



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ديالى

كلية العلوم

قسم علوم الفيزياء / فرع الفيزياء الطبية



## دراسة العناصر الثقيلة في الخضراوات

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم / جامعة ديالى / قسم علوم الفيزياء / فرع  
الفيزياء الطبية

من قبل الطلاب الباحثون

عبد المهيمن اياد احمد

تمارة حسين عباس

فاطمة فاضل احمد

بإشراف

م.م اريج عبد الجليل حسن

بسم الله الرحمن الرحيم

((فكلوا مما رزقكم الله حلالا طيبا واشكروا نعمت الله إن كنتم إياه تعبدون))

[النحل: ١١٤]

صدق الله العظيم

## الاهداء

الى من كان مساعدي وقودوتي قبل وبعد رحيله عن ناظري .....

ذلك الذي تكبد عناء الأيام لإيصالني لما انا عليه الان

ذلك الذي كان رفيقي قبل ان يكون ابي..... والذي رحمه الله

الى من كانت ولا زالت سنداً لي..... وما توفيقني الا بدعائها ونجواها مع الله

تلك التي جعل الله عز وجل عظمة جنته تحت قدميها ..... أُمي الغالية

الى ذلك الذي تحمل معي مشاق الحياة ..... اخي العزيز

الى كل من وقف معي وساندني..... الى اصحابي بالله ومن ساندني حبا

بالله..... اهدي هذا العمل الى كل من وقف معي عرفانا واحترامًا.

## كلمة شكر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك. ولا يطيب النهار إلا بطاعتك. ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة... ونصح الأمة... إلى النبي الرحمة والنور

"سيد محمد عليه الصلاة والسلام". إلى الذين حملوا قدس رسالة في الحياة. وإلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة إلى جميع "أساتذتنا الكرام". إلى كل من ساهم في إرشاد ولو بكلمة بسيطة بكل شكر والاحترام والتقدير. كما نتوجه لشكر الجزيل إلى الأستاذة المشرفة "أريج عبد الجليل حسن".

## قائمة المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
١	اية قرآنية كريمة	أ
٢	الاهداء	ب
٣	الشكر والتقدير	ج
٤	قائمة المحتويات	د
٥	الخلاصة	١
٦	المقدمة	٢
٧	الفصل الأول /العناصر الثقيلة	٣
٨	مصادر العناصر الثقيلة	٤
٩	خطر العناصر الثقيلة	٦
١٠	الهدف من دراسة تأثيرات البيولوجية	١٢
١١	مصادر الاشعاع	١٣
١٢	أنواع التعرض الاشعاعي	١٨
١٣	الفصل الثاني	١٩
١٤	النتائج والمناقشات	٢٣
١٥	وصف الموقع	٣٥

٣٥	جمع العينات واعدادها	١٦
٣٨	التحليل الاحصائي	١٧
٥٥	الاستنتاج	١٨
٥٦	المراجع	١٩

## الخلاصة

يهدف البحث الى معرفه بعض محتوى الخضار من بعض العناصر المعدنية خصوصاً العناصر الثقيلة حيث تم جمع العينات من مناطق اكثر عرضه لتلوث كونها تقع في اماكن معرضه لعوادم السيارات او مزدحمة بالسكان وقد تم اختيار العينات من اكثر الخضار استهلاكاً والجزء من الغذاء اليومي العراقي وهي الطماطه والخيار والكرفس والخس والهانة والفلفل والبريين تم جمع العينات في الايام ليس فيها مطر وقد تم فحصها دون غسلها معرفه مدى تلوثها طبيعياً ودون تدخل لأزاله احد الاسباب وتقليل تلوث وتم تقدير العناصر بواسطه الجهاز spectrophotometer atomic absorption فمن العناصر الكبرى تم تقدير المغنسيوم واثبتت نتيجة البحث عدم وجود فروق معنويه بين العينات وتم قياس عنصري الحديد والنحاس من العناصر الصغرى وكان هناك ارتفاع معنوي في مستوى الحديد بين العينات حيث سجل الكرفس اعلى قراءه العينات تجاوزت الحدود المسموح بها وكذلك يبين نفس المنطقة حين بينما سجلت الهانة والخيار اقل القراءات في المستوى النحاس اما بالنسبة العناصر الثقيلة فقد خلت العديد من الخضار من الرصاص وهي الكرفس الزيتون والطماطه الكاظمية والخيار الطيران ولن تسجل الطماطه والكرفس في المنصور والهانة في الزبونة والخس في الكاظمية اي قراءه الكروم سجلت قراءه الكاديوم والنيكل بالمستوى نوعا ما مرتفع ولكن يمكن تجاوز بغسل هذه الخضروات او تقشيرها اما الكوبلت فقد سجل الكرفس الطيران ارتفاع اكثر ما يحتاجه الإنسان يومياً.

## المقدمة

مصطلح المعدن الثقيل يشير الى اي عنصر كيميائي معدني لديها كثافة عالية نسبيا وغير سامه او سامه عند التركيزات المنخفضة امثله المعادن الثقيلة تتضمن الزئبق (Hg), الكاديوم (Cd), الزرنيخ (As), الكروم (Cr), التيتانيوم (Ti), والرصاص والسيلينيوم

والمعادن الثقيلة هي العناصر طبيعية من قشره الارض لا يمكن ان تحلل او ان تنكسر بدرجة صغيرة تدخل العناصر الثقيلة الى اجسامنا عن طريق مياه الشرب والغذاء والهواء .

كما العناصر النادرة وبعض المعادن الثقيلة (مثل النحاس والسيلينيوم والزنك) ضرورية للحفاظ على عملية التمثيل الغذائي للجسم البشري .

ومع ذلك في تركيزات اعلى فإنها يمكن ان تؤدي الى التسمم يمكن ان يؤدي التسمم بالمعادن الثقيلة من تلوث مياه الشرب (انابيب الرصاص ) وارتفاع تركيزات الهواء المحيط بالقرب من مصادر الانبعاث او المدفوع عبر السلسلة الغذائية

والمعادن الثقيلة خطيرة لأنها تميل الى التراكم الاحيائي التراكم يعني زياده في تركيز المادة الكيميائية في الحي البيولوجي مع مرور الوقت.

مقارنة تركيز المادة الكيميائية في البيئة

العناصر الثقيلة يمكن ان تدخل إمدادات المياه عن النفايات الصناعية الاستهلاكية او حتى من المطر الحمضي التربة والافراج عن المعادن الثقيلة في مجاري المياه والبحيرات والانهار والمياه الجوفية.

يعتبر التلوث بالمعادن الثقيلة احدى صور التكون البيئي الناتج من نشاط الانسان الصناعي او الزراعي ,وفي السنوات الاخيرة اهتم العلماء بدراسة العناصر الثقيلة من ناحية تواجدها في البيئة وتأثيراتها البيولوجية وعلاقة ذلك بصحة الانسان ويعتبر الغذاء احد المصادر الاساسية لتعرض الانسان لهذه العناصر لذا اهتمت دراسات عديدة باستحداث الطرق الملائمة لتحديد مدى تلوث الغذاء بهذه العناصر ومدى ملائمتها للاستخدام الادنى واخرون وتحديد الحد الادنى او التركيز الحرج المسموح به من هذه الملوثات في الغذاء بدون ان يحدث اضرارا



وتعتبر الاغذية المعروضة في الاسواق وشوارع المدن من اكثر المواد الغذائية المعرضة للتلوث بالعناصر الثقيلة فالحصول على هذه الاغذية امر في متناول ومقدور السكان لانخفاض قيمتها التغذوية و مقارنة بالمواد الغذائية الاخرى لذا فان من المفيد دراسة مكونات بعض هذه المواد وتقدير بيئة العناصر الثقيلة بها ويعتبر (الكاديوم والرصاص والنيكل) التي ستدرسها في هذا البحث من اهم المعادن الثقيلة التي تلوث البيئة وبالتالي الغذاء وتنتج عن تواجدها مشاكل صحية عديدة من الصعب وضع خط فاصل بين المعادن الثقيلة الضرورية حيث ان جميع العناصر الثقيلة تعتبر سامة في حالة تواجدها بتركيزات مرتفعة اذا لها القدرة على التفاعل مع مكونات الخلايا وتخل من وظائفها سواء في النبات او الحيوان او الانسان

### الفصل الأول /العناصر الثقيلة

تعرف العناصر الثقيلة (Heavy metal) او ما يعرف بالفلزات الثقيلة بانها تلك التي تزيد كثافتها الماء ٥ ملجم/سم<sup>٣</sup> وهي لها تأثيرات سلبية على صحة الانسان والحيوان والنبات ومن العناصر الثقيلة {الرصاص , الكاديوم , الزرنيخ , السيلينيوم ,الزنك},

النحاس والسيزيوم وهي من أخطر المواد السامة التي تلوث التربة والماء والهواء المسببة اضرار فادحة بالانسان والحيوان والنبات .

وتتعرض التربة الزراعية للتلوث بالعناصر الثقيلة التي تختلط بالتربة الزراعية وتفقد خصوبتها حيث تسبب قتل البكتريا المسؤولة عن تحليل المواد العضوية الموجودة في التربة وتثبت عنصر النيتروجين لها علاوة على ذلك فان النباتات تمتص هذه العناصر اذا كانت موجودة في التربة او الماء ثم تصل بعد ذلك الى الانسان خلال السلسلة الغذائية لذا فالمحافظة على التربة من تلوث والتدهور ضرورة حتمية من ضروريات العصر لارتباطها بصحة الانسان

## مصادرها

تتلوث التربة بالعناصر الثقيلة من مصادر عديدة منها مصادر طبيعية ومصادر الناتجة من النشاط البشري للإنسان وتسمى المصادر الصناعية لأن أغلبها ترجع الى النشاط الصناعي .

### ١.١

تتواجد العناصر الثقيلة بكثرة في الطبيعة حيث تنطلق من خلال الدورات الجيوكيميائية الى البيئة

فالعناصر الثقيلة توجد ضمن تركيزات متفاوتة بالرغم من ندرتها وتؤدي التجوية الفيزيائية والكيميائية والحيوية لصخور القشرة الارضية الى انطلاق بعض هذه المكونات من الصخور المكونة لمادة الاصل حيث يحدث انحلال العناصر الثقيلة بلماء خلال الدورة الطبيعية للماء عبر الصخور او من خلال التربة التي تحتوي كميات من هذه العناصر (الزئبق, الرصاص, الزنك, النيكل, الكاديوم, الكروم , الحديد , النحاس , وغيرها ) . وقد يحدث التلوث الطبيعي في باطن الارض بسبب تفاعلات المعادن الكبريت مع مواد المؤكسدة ويمكن ان تنشط هذه تفاعلات بوجود النترات التي يمكن ان تأتي من مصادر عديدة وعلى فان هذه العناصر تتواجد طبيعيا في التربة لأنها جزء من مكوناتها

### ٢,١

مصادر ناتجة عن النشاط الانساني التالي

١- استخراج المعادن من المناجم وما ينتج عنها من مخلفات تصبح مصدر للتلوث في الاراضي المحيطة

٢- مخلفات الصرف الصحي والصناعي ان جميع انواع الحماء تحتوي تركيزات عالية من العناصر السامة الا الحماء الناتجة من الصرف الصناعي تحتوي على ملوثات غير عضوية بتركيزات اعلى بكثير من الحماء الناتجة من الصرف الصحي

وتعتبر الخارصين Zn والنيكل Ni و Cu والكاديوم Cd من اهم العناصر تسبب مشاكل في الانتاج الزراعي عند اضافة الى التربة

٣- التخلص من المخلفات الصلبة والسامة, مخلفات المنازل والمصانع والمتشفيات. يمكن ان تؤدي الى تلوث التربة بالعناصر الصغرى والثقيلة منها سواء بإلقائها او دفنها في التربة يؤدي الى تلوث التربة وانتقالها الى المياه الجوفية

٤- احتراق الوقود (الفحم -بترو) فينتج عنه عدد كبير من العناصر الثقيلة والصغرى وتشمل {Ba, Sb, Se, As, Cd, C, Pb, V, Cu, Mn,} والتي ترسب على الاراضي المحيطية. كما ان احتراق البترول الذي يحتوي على اضافات من الرصاص يعتبر من اهم مصادر التلوث التربة.

٥- الصناعات التعدينية ومنها عدة طرق للتلوث ومنها

أ- انبعاث الايروسولات والغبار المحتوي على هذه العناصر و يترسب على التربة وللنبات .

ب- المخلفات السائلة

ت- تستخدم العديد من العناصر في صناعة السبائك والصلب والتي ينتج منها مخلفات تؤدي الى تلوث التربة .

٦- الاطعمة مثل الفاكهة والخضروات واللحوم والحبوب وقواقع البحر والمشروبات غير المسكرة تحتوي نسبه كبيره من الرصاص .

٧- كما ان السجائر التي يدخنها الانسان تحتوي ايضا كميات صغيره من الرصاص

## ٢,١,١-خطر العناصر الثقيلة على الانسان

. تشابه معظم العناصر الثقيلة في كثير من صفاتها الطبيعية الا ان تفاعلاتها الكيميائية المختلفة وينطبق غذا على اثار البيئة فبعض هذه العناصر مثل(الزئبق ,والرصاص ,والكاديوم) منشأها خطر على صحة العامة

بينما العناصر الاخرى مثل ( الكروم- الحديد-النحاس) تقتصر اثارها على اماكن العمل الذي يحدث فيها التعرض لفترات طويلة ولهذا فهي اقل خطرا من العناصر الاخرى كالرصاص الذي زاد انتشاره في الاوان الاخيرة واصبح موجودا بكثرة في الماء والهواء والغذاء.

٠ وان كثيرا من العناصر الثقيلة ضرورية للحياة حتى لو استخدمت بمقادير قليلة جدا ولكنها تكون سامة اذا وصل تركيزها مستوي عالي في الجسم تصبح بعدها قادرة على التدخل في نمو الخلايا والجهاز الهضمي. ولقد ازداد تعرض الانسان لأضرار هذه العناصر من جراء الزيادة المطرقة في الحياة اليومية حيث زاد من انتشارها في معظم دول العالم خصوصا الصناعة.

## العناصر الثقيلة المستخدمة والاضرار الناتجة منها

### ١,٢ عنصر الرصاص

يعتبر الرصاص (Lead Pb) من اخطر العناصر التي قد تكون موجودة في البيئة ولها تأثيرا كثيرا على الانسان ,مسببا الاعراض العصرية ويعد من احد اربع معادن تمثل خطورة على صحة الانسان ويدخل الرصاص لجسم الانسان من المصادر التالية ( ٦٥% من الطعام و ٢٠% من الماء و ١٥% من الهواء ) حيث يحدث تمثيل حيوي لحوالي % من الرصاص الذي يتناوله الانسان من الفم في عملية الهضم ويفرز الرصاص بشكل الاساسي مع البول وجزء من الرصاص المتمثل يتراكم في العظام , ولا يساهم الرصاص بأي وظيفة حيوية في الجسم لكنه يضر الانسان اذا ما يتناوله من خلال الاطعمة والهواء والماء.

### مصادر الرصاص

- ١- من الماكينات والمعدات التي لاتزال تستخدم ( البنزين )
- ٢- من الصناعات التعدينية
- ٣- من الوقود الصلب ( الفحم ) والمائع (المشتقات النفط)
- ٤- من أنابيب الرصاص ان وجدت لنقل المياه وكذلك ماء الصدف الغير المعالج

### اضرار الرصاص

- ١- احداث اضطرابات في التركيب الحيوي للهيموكلوبين واصابه الانسان بالانيميا وتأخر النمو عند الاطفال او عندما يتعرض له الاطفال
- ٢- ارتفاع في ضغط الدم
- ٣- ضمور انسجة الكلية
- ٤- اضطراب في الجهاز العصبي وتلف في خلايا المخ

٥- فقد القدرة التعلمية عند الاطفال

٦- اضطرابات سلوكية عند الاطفال

٧- يصل الرصاص الى الجنين من خلال المشيمة مما يسبب ضمور في الجهاز العصبي

٨- اضطرابات الخصوبة لدى الرجال والنساء

### فوائد الرصاص

### اعراض زياده جرعه الرصاص على الانسان

\* عند زيادة جرعه الرصاص في جسم الانسان يحدث تسمم له يتطلب تدخلا طبيا طارئا اذا تظاهر على الشخص المصاب علامات تدل على اصابته بالتسمم ومنها

• مغص وآلام شديده في البطن

• تقيؤ

• التعثر اثناء المشي

• فقدان الشهية

• تشجنات

• اغماء او دخول في غيبوبة

• اضطرابات الكلى

• خدران وتنميل في الاطراف

## ١,٢,٢ عنصر الكاديوم

عنصر الكاديوم (Cadmium Cd) واحد من اكثر العناصر الثقيلة خطورة على صحة الانسان حيث انه عنصر شديد السمية لجميع الكائنات الحية وبدا الاهتمام به كملوث بيئي متأخر عام ١٩٦٠

عندما ظهر Itai - Itai في البيانات بسبب التغذية على ارز روى بمياه ملوثة بالكاديوم

ويصل الكاديوم للانسان من خلال سلسلة الغذاء خاصة من خلال التغذية على الحبوب والفاكهة والخضروات .

## من اهم مصادره

١- التدخين واواني الطهي

٢- التلوث الصناعي والتلوث الزراعي وحرق المخلفات .

## اضراره

زيادة تركيز الكاديوم في الجسم تسبب الامراض التالية

- ١- الاسهال والام المعدة والتقيؤ
- ٢- امراض هشاشة العظام واضطرابات تنفسية
- ٣- سرطانات وعقم

٤- زياده ضغط الدم وتأثيرات على عضلة القلب

٥- احتلال وظائف الكليتين مسببا مرض كلوي

٦- له تأثير على الجهاز العصبي والمركزي ويؤدي الى تلف الكبد في الحالات الشديدة.

## تأثيرات الكاديوم (cd) على البيئة

الكاديوم يستمد خصائصه السمية الكيميائية من التشابه الى الزنك والمغذيات الدقيقة الاساسية للنبات والحيوانات والبشر.

والتعرض الطويل للكاديوم الزيادة التعرض له يتسبب

١- الفشل الكلوي

٢- مرض الانسداد الرئوي والذي تم ربطه الى الاصابة بسرطان الرئة

٣- هشاشة العظام في الانسان والحيوان

٤- ارتفاع ضغط الدم وتأثيره على عضله القلب

ويقدر متوسط المتحصل اليومي من الكاديوم للبشر ٠,٠١٥ مايكرو جرام من الهواء و ١ مايكرو جرام من الماء وان تدخين شخص ٢٠ سيجارة يؤدي الى الاستنشاق حول ٢-٤ مايكرو جرام من الكاديوم وقد تختلف مستويات على نطاق واسع

WWW Lenntch

### ١-٢-٣ عنصر النيكل

النيكل كما هو الحال من العناصر الثقيلة في حالة زيادة تركيزه في البيئة فإنه يسبب السمية للنباتات والحيوانات .

ومن الظواهر التسمم بالنيكل عند توافر تركيزات منخفضة في الغذاء ( ٤٠ ميكرو جرام/ كليلو جرام غذاء) فإنه يسبب تلف الكبد مع انخفاض امتصاص الحديد ونقص في نشاط كثير من الانزيمات

بينما في حالة تعرض الانسان لتركيزات عالية من النيكل كما في عمال السبائك او المصاهر فإنه يسبب السمية والسرطان

\*يتعرض الانسان العادي للنيكل يتنفسه من الهواء ويشربه من مياه الشرب وتناول الاطعمة الملوثة بالنيكل او تدخين السجائر.



كما يأتي التعرض بالتلامس الجلدي لتربة او ماء ملوثين لهذا المعدن.

\*وتحتوي المواد الغذائية على نسب ضئيلة وتزداد معدلات استهلاكه عند تناول كميات كبيرة من خضروات مزروعة في تربية ملوثة به

\*ويصل معدل ما يأخذه الانسان من النيكل في غذائية اليومي الى نحو ٢٠٠ - ٣٠٠ ميكرو جرام

ويحتاج جسم الانسان لكمية بسيطة وأغلبه موجود في البنكرياس ويلعب دورا هاما في انتاج الانسولين

ويؤدي

ويتواجد النيكل في البيئة مصاحبا الاوكسجين او الكبريت وهو ناتج من البراكين  
\*ويتسبب النيكل من حدوث حساسية للجلد وغالب النيكل واملاحه لا تسبب تسمم ولكنه معروف بأنه مسرطن كما يؤثر الرئة والجيوب الانفية

### مصادر عنصر النيكل

النيكل يوجد في البيئة بمعدلات قليلة بالرغم من وجوده في الكثير من المعادن التي تحتوي على عنصر النيكل الا ان معادن الكبريتيد والاكاسيد تعد اهم المعادن الرئيسية اقتصاديا

### أضرار عنصر النيكل

إن تناول الكميات الصغيرة منه ضرورية اما الكثير منه يعرض الانسان لمخاطر صحية مثل

١-زياده مخاطر التعرض لسرطان الرئة ,سرطان الانف ,سرطان الحنجرة وسرطان بروسات

٢-الشعور بالدوار والاعياء بعد التعرض لغازات النيكل

٣-الاصابة بالصمامات الرئوية

٤-فشل الجهاز التنفسي

٥-تشوهات خلقية للجنس

٦-أزمة الربو والتهاب الشعب الهوائية

٧-اضطرابات في القلب

٨-التعرض للنیکل ومركباته قد ينتج عنه التهاب طبقه الجلد الخارجية والمعروف عنها باسم (هرش النیکل nickel itch)

٩- ادخنة النیکل من مشيرات الجهاز التنفسي وقد تسبب الالتهاب الرئوي

١٠-ردود فعل من الحساسية مثل الطفح الجلدي وخاصة عند ارتداء المجوهرات

## ١,١ الهدف من دراسة التأثيرات البيولوجية

معرفة كلا من

١- الأضرار الناتجة من الاشعاع

٢-والعلاقات البيئية الموجودة في البيئة الملوثة بالمواد المشعة

## ٢,٢ مصادر تأثير الاشعة المؤينة على الانسان

١- من استقصاء نتائج الدراسات من الحيوانات المختبرية

٢- على الانسان وقسم منها من المرضى المعالجين بالإشعاع

٣-حوادث تعرض العاملين اثناء العمل

٤-تتضمن استنتاج ١, ٢, ٣ تفسر نتائج هذه الدراسات هي زيادة فهمنا حول طبيعة

اليات الاضرار الاشعاعية من جهة والعلاقة بين الجرعة والاستجابة من جهة

اخرى في الكثير من انواع الحيوانات

### ٣,٣ المقاييس التي يجب معرفتها عند دراسة تأثير الاشعاع على النظم البايولوجية

١- هل ان مصدر الاشعاع خارج الجسم كما في حالة التعرض الاشعة السينية لأغراض العلاج او مادة مشعة داخل الجسم (كما في الحالة اليود المشع في الغدة الدرقية)

٢- هل ان جرعة التعرض كانت تعطي بكميات عالية بمدة قصيرة ( اقل من بضعة ايام) ام كانت تعطي بجرعات واطئة خلال فترة طويلة من الزمن ( قد تمتد بضعة سنين)

٣- ما اذا كانت التأثيرات بعد التعرض بفترات قصيرة اي تأثيرات حادة او تظهر هذه التأثيرات بعد فتره طويلة قد تستغرق عدة شهور او سنوات

الفقرة ١,١,٢,٢,٣,٣ من كتاب البيئة الاشعاعية

تأليف الدكتور عذاب طاهر نفيدمش الكناني

و د .خالد خورشيد كاظم

١,٣ مصادر الاشعاع

يتعرض الناس للاشعاع الطبيعي يوميا ويوجد اكثر من ٦٠ مادة مشعة طبيعية المنشأ ويوجد الاشعاع الطبيعي في التربة والماء والهواء ومثالا على الغازات المشعة غاز الرادون غاز طبيعي المنشأ ينطلق من الصخور والتربة وهو المصدر الرئيسي للأشعاع الطبيعي .

مصادر الاشعاع الذي يتعرض لها الانسان نوعين مصادر طبيعية ومصادر صناعية

#### ٠مصادر الاشعاع

١-مصادر الطبيعية الاشعاع يتعرض الناس للإشعاع الطبيعي عن طريق الاشعة الكونية وخاصة في ارتفاعات الشاهقة تأتي ٨٠% من جرعة اشعاع الخلفية التي يتلقاها الانسان سنويا

٢ - مصادر بشرية الصنع للإشعاع تتراوح في تنوعها من محطات توليد الطاقة النووية الى الاستخدامات الطبية للإشعاع في تشخيص الامراض او علاج المرضى

\*\* ونجد ان مصادر الاشعاع المؤين البشرية الصنع الاكثر شيوعا اليوم هي اجهزة الاشعة السينية وغيرها من الاجهزة الطبية.

#### ١,٤ التأثيرات الصحية من التعرض للانسان للإشعاع

١- يؤثر على النظام العصبي الدماغ موت الخلايا العصبية التي يمكن ان تسبب نوبات عصبية

٢- يؤثر على البصر يمكن ان يتشكل ماء العين في العيون

٣- يؤثر على الغدة الدرقية يمكن ان تفقد الغدة الدرقية وظيفتها والتي تؤثر على الأيض الطبيعية

٤- تأثيره على الرئتين تزايد خطر الإصابة بسرطان الرئة

٥- على القلب تضرر الخلايا الاوعية المعوية القريبة من القلب الذي يزيد فشل القلب

٦- يؤثر على النظام الهضمي تضرر الخلايا في منطقة الهضم التي يمكن ان تؤدي الى عسر الهضم والغثان والقيء والاسهال

٧- يؤثر على النظام الخصوبة موت البويض والحيامن

٨- يؤثر على الجلد تصبح الخلايا الجلد محترقة ومتضررة

٩- نظام المناعة عدم امتلاء خلايا النظام المناعة بشكل كما في مما يؤدي الى خطر تزايد من العدوى <https://www-who-int> موقع

(١,٣,١,٤)

## تأثير الاشعاع على جسم الانسان

عندما تتعرض خلايا الجسم الى الاشعاع فإن المادة الوراثية والبروتين داخل الخلية يتعرضان للأذى وهذا يعني بان الالكترونات داخل الذرات التي تشكل مكونات الخلية "تصبح تالفة" وتفقد وظيفتها.

وبما ان كل مكون في الجسم تقريبا يتكون من البروتين ودم اي فهذا يعني تساقط للخلايا من الرأس الى القدمين بسبب التعرض للإشعاع

<https://www.abawabu.com>

## ١,٢ الجرعة المكافئة ( Equivalent dose ) في الفيزياء

هي كمية الطاقة التي يحصل عليها الجسم (البشري) من الاشعة المؤينة مضروبة في معامل موازنة الاشعاع الذي يحدد التأثير الحيوي النسبي لنوع الاشعة على الانسجة الحية

وتعرف وحدة الجرعة المكافئة ب **الجول / كغرام من الجسم**

حيث ان معامل موازنة الاشعاع كمية مطلقة ليس لها وحدات.

ولغرض التمييز بين وحدة الجرعة المكافئة وبين جرعة الطاقة تعرف الجرعة المكافئة بالوحدة سيفرت Sievert اختصارها sv

القانون العام لحساب الجرعة المكافئة  $H=WR.D$

حيث

$H$ : جرعة مكافئة وتحسب بوحدة سيفرت

$WR$ : معامل موازنة الاشعاع

$D$ : جرعة الطاقة وتحسب بوحدة كراي Gray

فقرة ١,٢,١,١ من <https://ar.m.wikipedia.org>

## ١,٥ انواع التعرض الاشعاعي

### ١- تعرض الاشعاع داخلي

### ٢- تعرض الاشعاع خارجي

١- التعرض الداخلي للاشعاع المؤين :يحدث عند استنشاق او بلع النويدات المشعة اما تلقائيا ( عن طريق الفضلات ) او نتيجة لتلقي نوع من العلاج

٢- التعرض الخارجي للاشعاع : قد يحدث عند تعلق المواد المشعة التي تنتقل عن طريق الهواء (مثل الغبار او السوائل او الهباء)والجلد او الملابس .

وغالبا ما يسهل ازالة هذا النوع من المواد المشعة من على الجسم عن طريق الغسل

. . وقد تكون التعرض الاشعاع المؤين ناتجا ايضا عن التشعيع الخارجي (كما في حالة التعرض للاشعة السينية في المراكز الطبية ) ويتوقف التشعيع الخارجي عندما يحجب مصدر الاشعاع او عندما يخرج الشخص من مجال الاشعاع

<https://www.who.int>

## ١,٦ الآثار الصحية للأشعاع المؤين

١- الاشعاع اذا تعدى حدودا معينة يمكن ان يضعف الانسجة او الاعضاء وان يؤدي الى اثار حادة مثل احمرار الجلد وفقدان الشعر والحروق الاشعاعية ومتلازمة الاشعاع الحادة وكلما زادت كمية الجرعة وارتفاع معدل الجرعات زادة حدة الآثار.

على سبيل المثال فإن الجرعة الحدية لمتلازمة الاشعاع الحادة هي حوالي ١ سيفرت ( ١٠٠٠ ميلي سيفرت)

٢-يزداد احتمال ان تنجح الخلايا التالفة في اصلاح نفسها في حالة انخفاض الجرعة التي يتلقاها الانسان (انخفاض معدل الجرعة ) ولكن هناك احتمال ان تحدث آثار طويلة الأجل ايضا اذا كانت هناك اخطاء في عملية اصلاح الخلايا التالفة, فتحولت

تلك الخلايا الى خلايا مشعة لا تزال متأخرة على الانقسام وقد يؤدي هذا التحول الى اصابة الانسان بالسرطان بعد مرور سنوات .

٣-يشكل الاطفال والمراهقون الفئة الاكثر عرضة للخطر لانهم اكثر حساسية للتعرض الاشعاعي بكثير من البالغين .

٤-ويعتمد نوع الضرر الذي يلحقه الاشعاع بأنسجة او الاعضاء الجسم الانسان على الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها او على الجرعة الممتصة والتي تقاس بالGray

٥-يعتمد نوع الضرر الذي يحدث ان ينتج عن الجرعة الممتصة

١-على نوع الاشعاع

٢-وعلى درجة حساسية الانسجة او الاعضاء المختلفة

٦-قد يسبب تعرض المرأة الحامل للاشعاع المؤين قبل الولادة تلفا في مخ الجنين وذلك عقب تعرضها لجرعة حادة تتجاوز ١٠٠ ملي سيفرت في الفترة ما بين الاسبوع الثامن والخامس عشر من الحمل .

### ما المقصود الاشعاع المؤين

**الاشعاعات** المؤينة للوسط الذي تمر فيه هي اشعاعات ذات طاقة عالية تعمل على تأين الوسط الذي تمر فيه بسبب اصطدام الشعاع بذرات الوسط مما يؤدي الى طرد بعض الالكترونات الذرات وتكون الايونات في الوسط من هذه الاشعة الجسيمات الأولية مثل الالكترونات والبروتونات والنيوترونات واشعة الفا التي هي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم.

### عنصر النيكل

تبلغ كمية النيكل في الجسم البشري ١٠ ملي غرام فقط

## اما فوائد عنصر النيكل اهمها

- ١-توجد تراكيز مرتفعة من النيكل في الاحماض النووية خاصة الحامض الرايبي النووي RNA وبالتالي يعتقد بأن النيكل دورا في بنية وظائف البروتينات
- ٢- ينشط النيكل بعض الانزيمات اللازمة لتحطيم او استعمال الفلوكوز
- ٣-يساعد على انتاج البرولاكتين Prolactin وبالتالي يعتقد بأنه دورا هاما في انتاج الحليب
- ٤-يساعد على امتصاص الحديد الضروري للجسم وبالتالي تقيي من الاصابة بفقر الدم .

## ١,٢ مصادر الغذائية

يوجد النيكل في العديد من الاغذية ,حيث تحوي معظم البقوليات ( كالعدس والبازلاء)والحبوب ( كالشوفان والحنطة والذرة والشعير) والمكسرات (كالجوز والبندق والفاول و الصويا)وبعض الفواكه مثل( الموز والإجاص ) تحتوي على كميات معتدلة منة

بينما تحتوي الاطعمة الدسمة على كميات منخفضة من النيكل لكن السمك المرنجة والمحار يحتويان نسبة عالية من هذا العنصر.



## -الفصل الثاني

يشكل الخضار ركن هام من أركان الغذاء البشري منذ بدأ الخليقة وتأتي أهميتها من القيمة الغذائية العالية لها لاحتوائها على العناصر الضرورية لصحة الإنسان وعلى العناصر

النادرة فقد تطرقت كثير من الدراسات إلى محتوى الخضار من العناصر بنوعها الكبرى والصغرى فقط ولكن جرى الانتباه في القرن الماضي إلى محتواها من العناصر النادرة والعناصر الثقيلة، وتوصلت الكثير من الأبحاث إلى إن هذا الجزء المهم من الغذاء يتأثر بالمؤثرات الخارجية المحيطة بها وتتلوث أذا كانت البيئة ملوثة فالنباتات النامية بالقرب من الطرق والجسور والتجمعات السكانية الكثيفة تزداد بها نسبة التلوث فمصدر هذا التلوث أما بواسطة التربة أو بالماء الملوث أو الهواء وكذلك إذا كانت هذه المناطق قريبة من مناطق تصنيع المنتجات النفطية وانتشار مخلفات المصانع وعوادم السيارات فتننتشر هذه الملوثات فوق أماكن البيع وتوزيع الخضار، التي بدورها سبب آخر للتلوث المباشر إن لبعض صفات التربة كالحموضة والملوحة والتوصيل الكهربائي تأثير على قدرة امتصاص وتاركم العناصر النادرة والثقيلة وهذا ما يؤثر بدوره على تلوث الخضار والفواكه وخصوصا المحاصيل الورقية حيث تتاركم العناصر الثقيلة والتي تؤثر على صحة الإنسان وهذا ما أكدته كما أكدت الحقائق العلمية إن التسميد له دور آخر بالتلوث وتاركم العناصر الثقيلة كما هو استخدام الأسمدة الفوسفاتية يزيد من تاركم الكاديوم كما يمكن القول إن المجاميع الخضرية التي تنمو في بيئة ذات تاركم للعناصر الثقيلة ستكون أكثر عرضة منها في تربة الأقل تلوث، ومن الجدير بالذكر إن هذه العناصر لا تكون خطرة إذا كان تناولها ضمن الحد المسموح به دوليا من قبل منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية الدولية ولكن تكمن خطورة هذه العناصر بالتأثير المباشر بالتاركم أعضاء الجسم كالكد والكلى ويهاجم المركبات البروتينية المكونة للعديد من الأنزيمات بتناول هذه الخضار طازجة أو عن طريق غير مباشر بالأغذية المعلبة ففي دراسة أكدت إن تركيز العناصر في التربة أو في النباتات في المنطقة

المحيطة بالمناجم في بندو ار في ازمبيا حصل فيها نوع من التدهار الذي اثار بيولوجيا على صحة السكان في تلك المنطقة عن طريق تناول الأغذية الشعبية المصنعة فالرصاص مثلا عنصر موجود في الطبيعة ويدخل في صناعة الكثير كالبنزين والطلاء وأنيبي المياح وغيرها مما نستخدم يوميا، لذا فان تاركه مضر للصحة ويترك أثره السلبي على

النباتات والحيوانات وعلى الإنسان وهو الأهم وتسبب أضرار له فتؤثر على الأجهزة

العضوية كالجهاز العصبي والهضمي والتناسلي والدوارن ويعتبر المسئول الأول عن ١٠%

من العبء العالمي للأمراض خصوصا في المناطق التي فيها سوء التغذية وتفتقر للبروتينات، كما وجد في المناطق التي تفتقر للكالسيوم، تنتشر فيها هشاشة العظام لإحلال الكاديوم محل الكالسيوم (الدورة السادسة للمحفل الدولي. إن احتمال انتقال العناصر الثقيلة بالتربة والمياه لمسافات بعيدة قليل، ولكن احتمال انتقالها الى مسافات بعيدة بالهواء وغيره ممكن، لذا وضعت ضوابط لحركة التجارة الدولية فاتفقية روتردام تشجع على تحمل المسؤولية للأطراف الدولية المشتركة فيها. أما الكاديوم فهو من العناصر الثقيلة التي تتراكم داخل الأنسجة النباتية ويعمل النبات على تجميعها في مواقع خاصة في الجزء الخضري والساق أو تحويلها إلى أشكال أخرى فالمحاصيل الورقية الأكثر احتواء على الكاديوم هي أوراق الخس والبقونس والكرفس خصوصا في المازرع المحيطة بالمصانع فعند تناول الإنسان لها تسبب له أضرار صحية فتؤثر على الكبد والكليتين خصوصا في النساء التي تعاني من نقص الحديد. أما النحاس فهو من العناصر الضرورية وله صفات جيدة في الصناعة مثل التوصيل الكهربائي العالي وفي صنع السبائك وهو ضروري للبناء الضوئي وتكوين الكلوروفيل وعملية الأكسدة والأختازل، وتأتي أهميته للإنسان كونه يدخل في تكوين الأنزيمات وفي بناء بلازما الدم فنقصه يؤدي إلى الأنيميا وخصوصا عند الأطفال وتظهر سميته على الإنسان إذا تجاوز الكمية

المسموح بها سواء عن طريق الغذاء أو مياه الشرب أو غيرها وقد حددت منظمة الصحة العالمية هذا التركيز والذي يجب أن لا يتجاوز (١ ملغم/لتر مياه الشرب و-١,٥-٠,٠٥ ملغم/كغم للمواد الغذائية)، أما الحديد فمعروف ضرورته للإنسان ودخوله في تركيب الهيمكلوبين وكذلك تأتي أهميته للنبات كونه يدخل في عمليات التركيب الضوئي ولكنه سام عن طريق الاستنشاق كغبار للإنسان، أما في النبات فالسمية تأتي من التربة أو الماء. وتأتي خطورة النيكل من دخوله الجسم تسببه بمرض السرطان (المركز الدولي للسرطان) ويسبب التعرض المتواصل له الحساسية والأكزيما (ومن أهم الملوثات التي لها دور قاتل للإنسان هو الكروم وخصوصا الكروم السداسي وينتقل للإنسان عن طريق مياه الآبار أما الكروم الثلاثي فهو موجود متوفر في بعض الفواكه والخضر وفي الخمائر والمأكولات البحرية وهو ضروري للإنسان لأنه يدخل في بناء العضلات) أما من العناصر الثقيلة المهمة جدا للإنسان كما هو للنبات هو الكوبالت ويعتبر النواة لتكوين B١٢ في الدم ويصنف أحيانا من العناصر الصغرى حيث يحتاج الإنسان منه ٨ ملغم/ كغم يوميا وليس هناك خوف إذا

تجاوز هذا الحد لأن الازئد يخرج عن طريق البول وهو بالنسبة للنبات يعتبر العنصر الواعد

لأنه يقنن استخدام الماء وذلك لسده الثغور في الحارة العالية والملوحة ونقص المياه كما

وجدت بعض التجارب انه يزيد من محتوى النبات من العناصر الصغرى. كما يتطرق البحث

إلى محتوى الخضر من عنصر المغنيسيوم وهو من العناصر الكبرى ويتحرك في التربة

ويدخل في تركيب الكلوروفيل والزيوت وتأتي أهميته للإنسان كونه يقلل من أمراض القلب

والشاريين والسكري والسمنة. وللتربة دور هام وفعال في حركة العناصر الغذائية وكذلك نوعية

المياه ومدى صلاحيتها للشرب والري أو للمارعي، فالترب العارقية تشكل أحد وأهم أسباب

التلوث هنا بعد أن كانت من أنظف بيئات العالم في السبعينيات ولكن كثرة الحروب جعلها ما

هي عليه الآن (٣) ولكن ليس الحروب وحدها مسؤولة عن التلوث وإنما المخلفات اليومية

بالقطاعات الخدمية والإنتاجية ولهذا كله اثر على تلوث الهواء والماء والتربة، فالتربة العارقية ملوثة (بالعناصر الثقيلة وخصوصا Cd, Ni, Co, Cu, Pb. لذا يهدف هذا البحث لمعرفة أثار هذه البيئة الملوثة من تربة وماء وهواء على محتوى الخضار لبعض المعادن

وخصوصا العناصر الثقيلة في بعض أسواق مناطق بغداد.

المواد وطرق العمل

لقد تم جمع عينات الخضار من مناطق مختلفة معروفة بتلوثها مثل ساحة الطيران، الكاظمية، ومناطق أخرى أقل تعرض لذلك كالمنصور وزيونة لمعرفة الفرق في محتوى

الخضار من العناصر ومدى تأثير الازدحام والتعرض لادما للسيارات ومخلفات القطاع الخدمي عليها لذا جرى جمع بعض الخضار مثل الخيار، الطماطة، اللبنة، الكرفس، البربين، الخس والفلل وهي أكثر الخضار استهلاكاً كما تم جمعها في موسم غير ممطر حتى لا يازل أحد أسباب تلوث أو غسلها أو تقشيرها- صعوبة تقشير الفلفل والطماطة وحتى تكون الخضار بنسبة التلوث الحقيقية، أما العمليات التي أجريت عليها فهي التقطيع والتجفيف في فرن عادي على حرارة ١٠٥°م ثم وضع العينة في خزانة حرارية في فرن Muffle furnace على درجة حرارة ٥٥٠°م لمدة ١٢ ساعة وتم نقلها إلى الجهاز مانع الرطوبة لتبريد ومن ثم إضافة

للعينات ١٠ مللتر من حامض ٢٠% HCl بعدها ترشح ويكمل الحجم إلى ٥٠ مللتر بالماء المقطر ومنه تقدر العناصر بواسطة جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometer (٣٠) .

### -النتائج والمناقشة

يتضح من (الجدول، ١) (و)الرسم البياني، ١)، ليس هناك فرق معنوية في محتوى

النباتات من المغنيسيوم في مناطق العينات المختلفة ولكن سجلت ارتفاع في مستوى المغنيسيوم في الخضار الورقية خصوصا أعلى مما هي عليه في الفلفل والطماطة والخضار الورقية أحد مصادر المغنيسيوم، فالنتائج ضمن مستوى (معدل التناول اليومي والحدود الدولية RDI لا يقل عن ٢٥٠-٣٠٠ ملغم/كغم يوميا) وذلك لدوره إلى جانب الكالسيوم وضرورته لبناء العضلات والعظام وأي نقص في الجسم سيؤخذ من العظام ويسبب هشاشته ( ولكنها أقل من حدود منظمة الصحة العالمية WHO والتي تتراوح بين ١٠-٤٨ ملغم/ ١٠٠ غم وأقل من حدود FDA منظمة الغذاء والأدوية وهو ٦٠ ملغم/ ١٠٠ غم ولكن اذا ازد معدل المتناول عن الحد المذكور سيكون احد أسباب الأم المعدة ويمكن أن يعزى عدم وجود الفرق المعنوي بين النباتات هو كونه من العناصر الكبرى وقدرة النبات على امتصاصه متماثلة طالما تتعرض لنفس الظروف البيئية. أما بالنسبة للحديد فكانت هناك فروق معنوية في مستواه بين النباتات المختلفة وكان أقصى مستوى للحديد في كرفس ساحة الطيارن ٢٥٦١,٤ ملغم/كغم يليه كرفس منطقة الكاظمين ٢١٠٢,٣ ثم بريين ساحة الطيارن ٢٠٩٠ ملغم/كغم وأقل معدل سجل في الطماطة والخيار والفلفل وهذا يؤكد حقيقة ارتفاع مستوى الحديد في النباتات الورقية والتي تشكل جزء من غذاء الإنسان اليومي ويجب ان لا يزيد عن ٩٢-١١١ ملغم/كغم ولا تقل عن ١٥

ملغم/كغم لأن نقصه يسبب فقر الدم وباتت أهميته معروفة للأطفال والحوامل، ويجب أن تكون ضمن الحدود المقبولة دولياً من قبل المنظمات المسؤولة عن صحة الإنسان وسلامته، أما لارتفاع الملحوظ في مستوى الحديد في المحاصيل الورقية المذكورة أعلاه فتعزى لعدة أسباب منها ماهي طبيعة كالمحاصيل الورقية السبب الآخر نتيجة للمساحة الورقية لها، أما ارتفاع نسبة الحديد في بعض النباتات غير الورقية فيعزى إلى ارتفاع نسبة التلوث في الأسواق. أما النحاس فنجد أعلى قارئة سجلت في فلفل وكرفس ساحة الطيارن وفي خيار الكاظمين وطماطة وكرفس المنصور، وكان أقل مستوى للنحاس في خيار منطقة زيونة ولهانة المنصور، والنحاس من العناصر الضرورية والمهمة للإنسان بمعدل ٢ ملغم/كغم يومياً ولكن يجب أن لا تتجاوز ١٠ ملغم/كغم وهي الحدود المسموح بها في النباتات وضمن الحدود المقبولة من قبل (FAO/WHO) ١٦) أما بالنسبة للعناصر الثقيلة فهناك تفاوت بمحتوى الخضار منها،

منها خلو الكرفس في منطقتي المنصور وزيونة وطماطة وخيار الكاظمين والخيار في ساحة

الطيارن منه، أما بالنسبة للخضار التي سجلت قراءات للرصاص مقارنة بالحد المسموح به من منظمة الصحة العالمية وهو ٠,٣ ملغم/كغم نجد هناك فرق معنوي وتفاوت في محتوى الخضار منه فاعلى مستوى له في طماطة المنصور وطماطة زيونة يليه الكرفس والخس والبربين، والخس عموماً من النباتات الورقية وهي أكثر تحسس لتراكم العناصر في المناطق المختلفة وهذا ما يؤكد قدرة النباتات الورقية على امتصاص العناصر الثقيلة وخصوصاً الرصاص وتخزينها في الجزء الورقي لها أما بالنسبة للطماطة فقد يعزى إلى سعة المساحة السطحية لها وقد اثبت ان هناك تناسب طردي بين الحجم والمساحة السطحية للثمرة وبين نسبة التلوث السطحية أو من تلوث المنطقة المحيطة والمكتظة بالسكان أو من عوادم السيارات والنفائات قرب المناطق السكنية أما فيما يخص الكاديوم والنيكل ففي (الجدول، ١) (والرسم البياني، ٦) (والرسم البياني، ٨) سجل أعلى مستوى لهما

في النباتات الورقية) خس كاظمية، خس طيارن، لهانة منصور، كرفس وبربين) وتأتي خطورة الكادميوم كونه من العناصر الثقيلة ذات التأثير السلبي على صحة الإنسان فهو ينتقل من التربة الى النبات ويتحمل النبات المستويات العالية منه ولكن تاركيز بسيطة منه تؤثر على صحة الانسان والحيوان فهو شديد السمية ويسبب الفشل الكلوي ويؤثر على العظام مسبب الهشاشة وذلك بسبب أحلاله محل الكالسيوم فيها وجاءت النتائج أعلى من المعدل أو الحد المسموح ومتفقة مع ماذكر في المصدر رقم)، وأكدت النتائج العلاقة الطردية بين الرصاص والكادميوم في التاركيز العالية- عدا التاركيز المنخفض أو الخالي من الرصاص- والتي تتجسد في الرسم البياني رقم (٧)، فالخطورة اذا احتوت الخضار نسبة عالية من الرصاص والكادميوم معا كما في الخس. أما النيكل فهو من العناصر التي يحتاجها الجسم بقلّة أقل من ١ ملغم يوميا وتعمل زيادته ضرر للإنسان منها المغص المعوي وعموما اغلب الخضار في منطقتي الكاظمين والطيارن أعلى من غيرها وقد يكون بسبب استخدام المبيدات أو الأسمدة الكيماوية أو مخلفات المصانع ) أما الكروم فقد سجلت الطمّاطة والكرفس في المنصور واللهانة والكرفس في منطقة زيونة خلوها منه وأعلى معدل للكروم في منطقة ساحة الطيارن وتحديدا في الكرفس والبربين، فالإنسان يحتاج منه يوميا حالي ١٢٠ ميكروغرام فقط والزيادة تسبب مشاكل صحية. ومن الجدير بالذكر ان الكروم الثلاثي مهم في

بناء العضلات ولكن الخطورة تكمن في الكروم السداسي، ويعزى تركيز الكروم في النباتات

الى انتقاله أما عن طرق التربة والمياه أو تلوث المنطقة من الغبار وعوادم السيارات. أما بالنسبة للكوبالت فالجدول يوضح هناك فروق معنوية بين النباتات في المناطق المختلفة ولكن ليس بفرق كبير فهي متفاوتة بين نبات وآخر ولكن عموما هناك تشابه في مستوى محتواها من الكوبالت فهو من العناصر الثقيلة ولكنها ضرورية للإنسان والتي تؤثر في

تكوين فيتامين ب ١٢ وبناء العضلات )

التحليل الإحصائي:

استعمل البرنامج الإحصائي SAS (٢٧) في تحليل البيانات لدراسة مستوى بعض العناصر المعدنية في أنواع مختلفة من النباتات، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار أقل فرق معنوي (LSD). الاستنتاجات:

١. تلوث الخضار يأتي من البيئة الزراعية والتسويقية وعرض المنتجات في العلوات. ٢. أكثر الخضار تلوثا بالرصاص هي الطماطة في المنصور وزينة ولكن طماطة الطيارن أقل محتوى منه رغم ارتفاع التلوث في المنطقة وأعلى نسبة للكاديوم في خس

الكاظمية. ٣. هناك علاقة طردية ايجابية بين محتوى الكروم والكوبلت في الثمار وسلبية بين الكاديوم

والرصاص. ٤. أكثر محتوى للعناصر الثقيلة في منطقة الطيارن تليها الكاظمية كما هو في الرسم

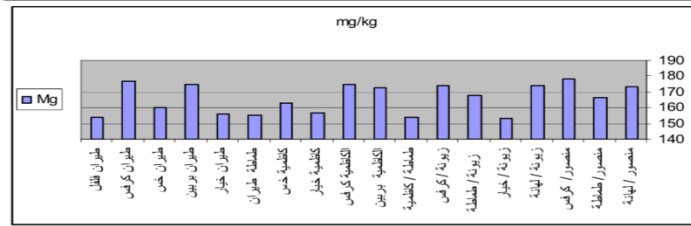
البياني ١٢



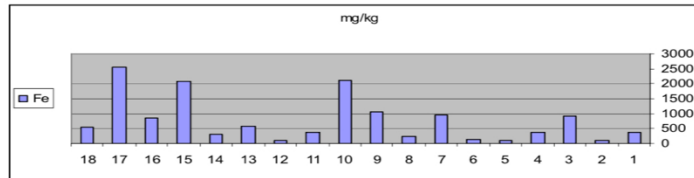
جدول (1): محتوى الخضار من بعض العناصر المعدنية (ملغم /كغم).

Co	Cr	Ni	Cd	Pb	Cu	Fe	Mg	المنطقة/ أسم النبات
1.99	4.66	9.27	0.72	4.24	19.14	358.9	173.5	منصور/ لهانة
1.73	0.00	4.58	0.38	61.24	42.17	105.6	166.7	منصور/ طماطة
1.86	0.00	18.30	0.18	0.00	58.70	908.6	178.4	منصور/ كرفس
0.00	0.00	8.01	0.41	12.13	22.49	358.9	173.9	زيونة/ لهانة
0.66	1.16	7.56	0.21	7.28	14.30	116.4	152.9	زيونة/ خيار
0.00	2.33	4.46	0.82	57.6	62.32	120.3	168.1	زيونة/ طماطة
4.1	0.00	17.29	0.23	0.00	55.24	950.2	173.7	زيونة/ كرفس
0.4	4.07	1.83	0.8	0.00	27.30	235.2	153.7	كاظمية/ طماطة
3.85	5.82	10.30	0.18	12.13	23.58	1052.8	172.5	الكاظمية/ بريين
3.72	8.15	17.52	0.56	12.7	31.05	2102.3	174.5	الكاظمية/ كرفس
1.86	3.49	16.26	0.36	0.00	59.37	387.6	156.5	كاظمية/ خيار
2.92	0.00	4.12	1.31	18.8	42.09	1175	163	كاظمية/ خس
8	0.58	7.65	0.26	2.43	45.36	583	155.3	ساحة الطيران/ طماطة
1.86	5.82	11.33	0.33	0.00	40.23	319.3	156.2	ساحة الطيران/ خيار
3.58	11.06	25.41	0.56	17.58	36.57	2090.1	174.8	ساحة الطيران/ بريين
2.39	0.58	4.12	0.87	4.85	37.04	868.8	159.9	ساحة الطيران/ خس
5.58	15.13	40.07	0.59	24.86	67.62	2561.4	177	ساحة الطيران/ كرفس
3.58	1.75	13.85	0.41	1.21	74.85	529.7	153.8	ساحة الطيران/ فلفل
2.55 *	2.75 *	6.27 *	0.22 *	21.9 *	28.1. *	374.5 *	NS	قيمة أ.ف.م (LSD): 0.05

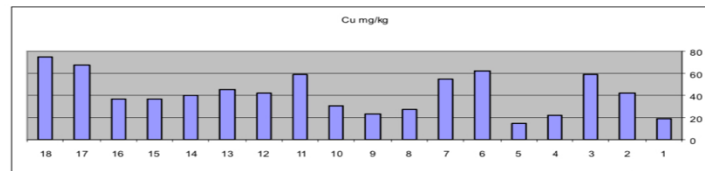
بعض الأشكال البيانية لتوضيح محتوى النباتات من العناصر المعدنية.  
ملاحظة (النماذج في الرسوم البيانية من 1-18 كما هي في الرسم البياني 1، 4)



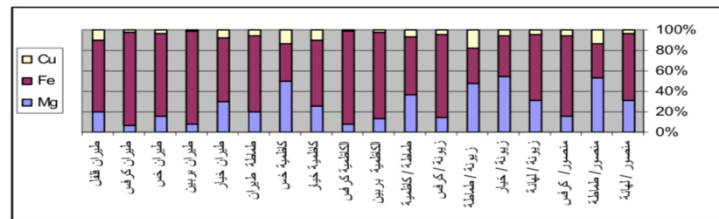
شكل (1): محتوى النباتات من عنصر المغنيسيوم ملغم/كغم.



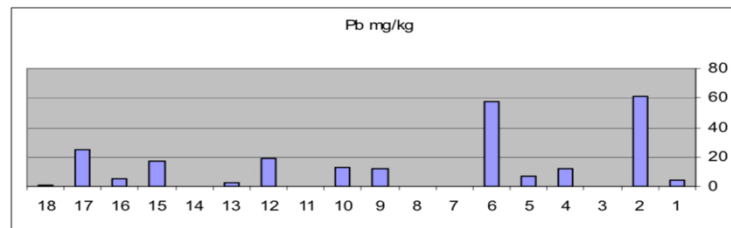
شكل (2): محتوى النباتات من عنصر الحديد ملغم /كغم.



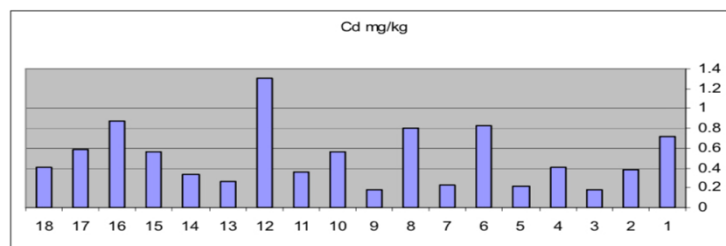
شكل (3): محتوى النباتات من عنصر النحاس ملغم /كغم.



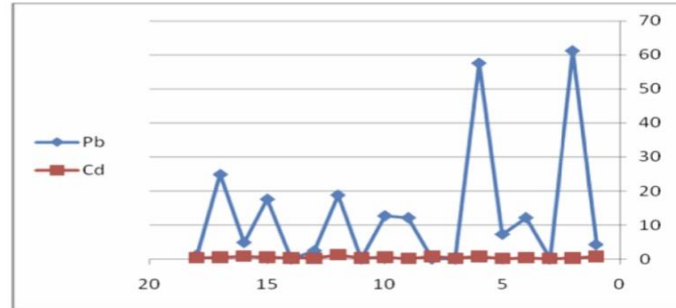
شكل (4): يبين نسبة كل عنصر المغنيسيوم والحديد والنحاس في النبات.



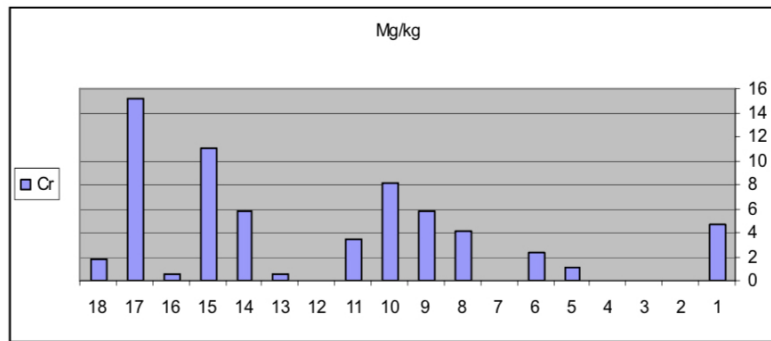
شكل (5): محتوى النباتات من الرصاص (ملغم /كغم).



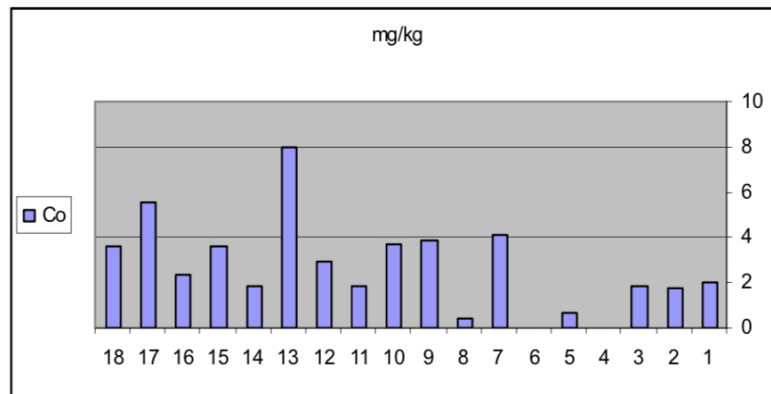
شكل (6): محتوى النبات من الكاديوميوم (ملغم/كغم).



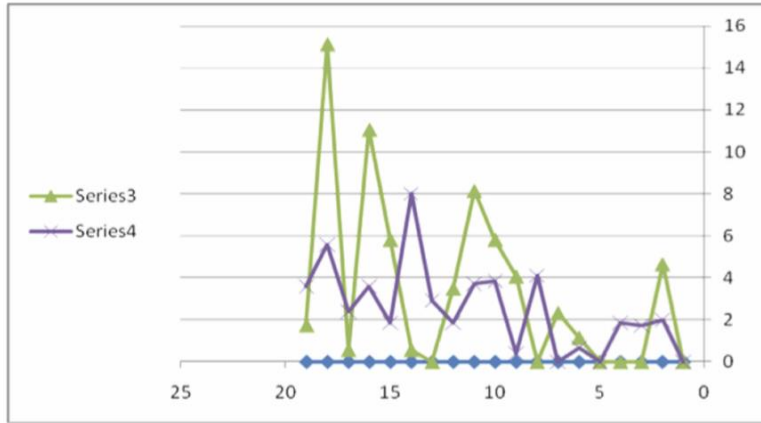
شكل (7): توضح العلاقة بين الرصاص والكاديوم.



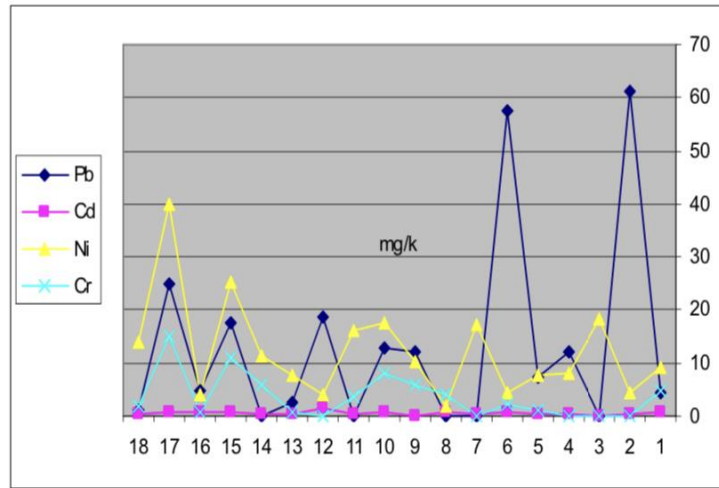
شكل (9): محتوى النباتات من الكروم (ملغم/كغم).



شكل (10): محتوى النباتات من الكوبلت (ملغم/كغم).



شكل (11): العلاقة بين الكروم والكوبالت في المحتوى النباتي \* المثلث هو الكروم والاخر هو الكوبالت.



شكل (12): محتوى النباتات من العناصر الثقيلة المضرة للإنسان.

المعادن الثقيلة في الخضروات: فحص المخاطر الصحية التي تنطوي عليها الزراعة على طول تصريف مياه الصرف الصحي والري بمياه الصرف الصحي

### نبذة مختصرة

يؤدي ري الأراضي الزراعية بمياه الصرف الصحي إلى تراكم مستمر للمعادن في هذه المواقع والتي تتراكم في الخضار والمحاصيل التي تنمو في هذه المواقع. ليس فقط المحاصيل المروية بمياه الصرف الصحي خطرة ، في الدراسة الحالية ، وجدنا أن الخضروات التي تنمو بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي ليست آمنة أيضاً للاستهلاك البشري. تم تقييم المخاطر المرتبطة باستهلاك الخضروات عن طريق حساب حاصل الخطر ، وكشفت النتائج أن حاصل الخطر للخضروات الورقية والدرنية كان أعلى من الحدود الآمنة في جميع المواقع بغض النظر عن طريقة الري. كان السبانخ هو الأكثر خطورة بين الجميع حيث كان حاصل الخطر فيما يتعلق بالكوبالت والنحاس أعلى في السبانخ. اتجاه امتصاص المعادن في جميع الخضروات: الحديد < الكوبالت < نحاس < كادميوم < رصاص. تم العثور على الكادميوم ، وهو مادة مسرطنة محتملة بتركيزات أعلى من الحدود المسموح بها في العديد من الخضروات من جميع المواقع. تم الإبلاغ عن أعلى مستوى من الكادميوم (١,٢٠ ملغم / كغم) والنحاس (٨١,٣٣ ملغم / كغم) في الموقع الذي كان بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي ولكن مروي بالمياه الجوفية. لم يظهر تركيز النحاس والرصاص في عينات الخضروات من مواقع مختلفة فروق ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بالمواقع المختلفة.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة ، حاصل الخطر ، مؤشر التلوث المعدني ، الخضار ، المياه العادمة

### خلفية

أدى الاستخدام غير المشروع للموارد والتحضر العشوائي إلى الإفراط في استغلال الموارد الطبيعية وتسبب في آثار ضارة على البيئة. أدت التنمية الاقتصادية غير المخطط لها إلى الضغط على الأراضي الصالحة للزراعة والمياه المناسبة للري. لتلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة بشكل كبير من السكان ، تتم زراعة المحاصيل الغذائية في أماكن غير مناسبة للزراعة مثل مصارف المياه العادمة أو غيرها من

المواقع الملوثة. لمعالجة أزمة المياه ، يتم تنفيذ الري باستخدام كمية كبيرة من مياه الصرف التي يتم تصريفها من الصناعات سريعة النمو في أجزاء كثيرة من العالم. تحتوي المياه العادمة المستخدمة للري على العديد من الملوثات بشكل رئيسي المعادن الثقيلة اعتمادًا على مصدر التفريغ (Huibers and Van Lier ٢٠٠٥ ؛ Pedrero et al. ٢٠١٠). في معظم البلدان النامية ، لا يتم معالجة المياه المستعملة التي يتم التخلص منها من المناطق الصناعية أو السكنية ، وحتى إذا تم معالجتها ، فإن عملية المعالجة لا تنطوي إلا على العمليات الأولية التي لا تزيل المعادن الثقيلة من الماء بشكل عام. استخدام على المدى الطويل من مياه الصرف الصحي للري يمكن أن يسبب تراكم هذه المعادن في التربة التي يمكن زيادة *translocated* للمحاصيل الغذائية، وبالتالي تدخل السلسلة الغذائية (أرورا وآخرون ٢٠٠٨ ؛ غوبتا وآخرون. ٢٠١٠ ؛ سينغ وأغراوال ٢٠١٠). على الرغم من أن استراتيجيات الزراعة هذه تساعد في معالجة قضايا البطالة وزيادة غلة المحاصيل ولكن لم يتحقق الأمن الغذائي العالمي. وفقا لمنظمة الصحة العالمية (WHO) ، يتحقق الأمن الغذائي عندما "يحصل الجميع ودائما" على الغذاء "الكافي والأمن". تم الإبلاغ عن تناول المعادن من خلال النظام الغذائي في جميع أنحاء العالم والمخاطر الصحية المرتبطة بهذه المعادن معروفة أيضا (Arora وآخرون ٢٠٠٨ ؛ Orisakwe وآخرون ٢٠١٢ ؛ Petroczi و Naughton ٢٠٠٩ ؛ Singh et al. ٢٠١٠ ؛ Zhuang et al. ٢٠٠٩). تحافظ المعادن على تراكمها وتكثيفها مع زيادة المستوى الغذائي للسلسلة الغذائية. يؤثر تراكم المعادن الثقيلة خارج الحدود المسموح بها على الأعضاء الحيوية مثل الكلى والعظام والكبد والدم ويسبب مخاطر صحية خطيرة. الآثار الصحية المرتبطة بالمعادن الثقيلة مثل الكاديوم والنحاس والرصاص والكروم تشمل التأثيرات المعوية المعوية والضعف الكلوي والاضطرابات العصبية ومشاكل القلب والأوعية الدموية ومشاكل العظام والتشنجات والشلل وما إلى ذلك. المعادن ، بسبب قابليتها للذوبان في الماء ، سامة وسمية. يمكن أن يكون حادًا أو مزمنًا يعتمد على وقت التعرض (Dorne et al. ٢٠١١ ؛ Järup ٢٠٠٣). وجدت دراسات علم السموم أن المعادن الثقيلة مسرطنة ، مسخية ، مطفرة وعامة (الاتحاد الأوروبي ٢٠٠٢).

الخضار هي عنصر مهم في طبق الإنسان بسبب القيمة الغذائية العالية ومضادات الأكسدة. تميل الخضروات الورقية والدرنية إلى تراكم تركيز أعلى للمعادن الثقيلة من الحبوب والفواكه. أبلغت العديد من الدراسات في جميع أنحاء العالم عن ارتفاع نسبة المعادن الثقيلة في الخضروات المزروعة بمياه الصرف الصحي (Boamponsem et al. ٢٠١٢ ؛ Flores-Magdaleno et al. ٢٠١١ ؛ Mathur et al. ٢٠٠٦). يمكن للمياه أن تتسرب وتتسرب من تصريف مياه الصرف الصحي إلى المناطق المجاورة ويمكن أن يرتفع محتوى المعادن في النباتات التي تنمو بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي بشكل كبير مما يمكن أن يسبب تداعيات خطيرة على المجتمع. تهدف الدراسة الحالية إلى مقارنة المحتوى المعدني (النحاس والكاديوم والرصاص والحديد والكوبالت) في الخضروات المروية بمياه الصرف الصحي والمروية بالمياه الجوفية ولكنها مزروعة عبر تصريف مياه الصرف الصحي في المواقع الزراعية في البنجاب بالهند. علاوة على ذلك ، يتم أيضاً تقييم مقارنة حاصل الخطر المرتبط بتناول هذه المعادن لدى البالغين (الذكور والإناث) والأطفال.

## طرق

أجريت التجارب في معمل البحوث بقسم العلوم النباتية والبيئية بجامعة جورو ناناك ديف ، أمريتسار ، البنجاب ، الهند. تم جمع عينات من ١٢ خضروات شائعة من الحقول الزراعية عبر أمريتسار. وترد

**Table 1**

Vegetable samples collected from experimental sites

Edible part	Vegetable (common name)	Botanical name	Family
Leaf and stem	Coriander	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae
	Fenugreek	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	Fabaceae
	Mint	<i>Mentha spicata</i>	Lamiaceae
	Spinach	<i>Spinacia oleracea</i>	Amaranthaceae
Fruits	Brinjal	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae
	Bottle Gourd	<i>Lagenaria siceraria</i>	Cucurbitaceae
	Lady Finger	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malvaceae
	Green Chilli	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae
Tubers	Radish	<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae
	Turnip	<i>Brassica rapa</i>	Brassicaceae



## وصف الموقع

تم اختيار ثلاثة مواقع تحت زراعة الخضروات على أساس التعرض لمياه الصرف الصحي. من كل موقع تم جمع العينات من حقول مختلفة في زراعة الخضروات. المواقع ممثلة في الشكل. ١. يتم تمييز المصارف في الاعتبار باللون الأزرق.

الموقع ١ كان الموقع يقع في شمال غرب أمريتسار عبر مجرى تونج-داب ، وأمام قرية تسمى محال حيث يتزايد عدد حالات السرطان بمعدل مرتفع. ينقل هذا الصرف السوائل من مصرفين (مصرف Gumtala ومصرف Verka). يتم تصريف النفايات البلدية والنفايات السائلة من مختلف الصناعات (مصنع الألبان ومصنع الورق وصناعة النسيج ومسبك الحديد) في الصرف. كان هذا الموقع الأقرب إلى التصريفات الصناعية. يتم ري الحقول الزراعية في هذا الموقع بالمياه الجوفية.

الموقع ٢ ، أيضًا ، يقع عبر مصفاة تونج-داب ومصب قرية ماهال. كان الموقع على بعد ١٥ كم من مجرى الموقع ١. وكان المصدر الرئيسي للري في هذا الموقع هو المياه الجوفية.

الموقع ٣ موقع على الجانب الجنوبي من المدينة. تدفقات مياه الصرف الصحي البلدية عبر هذه المنطقة والحقول الزراعية في هذا الموقع يتم ريها بمياه الصرف الصحي البلدية

### -جمع العينات وإعدادها

تم ترميز أجزاء صالحة للأكل من الخضار تنمو عبر كل موقع وجمعها في ثلاث نسخ. تم نقلهم إلى المختبر ولفهم في ورق ماص بعد الغسيل الكافي بالماء المقطر والتجفيف الأولي للهواء. تم بعد ذلك تجفيف العينات في الفرن عند ٧٠ درجة مئوية لإزالة كل محتوى الرطوبة. تم سحق العينات المجففة باستخدام المدقة والملاط.

## هضم العينات

تم هضم ٠,٥ جم من عينة الخضروات المجففة باستخدام خليط ثلاثي الحمض ( $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HClO}_4 = 5:1:1$ ) حتى نحصل على أبخرة شفافة. تم تبريد العينات وتصفيتها باستخدام ورق التصفية ١. Whatman. تم عمل الحجم النهائي ٥٠ مل باستخدام ماء مقطر مزدوج. تم تحليل المحتوى المعدني الثقيل للعينات باستخدام مقياس الطيف الضوئي للامتصاص الذري (نموذج: FSAA ٢٤٠ Make: Agilent Technologies).

## تحليل

محلول قياسي (١٠٠٠ مجم / لتر) من معادن مختلفة بمعنى. تم شراء النحاس والكوبالت والحديد والرصاص والكاديوم من تقنيات Agilent. تم تحضير المنحنى القياسي باستخدام تركيزات مختلفة مصنوعة من محلول قياسي. ثم تم تحليل العينات المهضومة للمحتوى المعدني.

## تحليل البيانات

تم تقدير محتوى المعادن الثقيلة في عينات الخضروات. بصرف النظر عن المحتوى، تم تقييم المعلومات التالية لتقدير المخاطر المرتبطة بامتصاص المعادن: مؤشر تلوث المعادن تم تقييم الحمل الكلي للمعادن في كل زراعة نباتية في كل موقع عن طريق حساب مؤشر تلوث المعادن (MPI) (Usero وآخرون ١٩٩٧). يتم حسابه كمتوسط هندسي لتركيز جميع المعادن في جزء صالح للأكل من النبات.

حيث  $C_n =$  تركيز معدن n في العينة.

حاصل الخطر يمكن تقييم مخاطر مستوى الفحص المرتبطة باستهلاك الأغذية الملوثة باستخدام حاصل الخطر (وكالة حماية البيئة الأمريكية (١٩٨٩) US EPA) حاصل الخطر للبالغين (الذكور والإناث) والأطفال (أقل من ٣ سنوات) المرتبط بتناول المعادن على طول مع الخضار من المواقع التجريبية تم تقييمها باستخدام الصيغة التالية:

حيث ،  $D =$  المتحصل اليومي من الطعام (كجم / يوم) ،  $C$  معدن = تركيز المعدن (  $mg / kg$  )  $R f D =$  جرعة فموية مرجعية من المعدن (  $mg / kg$  ) من وزن الجسم ( يوم) و  $BO =$  وزن الجسم (كـلـغ). تناول الخضار يوميًا بمقدار ٠,١٠٠ كجم للبالغين ، حيث يعد هذا الحد الأدنى من متطلبات الخضار لنظام غذائي متوازن ، يوصف أنه بالنسبة لنظام غذائي متوازن ، يجب أن يكون الحد الأدنى للحصة ١٠٠ غرام لمدة ٣ مرات (المعهد الوطني للتغذية ٢٠١١). أيضًا ، أشار مسح أجرته وزارة الزراعة الأمريكية إلى أن الناس من دول مثل الهند يستهلكون ١٠٠ غرامًا للفرد في اليوم من الخضار (Kanungsukkasem et al. ٢٠٠٩). تم تناول كمية يومية من الخضار للأطفال دون سن ٣ سنوات على شكل ٠,٠٥ كجم (المعهد الوطني للتغذية ٢٠١١). تم أخذ متوسط وزن الجسم للذكور البالغين ٥٥ كجم ومتوسط وزن الجسم للإناث ٤٥ كجم ولـلأطفال (أقل من ٣ سنوات) ١٢ كجم (المجلس الهندي للبحوث الطبية ٢٠١٠). يتم إعطاء الجرعة الفموية المرجعية (ملغم / كغم / يوم) للمعادن في الجدول ٢.

**Table 2**

Table showing reference oral dose for metals

S. no.	Metal	Reference oral dose (mg/kg/day)	Reference
1.	Cadmium	0.001	US EPA (2015)
2.	Copper	0.04	US EPA (2015)
3.	Cobalt	0.043	Food and Nutrition Board (2004)
4.	Lead	0.004	US EPA (1997)
5.	Iron	0.7	US EPA (2015)

## تحليل احصائي

تم اختبار الدلالة الإحصائية للاختلاف في محتوى المعادن الثقيلة في الخضروات من مواقع مختلفة باستخدام اتجاهين ANOVA متبوعًا باختبار Tocey HSD التالي لتركيز المعادن في الخضروات من مواقع مختلفة. تم إجراء جميع الحسابات الإحصائية باستخدام SPSS ١٧,٠.

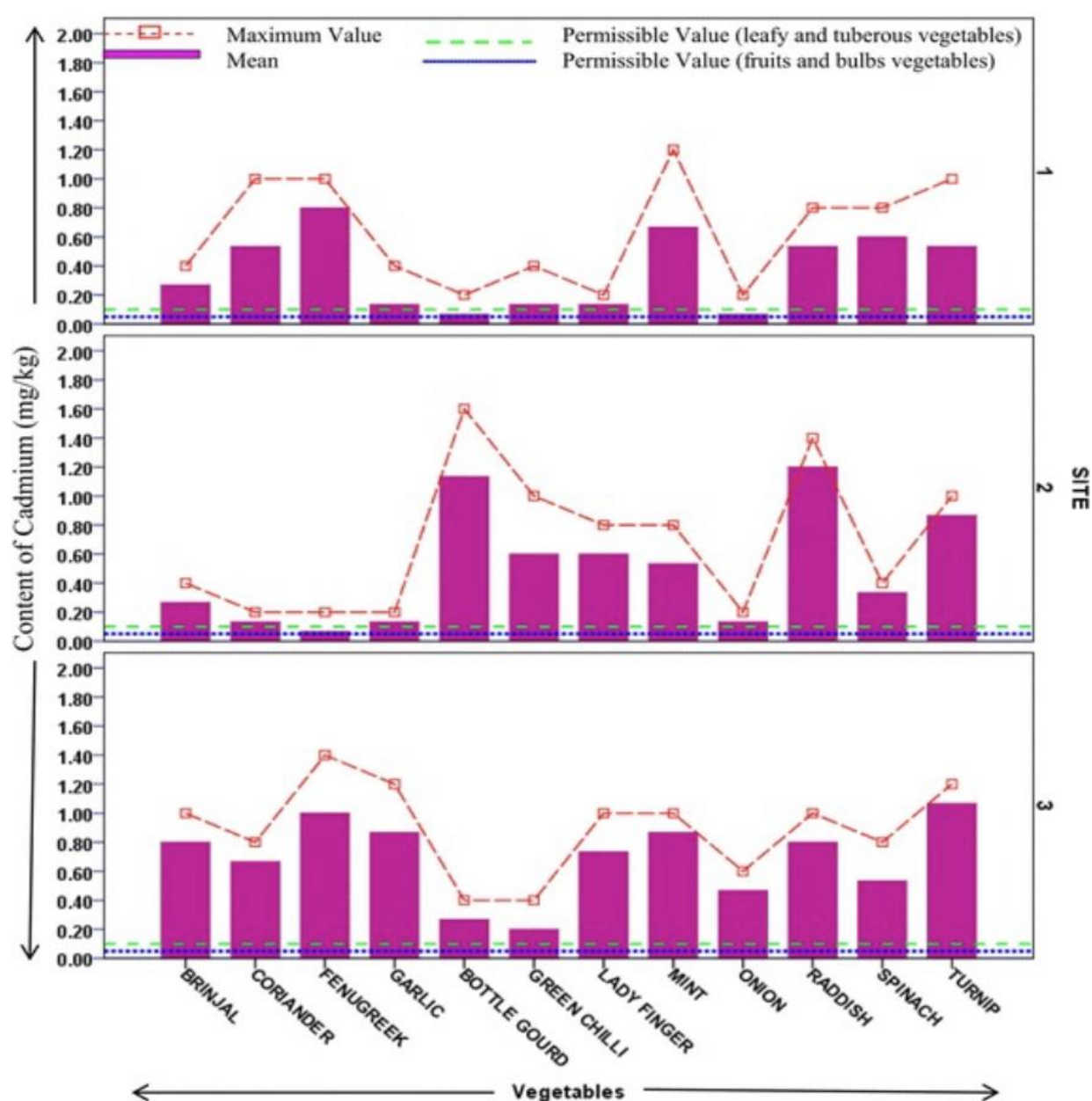
## -نتائج ومناقشة

### محتوى المعادن الثقيلة في الخضروات

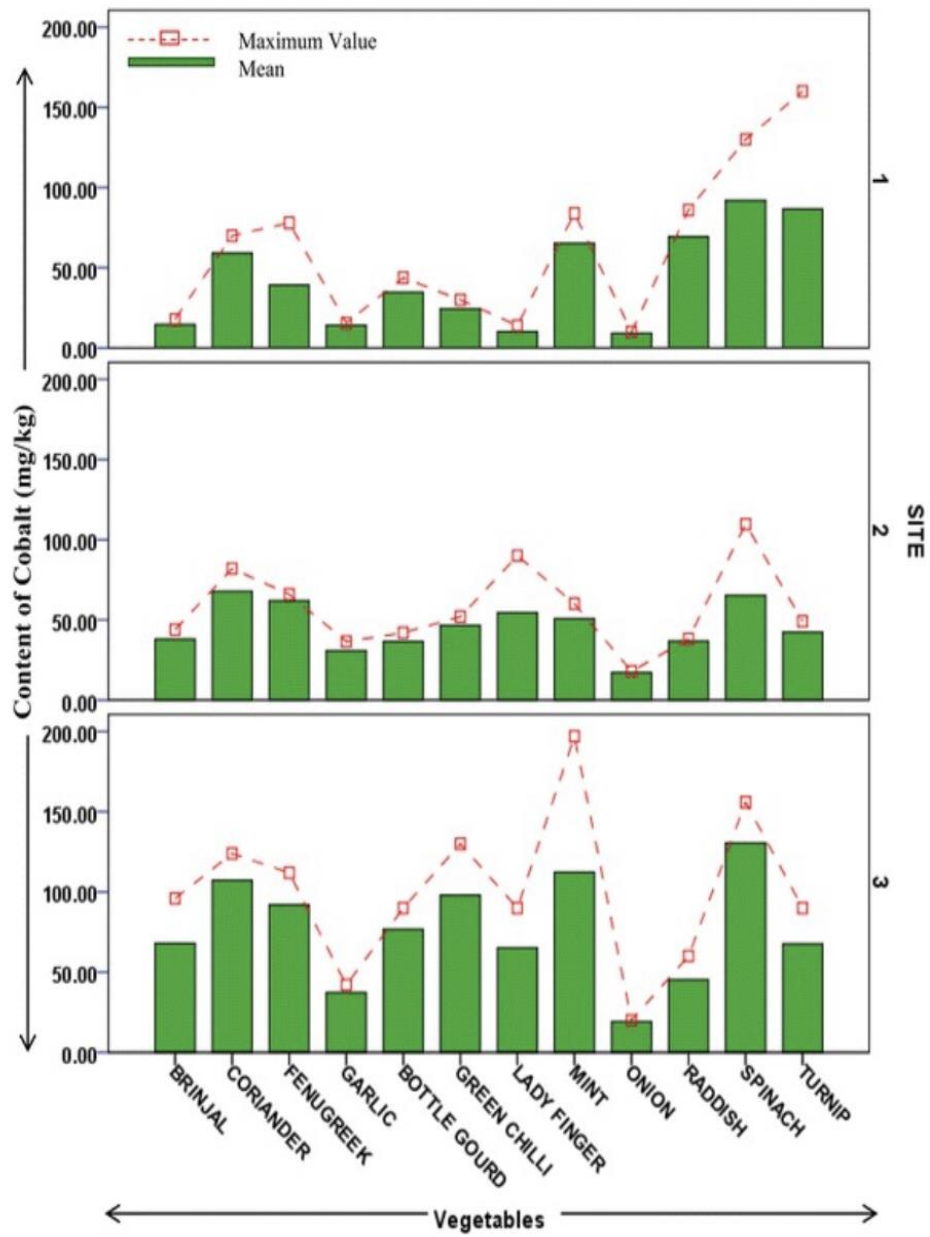
يتم تمثيل محتويات المعادن الثقيلة في عينات الخضروات المختلفة من كل موقع في الأرقام ذات الصلة. يوضح الشكل متوسط المحتوى المعدني في كل خضروات والقيمة القصوى المبلغ عنها بين المكررات. تم العثور على نمط امتصاص المعادن الثقيلة من قبل الخضار في جميع المواقع. أظهر امتصاص المعادن في جميع المواقع الثلاثة الاتجاه التالي: الحديد < الكوبالت < النحاس < الكاديوم < الرصاص. وجد أن تركيز جميع المعادن أعلى في الخضروات الورقية والدرنية مقارنة بالخضروات الفاكهة باستثناء الحديد في عينات الخضروات من الموقع ١. وقد وجد أن هذا الاتجاه يتوافق مع الدراسات السابقة لتقدير المعادن الثقيلة في الخضروات (Arora وآخرون. ٢٠٠٨ ؛ سينغ وآخرون. ٢٠١٠). في الموقع ١ (المروي بالماء الجوفي ولكن يقع عبر تصريف مياه الصرف الصحي) وجد أن امتصاص الكاديوم هو الحد الأقصى في الحلبة (٠,٨ مجم / كجم) يليه السبانخ (٠,٦ مجم / كجم). الكاديوم مادة مسرطنة محتملة ويؤثر تناول الكاديوم الغذائي على الكلى والكبد. الحد المسموح به للكاديوم في الخضار والفواكه هو ٠,٠٥ ملغم / كجم ، في الخضروات الورقية والدرنية ٠,١ ملغم / كجم (FAO / WHO ٢٠١٤). كان متوسط تركيز الكاديوم في جميع العينات من جميع المواقع أعلى من الحدود المسموح بها. تم الإبلاغ عن أقصى تركيز للكاديوم (١,٢ ملغم / كجم) في عينات الفجل من الموقع المروي بالمياه الجوفية (الموقع ٢). يحتوي الموقع ٢ (بعيدًا عن نقطة التفريغ الصناعي) على تركيز أقل من الكاديوم في الخضروات الورقية مقارنةً بالموقع في الموقع ١. في الموقع ٢ يحتوي اللفت على الحد الأقصى من محتوى الكاديوم (٠,٨٧ مجم / كجم). أظهر الموقع ٣ الذي يتم ريه بمياه

الصرف الصحي أقصى امتصاص للكادميوم في اللفت (١,٠٦ مجم / كجم) يليه الحلبة (١ مجم / كجم) والفجل (٠,٨ مجم / كجم) ، كما هو موضح في الشكل. ٢. تراكم الكوبالت كحد أقصى في عينات السبانخ من الموقع ١ والموقع ٣ (٩٢ و ١٣٠,٦٧ ملغم / كغم على التوالي) ، بينما كان الحد الأقصى في عينات الكزبرة (٦٩ ملغم / كغم) من الموقع ٢ (الشكل. ٣). من بين جميع المواقع ، تم الإبلاغ عن أقل تركيز للكوبالت في خسروات البصلة. على الرغم من أن الكوبالت عنصر أساسي ، ولكن من المعروف أن فائضه يسبب تأثيرات سمية نباتية في النبات والتدخل في امتصاص العناصر الأساسية الأخرى (Nagajyoti وآخرون ٢٠١٠). يسبب تناول الإنسان لتركيزات أعلى من الكوبالت تأثيرات سامة خطيرة تعزى إلى تقاربه مع مجموعة السلفيدريل أو بسبب تأثيرات معاكسة في قناة أيون الكالسيوم (Simonsen et al. ٢٠١١). تم العثور على تركيز النحاس (٨٠,٣٣ ملغم / كغم) أعلى في عينات السبانخ من الموقع ١ الذي يتم ريه بالمياه الجوفية ولكنه ينمو بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي (الشكل. ٤). يعتبر النحاس أيضًا عنصرًا أساسيًا ولكن من المعروف أن مستوياته المرتفعة تسبب آثارًا سمية وقد يؤدي التعرض الحاد (٢٠٠ مجم / كجم) إلى الوفاة (FAO / WHO ٢٠١١). Arora (وآخرون. أبلغ (٢٠٠٨) عن تركيز النحاس في السبانخ في حدود ١٥,٩-١٧,٤ ملغم / كغم. في الدراسة الحالية ، لوحظ أن تركيز النحاس في المياه الجوفية المروية في الموقع (بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي) كان أعلى بكثير من أضعاف ما أفاد به (Arora et al. ٢٠٠٨). كان الحديد أكثر المعادن المتراكمة بين جميع عينات النباتات. كان متوسط تركيز الحديد في عينات من الموقع ١ كحد أقصى في قرع الزجاجة (٦٢٤ ملغم / كغم) يليه الحلبة (٦١٢ ملغم / كغم). في عينات من الموقع ٢ و ٣ تم العثور على امتصاص الحديد الأقصى في الحلبة (٦١٨ و ٧٤٠ ملغم / كغم). تم الإبلاغ عن الحد الأدنى من تركيز الحديد في عينات الثوم من جميع المواقع (الشكل. ٥). تركيز الرصاص المسموح به في الخضار والدرنة والبصل هو ٠,١ مغ / كغ ، في حين أن التركيز في الخضار الورقية ٠,٣ مغ / كغ (FAO / WHO ٢٠١٤). ولوحظ أن متوسط محتوى الرصاص في ٧ عينات من أصل ١٢ عينة نباتية من الموقع ٣ أعلى من الحد المسموح به. تم العثور على بعض عينات الخسروات من الموقع ١ و ٢ لاحتواء الرصاص أعلى من الحد المسموح به (الشكل. ٦). كشف الاتجاه العام لامتناس

المعادن الثقيلة عن تركيز أعلى للمعادن في الخضروات الورقية والدرنية مقارنة  
بالفواكه والمصابيح

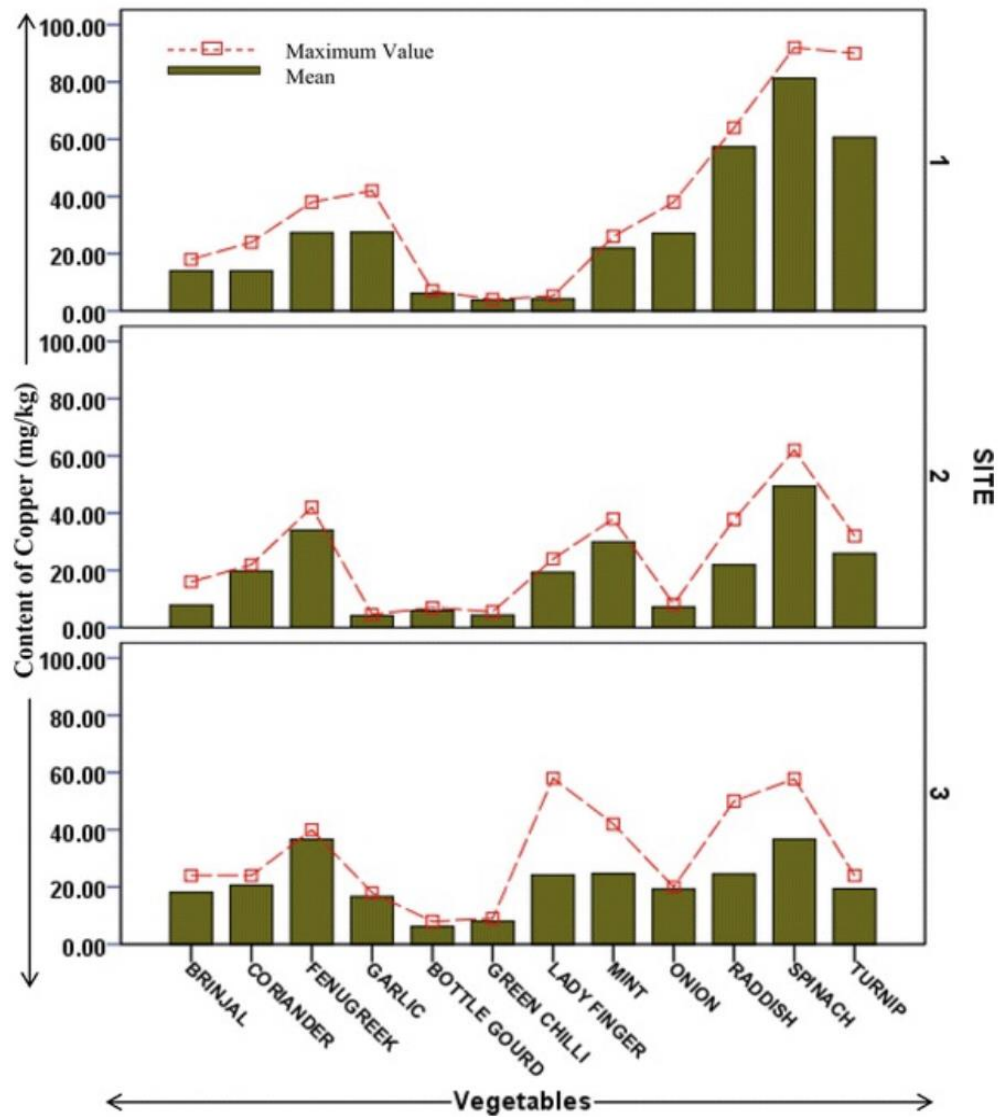


محتوى الكاديوم في الخضروات من جميع المواقع

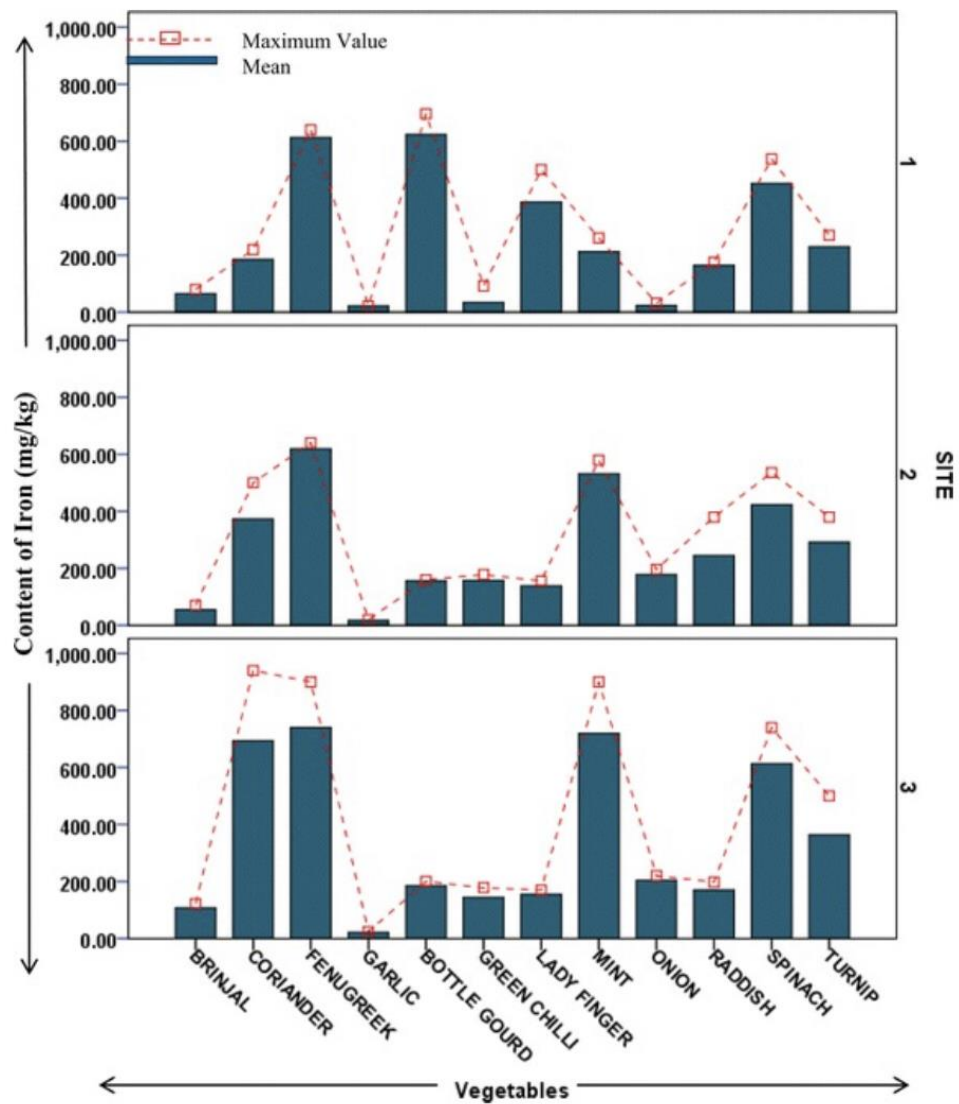


محتوى الكوبالت في الخضروات من مواقع  
مختلفة

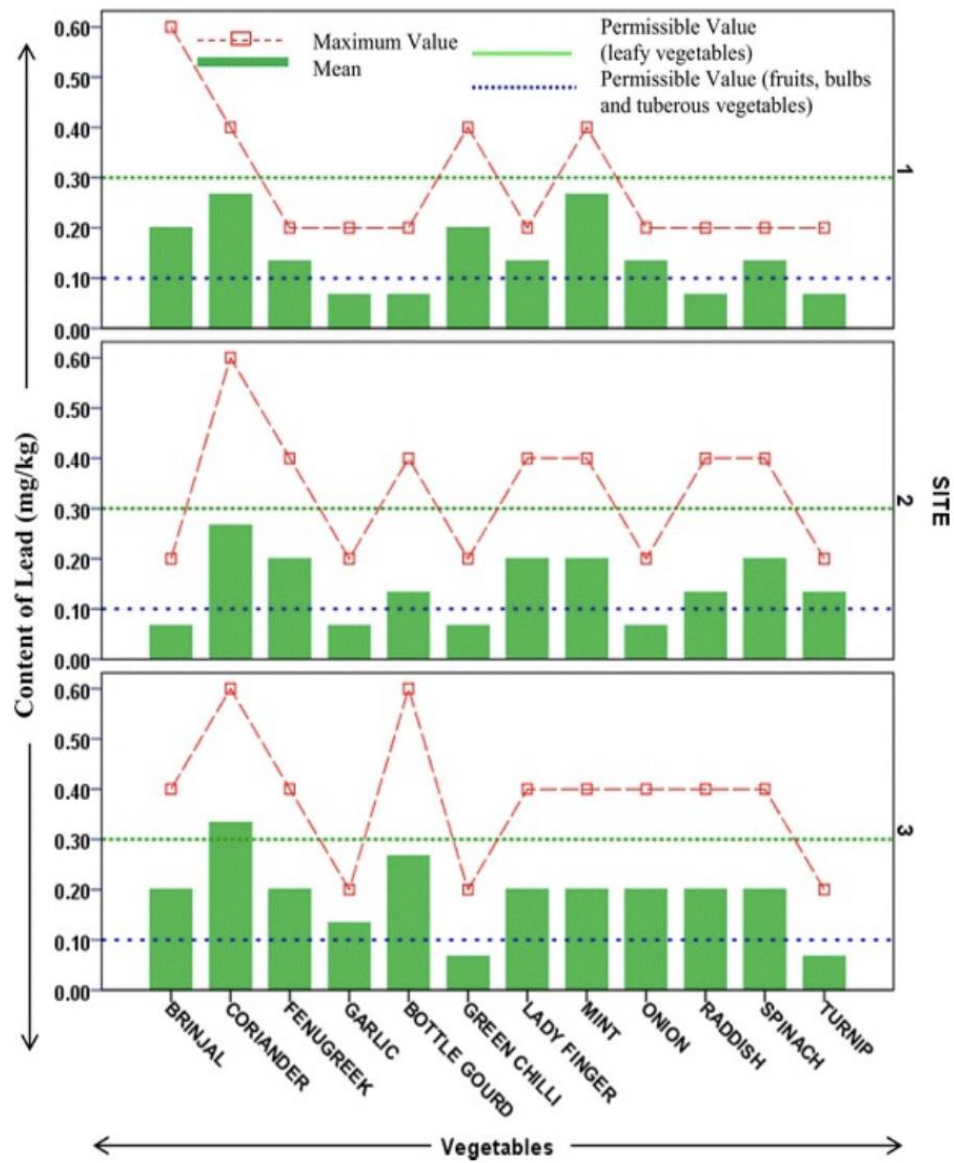




محتوى النحاس في الخضروات من مواقع  
مختلفة



رسم بياني يمثل محتوى الحديد في  
الخضروات من مواقع مختلفة



محتوى الرصاص في الخضروات من مواقع مختلفة

نتائج طريقة ANOVA ذات الاتجاهين أظهرت أن التباين في تركيز المعادن (باستثناء الرصاص) مهم فيما يتعلق بموقع ونوع الخضار (الجدول ٣). يعزى الاختلاف في امتصاص المعادن في مواقع مختلفة إلى الاختلافات في توافر المعادن في مواقع مختلفة. كما أن مواصفات المعادن مسؤولة عن التوافر الحيوي للمعادن في مواقع مختلفة. الاختلاف في امتصاص المعادن فيما يتعلق بالخضروات المختلفة هو بسبب الاختلاف في الشكل ، والاختلاف في نقل المحلول المائي في النبات ، والاختلاف في المعلمات الفسيولوجية للمحاصيل المختلفة. يتم إعطاء ملخص للاختبار اللاحق لـ Tukey HSD في الجدول ٤. كشفت نتائج اختبار Hukey HSD بعد hoc أنه لا يوجد فرق كبير بين تركيز المعادن بمعنى. الكاديوم والكوبالت والحديد في الموقع ١ والموقع ٢ (على طول تصريف مياه الصرف الصحي) ولكن تركيز هذه المعادن في الخضروات من الموقع ٣ الذي يتم ريه بمياه الصرف كان مختلفًا بشكل كبير ( $p < 0.01$ ) عن تركيز المعادن في عينات من مواقع أخرى. في حالة وجود فروق ذات دلالة إحصائية للنحاس في عينات من الموقع ١ و ٢ عند مستوى  $0.01$ ، أيضا ، كان تركيز النحاس في عينات الخضروات من الموقع ١ و ٣ مختلفًا بشكل ملحوظ ( $P < 0.05$ ). لم يلاحظ فروق ذات دلالة إحصائية في تركيز النحاس في عينات من الموقع ٢ (المروية بالمياه الجوفية ولكن بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي) و ٣ (المروية بمياه الصرف الصحي).

**Table 4**

Summary of post hoc Tukey HSD test with respect to sites

Site (i)	Site (j)	Cadmium mean difference (i-j)	Cobalt mean difference (i-j)	Copper mean difference (i-j)
1	2	-0.1278	-2.5056	9.6333*
	3	-0.3167*	-33.3778*	7.5222*
2	1	0.1278	2.5056	-9.6333*
	3	-0.1889*	-30.8722*	-2.1111
3	1	0.3167*	33.3778*	-7.5222*
	2	0.1889*	30.8722*	2.1111

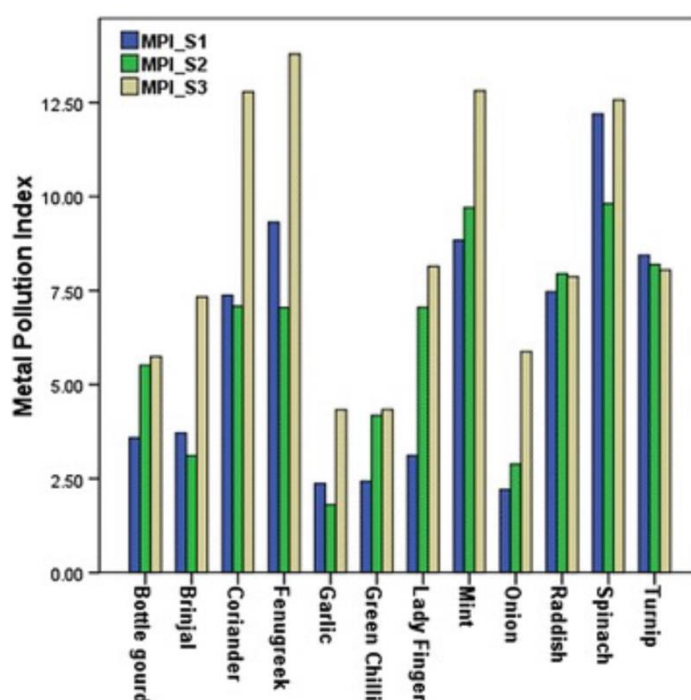
\* Significant at  $p < 0.01$

مستوى الدلالة أو الأهمية؛  $p < 0.01$

مؤشر تلوث المعادن يتم تقدير تلوث المعادن في العينات بشكل موثوق به باستخدام مؤشر تلوث المعادن (MPI). الشكل ٧ يوضح مؤشر التلوث المعدني لعينات الخضروات من كل موقع. وقد وجد أن مؤشر التلوث المعدني لعينات الخضروات من الموقع ٣ الذي يتم ريه بمياه الصرف الصحي كان أعلى من عينات الخضروات لمواقع أخرى (باستثناء اللفت والفجل). أظهرت كل من الخضروات الدرنية مثل الفجل واللفت نتائج مثيرة للاهتمام للغاية تبين أن مؤشر التلوث المعدني لهذه الخضروات من جميع المواقع الثلاثة كان متشابهًا وفي حالة عينات اللفت ١ والموقع ٢ (كلاهما على مقربة من استنزاف مياه الصرف الصحي) كان أعلى MPI من الموقع ٣. تم العثور على مؤشر تلوث المعادن للخضروات الورقية مثل الحلبة والكزبرة والنعناع والسبانخ ليكون الحد الأقصى متبوعًا بالخضروات الدرنية مثل الفجل واللفت. تجدر الإشارة إلى أن مؤشر التلوث المعدني في السبانخ من الموقع ١ كان مشابهًا لمؤشر التلوث المعدني للسبانخ من مياه الصرف الصحي المروية. كان الاتجاه العام لمؤشر التلوث المعدني من الموقع ١ هو السبانخ < الحلبة < النعناع < اللفت < الكرز < Lady Finger < Bottle Gourd < Brinjal < Green Chilli < Garlic < Onion. أيضا ، في حالة الموقع ٢ من بين جميع الخضروات ، أظهر السبانخ مؤشر الحد الأقصى للتلوث المعدني (السبانخ < النعناع < اللفت < الفجل < الكزبرة < إصبع سيدة < الحلبة < زجاجة القرع < الفلفل الأخضر < برينجال < البصل < الثوم). اتجاه عينات الخضار من الموقع ٣ كان:

الحلبة < الكزبرة < النعناع < السبانخ < إصبع سيدة < اللفت < الفجل < برينجال < البصل < زجاجة القرع < الثوم < الفلفل الأخضر.

## الشكل 7



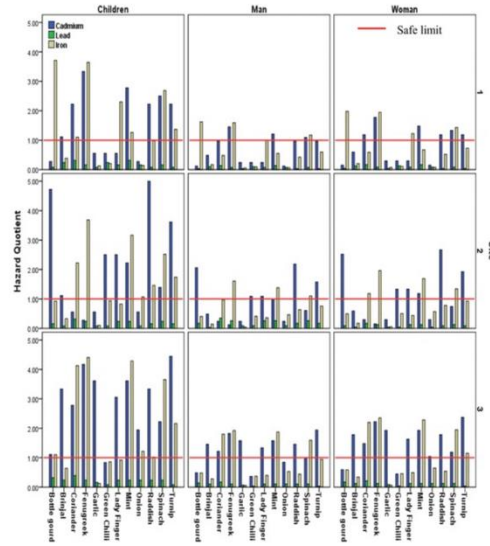
مؤشر التلوث المعدني للخضروات من مواقع  
مختلفة

حاصل الخطر تعتمد المخاطر الصحية المرتبطة بأي ملوث على مستوى التعرض ومقدار الامتصاص من قبل جسم الإنسان. وبالتالي ، فإن حاصل الخطر هو أداة صالحة لتقييم مستوى المخاطر المرتبطة بملوث معين. إذا كان مستوى حاصل الخطر أقل من ١ ، فإن الخطر المرتبط بالتعرض للمعادن لا يكاد يذكر. ومع ذلك ، إذا كان مستوى حاصل الخطر أعلى من ١ ، فقد يشكل المعدن مخاطر صحية خطيرة. أظهر تقدير حاصل الخطر للمعادن في الخضروات المختلفة من مواقع مختلفة نتائج مثيرة للقلق. على الرغم من أن تركيز بعض المعادن كان أعلى بشكل ملحوظ في عينات الخضروات من مواقع مياه الصرف الصحي المروية ، إلا أن المخاطر الصحية المرتبطة بهذه المعادن كانت أعلى أيضًا. تم تحديد الكاديوم على أنه مادة مسرطنة محتملة بواسطة وكالة حماية البيئة الأمريكية (٢٠١٠) ، وجدت في مستوى خطير في معظم عينات الخضروات. تم العثور على حاصل الخطر من الكاديوم في الحد الأقصى في عينات الفجل من الموقع ٢ الذي يقع بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي. ولوحظ أن حاصل خطر الكاديوم كان أقصى حد في الخضروات الدرنية ، يليه الخضار الورقية. بالنسبة للأطفال ، كان استهلاك ١١ من أصل ١٢ خضروات من موقع مياه الصرف الصحي أمرًا خطيرًا في حين أن ٧ و ٨ خضروات أيضًا من الموقع ١ و ٢ على التوالي ، يمكن أن يكون خطرًا فيما يتعلق بالكاديوم. كان تركيز الرصاص ضمن الحدود المسموح بها لجميع العينات باستثناء القرع زجاجة وإصبع سيدة من الموقع ١ و ٣ ولكن حاصل الخطر المرتبط بالرصاص كان أقل من ١ في جميع العينات للبالغين والأطفال. تم العثور على الحديد فوق الحدود الآمنة في عينات من الخضروات الورقية. على الرغم من أن الحديد عنصر حيوي لحياة الإنسان يمكن أن يسبب أعراض سمية شديدة عند زيادة الوزن. أظهرت عينات الحلبة من جميع المواقع أن مستوى حاصل الخطر المرتبط بالحديد كان الأعلى بين جميع

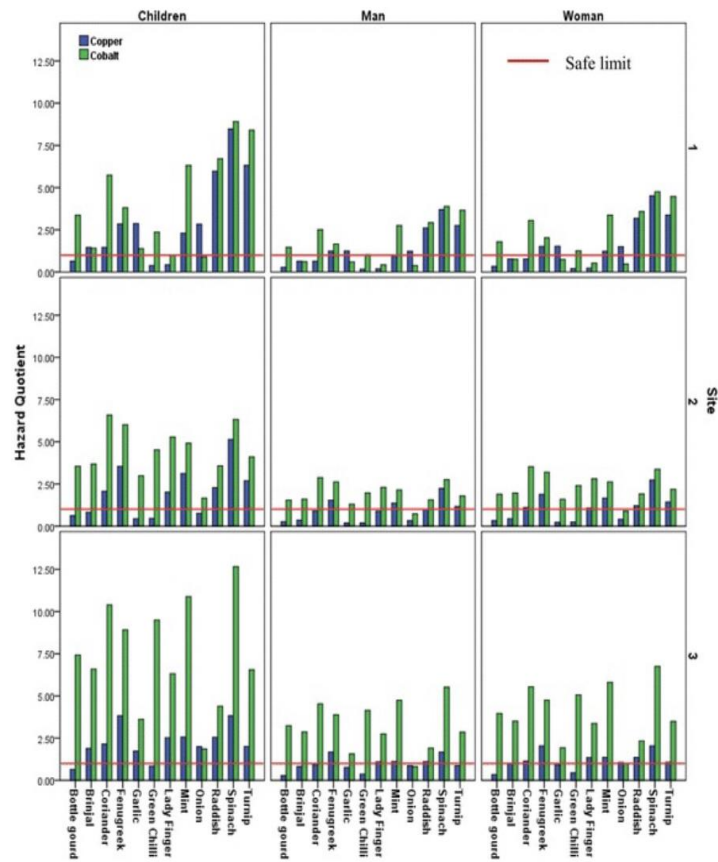


الخضروات. الشكل ٨ يمثل حاصل الخطر للبالغين والأطفال من الكاديوم والرصاص والحديد في عينات الخضروات من المواقع الثلاثة

الشكل ٨



## الشكل 9

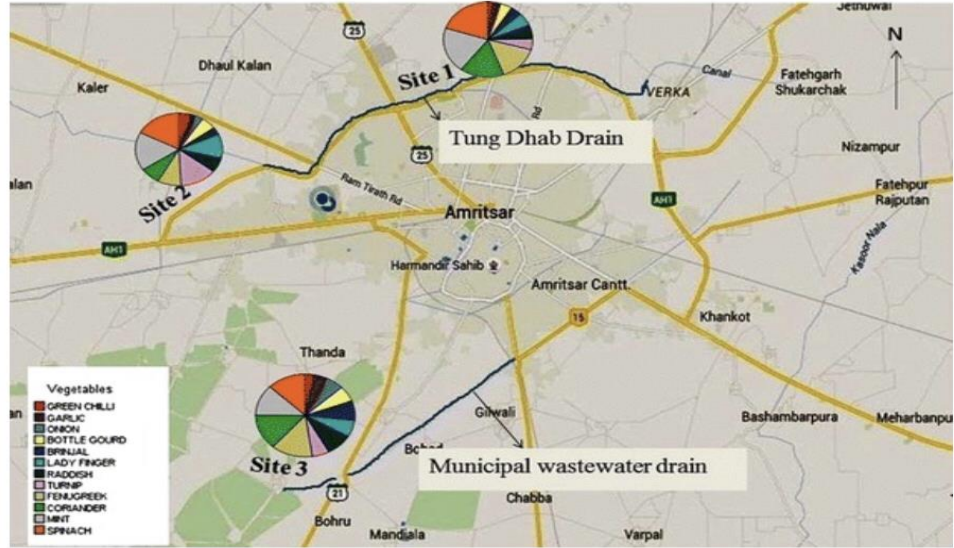


حاصل الخطر من الكوبالت والنحاس من  
الخضروات المختلفة من ثلاثة مواقع

بصرف النظر عن التأثيرات السمية الأخرى المختلفة ، تحدد وكالة حماية البيئة الأمريكية ( ٢٠١٥ ) الكادميوم لاستهداف الكلى ، والكوبالت لاستهداف الغدد الصماء والنحاس والحديد لاستهداف الجهاز الهضمي. وبالتالي يمكن أن تسبب هذه المعادن آثارًا صحية خطيرة على أعضائها المستهدفة. حاصل المخاطر وتركيز المعادن في المحاصيل الغذائية في المواقع المروية بمياه الصرف الصحي كان وفقا للدراسات السابقة (غيرا وآخرون ٢٠١٢ ؛ غوبتا وآخرون. ٢٠١٠ ، ماسونا وآخرون ٢٠١١ ؛ Orisakwe وآخرون ٢٠١٢ ؛ Pedrero وآخرون ٢٠١٠ ؛ سينغ وأغروال ٢٠١٠). في هذه الدراسة ، لاحظنا أن النباتات التي تنمو بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي تشكل أيضًا تهديدًا كبيرًا لصحة الإنسان. أفادت دراسات مختلفة عن زيادة في عدد حالات السرطان وتلف الحمض النووي وارتفاع تواتر النوى الصغيرة في الغشاء المخاطي للشدق في الأشخاص من قرية محل عبر مجاري مياه الصرف الصحي (غاندي وكومار ٢٠٠٤ ؛ Sambyal وآخرون ٢٠٠٤). يمكن أن يعزى ذلك إلى استهلاك هذه الخضار.

الشكل ١٠ يلخص المخاطر المرتبطة بالمحتوى المعدني من الخضروات المختلفة التي تنمو في مواقع مختلفة

## الشكل 10



تمثيل المخاطر المرتبطة بالمعادن الموجودة في  
الخضروات المختلفة من مواقع مختلفة

## -استنتاج

يعتبر النظام الغذائي الصحي والمتوازن واحدًا يحتوي على العديد من حصص الخضار في يوم واحد ولكن بسبب الممارسات الزراعية الخبيثة ، يمكن أن يتسبب ذلك في تهديد خطير للسكان. تعتبر المواقع التي يتم ريها بمياه الصرف الصحي بسبب نقص الموارد المائية هي الأكثر خطورة ، ولكن المواقع القريبة من مصارف المياه العادمة هي أيضًا ذات أهمية كبيرة بسبب ترشيح المياه. لم يلاحظ أي فرق معنوي في النحاس وامتصاص الرصاص من قبل الخضروات التي تنمو في مواقع مروية بمياه الصرف الصحي وتلك التي تروى بالمياه الجوفية ولكنها قريبة من تصريف مياه الصرف الصحي. يمكن أن يسبب الاستهلاك المنتظم للخضروات التي تزرع في المواقع آثارًا ضارة على السكان. يوصي المؤلفون بشدة أن يتم تقييد استهلاك الخضروات الدرنية والأوراق من هذه المواقع ويجب إجراء مراقبة مستمرة للخضروات من هذه المواقع. يجب بذل الجهود لتعديل التربة للحد من امتصاص المعادن في محاصيل الخضر أو يجب استخدام هذه المواقع لزراعة المحاصيل غير الغذائية.

## -المراجع

Mittal N، Kaur B ، Rani A ، Rani S ، Kiran B ،Arora M . تراكم المعادن الثقيلة في الخضروات المروية بالماء من مصادر مختلفة. الكيمياء الغذائية. ٢٠٠٨ ؛ ١١١ : ٨١١-٨١٥. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ j.foodchem.٢٠٠٨,٠٤,٠٤٩. CrossRef ] الباحث العلمي من Google

Debrah I، Kumi M،Boamponsem GA . تراكم المعادن الثقيلة في الملفوف والخس والجزر المروية بمياه الصرف الصحي من موقع تعدين Nagodi في غانا. ٢٠١٢. Int J Sci Technol Res. ١ : ١٢٤-١٢٩. [ الباحث العلمي من Google

Bertelsen ، Amzal B ، Bordajandi LR ، Kass GEN ،Dorne JLCM ،Ferrari ، Fabiansson S ، Eskola M ، Heppner C ، Castoldi AF ،U Verger P ، Boobis AR ، Fuerst P ، Dogliotti E ، Scaravelli E ،P Sigel (٢٠١١) تقييم المخاطر البشرية للمعادن الثقيلة: المبادئ والتطبيقات. في: Sigel H ،A Sigel RK (eds) أيونات المعادن في علوم الحياة. الجمعية الملكية للكيمياء ، ص ٢٧-٦٠ [ PubMed ]

الاتحاد الأوروبي (٢٠٠٢) المعادن الثقيلة في النفايات ، المفوضية الأوروبية للبيئة.

[http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/heavy\\_metalsreport.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/heavy_metalsreport.pdf)

منظمة الأغذية والزراعة / منظمة الصحة العالمية (٢٠١١) لجنة الدستور الغذائي المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية بشأن معايير الملوثات في الأغذية ، منظمة الصحة العالمية ، منظمة الأغذية والزراعة

FAO / WHO (٢٠١٤) المعايير العامة للملوثات والتكسينات في الأغذية والأعلاف (CODEX STAN ١٩٣-١٩٩٥)

Mejia-Saenz E، Mancilla-Villa OR، Flores-Magdaleno H ،  
Bautista-Olivas AL، Olmedo-Bolanos MDC . المعادن الثقيلة في التربة  
الزراعية ومياه الصرف الصحي للري Mixquiahuala ، هيدالغو ، المكسيك.  
AfR J Agric Res. ٢٠١١ ؛ ٦ : ٥٥٠٥-٥٥١١ . [ الباحث العلمي من Google ]

مجلس الغذاء والتغذية. المدخول الغذائي الغذائي [DRIs]: المدخول الموصى به  
للأفراد. واشنطن العاصمة ، الولايات المتحدة الأمريكية: الأكاديمية الوطنية للعلوم  
؛ ٢٠٠٤ . [ Google Scholar ]

غاندي جي ، كومار ن. تلف الحمض النووي في الخلايا الليمفاوية الدموية  
المحيطة للأفراد المقيمين بالقرب من تصريف مياه الصرف الصحي واستخدام  
موارد المياه الجوفية. Environ Mol Mutagen. ٢٠٠٤ ؛ ٤٣ (٤): ٢٣٥-  
٢٤٢ . دوى: ١٠,١٠٠٢ / [ PubMed ] [ CrossRef ] . ٢٠٠٢ . [ الباحث  
العلمي من Google ]

Caniatti-، Marcante NC، Muraoka T، Trevizam AR، Guerra F  
Brazaca SG . المعادن الثقيلة في الخضروات والمخاطر المحتملة على صحة  
الإنسان. ٢٠١٢ . Sci Agric. ٦٩ : ٥٤-٦٠ . [ الباحث العلمي من Google ]

Garai D، Nayek S ، Satpati S ، Gupta S . تأثير ري مياه الصرف الصحي  
على الخضروات فيما يتعلق بالتراكم البيولوجي للمعادن الثقيلة والتغيرات  
البيوكيميائية. تقييم. Environ Monit. ٢٠١٠ ؛ ١٦٥ : ١٦٩-١٧٧ . دوى:  
١٠,١٠٠٧ / [ PubMed ] [ CrossRef ] . ٣-٩٣٦-٠٠٩-٠٠٩-١٠٦٦١ s [ الباحث  
العلمي من Google ]

Van Lier JB، Huibers FP . استخدام المياه العادمة في الزراعة: نهج سلسلة  
المياه. استنزاف الري. ٢٠٠٥ ؛ ٥٤ : ٣-٩ . دوى: ١٠,١٠٠٢ / [ ird.١٨١ .  
CrossRef ] [ الباحث العلمي من Google ]

المجلس الهندي للبحوث الطبية. متطلبات المغذيات والبدلات الغذائية الموصى بها للهنود. حيدر آباد: المعهد الوطني للتغذية ؛ ٢٠١٠. [ Google Scholar ]

Järup L. مخاطر التلوث بالمعادن الثقيلة. Br Med Bull. ٢٠٠٣. ٦٨ : ١٦٧-١٨٢. دوى: ١٠,١٠٩٣ / بي إم بي / إل دي جي ٠٣٢. [ PubMed ] [ CrossRef ] [ الباحث العلمي من Google ]

Ashraf ، Razzaque A ، Van Minh H ، Ng N ، Kanungsukkasem U ، Huu Bich T ، Masud Ahmed S ، Juvekar S ، A Glob والخضروات في سكان الريف في مواقع INDEPTH HDSS في آسيا. Health Action. ٢٠٠٩. ٢ : ٣٥-٤٣. [ مقالة مجانية لـ PMC ] [ PubMed ] [ الباحث العلمي من Google ]

Makanda R و Mapurazi S و Mapfaire L و Masona C تقييم تراكم المعادن الثقيلة في التربة المروية بمياه الصرف الصحي وامتصاص نباتات الذرة ( Zea mays L ) في Firle Farm في هراري. J الحفاظ على التنمية. ٢٠١١ ؛ ٤ : ١٣٢-١٣٧. دوى: ١٠,٥٥٣٩ / [ CrossRef ] [ PubMed ] [ الباحث العلمي من Google ]

Verma H ، Bhatnagar P ، Mathur N . السمية الجينية للخضروات المروية بمياه الصرف الصناعي. J Environ Sci (الصين) ٢٠٠٦ [ PubMed ] [ الباحث العلمي من Google ]

Sreekanth TVM ، Lee KD ، Nagajyoti PC . المعادن الثقيلة ، وحدوث وسمية النباتات: مراجعة. إنفيرون كيم ليت. ٢٠١٠ ؛ ٨ : ١٩٩-٢١٦. دوى: ١٠,١٠٠٧ / [ CrossRef ] [ PubMed ] [ الباحث العلمي من Google ]

المعهد الوطني للتغذية (٢٠١١) المبادئ التوجيهية الغذائية للهنود - دليل. حيدر آباد



Bede O، Dike DO ، Amadi CN ، Nduka JK ،Orisakwe OE . تقييم المخاطر الصحية للمعادن الثقيلة للسكان من خلال استهلاك المحاصيل الغذائية والفواكه في أويري ، جنوب شرق نيجيريا. ٢٠١٢. Chem Cent J. ٦ : ٧٧-٨٣. دوى: ١٠,١١٨٦ / ١٧٥٢-١٥٣-٦-X. [ مقالة مجانية لـ PMC ] [ PubMed ] [ CrossRef ] [ الباحث العلمي من Google ]

Asano ، Koukoulakis P ، Alarcón JJ ، Kalavrouziotis I ، Pedrero F T. استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة المروية - مراجعة بعض الممارسات في إسبانيا واليونان. اجريك ووتر ماناج. ٢٠١٠. ٩٧ : ١٢٣٣-١٢٤١. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ CrossRef ] j.agwat.٢٠١٠,٠٣,٠٠٣. [ الباحث العلمي من Google ]

Naughton DP،Petroczi A . تلوث الزئبق والكاديوم والرصاص في المأكولات البحرية: دراسة مقارنة لتقييم فائدة حاصلات المخاطر المستهدفة. المواد الغذائية للسموم. ٢٠٠٩ ؛ ٤٧ : ٢٩٨-٣٠٢. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ CrossRef ] [ PubMed ] j.fct.٢٠٠٨,١١,٠٠٧. [ الباحث العلمي من Google ]

Amar S، Chaudhary S ، Kaur R ،Sambyal V الصغيرة في الغشاء المخاطي للشدة للنساء المقيمات بالقرب من مصرف تصريف مياه الصرف الصحي في أمريتسار. عالم الأنثروبولوجيا. ٢٠٠٤ ؛ ٦ : ١٢٥-١٢٩. [ الباحث العلمي من Google ]

Kristensen BI ، Harbak H ، Brown AM ،Simonsen LO Bennekou P. Cobalt امتصاص وتجليد خلايا الدم الحمراء البشرية. ديس مول خلايا الدم ٢٠١١ ؛ ٤٦ : ٢٦٦-٢٧٦. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ CrossRef ] [ PubMed ] j.bcmed.٢٠١١,٠٢,٠٠٩. [ الباحث العلمي من Google ]

Bennekou P. Cobalt، Harbak H ،Simonsen LO التمثيل الغذائي وعلم السموم - تحديث موجز. ٢٠١٢. Sci Total Environ. ٤٣٢ : ٢١٠-٢١٥.

دوى: ١٠,١٠١٦ / [ CrossRef ] [ PubMed ] ٢٠١٢,٠٦,٠٠٩. j.scitotenv.  
[ الباحث العلمي من Google ]

سينج A، أغراوال M. آثار البلدي الري مياه الصرف الصحي على توافر المعادن الثقيلة والخصائص الفسيولوجية مورفو من بيتا الشائع L. J البيئي بيول. ٢٠١٠ ؛ ٣١ : ٧٢٧-٧٣٦. [ الباحث العلمي من Google ]

سينج أ ، شارما أر كي ، أغراوال م ، مارشال FM. تقييم المخاطر الصحية للمعادن الثقيلة عن طريق المدخول الغذائي للمواد الغذائية من مياه الصرف الصحي المروية في منطقة استوائية جافة بالهند. المواد الغذائية للسموم. ٢٠١٠ ؛ ٤٨ : ٦١١-٦١٩. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ PubMed ] [ CrossRef ] [ الباحث العلمي من Google ] j.fct.٢٠٠٩,١١,٠٤١.

وكالة حماية البيئة الأمريكية (١٩٨٩) (US EPA) إرشادات تقييم المخاطر للصندوق الزائد: دليل تقييم صحة الإنسان [الجزء أ]: نهائي مؤقت. وكالة حماية البيئة الأمريكية ، واشنطن العاصمة ، الولايات المتحدة الأمريكية [ ٥٤٠ / EPA / ٠٠٢ / ١-٨٩ ]

وكالة حماية البيئة الأمريكية (١٩٩٧) (US EPA) دليل عوامل التعرض - العوامل العامة. EPA / ٦٠٠ / P-٩٥ / ٠٠٢Fa. المجلد. I. مكتب البحث والتطوير. المركز الوطني للتقييم البيئي. وكالة حماية البيئة الأمريكية ، واشنطن العاصمة. <http://www.epa.gov/ncea/pdfs/efh/front.pdf>

وكالة حماية البيئة الأمريكية (٢٠١٠) (US EPA) جرد الإطلاق السام ( TRI ). TRI explorer: الإصدارات: التقرير الكيميائي: ٢٠٠٩ الكاديوم ومركبات الكاديوم ، مينيسوتا

وكالة حماية البيئة الأمريكية (٢٠١٥) (US EPA) تقييم مخاطر الصحة البشرية: جدول التركيز على أساس المخاطر.

[http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration\\_table/Generic\\_Tables/index.htm](http://www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/rb-concentration_table/Generic_Tables/index.htm)

Gracia I، Gonzalez-Regalado E ،Usero J  
ذات الصدفتين Ruditapes phillippinarum و Ruditapes decussatus  
من الساحل الأطلسي لجنوب إسبانيا. Environ Int. ١٩٩٧. ٢٣ (٣): ٢٩١-  
٢٩٨. دوى: ١٠,١٠١٦ / [ CrossRef ] ٥. ٣٠-٥٠ (٩٧) S٠١٦٠-٤١٢٠ ]  
الباحث العلمي من Google [

Li ZA، Li NY ، Zou B ،Zhuang P  
والمحاصيل الغذائية حول منجم دابوشان في قوانغدونغ ، الصين: الآثار المترتبة  
على صحة الإنسان. الصحة البيئية. ٢٠٠٩ ؛ ٣١ : ٧٠٧-٧١٥. دوى: ١٠,١٠٠٧  
[ PubMed ] [ CrossRef ] / ٣. ٩٢٤٨-٩٠٩-٥٣٠٦٥٣ s [ الباحث العلمي من  
Google ]

#### المصادر

١. الدورة السادسة للمحفل الحكومي الدولي المعني بالسلامة الكيميائية.  
(٢٠٠٨). السنيغال،  
١٥ - ١٩ ايلول.
٢. المالكي، ريام ناجي حجي. (٢٠٠٦). تأثير تلوث الهواء على بعض  
انواع النباتات في  
مدينة بغداد، رسالة ماجستير، كلية العلوم الجامعة المستنصرية.
٣. أيوب، حارث حازم والبياتي، فارس عباس. (٢٠١٠). التلوث البيئي  
معوق للتنمية ومهدد  
للسكان. المجلة العارقية لبحوث السوق وحماية المستهلك، مجلد (٢)،  
عدد (٣)، ص ٢٧٠-٢٤٤.
٤. جمعة، غفارن فاروق والأنباري، رياض حسن. (٢٠١٠). تقييم التلوث  
بالعناصر الثقيلة في الأرضي الواقعة في منطقة جسر ديالى. المجلة

العراقية لمركز بحوث السوق وحماية المستهلك. مجلد (٢). عدد (٣). ص: ١٠٤-١١٦.

٥. زوير، زينب عبد الحسين. (٢٠٠٩). دراسة لمحتوى بعض الخضار المحلية والمستوردة من العناصر النزرة في أسواق بغداد، رسالة ماجستير، كلية العلوم الجامعة المستنصرية.

٦. شتوي، مسعد. (٢٠٠٢). تأثير السموم على صحة وسلامة الإنسان. مجلة أسبوط للدارسات البيئية، العدد الثالث والعشرون، ص ٩٣-١١٤.

٧. غياث، سميحة وملك، الجبة. (٢٠٠٢). مستوى العناصر الثقيلة في الخضار المجموعة من

مواقع على طول مصدر الري لمجرى نهر بردى/الغوطة. مجلة جامعة دمشق للعلوم

الاساسية، المجلد (١٨) العدد ٢.

٨. Abdulla, M. and J. Chmeienicka. (١٩٩٠). New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure to toxic metals. Biol trace element Res. ٢٥- ٥٣.

٩. Adu, A. A.; Aderinola, O. J. and Kusemiju, V. (٢٠١٢). Heavy metals concentration in garden Lettuce grown along Badugry express way, Lagos Nigeria, Transnational Journal of Science and technology.

١٠. Akan, J. C.; Abdulrahman, F. I.; Ogugbuaja. V. O. and Ayodele, J. T. (٢٠٠٩). Heavy metals and Anion Levels in some samples of vegetable grown within the Vicinity of Challawa industrial area, Kano State, Nigeria. American Journal of Applied Sciences ٦(٣): ٥٤٢- ٥٣٤.