

جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
قسم علوم مادة



مذكرة ماستر

ميدان علوم المادة

شعبة الفيزياء

تخصص فيزياء المواد

رقم: أدخل رقم تسلسل المذكرة

إعداد الطالب:

سامي حواسي

سيف الله سباع

يوم: 24/06/2021

دراسة وتحضير مساند لشرائح خزفية من مواد محلية للتنقية الميكرونية

لجنة المناقشة:

رئيس	جامعة محمد خيضر بسكرة	أ.مح.أ	بن رماش سعيد
مقرر	جامعة محمد خيضر بسكرة	أ.مح.ب	بودايرة بوخميس
مناقش	جامعة محمد خيضر بسكرة	أ.مح.ب	بودور بريزة

السنة الجامعية : 2020-2021

شكر و عرفان

الحمد لله الذي يسر أمرنا ووفقنا في عملنا وحقق أمانينا، والصلاة والسلام على نبينا محمد

وعلى آله وصحبه أجمعين

أتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى الأستاذ بودايرة بوخميس أستاذ من جامعة محمد خيضر بسكرة

لإشرافه على هذا البحث المتواضع ومتابعته المستمرة وتوجيهاته المفيدة، كما أتوجه بالشكر الى

أساتذتنا الكرام لجنة المناقشة. الأستاذ الفاضل بن رماش سعيد على رئاسته لجنة المناقشة

والأستاذة المحترمة بودور بريزة على مشاركتها في اللجنة كمتحنة، كما يسرنا تقديم الشكر لكل

الأساتذة الذين قدموا لنا يد المساعدة ونخص بالذكر الأستاذ بوزرارة فرحات أستاذ بجامعة محمد

الصديق بن يحي جيجل الذي كان متابعا للعمل الذي قمنا به ناصحا لنا وكذا جميع أساتذة كلية

علوم المواد بجامعة محمد خيضر بسكرة، كما لا ننسى شكر مخبر مصنع البسكوية للإسمت وكل

العاملين فيه على مساعدتهم على إتمام هذا العمل.

إِسْرَارٌ

إلى من أفضّلها على نفسي، ولمَ لا فلقد ضحّت من أجلي ولم تدّخر جهداً في

سبيل إسعادي على الدّوام

(أمّي الحبيبة - الله يرحمها).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه

صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة. فلم يبخل عليّ طيلة حياته

(والدي العزيز).

إلى الذين هونوا لي كل صعب ويسرو لي كل عسر (إخوتي الكرام)

إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي أصدّة كثيرة

أقدم لكم هذا البحث، وأتمنّى أن يجوز على رضاكم.

إهداء

نهدي هذا العمل المتواضع للوالدين الكريمين اللذين كانا مدرسة للتربية
وواحة للأخلاق.

للأساتذة الذين علمونا حب العلم وشغف المطالعة، وكذلك لكل الأقارب
والأصحاب ولا نستثني منهم أحد.
لكل من ساهم في هذا البحث من قريب أو بعيد .

سامي حواسي

الفهرس

IV.....	قائمة الجداول
V	قائمة الأشكال
1.....	مقدمة

الفصل الأول عموميات حول الخزفيات

2.....	1-I تعريف الخزفيات
2.....	2-I بنية وطبيعة الخزفيات
2.....	1-2-I الطبيعة الكيميائية
3.....	2-2-I البنية المجهرية
3.....	3-2-I البنية البلورية
3.....	3-I الخصائص العامة للخزفيات
3.....	1-3-I الرابطة الكيميائية
4.....	2-3-I الخصائص الميكانيكية
4.....	3-3-I الخصائص الحرارية
4.....	1-3-3-I الناقلية الحرارية
4.....	2-3-3-I درجة الانصهار
4.....	4.3-I الخصائص الكهربائية
5.....	4-I تحضير وتشكيل الخزفيات
5.....	1-4-I اختيار المسحوق
5.....	2-4-I دراسة المسحوق
5.....	3-4-I تحضير المسحوق
5.....	4-4-I الإضافات العضوية
6.....	5-4-I التشكيل
7.....	6-4-I تعريف التلبيد
7.....	7-4-I بعض طرق التلبيد
7.....	5-I دراسة بعض المواد الأولية

7	1-5-I الصلصال (غضار).....
7	2-5-I الكاولان.....
8	1-2-5-I بنيتها.....
8	3-5-I كربونات الكالسيوم.....
9	1-3-5-I خصائصها الفيزيائية.....
9	2-3-5-I خصائصها الكيميائية.....
10	3-3-5-I خصائصها الميكانيكية.....
10	4-5-I ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2
11	6-I الأغشية (الشرائح).....
11	1-6-I تعريف الترشيح.....
11	2-6-I تعريف الشرائح.....
11	3-6-I تصنيف الشرائح.....
12	4-6-I تصنيف الشرائح حسب بنيتها.....
12	1-4-6-I الشرائح المتناظرة.....
12	2-4-6-I الشرائح غير المتناظرة.....
13	3-4-6-I الشرائح المركبة (محضرة من مواد مختلفة).....
13	4-4-6-I الأغشية الليفية المجوفة.....
13	5-6-I تصنيف الشرائح حسب الشكل.....
13	1-5-6-I الأغشية المستوية.....
14	2-5-6-I الأغشية الحلزونية.....
15	3-5-6-I الأغشية الأنبوبية.....
15	4-5-6-I نموذج الألياف المجوفة.....
16	6-6-I أنواع الترشيح.....
16	1-6-6-I الترشيح المباشر.....
17	2-6-6-I الترشيح المماسي.....
17	7-I مستويات الترشيح أو الفصل.....
18	1-7-I استخدام أغشية التنقية الميكرونية (MF).....
18	2-7-I استخدام أغشية التنقية الميكرونية الدقيقة (UF).....
18	3-7-I استخدام أغشية التنقية النانومترية (NF).....
18	4-7-I استخدام أغشية التناضح العكسي (الأسموز العكسي).....
19	8-I بعض المقادير المميزة للأغشية الخزفية.....
19	1-8-I المسامية.....

20	2-8-I النفاذية
20	3-8-I نسبة الانتقائية (درجة التوقيف)
21	4-8-I عتبة القص
21	5-8-I مقاومة الغشاء
21	9-I طرق تحضير المرشحات الخزفية
22	10-I تحضير الشرائح باستخدام تقنية الصب

الفصل الثاني دراسة المواد الأولية والطرق التجريبية المتبعة

23	1-II مقدمة
23	2-II الطرق التجريبية المتبعة في دراسة المواد الخزفية
23	1-2-II الأشعة السينية المفلورة (XRF)
24	2-2-II إنعراج الأشعة السينية DRX
24	3-2-II مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR)
24	4-2-II المجهر الإلكتروني الماسح (MEB)
24	3-II دراسة المواد الأولية
24	1-3-II الصلصال (الكاولان F2)
24	1-1-3-II التحليل الكيميائي للكاولان (F2)
25	2-1-3-II التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء للكاولان (F2)
26	3-1-3-II التحليل بواسطة الأشعة السينية للكاولان (F2)
27	4-1-3-II البنية المجهرية للكاولان (F2)
27	2-3-II كربونات الكالسيوم (CACO3)
27	1-2-3-II التحليل الكيميائي لكربونات الكالسيوم
28	2-2-3-II التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء لكربونات الكالسيوم
29	3-2-3-II التحليل بواسطة الأشعة السينية لكربونات الكالسيوم
29	4-2-3-II البنية المجهرية لكربونات الكالسيوم
30	3-3-II الإضافات
30	4-II الطرق التجريبية المتبعة
30	1-4-II طريقة تحضير حوامل من الكاولان (F2) وكربونات الكالسيوم
34	2-4-II طريقة تحضير شرائح خاصة بالتقنية الميكرونية باستخدام أكسيد التيتانيوم
37	5-II تقنيات القياس والتحليل

37	..... 1-5-II إختبار الثني ذو الثلاثة نقاط
38	..... 2-5-II إختبار النفاذية
38	..... 3-5-II دراسة بنية العينات

الفصل الثالث النتائج ومناقشتها

39	..... 1-III مقدمة
39	..... 2-III دراسة الحوامل المحضرة من الصلصال (الكاولان F2) وكربونات الكالسيوم
39	..... 1-2-III البنية المجهرية
41	..... 2-2-III إختبار الثني ذو الثلاثة نقاط
43	..... 3-2-III إختبار النفاذية
44	..... 1-3-2-III تغيير التدفق بدلالة الزمن و الضغط
46	..... 2-3-2-III حساب معامل النفاذية k
48	..... 3-III دراسة الشرائح الميكرونية (MF) المكونة من (TiO ₂)
49	..... 1-3-III البنية المجهرية
50	..... 2-3-III إختبار نفاذية
50	..... 1- 2-3-III تغيير التدفق بدلالة الزمن و الضغط
51	..... 2-2-3-III حساب معامل النفاذية k
53	..... 3-3- III إختبار الترشيح

قائمة الجداول

الصفحة	الجدول
3	الجدول (1-I): مثل طاقة ربط بعض المركبات الخزفية [6]
4	الجدول (2-I) : درجة حرارة إنصهار لبعض المواد الخزف [9].
4	الجدول (3-I): ثابت العزل لبعض المواد الخزفية عند (التردد 1 KH) [9] .
16	الجدول (4-I): بعض مميزات ومساوئ أشكال المرشحات الخزفية [38]
19	الجدول (5-I): أنماط الترشيح مع بعض المواد التي يمكن إيقافها حسب قطر المسامات [43]
25	الجدول (1-II): التحليل الكيميائي للكولان (F2)
27	الجدول (2-II): التحليل الكيميائي لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)
28	الجدول (3-II): عصابات الإمتصاص لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) [54]
42	الجدول (1-III): إجهاد التثني للعينات الخزفية المعالجة عند درجات حرارة مختلفة
46	الجدول (2-III): قيمة معامل النفاذية بالنسبة للمساند المعالجة عند درجات الحرارة المختلفة.
50	الجدول (3-III): قيمة معامل النفاذية بالنسبة للشرائح المعالجة عند $1150^\circ C$ الموضوع على المساند المعالجة عند درجات الحرارة المختلفة.

قائمة الأشكال

الصفحة	الأشكال
8	الشكل (1-I): البنية البلورية للكولان
9	الشكل (2-I): بنية الخلية الأولية لكاربونات الكالسيوم [20].
10	الشكل (3-I): يوضح أنواع أكسيد التيتانيوم [26]
11	الشكل (4-I): رسم توضيحي لشريحة.
12	الشكل (5-I): مخطط يوضح بعض نماذج للشرائح المتناظرة
12	الشكل (6-I): مخطط يوضح بنية طبقة غير متناظرة [30]
13	الشكل (7-I): مخطط يوضح بنية طبقة مركبة [30]
14	الشكل (8-I): شكل توضيحي للمسند المستوي [33]
14	الشكل (9-I): رسم توضيحي لشريحة ذات شكل حلزوني مدعومة على مسند [35]
15	الشكل (10-I): توضح الشرائح المدعومة على حامل أنبوبي أحادي القناة ومتعدد القنوات [36]
15	الشكل (11-I): صورة الشرائح الليفية [9]
16	الشكل (12-I): نموذج توضيحي لطريقة الفصل المباشر
17	الشكل (13-I): نموذج توضيحي لنمط الترشيح المماسي
21	الشكل (14-I): أهم مراحل تحضير المرشحات الخزفية
22	الشكل (15-I): مخطط لتحضير الشرائح باستخدام تقنية الصب
25	الشكل (1-II): جهاز التحليل الطيفي (FTIR)

26	الشكل (II-2): طيف إمتصاص الأشعة تحت الحمراء للكولان (F2)
26	الشكل (II-3): طيف إنعراج الأشعة السينية للكولان (F2)
27	الشكل (II-4): صور بالمجهر الإلكتروني الماسح لحبيبات الكولان (F2)
27	الشكل (II-5): طيف إمتصاص الأشعة تحت الحمراء لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)
29	الشكل (II-6): طيف إنعراج الأشعة السينية لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)
29	الشكل (II-7): صور بالمجهر الإلكتروني الماسح لحبيبات لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)
31	الشكل (II-8): الخطوات المتبعة لتحضير مساند الخزفية
32	الشكل (II-9): صور لعملية السحق والغرلة المواد الأولية
32	الشكل (II-10): صور لمعالجة الحرارية للكولان (F2) عند $600^\circ C$ ووزن المواد الأولية
33	الشكل (II-11): صور لعملية الخلط ووضع العجينة في الكيس البلاستيكي
33	الشكل (II-12): صور لعملية الإستخراج ووضع العينات على أنابيب الألمنيوم الدوارة
34	الشكل (II-13): صور للعينات المستخرجة ذات شكل متوازي المستطيلات من أجل إختبار إجهاد الثني ومعالجة الحرارية لكل العينات عند درجات حرارة مختلفة
34	الشكل (II-14): صورة لشريحة التقنية الميكرونية موضوعة على مسند
35	الشكل (II-15): الخطوات المتبعة لتحضير شرائح خاصة بالتقنية الميكرونية باستخدام (TiO_2)
36	الشكل (II-16): صور لوزن المقادير وعملية الخلط بالخلاط المغناطيسي
36	الشكل (II-17): صور لعملية الصب محلول (TiO_2) داخل المسند والمعالجة الحرارية عند $1150^\circ C$
37	الشكل (II-18): رسم تخطيطي مبسط لجهاز إختبار الثني
38	الشكل (II-19): رسم تخطيطي مبسط يوضح التركيبة المستعملة في إختبار النفاذية
40	الشكل (III-1): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبير مختلف والمعالجة عند درجة حرارة $1150^\circ C$

40	الشكل (III-2): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبيرات مختلفة والمعالجة عند درجة حرارة 1200°C
41	الشكل (III-3): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبير مختلف والمعالجة عند درجة حرارة 1250°C
42	الشكل (III-4): صورة لجهاز إختبار الثني
43	الشكل (III-5): تغيير إجهاد الثني بدلالة درجة الحرارة
44	الشكل (III-6): صورة البروتوكول المستعمل في إختبار النفاذية
45	الشكل (III-7): تغيير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1150°C
45	الشكل (III-8): تغيير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1200°C
46	الشكل (III-9): تغيير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1250°C
47	الشكل (III-10): تغيير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1150°C
47	الشكل (III-11): تغيير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1200°C
48	الشكل (III-12): تغيير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1250°C
49	الشكل (III-13) صور بالمجهر الالكتروني الماسح للشريحة المعالجة عند (1150°C) المثبتة على الحامل المعالج عند (1200°C)
50	الشكل (III-14): تغيير التدفق بدلالة الزمن والضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1200°C
51	الشكل (III-15): تغيير التدفق بدلالة الزمن والضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1250°C
52	الشكل (III-16): تغيير التدفق بدلالة الضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1200°C
52	الشكل (III-17): تغيير التدفق بدلالة الضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1250°C
53	الشكل (III-18): صورة توضح فعالية المرشحات المحضرة في التخلص من العكارة واللون

مقدمة

لقد حقق التطور التكنولوجي رفاهية الإنسان ولبي معظم إحتياجاته، ولكنه من ناحية أخرى تسبب في الكثير من الضرر للبيئة. لذلك يركز الباحثون والعلماء اليوم على أفضل السبل للتوفيق بين الجوانب الصناعية والبيئية. إذ باتت أهمية معالجة المخلفات والحد من تأثيرها على البيئة والحاجة إلى الماء جلية، مما أدى الى ظهور المرشحات المعدنية والعضوية والخزفية لتنقية المياه وفصل الجزيئات، وكذا إستخدامها حتى في معالجة مياه الصرف الصحي.

ونظرا لصعوبة وكلفة المرشحات المعدنية والعضوية إتجهت الأبحاث نحو المواد غير المكلفة، فظهرت المرشحات الخزفية المسامية التي تتميز عن غيرها ببخس ثمنها وسهولة إستخراجها بالإضافة الى أنها أكثر إستقرارا وتحملا لدرجات الحرارة العالية، غير أن عملية تحضيرها تتطلب عناية و جهد كبيرين، و من هنا فان عملية تحضير المسحوق وتشكيله ومعالجته حراريا تعتبر مراحل أساسية ومهمة، للحصول على مرشحات ذات فعالية و جودة كبيرة. فقد عرفت تقنيات الأغشية الخزفية المسامية أهمية متزايدة بسبب تطبيقاتها المتواجدة بقوة في شتى المجالات الصناعية والإقتصادية فمن بين هذه التقنيات نجد التقنية الميكرونية التي تعمل بإزالة البكتيريا والفيروسات بإنظام والتقلل من عكارة المياه وتستخدم في عملية فصل السوائل والأمزجة الغازية وفصل المواد الصلبة عن السائلة وتطهير المياه وغيرها من التطبيقات الأخرى.

موضوع البحث الذي قمنا به يتمثل في دراسة وتحضير مساند لشرائح خزفية من مواد محلية للتنقية الميكرونية، حيث تم إستخدام مادة الكاولان (F2) التي تم الحصول عليها من منجم بمنطقة المليية بولاية جيجل و كاربونات الكالسيوم هي الأخرى جلبت من محجرة بونوارة بضواحي مدينة قسنطينة.

وتم تقسيم هذه الدراسة إلى ثلاثة فصول، حيث سيتم التطرق في الفصل الأول إلى دراسة عموميات حول الخزفيات ودراسة أهم الخصائص التي تتميز بها هذه الخزفيات كالخصائص الميكانيكية والحرارية والكيميائية... وكذلك دراسة عموميات حول المرشحات وتخصيص دراسة الحوامل والأغشية الخزفية والإشارة إلى طرق تحضيرها، أما الفصل الثاني فسنخصصه لدارسة المواد المستعملة في التجربة والطرق التجريبية المتبعة إضافة إلى الوسائل المستخدمة في تحضير مساند لشرائح الخزفية، أما الفصل الثالث فهو متعلق بتحليل ومناقشة مختلف النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة.

الفصل الأول

عموميات حول الخرفيات

I-1 تعريف الخزفيات:

إن لفض الخزف أو السيراميك مشتق من الكلمة اليونانية كيراميكوس (keramikos) والذي يعني المعالجة الحرارية للمواد الأولية الصلصالية [1]. تشمل الخزفيات مجالاً واسعاً من المواد، ولهذا فإنها من الصعب إعطاء تعريف دقيق وموجز لها، رغم ذلك فإن التعريف الشائع هو أن الخزفيات عبارة عن مواد حرارية صلبة لا هي عضوية ولا معدنية، لكن من الناحية المرجعية يمكن أن نميز تعريفين أساسيين يحددان الصناعة التقليدية والصناعة التقنية للخزفيات، فمن الناحية التقليدية تعرف الخزفيات على أنها فن صناعة الفخار، وتعتمد أساساً على خاصية تحويل الغضار أو الصلصال (كمادة أولية) عند خلطها بكمية من الماء إلى عجينة بلاستيكية سهلة التشكيل يتم بعد ذلك تسخينها عند درجات حرارة عالية نسبياً، لنتحصل في الأخير على مادة صلبة وصلدة [2] بينما من الناحية الحديثة وحسب الجمعية البريطانية للخزفيات (1979) تعرف الخزفيات على أنها مادة صلبة ومصنعة لا هي معدنية ولا هي عضوية، يتحصل عليها غالباً بالمعالجة الحرارية [3].

I-2 بنية وطبيعة الخزفيات:

إن التركيبة البنوية للخزفيات جد متعددة، أبسطها احتواء المادة الخزفية على طور واحد صلب (بلوري أو زجاجي)، وأعقدها خزفيات مبنية على شكل مركب مكون من تجاور لعدة أطوار غير متلائمة نظرياً، لكن التفاعل المنتظر عند درجات الحرارة العالية كان جزئياً مما سمح للأطوار بالتجاور عند التبريد بين هذين الحدين من البنى، توجد خزفيات مكونة من عدة أطوار بلورية أو زجاجية نظرياً متلائمة شكلت عند درجات الحرارة العالية [2].

I-2-1 الطبيعة الكيميائية:

إن المواد التي تشكل الخزفيات هي مواد منجمة، أي أجسام صلبة تكون ذات بنية بلورية أو لا بلورية، وذات مركبات لا معدنية ولا عضوية [2]. إذ أن الخزفيات لا يمكنها أن تتشكل إلا من عناصر أشباه المعادن وتركيباتها، أو من هذه الأخيرة مع واحد أو أكثر من العناصر المعدنية، أي أن الروابط الكيميائية ذات طبيعة أيونية أو تكافئية [4].

I-2-2 البنية المجهرية:

تتكون البنية المجهرية للخزفيات من تجمع بلورات صغيرة ذات أبعاد لا تتعدى عموماً $1\mu\text{m}$ وذات اتجاهات مختلفة، ويفصل بين هذه البلورات الحدود الحبيبية [4] ومع ذلك فإن معظم الخزفيات تحتوي على فراغات منتشرة في جميع أنحاء المادة، حيث ترتبط البنية المجهرية بنقاوة المادة الأولية المستعملة وبطريقة تحضيرها، إذ أن البنية البلورية للحدود الحبيبية والبعد الحبيبي ونسبة الفراغات لها تأثير كبير في السلوك الميكانيكي والحراري لهذه المواد [5].

I-2-3 البنية البلورية:

من خلال طبيعة الروابط البلورية التي تكون سائدة نتعرف على البنية البلورية للخزفيات، إذا كانت الروابط التكافئية هي السائدة فيتعلق ترتيب وموضع الذرات بعدد الروابط الحرة، ليشكل بنية مماثلة لبنية الماس، أما إذا كانت أغلبها روابط أيونية فإنها تأخذ بنية مترابطة، ذات أكبر كثافة ممكنة، أين يحاط كل أيون بأكثر عدد ممكن من الأيونات ذات الشحنة المخالفة له [4].

I-3 الخصائص العامة للخزفيات:

I-3-1 الرابطة الكيميائية:

تعتبر المقاومة الكيميائية من أهم خصائص المواد الخزفية وهي ناتجة عن الروابط الكيميائية القوية التي تصل بين الذرات المكونة لها [2]، وهي تلعب دوراً أساسياً في تحديد بعض الخصائص الفيزيائية للخزفيات وتصنيفها الجدول (I-1).

الجدول (I-1): مثل طاقة ربط بعض المركبات الخزفية [6]

الرابطة	Si-O	B-N	C-C	Si-C	Si-Si
الطاقة (ev)	4.60	4.55	3.60	3.38	2.30

2-3-I الخصائص الميكانيكية:

عدم سماح انزلاق المستويات البلورية بالنسبة لبعضها البعض كما في المعادن هو قوة رابطتها الكيميائية وبالتالي تكون بصفة عامة مواد قصفة لذا تمتلك الخزفيات قيما عالية من معاملات المرونة مقارنة بالمعادن [7].

3-3-I الخصائص الحرارية:

1-3-3-I الناقلية الحرارية:

الخزفيات عازلة حراريا بصفة عامة وهذا راجع للغياب شبه كلي للالكترونات الحرة [8]، كما يمكن إستعمالها كعوازل حرارية ومبطلات للأفران أي خصائصها مختلفة باختلاف أنواع الخزفيات.

2-3-3-I درجة الانصهار:

تمتاز هذه المواد بدرجة إنصهارها العالية نظرا لقوة الرابطة الكيميائية المشككة لها، والجدول التالي بين درجة حرارة إنصهار بعض المواد الخزفية [9].

الجدول (2-I) : درجة حرارة إنصهار لبعض المواد الخزف [9].

SiO ₂	TiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	المركب
1700	2950	2625	2640	2070	درجة الانصهار (C°)

4.3-I الخصائص الكهربائية :

إن جميع إلكترونات التكافؤ للعناصر المكونة للمركب تكون مقيدة، لذا فالخزفيات نواقل كهربائية رديئة نتيجة للطبيعة المزدوجة للروابط (أيونية-تساهمية)، لكن رغم ذلك فإنه ضمن شروط محددة توجد مجموعة من الخزفيات نصف ناقلة وناقلة وفائقة الناقلية [4].

جدول (3-I): ثابت العزل لبعض المواد الخزفية عند (التردد 1 KH) [9].

ثابت العزل	NaCl	Lif	Mica	MgO	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	المليت	الكورديريت	البورسلان
المركب	5.9	9.0	2.5-7.3	9.6	8.6-10.6	8.8	17-15	5.4-4.5	6-0

I-4-4 تحضير وتشكيل الخزفيات :

لتحضير المواد الخزفية يجب معرفة أهم الخصائص التي تتميز بها لنتمكن من تهيئتها وتشكيلها، قد نجدها هشّة سريعة الانكسار أو صلدة غير قابلة للتشكيل أو حرارية لا تنصهر إلا عند درجات حرارة عالية إذ تختلف نوعا ما عن تصنيع بقية المواد الأخرى [4]، فمعظم الخزفيات تعتمد في تحضيرها على تقنية التلييد والتي تتمثل في تحويل المادة الأولية الموجودة على شكل مسحوق مضغوط إلى مادة صلدة نتيجة المعالجة الحرارية عند درجات حرارة مرتفعة نسبيا ولكن لا يجب أن تتعدى درجة ذوبان المادة [4]، وهذه الأخيرة تتطلب المراحل الأساسية التالية:

I-4-4-1 إختيار المسحوق :

تعد عملية إختيار وتحضير مسحوق المادة الأولية مهمة للغاية، فخصائص ومميزات المسحوق هي التي تتحكم في نوعية القطعة الخزفية، كما تستخدم المساحيق كمواد كاشطة ولتكسيه بعض المعادن [10] وتتعلق دراسة المساحيق بنوعية الأستخدام حسب الرغبة المطلوبة من هذه الدراسة.

I-4-4-2 دراسة المسحوق :

تتمحور الدراسة على الخصائص الميكانيكية، أو على تغير البنية البلورية أثناء المعالجة الحرارية لدراسة الخصائص الفيزيائية. وتعتمد دراسته على قياس الكثافة وأبعاد الحبيبات وكذلك تركيبها الكيميائي وبنيتها البلورية [11].

I-4-4-3 تحضير المسحوق:

يتم خلال هذه المرحلة سحق المواد الأولية ومجانستها حتى الحصول على مسحوق ذو حبيبات صغيرة جدا، أكثر تلامسا لتسهيل عملية التلييد. وتتم هذه العملية إما بالسحق التقليدي أو بإستخدام جهاز الترددات فوق الصوتية. [11] وهذا لإعتبارها اول مرحلة يتحدد فيها حجم حبيبات المسحوق حيث ان صغر حجم الحبيبات يخلق لنا مساحات كبيرة للتلامس فيما بينها، مما يؤدي الى رفع فعالية التلييد وانخفاض درجة حرارته [4].

I-4-4-4 الإضافات العضوية:

تكمن إضافة المواد العضوية في المساعدة على ربط جزيئات المادة ببعضها وتسمى بالمواد الرابطة، كما تضاف مواد أخرى تعرف بالملدنات تعمل على حماية العينة من التشقق أثناء المعالجة الحرارية [12] نشير إلى أن هذه الإضافات يجب التخلص منها أثناء عملية التلييد قبل انغلاق الفراغات لتجنب ظهور بعض العيوب

البلورية، وكذلك يجب أن تكون لهذه الإضافات قيم حدية لا يجب تجاوزها، وكمثال لهذه الإضافات (بوليفينيل الكول) PVA لربط المواد و(بوليثيلين غليكول) PEG كملدن [11].

I-4-5 التشكيل:

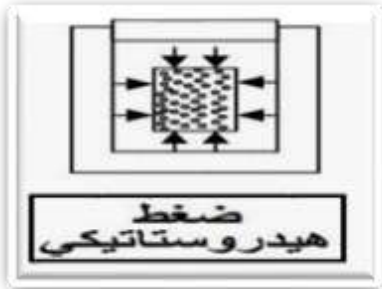
يقصد به اعطاء المادة الاولية (مسحوق) الشكل النهائي للقطعة الخزفية إذ تعتبر مرحلة مهمة لأن العيوب التي تظهر لا يمكن إزالتها خلال عملية التلييد ومن أبرز تقنياتها (الكبس المحوري والمركزي)، كما أنها توجد عدة طرق لوضع القطعة الخزفية على شكلها النهائي منها:

❖ أ: - طريقة الصب:



تتم بصب الخليط (مسحوق+ماء+عضويات) في قالب مسامي له شكل العينة المراد تحضيرها، هذا القالب يعمل على امتصاص الماء من المزيج حتى يجف الخليط ليتم استخراجه بعد ذلك [11].

❖ ب: طريقة الكبس الهيدروستاتيكي:



يتم وضع الخليط في قوالب كتومة للحصول على أشكال معقدة في بعدين أو ثلاثة أبعاد على حسب المبتغى [11].

❖ ج: طريقة الكبس الجاف:



فيها يتم تشكيل القطعة الخزفية باستخدام آلة كبس، حيث تطبق على المسحوق الموجود داخل قالب خاص ضغطا مناسباً (يسمح بتشكيله) [4].

❖ د: طريقة الاستخراج (البثق):



في هذه الطريقة يتم كبس العجينة الخزفية واستخراجها من القالب على شكلها النهائي وهي طريقة كثيرة الاستعمال [11].

I-4-6 تعريف التلييد:

التلييد ظاهرة معقدة، ولا يوجد له تعريف دقيق يصف جوهر هذه الكلمة لكن بالمقابل يمكننا إعطاء التعريف المختصر التالي: هو عملية ميتالورجية أو معالجة حرارية تسمح لمجموعة من الحبيبات أو تجمعات حبيبية بالتكثيف [4].

I-4-7 بعض طرق التلييد:

❖ أ - التلييد الطبيعي: هو معالجة حرارية عادية لمادة مجسمة (مشكلة). تعتبر هذه التقنية اقتصادية لكن العينات المتحصل عليها تكون نسبة الفجوات بها في الغالب معتبرة لذا فهي تتطلب درجات حرارة عالية [12].

❖ ب - التلييد تحت تأثير ضغط خارجي: لا يمكننا دوما الحصول على نسبة تلييد عالية لمادة تم تشكيلها وضغطها عند درجة حرارة منخفضة، لذلك نلجأ أحيانا إلى تطبيق ضغط خارجي على العينة أثناء المعالجة الحرارية. تسمح هذه العملية بالحصول على نسبة تلييد عالية، لكن هذه الطريقة محدودة لكونها مكلفة جدا وتستعمل في تحضير مواد خاصة بالتكنولوجيا المتقدمة فقط [13].

❖ ج - التلييد بوجود تفاعلات: يكون ناتجا عن تفاعل مادتين مختلفتين عند درجة حرارة معينة. آلية التلييد هنا يمكن أن تكون في الحالة الصلبة أو بوجود طور سائل

I-5-5 دراسة بعض المواد الأولية:

I-5-1 الصلصال (غضار):

ان كلمة غضار تدل على أن حجم الحبيبات التي يتكون منها صغير جدا، فهو يستعمل للإشارة لتلك المواد الترابية التي يقل قطر حبيباتها عن 200/1 من المليمتر [7-14]. و التي تصبح سهلة التشكيل إذا ما بللت بقدر يسير من الماء. المواد الصلصالية هي عبارة عن أحد أنواع الصخور الرسوبية، [15] والمنكونة بصفة عامة من سليكات مائية للألمنيوم [7 - 14].

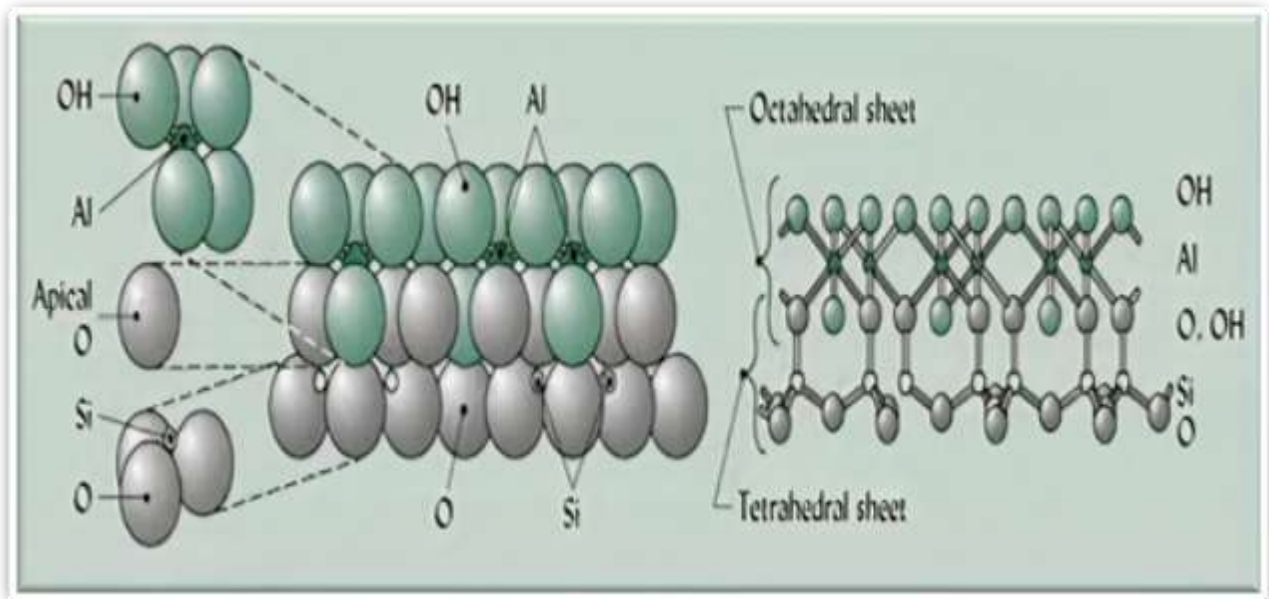
I-5-2 الكاولان:

الكاولان هو نوع من الصلصال النقي وهو مشتق من اسم مدينة بالصين، أين تم استخراج هذه المادة لأول مرة [12]. يعتبر من أهم المواد المستعملة في صناعة الخزفيات التقليدية والحديثة، إذ يأخذ اللون الأبيض أو الرمادي ذلك حسب إحتوائها على شوائب أو مواد عضوية [15].

الصيغة الكيميائية للكاولان النقي هي: $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$ [13] [16] الجزء الأساسي المكون لها وهو الجزء المتبلور والذي يعرف بالكاولينيت أو (سيليكات الألمنيوم). تقدر النسب الوزنية للمواد المشكلة للكاولان المثالية أو (المرجعية) بـ: % 39.53 من Al_2O_3 و % 46.50 من SiO_2 و % 13.95 من H_2O ووزنها المولي يقدر بحوالي 258 g كما تقدر كتلتها الحجمية بـ 2.6 g/m^3 تختلف هذه القيمة باختلاف درجة نقاوة الكاولان [11].

I-5-2-1 بنيتها:

تتكون الكاولان في الغالب من صفائح عنصرية للمواد المشكلة لها، حيث توضع فوق بعضها البعض. تتراوح ابعادها بين (0.3 و 10) بالنسبة للقطر ومن (0.05 الى 2) بالنسبة للسمك [17]. تتكون الصفائح عن طريق تجمع الطبقات ثمانية الوجوه للعنصر Al الواقعة تحت الطبقة السداسية لرباعي السيليكون، [18] حيث تتقابل الرؤوس الثمانية الغير مرتبطة برباعي الوجوه السيليكون بايونات الهيدروكسيد OH^- [17] كما كما يمكن أن تتبلور الكاولان بصفة عامة في نظام ثلاث الميل كما هو مبين في الشكل (I-1).



الشكل (I-1): البنية البلورية للكاولان

I-5-3 كربونات الكالسيوم:

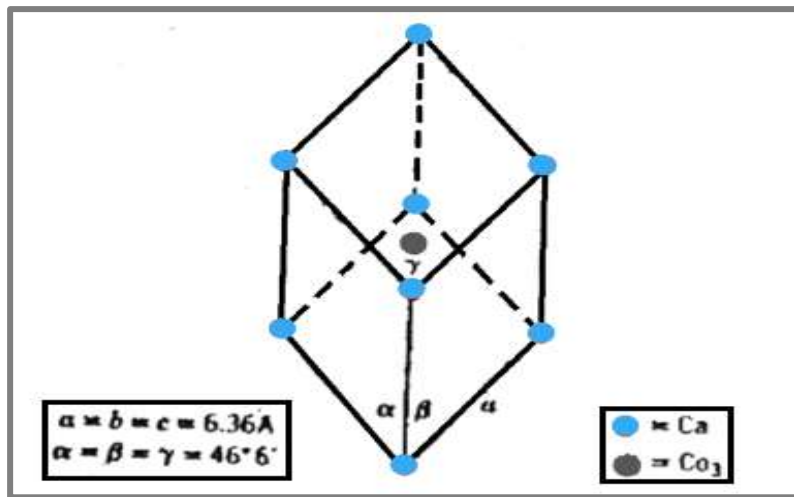
تعرف كربونات الكالسيوم بأنها مركب كيميائي يحمل الصيغة الكيميائية $CaCO_3$ ، ويتكون من ثلاثة عناصر هي الكربون، والأكسجين، والكالسيوم، وهي مادة شائعة موجودة في الصخور في جميع أنحاء العالم

لونها أبيض في حالة ما إذا كانت نقية وكتلتها الحجمية النظرية حوالي 2.71 g/cm^3 وزنها المولي $(M=100.1\text{g})$ [19].

وتعد درجة نقاوتها الطبيعية عالية جدا مقارنة مع بقية المواد الأولية الأخرى، بحيث تصل نسبة الكربونات إلى أكثر من 98 % من الكتلة الحجمية النظرية. أما النسبة المتبقية (2 %) فهي عبارة عن أكاسيد مثل Al_2O_3 و Fe_2O_3 [20].

I-3-5-1 خصائصها الفيزيائية:

يبين الكشف بواسطة الأشعة السينية أن بنية الكلس الحجري (CaCO_3) هي سداسي موشوري بمعنى (شبكة ثلاثية متساوية الأحرف) [20] حيث تكون فيها ذرات الكالسيوم موزعة على رؤوس متوازي السطوح، بينما تكون جزيئات CO_3 بمركزه حسب الشكل (I – 2).

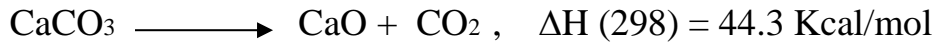


الشكل (I-2): بنية الخلية الأولية لكاربونات الكالسيوم [20].

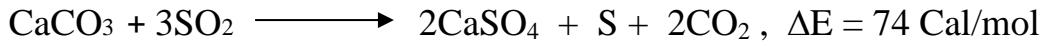
في حالتها الطبيعية لا يمكن أن تكون كثافتها تساوي إلى الكثافة النظرية، بل تتواجد بها فراغات بين الحبيبات ناتجة عن تكوينها الأولي. نسبة هذه الفراغات تختلف باختلاف مناطق تواجدها وهي عادة لا تتجاوز 20 % ولا تقل عن 0.3 % من الحجم الكلي [19] [21].

I-3-5-2 خصائصها الكيميائية:

تعد كربونات الكالسيوم مركباً غير نشط كيميائياً (خامل)، لهذا فاستعمالاتها في المجالات الفيزيائية أكثر من استعمالاتها في المجالات الكيميائية. من أهم خصائصها الكيميائية تفككها بارتفاع درجة الحرارة، لتعطي أكسيد الكالسيوم وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 وفق المعادلة الكيميائية التالية [22].



كما أن CaCO_3 تتفاعل بسهولة مع الأحماض القوية لتعطي ملحا بالإضافة الى غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) مع انتشار حرارة، و تتفاعل مع أكسيد الكبريت عند درجات حرارة عالية نسبيا ($95^\circ\text{C} \geq T$) فتنحصر على الكبريت مع المادة الأساسية لصناعة الجبس وذلك وفق المعادلة أدناه [20].

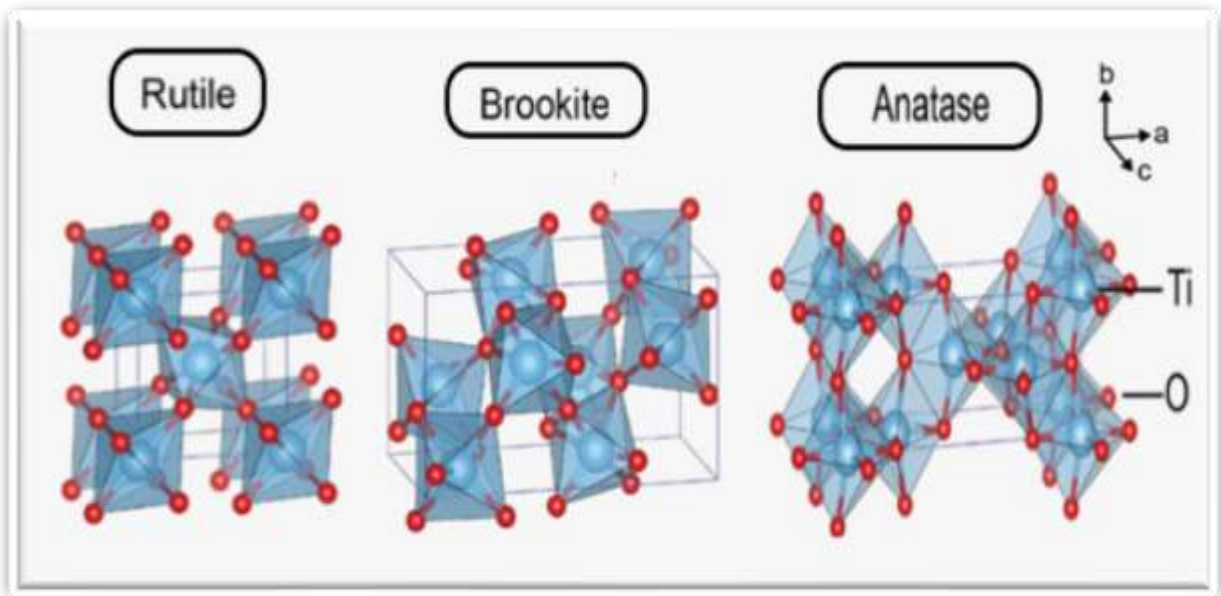


3-3-5-I خصائصها الميكانيكية:

تمتاز كربونات الكالسيوم CaCO_3 بخصائص ميكانيكية جيدة بحيث تقدر مقاومتها (صلادتها) ما بين 80 MN/m^2 و 190 [23]. معامل تمددها ضعيف جدا اذ يقدر بحوالي، $5.10^{-6} \text{m}/^\circ\text{C}$ [24] بينما معامل يونغ يتراوح ما بين $2.2.10^4$ و $8.48.10^4$ N/m^2 [24].

4-5-I ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 :

ثاني أكسيد التيتانيوم عبارة عن مسحوق أبيض رفيع يوجد في الطبيعة في شكل خام مرتبط في الغالب بالحديد، ينقى حتى يصبح صافي الشكل صالح للاستعمال [25] ويصنف إلى ثلاثة أنواع كما في الشكل (3-I).



الشكل (3-I): يوضح أنواع أكسيد التيتانيوم [26]

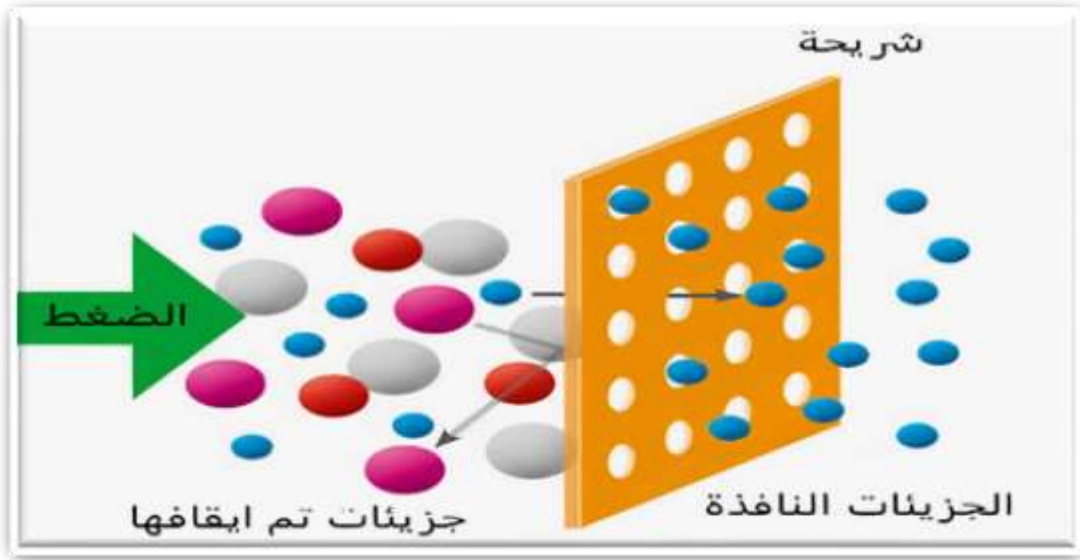
I-6-1 الأغشية (الشرايح):

I-6-1-1 تعريف الترشيح:

الترشيح هو تصفية الجزيئات الصلبة الدقيقة أو المنحلة من السائل بتمريرها من خلال غشاء نفوذ ذات فتحات صغيرة [27]. ويستعمل في عدة تطبيقات صناعية مثل: (صناعة الأغذية، الصناعة الكيميائية، معالجة المياه..). حيث تسمح هذه العملية بالحصول على سائل نقي خالي من الشوائب.

I-6-1-2 تعريف الشرائح:

الشرائح هي سطح مادي رقيق جدا (غشاء) يمكن أن تكون على شكل طبقة بيولوجية أو على شكل طبقة محضرة من مادة عضوية أو غير عضوية (معدنية أو خزفية) [12]. حيث تسمح بمرور منتظم للمادة عبرها. بمعنى آخر إذا ورد سائل به أصناف مختلفة للجزيئات على سطح الطبقة فان بعض الجزيئات يتم إيقافها ونوع آخر يسمح له بالمرور [9]. كما في الشكل (I-4).



الشكل (I-4): رسم توضيحي لشريحة.

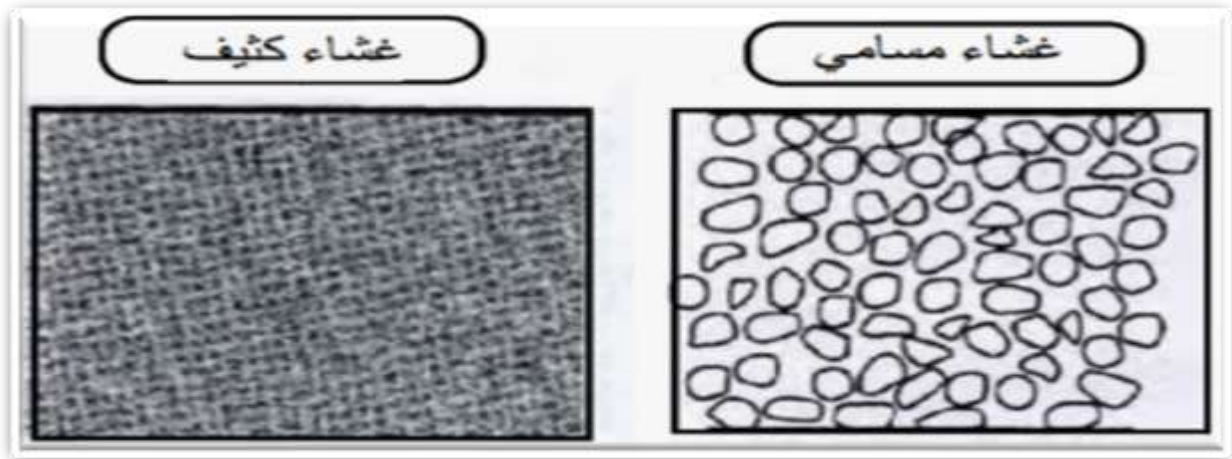
I-6-1-3 تصنيف الشرائح:

يمكن تصنيف الشرائح (الطبقات الرقيقة) المتواجدة حليا حسب الشكل او طريقة تحضيرها أو حسب آلية الفصل أو بنيتها.

4-6-I تصنيف الشرائح حسب بنيتها:

1-4-6-I الشرائح المتناظرة:

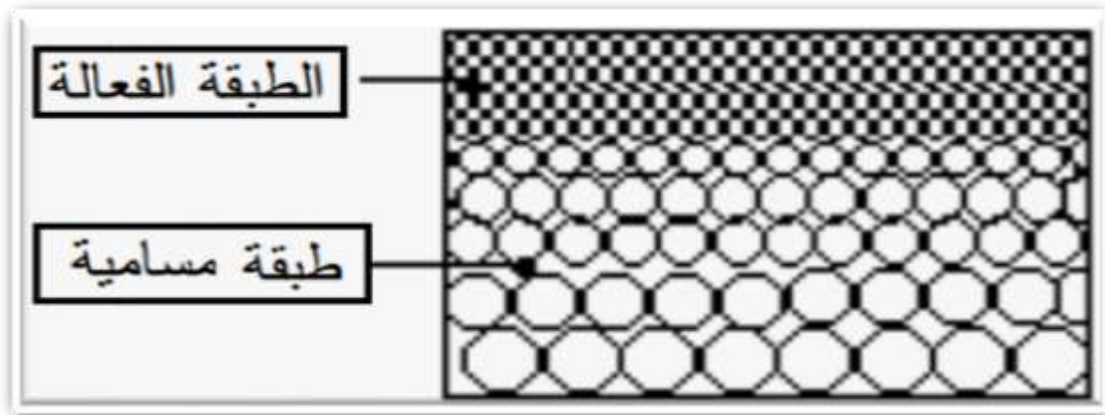
يمكن لهذه الشرائح أن تكون مسامية أو كثيفة، تمتاز ببنية موحدة على امتداد سمك الشريحة [28]. وهي في الغالب مكونة من مواد عضوية و تستخدم خاصة في التقنية الميكرونية (MF) [29] إذ تتميز بنفاذية ضعيفة نسبياً [30] كما أن هذا النوع من الأغشية يتعرض بسهولة لظاهرة الأنسداد وبالتالي يقل إستعمالها، بينما الأغشية المتجانسة الأكثر إستعمالاً هي الأغشية الكثيفة لأن مساميتها تكاد تكون منعدمة [30].



الشكل (5-I): مخطط يوضح بعض نماذج للشرائح المتناظرة

2-4-6-I الشرائح غير المتناظرة:

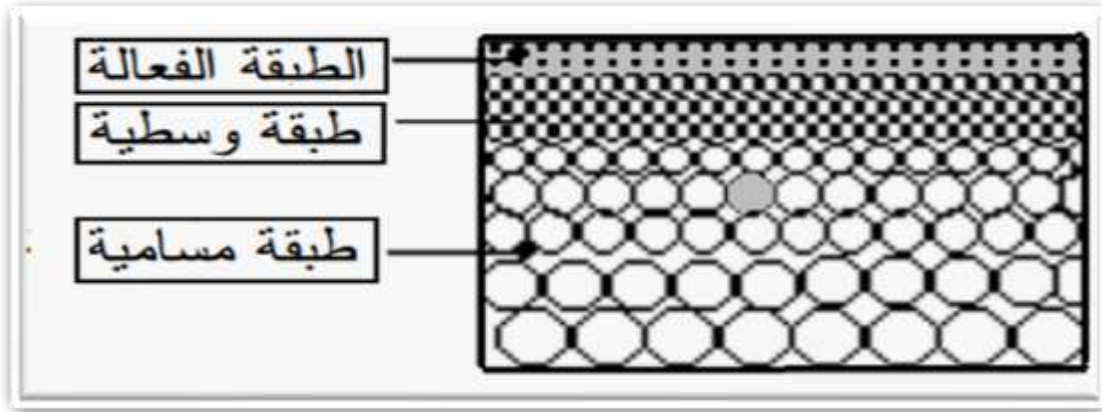
تتكون من طبقة فعالة على شكل قشرة رقيقة سمكها من $(10\mu\text{m} - 0.1\mu\text{m})$ تمتلك الخصائص اللازمة للترشيح، وتكون في حالة تماس مباشر مع السائل المراد ترشيحه، تستند على حامل مسامي لديها سمك $(200\mu\text{m} - 100\mu\text{m})$ [29] ونفاذية أكبر ومقاومة ميكانيكية جيدة [30].



الشكل (6-I): مخطط يوضح بنية طبقة غير متناظرة [30]

I-6-4-3 الشرائح المركبة (محضرة من مواد مختلفة):

تتكون من طبقتان على الأقل، من مادتين مختلفتين، طبقة سطحية عبارة عن غشاء رقيق جدا موضوع على حامل مسامي نفوذ، يتم اختيار كل مادة حسب الخصائص المميزة لكل طبقة، الانتقائية بالنسبة للأول والميكانيكية بالنسبة للثاني [31] نفاذية هذه الشرائح أعلى من الشرائح الغير متناظرة [29].



الشكل (I-7): مخطط يوضح بنية طبقة مركبة [30]

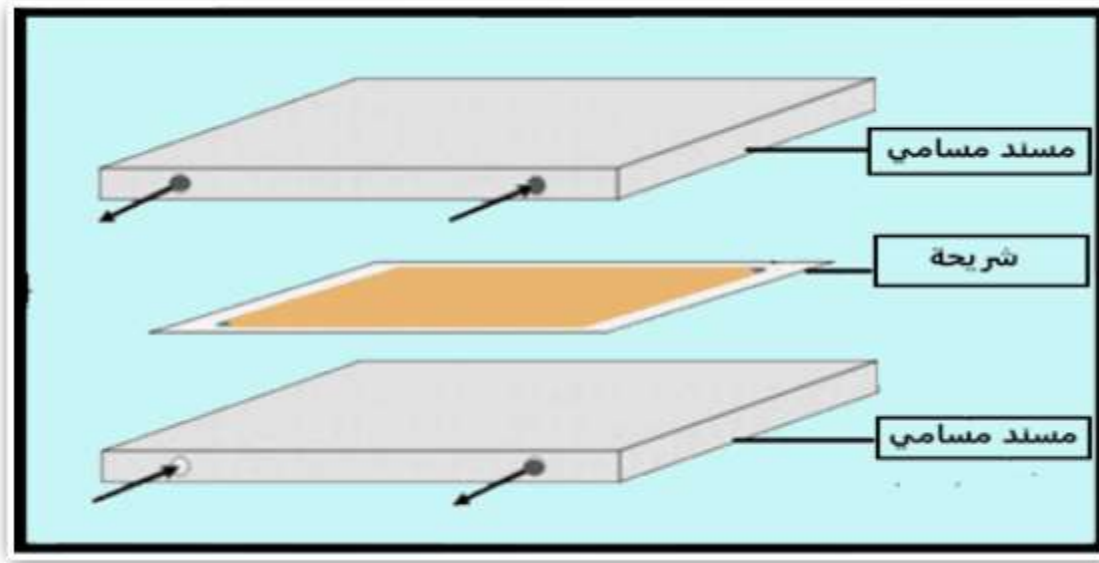
I-6-4-4 الأغشية الليفية المجوفة:

تكون على شكل أنبوب قطره الخارجي يتراوح بين (50µm-1000µm) و الداخلي بين (25µm-800µm) [32] وتحضر بنفس الطريقة التي تحضر بها الألياف الصناعية. وفي غالبيتها هي طبقات غير متناظرة حيث توضع الطبقة الفعالة على السطح الداخلي أو الخارجي للأنبوب حسب الحاجة.

I-6-5 تصنيف الشرائح حسب الشكل:

I-6-5-1 الأغشية المستوية:

تعد الأغشية المستوية من أقدم وأسهل الشرائح، حيث توضع الأغشية على شكل طبقات احادية او من عدة طبقات تفصل فيما بينها بواسطة مساند مستوية تضمن جريان السوائل المراد ترشيحها [33].

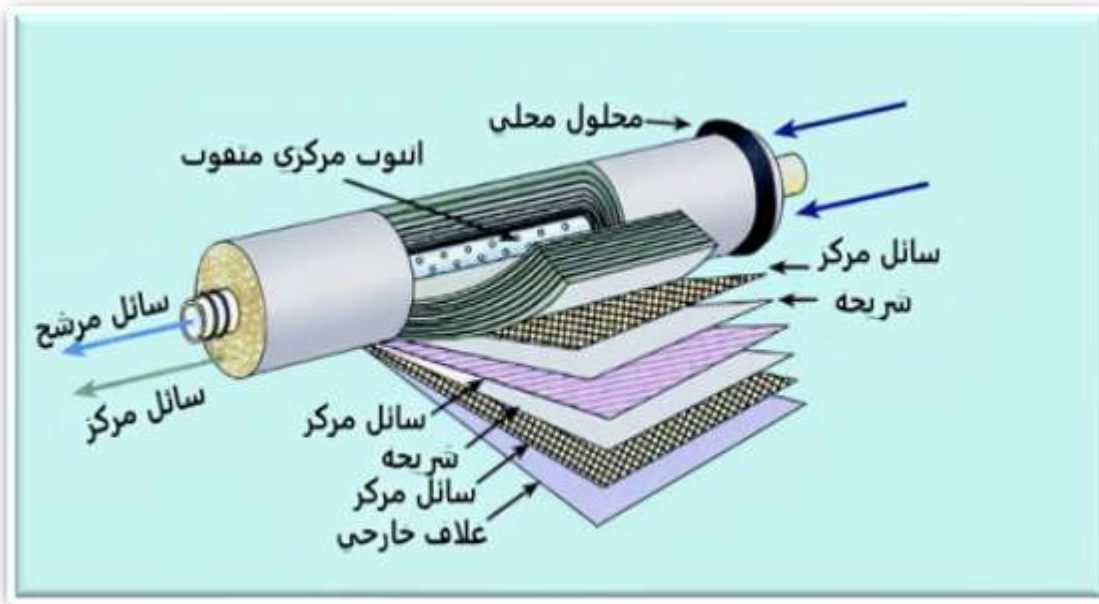


الشكل (8-I): شكل توضيحي للمسند المستوي [33]

2-5-6-I الأغشية الحلزونية:

عبارة عن طبقات رقيقة مستوية يتم لفها حول أنبوب به فتحات تسمح بنفاد المادة المرشحة كما هو موضح

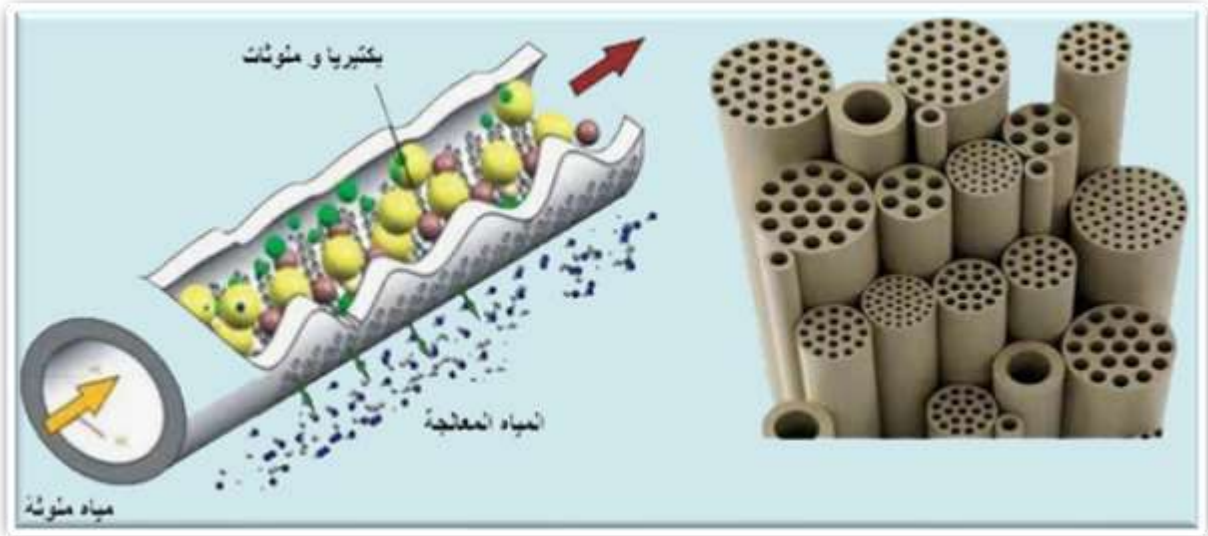
في الشكل (9 - I) [34].



الشكل (9-I): رسم توضيحي لشريحة ذات شكل حلزوني مدعومة على مسند [35]

I-6-5-3 الأغشية الأنبوبية:

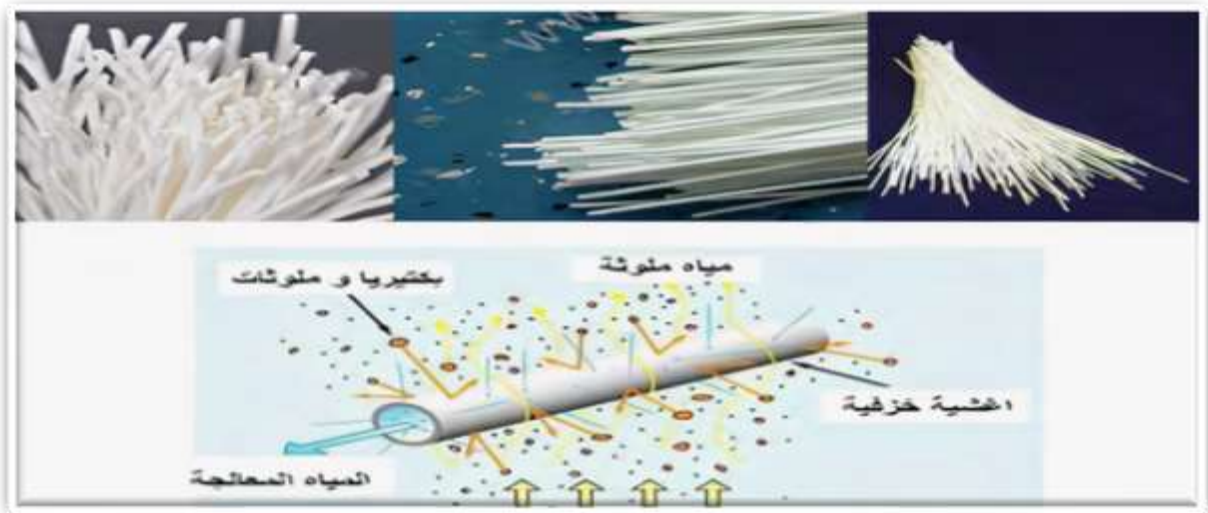
يتكون هذا النوع من أنبوب له مسامية ونفاذية عاليتين (مسند) توضع عليه طبقة أو عدة طبقات نصف نفوذه. أبعاد الأنبوب (الطول ونصف القطر) يتم اختيارها حسب الحاجة والكلفة. قد يكون المسند الأنبوبي أحادي القناة أمتعدد القنوات [11] كما هو مبين في الشكل (I-10).



الشكل (I-10): صورة توضح الشرائح المدعمة على حامل أنبوبي أحادي القناة ومتعدد القنوات [36]

I-6-5-4 نموذج الألياف المجوفة:

الألياف المجوفة عبارة عن مجموعة من الأنابيب لها قطر صغير يتراوح بين بضعة أعشار الميكرونات وبضعة مليمترات [37]، بالإضافة أن هذه الألياف المجوفة تلعب دور الحامل والشريحة في نفس الوقت.



الشكل (I-11): صورة الشرائح الليفية [9]

لكل نوع من انواع المرشحات الخزفية مميزات ومساوئ يلخص بعضها في الجدول التالي:

جدول (4-I): بعض مميزات ومساوئ أشكال المرشحات الخزفية [38]

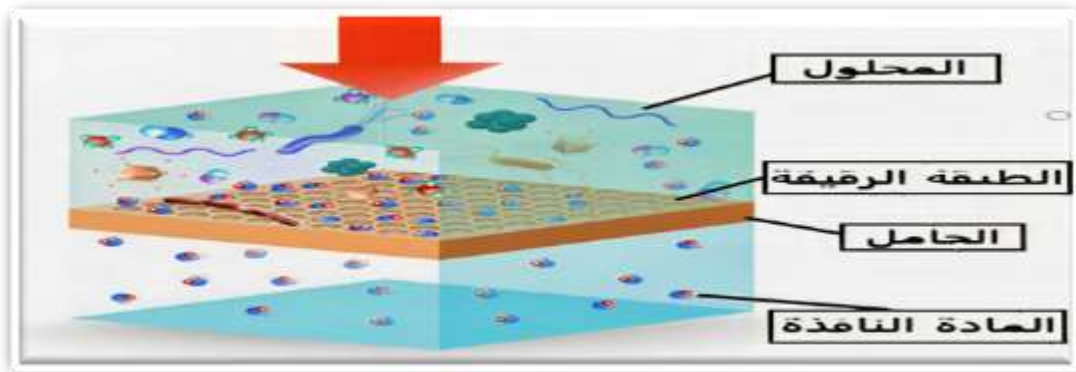
الشكل	المحاسن	المساوئ
مستوية	- سهولة الصنع و التركيب	- احتمال انسداد فراغاتها بسرعة كبيرة
انبوبية	- سهولة التنظيف - سهولة إستبدال احد الانابيب	- حجم ميت كبير - ثمنها مرتفع
حلزونية	- ثمنها منخفض - تشغل حيز صغيرا	- احتمال انسداد فراغها بسرعة - عملية التفكيك غير ممكنة
ليفية	- حجم ميت ضعيف	- صعوبة التنظيف - ثمن مرتفع - إستبدال التركيب بأكمله في حالة عطل جزء منه

6-6-I أنواع الترشيح:

تستخدم الأغشية في عملية الترشيح حسب طريقتين رئيسيتين للاستعمال. الترشيح الجبهي (المباشر) أو الترشيح المماسي (العرضي) [39].

1-6-6-I الترشيح المباشر:

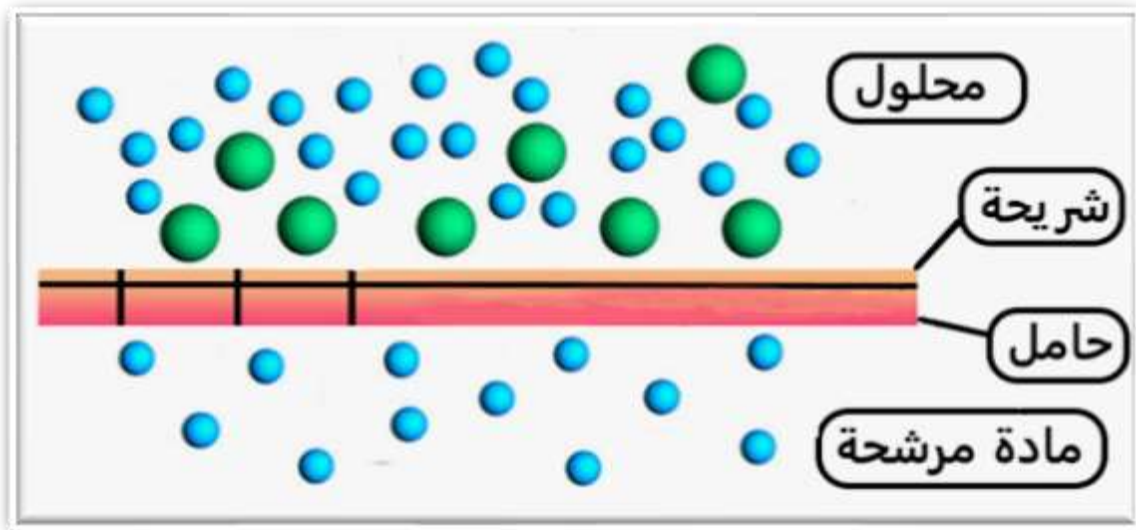
هذا النوع من الترشيح هو ترشيح تقليدي ويرد فيه السائل بشكل عمودي على الشريحة الشكل (I-12) مرافق لتطبيق الضغط تتراكم الجزيئات على سطح الشريحة مما يعيق عملية الترشيح وتخفض نسبة النفاذية، هذا النوع من الترشيح يحتاج لتنظيف دائم مما يجعله محدود الاستعمال في المجال الصناعي، بينما بقي استخدامه واسعا في المخابر لبساطة تجهيزاته [8].



الشكل (I-12): نموذج توضيحي لطريقة الفصل المباشر

I-6-2 الترشيح المماسي:

في هذا الترشيح يجري السائل على سطح الغشاء بشكل مماسي موازيا لسطح الغشاء، فتدرج الضغط المطبق يسمح لجزء من السائل الغشاء بالمرور اذ يبدأ في التناقص إلى أن يصل إلى حالته المستقرة، ويستخدم هذا النوع من الترشيح كثيرا في التنقية الميكرونية الدقيقة والتنقية النانومترية والتناضح العكسي ذلك أنها تعمل تحت نظام ذو تدفق ثابت للنفاذية. فالجريان المماسي للسائل يمنع تراكم المادة على سطح الشريحة ويقلل من خطر انسداد مساماتها وبالتالي يساعد على الحفاظ على مردود المرشح ويزيد من مدة استعماله [40].



الشكل (I-13): نموذج توضيحي لنمط الترشيح المماسي

I-7 مستويات الترشيح أو الفصل:

تتطور التطبيقات الصناعية للأغشية في معالجة المياه بسرعة مع تطور الأغشية الاصطناعية بعد ذلك تحول الانتباه إلى استخدام هذه الأغشية في معالجة المياه السطحية وكذلك السطح الداخلي لإنتاج مياه الشرب. السبب الرئيسي لاستخدام الأغشية على نطاق واسع في معالجة مياه الشرب لتلبية احتياجات السكان في المناطق الجافة فيها يتم توزيع السكان على شكل تجمعات صغيرة ، مما يطرح مشاكل كبيرة في إمدادات مياه الشرب. في هذه المناطق. لحل هذه المشكلة ، استخدم العديد من الباحثين تركيبات تنقية صغيرة. من التقنية الميكرونية والتقنية الميكرونية الدقيقة والتقنية النانومترية [41].

1-7-I استخدام أغشية التنقية الميكرونية (MF):

تم إختبار وحدة معالجة مياه الشرب ذات التنقية الميكرونية (MF) للمقارنة جودة المياه الناتجة مع تلك التي تمت معالجتها بالطرق التقليدية الأخرى. أظهرت النتائج أن الوحدة تعمل بإزالة البكتيريا والفيروسات بانتظام ويقلل من عكارة المياه إلى أقل من 0.3 NTU. بالإضافة إلى 99% من المواد الصلبة العالقة ، وبالتالي استنتج أن التنقية الميكرونية لها نتائج قياسية مقارنة بـ بالطرق التقليدية الأخرى. في هذه التقنية ، يتم استخدام الأغشية التي يتراوح قطر مسامها بين 0.1 و 10 ميكرومتر (الشكل 12)، مما يجعل من الممكن إيقاف الجزيئات المعلقة وكذلك البكتيريا بالإضافة إلى الجسيمات الغروية ، وكذلك بعض الأيونات التي يت تحديدها بطريقة الترسيب. لذلك فإن التنقية الميكرونية هي الطريقة الأكثر استخدامًا لمعالجة المياه. وفي الغالب تستخدم كعلاج أولي لبعض التقنيات الأخرى.

2-7-I استخدام أغشية التنقية الميكرونية الدقيقة (UF) :

في هذه التقنية ، يتم استخدام أغشية ذات أحجام مسامية تتراوح من 1 نانومتر إلى 100 نانومتر ، لأنها لا تسمح بمرور الجسيمات الصغيرة فقط مثل الماء وبعض الأملاح مما يؤدي إلى تحضير مياه عالية النقاوة نظرا لقدرتها على التخلص من ما يقرب 99% من الجراثيم [29] [42].

3-7-I استخدام أغشية التنقية النانومترية (NF) :

تستخدم أغشية الترشيح النانوي لمعالجة مياه الشرب نظرا لكفاءتها العالية في إزالة المواد العضوية الطبيعية، فضلاً عن تقليل جودة الأيونات أحادية التكافؤ وإزالة جميع الأيونات متعددة التكافؤ تقريبًا. على سبيل المثال، فإن غشاء التنقية بمقاييس النانو، الذي له حد القص بترتيب 200 دالتان، لديه معدل توقف يقدر بـ 60%. كلوريد الصوديوم، 80% كربونات الكالسيوم و 98%. كبريتات الماغنيسيوم. وتجدر الإشارة إلى أنه لا يوجد نوع من الأغشية يمكنه تحقيق هذه النسبة ، كما تطبق في إزالة العناصر المعدنية من الماء و تغيير لون الماء و عدة تطبيقات أخرى [28].

4-7-I استخدام أغشية التناضح العكسي (الأسموز العكسي) :

هي عبارة عن نطاقات ذات مسامية صفرية باستثناء الفراغات في التركيب البلوري. (شبه نفاذية) يتطلب استخدام هذه الأغشية استخدام ضغوط عالية ، فهي تتميز بدرجة عالية من الاختيار، لكن نفاذيتها منخفضة ويتم تحضيرها بشكل أساسي من مواد عضوية ، بينما يعتمد الفصل الآلي على الانتشار الظاهرة ، حيث يصنف بعض

الباحثين شرائح التناضح العكسي (العكسي) في قسم المقاطع المسامية ، لذلك يختلف هذا التصنيف من مرجع إلى آخر.

يمكن تلخيص بعض خصائص أنظمة الترشيح المذكورة أعلاه في جدول. كما يمكن أيضاً ترتيب الأغشية اعتماداً على أبعاد الجسيمات المراد فصلها.

جدول (I-5): أنماط الترشيح مع بعض المواد التي يمكن إيقافها حسب قطر المسامات [43]

نمط الترشيح	المواد	قطر المسامات
التقنية الميكرونية	الزيوت البكتيريا بعض الدهون والفيروسات	$(0.1 - 10) \mu\text{m}$
التقنية الميكرونية الدقيقة	الفيروسات والدهون الغرويات و البروتينات وبعض المضادات الحيوية	$(1 - 10) \text{nm}$
التقنية النانومترية	الغرويات و البروتينات وبعض المضادات الحيوية	تقريباً 1 نانومتر
التناضح العكسي	المضادات الحيوية والايونات المعدنية	-----

8-I بعض المقادير المميزة للأغشية الخزفية:

1-8-I المسامية :

تتم دراسة المسامية باستخدام مقياس المسام الزئبقي (Mercury Proslmeter)، الذي يقيس مسامية وقطر المسام المفتوحة في العينة. يعتمد مبدأ تشغيل هذا الجهاز على الخاصية الأساسية للزئبق الذي يتكون من عدم تبليل المواد التي يلمسها. يتم الحصول على معلومات حول العينة مثل المسامية وقطر المسام ونمط توزيعها من الكمبيوتر المتصل بالجهاز [44].

2-8-I النفاذية:

النفاذية هي خاصية للأغشية وهي دليل على قدرة السوائل على التدفق من خلال الغشاء (مرشح). عمليًا يحصل المرء على النفاذية عن طريق حساب النسبة بين معدل التدفق وفرق الضغط بين الجانبين.

$$A = \frac{\varphi}{\Delta P} \quad (1. I)$$

ويعرف التدفق φ على أنه النسبة بين حجم السائل المرشح Q و سطح الشريحة S

$$\varphi = \frac{Q}{S} \quad (2. I)$$

وبالتعويض (1.I) في (2.I) نجد :

$$A = \frac{Q}{\Delta P S}$$

يعبر عمليا عن نفاذية شريحة ب معامل K يسمى معامل النفاذية. حيث K هو ميل المستقيم الممثل للدالة

$$\varphi = F(\Delta P)$$

3-8-I نسبة الإنتقائية (درجة التوقيف) :

تعرف انتقائية غشاء بالنسبة لعنصر ما على أساس كمية المادة (أملاح، جزيئات ماكرونية، حبيبات...)

التي تم إيقافها (لم تمر عبر الغشاء) وهي تعرف بالمعامل T_R

$$T_R(\%) = \left(1 - \frac{c_p}{c_0}\right).100$$

C_0 : التركيز الابتدائي للمحلول

C_P : تركيز المحلول النافذ عبر الغشاء

4-8-I عتبة القص :

تمثل الوزن المولي لأصغر الجزيئات التي أوقفها الشريحة بنسبة لا تقل عن 95% وهذا المفهوم يخص شرائح التنقية الميكرونية الدقيقة (UF) ويميزها عن باقي الأغشية ويعبر عن إحدى خواصها ولا يعني شيئاً بالنسبة لأغشية الأسموز العكسي وتقاس عتبة القص بوحدة الدالتون.

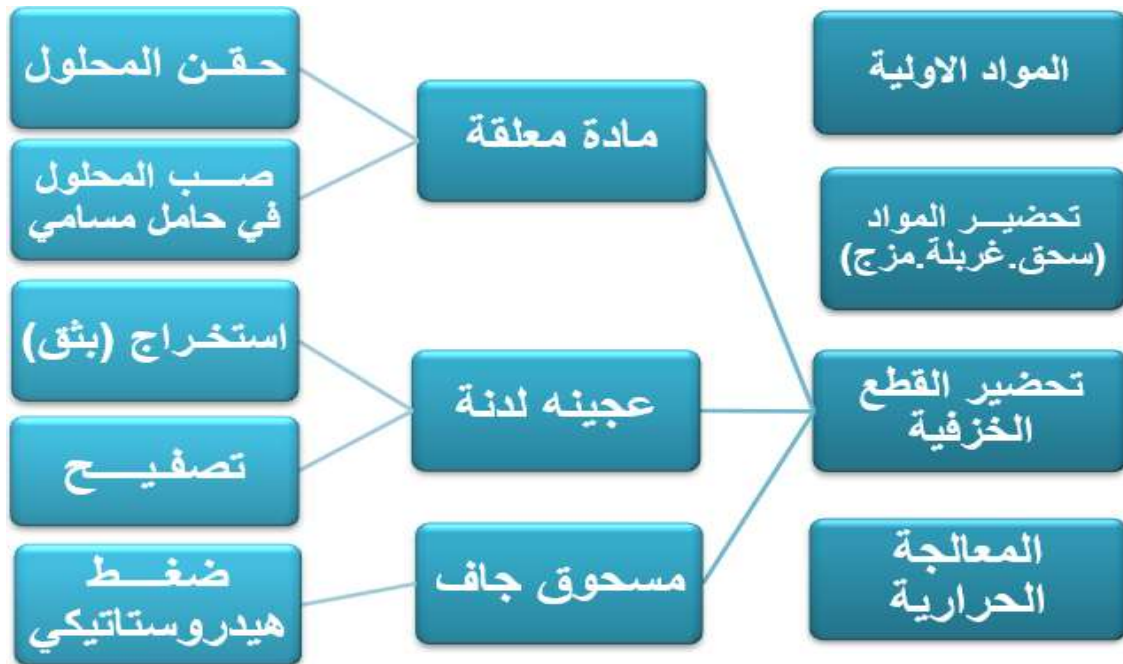
5-8-I مقاومة الغشاء :

فالمقاومة الهيدروليكية $R_m(h.m2.bar/l)$ للغشاء تعرف على أنها مقاومة جريان السائل عبره وهي عبارة عن مقلوب النفاذية.

$$R_m = \frac{1}{A} = \frac{\Delta P m}{J p}$$

9-I طرق تحضير المرشحات الخزفية

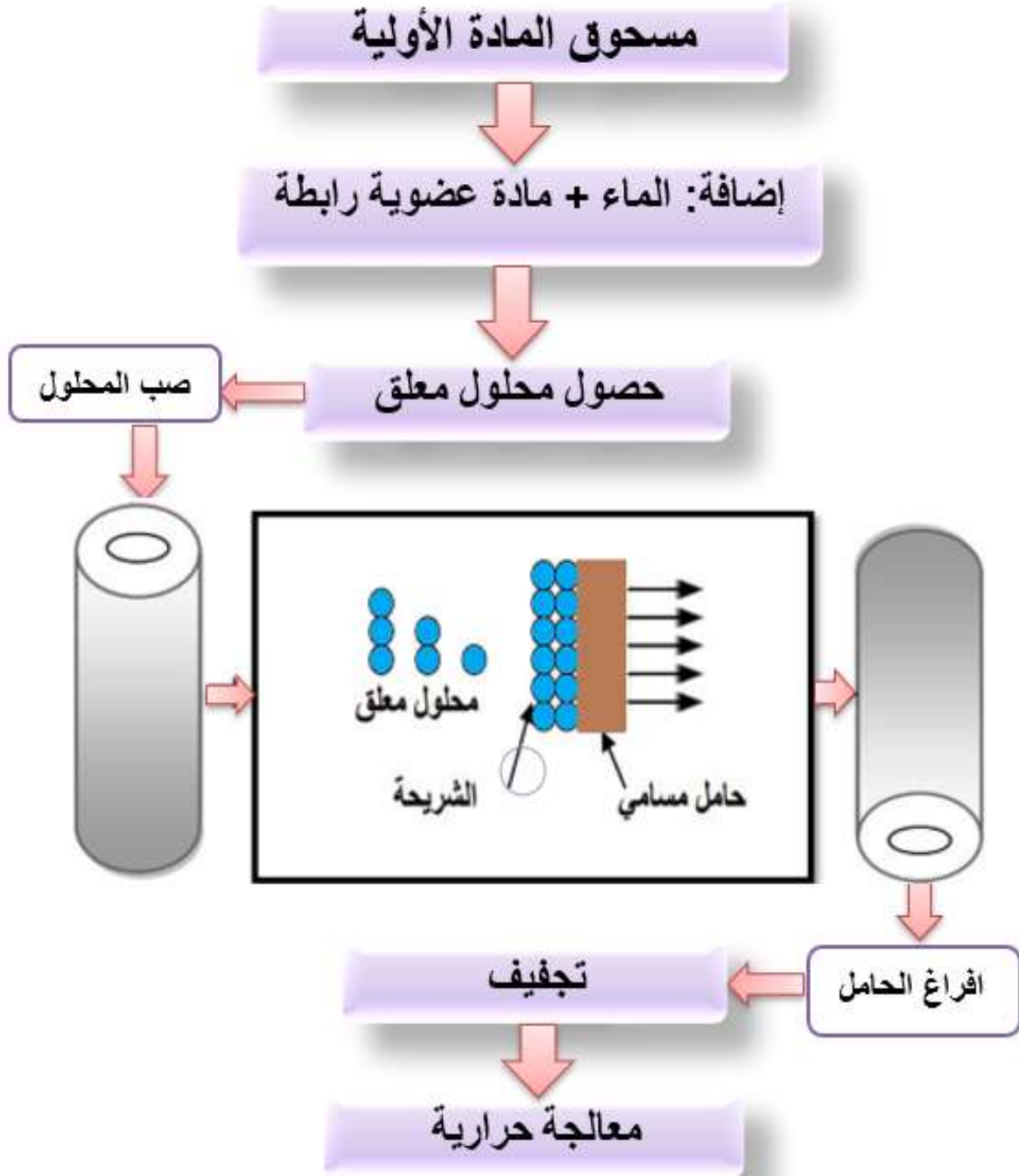
لا يمكن للصفائح الدقيقة ، كما يوحي اسمها ، أن تتحمل فرق الضغط المطبق عليها أثناء عملية الترشيح ، لذلك يتم تثبيتها على دعامة توفر لها الحماية الميكانيكية اللازمة [31]. دعامة مسامية توضع عليها شريحة (غشاء) ويمكن تحضيره بعدة طرق حسب الشكل (I- 14) .



الشكل (I- 14): أهم مراحل تحضير المرشحات الخزفية

10-I تحضير الشرائح باستخدام تقنية الصب:

تقنية الصب طريقة معروفة منذ القدم في مجال الصناعة الخزفية حيث تستخدم لتحضير قطع معقدة الشكل. أما في ميدان صناعة المرشحات فقد تم استخدام هذه التقنية لوضع طبقة أو طبقات يتراوح سمكها بضع ميكرونات تثبت على سطح حامل مسامي [45] وأهم مراحل هذه العملية يلخصها لنا الشكل (15-I).



الشكل (15-I): مخطط لتحضير الشرائح باستخدام تقنية الصب

الفصل الثاني
دراسة المواد الأولية والطرق
التجريبية المتبعة

1-II مقدمة:

سنتهم في هذا الفصل بدراسة المواد الأولية المستخدمة في تحضير المساند الخزفية من الصلصال(الكاولان F2) وكربونات الكالسيوم والتي يتم وضع شريحة ميكرونية من أكسيد التيتانيوم على هذه المساند، حيث سنتطرق لمجموعة من تحاليل التي تمت على مستوى هذه العينات كالتحليل الكيميائي و التحليل بواسطة أجهزة الأشعة السينية و الأشعة تحت الحمراء بالإضافة إلى دراسة البنية المجهرية للعينات بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح ، كما أننا سنتطرق لمختلف مراحل التحضير المتبعة وكذلك الأجهزة المستعملة.

2-II الطرق التجريبية المتبعة في دراسة المواد الخزفية:

1-2-II الأشعة السينية المفلورة (XRF):

يتم استخدام جهاز الأشعة السينية المفلورة لتحديد تركيز العناصر الأساسية المكونة للعينات "الصلصال(الكاولان F2) وكربونات الكالسيوم"، حيث تمتاز هذه النوعية من التحاليل بالتحليل المباشر للعينات الصلبة دون إحداث أي تلف أو استهلاك لها، ومن أهم مميزات أنها تلائم الاختلافات الشاسعة بين تراكيز العناصر المختلفة للعينات وكذلك سرعة زمن التحليل و قلت تكاليف التحليل [46].

2-2-II إنعراج الأشعة السينية DRX:

تعرف بطريقة المسحوق و يستخدم فيها إشعاع سيني وحيد اللون ، وتوجد طريقتين أساسيتين باستعمال طيف الانعراج، الأولى معروفة بطريقة ديبياي شرر ويتم فيها تسجيل الطيف على فلم حساس عبارة عن شريط يوضع داخل غرفة تعرف بغرفة ديبياي، أما الطريقة الثانية فهي دقيقة في معلوماتها ويتم تسجيل فيها باستعمال عداد حيث يوصل بجهاز راسم يقوم برسم مخطط الانعراج أي شدة كمية الإشعاع (I) بدلالة زاوية براغ (2θ)، ومن خلال علاقة براغ نحصل على المسافة بين المستويات البلورية :

$$d_{hkl} \sin \theta = \lambda$$

تسمح هذه التقنية بتحديد خطوط الانعراج حيث يرفق بكل خط قيمتين هما d_{hkl} و λ ومنه يمكن الحصول على قائمة الثنائيات انطلاقاً من طيف العين المدروسة هذه القائمة تكون مميزه لكل عنصر مثل هذه القوائم تكون مبرمجة في أقرص مضغوطة لتسهيل عمليه استعمالها مباشرة من خلال الحاسوب تعرف هذه ببطاقات **A.S.T.M** وللقيام بعملية التحليل الكيفي للمادة يكفي تأشير الخطوط الانعراج وترتيبها حسب تزايد شدتها (الخطوط الثلاثة الأولى الأكثر شدة) ثم العودة إلى بطاقات **A.S.T.M** للكشف عن هذا العنصر أو الطور [47].

II-2-3 مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR):

نستخدم مطياف تحويل فورييه، للحصول على طيف خاص بالعينة المدروسة. حيث يعمل على إرسال حزمه من الأشعة تحت الحمراء. لتسقط فيما بعد هذه الأشعة على الكاشف، يحولها بدوره إلى إشارة كهربائية وبواسطة عمليه تحويل فوريي رياضييه تسمى بتحويل فوريي للإشارة الملتقطة، ومنه نحصل على طيف انعراج يمثل عدد الموجه بدلالة الامتصاص. ومنه للقيام بعملية التحليل الكيفي للمادة المدروسة يكفي تحدي التناسب بين أطوال الموجات الفعالة (الامتصة) مع المجموعات الكيميائية الحاضرة في المادة، وقد تم وضع جداول خاصة لاستعمالها لتحديد الخاصية الكيميائية للمادة المدروسة [48].

تستعمل مطيافية الأشعة تحت الحمراء للتعرف على أطوار بلورية ولا بلورية بإعطاء معلومات عن الجسيمات الخاصة بمختلف الأطوار الموجودة في العينة كما إنها تمكننا من التعرف على البنية هذه العينة دون التأثير على خصائصها حيث ينحصر مجال الأشعة بين $0.7 \mu\text{m}$ - $50 \mu\text{m}$ وهو ما يعرف بالمجال المتوسط [49].

II-2-4 المجهر الإلكتروني الماسح (MEB):

يسمح لنا بحصول على صورة عالية الدقة و مفصلة لسطح العينات المدروسة، وذلك بإرسال حزمة من الالكترونات على العينة [47]، وبما أن العينات المدروسة عازلة كهربائيا يتم تغطيتها بطبقة رقيقة من البلاتين أو الفضة وذلك اكتسابها الناقلية من أجل الحصول على الصورة المطلوبة.

II-3 دراسة المواد الأولية:**II-3-1 الصلصال (الكاولان F2):**

يعد الصلصال (الكاولان F2) هو المادة الأساسية في بحثنا من أجل تحضير المساند الخزفية، حيث تم الحصول عليها من ضواحي مدينة الميلية. تكتسي عملية دراسة وتحضير مسحوق الصلصال (الكاولان F2) أهمية كبيرة لما لها من تأثير على جودة المساند.

II-3-1-1 التحليل الكيميائي للكولان (F2):

لقد تم استخدام جهاز الفلورة السينية من أجل التعرف على التركيبة الكيميائية و وكذلك النسب الوزنية لمختلف العناصر المكونة فتحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول (II-1):

الجدول (1-II): التحليل الكيميائي للكلولان (F2)

العناصر	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O
النسب الوزنية	48.83	24.58	5.71	1.96	0.63	0.20	2.76	0.26

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (1-II) يتبين لنا أن الكلولان (F2) مكون أساسا من السليس SiO_2 بنسبة 48.83% والألومين Al_2O_3 بنسبة 24.58% بإضافة إلى عناصر أخرى مثل Fe_2O_3 .

II-3-1-2 التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء للكلولان (F2):

تمت الدراسة باستعمال مطيافية امتصاص الأشعة تحت الحمراء ذو تحليل فورييه (FTIR) على المادة الخام وهذا باستخدام جهاز من نوع shimadzu ftir-8400s الموضح في الشكل (1-II)، حيث تم مسح مجال الترددات (400-4000) واستعملت مادة (KBr) كمادة مشتته، فتحصلنا على الطيف الموضح في الشكل (2-II).

عصابة الامتصاص 695 cm^{-1} تدل على وجود الألومين [30].

عصابة الامتصاص 798 cm^{-1} تعبر عن الاهتزازات التوافقية للرابطة Si - O [50].

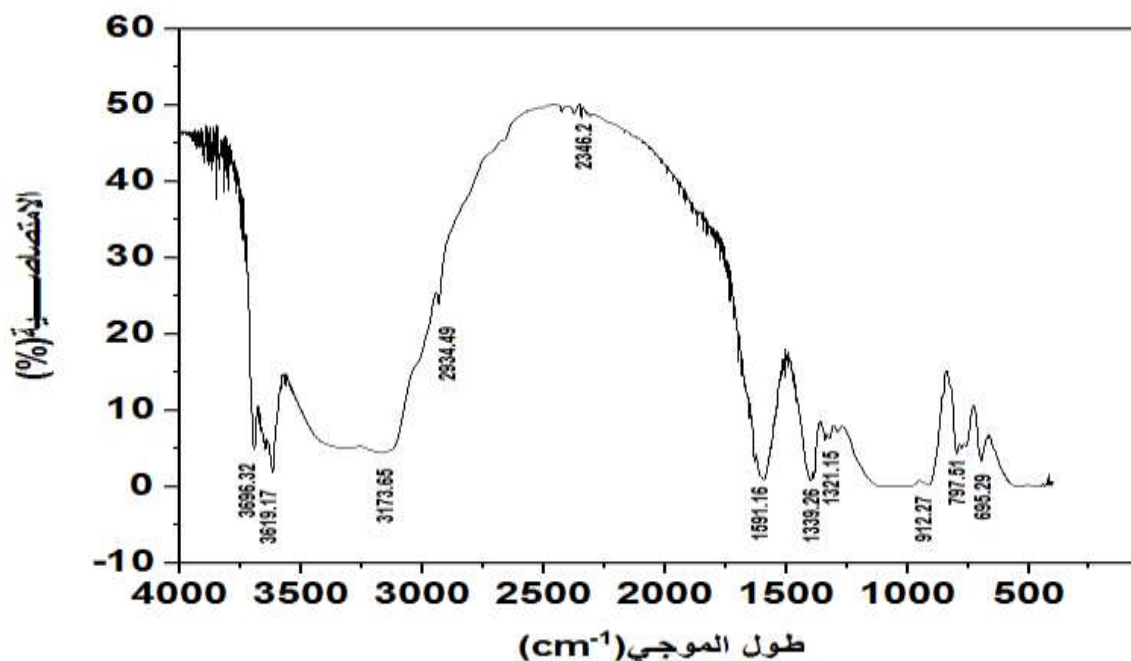
عصابة الامتصاص 912 cm^{-1} تعبر عن الاهتزازات التوافقية للرابطة Al - OH - Al [51].

عصابة الامتصاص 2346 cm^{-1} تعبر عن الاهتزازات التوافقية للرابطة Al - O [52].

عصابات الامتصاص 3620 cm^{-1} و 3695 cm^{-1} يمكن أن تعود للهيدروكسيل حسب موقعه في شبكة البلورية OH الأقل ارتباط [53].



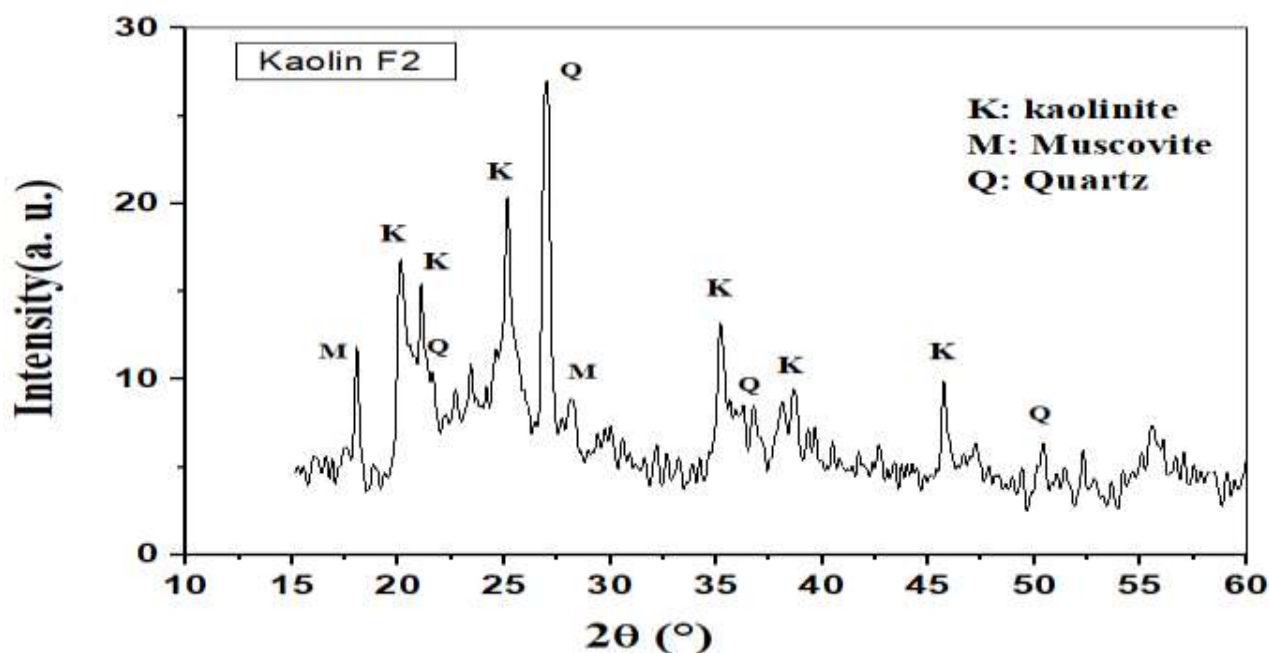
الشكل (1-II): جهاز التحليل الطيفي (FTIR)



الشكل (2-II): طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء للكلون (F2)

3-1-3-II التحليل بواسطة الأشعة السينية للكلون (F2):

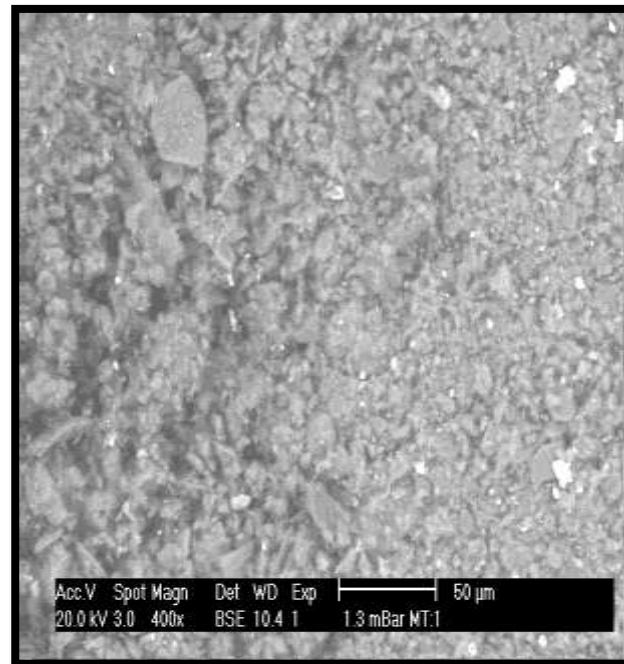
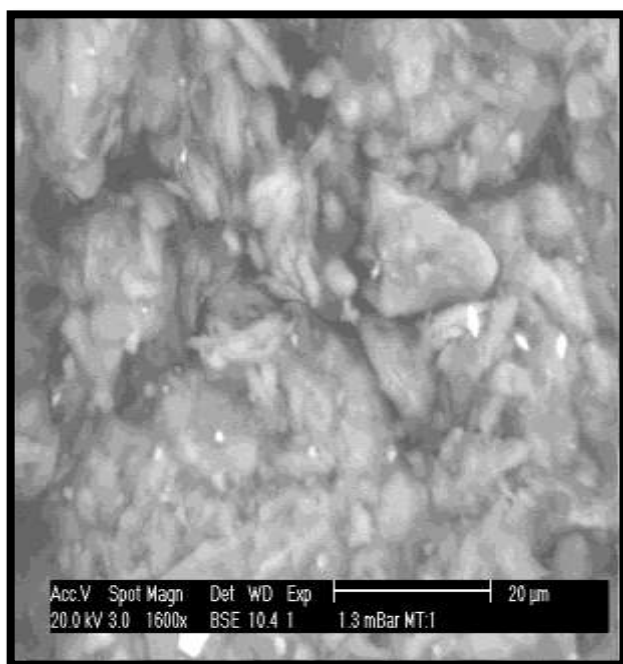
باستخدام انعراج الأشعة السينية تم الحصول على الشكل (3-II) وبمطابقة طيف الإنعراج مع بطاقات ASTM تبين أن معظم خطوط الإنعراج تابعة الكاولينيت ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) مع وجود بعض شوائب الكوارتزوميسكوفيت.



الشكل (3-II): طيف انعراج الأشعة السينية للكلون (F2)

II-3-1-4 البنية المجهرية للكلولان (F2):

يوضح الشكل (4-II) صور بالمجهر الاليكتروني الماسح لمسحوق الكلولان (F2)



الشكل (4-II): صور بالمجهر الاليكتروني الماسح لحبيبات الكلولان (F2)

II-3-2 كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$):

تعتبر كربونات الكالسيوم جزء أساسي من أجل تحضير المساند الخزفية، حيث تم الحصول عليها من محجره بونوارة الخروب ضواحي مدينة قسنطينة، وذلك لأنها تساعدنا للحصول على مساند ذات مسامية بعد المعالجة الحرارية، وهي عبارة عن مسحوق ذو لون أبيض ناصع.

II-3-2-1 التحليل الكيميائي لكربونات الكالسيوم:

أعطى التحليل الكيميائي لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) النتائج المبينة في الجدول (2-II).

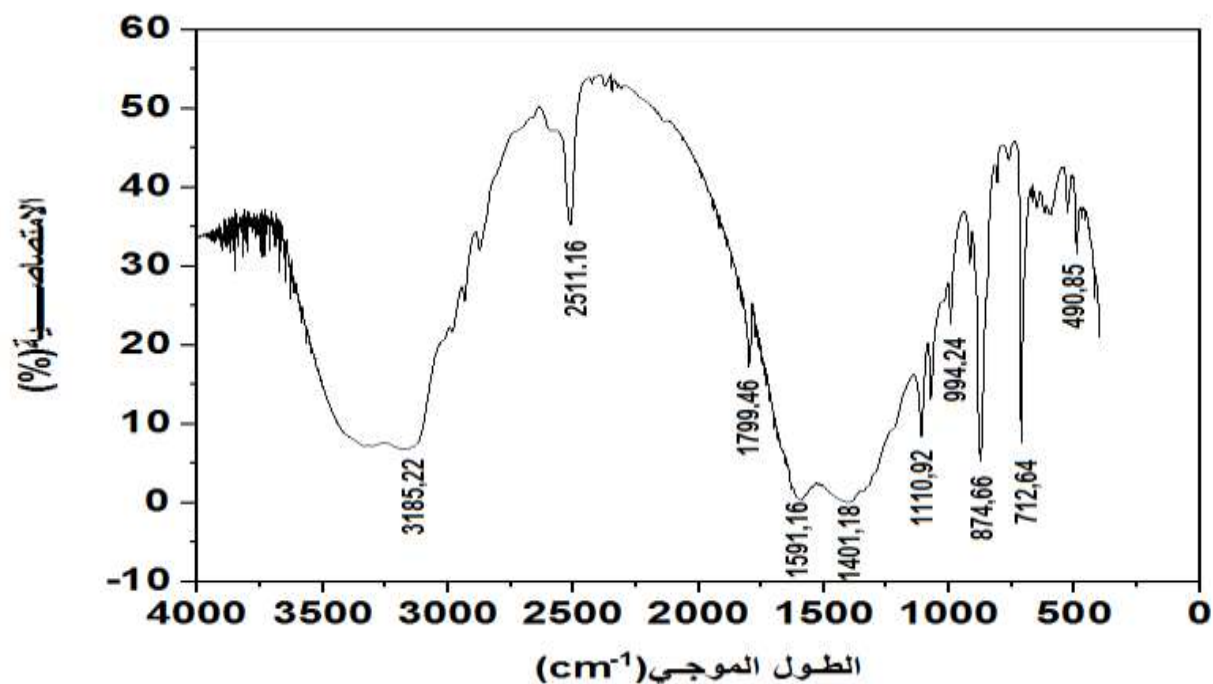
الجدول (2-II): التحليل الكيميائي لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)

العناصر	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O
النسب الوزنية	0.06	0.06	0.02	55.95	0.33	0.04	0.01	0.06

II-2-3-2 التحليل بواسطة الأشعة تحت الحمراء لكريونات الكالسيوم:

يوضح لنا الشكل (II-5) طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء ذات تحليل فورييه لكريونات الكالسيوم

($CaCO_3$) حيث نسجل عليه ظهور عصابات الامتصاص الموضحة في الجدول (II-3).



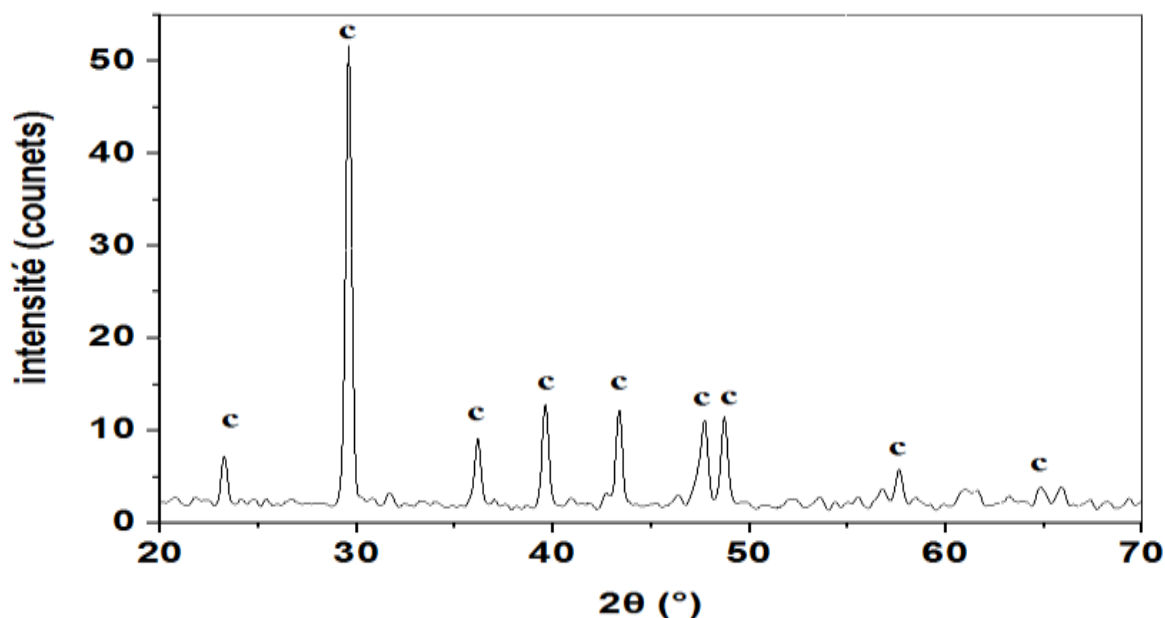
الشكل (II-5): طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء لكريونات الكالسيوم ($CaCO_3$)

الجدول (II-3): عصابات الامتصاص لكريونات الكالسيوم ($CaCO_3$) [54]

عصابة الامتصاص	التردد (cm^{-1})
Calcite	713
CO_3	877
	994
	1401
$O - C - O$	1591
	1799
$C = O$	1799

3-2-3-II التحليل بواسطة الأشعة السينية ل كربونات الكالسيوم:

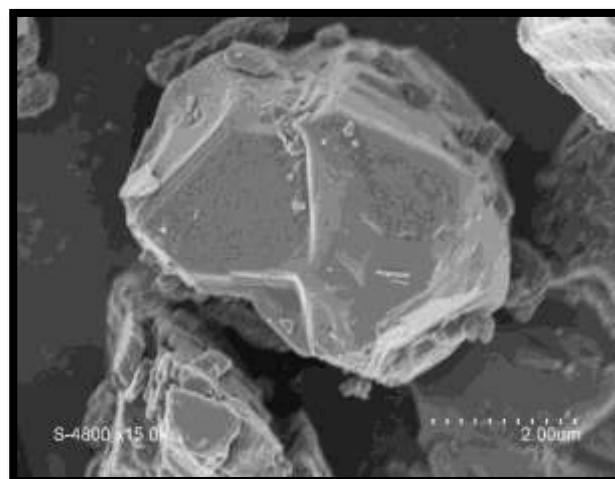
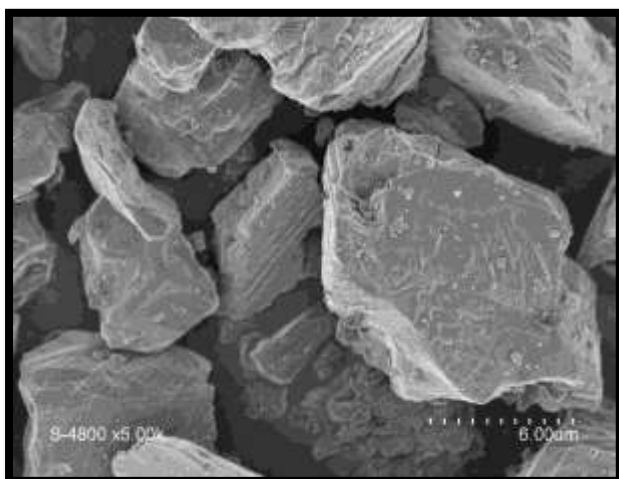
نلاحظ من خلال نتائج انعراج الأشعة السينية الموضحة في الشكل (6-II) وبمطابقة طيف الانعراج مع بطاقات (ASTM) تبين أن معظم خطوط الانعراج تابعة ل كربونات الكالسيوم.



الشكل (6-II): طيف انعراج الأشعة السينية ل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)

4-2-3-II البنية المجهرية ل كربونات الكالسيوم:

يوضح الشكل (7-II) صور بالمجهر الالكتروني الماسح ل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).



يوضح الشكل (7-II): صور بالمجهر الالكتروني الماسح ل حبيبات ل كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)

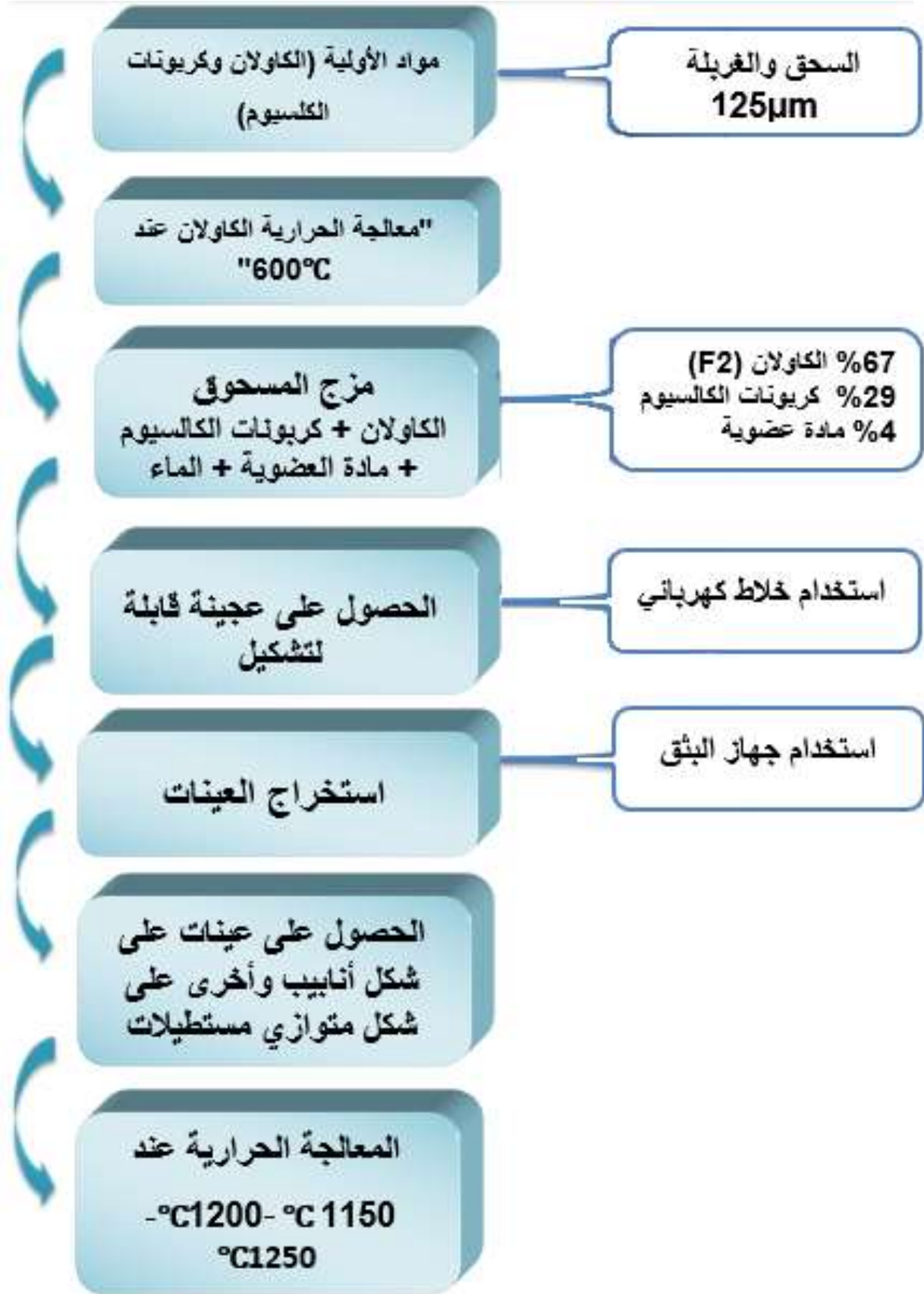
II-3-3 الإضافات:

تم إضافة المادة العضوية المتمثلة في مثيل السيليلوز وهو مسحوق أبيض ينحل في ماء البارد دون الحار ليعطي محلول لزج، وذلك من أجل تحسين خواص المرونة وقابلية التشكيل للعجينة.

II-4 الطرق التجريبية المتبعة:

II-4-1 طريقة تحضير حوامل من الكاولان (F2) وكربونات الكالسيوم:

لتحضير حوامل خزفية من الكاولان (F2) وكربونات الكالسيوم تم إتباع الخطوات والمراحل الآتية، حيث تم سحق المواد الأولية " الكاولان (F2) وكربونات الكالسيوم " جيدا ثم تمت غربلتهما بغربال يقدر قطره بحوالى $125 \mu\text{m}$ لنحصل على مسحوق متجانس ثم يتم وضع المادة الأولية "مسحوق الكاولان (F2)" في فرن عند درجة حرارة 600°C لمدة ساعة، ثم يتم أخذ 67% (175g) من الكاولان (F2) و 29% (75g) من كربونات الكالسيوم و 4% (10g) من المادة العضوية والتي تتمثل في مثيل السيليلوز وذلك من أجل تحسين خصائص العجينة وتسهيل عملية التشكيل، حيث يتم وضعها في خلاط كهربائي لمزج الخليط جيدا ثم نقوم بإضافة الماء المقطر على عدة مراحل حتى نحصل على العجينة المطلوبة، حيث قدرت كمية الماء المقطربحوالى (75ml). بعدها تم وضع هذه العجينة داخل كيس بلاستيكي لمدة معتبرة حتى ينتشر الماء فيها بشكل جيد. بعد ترك العجينة لمدة من الزمن وانتشار الماء فيها بشكل جيد، نقوم بوضع العجينة في جهاز خاص يسمى جهاز البثق "جهاز الاستخراج" لتحضير عينات على شكل أنابيب وعينات أخرى على شكل متوازي مستطيلات لأجل إجراء عليها بعض الإختبارات، أما الأنابيب فتوضع مباشرة على جهاز عبارة عن أسطوانات من الألمنيوم تتحرك بحركة دائرية حتى تجف هذه الأنابيب بشكل متجانس معا للحفاظ على شكلها الأساسي. بعد ترك العينات تجف لمدة يوم، نقوم بوضعها في درجات حرارة مختلفة" 1150°C - 1200°C بدرجة تسخين 5°C في الدقيقة لمدة ساعة.



الشكل (8-II): الخطوات المتبعة لتحضير مساند الخزفية



الشكل (9-II): صور لعملية السحق والغريبله المواد الأولية



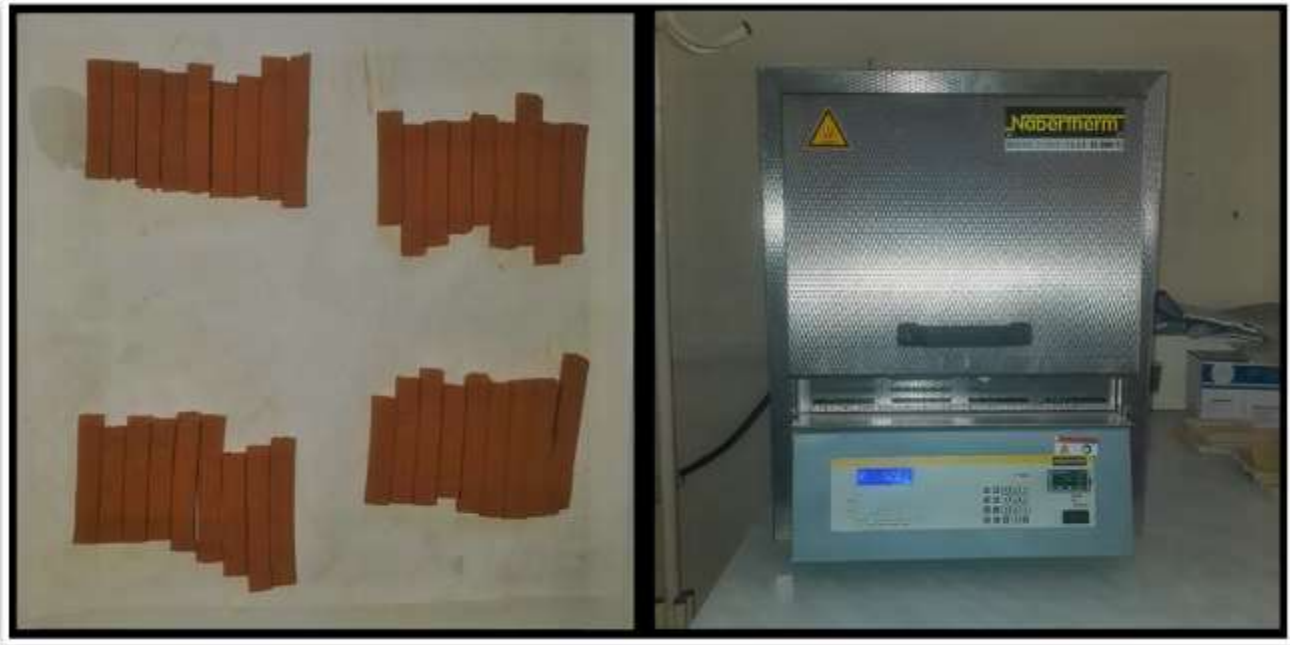
الشكل (10-II): صور لمعالجة الحرارية الكاولان (F2) عند 600°C ووزن المواد الأولية



الشكل (11-II): صور لعملية الخلط ووضع العجينة في الكيس البلاستيكي



الشكل (12-II): صور لعملية الاستخراج ووضع العينات على أنابيب الألمنيوم الدوارة



الشكل (II-13): صور للعينات المستخرجة ذات شكل متوازي المستطيلات من اجل إختبار إجهاد الشني ومعالجة الحرارية لكل العينات عند درجات حرارة مختلفة

II-4-2 طريقة تحضير شرائح خاصة بالتقنية الميكرونية باستخدام أكسيد التيتانيوم:

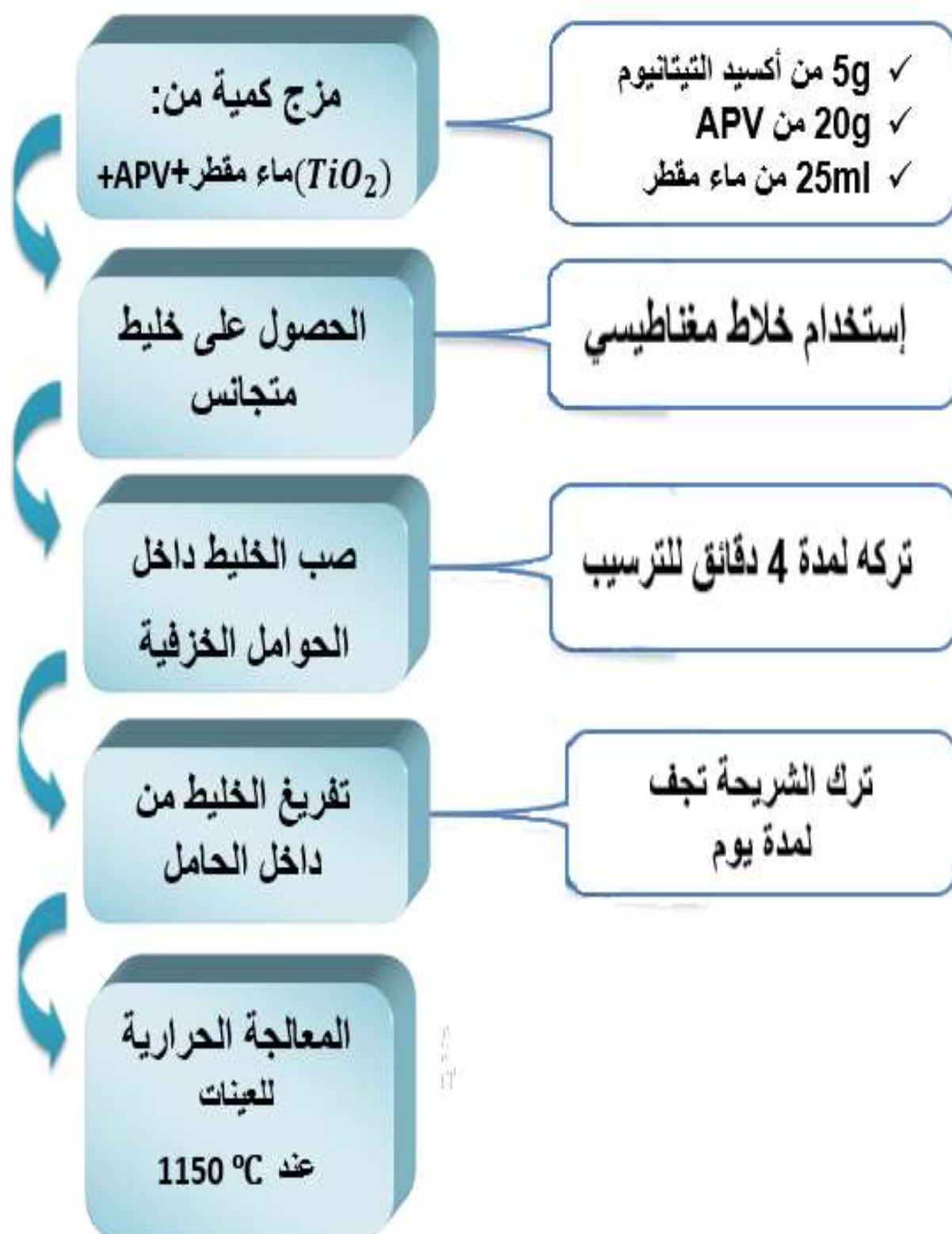
نقوم بتحضير محلول أكسيد التيتانيوم (TiO_2) وذلك بوضع 5g من (TiO_2) في 25ml من الماء المقطر وإضافة 20g من "Alcool Poly Vinyle" APV التي بدورها تساعد الشريحة بالالتصاق على سطح المساند الخزفية. حيث نقوم بخلطهم بواسطة خلاط مغناطيسي لمدة معتبرة حتى نحصل على خليط متجانس. بعد ذلك نقوم بأخذ الحاملين اللذان تمت معالجتهم عند $1200^\circ C$ و $1250^\circ C$ و غلق الجهة السفلية ثم نقوم بصب محلول (TiO_2) ونتركها لمدة 4 دقائق لتتم عملية ترسب الشريحة ثم نقوم بعملية الإفراغ المحلول وترك العينات تجف لمدة معتبرة وبعدها نقوم بوضع العينات داخل فرن حتى تتم معالجتهم عند درجة حرارة $1150^\circ C$ لمدة ساعة من الزمن حيث سرعة التسخين تكون $5^\circ C$ في الدقيقة.

مسند محضر من الكولان (F2)

شريحة التقنية المكرونية (MF)
محضرة من ثاني أكسيد التيتانيوم
(TiO_2)



الشكل (II-14): صورة لشريحة التقنية الميكرونية موضوعة على مسند



الشكل (II-15): الخطوات المتبعة لتحضير شرائح خاصة بالتقنية الميكرونية باستخدام (TiO_2)



الشكل (II-16): صور لوزن المقادير وعملية الخلط بالخللاط المغناطيسي

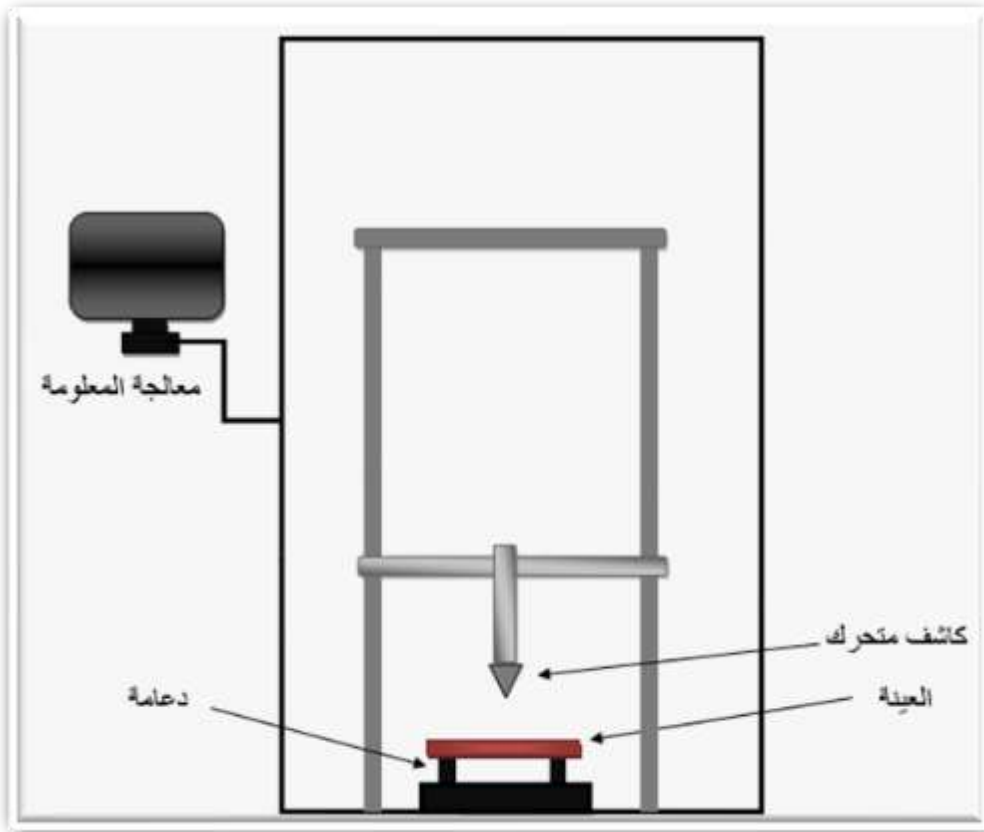


الشكل (II-17): صور لعملية الصب محلول (TiO_2) داخل المسند والمعالجة الحرارية عند $1150^{\circ}C$

5-II تقنيات القياس والتحليل:

1-5-II إختبار الثني ذو الثلاثة نقاط:

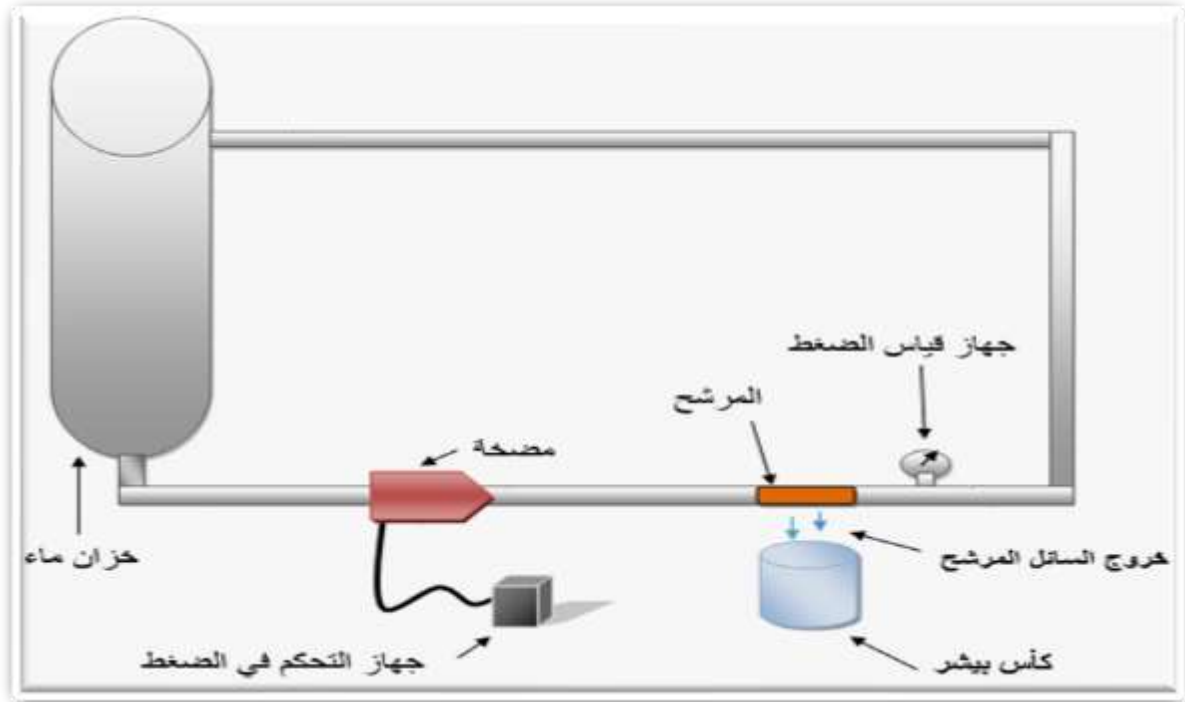
الخزفيات في درجات الحرارة المنخفضة بصفة عامة لها معامل مرونة مرتفع فمجال اللدونة عند هذه المواد غائب وبتقريب جيد يمكن القول أن سلوكها خطي حتى حد الانكسار ، وهذا راجع إلى قوة رابقتها الكيميائية بحيث أن هذه الروابط لا تسمح بانزلاق المستويات البلورية بالنسبة لبعضها البعض كما في المعادن. إختبار الثني ذو ثلاثة نقاط يقوم على مبدأ قياس الثنائية قوة تشوهه. حيث يتم تطبيق قوة على العينة و بواسطة الكاشف يتم تسجيل قيمة التشوه الحاصل، العينات المستخدمة لها شكل متوازي مستطيلات وأبعادها معروفة.



الشكل (18-II): رسم تخطيطي مبسط لجهاز إختبار الثني

2-5-II إختبار النفاذية :

يسمح لنا هذا الإختبار بقياس نفاذية العينات. كما هو موضح في شكل (II- 19).



الشكل (II- 19): رسم تخطيطي مبسط يوضح التركيبية المستعملة في إختبار النفاذية

3-5-II دراسة بنية العينات:

تم استخدام مجموعة من الأجهزة لدراسة بنية العينات منها جهاز حيود الأشعة السينية بهدف معرفة الأطوار المتشكلة في العينات و المجهر الالكتروني الماسح لدراسة البنية المهجرية .

الفصل الثالث
النتائج ومناقشتها

1-III مقدمة:

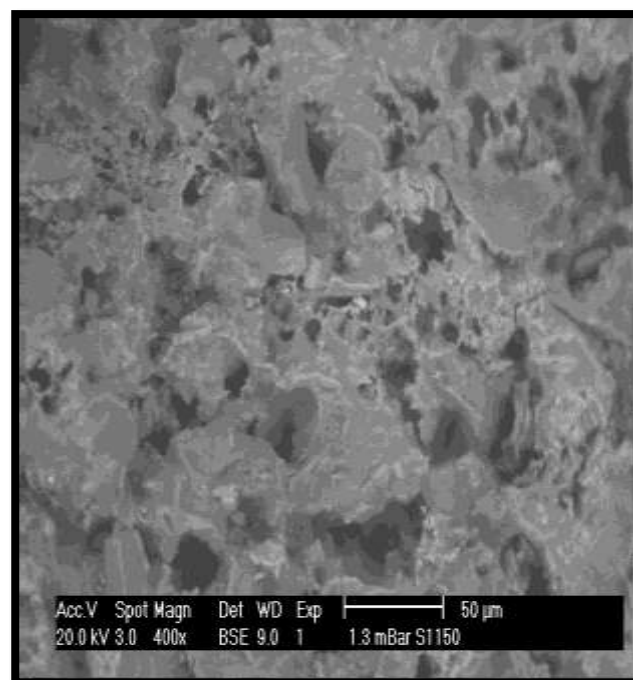
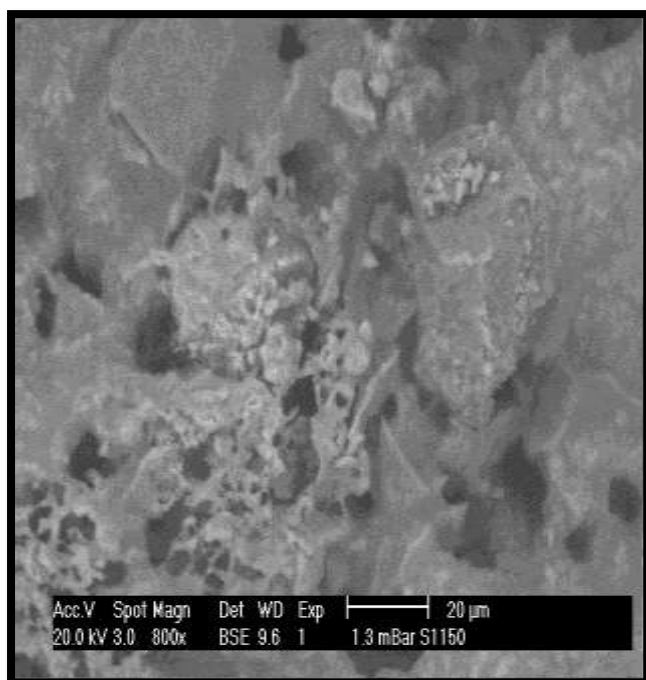
يتمحور هذا الفصل على أهم النتائج التجريبية المتحصل عليها في دراستنا للمساند الخزفية المحضرة من المواد الأولية المتمثلة في الصلصال (الكاولان F2) و كربونات الكالسيوم قبل وبعد وضع طبقات رقيقة (شرائح) من (TiO_2) ومحاولة مناقشتها.

III-2 دراسة الحوامل المحضرة من الصلصال (الكاولان F2) وكربونات الكالسيوم:

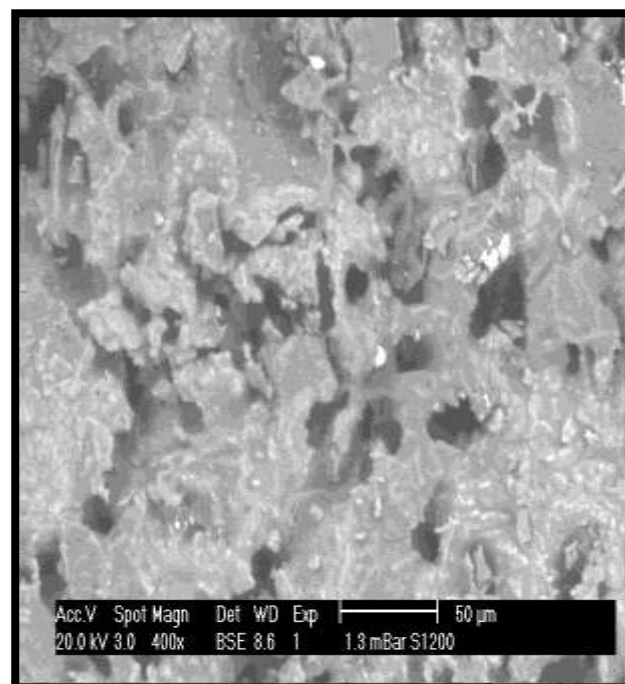
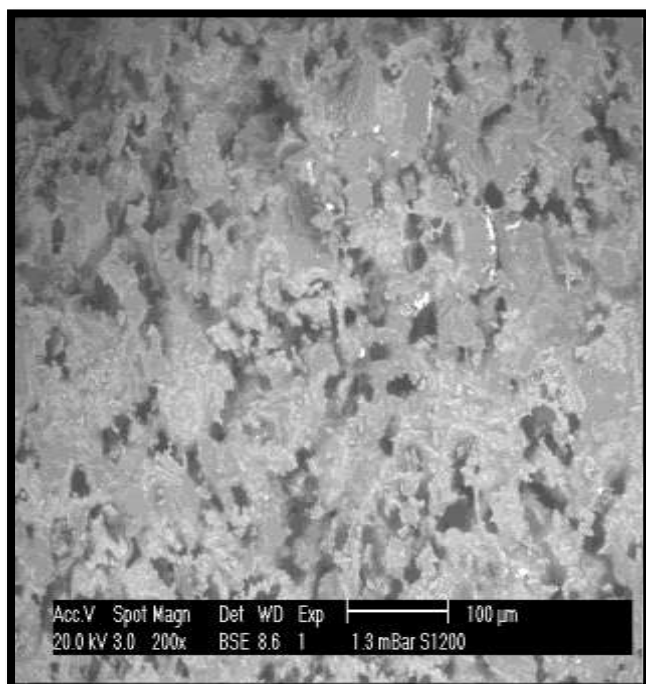
بعد تحضير المساند الخزفية انطلاقاً من الكاولان (F2) بنسبة 67% وكربونات الكالسيوم بنسبة 29%. بالإضافة إلى المادة العضوية بنسبة 4% فتحصلنا على مساند ذات لون بني فاتح. بعدها قمنا بأجراء بعض الدراسات والاختبارات.

III-2-1 البنية المجهرية:

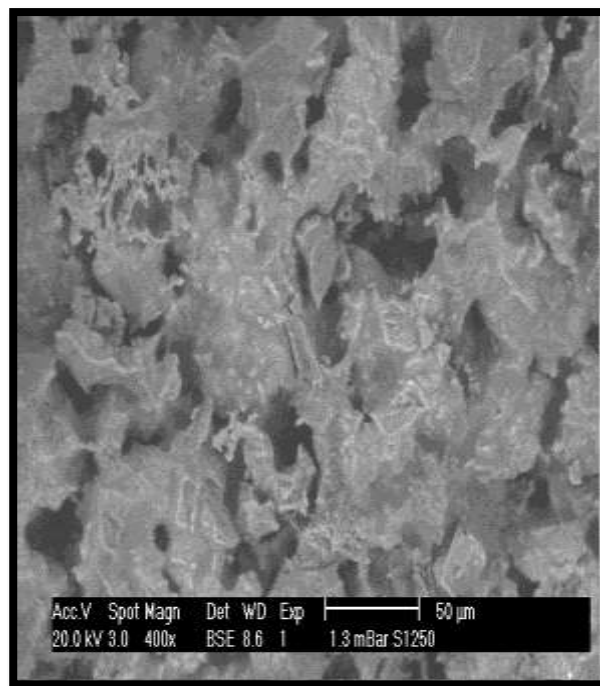
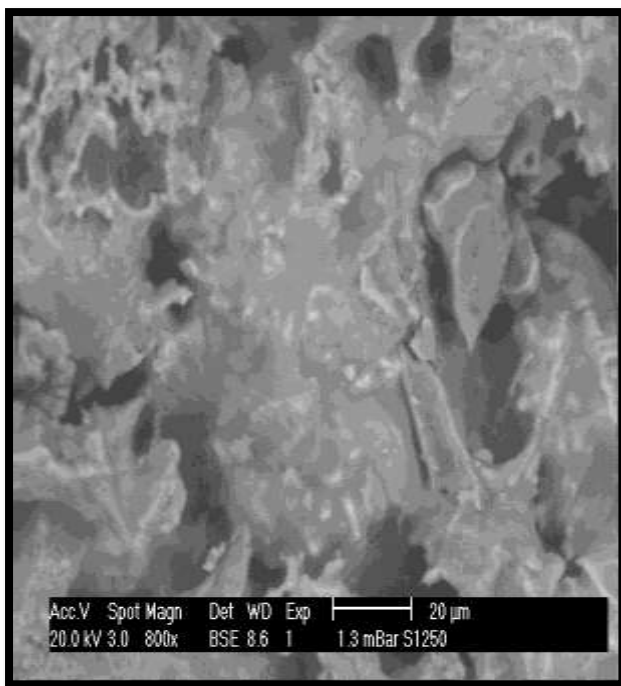
بعد تحضير المساند تمت ملاحظتها بالمجهر الإلكتروني الماسح. حيث توضح الأشكال (III-1) (III-2) (III-3) مظهر عام لسطح المساند التي تم معالجتها عند درجات حرارة مختلفة. حيث أنها تبين لنا أنها خالية من العيوب المجهرية كما أنها تحتوي على مسامات معتبرة ومختلفة الأبعاد وذلك باختلاف درجة حرارة معالجة العينات. كما أننا نلاحظ عند درجة حرارة $1150^{\circ}C$ الالتحام الحبيبات ببعضها بواسطة الحدود الحبيبية ما يعبر عن بداية التليد كما أنها تحتوي على فراغات مختلفة لا يتجاوز أغلبها $10\ \mu m$ ، و عند درجة حرارة $1200^{\circ}C$ زيادة الالتحام أما في درجة حرارة $1250^{\circ}C$ نلاحظ التلاحم أكثر للحبيبات المتجاورة وتغير شكلها وزوال الفراغات صغيرة الحجم التي تلتحم هي الأخرى مشكلة بذلك فراغات أكبر التي أغلبها قطرها في حدود $15\ \mu m$



الشكل (III-1): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبير مختلف والمعالجة عند درجة حرارة 1150°C



الشكل (III-2): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبيرات مختلفة والمعالجة عند درجة حرارة 1200°C



الشكل (III-3): صور مجهرية لسطح من عينة من المساند الخزفية بتكبير مختلف والمعالجة عند درجة حرارة 1250°C

III-2-2 إختبار الثني ذو الثلاثة نقاط:

لقد تمت متابعة تطور إجهاد الثني σ (MPa) عند حد الانكسار بدلالة تغير درجة الحرارة للمساند المحضرة وكانت النتائج المدونة في الجدول (III-1) والمبينة في الشكل (III-5). نشير أن قيم إجهاد الثني المستعملة في رسم هذا البيان تمثل القيم المتوسطة للإجهاد الثني بعد إختبار عدة عينات متشابهة كما وضحت في الفصل السابق.

إجهاد الثني يعرف على انه القوة على سطح المطبقة عليه ويعطى بالعلاقة التالية [30]:

$$\sigma = \frac{3 DF}{2 bh^2}$$

$F(N)$:- القوة المطبقة (التي تنكسر عندها العينة).

D :- المسافة الفاصلة بين الدعامتين (يتناسب مع طول العينة).

b :- عرض العينة.

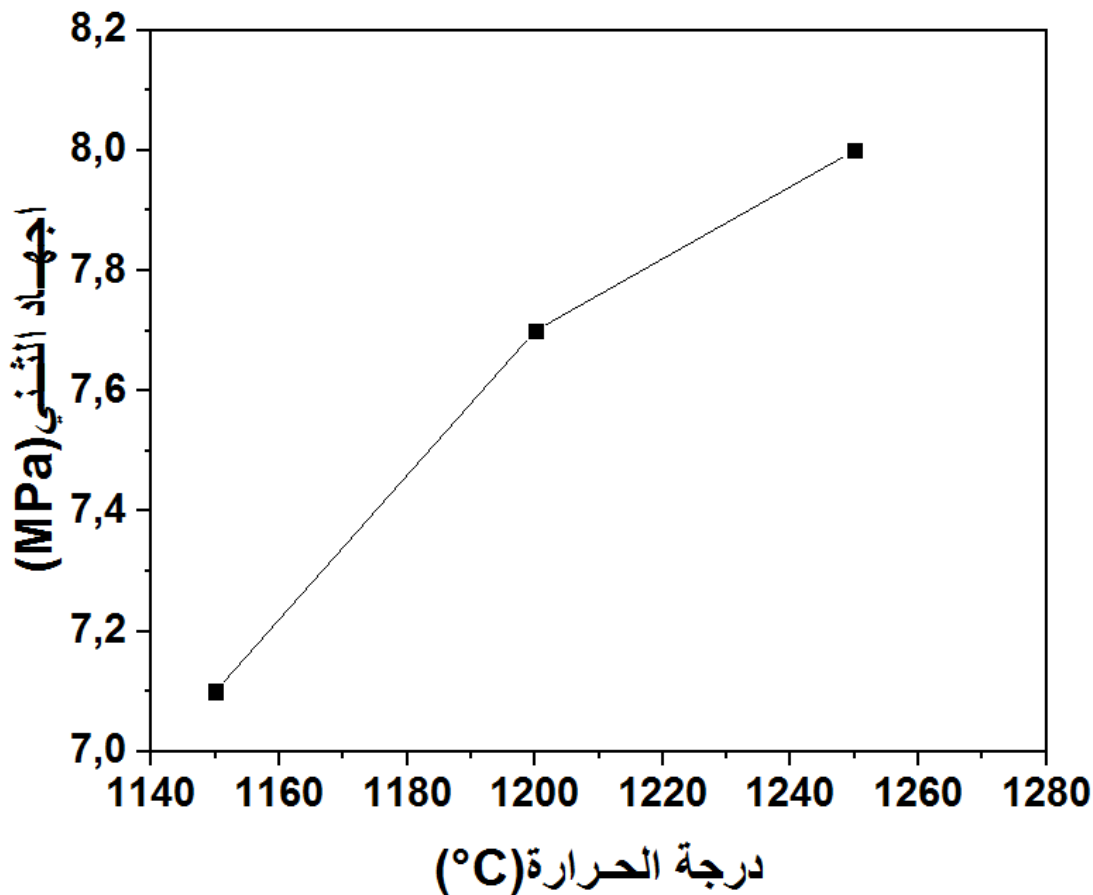
h :- سمك العينة.



الشكل (4-III): صورة لجهاز اختبار الثني

الجدول (1-III): إجهاد الثني للعينات الخزفية المعالجة عند درجات حرارة مختلفة

إجهاد الثني (MPa)	درجة الحرارة (°C)
7.1	1150
7.7	1200
8	1250



الشكل (III-5): تغير إجهاد الثني بدلالة درجة الحرارة

نلاحظ من خلال الشكل (III-5) أن هناك علاقة طردية بين إجهاد الثني ودرجة الحرارة التي تمت فيها معالجة العينات. هذا ما يفسر دور زيادة درجة الحرارة في تكثيف وتلييد المساند مما يسمح بتحسين مقاومتها الميكانيكية.

III-2-3 اختبار النفاذية:

الهدف من هذا الإختبار هو معرفة مدى فعالية المساند المحضرة وحساب معامل نفاذيتها. التركيبة المستعملة في هذا الإختبار موضحة في الشكل (III-6). قبل إجراء الإختبار يتم وضع العينات في ماء مقطر لمدة معتبرة من الزمن من أجل الوصول إلى استقرار التدفق في أسرع وقت ممكن، كما إن الماء المستعمل في الإختبار هو ماء مقطر.



الشكل (III-6): صورة البروتوكول المستعمل في إختبار النفاذية

III-2-3-1 تغيير التدفق بدلالة الزمن و الضغط:

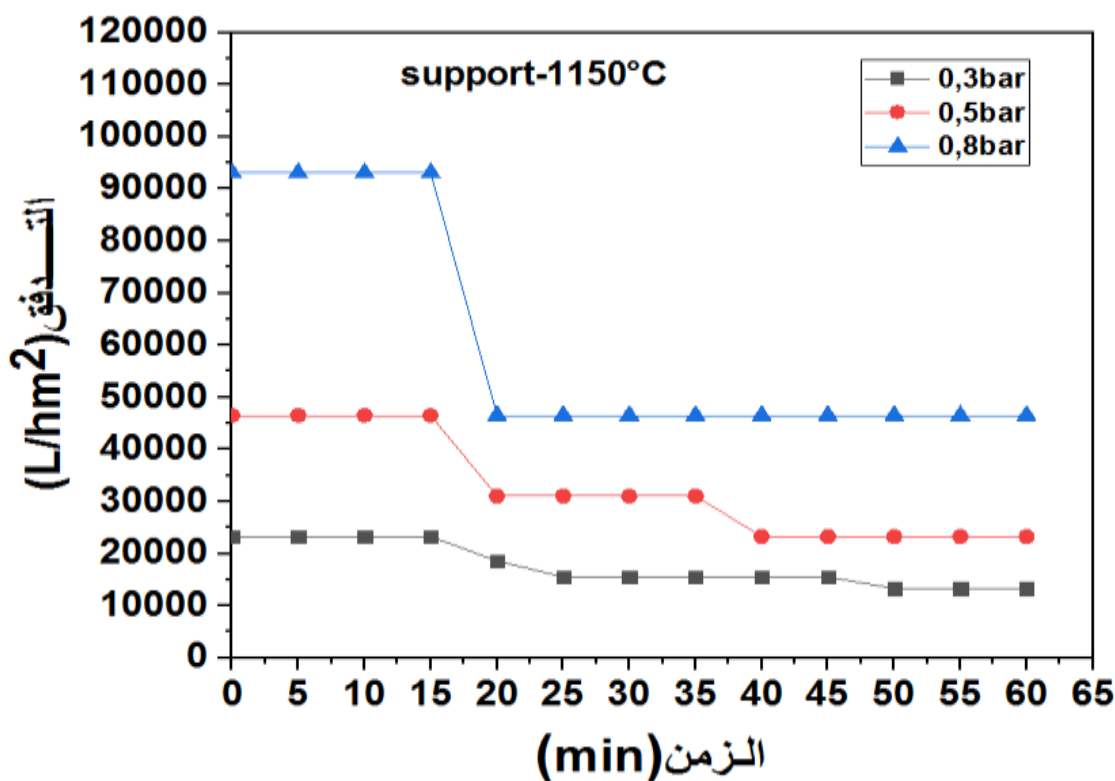
قمنا بقياس التدفق لمجموعة من المساند الخزفية المحضرة، حيث نقوم بقياس الزمن t اللازم للحصول على حجم معين V من الماء الذي نفذ عبر سطح المسند S ، وهذا عند قيم مختلفة للضغط (0.3-0.4-0.5-0.8) ثم نقوم بحساب التدفق (\emptyset) باستخدام العلاقة (1):

$$\emptyset = \frac{V}{S.t} \dots \dots \dots (1)$$

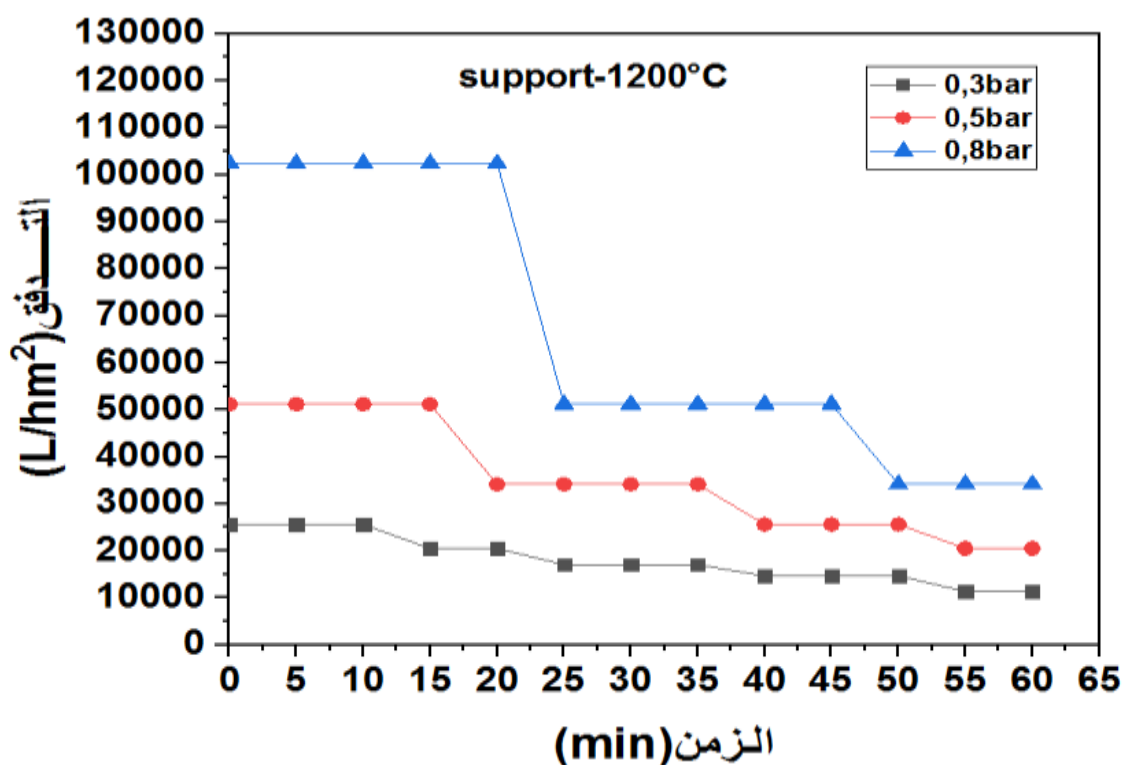
$S = 2\pi r l$: تمثل مساحة سطح المسند

V : حجم الماء المتدفق عبر الأنبوب

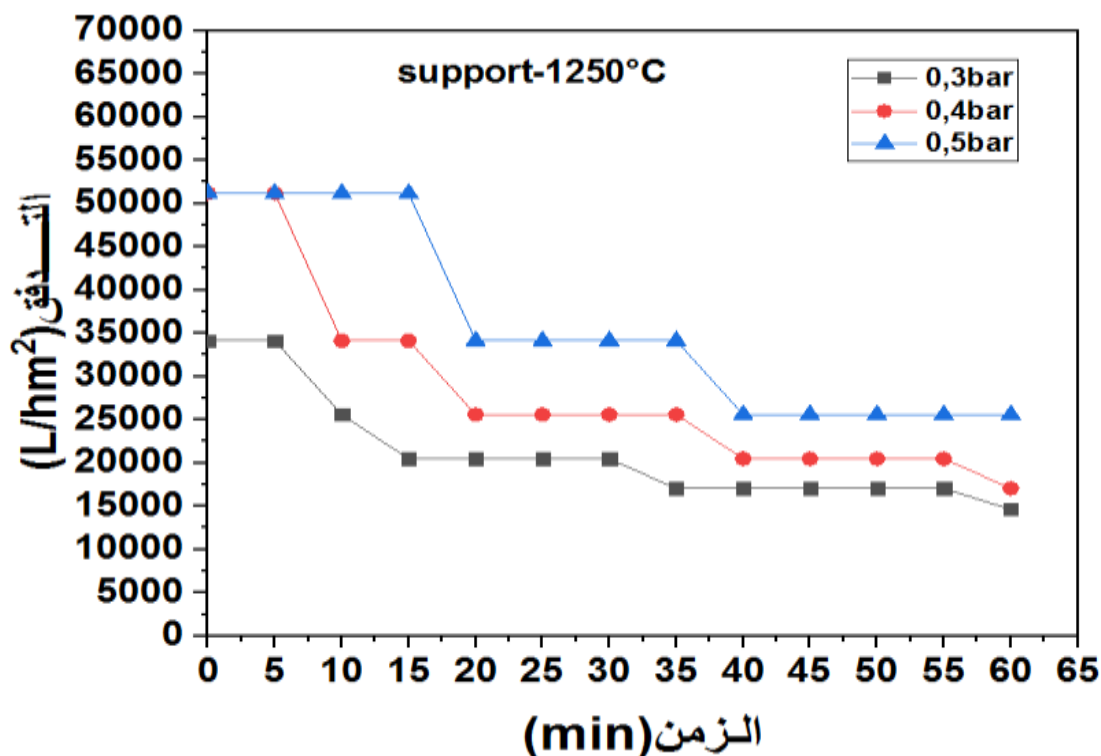
t : زمن الحصول على الحجم V



الشكل (III-7): تغير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1150°C



الشكل (III-8): تغير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1200°C



الشكل (9-III): تغير التدفق بدلالة الزمن والضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1250°C

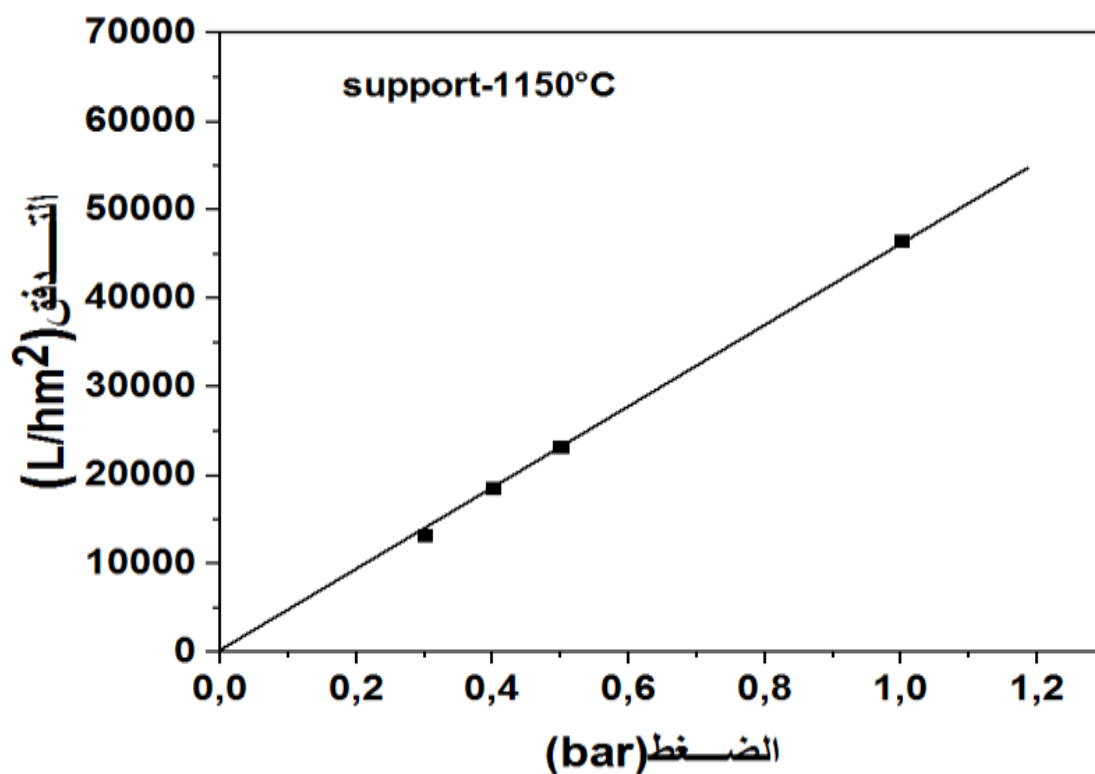
نلاحظ من خلال الأشكال (7-III) (8-III) (9-III) الانخفاض التدريجي في قيمة التدفق خلال الفترات الأولى من الإختبار ثم الاستقرار في النهاية و هذا بالنسبة لكل قيم الضغط المطبقة و في جميع العينات، حيث نلاحظ أيضا تزايد التدفق بتزايد كل من الضغط أو درجة حرارة معالجة المساند.

III-2-3-2 حساب معامل النفاذية k :

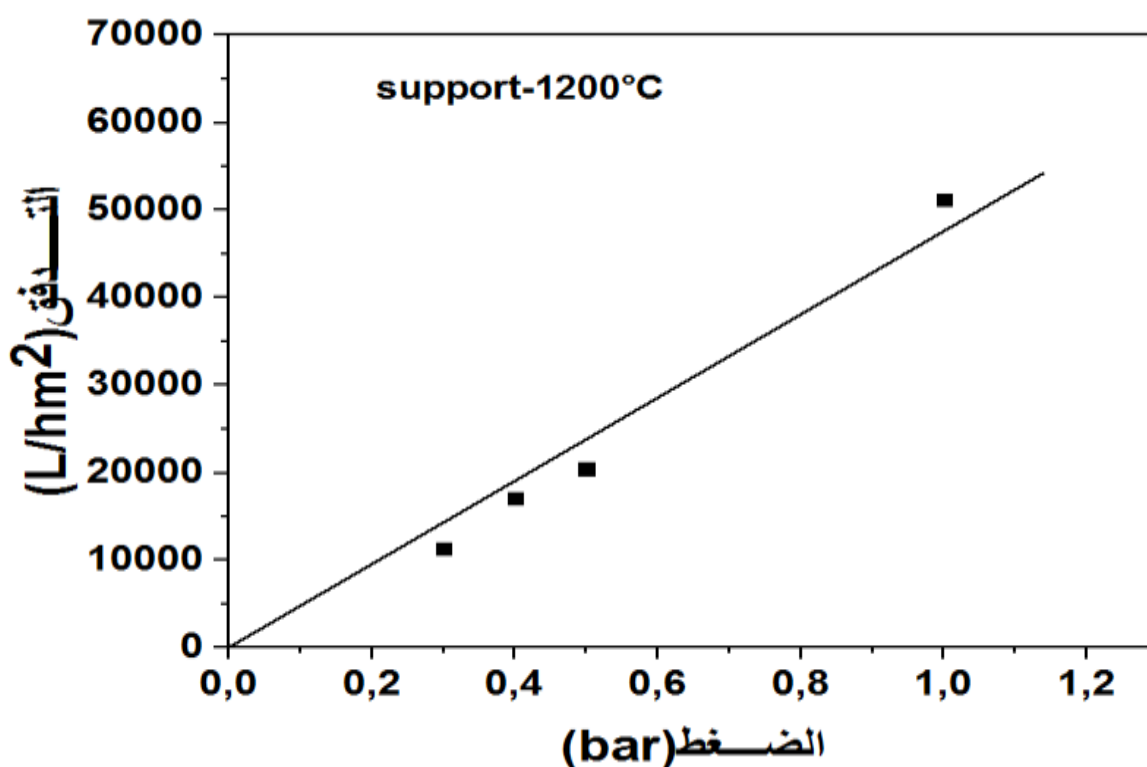
لحساب معامل النفاذية k تمت دراسة تأثير الضغط على قيمة التدفق الأشكال (10-III) (11-III) (12-III) المنحنى المحصل عليه عبارة عن خط مستقيم يمر على المبدأ حيث أن ميله يمثل مقدار معامل النفاذية.

الجدول (2-III): قيمة معامل النفاذية بالنسبة للمساند المعالجة عند درجات الحرارة المختلفة.

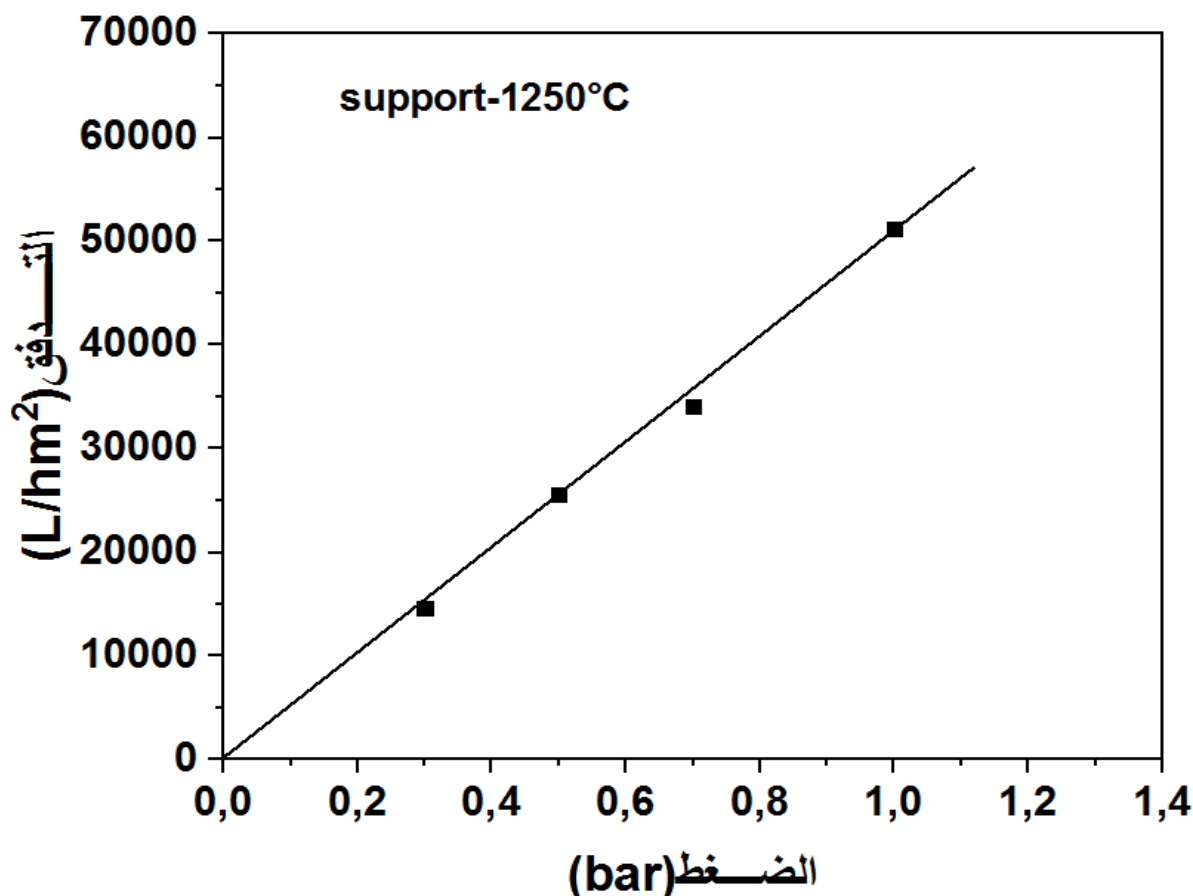
معامل النفاذية (l/m ² . h. bar)	درجة الحرارة (°C)
46530	1150
47591	1200
51183	1250



الشكل (10-III): تغير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1150°C



الشكل (11-III): تغير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1200°C



الشكل (12-III): تغير التدفق بدلالة الضغط بالنسبة للمسند المعالج عند 1250°C

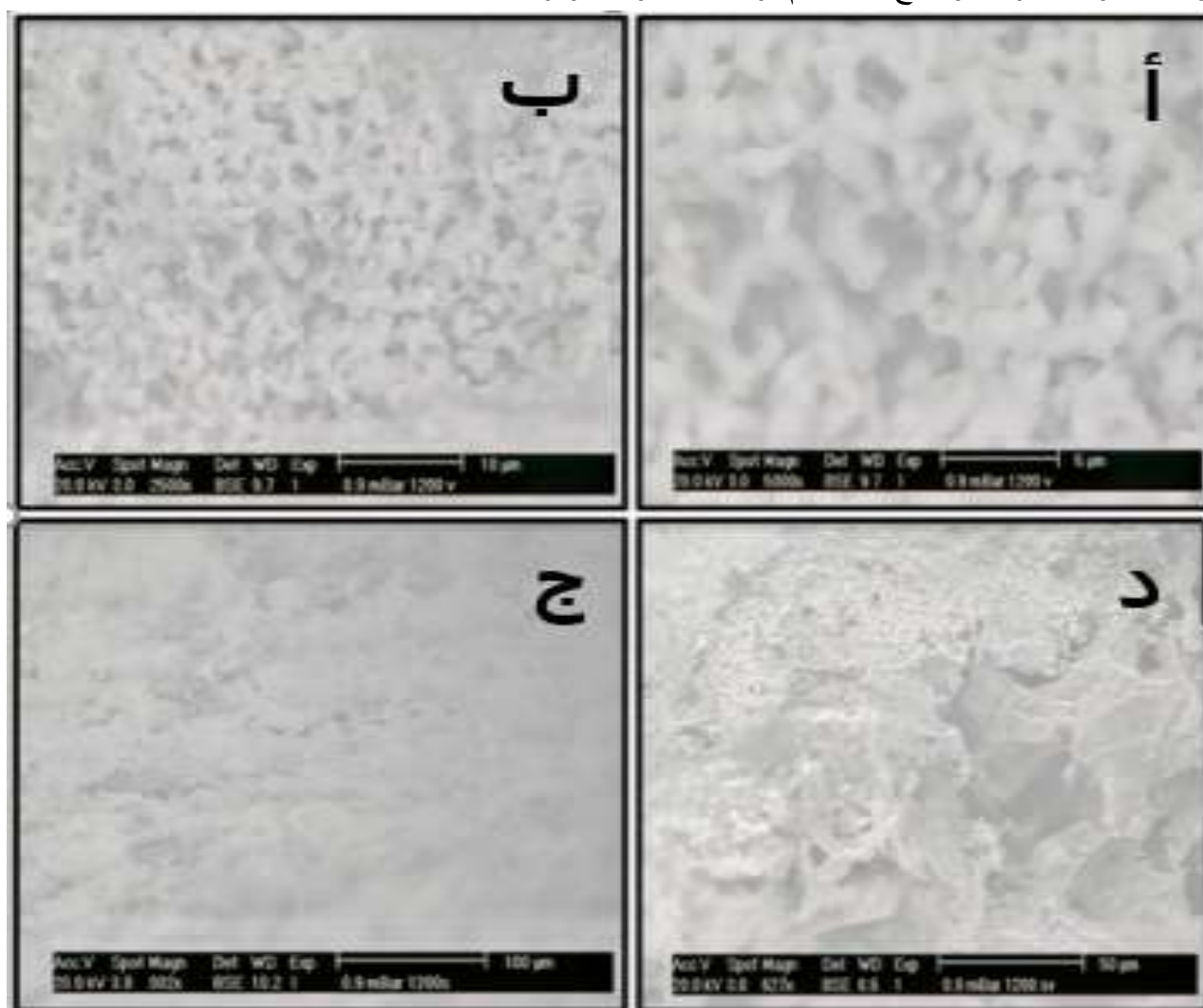
نلاحظ من خلال منحنيات الأشكال (10-III) (11-III) (12-III) والجدول (2-III) أن قيمة معامل النفاذية ترتفع مع ارتفاع درجة الحرارة المعالجة حيث ترتفع من (46530 l/m².h.bar) بالنسبة للمسند المعالج عند 1150°C إلى حوالي (47591 l/m².h.bar) ، ثم إلى (51183 l/m².h.bar) بالنسبة للمسند المعالج عند 1250°C، ويمكن إرجاع هذا إلى زيادة المسامية.

3-III دراسة الشرائح الميكرونية (MF) المكونة من (TiO₂):

من أبرز طرق تحليل الأغشية المتبعة هي التحليل بالمجهر الاليكتروني الماسح (MEB) لمعرفة مدى خلوص سطح الشريحة من العيوب (التشققات) وكذا أخذ صورة لمقطع طولي لشريحة والحامل لمعرفة مدى انسجام والتصاق الشريحة بالمسند، بالإضافة إلى إختبار النفاذية .

III-3-1 البنية المجهرية:

تم ملاحظة الاغشية (الشرائح) المحضرة تحت المجهر الإلكتروني المسح. حيث تمثل الصور "أ،ب،ج" من الشكل (III-13) سطح للشريحة والتي تبين وجود تجانس كبير في السطح وخلوه من العيوب المجهرية وكذاخلوه من الفراغات ذات الابعاد الكبيرة. حيث يقدر قطر أغلب الفراغات حوالي ($2\mu\text{m}-1\mu\text{m}$) أما بالنسبة للصورة "د" من الشكل (III-13) فتبين مقطع للشريحة وحاملها التي تظهر الالتحام الجيد الموجود بين الشريحة والحامل وكذا الفرق الواضح بين حجم فراغات الشريحة وفراغات الحامل.



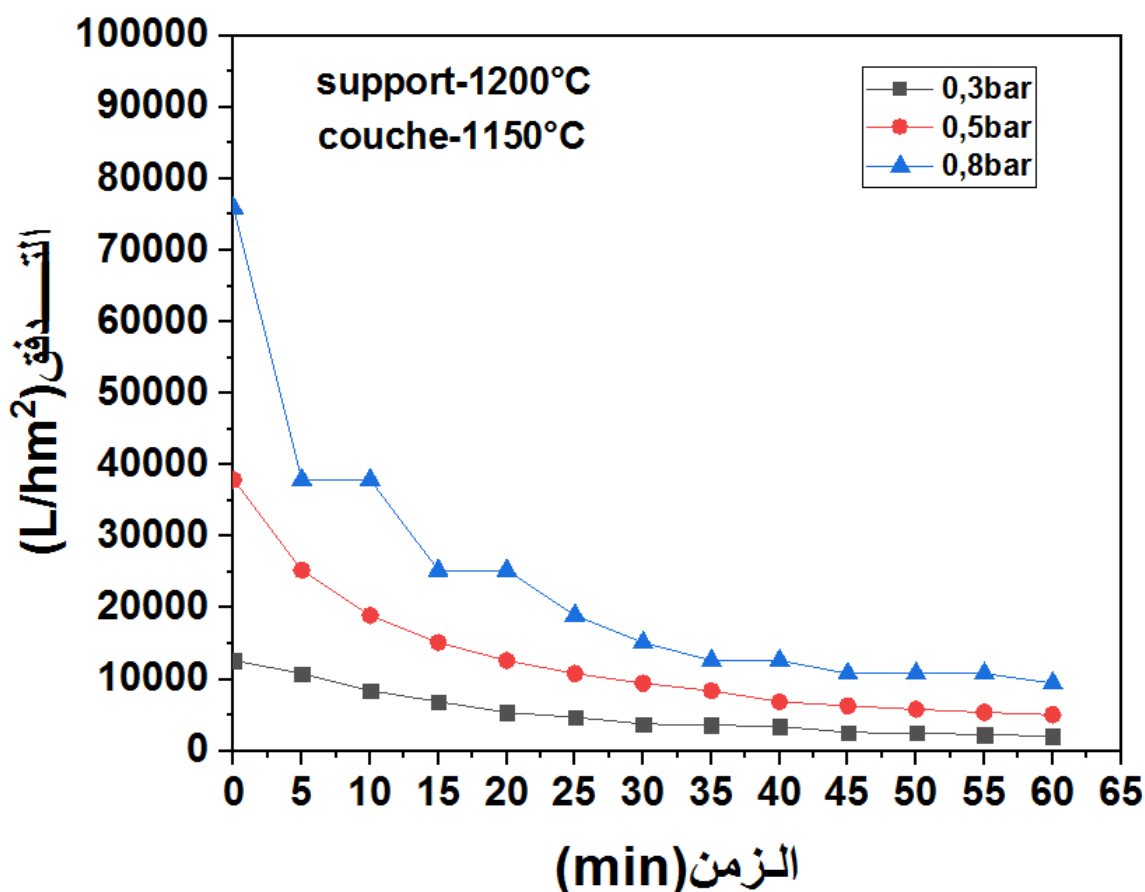
الشكل (III-13): صور بالمجهر الإلكتروني المسح للشريحة المعالجة عند (1150°C) المثبتة على الحامل المعالج عند (1200°C)

III-2-3 إختبار نفاذية :

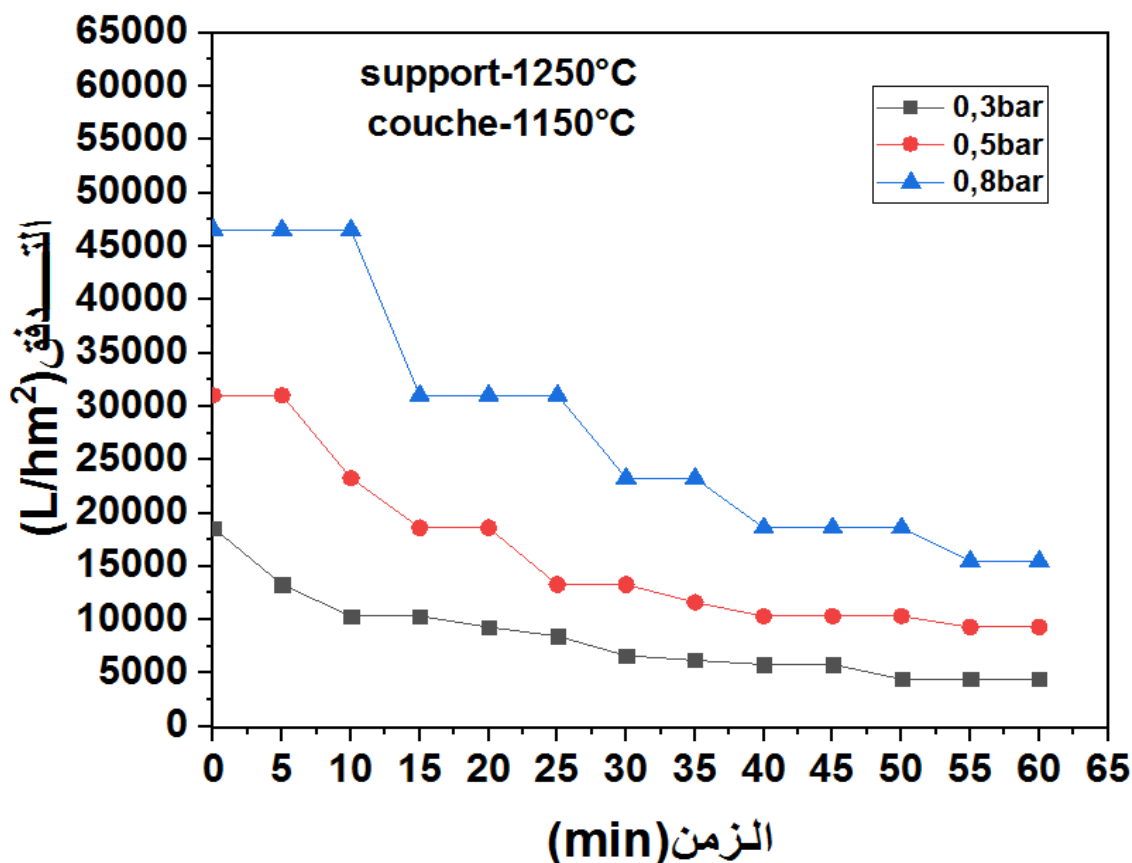
كما أشرنا إليه من قبل فإنه قبل إجراء إختبار النفاذية يتم وضع العينات في الماء المقطر لمدة 24h وهذا بهدف الوصول إلى استقرار التدفق في أسرع وقت ممكن. الماء المستعمل في الإختبار هو ماء مقطر.

III-2-3-1 تغير التدفق بدلالة الزمن و الضغط:

يبين الشكل (III-14) و(III-15) تغير التدفق بدلالة الزمن من أجل قيم مختلفة للضغط (0.3-0.5-0.8)، ما نسجله من خلال المنحنى التغير المألوف للتدفق مع الزمن حيث يتناقص خلال الفترات الأولى من الإختبار ثم في حدود قيم معينة كما نسجل تزايد في قيمة التدفق مع ارتفاع الضغط. كما نلاحظ أيضا زيادة التدفق بزيادة درجة حرارة معالجة المساند التي تم وضع الشرائح فيها.



الشكل (III-14): تغير التدفق بدلالة الزمن والضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1200°C



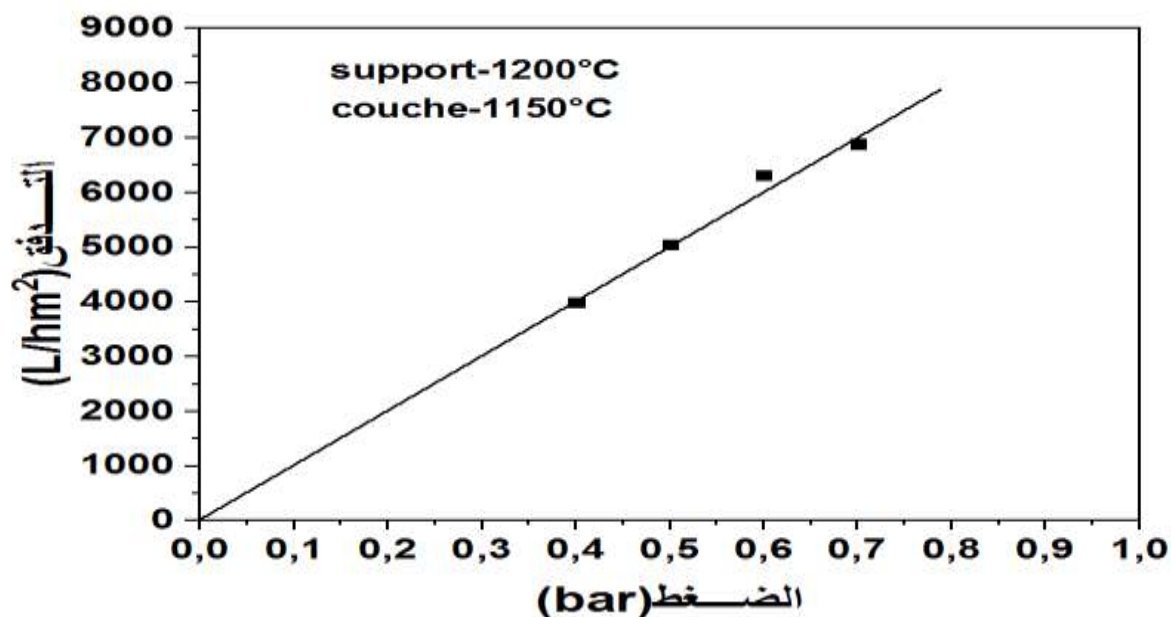
الشكل (III-15): تغير التدفق بدلالة الزمن والضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1250°C

III-2-2-3 حساب معامل النفاذية k:

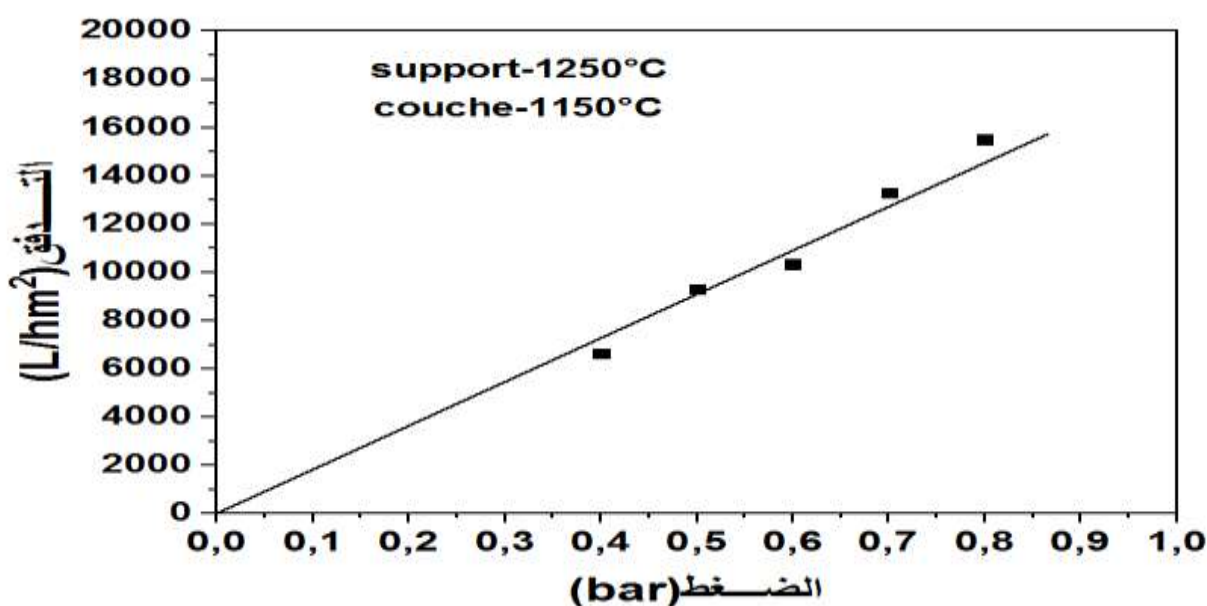
كما أشرنا سابقا لحساب معامل النفاذية k نقوم بدراسة تأثير الضغط على قيمة التدفق الأشكال (III-16)، (III-17)، المنحنى المحصل عليه عبارة عن خط مستقيم يمر على المبدأ حيث أن ميله يمثل مقدار معامل النفاذية.

الجدول (III-3): قيمة معامل النفاذية بالنسبة للشرائح المعالجة عند 1150°C الموضوع على المساند المعالجة عند درجات الحرارة المختلفة.

معامل النفاذية (l/m ² . h. bar)	درجة الحرارة (°C)
10020	1200
18250	1250



الشكل (III-16): تغير التدفق بدلالة الضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1200°C



الشكل (III-17): تغير التدفق بدلالة الضغط لشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تم معالجته 1250°C

نلاحظ من خلال منحنيات الأشكال (III-16)، (III-17) و الجدول (III-3) أن معامل النفاذية للشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تمت معالجته عند درجة حرارة 1250°C أكبر من معامل النفاذية للشريحة التي تم وضعها في المسند الذي تمت معالجته عند درجة حرارة 1200°C.

III-3-3 إختبار الترشيح

من أجل التأكد من مدى فاعلية الحوامل الخزفية المحضرة قمنا بتجربة هذه الأخيرة وذلك بإجراء عملية الترشيح باستعمال الجهاز الموضح في الشكل (III-6) حيث قمنا بوضع ماء معكر و له لون معين في إناء ثم قمنا بضخه من بواسطة مضخة المياه عبر أنبوب يكون موصول بأحد الحوامل المحضر سابقا وبفعل الضغط المطبق بالمضخة تتدفق المياه عبر الأنبوب حيث تتم عملية الترشيح على مستوى هذا الحامل لنتحصل في النهاية على ماء نظيف خال من العكارة و عديم اللون كما هو موضح في الشكل (III-18).



الشكل (III-18): صورة توضح فعالية المرشحات المحضرة في التخلص من العكارة واللون.

خاتمة

يعد تلوث الماء من أبرز المواضيع التي اهتم بها الباحثون في مجال التلوث، فاتجهت الأبحاث في هذا المجال نحو صناعة المرشحات الخزفية التي تستعمل في التقنية الميكرونية وغيرها، وهذا راجع إلى تكلفتها المنخفضة وتوفر المواد الأولية لتحضيرها بالإضافة إلى نتائجها الجيدة.

ولقد تم في البداية دراسة المواد الأولية المستعملة في تحضير المساند الخزفية المتمثلة في الكاولان (F2) وكربونات الكالسيوم (CaCO_3) بالإضافة إلى أكسيد التيتانيوم (TiO_2) المستعمل في تحضير شريحة التقنية الميكرونية. ثم التطرق لدراسة مختلف أنواع المرشحات وآليات الترشيح، حيث تصنف الأغشية إلى عدة أنواع حسب آلية الفصل والبنية والشكل.

بعد ذلك تم تحضير ودراسة مساند باستخدام طريقة الاستخراج بحيث تكون على شكل أسطواني انطلاقاً من الكاولان (F2) بنسبة 70% وكربونات الكالسيوم (CaCO_3) بنسبة 30% وهذه الأخيرة هي المسؤولة عن خلق فراغات والمسامات في العينات أثناء معالجتها عند درجات حرارة مختلفة (1150°C - 1200°C) فكانت النتيجة أنها تتميز بمقاومة ميكانيكية جيدة المقدرة ب (7.1MPa-8MPa)، وقدر متوسط قطر الفراغات ما بين ($5\mu\text{m}$ - $20\mu\text{m}$) ومعامل نفاذية كبير مقارنة ببعض المراجع الذي يتراوح في حدود ($46530\text{ l/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar}$) – ($51183\text{ l/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar}$).

بعد تحضير المساند تم تثبيت شريحة من أكسيد التيتانيوم (TiO_2) على المساند التي تم معالجتها عند (1200°C - 1250°C) وتمت معالجتها هي الأخرى عند درجة حرارة 1150°C ، حيث تم اخذ صور بالمجهر الإلكتروني الماسح للشريحة المثبتة على الحامل الذي تم معالجته عند درجة حرارة 1200°C التي تظهر تجانس كبير في السطح وخلوه من الغيوب المجهرية وكذا خلوه من الفراغات ذات الأبعاد الكبيرة إذ يتراوح قطر أغلب فراغات الشريحة بين ($1\mu\text{m}$ - $2\mu\text{m}$). وتم اخذ العينتين ودراسة نفاذيتهما التي قدرت ب ($10020\text{ l/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar}$) – ($18250\text{ l/m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{bar}$).

هذه الشرائح الخاصة بالتقنية الميكرونية (MF) يمكن استعمالها في تصفية المياه الملوثة، ومن خلال الخصائص المتحصل عليها يمكن استخدام هذه المساند كحوامل لأغشية أخرى كأغشية الميكرونية الدقيقة والأغشية النانومترية.

قائمة المراجع

- [1] J. Mdoorlot, J. P Bailon et J. Masounave, " Des matériaux ", Ed. E'col Poly, Montréal, p. 385-405 (1986).
- [2] L. Ecraivain, "Technique de l'Ingénieur", A 7290, p 1-23 (1956).
- [3] W. D. Kingery, H. K. Bowen, and D. R. Uhlmann, Introduction to Ceramics, 2d ed., Wiley, New York, p3, 1976.
- [4] M. Chaupai, "Technique de l'Ingénieur", A. 2010, p 10-17 (1996).
- [5] أ. حرابي، "دراسة الخصائص الفيزيائية و النشاط الحيوي للهيدروكسيباتيت الطبيعي"، مذكرة الماجستير، جامعة قسنطينة (2009).
- [6] J. Philibert, "Recueil de Communication", Deuxième Séminaire des Sciences des Matériaux, Université de Constantine, p. 2-16 (1985).
- [7]. A. Vatain, " Manuel et Sédimentologie", Edi. Technip, (1967).
- [8] F. Bouzrara, Thèse de Magister, Université de Constantine, Algérie, (1998).
- [9] ف. زنيخري، "تحضير ودراسة مرشحات وحواملها انطلاقا من مواد أولية محلية"، مذكرة الماجستير، جامعة قسنطينة (2008).
- [10] H. Abdizadeh, " Thèse de Doctorat, Elaboration et caractérisation des composites duplex" Institut National Des Sciences Applique De Lyon, Franc (1997).
- [11] ب. غويل، "تحضير ودراسة مساند للأغشية انطلاقا من مواد خزفية"، مذكرة الماجستير، جامعة باتنة (2010).
- [12] R. palanivel, G. Velraj, FTIR and FT-Raman spectroscopic studies of fired clay
- [13] B. Sonuparlak, M. Sarikaya and I. A. Aksay, J. Am. Ceram. Soc., 70 (11), pp 837-42, (1987).
- [14] A. P. Watkinson and J. K. Brimacombe, "Metallurgical Transaction", p 138-369 (1982).
- [15] M. A. Hilmi, "Métallurgie", Ed. Angelot, Egypte, p 100-300 (1977).
- [16] G. Aliprandi, " Matériaux réfractaires et Céramiques techniques ", Edition septima Paris, (1979).
- [17] ب. بوخميس، "تحضير ودراسة الأغشية وحواملها انطلاقا من الكاولان (DD2) والكالسيت"، مذكرة شهادة الماجستير في الفيزياء، جامعة منتوري قسنطينة (2007).
- [18] J. A. Pask and A. P. Tomsia, J. AM. Ceram. SOC., 74(10), pp 2367-73, (1991).
- [19] Y. G. Shi and G. L. Messing, J. Am. Ceram. Soc., p 67-109, (1984).

- [20] R. S. Bouynton, "Chemistry and Technology of Lime and limestone", 1 (1966).
- [21] D. G. Brant, J. Am. Ceram. Soc. Bull., p 62-580, (1984).
- [22] W. D. Kingrey, H. K. Bowen and D. D. Ruhlman, "Introduction to Ceramics", and 2nd .Ed .John Wiley and sons, New York, p 414-560 (1975).
- [23] D. Kessler and W. Sligh, U. S. Bull of Stond, Tech Paper, 497 (1927).
- [24] S. Windes, "Phtsical properties of minrock", U. S. Bull. Mines, pp 4469, (1950).
- [25] Mineral structure and Property Data TIO2 Group. University of Colorado.
- [26] A.G. Evans, R.M.Cannon, "Toughening of brittle solids by martensitic transformations". Acta Met. 34. (1986).
- [27] Jean Louis branlt., "Mémento Technique De L'eau ", Edition du Cinquantenaire, P. 176-220 (1989).
- [28] Tamas. Adrian paul, "Etude comparée du colmatage en nanofiltration et en ultrafiltration d'eau de surface", thèse de doctorat, Faculté des Sciences et de Génie Maîtrse en génie civil, Université Laval, France (2004).
- [29] Joël Bertrand et al."Génie Des Procédés", Thèse de doctorat TEC. DOC, Paris, pp137-200 (1992).
- [30] S. Rakib, Thèse doctorat d'état, Faculté des sciences, Univ Sidi Mohamed ben Abdellah, Maroc (2000).
- [31] J. M. Berland, et C. Jeury, "Les procédés membranaires pour le traitement de l'eau". Document technique N°14, Fonds national pour le développement des adductions d'eau. FNDAE, France (2002).
- [32] A. maurel, "Osmose Inverse et ultrafiltration, II Technologie et application", Technique de l'Ingénieur. J 2796, P 1-16.
- [33] L. M Camacho, L. Dumée, J Zhang, J.LI, M. Duke, J. Gomez and S. Gray. "Advances In Membrane Distillation for Water Desalination and Purification Applications". Water 2013, 5, 94-196
- [34] ب.غويل، "تحضير و دراسة مرشحات خزفية مصنعة من مواد أولية محلية"، شهادة دكتورا ،جامعة محمد الصديق بن يحي جيجل (2015).
- [35] A. Ghotov, "Chimie physique pour les géologue", Ed. OPU, p 130-170, (1989).
- [36] خ. خرفي ، "تحضير ودراسة حوامل خزفية للشرائح انطلاقا من الصلصال والكالسيت"، مذكرة الماستر، جامعة بسكرة(2018).
- [37] J. Mllevalle, P.E. Odendall, and M.R. Wiesner, "Water treatment membrane processes", McGraw-Hill, New York, (1996).
- [38] ب. عنان.م. مسبل ، "تحضير ودراسة حوامل لأغشية خزفية انطلاقا من مواد اولية محلية"، مذكرة الماستر، جامعة بسكرة (2020).
- [39] Benjamin Espinasse, " Approche théorique et experimental de la filtration tangentielle de colloïde: Flux critique et colmatage ", Thèse de doctorat de l'Université Paul Sabatter, Toulouse III, pp 9-10. (2003).

- [40] ع. قشبي ، "تحضير و دراسة الخزفيات الكثيفة والمسامية المكونة من الأنورثيت انطلاقا من الكاولان والكلسيت"، شهادة دكتوراه، جامعة منتوري قسنطينة (2012).
- [41] S. Bousba, "Contribution à modélisation et la simulation du traitement des eaux en utilisant des techniques de séparations membranaires", Thèse de magister, Université de Sétif, Algérie, pp1-19. (2004).
- [42] Tamas. Adrain Paul, "Etude comparée du colmatage en nanofiltration et en ultrafiltration d'eau de surface", thèse de doctorat, Faculté des Sciences et de Génie Maîtrise en génie civil, Université Laval, France, (2004).
- [43] Alain maurel et al, Technique de l'Ingénieur, " Techniques séparatives a 'membranes, Considerations théoriques", J 2790, pp. 1-24, (1988).
- [44] ر. جردير ، "تحضير أغشية خزفية ودراسة بعض تطبيقاتها"، مذكرة الماستر، جامعة محمد الصديق بن يحي جيجل (2020).
- [45] J. Mllevalle, J.L. Bersillon, C. Anselme, and P. Aptel, " Membrane Filtration in Drinking Water Treatment: A Case Story" In Influence and Removal of Organics in Drinking Water, Lewis publisher, Chap 2, pp 299-310, (1992).
- [46] R.L. Lehman, S.K. El-Rahaiby, and J.B. Wachtman, Handbook on Continous Fiber-Reinforced Matrix Composites, P.495, York (1995).
- [47] J. Michael Hollas, Modern Spectroscopy, Ed Wiley (1974).
- [48] ف. سماحي. م. شبحاني ، "دراسة اهتزاز وتركيب الجزيء 2.4.5Trimethoxybenzaldehyde باستعمال أشعة رامان والأشعة تحت الحمراء وانعراج الأشعة السينية DRX ومقارنتها مع النتائج النظرية DFT"، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة(2019).
- [49] B. Stuart, Infrared Spectroscopy : Fundamentals and Applications, Ed Willey (2004).
- [50] Jason A. Griggsa ،John C. Watahab, Anil Kishen ،J. Eur. Ceram. Soc., pp 353–358, (2003).
- [51] A. Boulmikh, Y. Berredjem, K. Guerfi and A. Gheid. " Kaolin from Djebel Debbagh Mine, Guelma, Algeria". Research Journal of Applied Sciences 2 (4) :435-440, (2007).
- [52] Chaudhuri S. P., Sarkar P., Chakraborty A. K., Ceram, Int. 25, p91-99, (1999).
- [53] K. Massoudi, Thèse doctorat, d'état Faculté des sciences, Univ Sidi Mohamed ben Ali, Maroc (1996).
- [54] A. Cuneyt Tas, "Mon disperse Calcium Carbonate Microta blets Forming at 701C in Prerefrigerated CaCl₂–Gelatin–Urea Solutions", Int. J. Appl. Ceram. Technol., 6 [1] 53–59 (2009).

ملخص

مع تطور الشامل للعلوم منذ بداية هذا القرن واكتشاف العلاقة بين مياه الشرب وبعض الأمراض السائدة فقد حدث تطور سريع في مجال تقنيات المعالجة، حيث أظيفت العديد من العمليات التي تهدف بشكل عام إلى الوصول بالمياه إلى درجة عالية من النقاوة، بحيث تكون خالية من العكر وعديمة اللون والطعم والرائحة ومؤمنة من النواحي الكيميائية والحيوية. فمن بين هذه التقنيات نجد تقنيات الأغشية التي عرفت تزايد مستمرا في طلبها نظرا لما تكسبه من أهمية في معالجة المياه من تلوث وغيرها من الأمراض.

فقد تمكنا من خلال هذا البحث من تحضير حوامل لأغشية وهذا إنطلاقا من مواد خزفية محلية تتمثل في كل من كاولان (F2) وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وذلك بإستخدام تقنيه الإستخراج، هذه الأخيرة مكنتنا من الحصول على حوامل أنبوبية الشكل ليتم بعد ذلك معالجتها حراريا عند درجات حرارة مختلفة أين تمكنا من الحصول على خصائص جيدة للحوامل التي عولجت عند درجه الحرارة ($1250^{\circ}C-1200^{\circ}C-1150^{\circ}C$) أين قدر متوسط قطر الفراغات ما بين ($20\ \mu m-5\ \mu m$). ومقاومه الشد في حدود ($8MPa-7.1MPa$). أما فيما يخص معامل النفاذية فقد قدر بحوالي ($51183\ (l/m^2 \cdot h \cdot bar) - 46530\ (l/m^2 \cdot h \cdot bar)$). في الأخير تم الإختيار الحوامل التي تم معالجتها عند درجة حرارة ($1200^{\circ}C-1150^{\circ}C$) لتكون مساند لطبقات أغشية خاصة بتقنية الميكرونية ($Microfiltration$).

تم تحضير هذه الأغشية إنطلاقا من مادة أكسيد التيتانيوم (TiO_2) وذلك بإستخدام تقنية الصب. أين تم معالجة العينات حراريا عند درجة الحرارة $1150^{\circ}C$ وكذا دراسة بعض خصائصها. إذ يقدر معامل نفاذية بـ ($18250\ (l/m^2 \cdot h \cdot bar)_10020\ (l/m^2 \cdot h \cdot bar)$)، وذات متوسط القطر للفراغات في حدود ($2\ \mu m-1\ \mu m$). هذه الأغشية يمكن أيضا أن تكون دعائم لأغشية أخرى أدق منها والمتمثلة في أغشية التقنية الميكرونية الدقيقة ($ultra-filtration$).

الكلمات المفتاحية: الكاولان F2، كربونات الكالسيوم، أكسيد التيتانيوم، حامل، الاغشية، التقنية المكرونية.

Abstract

Study and preparation of supports for ceramic membranes from local materials for microfiltration

In this work, both supports for ceramics membranes and membranes have been prepared from local raw materials such as kaolin F2 and calcium carbonates (CaCO_3), These supports were made by extrusion technique in order to obtain tubular supports which were afterwards sintered at different temperatures.

It has been found that supports sintered at (1150°C - 1200°C - 1250°C) for 1 hours had interesting characteristics; an average pore size of about ($5\mu\text{m}$ - $20\mu\text{m}$), tensile strength (7.1 MPa - 8 MPa) Moreover and the water permeability measured is about $46530\text{ l/h.m}^2\text{.bar}$ and $51183\text{ l/h.m}^2\text{.bar}$ Finally, the carriers that were treated at a temperature of (1150°C - 1200°C) were selected to support special films using micro-filtration technology.

The membrane layers were elaborated from titanium oxide, using slip casting technique. The specimens were subsequently sintered at 1150°C . Studying some of its properties as permeability coefficient [$(\text{l/m}^2\text{. h. bar}) - 18250(\text{l/m}^2\text{. h. bar})10020$] and it has been found that the average pore size is about ($1\mu\text{m}$ - $2\mu\text{m}$)These membranes may be used as supports for ultra-filtration (UF).

Key Words: kaolin F2, calcite, titanium oxide, supports, membranes, micro-filtration.