دراسة تحليلية لإدارة المخلفات الصلبة بمشروعات الصرف الصحي للقاهرة الكبرى

رسالة مقدمة من

إبراهيم السيد عبد المحسن إبراهيم

بكالوريوس المعهد العالى للدراسات التعاونية والإدارية 2000

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير
فى العلوم البيئية

قسم الاقتصاد والقانون والتنمية الإدارية البيئية
معهد الدراسات والبحوث البيئية
جامعة عين شمس

2009

دراسة تحليلية لإدارة المخلفات الصلبة بمشروعات الصرف الصحي للقاهرة الكبرى

رسالة مقدمة من

إبراهيم السيد عبد المحسن إبراهيم

بكالوريوس المعهد العالى للدراسات التعاونية والإدارية 2000

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير

فى العلوم البيئية

قسم الاقتصاد والقانون والتنمية الإدارية البيئية

وقد تمت مناقشة الرسالة والموافقة عليها :-

اللجنــة:

- **أ.د/ فرج عبد العزيز عزت**

أستاذ الاقتصاد – كلية التجارة – جامعة عين شمس

- **أ.د/ هشام إبراهيم القصاص**

أستاذ بيئة التربة والمياه – وكيل المعهد للدراسات العليا والبحوث

- **أ.د/ إيهاب عز الدين نديم**

أستاذ الاقتصاد – كلية التجارة – جامعة عين شمس

- **د/ صابر محمود أحمد**

أستاذ مساعد – معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة – مركز البحوث الزراعية

2009

دراسة تحليلية لإدارة المخلفات الصلبة بمشروعات الصرف الصحي للقاهرة الكبرى

رسالة مقدمة من

إبراهيم السيد عبد المحسن إبراهيم

بكالوريوس المعهد العالى للدراسات التعاونية والإدارية 2000

لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير

فى العلوم البيئية

قسم الاقتصاد والقانون والتنمية الإدارية البيئية

تحت إشراف:-

- أ.د/ فرج عبد العزيز عزت

أستاذ الاقتصاد – كلية التجارة – جامعة عين شمس

- د/ صابر محمود أحمد

أستاذ مساعد– معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة– مركز البحوث الزراعية

ختم الإجازة

أجيزت الرسالة بتاريخ / / 9 200

موافقة مجلس المعهد **موافقة الجامعة**

/ / 2009 **/ / 9 200**

2009

إهـداء

****

إلى روح والدي الطيبة

إلى والدتي الغالية

إلى أولادي وزوجتي وأخوتي

بسم الله الرحمن الرحيم

" وآية لهم الأرض الميتة أحييناها وأخرجنا منها
حبا فمنه يأكلون (33) وجعلنا فيها جنات من نخيل
وأعناب وفجرنا فيها من العيون (34) ليأكلوا من
ثمره وما عملته أيديهم أفلا يشكرون(35) "

صدق الله العظيم

(سورة يس، الآيات)

شكر وتقدير

****

والباحث يتقدم بخالص الشكر والتقدير لكل من قدم له المساعدة أو عاونه على إتمام هذه الرسالة ويخص بالشكر والعرفان الدكتور/ محمود كامل ناصف بمعهد البحوث الزراعية، والمحاسب/ محمد فتحي محمد بوزارة الاستثمار، كما يشكر الباحث كل من المهندس/ عبد القادر حمدي والمهندس/ محمد عبد الرحمن خطاب والمهندسة/ سهام بيلاطس والكيميائية/ أميرة إبراهيم حسنين والكيميائي/ يحيي الشريف من أسرة الهيئة العامة لمرفق الصرف الصحي للقاهرة الكبرى .

الفهرس

مقدمة ونبذة عن المشكلة 1

الفصل الأول: مرفق الصرف الصحى للقاهرة الكبرى 9

تمهيد 10

المبحث الأول: نشأة مرفق الصرف الصحي ومصادر وخواص مياهه 11

أولا: مقدمة عن نشأة مرفق الصرف الصحى للقاهرة الكبرى..... 11

ثانيا: مصادر ومكونات وخواص مياه الصرف الصحي..... 17

ثالثا: أنواع المخلفات الصلبة بمياه الصرف الصحى..... 19

رابعا: خواص مياه الصرف الصحى 21

أ- الخواص البيولوجية لمياه الصرف الصحى 21

ب- المواد العضوية والكائنات الدقيقة بمياه الصرف الصحي..... 21

ج- الخواص الكيميائية لمياه الصرف الصحي..... 24

خامسا: مياه الصرف الصناعي وأثرها علي البيئة 25

سادسا: الصرف الصناعي وأثره على مياه ومنشآت الصرف الصحى..... 27

المبحث الثانى: طرق ومراحل فصل المخلفات الصلبة 28

أولا: مقدمة عن طرق فصل المخلفات الصلبة..... 28

ثانيا: طرق فصل المخلفات الصلبة من مياه الصرف الصحى 31

الطريقة الأولى: فصل المخلفات بواسطة برك الأكسدة 31

أسس وقواعد إدارة وتشغيل برك الأكسدة 33

مشاكل تشغيل برك التثبيت (الأكسدة) 34

إدارة الحمأة في برك الأكسدة..... 37

الطريقة الثانية: فصل المخلفات بواسطة محطات التنقية..... 38

ثالثا: محطات التنقية بمدينة القاهرة الكبرى..... 42

رابعا: المخلفات الصلبة الناتجة من محطات المعالجة 45

حساب كمية الحمأة المستخلصة فى محطات التنقية والمعالجة 46

الخلاصة 48

الفصل الثانى: تدوير وإعادة إستخدام الحمأة 49
تمهيد 50
المبحث الأول: الحمأة وإعادة استخدام الموارد 51
أولا: مقدمة عن إدارة الموارد 51
ثانيا: أهمية تدوير المخلفات العضوية 55
ثالثا: الحمأة المنتجة 57
رابعا: الأهمية النسبية لاستخدام الحمأة 59
خامسا: قطاع الزراعة وتدوير المواد العضوية..... 61

المبحث الثانى: الحمأة واستراتيجية توفير الأسمدة العضوية 71
أولا: مقدمة عن أهمية المخلفات العضوية 71
ثانيا: خواص السماد العضوى المنتج من المخلفات العضوية 75
ثالثا: دور الحمأة فى انتاج الكومبوست 79
رابعا: إستخدام الحمأة كسماد عضوي 82
خامسا: أثر إستخدام السماد العضوى على كفاءة التربة الزراعية 87
سادسا: المقارنة بين السماد الكيماوى (المعدنى) والسماد العضوي المنتج من الحمأة..... 89

المبحث الثالث: أثر إستخدام السماد الكيماوى والحمأة على البيئة 95
أولا: مقدمة عن إستخدام الأسمدة..... 95
ثانيا: المقاييس الدولية للاستخدام الآمن للحمأة..... 97
ثالثا: الحمأة والتلوث ومحاذير إعادة إستخدامها 104
الخلاصة 111

الفصل الثالث: الإدارة الإقتصادية للحمأة ونظم السيطرة والتحكم 112
تمهيد 113
المبحث الأول: إقتصاديات إستخدام الحمأة فى الزراعة..... 114
أولا: مقدمة عن المجالات الإقتصادية لإستخدام الحمأة..... 114
ثانيا: العائد الإقتصادى للحمأة في قطاع الزراعة..... 118

1- مساهمة الحمأة فى إنتاج القمح 124
2- مساهمة الحمأة فى انتاج الذرة 127
3- مساهمة الحمأة فى انتاج المحاصيل الزيتية..... 129
4- مساهمة الحمأة فى انتاج نجيل الحدائق 131

المبحث الثانى: إقتصاديات إستخدام الحمأة من المياه والسماد والطاقة 132
أولا: مقدمة عن حجم الميه المتاح وكيفية إدارته..... 132
ثانيا: الوفورات المائية من إستخدامات الحمأة فى الزراعة..... 133
ثالثا: المقننات السمادية المستخدمة فى الزراعة 135
الأسمدة المعدنية المستخدمة فى الزراعة 136
رابعا: تقدير قيمة العناصر السمادية بالحمأة..... 139
خامسا: التقديرات المالية للعناصر السمادية بالحمأة 144
سادسا: اقتصاديات المخلفات الصلبة فى إنتاج الطاقة 146
سابعا: إنتاج البيوجاز من المخلفات العضوية 151

المبحث الثالث: إدارة الحمأة ونظم السيطرة والتحكم..... 153
أولا: نظم السيطرة والتحكم فى معالجة الحمأة..... 153
ثانيا: السيطرة والتحكم فى معالجة المخلفات الصناعية 162
ثالثا: المخلفات الصناعية وأثرها على مخلفات الصرف الصحى 164
رابعا: طرق معالجة المخلفات الصناعية..... 166
أ – المياه الصناعية الملوثة بالمواد السامة والمعادن الثقيلة غير العضوية... 168
ب – طرق معالجة المياه الملوثة بالمخلفات الصناعية غير العضوية..... 169
ج – طرق معالجه المياه الملوثة بالمخلفات الصناعية العضوية 170
خامسا: نظم السيطرة والتحكم فى إدارة الحمأة..... 172
سادسا: منهجية معالجة المخلفات الصلبة للصرف الصحى..... 173
أ- عملية المعالجة..... 174
ب- عمليات النقل والتخزين 175
ج- إستخدام الحمأة ومسؤولية التداول..... 176
د- محددات الإستراتيجية الإدارية..... 177
الخلاصة 179

النتائج والتوصيات 180
المراجع العربية..... 182
المراجع الأجنبية 186

فهرس الجداول

جدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	بيان يوضح أقصى تصرف يومي في السنوات الموضحة قرينها	13
2	تحليل المعادن في الحماة الناتجة في بعض محطات القاهرة الكبرى	26
3	تحليل التربة وبيان القدرة الخصوبية لها	65
4	الحدود المسموح بها لتركيز المعادن فى الحمأة وتراكمها فى التربة الزراعية تحت الظروف المصرية	67
5	الحدود المثلى والمسموح بها للعناصر النادرة والثقيلة فى الأراضى الزراعية	68
6	إنتاج واستخدام الحمأة فى بعض دول العالم.....	72
7	تخمير النفايات العضوية فى بعض الدول.....	73
8	مقارنة بين المكونات العضوية للحمأة والأسمدة العضوية الأخرى.....	76
9	الإضافة العظمى لمعادن الحمأة للأرض الزراعية (وزارة الزراعة الأمريكية).....	84
10	أوزان العناصر التى يمكن أن تضاف للتربة عند إستعمال الحمأة كسماد.....	84
11	مقارنة أثر مختلف أنواع الأسمدة على نبات القمح.....	91
12	كمية النتروجين الميسر خلال تحلل الحمأة فى التربة	97
13	جدول الإضافة و التراكمات للكادميوم	103
14	فترة بقاء الكائنات الممرضة فى التربة وعلى النبات.....	106
15	الاستعمالات المقبولة بالنسبة للحمأة غير معالجة فى الزراعة	106
16	محاذير الإستعمال والمرور فى حالتى المعالجة لتحقيق خفض معنوى فى الممرضات عند إستخدام الحمأة.....	107
17	الممرضات الاساسية ذات الاهتمام فى المخلفات السائلة للصرف الصحى والحمأة ..	109
18	محطات التنقية بالقاهرة الكبرى وكميات الحمأة التقديرية.....	115
19	تركيز العناصر الرئيسية الثلاث النيتروجين والفوسفات والبوتاسيوم لحمأة القاهرة الكبرى	119
20	الطلب على الحمأة في محافظات مختارة بالأراضي الجديدة والقديمة ($م^3$)/سنة.....	120
21	معدلات التسميد بالمخلفات العضوية ومساهمتها فى توسيع الرقعة الزراعية.....	121
22	متوسط إنتاجية مصر من محصول القمح.....	125
23	متوسط إنتاجية مصر من محصول الذرة الشامية.....	125
24	مساهمة الحمأة فى إنتاج محصول القمح.....	126

25 المخلفات الناتجة من محصول القمح 126
26 مساهمة الحمأة فى إنتاج محصول الذرة..... 128
27 مساهمة الحمأة فى انتاج المحاصيل الزيتية 130
28 مساهمة الحمأة فى إنتاج نجيل الحدائق..... 131
29 الوفورات المائية عند إستخدام الحمأة فى الزراعة 135
30 المقننات السمادية (العضوية – المعدنية) المستخدمة فى بعض المحاصيل الصيفية والشتوية..... 137
31 تركيز العناصر بالحمأة 138
32 المكافئ السمادى بالحمأة والمنتج من عنصر النيتروجين..... 139
33 المكافئ السمادى بالحمأة والمنتج من عنصر الفوسفور 141
34 المكافئ السمادى بالحمأة والمنتج من عنصر البوتاسيوم 141
35 كمية الأسمدة المنتجة من شركة النصر للأسمدة 143
36 كمية الأسمدة المنتجة من شركة الدلتا الصناعية للأسمدة..... 143
37 معدل انتاج البيوجاز من بعض المخلفات العضوية..... 148
38 مقارنة بين سماد البيوجاز الناتج من تخمر روث البقر والسماد البلدى على أساس الوزن الجاف 148
39 مقارنة بين اثر استخدام سماد البيوجاز والأسمدة المعدنية على النباتات المختلفة 149
40 النسبة المئوية لتوزيع مكونات المواد المتخمرة فيما بين البيوجاز والسماد المتبقى..... 149
41 الطرق المستخدمة عالميا لمعالجة الحمأة الناتجة من محطات الصرف الصحي..... 153
42 مخطط تفصيلى نموذجى لمراحل معالجة مياه الصرف الصناعى الملوثة بالمعادن السامة والسيانيد 167

مقدمة ونبذة عن المشكلة

أصبحت المخلفات الصلبة بكل أنواعها صناعية وغالبيتها غير عضوية أو زراعية وبلدية وصرف صحي وحيواني (وهى مخلفات عضوية) من أعقد المشاكل التى يواجهها المجتمع وأصبحت تمثل عبئا جديدا على سياسات الدولة واقتصادياتها نظرا لحجم النفقات والتكاليف المباشرة وغير المباشرة التى يدفعها المجتمع لتلافى آثارها السلبية.

لذا يتطلب الأمر ايجاد الحلول السريعة لإنهاء مشاكل هذه المخلفات لما تحدثه هذه المخلفات من تلوث للبيئة من عدة أوجه فالحرائق التى غالبا ما تشتعل فى أكوام المخلفات البلدية وتوالد الحشرات بها بالإضافة الى الروائح الكريهة المنبعثة والأمراض التى تنتقل عن طريق اعادة الإستخدام الخاطئ والعشوائى لهذه المخلفات خاصة مخلفات الصرف الصحى والمخلفات الصناعية. والإنسان بطبيعته هو أكبر ملوث للبيئة بما يفرزه من هذه المخلفات وترتد هذه المخلفات عليه بمشاكل جمة، فلوثت من حوله بيئته المحيطة به وأمتد التلوث الى طعامه وشرابه، ومع التقدم التكنولوجي فى جميع المجالات وإرتفاع المدنية وازدياد الرفاهية إزدادت مخلفات الإنسان بصفة عامة.

وقد لوحظ أن كميات المخلفات الصلبة فى تزايد مستمر نتيجة للزيادة المضطردة للسكان وزيادة نشاطه وانتاجه وبالتالى أصبحت هذه المخلفات توضع كأحد الجوانب المؤثرة فى النواحى الإقتصادية حيث وضعت فى بؤرة الإهتمام وأصبحت جنبا الى جنب مع الموارد الأخرى فى الحسابات القومية بما لها من تأثيرات على مستوى الأمن القومى متمثلة فى بنود النفقات المتعلقة بالصحة العامة والنظافة البيئية.

والمخلفات الصلبة اذا ما تم تصنيفها من حيث التأثير السلبى المتصاعد تأتى مخلفات الصرف الصحى فى مصر فى المقدمة من حيث الخطورة المتعلقة بالتلوث البيئى القوى التاثير سريع الإنتشار نظرا لتلوثها بالصرف الصناعى ومايجلبه من معادن ثقيلة وأكاسيدها ومواد سامة وما تحتويه مخلفات الصرف الصحى بداخلها من طفيليات وميكروبات وفيروسات حسب الحالة الصحية للمجتمع ، وهذه المخلفات فى تزايد مستمر وتتناسب طرديا مع عدد السكان وتمثل ضلعا من أضلاع الموارد ولكن سنجد صعوبة كبيرة عند تدويرها دون معالجة مما يسبب آثارا سلبية تعود على المجتمع عند إعادة إستخدامها أو تدويرها اذا لم تكن هناك سيطرة وتحكم وإدارة فعالة للحد من الجوانب السلبية وتعظيم الجوانب الإيجابية لهذه المخلفات الصلبة.

وكما ذكرنا فإن الدراسات على المخلفات الصلبة الحيوانية والزراعية والصناعية والبلدية كثيرة ومن جميع النواحى ولكن فيما يخص مخلفات الصرف الصحى فالأمر يحتاج الى مزيد من

الأبحاث المصرية نظرا لحداثة هذا المجال بالإضافة أن لكل بيئة مواصفاتها وإحتياجاتها الخاصة ، الى جانب أن محطات المعالجة والفصل لمخلفات الصرف الصحى الصلبة لم تنشأ وتنتشر بشكل أوسع إلا فى العقدين الأخيرين من القرن الماضى حيث تم تجديد وتوسيع 3 محطات وأنشاء 3 محطات كبرى أخرى على مستوى القاهرة الكبرى بطاقة تنقية لحوالى 5.8 مليون متر مكعب مياه صرف صحى.

وحيث أن كمية المخلفات الصلبة (الحمأة) فى تزايد مضطرد سنة بعد أخرى وتتزايد معها المشاكل البيئية مما يحمل المجتمع أعباء إقتصادية إضافية يوما بعد يوم ، وقد كانت كميات الحمأة المستخلصة حوالى 260 ألف طن/ سنة حمأة عام 2000 إرتفعت هذه الكمية الى 1.2 مليون طن/سنة حمأة عام 2005 ترتفع الى 1.3 مليون طن/سنة حمأة عام 2020[1].

والحمأة إذا نظرنا إليها بمنظور إقتصادى نجد أنها ذات قيمة إقتصادية عالية متمثلة فى العناصر السمادية الكبرى كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمواد العضوية والعناصر الصغرى مثل النحاس والنيكل والزنك والحديد وغيرها من العناصر.

وقد قدرت العناصر الثلاث الكبرى الزراعية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم) وحدها فى حمأة القاهرة الكبرى حوالى 19200 – 15600 – 3600 طن/سنة/عنصر على الترتيب عام 2005. ومن المتوقع أن يصل وزن هذه العناصر 21024– 17082– 3942 طن/سنة/عنصر على الترتيب عام 2020 فيما يخص الموجود بالمخلفات الصلبة للصرف الصحى للقاهرة الكبرى.

واذا ما تم حساب هذه الكميات على المستوى الكلى أو القومى لعموم الجمهورية وجد أنها تحتوى على كميات من العناصر تقدر بـ 113600 – 92300 – 21300 طن/سنة/ عنصر على الترتيب موجودة فى 7.6 مليون طن حمأة الى جانب أن هذه الكمية بها أيضا مايعادل 4.4 مليون م^3 مواد عضوية دبالية[2].

ومن هنا يرى الباحث أنه يمكن الإستفادة من المخلفات وتوجيهها الوجهة الإقتصادية فى نواحى متعددة كما يلى[3]:-

أولا: انتاج الأسمدة العضوية التى يمكن من توفير كميات كبيرة من الأسمدة حوالى 0.7 مليون طن من سماد نترات الجير 15.5 % وانتاج حوالى 0.6 مليون طن من سماد سوبر فوسفات 15 % وانتاج حوالى 0.05 مليون طن من سماد البوتاسيوم 48 %.

(1) د/زيدان هندى عبد الحميد، الموارد المائية والإتساخ بالبيدات، 2001 – ص 651.
(2) الباحث من خلال حساب تركيز العناصر فى المخلفات العضوية للصرف الصحى.
(3) الباحث من خلال حساب نسبة تواجد العناصر الكبرى فى المخلفات الصلبة وكميتها ومقارنتها بنسبة تركيزها وكميتها فى الأسمدة الكيماوية (التجارية).

ثانيا: المساعدة فى إستصلاح 0.6 مليون فدان من شأنه انتاج 1.2 مليون طن قمح وانتاج 0.9 مليون طن ذرة وتوفير 50 ألف فرصة عمل مباشرة، 150 ألف فرصة عمل غير مباشرة.

ثالثا: انتاج غاز حيوى يكفى لإنارة 15200 منزل.

هذا الى جانب خلق آلاف من فرص العمل. وبالتالى يمكن القول بأنه رغم ما بهذه المخلفات من قيمة إقتصادية لم تأخذ حقها المناسب من الأهمية أو على الأقل لم يحسن الإستفادة الصحيحة منها أو وضع الأسس والقواعد الإدارية لإدارة هذا المورد إدارة سليمة.

وبالتالى لابد من أن نقوم بعمل دراسة تحليلية لهذة المخلفات بإلقاء الضوء على الجانب المضيء فى هذه الموارد والأسلوب الأمثل للحد من السلبيات ووضع إدارة فاعلة كما يلى :-

1- القضاء على مشاكل هذه المخلفات وتحويل النواحى السلبية الى نواحى ايجابية فإن لم نستطع فعلى الأقل الحد من خطورتها وتحويل التكاليف المجتمعية المنفقة والمتمثلة فى عمل المسكنات لأعراض المشكلات المختلفة وأيضا وتلافى الآثارالسلبية هذه المخلفات الى القيمة صفر، حيث أن مجرد الوصول بالتكاليف الى هذه القيمة هو نوع من الإيجابيات والعوائد المجتمعية الغير مباشرة.

2- التعامل مع الجوانب الإيجابية بطريقة متطورة من منظور إقتصادى بتعظيم النواحى الإيجابية والقيمة المضافة الكلية بأقصى مايمكن .

والباحث يرى أن إنشاء أو تواجد إدارة فنية فعالة لإدارة حمأة الصرف الصحى من شأنها اصابة الحسنيين كما يلى:-

1- فاستخدام الطرق والوسائل الحديثة فى الاستخلاص والمعالجة الكيماوية والبيولوجية للحمأة من المنبع والقيام بعملية التجفيف لها وتشوينها فى أماكن مخصصة من شأنه القضاء على الملوثات الميكروبية ويحد من الملوثات المعدنية السامة ويحقق الإستخدام الآمن لهذه المخلفات والحفاظ على موارد الدولة وتوفير النفقات التى يدفعها المجتمع.

2- إعادة استخدام الحمأة الإستخدام الأمثل من شأنه التوسع فى الرقعة الزراعية وتحسين خواص الأراضى الزراعية الحالية وستصبح الحمأة فى حد ذاتها صناعة متكاملة لها مقوماتها كما أنها ستؤدى الى عوائد اقتصادية كبيرة فى مناحى كثيرة كوفورات فى المحاصيل الزراعية ووفورات فى المياه ووفورات من الطاقة وزيادة لها ووفورات فى الأسمدة المعدنية الى جانب إيجاد فرص عمل فى كل هذه النواحى مما ينعكس بطريق مباشرة أو غير مباشرة على الإقتصاد القومى.

طبيعة المشكلة