مقدرة بعض الأنواع النباتية الضفافية على مراكمة النحاس

"دراسة حالة: نهر الفلاح ـ البسيط ـ منطقة اللاذقية"

الدكتور ابراهيم نيصافي* الدكتور عماد قبيلي ** هبا جروه***

ملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة مقدرة نباتي الصفصاف الأبيض *Salix alba L* والفيتكس *Vitex agnus-castus* على مراكمة عنصر النحاس (Cu) المنتشرين طبيعياً على جانبي نهر الفلاح في منطقة اللاذقية – البسيط.

جمعت العينات النباتية من الأوراق والخشب والقلف للأنواع النباتية المدروسة، وكذلك أخذت عينات من التربة المحيطة بالنباتات على عمق (0-20 cm). تم أخذ ثلاث مكررات لكل عينة. تم تقدير تركيز النحاس(Cu) باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (atomic absorption spectrophotometer).

أظهرت النتائج عدم وجود تلوث شديد بهذا العنصر وكذلك بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين النوعين النباتين في مراكمة النحاس حيث تراوحت كمية النحاس في الأنواع النباتية للأجزاء المدروسة بين (1,03-1,55 ppm) في الصفصاف الأبيض و(1.11-1.60 ppm) في الفيتكس. كما أكدت هذه الدراسة تفوق خشب الصفصاف الأبيض على باقي الأجزاء النباتية الأخرى في مراكمة النحاس، في حين تفوقت أوراق نبات الفيتكس على باقي الأجزاء النباتية الأخرى في مراكمة النحاس.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، عنصر النحاس، الصفصاف، الفيتكس، المراكمة

* استاذ مساعد – قسم الحراج والبيئة– كلية الزراعة – جامعة تشرين– اللاذقية – سورية .

**أستاذ – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

***طالبة دراسات عليا (ماجستير) – قسم الحراج والبيئة – كلية الزراعة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

The ability of some riparian tree species to accumulate Cu

Case study: Al- Falah river – Al- Basit - Lattakia " "province

Dr. Ibrahim Nesafi* Dr. Imad Qubieli ** Eng. Hiba Jarwa ***

Abstract

This study aimed to investigate the abilities of two riparian tree species (*Salix alba L& Vitex agnus-castus*) for absorb and accumulate copper (Cu). This plants are native near the Al-Falah River in the Lattakia-Al-Basit region. The plants samples were collected from leaves, wood, and bark for plant species, the soil samples were taken at (0-20)cm depth. Concentration of heavy metals were determined in soils and plants with "Atomic Absorption Spectrophotometer".

The results did not show significant pollution with this element, as well as the results of the statistical analysis showed there were not any significant differences between the two species in terms of the accumulation of cu . While the Cu concentrations ranged between (1.03-1,55 ppm) in Salix alba and (1.11-1.60 ppm) in Vitex. It was also revealed that Salix alba wood accumulated Cu more than the other parts, whereas vitex leaves accumulated Cu more than the other parts.

Keywords: heavy metals, copper , Salix alba , Vitex, accumulator

*Assistant Professor, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

** Professor, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

*** Postgraduate Student, Department of Ecology and Forestry, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1.المقدمة

التلوث البيئي ظاهرة ليست جديدة، حيث يعد أحد أكبر التهديدات للصحة البشرية وأحد الأسباب البيئية الرئيسية للوفاة والامراض المختلفة. تنطلق الملوثات من مختلف الأنشطة البشرية الزراعية والصناعية وغيرها ينتج عنها المواد البلاستيكية والمعادن الثقيلة وغيرها، والتي تتميز بعدم تحللها وتكون ضارة بالكائنات الحية (Sahu, 2022).

يُعرَّف التلوث البيئي بأنه "تلوث المكونات الفيزيائية والبيولوجية للنظام الأرض/ والغلاف الجوي لدرجة التأثر السلبي للعمليات البيئية الطبيعية. (Muralikrishna and Manickam, 2017)

وتقسم الملوثات حسب تركيبها الكيميائي إلى مجموعتين رئيسيتين هما: ملوثات عضوية(organic pollutants) وملوثات غير عضوية (inorganic pollutants). تعد العناصر الثقيلة من أهم وأخطر الملوثات غير العضوية وتأتي خطورة هذه العناصر من خلال تراكمها وبقائها في الوسط المحيط لفترة طويلة وعدم تحللها بيولوجيا" (Njoku and Nwani, 2022).

يعد تلوث النباتات والماء والتربة بالعناصر الثقيلة أحد أهم القضايا التي يجب مواجهتها في جميع أنحاء العالم لأنه عند تواجدها بقيم تتجاوز المدى المسموح به تصبح مهددة للحياة النباتية والحيوانية والبشرية(Nazir *et al*., 2015) ، حيث تتواجد هذه العناصر الثقيلة بشكل طبيعي في القشرة الأرضية ولكن بتراكيز منخفضة في كل الأنظمة البيئية، ولكن نتيجة الأنشطة البشرية المختلفة مثل (الصناعات المتعددة والأنشطة الزراعية، المخصبات والمبيدات، التعدين وحرق الوقود، وسائل النقل والصرف الصحي وغيرها من مصادر التلوث المختلفة) أدت إلى طرح كميات كبيرة من هذه العناصر في المسطحات المائية وفي التربة وبالتالي إخلال بنسب هذه العناصر وبالتالي ازدياد درجة تلوث الوسط المحيط بهذه العناصر Yadav, (2019).

وتعتبر العناصر الثقيلة من أكثر ملوثات المياه سمية، حيث يتم إطلاق 80٪ من المياه العادمة غير المعالجة في المسطحات المائية بما في ذلك المسطحات المائية العذبة التي تستخدم للأغراض المنزلية. وهذا يؤدي إلى إجهاد مائي عالمي بسبب الندرة المتزايدة لموارد المياه العذبة، وتقدر إحدى الدراسات أن ما يقرب من ستين بالمائة من سكان العالم سيعانون من الإجهاد المائي بحلول عام 2025 (Khalid *et al*., 2018).

تدخل هذه العناصر مثل الزئبق والرصاص، النيكل، الكروم، الكادميوم، النحاس، الزنك والنيكل وغيرها في السلسلة الغذائية وتتراكم داخل الإنسان وبالتالي تتسبب بأضرار على صحة الإنسان (Pacheco *et al*., 2020)، وتُظهر هذه الملوثات أيضًا آثارًا ضارة على النباتات والحيوانات (Coelho *et al*., 2016).

أدى هذا التدهور البيئي إلى زيادة الطلب على وضع استراتيجيات علاجية (Coelho *et al*., 2016). حيث بذلت جهود كبيرة لتطوير تقنيات سهلة الاستخدام و اقتصادية وعملية، من أجل الحفاظ على نوعية جيدة للتربة والماء والتخفيف قدر الامكان من التلوث (Yadav,2019)، إذ استخدمت الطرق الفيزيائية والكيميائية كثيراً لمعالجة تلوث التربة والماء، لكن تبين أن هذه الطرق مكلفة جداً، وتتطلب جهداً كبيراً، ولها آثار سلبية على البيئة عامة، وغير ملائمة لمساحات كبيرة ملوثة (Nguyen *et al*., 2020).

تطورت دراسات عديدة للبحث في إمكانية التخفيف من خطر التلوث، واستخدام أدلة حيوية على التلوث أكثر ملائمة للبيئة، وأقل تكلفة، فقد تم التركيز على الأنواع النباتية المختلفة، وكذلك دور الأحياء الدقيقة في مراكمة الملوثات أو تفكيكها، وتحويلها إلى شكل أقل سمية أو غير سام (Peer *et al*., 2005). وتوصلت نتائج الدراسات السابقة الى ايجاد نباتات تقوم بامتصاص ومراكمة Accumulation الملوثات فيها وبدون ظهور أعراض السمية عليها، وتم تصنيف النباتات إلى ثلاث فئات، وفقا لقدرتها على امتصاص العناصر الثقيلة ومراكمتها و تحملها في أنسجتها هي:

 المراكمات Heperaccumulators: هي النباتات التي تتحمل أقصى مستوى من العناصر الثقيلة.

 المؤشرات Indicators: هي النباتات التي تنظم امتصاص العناصر الثقيلة بحيث يعكس التركيز الداخلي المستوى الخارجي.

 المنفرات (المستبعدات) Excluders: هي النباتات التي تحافظ على تركيز ثابت و منخفض من العناصر الثقيلة في أنسجتها (Alexander *et al.*, 2006).

وللمقارنة بين النباتات من حيث قدرتها على امتصاص العناصر الثقيلة من التربة استخدم معامل التراكم الحيوي Bioaccumulation Factor (BF)، الذي يعبر عن نسبة كمية العنصر في النبات إلى كميته في التربة (Bini *et al.*, 1988) .

وقد وجد الباحثون أن استخدام النباتات لمعالجة التلوث بالعناصر الثقيلة خيار بديل فعال من حيث التكلفة، صديق للبيئة، و واعد جدا (Peer *et al.*, 2005). حيث تلعب النباتات الضفافية دوراً مهماً في البيئة من خلال إعادة تدوير العناصر المعدنية منها ما هو مغذي ومفيد في البيئة ومنها ما هو ضار تثبته في أجزائها الخشبية وبالتالي تخلص البيئة من أثارها الضارة، كذلك تثبيت جوانب مجاري المياه وضفاف الأنهار، والحد من التعرية، كما توفر المأوى (المسكن) والغذاء للعديد من الكائنات الحية والمحافظة على درجة حرارة المياه المناسبة مما يسهم في تحسين الثروة السمكية وتحسين معيشة القاطنين في الجوار من خلال تأمين حطب وقيد بالدرجة الأولى وحطب صناعي بالدرجة الثانية واطعام الحيوانات الداجنة (Biologydictionary.net, 2018). لذلك تزايد في العقد الأخير من القرن العشرين استخدام الأنواع النباتية لتنظيف ملوثات التربة والمياه (Phytoremediation) كتقنية حديثة، إذ أجريت دراسات عديدة في هذا المجال (Njoku and Nwani, 2022).

هذا ويعتبر عنصر النحاس من العناصر الثقيلة الهام حيوياً للكائنات الحية لاسيما النباتات ولكن عند ارتفاع تراكيزه حدود معينة يصبح سام، ويعتبر عنصر متوسط الحركة وينتج عن أغلب الأنشطة البشرية لاسيما استخدامه في صناعة المبيدات الفطرية النحاسية لذلك

تناولت هذه الدراسة عنصر النحاس وخاصة أن منطقة الموقع المدروس تتميز بوجود أنشطة زراعية ورمي المخلفات أو الفضلات.

2.أهمية البحث وأهدافه

تبرز أهمية هذا البحث في التعرف على مقدرة بعض الأنواع النباتية الضفافية التي تنمو بشكل طبيعي في المواقع الملوثة على امتصاص النحاس ومراكمته فيها، و بالتالي تنقية الوسط المحيط بها قدر الإمكان منه. وتشهد المنطقة المدروسة (ضفاف نهر الفلاح –البسيط) نشاطا" بشريا" متنوعا" كونها منطقة سكانية وأيضاً زراعية حيث يمر النهر في الأراضي الزراعية ذات الاستخدامات المختلفة، بالإضافة إلى أنها منطقة سياحية فهي قريبة من البحر. حيث تنشط في هذه المنطقة الانشطة الزراعية واستخدام الاسمدة المختلفة والمبيدات لاسيما النحاسية منها لمكافحة الامراض الفطرية بالإضافة للمسبب الرئيسي للتلوث وهو تحويل قنوات الصرف الصحي للعديد من قرى المنطقة إلى مجرى النهر، حيث تم إقامة الصرف الصحي في قرية الفلاح عام 1996 م وفي قرية الإيمان عام 2001 م. لذلك تستقبل التربة والنباتات الضفافية والأشجار الحراجية في هذه المنطقة كميات كبيرة من الملوثات بما فيها العناصر المعدنية الثقيلة، كما تتميز المنطقة بوجود ترب السربنتين الغنية ببعض المعادن.

وبالتالي تأتي أهمية هذا البحث في البحث عن طرق طبيعية كاستخدام النباتات المتواجدة والملائمة لامتصاص النحاس في حال وجود تلوث بهذا العنصر.

هذا ويهدف البحث الى مقارنة مقدرة بعض الأنواع النباتية الضفافية المنتشرة طبيعياً (الصفصاف و الفيتكس) في امتصاص ومراكمة النحاس (Cu) من التربة والمجرى المائي وتخزينه في أجزائهما المختلفة وذلك من خلال البحث في النقاط التالية:

• تقييم درجة التلوث من خلال تقدير كمية النحاس (Cu) في أتربة الموقع المدروس.

• تقدير كمية النحاس (Cu) في الأجزاء النباتية (الأوراق، القلف الخشب) لكل من (الصفصاف والفيتكس).

• تحديد قيمة معامل التراكم الحيوي Bioaccumulation Factor (BF) لكل نوع مدروس.

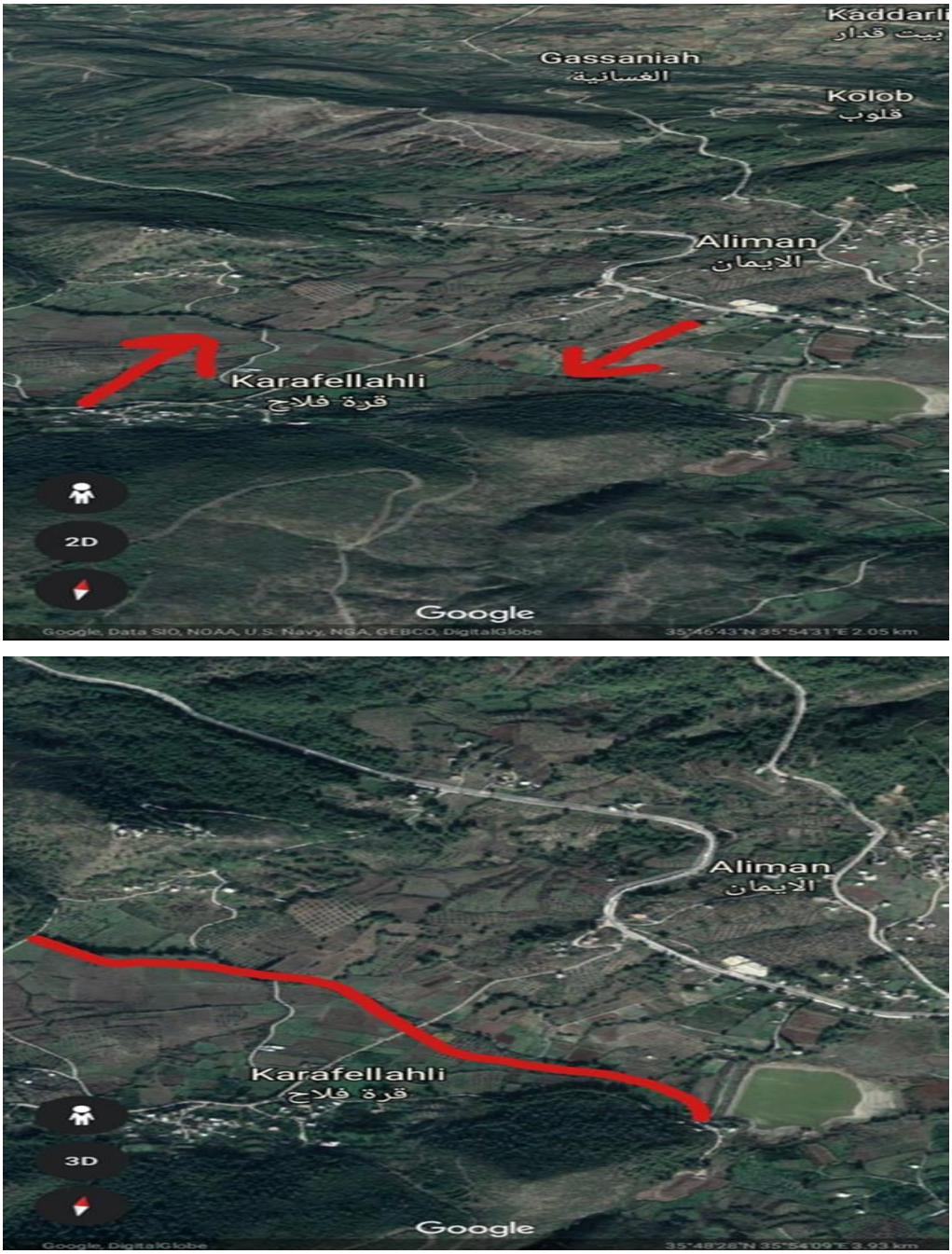
3.مواد البحث وطرائقه

1.3- موقع الدراسة

يقع الموقع المدروس في منطقة اللاذقية ـ البسيط التابع لناحية قسطل معاف، يبعد عن مدينة اللاذقية شمالاً بحدود 40 كم ويرتفع عن سطح البحر بحدود 150 م. ويمر بعدة قرى وصولاً إلى البحر. تتميز هذه المنطقة بمناخ متوسطي معتدل (ماطر شتاء" وجاف صيفا")، ويبلغ معدل الهطول المطري (800) ملم سنويا". (نحال، 1982). بخصوص الصخرة الأم والتربة فالصخر السائد في الموقع هو من نوع البيريدوتيت البيروكسيني كما هو الحال في معظم مواقع الباير والبسيط، وهي صخور كتيمة غير نفوذه للمياه، وتتحول هذه الصخور في المنطقة جزئيا" إلى سربنتين. تتشكل على هذه الصخور ترب سطحية تسود عليها غابات الصنوبر البروتي ومرفقاته وتختلف بنية وتركيب هذه الغابات باختلاف عمق التربة والانحدار واتجاه السفوح ارتفاع سطح البحر...الخ (نحال، 1982).

تناول البحث بعض النباتات الضفافية النامية على أطراف نهر الفلاح الذي ينبع من الهضاب المجاورة لقرى المحمودية، بيت القصير، الإيمان والفلاح، (وحيث يبلغ ارتفاع هذه الهضاب (450–400) م، ومغطاة بغابات وتجمعات الصنوبر البروتي ومرفقاته) ويمر هذا النهر وسط الأراضي الزراعية لقرية الفلاح ويستمر جريانه حتى وصوله لقرية الفجر ومنها حتى مفرق العيساوية ليصب في البحر شمال غرب سورية طوله حوالي (12–13) كم.

تنتشر على جانبي النهر أنواع نباتية ضفافية متنوعة منها: أشجار متساقطة الأوراق متل النغت، الصفصاف الأبيض، الدلب الشرقي. أشجار دائمة الخضرة متل صنوبر بروتي (نوع غازي)، الغار النبيل (أشجار ذات ارتفاع محدود تصل حتى 8 م). شجيرات متساقطة الأوراق متل الزمزريق (نوع غازي)، vitex (حب الفقير)، زعرور (نوع غازي)، الطرفاء. وشجيرات دائمة الخضرة متل الآس، توت السياج (الديس)، الدفلة. والشكل (1) يبين لنا مجرى النهر المدروس في قرية قرة فلاح – البسيط – اللاذقية.



شكل (1) صورة فضائية لمنطقة الدراسة– قره فلاح – البسيط – اللاذقية

2.3- الأنواع النباتية المدروسة

1.2.3- الصفصاف الأبيض *Salix alba. L* التابع لفصيلة *Salicaceae*

شجرة يمكن ان يصل ارتفاعها الى 25 م وعمرها الى 120 سنة، قشرتها مشققة ،اوراقها رمحيه ذات عنق قصير وذات لون ابيض وملمس حريري على الوجهين وخاصة الوجه السفلي (اللجنة العليا للتشجير، 2000). تعيش هذه الشجرة في اوروبا وشمال افريقيا حتى اواسط آسيا وهو من الاصناف المنتشرة. ينتشر في سوريا على ضفاف الانهار ومجاري المياه. يتطلب هذا النوع الاضاءة ويقاوم البرودة، ويفضل الاراضي الخصبة الخفيفة والرطبة ذات النفاذية الجيدة، وهو من الاشجار اليفة الماء ويمكن اكثاره بسهولة بواسطة العقل، نموه سريع (نحال، 1983). يزهر هذا النبات في آذار – حزيران و يعيش حتى 100 عام. (العودات وبركودة ،1979)، والشكل (2) يبين لنا صورة للصفصاف الأبيض.

شكل (2) صورة للصفصاف الأبيض في منطقة الدراسة–قرة فلاح – البسيط–اللاذقية

2.2.3- الفيتكس *Vitex agnus-castus* التابع لفصيلة *Lamiaceae*

جنبة من 2–3م، اوراقها متساقطة، متقابلة، مركبة كفية، وبرية في القسم السفلي، ازهارها زرقاء بنفسجية او بيضاء وبشكل عناقيد (الشكل 3). استعملت في الاتحاد السوفياتي سابقاً في التشجير الاولي للأتربة المالحة. (نحال ،1983). يقترن اسم هذه الشجيرة بالفرقة منذ أقدم العصور حيث يعتقد أن بذورها ذات فعالية في اقلال الشهوة الطبيعية بين الجنسين وبالتالي كانت تستعمل من قبل الرهبان. كما أنها لاتزال تستخدم في الصيدلة لهذا الغرض. كما تستخدم للحصول على صبغ أصفر وتزرع للزينة. (اللجنة العليا للتشجير، 2000).

ينمو على حواف الانهار والسيول وعلى شواطئ البحار، يتحمل رطوبة التربة الزائدة، كما ويتحمل الملوحة، محب جدا للضوء، مقاوم للجفاف، تحتوي الاوراق على فيتامين C، البذور تستعمل بدلا من البهارات. في الشتاء البارد يموت جزء من الفوارع ولكنه يعود بشكل سريع فينمو ويزدهر(العودات وبركودة، 1979). والشكل (3) يبين لنا صورة للفيتكس في المنطقة المدروسة.

شكل (3) صورة لنبات الفيتكس في منطقة الدراسة – قره فلاح – البسيط– اللاذقية

3.3- طريقة أخذ العينات

بعد القيام بجولة ميدانية على موقع الدراسة تم اختيار موقعين للدراسة، حيث الموقع الأول يضم بداية مصب الصرف الصحي (B) أما الموقع الثاني (A) موقع لا يوجد فيه تلوث مصدره الصرف الصحي، حيث أخذت عينات (أوراق- قلف-خشب) من النوعين النباتين المذكورين أعلاه والواقعين على حواف النهر بأعمار متجانسة بتاريخ 2019/9/20، أخذ ثلاث مكررات من كل نوع لكل موقع. وكذلك جمعت عينات التربة على عمق (0-20) سم من التربة المحيطة لكل نوع.

تمت تعبئة العينات المأخوذة بأكياس بولي إيتلين ملائمة محكمة الإغلاق ومن ثم سجلت عليها المعلومات اللازمة بعد ترقيمها وبعد ذلك تم نقلها إلى المخبر لإجراء التحاليل اللازمة وفق (Rowell,1997).

4.3- طريقة تحضير العينات في المخبر

تم تحضير كل من العينات النباتية وعينات التربة وفقا لطريقة Rowell (1997)، في البداية تمت تنقية عينات الأوراق والقلف والخشب في المخبر من الشوائب (غسلها بالماء العادي أولاً ثم بالماء المقطر) ومن ثم تجفيفها على ورق مقوى (تجفيف هوائي) وبعدها وضعت العينات في أكياس ورقية ثم جففت بالمجفف على درجة حرارة (60°C) لمدة حوالي 72 ساعة، ثم طحنت، بعد ذلك أخذ حوالي (3g) من كل عينة، ووضعت في المجفف على حرارة (105° C) لمدة 24 ساعة حتى ثبات الوزن بهدف حساب الرطوبة، ومن ثم تقدير كمية العناصر المدروسة بالوزن الجاف.

بعد ذلك تم تكسير وتنعيم العينات النباتية (الأوراق والقلف والخشب) المجففة يدوياً ومن ثم آلياً بواسطة مطحنة خاصة مصنوعة من الستانلس ستيل مشحوذة بشكل جيد مع مراعاة ألا تختلط بقايا العينات المطحونة مع بعضها البعض أي يجب تنظيف المطحنة بشكل جيد ودقيق بين كل عينة وأخرى. بعد هذا تم تنخيل العينات بمنخل قطر فتحاته 2mm للعينات.

ومن أجل تجهيز الرشاحة تم وزن (g1) من كل عينة (العينات المجففة على درجة حرارة 60 C° والمطحونة) وضعت في جفنات وجففت بالمرمدة على درجة حرارة (550 C°) لمدة 3 ساعات حتى أصبح لونها أبيض تماماً، ثم أضفنا(ml2) من حمض الآزوت (5 mol) HNO_3 ووضعت على السخان لمدة ساعة مع التحريك من فترة لأخرى بقضيب زجاجي، ثم رطبت بالماء المقطر (3-2) قطرات، ثم أضفنا (2ml) من حمض كلور الماء HCL وجففت على السخان لمدة ساعة كاملة ثم أضفنا (2,5ml) من حمض HNO_3 (2 mol). بعد ذلك رشحت العينة بنقلها من الجفنة إلى دورق معياري سعة 25 ml وأكملت بالماء المقطر إلى (25 ml).

كذلك تمت تنقية عينات التربة من الحجارة والجذور وغيرها من الشوائب، ثم وضعت في أكياس ورقية وجففت بالمجفف على درجة حرارة (40 C°) أيضا لمدة 72 ساعة. وتم أيضا تجفيف جزء من هذه العينات الترابية على درجة 105 C°، من أجل تحديد مقدار الرطوبة في التربة المدروسة لتقدير كمية العنصر المدروس على أساس وزن التربة الجافة تماما.

تم تكسير الكتل الترابية وتنعيمها للعينات المجففة ومن ثم نخلت بمنخل قطر فتحاته 2mm، ثم وضعت العينات في عبوات مناسبة محكمة الإغلاق لحين إجراء التحاليل اللازمة.

ومن أجل تجهيز الرشاحة تم وزن 1g من كل عينة ووضعت في أنابيب زجاجية ثم أضيف لها 21 ml من حمض HCL و 7 ml من حمض HNO_3 وتركت لمدة 24 ساعة، ثم وضعت في جهاز الهضم (كالداهل) ورفعت درجة الحرارة تدريجياً خلال ساعتين إلى درجة حرارة 175 C° تحت الضغط الطبيعي، وبعدها تركت على هذه الدرجة لمدة ثلاث ساعات، ثم بردت ورشحت وأكملت الرشاحة بالماء المقطر حتى 50 ml، ثم نقلت الرشاحة من الدوارق المعيارية إلى عبوات محكمة الإغلاق وحفظت لحين إجراء التحاليل اللازمة.

وأخيراً حفظت الرشاحات المستخلصة من العينات النباتية وعينات التربة تحت ظروف حرارة المخبر حتى إجراء التحاليل الكيميائية اللازمة.

5.3- تقدير النحاس في العينات

قدرت تركيزات العناصر المدروسة في الرشاحات المستخلصة من عينات النبات و التربة، باستخدام جهاز التحليل الطيفي بالامتصاص الذري (atomic absorption spectrophotometer)، وذلك في المعهد العالي للبحوث البحرية – جامعة تشرين.

وتم حساب معامل التراكم الحيوي BF وفق المعادلة الآتية: تركيز العنصر في النبات / تركيز العنصر في التربة.

6.3- التحليل الإحصائي

تم إجراء تحليل التباين (T test) لمقارنة الفروق المعنوية بين المتوسطات بحساب قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية 5 % وذلك باستخدام برنامج Statistic SPSS (program for social sciences). وذلك للمقارنة بكميات النحاس المتراكمة في اجزاء كلا النوعين النباتيين وكذلك تربة المكانين المدروسين.

4.النتائج والمناقشة

يعد النحاس من العناصر ذات الأهمية الحيوية عند النبات والانسان والحيوان، إلا أنه يمكن اعتباره ساماً جداً في حال تواجده بكميات زائدة. ومن أهم الأعراض العامة للتسمم بالنحاس هي Chlorosis وتشوه الجذور، انخفاض نمو النباتات الحساسة، هذا يؤدي إلى تأخر نمو النبات وشحوب الأوراق (Kabata- Pendias and Pendias., 2001). يتواجد النحاس في القشرة الأرضية ويمكن لأيوناته أن تترسب بسهولة مع أيونات مختلفة مثل الكبريتيد، الكربونات والهيدروكسيدات. ويعتبر النحاس عنصراً متوسط الحركة في التربة، وتتمايز أنواع الترب باختلاف صغير نسبياً في محتواها الكلي من هذا العنصر.

تساهم الصناعات المختلفة ونشاطات التعدين والنفايات المختلفة والأنشطة الزراعية المختلفة لاسيما الأسمدة واستخدام المبيدات لاسيما الفطرية منها (النحاسية) بزيادة وجود النحاس في الأنظمة البيئية. وهذا يؤدي إلى تأخر نمو النبات وشحوب الأوراق (Yadav, 2019).

يختلف معدل امتصاص النباتات للنحاس باختلاف الأنواع النباتية، يرتبط النحاس بشكل رئيسي بجدران الخلايا ويكون ثابتاً بشكل كبير. تمتاز بعض الأنواع النباتية بقدرتها الكبيرة على تحمل تراكيز عالية منه ويمكنها أن تراكم كميات عالية جداً من هذا العنصر في أنسجتها. و الجدول (1) يبين الكميات الطبيعية لعنصر النحاس في التربة والنباتات (Kabata-Pendias and Pendias., 2001).

الجدول (1) الكميات الطبيعية لعنصر النحاس في التربة والنباتات (Kabata– Pendias and Pendias., 2001)

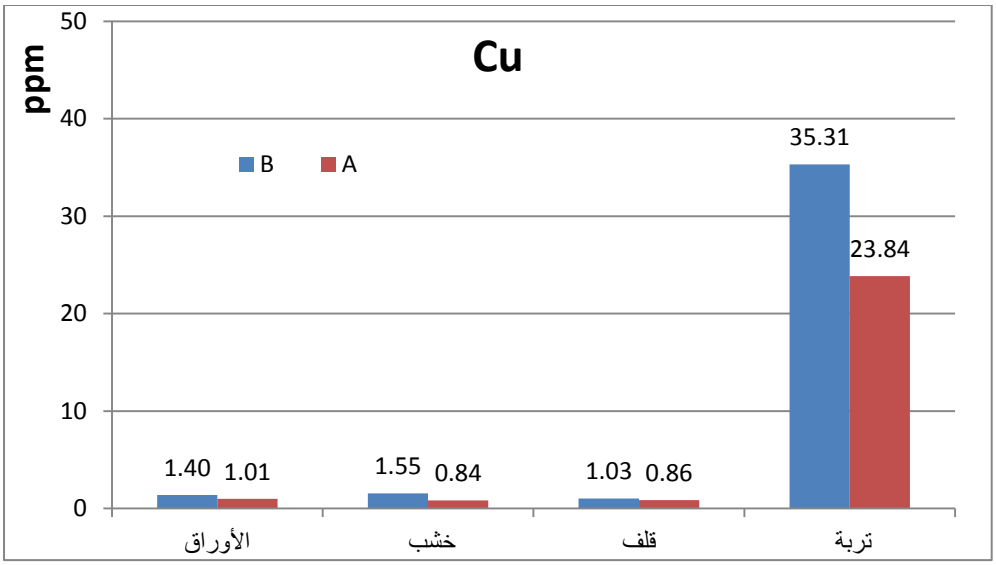
المجال الطبيعي للنحاس	
في التربة	في النباتات
ppm	
20 –30	15–20

1.4 – مقارنة تراكيز النحاس بين أجزاء النوع الواحد

1.1.4– كمية النحاس في الصفصاف

يبلغ متوسط محتوى القشرة الأرضية من هذا العنصر 35 ppm وبشكل عام كانت قيم النحاس المتراكمة في اجزاء نبات الصفصاف المدروسة والتربة المحيطة في موقع تواجد الصرف الصحي (B) أعلى من تلك المتراكمة في الموقع الاخر المدروس (A) الشكل (4). حيث تراوحت قيم النحاس في مختلف أجزاء هذا النبات في الموقع (B) بين ppm (1.03-1.55)، بينما كانت أقل في الموقع (A)، حيث تراوحت قيمه في أجزاء هذا النبات بين (1.01- ppm 0.84). وتشير النتائج إلى أن أعلى قيمة للنحاس وجدت في الخشب (1.55 ppm)، يليها الأوراق (1.40 ppm) وأخيراً في القلف (1.03 ppm). ويستنتج من نتائج هذه الدراسة إلى أن محتوى الأجزاء النباتية للصفصاف من عنصر النحاس في كلا الموقعين كانت ضمن الحدود الطبيعية لكميته في النباتات، اذ تتراوح مستويات النحاس في النباتات المختلفة في المناطق غير الملوثة في بلدان مختلفة من (1 ppm -30)، ويتراوح محتوى الأنواع النباتية المختلفة من هذا

العنصر بشكل عام من (5-15 ppm)، في حين لا يتجاوز كميته في الأنواع النباتية النامية تحت الشروط الطبيعية، في كامل النبات (20 ppm) (Kabata- Pendias and Pendias., 2001).



شكل(4) كمية النحاس أجزاء الصفصاف الأبيض والتربة المحيطة للموقعين المدروسين

كما يستنتج من الشكل (4) بأن كمية النحاس في تربة الموقع (B) بجانب هذا النوع كانت أعلى من تلك في تربة الموقع (A)، حيث كانت كميته في تربة الموقعين المدروسين (A,B) ضمن الحدود الطبيعية في التربة، حيث بلغ متوسط محتوى التربة للموقع (B) (35.31 ppm)، أما في الموقع (A) فكانت أقل (23.84 ppm)، هذا ويتراوح محتوى مختلف أنواع الترب من هذا العنصر بين (20-30ppm) والتي تختلف حسب نوع الصخر الأم، حيث تكون الصخور البازلتية غنية بهذا العنصر (Kabata- Pendias and Pendias., 2001). بالمقابل لم تتجاوز قيم هذا العنصر الحدود المسموح بها في الترب الزراعية 50 ppm.

وبمقارنة نتائج دراستنا مع الدراسة التي قام بها Salam وأخرون (2016) على شجرة *Salix schwerinii* في فنلندا عن إمكانية امتصاص الأجزاء النباتية للعناصر الثقيلة في التربة الملوثة. أظهرت نتائج دراستهم أن قيم النحاس تراوحت بين (12.11-223.74 ppm)

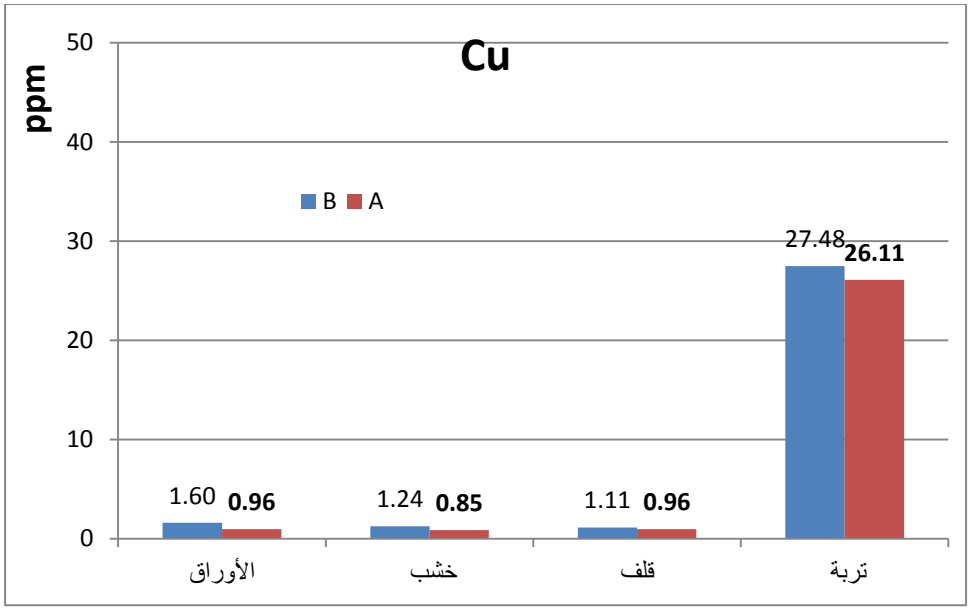
في الأجزاء النباتية وكانت أعلى من تلك المتراكمة في الصفصاف الأبيض المدروس. هذا وقد يعود ذلك إلى الاختلاف بين نتائجهم وتلك المتحصل عليها في هذه الدراسة الى الاختلاف في النوع النباتي وعمره والاختلاف بدرجة التلوث وإلى اختلاف بمصادر هذا العنصر.

وفي دراسة أخرى لنوعين من الصفصاف (*Salix myrsinifolia* and *Salix schwerinii*) وصنفين من *Salix* (Klara and Karin) شرق فنلندا، جونسو. أظهرت النتائج أنه بلغ متوسط قيم النحاس (64 ppm) المتراكمة في الأعضاء النباتية وهي أعلى من تلك المتراكمة في الأعضاء النباتية للصفصاف الأبيض في هذه الدراسة. وقد يعود ذلك إلى الاختلاف في النوع النباتي وعمره وإلى الاختلاف بدرجة التلوث وإلى اختلاف مصدره. *et al.*, (Mohsin 2022).

ولتقييم نبات الصفصاف في الموقعين المدروسين (A,B) في امتصاص ومراكمة هذا العنصر, تم حساب معامل التراكم الحيوي والذي يعبر عن كميتة العنصر في النبات الى كميته في التربة، فنلاحظ ان قيم هذا المعامل في كلا الموقعين المدروسين عند الصفصاف كانت منخفضة أقل من الواحد (BF=0.04) في موقع (B) و(BF=0.04) في موقع (A)، مما يشير الى أن هذا النوع غير مراكم لهذا العنصر وفقاً للنتائج المتحصل عليها.

2.1.4- كمية النحاس في أجزاء الفيتكس

كانت قيم النحاس المتراكمة في اجزاء نبات الفيتكس المدروسة والتربة المحيطة في موقع تواجد الصرف الصحي (B) أعلى من تلك المتراكمة في الموقع الاخر المدروس (A) الشكل (5). حيث تراوحت قيم النحاس في مختلف أجزاء هذا النبات في الموقع (B) بين ppm (1.60-1.11)، بينما كانت أقل في الموقع (A)، بينما تراوحت قيمه في أجزاء هذا النبات بين (0.96-0.85) ppm. وتشير النتائج إلى أن أعلى قيمة للنحاس وجدت في الأوراق (1.60 ppm)، ثم في الخشب (1.24 ppm) وأخيراً في القلف (1.11 ppm). ويستنتج من نتائج هذه الدراسة إلى أن محتوى الأجزاء النباتية للفيتكس من عنصر النحاس في كلا الموقعين كانت ضمن الحدود الطبيعية لكميته في النباتات، (Kabata- Pendias and Pendias., 2001).



شكل (5) كمية النحاس أجزاء الفيتكس والتربة المحيطة للموقعين المدروسين

من الشكل (5) نجد بأن كمية النحاس في تربة الموقع (B) بجانب هذا النوع كانت أعلى من تلك في تربة الموقع (A). حيث بلغ متوسط محتوى التربة للموقع (B) (ppm 27.48)، أما في الموقع (A) فكانت أقل (ppm 26.11).

وبمقارنة نتائج دراستنا مع الدراسة التي قام بها Rezaei وآخرون (2021) على نبات المنغروف في إيران أظهرت النتائج إلى أن محتوى هذا النوع في قدرتها على مراكمة النحاس ضمن أجزائها النباتية (الأوراق) كانت ضمن القيم الطبيعية للنباتات حيث تراوحت من (ppm 1.812-0.880). كما وأظهرت أن معامل التراكم الحيوي للنحاس لأشجار المنغروف لديها إمكانات مناسبة للمعالجة النباتية لهذه العنصر. كما أشارت عوامل الانتقال من الجذور إلى الأوراق إلى قابلية نقل أعلى النحاس عبر أنسجة النبات.

وفي دراسة أخرى على أشجار *Portulaca oleracea L* المزروعة على جوانب الطرق في كويمباتور، الهند. أظهرت أن قيم النحاس المتراكمة في التربة تتراوح بين (ppm 35.34 – 8.45) (kumar *et al.*, 2020).

ولتقييم نبات الفيتكس في الموقعين المدروسين (A,B) في امتصاص ومراكمة هذا العنصر, تم حساب معامل التراكم الحيوي، فنلاحظ ان قيم هذا المعامل في كلا المكانين المدروسين عند الفيتكس كانت منخفضة أقل من الواحد (BF=0.05) في موقع (B)

و(BF=0.04) في موقع (A)، مما يشير الى أن هذا النوع غير مراكم لهذا العنصر وفقاً للنتائج المتحصل عليها.

2.4- مقارنة تراكيز النحاس بين الأنواع المدروسة على مستوى كامل النبات

عند مقارنة تراكيز النحاس على مستوى كامل النبات بين النوعين المدروسين باستخدام T test لاحظنا عدم وجود فروق معنوية واضحة في قيم النحاس كمتوسطات بين الأنواع المدروسة والجدول(2) يوضح نتائج التحليل الإحصائي.

جدول (2) نتائج التحليل الإحصائي لتراكيز عنصر النحاس في النباتين المدروسين

العنصر	نوع الشجر	الانحراف المعياري	الفرق المعنوي
Cu	**الصفصاف الأبيض*الفيتكس**	0.36	0.23

3.4 -مقارنة تراكيز النحاس بين الموقعين المدروسين

عند مقارنة تراكيز النحاس على مستوى كامل النبات بين الموقعين المدروسين (A,B) باستخدام T test لاحظنا عدم وجود فروق معنوية واضحة في قيم النحاس كمتوسطات بين الموقعين المدروسين والجدول (3) يوضح نتائج التحليل الإحصائي.

جدول (3) نتائج التحليل الإحصائي لتراكيز عنصر النحاس بين الموقعين المدروسين

العنصر	الموقع المدروس	الانحراف المعياري	الفرق المعنوي
Cu	**موقع (B) * موقع(A)**	5.24	0.087

4.4- علاقة ارتباط بين التربة والأجزاء النباتية لعنصر النحاس لنبات الصفصاف الأبيض والفيتكس

جدول (4) نتائج التحليل الإحصائي لتراكيز عنصر النحاس بين الموقعين المدروسين

النوع النباتي	التربة والأجزاء النباتية	(r)معامل الارتباط
الصفصاف الأبيض	تربة والأوراق	-0.95
الفيتكس		-0.98
الصفصاف الأبيض	تربة والخشب	0.98
الفيتكس		-0.27
الصفصاف الأبيض	تربة والقلف	-0.91
الفيتكس		-0.81

بشكل عام ترتبط درجة اتاحة هذا العنصر بالدرجة الأولى بدرجة ال pH والمادة العضوية ونسبة الطين وتكون أقل درجة اتاحة له عندما تكون درجة ال pH فوق 6. هذا وتشير نتائج علاقات الارتباط وجود علاقة ارتباط قوية ايجابية بين كمية النحاس في التربة مع كميته المتراكمة في خشب الصفصاف الأبيض (r=0.98) مما يشير الى امتصاصه من التربة عن طريق الجذور، بينما كانت علاقات كميته في التربة مع كميته المتراكمة في باقي اجزاء النوعين المدروسين قوية عكسية الجدول (4)، ويمكن أن يعزى ذلك الى وجود تنافس بين النحاس مع عناصر أخرى لاسيما الصوديوم والفوسفور وكذلك تأثر ذلك بخصائص التربة، حيث ترب الموقعين المدروسين يغلب عليها الطمي ودرجة ال pH قريبة من المعتدلة.

5.الاستنتاجات والتوصيات

1.5- الاستنتاجات

1. الموقع درجة تلوثه ضعيفة بهذا العنصر وكانت كميته في النباتات المدروسة ضمن الحدود الطبيعية.
2. اختلاف سلوكية النباتين في مكان (الجزء النباتي) في مراكمة العنصر المدروس.
3. يمكن اعتبار خشب الصفصاف مراكم جيد للنحاس ومؤشر حيوي على التلوث به.
4. يمكن اعتبار أوراق الفيتكس مراكم جيد للنحاس ومؤشر حيوي على التلوث به.

2.5- التوصيات

1- إجراء دراسات موسعة لتقييم مقدرة النوعين المدروسين على مراكمة عناصر أخرى.

2- اجراء تقييم لتلوث مياه الجدول الموجود في منطقة الدراسة لمختلف العناصر الثقيلة وتقييم مقدرة أنواع نباتية أخرى في الموقع المدروس على مراكمتها لهذه العناصر، نظراً لان الموقع مهم، فيه زراعات مختلفة، ومكان تنزه، وكذلك تصب مياه النهر في البحر.

6. المراجع

1- العودات، محمد. بركوده، يوسف. نباتات سورية البيئة والغطاء النباتي والأنواع الشائع. مجلة علوم الحياة، مطبعة المدينة، 1979، ص: 340-341\ 363.

2- اللجنة العليا للتشجير، لمحة عن بعض الأنواع الحراجية الطبيعية والمدخلة في سورية. وزارة الزراعة، وزارة البيئة، سورية،2000، ص:23-24\ 70-71.

3-نحال، إبراهيم. الصنوبر البروتي *Pinus brutia* وغاباته في سورية وبلاد شرقي المتوسط. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة،1982، ص:228.

4- نحال، إبراهيم. أساسيات علم الحراج. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة،1983، ص: 101-102\ 133.

5- ALEXANDER,P.D., ALLOWAY,B.J. and DOURAD,A.M. *Genotypic variation in the accumulation of Cd, Cu, Pb and Zn exhibited by six commonly grown vegetables.*

Environ Pollut, 2006, 144:736–745.

6- BINI,C., AGLIO,M., FERRETTI,O. and GRAGNANI,R. *Background levels of microelements in soils of Italy*. Environ Geochem Health, 1988 Jun;10(2):63-9.

7-

COELHO,L.M.,REZENDE,H.C.,DESOUSAMP.A.,MELO,D.F.O. and COELHO,N.M.M. *Bioremediation of polluted waters using microorganisms*. Intech Open, 2016, pp. 1–13.

8- KABATA –PENDIAS, A. and PENDIAS, H. *Trace Elements in Soils and Plants*. Boca Raton London New York Washington, D.C. 2001, 403.

9-
KHALID,S.,SHAHID,M.,TAHIR,N.,BIBI,I.,SARWAR,T.,SHAH, A.H.and NIAZI.N.K. *A review of environmental contamination and health risk assessment of wastewater use for crop irrigation with a focus on low and high income countries.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018,15(5), 1–36.

10- KUMAR,S., PRABHA,D., VELMURUGAN,P., HONG,S.C., YI,P.I., JANG,S.H. and SUH,J.M. *Phytoremediation of Cu and Cd-contaminated roadside soils by using stem cuttings of Portulaca oleracea L.* Environmental Chemistry and Ecotoxicology,2020,

Vol. 2, P: 201-204.

11-
MOHSIN,M.,SALAM,M.,NAWROT,N.,KAIPIAINEN,E.,LANE, D.,
WOJCIECHOWSKA,E.,KINNUNEN,N.,HEIMONEN,M.,TERVA HAUTA,A., PERANIEMI,S., SIPPULA,O., PAPPINEN,A. and KUITTINEN,S. *Phytoextraction and recovery of rare earth elements using willow (Salix spp.).* Science of the Total Environment, February, 2022,Vol. 809, p: 25.

12- MURALIKRISHNA,I. and MANICKAM,V. *Science and Engineering for Industry.* Environmental Management, 2017, P: 1-4.

13- NAZIR,R., KHAN,M., MASAB,M., REHMAN,H.,RAVF,N., SHAHAB,S., AMEER,N., SAJED,M., ULLAH,M., RAFEEQ,M. and SAHEEN,Z. *Accumulation of Heavy Metals (Ni, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Fe) in the soil, water and plants and analysis of physico-chemical parameters of soil and water Collected from Tanda Dam kohat.* J. Pharm, Sci. & Res, Vol. 7, No. 3, 2015.89-97.

14- NJOKU,K. and NWANI,S. *Phytoremediation of heavy metals contaminated soil samples obtained from mechanic workshop and dumpsite using Amaranthus spinosus.*

Scientific African, 17,2022, P:1.

15- NGUYEN,H.T., YOON,Y., NGO,H.H. and JANG,A. *The application of microalgae in removing organic micropollutants in wastewater*. Science Direct, 2020, 51(12), 1187–1220

16- PACHECO,D., ROCHA,A.C., PEREIRA,L. and VERDELHOS,T. *Microalgae water bioremediation: Trends and hottopics.* Applied Sciences (Switzerland), 2020, 10(5).

17- PEER,W.,BAXTER,I.,RICHARDS,E. and FREEMAN,J. *Molecular Biology of Metal Homeostasis and Detoxification*. Researchgate, August, 2005, 84-84.

18- REZAEI,M., KAFAEI,R., MAHMOODI,M., SANATI,A., VAKILABADI,D., ARFAEINIA,H., DOBARADARAN,S., SORIAL,G., RAMAVANDI,B. and BOFFITO,D. *Heavy metals concentration in mangrove tissues and associated sediments and seawater from the north coast of Persian Gulf, Iran: Ecological and health risk assessment.* Science Direct, Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management. Volume 15, May 2021, 100456

19- ROWELL, DL. *Bodenkunde Untersuchungsmethoden und ihre Anwendungen.* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Germany, 1997, 607p.

20- SAHU,P. *Environmental Pollution: Types, Causes and Effects embibe.* Last Modified, 19-07-2022.

21- SALAM,M., KAIPIAINEN,E., MOHSIN,M., VILLA,A., KUITTINEN,S., PULKKINEN,P., MEHTATALO,L. and PAPPINEN,A. *Effects of contaminated soil on the growth*

performance of young Salix (Salix schwerinii E. L. Wolf) and the potential for phytoremediation of heavy metals . Journal of Environmental Management, Volume 183, Part 3, 1 December 2016, Pages 467-477.

22- YADAV,M., GUPTA,R. and SHARMA,R. *Green and Sustainable Pathways for Wastewater Purification*. Advances in Water Purification Techniques, 2019, Pages 355-383.

23-Biologydictionary.net Editors. "Riparian Zone." Biology Dictionary, Biologydictionary.net, 17 May. 2018, https://biologydicionary.net/riparian-zone/