تقدير الكلوروفيل الكلي و A , B في أوراق نباتي الدمس *Canocarpus lancifolivs* والمريمرة Azadarakhtea indica في مناطق مختاره من مدينة الحديدة كأحد مؤشرات تلوث الهواء.

د/ قايد محمد عبدالسلام
أ.م.د/عزي احمد فقيه
د/خالد محمد مكي
أ/هيثم هزاع محمد
كلية علوم البحار والبيئة - جامعة الحديدة-اليمن

الملخص

يعد تلوث الهواء بعوادم السيارا ت من أخطر المشاكل البيئية ولا سيما بعد أن تترسب على سطح التربة وأسطح النباتات والمحاصيل الزراعية ودخولها السلسلة الغذائية؛ لذا أجريت الد راسة الحالية لتقدير الكلوروفيل الكلي وA,B في أوراق نباتي الدمس ***Canocarpus lancifolivs*** والمريمرة ***Azadarakhtea indica***، كمؤشرات للتلوث بمدينة الحديدة، تم اختيار ستة مواقع عشوائيا بما فيها الكونترول لتنفيذ الدراسة، تم جمع ١٢ عينة من أوراق نباتي الدمس والمريمرة سبعون ورقة نبات خضراء نظيفة خالية من الثقوب، وتم أخذ جميع العينات وتوصيلها إلى المختبر المركزي في كلية علوم البحار والبيئة، وأجريت عليها التحاليل والفحوصات اللازمة للتعرف على محتواها من الكلوروفيل، تم تقدير كلوروفيل A,B والكلوروفيل الكلي في العينات باستخدام طريقة (Makinny,،Arnon,) واستخدم جهاز الطيف (SpectrophotometerInductively Coupled Plasma Optical Emission) (ICP-OES) وتمت قراءة الامتصاصية للعينات على الأطوال الموجية 663-645 نانومتر واستخدمت علاقات رياضية لحساب كمية الكلوروفيل الكلي وكلوروفيل A,B، تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباينAnalysis of variation test ANOVA، وباختبار أقل فرق معنوي least significant differences test LCD لاختبار الفروق المعنوية بين العينات، أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين تركيز الكلوروفيل بين المواقع وداخلها، وكان موقع جولة المطاحن أقل المواقع تركيزاً في أنواع الكلوروفيل الثلاثة، من النباتين المستخدمين، وكان هذا الموقع أكثر مواقع الدراسة تلوثا، أيضاً اتضح أن نبات الدمس أكثر حساسية من نبات المريمرة، بالإضافة إلى ذلك ظهر أن كلوروفيل B كان أقل الأنواع تركيزاً وفي كل المواقع مقارنة بالكونترول، أوصت الدراسة بالتوسع في زراعة النباتات في شوارع المدينة وإعادة تأهيل الحزام الأخضر للتقليل من التلوث كما ذُيل البحث بعدد من التوصيات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الكلوروفيل، بيئة نبات، تلوث الهواء.

المقدمة

تـؤثر النباتـات إيجابـا علـى الوضـع الصـحي والنفسـي للإنسـان، تلطـف المنـاخ المحلي، تقلل من الضوضاء، وتزيد من تركيز الأكسجين كما أنها تعطي مظهراً خلاباً تسمو به الروح (Flathman *et al.*, 1998)، (لكون ١٩٧٧)، للنبات أهمية بيئية في المـدن للتقليـل مـن آثـار التلـوث، (الزهيـري -٢٠٠١)، (نيوكـولا فيسـكي - ١٩٨٠)، لذا حرص عدد من الباحثين (رابي ١٩٨٧)، (**اليمني ٢٠٠٨**)، (**Alkorta *et al.*, 2004 ,)** على دراسة و تقدير الكورفيل الكلي A,B كمؤثرات حيوية لقياس التحلل البيولوجي في النبات كمؤشر على تلوث الهواء.

تعتبر المدن نظام بيئي وراثي نشأ عبر مراحل التطور والتمدن، والأنشطة الإنسانية هي المسيطرة على هذا التغير، مما أدى إلى ظهور تغيرات كبيرة في الجزء غير الحي من هذا النظام مقارنة بالمناطق خارج المدن، بسبب حركة السير والأنشطة الإنسانية والصناعات المختلفة، والذي أدى إلى تغير تركيب الهواء (أرناؤوط - ١٩٩٣)، (الزبيدي، ٢٠١٨، **مایاکورثوفا-** ١٩٨٧).

النباتات من المكونات الحية داخل النظام البيئي للمدن والتي لديها حساسية عالية متباينة تجاه الملوثات والذي يؤدي إلى ظهور أعراض مرضية في المراحل المتقدمة لبعضها والبعض الآخر لديه مقاومة تختلف باختلاف النوع وكمية الملوثات المطروحة في الهواء، (الأخرس-١٩٩٥)، إن درجة امتصاص الملوثات بواسطة النبات لها علاقة وطيده بنوع النبات وعمره وطور نموه وشدة التلوث التي يتعرض لها؛ حيث تكون عالية في الأنسجة حديثة التكوين عنها في الأنسجة المستديمة وهذه التأثيرات تكون غير مرئية وعكسية اعتمادا على عامل الزمن وعند استمرار التعرض يتحول إلى حالة مرضية، حيث يُظهر الكلوروفيل (A,B) حساسية تجاه التلوث البيئي فيقل محتوى الكلوروفيل ويزداد تراكم بعض الاحماض الأمينية في سيتوبلازم خلايا بعض النباتات و نبات السدرِ ***Ziziphus spinacristi*** كما أثبته، (الزهيري، ٢٠٠٧) و (١٩رابي١٩٨٧).

الكلوروفيل: هي المادة الخضراء التي تكسب النباتات لونها الأخضر وتسمى مادة النباتات، وهي تتولى القيام بكل عمليات التركيب الضوئي، ومن أنواع الكلوروفيل، كلوروفيل A لونه أخضر مزرق، كلوروفيل B لونه أخضر مائل للإصفرار، يمتاز الأول باحتوائه على مجموعة CHs بينما يحتوي اليخضور B على مجموعة Cho، (طلبة، ١٩٩٢)، و تلوث الهواء هو أي تغير غير مرغوب فيه في تركيب الهواء سواءً كان ذلك عن طريق الغازات، الأدخنة، الغبار، الرماد وكذلك المواد المشعة، وتعتبر المدن المزدحمة بالسكان من أكثر المناطق الملوثة هوائيا؛ حيث تكثر فيها منتجات الاحتراق مثل أدخنة عوادم السيارات وعوادم مولدات الكهرباء (ادم ،1988)، ونتيجة لاستخدام السيارات ووسائل النقل ومولدات الكهرباء أثناء انطفاء التيار الكهربائي بشكل واسع في مدينة الحديدة، فقد أدى ذلك إلى تلوث البيئة، حيث يعد استعمال وسائل النقل

والمولدات التي تعمل بالبنزين المصدر الرئيسي لانبعاث أكاسيد الرصاص وبقية الغازات الملوثة لهواء المدن وبشكل مدمر، مما يدعو إلى اهتمام خاص على السياق الوطني والعالمي، وينعكس تشغيل المولدات الكهربائية والمحركات بطريقة عشوائية وبمواصفات فنية غير ملائمة سلباً على سلامة البيئة والصحة العامة وانبعاث تراكيز كبيرة من أكاسيد الكبريت، كما تقوم محركات السيارات بطرح نسب كبيرة من أكاسيد الرصاص والتي تعتبر من الملوثات الخطيرة على البيئة، ومن خلال توضيح ما يتعرض له النظام البيئي من مخاطر التلوث ولكون النباتات جزء من مكونات هدا النظام فتعتبر عاملاً حيوياً حساساً يؤشر في الوقت اللازم إلى الحالات الخطرة وفوق الحدود المسموح بها للملوثات في البيئة، ومن هنا تبلورت فكرة البحث الحالي لمعرفة مدى خطورة ما يطرح من قبل عوادم السيارات ومولدات الكهرباء التي تعمل بالبنزين على بيئتنا وتحديداً لنوعين من النباتات والتي هي نبات ***Canocarpus lancifolivs الدمس*** والمريمرة ***Azadarakhtea indica***، لمعرفة أهم التغيرات التي تحصل في الصفات الخضرية لهذه النباتات في الأوراق وكذلك محتوى الأوراق من الكلوروفيل الكلى.

عرف خبراء منظمة الصحة العالمية تلوث الهواء بأنه الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتركيزات تعتبر ضارة بالإنسان أو بمكونات بيئته. (العودات،١٩٨٨)، وعلى ذلك يقصد بتلوث الهواء احتوائه على ملوث أو عدة ملوثات بكميات مؤثرة، ولفترة زمنية قد يكون لها تأثير على صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات، أو المحيط الحيوي الذي يعيش فيه الإنسان، (عبد الجواد ١٩٩١)، ويعد الهواء ملوثاً إذا حدث تغيير في تركيبه لأي سبب، وإذا ما اختلطت به بعض الشوائب أو الغازات الأخرى بمقدار قد يضر بالحياة، كما أن تلوث الهواء يكون بأي تغير كمي أو كيفي يطرأ على عناصره، أو تركيبه، يكون له أثر سيئ على صحة الإنسان، أو على مصالحه الاقتصادية، أو يكون له أثر يحدث خللاً في الأنظمة البيئية، ويتلوث الهواء عندما تتواجد فيه مادة أو أكثر غازية، أو صلبة، أو سائلة، وعندما يحدث تغير هام في نسب الغازات المكونة له، بحيث تؤدي هذه التغيرات إلى تأثيرات ضارة، مباشرة أو غير مباشرة على المواد الحية المكونة للنظام البيئي، أو تجعل الظروف التي تعيش فيها هذه الكائنات غير ملائمة أو تسبب خسائر مادية (المصدر السابق).

وقد عرف المجلس الأوروبي تلوث الهواء بالتالي: " يقال إن هناك تلوثاً في الهواء عندما تظهر مادة غريبة أو يحدث تبدل هام في نسبة عناصره يؤدي لنتيجة ضارة أو إلى خلق مرض أو تضايق، (حميدة، ١٩٩٢)، وقد يرتبط تلوث الهواء بأماكن محلية كالمدن الكبرى، والتجمعات الصناعية، أو قد يكون عالمياً عندما تنتشر الملوثات على مساحات كبيرة جداً مثل وصول بعض الملوثات الإشعاعية من دولة إلى أخرى.

تأثير تلوث الهواء على النباتات:-

الضرر الذي يسببه تلوث الهواء للنباتات يتعلق بالحساسية الوراثية للنباتات، هناك أنواع من النباتات تتأثر بشكل خاص بملوثات هوائية معينة؛ حيث أن هنالك عوامل أخرى

يتعلق بها التأثير بالملوثات الهوائية بالنسبة للنباتات مثل: جيل النبتة، مدة التعرض للملوث، تركيز الملوث، عوامل متعلقة بالتربة، عوامل مناخية، (المصدر السابق). وبالقرب من المدن الصناعية في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية تم تخريب مساحات واسعة تحتوي على النباتات بسبب التلوث، (أبو حمرة- (١٩٩٢).

أن تلوث الهواء يؤدي إلى تقليل المنتوجات الزراعية في العالم وبالتالي إلى أضرار اقتصادية تقدر بمليارات الدولارات سنويا، (بارود، ١٩٩٦).

إن أغلب الأضرار للنباتات تحدث نتيجة ملوثات ثانوية مثل الأوزون وجزء من الأضرار يكون نتيجة تلوث التربة، أحد الأضرار ناتج من تكوين المطر الحامضي والذي يغير من الرقم الهيدروجيني في التربة مما يضر بالبكتيريا التي تقوم بتثبيت النيتروجين من الهواء الجوي، (Alkorta *et al.*, 2004)، إن الضرر للنباتات يتركز بالأوراق وبالأخص بمادة الكلوروفيل؛ حيث يقلل ذلك من معدل نمو هذه النباتات، وبالتالي إلى موتها إمكانية أخرى لأضرار التلوث على النباتات هو غلق الثغور بواسطة الجسيمات (ذرات الغبار)، وبالتالي يتوقف تبادل الغازات مع البيئة الخارجية وتموت النبتة، (الدمنهوري- ١٩٨٩).

تؤدي النباتات دوراً مهما في إزالة الملوثات من البيئة بعملية تدعى phytoremediation ويمكن استغلال هذه النباتات واستخدامها لاستخلاص الملوثات من الهواء والتربة والمياه، (Fathallah 2004).

النباتات كمؤشر بيولوجي لتلوث الهواء:

المؤشر البيولوجي هو كائن معين يتأثر بمادة كيميائية، وبذلك يدلنا على وجود هذا المادة حتى يكون كائن معين مؤشر بيولوجي يجب أن يتواجد في المنطقة المحددة بشكل طبيعي وأن يتأثر بتركيز معين من ملوث معين (السعدأوي، ٢٠١٥).

المؤشر البيولوجي هو كائن حي حساس لتغيرات في الظروف البيئية ويتفاعل معها وبواسطته يمكن ان نعرف بوجود خلل في الظروف البيئية كتواجد ملوث مثلاً ، (الدمنهوري، ١٩٨٩).

الأشنات: حياة تكافلية بين الفطر والطحالب التي تنمو على الأشجار ويمكن استغلال الأشنات ككاشف عن تلوث الهواء وخاصة SO_2 حيث يتغير لونها، يقل وفرها بتراكيز عالية كما يمكن أيضآ استغلالها لفحص تواجد المعادن الثقيلة في الهواء من خلال فحص تراكيزها في أجسام الإنسان، (Xue 2010).

الهواء أكثر الموارد أهمية بالنسبة للإنسان ويمثل حاجة ماسة للإنسان فهو يستهلك يومياً حوالي ١٥كجم منه لا يستطيع الإنسان أن يصبر على إنقطاع الهواء أكثر من ثلاث دقائق، أي تلوث بأي نسبة لأي عنصر من العناصر يؤدي إلى أضرار وأمراض للإنسان، تلوث الهواء لا يرتبط بجغرافية معينة ويعتبر من أحرج وأخطر قضايا التلوث (السعدأوي- ٢٠١٥).

الوضع الراهن:- إرتفاع مصادر تلوث الهواء في مدينة الحديدة، من خلال زيادة أعداد مولدات الجازولين والسولار بعد انطفاء الكهرباء العامة، أيضا إرتفاع أعداد السيارات

في المدينة، استخدام الفحم والأخشاب كمصادر للوقود بعد شحة مادة الغاز، إضافة إلى قلة وعي السكان بخطورة تلوث الهواء.

أهداف الدراسة:-

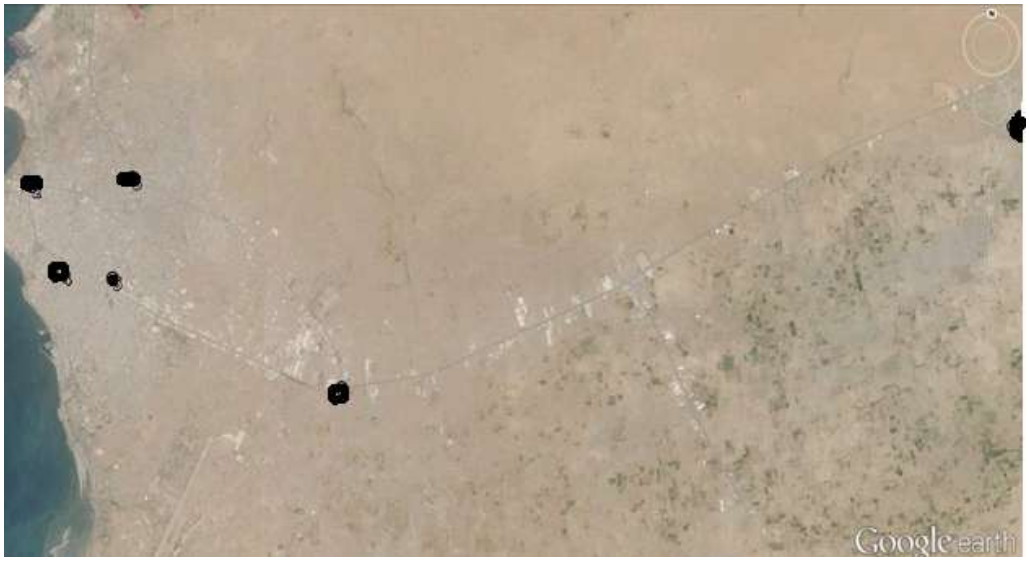
تقديرتركيز الكلوروفيل في نباتي (الدمس – المريمرة)، معرفة مدى قدرة نباتي الدمس والمريمرة على تحمل ملوثات الهواء، معرفة امكانية استخدام نباتي الدمس والمريمرة في مكافحة تلوث الهواء، التعرف على أكثر مواقع الدراسة تلوثاً.

منطقة الدراسة:-

تم اختيار ستة مواقع للدراسة، منها خمسة مواقع ضمن التقسيم الإداري لمدينة الحديدة والسادس كونترول يقع خارج مدينة الحديدة ويبعد عنها حوالي ٣٢ كم في مدينة المرأوعة، والجدول (١) وخريطة (١) يوضحان المواقع الفلكية والجغرافية لمواقع الدراسة.

جدول (١) يوضح المواقع الفلكية والجغرافية في منطقة الدراسة

م	اسم الموقع	اسم المديرية	الموقع الجغرافي	الموقع الفلكي
١	جولة الصدف	الحالي	تقاطع ش.الخمسين مع ش.جيزان	N°١٤,٤٨,٨٦٩، E°٤٢,٥٧,٨٤٢
٢	دارالضيافة ج.الحديدة	الحالي	جوار كلية الآداب	N°١٤,٤٧,٧١٥، E°٤٢,٥٧,٦٢٠
٣	جولة المطاحن	الحالي	امام محطة العماد	N°١٤,٤٦,٥٢٦،
٤	القصر الجمهوري	الحوك	امام مبنى إدارة الاشغال	N°١٤,٤٧,٧٦٠، °٤٢,٥٦,٩٦١
٥	جولة الميناء	الميناء	جوارمطعم صنعاء	N°١٤,٤٨,٧٥٧، E°٤٢,٥٧,٥٢٦
٦	مزرعة الاهدل	المرأوعة	طريق الحديده باجل	N°١٤,٤٩,٣٠٦، E°٤٣,٠٩,٤٠٢



خريطة (١) توضح المواقع في منطقة الدراسة مواد وطرق البحث

تم اختيار عشوائيا خمس مواقع في مدينة الحديدة مزدحمة بمرور السيارات، والموقع السادس الكونترول بعيد عن الازدحام المروري وتم النزول الميداني إلى هذه المواقع لجمع عينتان من كل موقع، تم جمع١٢عينة من أوراق نباتات الدمس والمريمرة صوره (١)

صوره (١) **نباتي الدمس *Canocarpus lancifolivs* والمريمرة *Azadarakhtea indica***

تم جمع سبعون ورقة نبات خضراء نظيفة خالية من الثقوب، وضعت كل عينة في ظرف كاكي نظيف مكتوب عليه اسم العينة والموقع، ووقت وتاريخ جمع العينة، واسم الشخص الذي قام بعملية الجمع، وتم أخذ جميع العينات وتوصيلها إلى المختبر المركزي في كلية علوم البحار والبيئة، وأجريت عليها التحاليل والفحوصات اللازمة للتعرف على محتواها من الكلوروفيل، وتم تسجيل البيانات لتحليلها احصائيا للتعرف على الفوارق المعنوية في نسبة الكلوروفيل في كل عينة.

تم تقدير كلوروفيل A,B والكلوروفيل الكلي في العينات باستخدام طريقة (Arnon, Makinny)، (الزهيري، ٢٠٠١)، اذ تم أخذ 3 جرام من كل عينة ثم قطعت إلى قصاصات صغيرة جدا ووضعت في بيكر مع 30 مل من الأسيتون بتركيز 80% لمدة خمسة عشر دقيقة مع الهز اليدوي البسيط كل خمس دقائق ثم نقلت العينات إلى الأنابيب الخاصة بجهاز الطيف (Spectrophotometer Inductively Coupled Plasma Optical Emission (ICP-OES) وتمت قراءة الامتصاصية للعينات على الأطوال الموجية 645-663 نانومتر واستخدمت العلاقات التالية لحساب كمية الكلوروفيل الكلي وكلوروفيل A,B

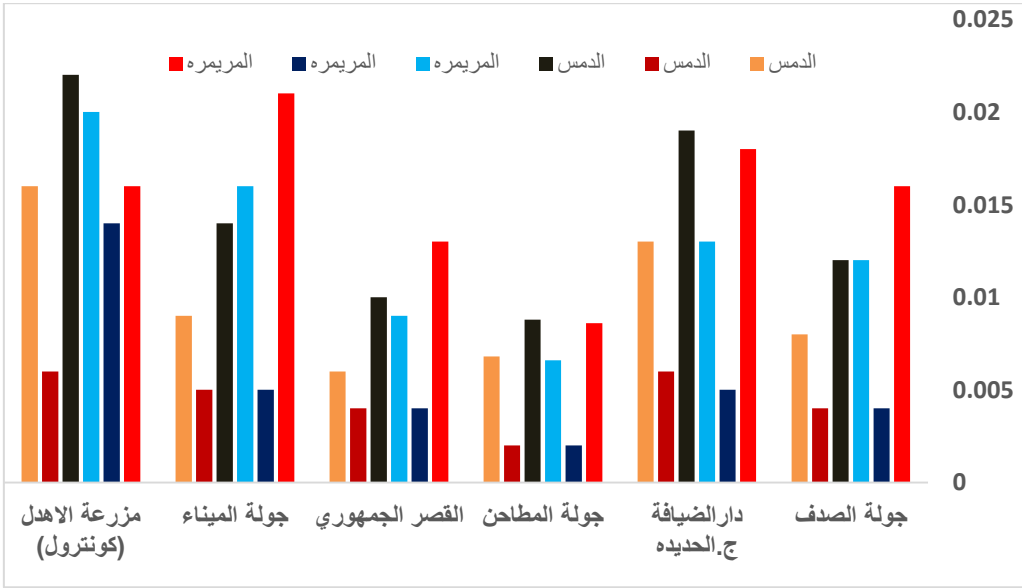
$$Chl.a=(12.7(D663)) – 2.69 (D645) * V/(1000*W)$$

$$Chl.b=(22.9(D645)) - 4.68 (D663) * V/(1000*W)$$

حيث D قراءة الكثافة الضوئية للكلوروفيل المستخلص على الأطوال الموجية 645-663 نانومتر على التوالي، V الحجم النهائي للأسيتون المخفف بتركيز (80%)، Wهو الوزن الرطب بالجرام للنسيج النباتي الذي تم استخلاصه، تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباينANOVA Analysis of variation test، وباختبار أقل فرق معنوي LCD least significant differences test لاختبار الفروق المعنوية بين العينات، (الرأوي ١٩٧٩).

النتائج والمناقشة

يعتبر التغير أو الإنحراف في قيمة أو محتوى الكلوروفيل في الأنسجة النباتية أحد المؤشرات والدلائل الهامة على وجود تلوث في الهواء أو التربة على حد سواء. (الزهيري-٢٠٠٧)، (البياتي-١٩٩٤)، جدول (٢) والمخططات (٢،١)، توضح الفروق المعنوية بين النتائج.



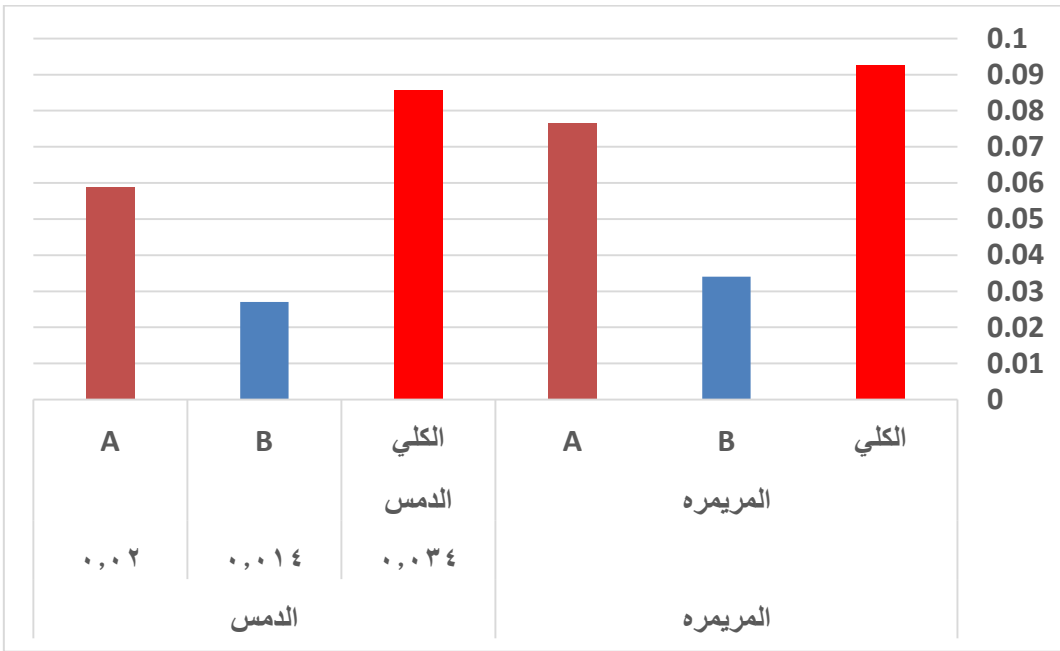
مخطط (١) يوضح الفروق المعنوية بين قيم تراكيز الكلوروفيل الكلي و B و A عند مستوى ٥%

جدول (٢) يبين قيم تركيز الكلوروفيل الكلي و B و A والفروق المعنوية بينها.

م	الموقع	قيمة الكلوروفيل بالمجم/ج					
		نبات الدمس			نبات المريمرة		
		A	B	الكلى	A	B	الكلى
1	جولة الصدف	a0.008	a0.004	**0.012** *	**m**0.012	**m**0.004	**0.016** *
2	دارالضيافة ج الحديده	b0.013	c0.006	**0.019** *	t0.013	x0.005	**0.018** *
3	جولة المطاحن	s0.0068	s0.0020	**0.0088** *	b0.0066	v0.002	**0.0068** *
4	القصر الجمهوري	a0.006	f0.004	**0.010** *	d0.009	n0.004	**0.013** *
5	جولة الميناء	s0.009	b0.005	**0.014** *	y0.016	v0.05	**0.021** *
6	مزرعة الاهدل (كونترول)	z0.016	z0.06	**0.022** *	g0.020	v0.014	**0.034** *

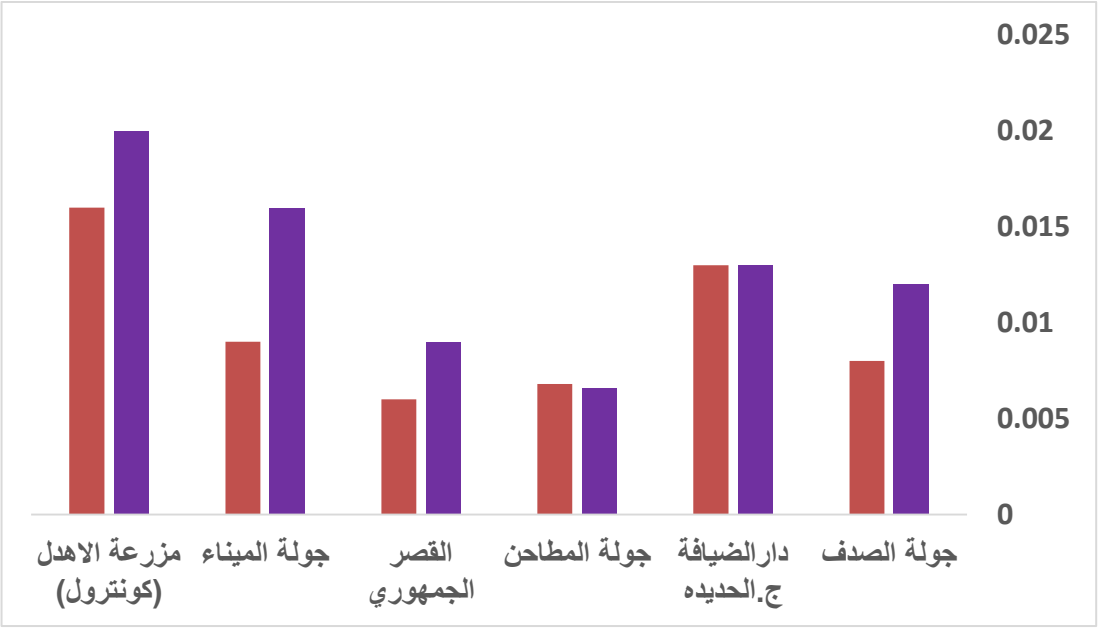
أو الحروف المختلفة تعني وجود فروق معنوية، الحروف المتشابهة لا تعني وجود فروق عند مستوى ٥%

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى ٥% بين مواقع الدراسة الخمسة والكونترول مخطط (١) . ويرجع ذلك إلى اختلاف وتباين مصادر الملوثات في هذه المواقع، وحركة وازدحام وسائل المواصلات المختلفة، فالمواقع المزدحمة كان إجمالي تركيز الكلورفيل B,A والكلي بها قليل مقارنة بالكونترول بينما المواقع الأقل ازدحاما وتعرضا للملوثات القصر الجمهوري كان تركيز الكلوروفيل في العينات المدروسة افضل. مخطط (٢)



مخطط (٢) التركيز الإجمالي من الكلوروفيل الكلي و A B في المواقع المدروسة

وبمقارنة تركيز الكلوروفيل A,B والكلي بين النوعيين النباتيين الدمس والمريمرة اظهر نبات المريمرة ***Azadarakhtea indica*** تفوقا في قيمة تركيز الكلوروفيل الكلي في غالبية المواقع والكونترول، نتيجة لاختلاف التكوين المورفولوجي والهيستولوجي للأوراق وأعداد وأشكال البلاستيدات الحاملة والمكونة للصبغة، أيضا اختلاف متطلبات المناخ المحلي بين النوعين، وهذا يتفق مع ما ورد في، (**الزهيري-٢٠٠١**)، حميدة-١٩٩٢)، (بارود-١٩٩٦) بينما ظهرت فروق معنوية فيما يخص تركيز الكلوروفيل A,B مخطط (٣) .

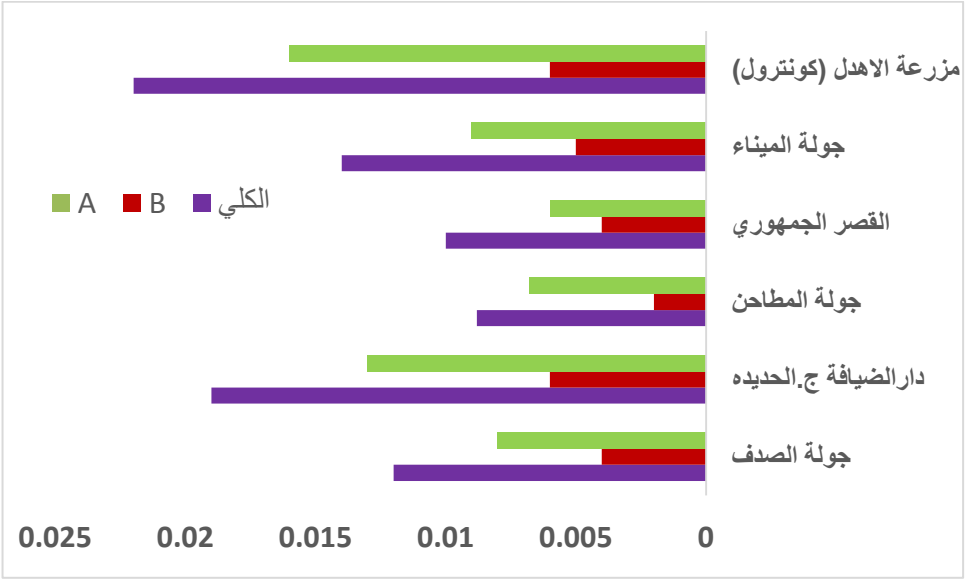


مخطط (٣) تركيز الكلوروفيل الكلي من النباتين في المواقع المدروسة

أيضا اظهر التحليل الاحصائي فروقاً معنوية للنتائج لنبات المريمرة من حيث قيمة تركيز الكلوروفيل الكلي و B و A فيما بين وداخل بعض المواقع مقارنة بالكونترول وكانت أكبر قيمه له ٠,٠٣٤ ٠,٠٢٠ و٠,٠١٤ مجم / جرام و على التوالي (الكونترول)، بينما أقل قيمة له هي جولة المطاحن ٠,٠٠٨٨و ٠,٠٠٢٠ و ٠,٠٠٦٨مجم/جم .مخطط (٤).

مخطط (٤) تركيز الكلوروفيل الكلي و A و B لنبات المريمره في المواقع المدروسة

وبالمقابل أكد التحليل الاحصائي أن أشجار الدمس أكثر حساسية من أشجار المريمرة من خلال الانخفاض الواضح في قيمة تركيز الكلوروفيل الكلي و B و A فيما بين وداخل بعض المواقع مقارنة بنبات المريمرة وكان أقل قيمة للمتغيرات الثلاثة أيضا في موقع جولة المطاحن، مخطط (٥) يوضح التركيز في المواقع المدروسة .



مخطط (٥) تركيز الكلوروفيل الكلي و A و B لنبات الدمس في المواقع المدروسة.

وبالتالي يمكن القول أن أكثر المواقع تلوثا هو هذا الموقع بسبب انخفاض قيم مؤشر التلوث (تركيز الكلوروفيل) عن بقية المواقع المدروسة وهذا راجع إلى زيادة حركة السير كون هذه الجولة هي جولة للخط الدولي الآتي من (الحدود الشمالية) وغيره، أيضاً المدخل الشرقي لمدينة الحديده، وكذلك هي المخرج للشاحنات المحملة بالبضائع والوقود

من الميناء البحري، أيضا هذا الموقع منطقة تلاقي شارع صنعاء وشارع الخمسين المتصل ببوابة الميناء ومعظم الناقلات والشاحنات المحملة بالبضائع المتجهة إلى المحافظات والمدن الأخرى والداخلة من جهة الشرق تمر بهذه النقطة؛ إضافة إلى وجود شركات ومصانع (شركات اخوان ثابت ومصانع يماني وشركة هنية، مطاحن البحر الأحمر، شركات الكبوس، شركة الحمادي للتبريد)، وكلها تستخدم مصدر طاقة محلي ينفث عوادم غازات احتراق متنوعة، وهذه النتائج تتطابق مع (٢) (ادم -١٩٨٨)، الذي أثبت أن انخفاض تركيز الكلوروفيل الكلي B و A سببه عوادم الشاحنات والناقلات التي تعمل على تلف خلايا الطبقة الميزوفيليه (الاسفنجية ، العمادية) في ورقة النبات، وكذلك تؤدي إلى حدوث تشوهات للبلاستيدات الخضراء وتحطم صفائح الجرانا وأن التعرض المستمر إلى كل من غاز أول اكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكبريت يؤدي إلى انتفاخ البلاستيدات الخضراء بسبب تضخم الجرانا، ومن ثم يبدأ تآكل الغشاء المحيط بالبلاستيدة وأخيراً تلفها وخروج مكوناتها ومهاجمة المواد الخلوية وبذلك يقل محتوى النبات من الكلوروفيل.

الاستنتاجات

- من خلال الدراسة الحالية تبين أن نبات الدمس أكثر تأثرا بملوثات الهواء من نبات المريمره لذا فهو أكثر حساسية بيئية.
- موقع جولة المطاحن أكثر مواقع الدراسة تأثرا بالتلوث، بينما موقعي دار الضيافة ج.الحديدة وجولة الميناء الأقل.
- تركيز الكلوروفيل B في كل المواقع كمؤشر للتلوث كان أقل ما يمكن مقارنة بالكلوروفيل الكلي وكلوروفيل A.
- وجود علاقة عكسية بين تركيز الملوثات في البيئة وتركيز الكلوروفيل الكلي و A و B في النباتات المستخدمة في البحث.

التوصيات

- التوسع في زراعة الأشجار في الشوارع و الحزام الأخضر بمدينة الحديدة وخصوصا النباتات التي لها القدرة على إمتصاص الملوثات.
- الحد من ملوثات الغلاف الجوي وذلك باتباع الوسائل المناسبة لذلك والمعمول بها في أغلب الدول.
- عمل الفحص الدوري للمركبات للتأكد من صلاحيتها وذلك للتقليل التلوث من عوادمها.
- المراقبة الدورية لمستويات التلوث في شوارع مدينة الحديدة .
- عمل دراسات مستقبلية تفصيلية دقيقة للتأثيرات الفسيولوجية للملوثات على النباتات المزروعة في شوارع مدينة الحديدة.

المراجع

(١) أبو حمرة ،عزت (١٩٩٢)، تلوث الهواء الناتج عن عوادم السيارات، وزارة الشئون البلدية والقروية والبيئة، (٢)، ص٣٠-٣٧،عمان.

(٢) ادم ،كركيس عبدالله (١٩٨٨)، التلوث البيئي، مطبعة التعليم العالي، جامعة البصرة، ص٧٣-٧٥.

(٣) أرناؤوط، محمد السيد (١٩٩٣)، الإنسان وتلوث البيئة، الدار المصرية اللبنانية، القاهرة ج م ع (١)، ص٨٠.

(٤) الأخرس ،حسن (١٩٩٥)، أثر تلوث الهواء بالغازات الناتجة عن مصفاة البترول الأردنية، ومحطة الحسين الحرارية على صحة السكان وبعض ممتلكاتهم في بلدة الهاشمية، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

(٥) البياتي ،عدنان (١٩٩٤)، تلوث الهواء في الوطن العربي بين ضرورات التنمية وسلامة البيئة، مجلة شئون عربية،(٧٩)،ص١٦٠-١٧٢ .

(٦) الدمنهوري، محمد، (١٩٨٩) تقييم الآثار البيئية الناجمة عن التلوث الجوي بغبار الإسمنت في مدينة الفحيص في مجالات صحة الإنسان وراحته وبعض ممتلكاته وأوراق بعض الأشجار المثمرة، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

٧) الزبيدي، علي بنأوي جذع، فقيه، عزي أحمد، (٢٠١٨): علم البيئة – الطبعة الأولى، منشورات مكتبة صلاح الدين، الحديدة – اليمن ص ٢١٥.

٨) الزهيري، صباح نايف،(٢٠٠٧) أثر الملوثات البيئية على المؤشر الحيوي لمادة الكلوروفيل (A,B) والحامض الأميني (البرولين) في أوراق نبات النبق- مجلة جامعة كربلاء العلمية، المجلد الخامس، العدد الرابع، كانون الأول ٢٠٠٧.

(٩) الزهيري، صباح،(٢٠٠١) التغيرات في المؤشر الحيوي لمادة الكلوروفيل والبرولين تحت الظروف الملوثة في أوراق نبات التفاح. بحث منشور في مجلة بابل العلمية العدد(٣) ص ٦٣-٦٨.

١٠) السعدأوي، ريهام حسين أحمد علي، (٢٠١٥) معالجة التربة الملوثة ببعض العناصر الثقيلة باستخدام نباتي الشبّوي *Mathiola incana* والبتونيا *Ptonia intergrifolia*، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة تكريت.

١١) العودات، محمد (١٩٨٨)، التلوث وحماية البيئة، الأهالي للنشر والتوزيع، دمشق، ص ٤٣,

١٢) بارود، نعيم، (١٩٩٦) تقييم الآثار البيئية للمشاريع الصناعية في مدينة عمان الكبرى، رسالة دكتوراه، جامعة الخرطوم، الخرطوم، السودان.

١٣) طلبة ، مصطفى كمال (١٩٩٢)، إنقاذ كوكبنا، التحديات والآمال، حالة البيئة في العالم،-١٩٩٢، مركز دراسات الوحدة العربية . UNEP، بيروت (١)، ص ١٧٥-١٩٧،

(١٤)عبدالجواد، أحمد حسن ، (١٩٩١)، تلوث الهواء، الدار العربية للنشر والتوزيع القاهرة،(١)، ص٣٢-٢٥،

(١٥) حميدة، عبد الرحمن (١٩٩٢)، التلوث، أبعاده وأخطاره، مجلة كلية العلوم الاجتماعية- الكويت، (٣٥)، ص ٥٥٢ .
١٦) اليمني، علي محمد ناصر، اكرم عبدالمنعم،(٢٠٠٨)التغيرات الظاهرية في نبات الفول البلدي النامي تحت تأثير ملوثات الهواء الغازية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، قسم النبات والاحياء الدقيقة، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.
١٧) مایاکورثوفا، (١٩٨٧) تأثير ملوثات الهواء على بعض النباتات من الناحية المظهرية في منطقة المصانع. مجلة العلوم، كييف العدد الثالث. ص ١٨٦-,١٩٢
١٨) نيوكولا فيسكي (١٩٨٠) تأثير (H2S) على المحتوى الكلوروفيلي وانخفاض التمثيل الضوئي لبعض النباتات ص٥-,٢٣
١٩) رابي د.وكريب.(١٩٨٧) تأثير So2 على نشاط الانزيمات في الأوراق النباتية. مجلة فسيولوجيا النبات، العدد ٩٧، ص٢١٥-٢٢٦.
٢٠) لكون. ج.م، (١٩٧٨) النبات والتلوث البيئي في اكاديمية العلوم، كييف .ص ١٤٥-,١٤٧
٢١) الرأوي، خاشع محمد، خلف الله، عبدالعزيز(١٩٧٩)، المدخل إلى الإحصاء وتصميم التجارب . دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
22) Alkorta, I., Hernandez-Allica, J., Becerril, J.M., Amezaga, I., Albizu, I. and Garbisu, C. (2004). Recent findings on the phytoremediation of soils contaminated with environmentally toxic heavy metals and metalloids such as zinc, cadmium, lead, and arsenic. Environmental Science and Bio/Technology. 3: 71–90.
23) Flathman, P.E. and Lanza, G.R. (1998). Phytoremediation: current views on an emerging green technology. Journal of Soil Contamination. 7: 415-432.
24) Fathallah, Ali Taj al-Din (2004). pollution and the agricultural environment, Khartoum University Published, pp. 65-70.
25) Xue, P. ; Guo-xin, L. ; Wen-ju, L. and Chang-zhou, Y. (2010). Copper uptake and translocation in a submerged aquatic plant Hydrilla verticillata (L.f.) Royle. J. Permissions and Reprints, 81(9):1098-1103.