



جامعة الموصل  
كلية التربية للعلوم الصرفة

**كفاءة نباتي الكفغان *Silybum marianum* والعصفر  
*Carthamus tinctorius* في معالجة الترب الملوثة بالعناصر  
الثقيلة**

**غازي فيصل وسمي بطي الجبوري**

أطروحة دكتوراه  
علوم الحياة

بإشراف  
الأستاذ

الدكتور حسين صابر محمد علي الراشدي

## الخلاصة

أجريت هذه الدراسة في جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة بهدف دراسة تأثير ثلاثة أنواع مختلفة من العناصر الثقيلة وبأربعة تراكيز لكل عنصر وهي الكاديوم بالتراكيز (3 , 5 , 7 , 9) ملغم /كغم تربة والنحاس بالتراكيز (70 , 90 , 110 , 130) ملغم /كغم تربة والرصاص بالتراكيز (400 , 500 , 600 , 700) ملغم /كغم تربة على نباتي العصفور (*Carthamus tinctorius*) والكلغان (*Silybum marianum*) ودور هذان النباتان في معالجة التربة من هذه العناصر فضلاً عن دراسة تأثير التربة الملوثة على نبات الشعير المزروع في الموسم الثاني في التربة المزروعة سابقاً بنباتي العصفور والكلغان .

تبين من النتائج أن معاملة التربة بالعناصر الثقيلة وخاصة التراكيز العالية تسبب في حصول انخفاض معنوي في نمو النباتين وبعض الصفات الفسلجية وتركيز العناصر المغذية, إذ لوحظ أن معاملة التربة بعنصر الرصاص وبالتركيز (700) ملغم / كغم تربة أدى الى حصول انخفاض معنوي بطول كل من المجموع الخضري والجذري وتركيز الكاروتين في الانسجة الورقية وتركيز الكالسيوم في المجموع الجذري وتركيز الكاربوهيدرات في المجموع الخضري لنبات الكلغان وبلغت (38) و (7.367) سم و (0.294) ملغم/ غم وزن طري و (0.870) ملغم/ غم و (0.317) ملغم / غم و وزن جاف على التوالي وتركيز الكالسيوم والبوتاسيوم في المجموع الخضري والبروتين في المجموعة الخضرية في نبات العصفور وبلغت (0.800) و (10.37) ملغم / غم و (4.117) ملغم / غم وزن جاف . في حين تبين أن المعاملة بعنصر الكاديوم وبالتركيز (9) ملغم / كغم تربة تسبب في حصول انخفاض معنوي في كل من وزن المجموع الخضري والجاف والمحتوى المائي في الانسجة الورقية وتركيز المغنيسيوم والفسفور في المجموع الجذري لنبات العصفور وبلغ (1.375) غم و (63.18) % و (3.333) و (0.097) ملغم / غم على التوالي , وتركيز الكلوروفيل a و b والكلوروفيل الكلي في الانسجة الورقية وتركيز الكالسيوم و المغنيسيوم في المجموع الجذري وتركيز الفسفور في المجموع الخضري لنبات الكلغان وبلغت (0.505) و (0.332) و (0.688) ملغم / غم وزن رطب و (1.073) و (1.100) و (0.407) ملغم / غم على التوالي . اما بالنسبة للنحاس لوحظ أن المعاملة عند التركيز (130) ملغم / غم تربة فقد تسبب في حصول انخفاض معنوي

بتركيز البوتاسيوم وبلغت (8.360) ملغم / غم والكلوريد وبلغت وبلغت (0.110) ملغم / غم في المجموع الجذري لنبات العصفر مقارنة بمعاملة المقارنة .

كما تبين أن المعاملة بالكاديوم عند التركيز (9) ملغم / غم تربة تسبب في حصول زيادة معنوية بتركيز البرولين في الأنسجة الورقية لنبات الكلغان وبلغت (1.669) مايكرومول/غم من وزن المادة الرطبة وثباتية الاغشية البلازمية وبلغت (98.74) % . ولوحظ من النتائج التي تم الحصول عليها حصول زيادة معنوية بتركيز الكاديوم في الترب المزروعة بنبات العصفر والمجموع الجذري لنبات العصفر وبلغت (4.566) و (8.344) ملغم / كغم تربة عند معاملة التربة بالكاديوم عند التركيز (9) ملغم / كغم تربة. وحصول زيادة معنوية بتركيز النحاس في الترب المزروعة بنبات الكلغان والمجموعتين الخضرية والجذرية لنبات الكلغان عند المعاملة بعنصر النحاس عند التركيز (130) ملغم / كغم تربة وبلغت (18.33) و (13.68) و (35.50) ملغم / كغم تربة على التوالي, كما تبين أن المعاملة بعنصر الرصاص عند التركيز (700) ملغم / كغم تربة تسبب في حصول زيادة معنوية بتركيز الرصاص في كل من التربة المزروعة بنبات الكلغان والمجموع الجذري لنبات الكلغان وبلغت (168.7) و (167.3) ملغم / كغم تربة على التوالي .

وعند دراسة معايير تقييم التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في النبات ودلائل تلوث التربة وجد ان معدل نمو نبات العصفر ومعدل التراكم الحيوي لعنصر الرصاص في نباتات العصفر النامية في ترب ملوثة بالرصاص عند التركيز (400) ملغم / كغم تربة تفوق على باقي المعاملات وبلغت (99.91) % و (1.890) على التوالي, أن قيم معدل استظالة جذور نبات الكلغان النامية في ترب معاملة بعنصر الرصاص عند التركيز (700) ملغم / كغم تربة تفوقت على باقي المعاملات وسجلت (0.026) ملم / يوم. كما تفوق معامل الانتقال الحيوي لعنصر الرصاص عند التركيز (400) ملغم / كغم تربة في نبات العصفر في حين زاد قيم معامل التركيز الحيوي لعنصر الكاديوم عند المعاملة بالكاديوم عند التركيز (3) ملغم / كغم تربة في نبات الكلغان . اما بالنسبة لقيمة القدرة على التحمل وجد ان نباتات العصفر النامية بترب معاملة بالنحاس عند التركيز (70) ملغم / كغم تربة تفوقت على باقي المعاملات وسجلت (0.984) في حين تفوق نبات الكلغان في قيمة نسبة استخلاص العنصر عند زراعتها في ترب معاملة بالرصاص عند التركيز (600) ملغم / كغم تربة وبلغت (75.23) % . كذلك وُجِدَ أن قيم دليل التراكم الجيولوجي سجل أعلى قيمة في ترب نبات العصفر المعاملة بالرصاص عند التركيز (700) ملغم / كغم تربة وبلغت (2.721) . كما لوحظ ان عامل التلوث بلغ

اقصى حد في الترب المزروعة بنباتات العصفر والمعاملة بعنصر الكاديوم عند التركيز (9) ملغم / كغم تربة وسجلت (11.14) . كذلك سجلت قيم مؤشر الخطر أعلى قيمة له في نبات الكلغان المعامل بالكاديوم عند التركيز (9) ملغم / كغم تربة وبلغت (178.6).

كما لوحظ من النتائج التي تم الحصول عليها حصول انخفاض معنوي محدود في الكثير من الصفات كالتطول والوزن الجاف للمجموعتين الخضرية والجذرية والمساحة الورقية والمحتوى المائي في الانسجة الورقية وتركيز صبغات البناء الضوئي وتركيز الكاربوهيدرات والبروتين في المجموعة الخضرية، وتركيز العناصر المغذية في المجموعتين الخضرية والجذرية نتيجة امتصاص العناصر الثقيلة من قبل نباتي العصفر والكلغان وحصول زيادة معنوية في دليل الضرر وارتشاح ايونات البوتاسيوم والصوديوم، وتركيز البرولين في الانسجة الورقية لنباتات الشعير النامية في ترب كانت معاملة بالعناصر الثقيلة أعلاه وبشكل خاص التراكيز العالية والمزروعة بنباتي العصفر والكلغان مقارنة بمعاملة المقارنة.

في معالجة التربة الملوثة بالعناصر الثقيلة *Carthamus tinctorius* والعصفر *Silybum marianum* كفاءة نباتي الكلغان

المؤلف: غازي فيصل وسمي بطي

المشرف أ.د. حسين صابر محمد علي الراشدي

الناشر : جامعة الموصل

النتائج	الملخص البياني																																																																																																																																																																																																
<p>وعند دراسة معايير تقييم التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في النبات ودلائل تلوث التربة وجد ان معدل نمو نبات العصفر ومعدل التراكم الحيوي لعنصر الرصاص في نباتات العصفر النامية في تربة ملوثة بالرصاص عند التركيز (٤٠٠) ملغم / كغم تربة تفوق على باقي المعاملات وبلغت (٩٩.٩١) % و (١.٨٩٠) على التوالي، كما تفوق معامل الانتقال الحيوي لعنصر الرصاص عند التركيز (٤٠٠) ملغم / كغم تربة في نبات العصفر في حين زاد قيم معامل التركيز الحيوي لعنصر الكاديوم عند المعاملة بالكاديوم عند التركيز (٣) ملغم / كغم تربة في نبات الكلغان .</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>Tolerance Index</b> تأثير العناصر الثقيلة على قيم القدرة على التحمل (TI) في نباتي العصفر والكلغان</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>المعاملة</th> <th>العصفر</th> <th>الكلغان</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>المقارنة</td><td>1.000</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>الكاديوم ملغم / كغم تربة</td><td>0.969</td><td>0.920</td></tr> <tr><td></td><td>0.921</td><td>0.888</td></tr> <tr><td></td><td>0.873</td><td>0.834</td></tr> <tr><td></td><td>0.839</td><td>0.805</td></tr> <tr><td>النحاس ملغم / كغم تربة</td><td>1.000</td><td>1.000</td></tr> <tr><td></td><td>0.969</td><td>0.984</td></tr> <tr><td></td><td>0.945</td><td>0.949</td></tr> <tr><td></td><td>0.914</td><td>0.923</td></tr> <tr><td></td><td>0.809</td><td>0.847</td></tr> <tr><td>الرصاص ملغم / كغم تربة</td><td>1.000</td><td>1.000</td></tr> <tr><td></td><td>0.925</td><td>0.965</td></tr> <tr><td></td><td>0.832</td><td>0.914</td></tr> <tr><td></td><td>0.816</td><td>0.875</td></tr> <tr><td></td><td>0.757</td><td>0.815</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Transfer Factor (TF)</b> تأثير العناصر الثقيلة على قيم معامل الانتقال الحيوي</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>المعاملة</th> <th>العصفر</th> <th>الكلغان</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>المقارنة</td><td>1.154</td><td>0.823</td></tr> <tr><td>الكاديوم ملغم / كغم تربة</td><td>0.827</td><td>1.177</td></tr> <tr><td></td><td>0.798</td><td>1.088</td></tr> <tr><td></td><td>0.832</td><td>0.958</td></tr> <tr><td></td><td>0.854</td><td>0.440</td></tr> <tr><td>النحاس ملغم / كغم تربة</td><td>1.236</td><td>0.790</td></tr> <tr><td></td><td>0.627</td><td>0.747</td></tr> <tr><td></td><td>0.625</td><td>0.779</td></tr> <tr><td></td><td>0.732</td><td>0.995</td></tr> <tr><td></td><td>0.604</td><td>0.888</td></tr> <tr><td>الرصاص ملغم / كغم تربة</td><td>0.665</td><td>2.707</td></tr> <tr><td></td><td>0.615</td><td>2.089</td></tr> <tr><td></td><td>1.568</td><td>1.540</td></tr> <tr><td></td><td>1.475</td><td>2.025</td></tr> <tr><td></td><td>1.360</td><td>1.652</td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>Biological Accumulation Factor (BAC)</b> تأثير العناصر الثقيلة على قيم معامل التراكم الحيوي</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>المعاملة</th> <th>العصفر</th> <th>الكلغان</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>المقارنة</td><td>2.371</td><td>1.715</td></tr> <tr><td>الكاديوم ملغم / كغم تربة</td><td>1.732</td><td>1.326</td></tr> <tr><td></td><td>1.667</td><td>0.978</td></tr> <tr><td></td><td>1.540</td><td>0.893</td></tr> <tr><td></td><td>1.546</td><td>0.804</td></tr> <tr><td>النحاس ملغم / كغم تربة</td><td>1.039</td><td>0.492</td></tr> <tr><td></td><td>1.005</td><td>0.517</td></tr> <tr><td></td><td>0.854</td><td>0.674</td></tr> <tr><td></td><td>0.618</td><td>1.127</td></tr> <tr><td></td><td>0.643</td><td>0.695</td></tr> <tr><td>الرصاص ملغم / كغم تربة</td><td>0.815</td><td>2.009</td></tr> <tr><td></td><td>0.593</td><td>1.890</td></tr> <tr><td></td><td>1.518</td><td>1.341</td></tr> <tr><td></td><td>1.696</td><td>1.763</td></tr> <tr><td></td><td>1.349</td><td>1.737</td></tr> </tbody> </table> <p><b>Concentration Factor (CF)</b> تأثير العناصر الثقيلة على قيم معامل التركيز الحيوي</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>المعاملة</th> <th>العصفر</th> <th>الكلغان</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>المقارنة</td><td>2.054</td><td>2.083</td></tr> <tr><td>الكاديوم ملغم / كغم تربة</td><td>2.095</td><td>1.127</td></tr> <tr><td></td><td>2.090</td><td>0.898</td></tr> <tr><td></td><td>1.851</td><td>0.931</td></tr> <tr><td></td><td>1.810</td><td>1.872</td></tr> <tr><td>النحاس ملغم / كغم تربة</td><td>0.841</td><td>0.622</td></tr> <tr><td></td><td>1.603</td><td>0.693</td></tr> <tr><td></td><td>1.366</td><td>0.865</td></tr> <tr><td></td><td>0.844</td><td>1.133</td></tr> <tr><td></td><td>1.065</td><td>0.783</td></tr> <tr><td>الرصاص ملغم / كغم تربة</td><td>1.225</td><td>0.742</td></tr> <tr><td></td><td>0.964</td><td>0.905</td></tr> <tr><td></td><td>0.968</td><td>0.871</td></tr> <tr><td></td><td>1.150</td><td>0.871</td></tr> <tr><td></td><td>0.992</td><td>1.051</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>	المعاملة	العصفر	الكلغان	المقارنة	1.000	1.000	الكاديوم ملغم / كغم تربة	0.969	0.920		0.921	0.888		0.873	0.834		0.839	0.805	النحاس ملغم / كغم تربة	1.000	1.000		0.969	0.984		0.945	0.949		0.914	0.923		0.809	0.847	الرصاص ملغم / كغم تربة	1.000	1.000		0.925	0.965		0.832	0.914		0.816	0.875		0.757	0.815	المعاملة	العصفر	الكلغان	المقارنة	1.154	0.823	الكاديوم ملغم / كغم تربة	0.827	1.177		0.798	1.088		0.832	0.958		0.854	0.440	النحاس ملغم / كغم تربة	1.236	0.790		0.627	0.747		0.625	0.779		0.732	0.995		0.604	0.888	الرصاص ملغم / كغم تربة	0.665	2.707		0.615	2.089		1.568	1.540		1.475	2.025		1.360	1.652	المعاملة	العصفر	الكلغان	المقارنة	2.371	1.715	الكاديوم ملغم / كغم تربة	1.732	1.326		1.667	0.978		1.540	0.893		1.546	0.804	النحاس ملغم / كغم تربة	1.039	0.492		1.005	0.517		0.854	0.674		0.618	1.127		0.643	0.695	الرصاص ملغم / كغم تربة	0.815	2.009		0.593	1.890		1.518	1.341		1.696	1.763		1.349	1.737	المعاملة	العصفر	الكلغان	المقارنة	2.054	2.083	الكاديوم ملغم / كغم تربة	2.095	1.127		2.090	0.898		1.851	0.931		1.810	1.872	النحاس ملغم / كغم تربة	0.841	0.622		1.603	0.693		1.366	0.865		0.844	1.133		1.065	0.783	الرصاص ملغم / كغم تربة	1.225	0.742		0.964	0.905		0.968	0.871		1.150	0.871		0.992	1.051
المعاملة	العصفر	الكلغان																																																																																																																																																																																															
المقارنة	1.000	1.000																																																																																																																																																																																															
الكاديوم ملغم / كغم تربة	0.969	0.920																																																																																																																																																																																															
	0.921	0.888																																																																																																																																																																																															
	0.873	0.834																																																																																																																																																																																															
	0.839	0.805																																																																																																																																																																																															
النحاس ملغم / كغم تربة	1.000	1.000																																																																																																																																																																																															
	0.969	0.984																																																																																																																																																																																															
	0.945	0.949																																																																																																																																																																																															
	0.914	0.923																																																																																																																																																																																															
	0.809	0.847																																																																																																																																																																																															
الرصاص ملغم / كغم تربة	1.000	1.000																																																																																																																																																																																															
	0.925	0.965																																																																																																																																																																																															
	0.832	0.914																																																																																																																																																																																															
	0.816	0.875																																																																																																																																																																																															
	0.757	0.815																																																																																																																																																																																															
المعاملة	العصفر	الكلغان																																																																																																																																																																																															
المقارنة	1.154	0.823																																																																																																																																																																																															
الكاديوم ملغم / كغم تربة	0.827	1.177																																																																																																																																																																																															
	0.798	1.088																																																																																																																																																																																															
	0.832	0.958																																																																																																																																																																																															
	0.854	0.440																																																																																																																																																																																															
النحاس ملغم / كغم تربة	1.236	0.790																																																																																																																																																																																															
	0.627	0.747																																																																																																																																																																																															
	0.625	0.779																																																																																																																																																																																															
	0.732	0.995																																																																																																																																																																																															
	0.604	0.888																																																																																																																																																																																															
الرصاص ملغم / كغم تربة	0.665	2.707																																																																																																																																																																																															
	0.615	2.089																																																																																																																																																																																															
	1.568	1.540																																																																																																																																																																																															
	1.475	2.025																																																																																																																																																																																															
	1.360	1.652																																																																																																																																																																																															
المعاملة	العصفر	الكلغان																																																																																																																																																																																															
المقارنة	2.371	1.715																																																																																																																																																																																															
الكاديوم ملغم / كغم تربة	1.732	1.326																																																																																																																																																																																															
	1.667	0.978																																																																																																																																																																																															
	1.540	0.893																																																																																																																																																																																															
	1.546	0.804																																																																																																																																																																																															
النحاس ملغم / كغم تربة	1.039	0.492																																																																																																																																																																																															
	1.005	0.517																																																																																																																																																																																															
	0.854	0.674																																																																																																																																																																																															
	0.618	1.127																																																																																																																																																																																															
	0.643	0.695																																																																																																																																																																																															
الرصاص ملغم / كغم تربة	0.815	2.009																																																																																																																																																																																															
	0.593	1.890																																																																																																																																																																																															
	1.518	1.341																																																																																																																																																																																															
	1.696	1.763																																																																																																																																																																																															
	1.349	1.737																																																																																																																																																																																															
المعاملة	العصفر	الكلغان																																																																																																																																																																																															
المقارنة	2.054	2.083																																																																																																																																																																																															
الكاديوم ملغم / كغم تربة	2.095	1.127																																																																																																																																																																																															
	2.090	0.898																																																																																																																																																																																															
	1.851	0.931																																																																																																																																																																																															
	1.810	1.872																																																																																																																																																																																															
النحاس ملغم / كغم تربة	0.841	0.622																																																																																																																																																																																															
	1.603	0.693																																																																																																																																																																																															
	1.366	0.865																																																																																																																																																																																															
	0.844	1.133																																																																																																																																																																																															
	1.065	0.783																																																																																																																																																																																															
الرصاص ملغم / كغم تربة	1.225	0.742																																																																																																																																																																																															
	0.964	0.905																																																																																																																																																																																															
	0.968	0.871																																																																																																																																																																																															
	1.150	0.871																																																																																																																																																																																															
	0.992	1.051																																																																																																																																																																																															
<p><b>الكلمات المفتاحية</b></p> <p>المعالجة النباتية نبات العصفر نبات الكلغان نبات الشعير العناصر الثقيلة</p>	<p><b>المستخلص</b></p> <p>أجريت هذه الدراسة في جامعة الموصل / كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم علوم الحياة بهدف دراسة تأثير ثلاثة أنواع مختلفة من العناصر الثقيلة وبأربعة تراكيز لكل عنصر وهي الكاديوم بالتراكيز (٣ ، ٧ ، ٩) ملغم /كغم تربة والنحاس بالتراكيز (٧٠ ، ٩٠ ، ١١٠ ، ١٣٠) ملغم /كغم تربة والرصاص بالتراكيز (٤٠٠ ، ٥٠٠ ، ٦٠٠ ، ٧٠٠) ملغم /كغم تربة على نباتي العصفر (<i>Carthamus tinctorius</i>) والكلغان (<i>Silybum marianum</i>) ودور هذان النباتان في معالجة التربة من هذه العناصر فضلاً عن دراسة تأثير التربة الملوثة على نبات الشعير المزروع في الموسم الثاني في التربة المزروعة سابقاً بنباتي العصفر والكلغان .</p> <p>وعند دراسة معايير تقييم التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة في النبات ودلائل تلوث التربة وجد ان معدل نمو نبات العصفر ومعدل التراكم الحيوي لعنصر الرصاص في نباتات العصفر النامية في تربة ملوثة بالرصاص عند التركيز (٤٠٠) ملغم / كغم تربة تفوق على باقي المعاملات وبلغت (٩٩.٩١) % و (١.٨٩٠) على التوالي، أن قيم معدل استتالة جذور نبات الكلغان النامية في تربة معالجة بعنصر الرصاص عند التركيز (٧٠٠) ملغم / كغم تربة تفوقت على باقي المعاملات وسجلت (٠.٠٢٦) ملم / يوم. كما تفوق معامل الانتقال الحيوي لعنصر الرصاص عند التركيز (٤٠٠) ملغم / كغم تربة في نبات العصفر في حين زاد قيم معامل التركيز الحيوي لعنصر الكاديوم عند المعاملة بالكاديوم عند التركيز (٣) ملغم / كغم تربة في نبات الكلغان . اما بالنسبة لقيمة القدرة على التحمل وجد ان نباتات العصفر النامية بتربة معالجة بالنحاس عند التركيز (٧٠) ملغم / كغم تربة تفوقت على باقي المعاملات وسجلت (٠.٩٨٤) في حين تفوق نبات الكلغان في قيمة نسبة استخلاص العنصر عند زراعتها في تربة معالجة بالرصاص عند التركيز (٦٠٠) ملغم / كغم تربة وبلغت (٧٥.٢٣) % . كذلك وُجد أن قيم دليل التراكم الجيولوجي سجل أعلى قيمة في تربة نبات العصفر المعاملة بالرصاص عند التركيز (٧٠٠) ملغم / كغم تربة وبلغت (٢.٧٢١) . كما لوحظ ان عامل التلوث بلغ أقصى حد في التربة المزروعة بنباتات العصفر والمعاملة بعنصر الكاديوم عند التركيز (٩) ملغم / كغم تربة وسجلت (١١.١٤)</p>																																																																																																																																																																																																

## Abstract

This study was conducted at the University of Mosul / College of Education for Pure Sciences / Department of Biology with the aim of studying the effect of three different types of heavy metals and four concentrations of each metal, namely cadmium at concentrations of (3, 5, 7, 9) mg/kg soil, copper at concentrations of (70, 90, 110, 130) mg/kg soil, and lead at concentrations of (400, 500, 600, 700) mg/kg soil on Safflower (*Carthamus tinctorius*) and Silybum (*Silybum marianum*) and the role of these two plants in treating the soil from these metals, in addition to studying the effect of polluted soil on barley plants grown in the second season in soils previously planted with Safflower and Silybum.

The results showed that treating the soil with heavy metals, especially high concentrations, caused a significant decrease in the growth of the two plants, some physiological characteristics, and the concentration of nutrients. It was noted that treating the soil with lead at a concentration of (700) mg/kg of soil led to a significant decrease in the length of the shoot and root groups and the concentration of carotene In leaf tissues, calcium concentration in the root system and carbohydrate concentration in the shoot system of Silybum plant reached (38) and (7.367) cm and (0.294) mg/g fresh weight and (0.870) mg/g and (0.317) mg/g dry weight respectively. In additions calcium and potassium concentration and protein in the shoot system of Safflower plant also decrease and reached (0.800) and (10.37) mg/g and (4.117) mg/g dry weight. While it was found that the treatment with cadmium at a concentration of (9) mg/kg soil caused a significant decrease in both dry weight of the shoot and the water content in the leaf tissues and the concentration of magnesium and phosphorus in the root system of the safflower plant, which amounted to

(1.375) g and (63.18)% and (3.333) and (0.097) mg/g respectively, and the concentration of chlorophyll a and b and total chlorophyll in the leaf tissues and the concentration of calcium and magnesium in the root system and the concentration of phosphorus in the shoot system For the Silybum plant, it reached (0.505), (0.332), and (0.688) mg/g of fresh weight, and (1.073), (1.100), and (0.407) mg/g, respectively. As for copper, it was noted that the treatment at a concentration of (130) mg/kg of soil caused a significant decrease in the concentration of potassium, which reached (8.360) mg/g, and chloride, which reached (0.110) mg/g in the root system of the Safflower plant, compared to the control treatment.

It was also shown that treatment with cadmium at a concentration of (9) mg/kg of soil caused a significant increase in the concentration of proline in the leaf tissues of the Silybum plant, which reached (1.669) micromol/g of wet weight, and the stability of the plasma membranes and the filtration of potassium ions reached (98.74)% and (132.0)%, respectively.

It was noted from the results obtained that there was a significant increase in the concentration of cadmium in the soil planted with Safflower and the root system of Safflower, reaching (4.566) and (8.344) mg/kg soil when the soil was treated with cadmium at a concentration of (9) mg/kg soil. A significant increase in the concentration of copper in the soil planted with Silybum plant, the shoot and the root groups of Silybum plant was observed when treated with the copper metal at a concentration of (130) mg/kg soil, which reached (18.33), (13.68), and (35.50) mg/kg soil, respectively. It was also shown that treatment with lead at a concentration of (700) mg/kg soil caused a significant increase in the concentration of lead in both the soil planted with Silybum plant and the root system of Silybum plant, reaching

(168.7) and (167.3) mg/kg soil, respectively. When studying the criteria for evaluating the bioaccumulation of heavy metals in plants and evidence of soil pollution, it was found that the growth rate of the Safflower plant and the bioaccumulation rate of lead in Safflower plants growing in soil contaminated with lead at a concentration of (400) mg/kg soil were superior to the rest of the treatments that reached (99.91)% and (1.890) respectively. The values of the elongation rate of the roots of Silybum plant growing in soil treated with lead at a concentration of (700) mg/kg soil outperformed the rest of the treatments and recorded (0.026) mm/day. The biotransfer coefficient of lead was higher at a concentration of (400) mg/kg soil in Safflower plants, while the bioconcentration coefficient of cadmium increased when treated with cadmium at a concentration of (3) mg/kg soil in Silybum plants. As for the value of the tolerance, it was found that Safflower plants grown in soil treated with copper at a concentration of (70) mg/kg soil outperformed the rest of the treatments and recorded (0.984), while Silybum plant outperformed in the value of the percentage of extraction of the element when planted in soil treated with lead at a concentration of (600) mg/kg soil and reached (75.23)%. It was also found that the values of the geological accumulation index recorded the highest value in safflower soil treated with lead at a concentration of (700) mg/kg soil and reached (2.721). It was also noted that the pollution factor reached its maximum limit in the soil planted with safflower plants and treated with cadmium at a concentration of (9) mg/kg soil and recorded (11.14). The risk index values also recorded their highest value in Silybum plant treated with cadmium at a concentration of (9) mg/kg soil and reached (178.6), while the health risk values recorded (14.67) in safflower plants growing in soil treated with lead at a concentration of (700) mg/kg soil as a maximum degree compared to the other treatments.

It was also noted from the results that there was a limited significant decrease in many traits such as the length and dry weight of the shoot and root groups, leaf area, water content in leaf tissues, concentration of photosynthetic pigments, concentration of carbohydrates and protein in the shoot group, and concentration of nutrients in the shoot and root groups as a result of the absorption of heavy metals by Safflower and Silybum plants, there was a significant increase in the stability of the plasma membranes, filtration of potassium and sodium ions, and proline concentration in the leaf tissues of barley plants grown in soils that were treated with the above heavy metals, especially the high concentrations, and planted with Safflower and Silybum plants compared to the control treatment.

**University of Mosul  
College of Education  
for Pure Science**



**Efficiency of Milkthistle *Silybum marianum* L. and  
Safflower *Carthamus tictorius* in Phytoremediation  
of Soils contaminated with Heavy Metals**

**Ghazi Faisal Wasmi Bati Al-Jubouri**

**Ph.D.Thesis**

**Biology**

**Supervised by**

**Prof.**

**Dr. Hussein Saber Mohammad Ali Al-Rashedy**