بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

تحديد تركيز العناصر الثقيلة في لحوم ومنتجات الدواجن بإستخدام الأشعة السينية المتفلورة

Determine the of Heavy Elements Concentration in Meat and Poultry Products using X-Ray fluorescence (XRF)

اطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراة في علوم الفيزياء

إعداد الطالب:

محمد من السيد حسان يوسف

المشرف الرئيس:

د/ أحمد الحسن الفكي

المشرف المساعد:

أ.د/ مبارك درار عبدالله

يونيو، 2021م

الإستهلال

قال الله سبحانة وتعالي :

﴿اللَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ الْحَيُّ الْقَيُّومُ ۚ لَا تَأْخُذُهُ سِنَةٌ وَلَا نَوْمٌ ۚ لَّهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ ۗ مَن ذَا الَّذِي يَشْفَعُ عِندَهُ إِلَّا بِإِذْنِهِ ۚ يَعْلَمُ مَا بَيْنَ أَيْدِيهِمْ وَمَا خَلْفَهُمْ ۖ وَلَا يُحِيطُونَ بِشَيْءٍ مِّنْ عِلْمِهِ إِلَّا بِمَا شَاءَ ۚ وَسِعَ كُرْسِيُّهُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ ۖ وَلَا يَئُودُهُ حِفْظُهُمَا ۚ وَهُوَ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ ﴿٢٥٥﴾

صدق الله العظيم

الأية(255) من سورة االبقرة

الإهداء

أهدي هذا البحث المتواضع

الي من كلله الله بالهيبة والوقار ..... الي من علمنا العطاء بدون إنتظار

الي من أحمل أسمة بكل إفتخار .... أرجو من الله أن يمد في عمرك

لتري ثماراً قد حان قطافها بعد طول إنتظار ،،،،،، **والدي العزيز**.

و الي ملاكي في الحياة ،، الي معني الحب والوفاء ،،الي معني الحنان والتفاني ،،

الي من كان دعائها سر نجاحي ،، وحنانها بلسم جراحي ،،، الي أغلي الحبايب، أسأل الله ان يطيل في عمرها ويمتعها بالصحة والعافية ،،،،، **أمي الحبيبة**.

الي من أرضعتني الحب والحنان والتفاني ،،، الي رمز الحب وبلسم الشفاء الي القلب الناصع بالبياض

الي سندتني ورعتني وعلمتني معني الحياة،،، أسأل الله أن يطيل في عمرها ،، **أمي العزيزة عائشة.**

شكر وعرفان

الحمد لله حمداً يكون لحقه قضاء ولشكره أداء، أشكرك ربي علي نعمك التي لا تعد، أحمدك ربي وأشكرك علي أن يسرت لي إتمام هذا البحث علي الوجه الذي أرجو أن ترضي به عني . والصلاة والسلام علي أفضل الخلق أجمعين سيدنا محمد وعلي اله وصحبة وسلم تسليما كثيراً .

وبعد، يدعوني حق الوفاء والإعتراف بالجميل أن أوجه شكري وتقديري الي جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا، الدكتور أحمد الحسن الفكي والبروفسير مبارك درار عبدالله الذين كانوا دافعاً محفزا لي ، وأحاطوني برعايتهم العلمية والتربوية ، أسأل الله أن يجزيهم عني خير الجزاء ويحفظهم ذخراً لنا ولوطننا .

والشكر ايضا الي المهندس محمد عبد الله – مركز النفط الفني علي تعاونة معي في فحص العينات بكل صبر وطول بال

.

ولله الفضل من قبل ومن بعد

المستخلص

تعتبر تقنية الأشعة السينية المتفلورة تقنية فعالة وأداة لتحليل وقياس العناصر علي اساس تشعيع العينات دون إتلاف المادة. ويسبب تلوث منتجات الدواجن ببعض العناصر الثقيلة خطورة كبيرة علي صحة الإنسان، ولذلك أجريت هذه الدراسة علي عدد 11 شركة تعمل في إنتاج الدواجن في السودان، حيث جمعت 23 عينة من (اللحوم، العظام، الكبد والرقاب). إستخدم جهاز تقنية الأشعة السينية المتفلورة لقياس نسبة العناصر الثقيلة والذي يمتاز بمقدرة عالية علي قياس تركيز العناصر، وقد أظهرت النتائج تلوث جميع العينات بالعناصر الثقيلة (الرصاص، المنغنيز، الكروم، الحديد، النيكل، والزنك)، ووجدت نسبة تركيز الرصاص في اللحوم والعظام 0.007%، 0.005% علي التوالي، ووجد أن نسبة تركيز الرصاص في بعض العينات تجاوزت ضبط الجودة، كما أظهرت النتائج أن متوسط نسبة تركيز المنغنيز في العظام، اللحوم والكبد 0.043%، 0.008% و0.007% علي التوالي وكانت نسبة تركيز المنغنيز في جميع العينات في حدود ضبط الجودة، بينما كان متوسط نسبة تركيز الكروم في العظام، اللحوم، الكبد والرقاب 0.033%، 0.035%، 0.050% و0.035% علي التوالي، و أوضحت الدراسة أن نسبة تركيز الكروم في الكبد واللحوم وفي بعض عينات العظام والرقاب تجاوزت ضبط الجودة. وكذلك أظهرت نتائج الدراسة أن أعلي متوسط لنسبة الحديد كان في العظام وأدني متوسط في الرقاب، وأشارت الدراسة الي تجاوز متوسط نسبة الحديد في عينة (عظام نيو الكنج) حد ضبط الجودة، بينما وجد متوسط تركيز الزنك ضمن حدود ضبط الجودة، وكذلك بينت الدراسة أن متوسط نسبة تركيز النيكل في عينات الرقاب تجاوز حد ضبط الجودة.

نظرا لعدم وجود قاعدة بيانات محلية لتركيز العناصر الثقيلة في لحوم الدواجن ولقلة الدراسات، فتعتبر هذه الدراسة مرجعاً لدراسات مستقبيلة لوضع مواصفة وحدود للعناصر الثقيلة في المواصفات والمقاييس السودانية التيَ لا يوجد بها مواصفة لتركيز العناصر الثقيلة في لحوم الدواجن مما يهدد صحة الإنسان بالمخاطر خصوصا مع تزايد الطلب علي منتجات الدواجن.

Abstract

The X-ray fluorescence technique (XRF) is an effective technique and tool for analyzing and measuring elements based on irradiation of samples without damaging the material. The contamination of poultry products with some heavy metals causes a great danger to human health. Therefore, this study was conducted on 11 companies working in the production of poultry in Sudan, where 23 samples of (meat, bones, liver and necks) were collected. XRF device was used to measure the percentage of heavy elements, which has a high ability to measure the concentration of elements. The results showed that all samples were contaminated with heavy elements (lead, manganese, chromium, iron, nickel, and zinc), and the concentration of lead in meat and bones was found to be 0.007%, 0.005%, respectively, and it was found that the percentage of lead concentration in some samples exceeded the quality control. The results also showed that the average percentage of manganese concentration in bones, meat and liver was 0.043%, 0.008% and 0.007%, respectively, and the percentage of manganese concentration in all samples in The limits of quality control, while the average percentage of chromium concentration in bones, meat, liver and necks was 0.033%, 0.035%, 0.050% and 0.035%, respectively, and the study showed that the percentage of chromium concentration in liver, meat, and in some bone and neck samples exceeded quality control. The results of the study also showed that the highest average iron percentage was in the bones and the lowest average in the necks, and the study indicated that the average iron percentage in the sample (New King Bones) exceeded the quality control limit, while the average zinc concentration was found within the quality control limits, and the study also showed that the average The percentage of nickel concentration in the neck samples exceeded the quality control limit.

Due to the absence of a local database for the concentration of heavy metals in poultry meat and the lack of studies, this study is considered a reference for future studies to set specifications and limits for heavy elements in Sudanese specifications and standards, which do not have a specification for the concentration of heavy metals in poultry meat, which threatens human health with risks, especially with the increasing demand on poultry products.

الفهرس

الرقم	العنوان	الصفحة
	الاستهلال	iii
	الإهداء	iv
	الشكر والعرفان	v
	المستخلص	vi
	Abstract	vii
	الفهرس	viii
	الفصل الاول : خطة البحث	
1.1	تمهيد	1
2.1	مشكلة البحث	3
3.1	أهداف البحث	4
4.1	أهمية البحث	4
5.1	حدود البحث	4
6.1	هيكل البحث	4
7.1	الدراسات السابقة	5
	الفصل الثاني : العناصر الثقيلة	

1.2	مقدمة	10
2.2	العناصر الثقيلة	10
3.2	مصادر العناصر الثقيلة	11
4.2	خطر العناصر الثقيلة علي صحة الانسان	11
5.2	سمية العناصر الثقيلة	12
6.2	بعض العناصر الثقيلة	12
	الفصل الثالث : الاشعة السينية المتفلورة	
1.3	مقدمة	15
2.3	مصادر الاشعة السينية	15
3.3	انتاج الاشعة السينية	16
4.3	انابيب الاشعة السينية	16
5.3	انتاج الاشعة في المعجلات	17
6.3	امتصاص الاشعة السينية	17
7.3	معامل الامتصاص الكلي	17
8.3	خصائص الاشعة السينية	19
9.3	تفاعل الاشعة السينية مع المادة	19
10.3	فلورية الاشعة السينية	20

11.3	مبادئ تقنية الاشعة السينية المتفلورة	21
12.3	تطبيقات الاشعة السينية المتفلورة	21
13.3	فلورية الاشعة السينية في قياس العناصر	22
14.3	العينات التي تحلل بفلورية الاشعة السينية	22
15.3	الميزات والعيوب في الاشعة السينية المتفلورة	22
	الفصل الرابع : جهاز الاشعة السينية المتفلورة	
1.4	مقدمة	24
2.4	جهاز المستخدم في فحص العينات (X-MET500/X-MET5100)	24
3.4	تطبيقات الجهاز	25
4.4	مكونات الجهاز	25
5.4	شروط بيئة التشغيل والظروف البيئية	26
6.4	طريقة القياس	27
7.4	توقيت الفحص	27
8.4	وحدة القياس	27
9.4	الإنحراف المعياري	28
10.4	فحص العينة	28
11.4	تحضير العينات	28

12.4	أكياس العينة	28
13.4	السلامة الاشعاعية	29
14.4	مسؤوليات المشغل	29
15.4	الجرعة الاشعاعية	30
16.4	حالة الطواري	30
	الفصل الخامس : التجارب المعملية	
1.5	طرائق ومواد البحث	31
2.5	التحليل الإحصائي	31
3.5	جمع العينات	32
4.5	النتائج	32
5.5	مناقشة النتائج	34
6.5	الخاتمة	53
7.5	التوصيات	53
8.5	المصادر والمراجع	55

فهرس الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
1.4	جهاز الاشعة السينية المتفلورة	25
1.5	شكل متوسط نسبة عنصر الحديد	37
2.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة الحديد في عينات (اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	37
3.5	شكل متوسط نسبة عنصر النيكل	40
4.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة النيكل في (عينات اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	40
5.5	شكل متوسط نسبة عنصر الزنك	43
6.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة الزنك في (عينات اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	43
7.5	شكل متوسط نسبة عنصر المنغنيز	46
8.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة المنغنيز في عينات (اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	46
9.5	شكل متوسط نسبة عنصر الرصاص	49
10.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة الرصاص في عينات (اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	49
11.5	شكل متوسط نسبة عنصر الكروم	52
12.5	شكل خريطة ضبط الجودة لنسبة الكروم في عينات (اللحوم والعظام والكبد والرقاب)	52

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1.5	جدول متوسط نسبة العناصر الثقيلة بالعظام واللحوم والكبد والرقاب	33
2.5	جدول تحليل التباين لايجاد الفروق في متوسط النسب بين العظام واللحوم والكبد والرقاب	34
3.5	جدول متوسط نسبة الحديد حسب نوع العينة والشركة	36
4.5	جدول متوسط نسبة النيكل حسب نوع العينة والشركة	39
5.5	جدول متوسط نسبة الزنك حسب نوع العينة والشركة	42
6.5	جدول متوسط نسبة المنغنيز حسب نوع العينة والشركة	45
7.5	جدول متوسط نسبة الرصاص حسب نوع العينة والشركة	48
8.5	جدول متوسط نسبة الكروم حسب نوع العينة والشركة	51

فهرس الملاحق

الرقم	العنوان	رقم الصفحة
1	قياس تركيز العناصر في عينات اللحوم	62
2	قياس تركيز العناصر في عينات العظام	68
3	قياس تركيز العناصر في عيانات الرقاب (قوانص)	75
4	قياس تركيز العناصر في عينات الكبد	78

الفصل الاول

المقدمة

1.1 تمهيد :-

تعتبر الاشعة السينية ظاهرة كهروضوئية عكسية لأن الأشعة السينية تتولد نتيجة لتحول طاقة الالكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود والساقطة علي الهدف المثبت علي الانود الي فوتونات للاشعة السينية [1]،اما الاشعة السنية المتفلورة لها طاقة معروفة تعتمد علي العنصر الذي تتكون منه مادة الهدف وتتولد هذه الاشعة من تأين ذرات عنصر الهدف [2] فالاشعة المتفلورة هي احدي ظواهر التألق وتحصل في مواد معينة عند تعرضها للضوء او بالاشعة السينية او للجسيمات المشعة الصادرة عن مصادر مختلفة ،بالاعتماد علي الاشعة المميزة المنبعثة تتم معرفة مكونات المواد وحساب تراكيزها من خلال شدة الاشعة المميزة [3].

أصبحث تقنية الاشعة السينية المتفلورة تقنية فعالة وإداة تحليل يمكن حملها ونقلها وهي تقوم علي اساس تشعيع عينات المواد باستخدام الاشعة السينية دون اتلاف المادة المراد تحليلها .وفي الوقت نفسة يمكن من خلالها تحديد عدد كبير من العناصر معاً في وقت واحد مما يجعلها طريقة ممتازة لأخذ بصمة كل انواع المواد [4].جهاز الاشعة السينية المتفلورة هو جهاز به مصدر اشعاعي يثير الالكترونات القريبة من النواه فينقلها من المستوي الارضي للمستوي المثار وعند رجوع الالكترون للمستوي الارضي مرة اخري تشع فوتونات بتردد له علاقة مع مستوي طاقة كل عنصر وهو يميز كل عنصر عن العناصر الاخري ،وعند سقوط فوتونات من كل عناصر العينية يقوم محلل التردد بفصل كل تردد علي حده، ليقوم الكاشف بإستقبالها ويصدر تيار تتناسب شدتة مع عدد الفوتونات وبالتالي مع تركيز كل عنصر وتقوم وحدة العرض بإستعراض طيف العناصر الموجودة في العينة بترددااتها واطوالها [5].

تعتبر لحوم الدواجن من أكثر اللحوم إنتاجاً وإستهلاكاً في العالم، فهي ذات قيمة غذائية كبيرة بإحتوائها علي البروتينات و الفايتامينات، وأيضا تحتوي علي بعض العناصر الثقيلة [6] التي تصل الي الدواجن عن طريق الماء والهواء والعقاقير البيطرية والأعلاف [7]. العناصر الثقيلة هي مكونات طبيعية للبيئة ولكن الأنشطة

البشرية مثل العمليات الصناعية والتعدين كانت السبب الرئيس في التلوث بهذه العناصر فتراكمت في التربة والنباتات ومن ثم انتقلت الي الحيوانات التي تتغذي علي هذه النباتات [8]، تعتبر العناصر الثقيلة عاماً اساساً في العملية الغذائية، ولابد منها ولكن بنسب قلية ومحددة من قبل الجهات المختصة ونقص هذه العناصر يؤدي الي ضعف في العملية البيولوجية الحيوية، وعندما يتجاوز تركيزها الحدود المسموح بها، تصبح سامة وتشكل آثاراً صحية علي الانسان[9].

أصبح التلوث بالعناصر الثقيلة مصدر قلق دولي كبير بسبب قضايا سلامة الأغذية والمخاطر الصحية التي تسببها العناصر الثقيلة، التي تنتقل الي البيئة من خلال الأنشطة البشرية مثل التعدين والمعالجة الصناعية لمياه الصرف الصحي والأنشطة الزراعية ونقل الوقود وإحتراق الفحم والنفط والغابات، ومن ثم تنتقل من البيئة الي الكائنات الحية عن طريق التعرض الغذائي [10] فتشكل تهديد خطير لصحة الإنسان والحيوان والنبات، وذلك من بسبب إحتوائها علي الكثير من العناصر الثقيلة ، والتي يكون بعضها بنسب تركيز قد تزيد عن الحد المسموح به، وبالتالي تسبب تأثيرات صحية ضارة ومحتملة علي الإنسان [11] لسميتها وتراكمها في الأنسجة وتعتبر اللحوم ومنتجاتها مهمة لتغذية الإنسان لأنها توفر جزء كبير من المواد الغذائية [12]، فلحوم الدواجن ومنتجاتها هي لحوم غذائية أكثر كفاءة ولها دورة إنتاج أقصر من اللحوم الحمراء، وتعد اسعارها المنخفضة والتنافسية وقيمتها الغذائية مقارنة مع اللحوم الأخري من العوامل الرئيسية لإستهلاك لحوم الدواجن وقد أدي تزايد الطلب علي لحوم الدواجن الي تسريع الإنتاج، والذي بدورة أدي الي تسريع الأبحاث العلمية المتعلقة بالمخاطر والأضرار المرتبطة باستهلاك جميع الأغذية الملوثة بالعناصر الثقيلة التي تؤثر علي صحة الإنسان [13].

الحديد هو عنصر أساس في العملية الغذائية، ويعتبر مكوناً طبيعياً لجميع الأطعمة ذات الأصل النباتي والحيواني ويكون موجوداً في مياه الشرب، ويوجد في اللحوم الحمراء والدواجن والبيض، وقدر متوسط الاستهلاك اليومي من الحديد 17 ميلي غرام للذكور و 9–12 ميلي غرام للإناث، وزيادة نسبة الحديد في الجسم يؤدي الي ترسب نسبة منه في الكبد والبنكرياس والغدد الدرقية والقلب مما يسبب تليف الكبد وقصور في القلب والغدد [14] وبالرغم من ذلك يساهم الحديد في النمو ويؤدي نقص الحديد الي فقر الدم [9].

يعتبر النيكل عنصراً غذائياً ضرورياً ولكن بكميات قليلة جداً [15]، وقد حددت منظمة الصحة العالمية أن متوسط الاستهلاك اليوم للنيكل أقل من 20 ملي غرام في اليوم [16] ويسبب زيادة نسبة النيكل في الجسم تسمم الدم ويؤثر علي المناعة والكبد، ويسبب كذلك السرطان وأمراض الجهاز التنفسي ويعتبر محفزاً قوياً للكلي والرئة [13]. الزنك هو معدن موجود في كل مكان في البيئة ومعظم الصخور وكذلك يوجد في مناطقة التعدين وينتج الزنك من حرائق الغابات والانبعاثات الطبيعية، وقدر متوسط الاستهلاك اليومي من الزنك حوالي 20ملي غرام في اليوم للبالغين، وتسبب زيادة الجرعة من الزنك اثاراً حادة مثل القئ والإسهال وتهيج الجهاز الهضمي [14].

يعتبر المنغنيز من العناصر الثقيلة الضرورية إذا تواجد بنسب قليلة ونقص المنغنيز يسبب حالات شذوذ هيكلية في الثدييات ، إلا أن تواجده بنسب تركيز كبيرة يؤثر علي الرئتين كما ويسبب مشاكل في الجهاز العصبي وكذلك يؤثر علي الدماغ [17]، وعند التعرض للمنغنيز لفترة طويلة يؤثر علي الخصوبة ومما يسبب العقم [18] .

الكروم عنصر أساسي يساعد الجسم علي إستخدام السكر والبروتين[11] ، ويتواجد بصورة طبيعية في القشرة الأرضية والماء والهواء، والتعرض له يسبب الطفح الجلدي وأمراض المعدة والقرحة وضعف المناعة ويسبب كذلك سرطان الرئة وأمراض الجهاز التنفسي [18]

يوجد الرصاص في كل مكان في البيئة وفي مستويات منخفضة تقريبا في جميع الكائنات الحية، ويتعرض الإنسان الي الرصاص من الهواء والغذاء [10] يسبب الرصاص اضطراب في الجهاز العصبي وارتفاع في ضغط الدم و يؤثر علي العظام والجهاز المناعي [18] .

2.1 مشكلة البحث :-

بما ان لحوم ومنتجات الدواجن اصبحت تستهلك بشكل كبير جدا في السودان، ونظرا لكون المعادن الثقيلة تسبب خطورة علي صحة الانسان اذا زادت عن النسب المسموح بها، وكذلك قلة الدراسات والابحاث في هذا المجال ونادراً ما يتم قياس العناصر في منتجات الدواجن من قبل الجهات المختصلة (المواصفات والمقاييس وحماية المستهلك) . فتمكن مشكلة البحث في :- قياس تركيز العناصر الثقيلة في لحوم ومنتجات الدواجن .

3.1 اهداف البحث :-

يهدف هذا البحث الي :

- الكشف عن العناصر الثقيلة في لحوم ومنتجات الدواجن (عظام ، لحوم ، رقاب ، قوانص ، كبدة)
- مقارنة التراكيز المتحصل عليها من هذا البحث بنتائج الابحاث التي اجريت في بعض الدول .
- مقارنة تراكيز هذه العناصر مع خريطة ضبط الجودة لنسبة تركيز العنصر في العينة .

4.1 اهمية البحث :-

التعرف علي تقنية الاشعة السينية المتفلورة

التعرف علي العناصر الثقيلة واضرارها علي صحة الانسان .

التعرف علي مكونات الاشعة السينية المتفلورة وطريقة استخدامة في القياس، وكيفية اعداد العينات .

5.1 حدود البحث:-

الحدود الزمانية – 2021م

الحدود المكانية : السودان ولاية الخرطوم – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

6.1 هيكل البحث :-

يشمل هذا البحث علي اربعة فصول وهي :-

الفصل الاول يشمل **المقدمة، خطة البحث والدراسات السابقة**

الفصل الثاني يهتم **بالعناصر الثقيلة**

الفصل الثالث يحتوي **الاشعة السينة المتفلورة**

الفصل الرابع **جهاز الاشعة السينية المتفلورة**

7.1 الدراسات السابقة:

أجريت العديد من الدراسات لقياس نسبة العناصر الثقيلة في المواد الغذائية عامة وفي اللحوم بصفة خاصة، وكذلك استخدمت الاشعة السينية المتفلورة في مجالات اخري، تم تصنيف الدراسات السابقة الي دراسات محلية ودراست اجنبية:

1.7.1 الدراسات المحلية :-

دراسة علي الطاهر و عبير عبدالله – التحليل الطيفي لاوراق بعض النباتات (الملوخية) باستخدام الاشعة السينية المتفلورة 2015م)

حيث قم الباحثان بجمع عينات من اوراق نبات الملوخية من مناطق الريف الشمالي والريف الجنوبي بام درمان وتم تحليل العينات بتقنية الاشعة السينية المتفلورة ، وبعد التحليل وجدت العناصر الثقيلة بتراكيز مختلفة ولوحظ ان العناصر الاعلي تركيزا هي الحديد والكالسيوم والبوتاسيوم وقد اشار الباحث الا ان سبب وجود هذه العناصر في نبات الملوخية من التربة او من الاسمدة التي يدخلان البوتاسيوم والكالسيوم في تركيبها ، قارن الباحث هذه التراكيز مع تراكيز العناصر المحددة من قبل منظمة الصحة العالمية ووجد الباحث بعض منها موافق مع تلك التراكيز والبعض زائد بنسب بسيطة

دراسة الفاضل – مبارك درار عبدالله – جامعة البطانة استخدام مطياف الاشعة السنية المميزة لكشف عن قطع غيار السيارات المقلدة 2015م)

حيث استخدم الباحث جهاز الاشعة السينية المميزة لمعرفة قطع غيار السيارات الاصلية والمقلدة والتمييز بينها وكذلك معرفة نسبة تركيز العناصر في العينات ، واظهرت النتائج ان الاصلية يكون فيها نسبة تركيز الحديد 90% فاكثر والمقلدة اقل من 90% ، واوضح الباحث ان هذه التقنية توفر كثير من طرق السلامة والامان وتقلل من حوادث السير .

دراسة محمد عزالدين الحبر– ابراهيم محمد الفكي (استخدام الاشعة السينية المتفلورة في مقارنة العناصر الثقيلة بتربة جزيرة توتي ومنطقة بري – جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا 2013م)

استعرض الباحث النواحي النظرية والتجريبية لطريقة التحليل بالاشعة السينية المتفلورة واستخدم هذه التقنية لفحص عينات من تربة جزيرة توتي ومنطقة بري بولاية الخرطوم واظهرت النتائج نسبة الحديد العالية في عينات تربة المنطقتين ووجد الباحث العناصر الحديد والنحاس والزركونيوم والاسترانشيوم في كلا المنطقتين . بينما وجد الكالسيوم والتيتانيوم في عينات تربة بري ولم يجدها في عينات تربة توتي.

2.7.1 الدراسات العربية:-

دراسة شادي علي السمارة وخالد موسي ابومراد (دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة والمشعة في اللحوم المستهلكة في الاردن باستخدام تقنية الاشعة السينية المتألقة ومطيافية قاما – جامعة اليرموك –الاردن 2002م)

جمع الباحث عينات من اللحوم الحمراء (طازجة ومجمدة) واستخدم جهاز الاشعة السينية المتفلورة للتعرف علي العناصر الثقيلة وايضا استخدم الباحث جهاز مطيافية قاما للكشف عن النظائر المشعة الموجودة في العينات ، ووجد الباحث ان اللحوم تحتوي علي العناصر(Zn, Sr, Ca, Cu, K)بتراكيز عالية بينما وجد العناصر (Cs, As, Rb)بتراكيز متدنية ،وقارن الباحث تراكيز العناصر الموجودة في العينات بالمستويات الدولية ووجد ان العينات تفتقر للبوتاسيوم وغنية بالكالسيوم والنحاس والزنك .

دراسة غيداء علي مكي (الكشف عن التلوث المايكروبي والمعادن الثقيلة في لحوم الدواجن المطبوخة والمعروضة في الاسواق المحلية في محافظة البصرة –جامعة البصر – العراق 2018م)

استخدم الباحث جهاز الامتصاص الذري لتقدير تراكيز العناصر الثقيلة في لحوم الدواجن ، واظهرت النتائج ان عينات الدجاج المشوي تتلوث بالعناصر الزنك والرصاص والكادميوم والنحاس وكانت اعلي من الحد المسموح به ، ووصت الدراسة بضرورة تفعيل دور الرقابة الصحية وعمل تبادل مشترك بين الجامعات والرقابة الصحية لاجراء التحاليل اللازمة .

دراسة الياس حنا بكرجي(تحليل عينات فخار أثري باستخدام تقانة الاشعة السينية المتفلورة – هيئية الطاقة الذرية – سوريا 2003)

استخدم الباحث تقنية الاشعة السينية المتفلورة لتحليل عينات من فخار اثري بمدينة دمش ، واظهرت النتائج ان عينات الفخار الاثري تحتوي علي 18 عنصر كيميائي ، وبعد التحليل النتائج اكدت الدراسة ان الفخاريات الاثرية تعود لأربع مصادر حضارية .

دراسة رمضان الصالحين (التقدير الكمي لبعض المعادن الثقيلة في لحم عضلات واعضاء دجاج اللحم المنتج بمنطقة الجبل الأخضر – ليبيا 2020م)

اهتمت الدراسة بتقدير تركيز العناصر الثقيلة (الرصاص ، النحاس والزنك) في عينات من انسجة الفخذ والصدر وبأعضاء من الكبد والقلب والقانصة بمنطقة الرقبة والجلد في دجاج اللحم من ثلاث حظائر لتربية الدجاج واظهرت الدراسة تركيز عالي للزنك في الرقبة والكبد والقلب ووجد الرصاص متراكما في الرقبة والجلد بينما النحاس كان في الكبد والقلب واظهرت الدراسة تجاوز الرصاص الحد المسموح واشار الباحث لوجود مسببات في الاعلاف المستخدمة في تغذية الدواجن ، واستخدم الباحث جهاز الامتصاص الذري لقياس تركيز العناصر الثقيلة

3.7.1 الدراسات الاجنبية :-

دراسة Anxiang Lu واخرون (تحديد الكروم والزنك والرصاص في التربة باستخدام الاشعة السينية المتفلورة – مركز بكين للابحاث الزراعية والطعام – الصين)

قام الباحث بجمع عينات من التربة في خمس مقاطعات صينية واستخدم الباحث الاشعة السينية المتفلورة واظظهرت النتائج ان العينات تحتوي علي الكروم والزنك والرصاص ، وظهرت الدراسة ان الاشعة السينية المتفلورة لها القدرة علي تحديد للمعادن الثقيلة في التربة بكفاءة عالية.

دراسة Arifuzzaman واخرون (الكشف عن الكروم في علف الدواجن باستخدام ثقنية الاشعة السينية – بنقلادش 2016)

جمع الباحث عينات من علف الدواجن وتم فحصها بالاشعة السينية المتفلورة لقياس تركيز عنصر الكروم ووجد ان نسبة تركيزه عالي جدا ايضا قام الباحث في الدراسة نفسها بجمع عينات من لحوم الدواجن وصفار البيض للتاكد من نسبة الكروم فيها فوجد ان الكروم انتقل من الاعلاف الي الدواجن وبنسبة كبيرة قد تؤثر علي صحة الانسان ، واشار الباحث الي كفاءة استخدام الاشعة السينية في الكشف عن العناصر الثقيلة مثل الكروم في اعلاف الدواجن .

دراسة Antoaneta Ene واخرون (تقدير المعادن الثقيلة في التربة باستخدام تقنية الاشعة السنية المتفلورة – رومانيا 2009م)

استخدم الباحث تقنية الاشعة السينية المتفلورة لتقيم تلوث التربة بالمعادن الثقيلة ، حيث جمع الباحث عينات من تربة منطقة صناعية بالاعمال المعدنية ، واخذت العينات من مسافات مختلفة ومن اعماق مختلفة واظهرت النتائج التلوث بالعناصر (AS, CR, Cu, Ni, Pb, V, ZN) .

دراسة .(Zafar Khan, تركيزات المعادن الثقيلة في بيض ولحوم الدواجن المنتجة في خيبر في باكستان (2016-

قام الباحث بتحديد تركيز العناصر الثقيلة في بيض الدواجن ولحوم الدواجن وفي مناطق مختلفة في باكستان واظهرت الدراسة العناصر (الرصاص ، الحديد ، الكادميوم ، المنغنيز ، الكروم ، والزنك) واظهرت النتائج ان البيض يحتوي علي مستويات اعلي من الحد المسموح للحديد والمنغنيز والزنك ، وكذلك اظهرت الدراسة ان الكبد يحتوي علي نسبة اعلي من الحد المسموح للرصاص والكادميوم والكروم والمنغنيز ، واستخدم الباحث جهاز الامتصاص الذري لقياس تركيز العناصر .

التعليق علي الدراسات السابقة :-

من الملاحظ ان العديد من الدراسات السابقة قد ركزت في الكشف عن العناصر الثقيلة وتحديد نسبة تركيزها في التربة مثل دراسة الحبر التي اجراها في منطقة توتي وبري – السودان) وكذلك في خمسة محافظات في الصين وايضا في منطقة صناعة معدنية في رومانيا . ايضا بعض الدراسات قد استخدمت اجهزه اخري غير تقنية الاشعة السينية المتفلورة لقياس المعناصر الثقيلة . ونجد ان دراسة **Arifuzzaman** من بنقلادش استخدمت الاشعة السينية المتفلورة لقياس عنصر الكروم فقط في علف الدواجن ومنتجات الدواجن ، ونجد ان بعض الدراسات اتفقدت مع هذه الدراسة في الكشف عن العناصر الثقيلة في لحوم وكبد ورقاب وقلب وجلد الدواجن في ليبيا وباكستان ونيجريا وتركيا وقياس تركيزها، حيث ان معظم الباحثين استخدموا جهاز الامتصاص الذري لقياس العناصر الثقيلة واظهرت النتائج تركيزات مرتفعة واخري منخفضة للعناصر ، وما تتميز به هذه الدراسة هو قياس كل العناصر الثقيلة في منتجات الدواجن باستخدام الاشعة السينية المتفلورة والتي هي عباره عن ظاهرة انبعاث فوتونات من العينة نتيجة سقوط ضوء عليها، وتعتمد علي تفاعل الأشعة الساقطة مع إلكترونات المادة او العينة فتتحرر طاقة في شكل فوتونات تحمل صفات العنصر وتكون شدتها أقل من شدة الأشعة الساقطة وتسمي هذه الفوتونات بالأشعة السينية المتفلورة، والتي تتميز بقدرتها علي قياس العناصر الثقيلة ذات التركيز العالي والمنخفض في العينة وبكفاءة عالية.

الفصل الثاني

العناصر الثقيلة

1.2 مقدمة :-

لحوم هي لحوم غذائية اكثر كفاءة ولها دورة انتاج اقصر من اللحوم الحمراء ، وتعد الاسعار المنخفضة والتنافسية وقيمتها الغذائية مقارنة مع اللحوم الاخري من العوامل الرئيسية لجاذبية لحوم الدواجن وادي تزايد الطلب علي لحوم الدواجن الي تسريع الانتاج ،والذي بدورة يؤدي الي تسريع الابحاث العلمية المتعلقة بالمخاطر والاضرار المرتبطة باستهلاك جميع الاغذية الملوثة بالعناصر الثقيلة التي تؤثر علي صحة الانسان [13] . وتعتبر لحوم الدواجن الاكثر استهلاكا في العالم وتعتبر منتجات الدواجن ذات قيمة غذائية عالية حيث تحتوي علي البروتين والفايتمينات وكذلك تعتبر منتجات الدواجن مصدر اساسي لعناصر البوتاسيوم والفوسفور والصوديوم والماغنسيوم والكالسيوم ، وكذلك تحتوي علي بعض العناصر الثقيلة مثل النحاس والزنك والحديد التي لها اهمية في تغذية الانسان ولكن في الحدود المسموح بها واذا تجاوزتها ستسبب اضرار صحية ، وكذلك تحتوي منتجات الدواجن علي بعض العناصر مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والزرنيخ والتي تعتبر ملوثات خطيرة علي صحة الانسان [19]

2.2 العناصر الثقيلة :-

تعرف العناصر الثقيلة او ما يعرف بالفلزات الثقيلة بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها علي خمسة اضعاف كثافة الماء وهي لها تأثيرات سلبية علي البيئة عند الافراط في استخدامها كما تؤثر علي صحة الانسان والحيوان والنبات ، ومن العناصر الثقيلة الرصاص ، الزئبق، الكادميوم ، الزرنيخ ، السيلنيوم ، الزنك ، النحاس . وهي من اخطر المواد السامة التي تلوث التربة والماء والهواء ومسببة اضرارا فادحة بالانسان والحيوان والنبات [20].

3.2 مصادر العناصر الثقيلة :-

هنالك اختلاف في مصادر العناصر الثقيلة بين الطبيعة الناتجة من الإنفجارات البركانية والحرائق ومصادر النشاط البشري كالمخلفات المنزلية والنشاطات الزراعية المختلفة كالمبيدات والاسمدة الكيميائية اضافة الي عمليات التنقيب واستخراج المعادن وتكرير البترول ومصانع السيارات والتعدين [21] .

اخذت سلامة الاغذية جل اهتمام الراي العالمي ، وتعتبر العناصر الثقيلة من اهم ملوثات الغذاء ومن اكبر مشكلات البيئة ، وياتي التلوث بالعناصر الثقيلة من عدة مصادر مثل تآكل القشرة الارضية والتلوث البيئي . وتعتبر العمليات الصناعية والاشعاعات الناتجة منها ومعالجة المركبات المعدنية ، تعتبر المصدر الرئيسي لتلوث البيئة بالعناصر الثقيلة . وكذلك تلوث المياه بالنفط الخام ورمي النفايات الصناعية والمنزلية في الانهار والبحار مما يؤدي الي تلوث المياه الجوفية والبيئة المائية . ولكن بالرغم من ذلك الا ان هنالك بعض العناصر ضرورية للتغذية وللوظائف الحيوية وتؤثر إجابا علي نمو الدواجن مثل المنغنيز والزنك والنحاس ولذلك تضاف احيانا الي الاعلاف كمكمل غذائي ولكن عندما تضاف بنسبة اكبر من المسموح بها يحدث تراكم غير مرغوب لها في الانسجة [22].

وتتلوث الترب الزراعية بالعناصر الثقيلة عن طريق النفايات التي تلقي في التربة او عن طريق مياه الري الملوثة فتتركز العناصر في انسجة النبات وفي الثمار وتنتقل الي الماشية والدواجن التي تتغذي علي هذه النباتات وتتراكم العناصر الثقيلة في الكبد والكلي وبعضها في العظام وبعضها بنسبة اقل في العضلات ويحدث التسمم للانسان عند تناولة اغذية حيوانية او نباتية ملوثة بالمعادن الثقيلة [23]، كما تؤدي ممارسة بعض العمليات الزراعية الي تراكم العناصر الثقيلة في النظام البيئي مثل الاسمدة والمبيدات الحشرية والفطرية التي تحتوي علي العديد من العناصر الثقيلة ويؤدي هذا التراكم الي تلوث الحبوب والمحاصيل الزراعية التي هي المصدر الاساسي لانتاج علف وغذاء الدواجن وبالتالي ينتقل التلوث الي منتجات الدواجن [28].

4.2 خطر العناصر الثقيلة علي صحة الانسان :-

العناصر الثقيلة تتشابه في كثير من صفاتها الطبيعية إلا ان تفاعلاتها الكيميائية مختلفة وينطبق هذا علي أثارها البيئية فبعض هذه العناصر كالزئبق والرصاص والكادميوم أثارها خطيرة علي الصحة العامة بينما

العناصر الاخري مثل الكروم والحديد والنحاس تقتصر أثارها علي أماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من العناصر الاخري كالرصاص الذي زاد انتشاره في الاونه الاخيرة واصبح موجودا بكثرة في الهواء والغذاء والماء . نجد ان كثيرا من العناصر ضرورية للحياة حتي ولو استخدمت بمقادير ضئيلة جدا ولكنها تكون خطرة اذا كان تركيزها عالي في الجسم حيث تصبح قادرة علي التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي.

5.2 سمية العناصر الثقيلة:-

تعود سمية العناصر الثقيلة الي سببين اساسيين هما:-

الاول: ترتبط العناصر الثقيلة مع المجموعات الوظيفية في الانزيمات بروابط مستقرة وفي صورة معقدات مما يؤدي الي تعطيل الجزيئات التي توجه تفاعلات التمثيل الغذائي .

الثاني : تتركز العناصر الثقيلة في غشاء الخلية مما يغير من التركيب البنائي له مما يسبب اعاقة في تبادل الايونات والمواد الضرورية للحياة مثل السكريات والبروتينات او منعها كليا من الانتقال . بالاضافة الي ذلك فإن بعض العناصر سامة للانسان حتي بتركيز ضئيلة وبعضها يسبب تسمما للنبات اضافة الي ذلك فان العدد من العناصر الثقيلة يتراكم في النبات واعضاء الانسان [20].

6.2 بعض العناصر الثقيلة :

1.6.2 الرصاص :

يعتبر عادم السيارات المصدر الرئيسي للرصاص في البيئة وكذلك المعلبات ومواد التعبئة وبعض الصبغات الكيميائية وانابيب المياه [24]. ويتواجد الرصاص بكميات معتدلة في الصخور الرسوبية والنارية [25] . ولكن ثلث ما يتناولة الانسان من الرصاص عن طريق الاغذية المعلبة ، تظهر خطورة الرصاص عندما يصل تركيزة في الدم الي 80-100 ميكروغرام لكل مليلتر ويؤثر في اضطرابات الجهاز العصبي وتكسير كرات الدم الحمراء [24] وايضا يسبب اضرار في الدماغ والكلي وقد يؤثر علي خصوبة الزكور وزيادة ضغط الدم لدي الرجال في منتصف العمر ، يتم تخزيت الرصاص في العظام وتزداد مستوياتة في الاسنان مع تقدم عمر الشخص [25].

2.6.2 الكروم :-

يوجد الكروم بشكل واسع في القشرة الارضية ، ويتعرض الانسان لمعدن الكروم من خلال التنفس والطعام والشراب او بالتلامس الجلدي لمعدن الكروم او مركباتة ، ونسبتة في الماء والهواء بوجه عام قليلة جدا ، ويوجد ايضا في التبغ والاشخاص المدخنين يتعرضون لنسبة كبيرة من الكروم ، ويستخدم ايضا الكروم في صناعة الجلود وتتمثل اضرار الكروم في الطفح الجلدي واضطرابات المعدة والقرحة وضعف في المناعة وسرطان الرئة واضطرابات الجهاز التنفسي [20].

3.6.2 النيكل :-

مصادر النيكل الرئيسية هي من صنع الانسان وذلك في احتراق الفحم وزيت الوقود الثقيل ، وانبعاثات من المصافي ومنتجات التكرير ،وكذلك حرق النفايات البلدية .

ويوجد النيكل بشكل طبيعي في القشرة الارضية (في اشكال مختلفة مثل كبريتيد النيكل واكاسيد) وهو موجود بكميات صغيرة في التربة والبيئات المائية والغطاء النباتي [13] . ويعتبر النيكل عنصر غذائي ضروري ولكن بكميات صغيرة جدا [25] وأدي الاستخدام الصناعي للنيكل الي تلوث البيئة بالمعدن ومنتجاتة اثناء التصنيع والتدوير .ويسبب النيكل تسمم الدم ويمكن أن يسبب مشاكل في الجهاز التنفسي ومركبات النيكل مسرطنة للانسان ومحفزات قوية للكلي والرئة [13].

4.6.2 المنغنيز :-

يتواجد المنغنيز في سطح الارض واستخداماتة كثيرة وايضا يتواجد في الاطعمة مثل السبانخ والشاي والاعشاب ، يمتص جسم الانسان المنغنيز وينتقل من خلال الدم الي الكبد والكلي والبنكرياس والغدد الصماء ويؤثر علي الجهاز التنفسي وايضا يؤثر علي الجهاز العصبي المركزي مما يسبب اعاقة دائمة ، وعند التعرض للمنغنيز لفترة طويلة يؤثر علي الخصوبة ويسبب العقم [20] .

5.6.2 الحديد :-

الحديد هو فلز انتقالي وهو ثاني عنصر اكثر وفرة في القشرة الارضية بعد الالمونيوم ،وتتواجد كميات كبيرة منه في المعادن الصخرية والنارية ورغم ذلك تراكيزة صغيرة جدا في المياه الطبيعية ، ويلعب دور هام في تفاعل الاكسدة والاختزال للنباتات ، علي الرغم من انه غير سام ولكنه مكون غير مرغوب فيه في مياه الشرب لان له تأثير سلبي علي الطعم وقد يسد انظمة التوزيع وينتج عنه بقع بنية اللون علي النسيج والسراميك [25].

6.6.2 الزنك :-

عادة مايتواجد الزنك في مناطق التعدين والصهر ، وهنالك مصادر بشرية متمثله في التخلص من النفايات والانبعاثات الصناعية وكذلك يستخدم الزنك في اصناعة انابيب الصرف الصحي وبمرور الزمن يذوب في مياه الصرف الصحي وينتقل الي التربة ومنها الي النبات ، يؤدي التعرض الي تراكيز كبيرة من الزنك الي نقص في المناعة وانخفاض مستويات البروتينات الدهنية ، وفقر الدم وتلف الكبد والبنكرياس والكلي [25] .

الفصل الثالث

الاشعة السينية المتفلورة

1.3 مقدمة :-

تعد الاشعة السينية جزءا من الاشعة الكهرومغناطيسية وأكتشفت في عام 1895م بواسطة الفيزيائي الالماني رونتجن (1845م) وهي موجات كهرومغنطيسية ذات اطوال موجية في منطقة Angstrom (10^{-10}m)[26]. وتنطلق الاشعة السينية في الفراغ بسرعة تقترب كثيرا من ثلاثمائة الف كيلومتر في الثانية بصرف النظر عن طاقتها وتقدر طاقة الاشعة السينية بوحدات تسمي الإلكترون فولت وتتراوح $2.99792458 \times 10^8\, m/s$.

ويتراوح طول موجة الاشعة السينية مابين $10 - 0.001\, Nm^2$ [27] وتمتلك تردد في المدي المتراوح ما بين 3×10^{16} الي 3×10^{20} هيرتز .

علي الرغم من ان الاشعة السينية والضوء العادي ينطلقان بالسرعة نفسها في الفراغ ويؤثران في الالواح الفوتوغرافية إلا ان الاشعة السينية غير مرئية ، ولايمكن استشعارها بواسطة حواس الانسان وتتميز بقدرة عالية علي المرور عبر الالواح المختلفة المعتمة للضوء مثل جسم الانسان والخشب والمعادن . ولايمكن تغيير مسارها المستقيم في الفراغ بواسطة المجالات الكهربائية والمغنطيسية ولكن يمكن تحديد مسارها عند السطح الفاصل بين مادتين مختلفتين او عند التصادم بين جسيمات اولية مثل الالكترونات ، وتنشأ الاشعة السينية خارج نواة الذرة ولذلك تسمي أشعة ذرية [28].

2.3 مصادر الاشعة السينية :-

هنالك مصادر صناعية ومصادر طبيعية للاشعة السينية ، فالمصادر الطبيعية مثل النجوم الملتهبة الموجودة في أنحاء متفرقة من الكون مثل النجوم الموجودة في برج العقرب الواقع بإتجاه مركز درب التبانة في نصف الكرة الجنوبي .

اما المصادر الصناعية للاشعة السينية في أجهزة خاصة صنعها الانسان وتقوم فكرتها علي مصدر للالكترونات ، ووسيلة لزيادة طاقة حركة تلك الالكترونات ، بالاضافة الي جسم مادي صلب تصطدم به الالكترونات بعد تعجيلها ويسمي الهدف ، وتوجد هذه المكونات داخل انابيب مفرغة من الهواء وهي تمثل جزء رئيسي في اجهزة انتاج الاشعة السينية العادية . وتختلف هذه الانابيب التي تنتج الاشعة السينية تختلف في الشكل [28].

3.3 انتاج الاشعة السينية :-

انتجت الاشعة السينية لاول مرة بواسطة رونتجن 1895م ، عندما لاحظ توهج ضوئي يبعد عدة اقدام عن انبوب اشعة المهبط ، ونظرا لمعرفتة بأن اشعة المهبط لايمكنها قطع هذه المسافة فقد استنتج انه قد تم انتاج نوعا اخر من الاشعة اشد قوة ، ولعدم علمه بخواصها اسماها اشعة X- ، وقد اتضح من دراسة خصائص تلك الاشعة الجديد انها تخترق عدد من المواد المعتمة للضوء مثل الورق والخشب وصفائح المعادن وتنتج فلورة تسبب اسوداد الالواح الفوتوغرافية وتؤين الغاز .

4.3 انابيب الاشعة السينية :-

تتكون انابيب الاشعة السينية من حاوية من الزجاج تحت تفريغ عالي من الهواء ، في احد طرفيها يوجد المهبط ويمثل القطب السالب وفي الطرف الاخر يوجد المصعد ويمثل القطب الموجب ، ويتكون المهبط من فتيلة من مادة التنجستين التي تصدر الالكترونات [29] ، وتنحرف عنها وتنتج الاشعة السينية التي تظهر في نافذة زجاجية رقيقة في غلاف الانبوب وفي بعض الانابيب يتم استخدام نوافذ زجاجية من البريليوم لتقليل الترشيح لحزمة الاشعة السينية [30].

1.4.3 المهبط :-

يتكون من سلك فتيل ودائرة تيار الفتيل وكأس لتركيز الالكترونات مشحون بشحنة سالبة [29]، ودور هذا الكأس هو تركيز الالكترونات وتوجيهها نحو المصعد لتصطدم بالهدف عند نقطة محددة وهي نقطة البؤرة[30] . مادة الفتيل مصنوعة من التنجستين وذلك لارتفاع درجة تحملها للحرارة العالية [29] .

2.4.3 المصعد :-

عبارة عن قضيب من النحاس مصنوع من التنجستين ، عندما يطبق فرق جهد عالي بين المصعد والمهبط فإن الالكترونات المتولدة سوف تتسارع متجهة نحو المصعد فتتولد الاشعة السينية نتيجة الانحراف المفاجئ في مسار هذه الالكترونات ، يعتبر التخلص من حرارة الهدف من المتطلبات المهمة في تصميم المصعد . فيتم التخلص منها الي خارج الانبوب عن طريق التوصيل الحراري عبر قضيب المصعد المصنوع من النحاس ويتم تبريد الحرارة فيما بعد بالماء او الزيت او الهواء [29].

5.3 انتاج الاشعة السينية في المعجلات :-

تنتج الاشعة السينية بواسطة معجلات الجسيمات المشحونة مثل المعجلات الخطية ومعجلات البيتاترون والسيكلوترون والسينكروترون ، حيث يعجل شعاع من الالكترونات الي طاقات عالية جدا لاغراض مختلفة ،ويسمح للالكترون المعجل بالاصطدام بشريحة معدنية (مادة الهدف) ، وتتمتع بعدد ذري كبير ودرجة انصهار عالية ، كالتنجستين ومن ثم تفقد هذه الالكترونات معظم طاقتها ، لتظهر في شكل اشعة سينية مستمرة ذات مدي أوسع أعلي من تلك التي تنتجها الأجهزة التقليدية [28] .

6.3 إمتصاص الاشعة السينية :-

تمتص الأشعة السينية في الاجسام المختلفة بسبب ظاهرتي التشتت والاثر الكهروضوئي ، حيث ان تأثيرات التشتت ضئيلة إذا ما قورنت مع الاثر الكهروضوئي .

7.3 معامل الامتصاص الكتلي:-

اذا كانت حزمة اشعة ذات مقطع مستعرض مساحتة الوحدة ، تمر من خلال حائل متجانس . فتفقد هذه الحزمة طاقة مقدارها dI وهو يتناسب مع كتلة وحدة المساحات من هذا الحائل (dp) فإذا كانت شدة الاشعة الساقطة I_0 فإن :

$$dI = -\mu I\, dp \qquad (3-1)$$

حيث μ هو معامل الامتصاص الكتلي للحائل . وبإجراء التكامل لهذه العلاقة نجد :

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu p} = e^{-\mu \rho x} \qquad (3-2)$$

حيث ان :-

x هو سمك الحائل و ρ كثافة مادتة .

يعتمد معامل الامتصاص الكتلي علي العدد الذري للعنصر والطول الموجي للاشعة . وقد وجد أن العلاقة بين معامل الامتصاص μ والطول الموجي تظهر بعض التغيرات المفاجئة نسبة الي الاثر الكهروضوئي ،حيث يؤدي امتصاص الذرة لاحد الفوتونات الي اقتلاع الكترون منها مما يؤدي الي انبعاث إشعاع ثانوي (وهي ما يسمي ظاهرة الفلورة) كما يكون مصحوبا بانبعاث الكترونات .

ولكي تتأين قشرة ما يجب ان تزيد طاقة الفوتون الأولي hv عن طاقة ربط الالكترون بذرتة ، أي أن قشرة ذرية ما ولتكن K لن تتأين إلا بإشعاع ترددة v اكبر من V_K بحيث :

$$hv > hv_k = w_k = \frac{hc}{\lambda_K} \qquad (3-3)$$

وعلي ذلك لابد ان يكون الطول الموجي اقل من : λ_k حيث :

$$\lambda_k \text{Å} = \frac{hc}{eV_K} = \frac{12394}{V_K(volt)} \qquad (3-4)$$

وبمجرد ان يصبح الطول الموجي λ اقصر من λ_K فإن القشرة تصبح K معرضة للتأين ويصل امتصاص الاشعة بسبب هذه القشرة الي الحد الأقصي . ثم يتضائل بعد ذلك كلما كبر الطول الموجي.

ويزداد الامتصاص بالعدد الذري للعصر ، فالامتصاص بالنسبة للعناصر الخفيفة ضعيفا عكس العناصر الثقيلة التي تتمتع بامتصاص قوي للاشعة السينية [31].

8.3 خصائص الاشعة السينية :-

1/ الاشعة السينية تسير في خط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة الضوء

2/ لا تتأثر بوجود حقل مغنطيسي او كهربائي لانها لا تحمل اي شحنة كهربائية .

3/ تحدث تغيرات بيولوجية في جسم الانسان .

4/ لها القدرة علي التأين وتؤدي تأين الغازات التي تعبرها ويستفاد من هذه الخاصية في قياس كمية الاشعاع السيني باسخدام حجرات التأين .

5/ الاشعة السينية لها القدرة علي النفاذ خلال الاجسام بكميات تتناسب مع سمك الاجسام وعددها الذري.

6/ يتغير طول موجة الاشعة السينية بحسب طبيعة معدن المهبط (3)

9.3 تفاعل الاشعة السينية مع المادة :-

تتفاعل حزمة فوتونات الاشعة السينية مع ذرات المادة من خلال ثلاث اليات وهي :-

1.9.3 الظاهرة الكهروضوئية :-

تحدث هذه الظاهرة عندما يقترب أحد الفوتونات الساقطة من احد الالكترونات شديدة الترابط بالنواة (اي من احد الكترونات القشرة K بصفة اساسية او القشرة L بصفة اقل) . ونتيجة للتفاعل بين المركبة الكهربائية لموجة الفوتون والمجال الكهربائي لهذا الالكترون يفني الفوتون تماما ويمنح طاقتة للالكترون ، فينطلق الالكترون حاملا طاقة الفوتون بالكامل ، باستثناء جزء منها يستنفذ في فك الترابط بين اللالكترون وذرتة الأم . ويعرف الالكترون المنطلق بالالكترون الكهروضوئي ، الذي تحدد طاقة E_e بدلالة طاقة الفوتون E_γ وطاقة ترابط الالكترون B بالعلاقة[21] :

$$E_e = E_\gamma - B \qquad (3-5)$$

2.9.3 تشتت كمبتون :-

تحدث هذه الظاهرة عندما يقترب احد الفوتونات الساقطة علي المادة من الالكترونات الحرة او ضعيفة الترابط بنواة الذرة (اي احد الكترونات القشرة البعيدة عن النواة) ونتيجية التفاعل بين المركبة الكهربائية لموجة الفوتون والمجال الكهربي لهذا الالكترون ، ينحرف الفوتون عن مجاله الاصلي ويقال انه استطار اي تشتت وتنخفض طاقة الفوتون بدرجة اكبر كلما زادت زاوية انحرافة ، ويمنح فرق طاقتي الفوتون قبل الانحراف وبعدة الي الالكترون الذي حدث عليه التشتت ، فينطلق هذا الالكترون المعروف باسم الكترون كمبتون حاملا فرق الطاقتين ، وبذلك يقال ان استطارة كمبتون تنتج فوتونا منحرفا عن المسار الأصلي بطاقة اقل والكترون كمبتون يحمل فرق طاقتي الفوتون قبل وبعد التشتت [33].

3.9.3 انتاج الازواج :-

تحدث هذه الظاهرة عندما يقترب احد الفوتونات الساقطة علي المادة من نواة ذرة ، شريطة الا تقل طاقة هذا الفوتون عن 1022ev ونتيجة للتفاعل بين المركبة الكهربائية لموجة الفوتون الساقط والمجال الكهربائي الشديد لنواة الذرة يفني الفوتون الساقط تماما ، وينبعث من النواة زوج مكون من جسيمات بيتا السالبة (الكترون) وجسمات بيتا الموجبة (بوزترون) . ويستهلك مقدار الطاقة لتكون كتلتي الالكترون والبوزترون من العدم ، لذلك لايحدث انتاج الازواج الا اذا زادت طاقة الفوتون الساقط عن 1022 ev وتتوزع الطاقة الزائدة بالتساوي كطاقة حركية بين كل من الالكترون والبوزترون [33].

10.3 فلورية الاشعة السينية XRF :-

الفلورية ظاهرة انبعاث الضوء من المادة عند سقوط ضوء اخر ذي طاقة عالية، كما يحدث مع عنصر الفلور ، ولذلك اشتقت اسم الظاهرة منه ، وتنتهي عملية الفلورة بمجرد توقف سقوط الضوء الخارجي . مع العلم أن هذه الظاهرة لاتؤثر في خصائص المادة او تتلفها .

11.3 مبادئ تقنية الاشعة السينية المتفلورة :-

تعتمد هذه التقنية علي مبادئ اساسية مشتركة بين تقنيات عدة ، تتضمن التفاعل بين الحزم الالكترونية وبين الاشعة السينية مع العينات ، كما تعتمد هذه التقنية علي تفاعل الأشعة السينية مع إلكترونات ذرات العينة ، وتستخدم في تحديد تركيز العناصر الكيميائية المكونة للعينة ، سواء أكانت ذات تركيز عالي (العناصر الرئيسة) ام ذات تركيز منخفض (العناصر النادرة) .

يؤدي سقوط اشعة سينية ذات طاقة عالية ، تتراوح بين 50 الي 60 كيلوالكترون فولت علي المادة يؤدي الي تأين بعض الذرات وذلك بطرد بعض الكتروناتها . فإذا كانت طاقة الاشعاع كافية لطرد الكترون داخلي مرتبط باحكام داخل الذرة مع النواة الذرية ، فإن الذرة تصبح غير مستقرة ، ثم يهبط أحد الالكترونات البعيدة عن النواة ليحل محل الالكتروني الداخلي المفقود . واثناء ذلك تتحرر الطاقة الزائدة عن طاقة هذا الالكترون في المدار الجديد القريب من النواة في شكل اشعة . والاشعة المنبعثة تتمثل بموجات كهرومغنطيسية ذات طاقة منخفضة ، وهي أقل من طاقة الأشعة السينية الإبتدائية الساقطة علي المادة . وتكون طاقة فوتونات الاشعة المنبعثة ذات قيم محددة مميزة لكل عنصر علي إثر الانتقال بين مدارات محددة للالكترون في العنصر ، ومن ثم يمكن استخدام فلورية الاشعة الناتجة في الكشف عن نسبة وفرة العناصر الموجودة في العينية.

12.3 تطبيقات الاشعة السينية المتفلورة :-

تستخدم الاشعة السينية المتفلورة في كثير من التطبيقات منها :

1- البحث في علم الصخور النارية والرسوبية والمتحولة .
2- عمليات مسح تربة الأراضي للتعرف علي العناصر الكيميائية التي تكونها .
3- التعدين والمناجم مثل قياس نسبة وجود عناصر معينية في عينات المادة الخام .
4- إنتاج الاسمنت مثل التأكد من النسب بين مكوناتة
5- صناعة الخزف والزجاج .
6- علم المعادن . مثل مراقبة الجودة وغير ذلك .
7- الدراسات البيئية . مثل تحليل الجسيمات العالقة في مرشحات الهواء .

8- صناعة البترول مثل معرفة نسبة الكبريت في النفط الخام والمنتجات النفطية .
9- التحليل الميداني والدراسات الجيولوجية بإستخدام اجهزة التحليل الطيفي XRFالمحمولة باليد .
10- الدراسات البيولوجية والطبية وذلك للتعرف علي نسبة العناصر الرئيسية والنادرة في العينات البيولوجية مثل أنسجة الأورام الحميدة والخبيثة .

13.3 فلورية الاشعة السينية في قياس العناصر :-

تستخدم هذه التقنية في قيسا العناصر الكيميائية الرئيسية مثل السيليكون ، التيتانيوم ، الالومونيوم ، الحديد ، المنجنيز ، المغنيسيوم ، الكالسيوم ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الفوسفور.

وكذلك تستخدم في التحليلات الكيميائية للعناصر النادرة ذات التركيزات التي تصل الي جزء واحد في المليون مثل : الباريوم و السيريوم و الكوبالت و الكروم و النحاس و الجاليوم واللنثانيوم و النيوبيوم و النيكل و الروبيديوم و السكانديوم و السترونشيوم و الروديوم واليورانيوم والفاناديوم واليوتيريوم والزركونيوم والزنك .

14.3 العينات التي تحلل بفلورة الاشعة السينية :-

هنالك عينات يمكن تحليلها بالاشعة السينية المتفلورة وهي :-

1- العينات الكبيرة التي تزيد عادة عن نصف جرام .
2- المواد التي يمكم تحضيرها في شكل مسحوق متجانس تماما .
3- المواد التي تشبهها من حيث التركيب ومواد متاحة تتميز بمعايير جيدة وتستخدم كعينات قياسية وتكون علي هيئة مسحوق من عناصر محددة معروفة التركيز . حيث تستخدم في مقارنة الطيف الصادر عنها بأطياف العينات محل الدراسة .

15.3 الميزات والعيوب في الاشعة السينية المتفلورة :-

تتميز الاشعة السينية المتفلورة بقدرتها علي الكشف عن عدد كبير جدا من العناصر سواء كانت ذات الوفرة الكبيرة أم العناصر النادرة .

وعيوبها هي :

- لاتستطيع معظم الاجهزة المتاحة تجاريا من الناحية العلمية من قياس تركيز كل العناصر الواردة بالجدول الدوري قبل عنصر الصوديوم (ذات العدد الذري أقل من 11) . وهي التي تتكون منها معظم المواد الطبيعية في الأرض والكائنات الحية
- لايمكن أن يميز تحليل الاشعة السينية المتفلورة بين الاختلافات بين نظائر العنصر الواحد او ايونات العنصر نفسة ولذلك تستخدم تقنيات اخري مثل تحليل طيف موس باور للتعرف والتمييز بين النظائر والايونات .

الفصل الرابع

جهاز تقنية الاشعة السينية المتفلورة

1.4 مقدمة:-

هو جهاز يستخدم الاشعة السينية في التحليلات الكيميائية (الروتينية) النمطيقة غير المتلفة لعينات من الصخور والمعادن والرسوبيات والمواد البيولوجية، وان الجهاز يعمل بمبدأ التفريق بين الاطوال الموجية للفوتونات المنبعثة من العينات ، ولا تتطلب العينات إعدادا معقدا ولكنها تكون كبيرة نسبيا مقارنة مع عينات المسبارالمجهري الالكتروني (EPMA) الذي يستخدم عينات تتراوح ما بين (2-5 ميكرومترات) [33].

2.4 جهاز X-MET5000 / X_MET5100 :

جهاز مطياف الاشعة السينية المتفلورة (X-MET5000) وجهاز مطايف الاشعة السينية المتفلورة (X-MET5100) تم تصميمها في جامعة إكسفورد ، يولد الجهاز الاشعة السينية عندما يتم تشغيلة ، ويصنف كجهاز اليد المحمول فحجمة صغير جدا ويمكن حملة بسهولة في اليد ، ويجب ان يكون المستخدم معتمد وفقا ل (NRC Adopted Standard ISO 15020807 – TED Standard ISO 20807).

يولد الجهاز الاشعة السينية ويحتوي علي ثلاث مصابيح ، واحدة علي الخلف وواحدة علي كل جانب تشير الي ان الاشعة السينية في وضع التشغيل (أنظر الشكل 4 – 1) ، ويتم استخدامه وفقا للتعليمات فله القدرة علي تحليل العناصر حسب ارقامها الذرية من عنصر الهيليوم الي العناصر الثقيلة التي يفوق وزنها الذري 60

الشكل (1.4) جهاز تقنية الاشعة السينية المتفلورة

3.4 تطبيقات الجهاز:-

يستخدم الجهاز في كثير من التطبيقات وتشمل تحليل سبيكة معدنية ، تحليل التربة ، التعدين ، تطبيقات الصناعة الإلكترونية ، ويوفر الجهاز طريقة للتحليل الكيميائي او تحديد العينة (الفرز) مباشرة من العينات وباشكال مختلفة .

4.4 مكونات الجهاز :-

يتكون الجهاز من الأتي :-

محلل

بطارية

حاسوب

مرقم

شاحن بطارية

كابل شاحن

محول التيار المتردد

وهنالك نوعان من الضوء مؤشرة علي الجزء الخلفي من المحلل

1/ الضوء الاخضر ويكون دائما في وضع التشغيل

2/ الضوء الاخضر ، يضيئ عندما تتولد الاشعة السينية

الشاشة : هو واجهة المستخدم لتشغيل الأله وهي شاشة ملونة تعمل باللمس والتي يمكن تشغيلها بالاصبع او المرقم .

مزود الطاقة : تقع البطارية داخل المقبض وتزود الجهاز بالطاقة لمدة 4 الي 7 ساعات تقريبا حسب الاستخدام ، ويجيب اعادة شحنها في غضون اسبوع لتجنب تفريغ البطارية بالكامل .

5.4 شروط بئية التشغيل والظروف البيئية :-

هنالك شروط لابد من مراعاتها في عمل الجهاز وهي :-

1- الحرارة :

المحلل : $10-50C^{\circ}$

شاحن البطارية :عند التشغيل $0-40C^{\circ}$

غير التشغيل $-20-70C^{\circ}$

2- الرطوبة : 20-95%HR

3- الطقس : يمكن استخدامة مع الغطاء الواقي في المطر والبيئة المتربة .

4- مقاومة الصدمات : في ظروف التشغيل يجب الحزر وعدم اسقاط الجهاز وذلك لحساسة الجهاز .

5- الجهد :

المحلل 0.6A , 46-64Hz , 100-240v

PDA : 100-240v , 50-60Hz , (PDA= Personal Digital Assistant)

6.4 طريقة القياس :-

يتم اجراء القياسات عن طريق وضع الرأس او أنف المحلل في العينة والضغط علي الزناد (زر التشغيل) في المحلل ويستمر الضغط لمدة 5 ثوان ، ويمكن ضبط وقت القياس من 0 الي 9999 ثانية . ولايمكن للجهاز ان يقيس العناصر ذات العدد الذري الاقل من 22 والتي تسمي العناصر الغير مرئية ، ولا تظهر التركيزات المنخفضة للعناصر التي قيمتها اقل من انحرافيين معياريين . ويتم عرض العناصر بترتيب تنازلي من حيث الحجم مما يسهل قراءتها . وكذلك يمكن ان يقيس عينة عشوائية وذلك بعرض العينة علي طيف الاشعة السينية المسجلة علي الشاشه بعد تحديد الجهد المطلوب وزمن القياس ، فيظهر الطيف الخاص بالعينية والذي يمكن معرفة العينية منه .

7.4 توقيت الفحص :-

يبدأ القياس عند الضغط علي الزناد ويتوقف مباشرة عن انتهاء الوقت المحدد حسب الباحث .

8.4 وحدة القياس :-

يمكن تغيير وحدة القياس إما بالنسبة المئوية (%) او اجزاء من المليون (جزء في المليون) ويتم تمييز الوحدة باللون الاخضر .

9.4 الانحراف المعياري (STD):-

هو دقة الجهاز بناء علي عد الاحصاء ويحدد الخطاء في القياس لكل كمية تم تحليلها .

10.4 فحص العينية :-

يوفر الجهاز وظيفة نقطة مرجعية اثناء المعايرة التي يمكن ان تستخدم لاحقا وينطبق هذا علي طرق الفحص التجريبية فقط . حيث يتم قياس العينة وتخزينها كعينة فحص مرجعية .

11.4 تحضير العينات :-

للحصول علي نتائج اكثر دقة من تحليل XRF يجب ان تكون العينة جافة ونظيفة ومتجانسة وذات سطح مستوي . ويمكن قياس عينات سائبة من المساحيق والتربة والسوائل من خلال عينة بلاستيكية او في كوب عينة ويجب ايلاء الاعتبار للحد من اي اشعاع مبعثر عند القياس . وتوفر الشركة المصنعة اكياس عينات واكواب وغيرها من الملحقات المساعدة في القياس الامن .

12.4 اكياس العينة :-

عند اجراء التحليل من خلال الاكياس البلاستيكية يجب ان يكون سطح العينية مسطح وسلس ونظيف ، ويجب التأكد من ان البلاستيك لا يحوي اي عناصر مثل (Ti , Zn) قد تشوه تحليل XRF . ويجب ان تكون نافذة المحلل علي اتصال مباشرة مع العينة لان اشارة الاشعة السينية ستنخفض مع زيادة المسافة من انبوب الاشعة السينية .

البدرة :- يجب ان تكون العينة جافة ونظيفة ومتجانسة ويجب ان يكون حجم الحبوب 20µm .

المعادن :- عادة ماتكون متجانسة في الطبيعة والنتيجية المقاسة غالبا ما تكون تمثل المعدن الفعلي ، اذا كان هنالك اي طلاء يجب كشطة من المعدن .

السوائل :- يجب وضعها في اكواب عينية يمكن التخلص منها مع التاكد من استخدام درع السلامة .

البلاستيك :- يجب ان يقل سمك العينية عن 3mm ويجب ازالة اي طلاء او طبقة طلاء وقياسها بشكل منفصل للحصول علي نتائج اكثر دقة .

الحقل :- يمكن قياس العينة مباشرة في حالتها الاولية اذا كان يمكن الحصول عليها ببساطة .

عينات التربة :- يمكن اجراء قياسات عينات التربة مباشرة علي الارض دون تحضير ولكن يستحسن دقة القياس بالاتي :-

1/ ازالة اي حطام مثل الاوراق والعشب والحجارة في السطح .

2/ تحريك و فك التربة علي عمق بضعة سنتمترات لتتجانس .

3/ تجفيف التربة المبلله باستخدام ورق ماص .

13.4 السلامة الاشعاعية :-

1/ يجب استخدام الجهاز من قبل الاشخاص الذين تم تدريبهم علي التشغيل .

2/ لا يوجه المحلل الي اي شخص عند بدء القياس .

3/ يجب ان يتم تقديم الخدمة فقط بواسطة مهندسين مدربين من قبل الشركة المصنعة .

4/ يجب استخدام جميع دروع السلامة في جميع الاوقات لضمان الاشعاع .

14.4 مسؤوليات المشغل :-

1/ الاتصال بالجهة المنظمة للانشطة الاشعاعية لتحديد ما اذا كان التسجيل او الترخيص وفق المتطلبات .

2/ الاحتفاظ بسجل لنتائج الاختبار اذا فشل الجهاز في الاختبار والاتصال بالشركة المصنعة .

3/ ابلاغ الجهة المختصة بأي تلف محتمل في التدريع واي خسارة او سرقة للجهاز .

4/ الامتثال لجميع التعليمات والملصقات المقدمة من الشركة وعدم ازالتها .

15.4 الجرعة الاشعاعية :-

شدة الاشعاع الاساسي عالية جدا ولذلك يجب ان لا يلامس المشغلون العينات باصابعهم او وضعها في ايديهم ، ويجب ان لا يوجه المشغل المحلل الي نقطة اخري والبدء في القياس فورا لان ذلك يوفر فرصة للتعرض للاشعاع . يقلل التعرض من خلال اقصي مسافة ممكنة من مصدر الاشعاع الي العينة ، كلما قلت المسافة كلما قل التعرض بالنسبة للجمهور وزيادة دقة النتائج .

16.4 حالة الطوارئ :-

انبعاث الاشعة السينية من الجهاز يمكن ان يكون ضارة للشخص المشغل اذا كان يعمل دون تدريب مناسب . فالإجراء الاول الذي يجب اتخاذه في حالة وقوع طارئ او حادث هو ايقاف تشغيل الجهاز واخراج البطارية .

ضرر خفيف : اذا بدأ اي عنصر من مكونات الجهاز بدأ بالتلف فيجب الاتصال باقرب ممثل OIA علي الفور ، قد يؤدي استخدام محلل تالف الي التعرض غير الضروري للاشعاع او القياسات غير الدقيقة .

ضرر كبير : اذا تعرض المحلل الي اضرار جسيمة يجب الاتصال بالجهة المختصة بالمراقبة الاشعاعية وتوقي الحزر لضمان عدم تعرض الافراد القريبون من الجهاز للاشعة السينية . يمكن ازالة حزمة البطارية حيث ستتوقف جميع عمليات الاشعة [34].

الفصل الخامس

التجارب المعملية

1.5 طرائق ومواد البحث :-

أجريت التجارب وتحليل العينات في مركز النفط الفني التابع لشركة سودابت في الخرطوم باستخدام جهاز مطيافية الأشعة السينية المميزة (X-MET5000 Hand-held – XRF)، المصنع من قبل شركة Oxford Instruments البريطانية، ويصنف كجهاز اليد المحمول فحجمة صغير جدا ويمكن حملة بسهولة في اليد، ويجب أن يكون المستخدم معتمد وفقا ل (NRC Adopted Standard ISO 15020807 – TED Standard ISO 20807) (User manual,2009) [34].

يستخدم الجهازالاشعة السينية في التحليلات الكيميائية (الروتينية) النمطية غير المتلفة لعينات من الصخور والمعادن والرسوبيات والمواد البيولوجية، ويعمل الجهاز بمبدأ التفريق بين الاطوال الموجية للفوتونات المنبعثة من العينات، ولا تتطلب العينات إعداداً معقداً ولكنها يجب أن تكون كبيرة نسبيا [33] ويحتوي الجهاز علي ثلاث مصابيح، واحدة علي الخلف وواحدة علي كل جانب تشير الي أن الأشعة السينية في وضع التشغيل، ويتم إستخدامه وفقا للتعليمات والإرشادات فله القدرة علي تحليل العناصرالكيميائية حسب أرقامها الذرية من عنصر الهيليوم الي العناصر الثقيلة (Oxford, 2009.)وللجهاز القدرة علي تحليل العناصر حسب أرقامها الذرية من عنصر الهيليوم الي العناصر الثقيلة ويتم استخدامه وفقاً للتعليمات والإرشادات من قبل المختصين (User Manual, 2009, 89) [34].

2.5 التحليل الإحصائي :-

تم إستخدام برنامج SPSS version 24 لإيجاد الفروق بين العينات ، وتم إستخدام برنامج Excel للرسومات البيانية وخرائط ضبط الجودة .

3.5 جمع العينات :-

جمعت عدد 23 عينة مختلفة من لحوم ومنتجات الدواجن خلال شهر يوليو من العام 2018، وشملت العينات لحم دجاج و عظام ورقاب (قوانص) وكبدة، وصنفت علي حسب الشركة المصنعة وعددها 11 شركة وعينتين مجهولات لم نتمكن من معرفة مصدرها، و لأنها تباع للمواطن مباشرة فيجب أن تفحص والتأكد من عدم تلوثها، والشركات هي (نيو الكنج، نور، البراري، البرمائي، العزيزة، الكويتية، طيبة، العربية، النجومي، رويال جكن، Jeng Da Poultry، وعينتان مجهولتان). وجمعت العينات من جزارات اللحوم والثلاجات بسوق ام درمان الكبير وسوق منطقة ليبيا بولاية الخرطوم – جمهورية السودان، ثم نقلت بواسطة حافظة مثلجة لمعمل مركز النفطي الفني و تركت في درجة حرارة الغرفة حتي يذوب الثلج ومن ثم وضعت في جهاز الأشعة السينية المتفلورة وكان زمن الفحص قدرة 3 ثوان ومن ثم أخذت النتائج والقراءات كما موضح في الجدول (1.5).

4.5 النتائج:-

يوضح الجدول (1.5) العناصر التي وجدت في عينات اللحوم والعظام والكبد والرقاب والعناصر هي الحديد ، المنغنيز ، النيكل ، الكروم ، الرصاص والزنك بنسب مختلفة حسب نوع العينة والشركة .

جدول رقم (1.5) يوضح متوسط نسب العناصر الثقيلة بالعظام واللحوم والكبد والرقاب

Zn	Pb	Cr	Ni	Mn	Fe	العدد	
0.000	0.005	0.033	0.009	0.043	0.046	8	العظام
0.002	0.007	0.035	0.008	0.008	0.031	8	اللحوم
0.000	0.000	0.050	0.010	0.007	0.033	3	الكبد
0.000	0.000	0.035	0.013	0.000	0.028	4	الرقاب

تم إستخدام تحليل التباين لمعرفة وجود الفروق المعنوية بين متوسطات نسب العناصر الثقيلة في حسب نوع العينة (عظام، لحوم، كبد، رقاب) فلوحظ وجود فرق معنوي في عنصر الرصاص (Pb) عند مستوي معنوية 0.05 وذلك لان مستوي الدلالة يساوي 0.043 أقل من مستوي المعنوية 0.05.

جدول رقم (2.5) جدول تحليل التباين لإيجاد الفروق في متوسط النسب بين العظام واللحوم والكبد والرقاب

العنصر	مصدر التباين	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوي الدلالة
Fe	بين المجموعات	0.0013	3	0.0004	0.453	0.718
	داخل مجموعات	0.0186	19	0.0010		
	المجموع	0.0199	22			
Mn	بين المجموعات	0.0048	3	0.0016	0.340	0.797
	داخل مجموعات	0.0467	10	0.0047		
	المجموع	0.0514	13			
Ni	بين المجموعات	0.0001	3	0.0000	1.421	0.268
	داخل مجموعات	0.0003	19	0.0000		
	المجموع	0.0004	22			
Cr	بين المجموعات	0.0007	3	0.0002	1.964	0.154
	داخل مجموعات	0.0023	19	0.0001		
	المجموع	0.0029	22			
Pb	بين المجموعات	0.0002	3	0.0001	3.408	0.043
	داخل مجموعات	0.0003	16	0.0000		
	المجموع	0.0005	19			
Zn	بين المجموعات	0.0000	3	0.0000	1.000	0.418
	داخل مجموعات	0.0001	16	0.0000		
	المجموع	0.0001	19			

5.5 مناقشة النتائج: -

اظهرت النتائج وجود العناصر (Fe, Mn, Pb, Ni, Zn, Cr) بنسب تركيز مختلفة في عينات من اللحوم والعظام والرقاب والكبد .

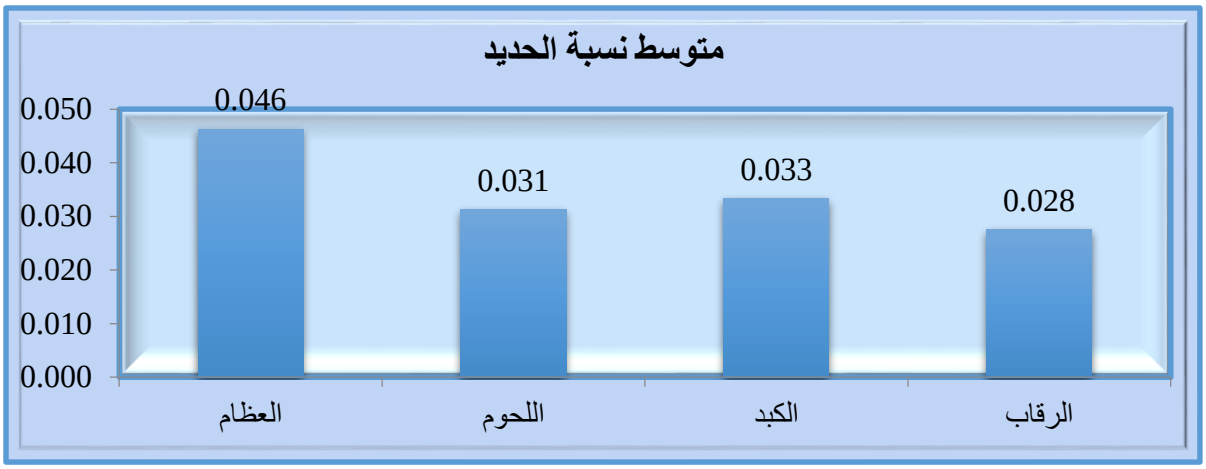
1.5.5 الحديد: -

من الجدول (3.5) وجد أن أعلي متوسط لنسبة الحديد(0.060%) في عينات اللحوم في شركة Jeng Da Poultry ، وأدني متوسط نسبة الحديد في شركة نور، أما في عينات العظام فأعلي متوسط لنسبة الحديد (0.160%) في شركة نيوالكنج وأدني متوسط لنسبة الحديد (0.020%) في شركات طيبة والعزيزة والعربية والبراري، وفي عينات الكبد بلغ أعلي متوسط لنسبة الحديد (0.040%) في شركة رويال جكن وأدني متوسط (0.030%) في شركة النجومي وعينة مجهولة، أما عينات الرقاب فبلغ أعلي متوسط لنسبة الحديد (0.040%) في شركة النجومي وأدني متوسط في (0.020%) في شركة العزيزة وعينة مجهولة .

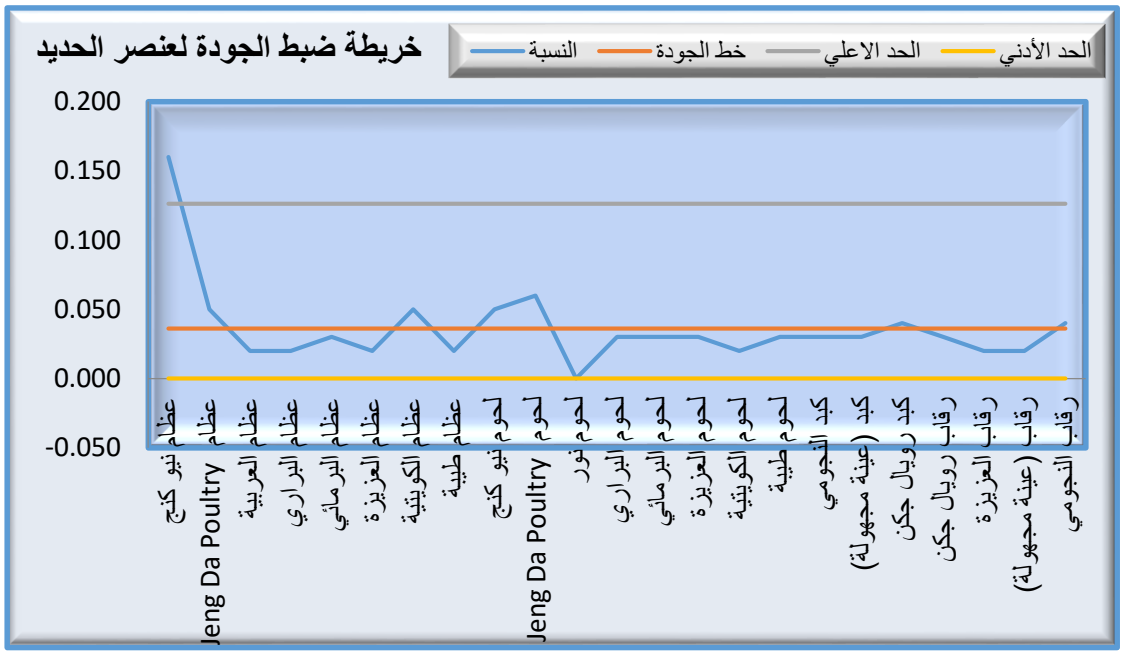
و يوضح الشكل (1.5) أن الحديد في جميع العينات (الرقاب والكبد واللحوم والعظام) يتواجد بنسب متفاوتة وحيث بلغ اعلي متوسط لنسبة عنصر الحديد في العظام (0.046%) وأدني متوسط في الرقاب (0.028%)، واتفقت هذه الدراسة مع دراسة Mohammed(2017) [36] الذي وجد عنصر الحديد في علف الدواجن المستهلك في السودان، وكذلك اتفقت مع دراسة المصري و رحمة (2013) [17] الذين قاموا بالكشف عن تلوث لحوم الدواجن بعنصر الحديد. ويوضح الشكل (2.5) ان متوسط نسبة تركيز الحديد في العظام، في شركة الكويتية و Jeng Da Poultry اعلي من مستوي خط الجودة لنسبة الحديد ومتوسطة نسبة الحديد في شركة نيو الكنج اكبر من الحد الاعلي ضبط الجودة لنسبة الحديد وهي نسبة ربما تمثل خطورة علي صحة الانسان .

جدول (3.5). متوسط نسب الحديد حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry		0.050		0.060	0.055
البراري		0.020		0.030	0.025
البرمائي		0.030		0.030	0.030
العربية		0.020			0.020
العزيزة	0.020	0.020		0.030	0.023
الكويتية		0.050		0.020	0.035
النجومي	0.040		0.030		0.035
رويال جكن	0.030		0.040		0.035
طيبة		0.020		0.030	0.025
عينة مجهولة	0.020		0.030		0.025
نور				0.000	0.000
نيو كنج		0.160		0.050	0.105



شكل (1.5). متوسط نسبة عنصر الحديد



شكل (2.5) . خريطة ضبط الجودة لنسبة الحديد لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

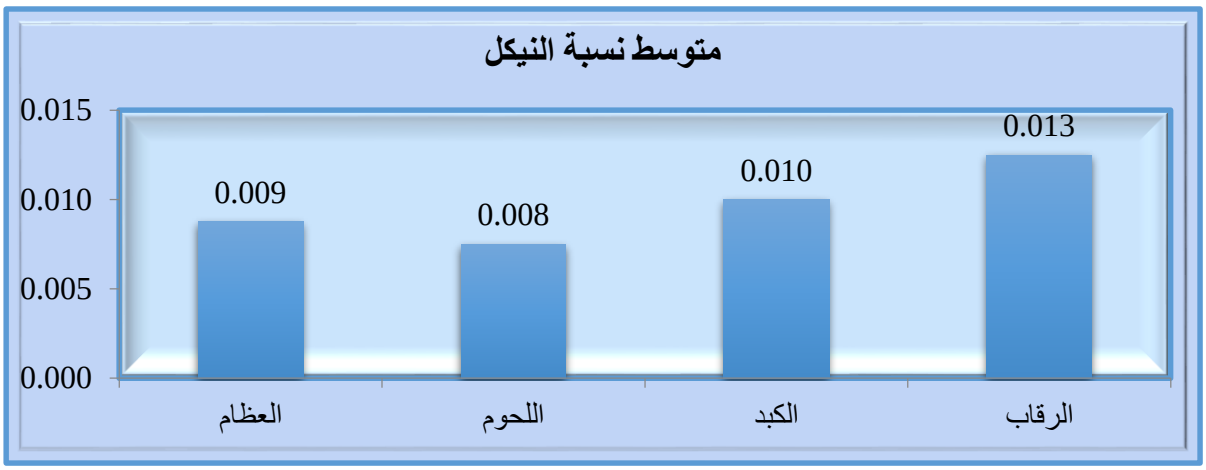
2.5.5 النيكل:

يوضح الجدول (4.5) ان اعلي متوسط لنسبة النيكل في اللحوم بلغت (0.010%) في شركات (البراري ، البرمائي ، العزيزة ، والكويتية ، نيو الكنج)، وفي العظام بلغ اعلي متوسط لنسبة تركيز النيكل (0.010%) في شركات (البراري ، البرمائي ، العربية ، العزيزة ، طيبة ونيوالكنج)، أما في الرقاب فبلغ اعلي متوسك نسبة للنيكل (0.020%) في عينة مجهولة ، وادني متوسط (0.010%) في شركة العزيزة والنجومي ورويال جكن، وفي الكبد بلغ متوسط نسبة النيكل (0.010%) في جميع الشركات.

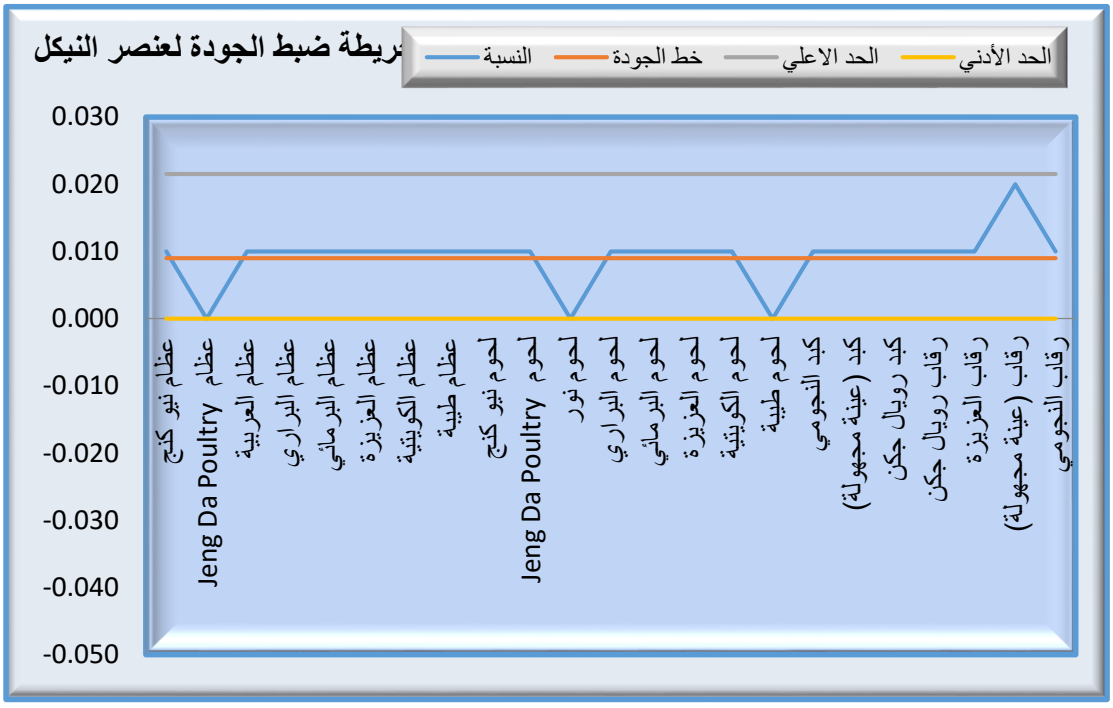
و يبين الشكل (3.5) ان اعلي متوسط نسبة لتركيز النيكل وجدت في الرقاب وبلغت (0.013%)، وادني متوسط وجد في اللحوم (0.008%)، وقد اتفقت هذه النتائج مع دراسة دراسة Hosnia و Mohsein (2015) [13] الي اظهرت تلوث عضلات وكبد الدواجن بعنصر النيكل، ويعزي الباحث ان سبب تلوث منتجات ولحوم الدواجن هو تلوث علف الدواجن وذلك من خلال مقارنة نتائج هذه الدراسة مع دراسة Mohammed(2017) [36] الذي وجد عنصر النيكل في علف الدواجن المستهلك في السودان. و يبين الشكل (4.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة تركيز النيكل، حيث أن جميع العينات في مستوي خط الجودة ما عدا عينات الرقاب (العزيزة ، النجومي وعينة مجهولة) كانت نسبته النيكل فوق خط الجودة.

جدول (4.5). متوسط نسب النيكل حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry		0.000		0.010	0.005
البراري		0.010		0.010	0.010
البرمائي		0.010		0.010	0.010
العربية		0.010			0.010
العزيزة	0.010	0.010		0.010	0.010
الكويتية		0.010		0.010	0.010
النجومي	0.010		0.010		0.010
رويال جكن	0.010		0.010		0.010
طيبة		0.010		0.000	0.005
عينة مجهولة	0.020		0.010		0.015
نور				0.000	0.000
نيو كنج		0.010		0.010	0.010
المتوسط	**0.013**	**0.009**	**0.010**	**0.008**	**0.009**



شكل (3.5). متوسط نسبة عنصر النيكل



شكل (5.4). خريطة ضبط الجودة لنسبة النيكل لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

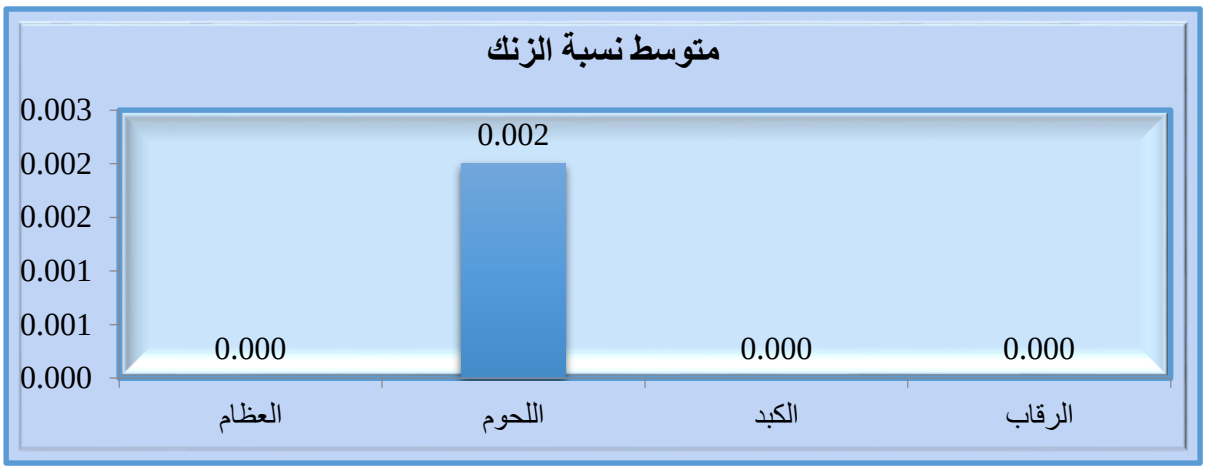
3.5.5 الزنك:

يوضح الجدول (5.5) أن اعلي متوسط لنسبة الزنك في اللحوم وجد في شركة العزيزة وبلغ (0.010%)، بينما في جميع عينات العظام وجد متوسط الزنك (0.000%)، اما متوسط نسبة الزنك في الرقاب والكبد (0.000%) .

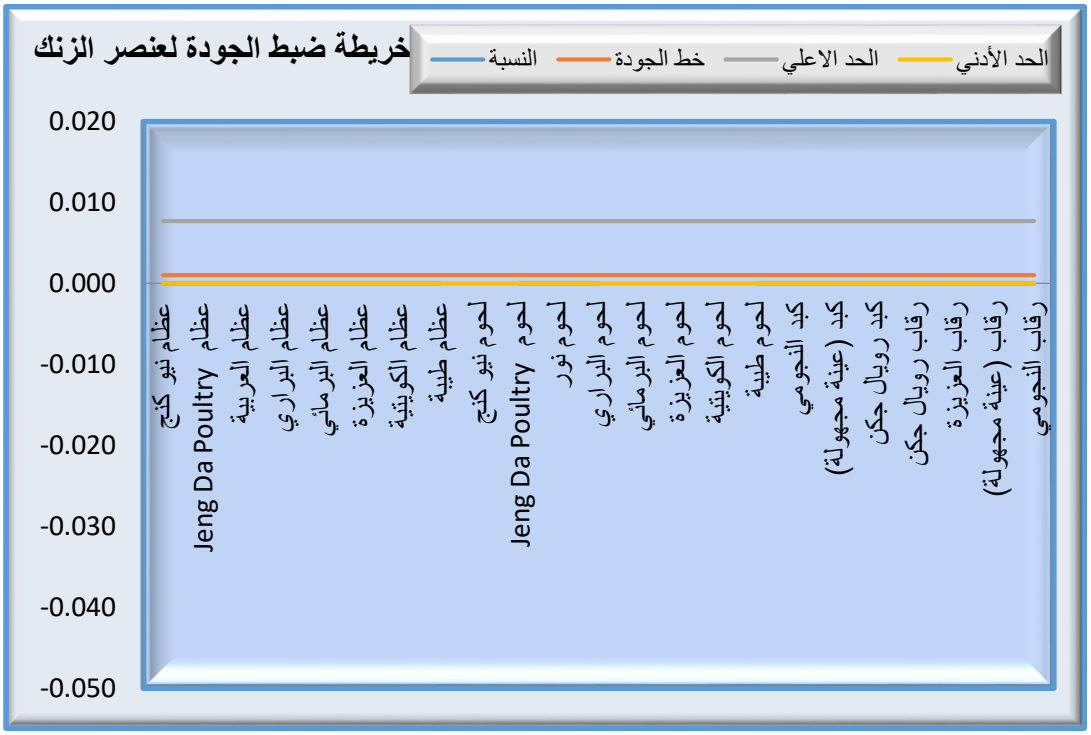
و يبين الشكل (5.5) ان اعلي متوسط لنسبة تركيز الزنك وجد في اللحوم وبلغ (0.002%)، وقد اتفقت نتائج الدراسة مع دراسة مكي[37] الذي كشف عن تلوث لحوم الدواجن في العراق بعنصر الزنك، وكذلك اتفقت مع دراسة عبدالقادر(2010) [6] الذي وجد عنصر الزنك في منتجات الدواجن (الكبد والقلب والصدر والرقاب) المستهلكة في ليبيا، ويلاحظ تطابق جميع نتائج هذه الدراسة مع الدراسة التي أجراها Mohammed(2017) [36] للكشف عن العناصر الثقيلة في أعلاف الدواجن المستهلكة في السودان،وتعتبر الأعلاف السبب المباشر في تلوث لحوم الدواجن، ويمكن أن يكون سبب تلوث لحوم الدواجن ناتج من الماء والهواء والعقاقير الطبية. يتضح من الشكل(5.6) أن عنصر الزنك في جميع العينات ضمن حدود خط ضبط الجودة لنسبة الزنك في عينات اللحوم والعظام والكبد والرقاب.

جدول (5.5). متوسط نسب الزنك حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry		0.000		0.000	0.000
البراري		0.000		0.000	0.000
البرمائي		0.000			0.000
العربية		0.000			0.000
العزيزة	0.000	0.000		0.010	0.003
الكويتية		0.000			0.000
النجومي	0.000		0.000		0.000
رويال جكن	0.000		0.000		0.000
طيبة		0.000		0.000	0.000
عينة مجهولة	0.000		0.000		0.000
نور				0.000	0.000
نيو كنج		0.000			0.000



شكل (5.5). متوسط نسبة عنصر الزنك



شكل (6.5). خريطة ضبط الجودة لنسبة الزنك لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

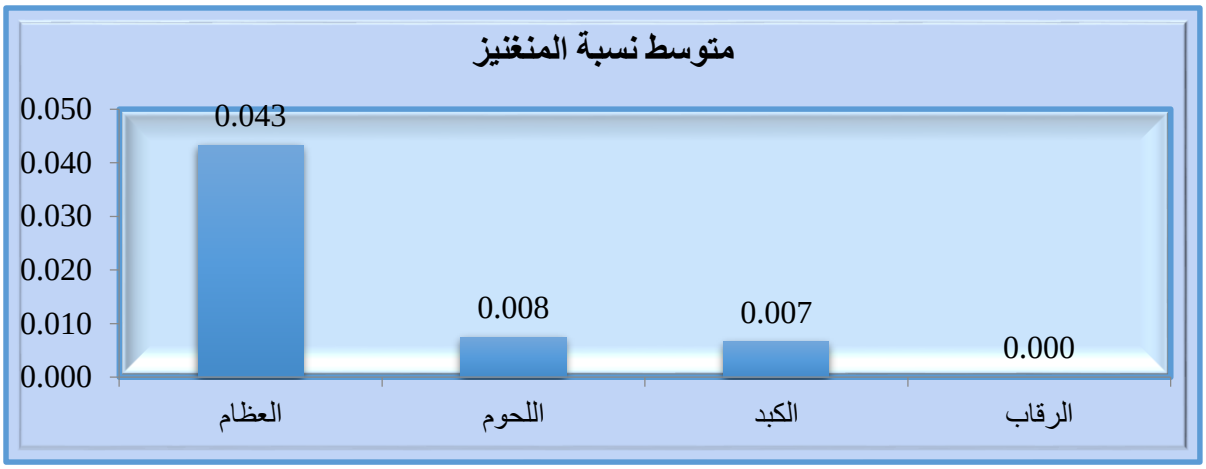
4.5.5 المنغنيز: -

وجد المنغنيز في جميع العينات المدروسة اللحوم والعظام والكبد والرقاب بتراكيز مختلفة، يبين الشكل (7.5) أن أعلي متوسط نسبة لتركيز المنغنيز(0.043%) كان في العظام، وأدني متوسط كان في الرقاب(0.000%) ويعتقد الباحث أن ارتفاع نسبة المنغنيز في العظام هو بسبب ترسيب العظام في المنغنيز حيث تعتبر أغني عضو من أنسجة الدواجن يتواجد فيه المنغنيز, وربما تكون الأعلاف هي مصدر المنغنيز وذلك نسبة لإضافة أملاح المنغنيز (كاربونات،كبريتات وكلوريدات) الي أعلاف الدواجن[38]، ويوضح الجدول (6.5) أعلي متوسط لنسبة المنغنيز في اللحوم وجد في شركة نيوالكنج ونور و شركة Jeng Da Poultry حيث بلغ (0.010%) وأدني متوسط في شركة البراري، أما في العظام فبلغ أعلي متوسط لنسبة تركيز في شركة نيو الكنج (0.240%) وأدني متوسط في الكويتية وطيبة، وفي الكبد بلغ أعلي متوسط نسبة تركيز (0.010%) في شركة رويال جكن وعينة مجهولة وأدني متوسط في شركة النجومي كل ذلك دون ان تكون الفروق بين متوسطاتها معنوية احصائياً.

كما يبين الشكل (8.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة المنغنيز في عينات العظام واللحوم والكبد والرقاب ووجد أن متوسط نسبة المنغنيز في جميع العينات أدني من خط ضبط الجودة, إتفقت نتائج الدراسة مع نتائج دراسات أخري أشارت الي تركيز المنغنيز والعناصر الثقيلة في أعضاء الدواجن حيث وجد Zafar (2016) [9] نسب لتركيز المنغنيز في كبدة الدجاج والفخذ والصدر في الدواجن المستهلكة في باكستان ، وكذلك وجدت نسب لتركيز المنغنيزفي لحوم الدجاج ولحم الديك الرومي المستهلك في نيجيريا في دراسة البشير واخرون (2018) [7].

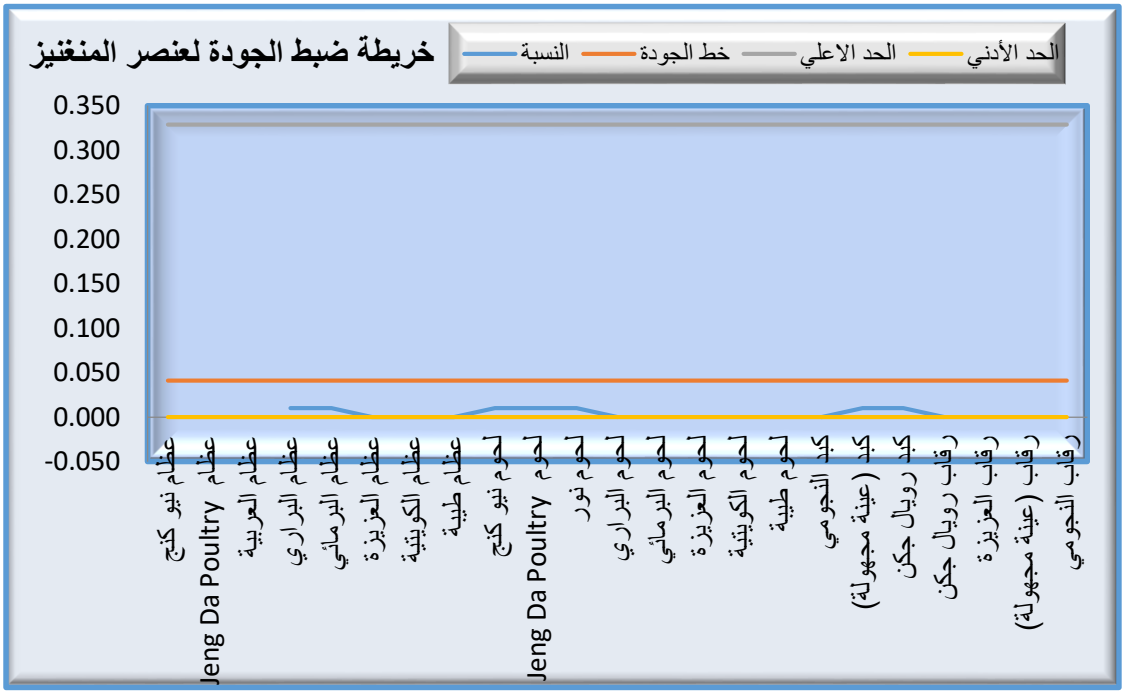
جدول (6.5) متوسط نسب المنغنيز حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry				0.010	0.010
البراري		0.010		0.000	0.005
البرمائي		0.010			0.010
العربية					
العزيزة		0.000			0.000
الكويتية		0.000			0.000
النجومي			0.000		0.000
رويال جكن	0.000		0.010		0.005
طيبة		0.000			0.000
عينة مجهولة			0.010		0.010
نور				0.010	0.010
نيو كنج		0.240		0.010	0.125
المتوسط	**000.0**	**340.0**	**060.0**	**0750.0**	**160.0**



الشكل (7.5) متوسط نسبة عنصر المنغنيز

بلغ أعلي متوسط لنسبة عنصر المنغنيز في العظام (0.043%) وأدني متوسط في الرقاب (0.000%).



الشكل (8.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة المنغنيز لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

5.5.5. الرصاص:

يبين الجدول (7.5) متوسط نسب الرصاص حسب نوع العينة والشركة, وجد اعلى متوسط لنسبة الرصاص وبفروق غير معنوية في لحم دجاج شركة Jeng Da Poultry والبرمائي وطيبة ونور وشركة نيوالكنج (0.010%)، وفي العظام كان أعلي متوسط لنسبة تركيز الرصاص وبفروق غير معنوية في شركة Jeng Da Poultry والبراري والكويتية (0.010%)، أما في الكبد والرقاب فبلغ (0.000%) .

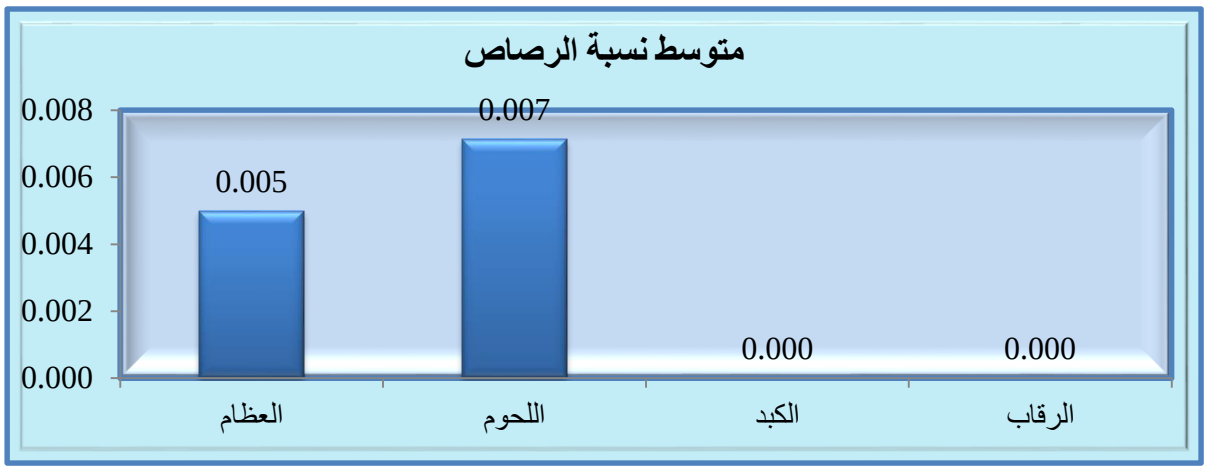
يوضح الشكل (9.5) أن أعلي متوسط لنسبة الرصاص كانت في اللحوم (0.007%) وفي العظام (0.005%).

يبين الشكل (10.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة الرصاص في عينات اللحوم والعظام والكبد والرقاب ، ووجد أن متوسط نسبة الرصاص في لحوم (Jeng Da Poultry, البرمائي, طيبة, نيوالكنج ونور) أعلي من خطة ضبط الجودة لنسبة الرصاص، وكذلك عينات العظام (Jeng Da Poultry, البراري والكويتية) أعلي من خط الجودة لنسبة الرصاص، أما عينات الكبد والرقاب فقد كانت في مستوي خط الجودة لنسب الرصاص, حيث يترسب الرصاص في العظام وينتقل منها الي بقية أنسجة الجسم [12] .

وإتفقت نتائج الدراسة مع دراسة البشير وآخرون (2018)[7] الذي وجد الرصاص في عينات من الكبد والقلب في الدجاج المستورد الي ليبيا، كما إتفقت الدراسة مع دراسة Ercan(2011) [8] الذي كشف عن تركيز الرصاص في الأنسجة العضلية وكبد الدجاج المستهلك في تركيا. ويري الباحث أن تلوث الدواجن بالرصاص ربما يكون عن طريق الهواء الجوي الذي يعتبر وسيلة أساسية لتلوث البيئة بالرصاص من خلال احتراق الرصاص المضاف الي الوقود والأنشطة الصناعية، حيث يصل الرصاص الي مياه الشرب والأعلاف ومن ثم ينتقل الي الدواجن وربما ايضا ينتقل عن طريق الاستنشاق من الهواء مباشرة.

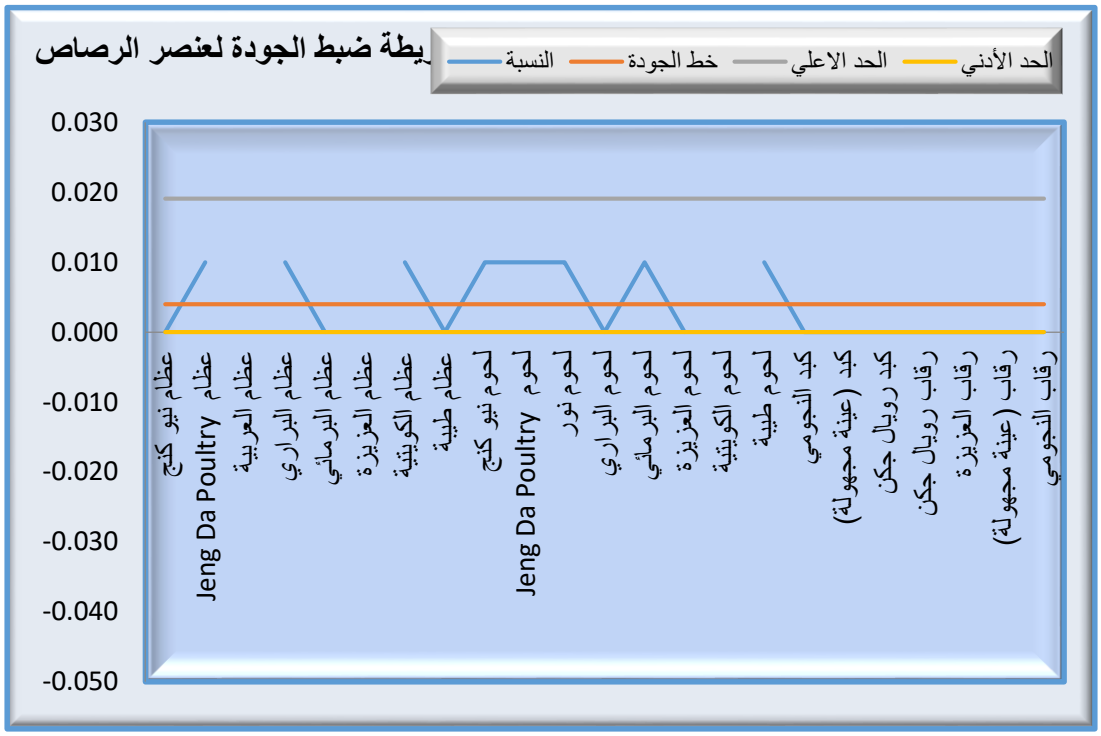
جدول (7.5) متوسط نسب الرصاص حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry		0.010		0.010	0.010
البراري		0.010		0.000	0.005
البرمائي		0.000		0.010	0.005
العربية					
العزيزة	0.000			0.000	0.000
الكويتية		0.010			0.010
النجومي	0.000		0.000		0.000
رويال جكن	0.000		0.000		0.000
طيبة		0.000		0.010	0.005
عينة مجهولة	0.000		0.000		0.000
نور				0.010	0.010
نيو كنج		0.000		0.010	0.005
المتوسط	**0.000**	**0.005**	**0.000**	**0.007**	**0.004**



الشكل (9.5) متوسط نسبة عنصر الرصاص

بلغ أعلي متوسط لنسبة عنصر الرصاص في اللحوم (0.007%) وأدني متوسط في الرقاب والكبد (0.000%).



الشكل (10.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة الرصاص لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

6.5.5 الكروم:

يبين الشكل (11.5) أن أعلي متوسط لنسبة الكروم في الكبد (0.050%) وأدني متوسط في العظام (0.033%)، وبلغت نسبة تركيز الكروم في الرقاب واللحوم (0.035%) . يوضح الجدول (8.5) أن أعلي متوسط لنسبة الكروم في اللحوم في شركة نيو الكنج (0.050%) وأدني متوسط في شركة الكويتية (0.020%)، أما في العظام أعلي متوسط نسبة الكروم في شركة البراري و Jeng Da Poultry بلغ (0.050%) وأدني متوسط لنسبة الكروم في العظام في شركتي (طيبة ونيوالكنج)، و في الكبد وجد أعلي متوسط نسبة لتركيز الكروم في شركة رويال جكن (0.070%) وأدني متوسط في شركة النجومي و عينة مجهولة (0.040%)، أما في متوسط نسبة الكروم في الرقاب فبلغ أعلي متوسط (0.040%) في شركة رويال جكن والنجومي وأدني متوسط في شركة العزيزة وعينة مجهولة (0.030%).

كما يبين الشكل (12.5) خرطة ضبط الجودة لنسبة الكروم لعينات العظام واللحوم والرقاب والكبد ، وجد أن عينات البراري و Jeng Da Poultry أعلي من حد ضبط الجودة، وكذلك عينات لحوم نيو الكنج وطيبة والبراي أعلي من خط ضبط الجودة، أما في الكبد جميع العينات أعلي من خط ضبط الجود ولوحظ إرتفاع متوسط نسبة الكروم في رويال جكن عن مستوي الحد الأعلي لضبط الجودة، في الرقاب إرتفع متوسط نسبة الكروم عن حد ضبط الجودة في شركتي النجومي ورويال جكن.

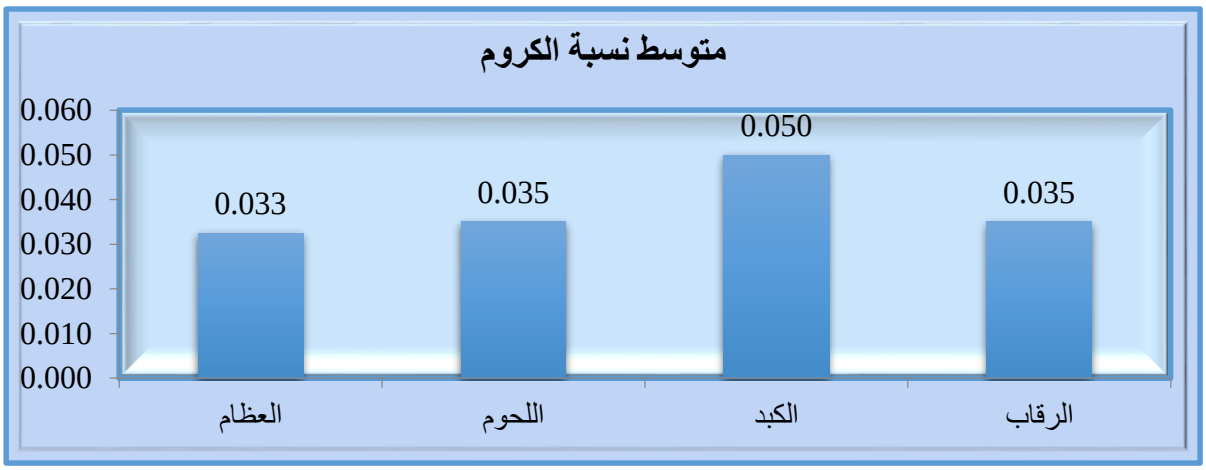
تطابقت نتائج هذه الدراسة مع بعض الدراسات الاخرى حيث وجد Khan (2016) [9] أن عنصر الكروم في الكبد وفخذ الدجاج والصدر في الدواجن المستخدمة في باكستان، وكذلك وجد Yeasmin et al.(2017) [10] عنصر الكروم في عينات من لحوم الدجاج من مزارع مختلفة في بنقلادش,

ويلاحظ من نتائج الدراسة ارتفاع نسبة تركيز الكروم ويعزى ذلك الي اضافة الكروم بشقيه العضوي واللاعضوي الي اعلاف الدواجن بغرض تحسين انتاج البيض [38]، وانتشر في الآونة الاخيرة علف الدواجن الصناعي الذي ينتج من مخلفات الحلاقة والجلود ونفايات المدابغ والتي تحتوي علي نسبة كبيرة من الكروم Ahmed et al.(2017) [40] ، وإختلفت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة Mohammed, (2017)

[36] التي اشارت الي وجود بعض العناصر الثقيلة في عينات من علف الدواجن في السودان، فلم تحتوي علي عنصر الكروم ولكنها احتوت علي عناصر الرصاص والمنغنيز.

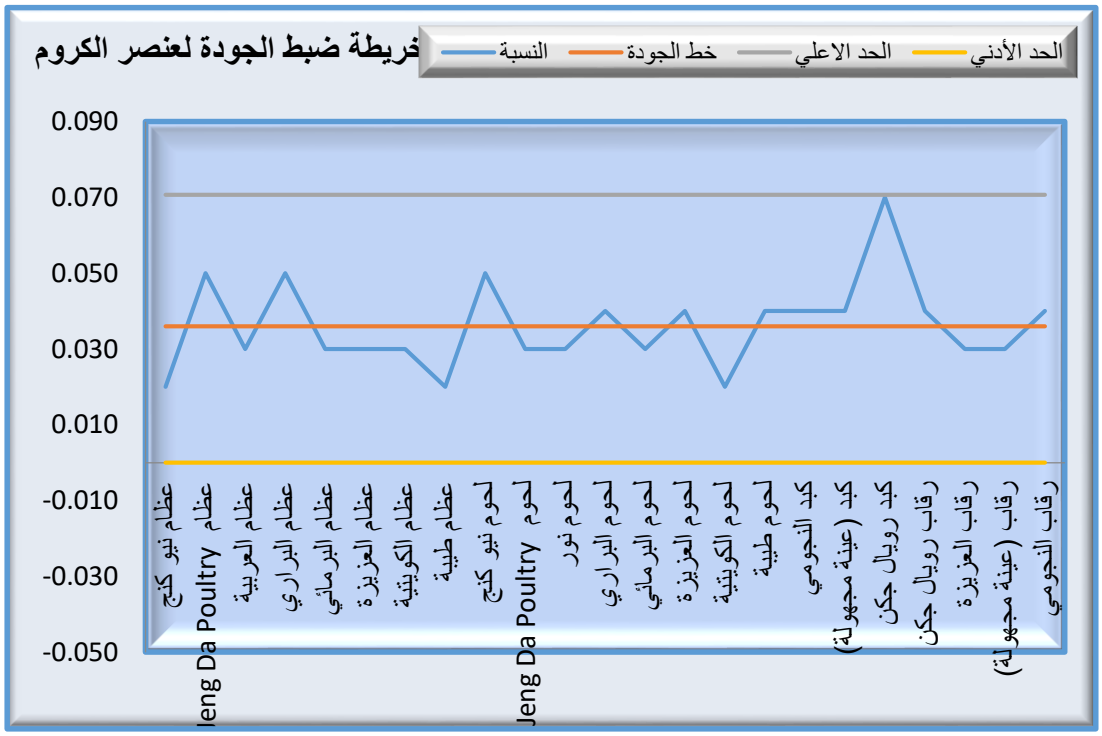
جدول (8.5) متوسط نسب الكروم حسب نوع العينة والشركة

الشركة	رقاب	عظام	كبد	لحوم	المتوسط
Jeng Da Poultry		0.050		0.030	0.040
البراري		0.050		0.040	0.045
البرمائي		0.030		0.030	0.030
العربية		0.030			0.030
العزيزة	0.030	0.030		0.040	0.033
الكويتية		0.030		0.020	0.025
النجومي	0.040		0.040		0.040
رويال جكن	0.040		0.070		0.055
طيبة		0.020		0.040	0.030
عينة مجهولة	0.030		0.040		0.035
نور				0.030	0.030
نيو كنج		0.020		0.050	0.035
المتوسط	**0.035**	**0.033**	**0.050**	**0.035**	**0.036**



الشكل (11.5) متوسط نسبة عنصر الكروم

بلغ أعلي متوسط لنسبة عنصر الكروم في الكبد (0.050%) وأدني متوسط في العظام (0.033%).



الشكل (12.5) خريطة ضبط الجودة لنسبة الكروم لعينات (العظام واللحوم والكبد والرقاب)

6.5 الخاتمة:-

تم في هذه الدراسة قياس تركيز العناصر الثقيلة في منتجات الدواجن باستخدام الاشعة السينية المتفلورة التي لها القدرة علي قياس تراكيز ضئيلة جدا من العناصر في العينات، بينت النتائج تلوث لحوم الدواجن بالعناصر (الرصاص ، الزنك ، الحديد ، المنغنيز ، النيكل ، الكروم) ، وكذلك بينت الدراسة ارتفاع تركيز بعض العناصر في العينات حسب العينة ونوعها ، واظهرت نتائج الدراسة ان تركيز عناصر الحديد والرصاص والكروم والنيكل تجاوز خط ضبط الجودة ، بينما عناصر الزنك والمنغنيز في حدود ضبط الجودة، واشارت الدراسة الي سبب ارتفاع تركيز العناصر عن ضبط الجودة ربما يكون ناتج من المياه والعقاقير البيطرية والعلاف التي تتغذي منها الدواجن .

يستنتج من هذه الدراسة ان تذبذب نسبة العناصر الثقيلة الضارة في بعض اجزاء ذبائح الدجاج قد ترجع الى مياه الشرب وبعض المكملات والمواد العلفية بالإضافة للإفراط في استخدام العقاقير البيطرية.

7.5 التوصيات :-

لم يجد الباحث حدود لنسبة تركيز العناصر الثقيلة في لحوم ومنتجات الدواجن في المواصفات والمقاييس السودانية يوصي الباحث بضرورة الاسراع في وضع واصدرا مواصفة لتركيز العناصر الثقيلة في لحوم الدواجن وتحديث هذه المواصفة بما يتطابق مع المواصفات العالمية ، وبناءا علي نتائج هذه الدراسة يوصي الباحث بالأتي :-

1/منتجات الدواجن أصبح الإقبال عليها بصورة كبيرة من قبل المواطنيين وبالتأكيد ستتعرض صحة المواطن للخطر إذا كانت ملوثة او غير صحية خصوصا إحتواءها علي نسب عالية من العناصر الثقيلة، فيجب تفعيل دور الرقابة الصحية علي جميع الأسواق وثلاجات توزيع اللحوم والتأكد من نظافتها وعدم تلوثها.

2/ علي جمعية حماية المستهلك والسلطات المعنية مراقبة مزارع وشركات الدواجن و قياس تركيز العناصر الثقيلة في منتجات الدواجن قبل توزيعها علي الأسواق بصورة دورية

3/ يجب مراقبة وفحص علف الدواجن للتأكد من عدم تلوثة بالعناصر الثقيلة .

4/ ان تقنية الاشعة السينية المتفلورة تقنية فحص لاإتلافي يمكن تطبيقها للكشف في كثير من المجالات

5/ جهاز الاشعة السينية يمتاز بسهولة الاستعمال وبساطة التركيب وصغير الحجم يمكن ان يستعمل في الفحص والقياس في الحقل وخارج المعامل.

6/ يجب تكثيف البحث حول مسببات تلوث لحوم الدواجن ببعض العناصر الثقيلة.

7/ التبادل المشترك بين المؤسسات والجامعات لمساعدة الباحثين بإجراء البحوث والتحاليل اللازمة .

8/ تشجيع الباحثين باجراء دراسات علي جميع منتجات اللحوم في السودان والتأكد من عدم تلوثها.

9/ علي المؤسسات ان تقوم بإصدار تعليمات وقوانيين وعقوبات صارمة للشركات والمزارع المنتجة للدواجن في حالة عدم مطابقة المواصفات والمقاييس لكي لا يصل التلوث الي الانسان .

10/ حصر جميع الشركات والمزارع المنتجة للدواجن واجراء الابحاث علي جميع الشركات لقياس نسبة تركيز العناصر الثقيلة .

8.5 المصادر والمراجع :

[1] عزاب طاهر الكناني ، الفيزياء الاشعاعية ، دار الفجر للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولي ، القاهرة 2008م .

[2] حمد مجدي واصل ، اسس الكيمياء الاشعاعية ، دار طيبة للنشر والتوزيع ، الطبعة الثانية ، القاهرة 20

[3] محمد العيد مشري ، اسماعيل شيحي ، 2012م ، دراسة التركيب الذري لرمل كثبان منطقة ورقلة بإستخدام مطيافيات AAN–EDX–MEB–XFR ، مجلة العلوم والتكنولوجيا ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ، حوليات العلوم والتكنولوجيا ، العدد الثاني ، المجلد الرابع ، 69–79 .

[4] كرستي هانسن ، ليندا لودينج ، أدوات فنان ، 2007م ، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، 2/48 ، الصفحة 41–44 .

[5] عادل الجزولي محمد علي ، نادية عمر العطايا ، 2015م ، قياس تركيز العناصر المشعة الطبيعية بمنطقة وادي حلفا ، مجلة كلية العلوم ، جامعة افريقيا العالمية ، العدد الرابع ، الصفحة 1–19 .

[6] مضان الصالحين عبدالقادر. التقدير الكمي لبعض المعادن الثقيلة في لحم عضلات وأعضاء دجاج اللحم المنتج بمنطقة الجبل الأخضر– ليبيا. مجلة الجمعية الأكاديمية المصرية لتنمية البيئة:2010 م; 11(3): 171–183

[7]البشير أحمد الجطلاوي . حواء سالم زغينين . تركيز بعض المعادن الثقيلة في كبد وقلب الدجاج المستورد والمباع في مصراتة – ليبيا. مجلة البحوث الأكاديمية.2018; 12: 621 –631.

[8] Ercan. Kurnaz, Ayhan Filazi. Determination of metal levels in the muscle tissue and livers of chickens. Fresenius Environmental Bulletin. 2001; 20(11): 2896–2901.

[9] Zafar. Khan, Asad. Sultan, Rajwali. Khan. Concentrations of heavy metals and Minerals in Poultry Eggs and Meat Produced in Kyber Pakhttunkhwa Pakistan. Meat Sciences and Veterinary Public Health. 2016;1 (1): 4-10.

[10] Yeasmin, N.; S. Ali; A. Hossain; K. Sharmin; and A. Begum (2017). Assessment of Heavy Metals Concentration in Poultry Meat Samples Collected From Chittagng City. International Journal of Current Multidisciplinary Studies. 3 (04): 710-714 .

[11] عبدالرحمن, الساعوري واخرون (2019). تأثير الأسمدة المعدنية علي تراكم العناصر الثقيلة في التربة ونبات البندورة. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 6(2): 359-404 .

[12] Iwegbue, C.; G. Nwajei; and E. Iyoha (2008). Heavy Metal Residues of Chicken Meat and Gizzard and Turkey Meat Consumed in Southern Nigeria.Bulgrian Journal of Veterinary Medicine.11(4): 275-280 .

[13] Manal Mahmoud, Hosnia Abdelmohsein. Health Risk Assessment of Heavy Metals for Egyptian Population via Consumption of Poultry Edibles. Advances in Animal and Veterinary Sciences.2015; 3(1):59-65.

[14] Join FAO/WHO food standards programme codex committee on contaminants in foods. fifth session. The Hague. the Netherlands. March 2011. [Cited 2020 Aug 17].
http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/CCCF5/cf05_INF.pdf. P 87.

[15] محمود فاصل الجميلي. سلوي هادي أحمد. تلوث التربة والمياة. بغداد. دار الكتب والوثائق ببغداد؛ صفحة 185 2018م.

[16] EFSA. Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA Journal. 2015; 13(2):4002.

[17]محمد المصري . سها رحمة . الكشف عن بعض عناصر المعادن الثقيلة في لحوم ومنتجاتها مصنعة محلياً أو مستوردة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية: 2013م; 35(2): 215-236 .

[18]عبدالمنعم, عصام محمد و التركي, احمد بن ابراهيم (2012). العناصر الثقيلة ومصادرها واضرارها علي البيئة, إصدار مركز الأبحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية, جامعة القصيم. القصيم, المملكة العربية السعودية. 26 صفحة.

[19] رمضان الصالحين عبدالقادر- التقدير الكمي لبعض المعادن الثقيلة في لحم وعضلات واعضاء دجاج اللحم المنتج (2010)- الجمعية الاكادمية المصرية لتنمية البيئة -11(3):171-183

[20] عصام محمد عبدالمنعم – احمد بن ابراهيم التركي – العناصر الثقيلة ومصادرها واضرارها علي البيئة – اصدار مركز الابحاث الواعدة في المكافحة الحيوية والمعلومات الزراعية 2012م

[21] معهد الكويت للابحاث العلمية 1989 – التلوث في البيئة البحرية الكويتية – مطابع القبس التجارية – الكويت 1989م

[22] سها رحمة –رسالة ماجستير في الهندسة الزراعية–كلية الزراعة – جامعة البعث –سوريا 2013م

[23] مبادئ سلامة الاغذية – فهد بن محمد الجساس – مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية –الرياض 2011م

[24] الغذاء والتغذية – مجموعة من المتخصيين في علم التغذية – منظمة الصحة العالمية – المكتب الاقليمي لمنظمة الصحة العالمية لشرق المتوسط – اكاديميا للطباعة والنشر – بيروت – الطبعة الثانية 2005م

[25] تلوث التربة والمياة – محمود فاضل الجميلي – سلوي هادي أحمد – دار الكتب والوثائق ببغداد (677)-2018م

[26] Elements of Modern X-ray Physics – Jens Als-Nielsen –Des McMorrow – Second Edition-2011 .

[27] Waseda Y.,Matsubara E.,Shinoda K.(2011) Fundamental Properties of X-rays . X-ray Diffraction Crystallography . Springer, Berlin, Heidelberg

[28] مبادئ الاشعاع والوقاية الاشعاعية – هشام ابراهيم الخطيب – دار اليازوري العلمية للطباعة والنشر والتوزيع – عمان الاردن – 2005م

[29] الاشعاع والعلاج الاشعاعي – سميربن سليمان أحمد نتو – خوارزم العلمية للنشر – جدة – 2004م

[30] The Physics of Radiation Therapy – Faiz M. Khan – Lippincott William & Wilkins – Third Edition –USA 2003

[31] نعيمة عبدالقادر ، محمد امين سليمان ، علم البلورات والأشعة السينية ، دار الفكر العربي ، الطبعة الأولي 2005م

[32] مبادئ الاشعاعات المؤينة والوقاية منها – محمد فاروق احمد – احمد بن محمد السريع – سلسلة منشورات اللجنة الدائمة للوقاية من الاشعاعات – جامعة الملك سعود -2007م

[33] صالح محمد متولي ، الاشعة السينية الفوائد والمخاطر ، مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، الرياض 2015م

[34] Oxford Instruments Industrial Analysis (2009). X-MET5000 and X-MET5100. User Manual Rev110 October. Part number 5102113-4VE. Oxford Instruments Industrial Analysis. Oxford. United Kingom. Pp 89.

[36] Mohammed. Salma Yahya. Determination of Trace Elements in Chicken Feeds in Khartoum state. [M.Sc. Theses]. Atomic Energy Council. Sudan Academy of Sciences. Sudan. Khartoum, 4,2017.

[37] غيداء علي مكي. الكشف عن المايكروبي والمعادن الثقيلة في لحوم الدواجن المطبوخة والمعروضة في الاسواق المحلية في محافظة البصرة. المجلة السورية للبحوث الزراعية.2019م; 6(2): 212-220.

[38] بندر, لمى خالد (2011). تأثير إضافة مصادر مختلفة من الكروم إلى العليقة في كفاءة الأداء الإنتاجي وتركيز كولسترول الدم والبيضة للدجاج البياض. مجلة الأنبار للعلوم البيطرية. 4(1): 79-85.

[40] Ahmed, S.; F. Zohra; M. Shiblee; and M. Abul Hashem (2017). Chromium from tannery waste in poultry feed: A potential cradle to transport human food chain. Cogent Environmental Science. 3(1): 1-7.

[41] D Gonzalez WellER, A Caballero , L Karisso , F Hernandez , DJ Gutierrez , C Revert , JM Troyano and Hardisson . Determination of Iro,Copper,Zinc and Manganese in Sausage Poultry- Rabbit Meat , Viscera and Red Meat Consumed by Islands , Spain . AVens Publishing Group . Volume 1 . Issue 1 . Page 1-7.

[42] عبير عبدالله - التحليل الطيفي لاوراق بعض النباتات (الملوخية) باستخدام الاشعة السينية المتفلورة - رسالة ماجستير جامعة الخرطوم 2015م

[43] الفاضل محمود يوسف- استخدام مطيافية الاشعة السينية المميزة لكشف قطع غيار السيارات المقلدة - رسالة دكتوراة جامعة البطانة 2015م

[44] محمد عزالدين الحبر - ابراهيم محمد الفكي- استخدام تقنية الاشعة السينية المتفلورة في مقارنة العناصر الثقيلة بتربة جزيرة توتي ومنطقة بري - رسالة ماجستير - جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا - 2010م

[45] شادي علي عوض - دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة والمشعة في اللحوم المستهلكة في الاردن باستخدام تقنية الاشعة السينية المتألقة ومطيافية جاما - رسالة ماجستير - جامعة اليرموك - الاردن 2002م

[46] الياس حني بكرجي - تحليل عينات فخار أثري بإستخدام تقنية الاشعة السينية المتفلورة (XRF) . تقرير عن دراسة علمية مخبرية - هيئة الطاقة الذرية السورية - دمش 2003م

[47] Ligang Pan- Determination of Cr,Zn,As and Pb in soil by X-ray fluorescence spectrometry based on apartial least square regression model – Beijing Municipal station og Agro-Environmental Monitoring .china

[48] Arifuzzaman Rajib, and others , Detection of Chromium (Cr) using X-ray Fluorescence Technique and Investigation of Cr Propagation from Poultry Feeds to Egg and Chicken Flesh , American Journal of Engineering Research , Volume-5 ,Issue-7 ,P-243-247 ,20016

[49] Antoaneta Ene , Alina. Bosnega , L.Georgescu Determination of Heavy Metals in Soils Using XRF Technique Journ.Phys. Vol.55, Nos. 7-8, P 815-820, Buchares, 2010

[50] محمد من السيد حسان، احمد الحسن الفكي، واحرون، قياس تركيز بعض العناصر الثقيلة في لحوم الدواجن بإستخدام الأشعة السينية المتفلورة. مجلة جامعة الزيتونة. العدد الخامس والثلاثون،158-168 سبتمبر 2020م

[51] محمد من السيد حسان، احمد الحسن الفكي واخرون، تحديد العناصر الثقيلة (الرصاص، الكروم، والمنغنيز) في لحوم ومنتجات الدواجن في السودان بإستخدام الاشعة السينية المتفلورة، المجلة السورية للبحوث الزراعية، 7(4): 354-364، أغسطس 2020م.

الملاحق

ملحق (1) : قياس تركيز العناصر في عينات اللحوم

جدول (1.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في عينة لحوم شركة نيو الكنج

العينة لحوم نيو الكنج	رمز العنصر	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.05	0.014
	Mn	0.01	0.017
	Ni	0.01	0.003
	Cr	0.05	0.052
	Pb	0.01	0.007

جدول (2.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة Jeng Da Puoltry

العينة لحوم jeng da poultry	رمز العنصر	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.06	0.026
	Mn	0.01	0.021
	Ni	0.01	0.003
	Cr	0.03	0.025
	Pb	0.01	0.006
	Zn	0.00	0.004

جدول (3.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة نور

العينة لحوم نور	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.00	0.003
	Mn	0.01	0.022
	Ni	0.00	0.000
	Cr	0.03	0.026
	Pb	0.01	0.002
	Zn	0.00	0.004

جدول (4.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة البراري

العينة لحوم البراري	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.011
	Mn	0.00	0.002
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.04	0.023
	Pb	0.00	0.001
	Zn	0.00	0.001

جدول (5.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة البرمائي

العينة لحوم البرمائي	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.014
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.03	0.014
	Pb	0.01	0.002

جدول (6.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة العزيزة

العينة لحوم العزيزة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.016
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.04	0.007
	Pb	0.00	0.004
	Zn	0.01	0.005

جدول (7.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة الكويتية

العينة لحوم الكويتية	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.003
	Ni	0.01	0.001
	Cr	0.02	0.004

جدول (8.1) يوضح نسبة تركيز العناصر في لحوم شركة طيبة

العينة لحوم طيبة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.016
	Ni	0.00	0.000
	Cr	0.04	0.016
	Pb	0.01	0.001
	Zn	0.00	0.001

ملحق (2) : قياس تركيز العناصر في عينات العظام

جدول (1.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عظام شركة نيو الكنج

العينة عظام نيو الكنج	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.16	0.066
	Mn	0.24	0.186
	Ni	0.01	0.005
	Cr	0.02	0.006
	Pb	0.00	0.001
	Zn	0.00	0.001

جدول (2.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عينة عظام شركة Jeng Da Puoltry

العينة عظام jeng da puoltry	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.05	0.029
	Ni	0.00	0.001
	Cr	0.05	0.027
	Pb	0.01	0.007
	Zn	0.00	0.004

جدول (3.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عينة عظام شركة العربية

العينة عظام شركة العربية	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.007
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.03	0.003
	Zn	0.00	0.001

جدول (4.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عظام شركة البراري

العينة عظام شركة البراري	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.003
	Mn	0.01	0.010
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.05	0.034
	Pb	0.01	0.006
	Zn	0.00	0.002

جدول (5.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عظام شركة البرمائي

العينة عظام شركة البرمائي	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.018
	Mn	0.01	0.010
	Ni	0.01	0.001
	Cr	0.03	0.016
	Pb	0.00	0.004
	Zn	0.00	0.001

جدول (6.2) يوضح تركيز العناصر في عظام شركة العزيزة

العينة عظام شركة العزيزة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.003
	Mn	0.00	0.006
	Ni	0.01	0.001
	Cr	0.03	0.016
	Zn	0.00	0.002

جدول (7.2) يوضح تركيز العناصر في عظام شركة الكويتية

العينة عظام شركة الكويتية	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.05	0.010
	Mn	0.00	0.003
	Ni	0.01	0.006
	Cr	0.03	0.028
	Pb	0.01	0.008
	Zn	0.00	0.002

جدول (8.2) يوضح نسبة تركيز العناصر في عظام شركة طيبة

العينة عظام شركة طيبة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.013
	Mn	0.00	0.003
	Ni	0.01	0.004
	Cr	0.02	0.007
	Pb	0.00	0.003
	Zn	0.00	0.002

ملحق (3) : قياس تركيز العناصر في عينات الرقاب (قوانص)

جدول (1.3) يوضح نسبة تركيز العناصر في رقاب شركة رويال جكن

العينة رقاب شركة رويال جكن	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.019
	Mn	0.00	0.004
	Ni	0.01	0.001
	Cr	0.04	0.013
	Pb	0.00	0.000
	Zn	0.00	0.002

جدول (2.3) يوضح نسبة تركيز العناصر في رقاب شركة العزيزة

العينة رقاب شركة العزيزة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.009
	Ni	0.01	0.003
	Cr	0.03	0.006
	Pb	0.00	0.001
	Zn	0.00	0.002

جدول (3.3) يوضح نسبة تركيز العناصر في رقاب عينة مجهولة

العينة رقاب مجهولة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.02	0.002
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.03	0.007
	Pb	0.00	0.003
	Zn	0.00	0.002

جدول (4.3) يوضح نسبة تركيز العناصر في رقاب شركة النجومي

العينة رقاب شركة النجومي	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.04	0.006
	Ni	0.01	0.000
	Cr	0.04	0.029
	Pb	0.00	0.001
	Zn	0.00	0.003

ملحق (4) : قياس تركيز العناصر في عينات الكبد

جدول (1.4) يوضح نسبة تركيز العناصر في الكبد شركة النجومي

العينة الكبد شركة النجومي	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.03	0.010
	Mn	0.00	0.002
	Ni	0.01	0.002
	Cr	0.04	0.021
	Pb	0.00	0.002
	Zn	0.00	0.002

جدول (2.4) يوضح نسبة تركيز العناصر في الكبد عينة مجهولة

العينة الكبد شركة مجهولة	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.06	0.013
	Mn	0.01	0.017
	Ni	0.01	0.003
	Cr	0.04	0.011
	Pb	0.00	0.003
	Zn	0.00	0.000

جدول (3.4) يوضح نسبة تركيز العناصر في الكبد شركة رويال جكن

العينة الكبد شركة رويال جكن	العنصر المكتشف	نسبة تركيز عنصر العنصر في العينة %	الانحراف المعياري في العينة STD
	Fe	0.04	0.002
	Mn	0.01	0.015
	Ni	0.01	0.005
	Cr	0.07	0.018
	Pb	0.00	0.005
	Zn	0.00	0.001