



ISSN: 0067-2904

GIF: 0.851

حساب تراكيز السيزيوم-137 في عينات ترب وهباء مدينة الرمادي وما حولها والجرع الإشعاعية الناجمة عن استنشاقه

كمال كريم علي*¹ , ضمير عبد مطلق² , و حسن محمد عبدالله²

1 قسم علم الارض-كلية العلوم -جامعة بغداد، بغداد، العراق

2 قسم الفيزياء-كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة الانبار ، العراق

الخلاصة

جرى في هذا البحث قياس تراكيز السيزيوم-137 لـ 40 عينة من ترب سطحية منتخبة من مدن الرمادي والفلوجة وهيت والمناطق المجاورة لها. كما قيس النشاط الإشعاعي لسبع عينات لعواصف ترابية ضربت مدينة الرمادي للفترة من 2013/3/1 لغاية 2013/10/1. تراوحت التراكيز المقاسة ما بين (اقل من مستو تحسس الجهاز-14.5) بكريل/كغم في حين تراوحت تراكيزه بين (7.5-8.8) بكريل/كغم في العواصف الترابية. قدرت الجرع الإشعاعية الناتجة عن التعرض للسيزيوم-137 في التربة السطحية وكانت بحدود $(0.4-7.7) \times 10^{-2}$ ملي سيفرت/سنة (mSv.y^{-1}) وبمعدل 0.8×10^{-2} ملي سيفرت/سنة. بينما الجرع نتيجة لاستنشاق السيزيوم العالق في الهواء كانت بحدود 1.61×10^{-8} ملي سيفرت/سنة اما الجرع نتيجة استنشاق الهباء فتراوحت ما بين $(8.13 \times 10^{-7} - 9.54 \times 10^{-7})$ مقدره بوحدهات مايكروسيفرت/سنة. اعطت الدراسة دليلا على ان العواصف الترابية تساهم في نقل السيزيوم والملوثات الاخرى، من مناطق تلوثها وقد يكون مصدر السيزيوم ليس بعيدا عن منطقة الدراسة، متأثرا بذلك باتجاه الريح السائد التي تهب الى المنطقة وموقع منطقة الدراسة نسبة الى مصدر العواصف الترابية.

Determination concentrations of cesium -137 in soil and aerosol of city of Ramadi and surrounding areas and the radiation doses caused by inhalation

Ali K. K.*¹ , Mutlaq D.A.² and Abdullah H. M.²

1Geology-College of Science- University of Baghdad, Baghdad , Iraq

2Department of Physics, College of Education, Al Anbar University, Iraq

Abstract

Concentrations of ¹³⁷Cs were measured in 40 samples that have been selected from the surface soil in cities of Ramadi, Fallujah, Heet and surrounding areas. The activity of ¹³⁷Cs in seven dust storms that hit the area western of city of Ramadi within the period 1/3/2013-1/10/2013 was measured also. The concentration in soil ranges between (below detection level-14.5) Bq.kg⁻¹, while it ranges between (7.5-8.8) Bq/kg in the dust storms. The dose due to exposure to the cesium in surface soil

was estimated to be ranged between $(0.4-7.7) * 10^{-2} \text{ mSv.y}^{-1}$ while the effective doses due to inhalation of resuspended ^{137}Cs was about $1.61 * 10^{-8}$ and the doses caused by inhalation of ^{137}Cs in dust storms is ranging between $(8.13-9.54) * 10^{-7} \mu\text{Sv/y}$. This study gives evidence that dust storms contribute in moving of ^{137}Cs and other pollutants from their origin contaminated areas. The source of ^{137}Cs may be not far away from the study region which depends on the direction of the permanent wind in the region, and the location of the study area relative to the source and direction of the dust storms.

Keywords: Cesium, soil, aerosol, dose, radiation in Iraq.

المقدمة

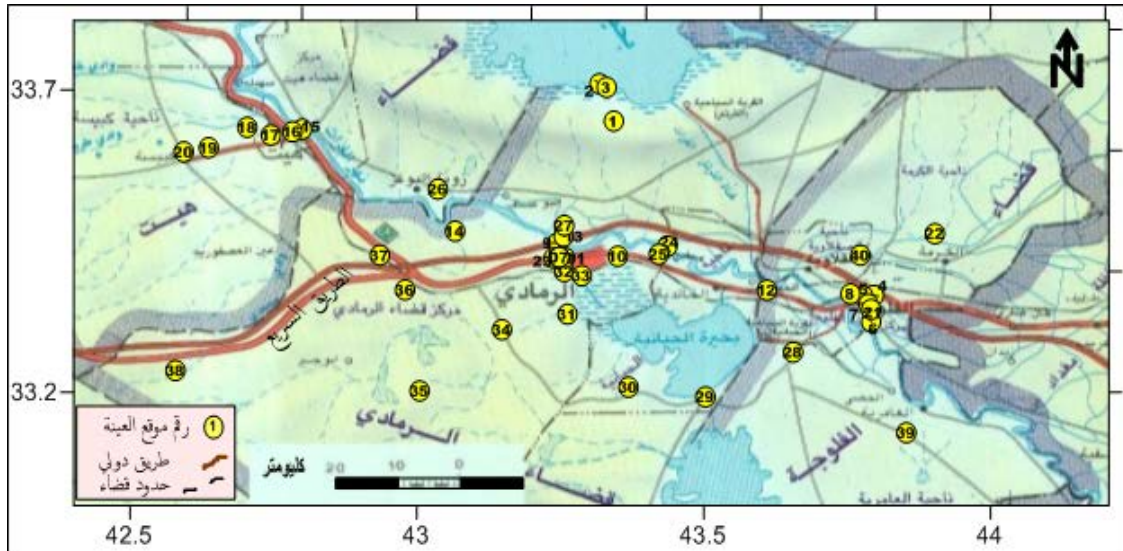
اهتمت الدول في العقود الاخيرة بمشاكل التلوث وتطور علم البيئة الذي يهتم في البحث في امور التوازن الطبيعي ، وتأثير النشاطات المختلفة على هذا التوازن. فالتلوث يقصد به الزيادة في تركيز المواد الغريبة ، غير المرغوب فيها ، عن التكوين الاساسي لأي من الاوساط البيئية (الماء، الهواء، التربة) وبما يؤثر سلباً على الناحية الصحية للفرد أو غيره من الكائنات الاخرى [1، 2] ومن ضمن هذه الملوثات هي الملوثات الاشعاعية. تقسم الملوثات الاشعاعية الى قسمين رئيسيين هما المصادر الطبيعية والمصادر غير الطبيعية الناتجة من فعل الانسان. يعد السيزيوم-137 من اهم نواتج الانشطار النووي اذ لايتواجد، كعنصر مشع، بشكل طبيعي [3]. تأثرت بيئة العراق بالملوثات المختلفة نتيجة لتجارب التفجيرات النووية العالمية او الحوادث النووية حيث يمثل السيزيوم-137 اهم الملوثات المشعة التي ازادت تراكيزها في التربة السطحية لمعظم مناطق العراق [4، 5]. كما اثرت الحروب الاخيرة في زيادة الملوثات ومنها الملوثات المشعة والتي بدأت اثارها تظهر واضحة في ارتفاع معدلات الاصابة بالأمراض المختلفة [6] يوجد السيزيوم مستقراً في الطبيعة بشكل نظير واحد هو السيزيوم-133 ، بينما يتولد السيزيوم-137 نتيجة الحوادث النووية وتجارب الأسلحة النووية كنتاج انشطار ويتولد السيزيوم-134 في حوادث المفاعلات النووية فقط كونه ناتج تنشيط [3، 5]. ويعد السيزيوم-137 أهم النويدات المشعة في الدراسات البيئية وذلك لتولده العالي نسبيا في حالة الحوادث والتفجيرات النووية ، وكونه ذات عمر نصف طويل نسبيا (30.2 سنة) وقابليته العالية نسبيا للانتقال إلى البيئة ودخول جسم الإنسان [7]. لهذا يستخدم السيزيوم-137 في كثير من الدراسات البيئية [8-13]. يمتاز السيزيوم بقوة ارتباطه مع التربة وخصوصا الترب الطينية لذا يسبب السيزيوم ، عن طريق التعرض الخارجي ، جرعا اعلى من تلك التي يسببها نتيجة الابتلاع بسبب هذا الارتباط الوثيق للسيزيوم مع التربة [14-16]. ويتناسب امتصاص السيزيوم من التربة عكسياً مع محتوى البوتاسيوم في التربة [17، 18] .

طرائق البحث:

النمذجة والقياس

شملت الدراسة تجميع 40 عينة من الترب السطحية للفترة من 2013/3/1 ولغاية 2013/10/1 ، وقد غطت الدراسة منطقة هيت-كبيسة غربا الى مدينة الكرمة شرقا ومن منطقة الثرثار شمالا الى جنوبي مدينة الرمادي (ضمن محافظة الانبار). يوضح الشكل-1 منطقة الدراسة ومواقع العينات المنتخبة كما يبين الجدول 1 ارقام واحداثيات مواقع جمع العينات واماكنها. وشملت الدراسة ايضا جمع 7 عينات من غبار عواصف ترابية ضربت المنطقة ضمن فترة الدراسة وجمعت العينات من مواقع متقاربة في منطقة الخمسة كيلو(الرمادي) (D7 في الشكل-1، و D1-D7 في الجدول-1). حيث استخدم فرش من النايلون بمساحة 4×4م على سطوح المباني المناسبة في منطقة الدراسة. تراوحت كميات العينات بين نصف كيلوغرام الى 1 كغم. جرى قياس النشاط الاشعاعي للسيزيوم-137 عند خط طاقة كاما الخاصة بالسيزيوم-137، مقدارها 661.6 كيلو الكتون فولت. استخدمت منظومة مطيافية كاما (HPGe) من انتاج شركة كامبيرا (Canberra) في اجراء القياسات. تتكون المنظومة من بلورة جرمانيوم نقي (العداد counter) ، ذات كفاءة 30% وقدرة فصل 2Kev عند الطاقة 1332 كيلوالكترون فولت العائدة للكويلت-60. يحاط العداد بدرع من الرصاص سمك 10cm لتقليل تأثير الخلفية الاشعاعية في المختبر، ويرتبط العداد بمحلل اطيف حاسوب شخصي (Personal Computer Analayzer) حيث يستخدم البرنامج Genie 2000 للقياس والتحليل للمعلومات المسجلة. ان مستوى التحسس للعداد تسجيل جميع تراكيز السيزيوم التي تزيد عن 0.5 بكريل/كغم (Bq.kg^{-1}) من العينة. تمت معايرة الجهاز باستخدام المصدر القياسي EU-152

(مجهاز من الوكالة الدولية للطاقة الذرية). واستخدم وعاء المارينلي كشكل هندسي في القياس والمعايرة. كانت مدة القياس للعينة الواحدة كانت 10800 دقيقة. انجزت القياسات في مختبرات مركز الوقاية من الاشعاع- وزارة البيئة.



الشكل 1- منطقة الدراسة مؤشرا عليها مواقع جمع العينات وارقامها (كما جاء في الجدول-1)

الحسابات

معدل جرع التعرض الناجمة عن وجود السيزيوم-137 في التربة.

تم تخمين معدلات جرع التعرض الخارجي الناجمة عن وجود السيزيوم-137 في ترب منطقة الدراسة باستخدام المعادلة التالية المعدة من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمنظمة الدولية للوقاية من الاشعاع [19].

$$H_{(t)} = X_{(t)} \times DRF \dots\dots\dots(1)$$

حيث تمثل $H_{(t)}$ معدل جرعة التعرض الخارجي عند زمن (t) بوحدات غراي/سنة.

و $X_{(t)}$ النشاط الاشعاعي للمصدر في موقع التعرض .

و DRF معامل الجرعة (dose rate factor) ، مقدار هذا المعامل للسيزيوم-137 الى العمق 5cm في التربة يبلغ $10 \times 6.21 \times 10^{-5}$

غراي/سنه (gry.y^{-1}) لكل بكريل/سم (Bq/cm^2) [20، 21]

الجرع الاشعاعية الناجمة عن استنشاق نويدات السيزيوم -137

جرى تقدير الجرع الاشعاعية الناجمة عن استنشاق تراكيز السيزيوم -137 المخزنة في الهواء الناجمة عن اعادة التعليق

(resuspension) لتراكيزه التي جرى قياسها في تربة المنطقة. استخدم معامل اعادة التعليق (resuspension factor) للسيزيوم-

137 الموثق في الادبيات المنشورة لعدم توفر قياس لهذا المعامل في منطقة الدراسة [22، 23] و يبلغ مقدار معامل التعليق المستخدم

في هذه الدراسة 10^{-6}m^{-1} في الظروف الاعتيادية، علما ان معامل التعليق لجميع النويدات المشعة يقدر بين ($10^{-2} - 10^{-1}$)

للأغراض العملية [24].

استخدمت المعادلات التالية في تقدير الجرع الناجمة عن الاستنشاق :

$$(2) \dots\dots\dots \text{التركيز في الهواء (بكريل/م}^3) = \text{التركيز في التربة (بكريل/م}^2) \times \text{معامل التعليق (م}^{-1}) \dots\dots\dots(2)$$

$$(3) \dots\dots\dots \text{جرعة الاستنشاق (سيفرت/سنه) = التركيز في الهواء} \times \text{معامل تحويل الجرعة} \times \text{معدل التنفس} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{استخدم معامل تحويل الجرعة مقداره } 4.6 \times 10^{-9} \text{ (سيفرت/بكريل)} \text{ } (4.6 \times 10^{-9} \text{ Sv.Bq}^{-1}) [25]$$

ومعدل التنفس للشخص الاعتيادي = $10512 \text{ م}^3/\text{سنه}$ ، على اعتبار ان الشخص يتنفس 0.02 م^3 (20 لتر) من الهواء في

الدقيقة [26]. كما قدرت الجرع الاشعاعية الناجمة عن استنشاق السيزيوم-137 في العواصف الترابية باستخدام المعادلة (3) اعلاه بعد

تقدير تراكيز السيزيوم في الدقائق العالقة في المتر المكعب من الهواء اذ اخذنا بالاعتبار ان اعلى قيمة مسجلة لدقائق العوالق في

العواصف الترابية التي ضربت مدن عراقية في اوقات سابقة كانت (2241.2) مايكروغرام/م³ هواء ($\mu\text{g/m}^3$) [27].

الجدول 1 - ارقام العينات واحداثياتها وأسماء مواقعها وتراكيز السيزيوم في ترب منطقة الدراسة

تركيز السيزيوم-137 (بكريل/كغم)	اسم الموقع	الاحداثيات (درجة)		رقم العينة	تركيز السيزيوم 137- (بكريل/كغم)	اسم الموقع	الاحداثيات (درجة)		رقم العينة
		شمال	شمال				شمال	شرق	
2.2	شرق هيت	33.42848	43.42169	25	11.1	الجزيرة	33.64869	43.34328	1
6.9	طريق هيت	33.53617	43.03681	26	0.5	قرب خزان الثرثار	33.71031	43.3183	2
1.7	جزيرة البوذباب	33.47605	43.25719	27	1.01	قرب خزان الثرثار	33.70442	43.33083	3
3.2	الحبانية /المدينة السياحية	33.26639	43.65594	28	0.5	حي المعلمين / الفلوجة	33.36028	43.79672	4
0.9	ناظم المجره	33.19258	43.50317	29	0.5	الازركيه/ الفلوجة	33.35949	43.77803	5
7.5	المجره/ظر يق الرمادي	33.20869	43.36889	30	0.5	جبيل /الفلوجة	33.317	43.79167	6
2.2	حي اللاجنين	33.32939	43.26264	31	0.5	حي نزال / الفلوجة	33.34603	43.78678	7
11.7	جامعة الانبار	33.39972	43.25713	32	0.5	حي الجولان	33.36292	43.75583	8
0.5	الفلوجة المنطقة الصناعية	33.39301	43.2875	33	5.7	الجسر الياباني/الرمادي	33.44706	43.24494	9
3.7	جنوب غرب الرمادي	33.30373	43.14838	34	0.5	المشبهه/الرمادي	33.42528	43.35043	10
6.7	جنوب غرب الرمادي	33.20243	43.00489	35	0.5	حصيبه الشرقية	33.42222	43.25856	11
7.5	غرب الرمادي	33.36957	42.97956	36	0.5	سن الذبان	33.36917	43.61028	12
8.5	تقاطع الـ 35 كم	33.42697	42.93567	37	5.5	الجسر الياباني/الرمادي	33.45806	43.25592	13
9.7	تقاطع طريق الرمادي رطبة	33.2362	42.57945	38	2.9	القرية العصرية	33.46667	43.06667	14
5.6	عامرية الفلوجة	33.13322	43.85327	39	1.8	طريق هيت - كبيسة المعمورة	33.63528	42.8	15
4.5	الصقلاوية	33.42697	43.77303	40	3.2	طريق هيت - كبيسة المعمورة	33.63111	42.78333	16
8.7	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D1	14.5	طريق هيت - كبيسة المعمورة	33.62556	42.74583	17
8.4	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D2	11.2	مدخل مدينة كبيسه	33.63833	42.70444	18
8.8	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D3	4.8	المدخل الشرقي لمدينة كبيسه	33.60472	42.63722	19
7.5	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.2482	D4	1.08	عين كبيسه	33.59794	42.59378	20

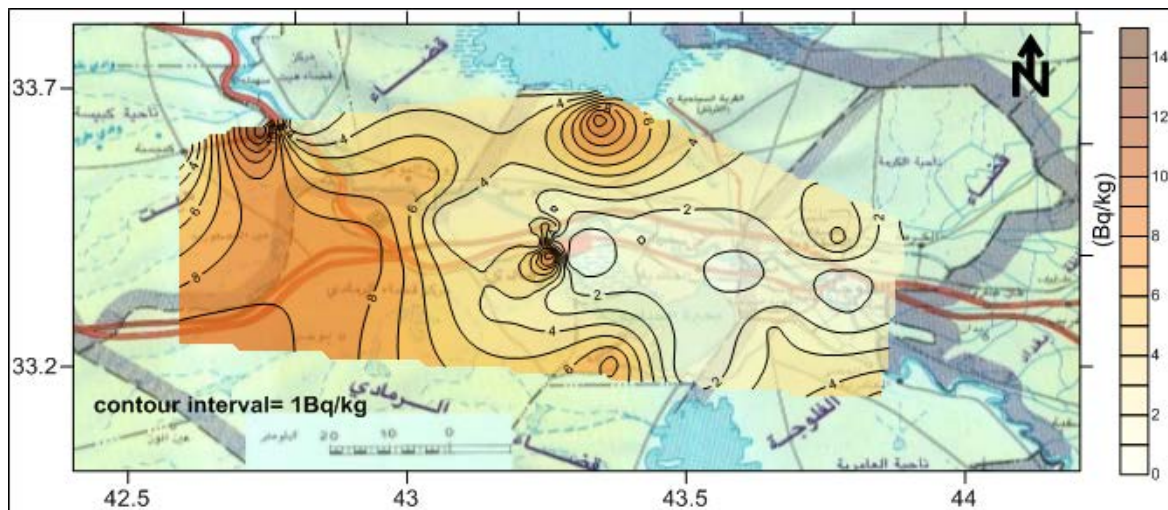
	كيلو		5						
7.8	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D5	0.9	الفلوجة/حي الشهداء	33.33717	43.79167	21
8.8	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D6	0.5	الكرمة	33.46242	43.90302	22
8.0	الرمادي 5/ كيلو	33.42361	43.24825	D7	2.1	حصيبة الشرقية	33.42222	43.23856	23
					0.9	البوبالي	33.44186	43.43667	24

النتائج والمناقشة

نتائج القياس لتراكيز السيزيوم-137

تراوحت تراكيز السيزيوم-137 في ترب منطقة الدراسة بين اقل من تحسس الجهاز (بحدود 0.5 بكريل/كغم) الى 14.5 بكريل/كغم ($Bq.kg^{-1}$) وبمعدل 3.9 بكريل/كغم (جدول- 1) في حال اعتمدت قيمة 0.5 بكريل/كغم كحد ادنى لمحتوى الترب من السيزيوم لتسهيل عملية الحسابات. اما اذا اهملت القيم في العينات التي تراكيزها اقل من تحسس الجهاز يكون معدل السيزيوم-137 بحدود 5.14 بكريل /كغم. تعد قيمة معدل التراكيز التي تم تسجيلها مقارنة لمعدلات تراكيز السيزيوم-137 في معظم ترب العراق ولكنها اوطأ من معدل تراكيز السيزيوم في مناطق متفرقة من المنطقة الغربية من العراق حيث تصل قيم تراكيز السيزيوم في تلك المناطق الى حدود 175 بكريل/كغم تربة [5]. تعود تراكيز السيزيوم-137 في ترب العراق ومنها منطقة الدراسة الى المتساقطات العالمية والاقليمية نتيجة التفجيرات النووية او الحوادث النووية كما حدث ذلك في حادثة تشيرنوبيل في اوكرانيا عام 1986 [4, 5].

يمثل الشكل- 2 خارطة توزيع السيزيوم-137 في منطقة الدراسة (بكريل/كغم تربة)، الذي يتبين فيه ان توزيع السيزيوم في ترب منطقة الدراسة غير متجانس. يعتمد توزيع الملوثات الاشعاعية بصورة عامة ومنها السيزيوم-137 على عوامل عديدة منها : الظروف المناخية (كمية الامطار ، سرعة الرياح واتجاهاتها والرياح السائدة في المنطقة، ووجود الغيمة التي تحمل الملوثات في الزمن المعين والمكان المعين) ، والظروف الجيولوجية (نوعية التربة ، تعرية التربة بعد ترسيب الملوثات وانتقال الملوثات نتيجة التخفيف بمياه الامطار) ، ويعد مصدر التلوث. كما تعتمد تراكيز السيزيوم في الترب على طبيعة التربة والعنصر المشع حيث ان السيزيوم شديد الالتصاق بالترب الطينية اكثر مما في الترب الرملية او المزيجية (silt) [3, 7, 28].



الشكل 2- خارطة توزيع السيزيوم-137 في تربة منطقة الدراسة مقدره بوحدهات بكريل/كغم تربة.

نتائج حساب معدلات الجرع:

حساب الجرع الاشعاعية الناجمة عن التعرض للسيزيوم في تربة منطقة الدراسة

جرى حساب الجرع الاشعاعية الناجمة عن التعرض للسيزيوم في ترب منطقة الدراسة باستخدام المعادلة (1).

يبين الجدول 2 قيم الجرعة التي تراوحت بين $(1.12-0.062) \times 10^{-4}$ غراي/سنة $(Gy.y^{-1})$ وبمعدل 1.41×10^{-5} غراي/سنة أو ما يقارب $(7.7-0.4) \times 10^{-2}$ ملي سيفرت/سنة $(mSv.y^{-1})$ وبمعدل 0.8×10^{-2} ملي سيفرت/سنة، وهذا المعدل اقل بكثير من الحد المسموح به لعموم الجمهور والبالغ (1) ملي سيفرت/سنة للجرع الإشعاعية الناتجة عن التعرض للتلوث الإشعاعي غير الطبيعي، وهذا ما اوصت به الوكالة الدولية للطاقة الذرية [19، 29] لذا فان وجود مثل هذه التراكيز للسيوم-137 في ترب منطقة الدراسة لا تشكل خطراً إشعاعياً معتبراً.

الجرع الإشعاعية الناجمة عن استنشاق السيزيوم-137 نتيجة إعادة التعليق

نلاحظ من الجدول 2 أن أعلى قيمة للجرعة الناجمة عن استنشاق السيزيوم-137 نتيجة إعادة تعليقه في الهواء بلغت بحدود 1.61×10^{-8} سيفرت/سنة $(Sv.y^{-1})$. تعد هذه القيم واطئة جداً مقارنة مع جرعة التعرض الكلية في تلك المواقع والمبينة في نفس الجدول 2 والمقاسة في مواقع جمع العينات بواسطة جهاز قياس التعرض نوع Gamma Scout. كما أنها لا تشكل الا جزءاً ضئيلاً جداً من قيم الجرعة الإشعاعية المسموح بها للعموم السكان (1 ملي سيفرت/سنة) الموصى بها من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية [19].

الجدول 2- اقل وأعلى قيمة ومتوسط جرعة التعرض الخارجي والداخلي الناجمة عن السيزيوم-137 في ترب منطقة الدراسة

	Total exposure dose ($\mu Sv/h$)	Exposure dose (Cs- 137) $H_{(t)}$ (Gy/y)	Internal Dose due to Cs (Sv/y)
Min	0.1	6.2×10^{-6}	5.56×10^{-10}
Max	1.8	1.12×10^{-4}	1.16×10^{-8}
Average	0.2	1.41×10^{-5}	4.3×10^{-9}

الجرع الإشعاعية الناجمة عن استنشاق السيزيوم-137 الموجود في الهواء الجوي نتيجة للعواصف الغبارية

تم قياس تراكيز السيزيوم-137 في عينات من الهباء الجوي الذي جمع من العواصف الغبارية التي ضربت المنطقة خلال فترة الدراسة بين 1/10/2013-1/3/2013. تراوحت تراكيز السيزيوم بين 7.5-8.8 بكريل/كغم وبمعدل 8.28 بكريل/كغم (الجدول-1). جرى تخمين الجرعة الإشعاعية الناجمة عن استنشاق السيزيوم-137 الموجود في الهباء الجوي نتيجة للعواصف الغبارية التي ضربت المنطقة خلال فترة الدراسة واستخدمت المعادلة (3) في تقدير الجرعة الناجمة عن الاستنشاق.

كانت أعلى الجرعة الإشعاعية المحسوبة حوالي 9.54×10^{-7} ملي سيفرت/سنة. تعد هذه القيم مقارنة للقيم المخمنه من إعادة التعليق، وهي أيضاً لا تشكل الا مقداراً ضئيلاً من مقدار الجرعة المسموح بها عالمياً. ان وجود السيزيوم-137 بهذه التراكيز في العواصف الغبارية يعطي دليلاً على ان العواصف الغبارية تساهم في نقل السيزيوم والملوثات الاخرى من مناطق تلوثها الى مناطق اخرى. وربما يكون مصدر السيزيوم ليس بعيداً عن منطقة الدراسة كون منطقة الدراسة تقع باتجاه متأثراً باتجاه الرياح السائد في المنطقة (شمالي غربي) اذا اخذنا بنظر الاعتبار ان أعلى تراكيز للسيزيوم-137 مسجلة في العراق كانت (175) بكريل/كغم في للمنطقة الغربية من العراق [5] وكذلك وقوع منطقة الدراسة باتجاه مصدر العواصف الغبارية القادمة للعراق [30].

الاستنتاجات

انجز في الدراسة الحالية تقييم اشعاعي لجزء من محافظة الانبار والتي شملت مدينة الرمادي والفلوجة وهيت ما حولها. لقد اثرت الكثير من الشكوك حول وجود تلوث اشعاعي في هذه المدن سواء كان بسبب الحروب التي مرت على العراق او بسبب وجود مصادر طبيعية.

جرى قياس النشاط الاشعاعي الصناعي في منطقة الدراسة متمثلاً بالسيزيوم-137 باعتباره اهم العناصر المشعة المتولدة عن التلوث الاشعاعي بسبب عمره الطويل نسبياً ونشاطه كما الاشعاعي العالي أيضاً، ونوجز اهم الاستنتاجات

- بينت الدراسة انه لا وجود لتراكيز اشعاعية عالية تدعو الى القلق من الناحية البيئية حيث بينت النتائج ان النشاط الاشعاعي للـ¹³⁷سييزيوم، كاهم العناصر المشعة الناتجة عن الحوادث والتفجيرات النووية، كانت ضمن مدى التراكيز في عموم العراق، التي تراوحت بين اقل من تحسس الجهاز (بحدود 0.5) -14.5 بكريل/كغم تربة وبمعدل 5.12 بكريل/كغم تربة. ان هذه التراكيز مقارنة لتراكيز السيزيوم في بعض المواقع في وسط وجنوب العراق الا انها لا تعد تراكيز عالية (رغم انها تؤثر الى وجود تلوث بالسيزيوم من المصادر العالمية كحادثة تشيرنوبل او تجارب الاسلحة النووية) حيث لا تشكل الجرعة الاشعاعية الناجمة عن التعرض للـ¹³⁷سييزيوم، والتي تتراوح بين (0.4-7.7) 10×10^{-2} ملي سيفرت/سنة وبمعدل 0.8×10^{-2} ملي سيفرت/سنة، لا تشكل الا جزءاً بسيطاً من حدود الجرعة المسموح بها والمقدرة بـ(1) ملي سيفرت/سنة لعموم السكان اناجمة عن مصادر غير مصادر الخلفية الاشعاعية الطبيعية. كما جرى تقدير قيمة الجرعة الناجمة عن استنشاق السيزيوم-¹³⁷ نتيجة إعادة تعليقه في الهواء وبلغت حدود 1.61×10^{-8} سيفرت/سنة ولا تشكل هذه القيم الا جزءاً ضئيلاً جداً من قيم الجرعة المسموحة الموصى بها من قبل الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
- جرى قياس النشاط الاشعاعي في نماذج من الهباء من نواتج العواصف الترابية التي ضربت المنطقة ضمن فترة الدراسة. وجرى حساب الجرعة الاشعاعية الناجمة عن استنشاق السيزيوم-¹³⁷ المتواجد في غبار العواصف وكانت اعلى الجرعة الاشعاعية المحسوبة حوالي 9.54×10^{-7} ملي سيفرت/سنة وهي ايضا لا تشكل الا مقداراً ضئيلاً من مقدار الجرعة المسموح بها عالمياً. ومن هنا فان القياسات الحالية تشير الى ان الجرعة الاشعاعية الناجمة عن السيزيوم سواء كان المتواجد في التربة السطحية او في العواصف الترابية في منطقة الدراسة ضمن الحدود المقبولة والمسموح بها من قبل الجهات ذات العلاقة كالوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) والمنظمة العالمية للوقاية الاشعاعية (ICRP)

شكر وتقدير

يود الباحثين في هذه الدراسة تقديم شكرهم وتقديرهم لمنتسبي مختبر كاما وقسم البحوث الاشعاعية في مركز الوقاية من الاشعاع التابع لوزارة البيئة لجهودهم الرائعة في انجاز القياسات الاشعاعية المتعلقة بهذا البحث.

المصادر

1. Fukuyama T. and Fujiwara H. **2008**. Contribution of Asian dust to atmospheric deposition of radioactive cesium (¹³⁷Cs). *Science of the total environmental*, 405, pp:389-395.
2. Tondel, M. Hjalmarsson, P. Hardell, L. Carlsson, G. and Axelson, O. **2004**. Increase of regional total cancer incidence in north Sweden due to the Chernobyl accident. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 58, pp:1011-1016.
3. Eisenbud, M., and Gesell, T. **1997**. *Environmental Radioactivity*, 4th edition, Academic press, USA.
4. Marouf B.A., **1992**. measurement of radionuclides into Iraq (post Chernobyl) . *Intern. J. Environmental Studies*, Vol. 42, pp. 137-143.
5. Ali K.K. and Marouf B.A. **2011**. Distribution of ¹³⁷Cs in the surface soil from selected areas in Iraq. *Iraqi Bulletin Of Geology And Mining*, 7 (2), pp:1-8.
6. السعدي محمد علي الكاظم. **2008**. دراسة الخلفية الاشعاعية في مناطق منتخبة من محافظات العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بابل، بابل، العراق.
7. International Atomic Energy Agency, IAEA. **1982**. Genetic models and parameters for assessing the environmental transfer of radionuclides from routine release. *Safety Series No.57*, IAEA, Vienna, pp: 61-65.
8. Agudo, E. G. **1998**. Global distribution of ¹³⁷Cs inputs for soil erosion and sedimentation studies, In: International Atomic Energy Agency (ed), use of ¹³⁷Cs in the study of soil erosion and sedimentation, IAEA- *TECDOC*- 1028, Vienna, Austria, pp: 117-121.
9. Mahmoud, A.A. Aslani, S. A. Sema A. Günseli, Y. Gungor Y. and Meral E. **2003**. Activity concentration of caesium-137 in agricultural soils. *Jour. of Environmental Radioactivity*, 65, pp:131-145.
10. Zhiyanski, M. Sokolovska, M. Lucot, E. and Badot, P.M. **2005**. Cs-137 contamination in forest ecosystems in southwest Rila Mountain (Bulgaria). *Environmental Chemistry Letters*, 3 (1), pp: 49-52.

11. Zhiyanski, M. Bech, J. Sokolovska, M. Lucot, E. Bech, J. and Badot, P., **2008**. Cs-137 distribution in forest floor and surface soil layers from two mountainous regions in Bulgaria. *Journal of Geochemical Exploration*, 96, pp:256-266.
12. Radioactivity Survey Data in Japan. **2007**. *Environmental and Dietary Materials*. NO. 142. Japan Chemical Analysis Center, Chiba, Japan.
13. Almgren S. Barregård L. and Isaksson M. **2008**. Measurements and comparisons of gamma radiation doses in a high and a low ¹³⁷Cs deposition area in Sweden. *Journal of Environmental Radioactivity* 99, pp:1750-1755.
14. Cook L.L. **2007**. Cesium in soils and plants of sagebrush steppe ecosystem. Ph.D. Thesis. Department of Biological, Idaho state University, Idaho. USA.
15. Mascanzoni D. **1989**. Predicting the radionuclides fraction transferred to consumption through grain foods. *Health Physics*, 57, pp: 601-605.
16. Maillie H.D. **1985**. A method of estimating the risk from ingested radionuclides. *Health Physics*, 48, pp:159-168.
17. International Atomic Energy Agency, IAEA. **1990**. *Environmental contamination following a major nuclear accident*. IAEA, Vienna.
18. Bunzl K. and Krack W. **1989**. Seasonal variation of soil to plant transfer of K and fallout Cs-137, 134 in peatland vegetation. *Health Physics*, 57, pp:593-600.
19. Voigt G. Muller H. Prohl G. and Paratzke H.G. **1989**. Experimental determination of coefficients of Cs-137 and H-3 from fodder into milk of cows and sheep after Chernobyl accident. *Health Physics*, 57, pp: 967-973.
20. International Atomic Energy Agency, IAEA. **2000**. *Technical Report*, No. 1162, IAEA, Vienna.
21. International Commission on Radiological Protection, ICRP. **1977**. *Prediction of radionuclides transfer from routine releases of radioactivity*. IAEA, Vienna.
22. International Atomic Energy Agency, IAEA. **1994**. Handbook of parameter values for radionuclides transfer in temperate environment. *Technical Reports Series* No. 364, IAEA, Vienna.
23. NRPB-DL 10. **1986**. *Derived Emergency Reference Levels for the introduction of counter measures in early to intermediate phase of emergencies involving the release of radioactive materials to atmosphere*. England.
24. White I.F. **1986**. *NRPB Emergency data handbook*. NRPB-R186, England.
25. Sehmel G.A. **1980**. Particle resuspension. *Atmospheric Environment*. 22, pp:107-127, U.S.A.
26. International Atomic Energy Agency, IAEA. **1996**. Internal basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. *Safety Series*, No. 115, IAEA, Vienna.
27. International Commission on Radiological Protection, (ICRP). **1979**. *Limits for intakes of radionuclides by workers*. ICRP publication 30 part 1, Vol.2.
28. بدالله سلطان ، ميثم ؛ الربيعي، مهدي صالح؛ عبدالرحيم ، عصام . **2013**. تقييم تراكيز العناصر السامة والمسرطنة في الغبار والتربة في مدينة بغداد ومدى تأثيرها في انتشار بعض الامراض. وقائع المؤتمر الاول للعواصف الترابية وتأثيراتها البيئية، الاسباب والمعالجات. *المجلة العراقية للعلوم- كلية العلوم-جامعة بغداد*- عدد خاص ، صفحة 167-177.
29. Adriano, D. Hoyt, G.D. and Pinder J.E. **1981**. Fallout cesium-137 on a forest ecosystem in the vicinity of a nuclear reprocessing plant. *Health Physics* 40, pp:369-376.
30. NNDC. **2011**. National Nuclear Data Center <http://www.nndc.bnl.gov> [Updated 2014].
31. Awadh S. M. **2012**. Geochemistry and mineralogical composition of the airborne particles of sand dunes and dust storms settled in Iraq and their environmental impacts, *Environ Earth Sci* 66 (8), pp:2247-2256