الزئبق – سُمّية عبر العصور – تحليل التأثيرات الصحية على أجهزة جسم الإنسان

م.م.شهد مظهر إسماعيل
جامعة ديالى– العراق

مقدمة:

وجد الزئبق في البيئة على شكل أشكال غير عضوية (بخار الزئبق المعدني، وأملاح الزئبق، وأملاح الزئبق) أو عضوية (مرتبطة بتركيب يحتوي على ذرات الكربون). التأثير السام للأعصاب للزئبق معروف منذ سنوات. وكذلك الشكل العضوي مثل(ميثيل الزئبق)

مشكلة البحث:

مشكلة سمية الزئبق أزلية في الماضي والحاضر. فقد أدى (ميثيل الزئبق) إلى وقوع كارثة ميناماتا في اليابان وكارثة "القمح العجيب" في العراق، فإن "القبعات المجنونة" و"رجفة دانبري" ارتبطتا بالشكل العنصري غير العضوي (بخار الزئبق). يستمر تعرض الإنسان للزئبق السام في العالم الحديث إلى حد كبير من خلال تعدين الذهب الحرفي، وحرق الكتلة الحيوية، وإنتاج الكلور القلوي، واستخدام الأدوية التقليدية

أسئلة البحث:

1. رغم كل السمية للزئبق هل من الممكن الاستغناء عن الزئبق
2. بكل الاستخدامات القديمة والحديثة للزئبق هل تم السيطرة على تأثيراته السُمّية
3. كيفية الوقاية من تأثيره

أهداف البحث:

معرفة ما إذا كانت الفترة الزمنية للتعرض للزئبق وكمية الزئبق لها أثر في زيادة سمية الزئبق ومعرفة الأعراض المرضية الناتجة عن التعرض المباشر للزئبق وكيفية الوقاية منه. ومعرفة المصادر المباشر الحديثة التي من الممكن أن تؤثر فعلا على أجهزة جسم الإنسان

أهمية البحث:

١. معرفة مدى تأثير سُمّية مادة الزئبق على جسم الإنسان والمجالات التي يستعمل بها
٢. معرفة ما إذا كانت مادة الزئبق آمنة في استخدامها كأدوية للإنسان.

٣.معرفة خواصه وأماكن تواجده

٤ .معرفة ما إذا كانت الفائدة من مادة الزئبق أكثر من مضاره

منهج البحث:

جمع تحليل واستنتاج من خلال جمع المعلومات الخاصة بمادة الزئبق وتحليلها وجمع الدراسات والبحوث التي أوضحت كمية المضار المرتبطة بالزئبق واستنتاج في ما لو بالإمكان الاستغناء عنه ولو في الصناعات القريبة من الصحة العامة للإنسان

الكلمات المفتاحية: الزئبق. السُمّيّة. أجهزة جسم الإنسان

Mercury Toxicity Through the Ages - Analysis of Health Effects on Human Body Systems

Shahad Mudheher Ismael

Abstract:
Mercury is present in the environment in inorganic (metallic mercury vapor, mercury salts, and mercury salts) or organic (bound to a structure containing carbon atoms). The neurotoxic effects of mercury have been known for years. While its organic form (methylmercury) caused the Minamata disaster in Japan and the "Wonder Wheat" disaster in Iraq, the "crazy hats" and the "Danbury earthquake" have been associated with its inorganic, elemental form (mercury vapor). Human exposure to toxic mercury continues in the modern world, primarily due to artisanal gold mining, biomass burning, chlor-alkali production, and the use of traditional medicines, to name a few. Extensive industrial use of mercury pollutes the air and landfills, negatively impacting aquatic ecosystems and the marine food chain. A detailed social and occupational history, coupled with a high clinical suspicion index, ensures that this toxic cause of symptoms such as tremors, muscle spasms, food poisoning, fetal malformations, and asphyxiation is not overlooked. In this study, we analyze the global health impact of mercury, past and present, from a symptomatic perspective. We highlight the relationship between mercury, neurodegeneration, and autoimmune diseases. We also highlight the role of preventive factors and strategies in combating the toxic effects of mercury on human systems in our contemporary world.

Keywords: Mercury. Toxicity. Human body systems.

الفصل الأول

1-1 نظرة عامه عن الزئبق:

هو عنصر كيميائي له الرمز **Hg** وله العدد الذري 80 يقع الزئبق في الجدول الدوري ضمن عناصر الدورة السادسة وفوق عناصر المجموعة الثانية عشر .في الظروف القياسيّة من الضغط والحرارة يكون الزئبق سائلًا، كثافتهُ (13.54 غ/ سم^3) ، بلون فضي مائل للزرقة يشبه الرصاص في مظهره. يتجمد عند (38.9 – درجه مئوية)، ودرجة غليانه (356.9 درجة مئوية(U.S. Environmental Protection Agency, 2007))

الجدول (1-1) يمثل بعض الخواص العامة للزئبق

الخواص العامة	
الاسم، العدد، الرمز	**زئبق، 80، Hg**
تصنيف العنصر	فلز انتقالي
المجموعة، الدورة، المستوى الفرعي	6،12 ، d
الكتلة الذرية	200.59 **غ·مول$^{-1}$**
توزيع إلكتروني	**[Xe] $_{54}$, $6s^2, 5d^{10}, f^{14}$**
توزيع الإلكترونات **لكل** غلاف تكافؤ	**2, 8, 18, 32, 18, 2**

يوجد الزئبق في الرواسب في جميع أنحاء العالم في الغالب على شكل خام الزنجفر.يتم الحصول على الصبغة الحمراء القرمزية عن طريق طحن الزنجفر الطبيعي أو كبريتيد الزئبق الاصطناعي. يستخدم الزئبق في مقياس الحرارة، والبارومترات، مقياس ضغط الدم، والصمامات، ومفاتيح التبديل الزئبقية، ومرحلات الزئبق، ومصابيح الفلورسنت وغيرها من الأجهزة، على الرغم من أن المخاوف بشأن سمية العنصر أدت إلى

التخلص التدريجي من موازين الحرارة الزئبقية ومقاييس ضغط الدم في البيئات السريرية لصالح بدائل مثل موازين الحرارة الزجاجية المملوءة بالكحول أو الغالينستان والأدوات الإلكترونية القائمة على الثرمستور أو الأشعة تحت الحمراء. حلت مقاييس الضغط الميكانيكية وأجهزة استشعار قياس الضغط الإلكترونية محل مقاييس ضغط الدم الزئبقية. يظل الزئبق ومركبات الزئبق قيد الاستخدام في تطبيقات البحث العلمي وفي الملغم لترميم الأسنان في بعض المناطق وفي بعض عمليات تصنيع الأغذية. في تصنيع الأغذية، يستخدم كلوريد الزئبق في عملية استخلاص النشأ أثناء تكرير الأرز والذرة والقمح لتثبيط إنزيمات النشأ المهينة (U.S. Environmental Protection Agency., 1996))

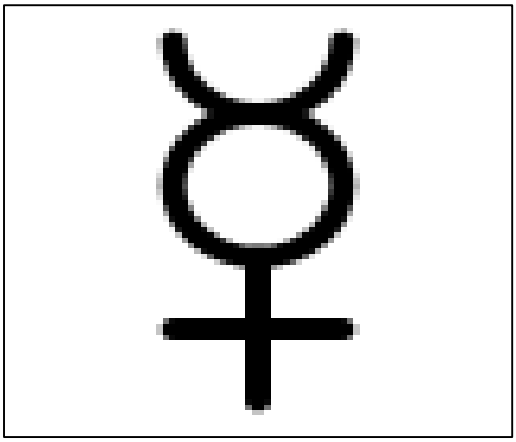
كما أنها تستخدم في الإضاءة الفلورية. تنتج الكهرباء التي تمر عبر بخار الزئبق في مصباح الفلورسنت ضوءًا فوق بنفسجي قصير الموجة، ما يؤدي بعد ذلك إلى تَفَلوُر الفوسفور في الأنبوب، مما يكون الضوء المرئي .يمكن أن ينتج التسمم بالزئبق عن التعرض لأشكال الزئبق القابلة للذوبان في الماء (مثل كلوريد الزئبق أو ميثيل الزئبق)، أو عن طريق استنشاق بخار الزئبق، أو عن طريق تناول أي شكل من أشكال الزئبق. يكثف التسمم بالزئبق بالتعرض للرصاص .يعتبر التعرض المتزامن للزئبق والرصاص أحد عوامل الخطر لمرض التوحد (Encyclopedia Britannica , 2016)

1-2 التاريخ وأصل التسمية :

1-2-1 أصل التسمية

يأتي الاسم الإنكليزي الحديث "mercury" من كوكب عطارد .في الخيمياء، ارتبط اسم المعادن السبعة المعروفة – الزئبق والذهب والفضة والنحاس والحديد والرصاص والقصدير – بالكواكب السبعة. كان اسم الزئبق مرتبطًا بأسرع كوكب، والذي سمي على

اسم الإله الروماني عُطَارِدٍ، الذي ارتبط بالسرعة والتنقل. أصبح الرمز الفلكي للكوكب أحد الرموز الكيميائية للمعدن، وأصبح quicksilver (الزئبق) اسمًا بديلًا للمعدن. اسم mercury(الزئبق) هو المعدن الوحيد الذي بقي من أجله اسم الكواكب الكيميائي، حيث تقرر أنه مفضل على (quicksilver) كاسم كيميائي .(Zhao, (2006).)



الشكل (1-1) استُخدم هذا الرمز منذ القدم في بعض الثقافات للإشارة إلى الزِّئبق، وهو مستخدمٌ أيضًا لِلإشارة إلى كوكب الزُّهرة.

- **العصور القديمة**

سُجِّلَ مركب الزئبق المعروف باسم الزنجفر مكونا للأصباغ الحمراء في لوحات الكهوف من العصر الحجري القديم قبل 30 ألف عام في إسبانيا وفرنسا .

- **العصور الوسطى**

عثر على الزئبق في المقابر المصرية التي يعود تاريخها إلى 1500 قبل الميلاد في الصين والتبت، كان يُعتقد أن استخدام الزئبق يطيل العمر، ويشفي الكسور، ويحافظ على صحة جيدة بشكل عام، على الرغم من أنه من المعروف الآن أن التعرض لبخار الزئبق يؤدي إلى آثار صحية ضارة خطيرة.

العصر الحديث

اعتقد الكيميائيون أن الزئبق هو المادة الأولى التي تشكلت منها جميع المعادن. كانوا يعتقدون أنه يمكن إنتاج معادن مختلفة من خلال تغيير نوعية وكمية الكبريت الموجود في الزئبق. كان أنقى هذه المعادن

هو الذهب، وقد استخدم الزئبق في محاولات تحويل المعادن القاعدية (أو غير النقية) إلى ذهب، وهو ما كان هدف العديد من الكيميائيين (ToxFAQs for Mercury, 1999) سيطرت المناجم في المعدن) إسبانيا (ومونتي أمياتا) إيطاليا (وإدريا (سلوفينيا حاليًا) على إنتاج الزئبق منذ افتتاح المنجم في المادين قبل 2500 عام، حتى عثر على رواسب جديدة في نهاية القرن التاسع عشر .

1-3 خواص الزئبق

1-3-1 الخواص الفيزيائية

الزئبق عنصر ثقيل، وفِلِزٌّ فِضِّيُّ اللَّوْنِ، وسائل في درجة حرارة الغرفة. ويعد ضعيف التوصيل الحراري مقارنة مع الفلزات الأخرى، لكنه موصل فائق للتيار الكهربائي.، يملك الزئبق درجة انصهار 38.83- °C ، ودرجة غليان 356.73 °C ، كلاهما هو الأقل من أي معدن مستقر، على الرغم من أن التجارب الأولية على الكوبرنيسيوم والفليروفيوم قد أشارت إلى أن لديهم نقاط غليان أقل. يرجع هذا التأثير

إلى انكماش اللانثانيدات والتقلص النسبي مما يقلل من نصف قطر الإلكترونات الخارجية، بالتالي إضعاف الترابط المعدني في الزئبق. عند التجميد، ينخفض حجم الزئبق بنسبة ٪ 3.59وتتغير كثافته من 13.69 جم / سم^3 3 عند السائل إلى 14.184 جم / سم ^{3} عندما يكون صلبًا. (ToxFAQs for Mercury, 1999)

الشكل (2-1) يمثل عملة باوند **قديمه وهي بكثافة (7.6 g/cm^3) تطفو على سطح الزئبق؛ وذلك بسبب** قوة الطفو والتوتر السطحي

2-3-1الخواص الكيميائية:

لا يتفاعل الزئبق مع معظم الأحماض، مثل حمض الكبريتيك المخفف، على الرغم من أن الأحماض المؤكسدة مثل حمض الكبريتيك المركز وحمض النيتريك تذوبها لإعطاء الكبريتات والنترات والكلوريد. مثل الفضة، يتفاعل الزئبق كبريتيد الهيدروجين. يتفاعل الزئبق مع

رقائق الكبريت الصلبة، والتي تُستخدم في مجموعات انسكاب الزئبق لامتصاص الزئبق (تستخدم مجموعات الانسكاب أيضًا الكربون المنشط ومسحوق الزنك

(ToxFAQs for Mercury, 1999)

ويمكن تحضير الزئبق من خلال

تسخين كبريتيد الزئبق في الهواء وثم تكثيف البخار الناتج.

الصيغة الكيميائية للتفاعل:

$$HgS + O_2 \rightarrow Hg + SO_2$$

4 – 1 وجود الزئبق في البيئة

الزئبق عنصر طبيعي يرمز لها كيميائيا Hg وهو اختصار من الكلمة اليونانية Hydrargyrum والتى تعني الفضة السائلة. والزئبق فى صورتها النقية هو معدن فضي ، أبيض سائل في درجات الحرارة والضغط العادية. وفي حالات اخرى يسمى الزئبق النقي بالفضة السريعة أوالزئبق المعدني أو الزئبق السائل. وغالبا ما يطلق على الزئبق اسم عنصر الزئبقأ و الزئبق المعدنى . ونظرا لارتفاع درجة التوتر السطحي للزئبق فإنه يشكل قطرات كروية مضغوطة صغيرة عند تحرره في البيئة. وبالرغم من أن قطرات الزئبق تكون عادة في حالة ثبات ، إلا أن الضغط البخاري المرتفع للزئبق (مقارنة مع المعادن الأخرى) يتسبب فى تبخره. وتزداد مخاطر استنشاق الزئبق في الأماكن المغلقة. (Doherty, 2003) وفي الهواء الطلق يتبخر الزئبق ويخل فى الهواء الجوى والزئبق عنصر لا يمكن تخليقه او تدميره. وينطلق الزئبق إلى البيئة من خلال الثورات البركانية ويوجد طبيعيا في قشرة الأرض غالبا في صورة أملاح الزئبق

مثل كبريتيد الزئبق ويوجد الزئبق بكميات صغيرة جدا في التربة غير الملوثة بتركيز فى المتوسط حوالي ١٠٠ جزء في البليون. ويمكن أن تحتوي الصخور على الزئبق بتركيزات تتراوح بين ١٠ و٢٠٠٠٠ جزء في البليون. (Cherian.M.G, Hursh, & clarkson.T.w, 1978) كما تتسبب الأنشطة البشرية المختلفة فى إزالة الزئبق من القشرة الأرضية مما يؤدي إلى إنطلاقها في البيئة. ويمكن إنتاح الزئبق للاستخدام البشري من خام يسمى سينابار والذي يحتوي على تركيزات عالية من كبريتيد الزئبق. وكذلك يمكن استخلاصها كمنتج ثانوي من التنقيب والتعدين وتنقية المعادن مثل النحاس والذهب والرصاص والزنك. (Ngim. et al, 1992)

ويمكن أيضا استخلاص الزئبق من عمليات إعادة التدوير وأحيانا يتم استخلاصها من الغاز الطبيعي أو من أنواع الوقود الحفرى الأخرى

وتشير التقديرات إلى أن حوالي ثلث الزئبق المنتشر والموجود في البيئة العالمية من مصادر طبيعية وما يقرب من ثلثي الكمية تنتج من الأنشطة الصناعية والبشرية الأخرى.

وبالإضافة إلى الثورات البركانية فإن المصادر الطبيعية الأخرى للزئبق تشمل عوامل التعرية للصخور والتربة وقد زادت كمية الزئبق الموجودة في الجو والتربة والبحيرات والجداول المائية والمحيطات بمعامل يتراوح بين اثنين وأربعة منذ بداية الثورة الصناعية ،

ونتيجة لذلك فإن مستويات الزئبق في البيئة تشهد ارتفاعا خطيرا وتطلق العديد من الأنشطة البشرية الزئبق إلى البيئة ، حيث يوجد الزئبق في الوقود الحفري وخامات المعادن والمعادن الأخرى. كما ينطلق بكميات كبيرة عند احتراق الفحم او خلال عمليات التنقيب والتنقية لخامات المعادن وصناعة الأسمنت. وحيثما ينتج ويستخدم الزئبق فإن كميات كبيرة

منه تتبخر فى الجو ، ويستخدم عمال مناجم الذهب الحرفية وصغيرة الحجم عن قصد كميات كبيرة من الزئبق ، كما تستخدم مركبات الزئبق في بعض الأحيان كعوامل حفارة أو مواد أولية في الصناعات الكيماوية وغيرها من العمليات الصناعية. وأخيرا فإن الزئبق ومركباته الموجودة في أنواع عديدة من المنتجات الاستهلاكية والصناعية(Liang, 1993) وعندما ينطلق الزئبق في الهواء يتحرك مع الرياح لمسافات طويلة او قصيرة إلى ان يسقط في نهاية المطاف على الارض. إن جزء من الزئبق الذى سقط فى المحيطات أو سقط على الأرض سيتبخر وينتقل بخاره مع الرياح ليسقط فى أماكن أخرى ، أما الجزء الذى لم ينتقل إلى الأنهار والبحيرات ثم إلى المحيطات. وفي البيئة المائية يتحد الزئبق مع الرواسب ثم يتبخر من الزئبق الموجود فى التربة فإنه يتحد مع المواد العضوية وبعضها يثبت فى التربة والباقى ينتقل مع تيارات المحيطات أو الأنهار ويصل بعضها ذائبا فى الماء وتقوم الكائنات الدقيقة فى البيئة المائية بتحويل الزئبق إلى مركب ميثيل الزئبق، وهو مركب عضوي فلزي أكثر سمية في الجرعات المنخفضة من الزئبق النقى ، ويصبح ميثيل الزئبق جزءا من السلسلة الغذائية المائية بل يتراكم ويتضخم إحيائيا ثم ينتقل بواسطة أنواع من الكائنات المهاجرة (Clarkson & Magos, 2006)

1- وجود الزئبق في الهواء الجوي

يكون معظم الزئبق الغازي عادة فى صورة عنصر الزئبق، ولكن نسبة مئوية ضئيلة منها تكون مؤكسدة إلى مركبات الزئبق مثل كلوريد الزئبق وأكسيد الزئبق. معظم الزئبق الموجود في الجو يكون في الحالة الغازية ولكن بعضها يكون مرتبطا بمواد دقيقة. وبخار الزئبق النقي (والذى يسمى عنصر الزئبق الغازي) شحيح الذوبان في الماء وثابت في الجو لفترة مقدرة ما بين ستة أشهر وسنتان. هذا الاستقرار يمكن الزئبق من الانتقال لمسافات طويلة مما يجعل

تركيزات بخاره ثابتة إلى حد ما الهواء الجوي. ولكن بلاحظ أن تركيزات بخار الزئبق الغازى فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية والمتقدم صناعيا أعلى من تركيزاتها فى نصف الكرة الجنوبى. ومركبات الزئبق الموجود في الهواء الجوى فى حالة غازية تكون فى صورة الزئبق الغازى التفاعلى(RGM) وهى أكثر نشاطا وقابلية للذوبان في الماء من الزئبق الغازي، كما أنها، أقل استقرارا منها فى الهواء الجوى، كما يسهل نزولها مع قطرات المطر، وهو ما يسمى الترسيب الرطب. يبقى الزئبق الغازي التفاعلي في الجو لفترة قصيرة وكذلك الجسيمات المرتبطة بالزئبق تظل لفترات قصيرة نسبيا ويمكن إزالتها بالترسيب الرطب أوالجاف، ونظرا لقلة ذوبان الزئبق الغازى فى الماء ، لذا فإن مياه الأمطار لا تستطيع إزالتها من الهواء بدرجة مناسبة. وهناك آليات مختلفة تمكننا من إزالتها وترسيبها لازالت تحت الدراسة. وهناك بعض الدراسات ترجع ترسيب الزئبق الغازى إلى التفاعلات الضوء كيميائية في الطبقات السطحية للغلاف الجوي. وتشير بعضها إلى أن الترسيب الجاف يمكن أن يحدث في الأغصان العليا من الغابات والذى يعتبر أحد وسائل الترسيب الهامة للزئبق الغازى من طبقات الجو. واشارت دراسة أخرى أنه في ظل ظروف معينة يمكن إزالة الزئبق الغازى من طبقات الجو على سواحل المحيطات. وتشير الدراسات أن هناك ظاهرة جديدة نسبيا أطلق عليها "استنفاذ الزئبق من الهواء الجوى "حيث اشارت الأبحاث أنها في المرتفعات القطبية الكندية خلال فصل الربيع وشروق(AMDE) الشمس تنخفض تركيزات الزئبق بشكل حاد وفي الوقت نفسه يتم استنفاذ الأوزون الموجود في الجو، وقد ثبت ذلك في منطقتى القطب الشمالي والقطب الجنوبى. ويرجع سبب ذلك إلى التفاعلات الكيميائية الضوئية في طبقات الجو المنخفضة بين مركبات الأوزون والهالوجينات وهى من أصول بحرية وخاصة أكاسيد البروم. في هذه العملية يتحطم الأوزون ويتأكسد الزئبق الموجود في الجو ويتحول إلى مركبات الزئبق الغازية التفاعلية.

وتقدر الكميات التى يتم ترسيبها من الزئبق الغازى التفاعلى بحوالى ما يقرب من ٣٠٠ طن متري سنويا في القطب الشمالي نتيجة لهذه الظاهره. والنتيجة الواضحة هى مضاعفة كمية ترسبات الزئبق في منطقة القطب الشمالي عن ما هو متوقع في غياب عملية الاستنفاذ في الربيع. والأكثر من ذلك أن هذه الترسبات تظهر في صورة مركبات زئبق مؤكسدة متاحة حيويا. وقد ساعد اكتشاف تلك الظاهرة في تفسير سبب زيادة تأثر شعوب المنطقة القطبية الشمالية نتيجة التعرض لميثيل الزئبق. ولا تزال البحوث الخاصة بتفسير الآليات التى يتم ترسيب الزئبق الغازى الموجود في طبقات الجو فى الأرض أو المياه مستمرة (Survey، 2007)

1-6التأثيرات السامة لكل من الزئبق وميثيل الزئبق

تم اكتشاف حقيقة أن الزئبق سام فى القرن الأول الميلادي عندما وصف العالم الروماني" بليني" التسمم بالزئبق كمرض العبيد الذين يقومون بالعمل فى المناجم الملوثة ببخار الزئبق مشيرا إلى أن ذلك يعتبرغير صحيا للمواطنين الرومان وفي الثقافة الشعبية ارتبط التسمم بالزئبق بشخصية (هاتر المجنون) الواردة فى رواية . مغامرات أليس في بلاد العجائب". وفي القرن التاسع عشر عانى الإنجليز العاملون فى صناعة القبعات من أعراض عصبية كثيرة مثل الهياج، والخجل ، والاكتئاب ، والارتجاف، والتعثر فى الكلام لتعرضهم لمركب زئبقى هو نترات الزئبق– وهو مركب كيميائي يستخدم على نطاق واسع في صناعة القبعات اللباد ، وهذه المادة الكيميائية هى سبب هذه الأعراض إن التعرض المهني للزئبق ليست مشكلة من الماضى ولكنها لازالت مشكلة الحاضر للعاملين فى العديد من الصناعات مثل تعدين الزئبق وإنتاج الكلور القلوي وتصنيع الترمومترات ومصابيح الفلورسنت والبطاريات، وغيرها من المنتجات التى تحتوى على الزئبق مثل الذهب والفضة والرصاص

والنحاس وتعدين وتنقية النيكل ومجال طب الأسنان(Survey, 2007) ومن أكثر المتعرضين هم العاملين في مناجم الذهب الحرفية وصغيرة الحجم حيث أنهم يستخدمون الزئبق لفصل الذهب من الشوائب تحت ظروف بدائية وسيئة ، ونتيجة لذلك فإن هؤلاء الصناع وأسرهم ومجتمعهم وبيئتهم الاجتماعية أكثر تعرضا للزئبق إن الجهاز العصبي حساس جدا لجميع أشكال الزئبق. وخاصة ميثيل الزئبق وبخار الزئبق حيث يصل الزئبق فى هما بسهولة إلى المخ. ويؤدى التعرض لمستويات عالية من الزئبق المعدني أو غير العضوي أو العضوي إلى تلف دائم للمخ والكليتان ، كما ثبت تأثيره على الأجنة النامية حتى بعد شهور من تعرض الأم للزئبق. ومن الآثار الضارة التي يمكن أن تنتقل من الأم إلى الجنين تلف المخ والتخلف العقلي والعمى والنوبات المرضية وعدم القدرة على الكلام. ويعانى الأطفال الذين تسمموا بالزئبق من مشاكل في نمو الجهاز العصبي والهضمي والفشل الكلوي.

ويظهر لدى البالغين الذين تعرضوا للزئبق أعراضا أخرى مثل الهياج ، والخجل ، والارتجاف، والقصور في الرؤية أو السمع ومشاكل في الذاكرة. وقد يؤدى التعرض قصير المدى لمستويات عالية من أبخرة الزئبق المعدني إلى تلف الرئة والغثيان والتقيؤ والاسهال وارتفاع ضغط الدم أو معدل ضربات القلب والطفح الجلدي وتهيج العين. وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (يونيب) معا وثيقة إرشادية تنص على ما يلي:

"تؤثر سمية الزئبق ومركباتها فى المقام الاول على الجهاز العصبي والكلى والأوعية الدموية فى القلب. ومن المعروف ان بعض الأجهزة فى طور النمو (مثل الجهاز العصبي للجنين) هي الأكثر حساسية لآثارالزئبق السامة. وتظهر مستويات الزئبق فى مخ الجنين بتركيزات أعلى بكثير من الموجودة في دم الأم، لذا نهتم فى الوقت الراهن بتطور الجهاز

العصبي المركزي للجنين والذى ثبت أنه الأكثر حساسية. وقد تتأثر بعض الأجهزة الاخرى مثل الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والجهاز الدورى والدم وجهاز المناعة والجهاز التناسلي .

1-6 عنصر الزئبق وأملاح الزئبق الغير عضوية:

يتسبب الزئبق النقي فى التسمم عند استنشاق أبخرته يمتص الجهاز التنفسى أو خلال الجيوب الانفية حوالي ٨٠ ٪ من المستنشق من أبخرة الزئبق ومن ثم تنتقل إلى الجهاز الدورى والدم إلى جميع أنحاء الجسم. وقد أظهر التعرض المزمن للزئبق عن طريق الاستنشاق حتى بتركيزات منخفضة تأثيرات مختلفة مثل الدوخة وضعف المهارات الادراكية واضطراب النوم. وتوجد أبخرة الزئبق في الأماكن الصناعية كما يمكن أن وجد أيضا فى المستشفيات وعيادات الأسنان والمدارس والمنازل حيث المنتجات المحتوية على الزئبق. وينطوى استنشاق هذه الأبخرة على مخاطر كبيرة ويختلف الزئبق في شكلة السائل عن معظم مركبات الزئبق العضوية وغير العضوية حيث أنه يصعب امتصاصه في الجسم إذا تم إبتلاعها و ملامستهم للجلد. (Clarkson T. W., 2006)

وتشير البيانات إلى أن المعدة والأمعاء تمتص أقل من ٠١ . ٠٪ من الزئبق إذا تم بلعها. ونادرا ما وجدت حالات تسمم لأشخاص ابتلعوا الزئبق المعدني. ومن جهة اخرى نرى ان أملاح الزئبق غير العضوية أكثر سمية وتسبب التآكل. كما يسبب التعرض الحاد لأملاح الزئبق غير العضوية تآكل في المعدة والامعاء كما يمكن أن يسبب تلف الكلى. ويمتص الجسم حوالى ١٠ ٪ من أملاح الزئبق فى حالة تناولها او تلامسها مع الجلد وهو ما يسبب اضرارا بالغة لأجهزة الجسم وخاصة الجهاز العصبي المركزي. ويزيد معدل امتصاص الجسم لأملاح الزئبق غير العضوية بكثير عن معدل امتصاص الزئبق المعدنى ولكنه أقل

من معدلات امتصاص مركبات الزئبق العضوية مثل ميثيل الزئبق والذى يتم امتصاصه تماما عن طريق المعدة والامعاء (Basketter، 2006)

1 - مثيل الزئبق

مثيل الزئبق (CH3Hg)هو شكل من أشكال الزئبق المسؤولة أساسا عن التلوث بالزئبق في المحار والأسماك والطيور والثدييات التي تأكل منها. عندما يبتلع شخص ميثيل الزئبق تقوم المعدة والأمعاء بامتصاصها أكثر من امتصاص مركبات الزئبق غير العضوية . (Thyssen, 2008) وهناك عدة طرق مختلفة يتحول بها الزئبق في البيئة إلى ميثيل الزئبق يقوم الباحثون بدراستها.

ومن أهم هذه الطرق هى:

الميثلة الحيوية: والتى تقوم بها البكتيريا التي تعيش في المياه عند انخفاض مستويات الأوكسجين الذائب فيها. ففى المياه العذبة والمالحة يحدث ذلك في الطمى الرسوبى (sediment) فى مصبات الأنهار وقاع البحيرات ويتكون ميثيل الزئبق أيضا في المحيطات عندما يسقط الزئبق من الهواء الجوي على سطح المحيط وينتقل إلى أعماق المحيط حيث البكتيريا الموجودة طبيعيا التى تحلل المواد العضوية تقوم بتحويلة إلى ميثيل الزئبق. ويتراكم ميثيل الزئبق فى البيئة ويتضخم احيائيا كلما تقوم الكائنات الحية الأكبر بتناول الكائنات الأصغر.

ويختلف ميثيل الزئبق عن الزئبق المعدني فى سرعة امتصاصة ، فعندما يأكل شخصا طعاما ملوثا بميثيل الزئبق تمتصة المعدة والأمعاء بسرعة وتنتقل إلى مجرى الدم ومنه إلى مخ الشخص البالغ والأطفال والأجنة. ويتراكم ميثيل الزئبق فى المخ ويتحول ببطء إلى الزئبق غير العضوي. (IARC, 2012)

ان من اهم واشهر الأمثلة التي تبين التلوث بالزئبق هو مرض ميناماتا ويعتبر مرض خطير وغالبا مميت يسببه التعرض لميثيل الزئبق بمستويات عالية. وهو أيضا مرتبط بالأماكن التى بها تلوث حاد بالزئبق الناتج عن بعض العمليات الصناعية أو النفايات الملوثة بالزئبق. ويسبب التلوث بالزئبق أضرارا بالغة لصحة الإنسان والبيئة حتى فى المناطق البعيدة عن تصنيع الزئبق او مصادره المحلية. وعموما فإن الاسماك والمحار بالبرك والانهار والبحيرات والمحيطات فى جميع مناطق العالم ملوثة بتركيزات مختلفة من ميثيل الزئبق ممكن أن تتسبب فى أضرار صحية واضحة وتشوهات للأشخاص الذين يتناولون هذه الأسماك الملوثة وخاصة الذين يعتمدون على الأسماك والمحار كمصدرا رئيسياً للبروتينات. (Podda, 2001)

الفصل الثاني

1-2 الجلد وتأثيرات المواد الكيميائية على خلايا

التركيب النسيجي للجلد

يعتبرالجلد هو العضو الذي يغطي الجسم البشري وأجسام كثير من الحيوانات الأخرى ووظيفة الجلد الرئيسية في الإنسان هي حماية الجسم ويعد أحد خطوط الدفاع الأولى ضد الجراثيم، والجلد يحمي الجسم من خلال خصائصه الفيزيائية فهو يكاد يكون مقاومًا للبلل تمامًا، ويمنع نفاذ السوائل التي تغمر أنسجة الجسم. الجلد هو أكبر أعضاء جسم الإنسان. والجلد يمنع البكتيريا والمواد الكيميائية من دخول معظم أجزاء الجسم، ويقي الأنسجة التي تقع تحته من أشعة الشمس الضارة. بالإضافة إلى ذلك، يساعد الجلد في المحافظة على درجة الحرارة الداخلية للجسم عند المستويات العادية، وذلك بأن تقوم الغدد الموجودة في الجلد بإفراز العرق عندما يتعرض الإنسان لحرارة شديدة، حيث يتبخر العرق، فيبرد الجسم؛ أمَّا عندما يشتد البرد فإن الجسم يحتفظ بالحرارة عن طريق تضييق الأوعية الدموية التي في الجلد، فيقل نتيجة لذلك، مرور الدم إلى سطح الجسم، وبذلك يفقد الجسم حرارة أقل

ويوجد في الجلد كثيرٌ من نهايات الأعصاب الحساسة للبرودة والحرارة، وكذلك النهايات العصبية الخاصة بالألم والضغط واللمس. والجلد أكبر أعضاء جسم الإنسان، فلو نشرنا جلد إنسان ذكر يبلغ وزنه 6-8 كجم لغطى مساحة قدرها نحو مترين مربعين. الجلد في التشريح، هو الغطاء الخارجي الواقي للجسم. يعد الجلد أكبر عضو في جسم الإنسان.

يتكون الجلد من 3 طبقات رئيسية وهي :

- البشرة :طبقة الجلد الخارجية. وتحتوي هذه الطبقة على خلايا الميلانين المسؤولة عن لون البشرة

- الأدمة :باطن الجلد تحت البشرة تحتوي على النهايات العصبية والغدد العرقية والدهنية والأوعية الدموية والليمفاوية.
- نسيج تحت جلدي :تحتوي على الخلايا الدهنية.

وتعتبر الخلايا الكيراتينية (Keratinocytes) هي الخلايا الرئيسية في البشرة، وهي مسؤولة عن إنتاج الكيراتين، وهو بروتين يعطي الجلد قوته ومرونته.

والخلايا الأخرى تشمل الخلايا الصبغية (Melanocytes) التي تنتج الميلانين، والخلايا المناعية مثل خلايا لانغرهانس.(Langerhans cells) (Gould, 1995)

أنواع المواد الكيميائية المسببة لتلف الجلد

يمكن تصنيف المواد الكيميائية التي تسبب تلف الجلد إلى عدة فئات بناءً على آلية عملها:

- **المواد الكاوية :(Corrosives)** مثل الأحماض القوية (حمض الكبريتيك، حمض الهيدروكلوريك) والقواعد القوية (هيدروكسيد الصوديوم). هذه المواد تسبب تلفًا سريعًا وتدميرًا لأنسجة الجلد عن طريق تحطيم البروتينات والدهون.
- **المواد المهيجة :(Irritants)** مثل المنظفات، المذيبات (مثل الأسيتون، الكحول)، وبعض المواد الكيميائية الصناعية. هذه المواد تسبب التهابًا وتهيجًا للجلد دون أن تؤدي إلى تلف دائم في معظم الحالات.
- **المواد المسببة للحساسية :(Allergens)** مثل النيكل، الكروم، وبعض المواد الكيميائية في مستحضرات التجميل. هذه المواد تسبب تفاعلات مناعية تؤدي إلى التهاب الجلد التماسي التحسسي.

- **المواد المسرطنة :(Carcinogens)** مثل البنزين، الزرنيخ، وبعض الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات. هذه المواد يمكن أن تسبب طفرات جينية في خلايا الجلد تؤدي إلى سرطان الجلد.
- **المواد المؤكسدة :(Oxidants)** مثل بيروكسيد الهيدروجين، الأوزون، وبعض الجذور الحرة. هذه المواد تسبب تلفًا عن طريق أكسدة البروتينات، الدهون، والحمض النووي في الخلايا (Clarkson T. W., The three modern faces of Mercury, 2002)

. الآليات الجزيئية والخلوية لتلف الجلد

تلف الجلد بالمواد الكيميائية يمكن أن يحدث عبر عدة آليات:

أ .تحطيم البروتينات والدهون

المواد الكاوية مثل الأحماض والقواعد القوية تسبب تحطيم البروتينات والدهون في الخلايا الجلدية. الأحماض تسبب تجفيفًا (Dehydration) وتحللًا للبروتينات(Protein Denaturation) ، بينما القواعد تسبب تحللًا للدهون (Saponification) مما يؤدي إلى تدمير الأغشية الخلوية. (Alavanja, 2004))

ب .التأثير على الأغشية الخلوية

المواد المذيبة مثل الكحول والأسيتون يمكن أن تذيب الدهون في الأغشية الخلوية، مما يؤدي إلى فقدان سلامة الخلية ووظيفتها. هذا يمكن أن يسبب جفاف الجلد، التشقق، والتهاب.

ج .الإجهاد التأكسدي

المواد المؤكسدة تسبب إنتاج الجذور الحرة (Free Radicals) التي تهاجم البروتينات، الدهون، والحمض النووي في الخلايا. هذا يؤدي إلى تلف الخلايا وموتها Apoptosis) أو .(Necrosis الإجهاد التأكسدي المزمن يمكن أن يساهم في شيخوخة الجلد وتطور السرطانات.

د .التفاعلات المناعية

المواد المسببة للحساسية تتفاعل مع بروتينات الجلد لتشكيل مستضدات (Antigens) التي يتم التعرف عليها من قبل الجهاز المناعي. هذا يؤدي إلى تفاعل التهابي يتميز باحمرار، تورم، وحكة.

هـ .الطفرات الجينية

المواد المسرطنة يمكن أن تتفاعل مع الحمض النووي (DNA) في خلايا الجلد، مما يسبب طفرات جينية. إذا حدثت هذه الطفرات في جينات مسؤولة عن تنظيم نمو الخلايا (مثل الجينات الكابتة للورم)، يمكن أن يؤدي ذلك إلى تكاثر غير طبيعي للخلايا وتطور السرطان(Ananthapadmanabhan, 2004) .

3-2 العوامل التي تؤثر على شدة تلف الجلد

شدة تلف الجلد بالمواد الكيميائية تعتمد على عدة عوامل:

a. **تركيز المادة الكيميائية** :التركيزات العالية تسبب تلفًا أسرع وأشد.

b. **مدة التعرض** :التعرض الطويل يزيد من احتمالية التلف.

c. **نوع الجلد** :الجلد الرقيق أو المتضرر مسبقًا أكثر عرضة للتلف.

d. **الظروف البيئية** :الرطوبة، الحرارة، والتهوية يمكن أن تؤثر على امتصاص الجلد للمواد الكيميائية.

e. **المناعة الفردية** :الأشخاص ذوو الجهاز المناعي الضعيف أو الحساسية المفرطة أكثر عرضة للتلف.

4 الآثار السريرية لتلف الجلد بالمواد الكيميائية

 ISBN:978-9922-9838-7-5

تلف الجلد بالمواد الكيميائية يمكن أن يظهر بعدة أشكال:

a. **التهاب الجلد التماسي :(Contact Dermatitis)** يتميز باحمرار، تورم، وحكة.

b. **الحروق الكيميائية :(Chemical Burns)** تسبب تلفًا عميقًا في أنسجة الجلد وقد تؤدي إلى تقرحات ونخر.

c. **التصبغات الجلدية (Hyperpigmentation) أو :(Hypopigmentation)** تغيرات في لون الجلد بسبب تلف الخلايا الصبغية.

d. **سرطان الجلد :(Skin Cancer)** نتيجة الطفرات الجينية التي تسببها المواد المسرطنة. (Boman, 1984)

الشكل (1-2) يمثل احتراق الجلد بسبب المواد الكيميائية

اما الوقاية والعلاج

ان الوقاية من تلف الجلد بالمواد الكيميائية تشمل:

- **استخدام معدات الحماية الشخصية :(PPE)** مثل القفازات، النظارات، والملابس الواقية.
- **التعامل الآمن مع المواد الكيميائية :**اتباع إرشادات السلامة وقراءة ملصقات المواد الكيميائية.
- **التهوية الجيدة :**لتقليل استنشاق الأبخرة الكيميائية.

العلاج يعتمد على شدة التلف ويشمل:

- **الغسل الفوري :**بالماء الجاري لإزالة المادة الكيميائية.
- **استخدام المرطبات :**لترطيب الجلد وتقليل الالتهاب.
- **الأدوية الموضعية :**مثل الكورتيكوستيرويدات لتقليل الالتهاب.
- **العلاج الجهازي :**في الحالات الشديدة، قد يتم استخدام مضادات الهيستامين أو المضادات الحيوية

2-5 الأمراض الجلدية الناتجة عن التعرض للزئبق:

أ .التهاب الجلد التماسي(Contact Dermatitis)

- **الآلية :**عند ملامسة الجلد لمركبات الزئبق، يمكن أن يحدث تفاعل التهابي بسبب تهيج مباشر أو تفاعل تحسسي.
- **الأعراض :**احمرار، تورم، حكة، وتقشر الجلد. في الحالات الشديدة، قد تظهر بثور أو تقرحات.

- **التشخيص** : حيث يتم تشخيص الحالة بناءً على تاريخ التعرض للزئبق وفحص الجلد. يمكن استخدام اختبارات الحساسية (Patch Test) لتأكيد التشخيص. (Frosch, 1998–2000)

ب .تغير لون الجلد (Hyperpigmentation) أو(Hypopigmentation)

- **الآلية** :الزئبق يؤثر على الخلايا الصبغية (Melanocytes) المسؤولة عن إنتاج الميلانين. يمكن أن يسبب زيادة أو نقصان في إنتاج الميلانين، مما يؤدي إلى تغيرات في لون الجلد.
- **الأعراض** :بقع داكنة (Hyperpigmentation) أو بقع فاتحة (Hypopigmentation) على الجلد.
- **التشخيص** :يتم تشخيص الحالة عن طريق الفحص السريري وربطها بتاريخ التعرض للزئبق.

ج .تقرحات الجلد(Skin Ulcers)

- **الآلية** :التعرض المطول لمركبات الزئبق غير العضوية يمكن أن يسبب تلفًا مباشرًا لخلايا الجلد، مما يؤدي إلى موت الخلايا (Necrosis) وتكوين تقرحات.
- **الأعراض** :تقرحات مؤلمة قد تكون مصحوبة بإفرازات أو نزيف.
- **التشخيص** :يتم تشخيص الحالة بناءً على الفحص السريري وتاريخ التعرض للزئبق.

د .الطفح الجلدي(Rash)

- **الآلية** :الزئبق يمكن أن يسبب تفاعلات مناعية تؤدي إلى ظهور طفح جلدي.
- **الأعراض** :بقع حمراء صغيرة أو كبيرة على الجلد، قد تكون مصحوبة بحكة.
- **التشخيص** :يتم تشخيص الحالة عن طريق الفحص السريري وربطها بتاريخ التعرض للزئبق.

هـ .تساقط الشعر(Alopecia)

- **الآلية :**الزئبق يؤثر على بصيلات الشعر، مما يؤدي إلى تساقط الشعر.
- **الأعراض :**تساقط الشعر في مناطق محددة أو بشكل عام.
- **التشخيص :**يتم تشخيص الحالة عن طريق الفحص السريري وربطها بتاريخ التعرض للزئبق.

و .التهاب الجلد التسممي(Acrodynia)

- **الآلية :**التهاب الجلد التسممي هو حالة نادرة تصيب الأطفال بسبب التعرض المزمن للزئبق. الزئبق يسبب اضطرابًا في الجهاز العصبي والجهاز المناعي، مما يؤدي إلى أعراض جلدية.
- **الأعراض :**احمرار وتورم في اليدين والقدمين، طفح جلدي، حكة شديدة، وتعرق مفرط.
- **التشخيص :**يتم تشخيص الحالة بناءً على الأعراض السريرية وقياس مستويات الزئبق في الدم أو البول.

6-2 وجود الزئبق في الأدوية

الزئبق كان يُستخدم تاريخيًا في العديد من الأدوية والعلاجات الطبية بسبب خصائصه المضادة للبكتيريا والفطريات، ولكن مع تقدم العلم وتزايد الأدلة على سميته، تم التخلص تدريجيًا من استخدامه في معظم الأدوية الحديثة. ومع ذلك، لا يزال الزئبق موجودًا في بعض الأدوية التقليدية أو الشعبية في بعض الثقافات، كما أن بعض الأدوية الحديثة قد تحتوي على مركبات زئبقية بتركيزات منخفضة. في هذا الشرح التفصيلي، سنتناول استخدام الزئبق في الأدوية، أنواع الأدوية التي تحتوي عليه، مخاطره الصحية، والبدائل الحديثة. (Jolanki, 2000)

1 . استخدام الزئبق في الأدوية تاريخيًا

أ .الزئبق في الطب القديم

- الزئبق العنصري :كان يُعتقد أن الزئبق السائل (الزئبق العنصري) له خصائص علاجية، وكان يُستخدم لعلاج الأمراض الجلدية، الزهري، والطفيليات المعوية.
- مركبات الزئبق غير العضوية :مثل كلوريد الزئبق($HgCl_2$) ، الذي كان يُستخدم كمطهر ومعقم.
- مركبات الزئبق العضوية :مثل ميرثيولات(Thiomersal) ، الذي كان يُستخدم كمادة حافظة في اللقاحات والأدوية.

ب .الزئبق في الطب الصيني التقليدي

- بعض الأدوية الصينية التقليدية تحتوي على الزئبق كعنصر رئيسي، مثل كبريتيد الزئبق(HgS) ، الذي يُستخدم لعلاج الأمراض الجلدية والالتهابات.

2 . أنواع الأدوية التي تحتوي على الزئبق

أ .الأدوية الموضعية

- **مطهرات الجلد** :بعض المطهرات القديمة كانت تحتوي على مركبات الزئبق مثل كلوريد الزئبق.
- **كريمات التبييض** :بعض الكريمات التي تُستخدم لتبييض البشرة تحتوي على مركبات الزئبق، خاصة في بعض البلدان النامية.

ب .الأدوية الجهازية

علاج الزهري :في الماضي، كان الزئبق يُستخدم لعلاج الزهري، ولكن تم استبداله بالمضادات الحيوية مثل البنسلين بسبب سميته.

الأدوية المثلية :(Homeopathic) بعض الأدوية المثلية تحتوي على تراكيز منخفضة جدًا من الزئبق.

ج .اللقاحات والأدوية المحفوظة

ميرثيولات :(Thiomersal) هو مركب عضوي للزئبق كان يُستخدم كمادة حافظة في اللقاحات وبعض الأدوية السائلة. ومع ذلك، تم التخلص منه في معظم اللقاحات الحديثة بسبب المخاوف من سميته.

2-5 الأعراض العامة لتسمم الزئبق

تسمم الزئبق يمكن أن يؤثر على أجهزة الجسم المختلفة، بما في ذلك الجهاز العصبي، الجهاز الهضمي، الكلى، والجلد. تشمل الأعراض العامة ما يلي: (Wolverton, 2001)

أ .الأعراض العصبية

a) **الارتعاش :(Tremors)** اهتزاز لا إرادي في اليدين أو الأطراف الأخرى.

b) **فقدان الذاكرة :(Memory Loss)** صعوبة في تذكر الأحداث أو المعلومات.

c) **الصداع :(Headache)** ألم مستمر أو متقطع في الرأس.

d) **التغيرات المزاجية :(Mood Changes)** مثل الاكتئاب، القلق، أو التهيج.

e) **ضعف العضلات :(Muscle Weakness)** صعوبة في الحركة أو حمل الأشياء.

f) **صعوبة النوم :(Insomnia)** الأرق أو النوم المتقطع.

ب .الأعراض الهضمية

- **الغثيان والقيء :(Nausea and Vomiting)** شعور بعدم الراحة في المعدة مع تقيؤ.
- **الإسهال :(Diarrhea)** براز مائي متكرر.
- **فقدان الشهية :(Loss of Appetite)** انخفاض الرغبة في تناول الطعام.

ج .الأعراض الكلوية

- **الفشل الكلوي :(Kidney Failure)** تراكم السموم في الجسم بسبب تلف الكلى.

- **تغير لون البول :(Changes in Urine Color)** قد يصبح البول داكنًا أو يحتوي على دم.

د .الأعراض الجلدية

- **التهاب الجلد :(Dermatitis)** احمرار، تورم، وحكة في الجلد.
- **تغير لون الجلد :(Skin Discoloration)** بقع داكنة أو فاتحة على الجلد.
- **تقرحات الجلد :(Skin Ulcers)** جروح مفتوحة على الجلد.

2-7 الوقاية من تسمم الزئبق

الوقاية من تسمم الزئبق (Mercury Poisoning) تعتمد على تقليل أو منع التعرض للزئبق بجميع أشكاله (عنصري، غير عضوي، عضوي). نظرًا لأن الزئبق مادة سامة يمكن أن تسبب أضرارًا صحية خطيرة، فإن اتخاذ إجراءات وقائية فعالة أمر بالغ الأهمية (Epstein, 1994).

1. الوقاية الفردية

أ .تجنب التعرض للزئبق في المنزل

- **عدم استخدام منتجات تحتوي على الزئبق :**مثل موازين الحرارة الزئبقية، البطاريات القديمة، أو بعض مستحضرات التجميل.
- **التخلص الآمن من النفايات المحتوية على الزئبق :**مثل المصابيح الفلورية أو البطاريات، عن طريق تسليمها لمراكز إعادة التدوير المخصصة.
- **تهوية جيدة :**عند تنظيف انسكابات الزئبق (مثل كسر مقياس حرارة زئبقي)، يجب تهوية المكان جيدًا واستخدام القفازات.

ب .تجنب التعرض للزئبق في الغذاء

- **تقليل تناول الأسماك عالية الزئبق :**مثل سمك القرش، التونة الكبيرة، وسمك أبو سيف. يُفضل تناول الأسماك منخفضة الزئبق مثل السلمون والسردين.
- **اتباع إرشادات السلامة الغذائية :**خاصة في المناطق التي قد تكون فيها المياه ملوثة بالزئبق.

ج .تجنب التعرض للزئبق في الأدوية

- عدم استخدام الأدوية التقليدية المحتوية على الزئبق :مثل بعض الأدوية الصينية أو الهندية التقليدية.
- قراءة ملصقات الأدوية :للتأكد من عدم احتوائها على مركبات الزئبق.

2 . الوقاية المهنية

أ .في أماكن العمل

- استخدام معدات الحماية الشخصية :(PPE) مثل القفازات، الكمامات، والنظارات الواقية عند التعامل مع الزئبق أو مركباته.
- التهوية الجيدة :في الأماكن التي يتم فيها استخدام الزئبق، مثل المختبرات أو المصانع.
- التدريب على السلامة :توعية العمال بمخاطر الزئبق وكيفية التعامل معه بأمان.

ب .في الصناعات

- استبدال الزئبق بمواد أقل سمية :مثل استخدام بدائل للزئبق في الصناعات الكيميائية والإلكترونية.
- إدارة النفايات الخطرة :التخلص الآمن من النفايات المحتوية على الزئبق وفقًا للقوانين البيئية.

3–الوقاية الحكومية والتنظيمية

أ .وضع قوانين صارمة

« حظر استخدام الزئبق في المنتجات الاستهلاكية :مثل موازين الحرارة، البطاريات، ومستحضرات التجميل.

« تنظيم استخدام الزئبق في الصناعات :مثل تقليل انبعاثات الزئبق من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم.

ب .مراقبة جودة الهواء والماء

- مراقبة مستويات الزئبق في الهواء :خاصة في المناطق الصناعية.
- فحص جودة المياه :للتأكد من عدم تلوثها بالزئبق، خاصة في المناطق القريبة من المناجم أو المصانع.

ج .توعية الجمهور

- حملات توعية :لتثقيف الجمهور حول مخاطر الزئبق وكيفية تجنبه.
- إصدار إرشادات صحية :مثل توصيات بتقليل تناول الأسماك عالية الزئبق.

4-إجراءات الطوارئ في حالة التعرض للزئبق

أ .في حالة انسكاب الزئبق

- تهوية المكان :فتح النوافذ والأبواب لزيادة التهوية.
- استخدام القفازات والأقنعة :لمنع ملامسة الزئبق أو استنشاق أبخرته.
- جمع الزئبق بعناية :باستخدام قطعة من الورق المقوى أو شريط لاصق، ووضعها في وعاء محكم الغلق.
- التخلص الآمن :تسليم الزئبق المجمع لمراكز إدارة النفايات الخطرة. ((Harada, 1995))

ب .في حالة التعرض الشخصي

- **الغسل الفوري** :غسل الجلد بالماء والصابون في حالة ملامسة الزئبق.

- **التهوية الجيدة** :الانتقال إلى مكان جيد التهوية في حالة استنشاق أبخرة الزئبق.
- **طلب المساعدة الطبية** :في حالة ظهور أعراض التسمم مثل الصداع، الغثيان، أو الارتعاش.

- الوقاية من تسمم الزئبق عند الفئات الحساسة

أ .الأطفال

- تجنب استخدام الأدوية أو المنتجات المحتوية على الزئبق :خاصة تلك المستخدمة في علاجات الأسنان أو الجلد.
- مراقبة النظام الغذائي :تقليل تناول الأسماك عالية الزئبق.

ب .الحوامل

. تجنب التعرض للزئبق :لأنه يمكن أن يسبب تشوهات خلقية أو تأخر نمو الجنين.

. اتباع نظام غذائي آمن :تناول الأسماك منخفضة الزئبق مثل السلمون والسردين. (Clarkson T. W., 2002)

نتائج البحث:

من خلال مراجعة المصادر القديمة والحديثة ومن خلال المراجعة الأدبي وجد ان هناك العديد من الحوادث كانت سببا في التسمم الزئبقي للإنسان ولكل أجهزة الجسم نوضح بعض منها:

1. مرض ميناماتا (خمسينيات وستينيات القرن العشرين)

درس الباحثون (Harada, 1995) في اليابان تأثير تلوث مياه الصرف الصناعي من شركة شيسو بميثيل الزئبق على صحة السكان المحليين، حيث وجدوا أن التعرض لميثيل الزئبق تسبب في أعراض عصبية شديدة مثل فقدان التوازن، اضطرابات حسية، وحتى الوفاة. كما لوحظت تأثيرات على الأجنة بسبب تعرض الأمهات للزئبق، مما أظهر أن التلوث البيئي بالزئبق يمكن أن يكون له عواقب صحية خطيرة على الإنسان. كانت هذه الدراسة من أولى الدراسات التي ربطت تلوث البيئة بالزئبق بتأثيرات صحية خطيرة، مما أدى إلى زيادة الوعي العالمي بمخاطر الزئبق ودفع الجهود الدولية للحد من استخدامه.(Bakir, 1973))

2. مرض قبعات الجنون (القرن التاسع عشر)

درس الباحثون (Clarkson, 2002)تأثير تعرض صانعي القبعات لنترات الزئبق في القرن التاسع عشر، حيث وجدوا أن العمال الذين تعرضوا للزئبق أصيبوا بأعراض عصبية مثل الرعاش، التهيج، وفقدان الذاكرة، مما أدى إلى تسمية الحالة بـ "متلازمة قبعات الجنون". كانت هذه الدراسة من أولى الحالات الموثقة التي أظهرت تأثيرات الزئبق السامة في بيئة العمل، مما سلط الضوء على أهمية تحسين ظروف العمل والحد من التعرض للمواد الكيميائية الخطرة. (Malm, 1998)

3. تسمم الزئبق في العراق (1971–1972)

درس الباحثون(Bakir et al., 1973) تأثير استهلاك حبوب معالجة بمبيدات فطرية تحتوي على ميثيل الزئبق في العراق، حيث وجدوا أن التعرض أدى إلى أكثر من 6000 حالة استدعت العلاج في المستشفيات و500 حالة وفاة، مع أعراض مثل الخدر، فقدان التوازن، وضعف البصر والسمع. أكدت هذه الدراسة على مخاطر ميثيل الزئبق في السلسلة الغذائية وأدت إلى تشديد القيود على استخدام الزئبق في الزراعة، مما ساهم في تحسين سلامة الأغذية على مستوى العالم. (Clarkson و Magos، 2006)

4. دراسات حوض الأمازون (تسعينيات القرن العشرين–أوائل الألفية)

درس الباحثون (Malm, 1998) تأثير تعدين الذهب باستخدام ملغمة الزئبق في حوض الأمازون على السكان المحليين، حيث وجدوا أن مستويات الزئبق كانت مرتفعة في الأسماك والبشر، مع ظهور تأثيرات عصبية وتطورية على الأطفال والبالغين. أظهرت هذه الدراسة الانتشار العالمي لتلوث الزئبق وتأثيره على المجتمعات الضعيفة، مما دفع الجهود الدولية لتنظيم استخدام الزئبق في التعدين وحماية المجتمعات المحلية.

5. آليات سمية الزئبق (دراسات سمومية)

درس الباحثون بالزئبق (Clarkson & Magos, 2006) . الآليات الجزيئية للتلف الناجم عن الزئبق في الخلايا، حيث وجدوا أن الزئبق يرتبط بمجموعات السلفهيدريل في البروتينات، مما يعطل وظيفة الإنزيمات ويسبب الإجهاد التأكسدي، بيروكسيد الدهون، وتلف الحمض النووي. وفرت هذه الدراسة أساسًا علميًا لفهم كيفية تسبب الزئبق في تلف الخلايا، مما ساعد في تطوير استراتيجيات للوقاية والعلاج من التسمم .

6. السمية العصبية التطورية لميثيل الزئبق

درس الباحثون(Grandjean, 1997) تأثير التعرض لميثيل الزئبق أثناء الحمل والسنوات الأولى من الحياة على تطور الدماغ، حيث وجدوا أن ميثيل الزئبق يعبر حاجز المشيمة ويؤثر على تطور دماغ الجنين، مما يؤدي إلى عجز معرفي، خلل حركي، واضطرابات سلوكية. أظهرت هذه الدراسة مدى تأثر الأدمغة النامية بالتعرض للزئبق، مما دفع الجهود الدولية لحماية النساء الحوامل والأطفال من التعرض للزئبق.

7. حالات التسمم الحاد بالزئبق (دراسات سريرية)

درس الباحثون(Risher & Amler, 2005) حالات التعرض الحاد للزئبق، مثل استنشاق أبخرة الزئبق العنصري، حيث وجدوا أن الأعراض شملت ضيق التنفس، ألم الصدر، وتأثيرات عصبية، مع حالات شديدة تؤدي إلى فشل كلوي والوفاة. ساعدت هذه الدراسة في تحسين إدارة حالات التسمم الحاد بالزئبق وتطوير بروتوكولات علاجية فعالة

8. التسمم المزمن بالزئبق (حشوات الأسنان واستهلاك الأسماك)

درس الباحثون (Mutter, 2010) تأثير التعرض طويل الأمد لمستويات منخفضة من الزئبق من حشوات الأسنان أو الأسماك الملوثة، حيث وجدوا أن التعرض المزمن ارتبط بتأثيرات عصبية، كلوية، وقلبية وعائية خفيفة، مع استمرار الجدل حول سلامة حشوات الأسنان. أظهرت هذه الدراسة الحاجة إلى مراقبة التعرض المزمن بمستويات منخفضة وتقييم المخاطر الصحية المرتبطة بالزئبق.

9. دورة الزئبق العالمية (دراسات بيئية)

درس الباحثون (Driscoll, 2013)واخرون. الدورات البيوجيوكيميائية للزئبق في البيئة، حيث وجدوا أن الزئبق ينتقل عالميًا عبر الغلاف الجوي ويتراكم في النظم البيئية المائية، مع تراكمه الحيوي في الأسماك وتضخمه في السلسلة الغذائية. أدت هذه الدراسة إلى جهود

دولية للحد من انبعاثات الزئبق، مثل اتفاقية ميناماتا، مما ساهم في تقليل التلوث بالزئبق على مستوى العالم.

10. التأثيرات اللاجينية للزئبق (تطورات حديثة)

درس الباحثون (Goodrich, 2013) كيف يؤثر التعرض للزئبق على التعبير الجيني، حيث وجدوا أن الزئبق يمكن أن يسبب تغيرات لاجينية، مثل مثيلة الحمض النووي وتعديل الهيستونات، مما يساهم في تأثيرات صحية طويلة الأمد. فتحت هذه الدراسة آفاقًا جديدة لفهم الأساس الجزيئي لسمية الزئبق وتأثيراته على الصحة البشرية

11. الزئبق وأمراض القلب والأوعية الدموية

درس الباحثون (Mozaffarian & Rimm, E. B, 2006)) العلاقة بين التعرض للزئبق وصحة القلب والأوعية الدموية، حيث وجدوا أن الزئبق قد يزيد من خطر ارتفاع ضغط الدم، أمراض القلب، والسكتة الدماغية. وسعت هذه الدراسة فهم التأثيرات الجهازية للزئبق ودعمت الجهود للحد من التعرض للزئبق في الأغذية والمياه .

الخلاصة:

من خلال المراجعة الأدبية للبحوث السابقة بشكل كامل تبين لنا ان سمية الزئبق لها تاثير واسع على الانسان من خلال ما يأتي :

1- الجلد :- تؤثر سمية الزئبق على الجلد بطرق متعددة، حيث يمكن أن تسبب تهيجًا مباشرًا عند التعرض الموضعي له، مما يؤدي إلى التهاب الجلد التماسي الذي يظهر على شكل احمرار، حكة، وطفح جلدي. التعرض المزمن للزئبق، سواء من خلال الامتصاص عبر الجلد أو من

البيئة المحيطة، قد يؤدي إلى تغيرات في لون الجلد مثل فرط التصبغ أو نقص التصبغ، بالإضافة إلى الجفاف والتقشر نتيجة اضطراب وظيفة الحاجز الجلدي.

2- تؤثر سمية الزئبق بشكل كبير على الجهاز التنفسي، خاصة عند استنشاق أبخرة الزئبق أو الجزيئات المحمولة في الهواء. يؤدي التعرض لهذه الأبخرة إلى تهيج الأغشية المخاطية في الأنف والحنجرة، مما يسبب التهابًا وصعوبة في التنفس. يمكن أن يتطور هذا التهيج إلى التهاب رئوي حاد، خاصة عند التعرض لتركيزات عالية من الزئبق. وبمرور الوقت، قد يؤدي التعرض المزمن إلى تليف الرئة، وهي حالة تتسم بتندب الأنسجة الرئوية وفقدان مرونتها، مما يقلل من كفاءة تبادل الأكسجين ويؤدي إلى ضيق في التنفس وسعال مزمن. كما يمكن أن يتسبب الزئبق في تفاقم أعراض الربوا والحساسية التنفسية، مما يزيد من حدة النوبات ويجعل السيطرة عليها أكثر صعوبة. هذه التأثيرات تبرز أهمية الوقاية من التعرض للزئبق لحماية الجهاز التنفسي والحفاظ على وظائفه الحيوية.

3- الجهاز الهضمي :-تؤثر سمية الزئبق على الجهاز الهضمي من خلال تهيج والتهاب بطانة المعدة والأمعاء، مما يؤدي إلى أعراض مثل الغثيان، التقيؤ، وآلام البطن. في الحالات الشديدة، قد تسبب تقرحات ونزيفًا داخليًا، إلى جانب اضطرابات في امتصاص المغذيات، مما يؤدي إلى فقدان الوزن وسوء التغذية. يمكن أيضًا أن يؤثر الزئبق على توازن البكتيريا المعوية، مما يضعف وظائف الجهاز الهضمي ويزيد من فرص الإصابة بالتهابات معوية.

4- الجهاز العصبي :- تؤثر سمية الزئبق بشكل خطير على الجهاز العصبي، حيث يؤدي تراكمه إلى تلف الخلايا العصبية، مما يسبب أعراضًا مثل الصداع، الدوخة، والرعاش. في حالات التعرض المزمن، قد يسبب فقدان التناسق الحركي، ضعف الذاكرة، واضطرابات

نفسية. كما يشكل خطرًا على الأجنة، حيث يؤثر على تطور الدماغ ويؤدي إلى تأخر النمو العقلي.

ومن خلال كل هذه الاعراض لسمية الزئبق واثارها الكبيرة تطلب الحاجة الى مراقبة التعرض المزمن والمستويات المنخفضة وتقيم المخاطر الصحية المرتبطة بالزئبق من قبل منظمة الصحة العالمية وجميع المؤسسات الرقابية.

المصادر و المراجع:

(بلا تاريخ).

Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury .(1999) ToxFAQs for Mercury. .*United Nations Environment Program DTIE Chemicals Branch* Exposure.

،*Pediatrics* Mercury exposure: Evaluation and intervention. .(2005) S N Amler. و ،J F Risher الصفحات 116(5)،1218-1223.

Occupational skin diseases caused by organic solvents. . .(1984) Hagelthorn, G. Boman. & A., *Contact Dermatitis*، الصفحات 11(1)،1-10.

Mercury as a global pollutant: Sources, pathways, and effects. .(2013) C. T., et al. Driscoll. *Technology & Environmental Science*، الصفحات 47(10)،4967-4983.

Chronic Neurobehavioral .(1992) Keyaratnam, J. Ngim. et al. & C.H., Foo, S.C., Boey, K.W., Effects of Elemental Mercury in Dentists. *British Journal of Industrial Medicine*، صفحة 49(11).

Radioactive Mercury Distribution in .(1978) clarkson.T.w. و ،J.G. Hursh ،Cherian.M.G Biological Fluids and Excretion in Human Subjects after Inhalation of Mercury Vapor. *Archives of Environmental Health*، الصفحات 33،190–214.

،*JAMA*, Fish intake, contents, and human health. .(2006) E B Rimm, E. B. و ،D Mozaffarian الصفحات 296(15)،1885-1899.

Skin irritation and sensitization: Mechanisms and new approaches .(2006) D. A., et al Basketter. *Skin Pharmacology and Physiology* for risk assessment.، الصفحات 19(3)، 124-135.

Encyclopedia Britannica . (2016). antimony poisoning, harmful effects upon body tissues and functions of ingesting or inhaling. *Retrieved from http://www.britannica.com/EBchecked/topic/424257/occupational-disease*.

F., et al. Bakir. (1973). Methylmercury poisoning in Iraq. *Science*، الصفحات 181(4096)، 230–241.

France. IARC . Lyon. (2012). International Agency for Research on Cancer.) *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume*.

IARC. (2012). International Agency for Research on Cancer. *Chemical Agents and Related Occupations*.

J. P., & Maibach, H. I. Thyssen. (2008). Contact dermatitis and allergic skin diseases. *Journal of the American Academy of Dermatology*، الصفحات 59(6)، 1047–1058.

J., et al. Mutter. (2010). Mercury in dental amalgams: A risk analysis. *Environmental Research*، الصفحات 110(7)، 764–767.

J.M., et al. Goodrich. (2013). Epigenetic alterations induced by environmental toxicants. *Toxicological Sciences*، الصفحات 134(1)، 1–7.

J.W., et al. Gould. (1995). *Cutaneous photosensitivity diseases induced by exogenous agents*.

K. P., et al.). . Ananthapadmanabhan. (2004). Cleansing without compromise: The impact of *Dermatologic Therapy* cleansers on the skin barrier. الصفحات 17، (Suppl 1), 16-25.

M. C. R., et al. Alavanja. (2004). Health effects of chronic pesticide exposure:Cancer and neurotoxicity. *Annual Review of Public Health*، الصفحات 25، 155–197.

M. Harada. (1995). Minamata disease: Methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Critical Reviews in Toxicology*، الصفحات 25(1)، 1–24.

M., & Grundmann-Kollmann, M. Podda. (2001). Oxidative stress and the skin. *American Journal of Clinical Dermatology*، الصفحات 2(3)، 145–157.

M.J Doherty. (2003). "The Quicksilver Prize: Mercury Vapor Poisoning Aboard HMS Triumph and HMS Phipps.

Gold mining as a source of mercury exposure in the Brazilian Amazon. .(1998) O Malm. *Environmental Research,* ، الصفحات 77(2)73-78.

Cognitive deficit in 7-year-old children with prenatal exposure to .(1997) P., et al. Grandjean. *Neurotoxicology and Teratology* methylmercury، الصفحات 19(6)417-428.

Contact allergy to cosmetics: Patch test results of the IVDK. .(1998–2000) P.J., et al. Frosch. *Contact Dermatitis,* الصفحات 46(3)135-142.

Contact Occupational dermatoses from epoxy resin compounds. . .(2000) R., et al. Jolanki. *Dermatitis* الصفحات 43(1)9-15.

Saunders. Comprehensive Dermatologic Drug Therapy. . .(2001) S. E. Wolverton.

The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. .(2006) L Magos. و ،T W Clarkson *Critical Reviews in Toxicology* الصفحات 36(8)609-62.

Environmental Health The three modern faces of Mercury. . .(2002) T. W Clarkson. *Perspectives,* ، الصفحات 10.(Suppl 1), 11-23

Environmental Health The three modern faces of Mercury. .(2002) T. W. Clarkson. *Perspectives* الصفحات 110.(Suppl 1), 11-23

Environmental Health Perspectives, The three modern faces of Mercury. .(2002) T. W. Clarkson. ، الصفحات 110.(Suppl 1), 11-23

The toxicology of mercury and its chemical compounds. .(2006) Magos, L Clarkson. & T. W., Critical Reviews in Toxicology. الصفحات 36(8)609-662.

aGENCY FOR TOXIC SUSTANCES AND DESIASE .(1999) ToxFAQs for Mercury. REGISTRY.

Treatment Technologies for Mercury in Soil, ".(2007) U.S. Environmental Protection Agency. Office of Superfund Remediation and Technology *Waste, and Water." 542r07003.pdf.* Innovation. Retrieved from http://www.epa.gov/tio/download/remed/.

U.S. Environmental Protection Agency. (1996). *"Global Mercury Emission Controls."* . Retrieved from http://www.epa.gov/mercury/control_emissions/global.htm.

U.S. Geological Survey. .(2007) A New Source of Methylmercury Entering the Pacific Ocean.".

،*Western Journal of Medicine* Poison oak and poison ivy dermatitis. . .(1994) W. L. Epstein.

الصفحات 161(5)؛510-511.

Psychological Effects of Low Exposure .(1993) Li, L.H. Liang. & Y.X., Sun, R.K., Chen, Z.Q.,

to Mercury Vapor: Application of Computer-Administered Neurobehavioral Evaluation

.327–320؛(2)60 الصفحات ،*Environmental Research* System.

Zhao, H. Z. ((2006).). "The Short-Lived Chinese Emperors. *Journal of the American Geriatrics Society*, pp. 54(8), 1295–1300.