



الجمهورية العربية السورية  
جامعة دمشق  
كلية الصيدلة  
قسم تأثير الأدوية والسموم

## تحري الرصاص في ألعاب الأطفال المستوردة والمصنعة محلياً

**An investigation of Lead in imported and  
nationally children toys**

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في التحاليل السمية  
والشرعية والمهنية

إعداد: أمين محمد عيسى

إشراف: أ.د. ليلى مسوح

ومشاركة أ.د. عامر زمريق

1436 هـ - 2015 م

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /٢٩٢٤/ المتخد  
باجلسة رقم /٢٠/ تاريخ ٢٠١٤/٨/١٢

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية الصيدلة رقم /٥٥١/ تاريخ ٢٠١٤/٧/١٠

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .  
قرار مجلس جامعة دمشق رقم ٥٧٦٣/ص تاريخ ٢٠٠٩/٥/١٨ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالب  
يستفيد الطالب من المرسوم رقم ٤٧٧/٤ تاريخ ٢٠١١/١٢/٨ وينتظر سنة إضافية اعتباراً من ٢٠١٢/٥/١٨  
لغاية ٢٠١٣/٥/١٨

يستفيد الطالب من المرسوم رقم ٣٩٣/٣١ تاريخ ٢٠١٢/١٠/٣١ وينتظر سنة إضافية اعتباراً من ٢٠١٣/٥/١٨  
لغاية ٢٠١٤/٥/١٨

يستفيد الطالب من المرسوم رقم ٣٥٨/٣١٣ تاريخ ٢٠١٣/١٠/٧ وينتظر سنة إضافية اعتباراً من ٢٠١٤/٥/١٨  
لغاية ٢٠١٥/٥/١٨

وبناءً على المذكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف بحثة الحكم على رسالة الماجستير في قسم علم تأثير الأدوية والسموم التي أعدها  
الطالب أمين عيسى بعنوان : ((تحري الرصاص في ألعاب الأطفال المستوردة والمصنعة محلياً )) بكلية  
الصيدلة من السادة الأساتذة :

د. ليلى مسوح	الأستاذ في قسم علم تأثير الأدوية والسموم	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاختصاص: السموم	عضوًا مشرفاً
د. أحمد حسن	الأستاذ في قسم الكيمياء الصيدلية والمراقبة الدوائية	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاختصاص : كيمياء صيدلية	عضوًا
د. صوفي بر كيل	الأستاذ المساعد في قسم علم تأثير الأدوية والسموم	كلية الصيدلة
جامعة دمشق	الاختصاص: تلوث البيئة	عضوًا

وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر،،

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب  
نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

المدة التي استغرقتها لإنجاز البحث هي من تاريخ 18/5/2009 حتى تاريخ 21/2/2015 وقد جرى العمل في الأماكن والمختبرات التالية:

- مخبر الدراسات العليا قسم تأثير الأدوية والسموم في كلية الصيدلة - جامعة دمشق.
- مخبر الدراسات العليا قسم المراقبة الدوائية في كلية الصيدلة - جامعة دمشق.

تاريخ مناقشة الرسالة 25 / 3 / 2015

أسماء أعضاء لجنة الحكم

برئاسة: أ.د. ليلى مسوح

الفاحص الأول: أ.د. أحمد حسن

الفاحص الثاني: أ.م.د. صوفي بركيل

# الإهدا

إلى القامات الشامخة التي أنارت لي دربي

أبي و أمي

إلى القلبيين الذين هما مصدر قوتي

زوجتي و ابنتي

إلى الذين تسكن قلبي صور طفولتي معهم

إخوتي

إلى الورود التي تزين أيامي

أصدقائي

إلى الذين أناروا لي طريق العلم و المعرفة

أساتذتي

## كلمة شكر

- كل الشكر و التقدير لكلية الصيدلة التي احتضنتني ممثلة بعميد الكلية الأستاذ الدكتور جمعة الزهوري و وكيلها العلمي الأستاذ الدكتور عبد الحكيم نتوف و وكيلها الإداري الأستاذة الدكتورة جمانة صالح لرعايتهم المستمرة لمسيرة البحث العلمي.
- كل الشكر و الامتنان لأستاذتي المشرفة الدكتورة ليلى مسوح والأستاذ الدكتور عامر زمريق لما قدماه لي من نصائح و مساعدات ساهمت في إتمام البحث.
- كل الشكر و التقدير لأستاذتي في قسم تأثير الأدوية و السوموم لما قدموه لي من ملاحظات قيمة أغنلت هذا البحث.
- كل الشكر و التقدير للأستاذ الدكتور أحمد حسن والأستاذة الدكتورة صوفيا بركيل لتقضيthem في المشاركة في لجنة الحكم.
- كل الشكر و التقدير للعاملين في مخابر قسم تأثير الأدوية و السوموم على المساعدات القيمة التي قدموها في سبيل إتمام البحث.
- الشكر و التقدير للسيد منير درويشة للمساعدات التي قدمها لإتمام الجزء العملي لهذا البحث.

## لمحة عن حياة الباحث

الاسم: أمين عيسى

تاريخ الميلاد: 1985\1\24

العنوان: حماة- مصياف- القرىات

الجنسية: سوري

الهاتف: +963 999806518

البريد الإلكتروني: ameenph@hotmail.com

التحصيل العلمي:

إجازة في الصيدلة والكييماء الصيدلية من كلية الصيدلة- جامعة دمشق 2007

الخبرة العملية:

المشاركة في الإشراف على الجوانب التطبيقية في كلية الصيدلة لمواد:

علم السموم- تأثير الأدوية، وذلك خلال سنوات الدراسة بين عامي 2009-2015.

## تصريح

الاسم الكامل: أمين محمد عيسى.

مكان وتاريخ الولادة: القريات 24/1/1985

عنوان البحث باللغة العربية:

**تحري الرصاص في ألعاب الأطفال المستوردة و المصنعة محلياً.**

لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم اقتباسه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي داخل أو خارج القطر.

لم يتم قبض أي مبلغ مادي أو مكافأة عينية سواء بشكل مباشر أو غير مباشر مقابل القيام بعمل يمس جوهر هذه الأطروحة أو نتائجها.  
أتعهد بأنني لم أقل إلا الحقيقة ولم أخف شيئاً تحت طائلة المعاقبة والمحاسبة القانونية وعليه أوقع.

توقيع الباحث

( 25/ 3 /2015 )

اسم الباحث الثلاثي

أمين محمد عيسى

# المحتويات

4.....	قائمة الجداول
5.....	قائمة الأشكال
6.....	قائمة الاختصارات
7.....	1- أدبيات البحث
8.....	مقدمة
9.....	1-1 وجود الرصاص
10.....	1-2 خواص الرصاص
11.....	1-3 استعمالات الرصاص
12 .....	4-1 مصادر التلوث بالرصاص وطرق التعرض
12 .....	4-1-1 التعرض المهني
13 .....	4-2 الهواء
13.....	4-3 التربة
14 .....	4-4-1 الماء
14.....	5-4-1 العلاجات التقليدية ومواد التجميل
15.....	6-4-1 الألعاب و المنتجات الخاصة بالأطفال
15.....	5-1 الحركيات السمية للرصاص
15.....	1-5-1 الامتصاص
16.....	2-5-1 التوزع و الاحتفاظ
17.....	3-5-1 الاطراح
18.....	6-1 التأثيرات السمية للرصاص
18.....	1-6-1 التأثيرات في مسارات الاستقلاب الطبيعية
19.....	2-6-1 التأثيرات في الجهاز المكون للدم
22.....	3-6-1 التأثيرات الكلوية

23	4-6-1 التأثيرات العصبية .....
24	5-6-1 التأثيرات على الإنجاب .....
24	6-6-1 التأثيرات في العظام .....
25	7-6-1 التأثيرات المسرطنة .....
25	8-6-1 التأثيرات القلبية الوعائية .....
25	9-6-1 التأثيرات الغذية .....
26	10-6-1 التأثيرات لدى الأطفال .....
28	7-1 الأعراض .....
28	1-7-1 التسمم الحاد .....
28	2-7-1 التسمم المزمن .....
29	3-7-1 العلاج .....
32	8-1 التقنيات التحليلية .....
32	1-8-1 مطافية الامتصاص الذري .....
35	2-8-1 مطافية الكتلة المقترن بالبلاسما .....
35	3-8-1 مطافية الاصدار المقترن بالبلاسما .....
36	9-1 استعمال الرصاص في الألعاب .....
36	1-9-1 استعماله كمادة مثبتة .....
37	2-9-1 استعماله في الاصبغة و الدهانات .....
38	10-1 طرق التعرض لدى الأطفال .....
38	1-10-1 الفم .....
38	2-10-1 الاستنشاق .....
38	3-10-1 التماس مع الجلد .....
38	4-10-1 التماس مع العين .....
39	11-1 القوانين والتشريعات الخاصة بألعاب الأطفال .....

2- القسم العملي	
42.....	هدف البحث .....
42.....	1- الاعتيان .....
43.....	1-1 تقسيم العينات .....
44.....	2-1 حجم عينات الدراسة .....
47.....	3-1 تصنیف العینات المجموعۃ .....
48.....	4-1 منشأ العینات .....
49.....	2-2-المواد و الطرائق .....
49.....	1-2 اختبار بيلستين .....
50.....	2-2 الاختبار التحليلي للرصاص .....
57.....	3-الدراسة الاحصائية .....
57.....	4- النتائج .....
69.....	5- المناقشة .....
72.....	6- الإستنتاج .....
72.....	7- المقترحات و التوصيات .....
73.....	8- الملخص باللغة العربية .....
74.....	9- الملخص باللغة الانكليزية .....
75.....	10- المراجع .....

## قائمة الجداول

1. الخواص الفيزيائية للرصاص.....	10
2. مستويات التأثير الأقل ملاحظة للتأثيرات الصحية لدى الأطفال.....	27
3. التوجيهات الإدارية من مراكز التحكم في الأمراض للأطفال.....	31
4. مقارنة بين اللهب و الغرافيت.....	35
5. امثلة عن اللعب و طرق التعرض لدى الأطفال.....	39
6. حدود هجرة العناصر من مادة اللعبة.....	39
7. حجم عينات المجموعة الأولى.....	44
8. حجم عينات المجموعة الثانية.....	46
9. حجم عينات المجموعة الثالثة.....	46
10. تحضير محليل الرصاص العيارية.....	54
11. شروط القياس للرصاص في FAAS.....	55
12. قيم الامتصاصية لمحلول الرصاص العيارية.....	55
13. العينات البلاستيكية, اللون, بلد المنشأ, اختبار(pvc), التركيز الكلي.....	58
14. العينات , اللون , بلد المنشأ, تركيز الرصاص الكلي.....	62
15. ملخص نتائج تحليل التباين.....	65
16. المستحضرات التجميلية, اللون , بلد المنشأ , تركيز pb الكلي.....	66
17. ملخص نتائج المحتوى الكلي للرصاص في جميع العينات.....	66
18. نتائج المحتوى الكلي للرصاص في العينات المحلية و المستوردة.....	67

## **قائمة الأشكال**

1- عمال تدوير البطاريات يعملون تحت خطر التعرض للرصاص.....	12
2- تحذير من الرصاص على مضخة بنزين .....	14
3- مراحل تصنيع الهيم .....	20
4- الترقط القعدي لدى المصابين بposure مديد للرصاص.....	22
5- الصيغة الكيميائية لبعض خوالب الرصاص.....	29
6- مخطط لجهاز AAS.....	36
7- تدراك الـ PVC.....	37
8- العينات حسب المنشا.....	48
9- اختبار بيلستين الايجابي يدل على وجود الها洛جين.....	50
10- فرن الترميد .....	52
11- الخط البياني لامتصاصية الرصاص .....	56
12- جهاز الامتصاص الذري نوع varian .....	56
13- النسب المئوية للألعاب PVC .....	57
14- مقارنة المتوسط الحسابي للألعاب PVC و non PVC .....	62
15- متواسطات تراكيز الرصاص في الألعاب حسب الألوان.....	64
16- المحتوى الكلي للرصاص في الألعاب الوطنية و المستوردة .....	68
17- مطابقة العينات للمواصفات السورية .....	69

## قائمة الاختصارات (Abbreviations)

# **١-أدبیات البحث**

## مقدمة Introduction

تمثل الألعاب جزءاً كبيراً من اهتمامات الأطفال بغضن اللعب والتسلية، إضافة إلى دورها الهام في تنمية الإدراك الحسي والعقلي لديهم، حيث تعتبر الألعاب جزءاً هاماً من نموهم ويفرغون طاقاتهم ويكشفون العالم المادي المحيط ويكتسبون المهارات والمعارف. يبدأ التعامل مع الألعاب بعد فترة وجيزة من الولادة ويستمر على مدى فترة الطفولة كلها لكن الطريقة التي يستخدم فيها الطفل لعبة ما تتغير حسب السن ونمو الفكري والجسدي ، وما يعتبر لعبة في سن ما قد لا يثير الاهتمام في سن آخر، فمثلاً الأطفال تحت سن 3 سنوات يمسكون اللعبة بطريقة تختلف تماماً عن الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 3-7 سنوات<sup>1</sup>. تعرف اللعبة على أنها أي منتج أو مادة الهدف منها أن يستخدمها الأطفال في اللعب حتى سن 9 من العمر أو المراهقون 10 – 18 سنة. يلعب الأطفال بالألعاب ليتعرفوا إلى العالم المحيط وتستخدم كمادة للتسلية كما أنها تقدم مواد تعليمية لهم. تصنف الألعاب إلى ألعاب ميكانيكية، إلكترونية وألعاب طرية. تعتبر الولايات المتحدة أكبر مستورد للألعاب (تستورد ما يقارب قيمته 35 بليون دولار) تأتي بعدها ألمانيا ثم هونغ كونغ، ومن خلال هذه اللعب يتعرض الأطفال للعديد من المخاطر ، كالجروح التي تسببها الحواف الحادة ، وحوادث الاختناق الناتجة عن ابتلاع أجزاء صغيرة ، أو الحروق الناتجة عن المواد سريعة الاشتعال ، أو الإصابات الكهربائية أو الأذى الناتجة عن المواد الكيميائية الداخلة في تركيب مواد اللعب<sup>2</sup>. يثير التعرض الكيميائي للأطفال خاصة من خلال ألعابهم اهتماماً واسعاً حيث أن العديد من الأطفال يضعون هذه الألعاب في أفواههم ويقومون بمضغها وبالتالي حل بعض المواد الكيميائية المؤذية و لا يغيب عننا هنا أن مصنعي الألعاب يضيفون ألواناً براقة إليها لجذب الأطفال و هنا تكمن المشكلة حيث أن هذه الملونات هي مركبات عضوية معدنية تضاف إلى الألعاب في الطور الأخير من التصنيع. ترتبط المعادن في المواد و الدهانات بصورة ضعيفة وهذا يجعلها سهلة التسرب لذلك فإن المواد السامة بنوعيها العضوي واللاآعضوي الموجودة في بيئة الأطفال تؤدي إلى مخاطر كبيرة على صحتهم وتطورهم الفيزيائي والعقلي مما يضعنا أمام مسؤولية كبيرة تجاه الأجيال القادمة ويدفعنا للحرص على بيئة أطفال خالية من المواد السامة. وفي هذا الإطار فرضت العديد من القيود على بعض المواد الكيميائية المستعملة في ألعاب الأطفال والتي تشكل خطراً على صحتهم وذلك في ضوء التطور الكبير في صناعة وتجارة هذه الألعاب وقيام العديد من التجار بإعادة استعمال تلك المواد<sup>3</sup>.

ومن مصادر المعلومات التي تبين حالات تعرض الأطفال للمخاطر الناتجة عن الألعاب منظمة سلامة المنتجات الاستهلاكية (CPSC) Consumer Product Safety Commission التي قامت باسترداد كميات كبيرة من الألعاب من الأسواق الدولية بسبب عيوب في مأمونيتها حيث قامت هذه اللجنة باسترداد 1.4 مليون لعبة محتملة السمية من الأسواق على أثر ابتلاع طفل قلادة بلغ محتوى الرصاص فيها 39 % و مستوى الرصاص في دمه  $123 \mu\text{g/dL}$  كما قامت اللجنة بعد 3 سنوات من ذلك بـ 12 عملية استرداد أخرى تتعلق بحلي الأطفال الحاوية على الرصاص. وضعت اللجنة سياسة موضع التنفيذ عام 2005 تتناول مخاطر الرصاص في حل الألعاب المعدنية لتخفيض محتوى الرصاص في كل مكون من المكونات إلى  $600 \text{ ppm}$ .<sup>4</sup>

## 1-1 وجود الرصاص The presence of lead

الرصاص عنصر كيميائي ثقيل، لونه رمادي يميل إلى الزرقة، وهو من أقدم الفلزات المعروفة في العالم. رمزه الكيميائي (Pb) مشتق من التسمية اللاتينية *plumbum* وقد استخدم الناس الرصاص لآلاف السنين في صنع أنابيب المياه، وفي صناعة أواني الفخار وأغراض أخرى. أما اليوم، فقد أصبح الرصاص مهماً لكثير من الصناعات، خصوصاً في صناعة المواد الكيميائية والطاقة النووية والنفط.<sup>3</sup> يوجد معدن الرصاص بكميات قليلة في الصخور و التربة و النباتات أما خاماته فتوجد في أجزاء كثيرة من العالم موزعة في القشرة الأرضية مع عدد كبير من المعادن و أهم هذه الخامات هو مركب كبريت الرصاص أو مايعرف بـ (galena) الجالينا و يتواجد برفقة كبريت الفضة و الإنتموان و القصدير و البزموت و النحاس . لهذا السبب يتم التنقيب عنه بشكل واسع . نظائره الموجودة في الطبيعة غير مشعة و هي أربعة نظائر أعدادها الكتالية 204, 206, 207, 208<sup>5</sup> . تقدر كمية الرصاص المستهلك سنوياً بحوالي 5 طن في حين أن الكمية المستخرجة من المناجم لا تتجاوز 3 طن و يتم الحصول على الفرق من إعادة تدوير الخردة . وتعتبر استراليا و الولايات المتحدة و الصين من أبرز الدول المنتجة للرصاص . تقدر كمية الرصاص في القشرة الأرضية بـ 16 غ/طن وهي نسبة أقل بكثير من عناصر تعد نادرة مثل الزركونيوم و السيريوم و الفانديوم . ومن أشكال الرصاص التي يتواجد بها :كبريت الرصاص (PbS) أو يسمى (الجالينا ) و هو من أهم فلزاته-السيروسيت ( $\text{PbCO}_3$ ) - الانكليلسيت ( $\text{PbSO}_4$ ) وغيرها من الأملاح التي توجد في القارات الخمس<sup>5</sup> .

## 2- خواص الرصاص Properties

إن الرصاص النقي هو معدن لينٌ قليل المتانة، ولذلك فإن منتجي الرصاص يقومون بمزجه مع كميات صغيرة من فلزات أخرى لتكوين سبائك الرصاص. ومن الأمثلة على الفلزات التي تضاف لهذا الغرض، الانتيموان والقصدير، اللذان من شأنهما زيادة متانة الرصاص وإضفاء صفات أخرى عليه. إن الرصاص قابلٌ للطرق حيث يمكن طرقه أو كبسه في شكل صفائح رقيقة. ويتميز الرصاص أيضاً بلدونته ومطاوعته، أي القدرة على تحمل الشد الدائم أو الثابت دون أن يتكسر. ويقاوم الرصاص التآكل بفعل الماء أو حمض الكبريت أو المواد الكيميائية القوية الأخرى. ومن خواص الرصاص أنه رديء التوصيل للكهرباء. ويبلغ الوزن الذري للرصاص 207,19، وعدده الذري 82. وينصهر الرصاص أيضاً عند درجة حرارة  $327.5^{\circ}\text{C}$ ، ويغلي عند  $1740^{\circ}\text{C}$ . وكثافة الرصاص عند درجة حرارة  $20^{\circ}\text{C}$  هي  $11.35 \text{ g/cm}^3$ .

يعد الرصاص معدناً قابلاً للسحب إلا أن أسلاكه تقطع بسهولة، وهو معدن لامع له بريق عندما يقطع حديثاً، رمادي اللون ويكمد لونه سريعاً نظراً لتشكل طبقة من الأكسيد والكربونات الأساسية على سطحه، وهذه الطبقة تحمي المعدن من التأثر بالعوامل الكيميائية المختلفة مما يجعله خاماً نسبياً ومقاوماً للتآكل. ويدخل بتشكيل خلائط (سبائك) عديدة. يتأثر الرصاص بالحموض ببطء شديد، فيتغطى طبقة من الكلوريد بتفاعلاته مع حمض كلور الماء  $\text{HCl}$ ، وتتشكل طبقة من الكبريتات على سطحه بتفاعلاته مع حمض الكبريت، وتحول الطبقة المتشكلة دون الاستمرار في التفاعل، وهو يذوب للحال في حمض الأزوت ويتشكل نترات الرصاص وأكسيد آزوتية<sup>6</sup>. ويلخص الجدول (1) خواص الرصاص.

الجدول (1) الخواص الفيزيائية للرصاص<sup>7</sup>.

82	atomic number
207.2	atomic weight
$327.5^{\circ}\text{C}$	melting point
$11.34 \text{ g/cm}^3$	density

### 3- استعمالات الرصاص **Uses of lead**

يستخدم الرصاص بشكل رئيسي في مجال صناعة البطاريات وخاصة بطاريات السيارات حوالي 70% في حين يستخدم 10% في الأصباغ و 7% في الذخيرة . وتحتوي هذه البطاريات على الرصاص النقي ومركبات الرصاص، وهناك أجزاء معينة منها تكون مصنوعة من سبيكة الانتيمون- الرصاص. وتتوفر هذه البطاريات القدرة اللازمة لتحريك الأنظمة الكهربائية في الطائرات والسيارات وفي كثير من وسائل النقل الأخرى. و نعرض بعض مركبات الرصاص و استعمالاتها .

- أكسيد الرصاص  $Pb_3O_4$  وقد استخدم كصباغ (الرصاص الاحمر ) في الأحبار والأصباغ .
- كرومات الرصاص  $PbCrO_4$  وأيضا استخدمت في الأصباغ والأحبار .
- رباعي ايتيل الرصاص  $Pb(C_2H_5)_4$  كمادة مضادة للانفجار تضاف إلى البنزين.
- زرنيخات الرصاص  $Pb_3(AsO_4)_2$  كمبيدات حشرية .
- سيليكات الرصاص  $PbSiO_3$  في صناعة الفخار والأدوات الزجاجية.

تتميز كثيراً من مركبات الرصاص بأهمية في صناعة بعض الدهانات والأصباغ. من ذلك مثلاً، دهانات مركبات الرصاص التي يطلق عليها اسم الرصاص الأحمر والرصاص الأبيض. وهي تستخدم في طلاء القاطر والجسور والأبنية الحديدية الأخرى وذلك بهدف منع التآكل. ويستخدم أصحاب المصانع أيضاً مركبات الرصاص في المواد المتجردة والمبيدات الحشرية، وفي صناعة الخزف والزجاج ، وفي المنتجات المطاطية بنظراً لكون الرصاص من العناصر الثقيلة غير المشعة فيستخدم لکبح الإشعاعات النووية وامتصاصها . وتستخدم صفائح الرصاص السميكة كغازل للإشعاعات كما أن الكثافة العالية للرصاص تجعله حجاباً واقياً جيداً ضد الإشعاع. لذا فإن صفائح من سبائك الرصاص تستخدم في تبطين جدران حجرات الأشعة السينية في المستشفيات، والمعاملات النووية، وغيرها من الوسائل الأخرى التي توجد بها المواد ذات الفاعلية الإشعاعية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن النفايات الإشعاعية توضع في حافظات مصنوعة من الرصاص لشحنها والتخلص منها<sup>8</sup>.

## 4-1 طرق التعرض للرصاص Routes of exposure

### 1-4-1 التعرض المهني Occupational exposure

يعتبر التعرض المهني من أهم العوامل المسببة لحوادث التسمم بالرصاص حيث يتعرض العاملون للرصاص من خلال استنشاق أو ابتلاع الغبار و الأبخرة المحمولة بالرصاص. و يعتبر العمال في مجالات صهر و تعدين الرصاص من أكثر الفئات تعرضا من حيث مستويات التعرض أو مدة التعرض الطويلة و نذكر أيضا :

- عمال تصنيع البطاريات
- العاملون في صناعة الدهانات و الاصباغ
- عمال التلحيم
- عمال السباكة و ميكانيك السيارات
- العاملون في صقل السيراميك
- العاملون بالإنشاءات في مجال الترميم و الإكساء
- العاملون في أفران حرق النفايات الصلبة

قد يحمل الآباء الذين تعرضوا للرصاص خلال عملهم في ملابسهم غبار الرصاص مما يعرض أولادهم لهذا الغبار. و يبين الشكل (1) خطر التعرض للرصاص لدى عامل في مصنع لتدوير البطاريات.



الشكل (1) عمال تدوير البطاريات يعملون تحت خطر التعرض للرصاص.

Air الهواء 2-4-1

يعتبر الهواء مصدراً رئيسياً للتعرض للرصاص حيث يصل الرصاص إلى الغلاف الجوي عبر الإنبعاثات الصناعية ونميز هنا بين البيئة الداخلية و البيئة الخارجية حيث ينتقل و يتوزع الرصاص من مصادر انبعاثه الأساسية الثابتة منها (معامل و مناجم و مصانع الصهر و غيرها ) و المصادر المتحركة (حافلات , سيارات , و سائق النقل الأخرى ) وتم بشكل رئيسي عبر الهواء الذي بدوره يحمله إلى أماكن أخرى فيلوث الماء و التربة و النباتات , وترجعت مؤخراً مستويات الرصاص في الهواء بعد تراجع استعمال البنزين الحاوي على الرصاص في منتصف الثمانينيات من القرن الماضي أما بالنسبة للبيئة الداخلية فكان يعتبر الدهان الذي كانت تطلى به المنازل قبل عام 1978 مصدراً رئيسياً للتعرض في هذه المنازل عبر الغبار الناتج عن تلك الطلاءات لذا ينبغي توخي الحذر أثناء إزالة الدهانات لكون هذا الغبار يلوث الأراضي و الجدران و أثاث المنزل الذي يكون الأطفال على تماس معه .<sup>9</sup>

الترفة 3-4-1 soil



الشكل (2) تحذير من الرصاص على مضخة بنزين. حيث أن إضافة رباعي ايتيل الرصاص إلى البنزين أدى إلى تلوث التربة.

## 4-4-1 water الماء

استخدم الرصاص و لسنوات عديدة كمكون رئيسي للأنبيب والقنوات و الوصلات المعدنية لشبكات مياه الشرب. إن الرصاص الآتي من الهواء المحيط أو التربة قد ينتهي به المطاف في المياه الجوفية أو المياه السطحية و يحتمل أن يوجد في مياه الشرب نتيجة عمليات السباكة والإصلاحات لأنابيب نقل المياه<sup>11</sup>. كما أن النشاطات البشرية تؤدي إلى زيادة مستويات الرصاص في المياه الجوفية من خلال ارتشاح الرصاص من (البطاريات التالفة، الدهانات، البنزين الحاوي على الرصاص، المبيدات الحشرية مثل زرنيخات الرصاص). يوجد الرصاص أيضا في المياه الحمضية ، أو الفقيرة بالمعادن حيث تزداد مستويات الرصاص في مياه الصنبور كلما بقيت المياه لمدة أطول في الأنابيب<sup>12</sup>.

## 5-4-1 العلاجات التقليدية و مواد التجميل remedies

تلجأ العائلات في بعض البلدان (مثل بلدان شرق آسيا- الهند - غرب آسيا - أمريكا اللاتينية) إلى استعمال أدوية شعبية تقليدية و عشبية حيث يضاف الرصاص و غيره من المعادن الثقيلة إلى الأدوية الشعبية كعناصر علاجية و تستخدم لعلاج طيف واسع من الأمراض ، ومن هذه العلاجات التقليدية ذكر على سبيل المثال :

- الكحل العربي : وهو بودرة تستخدم في التجميل أو في علاج آفات جلدية .

- سورما : مستحضر تجميلي هندي لتحسين جمال العين (يصل محتوى pb إلى 23 %)
- أزراكون و غريتا : أعشاب بشكل بودرة صفراء تستخدم لعلاج الآلام البطنية تدعى بـ ”empacho“ . (يصل محتوى pb إلى 90 %)
- كاندو : بودرة حمراء علاج هندي للاضطرابات المعدية المعوية<sup>13</sup>.

## **6-4-1 الألعاب و المنتجات الخاصة بالأطفال products**

تعنى منظمة سلامة المنتجات الاستهلاكية (CPSC ) بمنتجات الأطفال و قد وجهت هذه المنظمة إلى خطورة المحتوى من الرصاص الموجود في ألعاب الأطفال المستوردة من بلدان آسيا و أمريكا الجنوبية. من الأمثلة الواسعة الانتشار على المنتجات الحاوية الرصاص ذكر زينة الأطفال المطلية بأصبغة قد تحتوي الرصاص و الحلي و أقلام التلوين و الألعاب البلاستيكية و غيرها<sup>4</sup>.

## **5-1 الحرائك السمية للرصاص Toxic kinetics of lead**

### **1-5-1 الامتصاص Absorbtion**

يدخل الرصاص إلى الجسم عبر 3 طرق هي :

- الطريق الهضمي : ابتلاع الطعام أو الشراب أو مواد أخرى ملوثة<sup>14</sup>.
- الاستنشاق: استنشاق الهواء الملوث .
- الطريق الجلدي :امتصاص المادة السامة عبر الجلد<sup>15</sup>.

يعتبر الطريق التنفسي طريقاً رئيسياً لدخول الرصاص إلى الجسم وخاصة في البيئات الصناعية و يتوقف معدل الامتصاص على جملة عوامل منها معدل التنفس و حجم الجزيء و شكله و شحنته و انحلاله في سوائل الجسم حيث أظهرت جزيئات أصغر من 1ميكرون معدلات امتصاص وترسيب أعلى في الرئتين مقارنة بالجزيئات الأكبر حجماً.

أظهرت دراسات أن معدل ترسب الرصاص المحمول بالهواء يتراوح بين 30 – 80 % لدى البالغين في حين يزداد المعدل لدى الأطفال المعرضين نتيجة لاختلاف الفيزيولوجي للجهاز التنفسي حيث يستنشق الأطفال حجماً أكبر من الهواء نسبة لكتلة أجسامهم مقارنة مع البالغين .

لكن و في المقابل فإن امتصاص الرصاص عبر الجهاز الهضمي لدى الكبار يعد منخفضاً جداً و يقدر بنحو 10 % فقط حيث يتأثر الامتصاص المعدني المعموي بعوامل عدّة مثل حجم الجزيء و مدة بقائه و درجة الحموضة و قابلية انحلاله ويزداد بشكل ملحوظ في حالات الصيام أو نقص الكالسيوم أو الحديد أو الفوسفور أو الزنك. و يتم الامتصاص بشكل رئيسي في الإثنى عشرى عشري عبر الانتشار أو النقل الفاعل عبر الخلايا الظهارية المعموية سواء كان الرصاص بالشكل الحر pb أو بشكل معقدات الرصاص العضوية أو اللاعضوية<sup>14</sup>. يزداد امتصاص الرصاص بالطريق الهضمي لدى الأطفال و الرضع بحوالي 70-40% و يعزى ذلك إلى عدة عوامل منها سلوك الأطفال كوضع الإصبع في الفم أو تناول رفاقات الدهان المنشرطة عن الجدران أو وضع الألعاب البلاستيكية المطلية بالرصاص في الفم كما أن الجهاز الهضمي لديهم يكون في طور النمو.<sup>16</sup> . ويساهم عوز الحديد بسمية الرصاص خاصة لدى الأطفال و الحوامل.<sup>17</sup>.

## 5-1 التوزع و الاحتفاظ Distribution and Retention

يجري توزع الرصاص في الجسم على ثلاثة مراحل: أولها وصول الرصاص الممتص إلى الدم ثم إلى الأنسجة الرخوة (الكبد ، الكلى ، الدماغ ) وأخيراً (في التعرض المزمن ) يتوضع 90 % منه في العظام. يتوزع الرصاص الذي يدخل الجسم عبر الطريق الهضمي أو الاستنشاق إلى مجرى الدم حيث يرتبط سريراً إلى كريات الدم الحمراء (RBC) أو ينقل إلى الأنسجة الرخوة وفي النهاية يصل إلى العظام التي تعتبر المخزن الكبير له<sup>18</sup>. يرتبط الرصاص بكريات الدم الحمراء بشكله القابل للتوزع (حوالي 99%) وكذلك يتواجد في البلازما (1%) و يرتبط ببروتيناتها حيث وجد أن البروتين الأساسي الذي يرتبط إليه الرصاص هو دي هيدراتاز حمض دلتا - أمينوليفولينيك D(ALAD). حيث تعتبر أجزاء الرصاص المرتبطة بالألبومين في البلازما و السوائل خارج خلوية العناصر الرئيسية التي يصل من خلالها الرصاص إلى بقية أنحاء الجسم<sup>19</sup>. إن التركيز المنخفض للرصاص في البلازما قياساً بكريات الدم الحمراء جعل من الصعب جداً قياس تراكيز الرصاص في البلازما بدقة حيث تعتبر البلازما المكان الذي يتم عبره التوزع و الاطراح إذ يتتساب إطراح الرصاص في البول طرداً مع تراكيزه في البلاسما و ليس مع تراكيزه في الدم<sup>19</sup> .

يعكس تركيز الرصاص في الدم كمية الرصاص الحالية الممتصة عبر الجسم ويحدث توازن بين الدم والأنسجة و يخرج الرصاص من الدم بسرعة أكبر من النسج الأخرى حيث يبلغ نصف العمر الحيوي له في الدم حوالي 28 يوما، تليها النسج الرخوة بحوالي 40 يوماً في حين يحتفظ العظم بالجزء الأكبر (حوالي 25 سنة ) حيث المخزن التراكمي و الإطراح الأضعف عبر الزمن<sup>19</sup>. يدخل الرصاص إلى العظام بآلية مميزة تشمل التبادل السريع بين البلازما و العظام على كامل سطوح العظم حيث يساهم الرصاص في تشكيل العظم و يخرج عبر الارتشاف العظمي إلى الدم . يزداد ارتشاف العظام لدى الحوامل و المرضعات لتزويد الجنين بالكالسيوم و تستمر تراكيز الرصاص في الدم بالارتفاع<sup>19</sup>. حيث يرتبط إلى الأملاح عوضا عن الكالسيوم بما يمثل 95% من حمولة الجسم الكلية لدى البالغين و 70% لدى الأطفال<sup>14</sup>. يعبر الرصاص أيضاً إلى الحاجز الدموي الدماغي BBB Blood-Brain Barrier حيث تقارب التراكيز في البلازما تلك الموجودة في السائل الدماغي الشوكي Cerebro Spinal FluidCSF. ينتقل الرصاص أيضاً عبر المشيمة و تكون تراكيزه لدى المولود الجديد مماثلة لتلك التي لدى الأم<sup>20,19</sup>. يمتص الأطفال 70-40% عبر الطريق الهضمي و يحتفظون بالثلث (3/1) في مقابل البالغين الذين يمتصون حوالي 10% و يحتفظون بـ 1% فقط<sup>20</sup>.

### **Excretion 3-5-1**

يستقلب الرصاص العضوي في الكبد بواسطة أنزيمات السيتوكروم p450<sup>21</sup>. أما الرصاص اللاعضوي فلا يخضع لعمليات استقلالية ويكون إطراحه قليل و يتم بشكل رئيسي عبر الكلى في البول (حوالي 76%) وبكميات أقل في المجرى الهضمي عبر الصفراء. يطرح البالغون 1% من الجرعة الممتصة في مقابل الثلث بالنسبة للأطفال. ذكر أيضاً من طرق الإطراح الأخرى الشعر والأظافر والعرق بنسبة 8%. كما يطرح الرصاص أيضاً في حليب الأم التي سبق و تعرضت للرصاص بتراكيز تصل إلى حوالي (12) مكغ/ل<sup>19</sup>. وبشكل عام يطرح الرصاص ببطء شديد من الجسم نظراً لنصف عمره الطويل الذي يقدر بسنوات عديدة و هذا ما يجعله من السموم التراكمية<sup>18</sup>.

## 6-1 التأثيرات السمية للرصاص Toxicological effects

### 1-6-1 تأثير الرصاص في مسارات الاستقلاب الطبيعية

#### Lead impairment of normal metabolic pathways

يتوزع الرصاص في جميع الخلايا و تأتي سميته من قدرته على الإرتباط بالجزئيات الهامة ببولوجيا مؤثراً على عملها بعدد من الآليات. يعتبر الرصاص معدناً ثالثي التكافؤ عالي الألفة لمجموعات السلفهيريل -sh المحسنة سلبياً عن طريق تثبيط الأنزيمات المعتمدة على السلفهيريل ، و تثبيط أنزيم دي هيدراتاز حمض دلتا - أمينو ليفولينيك (ALAD) و أنزيم فيروكيلاتاز Ferrochelatase<sup>22</sup>. كما يشبه الرصاص ثالثي التكافؤ عنصر الكالسيوم و يعمل بشكل تنافسي معه في العديد من الأجهزة البيولوجية مثل المتقدرات المكونة من الميتوكوندريا و الوظائف العصبية المختلفة حيث ظهر تأثير الرصاص في إشارات الكالسيوم و أنزيم كيناز البروتين المعتمد على مودولين modulin (بروتين رابط للكالسيوم) المعروف بدوره الهام في التعلم و الذاكرة و تطور المخ . كما أن التشابه بين الرصاص و الكالسيوم يفسر التبادل الحاصل بين هذين العنصرين في العظام و يفسر أن أكثر من 90% من الرصاص مخزن في الهيكل العظمي<sup>23</sup>. يؤثر الرصاص أيضاً على الأحماض النووية (DNA, RNA) بآليات غير معروفة تماماً إلا أنها مرتبطة بالتكافؤ الثنائي للرصاص حيث أظهرت بعض الدراسات معدلات متزايدة من زيء الصبغيات و التبادات الكروماتيدية المتكررة و المتزايدة و الإفراغ غير الطبيعي لحمض بيتا أمينوايزوبوتيريک المشتق من DNA في كل من حيوانات التجربة و العمال المعرضين . يقوم الرصاص بتنبيط بيريميدين-5-نوكليوتيداز الكريات الحمر (P-5-N) لدى الأشخاص المعرضين للرصاص مما يؤدي إلى تراكم النيوكليوتيدات في الكريات الحمر مما يؤثر في استقرار الغشاء و من هذه الآليات : التداخل مع نشاط فوسفات الادينوزين (ATPase) و مضخة الصوديوم/بوتاسيوم و نظام نقل المواد عبر الجدار الخلوي<sup>23</sup>. ظهر في المستوى تحت خلوي التأثير السمي للرصاص على المتقدرات حيث يتراكم الرصاص فيها مؤدياً إلى أذية بنوية و خلل في قدرة الخلية و وظائف الخلايا الأخرى . يؤثر الرصاص على مسارات الاستقلاب الطبيعية لدى الأطفال في مستويات قليلة من الرصاص. هناك 3 أنزيمات على الأقل في مسار تصنيع الهيم تتأثر بالرصاص فمستويات مرتفعة منه تنقص تصنيع الهيم .

لوحظ عند مستوى  $10 \mu\text{g/dL}$  تأثير على أحد هذه الأنزيمات وهو (ALAD) و بتنبيط هذا الإنزيم تزداد مستويات (ALA) و الذي يؤدي إلى انماض تحرر حمض غاما أمينو بوتيريک GABA في الجهاز العصبي

المركزي CNS) و هذا مايفسر الاضطرابات السلوكية المشاهدة لدى المصابين بالبروفيريا و التسمم بالرصاص<sup>24</sup>. ينقص الرصاص من نشاط أنزيم تريبيتوфан بيرولاز tryptophan pyrollase، أنزيم يحتاجه الهيم ، وبالتالي زيادة في استقلاب التريبيتوfan من خلال طريق ثانوي ما يؤدي إلى رفع مستويات الناقل العصبي (السيروتونين) في الدم و الدماغ<sup>25</sup>. يتدخل الرصاص أيضاً مع استقلاب فيتامين D من خلال تثبيطه لـ 1,25 هيدروكسي فيتامين D لإنتاج الشكل الفعال منه وقد لوحظ هذا التأثير عند مستويات 10-15 µg/dL<sup>26</sup>.

## 2-6-1- التأثيرات على الجهاز المكون للدم

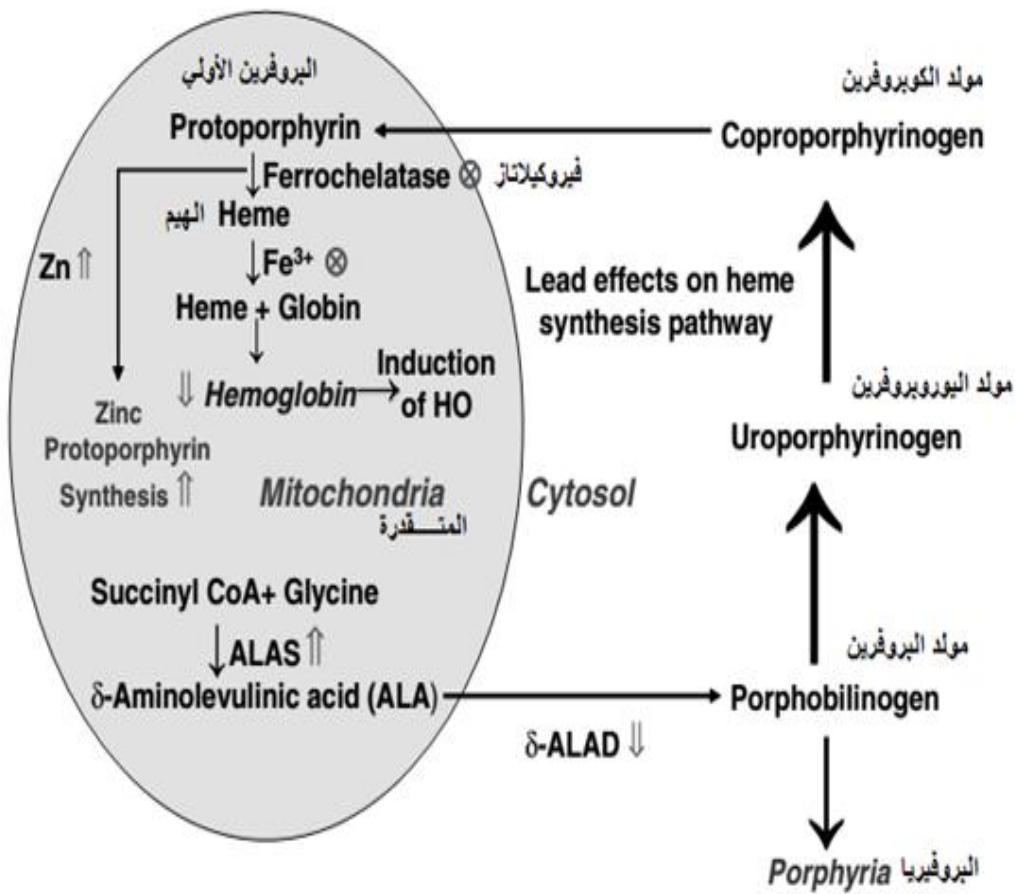
### Effects on Hematopoietic System

يعتبر الجهاز المكون للدم أحد الأعضاء الحرجة المستهدفة من قبل الرصاص الذي يدخل في عملية تصنيع الهيم. درست العلاقة بين الرصاص و مسار الهيم بشكل جيد حيث وجد هذا المسار في كافة الخلايا حيث يؤثر الرصاص على 3 من أصل 7 من الأنزيمات المسئولة عن إنتاج الهيم. وتعود هذه التأثيرات السمية إلى التأثير المشترك لكل من :

a- تثبيط تصنيع الهيموغلوبين

b- دورة الحياة القصيرة للكريات الحمر

وتؤدي هذه التأثيرات إلى فقر دم متوسط أوحاد أو مزمن. ويؤثر الرصاص بشكل رئيسي في موقعين يشكلان هدفاً في مسار تصنيع الهيم و هما موقع نشاط D(ALAD) و أنزيم فيروكيلاتاز حيث يرتبطهما الرصاص من خلال تداخله مع مجموعات السلفهدريل إضافةً إلى تأثيره التحفيزي في أنزيم مخلفة دلتا - حمض أمينوليفولينيك ALA-S حيث تحدد هذه الخطوة معدل سرعة تصنيع الهيم من خلال إزالة الأنزيمات الإرتجاعي حيث إن تحفيز ALA-S يؤدي إلى تشكيل ALA، وبالتالي فإن تثبيط D(ALAD) وتحفيز ALA-S يؤدي إلى زيادة ALA التي يمكن قياسها في الدم أو البول<sup>25</sup>. يثبت الرصاص العديد من المراحل في حلقة الهيم كما يوضح الشكل (3).

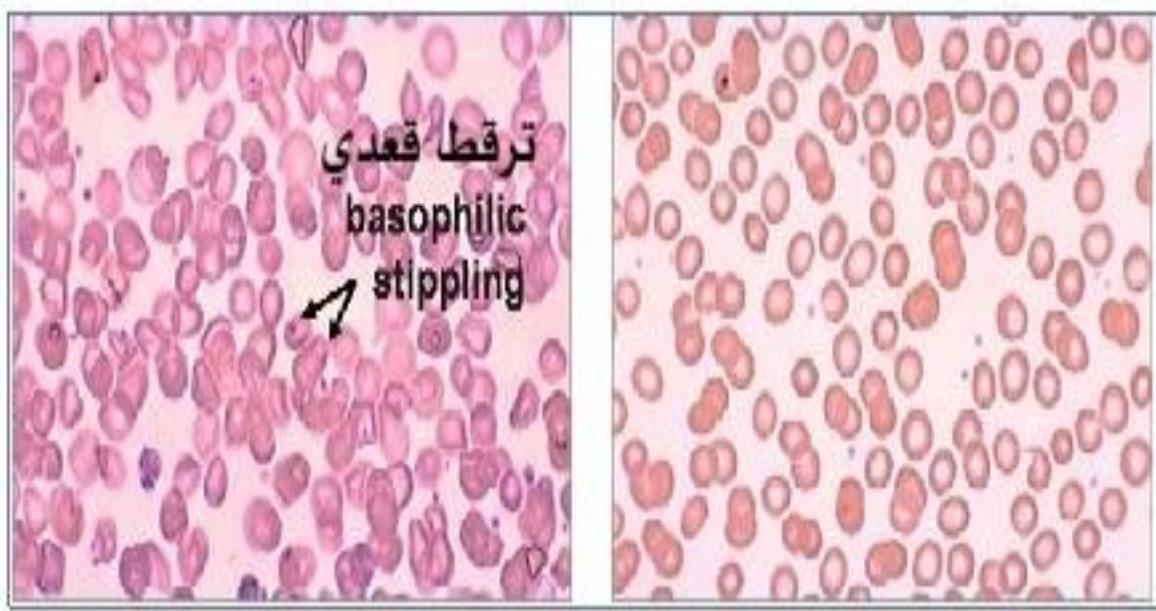


Abbreviations: ALAS- Aminolevulinic acid synthase; ALAD- Aminolevulinic acid dehydratase; HO- Heme oxygenase

الشكل (3) مراحل تصنيع الهيم حيث ALAS أmino levulinic سينساتاز ، ALAD أmino levulinic ديهيدراتاز، HO هيم أوكسيجيناز<sup>25</sup> .

فهو يثبط (ALAD) الذي يحفز تصنيع البروفيرين الأولي بدءاً منALA ويثبط أيضاً الفيروكيلاتاز، الذي يربط الحديد إلى البروتوبورفيرين. إن تثبيط (ALAD) يحدث عند مستويات منخفضة 5  $\mu\text{g/dL}$  ويصل إلى حوالي 90% عند مستويات 55  $\mu\text{g/dL}$ . استخدمALA في البول كمؤشر للتعرض وتشخيص للتسمم بالرصاص. تم اقتراحه كمعامل ارتباط هام بين الرصاص في الدم و الرصاص في البول <sup>25</sup>ALA-D أو ALA-U.

يؤدي تثبيط الفيروكيلاتاز إلى استبدال الحديد بالزنك و يتشكل بروتوبروفرين الزنك ZPP حيث وجدت مستويات عالية منه لدى عمال الرصاص كما ربطت العديد من الدراسات ارتفاعه بمستويات الذروة من الرصاص في الدم لدى الأطفال . يعمل أنزيم فيروكيلاتاز على إتمام مسار تصنيع الهيم ببوليوجياً من خلال إدخال ذرة حديد داخل بروتوبروفرين و عند تثبيطه من قبل الرصاص يمنع تضمين الحديد داخل البروفرين وبالتالي يمنع دخوله إلى الهيموغلوبين مما يؤدي إلى تراكم البروتوبروفرين في طلائع الكريات الحمر داخل نقي العظم و يتشكل بروتوبروفرين الكريات الحمر الحر FEP و يتم التقصي عنه في خلايا الدم الحمراء مجهرياً<sup>27</sup>. لدى المصابين بالتسمم بالرصاص لا يوجد FEP حراً في الكريات الحمر و إنما على شكل خلابة معدنية ZPP بروتوبروفرين الزنك . يبقى ZPP في الكريات الحمراء مدة 120 يوماً من فترة حياة الخلية و لذلك يكون قياسه مؤشراً على التأثير المرتبط بالرصاص في النسج المكونة للكريات الحمر بمتوسط يزيد على 3 أشهر في حين يعكس تركيز الرصاص في الدم الحالة الأكثر حداثة لامتصاص الرصاص ، كما أن الأنيميا المرتبطة بعوز الحديد تسبب ارتفاع ZPP و هي حالة موجودة غالباً لدى الأطفال الأكثر عرضة للإصابة بالتسمم بالرصاص لذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار نقص الحديد عاملاً مهماً في تفسير نتائج اختبار ZPP<sup>27</sup>. يعتبر الترقط القعدي (Basophilic stippling) ( خلايا كريات الدم الحمراء سمة مميزة للتسمم بالرصاص ناتج عن تراكم الريبيوزومات (نوافذ تدرك حمض الريبيونيكليك ) غير أن هذه الظاهرة تشاهد أيضاً في حالات أخرى مثل التسمم بالزرنيخ و وبالتالي فهي غير نوعية ، لكنها تساعدنا على تأكيد التسمم بالرصاص في حال تأكيد الكشف المخبري و السريري<sup>28</sup>. تظهر هذه التأثيرات حتى عند مستويات قليلة 10 µg/dL. ويوضح الشكل (4) الترقط القعدي لدى الاشخاص مديدي التعرض للرصاص .



حالة التسمم بالرصاص

كريات الدم الحمراء الطبيعية

الشكل (4) الترقط القعدي لدى المصابين بposure to lead. <sup>29</sup>

### 3-6-1 التأثيرات الكلوية Renal effects

تعتبر الكلى أحد الطرق الرئيسية لإطراح الرصاص، حيث يمتص الرصاص الموجود في الرشاحة الكبيبية المستدقة عبر النبيب و تعتبر النسخ الكلوية أحد النسخ الرخوة الحاوية على أعلى تراكيز من الرصاص. يشمل اعتلال الكلى الناجم عن تسمم حد بالرصاص تأذى النبيب القريب مع خلل في الأداء وتغيرات في خلايا العضيات وخاصة المتقدرات<sup>30</sup>. ومن الآثار الملاحظة على عمل النبيب القريب بيلة سكرية ، بيلة الحمض الأمينية ، وارتفاع فوسفات الزئبق وهو مايعرف بمتلازمة فانكوني Fanconi syndrome يمكن ان تستمر هذه المتلازمة أكثر من 10 سنوات تبعاً لحالة التسمم ، كما أن هناك علاقة بين التعرض وارتفاع الضغط بتأثير تتواسطه الآليات الكلوية. يؤدي التعرض المهني الشديد و المديد إلى تغيرات غير عكوسية في الكلية تتضمن تصلب حبيبي و تليف خلالي منتشر و في النهاية فشل كلوي <sup>31</sup>. يمكن الكشف عن خلل الأداء النببي بقياس إطراح الانزيمات النببية الكلوية مثل N - اسيتيل- بيتا - D - غلوکوز أmino-N-acetyl-beta-D-glucosaminidase (NAG) و هو مقياس حساس للخلل النببي. يستخدم مصطلح النقرس الرصاصي ( saturnine gout ) لوصف العلاقة بين الامتصاص العالى للرصاص و الإعتلال الكلوى النفرسى حيث يشاهد لدى

مرضى الإعتلال الكلوي النقرسي زيادة في حمولة الجسم من الرصاص بزيادة المستويات المصلية لحمض البول الناجم عن تفاقم الإعتلال الكلوي النقرسي<sup>32</sup>.

## 4-6-1 التأثيرات العصبية Neurological effects

يعتبر الجهاز العصبي أكثر الأعضاء حساسية للتسمم بالرصاص. ويعتقد بأن التعرض لمرة واحدة لدى الأطفال لا يسبب تأثيرات مؤدية ولكن عدم وجود دقة في تحديد عتبة سمية لدى الأطفال يمكن أن يجعل هذه التأثيرات دائمة.

- تظهر التأثيرات لدى الأطفال عند مستويات رصاص في الدم (Blood Lead Level) أقل من  $10 \mu\text{g/dL}$  من مستويات الرصاص لدى البالغين.
- يتآثر نمو الجهاز العصبي لدى الأطفال بشكل عكوس عند  $\text{BLL} > 10 \mu\text{g/dL}$ .
- يمكن أن تكون الأذيبات العصبية الناجمة عن التسمم بالرصاص لاعكوسية.

يعتبر الأطفال أكثر عرضة لأثار الرصاص لعدة أسباب منها ارتفاع سرعة التنفس لديهم، فهم عرضة لاستنشاق الأبخرة والغبار المحمل بالرصاص بنسبة أكبر من البالغين، كما أن معدل امتصاص الرصاص عبر الطريق الهضمي لديهم خصوصاً على معدة فارغة، يتراوح بين 5-10 أضعاف مما هو عليه لدى البالغين<sup>33</sup>. بالمقابل أيضاً فإن دماغ الطفل وجهازه العصبي يكونان في مرحلة النمو، وهو ما يجعله أكثر حساسية للرصاص. يعتبر الحاجز الدماغي الدموي (Blood-Brain Barrier) لدى الأطفال دون سن الثالثة غير مكتمل التطور، وهو ما يسمح بزيادة خطر دخول الرصاص إلى الجهاز العصبي الذي ما يزال في طور النمو، وهذا يؤدي إلى اضطرابات عصبية. وفي الحقيقة لا يوجد عتبة حدية دنيا لمستويات الرصاص في الدم تبدأ عندها التأثيرات العصبية السلبية عند الأطفال<sup>34</sup>. إن التعرض الحاد لمستويات عالية جداً من الرصاص قد يؤدي إلى اعتلال دماغي (encephalopathy) وعلامات مرافقة مثل: عدم التوازن والغيبوبة والتشنجات والذهان وقد تنتهي بالموت. وتختلف مستويات الرصاص المؤدية إلى اعتلال دماغي من دراسة لأخرى، ولكن من المؤكد أن التأثيرات الخطيرة تبدأ من مستوى  $70 \mu\text{g/dL}$ . ويمكن أن يعاني الأطفال من تأثيرات عصبية حتى عند تعرضهم لمستويات أقل من ذلك. حتى إن لم تظهر أعراض الاعتلال الدماغي، فإن المستويات المرتفعة من الرصاص يمكن أن تسبب حدوث أضرار عصبية دائمة<sup>35</sup>.

يمكن أن تبدأ التأثيرات العصبية، في بعض الحالات، عند مستويات منخفضة للرصاص في الدم  $\text{BLL}$  قد تصل إلى ( $10 \mu\text{g/dL}$ ) أو حتى أقل من ذلك، ويمكن أن يتواجد الرصاص أحياناً بتراكيز أقل من أن نتمكن من قياسها بالفحوص المخبرية العادية<sup>36</sup>.

أظهرت بعض الدراسات أنه كلما ازدادت مستويات الرصاص في الدم بمقدار ( $10 \mu\text{g/dL}$ ) لدى الأطفال فإن ذلك يترافق مع انخفاض معدل الذكاء  $\text{IQ}$  Intelligence Quotient بمقدار يتراوح بين 4 – 7 درجات<sup>37</sup>. يوجد مجموعة كبيرة من الدلائل التي وجدت ارتباطاً بين الانخفاض في معدل الذكاء  $\text{IQ}$  واضطرابات عصبية أخرى من جهة وبين التعرض للرصاص من جهة أخرى. كما تبين أن اضطرابات نقص الانتباه مع فرط الشاطط واضطرابات السمع عند الأطفال تزداد بازدياد  $\text{BLL}$ ، كما أن التعرض للرصاص قد يساهم في اضطراب التوازن وضعف وظيفة الأعصاب المحيطية<sup>36</sup>. إن بعض هذه التأثيرات العصبية التي تظهر عند الأطفال نتيجة التعرض للرصاص قد تستمر في مرحلة البلوغ<sup>38</sup>.

## 5-6-1 التأثيرات على الإنجاب Effects on reproductive

يؤثر الرصاص على الوظيفة الانجابية لدى الرجل والمرأة ، فلدى الرجل أظهرت الدراسات انخفاضاً في جودة النطف مرتبطاً بالجرعة و فترة التعرض وقد لوحظ أن ارتفاع مستويات الرصاص في الدم يؤدي إلى انخفاض في حجم النطف وكثافتها و تعدادها العام و حركتها وأشكالها السوية ويقترح أن هذه التأثيرات تحدث عند مستويات ( $\text{BLL} > 15 \mu\text{g/dL}$ )<sup>39</sup>. أما لدى المرأة فقد بينت الدراسات على نساء معرضات لدرجات متفاوتة من الرصاص إلى أنه يسبب زيادة في حالات الإجهاض المرتبطة بتعرض المرأة الحامل لمستويات مرتفعة من الرصاص<sup>40</sup>. كما أن تعرض الحوامل للرصاص يتظاهر بتأثيرات سمية على الجنين تتمثل في نقص في الوزن ، الخصوبة ، و النمو العقلي و يمكن أن تظهر هذه التأثيرات من تعرض مسبق للألم من خلال انتقال الرصاص من مخازنه في العظام إلى الجنين عبر المشيمة. وقد أظهرت دراسات مؤخرأً أن كمية هامة من الرصاص في العظام تنتقل إلى الدوران أثناء الحمل والإرضاع.

## 6-6-1 التأثيرات على العظام Effects on bones

يؤثر الرصاص على العظام بالدرجة الأولى من حيث أنها المخزن الرئيسي له حيث يتوضع فيها و تداخله في استقلاب العظام من ناحية أخرى . حيث يخزن الرصاص في موضعين في العظم هما الحوض القابل للتتبادل على سطح العظم و في الحوض الغير قابل للتتبادل في العظم الفشري العميق<sup>41</sup>.

يعتمد انتقال الرصاص من الطعام على حملة من الحالات الفيزيولوجية و المرضية مثل العمر ، فرط نشاط الدرق، ترقق العظام ،الفشل الكلوي و بشكل جزئي أثناء الحمل و الإرضاع<sup>42</sup>. ويعتبر تراكم الرصاص في هذه الأنسجة مصدر خطر (التعرض الذاتي ) حيث يبقى الرصاص في الجسم حتى بعد زوال التعرض. حيث يتحرر الرصاص من المصدر الداخلي (العظام)<sup>43</sup>. ترافقت مستويات عالية من الرصاص في أسنان الأطفال مع معدلات ذكاء منخفضة مقارنة مع نظرائهم غير المعرضين .

## **7-6-1 التأثيرات المسرطنة Carcinogenic effects**

هناك عدد من الدلائل على أن التعرض للرصاص له علاقة بالأورام الكلوية حيث أظهرت الدراسات سرطانات كلوية لدى حيوانات التجربة المعرضة لمصادر الرصاص اعتماداً على مدة و شدة التعرض حيث يعتقد أن الذكور أكثر عرضة من الإناث لهذه التأثيرات المسرطنة ، إحدى هذه الآليات هي التحول العشوائي في نمو الخلايا الكلوية الظاهرية إلى كيسة كلوية . هذه الكيسات المبطنة تحول و تتكاثر عشوائياً باحتمال استجابتها للزيادة في حجم السائل داخل الكيسي وبالنالي فمرضى الفشل الكلوي المزمن المعرض بالرصاص لديهم استعداد للسرطانات الكلوية<sup>44</sup>.

## **8-6-1 التأثيرات القلبية الوعائية Cardiovascular disorders**

يرتبط التسمم بالرصاص مع عدد من التغيرات المورفولوجية و الكيميائية في الجهاز القلبي الوعائي وترتبط هذه الأضرار بالأمراض القلبية الوعائية و التعرض المزمن للرصاص.تشير التقارير إلى أن الوفاة الناجمة عن الإعتلال الدماغي الوعائي قد ازداد بين العمال المعرضين للرصاص<sup>45,46</sup>. كما أن الأشخاص الذين تعرضوا في طفولتهم لحالات تسمم بالرصاص كانت معدلات خطورة إصابتهم بارتفاع الضغط أعلى مقارنة مع نظرائهم الذين لم يتعرضوا للتسمم بالرصاص<sup>47</sup>.

## **8-6-1 التأثيرات الغدية Glandular effects**

أظهرت الدراسات لدى الأطفال علاقة قوية غير عكوسية بين مستويات BLL و مستويات الفيتامين D حيث يعيق الرصاص تحول الفيتامين D إلى شكله الهرموني (1، 25 - ديهيدروكسي فيتامين D) والذي يعتبر مسؤولاً عن حفظ التوازن للكالسيوم داخل و خارج خلوي<sup>48</sup>. ويؤدي نقص (1، 25 - ديهيدروكسي فيتامين D) إلى خلل في النمو الخلوي و تطور و اكمال العظام و الأسنان ، وتلاحظ هذه التأثيرات لدى الأطفال الذين لديهم مستويات BLL مزمنة أو عوز غذائي مزمن خاصه بعناصر (الكالسيوم ، الفوسفور ، فيتامين D)<sup>49</sup>. و يؤثر الرصاص بشكل أقل على عمل الغدة الدرقية لدى الأطفال<sup>50</sup>.

## 9-6-1 التأثيرات لدى الأطفال Effects on children

يعتبر التسمم بالرصاص لدى الأطفال المشكلة الصحية الأبرز في كثير من دول العالم ،حيث ترافقت تراكيز الرصاص المرتفعة مع تأثيرات خطيرة في التطور المعرفي والسلوكي و العصبي . توجد عدة مصادر محتملة للرصاص في بيئه الطفل كابتلاع رقائق الدهان الحاوي على الرصاص لحلوة طعمها و الذي يعد مصدر هام يؤدي إلى تسمم بالرصاص و هذا كان السبب في إصدار تشريعات حظر الرصاص تدريجياً من الدهان ، كما أن الأطفال القاطنين في بيوت صناعية بحكم عمل آبائهم معرضون لخطر الرصاص .يعتبر الأطفال أكثر عرضة من الكبار للتأثيرات السامة للرصاص كون الجملة العصبية النامية معرضة لسمية الرصاص و التي تصيب وظائف متعددة في المخ ،تعتمد على مرحلة النمو التي حصل فيها التسمم ، و قد تكون النتيجة دائمة . كما أن عدم تناول كميات كافية من الحديد و الكالسيوم و فيتامين D قد يزيد من التأثيرات العكسية للرصاص. ومن التأثيرات في الجملة العصبية نذكر تأثيرات عكسية في درجة الذكاء (IQ) و شذوذات سلوكية و صعوبات في التعلم .تحدث هذه التأثيرات بدون وجود تاريخ لتسمم واضح لدى الطفل فقد يكون تعرض الطفل أثناء مرحلة الجنين من أبوين معرضين للرصاص و ذلك مثلاً من جراء حركة مخازن الرصاص في العظام لدى الأم و المترافق عبر السنين .كشفت بعض القياسات المباشرة على مستوى الرصاص في عظم الأم باستخدام الفلورة بأشعة إكس (KXRF ) أن الرصاص العظمي لدى الام يخبرنا بولادة طفل أقل وزناً و طولاً و محيط رأس أقل و أداء أقل عندما يبلغ الطفل السنين من العمر و ذلك حسب قياسات Bayley للتطور الذهني<sup>50</sup> . إن إعطاء كالسيوم إضافي يمكن أن يخفض من ارتفاع العظم لدى الحوامل و وبالتالي يقلل من تعرض الجنين للرصاص . ويلخص الجدول (2) مستويات الرصاص الأقل التي تظهر عندها التأثيرات الصحية لدى الأطفال.

**الجدول(2)مستويات التأثير الأقل ملاحظة للتأثيرات الصحية لدى الأطفال<sup>72</sup>**

مستوى (PbB) الأقل ملاحظة ( μg/ dL)	تصنيع الهيم	التأثيرات العصبية	التأثيرات الكلوية	التأثيرات الهضمية
<b>10&gt;</b>	تنبيط ALA-D P-5-N	خل في التطور العصبي وعيوب سلوكية عصبية		
<b>20-10</b>	ارتفاع بروتوبوروفرین الكريات الحمر	انخفاض العمر الحملي وزن المولود (عرض الابوين )	أذية في النبيب القريب	
<b>30-20</b>	انخفاض الخضاب فقر دم	تبديل استجابات الأعصاب المحيطية	تبديل استقلاب الفيتامين D	
<b>40-30</b>	فقر دم و زيادة في البول	أعراض غير نوعية في الجملة العصبية المركزية		أعراض معدية معوية
<b>60-50</b>			بيلة حمض أمينية	
<b>70-60</b>				أعراض معدية معوية شديدة
<b>80-70</b>		أعراض الاعلال الدماغي		متلازمة فانكوني

## **Symptoms 7-1 الأعراض**

يؤدي التسمم بالرصاص إلى أعراض مختلفة تعتمد على الشخص المصاب و مدة التعرض ، تكون الأعراض عامة وقد تكون خفيفة وقد يكون هناك شخص لديه نسبة عالية من الرصاص وليس لديه أي أعراض. الأعراض غالباً ما تظهر بعد أسابيع إلى شهور حيث يتم بناء الرصاص بالجسم أثناء التعرض المزمن له ولكن الأعراض الحادة تنتج من التعرض القصير للأمد والحاد .<sup>51</sup>

### **1-7-1 التسمم الحاد Acute poisoning**

يعتبر هذا النوع من التسمم غير شائع و هو ينبع عن استنشاق كميات كبيرة من الرصاص نتيجة التعرض المهني و لدى الأطفال من خلال ابتلاعهم كميات كبيرة من الدهان المتوضع على لعبهم. في حالات التسمم الحادة، تظهر علامات عصبية محددة مثل ( الألم، ضعف في العضلات، تنميل) مشاكل هضمية (ألم بالبطن، غثيان، قيء، إسهال، الإمساك ) تأثيرات فموية (طعم قابض، طعم معدني في الفم ) تحدث هذه الاعراض عند مستويات BLL ( 100-120 $\mu\text{g/dL}$  ) لدى الكبار و ( 80-100 $\mu\text{g/dL}$  ) عند الأطفال .<sup>51</sup>

### **2-7-1 التسمم المزمن Chronic poisoning**

يعتبر هذا النوع الأكثر شيوعاً و يتالف من 3 مراحل :

المراحل الأولى : فقدان شهية ، خسارة وزن ، إمساك ، تهيج ، إقياء عرضي ، تعب ، وهن ، خطوط على اللثة ، فقر دم .

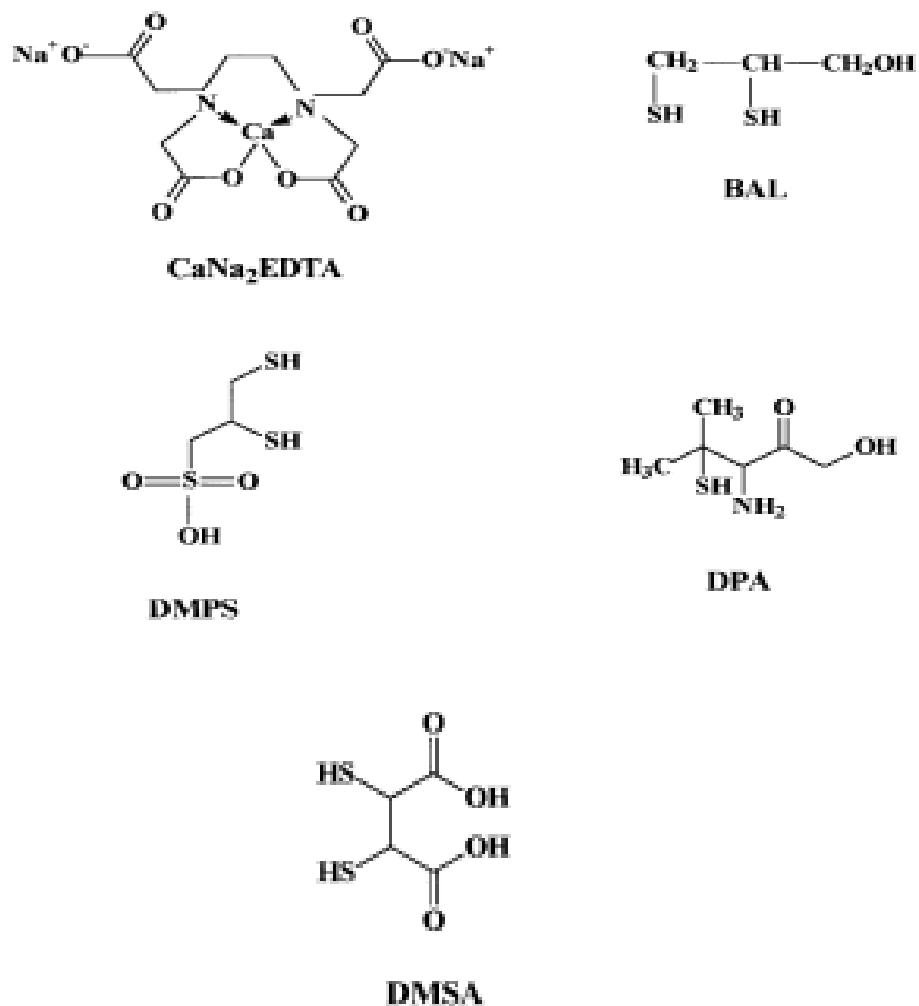
المراحل الثانية : إقياء متقطع ، تهيج ، عصبية ، ارتجاف ، اضطرابات حسية ، وعادة ما تترافق مع ت نقط الكريات الحمر

المراحل الثالثة الشديدة : إقياء متواصل ، احتلال دماغي ، نعاس ، هذيان ، اضطرابات تشنجية و غيبوبة

وتظهر السمية المزمنة لدى البالغين عند مستويات BLL ( 40-60  $\mu\text{g/dL}$  ) ولا توجد مستويات دنيا للposure عند الأطفال .<sup>52</sup>

### Treatment 3-7-1 المعالجة

تلجأ في أغلب الأحيان إلى تخفيف محتوى الرصاص في الجسم إلى المعالجة بالمخلبات وهي العملية التي يتشكل فيها معقد (ذرة - معدن) حيث ترتبط ذرة المعدن المرتبطة إلى إلكترون مانح ذو شحنة أو دون شحنة ويشار إلى هذه الرابطة بالربيطة ligand، وتكون هذه الروابط إما أحادية أو ثنائية أو ثلاثية والتي يمكن أن ترتبط أو تشارك مع واحدة أو اثنتين من ذرات المانح. تشكل الروابط الثنائية بنية حلقة حول ذرة المعدن في حين ترتبط ذرتا ربيطة إلى المعدن. يجب أن تتمتع المخلبات بمجموعة صفات منها الفتها للمعدن، قليلة السمية، قدرتها على اجتياز الغشاء الخلوي، محبة للماء وقدرتها على طرح المعدن بسرعة من الجسم، ويوضح الشكل (5) بعض خوالب الرصاص.



الشكل (5) الصيغة الكيميائية لبعض خوالب الرصاص

### **CaNa<sub>2</sub>-EDTA -a**

( EDTA ) وهي ( Calcium disodium ethylene diamine tetra acetic acid ) ويشتق من أكثر المخربات استخداماً و يعود ذلك إلى مجموعات الأمينوكربوكسيل في بنيتها ، حيث تستعملها لتنظيف الرصاص من الجسم ، استخدمت مخربات الإيتيلين دي أمين رباعي حمض الخل ( EDTA ) منذ العام 1950 كخط علاج أول للتسمم بالرصاص. تعطى هذه المركبات حقنًا في الوريد حيث أن امتصاصيتها جيدة لكنها تسبب ألمًا في مكان الحقن لذا يمكن إضافتها إلى محلول سكري ديكستروز 5% أو ملحي 0.9%. من آثارها الجانبية أنها تسبب سمية كلوية لأنها تطرح عن طريق الكلى .<sup>53</sup>

### **D-penicillamineDPA -b**

هو ( 3- mercapto-D-valine ) مضاد تسمم في حالات التسمم المتوسط إلى الخفيف . لديه قدرة على اختراق الأغشية الخلوية بعد ذلك يتم استقلابه، يمتص عبر السبيل المعدني لذلك يمكن إعطاؤه فموياً، وهذا ما يزيد من طرح الرصاص عبر البول ، يعتبر مضاد استطباب لدى المرضي الحساسين للبنسلين بسبب التفاعلات المتصالبة . التأثير السمي الأساسي له هو أنه مناهض للبيروديكسين ( فيتامين B6 ) و تثبيطه لأنزيم الترانس أميناز ، كما أنه يسبب تفاعلات تحسسية مثل الحمى و الطفح الجلدي، و طيف واسع من الأعراض الهضمية و الدموية ( قلة الكريات البيض ، نقص الصفيحات الدموية ) ونظراً لخطورة هذه التأثيرات فقد حد ذلك من استعماله. يعتبر أقل فعالية من EDTA وهذا ما يضعه خياراً ثالثاً في المعالجة بعد ( Succimer ) DMSA و CaNa<sub>2</sub>-EDTA .<sup>54</sup>

### **(Succimer) DMSAMeso 2, 3-dimercaptosuccinic acid -c**

يشتق من الديميركابرول و هو عامل خالب فموي يشكل معقدات ( مذيب - ماء ) ثابتة مع الرصاص(في الزجاج) . يملك ( DMSA ) مجموعتي تيول ( -SH ) وقد أظهر فعاليته كخالب للرصاص منقساً من مستويات الرصاص في الدم بشكل ملحوظ . من محسن العلاج به أن الرصاص لا يعاد توزعه إلى الدماغ بعد المعالجة جيد التحمل و متوفّر بشكل كبسول للإعطاء الفموي وله قدرة عالية على خلب الرصاص من الأنسجة الرخوة لكن ليس لديه قدرة على استخലبه من العظام . يمكن أن يسبب ارتفاعاً في خمائر الكبد أو طفح جلدي ( غير شائع ) . اعتمد مؤخرًا من قبل منظمة الأغذية و الأدوية الأمريكية Food and Drug Administration ( FDA ) لعلاج تسمم الأطفال بمستويات رصاص ( 45 µg/dL ) .<sup>52</sup>

## (DMPS)Sodium 2,3-dimercaptopropane-l-sulphonate: -d

ويسمى أيضاً British anti-Lewisite (BAL) ( يعطى حقنًا عضليةً ويتوزع في الفراغ خارج خلوي و يمكن أن يدخل الخلايا بآلية نقل خاصة ، يطرح بشكل سريع عبر الكلى . لا توجد آثار جانبية عقب إعطائه للإنسان أو حيوانات التجربة<sup>54</sup>. يمكن أن يسبب فشل كلوي .

يوصي الأطباء في بعض الدول بفحص الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين السنة والست سنوات مرة على الأقل كل عام للإطمئنان على عدم إصابتهم بتسنم رصاصي ومراقبة مستويات الرصاص في الدم لديهم ، حيث قامت منظمة التحكم بالأمراض (CDC) بوضع مجموعة من التوصيات المتعلقة بمستويات الرصاص في الدم لدى الأطفال و التدابير المتبعة في كل حالة و هي ملخصة في الجدول رقم (3)

الجدول رقم (3) التوجيهات الإدارية من مراكز التحكم في الأمراض للأطفال ذوي مستويات مرتفعة من الرصاص في الدم<sup>71,55</sup> .

النحوبيات	مستوى الرصاص في الدم ( $\mu\text{g/dL}$ )
التعليم، الحمية كرر الفحص المسحي	<b>14–10</b>
التعليم، كرر الفحص المسحي، ادارة الحالة و تخفيف المصادر	<b>19–15</b>
المراقبة ، الفحص المخبري للهيموغلوبين التقصي البيئي و تخفيف المصادر المراقبة العصبية	<b>44–20</b>
المراقبة ، الفحص المخبري (الهيموغلوبين ZPP أو Ep، تخفيف مصادر التعرض،	<b>69–45</b>

<p>المراقبة العصبية</p> <p>التصوير الشعاعي للجهاز الهضمي</p> <p>( chelation therapy ) المعالجة بالمخليات</p>	
<p>المعالجة بالمخليات</p> <p>المستشفى و البدء بالمعالجة بالمخليات و الاستمرار حتى الوصول إلى <math>45 \mu\text{g/dL}</math></p>	<b>69&lt;</b>

## 8-1 التقييات التحليلية analytical techniques

### 1-8-1 مطيافية الامتصاص الذري AAS – Atomic Absorption Spectroscopy

يتم في هذه التقنية سحب محلول العينة بواسطة أنبوب شعري ثم ترذيزها ضمن اللهب أو الفرن حيث تحول العينة إلى بخار ذري ثم يتم تشعيع البخار الذري بمصدر ضوئي مناسب عندها تمتص الكترونات السوية الأرضية جزءاً من الإشعاع و تنتقل الذرات إلى سوية طاقية أعلى (الحالة المثارة). ويتكون جهاز الامتصاص الذري من الأجزاء التالية:

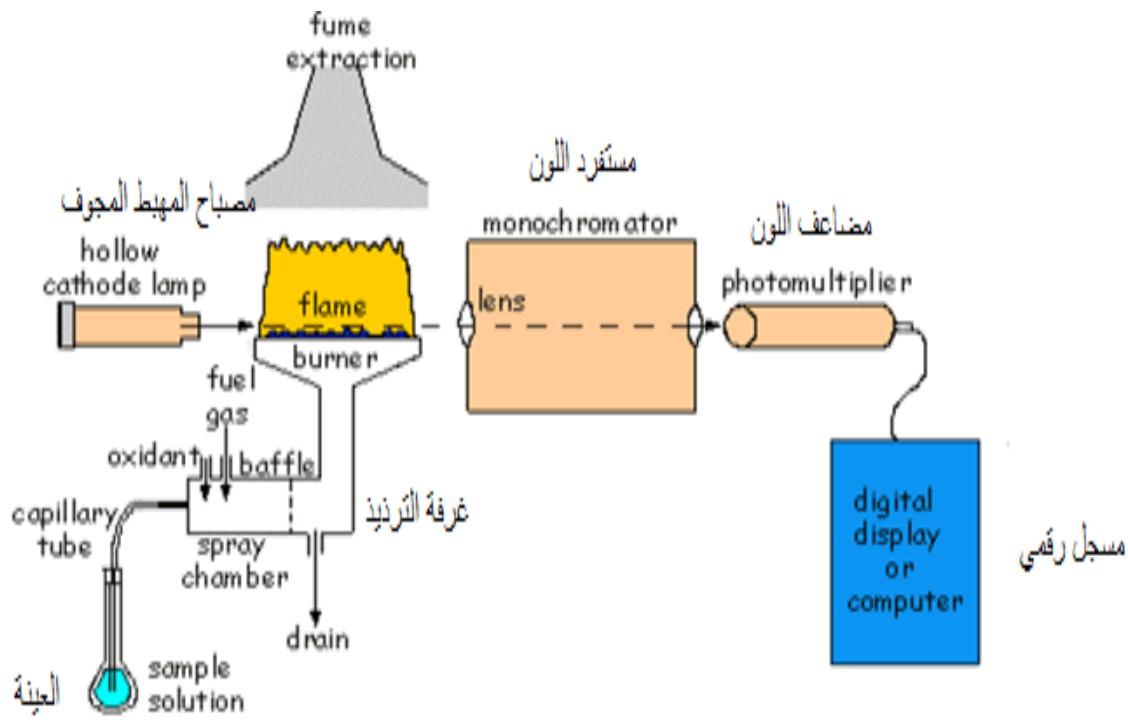
1- مصدر الأشعة ( Radiation source ) : مصباح المسري المجوف

2- المرذاذ (Atomizer) : يتم فيه تحويل المادة إلى ذرات

3- مستفرد طول الموجة (Monochromator): ضوء احادي اللون

4- المتربي (Detector) : خلية كهروضوئية<sup>57,56</sup>.

يوضح الشكل (6) أجزاء جهاز الامتصاص الذري.



الشكل (6) مخطط لجهاز الامتصاص الذري AAS

اعتماداً على طريقة الترنيذ يوجد نوعان من الأجهزة:

#### 1- جهاز الامتصاص الذري الاهبي (FAAS) Flame Atomic Absorption Spectroscopy

و فيه يتم تحويل العنصر إلى الحالة الذرية عن طريق الالهب الناتج من احتراق الأستيلين والهواء كمادة مؤكسدة وهذا تعمد حرارة الالهب على تكسير الروابط فتنقل الذرات إلى الحالة المثاره وتمتص الضوء وهذا تظهر أهمية اختيار الطول الموجي المناسب للعنصر<sup>56</sup>.

تحدد العمليات التالية في الالهب:

**التبخير Evaporation:** يحدث تجفيف dehydration للعينة المحتوية على المعدن بسبب حرارة الالهب ويتbxir المذيب.

**مرحلة التكسير Dissociation .**

**التحول إلى ذرات Atomization .**

الإثارة **Excitation** تمتضـ الكترونات المعدن الطاقة من حرارة اللهب و تنتقل إلى سويات طاقية أعلى و تصبح في حالة مثارـ حيث تـقاس هنا الطاقة الممتصـة بواسـطة FAAS .

## 2- جهاز الامتصاص الذري الغرافيـتي

( GFAAS ) Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy

هو جهاز امتصاص ذري يعمل بالطاقة الكهربائية لترذيز العينة و هو عبارة عن أنبوبة اسطوانية طولها ( 50 مم ) و قطرها ( 10 مم ) حيث يتم حقن العينة من الجزء العلوي ويستخدم هنا غاز خامل مثل الأرغون يحيط بالعنصر فيمنع تأكسـده<sup>56</sup>

هـناك ثلاثة مراحل لـتحضـير العـينة فـي الفـرن الغـرافـيـتي :

المـرحلة الأولى : التجـفيف Drying يتم فيها تـبخير المـحلول حتـى الجـفاف .

المـرحلة الثانية : التـرذـيز Atomizing يتم فيها رـذ العـينة داخـل الفـرن .

المـرحلة الثالثـة : التـرمـيد Ashing يتم فيها حـرق العـينة و تـرمـيـدـها لـالتخلـص من الأـكـاسـيد الطـيـارـة، السـلـفـاتـ، الكـربـونـاتـ.

و تـتم هـذه الخطـوات وفق بـرـنامج حـرـاري معـين لـكل عنـصر حيث تـطبـق حـرـاريـات عـالـية متـدرـجة حـسـب المـراـحل السـابـقة وـصـولا إـلـى مرـاحـلة التـأـين<sup>58,57</sup>.

ويـوضـح الجـدول (4) الفـروـق بين جـهاـزي الـامـتصـاص الذـري الـلـهـبـي و الـغـرافـيـتي

#### الجدول(4) مقارنة بين اللهب و الغرافيت

FAAS	GFAA	المقارنة
اللهب	الطاقة الكهربائية	طريقة الترذيز
استيلين - هواء	غاز خامل (الأرغون)	الغاز المستخدم
2ppm	2ppb	الحساسية
1 مل	50-5 ميكرولتر	حجم العينة (تحليل واحد )
حوالي %10	أكثر من %90	كفاءة الترذيز
شكل هضبي	شكل بالغ الذروة	شكل الإشارة
30-10 ثانية	5-2 دقائق	زمن التحليل

### 2-8-1 مطيافية الكتلة المقترن بالبلasma

#### ICP-MS – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

تتألف هذه التقنية من شعلة البلازما ICP و هي عبارة عن أنبوب كوارتز يمر خلاله غاز خامل هو الأرغون و مطياف الكتلة . حيث تولد شعلة الأرغون أيونات مشحونة بشكل مفرد لأنواع العناصر في العينة ثم توجه هذه المكونات إلى مطياف الكتلة الذي يقوم بفصلها عن بعضها و تحديد كميتها النسبية اعتماداً على الفروق في نسبة الكتلة إلى الشحنة <sup>59</sup>. وتستخدم هذه الطريقة لتحليل الآثار الزهيدة من رتبة .<sup>60</sup> ppb-ppt

### 3-8-1 مطيافية الإصدار المقترن بالبلasma

#### ICP-AES – Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy

تستعمل البلasma كمصدر للحصول على الأيونات و يقاس الضوء الصادر للعناصر الموجودة في العينة و تحسب التراكيز بمقارنة الكثافات مع عيارات معروفة التركيز <sup>61</sup>.

## 9- استعمال الرصاص في ألعاب الأطفال

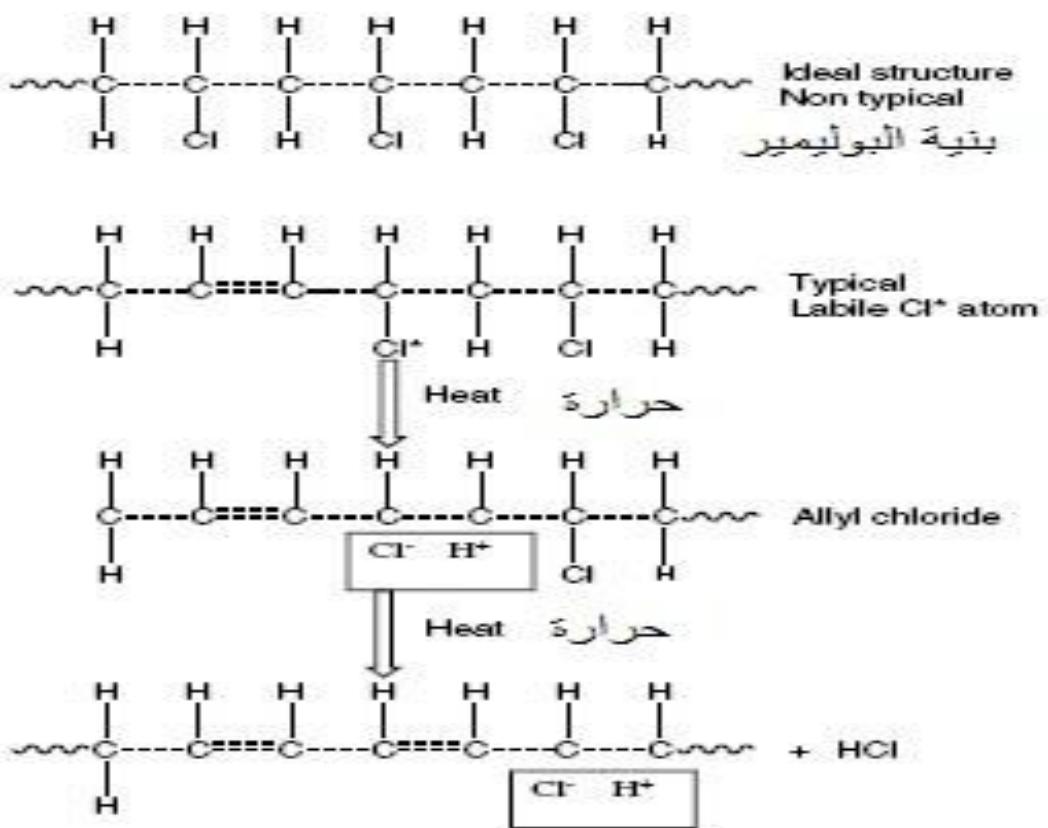
### Use of lead in children toys

استخدم الرصاص في منتجات ألعاب الأطفال على نطاق واسع و ذلك في ألعاب pvc، وأيضا استعملت مركباته الملونة في الأصبغة و الدهانات

### 9-1 استعمال الرصاص كمادة مثبتة stabiliser في منتجات PVC

تتطلب صناعة البوليمرات مثل الـ PVC (الكلوريد متعدد الفينيل) إضافة مثبتات لمنع حدوث تدرك أثناء عمليات المعالجة أو الإستعمال على حد سواء . و ذلك نظراً لوجود الكلور في بنيته حيث أثناء المعالجة و خلال خطوات التسخين الضرورية يمكن أن يتحد الكلور مع الهيدروجين و تتشكل روابط مضاعفة  $C=C$  في البوليمر و يتشكل أيضاً  $HCl$  ، ومع استمرار المعالجة تتشكل أعداد متزايدة من الروابط مضاعفة كما هو موضح في الشكل (7) .

لذا يتم إضافة الرصاص و مركباته حيث تتفاعل مع القطع غير المشبعة من سلسلة البوليمر و تثبت الكلور و تمنع تشكيل  $HCl$  ، وبالتالي تمنع تدرك البوليمر. من مركبات الرصاص المثبتة ذكر : كربونات الرصاص الأساسية ، استرات الرصاص ، استرات الرصاص الأساسية و فتالات الرصاص الأساسية التي تضاف إلى pvc قبل المعالجة فتح بذلك من تفاعلات التدرك و تسمح باستعمال حرارة عالية أثناء معالجة البوليمر للحصول على الخواص المطلوبة من حيث اللون و المثانة .



الشكل (7) تدرك الـ PVC

## 2-9-1 استعمال الرصاص كمادة ملونة في الأصبغة و الدهانات

تستعمل مركبات الرصاص كمواد ملونة في الدهانات مثل أكسيد الرصاص  $\text{PbO}_2$  حيث يقدر استعمال الرصاص في الأصبغة بنحو 1500 طن سنويًا. ويستخدم منها ما يقارب 90% في البلاستيك و ما تبقى في السيراميك و الزجاج و الأقمشة و غيرها. انطلاقاً من معدن الرصاص وأكسايداته نحصل على مركبات ملونة للأصبغة فهي غير عضوية وغير مهاجرة أو سائلة و ثباتيتها عالية في الظروف و الشروط غير الملائمة مثل الحرارة و الضوء وهذا ما يزيد استعمالها في المنتجات البلاستيكية في صبغ الأسطح أو البنية الداخلية. اضافة لألوانها البراقة و الساطعة التي تجلب المستهلكين فقد كثر استعمالها و خاصة لدى مصنعي

ألعاب الأطفال<sup>33</sup>.

## **10-1 طرق التعرض لدى الأطفال**

يتعرض الأطفال لمخاطر الرصاص عبر عدة طرق اعتماداً على المرحلة العمرية و السلوكية للطفل و تبعاً للخواص الفيزيائية و الكيميائية للعبة الملوثة و نذكر منها :

### **1-1 عن طريق الفم Mouthing**

يعتبر الطريق الفموي أحد السبل الرئيسية لعبور الرصاص للجسم خاصة لدى الأطفال تحت عمر الـ 3 سنوات عن طريق الابتلاع أو المص أو العض . حيث يتوفّر في السوق المحلية العديد من هذه اللعب مثل اللهيايات و حلقات التنسين<sup>62</sup> .

### **2-1 الاستنشاق Inhalation**

و يتم ذلك عن طريق المجرى التنفسي من خلال استنشاق الأبخرة أو الغبار المتحرر من الرصاص كأن يستنشق الطفل الغبار من ملابس والده الذي يعمل في مصنع لصهر الرصاص أو من خلال الغبار الناجم عن قشور الطلاء في المنازل القديمة أو غبار الطباشير و غيرها من المواد التي تحمل غباراً محماً بالرصاص ، أو حتى غبار الرصاص الناتج عن تدرك منتج بلاستيكي (لعبة ) بفعل عوامل ضوئية أو حرارية<sup>63</sup> .

### **3-1 التماس مع الجلد Skin contact**

يتعرض الأطفال لمخاطر الرصاص من خلال الجلد لأنهم يمسكون الألعاب بأيديهم لكن الألعاب البلاستيكية والأقمشة قليلة النفاذ إلى الجلد و يقتصر التعرض على الأصبغة و الألوان التي يمكن أن يلعب بها الأطفال و تكون على تماس مباشر مع الجلد مما يعرضهم لحالات تحسسية منها<sup>64</sup> .

### **4-1 التماس مع العين Eye contact**

إن أغلب الأذى في العين هي ميكانيكية ناتجة عن الألعاب و حوافها و لكن يمكن أن يحصل تعرض من خلال بعض مواد التجميل مثل الكحل ( الكحل العربي الغني بالرصاص ) أو الظل أو حمرة الشفة أو طلاء الأصابع و أقلام التلوين و هذا ما يؤدي إلى حدوث تهييجات و احمرار العين خاصة عندما يلعب الطفل بالدهانات أو الطلاء حيث تنتقل هذه المواد من خلال تماس يد عين<sup>64</sup> . ويظهر الجدول (5) أمثلة عن طرق التعرض المختلفة للرصاص لدى الأطفال.

الجدول (5) أمثلة عن طرق التعرض المختلفة للرصاص لدى الأطفال.

بعض الامثلة	فترة التعرض
حلقات تنسين - لهايات - دمى	الفم
معجونه - دهان إصبع - أقلام تلوين	تماس يد - فم
دهانات - مساحيق تجميل	استنشاق أبخرة، غبار
دهان الإصبع - مواد التجميل	تماس مع الجلد
ظل - كحل - طلاءات الإصبع	تماس مع العين

## 1-11 القوانين والتشريعات الخاصة بتحديد مستويات الرصاص في ألعاب الأطفال

وضعت العديد من القوانين التي تعرف حدود استعمال المواد السامة كالرصاص في ألعاب الأطفال فمنذ العام 1990 وضعت العديد من الوثائق التوجيهية التي تفرض التقييد بمعايير الاتحاد الأوروبي فيما يتعلق بصناعة الألعاب و مأمونيتها وكان أهم هذه المعايير هو المعيار الأوروبي EN71 الذي أقر عام 1995 و يتتألف من 11 جزءاً يهمنا منها الجزء الثالث منه المتعلق بهجرة المواد الكيميائية من مادة اللعبة .

### - المعيار الأوروبي EN71-3

و هو الجزء الثالث من المعيار الأوروبي المتعلق بآمانية لعب الأطفال ، و يحدد المتطلبات و طرائق الاختبار لارتحال العناصر ( Sb ,Pb ,Cd ,Ba ,As ,Cr,Se,Hg ) من مادة اللعبة و هو ملخص في الجدول (6).

الجدول (6) حدود هجرة العناصر من مادة اللعبة<sup>65</sup>.

العنصر	Se	Hg	Pb	Cr	Cd	Ba	As	Sb
الكمية العظمى المهاجرة من مادة اللعبة مقدرة بـ ppm باستثناء التالي	500	60	90	60	75	1000	25	60
المعجونة وطلاءات الإصبع بـ ppm	500	25	90	25	50	250	25	60

- **الموافقة السورية رقم 2465 / عام 2001**  
تبين هذه المعايير حدود ارتحال بعض العناصر من مواد اللعب و أجزائها و طرائق الاختبار وهي صادرة عن هيئة المعايير والمقاييس العربية السورية و تستند على المعيار الأوروبي EN71-<sup>66</sup> 3 لعام 1994.

- **الموافقة السورية رقم 2627 / عام 2002**  
تحدد هذه المعايير المتطلبات و الاعتيان و طرائق الاختبار لمعاجين التشكيل المستخدمة في الأعمال الفنية العامة و تشرط ألا تزيد نسبة الرصاص عن 90 ppm كحد أقصى في معاجين التشكيل . و تستند هذه المعايير إلى المعيار الاسترالي As/1647 لعام 1982.<sup>67</sup>

## **2 - القسم العملي**

## **Aim of study**

هدف دراستنا إلى معرفة المحتوى الكلي للرصاص في ألعاب الأطفال المستوردة ، و الألعاب المصنعة في سوريا وذلك من خلال :

- تحديد تراكيز الرصاص في العينات المستوردة و المحلية للألعاب البلاستيكية بأنواعها الطيرية و القاسية .
- مقارنة تراكيز الرصاص في الألعاب المصنعة من PVC و الألعاب الأخرى.
- مقارنة تراكيز الرصاص بين الألعاب المحلية و المستوردة.
- تقييم استعمال الألعاب و مطابقتها للموصفات السورية و العالمية و تقييم الأخطار الناتجة عنها.

## **1-2 Sampling**

جرى جمع العينات من مناطق عدة في مدن دمشق و حلب و حماة . وقد جرى التركيز في عمليات الاعتيان على العشوائية . وجرى اختيار الألعاب البلاستيكية بنوعيها الطيرية و القاسية .

- وكنا نقوم بسؤال البائعين عن صفاتها و بلد المنشأ في تأكيد للكثيرين منهم أن أغلب الألعاب التي تصل السوق هي صينية المنشأ.
- اشترينا الألعاب التي تلبي احتياجات معظم الناس الفقراء منهم وذوي الدخل المتوسط و الذين يورثون اللعبة من ولد لأخر في نفس العائلة .
- كما لم نهمل جمع الألعاب الأخرى التي تتمتع بصفات تصنيع جيد .
- تم اختيار ألوان الألعاب و التركيز على البراقة منها بألوانها المختلفة و انتقاء أشكال متعددة لهذه الألعاب و التي تجذب انتباه الأطفال.
- قمنا بتسليط الضوء على مجموعة من الأدوات التعليمية كأقلام التلوين و الألوان و معاجين التشكيل و التي يتعامل بها الأطفال خلال مراحلهم التعليمية .
- ودرسنا تواجد الرصاص في بعض مستحضرات تجميل الأطفال .

## 1-1-2 تقسيم العينات

قمنا بتقسيم العينات إلى 3 مجموعات :

### المجموعة الأولى : الألعاب البلاستيكية

وهي الأشمل والأوسع والتي تحظى باهتمام أكبر لكثره انتشارها و هي الألعاب التي يدخل البلاستيك في صناعتها على اختلاف أنواعه من طري و قاسي وقسمنا هذه المجموعة إلى فئات :

- الفئة (أ) : الكرات
- الفئة (ب) : مستلزمات الأطفال ( لهيات - ببرونات - ..... )
- الفئة (ج) : أشكال الحيوانات ( نمر - غزال - وحيد القرن .... )
- الفئة (د) : الدمى
- الفئة (ه) : أشكال الفواكه
- الفئة (و) : أدوات المطبخ
- الفئة (ز) : المركبات
- الفئة (ح) : البالونات

### المجموعة الثانية : الأدوات التعليمية الخاصة بالأطفال

وهي الأدوات التي يكون الطفل على تماس معها خلال مراحله التعليمية المختلفة وقسمناها ايضا الى فئتين :

- معاجين التشكيل : معجونة بألوان مختلفة يستخدمها الطفل لتشكيل الحروف والأشكال و غيرها .
- مواد التلوين : يستخدم الأطفال الألوان الشمعية والألوان المائية في رسوماتهم على الورق ، ودهانات الإصبع للرسم على أيديهم ووجوههم .

### المجموعة الثالثة : مستحضرات تجميل الأطفال

وتشمل الظل و الكحل وحمرة الشفاه و تستخدمنا الفتنيات بالأخص للتزيين والتسلية .

## 2-1-2 حجم عينات الدراسة Volume of samples

شملت الدراسة على 116 عينة من كل المجموعات و توزعت كما يلي :

بلغ حجم عينات المجموعة الأولى (77) عينة مبينة في الجدول (7).

الجدول(7) حجم عينات المجموعة الأولى

(n=14) الكرات	
N=5	كرات دائرية
N=4	كرات من الخرز
N=2	كرات سلة
N=1	كرة بيسبول
N=2	كرة قدم
(n=23) مستلزمات الأطفال	
N=5	لهيات
N=6	عضاضات عادية
N=3	عضاضات مائية
N=2	صحن طفل
N=2	ملعقة طفل
N=2	صلصلات (خشائنة)
N=3	ببرونات
(n=13) أشكال الحيوانات	
N=4	ديناصور
N=2	نمر
N=1	زرافة
N=1	فيل
N=1	غزال

N=2	ميكى ماوس
N=1	فراشة
N=1	وحيد القرن
مجموعه الدمى n=8	
N=4	(Teletubbies) دمى
N=2	(Barbi) دمى
N=2	(Fullah) دمى
مجموعه أدوات المطبخ n=4	
N=1	فنجان
N=1	صحن
N=2	علبة طون
مجموعه أشكال الفواكه 7	
N=3	تفاحة
N=1	موزه
N=1	جزرة
N=1	فريز
N=1	كرزة
مجموعه المركبات n=8	
N=5	سيارات
N=1	قطار
N=2	جرار

بلغ حجم عينات المجموعة الثانية (18) عينة توزعت كمالي :

**الجدول (8) حجم عينات المجموعة الثانية**

معاجين التشكيل (n=9)	
N=2	معجونة بلون احمر
N=3	معجونة بلون اصفر
N=2	معجونة بلون اخضر
N=2	معجونة بلون ازرق
مواد التلوين (n=21)	
N=6	اقلام شمعية
N=7	الوان مائية
N=3	دهان الاصبع
N=5	الطلاء المغلف لأقلام التلوين

بلغ حجم عينات المجموعة الثالثة (7) عينات موزعة في الجدول

**الجدول (9) حجم عينات المجموعة الثالثة**

مستحضرات التجميل (n=9)	
N=3	ظل
N=3	حمرة شفاه
N=3	كحل

## 3-1-2 ترتيب العينات المجموعة

بعد أن انتهينا من جمع العينات قمنا بإلصاق بطاقة تعريف خاصة بكل عينة من العينات و ضمنها المعلومات التالية :

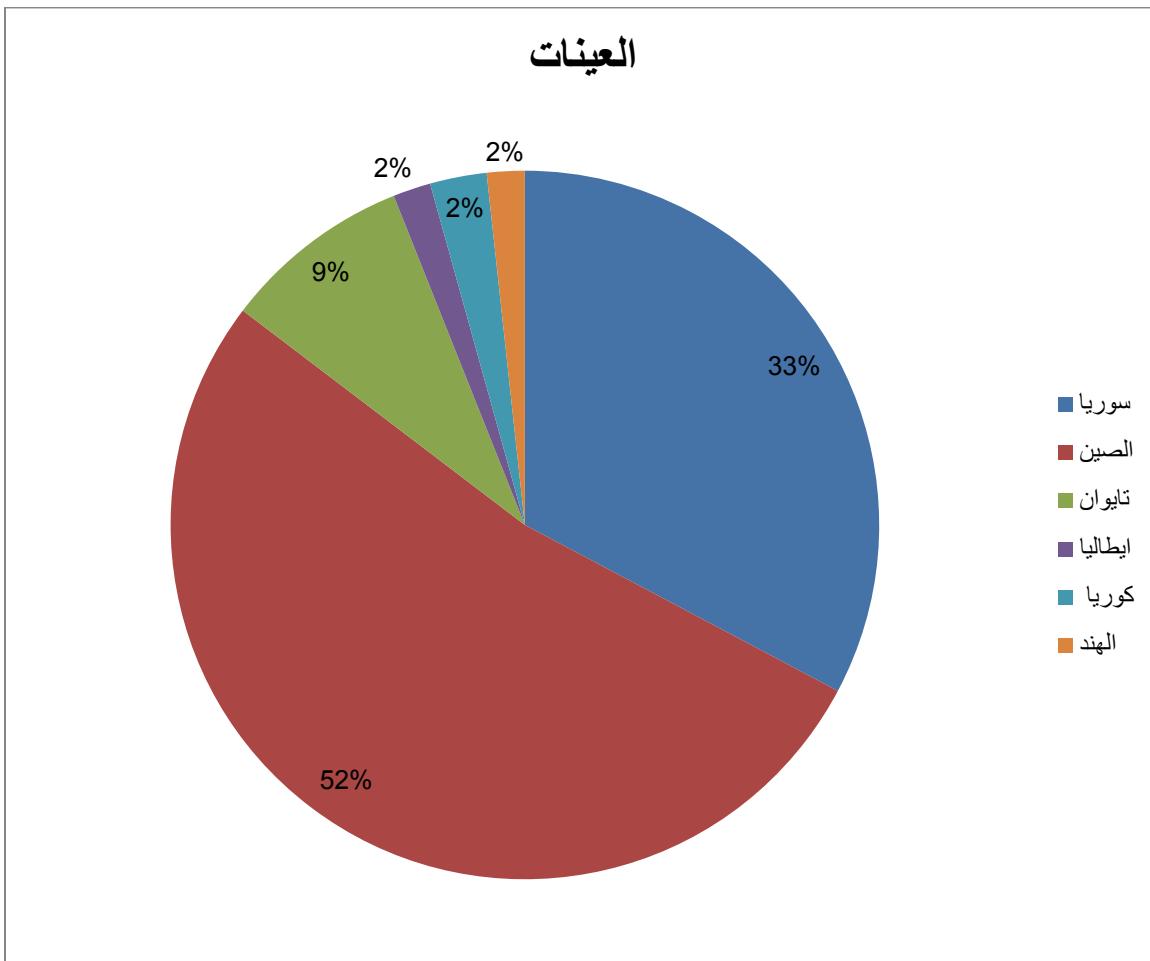
- وصف اللعبة : شكلها ، سمتها ...
- نوع اللعبة : بلاستيك طري ، بلاستيك قاسي ، اسفنج ، هش.....
- اللون : اصفر ، اخضر ، احمر ، ازرق .....
- بلد المنشأ : سوريا ، الصين ، تايوان ...

### بطاقة تعريف العينة

رقم العينة : .....     .....
وصف اللعبة : .....     .....
اللون : .....      بلد المنشأ : .....     .....
المادة المكونة للعبة : .....      الشكل : .....     .....
اختبار الكشف : PVC     .....
المحتوى الكلي : .....     .....
الجهاز المستعمل : .....     .....
نتيجة : ppm .....     .....

## 4-1-2 منشأ العينات

اشتملت العينات على (38) عينة من الإنتاج الوطني و (61) من الصين و (10) عينات من تايوان و (3) من كوريا و (2) من ايطاليا ،و (2) من الهند. و بذلك تكون نسب اللعب تبعاً لبلد المنشأ كما هو مبين في الشكل (8).



الشكل(8) العينات حسب بلد المنشأ

## 2-2 الموارد والطرائق Materials and Methods

### 2-2-1 تحديد الألعاب المصنوعة من (PVC)

وذلك اعتماداً على اختبار بيلستين (TestBeilstein) <sup>69,68</sup>.

### 2-2-2 مبدأ الاختبار

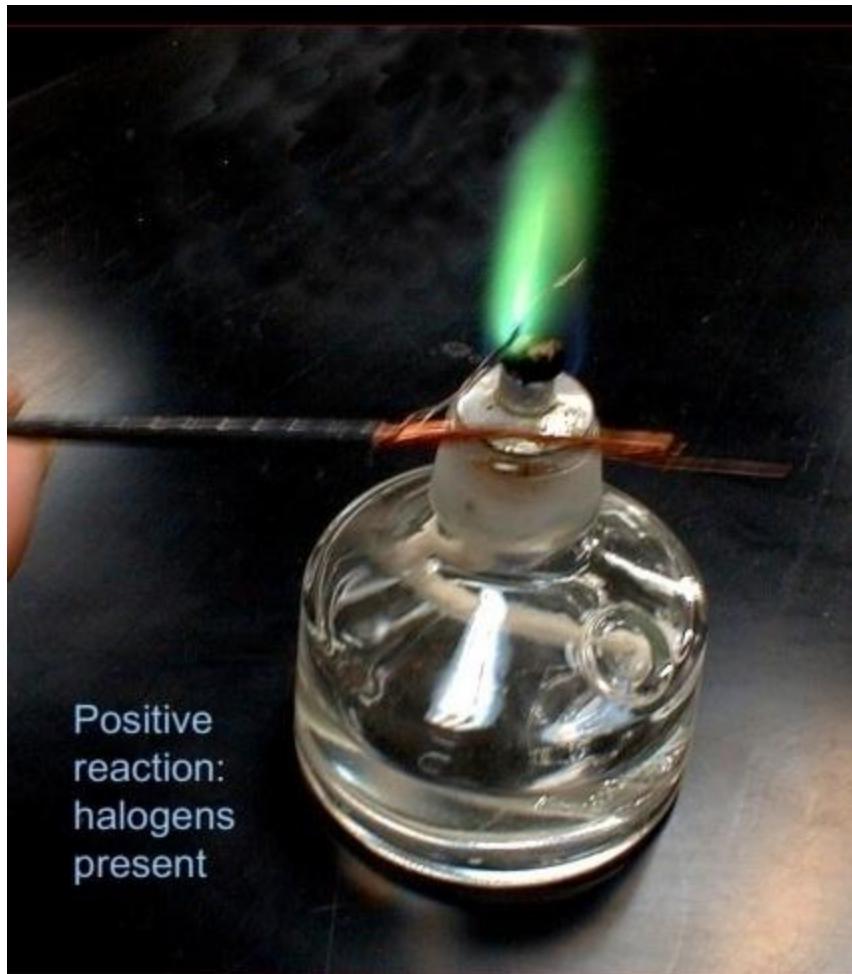
يتبخر هاليد النحاس بسهولة معطياً لهباً بلون أزرق مخضر يدل على وجود النحاس.

### 2-2-3 الموارد المستعملة

- مصباح بنزن لتوليد لهب ازرق .
- قضبان من النحاس .

### 2-2-4 طريقة العمل

لإنجاز هذا التفاعل نقوم بإدخال سلك النحاس في سدادة فلينية (تستخدم كمقبض معزول)، نسخن السلك على لهب بنزن أزرق ثم نلامس السلك الحار مع جزء غير محدد من اللعبة البلاستيكية حيث ينصهر PVC ويتووضع على السلك، ثم يعاد تسخين السلك على اللهب. إن لهباً أزرقاً مخضراً يدوم لبعض ثوانٍ يعد دليلاً على وجود الهاليد (الكلور، البروم، اليود، باستثناء الفلور) وهذا يدلنا على أن البوليمر المستعمل هو PVC. بيبين الشكل (9) اللهب ذي اللون الأزرق المخضر الدال على التفاعل الإيجابي لـ PVC.



الشكل (9) اختبار بيلستين الايجابي يدل على وجود الهايد

## 2-2-2 الاختبار التحليلي للرصاص

غاية هذا الاختبار هو تحديد المحتوى الكلي (Total) من الرصاص في العينات المجموعة و بنو عيها ايجابية و سلبية PVC . و ذلك بتحريض المادة بتعريضها لدرجات حرارة عالية . الطريقة التحليلية تتضمن تحطيم العينات ، ترميدها ، من أجل تحطيم الـ PVC ثم بعد ذلك الهضم بطريقة EPASW-( 846 3050 ) التي نستخدم فيها حمض الأزوت والماء الأوكسجيني <sup>68</sup> .

## **المواد والأجهزة المستعملة**

- أوعية هضم (فيول سعة 250 مل)
- أجهزة حفظ البخار (زجاجات ساعة محكمة )
- فرن تجفيف يحفظ الحرارة حتى  $30^{\circ}\text{C}$
- ميزان حرارة .

- ورق ترشيح خالي الرصاص Whatman No. 41
- ميزان الكتروني دقة 0.01 غ من نوع (Sartorius BL150S)
- أقماع ترشيح.
- ميجرة مدرجة
- فيولات عيارية 100 مل
- سخانة كهربائية من نوع ( Memmert )
- فرن الترميد نوع ( Kelvin Heraew )
- جهاز الامتصاص الذري AAS من نوع (Varian spectra )
- حمض الأزوت %65
- الماء الأوكسجيني %30.
- حمض كلور الماء %37.
- محلول رصاص عياري ( ppm 1000 )
- ماء منزوع الشوارد

المحاليل المستخدمة من انتاج شركة ميرك (Merck )

## **طريقة العمل**

- **أولاً: ترميد العينات<sup>69</sup>**
- قطع العينة الى قطع صغيرة .
- نقوم بوزن 10 غ من العينة بعد مجانتها و نضعها في جفنة (بوتقة بورسلين) .
- نفح العينة على صفيحة حارة (السخانة الكهربائية) حتى انتهاء انطلاق الأبخرة.

- ننقل البوتقة الى المرمدة بدرجة  $480^{\circ}\text{C}$  و لمدة 4 ساعات حتى إتمام عملية الترميد.
- ننقل البوتقة بعد ذلك إلى فرن التجفيف بدرجة  $30^{\circ}\text{C}$ .
- نستدل على انتهاء الترميد من عدم وجود اثار كربونية في البقية الجافة و في حال لاحظنا بعض من هذه الآثار نعيد البوتقة الى المرمدة بنفس درجة الحرارة و لمدة ساعة .



الشكل (10) فرن الترميد Kelvin

## ثانياً : عملية الهضم الحمضي<sup>69</sup>

تستخدم هذه الطريقة حمض الأزوت و الماء الأوكسجيني **EPA SW-846 3050 method** حيث يمتلك هذا المزيج القدرة على حل معظم العناصر الموجودة في العينة باستخدام كميات متدرجة من حمض الأزوت و الماء الأوكسجيني على مراحل متعددة و نطبق ذلك على البقية الجافة الناتجة عن الترميد و خطوات العمل كما يلي :

- نضيف إلى الباقي الجافة التي حصلنا عليها بالترميم (10) مل من حمض الأزوت المد 10% وذلك في وعاء للهضم (فيول).
- نسخن العينة لدرجة 95 °C لمدة 10 دقائق دون غليان.
- نترك العينة لتبرد ثم نضيف (5) مل من حمض الأزوت المركز 65% ونحرك لمدة (30) دقيقة.
- إنطلاق الأبخرة يشير إلى أن عملية الأكسدة قد بدأت.
- نكرر الإضافات المتتالية ( 5 مل حمض الأزوت ) و نحرك حتى تمام عملية الأكسدة و يستدل عليه من توقف انطلاق هذه الأبخرة .
- نترك محلول ليتبخر ليصل حجمه ل حوالي (5) مل و دون غليان .
- نحافظ على تغطية محلول في كل الأوقات
- نضيف (2) مل من الماء المقطر و (3) مل من الماء الأوكسجيني 30% ونعيد الوعاء الى المصدر الحراري حيث يبدأ تفاعل البيروكسيد.
- نستمر بالتسخين و إضافات متتالية من الماء الأوكسجيني (بحيث لا تتجاوز الإضافات 10 مل من H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ) حتى تمام العملية.
- نستدل على انتهاءها من اختفاء فقاعات الأوكسجين عن سطح محلول.
- نغطي الوعاء بزجاجة ساعة و نستمر في تسخين ناتج الهضم الحمضي البيروكسيدي حتى الوصول الى حجم 5 مل تقريبا.
- نضيف 10 مل من حمض كلور الماء و نغطي الوعاء و نحرك لمدة 10 دقائق.
- نترك العينة لتبرد و نرشح
- نكمل بالماء المقطر الى 100 مل
- ننقل محلول الى وعاء زجاجي محكم الإغلاق.
- وبذلك تصبح العينة جاهزة للفياس.

### **ثالثا : تحضير السلسلة العيارية**

جرى تحضير محليل عيارية بتراكيز متدرجة من الرصاص. حيث حضرنا ثلاثة محليل عيارية من الرصاص بتراكيز: 1 ، 2 ، 5 ppm ، كما هو موضح في الجدول (10).

فمن أجل تحضير محلول عياري من الرصاص بتركيز  $1 \text{ ppm}$  نأخذ ( $0.1$  ) مل من محلول الرصاص  $(\text{ppm} 1000)$  ويضاف لها  $4$  مل من حمض الآزوت ويُكمل الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى  $100$  مل لنحصل على محلول عياري الرصاص  $(\text{ppm} 1)$ . وللحصول على محلول عياري من الرصاص بتركيز  $2 \text{ ppm}$  ثكرر العملية السابقة بأخذ ( $0.2$ ) مل من محلول الرصاص  $(\text{ppm} 1000)$  وإضافة  $4$  مل من حمض الآزوت ثم يُكمل الحجم بالماء منزوع الشوارد حتى  $100$  مل لنحصل على محلول عياري  $2 \text{ ppm}$  ونكرر نفس الطريقة ولكن بأخذ  $0.5$  مل من محلول الرصاص  $(\text{ppm} 1000)$  لنحصل على محلول عياري من الرصاص بتركيز  $5 \text{ ppm}$  كما نحضر محلول شاهد  $\text{blank}$  حيث نأخذ  $4$  مل حمض الآزوت ونكملي الحجم بالماء منزوع الشوارد إلى  $100$  مل.

**الجدول (10) تحضير محليل الرصاص العيارية**

الماء منزوع الشوارد	حمض الآزوت	عياري الرصاص <b>(1000 ppm)</b>	تركيز عياري الرصاص المراد الحصول عليه
نكملي الحجم حتى $100$ مل	$4$ مل	-	$0 \text{ ppm}$
نكملي الحجم حتى $100$ مل	$4$ مل	$0.1$ مل	$1 \text{ ppm}$
نكملي الحجم حتى $100$ مل	$4$ مل	$0.2$ مل	$2 \text{ ppm}$
نكملي الحجم حتى $100$ مل	$4$ مل	$0.5$ مل	$5 \text{ ppm}$

نقوم بتشغيل جهاز الامتصاص الذري وضبط لمبة الرصاص حسب الشروط الواردة في الجدول (11) ثم نقوم بتمرير عينات من محلول الشاهد والمحاليل العيارية لنحصل على قيم الامتصاص مقابل التركيز.

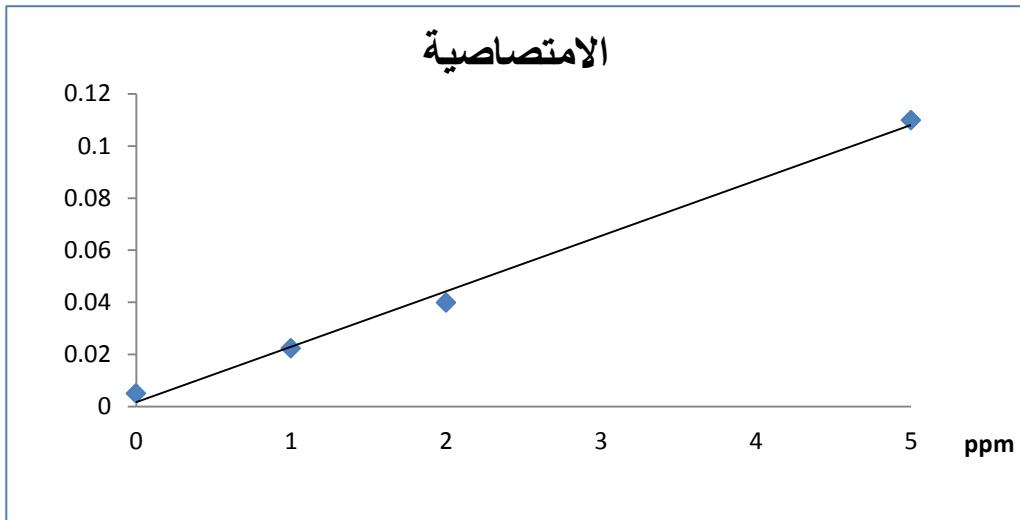
**الجدول (11) شروط القياس لعنصر الرصاص في FAAS**

283.3 nm	طول الموجة (Wavelength)
0.7 nm	عرض الشق (Slit width)
أستيلين - هواء	نوع الغاز (gas type)
2.7 L/min	التدفق (flow)
<b>Hollow Cathode Lamp (HCl)- pb</b>	(Lamp type)
10 أمبير	شدة تيار اللمة (Lamp current)

فنجصل على نتائج قياسات الامتصاصية للعيارات و هي موضحة في الجدول رقم (12) وينتج عنها الخط البياني الذي يبين العلاقة بين الامتصاصية وبين تراكيز الرصاص (الشكل 11)، وهو الخط البياني الذي على أساسه سيقوم الجهاز بإعطاء تراكيز الرصاص في العينات التي قمنا بجمعها.

**الجدول (12) . قيم الامتصاصية لمحاليل الرصاص العيارية**

الامتصاصية	ملغ / ل	العياري
0.0049	0	0 جزء بالمليون
0.0223	1	1 جزء بالمليون
0.0399	2	2 جزء بالمليون
0.1099	5	5 جزء بالمليون



الشكل (11) . الخط البياني لامتصاصية الرصاص

#### رابعاً: قياس التراكيز في العينات باستعمال FASS

استعملنا تقنية مطيافية امتصاص الذري الاهلي.

المبدأ : عندما يكتسب عنصر ما طاقة تعطى له فإنه ينتقل من الحالة الثابتة الى الحالة المحرضة و يمتص جزءاً من الطاقة التي اكتسبها على شكل اشعاع .

تسمح هذه الطريقة بمعايرة بعض العناصر المعدنية باستعمال أطيف اشعتها وذلك بالاعتماد على قانون Kirchhoff الذي يقول إن الذرة تستطيع امتصاص الأشعة التي تقوم هي ذاتها بإصدارها، ومن الناحية العملية يقتصر التطبيق على امتصاص أشعة الطنين التي تعطي أفضل النتائج من الناحية الكمية.



الشكل(12) جهاز الامتصاص الذري من نوع varian الذي تم استعماله في العمل المخبرى.

### 3-الدراسة الاحصائية Statistical analysis

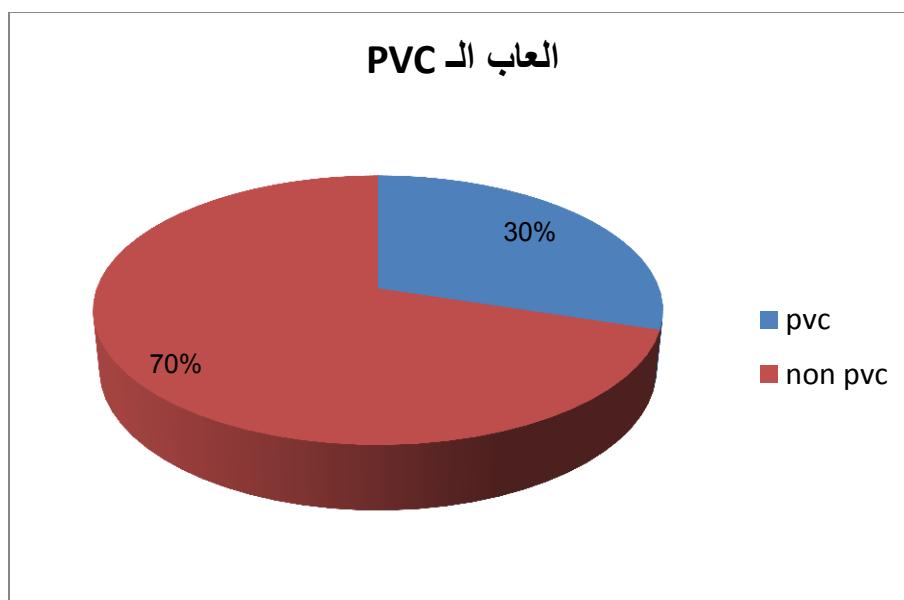
تم ادخال البيانات و معالجتها باستخدام الرزمة الإحصائية SPSS و اعتمدنا:

- المتوسط الحسابي  $x$ ، و الانحراف المعياري  $SD$  Standard Deviation للتعبير عن القيم .
- اختبار T-student لتحديد أهمية الفروق بين متواسطين حسابيين و اعتبار الفارق جوهريا وذا دلالة إحصائية عند  $P < 0.05$
- تحليل التباين ANOVA لتحديد أهمية الفروق بين المتواسطات الحسابية و اعتبار الفارق جوهريا و ذا دلالة إحصائية عند  $P < 0.05$ .

### 4- النتائج Results

#### 1-4 نتائج اختبار بيلستين (beilisten) في العاب الأطفال البلاستيكية

من بين العينات البلاستيكية (77) التي تم جمعها كانت نتيجة اختبار بيلستين (23) عينة ايجابية و (54) عينة سلبية وبالتالي تكون النسبة المئوية للألعاب المصنوعة من الـ PVC هي (30%) كما هو موضح في الشكل(13).



الشكل (13) النسبة المئوية للألعاب الـ (PVC)

## 2-4 نتائج المحتوى الكلي للرصاص في عينات المجموعة الأولى

وجد الرصاص في جميع العينات المدروسة المصنوعة من البلاستيك سواء المصنعة من الـ PVC أو غير PVC المحلية منها أو المستوردة . حيث تراوحت التراكيز بين 0.7 ppm و 274.2 ppm و بمتوسط قدره 33.12 ppm . وقد أوضحنا ذلك في الجدول رقم (13).

الجدول (13) العينات البلاستيكية ، اللون ، بلد المنشأ ، اختبار(PVC) ، التركيز الكلي.

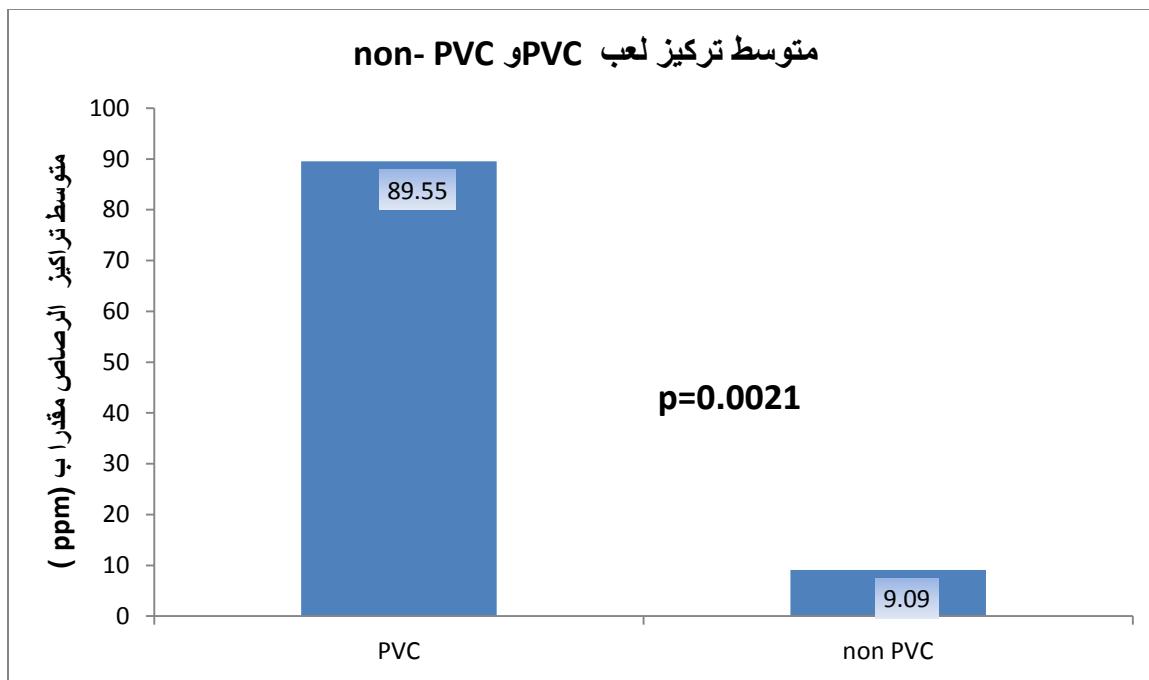
رقم العينة	وصف اللعبة	اللون	بلد المنشأ	اختبار PVC	تركيز الرصاص ppm
1	كرة صغيرة	أصفر	الصين	سلبي	7.1
2	كرة صغيرة	برتقالي	الصين	سلبي	8.3
3	كرة صغيرة	أزرق	الصين	سلبي	11.4
4	كرة صغيرة	زهر	الصين	سلبي	3.5
5	كرة صغيرة	أخضر	الصين	سلبي	5
6	كرة خرز	أخضر	الصين	سلبي	9.6
7	كرة خرز	بنفسجي	الصين	سلبي	10.2
8	كرة خرز	أصفر	الصين	سلبي	11
9	كرة خرز	برتقالي	الصين	سلبي	3.2
10	كرة سلة	أخضر	الصين	إيجابي	12.4
11	كرة سلة	برتقالي	الصين	إيجابي	13
12	كرة قدم	بني	الصين	إيجابي	13.7
13	كرة قدم	أزرق	الصين	إيجابي	12.8
14	كرة بيسبول	أبيض	الصين	إيجابي	16.2
15	لهادية(الحلمة)	أصفر	سوريا	سلبي	1.42
16	لهادية(الحلمة)	أصفر	سوريا	سلبي	1.73

3.15	سلبي	تايوان	شفاف	لهاية(الحمة)	17
1.22	سلبي	ايطاليا	اصلف	لهاية(الحمة)	18
10.3	سلبي	تايوان	أزرق	لهاية(قبضة)	19
10.5	سلبي	تايوان	أزرق	عصاضة بمسكة	20
15.2	سلبي	تايوان	أخضر	عصاضة مثلثة	21
11.2	سلبي	تايوان	أصلف	عصاضة حلقتين	22
10.3	سلبي	ايطاليا	أصلف	عصاضة سنجاب	23
1.17	سلبي	سوريا	أزرق	عصاضة بمسكة	24
1.92	سلبي	سوريا	أحمر	عصاضة بمسكة	25
4.8	سلبي	تايوان	شفاف	عصاضة مائية (بيت)	26
7.6	سلبي	تايوان	شفاف	عصاضة مائية(وردة)	27
12.3	سلبي	تايوان	أزرق فاتح	عصاضة مائية (حلقة)	28
1.45	سلبي	الصين	أزرق	صحن طفل	29
2.4	سلبي	سوريا	أحمر	صحن طفل	30
1.36	سلبي	سوريا	شفاف	ملعقة طفل	31
1.6	سلبي	تايوان	أحمر	ملعقة طفل	32
32.6	سلبي	سوريا	أخضر	صلصلة	33
12.8	سلبي	الصين	أزرق	صلصلة	34
1.37	سلبي	الصين	شفاف	ببرونة	35
0.7	سلبي	تايوان	شفاف	ببرونة	36
2.34	سلبي	سوريا	شفاف	ببرونة	37
129	ایجابی	الصين	بني	ديناصور	38
146.5	ایجابی	الصين	اسود	ديناصور	39
107.4	ایجابی	الصين	أخضر	ديناصور	40
169.9	ایجابی	الصين	رمادي	ديناصور	41
171.3	ایجابی	الصين	برتقالي	نمر	42

274.2	ايجابي	الصين	أصفر	نمر مخطط	43
248.5	ايجابي	الصين	أصفر	زرافة	44
183	ايجابي	الصين	أخضر	وحيد القرن	45
272.5	ايجابي	الصين	رمادي	فيل	46
128.7	ايجابي	الصين	بني فاتح	غزال	47
54	سلبي	سوريا	أحمر	فراشة	48
30.4	ايجابي	الصين	أبيض	ميكي ماوس	49
14	ايجابي	الصين	أبيض	ميكي ماوس	50
20	ايجابي	الصين	أخضر	دمية تلتبس	51
22.5	ايجابي	الصين	أصفر	دمية تلتبس	52
22.3	ايجابي	الصين	برتقالي	دمية تلتبس	53
28	ايجابي	الصين	بنفسجي	دمية تلتبس	54
5.5	ايجابي	الصين	أبيض	دمية باربى(الوجه)	55
5	سلبي	الصين	زهر	باربى(الاطراف)	56
18	ايجابي	سوريا	أبيض	دمية فلة(الوجه)	57
12.5	سلبي	سوريا	بيج	فلة (الاطراف)	58
6	سلبي	سوريا	رمادي	علبة طون	59
4	سلبي	سوريا	بني	علبة طون	60
24.5	سلبي	سوريا	احمر	فنجان	61
7	سلبي	سوريا	برتقالي	صحن	62
1.03	سلبي	سوريا	أخضر	تقاحة	63
1.08	سلبي	سوريا	أصفر	تقاحة	64
2.73	سلبي	سوريا	أحمر	تقاحة	65
1.75	سلبي	سوريا	برتقالي	جزرة	66
3	سلبي	سوريا	أصفر	موزة	67
2.4	سلبي	سوريا	أحمر	كرزة	68

5	سلبي	سوريا	أحمر	فريز	69
41	سلبي	الصين	أزرق	سيارة	70
28	سلبي	الصين	اخضر	سيارة	71
38	سلبي	الصين	احمر	سيارة	72
10.5	سلبي	سوريا	ازرق	سيارة	73
7	سلبي	سوريا	اسود	سيارة	74
4.5	سلبي	الصين	اخضر	جرار	75
3.6	سلبي	الصين	اصفر	جرار	76
9.6	سلبي	الصين	ازرق	قطار	77

تراوحت تراكيز الرصاص في الألعاب المصنوعة من PVC بين 5.5 و 274.2 ppm، وبمتوسط قدره 89.55 ppm. في حين تراوحت التراكيز في الألعاب غير المصنوعة من PVC بين 0.7 و 54 ppm وبمتوسط قدره 9.09 ppm كما هو موضح في الشكل (14).



.الشكل (14) مقارنة المتوسط الحسابي لتركيز الرصاص في ألعاب PVC و non-PVC.

### 4-3 نتائج المحتوى الكلي للرصاص في عينات المجموعة الثانية

وُجد الرصاص في جميع عينات المجموعة الثانية (معاجين – الأقلام اسمعية – الألوان المائية – دهان الأصبع – الطلاء المغلف للأقلام). وتراوحت التراكيز بين 0.04 و 23.9 ppm، وبمتوسط قدره 5.82 ppm. أدرجت النتائج في الجدول (14).

الجدول (14) العينات ،اللون ، بلد المنشأ ،تركيز الرصاص الكلي.

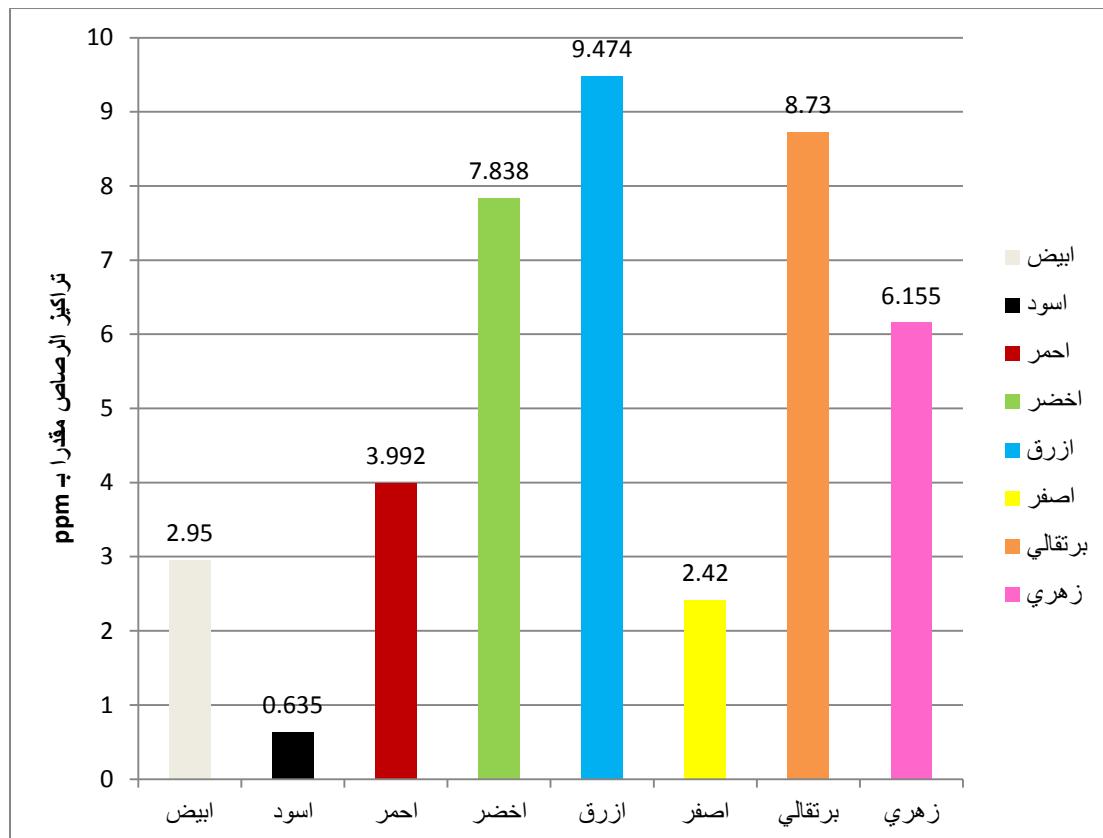
رقم العينة	الوصف	اللون	بلد المنشأ	التركيز الكلي (ppm)
1	معاجين التشكيل	ابيض	الصين	2.11
2		اسود	الصين	0.04

2.04	الصين	احمر	الأقلام الشمعية	3
5.6	الصين	اخضر		4
0.23	الصين	ازرق		5
3.21	سوريا	اصفر		6
22.6	سوريا	برتقالي		7
12.7	سوريا	زهري		8
0.34	سوريا	اخضر		9
11.6	سوريا	احمر	الألوان المائية	10
4.12	سوريا	ازرق		11
1.23	سوريا	اسود		12
4.63	سوريا	ابيض		13
2.26	الصين	زهري		14
3.12	الصين	برتقالي		15
3.7	الصين	اصفر		16
2.1	الصين	ابيض	دهان الأصبغ	17
18.6	الصين	اخضر		18
8.9	الصين	زهري		19
0.65	الصين	احمر		20
12.8	الصين	ازرق		21
0.48	الصين	برتقالي		22
13.4	كوريا	اخضر		23
23.9	كوريا	ازرق	الطلاء المغلف للأقلام	24
3.78	كوريا	احمر		25
0.34	الصين	اصفر		26
1.25	الصين	اخضر		27
0.76	الصين	زهري		28

1.89	سوريا	احمر		29
6.32	سوريا	ازرق		30

#### 4- نتائج اختبار التباين ANOVA تبعاً لعلاقة اللون بالتركيز في عينات الأدوات التعليمية

تضارب متوسط تركيز الرصاص في الألوان : الأزرق (9.474) ، البرتقالي (8.73) ، الأخضر (7.838) ، الزهري (6.155) ، الأحمر (3.992) ، الأبيض (2.95) ، الاصفر (2.42) ، الاسود (0.635).



الشكل (15) متوسطات تركيز الرصاص في الألعاب حسب اللون

**الجدول (15) ملخص نتائج تحليل التباين**

---

**Anova: Single Factor**

**SUMMARY**

<b>Groups</b>	<b>Count</b>	<b>Sum</b>	<b>Average</b>	<b>Variance</b>
ابيض	3	8.84	2.946667	2.125233
اسود	2	1.27	0.635	0.70805
احمر	5	19.96	3.992	19.33107
اخضر	5	39.19	7.838	62.84672
ازرق	5	47.37	9.474	85.80908
اصفر	3	7.25	2.416667	3.294433
برتقالي	3	26.2	8.733333	145.9557
زهري	4	24.62	6.155	31.5497

**ANOVA**

<b>Source of Variation</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P-value</b>	<b>F crit</b>
<b>Between Groups</b>	243.0238	7	34.71769	0.713785	0.661202	2.463774
<b>Within Groups</b>	1070.055	22	48.63888			
<b>Total</b>	1313.079	29				

---

#### 4- 5 نتائج المحتوى الكلي في عينات المجموعة الثالثة (مستحضرات التجميل)

تراوحت تراكيز الرصاص في المستحضرات التجميلية (ظل - حمرة الشفاه - الكحل) بين 0.06 ppm و 112.2 ppm وبمتوسط قدره 20.95 ppm. وجرى إدراج النتائج في الجدول (16).

الجدول (16). المستحضرات التجميلية ، اللون ، بلد المنشأ ، تركيز pb الكلي.

رقم العينة	الوصف	اللون	بلد المنشأ	تركيز الرصاص ppm
1	ظل العيون	زهر	الصين	0.23
2		برتقالي	الصين	0.17
3		أخضر	الصين	0.62
4	حمرة الشفاه	برتقالي	سوريا	1.37
5		احمر	سوريا	4.06
6		زهر	سوريا	0.06
7	الكحل	اسود	سوريا	44.7
8		اسود	الهند	24.6
9		بني	الهند	112.7

الجدول (17) ملخص نتائج المحتوى الكلي للرصاص في جميع العينات

اللع	التركيز الأدنى	التركيز الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
ألعاب البلاستيكية				
PVC	5.5	274.2	89.55	19.34
Non-PVC	0.7	54	9.09	1.49
ألعاب التعليمية				
القلام الشمعية	1.23	22.6	5.43	7.55
معاجين التشكيل	0.04	11.6	4.49	3.69

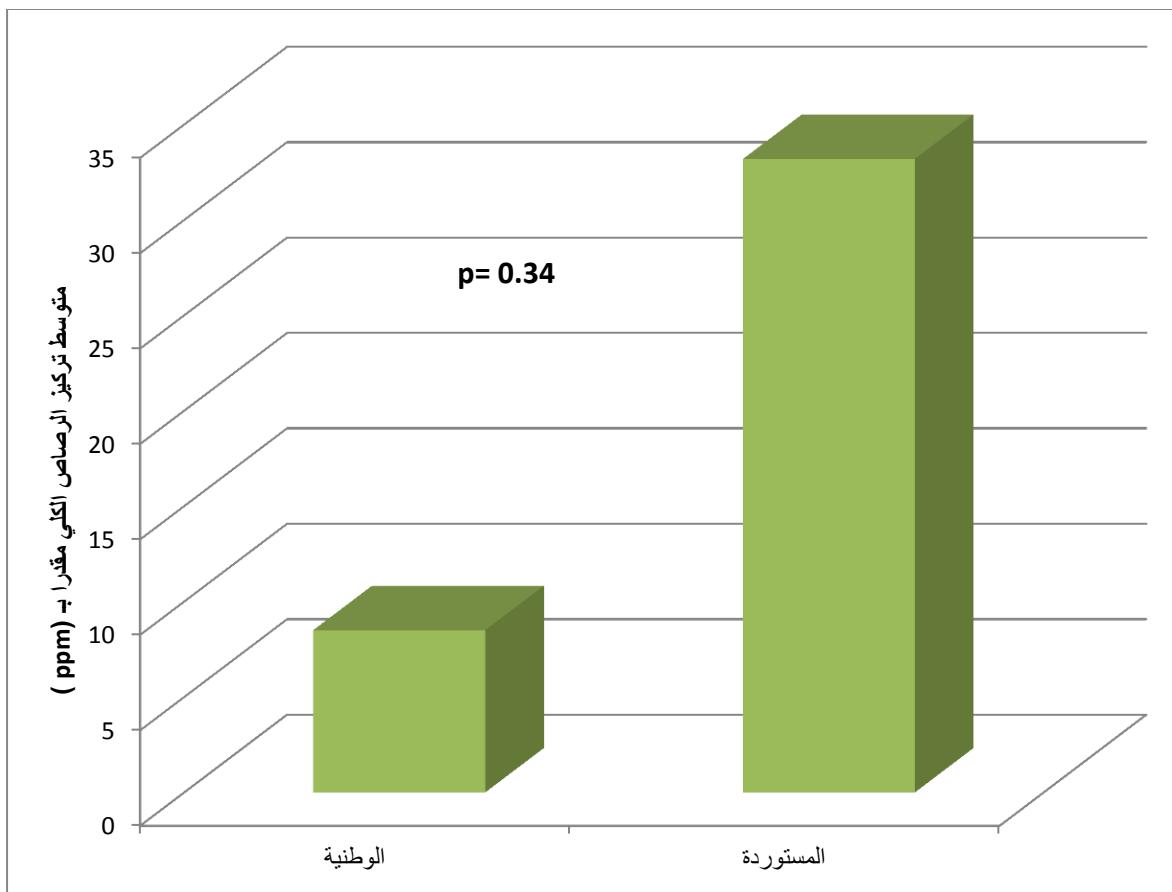
6.94	6.74	18.6	0.48	اللوان المائية
10.06	13.69	23.9	3.78	دهان الاصبع
2.42	2.11	6.32	0.34	الطلاء المغلف للأقلام
مستحضرات التجميل				
0.244	0.34	0.62	0.17	الظل
2.04	1.83	4.06	0.06	حمرة الشفاه
46.16	60.66	112.7	24.6	الكحل

#### 6-4 نتائج المحتوى الكلي للرصاص في العينات الوطنية و المستوردة :

تراوحت تراكيز الرصاص في الألعاب الوطنية بين 0.06 ppm و 54 ppm و متوسط قدره 8.5 ppm، في حين كانت التراكيز في الألعاب المستوردة بين 0.04- 247.2 ppm و متوسط قدره 33.2 ppm كما هو مبين في الجدول (18). و يبين الشكل (16) المقارنة بين متوسط تراكيز الرصاص في العينات الوطنية و المستوردة .

الجدول(18) نتائج المحتوى الكلي للرصاص في العينات المحلية و المستوردة

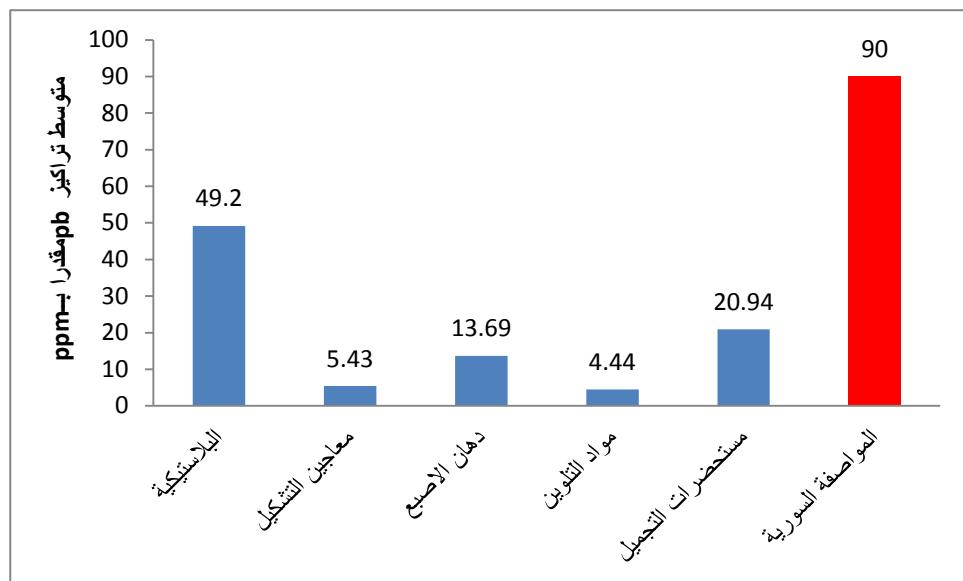
الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	التركيز الاعلى	التركيز الادنى	اللعب الوطنية
12.25	8.5	54	0.06	اللعب الوطنية
63.23	33.2	274.2	0.04	اللعب المستوردة
53.48	25.11	274.2	0.04	جميع العينات



الشكل(16) المحتوى الكلى للرصاص في الألعاب الوطنية و المستوردة

#### 7-4 نتائج مطابقة العينات المواصفات السورية

تمت مقارنة متوسطات تراكيز الرصاص في جميع العينات مع حدود المواصفة السورية رقم /2465 لعام 2001 و المواصفة السورية رقم /2627 لعام 2002 الخاصة بمعالجين التشكيل و اللنان تتصان على أن أقصى كمية لتواجد الرصاص في الألعاب و معالجين التشكيل و طلاءات الإصبع لا تتجاوز 90 .ppm



الشكل (17) مطابقة العينات للمواصفات السورية

## 5- المناقشة Discussion

### 5-1 المحتوى الكلي للرصاص

تشجع العديد من التوصيات على حساب المحتوى الكلي للرصاص المستعمل في ألعاب الأطفال من أجل التأكد من مأمونية هذه الألعاب و خلوها من المواد السامة لذا قمنا في دراستنا بحساب المحتوى الكلي للرصاص في نماذج مختلفة من الألعاب و منها :

#### الألعاب البلاستيكية :

أظهرت الدراسة ارتفاع تراكيز الرصاص في ألعاب الأطفال المصنعة من الـ PVC بالمقارنة مع الألعاب غير المصنعة من PVC بوجود فارق جوهري يعتقد به إحصائيا  $P=0.0021$  يمكن أن نفسر هذا الارتفاع بتواجد الرصاص بشكل أملأح كمادة مثبتة في الألعاب المصنوعة من الـ PVC و غيابه في الألعاب الأخرى حيث يقتصر وجوده كعامل ملون أو ملوث ناتج عن التصنيع.

و قد توافقت نتائج دراستنا مع Abhay وزملائه 2006 حيث كانت تراكيز الرصاص في ألعاب الـ PVC أعلى بكثير من نظيرتها التي لا تحتوي الـ PVC<sup>69</sup>. أيضاً توافقت نتائج دراستنا مع Omolaoye و زملائه 2010<sup>66</sup>

### الألعاب التعليمية: (مواد التلوين و معاجين التشكيل )

بيّنت الدراسة تواجد الرصاص في كافة العينات حيث كان أعلى تركيز للرصاص موجوداً في دهان الاصبع و نفس ذلك باستخدام مركبات الرصاص كعوامل ملونة في الدهانات بشكل عام رغم حظر استعماله فيها. و بدراسة العلاقة بين التركيز الكلي للرصاص في عينات هذه المجموعة و الألوان تبين لنا أن تركيز الرصاص قد تزايد في الألوان : الأزرق، البرتقالي ، الأخضر ، الذهري ، الأحمر، الأبيض،الأصفر، الأسود على التالي حيث أظهرت نتائج اختبار تحليل التباين عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية حسب لون العينة لأن قيمة  $p = 0.661$  كان أكبر من مستوى الدلالة  $0.05$

### مستحضرات تجميل الأطفال

بيّنت دراستنا تواجد الرصاص في هذه المستحضرات بتركيز تراوحت بين 0.06 و 112.2 ppm حيث كان أكبر تركيز للرصاص في هذه المواد موجوداً في الكحل ، ويمكن أن نفس ذلك باستعمال الرصاص في تركيب الكحل و بالأخص الكحل العربي كمادة معقمة حيث يمكن أن يصل تركيز الرصاص فيه إلى حوالي 90%. أما بالنسبة للظل و حمرة الشفاه فكانت كمية الرصاص أقل و نفس تواجد الرصاص هنا كملوث ناتج عن التصنيع أو بعرض الغش .

## 5- مطابقة الألعاب للمعايير السورية و العالمية

### - المقارنة بين الألعاب الوطنية و المستوردة في جميع العينات

لم يظهر أي فارق يعتد به إحصائيا ( $P = 0.34$ ) بين تركيز الرصاص في الألعاب الوطنية وتركيز الرصاص في الألعاب المستوردة ، علماً أن أغلب الألعاب الموجودة في السوق المحلية هي صينية المنشأ كونها تلبي احتياجات معظم الناس في ظل التطور الكبير لهذه الصناعة حيث لاتزال الصين من أكبر الدول المصدرة للألعاب في العالم<sup>70</sup>.

أما في سوريا فلا توجد مصانع متخصصة بالأألعاب ، فهي عبارة عن مصانع صغيرة تصنع مواد بلاستيكية من بينها بعض أنواع الألعاب كالكرات و السيارات البلاستيكية و غيرها و يقتصر تواجد الرصاص فيها كملوث . و قد تصنع هذه الألعاب من إعادة تدوير البلاستيك مرة أخرى فتختلف نسب الرصاص بين تحضيره و أخرى .

### مقارنة تراكيز الرصاص بين الألعاب البلاستيكية الوطنية و المستوردة

أظهرت الدراسة ارتفاع تراكيز الرصاص في العينات المستوردة مقارنة بالمحليّة بوجود فارق يعتد به إحصائيا  $p=0.001$  ونفس هذا الاختلاف إلى وجود ألعاب PVC التي تحوي تراكيز مرتفعة من الرصاص في العينات المستوردة و غيابها في معظم الألعاب الوطنية التي لا تعتمد على هذه المواد في تصنيع الألعاب.

#### - مطابقة الألعاب للمواصفة السورية 2465/2001:

بالمقارنة مع المواصفة القياسية السورية ذات الرقم 2465 لعام 2001 ، كما هو مبين في الشكل 15، فإننا لانجد أي نوع من الألعاب ( البلاستيكية ، معاجين التشكيل ، دهان الاصبع ، مواد التلوين و مستحضرات التجميل ) بمتوسط التركيز للرصاص قد تجاوزت الحدود القصوى المسموح بها Total Limit ( TTLC Threshold Concentration )  $TTLC < 90 \text{ ppm}$  ، والتي تتطابق مع المعيار الأوروبي ( TTLC < 90 ppm ) فقد كانت كل العينات ضمن الحدود باستثناء 9 عينات قد تجاوزت الحدود المسموح بها و قد كانت هذه المواد من العينات البلاستيكية المصنعة من PVC و هذا ينبع إلى خطورة استعمال تلك المواد على صحة الأطفال.

## 6- الاستنتاج Conclusion

- تواجد الرصاص في دراستنا بتراكيز مختلفة في جميع عينات الألعاب البلاستيكية بنوعيها الطرية و القاسية والألعاب الأخرى من مستحضرات التجميل ومواد التلوين ومعاجين التشكيل.
- كانت تراكيز الرصاص في الألعاب البلاستيكية المصنوعة من الـ PVC أعلى مقارنة بالألعاب البلاستيكية غير المصنوعة من الـ PVC.
- لم تظهر الدراسة أي علاقة بين تراكيز الرصاص و الألوان في عينات المواد المستعملة في التلوين.
- لم تظهر الدراسة أي فارق إحصائي بين تركيز الرصاص في الألعاب الوطنية و الألعاب المستوردة.
- لم تتجاوز معظم العينات لحدود المعايير القياسية السورية و المقاييس الأوروبية.
- تجاوزت بعض العينات من ألعاب الـ PVC لحدود المعايير القياسية السورية و الأوروبية .
- تسهم الألعاب البلاستيكية عموماً وخاصة المصنوعة من الـ PVC الذي يدخل الرصاص فيه كمثبت بعرض الأطفال لخطر التسمم بالرصاص .

## 7 - المقترنات والتوصيات Suggestions and Recommendations

- حظر استعمال الرصاص في ألعاب الأطفال باستعمال بدائل مثبته أقل سمية .
- وضع قيود على استعمال مواد الـ PVC التي يدخل فيها الرصاص و أملاحه كمواد مثبطة .
- إصدار قوانين و توصيات ملزمة للحكومات و الجهات المعنية بسلامة ألعاب الأطفال و مراقبة عمليات البيع و التوريد لهذه الألعاب .
- ضبط القوانين و المعايير بما يتاسب مع المعايير الدولية و مواكبة كل جديد في هذا المجال و متابعة تنفيذها .
- وضع ضوابط جديدة على استيراد الألعاب أو المواد الأولية الداخلة في صناعة الألعاب.
- دراسة العناصر المعدنية السامة الأخرى التي يحتمل تلوينها لمواد الألعاب .
- وضع برامج للتوعية حول السلامة للألعاب و الأطفال.

## 8- الملخص باللغة العربية

يعتبر الرصاص من المواد الأكثر سمية و خاصة لدى الأطفال، حيث يعتبر صغار السن من أكثر الفئات عرضة للأذى الدماغي لأنهم في مرحلة النمو ، كما أن سلوك يد- فم الشائع عندهم يزيد من خطر دخول الرصاص إلى أجسامهم حيث يشكل تواجد الرصاص في الألعاب مشكلة في عدة بلدان ومنها سوريا. يستعمل الرصاص في ألعاب PVC (الكلوريد متعدد الفينيل ) كمادة مثبتة و أيضا في الأصبغة لإضفاء ألوان براقة تساعد في جذب الأطفال إليها. هدفت دراستنا إلى تحديد المحتوى الكلي في بعض الألعاب الوطنية و المستوردة و المقارنة بينهما. جرى العمل على 116 عينة حيث قمنا بتحديد المحتوى الكلي من الرصاص فيها بعملية الترميد و الهضم بحمض الأزوت والماء الأوكسجيني (EPA SW-846 3050) method و أخيرا التحليل بجهاز الامتصاص الذري لتحديد تراكيز الرصاص في العينات المجموعة. أظهرت النتائج تواجد الرصاص في جميع العينات و بتراكيز تراوحت بين (0.7 – 274.2) ppm. حيث احتوت الألعاب بنوعيها المصنعة من الـ PVC و غير الـ PVC على الرصاص ، وكانت تراكيز الرصاص في ألعاب الـ PVC هي الأعلى . حيث تجاوزت تراكيز الرصاص في عدد من العينات حدود المواصفات السورية مما يشكل خطراً على صحة الأطفال .

### الكلمات المفتاحية :

الرصاص ، الكلوريد متعدد الفينيل ، ألعاب الأطفال ، جهاز الامتصاص الذري، تعرض الأطفال .

## **9 - ABSTRACT**

Lead is a highly toxic chemical especially in children. Young children vulnerable to lead because their brains are rapidly growing and developing, and because their normal hand –to- mouth behavior increases the risk that they will take lead into their bodies from the environment. Lead in toys has become a major problem in many countries like Syria. Lead is used in polyvinyl chloride PVC toys as a stabilizer, and also can be used in pigments to impart bright colors to them in order to attract children. The aim of our study is the calculation of total content of Lead in national and imported toys and compared between them. A total number of 116 toys manufactured from different countries were purchased. The total lead content extraction by ashed, digested with concentrated HNO<sub>3</sub> (EPA SW-846 3050 method), then analyzed using atomic absorption spectrophotometer to determine lead concentration. The results obtained show that lead content was found in varying concentrations in all toy samples, and ranged from (0.7-274.2) ppm for total lead content respectively. Both PVC and non-PVC toys contain lead, but the concentration of lead in PVC toys is generally more than that of non-PVC toys. Some of the toy samples show high concentration (above Syrian limit) of lead ;this poses a threat to children exposed to such toys.

**Keywords:** lead, polyvinyl chloride, children's plastic toys , atomic absorption spectrophotometer , children exposed to.

## 10- المراجع

1. Council Directive (88/378/EEC), the approximation of the laws of the MemberStates concerning the safety of toys. *Official Journal of the European Union*2009; 187:1-18.
2. Elizabeth H, Trouble in Toyland The 25th Annual Survey of Toy Safety. *U.S. PIRG Education Fund*, 2010; 4-17.
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. Atlanta: US Department of Health and Human Services, *Public Health Service*. 2010; 9-17.
4. Rachel W. Comments of Consumer Federation of America to the U.S.Consumer Product Safety Commission on Petition Requesting Regulations Restricting Cadmium in Children's Products. *Consumer Product Safety Commission (CPSC)*. 2010;1-3.
5. F.Coulston,N.Y.AlbanyandF.Korte(eds.),Lead,GeorgThiemePublishers,Stuttgart, 1975; 6-75
6. Barile and Frank A. Clinical toxicology: principles and mechanisms.2004; 308-311.
7. Thornton I, Rautiu R And Bruxh S. LEAD-THE FACTS, LDAI-Lead Development Association Internationl, Ian Allan Printing, UK. 2010;5-13.
8. Childhood Lead Poisoning. World Health Organization 2010.
9. Scheckel KJ and Ryan JA. Spectroscopic Speciation and Quantification of Lead in Phosphate-Amended Soils. *Journal of Environmental Quality*.2004;33:45-47.
- 10.Jacobs DE, Clickner RP and Zhou JY. The prevalence of lead-based paint hazards . *U. S. housing. Environ Health Perspect*2002;110:A599-A606.
11. Lanphear BP, Matte TD and Rogers J. The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. A pooled analysis of 12 epidemiologic studies . *Environ Res*1998;79:51-68.
- 12.Berkowitz M. Survey of New Jersey schools and day care centers for lead in plumbing solder. Identification of lead solder and prevention of exposure to drinking water contaminated with lead from plumbing solder. *Environ Res*1995;71:55-59.

- 13.Ali Khan M, Umar R and Lateh H. Study of trace elements in groundwater of Western Uttar Pradesh, India . *Scientific Research and Essays* 2010; 5(20): p 3179.
- 14.Saper RB, Kales SN and Paquin J. Heavy metal content of Ayurvedic herbal medicine products . *JAMA*2004;292:2868-2873.
- 15.Markowitz M. Lead poisoning. *Pediatr Rev*2000;21:327-335
- 16.Ziegler EE, Edwards BB and Jensen RL. Absorption and retention of lead by infants. *Pediatr Res* 1978;12:29-34.
- 17.Phillip AT and Gerson B. Lead poisoning – Part I. Incidence, etiology, and toxicokinetics . *Clin Lab Med* 1994;14:423-444.
- 18.Papanikolaou NC, Hatzidaki EG and Belivanis S. Lead toxicity update. A brief review. *Med Sci Monit* 2005;11: 329-336.
- 19.Rabinowitz MB, Wetherill GW and Kopple JD. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *J Clin Invest* 1976;58:260-270.
- 20.Gulson BL, Mizon KJ and Korsch MJ. during pregnancy and lactation – a summary of Mobilization of lead from human bone tissue long-term research. *Sci Total Environ* 2003;303:79-104.
- 21.Silbergeld EK. Lead in bone: implications for toxicology during pregnancy and lactation. *Environ Health Perspect* 1991;91:63-70.
- 22.Kimmel EC, Fish RH and Casida JE. Bioorganotin chemistry. Metabolism of organotin compounds in microsomal monooxygenase systems and in mammals. *J Agric Food Chem* 1977;25:1-9.
- 23.Schuhmacher M, Paternain JL and Domingo JL. An assessment of some biomonitoring indicative of occupational exposure to lead. *Trace Elem Electrolytes*1997;14:145-149.
- 24.Philip AT. Gerson B. Lead poisoning – Part II. Effects and assay. *Clin Lab Med*1994;14:651-670.
- 25.Somashekaraiah BV, Venkaiah B and Prasad AR. Biochemical diagnosis of occupational exposure to lead toxicity. *Bull Environ Contam Toxicol* 1990;44:268-275.
- 26.Needleman H. Lead poisoning. *Annu Rev Med*2004;55:209-222.

- 27.Smith CM, Wang X, Hu H and Kelsey KT. A polymorphism in the delta-aminolevulenic acid dehydratase gene may modify the pharmacokinetics and toxicity of lead. *Environ Health Perspect* 1995;103:248-253.
- 28.Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for lead. (Draft for Public Comment). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2005:63.
- 29.Paglia DE, Valentine WN and Fink K. Lead poisoning. Further observations on erythrocyte pyrimidinenucleotidase deficiency and intracellular accumulation of pyrimidine nucleotides. *J Clin Invest* 1977;60:1362-1366.
- 30.Diamond GL.Risk assessment of nephrotoxic metals in "The Toxicology of the Kidney". CRC Press, London, England; 2005:1099-1132.
- 31.Marsden PA. Increased body lead burden – cause or consequence of chronic renal insufficiency. *N Engl J Med* 2003;348:345-347.
- 32.Schuhmacher M, Paternain JL and Domingo JL. An assessment of some biomonitoring indicative of occupational exposure to lead. *Trace Elem Electrolytes* 1997;14:145-149.
- 33.Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.2010; 30-31.
- 34.Childhood Lead Poisoning. World Health Organization 2010;25-28.
- 35.Final review of scientific information on lead. – Version of December United Nations environment programme, chemicals branch, DTIE.2010. P 55.
- 36.NTP monograph on health effects of low-level lead. National toxicology program. U.S. Department of health and human services 2011.
- 37.Winneke G, Brockhaus A, Ewers U, Kramer U and Neuf M. Results from the European multicenter study on lead neurotoxicity in children: implications for risk assessment. *Neurotoxicol Teratol* .1990;12:553-559.
- 38.Air Quality Criteria for Lead. Volume I of II. (2006) .6-41 : 6-51NTP monograph on health effects of low-level lead. National toxicology program. U.S. Department of health and human services , (2011).
- 39.Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A and Murray C. Comparative Quantification of Health Risks. Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors, Volume 1. Chapter 19. 1495-1542.

- 40.Gulson BL, Jameson CW and Mahaffey KR. Pregnancy increases mobilization of lead from maternal skeleton. *J Lab Clin Med* 1997;130:51-62.
- 41.Goyer RA. *Environ Health Perspect*. 1993(100):177.
- 42.Final review of scientific information on lead. – Version of December United Nations environment programme, chemicals branch, DTIE.2010.P 43.
- 43.Smith DR, Osterloh JD AND Flegal AR. Use of endogenous, stable lead isotopes to determine release of lead from the skeleton. *Environ Health Perspect* 1996;104:60-66.
- 44.Fanning D. A mortality study of lead workers 1926-1985. *Arch Environ Health* 1988;43:247-251.
45. Sokas RK, Simmens S and Sophar K. Lead levels in Maryland construction workers. *Am J Ind Med* 1997;31:188-194.
- 46.Hu H. Knowledge of diagnosis and reproductive history among survivors of childhood plumbism. *American Journal of Public Health* .1991;81:1070-1072.
- 47.HealthCare Provider Information Children ( < 17 yrs) With Elevated Blood Lead Levels (EBLLs) Medical Evaluation and Recommendations. Lead Poisoning Prevention Program. (2003) Oregon department of human services.
- 48.Koo WWR, Succop PA and Bornschcin RL. Serum vitamin D metabolites and bone mineralization in young children with chronic low to moderate lead exposure. *Pediatrics*.1991; 87:680-687.
- 49.Residential Lead Hazard Standards. Toxic substance control act section 403 report. Chapter 2. US Environmental protection agency. (2001). 2-15.
- 50.Guidelines for drinking water quality,2 nd ed.Vol.2.Health criteria and other supporting information. Geneva ,World Health Organization,1996;p254
- 51.Barile and Frank A. Clinical toxicology: principles and mechanisms. 2004; 308-311.
- 52.Klaassen, Goodman and Gihnan's. The Pharmacological Basis of Therapeutics, Pergamon Press. USA (1990), pp 1592-1614
- 53.Neal R, Yang P, Fiecht J, Yildiz D and Ercal N, *Toxicol. Lett.*, 91 (1997) 169. K. Hruby and A. Donner, *Med. Toxicol.*, 2(1989) 317.

54. Stephen Summerfield, Introduction to Atomic Spectrometry . loughburough university,2010;1-16.
55. Manning T and Grow W, Inductively Coupled Plasma -Atomic Emission Spectrometry. *Springer*, 1997; 2 (1):1-19.
56. AAS, GFAAS, ICP or ICP-MS. Which technique should I use? An elementary overview of elemental analysis. *Thermo Elemental*. 2001:1-20.
57. Guide to Inorganic Analysis. *PerkinElmer*. 2004;1-16.
58. ICP or ICP-MS? Which technique should I use? An elementary overview of elemental analysis. *Thermo Elemental*, 2001:1-20.
59. The 30 minute guide to ICP-MS. *PerkinElmer*, 2011;1-8.
60. Bremmer HJ, van Veen MP. Children toys factsheet To assess the risks for the consumer. *RIVM*, 2002;1-70.
61. Van Engelen JGM,. Park MVDZ AND Janssen PJCM. Chemicals in Toys A general methodology for assessment of chemical safety of toys with a focus on elements RIVM report 320003001. 2008;33-36.
62. U.S. Consumer Product Safety Commission, Requirements1 for Pacifiers, 16 C.F.R. Part 1511.2001;2pp
63. An American National Standard, Standard Consumer Safety Specification for Toy Safety. *astm*, 2003;1-45.
64. هيئة المعايير والمواصفات والمقاييس العربية السورية، 2001 - لعب الأطفال-متطلبات السلامة-تحديد ارتحال بعض العناصر-SNS2465/2001:- 29 صفحة
65. هيئة المعايير والمقاييس العربية السورية، 2002 - لعب الأطفال- معاجين التشكيل- المتطلبات وطرق الاختبار-SNS:2627/2002: 1-9 صفحة
66. Omolaoye JA, Uzairu A and Gimba CE. Heavy metal assessment of some soft plastic toys imported into Nigeria from China. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. 2010;2(80):126-130.
67. Brouwer H. Screening Technique for Lead and Cadmium in Toys and Other Materials Using Atomic Absorption Spectroscopy. *Journal of Chemical Education*. 2005;82(4) :611-612.
68. EPA SW-846 3050 method., 1996- Acid digestion of sediments, sludges, and soils. <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/3050b.pdf>.
69. Abhay K and Prashant P .Toying With Toxics: An Investigation of Lead and Cadmium in Soft Toys in Three Cities in India. *Toxics Link*. 2006;1-26.
70. John W, Mark R.C and Hugh S. T. Plastics that may be Harmful to Children and Reproductive Health. *Environment & Human Health*, 2008;(2),1-80.
71. Centers for Disease Control and Prevention. Managing elevated blood lead levels in young children. Atlanta (GA): The U.S. CDC