3- الحمأة **Sewage**

تمثل البقايا الناتجة عن معاملة مياه الصرف الصحي والصناعي (الحمأة) كميات كبيرة جداً.

وعلى الرغم من ان جميع أنواع الحمأة تحتوي على تركيزات عالية من العناصر السامة إلا ان الحمأة الناتجة من الصرف الصناعي تحتوي على ملوثات غير عضوية بتركيزات عالية واعلى بكثير من الحمأة الناتجة من الصرف الصحي.

وتعتبر العناصر **Zn** ، **Ni** ، **Cd** من اهم العناصر التي تسبب مشاكل في الإنتاج الزراعي عند اضافة الحمأة الى التربة.

تعتبر الحمأة المضافة للأراضي المصدر الرئيسي للعناصر الثقيلة في التربة نتيجة لارتفاع تركيزات العناصر الثقيلة في الحمأة ومع ذلك فالترسيبات الجوية والمصادر الأخرى تضيف كميات أخرى من العناصر الصغرى والسامة الى الأراضي التي يستخدم فيها الحماة وبالتالي المحاصيل النامية فيها.

وقد أظهرت الدراسات بان العناصر الصغرى والسامة التي تمتصها المحاصيل من الحمأة أقل بكثير من تركيز هذه العناصر الممتصة من مصادر التلوث الأخرى غير العضوية مثل تلك الناجمة من المناجم والأسمدة.

وفي بعض المواقع التي يضاف اليها الحمأة بكميات كبيرة على مدى طويل حوالي 100 عام في بعض الحالات فأن مستويات العناصر الثقيلة فيها عالية.

4- احتراق الوقود

ينتج احتراق الوقود عدد كبير من العناصر الثقيلة والصغرى تشمل: **Zn** ، **As** ، **Ba**، **Mn**، **U**، **V**، **Cr**، **Cd**، **Pb** التي تنتشر على شكل حبيبات معلقة في الهواء وتترسب على مساحات كبيرة من الأراضي أو تكون في الرماد الذي يتم نقله الى الأراضي ويلوث التربة والماء.

واحتراق البترول الذي يحتوي على اضافات من الرصاص يعتبر من أهم مصادر تلوث التربة بهذا العنصر فالغازات المتصاعدة من عوادم السيارات التي تنتج عن احتراق الوقود تحوي على رصاص في صورة **PbBrCl** الذي يتفاعل مع الملوثات الأخرى في الهواء ويكون مركبات مثل **$2PbBrCwH_4Cl$**.

وتلوث التربة بالرصاص الناتج من عوادم السيارات يكون اعلى في المدن وفي الأراضي المجاورة للطرق منها في الريف.

5- الصناعات التعدينية:-

تساهم الصناعات التعدينية في تلوث التربة بالعناصر الصغرى والسامة بطرق عدة منها:-

1. انبعاث الغبار المحتوية على العناصر السامة التي تنقل الى الهواء وتترسب في الأراضي والنباتات.
2. المخلفات السائلة الناتجة من هذه الصناعات والتي تلوث التربة عند حدوث فيضانات.
3. ينتج عن الصناعات التعدينية مخلفات معدنية تتآكل ويحدث لها غسيل فتلوث تحت سطح التربة.

ويستخدم العديد من العناصر في صناعة السبائك والصلب مثل **Ag ، Ti ، Pb ، Mo ، Cr ، Ni ، Cu ، Zn ، As ، V ، Mn.**

ولذلك فأن تصنيع المعادن أو اعادة تدوير مخلفات المدن ينتج عنها مخلفات تؤدي الى تلوث التربة بالعديد من العناصر.

فصناعة الصلب مثلاً تعتبر مباشرة لتلوث الجو والتي تحتوي على كثير من العناصر السابقة ذكرها والتي تصل في النهاية الى التربة وتلوثها.

6- الصناعات الألكترونية: يستخدم في صناعة أشباه الموصلات والموصلات والكوابل العديد من العناصر الثقيلة **Pb ، Cr ، Cd، Mg، Se، Cu، Zn، Ag.**

لذلك فأن هذه الصناعات ومخلفاتها تؤدي الى تلوث التربة بالعديد من هذه العناصر.

7- التخلص من النفايات **Waste Dspost**

مخلفات المنازل ومخلفات الصرف الصحي والصناعي يمكن ان يؤدي الى تلوث التربة بالعناصر الصغرى بطرق عديدة فالتخلص من مخلفات الصرف الصحي الصلبة بطمرها في حفر يؤدي الى تلوث التربة بالعناصر الصغرى مثل **Zn، Pb ، Cu ، Cd** وانتشارها في التربة والماء الجوفي والمياه السطحية وعادة يكون التسرب من هذه الحفر على شكل مركبات كلوريد التي تكون عادة سهلة الذوبان والحركة خلال القطاع الأرضي وأقل أدمصاصاً على حبيبات التربة. أيضاً حرق المخلفات يؤدي الى انبعاثات عنصري الكادميوم والرصاص كما ان التخلص من المخلفات في الأراضي المتروكة وتجميعها على شكل كومات **(Piles)** يمكن ان يؤدي الى تلوث التربة خاصة اذا ما تركت لفترة زمنية طويلة.

8- الحروب والتدريبات العسكرية:- الأراضي التي حدثت فيها حروب وخاصة اثناء الحرب العالمية الأولى تلوثت بعنصر الرصاص وخصوصاً بعنصري النحاس والزنك الناتجين من الذخيرة وايضاً بالعديد من الملوثات العضوية تحللت على مدى الزمن.

بالإضافة الى مواقع الحروب فان الأماكن التي يجري فيها حالياً التدريبات العسكرية تتلوث جداً بالعناصر الصغرى.

فكثير من المواقع التي استخدمت للأغراض العسكرية والموجودة في الدول المتقدمة تكون ملوثة بالعناصر الصغرى وتعتبر مشكلة لهذه الدول لقلة الاعتمادات المالية للتخلص من هذه الملوثات وتنظيف المواقع.

3- الترسيب الجوي

يعتبر الهواء الجوي وسط هام جداً لنقل العناصر الصغرى من العديد من المصادر. فالتربة غالباً ما تتلوث بالعناصر الصغرى المنقولة بواسطة الهواء حيث يمكن ان تنتقل الى مسافات كبيرة لتصل الى مئات الكيلومترات من مصدر التلوث.

نسبة كبيرة من العناصر الموجودة في الغبار الذي يترسب على الأراضي يكون مصدرها الأساسي النشاط الإنساني مثل احتراق الوقود.

وقد قدرت كميات العناصر المترسبة في بعض المناطق ووجد ان كمية **Cd** المترسب من الهواء على الأراضي الزراعية يتراوح ما بين **12- 26 Um/G** خلال موسم نمو واحد وان **60%** من هذه الترسبات تم امتصاصه بواسطة النبات ووجد أن تركيز عناصر **As، Zn، Cd، Pb** في الأراضي القريبة من المناطق الصناعية يعادل عشرة أضعاف تركيز هذه العناصر في أراضي المناطق البعيدة منها.