



تركيز المعادن الثقيلة في الحليب وطرق معالجتها

بحث مقدمة الى
مجلس كلية الطب البيطري في جامعة القادسية وهي جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس
في علوم الطب البيطري

من قبل
أحمد محسن

بكالوريوس طب و جراحة بيطرية عامة / جامعة القادسية

2016-2017

1438

باشراف
م. م. اسراء طاهر مسلم

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

{ فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ قَلِيلٌ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ
مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَى إِلَيْكَ وَحْيُهُ وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي
} عِلْمًا

صدق الله العظيم

سورة طه / الآية 114

إقرار المشرف

أشهد بان اعداد هذا المشروع الموسوم

(تركيز المعادن الثقيلة في الحليب وطرق معالجتها)

والمعد من قبل الطالب أحمد محسن حسن
قد تم تحت اشرافى في كلية الطب البيطري وهي جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

التوقيع :

الأسم : أسراء طاهر مسلم

المرتبة العلمية : مدرس مساعد

التاريخ : ٢٠١٦ - ٢٠١٧

الاهداء

أهدي هذا البحث إلى ...

سبب وجودي في هذه الحياة الدنيا، إلى تلك الإنسانية التي حملتني وهناً على وهن في بطنها تسعة أشهر، إلى تلك التي سهرت البالى على راحتى ولا يمكننى ان اجازيها مهما فعلت ، إلى أمي الغالية...

وإلى سبب وجودي الثاني، إلى الذي شقى واجتهد وكافح من أجل ان يراني في أعلى المراتب الباوأة على الفخر والاعتزاز ، إلى الذي تمنيت لو كان حاضراً ليُفخر بي أمام الناس لولا أمر الله، لكنه حاضر في سماء روحي ووجوداني، إلى والدي العزيز رحمه الله...
و إلى كل من اخوتي وأصدقائي وكل عزيز على قلبي..

الشكر والتقدير

أشكر الله العلي القدير الذي أنعم عليّ بنعمة العقل والدين. القائل في محكم التنزيل "وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ" سورة يوسف آية ٧٦ صدق الله العظيم .

وقال رسول الله (صلي الله عليه وسلم):"من صنع إليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئونه به فادعوا له حتى تروا أنكم كافأتموه" (رواه أبو داود) .

وأنتي ثناء حسنا على ...

وأيضاً وفاءً وتقديراً وإعترافاً مني بالجميل أتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي، وأخص بالذكر الأستاذة الفاضلة: (م.م. اسراء طاهر مسلم) على هذه الدراسة وصاحبة الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية، فجزاها الله كل خير.

وأخيراً ،أتقدم بجزيل شكري إلى كل من مدوا لي يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة على أكمل وجه.

الباحث

الخلاصة

الحليب هو المصدر الغذائي الأول في أنحاء العالم كُلّها فهو الغذاء الأساسي الذي يلبي المتطلبات الغذائية للبائن حديثة الولادة ، ويعرف الحليب بايولوجيًّا ، بأنه عبارة عن افراز الغدة اللبنية لإناث الحيوانات اللبنية لغرض تغذية صغارها بعد الولادة لمدة من الزمن ضرورية ولازمة لنموه

ان البيانات المتعلقة بوجود المعادن بالحليب تقتصر على معرفة هذه العناصر الغذائية وتحديدتها في الحليب لتحقيق الصحة والنمو الامثل في مختلف انواع الثدييات بما في ذلك الانسان ، وقد تم التوصل الى ان سبب وجود المعادن الثقيلة في منتجات الالبان المصنعة من حليب الابقار يمكن ان يعزى الى تلوث الحليب الخام للابقار وسببه تعرض الابقار الحلوة الى التلوث البيئي او استهلاك الاعلاف

العناصر المعدنية الملوثة للحليب و الناتجة عن التلوث البيئي ادى الى انتشارها بمرور الزمن وخاصة المعادن الثقيلة مثل الكادميوم Cd ، الزرنيخ As ، النيكل Ni ، الزئبق Hg والرصاص Pb مما ادى الى دخولها الى غذاء الحيوان ومن ثم تشق طريقها في السلسلة الغذائية وهذا يشكل خطراً على صحة الحيوان والانسان

ان العناصر المعدنية السامة و التي يطلق عليها ايضاً "المعادن الثقيلة" يكون لها وزن ذري عالي و بعض هذه المعادن تكون غاية في السمية و غير قابلة للانحلال الطبيعي "non-biodegradable" لذلك فانها تميل الى ان تتراكم في البيئة بمرور الزمن و يمكنها ان تكون جزيئات حيوية "biomolecules" و بالتالي تعيق وظائف الجزيئات الحيوية المهمة في الجسم مثل البروتينات والاحماض النووي

كما ان استعمال مبيدات الحشرات و المبيدات الفطرية و الاسمدة تكون مسؤولة عن التسبب بالتلويث بالمعادن الثقيلة السامة حيث تنتقل الى النباتات بشكل فعال و تصبح مصدر رئيسي لعرض الحيوان و الانسان للمعادن الثقيلة. كذلك الحال في الانظمة المائية حيث تتعرض الى العديد من الملوثات الناتجة من العمليات الطبيعية مثل (الصخور و تربات الغلاف الجوي) ، و النشاطات البشرية مثل (العمليات الزراعية و الصناعية و تصريف مياه المجاري

و تبرز خطورة المعادن السامة عند زيادة تراكيزها مما ينتج عنها ظهور تأثيراتها الضارة في الصحة العامة مثل انخفاض في نشاط الحيوان و مشاكل تناسلية و انخفاض المناعة و حدوث الامراض السرطانية والامراض المتعلقة بالتشوهات الجنينية كما وجد بان هناك ارتباط بين وجود المعادن الثقيلة و حدوث بعض الامراض في الانسان .

ونتيجة لسمية وخطورة هذه المعادن اقتضت الحاجة الى ايجاد طرق لمعالجتها وازالة سميتها مثل المعالجة بالنباتات وذلك باستعمال النباتات التي تكون لها القدرة على ازالة ونقل و تثبيت المعادن في التربة الملوثة ، كما ان هناك طرق فيزيائية وكييمائية لازالة المعادن الثقيلة مثل حفر التربة أو تعطية التربة الملوثة ، أو عن طريق تحويل المعادن الثقيلة الملوثة الى اشكال اقل حرقة و اقل توافراً للنباتات و المايكروفلورا عن طريق استعمال العديد من المواد الكيميائية المثبتة للمعادن مثل : الزيوليت (Zeolite) و رواسب الحصى (Gravel) و المواد القلوية (Alkaline materials) و المواد العضوية الفوسفاتية، sludge

الفصل الاول

المقدمة INTRODUCTION

الحليب هو الافراز الطبيعي للغدد اللبنية لجميع اللبائن و الذي يلبى كافة الاحتياجات الغذائية للجسم افضل من اي غذاء آخر حيث يحتوي على المركبات الغذائية الضرورية للجسم التي تشمل كل من البروتينات والكاربوهيدرات والدهون والمعادن والفيتامينات الاساسية للنمو والحفاظ على صحة الانسان خلال المراحل الثلاثة من حياته التي تشمل مرحلة الطفولة ؛ حيث يوفر البروتين والمعادن والدهون لدعم التطور الجسمي خلال هذه المرحلة ، مرحلة المراهقة ؛ حيث يمنح ظروفاً مناسبة للنمو السريع لبناء عضلات متناسقة و العظام و الغدد الصماء ، كذلك للأشخاص كبار السن ؛ حيث يمثل مصدراً للكالسيوم الاساسي للحفاظ على سلامة العظام (1) . وقد تم تركيز الاهتمام على الحليب باعتباره الغذاء المفرد الذي يكون متكملاً تقريباً من حيث القيمة الغذائية خصوصاً بالنسبة للأطفال حيث يعتبر مصدراً ممتازاً للعناصر المعدنية الرئيسية مثل الكالسيوم كما انه يزود الجسم بكميات قليلة من العناصر النادرة (2) .

يُمثل الحليب مؤسراً حيوياً جيداً للتلوث الصناعي لأنه يمكن ان يحتوي على كميات مختلفة من الملوثات السامة و منها المعادن الثقيلة ، حيث ان الانسان لم يواجه حتى الان خطراً بهذه الضخامة و الانشار و أن هذا الخطر ناجم عن عدة عوامل قد تزيد خطر التلوث بشكل كبير في المستقبل القريب ، فالبيئة التي يعيش عليها تتدحرج بشكل سريع لم يسبق له مثيل بسبب النشاط البشري في هذا العصر التكنولوجي المتقدم و المتتطور على حساب البيئة فضلاً عن ما تسببه هذه العناصر مجتمعة من خسائر اقتصادية حيث تسبب انخفاضاً ملحوظاً في انتاج الحليب من خلال حالات التسمم التي تسببها لاماية الحليب، لذلك يعتبر الحليب أحد مصادر الخطر الرئيسية التي يتعرض اليها الانسان حيث تزداد تراكيز المعادن الثقيلة الخطيرة في البيئة مع زيادة التمدن و ما يرافقتها من العمليات الصناعية والزراعية (3)

الفصل الثاني

استعراض المراجع Literature Review

2-1 الحليب وقيمة الغذائية والصحية

Milk and its nutritional value and health

الحليب هو المصدر الغذائي الأول في أنحاء العالم كلّها فهو الغذاء الأساسي الذي يلبي المتطلبات الغذائية للبائن حديثة الولادة ، ويعرف الحليب بايولوجيًّا ، بأنه عبارة عن افراز الغدة اللبنية لإناث الحيوانات اللبنية لغرض تغذية صغارها بعد الولادة لمدة من الزمن ضرورية ولازمة لنموه وتقتصر كمية الحليب الذي تفرزه بعض الحيوانات الثديية على حاجة صغيرها حتى يمكنه الاعتماد على نفسه لكن الكثير منها وخاصة في الماشية كالابقار والجاموس فانها تدر كميات كبيرة من الحليب تفوق حاجة صغارها مما وجه نظر الانسان الى امكانية الاستفادة من الحليب الزائد إما بتناوله بصورة سائلة كحليب خام "raw milk" أو تصنيعه الى منتجات لبنية اخرى كالجبين والقشدة والزبد او الالبان المختمرة وُعرف الحليب قانونياً او شرعاً بأنه افراز الضرع الطازج بكامله والذي يحصل عليه من الحليب الكامل لحيوان سليم او اكثر ولايشمل ما يُحَلِّب قبل الولادة بخمسة عشر يوماً وما بعدها بما يقل عن خمسة ايام ويعرف الحليب كيميائياً بأنه الافراز الكلوي الطازج والنظيف للغدة اللبنية والذي يحصل عليه من حليب حيوان واحد او اكثر خال من الامراض على ان لا تقل نسبة الدهن فيه عن 3% والماء الصلبة الدهنية 8.5% ومحتوى الكازين 75% من النتروجين الكلي (4).

ومن الملاحظ ان معظم التعريف للحليب تشير الى الحليب الخام الناتج من ضرع الابقار وذلك لأنها حيوانات المزرعة السائدة في الدول الاوروبية والولايات المتحدة الامريكية الا انه لايمكن نكران اهمية دور بقية الحيوانات الاخرى في الانتاج كالجاموس والاغنام والماعز (5) .

ان البيانات المتعلقة بوجود المعادن بالحليب تقتصر على معرفة هذه العناصر الغذائية وتحديدتها في الحليب لتحقيق الصحة والنمو الامثل في مختلف انواع الثدييات بما في ذلك الانسان ، الا ان وجود العناصر المعدنية الملوثة للحليب و الناتجة عن التلوث البيئي ادى الى انتشارها بمرور الزمن وخاصة المعادن الثقيلة مثل الكادميوم Cd ، الزرنيخ As ، النيكل Ni ، الزئبق Hg والرصاص Pb مما ادى الى دخولها الى غذاء الحيوان ومن ثم تشق طريقها في السلسلة الغذائية وهذا يشكل خطراً على صحة الحيوان والانسان (3) .

وقد تم التوصل الى ان سبب وجود المعادن الثقيلة في منتجات الالبان المصنعة من حليب الابقار يمكن ان يعزى الى تلوث الحليب الخام للابقار وسببه تعرض الابقار الحلوة الى التلوث البيئي او استهلاك الاعلاف والمياه الملوثة فضلاً عن ذلك فان الحليب الخام قد يتعرض الى التلوث خلال عمليات التصنيع (6) .

2-2 الخصائص الكيميائية والفيزيائية للحليب الخام

Physico-Chemical characteristic of raw milk

هناك اختلافات بين المكونات الكيميائية والخصائص الفيزيائية للحليب الخام بين الانواع المختلفة للحيوانات حيث يتمتع حليب الاغنام والماعز باللون الابيض مقارنة بحليب الابقار الذي يتمتع بلونه الاصفر بسبب احتوائه

مادة الكاروتين كما يمتاز حليب الماعز بطعمه ورائحته الفارقة له عن حليب الاغنام والابقار و سببها هو الاختلاف في تركيب الاحماس الدهنية حيث يحتوي حليب الماعز على عدد اكبر من الاحماس الدهنية قصيرة السلسلة مثل الكابرويك (0 : C6) ، الكابريليك (C8:0) والكابريك (C10:0) التي تكون مسؤولة عن ظهور الرائحة المميزة لحليب الماعز حيث تصنع بصورة حرة في الغدد اللبنية وان مشاركة هذه الاحماس في تركيب دهن حليب الماعز يكون بمقدار مرتين اكثرا من حليب الابقار (7)

يمتاز حليب الابقار بكونه حامضياً قليلاً مقارنة بحليب الماعز المعروف بقاعدته حيث يوصى باعطائه للأشخاص الذين يكون لديهم اضطرابات بسبب الحموضة وان هذه القاعدة ناتجة عن محتواه العالى من البروتينات واختلاف ترتيب الفوسفور (7) .

ان الدهن هو من اهم مكونات الحليب حيث تعود اليه النكهة المرغوبة للحليب ويعتمد عليه من الناحية الاقتصادية في تحديد سعر الحليب ، ودهن الحليب هو خليط من كليسيريدات الاحماس الدهنية . كما وجد ان النسبة الكلية للدهون في كلّ من حليب الابقار والماعز تكون متشابهة تقريباً وان تركيز الاحماس الدهنية يعتمد على تركيب عليةة الحيوان في النوعين كليهما كما ان هناك خاصيتين ميّزتا دهن حليب الماعز عن دهن حليب الابقار من صغر حجم حبيبات الدهن مقارنة مع حليب الابقار مما يجعله سهل الهضم وفي النوعين كليهما فان حجم الحبيبات يتراوح بين (1-10) مايكرومتر لكن نسبة حجم حبيبات الدهن في حليب الابقار الاصغر من (5) مايكرومتر هو (~ 60) % بينما تكون (~ 80) % في حليب الماعز حيث ان هذا الاختلاف هو المسؤول عن طراوة منتجات حليب الماعز مما يجعل تصنيع الزبد من حليب الماعز عملية صعبة فضلاً عن الخاصية الاخرى التي ذكرت وهي كون حليب الماعز يكون غنياً بالاحماس الدهنية قصيرة السلسلة .

اما بروتينات الحليب فتوجد ثلاثة انواع من البروتينات في الحليب هي الكازائين ، الالبومين و الكلوبيولين و يشكل الكازائين النسبة الاكبر من بين هذه البروتينات و تشكل نسبة البروتينات الكلية في بعض حيوانات المزرعة (3.131) % للابقار ، (4.11) % للماعز و (4.10) % في حليب الجاموس . ان نسبة اللاكتوز في حليب بعض حيوانات المزرعة التي جمعت من بعض المناطق في مصر كانت (4.6) % للابقار ، (4.47) % للجاموس ، (5.51) % للاغنام و (4.11) % للماعز و تتراوح نسبة اللاكتوز في الحليب الخام للابقار (4.9) % و في الجاموس (4.7) % و الاغنام (3.7) % و الماعز (4.6) % (8) بينما في حليب الاغنام كانت اقل من ذلك .

كما تمت دراسة الاختلافات الكيميائية والفيزياوية لحليب الاغنام والماعز من قبل (9) حيث وجدوا ان المواد الصلبة في حليب الماعز كانت تتراوح بين (12-18) % بينما في حليب الاغنام كانت بين (15-20) % اما البروتينات تراوحت بين (4-3) % في حليب الماعز (5-6) % في حليب الاغنام .

جدول (١) : مقارنة التركيب الكيمياوي لحليب الأبقار، الأغنام والماعز

الابقار	الاغنام	الماعز	النوع المكونات (%)
3.6	7.9	3.8	الدهن
9.0	12.0	8.9	المواد الصلبة الادهنية
4.7	4.9	4.1	اللاكتوز
3.2	6.2	3.4	البروتين
0.7	0.9	0.8	الرماد الكلي

المصدر: (10)

جدول (٢) : مقارنة الخصائص الفيزيائية لحليب الأبقار، الأغنام والماعز

الإبقار	الأغمام	الماعز	نوع الحيوان
			الخصائص
1.039 - 1.023	1.038 - 1.034	1.039 - 1.029	الوزن النوعي (الكثافة) ملغم/ ١٠٠ مل
6.71 - 6.65	6.85 - 6.51	6.80 - 6.50	الأس الهيدروجيني (pH)
0.18 - 0.15	0.25 - 0.22	0.23 - 0.14	حموضة الحليب Acidity (%)
0.0055 - 0.0040	0.0038	0.0139 - 0.0043	التوسيطية Conductivity

المصدر: (10)

3-2 المعادن الثقيلة ومصادرها

Heavy metals and their sources

المعادن الثقيلة هي عناصر كيميائية تمتلك كثافة عالية نسبياً و تكون سامة حتى وإن وجدت بتركيزات واطئة ، و سميت بالعناصر النادرة و ذلك لأنها توجد بكميات أثرية (10) ملغم / كغم او فوق النادرة (١) مايكروغرام / كغم في البيئة (11) .

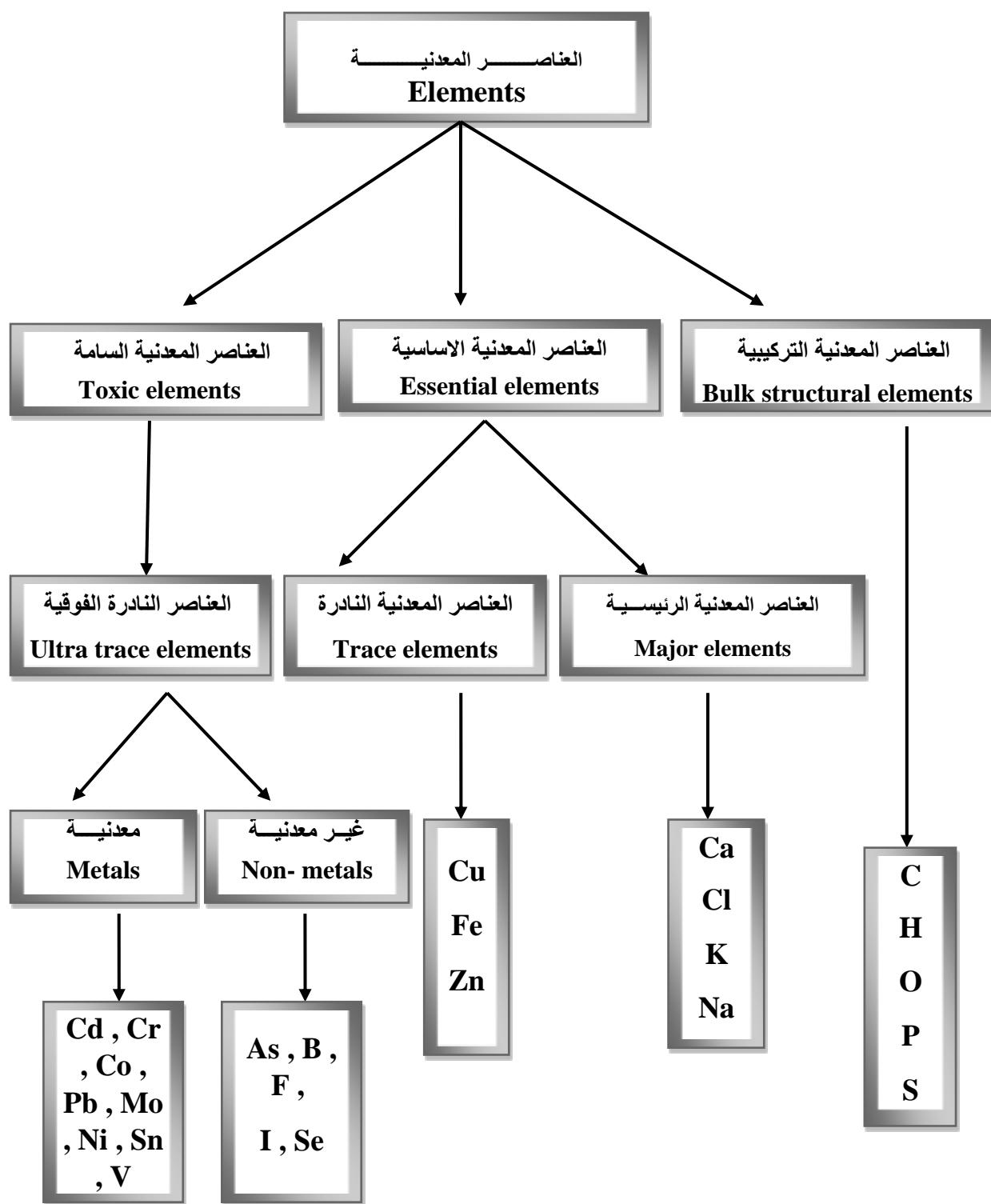
و بصورة عامة فان العناصر المعدنية توجد بكميات دقيقة في الكائنات الحية لكنها يمكن ان تسبب تأثيرات محددة اذا كانت تراكيزها اكثراً او اقل من التركيز الفسلجي الاساسي لها في الجسم و تعدد العناصر المعدنية الأساسية للتطور الطبيعي ونمو الاجهزه الحيوية في الجسم (12) .

ان تصنيف المعادن تم اقتراحه (13) ، حيث قسم العناصر المعدنية الى مجاميع مختلفة اعتماداً على الكمية الموجودة في الانسجة بدلاً من ان يعين لها وظيفة خاصة حقيقة ، و اعتماداً على تعريفها فان المعادن يمكن ان تصنف الى العناصر المعدنية التركيبية مثل الفوسفور(P) ، العناصر المعدنية الأساسية "Essential trace elements" التي تكون الاكثر اهمية مثل : الحديد(Fe) ، النحاس(Cu) ، الزنك(Zn) والعناصر المعدنية السامة مثل : الرصاص(Pb) ، الزرنيخ(As) ، الكادميوم(Cd) والزئبق(Hg). و يمكن تقسيم العناصر المعدنية الأساسية الى العناصر المعدنية الرئيسية "Macroelements" والعناصر المعدنية النادرة "Microelements" حيث تكون لها اهمية كبيرة لدعم النمو الكافي للجسم ، التكاثر والحفاظ على الصحة خلال دورة الحياة عندما تكون العناصر الاخرى موجودة بصورة مثالية ، و ان هذه العناصر المعدنية غير السامة "non-toxic elements" لها اربع وظائف متنوعة تشمل وظائف (تركمبية ، فسلجية ، عوامل

مساعدة "Catalytic" و تنظيمية) حيث هي اكثـر الوظائف التي تؤديها العناصر المعدنية لدعم تركيب الجسم ومثلاً على ذلك الكالسيوم (Ca) ، الفوسفات (PO_4) و المغنيسيوم (Mg) التي تساهم في حفظ التوازن الميكانيكي للعظام و الاسنان . و على الاغلب فان الفوسفور(P) و الكبريت (S) هي مركبات اساسية لبروتينات العضلات التي هي المكونات التركيبية لانسجة الجسم ، فضلاً عن ذلك فان الزنك (Zn) والفوسفور (P) ايضاً يساهمان في حفظ التوازن التركيبي للجزئيات و الاغشية التي تكون جزء منها (14) .

اما العناصر المعدنية السامة و التي يطلق عليها ايضاً "المعادن الثقيلة" يكون لها وزن ذري عالي و بعض هذه المعادن تكون غاية في السمية و غير قابلة للانحلال الطبيعي لذلك فانها تميل الى ان تترافق في البيئة بمرور الزمن و يمكنها ان تكون جزيئات حيوية و بالتالي تعيق وظائف الجزيئات الحيوية المهمة في الجسم مثل البروتينات والاحماض النوويـة كما توجد عدة مصادر مختلفة للمعادن الثقيلة تتمثل بالنشاطات الطبيعية والبشرية حيث تكون مسؤولة عن التسبب بالتلـوث بالمعادن الثقيلة (15) ، و من المصادر الطبيعية للمعادن الثقيلة هي المواد الصخـرية الجـيولوجـية الأصلـية ، ثورـات البراكـين و حرائق الغـابـات ، اما الانشـطة البـشرـية فـتشـمل : انتاج الوقود ، عمليـات التعـدين و صـهر المعـادـن ، مـعدـات الجيش ، استـعمال المـواد الكـيمـائـية في الزـرـاعـة و القـاء المـخلفـات نـتيـجة لـلـانتـاج الزـرـاعـي و الصـنـاعـيـة النـاتـجة عن زـيـادة التـطـور الـاقـتصـادي و زـيـادة المـسـتـوى الحـضـاري و زـيـادة عـمـليـات التـصـنـيع و الصـنـاعـات ذات الـاحـجام الصـغـيرـة مـثـل : انتاج البـطـارـيات ، صـنـاعة الـاسـلاـك و اـحـترـاق الفـحـم كـل ذلك اـدـى الى زـيـادة توـلـيد المـخلفـات السـائلـة و الـصـلـبة و بالتـالـي زـيـادة طـرح هـذـه المعـادـن الى البيـئة (16) ان طـمر المـخلفـات الـبـلـدـية هي وـاحـدة من اـهم المصـادر الرـئـيسـية التي تـؤـدي الى زـيـادة تـلـوث التـرـبة ، و ان هـذـه المـخلفـات تـسـتعـمل في دـفـن الـأـرـاضـيـة المـنـخـفـضـة في حين ان المـخلفـات السـائلـة تـسـتـخـدم في الـرـي حيث تكون هـذـه المـخلفـات خـطـيرـة لـانـها موـاد مـسـرـطـنة و تـحـتـوي عـلـى العـدـيد من المـوـاد السـامـة ، كما ان استـعمال مـبـيـدـات الـحـشـرات و المـبـيـدـات الـفـطـرـية و الـاسـمـدة تكون مـسـؤـولـة عن التـسـبـب بالـتلـوث بالـمعـادـن الثقـيلة حيث تـنـتـقل الى الـنبـاتـات بـشـكـل فـعـال و تـصـبـح مـصـدر رـئـيـسي لـتـعرـض الـحـيـوان و الـإـنـسـان للـمعـادـن الثقـيلة (17) . كذلك الـحـال في الـانـظـمة المـائـيـة حيث تـتـعرـض الى العـدـيد من الـمـلوـثـات النـاتـجة من الـعـمـليـات الطـبـيعـية مـثـل (الصـخـور و تـرـسـيبـات الغـلـافـ الجـوـي) ، و النـاشـاطـات البـشـرـية مـثـل (العمـليـات الزـرـاعـيـة و الصـنـاعـيـة و تصـرـيفـ مـياهـ المـجـارـي) (18)

شكل (١) تصنیف العناصر المعدنية



(16)

4-2 المعادن الثقيلة في الحليب *Heavy metals in milk*

الحليب و منتجاته هو المادة الغذائية الأساسية للأطفال بالإضافة إلى أهميته الغذائية للبالغين لما يحتويه من البروتينات و العناصر الغذائية الأخرى و اذا تعرضت ماشية الحليب إلى كميات عالية من المعادن السامة مثل الكادميوم و الرصاص و الزرنيخ الخ ، فان هذه المعادن تشكل خطورة كبيرة على صحة الإنسان و خاصة الأطفال . و ان تواجد المعادن الثقيلة في الحليب و منتجاته يمكن ان يعزى إلى تلوث الحليب نتيجة تعرض ماشية الحليب للتلوث البيئي او استهلاك المواد الغذائية و المياه الملوثة (19) .

ان حقول الحيوانات هي مؤشر جيد لمدى التلوث البيئي بالمعادن الثقيلة كما يُعد استعمال مياه الصرف الصحي في المراعي المصدر الرئيسي لتناول المعادن الثقيلة من قبل ماشية الحليب و وبالتالي افرازها مع الحليب حيث ان المعادن الثقيلة مثل الكادميوم و الرصاص والزنبيق و الزرنيخ هي معادن سامة رئيسية و تهدد صحة الإنسان . و ان الابقار و الاغنام التي ترعى بصورة طليقة على المراعي ايضاً تعتبر من المؤشرات المهمة للتلوث البيئي حيث اشار (20) في دراسته في باكستان الى وجود الكادميوم (Cd) و الرصاص (Pb) والنحاس (Cu) و الزنك (Zn) و الحديد (Fe) و الكروم (Cr) و المنغنيز (Mn) بالمستويات السامة في التربة و النباتات ، ان هذه الدراسة اعطت دليلاً على فرضية ان الاغذية التي تنمو على هذه التربة سوف تكون حاوية ايضاً على هذه المعادن و ان الحيوانات التي تربى في هذه الاراضي و ترعى على هذه النباتات الملوثة سوف تحتوي متبقيات المعادن الثقيلة في الانسجة الصالحة للاكل و كذلك في منتجاتها مثل الحليب (21) .

5-2 المعادن الثقيلة الأكثر سمية التي تنتقل إلى الحليب *The most toxic heavy metals that pass into milk*

1-5-2 الزرنيخ (As) *Arsenic*

الزرنيخ هو من بين اكثر المعادن السامة الموجودة في البيئة إذ يحتل المرتبة الاولى في قائمة المعادن الاكثر سمية ، و يوجد في البيئة بصورة طبيعية حيث تكون له ثلاث حالات تكافؤية هي : As⁽⁰⁾ ، As⁽⁺³⁾ ، As⁽⁺⁵⁾ و بصورة عامة فان شكله غير العضوي هو الاكثر سمية من شكله العضوي و يتواجد الزرنيخ في كل مكان حيث يوجد في الهواء و التربة و الماء (22) .

ان الزرنيخ الموجود في البيئة لا يتحطم و انما فقط يمكنه ان يتحول الى اشكال اخرى عن طريق التفاعل مع الاوكسجين او الجزيئات الأخرى الموجودة في الهواء والماء او التربة او بفعل البكتيريا التي تعيش في التربة ،

كما ان الزرنيخ الموجود في الهواء ينبع من مصادر طبيعية مثل البراكين و حرائق الغابات او من الانشطة الصناعية مثل احتراق الفحم و انشطة التعدين و صهر المعادن و استعمال المبيدات و يُعدّ الغاز الزرنيخي مصدراً خطراً جداً حيث يكون عالي السمية ، و ان هذه الغازات تنشأ من صناعة الالكترونيات الدقيقة ومن عمليات التعدين ، ويمكن ان يحدث التلوث بالزرنيخ في الانهار و المياه الجوفية من خلال ذوبانه في مياه الامطار او يُطرح مع المخلفات الصناعية و هي مشكلة خطيرة و لا سيما في دول العالم الثالث (23) .

يحدث التسمم بالزرنيخ بواسطة التناول عن طريق الفم والاستنشاق و الامتصاص عن طريق الجلد ، كما ان التسمم بالزرنيخ يؤثر على العديد من الانزيمات التي تؤثر على ايض الحمض النووي (DNA) ، و في حالة التسمم به سواء بالشكل العضوي او غير العضوي فانه يُفرز في البول الا انه يمكن ان يتراكم في العديد من انسجة الجسم (الכבד والكلية والقلب والرئة والعضلات والجهاز العصبي والقناة الهضمية والطحال) وكذلك يتربّس في الانسجة الغنية بالكيراتين (الجلد والشعر والاظافر) ، و معظم الزرنيخ غير العضوي يُطرح خارج الجسم خلال عدة ايام الا ان بعضه يبقى في الجسم لعدة اشهر او اكثر (24) .

توجد عدة مصادر للزرنيخ تشمل المياه الملوثة وبعض الادوية الهندية القديمة والادوية العشبية الصينية ومبيدات الحشرات ومبيدات الاعشاب ومبيدات الفطريات والمواد الحافظة للخشب وسموم القوارض والمواد الخزفية واحتراق الوقود الحاوي على الزرنيخ والتبغ حيث وجد ان كل حزمة من التبغ تحوي على اكثر من 6 ملغم زرنيخ و قد وجد ان التعرض للتلوث بالزرنيخ يحدث بصورة رئيسية عن طريق تناول الطعام والماء وان الطعام هو المصدر الاكثر اهمية لكن وجود الزرنيخ في مياه بعض المناطق يشكل مصدر حقيقي للتعرض للزرنيخ غير العضوي و ان التربة الملوثة كما في عمليات الكشف عن الالغام ايضاً تشكل مصدر رئيسي للتعرض للزرنيخ (25) .

كما وجدت (26) في دراسة اجرتها على حليب و جبن حليب الاغنام لتقدير كمية المعادن الرئيسية و النادرة و بعض المعادن الثقيلة السامة في منطقة (Koluda wielka) في وارسو ان تركيز الزرنيخ في الاجبان المصنعة من حليب اغنام المرينيو بلغت اقل من 0.07 ملغم / كغم حيث كانت تحت المقاييس المحددة . و قد اشار (21) في دراسته على حليب الابقار و الماعز في مدينة فيصل اباد في الباكستان لتقدير عنصر الزرنيخ الى ارتفاع تركيز الزرنيخ في الحليب عن اغلب الحدود المسجلة حيث بلغ 0.403 ملغم / لتر في حليب الماعز و 0.078 ملغم / لتر في حليب الابقار . وقد بلغ متوسط تركيز الزرنيخ في الحليب في الدراسة التي اجرياها (27) على حليب ابقار الهولشتاين فريزييان البولندية شملت 33 عينة حليب خام 12.27 مايكروغرام/ دسم³ حيث كان تحت المستويات المُشرعة من وزارة الصحة البولندية في عام 2003 .

الرصاص هو احد المعادن التي تتميز بسميتها العالية و يحتل المرتبة الثانية في قائمة المعادن الاكثر سمية و يتكون من اربعه نظائر : pb204 ، pb206 ، pb207 ، pb208 و احد النظائر المشعة المشتركة هو pb202. ينشأ الرصاص في الارض من انحلال اليورانيوم و الثوريوم و يُعد الرصاص من اكثـر الملوثـات انتشاراً و المتوزـعة على نطاق واسـع و هو من المعادن الثقـيلة السـامة التي توجـد في الطـبيـعة بصـورـة غير نقـية مرتبـطة بـخـامـات أخـرى (28).

يتوزع الرصاص في البيئة بطرق مختلفة مثل الغلاف الجوي و الانبعاثات الصناعية و انبعاثات المركبات ذات المحركات و اصياغ الطلاء و يمكن ان يحدث التلوث بالرصاص من جراء انحلال الرصاص من التربة و الارض ، كما ان الانتاج السنوي العالمي الحالي من الرصاص يكون ما يقارب 5.4 مليون طن و مازال مستمراً في الارتفاع مما ادى الى تلوث البيئة بصورة واسعة بهذا المعدن (29).

و من الجدير بالذكر ان الحيوانات التي تتعرض للتسمم بالرصاص تُعتبر مصدرأً خطراً على الصحة العامة نتيجة لتراكم هذا المعدن في لحوم و حليب هذه الحيوانات و عندما يكون تركيز الرصاص في دم الانسان اكثـر من 0.20 مايكروغرام / مل نتيجة لتناوله منتجـاتـ الحـيـوانـاتـ المـلوـثـةـ فـانـ ذـلـكـ يـؤـديـ إـلـىـ التـسـمـمـ لـذـلـكـ مـنـ الـمـهـمـ مـعـرـفـةـ الـمـعـادـنـ السـامـةـ التـيـ تـتـرـاـكـمـ فـيـ أجـسـامـ الثـرـوـةـ الحـيـوـانـيـةـ التـيـ تـؤـدـيـ إـلـىـ تـأـثـيرـاتـ عـكـسـيـةـ فـيـ الـحـيـوانـ وـ الـأـنـسـانـ ،ـ فـكـثـيرـاـ مـاـ لـوـحـظـتـ سـمـيـةـ الرـصـاصـ فـيـ الـحـيـوانـاتـ الـحـقـلـيـةـ وـ لـاسـيـماـ تـلـكـ التـيـ تـرـعـىـ فـيـ الـمـرـاعـيـ الـمـحـيـطـةـ بـالـمـجـمـعـاتـ الـتـعـدـيـنـيـةـ وـ أـيـضـاـ الـقـرـيـبـةـ مـنـ طـرـقـ الـمـواـصـلـاتـ الـمـزـدـحـمةـ (28).

كما يعتقد ان الرصاص مسؤول عن عدد من الوفيات و قد وجد ان التعرض البيئي للمعادن الثقـيلة و منها الرصاص يعتبر سبب للسرطان و ذلك لأن الرصاص له علاقة بمختلف أنواع السرطان (30) ، فضلاً عن حدوث امراض اخرى مثل داء النقرس وارتفاع ضغط الدم و فقر الدم وتلف في الكبد والكلية و الجهاز العصبي المركزي و المحيطي ولدين العظام، و احياناً يؤثر على الجهاز القلبي الوعائي للانسان و يمكن ان يؤثر على عامل الذكاء وقد يؤدي الى فقدان السمع (31). و يحدث التسمم خاصة عند الاطفال حيث تكون لديهم سرعة امتصاصه اذ يحل محل الكالسيوم في اجسامهم و يُخزن في التراكيب العظمية و نهايات الخلايا العصبية و يسبب اعاقة في نظم الانتقالات العصبية المختلفة فضلاً عن تأثيره السُّمي على صحة الجنين اذا وجد في دم الام المجهز للجنين و حليبها (32).

كما وجد ان للرصاص تأثيراً كبيراً على صفات الحليب اثناء تصنيعه حيث يوجد على صورة املاح مختلفة في صفاتها وهي املاح الكلوريدات و السترات و الفوسفات و يؤثر على العمليات التصنيعية لمنتجـاتـ الحـلـيـبـ المحليـةـ كـالـجـبـنـ حيث وـجـدـ فـيـ درـاسـةـ اـجـرـيـتـ عـلـىـ 10ـ نـمـاذـجـ مـخـلـفـةـ مـنـ الجـبـنـ المـصـنـعـ محـلـيـاـ جـمـعـتـ مـنـ اـسـوـاقـ مـدـيـنـةـ بـغـدـادـ بـأـنـهـاـ ذاتـ مـسـتـوـىـ رـدـيـءـ مـنـ نـاحـيـةـ النـوـعـيـةـ وـ غـيرـ مـطـابـقـةـ لـمـوـاـصـلـاتـ الـمـلـحـيـةـ وـ الـدـولـيـةـ إـذـ بـلـغـ تـرـكـيزـ الرـصـاصـ 0.05ـ جـزـءـ بـالـمـلـيـونـ (33).

3-5-2 الزئبق (Hg) Mercury

الزئبق هو معدن ثقيل سام ينتشر على نطاق واسع في البيئة وبصورة دائمة و يحتل المرتبة الثالثة في قائمة المعادن الاكثر سمية و هو معدن سائل اذ تبلغ كثافته 13.59 غم / سم³ و يوجد بشكل بلورات عند درجة حرارة (- 40 °م)، و عادة ما يوجد على شكل قطرات صغيرة معزولة مرتبطة بالسينابار (الكبريتيد) الذي يعتبر مصدر رئيسي للزئبق و يمكن ايضاً ان يوجد على شكل كتل كبيرة سائلة في تجاويف الصخور، و من المصادر الطبيعية الرئيسية للزئبق هي القشرة الارضية وانبعاثات البراكين والتاخر من الاجسام الطبيعية الموجودة في المياه ، و هناك ثلاثة اشكال كيميائية مهمة للزئبق توجد في البيئة هي : الزئبق العضوي والزئبق غير العضوي و مثيل الزئبق ، حيث أن مثيل الزئبق هو الاكثر سمية بين هذه الاشكال الثلاثة (34) ، اما الشكل الاكثر شيوعاً فهو الزئبق غير العضوي حيث يوجد في مياه الامطار التي يتم تصريفها في الانهار و لايمكن عده ضاراً عند وجوده بمستويات منخفضة لانه يفرز بسهولة من قبل الحيوانات وبالتالي فانه لا يتراكم في الجسم ومع ذلك فان التعرض لترانكيز عاليه منه لفترات طويلة ممكن ان ينتج عنه تلف في الكليتين (35) .

ان هذا المعدن معروف بسميته القاتلة حيث سُجلت بعض الحوادث الخطيرة التي حدثت في حياة البشرية نتيجة التسمم بالزئبق ومركياته كان اكثراها شهرة هو الوباء الذي حدث بالعراق في عام ١٩٧٠ حيث أصيب ما يقرب من ٦ آلف و وفاة ٥٥٩ شخص نتيجة لتناول خبز تمَّ رش دقيقه بمبيدات الفطريات الملوثة بالزئبق وكانت هناك حادثة اخرى وقعت في عام ١٩٥٠ في ساحل ميناماتا (minamata) باليابان حيث تسمم الآلاف بتناول الاسماك الملوثة بمثيل الزئبق (36) .

ان كلاً من الزئبق العضوي او غير العضوي يتحرر الى الهواء او الماء من عدة مصادر مثل محطات الطاقة التي تعمل بالفحم او المواقع الصناعية و من ثمَّ يصبح مشبع بالمثيل (methylated) في البيئة حيث يتراكم في الانسجة الحيوانية و بالتالي يزداد تركيزه في السلسلة الغذائية ، و يتعرض سكان الولايات المتحدة الأمريكية في المقام الاول الى مثيل الزئبق (methyl-mercury) من خلال تناول الاسماك وان هذا التعرض لمثيل الزئبق يشكل مصدر قلق كبير لان الاجنة تكون اكثراً حساسية لتأثيراته الضارة وفضلاً عن ذلك فان هناك العديد من الادوية او العقاقير التي تحتوي على الاشكال العضوية و غير العضوية للزئبق و نتيجة لذلك

فان الزئبق هو مصدر خطير خاصه في العقاقير المستعملة للعين و الأذن و الأنف و الحنجرة و الجلد وكريمات التبييض و المواد الحافظة في مستحضرات التجميل و معجون الاسنان ومحاليل العدسات ولقاحات و المحاليل المستعملة في اختبارات الحساسية و الادوية المناعية ووسائل منع الحمل والمطهرات ومبيدات الفطريات ومبيدات الاعشاب وفي حشوات الاسنان والمحارير الطبية المنتجات الاجنبية التي تحتوي على مركيبات الزئبق (37) ; (38) .

كل الاشكال الكيماوية للزئبق يمكن ان تُفرز مع الحليب و بسبب ذلك فانه من الضروري جداً السيطرة على وجود الزئبق في الحليب فقد أجريت العديد من الدراسات في مختلف أنحاء العالم وعلى انواع مختلفة من الحيوانات ، ففي ايران اجريت دراسة من قبل (39) على 1440 عينة حليب ابقار و اغنام خام جُمعت من 18 منطقة في شمال شرق ايران حيث فُحصت هذه العينات خلال اربعة فصول مختلفة و كان متوسط تركيز الزئبق متساوي في كلا من الابقار والاغنام حيث بلغ 3.1 نانوغرام / مل .

لقد اعزى بعض الباحثين تلوث الحليب بالمعادن الثقيلة الى تعرض ابقار الحليب الى التلوث البيئي الناتج عن التطور الصناعي والتقدم الحضاري و مكنته الانتاج الزراعي او الى تناول مواد علفية و مياه ملوثة (40) . وقد وضعت منظمة الصحة العالمية حدوداً للزئبق لكل شخص و هي 0.7 مايكروغرام / كغم/ اليوم ، و الحدود المسموح بها في الحليب 0.006 ملغم / لتر (41)

4-5-2 الكادميوم (Cadmium)

الكادميوم هو سابع مادة سامة طبقاً لقائمة المواد الأكثر خطورة و سمية و التي صدرت من وكالة تسجيل الامراض و المواد السامة (42) . و هو عنصر فلزي يميل الى ان يكون اكثر تركيزاً في البحار والمحيطات و رواسب البحيرات و ان اكثر من 90 % من الكادميوم في البيئة السطحية هو من مصادر بشرية المنشأ مثل الفسفات الصخري و الاسمندة و الرماد الناتج من احتراق الوقود و النفايات البلدية و مخلفات المجاري و ترسبات الغلاف الجوي ، و توجد اشكال مختلفة متعددة منه تكون متوفرة بصورة حيوية في الوسط المائي ، تشمل الحالات الصلبة غير العضوية ، $Cd(OH)_2$ ، $CdCo_3$ ، Cd والمركبات المرتبطة غير القابلة للذوبان ، و الكادميوم يتربّس او انه يساعد على الترسّب مع اوكسيدات المنغنيز المائية و ربما مع اوكسيد الحديد (43)

ان الكادميوم قد يدخل الجسم عن طريق الغذاء والماء والهواء او امتصاصه عن طريق الجلد ، و على ايّة حال فان الغذاء و التدخين هما المصدر الرئيسي للتعرض للكادميوم في التجمعات السكانية غير المكشوفة مهنياً (44) . و بما ان الحليب يشكل جزءاً رئيسياً للغذاء اليومي للانسان و خاصة الاطفال لذلك اصبح مصدر محتمل للتسمم بالكادميوم وعلى هذا الاساس فإن الحليب مؤشر حيوي جيد للكشف عن الكادميوم في الدراسات الحالية. كذلك تم العثور على الكادميوم في بعض المحاصيل مثل حبوب الذرة بتركيز (0.210-0.41) مايكروغرام / غرام و بما ان المعادن الثقيلة لا تؤثّر في النبات لذلك فانها تراكم في اجسام النباتات وتنتقل من الاعلاف الى الحيوان ومنتجاته (اللحوم والاعضاء والحليب و البيض الخ) ، و يدخل الكادميوم في الحليب من خلال غذاء الحيوان الملوث حيث ينتقل عن طريق الدم (45)

5-5 النikel (Ni)

يوجد النikel في البيئة بشكل طبيعي بتراكيز منخفضة جداً ، و تقع رواسب خامات النikel بشكل رئيسي في استراليا وكندا و كوبا و اندونيسيا و كاليدونيا الجديدة و روسيا. لونه ابيض فضي براق و صلب وقابل للطرق والسحب و هو معدن مغناطيسي حديدي و موصل جيد للحرارة و الكهربائية (29) . و يقدر الانتاج السنوي العالمي من النikel حوالي 900,000 طن/ السنة. و قد أُسْتُعمل في صناعة الفولاذ المقاوم للحرارة و الصدأ كما أُسْتُعمل في انتاج و تصنيع املاح النikel و تصنيع بطاريات النikel و الكادميوم و تصنيع القوالب المستخدمة في صناعة الزجاج المجوف و في المفاعلات الكيميائية كعنصرًا محفزاً و في تصنيع العملات المعدنية و المجوهرات و في الطب و زراعة الاسنان حيث يسبب ذلك آثار سمية حادة و اضطرابات مناعية ، كذلك فان العديد من انواع الاسمنت ايضاً تحتوي على النikel بحوالي تقرباً 1000 جزء بالمليون (29) .

يوجد النikel بصورة طبيعية في القشرة الارضية حيث يوجد في كل مكان و يوجد بكميات قليلة في الهواء و الماء و التربة و حتى في الطعام و في الغلاف الجوي و يبلغ متوسط تركيز النikel في القشرة الارضية حوالي 0.008 % (46) ينبعث النikel الى الغلاف الجوي من مصادر طبيعية مثل الغبار الذي تثيره الرياح و البراكين و الغطاء النباتي و حرائق الغابات و الغبار النيزكى ، اما المصادر البشرية فتشمل الفحم و النفط و احراق النفايات البلدية والصلب (الفولاذ) وغيرها مثل انتاج سبائك النikel و الطلاء الكهربائي (46) ; (47) ، و في المناطق الحضرية فان مستويات النikel التي تتبع الى الهواء تتراوح بين (1-10) نانوغرام/ م³ و في المناطق الصناعية و المدن الكبيرة تتراوح مستوياته بين (110-180) نانوغرام/ م³ (48) .

يكون النikel شديد السمية اذا كان متطاير (volatile) و له خاصية الذوبانية في الدهون مما تعطيه امكانية المرور خلال اغشية الخلايا ، وقد وجد بان كربونيل النikel يكون سام للغاية للانسان كما ان مركباته الذائبة تكون سامة بصورة اكبر من مركباته غير الذائبة (49) .

ان التسمم بالنikel في الحيوانات و النباتات يمكن ان يحدث بواسطة المياه الملوثة و ان المصدر الرئيسي لتلوث المياه بالنikel هو مياه الامطار الحامضية حيث ان هذا النوع من المياه لها القابلية لتحريك النikel من التربة و زيادة تركيزه في المياه الجوفية ، و ان شرب المياه الملوثة بالنikel ممكن ان يسبب تاثيرات عصبية واضطرابات في الجهاز الهضمي مثل غثيان و قيء و اسهال(50) ، كما أنه في حالة التعرض للnickel عن طريق الفم فانه يمكن ان يحدث اضراراً في الكليتين فضلاً عن أن هناك دراسات أجريت على الحيوانات أظهرت حدوث مشاكل تناسلية بسبب التسمم بالنikel ، و في حالة الاستنشاق الحاد من قبل الانسان وجد أنه يسبب الصداع و مشاكل تنفسية أو حتى الوفاة و هناك دراسة أظهرت بان معدل تناول النikel من قبل الشخص البالغ يتراوح من 165 مايكروغرام / اليوم و يمكن ان يصل الى 900 مايكروغرام في الوجبة الغذائية الغنية بدقيق الشوفان والكاكاو

والشوكولاتة والمكسرات و منتجات فول الصويا كما ان التدخين يزيد من النيكل بقدر اكثـر من 4 مايكروغرام لكل علبة من السجائر (29)

في الغالب يتم التخلص من النيكل عن طريق البول رغم ان بعضه يمكن ان يفرز في اللعاب والعرق والحلـيب و الدمـوع ، كما أن الـنيـكـلـ غير المـمـتصـ يـطـرـحـ معـ البرـازـ خـارـجـ الجـسـمـ . وـ الجـديـرـ بالـذـكـرـ انـ مـعـدـلـ نـصـفـ الحـيـاةـ للتـخلـصـ منـ الـنـيـكـلـ عنـ طـرـيقـ البـولـ

جدول (٣): الحدود القصوى المسموح بها للمعادن الثقيلة في الحليب

المصدر	الحد الأعلى المسموح به في الحليب	المعادن الثقيلة
(EFSA, 2009)	0.117 مايكروغرام / الشخص / اليوم	
(Egyptian standards No.1648 , 2001)	0.05 ملغم / لتر	الكاراميوم (Cd)
(WHO, 2000b ; Irq.std.B, 1988&1990)	0.005 ملغم / لتر	
(Anonymous , 1998)	0.1 ملغم / لتر	
(IDF Standard , 1979)	0.026 ملغم / لتر	
(EFSA ., 2009)	0.936 مايكروغرام / الشخص/ اليوم	
(Lokesawari & Chandrappa ., 2006 ; Hough et al., 2003)	0.02 ملغم / لتر	
(Egyptian standards No.1648 ., 2001)	0.3 ملغم / لتر	الرصاص (Pb)
(WHO, 2000b ; Irq.std.B, 1988&1990)	1 ملغم / لتر	
(Anonymous ., 1998)	0.02 ملغم / لتر	
(IDF Standard 1979)	0.049 ملغم / لتر	

(Florea et al ., 2006)	2.7 ميكروغرام / ١٠٠ مل	النيكل (Ni)
(EFSA , 2009)	0.585 ميكروغرام / الشخص / اليوم	الزرنيخ (As)
(FAO/WHO, 1984)	0.05 ملغم / لتر	
(EFSA , 2009)	0.117 ميكروغرام / الشخص / اليوم	
(Florea et al ., 2006) <i>Ministry of agriculture in Romania</i>	0.05 ملغم / لتر	الرئيق (Hg)
(Egyptian standards No.1648 , 2001)	0.02 جزء بالبليون	
(Zhang et al ., 1996)	0.006 ملغم / لتر	

Heavy metals and their impact in public health

على الرغم من ان عمليات التعدين تكون دائماً متعلقة بتنمية الثروة والازدهار الاقتصادي الا ان العديد من النشاطات المتعلقة بالتعدين لها تأثير سلبي على البيئة و الصحة العامة نتيجة لطرحها الكثير من الملوثات ، و تُعرف الملوثات بانها اي مادة موجودة في البيئة لها تأثيرات غير مرغوبة و معرقلة لازدهار البيئة و ان هذه المادة يجب ان تكون موجودة في البيئة تحت الحد المرغوب او المقبول ، و بالتالي فان البيئة تتأثر بوجود هذه الملوثات في مكوناتها (الهواء والماء والتربة) لأنها تكون سامة و تُسبب اضراراً للاحياء التي تعيش في تلك البيئة الملوثة (51).

ان العديد من الملوثات المعدنية المتحررة من عمليات التعدين تتواجد في البيئة على شكل ايونات قابلة للتبادل التي يمكن ان تتكاثف على سطح التربة والمواد العضوية او الاوكسيدات مع الاوادير حيث تنتقل بسهولة وتنفصل وفي النهاية تطرح الى النظام البيئي ، و بما ان هذه العناصر يمكنها ان تنتقل و تنقسم و تراكم في النباتات و الحيوانات لذلك يمكنها ان تمر في السلسلة الغذائية و تصل الى الانسان، وان زيتها عن الحد الطبيعي يجعلها سامة و ضارة و مؤثرة على الصحة العامة حيث تدخل جسم الحيوان عن طريق الجلد او الجهاز الهضمي او الجهاز التنفسى مسببة تأثيرات سمية وظيفية نتيجة لتدخلها مع العمليات الایضية الحيوية في خلايا الجسم وتبرز خطورتها من خلال عدم تحللها كيميائياً او حرارياً كما يؤدي ذلك الى تراكمها في البيئة و تلوث المواد الغذائية و الاصابة بالامراض كالسرطان (16).

لوحظ ان تناول الغذاء هو الطريقة الرئيسية لترانيم المعادن الثقيلة في العديد من الحيوانات البحرية و حيوانات اليابسة (52).

ان العديد من العناصر المعدنية و خاصة المعادن الثقيلة مثل الرصاص (Pb) و الزئبق (Hg) و اليورانيوم (U) و الكروم (Cr) والزرنيخ (As) تكون سامة من خلال تأثيرها على كل الكائنات الحية و ان هذا التأثير السمي يمكن ان يحدث في جميع مستويات السلسلة الغذائية (Sami & Druzynkli, 2003) ، وان تأثيراتها السمية يمكن ان تكون (حاده) في حالة تناول كميات كبيرة منها او العنصر يكون ساماً بحد ذاته او تكون (مزمنه) حيث تظهر سميتها بمرور الزمن حيث ان الحالة المزمنة يمكنها ان تظهر من عمليات التراكم عبر السلسلة الغذائية (54).

و تبرز خطورة المعادن السامة عند زيادة تراكيزها مما ينتج عنها ظهور تأثيراتها الضارة في الصحة العامة مثل انخفاض في نشاط الحيوان و مشاكل تناسلية و انخفاض المناعة و حدوث الامراض السرطانية والامراض المتعلقة بالتشوهات الجنينية ، كما وجد بان هناك ارتباط بين وجود المعادن الثقيلة و حدوث بعض الامراض في الانسان (55).

و قد وجد ان استهلاك الطعام الملوث بالرصاص و الزئبق و الزرنيخ و الكادميوم وغيرها من المعادن يمكن ان تؤدي الى استنفاد شديد لمخزون الجسم من الحديد و فيتامين (C) و غيرها من المواد الاساسية الاخرى مما

يؤدي الى انخفاض الميكانيكية الدفاعية للجهاز المناعي و انخفاض نمو بطانة الرحم و حالات العجز المتعلقة بسوء التغذية (56) ، حيث ان هذه المعادن تصبح سامة عندما لا تتأيّض في الجسم و تترافق في الانسجة الرخوة (57) كما ان التعرض المزمن لتناول المعادن السامة يكون له تأثيرات غير مرغوبة على الانسان و هذه التأثيرات الضارة تصبح محسوسة فقط بعد مرور عدة سنوات من التعرض لها (58) .

7-2 طرق إزالة و معالجة التسمم بالمعادن الثقيلة

Methods of removal and remediation of heavy metal toxicity

1.7.2 المعالجة بالنباتات (phytoremediation)

هي طريقة قليلة التكلفة فضلاً عن كونها صديقة للبيئة و طويلة الامد و سهلة التطبيق حول المدابغ و المناطق الملوثة حيث تُستعمل النباتات التي تكون لها القدرة على إزالة ونقل و تثبيت المعادن في الترب الملوثة (59) . يوجد حوالي 500 نوع من النباتات التقنيات الفيزيات لها القدرة العالية على خاصية تجميع المعادن ، من بين الانواع يوجد حوالي 0.2 % تتبع النباتات كاسية البذور (angiosperm) ، و ان عملية امتصاص المعادن من قبل النباتات تعتمد على التركيب الكيميائي للمعدن و ألفة المعدن لنوع النباتات (برية او مائية) لذلك فان اختيار نوع النبات يكون مهم لمعالجة المناطق الملوثة ، و النباتات التي لها خاصية معالجة المعادن الثقيلة تتبع عدة عوائل مختلفة مثل الاستراسيـا (Asteraceae) و الخردلـية (Brassicaceae) و القرنـفـية (Caryophyllaceae) و السـعـدـيـة (Cyperaceae) و البـقـولـيـة (Fabaceae) و الشـفـوـيـة (Lamiaceae) و النـجـيلـيـة (Poaceae) و البنـفسـجـيـة (Violaceae) والسوـبـيـة (Euphorbiaceae) (60) .

ان طريقة المعالجة بالنباتات هي طريقة تعتمد على استعمال انواع خاصة من النباتات لازالة التلوث بالمعادن من الترب او المياه الملوثة بواسطة تثبيط فعالية المعادن في منطقة الجذور (rhizosphere) او نقلها صديقة للبيئة هو نتيجة مساعدتها في تخليص الى الاجزاء الهوائية للنبات ، كما ان اعتبارها طريقة الترب الملوثة من المعادن الثقيلة (61) ; (62)

ان عائلة (Alyssum bertolonii of Brassiceae) لها خاصية التجميع لعنصرnickel (Ni) وقد اختيرت لأول مرة في عام 1948 (63) . اما عائلة (Sedum alfredii) (crassulaceae) فهي العائلة الوحيدة المعروفة بخاصية تجميع عنصر الكادميوم (Cd) (64) . ان هذه النباتات لها خواص مفيدة مثل قدرتها على تجميع المعادن في براعتها بالإضافة الى قدرتها العالية على تحمل المعادن الثقيلة (65) ، و من

ناحية اخرى فان العديد من هذه النباتات تميل الى النمو البطيء و انتاج كتلة حيوية قليلة باستثناء بعض الانواع التي لها خاصية تجميع عنصر النيكل ، اما عائلة (Brassicaceae) فانها تميز بان لها القدرة على تجميع تراكيز عالية من عنصر الزرنيخ (As) (66) .

توجد طرق عديدة لمعالجة المعادن الثقيلة باستعمال النباتات منها استعمال المحاصيل التي تنمو فوق التربة التي لها خاصية معالجة المعادن مثل الكرنب (Brassica napus) التي تعتبر من النباتات الرئيسية التي لها القدرة العالية لتجميع تراكيز من الكادميوم اما النباتات (Andrographis paniculata) فانها اختيرت لقدرتها العالية لتجميع الرصاص والكادميوم (67) .

و هناك طريقة اخرى للمعالجة بالنباتات تدعى الاستخلاص النباتي (Phytoextraction) التي تشمل استعمال نباتات لها القدرة على تجميع المعادن الثقيلة في الانسجة البرعمية لها لمعالجة الاراضي الملوثة حيث غالباً ما تُحصد هذه الكتلة الحيوية البرعمية للتخلص من المعادن الثقيلة اما بحرقها او عن طريق التخلص الصحيح منها بطريقة مناسبة في اماكن خاصة (69) ; (68) .

2-7-2 الطرق الفيزيائية والكيميائية (physicochemical methods)

هناك بعض الطرق الفيزيائية والكيميائية المساهمة في معالجة التربة للتحقق من توافر المعادن الثقيلة في النباتات تشمل :-

1-2-7-2 طريقة الحفر *Excavation method*

في هذه الطريقة يتم حفر التربة الملوثة و قلبها في مكان خاص هي الطريقة الاكثر شيوعاً لاستصلاح التربة الملوثة الا انها لاتعالج التربة بصورة حقيقة (68) .

2-7-2-2 تغطية التربة الملوثة *Capping of the polluted soil*

تتضمن هذه الطريقة تبديل التربة الملوثة باخرى غير ملوثة بعيدة عن الموقع الملوث لقليل اخذ المعادن الثقيلة من قبل النبات ، ان هذه الطريقة ليست حلاً نهائياً لأن المعادن تبقى تتسلل الى المياه الجوفية (59) .

- 3-2-7-2 ثبيت واستقرار المعادن الثقيلة الملوثة

Fixation and Stabilization of the polluting heavy metal

تتضمن هذه الطريقة التقليل من وجود المعادن الثقيلة عن طريق تحويل المعادن الثقيلة الملوثة الى اشكال اقل حركة و اقل توافراً للنباتات و المايكروفلورا عن طريق استعمال العديد من المواد الكيميائية المثبتة للمعادن مثل : الزيوليت (Zeolite) و رواسب الحصى (Gravel sludge) و المواد القلوية (Alkaline materials) و المواد العضوية الفوسفاتية (السماد و رواسب الصرف الصحي) و الكلس (الجير) المثبت للمخلفات البلدية (71) ، و من ثم فان هذه المعادن المستقرة تصبح اقل توافراً للنباتات و وبالتالي تقليل التلوث بالسلسلة الغذائية (73) ، ان هذه الطريقة لا تعتبر حلاً نهائياً كون هذه المواد الملوثة تبقى في التربة و بمرور الزمن تصبح متوافرة في النبات .

4-2-7-2 غسل التربة Soil Washing

تُستعمل في هذه الطريقة بعض المواد مثل : بعض الحوامض (HNO_3 و HCl) و المواد الاستخلابية (Chelating agents) المزيلة للمعادن الثقيلة مثل (EDTA ، nitrilo acetic acid ، DTPA) حيث تتضمن اما معالجة موضعية (Situ treatment) اي غسل التربة بمضخة (73) او معالجة خارج الموقع (ex-situ treatment) و التي تشمل غسل الجزء المحفور من التربة للمكان الملوث بهذه المواد ليليها اعادة بقایا التربة النظيفة الى الموقع و تكون هذه الطريقة مكلفة فضلاً عن تأثيراتها العكسية الكثيرة (73) و من اكثـر المواد كفاءة في هذه الطريقة هي مادة (EDTA) حيث تعمل هذه المواد على تحويل المعادن الثقيلة من اشكالها الصلبة و تكوين مركبات شديدة الذوبان في الماء ، وبالتالي يمكن ازالتها من التربة عن طريق النباتات من خلال تعزيز خاصية الاستخلاص النباتي (Phytoextraction) او عن طريق استخدام تقنيات غسل التربة حيث تزيد من عملية اخذ المعادن الثقيلة من قبل النباتات و خاصة الرصاص (74) .

2-7-3 استخدام الطرق البيولوجية لتعزيز ازالة المعادن الثقيلة من النباتات

(Biological approaches to enhance the remediation property of plant)

و تشمل تكييف بكتيريا الجذور (rhizobacteria) حيث ان هذه البكتيريا تدعم النمو في النباتات و تساعده على ازالة المعادن الثقيلة بصورة غير مباشرة (75) ، ان استخدام هذه البكتيريا التي ترتبط بالنباتات تكون لديها

الكافأة العالية للعلاج حيث تعمل على تقليل الاجهاد الناتج عن المعادن الثقيلة و زيادة نمو النبات (76) ، لذلك هذه الطريقة تلقت مؤخراً بعض الاهتمام لأنها احد اكثـر الخيارات المناسبة لمعالجة النباتات بسبب دورها في تقليل سمـية المعادن الثقيلة فضلاً عن منحـها النـمو للنبـاتـات في التـربـة المـلوـثـة بالـمعـادـنـ الثقـيـلةـ (77) .

و من الطرق الـباـيـولـوجـيـةـ الاـخـرـىـ المستـخدـمـةـ لـازـالـةـ المعـادـنـ منـ التـربـةـ هيـ استـخدـامـ دـيدـانـ الـارـضـ حيثـ تـسـتـخـدـمـ فيـ هـذـهـ طـرـيـقـةـ دـيدـانـ الـارـضـ لـاستـخلـاصـ المعـادـنـ الثـقـيـلـةـ السـامـةـ مـثـلـ الكـادـميـومـ وـ الرـصـاصـ منـ النـفـاـيـاتـ الصـلـبـةـ التيـ تـجـمـعـ منـ القـمـامـةـ المـحـلـيـةـ وـ النـفـاـيـاتـ الـتـيـ تـجـمـعـ منـ اـسـوـاقـ الزـهـورـ وـ الـخـضـرـاوـاتـ حيثـ أـجـرـيـتـ درـاسـةـ فيـ مـديـنـةـ (Endrillus puducherry)ـ فـيـ الـهـنـدـ لـوـصـفـ كـيـفـيـةـ عـمـلـ ثـلـاثـ انـوـاعـ مـنـ دـيدـانـ الـارـضـ شـمـلـتـ (Perionyx excavates و Eisenia fetida ، eugeniae)ـ الـتـيـ تـسـتـخـدـمـ فيـ المسـاعـدـةـ عـلـىـ عـلـمـيـةـ التـسـمـيدـ وـ استـخلـاصـ المعـادـنـ الثـقـيـلـةـ مـثـلـ الكـادـميـومـ وـ الرـصـاصـ قـبـلـ الـعـمـلـيـاتـ الـلاحـقـةـ انـ طـرـيـقـةـ الـمـعـالـجـةـ بـدـيدـانـ الـارـضـ تـسـتـخـدـمـ لـمـعـالـجـةـ النـفـاـيـاتـ وـ الـاسـمـدةـ الـمـسـتـخـدـمـةـ فيـ تـخـصـيبـ التـربـةـ وـ نـمـوـ النـبـاتـاتـ الـتـيـ (Vermicomposting)

تـسـتـخـدـمـ كـغـذـاءـ لـلـانـسانـ وـ التـخـلـصـ مـنـ خـطـرـ تـرـاـكـمـ المعـادـنـ الثـقـيـلـةـ فـيـ الـمـحـاـصـيلـ

حيـثـ يـكـونـ لـدـىـ الـجـهـازـ الـهـضـمـيـ لـلـدـوـدـةـ الـقـدـرـةـ عـلـىـ فـصـلـ الـمـعـادـنـ الثـقـيـلـةـ مـنـ الـمـجـامـعـ الـمـعـقـدـةـ بـيـنـ الـإـيـوـنـاتـ وـ الـمـوـادـ الـدـبـالـيـةـ (humic)ـ فـيـ النـفـاـيـاتـ الـمـتـعـنـفـةـ باـسـتـخـدـامـ اـنـزـيمـاتـ مـخـتـلـفـةـ فـيـ هـذـهـ عـلـمـيـةـ مـاـ يـؤـدـيـ إـلـىـ اـسـتـيـعـابـ اـيـوـنـاتـ الـمـعـادـنـ مـنـ قـبـلـ الـدـيدـانـ لـذـلـكـ فـانـهـ تـنـحـسـرـ فـيـ اـنـسـجـةـ الـدـوـدـةـ اـكـثـرـ مـاـ تـنـحرـرـ اوـ تـعـودـ إـلـىـ السـمـادـ كـمـخـفـاتـ الـدـوـدـةـ .ـ وـ اـنـ عـلـمـيـةـ فـصـلـ الـدـيدـانـ الـمـيـتـةـ مـنـ السـمـادـ لـتـخـلـصـ مـنـهـ تـمـ بـصـورـةـ مـبـاـشـرـةـ بـحـيثـ تـسـمـحـ تـسـمـحـ باـزـالـةـ الـمـعـادـنـ الـثـقـيـلـةـ مـنـ النـفـاـيـاتـ (78)ـ العـضـوـيـةـ

4-7-2 ادخال تعديلات على التربة لتقليل توافر المعادن الثقيلة

(Soil amendments to reduce the availability of heavy metal)

انـ مـحـتـوىـ التـرـبـةـ مـنـ الـمـوـادـ الـعـضـوـيـةـ لـهـ تـاثـيرـ عـلـىـ اـمـتـصـاصـ وـ اـنـتـقـالـ الـمـعـادـنـ الثـقـيـلـةـ مـنـ التـرـبـةـ إـلـىـ النـبـاتـ حيثـ انـ بـعـضـ الـمـعـادـنـ مـثـلـ الكـادـميـومـ وـ الرـصـاصـ تـمـتـصـ عـلـىـ شـكـلـ مـادـةـ عـضـوـيـةـ وـ تـكـوـنـ الـاـشـكـالـ الثـابـتـةـ لـهـاـ (79)ـ ماـ يـؤـدـيـ إـلـىـ تـرـاـكـمـهـاـ فـيـ الـاـجزـاءـ الـعـضـوـيـةـ لـلـتـرـبـةـ وـ الـنـبـاتــ .ـ انـ اـسـتـخـدـامـ هـذـهـ طـرـيـقـةـ يـمـكـنـ اـنـ يـقـلـ مـنـ (79)ـ ماـ يـؤـدـيـ إـلـىـ تـرـاـكـمـهـاـ فـيـ الـاـجزـاءـ الـعـضـوـيـةـ لـلـتـرـبـةـ وـ الـنـبـاتــ ،ـ اـنـ طـرـيـقـةـ (80)ـ خـطـرـ تـعـرـضـ الـانـسـانـ وـ الـكـائـنـاتـ الـحـيـةـ لـلـمـعـادـنـ الثـقـيـلـةــ ،ـ كـمـ اـسـتـخـدـمـتـ الـتـعـدـيلـاتـ الـمـعـدـنـيـةـ فـيـ الزـرـاعـةـ لـازـالـةـ (81)ـ تـقـلـلـ مـنـ اـخـذـ الـمـعـادـنـ الثـقـيـلـةـ مـنـ الـاـمـاـكـنـ الـمـلـوـثـةــ ،ـ (82)ـ الـمـعـادـنـ الثـقـيـلـةـ عـنـ طـرـيقـ عـزـلـ الـمـعـادـنـ بـحـالـةـ صـلـبـةـ وـ تـقـلـلـ توـافـرـهـاـ فـيـ التـرـبـةـ وـ الـمـاءـ اوـ الـهـوـاءــ

لأستنتاجات

ومن خلال النتائج المستحصلة في الدراسة الحالية يمكن استنتاج ما ياتي:-

١- العناصر المعدنية الملوثة للحليب و الناتجة عن التلوث البيئي ادى الى انتشارها بمرور الزمن وخاصة المعادن الثقيلة مثل الكادميوم Cd ، الزرنيخ As ، النيكل Ni ، الزئبق Hg والرصاص Pb مما ادى الى دخولها الى غذاء الحيوان ومن ثم تشق طريقها في السلسلة الغذائية وهذا يشكل خطراً على صحة الحيوان والانسان

٢- ان سبب وجود المعادن الثقيلة في منتجات الالبان المصنعة من حليب الابقار يمكن ان يعزى الى تلوث الحليب الخام للابقار وسببه تعرض الابقار الحلوة الى التلوث البيئي او استهلاك الاعلاف والمياه الملوثة فضلاً عن ذلك فان الحليب الخام قد يتعرض الى التلوث خلال عمليات التصنيع.

٣- توجد طرق لمعاجنة وازالة سمية المعادن الثقيلة مثل المعالجة بالنباتات وذلك باستعمال النباتات التي تكون لها القدرة على ازالة ونقل و تثبيت المعادن في التربة الملوثة ، كما ان هناك طرق فيزيائية وكيميائية لازالة المعادن الثقيلة مثل حفر التربة أو تغطية التربة الملوثة ، أو عن طريق تحويل المعادن الثقيلة الملوثة الى اشكال اقل حركة و اقل توافراً للنباتات و المايكروفلورا عن طريق استعمال العديد من المواد الكيميائية المثبتة للمعادن مثل : الزيوليت (Zeolite) و رواسب الحصى (Gravel sludge) و المواد القلوية (Alkaline materials) والمواد العضوية الفوسفاتية،

المصادر

- (1) **Abd-El Aal, S.F.A. (2012).** Assessment of toxic heavy metals in some dairy products and the effect of storage on its distribution. *Journal of American Science.*, 8(8).
- (2) **Qin L.Q.; Wang X.P.; Li W.; Tong X. and Tong W.J. (2009).** The minerals and heavy metals in cow's milk from China and Japan. *J. Health Sci.*, 55(2): 300-305.
- (3) **Licata, P.; Trombetta, D.; Cristani, M.; Giofre, F.; Martino, D.; Calo, M. and Naccari, F. (2004).** Levels of toxic and essential metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environ Interna.*, 30:1-6.
- (4) **Rai, M.M. (2005).** Dairy chemistry and animal nutrition. Kalyan Publisher xpress graphics delhi-28.
- (5) **Muhammed, K.; Altaf, I.; Hanif, A.; Anjum, A. and Tipu, M.Y. (2009).** Monitoring of hygienic status of raw milk marketed in Lahore city, Pakistan. *J. Anim. and Pla. Sci.*, 19: 74-77.
- (6) **EL-Batanouni, M.M. and Abo-EL-Ata, G. (1996).** Metals in food. conference on food-born contamination and Egyptian's health. *Fac. Of Agri. Mansoura.*, 11-25.
- (7) **Fontecha, J.; Mayo, I.; Toledano G. and Juarez, M. (2006).** Triacylglycerol composition of protected designation of origin cheeses during ripening. Authenticity of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 89: 882-887.

- (8) Silanikove, N.; Leither, G.; Merin, V. and Prosser, G.G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Res., the official Journal of the international goat association.*, 89(2): 110-124.
- (9) Fraga, M.J.; Fontech, J.; Lozada, L.; Martinez-Castro I. and Juarez, M. (2000). Composition of the sterol fraction of caprine milk fat by gas chromatography and mass spectrometry. *J. Dairy Res.*, 67: 437-441.
- (10) Reece, W.O. (2005). Functional anatomy and physiology of domestic animals. 3rd ed. Printed in united states of America. P. 452.
- (11) Patel, K.P.; Pandya, R.R.; Maliwal, G.L.; Patel, K.C.; Ramani V.P. and George, V. (2004). Heavy metal content of different effluents and their relative availability in soils irrigated with effluent waters around major industrial cities of Gujarat. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 52: 89 – 94.
- (12) Pais, I. and Jones, J. B. (2000). The Handbook of trace element. Boca Raton, Florida: St. Lucie Press.
- (13) Feiden, E. (1984). *Biochemistry of the essential ultratrace elements*. New York: Plenum.
- (14) McDowell, L. R. (2003). Minerals in animal and human nutrition. 2nd edition. Gainesville, Florida: Elsevier Science.
- (15) Dembitsky, V. (2003). Natural occurrence of arsene compounds in plants, lichens, fungi, algal species, and microorganisms. *Plant Sci.*, 165:1177–1192 [CrossRef](#).
- (16) Giri, S.; Singh, G.; Jha, V.; Tripathi, R.M. (2011). Risk assessment due to ingestion of natural radionuclides and heavy metals in the milk samples: a case study from a proposed uranium mining area, Jharkhand. *Environ Monit Assess.*, 175: 157-166.

- (17) **Zhen-Guo, S.; Xian-Dong, L.; Chun-Chun,W.; Huai-Man, Ch. and Hong, Ch.** (2002). Lead phytoextraction from contaminated soil with high biomass plant species. *J. Environ. Qual.*, 31:1893–1900. CrossRef.
- (18) **Florea, A.M. and Busselberg, D.** (2006). Occurrence, use and potential toxic effects of metals and metal compounds. *Biometals.*, 19(4): 419-427.
- (19) **Inam, R. and Somer, G.** (2000). A direct method for the determination of selenium and lead in cow's milk by differential pulse stripping voltammetry. *Food Chem.*, 69: 345-350.
- (20) **Aslam, B.; Javed, I.; Khan, F.H. and Rahman, Z.** (2011). Up take of heavy metal residues from sewerage sludge in the milk of goat and cattle during summer season. *Pakistan. Vet. J.*, 31: 75-79.
- (21) **Javed, I.; Jan, I.U.; Muhammad, F.; Rahman, Z.U.; Khan, M.Z.; Aslam, B. and Sultan, J.I.** (2009). Heavy metal residues in the milk of cattle and goats during winter season. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 82: 616-620.
- (22) **Matschullat, J.** (2000). Arsenic in the geosphere-A review. *Sci. Total Environ.*, 249: 297-312.
- (23) **Ghosh, K.; Das, I.; Saha, S.; Banik, G.C.; Ghosh, S.; Maji N.C. and Sanyal, S.K.** (2004). Arsenic chemistry in groundwater in the bengal delta plain: Implications in agricultural system. *J.Ind. Chem. Soc.*, 81: 1063-107.
- (24) **Ratnaik, R.N.** (2003). Acute and chronic arsenic toxicity. *Postgrad Med. J.*, 79(933): 391-6.[abstract]
- (25) **WHO (World Health Organization).** (2001). Arsenic and arsenic compounds. *Environmental Health Criteria.*, 224. 2nd edition, Geneva .
- (26) **Borys, M.; Pakulski, T.; Borys, B.; Pakulska, E. and Wegrzyn, E.** (2006). The content and retention of some major and trace minerals in sheep's milk cheese. *Arch. Tierz. Dummerstorf.*, Special Issue 49: 263-267.

- (27) Gabryszuk, M.; Sloniewski, K.; Metera, E. and Sakowski, T. (2010). Content of mineral elements in milk and hair of cows from organic farms . *Polish academy of sciences, J. Elementol.*, 15(2): 259-267.
- (28) Swarup , D., Patra , R . C.; Naresh , R.; Kumar P. and Shekhar , P. (2005). Blood lead levels in lactating cows reared around polluted localities ; transfer of lead in to milk . *Sci . Total Environ* ., 347: 106 – 110.
- (29) Aslam, B. (2010). Determination of heavy metal residues in milk and meat of cattle and goat. Ph.D.Thesis, Veterinary pharmacology, Fac. of veterinary Science, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- (30) Lustberg, M. and Silbergeld, E. (2002). Blood lead levels and mortality. *Arch Intern. Med.*, 162(21): 2443-9.
- (31) Ryan, P.B.; Huet N. and MacIntosh, D.L. (2000). Longitudinal investigation of exposure to arsenic, cadmium and lead in drinking water. *Environ. Health Persp.*, 108: 731-735.
- (32) Dorea, J.G. (2004). Vegetarian diets and exposure to organochlorine pollutants, lead and mercury. *Am. J Clin. Nutr.*, 80: 237.
- (33) Irq.std.B. (Iraq Standard Bulletine). (1988 ;1990). Iraqi Central Board for Standardization. Cited by: (2010) صالح ، احمد محمد .
- (34) IPCS (International Programme on Chemical Safety). (1991a). Inorganic mercury. *Environmental health criteria.*, 118, WHO. Geneva .
- (35) Ali, Y.D. (2010). Toxic elements in the food chain: Exposure pathways to infants in selected areas of limpopo province. MSc. Thesis, Fac. of Environmental Science., University of South Africa.
- (36) Ministry of the Environment of Japan, (2002). *Minimata Disease: The History and Measures*. Environmental Health Department, Ministry of the Environment , Government of Japan, Tokyo, Japan .

- (37) Geier, D.A.; Kern, J.K. and Geier, M.R. (2010). The biological basis of autism spectrum disorders: Understanding causation and treatment by clinical geneticists. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*, 70:209-226.
- (38) Geier, D.A.; King, P.G. and Sykes, L.K. et al., (2008). A comprehensive review of mercury provoked autism. *Indian J. Med. Res.*, 128:383-411.
- (39) Najarnezhad, V. and Akbarabadi, M. (2013). Heavy metal in raw cow and ewe milk from north- east Iran. Doi: 10.1080/14393210.2013.777799.
- (40) Okada, I.A.; Sakuma, A.M.; Maio, F.D.; Dovidauskas, S. and Zenebon, O. (1997). Evaluation of lead and cadmium levels in milk due to environmental contamination in Parabia valley region of South- Eastern Barazil. *Revista-de-Saude-Publica*, 31 (2): 140-143.
- (41) Zhang, D.; Zhang, C. and Zhou, X. et al., (1996). Mercury contents in the foods in market and personal uptake quantity survey. *J. convalescence and Rehabilitation.*, 11(2): 52-53.
- (42) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2012). Toxicological profile for Cadmium. US Department of Health and Human Service, Atlanta, Georgia 30333.
- (43) Pan, J.; Plant, J.A.; Voulvoulis, N.; Oates, C.J. and Ihlenfeld, C. (2010). Cadmium levels in europe: implications for human health. *Environ Geochem Health.*, 32: 1-12, Doi 10.1007/s10653-009-9273-2.
- (44) Li, G.Y.; Kim, M.; Kim, J.H.; Jee, M.O.; Chung, J.H. and Lee, B.H. (2008). Gene expression profiling in human lung fibroblast following cadmium exposure. *Food Chem. Toxicol.*, 46 (3): 1131-1137.
- (45) Kan, C. A. and Meijer, G. A. L. (2007). The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 133 (1/2): 84-108.

- (46) ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2005). Toxicological Profile for Nickel. US Department of Health and Human Services. Atlanta, Georgia 30333: 95-107.
- (47) IPCS (International Programme on Chemical Safety). (1991b). Nickel . Environmental Health Criteria 108, WHO. Geneva .
- (48) WHO (World Health Organization). (2000a). Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. 2nd edition. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen.
- (49) Goyer, R. (1991). Toxic effects of metals, *In: Casarett and Doull's Toxicology*, 4th Ed. *Pergamon Press, New York.*, 623-680.
- (50) EPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2000). Nickel compounds. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC. USA.
- (51) Duruibe, J.O.; Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N. (2007). Heavy metal pollution and human biotoxic effects . *International Journal of physical Sciences* ., 2(5): 112 -118.
- (52) Komarnicki, G.J.K. (2000). Tissue, sex and age specific accumulation of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd) by populations of the mole (*Talpa europaea* L.) in a central urban area. *Chemosphere.*, 41(10): 1593-1602.
- (53) Sami, K. and Druzykli, A.L. (2003). Predicaated spatial distribution of naturally occurring arsenic, selenium and uranium in ground water in south Africa Recounaisance survey (Report No 1236/1/03).Pretoria:Water Research Commission.
- (54) Turkdogan, M.K.; Kulicel, F.; Kara, K.; Tuncer, I. and Uyang, I. (2003). Heavy metals in soils , vegetables and fruits in the endermic upper gastro intestinal cancer region of turkey . Environ . *Toxicol . pharm* ., 13(3): 175 – 179.

- (55) **Magbagbeola, N.O. and Oyeleke, O. (2003).** Heavy metal poisoning and fish depopulation in Nigeria : a case study of the lagos lagoon. *J. African fish and fisheries.*, 8: 192 – 193.
- (56) **Lyengar, V. and Nair, P. (2000)** . Global outlook on nutrition and th environment meeting the challenges of the next millennium . *Sci . total Environ.*, 249: 331 – 346
- (58) **Sobha, K.; Poornima, A.; Harini, P. and Veeraiah, K. (2007).** A study on biochemical changes in the fresh water fish, catla catla (Hamilton) exposed to the heavy metal toxicant cadmium chloride. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology.*, 1 (4): 1-11.
- (59) **Khan, S.; Cao, Q.; Zheng, Y.M.; Huang, Y.Z. and Zhu, Y. G. (2008).** Health risks of heavy metals in contaminated soils and crops irrigated with waste water in Beijing, China. *Environmental Pollution.*, 152: 686-692.
- (60) **Singh, J.; Upadhayay, S.K.; Pathak, R.K. and Gupta, V. (2011)** . Accumulation of heavy metal in soil and paddy crop (*Oryza sativa*), irrigated with water of Ramgarh Lake, Gorakhpur, UP, India. *Toxicol Environ Chem.*, doi:10.1080/02772248.2010.546550.
- (61) **Sarma, H. (2011).** Metal hyper accumulation in plants: A review focusing on phytoremediation technology. *J. Environ. Sci. Technol.*, 4:118-138.
- (62) **Jing, Y.; He, Z. and Yang, X. (2007).** Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.*, 8: 192-207.
- (63) **Lone,M.I.; He, Z.; Stoffella, P.J. and Yang, X. (2008).** Phytoremediation of heavy metal polluted soils and water: progress and perspectives. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.*, 9: 210-220.
- (64) **Deng, D.M.; Shu, W.S.; Zhang, J.; Zou, H.L.; Ye, Z.H.; Wong, M.H. and Lin, Z. (2007).** Zinc and cadmium accumulation and tolerance in populations of *Sedum alfredii*. *Environ Pollut.*, 147: 381-386.

- (65) Tang, Y.T.; Qiu, R.L.; Zeng, X.W.; Ying, R.R.; Yu, F.M. and Zhou, X.Y. (2009). Lead, Zinc, cadmium hyper accumulation and growth stimulation in *Arabis paniculata*. *Franch Environ EXP Bot.*, 66: 126-134.
- (66) Karimi, N.; Ghaderian, S.M.; Raab, A.; Feldmann, J. and Meharg, A.A. (2009) . An arsenic-accumulating, hypertolerant brassica isatis, Cappadocica. *New Phytol.*, 184: 41-47.
- (67) Tang, Y.T.; Qiu, R.L.; Zeng, X.W.; Ying, R.R.; Yu, F.M. and Zhou, X.Y. (2009). Lead, Zinc, cadmium hyper accumulation and growth stimulation in *Arabis paniculata*. *Franch Environ EXP Bot.*, 66: 126-134.
- (68) Bennett, L.S.; Burkhead, J.L.; Hale, K.L.; Terry, N.; Pilon, M. and Pilon-Smith, E.A.H. (2003). Analysis of transgenic Indian mustard plants for phytoremediation of metal-contaminated mine tailings. *J. Environ. Qual.*, 32 (2):432-440.
- (69) Islam, E.U.; Yang, X.; He, Z. and Mahmood, Q. (2007). Assessing potential dietary toxicity of heavy metals in selected vegetables and food crops. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.*, 8: 1-13.
- (70) Lombi, E.; Zhao, F.J.; Dunham, S.J. and McGrath, S.P. (2001). Phytoremediation of heavy metal-contaminated soils: natural hyperaccumulator versus chemically enhanced phytoextraction. *J. Environ Qual.*, 30(6): 1919-1926.
- (71) Conder, J.M.; Lanno, R.P. and Basta, N.T. (2001). Assessment of metal availability in smelter soil using earthworms and chemical extractions. *J. Environ. Qual.*, 30:1231–1237 CrossRef.
- (72) Guo, G.; Zhou, Q.; Ma, L.Q. (2006). Availability and assessment of fixing additives for the in situ remediation of heavy metal contaminated soils: a review. *Environ Monit Assess* 116:513–528 CrossRef.
- (73) Neilson, J.W.; Artiola, J.F. and Maier, R.M. (2003). Characterization of lead removal from contaminated soils by non toxic washing agents. *J. Environ. Qual.*, 32:899–908 CrossRef

- (74) **Luo, C.L.; Shen, Z.G. and Li, X.D. (2005).** Enhanced phytoextraction of Cu, Pb, Zn and Cd with EDTA and EDDS. *Chemosphere.*, 59:1–11 CrossRef.
- .
- (75) **Zhuang, X.; Chen, J.; Shim, H. and Bai, Z. (2007).** New advances in plant growth-promoting rhizobacteria for bioremediation. *Environ. Int.*, 33:406–413.CrossRef.
- (76) **Abou-Shanab, R.A.; Angle, J.S.; Delorme, T.A.; Chaney, R.L.; Van Berkum, P.; Moawad, H.; Ghanem, K. and Ghazlan, H.A. (2003).** Rhizobacterial effects on nickel extraction from soil and uptake by *Alyssum murale*. *NPhytol.*,158(1): 219–224. Cross Ref.
- (77) **Khan, M.S.; Zaidi, A.; Wani, P.A. and Oves, M. (2009).** Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils. *Environ. Chem. Lett.*, 7: 1-19.
- (78) **Pattnaik, S. and Vikram, M. (2011).** Heavy metals remediation from urban wastes using three species of earthworm (*Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida* and *Perionyx excavatus*). *Journal of environmental chemistry and ecotoxicology.*,3(14): 345-356 .
- (79) **Kabata-Pendias, A. (2001).** Trace elements in soils and plants, 3rd edn. *CRC Press LLC., Boca Raton.*
- (80) **O'Day, P.A. and Vlassopoulos, D. (2010).** Mineral-based amendments for remediation. *Elements.*, 6(6): 375–381 CrossRef.
- (81) **Nagh, W.S.W. and Hanafiah, M.A.K.M. (2008).** Removal of heavy metal ions from waste water by chemically modified plant wastes as adsorbents: a review. *Bioresour Technol.*, 99: 3935–3948.
- (82) **Paulose, B.; Datta, S.P.; Rattan, R.K. and Chhonkar, P.K. (2007).** Effect of amendments on the extractability, retention and plant uptake of metals on a sewage-irrigated soil. *Environ Pollut.*, 146:19–24 CrossRef.

*Republic of Iraq Ministry of
Education and scientific research
AL qadisia University
Tege of Veterinary Medicine*



THE CONCWNTRATION OF HEAVY METALS IN MILK AND TREATMENT METHODS

A Thesis

**/ Submitted to council of the college of veterinary medicine
University of Al-Qadisiya in partial fulfillment of the
requirement for degree of Bachelore OF science in
Veterinary medicine /Veterinary public health**

By

Ahmed Muhsen Hassan

B.V.M.S. /Al-Qadisiya

2016 – 2017

Supervised by

Ass. Teach. Esraa tamer muslim