

جامعة دمشق  
كلية الصيدلة  
قسم الكيمياء التحليلية والغذائية

بحث لنيل درجة الماجستير في المراقبة الغذائية  
بعنوان

مساهمة تحليلية في دراسة تلوث المياه ببعض المعادن الثقيلة ( الكروم  
والنيكل) في المياه في بعض مناطق دمشق و غوطتها

إعداد الصيدلاني  
مهند الأسمر

إشراف الأستاذ الدكتور  
محمد منير عطائي

دمشق ٢٠٠٨

القسم الأول

الدراسة النظرية

**Theoretical Study**

## ١. مقدمة :

مع دخول البشرية القرن الحادي والعشرين ، أخذت مسألة سلامة البيئة و حمايتها من التلوث تحتل المراتب الأولى في سلم الاهتمامات الإنسانية و العالمية ، وذلك بسبب تأثيرها العميق على حياة و مصير البشرية المشترك ، لذلك أصبحت الحاجة ملحة لإجراءات فورية و منسقة لحماية التدهور البيئي ، ويمكن أن يرتب التخلف عن ذلك تبعات خطيرة على نوعية الحياة .

فرض مفهوم التنمية المتكاملة نفسه في التغييرات الاقتصادية و الاجتماعية والطبيعية وأوجب دراسة النشاطات المرافقة للتنمية و مضاعفاتها من زاوية الآثار البيئية للنشاط الإنمائي.

## ٢. أهمية الدراسة :

يعد تلوث المياه أحد أهم العوامل المؤثرة في سلامة الإنسان و البيئة ، وبالتالي سنتطرق في هذا البحث لدراسة أحد أنواع هذا التلوث وهو التلوث بالمعادن بشكل عام ، وسنركز بشكل خاص على دراسة التلوث بمعدني الكروم و النيكل في المياه و آثارهما الضارة على الإنسان .

يعرف تلوث المياه بأنه عبارة عن إضافة مواد أو طاقة من قبل الإنسان إلى البيئة المائية كافية لإحداث ضرر في صحة الإنسان أو الكائنات الحية و الأنظمة البيئية . يؤكد هذا التعريف بأن الإنسان عنصر أساس في تلوث بيئته ، و يؤدي عدم الحد من التلوث إلى مشاكل خطيرة .

### ٣. مصادر تلوث المياه الجوفية:

تتكدف المياه بعد تبخرها من المحيطات والبحار حول نويات عالقة في الهواء مثل ذرات الغبار ، وتعود إلى الأرض بشكل مطر أو ثلج ، وتحل أثناء نزولها الكثير من الغازات مثل ثاني أكسيد الكربون والغازات المنبعثة من المصانع مثل أكاسيد الكبريت والنتروجين ، وكذلك أحادي أكسيد الكربون.

تكون حموضة مياه المطر العادية  $pH = 5,6$  وتحدث زيادة في حموضة المطر عند التعرض لمستويات عالية من الغازات المذكورة آنفاً ، ويطلق عليه عندئذ المطر الحامضي.

يتلوث المطر أيضاً قبل وصوله إلى الأرض بجزيئات محمولة بالهواء ، وبأبواغ الفطور والبكتيريا . يتسرب الماء عند وصوله للأرض إلى المياه الجوفية أو مصادر المياه السطحية .

يخضع المطر النافذ إلى المياه الجوفية لعملية ترشيح ، وبالتالي تُزال معظم الملوثات العالقة به عند وصوله إليها ، وتبقى هذه المياه حامضية قليلاً مما يؤدي إلى حل عدة معادن بالتربة ، أما المياه السطحية فتكون المعادن فيها أقل ولكنها تحوي ملوثات أكثر.

تعتمد نوعية المياه الجوفية على تركيبها، وعلى التفاعلات بين الماء والتربة ، وعلى غازات التربة التي تكون على تماس معها .

تتأثر نوعية المياه الجوفية بنشاطات الإنسان التي تسبب التلوث على سطح الأرض لأن معظم المياه الجوفية تنشأ من مياه المطر المرتشحة من خلال الأرض، كما يمكن للمطر نفسه أن يكون ملوثاً بسبب نشاطات الإنسان.

أهم مصادر تلوث المياه الجوفية هي الصرف الصحي، والآبار المهجورة، والمناجم، والقمامة، والمخلفات الزراعية ، والأسمدة ، والمخلفات الصناعية.

تنتشر الملوثات في حجوم كبيرة من المياه الجوفية ، وبالتالي يمكن ألا تظهر آثارها

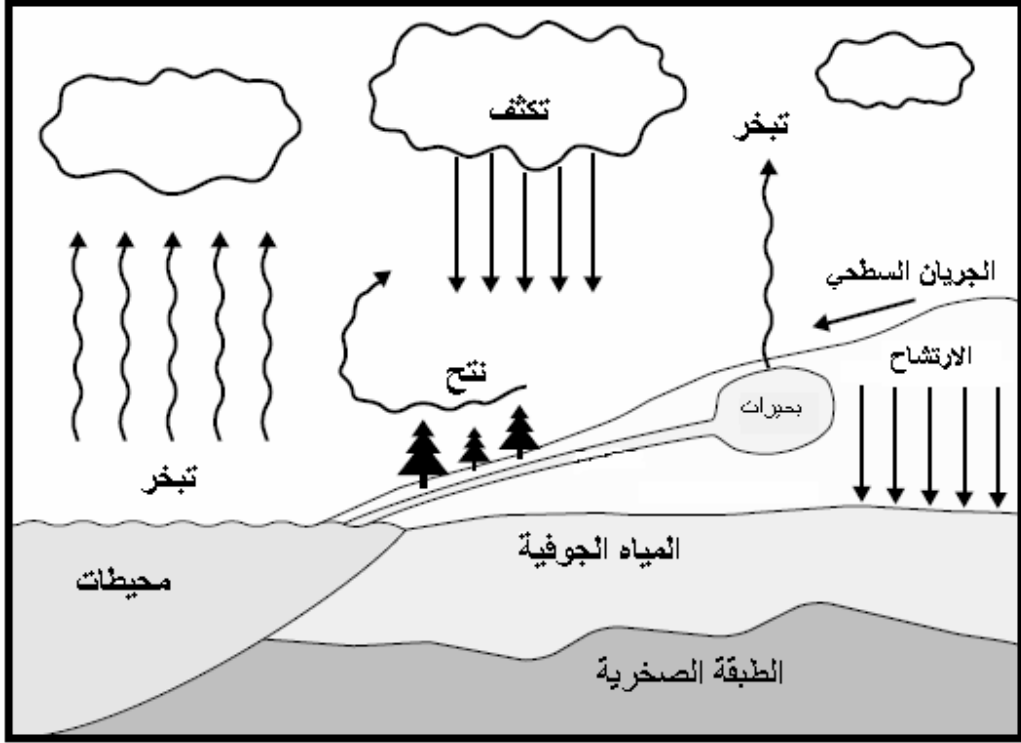
الضارة إلا بعد عدة عقود. (١)

#### ٤. العوامل الرئيسية لتلوث الموارد المائية :

- أ- الكثافة السكانية .
- ب- كثافة المؤسسات الصناعية و توزعها و قربها من مصادر المياه .
- ج- التطور التقني في الصناعة و الزراعة و الطب و علوم أخرى .
- د- إهمال الإنسان للحد من التلوث و عدم تفادي أسبابه و معالجة المواد الملوثة قبل صرفها إلى المياه .

#### ٥. الطرق المؤدية لإدخال الملوثات إلى البيئة المائية :

- ١- صرف فضلات المجاري المنزلية دون معالجة .
- ٢- طرح مخلفات المنتجات الصناعية مباشرة إلى المياه .
- ٣- تسرب المواد التي تستخدم في الزراعة و نشاطات الصحة العامة .
- ٤- انتقال المواد الملوثة من الجو إلى المياه . ( ٤١ )



الشكل (1) - دورة المياه في الطبيعة -

تعد المعادن الثقيلة من أهم الملوثات التي لا بد من تحريها ومعايرتها في المياه ، وستتركز دراستنا على معدني الكروم والنيكل لما لهما من آثار ضارة على صحة الإنسان.

## ٦. التأثيرات السامة للمعادن الثقيلة :

تختلف المعادن عن غيرها من المواد السامة حيث أنها لا تصنع أو تتفكك ضمن جسم الإنسان ، كما أن استخدامها من قبل الإنسان يؤثر في قدرتها على إحداث تأثيرات في صحته؛ و ذلك من خلال عاملين رئيسين :

*أولاً* - تواجدها وطرق انتقالها في البيئة الناتجان عن النشاطات البشرية .

*ثانياً* - من خلال تغيير الشكل الكيميائي للتواجد الأصلي للعنصر ( المعدن ) . ( ٢ )

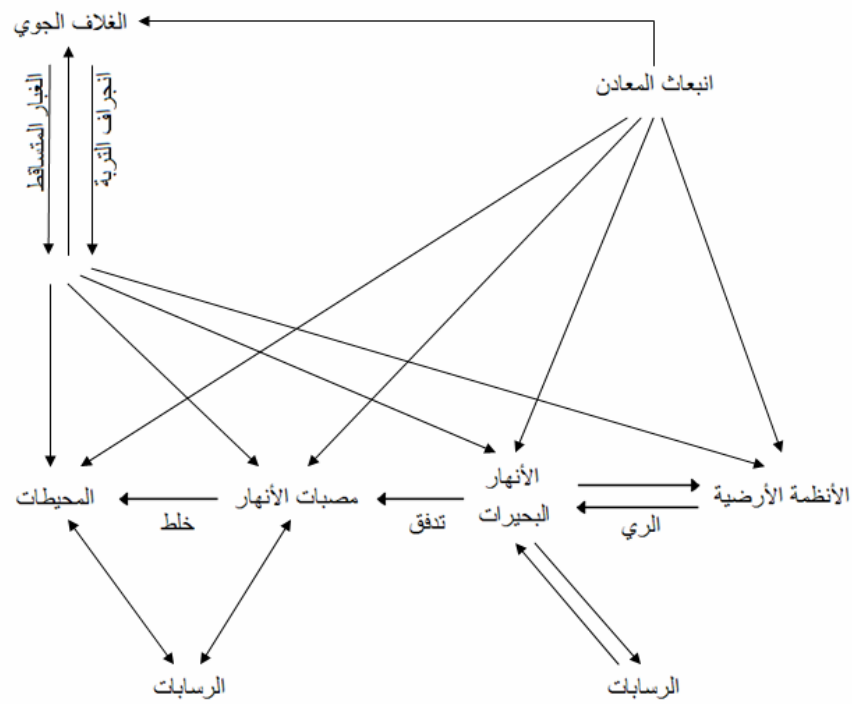
### ١,٦. توزع الكروم والنيكل في البيئة :

تتوزع المعادن بما فيها الكروم والنيكل في البيئة بشكل طبيعي من خلال دورات جيولوجية وبيولوجية .

يقوم ماء المطر بحت الصخور و الخامات ، و يقوم بنقل المواد إلى الجداول والأنهار التي تقوم بدورها بجرف المواد من التربة المجاورة لها، ونقل كل هذه المواد إلى المحيطات، حيث تترسب في قعرها أو تتصاعد بعض مركباتها مع الماء المتبخر إلى



الغيوم، لتتهطل مع المطر في أماكن جديدة (إعادة توزيع)؛ النشاطات الصناعية قد تنقص بشكل كبير مدة بقاء المعدن في شكله الخام، وقد تؤدي لتشكيل مركبات جديدة، ويمكن أن تزيد توزيع المعادن حول العالم بشكل كبير . ( ٣ )



الشكل (٢) - طرق انتقال المعادن الثقيلة في البيئة - (٢)

## ٢,٦. تأثير الإنسان في توزيع المعادن :

يظهر تأثير الإنسان في إعادة توزيع المعادن بشكل جلي في تضاعف محتوى الجليد من الرصاص في المنطقة الجليدية القريبة من القطب الشمالي والمعروفة باسم (الجزيرة الخضراء) فقد ارتفع مستوى الرصاص إلى ٢٠٠ ضعف المحتوى الطبيعي المقدر وجوده في عام ٨٠٠ قبل الميلاد، كما زادت مستويات الرصاص تدريجياً خلال التطور الصناعي، ويتوافق ذلك مع إضافة الرصاص إلى الوقود في العشرينيات من القرن الماضي، بالتالي يعكس التلوث البيئي بالمعادن كلاً من العوامل الطبيعية و الأنشطة الصناعية البشرية . ( ٣ )

## ٣,٦. العوامل المؤثرة في سمية المعادن :

من المهم معرفة العوامل التي تؤثر في مدى سمية التعرض لجرعة ما من معدن سام لتحديد خطر حدوث التسمم؛ وخاصة لدى الفئات المعرضة لهذه العوامل ( ٤ )، ومن هذه العوامل:

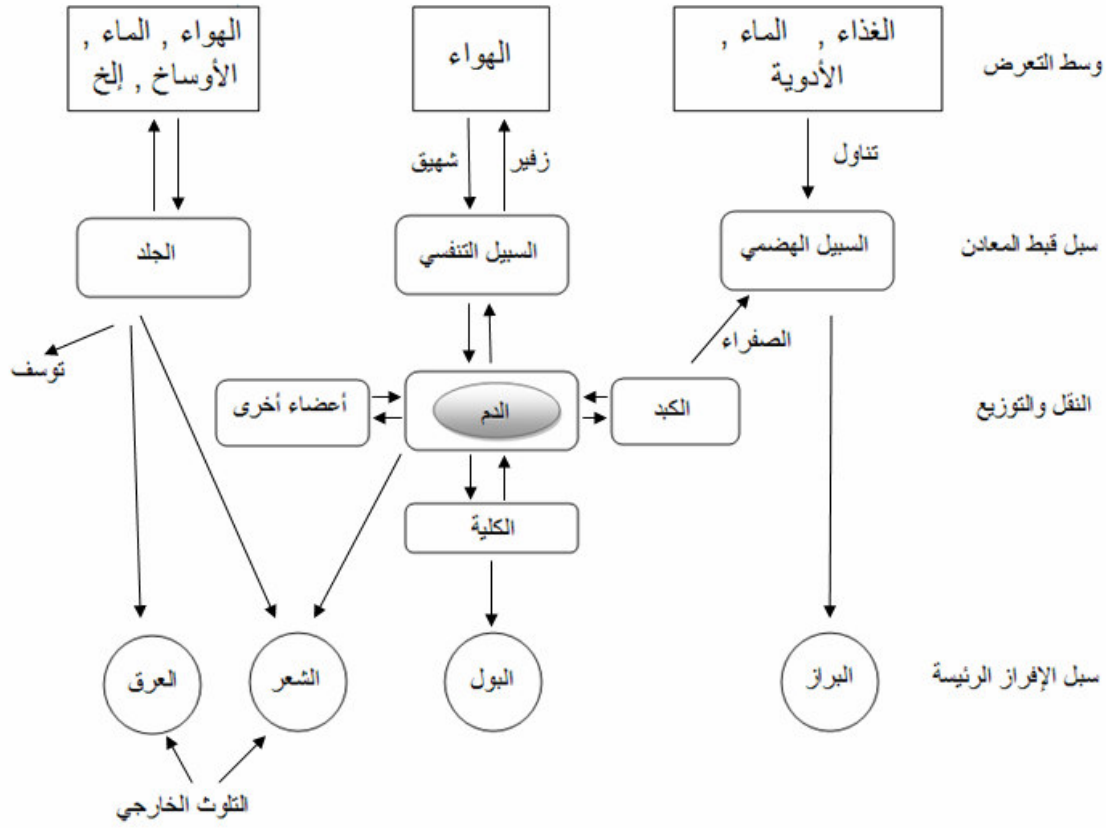
### ١,٣,٦. العمر ومرحلة التطور التي يمر بها الجسم :

يعتقد أن الأطفال و المسنين أكثر قابلية للإصابة بالتسمم من البالغين عند التعرض لمستوى معين من المعدن السام، ذلك أن معدل النمو السريع و المعدل العالي لانقسام الخلايا عند الأطفال يؤهبان لحدوث التأثيرات السامة جينياً، وتأثيرات ميتيل الزئبق

السامة على الأجنة موثقة، وكذلك تأثير الرصاص إذ لا يوجد عائق لمروحه عبر المشيمة؛ وبالتالي تصبح مستوياته في الدم الجنيني مماثلة لمستوياته لدى الأم . ( ٥،٦ )

٢،٣،٦ . الحالة المناعية للجسم المتعرض :

من المهم الانتباه إلى دور الحالة المناعية للإنسان في حالة الإصابة بمعادن تسبب تفاعلات فرط تحسس ؛ وتشمل المعادن التي تستفز الجهاز المناعي : الزئبق والذهب والبلاتين والبيريليوم والكروم والنيكل . ( ٧ )



الشكل (٣) - استقلاب المعادن بعد دخولها للجسم - (٨)

## ٧. الكروم :

### ١,٧. وجود الكروم واستخداماته :

الكروم عنصر متوافر في القشرة الأرضية حيث يشكل ٠,٠٢% منها ، ويتواجد في أشكاله المؤكسدة و التي يتراوح رقم أكسدها من  $Cr^{+2}$  إلى  $Cr^{+6}$ ، ولكن الأشكال الثلاثية و السداسية فقط هي التي تحمل أهمية حيوية ، وتعتبر الأشكال السداسية الأكثر استخداماً في الصناعة . ( ٩ )

كرومات الصوديوم وثاني كرومات الصوديوم هما المادتان الرئيستان لإنتاج كافة المواد الكيميائية الحاوية على الكروم، وتنتج ثاني كرومات الصوديوم صناعياً من تفاعل حمض الكبريت مع كرومات الصوديوم. ( ١٠ )

إن المصدر الرئيسي للكروم هو فلز الكروميت ، ويتم عادة تحويله لأحد أنواع الكروم المعدني العديدة أو خلائط الكروم الأخرى الحاوية على الكوبالت أو النيكل . يستخدم الكروم المعدني في إنتاج الفولاذ غير القابل للصدأ، ويستخدم ثاني كرومات الصوديوم في إنتاج أصبغة الكروم، وفي إنتاج أملاح الكروم المستخدمة لدبغ الجلود وصناعة المواد المثبتة للصبغات، وصناعة المواد الحافظة للخشب ، وكمانع للخدش و التخریش في أدوات المطبخ وأدوات الغلي وحفارات النفط . ( ١١ )

## ٢,٧. الوجود البيئي للكروم :

ينشأ وجود الكروم في الهواء أساساً من خلال مصادر التلوث الصناعي وخاصة تلك المتعلقة بإنتاج الكروم المعدني ، ومن تكرير الفلزات ، ومصانع المواد الكيميائية ، وحرق الفحم الحجري.

وتعد مصانع إنتاج الاسمنت من أهم مصادر تلوث المياه بالكروم. يتساقط الكروم و يترسب على اليابسة و الماء ، ويتم حمل الترسبات على اليابسة في نهاية المطاف إلى الماء؛ وبالتالي فمن المهم أن يتم الكشف عن وجود الكروم في المخلفات المائية الناتجة عن المصانع التي تستخدمه ، وكذلك الناتجة من مصانع التعدين و مصانع الأنسجة و الدباغة . ( ١٢ )

## ٣,٧. الخواص الفيزيائية لمعدن الكروم :

ينصهر الكروم بدرجة حرارة  $1920^{\circ}\text{م}$ ، ويغلي عند  $2300^{\circ}\text{م}$ ، ويبلغ ضغطه البخاري عند درجة غليانه  $63,5$  مم زئبقاً. ( ١٣ )

#### ٤,٧. الخواص الكيميائية لمعدن الكروم :

يعتبر الكروم من المعادن الخاملة غير الفعالة في الهواء، بسبب تشكل طبقة رقيقة من أكسيد الكروم تحمي المعدن من الأكسدة اللاحقة؛ وهذه الطبقة هي التي تعطيه اللمعان الجذاب بعد جليها وتنعيمها .

تؤثر الأحماض القوية مثل حمض كلور الماء (HCl) أو حمض الكبريت (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) على الكروم ببطء، إلا إذا كان على شكل مسحوق ناعم فإنه يتأثر بسرعة. (١٣)

#### ٥,٧. استخدام معدن الكروم و مركباته :

١,٥,٧. المعدن :

لم يستخدم معدن الكروم حتى الآن كمعدن أساسي في صناعة التعدين، بالرغم من خواصه الميكانيكية الممتازة، وعدم تأكسده بالهواء و توصيله الجيد، إلا أن العمل به لتشكيله صعب للغاية بسبب قساوته على الرغم من أنه أجود المعادن كمعدن مساعد للمعادن الأخرى في خلائطها، إذ يعطيها صفات ومميزات خاصة لا تتوافر عند استعمال غيره. (١٣)

## المراجع

1. Pure water hand book , OSMONICS , 2nd Edition: 1997, P: 12 , 13.
2. Beijer K, Jernelov A: Sources, transport and transformation of metals in the environment, in Friberg L, Bordberg GF, Vouk VB (eds): *Handbook on the toxicology of metals*, 2 ed . General Aspects. Amsterdam: Elsevier, 1986, vol 1, pp 68-74.
3. Ng A, Patterson C: Natural concentrations of lead in ancient Arctic and Antarctica ice. *Geochim Cosmochim Acta*. 50: 2109-2121, 1981
4. Goyer RA : Nutrition and metal toxicity . *Am J clin Nutr*, 61 (suppl): 646s-650s, 1990
5. Goyer RA : Metal Protein complexes in detoxification process, in Brown SS (ed) : *Clinical chemistry and clinical toxicology* . London : Academic press, 1984, vol 2, pp 199-209
6. NRC: *Measuring Lead Exposure in Infants , Children and other sensitive Populations*. Washington, D: National Academy Press , 1993
7. Goyer RA : Factors Influencing the Toxicity of Metals, *Toxic Effects of Metals*: 1998, 692-693.
8. Slinder C-G Friberg L Kjellstrum T ,et al : *Biological Monitoring of Metals*. Geneva: World Health Organization, 1994
9. Fishbein L : Sources and transport of metal compounds : an overview. *Environ Health Prospect* 50: 43-64, 1984
10. O'Flaherty EJ : Chromium toxicokinetics, in Goyer RA, Cherian MG, (eds): *toxicology of metals : biochemical aspects* . Heidelberg: Springer-verlag, 1990, pp 310-328
11. WHO : *IPCS Environmental Health Criteria* 61. Chromium. Geneva : World Health Organization, 1980
12. Goyer RA : Chromium in Environment, *Toxic Effects of Metals*: 1998, 702-703.



۱۳. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). [www.osha.org](http://www.osha.org)
۱۴. Newman RA , Brody RA : Gallium nitrate induced toxicity in the rat : Cancer  
 ۴۴:۱۷۲۸-۱۷۴۰, ۱۹۷۹
۱۵. Sunderman , F. W., Jr, Conway, K., Scand J work Environ Health ۱۵:۱۳-۱۸, ۱۹۸۹.
۱۶. IARC , Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Chromium,  
 Nickel and welding, vol. ۴۸ , International Agency for Research on Cancer , Lyon,  
 France, ۱۹۹۰
۱۷. Squibb, K. S. and Snow, E. T., in Handbook of Hazardous Materials , Corn, M., Ed.,  
 Academic Press, New York, ۱۲۷, ۱۹۹۳
۱۸. Langard, S. , Anderson A, and Gylseth, B., Br. J. Ind. Med ., ۳۷ , ۱۱۴-۱۲۰, ۱۹۸۰
۱۹. Langard, S. , Am. J. Ind. Med., ۱۷, ۱۸۹-۲۱۵, ۱۹۹۰
۲۰. Machle, W. Gregorious, F., Public Health Rep., ۶۳, ۱۱۱۴-۱۱۲۷, ۱۹۴۸
۲۱. Kiilunen, M., Ann. Occup. Hyg., ۳۸, ۱۷۱-۱۸۷, ۱۹۹۴
۲۲. Sorahan, T. and Burges, D. C. L., Br. J. Ind. Med., ۴۴, ۲۵۰-۲۵۸, ۱۹۸۷
۲۳. Davies, J. M., J. Oil. Colour Chem. Assoc., ۶۲, ۱۵۷-۱۶۳, ۱۹۷۹
۲۴. Davies, J. M., Br. J. Ind. Med., ۴۸, ۲۹۹-۳۱۳, ۱۹۹۱
۲۵. Hayes , R. B., Sheffet ,A., and Spirtas, R., Am. J. Ind. Med., ۱۶, ۱۲۷-۱۳۳, ۱۹۸۹
۲۶. Sheffet, A., Thind, I., Miller, A. M., and Louria, D. B., Arch. Environ. Health, ۳۷,  
 ۴۴-۵۲ , ۱۹۸۲
۲۷. Royle, H., Environ. Res., ۱۰, ۳۹-۵۳, ۱۴۱-۱۶۳, ۱۹۷۵
۲۸. Silverstein, M., Mirrer, F., Kotelchuck, D., Silverstein, B. and Bennet, M., Scand. J.  
 Work Environ. Health, ۷, ۱۵۶-۱۶۵, ۱۹۸۱
۲۹. Enterline , P. E., J. Occup Med., ۱۶, ۵۲۳-۵۲۶, ۱۹۷۴
۳۰. MacKenzie, RD; Byerrum, RU; Decker, CF, et al. Chronic Toxicity of Chromium-  
 Biochemical Aspects, Springer Verlag, New York, ۱۹۹۳.

٣١. Kanojia, RK; Junaid, M; Murthy, RC. (١٩٩٦) Chromium induced teratogenicity in female rat. Toxicol Lett ٨٩:٢٠٧-٢١٣., US EPA.
٣٢. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATDSR). www.atdsr.cdc.gov
٣٣. Doll R, Mathews JD, Morgan LG: Cancers of the lung and nasal sinuses in nickel workers: reassessment of the period of risk. Br J Ind Med ٣٤:١٠٢-١٠٦, ١٩٧٧.
٣٤. Pederson E, Anderson A, Hogetveit A: A second study of the incidence and mortality of cancer of respiratory organs among workers at a nickel refinery. Ann Clin Lab Sci ٨:٥٠٣-٥١٠, ١٩٧٨.
٣٥. Dunick JK, Elwell MR, et al: Lung toxicity after ١٣-week inhalation exposure to nickel oxide, nickel subsulfide or nickel sulfate hexahedrate in F<sup>344</sup>/N rats and B<sup>6</sup>CF<sup>3</sup> mice. Fund Appl Toxicol ١٢:٥٨٤-٥٩٤, ١٩٨٩.
٣٦. Sunderman FW Jr: Mechanisms of nickel carcinogenesis. Scand J work Environ Health ١٥:١-١٢, ١٩٨٩.
٣٧. McEwan JC: Five-year review of sputum cytology in workers at a nickel sinter plant. Ann Clin Lab Sci ٨:٥٠٣-٥٠٩, ١٩٧٨.
٣٨. Sunderman FW Jr: Nickel, in Bronner F, Coburn JW (eds): Disorders of Mineral Metabolism. New York: Academic Press, ١٩٨١, vol ١, pp٢٠١-٢٣٢.
٣٩. Margerum, DW. And Anliker, S. L., in The Bionorganic Chemistry of Nickel, Lancaster, J.R., Jr., Ed., VCH Publishers, New York, chap. ٢, ١٩٨٨.
٤٠. Kasprzak, K. S., Chem. Res. Toxicol., ٤, ٦٠٤-٦١٥, ١٩٩١.
٤١. إيمان الجابي . دراسات بيئية حول المعادن الثقيلة: مديرية مكافحة التلوث ١٩٩١.
٤٢. نهر بردى – موسوعة ويكيبيديا الحرة-٢٠٠٨.
٤٣. APHA ١٩٩٢ *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. ١٨th edition.
٤٤. American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, DC.: Reliable Coliform Sampling for Water Systems, ٢٠٠٥, www.awwa.org
٤٥. ISO ١٩٩٠ *Water Quality Sampling. Part ٦: Guidelines for Sampling of Rivers and Streams*.
٤٦. International Standard ISO ٥٦٦٧-٦, International Organization for Standardization, Geneva.