جمهورية العراق
وزارة التخطيط
الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية
دائرة السيطرة النوعية
قسم الصناعات الغذائية

دراســـــة حـــــول :

مـــدى تأثـــير نـــوع التعبـــئة على مســـتوى المـــلوثات المعدنيـــــة في الشـــرابت

اعـــــداد

الفاحصين في شعبة التحليل الآلي

عليـــاء عيـــسى جمـــعة علـي حســـين علـي محـــمد يوســـف نجم

٢٠٢٣

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
حدود الدراسة	ا
أهداف الدراسة	ا
الخلاصة	ا
المقدمة	II
الجانب النظري ١ـ مراجعات الدراسة	1
١ـ١ الملوثات المعدنية	1
١ـ٢ مصادر التلوث	1
١ـ٣ خصائص المعادن الثقيلة وسميتها	2
١ـ٤ أثر المعادن الثقيلة على الأطفال والبالغين	3
١ـ٥ـ١ الحديد	4
١ـ٥ـ٢ النحاس	4
١ـ٥ـ٣ الرصاص	5
١ـ٦ أنواع تعبئة المواد الغذائية	7
الجانب العملي ٢ـ١ الأجهزة والأدوات والمواد الكيمياوية المستخدمة	9
٢ـ٢ جمع العينات	10
٢ـ٣ تحضير العينة	10
٢ـ٤ تحضير المحاليل القياسية	10
٢ـ٥ قياس المحاليل القياسية وحساب منحنى المعايرة للمحاليل القياسية المحضرة	11
٢ـ٦ فحص العينات	11

٣- النتائج والمناقشة	12
٣-١ عنصر الحديد	12
٣-٢ عنصر النحاس	12
٣-٣ عنصر الرصاص	13
٤- الاستنتاجات	14
٥- التوصيات	14
٦- المصادر	15

حدود الدراسة :

تم تقديم الدراسة وفق الخطة السنوية للدراسات والبحوث للعام ٢٠٢٣ لقسم الصناعات الغذائية / دائرة السيطرة النوعية حيث تم اجراء الدراسة في مختبر الامتصاص الذري في شعبة التحليل الآلي.

أهداف الدراسة :

تسعى الدراسة الى بيان تأثير نوع التعبأة على نسبة الملوثات المعدنية في الشرابت الصناعية وبيان ملائمة أنواع التعبئة المستخدمة في الحفاظ على سلامة المواد الغذائية وضمان عدم تعرضها للتلف وحمايتها من التأثيرات الخارجية وضمان عدم تأثر المنتوج النهائي بمكونات المادة المستخدمة في التعبأة.

وكذلك تهدف الدراسة الى بيان مطابقة نسبة الملوثات المعدنية في الشرابت الصناعية بكافة أنواع تعبأتها الموجودة في الأسواق المحلية لمتطلبات المواصفة القياسية العراقية المعتمدة الخاصة بالشرابت الصناعية.

الخلاصة :

تبين الدراسة مدى تأثير نوع التعبئة على مستوى الملوثات المعدنية (النحاس والحديد والرصاص) في الشرابت الصناعية ومقارنتها بالحدود المسموح بها ضمن المواصفة القياسية العراقية الخاصة بالشرابت رقم (١٢٥٨ / ٢٠٠١)، حيث بينت الدراسة أن نسبة الملوثات المعدنية في التعبأة المعدنية للشرابت الصناعية تكون أعلى من أنواع التعبئة الأخرى والسبب يعود الى ان العبوات المعدنية قد تتعرض خلال عملية الإنتاج والنقل الى عدة أنواع من الضرر مما يسبب هجرة العناصر المعدنية للنموذج نتيجة الملامسة المباشرة للمنتوج.

المقدمة : -

أدى التحضر والتصنيع إلى جانب التنمية الاقتصادية إلى زيادة أستهلاك الطاقة وتصريف النفايات ووصول التلوث البيئي إلى مستويات مقلقة في جميع أنحاء العالم. ويعد التلوث البيئي مشكلة عالمية، بما في ذلك إنبعاثات غازات الإحتباس الحراري وترسب الأحماض ، فضلا عن تلوث المياه والتربة وما يتبعها من تلوث للأغذية، وإدارة النفايات من مشكلات الصحة العامة الدولية International public health وماتسببه تلك المشكلات من مضار بجميع المستويات (١,٢) التي تناولتها دراسات من وجهات نظرمتعددة بما في ذلك النظم الإجتماعية والإقتصادية والتشريعية والهندسة البيئية، وكذلك العادات الحياتية التي تساعد على تعزيز الصحة وتقوية النظم البيئية لمقاومة التلوث، وتكمن أهم التحديات في التغييرات في إنتاج الغذاء وإمداداته (٣). بما في ذلك الإعتماد على المزيد من الأطعمة المستوردة، والتغييرات في تفضيلات المستهلك وعاداته، والتغيرات في البيئة التي أدت الى تلوث الغذاء.(٤) .

وكذلك نتيجة لتلوث التربة والغلاف الجوي والمياه الجوفية والسطحية، فإن أطعمتنا ومشروباتنا ملوثة بالمعادن الثقيلة (٥). وتشارك بعض المعادن الأساسية في العديد من العمليات البيوكيميائية، ويرتبط تناول كمية كافية من بعض المعادن الأساسية بالوقاية من أمراض النقص. على سبيل المثال، يؤثر فقر الدم الناجم عن نقص الحديد (Fe) على ثلث سكان العالم. من ناحية أخرى، ارتبط الإفراط في تناول الحديد بزيادة إجمالية في خطر الإصابة بسرطان القولون والمستقيم (٦). يعد النحاس (Cu) من المعادن الأساسية التي تؤدي وظائف كيميائية حيوية مهمة وهي ضرورية للحفاظ على الصحة طوال الحياة. يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي ١,٥-٢,٠ جزء في المليون من النحاس وهو ضروري كمكون لبعض الإنزيمات المعدنية وهو مطلوب في تخليق الهيموجلوبين وفي تحفيز الأكسدة الأيضية. تشمل أعراض نقص النحاس لدى البشر نزع المعادن في العظام، وضعف النمو، وتصبغ الجلد، واضطرابات الجهاز الهضمي، من بين أمور أخرى، في حين تم الإبلاغ عن أن السمية الناجمة عن الإفراط في تناوله تسبب تليف الكبد والتهاب الجلد والاضطرابات العصبية (٧). الرصاص من المعادن الضارة المحتملة التي أثارت قلقًا كبيرًا (٨). يشمل الضعف المرتبط بتسمم الرصاص لدى البشر الحجم غير الطبيعي ومحتوى الهيموجلوبين في كريات الدم الحمراء، وفرط تحفيز تكون الكريات الحمر وتثبيط تخليق الهيم (٩).

الملوثات البيئية Environmental Pollutants لها تأثيرات صحية ضارة مختلفة , ومن عمر مبكر، ومن أهم هذه الآثار الضارة أضطرابات فترة ما قبل الولادة Perinatal disorders , ووفيات الرضع Infant, mortality وأضطرابات الجهاز التنفسي Respiratory disorders, والحساسية Allergy , والأورام الخبيثة Malignancies , وأضطرابات القلب والأوعية الدموية Cardiovascular disorders , وزيادة الإجهاد التأكسدي Increase in stress oxidative , والخلل الوظيفي للبطانة الداخلية Endothelial dysfunction , والأضطرابات العقلية mental disorders , والعديد من الآثار الضارة الأخرى (١١,١٠) .

تعد المعادن الثقيلة Heavy Metals (HMs) من الملوثات الرئيسة للإمدادات الغذائية وقد تعتبر أهم مشكلة لبيئتنا (١٣،١٢) وتعرف على انها عناصر توجد بشكل طبيعي ولها وزن ذري مرتفع وكثافة (g/cm^3) أكبر من الماء (٥) مرات على الأقل، وتتميز بكونها ثابتة وغير قابلة للتحلل، ولها عمر نصف بيولوجي طويل ويمكن ان تتراكم بيولوجاً من خلال السلاسل البيولوجية: التربة-النبات-الغذاء-مياه البحر-الكائنات الحية البحرية- الغذاء مما يؤدي إلى آثار جانبية غير مرغوب فيها(١٦،١٥،١٤) لذلك فإن وجود كميات كبيرة من المعادن الثقيلة في البيئة يمثل خطراً محتملاً على صحة الانسان وعلى البيئة بسبب سميتها الشديدة. على الرغم من أن بعض المعادن الثقيلة (HMs) مثل الزنك (Zn) والمنغنيز (Mn) والنيكل (Ni) والنحاس (Cu) تعمل بوصفها مغذيات دقيقة بتراكيز منخفضة , لكنها تصبح سامة بتراكيز اعلى (١٧) . توجد المعادن الثقيلة في التربة بوصفها مكونات طبيعية او نتيجة للانشطة البشرية , وتعد مخلفات المناجم الغنية بالمعادن , وصهر المعادن , والطلاء بالكهرباء , وعوادم الغاز , وانتاج الطاقة والوقود , والزراعة المكثفة , ودفن الحمئة من الانشطة البشرية واسعة النطاق التي تلوث التربة والمياه الجارية بكميات كبيرة من ادخال المعادن السامة (١٨) . تعتمد سمية المعادن الثقيلة على عوامل عدة بما في ذلك الجرعة وطريقة التعرض والانواع الكيميائية , كذلك على العمر والجنس والوراثة والحالة التغذوية للافراد المعرضين (٢١،٢٠،١٩) .

إن تعبأة المواد الغذائية هو جزء من مراحل إنتاج الغذاء الذي يضمن وصول الطعام إلى المستهلك بشكل موثوق، يمكن استخدام مواد تغليف مختلفة لحماية الأطعمة تبعاً لكل نوع غذائي، حيث تتكون المواد المستخدمة في تغليف الأطعمة بشكل أساسي من الورق والمعدن والزجاج والبلاستيك.

يتم استخدام أحدث التقنيات في تعبأة المواد الغذائية من أجل الحفاظ على الطعام إلى أقصى حد ممكن في حالته الطازجة، والحفاظ على المنتجات إلى أطول وقت ممكن.

تتجلى أهمية تغليف المواد الغذائية في الحفاظ على هذه المواد من لحظة إنتاجها حتى لحظة وصولها إلى المستهلك بصورة عامة، فمن المعلوم أن المصانع التي تعمل في هذا القطاع تنتج المواد الغذائية بكميات هائلة، ومن غير الممكن وصول هذه المواد إلى المستهلك دون القيام بعمليات التغليف، التي تضمن سلامة هذه المنتجات وعدم تعرضها للتلف.

ومن هنا تكون الحاجة ماسة لتغليف المواد الغذائية من أجل الحفاظ عليها بشكل صحيح، وحمايتها من التأثيرات الخارجية خلال مدة صلاحيتها.

الجانب النظري

١- استعراض المراجع :-

١-١ الملوثات المعدنية :-

أستخدم مصطلح المعادن الثقيلة Heavy Metals (HMs) على نطاق واسع وغالبا ما يستخدم كأسم لمجموعة المعادن التي ارتبطت بالتلوث والسمية المحتملة او السمية البيئية . وتعرف المعادن الثقيلة على انها عناصر تتميز بكتلتها الذرية العالية (أكبر من ٢٠Dalton) وكثافتها العالية (أكثر من 5 g/cm^3) وسمة الكثافة لتمييز المعادن الثقيلة عن المعادن "الخفيفة" بالرغم من وجودها عادةً بتراكيز منخفضة نوعا ما، لكن يمكن العثور عليها في جميع أنحاء قشرة الإرض (٢٣,٢٢).

تعددت التعريفات وتنوعت بتنوع الاختصاصات ففي الطب مثلا تكون غير محددة وتشمل جميع المعادن السامة (بما في ذلك المعادن الأخف وزناً)، ويمكن ان يشمل "تسمم المعادن الثقيلة" كميات مفرطة من الحديد(Fe) أو المنغنيز (Mn) أو الالمنيوم (Al) أو الزئبق (Hg) أو البريليوم (Be) (رابع أخف عنصر) أو ماشابه ذلك كأشباه الفلزات مثل الزرنيخ (Ar) ويستثنى البزموث (Bi) وهو أثقل العناصر المستقرة تقريباً، نظراً لسميته المنخفضة ، ويعتمد التمايز بين المعادن على الخصائص الكيميائية للمعادن ومركباتها وعلى الخصائص البيولوجية للكائنات المعرضه للخطر (٢٤, ٢٥).

ومصطلح المعادن الثقيلة مهما كان تعريفه، يشمل دائماً مجموعة شديدة التباين من العناصر، ومركباتها تكون أكثر تبايناً، وبالتالي، فان أي افتراض للتشابه الوظيفي ألاساسِ في الخصائص البيولوجية او السمية لها يكون أفتراضاً خاطئاً (٢٦).

١-٢ مصادر التلوث :-

أدى التصنيع والتحضر بشكل سريع منذ أربعينيات القرن الماضي الى تلوث البيئة بالمعادن الثقيلة بمعدل اعلى، اذ تسارعت معدلات تعبئتها ونقلها في البيئة بشكل كبير (٢٧) . وتشمل مصادرها الطبيعية في البيئة تجوية الصخور المحتوية على المعادن وألانفجارات البركانية، بينما تشمل المصادر البشرية الرئيسة الإنبعاثات الصناعية والتعدين والصهر والأنشطة الزراعية مثل أستخدام مبيدات الافات والاسمدة الفوسفاتية (٢٩,٢٨) .

تقسيم المعادن الثقيلة حسب التلوث المعدني البشري المنشأ (٣٠) الى خمس مجموعات رئيسة :-

- الناتجة عن التعدين والصهر المعدني (As, Cd, Pb, Hg)
- الناتجة عن الصناعة (As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Ni, Zn)
- الناتجة عن رواسب الغلاف الجوي (As, Cd, Cr, Cu, Pb, U)
- الناتجة عن الزراعة والعمليات المرافقة (As, Cd, Cu, Pb, Si, U, Zn)
- الناتجة عن التخلص من النفايات (As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Zn)

يساهم احتراق الوقود الأحفوري أيضاً في أطلاق المعادن الثقيلة مثل الكادميوم الى البيئة. والمعادن الثقيلة ثابتة فيها، وتسبب مشاكل صحية مختلفة بسبب سميتها مؤدية الى تلوث السلاسل الغذائية، والتعرض المزمن لها يعد تهديداً حقيقياً للكائنات الحية (٣١) .

١-٣ خصائص المعادن الثقيلة وسميتها :-

أشار (٣٢) Nriagu, (1996) , (٣٣) Duruibe *et al*., (2007) في دراساتهم الى ان العناصر الأساسية Essential elements جمعت في ثلاث مجموعات وهي العناصر الرئيسة اللازمة للجسم والمعادن الكبيرة والعناصر النزرة، هناك حاجة الى أربعة عناصر رئيسة مهمة لبناء اللبنات الأساسية لمعظم المواد الحية، وهي الهيدروجين (H) والكاربون (C)والنيتروجين (N) الأوكسجين (O) مرتبة وفق العدد الذري، وهناك سبعة عناصر رئيسة أخرى تسمى المعادن الكبيرة وهي عناصر متممة، تحافظ على التوازن الأيوني للمركبات الهيكلية والأحماض النووية. وتشمل (Na) الصوديوم و(Mg) المغنيسيوم و(P) الفسفور و(S) الكبريت و(Cl) الكلور و(K) البوتاسيوم و(Ca) الكالسيوم مرتبة حسب عددها الذري، اما المجموعة الأخيرة هي العناصر النزرة التي تتكون من (13) عنصراً (Si) السيليكون و(V) الفناديوم و(Mn) المنغنيز و (Fe) الحديد و(Co) الكوبلت و(Ni) النيكل و(Cu) النحاس و(Zn) الزنك و(Ag) الفضة و (Se) السيلينيوم و(Mo) الموليبدنيوم و(I) اليود حسب عددهم الذري. وتُعد العناصر الأساسية مهمة للحفاظ على تكوين الهيكل العظمي وتنظيم التوازن الحامضي-القاعدي، ومهمة في تكوين الأنزيمات الرئيسة والبروتينات الهيكلية والهرمونات كالزنك بأعتباره مكونا للعديد من الأنزيمات، والحديد للهيموكلوبين، والسيلينيوم ضروري لأنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز Glutathione peroxidase (٣٤). اما المعادن غير الأساسية Non-essential metals ليس لها أي دور في الجسم، ولكنها قد تتسبب أيضاً في السمية لأنها يمكن ان تؤثر على مستوى وتركيز عنصر أساس في الجسم (٣٥) .

ان الإنسان يتعرض للمعادن الثقيلة بأربع طرق رئيسة وهي تناول الطعام الملوث والأستنشاق من الغلاف الجوي وشرب المياه الملوثة وملامسة الجلد من مناطق الزراعة والصيدلة والسكن والصناعة، وبسبب الثباتية العالية لهذه المعادن والقدرة على عدم التحلل او التحطيم، تقوم الكائنات الحية بأزاله سموم الاشكال الأيونية للمعادن عن طريق اخفاء العنصر النشط داخل البروتين أو وضعة في حبيبات داخل خلوية وفي صورة غير قابلة للذوبان لتخزينه مدة طويلة أو ليتم اخراجه مع فضلات الكائن الحي (٢٨) . وعندما يتم ابتلاع المعادن الثقيلة او استنشاقها فانها تتراكم بيولوجيا في الأنظمة الحيوية، ويتسبب هذا التراكم البايلوجي في حدوث مضاعفات بيولوجية وفسيولوجية وبالتالي تصنف على انها خطرة . وقد أتسع نطاق انتشارها في البيئة (الهواء والتربة والماء) بسبب التوسع في استخدامها (٢١) .

مجمل التأثيرات التي تحدثها المعادن الثقيلة في الأنظمة البيولوجية تؤدي الى أحداث مجموعة من الأمراض التي تشمل السرطان وأمراض القلب والكلية والدماغ والأعصاب وغيرها. الوكالة الدولية لأبحاث السرطان International Agency for Research on Cancer (IARC) أُدرجت جميع المواد المسرطنة والمحتمل سرطنتها وفق قائمة في مجلداتها (1-a131) والتي فيها المعادن الثقيلة وبالشكل الآتي:

الفئة الأولى: العوامل المسببة للسرطان مع أدلة كافية على البشر وتشمل: مركبات النيكل، والكادميوم ومركباته، والكروم السداسي التكافؤ Cr(VI) والزرنيخ ومركبات الزرنيخ غير العضوية (٢٠١٢ ,IARC).

الفئة الثانية: وتقسم الى فئتين فرعية:

أ- العوامل التي من المرجح ان تكون مسببة للسرطان للإنسان، مثل مركبات الرصاص غير العضوية (IARC, ٢٠٠٦).

ب- العوامل التي من المحتمل أن تكون مسرطنة للأنسان، مثل مركبات ميثيل الزئبق(IARC,1993).

الفئة الثالثة: لم تصنف على أنها مسببة للسرطان للأنسان مثل الكروم ثلاثي التكافؤ (IARC,1990) ومركبات الرصاص العضوية (IARC,2006) ومركبات الزئبق غير العضوية (IARC, 1993).

١-٤ أثر المعادن الثقيلة على الاطفال والبالغين:-

تشكل المعادن الثقيلة خطراً كبيراً على الانسان والحيوانات الاقتصادية نتيجة الاتصال المباشر او غير المباشر لأمكانية نقل المعادن الثقيلة وتضخيمها بيولوجيا عبر السلاسل الغذائية

بينت دراسة كل من (٣٧،٣٦) (2014)، Mahboob *et al.* , (2018) Sajid *et al.*, الى ان الزيادة في المعادن وتأثيراتها ال سِميّة تعتمد على جملة من العوامل أهمها تراكيز هذه المواد وطريقة ومعدل دخولها وتوزيعها في الانسجة ومعدلات أفرازها والتخلص منها. يتعرض الصغار والأطفال بشكل كبير للمعادن الثقيلة، وهذه السموم العصبية تأتي من الطعام الذي يأكلونه في السنوات الثلاث الأولى من الحياة، وفي الغالب خلال مدة الرضاعة وما بعدها ،اذ تكون الفئات العمرية الصغيرة ذو حساسية أكثر من البالغين تجاه هذا النوع من الملوثات الغذائية بسبب المعدل التراكمي العالي الناجم عن الأمتصاص من قبل الجهاز الهضمي والحاجز الدماغي غير المكتمل وأرتفاع معدل أستهلاك الطعام بالنسبة لكتلة الجسم . كما وجد تقرير للكونجرس ان العديد من مصنعي أغذية الأطفال المشهورين يسمحون بمحتوى عالي من المعادن الثقيلة في منتجاتهم ولأغراض كثيرة منها أطالة مدة حفظ المنتج .

تستهدف المعادن الثقيلة الأنسجة العصبية في الدماغ عندما توجد بتراكيز عالية في الدم، ومن خلال الدورة الدموية في الجسم يمر الزرنيخ والكادميوم والرصاص والزئبق وغيرها من المعادن عبر حاويات الشعيرات الدموية العصبية المعقدة لتستقر بعد ذلك في الدماغ. ويمكنها أيضا عبور حاجز الدم-دماغ Blood-Brain Barrier (من المفروض تنظيم دخول المواد الواصلة له عبر الدورة الدموية)، وتستقر في النسيج العصبي. ووجود المعادن الثقيلة في الدماغ يؤدي الى تعطيل نموه الطبيعي، مما يزيد بشكل كبير من خطر تعريض الأطفال لإضطرابات طيف التوحد Autism spectrum disorders (٣٨) .

أشار الدراسات الى ان التراكم المفرط للمعادن الثقيلة في الدماغ يمكن ان يكون شديد السمية، ويؤدي الى الإجهاد التأكسدي Oxidative stress، وتعطيل المايتوكوندريا، وأضعاف نشاط الأنزيمات المختلفة وقد يؤدي الضرر الذي تسببه هذه السموم العصبية الى مشاكل صحية لا رجعة فيها بما في ذلك الإضطرابات

العصبية الشديدة. حتى المعادن الثقيلة الأساسية مثل الزنك والحديد والمنغنيز والنحاس قد تصبح سامة للأعصاب إذا كانت موجودة بتراكيز عالية جداً في الجسم. أضافة الى إضطرابات طيف التوحد، فأن وجود مستويات عالية من الزرنيخ والكادميوم والرصاص والزئبق في الدماغ يمكن ان يؤدي الى حدوث إضطرابات تنكسية عصبية مثل: داء هنتنغتون Huntington's disease والتصلب المتعدد Multiples sclerosis والزهايمر Alzheimer's disease والتصلب الجانبي الضموري Amyotrophic lateral sclerosis والشلل الرعاش Parkinsons disease ومتلازمة حرب الخليج Gulf War syndrome ومن المشاكل التي تثار الأن هي الاصل البيئي وتوزيع وتأثير المعادن الثقيلة وانماط التراكم الحيوي للمعادن الثقيلة مثل الكادميوم والرصاص والنحاس تؤثر بصورة مباشرة على حياة الكائنات الحية او على فعالياتها الحيوية (٤٠,٣٩)

١-٥ المعادن المنتقلة عبر السلاسل الغذائية وعبر أليات الصناعات الغذائية ومن بين أهمها التي تناولتها الدراسة الحالية في الأغذية .

١-٥-١ الحديد (Iron): -

الحديد عنصرٌ كيميائي رمزه Fe وعدده الذرّي ٢٦ ووزنه الذري (٥٥,٨٥) g وكثافته (٧,٨٧) g/cm^3 يتواجد في الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة يكون ذو لون ابيض لامع. ينتمي إلى عناصر المستوى الفرعي d ويقع على رأس عناصر المجموعة الثامنة في الجدول الدوري، ويصنّف كيميائيًا ضمن الفلزّات الانتقالية. قياسًا إلى الكتلة يأتي الحديد في المرتبة الأولى من حيث وفرة العناصر الكيميائية في الأرض (٣٢,١٪)، وخاصّةً في اللبّ الداخلي واللبّ الخارجي في باطن الأرض، في حين يأتي في المرتبة الرابعة من حيث وفرة العناصر الكيميائية في القشرة الأرضية، وذلك بعد الأكسجين والسيليكون والألومنيوم، فهو ثاني الفلزّات وفرةً في القشرة الأرضية؛ لذلك تنتشر خامات الحديد في عددٍ من مناطق العالم.

نتيجة لتلوث التربة والغلاف الجوي والمياه الجوفية والسطحية، فإن أطعمتنا ومشروباتنا ملوثة بالمعادن الثقيلة. وتشارك بعض المعادن الأساسية في العديد من العمليات البيوكيميائية، ويرتبط تناول كمية كافية من بعض المعادن الأساسية بالوقاية من أمراض النقص. على سبيل المثال، يؤثر فقر الدم الناجم عن نقص الحديد (Fe) على ثلث سكان العالم. من ناحية أخرى، ارتبط الإفراط في تناول الحديد بزيادة إجمالية في خطر الإصابة بسرطان القولون والمستقيم (٤٦).

١-٥-٢ النحاس (Copper): -

عنصر معدني رمزه (Cu) عدده الذري (٢٩) ووزنه الذري (54.63) g وكثافته (٨,٩٥) g/cm^3 ونصف قطره الأيوني(٨٧) pm والنحاس أحادي التكافؤ. وهو معدن ذهبي محمر، شديد المرونة، موصل جيد للكهرباء والحرارة ، يوجد النحاس في الحالة المعدنية الحرة في الطبيعة وقد يكون بصورة منفردة او متحدة على شكل أكاسيد . ومن استخداماته في إنتاج الأنابيب النحاسية والكابلات والأسلاك وتجهيزات المطابخ النحاسية وغيرها كما أنها تستخدم لصنع أجهزة النحاس داخل الرحم وحبوب منع الحمل ويضاف النحاس في شكل كبريتات النحاس الى مياه الشرب وحمامات السباحة (٤٣). وبسبب المواصفات التي يتمتع بها تصنع

منه المبادلات الحرارية والاسلاك والتوصيلات الكهربائية، كذلك يستخدم النحاس في صنع البطاريات والعدد الكهربائية والصناعية وأوعية الطهي وأنابيب المياه الثقيلة والاصباغ مانعة التآكل ومبيدات الفطريات، قدماء المصريون استخدموه للزينة والأدوات وكمسكن للأم (١٠). يدخل النحاس في تركيب العديد من السبائك حيث يضاف مثلا للذهب بكميات قليلة لإعطاء الذهب الصلادة الكافية في تصنيع المصوغات، وتصنع منه العملات المعدنية كعملة نحاسية أو يدخل ضمن السبائك، ويدخل في صناعة سبيكة البرونز Bronze (٤٣).

كما يوجد النحاس في رماد الأعشاب البحرية، وفي العديد من الشعاب المرجانية، ومن الممكن تراكمه في كبد الانسان، وفي العديد من الرخويات والمفصليات. ويلعب النحاس نفس دور ناقل الأوكسجين في الهيموسيانين للرخويات والقشريات ذوات الدم الأزرق كما يفعل الحديد في الهيموجلوبين للحيوانات ذوات الدم الأحمر. ويساعد النحاس الموجود في الإنسان كعنصر نزر في تحفيز الهيموجلوبين (٤٤). ويوجد في العديد من الأطعمة وبالأخص المحار والكبد والفطر والبندق والشوكولاتة وفي بعض المكسرات والأفوكادو والنخالة وجنين القمح وغيرها (٤٣).

أكد البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية International Programe on Chemical Safety (IPCS) على ان شكل النحاس يؤثر على قابليته للذوبان لذلك فإن أشكال النحاس الموجودة في الماء ستكون مختلفة عن تلك الموجودة في الطعام، وفي الأنهار يتم امتصاص النحاس بشكل عام ويمكن للأنشطة البشرية إطلاق النحاس في البيئة خاصة في الإرض وعمليات التعدين إلى جانب الحرق وهي المصادر الرئيسة لإطلاق النحاس. يحدث الإطلاق في الماء من تجوية التربة والتصريف الصناعي ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي والدهانات المانعة للتآكل (IPCS,1998) .

يمكن ان تزداد تراكيز النحاس في مياه الشرب بشكل كبير أثناء توزيعها عن طريق الأنابيب وتركيبات السباكة النحاسية، ومن خصائص المياه التي يمكن أن تزيد من ترشيح النحاس أنخفاض درجة الحموضة وأرتفاع درجة الحرارة. ويمكن أن يؤدي طول المدة الزمنية التي يبقى فيها الماء راكد اً في الأنابيب إلى زيادة تركيز النحاس بشكل كبير الى عدة مليغرامات لكل لتر في الماء (٤٥) . يكون تركيز النحاس في الماء اعلى بكثير في مياه السحب الأول من تركيزه في المياه عند جريان الماء من الصنبور .

١-٥-٣ الرصاص (LEAD) :-

عنصر معدني رمزه الكيميائي Pb عدده الذري (٨٢) ووزنه الذري (٢٠٧,١٩) g وكثافته (١١,٣) g/cm^3 ونصف قطره الأيوني (١٣٣) pm ، ثنائي التكافؤ رمادي اللون مائل الى الفضي الباهت .

يوجد الرصاص بشكل طبيعي في البيئة وبكميات صغيرة في القشرة الإرضية حُدد الحد الأمن للرصاص في مياه الشرب على انه (٥٠) جزء من المليون وفق التكنلوجيا التي كانت متاحة قبل عام ١٩٩١ لأختبار مياه الشرب عند هذا المستوى، ألا ان كثرة ألادلة على ان هذا التركيز يسبب حالات مرضية خطيرة خاصة لدى الأطفال والصغار مما حدى بوكالة حماية البيئة (United States Environmental Pollution Agency) (USEPA) ان تضع معايير تحد من تركيز الرصاص في أنظمة المياه العامة، فوضعت قاعدة (رصاص-نحاس) حداً جديداً للرصاص يبلغ (0.0150) جزء من المليون في إمدادات مياه الشرب بناءً على

تقنية أحدث (USEPA, 2021; USEPA, 2015). وأعتبرت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض والوقاية منها Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ان التسمم بالرصاص هو أحد اكثر المشاكل الصحية شيوعاً للأطفال عن طريق شرب المياه المنقولة من أنابيب السباكة. وأستهلاك الأطعمة التي تم تخزينها في علب ملحومة بالرصاص او السيراميك المزجج بالرصاص، تشكل العشرات من مصادر الرصاص الأخرى تهديد اً للأطفال اعتماد اً على موقعهم الجغرافي وممارسات عائلاتهم الثقافية وسبل عيشهم وهواياتهم (CDC,1991) يحدث أمتصاص الرصاص المنتقل عبر الغذاء في الجهاز الهضمي وفي الاثني عشري تحديداً، ومع ذلك يمكن للعمر والحالة التغذوية ان تؤثر بشكل كبير على معدل الأمتصاص، على سبيل المثال يتم أمتصاص ١٠ % فقط من الرصاص عند تناوله مع الطعام بينما يتم أمتصاص الرصاص بنسبة الى ٩٦ % في غير ذلك (٤١,٤٢).

ذكرت وكالة تسجيل المواد السامة والأمراض Agency for Toxic Substances and Disease (ATSDR) ان المستويات العالية من التعرض للرصاص تؤدي الى أعراض يمكن ملاحظتها سريرياً، والجدل لايزال قائماً حول ما يمكن ان يكون تركيز الرصاص في الدم آمناً او مقبولا لفئة الأطفال. يؤدي التعرض الشديد للرصاص الى أرتفاع مستوى الرصاص في دم الطفل الى حوالي (٠,١٠٠٠) جزء من المليون من الدم الكامل. ويظهر بشكل أعراض شديدة ويمكن ملاحظتها بسهولة بتركيز يصل (٠,٠٥٠٠) جزء من المليون في الدم ، وتشمل التشنجات والغيبوبة وحتى الموت، الرصاص يمكن ان يسبب المغص وفقر الدم وتلف الكلى، وتسبب الإرتشاحات أخيراً بظهور وذمة في الدماغ. والأطفال الذين أظهرت فحوصات الدم لديهم عن وجود الرصاص بتركيز يبلغ (٠,٠٤٥٠) جزء من المليون أو أكثر، يتم العلاج بالعقاقير المستخلبة لخفضه بسرعة، على أمل تجنب مخاطر الآثار الصحية (ATSDR,1999) .

١٦٨ أنواع تعبئة المواد الغذائية

١-٦-١ العبوات الكارتونية او الورقية

تعتبر المادة الخام لتغليف الورق والكرتون مادة قيمة للغاية تسمى السليلوز التي تستخرج من النباتات والأشجار، نظراً لسهولة معالجة الورق والكرتون يُفضل استخدامهما في تغليف المواد الغذائية، فهي تشغل مساحة صغيرة خلال التغليف والشحن من جهة، وتشكل مادة متينة تحافظ على المنتجات الغذائية أثناء النقل من ناحية ثانية. كذلك يتم الحصول على عبوات الكرتون المصنوعة من الورق المقوى، والتي يمكن إنتاجها بالعديد من الصفات والأوزان المختلفة بأشكال ومظاهر لا حصر لها، تعتبر العبوات الورقية والكرتونية من أكثر أنواع التغليف اقتصاداً، لذلك فهو النوع المفضل بالنسبة لكثير من المصانع في عمليات التعبئة والتغليف. تخضع العبوات الورقية والكرتونية لعمليات مختلفة داعمة وفقاً لخصائص المنتجات الغذائية التي سيتم تغليفها، حيث يمكن تدعيم الورق المقوى المستخدم في عملية التغليف بعبوة داخلية أخرى أو تصفيحه. كما زادت مجالات استخدام التصاميم الجديدة وعبوات الكرتون، فقد أصبح الكرتون المضلع الذي يتم إنتاجه من خلال دعم ورقتين بورق مموج آخر بينهما بديلاً لأنواع التغليف الأخرى في العديد من مجالات الاستخدام.

١-٦-٢ العبوات البلاستيكية

يضفي التغليف عبر استخدام السلوفان المتانة والجاذبية على المواد الغذائية، حيث يمكن تطبيق تصفيح السلوفان على السطح الخارجي للصندوق كتأثير لامع،يمكن تغليف المنتجات الغذائية مثل الحلويات والمعجنات وما إلى ذلك، كذلك يفيد استخدام السلوفان في عمليات التعبئة والتغليف من منع تسرب زيوت الطعام من الدخول إلى الصندوق.

١-٦-٣ العبوات الزجاجية

يتشكل الزجاج المستخدم في تغليف المنتجات الغذائية من خلال إذابة رمل السيليكا مع بعض الإضافات في بعض التركيبات عند درجات حرارة عالية، ويوفر التغليف الزجاجي مادة واقية تستخدم لضمان النقل الآمن للمنتج في سلسلة التوزيع الممتدة من المنتج إلى المستهلك، وبسبب الشفافية المطلقة التي تتمتع به المواد الزجاجية المستخدمة في عمليات التغليف يمكن رؤية الطعام بداخله. من خصائص التغليف الزجاجي وجود مواد صلبة وقوية وخاملة كيميائياً، ولا يوجد تفاعل مع الطعام والشراب الموجود بداخل العبوة الزجاجية، ولا يمكن لهذه العبوات أن تتعرض للتآكل أو للتلف بمرور الوقت. علاوة على ذلك من خصائص التغليف الزجاجي هو إمكانية تلوين العبوات الزجاجية، لأن ذلك يشكل حماية للسلع الغذائية من تأثير الضوء عند مستوى معين، ومن خصائص هذا النوع من التغليف أن العبوات لا تحتوي على غاز وبخار ماء ورائحة ونفاذية سائلة.

١-٦-٤ العبوات المعدنية

العلب المعدنية عبارة عن عبوات تستخدم لحفظ الأطعمة، يتكون التغليف المعدني من نوعين رئيسيين من المواد، وهما الألومنيوم وألواح الفولاذ الرقيقة أو ما يسمى أيضاً بالقصدير، حيث يتم تغطية أسطح الصفائح الفولاذية بالقصدير لمنع الفولاذ من التلامس المباشر مع الطعام. وبالتالي يتم إنتاجها كعبوات معدنية مقاومة للتآكل. المادة الأكثر استخداماً في إنتاج العلب المعدنية هي الفولاذ، إذ تستخدم الصناديق المعدنية المصنوعة من أنواع مختلفة من الألواح الفولاذية لتغليف المنتجات الغذائية المختلفة، وتستخدم العلب المعدنية المصنوعة من الألومنيوم لتغليف مختلف أنواع المشروبات الغازية وغير الغازية. من أهم مزايا الصناديق المعدنية المستخدمة في عمليات تغليف المواد الغذائية تشكيل حاجز قوي ضد الضوء والهواء والماء، بذلك تكون هذه الصناديق مانعاً قوياً بدرجة كافية ضد الحشرات والقوارض، ويكون قادراً على التسخين للتعقيم والتبريد على الفور.

الجانب العملي

٢-١ الاجهزة والأدوات والمواد الكيمياوية المستخدمة:-

٢-١-١ الاجهزة :

- جهاز الامتصاص الذري (PG ATOMIC ABSORPTION)

٢-١-٢ الأدوات:

- ماصة الكترونية Micro Pipette

– دورق حجمي Volumetric Flask

٢-١-٣ المواد الكيمياوية:

- محاليل قياسية Fe , Cu, Pb من شركة Sigmaaldrich

- حامض النتريك المركز HNO_3

- حامض الهايدروكلوريك المركز HCL

- ماء مقطر Distilled Water

- صورة رقم ١ مرفقة

٢-٢ جمع العينات

تم جمع العينات (١٠ نماذج من الشرابت الصناعية) من الأسواق المحلية في بغداد بعلامات تجارية ونكهات غذائية متعددة لمختلف أنواع التعبئة المتوفرة (زجاجي ، لدائني ، معدني ، كارتوني) للفترة من ١-٨-٢٠٢٣ الى ١-٩-٢٠٢٣.

٢-٣ تحضير العينة

يتم رج العينة لغرض مجانسة النموذج وبعدها يتم ترشيح العينات بواسطة ورق تشريح وقمع زجاجي في دورق حجمي بحجم (١٠٠ مل) للتخلص من الرواسب او الشوائب او الحبيبات والحصول على محلول رائق جاهز للفحص.

٢-٤ تحضير المحاليل القياسية

يتم تحضير تراكيز مختلفة من المحاليل القياسية للعناصر بواسطة تخفيف المحلول القياسي المركز لكل عنصر والحصول على تراكيز مخففة واستنادا لقانون التخفيف $N_1 * V_1 = N_2 * V_2$

حيث ان N_1 : تركيز المحلول القياسي الأصلي (١٠٠ جزء من المليون).

V_1 : الحجم المطلوب سحبه من المحلول القياسي الأصلي.

N_2 : التركيز المطلوب تحضيره.

V_2 : حجم الدورق للمحلول القياسي المراد تحضيره (١٠٠ مل).

٢-٤-١ : الحديد Fe :

يتم تحضير التراكيز التالية : (٨،٦،٤،٢) جزء من المليون

٢-٤-٢ : النحاس Cu :

يتم تحضير التراكيز التالية : (٤،٣،٢،١) جزء من المليون

٢-٤-٣ : الرصاص Pb :

يتم تحضير التراكيز التالية : (٤،٣،٢،١) جزء من المليون

٢-٥ : قياس المحاليل القياسية وحساب منحنى المعايرة للمحاليل القياسية المحضرة:

يتم قياس الامتصاصية الخاصة بكل تركيز من المحاليل القياسية التي تم تحضيرها لغرض رسم منحني بياني لغرض توكيد الجودة وكما موضح في الشكل المرفق (صورة ٢).

٢-٦ : فحص العينات:

يتم قياس نسبة المعادن الثقيلة لكل عنصر من خلال جهاز الامتصاص الذري حيث يتم قياس نسبة المعدن في جميع النماذج بصورة مباشرة ومقارنته على منحني المعايرة لتحديد تركيز المعدن في العينة التي يتم فحصها.

٣- النتائج والمناقشة :-

٣-١ : عنصر الحديد Fe :

رقم النموذج	التركيز في العبوة الزجاجية ppm	التركيز في العبوة المعدنية ppm	التركيز في العبوة اللدائنية ppm	التركيز في العبوة الكارتونية ppm
1	0.005	1.242	Nil	Nil
2	0.002	1.021	Nil	Nil
3	0.004	1.208	Nil	0.001
4	0.005	0.911	0.003	Nil
5	0.002	1.350	Nil	Nil
6	0.4	0.981	Nil	Nil
7	0.04	1.622	Nil	Nil
8	0.1	1.163	Nil	0.006
9	0.29	0.946	Nil	Nil
10	0.005	1.258	Nil	Nil

٣-٢ : عنصر النحاس Cu :

رقم النموذج	التركيز في العبوة الزجاجية ppm	التركيز في العبوة المعدنية ppm	التركيز في العبوة اللدائنية ppm	التركيز في العبوة الكارتونية ppm
1	0.002	0.032	Nil	Nil
2	0.001	Nil	Nil	Nil
3	0.001	0.125	Nil	Nil
4	Nil	0.158	Nil	Nil
5	0.002	0.964	Nil	Nil
6	0.006	Nil	Nil	Nil
7	0.004	0.141	Nil	Nil
8	Nil	0.006	Nil	Nil
9	Nil	0.002	Nil	Nil
10	0.005	0.236	Nil	Nil

٣-٣ : عنصر الرصاص Pb :

رقم النموذج	التركيز في العبوة الزجاجية ppm	التركيز في العبوة المعدنية ppm	التركيز في العبوة اللدائنية ppm	التركيز في العبوة الكارتونية ppm
1	Nil	0.005	Nil	Nil
2	Nil	Nil	Nil	Nil
3	Nil	Nil	Nil	Nil
4	Nil	Nil	Nil	Nil
5	0.001	0.002	Nil	Nil
6	Nil	Nil	Nil	Nil
7	Nil	0.102	Nil	Nil
8	Nil	Nil	Nil	Nil
9	Nil	Nil	Nil	Nil
10	Nil	Nil	Nil	Nil

من خلال النتائج الموضحة في الجداول أعلاه ومقارنتها مع الحدود المسموحة للملوثات المعدنية التي نصت عليهـا المواصفة القـياسـية العــراقية للـشرابت الـصنــاعيـة:

- الحديد Fe 15 ppm (جزء من المليون) كـحد أقصى.

-النحاس Cu 5 ppm (جزء من المليون) كـحد أقصى.

- الرصاص Pb 0.3 ppm (جزء من المليون) كـحد أقصى.

١- تبين أن جميع أنواع التعبأة المستخدمة في تعبأة الشرابت الصناعية هي ملائمة للاستخدام وان حدود الملوثات المعدنية كانت ضمن الحدود التي نصت عليها المواصفة القياسية العراقية.
٢- تبين ان حدود الملوثات المعدنية كانت في ادنى مستوياتها للنماذج المعباة بالعبوات الزجاجية والبلاستيكية والكارتونية.
٣- بالمقارنة مع بقية أنواع التعبئة، تبين ان نسبة الملوثات المعدنية كانت في أعلى مستوياتها للشرابت التي تمت تعبأتها بعبوات معدنية مقارنة بنسبة الملوثات في أنواع التعبئة الأخرى.

والسبب يعود الى ان العبوات المعدنية قد تتعرض خلال عملية الإنتاج والنقل الى عدة أنواع من الضرر مما يسبب هجرة العناصر المعدنية للنموذج نتيجة الملامسة المباشرة للمنتوج وإرتفاع نسبة الملوثات المعدنية في المنتوج.

٤- الاستنتاجات :-

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة والخاصة بنسبة الملوثات المعدنية (النحاس والحديد والرصاص) في الشرابت الصناعية لمختلف أنواع التعبئة المستخدمة (كارتونية، لدائنية، زجاجية ومعدنية) والتي بينت سلامة جميع أنواع التعبأة المستخدمة في تعبأة الشرابت الصناعية حيث كانت نسبة الملوثات المعدنية لجميع العينات بمختلف انواع التعبئة ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية العراقية.

٥- التوصيات :-

بالنسبة للعبوات المعدنية على الرغم من ان نسبة الملوثات المعدنية كانت ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية، إلا أنه من خلال النتائج لوحظ ان نسبة الملوثات المعدنية للعينات المعبأة بعبوات معدنية كانت أعلى مقارنة بأنواع التعبئة الأخرى والتي بمرور الزمن يتم تراكمها في جسم الانسان ومن الممكن ان تؤدي الى مشاكل صحية عديدة، وبسبب ذلك يفضل استخدام أنواع التعبأة الزجاجية واللدائنية والكارتونية على العبوات المعدنية.

٥- المصادر:-

1-Loux, N. T., Su, Y. S., and Hassan, S. M., 2011. Issues in assessing environmental exposures to manufactured nanomaterials. International Journal of Environmental Research and Public Health, 8(9), pp. 3562-3578.

2-Dane, H., and Şişman, T., 2020. A morpho-histopathological study in the digestive tract of three fish species influenced with heavy metal pollution. Chemosphere, 242(1), p.125212.

3- العبيدي، عبير . ٢٠٢٠ . المسؤولية الدولية عن الهواء الملوث العابر للحدود . مجلة جيل الأبحاث القانونية المعمقة "محكمة"، .٦(، ص.١)٣٧

4- ظاهر ,عبدالرحمن الشيخ ٢٠١٧ . صحة الغذاء "الجزء النظري" . جامعة بغداد – كلية الزراعة قسم علوم الاغذية .ط١.جلمعة بغداد العراق

5- Krejpocio Z, Sionkowskis, Bartela J. Safety of fresh fruits and juices available on the Polish market as determined by heavy metal residues. Polish Journal of Environmental studies. 2005;14:877-881.

6- Senesse P, Meance S, Cottet V, Faivre J, Boutron-Ruault MC. High dietary iron and copper and risk of colorectal cancer: a case-control study in Burgundy, France. Nutr Cancer. 2004;49:66-71.

7- Silvestre MD, Lagarda MJ, Farre R, Martineze-Costa C, Brines J. Copper, Iron, and Zinc determination in human milk using FAAS with microwave digestion. Food Chemistry. 2000;68:95-99.

8- Cabrera C, Lorenzo ML, Lopaz MC. Lead and Cadmium contamination in dairy product and its repercussion on total dietary intake. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1995;43:1605-1609.

9- Venugopal B, Luckey T. Toxicity of non-radioactive heavy metals and their salts. In Heavy Metal Toxicity, Safety and Harmology, Ed. F. Coulston. Academic Press, George Thieme, Stuttgart, New York; 1975.

10- Briffa, J., Sinagra, E., and Blundell, R., 2020. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. Heliyon, 6(9), p. e04691.

11- Kelishadi, R., Mirghaffari, N., Poursafa, P., and Gidding, S. S., 2009. Lifestyle and environmental factors associated with inflammation, oxidative stress and insulin resistance in children. Atherosclerosis, 203(1), pp. 311-319.

12- Das, J., Das, S., Bakar, A. M., Biswas, A., and Uddin, M., 2013. Evaluation of essential and toxic metals in bakery foods consumed in Chittaqgong (Bangladesh). Analytical Chemistry an Indian Journal, 13(3), pp. 118-125.

13- Radwan, M. A., and Salama, A. K., 2006. Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. Food and chemical toxicology, 44(8), pp.1273-1278.

14- محسن، علاء عبد الكريم؛ تقي، نشمية كاظم؛ فتاح، ليلى احمد؛ حمودي، زهير صبري وصالح، . عبد الكريم٢٠٢٠. الصناعات الغذائية ط ٤، المديرية العامة للتعليم المهني، وزارة. التربية، جمهورية العراق، ص .٦٩٧-١

15- Kwon, J. C., Nejad, Z. D., and Jung, M. C., 2017. Arsenic and heavy metals inpaddy soil and polished rice contaminated by mining activities in Korea. Catena, 148(1), pp. 92-100.

16- Majhi, A., and Biswal, S.K., 2016. Application of HPI (Heavy Metal Pollution Index) and correlation coefficient for the assessment of ground water quality near ash ponds of thermal power plants, International Journal of Science Engineering and Advance Technology(IJSEAT), 4(8), pp. 395-405.

17- Bansal, S.L. and Asthana, S., 2018. Biologically essential and non-essential elements causing toxicity in environment. J. Environ. Anal. Toxicol, 8(2), pp557-561.

18- Al-Naemi, H., Al-Sanjary, R., Faraj, R., Saadi, A., 2020. Detection of lead, chromium and cobalt in meats of cattle and buffalo from retails of Mosul city. Iraqi Journal of Veterinary Sciences, 34(2), pp. 447451.

19- Jarup L., 2003. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull, 68(1), pp. 167-182.

20- Rahman, Z., and Singh, V. P., 2019. The relative impact of toxic heavy metals (THMs)(arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr)(VI), mercury (Hg), and lead (Pb)) on the total environment: an overview. Environmental monitoring and assessment, 191(7), pp.1-21.

21- Tchounwou, P.B., Yedjou, C.G., Patlolla, A.K. and Sutton, D.J., 2012. Heavy metal toxicity and the environment. Molecular, clinical and environmental toxicology, 9(1), pp. 1-3.

22- ٢٠٠٦. اساسيات علم البيئة والتلوث. ط. ١, دار اليازوري. عمان-الاردن..السعدي ، حسين علي السلمان، إبراهيم مهدي عزوز؛ المثناني ، عبدالسلام محمد والسعيدي ، محمد علي محمد .٢٠٠٧. اساسيات علم البيئة .ط.١, جامعة سبهان-لبيبا.

23- Koller, M. and Saleh, H. M., 2018. Introductory chapter: Introducing heavy .metals. Heavy metals, 1(1), pp. 3-11

24- Ali, H., and Khan, E., 2018. What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term 'heavy metals'–proposal of a comprehensive definition. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 100(1), pp. 6-19.

25- Jarup L., 2003. Hazards of heavy metal contamination. Br Med Bull, 68(1), pp. 167-182.

26- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., and Beeregowda, K. N., 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), pp. 60-72.

27- Khan, F. U., Rahman, A. U., Jan, A., and Riaz, M., 2004. Toxic and trace-metals (Pb, Cd, Zn, Cu, Mn, Ni, Co and Cr) in dust, dustfall/soil. *Journal of the Chemical Society of*

Pakistan, 26(4),pp. 453-456.

28- Gautam, P.K., Gautam, R.K., Banerjee, S., Chattopadhyaya, M.C. and Pandey, J.D., 2016. Heavy metals in the environment: fate, transport, toxicity and remediation technologies. *Nova Sci Publishers*, 60(1), pp.101-130.

29- Masindi, V., and Muedi, K. L., 2018. Environmental contamination by heavy metals. *Heavy metals*, 10(1), pp.115-132.

30- Saini, S. and Dhania, G., 2020. Cadmium as an environmental pollutant: ecotoxicological effects, health hazards, and bioremediation approaches for its detoxification from contaminated sites. In *Bioremediation of industrial waste for environmental safety* ,1(1),pp. 357-387.

31- Wang, N., Qiu, Y., Hu, K., Huang, C., Xiang, J., Li, H., Tang, J., Wang, J. and Xiao, T., 2021. One-step synthesis of cake-like biosorbents from plant biomass for the effective removal and recovery heavy metals: Effect of plant species and roles of xanthation. *Chemosphere*, 266(1*)*, p. 129129.

32- Nriagu J.O., 1996. A history of global metal pollution. *Science*, 272(5259), pp. 223-224.

33- Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. C. and Egwurugwu, J. N., 2007. Heavy Metal Pollution and Human Biotoxic Effects. *International J. of Physical Science*, 2(1), pp. 112-118.

34- Ali, H., Khan, E. and Ilahi, I., 2019. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of chemistry*, 2019(1), pp. 1-14.

35- Rani M., Devika O. S., Choudhary S., Patra A., Jha A. K., Prasad S. K., and Singh R. K., 2019. An overview of heavy metal stress in soil ecosystem and technological intervention for its remediation. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), pp.1485-1493.

36- Mahboob, S., Alkkahem Al-Balwai, H. F., Al-Misned, F., Al-Ghanim, K.

A., and Ahmad, Z., 2014. A study on the accumulation of nine heavy metals in some important fish species from a natural reservoir in Riyadh, Saudi Arabia. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 96(5), pp.783-798.

37- Sajid, M., Nazal, M.K., Ihsanullah, Baig, N., and Osman, A.M., 2018. Removal of heavy metals and organic pollutants from water using dendritic polymers based adsorbents: a critical review. Sep. Purif. Technol, 191(1), pp. 400-423.

38- Chen, C. H., Lee, I. J., and Lin, L. Y., 2016. Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. *Computers in Human Behavior*, 55(1), pp. 477-485.

39- Gilani, S. R., Zaidi, S. R., Batool, M., Bhatti, A. A., Durrani, A. I., and Mahmood, Z. 2015. Report: Central nervous system (CNS) toxicity caused by metal poisoning: Brain as a target organ. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 28(4), pp.1417-1423.

40- Guzzi, G., Ronchi, A., and Pigatto, P., 2021. Toxic effects of mercury in humans and mammals. *Chemosphere*, 263(1), p. 127990.

41- Gulson, B., 2008. Stable lead isotopes in environmental health with emphasis on human investigations. *Science of the Total Environment*, 400(1-3), pp. 75-92.

42- Wright, R.O., Tsaih, S.W., Schwartz, J., Wright, R.J. and Hu, H., 2003. Association between iron deficiency and blood lead level in a longitudinal analysis of children followed in an urban primary care clinic. *The Journal of pediatrics*, 142(1), pp. 9-14.

43- Storelli, M.M., Barone, G., Garofalo, R. and Marcotrigiano, G.O., 2007. Metals and organochlorine compounds in eel (Anguilla anguilla) from the Lesina lagoon, Adriatic Sea (Italy). *Food Chemistry*, 100(4), pp.1337-1341.

44- Escobedo-Monge, M. F., Barrado, E., Parodi-Román, J., Escobedo-Monge, M. A., Torres-Hinojal, M. C. and Marugán-Miguelsanz, J. M., 2021. Copper and Copper/Zn Ratio in a Series of Children with

Chronic Diseases: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*, 13(10), p. 3578.

45- Manne, R., Kumaradoss, M. M. R. M., Iska, R. S. R., Devarajan, A., and Mekala, N., 2022. Water quality and risk assessment of copper content in drinking water stored in copper container. *Applied Water Science*, 12(3), pp.1-8.

46- Senesse P, Meance S, Cottet V, Faivre J, Boutron-Ruault MC. High dietary iron and copper and risk of colorectal cancer: a case-control study in Burgundy, France. Nutr Cancer. 2004;49:66-71.