



البحث العلمي المادف دعمه أساسية للبحوث بالعراق



تحضير الالومينا من نوع غاما (Alumina- γ) من اطيان الكاؤولين العراقية

سامي وسمي ياسين ، عاهد يونس الملاح

قسم علوم الارض ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

الملخص

شملت الدراسة الحالية استخدام اطيان الكاؤولين العراقية الاقتصادية في منطقة دويخلة / الصحراء الغربية (البيرموكاريوني) في تحضير الومينا من نوع (γ) مختبريا وذلك بعد دراسة المكونات المعدنية والمحتوى الكيميائي لأطيان الكاؤولين باستخدام تقنية الاشعة الحادثة (XRD) والاشعة السينية الوميفية (XRF) ، حيث تبين ان هذه الاطيان تتكون بشكل رئيسي من معدني الكاؤولينايت والكواريز ، وبلغ محتواها من أكسيد الالمنيوم Al_2O_3 وأكسيد السليكون SiO_2 وأكسيد الحديد Fe_2O_3 وأكسيد التيتانيوم TiO_2 : (32.77%)، (55.07%)، (1.57%)، (2.1%) على التوالي مع سليكا حرة (12%).

تضمنت عملية استخلاص الالومينا (Al_2O_3) مرحلتين : في المرحلة الأولى تم حرق عينات مختارة من أطيان الكاؤولين عند درجات حرارية مختلفة مع كلوريد الصوديوم لتحديد درجات الحرارة المثلى التي من الممكن الحصول منها على اعلى نسبة استخلاص للالومينا ، في المرحلة الثانية أجري عملية الخلب باستخدام Leaching باستخدام حامض الكبريتيك H_2SO_4 ومن ثم حامض الهيدروكلوريك HCl لغرض عزل الالومينا وإزالة أكاسيد الحديد والتيتانيوم والسليكا من أطيان الكاؤولين . وقد تم تثبيت الظروف المثلى للخلب من درجة حرارة $140^\circ C$ وزمن ثلاث ساعات وخمس واربعون دقيقة وتركيز حامض الكبريتيك H_2SO_4 (40w%) بالاعتماد على المصادر المرجعية. أظهرت النتائج ان نقاوة الالومينا الناتجة بعد الخلب والحرق عند ($600^\circ C$) هي (78.40) وهي مناسبة لانتاج فلز الالمنيوم ولهذا فأن هذه الطريقة هي عملية وممكنة في استخلاص الالومينا من الكاؤولين المحروق. تم تشخيص مسحوق الالومينا الناعم المتبلور ($\gamma-Al_2O_3$) باستخدام تقنية الاشعة السينية الحادثة (XRD).

1- المقدمة

الغنية بالالمنيوم والذي تتألف بصورة رئيسة من معدن الكاؤولينايت $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ [2]. تتكون الخلية الثانية لمعدن الكاؤولينايت من طبقتين واحدة رباعية الأوجه والثانية ثمانية الأوجه ، وينتمي هذا النوع من المعادن الطينية الى مجموعة المعادن أحادية الطبقة ويرمز لها (1:1) . ان الترابط بين طبقة وأخرى في الكاؤولينايت يتم عن طريق قوى ضعيفة او أصرة تدعى بقوى فانديفالز vander waals forces مدعمة باواصر الهيدروجين بين مجموعات الهيدروكسيل في طبقة الجبسائيت والاكسجين في طبقة السليكا العائدة لصفحة مجاورة ، مما يساعد على ان تنزلق الصفائح وتتحرك بعضها فوق بعض مما يكسب الطين خصائصه الفيزيائية كاللدونة [3]. المعالجة الحرارية للطين للمدى ما بين 500-900 درجة سيليزية ضروري لتهيئة استخلاص الالومينا لانه في خلال هذه المرحلة يتم تحول الكاؤولينايت الى طور غير متبلور (amorphous meta kaolinite) يكون اكثر فعالية تجاه الحوامض والقواعد [4].

تعدّ الالومينا مادة صناعية بالغة الأهمية وتتواجد بأطوار مختلفة منها الشكل المستقر مثل (غاما- γ) والشكل غير المستقر متمثلة بـ (δ - كابا - κ - ايتا - η - رو - ρ - ثيتا - θ - كاي - χ - الفا - α) يتم الحصول عليها عن طريق إزالة الماء من الهيدروكسيدات $Al(OH)$ أو $AlO(OH)$ بدرجات حرارية مختلفة [1]. كلمة ألوينا مشتقة من الكلمة اللاتينية ألويمين (Simpson and Weiner, 1989) ، قام بلييني الأكبر (Gaius Plinius Secundus) بتوثيق استخدام وتصنيع الشب في كتابه " Historia Naturalis وكلمة الشب قد ذكرت لأول مرة في كتاب هيرودوت "الحروب الفارسية" (عام 425 قبل الميلاد) [1]. تتواجد الالومينا في الطبيعة على شكل معدن نقي يعرف بـ الكورندوم $Corandum$ (Al_2O_3) فضلا عن البوكسائيت الذي يعد مصدراً طبيعياً مهماً لخام الالمنيوم . ويستعمل الأخير في الصناعة لانتاج الالومينا بطريقة باير bayer process ، وبالنظر للاحتياطي القليل لخام البوكسائيت في العراق لذلك تم التوجه نحو ترسبات الكاؤولين

ذات لون ابيض او قريب منه عندما تكون نسبة الحديد فيه قليلة التركيب العام للكاؤولين هو سيليكات الالمنيوم المائية $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$ [19] إن سيليكات الالمنيوم الموجودة ضمن تركيب الكاؤولين تكون على شكل معدن الكاؤولينايت ، كذلك يضم ضمن تركيبه معادن أخرى ونسب اقل مثل الكوارتز SiO_2 ، quartz، وغيرها بنسب اقل . تتحدد الصفات الفيزيائية للكاؤولين بالاعتماد على المحتوى المعدني له . لذا فان وجود الحديد بكميات كبيرة يكسبه اللون البني المحمر Reddish_ brown بينما كميات قليلة من اوكسيد التيتانيوم TiO_2 تكسبه اللون الاصفر الخفيف القوام [20].

2- طرائق العمل والمواد المستعملة

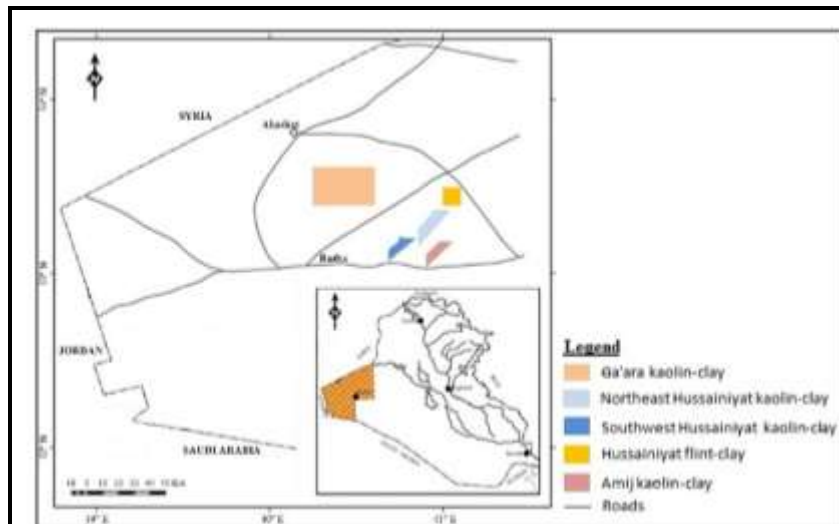
بعد الحصول على عينات الكاؤولين تم اختيار عينة الكاؤولين الممثلة للنماذج وتم تنظيفها من نواتج التجوية. ثم بعد ذلك تم طحن العينة بواسطة هاون خزفي وسحقها وغربلتها إلى حجم أقل من 75 ميكرومتر. تم بعد ذلك إجراء الوصف المعدني والكيميائي للنموذج الخام من الكاؤولين وكذلك المنتجات النهائية باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية (XRD) وتقنية فلورة الأشعة السينية (XRF). وكانت الأدوات التحليلية المستخدمة في التحليل هي :

X-Ray Diffraction نوع (ADX 2700) ؛ و X-ray Fluorescence (spectro XEPOS). شكل (2).

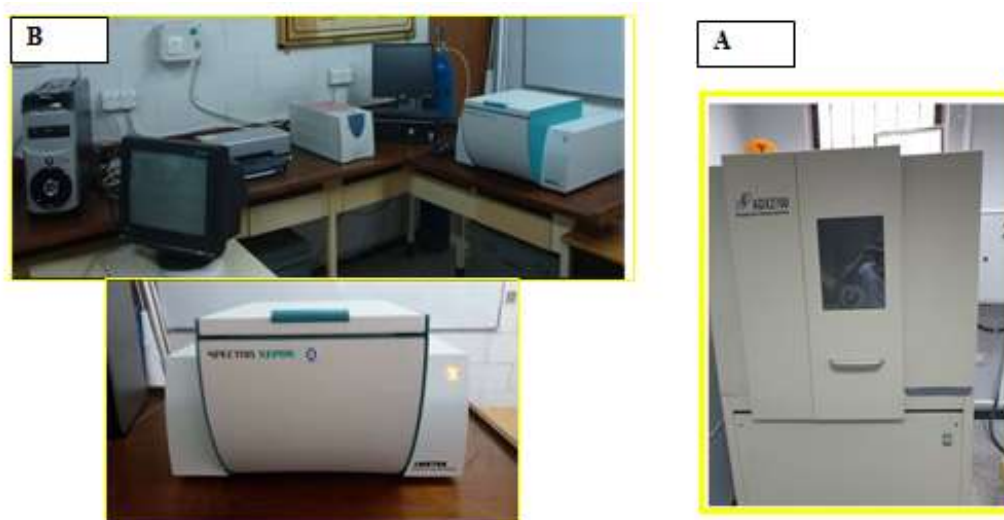
استخدمت العديد من الحوامض $(HCl, H_2SO_4, H_2SO_3, HNO_3)$ لاستخلاص الالومينا من قبل العديد من الباحثين منهم [5] ; [6];[7]; [8];[9];[10];[11];[12];[13];[14];[15]; وللألومينا استخدامات كثيرة [16].
ان الهدف من البحث هو تقييم مدى ملائمة إنتاج الألومينا طور- كما γ -alumina phase من خلال استخدام مواد خام منخفضة التكلفة متمثلة برواسب الكاؤولين الضخمة المعروفة في غرب العراق والتي تتواجد ضمن تكوين كعرة منطقة دويخله و (كلوريد الصوديوم) الذي يوجد بكميات كبيرة في جنوب العراق .

1-1 الوضع الجيولوجي Geological Setting :

تكتونيا ينقسم العراق إلى وحدتين تكتونيتين وهما وحدة الرصيف القاري ووحدة الجيوسينكلاين، وذلك بالاعتماد على حركة صخور القاعدة وانعكاساتها على الغطاء الرسوبي وقد قسمت هاتان الوحدتان إلى انطقه وأحزمة تكتونية. تقع منطقة الدراسة ضمن الجزء المستقر من الصفائح العربية. تتكشف رواسب اطيان الكاؤولين في مواقع طباقية وجغرافية مختلفة في الصحراء الغربية العراقية ومنها تكوين الكعرة موضوع الدراسة الحالية ، وتعود هذه الأطيان إلى ثلاثة تكاوين جيولوجية ، وتقع نماذج الدراسة الحالية ضمن تكوين كعرة شكل (1) [17]. يعد تكوين الكعرة من أقدم التكاوين المكتشفة في منخفض كعرة في الصحراء الغربية من العراق. عمر هذا التكوين يعود إلى البيرميوكاربوني كما أشاروا اليه [18] . ينتشر الكاؤولين بصورة واسعة في الطبيعة على شكل كتل صخرية تتكون بالأساس من معادن طينية



شكل 1: خريطة موقع منطقة الدراسة توضح موقع رواسب طين الكاؤولين في منطقة كعرة في الصحراء الغربية للعراق. [17]



الشكل 2: صور فوتوغرافية ((A)) لجهاز الأشعة السينية الحائدة (XRD) من نوع (ADX 2700) . ((B)) لجهاز XRF نوع (spectro XEPOS) مع ملحقاته ، في المختبر الألماني-العراقي - جامعة بغداد / كلية العلوم / قسم علوم الأرض

الراشح الاول مثل أكاسيد الحديد والتيتانيوم. يظهر بعد الترشيح الثاني رواسب بنية حمراء داكنة ، (الشكل 4)، تدل على عزل الحديد والتيتانيوم ، والراشح الناتج يمثل محلول ألومينات الصوديوم القلوي (الشكل 4a)،. تم اجراء كشف للتحقق من الراسب ذو اللون البني المحمر بواسطة HNO_3 وثيوسيانات البوتاسيوم (KSCN) لاختبار الحديد ، وأصبح المحلول الناتج لونه أحمر غامق (الشكل 4 b).

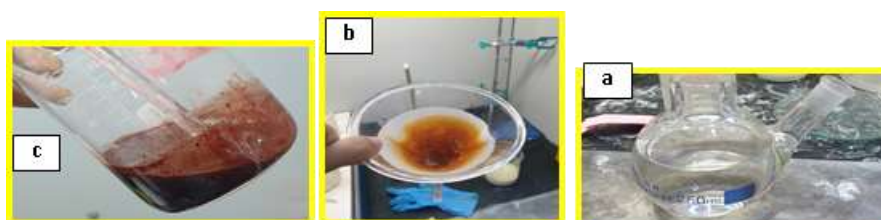
تم بعد ذلك امرار محلول ألومينات الصوديوم القلوي الذي تم الحصول عليه بغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الى ان تشكل راسب أبيض . تم ترشيح الراسب الأبيض وغسله بالماء المقطر عدة مرات حتى اصبحت قيمة الأس الهيدروجيني PH مساوية لـ (9.1). يترك الناتج فترة زمنية معينة الى ان ترتفع قيمة الاس الهيدروجيني PH إلى (10.9) ثم يعاد غسلها بالماء المقطر عدة مرات حتى تنخفض قيمة الاس الهيدروجيني PH إلى (10.2) ، ثم حرقه عند درجة حرارة (600) سليزية لمدة ساعتين . (الشكل 5)

3- العمل المختبري Laboratory Work

تم الاعتماد على طريقة الباحث خليل [15] في تحضير γ - Alumina غاما - ألومينا وقد تم حرق كمية (100 غرام من الكاؤولين و 37 غرام من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم)) داخل فرن كهربائي عند درجة حرارة 700 درجة سليزية ولمدة ثلاث ساعات . شكل (3) ، تم استخدام (50 غرام) من رماد الكاؤولين الناتج بعد الحرق وأضيف اليه (200 مللتر) من حامض الكبريتيك H_2SO_4 بتركيز (40%) في دورق دائري تم ربطه بمكثف reflux condenser وتم تسخينه عند درجة حرارة ثابتة حوالي 140 درجة سليزية تحت التحريك المستمر لمدة ثلاث ساعات و خمس واربعون دقيقة . بعد ذلك ، تمت إضافة (120 مللتر) من حمض الهيدروكلوريك HCl اليه ، ثم وضعه داخل حمام مائي ساخن لمدة ثلاثين دقيقة ، لغرض الترشيح الأول . بعد ذلك ، تم إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز (30%) إلى الراشح الأول ونستمر بالإضافة الى ان تصبح قيمة الأس الهيدروجيني PH مساوية لـ (11.3) . والهدف من ذلك هو تعزيز كفاءة إزالة الشوائب من



الشكل 3: مخطط انسيابي يوضح العمليات التي أجريت لغرض خلب (استخلاص) الألومينا من الكاؤولين



شكل 4: صور فوتوغرافية تمثل a -الراشح الثاني والذي يمثل محلول الومينات الصوديوم القلوية. b - الراسب الثاني بعد عملية الترشيح الأول. c - تمثل تكون راسب بني غامق بعد إضافة حامض النتريك HNO₃ وثيوسيانات البوتاسيوم (KSCN) إلى الراسب .



الشكل 5: صور فوتوغرافية تمثل عمليات إضافة غاز CO_2 الى محلول الومينات الصوديوم القلوية والحصول على الراسب الأبيض

4- النتائج والمناقشة

SiO₂ 55.07% و Al₂O₃ 32.77% من Al₂O₃. وهي مقارنة للنتائج التي توصل اليها [15] حيث كانت نسبة SiO₂ (53.9%) و Al₂O₃ (29.9%). نسبة SiO₂ / Al₂O₃ في الكاؤولين الخام تساوي 1.68 . عادة ما تكون نسبة SiO₂ / Al₂O₃ في معدن الكاؤولينايت 1.178 .

يوضح جدول (1) نتائج التحليل الكيميائي لنموذج الكاؤولين الخام من تكوين كعرة منطقة دويخلة ، ورماد الكاؤولين المحروق (kaolin Ash) . يشير التحليل الكيميائي للكاؤولين الخام احتوائه على

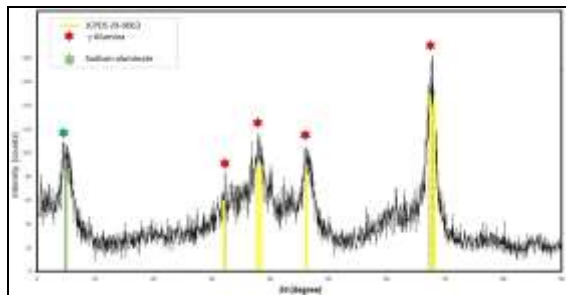
4-1 الكاؤولين

جدول 1: يمثل نتائج التحليل بواسطة جهاز XRF لنموذج من الكاؤولين للدراسة الحالية ونموذج الكاؤولين القياسي مقارنة مع بعض النماذج المحلية والعالمية فضلا عن النماذج المحروقة بدرجات حرارية مختلفة لمعرفة نسبة الاكاسيد المكونة لها.

الاسم / الاكاسيد	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
نموذج الدراسة الحالية	55.07	32.77	0.11	0.74	0.19	0.35	2.18	1.57	0.13	...	1.68
نموذج كاؤولين - دويخلة من دراسة [21]	43.99	36.9	0.3	0.5	0.44	0.42	2.0	0.82			1.19
نموذج خام الكاؤولين - دراسة [15]	53.9	29.9	0.01	0.18	0.09	0.14	1.87	1.80		...	1.8
نموذج رماد الكاؤولين - [15]	44.7	23.9	16.4	0.63	0.12	0.34	1.50	1.55		...	1.87
Kaolin ash 700	33.19	21.97	27.77	0.78	1.4	0.59	1.82	441.	0.14	17.44	1.51
KGa-1, [22] In [23]	45.0	38.0	0.01	0.04	0.02	0.02	1.58	0.28	14.3		1.18
Kaolinite mineral	%46.55	%39.5	H ₂ O= 13.96								1.17

الاكاسيد الاسم	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
data.[24]											

المستخلصة في المنتج النهائي 78.4% ، وهي مقارنة لما توصل اليه الباحث خليل في دراسته [15] و باحثون آخرون [26] للألومينا المنتجة من الكاولين المتواجد في جنوب المملكة الأردنية الهاشمية والكاولين الموجود في مدينة همدان في إيران على التوالي. ويُظهر الجدول (3) محتوى الشوائب في الألومينا المحضرة والمتمثلة بـ 19.9% وزناً من أوكسيد الصوديوم Na₂O ، مع نسبة من SiO₂ (0.45%) ، CaO (0.16%) و Fe₂O₃ (0.12%) .



شكل 7: مخطط تحليل بواسطة جهاز XRD يوضح الألومينا طور كاما المستخلصة، بنسبة 78.40 %

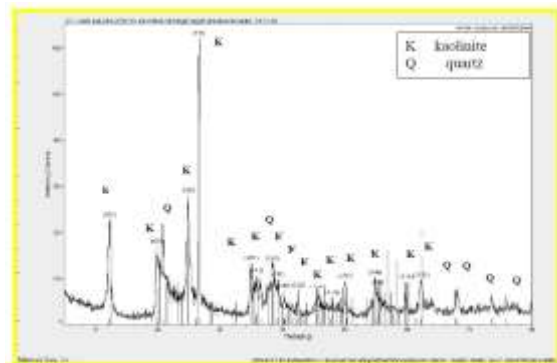
جدول 2: النتائج المستخلصة من حيود الأشعة السينية لنموذج الألومينا

2-Theta	d(A°)	Phase ID	(h k l)
31.83	2.8091	Al ₂ O ₃	(0 2 0)
37.702	2.384	Al ₂ O ₃	(1 2 3)
38.043	2.3634	Al ₂ O ₃	(1 0 9)
45.591	1.9881	Al ₂ O ₃	(2 2 0)
66.555	1.4038	Al ₂ O ₃	(0 4 0)
67.31	1.3899	Al ₂ O ₃	(0 4 2)

جدول 3: نتائج تحليل الألومينا طور - كاما

Constituent	Weight % درجة مئوية 550	Weight % درجة مئوية 700
SiO ₂	0.49	0.45
Al ₂ O ₃	55.01	75.31
Na ₂ O	31.2	19.9
K ₂ O	0.002	0.003
MgO	0.001	0.001
CaO	0.193	0.16
TiO ₂	0.0001	0.0001
Fe ₂ O ₃	0.18	0.12
SO ₃	0.49	0.1
Cl	0.59	0.003
المجموع	88.1561%	96.0471%

يشير المحتوى العالي من SiO₂ في النموذج إلى وجود السيليكا الحرة على شكل كوارتز . وهو واضح كما في مخطط حيود الأشعة السينية XRD للعينة في شكل (6). حيث كان معدن الكاولينايت هو المعدن السائد ، يليه معدن الكوارتز بشكل ثانوي. يشير التحليل الكيميائي بواسطة جهاز XRF (الجدول 1) لعينة الكاولين الخام إلى تواجد كميات متغيرة من الأكاسيد الأخرى التي تشير إلى وجود شوائب لأنها لا تتعلق بتركيب معدن الكاولينايت . تشمل الأكاسيد بشكل أساسي على Fe₂O₃ و TiO₂ . الأول يشكل 1.57% وزناً والثاني 2.18% وزناً. ربما يرتبط كليهما بوجود الهيماتيت كمراحل معدنية ملحقة في رواسب الكاولين. كذلك يشير (الجدول 1) التحليل الكيميائي لرماد الكاولين Kaolin Ash إلى أنه يحتوي على 33.19% وزناً من SiO₂ و 21.90% وزناً من Al₂O₃ مع نسبة SiO₂ / Al₂O₃ تساوي 1.51% ، والتي تكون مقارنة لعينة الكاولين الخام، كما نلاحظ هناك زيادة في Na₂O في رماد الكاولين Kaolin Ash (27.77%) بالمقارنة مع خام الكاولين (0.11%) بسبب الحرق مع كلوريد الصوديوم NaCl .

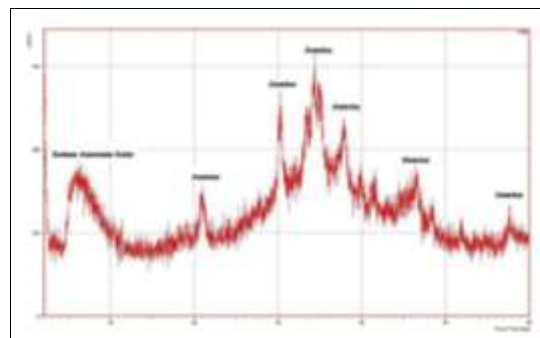


الشكل 6: مخطط تحليل نموذج من الكاولين المستخدم في الدراسة بواسطة جهاز حيود الأشعة السينية

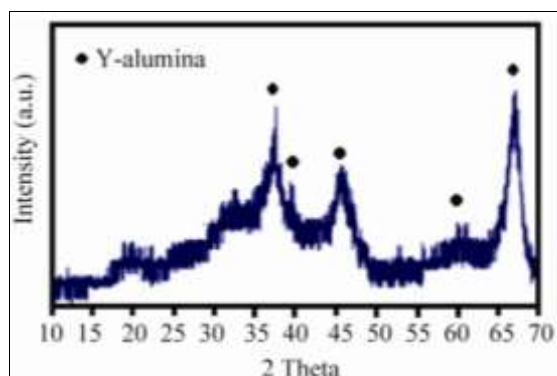
2-4 الألومينا

يشير تحليل المسحوق الأبيض المحروق عند (600 C°) سليزية ، باستخدام حيود الأشعة السينية XRD شكل (7) ، جدول (2) والتحليل الكيميائي بواسطة XRF جدول (3) إلى تواجد أطوار الألومينا من نوع كاما γ -Alumina . ويُظهر مخطط حيود الأشعة السينية XRD في الشكل (7) تواجد أشكال γ -Alumina الشبه مستقرة meta-stable مكون أساسي مع وجود آثار من أكاسيد الومينات الصوديوم (Na₂O sodium aluminate) وهذا يتفق مع ما جاء به كل من [14]; [15]; [25]; شكل (8,9) تم تحديد تواجد طور الصوديوم مع γ -Alumina من خلال تحليل XRF جدول (3) وشكل (7). بلغت نسبة أوكسيد الألمنيوم %Al₂O₃

العراق. وهذه العملية معدلة عن العمليات السابقة المطبقة على الكاؤولين العراقي. اعتمدت الدراسة الحالية على الكاؤولين العراقي الابيض من منجم دويخلة الذي يحتوي على ما يقارب 32.8% من أكسيد الألمنيوم يمكن أن يكون مرشحاً كبديل عن البوكسيت في الإنتاج المستقبلي للألومينا ، خصوصاً وان احتياطي البوكسيت قارب على النفاذ في العراق . استخدم ملح الطعام NaCl لغرض خفض تكاليف التحضير وزيادة كفاءة استخلاص الألومينا. تضمنت عملية استخلاص الألومينا مراحل من الحرق للمزيج المكون من الكاؤولين وملح كلوريد الصوديوم متبوعاً بمرحلتين من الخلب leaching باستخدام الحوامض (H_2SO_4 , HCl) ومحلول NaOH . تم الاعتماد على الظروف المثلى المستخدمة في الدراسات السابقة من حيث استخدام حامض الكبريتيك H_2SO_4 بتركيز (40%) ودرجة حرارة التسخين لرماد الكاؤولين والبالغة 140 درجة سيليزية لفترة زمنية ثلاث ساعات وخمسة واربعون دقيقة ثم حامض HCl لغرض عزل المواد غير المرغوب فيها مثل السليكا واستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم (30 بالوزن%) لعزل المعادن الثقيلة وماتبقى من السليكا، فضلاً عن استخدام غاز CO_2 لغرض ترسيب الألومينا. بلغت النسبة المئوية لنقاوة (الألومينا - كاما γ -alumina) المنتجة (78.4) %، وهي مناسبة لإنتاج فلز الألمنيوم أو إنتاج فلوريدات الألمنيوم ككناج عرسي، وتتمثل الشوائب الموجودة في المنتج بشكل رئيسي الومينات الصوديوم.



شكل 8: مخطط تحليل بواسطة جهاز XRD يوضح الألومينا طور كاما المستخلصة ، عن طريق دراسة [15]



شكل 9: مخطط تحليل بواسطة جهاز XRD يوضح الألومينا طور كاما المستخلصة ، من قبل دراسة [14]

5- الاستنتاجات

الهدف العام من هذه الدراسة هو تطبيق اقتراح عملية لاستخلاص الألومينا من رواسب الكاؤولين المتواجدة بكميات ضخمة في غرب

المصادر

[1] Paglia, G. (2004). Determination of the structure of γ -alumina using empirical and first principles calculations combined with supporting experiments. Faculty of Science. Department of Applied Physics and Department of Applied Chemistry. Curtin University of Technology.
[2] Beavogui, M. C., Balmaev, B. G., Kaba, O. B., Konaté, A. A., & Loginova, I. V. (2022, January). Bauxite enrichment process (Bayer process): Bauxite cases from Sangaredi (Guinea) and Sierra Leone. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2456, No. 1, p. 020003). AIP Publishing LLC.
[3] Grim, R. E., 1968. Clay mineralogy. McGraw-Hill, Inc, New York, 596p.
[4] Gajam, S. Y., & Raghavan, S. (1985). KINETIC MODEL FOR HYDROCHLORIC ACID LEACHING OF KAOLINITE. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section C: Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 94, 115-120.
[5] Al-Ajeel, A. W. A., & Al-Sindy, S. I. (2006). Alumina recovery from Iraqi kaolinitic clay by

hydrochloric acid route. Iraqi bulletin of Geology and Mining, 2(1), 67-76.
[6] Hosseini, S. A., Niaei, A., & Salari, D. (2011). Production of γ - Al_2O_3 from Kaolin. Open Journal of Physical Chemistry, 1(2), 23-27.
[7] Hoffman, J. I., Leslie, R. T., Caul, H. J., Clark, L. J., & Hoffman, J. D. (1946). Development of a hydrochloric acid process for the production of alumina from clay. J. Research Natl. Bur. Standards, 37, 409-28.
[8] Hulbert, S.F. and Huff, D.E. 1970 " Kinetics of alumina removal from a calcined kaolin with nitric , sulphuric and hydrochloric acids," Clay Minerals ,8,pp.337-342.
[9] Peters, F. A., Kirby, R. C., & Highbie, K. B. (1967). Methods for producing alumina from clay—an evaluation. JOM, 19(10), 26-34.
[10] Gajam, S. Y., & Raghavan, S. (1985). KINETIC MODEL FOR HYDROCHLORIC ACID LEACHING OF KAOLINITE. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section C: Mineral Processing and Extractive Metallurgy, 94, 115-120.

- [11] Raahauge, B. E. (2022). Production of Smelter Grade Alumina (SGA) by Calcination. In *Smelter Grade Alumina from Bauxite* (pp. 505-576). Springer, Cham.
- [12] Al-Ajeel, A. W. A., & Al-Sindy, S. I. (2006). Alumina recovery from Iraqi kaolinitic clay by hydrochloric acid route. *Iraqi bulletin of Geology and Mining*, 2(1), 67-76.
- [13] Hammodi, N. A., & Abdulla, S. Z. (1987). Possibility of extraction of alumina and alum from the coloured kaolin of Wadi Al-Nijili. *GEOSURV*, int. rep, (1568).
- [14] Hosseini, S. A., Niaei, A., & Salari, D. (2011). Production of γ -Al₂O₃ from Kaolin. *Open Journal of Physical Chemistry*, 1(2), 23-27.
- [15] Ibrahim, K. M., Moumani, M. K., & Mohammad, S. K. (2018). Extraction of γ -alumina from low-cost kaolin. *Resources*, 7(4), 63.
- [16] Mattei, C. J. (1993). Advanced alumina: a manufacturing medium for microwave oscillators and amplifiers. *Microwave Journal*, 36(2), 64-70.
- [17] Tamar-Agha, M. Y., Mahdi, M. A., & Ibrahim, A. A. (2019). THE KAOLIN CLAY DEPOSITS IN THE WESTERN DESERT OF IRAQ: AN OVERVIEW. *Iraqi Bulletin of Geology and Mining*, (8), 147-173.
- [18] Ctyroky, P., & Karim, S. A. (1971). Stratigraphy and paleontology of the Umm er Radhuma Formation in the Akashat phosphate deposit, Ga'Ara area, W. Iraq. *Iraq Geol. Soc. Jour.*, 4, 59-72.
- [19] Mohammed, A. A., Yunus, N. M., Hezmi, M. A., Rashid, A. S. A., Jusoh, S. N., & Arliansyah, J. (2022). Effect of voids in kaolin stabilised by ground granulated blast furnaces slag mixtures. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 971, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- [20] Muhammad Qasim Bassam. (2014). Effect of adding alumina on some physical properties of high-melting porcelain prepared from Kaolin Dweikhla, Erma glass sand and potassium feldspar using the practical method. *Diyala Journal of Engineering Sciences*, 7(4), 20-26. <https://doi.org/10.24237/djes.2014.07411>.
- [21] Al-Mallah, Ahed Younis, 1999, Applications of the introduction of some organic and inorganic compounds in the mineral kaolinite to the economic kaolin clays (Permocarbon and Jurassic) in the Western Desert - Iraq, PhD thesis, unpublished, College of Science - University of Mosul, 216 p.
- [22] The Clay Minerals Society, 2019. Source Clay Physical / Chemical Data. http://www.clay.org/sourceclays_data.html. (accessed on 19 September 2022).
- [23] Campaña, I., Wynn, J. G., Iglesias-Cibanal, J., Benito-Calvo, A., Álvaro-Gallo, A., Bermejo, L., ... & de Castro, J. B. (2022). Assessing the influence of isotopic composition of water on that of clay minerals during chemical treatments. *Applied Clay Science*, 222, 106495.
- [24] KaoliniteMineralData.Avaliableonline:<http://www.webmineral.com/data/Kaolinite.shtml#W1CcIfZuLIU> (accessed on 19 September 2022).
- [25] Marquart, R. G., Katsnelson, I., Milne, G. W. A., Heller, S. R., Johnson, G. G., & Jenkins, R. (1979). A search-match system for X-ray powder diffraction data. *Journal of applied crystallography*, 12(6), 629-634.
- [26] Kianinia, Y., Darban, A. K., Taheri-Nassaj, E., Rahnama, B., & Foroutan, A. (2015). SYNTHESIS OF NANO SIZED MESOPOROUS γ -Al₂O₃ POWDER FROM DOMESTIC HAMEDAN KAOLIN. *Iranian Journal of Materials Science and Engineering*, 12(1), 59-65.

Preparation of γ - Alumina from Iraqi kaolin

Abstract

The current study included the use of Iraqi economic kaolin clay in the Dwaikhla region / Western Desert (Permo-Carboniferous) in preparation of alumina of the type (γ) at the laboratory level, this is after studying mineral components and chemical content of kaolin clays using X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) technology, as it turned out that these clays consist mainly of the minerals kaolinite and quartz.

The kaolin clay content of aluminum oxide Al₂O₃, silicon oxide SiO₂, iron oxide Fe₂O₃, and titanium oxide TiO₂ was: (32.77%), (55.07%), (1.57%), (2.1%) respectively.

The process of extracting alumina (Al₂O₃) included two stages: In the first stage: Selected samples of kaolin clays were burned at different temperatures (550 C°-800 C°) with a percentage of sodium chloride to determine the optimum temperatures from which it is possible to obtain the highest extraction rate of alumina. The second phase: The chelation process was carried out using sulfuric acid H₂SO₄ and then hydrochloric acid HCl to isolate alumina and remove iron, titanium, and silica oxides from kaolin clays. The optimum conditions for chelation were established from a temperature of 140°C, a time of 3h45min, and a concentration of sulfuric acid H₂SO₄ (40 w%) relying on reference sources. The results showed that the purity of the alumina produced after smelting and burning at (600 C°) is (78.40%), which is suitable for production of aluminum metal. Therefore, this method is practical and possible to extract alumina from burnt kaolin. Diagnostics of fine crystalline alumina (γ -Al₂O₃) using X-ray diffraction (XRD) technique.