

معالجة المياه الملوثة بالنويدات المشعة طبيعية المنشأ (NORM)

في الصناعة النفطية (جنوب العراق)

د. يوسف محسن زاير البخات، حيدر كامل عيسى الحمداني ، حميد حربي خزعل

مديرية السلامة الإشعاعية والنوية/ وزارة العلوم والتكنولوجيا

الخلاصة:

تم استخدام اختبار الدفعة Batch Experiment لإزالة المواد المشعة طبيعية المنشأ (نظائر Ac-228, Pb-212, Bi-214, K-40) من المياه الملوثة الناتجة عن الصناعة النفطية (محطات عزل الغاز في حقل الرميلة الجنوبي/ محافظة البصرة) باستخدام مسحوق البنتونايت. أجريت عدة اختبارات في هذه التجربة لإزالة النظائر المشعة من المياه الملوثة بإضافة كميات مختلفة من البنتونايت الى المياه الملوثة، مع تثبيت بقية ظروف التجربة كزمن الخلط، الدالة الحامضية، حجم المحلول، سرعة الخلط. تم قياس تراكيز النظائر المشعة في المحلول قبل وبعد المعالجة باستخدام منظومة قياس أطياف أشعة كاما. اظهرت التجارب بأن كفاءة الإزالة للنظائر المشعة تصل الى 97.5 % باستخدام البنتونايت.

بينت النتائج المستحصلة من هذه الدراسة، إمكانية استخدام البنتونايت لتقليل تراكيز النظائر المشعة طبيعية المنشأ (NORM) من المياه الملوثة الناتجة عن الصناعة النفطية.

الكلمات الدالة: المواد المشعة طبيعية المنشأ، الصناعة النفطية، اختبار الدفعة، الامتزاز، البنتونايت، كفاءة الإزالة منظومة قياس اطياف اشعة كاما.

المقدمة:

تعد صناعة النفط والغاز إحدى الصناعات التي يتعرض العاملون فيها لخطر المواد المشعة طبيعية المنشأ (NORM) Natural Occurring Radioactive Material التي تتركز بفعل هذه الصناعة. حيث يرافق النفط المستخرج من باطن الأرض المواد المشعة الطبيعية لتترسب على الجدران الداخلية للأنايبب ومستودعات فصل النفط أو خزنها. تكون هذه الترسبات إما على شكل رواسب حرشفية أو وحل. ويعود تكون هذه الترسبات إلى عوامل فيزيائية (تغيرات في درجة الحرارة والضغط) وكيميائية خلال مراحل فصل السوائل (النفط والماء المرافق له) تؤدي إلى خفض انحلالية الأيونات لدى وصولها إلى سطح الأرض فتتبلور بذلك أملاح عديدة مثل كبريتات الباريوم والسترونتيوم. وبسبب تشابه الخواص الكيميائية للراديويم Ra والكالسيوم Ca والباريوم Ba والسترونتيوم Sr فإنها تترسب معا مكونة أملاح الكربونات أو الكبريتات المركبة التي تتراكم على هيئة رواسب في الأنايبب والمعدات فوق سطح الأرض. وتتأثر كمية الرواسب المتراكمة بعدة عوامل منها معدل الضخ، زمن وصول الماء المرافق أو المنتج من الحوض إلى السائل، بنية الحوض الجيولوجية، وطبيعة مياه الحقن. [1-3]

يحمل الماء المرافق لصناعة النفط والغاز النظائر المشعة مثل (الراديويم والكالسيوم والباريوم والسترونتيوم وغيرها من النظائر) التي لم تترسب في الأنايبب والخزانات على هيئة رواسب حرشفية، ولهذا فإن طرح هذه المياه إلى البيئة المحيطة يسبب تلوث للتربة. [2,3,8]

توجد المواد المشعة الطبيعية في أحواض تكون النفط والغاز، شأنها شأن العناصر المعدنية الأخرى بتراكيز متباينة، وتخرج هذه المواد مع سوائل الإنتاج خلال عمليات الاستخراج. [1,2]

يعد وجود المواد المشعة طبيعية المنشأ (NORM) في الرواسب الحرشفية وفي برك تجميع المياه المرافقة لصناعة النفط والغاز مشكلة صحية وبيئية إذا طرحت في البيئة دون معالجة. [1,3]

تتجاوز كمية هذه المياه في بعض الحالات كمية النفط المنتج، وتعد هذه المياه أكبر النفايات المشعة المتخلفة عن الصناعة النفطية حجما. يؤدي الطرح غير المضبوط لهذا النوع من النفايات إلى تلوث بيئي وبالتالي إلى تعرض إشعاعي لعموم الناس. [4,5]

مواد وطريقة العمل:

تحتوي نماذج الماء الملوث الناتجة من محطات عزل الغاز، على تراكيز من النويدات المشعة طبيعية المنشأ. تم استخدام مسحوق البننتونايت لغرض إزالة النويدات المشعة من هذه المياه، تم تطبيق اختبار الدفعة Batch Experiment عن طريق اضافة كمية معينة من المادة الممتازة (البننتونايت) إلى الماء الملوث. [6]

تم قياس تراكيز النويدات المشعة قبل وبعد إجراء عملية المعالجة بواسطة منظومة قياس أطياف أشعة كاما والمتكونة من كاشف الجرمانيوم عالية النقاوة HPGe بكفاءة % 40 لقمة نظير الكوبلت – 60 ذات طاقة 1.332 MeV وقدرة فصل مقدارها 1.75 keV، وان الكاشف محاط بدرع رصاصي لتقليل الخلفية الإشعاعية، وجرى تحليل أطياف كاما باستخدام البرنامج التحليلي Gennie 2000، تم تعيير وتحديد كفاءة المنظومة باستخدام مصدر قياسي متعدد الطاقات نوع (MGS -5 Canberra) على شكل وعاء مارنييلي بيكر. الشكل (1) يبين منظومة قياس اطياف اشعة كاما.

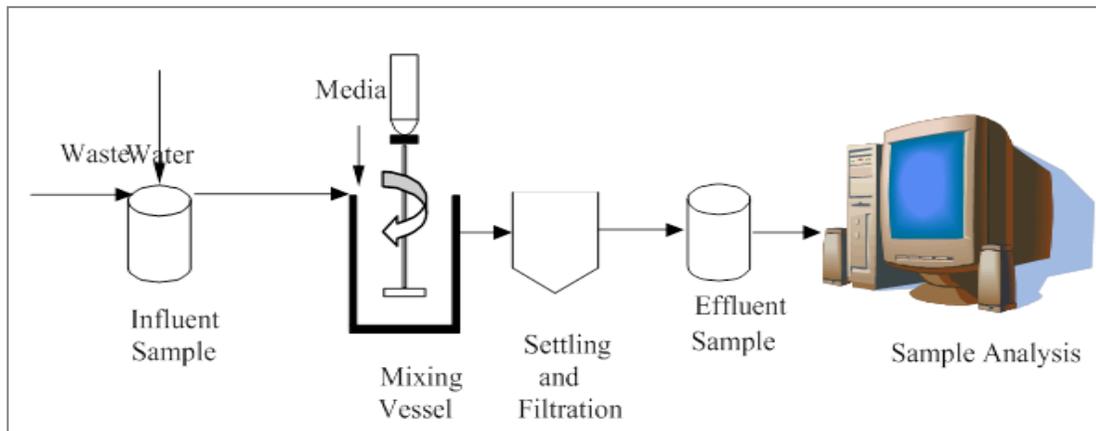


الشكل (1) منظومة قياس اطياف اشعة كاما.

تمت هذه التجربة بخلط مسحوق البننتونايت بشكل جرعات (2, 4, 6, 8, 10) غرام مع كل نموذج من المياه الملوثة بنظائر Ac-228, Pb-214, Bi-214, Pb-212, K-40 بتراكيز (29.9, 13.8, 15.3, 3.17, 35.3) بكرل/لتر

على التوالي، تم تقسيم النموذج الى خمسة نماذج، سعة النموذج (500) مل. خلط المحلول بزمن اتصال (contact time) قدره (15) دقيقة لكل قياس بواسطة الخلاط المغناطيسي (magnetic stirrer). [7,6].

تم استخدام ورق ترشيح من نوع (42 Whatman) لغرض فصل مسحوق البنتونايت (المستخدم في المعالجة) من المياه. تم قياس تراكيز النظائر (Ac-228, Pb-214, Bi-214, Pb-212, K-40) المتبقية في المياه (بعد المعالجة) بواسطة منظومة قياس اطياف اشعة كاما. المخطط رقم (1) يبين مراحل العمل لقياس تراكيز النظائر المشعة.



المخطط رقم (1) مراحل العمل لقياس تراكيز النظائر المشعة.

القياسات والنتائج:

تم احتساب كفاءة الإزالة (Removal Efficiency) باستخدام المعادلة رقم (1).

$$\text{Removal Efficiency (\%)} = \frac{C_i - C_o}{C_i} \times 100 \quad \dots \dots \dots (1)$$

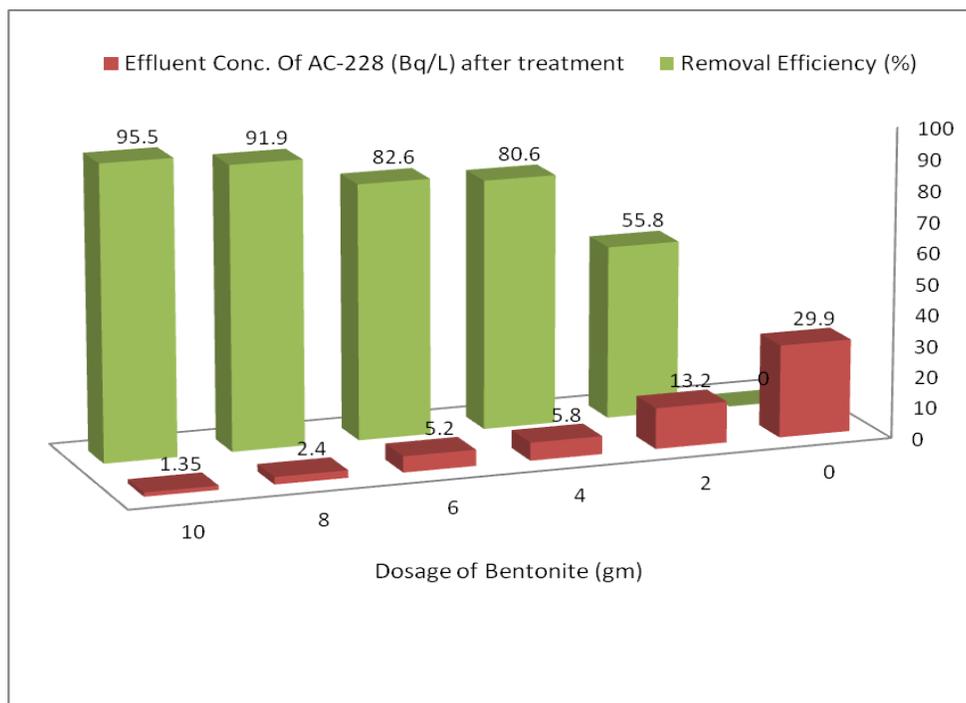
حيث C_i : التركيز الداخل (Bq/L)

C_o : التركيز الخارج (Bq/L)

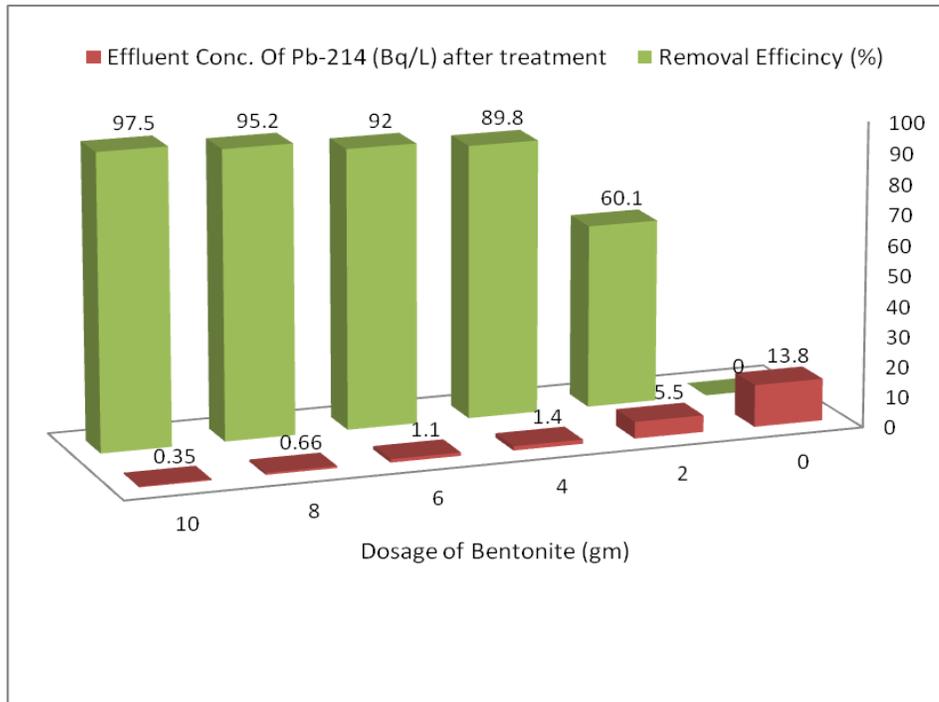
تم تغيير نسبة الصلب الى السائل (S/L) وذلك عن طريق تغيير جرعة مسحوق البنتونايت (2, 4, 6, 8, 10) غم مع تثبيت حجم النموذج (500) مل. [6]

مبدأ هذه الدراسة ارتكز على آلية امتزاز مسحوق البنتونايت للنويدات المشعة من الماء الملوث. [7]

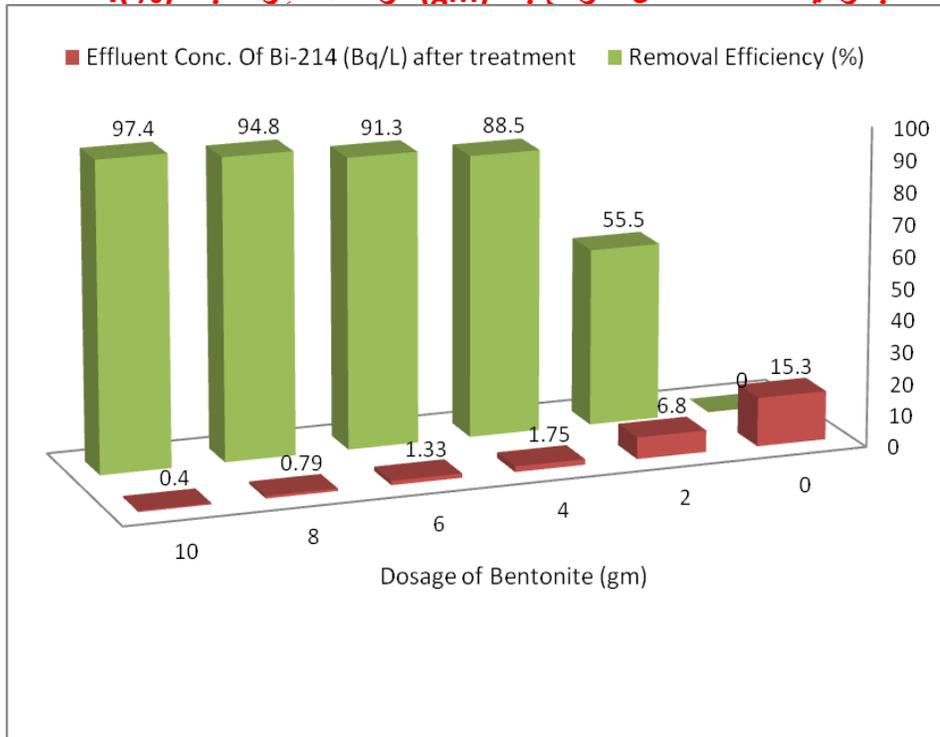
الأشكال (2-6) تبين تراكيز النظائر المشعة (Ac-228, Pb-214, Bi-214, Pb-212, K-40) على التوالي بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة, جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%), لكل نظير مشع.



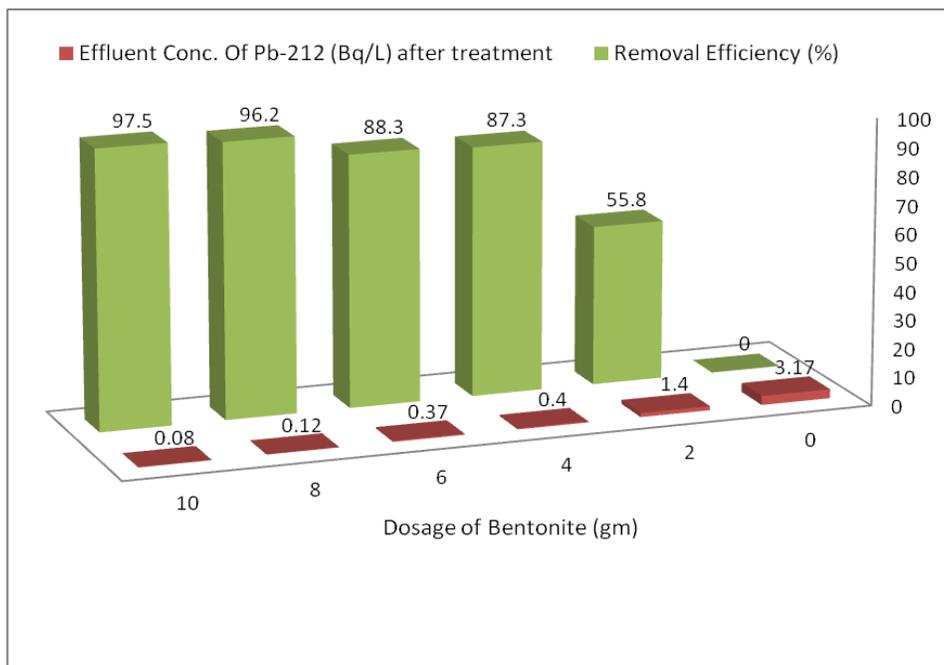
الشكل (2) تركيز Ac-228 بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة, جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%).



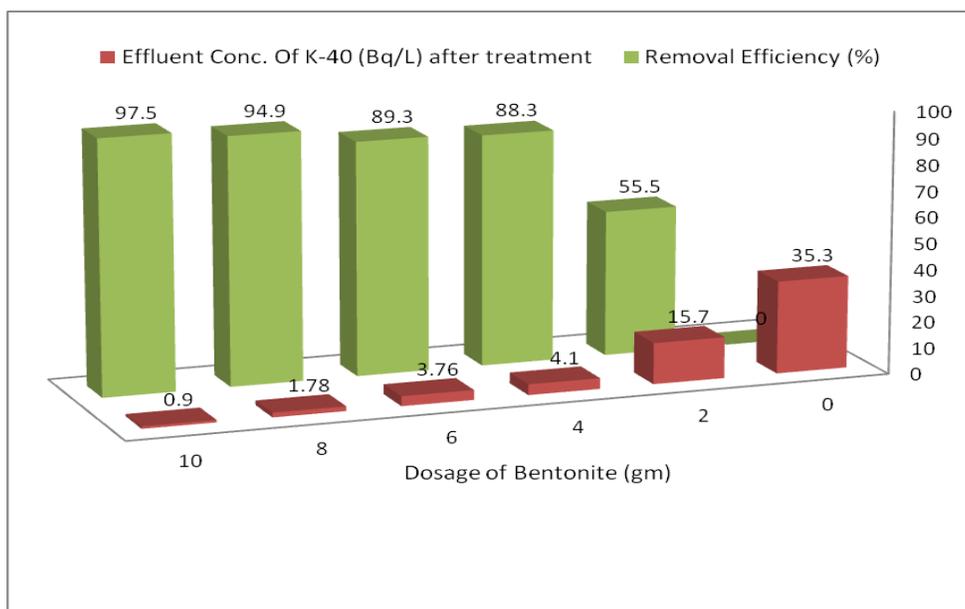
الشكل (3) تركيز Pb-214 بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة، جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%).



الشكل (4) تركيز Bi-214 بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة، جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%).



الشكل (5) تركيز Pb-212 بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة، جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%).



الشكل (6) تركيز K-40 بالـ (Bq/L) قبل وبعد المعالجة، جرعة البنتونايت المضافة لكل نموذج بالـ (gm)، وكفاءة الإزالة بالـ (%).

أظهرت النتائج إن أعلى كفاءة إزالة للنظائر المشعة (Ac-228, Pb-214, Bi-214, Pb-212, K-40) كانت (95.5, 97.5, 97.4, 97.5, 97.5) % على التوالي باستخدام مسحوق البنتونايت بمقدار جرعة (10) غم, وكما مبين في الجدول رقم (1).

الجدول (1) كفاءة الإزالة بالـ (%) لكل نظير مشع باستخدام مسحوق البنتونايت.

Before Treatment Influent Conc. (Bq/L)					Dosa ge of Bento nite (gm)	After Treatment Effluent Conc. (Bq/L)					Removal Efficiency (%)				
Ac 228	Pb 214	Bi 214	Pb 212	K 40		Ac 228	Pb 214	Bi 214	Pb 212	K 40	Ac 228	Pb 214	Bi 214	Pb 212	K 40
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	0	29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	0	0	0	0	0
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	2	13.2	5.5	6.8	1.4	15.7	55.8	60.1	55.5	55.8	55.5
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	4	5.8	1.4	1.75	0.4	4.1	80.6	89.8	88.5	87.3	88.3
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	6	5.2	1.1	1.33	0.37	3.76	82.6	92	91.3	88.3	89.3
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	8	2.4	0.66	0.79	0.12	1.78	91.9	95.2	94.8	96.2	94.9
29.9	13.8	15.3	3.17	35.3	10	1.35	0.35	0.4	0.08	0.9	95.5	97.5	97.4	97.5	97.5

المناقشة والاستنتاجات:

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجدوى الاقتصادية لإزالة النظائر المشعة Ac-228, Pb-214, Bi-214, من المياه المصاحبة للإنتاج النفطي وذلك عن طريق خلطها بمسحوق البنتونايت باستخدام اختبار الدفعة Batch Experiment.

بفضل استخدام مسحوق البنتونايت وبأعلى جرعة منه وهي 10 غم, تم خفض تركيز Ac-228 من 29.9 إلى 1.35 بكرل/لتر، Pb-214 من 13.8 إلى 0.35 بكرل/لتر، Bi-214 من 15.3 إلى 0.4 بكرل/لتر، Pb-212 من 3.17 إلى 0.08 بكرل/لتر، و K-40 من 35.3 إلى 0.9 بكرل/لتر.

ازدادت قابلية امتزاز مسحوق البنتونايت للنويدات المشعة بسبب المساحة السطحية الكبيرة التي امتلكها بفعل طحنه وجعله على شكل مسحوق.

وقد بينت النتائج المختبرية ما يلي:

1. إن أعلى كفاءة إزالة للنظائر المشعة الخمسة بعد المعالجة مع أعلى جرعة من مسحوق البنتونايت وهي (10) غم.
2. ازدادت كفاءة إزالة النويدات المشعة باستخدام اطيان البنتونايت, وذلك بسبب المساحة السطحية الأكبر التي اكتسبها بعد طحنه وتحويله الى مسحوق, مما جعل قابليته اعلى لامتزاز النويدات المشعة.
3. عملية ذات جدوى اقتصادية.
4. يعتبر البنتونايت من الأوساط الطبيعية وصديق للبيئة.
5. يعتبر البنتونايت ناجح جدا لازالة او تقليل تركيز النويدات المشعة.
6. يعتبر البنتونايت الذي استخدم في المعالجة كفضلات ولا يمكن اعادة استخدامه بسبب تشبعه بالنويدات المشعة، ويتم توصيفه اشعاعيا، ومن ثم يعالج للتخلص من النظائر المشعة قبل اطلاقه الى البيئة.

المصادر

1. د. محمد سعيد المصري، 2004، "الدليل الإرشادي في التعامل المأمون مع المواد المشعة الطبيعية في صناعة النفط والغاز"، هيئة الطاقة الذرية السورية – قسم الوقاية والأمان.
2. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003, "Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry", Safety Reports Series No. 34.
3. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003, "Extent of Environmental Contamination by Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) and Technological Options for Mitigation", Technical Reports Series No. 419.
4. د. محمد سعيد المصري، 2006، "تعيين الرواسب الحرفشية في الصناعة النفطية بتعيين المواد المشعة الطبيعية"، هيئة الطاقة الذرية السورية – قسم الوقاية والأمان.
5. د. محمد عماد بيرقدار، 2006، "تعيين الراديوم-226 في المياه العذبة باستخدام مطيافية ألفا"، هيئة الطاقة الذرية السورية – قسم الوقاية والأمان.
6. Al-Salihi, I. A. M, 1996, "The Removal of Multiorganic Pollutants From Water by Adsorption", M.Sc. Thesis, University of Technology.
7. Saad A. Al-Jilil, 2010, "Removal of Heavy Metals from Industrial Wastewater by Adsorption using Local Bentonite Clay and Roasted Date Pits in Saudi Arabia", National Center for Water Research, King Abdul-Aziz City for Science and Technology.
8. Yousif Muhsin Zayir AL-Bakhat, 2005, "Radiological Impact of Oil Industry In Iraq", Ph.D Thesis, University of Technology, Baghdad –Iraq.