مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (٥) العدد (١) 2021
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Basic Sciences Series Vol. (5) No. (1) 2021

تقدير تركيز نزر عنصري الرصاص والكاديوم في الأبواغ الفطرية للنوع *Lycoperdon perlatum* في غابة الأرز والشوح في منطقة القدموس

فينا حمود*
راميا سعود**
رواد احمد***

(تاريخ الإيداع ٢١ / ١٠ / ٢٠٢٠ . قُبل للنشر ٩ / ٢ / ٢٠٢١)

ملخص

تم قياس تراكيز نزر عنصري الرصاص (Pb)، والكادميوم (Cd) في أبواغ الفطر *Lycoperdon perlatum* وهو أحد الأنواع التابعة لصف الفطريات الدعامية *Basidiomycota* باستخدام جهاز الامتصاص الذري. جمعت العينات من غابة الأرز والشوح في منطقة القدموس خلال شهري أيار، وآب من صيف ٢٠١٨ وهي فترة مناسبة للجمع.

أظهرت نتائج الدراسة أن تركيز عنصر الكادميوم أكبر من تركيز عنصر الرصاص حيث كان متوسط تركيز عنصر الرصاص ٠,٦٦ ppm ومتوسط تركيز عنصر الكادميوم ٢,١٢ ppm وهي أصغر بكثير من الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية ٤,٥ ppm لكلا العنصرين، كما نستنتج من قيمة معامل الارتباط الضعيف بين العنصرين إلى أن لكل عنصر مصدر تلوث مختلف عن الأخر، كما أظهرت النتائج ايضاً عدم وجود فروق معنوية بين قيم فصلي الربيع والصيف لكلا العنصرين.

كلمات مفتاحية: الرصاص، الكادميوم، غابة الأرز والشوح، القدموس، *Lycoperdon perlatum*.

* أستاذ مساعد، كلية العلوم، قسم علم الحياة، جامعة طرطوس – سوريا.
E-mail:viennahammoud@g.mail.com.
** أستاذ مساعد، كلية العلوم، قسم علم الحياة، جامعة البعث – سوريا.
ramiatsa@gmail.com
*** باحث، قسم الوقاية البيئية – المعهد العالي لبحوث البيئة – جامعة تشرين – سوريا.
Rawad.ahmad899@gmail.com

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية_ سلسلة العلوم الأساسية المجلد (٥) العدد (١) 2021
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies- Basic Sciences Series Vol. (5) No. (1) 2021

Estimation of lead and cadmium trace elemental in spores of *Lycoperdon perlatum*. In the *Cedar* and *fir* forest in AlKadmous region

Vienna hammoud *
Ramea Saoud**
Rawad Ahmad ***

(Received 21 / 10 / 2020 . Accepted 9 / 2 / 2021)

Abstract

The concentrations of lead (Pb) and cadmium (Cd) in the spores of Lycoperdon perlatum, belong to Basidiomycota, were measured using an atomic absorption spectrophotometer device. Samples were collected from the *Cedar* and *fir* forest in Kadmous region at the months of May and August during the summer of 2018. The results of the study showed this the concentration of cadmium element is greater than the concentration of lead element. The average concentration lead was 0.66 ppm, and the mean concentration cadmium was 2.1٢ ppm, which is much smaller than the WHO of limits (4.5) ppm for both elements, we conclude how the weak correlation coefficient between the two elements that each element has a different source of pollution than the other, the results showed that these were no significant differences between the values of spring and summer for both elements.

Key words: Lead, Cadmium, *Cedar* and *fir* forest, Alkadmous, *Lycoperdon perlatum*

. *Assistant Professor in the Department of Biology - Faculty of Sciences - Tartous University - Syria. E-mail:viennahammoud@g.mail.com
**Assistant Professor the Department of Biology, faculty of Sciences. Albath University, Homs, Syria. ramiatsa@gmail.com
***Researcher- Environmental Protection Department - Higher Institute for Environmental Research - Tishreen University - Syria. E-mail: Rawad.ahmad899@gmail.com.

مقدمة:

يعد التلوث بالعناصر الثقيلة heavy metals pollution في بيئات انتشار الفطر، مشكلة بيئية خطيرة وخاصة للفطريات المأكولة، حيث تمتاز الفطريات البرية بشكل عام، ومنها الصالحة للأكل، وخاصة الأنواع التابعة لجنس *Agaricus* ، بقدرتها على مراكمة Accumulate مستويات عالية من العناصر المعدنية الثقيلة وخاصة الكادميوم والرصاص داخل أجسامها الثمرية سواءً نمت في مناطق ملوثة أو غير ملوثة (Stihi *et al*., 2011). على عكس أنواع أخرى مثل فطر المحار *Pleurotus ostreatus* الذي يتميز بتركيب وراثي لا يسمح بمراكمة سوى تراكيز منخفضة جداً من العناصر المعدنية الثقيلة (Kalac & Svoboda, 2000).

تستخدم الفطريات ألية فعالة تتحمل من خلالها تراكيز عالية من العناصر المعدنية الثقيلة، فقد تمتصها من التربة ومن الجو المحيط، وتخزنها داخل أجسامها الثمرية لتصبح بعد ذلك مصدر أساسي في السلسلة الغذائية (Huang *et al*., 2015) ، ويعتمد امتصاص العناصر المعدنية الثقيلة على نوع الفطر، والقرب أو البعد عن مصدر التلوث (Stihi *et al*., 2011)كما يمكن استخدامها كمؤشرات حيوية Bioindicators تعكس مستوى التلوث الموجود في المنطقة (Craiova *et al*., 2016).

يعد الرصاص (pb) معدن سام يوجد بشكل طبيعي في القشرة الأرضية، وقد أدى استخدامه بكثرة إلى تلوث البيئة، ومن المصادر الهامة لتلوث البيئة بعنصر الرصاص أنشطة التعدين، وصهر المعادن، والتصنيع، وإعادة التدوير لأغراض تجارية، وصناعة الدهانات، والبنزين الحاوين على الرصاص، ويزيد على ٧٥% من استهلاك الرصاص في العالم لصناعة بطاريات السيارات. والأصباغ، واللحام، والزجاج الملون، والأواني البلورية، والذخيرة، والخزف، والمجوهرات، وألعاب الأطفال، ومستحضرات التجميل، والأدوية التقليدية. وقد تحتوي مياه الشرب المنقولة بواسطة أنابيب مصنوعة من الرصاص على عنصر الرصاص، أو الموصولة ببعضها البعض عن طريق اللحام بالرصاص. يسبب التلوث بعنصر الرصاص أضراراً جسيمة بصحة الأطفال حيث يؤثر على نمو الدماغ والجهاز العصبي، ويتسبب بأضرار طويلة الأمد على البالغين كزيادة مخاطر الإصابة بارتفاع ضغط الدم، والفشل الكلوي. وإن تعرض المرأة الحامل لمستويات عالية من الرصاص يؤدي إلى الإجهاض، أو ولادة جنين ميت، أو الولادة المبكرة، أو انخفاض وزن المولود، أو الإصابة بتشوهات طفيفة. (منظمة الصحة العالمية، ٢٠١٩).
يعد عنصر الكادميوم (cd) أكثر العناصر السامة التي قد يتعرض لها الإنسان في البيئة، ويتواجد كمكوِّن طبيعي في قشرة الأرض جنبًا إلى جنب مع النحاس والرصاص والنيكل والزنك، و يدخل في صناعة البطاريات والدهانات، ويحتفظ به داخل جسم الإنسان بمجرد امتصاصه، ويؤثر بشكل مباشر على عمل الكلى وهي الموقع الرئيسي للتراكم. ويتسبب في تلف العظام بشكل مباشر، وتحتوي سجائر التبغ على عنصر الكادميوم الذي ينقل إلى الرئتين ثم إلى باقي الجسم عن طريق الدم ويتسبب في إضعاف وظائف الرئة وزيادة خطر الإصابة بسرطان الرئة. Bernard, (2008).

تشمل الآثار الصحية له أيضاً الإسهال، وآلام المعدة، والفشل التناسلي حتى العقم، وتلف الجهاز العصبي المركزي، والجهاز المناعي، والاضطرابات النفسية، ويمكن أن يتسبب في تحول الخلايا الظهارية الطبيعية إلى خلايا مسرطنة عن طريق تثبيط التخليق الحيوي للبروتين. وتنتهي نفايات الكادميوم الناتجة عن الصناعة في التربة، والتي تلوث

التربة والمياه السطحية، وتمتصها المادة العضوية الموجودة في التربة ليصل عنصر الكادميوم إلى النباتات المختلفة وينتقل في السلسلة الغذائية ليصل إلى الانسان عن طريق غذائه. (Sharma *et al.*, 2015).

أهمية البحث وأهدافه:

تحتوي الفطريات على البروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية الضرورية والتي يحتاجها الانسان في غذائه، بالإضافة الى خواصها الطبية والعلاجية، لذا يجب ضمان خلوها من العناصر المعدنية الثقيلة السامة. يهدف البحث الحالي إلى تقدير تراكيز نزر عنصري الرصاص والكادميوم ضمن أبواغ النوع *Lycoperdon perlatum*، وإمكانية استخدامه كمؤشر حيوي على تلوث البيئة المحيطة بهذين العنصرين ، ومقارنة هذه التراكيز مع المواصفات العالمية، للتأكد من سلامة البيئة المحيطة وأنها لا تشكل خطراً على الكائنات الحية الموجودة فيها وعلى رأسها الانسان.

مواد البحث وطرائقه:

١ – **موقع الدراسة:** أجريت الدراسة في موقع غابة الأرز والشوح التابعة إدارياً لمنطقة القدموس في محافظة طرطوس لعام ٢٠١٨ شكل (١)

الشكل (١) خريطة الجمهورية العربية السورية تظهر مواقع جمع العينات من منطقة القدموس

٢ – الفطر المدروس:

يعد النوع *Lycoperdon perlatum* من الفطريات النفاثة puffball، الشائعة مغطاة ببثور، ينتمي الى فصيلة Lycoperdaceae من الأنواع واسعة الانتشار عالمياً، الجسم الثمري إجاصي الشكل مغلق، ذو فتحة في الأعلى، يتحدب إلى ساق عريضة.

يتراوح طول الجسم الثمري بين ١,٥ إلى ٦ سم، والعرض من ٣ إلى ١٠ سم، لونه أبيض مائل إلى الصفرة مع غطاء ذو نتوءات شوكية قصيرة، يمكن فركها بسهولة باليد، تصبح بنية اللون عندما تنضج (Arora, 1986) ، تتحرر الأبواغ بعد تمزق الكيس البوغي (الحافظة البوغية) للفطر على شكل انفجار من خلال الفتحة في الجزء العلوي منه، عندما يتم الضغط باليد عليه، ويحدث ذلك بشكل طبيعي عند سقوط المطر (Gregory, 1949) .

ينمو في الحدائق العامة وعلى جوانب الطرق وفي الغابات، وتؤكل الأجسام الثمرية الفتية منه، والنسيج الداخلي أبيض اللون، وتحتوي الأجسام الثمرية للفطر على العديد من المركبات الكيميائية مثل مشتقات الستيرول، والمركبات المتطايرة التي تعطي الفطريات النفاثة نكهة ورائحة وحمض أميني غير عادي lycoperdic acid ومستخلصاته ذات طيف حيوي واسع، كمضادات للجراثيم والفطريات (Kalu *et al.*, 2017).

الشكل(٢) صورة تظهر النوع *Lycoperdon perlatum*

٣- جمع العينات: جمعت عينات الفطر خلال فصل الربيع (أيار)، وفصل الصيف (اب) لعام ٢٠١٨ من غابة الأرز والشوح في منطقة القدموس الشكل (١)، وتم الحصول على العينات بمعدل ستة عينات من الموقع، (ثلاثة لكل فصل) وعلى مسافة لا تبعد أكثر من ١٠م عن الطريق العام للغابة.

الدراسة المخبرية:

تم إجراء الدراسة المخبرية في المعهد العالي للبحوث البيئية في جامعة تشرين وتضمنت:

١- تجفيف العينات

تم تجفيف العينات على مرحلتين:

الأولى: وضعت العينات على مناخل في الهواء الطلق، وبالظل لمدة ٣ أيام حتى تمام التجفيف.

الثانية: وضعت العينات ضمن فرن تجفيف على درجة حرارة /70 درجة مئوية/ حتى ثبات الوزن.

٢- تهضيم العينات:

تم اخذ (٠,١٠ غ وزن جاف) من كل عينة وأضيف لها ٥ مل من حمض الازوت عالي النقاوة ثم وضعت في أنابيب اختبار زجاجية ضمن الحمام المائي بدرجة حرارة ١٠٠ درجة مئوية ولمدة ثلاثة ساعات حتى اكتمال عملية التهضيم. تركت العينات حتى تبرد تماماً، ثم نقلت الى دوارق حجمية وأكمل الحجم الى ٢٥ مل استخدام الماء ثنائي التقطير، ثم

رشحت العينات باستخدام ورق ترشيح µm (٠,٤) للتخلص من الشوائب إن وجدت.
حفظت العينات ضمن عبوات من البولي ايتيلين في درجة الحرارة (C° ٤-) لحين اجراء عملية التحليل. (Birge & Price, 2001)

تم تحضير عينة شاهد (Blank) تحت نفس الشروط التي خضعت لها العينات المهضمة
الكواشف المستخدمة من الصنف التحليلي (Merk) من مرتبة ppm واحد جزء في المليون

تم قياس تركيز عنصري الرصاص والكادميوم في ٦ عينات باستخدام تقانة الفرن لجهاز الامتصاص الذري (Shimadzu AA – 6300).

٥- الدراسة الإحصائية:

تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري وإجراء اختبار (T test) عند درجة ثقة ٩٥% وحساب معامل الارتباط (r)، تم اجراء التحليل الإحصائي لكافة النتائج باستخدام برنامج Minitab 16

النتائج والمناقشة:

الجدول (١) متوسط تركيز عنصري الرصاص والكادميوم (كمتوسط عام) (ppm) في أبواغ النوع *Lycoperdon perlatum* في غابة الأرز والشوح في منطقة القدموس.

القدموس / النوع	متوسط تركيز عنصر الرصاص مع الانحراف المعياري	متوسط تركيز عنصر الكادميوم مع الانحراف المعياري	الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية ٢٠١٩
Lycoperdon perlatum	٠,٦٦ ± ٠,٣٥	٢,١٢ ±٠,٥٤	٤,٥

سجل متوسط تركيز عنصر الرصاص (٠,٦٦) ppm مع انحراف معياري ٠,٣٥ ومتوسط تركيز عنصر الكادميوم (٢,١٢) ppm مع انحراف معياري ٠,٥٤ وهي أصغر من الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (٤,٥) ppm لكلا العنصرين. وذلك لأن المنطقة محمية طبيعية هواءها نقي وبعيدة عن مصادر التلوث بعنصر الرصاص مثل: عوادم السيارات، والدخان الناتج عن عمل المحطة الحرارية في بانياس، ومصفاة بانياس، (منظمة الصحة العالمية، ٢٠١٩)، أما بالنسبة لعنصر الكادميوم فهو يوجد في جميع أنواع الأتربة والصخور بشكل طبيعي متحد مع عناصر أخرى مثل: الأكسجين (أكسيد الكادميوم)، أو الكلور (كلوريد الكادميوم)، أو الكبريت (كبريت الكادميوم، وكبريتيد الكادميوم)، ويصل إلى الفطريات عن طريق الغازات الناتجة عن ظاهرة التفحيم المنتشرة في الغابات (Bernard, 2008).

١- **تركيز الرصاص في فصلي الربيع والصيف:** كانت القيم المتوسطة لتركيز الرصاص في فصل الربيع (أيار) في ثلاث مواقع ٠,٧٤ ppm في الجدول (٢) مع انحراف معياري ٠,٤٦ ومتوسط قيم الرصاص في فصل الصيف (أب) ٠,٥٨ ppm مع انحراف معياري ٠,٣ عند إجراء اختبار (T test) عند درجة ثقة ٩٥% لمعرفة هل هناك فروق في تراكم عنصر الرصاص بين الفصلين نجد أن T- value= 0.53

ونلاحظ من قيم P– value= 0.63 بأنه لا يوجد فرق معنوي في تراكم عنصر الرصاص في أبواغ الفطر بين الفصلين.

الجدول (٢) متوسط تركيز عنصر الرصاص مع الانحراف المعياري في فصلي الربيع (أيار) والصيف (أب). الاحرف المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية حسب اختبار (T test) عند مستوى معنوية (0.05)

المكررات	تركيز الرصاص في شهر أب	تركيز الرصاص في شهر أيار
١	٠,٧٥	٠,٧٥
٢	٠,٧٥	٠,٢٨
٣	٠,٢٣	١,٢٠
متوسط حسابي	a ٠,٥٨	a ٠,٧٤
الانحراف المعياري	٠,٣	٠,٤٦

٢- تركيز الكادميوم في فصلي الربيع والصيف: كانت القيم المتوسطة لتركيز الكادميوم في فصل الربيع (أيار) في ثلاث مواقع ٢,٣٧ ppm في الجدول (٣) مع انحراف معياري ٠,٢٦ ومتوسط قيم الكادميوم في فصل الصيف (أب) ١,٨٦ ppm مع انحراف معياري ٠,٦٧ عند إجراء اختبار (T test) عند درجة ثقة ٩٥% لمعرفة هل هناك فروق في تراكم عنصر الكادميوم بين الفصلين نجد أن T– value= 1.24 ونلاحظ من قيم P– value= 0.28 بأنه لا يوجد فرق معنوي في تراكم عنصر الكادميوم في أبواغ الفطر بين الفصلين.

الجدول (٣) متوسط تركيز عنصر الكادميوم مع الانحراف المعياري في فصلي الربيع (أيار) والصيف (أب). الأحرف المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية حسب اختبار (T test) عند مستوى معنوية (0.05)

المكررات	تركيز الكادميوم في شهر أب	تركيز الكادميوم في شهر أيار
١	٢,٦٣	٢,٦٧
٢	١,٤	٢,٢٨
٣	١,٥٤	٢,١٧
متوسط حسابي	b ١,٨٦	b ٢,٣٧
الانحراف المعياري	٠,٦٧	٠,٢٦

وبدراسة معامل الارتباط بين عنصري الكادميوم والرصاص نجد أن r= 0.25 عند مستوى معنوية P–value= 0.626 نلاحظ أن الارتباط ضعيف بين متوسط عنصري الكادميوم والرصاص يفسر ذلك أن مصادر التلوث مختلفة.(Daniela, 2016)

انخفضت تراكيز الرصاص في هذه الدراسة ppm (٠,٦٦) بالمقارنة مع بعض الدراسات العلمية، وكان الفرق كبيراً وواضحاً اذا ما قورن بدراسات قام بها كل من (Svoboda *et al.*,1999) في جنوب بوهيميا ppm

(١٢٨,٢٧)، (Novackova *et al.*, 2007) في جنوب بوهيميا ppm (٤,٩)، (Mccreight & Schroeder, 1970) في أمريكا بمتوسط تركيز ppm (٩٤)، (Daniela, 2016) في رومانيا ppm (٨,٥)، (Radulescu et al., 2010) في رومانيا ppm (٣,٥)

فيما يخص متوسط تركيز عنصر الكادميوم ppm (٢,٢) في دراستنا الحالية مقارنة مع دراسة كل من:

(Stihi *et al.*, 2011) في رومانيا ppm (١,٧٣)، (Sen *et al.*, 2011) في تركيا ppm (١,٣٤٥)، (Kalac *et al.*, 2000)في جنوب بوهيميا ppm (٠,٧٥)، و (Medyk *et al.*, 2017) في السويد ppm (٢).

نجد أن قدرة الفطر على مراكمة عنصر الرصاص كانت أكثر من الكادميوم في الدراسات السابقة، بينما بينت نتائج هذه الدراسة بأن أبواغ النوع *L.perlatum* لديها القدرة الأكبر على مراكمة عنصر الكادميوم بالمقارنة مع عنصر الرصاص، يمكننا تفسير الاختلاف ما بين نتائج دراستنا الحالية والدراسات السابقة الى اختلاف الشروط البيئية في كل منطقة من حيث قربها او بعدها عن مصادر التلوث وباختلاف الفترة الزمنية ما بين الدراسات حيث تتغير مصادر التلوث ما بين سنة وأخرى والى اختلاف المعايير البيئية المحددة من قبل المنظمات البيئية في كل دولة من الدول المذكورة سابقاً.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

١-كان متوسط تركيز عنصر الرصاص في أبواغ النوع *Lycoperdon perlatum* ٠,٦٦ ppm بينما بلغ متوسط تركيز عنصر الكادميوم ٢,١٢ ppm.

٢-لم نلاحظ اختلاف في مراكمة العناصر (الرصاص والكادميوم) حسب الفصل.

٣-يمكن الاعتماد على النوع *Lycoperdon perlatum* كمراكم حيوي لكشف التلوث بالعناصر المعدنية الثقيلة.

٤-تقع التراكيز المدروسة ضمن الحدود الأمنه للاستهلاك البشري المحددة من قبل منظمة الصحة العالمية.

التوصيات:

- متابعة الدراسات لتقدير العناصر المعدنية الثقيلة في الفطريات في مختلف مناطق القطر العربي السوري وذلك من أجل المساهمة في وضع مواصفة سورية لتحديد جودة الفطريات كمادة غذائية في مجال الصحة العامة.

المراجع:

المواقع الالكترونية:

.http;//www.googleearth.com (تم استرجاعه بتاريخ ٢٠٢١/١/١).

المراجع العربية:

١- منظمة الصحة العالمية ٢٠١٩. التسمّم بالرصاص والصحة.

المراجع الأجنبية:

1-Arora, D. (1986). *Mushrooms Demystified: A Comprehensive Guide to the Fleshy Fungi. Berkeley,* California*:* Ten Speed Press. pp 4-693.

2-Bernard, A. (2008). *Cadmium and its adverse effects on humans,* The Indian Journal of Medical Research, Research Gate, Vol, 128(4), pp 557-64.

3-Birge,W.J. and Price,D.J. (2001). *Analysis of metals and poly chlorinated biphenylcpcb residues in beaver tissue sauples collected January27*, and February1, 2000, PGDP ditches, February7, 2001.

4-Craiova, M.O. (2016) *Bioaccumulation of toxic heavy metals in mushrooms - a review.* Mogildea Daniela, 32, 6914-1454.

5-Daniela, M. (2016). *Bioaccumulation of toxic heavy metals in mushrooms - a review. Muzeul Olteniei Craiova. Stiintele Naturii*. 32.

6-Gregory, P.H. (1949). *The operation of the puff-ball mechanism of Lycoperdon perlatum by raindrops shown by ultra-high-speed Schlieren cinematography*. Transactions of the British Mycological Society, Science direct, Volume 32, Issue 1, Pages 11-15.

7-Huang,Q., Jia,Y., Wan,Y., LI,H., and Jiang, R. (2015). *Market Survey and Risk Assessment for Trace Metals in Edible Fungi and the Substrate Role in Accumulation of Heavy Metals*. Journal of Food Science, Vol. 80, 1612-1618.

8-Kalac, P & Svoboda, L. (2000). *A review of trace element concentrations in edible mushrooms*. Food Chemistry, Elsevier, 69, 273-281.

9-Kalu, A.U., Odoh, C.K., Ideh, E.E., Adobu, U.S. (2017). *Antimicrobial activity of Lycoperdon perlatum whole fruit body on common pathogenic bacteria and fungi*. African Journal of Clinical and Experimental Microbiology, Vol 18(2), 79.

10-Medyk, M., Grembecka, M., Brzezicha- Cirocka, J, and Falandysz, J. (2017). *Bio- and toxic elements in mushrooms from the city of Umeå and outskirts, Sweden.* Journal of Environmental Science and Health, Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, Vol 52.

11-Mccreight,J.D, and Schroeder, D.B. (1970). *Cadmium, lead and nickel content of Lycoperdon perlatum pers. in a roadside environment*. Environmental Pollution, Vol 13, Issue 4, pp 265-268.

12-Novackova1, J., Fiala, P., Chrastny, V., Svoboda, L, and Kalac, P. (2007). *Contents of mercury, cadmium and lead in edible mushrooms and in underlying substrates from a rural area with an occurrence of serpentines and amphiboles*. Ekologia (Bratislava) Vol. 26, pp. 322–329.

13-Radulescu, C., Stihi, C., Busuioc, G., Gheboianu, A.I, and Popescu, I.V. (2010). *Studies Concerning Heavy Metals Bioaccumulation of Wild Edible Mushrooms from Industrial Area by Using Spectrometric Techniques*. Bull Environ Contam Toxicol, Vol, 84, pp 641–646.

14-Sen, I., Ali, H, and Balci, A. (2012). *Trace metal contents of some wild-growing mushrooms in Bigadiç (Balıkesir), Turkey.* Biology Turkish Journal of Botany, vol 189, pp 461- 609.

15-Sharma, H., Rawal, N and Mathew, B.B. (2015). *The characteristics, toxicity and effects of cadmium.* International Journal of Nanotechnology and Nanoscience, Research Gate, Vol. 3, pp 1-9.

16-Stihi. C., Radulescu, C., Gabriela, B., Popescu, I.V. (2011). *Studies on Accumulation of Heavy Metals from Substrate to Edible Wild Mushrooms*. Research Gate, 56, 257–264.

17-Svobodaa, L., Zimmermannova, K., P. Kalac, P. (2000). *Concentrations of mercury, cadmium, lead and copper in fruiting bodies of edible mushrooms in an emission area of a copper smelter and a mercury smelter.* The Science of the Total Environment 246, 61-67.