جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ميسان
كلية العلوم / قسم علوم الحياة

الآثار البيئية والصحية المركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور

بحث تخرج مقدم الى مجلس كلية العلوم / جامعة ميسان وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الحياة

اعداد الطالبة
حنان محمد راضي لفتة

بأشراف
د. صالح حسن جازع

١٤٤٦هـ ٢٠٢٥ م

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ ﴿١﴾

(العلق : الآية ١)

صدق الله العلي العظيم

توصية الأستاذ المشرف

أشهد أن أعداد البحث الموسوم: الآثار البيئية والصحية المركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور

من قبل الطالبة : حنان محمد راضي

قد جرى تحت إشرافي وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الحياة

الأسم : د. صالح حسن جازع

المرتبة العلمية: استاذ

التوقيع:

التاريخ: / / 2025

توصية رئيس قسم علوم الحياة

استناداً الى التوصية المقدمة من قبل المشرف نحيل البحث الى لجنة المناقشة لدراسة وبيان الرأي فيه

رئيس القسم: د. صالح حسن جازع

المرتبة العلمية: استاذ

التوقيع:

التاريخ: / / 2025

الإهداء

اهدي بحث تخرجي للإمام العباس (عليه السلام)

لتعزيز النجاح والفهم العميق وبداخلي كل تقدير و الامتنان لكل شخص كان له الفضل في مسيرتي وقدم لي المساعدة ولو باليسر.

اهديكَ اليوم بحث تخرجي وادعوا الله عز وجل أن ينال اعجابكم

الشكر وتقدير

أود أن أبدأ بشكر أستاذي المشرف **أ. د. صالح حسن جازع**، الذي كان له دور محوري في إرشادي ودعمي خلال رحلتي الأكاديمية. كانت توجيهاته القيمة ونصائحه الجليلة دافعًا لي لتحقيق النجاح، فأنت قدوة لنا جميعًا.

كما أود أن أعبر عن تقديري العميق للهيئة التدريسية الكريمة، الذين بذلوا جهودًا كبيرة في إثراء معرفتنا وتثقيفنا. إن التزامهم بتقديم أفضل ما لديهم وحرصهم على نجاح الطلبة خُلقٌ نبيل يُشكرون عليه.

ولا يمكنني أن أنسى أن أوجه شكري لعميد الكلية، الذي أظهر قيادة حكيمة ورؤية مستقبلية ساعدت في تطوير بيئة تعليمية متميزة. إن إدارتكم الفعالة ورؤيتكم الإبداعية قد أثرت بشكل إيجابي في مسيرتنا.

وأخيرًا، أتوجه بالشكر العميق لأهلي، الذين كانوا دائمًا مصدر دعم وإلهام لي. لقد علموني قيم العمل الجاد والاجتهاد، ووقفوا إلى جانبي في كل خطواتي.

قائمة المحتويات

العنوان	رقم الصفحة
الآية القرآنية	أ
توصية الأستاذ المشرف	ب
توصية رئيس قسم علوم الاحياء البايولوجي	ب
الاهداء	ت
شكر وعرفان	ث
جدول المحتويات	ج
الخلاصة Abstract	ح
1. المقدمة Introduction	1
1.1 مصادر مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور PCBs Sources of polychlorinated biphenyls (PCBs)	3
1.2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية المركبات Chanical and physical properties PCBs	4
1.3 تأثيرات مركبات PCBs على البيئة الكائنات الحية Effects of PCBs on the environment and living organisms :	7
1.3.1 التاثيرات الصحية PCBs لمركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور Health effects of PCBs on living organisms	8
1.3.2 تاثيرات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على المياة Effects of PCBs on water	9
1.3.3 تأثيرات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على التربة Effects of PCBs on soil	10
1.3.4 الآثار الاجتماعية والاقتصادية لمركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور Socioeconomic impacts of PCBs	7
1.4 طرق التعرض المركبات PCBs Exposure Routes of PCBs compounds	12
1.5 سمية مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور وأنواع السمية Toxicity of PCBs and their types	15
1.6 التركيز البيولوجي والتضخيم البيولوجي Bioconcentration and Biomagnification	19
1.7 استخدامات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور: Uses of PCBs	21
المراجع References	23

الخلاصة

مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) هي مواد كيميائية صناعية تستخدم منذ عشرينيات القرن الماضي في العديد من التطبيقات، أبرزها في الصناعات الكهربائية، بسبب خصائصها الثابتة والمقاومة للحرارة. ومع ذلك، تبين لاحقاً أن هذه المركبات تتراكم في البيئة وتنتقل عبر السلسلة الغذائية، مما يسبب أضرارا بيئية وصحية جسيمة، تشمل اضطرابات في النمو والتكاثر، وزيادة خطر الإصابة بأنواع معينة من السرطان لدى البشر والحيوانات لهذا السبب حظرت صناعتها واستخدامها في العديد من الدول، لكن آثارها لا تزال قائمة نظراً لصعوبة تحللها البيئي.

Abstract

1. المقدمة (Introduction)

مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور (PCB) هي مواد كيميائية من صنع الإنسان تتألف من مجموعة متنوعة من المركبات التي تحتوي على ذرات الكلور مرتبطة بذرات الكربون في بنية الفينيل.طورت هذه المركبات الأول مرة في أواخر عشرينيات القرن الماضي، وأصبحت تستخدم على نطاق واسع في الصناعة نظراً لخصائصها المميزة، مثل الاستقرار الكيميائي ومقاومة الحرارة. ولهذا السبب، وجدت مركبات الـ PCBS تطبيقات عديدة أبرزها في الصناعات الكهربائية كمواد عازلة في المحولات والمكثفات، وفي صناعات أخرى مثل زيوت التشحيم ومواد الطلاء، وحتى في بعض المنتجات البلاستيكية والمطاطية *(knudsen LB, at, (2005)*

ومع توسع استخدام هذه المركبات في الصناعات المختلفة، لم تكن أثارها الصحية والبيئية معروفة بوضوح. فقد كانت خصائصها المستقرة ميزة في استخدامها، لكنها تحولت إلى عيب خطير عندما تبين أن هذه المركبات لا تتحلل بسهولة في البيئة، مما يجعلها تراكمية في الطبيعة. ومع مرور الوقت، أظهرت الدراسات أن مركبات الـ PCBs تتجمع في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية، وتنتقل عبر السلسلة الغذائية، لتصل إلى أعلى مستوياتها في الحيوانات المفترسة، بما في ذلك الإنسان.

بدأت الآثار الضارة للـ PCBS تصبح واضحة في سبعينيات القرن الماضي، حيث أظهرت الأبحاث أن التعرض لهذه المركبات يرتبط بزيادة خطر الإصابة بأنواع معينة من السرطان واضطرابات في الجهاز المناعي وتغيرات هرمونية. كما

لوحظت تأثيرات سلبية على البيئة، بما في ذلك تضرر التنوع البيولوجي، حيث تؤثر مركبات الـ PCBS على القدرة التكاثرية والنمو الطبيعي لدى الأسماك والطيور والثدييات البحرية

نتيجة لهذه الآثار الضارة، بدأت الحكومات حول العالم في تنظيم استخدام الـ PCBS ، ومنعت العديد من البلدان إنتاجها واستخدامها بحلول أواخر السبعينيات وأوائل الثمانينيات. ومع ذلك، ما زال العالم يعاني من تركة هذه المركبات، حيث تتسرب بقاياها إلى البيئة من المواقع الصناعية القديمة أو من خلال التسرب العرضي من الأجهزة القديمة التي تحتوي عليها. إن استمرار تلوث البيئة بهذه المركبات يمثل تحدياً كبيراً، خاصة مع صعوبة التخلص منها وسميتها العالية، مما يجعل مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور أحد التحديات البيئية والصحية البارزة في العصر الحديث. (Commission Regulation, 2010)

1.1 مصادر مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور PCBs

Sources of polychlorinated biphenyls (PCBs):

يرتبط التصنيع التجاري والتخزين والاستخدام بمصادر ثنائي الفنيل متعدد الكلور التجارية ونتيجة لذالك فإن مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور ليس لها أصول طبيعية ويمكن ان تنشأ عن طريق الخطأ نتيجة للعمليات الكيميائية والحرارية

(Li et ai., 2013) . ومن مصادر ثنائي الفنيل متعدد الكلور في البيئة هو التطاير في مكبات القمامة ومحالات ومكثفات ونفايات أخرى تحوي على ثنائي الفنيل وايضاً مياة الصرف الصحي والطين كذلك من الجص المتساقط من المباني والذي تم استخدام مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في انتاجة وتحسين خصائصة ويمكن ان يأتي التلوث ايضاً من حرق نفايات البلدية والصناعية لان عمليات الحرق غير فعالة في تدمير مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور كما أن انفجار وسخونة المحولات والمكثفات يمكن ان تطلق كميات من ثنائي الفنيل متعدد الكلور في التربة والاسطح المجاورة *(WHO,1993)* . من مصادر وجود ثنائي الفنيل متعدد الكلور في التربة ترسب الجسيمات والترسيب الرطب واستخدام الاسمدة في مياة الصرف الصحي والترشيح من مدافن النفايات وتميل مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور إلى التراكم في الرواسب ذات الحبيبات الدقيقة الغنية بالمواد العضوية لأنها مواد كيميائية شديدة الألفة للدهون *(Cassidy et al., 2002)* . المياه الملوثة تدخل الأنهار من خلال الجريان السطحي الصناعي والقمامة الحضرية والبحيرات والمياه الساحلية ،وبسبب الترسيب الجاف من الهواء يكون تركيزه هذه المركبات في الطبقة

الدقيقة السطحية ونظراً لانخفاض قابليتها للذوبان في المياه فأنها تجري مع مياه السيول وتصل الأنهار ويمكن ان توجد بشكل رئيسي في الرسوبيات *(Isosaar et. al 2002)* .

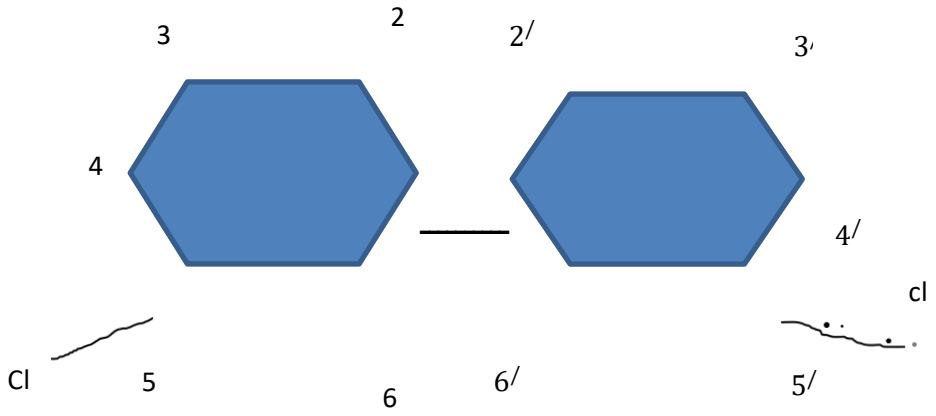
1.2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية المركبات

Chanical and physical properties PCBs

مركبات زيتيه تتراوح من سائله الى صليه وذات دجات غليان عالية ولاتذوب بالماء لكنها تذوب بالدهون وبالتالي تتراكم بالأنسجة الدهنية الكائنات الحيه . كما تمتاز هذه المركبات باستقراريتها الكيمائيه مما يجعلها تقاوم التحلل البايولوجي والكيميائي فضلاً عن ذلك فهي تتحمل درجات الحراره المرتفعه ولا تتفاعل مع المواد الاخرى بسهوله مما يزيد من صعوبة التخلص منها . وتعد هذا المركبات من الملوثات العضويه التاليه والتي تمتاز بنص العمر الطويل يصل الى عده سنوات وتكون واسعة الانتشار في الاوساط البيئية المختلفة كالماء والهواء والتربة والكائنات الحيه. حالياً تعد من الملوثات المثيرة القلق ولق اجريت العديد من الدراسات والبحوث حول هذه الملوثات في العالم *(Jonesk,1999 , AIharbi,2018)*

ادرجت هذا المواد ضمن الملوثات العضويه التاليه في اتفاقية ستوكهولم مع ملوثات اخرى مثل المبيدات والمركبات الروحانية وثاني كلوريد الفنيل وثلاثي كلوريد الميثان *(Lalls et al., 2001)* يمكن الهذه المركبات العضوية التالية ان تمتص من قبل المواد البلاستيكية مما يسهل من انتشارها في البيئيات المختلفه تمتاز هذه المركبات ايضاً بخطورتها الكبيره على الانظمة البيئيه من خلال تاثيرها على

الكائنات الحية لكونها تستمر في عمليات التميز لتتحول الى مركبات اكثر خطوره على صحة الانسان *(Rodrigues,2019)* وبدأ انتاجها بشكل واسع عام 1945 وبفضل خصائصها الكيمائيه واستقرارها الحراري العالي استخدمت كسوائل عازله في المحولات والمكشفات الكهربائيه وكمضافات المبيدات الحشريه وكذلك استخدمت في العوازل والدهانات والاصباع والاحبار الاطباعة *(Commission Eu, 2010)* يتميز التركيب الكيميائي المركبات ثنائيه الفنيك متعدد الكلور بوجود حلقتين اروماتين يوجد عليها من واحد الى عشر ذرات الكلور كما في الشكل(1)



الشكل (1) الهيئة التركيبية لمركبات PCBs

يمكن لذرات الكوران تحتل محل ذرات الهيدروجين في مواقع مختلفة من الحلقات الاروماتية يمكن تحرير التراكيب الكيميائية المنوعة لهذة المركبات من خلال عدد ومواقع وذرات الكلور والتي تؤدي إلى تكوين ٢٠٩ من المركبات المختلفه في تركيبها الكيميائي والتي يعبر عنها بالمتجانسات ولقد حدد الاتحاد الدولي للكيمياء الجينية والتطبيقية (TVPAC) لكل متجانس رقماً من ١ إلى ٢٠٩ .

(Mills, S.A, at (2007) تختلف هذة المتجانسات في خصائصها الفيزيئه والكيميائية مما يؤدي تباين كبير في هيكلها الكيميائي وهذا له تأثير مباشر على ثبات وتراكم هذة المتجانسات وعتماداً على عدد ذرات الكلور تقسم هذه المركبات إلى متجانسات ثنائي الفنيل متعدد الكلور منخفضة الكلور اذا كانت تحتوي على أربع ذرات كلور او اقل وثنائي الفنيل متعدد الكلور عاليه الكلور اذا كانت تحتوي على أكثر من أربع ذرات كلور *(Thomsen et al. , 2007)* تحدد هذة الاختلافات تواجدها في البيئة وطرق تعرضها فالمركبات عاليه الكلور تمتاز بأنها غير متطايره نسبياً وتتواجد بشكل سابق في الأغذية وتكون اكثر ثباتاً من المركبات منخفضة الكلور وذالك بفعل مقوامتها التحلل الايضي . بينما تمتاز منخفضة الكلور بأنها مركبات ذات عمر نصف قصير ومتطاير ويمكن استقبلابها بسرعه *(Poprc, 2010)* لذلك فإن المركبات المنخفضة الكلور تتواجد في الهواء وخاصة في المدن الكبرى ذات الأنشطة الصناعية الكبيرة *(UNEP, 2008)* تمتاز المركبات التاليه (٧٧،١٨،١٠٥،١١٤،١١٨،١٢٣،١٢٦،١٥٦،١٥٧،١٦٧،١٦٩،١٨٩) يكون ذات سمية عالية مماثلة لتلك الخاصية الموجودة في الديوكسيات وبالتالي فإن مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور تسمى ايضاً بالشبية بالديوكسات. تمتاز هذة المركبات ان يمتصها الإنسان عن طريق بشره الجلد وتميل إلى التراكم في الطبقه المتقرنه او تدخل إلى الدم وتستقر في الأنسجة الدهنية .

1.3 تأثيرات مركبات PCBs على البيئة الكائنات الحية :

Effects of PCBs on the environment and living organisms:

ان تأثيرات مركب ثنائي الفينيل متعدد الكلور عديدة هناك تأثيرات متعددة المركبات ثنائي الفينيل ومقدر الكلور فهي وتسبب العديد من الامراض رغم تواجدها القليل في لهذه وتمتاز بانها مركبات عالية الثابتية في جميع الاوساط البيئة مثل المياه والهواء والتربة وكانت المشاكل الرئيسية لهذه الملوثات تتعلق بتوزيعها في كل مكان في البيئية والوصول في لنهاية الى سلاسلا لغذاء وتراكم الحيوي في جسامنا مما يسبب العديد من المشاكل الصحية مثل اضطراب الهرمونات التي يمكن ان توثر علي وظيفة الغدد الصماء والجهاز التناسلي في الأنسان *(Peter et. al 2022,)* وهذه المركب يكون مسؤول عن عديد من الامراض بما في ذلك الاضطرابات الجلدية مثل حب الشباب وتهيج الانف والرئة وحالات اكثر شدة منها المغص المعوي تغيرات في الدم ان التعرض الطويل لهذه المركب يودي الى الاصابة بالسرطان *(Egloof et al.,2011)* اما اشكال الحياة الاخرى مثل الاحياء المجهرية في التربة قد لاحظ انخفاض معدلات اعادة تدوير المغذيات وانخفاض معدلات التنفس عند التعرض المركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور بما في النباتات يتم اعادة النمو والامتصاص الماء وتتطور الاوراق وفي الطيور والثديات وتسبب هذه المركبات انخفاض في انتاج البيض وتغيرات في السلوك وبسبب قابلية الدهون على مراكمه المركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور *(environment Canada, 2005)* وتبين الدراسات ان مركبات الفنيل متعدد الكلور التجاري يقاوم التحلل

ولذلك فانة قادر على الثبات في البيئية لفتره طويله من الزمن وهو قادر على التراكم البيولوجي وكانت هناك ادله الرصد على التطوير البايلوجي واظهرت المركبات المتشابهة المحتوية على نسبه عالية ومنخفضه من الكلور (بعضها موجود في ثنائي الفنيل متعدد الكلور التجاري) ويبدو ان تحليل الخواص الكيمائية المكونات صنائي الفنيل متعدد الكلور التجاري تؤيد هذا الاستنتاج وقد عثر على مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور التجاري في عده عينات لأسماك القطبية وعجل البحر وبلج البحر *(Europen, 2002)*

1.3.1 التاثيرات الصحية PCBs لمركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور:

Health effects of PCBs on living organisms:

ثنائي الفنيل متعدد الكلور(PCBs) من المواد الكيمائية التي تحتوي على 209 مركبات فردية تمتلك اثار ضاره متفاوتة وتم اختبار السمية على مركبات تجارية محدده ووجد انها تمتلك سميه تختلف عن سميه المركبات الاخرى بسبب قابليه على التراكم الحيوي في انسجه الكائنات الحية المكونة السلسة الغذائية وكاله حماية البيئة الامريكية (EPA) تعاملت مع جميع مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على انها مركبات خطرة على صحه الانسان والكائنات الحيه الأخرى المركبات الموجودة في التربة والماء والهواء والتعرض الطويل الامد لها على الكبد يسبب تأثيرات على الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي وتأثيرات على الكبد والجلد والعينين وقد يسبب الدراسات الوبائية وجود علاقه بين التعرض الثنائي الفنيل متعدد الكلور والاثار الصحية ولقد اشارات الدراسات الى وجود ارتباط بين التعرض المركبات ثنائي

الفنيل متعدد الكلور وانواع السرطان التي يتعرض لها البشر. الدراسات الحيوانية عن زيادة اورام الكبد في الفئران.

1.3.2 تاثيرات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على المياة :
Effects of PCBs on water

عند اطلاق مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في البيئة فانها تاخذ عدة عقود لتحلل وبالتالي لاتذوب في الماء بل على الجزئيات العالقة في عمود الماء ثم تستقر في الرواسب *(Mahler,2002)* توجد مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في الرواسب يلعب دوراً في ميل هذة المركبات الى مركبات التي تتركز في الكائنات المائية . على سبيل المثال يتم تناول مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في اجسام الكائنات الصغيرة الكائنات الحية التي تعيش في الرواسب او حولها والاسماك التي تتغذاء على القاع التي تبتلعها المياة كما يتم تناول الكائنات المائية الصغيرة بواسطة الكائنات الاخرئ الحيوانات التي ناكل هذة الحيوانات المائية *(ATS DR,2000)* مركبات ثنائي الكلور تتراكم في الانسجة الدهنية الكائنات الحية منخفضة في الغذاء يتم تضخيم السلسلة عندما تستهلكا الحيوانات الموجودة فيها المستوئ الاعلئ من السلسة وتسمى هذه التضخيم الحسوي *(Blowes, 2003)* تتراكم مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور بشكل خاص في الاسماك الثديات البحرية مثل الفقمة والحيتان وتمتاز بكونها كارهة الماء ولديها قدره عالية على مقاومة التحلل وفضلاً عن سميتها العالية وقدرتها على التراكم الحيوي والتوسيع الواسع في البئية . مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور ليست طبيعية بل تم انتاج مركبات (PCBs) في الولايات المتحدة من عام 1929 حتى عام 1977 وبلغ انتاجها ذروتة عام 1970 عندما تم

انتاج ما يقارب 39000 طن متري *(wamget et al. ,2019)* لا تذوب مكونات الفنيل الثنائي متعدد الكلور بسهولة في الماء ويتم قياس متجانسات هذة المركبات في عينات مائية. فقام العالم Lueket عام 2002 بقياسات اجمالية(من متجانسات الثنائي الفنيل احادية إلى ثنائي الفنيل السباعي الكلور) تقدر بنحو 6 ميكرو غرام / لتر في المياه السطحية البحيرة او نتاريو 1999. مع مساهمه من كل من متجانس الفنيل السداسي الكلور (أثير الكلور ثنائي الفنيل _ 153واثير الكلور ثنائي الفنيل) بنحو من 5الى 8 % من الجمالي وهناك أيضا معلومات اضافية عن تركيزات متجانسات الفنيل الثنائي متعدد الكلور التجاري (متجانسات الفنيل السداسي الكلور 154.153) في مرحله الاذابة في الماء في الدراسة أجراها العالم *Law* واخرون عام *2006.*

1.3.3 تأثيرات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على التربة:

Effects of PCBs on soil:

من المتوقع ان الرسوبيات والتربة تمتص الفنيل الثنائي متعدد الكلور وجزء فقط من هذه المركبات هوه الذي يتعرض لضوء الشمس وعلى الرغم من ان ثنائي الفنيل متعدد الكلور له القدرة على التحلل الضوئي .ومن المتوقع ان يكون معدل تحلل الفنيل ثنائي متعدد الكلور في الظروف الهوائية وللاهوائية منخفضاً جداً وبالقياس مع المركبات الأخرى لأثير الكلور ثنائي الفنيل ومع ان هناك بعض المؤثرات على ان التحلل قد يحدث بالنسبة لبعض مركبات المنتج التجاري تحت الظروف اللاهوائية وان كان بمعدل بطيئة جدا ويمكن اعتبار معامل تفريق كاربون ماء الذي

يبلغ حوالي 1363040لتر /كغ ثنائي الفنيل متعدد الكلور ثابتاً في التربة وليس من المحتمل ان يترسب إلى المياه الجوفية *(wething , 2005)*

1.3.4 الآثار الاجتماعية والاقتصادية لمركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور : Socioeconomic impacts of PCBs:

لم يعد تصنيع او استيراد او استخدام ثنائي الفنيل متعدد الكلور في كندا وتفيد المعلومات الأخيرة التي جمعت من اوساط الصناعية انه تم التخلص التدريجي بصوره كاملة من الاستخدام السابقة لهذه المركبات وكانت هناك استخدامات طفيفة عام 2005 ولكن تحقق التخلص النهائي عام 2006 . وقد أكدت رابطه الصناعة التخلص التدريجي من استخدام هذه المركبات من جانب الصناعة الكندية ولم يكن من المتوقع حدوث تأثير تقني او اقتصادي على الصناعة من اللائحة المقترحة نظراً لأنه يتم التخلص تدريجاً من استخدام هذه المركب من قبل نفاذ اللائحة في حزيران 2008 وأكد ذلك مستخدمين مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور نظراَ للاتجاه التنظيمي *(EU RAR, 2002)* وفي مايو 2009 ادرجت متجانسات الثنائي الفنيل السداسي الكلور والفنيل السباعي الكلور في المرفق لاستفاقة استكهولم بشأن للملوثات العضوية الثابتة في اشخاص وحيوانات تعيش في مناطق مثل المنطقة القطبية الشمالية التي تبعد الالف الكيلومترات عن المصدر الرئيسي للملوثات العضوية الثابتة .وكانت التكلفة الإجمالية التقديرية للصناعية تساوي صفراً ،نظراً لأنه تمت الاستعاضة بالفعل عن الفنيل الثنائي متعدد الكلور بمثبطات أخرى للهب وكان من المتحذر تحديد كميه وقيمة الفوائد الوقائية للائحة المقترحة .نظراً

لاستخدام الصناعة متعدد الكلور قد توقف وتعذر تقدير الطلب في المستقبل على هذه المادة *(Sormo et al.,2006)*

تأثيرات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور على الهواء :

جذور الهيدروكسيل الجوي تتراوح 30.4 إلى 161يومياً من سداسي إلى ثنائي الفنيل التساعي الكلور على التوالي لجنة استعراض الملوثات العضوية الثابتة 2007 وهذة تتسق مع الثبات المرتفع *(Faber, 1981)*

1.4 طرق التعرض المركبات PCBs:

Exposure Routes of PCBs compounds

يمكن ان تدخل صنائي الفنيل متعدد الكلور الى جسم الانسان بثلاث طرق :الابتلاع اذا كان هناك تلوث في الطعام والشراب والامتصاص من خلال الجلد راستنشاق ابخرة ثنائي الفنيل متعدد الكلور . ان تناول الطعام هو الطريق الرئيسي التعرض الثنائي الفنيل متعدد الكلور بشكل عام هو الاسماك وخاصة اسماك السلمون والرنجه والسردين والتونة الطازجه . تمتص النباتات كميات صغيرة من ثنائي الفنيل متعدد الكلور من التربه الملوثة . لذلك تلعب لحوم ومنتجات الالبان التى ترعى ايضاً دوراً اكير في التعرض المركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور بالاضافة الى ذلك يمكن تعرض الاطفال الثنائي الفنيل متعدد الكلور بطريقتين : قبل الولاده وحليب يمكن الجسم الام تخزين ثنائي الفنيل متعدد الكلور وخلال الحمل يمكن اطلاقها عبر المشيمة ودخول انسجة الجنين . يمكن ان يتراكم في الحليب الثدي البشري ايظاً

كميه كبيرة من هذة المركبات يسبب محتواة العالي من الدهون ثم ينتقل الى الاطفال من خلال الرضاعة الطبيعية *(ATS,2000)* يمكن امتصاص ثنائي الفنيل متعدد الكلور من خلال ملامسة الجلد المعدات الملوثة الماء والتربة يتعرض الاشخاص الذين يعيشون بالقرب من مواقع النفايات والذسن يعلمون مع هذة المركبات او حولها سبب تاثيرات على الجلد قد يودي التعرض الحاد المركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور ظهور طفح جلدي يسمى حب الشباب الكلوري *(IDPH,2009)* يسبب ثنائي الفنيل متعدد الكلور سميه الكبد في جسم الانسان من خلال التاثير على انزيمات التمثيل الغذائي التي تفرز في تشمع الكبد يمكن النظر الى تحضير الانزيم كاليه تكيفية وقائيه ومع ذلك قد يودي زياده ازاله السموم الى زيادة السميه بسبب زيادة تكوين المستقبلات التفاعليه *(Ahlbory et al. ,1992)* يودي تحضير الانزيم (خاصة الثنائيات الفنيل متعدد الكلور الشبيهة بالديوكسين) الى تكاثر الشبكة الانروبلازمية في الكبد مما يودي الى زيادة حجم الكبد والتاثير على وظائف الكبد *(Lindell ,2012)* فضلاً عن ذلك تودي هذة المركبات الى نقص فيتامين A الذي له دور رئيسي في عمليات التمثيل الغذائي من خلال تاثير احد المواقع المتواجده في فيتامين A يتراكم فيتامين A الزائد في الكبد حيث يتم اطلاقة في مجرى الدم بجرعات منظمه بمناعية . قبل ان يتم تخزينة في الكبد يجب تحويل هذة المادة الى استر وهو ما يتم بمساعدة استراتي ومع ذلك فان عمل هذا الانزيم يضبط وبالتالي تخرين فيتامين A وبهذة الطريقة حتى تناول معتدل من هذة المركبات يمكن ان يودي الى نخفاض مستويات الفيتامين في الكبد بسبب هذة المركبات نقص هرمون

الغدة الدرقية جزئياً او بشكل اساسي عن طريق التغيرات في الارتباط الهرموني بمستقبل هرمون الغده الدرقيه . نظراً لاهميتها التطور السلوكي والفكري والعصبي الطبيعي . فان نقص هرمونات الغدة الدرقية يسبب عجزاً في التعلم والذاكرة وعمليات الانتباة *(ATS,1990)* يمكن ان توثري ثنائيات الفنيل متعدد الكلور ايضاً على الجهاز المناعي النامي. تعتمد السمية المناعية على التعبير ثنائي الفنيل المتجانس عن مستقبل Ah وعلى قدرة abi متعدد الكلور على الارتباط بالمستقبل ويعد انخفاض انتاج الاجسام المضادة وزيادة قابلية الاصابة بالمراض وانخفاض عدد الخلايا الوحيدة والخلايا الجيبية من بعض تاثيرات ثنائيات الفنيل متعدد الكلور على الجهاز المناعي يمكن ان توثر صنائيات الفنيل متعدد الكلور ايضاً على مستويات ووظيفة المواد الناقلة المختلفة في الجهاز العصبي المركزي الدوبامين هو ناقل عصبي يفرزه الدماغ الارسال اشارات الى خلايا عصبية اخرى وقد افترض ان التاثير على مستويات الدوبامين في الدماغ ينطوي على انخفاض تخليق الدوبامين عن طريق تنشيط ثنائيات الفنيل متعدد الكلور المباشر وغير المباشر Tyrosin hy droxylaase or L-aromatic amino اونخفاض امتصاص الدوبامين في الحويصلات *(ATS, 2000)*.

1.5 سمية مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور وأنواع السمية :

Toxicity of PCBs and their types:

1.5.1. السمية الحادة

اجريت دراسات على سمية هذة المركبات علي الحيوانات المختبرية عن طريق الفم والاستنشاق والجلد واتضح من خلال هذه الدرسات ان السمية الحادة لثنائي الفنيل متعدد الكلور عند تعاطية عن طريق الفم منخفضة بقيم الجرعة السمية المتوسطة التي تزيد عن 5000 ملغ /كغ واسفر الاستنشاق الحادة في الثنائي الفنيل متعدد الكلور الجسيمات القابلة للاستنشاق عن قيم الجرعة المميتة المتوسطة تزيد عن 50ملغ/لتر (5ملغ/م3) *(UN EP, 2008)*.

1.5.2. السمية قصيره الاجل

أعطيت الجرذان هذة المركبات عن طريق الفم لمده 28 يوماً و٩٠يوماً وتبين ان الكبد كأن العضو المستهدف الأكثر حساسية لسمية الفنيل الثنائي الفنيل المتعدد الكالور ولكن تعذر تحديد أدنى مستوى ذي تأثير ملاحظ بسبب الاختيار غير الصحيح للجرعة. ويبلغ أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ 7.2ملغ/ كغ / يوم استناداً إلى الحالة المرضة لانسجة الكبد والوزن المتزايد للكبد في بعض الأحيان . وأجريت ايضاً دراسه سميه الفنيل الثنائي متعدد الكلور بعد تعاطية عن طريق الاستنشاق لمده 14يوما باستخدام جسيمات ذات أحجام قابلة للاستنشاق .ومره أخرى تبين ان الكبد كان العضو المستهدف لأكثر حساسية وكان أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ 1ملغ/م3 بالنسبة للاثار على الكبد وفيما يتعلق بالسمية المحلية

بالنسبة للقصبة الهوائية تم تحديد أدنى مستوى ذي تأثير ضار ملاحظ قدرة 1ملغ/م3 *(Rodriguese et al. , 2019).*

1.5.3. السمية الطويله الاجل والمسرطنة

لم تتوفر اي بيانات تجريبية عن السمية الطويلة الاجل الثاني الفنيل متعدد الكلور وايضاً لم تتوفر اي بيانات تجريبية عن نشوء أورام سرطانية ناتجة عن هذة المركبات غرانة استناداً إلى السمية المنخفضة والتشابة التركيبي للمسرطنات الضعيفة الأخرى مثل اثر هذة المركبات على الهرمونات الدرقية وحث الانزيمات فأنة يمكن أن تشير إلى إمكانية حدوث تسرطن لل يتعلق بالسمية الجنينية(*pironti et al., 2021*)

1.5.4. السمية الجنينية

توجد بيانات محدودة عن السمية الجنينية لهذا المركبات وتمت دراستة بالنسبة لنشوء الطفرات في البكتا على شكل مركب نقي او على شكل مركب في خليط مع مركبات الثنائي الفنيل متعدد الكلور. ولم يلاحظ نشوء الطفرات عادة باستخدام التنشيط الايضي السلالات *Salmonella trphimurium* ولم تساعد هذه المركبات على استثمار الحامض النووي وتبادل الكرموزومات في الخلايا المتزدعة او أحداث تغيرات للخلايا الوراثية في المفاويات البشرية *(poprc ,2010)* .

1.5.5.اثر السمية على التكاثر

تمت دراسة الآثار السمية لهذة المركبات على أعضاء التناسلية في إطار دراسة عن الاستنشاقْ لم تلاحظ اي أثار متعلقة بالمعالجة على الأعضاء التناسلية للذكور بعد تعرض الجرذان لجرعة قدرها 250ملغ نن هذة المركبات . وفي الاناث لوحظ عدم وجود اصفرار الجسم في دراسة اجريت بعد الاستنشاق وتم تحديد تركيز ذي تأثير ضار غير ملاحظ قدرة 16/م3 بالنسبة للتاثيرات الامجابية في إناث الجرذان .

وتمت دراسة سمية هذه المركبات بالنسبة للنمو في دراستين عن الجرذان ودراسة عن الأرانب ففي الجرذان لوحظت آثار حسب الجرعة على الجنين بعد تعاطي جرعات اكثر من 10ملغ/كغ/يوم وفي الأرانب لوحظت سمية طفيفة على الجنين ممثلة في نقص وزن الجسم بعد الجرعة مقدارها 5ملغ/كغ/يوم والتحديد طبيعة الخطر ،استخدم مستوى ذو تأثير ضار غير ملاحظ قدرة 2ملغ/كغ/يوم *(UNEP,2008).*

1.5.6. السمية العصبية المتأخرة

مع ان نوعية البيانات كانت موضع شك الا انة كانت هناك اضطرابات سلوكية عندما تعرضت فئران (عمرها عشرة أيام للجرعة واحدة من هذة المركبات (0.9،9 و 0.45 ملغ /كغ / وزن الجسم / يوم).

ولوحظت هذة الآثار عند الجرعة 2.4 ولكن عند بلوغ عمر سته أشهر وتأثرت متقبلات النيكوتين أيضا لدى الفئران البالغة في ضروف التعرض السابقة واثير

أيضا إلى آثار للسمية العصبية المتاخره ،فقط اضهرت الفئران الحديثة الولاده المعرضة لجرعتة واحدة من 0،45ملغ من أثير الكلور ثنائي الفنيل 153/كغ من وزن الجسم في اليوم العاشر بعد الولادة عند اختبارها بعد 4.2 شهراً وسته أشهر من العمر، تغييراً في السلوك الحركي كما تأثرت قدرة تعلم المكان ووظائف الذاكرة في الفئران البالغة *(Viberg,2001)* والاهمية السمية لهذة النتائج ليست واضحة نظراً لعدم وجود تفسير واضح لأهمية الاختلاف السلوكي الذي لوحظ على الفئران بالنسبة لصحة الإنسان ولاتوجد بعض المعلومات الرئيسية مثل المأوى والعشوائية وعدد الحيوانات ويلاحظ أيضاً ان اوصاف شدة التأثيرات تتوقف على الجرعة كما أن البيانات الكمية ليست موضحة .بالإضافة إلى ذلك لا توجد معالجة معالجة احصائية للنتائج ولم تقدم اي بيانات عن الانحراف المعياري ولهذا يصعب الحكم على درجة التقلب التي يمكن توقعها من هذة الدراسة واخيراً لا توجد اي تفاصيل تتعلق بالمراقبة السلبية السابقة ولايمكن استخلاص نتيجة موكدة لهذة البيانات السابقة *(Godish,2001)*

1.5.7. السمية المناعة

استناداً إلى تقسيم المخاطر الذي اجراة الاتحاد الاوربي لم توضح الدراسات وجود خواص سمية مناعية لثنائي الفنيل متعدد الكلور التجاري . غير ان لجنة الملوثات العضوية الثابتة اثارت في تقسيمها للمخاطر الذي نشر بعد خمس سنوات إلى دراسة تفيد بأن الفنيل الثنائي متعدد الكلور التجاري يوثر على الاستجابة المناعية في الطيور . وقد اجريت الدراسة المعينة على صغار الصقور الاسيرة من نوع

الكستريل الأمريكي *(Fernie et al., 2005)* فقد جرى حقن البيض في كل مجموعة بعد تقسيمة بحسب تتابع وضع البيض. بزيت عباد الشمس او المركبات المتشابهة - 47 ،99، -100 ،-153 من الفنيل الثنائي الخماسي الكلور الذي يذوب في زيت عباد الشمس (18.7ميكروغرام من مركبات الفنيل الثنائي المتعدد الكلور (15.6+/- 0.3 ملغ /غرام من وزن الجسم يومياً حيث وصل تركيز عبئ جسم هذة المركبات أعلى من 120مره في طيور المعالجة (86.1+/- 29.1 ناتو غرام / غرام بالوزن الرطب) منة في الطيور الخاصة للضوابط(0.73+_0.5ناتو غرام / غرام بالوزن الرطب *(Pivnenko et al.,2016)*

1.6 التركيز البيولوجي والتضخيم البيولوجي:
Bioconcentration and Biomagnification:

تعتمد قدرة مختلف المركبات المتشابهة الثنائي الفنيل متعدد الكلور فيما يتعلق بالتراكم البيولوجي على مستوى الكلور يظهر الثنائي الفنيل سداسي الكلور قدرة كبيرة على التركيز البيولوجي والتضخم البيولوجي ويتضخم الثنائي الفنيل السباعي الكلور من خلال السلاسل الغذائية .وقد عثر على الفنيل ثماني والثنائي الفنيل التساعي الكلور في الكائنات الحية . الا انة لم يلاحظ اي تضخم اي بيولوجي ذي صلة بالسلسة الغذائية .وتفسر عمليات الأيض او انخفاض التوافر البيولوجي الاختلافات بين عمليات الذاكره في الكائنات الحية .وتدعم الادلة العملية المتزايده مساهمة الأيض من خلال اذلة الكلور في المكونات الأخرى متعدد الكلور ثنائي الفنيل. وقد تم الابلاغ عن قيم المعامل التركيز البيولوجي بالنسبة لسمك

الشبوط(الاتحاد الاوربي ،2003) وعلى افتراض ان التركيزات الفعلية لمكونات الفنيل الثنائي متعدد الكلور التجاري عند او بالقرب من رالقيمة المبلغة لتحلل المادة في الماء والتي تبلغ0.5ميكروغرام/لتر فإن معامل التركيز البيولوجي لمكونات الثنائي الفنيل متعدد الكلور يكون أقل من 9.5 ويكون بالنسبة الثنائي الفنيل السباعي الكلور اقل من 1.1 _3.8 تقريباً وبالنسبة الثنائي الفنيل متعدد الكلور التجاري يكون المعامل اقل من 10_ 36 تقريبا وتم معامل التركيز البيولوجي هذة اقل مما هو متوقع من قيم معامل فصل الاوكتانول عن الماء ويمكن تغيير ذلك على ان نتيجة الانخفاض التوافر البيولوجي او الأيض او كلهما وقد خلص (تقرير الاتحاد الاوربي عن تقييم المخاطر 2003) إلى مايلي أظهرت النتائج ان لم يتوقع اي تركيز بيولوجي هام الثنائي الفنيل متعدد الكلور مالم يكن المنتج التجاري محتوياً على كميات كبيرة من المركبات اكثر انخفاضاً لاثير الكلور ثنائي الفنيل(اقل من ست بروميناتٍ او ما يساوي ذلك) *(Rapp,2015)* .

كما تم رصد تضخم بيولوجي في السلاسلة الغذائية بالنسبة الثنائي الفنيل السباعي الكلور، وأن كان على مدى اقل من المتوقع ويمكن تفسير هذة الحقيقة بالايض الناجم عن فترة نصف العمر القصير نسبياً (وقد ثبت هذا الأمر من خلال التجارب خلال إزالة الكلور) كما أن وجود الفنيل ثماني والثنائي الفنيل التساعي الكلور في الكائنات الحية موثق بشكل جيد وان كانت قدرتهما على التراكم البيولوجي من الماء والغذاء اقل بكثير من المتوقع ويمكن للتوافر الاقل والايض او كلهما معاً ان يبرر

هذة الحقيقة . وتتزايد باضطراد الأوراق العلمية التي تبين عملية إزالة الكلور من الفنيل ثماني إلى الفنيل العشاري الكلور وتحويله إلى مركبات أخرى الثنائي الفنيل المتعدد الكالور ويعد هذا امراً حاسماً للتقيم حيث يشير إلى أن القدرة الاقل المفترضة عن التراكم البيولوجي يمكن أن تكون في الحقيقة نتيجة لاستقلاب مكونات الفنيل الثنائي متعدد الكلور المتراكمة بيولوجياً ولايمكن حتى الآن تقديم تقرير كمي الا انة تم الابلاغ بالفعل عن عملية إزالة الكلور بالنسبة للكائنات المائية والثدييات والطيور (PCB52) *(Richardson,2011)* .

1.7 استخدامات مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور:

Uses of PCBs:

تم استخدام هذة المركبات في المكشفات ، المحولات، الملدنات ، الطلاء السطحي ، الاحبار ، المواد الاصقة ، مبيدات الافات وورق التكرار بدون كاربون بعد عام 1974 اقتصر استخدام مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في انتاج المكشفات والمحولات .لم تعد المصادر والتعرض المحتملة PcBs تنتج في الولايات المتحدة ولم يتم يستخدم في تصنيعها منتجات N E Z. المصدر الرئيسي التعرض المركبات ثنائي الفنيل المتعدد الكلور هو اعاده توزيعها هذة المركبات في الماء والتربة . قد يتم اصدار كميات اصغر من مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور الى الهواء من مواقعها التحلص التي تحتوي المحولات والمكشفات والنفاسات على هذا المركبات . وقد تم اكتشاف ان بعض الاجهزة الكهربائية مثل صناديق الاضاءة الفلورية التي لديها مكونات تحتوي على بعض من مركبات *(ADR, 1999)* يتم استخدام

مركبات ثنائي الفنيل متعدد الكلور في كل من الانظمة *(zhao et al., 2020)* المغلقة والمفتوحة بسبب انخفاض الموصلية الكهربائية مع ارتفاع حرارة موصلية و المقاومة الحرارية . وتم استخدام هذة المركبات كوسائل تبريد في المعدات الكهربائية مثل المحولات والمكشفات وكابلات الارسال وبالاظافة الى ذلك بسبب اشقراها الكيميائي كانت ذات قيمة العديد من الاستخدامات الصناعية كالدهنات والطلاء السطحي و الورنيش و الملونات في البلاستيك وعزل الكابلات الكهربائية *(Vasseghian et al ., 2021)* .

Reference

- Egloff, c. , Crump, D., Chiu, S., Manning, G., McLaren, K.k, Cassone, G.G, Lechter, R. J., Gauthier, L. T., & Kennedy, S. W. (2011). In viro and ovo effects of four brominated flame retardants on toxicity and hepatic mRNA expression in chicken embryos. Toxicology Letters, 207(1).

- Environment Canada (2005). Canadian soil quality guideline for polychlorinated biphenyls (PCBs). National Guidelines and Standards Office.

- European Commission (2002). Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE) opinion on the results of the Risk Assessment of Diphenyl ether octabromo derivative. Environmental and Human Health Part2002. Brussels CZ/AST/Cstee/op/Octabromo Hum & Env 311 2002/D(o2)

- Agency and Disease Registry (ADR).(1997) Toxicological profile for Polychlorinated Biphenyls. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. Atlanta, GA.

- Vasseghian Y., Hossein Zadeh S., Khattaee A., Dragoi S. The concentration of persistent organic pollutants in water resources: A global systematic review, meta-analysis and probabilistic risk assessment. Sci Total Environ 2021, 796, 148000.

- Zhao H., Xiadamxakova, Doold A., Hu D., Hornbuckle K. C., Just C. L., Robertson L. W., Thorne P. S., Lehmler H. (2020) Development of a synthetic PCB mixture resembling the average polychlorinated biphenyl profile in Chicago air. Environ Int. , 36, 818-827.

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (1990) Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Toxicity Case Studies in Environmental Medicine USA. Available at: https://www-atsdr.cdc.gov/csem/pcb/docs/pcb-polf

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2000) Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Atlanta, GA, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

- Blowers D., W. Pearce C. J., Jamboor J. L.and Weisener C. G. (2003) 9.05 – The Geochemistry of Acid Mine Drainage, editor(s) Holland H. D., Turekian K. K., Treatise on Geochemistry, Permagon, pp. 149–204.

- Wamget W., Bai J., Zhang G., Jia J., Wang X., Liu X., & Gui B. (2019) occurrence, sources and ecological risks of polychlorinated biphenyls (PCBs) in sediment cores from urban, rural and reclamation-affected rivers of the Pearl River Delta, China. Chemosphere 218: 359–367.

- IHinois Department of Public Health (2009) Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Environmental health fact sheet, USA. Available at.

- Ahlborg UG, Holmberg A and Kenne K(1992) Risk Assessment of Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Document for Risk Assessment, Institute of Environmental Medicine, Stockholm, Sweden. Available at:

- Lindell, B(2012) Polychlorinated biphenyls (PCBs). Document for Health Risks from chemicals, Stockholm, Sweden. Available at: https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/28926/1/gupea-2077-28926-1.pdf

- Breivik, K, Sweetman, A, Pacyna, J.M and Jones, K. C(2002) Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners—a mass balance approach. Global Production and Consumption. The Science of the Total Environment 290(1–3): 181–198.

- Wethilg, D. M and Hofnubler, K. C(2005) Milwaukee WI, as a source of atmospheric PCBs to Lake Michigan. Environmental Science & Technology 39(1): 57–63.

- Faber, H. (1981). Hunters who eat ducks wary on PCB hazard. New York Times.

- European Union (2002). Risk Assessment Report Diphency ether chloromethyl derivative final report.

- Sormo, E. G, Samuelsen, M. F, Jensen, B. M, Hofer, H, Backe, B, Kovacs KM, Lydersen C, Falk-Petersen S, Gabrielsen GW, Lie E, and Skakkebæk NE (2006)Biomagnification of polybrominated diphenyl ether and hexabromocyclododecane flame retardants in the polar bear food chain in Svalbard, Norway. Environmental Toxicology and Chemistry Vol. 25 No. 9: 2502–2511. - Poff, R., 2010. "Technical

- UNEP, 2008. Risk Management Evaluation for Commercial Octabromodiphenyl Ether (Document) UNEP/POPS/POPRC.4/5/Add.1

- Godish, T. (2001). Indoor Environmental Quality (3rd ed.). Boca Raton, FL: Lewis Publishers. pp. 110–30.

- Fivnenko, O, M.E.; Götzen, E.; Fransson, E.; Astrup, T.F. (2016). "Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of municipal solid waste." Waste Management 51: 43–54.

- Raupp, L. (2015). Seabirds Are Dumping Pollution-Laden Poop Back on Land. Smithsonian.com. Retrieved November 2015.

- Richardson, K. L. (2011). Biodegradation of 2,2′,5,5′-Tetrachlorobiphenyl (PCB52) and 3,3′,4,4′-Tetrachlorobiphenyl (PCB77)

by Liver Microsomes from Species of Sea Turtles. Chemical Research in Toxicology 24(5): 718–725.

- Jones, K. Criddle, P. (1999). Persistent organic pollutants (POPs (State of Science Environ. Pollut., 100, 209–221.

- Pironti, C.; Ricciardi, M.; Proto, A.; Bianco, P.M.; Montano, L;. Motta, O. (2021). Endocrine-Disrupting Compounds: An Overview on Their Occurrence in the Aquatic Environment and Human Exposure.

- Rodrigues, J.P.; Quast, A.C.; Santos, Echeandia, J.; Rocha, Santos, T.(2019) Significance of Interaction between Microplastic and POPs in the Marine Environment: A Critical Overview. TrAC Trends Anal. Chem., 11, 852–860.

- Commission Regulation (2010) amending Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council on Persistent Organic Pollutants as regards Annexes I and III.

- Thomson, C., Knutsen, H., Liane, V. H, Rosengård, M., Valeur, Ḥ. E, Haugen, Meltezer, H.M, Alexander, B. G. (2008) Consumption of fish from a contaminated lake strongly affects the concentration.

- POPRC (2010). Guidance on Consideration related to all alternative and substitutes for listed Persistent Organic Pollutants and Consolidate Chemicals (2009) (UNEP/POPs/POPRC.5/10/Add.1)

- Knudsen LB, Gabrielsen GW,Verreault J, BarretR, Skare Ju, PolderA and LieE. (2005) Temporal trends of brominated flame retardants, cy dododeca-1,5,9-triene and mercury ineggs of four Seabird species from Northern Norway and Svalbard -Spfo-Report 942/2005. ISBN: 82-7655497-0

- Lallas, P. L. (2002). The Stockholm Convention on Persistent organic Pollutants. Am. J.Int-Law ,95,692-708

- Mills, SA. III, Thal, D.I, Barney, J. A. (2007). Summary of the 209 PCB Corgener Nomendature. Chemosphere, 68, 1603-1612.

- Li, Y., Liang F. Zhu, y & wang, f. (2013). Phyto remediation of PCB Contaminated soil by alfalfa and tall Rescue Single and mixed Plants cultivation

- WHO, world Health organization (1993). Environmenta health criteria 140 PP 79-221, Polychlorinted bipheny's and Terphen) is (Second Editor). WHO Geneva

- Cassdy. D. Hampton, D., & Kohler. S. (2002) Combined chemical (ozone) and biological treatment of Polychlorinated biphenyls (PCBs) adsorbed to Sediments. Journal of chemical Technology &. Biotechnology, 77(6); 663-670https://doi.org/10.1002/jctb-628.

- Isosaari, P., Pajunen, H., & Vartiainen, T. (2002) PCDD/F and PCB history in dated Sediments of arural Lake. Chemos Phere. 47 (6), 575-583 htt://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00029-2.

- Peter, O., Link. C., Karen, P., & Joe, A (2002). Persistent 0-2 organic Pollutantants (Pops) and Human Health. Washington: world federation of Public Health Association Publication, 1;35-39 .

- Maher, B. J, Van metre P.C., Miranda R.M (2002) occurrence of Poly chlorinated Biphenyls (PCBs) on Suspended sediment in the Donna Canal, Hidalgo County, Texas, 1999-2001.V.S-Geolgical Survey (USGS) fact sheet 016-02, USA. Available at htt://purl.access-gpo.gov/GPO/LPS 2002 71.

- Alharbi, O., M. L. Basheer, A. A Khattab, R. Ali (2018). Health and Environmental Effects of perstent Organic Pollutants J. Mol Lig. 263.

Republic of Iraq
Ministry of higher education
and scientific research
Misan University
College of Science

Environmental and Health Risks of Polychlorinated Biphenyl Compounds PCBs

A research submitted to the Council of the College of Science / Department of Biology as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor in Biology

Written By
Hanan Mohammed Rady

Supervisor
Prof. Dr. Salih H. Jazza

2025 A.D 1446 A.H