------ مجلة علوم الرافدين، المجلد 28، العدد 3، ص 38-47، 2019------

قابلية نمو أنواع من المايكورايزا عند تراكيز مختلفة من العناصر الثقيلة

***مازن نزار فضل** **موج رياض اسماعيل الحمداني**

كلية علوم البيئة وتقاناتها / جامعة الموصل

* **E-mail :** Dr.mazin@uomosul.edu.iq

(أُستلم 26/ 9 /2018 ؛ قُبل 26 / 12 /2018)

الملخص

تضمن البحث إمكانية ثلاثة أنواع من المايكورايزا *P.involutus , S.varigatus , R.rosulus* في إزالة وخفض التراكيز التصاعدية لعنصري النحاس والخارصين وعند فترات تحضين وتماس ثلاث (10,7,5 أيام) ومقارنة نمو العزلات مع عينات السيطرة، تبين ان النوع *P.involutus* هو الأكفأ في الإزالة من خلال ملاحظة نمو عزلاته بزيادة أقطارها مقارنة بعينات السيطرة ولكل من تراكيز عنصري النحاس والخارصين ولجميع أيام التحضين، أما النوع *S.varigatus* فكانت أقطاره أعلى عند التراكيز القليلة لعنصري النحاس والخارصين فقط ولجميع فترات التحضين، أما النوع *R.rosulus* فكانت أقطاره اقل مقارنة بعينات السيطرة ولجميع تراكيز عنصري النحاس والخارصين ماعدا عند تركيز (2.5 ppm) للنحاس فقد ازدادت، وبشكل عام لوحظ زيادة أقطار العزلات للأنواع الثلاث بزيادة فترات التحضين ولجميع تراكيز عنصري النحاس والخارصين وان هذه الزيادة تقل عند التراكيز العالية لهذه العناصر و لجميع الأنواع المدروسة.

الكلمات الدالة: فطريات خيطية، عناصر ثقيلة، معالجة حيوية، تلوث تربة، ازالة التلوث.

Capacity Growth of Mycorrhiza Species at Different Concentrations of Heavy Metals

Mazin N. Fadhel **Mawj R.I. Al-Hamdany**

College of Environmental Science and Technology / University of Mosul

ABSTRACT

The study investigates the possibility of three types of *R.rosulus, S.varigatus, P.involutus* in removing and lowering the ascending concentrations of copper and zinc elements, during three incubation and contact periods (5,7 and 10 days) and comparing the growth of isolates with control samples. Type *P.involutus* is the most efficient in the removal by observing the growth of isolates by increasing its diameter compared to the control samples and the concentrations of copper and zinc and for all the days of incubation, while the type *S.varigatus* was the highest growth at the low concentrations of copper and zinc only and for all periods of incubation, the type *R.rosulus*. The diameter was smaller as compared to control samples All elemental concentrations of copper and zinc except at concentration (2.5 ppm), and is generally observed increase diameters of the isolates of the three types of increasing periods of incubation and all elemental concentrations of copper and zinc, and this increase is less than at high concentrations of these elements and of all species studied.

Keywords: Mycorrhizae, heavy metals, biological treatment, soil pollution removal

---

المقدمة

إن التوجهات العالمية الحالية نحو مفهوم التلوث ما هي إلا نتيجة لأدراك أهمية المحافظة على البيئة من التلوث بجميع محاوره، والتربة هي إحدى أركان البيئة التي لا تقل أهمية عن الماء والهواء، فتلوث التربة يعتبر من ابرز المشاكل البيئية وأكثرها تعقيدا وأصعبها حلا (صالح، 2012). وتعد العناصر الثقيلة واحدة من الأمثلة المهمة على ملوثات التربة حيث تكمن خطورتها في تضاعف تركيزها خلال السلاسل الغذائية نتيجة التراكم الحيوي والتضخم الحيوي (Biomagnification) في انسجة الكائنات الحية النباتية والحيوانية بمرور الوقت، فهي تمتاز بثباتية عالية لعدم تفككها وتحللها إلى مكونات بسيطة وبالتالي وصولها للإنسان (Gradinaru *et al.*, 2011).

ومن ناحية أخرى فأن التراكيز الضئيلة منها تؤدي ادواراً مهمة في الفعاليات الايضية للكائنات الحية؛ إذ إنها تدخل في العديد من التفاعلات الانزيمية كمواد مساعدة على التفاعل ونقل الالكترونات، وان صفة التراكم قد تعطي حلولاً وذلك باستغلال كائنات مجهرية لها القدرة التكيفية على تحمل النسب العالية وتركيزها في أجسامها وبالتالي العمل على تخليص البيئة منها وانتاج مركبات خاملة غير ضارة بالبيئة (الطائي وآخرون، 2016) وهذا ما يدعو الى التفكير بجدية باستخدام هذه الكائنات للمعالجة الحيوية كبدائل ناجحة وملائمة لما تتمتع به من مزايا ايجابية في إزالة العناصر الثقيلة (Zhai *et al.*, 2015) والفطريات هي واحدة من هذه الكائنات حيث إنها تستطيع تخزين وتحمل تراكيز عالية من العناصر الثقيلة وللفطريات الخيطية (المايكورايزا) دور فعال في خفض وإزالة تراكيز العديد من العناصر الثقيلة في التربة من خلال امتلاكها عدة آليات للإزالة منها عملية الادمصاص على جدران الغزل الفطري الخارجية أو تكوين معقدات ثقيلة مترسبة أو آلية الشرب الحيوي وتخزين العناصر داخل خلاياها (حسن وآخرون، 2013).

المواد وطرائق العمل

شملت الدراسة ثلاثة أنواع من فطريات المايكورايزا هي *R.rosulus, S.varigatus , P.involutus* والتي تعود للقسم (Basidiomycota) والصنف (Agaricomycetes) تم الحصول عليها من مركز بحوث البيئة لجامعة بانكر _ ويلز _المملكة المتحدة، نشطت هذه العزلات ونميت على أوساط زرعية مختارة جهزت من شركة (Sigma) وهي SDA و PDA وبواقع ثلاث مكررات لكل نوع. أضيفت تراكيز مختلفة للعناصر الثقيلة المختارة للدراسة وكما يلي:

- النحاس (Cu) : 2.5 ، 7.5 ، 10 ملغم/لتر.
- الخارصين (Zn) : 0.5 ، 1.0 ، 1.5 ملغم/لتر.

نميت العزلات المختارة في الأوساط الزرعية المعاملة بهذه التراكيز وحضنت العينات لمدة (5، 7، 10 يوم) على التوالي، بعدها أخذت القياسات باستخدام Vexnia لملاحظة تأثير التراكيز على نمو الأنواع المدروسة. عقمت المستلزمات والادوات الزرعية باستخدام جهاز الموصدة لمدة 40 دقيقة بدرجة حرارة 121 درجة مئوية وتحت ضغط 1 جو، وبعد التعقيم جففت الادوات باستخدام الفرن وبدرجة حرارة 90 درجة مئوية. الأوساط الزرعية استخدمت حسب بروتوكول الشركة المصنعة (Sigma) بعدها عقمت الأوساط باستخدام الموصدة بدرجة حرارة 121 درجة مئوية لمدة 15 دقيقة وتحت ضغط 1 جو،(APHA, 1998) بعدها تركت الأطباق لتتصلب لمدة 24 ساعة ولكبح نمو البكتريا أضيف 30 ملغم /لتر من المضاد الحيوي الستربتومايسين، بعدها تركت الأطباق بشكل مقلوب لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة لغرض تصلب الأكار ولتهيئة عملية الزرع.

استخدم برنامج SPSS 2010 وتطبيق اكسل لغرض اجراء التحليل الاحصائي واعتمد تحليل التباين F-test و T-test وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار اقل فرق معنوي LSD عند احتمالية ($P\leq0.05$).

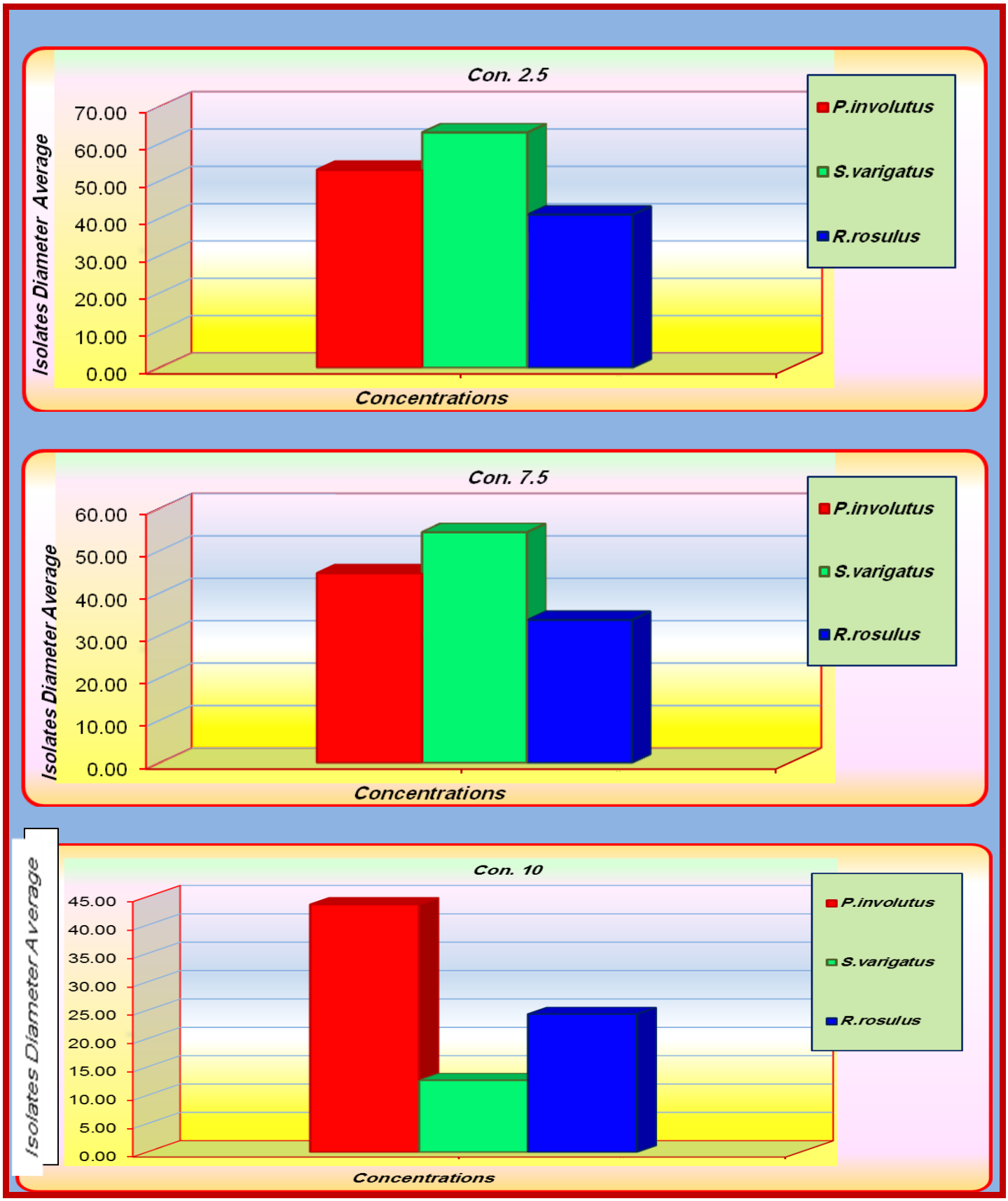
النتائج والمناقشة

بين (الجدول 1) والشكل (1) و(2) ان الفطر (*P.involutus*) اثبت قدرته على النمو واستمرت فعالياته الفسلجية عن طريق زيادة قطر مستعمراته مقارنة مع اقطار عينات السيطرة (control) ولكلا تراكيز عنصري النحاس والخارصين وعند أيام التحضين الثلاثة (10,7,5 أيام)، وهذا يدل على مقاومته لسمية هذه العناصر واستخدامها كأساس لنمو العزلات الفطرية حيث تعد بعض أنواع الفطريات من المخزنات او الجامعات الكبيرة ولها القدرة على امتصاص وتركيز المعادن الثقيلة داخل الفطر من خلال اعتمادها اليات متعددة للتحمل وللتخلص من التأثير السمي للمعادن ومنها إفرازها للأنزيمات والحوامض خارج الخلية والتي يسهل استغلالها كما ان الوسط الحامضي الذي تسببه العناصر الثقيلة يكون مناسبا للفطريات في بيئات نموها (حسن وآخرون، 2013)، وايضا الامتزاز على سطح الخلية وبناء وتخليق مركبات ثيولية لها القدرة على الارتباط بمركبات العناصر وبالتالي تنقص من سميتها للخلية عن طريق ترسيب المعادن في الجدر الخلوية او ربطها مع مركبات اخرى كآلية لإزالة التسمم (Winge *et al.*, 1998) وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي اختبرت قدرة الفطريات على تحمل وإزالة العناصر الثقيلة ومنها ما توصل إليه (الصوفي والموسوي، 2016) من ان خميرة (*S.boulardii*) ذات كفاءة عالية في ازالة الرصاص من البنزين وبذلك يمكن الاستفادة منها كمادة مازة في المعالجة الحيوية للعناصر الثقيلة. اما عند مقارنة قطر العزلة بزيادة تراكيز العناصر المدروسة نلاحظ ان فترة التحضين (5 أيام) كانت هي المناسبة او الاكفأ حيث أن أقطار العزلات كانت تزداد بزيادة التراكيز فقد كان قطر العزلة (29 ملم) عند تركيز (2.5 ppm) بينما أصبح (38 ملم) عند تركيز (10 ppm) لعنصر النحاس وكذلك الحال لعنصر الخارصين فقد ازداد قطر العزلة من (12 ملم) عند تركيز (0.5 ppm) الى (18ملم) عند تركيز(1.5 ppm) بينما عند فترات التحضين (10,7 أيام) فان اقطار العزلات كانت تقل تدريجيا بزيادة تراكيز العنصرين كما مبين في (الجدول 1) وقد يعود سبب ذلك الى تأثير هذه التراكيز على مقاومة العزلات تدريجيا مع زيادة الفترة الزمنية (Saied, 2007).

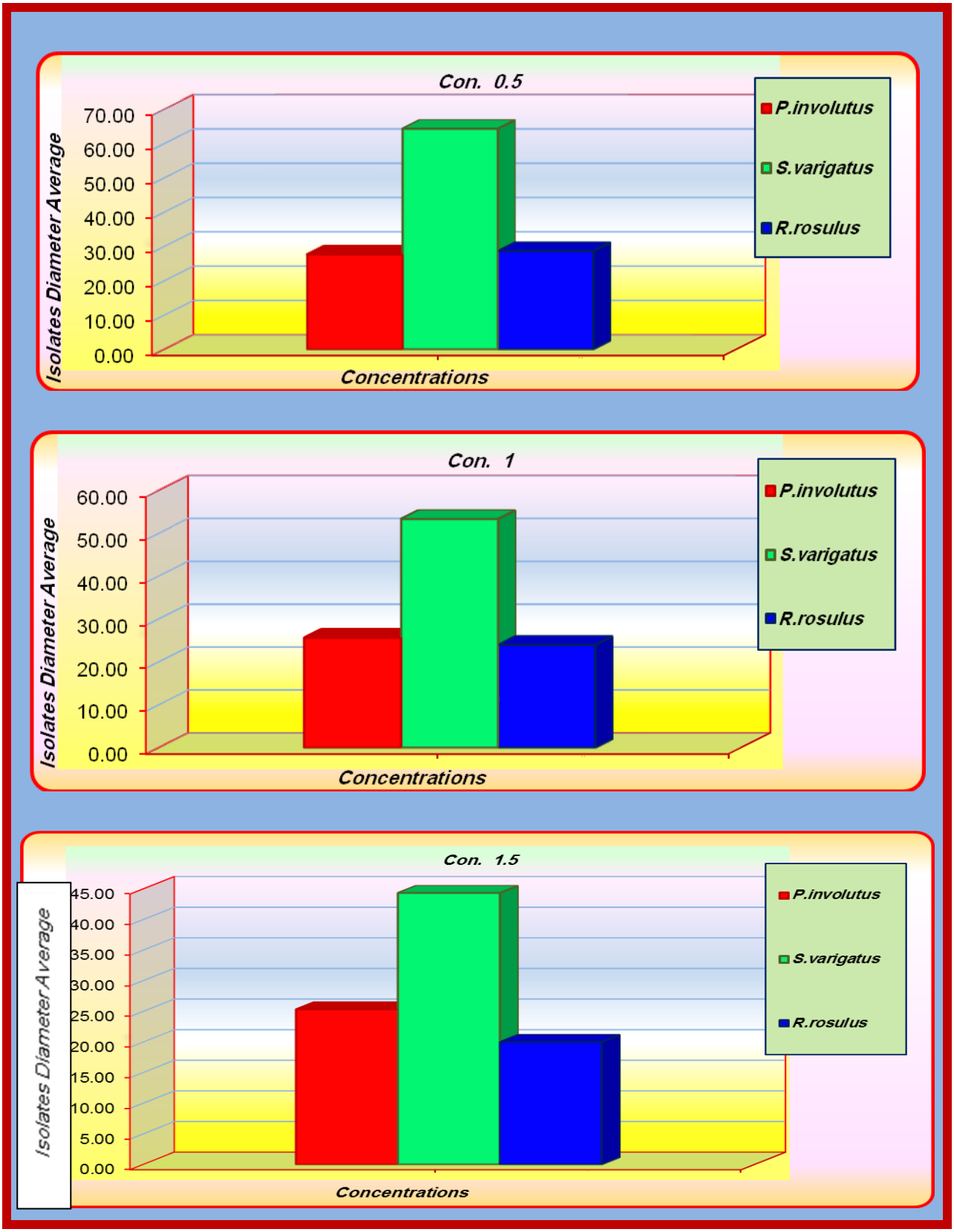
الجدول 1: يوضح نمو العزلات (قطر المستعمرات)عند التراكيز المختلفة لكل من عنصري النحاس والخارصين

Species	Days of incubation	Cu (ppm)			Zn (ppm)			Control
		2.5	7.5	10	0.5	1.0	1.5	
		Isolates diameter (mm)			Isolates diameter (mm)			Isolates diameter (mm)
P.involutus	5	29	33	38	12	15	18	10
	7	51	41	44	26	24	21	16
	10	79	60	49	45	38	37	34
S.varigatus	5	52	45	11	57	50	42	48
	7	65	58	12	66	53	45	59
	10	72	60	15	70	57	46	62
R.rosulus	5	31	25	19	22	19	16	27
	7	38	33	25	26	25	21	35
	10	54	43	29	38	28	23	41

اظهر التحليل الإحصائي لهذا الفطر، (الجدول 2 و3) بأن هناك فروق معنوية للتراكيز الثلاث لكلا عنصري النحاس والخارصين مقارنة مع عينة السيطرة بينما لم تظهر فروق معنوية فيما بين هذه التراكيز عند مستوى معنوية ($P\leq0.05$).



الشكل 1: يوضح معدل اقطار العزلات (فترات التحضين الثلاث) عند التراكيز المختلفة من عنصر النحاس



الشكل 2: يوضح معدل اقطار العزلات (فترات التحضين الثلاث) عند التراكيز المختلفة من عنصر الخارصين

الجدول 2: التحليل الإحصائي لمعدل أقطار العزلات (فترات التحضين الثلاث) والتراكيز المختلفة من عنصر النحاس

Species / Isolates diameter average	*P.involutus*	*S.varigatus*	*R.rosulus*	LSD P ≤ 0.05
	20.00 Cb	56.33 Aa	34.33 Ba	
Control	±	±	±	10.30
	1.73	4.26	2.33	
	53.00 ABa	63.00 Aa	41.00 Ba	
Con. 2.5	±	±	±	20.67
	8.14	5.86	2.52	
	44.67 ABa	54.33 Aa	33.67 Ba	
Con. 7.5	±	±	±	19.81
	8.01	4.70	3.48	
	43.67 Aa	12.67 Cb	24.33 Bb	
Con. 10	±	±	±	8.93
	3.18	1.20	2.91	
LSD P ≤ 0.05	22.63	14.22	9.27	

الجدول 3: التحليل الإحصائي لمعدل أقطار العزلات (فترات التحضين الثلاث) والتراكيز المختلفة من عنصر الخارصين

Species / Isolates diameter average	*P.involutus*	*S.varigatus*	*R.rosulus*	LSD P ≤ 0.05
Control	20.00 Cb	56.33 Aab	34.33 Ba	
	±	±	±	10.30
	1.73	4.26	2.33	
Con. 0.5	27.67 Ba	64.33 Aa	28.67 Bab	
	±	±	±	8.07
	1.20	2.19	3.18	
Con. 1	25.67 Ba	53.33 Ab	24.00 Bbc	
	±	±	±	7.08
	1.20	2.03	2.65	
Con. 1.5	25.33 Ba	44.33 Ac	20.00 Cc	
	±	±	±	5.12
	0.88	1.20	2.08	
LSD P ≤ 0.05	**4.21**	**8.70**	**8.46**	

وبالنسبة للفطر (*s.varigatus*) فان اقطار العزلات لهذا النوع مقارنة مع عينات السيطرة كانت اعلى عند التراكيز القليلة فقط ولجميع فترات التحضين الثلاث (5 ,7 , 10 أيام) فعند تركيز (2.5ppm) للنحاس أصبحت الأقطار (52 – 65 – 72 ملم) على التوالي وعند تركيز (0.5 ppm) للخارصين أصبحت (57 – 66 – 70 ملم) على التوالي مقارنة بعينات السيطرة التي كانت (48 – 59 – 62 ملم) على التوالي، أما عند التراكيز العالية (10 ppm) و (1.5 ppm) للعنصرين فنلاحظ تأثر عزلات هذا النوع بسمية هذه العناصر عند تراكيزها العالية بحيث أن أقطارها كانت اصغر مقارنة بعينات السيطرة، (الجدول 1) والشكل (1) و(2)، كما ان امتصاص العزلات للعناصر يعتمد على الاقتدار الغشائي ويتضمن ارتباطاً سريعاً بالجدار الخلوي ثم نقلاً بطيئاً بواسطة حامل وسطي إلى داخل الخلية (Fernandez *et al.*, 2012) وان العلاقة الخطية بين سمية أي ملوث (معدن) والنمو غالبا ما تكون افتراضية إلا انه في بعض الحالات فأن كمية قليلة من المعدن يمكن ان تحفز النمو وهو ما يطلق عليه مصطلح التأثير الـ (Oligodynamic) بينما في حالات اخرى يمكن ان تظهر استجابات غير خطية عند تراكيز مختلفة وهو ما يطلق عليه التأثير الـ (Paradoxical) (Bayramoglu *et al.*, 2003) وعند مقارنة أقطار العزلات مع زيادة تراكيز العناصر المدروسة نلاحظ بأنها تبدأ بالانخفاض تدريجيا عند كل زيادة بالتركيز. ومن التحليل الإحصائي لهذا النوع تبين ان هناك فروقاً معنوية بين تركيز (10 ppm) مقارنة بعينة السيطرة بينما التراكيز (2.5 ppm) و(7.5 ppm) لم تظهر فروقاً معنوية مع عينة السيطرة وان تركيز (10 ppm) اظهر فروقاً معنوية أيضا بين كل من تركيزي (2.5 ppm) و(7.5 ppm) واللذان لم يكن هناك فروق معنوية بينهما بالنسبة لعنصر النحاس، أما في عنصر الخارصين فقد ظهرت الفروق المعنوية بين تركيز (1.5 ppm) فقط مقارنة بعينة السيطرة كما أظهرت التراكيز الثلاثة فروقاً معنوية فيما بينها وعند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$)، (الجدول 2 و3).

اما النوع (*R.rosulus*) فكانت أقطار عزلاته تقل بشكل عام مقارنة مع عينات السيطرة بالنسبة لجميع تراكيز عنصري النحاس والخارصين ولجميع ايام التحضين الثلاث (10,7,5 أيام) ماعدا عند تركيز (2.5 ppm) للنحاس فقد ازدادت وأصبحت (31 – 38 – 54 ملم) على التوالي مقارنة بعينات السيطرة والتي كانت (27 – 35 -41 ملم) على التوالي كما مبينة في (الجدول 1) والأشكال (1) و(2)، ويرجح ذلك إلى احتمالية ارتباط العناصر على الجدر الخلوية للعزلات من دون ان تمتص الى داخل الخلية لاحتواء جدران خلايا أغلبية أنواع الفطريات على كمية عالية من الكايتين والذي جرى إثبات قدرته على تقييد ايونات المعدن فيعمل كحاجز للنفاذية يمكن له ان يحد من دخول العناصر للخلية (Dursun *et al.*, 2003). وهذا يتطابق مع ما أعزاه (احمد، 2007) من أن التراكم المنخفض للزئبق في بعض أنواع الفطريات يعود الى احتمال ارتباط الزئبق مع مركبات في الجدر الخلوية للفطر بحيث تكون معقدات تمنع وصولها الى داخل الخلية وبالتالي عدم النمو و زيادة أقطارها، وأيضا نلاحظ بأن هذا النوع يبدأ بالتناقص تدريجيا مع زيادة تراكيز عنصري النحاس والخارصين. اظهر التحليل الإحصائي لهذا النوع وبالنسبة لعنصر النحاس ان هناك فروقاً معنوية بين تركيز (10 ppm) مقارنة بعينة السيطرة بينما التراكيز (2.5ppm) و(7.5ppm) لم تظهر فروق معنوية مع عينة السيطرة وان تركيز (10 ppm) اظهر فروقاً معنوية أيضا بين كل من تركيزي (2.5 ppm) و(7.5 ppm) واللذان لم يكن هناك فروق معنوية بينهما، أما لعنصر الخارصين فقد ظهرت الفروق المعنوية بين تركيزي (1 ppm) و(1.5 ppm) مقارنة بعينة السيطرة كذلك ظهرت فروق معنوية بين تركيزي (0.5 ppm) و(1.5 ppm) بخلاف تركيز (1 ppm) الذي لم يظهر فروق معنوية بينهم وعند مستوى احتمالة ($P\leq0.05$)، (الجدول 2 و3).

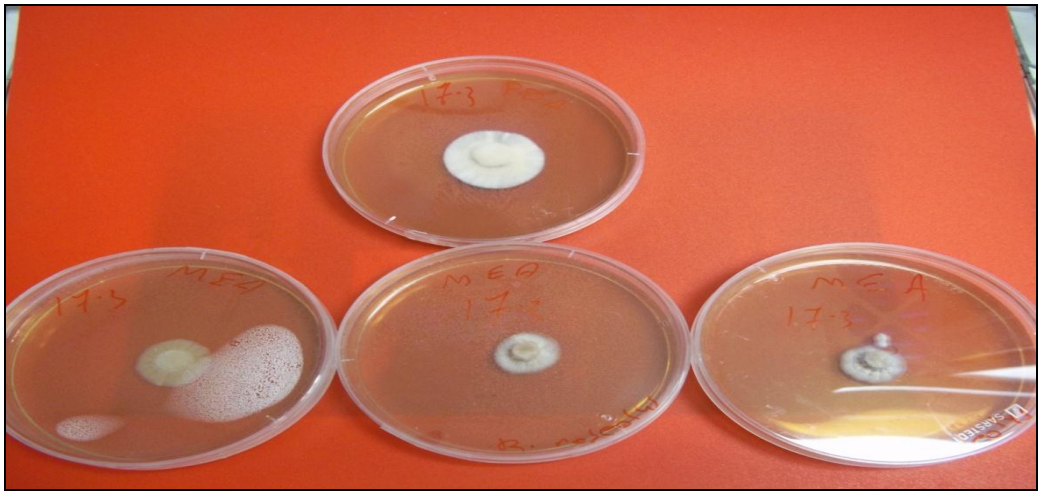
بشكل عام نلاحظ أن أقطار الأنواع الثلاثة المدروسة تزداد بزيادة أيام التحضين ولجميع تراكيز عنصري النحاس والخارصين (مقارنة عمودية) وذلك لان ازدياد فترة التحضين تعطي فرصة لزيادة فترة التماس بين الفطر والمعدن الملوث بالتالي الوقت الأكبر لإزالته والتغذي عليه والتخلص منه حيث أن الكائنات الحية لها القدرة على تحويل هذه العناصر إلى شكل قليل السمية بتكوينها

للعديد من المركبات التي ترتبط معها، فنرى ان فترة التحضين (10 أيام) كانت فيها أقطار الأنواع الفطرية المدروسة جميعها اكبر مقارنة ببقية ايام التحضين لكل تراكيز العناصر المختلفة المضافة للعزلات، (الجدول1) بحيث نلاحظ ان الفطر يكيف نفسه واليات الدفاع والمقاومة للتغذي والتخلص من ذلك العنصر عند هذا التركيز المعين مما يؤدي الى النمو و زيادة أقطار العزلات، وجاء ذلك متفقا مع بحث (Mohammed *et al.*, 2014) في دراستهم للتفكك الحيوي لمركب النفثالين بواسطة الفطريات الخيطية فقد ذكروا بأن فترة التحضين ثمانية أيام هي أفضل وقت لتفكيك النفثالين وعند درجة حرارة 30 درجة مئوية، في حين انه خالف ما جاء في دراسة (عبدالله وآخرون، 2016) فقد ذكروا بأن اختلاف المدة الزمنية للحضن لم يؤثر في نسبة إزالة عنصري الرصاص والكروم، و أيضا مع (الصوفي والموسوي، 2016) عند استخدامهم عزلة محلية من الخميرة لتقليل الاثر البيئي لعنصر الرصاص المتواجد في البنزين تبين ان مدة التماس المثلى كانت 60 دقيقة ولم يتأثر معدل الازالة بعد اطالة مدة التماس الا بنسبة ضئيلة جدا مما يدل على ان عملية الامتزاز تصل الى مرحلة الاستقرار (التوازن) في غضون الساعات الاولى من مدة التماس وذلك لعدم توافر مواقع ربط إضافية على سطح الخميرة مهما ازدادت مدة التماس. بينما نلاحظ بأن هذه الزيادة في الاقطار تقل عند التراكيز العالية لعنصري النحاس والخارصين لجميع الانواع المدروسة وخصوصا عند النوع (*S.varigatus*) ويعزى ذلك لاحتمالية تشبع الفطر بذلك العنصر او تأثير سمية التراكيز العالية على العزلات فتقل كفاءتها على الامتصاص وعند تراكم المعادن الثقيلة في الخلايا الفطرية فأن سميتها تؤدي الى تثبيط النمو حيث يعتمد بقاء الخلايا في قدرتها على تنظيم التركيز الداخل خلوي لايونات المعدن(Miersch *et al.*,1997)، ومحتمل ان يعود ذلك ايضا الى القابلية الضعيفة للعزلات على التحمل وبالذات عند التراكيز العالية من العناصر الثقيلة ومع زيادة فترة التماس نلاحظ تثبيط نمو العزلات وعدم زيادة اقطارها. وهذا يوافق ما أشار إليه (عبدالله وآخرون، 2016) بأن العلاقة بين زيادة التركيز ونسبة الازالة عكسية. ويمكن القول بأن تباين القدرة للفطريات المدروسة على استغلال العناصر اعتمد على اختلاف التركيز وفترة التحضين ونوع الفطر حيث ان الفطريات من اكثر الكائنات الحية تأثرا بالاوساط التي تعيشها وتتأثر باي تغيير بسيط في الوسط الغذائي لها بحيث يؤدي ذلك الى نتائج غير مرغوبة كان يزداد او ينخفض نموها بشكل كبير عن الحد المطلوب (محمد، 2005). ومن خلال التحليل الاحصائي، (الجدول 2 و3) نلاحظ تأثير التراكيز على الانواع المدروسة فبالنسبة لعنصر النحاس وجدت فروق معنوية بين النوع (*R.rosulus*) و النوع (*S.varigatus*) عند تركيز (2.5 ppm) و (7.5 ppm) بينما لم توجد فروق معنوية بين النوع (*P.involutus*) والنوع (*S.varigatus*) عند هذه التراكيز ووجدت ايضا فروق معنوية بين الانواع الثلاث المدروسة عند تركيز (10 ppm)، اما بالنسبة لعنصر الخارصين وجدت الفروق المعنوية بين كل من النوع (*P.involutus*) والنوع (*R.rosulus*) مع النوع (*S.varigatus*) عند تركيز (0.5 ppm) و(1 ppm) بينما لم تظهر فروق معنوية بين الانواع (*P.involutus*) و(*R.rosulus*) عند هذه التراكيز ووجدت فروق معنوية كذلك بين الأنواع الثلاث عند تركيز (1.5 ppm) وعند مستوى احتمالية ($P\leq0.05$).

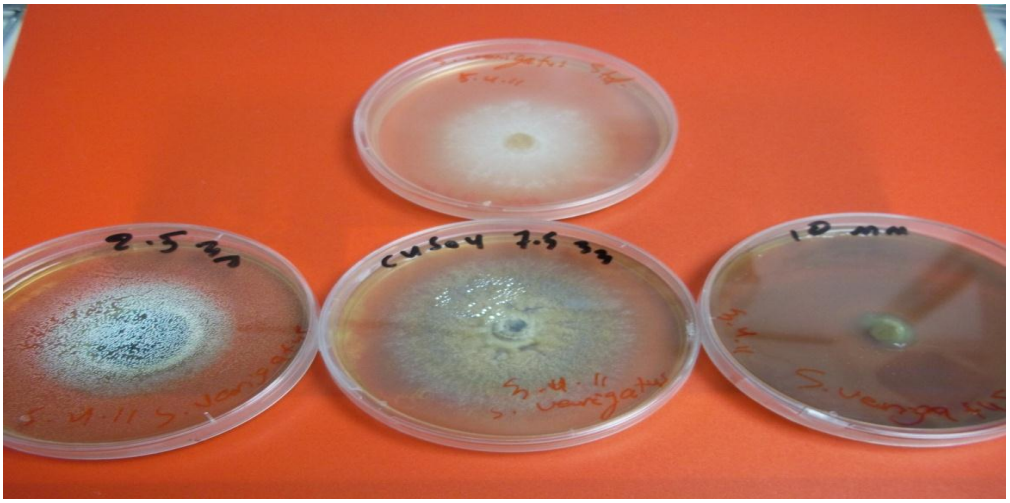
الاستنتاجات

1- ان الفطر (*P.involutus*) هو الاكفأ في تقييد ومعالجة عنصري النحاس والخارصين لجميع التراكيز وايام التحضين من خلال زيادة اقطاره مقارنة بعينات السيطرة وبالتالي امكانية استخدامه في المعالجة الحيوية.

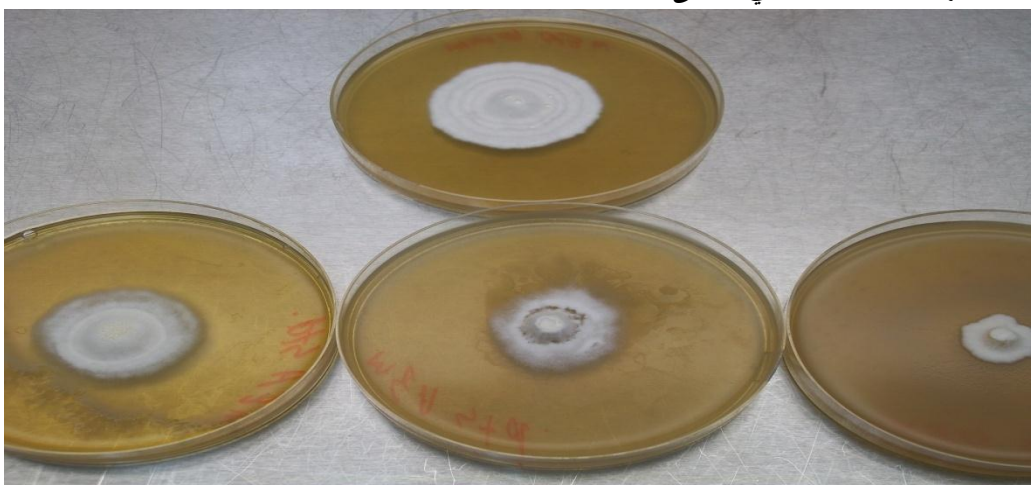
2- أن التراكيز القليلة من عنصر النحاس (2.5ppm) كانت الانسب لجميع انواع الفطريات المدروسة حيث ان اقطارها ازدادت عند هذا التركيز مقارنة بعينات السيطرة ولجميع ايام التحضين.



الصورة 1: توضح نمو العزلات للنوع (*R.rosulus*) عند التراكيز المختلفة (2.5, 7.5, 10 ppm) من اليسار الى اليمين ومقارنتها بعينة السيطرة في الاعلى.



الصورة 2: توضح نمو العزلات للنوع (*S.varigatus*) عند التراكيز المختلفة (2.5, 7.5, 10 ppm) من اليسار الى اليمين ومقارنتها بعينة السيطرة في الاعلى.



الصورة 3: توضح نمو العزلات للنوع (*P.involutus*) عند التراكيز المختلفة (2.5, 7.5, 10 ppm) من اليسار الى اليمين ومقارنتها بعينة السيطرة في الاعلى.

المصادر العربية

احمد، مناد (2007). تأثير التلوث بالزئبق على انتشار فطريات التربة بمنطقة عزابة. جامعة منتوري قسنطية/ كلية العلوم، اطروحة دكتوراه، الجزائر.

حسن، خالد فالح؛ فالح، علي حسن؛ حمدان ،غنية عيال؛ جاسم، شيماء فخري (2013). خفض تراكيز بعض العناصر الثقيلة من مياه الصرف الصحي باستخدام الكتل الفطرية غير الحية. مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية. **21**(2)، 562-567.

صالح، فرح صبحي (2012). تأثير تلوث التربة بتراكيز مختلفة من الكادميوم والرصاص على تركيز الكاربوهيدرات والبروتينات وبعض العناصر المعدنية في نبات زهرة الشمس .L *Helianthus annuus*. مجلة علوم الرافدين. **23**(4)، 41-55.

الصوفي، محمد عبد الرزاق؛ الموسوي، عادل تركي (2016). تقليل الأثر البيئي للتلوث بالرصاص الموجود في البنزين باستعمال عزلة محلية من خميرة. مجلة كلية التربية الأساسية .**22**(96)، 57-70.

الطائي، ميسون مهدي صالح؛ شهاب، نداء احمد؛ خلف، ايات رحيم (2016). تقييم كفاءة بعض الفطريات في معالجة المياه الملوثة بالعناصر الثقيلة. مجلة جامعة بابل / العلوم الصرفة والتطبيقية. **24**(1) .

عبدالله، احمد خميس؛ سليم، ساجد صلاح الدين؛ علي، عبد الجبار عباس (2016). استخدام الفطريات المعزولة من مواقع محتملة التلوث في المعالجة الحيوية للتلوث بالرصاص والكروم في مدينة الرمادي. مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة. **10**(2)، 10-16.

محمد، نهاد عبد (2005). تأثير اضافة بعض المواد الكيماوية على بيئة الأوساط الغذائية المختبرية في نمو الفطريات. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. **5**(1)، 5-10.

المصادر الاجنبية

APHA, American Public Health Association (1998). "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water". 20th ed., APHA press.

Bayramoglu, G.; Bektas, S.; Arica, M.Y. (2003). Biosorption of heavy metal ions onimmobilized white-rot fungus. *Trametes versicolor*. *J. Hazard Mater*, **101**, 285–300.

Dursun, A.Y.; Uslu, G.; Cuci, Y.; Aksu, Z. (2003). Bioaccumulation of copper (II), lead (II) and chromium (VI) by growing. *Aspergillus Niger*. *Process Biochem*, **38**, 1647–1651.

Fernandez, P.M.; Martorell, M.M.; Farina, J.I.; Figueroa, L.C. (2012). Removal efficiency of Cr^{6+} by Indigenous *Pichia* sp. isolated from textile factory effluent. *The Sci. Wor. J.*, 6.

Gradinaru, A.C.; Popescu, O.; Solcan, G. (2011). Variation analysis of heavy metal residues in milk and their incidence in milk products from Moldavia, Romania. *Env. Eng. and Man. J*., **10**(10), 1445-1450.

Kapoor, A.; Viraraghavan, T. (1995). Fungal biosorption and alternative treatment option of heavy metal bearing waster water. *Areview. Biores. Technol.*, **53**, 196.

Miersch, J.; Barlocher, F.; Bruns, I.; Krauss, G.J. (1997). Effect of cadmium copper, and zinc on growth and thiol content of aquatic hyphomycetes. *Hydrobiohgia*., **346**, 77-84.

Mohammed, D.B.; Khudier, S.H.; AL-Jubouri, M.H. (2014). The optimum conditions for naphthalene biodergradation by filamentous fungi . *Iraqi J. Sci.*, **55**(4B), 1780-1791.

Saied, S.M.; Basheer, A.A.; Alubaidy, G.F. (2007). Effects of gentian violet and boric acid on growth of the fungi: *Aspergillus flavus, Penicillium chrysogenum* and *P. expansum* . *Raf. J. Sci.*, **18**(12), 1-5.

Winge, D.R.; Sewell, A.K.; Thorvaldsen, J.L.; Farrell, H. (1998). "Metalion Stress in Yeist In Metal Ions in Gene Regulation (S. Silver and W. Walden, eds)". Chapman and Hall, New York, pp. 279-315.

Zhai, Q.; Narbad, A.; Chen, W. (2015). Dietary strategies for the treatment of cadmium and lead toxicity. *Nutrients*, pp. 552-571.