دراسة كيميائية تحليلية لمختلف الأيونات السالبة في بعضي خامات الفوسفات في كل من الأردن والجزائر وسورية

تاريخ الإستلام 2007/06/09 – تاريخ القبول 2008/06/07

BOUZIANE.H
ZEGHDAOUI .A

Laboratoire N. Corps et Structures de la Matière
Ecole Normale Supérieure, B.P. 92
Vieux-Kouba – Alger
Moufak SHAKHASHIRO; Faculté des Sciences, Université de Damas, DAMAS – SYRIE

ملخص

أجرينا دراسة كيميائية مقارنة لمختلف طرائق تحليل الشوارد السالبة في عدد من خامات الفوسفات العربية في سورية والأردن والجزائر. وقد وجدنا أن طريقة المعايرة الحجمية للكشف عن الفلور بواسطة نترات الثوريوم تعد طريقة مثلى بالمقارنة مع الطرائق الأخرى المتبعة، وأن التكليس أو الغسيل لا يخلص الفوسفات من عنصر الفلور في حين يُنقص نسبة عنصر الكلور بشكل واضح. ولاحظنا أن طريقة المعايرة الحجمية لتحديد الكلور بواسطة محلول سلفوسيانيد الامونيوم أكثر دقة من طريقة قياس العكر (التوربيدومترية).

وكذلك فإن نسبة P_2O_5 تزداد في العينات الفوسفاتية المكلسة والمغسولة بالمقارنة مع العينات التي أجريت لها عمليات تركيز أولية، كما أن الطريقة اللونية لتحديد P_2O_5 في الفوسفات أكثر دقة من الطريقة الوزنية وأسرع إجراءًا، وكذلك فإن نسبة CO_2 و SO_3 تنخفضان بشكل ملحوظ في العينات المكلسة

الكلمات المفتاحية: العديد خامات الفوسفات، الفوسفات المكلّسة، نسبة P_2O_5

Résumé

Notre étude comparative concerne les diverses analyses chimiques des ions négatifs qui se trouvent dans le minerai du phosphate extrait en Jordanie, en Algérie et en Syrie.
Les résultats de l'expérience ont révélé que l'analyse volumétrique est le meilleur moyen pour déceler la présence du fluor. Au moyen du nitrate de thorium ; et que la calcination et le lavage ne débarrassent pas le phosphate de l'élément fluor mais diminuent la concentration du minerai en chlore.

Par ailleurs, nous avons remarqué que le pourcentage du P_2O_5 augmente dans les spécimens de phosphate calcinés ou lavés, et que la méthode colorimétrique, utilisée pour déterminer le P_2O_5 dans le phosphate, se révèle être plus précise et plus rapide que celle fondée sur la pesée.
De même, nous nous sommes rendu compte que le procédé le plus simple et le plus exact pour mesurer la concentration en CO_2 dans le phosphate se base sur l'analyse volumétrique du CO_2 dégagé.

Mots clés *:* Minerai du phosphate, Phosphate calcinés, Pourcentage du P_2O_5

Abstract

In this work, chemical analysis of different anions that are found in phosphate minerals, extracted from Jordanian, Algerian and Syrian rocks have been carried out.
The experiment results found that volumetric analysis is convenient to detect the presence of fluorine by means of thorium nitrate and the process of calcinating and washing can not eliminate phosphate from fluorine element, but decreases the concentration of chlorine in mineral.

On the otherhand, the results have also showed that the percentage of P_2O_5 increases in calcinated and washed phosphate sample. Colorimetric method was found to be precise and simpler than based on weighing method and can determine the concentrate of CO_2 in phosphate.

Key words: Phosphate Minerals, Calcinated Phosphate,Percentage of P_2O_5

© جامعة منتوري قسنطينة, الجزائر, 2008

المقدمة

يوجد خام الفوسفات في أغلب مناطق العالم، وينتجه عدد كبير من الدول بكميات متفاوتة، ولكن هذا التواجد لا يكون اقتصاديًا في أغلب الأحيان ولا يمكن استغلاله لتدنّي نوعيته من ناحية، وقلة الكمية أو عمقها تحت سطح الأرض من ناحية أخرى (1، 6، 10).

تستهلك صناعة حمض الفوسفور والأسمدة الفوسفاتية الجزء الأكبر من خامات الفوسفات في العالم، ويتم استهلاك الجزء الباقي في مجالات مختلفة مثل صناعة المنظفات الكيميائية والأغلاف الحيوانية والمبيدات الحشرية.

بالإضافة إلى ذلك هناك مجالات عديدة أخرى لاستخدام الخامات الفوسفاتية قد يزيد التقدم التكنولوجي من أهميتها كإنتاج اليورانيوم مثلا من صخور الفوسفات (1، 2، 9).

وتعدّ عمليات التحليل الكيميائي للفوسفات أساسًا لجميع مراحل استثمارها من المنجم وحتى الاستهلاك مرورًا بالتنقيب ومعالجة الخام وتصنيعه، وعلى أساس هذه التحاليل يتم تثمين أهمية الفوسفات ومنتجاته الصناعية.

2 – أهمية البحث وأهدافه:

يتم تقسيم التحاليل الكيميائية لخام الفوسفات إلى طرائق لتحليل الأيونات الموجبة وطرائق أخرى لتحليل الأيونات السالبة، وتوجد هذه الأيونات بنسب متفاوتة في خام الفوسفات، ولها تأثير كبير على الركاز الفوسفاتي والمنتجات الفوسفاتية المختلفة (8، 17، 18).

وقد اتجه اهتمامنا في هذه الدراسة إلى تحليل خام الفوسفات الطبيعية وتعيين نسبة الأيونات السالبة في عدد من خامات الفوسفات العربية المختلف، لذلك أجرينا مقارنة لمختلف طرائق التحليل المتبعة في كل من سورية والجزائر والأردن.

3 – القسم العملي:

أ – طريقة العمل:

العينات المأخوذة هي عيّنات مطحونة ومنخولة إلى 100 ميكرون، وقد تم تجفيف هذه العينات في الدرجة $100\pm5°$م، ثم تم تبريدها في جهاز أسطواني هذه النماذج تحفظ لإجراء مختلف التحاليل.

أما طرائق التحليل المختارة في هذا البحث والمطبقة في أغلب البلاد العربية مأخوذة من نشرات موضوعة من قبل:

1 – مركز الدراسات والبحوث الفوسفاتية المعدنية (CERPHOS)*

2 – الجمعية الفرنسية للمواصفات والمقاييس (AFNOR)**

3 – جمعية كيميائيي فوسفات فلوريدا (AFPC)***

لقد درسنا الأيونات السالبة التالية : F^-، Cl^-، PO_4^{3-}، CO_3^{3-}، SO_4^{2-} على صورة : F، Cl، P_2O_5، CO_2، SO_3 في عدد من خامات الفوسفات العربية المختلفة، حيث اعتمدنا في مختبر الدراسات العليا بكلية العلوم في جامعة دمشق طرائق التحليل التي تستخدمها الشركة العامة للفوسفات والمناجم في سورية وذلك للكشف عن الأيونات السالبة السابقة في الفوسفات الطبيعية السورية والجزائرية والأردنية وهذه الطرائق المعتمدة في سورية هي: (10، 12).

1 – طريقة المعايرة الحجمية للكشف عن الفلور بواسطة محلول نترات الثوريوم.

2 – طريقة المعايرة الحجمية للكشف عن الكلور بواسطة محلول سلفوسيانيد الأمونيوم.

3 – طريقة المعايرة الوزنية لترسيب فوسفومولبدات الكينولين للكشف عن P_2O_5 وذلك عند إضافة مزيج من (HNO_3) و (HCl) إلى عينة من خام الفوسفات.

4 – طريقة الامتصاص لتعيين نسبة CO_2 في الخام، وتتلخص هذه الطريقة في الآتي:

- جهاز نور لقياس القلوية، يحتوي رأس الأنبوب على الأسكاريت أو كلس صودي لإزالة CO_2 من الهواء داخل الجهاز.
- زجاجة غسيل تحتوي على مزيج من (H_2CrO_4) و (H_2SO_4).
- زجاجة امتصاص تحتوي على (P_2O_5) أو عامل تجفيف آخر مناسب.
- زجاجة امتصاص (نموذج Felming) أو ما شابهها قسمها الأسفل مملوء بالأسكاريت لامتصاص CO_2 وقسمها العلوي يحتوي على (P_2O_5) أو أية مادة تجفيف أخرى مناسبة.

5 – طريقة ترسيب الكبريتات لتعيين SO_3 بواسطة محلول ($BaCl_2$).

أما في مختبرات المؤسسة الوطنية للحديد والفوسفات بمنجم جبل العنق بالجزائر فقد اعتمدنا طرائق التحليل التي تتبناها المؤسسة المذكورة. وبواسطة هذه الطرائق المتبعة في الجزائر، قمنا بتعيين الأيونات السالبة في خام الفوسفات الطبيعية السورية والجزائرية والأردنية: (2، 7، 8، 17).

1 – الطريقة اللونية باستعمال مقياس الطيف الضوئي للكشف عن الفلور حيث يتشكل مركب ثلاثي أزرق بنفسجي بين أيونات الفلور ومعقد الأليزارين مع نترقات السيريوم في وسط مائي أسيتوني.

2 – طريقة المعايرة لتحديد نسبة العكر لتعيين الكلور حيث يتشكل كلور الفضة النشادري بالتحميض وترسيب كلور الفضة.

3 – الطريقة اللونية باستعمال الطيف الضوئي للكشف عن P_2O_5 في الفوسفات الطبيعية حيث يتشكل معقد فوسفوفانادو المولبدات ذو اللون الأصفر $(NH_4)_3PO_4.NH_4VO_{3.16}MoO_3$، ويحدد الامتصاص الضوئي عند طول موجة 430 نانومتر، وفي هذه الطريقة يتم

---

* Centre d'Etude et de Recherches des Phosphates Minéraux.

** Association Française et Normalisation.

*** Association of Florida Phosphate Chemists.

مزج فانادو مولبدات الأمونيوم $(NH_4)_3\left(VO_4(MoO_3)_{12}\right)$ وبنسب متساوية مع المحاليل التالية:

أ – محلول A:

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

ب – محلول B:

$$4NH_4VO_3 + HNO_3 + 4H_2O \xrightarrow{2} (NH_4)_3VO_4 + NH_4NO_3 + 3H_3VO_4$$

ج – محلول C:

$$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O \longrightarrow 3MoO_4(NH_4)_2 + 4H_2MoO_4$$

4 – طريقة قياس انطلاق الغازات لتعيين نسبة CO_2 في الفوسفات الطبيعية وذلك عند إضافة (HCl) إلى عيّنة من خام الفوسفات في إناء مغلق ثم قياس غاز CO_2 المنطلق.

5 – طريقة ترسيب الكبريتات لتعيين SO_3 بواسطة محلول $(BaCl_2)$.

أما في الأردن فقد تم في شركة مناجم الفوسفات الأردنية تطوير بعض طرائق التحليل المعتمدة أساسًا من قبل جمعية كيميائيي فوسفات فلوريدا (2، 12)، والطرائق المتبعة في الأردن لتعيين نسب الأيونات السالبة في الفوسفات الطبيعية هي التالية: (3، 7، 8، 13، 14، 15).

1 – طريقة إلكترود انتقاء الأيون للكشف عن نسبة الفلور في خام الفوسفات واستعضنا عن هذه الطريقة بطريقة المعايرة الحجمية بواسطة محلول نترات الثوريوم لعدم توفر الأجهزة اللازمة بمختبر الدراسات العليا في كلية العلوم.

2 – طريقة المشعر المختلط لتعيين الكلور في الفوسفات الطبيعية، لدى معايرة أيون الكلور بأيون الزئبق وفق التفاعل التالي:

$$2Cl^- + Hg^{2+} \longrightarrow HgCl_2$$

ويتم الكشف عن نقطة انتهاء المعايرة بالمشعر المختلط لثنائي فنيل الكربازون $(C_{13}H_{12}N_45)$ وأزرق البروموفينول $(C_{19}H_{10}Br_4O_5S)$، ففي نقطة التكافؤ ينقلب لون المحلول من أصفر إلى أزرق بنفسجي وتكون نقطة النهاية في مجال الـ pH بين (3 – 8).

3 – طريقة المعايرة الوزنية لتعيين نسبة (P_2O_5) في الفوسفات الطبيعية حيث يتم في هذه الطريقة ترسيب أيونات الفوسفات بوجود الكينولين والمولبدات على شكل فوسفومولبدات الكينولين: $\left((C_6H_7N).3H_3PO_4.36MO_3\right)$، يجفف هذا الراسب في الدرجة 250°م ثم يبرد ويوزن، تمتاز هذه الطريقة بشكل رئيسي بثبات تركيب الراسب وانحلاليته الضئيلة جدًا. هذه الطريقة تمتاز بأنها أفضل دقة من الطريقة اللونية المتبعة في الجزائر لكنها طويلة الخطوات.

الجدول رقم 1: نتائج التحليل الكيميائي لتعيين النسبة المئوية للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في سورية.

4 – لتعيين نسبة CO_2 في خام الفوسفات تتبع طريقة حساب الفرق في الفقد بالحرارة في كل من درجتي الحرارة 550°م و 900°م.

5 – طريقة ترسيب الكبريتات لتعيين SO_3 بواسطة محلول $(BaCl_2)$.

ب – النتائج:

لقد قمنا بتحليل ست عينات مختلفة من الفوسفات الطبيعية لثلاثة أقطار عربية، وقمنا بعشر تجارب لكل عينة، والعينات المأخوذة: (1، 13).

1 – عينة خنيفس:

يجري تركيز الفوسفات حاليًا بمنجم خنيفس حسب وحدة التركيز النمساوية بدءًا بعملية غربلة أولية ثم تكسير ثم غربلة نهائية حيث الركاز الفوسفاتي يكون قطر حبيباته من 5 مم.

2 – عينة الشرقية:

تقتصر عمليات التركيز في مناجم الشرقية (أ) والشرقية (ب) على غربلة ثم تكسير ثم غربلة ناعمة، وجميع هذه العمليات لا يستخدم فيها الماء (تركيز جاف).

3 – عينة الفوسفات المكلسة:

يتم حرق جزء من خام الفوسفات الطبيعية بمناجم جبل العنق بالجزائر في أفران دوارة بدرجة حرارة 950°م لإزالة الشوائب العضوية وغاز CO_2.

4 – عينة الفوسفات المنقاة:

أما الجزء الباقي من خام الفوسفات الطبيعية في مناجم جبل العنق تشحن بالسيارات إلى وحدات للتركيز حيث يتم التكسير والغربلة ثم تنقل إلى محامص دوارة للتجفيف وخفض الرطوبة.

5 – عينة فوسفات مركز بالغسيل:

تتم عملية غسيل خام الفوسفات الطبيعية بالماء في منجمي الحسا والوادي الأبيض بالأردن وذلك بسبب وجود مواد طينية، حيث ينقل خام الفوسفات إلى أجهزة رفع النسبة، وتتم المعالجة باستخدام أجهزة الخلط ثم الغربلة المائية لفصل الحبيبات التي حجمها أكبر من 4 مم.

6 – عينة فوسفات غربلة وتجفيف:

تتم طريقة التكسير والغربلة في معالجة الفوسفات الطبيعية ذي النوعية العالية في منجمي الحسا والوادي الأبيض بالأردن، حيث بعد عمليتي التكسير والغربلة تفصل الحبيبات الخشنة وينقل الباقي بواسطة أقشطة مطاطية إلى محامص دوارة للتجفيف.

وبأخذ القيم الوسطية لهذه التجارب، حصلنا على النتائج التالية:

الجدول رقم 1: نتائج التحليل الكيميائي لتعيين النسبة المئوية للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في سورية.

نوع الفوسفات	**الفوسفات السورية**		***الفوسفات الجزائرية***		**الفوسفات الأردنية**	
الأيونات السالبة معبرًا عنها بالذرات أو الجزيئات المقابلة	عينة خنيفس	عينة الشرقية	العينة المكلسة	العينة المنقاة	عينة مركزة بالغسيل	عينة غربلة وتجفيف
F	3,32	3,04	3,99	3,51	3,90	3,70
Cl	0,155	0,132	0,013	0,112	0,037	0,114
P_2O_5	31,58	28,91	33,43	29,50	33,79	31,47
CO_2	4,85	5, 65	2,32	7,24	4,10	4,76
SO_3	0,92	1,73	1,21	2,67	1,15	1,01

الجدول رقم 2: نتائج التحليل الكيميائي لتعيين النسبة المئوية للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في الجزائر.

نوع الفوسفات	**الفوسفات السورية**		***الفوسفات الجزائرية***		**الفوسفات الأردنية**	
الأيونات السالبة معبرًا عنها بالذرات أو الجزيئات المقابلة	عينة خنيفس	عينة الشرقية	العينة المكلسة	العينة المنقاة	عينة مركزة بالغسيل	عينة غربلة وتجفيف
F	3,22	3,10	3,85	3,58	3,90	3,76
Cl	0,151	0,132	0,014	0,117	0,025	0,136
P_2O_5	32,24	28,85	34,44	29,27	33,69	31,55
CO_2	4,85	5, 65	2,32	7,24	4,10	4,76
SO_3	0,976	1,73	1,16	2,485	1,25	1,147

الجدول رقم 3: نتائج التحليل الكيميائي لتعيين النسبة المئوية للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في الأردن.

نوع الفوسفات	**الفوسفات السورية**		***الفوسفات الجزائرية***		**الفوسفات الأردنية**	
الأيونات السالبة معبرًا عنها بالذرات أو الجزيئات المقابلة	عينة خنيفس	عينة الشرقية	العينة المكلسة	العينة المنقاة	عينة مركزة بالغسيل	عينة غربلة وتجفيف
F	3,38	3,10	3,90	3,38	4,03	3,64
Cl	0,148	0,118	0,015	0,141	0,026	0,136
P_2O_5	32,27	29,27	33,61	28,79	33,84	31,75
CO_2	4,85	5, 65	2,32	7,24	4,10	4,76
SO_3	0,98	1,84	2,09	3,14	1,20	1,05

الجدول رقم 4: نتائج حساب الانحراف المعياري (S) والانحراف النسبي المئوي (Sr) للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في سورية.

نوع الفوسفات	الفوسفات السورية				*الفوسفات الجزائرية*				الفوسفات الأردنية			
الأيونات السالبة	عينة خنيفس		عينة الشرقية		العينة المكلسة		العينة المنقاة		عينة مركزة بالغسيل		عينة غربلة وتجفيف	
	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr
F	0,04	1,2	0,08	2,6	0,04	1,2	0,05	1,5	0,23	6,0	0,10	2,7
Cl	0,018	11,6	0,01	8,0	0,001	7,7	0,004	3,5	0,007	9,8	0,01	9,9
P_2O_5	0,57	1,8	0,20	0,7	0,31	0,9	0,38	1,3	0,23	0,6	0,24	0,7
CO_2	0,16	3,4	0,13	2,3	0,15	6,7	0,43	5,9	0,11	2,8	0,10	2,1
SO_3	0,05	6,15	0,07	7,66	0,12	9,9	0,17	6,4	0,08	7,2	0,07	6,9

الجدول رقم 5: نتائج حساب الانحراف المعياري (S) والانحراف النسبي المئوي (Sr) للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في الجزائر.

نوع الفوسفات	الفوسفات السورية				*الفوسفات الجزائرية*				الفوسفات الأردنية			
الأيونات السالبة	عينة خنيفس		عينة الشرقية		العينة المكلسة		العينة المنقاة		عينة مركزة بالغسيل		عينة غربلة وتجفيف	
	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr
F	0,12	3,8	0,10	3,2	0,10	2,5	0,22	6,3	0,13	3,4	0,17	4,5
Cl	0,017	11,2	0,01	7,5	0,013	9,5	0,002	13,7	0,003	13,3	0,12	8,8
P_2O_5	0,08	0,24	0,13	0,46	0,10	0,28	0,05	0,19	0,09	0,26	0,11	0,34
CO_2	0,05	0,95	0,13	2,21	0,04	0,87	0,08	1,04	0,12	3,38	0,10	2,24
SO_3	0,07	7,70	0,28	16,3	0,11	9,7	0,10	4,23	0,04	3,46	0,02	1,94

الجدول رقم 6: نتائج حساب الانحراف المعياري (S) والانحراف النسبي المئوي (Sr) للأيونات السالبة في خامات الفوسفات العربية المختلفة وفق طرائق التحليل المتبعة في الأردن

.

نوع الفوسفات	الفوسفات السورية				*الفوسفات الجزائرية*				الفوسفات الأردنية			
الأيونات السالبة	عينة خنيفس		عينة الشرقية		العينة المكلسة		العينة المنقاة		عينة مركزة بالغسيل		عينة غربلة وتجفيف	
	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr	S	%Sr
F	0,09	2,8	0,116	3,76	0,08	2,13	0,176	5,22	0,095	2,35	0,148	4,06
Cl	0,016	10,81	0,006	5,08	0,001	11,11	0,013	9,69	0,036	14,1	0,011	4,85
P_2O_5	0,17	0,53	0,17	0,59	0,138	0,41	0,21	0,74	0,198	0,58	0,183	0,57
CO_2	0,15	2,97	0,06	1,09	0,08	2,97	0,06	0,78	0,11	2,84	0,13	3,13
SO_3	0,045	4,54	0,13	7,06	0,06	3,03	0,08	2,59	0,03	2,77	0,05	4,89

– حساب الانحراف المعياري والانحراف النسبي المئوي:

تم حساب القيم الوسطية $(\overline{X})$ (Average Mean) باستخدام العلاقة التالية: (5، 17)

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

حيث n عدد التجارب، وكان عدد التجارب حسبت على أساسها القيم الوسطية $(\overline{X})$ هو عشرة تجارب.

أما الانحراف المعياري (S) (Standard Deviation) فيتم حسابه وفق العلاقة التالية:

$$S - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\overline{X} - X_i)^2}{n-1}}$$

والانحراف النسبي المئوي (Percent Relative Deviation) (SR %) يحسب باستخدام العلاقة التالية :

5-مناقشة النتائج:

يتم من النتائج المدونة في الجداول السابقة أن نسبة الأيونات السالبة في عدد من خامات الفوسفات العربية المختلفة متباينة عمومًا، بينما مردود طرائق التحاليل الكيميائية المتبعة في كل من سورية والجزائر والأردن لنفس العينة متقاربة، وبالتحديد لاحظنا ما يلي:

1 – وجدنا أن الفوسفات الجزائرية المكلسية والفوسفات الأردنية المغسولة تحتوي على نسب من الفلور أعلى مما هي عليه في الفوسفات السورية أو الفوسفات الجزائرية المنقاة أو الفوسفات الأردنية المعاجلة بالتكسير والغربلة مما يدل على أن الشوائب التي نتخلص منها بواسطة التكليس أو الغسيل لا تحتوي على عنصر الفلور.

نقترح طريقة المعايرة الحجمية للكشف عن الفلور بواسطة محلول نترات الثوريوم المتبعة في سورية كطريقة مثلى وذلك لتوفر أجهزتها وسرعة إنجاز التجربة مقارنة مع الطرائق الأخرى.

2 – بينما على العكس من ذلك، وجدنا أن النسبة المئوية للكلور تنخفض كثيرًا في الفوسفات المكلسة والمغسولة، نلاح مثلاً حسب طريقة التحليل المتبعة في سورية أن نسبة الكلور في عينة الفوسفات الجزائرية المنقاة والتي هي بحدود 0,112% تنخفض إلى 0,013% في الفوسفات الجزائرية المنقاة والتي هي بحدود 0,012% تنخفض إلى 0,013% في الفوسفات الجزائرية المكلسة، كذلك وجدنا نسبة الكلور في الفوسفات الأردنية المعالجة بالغربلة والتجفيف بحدود 0,114% تنخفض إلى 0,037% في الفوسفات الأردنية المعالجة بالغسيل مما يدل على أن الشوائب التي نتخلص منها بواسطة الكلسنة أو الغسيل تحتوي على كمية لا بأس بها من الكلور.

نلاحظ هنا عدم دقة طريقة تحديد نسبة العكر المتبعة في الجزائر لتعيين الكلور الأمر الذي يؤدي إلى إعطاء نتائج متباينة لنفس العينة، لأنه لا يمكن بدقة تحديد كمية كلور الفضة المترسبة، وهذا ما وجدناه فعلاً بالتجربة، لذلك نقترح طريقة المعايرة الحجمية للكشف عن الكلور بواسطة محلول سلفوسيانيد الأمونيوم المتبعة في سورية كطريقة عملية وأكثر موثوقية.

3 – يستخلص أيضًا من الدراسة التي قمنا بها لمختلف العينات ووفق طرائق التحليل، أن الفوسفات المكلسة والفوسفات المغسولة تمتاز بنسب مرتفعة نسبيًا من الفوسفات، في حين تبقى هذه النسب منخفضة في بقية العينات التي تتعرض فقط إلى عمليات تركيز أولية.

كذلك لاحظنا أن نسبة P_2O_5 في عينة الفوسفات المكلسة والمعينة وفق الطريقة اللونية المعتمدة بالجزائر أعلى قليلاً مما وجدناه وفق الطريقتين الوزنيتين المعتمدتين في كل من سورية والأردن. نقترح من جهة ثانية ومن خلال ملاحظتنا للعمل المخبري أن طريقة المعايرة الوزنية والمتبعة في كل من سورية والأردن بالرغم من أنها أكثر دقة من الطريقة اللونية لكنها طويلة الخطوات وبالتالي تستغرق وقتًا أطول، لذلك نقترح طريقة المعايرة الوزنية كطريقة مخبرية ممتازة وصالحة كأساس لقياس العينات المخبرية بينما تمتاز الطريقة اللونية بالسرعة في الإنجاز وبالتالي فهي صالحة للعينات المنجمية والعمل الروتيني اليومي.

4 – نرى أيضًا أن الفوسفات الجزائرية تحتوي على نسب من CO_2 أكبر مما هي عليه في الفوسفات الأردنية والسورية، وأن هذه النسبة تنخفض كثيرًا عند معاملة الفوسفات بالكلسنة وذلك بسبب تفكك الكالسيت والدولوميت وفق التفاعل التالي:

$$CaCO_2 \xrightarrow{\text{حرارة}} CaO + CO_2$$

كذلك وجدنا أن نسبة CO_2 لنفس العينة من خام الفوسفات بطريقة قياس الغازات المنطلقة المتبعة في الجزائر في الفوسفات السورية والجزائرية أعلى مما وجدناه باتباع الطريقتين المعتمدتين في كل من سورية والأردن.

نقترح هنا طريقة قياس حجم الغاز المنطلق المتبعة في الجزائر كطريقة مثلى لبساطتها وسهولة استخدامها لتعيين كمية CO_2 والكربونات الكلية على صورة كالسيت في خام الفوسفات الطبيعي.

كذلك لاحظنا أن نتائج SO_3 بطريقة ترسيب الكبريتات بمحلول كلور الباريوم متقاربة لأن الطريقة هي نفسها في الأقطار الثلاثة، غير أن نسبة SO_3 ترتفع قليلاً في الفوسفات الجزائرية المنقاة مقارنة مع الفوسفات المكلسة، هذا يعني أن نسبة لا بأس بها من الكبريتات تفقد من الخام أثناء عملية الكلسنة.

وفي نهاية هذا البحث، يجب أن ننوه بعمليتي الكلسنة والغسيل لمعالجة خام الفوسفات الطبيعية وذلك للحصول على أنواع من الركاز الفوسفاتي ذات تراكيز أعلى ومواصفات أفضل من تلك التي تتم معالجتها بالطرق الميكانيكية فقط.

وهذا ما لاحظناه في بقية العينات المدروسة التي تعاني من انخفاض في تركيز P_2O_5 الأمر الذي يؤثر سلبًا على الطاقة الإنتاجية لمصانع الأسمدة ونوعية منتجاتها.

المراجع

1 – الاتحاد العربي لمنتجي الأسمدة الكيميائية، 1983 – صناعة الأسمدة الكيميائية وخاماتها في الوطن العربي حتى عام 2002، الطبعة الأولى، الكويت، 615 صفحة.

2 – الحوراني فايز، 1984 – الأسواق الدولية والعربية لخامات الفوسفات، الطبعة الأولى، الشركة العربية للتعدين، عمان – الأردن – 109 صفحة.

3 – الخيمي انصلاح وزيزفون غدير، 1986 – تجارب في التحليل الكمي (الوزني والحجمي)، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة دمشق، 296 صفحة.

4 – ديب بديع، 1986 – الخصوبة وتغذية النبات، الطبعة الأولى، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة دمشق، 411 صفحة.

5 – رمضان عبد العزيز، 1982 – مبادئ التحليل الآلي، الطبعة الأولى، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، 265 صفحة.

6 – عويس عيسى، 1988 – لمحة موجزة عن تجهيز الفوسفات الخام، مجلة الأسمدة تصدر عن شركة مناجم الفوسفات الأردنية، عمّان – الأردن – السنة الخامسة، العدد 15، 39 – 40.

7 – شخاشيرو موفق وشيخ حسين عبد المجيد، 1982 – الكيمياء التحليلية العملية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة دمشق، 235 صفحة.

8 – شخاشيرو موفق وقدسي يحيى، 1982 – التحليل الآلي، الطبعة الأولى، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة دمشق، 296 صفحة.

9 – وُتي عبد الله، 1985 – الصناعات الكيميائية اللاعضوية، الطبعة الثانية، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب، 621 صفحة.

10 – ABBAS M., 1987 – Géochimie de l'Uranium des Phosphates de Palmyrides Centrales. Thèses Docteur es-Sciences, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 166 p.

11 – AGOUDJIL N, 1978 – Lixiviations Sulfurique, Nitrique et Chlorhydrique des Phosphates de Djebel Onk. Thèse Docteur de Troisième Cycle, Université d'Alger, ALGER, 104 p.

12 – Association of Florida Chemists, 1970 – Methods Used and Adopted, 5 ed., Bartow– Flordida, 166 p.

13 – FIRMENICH P. & Co. 1970 – Etude de l'évolution de l'industrie mondiale du phosphate, Institut Batelle, 1 ed., Genève, 125 p.

14 – GASTON CH., 1961 – Dosage Colorimétrique des éléments Minéraux (Principes et Méthodes). 1ed., Paris, 379 p.

15 – GASTON CH. 1974 – Chimie Analytique Quantitative (Méthodes Chimiques et Physico– Chimique). 6 ed., Paris.

16 – GASTON CH. 1983 – Les réactions Chimiques en Solution Aqueuses et Caractérisation des Ions. 7 ed., Paris.

17 – PETER A., 1975 – Méthodes d'Analyses du CERPHOS 1 ed., Aubervilliers, France, 125 p.

18 – SLANSKY M., 1980 – Géologie des Phosphates Sédimentaires. Mémoires du B.R.G.M. n°114, Paris, 92 p.