR<sub>7</sub>-ZR<sub>8</sub>), rich in carbonate and sand it is good to produce wall tiles, which the physical analysis results showing high water absorption reaching 21.5 % and low shrinkage 0.2% and low bending strength 170 kg/cm<sup>2</sup>.

## 5. Conclusions

The results of the semi-industrial tests indicate that the northern clay of Palmyra region from the upper Oligocene (MK) and the lower Miocene (ZR) are suitable for the production of floor and wall ceramic tiles. However, their industrial importance varies according to their mineral composition and thus their different industrial properties. For example, in our opinion, to increase the mechanical resistance of a tile body composition we can use 3-5% of the lower section of Al Mkamen clay (MK1 to MK3) plus 20 % of the upper part section (MK5-MK6). Zukara clay (ZR) it's very good clay especially the lower section (ZR1 to ZR6) suitable for producing high quality ceramic floor tiles.

## 5. References

- Abajo Manual sobre Fabricación de Baldosas MF, (2000). Tejas y Ladrillos. In: Beralmar, S.A. (Ed.). Barcelona.
- Bertolotti, G.P, (2014). How to evaluate a raw material for a tile body composition? The Persian magazine Articles News Innovations in Ceramic & Tile industry
- Carthew, A.R., (1955). The quantitative estimation of kaolinite by differential thermal analysis. Am. Miner. 52, 293–298.
- Committee on Definition of the Term "Ceramics", (1920). Report of the committee: Am. Ceramic Soc. Jour., v. 3, no. 7, p. 526.
- Dondi M., Raimondo M., Zanelli C., Clays and bodies for ceramic tiles: Reappraisal and technological classification. Applied Clay Science (2014) p1-19.
- Fabbri, B., Fiori, C., 1985. Clays and complementary raw materials for stoneware tiles. Mineral. Petrogr. Acta 535–545.
- Grim, R.E. & Rowland, R.A., (1944). Differential thermal analysis of clays and shales, control and prospecting method. J. Am. Ceram. Soc. 27, 65–76.
- Kulp, J.L. & Trites, A.F., (1951). Differential thermal analysis of natural hydrous ferric oxides. Am. Miner. 36, 23–44.
- La Tecnologia Ceramica., (2004). 7 volumes, SITI-Societa. Impianti Termoelettrici Industriali . ITALIA , V2 , P.38 .
- Norton, F.H., (1952). Elements of ceramics, Cambridge, Mass., Addison-Wesley Press.
- Ponikarov *et al.*, (1964). Geological map of Syria. 1:1000000 .
- Ponikarov *et al.*, (1967). Geological map of Syria. 1:500000.
- Qatma E., (1999). Clay minerals in Syria . Geological Science review N°:15, December .p 39-52.
- Ries, Heinrich, (1927). Clays, their concurrency properties and uses. New York, John Wiley and Sons.
- Rowland, R.W., (1955). Differential thermal analysis of clays and carbonates. Calif. Dept. Nat. Resour, Div. Min. Bull. 169, 151–163
- Turkmani, A.A., (2005). The reality of exploration and mineral exploitation activities in the Syrian Arab Republic. Seminar on prospects and opportunities for mining investments in the Arab countries Arab Organization for Industrial Development and

Mining. Full Texts, Vol. II, Saudi Arabia, Jeddah, 5-7 March, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, pp. 223-245

- Turkmani A.A., 2009. Giacimenti di argilla della Siria Ceramic information Feb, 17-23 p
- Speil, S., (1944). Application of thermal analysis to clays and aluminous minerals. U. S. Bureau of Mines, Rep. Inv., p. 3764
- Wilson, H., Page, G. A. & Cartwright, V., (1935). Dewatering clay suspensions by spray evaporation: U. S. Bur. Mines Rep. Inv. 3248, 42 pp. Ceramic Abstracts v. 14, N°: 4, p 103.

تقييم غضاريات الأوليغوسين- الميوسين من الجزء الشمالي من منطقة تدمر (سوريا)  
لتطبيقات صناعة السيراميك

---



## تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4',4-أوكسي ثنائي أنيلين

د. محمد حريثاني\* ، د. ملكي ساعور

### الملخص

تم اصطناع بعض أسس شيف بدءاً من المركب 4',4-أوكسي ثنائي أنيلين ومشتقات الفلور المختلفة للبنزألدهيد لبيان تأثير هذه الزمرة على الخصائص الفيزيائية والطيفية لتلك المركبات. تمت تنقية المركبات المحضرة بإعادة التبلور باستخدام مزيج من التولوين وإيتر بتروك 100-120°C، كما درست بنية تلك المركبات وبعض خصائصها الفيزيائية والطيفية باستخدام مطيافية الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية (UV-Vis) ومطيافية الأشعة ما تحت الحمراء (FT-IR) والكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء المتصلة مع كاشف طيف الكتلة (HPLC-Mass). بينت النتائج التجريبية اختلاف درجة انصهار المركبات التي تم اصطناعها باختلاف موقع زمرة الفلور بالنسبة للزمرة الإيمينية، وأن تغير موقع هذه الزمرة في حلقة البنزألدهيد يؤدي إلى تغير طفيف في لون المركب النهائي، باستثناء المركب المشتق من 2-فلورو بنزألدهيد، كما بينت أيضاً أن مردود هذا التفاعل أكبر مقارنة مع المركب غير المستبدل، حيث أن هذه الزمرة تؤدي إلى زيادة فعالية الزمرة الألدهيدية وبالتالي إلى ازدياد مردود التفاعل من 86.9% إلى 95.5% باستثناء المركب المشتق من أورثو فلورو بمردود 68.35%.

**الكلمات المفتاحية:** 4',4-أوكسي ثنائي أنيلين، مشتقات الفلور للبنزألدهيد، أسس شيف.

\*د. محمد حريثاني أستاذ-قسم الكيمياء كلية العلوم-جامعة حلب

د. ملكي ساعور أستاذ مساعد- قسم الكيمياء كلية العلوم-جامعة حلب

# The Effect of Fluoro group on different Properties of some Schiff Bases Derived from 4,4'-Oxydianiline

Dr. Mohamed Hretani\*, Dr. Malki Saour

## Abstract

Synthesis of some Schiff bases were done from 4,4'-oxydianiline and fluoro derivatives of benzaldehyde to demonstrate the effect of fluoro group on the physical and spectral properties of these compounds.

Schiff bases were purified by recrystallization from a mixture of toluene and petroleum ether 100-120°C, their physical and spectral properties were studied using different spectroscopic techniques such as (UV-VIS), FT-IR, as well as HPLC-Mass chromatography.

The results showed differences in the melting point of the synthesized compounds in relation to substituent position to imino group, and the change of fluoro group position in benzaldehyde ring leads to a slight change in the color of final compound, except for 2-fluoro benzaldehyde derivative, it also displayed that the yield of this reaction higher than non-substituted benzaldehyde since fluoro group increases the reactivity of aldehyde function from 86.9% to 95.5%; except for 2-fluoro benzaldehyde derivative.

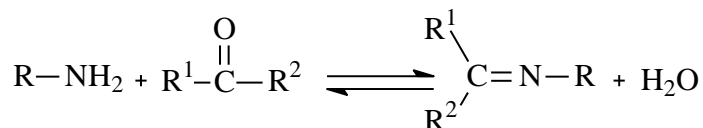
**Key words:** 4,4'-oxydianiline, fluoro derivatives of benzaldehyde, Schiff bases, Substituents effects.

\* Dr. Mohamed Hretani, Professor-Dept. of chemistry, Faculty. of Science, University. of Aleppo  
Dr. Malki Saour, Assistant Professor-Dept. of chemistry, Faculty. of Science, University. of Aleppo

## 1- المقدمة:

### أسس شيف:

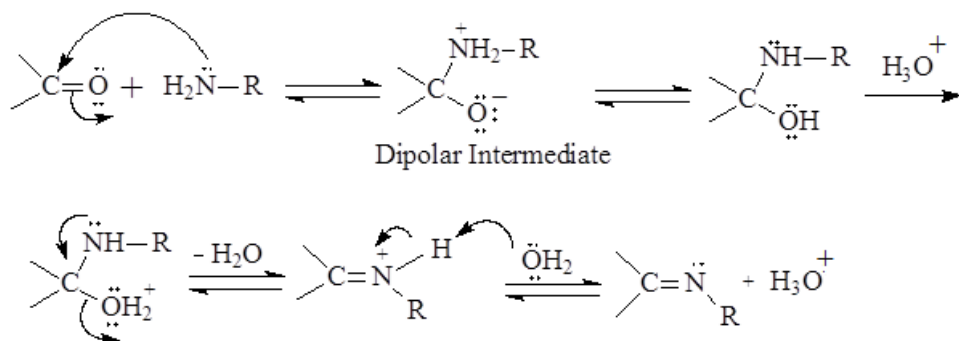
تعد أسس شيف الشبيه النتروجيني للألدهيد أو الكيتون بحيث تم استبدال الزمرة الكربونيلية  $C=O$  بالزمرة  $C=N-R$ ، وهي تتشكل عادة من تكاثف الألدهيد أو الكيتون مع الأمين الأولي حسب التفاعل العام التالي:



حيث  $R^1$ ،  $R^2$  هي زمرة ألكيل أو أريل.

تنزاح عملية تشكيل أسس شيف نحو اليمين بفصل الناتج أو إزاحة الماء أو الإثنتين معا. يمكن للعديد من أسس شيف أن تتحلل إلى ألدهيدات أو كيتونات بالحمية الحامضية أو الأساسية.

تعد آلية تشكل أسس شيف هي إضافة نيكولوفيلية للأمين على المجموعة الكربونيلية والخطوة الأولى من الآلية هي تفاعل الأمين مع الألدهيد أو الكيتون ليعطي ناتج إضافة غير ثابت يسمى كربينول أمين، ويفقد الأخير بالخطوة الثانية الماء إما بالوساطة الحامضية أو الأساسية، وبما أن الكربينول أمين هو كحول فإنه يخضع لعملية نزع الماء بالوساطة الحامضية [1].



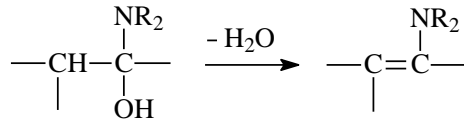
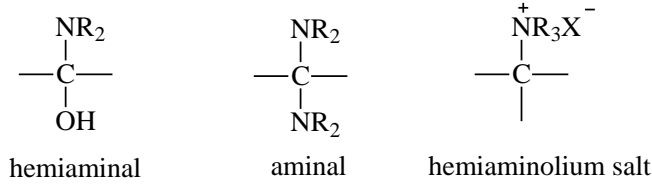
تُعد خطوة نزع الماء من الكربينول أمين هي المحددة لسرعة تفاعل تشكل أسس شيف،

تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

وعليه يتم هذا التفاعل بالوساطة الحامضية، ولكن لا يمكن استخدام تراكيز عالية من الحمض لأن الأمين سيتبرتن وينزاح التوازن نحو اليسار ولن يتشكل كربينول أمين لذلك يتم اصطناع أسس شيف بوساطة حمضية لطيفة.

تعتبر أسس شيف الحاوية على مستبدلات عطرية أكثر ثباتاً وأسرع تشكلاً من تلك التي تحتوي على مستبدلات ألكيلية، كما أن أسس شيف التي تحتوي على الأدهيدات أليفاتية أقل ثباتاً وتتبلمر بسرعة [2,1]. تتفاعل الكيتونات عامة بشكل أبطأ من الأدهيدات وتتطلب درجات حرارة عالية وزمناً أطول، علاوة على ذلك يجب إزاحة التوازن بحذف الماء بالتقطير الإيزوتروبي أو إضافة عامل نازع للماء مثل  $TiCl_4$  أو المناخل الجزيئية [3,2].

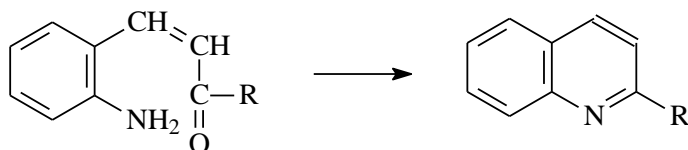
تتشكل الهيمي أمينات عند إضافة الأمينات الثانوية للأدهيدات والكيتونات والتي لا تفقد الماء بنفس الطريقة كما في الأمينات الأولية وعليه يمكن عزلها من ناتج التفاعل مع كونها غير ثابتة، فإذا لم يحتو الأدهيد أو الكيتون على هيدروجين  $\alpha$ - فالهيمي أمينال يتحول إلى أمينال أكثر ثباتاً منه، أما إذا احتوى الأدهيد أو الكيتون على هيدروجين  $\alpha$ - فإن الهيمي أمينال يفقد الماء بينما الأمينال يخسر  $RNH_2$  ليعطي الإينامينات [5,4].



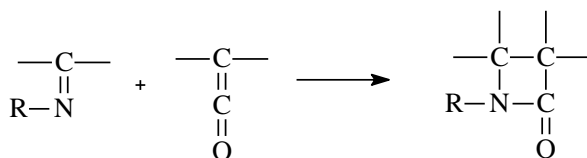
هذه طريقة شائعة في تحضير الإينامينات وعادة يحصل التفاعل عندما يحتوي الأدهيد أو الكيتون على هيدروجين  $\alpha$ - مع الأمين الثانوي حيث ينزع الماء إيزوتروبياً أو بوجود عامل نازع للماء. تتفاعل الأمينات الثالثية مع الأدهيدات أو الكيتونات لتعطي أملاح هيمي أمينوليوم.

يستخدم تفاعل تشكل الإينامينات للحصول على مركبات حلقية كما في اصطناع فريدلاندر

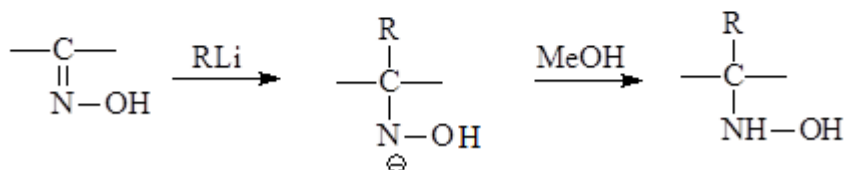
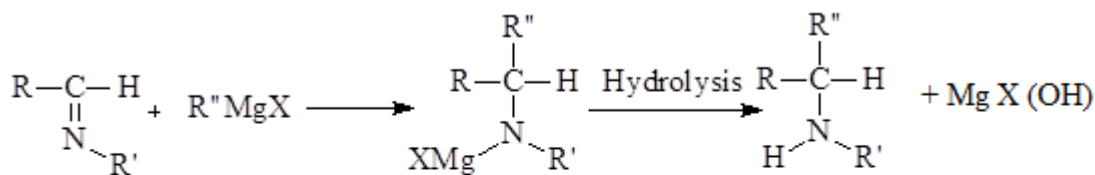
للكونبولين [6].



يتم تفاعل تشكل  $\beta$ -لاكتام من تفاعل الكيتينات ( $R_2C=C=O$ ) مع الإيمينات أو مع توتومير الإيمين، على حين تعطي الثيوكيتينات ( $R_2C=C=S$ )  $\beta$ -ثيولاكتام بطريقة مشابهة للإضافة الحلقية للكيتينات مع الأوليفينات [7].



يمكن تحويل الألديمينات إلى أمينات ثانوية بتفاعلها مع كواشف غرينيارد، بينما يتم إرجاع الكيتيمينات عوضاً عن تفاعل الإضافة، ولكن مركبات الليثيوم العضوية تعطي نواتج إضافة مع الألديمينات والكيتيمينات [8]، والكثير من أسس شيف مثل فينيل هيدرازون تقوم بتفاعلات إضافة عادية عند معالجتها مع كواشف غرينيارد بينما الأوكسيمات تقوم بمنح هيدروجين فعال لكواشف غرينيارد لتتحول إلى هيدروكسيل أمينات عند تفاعلها مع 2 مول من كاشف ألكيل ليثيوم [9]:



تبدى بعض أسس شيف فعالية حيوية واسعة الطيف مضادة للفطريات، أو الملاريا، أو الالتهاب، أو الألم [10,11]. تتميز أسس شيف أيضاً بأهمية صناعية في مجالات

تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

متعددة [12]، حيث تستعمل كمثبتات ضوئية لبعض البوليميرات مثل بولي فنيل كلوريد [14-13] أو بولي ميثيل أكريلات [15] أو بولي ستيرن [16] مما يمنع تفككها تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية، كما تتمتع بعض أسس شيف أو معقداتها أيضا بفعالية وساطية في بعض التفاعلات الكيميائية [17-19]، كذلك تستطيع أيضا تشكيل معقدات مع أغلب شوارد المعادن الانتقالية نتيجة ارتباط الزوج الإلكتروني لذرة الأزوت مع تلك الشوارد [20-23].

## 2- أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير زمرة الفلور وموقعها على الخصائص الفيزيائية والطيافية لبعض أسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين ومشتقات الفلور المختلفة للينزألدهيد.

## 3- القسم العملي:

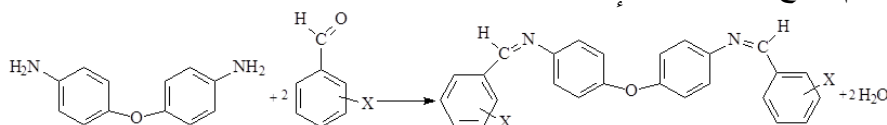
### 3-1- الأجهزة المستخدمة:

استخدم في هذا البحث جهاز قياس الـ (pH) من شركة Hanna، جهاز قياس درجة الانصهار 9100 Electrothermal من شركة Engineering Electrothermal الإنكليزية، جهاز الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية UV-1700 pharmaSpec من شركة Shimadzu اليابانية، جهاز طيف الأشعة ما تحت الحمراء من شركة BRUKER الألمانية طراز BRUKER ALPHA T، جهاز الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء المتصل بكاشف طيف الكتلة من شركة Shimadzu طراز LCMS-2010 EV والمزود بعمود C18 Teknokroma 3µm، خلاط كهربائي مغناطيسي مع سخان (2-502p) من شركة PMC الأمريكية، صفائح ألومنيوم مطلية بطبقة من السيليكا جل المفلور (60-F254) من شركة Merck. جميع المواد الكيميائية والمحلات المستخدمة من إنتاج شركة Merck وهي من النوع عالي النقاوة.

### 3-2- طريقة العمل:

يحل 5.0mmol (1.001g) من 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين باستخدام 40ml من الإيتانول المطلق مع التسخين عند نقطة الغليان المرتد، ومن ثم يضاف إلى هذا

المحلول 10mmol من الألدheid المستبدل مع التحريك. يسخن مزيج التفاعل تحت التقطير المرتد لمدة ساعة. بعد انتهاء التفاعل يبرد المزيج المتفاعل إلى درجة حرارة الغرفة، ثم يرشح الراسب الناتج ويغسل بالإيثانول المطلق البارد ومن ثم تعاد بلورته باستخدام مزيج من التولوين وإيتر بترول  $100-120^{\circ}\text{C}$ :



X=H, ortho F, meta F, para F

المركبات (4-1)

يبين الجدول (1) أسماء المركبات المصنعة:

الجدول (1) أسماء المركبات المصنعة

اسم المركب	المستبدل X	المركب
N,N'-bis[(E)-benzylidene]-4,4'-oxydianiline	H	1
N,N'-bis[(E)-2-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline	<i>o</i> -F	2
N,N'-bis[(E)-3-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline	<i>m</i> -F	3
N,N'-bis[(E)-4-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline	<i>p</i> -F	4

#### 4- النتائج والمناقشة:

يؤدي التفاعل بين المركب 4,4'-oxydianiline ومشتقات الفلور المختلفة

للبنزألدheid إلى الحصول على المركب:

N,N'-bis[(E)-x-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline حيث أن

(x) يدل على مكان ارتباط زمرة الفلور في الحلقة العطرية.

يبين الجدول (2) الصيغة الجزيئية، الوزن الجزيئي، اللون، المرود، درجة

تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

الانصهار للمركبات (4-1) :

الجدول (2) الصيغة الجزيئية، الوزن الجزيئي، اللون، المردود، درجة الانصهار للمركبات (4-1)

درجة الانصهار C°	المردود (%)	اللون	الوزن الجزيئي (g/mol)	الصيغة الجزيئية	المستبدل X	المركب
118-115	86.9	أصفر باهت	376.47	C <sub>26</sub> H <sub>20</sub> N <sub>2</sub> O	H	1
60-61	68.35	أصفر باهت	412.43	C <sub>26</sub> H <sub>18</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	<i>o</i> -F	2
159-161	98.85	أبيض	412.43	C <sub>26</sub> H <sub>18</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	<i>m</i> -F	3
212-214	95.50	أبيض	412.43	C <sub>26</sub> H <sub>18</sub> F <sub>2</sub> N <sub>2</sub> O	<i>p</i> -F	4

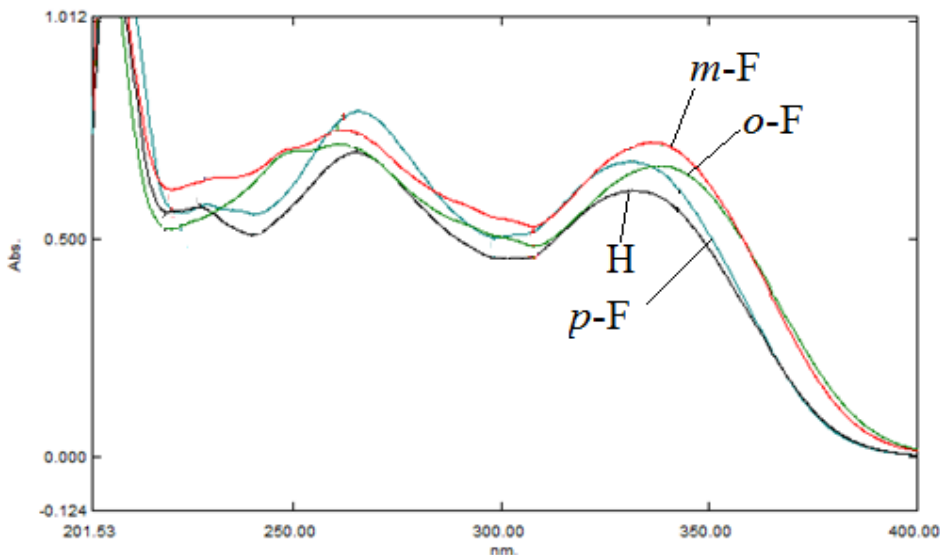
نستنتج مما تقدم أن درجة انصهار هذه المركبات تختلف باختلاف موقع المستبدل بالنسبة للزمرة الإيمينية، وأن تغير موقع زمرة الفلور في حلقة البنزالدهيد يؤدي إلى تغير طفيف في لون المركب النهائي، باستثناء المركب المشتق من أورثو فلورو بنزالدهيد كما بينت تلك النتائج أيضا أن مردود هذا التفاعل أكبر مقارنة مع المركب غير المستبدل حيث أن هذه الزمرة تؤدي إلى زيادة فعالية الزمرة الألدهيدية وبالتالي إلى ازدياد مردود التفاعل بالمقارنة مع المركب غير المستبدل باستثناء المركب المشتق من أورثو فلورو بنزالدهيد حيث يتناقص المردود بسبب العائق الفراغي.

#### 1-4- دراسة طيف UV-Vis:

يبين الشكل (1) طيف الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية للمركبات (4-1)

باستخدام الإيتانول المطلق كمحل وبتركيز (10 ppm):



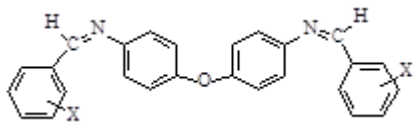


الشكل (1) طيف الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية للمركبات (4-1) في الإيثانول بتركيز (10ppm) تبدي أسس شيف (4-2) المصنعة من مشتقات الفلور المختلفة للبنزالدهيد قمتي امتصاص، تقع القمة الأولى في المجال (330-338) نانومتر بينما تقع القمة الثانية في المجال (260-265) نانومتر. شدة القمة الثانية أقوى من شدة امتصاص القمة الأولى. لا تختلف قيم ( $\lambda_{max}$ ) الملاحظة بأكثر من (8) نانومتر بالنسبة للقمة الأولى و (5) نانومتر بالنسبة للقمة الثانية. يؤدي تغير موقع زمرة الفلور إلى تغير في طول موجة قمم الامتصاص الأعظمي (الجدول 3)، حيث تؤدي هذه الزمرة إلى انزياح القمة الأولى نحو الأطوال الموجية الأعلى بالنسبة للمشتقين أورثو وميتا بالمقارنة مع المركب غير المستبدل ونحو الأطوال الموجية الأدنى بالنسبة للمشتق بارا (علماً أن هذه الانزياحات هي انزياحات طفيفة نوعاً ما)، إلا أن هذا الانزياح يتغير بالنقصان للمشتقين أورثو وميتا بالنسبة للقمة الثانية بينما لا نلاحظ أي انزياح بالنسبة للمشتق بارا.

الجدول (3) طول موجة الامتصاص الأعظمي للمركبات (4-1) في مطيافية الأشعة ما فوق البنفسجية والمرئية

المركب	المستبدل	قمم الامتصاص الأعظمي ( $\lambda_{max}$ )
	X	

تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

		
332, 265	H	1
338, 260	<i>o</i> -F	2
335, 262	<i>m</i> -F	3
330, 265	<i>p</i> -F	4

#### 2-4- دراسة طيف IR:

تم تسجيل طيوف الأشعة ما تحت الحمراء IR للمركبات (1-4) في الحالة الصلبة على شكل أقراص باستخدام بروميد البوتاسيوم KBr. يبين الجدول (4) حزم امتصاص طيف الأشعة ما تحت الحمراء لأهم الزمر في تلك المركبات، كما يبين الشكل (2) طيف الأشعة ما تحت الحمراء IR للمركبات (1-4) في المجال  $400-4000\text{cm}^{-1}$  كما:

الجدول (4) حزم امتصاص طيف الأشعة ما تحت الحمراء لأهم الزمر المميزة في المركبات (1-4)

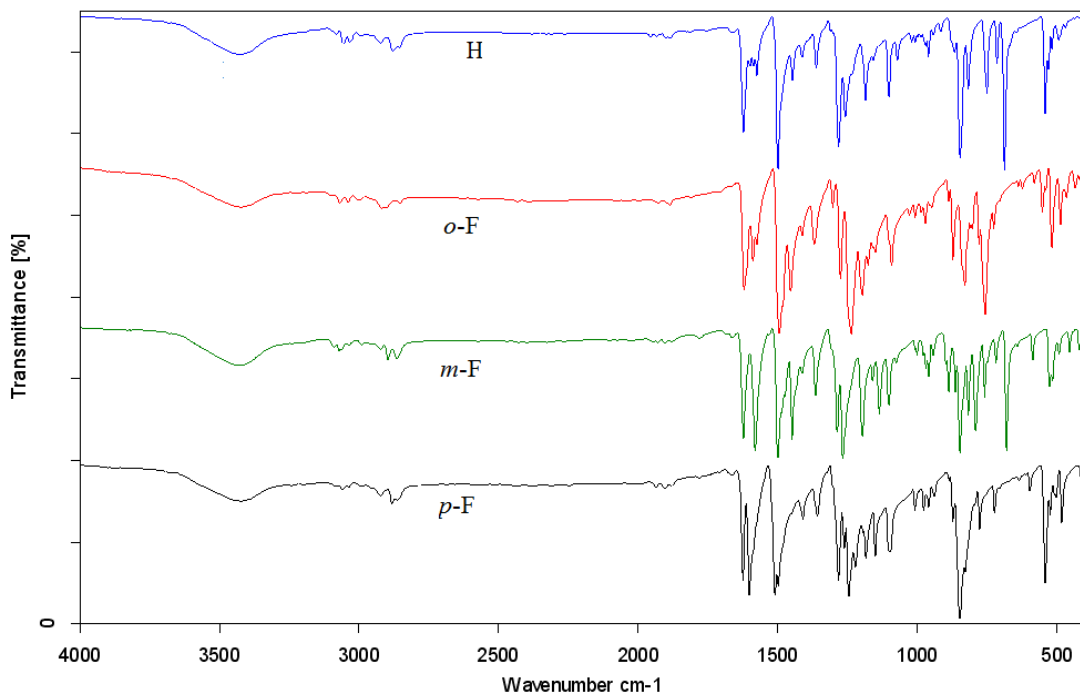
المركب	المستبدل X	C-X Stretch ( $\text{cm}^{-1}$ )	-CH=N ( $\text{cm}^{-1}$ )	-C-N Stretch ( $\text{cm}^{-1}$ )
1	H	-	1589.38	1280.50
2	<i>o</i> -F	1092.73	1620.48	1275.56
3	<i>m</i> -F	1075.57	1581.34	1287.35
4	<i>p</i> -F	1095.70	1665.64	1283.03

تقع امتصاصية الزمرة (-CH=N) في المجال ( $1665-1581\text{cm}^{-1}$ )، حيث يؤدي وجود زمرة الفلور إلى انزياح قمة امتصاص هذه الزمرة نحو الأعداد الموجية الأعلى في المركبين 2 و 4 بينما تتزاح هذه القمة نحو الأعداد الموجية الأدنى في المركب 3 بالمقارنة مع المركب غير المستبدل. يتغير العدد الموجي لعصابة الامتصاص العائدة للرابطة C-F في المركبات (2-4) بحسب الترتيب التالي:

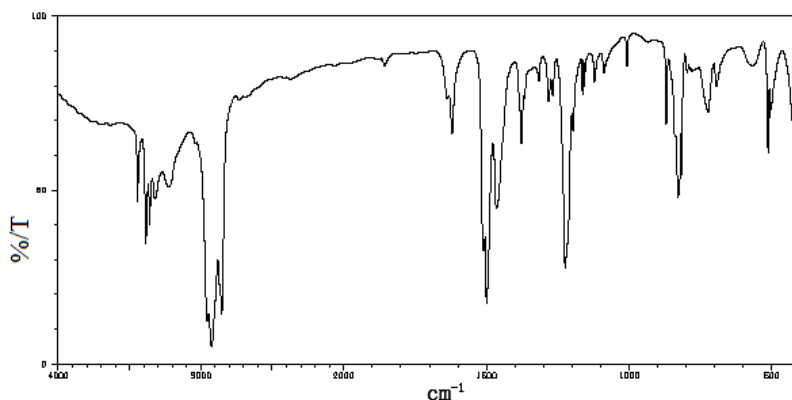
$$p\text{-F} > o\text{-F} > m\text{-F}$$

يلاحظ في جميع الأطياف اختفاء عصابتي الامتصاص المميزتين لزمرة الأمين

الأولي في المركبات الأولية ( $3444, 3322\text{cm}^{-1}$ ) وظهور عصابة الامتصاص المميزة للزمرة الإيمينية ( $-\text{CH}=\text{N}$ ) مما يعطي دليلا واضحا على صحة صيغة المركبات الناتجة أي أسس شيف (الشكل 3).



الشكل (2) أطياف الأشعة ما تحت الحمراء للمركبات (1-4)



الشكل (3) طيف الأشعة ما تحت الحمراء للمركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

3-4- دراسة طيف الكتلة (HPLC-Mass):

تأثير زمرة الفلور على الخواص المختلفة لأسس شيف المشتقة من المركب 4,4'-أوكسي ثنائي أنيلين

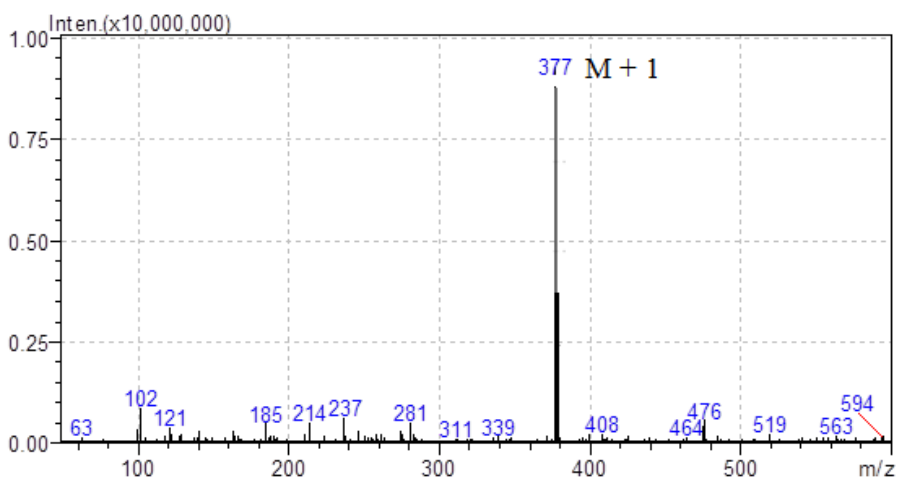
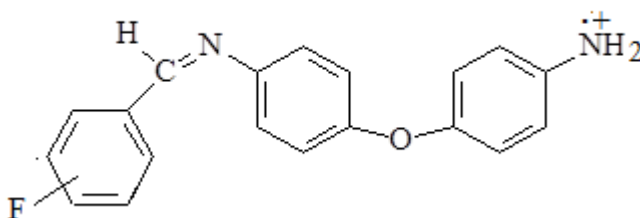
تم تحليل المركبات (4-1) باستخدام تقنية الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء المتصلة مع كاشف طيف الكتلة (HPLC-Mass) للتأكد من نقاوة المركبات الناتجة ولتحديد الوزن الجزيئي لتلك المركبات بحسب الشروط التالية:

LC-MS 2010-EV (ESI) Shimadzu

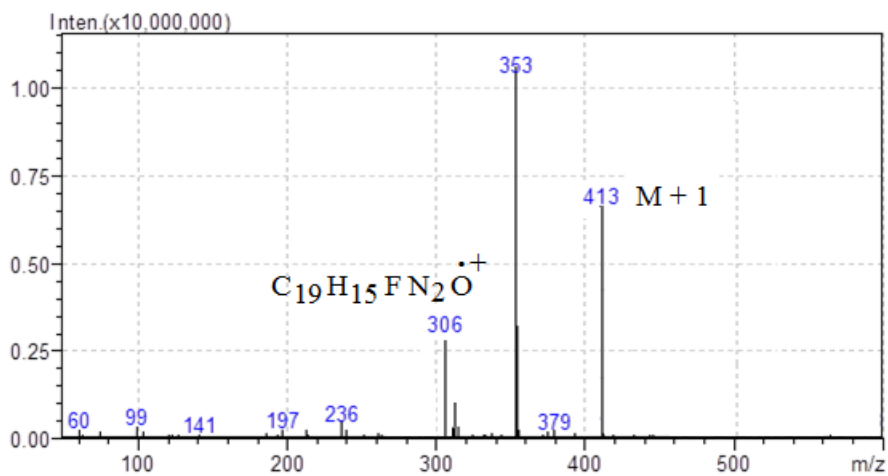
Eluent: MeOH : H<sub>2</sub>O, (35 : 65 v/v)

Flow rate: 0.15ml/min, Oven: 30°C, Colum: C18 Teknokroma 3µm 10X0.21

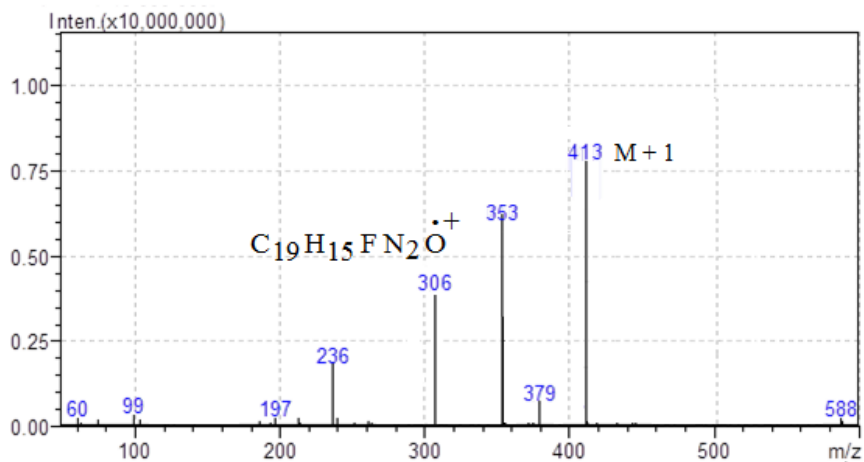
يبيد طيف الكتلة لجميع المركبات المصنعة قمة عند M+1 مما يؤكد البنية المقترحة لهذه المركبات، كما يبيد قمة أخرى عند m/z=306 ناتجة عن الشظية.



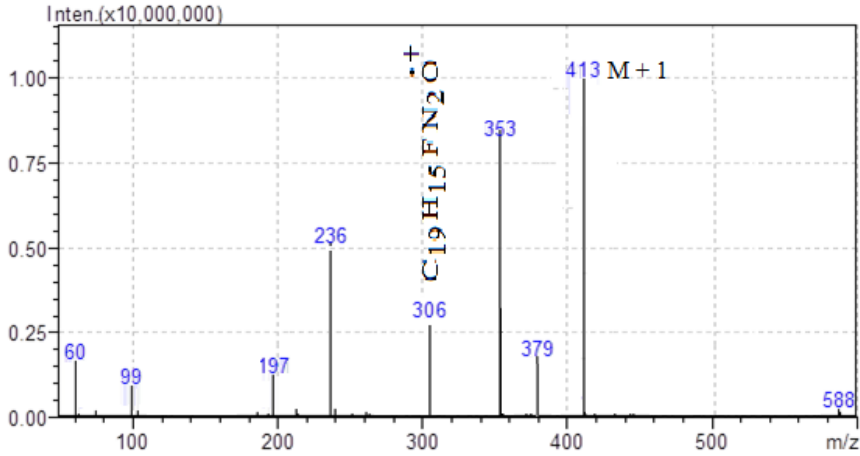
الشكل (4) طيف الكتلة للمركب (1) N,N'-bis[(E)-benzylidene]-4,4'-oxydianiline



الشكل (5) طيف الكتلة للمركب (2)  $N,N'$ -bis[(E)-2-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline



الشكل (6) طيف الكتلة للمركب (3)  $N,N'$ -bis[(E)-3-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline

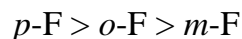


الشكل (7) طيف الكتلة للمركب (4) N,N'-bis[(E)-4-fluorobenzylidene]-4,4'-oxydianiline

## 5- الاستنتاجات:

- تختلف درجة انصهار هذه المركبات باختلاف موقع المستبدل بالنسبة للزمرة الإيمينية، حيث يؤدي تغير موقع زمرة الفلور في حلقة البنزالدهيد إلى تغير طيف في لون المركب النهائي، باستثناء المركب المشتق من أورثو فلورو بنزالدهيد.
- مردود هذا التفاعل أكبر بالمقارنة مع المركب غير المستبدل حيث تؤدي زمرة الفلور إلى زيادة فعالية الزمرة الألدهيدية وبالتالي إلى ازدياد مردود التفاعل بالمقارنة مع المركب غير المستبدل باستثناء المركب المشتق من أورثو فلورو بنزالدهيد حيث يتناقص المردود بسبب العائق الفراغي.
- تبدي أسس شيف (2-4) المصنعة من مشتقات الفلور المختلفة للبنزالدهيد قمتي امتصاص، تقع القمة الأولى في المجال (330-338) نانومتر بينما تقع القمة الثانية في المجال (260-265) نانومتر. يؤدي تغير موقع زمرة الفلور إلى تغير في طول موجة قم الامتصاص الأعظمي حيث تؤدي هذه الزمرة إلى انزياح القمة الأولى نحو الأطوال الموجية الأعلى بالنسبة للمشتقين أورثو وميتا بالمقارنة مع المركب غير المستبدل ونحو الأطوال الموجية الأدنى بالنسبة للمشتق بارا، إلا أن هذا الانزياح يتغير بالنقصان للمشتقين أورثو وميتا بالنسبة للقمة الثانية بينما لا نلاحظ أي انزياح بالنسبة للمشتق بارا.
- تقع امتصاصية الزمرة (-CH=N) في المجال ( $1665-1581\text{cm}^{-1}$ )، حيث

يؤدي وجود زمرة الفلور إلى انزياح قمة امتصاص هذه الزمرة نحو الأعداد الموجية الأعلى في المركبين 2 و 4 بينما تتزاح هذه القمة نحو الأعداد الموجية الأدنى في المركب 3 بالمقارنة مع المركب غير المستبدل. يتغير العدد الموجي لعصابة الامتصاص العائدة للرابطة C-F في المركبات (2-4) بحسب الترتيب التالي:



- يبدي طيف الكتلة لجميع المركبات المصنعة قمة عند  $M+1$  مما يؤكد البنية المقترحة لهذه المركبات.

### المراجع:

1. DAYAGI., DEGANI., PATAL.;1968-"The Chemistry of the Carbon-Nitrogen Double Bond". Ref. **40**, pp. 64-83.
2. WEINGARTEN., CHUPP., WHITE.;1967- **Ketimine Syntheses Use of Titanium Tetrachloride in a New Procedure for Their Preparation**, *J. Org. Chem.* **32**, 3246.
3. CLEITON M., DA Silva., DANIEL L., DA SILVA., LUZIA V., MODOLO., ROSEMEIRE B., ALVES., MARIA A., DA RESENDE., CLEIDE V B., MARTINS., ANGELEO DE FATIMA.; 2011-**Schiff Bases: A Short Review of Their Antimicrobial Activities**, *department de Quimica, ICEx, UFMG, Av. Press, Journal of Advanced Reserch.***2**, 1-8.
4. JOHN MC MURRY, 2008-"Organic Chemistry". *Seventh Edition, Thomson Books/Cole*, pp 710-713, 1147-1148.
5. DUHAMEL, IN PATAL.;1982- "The Chemistry of Functional Groups, Supplement F." Johan Wiley, New York.pt. **2**, pp. 849-907.
6. CHENG C C., YAN S J.;1982-"Review Articles on The Friedlander Quinoline Synthesis, *Org. React.* **28**, 37-201.
7. HAROLD W., MOORE., LOUISE HERNANDEZ G., RICHARD CHAMBERS.; 1978- "Cyanoketenes. Mechanism of Cycloaddition of Chlorocynokeyene to Imidates", *J. Am. Chem. Soc.* **100**, 2245 .
8. HUET.; 1964- **Li to Form R(Li)N-C(R')H 2 Via Addition of Nucleophilic [R]-to The Electrophilic Carbon of The ketamine**, *Bull. Soc.Chim. Fr.*pp. 952, 960, 967, 973.
9. HERMAN G R., RAYMOND C., MC L., CAROL J P.; 1967-**Reactions of Oximes with Organolithium Compounds; Synthesis of Hydroxylamines**, *Journal of Tetrahydron Lett*, **17**, 233.
10. DHAR D., TAPLOO C .; 1982- "**Schiff bases and their applications**". *J Sci Ind Res* ,**41**,pp.501-506.
11. PRZYBYLSKI P., HUCZYNSKI A., PYTA K., BRZEZINSKI B., BARTL F.; 2009-"**Biological Properties of Schiff Bases and Azo Derivatives of Phenols**". *Curr Org Chem*, **13**,124-148.
12. Li Y., YANG Z S., ZHANG H., CAO B J., WANG F D.; 2003-**Artemisinin Derivatives Bearing Mannich Base Group: Synthesis and Antimalarial Activity**. *Bioorg Med Chem*, **11**,4363-4368
13. YOUSF E., SALIH N., SALIMON J .; 2011-**Improvement of the Photostabilization of PVC Films in the Presence of 2 N-Salicylidene-5-(Substituted)-1,3,4-Thiadiazole**". *J Appl Polym Sci* , **120**,2207-2214
14. YOUSIF E., AHMED A., MAHMOUD M .;2012- **New Organic**



- Photostabilizers for Rigid PVC against Photodegradation.** *Lambert Academic, Saarbrücken.*
15. YOUSF E., SALIH N., SALIMON J., AHMED A.; 2012-**Improvement of The Photostabilization of PMMA Films in the Presence 2 N-Salicylidene-5-(Substituted)-1,3,4-Thiadiazole**". *J King Saud University Sci*, **24**, 131–137
  16. YUSIF E., SALIMON J., SALIH N.; 2012-**New Stabilizers for Polystyrene Based on 2-N-Salicylidene-5-(Substituted)-1,3,4-Thiadiazole Compounds.** *J Saudi Chem Soc*, **16**, 299–306.
  17. COLMAN J., HEGEDU L S.;1980- **Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry,** *University Science Book, Herndon, VA.*
  18. NURCAN KURTOGLU.; 2009-**Synthesis, Characterization, Chelation with Transition Metal Ions, and Antibacterial and Antifungal Studies of The 4-[(E)-Phenyldiazenyl]-2-[(E)-(Phenylimino)Methyl]phenol Dye.** *J. Serb. Chem. Soc*, **74**, (8–9) 917–926.
  19. MOTEZA M., MOHAMMAD H H., LEILA Z F., SAYED A., REZA M.; 2008-**Catalytic Oxidative Decarboxylation of Some Arylacetic Acids Promoted by New Mn(III) and Fe(III) Schiff base Complexes,** *J. Arkivoc*, 238-246.
  20. MEHMET G U., MEHMET S O., ISMET B .;2012-**Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of a New Pyrimidine Schiff Base and its Cu(II), Ni(II), Co(II), Pt(II), and Pd(II) Complexes,** *J Turk Chem*,**36**, 189–200.
  21. RAJMANE S V., UBALE V P., DAMA L B., ASABE M R., More PG.; 2013- **Synthesis, Spectral and Biological Studies of Thiazole Schiff Base Derived From 4-(2'-Fluorophenyl)-2-Aminothiazole,** *International Journal of Pharmaceutical Science Invention*, **2** (7), 33-36.
  22. NALAWADE A M., NALAWADE R.A., PATANGE S M., TASE D.R.; 2013-**Thiazole Containing Schiffs Bases and Their Transition Metal Complexes**" *International Journal of Engineering Science Invention*, **2** (7), 1–4.
  23. XISHI T., XIANHONG Y., QIANG C ., MINYU T.; 2003-**Synthesis of Some Transition Metal Complexes of a Novel Schiff Base Ligand Derived from 2,2'-bis(p-Methoxyphenylamine) and Salicylcaldehyde,** *Journal of Molecules*, **8**, (4).

