سلوك المخلفات العضوية في التربة Behavior of Organic Wastes in Soils

ان المشكلة الأساسية هي وجود كميات كبيرة جداً من المخلفات العضوية الناتجة سنوياً من مياه الصرف الصحي ومزارع الحيوانات والدواجن والقمامة - وصنع الورق – الصناعات الغذائية والصناعات الأخرى. وفي الماضي كان يتم التخلص من المخلفات غير المرغوب بها بألقائها في مجاري المياه والبحيرات والبحار اما الأن فهذه الطريقة لم تعد مقبولة. ومشاكل التخلص من مخلفات الصرف الصحي والقمامة لا تعد مشكلة تخص المدن فقط وإنما تشمل القرى أيضاً لأن مخلفات المزارع يتم التخلص منها أيضاً فعلى سبيل المثال حيوان المزرعة تنتج مخلفات عضوية تعادل عشرة أضعاف ما ينتجه الأنسان. ويوضح الجدول الأتي كميات المخلفات الصلبة الناتجة من مزارع الإنتاج الحيواني والدواجن في الولايات المتحدة الأمريكية.

نوع الحيوان	كمية السماد الناتجة طن/ سنة
الأبقار	1088020000
الخنازير	47414000
الأغنام	21456000
الدواجن	30421000

ونظراً لمعظم كمية المخلفات العضوية فان استخدام المخلفات العضوية في الزراعة يقدم ميزات كبيرة منها زيادة خصوبة التربة وتحسين صفات المياه عن طريق الحد من القاء المخلفات العضوية في مياه الأنهار والبحيرات ومجاري المياه.

مشاكل اضافة المخلفات العضوية في التربة

اضافة المخلفات العضوية مثل بقايا المحاصيل والأسمدة العضوي والمصنعة **Composts** الى التربة هي ممارسة كان يتم استخدامها في الماضي وتستخدم في الحاضر بطريقة مكثفة للحفاظ على خصوبة التربة فإضافة الأسمدة العضوية لها تأثير جيد على انتاجية التربة لأنها تعتبر مصادر للعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات لنموه.

أيضاً تعمل الأسمدة العضوية على تحسين الخواص الفيزياوية للتربة كما انها تعمل على الحفاظ على مادة التربة العضوية وتزيد من نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة.

- إلا ان استخدام المخلفات العضوية والحمأة بكثرة لتسميد الأراضي الزراعية له بعض السلبيات والأسباب والتي يمكن تلخيصها بالآتي:-

1. الأسمدة الحيوانية والحمأة تعتبران أسمدة مختلفة التركيب وتحتويان نسب قليلة من العناصر الصالحة للأمتصاص بواسطة النبات ولذلك ويجب استخدامها بمعدلات عالية جداً مقارنة بالأسمدة الكيميائية.

2. تركيز العناصر الغذائية في الأسمدة العضوية والحمأة تختلف حسب مصدرها وبالتالي فأن معدلات الإضافة المثلى لكل سماد من الصعب التنبؤ بها.
3. تحتوي الحمأة على عناصر ثقيلة تدمص على سطح حبيبات التربة وتتجمع الى مستويات قد تكون سامة للنبات وبذلك نضع قيود على نوع المحصول الممكن زراعته نتيجة الخوف من تجمع هذه العناصر في نبات لدرجة تصبح معها هذه النباتات سامة للحيوانات وللإنسان.
4. تحتوي كلاً من الأسمدة العضوية والحمأة على املاح ذائبة يمكن أن تسبب مشاكل عدة عن استخدامها كأسمدة خصوصاً في الأراضي الجافة.
5. تحتوي الحمأة على بكتريا وفيروسات وطفيليات ممرضة تشكل خطراً صحياً على عمال المزرعة والمستهلكين لانتقالها خلال السلسلة الغذائية.
6. طريقة اضافة الأسمدة العضوية والحماة غالباً ذات كفاءة منخفضة ومضيعة للوقت فعند اضافة الحمأة (السائلة) الى سطح التربة لا بد وان تترك فترة زمني معينة وهذا الوقت المفقود قد ينتج عنه تأخير إعداد التربة للزراعة.
7. الروائح الكريهة المصاحبة للأسمدة العضوية والحمأة تجعل من الصعب على المستهلك ان يقتنع بأن اضافة هذه المخلفات لا تحمل أضراراً صحية عليه اذا ما تم اضافتها بالطريقة والمعدلات الصحية.
8. العقبة التي تقف أمام استخدام الحمأة في الإنتاج الزراعي هي ان هناك هيئات حماية البيئة في كثير من بلدان العالم تشترط مراقبة وفحص المحصول الناتج وكثير من المزارعين لا يرغبون بدفع تكاليف المراقبة والفحص.

اقتراحات بشأن تشجيع استخدام الحمأة والمخلفات الحيوانية في الزراعة:-

1. تحسين خواص وصفات المنتجات الزراعية المنتجة تحت نظام استخدام الحمأة والمنتجات الحيوانية تنافس خواص وصفات المنتجات الزراعية المنتجة تحت نظام الأسمدة الكيميائية وهذا يستلزم نظام مراقبة جيدة للأغذية الزراعية.
2. خفض تركيز العناصر الصغرى والاملاح في المنتجات الزراعية المنتجة تحت نظام استخدام الحمأة ومياه الصرف الصحي ويمكن أن يتم ذلك عن طريق تحسين نظم جمع ومعاملة مياه الصرف الصحي ومراقبة محتواها من العناصر الصغرى وخاصة عند المنبع وقبل أن تصل مياه الصرف الصناعي الى نظام الصرف الصحي.
3. تطوير نظم ادارة جديدة تؤدي الى عدم تأخير تجهيز التربة في المزارع التي تستخدم مياه الصرف الصحي والحمأة من شأنه أن يعمل على أقبال المزارعين على استخدامه.

4. وضع معدلات اضافية آمنة لاستخدام الصرف الصحي والحمأة والمنتجات العضوية سوف يشجع على استخدامها. ويجب أن تكون معدلات الإضافة المقترحة مبنية على حقائق ونؤكد الأستخدام الأمن للحمأة بدلاً من ان تكون مبنية فقط على القلق والخوف من تأثير استخدام المخلفات الضار البيئة. فغالباً توجد العديد من الأسئلة التي تتعلق بإضافة مخلفات الحيوانات بمعدلات عالية مثل تأثيرها على صفات وكميات المحصول وتلوث المياه السطحية والجوفية ولا يوجد لها إجابة كافية ومؤكدة لحد الأن.

مخاطر إضافة المخلفات العضوية الى التربة

أ- تلوث المجاري المائية والبحيرات بالمواد العضوية:-

ان المشكلة البيئية بالنسبة للمخلفات العضوية عند وصولها للمجاري المائية سواء بطريق مباشر او غير مباشر بواسطة الجريان السطحي وبالغسيل هي تغير صفات وخواص المياه شاملة زيادة تركيز العناصر الغذائية فيها والرواشح الكريهة وتلوثها بالطفيليات. ويتم تقويم المخلفات العضوية من ناحية مقدرتها على التلوث عن طريق تقدير الأوكسجين الحيوي المستهلك (**BOD**) والأوكسجين الكيميائي المستهلك (**COD**).

- الأوكسجين الحيوي المستهلك **Biological Oxgen Demand (BOD)**

وهو كمية الأوكسجين المستهلك بواسطة الكائنات الحية الدقيقة خلال عملية أكسدة المادة العضوية في فترة خمسة أيام (**5** يوم) ويعتبر هذا مقياس للمواد القابلة للأكسدة

- الأوكسجين الكيميائي المستهلك **Chemical Oxygen Demand (COD)**

عبارة عن قياس المواد العضوية الكلية المؤكسدة ويقدر عن طريق أكسدة المواد العضوية باستخدام حامض الكبريتيك وداي كرومات البوتاسيوم وهذا المقياس يستخدم بصورة أقل من (**BOD**) ينتج عن أكسدة المادة العضوية أنخفاض لأوكسجين الذائب في الماء فإذا كانت عالية فسوف ينتج عن ذلك أنخفاض محتوى الماء من الأوكسجين الذائب بدرجة لا تكفي لأحتياجات الأسماك والكائنات الحية.

وبالتالي يؤدي ذلك الى موتها (تحتاج الأسماك الى حوالي **5ppm** من الأوكسجين في الماء لكي يعيش.

اذا كانت قيمة (**BOD**) للماء تساوي (**1ppm**) (**1** جزء بالمليون) يستهلك خلال **5** يوم فان الماء يعتبر ذات صفات جيدة أما إذا كانت قيمة (**BOD**) **5ppm** أو أكثر فهذا يعني أن الماء غير نقي (ملوث).

تعتبر المخلفات الحيوانية ذات قيمة (**BOD**) عالية نسبياً بينما الحمأة المعاملة لها قيمة (**BOD**) منخفضة نسبياً قد تصل قيمة (**BOD**) للمخلفات الحيوانية في ماء الجريان السطحي الى **15** وهذا يتوقف على مدى التحقيق وتمثل المواد العضوية في الماء.

أيضاً مخلفات الصناعات الغذائية لها قيمة **(BOD)** عالية. ويرجع أنخفاض قيمة **(BOD)** للحمأة المعاملة الى حدوث أكسدة للمواد العضوية خلال فترة المعالجة.

ب- زيادة تركيز العناصر الثقيلة السامة في التربة

يمكن أن تؤدي الإضافات المتتالية من المخلفات العضوية وخاصة الحمأة الى التربة ولفترة طويلة الى تجميع العناصر الثقيلة في التربة وزيادة تركيزها مثل النحاس والكادميوم والنيكل والزنك ويعتبر الكادميوم على وجه الخصوص سام للإنسان والحيوان ولذلك يجب الحرص على عدم دخوله الى السلسلة الغذائية إلا في الحدود الأمنة.

وكثير من العناصر في الحمأة تكون مرتبطة بالمادة العضوية ويحدث لها تحرر عند تحللها وتصبح صالحة للأمتصاص من قبل النبات.

وتختلف محتويات من العناصر الثقيلة تبعاً لمصدرها فهي تختلف في المدن عنها في القرى كما انها تختلف من مدينة الى أخرى وهذا يتوقف على الصناعات الموجودة في المدينة والتي تصيب مياهها مع مياه الصرف الصحي.

جدول الأتي يوضح مدى متوسط تركيز العناصر الثقيلة في الحمأة

العنصر	عدد المواقع	المدى mg/g	المتوسط mg/g
الزرنيخ As	10	0-230	43
باريوم Ba	60	21-8980	576
كادميوم Cd	115	4-846	101
كروم Cr	119	17-99000	3280
زئبق Hg	53	1-16000	1977
نيكل Ni	109	10-3515	440
رصاص Pb	116	13-19730	1656

جدول يوضح تأثير مصدر الحمأة على مدى تركيز بعض العناصر الصغرى لها

العنصر	حمأة المدن الصناعية وغير الصناعية Mg/g	حمأة المدن الصناعية وغير Mg/g
كادميوم Cd	5-2000	5- 10
نحاس Cu	250 -17000	250 - 1000
نيكل Ni	25- 8000	25 - 200
زنك Zn	500 – 50000	500 - 2000

اضافة الحمأة ثانوياً **(Digested)** الى التربة بمعدل **20** طن/ هكتار لمدة **20** عاماً يمكن أن يؤدي الى رفع تركيز العناصر الصغرى بها تقريباً الى الأتي (عمق الحرث):-

Co	18 mg/g
Cu	180mg/g
Cr	540mg/g
Mn	90mg/g
Pb	270mg/g
Zn	890mg/g

- وتعتبر محاصيل الخضر أقل المحاصيل مقاومة لزيادة تركيز العناصر الثقيلة في التربة بينما تكون محاصيل الأعلاف أكثر مقاومة وتعتبر المحاصيل الحقلية مقاومة نسبياً وان كانت درجة المقاومة تختلف من محصول لأخر وكذلك فأن استخدام الحمأة في الزراعة سوف يضع في على نوع المحصول الواجب زراعته.
- يوجد أحتمال قوي أن تؤثر مكونات الحمأة العضوية الذائبة في الماء أو التي تكونت خلال تحللها على حركة العناصر الثقيلة خلال التربة ويؤدي الى وصولها الى المياه الجوفية على صورة معقدات مخلبية.

ت- الملوثات الحيوية **Biological Pollution**

تعتبر الطفيليات من الملوثات الحيوية التي تصيب الأنسان والحيوان وأن هذه الطفيليات تموت عندما يتم أكسدة الحمأة بيولوجياً (المعاملة الثانوية) أو عندما تخزن فضلات الحيوانات في أحواض (**Lagoon**) ولذلك فالحمأة المعالجة ومخلفات الحيوانات المخزنة لا تمثل أخطار صحية من ناحية الطفيليات عند اضافتها الى التربة.

وتعتبر بكتريا (**Echerichia**) من الملوثات الحيوية وأن كانت تتواجد طبيعياً في امعاء الطفيليات ولذلك فالنوعين **Escherichia**، **Strepiococi** تستخدمان للدلالة على حدوث التلوث والتعرف على أي كائنات حية دقيقة ممرضة يحتمل تواجدها.

- وقد تم التعرف على اكثر من (**70**) نوع من الفيروسات في الحمأة غير المعالجة وفي الغالب ما توجد في براز الأنسان ولقد ثبت الأن أن فيروس واحد كافي لنقل المرض.
- أيضاً يتواجد في الحمأة غير المعالجة العديد من انواع البكتريا الممرضة ولكن بتركيزات منخفضة لذلك يستخدم بكتريا من نوع **Coli** للتعرف على مدى التلوث الوسط بالبكتريا الممرضة.

ث- زيادة تركيز العناصر الغذائية في المياه السطحية والجوفية:-

اضافة معدلات عالية من الحماة ومخلفات الحيوانات الى التربة يمكن أن تؤدي الى زيادة تركيز العناصر الغذائية في المياه السطحية والجوفية.

الجدول الأتي يوضح محتوى السماد الحيواني من العناصر الغذائية

العنصر	مدى التركيز	متوسط التركيز	الكمية في 10 طن/ mg
نيتروجين N	0.96 – 1.36	1.34	1.34
فسفور P	0.32 – 0.85	0.53	53
بوتاسيوم K	0.75 – 2.35	1.50	150
صوديوم Na	0.29 – 1.43	0.74	74
كالسيوم Ca	0.81 – 1.75	1.30	1.30
مغنسيوم Mg	0.32 – 0.66	0.50	50
حديد Fe	0.09 – 0.35	0.21	21
زنك Zn	0.005 – 0.012	0.009	0.9

ويتضح من الجدول ان اضافة **40** طن من السماد الحيواني سنوياً الى التربة يعني اضافة **540** كغم **(N/** هكتار**)** وهذا المقدار يمتص النبات جزء فقط منه اما الجزء المتبقي فيتعرض للغسيل وينتقل الى الماء الأرضي ومنه الى ابار أو الأنهار والبحيرات.

ج- **الأملاح الذائبة Sulbile Saltes**

تحتوي المخلفات الحيوانية والحمأة على املاح غير عضوية مثل **K، Na، Ca، Mg** ولذلك فأضافه معدلات عالية من هذه المخلفات الى التربة تؤدي الى زيادة نسبة الأملاح بها الى درجة يمكن أن تؤثر على المحصول. واحتمالات ارتفاع نسبة الأملاح في التربة نتيجة لإضافة المخلفات الحيوانية والحمأة تزداد في أراضي المناطق الجافة عنها في أراضي المناطق الرطبة؛ لأن كمية الأملاح المضافة الى التربة تزيد عن كمية الأملاح المغسولة من التربة بواسطة الأمطار والنتيجة هو تراكم الأملاح بهذه الأراضي.

تختلف نسبة الأملاح في المخلفات العضوية باختلاف المصادر وبوجه عام يمكن خفض تجمع الأملاح في التربة نتيجة لإضافة المخلفات العضوية الحيوانية عن طريق خفض المحتوى الملحي.