وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة كربلاء - كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم علوم الحياة

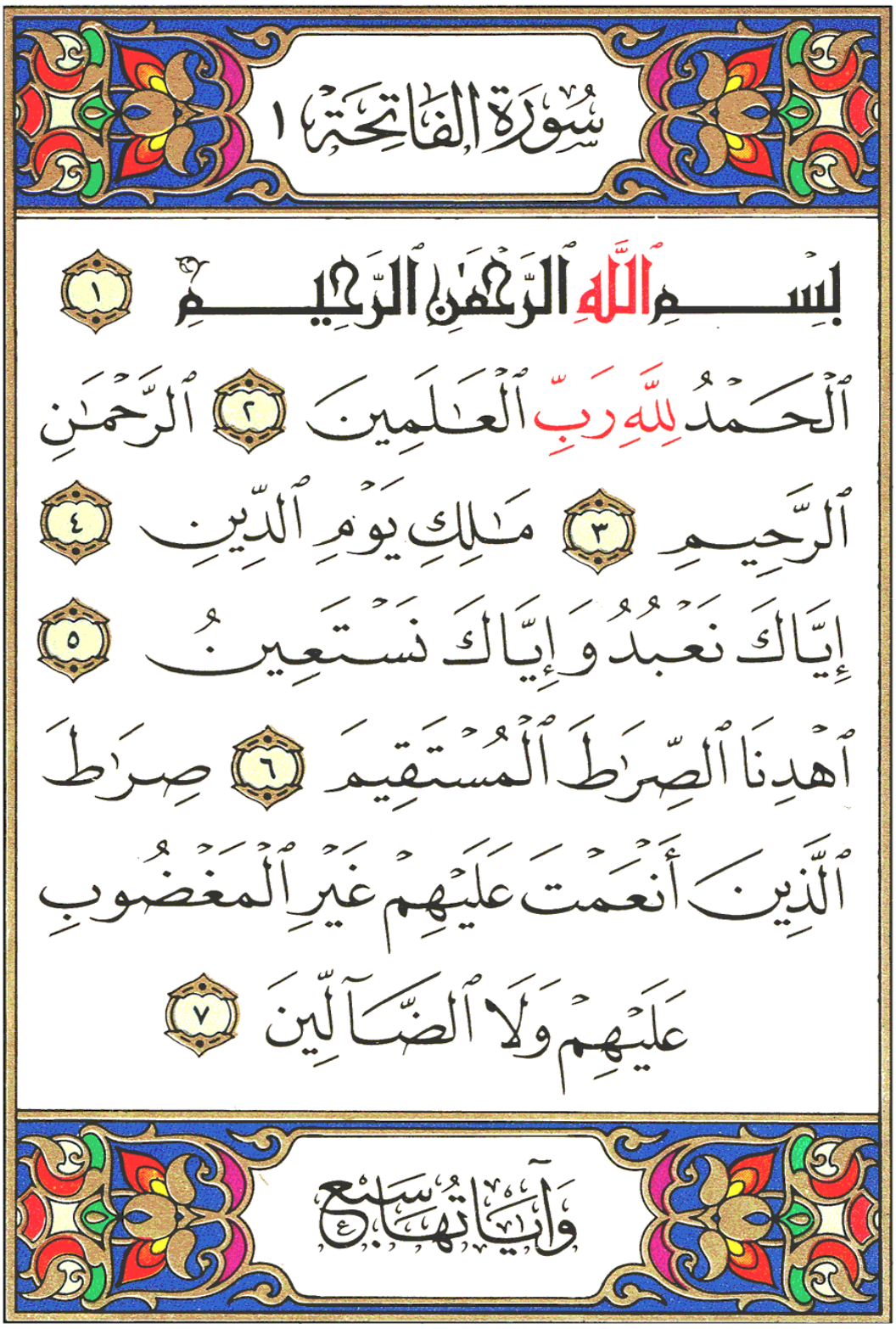
دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم في نمو وبعض الصفات الفسلجية لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية

اطروحة مقدمة
إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة- جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراة فلسفة في علوم الحياة – علم النبات

كتبت بواسطة
جاسم وهاب محمد رشيد اليساري
ماجستير علوم حياة – كلية التربية للعلوم الصرفة 2017

بإشراف
أ. د . احمد نجم عبد الله الموسوي
أ. د. حسن جمـــيل جواد الفتلاوي

أب 2022 م محرم 44 14 هـ


سُورَةُ الفَاتِحَةِ ١
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ ١
الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ ٢ الرَّحْمَٰنِ
الرَّحِيمِ ٣ مَالِكِ يَوْمِ الدِّينِ ٤
إِيَّاكَ نَعْبُدُ وَإِيَّاكَ نَسْتَعِينُ ٥
اهْدِنَا الصِّرَاطَ الْمُسْتَقِيمَ ٦ صِرَاطَ
الَّذِينَ أَنْعَمْتَ عَلَيْهِمْ غَيْرِ الْمَغْضُوبِ
عَلَيْهِمْ وَلَا الضَّالِّينَ ٧
وَآيَاتُهَا سَبْعٌ

الإهداء

- **إلى من قيل بحقه (وانك لعلى خلق عظيم) رسول الانسانية ... والمحبة والسلام... الرسول الكريم محمد (صل الله عليه واله وسلم).**
- **إلى شمس وقمر حياتي وقدوتي في الحياة ... والداي رحمهما الله**
- **إلى سندي في هذه الحياة ... اخوتي واخواتي... فخراُ واعتزازاً**
- **إلى زوجتي العزيزة ..... حباً ووفاءاً**
- **إلى فلذة اكبادي وأملي في هذه الدنيا ..... ابنائي الاعزاء**

اهدي ثمرة جهدي المتواضع هذا ....

جاسم

شكر وتقدير

بسم الله والحمد لله واشكره شكراً كثيراً يوافي نعمه ويكافئ مزيده ، والصلاة السلام على نبينا محمد وعلى اهل بيتة الطيبين الطاهرين ، يطيب لي بعد ان منّ الله علي بإتمام اطروحتي ، ان اتقدم بجزيل شكري وتقديري الى استاذاي الفاضلان الاستاذ الدكتور احمد نجم عبد الله الموسوي والاستاذ الدكتور حسن جميل الفتلاوي لما قدموه لي خلال فترة الدراسة من جهد وتوجيهات علمية قيمة طيلة فترة اعداد هذه الاطروحة. كما اتقدم بالشكر والتقدير الى الاستاذ رئيس واعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشتي وابداء الملاحظات العلمية القيمة التي ساهمت في ترصين المادة العلمية واغناء الاطروحة فجزاهم الله عني خير الجزاء ومن الوفاء ان اتقدم بالشكر الى المقومان العلميان الأستاذ الدكتور اثير سايب ناجي التدريسي من جامعة القاسم لخضراء- كلية علوم البيئة والاستاذ المساعد الدكتور اسعد كاظم عبد الله التدريسي من جامعة بغداد – كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم. كما اشكر المدرس المساعد سليمان صباح محسن التدريسي في كلية التربية الانسانية – جامعة كربلاء لتقييم الرسالة لغوياً.

كما اتقدم بشكري الى السيد رئيس قسم علوم الحياة - كلية التربية للعلوم الصرفة الدكتور نصير ميرزا والاستاذ الدكتور عبد عون الغانمي والاستاذ المساعد خالد علي حسين رئيس قسم علوم الحياة في كلية العلوم لما قدموه لي من التسهيلات وتوفير بعض المواد التي احتجت لها في اكمال التجربة , والشكر موصول الى الاستاذ المساعد الدكتور عقيل نزال والاستاذ الدكتور عباس علي العامري من كلية الزراعة جامعه كربلاء لتسهيله عملنا في مختبرات كلية الزراعة.

شكري الى السيد عميد كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء الاستاذ الدكتورة حميدة عيدان الفتلاوي والمعاون العلمي لمتابعتهم طلبة الدراسات العليا. كما اشكر زميلاتي وزملائي طلبة الدراسات العليا ومنهم الدكتورة رواء غافل و فرح شاكر ، ومحمد صافي ونورس نعمى وشكري الى منتسبي وحدة الدراسات العليا في كليتنا وهم الدكتور مالك مطلق تخيت و علي كاطع حبيب و رضوان عبد الحسن و زينة داود كاظم و شذى فاضل حسين لإكمال الإجراءات الادارية

واعتذر لكل من مد يد العون والمساعدة وفاتني ذكر اسمه.

ومن الله التوفيق ...

الباحث

إقرار المشرفين على الأطروحة

نشهد بأن إعداد هذه الأطروحة الموسومة (**دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم في نمو وبعض الصفات الفسلجية لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية**) قد جرى تحت إشرافنا في قسم علوم الحياة- كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة كربلاء وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراة فلسفة في علوم الحياة - علم النبات

التوقيع :
الاسم : احمد نجم عبد الله الموسوي
المرتبة العلمية : أستاذ
العنوان : جامعة كربلاء / كلية الزراعة
التاريخ : / / 2022

التوقيع :
الاسم حسن جميل جواد الفتلاوي
المرتبة العلمية : أستاذ
العنوان : جامعة كربلاء / كلية العلوم
التاريخ : / / 2022

توصية رئيس قسم علوم الحياة

إشارة إلى التوصية أعلاه من قبل الأستاذين المشرفين ، أحيلت هذه الأطروحة إلى لجنة المناقشة لدراستها وبيان الرأي فيها .

التوقيع :
الاسم : د. نصير مرزا حمزه
المرتبة العلمية : أستاذ مساعد
العنوان : كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء
التاريخ : / / 2022

إقرار المقوّم اللغوي

أشهد أن هذه الرسالة الموسومة بعنوان (**دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم في نمو وبعض الصفات الفسلجية لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية**) تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر بسلامة الأسلوب وصحة التعبير .

التوقيع :

الاسم : سليمان صباح محسن

الدرجة العلميــة : مدرس مساعد

الكلية والجامعة : كلية التربية للعلوم الانسانية- جامعة كربلاء

التأريــخ : 23 / 6 /2022

إقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة أدناه باطلاعنا على الاطروحة الموسومة **(دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم في نمو وبعض الصفات الفسلجية لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية)** وقد ناقشنا الطالب **جاسم وهاب محمد رشيد اليساري** في محتوياتها وكل ما يتعلق بها ووجدنا انها جديرة بالقبول لنيل شهادة الدكتوراة فلسفة في علوم الحياة – علم النبات وبتقدير (أمتياز).

رئيس اللجنة

الاسم : أ. د . قيس حسين عباس

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة كربلاء- كلية التربية للعلوم الصرفة

التاريخ : / / 2022

عضواً

الاسم : أ. د . صادق كاظم لفتة

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة الكوفة – كلية علوم البيئة

التاريخ : / / 2022

عضواً

الاسم : أ. د.عباس علي حسين

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة كربلاء- كلية الزراعة

التاريخ : / / 2022

عضواً

الاسم : أ. د . بتول محمد حسن

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة بابل - كلية علوم البيئة

التاريخ : / / 2022

عضواً

الاسم :أ. م .د. ماهر زكي فيصل

الدرجة العلمية : استاذ مساعد

العنوان : جامعة بغداد - ابن الهيثم

التاريخ : / / 2022

عضواً ومشرفاً

الاسم : أ. د. أحمد نجم عبد الله الموسوي

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة كربلاء- كلية الزراعة

التاريخ : / / 2022

عضواً ومشرفاً

الاسم :أ. د. حسن جميل جواد الفتلاوي

الدرجة العلمية : استاذ

العنوان : جامعة كربلاء - كلية العلوم

التاريخ : / / 2022

مصادقة عمادة كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة كربلاء

التوقيع :

الاسم :أ. د. حميدة عيدان الفتلاوي

الدرجة العلمية : استاذ

التاريخ : 9/11/ 2022

المستخلص

نفذت تجربة في الموسم الشتوي 2019 - 2020 في حقل خاص في محافظة كربلاء المقدسة قضاء الحر بهدف دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم في نمو وبعض الصفات الفسلجية لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية تضمنت الدراسة عاملان, العامل الاول نوعين من الحنطة هما العراق (*Triticum aestivum* L.) والنوع الثاني (*Triticum durum* L.) هو جندولة والعامل الثاني اربعة تراكيز من الكادميوم (0 و25 و50 و 100 مايكروغرام لتر$^{-1}$), واربعة تراكيز من الرصاص(0 و25 و50 و100مايكروغرام لتر$^{-1}$) بشكل 16 توليفة بين الرصاص والكادميوم وبثلاث مكررات لكل وحدة تجريبية فيكون العدد الوحدات التجريبية 2 *16*3 =96 وحدة تجريبية

كتجربة عاملية وتم تحليل النتائج حسب التصميم الإحصائي (CRD) Completely Randomized Design وتمت المقارنة بين المتوسطات حسب إختبار اقل فرق معنوي وعند مستوى إحتمالية 0.05 , تم المباشرة باستنبات نوعي نباتات الحنطة بتاريخ 22-11-2020 وبعد عشرة ايام تم نقل النباتات الى منظومة المزرعة المائية بتاريخ 1-12- 2020 ولمدة 40 يوم اخرى كان المحلول المغذي يستبدل كل (7) ايام مع مراعات ضبط pH باستخدام حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذي المعيارية (0.1 N) مع مراعات اضافة عنصري الرصاص والكادميوم حسب التراكيز لحين اكمال التجربة واخذ القياسات المطلوبة وجمع العينات بتاريخ 10-1- 2020 .

1- أظهرت النتائج تفوق نوع الصنف عراق على النوع الثاني جندولة في صفة طول النبات سم وطول الجذر سم وقطر الجذر ملم ومحتوى الكلوروفيل a وكلوروفيل b و الكلوروفيل الكلي ملغم غم$^{-1}$ وزن طري والكاروتينات مايكرومول لتر$^{-1}$ والوزن الكلي الرطب والوزن الكلي الجاف غم نبات$^{-1}$ وكذلك تفوق الصنف عراق في مضادات الاكسدة الانزيمية SOD , POD , CAT وحدة مل$^{-1}$ وغير الانزيمية كالبرولين ملغم كغم$^{-1}$ والابسسك اسد مايكرومول غم$^{-1}$ وكذلك تفوق في تركيز (N ، P ، K) في الجذور % وتركيز (N ، P ، K) في الجزء الخضري % , كذلك تفوق في تركيز الكادميوم في الجذور والجزء الخضري والتركيز الكلي للكادميوم في نباتات الحنطة صنف العراق غم كغم$^{-1}$, وتفوق ايضا بتركيز الرصاص في الجذور وفي الجزء الخضري والتركيز الكلي للرصاص في النبات غم كغم$^{-1}$ وتفوق في حمل التلوث.

2- بينت معاملة اضافة المعادن الثقيلة (Cd100 - pb100) اقل طول للنبات وطول الجذر سم وحجم جذر سم^3 وقطر الجذر ملم مقارنتا بالنباتات غير المعاملة (Cd 0 - Pb 0) , واقل محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيلb و الكلوروفيل الكلي ملغم غم$^{-1}$ وزن طري والكاروتينات مايكرو مول لتر$^{-1}$, وتفوقها في الوزن الكلي الرطب والوزن الكلي الجاف غم نبات$^{-1}$ وتفوقت في مضادات الاكسدة الانزيمية SOD ,

CAT,POD وحدة مل$^{-1}$ وغير الانزيمية كالبرولين ملغم كغم$^{-1}$ والابسسك اسد مايكرو مول غم$^{-1}$ كما حققت معاملة (Cd 100 - pb 100) اقل تركيز هرمون الاوكسين والسايتوكاينين مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف, كما حققت نفس المعاملة اقل تركيز للعناصر (N ، P ، K) في الجذور% وفي الجزء الخضري %.

3- حققت معاملة (Cd 100 - pb 0) اعلى تركيز للكادميوم في الجذور والجزء الخضري وتركيز الكادميوم الكلي في النبات ملغم كغم$^{-1}$.

4- حققت معاملة (Cd 0 - pb 100) اعلى تركيز للرصاص في الجذور والجزء الخضري وتركيز الرصاص الكلي في النبات ملغم كغم $^{-1}$.

5- اعطت معاملة التداخل صنف العراق ومعاملة اضافة (Cd 100 - pb 100) اعلى محتوى من مضادات الاكسدة CAT, POD وحدة مل$^{-1}$ وغير الانزيمية كالبرولين ملغم كغم والابسسك اسد مايكرومول غم$^{-1}$ ووزن جاف.

6- حققت التداخل الثنائي بين معاملة (Cd 100 - pb 100) والصنف جندولة اقل طول نبات وطول الجذر سم وحجم جذر سم^3 وقطر الجذر ملم واقل محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b والكلوروفيل الكلي ملغم غم$^{-1}$ واقل وزن طري ووزن كلي رطب ووزن كلي جاف غم نبات$^{-1}$, كما حققت أقل تركيز للعناصر N ، P ، K في الجذور % واقل تركيز للعناصر N ، P ، K % في الجزء الخضري .

7- تفوقت معاملة التداخل الثنائي (Cd100 - pb 0) والصنف عراق ملغم كغم$^{-1}$ أذ اعطت اعلى تركيز للكادميوم في الجذور والجزء الخضري وفي تركيز الكادميوم الكلي في النبات.

8- تفوقت معاملة (Cd0 - pb 100) وصنف العراق في تركيز الرصاص في الجذور وتركيز الرصاص في الجزء الخضري وفي تركيز الرصاص الكلي للنبات, ملغم كغم$^{-1}$.

9- اعلى حمل تلوث تحقق في معاملة التداخل الثنائي بين الصنف عراق ومعاملة الاضافة (pb100 - Cd100) مقارنة بالنباتات غير المعاملة بالرصاص والكادميوم.

قائمة المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	الفصل الاول	1
1	المقدمة	2
1-1	الهدف من الدراسة	3
	الفصل الثاني	
2	استعراض المراجع	5
1-2	التلوث البيئي	5
2-2	تلوث النبات	5
3-2	المعادن الثقيلة Heavy metals	6
4-2	الكادميوم Cd (Cadmium)	7
5-2	الرصاص Pb((Lead)	11
6-2	التلوث البيئي ومحتوى النباتات من المعادن الثقيلة	14
7-2	تأثير إجهاد المعادن الثقيلة في نمو النبات	17
8-2	اليات تحمل النبات لأجهاد العناصر الثقيلة	19
9-2	ثبات الاغشية السايتوبلازمية	19
10-2	الكلوروفيل في الاوراق	20

11-2	المحاليل المغذية Nutrients solutions	21
12-2	مضادات الاكسدة الانزيمية (SOD , POD, CAT)	23
1-12-2	انزيم السوبر اوكساید دسميوتيز(SOD (EC1.15.1.1)	24
2-12-2	انزيم والبيروكسيديز peroxidaes(EC1.11.1.7) (POD)	25
3-12-2	إنزيم الكاتليز Catalase(CAT) (EC. 1.11.1.6)	26
4-12-2	حامض السالسالك Orthohydro- XybenZoic Salicylic Acid	26
5-12-2	البرولين Pyrrolidine-2- Carb0xylic acid ($C_5H_9No_2$) Proline	27
	الفصل الثالث	
3	المواد وطرائق العمل	29
1-3	وصف المزرعة المائية	29
2-3	المحلول المغذي المستخدم في التجارب	30
3-3	تجربة اختيار التراكيز المعادن الثقيلة	31
4-3	تحضير تراكيز الكادميوم (مايكرو غرام لتر$^{-1}$)	31
5-3	تحضير تراكيز الرصاص (مايكرو غرام لتر$^{-1}$)	31
6-3	تنفيذ التجربة	32
7-3	القياسات التجريبية	33

1-7-3	طول النبات (سم) Plant height	33
2-7-3	طول الجذر (سم) Root length	33
3-7-3	3حجم الجذر (سم^3) Root volume	33
4-7-3	قطر الجذر (ملم) Root diameter	33
5-7-3	الوزن الجاف والرطب للمجموع الخضري (غم نبات$^{-1}$)	34
6-7-3	الوزن الجاف والرطب للمجموع الجذري (غم نبات$^{-1}$)	34
8-3	محتوى النبات من كلوروفيل(a و b والكلوروفيل الكلي) والكاروتينات	34
9.3	تـقـديـر فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية	35
1.9.3	تقدير فعالية إنزيم البيروكسيديز Peroxidase(POD) وحدة مل$^{-1}$	35
2 .9.3	تقدير فعالية أنزيم الـ Superoxide dismutase(SOD) وحدة مل$^{-1}$	36
3.9.3	تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT) وحدة مل$^{-1}$	37
10 -3	تقدير فعالية مضادات الاكسدة غير الانزيمية	38
1- 10-3	تقديرمحتوى البرولين في الأوراق ملغم كغم$^{-1}$	38
11.3	تقدير الهرمونات النباتية	39
1-11-3	تحضير المحاليل : Prepartion of Solution	39
2-11-3	طريقة العمل الخاص بالهرمونات النباتية	39

12.3	تقديرالعناصر (N وP وK و Cd وPb) الجاهزة في الأوراق وايضا في الجذور	40
1.12.3	النيتروجين (%)	40
2.12.3	الفسفور(%)	40
3.12.3	البوتاسيوم %	41
4.12.3	تقدير محتوى المعادن الثقيلة الكادميوم والرصاص(ملغم كغم$^{-1}$) .	41
5 .12.3	قياس مؤشر حمل التلوث(pollution load index (PLi	42
13 .3	التحليل الاحصائي	42
	الفصل الرابع	
4	**النتائج**	43
1-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول النبات سم	43
2-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول الجذر سم	45
3-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة حجم الجذر سم^3	47
4-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في قطر الجذر(ملم)	49

5-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيلa (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)	51
6-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل b (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)	53
7-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل الكلي (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)	55
8-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكاروتينات مايكرو مول لتر$^{-1}$	57
9-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الرطب(غم نبات$^{-1}$).	59
10-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الرطب (غم نبات$^{-1}$).	61
11-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الرطب (غم نبات$^{-1}$).	63
12-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الجاف (غم نبات$^{-1}$).	65
13-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الجاف(غم نبات$^{-1}$).	67
14-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في	69

	المزارع المائية في الوزن الكلي الجاف (غم نبات$^{-1}$).	
15-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم (Superoxide dismutase(SOD وحدة مل $^{-1}$.	71
16-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم Peroxidase (POD) وحدة مل$^{-1}$.	73
17-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم Catalase (CAT) وحدة مل$^{-1}$.	75
18-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في محتوى البرولين في الجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$).	77
19-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز هرمون الاوكسين IAA (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).	79
20-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز السايتوكاينين (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).	81
21-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في هرمون الابسسك اسد ABA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف).	83
22-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين في الجذور(%).	85
23-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في	87

	المزارع المائية في تركيز النتروجين بالجزء الخضري. (%)	
24-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور(%) بالجذور	89
25-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور(%) بالجزء الخضري	91
26-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم (%) في الجذور	93
27-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم (%) بالجزء الخضري	95
28-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في محتوى الكادميوم في الجذور (ملغم كغم) .	97
29-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكادميوم في الجزء الخضري (ملغم كغم) .	99
30-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكادميوم الكلي في النبات (ملغم كغم)	101
31-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص في الجذور (ملغم كغم) .	103
32-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص في الجزء الخضري (ملغم كغم) .	105

33-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص الكلي في النبات (ملغم كغم) .	107
34-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في في بمؤشر حمل التلوث(PLi).	109

قائمة الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	جدول(1) تراكيز المعادن الثقيلة المسموح بها في النبات حسب منظمة (الزراعة والغذاء) و(منظمةالصحةالعالمية) (2007,WHO - FAO) ملغم كغم$^{-1}$	4
2	العناصر الغذائية الكبرى	31
3	العناصر الغذائية الصغرى	31
1-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول النبات سم	44
2-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في طول الجذر سم.	46
3-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في حجم الجذر سم^{3}.	48
4-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة	50

	النامية في المزارع المائية في قطر الجذر(ملم).	
5-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل a (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري).	52
6-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل b (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري).	54
7-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل الكلي (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري).	56
8-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكاروتينات.	58
9-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الرطب (غم.نبات$^{-1}$).	60
10-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الخضري الرطب (غم.نبات$^{-1}$).	62
11-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الرطب (غم نبات$^{-1}$).	64
12-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الجاف (غم نبات$^{-1}$).	66
13-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الجاف(غم نبات$^{-1}$).	68

14-1	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الجاف (غم نبات$^{-1}$).	70
15-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم (SOD(Superoxide dismutase (وحدة ملغم بروتين$^{-1}$).	72
16-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم (POD) Peroxidase (وحدة ملغم بروتين$^{-1}$).	74
17-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الفعالية النوعية للإنزيم (CAT)) Catalase (وحدة ملغم بروتين$^{-1}$).	76
18-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البرولين في الجزء الخضري (وحدة ملغم بروتين$^{-1}$).	78
19-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز هرمون الاوكسين IAA (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).	80
20-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز السايتوكاينين Zeatin (مايكرومول غم$^{-1}$وزن جاف).	82

21-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في هرمون والابسسك اسد ABA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف).	84
22-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين في الجذور(%).	86
23-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين (%) بالجزء الخضري.	88
24-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور(%) بالجذور.	90
25-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور(%) بالجزء الخضري.	92
26-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم بالجذور (%).	94
27-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم بالجذور (%).	96
28-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الكادميوم (مايكرو غرام لتر$^{-1}$) في الجذور	98

29-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الكاديوم (مايكرو غرام لتر$^{-1}$) في الجزء الخضري	100
30-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الكاديوم الكلي في النبات (مايكرو غرام لتر$^{-1}$) .	102
31-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الرصاص (مايكرو غرام لتر$^{-1}$) في الجذور .	104
32-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الرصاص(مايكرو غرام لتر$^{-1}$) في الجزء الخضري.	106
33-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الرصاص الكلي في النبات (مايكرو غرام لتر$^{-1}$) .	108
34-4	دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بمؤشر حمل التلوث (PLi).	110
5	المناقشة	112
6	الاستنتاجات والتوصيات	121

7	المصادر	124

قائمة الملاحق

الرقم الملحق	العنوان	الصفحة
1	حسابات المحلول المغذي في المزرعة المائية المستقرة Hydroponic	146
2	صورة(1) جذور نوعي الحنطة غير المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd 0–Pb0)	149
3	صورة(2) جذور نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd100–Pb0)	149
4	صورة(3) جذور نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd0–Pb100)	150
5	صورة(4) جذور نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd100–Pb0)	150
6	صورة(5) الجزء الخضري نوعي الحنطة الغير معاملة (Cd0–Pb0)	151
7	صورة(6) نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd100–Pb0)	151
8	صورة(7) نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd0–Pb100)	152
9	صورة(8) نوعي الحنطة المعاملة بالمعادن الثقيلة (Cd100–Pb100)	152

المقدمة Introduction

تعد المعادن الثقيلة، مثل الرصاص والكادميوم من المواد الخطرة الملوثة للتربة والماء والمحاصيل الزراعية التي تستهلك على نطاق واسع ومن أهم مصادر هذا التلوث هي مخلفات ونفايات المصانع والاصباغ ومعامل صهر المعادن واحتراق الفحم وعوادم السيارات والمبيدات الزراعية والأنشطة البشرية المتمثلة بإنتاج الأسمدة والمبيدات والتعدين ونفايات المنازل والمصانع فضلا عن مياه الصرف الصحي. أذ يدخل عنصري الكادميوم والرصاص في عدة صناعات، مثل صناعة البلاستك والبطاريات وانتاج الوقود مثل البنزين، كما يتواجد في الترب الزراعية والمياه القريبة من المصانع التي تصهر فيها المعادن ، ولقد دلت الدراسات على أن تلوث التربة والماء بالكادميوم والمعادن الثقيلة الاخرى تؤدي إلى اصابة الإنسان بأمراض الكلى والرئة والقلب و الجهاز العصبي والهضمي والدم ومرض الأنيميا Watanabe واخرون,2000 وايضا تم الإبلاغ عن سمية المعادن الثقيلة كونها سبب في التأثير في جسم الإنسان بوسائل مختلفة ، من خلال الماء والغذاء الملوثين بالمعادن الثقيلة ، أذ يؤثر التعرض للكادميوم على الأعضاء الجهاز التناسلي الذكري البشري ويؤدي إلى تدهور تكوين الحيوانات المنوية ونوعية السائل المنوي ، وخاصة حركية الحيوانات المنوية والتخليق والإفراز الهرموني وبناءً على الدراسات التجريبية والإنسانية فإنه يضعف أيضًا التكاثر الأنثوي والتوازن الهرموني التناسلي ويؤثر على الدورة الشهرية Kumar و Sharma , 2019; Genchi واخرون ,2020, كذلك كشفت الدراسات التجريبية على الحيوانات أن التعرض لمركبات الكادميوم عن طرق متعددة تحفز تكوين ورم حميد أوخبيث في مواقع مختلفة في العديد من أنواع حيوانات التجارب إلى جانب ذلك ، يمكن أن يسبب الاتصال البيئي للحيوانات في بيئة ملوثة بالكادميوم سرطان البنكرياس في الحيوانات(Djordjevic واخرون , 2019).

حظيت المعادن الثقيلة في السنوات القليلة الماضية باهتمام كبير نتيجة ازدياد مظاهر التلوث البيئي بفعل الزراعة والصناعة والطاقة والنفايات المحلية ومياه الصرف الصحي Nagarajan واخرون, Sharma; 2020 واخرون , 2020 , كونها تمتلك القدرة على احداث أضرار عند انتقالها الى الكائنات الحية والذي يثير القلق عند حدوث تلوث البيئة بالمعادن الثقيلة هو ان هذه المعادن غير قابلة للتحلل بايلوجيا بل لها القدرة على التحول من صوره مؤكسدة او من معقد عضوي الى اخر, وفي الآونة الاخيرة اثارت مشكلة التلوث البيئي بالمعادن الثقيلة مخاوف حقيقية نتيجة انتقالها للنباتات الصالحة للأكل من خلال تراكمها في انسجتها بمستويات سامة للنباتات وأيضاً الحيوانات المستهلكة لهذه النباتات نتيجة لسمية هذه المعادن وبطأ حركتها في التربة والنبات مسببة اضطرابات واضرار

فسلجية داخل النبات متمثلة بالتأثير على اغشية البلاستيدات والكلوروفيل وعمل الانزيمات وامتصاص العناصر , كما يعد اجهاد المعادن الثقيلة مصدر قلق كبير في مختلف الأنظمة البيئية في جميع انحاء العالم كونهُ يسبب تشوهات مظهرية واضطرابات في التمثيل الغذائي الذي يؤدي الى انخفاض كبير في غلة المحصول نتيجة تحفيزها نتاج أنـواع الاوكسجـين التفاعليـة (ROS) oxygen species Reactive مسببة حصـول أجهاد تأكسدي داخل النبات Tiwari واخرون ,2018 , ممـا يـؤثر بشكل سلـبي في نـمو النبـات Marques واخرون , 2019 .

تُعد الحنطة أكثر محاصيل الحبوب أهمية ويتصدر هذا المحصول المحاصيل الاستراتيجية في العراق لأهميتـه الغذائية كونهُ يعد مصدراً رئيساً للغذاء للإنسان او الحيوان ودوره في التنمية الاقتصادية والاجتماعية, وترجع أهميتهُ لاحتوائهُ على الكلوتين , وهو نوع بروتيني يعد أساسي لإنتاج نوعية ممتازة من الخبز والذي تفتقر إليه حبوب المحاصيل الأخرى ولأجل هذه الاهمية ولتعلقه بحياة الانسان والامن الغذائي جاءت هذه الدراسة ابو رميلة, 1995 .

الهدف من الدراسة

1- دراسة تأثير اجهاد الرصاص والكادميوم المضاف الى المحلول المغذي في المزرعة المائية في بعض الصفات الخضرية والتغيرات الفسلجية وتراكيز بعض العناصـر الغذائيـة لنوعيي الحنطة وصبغات البناء الضوئي .

2- تحديد الاجزاء التي تتراكم فيها المعادن الثقيلة في نوعي نبات الحنطة ومعرفة مستوى تراكيز المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وهل هي ضمن مستويات المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية ومنظمة الزراعة والغذاء.

3- دراسة فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية وبعض الهرمونات في ضل تراكيز المعادن الثقيلة في نوعي نبات الحنطة .

4- دراسة البناء المعماري لجذور نوعي نبات الحنطة في ضل تراكيز المعادن الثقيلة في نوعي نبات الحنطة ومعرفة النوع الكفوء الاقل تركيز لعنصري الرصاص والكادميوم.

2- استعراض المراجع : Review of Literatures

2-1 التلوث البيئي

تعد مشكله التلوث من المشاكل البيئية التي اتخذت أبعاد اجتماعية واقتصادية خطيرة بعد التوسع الصناعي الذي يستخدم مواد صناعية تساهم في زيادة التلوث وتتناسب طرديا مع ازدياد الصناعات, في الآونة الاخيرة والتي يصاحبها مستويات عالية من التلوث تؤدي الى تدهور النظم البيئية الطبيعية , وقد أختلف العلماء في تعريف التلوث البيئي وبما أن مفهوم التلوث يرتبط بالدرجة الاولى بالنظام البيئي فيمكن تعريفة , على انه التغير الكمي والنوعي الذي يطرأ على عناصر النظام والذي يؤدي الى أحداث خلل فيه وعُرف التلوث بأنه أي تغير في المكونات البيئة الحية واللاحية مما تؤدي إلى الإخلال بتوازنها الطبيعي عن طريق إدخال المواد الملوثة سواء أكانت مواد صلبة أم سائلة أم غازية أم كانت كائنات حيه دقيقة أم إشعاعات أم حرارة أم اهتزازات تجعل البيئة غير صحية , وهناك تعريف أخر للتلوث البيئي فهو التغير السلبي الذي يغير أحد مكونات الوسط البيئي الذي يكون بسببة الكلي أو الجزئي هو النشاط الانساني الحيوي والصناعي مقارنةً بالوضع الطبيعي الذي كان سائدا قبل تدخل الانسان, ويبدأ التلوث بحدوث تغيرات بمستويات الطاقة الاشعاعية والتغيرات الحيوية والكيميائية والفيزيائية غير المرغوب بها مثل تراكم المعادن الثقيلة في المحيط الحيوي الذي تعيش فيه جميع الكائنات الحية (العلي , 2005).

2-2- تلوث النبات

أشار Csintalan وTubo (1992) ان وجود تراكيز عالية للمعادن الثقيلة في التربة لا يعد دليلا على وجود تراكيز مماثلة في النباتات النامية فيها كون ذلك يعتمد على نوع النبات وخواص المعدن الثقيل , وتتأثر عملية امتصاص المعادن الثقيلة من قبل النبات بعدة عوامل منها محتوى التربة من المادة العضوية والسعه التبادلية للأيونات الموجبة ودرجة تفاعل التربة وتركيز المعدن الثقيل في التربة (Lacatusu , 1998), اذ تختلف النباتات فيما بينها في امتصاص المعادن الثقيلة فهنالك نباتات تستطيع ان تجمع المعادن الثقيلة في انسجتها دون ظهور علامات السمية عليها (Bennett واخرون , 2003) وايضا هنالك نباتات تختلف في تراكم المعادن الثقيلة في انسجتها من فصل الى اخر (AL-Abbawy واخرون , 2021) .

وتلوث النبات يقصد به احتواءه على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة او العناصر الاخرى والتي تفوق الحد المسموح بها والتي تسبب ضررا على المستهلك (Radwan و Salma, 2006), فقد

وضعت العديد من منظمات والمؤسسات العالمية المعنية بالأبحاث الدولية عددا من التصانيف التي تحدد الحدود المسموح بها من تراكيز المعادن الثقيلة داخل النبات اعتمادا على طبيعة الترب والظروف البيئية المحيطة وكذلك سياسات الدول الاقتصادية لها دور مهم في هذه المحددات وهنالك تصنيف اتخذته عدة دول هو نظام منظمة الصحة العالمية ومنظمة الزراعة والغذاء (WHO- FAO,2007), فقد اشار Azitaو Seid (2008) ان زيادة تراكيز هذه المعادن في النباتات يعود لنمو النبات في تربة أو وسط ملوث بهذه العناصر, وتعد مشكلة تلوث النباتات أهم المشاكل البيئية التي تحتاج الى وقفه حقيقية للحد منها ونظرا للحاجة الملحة للنباتات للتغذية فأن جميع العناصر الثقيلة تعتبر سامة في حالة تواجدها بتراكيز مرتفعة اذ لها القدرة على التفاعل مع مكونات الخلايا وأحداث خللا في وظائفها سواء في النبات او الحيوان او الانسان (Ather و Ahmed , 2010) .

جدول(1) تراكيز المعادن الثقيلة المسموح بها في النبات حسب منظمة الصحة العالمية ومنظمة الزراعة والغذاء (WHO -FAO,2007) ملغم كغم$^{-1}$

Cd	Pb
0.20	5.00

3-2- المعادن الثقيلة Heavy metals

سميت بالمعادن الثقيلة لامتلاكها كثافة نوعية عالية اكبر من 5غم سم$^{-3}$ إي 5 مرات أكبر من كثافة الماء , و تعرف بعضها بالعناصر النزرة أيضا لقلة وجودها في الأوساط البيئية، وتختلف عن الملوثات البيئية بوجودها الطبيعي في مكونات القشرة الأرضية (التربة والهواء والماء) وبنسبة لا تتجاوز 0.1 % وهي ذات تأثيرات سلبية (Tucker واخرون, 2003) , وتعمل المعادن الثقيلة التي تمتصها النباتات على تثبيط النمو وزيادة الشيخوخة وتؤدي إلى انخفاض غلة المحاصيل وأيضا يمكن تجميعها في المحاصيل و دخولها ضمن السلسلة الغذائية التي تؤثر على صحة الكائنات الحية المستهلكة لها (Zhang واخرون 2007) . ان خطورة هذه العناصر تعزى الى حدوث خلل او اضطراب في عمليات الايض من خلال استبدال المعادن الاساسية في الانزيمات مع مجموعة مثل الفوسفات بالعناصر الثقيلة مثل الكادميوم والرصاص والبلوتنيوم والثاليوم واليورانيوم (Mirsal,2008). والمعادن الثقيلة هي مكونات طبيعية غير قابلة للتحلل البيولوجي في قشرة الأرض التي تتراكم وتستمر في النظام البيئي ويمثل تلوث النظم البيئية الطبيعية بالمعادن الثقيلة شغلا بيئيا عالميا لاسيما في البلدان النامية نتيجة

الاستعمال طويل الأمد لمياه الصرف الصحي غير المعالج لري المحاصيل مما يؤدي الى منع النبات من الوصول الى اقصى إمكاناته الوراثية للنمو والتكاثر وتنقسم المعادن النشطة بيولوجيا على مجموعتين المعادن المؤكسدة مثل الكروم و المنغنيز والحديد والنحاس والمعادن غير المؤكسدة مثل الكادميوم والالمنيوم والزئبق والنيكل والرصاص إذ تؤدي المعادن المؤكسدة الى إصابة النبات بالإجهاد التأكسدي بشكل مباشر بينما المعادن غير المؤكسدة تؤدي الى الاجهاد التأكسدي بصورة غير مباشرة بعدة اليات منها استنزاف الكلوتاثيون Glutathion او تثبيط الانزيمات المضادة للأكسدة او حث انزيمات انتاج ROS (Netoواخرون2017).

تعتمد جاهزية المعادن الثقيلة في التربة على خصوصيتها في المحاليل والفعاليات الكيميائية للمعادن الثقيلة وازداد الاهتمام بتراكم المعادن الثقيلة في التربة وامتصاص النباتات لها ، ذلك لأنها تتجمع على مواقع التبادل الايوني او على سطوح الرواسب غير العضوية البلورية او غير البلورية ، او انها تكون قد اندمجت مع المركبات العضوية في محلول التربة (Abdel –Sabour و Aly ,2000).

اعتمدت جاهزية المعادن الثقيلة على تواجدها في التربة بالحالات المتنوعة نسبيا وهي ممتزة وقابلة للتبادل ومرتبطة بكربونات ومرتبطة بأطوار مختزلة (اكاسيد الحديد والمنغنيز) ، ومرتبطة بمواد عضوية وكبريتيدات ومرتبطة بشبكة معدنية (1985,Forstner) . ويعد تراكم المعادن الثقيلة مثل Cdو Pb الناتجة من النفايات الصناعية والسقي بمياه الصرف الصحي لفترة طويلة للتربة واستخدام المبيدات الزراعية واضافة الرصاص للوقود لتحسين نوعيتة يؤثر بصورة مباشرة او غير مباشرة في نمو النبات والتمثيل الضوئي لذلك تلجا النباتات الى وسائل دفاع عبارة عن اليات محددة لمقاومة اجهاد هذه المعادن والتي من خلالها تحافظ على توازن العناصر الأساسية التي يحتاجها النبات ومن هذه الاليات هو العمل على توليد افرازات خلوية تقيد المعادن من الدخول للخلية والالية الأخرى هي عزل الايونات لتجنب تعرضها للمكونات الحساسة للخلية من نقل وحبس وإزالة السموم في فجوات الخلية (Ghori واخرون 2019).

2-4- الكادميوم Cadmium (Cd)

اكتشف عنصر الكادميوم سنة 1817 لكن لم يستعمل تجاريا الا في نهاية القرن التاسع عشر ويمثل ثلاثة ارباع الكادميوم كمكون للالكترود في البطاريات القلوية كما انه يدخل في العديد من الصناعات الأخرى كالطلاء واللحام وصهر المعادن إذ يتم التعرض له من خلال استنشاق الغبار والابخرة والتعامل المباشر معه في المعامل من قبل العمال إذ يشكل خطرا كبيرا على الصحة ويهدد حياة العاملين لذلك تم وضع معايير للكادميوم من قبل المعهد الأمريكي القومي للمعايير (TLVs) Threshold Limit Valuesوتحت سلطة قانون منظمة السلامة والصحة المهنية (OSHA)

Occupational Safety and Health Administration لحماية العمال المعرضين للكادميوم إذ تم تحديد مستوى الكادميوم المسموح به للعمل وهو 2.5 مايكرو غرام$^{-3}$ لمـــدة ثمان ساعات يوميا (OSHA,2004), والكادميوم من المعادن الثقيلة لأنه يمتلك عددا ذريا عاليا (48) وكتلته الذرية 112.4 وذو كثافة عالية تبلغ 8.65 غم سم$^{-3}$ ولهُ صفات فلزية مثل الايصالية والطرق والسحب والثباتية كما ان محاليل التربة غير الملوثة تحوي تراكيز منه تتراوح بين 0.04 إلى 0.32 مليمول لتر$^{-1}$ (Benavides واخرون 2005), وللكادميوم نفس تكافؤ الكالسيوم ونفس القطر الايوني الا انه لا يحل محلة في المعادن (Alloway,2005). وجد الكادميوم متحد مع العناصر الاخرى باشكال اكاسيد وكبريتات وكاربونات وبهذا فانه مشابة للخارصين في السلوك ولكن اقل منه في الطبيعة(Feng واخرون,2021) , وان أي تراكيز قليلة من الكادميوم ممكن ان تتراكم في الجسم وتحدث تسمم بمرور الوقت (Ravanipour واخرون , 2021) .

يعد الكادميوم من المعادن ذات السمية العالية للبشر وان كانت بمستويات منخفضة جدا هو عنصر غير أساسي للنباتات والبشر ولكنه موجود في العديد من أنواع الترب بكميات زائدة (Dhaliwal واخرون 2020) (Huang واخرون 2020), يسبب إجهاد الكادميوم إلى تغيير نمو النبات ، كما يتضح من انخفاض إنتاجية المادة الجافة ، وتوقـف النمـو (Fattahi واخرون ,2019 : Shah و 2020,Daverey) ,ويؤثر الكادميوم على نمو النبات وعلى المستويين المورفولوجي والفسيولوجي ، تشتمل سمية الكادميوم تأثيره على الكلوروفيل في الأوراق ، وتأخر معدل النمو ، وتثبيط التنفس والتمثيل الضوئي، وزيادة الضرر التأكسدي ، وانخفاض القدرة على امتصاص المغذيات (Navarro-León واخرون 2019).

ومن اهم مصادر الكادميوم وتراكمه في التربة هو على نحو رئيس ما ينتج من ابخرة اوكسيد الكادميوم نتيجة التعرض للفعاليات العسكرية فضلا عن تدخين التبوغ (Alloway, 1990), ويعتمد تواجده وانتقاله في الترب على الصفات الفيزيائية والكيميائية والمعدنية للترب (Sanchez–Camazano واخرون 1994). ان مستويات الكادميوم الطبيعية في البيئة واطئة عموما ، ولكن فعاليات التطور الحضاري أسهمت في زيادة هذه المستويات ومنها : انصهار الزنك وتعدينه ، واستخدام فضلات المجاري كسماد زراعي ، وزيادة المحركات (دخان عوادم السيارات) ، ونواتج احتراق الوقود المستخرج من الارض واستعمال الاسمدة الفوسفاتية وعمليات الانتاج الصناعي (Malan و Farrant ,1998).

يختلف محتوى الكادميوم في الصخور الشائعة من 0.05 ملغم كغم$^{-1}$ في الحجر الرملي الى 0.2 ملغم كغم$^{-1}$ في الصخور البركانية الى محتوى عالٍ بلغ 1.3 ملغم كغم$^{-1}$ في الاحجار الطينية الرخوة

(Ross، 1994) . وقد وجد Nriagu (1980) ان محتوى الترب غير المحروثة وغير الملوثة بالكادميوم عند عمق 100 سم يصل الى معدل 0.2 ملغم كغم$^{-1}$ وهو يوجد غالبا في الترب الغنية عضويا Ap horizon .

وقد بين Bowen(1979) ان متوسط المحتوى الطبيعي للترب من عنصر الكادميوم في مناطق مختلفة من العالم يبلغ 0.53 ملغم كغم$^{-1}$.اما فيما يخص الترب العراقية, فقد أشار (Sanders وآخرون, 1986), الى ان التركيز الكلي لعنصر الكادميوم في ترب منطقة بيجي يقع ضمن الحدود لمعظم الترب التي تقدر بـ 0.01-5 ملغم - كغم$^{-1}$ ، ونجد ان حركة الكادميوم في الترب ذات النسجة المزيجية الطينية تتقيد على نحو اكبر مما هي عليه في الترب ذات النسجة الرملية. وجدت العلي (1996) ان معدل محتوى هذه الترب من الكادميوم الكلي ولا سيما الترب الزراعية القريبة من نهر الخوصر في مدينة الموصل هو 2 ملغم كغم$^{-1}$.

اكد سعيد (1998) و (Kabata و Mukherjee , 2007) ان سبب سمية الكادميوم العالية للإنسان وللحيوان والنبات , كونه يعد من المعادن الخطرة جدا والتي توثر كثيرا في البيئة , وفي تقرير لمنظمة الصحة العالمية World Health Organization (WHO) اشارت الى ان التركيز الطبيعي في مياه الشرب يمثل اقل من 1مايكروغرام لتر$^{-1}$ وان مستوياته في الفواكه والخضر واللحوم اقل من 10 مايكرو غرام كغم$^{-1}$ (2011, WHO) , ويمكن ان تتكون كميات كبيرة منه بشكل طبيعي من خلال تأكل الخامات لاسيما خامات الزنك التي تحوي على الكادميوم كمكون ثانوي (Babula واخرون 2012), ويُعد الكادميوم من بين جميع المعادن غير الضرورية التي جذبت الاهتمام الأكبر في تغذية النبات بسبب سميته المحتملة للبشرأذ يسبب التهاب الجلد التحسسي وانخفاض أوزان المواليد الصغار عند الولادة ويؤثر على الجهاز المناعي والجهاز التنفسي والجهاز البولي وكذلك لهً تأثير على القلب والأوعية الدموية(Atsdr, 2012) , وايضا من خلال انسيابية حركته في التربة والنبات إذ يؤثر عند التراكيز العالية في التمثيل الضوئي وعمل الاغشية وامتصاص العناصر والنشاط الانزيمي وتنظيم الحرارة للنبات وغيرها, وكذلك له تأثير مباشر في بعض العمليات الفسيولوجية والكيموحيوية المهمة في انسجة النبات مثل عملية النقل في انسجة الخشب وعملية تثبيت النتروجين الجوي (Kosma واخرون, 2004) والكادميوم معدن ثقيل شديد السمية للنبات وصحة الانسان والحيوان وزيادة تركيزه في العقود الأخيرة ناتج من النشاط البشري مما يزيد من مستويات الكادميوم في التربة وفي دراسة على نبات الخيار(*Cucumis sativus* L) عند معاملته بالكادميوم بالتركيز 100 و 200 مايكرو غرام لتر$^{-1}$ لوحظ انخفاض في نشاطات مضادات الاكسدة الانزيمية SOD وهذا يشير الى حساسية الخيار الى لسمية الكادميوم (Gzyl واخرون 2009), وان شدة سميته للنبات ناتجة عن سرعة امتصاصه من قبل انسجة

النبات اذ يتم امتصاصه من قبل النبات نتيجة لقابليته العالية للذوبان في الماء وهذا يمثل مسار الدخول الى السلسلة الغذائية كما إن الية سميته غير معروفة او مفهومة حتى الان إذ يمكن ان يغير من امتصاص المعادن من خلال تأثيره في وفرتها في التربة او من خلال تقليل الكائنات الدقيقة كما إن زيادة تركيزه في النبات تؤدي الى تلف جهاز التمثيل الضوئي مسببا انخفاضاً في مستوى الكلوروفيل ومحتوى الكاروتينات وتقليل امتصاص الكاربون من خلال تثبيط الانزيمات المسؤولة عن تثبيت ثاني أوكسيد الكاربون والذي ينجم عنه تأثيرات سلبية في نمو النبات والوزن الطري والجاف للنبات واطوال الجذور ومحتوى الكلوروفيل كذلك يقلل من انبات البذور وتوافر المواد الغذائية الأساسية مما يؤدي الى انخفاض في الحاصل ونوعية الحبوب في المحاصيل (Dalcorso, وآخرون, 2010) وفي دراسة على نبات *Arabidopsis thaliana*(رشاد اذن الفأر)عند تعريضه الى 50 مايكروغرام لتر$^{-1}$ من الكادميوم لمدة سبعة أيام مما سبب اجهاد تأكسدي في خلايا الورقة من خلال التحفيز غير المباشر لأنواع الاوكسجين التفاعلية (ROS) مسببا اضطراب في عضيات الخلية او تثبيط الانزيمات المضادة للأكسدة اومضادات الاكسدة غير الانزيمية إذ من الممكن ان يؤدي الى الزيادة في انتاج ROS التي تتضمن جذر(O^{-}_2) superoxideو hydrogen peroxide(H_2O_2) وجذر (OH^- hydroxyl radical) والتي تعمل على أكسدة الدهون الغشائية والبروتينات وتلف الاحماض النووية وبالتالي قد يسبب موت الخلايا (Gill و Tuteja ,2011) , وان تراكم الكادميوم في أجزاء النبات المختلفة جعله جزءاً لا يتجزأ من السلسلة الغذائية مما نتج عنه تأثيرات سلبية على النباتات الراقية مسببا لها تجعداً في الأوراق leaf curling واصفرار الاوراق chlorosis والتنخر necrosis والتقزم stunting إذ تنجم هذه التغيرات عن سلسلة من التغيرات في التشكيلات الفسيولوجية والكيموحيوية والجزيئية للنبات التي يفرضها اجهاد الكادميوم كتأثير في امتصاص المغذيات وفتح الثغور stomatal وتثبيط الفسفرة التأكسدية (Nazar واخرون ,2012) ., وتختلف التأثيرات السامة للكادميوم على نمو النبات والتمثيل الغذائي بين الأنواع النباتية (Baliardini واخرون, 2015) , اذ اشارت بعض الدراسات الى ارتباط سمية الكادميوم بانخفاض تراكم المادة الجافة في الجذور (Borges واخرون , 2018) ، مما يجعلها بنية او سوداء (Yamada واخرون 2018) ، وهذا يؤدي إلى انخفاض نمو الجذر الجانبي (Meena واخرون, 2018) , ويعد تركيز الكادميوم في النباتات دالة مباشرة لوجوده في التربة , أذ ادت زيادة تركيز الكادميوم في وسط النمو إلى ارتفاع لاحق في تراكمه في أجزاء مختلفة من النباتات (Yu واخرون, 2018 ; Azizollahi وGhaderian ,2019), وقد يغير نمو النبات والتمثيل الغذائي حتى لو كان موجودًا بتراكيز منخفضة في وسط النمو (Azizollahi وGhaderian , 2019 ; Luo واخرون ,2019).

2-5-الرصاص Pb((Lead)

يعد الرصاص من المعادن الفلزية ذو لون رمادي موجود بنسبة ضئيلة في القشرة الأرضية , ليس له طعم أو رائحة وزنه الذري (207.2) ودرجة انصهاره (328) درجة مئوية , ودرجة غليانه) (740 درجة مئوية، وهو معدن قابل للطرق , وغير قابل للاحتراق واثبت تقرير منظمة الصحة العالمية أن التعرض المستمر للرصاص ادى الى تأخر نمو والتطور العقل والجسم في الأجنة والأطفال وحتى الكبار (WHO, 2019) , وان نسبة 95 % من الرصاص يخُزن في الأسنان والعظام (Gyasi - 2019,Obeng) .

وجد إن الرصاص يتراكم في الترب ولاسيما القريبة من الطرق العامة لمرور المركبات ، اذ ان تلوث الترب بالمعادن الثقيلة ولاسيما الرصاص والكادميوم قد ارتبط مباشرة بكثافة حركة المرور . اذ أن تراكيز المعادن في الترب والنباتات كانت أحيانا عالية عند المواقع المزدحمة بحركة المرور وذلك عند مقارنتها بموقع اقل حركة . وتعد عوادم محركات السيارات أحد المصادر الرئيسة لتلوث التربة بالمعادن الثقيلة ، وذلك لأنها تزيد من تركيز الرصاص في التربة بسبب أضافته إلى البترول عند التصفية لتحسين نوعية الوقود (1998,Xiong) , وتزداد مستويات الرصاص في الطبقة السطحية للتربة المروية بماء مضاف اليه مخلفات المجاري مقارنة بالتربة المروية بماء عادي ، اذ ان ماء المجاري يجهز النباتات بالمغذيات الضرورية لنموه ، الا ان الاستعمال المستمر ولفترات ممتدة ينتج عنه تراكم المعادن الثقيلة وبمستويات مضرة للبيئة (Abdel- Sabour وAly، 2000) , وجد أن معدل مستويات الرصاص في الترب يقرب من 10 ملغرام كغم$^{-1}$ وان المحتوى الكلي للترب الزراعية يتراوح بين (2 إلى200) ملغرام كغم$^{-1}$ اما الترب التي تحتوي على مستويات اعلى من ذلك فتكون محصورة في المناطق التي توجد فيها ترسبات معدنية حاوية للرصاص وفي مثل هذه الترب يكون محتوى الافاق السطحية اكثر من 3000 ملغرام كغم$^{-1}$ (النعيمي ,2000).

اما فيما يخص الترب العراقية فقد وجدت الباحثة الحمداني (1987) ان معدل التركيز الكلي لعنصر الرصاص في الترب الزراعية القريبة من المنشأة الصناعية لمدينة الموصل يتراوح بين (30 إلى44) ملغم كغم$^{-1}$, واشارت الباحثة العلي (1996) الى ان معدل التركيز الكلي لعنصر الرصاص في الاراضي الزراعية القريبة من نهر الخوصر في مدينة الموصل هو 45.4 ملغرام كغم$^{-1}$, ووجد سعيد (1998) ان التراكيز الكلية لعنصر الرصاص ضمن ترب موقعي المصافي والمحطات الحرارية في منطقة بيجي هي أعلى بكثير من معدل محتوى الترب من هذا العنصر فقد تراوحت تراكيز هذا العنصر في ترب الدراسة من 159ملغم كغم$^{-1}$ الى 210 ملغم كغم$^{-1}$. وأشار(Xiong , 1999) الى ان تراكيز الرصاص ارتفعت بشدة عند عدد من المواقع الملوثة في الترب القريبة من الطرق العامة لمرور

المركبات اذ تراوحت تراكيز الرصاص بين 7000 ميكروغرام غرام عند ترب الطرق و 13380 ميكروغرام - كغم عند ترب مواقع التعدين .

أشار Singh (1989) ان المستويات السامة للمعادن الثقيلة في الترب الزراعية قد تراوحت 1إلى 5 ملغم كادميوم كغم تربة و 2 إلى 200 ملغم رصاص كغم تربة وزاد الاهتمام بشكل كبير بعنصر الرصاص الناتج عن النشاطات البشرية anthropogenic نتيجة تراكمه في سلسلة الغذاء وتسببه في احداث تأثيرات ضارة للإنسان والحيوان (Kabata-Pendias وPendias ,2001), يعد الرصاص من العناصر التي استخدمها الانسان منذ الاف السنين .وحاليا يعد خامس عنصر من حيث الاستخدام في العالم يتواجد في القشرة الارضية 20 وفي الترب 2.5-25 ملغم كغم$^{-1}$ (APHA, 1999) , كما ان المدن تتعرض هي الأخرى الى تلوث عال بمركبات الرصاص والتي أهمها رابع مثيل الرصاص ورابع أثيل الرصاص اللذان تتأتى مصادرهما عن طريق أضافتها الى وقود السيارات لتحسين كفاءة الوقود في أدارة المحركات وأزاله قرقعتها , أذ يمثل الرصاص الخارج من عوادم السيارات والذي غالباً ما يكون في صورة بروميد الرصاص والذي يعد أكبر ملوث لجو المدن التي تعاني من زخم مروري وبالتالي يترسب على سطح التربة. و يعد الرصاص عنصر ضار جداً للنبات والاحياء الاخرى ومن مصادره ايضا الألغام lead mines واستخدام الحمأة والسماد العضوي. وقد اشار باحثون الى ان معظم الرصاص المتراكم في التربة سواء اكان مصدره الدقائق المحمولة هوائيا airborne او المادة الاصل parent material يسبب تأثيرات فسلجية ضارة للنبات حتى عند المستويات الواطئة (Sharma وDubey , 2005).

بينت دراسة إن تركيز الرصاص المسموح به في بيئة التربة لايزيد عن 40 مايكرو جرام جرام. وأعلى تركيز مسموح به في المواد الغذائية هو 1 مايكرو جرام (Mc Grath واخرون 1993) , ويعد الرصاص من المعادن السامه للإنسان والحيوان حتى في التراكيز الواطئة وله القدرة على التراكم وله تأثيرات كبيرة سلبية على الكائنات الحية حتى بتراكيزه الواطئة جدا (السعدي , 2002) , واشار العمر (2000) ان الرصاص يتراكم في الترب القريبة من الطرق العامة لمرور السيارات والذي ينبعث من عوادمها أذ ان اضافة الرصاص الى الوقود عند التصفية على شكل رابع اثيلات الرصاص والذي له دور في تحسين نوعيه الوقود أذ يعد من أهم الملوثات للبيئة والرصاص من المعادن التي تتواجد بشكل طبيعي في القشرة الارضية والذي يبلغ معدل تركيزه تقريبا 16 ملغم كغم$^{-1}$, ويعد اخطر انواع الغبار هو الغبار المحمل بجسيمات الرصاص الدقيقة والتي يقل حجمها عن 3 مايكرون والتي يستنشقها الانسان , اما الجسيمات الثقيلة التي يزيد حجمها عن 5 ما يكرون فأنها تترسب على الارض او النباتات بسبب ثقل

وزنها ولهذا فان النباتات والترب القريبة من الطرق ومصادر التلوث تنال حصة اكبر من باقي المناطق البعيدة نسبيا عن مصدر التلوث والذي يزداد يوما بعد يوم نتيجة تراكم الملوثات (Pope, 2000) .

كما يعد تعرض الانسان الى مستويات أعلى من الحد المسموح به دوليا يسبب تسمم الجسم وحدوث اضطرابات صحية في الجهاز العصبي وتضرر الكلى وكذلك تكسر كريات الدم (Geneva. Rhoads وEttinger , 1999), ويعد اقصى حد مسموح به لتركيز الرصاص في الهواء هو 1.5 ملغم م$^{-3}$ وفي الادرار 130 مايكرو غرام لتر$^{-1}$ وفي الدم 80 مايكرو غرام 100 مـــل American Public Health Association (1999 ,APHA) وكذلك له القدرة على الدخول الى جسم الأنسان عن طريق التنفس او الاستنشاق ويضأ يدخل عن طريق الجلد في حالات معينه أو عن طريق الجروح او الخدوش كونه يصل الى الدم والعظام والإدرار والذي يسبب ضررا للإنسان , ان الرصاص يتواجد في الدم والبول والعظام ويؤثر على الجهاز العصبي المركزي ويضعف النمو العصبي لدى الأطفال و عمليات التمثيل الغذائي ، ويؤثر على الكلى وايضا له تأثير على العين والجهاز الهضمي مما يسبب الغثيان وفقدان الشهية وتقلصات شديدة في البطن و مغص وحصول الخلل الأنبوبي الكلوي والإجهاض وآلام العضلان والمفاصل والاضطرابات السلوكية ذات التأثير البيوكيميائي و ضعف الذكاء و السكتات الدماغية(ATSDR , 2019).

والرصاص له تأثير سلبي على النبات فانة يعمل على تقليل المساحة السطحية للأغشية في عملية البناء الضوئي المكونة للكرانا داخل البلاستيدات الخضر والتي تمثل مواقع صبغات البناء الضوئي وكذلك من تأثيرات عنصر الرصاص على النبات كونه يحل محل الحديد وبالتالي يؤدي الى نقصة والذي يؤدي بدورة الى عرقلة عملية التمثيل الضوئي كون الحديد من العناصر المهمة التي تدخل في تكوين الفريدوكسينات التي تعمل على نقل الالكترونات في عملية التمثيل الضوئي وبالتالي يؤثر على النمو عموما وتحدث ظاهرة Necrosis أي موت النسيج النباتي وخلل في العمل الإنزيمي (Thomson,) 2002 , كما أشار Percy (2004) أن الملوثات الهوائية وخاصة التي تطرح من عوادم السيارات وحرق النفايات لها دور في تواجد نسبة من المعادن الثقيلة وخاصة الرصاص في البيئات المختلفة وهو غير ضروري لنمو النباتات ويختلف تركيزه في اجزاء النبات الواحد حسب نوع النبات والجزء الذي يتواجد فيه ويصل الرصاص الى النباتات من الجو او عن طريق التربة اوعن طريق الماء.

6-2 - التلوث البيئي ومحتوى النباتات من المعادن الثقيلة

تعد المعادن الثقيلة من اخطر الملوثات التي تسبب أضراراً عديدة للنبات والبيئة ، ولهذا يزداد الاهتمام حاليا بمشكلات التلوث البيئي ،ان المشكلة في هذه المعادن السامة انها قد تتراكم في اعضاء

النبات ، وعليه فأنها سوف تنتقل الى الانسان عن طريق سلسلة الغذاء ، التي قد تسبب بدورها مخاطر متعددة للبشر (Abo El-Seoud وآخرون 1994) .

ان زيادة تراكيز العناصر في الوسط الغذائي تحفز النبات على امتصاص هذه العناصر مما ينعكس على تراكيزها في أنسجة النبات المختلفة وفي الوقت نفسه تعمل على زيادة تراكيز عدد من العناصر وخفض تراكيز عناصر أخرى وذلك بسبب التنافس والتضاد الايوني (الصحاف،1989) . ان امتصاص النبات للمعادن الثقيلة يعتمد على عوامل عدة ذات علاقة بالتربة والنبات ، إذ ان المادة الأصل للتربة ونوعية المعادن السائدة فيها والمستويات الكلية والجاهزة للمعادن الثقيلة تعد من اهم عوامل التربة التي تؤثر في امتصاص النبات لهذه المعادن (النعيمي،2000) .

واشار Woolhouse (1983) في هذا الشأن الى ان تراكم المعادن الثقيلة في التربة نتيجة التلوث الصناعي يؤدي الى زيادة امتصاص النبات لها وزيادة تركيزها فيه وتعد هذه المعادن سامة بسبب تأثيراتها المتعددة على النباتات والتي تتعلق بجميع الوظائف الفسيولوجية للنبات ، من العوامل المتعلقة بالنبات فان كلا من نوع النبات وصنفه وجزئه المستهدف يؤثر في محتوى النبات من المعادن الثقيلة (Abdel- Sabour واخرون 1999), وثمة مجموعة من النباتات عرفت باحتوائها على تراكم متزايد من المعادن الثقيلة اذ يستخرج المحتوى العالي للمعادن من البيئة بوساطة النظام الجذري ثم ينتقل الى الاجزاء الخضرية العليا ، ان مستويات المعادن الثقيلة في المجموع الخضري للنبات هي اكثر عادة من تلك الموجودة في الانسجة الجذرية عند المواقع المرتبطة بازدحام حركة المرور(Xiong , 1999)وكذلك ان محتوى البذور والانسجة الخازنة لمحاصيل الخضر من العناصر المعدنية اكثر مما هو في الاجزاء الخضرية وخاصة الاوراق .

واشار (McKenna و Chaney, 1990) ان توزيع المعادن الثقيلة في اجزاء النباتات كالجذور والسوق والاوراق والثمار يكون مختلفا باختلاف نوع العنصر وسلوكه في عملية الامتصاص والانتقال داخل النبات ، وتوصل Shaltout (1992) الى ان الجذور تعد مرشحات للعناصر المعدنية الثقيلة التي تتراكم فيها ببطء وخاصة اذا ما وجدت بمستويات عالية وبهذا يحصل تثبيط جزئي لانتقال هذه المعادن الى الاجزاء النباتية الظاهرة فوق سطح التربة . ووجد McGrath(1993) ان محتوى البذور والانسجة الخازنة لمحاصيل الخضر والفواكه والقرنات والرايزومات من المعادن الثقيلة اكثر مما هو عليه في الاجزاء الخضرية ولاسيما الاوراق , ووجد (Kovacevic واخرون, 1999) ان محتوى الكادميوم كان الاعلى في اوراق نباتات الحنطة الفتية ثم يلية الرصاص ، اما فيما يتعلق بالمجموع الجذري فان محتوى الكادميوم يبقى مرتفعاً بدرجة ملحوظة .

اشار MC Grath (1993) اختلافاً في محتوى النباتات (الطماطة والسبانغ واللهانة والخروع) من الكادميوم باختلاف أنواعها المزروعة في التربة نفسها والمعاملة بالمعاملات نفسها من جراء اضافة الفضلات والمخلفات . اشارت دراسة Dudka واخرون, (1994) الى ان مستويات الكادميوم في الاجزاء الخضرية لنباتات الحنطة كانت أعلى بـ 25 مرة من نباتات الغير معاملة غير انها لم تعرض النباتات للخطر ، وان اضافة مستويات عالية من الكادميوم 50 ملغم كغم لم تسبب أي نقصان في محصول الحنطة الربيعية لكنها تسبب السمية في الكائنات الحية.

اشارت دراسة (Kabata –Pendias وPendisa ,1984) ان تراكيز الكادميوم في الانسجة النباتية تراوحت بين0.05 إلى0.5 ملغم كغم$^{-1}$ من وزن المادة الجافة ,كما اشارت النتائج التي توصل إليها Cieslinski واخرون,(1996) ان جذور نبات الشليك تراكمت فيها مستويات مرتفعة من الكادميوم وكذلك الاجزاء المختلفة من النبات ، وان عملية انتقال الكادميوم من الجذور الى الاوراق والثمار كانت محدودة جدا ، فضلا عن ان تراكم الكادميوم في ثمار الشليك ذو صلة بتراكمه في الاوراق ، وعلى الرغم من إضافة مستويات متزايدة من الكادميوم فانها لم تتجاوز 700 ملغم كغم$^{-1}$ من الوزن الطري لثمار الشليك .

وقد وجد Pepelka واخرون, (1996) ان التراكيز لعنصر الكادميوم لم تتجاوز2.0 ملغم غم وزن جاف في الجذور والاوراق والاجزاء المنتجة لنباتات الفول السوداني المعاملة ، اما القيم المسجلة للكادميوم في البذور فتبقى بمتوسط اقل من 1.7 ملغم غم وزن جاف، وان ثمار نباتات الفول السوداني المتكونة تمتص الكادميوم مباشرة وتركزه في البذور واغلفة القرنات بنسبة 18% و 32% على الترتيب . واشار العلي (1996) الى كون الرصاص والكادميوم من العناصر المتحركة نسبيا وتتواجد في اجزاء النبات كلها وتتواجد اقل التراكيز لها في الجذور, وذكر Kastor Cagno واخرون ,(1999) فقد اشاروا الى ان تراكم الكادميوم في جذور نبات زهرة الشمس كان مرتفع.

ويتم في الغالب تحديد التراكيز للمعادن الثقيلة في الاجزاء النباتية التي تؤكل والتي استعملت بوصفها مؤشرا لتقدير مدى مخاطر الملوثات الغذائية في المحاصيل المنتجة ، وقد تم تقدير المستويات السامة للمعادن الثقيلة في البقوليات فكانت فيما يخص الكادميوم من 5-30 والرصاص من 30-300 ملغم كغم$^{-1}$ (Kabata- Pendias و Pendias , 1991). ولذلك تضطرب الفعاليات الايضية المختلفة مثل التمثيل الضوئي والتنفس وبناء الحوامض النووية والبروتين ونشاط الانزيمات وغير ذلك من العمليات الحيوية التي تؤدي الى الهبوط في نمو النباتات المختلفة وانتاجيتها (Flower واخرون 1977) .وايضا توصل (Kastori واخرون 1997) في دراستهم لتأثيرات المعادن الثقيلة في الجوانب الفسلجية للنباتات الى ان الاوراق اصبحت اصغر حجما وانها تتصف بالشحوب الكلوروفيلي ، كما ان

الجذور اظهرت نمواً غير طبيعي ومشوهاً .ان للمعادن الثقيلة تأثيرا تثبيطينا وذلك من خلال اختزال النمو لنباتات الحنطة المنماة في ترب معدنية ، فقد حصل نقص سريع في ارتفاع النبات بنسبة (25%)، وفي الوزن (5%) ، وفي مساحة الورقة (7%) وفي وزن الورقة الجاف (5%) مقارنة بنباتات المقارنة (Lanaras واخرون,1993). كما وجد كل من (Sanchez واخرون , 1999) ان تعرض نبات الفاصوليا من الصنف (Phaseolus vulgaris cv.Pinto) لمستويات متزايدة من المعادن الثقيلة قد أدى الى انخفاض الوزن الجاف (جذور وسوق واوراق) بنسبة (49.5%) اقل من نباتات المقارنة .

اشار عدد من الباحثين الى التأثيرات السلبية للمعادن الثقيلة في نمو النبات اذ ان الترب الملوثة بمستويات عالية من المعادن الثقيلة تؤثر بشدة في نمو النبات ووظائفه الايضية ، مما ادى الى انخفاض الوزن الجاف للأوراق والسوق والجذور للنباتات المعاملة (Kitagishi و Yamane ,1981) , ان تأثيرات التلوث بالكادميوم في نبات فول الصويا تمثلت في اختزال الاوزان البيولوجية للمجاميع الخضرية والجذرية وفي انخفاض انتاجية البذور الناضجة واظهرت اوراق النباتات المعاملة اختزالا في الحجم مع ظهور اعراض الشحوب الكلوروفيلي عليها (Malan وFarrant ,1998), واشارت دراسة (Kovacevicواخرون1999) الى انخفاض الحاصل في وزن المادة الجافة لكل من الاوراق والجذور لنباتات الحنطة الفتية بعد تعرضها الى (1) ملي مول من الكادميوم والرصاص ادى الى انخفاض في أوزان المادة الجافة وتركيب الورقة ما هو الا حصيلة التأثيرات السلبية للمعادن الثقيلة في الانقسام والتمايز الخلوي.

كما اشار Prasad (1995) الى ان الكادميوم سام جدا مما تسبب في احداث عدد من الاعراض السمية في النباتات المعاملة متمثلة بإعاقة النمو ، تثبيط التمثيل الضوئي والانزيمات وتغير عمل الثغور والتأثير في علاقات الماء وتدفق الكاتيونات. اظهرت الدراسات ان معدن الكادميوم يؤثر بطرائق متنوعة في كل من ايض النبات وعمليات البناء الضوئي اذ وجد يعمل على احداث تغيرات في فعالية الانزيمات المحفزة لنمو في النباتات الحساسة (Van Assche وآخرون, 1988) (Van Assche و1990,Clijster). توصل Poschenrieder واخرون (1989) في دراستهم لنبات الفاصوليا من الصنف (*Phaseolus vulgaris* L.cv.Contender) الى حدوث تثبيط معنوي لنمو النبات بعد 48 ساعة من اضافة الكادميوم من خلال انخفاض طول الجذور ، والمساحة الورقية ووزن الورقة الطري في حين لم ينخفض الوزن الجاف للأوراق ووزن الجذر الطري والجاف الا بعد مرور 96 ساعة من التعرض للكادميوم وكان وزن الورقة الطري اكثر تأثرا بالكادميوم من وزن الورقة الجاف . ووجد Yossefواخرون (1993) في تجربة استخدمت فيها اربعة مستويات من الكادميوم هي (0 و5 و10و20) ملغم كغم$^{-1}$ على هيأة كلوريد الكادميوم ادى الى حدوث انخفاض في وزن المادة الجافة

لنباتات الذرة المعاملة بزيادة اضافة الكادميوم الى التربة . كما ان مستويات الكادميوم العالية تستطيع ان تخفض بشدة نمو النبات بوساطة تثبيط الانقسام والاتساع الخلوي مما ادى الى حصول انخفاض في وزن المادة الجافة لنبات بنجر السكر عند اضافة الكادميوم الى وسط النمو بمستوى (1) مايكرو مول وان جذور النباتات عادة ما تستعمل بوصفها اعضاء قياس لتحديد مدى قدرة النبات على تحمل المعادن الثقيلة اذ تعد الجذور اكثر حساسية للمعادن الثقيلة وذلك بوصفها اعضاء ماصة ومن ثمة تتأثر على نحو مبكر وفعال بانخفاض اطوال المجاميع الجذرية واوزانها (1998,Xiong) .

اكدت العديد من الدراسات ان الرصاص المتراكم بمستويات عالية سيؤدي الى إحداث سمية في معظم الأنسجة النباتية ،مما يؤدي الى انخفاض نسبة الانبات واستطالة الجذور واختزال الأوزان البايولوجية للنبات (Fargasova, 1994; Xiong, 1997) .

2-7- تأثير إجهاد المعادن الثقيلة في نمو النبات

تعد المعادن الثقيلة خطرا كبيرا على الصحة الأنسان وتهدد حياة العاملين لذلك تم وضع معايير لحماية العمال على سبيل المثال تم تحديد مستوى الكادميوم المسموح به للعمل وهو 2.5 مايكرو غرام م$^{-3}$ لمـــدة ثمان ساعات يوميا ومحاليل التربة غير الملوثة تحوي تراكيز منه تتراوح بين 0.04 إلى 0.32 مليموللتر$^{-1}$ (Benavides واخرون2005) وفي تقرير لمنظمة الصحة العالمية World Health Organization (WHO) اشارت الى ان التركيز الطبيعي في مياه الشرب يمثل اقل من 1 مايكرو غرام لتر$^{-1}$ وان مستوياته في الفواكه والخضر واللحوم اقل من 10 مايكرو غرام كغم$^{-1}$ (WHO, 2011) , ويمكن ان ينشئ بشكل طبيعي من خلال تأكل الخامات لاسيما خامات الزنك التي تحوي على معادن ثقيلة كمكون ثانوي (Babula واخرون ,2012). تتعرض النباتات لعدد من الاجهادات الحيوية وغير الحيوية ومنها أجهاد المعادن الثقيلة والذي يعد مشكلة بيئية كبيرة تؤثر في بيئة النبات ونوعية الغذاء , كما تعد مشكلة التربة الملوثة بالمعادن الثقيلة مصادر سموم مستمرة للنبات(Hussain واخرون,2019) . إن تراكمها يؤدي الى الافراط في انتاج أنواع الاوكسجين التفاعلية ROS داخل الخلايا النباتية مسببا اضرار جسيمة على المستوى الخلوي مما يضعف النبات وانتاجيته في نهاية المطاف واستجابة لهذا الاجهاد تسهم جزيئات انزيمية وغير انزيمية في التخفيف من التلف الخلوي وتوازن الاكسدة في خلايا النبات(Hartke واخرون, 2013 ; Marques واخرون ,2019) ولضمان حماية المحاصيل من هذا الاجهاد بالمعادن الثقيلة والذي يعد اجهاد خطير فان من المهم فهم وتقييم توافرها وتراكمها وتمثيلها وموقعها في المحاصيل النباتية فضلا عن استجاباتها السامة إذ ينتج عن امتصاصها بوساطة النباتات تغيرات كيميائية ونسيجية وتشريحية مختلفة داخل النبات كما تعتمد السمية الناتجة عن المعادن الثقيلة الممتصة والمتوزعة في أجزاء النبات المختلفة على تركيزها في الأنواع

المختلفة من النباتات ويختلف موقعها في النباتات حتى بين الأصناف من النوع نفسه مما يسبب تشوهات تشريحية داخل الخلايا النباتية (shah واخرون,2019) , ويعد الكادميوم من المعادن الثقيلة الأكثر سمية بسبب قابليته العالية للذوبان في المحاليل وانتقالة في نظام التربة للنبات إذ يؤثر في نمو وتطور النبات بعدة اليات منها تنافسه مع العناصر الأساسية للنبات في النقل والامتصاص مما يسبب عرقلة عملية الايض النباتي بسبب الامتصاص المقيد وانتقال المغذيات المعدنية (Naeemواخرون , 2019).

كما تؤثر المعادن الثقيلة في النبات في فتح الثغور وغلقها وعملية النتح كذلك يؤثر في الغشاء البلازمي من خلال تغيير تركيب وشفافية دهون الغشاء مؤثرا في نفاذية الغشاء البلازمي مما يؤدي الى انخفاض المحتوى المائي كذلك يعمل على تثبيط البروتينات الغشائية الرئيسة مثل ATPase كما تسبب المعادن الثقيلة الاجهاد التأكسدي وإنتاج ROS في النباتات (Benavides واخرون, 2005) .

2-8 اليات تحمل النبات لأجهاد العناصر الثقيلة

تعد اليات مقاومة اجهاد المعادن الثقيلة مثل اجهاد الكادميوم والرصاص للنباتات متمثلة بالأنزيمات التي تعمل على كبح أنواع الاوكسجين التفاعلي (Reactive oxygen species (ROS والتي تشمل مضادات الاكسدة الانزيمية مثل انزيم (POD) و(SOD) و (CAT) والتي تعمل على إزالة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 . كما توجد انزيمات أخرى في عضيات خلوية مختلفة تشارك في الحفاظ على توازن الاكسدة والاختزال من خلال كسح ROS كما يمتلك النبات مضادات اكسدة غير انزيمية تعمل بالتنسيق مع مضادات الاكسدة الانزيمية في الحفاظ على الحالة المستقرة داخل الخلايا ضد تأثير ROS مما يعزز من نمو النبات منها الكاروتين والبرولين Proline (Gupta واخرون , 2018) .

2-9- ثبات الاغشية السايتوبلازمية

تعد الاغشية الخلوية اغشية حية متمايزة النفاذية ولها القدرة على تنظيم عملية مرور المواد الذائبة والمذيبة من الخلية الحية واليها ، وتعد الاغشية مكانا لحدوث العديد من فعاليات الانزيمات وحاملات الايونات وان أي خلل في الخصائص الكيميائية والفيزيائية للأغشية السايتوبلازمية يؤدي الى خلل في العمليات الفسيولوجية للنبات وان ثبات الغشاء الخلوي للنبات يرتبط ارتباطا وثيقا بمقاومة تلك النباتات للإجهاد(Premachandra و 1988,Shimada) .ايضاً اشار Kennedy و Gonsalves ,

(1987)الى ان زيادة مستويات المعادن الثقيلة ادت الى احداث اعراض سمية للنبات وان احد التأثيرات الاولية لهذه المعادن في النباتات هو تغير تركيب ووظيفة الاغشية السايتوبلازمية والعضيات وثم تضرر الاغشية السايتوبلازمية . وجد Kovacevic واخرون (1999) ,وان زيادة مستوى هذه المعادن كانت ذات اثر سلبي قوي في سمك الاغشية الخلوية لميزوفيل اوراق نباتات الحنطة الفتية , واشار (1999 Sayed) الى ان ثبات الاغشية السايتوبلازمية لأوراق نبات العصفر Safflower قد انخفض استجابة لتلوث النباتات بالرصاص وان الاغشية السايتوبلازمية لأوراق النباتات المعاملة بزيادة تراكيز الرصاص تعرضت لتضرر اكبر مقارنة بالنباتات النامية في تربة خالية من عنصر الرصاص وبين Arsenijevic- Maksimovic واخرون (1999) ان باستطاعة الكادميوم ان يسبب تغيرات اكيدة في الجدران الخلوية ، متمثلة بانخفاض نفوذية الاغشية والتوصيل المائي , كما ان المعادن الثقيلة تؤثر في بناء الاغشية السايتوبلازمية بوساطة تحفيز انخفاض نفاذية الاغشية وتدفق ايونات البوتاسيوم والهيدروجين (Barcelo وPoschenrieder ,1990). تعتمد حركة الايونات غير الحيوية خلال الغشاء الحيوي على الجهد الكهربائي السائد بين جهتي الغشاء وتحدث هذه الحركة في كلا الاتجاهين ، ولهذا فان الغشاء سيسمح للانتقال غير الحيوي الداخل Influx والخارج Efflux ويعتمد معدل هذه الانتقالات على نفاذية الغشاء الحيوي النعيمي (2000).

10-2 -الكلوروفيل في الاوراق

يعد الكلوروفيل حلقة اساسية من سلسلة صنع الغذاء في النبات . اذ يقوم بامتصاص الطاقة الضوئية ويحولها بسلسلة تفاعلات الى طاقة مخزونة يستفيد منها النبات في جميع فعالياته الحيوية (دلالي ،1980), وان تحديد المحتوى الكلوروفيل للنباتات غالبا ما يعد وسيله لتعين نسبة التضرر البيئي نتيجة للتغيرات الحاصلة في محتوى الصبغات التي تكون مسؤولة عن الاعراض الظاهرية للنباتات المعرضة للتلوث وهذا بدوره يؤثر سلبا في عملية التمثيل الضوئي للنباتات المتضررة (Parekh واخرون,1990), ولقد اوضحت دراسات عدة منها (Ouzounidou واخرون(1997) و Clijsters وVan Assche , (1985). ان زيادة مستويات المعادن الثقيلة يؤثر سلبا في نمو البلاستيدات الخضر اذ يؤدي الى تثبيط ملحوظ في عملية بناء الكلوروفيل نتيجة لاختزال صبغات البناء الضوئي على نحو خاص وتثبيط عدد من الانزيمات ,اذ ان انخفاض ميكانيكية عمل الانزيمات الخاصة ببناء الكلوروفيل يؤدي الى تثبيط المحتوى الكلوروفيل في النباتات المعاملة بالكادميوم وانخفاضه(Keshan و Mukherji 1992) . وقد اشارت دراسة الى ان تراكيز الكلوروفيل قد انخفضت بمعاملة بادرات الفاصوليا (*Phasealus vulgaris* L.) بمستويات مختلفة من الكادميوم تحت ظروف كل من الاضاءة والظلام فضلا عن ان الكادميوم ثبط محتويات Protochlorophyllide

كما ان الكادميوم يسبب تغيرات تركيبية في البلاستيدات الخضر لمعظم النباتات المعاملة (Becerril واخرون, 1988) . وقد اظهرت نباتات بنجر السكر الفتية انخفاضا معنويا في محتوى الكلوروفيل نتيجة تاثرها بالكادميوم Cd مقارنة بنباتات المقارنة التي كان المحتوى الكلوروفيلي فيها اعلى (-Arsenijevic Maksimonic واخرون1999) . اشار Cagno واخرون (1999) الى انخفاض المحتوى الكلوروفيل لأوراق نبات زهرة الشمس المعاملة بالكادميوم فضلا عن انخفاض تمثيل Co_2 ثم التأثير في عملية التمثيل الضوئي، وكانت الاوراق الفتية اكثر حساسية للكادميوم مقارنة بالأوراق البالغة. بين (Abdel- Nasser و Abdel-Aal ,1995)ان المعايير البايوكيميائية للبناء الضوئي في بادرات الذرة تتأثر عكسيا بايونات الكادميوم والرصاص فضلا عن ان المحتوى الكلوروفيلي للاوراق ينخفض معنويا وعلى نحو ملحوظ .اما فيما يتعلق بعنصر الرصاص فان تراكمـــــه بمستويات سامـــة يؤدي الى ضعـــف فـــــي عمليـــة انتاج الكلوروفيـــــل (Wrischer وMeglaj ,1980) . اشار كل من Forgaseva,(1994) و Xiong , (1997) الى ان زيادة مستويات الرصاص ادت الى تغيير في التركيب الدقيق للبلاستيدات الخضر وهذا مما ثبط وبدوره البناء الحيوي للكلوروفيل نتيجة لاضطراب الخلايا وانقسام الكروموسومات , وبين Kastori واخرون (1996) ان محتوى الكلوروفيل a وb انخفض عند المستويات المتزايدة من الرصاص (10- 10 و 7- 10 و 5-3) مل مول ، مما أدى بدوره الى انخفاض نسبة الكلوروفيل a : b في نباتات زهرة الشمس المعاملة . لاحظ Sayed (1999)ان نباتات العصفر النامية في بيئة ملوثة بالرصاص خفضت المحتوى الكلوروفيلي للاوراق ، وان النباتات المعرضة للتلوث بالرصاص لم تظهر اية اعراض مرئية للتسمم النباتي (Xiong, 1997).

11-2- المحاليل المغذية Nutrients solutions

يُعد المحلول المغذي احد أهم العوامل التي تحدد جـودة المحصول وكميتهُ والمحلول المغذي لأنظمة الزراعة المائية هو محلول مائي يحتوي أساسا على الأيونات غير العضوية من الأملاح الذائبة من العناصر الأساسية للنباتات العليا, ومن هذه المحاليل محلول هوكلاند ومحلول السامرائي والذي يحتوي على توليفة من العناصر التي يحتاجها النبات لاكمال دوره حياتة وكذلك وهذه العناصر تلعب دورا أساسيا في فسيولوجيا النبات وغيابها يمنع النبات من اكمال دورة حياتها (Taiz و Zeiger , 1998) . وحاليا 17 عنصرا تعد أساسا لمعظم النباتات ، وهي الكربون والهيدروجين والأوكسجين والنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم، الكبريت، الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز، الموليبدينوم, والبورون, والكلور, والنيكل (Salisbury وRoss , 1992). بأستثناء الكربون (C) والأكسجين (O)، والتي يتم توفيرها من الغلاف الجوي، ويتم الحصول على العناصر الأساسية من وسط النمو. هناك عناصر اخرى مثل الصوديوم والسليكـــــون والفناديوم والسيلينيوم والكـــوبالت

والألومنيوم واليود تعد مفيدة لبعض النباتات حيث يمكن أن تحفز النمو، أو يمكن تعوض الآثار السامة من العناصر الأخرى، أو قد تحل محل المواد الغذائية الأساسية في أقل دور محدد (Tellez – Trejo وآخرون, 2007) , والمحلول المغذي هو احد الأجزاء الرئيسة المطلوبة للزراعة المائية وأنَّ افضل رقم حموضة للمحلول المغذي هو PH=6 إذ تكون جاهزية العناصر الغذائية عند هذه الدرجة للنبات عالية وان المحاليل المغذية تحتوي العناصر المعدنية بصورة املاح (Novella ,2008). يعد العنصر المغذي للنبات هو العنصر الأساسي والضروري الذي يتصف بان يكون مطلوبا من النبات لاكمال دورة حياته اولاً فبغياب العنصر او نقصه الشديد يعرض النبات للموت او النمو غير الطبيعي وثانيا لايمكن لأي عنصر اخر يكون بديل عنه للنبات فلا يمكن تعويض عنصر المغنسيوم بعنصر اخر كمكون أساسي لجزيئة الكلوروفيل في التفاعلات الانزيمية اما الصفة الثالثة ان جميع النباتات تحتاج هذا العنصر كما تحتاج النباتات الى مجموعة كاملة من العناصر الغذائية كمواد مغذية لكي تنمو (علي , 2012) بعض هذه العناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة تسمى بالمغذيات الكبرى Macronutrients وتشمل N وP وK وMg وCa وS وH وO و C والبعض الاخر يحتاجها بكميات اقل تسمى المغذيات الصغرى Micronutrient وتشمل Zn وMn وFe وCu وCl وB وNi وMo والبعض الاخرمفيد لبعض النباتات تسمى بالعناصر المفيدة Beneficial elements مثل Si وNa وCo وان معظم هذه العناصر مصدرها بشكل رئيس التربة ومنها يتوفر في الهواء الجوي وفي هواء التربة او ذائب بالماء وتمتص هذه العناصر من قبل الجذور وتنتقل الى أجزاء النبات المختلفة (علي واخرون ,2014).

12-2 : مضادات الاكسدة الانزيمية (SOD و POD و CAT)

يمكن أن تسبب المعادن الثقيلة ضرراً بالخلايا النباتية من خلال تشجيع الاجهاد التأكسدي الذي ينشأ أساسا من عدم التوازن بين إزالة وتجديد أنواع الاوكسجين التفاعلية ويمكن تقليل الاضرار الناجمة عن الاكسدة كون النبات يمتلك نظام دفاعي مضاد للأكسدة Antioxidative defence system يشمل مضادات الاكسدة الانزيمية و مضادات الاكسدة غير الانزيمية والدور الرئيسي لمضادات الاكسدة هو إزالة ROS وانهاء تفاعلات الاكسدة (Martins واخرون ,2013) اذ يؤثر على توليد أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) استجابةً للإجهاد التأكسدي الناجم عن الكادميوم على نقل الإلكترون وتسرب الإلكترونات إلى الأكسجين الجزيئي (Ahmad واخرون,2018). وجد أن الكادميوم بجرعات عالية سام للفول السوداني ، أذ يتميز بإنتاج وتراكم ROS في العصارة الخلوية وقد أضر بإسلامه ونظام النقل الانتقائي لأغشية البلازما مما أدى إلى نقل المعادن الى الخلايا (Dong واخرون, 2020).

كما تم ربط الإنتاج الزائد لـ ROS في شتلات القمح عند التعرض للـ Cd ، والذي تميز بزيادة في محتوى بيروكسيد الهيدروجين (H2O2) ، مسببة اضطرابات (Çatav واخرون , 2020)., وبما انها طارئة اذ تحاول النباتات تجنب ROS الضارة من خلال تبني آليات دفاعية مختلفة ، والتي تشمل تنشيط مضادات الأكسدة وآليات أخرى لاستتباب المعادن (Barman واخرون, 2020). واستجابة لذلك ، طورت النباتات آليات أنزيمية وغير إنزيمية مضادة للأكسدة تم العثور على أنشطة متزايدة من الكتليز (CAT) ، سوبر اوكساید ديسموتيز (SOD) ، والبيروكسيديز (POD) ضد إجهاد الكادميوم المتزايد (Irfan واخرون,2014). في دراسة أخرى أدى التخفيف من سمية الكادميوم بوساطة الغلوتامات إلى تقليل بيروكسيد الغشاء الدهني الناجم عن أنواع الأكسجين التفاعلية ، وامتصاص المعادن ، والانتقال إلى براعم النباتات ، وتحسين التخليق الحيوي للكلوروفيل (Lee واخرون,2013). اشار اليساري, (2017) في دراسة اربعة اصناف من الحنطة تحت مستوى الاجهاد في الزراعة المائية الى زياده في مضادات الاكسدة الانزيمية SOD و POD و CAT وغير الانزيمية كالبرولين وكذلك اشار Abed(2019) عند تعرض نبات الطماطم في الزراعة المائية لأجهاد الكادميوم ، أدى ذلك إلى زيادة في مضادات الأكسدة الانزيمية (SOD و POD و CAT)وغير الانزيمية مثل البرولين.

2-12-1- انزيم السوبر اوكساید دسميوتيزSOD (EC1.15.1.1)

يعد أول خط دفاعي لمضادات الاكسدة ضد ROS وهو انزيم معدني يحفز تفكيك الجذور الحرة إذ يعمل على التخلص من الجذر الحر Superoxise الى بيروكسيد الهيدروجين كما في المعادلة التالية :- $2O_2 + 2H = H_2O_2 + O_2$ واستنادا الى الموقع وعوامل الايون المعدني المساعد metal ion co–factors تم تصنيف SOD الى ثلاثة نظائر اولاً(Fe-SOD) الموجود في البلاستيدات الخضراء وثانياً (Mn-SOD) الموجود في المايتوكوندريا والبيروكسيسومات والثالث (Cu/Zn-SOD الموجود في البلاستيدات الخضراء والجدار الخلوي كما ان زيادة SOD قد تؤدي الى زيادة H_2O_2 لذلك يجب ان تكون أنشطة SOD وانزيمات تحطيم بيروكسيد الهيدروجين تحت السيطرة (Bhaduri و Fulekar, 2012).

أشارت دراسة Goncalves واخرون (2009) على نبات البطاطا بين الأنماط الوراثية المختلفة لصنفين من البطاطا عند مقارنة الطرز الوراثية للصنفين (Asterix و Mecaca) المعرض

لإجهادات الكادميوم بمستويات مختلفة (50 و 100 و 150 و 200 مايكرو غرام لتر$^{-1}$) لمدة سبعة أيام في الزراعية المائية أزاد نشاط SOD عند المستويين (150 و 200 مايكرو غرام لتر$^{-1}$) في جذورصنف Mecaca وبالمثل انخفض نشاط SOD في خلايا الساق في صنف Mecaca وازداد في الصنف Asterix في جميع مستويات تراكيز الكادميوم وهذا دليل ان الاصناف الوراثية يوجد اختلاف فيما بينها اثناء تعرضها لا جهاد المعادن الثقيلة .

2- 12-2- انزيم والبيروكسيديز POD peroxidaes (EC1.11.1.7)

إنزيم البيروكسيديزهو مجموعة من البروتينات التي تتواجد في الخلايا الحيوانية و النباتية والكائنات الدقيقة ويتم تعديل مستوياتها تحت اجهاد المعادن الثقيلة أذ تعرف باسم المؤشرات الحيوية المتعلقة بالأجهاد المعدني metal stress-related biomarkers وان النوعان الرئيسيتان من أنزيم البيروكسيديز الموجودة في النباتات الراقية هما Ascorbate peroxidase(APX) و(Guaiacol peroxidase (GPX وان APX يتركز بالأساس بالسايتوسول Cytosol والبلاستيدات الخضراء في الخلايا النباتية وكان يعتقد ان APX مسؤول بشكل أساسي عن تعديل ROS بدلا من إزالة ROS الزائد الذي تشكل من خلال الاجهاد ومع ذلك أظهرت دراسات على نباتات مثل الذرة (*maize*) *Ze*والتبغ tobacco وفول الصويا Soybean ان APX ليس له علاقة واضحة بإجهاد المعادن الثقيلة لان الاستجابة للتراكيز المختلفة منه كانت متناقضة اما GPX فيمثل اهم فئة من انزيمات البيروكسيديز في النباتات التي يوجد بصورة رئيسية في الفجوات والابوبلاست Apoplast وكذلك توجد في المايتوكوندريا والنواة وغشاء الخلية وجدار الخلية , ان GPX له القدرة على اكسدة المركبات الفينولية الأخرى في النباتات التي تتعرض لإجهاد المعادن الثقيلة و GPX هو إنزيم متعدد الوظائف Multifunctional enzyme يقوم بتنشيط العمليات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية فضلا عن تحطيم H_2O_2 وكذلك يعمل على زيادة قدرة مضادات الاكسدة في النباتات المعرضة لإجهاد الكادميوم كونه احد العناصر المعدنية الثقيلة والمعروف كعامل منظم لجينات GPX لذلك يُعد GPX ذا أهمية كبيرة لكل دراسة تتعلق بالإجهاد المعدني في النباتات Jouili واخرون, 2011 و Martins واخرون,2013).

2-12-3-إنزيم الكاتليز Catalase(CAT) (EC. 1.11.1.6)

الكاتليز من الانزيمات المؤكسدة هو عبارة عن بروتين يحتوي على الهيم heme-Containing protein يوجد في معظم الخلايا النباتية والحيوانية مسؤول عن تحويل بيروكسيد الهيدروجين الى الاوكسجين وماء ويتركز هذا الانزيم بشكل أساسي في البيروكسيسومات Peroxisomes ويتم تنشيطه بالتراكيز العالية من H_2O_2 ويمكن ان يؤدي الكاتليز دوراً أساسياً في إزالة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 الناتج من عملية التنفس الضوئي Photo-respiration واكسدة الحوامض الدهنية كما يعمل الكاتليز كجزء إشارة في الاجهادات الغير حيوية ويمكنه تنشيط الأنزيمات المشاركة في النظام المضاد للأكسدة (Bhaduri و Fulekar , 2012; Martins واخرون , 2013), كما يعد انزيم الكاتليز احد انزيمات الكسح الرئيسة الموجودة في الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة ويُعد انزيم مؤسس لجميع أنواع البيروكسيسومات في الخلايا حقيقية النواة ويستعمل كعلامة كيميائية لهذه العضيات (Signorelli واخرون,2016) .

2-12-4- حامض السالسالك Orthohydro- XybenZoic Salicylic Acid $C_6H_4(OH)CO_2H$

يعد احد انواع الأمينات المتعددة وهو من المنظمات الأزموزية وله دور في زيادة فيتامين C عن طريق زيادة نشاط انزيم Ascorbate Oxidase الذي يساهم في بناء الفيتامين (Yusufواخرون, 2013) وهو يعد مركب كيميائي ينتمي الى المجموعة الفينولية يتكون من حلقتين بنزين ترتبط بها مجموعتي الهيدروكسيل والكاربوكسيل شكل (2) عزل وسمي Salicytic-acid من قبل العالم Raffaeie Pirie (Protasiuk و Olejnik ,2018) . والذي يتميز بصفات فريدة اذ يعمل على تنظيم العديد من العمليات الفسيولوجية اثناء تعرض النبات للإجهاد (السعدي وأخرون , 2006), ولهذا الحامض دور هام في الحفاظ على أغشية البلاستيدات من الهدم أذ يحد من انتاج الجذور الحرة من ثايلوكليدات البلاستيدات ويرفع من تركيز مضادات الاكسدة الانزيمية POD و CAT وزيادة امتصاص ايون K^+ و Ca^{+2} و Mg^{+2} (Khan واخرون,2019) .

2-12- 5- البرولين Pyrrolidine-2- Carb0xylic acid ($C_5H_9No_2$) Proline

يعد البرولين Prolin احد الاحماض الامينية التي تدخل في تركيب البروتينات الموجودة في الانسجة النباتية ، واهم مايميز هذا الحامض عن بقية الاحماض الامينية الاخرى هو احتواءه على مجموعة امينية ثانوية مرتبطة (غير حرة) (دلالي ،1980),وان قدرة النبات على تراكم البرولين قد تكون ذات اهمية بيئية او تكيفية للنبات لتحمل مدد الاجهاد المائي ، اذ يسهم هذا الحامض في خفض

الجهد الازموزي للخلية النباتية مما يحافظ على إبقاء التدرج لصالح دخول الماء الى الخلية (1983,O'Neill) . ان تراكم البرولين يمثل الية لتحسين مقاومة النباتات لمدة الاجهاد المائي كما ان البرولين يسهم في التنظيم الازموزي للخلية (Aspinall و Paleg ,1981و النعيمي ، 2000) ويحمي الانزيمات من فقدان طبيعتها البروتينية لكونه مصدرا للنتروجين والكاربون في النبات (Fukutaka و 1984,Yamada) . فضلا عن انه يسهم في حفظ توازن الية بناء البروتين (Kardpal و Rao , 1985) .اشار Angelov واخرون (1993) الى ان محتوى البرولين في نبات البازلاء *Pisum Sotivum*.L. فضلا عن المقاومة الثغرية قد ازدادت بزيادة مستوى تركيز المعدن الثقيل المضاف ، البروتينات وزيادة تراكم الطاقة والنيتروجين في النباتات المعرضة للشد (Paleg واخرون 1981) ,أن زيادة مستوى البرولين في الانسجة النباتية هي بمثابة طريقة لحماية النبات من اجهاد المعادن الثقيلة ويعد بمثابة جزيئة مفردة تتواجد طبيعيا في الخلية النباتية ولها دور مهم في تنظيم العديد من الفعاليات الفسيولوجية و البايوكيميائية التي تسهم في مقاومة النبات للضروف الاحيائية او اللااحيائية (Zhu و 2008,Shi)., وعند زيادة تراكيز المعادن الثقيلة يزداد تراكم البرولين أستجابتا لاجهاد المعادن الثقيلة في النبات عندها يحصل انفصال للكبريت في الجذر ويحل محلة المعدن الثقيل وبهذا يحصل تقييد للمعدن الثقيل, أذ تم دراسة الآثار الوقائية للبرولين ضد سمية الكادميوم في الكالس و السيقان في .L *Solanum nigrum*(المغد الاسود أو عنب الثعلب ينتمي للفصيلة الباذنجانية) ,كما ان المعالجة المسبقة للبرولين تقلل من مستويات أنواع الأوكسجين التفاعلية ROS وتحمي سلامة غشاء البلازما في الكالس تحت اجهاد الكادميوم , كما أشار Xu واخرون (2009) أن تحسن تحمل النباتات اجهاد الكادميوم الناجم عن المعالجة بالبرولين يرتبط بزيادة نشاط انزيم (SOD) ونشاط الكاتليز وبروتينات اخرى داخل الخلايا ويعد البرولين من الاحماض الامينية المهمة وذات الاوزان الجزيئية الصغيرة التي يتم انتاجها في النبات , اذ يتم بنائها في البلاستيدات او السايتوبلازم من خلال استحثاثها الانزيمان -Pyrooline-5 Carboxylatase Syntase وأنزيم Pyroline-5-Carboxylate redutasالمسؤولان عن تحويل حامض الكلوتامين الى حامض البرولين (Kavi Kishor واخرون,2015), ويؤدي البرولين دور مهم في السيطرة على العديد من العمليات الحيوية داخل الخلية النباتية فيعمل كمضاد للأكسدة غير الانزيمية ويؤثر في انزيمات التمثيل الضوئيوالسيطرة على انتاج الاوكسجين الفعال وموت الخلية المبرمج (وهيب , 2015), وكذلك له اهمية في تنظيم الجهد الازموزي في الخلايا والحفاظ على الطاقة ويعد مخزن لعنصران مهمان للنبات هما النتروجين والكاربون ويسهم في تقليل الاثر السمي ل H_2O_2 وذلك من خلال تشجيع انزيمات CAT و POD المضادة للأكسدة وايضا له القدرة على اخماد جذر الهيدروكسيل والاوكسجين المفرد وتنشيط اكسدة الدهون وهذا يعني انه قانص للجذور الحرة في النبات كما يعد البرولين من الاحماض الامينية التي تَبني جميع البروتينات الموجودة في الخلية ويعد الحامض

الوحيد الذي ترتبط فيه السلسلة الجانبية مع الفا – امين مما يشكل بنية دائرية صلبة يسهل هذا الهيكل للبرولين طي العديد من البروتينات كما يؤدي البرولين دوراً مهماً في العمليات البيولوجية المتعددة مثل نمو الخلايا والاستجابة للإجهاد التأكسدي واطالة البروتين واستقراره ونقل اشارات الاكسدة والاختزال (Dar واخرون,2016 و Liu اخرون, 2017) .

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

1-3 – وصف المزرعة المائية

نفذت التجربة في الموسم الشتوي 2019 - 2020 وباستخدام المزرعة المائية المستقرة التي تحوي 64 وحدة تجريبية سعة (3 لتر) تستعمل لغرض وضع المحلول المغذي والزراعة فيها عن طريق وجود سبعة ثقوب في غطاء كل وحدة ، ويستعمل أحدهما وغالباً الوسطي منها لغرض التهوية ويتم زراعة النباتات في الثقوب الستة الأخرى ، وتثبيتها بوساطة قطع إسفنجية ,المزرعة مزودة بعمود حديدي يكون موزع للهواء عن طريق موصلات بلاستيكية إلى كل وحدة تجريبية ، ويتصل العمود من الطرف الأخر بمضخة لتزويد المزرعة بالهواء , كما تحتوي المزرعة من الأسفل على صنبور لغرض تصريف المياه ، وتم طلاء المزرعة ومحتوياتها باللون الأسود لحجب ضوء الشمس صورة (1) .

صورة المزرعة المائية المستقرة Hydroponic (2005,AL- Amery)

2-3 - المحلول المغذي المستخدم في التجربة :

استعمل المحلول المغذي Nutrient solution والمستعمل من قبل AL-Samerria (1984) جدول (2) و (3) وحساب مكونات المحلول المغذي في الملاحق.

أ- أملاح العناصر الغذائية الكبرى Macronutrients

جدول (2) يبين العناصر الغذائية الكبرى

المغذيات الكبرى	التركيز (مايكرومول.لتر$^{-1}$)
1- كلوريد الكالسيوم المائي $CaCl_2.2H_2O$	200.0
2- كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4	100.0
3- كبريتات المغنيسيوم المائية $MgSO_4.7H_2O$	50.0
4- فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين KH_2PO_4	10.0
5- نترات الامونيوم NH_4NO_3	400.0

ب – أملاح العناصر الغذائية الصغرى Micronutrients

جدول (3) يبين العناصر الغذائية الصغرى

المغذيات الصغرى	التركيز (مايكرومول. لتر$^{-1}$)
1- حامض البوريك H_3BO_3	3.00
2- كبريتات النحاس المائية $CuSO_4.5H_2O$	0.10
3- كبريتات المنغنيز المائية $MnSO_4.2H_2O$	0.25
4- مولبيدات الصوديوم المائية $Na_2MoO_4.2H_2O$	0.02
5- كبريتات الكوبلت المائية $COSO_4.7H_2O$	0.04
6- كبريتات الخارصين المائية $ZnSO_4.7H_2O$	0.30
7- كبريتات الحديد $Fe\ SO_4$	10.0

3-3 - تجربة اختيار التراكيز المعادن الثقيلة

تم أجراء تجربة قصيره لاختبار تراكيز المعادن الثقيلة ومدى تأثيرها على النبات الحنطة صنف عراق حيث تم استنبات حبوب الحنطة بتاريخ 29 / 10 ولمدة عشرة ايام ومن ثم نقل النباتات الى انابيب زجاجية سعة 10 مل بواقع ثلاث نباتات في كل انبوب وبثلاث مكررات واضافه تراكيز المعادن الثقيلة الكادميوم والرصاص بدون محلول مغذي (0 و 25 و 50 و 100 و200 مايكرو غرام لتر$^{-1}$) استمرت التجربة لمدة 72 ساعة وتم متابعة التجربة وتسجيل الملاحظات من طول رويشة وطول الجذر والوزن الرطب والوزن الجاف والوزن الكلي للنبات والكلوروفيل , تم استبعاد تركيز (200 مايكرو غرام لتر$^{-1}$) بسبب تأثيره السلبي السريع على النباتات .

3-4: تحضير تراكيز الكادميوم (مايكرو غرام لتر$^{-1}$)

تم تحضير المحلول القياسي من محلول كلوريد الكادميوم وذلك من خلال اذابة (1.63 غرام لتر$^{-1}$) من ملح كلوريد الكادميوم ($CdCl_2$) في لتر من الماء المقطر أي (اذابة وزن جزيئي غرامي من عنصر الكادميوم في لتر من الماء المقطر) الناتج من خلال عملية النسبة والتناسب بين الوزن الجزيئي(183.33) لملح كلوريد الكادميوم ($CdCl_2$) والوزن الذري (112.4) لعنصر الكادميوم (Cd) ثم حُضرت التراكيز (0 و25 و 50 و 100 مايكرو غرام لتر$^{-1}$) حيث يسحب من المحلول القياسي ويكمل الحجم الى لتر لكل منها على الترتيب من الماء المقطر.

3-5: تحضير تراكيز الرصاص (مايكرو غرام لتر$^{-1}$)

تم تحضير المحلول القياسي من محلول كلوريد الرصاص والذي تم تحضير من خلال اذابة (1.34) غرام لتر$^{-1}$ وزن غرامي من عنصر كلوريد الرصاص في لتر من الماء مقطر الناتج من خلال عملية النسبة والتناسب بين الوزن الجزيئي (278.10) لملح كلوريد الرصاص ($PbCl_2$) و الوزن الذري (207.2) لعنصر الرصاص Pb ومنه حُضرت التراكيز(0 و25 و50 و100مايكرو غرام لتر$^{-1}$), يسحب من المحلول القياسي حسب التراكيز المطلوبة ويكمل الحجم الى التر لكل منها على الترتيب من الماء المقطر.

3-6- تنفيذ التجربة

تضمنت التجربة دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية والنوعين هما صنف من الحنطة الخبز Bread wheat الحنطة الناعمة (*Triticum aestivum* L.) صنف العراق والنوع الثاني من الحنطة الخشنة (*Triticum durum* L.)هو صنف جندولة تمت زراعة الأصناف المتحصل عليها من قسم المحاصيل كلية الزراعة - جامعة كربلاء.

وضع (25غم) من حبوب كل صنف بعد غسله جيدا بالماء في أقداح بلاستيكية وغمرت بالماء المقطر وتركت لمدة 24ساعة وبوجود التهوية , وفي اليوم التالي تمت تهيئة حاويات سعة (3 لتر), ثم غطي سطح الحاويات بمشبك بلاستيكي بحيث يكون ملامساً للماء ، نثرت الحبوب المنقوعة كل صنف في حاوية وغطيت بطبقة خفيفة من الشاش الطبي, بعد عشرة ايام من الزراعة نقلت النباتات في الصباح الباكر إلى وحدات المزرعة المائية, وذلك بزراعة ثلاث نباتات في كل ثقب وثبتت بوساطة قطع إسفنجية وزعت المعاملات بطريقة عشوائية تم اعتماد التصميم العشوائي الكامل (C.R.D Completely Randomized Design كتجربة عامليه متكونة من عاملين وثلاثة مكررات :

العامل الاول- صنف من حنطة الخبز Bread wheat (*Triticum aestivum* L.)هو (العراق) وصنف من الحنطة الخشنة (*Triticum durum* L.) هو (جندولة).

العامل الثاني- أربع تراكيز من الكادميوم (0 و25 و 50 و 100 مايكرو غرام لتر$^{-1}$),

وأربع تراكيز من الرصاص(0 و25 و 50 و 100مايكرو غرام لتر$^{-1}$) بشكل 16 توليفة

وبثلاث مكررات لكل عينة. فيكون عدد العينات كاللاتي .

2 * 16 * 3 = 96 وحدة تجريبية.

استمرت التجربة 50 يوما منها 10 أيام استنبات اذ تمت المباشرة بالاستنبات نوعي الحنطة بتاريخ 22 - 11- 2020 ثم نقلت الى وحدات المزرعة المائية في الصباح الباكر بتاريخ 1- 12 ولمدة 40 يوماً وكان المحلول يستبدل كل (7) أيام مع مراعاة اضافة التراكيز المطلوبة من الكادميوم والرصاص مع المحلول المغذي واضافة الماء المقطر المستهلك وضبط قيمة درجة التفاعل pH وباستخدام حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو المعيارية (0.1N)علما ان تهوية المزعة ضبطت ضمن تايم بحيت تعمل مضخة الهواء 40 ثانية كل عشرة دقائق ولمدة 24 ساعة في **اليوم** وبعد المباشرة والمتابعة لحين اكمال الفترة

المحددة اذ تم الانتهاء من التجربة واخذ القياسات المطلوبة وجمع العينات بتاريخ 10-1- 2020 اي بعد 50 يوم وتم تسجيل نتائج من طول الجزء الخضري وطول الجذر والوزن الرطب والوزن الجاف والوزن الكلي للنبات والاحتفاظ بالعينات في اكياس بلاستيكية وتحفظ في الفريز لحين اجراء عملية الهظم واكمال متطلبات التجربة.

3-7- القياسات التجريبية

3-7-1 طول النبات (سم) Plant lenght

تم قياس طول النبات بوساطة شريط قياس من قاعدة الجزء الخضري من منطقة اتصال الساق بالجذر حتى نهاية طول النبات واستخرج متوسط طول النبات.

3-7-2- طول الجذر (سم) Root length

تم قياس متوسط طول الجذر بوساطة شريط قياس مدرج من قاعدة الجزء الخضري من منطقة اتصال الساق بالجذر حتى نهاية الجذر .

3-7-3 - حجم الجذر (سم^3) Root volume

تم قياس حجم المجموع الجذري للنباتات باستخدام أسطوانة مدرجة بحجم معلوم من الماء وبحسب الإزاحة .

3-7-4- قطر الجذر (ملم) Root diameter

تم حساب متوسط قطر الجذر حسب معادلة (Schenk و Barber 1980) .

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{V}{L} \times \pi}$$

حيث أن : D : قطر الجذر (سم) .

V : حجم الجذر (سم^3) .

L : طول الجذر (سم) .

π : النسبة الثابتة = 3.14

3-7-5- الوزن الجاف والرطب للمجموع الخضري (غم نبات$^{-1}$)

وتم ذلك بأخذ الوزن الجاف للأوراق والساق (المجموع الخضري) معاً حيث تم ذلك بعد وضع المجموع الخضري في أكياس ورقية مثقبة في فرن كهربائي وعلى درجة حرارة 55 م مع وجود تهوية حتى ثبات الوزن وبعد ذلك تم وزنها بميزان كهربائي حساس نوع Sartorious .

3-7-6- الوزن الجاف والرطب للمجموع الجذري (غم نبات$^{-1}$)

بعد رفع النباتات من الوحدات التجريبية تم فُصل المجموع الخضري عن المجموع الجذري ثم وضعت الجذور في أكياس ورقية مثقبة وضعت في فرن كهربائي وعلى درجة حرارة 55 م مع وجود تهوية ولحين ثبات الوزن وتم حساب الأوزان بواسطة الميزان الكهربائي الحساس نوع Sartoriou .

3-8- محتوى النبات من كلوروفيل(a وb والكلوروفيل الكلي) والكاروتينات (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)

تم وزن 100ملغم من الجزء الخضري الطري وقُطع الى قطع صغيرة بوساطة مقص نظيف وضعت كل عينة في انبوبة اختبار أُضيف لكل منها 10 مل من Dimethyl Sulphoxide (DMSO) بعدها وُضعت في فرن كهربائي عند درجة حرارة 60 درجة مئوية من ثلاث الى اربع ساعات بعدها أُخذت الانابيب وتم تبريدها عند درجة حرارة الغرفة باستعمال جهاز Spectrophotometer تم اخذ القراءات على الطول الموجي 663 نانوميتر والطول الموجي 645 نانوميتر والطول الموجي 452.5 نانوميتر.

قُدر محتوى كلوروفيل a وكلوروفيل b و الكاروتينات (ملغم .غم$^{-1}$ وزن طري) في النبات من خلال تطبيق المعادلات التالية استنادا الى طريقة (Hiscox , 1979) .

$$\text{Chlorophyll a}(mg.g^{-1}) = [\ (12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645})\ ] \times V / 1000 \times W$$

$$\text{Chlorophyll b}(mg.g^{-1}) = [\ (22.9 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663})\ ] \times V / 1000 \times W$$

إذ ان - V تمثل الحجم الكلى للمستخلص (10 مل) .

- A تمثل قراءة الجهاز Spectrophotometer .

- W تمثل وزن العينة (100 ملغم) .

$$\text{Caroten mg } g^{-1} = (1000 \text{ x } A_{452.5}) - (1.82 \text{ x Chl.a}) - (85.02 \text{ x Chl.b}) \setminus 198 \text{ x V} \setminus 1000 \text{ x W}$$

9.3 تـقـديـر فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية

1.9.3 تقدير فعالية إنزيم البيروكسيديز Peroxidase (POD)

A- المواد والمحاليل المستخدمة

1 – الـگوایاگول Guaicaol 0.1 % : وتحضر بأخذ حجم 0.1 مل (100مايكروليتر) من الصبغة ويمزج مع 5 مل من كحول الإيثانول 70 % بشكل جيد ثم يكمل الحجم إلى 100 مل من الماء المقطر .

2- محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 0.15 % : حضر بأخذ 0.5 مل من H_2O_2 30 % وأكمل الحجم إلى 100 مل في الماء المقطر .

3- محلول الفوسفات الدارئ phosphate buffer solution بتركيز 50mM و pH=7

محلول A : وحضر بإذابة 0.871 غم من K_2HPO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم يكمل الحجم إلى 100مل بالماء المقطر .

محلول B : وحضر بإذابة 0.6804 غم من KH_2PO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى 100مل بالماء المقطر .

ولأجل الحصول على محلول فوسفيت المنظم (50mM عند pH =7) أضيف حجم معين من محلول B إلى (50 مل) من محلول A حتى وصول قيمة pH إلى7 .

B- طريقة العمل The procedure

لتقدير الفعالية الإنزيمية لإنزيم الـ POD تم سحق 1 غم من الأوراق النباتية الطرية مع 10 مل من الفوسفيت بفر Potassium phosphate buffer في هاون خزفي وتحت ظروف مبردة ثم رُشح المستخلص من خلال طبقتين من الشاش ووضع في الثلاجة بدرجة حرارة 2 مْ ونُبذ مركزياً بسرعة 15000 دورة في الدقيقة لمدة 20 دقيقة وبدرجة 4 م^{o} وتهيئتها لغرض تقدير الفعالية الإنزيمية فيما بعد وذلك بحسب الطريقة الموصوفة من قبل (Pitotti *et al.* , 1995) ثم قيست الأمتصاصية للأنزيم في جهاز spectrophotometer على الطول الموجي 436 نانوميتر ، وتم مراقبة التغير بالأمتصاصية لكل 30 ثانية ولمدة ثلاث دقائق . بعدها تم حساب الفعالية لإنزيم POD من خلال المعادلة التالية :

$$\text{الفعالية الإنزيمية } (Um^{-1}) = \text{الميل} \times \frac{\text{الحجم الكلي لخلية الجهاز}}{\text{حجم الانزيم} \times \text{طول المسار الضوئي} \times \text{ثابت} \times 1000}$$

حيث أن :

- طول المسار الضوئي لخلية جهاز المطياف = 1 سم .

- ثابت النفاذية المولارية للـگوایاگول = 6.4 ملي مولار/ سم ^{2} ولكن المطلوب هنا بوحدات المايكرومولار وليس الملي مولار ، لذلك نضرب المعادلة في 1000 .

9.3. 2 - تقدير فعالية أنزيم الـ Superoxide dismutase (SOD)

بأستعمال طريقة(marklund و marklund ، 1974) تم تقدير فعالية أنزيم SOD إذ أن مزيج التفاعل يتكون من (50 µL) من محلول الأستخلاص مضافاً أليه (2 ml) من محلول – Tris buffer و(0.5 ml) من محلول Pyragallol (0.2 mM), أن هذا المحلول يمتص الضوء عند طول موجـــي 420 nm .

إستخلاص الأنزيم Extraction of Enzyme

أخذ 1 غم من أجزاء أوراق العلم من نبات الحنطة وتم طحنها ومزجها مع (10 ml) من المحلول الدارىء phosphate buffer(pH= 7.2 - 7.4) ، والمستخلص تم ترشيحه من خلال قماش الشاش ونبذ الراسب بجهاز الطرد المركزي وبسرعة (10000 دورة) لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة 4 م^{o} بعدها أخذ (50 مايكروليتر) مـن المستخلص مضافـاً اليـه (2 ml) مـن محلول الـ– Tris buffer(PH=8.2) و (0.5 m) من محلول الـ Pyragallol بالنسبة لمحلول النموذج Test ويقارن بالتغير في الامتصاصية لمحلول السيطرة control (والحاوي على ماء مقطر 50 µL بدل الأنزيم مع الباريكالول 0.5 ml و Tris base 2 ml) ، أستعمل الماء المقطر كمحلول Blank وتعرف الوحدة الواحدة للأنزيم Unit (U) بأنها كمية الأنزيم القادرة على تثبيط أكسدة البايروكالول بنسبة 50 % .

وحسب المعادلات الاتية تم تقدير فعالية الأنزيم :-

$$I\ \% = \frac{C}{T}$$

$$\text{SOD activity (Units)} = \frac{I\ \% \ / \ 50\ \% \times r.v}{\text{total time}}$$

حيث أن:-

I = نسبة التثبيط .

C = التغير في الإمتصاصية لمحلول السيطرة.

T = التغير في الإمتصاصية للعينة النباتية .

r.v = reaction volume = 2.55 مل .

3.9.3 تقدير فعالية أنزيم Catalase (CAT)

قدرت فعالية إنزيم CAT بالطريقة الموصوفة من قبل (Aebi,1983) ، إذ تعتمد الطريقة على مقدار التغير في الامتصاصية عند 240 نانوميتر لمحلول(30mM) من بيروكسيد الهيدروجين و(50mM) من المحلول الدارئ (Phosphate buffer) وعند pH=7

تحضير المحاليل Preparation of Solution

محلول فوسفيت بفر بتركيز 50mM و pH=7

محلول A : وحضر بإذابة 0.871 غم من K_2HPO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم يكمل الحجم إلى 100مل بالماء المقطر.

محلول B : وحضر بإذابة 0.6804 غم من KH_2PO_4 في كمية قليلة من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى 100مل بالماء المقطر.

ولأجل الحصول على محلول فوسفيت المنظم (50mM عند pH =7) أضيف حجم معين من محلول B إلى (50 مل) من محلول A حتى وصول قيمة pH إلى7.

محلول بيروكسيد الهيدرجين H_2O_2 بتركيز 30 mM

حُضر بأخذ حجم 0.34 مل من H_2O_2 تركيز30% في كمية من محلول فوسفيت بفر بتركيز 50mM و pH = 7 ثم أكمل إلى 100 مل من المحلول المنظم .

طريقة العمل procedure :

سحق 1غم من الأوراق النباتية الطرية مع 10 مل من محلول الفوسفيت بفر وأضيف 0.3 غم من مادة Polyvinylpolypyrrolidone (PVP) أثناء السحق باستخدام الهاون الخزفي تحته جريش من الثلج لمدة 5-10 دقائق ، ثم رُشح المستخلص من خلال طبقتين من الشاش وأخذ الراشح ونُبذ مركزياً بسرعة 10000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق وبدرجة 4 م . ثم أخذ 1 مل محلول فوسفيت بفر بتركيز 50 ملي مولاري ، pH=7 ثم أضيف 1 مل من محلول بيروكسيد الهيدرجين H_2O_2 بتركيز30 % (المادة الاساس لعمل الأنزيم) و40 مايكرو ليتر من المستخلص الأنزيمي فيكون حجم التفاعل 2.04 مل وحُضن على درجة حرارة 25 م لمدة دقيقة واحدة بعدها قرأت الإمتصاصية الخاصة عند طول موجي 240نانوميتر .ويلاحظ إنخفاض الإمتصاصية بمرور الوقت ، مع إستعمال محلول الـ Blank المكون من المواد نفسها عدا إن المادة الأساس (H_2O_2) إستبدلت بمحلول فوسفيت بفر . حسبت فعالية إنزيم الـ Catalase من العلاقة التالية :

$$\text{Catalase activity (U m}^{-1}) = \frac{\Delta bs \setminus \min \times \text{Reaction volume}}{0.01}$$

Δ bs = الفرق بين الإمتصاصية (الإمتصاصية الأولى – الإمتصاصية الثانية) أثناء الدقيقة .

Min = زمن التفاعل .

2.04 ml = Reaction volumes

0.01= ثابت

3- 10– تقدير فعالية مضادات الاكسدة غير الانزيمية

3-10 -1- تقدير تركيز البرولين في الأوراق :

أتبعت طريقة Bates وأخرون (1973) و التي تم إجراؤها على أوراق مجففة بدرجة حرارة 65°م (ورقة العلم) وذلك بسحق 0.5 غم من الأوراق الجافة مع 10مل من حامض السلفوسالسليك Sulfosalicylic acid (3%) في هاون خزفي و رشح بعدئذ في ورق ترشيح Whathman's No.1 ، ثم تم فصل العينات من خلال وضع العينات في جهاز الطرد المركزي بسرعة 10000 د بالدقيقة لمدة 15دقيقة بعد ذلك تم مزج 3 مل من الراشح مع 3 مل من حامض النهدرين Ninhydrin acid مع 3 مل من حامض الخليك الثلجي في أنابيب اختبار التي تم وضعها في حمام مائي بدرجة 100 م° و لمدة ساعة واحدة ، بعدها بردت الأنابيب لدرجة حرارة المختبر ، وأضيف إليها بعد ذلك 5 مل من مادة التلوين Toluene مع الرج لمدة 20 ثانية ، وتم قياس طبقة التلوين الحمراء بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer و على طول موجي قدره 520 نانوميتر . أما الـ Blank فيتكون من 5 مل من مادة التلوين فقط , حضر محلول النهايدرين القياسي بمزج 1.25 غم من النهايدرين مع 30 مل من حامض الخليك و 20 مل من حامض الفسفوريك 6 مولاري ، وسخن المزيج مع التحريك المستمر على جهاز التسخين الهزاز حتى الذوبان ، وأستعمل هذا المحلول خلال 24 ساعة من تحضيره لأنه يتحلل بعدها ويصبح غير صالح للأستعمال ويحفظ باردا في الثلاجة بدرجة 4ْم , والجهاز المستخدم هو UV-Spectrophotometer الشركة المصنعة Biochrom موديل Libra S22 الصنع UK تاريخ الصنع 2005 , وبطول موجي365 نانوميتر.

11.3- تقدير الهرمونات النباتية(الاوكسين (IAA) والابسسك اسد ABA السايتوكاينين) في الأوراق Estimation of hormones

3-11-1-تحضير المحاليل Prepartion of Solution

تتم وفقا لطريقة (Ergun واخرون , 2002) وكما يلي :-

1- يحضر المزيج أو الخليط Combination بحجم 100مل من مزج كل من الميثانول وكلوروفورم وهيدروكسيد الأمونيوم بنسب(12:3:5) على التوالي والذي يحفظ بدرجة حرارة(20-) مº لحين إجراء باقي عمليات الأستخلاص .

2- تحضر تخافيف متسلسلة من الحامض المركز HCl والقاعدة المركزة لغرض تعديل الـ pH.

3-11-2- طريقة العمل الخاص بالهرمونات النباتية

1- يضاف 3مل من الخليط (ميثانول : كلورو فورم :هيدروكسيد الأمونيوم) إلى 0.05غم من النسيج النباتي الجاف .

2- يضاف 1.25مل من الماء المقطر إلى المزيج السابق .

3- تزال طبقة الكلوروفورم السفلية من الأنبوب وتترك الطبقة العلوية .

4- يعدل الـ PH للطبقة المائية العلوية إلى2.5= pH .

5- يستخلص المزيج بـــ3مل بالأثيل أستيت – Ethylacetate وتمزج بجهاز Vortex ثم تقاس الكثافة الضوئية للطبقة العلوية لتقدير الهرمونات الاوكسين IAA و ABA عند الأطوال الموجية (280 و 263) نانوميتر على التوالي بجهازSpectrophotometer .

6- تم قياس هرمون السايتوكاينين من خلال تعديل pH العينة السابقة الى pH=7 بوساطة أضافة HCL المخفف بتركيز 10 % (10 مل من HCL الى 100 مل ماء مقطر ثم اضافة 3مل من خلات الاثيل ونأخذ الطبقة المائية ويقاس بجهاز Spectrophotometer بطول موجي(269) نانوميتر.

7- تم استعمال الأثيل استيت كبلانك Blank.

12.3 تقدير العناصر (N و P و K و Cd و Pb) الجاهزة في الأوراق وايضا في الجذور

هضمت العينات النباتية للأوراق والجذور وفقاً لطريقة Gresser و Parson (1979) بأخذ 0.2 غم من المادة الجافة المطحونة ووضعها في أنابيب الهضم الزجاجية سعة 100 مل وإتباع طريقة الهضم الثنائي Di-acid digestion من خلال إضافة 5 مل من حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 إلى إنبوبة الهضم مع إضافة 2 مل من حامض البيروكلوريك $HClO_4$ لزيادة كفاءة عملية الأكسدة وبعد ذلك

وضعت الأنابيب في حمام رملي مزود بمصدر حراري إلى أن يصبح لون المحلول رائقاً ثم تبرد ويكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر ويتم ترشيحه ليصبح جاهزاً للتقدير وفقاً للطريقة الخاصة بكل عنصر وكما يلي :وقدرت عناصر Pb -Cd – K- P-N لكل من الأوراق والجذور وبشكل منفصل .

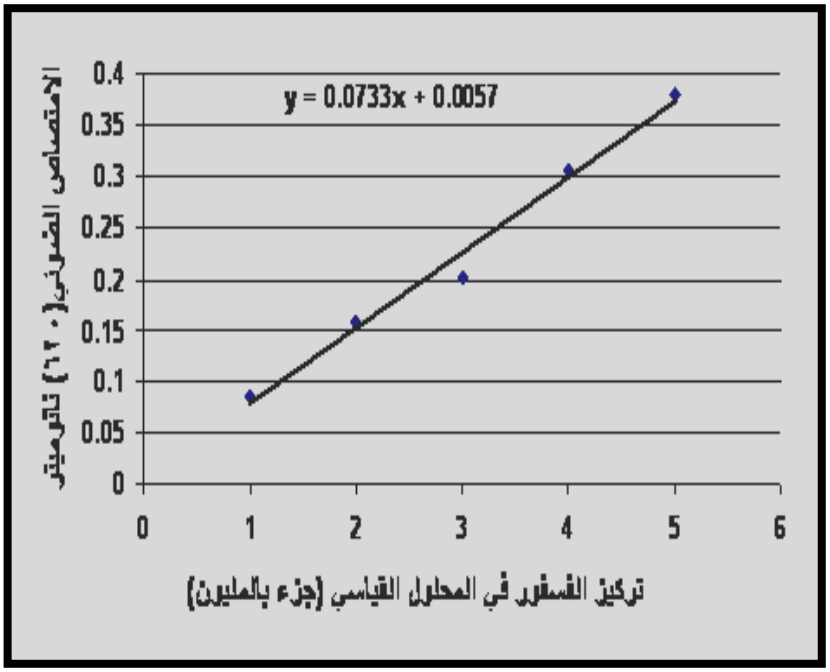
1.12.3 النيتروجين (%)

قدر النيتروجين بجهاز كلدال (Kjeldahl Apparatus) التابع لمختبر مديرية زراعة كربلاء وكما ورد في الصحاف، (1989) ,وذلك بأخذ 10 مل من كل عينة وأضيف لها 10 مل من هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيز 40%, ثم أجريت لها عملية التقطير وجمعت الامونيا المتحررة في دورق زجاجي حاوٍ على 20 مل حامض البوريك تركيز 2% مع خليط من دليلي Methyl Red, و Bromocresol Green ,سححت الامونيا التي تم جمعها مع HCl وبعد معرفة كمية حامض HCl المسحح تم حساب النتروجين الكلي من المعادلة الآتية :

$$\%N = \frac{\text{حجم الحامض المستهلك بالتسحيح} \times \text{عياريه الحامض} \times 14 \times \text{حجم التخفيف}}{\text{حجم العينة المأخوذة عند تقطير} \times \text{وزن العينة المهضومة} \times 1000} \times 100$$

2.12.3 - الفسفور(%)

قدر محتوى الأوراق من الفسفور في مختبر كلية الزراعة / جامعة كربلاء باستعمال طريقة مولبيدات الامونيوم وحامض الأسكوربك إذ اخذ 10 مل من العينة المهضومة ووضعت في دورق حجمي سعة 50 مل واكمل الحجم إلى العلامة بالماء المقطر ,ثم سحب 10 مل من المحلول السابق ووضع في دورق مخروطي سعة 100 مل وأضيف له 0.1 غم من حامض الأسكوربيك و 4 مل من موليبدات الأمونيوم ,المحضرة من اذابة 10 غم من موليبدات الامونيوم في 400 مل ماء مقطر ثم أضيف 150 مل من حامض الكبريتيك المركز ثم نقل الى دورق حجمي (1 لتر) واكمل الحجم بالماء المقطر ثم سخن الدورق على صفيحة ساخنة (Hot Plaite) لمدة دقيقة فيلاحظ تغير لون المحلول إلى الأزرق , ثم نقلت محتويات الدورق بصورة كمية الى دورق معياري سعة (100 مل) وأكمل الى العلامة بالماء المقطر ثم سجلت القراءة في جهاز المطياف الضوئي UV-visible Spectrophotometer السابق ذكره على الطول الموجي 620 نانوميتر, كما أخذت قراءات الامتصاص الضوئي لسلسلة تراكيز من محاليل قياسية للفسفور لعمل منحنى الفسفور القياسي , واستخرج تركيز الفسفور النهائي في العينات النباتية بتطبيق معادلة النسبة المئوية للفسفور (%) و كما ورد في الصحاف، (1989) .



3.12.3 - البوتاسيوم %-

قدر في النبات بوساطة جهاز اللهب Flame-photometer وكما ورد في Haynes ,(1980) في مختبر كلية الزراعة / جامعة كربلاء.

4.12.3 تقدير محتوى المعادن الثقيلة الكادميوم والرصاص في العينات النباتية(ملغم كغم$^{-1}$).

تم قياس محتوى النبات من هذه العناصر باستعمال جهاز الطيف الذري Atomic Absorption Spectrophotometer غسلت الأجزاء النباتية بماء مقطر خالي من الأيونات وجففت بدرجة حرارة (70) م° ، ثم طحنت ومررت خلال منخل سعة ثقوبه (40)mesh هضمت العينات النباتية الجافة والمطحونة بوساطة الخليط الحامضي ($HClO_4$: H_2SO_4) (الكبريتيك : البرو كلوريك) وذلك بإضافة 5 مل من حامض الكبريتيك الى 0.2 غم من العينة النباتية لمدة 24 ساعة وبعد ذلك وضعت على درجة حرارة 55 م° لمدة ساعة على صفيحة حرارية بعدها يبرد هوائيا لمدة من الزمن ثم نضيف 3 مل من حامض البير وكلوريك ($HClO_4$)على درجة حرارة 55 م° لمدة من الزمن على صفيحة ساخنة حتى يتحول اللون من البني الغامق الى رائق عديم اللون، ثم رشحت العينات بورق ترشيح What man No.42 ثم يكمل الحجم الى 50 مل بعد ذلك تم قياس تراكيز المعادن الثقيلة (الكادميوم والرصاص) بجهاز طيف الامتصاص الذري والذي تم معايرته بالمحاليل القياسية للكادميوم والرصاص Cd و Pb وعبر عن الناتج بوحدة ملغم غم , حسب طريقة (2001, Jones) .

5.12.3 -5 قياس مؤشر حمل التلوث(pollution load index (PLi

تم قياس مؤشر حمل التلوث من خلال صيغة المعادلة التالية

مؤشر حمل التلوث=(عامل التلوث للمعدن الاول *عامل التلوث للمعدن الثاني) نسبة لطريقة (Hakanson , 1980).

3. 13- التحليل الاحصائي :

حللت البيانات إحصائيا وفق طريقة تحليل التباين (ANOVA) إذ استخدم تصميم تام التعشية Completely Randomized Design (C.R.D) كتجربة عامليه, وتمت المقارنة بين المتوسطات الحسابية باستعمال أقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) عند مستوى احتمالية 0.05 وقد استعمل برنامج Gemistat الجاهز في التحليل الاحصائي .

4- النتائج Results

4-1- دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول النبات سم (الجزء الخضري) سم

أشارت نتائج الجدول (4-1) الى وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم المضافة لنوعي الحنطة مع المحلول المغذي وتداخلهما في طول النبات, إذ أثر نوعي الحنطة تأثير معنوي في طول النبات إذ انخفض طول النبات مع زيادة تركيز المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم, أذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط طول نبات بلغ 20.86 سم واقصر متوسط طول نبات كان في النوع جندولة بلغ 19.47 سم وبنسبة انخفاض بلغت 6.66 %, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في معاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم، إذ أعطت معاملة عدم إضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط طول للنبات بلغ 22.89 سم واقل متوسط طول نبات كان في معاملة (Cd 100 - Pb 100)،إذ بلغ 18.36سم وبنسبة انخفاض بلغت 19.79%, كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وجود تأثيره معنوي في متوسط طول النبات , اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم اضافة المعادن الثقيلة (Cd 0 - Pb 0) من الرصاص والكادميوم اعلى متوسط طول نبات بلغ 24.33 سم وأعطى النوع جندولة ومعاملة اضافة (Cd 100 - Pb 100) من العناصر الثقيلة الرصاص والكادميوم اقل متوسط طول للنبات بلغ 17.66سم وبنسبة انخفاض بلغت 27.41%.

جدول (4-1) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول النبات بالجزء الخضري سم

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندوله	العراق	
Cd 0 - Pb 0	21.46	24.33	22.89
Cd 25 - Pb 0	20.70	22.60	21.65
Cd 50 - Pb 0	20.00	19.630	19.81
Cd 100 - Pb 0	19.30	19.13	19.215
Cd 0 - Pb 25	20.60	22.60	21.60
Cd 25 - Pb 25	19.46	21.23	20.34
Cd 50 - Pb 25	19.13	20.66	19.89
Cd 100 - Pb 25	18.70	18.80	18.75
Cd 0 - Pb 50	20.00	21.20	20.6
Cd 25 - Pb 50	19.66	21.06	20.36
Cd 50 - Pb 50	19.43	20.73	20.08
Cd 100 - Pb 50	18.90	20.06	19.48
Cd 0 - Pb 100	19.86	22.86	21.36
Cd 25 - Pb 100	18.40	20.63	19.51
Cd 50 - Pb 100	18.26	19.16	18.71
Cd 100 – Pb100	17.66	19.06	18.36
المتوسط	19.47	20.86	
L.S.T	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	2.15	0.76	3.04

4-2- دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في طول الجذر (سم)

لوحظ من الجدول (4-2) وجود تأثير معنوي لجميع العوامل قيد الدراسة وتداخلاتها في متوسط طول الجذر, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم تأثير معنوي في معدل متوسط طول الجذر إذ أعطى العراق أطول متوسط طول جذر بلغ 39.22 سم واقصر جذر كان في نوع جندولة بلغ 37.91سم وبنسبة انخفاض بلغت 3.34%, كما أشارت النتائج وجود انخفاض معنوي في متوسط طول الجذر في المعاملات عند إضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم ، إذ أعطت معاملة عدم الاضافة (Cd 0 - Pb 0) أعلى طول للجذر بلغ 48.33 سم وأقصر متوسط طول جذر كان في معاملــة اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100)، إذ بلغ متوسط الطول 29.50 سم وبنسبــة انخفاض 38.96 %, كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في انخفاض متوسط طول الجذر , اذ اعطت معامله تداخل النوع جندولة ومعاملة عدم اضافة المعادن الثقيل (Cd 0 - Pb 0) من الرصاص والكادميوم اعلى متوسط طول بلغ 51.33 سم, وأعطى نفس النوع جندولة ومعاملة أضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقصر متوسط طول جذر للنبات بلغ 26.33 سم وبنسبة انخفاض بلغت 48.70 % .

جدول (4-2) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في طول الجذر سم

المعاملات مايكرو مول لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	51.33	48.33	48.33
Cd 25 - Pb 0	49.33	46.66	46.66
Cd 50 - Pb 0	40.00	43.00	43.00
Cd 100 - Pb 0	34.66	35.33	35.33
Cd 0 - Pb 25	46.00	45.00	45.00
Cd 25 - Pb 25	39.00	40.50	40.50
Cd 50 - Pb 25	39.00	41.00	41.00
Cd 100 - Pb 25	37.66	39.33	39.33
Cd 0 - Pb 50	40.33	37.33	37.33
Cd 25 - Pb 50	41.66	37.00	37.00
Cd 50 - Pb 50	36.33	36.83	36.83
Cd 100 - Pb 50	28.66	33.13	33.13
Cd 0 - Pb 100	35.66	37.33	37.33
Cd 25 - Pb 100	33.66	35.33	35.33
Cd 50 - Pb 100	27.00	31.50	31.50
Cd 100 – Pb100	26.33	29.50	29.50
المتوسط	37.91	39.22	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	7.04	1.32	9.66

4- 3 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في حجم الجذر سم^3

اشارت نتائج الجدول (4-3) وجود تأثير معنوي عند اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي في المعاملات وعدم وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة في هذه الصفة ووجود تاثير معنوي في التداخل الثنائي بين الانواع والمعاملات اضافة المعادن الثقيلة في متوسط حجم الجذر، إذ أعطت معاملة عدم اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط حجم جذر بلغت 2.30 سم^3 وأقل متوسط حجم جذر كان في معاملــة اضافة المعادن الثقيلة (Cd 100 -Pb 100)عند إضافة الرصاص والكادميوم للمحلول المغذي ،إذ بلـغت 1.35سم^3 وبنسبـة انخفاض بلغت 41.30 %, كما بين التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في حجم جذر, اذ اعطت معامله تداخل العراق ومعاملة عدم الاضافة (Cd 0 - Pb 0) المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم أعلى متوسط حجم جذر بلغت 2.66 سم^3 وأعطى النوع جندولة ومعاملة أضافة المعادن الثقيلة (Cd 100 - Pb 100) من الرصاص والكادميوم اقل متوسط حجم جذر بلغت 1.30سم^3 وبنسبة انخفاض بلغت 51.12% .

جدول (4-3) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في حجم الجذر سم^3

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	2.40	2.20	2.30
Cd 25 - Pb 0	1.90	2.66	2.28
Cd 50 - Pb 0	2.02	2.00	2.01
Cd 100 - Pb 0	1.52	1.56	1.54
Cd 0 - Pb 25	1.88	1.88	1.88
Cd 25 - Pb 25	2.00	1.66	1.83
Cd 50 - Pb 25	1.70	1.80	1.75
Cd 100 - Pb 25	1.50	1.70	1.60
Cd 0 - Pb 50	1.92	2.22	2.07
Cd 25 - Pb 50	1.70	1.55	1.62
Cd 50 - Pb 50	1.50	1.44	1.47
Cd 100 - Pb 50	1.50	1.61	1.55
Cd 0 - Pb 100	2.29	2.11	2.20
Cd 25 - Pb 100	1.80	2.44	2.12
Cd 50 - Pb 100	1.50	2.00	1.75
Cd 100 – Pb100	1.30	1.40	1.35
المتوسط	1.77	1.89	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.597	ns	0.699

4- 4 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في قطر الجذر(ملم)

اظهرت نتائج الجدول (4-4) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وتداخلهما, إذ أثرت اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في متوسط قطر النوعين , إذ أعطى نوع صنف العراق اطول متوسط قطر للجذر بلغ 0.79 ملم , وأقل متوسط قطر للجذر كان في لنوع الصنف جندولة بلغ 0.74 ملم وبنسبة انخفاض بلغت 6.32 %, اما بالنسبة للمعاملات فان متوسط اطول قطر جذر تحقق في معاملة عدم الاضافة المعادن الثقيلة (Cd 0 - Pb 0) بلغ 0.84 ملم واقصر متوسط قطر جذر بلغ 0.69 ملم عند معاملة الاضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 100 , Pb 100) وبنسبة انخفاض بلغت 17.85% , كما لوحظ أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم بينت وجود تأثير معنوي في متوسط قطر الجذر, اذ اعطت معامله تداخل العراق ومعاملة عدم اضافة المعادن الثقيلة (Cd 0 - Pb 0) من الرصاص والكادميوم اعلى متوسط قطر جذر بلغ 0.92 ملم بينما أعطى نوع النوع العراق ومعاملة أضافة المعادن الثقيلة (Cd 100 -Pb 100) ومعاملة اضافة للنوع جندولة (Cd 100 - Pb 25) من الرصاص والكادميوم اقل متوسط قطر للجذر بلغ 0.68 ملم وبنسبة انخفاض بلغت 26.08 %.

جدول (4-4) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في قطر الجذر(ملم)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.77	0.92	0.84
Cd 25 - Pb 0	0.78	0.77	0.77
Cd 50 - Pb 0	0.74	0.75	0.75
Cd 100 - Pb 0	0.70	0.73	0.72
Cd 0 - Pb 25	0.74	0.73	0.73
Cd 25 - Pb 25	0.72	0.73	0.73
Cd 50 - Pb 25	0.70	0.72	0.71
Cd 100 - Pb 25	0.68	0.72	0.70
Cd 0 - Pb 50	0.75	0.90	0.82
Cd 25 - Pb 50	0.75	0.77	0.76
Cd 50 - Pb 50	0.72	0.69	0.70
Cd 100 - Pb 50	0.74	0.78	0.76
Cd 0 - Pb 100	0.80	0.78	0.77
Cd 25 - Pb 100	0.76	0.91	0.83
Cd 50 - Pb 100	0.72	0.83	0.77
Cd 100 – Pb100	0.70	0.68	0.69
المتوسط	0.74	0.79	
L.S.D 0.05	المعاملات	الانواع	التداخل
	0.17	0.04	0.23

4- 5 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل a (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)

أشارت نتائج الجدول (4-5)وجود تأثير معنوي في اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم لنوعي الحنطة وتداخلاتها مع المحلول المغذي في محتوى الكلوروفيل a ملغم غم$^{-1}$ وزن طري , إذ تباين نوعي الحنطة في محتوى الكلوروفيل a إذ أعطى نوع العراق أكثر محتوى كلوروفيل a بلغ 2.935 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري , وأقل محتوى كلوروفيل كان في نوع النوع جندولة بلغ 1.886 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 35.74%, كما أشارت النتائج الى وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل a في المعاملات عند إضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم ، إذ أعطى معاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى الكلوروفيل a بلغ 3.085 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وأقل محتوى كلوروفيل a كان في معاملــة اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) للمحلول المغذي ،إذ بلغ 1.158 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبــة انخفاض بلغت 62.42 % , كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل a , اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0)أعلى محتوى للكلوروفيل a بلغ 3.580 (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري) وأعطى جندولة ومعاملة أضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقل محتوى الكلوروفيل a بلغ 0.619 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 82.70% .

جدول (4-5) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل a (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	2.590	3.580	3.085
Cd 25 - Pb 0	2.450	3.503	2.976
Cd 50 - Pb 0	2.343	3.376	2.860
Cd 100 - Pb 0	1.746	2.876	2.311
Cd 0 - Pb 25	2.376	3.440	2.908
Cd 25 - Pb 25	2.110	3.136	2.623
Cd 50 - Pb 25	2.070	3.126	2.598
Cd 100 - Pb 25	1.630	2.646	2.138
Cd 0 - Pb 50	2.190	3.253	2.721
Cd 25 - Pb 50	2.046	3.083	2.565
Cd 50 - Pb 50	1.960	2.996	2.478
Cd 100 - Pb 50	1.916	2.920	2.418
Cd 0 - Pb 100	1.826	2.843	2.335
Cd 25 - Pb 100	1.336	2.450	1.893
Cd 50 - Pb 100	0.966	2.043	1.505
Cd 100 – Pb100	0.619	1.698	1.158
المتوسط	1.886	2.935	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.103	0.036	0.146

4- 6 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل b (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري)

أشار الجدول (4-6) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة واضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وتداخلهما في محتوى الكلوروفيل b , إذ أثر نوعي الحنطة تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل b إذ أعطى نوع النوع العراق أكثر محتوى كلوروفيل b بلغ 2.197 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري ,وأقل محتوى كلوروفيل b كان في النوع جندولة بلغ 1.143 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 47.97%, كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل b في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم خلطاً ، إذ أعطى معاملة عدم الاضافة (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى الكلوروفيل b بلغ 2.246 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وأقل كلوروفيل b كان في معاملــة اضافة الرصاص والكادميوم للمحلول المغذي (Cd 100 - Pb 100)،إذ بلغت 1.032 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبــة انخفاض بلغت 45.05%, كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل b , اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى للكلوروفيل b بلغ 2.813 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري بينما حقق النوع جندولة ومعاملة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقل محتوى كلوروفيل b بلغ 0.512 ملغم غم$^{-1}$ وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 81.79%.

جدول (4-6) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل b (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	1.680	2.813	2.246
Cd 25 - Pb 0	1.500	2.620	2.060
Cd 50 - Pb 0	1.610	2.703	2.156
Cd 100 - Pb 0	1.226	2.230	1.728
Cd 0 - Pb 25	1.476	2.460	1.968
Cd 25 - Pb 25	1.153	2.206	1.680
Cd 50 - Pb 25	1.106	2.113	1.610
Cd 100 - Pb 25	0.870	1.887	1.378
Cd 0 - Pb 50	1.203	2.233	1.718
Cd 25 - Pb 50	1.019	2.067	1.543
Cd 50 - Pb 50	0.975	2.039	1.507
Cd 100 - Pb 50	0.930	1.994	1.462
Cd 0 - Pb 100	1.233	2.279	1.756
Cd 25 - Pb 100	0.962	2.0433	1.502
Cd 50 - Pb 100	0.837	1.910	1.374
Cd 100 – Pb100	0.512	1.553	1.032
المتوسط	1.143	2.197	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.098	0.034	0.138

4- 7- دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل الكلي (ملغم غم$^{-1}$وزن طري)

لوحظ من الجدول (4-7) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة واضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وتداخلهما في محتوى الكلوروفيل الكلي , إذ أثر نوعي الحنطة تأثيرً معنويً في محتوى الكلوروفيل الكلي , إذ أعطى نوع الحنطة العراق اعلى محتوى كلوروفيل الكلي بلغ 5.137 ملغم غم$^{-1}$وزن طري وأقل محتوى كلوروفيل كلي كان في النوع جندولة بلغ 3.028 ملغم غم$^{-1}$وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 41.05 %, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل الكلي في المعاملات عند إضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم ، إذ أعطت معاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى كلوروفيل الكلي بلغ 5.331 ملغم غم$^{-1}$وزن طري, واقل كلوروفيل الكلي كان في معاملة اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم (Pb 100 - Cd 100) للمحلول المغذي ،إذ بلغ 2.191 ملغم غم$^{-1}$وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 58.90%, كما بين التداخل بين انواع الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في محتوى الكلوروفيل الكلي , اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى للكلوروفيل الكلي بلغ 6.393 ملغم غم$^{-1}$وزن طري, وأعطى النوع جندولة ومعاملة أضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم (Cd - Pb 100) اقل محتوى كلوروفيل كلي بلغ 1.131 ملغم غم$^{-1}$وزن طري وبنسبة انخفاض بلغت 82.30%.

جدول (4-7) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الكلوروفيل الكلي (ملغم غم$^{-1}$ وزن طري).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	4.270	6.393	5.331
Cd 25 - Pb 0	3.950	6.123	5.036
Cd 50 - Pb 0	3.953	6.080	5.016
Cd 100 - Pb 0	2.973	5.106	4.040
Cd 0 - Pb 25	3.853	5.900	4.876
Cd 25 - Pb 25	3.263	5.343	4.303
Cd 50 - Pb 25	3.176	5.240	4.208
Cd 100 - Pb 25	2.500	4.534	3.517
Cd 0 - Pb 50	3.393	5.487	4.440
Cd 25 - Pb 50	3.065	5.150	4.108
Cd 50 - Pb 50	2.935	5.036	3.985
Cd 100 - Pb 50	2.827	4.951	3.889
Cd 0 - Pb 100	3.060	5.159	4.109
Cd 25 - Pb 100	2.298	4.493	3.396
Cd 50 - Pb 100	1.804	3.953	2.879
Cd 100 – Pb100	1.131	3.251	2.191
المتوسط	3.028	5.137	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.154	0.054	0.218

4- 8 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكاروتينات (مايكرو مول غم$^{-1}$)

بينت نتائج الجدول (4-8) وجود تأثير معنوي لمعاملات المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم وكذلك نوعي الحنطة ولم يكن تأثير معنوي لتداخلهما في هذه الصفة, إذ أثرت المعادن الثقيلة في الانواع تأثيرا معنويا في محتوى الكاروتينات إذ أعطى نوع العراق اعلى معدل بلغ , 0.319 واقل محتوى كاروتينات كان في النوع جندولة بلغ 0.300 وبنسبة انخفاض بلغت 5.95%, كما أشارت نتائج معاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في محتوى الكاروتينات , اذ اعطت معامله عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى محتوى للكاروتينات بلغ 0.340وأعطت ومعاملــة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقل محتوى للكاروتينات بلغ 0.204 وبنسبة انخفاض بلغت 40.00% .

جدول (4-8) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكاروتينات (مايكرو مول غم$^{-1}$)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.327	0.354	0.340
Cd 25 - Pb 0	0.325	0.345	0.335
Cd 50 - Pb 0	0.323	0.339	0.331
Cd 100 - Pb 0	0.290	0.306	0.298
Cd 0 - Pb 25	0.325	0.341	0.333
Cd 25 - Pb 25	0.323	0.326	0.325
Cd 50 - Pb 25	0.320	0.337	0.329
Cd 100 - Pb 25	0.314	0.334	0.324
Cd 0 - Pb 50	0.327	0.338	0.332
Cd 25 - Pb 50	0.304	0.329	0.317
Cd 50 - Pb 50	0.300	0.321	0.310
Cd 100 - Pb 50	0.294	0.325	0.309
Cd 0 - Pb 100	0.289	0.312	0.300
Cd 25 - Pb 100	0.280	0.317	0.299
Cd 50 - Pb 100	0.256	0.266	0.261
Cd 100 – Pb100	0.199	0.209	0.204
المتوسط	0.300	0.319	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.018	0.006	ns

4- 9 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الرطب (غم نبات$^{-1}$).

أظهرت نتائج الجدول (4-9) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي وتداخلهما مع نوعي الحنطة , إذ أعطت معاملة عدم الاضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط وزن جذر رطب بلغ 1.255غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن للجذر الرطب تحقق في معاملــة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd - Pb 100) 100) مع المحلول المغذي ،إذ بلـغ 0.762 غم نبات$^{-1}$ وبنسبـة انخفاض بلغت 39.28%, كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في وزن الجذر الرطب, اذ اعطت معامله تداخل النوع جندوله ومعاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط وزن جذر رطب بلغ 1. 403 غم نبات$^{-1}$ بينما أعطى نوع جندولة ومعاملة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقل متوسط وزن جذر رطب بلغ 0.525 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 62.58 %.

جدول (4-9) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الرطب (غم.نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	1.403	1.108	1.255
Cd 25 - Pb 0	1.151	1.117	1.134
Cd 50 - Pb 0	0.994	0.976	0.985
Cd 100 - Pb 0	0.884	1.101	0.992
Cd 0 - Pb 25	1.134	1.345	1.239
Cd 25 - Pb 25	1.037	1.145	1.091
Cd 50 - Pb 25	0.969	1.083	1.026
Cd 100 - Pb 25	0.720	0.879	0.800
Cd 0 - Pb 50	0.906	1.356	1.131
Cd 25 - Pb 50	0.882	1.130	1.006
Cd 50 - Pb 50	0.798	1.024	0.911
Cd 100 - Pb 50	0.676	0.836	0.756
Cd 0 - Pb 100	0.718	1.246	0.982
Cd 25 - Pb 100	0.670	1.214	0.942
Cd 50 - Pb 100	0.662	1.091	0.876
Cd 100 – Pb100	0.525	0.959	0.742
المتوسط	0.883	1.101	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.287	0.101	0.406

4- 10 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الرطب (غم نبات$^{-1}$)

بينت نتائج الجدول (4-10) وجود تأثيرا معنويا للمعادن الثقيلة في نوعي ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وتداخلاتهما في متوسط الوزن الخضري الرطب , إذ أظهرت الانواع تأثير معنوي في وزن الخضري الرطب إذ أعطى العراق اعلى متوسط وزن خضري رطب بلغ 0.697 غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن خضري رطب كان للنوع جندولة بلغ 0.535 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 23.24%, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في وزن الخضري الرطب في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم ، إذ أعطت معاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط وزن خضري رطب بلغ 0.758 غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن خضري رطب كان في معاملــة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) مع المحلول المغذي ،إذ بلـغ 0.417 غم وبنسبــة انخفاض بلغت 44.98 % , كما أشار الجدول ان التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في وزن الخضري الرطب, اذ اعطت معامله تداخل العراق ومعاملة عدم اضافة (Cd 0 - Pb 0) من الرصاص والكادميوم متوسط وزن الخضري رطب بلغ 0.888 غم نبات$^{-1}$وأعطى نوع العراق ومعاملة أضافة (Cd 100 - Pb 100) من الرصاص والكادميوم اقل متوسط وزن الخضري الرطب بلغ 0.382 (غم نبات$^{-1}$) وبنسبة انخفاض بلغت 56.98%.

جدول (4-10) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الخضري الرطب (غم نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.628	0.888	0.758
Cd 25 - Pb 0	0.576	0.782	0.679
Cd 50 - Pb 0	0.550	0.718	0.634
Cd 100 - Pb 0	0.465	0.571	0.518
Cd 0 - Pb 25	0.573	0.672	0.622
Cd 25 - Pb 25	0.546	0.725	0.635
Cd 50 - Pb 25	0.499	0.748	0.624
Cd 100 - Pb 25	0.457	0.601	0.529
Cd 0 - Pb 50	0.521	0.847	0.684
Cd 25 - Pb 50	0.518	0.826	0.672
Cd 50 - Pb 50	0.513	0.700	0.606
Cd 100 - Pb 50	0.489	0.581	0.535
Cd 0 - Pb 100	0.697	0.734	0.716
Cd 25 - Pb 100	0.550	0.694	0.622
Cd 50 - Pb 100	0.520	0.687	0.604
Cd 100 – Pb100	0.453	0.382	0.417
المتوسط	0.535	0.697	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.096	0.033	0.135

4- 11 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الرطب (غم نبات$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (4-11) وجود تأثيرا معنوي للمعادن الثقيلة في نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وتداخلاتهما في متوسط الوزن الكلي الرطب , إذ تأثرت الانواع تأثير معنوي في متوسط وزن الكلي الرطب إذ أعطى نوع العراق اعلى متوسط وزن رطب بلغ 1.778غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن الكلي رطب كان في النوع جندولة بلغ 1.419 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 20.19%, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في متوسط الوزن الكلي الرطب في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي ، إذ أعطى معاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 25) أعلى متوسط وزن كلي رطب بلغ 1.869غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن كلي رطب تحقق في معاملـة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) للمحلول المغذي ،إذ بلـغ 1.160 غم نبات$^{-1}$ وبنسبـة انخفاض بلغت37.93% , كما اشار التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في متوسط الوزن الكلي الرطب, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 25 - Pb 0) أعلى متوسط وزن كلي رطب بلغ 2.181 غم نبات$^{-1}$, وأعطى نوع جندولة ومعاملة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd100-Pb100) اقل متوسط وزن كلي رطب بلغ 0.978 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 55.15%

جدول (4-11) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الرطب (غم نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	2.031	1.700	1.866
Cd 25 - Pb 0	1.428	2.181	1.804
Cd 50 - Pb 0	1.544	1.695	1.619
Cd 100 - Pb 0	1.349	1.672	1.511
Cd 0 - Pb 25	1.722	2.017	1.869
Cd 25 - Pb 25	1.584	1.870	1.727
Cd 50 - Pb 25	1.468	1.831	1.650
Cd 100 - Pb 25	1.178	1.481	1.329
Cd 0 - Pb 50	1.727	1.899	1.813
Cd 25 - Pb 50	1.400	1.957	1.678
Cd 50 - Pb 50	1.311	1.724	1.518
Cd 100 - Pb 50	1.166	1.418	1.292
Cd 0 - Pb 100	1.416	1.980	1.698
Cd 25 - Pb 100	1.220	1.908	1.564
Cd 50 - Pb 100	1.182	1.779	1.480
Cd 100 – Pb100	0.978	1.341	1.160
المتوسط	1.419	1.778	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.349	0.123	0.494

4- 12 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الجاف (غم نبات$^{-1}$)

بينت نتائج الجدول (4-12) وجود تأثيرا معنويا للمعادن الثقيلة في نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وتداخلهما في متوسط وزن الجذر الجاف , إذ تأثر نوعي الحنطة تأثيرً معنويً عند اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم للمحلول المغذي في متوسط وزن الجذر الجاف إذ أعطى نوع العراق اعلى معدل وزن جذر جاف بلغ 0.234 غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن جذر جاف كان في النوع جندولة بلغ 0.220 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 5.98%, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في متوسط وزن الجذر الجاف في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي ، إذ أعطت معاملة عدم اضافة كادميوم والرصاص (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط وزن جذر جاف بلغ 0.278 غم واقل متوسط وزن جذر جاف كان في معاملــة اضافة كادميوم والرصاص (Cd 100 - 50 Pb) بلـغ 0.168 غم نبات$^{-1}$ وبنسبـة انخفاض بلغت 39.56% , كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في متوسط وزن الجذر الجاف, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) متوسط وزن جذر جاف بلغ 0.279 غم نبات$^{-1}$ وأعطى النوع جندولة ومعاملة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb100) اقل متوسط وزن جذر جاف بلغ 0.159 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 43.01%.

جدول (4-12) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في وزن الجذر الجاف (غم نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.277	0.279	0.278
Cd 25 - Pb 0	0.263	0.276	0.269
Cd 50 - Pb 0	0.230	0.246	0.238
Cd 100 - Pb 0	0.179	0.183	0.181
Cd 0 - Pb 25	0.258	0.275	0.267
Cd 25 - Pb 25	0.230	0.241	0.236
Cd 50 - Pb 25	0.229	0.240	0.234
Cd 100 - Pb 25	0.165	0.179	0.172
Cd 0 - Pb 50	0.250	0.270	0.260
Cd 25 - Pb 50	0.228	0.237	0.232
Cd 50 - Pb 50	0.222	0.236	0.229
Cd 100 - Pb 50	0.162	0.175	0.168
Cd 0 - Pb 100	0.245	0.256	0.250
Cd 25 - Pb 100	0.223	0.234	0.229
Cd 50 - Pb 100	0.200	0.223	0.212
Cd 100 – Pb100	0.159	0.193	0.176
المتوسط	0.220	0.234	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.024	0.008	0.016

4- 13 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الجاف(غم نبات$^{-1}$).

أشارت نتائج الجدول (4-13) وجود تأثيرا معنويا لعاملي الدراسة وتداخلهما في الوزن الخضري الجاف اثناء اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي , إذ أعطى نوع العراق اعلى متوسط وزن خضري جاف بلغ 0.318 غم نبات$^{-1}$, وأقل متوسط وزن خضري جاف كان في النوع جندولة بلغ 0.298 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 6.28 %, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في متوسط وزن الخضري الجاف في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم للمحلول المغذي، إذ أعطى معاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط وزن خضري جاف بلغ 0.364 غم نبات$^{-1}$ وأقل وزن خضري جاف كان في معاملــة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) بلـغ 0.250 غم نبات$^{-1}$ وبنسبـــة انخفاض بلغت31.31% , كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في متوسط وزن الخضري الجاف, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط وزن خضري جاف بلغ 0.370 غم نبات$^{-1}$ وأعطى النوع جندوله ومعاملة أضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 0) اقل متوسط وزن خضري جاف بلغ 0.203 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض 45.13%.

جدول (4-13) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الخضري الجاف(غم نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندوله	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.359	0.370	0.364
Cd 25 - Pb 0	0.316	0.353	0.335
Cd 50 - Pb 0	0.314	0.328	0.321
Cd 100 - Pb 0	0.203	0.307	0.255
Cd 0 - Pb 25	0.334	0.344	0.339
Cd 25 - Pb 25	0.329	0.343	0.336
Cd 50 - Pb 25	0.319	0.305	0.312
Cd 100 - Pb 25	0.273	0.305	0.289
Cd 0 - Pb 50	0.331	0.343	0.337
Cd 25 - Pb 50	0.321	0.337	0.329
Cd 50 - Pb 50	0.298	0.295	0.297
Cd 100 - Pb 50	0.293	0.301	0.297
Cd 0 - Pb 100	0.295	0.311	0.303
Cd 25 - Pb 100	0.292	0.308	0.300
Cd 50 - Pb 100	0.266	0.280	0.273
Cd 100 – Pb100	0.233	0.268	0.250
المتوسط	0.298	0.318	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.013	0.005	0.027

4- 14 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الجاف (غم نبات$^{-1}$).

لوحظ من نتائج الجدول (4-14) وجود تأثيرا معنويا لعاملي الدراسة وتداخلهما في الوزن الكلي الجاف اثناء اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي , إذ أعطى نوع العراق اعلى متوسط وزن الكلي جاف بلغ 0.553 غم نبات$^{-1}$, وأقل متوسط وزن كلي جاف كان في النوع جندولة بلغ 0.519 غم نبات$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 6.14 %, كما أشارت النتائج وجود تأثير معنوي في متوسط الوزن الكلي الجاف في المعاملات عند إضافة الرصاص والكادميوم ، إذ أعطى معاملة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 - Cd 0) أعلى متوسط وزن كلي جاف بلغ 0.642 غم نبات$^{-1}$ وأقل متوسط وزن كلي جاف كان في معاملــة اضافة الرصاص والكادميوم (Pb 100 - Cd 100) للمحلول المغذي بلـغ 0.426 غم نبات$^{-1}$ وبنسبـة انخفاض بلغت33.64 % , كما بين التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في متوسط الوزن الكلي الجاف, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 -Cd0) أعلى متوسط وزن كلي جاف بلغ 0.649 غم نبات$^{-1}$ وأعطى النوع جندولة ومعاملة أضافة (Pb 0 - Cd 100) من الرصاص والكادميوم اقل متوسط وزن كلي جاف بلغ 0.328 غم وبنسبة انخفاض بلغت 49.64 %.

جدول (4-14) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في الوزن الكلي الجاف (غم نبات$^{-1}$).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.636	0.649	0.642
Cd 25 - Pb 0	0.579	0.630	0.604
Cd 50 - Pb 0	0.544	0.574	0.559
Cd 100 - Pb 0	0.382	0.490	0.436
Cd 0 - Pb 25	0.593	0.620	0.606
Cd 25 - Pb 25	0.560	0.585	0.572
Cd 50 - Pb 25	0.548	0.545	0.547
Cd 100 - Pb 25	0.439	0.484	0.461
Cd 0 - Pb 50	0.581	0.613	0.597
Cd 25 - Pb 50	0.549	0.575	0.562
Cd 50 - Pb 50	0.521	0.531	0.526
Cd 100 - Pb 50	0.455	0.476	0.465
Cd 0 - Pb 100	0.540	0.568	0.554
Cd 25 - Pb 100	0.516	0.543	0.529
Cd 50 - Pb 100	0.467	0.504	0.485
Cd 100 – Pb100	0.392	0.461	0.426
المتوسط	0.519	0.553	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.037	0.013	0.035

4- 15- دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في فعالية انزيم (SOD) (وحدة مل$^{-1}$).

أشارت نتائج الجدول(4-15) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة وأضافه الرصاص والكادميوم للمعاملات قيد الدراسة وتداخلاتها في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة المعادن الثقيلة في الانواع تأثير معنوي في فعالية SOD في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى فعالية بلغ 34.001 وحدة مل$^{-1}$ واقل فعالية SOD في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 24.231 وحدة مل$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 28.73 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري عند إضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في تركيز فعالية SOD في الجزء الخضري ، إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) أعلى فعالية إنزيم في الجزء الخضري بلغت 35.473 وحدة.مل$^{-1}$ وأقل فعالية للأنزيم كانت في معاملــة عدم الإضافة للكادميوم والرصاص (Cd 0 - Pb 0) للمحلول المغذي ،إذ بلغ 23.248 وحدة. مل $^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 34.46 %,كما بين التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم SOD في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة اضافة من الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 100)اعلى فعالية للأنزيم SOD بلغ 43.417 وحدة مل $^{-1}$ بينما أعطى النوع جندولة ومعاملة الاضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم (Cd 25 -Pb 0) اقل فعالية للأنزيم SOD , اذ بلغ 10.656 وحدة مل $^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 75.45% .

جدول (4-15) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في انزيم Superoxide dismutase (SOD) (وحدة مل $^{-1}$).

المعاملات	نوعي الحنطة		**المتوسط**
مايكروغرام لتر $^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	20.869	25.626	23.248
Cd 25 - Pb 0	10.656	36.592	23.624
Cd 50 - Pb 0	24.048	32.768	28.408
Cd 100 - Pb 0	27.456	32.791	30.123
Cd 0 - Pb 25	20.688	30.874	25.781
Cd 25 - Pb 25	22.113	31.053	26.583
Cd 50 - Pb 25	26.327	33.516	29.922
Cd 100 - Pb 25	32.183	35.791	33.987
Cd 0 - Pb 50	21.481	31.506	26.494
Cd 25 - Pb 50	24.930	33.304	29.117
Cd 50 - Pb 50	24.691	33.611	29.151
Cd 100 - Pb 50	26.511	32.888	29.700
Cd 0 - Pb 100	12.966	43.417	28.192
Cd 25 - Pb 100	28.371	35.751	32.061
Cd 50 - Pb 100	31.894	36.091	33.993
Cd 100 – Pb100	32.507	38.439	35.473
المتوسط	24.231	34.001	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	3.756	2.856	5.311

4- 16 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في انزيم Peroxidase (POD) (وحدة مل$^{-1}$).

أشارت نتائج الجدول (4-16) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة وأضافه المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم للمعاملات قيد الدراسة وتداخلهما في فعالية إنزيم البيروكسيديز POD في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثير معنوي في فعالية POD إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط فعالية انزيم بلغت 37.038 وحدة مل$^{-1}$ وأقل فعالية انزيم POD تحققت عند النوع جندولة بلغت 32.987 وحدة مل$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 10.93%.وايضا اشارت النتائج وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم البيروكسيديز POD عند إضافة معاملات الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي ، إذ أعطى التركيز إضافة الرصاص والكادميوم في المعاملة (Pb 100 - Cd 100) أعلى فعاليــة إنزيم في الجزء الخضري بلغت 50.749 وحدة مل$^{-1}$ وأقل فعالية كانت في معاملة عدم الإضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 - Cd 0) للمحلول المغذي ،إذ بلغت 29.566 وحدة مل$^{-1}$ وبنسبـة انخفاض بلغت 41.74 %. كما لوحظ أن التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم البيروكسيديز POD في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Pb 100 - Cd 100) اعلى فعالية انزيم البيروكسيديز بلغت 55.811 وحدة مل$^{-1}$ واعطى نوع الصنف جندولة ومعاملة عدم الاضافة من الرصاص والكادميوم (Pb 0- Cd 0) اقل فعالية انزيم البيروكسيديز, اذ بلغت 27.636 وحدة.مل$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغـت 50.48% .

جدول(4-16) تداخل الرصاص والكادميوم وتأثير تراكمهما في نوعين من الحنطة في انزيم Peroxidase (POD) (وحدة مل $^{-1}$).

المعاملات مايكرو مول لتر$^{-1}$	الانواع		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	27.636	31.495	29.566
Cd 25 - Pb 0	28.125	32.078	30.1016
Cd 50 - Pb 0	30.37	33.358	31.864
Cd 100 - Pb 0	33.404	37.313	35.359
Cd 0 - Pb 25	28.102	32.349	30.225
Cd 25 - Pb 25	28.410	33.054	30.732
Cd 50 - Pb 25	29.257	33.732	31.495
Cd 100 - Pb 25	35.728	38.105	36.917
Cd 0 - Pb 50	29.489	33.308	31.399
Cd 25 - Pb 50	29.522	35.306	32.414
Cd 50 - Pb 50	31.153	34.074	32.614
Cd 100 - Pb 50	39.834	42.905	41.369
Cd 0 - Pb 100	34.103	37.273	35.688
Cd 25 - Pb 100	36.269	38.880	37.574
Cd 50 - Pb 100	40.714	43.570	42.142
Cd 100 – Pb100	45.687	55.811	50.749
المتوسط	32.987	37.038	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	1.715	0.931	2.386

17-4 - تركيز الرصاص والكادميوم وتأثيرهما في انزيم Catalase (CAT) (وحدة مل^{1}).

أظهرت نتائج الجدول (4-17) وجود تأثير معنوي لنوعي الحنطة وأضافه المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم للمعاملات قيد الدراسة وتداخلهما في إنزيم CAT في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة تأثير معنوي في انزيم CAT في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى فعالية للأنزيم بلغت40.191 وحدة مل$^{-1}$ وأقل فعالية CAT في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغت 36.679 وحدة مل$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 8.73% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم الكاتليز CAT في الجزء الخضري عند إضافة الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي للمعاملات في فعالية إنزيم CAT ، إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100-Pb100) اعلى فعالية إنزيم في الجزء الخضري بلغت 61.941 وحدة مل$^{-1}$ واقل فعالية للإنزيم كانت في معاملة عدم إضافة للكادميوم والرصاص للمحلول المغذي (Cd 0 - Pb 0) ،إذ بلغ 28.730 وحدة مل$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت53.61 %, وأيضا بينت النتائج أن التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في فعالية إنزيم CAT في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اعلى متوسط فعالية للإنزيم CAT بلغت 66.318 وحدة مل $^{-1}$ وزن طـــري واعطى النوع جندولة ومعاملة عدم اضافة كادميوم والرصاص (Cd- Pb 0 0) اقل فعالية للانزيم البيروكسيديز اذ بلغت 26.813 وحدة مل$^{-1}$ وزن طـــري وبنسبة انخفاض بلغت 59.56 % .

جدول (4-17) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في انزيم Catalase (CAT) (وحدة مل$^{-1}$).

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	26.813	30.647	28.730
Cd 25 - Pb 0	28.752	31.487	30.120
Cd 50 - Pb 0	29.766	33.070	31.418
Cd 100 - Pb 0	35.077	37.139	36.108
Cd 0 - Pb 25	29.655	31.575	30.615
Cd 25 - Pb 25	30.555	31.247	30.901
Cd 50 - Pb 25	30.862	37.871	34.367
Cd 100 - Pb 25	40.366	43.328	41.847
Cd 0 - Pb 50	29.576	33.045	31.310
Cd 25 - Pb 50	30.566	37.843	34.204
Cd 50 - Pb 50	37.764	41.335	39.550
Cd 100 - Pb 50	46.559	51.239	48.899
Cd 0 - Pb 100	34.971	37.900	36.435
Cd 25 - Pb 100	40.859	44.431	42.645
Cd 50 - Pb 100	47.566	54.587	51.077
Cd 100 – Pb100	57.563	66.318	61.941
المتوسط	36.079	40.191	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	4.901	3.725	6.930

4- 18 تركيز الرصاص والكادميوم وتأثيرهما في محتوى البرولين في الجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$).

أشارت نتائج الجدول (4-18) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة قيد الدراسة وتداخلهما في محتوى البرولين, إذ أثرت المعادن الثقيلة في الانواع تأثيرا معنويا في محتوى البرولين في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط محتوى بلغ 8.238ملغم كغم$^{-1}$ وأقل محتوى للبرولين في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 7.741 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 6.03 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي للبرولين في المعاملات إضافة الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي ، إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Pb 100 - Cd 100) أعلى محتوى للبرولين في الجزء الخضري بلغ 11.640ملغم كغم$^{-1}$ وأقل محتوى للبرولين تحقق في معاملة عدم إضافة للكادميوم والرصاص (Cd 0 - Pb 0) في المحلول المغذي ،إذ بلغ 4.573 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 60.71 % , وأيضا اشار التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في تركيز البرولين في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اعلى متوسط محتوى للبرولين بلغ 12.269ملغم كغم$^{-1}$, واعطى نوع العراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اقل محتوى للبرولين بلغ 4.234 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 65.49 % .

جدول (4-18) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البرولين في الجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$).

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	4.912	4.234	4.573
Cd 25 - Pb 0	4.886	6.134	5.510
Cd 50 - Pb 0	5.857	6.582	6.220
Cd 100 - Pb 0	9.619	10.554	10.087
Cd 0 - Pb 25	5.721	6.293	6.007
Cd 25 - Pb 25	6.584	6.557	6.570
Cd 50 - Pb 25	6.841	6.498	6.670
Cd 100 - Pb 25	9.485	10.009	9.747
Cd 0 - Pb 50	5.555	5.782	5.669
Cd 25 - Pb 50	6.506	7.534	7.020
Cd 50 - Pb 50	8.727	9.225	8.976
Cd 100 - Pb 50	10.253	10.938	10.596
Cd 0 - Pb 100	8.948	9.320	9.134
Cd 25 - Pb 100	9.144	9.472	9.308
Cd 50 - Pb 100	9.807	10.403	10.105
Cd 100 – Pb100	11.010	12.269	11.640
المتوسط	7.741	8.238	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.696	0.491	0.757

4- 19 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز هرمون الاوكسين IAA (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).

أشارت نتائج الجدول (4-19) وجود تأثير معنوي عند اضافة المعادن الثقيلة من كادميوم ورصاص للمحلول المغذي في معاملات الإضافة , وتداخل الثنائي بين المعاملات الاضافة الرصاص والكادميوم والانواع في متوسط محتوى هرمون IAA في الجزء الخضري, فيما لم يكن معنويا في نوعي الحنطة بينما إذ أعطت معاملة عدم الإضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط محتوى هرمون IAA في الجزء الخضري بلغ 0.146 وأقل متوسط محتوى هرمون IAA كانت في معاملـة أضافة الرصاص والكادميوم للمحلول المغذي (Cd 100 -Pb 100) ،إذ بلغ 0.020 وبنسبـة انخفاض بلغـت 86.30% , وأيضا بينت النتائج أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم اشارت الى وجود تأثير معنوي في متوسط محتوى هرمون IAA في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0- Cd 0) اعلى متوسط محتوى بلغ 0.154 واعطى نوع جندولة ومعاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) اقل متوسط محتوى هرمون IAA بلغ 0.018 وبنسبة انخفاض بلغت88.31 % .

جدول (4-19) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيزهرمون الاوكسين IAA (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.138	0.154	0.146
Cd 25 - Pb 0	0.125	0.150	0.137
Cd 50 - Pb 0	0.089	0.095	0.092
Cd 100 - Pb 0	0.082	0.087	0.084
Cd 0 - Pb 25	0.111	0.117	0.114
Cd 25 - Pb 25	0.056	0.057	0.056
Cd 50 - Pb 25	0.036	0.038	0.037
Cd 100 - Pb 25	0.082	0.083	0.082
Cd 0 - Pb 50	0.09	0.095	0.092
Cd 25 - Pb 50	0.042	0.048	0.045
Cd 50 - Pb 50	0.034	0.045	0.039
Cd 100 - Pb 50	0.027	0.036	0.031
Cd 0 - Pb 100	0.080	0.087	0.083
Cd 25 - Pb 100	0.066	0.073	0.069
Cd 50 - Pb 100	0.023	0.023	0.023
Cd 100 – Pb100	0.018	0.022	0.020
المتوسط	0.068	0.075	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.034	ns	0.048

4- 20- دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز السايتوكاينين (مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف).

لوحظ في نتائج الجدول (4-20) عدم وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة في نوعي الحنطة واضافة كل من الرصاص والكاديوم , أما المعاملات فقد بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة في متوسط محتوى السايتوكاينين في الجزء الخضري، إذ أعطى معاملة عدم الإضافة الرصاص والكاديوم (Cd0 -Pb0) اعلى متوسط محتوى للسايتوكاينين في الجزء الخضري بلغ 0.097 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف وأقل متوسط محتوى للسايتوكاينين كانت في معاملة (Cd 100-Pb 100)،إذ بلغ 0.064 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة انخفاض بلغت 34.02 %, وأيضا بينت النتائج أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكاديوم الى وجود تأثير معنوي في تركيز السايتوكاينين في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط محتوى بلغ 0.098 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف واعطى نوع جندولة ومعاملة الاضافة الرصاص والكاديوم (Cd 50-Pb 100) اقل متوسط محتوى للسايتوكاينين بلغ 0.061 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة انخفاض بلغت 37.75%.

جدول (4-20) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز السايتوكاينين (مايكرومول غم$^{-1}$وزن جاف).

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.096	0.098	0.097
Cd 25 - Pb 0	0.088	0.090	0.089
Cd 50 - Pb 0	0.083	0.084	0.084
Cd 100 - Pb 0	0.079	0.088	0.083
Cd 0 - Pb 25	0.083	0.085	0.084
Cd 25 - Pb 25	0.073	0.076	0.075
Cd 50 - Pb 25	0.071	0.076	0.074
Cd 100 - Pb 25	0.069	0.073	0.071
Cd 0 - Pb 50	0.078	0.085	0.081
Cd 25 - Pb 50	0.067	0.067	0.067
Cd 50 - Pb 50	0.064	0.068	0.066
Cd 100 - Pb 50	0.064	0.067	0.065
Cd 0 - Pb 100	0.079	0.085	0.082
Cd 25 - Pb 100	0.067	0.073	0.070
Cd 50 - Pb 100	0.061	0.077	0.069
Cd 100 – Pb100	0.064	0.063	0.064
المتوسط	0.074	0.078	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.002	ns	0.005

4- 21 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في هرمون الابسسك اسد ABA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف

بينت نتائج الجدول (4-21) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة في نوعي الحنطة واضافة من الرصاص وكادميوم للمحلول المغذي وتداخل في تركيز هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري, إذ أثرت المعادن الثقيلة في نوعي النباتات تأثيرا معنويا في تركيز هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط هرمون بلغ 1.141 مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف وأقل متوسط هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلـغ 0.967 مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة انخفاض بلغت 15.24% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي في متوسط المعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري ، إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100)أعلى تركيز هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري بلغ 2.265 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف وأقل تركيز هرمون الابسسك اسد كانت في معاملـة (Cd 0 - Pb 0) عدم الإضافة للكادميوم والرصاص للمحلول المغذي ،إذ بلغ 0.602 مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف وبنسبة انخفاض بلغت 73.42%, وأيضا بينت النتائج أن التداخل بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثيرا معنويا في متوسط هرمون الابسسك اسد في الجزء الخضري , اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100-Pb100) اعلى متوسط بلغ مايكرو مول غم$^{-1}$ وزن جاف 2.320واعطى النوع جندولة ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اقل معدل تركيز هرمون الابسسك اسد اذ بلغ 0.594 وبنسبة انخفاض بلغت 74.39% .

جدول (4-21) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في هرمون والابسسك اسد ABA (مايكرومول غم$^{-1}$ وزن جاف).

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.594	0.610	0.602
Cd 25 - Pb 0	0.674	0.733	0.704
Cd 50 - Pb 0	0.710	0.760	0.735
Cd 100 - Pb 0	0.825	0.926	0.876
Cd 0 - Pb 25	0.698	0.752	0.725
Cd 25 - Pb 25	0.737	0.748	0.742
Cd 50 - Pb 25	0.760	0.830	0.795
Cd 100 - Pb 25	1.050	1.722	1.386
Cd 0 - Pb 50	0.751	0.760	0.756
Cd 25 - Pb 50	0.723	0.808	0.765
Cd 50 - Pb 50	0.794	0.864	0.829
Cd 100 - Pb 50	0.999	1.825	1.412
Cd 0 - Pb 100	0.857	0.957	0.907
Cd 25 - Pb 100	1.764	1.762	1.763
Cd 50 - Pb 100	1.329	1.864	1.597
Cd 100 – Pb100	2.200	2.330	2.265
المتوسط	0.967	1.141	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.130	0.157	0.194

4-22 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين في الجذور(%)

أشارت نتائج الجدول (4-22) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة في نوعي الحنطة واضافة الرصاص والكاديوم وتداخلهما في تركيز النتروجين في الجذور, إذ أثرت اضافة الرصاص والكاديوم مع المحلول المغذي معنويا في تركيز النتروجين في الجذور إذ أعطى نوع العراق أعلى معدل تركيز بلغ 1.463 % وأقل تركيز للنتروجين في الجذور تحقق عند النوع جندولـة بلغ % 0.950 وبنسبة انخفاض بلغت 35.06% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الرصاص والكاديوم في تركيز النتروجين في الجذور ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكاديوم (Pb 0 - Cd 0) أعلى تركيز النتروجين في الجذور بلغت 1.367% وأقل تركيز النتروجين في الجذور كانت في معاملـة (Pb 100 - Cd 100) ،إذ بلغ 0.993 % وبنسبة انخفاض بلغت 27.35 %, وأيضا بينت النتائج أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكاديوم أوجدت تأثيرا معنويا في تركيز النتروجين في الجذور, بينما حققت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة (Pb 0 - Cd 0) من الرصاص والكاديوم اعلى تركيز بلغ 1.717 % واعطى النوع جندولة ومعاملة اضافة الرصاص والكاديوم (Pb 100 - Cd 100) اقل تركيز النتروجين في الجذور بلغ 0.856 % وبنسبة انخفاض بلغت 50.14 % .

جدول (4-22) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين في الجذور(%)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	1.018	1.717	1.367
Cd 25 - Pb 0	0.988	1.531	1.259
Cd 50 - Pb 0	0.963	1.504	1.233
Cd 100 - Pb 0	0.924	1.290	1.107
Cd 0 - Pb 25	0.976	1.687	1.331
Cd 25 - Pb 25	0.968	1.521	1.244
Cd 50 - Pb 25	0.960	1.448	1.204
Cd 100 - Pb 25	0.950	1.288	1.119
Cd 0 - Pb 50	0.964	1.676	1.320
Cd 25 - Pb 50	0.961	1.512	1.236
Cd 50 - Pb 50	0.955	1.445	1.200
Cd 100 - Pb 50	0.943	1.271	1.107
Cd 0 - Pb 100	0.935	1.541	1.238
Cd 25 - Pb 100	0.923	1.425	1.174
Cd 50 - Pb 100	0.907	1.435	1.171
Cd 100 – Pb100	0.865	1.121	0.993
المتوسط	0.950	1.463	
L.S.D 0.05	المعاملات	الانواع	التداخل
	0.017	0.006	0.024

4- 23 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين بالجزء الخضري (%)

أشارت نتائج الجدول (4-23) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكاديوم في نوعي الحنطة وتداخلهما في تركيز النتروجين في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة الرصاص والكاديوم مع المحلول المغذي في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز النتروجين في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى تركيز نتروجين في الجزء الخضري بلغ 1.354% وأقل متوسط تركيز للنتروجين في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 0.918 % وبنسبة انخفاض بلغت 32.20% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الكاديوم والجذور في تركيز النتروجين في الجزء الخضري ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى تركيز النتروجين في الجزء الخضري بلغ 1.268% وأقل متوسط تركيز النتروجين في الجزء الخضري كانت في معاملـة اضافة الرصاص والكاديوم (Cd 100 - Pb 100)، بلغ 0.938% وبنسبة انخفاض بلغت 26.02%, وكذلك اشارت النتائج أن التداخل الثانوي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكاديوم وجدت تأثير معنوي في تركيز النتروجين في الجزء الخضري, اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط تركيز بلغ 1.521% وحقق النوع جندولة ومعاملة اضافة الرصاص والكاديوم (Cd 100 - Pb 100) اقل متوسط تركيز نتروجين في الجزء الخضري اذ بلغ 0.821 وبنسبة انخفــاض بلغـــت 46.02 % .

جدول (4-23) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز النتروجين بالجزء الخضري (%).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		**المتوسط**
	جندولة	**العراق**	
Cd 0 - Pb 0	1.016	1.521	1.268
Cd 25 - Pb 0	0.948	1.496	1.222
Cd 50 - Pb 0	0.913	1.434	1.173
Cd 100 - Pb 0	0.894	1.189	1.041
Cd 0 - Pb 25	0.959	1.491	1.225
Cd 25 - Pb 25	0.958	1.488	1.223
Cd 50 - Pb 25	0.941	1.424	1.182
Cd 100 - Pb 25	0.835	1.142	0.989
Cd 0 - Pb 50	0.948	1.468	1.208
Cd 25 - Pb 50	0.941	1.495	1.218
Cd 50 - Pb 50	0.936	1.351	1.143
Cd 100 - Pb 50	0.864	1.119	0.992
Cd 0 - Pb 100	0.913	1.424	1.168
Cd 25 - Pb 100	0.909	1.316	1.112
Cd 50 - Pb 100	0.901	1.249	1.075
Cd 100 – Pb100	0.821	1.055	0.938
المتوسط	0.918	1.354	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.045	0.016	0.064

4- 24 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور بالجذور (%)

أشارت نتائج الجدول (4-24) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة وتداخلهما في تركيز الفسفور في الجذور, إذ أثرت اضافة المعادن الثقيلة في الانواع تأثير معنوي في تركيز الفسفور في الجذور إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط بلغ 0.259% وأقل متوسط تركيز فسفور في الجذور عند النوع جندولة بلغ 0.170 % وبنسبة انخفاض بلغت 34.36% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الفسفور في الجذور ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 - Cd 0) أعلى متوسط فسفور في الجذور بلغ 0.278% وأقل متوسط الفسفور في الجذور تحققت في معاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Pb 100-Cd 100) ،إذ بلغ 0.141% وبنسبة انخفاض بلغت 49.28 %, وأيضا بينت النتائج أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم وجود تأثير معنوي في تركيز الفسفور في الجذور, اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 - Cd 0) اعلى متوسط فسفور بلغ 0.333 % واعطى نوع جندولة ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Pb 100 - Cd 100) اقل متوسط فسفور في الجذور بلغ 0.117 % وبنسبة انخفاض بلغت 64.86% .

جدول (4-24) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في المزرعة المائية في تركيز الفسفور بالجذور (%).

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		المتوسط
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.224	0.333	0.278
Cd 25 - Pb 0	0.202	0.306	0.254
Cd 50 - Pb 0	0.181	0.284	0.232
Cd 100 - Pb 0	0.150	0.256	0.203
Cd 0 - Pb 25	0.220	0.328	0.274
Cd 25 - Pb 25	0.194	0.309	0.251
Cd 50 - Pb 25	0.176	0.279	0.227
Cd 100 - Pb 25	0.150	0.253	0.201
Cd 0 - Pb 50	0.162	0.306	0.234
Cd 25 - Pb 50	0.188	0.239	0.213
Cd 50 - Pb 50	0.166	0.223	0.195
Cd 100 - Pb 50	0.139	0.196	0.167
Cd 0 - Pb 100	0.202	0.264	0.233
Cd 25 - Pb 100	0.122	0.225	0.173
Cd 50 - Pb 100	0.124	0.189	0.156
Cd 100 – Pb100	0.117	0.166	0.141
المتوسط	0.170	0.259	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.026	0.009	0.037

4-25 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور بالجزء الخضري (%)

بينت نتائج الجدول (4-25) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكاديوم في نوع ي الحنطة وتداخلهما في تركيز الفسفور في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة الرصاص والكاديوم مع المحلول المغذي في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز الفسفور في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط تركيز بلغت 0.236 % وأقل متوسط تركيز الفسفور في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 0.167 % وبنسبة انخفاض بلغت 29.23 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكاديوم في تركيز الفسفور في الجزء الخضري ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط تركيز فسفور في الجزء الخضري بلغ 0.255 % وأقل متوسط تركيز فسفور في الجزء الخضري تحقق في معاملة اضافة الكاديوم والجذور (Cd 100 - Pb 100)،إذ بلغ 0.128 % وبنسبة انخفاض بلغت 49.80 %, كذلك اشارت النتائج أن التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكاديوم وجود تأثير معنوي في تركيز الفسفور في الجزء الخضري, اذ اعطت معامله تداخل النوع عراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط فسفور بلغ 0.299 % واعطى نوع جندولة ومعاملة اضافة الرصاص والكاديوم (Cd 100 - Pb 100) اقل متوسط تركيز نتروجين في الجزء الخضري بلغ 0.106 % وبنسبة زيادة بلغت 64.54 % .

جدول (4-25) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الفسفور بالجزء الخضري (%).

المعاملات	نوعي الحنطة		**المتوسط**
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.211	0.299	0.255
Cd 25 - Pb 0	0.203	0.288	0.245
Cd 50 - Pb 0	0.179	0.274	0.226
Cd 100 - Pb 0	0.145	0.251	0.198
Cd 0 - Pb 25	0.202	0.284	0.243
Cd 25 - Pb 25	0.199	0.265	0.232
Cd 50 - Pb 25	0.177	0.235	0.206
Cd 100 - Pb 25	0.140	0.196	0.168
Cd 0 - Pb 50	0.200	0.270	0.235
Cd 25 - Pb 50	0.182	0.212	0.197
Cd 50 - Pb 50	0.160	0.205	0.183
Cd 100 - Pb 50	0.139	0.193	0.166
Cd 0 - Pb 100	0.198	0.237	0.218
Cd 25 - Pb 100	0.114	0.220	0.167
Cd 50 - Pb 100	0.120	0.198	0.159
Cd 100 – Pb100	0.106	0.1505	0.128
المتوسط	0.167	0.236	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.025	0.001	0.035

4- 26 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم في الجذور (%)

أشارت نتائج الجدول (4-26) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في نوع ي الحنطة وتداخلهما في تركيز البوتاسيوم في الجذور, إذ أثرت الانواع تأثير معنوي في تركيز البوتاسيوم في الجذور عند اضافة المعادن الثقيلة من الكادميوم والجذور , إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط تركيز بلغ 1.133% وأقل متوسط تركيز البوتاسيوم في الجذور عند النوع جندولة بلغ 1.074% وبنسبة انخفاض بلغت 5.20% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز البوتاسيوم في الجذور ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط تركيز للبوتاسيوم في الجذور بلغ 1.480% وأقل متوسط تركيز للبوتاسيوم في الجذور تحققت في معاملـة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 100) ،إذ بلغ 0.668 % وبنسبة انخفاض بلغت 54.86 %, وأيضا بينت النتائج وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز البوتاسيوم في الجذور, اذ اعطت معامله تداخل النوع جندولة ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط تركيز بلغ 1.492 وأعطى نوع جندولة ومعاملة اضافـة الرصاص والكادميوم (Cd - Pb 100 100) اقل متوسط تركيز للبوتاسيوم في الجذور اذ بلغ 0.597 % وبنسبة انخفاض بلغت 59.98% .

جدول (4-26) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم بالجذور (%).

المعاملات	نوعي الحنطة		**المتوسط**
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	1.492	1.469	1.480
Cd 25 - Pb 0	1.377	1.425	1.401
Cd 50 - Pb 0	1.134	1.322	1.228
Cd 100 - Pb 0	0.999	1.104	1.051
Cd 0 - Pb 25	1.289	1.300	1.294
Cd 25 - Pb 25	1.153	1.248	1.200
Cd 50 - Pb 25	1.049	1.220	1.134
Cd 100 - Pb 25	0.994	1.051	1.022
Cd 0 - Pb 50	1.293	1.327	1.310
Cd 25 - Pb 50	1.134	1.162	1.148
Cd 50 - Pb 50	1.021	1.150	1.085
Cd 100 - Pb 50	0.823	0.985	0.904
Cd 0 - Pb 100	1.083	0.963	1.023
Cd 25 - Pb 100	0.922	0.885	0.903
Cd 50 - Pb 100	0.830	0.775	0.802
Cd 100 – Pb100	0.597	0.740	0.668
المتوسط	1.074	1.133	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.117	0.041	0.166

4- 27 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم بالجزء الخضري (%)

أشارت نتائج الجدول (4-27) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة وتداخلهما في تركيز البوتاسيوم في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة تأثيرً معنويً في تركيز البوتاسيوم في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط بوتاسيوم بلغت 0.865 % وأقل متوسط تركيز للبوتاسيوم في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغت 0.676 % وبنسبة انخفاض بلغت 21.84 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي في معاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في تركيز البوتاسيوم في الجزء الخضري ، إذ أعطت معاملة عدم إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) أعلى متوسط تركيز للبوتاسيوم في الجزء الخضري بلغ 1.004% وأقل تركيز للبوتاسيوم في الجزء الخضري كانت في معاملـة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100-Pb 100) ،إذ بلغ 0.567 % وبنسبة انخفاض بلغت 43.52%, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز البوتاسيوم في الجزء الخضري, اذ حققت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اعلى متوسط تركيز بوتاسيوم بلـغ 1.150 % وحقق نوع جندولة ومعاملة اضافـة الرصاص والكادميوم (Cd 100 -100 Pb) اقل تركيز للبوتاسيوم في الجزء الخضري بلغ 0.412 % وبنسبة انخفـاض بلغــت 64.17 % .

جدول (4-27) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز البوتاسيوم (%) بالجزء الخضري .

المعاملات	نوعي الحنطة		**المتوسط**
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.858	1.150	1.004
Cd 25 - Pb 0	0.831	1.066	0.948
Cd 50 - Pb 0	0.671	0.952	0.811
Cd 100 - Pb 0	0.430	0.881	0.655
Cd 0 - Pb 25	0.853	1.071	0.962
Cd 25 - Pb 25	0.809	0.926	0.867
Cd 50 - Pb 25	0.637	0.824	0.730
Cd 100 - Pb 25	0.419	0.725	0.572
Cd 0 - Pb 50	0.837	0.904	0.870
Cd 25 - Pb 50	0.785	0.810	0.797
Cd 50 - Pb 50	0.655	0.772	0.713
Cd 100 - Pb 50	0.437	0.765	0.601
Cd 0 - Pb 100	0.812	0.803	0.807
Cd 25 - Pb 100	0.761	0.758	0.759
Cd 50 - Pb 100	0.608	0.713	0.660
Cd 100 – Pb100	0.412	0.721	0.567
المتوسط	0.676	0.865	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.071	0.025	0.101

28-4 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكادميوم في الجذور (ملغم كغم$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (2-28) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي وتداخلهما في تركيز الكادميوم في الجذور, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز الكادميوم في الجذور إذ أعطى نوع العراق أعلى تركيز للكادميوم بلغ 1.077ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للكادميوم في الجذورتحقق عند النوع جندولة, اذ بلغ 0.697 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 35.28 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الكادميوم في الجذور، إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (0 Pb- 100 Cd) أعلى تركيز الكادميوم في الجذور بلغ 2.141 ملغم كغم$^{-1}$, وأقل تركيز للكادميوم في الجذور تحقق في معاملة عدم الاضافة (0 Pb - 0 Cd) ،إذ بلغ .0 012 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.43 %, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الكادميوم في الجذور, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة الاضافة (0 Pb - 100 Cd) من الرصاص والكادميوم اعلى نسبة تركيز بلغت 2.581 ملغم كغم$^{-1}$ وأعطى نوع جندولة ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (0 Pb -0 Cd) اقل تركيز للكادميوم في الجذور بلغ 0.008 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.69 % .

جدول (4-28) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في المزرعة المائية وتأثيرهما بتركيز الكادميوم في الجذور (ملغم كغم$^{-1}$)

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.008	0.017	0.012
Cd 25 - Pb 0	0.678	0.879	0.778
Cd 50 - Pb 0	0.941	1.600	1.270
Cd 100 - Pb 0	1.701	2.581	2.141
Cd 0 - Pb 25	0.011	0.014	0.013
Cd 25 - Pb 25	0.485	0.816	0.651
Cd 50 - Pb 25	0.869	1.379	1.124
Cd 100 - Pb 25	1.583	2.339	1.961
Cd 0 - Pb 50	0.051	0.054	0.052
Cd 25 - Pb 50	0.437	0.785	0.611
Cd 50 - Pb 50	0.743	1.282	1.013
Cd 100 - Pb 50	1.395	1.900	1.647
Cd 0 - Pb 100	0.027	0.034	0.030
Cd 25 - Pb 100	0.379	0.695	0.537
Cd 50 - Pb 100	0.703	1.056	0.879
Cd 100 – Pb100	1.147	1.805	1.476
المتوسط	0.697	1.077	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.194	0.068	0.275

4- 29 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكادميوم في الجزء الخضري ملغم كغم$^{-1}$

أشارت نتائج الجدول (4-29) وجود تأثير معنوي للمعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في نوعي الحنطة وتداخلهما في تركيز الكادميوم في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثير معنوي في تركيز الكادميوم في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى تركيز كادميوم بلغ 0.664 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للكادميوم في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 0.516ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 22.28% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيزالكادميوم في الجزء الخضري،إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 0) أعلى تركيز للكادميوم بلغ 1.309 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للكادميوم في الجزء الخضري كانت في معاملـة عدم اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) ،إذ بلغ 0. 006 ملغم كغم$^{-1}$وبنسبة انخفاض بلغت 99.54%, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الكادميوم في الجزء الخضري, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 0) اعلى تركيز كادميوم بلـغ 1.628 ملغم كغم$^{-1}$ وحقق النوع جندولة ومعاملـــة عـــدم الاضافـة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 0) اقل تركيز للكادميوم في الجزء الخضري بلغ 0.005 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.69% .

جدول (4-29) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الكادميوم في الجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		**المتوسط**
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.005	0.007	0.006
Cd 25 - Pb 0	0.498	0.630	0.564
Cd 50 - Pb 0	0.808	0.968	0.888
Cd 100 - Pb 0	0.989	1.628	1.309
Cd 0 - Pb 25	0.011	0.009	0.010
Cd 25 - Pb 25	0.609	0.615	0.612
Cd 50 - Pb 25	0.668	0.834	0.751
Cd 100 - Pb 25	0.918	1.195	1.056
Cd 0 - Pb 50	0.019	0.011	0.015
Cd 25 - Pb 50	0.404	0.603	0.503
Cd 50 - Pb 50	0.575	0.823	0.699
Cd 100 - Pb 50	0.889	1.167	1.028
Cd 0 - Pb 100	0.017	0.053	0.0355
Cd 25 - Pb 100	0.500	0.559	0.529
Cd 50 - Pb 100	0.562	0.619	0.590
Cd 100 – Pb100	0.786	0.901	0.844
المتوسط	0.516	0.664	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.117	0.041	0.166

4- 30 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الكادميوم الكلي في النبات (ملغم كغم$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (4-30) وجود تأثير معنوي المعادن الثقيلة في نوع ي الحنطة وتداخلاتها في تركيز الكادميوم الكلي في النبات, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز الكادميوم الكلي بالنبات إذ أعطى نوع العراق أعلى معدل تركيز كادميوم كلي بلغ 1.741 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز الكادميوم الكلي في النبات عند النوع جندولة بلغ 1.201 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 31.01% , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الكادميوم الكلي في النبات ،إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd - Pb 0 100) أعلى تركيز للكادميوم بلغ 3.450 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للكادميوم الكلي كانت في معاملة عدم الاضافة المعادن الثقيلة (Cd 0 - Pb 0) ،إذ بلغ 0. 020 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.42%, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الكادميوم الكلي في النبات, اذ احققت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 , Pb 0) اعلى تركيز كادميوم في النبات بلغ 4.209 ملغم كغم$^{-1}$ وأعطى نوع جندولة ومعاملة عدم الاضافة الرصاص والكادميوم (Pb 0 - Cd 0) اقل تركيز للكادميوم في الجزء الخضري بلغ 0.016 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.61%.

جدول (4-30) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الكادميوم الكلي في النبات (ملغم كغم$^{-1}$) .

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		**المتوسط**
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.016	0.024	0.020
Cd 25 - Pb 0	1.176	1.510	1.343
Cd 50 - Pb 0	1.749	2.568	2.158
Cd 100 - Pb 0	2.691	4.209	3.450
Cd 0 - Pb 25	0.023	0.024	0.023
Cd 25 - Pb 25	0.894	1.431	1.163
Cd 50 - Pb 25	1.537	2.214	1.875
Cd 100 - Pb 25	2.501	3.534	3.017
Cd 0 - Pb 50	0.070	0.065	0.068
Cd 25 - Pb 50	0.842	1.388	1.115
Cd 50 - Pb 50	1.318	2.106	1.712
Cd 100 - Pb 50	2.284	3.067	2.675
Cd 0 - Pb 100	0.044	0.088	0.066
Cd 25 - Pb 100	0.879	1.254	1.066
Cd 50 - Pb 100	1.265	1.675	1.470
Cd 100 – Pb100	1.934	2.706	2.320
المتوسط	1.201	1.741	
L.S.D 0.05	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
	0.379	0.134	0.536

4- 31 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص في الجذور (ملغم كغم$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (4-31) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي وتداخلهما في تركيز الرصاص في الجذر, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز الرصاص في الجذر إذ أعطى نوع العراق أعلى متوسط تركيز بلغ 4.901 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل متوسط تركيز للرصاص في الجذر عند النوع جندولة بلغ 3.084 ملغم كغم$^{-1}$وبنسبة انخفاض بلغت 37.07 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في تركيز الرصاص في الجذر ،إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 100) أعلى تركيز للرصاص في الجذر بلغ 8.364 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل محتوى للرصاص في الجذر كانت في معاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 0) ،إذ بلغ 0. 050 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.40% , وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الرصاص في الجذر, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة الاضافة (Pb 0-100 Cd) اعلى تركيز للرصاص في الجذر بلـغ 9.846 ملغم كغم$^{-1}$ وأعطى نوع جندولة ومعاملة اضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100–Pb 0) اقل تركيز للرصاص في الجذر بلغ 0.047 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.52 %.

جدول (4-31) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية بتركيز الرصاص في الجذور (ملغم كغم$^{-1}$)

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.175	0.282	0.228
Cd 25 - Pb 0	0.183	0.244	0.213
Cd 50 - Pb 0	0.054	0.169	0.111
Cd 100 - Pb 0	0.047	0.054	0.05
Cd 0 - Pb 25	2.830	4.255	3.542
Cd 25 - Pb 25	2.561	3.836	3.199
Cd 50 - Pb 25	2.453	3.451	2.952
Cd 100 - Pb 25	1.619	3.041	2.330
Cd 0 - Pb 50	3.852	7.227	5.539
Cd 25 - Pb 50	3.617	7.113	5.365
Cd 50 - Pb 50	3.331	6.941	5.136
Cd 100 - Pb 50	3.324	6.579	4.951
Cd 0 - Pb 100	6.883	9.846	8.364
Cd 25 - Pb 100	6.495	8.836	7.665
Cd 50 - Pb 100	6.287	8.634	7.460
Cd 100 – Pb100	5.635	7.920	6.777
المتوسط	3.084	4.901	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.286	0.101	0.404

4- 32 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص في الجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (4-32) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي وتداخلهما في تركيز الرصاص في الجزء الخضري, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثيرا معنويا في تركيز الرصاص في الجزء الخضري إذ أعطى نوع العراق أعلى تركيز للرصاص في الجزء الخضري بلغ 3.932 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للرصاص في الجزء الخضري عند النوع جندولة بلغ 2. 415 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت , وبنسبة انخفاض بلغت(22.28) %. كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الرصاص في الجزء الخضري ،إذ حققت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb100) أعلى تركيز للرصاص في الجزء الخضري بلغ 7.148 مايكرو غرام لتر$^{-1}$ وأقل تركيز للرصاص في الجزء الخضري كان في معاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 - Pb 0) ،إذ بلغ 0. 007 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.90 %, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الرصاص في الجزء الخضري, اذ حققت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0 - Pb 100) من الرصاص والكادميوم اعلى تركيز للرصاص في الجزء الخضري بلغ 8.421 ملغم كغم$^{-1}$ وحققت معاملة النوع جندولة ومعاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd , Pb 0 100) اقل تركيز للرصاص في الجزء الخضري بلغ 0.007 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.91%.

جدول (4-32) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الرصاص بالجزء الخضري (ملغم كغم$^{-1}$)

المعاملات	نوعي الحنطة		**المتوسط**
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.02	0.032	0.026
Cd 25 - Pb 0	0.019	0.02	0.019
Cd 50 - Pb 0	0.015	0.017	0.016
Cd 100 - Pb 0	0.007	0.008	0.007
Cd 0 - Pb 25	1.846	3.251	2.548
Cd 25 - Pb 25	1.436	2.646	2.041
Cd 50 - Pb 25	1.001	2.204	1.602
Cd 100 - Pb 25	0.786	1.043	0.915
Cd 0 - Pb 50	3.749	6.431	5.090
Cd 25 - Pb 50	3.334	5.590	4.462
Cd 50 - Pb 50	2.532	4.777	3.654
Cd 100 - Pb 50	2.246	4.088	3.167
Cd 0 - Pb 100	5.876	8.421	7.148
Cd 25 - Pb 100	5.685	8.325	7.005
Cd 50 - Pb 100	5.333	8.111	6.722
Cd 100 – Pb100	4.762	7.955	6.358
المتوسط	2.415	3.932	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.379	0.134	0.536

4- 33 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في تركيز الرصاص الكلي في النبات (ملغم كغم$^{-1}$)

أشارت نتائج الجدول (4-33) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم مع المحلول المغذي وتداخلهما في تركيز الرصاص الكلي في النبات, إذ أثرت اضافة الرصاص والكادميوم في الانواع تأثير معنوي في تركيز الرصاص الكلي في النبات إذ أعطى نوع العراق أعلى معدل تركيز بلغ 8.849 ملغم كغم$^{-1}$ وأقل تركيز للرصاص في الجزء الخضري تحقق في النوع جندولة بلغ 5.529 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 37.51 % , كما بينت النتائج وجود تأثير معنوي للمعاملات في تركيز الرصاص الكلي في النبات ،إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكادميوم (Cd 0- Pb100) أعلى تركيز للرصاص بلغ 15.513 ملغم كغم$^{-1}$ واقل تركيز للرصاص الكلي في النبات كانت في معاملة الاضافة (Cd 50 -Pb 0) ،إذ بلغ 127 .0 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.18% ,وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكادميوم في تركيز الرصاص الكلي في النبات, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة الاضافة (Cd0-Pb100) من الرصاص والكادميوم اعلى تركيز بلغ 18.267ملغم كغم$^{-1}$ وحقق نوع جندولة ومعاملة الاضافة الرصاص والكادميوم (Cd 100 -Pb 0) اقل تركيز رصاص كلي في النبات بلغ 0.055 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة انخفاض بلغت 99.69 **% .**

جدول (4-33) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بتركيز الرصاص الكلي في النبات (ملغم كغم$^{-1}$)

المعاملات مايكرو غرام لتر$^{-1}$	نوعي الحنطة		**المتوسط**
	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.261	0.314	0.288
Cd 25 - Pb 0	0.203	0.264	0.233
Cd 50 - Pb 0	0.069	0.186	0.127
Cd 100 - Pb 0	0.055	0.262	0.158
Cd 0 - Pb 25	4.676	7.506	6.091
Cd 25 - Pb 25	3.998	6.483	5.240
Cd 50 - Pb 25	3.454	5.655	4.554
Cd 100 - Pb 25	2.406	4.085	3.245
Cd 0 - Pb 50	7.601	13.659	10.630
Cd 25 - Pb 50	6.952	12.703	9.827
Cd 50 - Pb 50	5.863	11.719	8.791
Cd 100 - Pb 50	5.693	10.667	8.180
Cd 0 - Pb 100	12.760	18.267	15.513
Cd 25 - Pb 100	12.452	17.161	14.807
Cd 50 - Pb 100	11.621	16.775	14.198
Cd 100 – Pb100	10.397	15.875	13.136
المتوسط	5.529	8.849	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.512	0.181	0.724

4- 34 دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في بمؤشر حمل التلوث(PLi)

أشارت نتائج الجدول (4-34) وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكاديوم مع المحلول المغذي وتداخلهما في مؤشرحمل التلوث للمعادن الثقيلة , إذ أثرت اضافة الرصاص والكاديوم في الانواع تأثير معنوي في مؤشر حمل التلوث , إذ أعطى نوع العراق أعلى معدل حمل تلوث بلغ 13.253 وأقل مؤشر حمل تلوث تحقق في النوع جندولة بلغ 5.603 وبنسبة انخفاض بلغت 57.72 % , كما اشارت النتائج وجود تأثير معنوي لمعاملات اضافة المعادن الثقيلة من الرصاص والكاديوم في مؤشر حمل التلوث ،إذ أعطت معاملة إضافة الرصاص والكاديوم (Cd 100 - Pb 100) أعلى مؤشر حمل تلوث بلغ 33.172 وأقل مؤشر حمل تلوث كانت في معاملـة عدم الاضافة (Cd 0 - Pb 0) ،إذ بلغ 0 .003 وبنسبة انخفاض بلغت 99.99%, وأيضا أشار الجدول وجود تأثير معنوي في التداخل الثنائي بين نوعي الحنطة ومعاملات اضافة الرصاص والكاديوم في مؤشر حمل التلوث, اذ اعطت معامله تداخل نوع العراق ومعاملة اضافة الرصاص والكاديوم (Cd 100 - Pb 100) اعلى معدل حمل تلوث بلـغ 46.254 وحقق النوع جندولة ومعاملة عدم اضافة الرصاص والكاديوم (Cd 0 - Pb 0) اقل حمل تلوث بلغ 0.0009 وبنسبة انخفاض بلغت 99.99% .

جدول (4-34) دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية بمؤشر حمل التلوث(PLi)

المعاملات	نوعي الحنطة		المتوسط
مايكرو غرام لتر$^{-1}$	جندولة	العراق	
Cd 0 - Pb 0	0.0009	0.006	0.003
Cd 25 - Pb 0	0.077	0.282	0.179
Cd 50 - Pb 0	0.356	0.579	0.467
Cd 100 - Pb 0	0.704	1.332	1.018
Cd 0 - Pb 25	0.071	0.185	0.128
Cd 25 - Pb 25	3.578	9.297	6.438
Cd 50 - Pb 25	5.306	12.530	8.918
Cd 100 - Pb 25	6.174	14.411	10.293
Cd 0 - Pb 50	0.535	0.897	0.716
Cd 25 - Pb 50	5.856	17.639	11.748
Cd 50 - Pb 50	7.719	24.711	16.215
Cd 100 - Pb 50	12.995	32.779	22.887
Cd 0 - Pb 100	0.565	1.614	1.089
Cd 25 - Pb 100	10.946	21.431	16.188
Cd 50 - Pb 100	14.677	28.107	21.392
Cd 100 – Pb100	20.090	46.254	33.172
المتوسط	5.603	13.253	
L.S.D	المعاملات	نوعي الحنطة	التداخل
0.05	0.103	0.036	0.146

5 - المناقشة : Discussion

5-1 – دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة طول النبات (سم) وطول الجذر (سم) وحجم الجذر(سم^3) وقطر الجذر (ملم)

اشارت النتائج الجداول(4-1)(4-2)(4-3)(4-4) طول النبات وطول الجذر وحجم الجذر وقطر الجذر الى تفوق نوع صنف العراق على نوع الصنف جندولة في اغلب الصفات قيد الدراسة ويعتقد ان العامل الوراثي لنوعي الحنطة له دور في تفوق نوع الصنف العراق على جندولة نتيجة تعرضهما الى اجهاد المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم وهذا يتفق مع ماذكره (AL-Ameri، 2011) ان العامل الوراثي لهُ دور في تفوق نوع على نوع اخرمن الحنطة عند دراستة اربعة اصناف من الحنطة المعرضة للاجهاد في المزرعة المائية , كما اشار (Shao وآخرون,2011) ان معاملة اصناف الحنطة بتراكيز مختلفة من الرصاص والكادميوم ادى الى تناقص تدريجي في طول النبات , وكذلك اشار(Kaur وآخرون ,2012) الى قدرة الرصاص على تثبيط نمو الحنطة .

كذلك بين (Punz و Sieghardt ,1993) ان تناقص طول المجموع الخضري للنباتات تحت اجهاد المعادن الثقيلة يعود بسبب خفض عملية انقسام الخيطي وكذلك بسب قلة تصنيع مركبات الجدار الخلوي وتغيرات في ايض السكريات وقد يعود السبب الى كبح استطالة الساق واستطالة الخلايا .

5 -2 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكادميوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في محـــتوى كـــلوروفيل a وb والكلوروفيل الكلي والكاروتينات في نوعي نبات الحنطة

بينت الجداول (4-5) و(4-6)و(4-7)و(4-8) الى تفوق نوع صنف العراق على نوع الصنف جندولة في اغلب الصفات قيد الدراسة من محتوى الكلوروفيل a وb والكلوروفيل الكلي والكاروتينات لنوعي الحنطة قيد الدراسة وقد يعزى الإختلاف إلى التباين الـــوراثي بين نوعي الحنطـنـة العراق وجنـــدولة وهذه النتيجة تتفـق مـع دراسة (اليساري , 2017) الذي وجد تباين في التراكيب الوراثية عند دراسة اربع اصناف من الحنطة المعرضة للإجهاد في الزراعة المائية في محتوى اوراقها من الكلوروفيل ,كما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة الحيدري والبلداوي (2010) اذ أشاروا إلى اختلاف أنواع الحنطة فيما بينها في مقدار احتواء اوراقها من صبغة الكلوروفيل ممكن يكون بسبب

اختلافها في البنية الوراثية , كما ان زيادة تركيز المعادن الثقيلة من الرصاص والكاديوم يؤدي الى حصول اجهاد لنوعي نبات الحنطة وبالتالي يسبب انخفاض معنوي في محتوى النبات من الصبغات , والمعادن الثقيلة مثل الرصاص والكاديوم تعمل على تثبيط عمل الانزيمات وبدوره يؤثر في عمليات التنفس والتمثيل الضوئي وبناء الكلوروفيل والذي يبين مدى التأثير السلبي للكاديوم والرصاص في خفض محتوى النبات من كلوروفيل a وb والكلوروفيل الكلي والكاروتينات مما انعكس سلبا في التمثيل الضوئي اللازم لزيادة نمو النبات فضلا عن التأثير في فتح وغلق الثغور وايض الكربوهيدرات وبناء البروتينات وهذا يتفق مع ما ذكره Yuanjie وآخرون (2019) وايضا يعزى ذلك الى انخفاض معدل التمثيل الضوئي المتسبب من اجهاد الرصاص والكاديوم عند اضـاف عنصر الكاديوم إلى التربة ادى إلى انخفاض29 % من الصفات الخضرية لنبات الحنطة مع انخفاض33% من مكونات الكلوروفيل وان زيادة اجهاد الرصاص والكاديوم للنبات اثر سلبا على نشاط مضادات الاكسدة الأنزيمية الجداول (4-15) و (4-16) و (4-17) إذ نتج منه جذور حرة سببت انحلال حلقة البورفرين وتحلل الكلوروفيل كما سبب الرصاص والكاديوم ضرر في البـــلاستيدات وتحـلل الثايلوكويد مما اثر سلبا في عملية التمثيل الضوئي Dobrilova و 2019,Apostolova , كما يسبب الكاديـوم زيادة في مستويات حامـــض الابسـيسك (Chmielowska-Bak وآخرون,2014). اذ يعمل حامض الابسيسيك على غلق الثغور في الأوراق النباتية وازاحة ايونات البوتاسيوم مما يسبب خلل في النظام الثغري فضلا عن زيادة درجة الحموضة وتوقف في عملية تثبيت ثاني أوكسيد الكاربون نتيجة الاجهاد التأكسدي داخل الخلايا, كذلك تهاجم الجذور الحرة الناتجة من اجهاد الكاديوم و الرصاص الاغشية الخلوية والدهون المفسفرة والبروتينات داخل البلاستيدات مؤديـة الى توقـف تثبيـت ثاني أوكسـيد الكاربون وتعطيل انتاج ATP في البلاستيـدات(Walawwe وآخرون, 2014) كما أدت المعادن الثقيلة من الرصاص والكاديوم الى انخفاض في محتوى بعض العناصر المغذية داخل النبات مما نتج عنه ضعف في التمثيل الضوئي كما ان نقص العناصر الناجم عن اجهاد الرصاص والكاديوم في اصناف الحنطة قد خفَّض محتوى الكلوروفيل والكاروتينـــات مما سبب تغيرا في العـــوامل الفسيولوجية التمثيل الكاربوني وتثبيت النتروجين والتنفس في النبات كما قلل الرصاص والكاديوم من امتصاص المغذيات من المحلول المغذي وقلل من كفاءة النظام الثغري ممـا اثـر على محتوى النبات من صبـغات التمثيل الضوئي (Jin وآخرون,2018) وهذا يتفق مع (Yuanjie وآخرون, 2019) .

3-5 - دراسة تأثير اجهاد عنصري الرصاص والكاديوم لنوعين من نبات الحنطة النامية في المزارع المائية في صفة وزن الجذر الرطب الوزن الخضري الرطب و الوزن الكلي الرطب ووزن الجذر الجاف والوزن الخضري الجاف والوزن الجاف الكلي

نلاحظ في الجداول (4-9) و(4-10)و(4-11)و(4 -12)و(4-13)و(4-14) وزن الجذر الرطب الوزن الخضري الرطب و الوزن الكلي الرطب و وزن الجذر الجاف و الوزن الخضري الجاف والوزن الجاف الكلي باتتابع تأثير اضافة الرصاص والكادميوم في نوعي نبات الحنطة والتي تظهر مدى شدة سمية الرصاص والكادميوم للنبات إذ ان التراكيز المنخفضة والعالية من الكادميوم في المحلول المغذي تسبب في اختزل نمو النبات وظهور اعراض الاصفرار على الأوراق وتغير لون الجذر الى البني (Millan وآخرون ,2009), وهذا يختلف مع (Wu وآخرون , 2018),اذ وصف زيادة في معدل التمثيل الضوئي عن طريق تراكيز قليلة من الكادميوم والتي تُرجمت إلى زيادة في صافي الكتلة الحيوية وإلى إنخفاض الحاصل في وزن المادة الجافة لكل من الأوراق والجذور لنباتات الحنطة الفتية بعد تعرضها إلى (1) ملي مول من الرصاص والكادميوم وهذا أدى إلى إنخفاض في أوزان المادة الجافة وتركيب الورقة ما هو الا محصلة التأثيرات السلبية للمعادن الثقيلة في الإنقسام والتمايز الخلوي, بينما تم الإبلاغ عن سمية الكادميوم لتثبيط نمو النبات عن طريق تقليل كفاءة استخدام المياه والمعدل الصافي لعمليـــة التمثيـــل الضوئي (Ahmed و Häder , 2010). وقد لوحظ انخفاض كبير في مساحة الأوراق والكتلة الجافة تحت ضغط اجهاد الكادميوم (Liu وآخرون,2020). في المقابل ، تم ملاحضة تثبيط النمو واضطراب في أداء التمثيل الضوئي في نبات الطماطم المعرضة للاجهاد بالكادميوم (Alyemeni وآخرون, 2018) والخيار(Sun وآخرون , 2017) . كما ان معاملة النبات وتعريضة للكادميوم قل معدل الصافي للتمثيل الضوئي في بذور اللفت (Rossi وآخرون , 2019).أن زيادة تراكيز الرصاص والكادميوم المضافة للمحلول المغذي تؤثر بشكل كبير في اختزال الصفات المظهرية المدروسة الناتجة من اجهاد هذه المعادن وهذا تسبب في انتاج مزيد من الجذور الحرة التي تعمل على تحطيـــم الخلايا والانسجـــة النباتية والتي لها القـــدرة على الانتقـــال عبر الاغشيـــة الخلويـــة Zhou وآخرون,(2016). كما اشارت دراسة Meena وآخرون,2018 على نبات الطماطم ان التأثيرات المورفولوجية والكيميائية الحيوية والفسيولوجية على نمو النبات أكثر وضوحًا مع وجود تركيز عالٍ من الكادميوم أذ أظهر تقييم معاملات النمو المورفولوجي- الفسيولوجي للطماطم أنه عند تركيزات عالية من الكادميوم ، انخفض نمو الجذر بمعدل نسبي بسبب التأثير السلبي على انقسام الخلايا ,كما يمكن أن تؤثر تراكيز الرصاص والكادميوم على صفات اصناف الحنطة قيد الدراسة على المستوى المورفولوجي والفسيولوجي , إذ يؤدي الى ظهور اعراض يمكن مشاهدتها بالعين المجردة مثل اصفرار الاوراق وبداية التفاف الأوراق واختزال طول الجزء الخضري وتلون جذور النباتات النامية في المزرعة المائية باللون البني وانخفاض الكتلة الحية للنبات (Baycu وآخرون , 2017 ; Abbas وآخرون, 2017) وهذا ناتج من سرعة امتصاص هذه المعادن من قبل

جذور وانسجة النبات وبالتالي يؤثر على اغلب الصفات المظهرية وهذا يتفق مع ما ذكرة (Wu وآخرون, 2019) .

وكذلك اشارت دراسة التي اجراها (Lanaras وآخرون,1993) والتي بين فيها إن للمعادن الثقيلة تأثيرا تثبيطياً من خلال أختزال نمو نباتات الحنطة النامية في ترب معدنية ، فقد حصل نقص سريع في طول النبات بنسبة 25% ، وفي الوزن 5% وفي وزن الورقة الجاف 5% مقارنة بنباتات السيطرة . كما وجد (Yossef وآخرون, 1993) في تجربة استخدمت فيها اربع مستويات من الكادميوم (0 و5 و10 و 20) ملغم كغم $^{-1}$ على هيئة كلوريد الكادميوم ادت إلى حدوث انخفاض معنوي في وزن المادة الجافة لنبات الذرة المعاملة بزيادة إضافة الكادميوم إلى التربة، اذ أشارت دراسة التي اجراها(Dudka وآخرون,1994) . وايضا اشارت دراسة (Abdel-AalL وAbdel-Nasser , 1995) إلى انخفاض معنوي في ارتفاع النبات وعدد التفرعات وطول السلامية لنبات الحنطة عند استخدام مستويات مختلفة من الكادميوم والزنك والرصاص قياسا بالنباتات غير المعاملة , إن نمو المعايير البايوكيميائية والتمثيل الكاربوني في بادرات الذرة تتأثر عكسيا بوساطة ايونات الكادميوم والرصاص فالأوزان الرطبة والجافة لأجزاء البادرة فضلا عن مساحة سطح الورقة تقل بزيادة الكادميوم والرصاص وكان النقص كبير وواضحا في المجموع الخضري عنه في المجموع الجذري . أشار Athar و Ahmad , (2010) إن نبات الحنطة المعاملة بتراكيز مختلفة من عناصر الرصاص والكادميوم والزنك أدت إلى انخفاض بنسبـــة 84. 9% في نمو النبات وبسبب تأثيره على محتوى البروتين والعمليات الفسلجية داخل النبات , كما أشارت الدراسات إلى أن إجهاد الكادميوم قلل من طول فروة الجذر في الحنطة (Li وآخرون, 2017) والبازلاء (Saleem وآخرون, 2020) و (Zhang وآخرون, 2018) . ايضا تـم توثيقه بتقليـل الـوزن الجـاف في الحنطة (Kaya وآخرون , 2019) والذرة (Lian وآخرون ,2020) والطماطم (Carvalho وآخرون,2018) ,في حين أشارت دراسة (Al-Zurfi و Al-Tabatabai, 2020) ان الكتلة الحية و معدل طول النبات للنباتات انخفضت في الاحواض المعاملة بتراكيز مختلفة من الكادميوم خلال أيام التجربة، في حين ازدادت الكتلة الحية و معدل طول النبات في الاحواض المعاملة بتراكيز مختلفة من الرصاص، مقارنة بمعاملة السيطرة.

4-5 – تداخل الرصاص والكادميوم في فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية وغير الانزيمية في اصناف نبات الحنطة

أشارت نتائج الجداول (4-15) و (4-16) و (4-17) (4-18) SOD و POD و CAT و البرولين)إلى وجود تأثير معنوي لأصناف الحنطة قيد الدراسة في وقد يعزى السبب إلى إن أصناف

الحنطة تختلف بمقدرتها على زيادة نشاط إنزيمات مضـادات الأكسدة وإن الصنف الكفوء هو الأكثر مقدرة في مقاومة الإجهادات سواء كانت ناتجة من ظـروف بيئية مختلفة متمثلة في نقص العناصر أو ظروف إجهادات غير حيـوية (Shahbazi وآخرون،2009 و Ahmadizadeh وآخرون ،2011 و Nadall , 2011) كما اشارت الجداول اعلاه عند زيادة تراكيز المعادن الثقيلة المضافة الى المحلول المغذي ادى ذلك الى زيادة فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية في النبات وايضا ادى الى زيادة نشاطات مضادات الاكسدة غير الانزيمية التي تمت دراستها مثل البرولیــن , وقد تبين مسبقا ان زيادة تركيز الرصاص والكادميوم في جسم النبات ومن خلال دوره في زيادة أو حث انتاج الجذور الحرة التي تسبب تشويه الاغشية الخلوية وتدمير البنية الأساسية لمكونات الخلية كالبروتينات والانزيمات والدهون و DNA الخلية و لوحظ انه كلما زاد تركيز المعادن الثقيلة زادت فعالية نشاط مضادات الاكسدة الانزيمية ووغير الأنزيمية هذا يدل على زيادة الاجهاد في نوعي نبات الحنطة وان تعرض النبات للإجهاد التأكسدي فانه يسبب تحرير الجذور الحرة مع عدم قدرة النبات على السيطرة عليها داخل العضيات التي تتولد فيها ومن ثم يحصل انتقالها الى الأجزاء الأخرى من الخلية وهذا يعطي إشارة الى النبات لأجل تنشيط الأنظمة المضادة للأكسدة التي تعمل على كسح الجذور الحرة الناتجة من زيادة الاجهاد وهذا يتفق مع ما ذكره (Arif وآخرون, 2016) وتعد مضادات الاكسدة الانزيمية SOD وPOD وCAT من الآليات الكفوءة في أزاله التأثيرات السامة لأنواع الاوكسجين التفاعلي مثل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 وجذر السوبر أوكسيد إذ يعمل أنزيم SOD على تحويل جذر السوبر أوكسيد إلى بيروكسيد الهيدروجينH_2O_2 والأوكسجين (zhang وآخرون,2005) كما ويعد الكاتاليز CAT من الإنزيمات الرئيسة التي تعمل على تحويل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 إلى H_2O و O_2 فضلا عن دوره في كبح H_2O_2 المتولد في المايتوكوندريا (He وآخرون 2009) كما ويعمل أنزيم البيروكسيد POD دور مهم في ازالة H_2O_2 (Vaidyanathan وآخرون, 2003) وان انزيم POD يعزز من مقاومة الخلية للإجهاد من خلال تقوية جدران الخلايا عن طريق تحفيز تكوين مادة اللكنين كوسيلة للحماية كما تعمل مضادات الاكسدة على حالة الاستقرار داخل الخلايا من تأثيرات ROS مما يعزز نمو النبات والاستجابة للإجهادات غير الإحيائية (Gupta وآخرون, 2018). , اما سب زيادة محتوى البرولين جدول (4-18) في اصناف الحنطة ربما يعود إلى إن البرولين يعمل منظماً ازموزياً (osmoregulater) وتراكمه سيكون بسبب عدم تحول الاحماض الامينية إلى بروتينات فضلا عن عمليات هدم البروتين والذي يعتبر البرولين مكون اساسي له أو ربما بسبب تحول بعض الأحماض الأمينية مثل حامض الكلوتاميك إلى البرولين ويعد تراكم البرولين مؤشراً لحساسية أو لتحمل النبات كما ويعمل البرولين على حماية الاغشية الخلوية و تثبيط اكسدة الدهون وكنس جذر الاوكسجين المفرد وجذر الهيدروكسيل (Gupta , 2011). وهذا يفسر لنا زيادة تراكيز مضادات الاكسدة الانزيمية وغير

الأنزيمية مع زيادة تركيز الرصاص والكادميوم داخل النبات وتأثر مكونات الخلية بزيادة الاجهاد , كما يعمل البرولين كمضاد للأكسدة إذ يقوم بكبح عمل ROS اثناء الاجهاد التأكسدي ويعمل على تقليل اكسدة الدهون لتحمل الاجهاد غير الاحيائي (Hasan وآخرون 2018) وهذا يتفق مع دراسة عبد (2019)عند زراعة نبات الطماطم في المزرعة المائية المعرضة الى اجهادات الكادميوم نتج عنه زيادة في فعالية مضادات الاكسدة الانزيمية للنبات (SOD و POD و CAT) وزيادة في مضادات الاكسدة غير الانزيمية مثل البرولين .

5-5 - تأثير والرصاص والكادميوم في بعض الهرمونات النباتية مثل الأوكسين والسايتوكاينين الابسسك اسد في بعض اصناف نبات الحنطة .

اشارت الجداول (4-19) و(4-20) و (4-21) الأوكسين والسايتوكاينين والابسسك اسد, اذ بين جدول (4-19) تأثير اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في المحلول المغذي في نوعي نبات الحنطة بتركيز الأوكسين وكانت نسبة الانخفاض بين (المعاملات والتداخل) وبنسبة (86.30% , 88.31%) باتتابع, كما اشار جدول (4-20), الى تأثير اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في تركيز السايتوكاينين وكانت نسبة الانخفاض بين (المعاملات والتداخل) (34.02% , 37.75%) باتتابع , كونهما منضمات نمو وهذه المنضمات تنخفظ في النباتات بوجود اي نوع من انواع الاجهاد اما جدول (4-21) اشار الى زيادة في تركيز الابسسك اسد وكانت نسبة الزيادة بين (الاصناف والمعاملات والتداخل) هي(15.24% , 73.42% , 74.39%) باتتابع وذلك كون الابسيسيك أسيد يعمل على غلق الثغور في الأوراق النباتية وازاحة ايونات البوتاسيوم مما يسبب خلل في النظام الثغري فضلا عن زيادة درجة الحموضة وتوقف في عملية تثبيت ثاني أوكسيد الكاربون نتيجة الاجهاد التأكسدي داخل الخلايا (2016,Farmanbar ; 2014,Costantini).

5- 6 - تراكم الرصاص والكادميوم وتأثير في تراكيز(K , P, N) في المجموع الجذري والخضري

بينت الجداول (4-22)و (4-23) و (4-24) و(4-25) و (4-26) و (4-27) للنتروجين والفسفور والبوتاسيوم في الجذور وللنتروجين والفسفور والبوتاسيوم في الجزء الخضري لنوعي الحنطة من أن معامـلة نوعي نبات الحنطة بالرصاص والكادميوم سبـــب انخفاض في محتوى النبات من عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم داخل النبات مقارنتا بمعاملة عدم الاضافة سواء في الجذور او الجزء الخضري, اذ ان هذه العناصر يحتاجها النبات لإكمال دورة حياته والمعادن الثقيلة من

الرصاص والكادميوم قد يؤثران على الاغشية الخلوية والتنافس مع هذه العناصر مما يؤثر سلبا في امتصاص العناصر الغذائية اللازمة لتحسين الصفات المظهرية وزيادة نمو النبات ونتائج هذه الدراسة تتفق مع ما ذكرة (Mami وآخرون, 2011) . وكذلك تؤدي التركيزات العالية من المعادن الثقيلة المضاف الى المحلول المغذي في الزراعة المائية لنوعي نبات الحنطة الى امتصاص كميات كبيرة من الرصاص والكادميوم من قبل النبات وينتج عنه اضعاف امتصاص العناصر االغذائية من خلال التنافس او التضاد (Millan وآخرون,2009).

5-7- تراكم الرصاص والكادميوم وتأثير في تراكيز(Pli , Pb, Cd) في المجموع الجذري والخضري

اشارت نتائج الجداول (4-28) و(4-29) و (4-30) و(4-31) و(4-32) و (4-33) و (4-34) تركيز الكادميوم بالجذور وتركيز الكادميوم بالجزء الخضري وتركيز الكلي للكادميوم في النبات وتركيز الرصاص في الجذور وفي الجزء الخضري والتركيز الكلي الرصاص في النبات تركيز حمل التلوث وإن تعرض نوعي نبات الحنطة الى اجهاد الرصاص والكادميوم في المزرعة المائية نتج عنه زيادة في تراكم المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في الجذور وفي الجزء الخضري والكادميوم الكلي والرصاص الكلي في النبات وحمل التلوث فقد ازداد تراكم المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم طرديا مع زيادة معاملات اضافة الرصاص والكادميوم, اذ ان أيونات العناصر مثل الرصاص والكادميوم تؤثر على عمل غشاء البلازما عن طريق ربط البروتينات والدهون في غشاء البلازما كما يمكن أن تحل محل أيونات الكالسيوم في الغشاء وهذا الاضطراب في غشاء البلازما يجعله غير قادر على التحكم في نشاطه بحيث يصبح دخول وخروج ايونات العناصر غير مسيطر عليه (Yang وآخرون, 2016) , وفي كثير من النباتات المعاملة بالعناصر الثقيلة يكون التجميع او تركيز هذه العناصر الثقيلة في منطقة الجذور أكثر مما هو موجود في مجموعها الخضري وهذ الدراسة لم تتفق مع دراسة العلي (1996) الذي اشار الى أن الرصاص والكادميوم من العناصر المتحركة نسبيا وتتواجد في اجزاء النبات كلها وتتواجد بتراكيز قليلة في الجذور مما ينعكس سلبا على تركيز العناصر المغذية في النبات . وايضا من خلال الجداول نفسها يمكن ان نشاهد ان تراكم هذه المعادن في الجذور كان اكبر من تراكمها في الجزء الخضري وهذا يتفق مع دراسة (Das و Maiti , 2007) و أيضا يتفق مع دراسة Ahmad و Athar , (2010) التي بينت أن التجميع الحيوي للعناصر الثقيلة (الرصاص والكادميوم والزنك) في نبات الحنطة تراكم في مجموعها الجذري أعلى مما هو في مجموعها الخضري , ويتضح من النتائج ان التجمع الحيوي للعناصر الثقيلة في المجموع الجذري اعلى تجميع من المجموع الخضري في النبات وهذا ما توصلت اليه الدراسة الحالية والتي جائت متفقة مع

دراسة (Gopal و Khurana , 2011) وان اغلب النباتات لها القابلية على التجميع الحيوي للعناصر الثقيلة عند تنميتها في البيئة الملوثة بالعناصر الثقيلة وهذا الترا كم يزداد بزياده التراكيز و وقت التعرض للعنصر, وفي الحقيقة أن اغلب الملوثات تبقى في التربة أو في نظام الجذر للنباتات أو بشكل عام في منطقـــة الـــجذور كما اشار (Ghosh وSingh ,2005) , ودراستي تتفق مع دراسة يظهر تركيز الكادميوم في أجزاء النبات بالاتجاه التالي: الجذر> الأوراق (Ahmadpour و Soleimani , 2015).

6- الاستنتاجات والتوصيات

6-1 - الاستنتاجات

1- اتبعت تراكم المعادن الثقيلة في صنفي نبات الحنطة التسلسل التالي: العراق > جندولة

وتركيز الرصاص > من الكادميوم والتراكم في الجذور > من الجزء الخضري .

2- زيادة تراكيز المعادن الثقيلة الرصاص و الكادميوم في انسجة اصناف نبات الحنطة قيد الدراسة وتجاوزها الحد المسموح به دوليا وفق معايير منظمة الغذاء والصحة العالمية الحديثة المستخدمة في تقييم التلوث (2007,FAO - WHO) ملغم كلغم$^{-1}$.

3ـ أثرت عوامل اضافة المعادن الثقيلة الكادميوم والرصاص في التركيب المعماري او الهيكلي لجذور صنفي نبات الحنطة .

4 ـ اثر اضافة المعادن الثقيلة الرصاص والكادميوم في تفوق الفعالية الإنزيمية لكل من SOD و POD و CAT والبرولين وعدد من الصفات الفسلجية الاخرى.

5ـ ازداد تراكم المعادن الثقيلة في انسجة النبات بازدياد التراكيز المضافة مع المحلول المغذي.

6- أعلى معاملة اضافة منفرد للكادميوم اثر في النبات هي معاملة اضافة (Cd 100 - Pb 0) .

7- أعلى معاملة اضافة منفرد للرصاص اثر في النبات هي معاملة اضافة (Cd 0- Pb 100).

8- اكثر معاملة تداخل للمعادن الثقيلة اثرت في اصناف نبات الحنطة هي (Cd100 - Pb100) .

9- تفوق صنف العراق في اغلب الصفات الفسلجية والكيموحيوية وتراكم المعادن الثقيلة من الرصاص والكادميوم في انسجة الاصناف قيد الدراسة.

6-2-التوصيات

نقترح ما يلي :

1ـ دراسة أصناف مختلفة من الحنطة الناعمة والخشنة تحت تأثير عوامل مختلفة لتحديد الصنف الكفوء.

2ـ استخدام مركبات كيميائية او طرق لترسيب المعادن الثقيلة ومنع امتصاصها من قبل النباتات .

3ـ الحراثة العميقة للأراضي التي يعتقد انها تحوي على عناصر ثقيلة لأبعادها عن مناطق الامتصاص للنباتات .

4- قشط الاراضي القريبة او المحاذية للطرق العامة لكثرة الرصاص او أي عنصر ثقيل مضر او دفع الضرر.

5- عدم زراعة المنتوجات الزراعية التي تستهلك من قبل المواطنين في هذه الاراضي لإمكانية ترسيب المعادن الثقيلة عليها .

6- نوصي بإجراء دراسة تشريحية للمقارنة بين النباتات التي تعرضت لإجهاد المعادن الثقيلة ومعاملات غير المعاملة .

7-المصادر

7-1- المصادر العربية :

أبو رميلة , بركات .(1995). المكافحة المتكاملة للأعشاب في محاصيل الحبوب .وقائع الندوة القومية حول مكافحة الاعشاب في محاصيل الحبوب. المنظمة العربية للتنمية الزراعية.93-117.القاهرة جمهورية مصر العربية.

البلداوي، محمد هذال.(2006). تأثير مواعيد الزراعة على مدة امتلاء الحبة ومعدل نموها والحاصل ومكوناته في بعض أصناف حنطة الخبز. (*Triticum aestivum* L.) .أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد , العراق.

الحمداني ، رائدة اسماعيل عبد الله (1987) . التلوث الصناعي للعناصر الصغرى والثقيلة على التربة والنبات . رسالة ماجستير ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل, العراق.

الحيدري,هناء خضير ومحمد هذال البلداوي. (2010).تأثر صفات ورقة العلم والحاصل ومكوناته بمواعيد اضافة النتروجين في بعض اصناف حنطة الخبز(*Triticum aestivum L.*).مجلة التقني/هيئة التعليم التقني /وزارة التعليم العالي والبحث العلمي /جمهورية العراق- مقبول للنشرفي الاجتماع الثالث في 2010/3/17.

دلالـــي ، باســـل كامـــل (1980) . اساسـيات الكيميـاء الحيويـة ، مديريـة دار الكتـب للطباعـة والنشر، جامعة الموصل , العراق.

الراشد، منى صالح ومحمد عبدالله جمال . (2001) . تقنية الزراعة الرأسية للفراولة في الكويت.

السعداوي ، ابراهيم شعبان وفاضل حسين الصحاف . (2003) . انتاج محاصيل الخضر بالزراعة بدون تربة . دراسة مرجعية . مجلة العلوم الزراعية العراقية 34 (2):67 – 82 .

السعدي, حسين علي. (2002). علم البيئة والتلوث. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي-.جامعة بغداد- كلية العلوم للبنات , العراق.

سعيد ، بدران عدنان (1998) . التلوث الصناعي بالعناصر الثقيلة وتاثيره في الغطاء النباتي المحيط بالمواقع الصناعية في بيجي . رسالة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة الموصل, العراق .

الصحاف ، فاضل حسين رضا (1989) . تغذية النبات التطبيقي .وزارة التعليم العالي والبحث والبحث العلمي . جامعة بغداد . العراق .

عبد الحافظ , احمد أبو اليزيد.(2006). استخدام الاحماض الامينية والفيتامينات في تحسين اداء ونمو وجودة الحاصلات والفيتامينات البستانية تحت الظروف المصرية. المكتب العلمي لشركة المتحدون لتنمية الزراعية . كلية الزراعة, جامعة عين شمس. مصر.

علي , نور الدين شوقي .(2012). المرشد في تغذية النبات . كلية الزراعة . جامعة بغداد . 854 العراق.

العلي , وداد .2005 .التلوث البيئي (مفهومة, مضارة, درجاته واشكاله)

العلي ، فائزة عزيز محمود (1996) . تاثير المياه الملوثة في نمو ومحتوى النباتات من بعض العناصر الصغرى والثقيلة ، رسالة دكتوراه ، كلية العلوم ، جامعة الموصل , العراق.

علي, نور الدين شوقي و راهي حمدالله سليمان وشاكر عبدالوهاب عبدالرزاق.(2014).خصوبة التربة . كلية الزراعة جامعة بغداد . مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع .عمان الأردن . دار الكتب العلمية للطباعة والنشر- بغداد 307 صفحة , العراق.

العمر, مثنى عبد الرا زق. (2000) . التلوث البيئي. دائرة وائل لمنشر. عمان الاردن.

محمد، هناء حسن. (2000). صفات نمو وحاصل ونوعية اصناف من حنطة الخبز بتاثير موعد الزراعة. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة – جامعة بغداد , العراق.

النعيمي ، سعد الله نجم (2000) . مبادئ تغذية النبات (مترجم) تأليف مينكل . ك و د ي أ. كيربي . مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل , العراق .

وهيب, كريمة محمد.(2015). تقنيات تحديد اليات تحمل الاجهاد الملحي في محاصيل الحبوب . مجلة العلوم الزراعية العراقية , 46(2):-103-199.

اليساري,جاسم وهاب (2017).تأثير اضافة البوتاسيوم والكالسيوم خلطا في اختزال الاجهاد الملحي في بعض موشرات النمو والحاصل لأصناف مختلفة من الحنطة . رسالة ماجستير, كلية التربية للعلوم الصرفة , جامعة كربلاء, العراق.

2-7 – المصادر الانكليزية

Abbas, M.S.; Akmal ,M.; Ullah, S.; Hassan, M.U. and Farooq,S. (2017). Effectiveness of zinc and gypsum application against cadmium toxicity and accumulation in wheat (*Triticum aestivum* L.) .Commune Soil *Sci Plant Anal*., 48:1659–1668.

Abdel-Sabour, M.F. ; Abo El-Seoud and Rizk, M. (1999). Physiological and chemical response of sunflower to previous organic waste composts application to sandy soils. Egypt. *J. Soil Sci*., 39(4) : 407-420.

Abdel-Sabour, M.F. and Aly, R.O. (2000). Bioremidiation of heavy metal contaminated soils in dry lead : Case studies in E.J. ; Inyang H.I. ; Stottmeister, U. (eds.) iorenediation of contaminated soils. Marcel Dekker, INC. New York.

Abo El-Seoud, M.A. ; Abdel-Sabour, M.F. and Abdel-Shafy, H.I. (1994). Environmental studies of plants grown in soil polluted with cobalt and nickel-56. Environmental Management and Helth. , 5(4) : 16-21.

Al-Abbawy, D. A.; Al-Thahaibawi, B. M. H.; Al-Mayaly, I. K., & Younis, K. H. (2021). Assessment of some heavy metals in various aquatic plants of Al-Hawizeh Marsh, southern of Iraq. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(1).

Al-Zurfi ,S. K. L. and Tabatabai, H. H. M.(2020). Aquatic Plant (*Hydrilla Verticillata*).Rolesin Bio Accumulation of heavy metals. 51(2):574-584.

AL-Ameri ,A. A. H. (2011) Effect of Iron Zinc Bicarbonate on Growth and Yield of Some Wheat Cultivars and Its Relationships with Some Antioxidant Enzymes Doctor Thesis, College of Agriculture at the University of Baghdad .Iraq.

Aebi,H. (1983). Catalase in vitro, Methods of Enzymology,105:121-126.

Agrawal , Y.K.and K. P. Raj. (2009). Effect of Lead from motor car vehicle through fare in Bar do city. *International J. of Environmental stud*. 14 pp:737.

Ahmad,P.;Ahanger, M.A.; Alyemeni, M.N.; Wijaya, L.and Alam P.(2018). Exogenous application of nitric oxide modulates osmolyte metabolism, antioxidants, enzymes of ascorbate-glutathione cycle and promotes growth under cadmium stress in tomato. Protoplasma. ;255:79–93.

Ahmadizadeh, M. ; Valizadeh M.; Zaefizadeh M. AND Shahbazi H.(2011). Antioxidative Protection and Electrolyte Leakage in Durum Wheat under Drought Stress Condition., 7(3):236-246.

Ahmadpour, P.and Soleimani M.(2015). Cadmium accumulation and translocation in *Jatropha curcas* grown in contaminated soils. *JWSS-Isfahan Uni. Technol.* ;19:179–190.

Ahmed, H.; Häder, D.-P. (2010). Rapid ecotoxicological bioassay of nickel and cadmium using motility and photosynthetic parameters of *Euglena gracilis*. *Environ. Exp. Bot.* ;69:68–75.

Alloway, B. J. (2005). Bioavailability of elements in soil ln: Essentials of medical Geology – lmpacts of the natural Environment on Science,V.14(1): 43–50.

Alloway, B.J. (1990) . Soil processes and the behaviour of metals. In : Heavy metals in soils , wc2h 7bp, London.

AL-Samerria, I. K.(1984). The effect of Nitrogen supply on Zinc nutrition of Wheat .Western. Aus. Univ.

Alyemeni, M.N.; Ahanger, M.A.; Wijaya, L.; Alam, P.; Bhardwaj, R.and Ahmad, P. (2018). Selenium mitigates cadmium-induced oxidative stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants by modulating chlorophyll fluorescence, osmolyte accumulation, and antioxidant system. *Protoplasma*. ;255:459–469.

Angelov, M. ; Tsonev, T. ; Dobrinova, K. ; Velikova, V. and Stoyanova, T. (1993). Changes in some photosynthetic parameters in pea plants after treatment with cobalt., 28(2) : 189-295.

APHA, American Public Health Association, (1999). Standardmethods for examination of water and wastewater, 20th ed Washington.

Arif, N.; Yaday, V.; Sing, S.; Kushwaha, B.K.; Sing, S.; Tripathi, D.K.; Shrma, S.and Chauhan.D.K (2016). Assessment of Antioxidant Potential of Plants in Response to Heavy Metals. Plant Responses to Xenobiotics .

Arsenijevic-Maksimovic, I.V. ; Plesnicar, M.I. ; Rudolf, R.K. ; Sakac, Z.O. and Pankovic, D.M. (1999). Interaction between cadmium and sulpher and its effects on growth and photosynthetic capacity of young sugar beet plants. Novi Sad., 96 : 73-80.

Aspinall, D. and Paleg, L.G. (1981). Proline accumulation physiology and biochemistry of drought resistance in plant (eds.) Paleg, L.G. and Aspinal, D. pp.97-130, Academic Press Sydney.

Athar and A. M.(2010). Heavy Metal Toxicity: Effect on Plant Growth and Metal Uptake by Wheat, and on Free Living Azotobacter .water Air pollution .v.138.N.1-4.P:165-180.

ATSDR, (2019). Toxicological Profile for Lead. CAS# 7439-92-1.

ATSDR, S. (2012). Toxicological Profile for Chromium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Service, US Department of Health and Human Services. http://www. atsdr. cdc. gov/toxprofiles/tp. asp.

Azita, **B.H. and seid, A.M. 2008**. Investigation of heavy metals uptake by vegetable crops from metal – contaminated soil. World Academy of Science, *Enginerring and Technology*43(1):56-58.

Babula, **P.; Adam, V.; Havel, L.; and Kizek, R. (2012).** Cadmium accumulation by plants of Brassicaceae family and its connection with their primary and secondary metabolism. Environmental Pollution 21, 71-97.

Baliardini, C.; Meyer. C.-L.; Salis, P.; Saumitou-Laprade, P.;and Verbruggen, N. (2015). Cation Exchangeri cosegregates with cadmium tolerance in the metal hyperaccumulator *Arabidopsis halleri* and plays a role in limiting oxidative stress in *Arabidopsis* spp. *Plant Physiol* . 2015 ;169:549–559.

Barcelo, J. and Poschenrieder, C. (1990). Plant-water relations as affected by heavy metal stress : a review. J. *Plant Nutr*., 13 : 1-37.

Barman, F.; Majumdar, S.; Arzoo, S.H.;and Kundu, R.(2020). Genotypic variation among 20 rice cultivars/landraces in response to cadmium stress grown locally in West Bengal, India. *Plant Physiol.Biochem.* ;148:193206.

Bates,L.S.; Waldes, R.P. and Teare, T.D.(1973) .Rapid determination of free proline for water stress studies .*Plant & Soil*. 39 : 205 –207.

Baycu, G. ;Gevrek-Kürüm, N. ;Moustaka, J.;Csatári, I, Rognes SE, Moustakas M (2017) Cadmium-zinc accumulation and photosystem II responses of Noccaea caerulescens to Cd and Zn exposure. Environ Sci Pollut Res 24:2840–2850.

Becerril, J.M. ; Munoz-Rueda, A. ; Aparicio-Tejo, P. and Gonzalez-Murua, C. (1988). The effects of cadmium and lead on photosynthetic electron transport in clover and Lucerne. *Plant Physiology and Biochemistry*., 26 : 357-363.

Benavides, M.P.; Gallego, S.M and . Tomaro, M.L .(2005) . Cadmium toxicity in plants. Braz. J. *Plant Physiol*,. 17 (1):131-136.

Bennett, L. E.; Burkhead, J. L.; Hale, K. L.; Terry, N. ; pilon, M. and E. A. pilonsmith . (2003). Analysis of transgenic lndian mustard plants for phytoremediation of metal, contaminated mine tailings . J. *Environ Qual* 32:432 – 440.

Bhaduri, A.; and Fulekar, M. H. (2012). Antioxidant enzyme responses of plants to heavy metal stress. Reviews in Environmental Science and Biotechnology,. 11: 55-69.

Biovailability of heavy metals from polluted solis to plants. SCi blood lead in Toddlers . A randomizeds Trial Pediatrics. 107(5). 391-396.

Borges, K.L.R.; Salvato, F.; Alcântara, B.K.; Nalin, R.S.; Piotto, F.Â.and Azevedo R.A.(2018). Temporal dynamic responses of roots in contrasting tomato genotypes to cadmium tolerance .*Ecotoxicology*. 27:245 –258.

Bowen, H.M. (1979). Environmental chemistry of the elements. Academic press, London.60-61.

Cagno, R.D.I. ; Guidi, L. ; Stefani, A. and Soldatini, G.F. (1999). Effects of cadmium on growth of Helianthus annus seedlings : Physiological aspects. New Phytol., 144 : 65-71.

California. Wheat commission .(2001). Description of durum semolina quality factors P.O.Box,; (530) 661 -1332.

Carvalho, M.E.; Piotto, F.A.; Gaziola, S.A.; Jacomino. A.P.; Jozefczak, M.; Cuypers, A.and Azevedo R.A.(2018). New insights about cadmium impacts on tomato: Plant acclimation, nutritional changes, fruit quality and yield. *Food Energy Secur.* ;7 : 131.

Çatav, Ş.S.; Genç, T.O.; Oktay, M.K.and Küçükakyüz, K.(2020). Cadmium toxicity in wheat: Impacts on element contents, antioxidant enzyme activities, oxidative stress, and genotoxicity. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.* ;104:71–77.

Chmielowska-Bąk, J.; Gzyl, J.; Rucińska - Sobkowiak, R.; Arasimowicz - Jelonek, M. and Deckert, J. (2014). The new insights into cadmium sensing. *Front. Plant Sci.*, 5:245.

Cieslinski, G. ; Van Ress, K.C.J. ; Hung, P.M. ; Kozak, L.M. ; Rostad, H.P.W. and Knott, D.R. (1996). Cadmium uptake and bioaccumulation in selected cultivars of durum wheat and flax as affected by soil type. Plant Soil., 182 : 115-124.

Clijsters, H. and Van Assche, F. (1985). Inhibition of photosynthesis by heavy metals.

Csintalan , Z. and Z. Tubo. (1992). The effect of pollution on the physiological processes in plant in : Biological indicators in environment protaction , kovacs M. Ellis wood. New york.

DalCorso, G.; Silvia Farinati, S. and Furini, A.(2010), Regulatory networks of cadmium stress in plants. J. Plant Signaling & Behavior, 5I(6) : 663–667.

Dar, **M.I.; Naikoo, M.I.; Rehman, F.; Naushin, F. and Khan, F.A.(2016).** Proline Accumulation in Plants: Roles in Stress Tolerance and Plant Development. Springer, India,:155-166.

Das, M. and Maiti, S.K. (2007). Metal accumulation in 5 native plants growing on Abundoned Cu- Talling ponds. Applied Ecology and Environmental Research. 5(1): 27-35.

Dhaliwal, S.S.; Singh, J.; Taneja, P.K.and Mandal, A.(2020). Remediation techniques for removal of heavy metals from the soil contaminated through different sources: A review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* ;27:1319–1333.

Djordjevic, V.R.; Wallace, D.R.; Schweitzer, A.; Boricic, N.;Knezevic D.; Matic, S.; Grubor, N.; Kerkez, M.; Radenkovic, D.and Bulat Z. (2019). Environmental cadmium exposure and pancreatic cancer: Evidence from case control, animal and in vitro studies. *Environ. Int.* ;128:353–361

Dobrilova, A.G. and Apostolova, E.L. (2019). Damage and Protection of the Photosynthetic Apparatus Under Cadmium Stress. From Physiology to Remediation.Cadmium Toxicity and Tolerance in Plants., 275-298.

Dong, Y.; Chen, W.; Liu, F.and Wan, Y.(2020). Physiological responses of peanut seedlings to exposure to low or high cadmium concentration and the alleviating effect of exogenous nitric oxide to high cadmium concentration stress. *Plant Biosyst.* ; 154 : 405412.

Dudka, S. ; Piotrowska, M. and Chlopecka, A. (1994). Effect of elevated concentrations of Cd and Zn in soil on spring wheat yield and the metal contents of the plants. *Water Air Soil Pollut.* 76: 333-341.

Ergun, N.; Topcuoglu, S.F. and Yildiz, A. 2002. Auxin (Indole-3-acetic acid), gibberellic acid (GA_3), abscisic acid (ABA) and cytokinin (zeatin). Production in some species of mosses and lichens, Turkish Journal of Botany, Vol., 26,:13-18.

Fargasova, A. (1994). Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of Sinapis alba seeds. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 52 : 452-456.

Fattahi, B.; Arzani, K.; Souri, M.K.and Barzegar, M.(2019). Effects of cadmium and lead on seed germination, morphological traits, and essential oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) . *Crops Prod.* ;138:111584.

Feng, J.; Shen, R. F.and Shao, J. F. (2021). Transport of cadmium from soil to grain in cereal crops: A review. *Pedosphere*, *31*(1), 3-10.

Flower, T.J. ; Troke, P.F. and Yeo, A.R. (1977). The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annu. Rev. Plant Physiol., 28 : 89-121.

Forstner, U. (1985). Chemical froms and reactivites of metals in sediments. Pages 1-30 in Leschber, R. ; Davis, R.D. and Hermite, P.L., (eds.) Chemical methods for assessing bioavailable metals in sludges and soils. Elsevier, London, UK.

Fukutaku, Y, and Yamada, Y. (1984). Source of protine nitrogen in water-stress soybean (*Glycin max*) . II Fate of N15 . Labelled protein. *Physiologia Plantarum*., 61 : 622-630.

Genchi, G.; Sinicropi, M.S.; Lauria, G.; Carocci. A.; Catalano A. (2020). The effects of cadmium toxicity. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* ;17:3782.

Geneva Rhoads, G. G.and Ettinger, A.S. (1999). The effect of dust lead control on blood lead in Toddlers. *Arandomizeds Trial Pediatrics* . 107(5). 391-396.

Ghaderian, S.M.; Azizollahi, Z.and Ghotbi-Ravandi, A.A.(2019). Cadmium accumulation and its effects on physiological and biochemical characters of summer savory (*Satureja hortensis* L.) *Int . J. Phytoremediat.* ;21:1241–1253.

Ghori, N.H.; Ghoti, T.; Imad, S.R.; Gul, A.; Attay, V. and Ozturk, m. (2019). Heavy metal stress and responses in plants. International Journal of Environmental Science and Technology.16(3):1807–1828.

Ghosh, M.and Singh, S.(2005). A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of it's by products. *Asian. J. Energy Environ.* ;6:18.

Gill, **S. S.; and Tuteja, N. (2011).** Cadmium stress tolerance in crop plants: probing the role of sulfur. Plant Signaling and Behavior., 6: 215-222.

Gonçalves, J. F.; Tabaldi, L. A.; Cargnelutti, D.; Pereira, L. B.; Maldaner, J.; Becker, A. G., Rossato, L. V., Rauber, R., Bagatini, M. D., Bisognin, D. A., Schetinger, M. R. and Nicoloso, F. T. (2009). Cadmium-induced oxidative stress in two potato cultivars. Biometals., 22: 779-792.

Gopal, R. and Khurana, N. (2011). Effect of heavy metal pollutants on sunflower. African J. of Plant Sci. 5(9): 531-536.

Gresser, M. S. and Parson, J. W. (1979). Sulfuric perchloric acid digestion of plant material for determination nitrogen ,phosphorus , potassium calcium and magnesium Analytical chemi. Acta., 108 ; 431 – 436.

Gupta, D.K. ; Palma , G.M. and Corpas , F.G.(2015). Reactive Oxygen Species and Oxidative Damage in Plants Under Stress. Springer International Publishing Switzerland.

Gupta, D.K.; Palma.J.M and Corpas.F.G. (2018). Antioxidants and Antioxidant Enzymes in Higher Plants. Springer International Publishing.

Gupta, S.D. (2011). Reactive oxygen species and antioxidant in higer plants. CRC press, Enfield, New Hampshire, USA: 362 P.

Gzyl, J.; **Rymer , K. and Gwóźdź , E. A. (2009).** Differential response of antioxidant enzymes to cadmium stress in tolerant and sensitive cell line of cucumber (*Cucumis sativus* L). Department of Plant Eo physiology, Faculty of Biology,Vol 56 (4).

Hakanson, L. (1980). Ecological risk index for aquatic pollution control asedimentological approach .*Watar Res*.14:975-1001.

Hartke, S.; Silva, A.; and Moraes, M. (2013). Cadmium accumulation in tomato cultivars and its effect on expression of metal transport-related genes. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology., 90: 227-232.

Hasan, M.; Oku,H.; Nahar, K.; Bhuyan, H.M.B.; Mahmud.J. and Balsuka,F. (2018). Nitric oxide-induced salt stress tolerance in plants: ROS metabolism. signaling, and molecular interactions., 12(2):77–92.

Haynes , R. J. (1980) .A comparison two modified Kijeldahl digestion techniques for multi element plant analysis with convention wet and dry ashing methods Commune in Soil *Sci. Plant Analysis*. 11- 459 – 467.

He , L .; Z. Gao , and R.Li. (2009) . Pretreatment of seed with H_2O_2 enhances drought to lerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings . *AFr. J. Biotechnol* . Vol. 8(22) , 6151 – 6157 .

Hiscox, J.D and G.F. (1979) . A method for extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration . *Can. J. Bot*. 57: 1332- 1334.

Huang, R.; Dong, M.; Mao, P.; Zhuang, P.; Paz-Ferreiro, J.; Li, Y.; Li, Y.; Hu, X.; Netherway, P.and Li, Z.(2020). Evaluation of phytoremediation potential of five Cd (hyper) accumulators in two Cd contaminated soils. *Sci Total Environ.* ;721:137581.

Hussain, A.; Ali, S.; Rizwan, M.; Rehman, M.Z.; Yasmeen, T.; Hayat, T.; Hussain, I.; Iqbal, M.T. and Hussain, M. (2019). Morphological and Physiological Responses of Plants to Cadmium Toxicity. Cadmium Toxicity and Tolerance in Plants. From Physiology to Remediation., 47-72.

Irfan M.; Ahmad, A.and Hayat, S.(2014). Effect of cadmium on the growth and antioxidant enzymes in two varieties of *Brassica juncea*. *Saudi J. Biol. Sci.* 21: 125–131 .

Jin, C.; Nan, Z.; Wang, H.; Li, X.; Zhou, J.; Yao, X.and Jin, P .(2018). Effect of Cd stress on the bioavailability of Cd and other mineral nutrition elements in broad bean grown in a loess subsoil amended with municipal sludge compost. *Environ Sci Poll Res*., (8): 25-32.

Jouili, H.; Bouazizi, H. and El Fergana, E. (2011). Plant peroxidases: biomarkers of metallic stress. Acta Physiologies Plant arum., 33: 2075-2082.

Jones, J. B. (2001). Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis (No. book). CRC press.

Kabata, Alina – Pandias and Mukherjee , A. B. (2007). Trace elements from soil to human. lSBN- 103-540-32713-4 Springer Berlin Heidelberg New york Library of Congress Control Number 920909.

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. (1984). Trace elements in the soils and plants. CRC Press, Florida.

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. (1991). Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Kabat-Pendias, A. and Pendias, H. (2001). Trace Elements in Soil and Plants.3rd ed. CRC Press, Boca Raton.413p.

Kardpal, R.P. and Rao, N.A. (1985). Alteration in the biosynthesis of protiens and nucleic acid in finger millet (Eleucine coracana) seedling during water-stress and the effect of proline on protine biosynthesis. Plant Science. 40 : 73-90.

Kastori, R. ; Petrovic, N. and Petrovic, M. (1996). Effect of lead and water relation, proline concentration and nitrate reductase activity in sunflower plants. Acta-Agronomica Hungarica., 44(1) : 21-28.

Kastori,R. ; Petrovic, N. and Arsenijevic-MaKsimovic, I. (1997). Heavy metals and plants. In : Heavy metals in the environment, Faculty of Agriculture and Research Institute of Field and Vegetable Crops, *Novi Sad* ; : 195-258.

Kaur , G. ; Harminder , P.S.; Daizy , R. B. and Ravinder , K. K. (2012) Growth, photosynthetic activity and oxidative stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) after exposure of lead to soi. J. Environ. Biol. 33, 265-269 .

Kavi Kishor, P.B.; Hima Kumari, P.; Sunita, M.S.L. and Sreenivasulu, N. (2015). Role of proline in cell wall synthesis and plant development and its implications in plant ontogeny. *Front. Plant Sci*., 6(544):1-17.

Kaya, C.; Okant, M.; Ugurlar, F.; Alyemeni, M.N.; Ashraf, M.and Ahmad P. (2019). Melatonin-mediated nitric oxide improves tolerance to cadmium toxicity by reducing oxidative stress in wheat plants. *Chemosphere.* ;225:627–638.

Kennedy, C.D. ; Gonsalves, F.A.N. (1987). The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and H+ efflux of excised roots. *J. Experimental Botany*., 38 : 800-817.

Keshan, U. and Mukherji, s. (1992). Effect of cadmium toxicity on chlorophyll content, Hill activity and chlorophyllase activity in Vigna radiata L. Leaves. *Indian J. Plant Physiol*. 35 : 225-230.

Khan, M.I.; Shoukat, M.A.; Cheema, S.A.; Ali, S.; Azam, M.; Rizwan, M.; Qadri, R. and Al-Wabel, M.I. (2019). Foliar and soil applied salicylic acid and bagasse compost addition to soil reduced deleterious effects of salinity on wheat. *Arab J. Geosci*., 12(78):1-9.

Kitagishi, K. and Yamane, I. (1981). Heavy metals pollution in soils of Japan., Japan Science Society Press, Tokyo,.302.

Kosma , D. K. ; Long , J. A. and Ebbs , S. D. (2004) Cadmium bioaccumulation in yellow Foxtail. (*Setaria glaucalL*.P. Beauv.):

Impact on seed head morphology . Amer. *J. Undergraduate Res*. , 3(1) : 9 -14.

Kovacevic, G. ; Kastori, R. and Merkulov, L.J. (1999). Dry matter and leaf structure in young wheat plants as affected by cadmium, lead, and nickel. *Biologia Plantarum*. 42(1) : 119-123.

Kumar, S.and Sharma, A.(2019). Cadmium toxicity: Effects on human reproduction and fertility. *Rev. Environ. Health.* ;34:327–338.

Lacatusu, R. (1998). Appraising levels of soil contamination and pollution with heavy metals – published by the European soil Burca 07 Research, Report No.4, Research institute for soil science and Agrochemistry. OR-71331-BuCharest 32,Romania P: 393-402.

Lanaras, T. ; Moustakas, M. ; Symeonidis, L. ; Diamantoglou, S. ; Karataglis, S. (1993). Plant metal content, growth responses and some photosynthetic measurements on field-cultivated wheat growing on ore bodies enriched in Cu. *Physiologia Plantarum*. 88 : 307-314.

Lee, H.J.; Abdula, S.E.; Jang, D.W.; Park, S.-H.; Yoon, U.-H., Jung, Y.J.; Kang, K.K.; Nou, I.S.and Cho, Y.-G.(2013). Overexpression of the glutamine synthetase gene modulates oxidative stress response in rice after exposure to cadmium stress. *Plant Cell Rep.* ;32:1521–1529.

Li, L.-Z.; Tu, C.; Peijnenburg, W.J.and Luo, Y.-M.(2016). Characteristics of cadmium uptake and membrane transport in roots of intact wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Environ. Pollu t.* ;221 :351–358.

Li, D. ;zhu, C. ;Li, Y. ;Zheng, G. ;Wu, T. ;Wuyun, H. ; Xu, X .He. (2011). Cadmium pollution enhanced ozone damage to winter wheat: Biochemical and physiological evidences.

Lian, J.; Zhao, L.; Wu, J.; Xiong, H.; Bao, Y.; Zeb, A.; Tang. J.and Liu, W. (2020). Foliar spray of TiO_2 nanoparticles prevails over root application in reducing Cd accumulation and mitigating Cd-induced phytotoxicity in maize (*Zea mays* L.) .

Liu, M.; Bi, J.; Liu, X.; Kang, J.; Korpelainen, H.; Niinemets, Ü.and Li, C. (2020). Microstructural and physiological responses to cadmium stress under different nitrogen levels in *Populus cathayana* females and males. *Tree Physiol.* 2020;40:30–45.

Liu, Y.; Zhou, P.; Zhang, J., Zhang, Y.;.; Liang, J.; Liu, B. and Zhang, W. (2016). Generation of hydrogen peroxide and hydroxyl radical resulting from oxygen-dependent oxidation of L-ascorbic acid via copper redox-catalyzed reactions . *Royal Society of Chem.* , 6(45): 38541 – 38547.

Li, L.K.; Becker, D.F. and Tanner, J.J.(2017). Structure, function, and mechanism of proline utilization A (PutA). *Archives of Biochemistry and Biophysics*., 632 (15):142-157.

Luo, J.S.; Yang, Y.; Gu, T.; Wu, Z.and Zhang, Z.(2019). The *Arabidopsis* defensin gene *AtPDF2.5* mediates cadmium tolerance and accumulation. *Plant Cell Environ.* ;42:2681–2695.

Malan, H.L. and Farrant, J.M. (1998). Effects of the metal pollutants cadmium and nickel on soybean seed development. Seed Science Research. 8 : 445-453.

Mami, Y.; Ahmed, G.; Shahmoradi, M. and Gurban, H. (2011) .Influence of different of heavy metal on the seed germination and groth of tomato . *African Juornal of environmental science and Tochnology*., 5(6):420-426.

Marklund, S. and Marklund, G. (1974). Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. *J. Biochem*. , 47(3):469-474.

Marques, D.N.; Carvalho, M.E.A.; Piotto, F.A.; Batagin, K.D.; Noguerira, M.L. and Azevedo, R.A. (2019). Antioxidant Defense Response in Plants to Cadmium Stress. Cadmium Tolerance in Plants. Agronomic, Molecular, Signaling, and Omic Approaches. 423-461.

Martins, L. L.; Reis, R..; Moreira, I..; Pinto, F.,; Sales, J. and Mourato, M. P. (2013). Antioxidative response of plants to oxidative stress induced by cadmium.. Nova Science Publishers, Inc.,. 87-112.

Mc Grath, S.P. (1993). Soil quality in relation to agrecultural uses. Eijsackers, H.J.P. and Hamers, T. (eds.). Integrated soil and sediment research : A basis for paper protection. 187-200.

McKenna, I.M. and Chaney, R.L. (1990). Proc 4th interconf baltimore MD : Johns Hopkins University, 56.

Meena, M.; Aamir, M.; Kumar, V.; Swapnil P.and Upadhyay, R. (2018) . Evaluation of morpho-physiological growth parameters of tomato in response to Cd induced toxicity and characterization of metal sensitive NRAMP3 transporter protein. *Environ .Exp.Bot.* 2018; 148:144–167.

Meena M., Aamir M., Kumar V., Swapnil P., Upadhyay R.(2018). Evaluation of morpho-physiological growth parameters of tomato in response to Cd induced toxicity and characterization of metal sensitive NRAMP3 transporter protein. *Environ. Exp. Bot* . ; 148:144–167.

Millan, A.F.L.; Sagardoy, R.; Abdia, A. and Abdia, J. (2009). Cadmium toxicity in tomato (*Lycopersicon esculentum*L.) plants grown in hydroponics. Environmental and Experimental Botany., 65 (2–3):376-385.

Mirsal, I.A. (2008). Soil Pollution Origin, Monitoring & Remediation. Springer, p. 312.

Naeem, **A.; Zafar, M.; Khali, H.; Rehman, M.Z.; Ahmad, Z.; Ayub, M.A. and Qayyum, F.(2019).** Cadmium-Induced Imbalance in Nutrient and Water Uptake by Plants. Cadmium Toxicity and Tolerance in Plants. From Physiology to Remediation., 299-326.

Nagarajan, D.; Lee, D.-J.; Chen, C.-Y., and Chang, J.-S. (2020). Resource recovery from wastewaters using microalgae-based approaches: A circular bioeconomy perspective. Bioresour. Technol. 302817, 10.1016/*j.biortech*..122817.

Navarro-León E., Oviedo-Silva J., Ruiz J.M., Blasco B.(2019). Possible role of HMA4a TILLING mutants of *Brassica rapa* in cadmium phytoremediation programs. *Ecotoxicol.Environ.Saf.*

Nazar, **R.; Iqbal, N.; Masood, A.; Khan, M. I. R.; Sveed, S. and Khan, N. A. (2012).** Cadmium toxicity in plants and role of mineral nutrients in its alleviation .American Journal of Plant Science., 3: 1476-1489.

Neto , L.B. ;Paiva, A.S; Machado, R.D.;Arenhart,R.A. and Pinhiero,M.M. (2017) . Intraction between plant hormones and heavy metal responses . Genet Moi Biol . 40(1) : 373-386.

Novella ,**M.B.; J.L. Andriolo ; D.A. Bisognin ; C.M. Cogo and M.G . Bandinelli (2008).** Concentration of nutrient solution in the hydroponic production of potato minitubers. Ciencia Rural , Santa Maria, 38 (6): 1529 – 1533.

Nriagu, J.O. (1980). Cadmium in the environment. Part 1. Ecological Cycling.2-12. Wiley Inter science, New York, NY.

O'Neill, S.D. (1983). Role of osmotic potential gradients during water stress and leaf senescence in Frag aria Varian. *Plant Physiol*., 72 : 931-937.

Obeng-Gyasi, E. (2019). Sources of lead exposure in various countries. *Reviews on environmental health*, 34(1), 25-34.

OSHA(2004) - Occupational Safety and Health Administration

Cadmuim . 877 : 889-5627.

Ouzounidou, G.; Moustakas, M. and Eleftheriou, E.P. (1997). Physiological and ultrastructural effects of cadmium on wheat (*Triticum aestivum* L.) Leaves. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*. 32 : 154-160.

Paleg, L.G.;Douglas, T.J. ; Van Dall, A. and Keech, D.B. (1981). Proline, betaine and other organic solutes protect enzymes against inactivation . Aust. *J. Plant Physiol*., 8 : 107-111.

Parekh, D. ; Puranik, R.M. and Srivastava, H.S. (1990). Inhibition of chlorophyll biosynthesis by cadmium in greening maize leaf segments. Biochem. *Physiol. Pflanz*. 186 : 239-242.

Pepelka, J.C.;Schubert, S. ;Schulz, R. and Hansen, A.P. (1996). Cadmium uptake and translocation during reproductive development of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Angew. Bot. 70 : 140-143.

Percy, J.A. (2004). Contaminant Concerns: Heavy Metals and the Bay of Fundy. Fundy Issues 25. Bay of Fundy Ecosystem Partnership Publication.

Petrovic, N. ; Kastori, R. ; Sekulic, P. and Kevresan, Z. (1998). Effect of (Cr) and (Ni) on the accumulation and distribution of mineral elements in young sugar beet plants. Zemljiste Ibiljka. 47(1) : 17-29.

Pitotti, A.; Elizalde, B.A. and Anese, M. (1995).Effect of caramellzation and maillard reaction products on peroxidase activity. *J. Food Biochem*., 18:445-457.

Pope, C. A. 2000. Epidemiological basis for particulate air pollution health standard. Aerosol Sci. Technology. 52 pp :4 -14.

Poschenrieder, C. ; Gunse, B. and Barcelo, J. (1989). Influence of cadmium on water relations, stomatal resistance, and abscisic acid content in expanding bean leaves. *Plant Physiol*., 90 : 1365-1371.

Prasad, M.N.N. (1995). Cadmium toxicity and tolerance in vascular plants. Environ. Exp. Bot., 35 : 525-545.

Premachandra, G.S. and Shimada, T. (1988). Evaluation of poly ethylene glycol test of measuring cell membrane stability as a drought tolerance test in wheat. *J. Agric. Sci. Camb*., 110 : 429-433.

Protasiuk, **E. and Olejnik, M. (2018).** Determination of salicylic acid in feed using LC-MS/MS. J. Vet. Res., 62(3):303-307.

Punz, W.F. and Sieghardt, H. (1993) The response of root of herbaceous plant species to heavy metals. *Envir. Exp.Bot*., 33, 85-98.

Radwan, MA and AK. Salma, (2006). Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables. *Food chem. Toxico*l. 44:1273-1278.

Ravanipour, M., Hadi, M., Rastkari, N., Borji, S. H., & Nasseri, S. (2021). Presence of heavy metals in drinking water resources of Iran: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-29.

Ross, S.M. (1994). Sources and forms of potentially toxic metals in soil-plants systems. Pp.3-26. In : S.M. Ross (eds.), Toxic metals in soil plant systems. John Wiley and Sons, Nons, New York, NY.

Rossi, L.; Bagheri, M.; Zhang, W.; Chen, Z.; Burken, J.G.; Ma, X. (2018). Using artificial neural network to investigate physiological changes and cerium oxide nanoparticles and cadmium uptake by *Brassica napus* plants. *Environ. Pollut* ;246 : 381–389.

Sabah,F.A.and Asaad,k.A. (2019)Effect Interaction of Silicon and Nitric Oxide on the Activity of Enzyme and Non-Enzyme Antioxidants on Tomato Plant Exposed to Cadmium Stress .*Biochemical and cellular archivas*.. 0972-5075.

Saleem, M.H.; Fahad, S.; Khan, S.U.;Ahmar, S.; Khan, M.H.U.; Rehman, M.; Maqbool, Z. and Liu L.(2020). Morpho-physiological traits, gaseous exchange attributes, and phytoremediation potential of jute (*Corchorus capsularis* L.) grown in different concentrations of copper-contaminated soil. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* ;189:109915.

Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1992). Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, ISBN 0-534-15162-0, California, U. S. A

Sanchez, P.G. ; Fernandez, L.P. ; Treio, L.T. ; Alcantar, G.G. and Cruz, J. D. (1999). Heavy metal accumulation in Beans and its impact on growth and yield under soil less culture. Acta Hort. 481, ISHS.

Sanchez-Camazano, M. ; Sanchez-Martin, M.J. and Lorenzo, L.F. (1994). The content and distribution of cadmium in soils as influenced by the soil properties. *Sci. Total Environ*. 156 : 183-190.

Sanders, J.R.; Adams, T.M. and Christensen, B.T. (1986). Extractability and bioavaliability of zinc, nickel cadmium and copper in three danish soil sampled 5 years after application of sewage sludge. J. Soil. *Food. Agric*. 37 : 1155-1164.

Sayed, S.A. (1999). Effect of lead and kinetin on the growth, and some physiological components of safflower Plant Growth Regul. 29(3) : 167-174.

Schenk, M.K. and Barber, S.A. (1980). Potassium and phosphorus uptake by corn genotypes grown in the field as influenced by root characteristics. *Plant Soil*., 54: 65-76.

Shah V .and Daverey, A.(2020). Phytoremediation: A multidisciplinary approach to clean up heavy metal contaminated soil. *Environ. Technol.Innov.* ;18:100774.

Shah, K.; kpam, S.N.; Chaturved, V. and Singh, P.(2019). Cadmium-Induced Anatomical Abnormalities in Plants. Cadmium Toxicity and Tolerance in Plants., 111-139.

Shahbazi, H.; Taeb M.; Bihamta M.R. and Darvish, F. (2009) . Inheritance of Antioxidant Activity of Bread Wheat under Terminal Drought Stress . J. Agic. &Environ sci., 6(3) ;298-302.

Shaltout, K.H. (1992). Nutrient status of Thymelaea hirsuta L. End 1. In Egypt. *J. Arid Environments*. 23 : 423-432.

Shao, Y.; Li-na J. ; Dai-jing Z.; Li-juan M. and Chun-xi Li (2011) Effects of arsenic, cadmium and lead on growth andrespiratory enzymes activity in wheat seedlingsAfrican *Journal of Agricultural Research* . 6(19): 4505-4512.

Sharma, P. and Dubey, RS. (2005). Lead toxicity in plants. Braz. J. *Plant Physiol*., 17(1): 35-52.

Sharma, P.; Tripathi, S., and Chandra, R.(2020). Accumulation and histological observation of heavy metal in *Brassica campestris* L. and *Chenopodium alb*um L. Growing on sludge waste of pulp paper industry after secondary treatment. *J. Experiment. Biol. Agric*. Sci. 8 (3), 320–333.

Sharma, R.K.; M. Agrawal and F. Marshall. (2005). Heavy metal contamination of soil and vegetables insuburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicol. Environmental Safety*, 66: 258-266.

Signorelli, S.; Imparatta, C.; Rodríguez-Ruiz, M.; Borsani, O.; Corpas, F.J. and Monza, J. (2016). In vivo and in vitro approaches

demonstrate proline is not directly involved in the protection against superoxide, nitric oxide, nitrogen dioxide and peroxynitrite. *Funct. Plant Biol*., 43: 870–879 .

Singh, M.G. (1989). Systems and control encyclopedia. Theory, technology, applications. Pergamon Press, UK.

Sun, H.; Wang, X.; Shang, L.; Zhou, Z. and Wang, R.(2017). Cadmium accumulation and its effects on nutrient uptake and photosynthetic performance in cucumber (*Cucumis sativus*L.) *Philipp. Agric. Sci.*;100 :263 –270.

Taiz, **L. and Zeiger, E. (1998).** Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, ISBN : 0878938311, Massachusetts, U. S. A.

Tiwari, **S. and Lata, C. (2018).** Heavy Metal Stress, Signaling, and Tolerance Due to Plant-Associated Microbes. *Front Plant Sci*., 9: 45**.** Total Environ . 337 (1-3) pp:175 – 182.

Thomas،J.R (2002). Clinical atomic spectroscopy ،determining the link between trace metals and human disease .Chemist today's at work ، Vol.11. No.1:37-38.

Tucker, M. R. ;Hardy, D. H. and Stokes, C. E., (2003). Heavy metals in north Carolina soil, occurrence and significance New State Department of Environmental Conservation, 20:73-76.

Trejo-Téllez, L. ;Nutricin, de.; Cultivos, G.; Alcntar, G. and L. I. I.(2007). (Eds.), 50-91, Mundi-Prensa, ISBN 978-968-7462-48-6, México, D. F., México.

Vaidyanathan, H.; Sivakumar, P. ; Chakrabarty, R. and Thomas, G. (2003). Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice (*Oryza sativa* L.) differential response in salt-tolerant and sensitive varieties. *Plant Sci*. 165: 1411-18.

Van Assche, F. ; Cardinales, C. and Clijsters, H. (1988). Induction of enzyme capacity in plants as a result of heavy metal toxicity : dose-response relations in Phaseolus vulgaris L. treated with zinc and cadmium. *Environmental Pollution*. 52 : 103-115.

Van Assche, F. and Clijstres, H. (1990). Effect of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell Environ*., 13 : 195-906.

Walawwe, S.K. (2014). Regulation of Photosynthesis in plants under abiotic stress. Ph.D. thesis. Faculty of Life Sciences. University of Manchester.

Watanabe, T.; Moon, C. S.; Zhang, Z.W.; Shimbo, S.; Nakatsuka, H.; Matsuda-Inoguchi, N.; Higashikawa , K. and Ikeda, M. (2000). Cadmium exposure of women in gener populations in Japan during 1991–1997 compared with 1977–1991. International Archives of Occupational and Environmental Health. **73**, 26–34.

WHO (World Health Organization Sanitation safety planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta) .(2019). *GENEVA, SWITZERLAND*. WHO, 156 ISBN 978 92 4 154924 0.

WHO -FAO.(2007). Joint WHO/FAO. Food standard programme codex.

WHO.(2011). Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Cadmium in Drinking-water. World Health Organization.

Woolhouse, H.W. (1983). Toxicity and tolerance in the response of plants to melals..245-300

Wrischer, M. and Meglaj, D. (1980). The effect of lead on the structure and function of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar super zlatna plastids. Acta Bot. Croat., 39 : 33-40.

Wu, M., Luo Q.; Zhao, Y.; Long, Y.; Liu, S. and Pan, Y.(2018). Physiological and biochemical mechanisms preventing Cd toxicity in the new hyperaccumulator *Abelmoschus* manihot. *J. Plant Growth Regul.* ;37:709–718.

Wu ,J.;Mock,H.P.;Gieh, F. ;H,Pitann.P. and Muhling, K.H.(2019). Silicon decreases cadmium concentrations by modulating root endodermal suberin development in wheat plants. *Journal of Hazardous Materials*. Volume 364, , 581-590.

Xiong, Z.- T. (1999). Lead accumulation and tolerance in Brassica chinensis L. grown in sand and liquid culture. Toxicological and Environmental Chemistry . , 69 : 9-18.

Xiong, Z.-T. (1997). Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pioneer species (*Sonchus oleraceus*L.) L., *Environmental Pollution*. 97(3) : 275-279.

Xiong, Z.-T. (1998). Lead uptake and effects on seed germination and plant growth in a Pb hyperaccumulator Brassica pekinensis Rupr. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 60 : 285-291.

Xu, J .; Yin, H. X. and Li, x. (2009), Protective effects of proline against cadmium toxicity in micropropagated hyperaccumulator, Solanum

nigrum L, Plant Cell Reports . Journl of Plant Pathology., 28 (2): 325–333.

Yamada, M.; Malambane, G.; Yamada, S.; Suharsono, S.; Tsujimoto ,H.; Moseki, B. and Akashi, K.(2018). Differential physiological responses and tolerance to potentially toxic elements in biodiesel tree *Jatropha curcas*. *Sci. Rep.* ;8:1–10.

Yang,L.J .J.; Shults, K.R.H.; Wang, H.; Abd-Allah, E.F.; Luo, Y. and Hu, X. (2016). The Dynamic Changes of the Plasma Membrane Proteins and the Protective Roles of Nitric Oxide in Rice Subjected to Heavy Metal Cadmium Stress. Front. Front *Plant Sci.*, (7): 190.

Yossef, R.A. ; Hegazy, M.N.A. and Abd El-Fattah, A. (1993). Effect of cadmium and nitrogen on growth of corn in a clay loam soil. *Annals Agric. Sci*., 38(1) : 337-343.

Yu, S.;Sheng, L.; Zhang, C. and Deng, H.(2018). Physiological response of Arundo donax to cadmium stress by Fourier transform infrared spectroscopy. *Spectrochim. Acta A.* ;198:88–91.

Yuanjie, D.; Weifeng, C.; Xiaoying, B.; Fengzhen, L. and Yongshan, w. (2019). Effects of Exogenous Nitric Oxide and 24-Epibrassinolide on the Physiological Characteristics of Peanut Seedlings Under Cadmium Stress . *Pedosphere*., 29(1): 45–59.

Yusuf, M.; Hayat, S.; Alyemeni, M.N.; Fariduddin, Q. and Ahmad, A. (2013). Salicylic acid: physiological roles in plants. In: Hayat S, Ahmad A, Alyemeni M (eds.) Salicylic acid. Springer, Dordrecht.

Zhang, Q.; Shi, X.; Huang, B.; Yu, D.; Oborn, I.; Blomback, K.; Wang, H.; Pagella, T.F.and Sinclair, F.L. (2007). Surface water quality of factory-based and vegetable-based periurban areas in the Yangtze River Delta region, China. Catena,(69) pp 57-64.

WHO, X.; Li, M.; Yang, H.; Li, X. and Cui, Z.(2018). Physiological responses of *Suaeda glauca* and *Arabidopsis thaliana* in phytoremediation of heavy metals. *J. Environ. Manag.* ;223:132–139.doi: 10.1016/j.jenvman..06.025.

Zhang, X.; Ervin, E.; Evanylo, G.; Sherony, C.; Peot, C, (2005). Biosolids impact on tall fescue drought resistance. *J. of Residuals Sci and Tech*., 2: 173- 180.

حسابات المحلول المغذي في المزرعة المائية Hydroponics

1-$CaCl_2 .2H_2O$ (M.Wt=147.02) to get 200µM:

$$200\ \mu M * 3000ml * \frac{147.02}{10^6} = 88.212\ gm/L$$ take 1ml to pot.

2-K_2SO_4 (M.Wt=174.27) to get 100µM:

$$100\ \mu M * 3000ml * \frac{174.27}{10^6} = 52.281\ gm/L$$ take 1ml to pot.

3-$MgSO_4$ (M.Wt=246.48) to get 50µM:

$$50\ \mu M * 3000ml * \frac{246.48}{10^6} = 36.972\ gm/L$$ take 1ml to pot.

4-KH_2PO_4 (M.Wt=136.09) to get 10µM:

$$10\ \mu M * 3000ml * \frac{136.09}{10^6} = 4.083\ gm/L$$ take 1ml to pot.

5-H_3BO_3 (M.Wt=61.83) to get 3.0µM:

$$3.0\ \mu M * 3000ml * \frac{61.83}{10^6} = 0.556\ gm/L$$ take 1ml to pot.

6-$CuSO_4.5H_2O$ (M.Wt=249.68) to get 0.1µM:

$$0.1\ \mu M * 3000ml * \frac{249.68}{10^6} = 0.075\ gm/L$$ take 1ml to pot.

7-$MnSO_4 .2H_2O$ (M.Wt=169.01) to get 0.25µM:

$$0.25\ \mu M * 3000ml * \frac{169.01}{10^6} = 0.127\ gm/L$$ take 1ml to pot.

8-$Na_2MoO_4 .2H_2O$ (M.Wt=241.95) to get 0.02µM:

$$0.02\ \mu M * 3000ml * \frac{241.95}{10^6} = 0.0145\ gm/L$$ take 1ml to pot.

9-$CoSO_4 .7H_2O$ (M.Wt=281.12) to get 0.04µM:

$$0.04\ \mu M * 3000ml * \frac{281.12}{10^6} = 0.0337\ gm/L$$ take 1ml to pot.

10-$ZnSO_4$ .7H2O (M.Wt=287.54) to get 0.3µM:

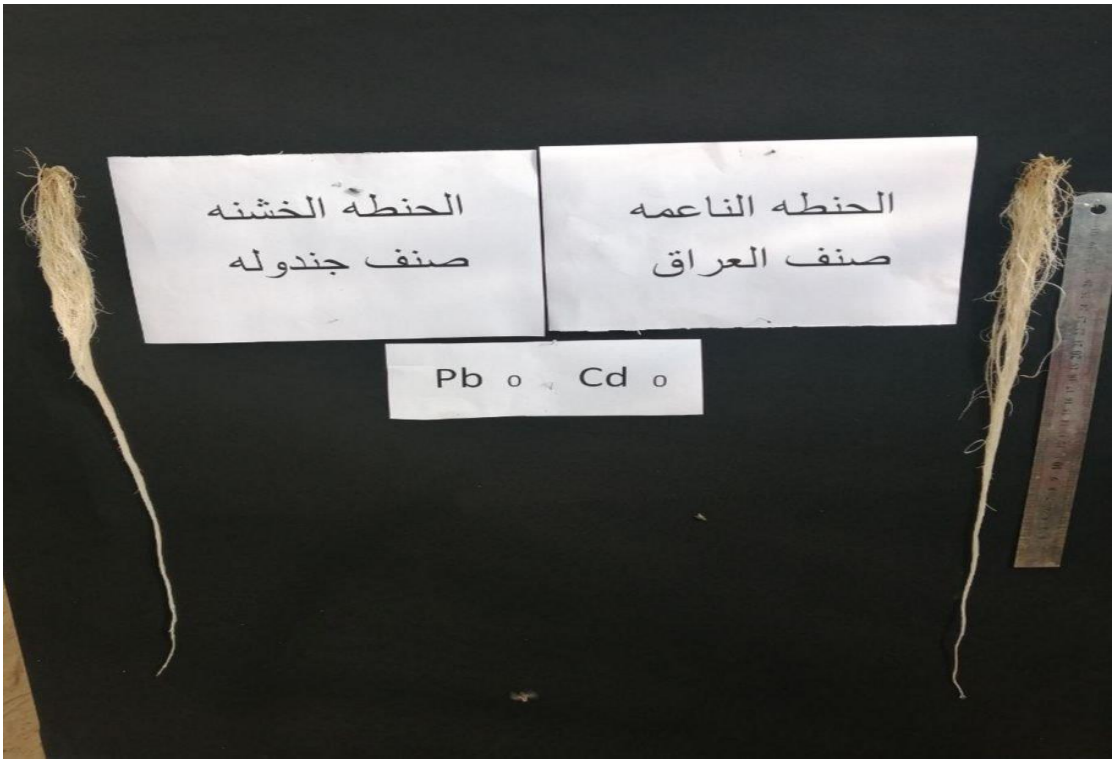
$$0.3\ \mu M * 3000ml * \frac{287.54}{10^6} = 0.25\ gm/L$$ take 1ml to pot.

11-NH4NO3 (M.Wt=80.04) to get 400µM:

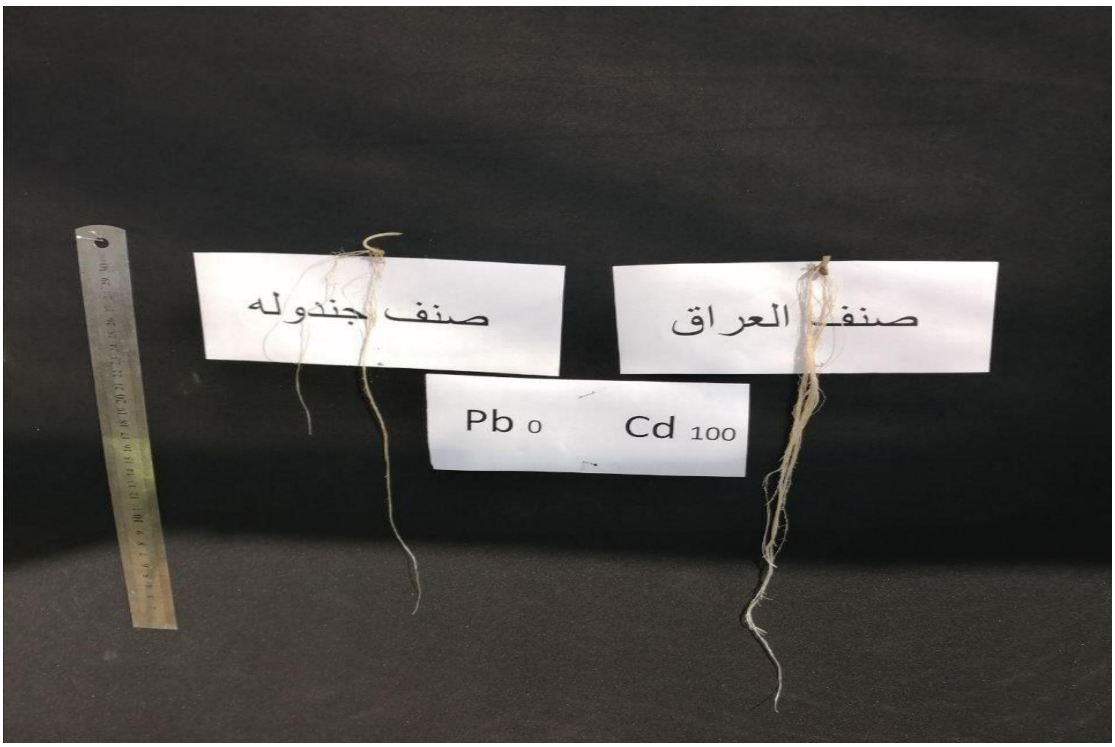
$$400\ \mu M * 3000ml * \frac{80.04}{10^6} = 16.048\ gm/L$$ take 1ml to pot.

12-$FeSO_4$ (M.Wt=367.05) to get 10µM:

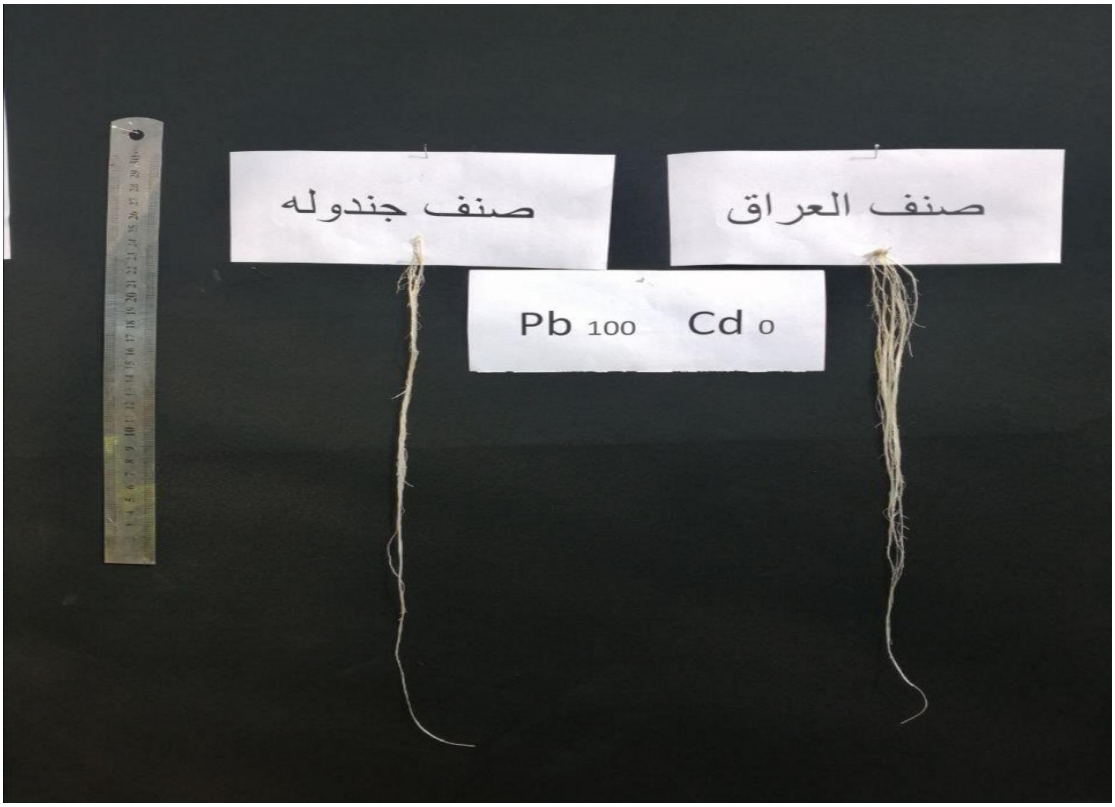
$$10\ \mu M * 3000ml * \frac{367.05}{10^6} = 11.012\ gm/L$$ take 1ml to pot.



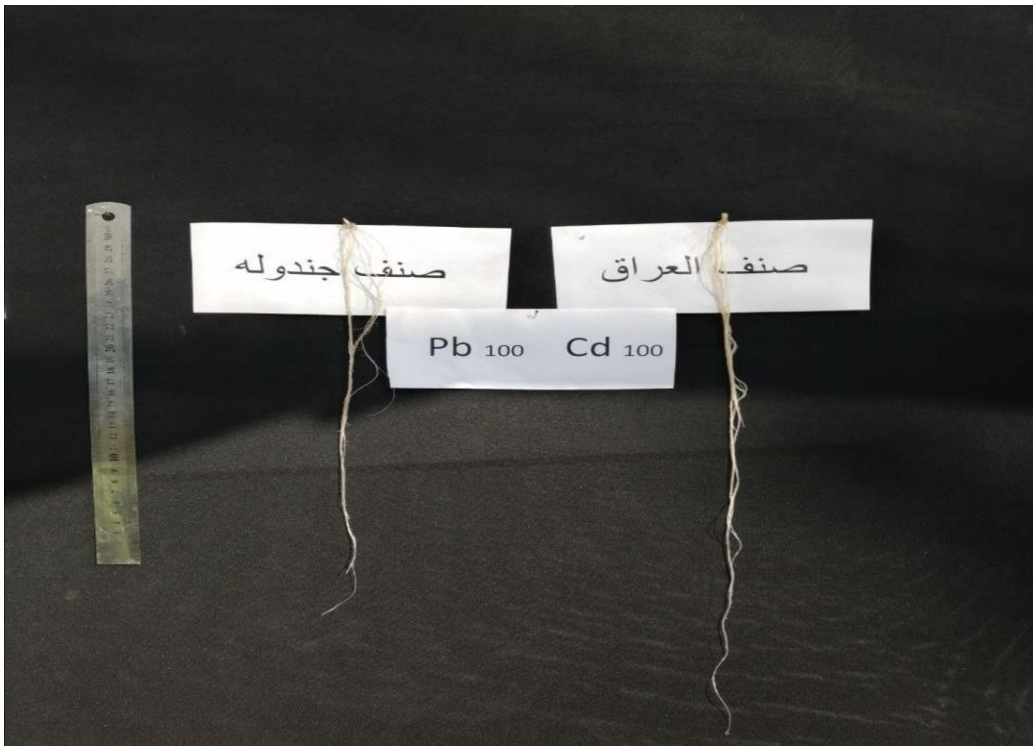
صورة (1) جذور نوعي الحنطة غير المعاملة (Cd0-pb0)



صورة (2) جذور نوعي الحنطة عند معاملة (Cd100-pb0)



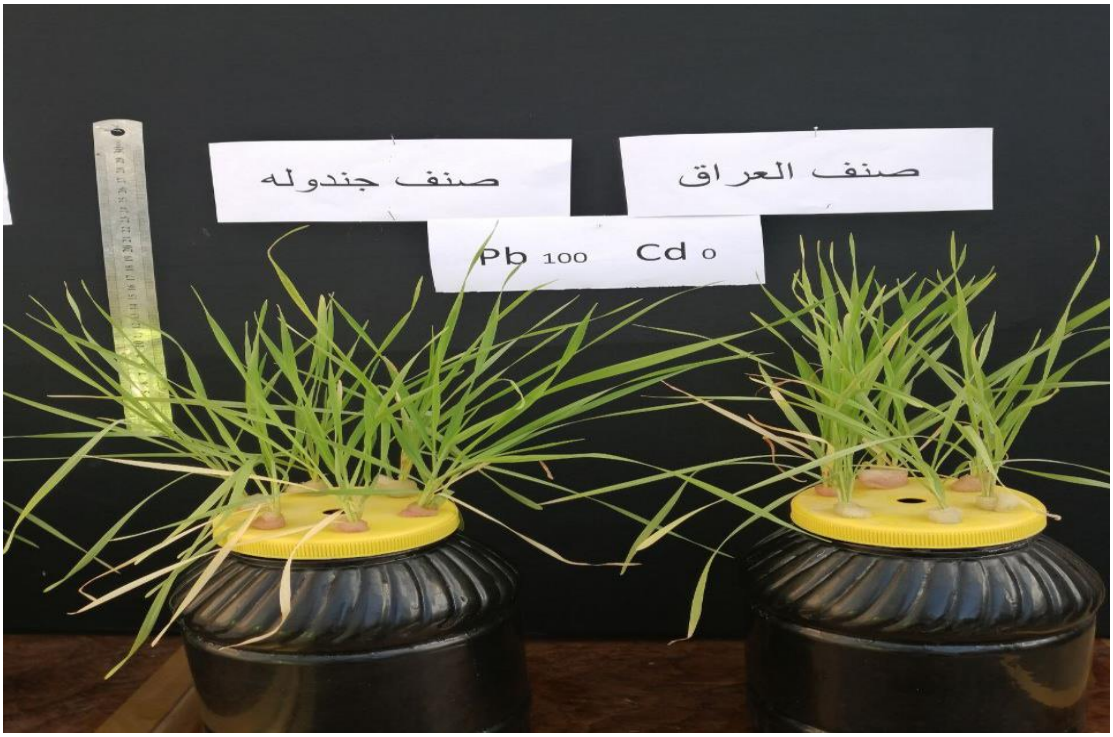
صورة (3) جذور نوعي الحنطة عند معاملة (Cd0-pb100)



صورة (4) جذور نوعي الحنطة عند معاملة (Cd100-pb100)

صورة (5) للجزء الخضري نوعي الحنطة غير المعاملة (Cd0-pb0)

صورة (6) للجزء الخضري نوعي الحنطة عند معاملة (Cd100-pb0)



صورة (7) للجزء الخضري نوعي الحنطة عند معاملة (Cd0-pb100)

صورة (8) للجزء الخضري نوعي الحنطة عند معاملة (Cd100-pb100)

Cd(228.8nm)

File Comment:

Comment:

FlameCont

Instrument Information

Device Name: AA

Type	Model Name	ROM Version	S/N
AA	AA-7000	1.01	A30784800070
ASC	ASC-7000	1.01	A30694800879
GFA			

Optics Parameters

Element:	Cd
Socket #:	2
Lamp Current Low(Peak)(mA):	8
Wavelength(nm):	228.8
Slit Width(nm):	0.7
Lamp Mode:	BGC-D2

Atomizer/Gas Flow Rate Setup

Fuel Gas Flow Rate(L/min):	1.8
Support Gas Flow Rate (L/min):	15.0
Flame Type:	Air-C2H2
Burner Height(mm):	8.0
Burner Lateral Pos.(pulse):	0
Burner Angle(degree):	0

صورة(9) معلومات معيارة جهاز الاتومك لقياس الكادميوم

Pb(283.3nm)

File Comment:

Comment:
FlameCont

Instrument Information

Device Name: AA

Type	Model Name	ROM Version	S/N
AA	AA-7000	1.01	A30784800070
ASC	ASC-7000	1.01	A30694800879
GFA			

Optics Parameters

Element:	Pb
Socket #:	6
Lamp Current Low(Peak)(mA):	10
Wavelength(nm):	283.3
Slit Width(nm):	0.7
Lamp Mode:	BGC-D2

Atomizer/Gas Flow Rate Setup

Fuel Gas Flow Rate(L/min):	2.0
Support Gas Flow Rate (L/min):	15.0
Flame Type:	Air-C2H2
Burner Height(mm):	8.0
Burner Lateral Pos.(pulse):	-27
Burner Angle(degree):	0

صورة(10) معلومات معيارة جهاز الاتومك لقياس الرصاص

Summary

An experiment was carried out in a private field crops in Al-hur district , Karbala province during winter season of 2019-2020.The aim of this study was to assess the in fluence of Lead and Cadmium stress on the growth and some physiological traits of two species of Wheat plant grown in Hydroponic system.

The experiment included two factors , its factor was plant species i.e. *Triticum aestivum* L. van Iraq and *Triticum durum* L. van Jandola

The send factor was four concentration of each of lead and cadmium i.e. 0,25,50 and 100 ug L^{-1} as a combined treatment forming 16 treatments , with three replication thus. The whole experimental units were 96 . The experiment was as a factorial within a completely randomized design (C.R.D.) Means of treatments were compared using L.S.D. test at 0.05 Probability level. Seed of the sepias of wheat plant were sown in wetted petri dishes on 22^{nd} -11- 2020 , Les days later i. 1-12- 2020 They were transferred into the water culture system .

Seedling were raised in the system for 40 days . the nutrient solution was replaced weekly intervals , the pH of the nutrient solution was adjusted H_2SO_4 at 0.1 N . Lead and cadmium were applied at the concentration mentioned before On10^{th} of January ,2020 , the experiment was terminated and the plants were collated , Results could be summarized as follow:

1- Wheat plant van Iraq proceeded Jandola variety in terms of plant height ,root ,chlorophyll a, b and total , carotenes , fresh and dry weights of in Iraq variety thon in Jandola . Proline Absisic acid wear also superior with Iraq variety. Gave higher values of N , P ,K, Pb, Cd in root and shoot

2- Addition of heavy metals at Pb 100–Cd 100 treatment gave lower of plant height ,root length ,compared with the control treatment .Less values of chlorophyll a ,b and a +b , carotenes , total fresh and dry weights

SOD, POD , CAT , Proline ,Abscic acid ,On the other hand ,this treatment gave lower values of Auxin ,Cytokinin ,N, P, and K in the root and sh00ts.

3-The treatment Pb0- Cd100 achieved more content of Cd in both roots and shoot systems as well as total Cd in whole plant .

4- The treatment Pb100- Cd0 gave higher values of Pb in the both root and shoots as well as total content.

5- The interaction between Iraq variety and Pb100- Cd100 gave higher content of CAT and POD enzymes Protin end Abscisic asid .

6- The some treatment with Jandola variety gave lower values of plant height ,roots length ,root size, root diameter ,chl. A ,b and total ,total fresh weight N, P, and K in roots and shoots and whole plant.

7- The interaction between Pb0- Cd100 and Iraq variety gave higher values of Cd in root, shoots and whole plant.

8- The in traction Pb100- Cd0 and Iraq gave higher values of Pb in root, shoots and whole plant.

9- Move Pollution was achieved from the in traction treatment between Iraq van and Pb100- Cd100 compared with the control treatment .

Ministry of Higher Education & Scientific Research

University of Kerbala - College of Education for Pure Science

Department of Biology

Study The Effect of Lead and Cadmium Stress on Growth and Some Physiological Characteristics of Two Species of Wheat Plant Grown in Water Culture

A Thesis

Submitted to the College of Education for Pure Sciences - Kerbela University as a Partial Fulfillment for the Requirements of the Degree Doctor of Philosophy of Science in Biology (Botany)

Written by

Jassim Wahab Mohammed Al-Yesari

M. SC. Biology- Kerbala University . 2017

Supervised by

Prof .Dr. Ahmed Najm AL– Mosawy

Prof .Dr. Hassan Jameel AL-Fatlawi

August 2022 A.D. **muharram 1444 A. H.**