مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد السادس والعشرون - المجلد الأول - علوم الفيزياء - أيلول 2025 م
doi.org/10.52866/esj.2025.01.26.08

تحديد تركيز عنصر الرصاص(Pb) في الأسمدة الكيمياوية والمبيدات باستخدام جهاز مطياف الامتصاص الذري(AAS)

عدنان عابر محمد[1] , أسماء أحمد عزيز[2]
[2,1] قسم الفيزياء, كلية التربية للعلوم الصرفة, جامعة تكريت, تكريت, العراق.
E-mail[1]: aa230077pep@st.tu.edu.iq E-mail[2] : asmaa.jamal@tu.edu.iq

مستخلص:

اجريت الدراسة لايجاد نسبة تراكيز عنصر الرصاص الثقيل في 10 نماذج مختلفة التركيب الكيميائي من الاسمدة الزراعية وذات مناشئ مختلفة، و(10) نماذج من المبيدات أيضا مختلفة المنشأ، باستخدام تقنية طيف الامتصاص الذري. حيث كانت أعلى قيمة لتركيز الرصاص في الأسمدة ppm (0.025698) المتمثلة بالسماد (سوبر أحادي الفوسفات) ، ذات التركيب (P_2O_5 18%)، و المنشأ الإسباني، واقل قيمة ppm (0.015216) المتمثلة بالسماد (ليبرو) ، ذات التركيب (N=15,P=30,K=15)، والمنشأ السعودي. اما بالنسبة للمبيدات فكانت اعلى قيمة ppm (0.020445)، ذات المنشأ الصيني(أطلس)، وأقل قيمة ppm (0.015484)، ذات المنشأ الصيني(جيتارا). وبذلك تكون جميع الأسمدة والمبيدات ضمن الحدود المسموح بها.

الكلمات المفتاحية: الرصاص ، طيف الامتصاص الذري ، التلوث البيئي، التركيب الكيميائي.

Determination of lead(Pb) concentration in chemical fertilizers and pesticides using atomic absorption spectroscopy(AAS)

Adnan Aaber Mohammed[1] , Asmaa Ahmed Aziz[2]
[1,2] Department of Physics, College of Education for Pure Sciences, University of Tikrit, Tikrit, Iraq

Abstract:

This study was conducted to estimate the concentration of the heavy metal lead in ten different samples of fertilizers with varying origins and chemical compositions, as well as ten different samples of pesticides of different origins, using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) technique. The highest lead concentration in fertilizers was (0.025698) ppm, found in the single (superphosphate) fertilizer with a composition of ($P_2O_5$18%) and origin Spain, while the lowest concentration was (0.015216) ppm, found in the (Libero) fertilizer with a composition of (N=15, P=30, K=15) and origin Saudi Arabia. For the pesticides, the highest lead concentration was (0.020445) ppm, from a product of Chinese(Atlas) origin, and the lowest was (0.015484) ppm, from a product of Chinese(Gitara) origin. Accordingly, all fertilizer and pesticide samples were within the permissible limits.

Keywords: lead, atomic absorption spectrum, environmental pollution, chemical composition.

الجزء النظري Theoretical part

حظيت المشكلات البيئية باهتمام كبير من العلماء اذ أصبحت مشكلة تلوث البيئة تحتل مرتبة متقدمة بين المشكلات التي يواجها العالم اليوم خاصة مع التطور الصناعي حيث أدت ثورة التطور العلمي والصناعي الهائل في صناعة الكيماويات بمختلف أنواعها والاستخدام المكثف والعشوائي الغير واعي للأسمدة والمواد الكيميائية الزراعية ومبيدات الآفات، والتي ارتبطت بتأثير الانسان على البيئة وقدرته على التغيير وإحداث الخلل في العلاقات الطبيعية لها، أدى ذلك إلى حدوث آثار سلبية لهذه الممارسات [1] .

وتلقى قضايا البيئة اهتماما كبيرا على المستوى المحلي والعالمي، ويعتبر سوء استخدام الموارد الزراعية أحد أهم القضايا البيئية. مع الزيادة الهائلة في تعدد السكان زاد الطلب على الغذاء مما دفع المزارع الى تكثيف الزراعة مما أدى الى حدوث انخفاض كبير في العناصر الغذائية الموجودة في التربة وأصبحت الأسمدة العضوية غير كافية لمعالجة الانخفاض لذلك أصبح من الضرو ري اللجوء الى الأسمدة الكيميائية [2].

حيث أنه مع التطور التكنولوجي حدث تطور كبير في التقنيات الزراعية مصاحبة زيادة كبيرة في الإنتاج الزراعي وأدى هذا لتطور الى العديد من التأثيرات السلبية على البيئة، منها الاستهلاك الغير الرشيد للمبيدات والاسمدة الكيماوية في الزراعة يسبب تلوثا للبيئة من مياه وتربة وهواء، بذلك أصبح المزارع نفسه هو مشكلة بيئية بممارسته الغير سليمة لاستخدام الأسمدة الكيماوية في عمليات الزراعة مما قد يؤدي الى التلوث بالمعادن الثقيلة والمواد السامة التي تصل للنباتات من خلال التربة المزروعة فيها [3] .

تعد العناصر الثقيلة من أكبر الملوثات البيئية إذ يؤدي استمرار انبعاثها من مصادرها المختلفة (الطبيعية والصناعية) إلي زيادة تركيزها في التربة والماء والهواء ، وأكدت الدراسات أن ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات عن الحدود المسموح بها يعرض حياة المستهلك للخطر ومنها الرصاص الذي يؤدي التعرض له لفترات طويلة يؤدي الى الأنيميا وشلل في المفاصل ، والتعرض المستمر لهذا العنصر يؤدى لتلف الكلية وتشوهات خلقيه و سرطان الرئة وفشل القلب كذلك يمكن أن يؤثر تراكم المعادن الثقيلة على الأنسجة البشرية الداخلية على الجهاز العصبي المركزي ويعمل كعامل مساعد زائف أو محفز لبعض المشاكل الصحية مثل النوبات(الصرع) والصداع والغيبوبة لذا يعتبر التعرض للمعادن الثقيلة تهديدا صحيا للكبار والأطفال [8-4].

يعد عنصر الرصاص من العناصر الثقيلة الخطرة ويتميز بضعف حركته في التربة مقارنة مع غيره من العناصر الأخرى، وتتراوح قيمة هذا العنصر في القشرة الأرضية بين 13 – 17 ppm . اذ تُشكل المبيدات الحشرية أيضًا خطرًا على البشر والكائنات الحية من خلال الطعام أو الماء الملوث أو استنشاق الهواء الملوث فهي على أنواع مختلفة ومناشأ مختلفة لكل نوع منها تأثير يختلف عن الآخر، أما بالنسبة للأسمدة الكيمياوية فمنها يحتوي في تركيبه الكيميائي على عناصر مساعدة منها العناصر النزرة يرمز لها (TE) وهي تركيبة كيميائية من مسحوق قابل للذوبان من عدة عناصر (الزنك والبورون والمنغنيز والنحاس والحديد) اذ تعد هذه العناصر

جزءا أساسيا من الأنزيمات المهمة لنمو النبات، ومنها يحتوي على (SO_3) ثلاثي أوكسيد الكبريت، ومنها يحتوي على (P_2O_5) خماسي أوكسيد الفسفور ومعظمها يحتوي على (النتروجين، والفسفور، والكبريت) بنسب مختلفة تختلف من سماد لآخر. ويُعد التعرض للمبيدات الحشرية (مهما كان مستواه) خطيرًا على سلوك البشر ووظائفهم الفسيولوجية، إذ ترتبط المبيدات الحشرية بمجموعة واسعة من الأمراض، مثل فرط الحساسية والسرطان والربو والاضطرابات الهرمونية، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن تؤدي أيضًا إلى إعاقات خلقية وانخفاض الوزن عند الولادة وحتى التسبب في الوفاة . وقسم العلماء مصادر المعادن الثقيلة إلى مجموعتين رئيسيتين؛ المصادر الطبيعية والبشرية. المصادر الطبيعية، مثل الصخور الرسوبية، والانفجارات البركانية، وتكوين التربة، وتآكل الصخور، بينما تشمل المصادر البشرية الصناعة والزراعة والتعدين والنفايات السائلة المنزلية ومع ذلك، فإن مؤشرات التلوث هي آلية فعالة لتوصيف تلوث التربة البشري والجيولوجي. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن توزيع المصدر قد يكون صعبًا في كثير من الحالات، على الرغم من التقنيات البحثية المتطورة المطبقة للمصادر المختلفة للمعادن الثقيلة وتنوع أصلها، والتي تشمل ترسيب جزيئات الهباء الجوي، وقطرات المطر التي تحتوي على معادن ثقيلة، والمواد الكيميائية الزراعية سواء كانت أسمدة أو مبيدات أو منشطات. أما الصناعة والزراعة والتعدين ومياه الصرف الصحي فهي مصادر بشرية للمعادن الثقيلة. تؤدي هذه المصادر بشكل كبير إلى ارتفاع تركيز المعادن الثقيلة وتلوثها في النظام البيئي على سبيل المثال الصهر الذي ينتج عنه إطلاق النحاس والزنك والزرنيخ؛ والمبيدات الحشرية التي تساهم في إطلاق الزرنيخ؛ وحرق الوقود الأحفوري الذي ينتج عنه الزئبق، وعوادم السيارات التي تساعد في إطلاق الرصاص، بالإضافة إلى ذلك تُضعف الأنشطة البشرية اليومية مثل الزراعة والعمليات الصناعية والتصنيع توازن المحيط الحيوي للبيئة [9-12].

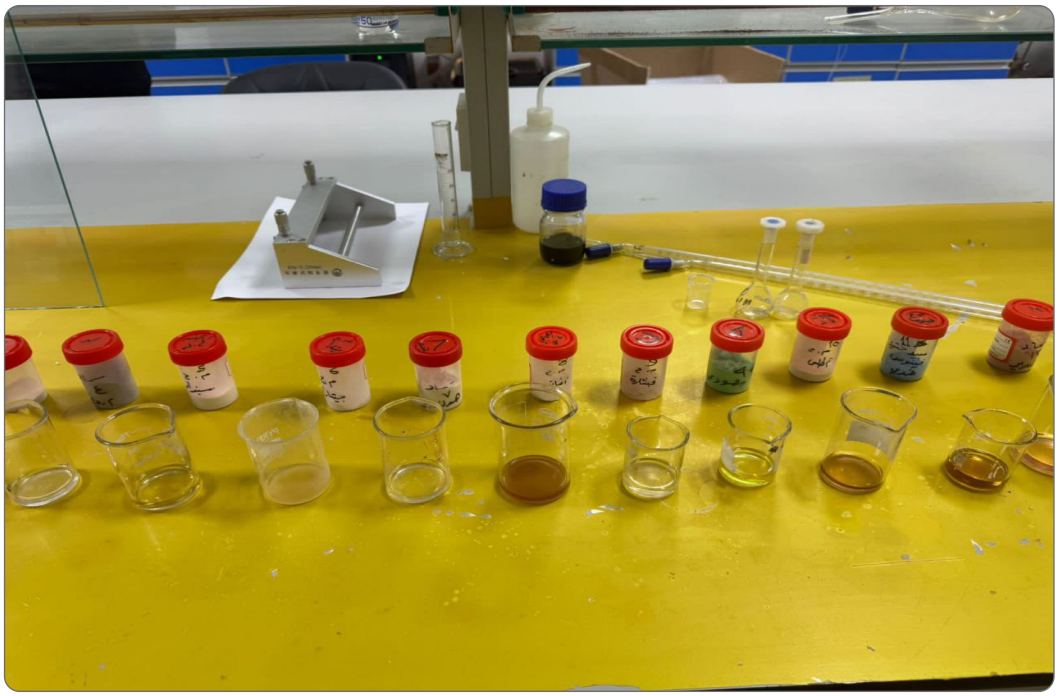
نظرا لأهمية وحيوية هذا الموضوع لارتباطه بصورة مباشرة او غير مباشرة بصحة الفرد لذلك أجريت هذه الدراسة لإيجاد تركيز العنصر الثقيل الرصاص في الأسمدة الكيمياوية والمبيدات بتقنية طيف الامتصاص الذري.

الجزء العملي trap lacitcarP

جمع العينات وتحضيرها

تم جمع عينات الاسمدة الكيمياوية والمبيدات الحشرية من المكاتب الزراعية المنتشرة في مدينة تكريت – مركز محافظة صلاح الدين. وتم تهيئة هذه النماذج من الاسمدة والمبيدات وتجفيفها وغربلتها من الأجسام الغريبة، ثم نقوم بطحن العينات لتحويلها الى مسحوق ناعم بواسطة طاحونة كهربائية، اذ توضع هذه العينات بعبوات خاصة لتهيئتها لقياس تركيز الرصاص في هذه العينات.

وتم وزن 4g من كل عينة من عينات الأسمدة والمبيدات ووضعها في علب الاختبار، حيث تم تدوين معلومات كاملة لكل عينة إضافة الى ترقيمها وترميزها، وأخذها للفحص في جهاز المطياف الذري، والشكل (1) الذي يوضح علب الاختبار المجهزة للهضم والفحص.



الشكل (1) علب الاختبار المجهزة للهضم والفحص.

والجدول (1) يوضح رموز واسماء عينات الاسمدة الكيمياوية ، اضافة للعناصر المساعدة والمنشأ والعناصر المكونة للسماد.

الجدول (1) الأسمدة الكيمياوية تركيبها ومنشأها.

الرمز	اسم السماد	العناصر المساعدة	المنشأ	K	P	N
F1	كاردنيا		إيطاليا	17	12	12
F2	داب		بلجيكا	0	27	12
F3	سمارت فيرت		الأردن	20	20	20
F7	التراسول بوتاس		هولندا	44	2	13
F8	سمارت فيرت	TE	الأردن	46	5	5
F9	ليبرو		السعودية	15	30	15
F12	التراسول	TE	صربيا	31	7	13
F13	داب	SO_3 35	تركيا	0	20	20
F14	داب		الأردن	0	46	18
F15	سوبر فوسفات أحادي	P_2O_5 %18	اسبانيا			

والجدول (2)، يوضح اسماء ورموز المبيدات أضافة الى منشأها .

جدول(2) المبيدات الكيمياوية اسمها ومنشأها.

الرمز	اسم المبيد	المنشأ
P1	بارون	الصين
P2	سيتا	لبنان
P3	سبير	الهند
P4	سورد	الهند
P5	سيزار	الأردن
P6	جيتارا	الصين
P8	أفياتور	لبنان
P9	قيثارة	العراق
P10	أطلس	الصين
P11	فينوس	الهند

عملية القياس measurement process

تم أخذ 1غم من العينات قيد الدراسة في جفنة وأضيف إليها 1 مل من حامض النيتريك المركز HNO3 (هو أحد أكثر الحوامض المستخدمة على نطاق واسع في عملية الهضم) وسخنت علي مسخن كهربائي حتى تبخر الحامض كلياً. بردت العينة ووضعت في فرن الحرق عند درجة حرارة 600 م ° لمدة 6 ساعات. وبعد تبريدها تغسل بحامض النيتريك المخفف الى 1.5 ٪ ثم رشحت باستخدام أوراق الترشيح ووضعت في دورق قياسي حجم 50 مل. أكمل الحجم بماء غير أيوني حتى العلامة. وقدرت العناصر الثقيلة للعينات بطريقة الترميد الرطب (طريقة لأكسدة المواد العضوية باستخدام الأحماض والمواد المؤكسدة أو مخلوط منهما فتذوب المعادن في تلك الأحماض دون حدوث تطاير لها) ، ثم أخذ 2 غم من هذه العينات (الأسمدة والمبيدات)، ووضعت في دورق كلداهل (دورق الهضم)، ثم يضاف 15 مل من حامض النيتريك المركز وسخن في جهاز الهضم حتى الغليان لمدة 15 دقيقة ثم يضاف 10 مل من حامض الكبريتيك المركز لمحتويات الدورق و يسخن حتى تتحول محتويات الدورق إلى اللون الأسود، ويضاف 10 مل من حامض النتريك المركز ونستمر بالتسخين حتى يتم التخلص من اكاسيد النيتروجين البنية حتى ينتهي تصاعد هذه الابخرة ويتحول لون العينة إلى محلول رائق وصافي ، ثم يضاف 5 مل من حامض النيتريك المركز والاستمرار في التسخين حتى انتهاء تصاعد الأبخرة البيضاء وتترك العينة لتبرد ثم تنقل لدورق قياسي سعته 50 مل ثم استكمال الحجم إلى العلامة بمحلول النيتريك المخفف 1.5 ٪ بعد ذلك تصبح العينة جاهزة للقياس.[6] والشكل (2) يوضح منظومة جهاز طيف الامتصاص الذري.

الشكل (2): منظومة طيف الامتصاص الذري.

الحسابات والنتائج Accounts and results

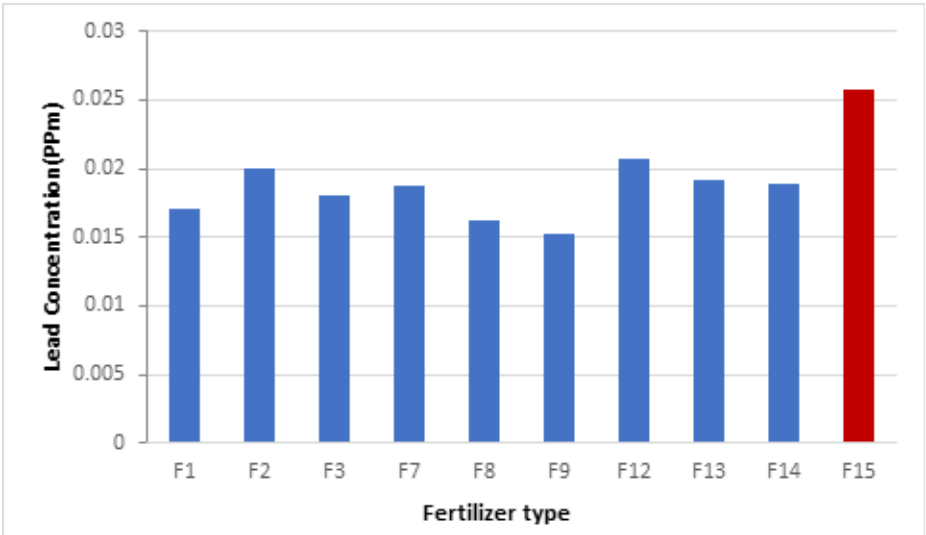
تم قياس تركيز عنصر الرصاص بواسطة جهاز طيف الامتصاص الذري لعشرون عينة (10 عينات من الأسمدة الكيمياوية، و10 عينات من المبيدات الكيمياوية) اذ تم اختيار العينات من مناشأ مختلفة وذو نسب من المواد الأولية مختلفة حيث كان التركيب الكيميائي لبعض من عينات الأسمدة الكيمياوية من عناصر مختلفة (كالنتروجين والفسفور، والكبريت). والبعض الآخر احتوى في تركيبه على عناصر مساعدة (عناصر صغرى) كالعناصر النزرة (TE)، وثلاثي أُكسيد الكبريت (SO3)، إضافة الى خماسي أوكسيد الفسفور (P_2O_5). والجدول (3) يوضح اسم السماد ورمزه وتركيز عنصر الرصاص في الأسمدة الكيمياوية.

جدول(3) الأسمدة الكيمياوية رمزها وتركيز عنصر الرصاص فيها.

الرمز	اسم السماد	تركيز عنصر الرصاص(ppm)
F1	كاردنيا	0.017120
F2	داب	0.020070
F3	سمارت فيرت	0.018032
F7	التراسول بوتاس	0.018716
F8	سمارت فيرت	0.016155
F9	ليبرو	0.015216
F12	التراسول	0.020687
F13	داب	0.019198
F14	داب	0.018850
F15	سوبر فوسفات أحادي	0.025698

نلاحظ من الجدول (3) أن أعلى قيمة في الأسمدة الكيمياوية في عينة السماد الاسباني (سوبر فوسفات أحادي) ppm (0.025698)، أما بالنسبة لأقل قيمة فقد كانت في عينة السماد السعودي (ليبرو)

بحدود ppm (0.015216)، وكما موضح بالشكل (3) تركيز عنصر الرصاص في الأسمدة الكيمياوية. حيث نلاحظ تباين في تركيز الرصاص في هذه النماذج، ويعود السبب في ذلك الى تواجد المعادن الثقيلة بصورة عامة والرصاص بصورة خاصة بشكل طبيعي في التربة وفي المواد الخام المستخدمة في تصنيع الأسمدة. إضافةً إلى ذلك، توجد المعادن الثقيلة في المنتجات نتيجة خلط الأسمدة بالنفايات الصناعية المُعاد تدويرها (مثل غبار مداخن مصانع الصلب ومخلفات المناجم)، باستخدام النفايات الصناعية المُعاد تصنيفها في تصنيع الأسمدة، شريطة أن يُمثل هذا الاستخدام «إعادة تدوير مفيدة»، وألا تتجاوز تراكيز المكونات تراكيز منخفضة جدا، اذ يتطلب استخدام الأسمدة والمبيدات الكيمياوية معرفة دقيقة وواسعة بكيفية حساب الكميات المناسبة واستخدام التقنيات الحديثة لضمان سلامة المنتجات الزراعية. اذ لابد من اختيار الأسمدة المناسبة وفقا لاحتياجات المحاصيل، وكذلك استخدام المبيدات بحذر لتقليل آثارها السلبية على البيئة وعلى صحة الانسان [11].



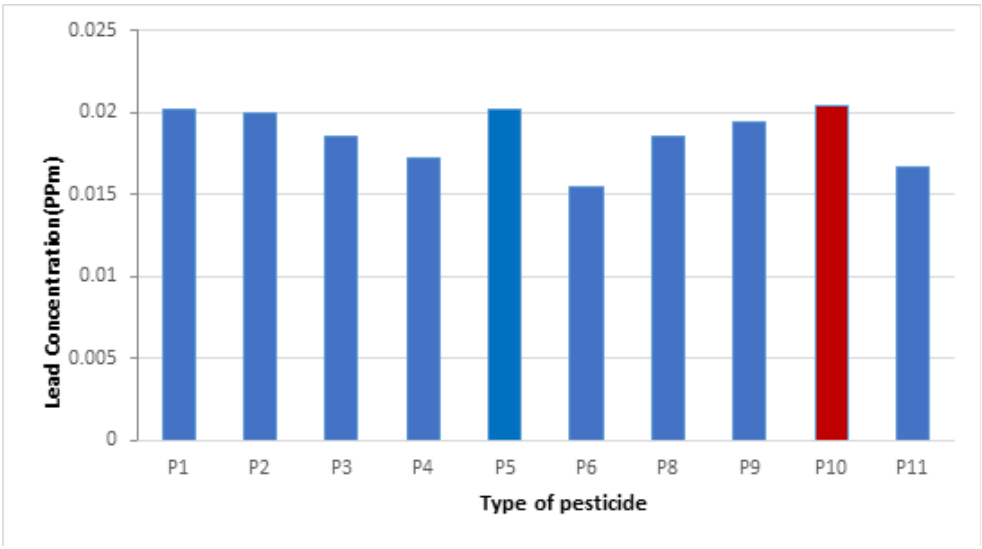
الشكل (3) تركيز عنصر الرصاص في الأسمدة الكيمياوية

أما بالنسبة لعينات المبيدات الكيمياوية فالجدول (4) يوضح تراكيز عنصر الرصاص في المبيدات الكيمياوية ورمزها واسمها.

الجدول (4) المبيدات الكيمياوية رمزها وتركيز عنصر الرصاص فيها.

الرمز	اسم المبيد	تركيز عنصر الرصاص(ppm)
P1	بارون	0.020191
P2	سيتا	0.019909
P3	سبير	0.018568
P4	سورد	0.017227
P5	سيزار	0.020177
P6	جيتارا	0.015484
P8	أفياتور	0.018568
P9	قيثارة	0.019373
P10	أطلس	0.020445
P11	فينوس	0.016664

نلاحظ من الجدول (4) أن أعلى قيمة لتركيز عنصر الرصاص في المبيدات الكيمياوية كانت في عينة المبيد الصيني (أطلس) ppm (0.020445)، وأقل قيمة في عينة المبيد الصيني (جيتارا) ppm (0.015484)، والشكل (4) يوضح تركيز عنصر الرصاص في عينات المبيدات الكيمياوية.



الشكل(4) تركيز عنصر الرصاص في المبيدات الكيمياوية.

ان الاستخدام غير المنضبط للمبيدات الحشرية يؤدي إلى تراكمها البيولوجي في سلاسل الغذاء، مما يؤدي إلى ارتفاع المخاطر البيولوجية للكائنات الحية، إضافة ان هذه المبيدات اذا احتوت على كميات وان كانت قليلة من العنصر الثقيل الرصاص نتيجة وجودها في المواد الأولية التي تستخدم في صناعة هذه المبيدات الكيمياوية [9].

لقد كانت القيم المقاسة لكل من عينات الأسمدة والمبيدات الكيمياوية ضمن الحد المسموح به لدى منظمة الصحة العالمية (WHO) والتي قدرت من ppm (10-50).[13]

الاستنتاجات Conclusions

أظهرت النتائج التي حصلنا عليها من قياس تركيز عنصر الرصاص في الأسمدة الكيمياوية والمبيدات الحشرية، اذ أن أعلى قيمة في الأسمدة الكيماوية في عينة السماد الاسباني (سوبر فوسفات أحادي) ppm (0.025698)، أما بالنسبة لأقل قيمة فقد كانت في عينة السماد السعودي (ليبرو) بحدود ppm (0.015216)، أما بالنسبة للمبيدات الكيمياوية فقد كانت أعلى قيمة في عينة المبيد الصيني(أطلس) ppm (0.020445)، وأقل قيمة في عينة المبيد الصيني(جيتارا) ppm (0.015484)، وأنها ضمن الحد المسموح به لدى من منظمة الصحة العالمية (WHO) .[13] يُعد استخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية في الزراعة

أمـرًا ضروريًـا لتعزيـز نمـو المحاصيـل ومكافحـة الآفـات الضـارة، إلا أن الإفـراط في اسـتخدامها قـد يـؤدي إلى عواقـب بيئيـة خطـيرة. فالزيـادة في الاسـتخدام لا يـضر التربـة ويُضعـف خصوبتهـا فحسـب، بـل يؤثـر سـلبًا عـلى النباتـات نفسـها، كـما يُشـكل تهديـدًا للكائنـات الحيـة التـي تتعامـل معهـا بشـكل مبـاشر أو غـير مبـاشر، سـواءً أكانـت إنسـانًا أو حيوانًـا أو نباتًـا. لذلـك، لا بـد مـن تـوازن دقيـق في التعامـل مـع هـذه المـواد، يعـززه وجـود جهـات رقابيـة وفِـرَق مـن الخـبراء المتخصصـين في المجـال الزراعـي والبيئـي. تَكمـن مهمـة هـذه اللجـان في وضـع معايـير اسـتدامة تُحـد مـن الاسـتخدام الجائـر، ومراقبـة آثـاره عـلى المـدى القريـب والبعيـد، ممـا يسـهم في حمايـة البيئـة بمكوناتهـا كافـة، ويُجنبهـا الأضرار التـي تُهـدد توازنهـا الطبيعـي واسـتمرارية مواردهـا للأجيـال القادمـة.

المصادر Sources

1. Al-Khashman, O.A. and Shawabkeh, R.A. Metals Distribution in Soils around the Cement Factory in Southern Jordan. Environmental Pollution, 140, 387-394,(2006).

2. Batjargal, T., Otgonjargal, E., Baek, K. and Yang, J.S. Assessment of Metals Con-Tamination of Soils in Ulaanbaatar, Mongolia. Journal of Hazardous Materials, 184, 872-876(2010).

3. Thilini. K., Wansapala. H and Gunaratne. A., Heavy metal Contamination in green Leafy Vegetables collected from selected market Sites of Piliyandala Area, Colombo District, Sri Lanka. Amer. J. of Food Sci. and Tech. 2(5):139-144,2014.

4. Kim, H.S., Kim, Y.J. and Seo, Y.R. An Overview of Carcinogenic Heavy Metal: Molecular Toxicity Mechanism and Prevention. Journal of Cancer Prevention, 20, 232-240(2015).

5. Naderizadeh, Z., Khademi, H. and Ayoubi, S. Biomonitoring of Atmospheric Heavy Metals Pollution Using Dust Deposited on Date Palm Leaves in Southwestern Iran. Atmosfera, 29, 141-155(2016).

6. Zhang, Z.Y., Yang, X.D. and Yang, S.T. Heavy Metal Pollution Assessment, Source Identification, and Health Risk Evaluation in Aibi Lake of Northwest China. Environmental Monitoring and Assessment, 190, Article No. 69(2018).

7. Bayrakli, B. and Dengiz, O. Determination of Heavy Metal Risk and Their Enrichment Factor in Intensive Cultivated Soils of Tokat Province. Eurasian Journal of Soil Science, 8, 249-256(2019).

8 . He, X., & Li, P. Surface water pollution in the middle Chinese Loess Plateau with special focus on hexavalent chromium (Cr 6+): Occurrence, sources and health risks. Exposure Health, 12, 385–401(2020).

9. Shanshal, S. A., & Al-Qazaz, H. K. Consequences of cement dust exposure on pulmonary function in cement factory workers. American Journal of Industrial Medicine, 64(3), 192–(2021).

10. Asmaa A. Aziz, Fareed M. Majed; Nada F. Tawfiq ,Evaluation of elemental lead concentration in serum for cancer patients in Salah al-Din governoratem, AIP Conf. Proc. 2398, 020003 (2022).

11. Muhammad B. Sulaiman et al., “Heavy metal contamination in medicinal plants: assessing carcinogenic and non-car-

cinogenic health risks," Discov. Environ., vol. 2, no. 1, pp. 1-10, 2024, doi: 10.1007/s44274-024-00035-3.

12. Muhamed O. Abdalla Salem and Nisreen M. Mohamed, "Heavy Metal Contamination in the Fruit of Date Palm: An Overview" Bani Walid University Journal of Humanities and Applied Sciences. vol. 10, no. 1, pp. 165-179, (2025).

13. CDC updates blood lead reference value [website]. Atlanta: US Centers for Disease Control and Prevention; (2024).