

التلوث الكيميائي للغذاء

د/ محمد حجازي راتب

معهد بحوث الصحة الحيوانية – فرع أسيوط

تعريف التلوث الكيميائي

يُشير مصطلح التلوث الكيميائي إلى ظهور مواد كيميائية في أماكن حيوية وضرورية لحياة الإنسان من المفترض عدم تواجدتها فيها أو بكميات قليلة ضمن المستويات والحدود الطبيعية لها، الأمر الذي ينعكس سلباً على الكائنات الحية الموجودة في تلك الأماكن وأولها الإنسان مسببةً أضراراً صحية قد تكون ضئيلة أو تصل إلى حد التسمم الحاد وأحياناً تظهر على شكل أمراض مزمنة خطيرة تهدد الحياة كمرض السرطان^١.

تلوث الغذاء الكيميائي

قد يحدث تلوث الغذاء نتيجةً لعدة أسباب منها تلوث التربة في الأراضي الزراعية جراء استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية أو تلوث الهواء والماء أيضاً أو بسبب إضافة الإنسان نفسه مواداً كيميائية معينة رغبة في إطالة عمر الغذاء قدر الإمكان وحفظه وتغليفه بمواد ضارة تنتقل إلى الطعام الموجود فيها وحتى الأدوات المستخدمة في إعداد الطعام وتناوله قد تنقل مواداً كيميائية إليه مسببةً تلوثاً كيميائياً أيضاً.

كل هذا كفيل بإيصال المواد الكيميائية الملوثة إلى الغذاء لينتقل منه إلى الإنسان معرضاً حياته للخطر من خلال إصابته بأمراض عديدة كالتهاب المعدة والأمعاء وأمراض الكبد والكلية والأعصاب^٢.

ومن أهم وأخطر هذه المركبات والعناصر الكيميائية نذكر ما يلي :

١ – تلوث الأغذية ببعض المعادن الثقيلة : **Heavy metals**

نظراً للنهضة الصناعية والتطور الزراعي والحاجة الماسة إلى استخدام الماء المعالج بشتى أنواعه والكثير من المواد المساعدة على نمو وحماية المحاصيل الزراعية من الأسمدة وبعض المبيدات الفطرية التي تحتوى على بعض المعادن الثقيلة أدى ذلك إلى انتشار المعادن في البيئة مما كان له آثار ضارة على صحة الإنسان ومن أمثلة هذه المعادن الثقيلة :

الخصائص :

- يعتبر الخصائص من أحد المعادن التي عرفت منذ القدم، ومن مصادر تعرض الإنسان للخصائص:

أ - التلوث من الصرف الصناعي

ب - التلوث من الصرف الزراعي .

ج - التلوث من الصرف الصحي .

ويؤثر التسمم بالخصائص على مخ الأطفال إذ يوجد خمول وعدم القدرة على الاتزان ، وتقلصات وغيبوبة وإذا لم تحدث وفاة للطفل فهذا إنذار بتخلف عقلي تصل

نسبته ٤٠ % مع شلل ويلي ذلك اضطرابات في بصره ، كما يؤدي إلى أمراض عديدة في البالغين وعلى الأخص أمراض الدورة الدموية مثل ارتفاع ضغط الدم . وقد أسفرت الدراسات عن وجود مستويات رصاص مرتفعة في دم الأطفال الذين يعتمدون في تغذيتهم على الأغذية المجهزة عن الأطفال الذين يتم تغذيتهم عن طريق الرضاعة الطبيعية وقد يكون سبب ذلك استخدام مياه الصنبور الملوثة بالرصاص في تجهيز الأغذية . وقد وجد فحص الأغذية لتقدير معدل تواجد الرصاص لما يتميز به من أثر تراكمي حتى يمكن تجنب إخطاره قبل وصول الغذاء للمستهلك ويرجع إليها كثير مما يعاني منه الأطفال من أعراض مرضية مثل ضعف الذاكرة وتأخر تعلم المشي والكلام والأعراض العصبية المختلفة نتيجة الارتفاع المتوقع لمستويات هذه المعادن الثقيلة في دم وأنسجة الأطفال .

وفي دراسة سنة ٢٠٠٧ م بكلية الطب البيطري - جامعة أسبوط على بعض ساندويتشات اللحوم الجاهزة للأكل (ساندويتشات الشاورمة، الكفتة والكبد) من المطاعم المختلفة في مدينة أسبوط قد وجد أن كل العينات التي تم تحليلها قد تجاوزت الحد المسموح به لعنصر الرصاص في المواصفات القياسية المصرية و هو ٠,١ جزء في المليون.

- وقد أظهرت النتائج ارتفاع مستوى الرصاص في كل الشطائر التي تم فحصها. وقد يعزى ذلك إلى أن هذه الشطائر خاصة الشاورما عادة ما تصنع وتباع خارج المطاعم والكبد عادة ما تباع من عربة في الشارع وعلى جانب الطريق ، التي تجعل هذه الشطائر معرضة للتلوث بالرصاص من عوادم السيارات خاصة في المناطق ذات الكثافة المرورية مثل الساحات وقرب المحطات التي فيها كثيرا ما تباع هذه المنتجات.

- وقد خلصت النتائج إلى وجود خطر يدهم الأطفال من جراء تناولهم مثل هذه الساندويتشات التي تم فحصها نتيجة احتوائها على مستويات من عنصر الرصاص والتي تعتبر ضارة بالصحة العامة حيث يتضح أن عنصر الرصاص يمثل خطورة بالغة على مستهلكي هذه الوجبات وخاصة إذا تم أكلها باستمرار لفترات طويلة لما لها من أثر تراكمي وكذلك لما للرصاص من تأثير على الجهاز العصبي وعلى مستوى الذكاء وبخاصة في الأطفال، حيث أن تعرض الأطفال إلى مستويات عالية من الرصاص قد يسبب التلف الدماغي اللا رجعي والتخلف العقلي.

- والرصاص عنصر سام ولاسيما للجهاز العصبي والمخ حيث كثرة التعرض له يمكن أن يسبب ضعف في الأداء الفكري، كما أنه يسبب أيضا الفشل الكلوي والعقم والإجهاد وارتفاع ضغط الدم.

الكاديوم:

يوجد الكاديوم طبيعيا في التربة والرواسب وهو وثيق الارتباط بالزنك كما يستخدم الكاديوم ومركباته في الصناعة مثل طلي ولحام المعادن ، والسيراميك والدهانات والأصبغ ، وتعتبر الأسمدة الفوسفاتية والصرف الصحي من مصادر تلوث الأغذية بالكاديوم كما يعتبر تدخين السجائر أحد مصادر الكاديوم وقد أثبتت الدراسات

على حيوانات التجارب أن الكاديوم معدن شديد السمية والتعرض له لمدة طويلة يؤدي إلى انخفاض ضغط الدم ولين العظام وفي دراسة سنة ١٩٩٥م بكلية الطب البيطري جامعة أسبوط على عينات عشوائية من الجبن الجاف والمطبوخ واللانشون وجد أن جميع عينات الجبن واللانشون محل الفحص احتوت على رصاص وكاديوم أعلى من الحدود المسموح بها.

الزئبق:

عنصر شائع الانتشار ويوجد في أشكال مختلفة وميثيل الزئبق هو الأشد سمية وضرا للآطفال خاصة لم يتطور المخ والجرعات الكبيرة من الزئبق الغير عضوي تؤدي إلى حدوث رعشة لا إرادية بينما الجرعات الضئيلة تسبب نقصا غير ملحوظ في الذاكرة والتعلم ، ألم شديد في المفاصل كما تؤدي إلى نزيف في القناة الهضمية وتحطم الكلى وتعبها وفاة نتيجة لزيادة البولينيا . أما مركبات الزئبق العضوية لها تأثيرات مختلفة واسعة وأكبر الزئبق يعتبر أكثرها سمية.

ومن مصادر الزئبق: إشعال الفحم – عمليات الاحتراق – التنجيم
التعرض غير العضوي يكون أساسا من ملغم حشو الأسنان الذي يستخدمه أطباء الأسنان – كما يتعرض غالبية الناس لميثيل الزئبق من استهلاك الأسماك ففي عام ١٩٥٠ ونتيجة للتلوث بمخلفات المصانع حدث وباء في خليج ميناماتا باليابان اتصف بأعراض عصبية غير طبيعية أصاب صاندي الأسماك وعائلاتهم وحيواناتهم حيث كان نتيجة اسماك تم صيدها من الخليج والذي كان بمثابة الشرارة الأولى التي لفتت أنظار العالم إلى تلوث الأغذية بالكيماويات .

الزرنيخ:

يوجد طبيعيا في النباتات وتحتوى جميع المواد الغذائية على كميات قليلة من الزرنيخ رباعي التكافؤ الذي لا يضر بصحة الإنسان بينما تلوث الأغذية به غالبا يكون من المخلفات الصناعية ويكون الزرنيخ هنا مركباته ثلاثية التكافؤ وهي ضارة بصحة الإنسان حيث من الممكن أن يسبب سرطانات وتعتبر الأسماك المصدر الرئيسي للزرنيخ عن طريق الأغذية كما يوجد في منتجات اللحوم وذلك لاستخدام مضافات الزرنيخ العضوية كمشجعات للنمو.

٢ - بقايا الأدوية البيطرية في الأغذية :

ما دور هذه الأدوية؟

١ – تقليل حدوث المرض .

٢ – تقليل معاناة الحيوانات.

٣- زيادة إنتاج الحيوانات عن طريق تشجيع النمو.

٤ – التحكم في الأمراض التي تنتقل من الحيوانات إلى الإنسان.

أنواع بقايا الأدوية وأهميتها السمية :

لا يمكن تأسيس مستوى آمن للتعرض لبقايا بعض الأدوية في الأغذية ذات الأصل الحيواني خاصة التي تهدد صحة الإنسان فعلى سبيل المثال الكلورامفينكول الذي تسبب في عدة حالات من الأنيميا المميتة كما أنه تسبب في منع نمو خلايا نخاع العظمى وتشير الأبحاث أن نتائج المرض نتيجة للعلاج بهذا الدواء تكون مميتة في ٧٠ من الحالات بينما نسبة كبيرة من الأشخاص الذين يتمثلون للشفاء يعانون من سرطان الدم الحاد ، وقد تم منع استخدام دواء الكلورامفينكول في حيوانات الغذاء بوجه خاص في وثيقة صادرة من هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية ، كما نصت أوامر هذه الوثيقة على معاقبة الأطباء البيطريين الذين لم يحافظوا على هذه التعليمات .

وقد ثبت أن بعض مركبات سلفاميازين ونيتروفرانات ودائ ميثيل ستلوسيترول لها تأثيرات سرطانية ، ففي دراسة بكلية الطب البيطري بجامعة أسيوط ٢٠٠٤ أبرزت ارتفاع نسبة عينات الألبان التي تم جمعها من الباعة الجائلين والملوثة بالسلفاميازين إذا ما قورنت بعينات التي تم جمعها من محلات بيع الألبان بمدينة أسيوط والمربين وقد أثبتت الأبحاث بالدليل القاطع أن الحرارة المرتفعة والبرودة ليس لها أي تأثير على مركبات السلفا وبهذا أظهرت هذه الدراسة أهمية تواجد متبقيات مركبات السلفا في الألبان وما لها من أضرار جسيمة على صحة المستهلك فضلا عن الخسارة الاقتصادية المتسببة في إعداد تلك الألبان الملوثة بتلك المتبقيات. كما من الممكن أن تسبب الجرعات العلاجية للمضادات الحيوية تأثيرات عكسية على ميكروبات أمعاء الإنسان النافعة التي تلعب دورها في المحافظة على صحة الإنسان. عند استهلاك الإنسان أغذية ملوثة ببقايا مضادات الجراثيم قد تكون الميكروبات الممرضة للإنسان لديها مقاومة لهذه المضادات. ومن الناحية الاقتصادية تؤثر بقايا المضادات الحيوية على الميكروبات وكذلك تؤثر في الألبان على بعض الاختبارات المستخدمة لتعيين صفات وجودة الحليب. كما تؤثر على صحة المستهلك حيث يصاب بعض الأشخاص بأعراض الحساسية .

٣ – بقايا المبيدات في أغذية الإنسان :

تشمل كلمة المبيدات كلا من مبيدات الحشرات ومبيدات الأعشاب الضارة ومبيدات القوارض. وقد احتلت المبيدات في السنوات الأخيرة مكانا متميزا بين المواد الكيميائية التي يستعملها الإنسان في حياته اليومية ، وذلك لاستخدامها المستمر المتزايد في مقاومة الآفات الزراعية والطفيليات لحيوانات المزرعة ، الأمر الذي تزايد معه تعرض البيئة المحيطة للتلوث المستمر بها عن طريق العمد أو الخطأ. وقد نجم عن كثرة استعمال هذه المبيدات الكثير من الآثار الضارة للإنسان مباشرة عن طريق تعرض بيئته لها أو بطريق غير مباشر عن طريق تعرضه لمتبقيات تلك المبيدات في الغذاء والماء وتعتبر المركبات الكلورينية واحدة من أخطرها وذلك لاستمرار بقائها لفترة طويلة في البيئة وعدم تحللها وكذلك لثبوت قدرتها على إحداث سرطان في بعض حيوانات التجارب .

وتشمل المبيدات :

أ - الهيدروكربونات الكلورية: ومن أمثلتها D.D.T، الكالئين وقد تم إيقاف معظم هذه المركبات لثباتها في البيئة ، ذوبانها في الدهون وتراكمها علاوة على قدرتها لإحداث تأثيرات سرطانية على المدى البعيد .

ب - مبيدات الفوسفور العضوية : مثل الباراثيون والديازينون شديد السمية للتدبيبات .

ج - مبيدات الكربامات: وتتميز بالذوبان العالي في الماء بدرجة تفوق المبيدات الفسفورية والكلورونية وبعضها مثل التميك شديد السمية على التدبيبات.

د - البيرثريينات المصنعة: تستخدم على نطاق واسع لتأثيرها الشديد في إبادة الحشرات بالإضافة إلى قلة سميتها على التدبيبات ومن أمثلتها فينالفيرات . وفي محافظة أسبوط دلت نتائج تحليل العينات التي تم جمعها من أكباد لحوم وكلى ودهون من ذبائح الجاموس والأبقار ، وكذلك عينات حليب في الفترة من ١٩٨٨ إلى ١٩٩٢ على وجود متبقيات من مركبات DDT، مشتقات الهكساكلوروسيكلوهكسان ، هكساكلوروبنزين ، هبتاكلور وهبتاكلور إيبوكسيد وكانت مستويات المبيدات تعدت الحدود المسموح بها عالميا. كما تعتبر المبيدات والأسمدة الزراعية أحد مصادر تلوث الماء بالنترات والفوسفات والتي تصل إلى المياه الجوفية في باطن الأرض وتمتزج مع المياه السطحية لتصل إلى البحيرات والأنهار، فإذا ما وصلت إلى جسم الإنسان من خلال شبكات مياه الشرب التي تعتمد على مياه البحيرات والأنهار فإنها قد تتحول إلى نترت القادر على التأثير على قدرة الهيموغلوبين في حمل الأكسجين مما يؤثر على حياة الإنسان.^٣

وللسيطرة على متبقيات المبيدات في الغذاء يجب اتباع الآتي :

- ١ - إحكام الرقابة التامة على استخدام المبيدات الكلورينية .
- ٢ - عدم التصريح باستعمال وإضافة أي نوع من المبيدات الأخرى في البيئة المصرية إلا بعد الدراسة المتأنية لمعرفة كافة الآثار الجانبية لها على المدى البعيد قبل القصير.
- ٣ - استمرار عمليات البحث الشامل والتحليل للمركبات الكلورينية لتشمل جميع محافظات الجمهورية وكذلك امتدادها لتشمل جميع مصادر الأغذية الحيوانية والنباتية والسمكية وأيضا للوقوف على مدى تلوثها بهذه المركبات .
- ٤ - الرقابة التامة على جميع الأغذية الحيوانية الواردة من الخارج وخاصة اللحوم الحية والمذبوحة وكذلك الدهون بأنواعها المختلفة ومعرفة مدى تلوثها بالمبيدات الكلورينية وعدم التصريح بتسويقها إلا بعد ثبوت خلوها من هذه المواد طبقا للمعدلات العالمية المسموح بها.
- ٥ - وضع معدلات يسمح بتناولها من هذه المركبات بما يتلاءم ونظام التغذية والحالة الصحية والظروف البيئية في مصر.

٤ - مركبات الديوكسين Dioxin

الديوكسين مصطلح يطلق على مجموعة كبيرة من المتناظرات الكيميائية والتي تتكون من حلقتي بنزين ترتبطان بذرتي أكسجين ويبلغ عددها حوالي ١٩٤ مركبا كيميائيا وتشتمل هذه العائلة على مجموعة كبيرة من المركبات مثل (PCDFS) و (PCBS) و (PCDDS) و (TCDD) وجميعها خطيرة وسامة وتمتلك فترة استقرار كبيرة قد تصل إلى أكثر من سبع سنوات. وتتعدد مصادر هذه المركبات فهي تتشكل خلال العمليات الصناعية الكيميائية وخصوصا في صناعة المواد العضوية ، وكذلك تتكون خلال حرق الغابات والنفايات الصلبة والفحم والوقود. وتجدر الإشارة هنا أن تركيز هذه المركبات يزداد داخل المدن جراء تلوث الهواء بغازات وأبخرة عوادم السيارات كما لوحظ وجود تراكيز عالية من هذه المركبات في النباتات وثمارها التي تنمو بالقرب من المناطق الصناعية الملوثة وأيضا بالقرب من طرق النقل السريعة . إن التعامل مع مثل هذه المركبات المدمرة لصحة الإنسان، يتطلب أكبر درجات الوعي والانتباه ويكون ذلك من خلال مراقبة مستويات التلوث في المدن والمناطق الصناعية ، وتجنب رش الخضروات والأشجار بالمواد الكيميائية التي تحتوى على أحد مركبات الديوكسين ، وأيضا ينبغي عدم زرع المحاصيل الزراعية في المناطق التي تحرق فيها القمامة أو بالقرب من طرق النقل والمواصلات العامة أيضا يجب التأكد من خلو أعلاف الحيوانات من مركبات الديوكسين وينصح هنا بضرورة التخلص وإزالة الدهون الموجودة في اللحوم ، وطهي الطعام بشكل جيد .

إن تعاملنا اليومي الحذر مع كافة المركبات الكيميائية، ومع كافة المنتجات الصناعية المختلفة، سوف يجنبنا مخاطر التلوث الكيميائي وسوف يحمي أجسادنا وكافة أجهزة جسمنا من مخاطرها وشرورها المدمرة.

٥ - المواد المضافة :

وتستخدم في تصنيع وحفظ الغذاء وتحسين خصائصه ومن المواد المضافة مواد مكسبه اللون والطعم والرائحة ، مواد حافظة مضادات الأكسدة والمثبتات والإفراط في استخدام المواد المضافة يؤدي إلى النشاط الزائد المصحوب بالتوتر والعنف وتسمى هذه المواد بالخطر الخفي لما لها من آثار على كافة أجهزة الجسم.

- على الجهاز الدوري قد تسبب خفقان - نقص أو سرعة ضربات القلب - ذبحة صدرية.
- الجهاز الهضمي - إسهال - غثيان وقئ - تقلص بالمعدة وانتفاخ والإحساس بعدم الارتياح .

- الجهاز العضلي والهيكل - تؤدي إلى آلام العضلات والمفاصل .
- الجهاز العصبي - صداع نصفي - دوام - فقد الاتزان - قلق - حساسية - مشاكل في السلوك عند الأطفال.

- الجهاز التنفسي - رشح - نوبات عطس - قصور في التنفس .

ونظرا لهذه الآثار درجت منظمة الصحة العالمية ومراكز الأبحاث على أهمية تجنب جميع الأغذية والمشروبات التي تحتوى على مركبات إضافية خاصة الملونات والمنكهات.

٦ - السموم الفطرية:

سموم غير مرئية تفرز نتيجة نمو بعض الفطريات وتوجد الفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات على مستوى العالم في التربة والهواء ، وبالرغم من الانتشار الواسع للفطريات إلا أنه يوجد عدد من العوامل التي تتحكم في إنتاجها. ولوحظ أن الحيوانات التي يقدم إليها غذاء ملوث بالسموم تنتج بيضا وألبانا ملوثة بالسموم الفطرية ، وتعتبر سموم الأفلاتوكسين أشدها خطرا لما لها من تأثير تراكمي في الكبد والأنسجة يؤدي في النهاية إلى السرطان والوفاة. وفى الاتحاد السوفيتي توفى عدة آلاف نتيجة لاستهلاك حبوب ملوثة بسموم ترايكوثيسين المنتجة بواسطة فطر فيوزاريام .

٣ - المواد الهرمونية Anabolic agents

وفى مجال الإنتاج الحيواني تستعمل بعض الدول منشطات النمو الحيوانية أو الهرمونية وتستعمل تلك المواد عن طريق إضافتها إلى عليقه الدواجن أو الماشية لرفع جودة اللحوم ومعدل إنتاجها لكي تكسبها صفات مرغوبة لدى المستهلك فلقد وجد من التجارب أن تلك الهرمونات تسبب زيادة في نمو جسم الحيوان بنسبة ١٠ % إلى ٢٥ % وزيادة نمو لحومها بنسبة إلى ١٠ - ٢٠ % وتقلل من كمية شحومها بنسبة ٦ إلى ٢٥ % وهذه الهرمونات إما صناعية أو طبيعية . والهرمونات الطبيعية هي مواد كيميائية حيوية تفرزها خلايا خاصة للكائن الحي وتعمل بنشاط تحت تركيزات منخفضة جدا ومن الأمثلة على الهرمونات الطبيعية ما تفرزه الغدد الصماء Endocrine Glands عند الإنسان والحيوان كالاستروجين Estrogen والبروجيستيرون progesterone والتستوستيرون Testosterone ومن المنشطات الصناعية مثل دى إى إس Diethylstilbestrol , DES.

٨ - مواد التغليف البلاستيكية Monomers and plastic additives

تم الانتباه مؤخرا لمواد التغليف البلاستيكية وأثرها على المياه المعدنية التي تغلفها وقد أظهرت بعض الدراسات أن مكونات هذه المواد تحتوى على مواد مسرطنة وأنه في الظروف غير العادية من التخزين قد تتسرب هذه المواد إلى تلك المياه بعد مدة طويلة من الزمن وتحت ظروف قاسية مثل ارتفاع درجة الحرارة والتعرض لأشعة الشمس والحركة.

٩ - المواد المسرطنة Carcinogens

وهي مواد ثبتت بالدراسات أن التعرض لها باستمرار على المدى البعيد قد يؤدي إلى الإصابة بالسرطان ومن الأمثلة على هذه المواد المعادن الثقيلة والمبيدات الكيميائية

وهرمونات النمو والأدوية والمواد الكيميائية الطبيعية والصناعية أو خليط منها. ولما كان جسم الإنسان لا يحتوى على الأنزيمات اللازمة للقيام بعملية التمثيل الغذائي لهذه المواد فهي تتراكم في جسمه وبالذات في بعض الأعضاء الداخلية مثل الكبد والكلية والقولون وقد تؤدي إلى الإصابة بالسرطان.

أن كثير من المواد المسرطنة هي عبارة عن مواد كيميائية تتواجد بالمنزل وفي مكان العمل وفي البيئة المحيطة وفي بعض الأدوية وأنه من المهم فهم هذه المواد لتجنب مخاطر التعرض لها . التأثيرات الصحية الضارة على الإنسان نتيجة التلوث الكيميائي للغذاء بين تأثيرات مرضية (حدوث تليف في الكبد) والإصابة السمية العصبية تسببها المبيدات الفسفورية ونشاطها التثبيطي على أنزيم الكولين إستريز *cholinesterase* مما ينتج عنها ظهور حالات الشلل عند الإنسان وتأثيرات سرطانية (تأثير ضعيف ويحتاج إلى فترة طويلة للظهور وسبب تراكم المادة الكيميائية).

ساهمت كثرة المصانع والمعامل في زيادة التلوث الكيميائي من خلال إلقاء نفاياتها في المسطحات المائية دون معالجتها والتي تتضمن موادًا كيميائية قادرة على تلويث المياه وقتل كافة أشكال الحياة فيها، إضافة لإطلاق المصانع لانبعاثات غازية تتكون في معظمها من هيدروكربونات تنتشر في الغلاف الجوي.^٤

المراجع

- 1 ، اطلع عليه study.com ، من موقع What is Chemical Contamination؟ بتاريخ ١٢-١٠-٢٠١٩
- 2 ، اطلع عليه بتاريخ ١٢-١٠-٢٠١٩ www.ncbi.nlm.nih.gov ، من موقع The Sources of Chemical Contaminants in Food and Their Health Implications
- 3 ، اطلع عليه بتاريخ ١٢-١٠-٢٠١٩ www.environmentalpollution.in ، من موقع Chemical Pollution: Effects, Types and Life Cycle
- 4 ، اطلع عليه بتاريخ ١٢-١٠-٢٠١٩ www.theworldcounts.com ، من موقع What is Chemical Pollution؟