



ARID Journals

**ARID International Journal for Science and Technology (AIJST)**

ISSN: 2662-009X

Journal home page: <http://arid.my/j/aijst>



## مَجَلَّةُ أُرَيْدُ الدَّوْلِيَّةُ لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا

العدد 8 ، المجلد 4 ، كانون الأول 2021 م

### **The Radiological Background Inside and Outside the Libyan Iron and Steel Company in Misurata City, Northwest of Libya**

Aly Y. Okasha<sup>\*1</sup>, Khalil I. Abozgia<sup>2</sup>, and Adel M. Bokail<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental, Faculty of Sciences, Asmarya Islamic University. & Libyan Center for Studies and Research of Environmental Science and Technology,

<sup>2</sup> Environment department, Industrial Protection Department, Libyan Iron and Steel Company

الخلفية الإشعاعية داخل وخارج محيط الشركة الليبية للحديد والصلب بمدينة مصراته، شمال غرب ليبيا

\*علي يوسف عكاشة<sup>(1)</sup>، خليل إبراهيم أبو زقية<sup>(2)</sup>، عادل محمد أبو كيل<sup>(2)</sup>

1- قسم علوم البيئة، كلية الموارد البحرية، الجامعة الأسمرية الإسلامية & المركز الليبي لدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة

2- قسم البيئة، إدارة الوقاية الصناعية، الشركة الليبية للحديد والصلب

[aly.okasha2002@gmail.com](mailto:aly.okasha2002@gmail.com) \*

[Arid.my/0001-1823](http://Arid.my/0001-1823)

<https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2021.488>

---

**ARTICLE INFO**

---

*Article history:*

Received 25/07/2021

Received in revised form 17/09/2021

Accepted 03/12/2021

Available online 15/12/2021

<https://doi.org/10.36772/arid.aijst.2021.488>

---

**Abstract**

Radioactive background is very important with regard to the exposure of the population to radiation, many countries of the world measure the rate of exposure caused by natural radiation for different purposes, where radioactive pollution represents an important problem as a result of the spread and the frequent use of radioactive materials in different applications, such as medicine, agriculture, industry, and others, and some industrial facilities in the city of Misurata like Libyan Iron Company use some techniques that depend on radioactive sources. In this study, over a whole year with its four seasons, the levels of radiation background were evaluated in the area surrounding the Libyan Iron and Steel Company in the Qasr Ahmed region in Misurata city and within the company's. It is measured for primary and secondary directions for a distance of 8 km.

The radiation levels outside and inside the company's perimeter were within the natural limits of the radiation background in the area, radiation levels do not differ between the monitoring points that were measured within the company's borders from those that were measured in the area surrounding the company. The radiation levels are not affected by the measurement season, and therefore that the obsession of radioactive contamination that some people have is unfounded and that the situation from this aspect is reassuring.

**Keywords:** Radiation background, Radiation Protection, Misurata city, Libya, Iron and Steel Company.

### الملخص:

يعد النشاط الإشعاعي الطبيعي أو ما يعرف بالخلفية الإشعاعية مهماً جداً فيما يخص تعرض السكان للإشعاع، تقوم كثير من دول العالم بقياس معدل التعرض الناجم عن الإشعاع الطبيعي لأغراض مختلفة، حيث يمثل التلوث الإشعاعي مشكلة مهمة ومعقدة نتيجة الانتشار وكثرة استخدام المواد ذات النشاط الإشعاعي في مجالات مختلفة ومتنوعة كالطب والزراعة والصناعة وغيرها، وتستخدم بعض المنشآت الصناعية في مدينة مصراته بعض التقنيات التي تعتمد على المصادر المشعة كما هو الحال في الشركة الليبية للحديد، وتم في هذه الدراسة على مدار عام كامل بمواسمه الأربع تقييم مستويات الخلفية الإشعاعية بالمنطقة المحيطة بالشركة الليبية للحديد والصلب بمنطقة قصر أحمد بمدينة مصراته وداخل محيط الشركة وفي جميع الاتجاهات الأصلية والفرعية ولمسافة 8 كم.

كانت مستويات الإشعاع بشكل عام في المنطقة خارج وداخل محيط الشركة ضمن الحدود الطبيعية للخلفية الإشعاعية في المنطقة، ونلاحظ من خلاله أن مستويات الإشعاع لا تختلف كثيراً بين نقاط المراقبة التي تم قياسها داخل حدود الشركة عن تلك التي تم قياسها في المنطقة المحيطة بالشركة كما أننا نلاحظ أن مستويات الإشعاع لا تتأثر بموسم القياس وبالتالي فإننا نرى أن هاجس التلوث الإشعاعي الذي ينتاب البعض لا أساس له وأن الوضع من هذا الجانب مطمئن.

**الكلمات المفتاحية:** الخلفية الإشعاعية، الحماية من الإشعاع، مدينة مصراته، ليبيا، شركة الحديد والصلب.

## 1. المقدمة

يعد النشاط الإشعاعي الطبيعي أو ما يعرف بالخلفية الإشعاعية مهمًا جدًا فيما يخص تعرض السكان للإشعاع، تقوم كثير من دول العالم بقياس معدل التعرض الناجم عن الإشعاع الطبيعي لأغراض مختلفة، منها اختيار مواقع المنشآت النووية وخطط الطوارئ لرصد أي حالة زيادة في النشاط الإشعاعي [1]. يمثل التلوث الإشعاعي مشكلة مهمة ومعقدة نتيجة الانتشار وكثرة استخدام المواد ذات النشاط الإشعاعي في مجالات مختلفة ومتنوعة كالطب والزراعة والصناعة وغيرها ويقصد بالتلوث الإشعاعي وجود تراكيز من النويدات المشعة لم تكن موجودة أصلا في بيئة معينة أي أعلى من الحد الطبيعي لها [2]، أما عن مصادر الإشعاع في البيئة فتكون إما طبيعية أو صناعية كتلك الناشئة عن دورة الوقود النووي ومخلفات الصناعة النووية، وينشأ الإشعاع الطبيعي (ويسمى أيضا إشعاع الخلفية الطبيعي) من مصدرين رئيسيين، هما: الإشعاع الكوني (الإشعاع الكوني أو الأشعة الكونية) والنويدات المشعة الأرضية، ويتم إنتاج النويدات المشعة الكونية من تفاعل الأشعة الكونية عالية الطاقة (المنبعثة من المصادر النجمية) مع نوى الذرات في الغلاف الجوي، ويبلغ متوسط الجرعة السنوية التي يتلقاها الأشخاص من هذه الإشعاعات هو 0.39 ملي سيفرت في السنة، وهي تختلف باختلاف الارتفاع وخط العرض. والنويدات المشعة الأرضية هي النويدات المشعة البدائية طويلة العمر والنويدات الموجودة على قشرة الأرض منذ نشأة الأرض، وتعتبر التربة أهم مصدر للنويدات المشعة الأرضية التي يختلف مستوى إشعاعها من مكان إلى آخر ويرتبط بالتركيب الجيولوجي للتربة وتكوينها. [3]، وحسب تقارير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري (UNSCEAR) فإن متوسط الجرعة السنوية التي يتلقاها البشر من الإشعاع المؤين المنبعث من الإشعاع الطبيعي والاصطناعي هو 2.8 ملي سيفرت منها 2.4 ملي سيفرت في السنة من المصادر الطبيعية و 0.4 ملي سيفرت/سنة ناتجة عن التعرض للإشعاعات الاصطناعية [4].

وفقا لتقارير المسوحات التي أجرتها منظمة الصحة العالمية (WHO) World Health Organization واللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) The international commission on radiological protection تبين أن مخاطر التعرض للإشعاعات الطبيعية تزداد خطورتها داخل المباني منها خارج المباني حيث يقضي الأفراد 80% من وقتهم داخل المباني سواء كانت منازل أو مدارس أو مكاتب عمل وغيرها، وهي ذات المعدلات الأعلى من مكافئ الجرعات السنوية من الإشعاع، وفقا للدراسة التي أجراها Masok وفريقه سنة 2015 حول معدل مكافئ الجرعة السنوية والتي ذكر فيها أن هذا المعدل داخل المباني كان 1.54 ملي سيفرت/سنة بينما كان المعدل خارج المباني 0.44 ملي سيفرت/سنة [5] ، وفي ذات السياق بينت دراسة أجرتها Al-Shariff وآخرون سنة 2017 على النيوكليدات المشعة حول مصنع إسمنت لبدية في ليبيا أن

مكافئ جرعة الإشعاع السنوية من المصادر الطبيعية كانت خارج المباني أعلى بشكل ملحوظ منها داخل المباني فقد تراوحت بين 0.05 – 0.072 مللي سيفرت/سنة و 0.21 – 0.29 مللي سيفرت لكل منهما على التوالي كما بينوا أنها بشكل عام كانت أقل من المعدل العالمي لمكافئ الجرعة الإشعاعية السنوية والذي كان 0.07 و 0.47 مللي سيفرت /سنة خارج وداخل المباني على التوالي [6]، وقد ذكر Sanusi وآخرون في دراستهم سنة 2017 أن توصيات اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) بمستوى من 1-20 مللي سيفرت/سنة كمستوى مرجعي مقبول للمقارنة بالمعدلات السنوية للتعرض للجرعات الإشعاعية، وبالرغم من أن نتائج الجرعة المكافئة المحسوبة في دراستهم كانت أقل من هذا المعدل المرجعي إلا أنهم أشاروا إلى احتمال تعرض بعض الأفراد لمخاطر الإصابة بالسرطان نتيجة لتواجدهم فترات طويلة في الأماكن ذات المعدلات العالية، من الإشعاع [7].

توجد أنواع كثيرة ومتنوعة من الكواشف لقياس ومراقبة الإشعاع في الهواء وإجراء مسح إشعاعي عام للتعرف على الخلفية الإشعاعية، فمثلا الكواشف الغازية مثل عداد جايجر ومولر وعداد التناسب يستعملان للكشف عن الخلفية الإشعاعية وذلك لكفاءتهما العالية في قياس الأشعة المؤينة مثل أشعة بيتا، أما الكواشف الوميضية فتعتمد كفاءة القياس فيها على نوع البلورة وطاقة الإشعاع وهي مناسبة لقياس أشعة جاما، وكذلك كواشف الحالة الصلبة حيث تستخدم عادة بلورات الجرمانيوم النقية لقياس أشعة جاما فيما تستخدم الأفلام الحساسة في قياس الأشعة السينية وتستخدم طريقة قياس الآثار للكشف عن أشعة ألفا والأشعة الكونية [8]، وهناك عدة وحدات مستخدمة في قياس مقدار الإشعاع فوحدة التعرض للإشعاع رونتنجن تستخدم في قياس الجرعة الإشعاعية الممتصة، ووحدة الراد (Rad) والجراي (Gy) في قياس تأيين الهواء، أما وحدتي السيفرت (Sv) والريم (rem) فأنهما تستخدمان في قياس الجرعة المكافئة [8].

### 1.1. مصادر الخلفية الإشعاعية:

الأشعة الكونية المصدر الرئيسي لهذه الأشعة ناتج عن الحوادث النجمية في الفضاء الكوني البعيد ومنها ما يصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية التي تحدث مرة أو مرتين كل 11 سنة، مولدة جرعة إشعاعية كبيرة إلى الغلاف الغازي للأرض. وتتكون هذه الأشعة الكونية من 87% من البروتونات و11% من جسيمات ألفا، وحوالي 1% من النوى ذات العدد الذري ما بين 4 و26 وحوالي 1% من الإلكترونات ذات طاقة عالية جداً وهذا ما يمتاز به الأشعة الكونية، لذلك فإن لها قدرة كبيرة على الاختراق، كما أنها تتفاعل مع نوى ذرات الغلاف الجوي مولدة بذلك إلكترونات سريعة وأشعة غاما ونيوترونات، ولا يستطيع أحد تجنب الأشعة الكونية ولكن شدتها على سطح الأرض تتباين من مكان لآخر [9].

النشاط الإشعاعي الطبيعي في القشرة الأرضية إن من أهم العناصر المشعة في صخور القشرة الأرضية هي البوتاسيوم 40 والروبيدوم 87 وسلسلتا العناصر المشعة المتولدة من تحلل اليورانيوم 238 والثوريوم 232 وهناك ما يقارب الأربعين من النظائر المشعة، وأعمار النصف للعناصر المشعة الأساسية في صخور القشرة الأرضية طويلة جداً، لهذا بقيت في الأرض إلى الآن منذ خلقها، فعمر النصف للبوتاسيوم 40 يزيد على ألف مليون سنة وعمر النصف للروبيدوم 87 يزيد على أربعين ألف مليون سنة وهذه النظائر المشعة تبعث أنواعاً مختلفة من الإشعاع الذري كجسيمات بيتا وألفا وأشعة غاما [10]. ومستوى النشاط الإشعاعي الطبيعي في القشرة الأرضية متقارب جداً في معظم الأماكن، حيث لا يوجد اختلاف يذكر عن مكان وآخر بصفة عامة، إلا أن هناك أماكن على الأرض يزداد فيها الإشعاع الطبيعي بشكل كبير نتيجة وجود تركيزات عالية من العناصر المشعة طبيعياً في صخور القشرة الأرضية.

النشاط الطبيعي داخل جسم الإنسان، يشع جسم الإنسان من الداخل عن طريق كل من الهواء الذي يتنفسه والغذاء والماء الذي يصل إلى جوفه، فالهواء هو المصدر الرئيسي للجرعة الإشعاعية الطبيعية التي تصل إلى داخل جسم الإنسان ومصدرها الأساسي غاز الرادون الموجود في جو الأرض والمتولد عن التحلل التلقائي لنظير اليورانيوم 238 الموجود طبيعياً في صخور قشرة الأرض. وكذلك فإن كلا من الغذاء الذي يتناوله الإنسان والماء الرئيسي لتلك المواد المشعة في النبات هو التربة التي تمتص منها النباتات تلك المواد مع غيرها من المواد الطبيعية فتدخل في بنائها. كما أن بعض الغبار الذي يتساقط على النبات يحوي آثاراً من تلك المواد المشعة، وتصل المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان عن طريق تناوله النباتات أو لحوم الحيوانات التي تتغذى على النباتات وتدخل المواد المشعة أيضاً مع الماء الذي تشربه حيث تحتوي المياه على آثار قليلة جداً منها، إضافة إلى ذلك فإن جميع أجسام الكائنات الحية وكذلك جسم الإنسان يحتوي على نظير الكربون المشع-14 لذلك تكون أجسامنا مشعة قليلاً من الداخل نظراً لوجود بعض العناصر المشعة فيه [11]، وفي مدينة قنا بصعيد مصر وجد Khalifa أن متوسط الجرعة الفعالة السنوية التي يأخذها السكان الذين يشربون ماء الصنبور فيها قد يصل حتى 0.008 ملي سيفرت لكل شخص، [12]. كما بينت دراسة أجراها Abdalla and Al-Naggar سنة 2019 أن قيم الجرعة الفعالة السنوية الناتجة عن غاز الرادون المنبعث من عينات البلاط الإسباني تراوحت من 3.16 إلى 12.55 ملي سيفرت/سنة لعينات سيراميك الجدران، ولعينات بلاط سيراميك الأرضيات من 3.67 إلى 11.69 ملي سيفرت/سنة، بينما في سيراميك الأرضيات المصرية كانت تتراوح بين 7.34 و 8.19 ملي سيفرت/سنة. [13]. وذكر كل من Sirc و Carman أنه في عام 2018 في الجزء الأوسط من سلوفينيا قدرت الجرعة الفعالة من الإشعاع الخارجي من  $Cs^{137}$  (بشكل رئيسي من حادث تشيرنوبيل) بنحو 4.7

ميكرو سيفرت/سنة، بينما قُدرت الجرعة الفعالة الإجمالية لشخص بالغ نتيجة التلوث العالمي للبيئة بالنويدات المشعة الاصطناعية (الإشعاع الخارجي) بـ 6.1 ميكرو سيفرت/سنة، وتم تقدير ما يتلقاه الشخص البالغ في سلوفينيا من إشعاع طبيعي في البيئة (2500 - 2800 ميكرو سيفرت). وقد أشارا إلى أن الجرعة المستنشقة من الغبار الجوي من النويدات المشعة الانشطارية لا تذكر مقارنة بما يتم ابتلاعه مع الطعام. [14]

وفي ليبيا وجدت دراسة حول الخلفية الإشعاعية لبعض مواد البناء في الجنوب الليبي وجد إن أعلى قيمة الجرعة الإشعاعية السنوية من أشعة جاما في عينة تربة خام الحديد أشكدة 702.9061 ميكرو سيفرت وأقل قيمة في عينة تاروث 417.33 ميكرو سيفرت حيث لم تتجاوز الحدود المقبولة 1500 ميكرو سيفرت، أما بالنسبة لعينات الإسمنت أظهرت أعلى قيمة للجرعة الإشعاعية السنوية من أشعة جاما في عينة الإسمنت التركي 736.17 ميكرو سيفرت وأقل قيمة في عينة الإسمنت التونسي الأبيض المقبولة 78.53 ميكرو سيفر حيث لم تتجاوز الحدود. وبالنسبة لعينات الرخام والسيراميك فقد تراوحت قيمة الجرعة الإشعاعية السنوية ما بين 12.14 و1501.56 ميكرو سيفرت في عينة الرخام الهندي والإيراني على التوالي، حيث تجاوزت الحدود المقبولة في عينة الرخام الهندي، بينما في السيراميك تراوحت ما بين 527.16 و1075.49 ميكرو سيفرت في عينة السيراميك المصري والإسباني على التوالي [15].

### 2.1. مستويات الخلفية الإشعاعية:

توجد المواد المشعة الطبيعية على سطح الأرض بتركيز متفاوتة تختلف من منطقة إلى أخرى منذ أن تكونت الأرض يمكن أن تتركز هذه المواد بفعل بعض الصناعات غير النووية مثل صناعة الأسمدة الفوسفاتية وصناعة النفط والغاز إضافة إلى صناعة الكهرباء بعد أن تنقل من موطنها إلى مواقع تكثر فيها الحياة البشرية. يسهم الإشعاع الصادر عن هذه المواد المشعة الطبيعية الموجودة في الصخور والتربة وكثير من مواد البناء في خلفية الإشعاع الأرضي الذي يتعرض له الجسم البشري من الخارج، ويعد البوتاسيوم-40 واليورانيوم-238 والثوريوم-232 من أهم العناصر الطبيعية التي تساهم في جزء كبير من الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها البشر. وقد قدرت لجنة الأمم المتحدة للوقاية الإشعاعية (UNSCEAR-2008) متوسط الجرعة التي يتلقاها الإنسان من المصادر الطبيعية بـ 2.4 ميلي سيفرت/سنة مع وجود اختلاف كبير بقيمة الجرعة من مكان إلى آخر تبعاً لكثير من العوامل [4]، حيث تبين أن بعض المناطق في العالم تحتوي على نشاط إشعاعي طبيعي كبير نسبياً بالمقارنة مع مناطق أخرى وقد يصل إلى عشرة أضعاف المتوسط العالم [16]. هذا وينشأ غاز الرادون الغاز المشع الطبيعي من وجود وتفكك كل من اليورانيوم والثوريوم في التربة ومواد البناء، والذي يشارك مع نواتج تفككه المصدرة لأشعة ألفا في تكوين أكبر

مصدر إشعاعي طبيعي يعرض الجسم البشري داخليا بطريق التنفس أو الجهاز الهضمي. وتكون مشاركة غاز الرادون في الجرعة الإشعاعية للرئة مهمة قياسا بمنتجات تفككه التي تترسب في مختلف أجزاء الجهاز التنفسي مصدره جسيمات ألفا مؤدية إلى جرعة تزيد بمائة مرة على ما يسببه الرادون نفسه، وتبلغ القيمة العالمية المسموحة بها كخلفية إشعاعية 0.31 ميكروسيفرت/ساعة [17].

وقد أجريت العديد من البحوث لقياس الخلفية الإشعاعية لمناطق مختلفة من العالم منها ما تم باستخدام عداد الجرمانيوم لقياس التلوث حول مركز بحوث الطاقة الهندية وأثبت أن مستويات التلوث لا تشكل خطورة على العاملين به [18]. وفي دراسة عن الخلفية الإشعاعية حول المنطقة الصناعية لمحطة Rivers وجد أن معدل التعرض يساوي 0.14 ميكروسيفرت/ساعة أي أن هناك ارتفاع قليل في مستوى الخلفية الإشعاعية والتي كانت في حدود 0.13 ميكروسيفرت/ساعة [19]، ولوحظ حصول ارتفاع في مستوى الخلفية الإشعاعية بمقدار 88.9% في مراكز الغاز والنفط بنيجريا [20]. وفي قياس للخلفية الإشعاعية العمودية وعلى ارتفاعات مختلفة في مدينة هونغ كونغ Hong-Kong تم الحصول على علاقات تجريبية بين معدل الجرعة الممتصة ومعدل العد count/s [21]، وكان المعدل العام للخلفية الإشعاعية في سوريا 0.1 ميكروسيفرت/ساعة [22]، وتشير المصادر إلى أن متوسط الجرعة التي يتلقاها الإنسان من مصادر طبيعية في أوروبا 2 مللي سيفرت/سنة، وفي أستراليا 1.5 مللي سيفرت/سنة، وفي أمريكا 3 مللي سيفرت/سنة [10، 23]، وتبين أن جرعة الإشعاع الطبيعي الكلي لكل شخص في وسط أوروبا تصل حتى 4.50 مللي سيفرت/سنة، وتعادل 6.0 مللي سيفرت/سنة في أمريكا وهي مجموع الجرعات الطبيعية والجرعات الطبية المعتادة ومنها أشعة كونية أتية من السماء عند مستوي سطح البحر حوالي 0.24 مللي سيفرت/سنة وأشعة أرضية من الصخور والرمال وجدران المباني تكافئ 0.40 مللي سيفرت/سنة وأشعة من مكونات جسم الإنسان نفسه 0.40 مللي سيفرت/سنة [11]، بالإضافة إلى 0.85 مللي سيفرت/سنة أشعة من صخور الجرانيت في الولايات المتحدة الأمريكية، ويبلغ متوسط الجرعات الإشعاعية لكل شخص خلال الفحوصات الطبية بأشعة إكس وغيرها في أوروبا 2.5 ملي سيفرت سنويا، الولايات المتحدة الأمريكية 3.0 مللي سيفرت/سنة ومتوسط الجرعة الكلية لأعضاء طاقم الطيارين 9.0 مللي سيفرت/سنة بسبب تعرضهم المستمر للأشعة الكونية، وهي عالية في الطبقات الجوية العليا، ويصل متوسط الجرعة لمدخني السجائر (في الرئة) حتى 60 مللي سيفرت/سنة [10]. كما وجد Rahmanet أن متوسط قيم الجرعة الفعالة السنوية في الداخل والخارج  $0.03 \pm 0.42$  و  $0.01 \pm 0.10$  ملي سيفرت على التوالي. [24]. وقام Nizam سنة 2013 بتقييم تركيز نشاط النويدات المشعة الطبيعية والبشرية المنشأ في جزيرة شارفاسيون Charfassion ، في بنغلاديش وذكر أن الجرعة



الخارجية السنوية الفعالة الناتجة عن النويدات المشعة الطبيعية في الرواسب في منطقة الدراسة بلغ 0.07 ملي سيفرت [25]، وقام Saleh سنة 2013 بإجراء مسح وقياسات بيئية للنشاط الإشعاعي في عينات التربة التي تم جمعها من منطقة الصقانات Segamat بمنطقة جوهور Johor في ماليزيا. وباستخدام النتائج قام بحساب متوسط معدل الجرعة السنوية والذي كان 1.169 ملي سيفرت/سنة. [26]

وعلى المستوى المحلي في ليبيا فتشير دراسة أجراها Elnimr وآخرون سنة 2017 إلى أن معدل الجرعة الفعالة السنوية المقابلة من التعرض الخارجي،  $1\ 203\ \mu\text{Sv y}^{-1}$  وأن معدل الجرعة الفعالة السنوية من استنشاق الرادون،  $3096\ \mu\text{Sv y}^{-1}$  وذلك بالقرب من مخازن الأسلحة بمنطقة وادي رواج، الذي يقع في منطقة جبلية بالقرب من بلدية الجفرة وسط الصحراء الليبية، على بعد 600 كيلومتر جنوب شرق طرابلس [27]. وتم قياس تركيز النشاط الإشعاعي الطبيعي لعينات التربة التي تم جمعها من المناطق الغربية والوسطى الليبية باستخدام كاشف HPGe. من قبل القطاوي Algattawi وفريقه [28] سنة 2019 ووجدوا أن معدلات الجرعة الفعالة السنوية الناتجة عن Ra226 و Th232 و K 40 كانت  $0.297 \pm 0.03\ \text{mSv / y}$  وهي أقل من القيم المتوسطة العالمية (0.8 ملي سيفرت/سنة)، كما وجد أن معدلات الجرعة الفعالة السنوية كانت في النطاق  $14.50 \pm 153.23 - 28.1 \pm 263.89$  ميكرو سيفرت/سنة) بمتوسط  $296.75 \pm 29.60$  ميكرو سيفرت/سنة، وقام العجيلي Alajeeli سنة 2019 بحساب قيم حسابية للجرعة الفعالة السنوية المتلقاة من إشعاع جاما الأرضي في المنطقة الساحلية الواقعة بين طرابلس والزاوية شمال غرب ليبيا، ووجد أنها تقع في نطاق  $23.03 - 30.83$  ميكرو سيفرت/سنة بمتوسط قيمة 27.33 ميكرو سيفرت/سنة. [3]

### 3.1. الهدف من الدراسة:

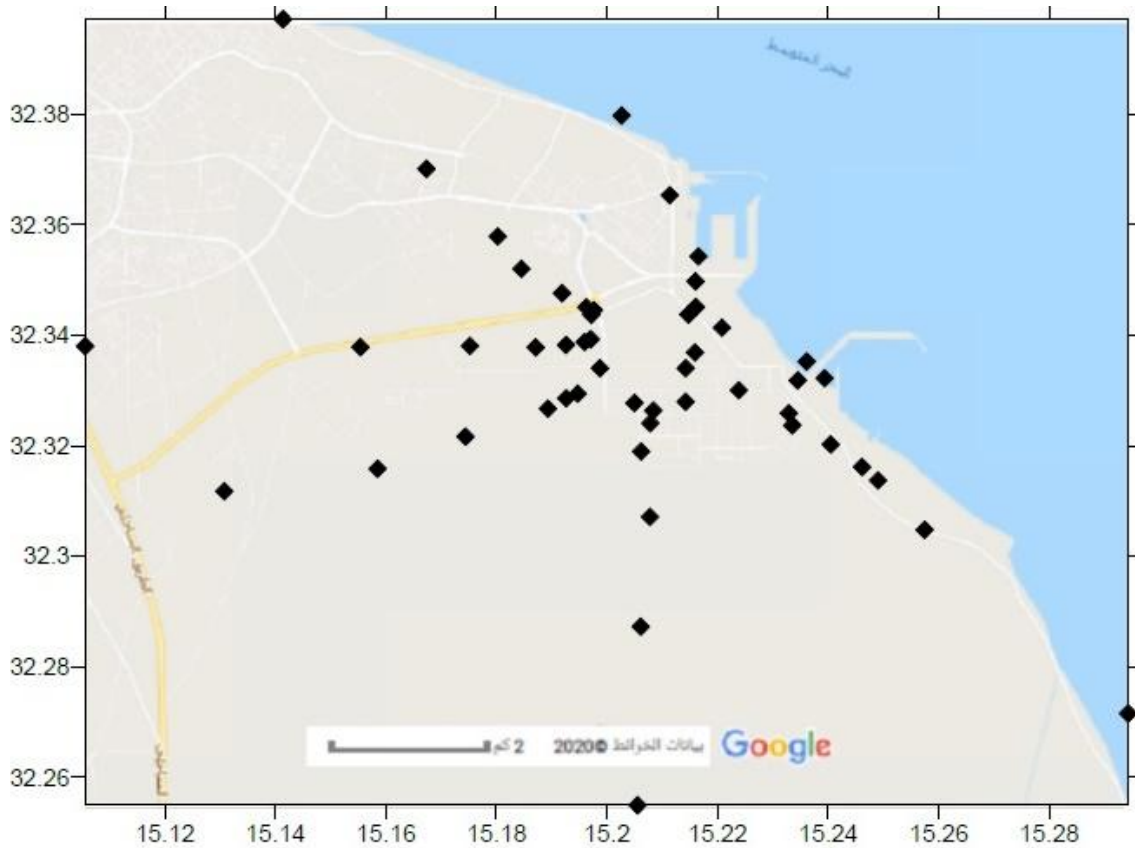
تهدف هذه الدراسة إلى قياس مستويات الخلفية الإشعاعية داخل مقر الشركة الليبية للحديد والصلب وفي المنطقة الصناعية المحيطة بها ومقارنة التراكيز المتحصل عليها مع مستويات الخلفية الإشعاعية في دول العالم.

### 2. المواد والطرق:

#### 2.1 موقع الدراسة:

تمت الدراسة على المنطقة المحيطة بمقر الشركة الليبية للحديد والصلب بمنطقة قصر أحمد بمدينة مصراته وفي جميع الاتجاهات الأصلية والفرعية ولمسافة 8 كم لتغطية كامل المنطقة الصناعية بالمدينة، حيث تم إجراء القياسات عند مجموعة من نقاط مراقبة تغطي جميع الاتجاهات الأصلية والفرعية بشكل شعاعي وتقع على مسافات متباعدة عن موقع الشركة بشكل

متوالية هندسية حيث تقع على مسافة 100، 500، 1000، 2000، 4000، و8000 متر من محيط موقع الشركة في كل اتجاه (شكل 1)، بالإضافة إلى عدد 15 نقطة مراقبة موزعة داخل الشركة وعلى محيط سورها من الداخل وفي جميع الاتجاهات ونقاط مراقبة بجوار وفوق وداخل مخزن المصادر المشعة الخاص بالشركة، وبالقرب من ساحات الخردة وأماكن تجميع المخلفات الصلبة، وقد تم أخذ القياسات لعدد (5) مكررات في كل نقطة بحيث تشمل نقطة القياس المحددة ونقطتين على يمينها ونقطتين على يسارها وتبعد كل نقطة عن الأخرى مسافة 10 متر بما يضمن إلى حد كبير تمثيل النتائج للاتجاه كاملاً، وأخذت القياسات في جميع مواسم السنة بدءاً من الربيع وصولاً إلى الشتاء بشكل متكرر بمعدل 4 إلى 6 جولات في كل موسم.



شكل(1): خريطة لموقع الدراسة وعليه نقاط المراقبة التي تم اعتمادها لقياس الخلفية الإشعاعية بالمنطقة.

## 2.2. طريقة قياس الخلفية الإشعاعية:

تم قياس مستويات الإشعاع في المنطقة باستخدام جهاز Ranger\_EXP مزود بكاشف مستقل من نوع (RAP-Detector: Geiger-Mueller RS2 Probe – External Halogen-quenched)، ويعتمد هذا الجهاز على تقنية أنبوب جيجر Geiger-Mueller

للكشف عن الإشعاع وقد تمت معايرة الجهاز داخل مختبر الجودة بمقر الشركة الليبية للحديد والصلب باستخدام مصدر مشع  $Cs^{137}$  - 37 kBq (1 $\mu$ Ci) وذلك وفقا للطريقة المذكورة في دليل الاستخدام الخاص به.

### 3.2. التحليل الإحصائي:

تم إجراء التحاليل الإحصائية للبيانات باستخدام برنامج ستاتستيكا STATISTICA V:6 وذلك لحساب المعاملات الأساسية وملخصات النتائج والارتباطات، كما تم استخدامه أيضا في المقارنات عن طريق إيجاد جدول تحليل التباين ANOVA بتصميم التجارب العاملية Factorial Design ورسم المقارنات وفق معدل الانحراف، كما تم رسم البيانات على شكل خطوط كنتورية وأشكال ثلاثية الأبعاد باستخدام برنامج سيرفر SURFER 13.

### 3. النتائج

#### 3.1 مستويات الإشعاع في المنطقة المحيطة بالشركة:

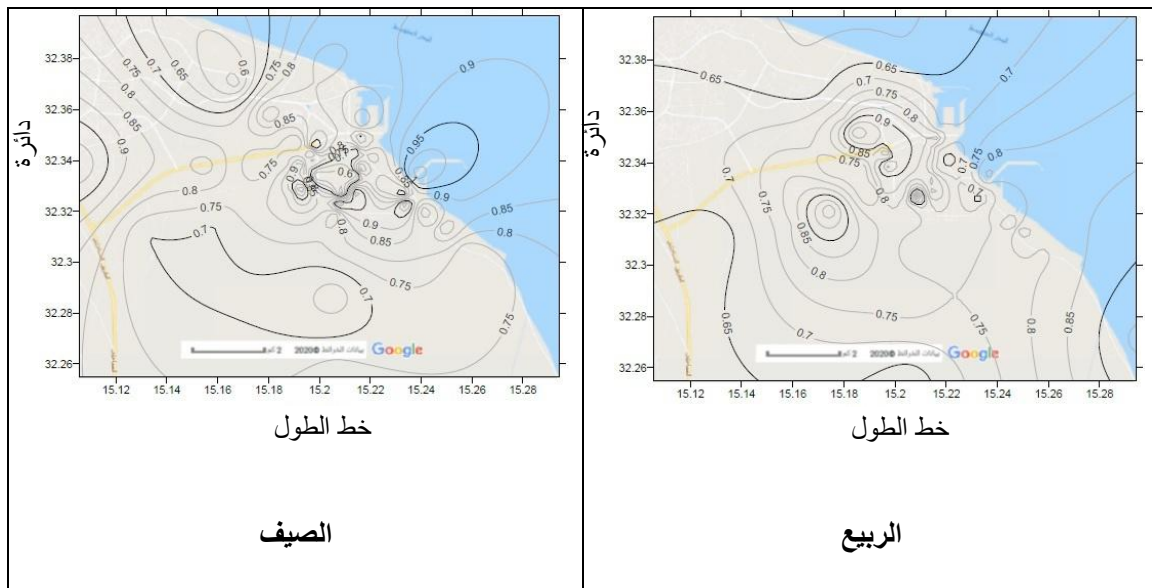
يمثل الجدول (1) مستويات الإشعاع بوحدة مللي سيفرت في اليوم ويلاحظ منه عدم وجود ارتفاعات في مستويات الإشعاع في المنطقة عن معدلاته الطبيعية وان الارتفاع النسبي في المستويات على بعد 500 و1000 متر من موقع الشركة ليست ذات تأثير معنوي وإنها فروق طبيعية في مستويات الإشعاع ترجع بالدرجة الأولى إلى تأثير الإشعاع الكوني والأرضي الطبيعي وأنها في جميع الأحوال تعد ضمن المستويات الآمنة ويلاحظ أن معدلاتها لم تبلغ 1 مللي سيفرت في أي موسم وعند أي مسافة. جدول (1) معدلات مستويات الإشعاع في المنطقة المحيطة بالشركة الليبية للحديد والصلب وتأثرها بالبعد عن موقع الشركة وموسم القياس\*.

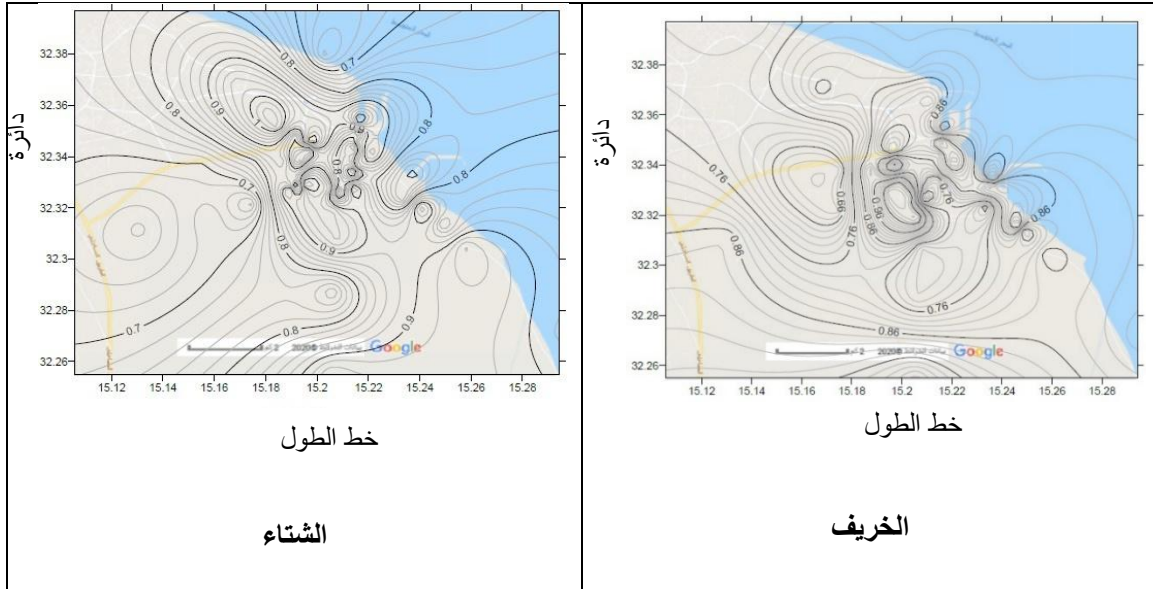
Level of	عدد النقاط	الإشعاع مللي سيفرت/سنة	الإشعاع مللي سيفرت/سنة	الإشعاع مللي سيفرت/سنة	الإشعاع مللي سيفرت/سنة
Factor		Mean	Std.Err.	-95.00%	+95.00%
100	24	0.81	0.04	0.72	0.90
500	24	0.87	0.03	0.81	0.93
1000	24	0.86	0.03	0.80	0.92
2000	24	0.80	0.03	0.74	0.86
4000	24	0.74	0.02	0.69	0.79

8000	20	0.78	0.03	0.71	0.85
Spring	35	0.76	0.02	0.71	0.81
Summer	35	0.81	0.03	0.76	0.87
Autumn	35	0.84	0.03	0.78	0.90
Winter	35	0.83	0.02	0.79	0.88

\* لا تدخل نقاط المراقبة داخل الشركة في هذه المعدلات.

من الشكل (2) والذي يمثل خطوط الكنتور لمستويات الشعاع التي تم قياسها عند نقاط المراقبة المختلفة في المنطقة ونلاحظ من خلاله أن مستويات الشعاع لا تختلف كثيرا بين نقاط المراقبة التي تم قياسها داخل حدود الشركة عن تلك التي تم قياسها في المنطقة المحيطة بالشركة كما أننا نلاحظ أن مستويات الاشعاع لا تتأثر بموسم القياس وأن الفروق التي تظهر في الشكل هي غير معنوية وإنها ترجع إلى العوامل الطبيعية بين فترة قياس وأخرى.





شكل(2): خطوط الكنتور لمستويات الإشعاع في منطقة الدراسة في فصول السنة بوحدة مللي سيفرت/يوم.

بمراجعة مستويات الخلفية الإشعاعية في المنطقة تبين أن الجرعة الإشعاعية السنوية التي تم التحصل عليها في منطقة الدراسة لم تتجاوز الحدود المسموح بها في أي من القياسات التي تمت، وعند جميع نقاط المراقبة حيث كانت أقل قراءة 0.68 و لم تتجاوز أعلى قيمة 1 مللي سيفرت في السنة وبدون أي فروق معنوية بين نقاط المراقبة، وبمقارنة هذه الجرعة المتحصل عليها في منطقة الدراسة مع نظيراتها في مناطق أخرى نجد أنها كانت مقبولة جداً، فعلى سبيل المثال يبلغ متوسط جرعة الإنسان من مصادر طبيعية في أوروبا 2 مللي سيفرت/سنة، في أستراليا 1.5 مللي سيفرت/سنة، في الولايات المتحدة الأمريكية: 3 مللي سيفرت/سنة [10، 23]، ويبلغ مجموع الجرعات الطبيعية والجرعات الطبية المعتادة في الولايات المتحدة الأمريكية منها أشعة كونية آتية من السماء حوالي 0.24 مللي سيفرت/سنة وأشعة أرضية من الصخور والرمال وجدران المباني تكافئ 0.40 مللي سيفرت/سنة وأشعة من مكونات جسم الإنسان نفسه 0.40 مللي سيفرت/سنة، بالإضافة إلى 0.85 مللي سيفرت/سنة أشعة من صخور الجرانيت في الولايات المتحدة الأمريكية [11].

### 3.2. مستويات الإشعاع داخل الشركة:

نظراً لما قد يشكله التلوث الإشعاعي من خطورة على صحة العاملين فقد تم إجراء بعض القياسات لعدة نقاط داخل مخزن المواد المشعة بالشركة للوقوف على تأثيراتها المحتملة على العاملين، وأظهرت نتائج دراسة مستوى الإشعاع بالمخزن الموجود بمبنى الشركة للعناصر المشعة المستنفذة نصف عمرها الافتراضي تبين أنه لا يوجد أي فروق معنوية لمستويات الإشعاع خارج

مخزن المواد المشعة بالمقارنة بباقي نقاط المراقبة في منطقة الدراسة، ويبين (جدول 2) أن التراكيز خارج المخزن كانت تتراوح بين 0.53 و 0.61 مللي سيفرت/سنة في السنة، إلا أنه لوحظ ارتفاع نسبي في مستويات الإشعاع داخل المخزن مقارنة بمستوياته خارجه حيث كانت الجرعات داخل المخزن تتراوح بين 1.05 و 60.97 مللي سيفرت/ سنة، وأظهرت القياسات للمصادر المستنفذة نفسها أن مستويات الإشعاع كانت تتراوح بين 50.81 و 84.80 مللي سيفرت/سنة، وهذه الأرقام تدل على أنه لا توجد خطورة من المواد المشعة خارج المخزن، أما داخل المخزن فبالرغم من أن القياسات لا تدل على وجود خطورة على صحة العاملين به إلا أنه ينصح العاملين بأخذ الاحتياطات اللازمة وعدم البقاء في المخزن إلا للضرورة ولفترات زمنية محدودة، وأنه في حال بقاء العامل بجوار المصادر داخل المخزن لمدة 8 ساعات (يوم عمل) فإن الجرعة التي سيتعرض لها لن تتجاوز 60 ميكروسيفرت وهو رقم صغير جدا مقارنة بالجرعة المسموح بها، ولا تظهر مع جرعة أقل من 250 مللي سيفرت/يوم أي أعراض للتأثير الإشعاعي [29].

جدول (2): مستويات الاشعاع داخل وحول مخزن المواد المشعة بالشركة.

متوسط الجرعة مللي سيفرت/سنة	متوسط الجرعة ميكرو سيفرت/ساعة	الموقع
0.53	0.06	فوق مخزن المخلفات المشعة من الخارج
0.53	0.06	خارج المخزن (شمال شرق)
0.53	0.061	خارج المخزن (شمال غرب)
0.61	0.07	المدخل الشمالي
0.55	0.063	خارج المخزن (جنوب شرق)
0.54	0.062	خارج المخزن (جنوب غرب)
0.53	0.06	المدخل الجنوبي
11.21	1.28	داخل المخزن (شمال شرق)
33.29	3.8	داخل المخزن (شمال غرب)
60.97	6.96	داخل مخزن النفايات المشعة في الوسط
1.05	0.12	داخل المخزن (جنوب شرق)
1.05	0.12	داخل المخزن (جنوب غرب)
12.96	1.48	مصدر متروك خارج المخزن (صندوق حديد)
66.58	7.6	مصادر داخل المخزن
50.81	5.8	مصادر داخل المخزن
84.80	9.68	داخل صندوق معد للتصدير

#### 4. الاستنتاجات:

كانت مستويات الإشعاع بشكل عام في المنطقة خارج وداخل محيط الشركة ضمن الحدود الطبيعية للخلفية الإشعاعية في المنطقة، وبالتالي فإننا نرى أن هاجس التلوث الإشعاعي الذي ينتاب البعض لا أساس له وأن الوضع من هذا الجانب مطمئن.

#### شكر وتقدير:

نتوجه بجزيل الشكر للشركة الليبية للحديد والصلب والمركز الليبي لدراسات وبحوث علوم وتكنولوجيا البيئة، على ما قدموه من دعم لوجستي ومعنوي للفريق البحثي أثناء إجراء القياسات الميدانية.

#### قائمة المختصرات:

UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

WHO: World Health Organization.

ICRP: The international commission on radiological protection

HPGe: high purity germanium

## قائمة المصادر والمراجع:

- [1] هناء إحسان البارودي، استخدام تناسب السيزيوم مع البوتاسيوم لتحديد التلوث الإشعاعي البيئي ومقارنته مع كاشف الأثر النووي CR- 39، *مجلة جامعة الموصل، العراق* (2004) 3-1
- [2] بهاء الدين معروف، "النشاط الإشعاعي البيئي في العراق"، المؤتمر العلمي عن آثار استعمال أسلحة اليورانيوم المنضب على الإنسان والبيئة في العراق – وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جمهورية العراق (2002).
- [3] A. S. Alajeeli, "Natural radioactivity of surface Soil samples in coastal regions between Tripoli and Zawiya", *Journal of Faculties of Education*, 14 (2019) 43-64
- [4] UNSCEAR, "Sources and Effects of Ionizing Radiation", United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Annex B: Exposures of the public and workers from various sources of radiation. New York; (2008)
- [5] F. B. Masok, R. R., Dawam, and E. W., Mangset, "Assessment of Indoor and Outdoor Background Radiation Levels in Plateau State University Bokokos Jos, Nigeria", *Journal of Environment and Earth Science*, 5, (8), 2015
- [6] N. A. Al-Shariff, A. M., Saim, E. K. Milad and A. M., El-Megrab, "Measurment of Radio Activity Levels of Radionulides in Soil Samples Around Leptis Cement Factory using Gamma Ray Spectroscopy", *Journal of Engineering Research (University of Tripoli, Libya)*, (24) 2017 :65-74
- [7] M.S.M. Sanusi, A.T., Ramli, W.M. Hassan, M.H., Lee, A., Izham, M.N. Said, H. Wagiran, and A. Heryanshah, "Assessment of impact of urbanisation on background radiation exposure and human healthrisk estimation in Kuala Lumpur, Malaysia", *Environment International*, 104, 2017, 91-101
- [8] محمد خليل أحمد، "الإشعاع المؤين وخصائصه واستخداماته وتأثيراته الحيوية"، *مجلة جامعة اليرموك* (1990) 45-43
- [9] مريم مختار عتيق، "كشف وقياس الإشعاعات"، المكتب الوطني للبحث والتطوير، طرابلس، ليبيا (2006).
- [10] R. Warry, "Q&A: Health effects of radiation exposure", BBC News, 21 July 2011, <https://www.bbc.com/news/health-12722435>
- [11] J. M. Pearce, "Limitations of Nuclear Power as a Sustainable Energy Source", *Sustainability*, 4, (2012) 1173-1187; [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability).
- [12] N. Khalifa, "Natural radioactivity of ground and drinking water in some areas of upper Egypt" *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, 28 (2004) 345-354.
- [13] A. M. Abdalla and, T. I. Al-Naggar, "Estimation of radiologic hazards of radon resulting from ceramic tiles used in Najran city", *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 12(1), (2019); 210-218, DOI: 10.1080/16878507.2019.1635759
- [14] I. Sirc and M., Carman "Annual Report 2018 on Radiation and Nuclear Safety in the Republic of Slovenia" Slovenian Nuclear Safety Administration, Ministry of the Environment and Spatial Planning, Republic of Slovenia, URSJV/RP-109/2019
- [15] ندى عيسى المزوغي، عبد السلام محمد المثناني، ومحمد علي السعيد، "تراكيز المواد المشعة طبيعيًا NORM في مواد البناء المتداولة في منطقة فزان، ليبيا"، *مجلة السائل*، عدد خاص بالمؤتمر السنوي الثاني حول نظريات وتطبيقات العلوم الأساسية والحيوية، جامعة مصراته (2018).
- [16] RPMEI, Radiation Protection in the Mineral Extraction Industry, "National Council on Radiation Protection and Measurements". NCRP Report No. 118, 7910 Woodman Avenue, Bethesda, Maryland 20814, USA. (1993)
- [17] M., Charles, "Source and effect of ionizing radiation". *J. Rad. Prot.* 21, (2001) 83-85. <http://dx.doi.org/10.1093/ije/23.5.957>
- [18] A. S., Mollah, S. R. Husain, and M. Rahman, "Environmental gamma radiation from deposited fallout". *Indian J. Pure. Appl. Phys.* 24(4), (1996) 211-212.



- [19] G.O. Avwiri, J.O. Ebeniro, "External environmental radiation in an industrial area of rivers state". *Nig. J. Phys.* 10, (1998)105-107.
- [20] E. O. Agbalagba, G. O. Avwiri, and P. L. Emyinna, "Terrestrial radiation around oil and gas facilities in Ughelli Nigeria". *J. Appl. Sci.* 7 (11), (2007) 1543-1546.
- [21] k. C. Tsui, S. W. Li, "Li, Y. S. Radioactivity in the atmosphere over Hong Kong" *J. Enviro. Radio.* 94(2), (2007) 98-106.
- [22] I. Othman, and T. Yassine, "Natural radioactivity in the Syrian Environment". *The Science of the Total Environment*, 170, (1996) 119-124.
- [23] J. E. Turner, "Atoms, radiation, and Radiation Protection", John Wiley and Sons, Inc. (1995).
- [24] S.U. Rahmanet," Measurement of naturally occurring/fallout radioactive elements and assessment of annual effective dose in soil samples collected from four districts of the Punjab Province, Pakistan", *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 304 (2) (2015) 735-744.
- [25] Q.M.R. Nizam," Assessment of Activity Concentrations of Radionuclides from Upper-Level Sediment in Charfassion Island, Bhola, Bangladesh", *Journal of Nuclear and Particle Physics*, 3(3), (2013) 36-39.
- [26] M. A. Elnimr Ş. Turhan, M. Khalid, A. Y. Madee, H. Gala, and A. Kurnaz, "Radiological impact assessment of nuclear weapon depots in Valley Rwagh, Libya" *Environmental Forensics*: 18, (3), (2017)  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15275922.2017.1340368>
- [27] M. A. Saleh" Assessment of environmental Ra226, Th232 and K40 concentrations in the region of elevated radiation background in Segamat District, Johor, Malaysia" *Journal of Environmental Radioactivity*, 124, (2013)130-140.
- [28] A. A., Algattawi, M. F. Hassan, E. I. Khalil and H. Abo Elez, "Radiological Effects of Soil and Rock Samples of Different Libyan Regions", *Engineering*, 11, (2019) 247-259  
<http://www.scirp.org/journal/eng>
- [29] J.G.Van Unnik, J.J. Broerse, J. Geleijns, J.T. Jansen, J. Zoetelief, D. Zweers , "Survey of CT techniques and absorbed dose in various Dutch hospitals", *Br. J. Radiol. Apr*, 70(832): (1997) 367-71, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9166072>