



تأثير عنصري الرصاص والنيكل في تركيب الأنسجة وبعض
المؤشرات البايولوجية في نباتي الماش (*Phaseolus*
aureus Roxb.) والذرة (*Zea mays* L.)

أطروحة مقدمة من

رحاب عيدان كاظم الجبوري

إلى مجلس كلية العلوم- جامعة بابل وهي جزء من متطلبات
نيل درجة دكتوراه فلسفة في علوم الحياة/ نبات

بإشراف

أ.د. عبد العظيم كاظم محمد أ.د. علي هاشم الموسوي

أ.د. عبد الله إبراهيم شهيد



Effect of Lead & Nickel on Tissues Structure and some Biological Parameters of Cells in Mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.) & Maize (*Zea mays* L.)

A Thesis
Submitted By

Rihab Edan Kadhim Al-Jubouri

To the Council of the College of Science, University of Babylon
in Partial Fulfillment of the Requirements for Degree of Doctor
of Philosophy in Biology / Botany

Supervised by

Prof. Dr. Abdul Adeem K. Mohammed Prof. Dr. Ali Hashim Al-Mosawi

Prof. Dr. Abdullah Ibrahim Shaheed

Summary

The effects of Pb & Ni on some physiological parameters, and anatomical characteristics of mung bean (*Phaseolus aureus* Roxb.) & maize (*Zea mays* L.) were tested using laboratory and pots experiments.

The laboratory experiments, seeds of both plant species were grown in sawdust, and then treated by solutions of NiCl₂ (10&100ppm), and PbCl₂ (10&200ppm), and combinations of (Ni+Pb) as follow: (Ni,10+Pb,10), (Ni,10+Pb,200), (Ni,100+Pb,10), and (Ni,100+Pb,200)ppm.

Physiologically, all these concentrations had no significant effect on percentage of germination & percentage of velocity coefficient of germination in both plants. But Pb(200ppm) caused significant decrease in percentage of velocity coefficient in maize. The length of shoots and roots in both plants were significant inhibition by Ni(100ppm), while the treatment of Pb(200ppm) caused significant decrease in shoot & root lengths in mung bean only. Interaction between elements had no significant effect on percentage of germination and velocity coefficient, while the combinations (Ni,100+Pb,10, and Ni,100+Pb,200)ppm caused significant decrease in length of shoots in maize, and roots for both plants. There were significant decrease in fresh weight of shoots and in dry weight of roots in both plants by Ni(100ppm). The fresh, and dry weight of roots in maize was decreased by Pb(10ppm). There were no significant effects of interaction for fresh and dry weights of shoots in both plants, while all combinations caused inhibition in dry weight of roots in mung bean.

The treatments of Pb & Ni caused increase rate of photosynthesis in mung bean significantly. Meanwhile, the rate of photosynthesis was decreased in maize leaves by Ni(10&100ppm) and by Pb(10ppm). The rate of photosynthesis was increased in mung bean, and decreased in maize by all combinations significantly.

Biochemically, there were no significant differences in percentage of total nitrogen & protein by Pb in both plants, whereas, in mung bean there was decreased in total nitrogen by Ni(100ppm), and decreased in total nitrogen, protein, and total carbohydrate by the same concentration of Ni in maize significantly. No significant changes occurred in total nitrogen, protein, and total carbohydrate by interactions.

From nutritional point of view, a significant decrease in Ni content by Pb(10ppm), and significant decrease in Pb content by Ni(100ppm) in leaves of mung bean were appeared. In maize leaves, the Pb content increase by the concentrations of Pb(10&200ppm) significantly. In mung bean, no changes in Pb & Ni contents by interaction, while in maize Pb content increased by (Ni,10+Pb,10), (Ni,10+Pb,200), and

(Ni,100+Pb,10)ppm, and Ni content decreased by (Ni,10+Pb,10, Ni,100+Pb,10) ppm.

Additionally, the amount of some nutritional elements were affected by Pb & Ni treatments. The concentration of Na decreased in maize by Pb & Ni. Content of P decreased by concentrations of Ni(10&100ppm) in mung bean leaves. The amount of K enhanced by high concentrations of Pb & Ni in mung bean, whereas, decreased in leaves of maize by all concentrations of Pb & Ni. Meanwhile, Mg decreased by Ni(10ppm) in maize. The Ca decreased significantly in both plants by all treatments. A significant effect had been appeared by decrease Na content by (Ni,10+Pb,10) ppm in both plants, also, the content of P, and Ca decreased by most combinations in mung bean, in maize the content of Mg, and Ca decreased by most combinations significantly.

Anatomically, many changes were observed in cross sections of maize & mung bean leaves, such as declining in thickness of leaf blade in both plants by Ni(100ppm). The decrease in thickness of mid rib and palisade cells numbers were observed in mung bean by a concentration of Pb(200ppm). At the same time, Pb(200ppm) caused a significant increase in vessel diameter, and spongy cells number in mung bean. There was decreasing in total number of cells by Pb(10ppm), whereas, increasing total number of cells by Ni were observed in mung bean leaves significantly. The interaction increased the number of spongy, and palisade cells, in addition to total number of cells by (Ni,10+Pb,200, and Ni,100+Pb,10)ppm, but these combinations caused decrease of mid rib thickness in mung bean, also, thickness of leaves blade decreased by (Ni,100+Pb,10)ppm significantly.

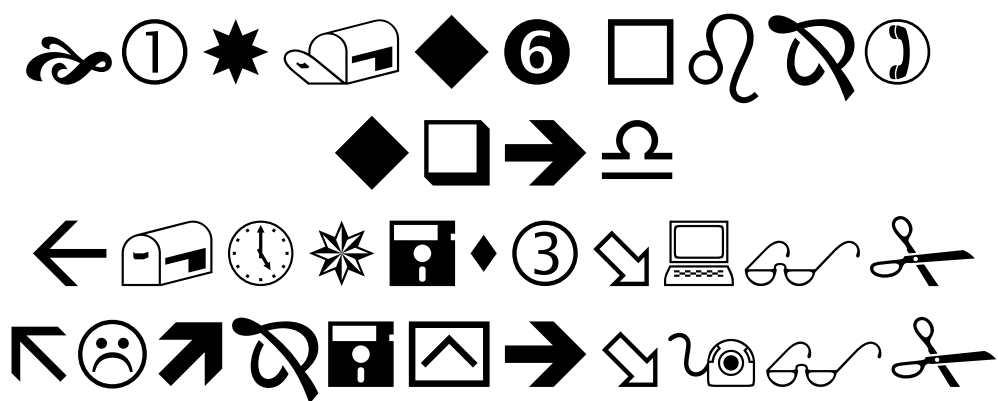
In maize, the concentrations of Ni(10&100ppm), Pb(10&200ppm) led to increase the vessels diameters, and the numbers of mesophyll cells, while the high concentrations of Ni(100ppm), and Pb(200ppm) were lowered diameters of mesophyll cells significantly. all the combinations increased thickness of leaf blade, and vessel diameter, but (Ni,10+Pb,200), (Ni,100+Pb,10), and (Ni,100+Pb,200)ppm decreased mesophyll cells diameter, while the number of these cells were increased by (Ni,10+Pb,10) , (Ni,100+Pb,10), and (Ni,100+Pb,200)ppm.

In pots experiments, the seeds of both plants had been grown in pots containing sandy loam soil. Seedlings at 7 days old, treated with Pb & Ni solutions. These experiments showed that no significant changes in number leaves, length, fresh & dry weight of shoots for both plants, otherwise, significant increase was noticed in the fresh weight of maize shoots by Pb. In maize, the total nitrogen & protein decreased by Ni(100ppm). In mung bean, content of total carbohydrate decreased by Ni(10&100ppm) significantly. No significant changes of all these

features by interactions, except the increase in total nitrogen, and protein by (Ni,10+Pb,10)ppm, with total carbohydrate decrease by (Ni,10+Pb,200), (Ni,100+Pb,10), and (Ni,100+Pb,200)ppm in mung bean.

In both plants, the amount of Ni was declined, whereas, Pb was enhanced by Pb(10&200)ppm, and Ni(10&100)ppm significantly. High concentration of Pb caused a significant increase in content of Na, and K in mung bean, while the same element (Pb,200) ppm caused decrease in Na, K, Mg, and Ca in maize leaves. Low concentration of Pb was enhanced the content of Na in mung bean, but it inhibited the content of K in both plants, in addition to that, the content of Mg, and Ca were inhibited in maize leaves by the same concentration of Pb. High and low concentrations of Ni were increased the content of P, and at the same time, were inhibited Ca content in mung bean. Ni (10&100)ppm caused increase K in maize leaves significantly. The interaction caused decline of Ni content in mung bean leaves by (Ni,10+Pb,200), and (Ni,100+Pb,10)ppm. The combination (Ni,10+Pb,10)ppm caused a significant decrease Na content in both plants, and increase K, and Mg in maize. The combination (Ni,100+Pb,200)ppm caused increase Na, and K in mung bean, but it decreased K, and Ca content in maize. At the same time, combination (Ni,10+Pb,200)ppm caused decrease P content in maize.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



صدق الله العلي العظيم
سورة الحجر (86)

الخلاصة

تمت دراسة تأثير عنصري Pb و Ni في بعض المؤشرات الفسلجية والتشريحية لنباتي الماش *Phaseolus aureus* Roxb. والذرة *Zea mays* L. من خلال إجراء تجارب مختبرية وتجارب الأصص.

شملت التجربة المختبرية زراعة بذور الماش والذرة في نشارة الخشب ومعاملتها بمحاليل كلوريد النيكل (10 و 100 ppm) وكلوريد الرصاص (10 و 200 ppm) مع استخدام توليفات مكونة من العنصرين بأربعة تراكيز هي (Ni, 10+Pb, 10)، و (Ni, 10+Pb, 200)، و (Ni, 100+Pb, 10)، و (Ni, 100+Pb, 200) ppm، فضلاً عن عينة السيطرة (ماء مقطر).

فسيولوجياً، كان تأثير هذه المحاليل غير معنوي في النسبة المئوية للإنبات، ولمعامل سرعة الإنبات في كل من الماش والذرة، عدا الرصاص بالتركيز (200 ppm) إذ سبب انخفاض معنوي في النسبة المئوية لمعامل سرعة أنبات الذرة. إن طول المجموع الخضري والجذري للنباتين قد انخفض معنوياً بتأثير النيكل بالتركيز (100 ppm) بينما سبب التركيز العالي للرصاص (200 ppm) انخفاض معنوي في طول المجموع الخضري والجذري لنبات الماش فقط. ولم يكن للتداخل بين العنصرين تأثير معنوي في النسبة المئوية للإنبات ولمعامل سرعة الإنبات، ولكن سببت التوليفتان (Ni, 100+Pb, 10 و Ni, 100+Pb, 200) ppm انخفاض معنوي في طول المجموع الخضري للذرة وطول المجموع الجذري للنباتين.

بينت نتائج التجربة المختبرية حصول انخفاض معنوي في الوزن الطري للمجموع الخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري في كلا النباتين، وأزداد الوزن الطري وانخفض الوزن الجاف للمجموع الجذري للذرة معنوياً بتأثير الرصاص بالتركيز (10 ppm)، ولم يكن للتداخل تأثير معنوي في الوزنين الطري والجاف للمجموع الخضري للنباتين. وقد سببت جميع التوليفات تثبيط معنوي في الوزن الجاف للمجموع الجذري للماش فقط.

سبب الرصاص والنيكل زيادة معنوية في معدل البناء الضوئي للماش، بينما سبب النيكل بتركيزية والرصاص بالتركيز (10 ppm) انخفاض معنوي في معدل البناء الضوئي للذرة. وكان للتداخل بين العنصرين تأثير معنوي في زيادة معدل البناء الضوئي للماش ونقصانه في الذرة بتأثير جميع التوليفات بصورة معنوية.

من الناحية الكيموحيوية فلم تكن هناك فروقات معنوية في كمية النتروجين الكلي وكذلك البروتين بتأثير الرصاص في النباتين، في حين ثبت النيكل بالتركيز (100 ppm) كمية النتروجين الكلي في الماش، وقد ثبت هذا التركيز كمية النتروجين الكلي والبروتين وكمية الكربوهيدرات الكلية في الذرة بصورة معنوية. ولم يكن للتداخل تأثير معنوي في كمية النتروجين والبروتين والكربوهيدرات للنباتين.

من الناحية الغذائية والمعدنية، فقد أبدت أوراق نبات الماش انخفاضاً معنوياً في محتوى عنصر Ni بتأثير الرصاص بالتركيز (10 ppm) وانخفاضاً معنوياً في عنصر Pb بتأثير النيكل بالتركيز (100 ppm). أما في أوراق الذرة فقد ارتفع تركيز عنصر Pb بتأثير تركيزي الرصاص معنوياً، لم يسبب التداخل تأثيراً في كمية العنصرين في الماش، ولكنه سبب زيادة كمية الرصاص بتأثير التوليفات (Ni, 10+Pb, 10 و Ni, 10+Pb, 200 و Ni, 100+Pb, 10) ppm وقلّة كمية النيكل بتأثير التوليفتين (Ni, 10+Pb, 10 و Ni, 100+Pb, 10) ppm.

عند دراسة تأثير المحاليل المختلفة لعنصري Pb و Ni في كمية العناصر المعدنية لوحظ انخفاض كمية Na في نبات الذرة بتأثير Pb و Ni. أما عنصر P فقد اختزلت كميته بتأثير النيكل بتركيزية العالي والواطئ في أوراق نبات الماش. ارتفع تركيز K بتأثير التراكيز العالية للرصاص والنيكل في أوراق نبات الماش، وانخفض في الذرة بتأثير تراكيز الرصاص والنيكل

جميعاً. انخفض تركيز Mg بتأثير النيكل بالتركيز (10ppm) في الذرة معنوياً، كما انخفض تركيز Ca معنوياً في أوراق النباتين بتأثير جميع تراكيز المحاليل. كان للتداخل تأثير معنوي في اختزال كمية Na بتأثير التوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm في النباتين، واختزال كمية P و Ca بتأثير معظم التوليفات في الماش، واختزال Mg و Ca معنوياً بتأثير معظم التوليفات في الذرة.

تشريحياً، بينت دراسة التغيرات النسيجية للمقاطع المستعرضة لأوراق نبات الماش والذرة اختزال سمك نسيج الورقة في النباتين بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm)، وسبب الرصاص بالتركيز (Pb,200) ppm اختزال سمك العرق الوسطي، وعدد خلايا الطبقة العمادية وفي الوقت نفسه سبب ارتفاع معنوي في أقطار الأوعية وعدد خلايا الطبقة الأسفنجية لنبات الماش. ثبط العدد الكلي للخلايا بتأثير الرصاص بالتركيز (10ppm)، بينما زاد العدد بتأثير تراكيز النيكل في النبات نفسه. أما في الذرة، سبب تركيز الرصاص والنيكل زيادة معنوية في قطر الوعاء وعدد خلايا طبقة الميزوفيل، في حين أدت التراكيز العالية لكل من الرصاص والنيكل إلى انخفاض معنوي في أقطار خلايا طبقة الميزوفيل. كان للتداخل تأثير معنوي في زيادة عدد خلايا الطبقتين الأسفنجية والعمادية ومن ثم العدد الكلي للخلايا في أوراق الماش بتأثير التوليفتين (Ni,10+Pb,200 و Ni,100+Pb,10) ppm، وكان لهاتين التوليفتين تأثير معنوي في تثبيط سمك العرق الوسطي، مع انخفاض سمك النسيج معنوياً بتأثير التوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm. لقد سببت التوليفات الأربعة زيادة معنوية في سمك نسيج ورقة الذرة وزيادة أقطار أوعيتها، ولكن التوليفات (Ni,10+Pb,200 و Ni,100+Pb,10 و Ni,100+Pb,200) خفضت أقطار خلايا طبقة الميزوفيل في أوراق الذرة مع زيادة أعدادها بتأثير التوليفات (Ni,10+Pb,10 و Ni,100+Pb,10 و Ni,100+Pb,200) ppm.

في تجربة الأصص، تمت زراعة بذور النباتين في أصص حاوية على تربة رملية مزيجية، وبعد أسبوع من إنبات البذور سقيت بمحاليل كلوريد الرصاص و كلوريد النيكل المحضرة كما في التجربة المختبرية. أظهرت نتائج تجربة الأصص أن طول المجموع الخضري وعدد الأوراق والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري لم تتغير معنوياً لكلا النباتين، ماعدا زيادة معنوية في الوزن الطري للمجموع الخضري لنبات الذرة بتأثير الرصاص. اختزلت كمية النتروجين الكلي والبروتين في أوراق نبات الذرة معنوياً بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm)، وقد ثبط النيكل بتركيزه كمية الكربوهيدرات الكلية في أوراق الماش بصورة معنوية. ولم يكن للتداخل تأثير معنوي في جميع هذه الصفات عدا زيادة كمية النتروجين الكلي والبروتين لأوراق الماش بتأثير التوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm مع انخفاض كمية الكربوهيدرات الكلية بتأثير التوليفات (Ni,10+Pb,200 و Ni,100+Pb,10 و Ni,100+Pb,200) ppm.

فضلاً عن ذلك فقد اختزل تركيز النيكل في أوراق الماش والذرة، وارتفع تركيز الرصاص في أوراق الذرة معنوياً بتأثير Pb و Ni بتركيزيهما. سبب التركيز العالي للرصاص زيادة معنوية في كمية Na و K في أوراق الماش، في حين اختزل كل من Na و K و Mg و Ca أوراق الذرة. كان للرصاص بالتركيز الواطئ تأثير مشجع لصوديوم أوراق الماش، ولكنه مثبط للبوتاسيوم في النباتين، ومثبط لكل من Mg و Ca في أوراق الذرة. إما النيكل، فإن تركيزه العالي والواطئ سبب زيادة P ونقصان Ca في أوراق الماش، مع زيادة K في أوراق الذرة معنوياً. كان للتداخل تأثير معنوي في اختزال كمية Ni في أوراق الماش بتأثير (Ni,10+Pb,200 و Ni,100+Pb,200) ppm. وقد سببت التوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm انخفاض معنوي في كمية Na في النباتين، وزيادة معنوية في K و Mg في الذرة. وقد سببت التوليفة (Ni,100+Pb,200) ppm زيادة معنوية في Na و K في أوراق الماش، ولكنها تثبطت كمية K و Ca معنوياً في الذرة. وقد أدت التوليفة (Ni,10+Pb,200) ppm إلى اختزال كمية P معنوياً في أوراق الذرة أيضاً.

﴿شكر وتقدير﴾

الحمد لله ربّ العالمين، عليه توكلت واليه أنيب وهو حسبي، والصلاة والسلام على خير خلقه محمد وآله الطيبين الطاهرين الغرّ الميامين.

لا يسعني وقد قاربت رحلة بحثي على الانتهاء إلا أن أتقدم بوافر شكري وعظيم امتناني إلى أساتذتي المشرفين الأستاذ الدكتور المرحوم عبد العظيم كاظم محمد (رحمه الله تعالى الذي وافاه الأجل في 2006/12/17) والأستاذ الدكتور علي هاشم الموسوي والأستاذ الدكتور عبد الله إبراهيم شهيد لاقتراحهم موضوع الدراسة ورعايتهم ومساندتهم اللامحدودة طيلة فترة الدراسة والبحث التي ذلت جميع الصعوبات، ومن دونها لما قدر لهذه الدراسة أن تنجز بحول الله.

وأقدم بخالص الشكر والامتنان إلى رئاسة قسم علوم الحياة وعمادة كلية العلوم ورئاسة جامعة بابل لإتاحتهم الفرصة لإكمال دراستي ومتطلبات البحث.

ويلزماني عرفان الجميل أن اشكر السيدة إنعام والدكتور فلاح (كلية العلوم/جامعة صلاح الدين) لما بذلوه من مساعدة في التحضير النسيجي لعينات أوراق الذرة. أقدم شكري الجزيل إلى الدكتور علي حسين الخيكاني (كلية الزراعة/جامعة بابل) لأرائه القيمة وتوجيهاته الخاصة بالتحليلات الإحصائية. وأتقدم بالشكر لكل من الأخ عدي جاسم (قسم علوم الحياة/كلية العلوم/جامعة بابل) لمساعدته في تصوير العينات النباتية، والأخ حمزة كاظم (كلية الزراعة / جامعة بغداد) لجهوده في إجراء تحليل عينة التربة .

ومن الوفاء أن أعرب عن شكري للزميلات خالدة كاظم و وجدان رضا والزميلة أواز بهروز وجميع زميلاتي وزملائي طلبة الدراسات العليا لما أبدوه من مساعده في إتمام هذا البحث.

امتناني وتقديري إلى عائلتي الكريمة وأخص بالذكر والدتي الغالية وأخواتي وأخوتي ويسرني تقديم الشكر لزوجي لجهوده ومساندته لي طيلة فترة البحث، ويطيب لي شكر كل من ساعدني ووقف إلى جانبي ولو بكلمة طيبة، والله الموفق

رحاب عيدان كاظم

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ توصية المشرفين ﴾

نشهد أن إعداد هذه الأطروحة قد جرى بأشرافنا في قسم علوم الحياة/كلية العلوم/جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة في علوم الحياة/ نبات.

التوقيع:

اسم المشرف : د. عبد العظيم كاظم محمد

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان : كلية العلوم / جامعة بابل

التاريخ : 200 / /

التوقيع:

اسم المشرف : د. علي هاشم الموسوي

المرتبة العلمية : أستاذ

العنوان : كلية علوم نبات / جامعة بغداد

التاريخ : 200 / /

التوقيع:

اسم المشرف : د. عبد الله إبراهيم شهيد

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان: كلية العلوم / جامعة بابل

التاريخ : 200 / /

﴿ توصية رئيس قسم علوم الحياة ﴾

استنادا إلى توصية الأساتذة المشرفين في أعلاه أرشح هذه الأطروحة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها.

التوقيع:

الاسم : د. كريم حميد رشيد

المرتبة العلمية: أستاذ

العنوان : كلية العلوم / جامعة بابل

التاريخ: 200 / /

﴿ قائمة المحتويات ﴾

<u>الصفحة</u>	<u>الموضوع</u>
II-I	الخلاصة العربية
VI-III	قائمة المحتويات
VIII - VII	قائمة الجداول
XI -IX	قائمة الصور
20 -1	الفصل الأول- المقدمة واستعراض المراجع
1	مقدمة عامة
3	أهداف البحث
4	مصادر التلوث بالرصاص والنيكل
5	أشكال تواجد العناصر الثقيلة في البيئة
6	تأثير الرصاص والنيكل في الإنسان والحيوان
7	الفعل المتبادل للرصاص والنيكل مع العناصر الأخرى
8	علاقة النبات بالرصاص والنيكل
11	أهمية الرصاص والنيكل للنبات
11	أثر الرصاص والنيكل في نمو النبات
13	تأثير الرصاص والنيكل في خصائص النبات الفسلجية
15	تأثير الرصاص والنيكل في الأغشية السايكوبلازمية
15	تأثير الرصاص والنيكل في المادة الوراثية
16	توزيع الرصاص والنيكل في الأجزاء النباتية المختلفة
18	ميكانيكية إزالة العناصر الثقيلة في النبات
37-21	الفصل الثاني- المواد وطرائق العمل
21	التجارب المختبرية
21	تهيئة البذور وتعقيمها
21	تحضير محاليل عنصري الرصاص والنيكل
22	دراسة تأثير محاليل عنصري الرصاص والنيكل
23	ظروف التجارب المختبرية
23	قياس النسبة المئوية للإنبات ولمعامل سرعة الإنبات
24	قياس طول المجموع الخضري والمجموع الجذري
<u>الصفحة</u>	<u>الموضوع</u>
24	قياس الوزن الطري للمجموع الخضري والمجموع الجذري
24	قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري
24	تقدير كمية الكلوروفيل
25	تقدير كمية الكربوهيدرات الكلية
26	تقدير عنصري الرصاص والنيكل و بعض العناصر المعدنية
27	تقدير كمية النتروجين الكلي
28	عزل البلاستيدات الخضراء وقياس معدل البناء الضوئي
28	عزل البلاستيدات الخضراء
28	قياس معدل البناء الضوئي بإجراء تفاعل Hill
29	تحضير الأوراق النباتية للفحص بالمجهر الضوئي
29	القتل والتثبيت Killing & Fixation

29	Washing & Dehydration الغسل والانكاز
29	Clearing & Infiltration الترويق والتشريب
30	Embedding & Mounting الطمر والتحميل
31	Removing of Wax & Staining إزالة الشمع والتصبيغ
32	تحضير أوراق نبات الذرة للفحص بالمجهر الضوئي
32	المحاليل المستعملة في تحضير عينات أوراق الذرة للفحص بالمجهر الضوئي
33	خطوات تحضير مقاطع عرضية من أوراق الذرة
33	التثبيت والتجفيف والطمر Fixation, Dehydration & Embedding
34	التقطيع والتلوين Sectioning & Staining
34	قياس بعض التراكيب النسيجية
34	تجارب الأصص
34	ظروف التجارب
35	التحليل الفيزيائي والكيميائي لصفات التربة
36	تحضير محاليل عنصري الرصاص والنيكل
36	دراسة تأثير عنصري الرصاص والنيكل
91-38	الفصل الثالث- النتائج
38	التجربة المختبرية
الصفحة	الموضوع
38	النسبة المئوية للإنبات ولمعامل سرعة الإنبات
38	طول المجموع الخضري والجذري
41	الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري
42	الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري
42	كمية النتروجين الكلي والبروتين
45	محتوى الكلوروفيل ومعدل البناء الضوئي
47	كمية الكربوهيدرات الكلية
48	تركيز عنصري النيكل والرصاص
50	كمية بعض العناصر المعدنية
50	عنصر الصوديوم Na
50	عنصر الفسفور P
50	عنصر البوتاسيوم K
51	عنصر المغنيسيوم Mg
51	عنصر الكالسيوم Ca
54	بعض التغيرات النسيجية في ورقة الماش
58	بعض التغيرات النسيجية في ورقة الذرة
79	تجارب الأصص
79	طول المجموع الخضري وعدد الأوراق
80	الوزن الطري والوزن الجاف للمجموع الخضري
81	كمية النتروجين الكلي والبروتين
82	كمية الكربوهيدرات الكلية
82	محتوى الكلوروفيل
85	تركيز عنصري النيكل و الرصاص
86	كمية بعض العناصر المعدنية
86	عنصر الصوديوم Na

87	عنصر الفسفور P
88	عنصر البوتاسيوم K
88	عنصر المغنيسيوم Mg
الصفحة	الموضوع
89	عنصر الكالسيوم Ca
108-92	الفصل الرابع - المناقشة
92	تأثير عنصري Pb و Ni في إنبات ونمو نباتي الماش و الذرة
96	تأثير Pb و Ni في الخصائص الفسلجية والكيموحيوية في نباتي الماش والذرة
101	كمية عنصري الرصاص Pb و النيكل Ni في أوراق الماش والذرة
103	تأثير Pb و Ni في بعض العناصر المعدنية في نبات الماش والذرة
103	الصوديوم Na
105	الفسفور P
105	البوتاسيوم K
107	المغنيسيوم Mg
107	الكالسيوم Ca
109	تأثير Pb و Ni في الخصائص التشريحية لورقة الماش والذرة
112	الاستنتاجات
113	التوصيات
114	المصادر العربية
115	المصادر الأجنبية
A - C	الخلاصة الانكليزية

الفصل الأول

المقدمة و استعراض المراجع

1.1. مقدمة عامة

يعرف التلوث على انه التغير الكمي أو النوعي في مكونات الكرة الأرضية ، وتعرف الملوثات على إنها مواد أو ميكروبات تخل بالنظم البيئية وتعرض الإنسان للخطر أو تهدد سلامة موارده الطبيعية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة (حاتوغ و أبو دية ،2003). وتعد العناصر الثقيلة Heavy Metals من هذه الملوثات التي تزيد كثافتها النوعية عن 5 غم/سم³ وغالبا ما تسمى بالعناصر النزرة Trace Elements ، وذلك لحاجة النبات إليها بكميات قليلة وهي تضم عناصر أساسية وغير أساسية (Round & Chapman, 1983) وتتراوح أوزانها الذرية بين 63.54 و 200.59 (Kennish , 1992). يعد النحاس والكوبلت والحديد والمولبدنيوم والمنغنيز والزنك والنيكل من العناصر الأساسية (مغذيات معدنية ضرورية للنبات)، أما الكاديوم والرصاص وغيرها فأنها عناصر غير أساسية لعدم معرفة أدوارها الفسلجية (Utsunamyia, 1980) بالرغم من تراكم هذه العناصر في السلسلة الغذائية وقدرتها السمية العالية (Vasquez et al., 1999).

تعد النباتات حلقة أساسية في السلسلة الغذائية ، وقد ذكر Lasat (2002) إن النباتات تمتلك قابلية وراثية كامنة لتخليص التربة من العديد من المعادن الثقيلة، وهذا ما ضمه المفهوم المعروف بتقنية المعالجة الخضرية Phytoremediation أي تنظيف بيئة التربة من المعادن بواسطة النبات لإعادة تأهيلها. وأن النباتات التي لها قابلية تجميع المعادن الثقيلة في أنسجتها بكميات كبيرة تفوق كمياتها الموجودة في التربة أو في النباتات الأخرى المجاورة والتي لا تسمح بتراكم أو تجمع هذه العناصر، تسمى بالمركمات Accumulators أو Hyperaccumulators (Baker & Brook, 1989) وقد عدت هذه الأنواع المراكمة واحدة من ثلاث وسائل أساسية طورها النبات للنمو في الترب الملوثة بالعناصر (Baker & Walker, 1990) إذ شملت نوعين آخرين هما :

1- نباتات تمنع دخول العناصر إلى الأجزاء الخضرية إذ تسمح ببقائها وتراكمها في الجذور فقط وتسمى مقصيات العناصر Metals Excluders .

2- نباتات تقوم بتجميع العناصر في أنسجتها المختلفة بالكميات الموجودة نفسها في التربة إذ أنها تمثل انعكاساً لمستوى هذه العناصر في التربة وتسمى أدلة العناصر Metals Indicators .

أن عملية التراكم الفائق Hyperaccumulation يمكن أن تعتمد على عامل التركيز الحيوي Bioconcentration أي كمية المعدن المأخوذ من النبات إلى كميته في المحلول (Zayed et al., 1998) . وأن من خصائص المراكمت فضلاً عن تجميعها للمعادن بنسبة كبيرة هي قلة نموها وإنتاجها لكتلة حيوية محدودة (Baker & Brook, 1989). فضلاً عن إن العناصر الممتصة مثل Cu و Zn و Ni هي ليست من بين الملوثات البيئية الأكثر أهمية (Gleba et al., 1999) ، ولهذه الأسباب فإن البحوث ركزت على تقنية المعالجة الخضرية Phytoremediation التي تضمنت أربع عمليات أساسية حسب ما ذكرها Salt وجماعته (1996) وهي :

1- Phyto – immobilisation: إذ تستخدم النباتات لمنع حركة وانتقال الملوثات الذائبة خلال التربة .
2- Phyto – extraction : إذ تستخدم النباتات لاستخلاص المركبات المعدنية والعضوية من التربة إلى داخل أنسجة النبات .

3 - Phyto – volatilisation: إذ تحول أنزيمات متخصصة ضمن نظام النبات-الكائن المجهرى -التربة بعض الملوثات إلى الحالة الغازية وتحررها إلى الجو.

4- Phyto – stabilisation : إذ تستخدم النباتات المتحملة للملوثات لتثبيت التربة الملوثة ميكانيكياً ولمنع التعرية وانتقال الملوثات عبر الهواء إلى بيئات أخرى، وغيرها من العمليات (Ghosh & Singh, 2005) .

أن تقنية المعالجة الخضرية بشكل عام مناسبة للمواقع الكبيرة التي تمتلك مستويات واطئة نسبياً من التلوث، الأمر الذي يحدد استخدامها وآفاق تطورها، مما يمكن استخدام هذا الخيار الواطئ الكلفة لتثبيت المواقع لحين توفر الإمكانيات المادية والتقنية لإعادة تأهيل الأراضي الملوثة (Memon et al., 2001) و (Britt & Gastang, 2002).

إن تقنية الاستخلاص الخضرى Phyto-extraction هي أفضل العمليات التي تضمنتها المعالجة الخضرية (Gleba et al., 1999) إذ تتم زراعة محاصيل حقلية مثل الخردل الهندي والذرة والشوفان والشعير وغيرها والتي تلعب أثراً مهماً في تحملها للعناصر الثقيلة مع إنتاجية عالية للكتلة الحيوية (Schmidt, 2003).

2.1. أهداف البحث

- على أساس ما تقدم ذكره من ضرر التلوث بالمعادن الثقيلة وأهمية النباتات وبالأخص الاقتصادية منها في إزالة أو تقليل تأثيرها الضار ومن ثم أهميتهما معا للإنسان ، تم تحديد أهداف البحث وكالاتي :
1. بيان تأثير عنصري الرصاص والنيكل من الناحية الفسلجية والنسجية في نباتي الماش والذرة بوصفهما من ذوات الفلقتين والفلقة الواحدة على التوالي.
 2. المقارنة بين النباتين بوصفهما محصولين يزرعان في المواسم نفسها تقريبا على أساس النواحي المدروسة في النقطة 1 أعلاه .
 3. معرفة تأثير العنصرين من خلال مزجهما معا ومعاملة بذور النباتين أعلاه.
 4. إمكانية استثمار الأراضي الزراعية الملوثة بهذين العنصرين بزراعة محصولين مهمين اقتصادياً وهما الماش والذرة واستخدامهما في تقنية المعالجة الخضرية (Phytoremediation).

3.1. مصادر التلوث بالرصاص والنيكل

يضاف الرصاص إلى الوقود بشكل رباعي الاثيل Tetraethyl ليخفف الاحتكاك أثناء الاحتراق ويطرح إلى البيئة كدخان من المحركات وتكون النسبة الأكبر من هذا الدخان بشكل دقائق صغيرة من مركبات الرصاص اللاعضوية علما إن 50% منها يسقط ضمن منطقة 100م من جانبي الطريق (Mengel & Kirkby, 1979). و أثبت Momani و جماعته (2002) أن الغبار الساقط على جوانب الشوارع هو الأساس في التلوث بالمعادن الثقيلة ومنها الرصاص إذ أن النباتات غير المغسولة من الغبار تحتوي على تراكيز عالية من العناصر الثقيلة المختلفة بعكس النباتات المغسولة قبل التحليل وإن معظم الكاتيونات (Ca^{2+} و Mg^{2+} و K^{+} و Na^{+}) والانيونات (NO_3^{-} و F^{-} و SO_4^{4-} و Br^{-}) موجودة في التربة أكثر من الغبار. و إن Pb يأتي من عمليات التعدين والتكرير والتصنيع وصهر المعادن واستخدام المنتجات الحاوية عليه.

يعتمد تركيز Pb في بعض الأماكن بشكل كبير على محتوى الصخور الصلدة المبطنة للتربة من المعدن والتي تكون عالية التركيز من عنصر Pb في الطبقة العليا (10سم) وإن محتوى هذه الطبقة من الرصاص يعود إلى ما يدخلها من الجو والى فعاليات الإنسان (Nowack et al., 2001a).

اما النيكل فيزداد تركيزه في البيئة من خلال عمليات إنتاجه وكذلك العمليات الصناعية التي يكون للنیکل اثر فيها، و أن كمية كبيرة منه تطرح من خلال استهلاك البترول، وأن تدخين السجائر يمكن أن يزيد كمية النيكل المستنشق لأكثر من $4 \mu g$ لكل علبة سجائر (Saeed, 1998).

يوجد كلا العنصرين في فضلات المجاري المعالجة التي تستخدم في التسميد لاحتوائها على N و P بشكل أساس (Bestel-Corre *et al.*, 2004) و أن فضلات الوحل الصناعية أكثر احتواءً للعناصر الثقيلة من الفضلات المنزلية، وبالمقارنة مع التربة المزيجية الحامضية فإن Ni و Pb وبعض العناصر الأخرى موجودة أكثر في الفضلات الصناعية و المنزلية، ومن ثم يكون تأثيرهما سام في النباتات بسبب تراكم العناصر الثقيلة في أنسجة النبات (Wong *et al.*, 2001) ومن ثم يؤثران في نموها وفي تركيز معادن التربة (Henning *et al.*, 2001)، و تعد فضلات الأجهزة الكهربائية كذلك ومنها الحاسوب مصدراً للتلوث بالعديد من المعادن ومنها Ni و Pb (Lehto *et al.*, 2003).

1.4. أشكال تواجد العناصر الثقيلة في البيئة

توجد المعادن الثقيلة عموماً بشكل غروي وأيوني وجزيئي وذائب ، وتمتلك المعادن ألفة عالية لأحماض الدُّبال والطين العضوي والأكاسيد المغطاة بالمادة العضوية (Mudroch & Capobianco, 1978 و Britt & Garstang, 2002). تكون الأشكال الذائبة عادة أيونات أو معقدات أو مواد مخلبية غروية معدنية غير أيونية والذوبانية مسيطر عليها بواسطة الأس الهيدروجيني (Kiikkilä *et al.*, 2001 و Mayer *et al.*, 2005) وكمية المعدن وسعة تبادل الأيون الموجب (McNear *et al.*, 2005) والمحتوى الكربوني العضوي (Mudroch & Capobianco, 1978) وحالة الأكسدة لمكونات المعدن و قوة الاختزال للنظام (Britt & Garstang, 2002) .

يقترح Zhang وجماعته (2003) أن التصاق العناصر الثقيلة و الفسفور يزداد مع اضمحلال أو صغر أحجام تجمعات التربة فالتجمعات الأصغر من الترب الرملية تحتوي على غرين وطين أكثر و تحتوي على مساحة سطحية متخصصة تزداد مع صغر حجم الجزيئة وهذا يؤدي إلى أن عملية الامتزاز Adsorption تسيطر على توزيع العناصر بين أجزاء التجمعات المختلفة وأن P والعناصر المعدنية مثل Ni و Pb و K و Na و Mg و Ca تكون مستعدة للانتقال إلى سطوح المياه خلال تعلق الجزيئات الدقيقة.

1.5. تأثير الرصاص و النيكل في الإنسان والحيوان

إن العناصر الثقيلة بشكل عام تؤدي إلى حالات مرضية للإنسان (Joshi & Luthra, 2000) فقد ذكر Pirkle وجماعته (1998) أن الرصاص معدن ملوث مشهور بخطرته السام على الإنسان وخاصة الأطفال إذ أن أكثر من 800,000 طفل يصابون سنوياً بتسمم الرصاص في أمريكا وحدها وبعض

البحوث عدته ساما في أكثر أشكاله ويمكن أن يسبب تجمعه الحيوي تأثيرات شبه مميتة لأنظمة تكون الدم والأجهزة الوعائية والعصبية والبولية والتكاثرية في الأسماك وبعض الكائنات الحية (Eisler, 1988)، وثبت تراكمه في الكبد والكليتين في بعض الحيوانات (Levengood & Hubert, 2001).

يبدو أن للنيكل فعالية سمية قليلة على الإنسان وإن تجمعه في الكائنات الحية المائية قليل (Gamble et al., 1988)، ولكنه يعد مع الرصاص عناصر ملوثة إذ ثبت وجودهما في عدة أنواع من اللحوم المستهلكة من الإنسان ولو بتركيز قليلة (Sabir et al., 2003).

تأتي التأثيرات السامة لكلا العنصرين من زيادة تركيزهما في الكائنات الحية (الإنسان والحيوان) إذ تتضمن التنافس على المواقع الفعالة مع المواد الأساسية الناشئة عن الايض الحيوي واستبدال الايونات الضرورية والتفاعل مع مجاميع الثايلول (SH-) وتحطيم أغشية الخلية من خلال التفاعل مع المجاميع الفوسفاتية (Okoronkwo et al., 2005).

1.6. الفعل المتبادل للرصاص والنيكل مع العناصر الأخرى

لقد درس تأثير هذين العنصرين فضلا عن Cd و Zn في تراكم عنصر الارسينيك بواسطة نبات *Pteris vittata* المراكم لهذا العنصر، فالتركييزات العظمى من Cd و Ni و Pb (200mg/Kg) زادت من فعالية انزيم Catalase في النبات. إن معظم عنصر الارسينيك في النبات كان بشكل ارسينيت (الشكل المختزل) وهذا دليل على قلة تأثير هذه العناصر على اختزال الارسينيك من قبل النبات ومن ثم فإن النبات يراكم الارسينيك من الترب بوجود العناصر الثقيلة (Fayiga et al., 2004).

ولاحظ Biddappa وجماعته (2006) أن قلة عنصر P في أوراق نخيل جوز الهند Coconut palms (*Cocos nucifera* L.) بتأثير Pb و Cd و Al وبعض العناصر الأخرى بالمقارنة مع عينة السيطرة أما Ca فأختزل بتأثير Al و Pb وزادت كمية Mg بتأثير Pb.

لقد أوضح بعض الباحثين إن سمية بعض العناصر مثل Zn ربما تكون ناتجة عن تفاعلات معقدة لأيونات سامة رئيسية مثل Cd^{+2} و Cu^{+2} و Pb^{+2} مع Ca و Mg و Fe و P وعوامل بيئية أخرى (Rout & Das, 2003).

1.7. علاقة النبات بالرصاص والنيكل

إن التكيف للإجهاد في نباتات المحاصيل أساسي وفي الوقت نفسه مهم أيضاً في علم الحياة الأساسي ، ومن جانب آخر يعد موضوعاً حيويًا لفهم التفاعل بين النباتات والبيئة. وبوصفه نظرة عامةً لاحتياجات الإنسان فنحن نطمح في الحصول على نباتات محاصيل قادرة على مجابهة الظروف الطبيعية غير الملائمة بنجاح. فضلاً عن عوامل الإجهاد الحية فإن أشكال متعددة من الاجتهادات غير الحية تحدث ومنها التركيز السام للعناصر الثقيلة (Arnholdt – Schmitt, 2004) .

إن تنظيف التربة الملوثة مهم لحماية صحة الإنسان والبيئة إذ أن التأثير الشديد يحدث عند تجمع أي عنصر ثقيل بزيادة أو بتوزيع غير متوازن، ضمن الكائن الحي (Krämer & Clemens, 2003). ولهذا فهناك اهتمام متزايد في السنوات الأخيرة لتحديد مستويات تراكيز العناصر الثقيلة والضرورية في مختلف الأنظمة البيولوجية ، وذلك مهم جداً لتحديد مستوى التلوث البيئي ولدراسة العمليات الفسلجية والكيموحيوية في الكائنات الحية (Vacek et al., 2004) .

تعتمد عملية انتقال المعادن الثقيلة من التربة إلى النباتات على عوامل ثلاثة هي : الكمية الكلية للعناصر المتوفرة (عامل الكمية) ، وجاهزية الايونات لهذه العناصر في محلول التربة (عامل الشدة) ومعدل انتقال العنصر من الطور الصلب إلى السائل، ومن ثم إلى جذور النبات (ديناميكية التفاعل) (Brümmer et al., 1986)، وإن للنباتات القدرة على التحمل تحت تراكيز معدنية وملحية عالية في التربة ونقل أنواع واسعة من العناصر، وإن النباتات في هذه الحالة تراكم (تجمع) أكثر من عنصر (Toderich et al., 2002) فقد تراكم أنواع نباتية مختلفة تعود لجنس واحد نوعين مختلفين من العناصر بينما تراكم أنواع نباتية أخرى تعود للجنس نفسه أكثر من ثلاثة عناصر (Prasad & Freitas, 2003) وقد وجد تنوع كبير بين العينات النباتية في احتوائها على المعادن الثقيلة ومنها الرصاص والنيكل وبعض العناصر المعدنية مثل Na و K و Ca و Mg اعتماداً على بيئة المنطقة الملوثة (Romero et al., 1987).

ووجد أن بعض النباتات المائية مثل *Glyceria fluitans* تقوم بتراكم معظم المعادن الثقيلة من الرواسب بينما يراكم طحلب *Nitella flexilis* المائي جميع العناصر الثقيلة مباشرة من الماء (Harding & Whitton, 1978) ، وأن نبات *Pistia stratiotes* L. الذي ينمو على سطح البحيرات له قابلية امتصاص العديد من العناصر الثقيلة ومنها الرصاص والنيكل (Sridhar, 1986).

يمكن إزالة العناصر الثقيلة مثل Ni و Pb وغيرها بفعالية أكبر من وسط الفضلات بواسطة بعض النباتات البرية مثل *Lactuca serriola* و *Artemisia vulgaris* و *Chenopodium album* و *Atriplex nitens* باستخدام تقنية المعالجة الخضرية (Phytoremediation) (Porebska & Ostrowska, 1999) فضلاً عن إزالة هذه العناصر من الترب الملوثة بواسطة بعض المحاصيل

الحقلية مثل الخردل الهندي والذرة الصفراء وزهرة الشمس (Schmidt, 2003) وقد وجد عنصر الرصاص فضلا عن Cr و Fe و Cu و Zn موزعة على أنواع عدة من الاشنات و بتركيز عالية (Nayaka et al., 2003).

إن تلوث التربة بالمعادن الثقيلة شائع في الكرة الأرضية ، وإن تنظيف هذه التربة يعد مهمة صعبة وإن واحدة من تقنيات المعالجة هي غسل التربة خارج الموقع باستخدام المواد المخلبية مثل (EDTA) Ethylene Diamine Tetraacetic Acid الذي يعد عاملاً مخلبياً مؤثراً جداً لهذا الغرض ولكنه يبقى طويلاً في البيئة بسبب قلة تحلله الحيوي ، ويعد EDTA أكثر العوامل المخلبية المصنعة التي تكون معقدات مع المعادن الثقيلة (Nowack et al., 2001b) وملائم لاستخلاص Pb لأنه يكون معقد أكثر قوة فيما بينهما بالمقارنة مع [S,S] – Ethylenediamine Disuccinic Acid (EDDS) وغيرها (Tandy et al., 2004). وقد أثبت EDTA (عند إضافته لوسط الزراعة) كفاءة في أخذ المعادن الثقيلة ومنها الرصاص ونقلها إلى الأجزاء المختلفة للنبات وفي أنواع نباتية مختلفة، وذلك بتكوين معقد مخلبي EDTA-Pb في التربة ومن ثم سهولة امتصاصه من الجذور (Sarret et al., 2001 و Shen et al., 2002 و Vacek et al., 2004) وبهذا فإنه عامل مساعد يضاف إلى تقنية المعالجة الخضرية.

وبشكل عام فإن تراكم العناصر في النباتات يختلف من نوع إلى آخر ويتأثر بتركيز العنصر وهذا ما أثبتته Mudroch و Capobianco (1978) في بعض النباتات المائية. أن بعض النباتات مثل *Solanum elaeagnifolium* (Silverleaf nightshade) تستطيع إزالة المعادن الثقيلة من التربة و المياه الملوثة من خلال مادتها الحيوية Biomaterial إذ أثبتت نجاحا بالارتباط مع Pb^{+2} و Ni^{+2} وغيرها من العناصر وأن الارتباط الأمثل كان عند $pH = 5$ وخلال 10-15 دقيقة (Baig et al., 1999) وظهر نبات الجب (*Medicago sativa* (Alfalfa) نجاحاً في دراسة سابقة بالطريقة نفسها وللغرض نفسه (Tiemann et al., 1998).

1.8. أهمية الرصاص والنيكل للنبات

يعد النيكل من العناصر الغذائية الأساسية الصغرى للنبات (Dalton et al., 1988) وربما يتعلق اثر النيكل بحركة المركبات النتروجينية خلال إنبات البذور. والنيكل معروف بكونه احد مكونات إنزيمين هما Urease و Hydrogenase، إذ يحفز إنزيم اليوربيز التحلل المائي لليوريا إلى NH_3 و CO_2

وقد وجد هذا بصورة واسعة ضمن المملكة النباتية، أما الهيدروجينيز فهو مهم في بعض النباتات المثبتة للنيتروجين إذ يكون مسؤولاً عن استعادة الهيدروجين لاستعماله في عملية تثبيت النيتروجين فنقص النيكل يقود إلى اضمحلال مستويات فعالية الهيدروجينيز في عقد فول الصويا Soybean ومن ثم تقليل كفاءة تثبيت النيتروجين (Hopkins, 1999).

و افترض بأن النباتات المراكمة للنيكل تعدّ وسيلة دفاعية معدنية (Elemental Defense) ضد آكلات الأعشاب والممرضات ، إذ أثبتت التجارب المختبرية التأثيرات السمية للنيكل ضد آكلات الأعشاب المستهلكة لأنسجة النبات ذات التركيز العالي من Ni (Martens & Boyd, 2002).

أما الرصاص فيعد من العناصر الثقيلة الملوثة للنباتات و هذا ما أوضحته العديد من البحوث فهو عنصر غير أساسي يؤثر بشكل سلبي في معظم العمليات الحيوية الحاصلة في النبات وخاصة بتراكيزه العالية (Geldmacher & Mallinckrodt, 1985 و Heckathorn et al., 2004).

9.1. أثر الرصاص والنيكل في نمو النبات

تم تثبيط استطالة المجموع الجذري والخضري لنبات السلجم Canola عند زراعته في جيوب صغيرة حاوية على كلوريد النيكل (تحصل فقط بالتراكيز الأعلى من 0.1mM)، ولكن عند زراعته بالتربة فإن النباتات تتحمل تراكيز أعلى من ذلك حتى ظهور التثبيط في طول المجموعين الجذري و الخضري وبالمقارنة مع نبات الطماطة فإن الأخير أكثر حساسية من نبات السلجم Canola في هذه التجربة (Burd et al., 1998).

وجد Zengin و Munzuröglu (2004) أن الرصاص قد منع نمو الجذور والمجموع الخضري وخصوصاً الأوراق وأن هناك علاقة توازي بين زيادة تركيز العنصر مع معدل تثبيط هذه الأجزاء ، وأن التعرض المستمر للرصاص يؤدي إلى اضمحلال أكثر في نمو هذه الأجزاء العائدة لنبات الفاصوليا bean (*Phaseolus vulgaris* L.). وقد لوحظ أن الرصاص قد عرقل وأخر إنبات بذور نبات الحمص (Chickpea)، وأن تأثيره كان أكبر من عنصر Zn (Atici et al., 2005). فضلاً عن ذلك فقد ذكر Darmody وجماعته (2004) أن إنبات البذور لمختلف أنواع المحاصيل لم يتأثر معنوياً وأن نموها كان جيداً عند زراعتها في تربة معاملة بالمعادن الثقيلة وأن أخذ العناصر الثقيلة في هذه النباتات كان مختلفاً حسب pH هذه التربة.

وقد ذكر بعض الباحثين مثل Nyitrai وجماعته (2002 و 2003) أن التراكيز القليلة جداً من عنصري الرصاص والنيكل مثل $10^{-7}M$ و $10^{-6}M$ تحفز استطالة المجموعين الجذري والجذري

فضلاً عن وزنيهما الرطب والجاف في نبات الذرة والفاصوليا. أما الكتلة الحيوية للجذور فقد انخفضت في نبات الذرة بزيادة تركيز Pb ولكن إضافة المخصبات (Mg و Zn) إلى الجرعة الأقل من الرصاص حفزت زيادة الكتلة الحيوية للجذور (Ciesla et al., 2005).

بشكل عام وحسب مذكره Piechalak وجماعته (2005) فأيونات الرصاص Pb^{+2} تسبب التخر وتثبيط استطالة الجذور وقلة أعداد الشعيرات الجذرية لنباتي البزاليا والفاصوليا.

10. 1. تأثير الرصاص والنيكل في خصائص النبات الفسلجية

درس تأثير العناصر الثقيلة ومنها الرصاص والنيكل في مختلف أنواع النباتات وفي مختلف البيئات ومنها ما ذكره Tzvetkova و Kolarov (1996) بأن الأشجار النفضية في المناطق الملوثة هوائياً أعطت تراكيز قليلة من النشا والسكريات الكلية والذائبة بالمقارنة مع المناطق غير الملوثة ، وسجل تجميع عالي للعناصر الثقيلة في تلك النباتات في نهاية فصل نموها وان هناك تغيرات نوعية في تركيز المغذيات وقلة النتروجين الكلي بها. وأظهرت دراسة أخرى أن نبات البزاليا (*Pisum sativum*) المعامل بمحلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$ 1mM زاد فيه مستوى Superoxide anion مشيراً بذلك إلى ظروف أجهد تأكسدي Oxidative Stress ، إذ وجد زيادة في فعاليات المكونات الإنزيمية في النظام المضاد للتأكسد (Antioxidative System Catalase و Superoxide Dismutase) في أجزاء العصير الخلوي و المايكوكونديريا والبيروكسيدومات المعزولة من خلايا الجذور (MaŁecka et al., 2001).

وقد ذكر Atici وجماعته (2005) إن عنصر Pb قد زاد من محتوى هرموني (ABA) Absciscic acid و Zeatin (Z) وقلل محتوى Gibberellic acid (GA_3) في البذور النامية لنبات الحمص Chickpea .

عند تعرض تربة نبات الذرة *Zea mays* إلى تراكيز مختلفة من Cu و Ni و Pb و Zn فإن معدل البناء الضوئي ينخفض ، وان اقل معدلاته يظهر عند زيادة التركيز وكذلك زيادة فترة التعرض ، وان هذا التدني بعملية البناء الضوئي ناتج عن قلة ايض البناء الضوئي المتمثل بنقل الالكترونات (Heckathorn et al., 2004).

أوضح Nyitrai وجماعته (2002 و 2003) أن التراكيز القليلة جداً من عنصري Pb و Ni سرعت بناء الكلوروفيل في نباتي الذرة والفاصوليا وكذلك في نباتات أخرى مثل الحنطة مع زيادة واضحة في عملية تثبيت CO₂ بعملية البناء الضوئي ، وحسب تفسير Nyitrai وجماعته فإن هذه التراكيز الواطئة جداً ولدت تنبيه غير متخصص للتفاعلات في النباتات وربما تكون بهيئة تغير في التوازن الهرموني. وقد ذكر بعض الباحثين أن محتوى الكلوروفيل قد زاد في نبات الذرة مع زيادة تراكيز Pb وهذه الزيادة شُجعت بإضافة Mg و Zn (Ciesla et al., 2005) ، وان معدلات البناء الضوئي والتنفس انخفضت في نبات *Arabidopsis thaliana* مع قلة تجميع الكتلة الحيوية عند تعرض هذا النبات لإجهاد أيون الرصاص Pb²⁺ (Ciurzynska et al., 2005). وكان تأثير النيكل واضحاً في أوراق وجذور نباتات الحنطة من الناحية الكيموحيوية إذ إن تركيز Ni العالي ينتج عنه زيادة محتوى البرولين إلى 6 أضعاف في الأوراق و 3 أضعاف في الجذور ، وان كل من فعالية Superoxide dismutase (SOD) و Castalase (CAT) اضمحلت في كلا العضوين بعد تعرض النبات للنيكل (Gajewska et al., 2005). أوضح بعض الباحثين انخفاض فعاليات النقل والتحلل المائي لأنزيم H⁺-ATPase في الأغشية البلازمية لبادرات نبات الخيار *Cucumis sativus* عند معاملتها بعنصري Pb و Ni ، فضلاً عن Cu و Cd مما يؤدي إلى اضطرابات في توازن أيونات الخلية (Kabala et al., 2005).

11. 1. تأثير الرصاص والنيكل في الأغشية الساييتوبلازمية

أظهرت بعض معاملات الرصاص والنيكل بالتعاقب تأثيرات جانبية مهمة تمثلت بزيادة أو نقصان تكرار التحطيم في الغشاء البلازمي وغشاء الفجوة بالمقارنة مع عينة السيطرة في نبات الذرة (Nyitrai et al., 2003) وثبتت زيادة Small heat – shock proteins (Small Hsp) عند معاملة الذرة بهذين العنصرين نفسيهما (Heckathorn et al., 2004) ، إذ عدها Hall (2002) وسيلة لحماية الغشاء الخلوي الذي يعد الموقع الدفاعي الأولي في عملية التحطيم بالعناصر الثقيلة. وقد وجد Nyitrai وجماعته (2002) إن التراكيز القليلة جداً (10⁻⁷M) لكل من Pb(NO₃)₂ و NiSO₄.7H₂O المضافة إلى محلول هوكلاند النامية فيه بادرات الذرة *Zea mays* L. أظهرت اختلافات سطحية في النظام الصفائحي للبلاستيدات الخضر.

12.1. تأثير الرصاص والنيكل في المادة الوراثية

يمكن أن تعود الاختلافات في المحتوى المعدني للمجموع الخضري إلى تباينات وراثية نباتية
Phylogenetic Variation ، إذ ظهر أن النباتات المراكمة للنيكل منتشرة في الرتب Brassicales
و Malpghigiales و Asterales وهذا ينطبق على بعض العناصر الأخرى مثل Pb و Cu و Cr و Cd
و Zn ، إذ أوضحت هذه الدراسة أن الضروب النباتية المراكمة للمعادن الثقيلة هي من مغطاة البذور وقد
ظهرت خلال عملية التطور وأن هذه الضروب تضمنت أثبات على احتواء المجموع الخضري لأكثر
من عنصر (Broadley et al., 2001).

وما يؤكد الحال أعلاه أن النباتات التي تنمو في الترب الملوثة تكون وراثيا متحملة لهذه العناصر
ومن هذه العناصر Pb و Zn و Cu و Cd ، بينما تهلك النباتات غير المتحملة لهذه العناصر في الترب ذات
التركيزات العالية (Geldmacher & Mallinchröd, 1985).

ومن الملاحظات المألوفة لتأثير الرصاص في المادة الوراثية هو أنه من خلال ارتباط الرصاص
بالحوامض النووية، يسبب تجمع وتكثيف للكروماتين وكذلك تثبيط لحزون الدنا المزدوج مثبتا بذلك
عمليتي التضاعف والاستنساخ (Valle & Ulmer, 1972). وأشار Gzyl وجماعته (2005) أن خلايا
جذور بادرات نبات الترمس (*Lupinus luteus* L.) النامية في محلول الرصاص أظهرت
اضطرابات في تنظيم النيببات الدقيقة القشرية وخيوط المغزل.

13.1. توزيع الرصاص والنيكل في الأجزاء النباتية المختلفة

تقوم بعض أجزاء النبات بعملية تراكم للعناصر الثقيلة مثل القلف (Prasad et al., 2001) فضلا
عن ألياف القطن ، وفضلات أوراق الشاي ، وفضلات الخشب ، وفضلات حليب الزيتون (Prasad &
Freitas, 2003). وعند تحليل عينات من Bryophytes و Epiphyllous النامية على الأوراق والقلف
لبعض أشجار غابات الأمازون، وجد أن تركيز Ni و Pb و Cd و Cr عالي في الأوراق مع Epiphyllous
مقارنة بالأوراق من دون Epiphyllous (Neufeld & Uhl, 1984).

تختلف عملية التراكم اعتمادا على مستوى الأنواع فقد لوحظ أن *Thlaspi goesingene* Hálácsy
وهو من الأنواع المتحملة للزيادة في تركيز النيكل، إذ يتركز النيكل في فجوات خلايا الأوراق بشكل
معقد حامض عضوي - نيكل أكثر بضعفين من النوع غير المتحمل وغير المراكم *T. arvense* L. ،
مع عدم سمية العنصر لكلا النوعين وهذا يوضح أن النسبة الكبيرة من نيكل الورقة في النوع المراكم

يرتبط بجدار الخلية أما البقية فيرتبط مع حامضي Citrate و Histidine (His) والموجودان في الفجوة والساييتوبلازم بالتعاقب (Krämer et al., 2000). ووجد في نبات *Alyssum lesbiacum* المراكم للننكل، إن الحامض الاميني (His) يحفز انتقال النكل من الجذر إلى أنسجة المجموع الخصري بشكل أقتراضي بواسطة تكوين معقد نكل – هستيديين (Ni – His Complex) الذي يتحرك في الخشب وفي *Arabidopsis halleri* فان النقل يتم على هيئة Nicotinamine مظهرا تنوعاً داخل النوع النباتي (COST, 2004).

وجد Pb بمحتوى عالي في جذور نبات القهوة *Coffea arabica* L. وبكمية أقل في الساق ومتوسطة في الاوراق، وان الاوراق أكثر احتواء لعنصر Ni فضلا عن بعض العناصر الأخرى مثل Cr و Cu و Zn، وثبت إن Ni موجود في الجذور والساق أيضا (Franco et al., 2004). وقد وجد Ciurzynska وجماعته (2005) أن Pb يتجمع في جذور نبات *Arabidopsis thaliana* وانه مرتبط بأحماض عضوية صغيرة وغيرها من الروابط.

إن استخدام الأجهزة والطرائق الأكثر حداثة توضح الكثير عن ارتباط العناصر بالأجزاء النباتية الدقيقة، إذ بينت أن الخلايا الحارسة تمتلك المحتوى الأقل من النكل تليها خلايا البشرة، وان خلايا البشرة والنسيج الوعائي يحويان تراكيز من Ni أكثر من الميزوفيل، وان أنسجة الساق وضحت توزيع مشابه لما في الورقة مع تركيز واطئ للنكل نسبياً في منطقة اللب، وقد بين الباحثون أن الذوبانية والحركة العاليتين لهذا العنصر في الورقة والساق لنبات *Stackhousia tryonii* Bailey وهو من النباتات المراكمة للنكل في استراليا (Bhatia et al., 2004).

أما McNear وجماعته (2005) فذكروا أن طريقة (CMT) Computed Microtomographies Fluorescence هي الأفضل في تحديد موقع وتركيز العناصر في أنسجة النبات المراكم، ففي نبات *Alyssum murale* كان Ni يتركز في الأنسجة الضامة للساق والورقة مع عنصر Mn في مناطق محددة مرتبطة مع الشعيرات Trichomes الغنية بعنصر Ca على سطح الورقة، ولوحظ العنصر بكثرة ضمن النظام الوعائي للجذور والساق والأوراق. إن تجمع Ni و Mn عند قاعدة الشعيرة Trichome دليل على وجودهما ضمن الورقة الكاملة الاتساع (البالغة)، وربما هذا يدل على إزالة سمية العنصر، وان تخزينها بالطريقة أعلاه (عن طريق الشعيرة) هي فعالة وذات تأثير معنوي. وقد وجد Ni أيضا في قمم Tips الأوراق مما يؤدي إلى تحرر Ni الزائد مع سوائل الإدماع Guttation. إن نتائج McNear وجماعته جاءت متوافقة مع نموذج النقل، إذ أن Ni يزال من التربة بواسطة الجذور الدقيقة وينقل إلى الأوراق خلال خشب الساق ويتوزع خلال الورقة بواسطة العروق إلى الأنسجة الضامة (البشرة) وقواعد الشعيرات وفي بعض الحالات إلى قمم الأوراق.

14.1. ميكانيكية إزالة العناصر الثقيلة في النبات

تمتلك النباتات ميكانيكيات خلوية كامنة يمكن أن تتضمن إزالة سمية العناصر الثقيلة ومن ثم مقاومة إجهاد العناصر. وهذه تتضمن ادواراً تعتمد على المايكورايزا والارتباط بجدار الخلية والإفرازات خارج الخلية واختزال عملية تدفق المعادن (تدفق داخلي Influx و تدفق خارجي Efflux) عبر غشاء البلازما وارتباط العناصر في العصير الخلوي بواسطة الببتيدات، مثل Phytochelatins وإصلاح البروتينات المتحطمة بالإجهاد، وحجز Compartmentalization المعادن في الفجوة بواسطة النواقل الموجودة على غشاءها (Hall, 2002).

إن اثر الجذور يكمن في إزالة سمية الايونات المعدنية والمحافظة على المعادن بشكل كيميائي متحرك لانتقاله إلى المجموع الخضري للنبات، أما المجموع الخضري فوظيفته بصورة أولية تكمن في خزن المعدن وهذه تتضمن حجز المعادن وإزالة سميتها (Krämer & Clemens, 2003).

تفرز جذور بعض النباتات مواد عضوية متخصصة مثل Citrate و Malate و Histidine تستطيع الارتباط بالنحاس والنيكل والزنك ومن ثم تكوين مركبات مخلبية مع هذه العناصر، كما تستطيع تقليل اخذ الايونات المعدنية الحرة السامة من خلايا النبات (Rauser, 1999)، فعند تعريض بادرات الشعير *Hordeum vulgare* إلى تراكيز مختلفة من عنصر Ni ظهرت زيادة في كل من حامضي Citrate و Malate بمعدل ثلاثة أضعاف، أما حامضي Oxalate و Fumarate فزاد كل منهما بمعدل 5-6 أضعاف، وان كل من الحامضين الأخيرين يشاركان في ميكانيكيات تكون معقدات النيكل (Jócsák et al., 2005). وقد عد Lutts وجماعته (2004) التغير في تركيز Oxalate الكلي من الوسائل الدفاعية في هذا المصمار، إذ كان الأقل في الجذور ومتوسط في السيقان، وعالي في الأوراق في بعض الأنواع النباتية المحبة للملوحة عند تعرضها للكادميوم والزنك. وقد ذكر فريق الباحثين الأخير في البحث ذاته ان تراكيز الكلوتاثيون المختزل (GSH) والمؤكسد (GSSG)، في الأوراق والمؤكسد في الساق قلت مع زيادة العمر في نباتات السيطرة وان تركيز GSH دائماً أعلى من تركيز GSSG ولكن بتأثير Cd فإن GSH و GSSG يزداد في الساق والورقة حسب الوقت وفترة التعرض.

بشكل عام فالنباتات تستطيع تقليل التحطم الناتج من التعرض لمستويات مرتفعة من العناصر الضرورية والعناصر غير الضرورية بواسطة إنتاج (MTS) Metallothioneins و Reduced Glutathione (GSH) و Phytochelatins (PCs) (Cobbett, 2000). إذ أن كل من (MTs) و (PCs) يتكون من جزيئات بروتينية غنية بالحامض الاميني السيستئين Cysteine مرتبطة بالمعادن الثقيلة، وإن

PCs هي ببتيدات مخلقة انزيمياً بينما MTs هي ببتيدات متعددة مشفرة جينياً. ان PCs في النباتات تقوم بعزل المعادن الثقيلة وخاصة Cd ضمن الفجوة اما MTs فوظيفته في النبات لازالت غير واضحة (Cobbett & Goldsbrough, 2002).

الفصل الثاني

المواد وطرائق العمل

1.2. التجارب المختبرية

2. 1.1. 2. تهيئة البذور وتعقيمها

تم الحصول على بذور الماش *Phaseolus aureus* Roxb و الذرة *Zea mays* L. من احد حقول محافظة بابل للموسم الزراعي 2003-2004 م وكان كل منها صنفاً محلياً. نقيت البذور في المختبر، ثم عقت قبل زراعتها بمحلول كلوريد الزئبق $HgCl_2$ تركيزه 0.1% ولمدة عشر دقائق، غسلت بعد ذلك بالماء المقطر المعقم للتخلص من الفلورا الفطرية داخل البذور (Joshi & Gupta, 1980) ثم زرعت مباشرة.

2. 1.2. تحضير محاليل عنصري الرصاص والنيكل

حضر محلول عنصر الرصاص بالتركيزين هما 10 و 200 جزء بالمليون باستخدام كلوريد الرصاص $PbCl_2$ ، بينما حضر محلول عنصر النيكل بالتركيزين 10 و 100 جزء بالمليون باستخدام كلوريد النيكل $NiCl_2$ ، وقد حضرت محاليل للعنصرين معاً بمزج التراكيز المختلفة مع ملاحظة حفظ قيمة التركيز، وذلك بمضاعفة وزن المذاب ، وكانت التراكيز كالآتي :-

1. سيطرة (ماء مقطر).
2. محلول $NiCl_2$ بتركيز 10ppm و أشير إليه في الفصلين 3 و 4 بـ (Ni,10 ppm).
3. محلول $NiCl_2$ بتركيز 100ppm و أشير إليه في الفصلين 3 و 4 بـ (Ni,100 ppm).
4. محلول $PbCl_2$ بتركيز 10ppm و أشير إليه في الفصلين 3 و 4 بـ (Pb,10 ppm).
5. محلول $PbCl_2$ بتركيز 200ppm و أشير إليه في الفصلين 3 و 4 بـ (Pb,200 ppm).
6. محلول $NiCl_2$ بتركيز 10ppm + محلول $PbCl_2$ بتركيز 10ppm و أشير إليه في الفصلين 3 و 4 بالتوليفة (Ni,10+Pb,10 ppm).

7. محلول NiCl_2 بتركيز 10ppm + محلول PbCl_2 بتركيز 200ppm وأشير إليه في الفصلين 3 و 4 بالتوليفة (Ni,10+Pb,200 ppm).
8. محلول NiCl_2 بتركيز 100ppm + محلول PbCl_2 بتركيز 10ppm وأشير إليه في الفصلين 3 و 4 بالتوليفة (Ni,100+Pb,10 ppm).
9. محلول NiCl_2 بتركيز 100ppm + محلول PbCl_2 بتركيز 200ppm وأشير إليه في الفصلين 3 و 4 بالتوليفة (Ni,100+Pb,200 ppm).

2. 1. 3. دراسة تأثير محاليل عنصري الرصاص والنيكل

شملت الدراسة معاملة بذور الذرة والماش كلا على حده بثمانية تراكيز من المحاليل المحضرة لعنصري الرصاص و النيكل كما في الفقرة (2.1.2)، فضلاً عن عينة السيطرة التي أدخلت ضمن التراكيز، واستخدم تصميم C.R.D بثلاثة مكررات، وحللت التجربة وفق التصميم المتبع، و استخدام اقل فرق معنوي L.S.D (أ.ف.م.) لمقارنة المتوسطات بمستوى احتمالية 0.05 (الراوي وخلف الله، 1980).

2. 1. 4. ظروف التجارب المختبرية

زرعت البذور في غرفة النمو Growth Chamber تحت درجة الحرارة $25 \pm 2^\circ$ وشدة إضاءة 3500 لوكس قيست بجهاز Light meter (نوع BBC موديل MXH). أما الرطوبة النسبية فتراوحت 60-70%، وقد استمرت الإضاءة طيلة الفترة المحددة لنمو النباتات البالغة 10 يوم.

زرعت 25 بذرة لكل نبات في أصص بلاستيكية قطرها 11سم وارتفاعها 5سم حاوية على نشارة الخشب النظيفة (تم وضعها في الماء وغلغليها وغسلها مرات عدة وتجفيفها جيداً قبل استعمالها). ثم سقيت بالمحاليل المجهزة وحصدت بعمر 10 يوم. وتم حساب ما يأتي:-

2. 1. 4. 1. قياس النسبة المئوية للإنبات ولمعامل سرعة الإنبات (محمد ويونس، 1991)

حسبت البذور النابتة بعد ثلاثة أيام من تاريخ الزراعة في كل أصيص، وقيست النسبة المئوية للإنبات حسب القانون الآتي:

$$100 \times \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{العدد الكلي للبذور}}$$

النسبة المئوية للإنبات =

كما حسبت النسبة المئوية لمعامل سرعة الإنبات بحساب البذور النابتة يومياً طيلة ثلاثة أيام من تاريخ الزراعة وفق المعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية لمعامل سرعة الإنبات} = 100 \times \frac{أ_1 + أ_2 + \dots + أ_n}{أ_1ب_1 + أ_2ب_2 + \dots + أ_nب_n}$$

إذ أن أ₁ = عدد البادرات في اليوم الأول.
أ₂ = عدد البادرات في اليوم الثاني.
ب₁ = اليوم الأول.
ب₂ = اليوم الثاني.

2. 1. 4. 2. قياس طول المجموع الخضري والمجموع الجذري

أخذ معدل طول المجموع الخضري لثلاث بادرات من كل مكرر، وذلك بإزالة البادرة بكاملها من وسط النشرة وقياس طول المجموع الخضري من قاعدة الساق حتى أعلى قمة للأوراق لكل من نباتي الماش والذرة، ثم أخذ معدل طول المجموع الجذري لثلاث بادرات من كل مكرر إذ اعتمد أطول جذر.

2. 1. 4. 3. قياس الوزن الطري للمجموع الخضري والمجموع الجذري

أخذ معدل الوزن الطري للمجموعين الخضري و الجذري كلاً على حده لثلاث بادرات من كل مكرر، وقد تم الوزن بميزان حساس نوع Sartorius BL 310 ونوع Sartorius BP3013 .

2. 1. 4. 4. قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري

أخذ معدل الوزن الجاف للمجموعين الخضري والجذري كلاً على حده لثلاث بادرات من كل مكرر بميزان نوع Sartorius BP3013 بعد وضعها في الفرن بدرجة حرارة 70 ° لمدة 24 ساعة ولحين ثبات الوزن (Shettel & Balke, 1983) .

2. 1. 4. 5. تقدير كمية الكلوروفيل

استخدمت طريقة (Mackinney, 1941)، وذلك بسحق 0.15 غم من النسيج الورقي الطازج في هاون خزفي، بعد إضافة 2 مل من الأسيتون 80% إليه، ثم نقل إلى قمع حاوي على ورقة ترشيح

Watmann No.1، وكررت العملية نفسها حتى أبيضت أنسجة الورقة ، وغسلت ورقة الترشيح بكمية من الأسيتون حتى أزيلت جميع الصبغة منها ثم جمع المستخلص الكلي وأكمل الحجم إلى 15 مل بالأسيتون 80% ، أخذت القراءات بجهاز المطياف نوع 21 Spectronic (Milton Roy Company)، على الطولين الموجيين 645nm و 663nm مع ملاحظة تخفيف العينة عندما تكون الكثافة الضوئية أكثر من 0.8 (Arnon, 1949)، وحسب المحتوى الكلوروفيلي الكلي بالملغم/غم نسيج ورقي وكالاتي:-

$$\text{Total chlorophyll (mg/g)} = [A_{645}(20.2) + A_{663}(8.02)] v/w \times 1000$$

إذ أن A_{645} الامتصاص الضوئي بطول موجة 645 ملي مايكرون .

A_{663} الامتصاص الضوئي بطول موجة 663 ملي مايكرون.

v الحجم النهائي لمستخلص الكلوروفيل.

w وزن النسيج الورقي.

2. 1. 4. 6. تقدير كمية الكربوهيدرات الكلية (Dubois et al., 1956)

تم وزن 1 ملغم من النسيج الورقي الجاف (مجفف تحت درجة حرارة 70°م لمدة 24 ساعة ثم ذوب في 1 مل من الفوسفيت بفر (0.1M و pH=7.2) موضوع في أنبوبة زجاجية، ثم أضيف 1 مل من محلول الفينول (5%) ومزج، ثم أضيف 5 مل من حامض الكبريتيك المركز وترك فترة لحين اكتساب درجة حرارة الغرفة وقدرت الكثافة الضوئية على طول موجي 490nm بجهاز Spetronic 001 (Bausch& Lomb). بالوقت نفسه تم عمل منحنى قياسي باستخدام سكر الكلوكوز بوصفه سكرًا قياسيًّا و بتركيز 250 ، 200 ، 150 ، 100 ، 50 مايكرو غرام / مل في حين استعمل الفوسفيت بفر وحده كسيطرة خاوية، وتم أتباع الخطوات المدرجة نفسها في تقدير محتوى الكربوهيدرات وحسبت الكمية الكلية للكربوهيدرات بوحد ملغم/غم نسيج ورقي جاف.

2. 1. 4. 7. تقدير عنصري الرصاص والنيكل وبعض العناصر المعدنية

بعد تجفيف الأوراق (الورقة الثانية للذرة والورقتين كاملتي الاتساع للماش) بدرجة حرارة 70°م لمدة 24 ساعة، طحنت كهربائيا واستخدمت طريقة Orson وجماعته (1992) لاستخلاص العناصر الثقيلة ، وذلك بوزن 0.01غم من العينة، ووضعها في أنبوب الهضم من نوع البايركس وأضيف لها

1 مل من حامض النتريك المركز وتركت النماذج لمدة 16 ساعة تقريباً، ثم هضمت بعد وضعها في حامل الألمنيوم الخاص بذلك لمدة ساعة واحدة بدرجة 100°م، وبعد ذلك أضيف 0.6 مل من حامض البيركلوريك 70%، واجري له تصعيداً (reflux) بدرجة 200°م لمدة 30 دقيقة تقريباً إلى أن أصبح المحلول رائقاً، وبعدها أكملت العينة إلى حجم 10 مل باستخدام الماء الخال من الايونات Deionized water، وأصبحت العينة جاهزة للقياس، إذ قيس بـجهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometer موديل 5000 (Perkin – Elemer)، وبالوقت نفسه حضرت محاليل المصحح الضوئي وعوملت بطريقة تحليل العينات نفسها لغرض تقدير التلوث الذي قد يحدث نتيجة احتواء الأحماض الكيميائية على تراكيز العناصر المدروسة، وفي حالة وجودها تطرح قيمتها من قيم تراكيز العينات الأصلية، ثم قدر تركيز العنصرين بوحدة جزء بالمليون (ppm).

2.1.4.8. تقدير كمية النتروجين الكلي

تم تقدير نسبة النتروجين بطريقة كلدال (Kjeldahl method) وحسب ما ذكر في (AOAC,1980)، وذلك بوضع 0.2غم من المادة الجافة المطحونة وبدقة في أنبوبة الهضم Digestion tube، أضيف إليها 5 مل من حامض الكبريتيك المركز 99% و2 مل من حامض البيركلوريك المركز (60%) بوصفه عاملاً مساعداً و1غم من أملاح الهضم وهي خليط من CuSO_4 و SeSO_4 و K_2SO_4 ، بعدها وضعت الأنابيب على الهيتر، وتم رفع درجة الحرارة تدريجياً إلى 450°م إلى أن أصبح المحلول رائقاً، عندها بردت الأنابيب وأكمل الحجم منها إلى 100 مل بالماء المقطر، ومنه أخذ 10 مل ووضع في أنبوبة التقطير وأضيف إليها 10 مل من هيدوكسيد الصوديوم ذو تركيز 40% ووضع في جهاز تقطير النتروجين (Distillation)، وبعد تشغيل الجهاز وبدء ضخ بخار الماء تدريجياً تم جمع الامونيا المتحررة من النموذج في بيكر حاوي على 25 مل من حامض البوريك بتركيز 2% مع قطرتين من خليط دلائل Methyl red و Bromocresol green المذابتان في الايثانول، إذ تم جمع الامونيا حتى أصبح حجم حامض البوريك 50 مل بعدها أوقفت عملية التقطير وسحب البوريك الحاوي على الامونيا مع حامض HCl (0.01 N)، وحسب حجم الحامض المستهلك وقدرت نسبة النتروجين حسب المعادلة :-

$$\% N = \frac{V \text{ of } HCl \times N \times 0.014 \times \text{Volume of dilution}}{\text{Weight of sample}} \times 100$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times 6.25$$

2.1.4.9. عزل البلاستيدات الخضراء وقياس معدل البناء الضوئي

2.1.4.9.1. عزل البلاستيدات الخضراء

تم سحق 1 غم من الأوراق النباتية في 2 مل من محلول NaCl (0.35M) لمدة 5 دقيقة في هاون خزفي في جريش الثلج ثم رشح الخليط خلال أربع طبقات من قماش الشاش وأجري الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة بقوة $200 \times g$ ، ثم ترك الراسب لاحتوائه على بقايا خلايا متهدمة وأخذ السائل وأجري عليه الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة بقوة $1000 \times g$ ، وترك السائل وأخذ الراسب الحاوي على الكلوروبلاست ومزج مع 1.75 مل من محلول NaCl (0.35M)، وأجري الطرد المركزي عليه مرة أخرى لمدة 15 دقيقة بقوة $1000 \times g$. أخذ الراسب ومزج مع الفوسفيت بفر بتركيز (0.05M) و pH 6.5 مع احتوائه على KCl (0.08M) لأهميته في البناء الضوئي وحفظ في المجمدة لحين الاستعمال (طريقة محورة عن Hill، 1937).

2.1.4.9.2. قياس معدل البناء الضوئي بأجراء تفاعل Hill

حضرت أنابيب زجاجية نظيفة بعدد المعاملات أضيف لكل منها 9 مل فوسفيت بفر (0.05M) و pH 6.5، كذلك 1 مل من معلق الكلوروبلاست فضلا عن إضافة آثار قليلة من فيتامين C (Ascorbic acid)، مع إضافة 0.3 مل من محلول صبغة Methylene blue (0.2%)، أما البلانك فحضر بإضافة 0.3 مل من محلول الصبغة إلى 10 مل من الفوسفيت بفر، وقيست الأنابيب على طول موجي 600nm مع رج الأنبوبة قبل الاستعمال (طريقة محورة عن Hill، 1937).

2.1.4.10. تحضير الأوراق النباتية للفحص بالمجهر الضوئي

2.1.4.10.1. القتل والتثبيت Killing & Fixation

أخذت أجزاء طرية من إحدى ورقتي نبات الماش كاملتي الاتساع من منتصفها تقريبا وبما يقارب 0.5×0.5 سم ووضعت في قناني زجاجية صغيرة vials ووضع فيها حوالي 10 ملييلتر من محلول التثبيت (FAA) Formaldehyde Acetic Acid ، والذي حضر وفقاً لطريقة Johanson (1940) ولمدة تراوحت بين 18-24 ساعة ، بعد ذلك غسلت بكحول ايثيلي تركيزه 70% وحفظت في كحول ايثيلي بالتركيز نفسه.

2.1.4.10.2. الغسل والانكاز Washing & Dehydration

تم غسل النماذج مرة بكحول ايثيلي تركيزه 70%، ثم مررت خلال سلسلة تصاعدية من الكحول الايثيلي 80%، 90%، 100% لمدة ساعة واحدة في كل تركيز للتخلص من الماء المتبقي في النموذج المحفوظ.

2.1.4.10.3. الترويق والتشريب Clearing & Infiltration

جرى ترويق النماذج بتمريرها بصورة متتالية في مزيج من كحول ايثيلي مطلق و زايلين بنسب حجميه (1:3 ، 1:1 ، 3:1) ، ثم بالزايلين النقي لمدة ساعة لكل منها استناداً إلى Sass (1958)، بعد ذلك سكب نصف الزايلين الحاوي على النماذج وأضيف بدلاً منه كمية من البرافين السائل المحفوظ في فرن بدرجة حرارة 58-60°م ولمدة ساعة ، لكي يتم أحلال البرافين محل الزايلين المتبخر ثم سكب البرافين وأضيف بدلاً منه برافين سائل نقي داخل الفرن ، وبعد ذلك تركت النماذج في الفرن لمدة 24 ساعة تقريباً لإزالة آثار الزايلين، ومن ثم سكب البرافين ووضع بدلاً منه برافين سائل نقي ، وتركت النماذج في الفرن لمدة ساعتين وكررت مرات عدة وفي المرة الأخيرة تركت لمدة ليلة كاملة (المشهداني، 1992).

2.1.4.10.4. الطمر والتحميل Embedding & Mounting

جُهزت قوالب خاصة ذات أحجام مناسبة وصب فيها كمية من الشمع المنصهر الساخن بدرجة حرارة 58-60°م ، ونقلت النماذج إلى القوالب ووضعت بالاتجاه المطلوب وغلّمت النماذج وتركت

في مكان بارد، ولمدة 24 ساعة لكي تتصلب بصورة جيدة ثم نزع القوالب الشمعية مع الاحتفاظ بهوياتها وأصبحت مهيأة للتقطيع.

تثبت القوالب الشمعية على قطع خشبية بوصفها حوامل بعد أن شذبت باستخدام شفرة حادة إلى أن أصبحت القوالب بشكل متوازي مستطيلات لتكون جاهزة للتقطيع بالمشراح الدوار Rotary Microtome وبسمك 10 مايكروميتر. ثم وضعت الأشرطة الحاوية على النماذج على شرائح زجاجية نظيفة طليت مسبقاً بمسحة رقيقة من لاصق Glycerin-Albumin ، مع إضافة قطرات من الماء المقطر على الشرائح الزجاجية ، ووضعت بعد ذلك على صفيحة ساخنة بدرجة 40-45°م ولمدة 24 ساعة تقريباً لغرض تثبيت الأشرطة على الشرائح وإزالة التجمدات.

2.1.4.10.5. إزالة الشمع والتصبيغ Removing of Wax & Staining

مررت الشرائح الزجاجية الحاوية على المقاطع النباتية خلال المحاليل الآتية حسب ما ذكره Sass (1958):

- أ- زايلين نقي 2-4 ساعة بدرجة 50°م لمرتين.
- ب- زايلين إلى كحول مطلق 1:1 لمدة 5 دقيقة.
- ج- سلسلة تنازلية من الكحول أثيلي 100، 90، 80، 70% لمدة 5 دقيقة لكل منها.
- د- صبغة السفرانين تركيزها 0.5% مذابة في كحول أثيلي مطلق لمدة 2-24 ساعة.
- هـ- سلسلة تصاعدية من الكحول الاثيلي 70، 80، 90، 100% لمدة 5 دقيقة لكل منها.
- و- صبغة الأخضر السريع Fast Green تركيزها 1% مذابة في كحول أثيلي مطلق لمدة 3-5 ثواني.
- ز- كحول مطلق لمدة 5 دقيقة.

ح- زايلين لمدة 3 دقيقة لمرتين وبعد ذلك حملت الشرائح تحميل دائمي Permanent Mounting بوضع قطرات من كندا بلسم على المقاطع ، وبعدها وضع غطاء الشريحة برفق ونقلت الشرائح إلى صفيحة ساخنة ذات درجة حرارة 40-45°م ولمدة يوم كامل ليتم جفافها. درست المقاطع

تحت المجهر الضوئي المركز Olympus ثم صورت بالكاميرا التي تم ضبطها على المجهر المركب.

2. 1. 4. 11. تحضير أوراق نبات الذرة للفحص بالمجهر الضوئي

2. 1. 4. 11. 1. المحاليل المستعملة في تحضير عينات أوراق الذرة للفحص بالمجهر الضوئي

بالنظر لتعذر الحصول على مقاطع نسيجية لأوراق نبات الذرة بالطريقة الواردة في الفقرة (2). 1. 4. 10.) ، فقد تم استخدام طريقة تحضير العينات الخاصة بأوراق نبات الذرة وفق طريقة التحضير بالمجهر الإلكتروني النافذ وكانت خطوات التحضير كما يأتي:-

1- محلول دارى الفوسفات Phosphate Buffer Solution : يتكون من مزيج محلولين كما يأتي:-
أ- المحلول الأول : حضر بإذابة 2.76 غرام من فوسفات الصوديوم أحادي القاعدة المائي $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ في 100 مل ماء مقطر.

ب- المحلول الثاني: حضر بإذابة 5.66 غرام من فوسفات الصوديوم ثنائي القاعدة المائي $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ في 100 مل ماء مقطر، ثم أخذ 19 مل من المحلول الأول مع 81 مل من المحلول الثاني لتحضير الدارى ذي الأس الهيدروجيني 7.4 (Hayat, 1986).

2- المحلول المثبت كلوتر الديهايد Gluteraldehyde (2.5%) : حضر بمزج 2.5 مل من محلول كلوتر الديهايد ذي تركيز 25% ، وأضيف إليه 22.5 مل من محلول دارى الفوسفات ذي أس هيدروجيني 7.4.

3- محلول رابع اوكسيد الاوزوميوم Osomium Tetraoxide : حضر بإذابة 1 غم من اوكسيد الاوزوميوم في 100 مل ماء مقطر.

4- صبغة المثل الأزرق Methylene Blue : حضرت الصبغة بإذابة 1 غم من صبغة المثل الأزرق في 100 مل ماء مقطر وأضيف إليه 1 غم من البوراكس Borax (Hayat, 1986).

2. 1. 4. 11. 2. خطوات تحضير مقاطع عرضية من أوراق الذرة

1- التثبيت والتجفيف والطر Fixation, Dehydration & Embedding

أُخذت قطع دائرية من منتصف الورقة النباتية الثانية (من حيث البزوغ) بقطر 2 ملم تقريباً ووضعت مباشرة في المثبت كلوترالديهايد(2.5%)، ثم غسل النسيج الدارئ مرات عدة وترك فيه لمدة 12 ساعة بعدها ثبت النسيج أيضاً برابع اوكسيد الازوميوم (1%) لمدة ساعة وغسل بعدها بالماء المقطر لمدة 5 دقيقة ، وجفف بإمراره بسلسلة تصاعدية من تراكيز الكحول الايثيلي (30، 50، 70، 80، 95، 90) و(100%) مرتين لغرض سحب الماء من النماذج، ثم وضعت النماذج في أوكسيد البروبلين Propylene Oxide مرتين لمدة ربع ساعة لكل مرة ، ثم مررت بعدها بمزيج من اوكسيد البروبلين ومادة الطمر والارالدايت Araldite لمدة ساعة. تركت بعدها بمادة الطمر ليلة واحدة وبدرجة حرارة المختبر. أزيل الارالدايت المعلق بالعينات في اليوم التالي بورق النشاف ووضعت في محافظ بلاستيكية Plastic Capsule وملئت بمادة الطمر ووضعت لمدة 48 ساعة في فرن درجة حرارته 60°م (Bancroft & Steven, 1977)، تركت بعدها في درجة حرارة المختبر ليومين لغرض التقطيع والتلوين (القيسي، 1995).

2- التقطيع و التلوين Sectioning & Staining

صنعت السكاكين الزجاجية بتقطيع قضيب زجاجي خاص بجهاز صانع السكاكين Knife Maker. قطعت العينات بهذه السكاكين الكترونياً باستعمال جهاز القطع المستدق Ultra microtome من نوع Jung وReichert، ولتحديد المنطقة المراد دراستها أخذت مقاطع متوسطة السمك Semi thick sections (0.5-1) مايكروميتر باستعمال جهاز القطع المستدق نفسه، ثبتت المقاطع على شريحة زجاجية ولونت بـ (1%) من المثليل الأزرق بإضافة بضع قطرات على العينة، وضعت العينات بعد ذلك على صفيحة ساخنة بدرجة حرارة 60°م ولمدة 30 ثانية، ثم غسلت مباشرة بالماء المقطر وتركت لتجف استعداداً لفحصها بالمجهر الضوئي.

2.1.4.12. قياس بعض التراكيب النسيجية

تم إجراء بعض القياسات النسيجية الخاصة بأوراق نباتي الذرة والماش، إذ أستخدم المقياسين الدقيقين (المصغرين) المسرحي والعيني (Stage and Ocular micrometers) وحُسب السمك

والقطر والطول بوحدة μm . كما حسبت أعداد الخلايا لطبقة الميزوفيل في حقل عدسة المجهر وعلى قوة تكبير 40x.

2.2. تجارب الأصص

1.2.2. ظروف التجارب

تم زراعة 25 بذرة من بذور الماش والذرة كلا على حده في أصص قطر الواحدة 25 سم وارتفاعها 17 سم تحت ظروف حقلية ، واستمرت التجربة شهر ونصف أي من 1- 9- 2004 ولغاية 13-10-2004 م . أحتوى كل أصيص على تربة بمقدار 4 كغم تقريبا ، تم نخلها بمنخل رقم 4.75mm ، ثم عوملت التربة بمحاليل العناصر الثقيلة المحضرة بعد أسبوع من إنبات البذور واستمرت المعاملة بالمحاليل على مدى ثلاثة أسابيع أي مرة كل أسبوع وبواقع 250 مل لكل أصيص من كل محلول وكانت النباتات تسقى بالماء العادي كلما اقتضت الحاجة لذلك. أضيف السماد إلى تربة الأصص حسب ما موصى به، وذلك باستخراج مساحة الأصص وتقدير ما يحتاج إليه كل أصيص ، إذ أضيف السماد المركب بمقدار 0.88 غم لكل أصيص قبل زراعة البذور. وتم تقدير كافة القياسات المدروسة بعد شهر ونصف من زراعة البذور أو بعد أسبوعين من آخر معاملة (حصلت آخر معاملة في الأسبوع الرابع).

2.2.2. التحليل الفيزيائي والكيميائي لصفات التربة

تم تحليل نسجة التربة بطريقة الماصة (Day, 1965) وكانت النسب كالآتي:-

الرمل Sand % 64.98

الغرين Silt % 23.76

الطين Clay % 11.26

ويتضح من النسب أعلاه أن نسجة التربة رملية غرينية.

تم تقدير بعض العناصر المعدنية في تربة التجربة (U.S.D.A. Hand Book No. 60, 1954)

وكانت كما يأتي :-

الكالسيوم Ca 3.95 Cmol c/Kg soil

المغنيسيوم Mg 2.45 C mol c/ Kg soil

البوتاسيوم K 0.1025 C mol c/ Kg soil

الصوديوم Na 1.5217 C mol c/ Kg soil
الفسفور P 21.37 µg/ g soil
كما تم تحديد pH بمقدار 7.2 والملوحة (التوصيل الكهربائي EC) بمقدار 7.94 ds/m

2.3.2. تحضير محاليل عنصري الرصاص والنيكل

حضرت محاليل العنصرين بالتراكيز نفسها في التجربة المختبرية مع ملاحظة إن كمية المحاليل حضرت على أساس وزن التربة .

2.2.4. دراسة تأثير عنصري الرصاص والنيكل

كانت الدراسة مشابهة لما حصل في التجربة المختبرية وتم اخذ القياسات الآتية :

2.2.4.1. قياس طول المجموع الخضري: من قاعدة الساق إلى أعلى قمة الورقة، مع حساب عدد الأوراق للنباتين.

2.2.4.2. قياس الوزن الطري للمجموع الخضري: كما في التجربة المختبرية.

2.2.4.3. قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري: كما في التجربة المختبرية مع زيادة فترة التجفيف إلى 48 ساعة تقريبا.

2.2.4.4. تقدير كمية الكلوروفيل: كما في التجربة المختبرية مع ملاحظة اخذ الورقة الأولى و الثانية.

2.2.4.5. تقدير كمية النيتروجين الكلي والبروتين: كما في التجربة المختبرية مع ملاحظة اخذ الورقة الأولى و الثانية.

2.2.4.6. تقدير كمية الكربوهيدرات: كما في التجربة المختبرية مع ملاحظة اخذ الورقة الأولى و الثانية.

2.2.4.7. تقدير عنصري الرصاص والنيكل وبعض العناصر المعدنية: كما في التجربة المختبرية مع ملاحظة اخذ الورقة الأولى والثانية.

الفصل الثالث

النتائج

3.1. التجربة المختبرية

3.1.1. النسبة المئوية للإنبات ولمعامل سرعة الإنبات

يوضح الجدول (1) أن تراكيز محاليل الرصاص والنيكل المستعملة في هذه التجربة لم تغير معنويًا النسبة المئوية للإنبات، وكذلك النسبة المئوية لمعامل سرعة الإنبات لبذور نباتي الماش والذرة، ماعدا الرصاص بالتركيز (200ppm) إذ ثبتت النسبة المئوية لمعامل سرعة إنبات الذرة معنويًا.

3.1.2. طول المجموع الخضري والجذري

يلاحظ أن الرصاص بالتركيز (200ppm) كما موضح في جدول 2 سبب انخفاض معنوي في طول المجموع الخضري والجذري للماش . بينما أدى النيكل بالتركيز (100ppm) إلى حدوث انخفاض معنوي في طول المجموعين الخضري والجذري للنباتين وكان التركيز الواطئ للنيكل سببا في انخفاض طول المجموعين الخضري والجذري للذرة.

وفي جدول التداخل يلاحظ أن معظم تراكيز المحاليل المستخدمة في التجربة لم تؤثر معنويًا في طول المجموع الخضري، في حين أن التراكيز العالية (Ni,100) و (Pb,200) ppm وتوليفاتها تسببت في انخفاض المجموع الجذري للماش.

أما في أوراق نبات الذرة فتركيز الرصاص (10ppm) سبب زيادة معنوية في طول المجموعين الخضري والجذري وسبب التركيز (200ppm) ارتفاعاً معنوياً في طول المجموع الجذري ، بينما التوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm أدت إلى حصول انخفاض معنوي في طول المجموع الخضري ، وحصل انخفاض معنوي في طول المجموعين الخضري والجذري بتأثير التوليفتين (Ni,100+Pb,10) و (Ni,100+Pb,200) ppm.

جدول (1): تأثير محاليل Ni و Pb في النسبة المئوية للإنبات والنسبة المئوية لمعامل سرعة الإنبات لنباتي الماش والذرة بعمر 3 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
معامل سرعة الإنبات	الإنبات	معامل سرعة الإنبات	الإنبات		
58.6	94.2	71.6	89.8		
57.3	90.7	76.4	88.9	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
52.2	87.6	68.2	88.9	Pb,10	Pb تأثير
				Pb,200	(ppm)
غير معنوي	4.18	غير معنوي	غير معنوي	أ.ف.م (0.05)	
62.0	92.0	69.9	92.0	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
54.5	91.1	67.2	88.0	Ni,10	Ni تأثير
51.7	89.3	70.2	87.6	Ni,100	(ppm)
غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	أ.ف.م (0.05)	
72.7	96.0	70.6	96.0	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
52.0	93.3	63.9	88.0	Ni,10	
51.2	93.3	80.4	85.3	Ni,100	
58.8	92.0	70.5	90.7	Pb,10	
54.6	88.0	68.4	89.3	Pb,200	
61.7	92.0	64.9	88.0	Ni,10 + Pb,10	
49.6	88.0	72.9	88.0	Ni,10 + Pb,200	
51.5	88.0	67.0	88.0	Ni,100 + Pb,10	
52.5	86.7	63.3	89.3	Ni,100 + Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

جدول (2): تأثير محاليل Ni و Pb في طول المجموعتين الخضري والجذري (سم) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
طول المجموع الجذري	طول المجموع الخضري	طول المجموع الجذري	طول المجموع الخضري		
9.4	11.6	8.0	16.3	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
10.3	10.7	7.0	16.0	Pb,10	تأثير Pb
10.3	11.0	2.8	13.8	Pb,200	(ppm)
غير معنوي		2.26		أ. ف. م. (0.05)	

متوسط Ni تأثير (ppm)	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100	16.8 16.7 12.5	7.7 7.5 2.7	13.4 10.9 9.0	14.8 10.8 4.5
أ. ف. م. (0.05)					
تراكيز المحاليل (ppm)	سيطرة (ماء مقطر)	17.5	8.7	12.6	11.0
	Ni,10	17.8	11.8	12.9	12.7
	Ni,100	13.4	3.6	9.4	4.5
	Pb,10	18.3	11.1	14.3	17.2
	Pb,200	14.6	3.4	13.2	16.1
	Ni,10 + Pb,10	17.0	8.0	8.7	9.0
	Ni,10 + Pb,200	15.3	2.8	11.2	10.7
	Ni,100 + Pb,10	12.6	2.0	8.9	4.8
	Ni,100 + Pb,200	11.5	2.3	8.7	4.0
أ. ف. م. (0.05)					
2.6 1.6 3.9 2.1					

3.1.3. الوزن الطري والجاف للمجموع الخضري

يبين جدول 3 أن التركيز (10ppm) للرصاص سبب انخفاض معنوي في الوزنين الطري والجاف لنبات الذرة. وأدى التركيز (100ppm) للنikkel إلى انخفاض معنوي في الوزنين الطري والجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة والوزن الطري للماش. ويبين جدول 3 أن التداخل لم يكن له أثر معنوي في الوزنين الطري والجاف للمجموع الخضري للنباتين.

جدول (3): تأثير محاليل Pb و Ni في الوزنين الطري و الجاف للمجموع الخضري (mg) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

نوع النبات		الماش		الذرة	
		الوزن الرطب	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن الجاف
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	152.0	20.2	339.1	44.3

35.3 40.9	271.7 295.8	22.5 18.6	155.0 133.7	Pb,10 Pb,200	Pb تأثير (ppm)
6.29	53.2	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
43.6 41.2 35.7	352.9 318.9 234.8	20.0 21.4 19.8	161.6 151.6 127.6	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100	متوسط Ni تأثير (ppm)
6.29	53.2	غير معنوي	20.7	أ. ف. م. (0.05)	
42.7 47.9 42.2 41.9 46.2 30.1 45.5 33.9 31.2	344.7 380.7 292.0 352.3 361.7 240.7 335.3 222.0 190.3	20.9 19.4 20.1 23.8 15.4 23.5 21.2 20.3 19.1	175.7 142.3 138.0 176.7 132.3 158.0 154.3 130.3 114.3	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100 Pb,10 Pb,200 Ni,10 + Pb,10 Ni,10 + Pb,200 Ni,100 + Pb,10 Ni,100 + Pb,200	تراكيز المحاليل (ppm)
غير معنوي	92.1	غير معنوي	35.9	أ. ف. م. (0.05)	

3.1.4. الوزن الطري والجاف للمجموع الجذري

يوضح جدول 4 أن الرصاص بالتركيز (200ppm) بشكل عام سبب ارتفاع معنوي في الوزن الطري وانخفاض معنوي في الوزن الجاف للماش. بينما سبب النيكل بالتركيز (10ppm) ارتفاع معنوي في الوزن الطري وانخفاض معنوي في الوزن الجاف للمجموع الجذري لنبات الماش، وسبب التركيز (100ppm) للنكل انخفاض معنوي في الوزن الجاف لكل من جذور نباتي الماش والذرة. وتبين قيم جدول التداخل انخفاض الوزن الجاف لجذور نبات الماش معنوياً عند المقارنة مع عينة السيطرة، بجميع تراكيز المحاليل المستعملة في التجربة ما عدا الرصاص بالتركيز (10ppm) الذي لم يختلف معنوياً مع عينة السيطرة، في حين سببت معاملة النيكل بالتركيز (100ppm) والتوليفة (Ni,10+Pb,200) ppm ارتفاعاً معنوياً في الوزن الطري لجذور بادرات الماش، إذ كانت قيمة كل منهما (143.0 و 233.4 mg) على التوالي مقارنة بعينة السيطرة (27.6 mg). ولم تلاحظ تغيرات معنوية للتداخل في قيم الوزن الطري، والوزن الجاف للمجموع الجذري في نبات الذرة.

3.1.5. كمية النتروجين الكلي والبروتين

يبدو أن للنيلك وبتريزي (10 و 100) ppm تأثير مثبت وبصورة معنوية لنتروجين وبروتين الذرة (جدول 5). وإن التركيز العالي للنيلك سبب انخفاض معنوي في نتروجين أوراق الماش. ويبين جدول 5 أنه لم يكن للتداخل تأثير في كل من كمية النتروجين الكلي والبروتين في أوراق نبات الماش وحصل العكس مع أوراق الذرة ، إذ أظهر الرصاص بالتركيزين (10,200ppm) زيادة معنوية في كمية النتروجين الكلي عند المقارنة مع عينة السيطرة.

جدول (4): تأثير محاليل Ni و Pb في الوزنين الرطب و الجاف للمجموع الجذري (mg) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن الجاف	الوزن الرطب		
30.0	144.0	5.25	78.2	سيطرة(ماء مقطر)	متوسط
30.8	121.8	5.09	53.3	Pb,10	Pb تأثير
32.9	146.9	3.44	128.8	Pb,200	(ppm)
غير معنوي	غير معنوي	0.58	44.3	أ. ف. م. (0.05)	
37.7	150.1	5.66	43.6	سيطرة(ماء مقطر)	متوسط
30.6	157.4	4.64	130.0	Ni,10	Ni تأثير
25.4	105.1	3.48	86.7	Ni,100	(ppm)
7.96	غير معنوي	0.58	44.3	أ. ف. م. (0.05)	
34.3	133.0	6.42	27.6	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
31.2	156.3	5.33	64.0	Ni,10	
24.5	142.5	4.00	200.2	Ni,100	
43.1	154.4	6.74	40.3	Pb,10	
36.5	162.9	3.81	63.0	Pb,200	
25.3	125.9	5.11	92.6	Ni,10 + Pb,10	
35.3	190.0	3.46	359.8	Ni,10 + Pb,200	
24.0	85.1	3.40	27.1	Ni,100 + Pb,10	
27.8	87.8	3.04	89.9	Ni,100 + Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	0.99	121.9	أ. ف. م. (0.05)	

جدول (5): تأثير محاليل Ni و Pb في النسبة المئوية للنيتروجين الكلي وللبروتين لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
البروتين	النيتروجين الكلي	البروتين	النيتروجين الكلي		
11.965	1.91	16.444	2.63	سيطرة(ماء مقطر)	متوسط
11.986	1.92	16.535	2.65	Pb,10	تأثير Pb
12.014	1.92	16.458	2.63	Pb,200	(ppm)
غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
12.063	1.93	16.521	2.64	سيطرة(ماء مقطر)	متوسط
11.951	1.91	16.542	2.65	Ni,10	تأثير Ni
11.951	1.91	16.375	2.62	Ni,100	(ppm)
0.07	0.01	غير معنوي	0.02	أ. ف. م. (0.05)	
11.938	1.91	16.344	2.62	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
12.031	1.93	16.625	2.66	Ni,10	
11.934	1.91	16.344	2.62	Ni,100	
12.063	1.93	16.552	2.66	Pb,10	
12.188	1.95	16.594	2.66	Pb,200	
11.906	1.91	16.563	2.65	Ni,10 + Pb,10	
11.938	1.91	16.438	2.63	Ni,10 + Pb,200	
11.969	1.92	16.438	2.63	Ni,100 + Pb,10	
11.906	1.91	16.344	2.62	Ni,100 + Pb,200	
0.12	0.019	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

3.1.6. محتوى الكلوروفيل ومعدل البناء الضوئي

يلاحظ في الجدول 6 أن النيكل بالتركيزين (10 و 100) ppm سببت ارتفاع معنوي في معدل البناء الضوئي للماش وتثبيط معنوي في معدل البناء الضوئي للذرة. وقد سبب تركيزا الرصاص (10 و 200) ppm ارتفاع معنوي في معدل البناء الضوئي في الماش، في حين سبب التركيز الواطيء للنیکل والعالي للرصاص تثبيط معنوي في كمية الكلوروفيل.

وفي جدول التداخل، سببت معظم المعاملات المستعملة في هذه التجربة انخفاضاً معنوياً في محتوى الكلوروفيل في النباتين بالمقارنة مع عينة السيطرة، كما مبين في جدول 6، ويلاحظ أن الذرة تأثرت بجميع المعاملات ماعدا التوليفة (10, Pb+Ni, 100) ppm.

كما يوضح الجدول 6 أن للتداخل أثر في حدوث انخفاض معنوي في محتوى كلوروفيل أوراق نبات الماش وكان أشدها الرصاص بالتركيز (200 ppm). إذ كانت كمية الكلوروفيل (0.06 mg/g) مقارنة مع عينة السيطرة (1.40 mg/g)، وبالمقابل فإن معدل البناء الضوئي في أوراق نبات الماش زاد معنوياً بتأثير النيكل بالتركيز (10 ppm) وجميع التوليفات. وقد اختزل معدل البناء الضوئي في أوراق نبات الذرة في معظم التراكيز ماعدا الرصاص بالتركيز (200 ppm)، الذي لم يؤثر معنوياً بالمقارنة مع عينة السيطرة.

جدول (6): تأثير محاليل Ni و Pb في محتوى الكلوروفيل (mg / g) ومعدل البناء الضوئي بدلالة تحرير الأوكسجين (كل قراءة تمثل الكثافة الضوئية O.D.) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
البناء الضوئي	محتوى الكلوروفيل	البناء الضوئي	محتوى الكلوروفيل		
0.08	0.76	0.017	0.94	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
0.05	0.65	0.043	0.56	Pb, 10	تأثير Pb

0.11	0.43	0.034	0.55	Pb,200	(ppm)
0.0079	0.19	0.0079	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
0.14	0.66	0.016	0.72	سيطرة(ماء مقطر)	متوسط
0.06	0.39	0.042	0.61	Ni,10	تأثير Ni
0.04	0.79	0.036	0.71	Ni,100	(ppm)
0.0079	0.19	0.0079	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
0.173	1.19	0.013	1.40	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
0.040	0.35	0.030	1.33	Ni,10	
0.033	0.74	0.007	0.65	Ni,100	
0.080	0.45	0.023	0.71	Pb,10	
0.170	0.34	0.012	0.06	Pb,200	
0.037	0.49	0.037	0.17	Ni,10 + Pb,10	
0.093	0.33	0.60	0.90	Ni,10 + Pb,200	
0.027	1.02	0.070	0.79	Ni,100 + Pb,10	
0.070	0.61	0.030	0.69	Ni,100 + Pb,200	
0.014	0.32	0.014	0.63	أ. ف. م. (0.05)	

3.1.7. كمية الكربوهيدرات الكلية

أبدى النيكل بالتركيز (100ppm) انخفاضاً معنوياً في كمية الكربوهيدرات الكلية في نبات الذرة كما في جدول 7. ولم يكن للتداخل تأثير في تغير قيم الكربوهيدرات الكلية في أوراق نبات الماش والذرة معنوياً عند المقارنة مع عينة السيطرة.

جدول (7): تأثير محاليل Pb و Ni في كمية الكربوهيدرات الكلية (mg / g) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة	الماش	نوع النبات	
308.1	282.6	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير Pb
300.3	251.3	Pb,10	(ppm)

303.6	286.0	Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
306.6	288.6	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير Ni (ppm)
309.7	269.1	Ni,10	
295.7	262.2	Ni,100	
7.99	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
304.4	303.8	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
310.6	286.3	Ni,10	
309.4	257.7	Ni,100	
305.5	275.7	Pb,10	
310.0	286.4	Pb,200	
310.8	253.1	Ni,10 + Pb,10	
307.8	269.4	Ni,10 + Pb,200	
284.7	226.5	Ni,100 + Pb,10	
293.1	302.3	Ni,100 + Pb,200	
13.8	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

3.1.8. تركيز عنصري الرصاص والنيكل

يتضح من الجدول 8 أن الرصاص لم يكن له تأثير معنوي في كمية رصاص أوراق الماش بينما أثر معنوياً في تقليل كمية النيكل بالتركيز (10ppm) في النبات نفسه. وكان التأثير معاكس له أوراق الذرة، إذ أدى الرصاص إلى زيادة كمية الرصاص معنوياً وبشكل طردي مع زيادة التركيز، بينما لم يكن له تأثير معنوي في تركيز النيكل في أوراق الذرة. أما بالنسبة للنيكل فكان له تأثير معنوي فقط بالتركيز (100ppm) إذ أختزل كمية الرصاص في أوراق الماش.

يظهر من الجدول 8 أن التداخل لم يكن له تأثير معنوي في تراكيز عنصري Pb و Ni في أوراق نبات الماش، ولكن أبدت هذه التراكيز تغيرات معنوية في أوراق نبات الذرة، إذ سببت جميع تراكيز المحاليل انخفاضاً في تركيز عنصر Ni وكان معظمه معنوياً عند المقارنة مع عينة السيطرة، بينما سببت المحاليل كالرصاص (200ppm) والتوليفات (Ni,10 + Pb,10) و (Ni,10 + Pb,200) و (Ni,100+Pb,200) ppm زيادة معنوية في تركيز عنصر Pb في أوراق نبات الذرة بالمقارنة مع عينة

السيطرة، وسبب النيكل في التركيزين (10 و 100) ppm انخفاضاً غير معنوي في عنصر Pb بينما كان تأثيرهما معنوياً في تركيز عنصر Ni.

جدول (8): تأثير محاليل Pb و Ni في تركيز عنصري النيكل والرصاص (ppm) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

الذرة		الماش		نوع النبات	
Ni	Pb	Ni	Pb		
36.3	12.3	48.8	23.5	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
36.0	24.5	25.7	29.7	Pb,10	تأثير Pb
38.8	30.3	44.5	28.2	Pb,200	(ppm)
غير معنوي	5.54	10.07	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
40.2	20.8	45.8	31.3	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
36.8	25.8	38.8	27.3	Ni,10	تأثير Ni
34.2	20.5	44.3	22.7	Ni,100	(ppm)
غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	6.3	أ. ف. م. (0.05)	
48.0	16.0	55.0	27.5	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
35.0	12.0	42.0	23.5	Ni,10	
26.0	9.0	49.5	19.5	Ni,100	
45.0	19.5	28.0	35.0	Pb,10	
27.5	27.0	54.5	31.5	Pb,200	
32.0	26.0	36.0	30.0	Ni,10 + Pb,10	
43.5	39.5	38.5	28.5	Ni,10 + Pb,200	
31.0	28.0	43.0	24.0	Ni,100 + Pb,10	
45.3	24.5	40.5	24.5	Ni,100 + Pb,200	
12.05	9.59	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

3.1.9. كمية بعض العناصر المعدنية

3.1.9.1. عنصر الصوديوم Na

يوضح الجدولان 9 و 10 إن للرصاص والنيكل بتركيزهما العالي والواطي أثر معنوي في انخفاض عنصر الصوديوم بشكل عام. وفيما يخص التداخل فهناك تأثير معنوي غذ خفض كل من النيكل بتركيزية والرصاص بالتركيز (200ppm) والتوليفة (10ppm Ni, 10+Pb) كمية الصوديوم في الماش (جدول 9)، بينما خفضت كل المحاليل كمية الصوديوم في الذرة (جدول 10).

3.1.9.2. عنصر الفسفور P

يلاحظ في الجدول 9 أن النيكل بالتركيزين (10 و 100 ppm) سبب انخفاضاً معنوياً بشكل عام في كمية فسفور الماش، في حين سبب النيكل بالتركيز (10ppm) ارتفاعاً معنوياً في فسفور أوراق الذرة (جدول 10)، ولم يظهر تغير معنوي في كمية الفسفور بتأثير الرصاص. ويبدو من جدول التداخل (جدول 9) ان هناك انخفاضاً معنوياً في كمية فسفور الماش بتأثير معظم التراكيذ ما عدا الرصاص بالتركيز (10ppm) الذي سبب ارتفاعاً معنوياً، بينما كانت قيمة التوليفة (10ppm Ni, 10+Pb) مقارنة لعينة السيطرة. ولم يكن هناك فروقات معنوية في قيم جدول التداخل الخاص بأوراق الذرة (جدول 10).

3.1.9.3. عنصر البوتاسيوم K

يظهر بشكل عام في الجدول 9 أن التركيز العالي لكل من الرصاص (200ppm) والنيكل (100ppm) سببا زيادة معنوية في تركيز عنصر البوتاسيوم. وقد سبب العنصران بتركيزهما العالي والواطي انخفاضاً معنوياً في عنصر البوتاسيوم في أوراق الذرة (جدول 10). فيما يخص جدول التداخل فلم يظهر هناك فروقات معنوية في كمية البوتاسيوم في أوراق النباتين.

3. 1. 9. 4. عنصر المغنيسيوم Mg

لم يكن للرصاص والنيكل بشكل عام تأثير معنوي في كمية المغنيسيوم في أوراق الماش (جدول 9) ، وقد وضع جدول التداخل وجود فرق معنوي وحيد سببه النيكل بالتركيز (10ppm) إذ أختزل كمية المغنيسيوم عند المقارنة مع عينة السيطرة. ويبين جدول 10 أن النيكل بتركيزيه (10 و 100) ppm سبب انخفاضاً في كمية المغنيسيوم في أوراق الذرة ولم يكن للرصاص تأثير معنوي يذكر. يلاحظ أن هناك تداخل معنوي إذ سبب النيكل بالتركيز (100ppm) والتوليفات (Ni,10+Pb,10 و Ni,10+Pb,200 و Ni,100+Pb,10) ppm انخفاضاً معنوياً في تركيز عنصر Mg عند المقارنة مع عينة السيطرة.

3. 1. 9. 5. عنصر الكالسيوم Ca

يوضح جدول 9 أن الرصاص بالتركيز (200ppm) له أثر معنوي في إختزال كمية عنصر الكالسيوم، وان النيكل بالتركيزين (10 و 100) ppm ثبطا تركيز الكالسيوم في الماش بصورة معنوية. يظهر أن للتداخل أثر مهم في إختزال كمية الكالسيوم بتأثير جميع تراكيز المحاليل بصورة معنوية عند المقارنة مع عينة السيطرة ماعدا الرصاص بالتركيز (10ppm)، إذ كان تأثيره في إختزال تركيز عنصر Ca غير معنوي في أوراق نبات الماش (جدول 9)، وقد إختزل تركيز Ca بصورة معنوية بالمقارنة مع عينة السيطرة وبتأثير جميع تراكيز المحاليل في الذرة (جدول 10).

جدول (9): تأثير محاليل Pb و Ni في تراكيز بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الماش (التجربة المختبرية)

Ca	Mg	K	P	Na	تراكيز العناصر المعدنية (ppm)	
966.7	708.9	605.3	909.2	583.3	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير
841.7	866.7	457.0	995.8	831.7	Pb,10	Pb
278.3	1003.3	947.0	897.5	675.0	Pb,200	(ppm)
520.4	غير معنوي	310.6	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
1308.3	903.9	397.0	1292.5	983.3	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير
383.3	745.0	555.3	879.2	531.7	Ni,10	Ni
395.0	929.4	1057.0	630.8	575.0	Ni,100	(ppm)
520.4	غير معنوي	310.6	91.2	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

2200	1206.7	582	1312.5	1150	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
400	395.0	302	682.5	225	Ni,10	
300	525.0	932	732.5	375	Ni,100	
1600	985.0	257	1092.5	1500	Pb,10	
125	520.0	352	1472.5	300	Pb,200	
600	1170.0	482	1332.5	270	Ni,10 + Pb,10	
150	670.0	882	622.5	1100	Ni,10 + Pb,200	
325	445.0	632	562.5	725	Ni,100 + Pb,10	
560	1820.0	1607	597.5	625	Ni,100 + Pb,200	
901.4	720.7	غير معنوي	157.9	711	أ. ف. م. (0.05)	

جدول (10): تأثير محاليل Pb و Ni في تراكيز بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الذرة
(التجربة المختبرية)

Ca	Mg	K	P	Na	تراكيز العناصر المعدنية (ppm)	
1026.7	588.3	965.3	934.7	1225.0	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
758.3	508.9	715.3	862.5	958.3	Pb,10	تأثير Pb
600.0	545.6	643.7	1074.2	800.0	Pb,200	(ppm)
192.7	غير معنوي	161.6	غير معنوي	222.4	أ. ف. م. (0.05)	
1318.3	728.3	948.7	834.7	1350.0	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
533.3	402.8	710.3	1082.5	741.7	Ni,10	تأثير Ni
533.3	511.7	665.3	954.2	891.7	Ni,100	(ppm)
192.7	133.4	161.6	171.4	222.4	أ. ف. م. (0.05)	
1880	775.0	1232	844.2	1850	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز
500	620.0	932	1062.5	800	Ni,10	المحاليل
700	370.0	732	897.5	1025	Ni,100	(ppm)

1125	730.0	832	722.5	1250	Pb,10	
950	680.0	782	937.5	950	Pb,200	
700	276.7	632	1017.5	825	Ni,10 + Pb,10	
400	311.7	567	1167.5	600	Ni,10 + Pb,200	
450	520.0	682	847.5	800	Ni,100 + Pb,10	
450	645.0	582	1117.5	850	Ni,100 + Pb,200	
333.8	231.1	غير معنوي	غير معنوي	385.2	أ.ف.م. (0.05)	

3.1.10. بعض التغيرات النسيجية في ورقة الماش

يظهر من الجدول 11 أن التأثير المثبط للنیکل بالتركيز (10ppm) واضح بشكل عام في سمك نسيج الورقة، في حين لم يؤثر الرصاص معنوياً. إن كل من النیکل بالتركيز (10ppm) والرصاص بالتركيز (200ppm) سببا زيادة معنوية في سمك نسيج الورقة بالمقارنة مع عينة السيطرة كما توضح ذلك قيم جدول التداخل، بينما سببت التوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm انخفاضاً معنوياً فيها. أما سمك العرق الوسطي فقد ثبت بتأثير الرصاص (200ppm) معنوياً، والملاحظ في جدول التداخل أن سمك العرق الوسطي زاد معنوياً بتأثير الرصاص بالتركيز (10ppm)، في حين سببت التراكيز (Ni,100) و (Pb,200) ppm والتوليفتان (Ni,10 + Pb,200 و Ni,100 + Pb,10) ppm انخفاضاً معنوياً فيه بالمقارنة مع عينة السيطرة. ولم يبدي الرصاص والنیکل تغيراً معنوياً بشكل عام في قطر خلية الطبقة الأسفنجية، بينما يوضح جدول التداخل أن الرصاص بالتركيز (10ppm) سبب زيادة معنوية في قطر خلية الطبقة الأسفنجية عند المقارنة مع عينة السيطرة، في حين لم تؤثر بقية المحاليل في أقطار الخلايا معنوياً. أما طول الخلية العمادية وعرضها فلم يتأثر معنوياً بتركيز المحاليل المختلفة.

يلاحظ في الجدول 11 أن تركيزي الرصاص (10 و 200) ppm بشكل عام سببا زيادة معنوية في أقطار أوعية الخشب للحزمة الوعائية بينما أختزلها معنوياً النیکل بالتركيز (100ppm). ويظهر من جدول 11 أنه لم يكن للتداخل تأثير معنوي في أقطار الأوعية.

كان تأثير الرصاص بالتركيز (200ppm) محفز لزيادة عدد خلايا الطبقة الأسفنجية بينما كان مثبت لعدد خلايا الطبقة العمادية بالتركيزين (10 و 200) ppm. أما النيكل فكان محفزاً لزيادة عدد خلايا الطبقة الأسفنجية بالتركيزين (10 و 100) ppm، وبالوقت نفسه حفز تركيزه العالي زيادة عدد الخلايا العمادية في حين قلل تركيزه الواطئ عددها. يتضح من جدول 11 الخاص بالتداخل أن عدد خلايا الطبقة الأسفنجية زاد بجميع التراكيز عدا الرصاص بالتركيز (200ppm) إذ قارب تأثيره عينة السيطرة. أما عدد الخلايا العمادية فإن معظم التراكيز سببت زيادتها معنوياً ولكن اختزلت بتأثير الرصاص (200ppm) والتوليفة (10, 10+Pb, 10) ppm.

أزداد العدد الكلي للخلايا عموماً بتأثير النيكل بتركيزي (10 و 100) ppm وأختزل بتأثير الرصاص (10ppm). من خلال جدول التداخل فقد ظهرت زيادة معنوية في العدد الكلي في خلايا طبقة الميزوفيل باستثناء الرصاص بتركيز (200ppm) الذي ثبت العدد الكلي معنوياً.

توضح الصور (1-9) التغيرات أعلاه في القياسات النسيجية لورقة نبات الماش، فعند المقارنة مع صورة (1) التي تمثل عينة السيطرة فأن صورة (2) وتمثل المعاملة بالتركيز (Ni,10) ppm توضح اختلافاً في الخلايا العمادية، إذ قُصرت وعُرضت ولو بصورة غير معنوية وضحاها الجدول (11) مع زيادة في المسافات البينية صورة(2).

يلاحظ في الصورة (3) التي تمثل المعاملة بالتركيز (Ni,100) ppm تماسك الخلايا العمادية بشكل طبقة موحدة تقريباً وقلة المسافات البينية، وتنطبق هذه الملاحظة على الخلايا الأسفنجية أيضاً. تمثل الصورة (4) المعاملة بتركيز (Pb,10) ppm ويلاحظ فيها وجود مسافات بينية واضحة حتى في الطبقة العمادية، أما الصورة (5) فتمثل المعاملة بالتركيز (Pb,200) ppm التي توضح وجود مسافات بينية كبيرة في الطبقة العمادية والأسفنجية مع تفكك النسيج العمادي ، وهذا الشيء واضح أيضاً في صورة (6) وتمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm ، إذ ظهر تفكك واضح في نسيج الورقة بصورة عامة وزيادة المسافات البينية، وهذا يدعم ما توصلت إليه النتائج في جدول (11)، ومنها انخفاض عدد الخلايا العمادية (42.7) معنوياً بالمقارنة مع عينة السيطرة (57.3)، مع عدم وجود تغيرات معنوية في عرض وطول الخلية العمادية، وعدم حصول تغير معنوي في سمك النسيج وسمك العرق الوسطي وقطر خلية الطبقة الأسفنجية.

صورة (7) تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,10+Pb,200) ppm ويلاحظ زيادة المسافات البينية وعلى وجه الخصوص ضمن الطبقة العمادية، ربما يعكس اللون الغامق للخلايا الزيادة في عدد البلاستيدات الخضراء أو الزيادة في حجمها، مع انخفاض سمك العرق الوسطي (375.0 μm) مع عينة السيطرة (450.0 μm) كما في جدول (11).

صورة (8) تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm ويلاحظ منها نقصان المسافات البينية، أما الصورة (9) فتمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,100 + Pb,200) ppm ويلاحظ فيها زيادة المسافات البينية بشكل واضح، مما جعل النسيج الميزوزفيلي مفكك بشكل عام، كما تم توضيحه بالنسبة لصورة (6) أعلاه.

إن زيادة المسافات البينية أو نقصانها وتفكك النسيج في الصور (2-9) بالمقارنة مع صورة (1) التي تمثل عينة السيطرة فإنها تتوافق مع القياسات النسيجية كما وضحتها الجدول (11) فالزيادة أو النقصان في أعداد الخلايا أو حجمها أو حتى سمك النسيج يؤثر على المسافات البينية وما يرافقه من تغيرات في المظهر الداخلي لنسيج الورقة وسيتم مناقشة هذه التغيرات في فصل (4).

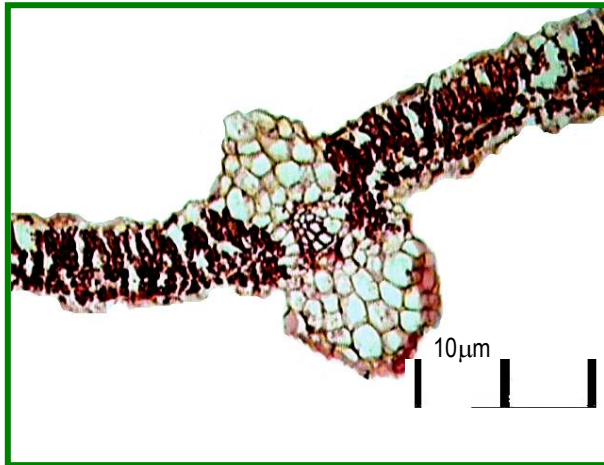
3.1.11. بعض التغيرات النسيجية في ورقة الذرة

يبين جدول 12 أن التراكيز الواطنة لكل من الرصاص والنيكل تسببت في ارتفاع معنوي في سمك نسيج ورقة الذرة. أما في جدول التداخل فيظهر أن لجمع تراكيز المحاليل أثر في زيادة سمك نسيج الورقة معنوياً عدا النيكل بالتركيز (100ppm) الذي أدى إلى انخفاض معنوي فيه.

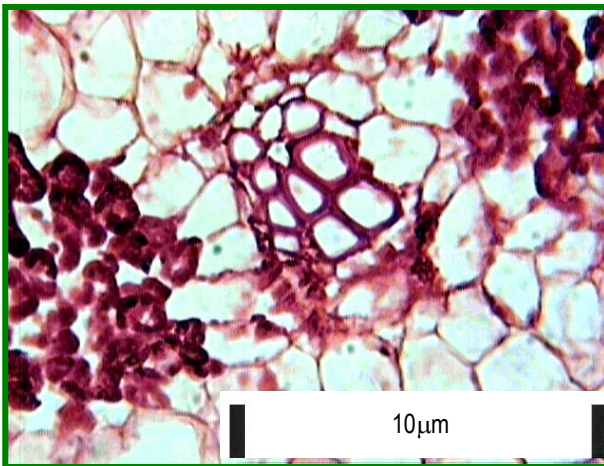
أما سمك طبقة البشرة فبشكل عام فثبط التركيز العالي للرصاص سمك طبقة البشرة بينما التركيز الواطئ له زاد سمكها معنوياً. ويلاحظ أن النيكل بالتركيز (10ppm) اختزل سمك طبقة البشرة في حين سبب التركيز العالي للنيكل زيادة سمكها. يلاحظ أن للتداخل أثر في حدوث تغيرات معنوية إذ سبب كل من (Ni,10) و (Pb,10) والتوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm زيادة معنوية في سمك طبقة البشرة بينما اختزل النيكل بتركيز (100ppm) والتوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm سمكها معنوياً عند المقارنة مع عينة السيطرة.

أدى النيكل بالتركيز (100ppm) إلى انخفاض معنوي في قطر خلية البشرة، في حين لم يظهر أي تغير معنوي ناتج عن الرصاص وهذا ينعكس على جدول قيم التداخل إذ لم يكن هناك فروقات معنوية في قطر خلية البشرة. يلاحظ من الجدول 12 أن الرصاص والنيكل أديا إلى زيادة معنوية في أقطار الأوعية الخشبية وهذا واضح أيضاً في جدول التداخل إذ أدت جميع تراكيز المحاليل إلى زيادة معنوية عند المقارنة مع عينة السيطرة.

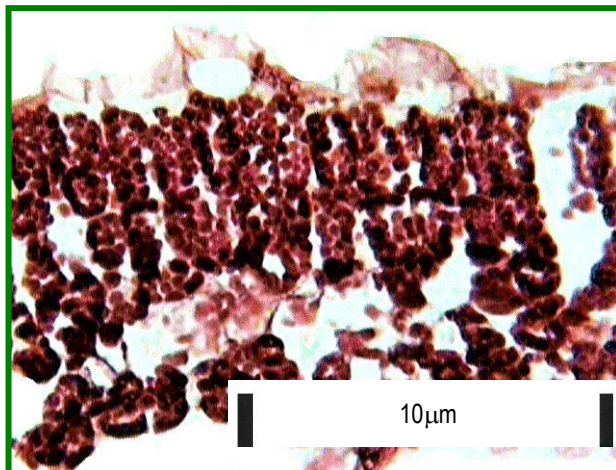
سببت تراكيز الرصاص انخفاضاً معنوياً في أقطار خلايا طبقة الميزوفيل وكذلك الحال مع التركيز العالي للنكل (100ppm)، أما التركيز الواطئ له (10ppm) سبب ارتفاع معنوي في أقطار الخلايا. يتضح من خلال جدول التداخل أن معظم التراكيز تسببت في انخفاض معنوي في أقطار خلايا طبقة الميزوفيل ما عدا النكل بالتركيز (10ppm) والرصاص بالتركيز (200ppm) إذ سببا زيادة معنوية في أقطار خلايا طبقة الميزوفيل. كان للرصاص والنكل اثر معنوي في زيادة أعداد خلايا طبقة الميزوفيل وقد ظهرت فروقات معنوية في قيم جدول التداخل، رفع النكل بالتركيز (10ppm) والتوليفات (Ni,10+Pb,10 و Ni,100+Pb,10 و ppm(Ni,100+Pb,200 أعداد الخلايا، في حين خفض النكل بالتركيز (100ppm) والرصاص (10ppm) والتوليفة (Ni,10+Pb,200) أعداد خلايا الميزوفيل معنوياً. يلاحظ في الصور (10-18) تغايرات المسافات البينية في أوراق نبات الذرة فالصورة (11) تمثل المعاملة بالتركيز (Ni,10) ذات مسافات بينية مشابهة لعينة السيطرة (صورة 10)، وكذلك الحال في صورة (16) التي تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,10+Pb,200) وصورة (18) والتي تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,100+Pb,200) ، في حين كانت المسافات البينية صغيرة في صورة (13) والتي تمثل المعاملة بالتركيز (Pb,10) وصورة (14) والتي تمثل المعاملة بالتركيز (Pb,200) ، وكذلك في صورة (12) و التي تمثل المعاملة بالتركيز (Ni,100). كانت المسافات البينية كبيرة نوعاً ما بتأثير كل من التوليفة (Ni,10+Pb,10) في صورة (15) ، وفي صورة (17) و التي تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni,100+Pb,10).



(A)

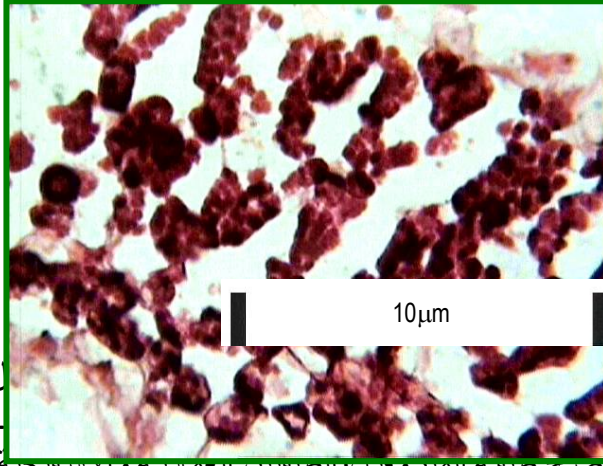
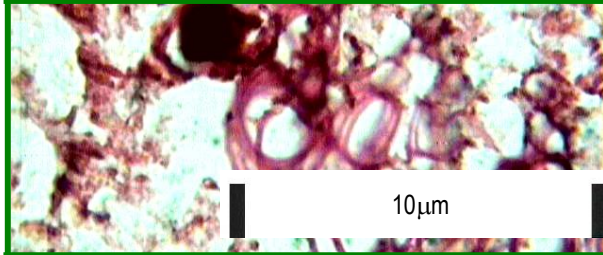
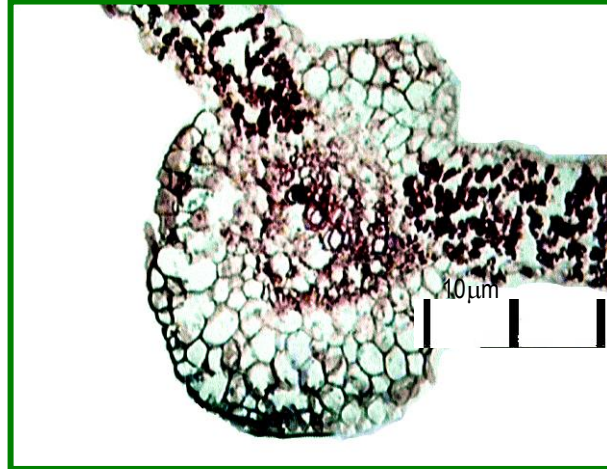


(B)

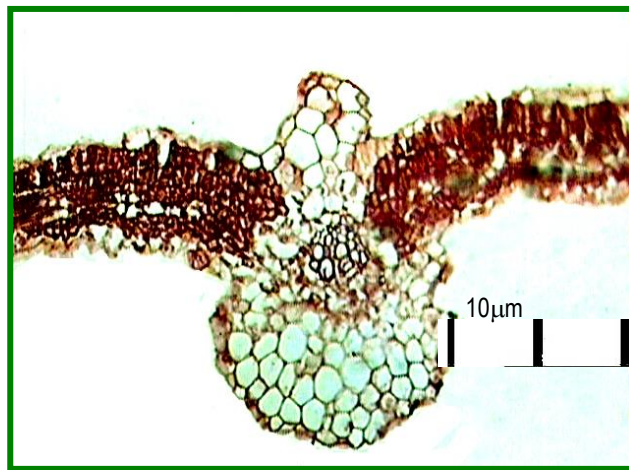


(C)

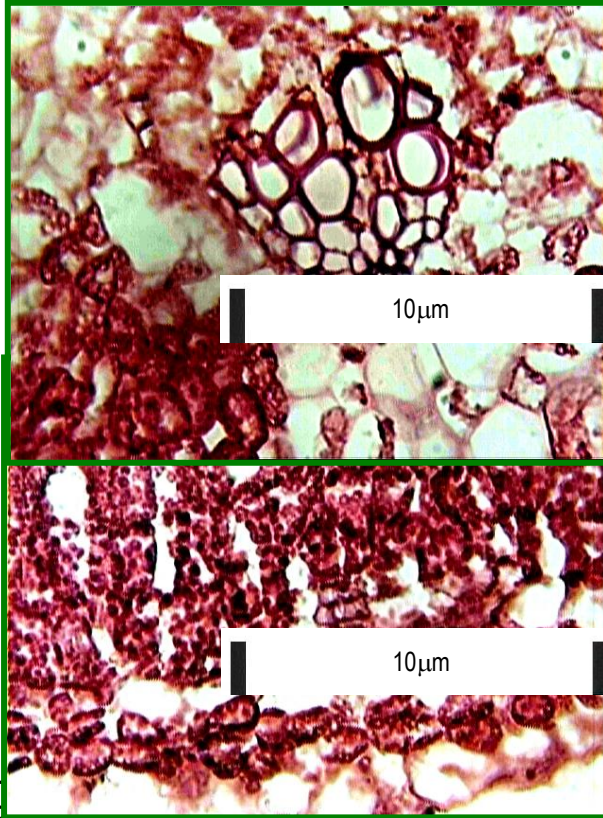
صورة 1: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل عينة السيطرة (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B و C قوة التكبير X 600).



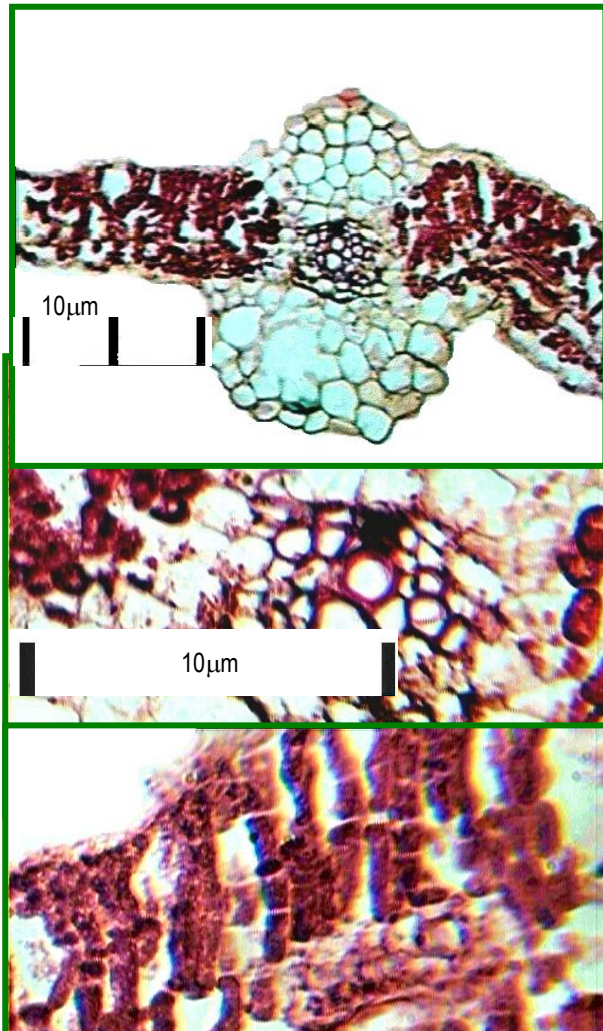
صورة 2: (A) مقطع مس... (B) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B و C قوة التكبير X 600).



(A)



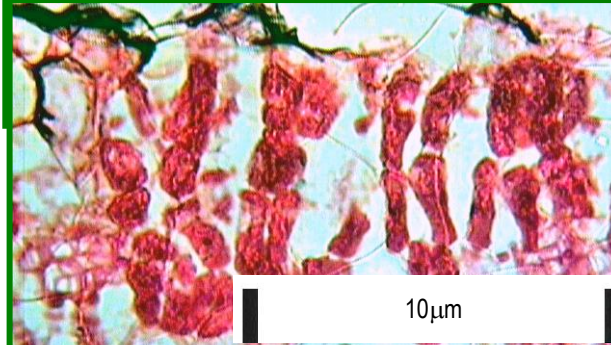
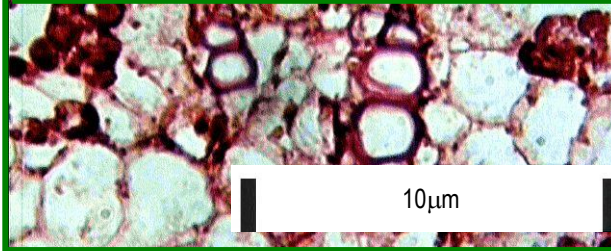
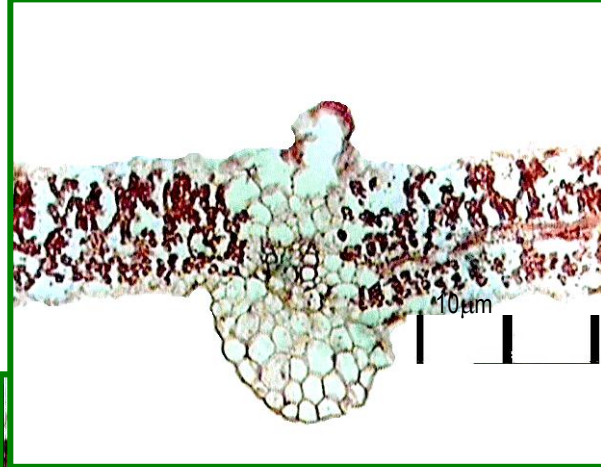
صورة 3: (A) مقطع مسطح (التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توصف صباغ الميرونين (الطبقيين العماديين والاشعبي)، (C) قوة التكبير X 600.



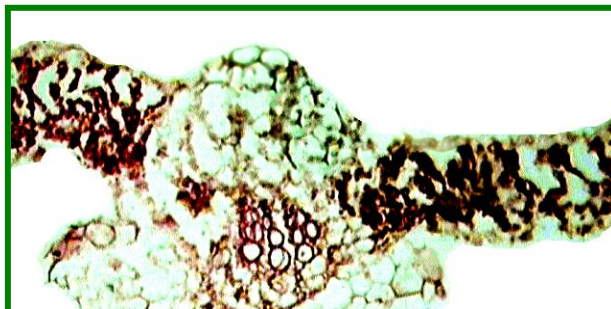
10µm

(C)

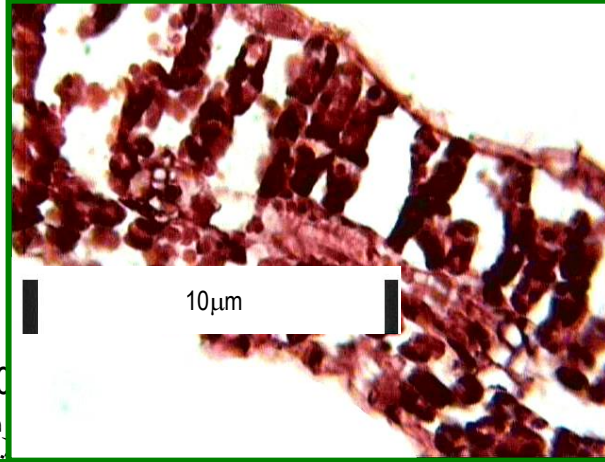
صورة 4: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالرصااص بتركيز (10ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X.



صورة 5: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالرصااص بتركيز (200ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X.

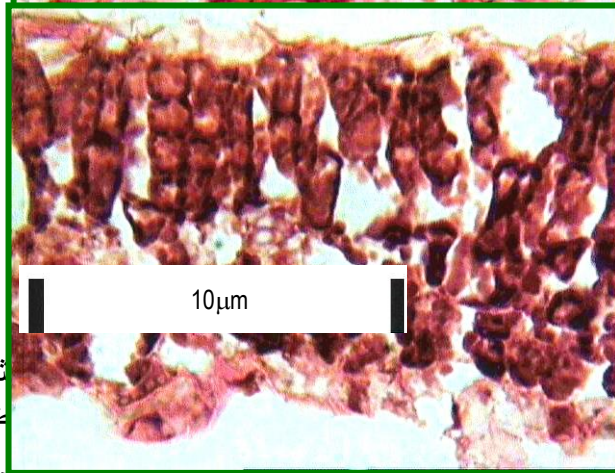
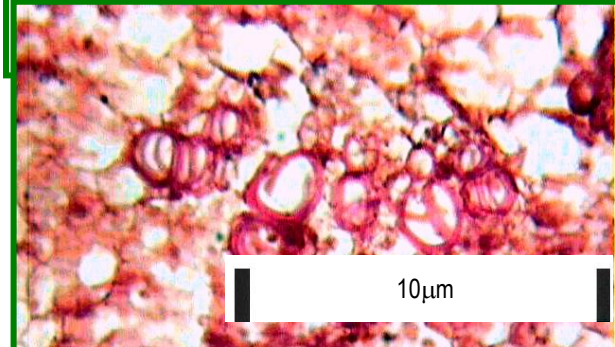
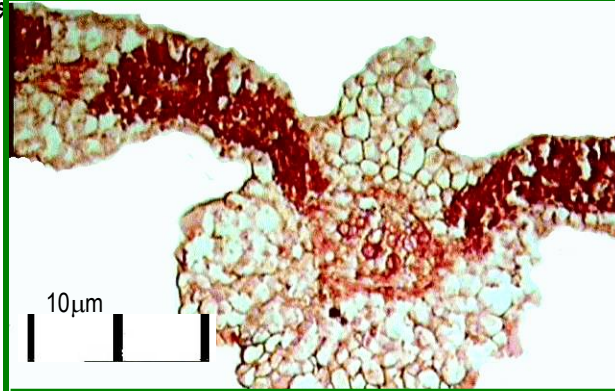


(B)



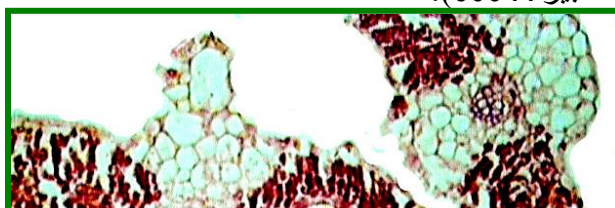
صورة 7: (A) مقطع مستعرض
التكبير 150 X)، (B) صورة
صورة مكبرة توضح طبقات
الأسفنجية)، (B و C قوة التكبير 600 X).

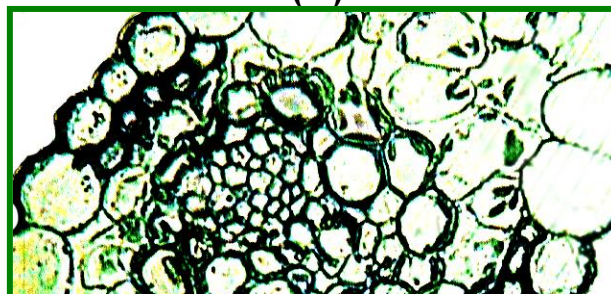
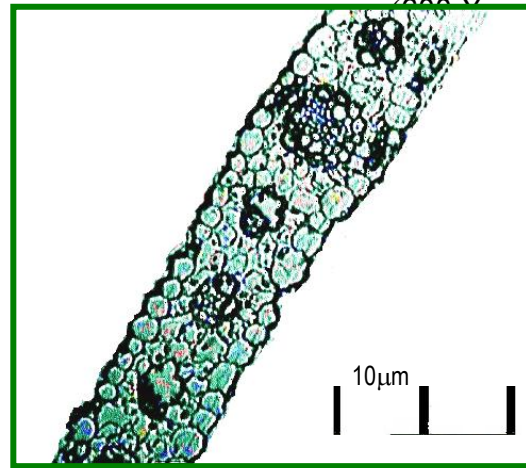
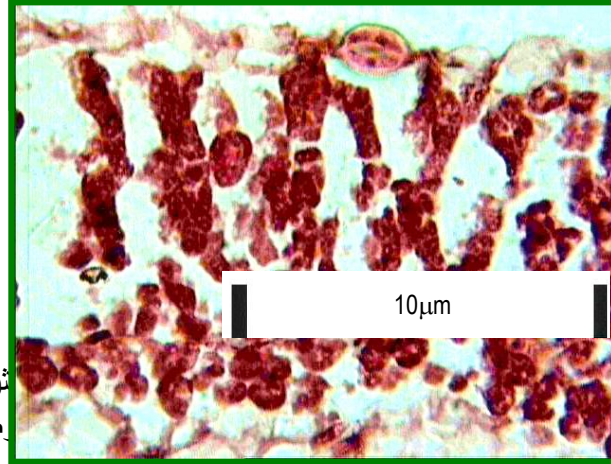
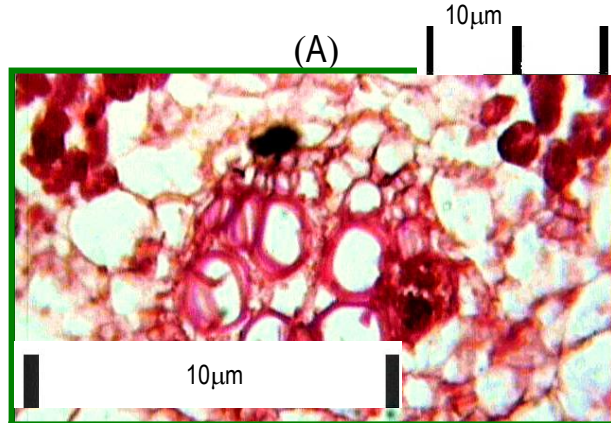
صورة 7: (A) مقطع مستعرض
التكبير 150 X)، (B) صورة
صورة مكبرة توضح طبقات
الأسفنجية)، (B و C قوة التكبير 600 X).



ش تمثل المعاملة
ضخ الحزمة الوعائية،
وفيل (الطبقتين العمادية

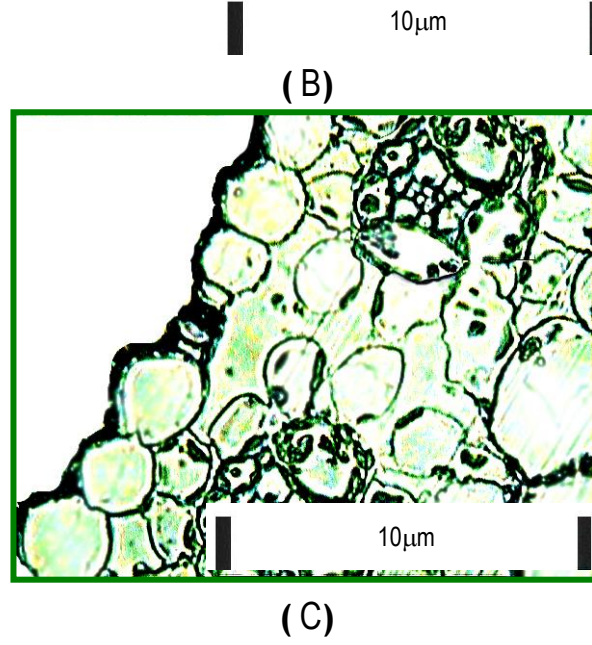
صورة 8: (A) مقطع
بالتوليفة (Ni, 100+Pb, 10
وخلايا العرق الوسطي
والأسفنجية)، (B و C قوة التكبير 600 X).



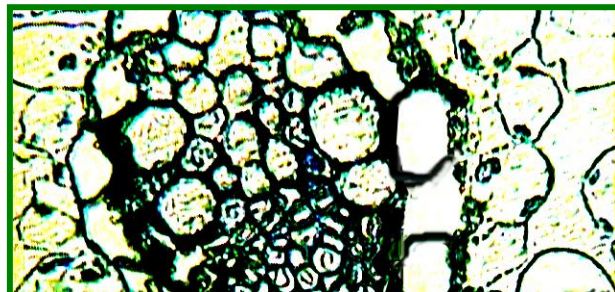
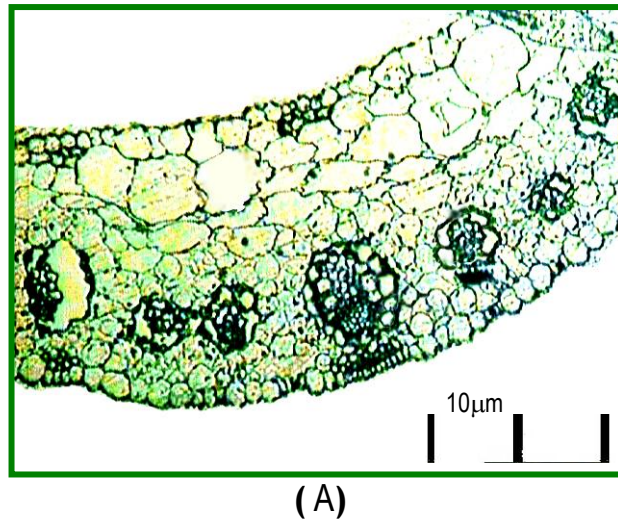


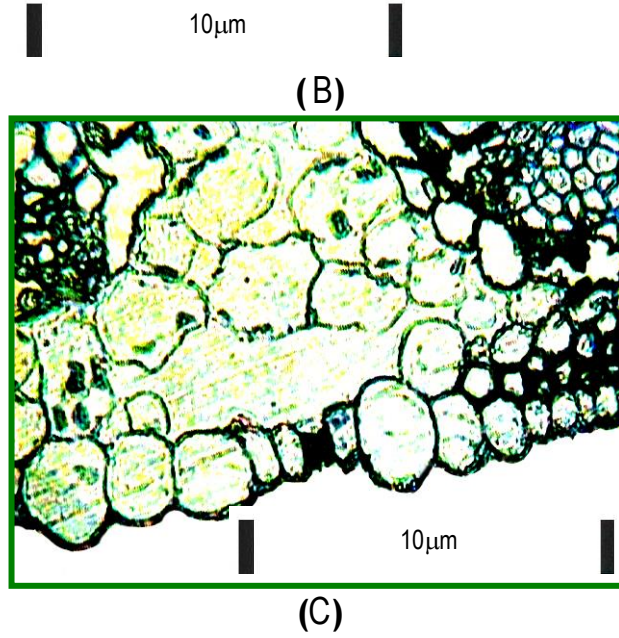
صورة 9: (A) مقطع بالتوليفة (100+Pb, 200) وخلايا العرق الوسطي المحيطه بها، (B) صورة مخبره توضح طبقة الميروفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600x

(A)

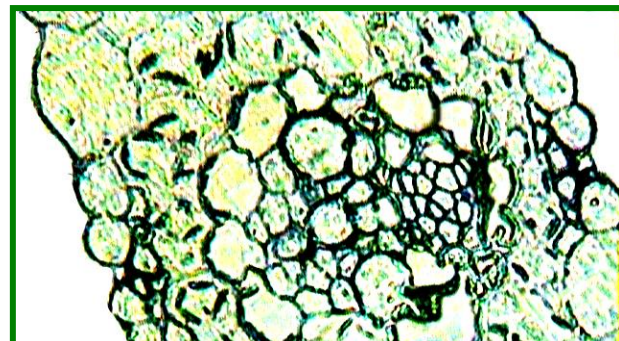
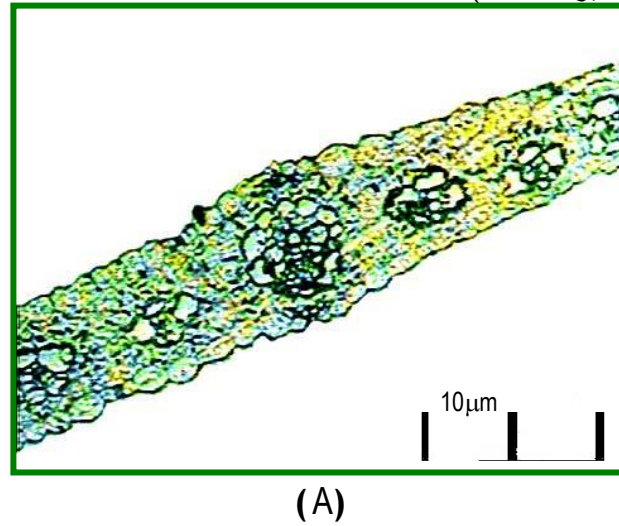


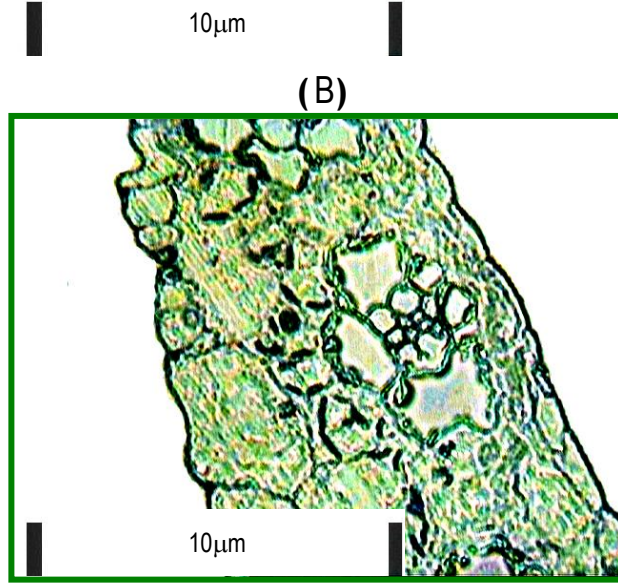
صورة 10: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل عينة السيطرة (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير X 600).



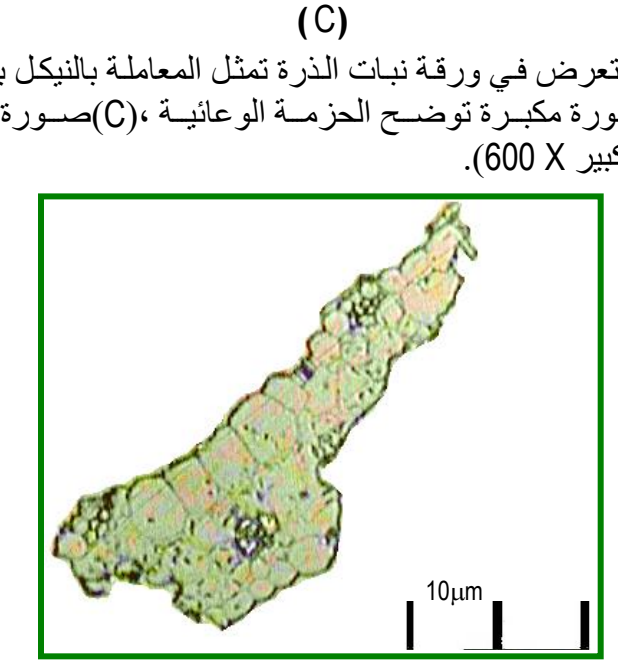


صورة 11: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (10ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).



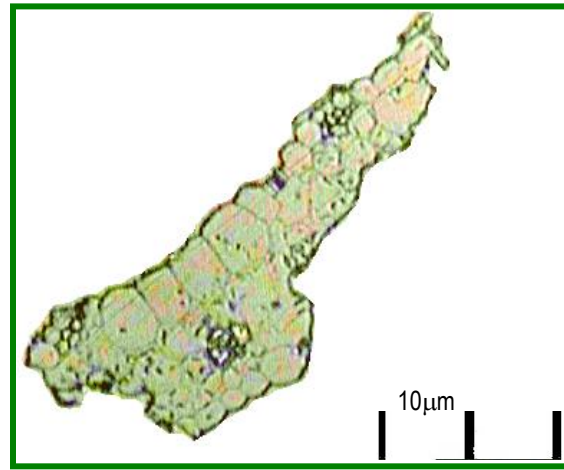


(B)

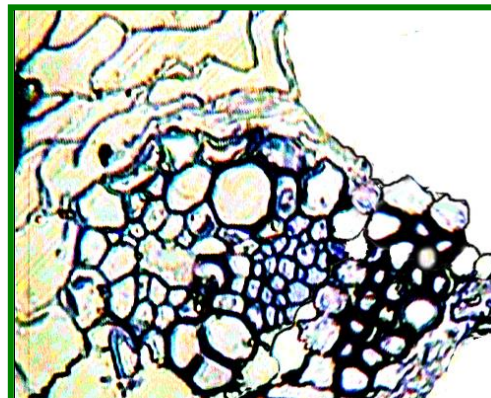


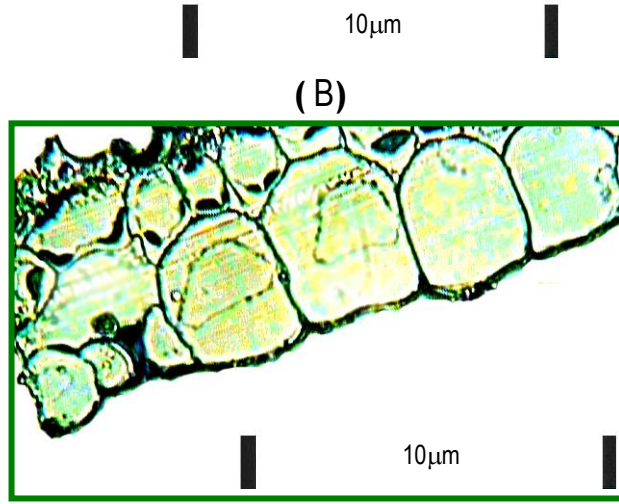
(C)

صورة 12: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (100ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).



(A)

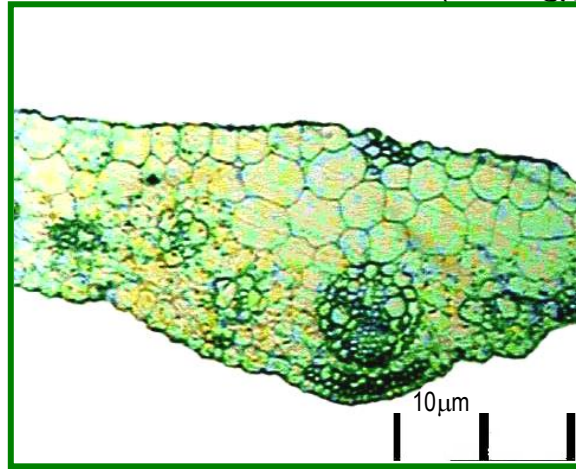




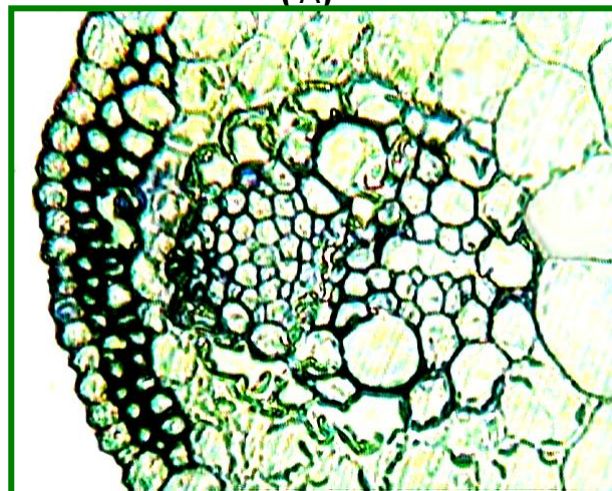
(B)

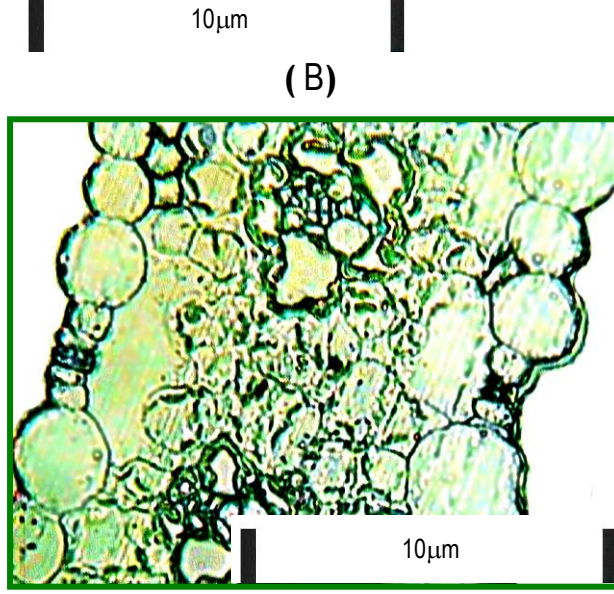
(C)

صورة 13: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالرصااص بتركيز (10ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).

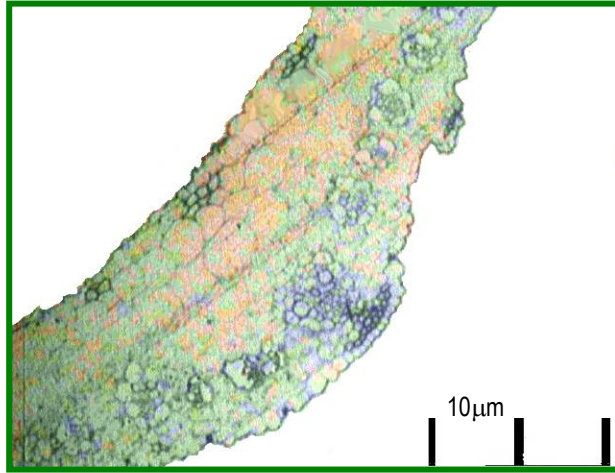


(A)

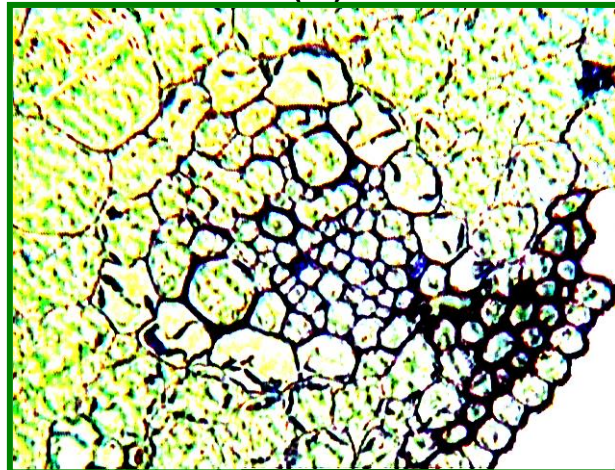




(B)

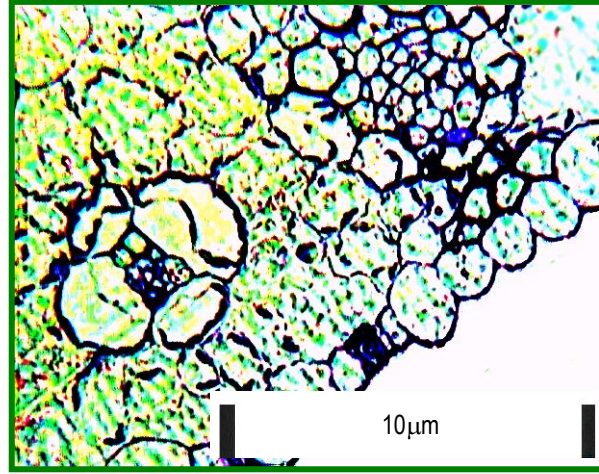


(A)



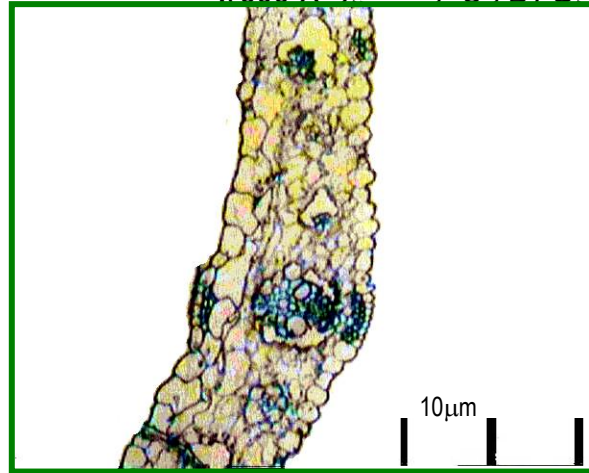
صورة 14: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالرصاص بتركيز (200ppm) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).

10 μ m
(B)

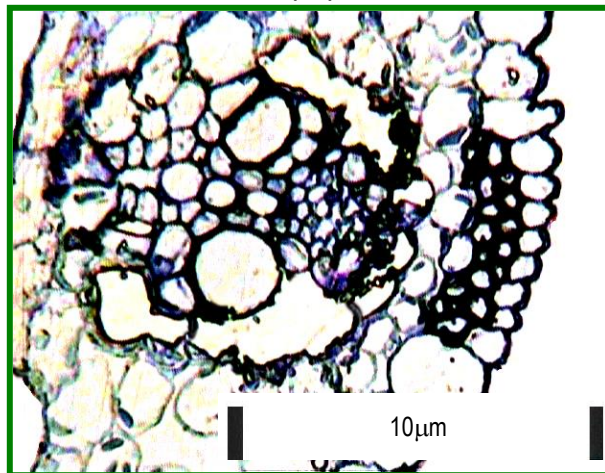


(C)

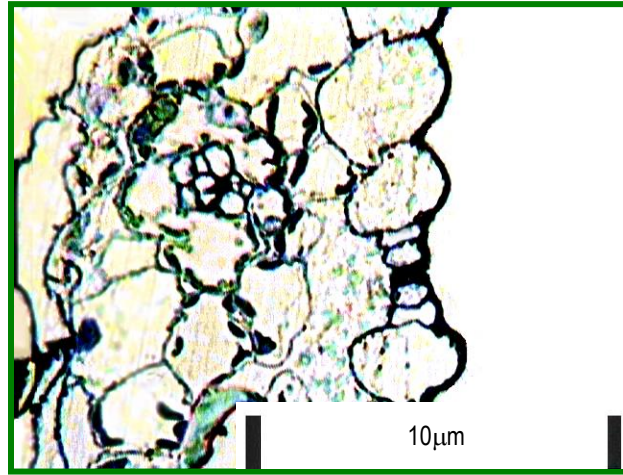
صورة 15: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة ppm(Ni,10+Pb,10) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).



(A)

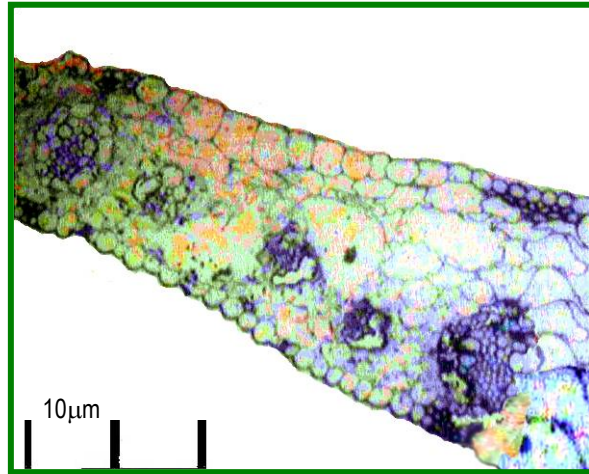


(B)

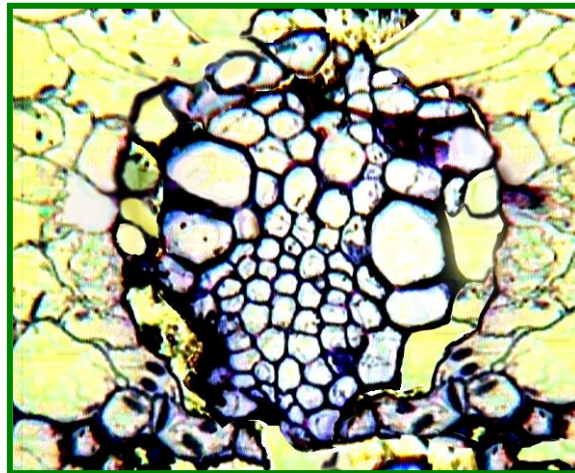


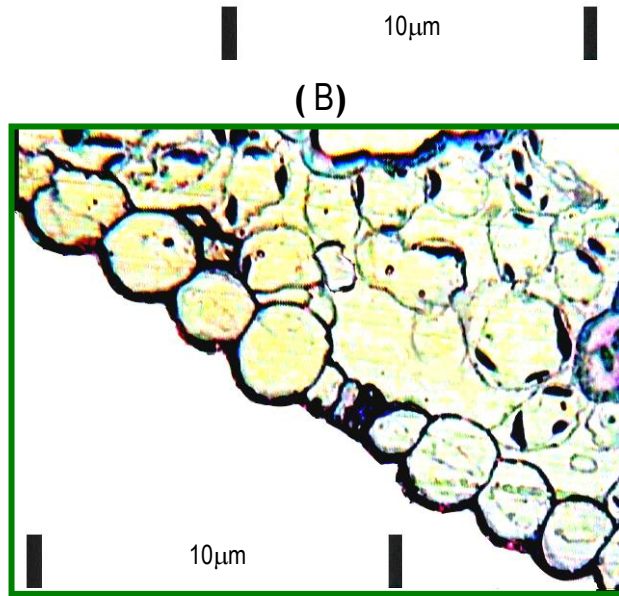
(C)

صورة 16: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة ppm(Ni, 10+Pb, 200) (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).



(A)

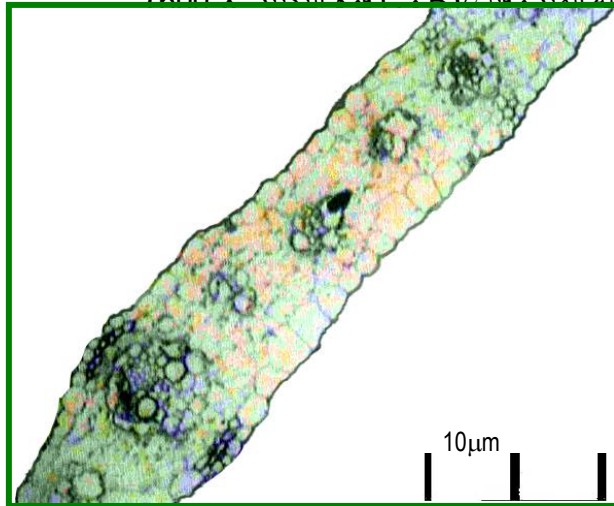




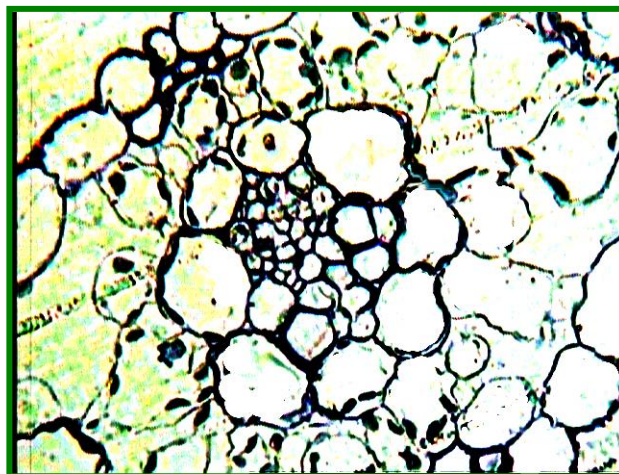
(B)

(C)

صورة 17: (A) مقطع مسطح تعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (10, 100+Pb, Ni) ppm (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة السطح (قوة التكبير 600 X)

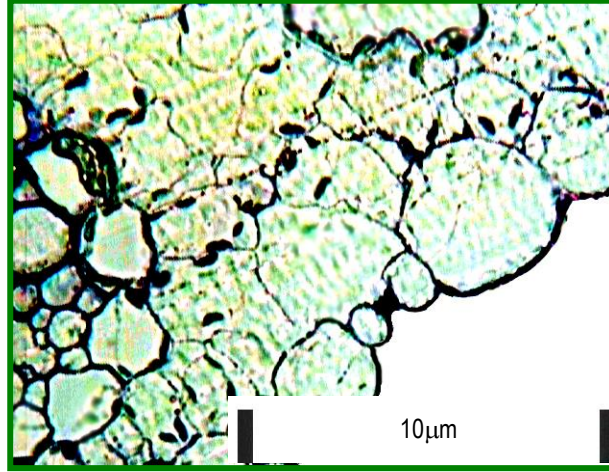


(A)



10µm

(B)



(C)

صورة 18: (A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni, 100+Pb, 200 ppm (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X).

3. 2. تجارب الأصص

3. 2. 1. طول المجموع الخضري وعدد الأوراق

يبين الجدول 13 عدم وجود فروقات معنوية في طول المجموع الخضري وعدد الأوراق في نباتي الماش والذرة، وهذا يشمل قيم جدول التداخل .

جدول (13): تأثير محاليل Ni و Pb في طول المجموع الخضري (سم)، وعدد الأوراق لنباتي الماش والذرة (تجربة الاصص)

الذرة		الماش		نوع النبات	
عدد الأوراق	طول المجموع الخضري	عدد الأوراق	طول المجموع الخضري		
7.7	30.0	3.3	10.7	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
8.1	29.5	3.6	10.8	Pb, 10	تأثير Pb
8.2	29.6	3.1	11.1	Pb, 200	(ppm)
غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
8.3	30.2	3.1	10.2	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط
7.7	28.2	3.6	11.5	Ni, 10	تأثير Ni
8.0	30.6	3.4	10.8	Ni, 100	(ppm)

أ. ف. م. (0.05)	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
سيطرة (ماء مقطر)	11.0	3.5	33.6	8.2
Ni,10	11.1	3.4	26.9	7.4
Ni,100	9.9	3.0	29.4	7.3
Pb,10	10.2	3.1	29.7	8.2
Pb,200	9.5	2.5	27.4	8.4
Ni,10 + Pb,10	11.4	3.8	27.4	7.9
Ni,10 + Pb,200	11.8	3.6	30.1	7.9
Ni,100 + Pb,10	10.7	4.0	31.3	8.2
Ni,100 + Pb,200	12.0	3.1	31.2	8.3
تراكيز المحاليل (ppm)				
أ. ف. م. (0.05)	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي

3.2.2. الوزن الطري والوزن الجاف للمجموع الخضري

يوضح الجدول 14 إن الرصاص والنيكل بشكل عام لم يظهر تأثيرا معنويا في الوزنين الطري والجاف لكل من الماش والذرة، ما عدا حصول زيادة معنوية في الوزن الطري للمجموع الخضري لنبات الذرة بتأثير تركيزي الرصاص. لم يكن للتداخل تأثير معنوي في الوزنين الطري والجاف ولكلا النباتين، باستثناء حصول انخفاض معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الذرة بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm).

جدول 14: تأثير محاليل Pb و Ni في الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري (mg) لنباتي الماش والذرة (تجربة الأصص)

نوع النبات		الماش		الذرة	
		الوزن الرطب	الوزن الجاف	الوزن الرطب	الوزن الجاف
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	513.3	135.6	1148.6	301.8
تأثير Pb	Pb,10	439.7	115.6	1521.0	342.8
(ppm)	Pb,200	543.9	140.8	1530.9	339.7
أ. ف. م. (0.05)	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	437.3	129.0	1343.6	326.0
تأثير Ni	Ni,10	485.1	125.9	1493.9	347.8
(ppm)	Ni,100	524.4	137.0	1363.0	310.4
أ. ف. م. (0.05)	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
سيطرة (ماء مقطر)	634.3	170.0	1320.0	364.3	
Ni,10	468.0	136.7	1181.3	312.0	

229.0	944.3	100.0	437.7	Ni,100	
334.7	1493.7	84.7	334.7	Pb,10	
279.0	1217.0	132.3	493.0	Pb,200	
341.3	1531.3	103.3	417.7	Ni,10 + Pb,10	
390.0	1769.0	137.7	569.7	Ni,10 + Pb,200	
352.3	1538.0	158.7	566.7	Ni,100 + Pb,10	
350.0	1606.7	152.3	569.0	Ni,100 + Pb,200	
104.7	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

3. 2. 3. كمية النتروجين الكلي والبروتين

يبين جدول 15 أن كل من الرصاص والنيكل لم يؤثرًا معنويًا في كمية النتروجين الكلي والبروتين في الماش، ولكن يظهر من جدول التداخل أن كل من النيكل بالتركيزين (10 و 100) ppm و الرصاص بالتركيز (200ppm) والتوليفة ppm(Ni,10+Pb,10) سببت زيادة معنوية في كمية النتروجين الكلي وكذلك البروتين في الماش. أما في الذرة، فإن النيكل بالتركيز (100ppm) سبب انخفاض معنوي في كمية النتروجين الكلي والبروتين بصورة عامة. ولم يكن للتداخل أي تأثير معنوي في قيم النتروجين والبروتين للنبات نفسه.

جدول 15: تأثير محاليل Pb و Ni في النسبة المئوية للنتروجين الكلي و للبروتين لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)

نوع النبات		الماش		الذرة	
		النتروجين	البروتين	النتروجين	البروتين
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	1.790	11.188	1.478	9.240
تأثير Pb	Pb,10	1.787	11.167	1.485	9.281
(ppm)	Pb,200	1.790	11.188	1.488	9.302
أ. ف. م. (0.05)					
		غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	1.790	11.188	1.492	9.323
تأثير Ni	Ni,10	1.792	11.198	1.502	9.385
(ppm)	Ni,100	1.785	11.157	1.458	9.115
أ. ف. م. (0.05)					
		غير معنوي	غير معنوي	0.026	0.16
تراكيز	سيطرة (ماء مقطر)	1.775	11.094	1.475	9.219
المحاليل	Ni,10	1.895	11.219	1.490	9.313
(ppm)	Ni,100	1.800	11.250	1.470	9.188

9.344	1.495	11.156	1.785	Pb,10	
9.406	1.505	11.313	1.810	Pb,200	
9.406	1.505	11.219	1.795	Ni,10 + Pb,10	
9.438	1.510	11.156	1.785	Ni,10 + Pb,200	
9.094	1.455	11.163	1.780	Ni,100 + Pb,10	
9.063	1.450	11.125	1.775	Ni,100 + Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	0.091	0.015	أ.ف.م. (0.05)	

3.2.4. كمية الكربوهيدرات الكلية

يبين جدول 16 حصول انخفاض في كمية الكربوهيدرات بشكل عام بتأثير كل من تركيزي النيكل (10 و 100 ppm) في نبات الماش. كان للتركيز العالي من الرصاص أثر في تخفيض كمية الكربوهيدرات معنوياً عند مقارنتها مع عينة التركيز الواطئ من الرصاص (10 ppm)، ولكنه لم يختلف معنوياً مع عينة السيطرة. يظهر أن للتداخل تأثير في تغير قيم الكربوهيدرات معنوياً إذ اختزلت محاليل التراكيز كمية الكربوهيدرات باستثناء زيادة كميتها بمحلول الرصاص بالتركيز (10 ppm)، ويظهر من الجدول 16 عدم حصول فروقات معنوية في قيم الكربوهيدرات لأوراق نبات الذرة.

3.2.5. محتوى الكلوروفيل

يظهر في الجدول 17 عدم حصول تغير معنوي في كمية الكلوروفيل لنبات الماش بتأثير تراكيز المحاليل جميعاً. أما في الذرة، فإن الرصاص والنيكل لم يكن لهما تأثير معنوي في تغير كمية الكلوروفيل بصورة عامة، ولكن حصل انخفاض معنوي في كمية كلوروفيل أوراق الذرة بتأثير الرصاص بالتركيز (10 ppm) وهذا ما توضحه قيم جدول التداخل.

جدول 16: تأثير محاليل Pb و Ni في كمية الكربوهيدرات الكلية (mg / g) لأوراق الماش والذرة
(تجربة الأصص)

الذرة	الماش	نوع النبات	
203.9 219.5 185.9	167.1 184.4 157.5	سيطرة (ماء مقطر) Pb,10 Pb,200	متوسط تأثير (ppm) Pb
غير معنوي	18.5	أ. ف. م. (0.05)	
215.6 190.4 203.2	201.3 154.4 153.3	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100	متوسط تأثير (ppm) Ni
غير معنوي	18.5	أ. ف. م. (0.05)	
238.2 183.5 189.9 229.9 179.5 204.9 182.8 224.2 195.3	203.3 158.8 139.1 240.1 160.5 170.8 133.6 142.2 178.6	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100 Pb,10 Pb,200 Ni,10 + Pb,10 Ni,10 + Pb,200 Ni,100 + Pb,10 Ni,100 + Pb,200	تراكيز المحاليل (ppm)
غير معنوي	32.1	أ. ف. م. (0.05)	

جدول 17: تأثير محاليل Pb و Ni في محتوى الكلوروفيل (mg / g) لأوراق الماش والذرة
(تجربة الأصص)

الذرة	الماش	نوع النبات	
0.958 0.942 1.057	0.688 863. 0.762	سيطرة (ماء مقطر) Pb,10 Pb,200	متوسط تأثير (ppm) Pb
غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

0.862 1.074 1.021	0.624 0.769 0.920	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100	متوسط تأثير (ppm) Ni
غير معنوي	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	
1.032 1.226 0.616 0.572 0.983 0.910 1.086 1.345 1.103	0.450 0.698 0.914 0.704 0.718 0.818 0.789 1.067 0.778	سيطرة (ماء مقطر) Ni,10 Ni,100 Pb,10 Pb,200 Ni,10 + Pb,10 Ni,10 + Pb,200 Ni,100 + Pb,10 Ni,100 + Pb,200	تراكيز المحاليل (ppm)
0.42	غير معنوي	أ. ف. م. (0.05)	

3.2.6. تركيز عنصري النيكل والرصاص

لم يظهر الرصاص تأثير معنوي في كمية رصاص و نيكل أوراق الماش حسب ما يوضحه جدول 18، ولكنه شجع زيادة كمية الرصاص في اوراق الذرة وبتأثير التركيزين (10 و 200) ppm. أما النيكل بشكل عام فكان له أثر في تثبيط كمية الرصاص والنيكل في أوراق الماش ، وكذلك تثبيط كمية النيكل بالذرة، وبالأخص بتأثير تركيزه العالي، ولكن النيكل بتركيزه سبب زيادة معنوية في كمية رصاص الذرة.

أما قيم جدول التداخل فيلاحظ أن الرصاص بالتركيزين (10 و 200) ppm زاد كمية الرصاص في الماش ، في حين سبب النيكل (100 ppm) والتوليفات (Ni, 10+Pb, 200) و (Ni, 100+Pb, 10) و (Ni, 100+Pb, 200) ppm اختزال معنوي في كمية النيكل في الماش، بالوقت نفسه زادت كمية النيكل في أوراق الماش بتأثير النيكل بالتركيز (10 ppm). لم يكن للتداخل تأثير معنوي في قيم كل من الرصاص والنيكل في أوراق الذرة.

جدول 18: تأثير محاليل Pb و Ni في كمية عنصري الرصاص والنيكل (ppm) لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)

الذرة		الماش		نوع النبات	
Ni	Pb	Ni	Pb		
33.2	18.8	37.7	24.5	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير
27.5	28.5	36.8	25.2	Pb, 10	(ppm) Pb
33.7	24.2	36.3	25.0	Pb, 200	
غير معنوي	3.8	غير معنوي	غير معنوي	أ.ف.م. (0.05)	
33.8	18.8	39.7	31.5	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير
33.8	27.0	39.8	24.5	Ni, 10	(ppm) Ni
26.7	25.7	31.3	18.7	Ni, 100	
5.59	3.8	4.2	5.8	أ.ف.م. (0.05)	
35.0	16.4	40.0	20.0	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
32.5	19.0	50.0	24.5	Ni, 10	
32.0	21.0	23.0	29.0	Ni, 100	
26.0	25.0	44.0	40.5	Pb, 10	
40.5	15.0	35.0	34.0	Pb, 200	

35.5	30.5	40.3	20.0	Ni,10 + Pb,10	
33.5	31.5	29.0	29.0	Ni,10 + Pb,200	
21.0	30.0	26.0	15.0	Ni,100 + Pb,10	
27.0	26.0	45.0	12.0	Ni,100 + Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	7.3	10.1	أ. ف. م. (0.05)	

3.2.7. كمية بعض العناصر المعدنية

3.2.7.1. عنصر الصوديوم Na

يتضح من الجدول 19 أن الرصاص (10 و 200 ppm) سبب ارتفاعاً معنوياً في كمية الصوديوم في أوراق الماش، وقد سبب النيكل بالتركيز (100 ppm) ارتفاعاً معنوياً في كمية الصوديوم. يبين جدول 19 أن للتداخل تأثير معنوي إذ سببت المحاليل (Ni,10) و (Pb,200) و (Ni,10+Pb,10) ppm انخفاضاً معنوياً في تركيز عنصر Na في أوراق نبات الماش، مع حصول زيادة معنوية في تركيز هذا العنصر وفي النبات نفسه بتأثير كل من التوليفتين (Ni,100+Pb,10) و (Ni,100+Pb,200) ppm. أما الجدول 20 فيوضح حصول انخفاض معنوي في كمية Na بالتركيز العالي للرصاص والواطئ للنیکل في حين سبب التركيز العالي للنیکل ارتفاعاً معنوياً. ويبين الجدول أن للتداخل تأثير معنوي إذ تم حصول تثبيط معنوي في تركيز الصوديوم في أوراق نبات الذرة بتأثير كل من الرصاص بالتركيزين (10 و 200) ppm والتوليفات (Ni,10+Pb,10) و (Ni,10+Pb,200) ppm مع زيادة معنوية بتأثير النيكل بالتركيز (100 ppm) والتوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm.

3.2.7.2. عنصر الفسفور P

كان للنیکل بالتركيزين (10 و 100 ppm) أثر مهم في زيادة P معنوياً (جدول 19) مع ملاحظة أن الرصاص لم يكن له أثر معنوي، كما إن التداخل لم يؤثر معنوياً في تغيير عنصر P في أوراق نبات الماش.

أما في أوراق نبات الذرة فتركيز النيكل العالي (100 ppm) سبب زيادة معنوية عند المقارنة مع عينة النيكل بالتركيز (10 ppm) وكانت غير معنوية عند المقارنة مع عينة السيطرة. أما بالنسبة إلى قيم جدول التداخل فالتركيز القليل كان لها أثر معنوي في التثبيط إذ سبب كل من (Ni,10 و Pb,10) ppm، وكذلك التوليفة (Ni,10+Pb,200) ppm انخفاضاً معنوياً في تركيز عنصر P بالمقارنة مع عينة السيطرة (جدول 20).

3. 2. 7. 3. عنصر البوتاسيوم K

سبب الرصاص بالتركيز (200ppm) زيادة معنوية في كمية K وكذلك الحال مع النيكل بالتركيز (10ppm)، أما الرصاص بالتركيز (10ppm) فسبب اختزال معنوي في كمية K في أوراق نبات الماش كما مبين في جدول 19، وقد سببت معظم تراكيز المحاليل كما هو موضح في قيم جدول التداخل ارتفاعاً معنوياً في تركيز عنصر K، أما التوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm فقد سبب انخفاض معنوي بالمقارنة مع عينة السيطرة ولم يلحظ تغير معنوي بتأثير التركيزين (Ni,100) و (Pb,10) ppm في أوراق نبات الماش.

وفي أوراق نبات الذرة (جدول 20) بينما سببت التوليفتين (Ni,100+Pb,10) و (Ni,100+Pb,200) ppm زيادة غير معنوية قياساً بمعاملة المقارنة فالمحاليل (Ni,10) و (Ni,100) و (Pb,10) ppm و التوليفة (Ni,10+Pb,10) ppm أدت إلى زيادة معنوية في عنصر K بالمقارنة مع عينة السيطرة، وقد حصل العكس بتأثير بقية التراكيز إذ أدت إلى انخفاض معنوي ماعدا التوليفة (Ni,100+Pb,10) ppm التي ثبوت تركيز عنصر K بصورة غير معنوية.

3. 2. 7. 4. عنصر المغنيسيوم Mg

سبب النيكل بالتركيز (100ppm) انخفاضاً معنوياً في كمية Mg أوراق الماش . ولم يكن هناك تأثير معنوي لعنصر Pb ولم تُلحظ تغيرات معنوية للتداخل في تركيز عنصر Mg بتأثير تراكيز المحاليل المستعملة في التجربة في أوراق نبات الماش كما يوضحها جدول 19، وقد سبب الرصاص بالتركيزين (10 و 200) ppm انخفاضاً معنوياً في عنصر Mg (جدول 20) بينما سببت معظم المحاليل ارتفاعاً معنوياً في تركيز عنصر Mg في أوراق نبات الذرة كما توضحها قيم التداخل ، ماعدا حصول انخفاض معنوي في تركيز Mg بتأثير التوليفة (Ni,10+Pb,200) ppm، وحدثت تغيرات غير معنوية بتأثير التوليفتين (Ni,100+Pb,10) و (Ni,100+Pb,200) ppm.

3. 2. 7. 5. عنصر الكالسيوم Ca

كانت التأثير المثبط للنكل بالتركيزين (10 و 100 ppm) في Ca ورقة الماش (جدول 19)، وكما موضح في الجدول الخاص بتداخل القيم فإن التغيرات غير معنوية. أما Ca ورقة الذرة فقد ثبت بشكل عام بتأثير تركيزي الرصاص (10 و 200 ppm) (جدول 20). ومن الواضح في قيم التداخل إن النكل بالتركيز (100 ppm) سبب ارتفاعاً معنوياً في تركيز Ca في أوراق نبات الذرة (5110 ppm)، مع حصول انخفاض معنوي بتأثير التوليفات (Ni 10 + Pb, 200) و (Ni, 100 + Pb, 10) و (Ni, 100 + Pb, 200) بالمقارنة مع عينة السيطرة (2485 ppm) كما موضح في جدول 20.

جدول 19: تأثير محاليل Pb و Ni في كمية بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الماش (التجربة الأصص)

تراكيز العناصر المعدنية (ppm)		Na	P	K	Mg	Ca
متوسط تأثير (ppm)Pb	سيطرة (ماء مقطر)	758.3	661.4	1053.0	1375	6153.3
	Pb, 10	885.0	747.2	923.7	1409	7151.2
	Pb, 200	891.7	759.2	1642.6	1610	7541.7
أ.ف.م. (0.05)		115.2	غير معنوي	116.5	غير معنوي	غير معنوي
متوسط تأثير (ppm)Ni	سيطرة (ماء مقطر)	726.7	1838.9	1150.9	1963.3	9973.3
	Ni, 10	716.7	604.8	1421.7	1560.7	7194.6
	Ni, 100	1091.7	524.2	1046.7	870.0	3678.3
أ.ف.م. (0.05)		115.2	167.8	116.5	750.2	2152.4
تراكيز	سيطرة (ماء مقطر)	925	345.7	932.0	1970	9550.0

6850.0	1640	1401.0	136.2	525	Ni,10	المحاليل (ppm)
2060.0	515	826.0	179.6	825	Ni,100	
11210.0	2010	1057.0	302.0	780	Pb,10	
9160.0	1910	1463.7	391.2	475	Pb,200	
7743.7	1630	1182.0	272.9	700	Ni,10 + Pb,10	
6990.0	1410	1682.0	195.7	925	Ni,10 + Pb,200	
2500.0	585	532.0	172.3	1175	Ni,100 + Pb,10	
6475.0	1510	1782.0	172.3	1275	Ni,100 + Pb,200	
غير معنوي	غير معنوي	201.7	غير معنوي	199.5	أ. ف . م. (0.05)	

جدول 20 :تأثير محاليل Pb و Ni في كمية بعض العناصر المعدنية (ppm) لنبات الذرة
(تجربة الأصص)

Ca	Mg	K	P	Na	تراكيز العناصر المعدنية (ppm)	
3538.3	2267.8	2716.7	328.7	620.0	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير (ppm)Pb
2340.9	1893.3	2318.8	326.1	645.0	Pb,10	
1122.6	935.0	819.7	363.1	301.7	Pb,200	
931.8	214.9	90.7	غير معنوي	68.1	أ.ف.م. (0.05)	
2561.2	1641.7	1638.3	327.2	426.7	سيطرة (ماء مقطر)	متوسط تأثير (ppm)Ni
2398.3	1663.3	2345.4	291.4	305.0	Ni,10	
1953.3	1791.1	1871.3	399.2	835.0	Ni,100	
غير معنوي	غير معنوي	90.7	53.2	68.1	أ.ف.م. (0.05)	
2485.0	905.0	1367.0	387.0	535	سيطرة (ماء مقطر)	تراكيز المحاليل (ppm)
3020.0	2435.0	3251.0	282.0	600	Ni,10	
5110.0	3463.3	3532.0	317.0	725	Ni,100	
2987.7	2635.0	2566.0	256.0	410	Pb,10	
2477.7	1385.0	982.0	338.7	335	Pb,200	

3335.0	2055.0	3099.3	298.7	185	Ni,10 + Pb,10	
840.0	500.0	686.0	293.7	130	Ni,10 + Pb,200	
700.0	990.0	1291.0	423.7	1340	Ni,100 + Pb,10	
50.0	920.0	791.0	457.0	440	Ni,100 + Pb,200	
1613.9	372.3	157.0	92.1	117.9	أ. ف . م. (0.05)	

جدول (11) : تأثير محاليل Ni و Pb في بعض القياسات النسيجية (μm) لورقة نبات الماش بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

القياسات النسيجية	سمك النسيج	سمك العرق الوسطي	قطر خلية الطبقة الأسفنجية	طول خلية الطبقة العمادية	عرض خلية الطبقة العمادية	قطر الوعاء الخشبي في الحزمة الوعائية	عدد خلايا الطبقة الأسفنجية	عدد خلايا الطبقة العمادية	العدد الكلي لخلايا طبقة الميزوفيل
متوسط سيطرة (ماء مقطر)	108.3	444.4	9.7	20.3	9.7	14.4	87.1	72.3	159.1
تأثير Pb (ppm)	100.0	452.8	9.7	20.3	8.1	17.8	85.6	65.1	152.2
Pb,10	108.3	394.4	9.7	18.9	7.8	21.3	100.9	57.6	157.8
Pb,200									
أ.ف.م.(0.05)	غير معنوي	12.6	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	3.18	1.6	1.4	1.7
متوسط سيطرة (ماء مقطر)	113.9	436.1	10.6	20.6	8.1	18.4	68.9	62.9	132.2
تأثير Ni (ppm)	111.1	433.3	9.7	17.8	8.3	19.7	106.0	56.6	160.0
Ni,10	91.7	422.2	8.9	21.1	9.2	15.5	98.7	75.6	176.9
Ni,100									
أ.ف.م.(0.05)	11.7	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	3.18	1.6	1.4	1.7
سيطرة (ماء مقطر)	100.0	450.0	9.2	20.0	8.3	12.8	64.7	57.3	120.7
Ni10	141.7	466.7	11.7	16.7	9.2	16.8	100.0	61.7	162.0
Ni100	83.3	416.7	8.3	24.2	11.7	13.8	96.7	98.0	194.7
Pb10	116.7	491.7	12.5	21.7	8.3	17.0	76.0	86.7	164.7
Pb200	125.0	366.7	10.0	20.0	7.5	25.3	66.0	44.7	111.3
Ni10+Pb10	108.3	458.3	9.2	20.0	7.5	21.7	96.7	42.7	135.3
Ni10+Pb200	83.3	375.0	8.3	16.7	8.3	20.5	121.3	65.3	182.7
Ni100+Pb10	75.0	408.3	7.5	19.2	8.3	14.8	84.0	66.0	156.7
Ni100+Pb200	116.7	441.7	10.8	20.0	7.5	18.1	115.3	62.7	179.3
تراكيز المحاليل (ppm)									
أ.ف.م.(0.05)	20.2	21.8	2.87	غير معنوي	غير معنوي	غير معنوي	2.7	2.5	2.9

جدول (12) : تأثير محاليل Ni و Pb في بعض القياسات النسيجية (μm) لورقة نبات الذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)

القياسات النسيجية	سمك النسيج	سمك طبقة البشرة	قطر خلية البشرة	أقطار الأوعية	قطر الخلية الأسفنجية	عدد الخلايا الأسفنجية
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	157.6	33.1	25.6	14.1	78.9
تأثير Pb	Pb,10	191.0	43.9	27.1	17.7	86.7
(ppm)	Pb,200	148.0	30.6	25.8	21.4	82.2
أ.ف.م.(0.05)	1.7	1.16	غير معنوي	0.159	0.36	1.57
متوسط	سيطرة (ماء مقطر)	161.2	35.2	29.3	14.7	74.9
تأثير Ni	Ni,10	188.1	33.8	26.4	17.4	91.8
(ppm)	Ni,100	147.2	38.6	22.8	21.1	81.1
أ.ف.م.(0.05)	1.7	1.16	4.89	0.159	0.36	1.57
تراكيز المحاليل	سيطرة (ماء مقطر)	130.7	31.7	24.8	12.7	82.0
(ppm)	Ni10	232.0	44.0	31.1	13.9	88.7
	Ni100	110.0	23.7	20.7	15.7	66.0
	Pb10	212.0	44.0	33.0	14.5	61.3
	Pb200	141.0	30.0	30.0	16.8	81.3
	Ni10+Pb10	170.0	26.7	23.9	14.2	110.7
	Ni10+Pb200	162.3	30.7	24.2	24.2	76.0
	Ni100+Pb10	191.0	61.0	24.4	24.5	88.0
	Ni100+Pb200	140.7	31.0	23.3	23.2	89.3
أ.ف.م.(0.05)	2.97	2.0	غير معنوي	0.28	0.62	2.72

الفصل الرابع

المناقشة

4.1. تأثير عنصري Pb و Ni في إنبات ونمو نباتي الماش والذرة

لم تظهر في النسبة المئوية لإنبات بذور نباتي الماش والذرة فروقات معنوية عند المعاملة بمحاليل الرصاص والنيكل ، وكذلك الحال مع معامل سرعة إنبات هذه البذور (جدول 1) وهذه النتيجة توافق ما ذكره Grzesik و Romanowska-Duda (2005)، في إن معدل سرعة إنبات بعض أنواع نباتات الزينة لم تتغير بتأثير تراكيز مختلفة من بعض العناصر الثقيلة كعنصر النحاس، ولكن في تجارب أخرى فأن عنصري Zn و Pb عرقلا و أخرا عملية إنبات بذور نبات الحمص Chickpea، وإن العنصر الأكثر سلبية كان Pb يليه Zn (Atici et al.,2005) .

يبدو أن Ni و Pb كل على انفراد بالتراكيز المدروسة أو بتوليفاتهما يؤثران في عمل أنزيم α -Amylase أو قد يمنعان تخليق هذا الأنزيم. وقد ذكر Lutts وجماعته (2004) أن بذور نبات *Atriplex halimus* L. المعرضة لعنصري Cd و Zn لم تتأثر بهذين العنصرين في بقاءها حية وهذا يتفق مع نتائج الدراسة الحالية، إذ أن النباتات استمرت طيلة فترة التجربة. وقد سجلت العديد من الأنواع النباتية وبمستويات متنوعة للترب الملوثة، بقاءها حية وتكاثرها الجنسي الطبيعي، ولكن مع قلة إنتاجها للكتلة الحيوية الجافة (Toderich et al.,2002). وهذا ربما يرجع إلى تداخل عمل الهرمونات النباتية مع المعادن الثقيلة مثل Pb و Ni، إذ وجد بعض الباحثين علاقة بين المعادن الثقيلة والهرمونات النباتية فالتركيز العالي من Zn وكذلك التراكيز الواطئة والعالية من Pb زادت محتوى Absciscic acid (ABA) و Zeatin (Z) بينما أختزل Pb محتوى Gibberellic acid (GA_3) في نبات الحمص (Atici et al.,2005). وإن نقصان GA_3 بتأثير Pb ربما يفسر انخفاض طول المجموع الخضري لنبات الماش (جدول 2) مع زيادة التركيز، وحتى في التوليفات. والمعروف أن GA_3 يساهم في استطالة الخلايا في الساق، ولهذا فنقصان هذا الهرمون قد يكون السبب في نقصان طول المجموع الخضري لنبات الماش من خلال تأثيره في استطالة السيقان، وكذلك انخفاض طول المجموع الخضري لنباتي الماش والذرة بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm)، الأمر الذي يدعو إلى الاستنتاج إن لهذا التركيز أثراً مماثلاً لعنصر Pb في تثبيط تخليق GA_3 في نبات الماش خصوصاً، ومن ثم قصر طول الساق. ولكن في تجربة

الأصص كما يوضحها جدول 13 فأن عدم وجود فروقات معنوية في طول المجموع الخضري للنباتين ربما يرجع إلى أن تراكيز Pb و Ni الممتصة كانت قليلة جداً، فلم تؤثر في نمو الساق، وكذلك الحال مع عدد الأوراق والفروقات غير المعنوية بينهما وهذه النتيجة اتفقت مع ما توصل إليه Lutts وجماعته (2004).

إن GA يحفز أنزيمات البروتياز Proteases في الحبوب والمعروف أن هذه الأنزيمات مهمة ليس فقط لأجل الإنبات، ولكن لتحويل أو إعادة تنظيم البروتين التي تحدث في جميع أنسجة النبات وبدرجة مختلفة (Chesworth et al., 1998)، وبما أن GA يقل بتأثير Pb فقد يكون سبباً للإنبات المتأخر ولو بصورة غير معنوية (جدول 1).

يلاحظ في الجدول 2 انخفاض استطالة المجموع الجذري للماش معنوياً بالتراكيز العالية للرصاص والنيكل وانخفاض طول المجموع الجذري للذرة بفعل النيكل بتركيزيه (10 و 100) ppm بصورة معنوية، ومن ثم انعكس على نمو المجموع الخضري أيضاً واستطالته، فالجذور هي الأعضاء الأولى المتصلة بالتراكيز المعدنية السامة، وقد ذكر Zengin و Munzuröglu (2004) أن الجذور عادة تراكم كميات كبيرة من المعدن أكثر من الأجزاء العليا في نبات الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* L.، وأن النبات طور ميكانيكيات متنوعة لتحمل أجهاد المعادن الثقيلة، وأن واحدة منها هي تراكم المعدن الثقيل في الجذور وتقليل توزيعه (أو نقله) إلى الساق، وإن تراكم المعدن الثقيل في الجذور يؤدي إلى تغيير في شكل وتشريح ونمو الجذور بالمقارنة مع الأعضاء الأخرى، وأن إعاقه المعدن لنمو الجذور والسيقان والأوراق تتم بميكانيكيات مختلفة تتغير طبقاً لنوع النبات وظروف النمو.

إن تفسير Zengin و Munzuröglu (2004) قد ينعكس أيضاً على الوزن الجاف للمجموع الجذري فوجود فروقات معنوية في جذور نبات الماش وفروقات غير معنوية في جذور نبات الذرة، ومن ثم التأثير في وزنها الطري (جدول 4) يدل على وجود تأثير لعنصري Pb و Ni في نمو هذه الأعضاء. كما أن الزيادة في الوزن الطري للمجموع الجذري للماش بتأثير النيكل بالتركيز (10 ppm) صاحبه نقصان معنوي في الوزن الطري للمجموع الخضري (جدول 3)، فضلاً عن تراكيز عالية أخرى وفي النباتين وهذا ربما نتيجة صغر المجموع الجذري وبالتالي قلة امتصاص الماء، في حين أن نقصان الوزن الجاف للمجموع الجذري بتأثير التركيز (100 Ni) ppm صاحبه زيادة في وزنه الطري، وقد يدل هذا على تراكم Ni في المجموع الجذري ومحاولة الخلايا سحب الماء من محيط الجذور. لوحظ إن التأثير المثبط لعنصر Ni كان أكثر في الجذور وهذا ربما يكون متعلق بتراكم Ni العالي في هذه الأعضاء (Gajewska et al., 2005).

ربما رجع عدم وجود فروقات معنوية في جذور الذرة (جدول4) أيضاً إلى تشريح نسيج الجذور، فحسب ماذكره Hose وجماعته (2001) إن احتواء نسيج الجذر على قشرة خارجية Exoderms (Hypodermis) حاوية على أشرطة كاسبر بطبقة السوبرين) تمثل عائق لمقاومة الانسياب الشعاعي Radial flow لكل من الماء والمذبيات، وربما يعود جميع أنواع التحمل الفعلي لها ومنها تحمل إجهادات الجفاف ونقص الأوكسجين والملوحة والمعادن الثقيلة والتغذية، وإن أشرطة كاسبر وطبقة السوبرين تختزل بصورة مختلفة عملية النفاذية للماء والذائبات كما تظهر مسلك اختياري ضروري للنبات إذ ثبت أنها ميكانيكية تكيف تحت ظروف الإجهاد، وإن أسباب التنافذ عبر الفراغ الحر Apoplasm تتعلق بالتركيب الكيميائي اعتماداً على الاجهادات التي يتعرض لها النبات فالحواجز تحتوي سوبرين ولكنين اليفاتي واروماتي بكميات ونسب مختلفة وتوزيع مختلف، فالنباتات تستطيع أخذ وفقدان الماء والذائبات بواسطة أغشية الجذور (Symplastic & Transcellular pathway) التي تكون تحت السيطرة الايضية فهذه ستراتيكية إضافية أو معوضة في النباتات لكسب الماء والذائبات وإن العبور اليسر يمكن أن يزداد تحت هذه الظروف، فالطريق من خلية لأخرى عن طريق المكون الحي لكل من الماء والذائبات يصبح أكثر أهمية متناسقا بذلك مع طريق عبور الفراغ الحر الموجود في القشرة الخارجية، وهناك دليل على أن الجذر يبقى يتصرف كجهاز أوزموزي Osmometer.

وبما إن القشرة الخارجية في الذرة تمتلك هذه الخصائص (Hose,2001) فقد نظمت انتقال الماء والذائبات أي عنصري Pb و Ni إلى داخل الجذر بصورة أكبر مما في الماش، فلربما لا يتصف جذر نبات الماش بهذه الخاصية، أو ربما تتخذ القشرة الخارجية شكل آخر يساعدها على مرور الماء والذائبات.

ومن الهرمونات النباتية التي لها دور في استطالة الجذور والسيقان والأوراق هو هرمون الاثيلين Ethylene (Salisbury & Ross,1985)، إذ يحفز بواسطة عنصر Ni فقد اثبت Burd وجماعته (1998) أن بكتريا *Kluyvera ascorbata* SUD165 محفزة لنمو النبات وتحمل التأثيرات السامة لكل من Ni^{2+} و Pb^{2+} وغيرهما من العناصر، وإن هذه البكتريا حسب ما ذكره Burd وجماعته لا يعود تأثيرها إلى اختزال النيكل المأخوذ بواسطة البادرات، بل ربما يعود إلى قابلية البكتريا على خفض مستوى إجهاد الاثيلين المحفز بواسطة Ni، إذ أن مستويات الاثيلين كانت عالية بغياب هذه البكتريا، وهذا يدل على أن هرمون الاثيلين المحفز بواسطة Pb و Ni مؤثر بشكل كبير في نمو الجذور والمجموع الخضري، وربما تركيز الاثيلين المتحرر يختلف باختلاف تراكيز محاليل عنصري Pb و Ni في هذه الدراسة.

4. 2. تأثير Pb و Ni في الخصائص الفسلجية والكيموحيوية في نباتي

الماش والذرة

إن ما وضعه الجدول 5 و 15 من حدوث انخفاض معنوي في نيتروجين وبروتين أوراق الذرة، وكذلك نيتروجين أوراق الماش (جدول 5) بتأثير التركيز العالي للنیکل (100ppm) لم يتفق مع ما توصل إليه كل من Kolarov و Tzvetkova (1996) فالأوراق المحطمة لبعض أنواع الأشجار النفضية والموجودة في منطقة ذات هواء ملوث بالعناصر الثقيلة تمتلك كمية كبيرة من النيتروجين الكلي، في حين عدم وجود تغير معنوي في كمية البروتين بتأثير الرصاص فقد اتفقت هذه النتيجة مع ما توصلت إليه Olivares (2003) فلم تلاحظ أي فروقات معنوية في بروتينات أوراق نبات *Tithonia diversifolia* التي تم جمعها من مواقع الطرق المزدهمة، إذ أثبتت وجود تراكيز عالية من Pb و Ni في هذه الأوراق بالمقارنة مع أوراق نباتات الطرق غير المزدهمة. وقد وجدت هذه الباحثة أن الأوراق والجذور الملوثة بالرصاص ذات فعالية عالية لأنزيم الفوسفاتيز الحامضي Acid phosphatase، بينما انخفضت فعالية أنزيم Nitrate reductase الورقي وكتلة الورقة. وتعتقد الباحثة أن زيادة تركيز الفينول كان له أثر في إزالة سمية المعادن، إذ ثبت وجود الفينولات في نباتات الحقل الملوثة وفي جذور نباتات الأصص المجهزة بخلات الرصاص، وبصورة عامة فإن أثر الفينولات هو منع الضرر التأكسدي Oxidative damage بواسطة كبح أنواع الأوكسجين الفعالة المضادة للأكسدة التي تتطلب شكل مختزل من الفينولات، وربما زيادة بروتينات الصدمة الحرارية بتأثير الرصاص بالتراكيز (10 و 200 ppm) (جدول 5)، وكذلك تراكيز النیکل شجعت زيادة كمية البروتين (جدول 15)، مع أن البعض ذكر أن التعرض للتركيز العالي من النیکل ينتج عنه زيادة في محتوى البرولين إلى ستة أضعاف في المجموع الخضري وإلى ثلاثة أضعاف في الجذور (Gajewska et al., 2005).

وفيما يخص محتوى الكلوروفيل ومعدل البناء الضوئي فقد ذكر بعض الباحثين إن إجهادات التركيز الواصل لكل من Pb و Ni حفظت الكلوروفيل في أوراق الشعير المقطوعة وكان تأثير هذه العوامل متشابه مع فعالية البناء الضوئي (Mayer et al., 2005)، وقد اتفقت نتائج الدراسة الحالية مع نتيجة Mayer وجماعته فيما يخص تركيز الرصاص و تركيز النیکل بشكل عام في الماش (جدول 6) وفي النباتين (جدول 17) إذ لم يختلف تأثيرها معنوياً عن عينة السيطرة في محتوى الكلوروفيل، في حين شجعت هذه التراكيز معدل البناء الضوئي في الماش وخفضتها في الذرة (جدول 6). يفترض Mayer وجماعته (2005) بأن هذه المجهدات ربما حفزت مسار Signal Transduction غير المعتمد على الساييتوكاينين في الخلايا. لقد أكد Nyitrai وجماعته (2002 و 2003) بأن التراكيز الواصل من Pb

Ni في المحلول المغذي أو المرشوشة على أوراق نباتي الذرة والفاصوليا تنتج تأثيرات محفزة، إذ تيسر بناء الكلوروفيل وتثبيت $^{14}\text{CO}_2$ ، وكاستجابة للعوامل الخارجية فالنباتات تستخدم بعض أنواع المسارات الناقلة للإشارة المعروفة والمفترضة للتواصل مع أي تغير بيئي، وإن الخصائص العامة للتأثيرات المحفزة لهذه الجرعات القليلة أظهرت تشابه مع أدوار الساييتوكاينينات في حفظ الكلوروفيل. وقد ذكر Tobin و Flores (1986) أن الساييتوكاينينات التي تنظم نمو وتكشف النبات ظهر أنها تسبب زيادة تراكم الكلوروفيل وتخليق بعض البروتينات مثل الوحدة الصغيرة لأنزيم RUBISCO ووحدات ATP synthase وغيرها من التراكيب المهمة في الخلية. إن هذا التفسير قد ينطبق على تأثير بعض توليفات العناصر المدروسة، إذ أنها شجعت بشكل غير معنوي عملية بناء الكلوروفيل في نباتي الماش والذرة أو على الأقل حفظ الكلوروفيل من التلف بسبب الإجهاد كما في (جدول 17).

إن قابلية نباتات C_4 ومنها الذرة على تثبيت CO_2 تسمح لها بحصول معدلات أعلى من البناء الضوئي لمحتواها من انزيم RUBISCO ، مقارنة بغياب المعدلات العالية للبناء الضوئي في نباتات C_3 ومنها نباتات الماش وبالتالي ينتج عنه كفاءة في استعمال نيتروجين البناء الضوئي بصورة أعلى (Ehleringr & Monson, 1993) ، وهذا يتضح جلياً عند المقارنة بين عيني السيطرة لكل من الماش والذرة (جدول 6)، فعلى الرغم من كون محتوى الكلوروفيل في الماش أكثر منه في الذرة، إلا أن معدل البناء الضوئي في الذرة أعلى من معدله في الماش، وهذا يعود إلى قلة حصول Photo-respiration في الذرة لكونها من نباتات C_4 .

وقد ذكر Taub و Lerda (2000) إن التوضيح الممكن للاختلافات بين الأنواع (C_3 -Plants) في معدلات البناء الضوئي عند المستوى المعطى لنيتروجين الورقة، يرجع إلى الاختلافات في نسبة نيتروجين الورقة المستعمل في أنزيمات البناء الضوئي (Functional Protein) أكثر منه المستعمل في مكونات البروتين البنائي (Structural Protein). يمكن أن ينطبق على نباتات C_4 كما يمكن أن تختلف الأوراق في تركيزها من النيتروجين غير العضوي.

إن عدم حصول تغير في محتوى النيتروجين والبروتين في أوراق الماش كما في جدولي 5 و 15 مع عدم تغير الكلوروفيل وزيادة معدل البناء الضوئي (جدول 6)، أدى إلى عدم تأثر نسبة نيتروجين الورقة المستعمل في البناء الضوئي. ومما تجدر الإشارة إليه أن جميع قيم النيتروجين والبروتين في الماش هي أعلى مما هو عليه في الذرة، وقد يرجع ذلك إلى كون الماش من البقوليات الغنية بالبروتين، علماً أن N احد عناصر مكوناته المهمة. أما انخفاض معدل البناء الضوئي بتأثير التراكيز العالية والواطئة لكل من Ni و Pb في الذرة فهو حسب ما ذكره Heckathorn وجماعته (2004) ربما ناتج عن هدم أيض البناء الضوئي والمتضمن نقل الكترولونات البناء الضوئي، وأن كل من هذه المعادن زادت محتوى بروتينات

الصدمة الحرارية الصغيرة للبلاستيدات الخضر Chloroplast smHsp. وقد أوضح Hall (2002) أن إعداد منها (Hsp70 ومجاميع smHsp) تستجيب للمعادن الثقيلة وأن هناك بعض الدلائل التي تقترح أنه من وظائف (Hsps) خلال إجهاد المعدن الثقيل هو حماية غشاء الخلية الذي يعد الموقع الأول والذي يتحطم بتأثير أجهاد المعدن.

إن العلاقة بين تراكم (smHsp) في البلاستيدات الخضراء وتراكم المعدن في الورقة حسب ما يفترضها Heckathorn وجماعته تتم كالآتي : عند تراكم المعدن في الأوراق بمستويات واطئة تتراكم (smHsp) في البلاستيدة الخضراء، بينما في المستويات المتوسطة للمعادن المتراكمة تتراكم (smHsp) بصورة مشبعة قبل أن تبدأ بالاضمحلال عند المستويات العالية للمعدن المتراكم وهنا يبدو التراكم السام مثبطاً لإنتاج (smHsp). ومن ثم فالنتائج تقترح على أن إنتاج (smHsp) هو استجابة مبكرة لتراكم المعادن الثقيلة في الأوراق، وأن وظيفة (smHsp) في البلاستيدة الخضراء هي للحد من عملية الهدم الحاصلة في عملية البناء الضوئي أكثر منها لتصليح الهدم الناتج عن المعدن الثقيل.

إن محاليل التوليفات ومنها (Ni, 100+Pb, 200) ppm حفزت معدل البناء الضوئي وأعطت نتيجة مشابهة للتركيز (Ni, 10) ppm في أوراق نبات الماش (جدول 6). وهذا ربما يوضح تخفيف الضرر الحاصل من كلا العنصرين في الهرمونات المساهمة مثل الساييتوكاينينات بينما في الذرة فأن التثبيط في محتوى الكلوروفيل شمل أيضاً التثبيط في معدل البناء الضوئي، وهذا ربما يقود إلى تأثير العناصر الثقيلة في أنزيمات بناء الكلوروفيل وكذلك في أنزيم RUBISCO في الوقت نفسه، كما إن فترة 10 يوم من عمر النبات ربما كانت كافية لإحداث ضرر شديد من جميع تراكيز عنصري الرصاص والنيكل في المعادن الضرورية التي تعد عوامل مساعدة في التصنيع الحيوي للكلوروفيل. كما يحدث عند التعرض لعنصر Cd بأي تركيز والتعرض لعنصر Zn بالتركيز العالي الذي يعد عامل مساعد ضروري في تخليق الكلوروفيل، إذ يدخل في تصنيع d-aminolevulinic acid dehydratase (Erdei et al., 2002).

وإن واحدة من استراتيجيات الدفاع ضد المعادن الثقيلة هي زيادة تخزين الكلوتاثيون فالسائد منه في الحالة المختزلة GSH يحمي فعالية العديد من مفاتيح أنزيمات البناء الضوئي ضد ارتباط Cd المحب لمجموعة الثايول، والتركيز العالي من الكلوتاثيون وهي جزيئه حركة جداً تجهز حماية مضادة للأكسدة بصورة واسعة في الأوراق، والاهم من ذلك إنها تزيد من تركيز الثايول في الساييتوبلازم والبلاستيدات الخضر، وأن تشجيع عدد الثايول المستهدفة ربما يساعد في الحفاظ على فعالية أنزيمات البناء الضوئي ويساند معدل البناء الضوئي حتى في التركيز العالي من Cd (Pietrini et al., 2003).

ذكر بعض الباحثين إن عدم زوال سمية عنصر Cd بواسطة GSH، بسرعة كافية ربما يقوم بالتشويش في عمليات الأكسدة والاختزال في الخلية والتفاعلات المتعاقبة تقود إلى تثبيط النمو وتحفيز الايض الثانوي وحصول تكتن Lignification وأخيراً موت الخلية (Schützendübel & Pole, 2002). فضلاً عن التغيرات في محتوى الكلوروفيل والبروتين والنتروجين الكلي فالكاربوهيدرات لم تتأثر معنوياً بعنصري Ni و Pb (جدول 7 و 16)، إلا في حالة نبات الماش (جدول 16) فالنتائج تدل على تثبيط كمية الكاربوهيدرات بتأثير معظم التراكمات وهذه النتيجة تشبه ما توصل إليه Kolarov و Tzvetkova (1996). وقد ربط الباحثان نقصان محتوى السكر الكلي مع تثبيط عملية البناء الضوئي أو تحفيز معدل النشا الأتي من الميزوفيل، وان التأثير السلبي للمعادن الثقيلة في أيض الكربون هو ناتج عن إمكانية التفاعل مع المركز النشط للأنزيم RUBISCO.

إن نوع النبات الذي يعد عاملاً محدداً لمحتوى النشا، فالنشا يتنوع بمدى واسع في نسيج الورقة بتغير اليوم واختلاف الأنسجة للنبات نفسه واختلاف النباتات (Whister, 1964).

4.3. كمية عنصري Pb و Ni في أوراق الماش والذرة

بالرغم من أن النتيجة غير معنوية فيما يخص تراكيز Pb و Ni في أوراق نبات الماش ولكن يبدو أن Pb بالتراكيز (10ppm) خفض تراكم Ni معنوياً فيما خفض Ni بالتراكيز (100ppm) تراكم الرصاص معنوياً أيضاً في أوراق الماش بصورة عامة (جدول 8)، ولكن هذا لا يعني عدم وجود تأثير لهذين العنصرين فقد أوضحت الجداول السابقة انخفاض في طول المجموع الخضري والجذري (جدول 2)، و فروقات معنوية في انخفاض الوزن الطري للمجموع الخضري (جدول 3)، وانخفاض واضح في الوزن الجاف للمجموع الجذري (جدول 4)، وزيادة معدل البناء الضوئي (جدول 6)، فكل هذه النتائج تدل على أن لهذه التراكمات تأثيرات واضحة مع أن Pb و Ni ربما تراكما في الجذر أو الساق أيضاً. إذ أن زيادة عنصر ما في محيط الجذر ربما يؤدي إلى زيادة تركيزه في أجزاء من النبات أو في التبات كله.

إن هذه التغيرات شملت أيضاً نبات الذرة مع ملاحظة أن Ni لم يتأثر تركيزه معنوياً (جدول 8) في الأوراق، وهذا ربما لأنه عنصر ضروري في أيض النبات وبالأخص أنزيم Urease و Hydrogenase، ولكن يلاحظ أن نبات الذرة كان السباق في احتوائه على عنصر الرصاص وفي التجربة المختبرية بتأثير تركيزي الرصاص (جدول 8) وفي تجربة الأصص بتأثير كل من تركيزي الرصاص والنيكل (جدول 18)، وهذه النتيجة قد تشير إلى أن الرصاص عنصر متراكم وان الذرة نبات مراكم لهذا العنصر وهذا يجعله مفيد في عملية المعالجة الخضرية وهذا ما أثبتته (Schmidt, 2003)، أما

نبات الماش فيأتي بالدرجة الثانية إذ أنه حافظ على معظم تراكيز الرصاص والنيكل دون حدوث تغيرات معنوية. إن عملية التراكم هذه قد تختلف باختلاف قابلية أنسجة النبات على التحمل أو التكيف، فأن تحمل نبات *Lessonia* للتراكيز العالية من Cu يدل على قابلية أنسجة هذا النبات المختلفة على تراكم Cu بوصفها ترسبات وبشكل أولي بمستويين هما جدار الخلية والغشاء البلازمي والموقع الثالث في نظام الفجوة (Leonardi & Vasquez, 1999).

فضلاً عن ما ذكر أعلاه، يبدو أن هنالك ميكانيكيات متخصصة لمعادن محددة وفي أنواع نباتية محددة، إذ تتضمن عملية اختزال أخذ المعادن بواسطة العصير الخلوي عن طريق حزمها في مجال الفراغ الحر، وتخليب المعادن في العصير الخلوي بمدى معين من الروابط أو الخروج من العصير الخلوي، أما إلى داخل الفراغ الحر أو إلى داخل الفجوة. ويعد الناقل (NtCBP4) transporter وهو Calmodulin-binding Portion وهو تركيبياً مشابه لأيون البوتاسيوم (K^+) ومن النواقل غير الاختيارية للكاتيون (non-selective cation channels)، وان النباتات المتحولة وراثياً Transgenic Plants التي تُعبّر هذا الناقل تظهر تحمل جيد للنيكل وحساسية عالية للرصاص والذي يتعلق باختزال تراكم Ni وتشجيع تراكم Pb، وبالرغم من أن الوظيفة الفسلجية الطبيعية لهذا الناقل تبقى قيد الدراسة، ولكنها يمكن أن توصف كميكانيكية لتحمل النيكل (Hall, 2002) وهذا ربما يفسر تراكم الرصاص في الذرة والماش وعدم تراكم Ni فيهما (جدول 8 و 18).

تجدر الإشارة إلى إن معاملة النسيج النباتي بتوليفات من عنصري الرصاص و النيكل قد يشجع (أي لهما تأثير تآزري Synergism) أو يثبط (أي لهما تأثير تضادي Antaganism) أحدهما امتصاص الآخر، أو قد يعرقل أحدهما حركة أو توزيع العنصر الآخر داخل النبات، وقد لوحظ التأثير أعلاه في انخفاض كمية عنصر Ni وكذلك زيادة عنصر الرصاص بتأثير بعض التوليفات (جدول 8 و 18).

4.4. تأثير Pb و Ni في بعض العناصر المعدنية في نبات الماش والذرة

4.4.1. الصوديوم Na

حسب نتائج التجربة المختبرية كما في الجدول 9 فإن التغير غير المعنوي وبشكل عام بتأثير تركيزي كل من الرصاص والنيكل في عنصر الصوديوم في الماش وكذلك الانخفاض المعنوي فيه في أوراق الذرة (جدول 10) لم يتفق مع ما توصل إليه Lutts وجماعته (2004) على الرغم من اختلاف النباتات والعناصر الثقيلة، إذ إن عنصري Cd و Zn سببا زيادة تركيز Na في أوراق نبات *Atriplex*

halimus L. وقد ذكر Lutts وجماعته أن Na ربما له أثراً خاصاً في الاستجابة للإجهاد اللاحيوي الذي ربما يكون موجوداً في أنواع أخرى من نباتات C₄ تحتاج Na بكمية كافية لتوليد Phosphoenol pyruvate. ونقصان Na في تجربتنا هذه بتأثير Pb و Ni في نبات الذرة ربما يعكس الانخفاض الحاصل في محتوى الكلوروفيل ومعدل البناء الضوئي (جدول 6). في حين أن بعض نتائج تجربة الأصص (جدول 19 و 20) تتفق مع Lutts وجماعته فالنيكل بصورة عامة بالتركيز (100ppm) شجع زيادة تركيز الصوديوم في الماش والذرة بينما الرصاص بالتركيزين (10 و 200) ppm شجع تركيزه في الماش، وهذا ربما يعود إلى أن هذه المحاليل شجعت امتصاص Na من التربة خلال ارتباط الرصاص والنيكل الشديد بجزيئات التربة، فضلاً عن أن التربة ذات pH=7.2 أي متعادلة كما موضح في الفقرة (2.2.2). ومواقع التبادل في هذه الترب تميل إلى أن تكون ممتلئة بالمغذيات (Ca و Mg و K) أكثر من H والمعادن الثقيلة باستثناء Na الذي يوجد في بعض الترب ذات pH العالي (Caldwell, 2002). إن الانخفاض الواضح في عنصر Na بتأثير عنصري Pb و Ni في أوراق نبات الذرة قد يدل على أن تأثيرهما الأولي على خلايا النبات الذي يعتمد على تفاعلها مع الغشاء البلازمي، ومن ثم يمكن أن يكون تأثير التراكم لايونات العنصرين على عمليات أيض الخلايا، وهذا يتفق مع ما ذكره Pazurkiewicz-Kocot وجماعته (2003)، إذ درسوا تأثير عنصر السلينيوم في نبات الذرة ومقدار تأثيره في العناصر الغذائية فلاحظوا انخفاض تركيز Na في أوراق الذرة، وقد أشاروا إلى أن ايونات Se تغير معامل النفاذية للأغشية البلازمية لبعض الايونات، لذلك يتأثر نقل الايون في الخلايا النباتية علماً بأن أحد أعراض تأثير Se هو تغير قابليات نقل بعض الايونات في النباتات. وربما هذا واحد من أسباب انخفاض أو زيادة تراكيز بعض العناصر الغذائية في هذه الدراسة فضلاً عن Na.

4.4.2. الفسفور P

إن انخفاض تركيز P كما في الجدول 9 في أوراق نبات الماش بتأثير النيكل بالتركيزين (10 و 100) ppm بشكل عام توافقت ما توصل إليه Biddappa وجماعته (2006)، إذ أن كمية P أختزلت في نخيل جوز الهند *Cocnut palms* (*Cocos nucifera L.*)، بتأثير Pb وبعض العناصر الأخرى. يعد عنصر P من العناصر المتبادلة بشكل جيد وإن تركيز الأوراق منه يرتبط مع الفعالية الفسلجية العالية في فترة النمو حسب ما ذكره (Tzvetkova & Kolarov, 1996)، وأن عنصري Pb و Ni

يسببان الإجهاد عند النبات وتثبيط نمو النبات بزيادة فعالية Catalase عند تمثيل الكميات السامة منهما (Fayiga et al., 2004).

ربما عدم وجود فروقات إحصائية في تركيز عنصر P في أوراق الماش و الذرة (جدول 9 و10) بتأثير الرصاص، وحدثت زيادة معنوية في أوراق نبات الماش (جدول 19) وفي أوراق الذرة (جدول 10 و20) بتأثير (Ni, 100 ppm) توافق ما توصل إليه Lutts وجماعته (2004) إذ زاد تركيزه في أعضاء نبات *Atriplex halimus* L. بتأثير عنصر Cd.

4. 3. البوتاسيوم K

من الملاحظ في الجدولين 9 و10، إن تركيز K أقل من عنصر Na في عينة السيطرة لكل من نباتي الماش والذرة، وهذا ربما يكون عكس المألوف ولكن هذا الشيء الطبيعي عند زراعة البذور في الماء المقطر، فوسط الماء المقطر يحفز على تحرر K من الخلايا كما حصل مع طحلب *Ulva lactuca* (Costas & Lopez, 2002)، وقد ذكر هذان الباحثان أن Ni عنصر سام يحفز على تحرر K من قمة هذا الطحلب، فضلاً عن استخلاصه لعنصر Pb المرتبط خارج الخلية Extracellular بعملية التبادل الأيوني لكاتيونات Pb بالكاتيونات الموجودة في الوسط (عملية ادمصاص المعادن بسطوح الطحالب). لقد ذكر البعض أنه ليس للعناصر الثقيلة تأثير في تركيز K (Lutts et al., 2004) وهذا يتضح من التأثير غير المعنوي لعنصري الرصاص والنيكل بالتركيز (10ppm) لكل منهما (جدول 9)، بينما أوضح آخرون زيادة K^+ في أوراق الذرة المعاملة بعنصر Se (Pazurkiewicz-Kocot et al., 2003)، وهذه النتيجة تشابه ما توصلت إليه الدراسة الحالية، إذ أن التراكيز العالية للرصاص والنيكل سببت ارتفاع معنوي في تركيز K في أوراق الماش (جدول 9 و19). الملاحظ في الجدول 10 أن البوتاسيوم لأوراق الذرة كان الأكثر تثبيطاً من قبل تركيزي الرصاص والنيكل بشكل عام، واستمر التثبيط بتأثير تركيزي الرصاص في تجربة الأصص (جدول 20). والملاحظ أن عنصر النيكل شجع امتصاص K، ربما بتضاده مع الرصاص وبأدمصاصه على جزيئات التربة وبذلك سمح أكثر بامتصاص K من قبل جذور الذرة التي تعد جذور ليفية تنتشر في مساحة أكبر من التربة و التي بدورها تحتوي على K (فقرة 2. 2. 2).

إن عنصر K من العناصر الغذائية الكبرى والرئيسية في النبات وهو الكاتيون الأكثر وفرة في النباتات، وإن نواقل K مطلوبة لتراكم أيونات K من التربة وتوزيعه خلال أنسجة النبات المختلفة لنمو الجذور، والأفرع الخضرية، وعمليات الانتحاء، واتساع الخلية، والتوازن الأنزيمي، والإجهاد الملحي، وحركة الثغور، والتنظيم الاوزموزي، ولهذا فليس من المدهش أن نجد العدد الأكبر من الجينات في

نبات *Arabidopsis* تشفر نواقل K^+ (Mäser et al., 2001)، وربما اثر الرصاص والنيكل في الجينات الخاصة بنواقل K^+ في الذرة، وهذا أحد أسباب الانخفاض الواضح في تركيزه وخاصة في التجربة المختبرية (جدول 10)، وبتأثير الرصاص في تجربة الأصص (جدول 20).

4.4.4. المغنيسيوم Mg

ذكر Lutts وجماعته (2004) أن تعرض نبات *Atriplex halimus* L. لتأثير العناصر الثقيلة مثل Zn و Cd لم تؤثر في تركيز Mg في أجزاء هذا النبات المختلفة، وقد وجد في الدراسة الحالية أن محاليل الرصاص والنيكل لم تؤثر بصورة عامة في كمية Mg في أوراق الماش في التجربتين ماعدا اختزال كميته بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm). وقد ذكر Biddappa وجماعته (2006) أن شجع زيادة Mg في أوراق نخيل جوز الهند *Cocnut palms*، وهذا لم يحصل في التجربتين، وقد ذكر البعض أن محتوى الكلوروفيل يزداد تلقائياً مع زيادة جرعات Pb بإضافة المخصبات مثل Zn و Mg (Ciesla et al., 2005)، وهذا ربما يوضح إن Mg يتنافس مع Pb بشدة برغم زيادة تركيز Pb، ومن ثم يمنع Mg ارتباط Pb بجزيئة الكلوروفيل، ويلاحظ أن محتوى الكلوروفيل لم يتغير معنوياً بكل من الرصاص والنيكل (جدول 6 و 17) مع ارتفاع تركيز Pb او عدم تأثره معنوياً في الأوراق (جدول 8 و 18).

4.4.5. الكالسيوم Ca

إن الانخفاض المعنوي في تركيز Ca وخاصة في التجربة المختبرية (جدول 9 و 10) بتأثير Pb و Ni يشبه تأثير Cd في أعضاء نبات *Atriplex halimus* L.، وإن الانخفاض في Ca ربما يوضح بشكل جزئي حقيقة أن الكاتيونات الثنائية مثل Cd^{2+} تنتقل في النبات خلال القنوات غير الانتقائية non-selective Ca^{2+} channels، ومثل هذه العملية ربما تحدث ولكن التركيز الداخلي لعنصر Ca يبقى بشكل جيد فوق مستوى النقص (Lutts et al., 2004) وهذا التفسير ربما يوضح احتفاظ نباتي الماش والذرة بالتركيز الداخلي لعنصر Ca في تجربة الأصص (جدول 19 و 20)، مع ملاحظة أن الغالبية من Pb يتمسك بجدار الخلايا في الجذور ويتنافس مع Ca في الامتزاز مع الكاتيونات بواسطة مجاميع الكربوكسيل في المادة الأساس وفي galacturonic acid و glucuronic acid (Olivares, 2003). وهذا يفسر انخفاض تركيز Ca بتأثير بعض التوليفات مثل (Ni, 100+Pb, 200) ppm وغيرها كما موضح في كل الجداول (9 و 10 و 19 و 20) مع امتلاك جذور ذات اختيارية واطنة جداً للأيونات المغذية مثل Ca^{2+} (Hose et al., 2001). وقد لوحظ أن محتوى المجموع الخضري من Ca و Mg في ذوات الفلقتين أكثر بكثير من ذوات الفلقة الواحدة وهذه الاختلافات في محتوى المعدن في المجموع الخضري

يمكن أن تعود إلى عمليات تطورية قديمة (Broadley et al.,2001)، وهذه النتائج واضحة في التجربة المختبرية (جدول 9 و10) وتجربة الأصص(جدول 19 و20).

ربما تعود معظم التغيرات الناتجة في خلايا نباتي الماش والذرة إلى التغير الكبير في تركيز Ca بتأثره بمحالييل تراكيز Pb و Ni وعلى وجه الخصوص في التجربة المختبرية (جدول 9 و10)، وذلك لأن Ca^{2+} يمثل ناقل داخل الخلية بالارتباط مع الإشارات خارج الخلية كاستجابة لهذه الإشارات وبمدى واسع، وبالرغم من تضمن Ca^{2+} في تنظيم العديد من العمليات الخلوية الأساسية التي تتضمن الانسياب الساييتوبلازمي Cytoplasmic Streaming ، والانتحاء اللامي Thigmotropism، والانتحاء الأرضي، ودفاع النبات، واستجابات الإجهاد، فإن الميكانيكيات التي بواسطتها يسيطر Ca^{2+} على هذه العمليات لازالت في البداية. وبالرغم من وجود انحدار كهروكيميائي Electrochemical كبير بسبب دخول Ca^{2+} إلى داخل الساييتوبلازم فخلايا النبات تحافظ على تركيزها من Ca^{2+} الساييتوبلازمي عند مستويات واطئة مطلوبة في تثبيط مضخة Ca^{2+} إلى خارج الخلية أو العضيات (Reddy,2001) ووجود تراكيز مختلفة من Pb و Ni ، ربما حفز خروج أيونات Ca^{2+} من الساييتوبلازم في خلايا ورقة الماش والذرة إلى أجزاء النباتين الأخرى كالساق والجذر أو وسط الزراعة.

4.5. تأثير Pb و Ni في الخصائص التشريحية لورقة الماش والذرة

تعكس التغيرات التشريحية الحاصلة في ورقة الماش والذرة تأثير معاملات عنصري Pb و Ni. فنقصان سمك النسيج بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm) بشكل عام لم ينعكس على الزيادة في عدد خلايا الطبقة الأسفنجية العمادية، ومن ثم العدد الكلي لخلايا الطبقة الميزوفيلية في النباتين (جدول 11 و12). وهذا قد يرجع إلى أن قطر خلية الطبقة الأسفنجية وكذلك طولها وعرضها لم تتأثر معنوياً، كما أختزل قطر الوعاء معنوياً في أوراق الماش. أما في الذرة، فيلاحظ تثبيط في أقطار خلايا الميزوفيل مع أقطار خلايا البشرة، في حين إن بعض التراكيز وخاصة الواطئة منها لكل من الرصاص والنيكل سبب زيادة في سمك نسيج الذرة وعدم تغير معنوي في الماش. وهذا ناتج عن زيادة معنوية في قطر الخلية الميزوفيلية لورقة الذرة وكذلك زيادة قطر الوعاء وعدد خلايا طبقة الميزوفيل، مع ملاحظة عدم وجود تغيرات بصورة عامة في تشريح ورقة الماش (جدول 11) بالمقارنة بالتغيرات الكثيرة في تشريح ورقة الذرة(جدول 12).

وهذه النتيجة تتفق مع ما حصل في أوراق نبات المردقوش (*Origanum vulgare* Oregano subsp. Hirtum) المعرض لإجهاد Cu، إذ كانت الأوراق صغيرة ومتنخرة مع حدوث تثخن في نصل

الورقة وهذا يرجع بالأساس إلى زيادة عدد وحجم خلايا الميزوفيل (Panou-Filothou et al., 2001)، وحسب نتائج Panou-Filothou وجماعته فقد انخفض عدد وحجم البلاستيدات الخضراء، ولم يلحظ تغيرات في تشريح البلاستيدة، ولكن حبيبات النشا اختفت و Plastoglobuli أصبحت أكبر والغشاء المزدوج المحيط بالبلاستيدة الخضراء أصبح متسعاً، وإن تأثيرات سمية Cu شملت تغيرات تركيبية معنوية وهذا يعكس اختزال الفعالية الايضية، وهذا الاختزال واضح في بعض قياسات التجارب في الدراسة الحالية ومنها اختزال المسافات البينية، إذ تقلل من عملية انتشار بخار الماء إلى الثغر مع حدوث العكس بتأثير تراكيز أخرى، إذ يلاحظ نقصان الوزن الطري في المجموع الخضري بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm) بصورة عامة ولكلا النباتين (جدول3) مع ملاحظة زيادة المسافات البينية. إن زيادة أقطار أوعية الخشب في نبات الماش بتأثير الرصاص (جدول11) وفي الذرة بتأثير الرصاص والنيكل (جدول12) ربما يعكس عملية نمو مبكر أو زيادة في التلكن Lignification ناتج عن تحفيز الايض الثانوي (Schützendübel & Pole, 2002).

يلاحظ في صورة (A-3 و B و C) وجود تشابه تقريبا مع صورة (A-8 و B و C) وهذا يعود إلى زيادة عدد خلايا الطبقة الأسفنجية والعمادية ، ومن ثم طبقة الميزوفيل (الخلايا الكلية)، مع زيادة عدد الأوعية الخشبية في صورة (B-3) وصورة (B-8)، وهذا ما يجعل الخلايا تبدو متراسة، فضلاً عن ذلك فإن التغير في شكل العرق الوسطي واتساعه لبعض المعاملات بالمقارنة مع عينة السيطرة، ربما يعود إلى ازدياد عدد خلاياه أو زيادة حجمها.

إن الزيادة في سمك نسيج ورقة نبات الذرة بتأثير جميع تراكيز المحاليل صاحبه نقصان في أقطار الخلايا الأسفنجية، وزيادة عدد الخلايا بمعظم التراكيز، وإن نقصان حجم الخلية الأسفنجية وكذلك زيادة عددها هو نوع من استجابات النبات لعنصري Pb و Ni ، إذ يلاحظ إن هذين العنصرين اختزلا الوزن الجاف للمجموع الجذري للماش معنوياً بالتراكيز العالية للرصاص والنيكل وفي نبات الذرة معنوياً بالتركيز العالي للنيكل (جدول4)، وهذا يعني حدوث خلل في الجذور وهو الموقع الرئيسي لدخول الماء والمغذيات إلى النبات، ومن ثم أثر في نمو النبات بسبب التقيد في أخذ الماء، ولإعادة التوازن المائي الداخلي فيستجيب النبات لهذا الموقف بواسطة خزن الماء وتحديد معدل النتج، وإن عملية خزن الماء تحدث في فجوات خلايا الميزوفيل وبصورة خاصة الخلايا البرنكيمية للطبقة الأسفنجية .

إن أوراق نبات الذرة الفتية Juvenile مغطاة بطبقة شمعية Epicuticular wax وتفتقر للخلايا المتخصصة مثل الشعيرات Trichomes و Bulliform cells (Sylvester et al., 2001)، وهذا يلاحظ في جميع صور نبات الذرة (صورة B-10 إلى B-18) من دون حدوث تغير فيها بتأثير عنصري Pb و Ni، ومن الجدير بالملاحظة أن المسافات البينية تغيرت بالتناسب مع تغير سمك النسيج وحجم خلايا

الميزوفيل وعددها، وكذلك حجم الأسطوانة الوعائية حسب ما وضحته الصور (10-18) الخاصة بورقة نبات الذرة.

عند المقارنة مع صورة 10، فإن الزيادة الحاصلة في قطر الوعاء الخشبي، انعكس على سمك النسيج، وهذا يظهر جلياً أيضاً في الصورة 14، بينما اختزال سمك طبقة البشرة وأقطار الخلايا الميزوفيلية انعكس بدوره على سمك النسيج، إذ انخفض معنوياً بتأثير النيكل بالتركيز (100ppm) وهذا ما يظهر بوضوح في صورة 12 وقيم الجدول 12.

4.6. الاستنتاجات

- 1- يتضح من التقدير الكمي لعنصري Pb و Ni في أوراق النباتين، أن نبات الذرة يراكم عنصر Pb بصورة معنوية أي يعد (Accumulator) ولذلك تعطى له الأولوية في عمليات المعالجة الخضرية وذلك بزراعته في الترب الملوثة بعنصر الرصاص. أما الماش فلم يثبت تراكمه لعنصر الرصاص وهذا يدل على أنه من مقصيات العناصر إذ يراكم الماش هذا العنصر (Excluder) في الجذور فقط.
- 2- إن المعادن غير الضرورية مثل Pb تكون مؤثرة سلباً أكثر من المعادن الضرورية مثل Ni في النمو لكون Ni عنصر مغذي أساسي، ولكنه في الوقت نفسه عنصر سام في التراكيز العالية.
- 3- إن التوليفات (Ni+Pb) مثبتة في معظم مؤشرات النمو في التجارب المدروسة ماعدا في القياسات النسيجية إذ كانت محفزة لمعظمها.
- 4- تعكس التغيرات النسيجية بعض التغيرات الفسلجية الحاصلة في النباتين مثل نقصان الوزن الطري للمجموع الخضري والوزن الجاف للمجموع الجذري.
- 5- يختلف نبات الذرة (من ذوات الفلقة الواحدة ومن نباتات C₄) عن نبات الماش (من ذوات الفلقتين ومن نباتات C₃)، من خلال محتوى الكلوروفيل، و معدل البناء الضوئي، ومقدار ما يحتويه كل نبات من العناصر المعدنية المقاسة، وأيضاً مقدار تأثير عنصري Pb و Ni فيهما.
- 6- إن تأثير معاملات Pb و Ni في التجربة المختبرية كان مثبتاً لمعظم المؤشرات المدروسة، وبالأخص العناصر المعدنية عند مقارنتها مع نتائج تجربة الأصص، فعامل التربة له أثر في تزويد

النبات بالعناصر المعدنية الضرورية، ويظهر من تجربة الأصص زيادة Na و P في أوراق الماش و زيادة K في أوراق الذرة.

4.7. التوصيات

- 1- إجراء دراسات أخرى توضح تأثير عنصري Pb و Ni في الأجزاء الأخرى للنباتين مثل الساق والجذر وحتى الحبوب.
- 2- تقدير المادة الوراثية وبيان تأثير هذين العنصرين فيها.
- 3- تقدير الأنزيمات والهرمونات النباتية، وكذلك الأحماض الأمينية مثل البرولين ، مع قياس بعض العمليات البايولوجية لمعرفة تأثير العنصرين فيها.
- 4- إمكانية الإفادة من خاصية تراكم عنصر Pb في المجموع الخضري للذرة في مناطق الترب الملوثة بالمعادن الثقيلة، دون استخدام المجموع الخضري كعلف للحيوانات.
- 5- إجراء دراسة خلوية بالمجهر الالكتروني لتوضيح العضيات الدقيقة والتغيرات الحاصلة فيها من تأثير العنصرين.
- 6- نقل الجين أو الجينات المسؤولة عن تحمل مستويات عالية من الملوثات في النباتات المتحملة وخاصة تلك التي تعيش في مواقع الطمر الصحي إلى المحاصيل الاقتصادية كي تكون منتجة وفي الوقت نفسه ذات أهمية في المعالجة الخضرية.

المصادر العربية

- حاتوغ، علياء ومحمد حمدان أبو دية (2003). علم البيئة . الطبعة العربية الثانية . دار الشروق للنشر والتوزيع، الأردن.
- الراوي، خاشع محمود و عبد العزيز محمد خلف الله (1980). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. جامعة الموصل- دار الكتب للطباعة والنشر.
- القيسي، كوكب سليم نجم (1995). التغيرات في خلايا الغدة السعترية المرافقة للحقن بالهايدروكورتيزون و الانترلوكين-2 في الفئران. أطروحة دكتوراه- كلية العلوم- جامعة بغداد.
- محمد، عبد العظيم كاظم و مؤيد أحمد يونس (1991). أساسيات فسيولوجيا النبات. الجزء الثالث. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد-كلية الزراعة.
- المشهداني، عذية ناهي سلمان (1992). دراسة تصنيفية مقارنة لأنواع الجنس *Onosma* (Boraginaceae) L. في العراق، أطروحة دكتوراه-جامعة بغداد.

المصادر الأجنبية

- Anonymous of AOAC. 1980. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.
- Arnholdt – Schmitt, B.(2004).Stress-Induced Cell Reprogramming. A Role for Global Genome Regulation?. *Plant Physiology*, 136: 2579-2586.
- Arnon, D. I. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts Polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris* . *Plant Physiol.*, 24(1) : 1-15.

- Atici, ö; Ađar, G. & Battal,P.(2005). Changes in Phytohormone Contents in Chickpea Seeds Germinating Under Lead or Zinc Stress. *Biologia Plantarum*, 49(2) : 215-222.
- Baker, A.. J. M. & Brooks, R. R.(1989). Terrestrial Higher Plants which can Hyperaccumulate Metallic Elements_ A Review of their Distribution, Ecology, & Phytochemistry. *Biorecovery*. 1: 81-126.
- Baker, A.. J. M. & Walker, P. L. (1990). Ecophysiology of Metal Uptake by Tolerant Plants, Heavy Metal Tolerance in Plants. In: Shaw, A. J. Evolutionary Aspects. CRC Press. Boca Rotan. 155-177.
- Baig, T. H.; Garcia, A.E.; Tiemann, ,K. J. & Gardea-Torresdey, J. L. (1999). Absorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of *Solanum elaeagnifolium* (Silverleaf nightshade). Proceeding of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research,131-142.
- Bancroft, J. P. & Steven, A. A. (1977). Theory & Practices of Histological Technique .Churchil - Livingstone. Edinburgh. London & New York. pp.326-370.
- Bestel-Corre, G.; Gianinazzi, S. & Dumas-Gaudot, E.(2004). Impact of Sewage Sludge's on *Medicago truncatula* Symbiotic Proteome. *Phytochemistry* ,65: 1651-1659.
- Bhatia, N. P.; Walsh, K. B.; Orlic, I. ; Siegele, R.; Ashwath, N. & Baker, A. J. M. (2004). Studies on Spatial Distribution of Nickel in Leaves & Stems of the Metal Hyperaccumulator *Stackhousia tryonii* Bailey Using Nuclear Micro-probe (micro-PIXE) & EDXS Techniques. *Functional Plant Biolog*, 31(11):1061-1074.Abstract.
- Britt, C. & Garstang, J. (2002).Bioenergy Crops & Bioremediation–A Review. A Contract Report by ADAS for the Department for Food, Environment & Rural Affairs.

- Biddappa, C. C.; Khan, H. H.; Joshi, O. P. & Mani Kandan, P.(2006).Effect of Root Feeding of Heavy Metals on the Leaf Concentration in Coconut (*Cocos nucifera* L.). *Plant & Soil*, 101(2):295-297. Abstract.
- Broadley, M. R.; Willey , N. J.; Wilkins, J. C.; Baker, A. J. M.; Mead, A. & White, P. J.(2001). Phylogenetic Variation in Heavy Metal Accumulation in Angiosperms. *Newphytologist*,152:9-27.
- Brümmer, G. ; Gerth, J. & Herms ,U.(1986). Heavy Metal Species, Mobility & Availability in Soils. *Z. Pflanzenernachr. Bodenkd.* 149:382-398. Cited by : Schmid, U. (2003). Review: Enhancing Phytoextraction : The Effect of Chemical Soil Manipulation on Mobility, Plant Accumulation , & Leaching of Heavy Metals, *J. Environ. Qual.*32:1939-1954.
- Burd, G. I. ; Dixon , D. G. & Glick, B. R. (1998). A Plant Growth – Promoting Bacterium that Decreases Nickel Toxicity in Seedlings. *Appl. Environ. Microbiol.* , 64(10) : 3663-3668.
- Caldwell, B. (2002). Soil Fertility for Organic Farmers. Northeast Organic Farming Association of New York, Inc., (NOFA-NY).
- Chesworth, J. M.; Stuchbury, T. & Scaifa, J. R. (1998). An Introduction to Agricultural Biochemistry, 1st edition, Chapman& Hall. London.
- Ciesla, L.; Kubis, J. & Stachowiak, J. (2005). Effect of Lead on Yield & Photosynthesis Activity of Corn (*Zea mays* L.) *Biological Lett.*, 42(2) : 178-179.
- Ciurzynska, M.; Polec-Pawlak, K.; Ruzik, R. & Gawrinsk, H. (2005). The Effects of Pb²⁺ Stress on Some Physiological Processes & Metal Speciation in *Arabidopsis thaliana* L. Plants. *Biological Lett.*,42 (2):pp.179-180.
- Cobbett, C. S. (2000). Phytochelatins & Their Roles in Heavy Metal Detoxification. *Plant Physiology*. 123:825-832.

- Cobbett, C. & Goldsbrough, P. (2002) . Phytochelatins & Metallothioneins: Roles in Heavy Metal Detoxification & Homeostasis. *Annu. Rev. Plant Biol.* , 53:159-182.
- Costas, R. C. & Lopez, J. (2000). Determination of the Cellular Location of Lead in *Ulva lactuca* using the Sequential Elution Technique. *Ecotoxicology & Environmental Restoration* , 3(1): 1-6.
- COST (European Cooperation in the Field of Scientific & Technical Research) 295. (2004). Draft Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action Designated as COST859 " Phytotechnologies to Promote Sustainable Land Use & Improve Food Safety". pp. 1-34.
- Dalton, D. A. Russell, S. A. & Evans ,H. J. (1998). Nickel as A Micronutrients Element for Plants. *Biofactors*, 1:11-16. Cited by: Hopkins, W. G.(1999) . Introduction to Plant Physiology. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Darmody, R. G. ; Marlin, J. C. ; Talbott, J. ; Green, R. A. ; Brewer, E. F. & Stohr, C. (2004). Dredged Illinois River Sediment : Plant Growth & Metal Uptake. *J. Environ. Qual.* 33:458-464.
- Day, O. R. (1965). Particle Fraction Particle Size Analysis in C.A. Black, *et al.*, (eds) Methods of Soil Analysis Part 1. *Agron. Mono No.9(1)*:545-567. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Ehleringer, J. R. & Monson, R. K. (1993). Evolutionary & Ecological Aspects of Photosynthetic Pathway Variation, *Annual Review of Ecology & Systematics*, 24:411-439. Cited in : Taub, D. R. & Lerdua, M. T. (2000). Relationship Between Leaf Nitrogen & Photosynthesis Rate for three NAD-ME & three NADP-ME C₄ Grasses. *American J. Botany*, 87(3): 412-417.
- Eisler, R. (1988). Lead Hazards to Fish, Wildlife, & Invertebrates: A Synoptic Review . U. S. Fish Wild 1- Serv. *Biol. Rep.*, 85(1-14). 134pp.

- Erdei, S; Hegedüs, A.; Hauptmann, G.; Szalai, J. & Horváth, G.(2002). Heavy Metal Induced Physiological Changes in the Antioxidative Response System. *Acta Biologica Szegediensis*. 46(3-4): 89-90.
- Fayiga, A. O. ; Ma, L. Q; Cao, X.& Rathinasabapathi, B. (2004). Effects of Heavy Metals on Growth & Arsenic Accumulation in the Arsenic Hyperaccumulator *Pteris vittata* L. *Environmental Pollution*, 132:289-296.
- Flores, S. & Tobin, E. (1986). Benzyladenine Modulation of the Expression of two Genes for Nuclear- Encoded Chloroplast Proteins in *Lemna gibba*: Apparent Post-Transcriptional Regulation. *Planta*, 168: 340-349.
- Franco , E. ; Miglioranza, E. & Fonseca , E.(2004).High Metal Contents in Coffee Plant Organs Developed in Tubets with Different Proportions of Biosolid Composts & Carbonized Rice Hulls. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 47(4):503-510.
- Gajewska, E., Tarnowska, M. & Sklodowska, M. (2005). Differential Biochemical Response of Wheat Shoots & Roots to Nickel Stress. *Biological Lett.*, 42(2): 180-181.
- Gamble , L. R. ; Jackson, G. & Maurer , T. C. (1988). Organochlorine, Trace Element, & Petroleum Hydrocarbon Contaminants Investigation of the Lower RioGrands Valley , Texas, 1985-1986. U.S. Fish & Wildlife Service, Ecological Services , Corpus Christi , Texas.
- Geldmacher, M. & Mallinckrodt, V. (1985). Ecogenetics in: Pollutants & their Ecotoxicological Significance. Edited by Nürnberg, H.W. John Wiley & Sons Ltd. Ch.27, P.443.
- Ghosh , M. & Singh , S. P. (2005). A Review on Phytoremediation of Heavy Metals & Utilization of its Byproducts. *Applied Ecology & Environmental Research*, 3(1): 1-18.
- Gleba, D. ; Borisjuk, N. V. ;Borisjuk, L. G.; Kneer, R.; Poulev , A, Skarzhinskaya, M.; Dushenkov, S.; Logendra, S. ; Gleba, Y. Y. &

- Raskin, I. (1999). Use of Plant Roots for Phytoremediation & Molecular Farming. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96:5973-5977.
- Grzesik, M. & Bomanowska-Duba, Z. (2005). Physiological Responses of Germinated Seeds to the Toxic Activity of Copper. *Biological Lett.*, 42(2): 182.
 - Gzyl, J.; Kwasnik, E.; Samardakiewicz, S.; Przymusiński, R. & Gwozdz, E. A. (2005). The Effects of Lead on the Organization of Cytoskeleton in Lupine Root Cells. *Biological Lett.*, 42(2) : 182-183.
 - Hall, J. L. (2002). Cellular Mechanisms for Heavy Metal Detoxification & Tolerance. *J. Exp. Bot.*, 53: 1-11.
 - Harding, J. P. C. & Whitton, B. A.(1978). Zinc, Cadmium, & Lead in Water, Sediments, & Submerged Plants of the Derwent Reservoir. Northern England. *Water Research*, 12: 307-316.
 - Hayat, M. A. (1986). Basic Techniques for Transmission Electron Microscopy. Acad-Press. Inc. Hacourt. Brace.
 - Henning, B. J. ; Snyman, H. G. & Aveling, T. A. S.(2001). Plant-Soil Interactions of Sludge-Borne Heavy Metals & the Effect on Maize (*Zea mays* L.) Seedling Growth. *Water SA*, 27(1):71-78.
 - Heckathorn, S. A.; Mueller, J. K.; La Guidice, S.; Zhu, B.; Barrett, T.; Blair, B. & Dong, Y. (2004). Chloroplast Small Heat-Shock Proteins Protect Photosynthesis During Heavy Metal Stress. *American J. Botany*, 91(9):1312-1318.
 - Hill, R. (1937). Oxygen Evolved by Isolated Chloroplasts. *Nature*, 139:881-882. Cited in : Bunnett, T. (1959). Stability of Isolated Chloroplast Preparations at its Effect on Hill Reaction Measurements. *Plant Physiology*, 283-289.
 - Hopkins, W. G. (1999). Introduction to Plant Physiology. 2nd edition. John Weily & Sons, Inc. New York.

- Hose, E.; Clarkson, D. T.; Steudle, E.; Schreiber, L. & Hartung, W. (2001).
The Exodermis : A Variable Apoplastic Barrier. *J. Experimental Botany*,
52(365): 2245-2264.
- Jócsák, I.; Végvári, G. & Droppa, M.(2005). Heavy Metal Detoxification by
Organic Acids in Barley Seedlings. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-
2):99-101.
- Johanson, A. D. (1940). Plant Microtechnique, 1st edition, Mc Graw-Hill Book.
Company, Index, New York & London, 523 pp.
- Joshi, U.N. & Luthra, Y. P. (2000). An Overview of Heavy Metals: Impact &
Remediation. *Current Science*, 78(7):2-4.
- Kabala, K.; Janicka-Russak, M. & Klobus, G. (2005). Modulation of Plasma
Membrane & Tonoplast Transport Proteins under Heavy Metals.
Biological Lett., 42(2):183-184.
- Kennish, M. J. (1992). Ecology of Estuaries : Anthropogenic Effects.- CRC
Press: In., Boca Rotan, FL.; pp.494. Cited by: Ghos h, M. & Singh, S. P.
(2005). A Review of Phytoremediation of Heavy Metals & Utilization of
Its Byproducts. *Applied Ecology & Environmental Research*, 3(1):1-18.
- Krämer, U.; Pickering, I. J.; Prince, R. C., Raskin, I. & Salt, D. E. (2000).
Subcellular Localization & Speciation of Nickel in Hyperaccumulator &
Non-accumulator *Thaspi* species . *Plant Physiology*, 122:1343-1353.
- Krämer, U. & Clemens, S. (2003). A New hope for Heavy Metal
Contaminated Soils. *Max Planck Society*, B (25): 1-4.
- Kiikkilä, O.; Perkiömäki, J.; Barnette, M.; Derome, J.; Pennanen, T.; Tulisalo,
E. & Fritze, H. (2001). In Situ Bioremediation Through Mulching of Soil
Polluted by A Copper-Nickel Smelter. *J. Environ. Qual.*, 30:1134-1143.
- Lasat, M. M. (2002). Phytoextraction of Toxic Metals: A Review of Biological
Mechanisms. *J. Environ. Qual.* 31:109-120.
- Lehto, H. ; Tohka, A.; Saeed , L.; Zevenhoven, R. & Heiskanen, K.(2003).
Minimizing Environmental Impact & Improving Synergism between

- Mechanical & Thermal Processing of Waste from Electrical & Electronic Equipment. Metals & Energy Recovering. International Symposium in Northern Sweden. Illustrating Integrated Resources & Waste Management, June 25-26, 2003. Skelleftea.
- Leonardi, P. I. & Vasquez, J. A. (1999). Effects of Copper Pollution on the Ultrastructure of *Lessonia* spp. *Hydrobiologia*, 00: 1-9.
 - Levengood, J. M. & Hubert, G. F. (2001). Concentrations of Selected Elements in Illinois Raccoons. *Transactions of the Illinois State Academy of Science*, 94(2): 89-99.
 - Lutts, S.; Lefèvre, I.; Delpérée, C.; Kivits, S.; Dechamps, C.; Robledo, A. & Correal, E.(2004). Heavy Metal Accumulation by the Halophyte Species Mediterranean Saltbush. *J. Environ. Qual.*, 33:1271-1279.
 - Mackinney, G. (1941). Absorption of Light by Chlorophyll Solutions. *J. Biol. Chem.*, 140: 315- 322.
 - Martens, S. N. & Boyd, R. S. (2002). The Defensive Role of Ni Hyperaccumulation by Plants: A Field Experiment. *American J. Botany*, 89(6):998-1003.
 - Mäser, P.; Thomine, S.; Schroeder, J. L.; Ward, J. M.; Hirschi, K.; Sze, H.; Talke, I. N.; Amtmann, A.; Maathuis, F. J. M.; Sanders, D.; Harper, J. F.; Tchieu, J.; Gribskov, M.; Persans, M. W.; Salt, D. E.; Kim, S. A.& Guerinot, M. L. (2001). Phylogenetic Relationships within Cation Transporter Families of Arabidopsis. *Plant Physiology*, 126: 1646-1667.
 - Małecka, A.; Jarmuszkiewicz, W. & Tomaszewska, B.(2001). Antioxdative Defense to Lead Stress in Subcellular Compartments of Pea Root Cells. *Acta Biochimica Polonica*, 48(3):687-698.
 - Mayer, M.; Nyitrai, P.; & Keresztes, A. (2005). Effect of Low-Concentration Stressors on the Senescence of Detached Barley Leaves. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2): 105-106.

- Mcnear, D. H.;Peltier, E.; Everhart, J.; Chaney, R. L., Sutton, S.; Newville, M.; Rivers, M. & Sparks, D. L. (2005). Application of Quantitative Fluorescence & Absorption - Edge Computed Microtomography to Image Metal Compartmentalization in *Alyssum murale*. *Environ. Sci. Technol.*, 39: 2210 – 2218.
- Memon, A. R.; Aktoprakgil, D.; Özdemir, A. & Vertii, A. (2001). Heavy Metal Accumulation & Detoxification Mechanisms in Plants. *Turk. J. Bot.*, 25: 111-121.
- Mengl, K. & Kirkby, E. (1979). Principles of Plant Nutrition. 2nd edition. ((Der Bund)) AG, Bern, Switzerland.
- Momani, K. A.; Jaradat, Q. M.; Jbarah, A. E. A. Q.; Omari, A. A. & Al-Momani, I. F. (2002). Water – Soluble Species & Heavy Metal Contamination of the Petroleum Refinery Area, Jordan. *J. Environ. Monit.*, 4:990-996.
- Mudroch, A. & Capobianco, J. (1978). Study of Selected Metals in Marshes on Lake St. Clair, Ontario. *Arch. Hydrobiol.*, 84(1): 87-108.
- Nayaka, S.; Upreti, D. K.; Gadgil, M & Pandey, V. (2003). Distribution Pattern & Heavy Metal Accumulation in Lichens of Bangalore City with Special Reference to Lalbagh Garden. *Current Science*. 84(5): 674-680.
- Neufeld, H. S. & Uhl, C. (1984) . Heavy Metal Concentration in Some Non-vascular Plants in an Amazonian Rainforest. *Water, Air, & Soil Pollution*, 21: 317-321. Abstract.
- Nowack, B.;Obrecht, J. M.; Schluep, M.; Schulin, R.; Hansmann, W. & Köppel, V. (2001a). Elevated Lead & Zinc Contents in Remote Alpine Soils of the Swiss National Park. *J. Environ. Qual.*, 30:919-926.
- Nowack, B.; Kari, F. G. & Krüger, H. G. (2001b). The Remobilization of Metals from Iron Oxides & Sediments by Metal-EDTA Complexes. *Water, Air & Soil Pollution*, 125: 243-257.

- Nyitrai, P.; Bóka, K.; Sárvári, É. & Keresztes, Á. (2002). Characterization of the Stimulation Effect of Low-Dose Stressors in Maize Seedlings. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4):117-118.
- Nyitrai, P.; Bóka, K.; Gáspár, L.; Sárvári, E.; Lenti, K. & Keresztes, Á. (2003). Characterization of the Stimulating Effect of Low-Dose Stressors in Maize & Bean Seedlings. *J. Plant Physiol.* 1-9.
- Okoronkwo, N. E.; Igwe, E. C.; Onwuchekwa, E.C.(2005). Risk & Health Implications of Polluted Soils for Crop Production. *African J. Biotech.*, 4(13):1521-1524.
- Olivares, E. (2003). The Effect of Lead on the Phytochemistry of *Tithonia diversifolia* Exposed to Roadside Automotive Pollution or Grown in Pots of Pb- Supplemented Soil. *Braz. J. Plant Physiol.*, 15(3): 149-158.
- Orson, R. A.; Simpson, R. L. & Good, R. E. (1992). A mechanism for the Accumulation and Retention of Heavy Metals in Tidal Fresh Water Marshes of the Upper Delaware River Estuary. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 34:171-186.
- Panou-Filotheou, H; Bosabolidis, A. M. & Karataglis, S. (2001). Effects of Copper Toxicity on Leaves of Oregano (*Origanum vulgare* subsp. *Hirtum*). *Annals of Botany*. 88: 207-214.
- Pazurkiewicz-Kocot, K.; Galas, W. & Kita, A. (2003). The Effect of Selenium on the Accumulation of Some Metals in *Zea mays* L. Plants Treated with Indole-3-Acetic acid. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 8: 97-103.
- Piechalak, A.; Malecka, A.; Wasinkiewicz, K.; Kozka, M.; Baralkiewicz, D. & Tomaszewska, B. (2005). The Tolerance of Lead in the Environment by *Pisum sativum* & *Phaseolus vulgaris* Plants. *Biological Lett.*, 42(2) : 189.
- Pietrini, F.; Iannelli, M. A.; Pasqualini, S. & Massacci, A. (2003). Interaction of Cadmium with Glutathione & Photosynthesis in Developing Leaves and Chloroplasts of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. *Plant Physiology* , 133:829-837.

- Pirkle, J. L.; Kaufmann, R. B.; Brody, D. J.; Hickman, T.; Gunter, E. W. & Paschal, D. C. (1998). Exposure of the U.S Population to Lead, 1991-1994. *Environ. Health Perspectives*, 106:745-750.
- Porebska, G. & Ostrowska, A. (1999). Heavy Metal Accumulation in Wild Plants: Implications for Phytoremediation. *Polish J. Environmental Studies*, 8(6): 433-442.
- Prasad, M. N. V.; Greger, M. & Landbery, T. (2001). *Acacia nilotica* L. Bark Removes Toxic Metals from Solution: Corroboration from Toxicity Bioassay Using *Salix viminalis* L. in Hydroponic Sysytem. *International J. Phytoremediation*, 3(3): 289-300.
- Prasad, M. N. V. & Freitas, H. M. (2003).Metal Hyperaccumulation in Plants- Biodiversity Prospecting for Phytoremediation Technology. *Electronic J. Biotech.*, 6(3): 285-321.
- Rauser, W. E. (1999). Structure & Function of Metal Chelators Produced by Plants: The Case for Organic Acids, Amino Acids, Phytin, & Metallothioneins. *Cell Biochemistry & Biophysics*, 31: 19-48.
- Reddy, A. S. N. (2001). Review , Calcium: Silver Bullet in Signaling. *Plant Science*, 160:381-404.
- Rout, G. R. & Das, P. (2003). Effect of Metal Toxicity on Plant Growth & Metabolism: I. Zinc. *Agronomie*, 23:3-11.
- Round, F. E. & Chapman, P. J. (1983). Progression Phycological Research. Elsevier Science Publisher. Netherlands.
- Romero, F.; Elejalde, C. & Azpiazu, M. N. (1987). Metal Plant & Soil Pollution Indexes. *Water, Air, & Soil Pollution*, 34:347-352.
- Sabir, S. M.; Khan, S. W.; & Hayat, I. (2003). Effect of Environmental Pollution on Quality of Meat in District Baph, Azad, Kashmir. *Pakistan J. Nutrition*, 2(2): 98-101.
- Saeed, H. M. (1998). Hamdard Medicus, Bait-al-Hakimah, Pakistan, Vol. XII. Cited in: Sabir, S. M.; Khan, S. W.; & Hayat, I. (2003). Effect of

- Environmental Pollution on Quality of Meat in District Baph, Azad, Kashmir. *Pakistan J. Nutrition*, 2(2): 98-101.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1985). Plant Physiology. 3rd edition, Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.
 - Salt, D. E., Blaylock, M.; Kumar, N. P. B. A.; Dushenkov, V.; Ensley, B. D.; Chet, L. & Raskin, L. (1996). Phytoremediation: A Novel Strategy for the Removal of Toxic Metals from the Environment Using Plants. *Biotechnology*, 13:463-474.
 - Sarret, G.; Vangronsveld, J.; Manceau, A.; Musso, M.; D'Haen, J.; Manthonnex, J. J.; & Hazemann, J. L. (2001). Accumulation forms of Zn & Pb in *Phaseolus vulgaris* in the Presence & Absence of EDTA. *Environ. Sci. Technol.*, 35: 2854-2859.
 - Sass, J. E. (1958). Botanical Microtechnique, 3rd edition. The Iowa State Univ. Press. 228pp.
 - Schmidt. U. (2003). Reviews: Enhancing Phytoextraction: The Effect of Chemical Soil Manipulation on Mobility, Plant Accumulation, & Leaching of Heavy Metals. *J. Environ. Qual.*, 32:1939-1954.
 - Schützendübel, A. & Pole, A. (2002). Plant Responses to Abiotic Stresses: Heavy Metal-Induced Oxidative Stress & Protection by Mycorrhization. *J. Experimental Botany*, 53(372): 1351-1363.
 - Shen, Z. G.; Li, X. D.; Wang, C. C.; Chen, H. M. & Chua, H. (2002). Lead Phytoextraction from Contaminated Soil with High-Biomass Plant Species. *J. Environ. Qual.* 31: 1893-1900.
 - Shettel, N. L. & N. E. Balke (1983). Plant Growth Response to Several Allelopathic Chemicals. *Weed Science*. 31: 293-298.
 - Sridhar, M. K. C. (1986). Trace Element Composition of *Pistia stratiotes* L. in A Polluted Lake in Nigeria. *Hydrobiologia*, 131: 273-276.

- Sylvester, A. M.; Parker_Clark, V. & Murray, G. A. (2001). Leaf Shape & Anatomy as Indicators of Phase Change in the Grasses: Comparison of Maize, Rice & Bluegrass. *American J. Botany*, 88(12): 2157-2167.
- Tandy, S.; Bossart, K.; Mueller, R.; Ritschel, J.; Hauser, L.; Schulin, R. & Nawack, B. (2004). Extraction of Heavy Metals from Soils Using Biodegradable Chelating Agents. *Environ. Sci. Technol.*, 38:937-944.
- Taub, D. R. & Lerda, M. T. (2000). Relationship Between Leaf Nitrogen & Photosynthesis Rate for three NAD-ME & three NADP-ME C₄ Grasses. *American J. Botany*, 87(3): 412-417.
- Tiemann, K. J.; Gardea – Torresdey, J. L.; Gamez, G. & Dokken, K. (1998). Interference Studies for Multimetal Binding by *Medicago sativa* (Alfalfa). Proceedings of the 1998 Conference on Hazardous Waste Research. Pp.63-75.
- Toderich, K. N.; Tsukatani, T.; Black, C.C.; Takabe, K. & Katayama, Y. (2002). Adaptations of Plants to Metal / Salt Contained Environments: Glandular Structure & Salt Excretion. Kyoto Institute of Economic Research, Kyoto University. Discussion Paper No. 552.
- Tzvetkova, N. & Kolarov, D. (1996). Effect of Air Pollution on Carbohydrate & Nutrients Concentrations in Some Deciduous Tree Species, *Bulg. J. Plant Physiol.*, 22(1-2):53-63.
- U.S. Salinity Laboratory (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.(U.S.D.A. Hand Book 60. Washington, D.C).
- Utsunamyia, T. (1980). Japanese Petent Application No. 55-72959. Cited in : Last, M. M. (2002). Phytoextraction of Toxic Metals: A Review of Biological Mechanisms. *J. Environ. Qual.*, 31: 109-120.
- Valle, B. L. & Ulmer, D. D. (1972). Biochemical Effects of Mercury , Cadmium, & Lead. *Annu. Rev. Biochem.*, 41: 91-129.

- Vacek, J.; Petřek, J.; Kizek, R.; Havel, L.; Klejdus, B.; Trnkova, L. & Jelen, F. (2004). Electrochemical Determination of Lead & Glutathione in a Plant Cell Culture. *Bioelectrochemistry*, 63:347-351.
- Vasquez, J. A.; Matsuhira, J. M. A. & Urzuna, B. (1999). The Ecological Effects of Mining Discharge on Subtidal Habitats Dominated by Macro Algae in North Chile: Population & Community Level Studies, *Hydrobiologia*, 398: 217-229.
- Wang, J. W. C.; Lai, K. M.; Su, D. S. & Fang, M. (2001). Availability of Heavy Metals for *Brassica chinensis* Growth in an Acidic Loamy Soil Amended with a Domestic & an Industrial Sewage Sludge. *Water, Air, & Soil Pollution*, 128: 339-353.
- Whistler, R. L. (1964). Methods in Carbohydrate Chemistry, Vol. IV.
- Zayed, A.; Gowthaman, S. & Terry, N. (1998). Phytoaccumulation of trace Elements by Wetland Plants: 1. Duckweed. *J. Environ. Qual.*, 27: 715-721.
- Zhang, M. K.; He, Z. L.; Calvert, D. V.; Stoffella, P. J.; Yang, X. E. & Li, Y. C. (2003). Phosphorus & Heavy Metals Attachment & Release in Sandy Soil Aggregate Fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67:1158-1167.
- Zengin, F. K. & Munzröglü, Ö. (2004). Effects of Lead (Pb⁺⁺) & Copper (Cu⁺⁺) on the Growth of Root, Shoot, & Leaf of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seedlings. *G. U. Journal of Science.*, 17(3): 1-10.

﴿ قائمة الجداول ﴾

<u>الجدول</u>	<u>العنوان</u>	<u>الصفحة</u>
1	تأثير محاليل Pb و Ni في النسبة المئوية للإنبات والنسبة المئوية لمعامل سرعة الإنبات لنباتي الماش والذرة بعمر 3 يوم (التجربة المختبرية)	39
2	تأثير محاليل Pb و Ni في طول المجموعين الخضري والجذري (سم) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	40
3	تأثير محاليل Pb و Ni في الوزنين الطري والجاف للمجموع الخضري (mg) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	41
4	تأثير محاليل Pb و Ni في الوزنين الطري والجاف للمجموع الجذري (mg) لنباتي الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	43
5	تأثير محاليل Pb و Ni في النسبة المئوية للنتروجين الكلي وللبروتين لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	44
6	تأثير محاليل Pb و Ni في محتوى الكلوروفيل (mg / g) ومعدل البناء الضوئي بدلالة تحرير الأوكسجين (كل قراءة تمثل الكثافة الضوئية O.D.) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	46
7	تأثير محاليل Pb و Ni في كمية الكربوهيدرات الكلية (mg / g) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	47
8	تأثير محاليل Pb و Ni في تركيز عنصري النيكل والرصاص (ppm) لأوراق الماش والذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	49
9	تأثير محاليل Pb و Ni في تراكيز بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الماش (التجربة المختبرية)	52
10	تأثير محاليل Pb و Ni في تراكيز بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الذرة (التجربة المختبرية)	53
11	تأثير محاليل Pb و Ni في بعض القياسات النسيجية (μm) لورقة نبات الماش بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	56
12	تأثير محاليل Pb و Ni في بعض القياسات النسيجية (μm) لورقة نبات الذرة بعمر 10 يوم (التجربة المختبرية)	60

<u>الجدول</u>	<u>العنوان</u>	<u>الصفحة</u>
13	تأثير محاليل Pb و Ni في طول المجموع الخضري (سم)، وعدد الأوراق لنباتي الماش والذرة (تجربة الأصص)	79
14	تأثير محاليل Pb و Ni في الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري (mg) لنباتي الماش والذرة (تجربة الأصص)	80
15	تأثير محاليل Pb و Ni في النسبة المئوية للنتروجين الكلي وللبروتين لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)	81
16	تأثير محاليل Pb و Ni في كمية الكربوهيدرات الكلية (mg / g) لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)	83
17	تأثير محاليل Pb و Ni في محتوى الكلوروفيل (mg / g) لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)	84

86	تأثير محاليل Pb و Ni في كمية عنصري الرصاص والنيكل (ppm) لأوراق الماش والذرة (تجربة الأصص)	18
90	تأثير محاليل Pb و Ni في كمية بعض العناصر الغذائية (ppm) لأوراق الماش (تجربة الأصص)	19
91	تأثير محاليل Pb و Ni في كمية بعض العناصر المعدنية (ppm) لأوراق الذرة (تجربة الأصص)	20

﴿ قائمة الصور ﴾

<u>الصفحة</u>	<u>العنوان</u>	<u>الصورة</u>
61	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل عينة السيطرة، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	1
62	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (10ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	2
63	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (100ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	3
64	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالرصاص بتركيز (10ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	4
65	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالرصاص بتركيز (200ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	5
66	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni, 10+Pb, 10 ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	6

<u>الصفحة</u>	<u>العنوان</u>	<u>الصورة</u>
67	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni, 10+Pb, 200 ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	7
68	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالتوليفة (Ni, 100+Pb, 10 ppm)، (قوة التكبير X 150)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B) و C قوة التكبير 600 X)	8

69	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الماش تمثل المعاملة بالتوليفة (ppm(Ni,100+Pb,200)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، وخلايا العرق الوسطي المحيطة بها، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل (الطبقتين العمادية والأسفنجية)، (B و C قوة التكبير 600 X)	9
70	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل عينة السيطرة، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	10
71	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (10ppm)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	11
72	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالنيكل بتركيز (100ppm)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	12

<u>الصفحة</u>	<u>العنوان</u>	<u>الصورة</u>
73	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالرصاص بتركيز (10ppm)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	13
74	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالرصاص بتركيز (200ppm)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	14
75	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (ppm(Ni,10+Pb,10)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	15
76	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (ppm(Ni,10+Pb,200)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	16
77	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (ppm(Ni,100+Pb,10)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	17
78	(A) مقطع مستعرض في ورقة نبات الذرة تمثل المعاملة بالتوليفة (ppm(Ni,100+Pb,200)، (قوة التكبير 150 X)، (B) صورة مكبرة توضح الحزمة الوعائية، (C) صورة مكبرة توضح طبقة الميزوفيل، (B و C قوة التكبير 600 X)	18

(600