كلية الدراسات العليا
برنامج هندسة المياه والبيئة

درجة الماجستير

تقييم الجوانب القانونية والتقنية والاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية

Evaluation of Legal and Techno –Economic Aspects of Wastewater Sludge Management in Palestinian Urban Sewage Works

إعداد

ريم حلبي

إشراف الدكتور

راشد الساعد

2017

كلية الدراسات العليا
برنامج هندسة المياه والبيئة
درجة الماجستير

تقييم الجوانب القانونية والتقنية والاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية

Evaluation of Legal and Techno –Economic Aspects of Wastewater Sludge Management in Palestinian Urban Sewage Works

إعداد

ريم حلبي

(1145444)

"قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات درجة الماجستير في برنامج هندسة المياه والبيئة " في جامعة بيرزيت ، فلسطين"

This thesis was submitted in partial fulfillment of the requirements for the Master's Degree in Water and Environmental Engineering

2017

تقييم الجوانب القانونية والتقنية والاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية

Evaluation of Legal and Techno –Economic Aspects of Wastewater Sludge Management in Palestinian Urban Sewage Works

إعداد
ريم حلبي
(1145444)

تم انجاز هذه الرسالة تحت إشراف الدكتور راشد الساعد وتمت الموافقة عليها من كافة أعضاء اللجنة المشرفة

اللجنة المشرفة :

د. راشد الساعد (رئيسا) :_____

د. ماهر أبو ماضي (عضوا) :_____

د. نضال محمود (عضوا) : _____

الإهداء

أهدي هذه الرسالة

إلى رفيق دربي وسندي.... زوجي الحبيب

إلى من تحملوا انشغالي الدائم وتقصيري أطفالي ونور عيوني .... ادم و ألمى

إلى من شاركوني أحزاني وأفراحي وحياتي أجمل بوجودهم ...أهلي الاعزاء

إلى كل من أضاء في دربي شمعة ....وزرع في صدري أمل

إلى كل يد مدت لي دون نداء يذكر ..... وكل صاحب كلمة كان لها في قلبي اثر

إلى كل الذّين وقفوا دوما إلى جانبي ولم يخذلوني ... إلى الذين أحبوني ودعموني بصدق

إلى من أمدني بخبرته العريقة ومعرفته الواسعة ووجهني في بحثي.

إلى من أناروا لي مسيرة العلم وتميزوا بالعطاء.....

إلى كل من دعمني وساندني

....أقول لهم جميعا ....

شكرا

الشكر والتقدير

أشكر الله سبحانه وتعالى على كل النعم التي أنعم بها علي، كما أشكره أن منحني القوة والصبر لإنهاء هذه الرسالة برغم كافة الظروف الصعبة التي واجهتها.

أتقدم بالشكر والامتنان إلى موجهي ومشرفي الدكتور راشد الساعد، الذي استمر في تقديم الدعم والنصح والمتابعة لإنهاء هذه الدراسة، وإخراجها بشكلها النهائي, له مني جزيل الشكر، وكل الاحترام والتقدير.

كما أتقدم بالشكر إلى جميع المؤسسات والوزارات الحكومية والخاصة ،التي ساهمت في تزويدي

بالمعلومات والبيانات اللازمة لاستكمال دراستي.

واشكر كل الذين أمدوني بالمعلومة وساهموا في استكمال هذه الدراسة على أكمل وجه.

الملخص

أعدت هذه الدراسة لتقييم الجوانب القانونية التقنية والاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية وإمكانية الاستفادة منها, واعتمدت الباحثة في هذه الدراسة على توزيع استبيانات بحثية , وجهت الى ثلاثة فئات رئيسية من المجتمع الفلسطيني , صناع القرار, مسئوولي محطات تنقية مياه الصرف الصحي التي شملتها الدراسة (البيرة ,الطيرة ,نابلس ,أريحا) , وعينة من مزارعي منطقة أريحا, تمحورت الاستبيانات حول كمية ونوعية الحمأة الناتجة في محطات الدراسة والتقنيات المستخدمة لمعالجتها, وكيفية التعامل مع الكميات الناتجة , وحول مدى اهتمام صناع القرار لإدارة الحمأة الناتجة وخططهم التطويرية الحالية والمستقبلية للاستفادة منها, وتطرقت كذلك الى دور المزارع الفلسطيني و إمكانية قبول استخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل للأسمدة الكيماوية . وكذلك اعتمدت الباحثة على إجراء المقابلات الشخصية لدعم النظريات والفرضيات المطروحة.

وأظهرت نتائج الدراسة أنه يتم إنتاج كميات كبيرة من حمأة الصرف الصحي في محطات الدراسة , والتي يتم معالجتها بتقنيات عالمية عالية الجودة , وهي ذات تراكيز منخفضة وضمن الحدود الموصى بها من المعادن الثقيلة والمركبات الكيميائية الضارة , وشبه خالية من الطفيليات ومسببات الأمراض , وكذلك غنية بالمواد العضوية الهامة للتربة والمحاصيل, الا أنه وبالرغم من كافة المواصفات التي تجعل من الحمأة خيار جيد للاستخدام الزراعي ,الا أن الخيار الحالي و الوحيد عند معظم محطات الدراسة للتعامل مع كميات الحمأة الناتجة هو نقلها الى مكب نفايات,

رغم أن ذلك يشكل عبأ ماليا كبيرا وإضافيا على محطات الدراسة والبلديات المسؤولة عنها , مما يؤثر سلبا على استدامة واستمرارية محطات المعالجة , بالإضافة إلى تكاليف تشغيلية عالية وأضرار بيئية جسيمة .

كما و بينت الدراسة أن الحمأة الناتجة في محطات الدراسة هي جزء من الخطط التطويرية الحالية والمستقبلية لتحسين الأراضي الزراعية والمزروعات عند معظم صناع القرار في المؤسسات والوزارات الفلسطينية , كما وتجري هذه المؤسسات والوزارات الحكومية منها والخاصة عدد من الفحوصات الدورية اللازمة للتأكد من تركيبة الحمأة وجودتها وإمكانية استخدامها وتطبيقها على ارض الواقع , وذلك بالاعتماد على مواصفة فلسطينية خاصة بالحمأة المعدة للاستخدام الزراعي تسمى بالتعليمات الفنية الإلزامية .

ويستمر اهتمام صناع القرار بالحمأة الناتجة , رغم أن تطبيق استخدام الحمأة على ارض الواقع في فلسطين لم يتم بشكل فعلي الى غاية الان , وستساهم عملية إدارة الحمأة من قبل صناع القرار في استثمار كميات الحمأة الناتجة , والمحافظة على استدامة مشاريع إنشاء وتشغيل محطات تنقية مياه الصرف الصحي.

وأبدى المزارعون استجابتهم واستعدادهم لتقبل استخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل, فيما لو تحققت فيها شروط الجودة والسعر المناسب , بالرغم من ان لديهم تخوف كبير من رفض المستهلك للمحصول الناتج.

وبينت الدراسة ان كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة لا تغطي كبديل كميات الاسمدة الكيماوية المستخدمة في فلسطين , ولكن من شأنها أن تقلل من استخدام الكميات الفعلية المستخدمة في الزراعة , مما يعني خفض التكاليف المدفوعة وبالتالي زيادة الإيرادات والأرباح , وكذلك تقليل مخاطر تلوث التربة والمياه .

وتوصي الدراسة بضرورة القيام بالتخطيط الناجح لإدارة الحمأة وتخصيص التمويل اللازم لذلك , خلال عملية تصميم محطات معالجة مياه الصرف الصحي, و ضمان ذلك بوضع هذه التدابير كمعايير مطلوبة وأساسية للحصول على الموافقات التنظيمية.

كما يجب العمل على تعزيز فكرة إدارة الحمأة التي قد توفر الاستخدام المفيد للحمأة مع الحفاظ على جودة البيئة وتحسينها وحماية الصحة العامة.

وتوصي الدراسة ايضا بضرورة العمل على توعية المواطنين بالأخطار، والتأثيرات البيئية المترتبة على استمرار الوضع الحالي لتراكم كميات الحمأة الناتجة، ومحاولات معالجة الحمأة الناتجة من خلال النشرات والدوريات، والوسائل السمعية، والبصرية المتوفرة ، والتي تهتم بالقضايا البيئية لحثهم على المساهمة، والمشاركة الفاعلة في عملية معالجة وإدارة الحمأة.

Abstract

This study was prepared to evaluate the legal and techno –economic aspects of wastewater sludge management in Palestinian urban sewage works. The researcher relied on this to distribute of research questionnaires to three main categories of Palestinian society, decision-makers ,the managers of wastewater treatment plant which the study included (Al-Bireh, Al-Tira, Nablus, Jericho) , and a sample of school farmers from the Jericho area.

The research questionnaires focused on the quantity and quality of the sludge that produced at the stations, the techniques used to process them and how to deal with the quantities produced , and the range of which decision makers were interested in managing of them and their current and future development plans to benefit from the biosolids. It also, discussed the role of Palestinian farmers and the possibility of accepting the use of biosolids as an alternative fertilizer.

The researcher also relied on conducting interviews in order to support theories and assumptions.

The results of the study showed that large quantities of sludge are produced in the study plants , which are treated with high quality of international techniques. They are low concentrations and within the recommended limits of heavy metals, harmful chemical compounds, and they are semi-free parasites and pathogens ,also rich in organic matters that are important for soil and crops; However, despite all the specifications that make sludge a good option for agricultural use, but the current and only option at most of the study plants to deal with the resulting sludge amounts is their transfer to a landfill, although this is a large and additional burden to the study plants and municipalities, which negatively affects the sustainability and continuity of treatment plants, in addition to high operating costs and environmental damage.

The study showed that the sludge produced at the study plants is part of the current and future development plans for the improvement of agricultural land and crops in the Palestinian institutions and ministries. These institutions and government ministries also carry out a number of periodic inspections to verify the sludge structure, And applied on the ground, based on a Palestinian specification for sludge for agricultural use called (Obligatory Technical Instructions No. 59 for year 2015 Treated Sludge for Agricultural Reuse).

Although the application of the use of sludge in Palestine has not been implemented until now , the sludge management process will be continue by decision-makers to contribute and investment of the resulting sludge ,

so they can maintain the sustainability of projects for the construction and operation of wastewater treatment plants .

Farmers responded to their willingness to accept the use of biosolids as alternative fertilizer, if the quality and price conditions were met, although they had great fear of the consumer's rejection of the resulting crops.

The study showed that the quantities of sludge produced at the plants did not cover the amount of chemical fertilizers used in Palestine, but reduced the use of the actual quantities used in agriculture, which meant reducing the costs paid and thus increasing revenues and profits, as well as reducing the risks of soil and water pollution.

The study recommends that successful planning and allocation of sludge management should be undertaken during the process of designing wastewater treatment plants, and ensure that these measures are established as required and essential criteria for obtaining regulatory approvals.

The idea of sludge management that may provide for the useful use of sludge while preserving and improving the quality of the environment and protecting public health should also be promoted.

The study also recommends that citizens should be sensitized to the dangers, environmental impacts of the current state of accumulation of sludge, and attempts to treat sludge produced through publications, periodicals, audiovisual aids, and environmental issues to encourage them to contribute to sludge treatment and management.

فهرس المحتويات

الإهداء II

الشكر والتقدير III

الملخص IV

ABSTRACT V

فهرس المحتويات VIII

فهرس الأشكال XI

فهرس الصور XI

فهرس الجداول XII

الفصل الأول 1

المقدمة وخلفية الدراسة 1

1.1. تمهيد 1
1.2. مشكلة الدراسة 2
1.3. أسئلة الدراسة 3
1.4. أهداف الدراسة 3
1.5. مبررات الدراسة 3
1.6. فرضيات الدراسة 4
1.7. محددات الدراسة 4
1.7.1. المحدد البشري 4
1.7.2. المحدد المكاني 4
1.8. نقاط القوة الرئيسية 4
1.9. نقاط الضعف الرئيسية 5
1.10. محتويات الدراسة 5
1.11. مصادر المعلومات 6
1.12. مصطلحات الدراسة 6
1.13. الدراسات السابقة 8

الفصل الثاني 10

الحمأة بشكل عام 10

2.1. المقدمة..... 10
2.2. لمحة عامة عن الحماة..... 11
2.3. تأثير الحمأة على البيئة..... 12
2.4. لمحة عامة عن محطات الدراسة 13
2.4.1. محطة معالجة البيرة 13
2.4.2. محطة معالجة رام الله/الطيرة..... 14
2.4.3. محطة معالجة نابلس الغربية..... 16
2.4.4. محطة معالجة أريحا 16

الفصل الثالث 17

الاسمدة الكيماوية وتأثيرها السلبي 17

3.1. الأسمدة الكيماوية 17
3.2. أنواع الأسمدة الكيماوية..... 19
3.2.1. الأسمدة النيتروجينية..... 19
3.2.2. الأسمدة الفوسفاتية..... 19
3.2.3. الاسمدة البوتاسية..... 19
3.3. تأثير الأسمدة الكيماوية على البيئة..... 20
3.3.1. الأسمدة النيتروجينية..... 20
3.3.2. الأسـمدة الفوسـفاتية..... 21
3.3.3. الأسـمدة البوتاسية..... 22
3.4. الحمأة المعالجة..... 22
3.5. مراحل معالجة الحمأة..... 22
3.6. مجالات الاستفادة من الحمأة المعالجة 25
3.6.1. استخدام الحمأة في الزراعة..... 25
3.6.2. كمبوست الحمأة (الكمر) 26

الفصل الرابع 27

الطريقة والإجراءات 27

4.1. منهج الدراسة..... 27
4.2. جمع البيانات 27
4.3. مجتمع الدراسة..... 27
4.4. أدوات الدراسة..... 28

4.5. خطوات الدراسة 28

الفصل الخامس 29

عرض وتحليل نتائج الدراسة 29

5.1. كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة والعبء المالي المترتب على عملية التخلص منها 29
5.1.1. طرق التخلص من الحمأة الناتجة في محطات الدراسة 31
5.1.2. تكاليف التخلص من الحمأة الناتجة في المحطات 32
5.1.3. تركيبة الحمأة الناتجة في محطات الدراسة 33
5.1.4. معالجة الحمأة الناتجة..... 35
5.2. استخدام الحمأة الناتجة..... 37

صورة *5.4*الحدود القصوى لتركيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي(مؤسسة المواصفات والمقاييس)..... 41

5.2.1. التوجه نحو استخدام الحمأة الناتجة في القطاع الزراعي 44

الفصل السادس 51

الاستنتاجات والتوصيات 51

4.1. الاستنتاجات 51
4.2. التوصيات..... 52

المصادر والمراجع 53

الملاحق 59

ملحق رقم(1)..... 59
استبانة خاصة بالمزارعين 59
ملحق رقم (2) 63
استبانة خاصة بصناع القرار 63
ملحق رقم (3) 67
استبانة خاصة بالعاملين في المحطات 67
ملحق رقم (4) 69
التعليمات الفنية الالزامية الفلسطينية 69
ملحق رقم (5)..... 83
بعض من محطات تنقية مياه الصرف الصحي في الضفة الغربية وقطاع غزة 83

فهرس الأشكال

الشكل 5.1 كميات الحمأة الناتجة 30
الشكل 5.2 اختلاف كميات الحمأة ما بين الصيف والشتاء 31
الشكل 5.3 طرق التخلص من الحمأة الناتجة في المحطات 32
الشكل 5.4 التكلفة المالية المترتبة على نقل الحمأة الناتجة(90شيقل/1طن) 32
الشكل 5.5 المياه المعالجة في محطات الدراسة 33
الشكل 5.6 مراحل إنتاج الحمأة 35
الشكل5.7 إجراء فحوصات على الحمأة لمعرفة نسبة المعادن الثقيلة 35
الشكل(5.8)المواصفات التي تم اعتمادها لوضع التعليمات الفنية الالزامية الفلسطينية 40
الشكل 5.9 إجراء المؤسسات والوزارات فحوصات للحمأة 43
الشكل 5.10 اهتمام صناع القرار بالحمأة الناتجة 43
الشكل 5.11 الحمأة الناتجة جزء من الخطة التطويرية لصناع القرار 44
الشكل(5.12) التكاليف المرتفعة للأسمدة المستهلكة زراعيا 45
الشكل5.13 استعداد المزارعين لاستبدال الأسمدة بالحمأة المعالجة 46
الشكل 5.14 شروط تقبل المزارعين للحمأة المعالجة 46
الشكل 5.15 الأسمدة تشكل مخاطر على التربة والمحصول 47
الشكل 5.16 استخدام الدوبال في الزراعة 48
الشكل5.17 استفسار المستهلك عن طريقة الزراعة والأسمدة المستخدمة 49
الشك 5.18 تأثير استخدام الحمأة المعالجة على قبول المستهلك للمنتج 50
الشكل5.19 تأثير المنتج الزراعي على تقبل استخدام الحماة المعالجة 50

فهرس الصور

صورة 1.1 حمأة محطة الطيرة 2
صورة2.1محطة معالجة مياه الصرف الصحي في البيرة (نصر سمارة,2009) 14
صورة 2.2 محطة تنقية مياه صرف صحي الطيرة 15
صورة2.3 محطة معالجة نابلس الغربية (بلدية نابلس) 16

صورة 2.4 محطة معالجة أريحا (بلدية أريحا) 17
صورة 3.1 مخطط لمراحل معالجة حمأة مياه الصرف الصحي(جميلة عوض , 2009) 25
صورة 5.1 تأثير استخدام الحمأة على حجم المحصول الزراعي(نصر سمارة ,2009) 39
صورة 5.2 تأثير استخدام الحمأة على طول المحصول الزراعي(نصر سمارة , 2009) 39

فهرس الجداول

جدول رقم 4.1 عينات الدراسة 28
جدول 5.1 كميات الحمأة الناتجة 30
جدول 5.2 البيانات الإجمالية لمحطات الدراسة المختارة 37

الفصل الأول

المقدمة وخلفية الدراسة

1.1. تمهيد

إن ما تشهده فلسطين في العقود الأخيرة من تزايد كبير في عدد السكان , وتطورات مختلفة تحدث في المجالات الحضرية , الصناعية و الاقتصادية , انعكس كل ذلك على زيادة الحاجة لاستهلاك الموارد المائية , التي بدت بوادر نقصها ظاهرة بشكل واضح في معظم المناطق في فلسطين , نظرا لنقص الكميات المتوفرة منها ، وتلوثها ، فضلاً عن المعيقات الإسرائيلية التي تحول دون الانتفاع بالحق الطبيعي منها (اتفاقية أوسلو الثانية, المادة 40) .

لذلك اتجهت الأنظار حول ضرورة إقامة محطات معالجة لمياه الصرف الصحي , لتوفير مصدر جديد للمياه والحد من تلوث البيئة . فأصبح الأمر ملحاً في المدن الكبرى , وشهدت الأعوام الماضية استثمارا لمحطات معالجة مياه الصرف الصحي في مختلف محافظات فلسطين , نذكر منها محطة البيرة , الطيرة , أريحا , نابلس وغيرها , مما نتج عن هذه المعالجة حمأة مجاري بحاجة إلى المعالجة والتخلص منها بشكل صحيح (الإستراتيجية الوطنية للمياه و الصرف الصحي لفلسطين, 2014) .

ان الحاجة إلى توفير موارد تدعم مشاريع خدمات معالجة مياه الصرف الصحي , نظرا لضخامة المبالغ المالية اللازمة لانشاء البنى التحتية وادارة مشاريع المعالجة , دعت إلى ضرورة توفير وانشاء أنظمة معالجة مرتبطة بإعادة استخدام الحمأة لمشاريع الصرف الصحي , والتي بدورها لا تحقق الاستفادة من هذه الحمأة وحسب بل وتحقق ايضا التخلص الامن والاقتصادي معا (Polprasert, 1996) .

تحتوي الحمأة كميات ضخمة من الماء قد تتجاوز نسبتها 97% من حجمها، كما أنها تحوي مقادير من الممرضات المنقولة مع مياه الصرف الصحي والتي أزيلت معها أو ضمنها علاوةً على محتواها الكيميائي كمواد عضوية قابلة للتخمر والتحلل الحيوي , وتعتبر ايضا غنية بالمواد العضوية مثل النيتروجين والفسفور (عناصر هامة في تغذية التربة وتحسين تركيبتها , وهامة ايضا في تغذية ونمو النباتات) (EPA, 1999) . معالجة الحمأة والتخلص الصحيح والسليم منها يعتبر جزء لا يتجزأ من عملية معالجة مياه الصرف الصحي وتنقيتها في المحطة ' كما ويعتبر كذلك من احدى اهم طرق تحسين خطط التنمية المستقبلية في عدة مجالات كالاستدامة وتقليل مصادر التلوث وتحويلها إلى مواد غير ضارة , والاستفادة منها كمصدر اقتصادي , وتحويلها من مصدر نفايات ملوث للبيئة إلى مصدر متجدد من الطاقة والمواد العضوية . (Oakley et al., 2000)

صورة *1.1* حمأة محطة الطيرة

1.2. مشكلة الدراسة

إن التزايد في أعداد السكان المستمر, والتطورات الحضرية والاقتصادية الحاصلة في فلسطين تتطلب إنشاء محطات تنقية مياه صرف صحي نظرا لازدياد الطلب على إعادة استخدامها , مما يعني زيادة كميات الحمأة الناتجة في المحطات , و بالتالي ظهور مشكلة نفايات جديدة ملوثة للبيئة , ما لم يتم استغلال هذه الحمأة بشكل سليم.

تشكل الحمأة الناتجة مشكلة بيئية بحد ذاتها , لأن الطريقة المتبعة حاليا في اسلوب معالجتها والتخلص منها قد تؤدي إلى تلوث البيئة بشكل أو بأخر . فلو أخذنا محطة تنقية مياه الصرف الصحي لمدينة البيرة على سبيل المثال لوجدنا انه لا يوجد لديهم نظام تخلص فعال من الحمأة الناتجة , ولوجدنا ان الطريق الوحيد للتخلص منها هو مكب النفايات , المرتبط بتكاليف مالية تشكل عبء على المحطة (بلدية البيرة , 2017) .

وتكمن مشكلة الدراسة في إمكانية تقليل كميات الحمأة الناتجة , وكيفية استغلالها بالطريقة المثلى , وما تكلفة معالجتها لتحقق النتيجة المرجوة , وما مدى قبول المجتمع لاستخدامها , وإمكانية تسويقها والاستفادة الفعلية منها بعد معالجتها .

1.3. أسئلة الدراسة

1. ما هي كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة الخاصة بمعالجة مياه الصرف الصحي الفلسطينية في الوقت الحالي وما هي الكميات المتوقعة بحلول عام 2025 ؟
2. هل تشكل الحمأة الناتجة في المحطات الفلسطينية عبئ مالي على المحطات ؟
3. كيف يتم التعامل مع الحمأة الناتجة في محطات التنقية الفلسطينية ؟
4. هل تعتبر الحمأة الناتجة جزء من خطة صناع القرار للحفاظ على استدامة مشاريع الصرف الصحي في فلسطين ولرفع مستوى الاقتصاد وحماية البيئة؟
5. هل توجد عملية رقابة فعلية من ذوي الاختصاص على الحمأة الناتجة والمعالجة ؟ وهل تم وضع قوانين فعلية تتعلق بذلك ؟
6. هل يمكن اعتبار الاهمية التي تشكلها عملية الزراعة في فلسطين , والاستخدام المكثف والعالي للأسمدة سببا في توجه صناع القرار حول استخدام الحمأة الناتجة في عملية الزراعة عن غيرها ؟
7. هل تشكل القيمة المرتفعة لسعر الاسمدة المستخدمة في عملية الزراعة دورا اساسيا في تحقيق استجابة فعلية عند المزارعين لاستخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل ؟
8. ما مدى استجابة المزارعين لفكرة تقبل استخدام الحمأة المعالجة كسماد زراعي ؟
9. ما مدى امكانية تقبل مستهلكي المنتجات لمحاصيل استخدم في عملية زراعتها وانتاجها الحماة المعالجة ؟
10. هل تشكل الحمأة الناتجة في فلسطين مصدر خطر فعلي على البيئة ؟

1.4. أهداف الدراسة

1. تقييم الجوانب القانونية والاقتصادية لادارة الحمأة في المناطق الحضرية الفلسطينية .
2. التعرف على كميات الحمأة التي تنتجها محطات تنقية المياه العادمة وكيفية التعامل معها والتخلص منها, في مناطق مختلفة من فلسطين .
3. التعرف على تأثير وخطورة الحمأة غير المعالجة(الخام) على البيئة , من عدة نواحي فيما لو لم يتم التعامل معها بشكل صحيح .
4. التعرف على امكانية تقبل المزارع الفلسطيني لاستخدام الحمأة المعالجة والمعدة للاستخدام الزراعي كسماد بديل .

1.5. مبررات الدراسة

- تعد هذه الدراسة من ضمن الدراسات التي لها الأولوية في الوقت الحالي لدى سلطة المياه والبيئة و وزارة الزراعة الفلسطينية , وكذلك لدى سلطة جودة البيئة وغيرها من الوزارات التي تعنى بهذا الشأن , وذلك نظرا لافتقارها إلى وفرة الدراسات التي تتعلق وتختص بشأن الحمأة وإدارتها (سلطة المياه الفلسطينية، 2013) .

- المساهمة في توجيه صناع القرار حول مدى الخطورة المستقبلية التي تشكلها الحمأه ما لم يتم التعامل السليم معها ' وحول كيفية ادارتها واستغلالها كمورد ذو فائدة بيئية و اقتصادية , مما يمكنهم من وضع خطط استراتيجية أفضل تضمن ادارة الحمأة بشكل صحيح , واستدامة المرافق الخاصة بمعالجة مياه الصرف الصحي .

1.6. فرضيات الدراسة

- التزايد المستمر في كميات الحمأة الناتجة في محطات تنقية المياه العادمة بحاجة إلى إدارة صحيحة وسليمة تساعد في تحويلها من مادة ملوثة وضارة للبيئة إلى مورد بيئي, اقتصادي.
- غياب الوعي البيئي عند مجتمع الدراسة حول الحمأة المعالجة وأهمية إعادة استخدامها .
- التخلص من الحمأة بطرق غير سليمة يشكل خطرا على البيئة والتربة الزراعية والمياه .
- الحمأة المعالجة , وتركيبتها النهائية تحدد دور ومجال استخدامها .
- تساهم معرفة طبيعة تناول المنتجات الزراعية الناتجة من تربة استخدمت فيها الحمأة المعالجة في منطقة الدراسة على مدى قبول استخدام الحمأة المعالجة في زراعة المحاصيل الزراعية.
- الاهتمام بالبيئة والسعي الدائم للحفاظ عليها عند مجتمع الدراسة, يساهم في نسبة قبول استخدام الحمأة المعالجة .
- السعي الدائم لاستخدام الأسمدة المناسبة للتربة والمحصول, قد تشجع المزارع لقبول استخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل .

1.7. محددات الدراسة

1.7.1. المحدد البشري

ترتبط هذه الدراسة بثلاث عينات بشرية ممن لهم دور أساسي متعلق بشكل مباشر مع الحمأة وهم

1. صناع القرار
2. مسؤولي محطات تنقية المياه المتعلقة بالدراسة (محطة البيرة, محطة الطيرة, محطة أريحا, محطة نابلس)
3. عينة من مزارعي منطقة اريحا (50 مزارع) .

1.7.2. المحدد المكاني

تم اختيار وزارات ومؤسسات مختلفة في فلسطين لها دور اساسي يتعلق بالحمأة كوزارة الزراعة , سلطة المياه , جودة البيئة , الصحة , الحكم المحلي , مؤسسة المواصفات والمقاييس . وكذلك تم اختيار محطات تنقية مياه صرف صحي لمناطق مختلفة في فلسطين , لمعرفة الكميات المنتجة من الحمأة في كل منطقة , وكيفية التعامل معها .

ومن هذه المناطق

1- محطة تنقية الصرف الصحي في منطقتي البيرة و الطيرة في رام الله .
2- محطة تنقية الصرف الصحي في منطقة أريحا.
3- محطة تنقية الصرف الصحي في منطقة غرب نابلس.

ونظرا لضيق الوقت والمحدودية المالية فان دراسة وإجراءات فحوص لخصائص الحمأة وتركيبتها ستكون خارج نطاق هذه الدراسة البحثية .

1.8. نقاط القوة الرئيسية

- استثمار محطات تنقية المياه العادمة في فلسطين بشكل كبير , فمنها ما هو قيد الانشاء ومنها ما قد تم تشغيله فعليا .

- وجود محطات كثيرة يمكن اعتمادها كمرجعية للحصول على البيانات السنوية عن الحمأة وانتاجها (محطة البيرة) .
- تغير قي ثقافة المجتمع حول تقبل واعادة الاستخدام للمياه المعالجة , وبالتالي امكانية تقبلهم لاستخدام الحمأة المعالجة .

1.9. نقاط الضعف الرئيسية

- صعوبة الحصول والوصول إلى عينة المزارعين .
- قلة الدراسات التي تتعلق بشأن ادراة الحمأة في فلسطين .
- عدم وجود تطبيق مباشر للحمأة المعالجة كسماد زراعي أو حتى كمحسنات تربة في فلسطين.

1.10. محتويات الدراسة

الفصل الاول

يشمل التمهيد , مشكلة الدراسة , أهداف الدراسة , مبررات الدراسة , فرضية الدراسة , محددات الدراسة , نقاط القوة والضعف للدراسة , المحتويات , مصادر الدراسة , مصطلحات الدراسة والدراسات السابقة.

الفصل الثاني

يشمل مقدمة , لمحة عامة عن الحمأة, , تأثير الحمأة على البيئة , نبذة عن محطات الدراسة

الفصل الثالث

الأسمدة الكيماوية , تأثير الاسمدة الكيماوية على البيئة .
الحمأة المعالجة , مراحل معالجة الحمأة , مجالات استخدام الحمأة والاستفادة منها

الفصل الرابع

الطريقة والإجراءات

الفصل الخامس

عرض وتحليل نتائج الدراسة

الفصل السادس

الاستنتاجات والتوصيات .

1.11. مصادر المعلومات

تم الحصول على المعلومات اللازمة للدراسة من عدة مصادر

1. **المصادر الرسمية**

أ- الوزارات المحلية الفلسطينية التي لها علاقة بالحمأة.
ب- محطة تنقية مياه الصرف الصحي للبيرة , الطيرة , اريحا , نابلس.
ت- المقابلات الشخصية بذوي العلاقة المباشرة بموضوع الدراسة.

2. **المصادر الميدانية**

عينة المزارعين التي تم اختيارها .

3. **المصادر المكتبية**

أ- الكتب
ب- الأبحاث والدراسات السابقة.
ت- الرسائل السابقة أن وجدت.
ث- الدراسات المشابهة.

4. **الاستعانة بالإنترنت:**

1.12. مصطلحات الدراسة

تم اعتماد المصطلحات الواردة في التعليمات الفنية الإلزامية الفلسطينية والمواصفة الفلسطينية للحمأة (59-2015)

الحمـأة : هي المواد الصلبة وشبه الصلبة المترسبة و الناتجة من محطات معالجة الصرف الصحي والتي تحتوى على أعداد هائلة من الطفيليات ومسببات الامراض, وقد تحتوى على تراكيز من المعادن الثقيلة , لذلك تمثل خطراً على الصحة البيئية والعامة , ويلزم التخلص منها بطرق آمنة صحياً وبيئياً.

الحمأة الرطبة : هي الحمأة ذات القوام الرطب , التي يتراوح محتوى المواد الصلبة فيها من 50 % إلى 89%

الحمأة الجافة : هي الحمأة ذات القوام الجاف الناتجة عن عمليات معالجة مياه الصرف الصحي المنـزلية والتي لا يزيد محتوى الرطوبة فيها على 10%.

الحمأة المعالجة : الحمأة الناتجة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي, و التي تعرضت لإحدى طرق المعالجة لتحقيق مواصفات المواصفة القياسية الفلسطينية .

مياه الصرف الصحي : المياه الناتجة عن الاستعمالات المنـزلية ومياه المخلفات الصناعية السائلة المسموح بتصريفها إلى شبكات مياه الصرف الصحي وفقا للتعليمات الصادرة حول ذلك من الجهات الرسمية.

المياه العادمة : المياه التي يتم التخلص منها عن طريق شبكة صرف صحي , تحتوي على طفيليات ومسببات امراض وايضا مركبات كيميائية على شكل معلقات ومحاليل.

معالجة المياه العادمة : عملية تجعل المياه المستعملة غير الصالحة للاستخدام, صالحة للاستخدام ضمن المعايير البيئية أو معايير الجودة الأخرى، ويمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من المعالجة : الميكانيكية الآلية ،والكيميائية المتقدمة والبيولوجية.
المعادن الثقيلة : هي المعادن التي تزيد كثافتها عن كثافة الماء بخمس مرات , وتتصف بأنها ثابتة , ولا تستهلك في جسم الإنسان , ولذلك تصنف من المواد السامة والخطرة بيئيا وبشريا.

المحاصيل الزراعية : هي ما يتم زراعته من نباتات في مساحة حقلية من الارض والاهتمام بنموه وزراعته إلى أن يحين موعد جنيه وذلك سواء للاستفادة منه بشكل خاص في البيت أو المزرعة أو تغذية الحيوانات وتختلف المحاصيل وتصنف حسب اختلاف نوعية الاستخدام أو بحسب نوعية المنتج النهائي أو بحسب الهدف المادي.

التطبيقات الزراعية : هو أي عمل , جهد , تكنولوجيا او مادة يتم تطبيقها خلال فترة زراعة المحصول إلى حين يتم جنيه .

إعادة الاستخدام : هي استخدام المادة أكثر من مرة بذات الشكل او بشكل اخر, ويتضمن هذا إعادة الاستخدام العادية عندما تستخدم نفس المادة للغرض ذاته او لاستخدامه لاغراض جديدة و تحمل إعادة الاستخدام فوائد اقتصادية وبيئية.

مكبات النفايات : هي مكان مخصص , أعد للتخلص من النفايات الصلبة , ويعتبر أقدم شكل من أشكال المعالجة للنفايات تاريخياً.

ادارة النفايات : هي عملية مراقبة وجمع وفصل ونقل ومعالجة وتدوير أو تخلص من النفايات، وتقوم الدول بهذه العملية لتخفيف الاثار السلبية للنفايات على البيئة و الصحة والمظهر العام, وتستخدم هذه العملية أيضا للحصول على الموارد وذلك بإعادة التدوير .

السماد : مادة تُضاف للتربة من أجل مساعدة النباتات على النمو أو لتحسين خواص التربة الزراعية , ويَستخدم المزارعون عدة أنواع من الأسمدة , التي تختلف أنواعها باختلاف تركيبتها ومكوناتها .

الدوبال : هو سماد ناتج من عملية تحلل بقايا المخلفات الزراعية والحيوانية وكذلك المنزلية بالإضافة إلى بعض المخلفات المتواجدة على المستوى المحلى (المواد العضوية سواء كانت السماد العضوي الحيواني أو المصنع), يتميز بجودته العالية لتحسين مستوى انتاجية المحصول الزراعي.

1.13. الدراسات السابقة

1. **في دراسة حول إعادة استخذام المياه العادمة المعالجة والحمأة في إنتاج المحاصيل وأثرها على مورفولوجيا النبات لمنطقة قطاع غزة (رشا خميس, 2015)** , وضحت هذه الدراسة إمكانية إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة والحمأة المعالجة (كسماد) ، كما بينت أيضاً تأثير استخدام المياه المعالجة والحمأة المعالجة على الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة بنسب مختلفة من التربة والحمأة , وخصوصا على محتوى التربة من العناصر الثقيلة , ومدى تأثيرها على مورفولوجيا النبات التي ستجرى عليها الدراسة . وأظهرت النتائج أن الري باستخدام المياه العادمة المعالجة مع الحمأة بنسبة 30 % ساهم في زيادة إنتاج النبات ، وحسنت هذه النسبة من خصوبة التربة وتزويدها بالمغذيات ، وكذلك حسنت من نمو النبات بشكل ملحوظ . وتم دراسة محتوى المعادن الثقيلة ودرجة التلوث البيولوجي في ثمار النباتات التي اجريت عليها الدراسة ، حيث لاحظت أنه لا وجود للتلوث البيولوجي في ثمارها ، بحيث كانت قيمة المعادن الثقيلة ضمن الحدود الموصى بها ، وأظهرت النتائج أيضاً أن التربة المعاملة مع الحمأة بنسبة 30% قبل و بعد الزراعة، تحتوى على تراكيز من المعادن الثقيلة متوافقة مع المعايير المسموح به للحمأة أو السماد المعد للاستخدام الزراعي.
وبناءا على ما توصلت له نتائج الدراسة فقد أوصي باستخدام الحمأة والمياه العادمة المعالجة لاغراض الزراعة لما له من أثر في تحسين ظروف التربة وزيادة الانتاج.

2. **دراسة علمية حول موقف المزارعين من استخدام الحمأة المعالجة في قرى الضفة الغربية من فلسطين (Al-Khatib IA et al., 2017)** , اشارت إلى أن تطبيق الحمأة على الاراضي الزراعية اصبح ذو نطاق واسع في معظم مناطق العالم , حيث تعتبر من طرق التخلص البسيطة , غير المكلفة والمجدية اقتصاديا . وفي حال تم تطبيقها على الاراضي الزراعية بشكل جيد فان ذلك يحسن من تركيبة التربة .
و بالرغم من الانتشار الواسع لفكرة استخدامها إلى أن مسألة تقبل ذلك لا زالت تتعلق بالثقافات والمعتقدات المختلفة عند بعض المزارعين , نظرا للعديد من التصورات التي قد يحملونها في مخيلتهم عن مياه الصرف الصحي .
لذلك اجريت دراسة على بعض من مزارعي الضفة الغربية في فلسطين , لمعرفة مدى امكانية تقبلهم لفكرة استخدام الحمأة . كانت النتائج تشير إلى تفاوتات مختلفة , فمنهم من

رحب بفكرة استخدامها ولكن بشرط أن تكون معدة بشكل جيد ومطابق للمواصفات المطلوبة , ومنهم من شجع فكرة استخدامها فقط لتسميد الاشجار, بعيدا عن استخدامها للنباتات .

وعلى الرغم من تقبل عدد لا بأس به فكرة استخدام الحمأة في الزراعة , الا ان هناك عدد قليل رفض فكرة تقبل استخدامها تماما , بسبب بعض المعتقدات لديهم . ومنهم من قبل الاستخدام ولكن تحت شرط موافقة المستهلك لاستهلاك المحصول الناتج من تربة طبقت عليها الحمأة.
ولزيادة تقبل المزارعين لاستخدام الحمأة على ارض الواقع يوصى باتخاذ تدابير عدة , نذكر منها أن تكون الحمأة مطابقة للمواصفات الخاصة بالصحة العامة , ومتوفرة بتكاليف مناسبة .

3. **وفي دراسة بعنوان تأثير إضافة الحماة إلى التربة المالحة على نمو وتطور نباتات البندورة التصنيعية (ظافر سلهب , 2014)** , تطرق الباحث للحديث عن تملح التربة في منطقة اريحا بسبب الاستخدام المفرط للأسمدة الكيماوية , و استخدام مياه ري ذات نوعية رديئة تحتوي على نسبة أملاح عالية . ووضح مدى امكانية استخدام حمأة الصرف الصحي كمحسن للتربة , نظرا لاحتوائها على العناصر الغذائية الضرورية لنمو وتطور النباتات , وتحتوي ايضا على المركبات العضوية . واظهرت نتائج الدراسة ان هناك تحسن بشكل ايجابي على نمو وتطور النباتات التي اجريت عليها الدراسة , و العامل المهم في هذه الدراسة كان عدم وجود تاثير سلبي على جودة الثمار , حيث اظهرت الفحوصات التي اجريت على هذه الثمار , قابليتها للاستهلاك البشري . وخرج الباحث من هذه الدراسة بتوصية مغزاها أن ؛ إضافة حمأة الصرف الصحي المعالجة للتربة المالحة تعمل على تخفيف الاضرار الناتجة عن الاجهاد الملحي فيما لو تم إضافتها إلى التربة بنسب معينة.

4. **نشرت مجلة علمية دراسة تتعلق بالخواص الكيميائية والفيزيائية للحمأة الناتجة من محطات الصرف الصحي في غزة , وامكانية استخدامها لاغراض الزراعة** (Y. El-NahhaL et al., 2017) , تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية استخدام الحمأة الناتجة من محطات تنقية مياه الصرف الصحي كسماد زراعي , حيث تم استخدام الحمأة المتراكمة لفترة من الوقت (ما يزيد عن ستة أشهر) , والتي مرت بعدة خطوات مثل التجفيف تحت الشمس، الغربلة والطحن . وأظهرت نتائج الدراسة أن الحمأة يمكن أن تكون مصدرا قيما إذا ما استخدمت كسماد للتربة ، كما ويمكنها تزويد التربة بكل المغذيات اللازمة لنمو النباتات . حيث أن متوسط تركيز المغذيات فيها يعتبر ضمن النطاق المسموح به للحمأة المعدة للاستخدام الزراعي , و تعتبر تراكيز كل من الكروم، الزنك , النحاس , الرصاص والكادميوم ضمن المعايير الاقليمية و الدولية الموصى بها لمعايير الاستخدام الزراعي .

5. **دراسة بعنوان تأثير حمأة الصرف الصحي المعالجة على تراكم العناصر الثقيلة في التربة و النبات و إنتاجية بعض المحاصيل في بعض المحافظات السورية (2010) ,** وضحت الدراسة أن حمأة الصرف الصحي تعتبر مصدر جيد للمواد العضوية و العناصر المغذية للنباتات , كما انها تحسن من خواص التربة الفيزيائية و الكيمائية , و تزيد من خصوبة التربة و إنتاجية النباتات . وبالرغم من تعدد هذه الفوائد , إلا أن استعمالها في عمليات الزراعة قد يشكل العديد من المخاطر على صحة الإنسان و الحيوان , نظرا لاحتواءها على بعض المعادن الثقيلة السامة , التي تزداد تراكيزها في التربة والنباتات نتيجة استخدام الحمأة المستمر وغير الموجه .

بالإضافة إلى مخاطر تراكم العناصر الثقيلة , هناك ايضا مخاوف من احتواء الحمأة على كميات كبيرة من النترات , التي بدورها تشكل خطرا على المياه الجوفية فيما لو نفذت اليها . وعندما تم اجراء فحوصات للعناصر الثقيلة على التربة و النباتات ، لوحظ وجود تراكم لهذه العناصر, حيث تجاوزت في بعض الحالات الحدود المسموح بها , و لوحظ ان هناك زيادة في نسب المواد العضوية , النيتروجين والفسفور , النحاس , المنغنيز و الزنك , كما ازدادت انتاجية النباتات بالنسبة للمحاصيل المختلفة خلال المواسم المختلفة مع ازدياد إضافة الحمأة

الفصل الثاني

الحمأة بشكل عام

2.1. المقدمة

ان الموارد الطبيعية على هذه الارض سواء كانت بشكلها الطبيعي كالموارد النباتية والحيوانية , او كتلك الموارد الكامنة التي تحتاج إلى بعض التعديلات والاضافات حتى نتمكن من الاستفادة منها ؛ كلها من الممكن ان تتحول إلى ثروة اقتصادية وبيئية فيما لو تم استخدامها واستغلالها بشكل صحيح ومتقن .

من هذا المنطلق يمكننا اعتبار كميات الحمأة الناتجة من محطات تنقية مياه الصرف الصحي بأنها مورد كامن بحاجة إلى استغلال , لتتحول من مصدر تلوث بيئي وعبء مالي إلى مصدر يحدث فرقا هاما في المجالات البيئية , الزراعية والاقتصادية .

إن الاستثمار المستمر في عمليات إنشاء محطات تنقية مياه الصرف الصحي في فلسطين , نتج عنه كميات كبيرة من الحمأة , والتي بدورها أصبحت تشكل عبئا على تلك المحطات من عدة جوانب منها البيئية والمالية , وبالتالي كان لا بد من التفكير بطرق مجدية وغير مكلفة للتخلص و الاستفادة قدر الإمكان منها , والمحافظة على البيئة واستمرارية محطات التنقية.

خلال فترة الزراعة و إنتاج المحاصيل , يتم استهلاك كميات كبيرة من الأسمدة الكيماوية وبعض من الأسمدة العضوية , التي تؤثر مع طول فترة الاستخدام والتكرار المستمر على خصوبة التربة وصلاحيتها الزراعية , و تحتاج بعد ذلك إلى الكثير من محسنات التربة لفترة من الزمن حتى تصبح صالحة زراعيا لمرة اخرى , كما ويمكن ان يمتد تلويثها إلى المياه الجوفية , وبالتالي تكون سبب في تضرر بيئة واقتصاد الدولة (Ahmedazarc, 2011).

لذلك كان من الضروري البحث عن أسمدة بديلة أقل ضررا وأكثر فائدة للتربة والمزروعات, ونظرا لكون فلسطين منطقة تعتمد على الزراعة بشكل كبير , اتجهت انظار صناع القرار حول دراسة إمكانية استخدام الحمأة الناتجة في المجال الزراعي كسماد بديل للأسمدة الكيماوية , نظرا لما تحتويه الحمأة من عناصر غذائية اساسية للنباتات مثل الكالسيوم , الكربون ,

النيتروجين , المواد العضوية , الكبريتات و البوتاسيوم (وزارة الزراعة, 2015) ,(دينا جوني, 2009).

وبالتالي نستطيع التخلص من الحمأة المتراكمة , ونقلل من اثارها السلبية على البيئة والاقتصاد فيما لو تركت على ما هي عليه .

2.2. لمحة عامة عن الحماة

تسمى المواد الصلبة وشبه الصلبة المتكونة أثناء عملية المعالجة لمياه الصرف الصحي في المحطات بالحمأة , حيث تحتوي كميات ضخمة من الماء قد تتجاوز نسبتها 97% من حجمها الكلي ، كما أنها تحتوي على المواد العضوية المحملة بالبكتيريا , الفيروسات , المعادن الثقيلة , المواد الكيميائية وكذلك المواد الصلبة المترسبة والمزالة خلال عملية معالجة وتنقية مياه الصرف الصحي قي محطات المعالجة (جميلة عوض, 2009).

تصنف الحمأة نظرا لاختلاف قوامها واختلاف نسب المواد الصلبة فيها إلى صنفين , فالحمأة التي يتراوح محتوى المواد الصلبة فيها من 50 ٪ إلى89 ٪ تسمى بالحمأة الرطبة , أما الحمأة ذات القوام الجاف التي لا يزيد فيها محتوى الرطوبة عن 10٪ تسمى بالحمأة الجافة (التعليمات الفنية الإلزامية الفلسطينية, 2015).

وكذلك يختلف تصنيفها باختلاف تركيبتها , و اختلاف المياه العادمة التي نتجت من معالجتها , فالحمأة الناتجة من تنقية مياه الصرف الصحي المنزلي , تختلف بتركيبتها عن تلك التي نتجت من معالجة مياه عادمة صناعية دخل في تركيبها العديد من المعادن الثقيلة والمواد الكيماوية المختلفة.

ان الحمأة الناتجة من محطات معالجة وتنقية مياه صرف صحي منزلي تتراوح فيها نسبة المواد العضوية ما بين (25-50)% , بينما تتراوح نسبة المواد غير العضوية (50-57)% , ونسبة الماء فيها (93-99.5)% , وتحتوي في تركيبتها على المواد العضوية المغذية مثل (الفسفور , النيتروجين) و العديد من الميكروبات ومسببات الامراض , الملوثات الكيميائية , والمواد غير العضوية مثل (الحديد , الرصاص , الكروم) .

أما الحمأة الصناعية فتحتوي على مواد تختلف في مكوناتها ودرجة خطورتها وسميتها , حسب نوع المواد الخام لتي دخلت في الصناعة , وحسب العملية الصناعية نفسها (اللائحة الخاصة بالحمأة).

بشكل عام تتوقف نوعية وكمية الحمأة على كفاءة محطة المعالجة ونوعية المياه التي يتم معالجتها وتركيز الملوثات بها ونوع وكمية الكيماويات المستخدمة.

ونظرا لان منطقة فلسطين تفتقر إلى وجود الصناعات الثقيلة التي تحتوي على مواد كيماوية معقدة , وتدخل في تركيبتها معادن ثقيلة ذات سمية عالية , لذلك فان المياه العادمة التي تتم معالجتها في محطات التنقية تعتبر شبه خالية من المعادن الثقيلة عالية السمية ومن المركبات الكيماوية الخطرة أيضا وستقتصر الدراسة على حمأة مياه الصرف الصحي المنزلي فقط (سلطة المياه الفلسطينية, 2017).

يتم انتاج ما يتراوح 4 طن الى 20طن يوميا من الحمأة في مختلف محطات تنقية مياه الصرف الصحي الفلسطيني , التي تم دراستها (البيرة , الطيرة , نابلس , أريحا) , وهذه الكميات في تزايد مستمر , بسبب التزايد السكاني الملحوظ , وزيادة الوعي بأهمية الاتصال بشبكات الصرف الصحي.

الا ان هذه الحمأة الناتجة تتراكم لعدة ايام في المحطات قبل التخلص منها في مكبات للنفايات مقابل تكلفة شحن ونقل , مما يشكل العبء المالي على المحطة , و الجدير بالذكر أن حمأة محطة معالجة المياه العادمة في مدينة البيرة يتم التخلص منها بجوار المحطة ، وذلك بسبب إغلاق مكب البيرة (وفا, 2005).

وهذا يوضح لنا بأن هناك كميات حمأة كبيرة تتراكم على ارض محطات تنقية المياه الفلسطينية , مشكلة بذلك قضية بيئية وصحية كبيرة يجب الاهتمام بها , وإيجاد الحلول المناسبة للتخلص منها بشكل علمي واقتصادي وبيئي .

ولكي تصبح مقبولة وآمنه بيئياً وصحياً في حالة التخلص منها في البيئة أو إعادة استخدامها فإنه لابد من معالجتها للحد من مشكلة مسببات الامراض المنقولة بها ، و لتثبيتها بخفض قابليتها للتخمر والتحلل , وبالتالي التحكم في التلوث الميكروبي الذي قد ينجم عن استعمارها وتعاقب الكائنات الحية الدقيقة عليها , وأيضاً للتحكم في الروائح المنبعثة من جرّاء ذلك ، كما أن خفض محتواها المائي يعتبر من الأهداف الرئيسية أيضاً لمعالجتها , وذلك للتحكم في نمو الكائنات الحية الدقيقة عليها , ولتقليص حجمها , وبالتالي تقليص حجم الإنفاق على الشحن و النقل والمعالجة وخلافه.

وعلى الرغم من أن الحمأة تعتبر مصدر تلوث بيئي لاحتوائها على مسببات الامراض وبعض العناصر والمركبات الكيماوية السامة , الا أنها ايضا تعد مصدرا جيداً للمادة العضوية و العناصر المغذية للنبات و تحسن خواص التربة الفيزيائية و الكيمائية , كما تزيد من خصوبة التربة و إنتاجية النبات (Moreno-Penaranda et al., 2004) , لذلك توجهت انظار صناع القرار في المؤسسات والوزارات الفلسطينية إلى البحث عن امكانية استخدام الحمأة في المجال الزراعي كمحسنات للتربة وكسماد بديل عن الاسمدة الكيماوية , حيث تعد هذه الطريقة بسيطة ومنخفضة التكاليف ولها انعكاساتها الايجابية على التربة والنباتا (وزارة الزراعة,2017).

2.3. تأثير الحمأة على البيئة

تعتبر الحمأة مادة غنية بالعناصر المغذية والمحسنة لكل من التربة والنباتات حيث تحتوي في تركيبتها على عنصري الفسفور والنيتروجين الهامات للتربة والنبات , و على الرغم من ذلك فهي تشكل خطرا على الصحة العامة والبيئة, لاحتوائها على نسب عالية من مسببات وناقلات الامراض , الديدان , الميكروبات , المعادن الثقيلة ونسبة مرتفعة من الأملاح , الآفات السامة والمقاومة للحرارة (جميلة عوض, 2009).

ان استخدام الحمأة الملوثة بمسببات الامراض في الاراضي الزراعية , يشكل خطرا مباشرا على التربة و المياه , ويعتبر سببا رئيسا في الاصابة بالسلامونيلا وبيض الدودة الشريطية , سواء من خلال التعامل بشكل مباشر مع الحمأة الملوثة نفسها , أو من خلال الاتصال غير المباشر كتناول

المحاصيل الزراعية التي نتجت من تربة ملوثة بالحمأة (إرشادات عامة بشأن البيئة والصحة والسلامة, 2007).

وتشكل الملوحة المرتفعة للحمأة دورا كبيرا في التحسين من التوصيل الكهربائي للتربة , والذي بدوره يعمل على تدمير التوازن الغذائي للغطاء النباتي حيث يمنع ويقيد من امتصاص العناصر الغذائية الهامة للنبتة , تلك التي تحتاجها من التربة لتنمو وتتغذى بشكل طبيعي وسليم , مما يحدث ضرر مباشر لجذور النباتات , و خسارة كل من الغطاء النباتي والتربة حيث تصبح غير صالحة لعملية الزراعة .

كما و يعتبر استخدام كميات كبيرة من الحمأة على التربة ولفترات طويلة سببا رئيسا لرفع كل من نسبة النيتروجين والفسفور في التربة " نظرا لكون الحمأة غنية بهذه العناصر" مما يجعل النبتة تأخذ احتياجها الاساسي من تلك العناصر وفائض ما تبقى يبقى عالقا في التربة إلى حين هبوط الامطار التي بدورها تحمل معها كل من النيتروجين والفسفور إلى داخل الارض باتجاه المياه الجوفية وبالتالي تلوثها بلا شك.

أما من حيث احتواء الحمأة على المعادن الثقيلة السامة مثل الكاديوم والكروم وكذلك النحاس والزنك تلك العناصر التي تصل اليها عن طريق المياه العادمة الصناعية الناتجة من مختلف الصناعات التي تدخل في تركيبتها تلك العناصر او من المواد الكيماوية الموجودة في مياه الصرف الصحي المنزلي , نتيجة لاستخدام المنظفات والمبيدات , بالتالي تصل هذه المعادن الثقيلة إلى التربة الزراعية نتيجة استخدام الحمأة , وتعتبر المعادن الثقيلة عاملا مهما للحد من استخدام الاراضي , لان المعادن الثقيلة تتراكم على سطح الارض ويصعب اذابتها والتخلص منها , لكونها مستقرة نسبيا , ويسهل انتقالها إلى جسم الانسان والحيوان و تراكمها داخل الجسم والتسمم بها.

وتعتبر فلسطين من البلدان التي تفتقر إلى الصناعات الثقيلة التي تدخل في تركيبتها المعادن الثقيلة مما يعني ذلك ان الحمأة الناتجة في محطات تنقية المياه العادمة الفلسطينية شبه خالية أو حتى أنها خالية تماما من أي وجود للعناصر الثقيلة , ولكن ذلك لا يعني بأنها غير ملوثة ويمكن استخدامها طازجة بشكل مباشر على التربة وانما يجب اجراء الفحص اللازم للتأكد من خلوها بشكل تام او بشكل يتطابق مع المواصفة الفنية الإلزامية الفلسطينية (سلطة المياه الفلسطينية, 2017).

2.4. لمحة عامة عن محطات الدراسة

2.4.1.محطة معالجة البيرة

تعتبر محطة تنقية المياه العادمة في مدينة البيره (صورة2.1) , المحطة المركزية التي تعمل ضمن مقاييس ومواصفات مطلوبة أقيمت على ارض تقدر مساحتها بـ (22) دونماً لتخدم قرابة 50 ألف نسمة سكانية ، وبدأ العمل بها مطلع عام (2000م) , حيث تعالج المحطة نحو 6 آلاف

متر مكعب يومياً من المياه العادمة , و تنتج ما يقارب (20) طن يوميا من حمأة الصرف الصحي(لمياء حمايل ,2017).

تستخدم محطة البيرة نظام التهوية الموسعة (extended aeration activated sludge) وخنادق الأكسدة (Oxidation Ditchs) في عملية معالجة الحمأة ، ويستخدم هذا النظام بشكل واسع للمحطات مسبقة التصنيع , التي تستخدم لمعالجة المياه العادمة الناتجة من التجمعات السكنية الصغيرة والمؤسسات المنعزلة والمدارس وغيرها. وعلى الرغم من أن بعضها لا يتطلب مرافق خاصة لمعالجة الحمأة الناتجة وذلك لمحدودية كميتها، إلا أن هذه المرافق تُضاف إليها أحياناً. وتتكون مرافق الهدر من هاضم هوائي للحمأة يتبعه مزيل للماء مكون من مرشات رملية مفتوحة للهواء. و عادة هذا النظام لا يحتوي على خزانات الترسيب الأولية وذلك لتسهيل مهمة معالجة الحمأة والتخلص منها(دليل تحري الاعمال التشغيلية).

أما خنادق الأكسدة (Oxidation Ditchs) هي في الواقع عملية تهوية موسعة, و تتألف من قناة شكل حلقة بعمق (1- 1.5م). يوضع على امتداد عرضها دولاب تهوية يعمل على تدوير وتهوية المياه الموجودة فيها. ويساعد دولاب التهوية على دخول المياه بعد الغربلة أو التصفية إلى القناة والتي تُدَوّر فيه بسرعة 3. إلى 6.م/ثانية تقريبا(دليل تحري الاعمال التشغيلية).

صورة*2.1*محطة معالجة مياه الصرف الصحي في البيرة (نصر سمارة,*2009*)

2.4.2.محطة معالجة رام الله/الطيرة

تقع محطة الطيرة في الجزء الجنوبي من منطقة الطيرة، غرب مدينة رام الله ، وهو الجزء القريب من عين قينيا، التي تحظى بينابيع مياه وأماكن طبيعية، وهي منطقة تقع تحت السيطرة

الكاملة للسلطة الوطنية، مقامة على مساحة 2.5 دونمات , ومن الممكن احداث توسيعات مستقبلية عليها، لاستيعاب كميات إضافية في حال ازداد التعداد السكاني للمنطقة , تخدم في الوقت الحالي 17 الف نسمة سكانية ، ويعتبر موقع المحطة بأنه موقع جيد كونه يقع بالقرب من عين قينيا(مجرى مياه طبيعي), انتهى العمل بها في عام 2012، وهي محطة مغلقة تماما وليست معرضة للهواء أو الشمس، كما أنها تقع ضمن بناء , مما يعني انعدام إمكانية خروج اي روائح منها بشكل تام , تعالج المحطة في الوقت الحالي نحو 1500 متر مكعب يومياً من المياه العادمة , و تنتج ما يقارب (5) طن يوميا من حمأة الصرف الصحي.

تعمل محطة الطيرة بتقنية الأغشية العضوية (Membrane Bioreactor) ، وهذه التكنولوجيا ليست مستخدمة في المنطقة، ولكن تم استخدامها لحساسية المنطقة ولحماية عيون المياه في عين قينيا.

تعمل تقنية الاغشية الحيوية على المعالجة البيولوجية والفصل الفيزيائي معاً , وبالمقارنةً بالطرق التقليدية للمعالجة فان الاغشية الحيوية توفر سهولة في التشغيل مع كفاءة أداء عالية, ومن أهم مميزات تقنية الاغشية الحيوية صغر حجم المحطة بالمقارنة مع الطرق التقليدية ، وعدم وجود مشاكل أحواض الترسيب كما في المعالجة باستخدام الحمأة المنشطة او غيرها . وفي بعض الاحيان لا نحتاج لتطهير بعد المعالجة حيث تمنع الاغشية مرور البكتريا و الفيروسات و مسببات الأمراض الاخرى(عبدالرزاق التركماني,2011).

صورة *2.2* محطة تنقية مياه صرف صحي الطيرة (بلدية رام الله)

2.4.3.محطة معالجة نابلس الغربية

تم تنفيذ هذا المشروع الإستراتيجي بتمويل من حكومة ألمانيا ومساهمة من بلدية نابلس في تمويل شراء الاراضي اللازمة للمشروع وكذلك توفير الطواقم الفنية لإدارة تنفيذ وتشغيل المحطة.

تقع محطة نابلس الغربية في الجهة الغربية من محافظة نابلس وتقدر مساحتها بحوالي(110) دونم, وقد تم تشغيل المحطة في شهر تموز 2013 بمساعدة فنية حثيثة من الجانب الالماني, حيث تخدم المحطة قرابة 120 الف نسمة سكانية في الوقت الحالي , وتبلغ كميات المياه المعالجة حالياً 10,000 متر مكعب يومياً علماً أن قدرتها الاستيعابية قد تصل إلى 14,000 متر مكعب يومياً في عام 2020 , وتنتج محطة نابلس الغربية من حمأة الصرف الصحي يوميا ما يقارب 12طن , وتعمل هذه المحطة بتقنية النظام التقليدي (Conventional activated sludge process).

تتميز تقنية نظام الحمأة المنشطة التقليدي بفاعليتها العالية في المعالجة نظرا لأنه يتم إعادة جزء من الحمأة المترسبة في أحواض الترسيب الثانوية إلى حوض التهوية وذلك بشكل مستمر مما يساعد في تسريع العملية البيولوجية وزيادة كفاءتها.

صورة*2.3* محطة معالجة نابلس الغربية (بلدية نابلس)

2.4.4.محطة معالجة أريحا

تقع محطة أريحا لمعالجة مياه الصرف الصحي على الحدود الشرقية لبلدية أريحا الواقعة جنوبي وادي القلط , وقد تم البدء في تشغيلها خلال حزيران (2014م), حيث تخدم هذه المحطة بلدية أريحا والمناطق المحيطة بها مثل منطقة النويعمة، ومنطقة الديوك، ومخيم عين سلطان، و عقبة جبر, وتخدم المحطة في الوقت الحالي قرابة 1300نسمة سكانية.

تم تصميم المرحلة الأولى لتعالج 9,800 م3/ يوم والمرحلة النهائية ل 14,400 م3/ يوم , الا انه وفي الوقت الحالي تعالج 750 م3 / يوم , و تنتج ما يقارب (5) طن شهريا من حمأة الصرف الصحي.
تستخدم محطة أريحا تقنية نظام التهوية الموسعة (extended aeration activated sludge) وخنادق الأكسدة (Oxidation Ditchs) , كما في محطة البيرة .
وتتميز محطة معالجة صرف صحي أريحا باحتوائها على أحواض التجفيف (Drying Beds) التي يتم استخدامها لتجفيف حمأة الصرف الصحي الناتجة , حيث تترك الحمأة في الأحواض حتى تجف.

صورة *2.4* محطة معالجة أريحا (بلدية أريحا)

الفصل الثالث

الاسمدة الكيماوية وتأثيرها السلبي

3.1. الأسمدة الكيماوية

تتطلب الزراعة الكثيفة وتلبية الحاجة المتزايدة للغذاء , استخداما واسعا للأسمدة الكيماوية , باعتبارها المصدر الرئيسي للنيتروجين و الفسفور في التربة , وهذا يستدعي زيادة الطلب العالمي عليها.

حيث بدأت الزيادة في صـــناعة و اســـتعمال الأسمدة الكيماوية مـــن قبـــل الـــدول النامية بـــالظهور بشكل كبير بعد عام 1990, حيث قـــدرت الكميـــات المستعملة فيهـــا بحوالي60 % من مجموع الاستهلاك العالمي , بعد ما كانت تمثل 13% فقط في عام 1960 , علما بأن بعض الزيادات في التصنيع و الاستعمال قد تكون غير اقتصادية وغير لازمة , وذلك ناتج عن قلة الـوعي و سـوء الاسـتعمال , مما أدى إلى ظهور بعض المخـاطر البيئيـة غيـر الملموسة علـى المـدى القريـب , و التـي بـدأت تشـغل حيزا هاما لدى المختصـين فـي الوقـت الحالي(mutter, 2009).

وتعتبر الأسمدة الكيماوية من أهم العوامل التي ساعدت في زيادة وتطور الانتاج الزراعي , و كانت عامل أساسي لتحقيق أعلى إنتاج في كثير من الأحيان , حيث دلت الإحصاءات العالمية بأن 30% من الإنتاج الزراعي العالمي تحقق باستخدام الأسمدة الكيماوية.

وقد أشـــارت دراســـات منظمـــة الأمم المتحدة للأغذية و الزراعـــة أن الإنتاج الزراعي سيزداد للفترة ما بين (1995 – 2030) بنسـبة 75% , وأن الطلـب في ذلك الوقت سـيزداد علـى الأسمدة الكيماوية بمعـدل متوسطه 3.1 % سنويا لغاية عام 2030 (الاسكوا, 2005)

ويلجأ المزارعون عادة إلى التسميد بالأسمدة الكيماوية , للحصول على اكبر كمية من المحصول و أفضل نوعية , حيث أن السماد الكيماوي يعد من بين أهم العناصر التي تعطي زيادة واضحة وملموسة في عملية إنتاج المحصول, مما يعني الزيادة في الأرباح.

و التسميد يشكل حوالي 50% من العملية الزراعية برمتها, لذلك نجد أن هناك رغبة ملحة عند المزارعين لإضافة كميات زائدة من الأسمدة , دون الالتزام بالكميات , الأوقات وطرق الإضافة الصحيحة , طبقا للتعليمات الفنية الصادرة بهذا الشأن من مركز البحوث الزراعي (Ahmedazarc, 2011).

و بالرغم من أن الاستخدام الصحيح للأسمدة يساعد على إنتاج كبير للمحصول وبنوعية جيدة, إلا أنه في المقابل فان الاستخدام الزائد عن الحد الموصى به لهذه الأسمدة يؤدى إلى مضار فعلية على المحصول , ويترك آثار سلبية على البيئة والتربة , نتيجة إحداث تراكمات مختلفة من المواد الكيميائية , وحدوث تفاعلات جانبية عديدة , تترك خلالها أثار سلبية على البيئة والتربة , كما أن الزيادة عن الحد المطلوب تؤدي إلى زيادة النمو الخضري للنباتات وبالتالي خفض المحصول , الجودة والإصابة بالأمراض , ويؤدي الى هدر كميات كبيرة من الأسمدة , ما يعني رفع تكاليف الإنتاج بدون مبرر , كما أن الكميات الزائدة عن الحاجة تؤدي إلى تلوث المياه الجوفية ومياه الصرف الزراعي التي غالبا ما تصل إلى المياه السطحية , وبما أن المياه السطحية والجوفية تستخدم لأغراض الشرب سواء للإنسان أو الحيوان وكذلك لري المزروعات فقد يشكل تناول واستخدام هذه المياه خطرا شديدا على الصحة البيئية والعامة.

3.2. أنواع الأسمدة الكيماوية

فيما يلي عرضا للأنواع الرئيسية المستخدمة من الأسمدة الكيماوية لزيادة الانتاج النباتي.

3.2.1.الأسمدة النيتروجينية

تشكل الأمونيا المكون الأساسي لهذه الأسمدة , والتي هي تفاعل للنيتروجين المستخلص من الجو مع الهيدروجين المستخلص من المواد الهيدروكربونية(كالفحم و النفط الخام و الغاز الطبيعي و الماء) , ويعتبر الغاز الطبيعي من أفضل الخيارات اقتصاديا و بيئيا للحصول على المواد الأولية اللازمة لصناعة الأمونيا و الوقود لإتمام عملية التفاعل .

وتساهم الامونيا التي تحتوي على نسبة 82% من النيتروجين عند خلطها مع مواد أخرى في تصنيع أنواع مختلفة من الاسمدة النيترجينية والتي تعد اليوريا من أهمها .

3.2.2.الأسمدة الفوسفاتية

تعتبر صخور الفوسفات المادة الخام الأساسية لصناعة الأسمدة الفوسفاتية , و يتم إنتاج هذه الأسمدة بإضافة الحامض إلى صخر الفوسفات , وينتج من إضافة حامض الكبرتيك سماد السوبر فوسفات الأحادي الذي يحتوي على نسبة(16-21 %) من خامس اوكسيد الفسفور , و ينتج سماد السوبر فوسفات الثلاثي الذي يحتوي على (43-48 %) من خامس أوكسيد الفسفور نتيجة إضافة حامض الفسفوريك (McLaren,1987).

3.2.3.الاسمدة البوتاسية

يستخرج البوتاسيوم كمادة قابلة للذوبان مخلوطا مع جزيئات الكبريت أو الكلور, وتتم تنقية هذه المواد بإزالة كلوريد الصوديوم منها ومن ثم تركيزها قبل الاستخدام , حيث تستخدم المواد الناتجة مباشرة كسماد بوتاسي أو على شكل كلوريدات و كبريتات البوتاسيوم , وتستخدم الطاقة الكهربائية و الوقود السائل كمصدر للطاقة في عملية إنتاج هذا السماد , و من أهم الدول المنتجة للبوتاس كندا و روسيا وبعض دول أوربا الغربية كفرنسا و اسبانيا و ايطاليا وكذلك الأردن و فلسطين (الاسكوا ,2005) (Mayrhaferm,1983).

3.3. تأثير الأسمدة الكيماوية على البيئة

يؤدي الإفراط في استخدام الأسمدة الكيماوية بكميات تفوق حاجة النباتات وفى مواعيد غير مناسبة لنموها ، إلى تراكم الكميات الزائدة منها في أنسجة وجذور وأوراق النباتات المزروعة مما يتسبب في تغير صفاتها الطبيعية والكيمائية , كما يؤدي إلى تكوين طبقة غير مسامية بين حبيبات التربة , والتي يكون لها تأثير سلبي على التربة الزراعية ذاتها , وبالتالي ارتفاع مستوى الماء في الأرضي وارتفاع درجة الملوحة , إضافة إلى تأثيرها على تهوية التربة وموت جذور النباتات ، و كذلك هي قد تؤدي إلى عجز النباتات عن امتصاص العناصر الغذائية الموجودة في التربة والتي تحتاجها في نموها , كما تقوم بتحويل العناصر الغذائية الهامة لنمو النباتات إلى مواد لا تستطيع النباتات امتصاصها, وبذلك خلل في نموها(صلاح فضل الله ,2001).

أما بالنسبة للكميات المتبقية من الأسمدة الكيماوية وتأثيرها على خواص التربة الكيماوية والفيزيائية والحيوية , فان الأسمدة غير الممتصة من قبل النباتات والمتراكمة في التربة فهي تزيد من ملوحة التربة, مما يؤدي إلى رفع الضغط الأسموزي لمحلول التربة , وتحد من امتصاص النباتات للماء , وكذلك وجد بان التراكيز العالية للأسمدة في التربة تعيق النمو نتيجة تراكمها كأملاح ، وهذه الأملاح تعيق نمو الأحياء الدقيقة في التربة والمطلوبة لاختزال الأسمدة من صورة لأخرى ، وكمثال على ذلك فان فاعلية انزيم اليوريز الناتجة بواسطة البكتريا تقل بصورة واضحة عند معدلات الملوحة العالية , مما يؤدي الى نقصان كمية عنصر النيتروجين غير العضوي المتاح للنباتات, وكذلك فقدان سماد اليوريا عن طريق الشرب, ويعد الكثير من مركبات الأسمدة الكيماوية , مركبات ثابتة لا يمكن التخلص منها بسهولة , وتبقى آثارها في التربة لمدة طويلة تتراوح ما بين (10-5) سنوات مثل مركبات الفسفور, مما يعني امتداد أثرها في التربة لفترة زمنية طويلة(صلاح فضل الله ,2001) .

إن زيادة الإفراط في استخدام الأسمدة الكيماوية التي تفوق حاجة النباتات سوف تؤدي إلى تراكم جزء كبير منها في التربة ، وهذا الجزء المتراكم سوف يذوب في مياه الري , ويتسرب إلى المياه الجوفية في باطن الأرض , مما يعني تلويثها, و قد يتسرب إلى المجاري الزراعية والمجاري المائية المجاورة للأراضي الزراعية والتي تعد مصدرا لشرب الإنسان والحيوان , أو لمعيشة بعض الكائنات الحية كالأسماك مما يشكل أضرار بالغة للصحة العامة.

ويؤدي الاستخدام المكثف والجائر للأسمدة الكيماوية إلى ترك اثأر ومضار سلبية على العناصر الرئيسة الثلاثة للبيئة (الماء والتربة والهواء) , وتتفاوت درجة التأثير السلبي على البيئة مع تباين أنواعها ومصادرها وأشكالها المختلفة ، لكن الأسمدة النيتروجينية والاسمدة الفوسفاتية هي من أكثر الأسمدة استخداما وأكثرها تأثيرا على البيئة , وفيما بعد سنتعرف على تأثير كل منهما .

3.3.1.الأسمدة النيتروجينية

تعتبر الأسمدة النيتروجينية من أكثر أنواع الأسمدة استخداما, نظرا لأهميتها الحيوية وتأثيراتها الايجابية السريعة والملحوظة على مختلف أنواع النباتات , ويؤدي الإفراط في إضافتها إلى وصول النترات (الصورة الشائعة للسماد النيتروجيني) بمستويات عالية إلى المياه الجوفية أو إلى مياه المجرى الزراعي , والتي غالبا ما تصل إلى المياه السطحية والجوفية ايضا , و في

حال احتوائها على النترات بتركيز يزيد عن 40 ملم/ لتر من الماء , ستتحول هذه النترات في الأمعاء الى مادة كيميائية يطلق عليها(نتريت) , وهي مادة ذات تأثير سلبي على كريات الدم الحمراء , الأمر الذي قد يصل إلى حد الإصابة بسرطان الدم وسرطان المعدة والأمعاء, و يسبب تسمم للحيوانات التي تسقى منها أو تتغذى بأعلاف رويت بالمياه الملوثة بها ,Ahmedazarc (2011).

وتؤدي الكميات الزائدة من السماد النيتروجيني إلى زيادة النمو الخضري على حساب المحصول الثمري , مما يؤخر النضج ويقلل المحصول , ويصبح النبات غضا طرياً سهل الوقوع عند تعرضه للرياح , مما يصبح أكثر عرضة للإصابة بالآفات والأمراض

(Ahmedazarc , 2011).

أما في حالة وصول مياه المجرى الزراعي ذات التراكيز العالية من النترات الى مياه البحيرات والمستنقعات الراكدة , فيؤدي ذلك إلى نمو الطفيليات والطحالب المائية وغيرها , ويطلق على هذه الظاهرة بالبترنة , وهي ظاهرة تؤدي إلى استنفاذ الأكسجين من الماء, و نمو الكائنات اللاهوائية , وبقاء المادة العضوية في صورتها المختزلة دون تحلل , واستمرارها في التراكم يعطي مركبات سامة للكائنات الحية كالأسماك , ويؤدي إلى انتشار الحشائش المائية في المصارف مما يسبب إعاقة جريان المياه وخلق أضرار كثيرة فيها, مما يستوجب تنظيف وتعقيم تلك القنوات خوفاً من انسدادها , و بالتالي تؤدي إلى خسائر مالية كبيرة.

3.3.2.الأسمدة الفوسفاتية

تعد عملية تصنيع الأسمدة الفوسفاتية من أكثر عمليات تصنيع الأسمدة تلويثا للبيئة بالغازات السامة , نظرا لسمية وخطورة الغازات الناتجة أثناء عملية تصنيعها.

يعتبر الفسفور العنصر الأساسي الذي يدخل في تركيب السماد الفوسفاتي , و يعد عنصراً غير متحرك في نظام التربة بعكس النيتروجين، و إمكانية تسربه للمياه الجوفية قليلة ، الا انه نتيجة لارتباطه بحبيبات التربة وترسبه على شكل مركبات كيماوية غير عضوية في التربة وقابليته البطيئة للتحلل فان إمكانية انتقاله للمياه السطحية من خلال عمليات انجراف للتربة وانتقاله مع الجريان السطحي للمياه الجارية ممكنة ويشكل خطرا ملحوظا على المياه ، فالفسفور يعد عامل محدد يسرع من عملية الإثراء الغذائي للمياه السطحية وتدهور الحياة البحرية فيها , كما ان زيادة مستويات الفسفور في التربة تعمل على إحداث خلل في التوازن للعناصر الغذائية في التربة , وتقلل من إنتاجيتها, ويعد التخوف من تراكم العناصر الثقيلة نتيجة استخدام الأسمدة الكيماوية في الزراعة مهما ويستدعي الوقوف من اجل الحد منه ، ومن أكثر العناصر الثقيلة تواجدا في الاسمدة هو عنصر الكاديوم الموجود في(الأسمدة الفسفورية) بصورة طبيعية

(Ahmedazarc, 2011).

ويزيد الاستخدام المكثف للاسمدة الفوسفاتية من امكانية تراكم الكاديوم في التربة , ومن إمكانية امتصاصه من النباتات, وبالتالي انتقاله الى غذاء الإنسان و أعلاف الحيوانات مما يشكل اضراراً صحية على الانسان والحيوان.

3.3.3.الأسمدة البوتاسية

لا تختلف التأثيرات السلبية للأسمدة البوتاسية عن تأثيرات الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية, لأن البوتاسيوم يعدّ عنصراً متحركاً وغير مستقر في التربة , وهو اكثر حركة من الفسفور واقل من النتروجين , لذلك فان إمكانية تسربه لمياه الصرف عالية , وتشكل هذه الكمية خطراً ملحوظاً على المياه، ونظراً لأن الأسمدة البوتاسية قليلة الاستخدام في الزراعة من قبل المزارعين كالأسمدة النتروجينية والفوسفاتية لذا فان تأثيراتها السلبية تكون قليلة جداً , كما أن زيادة استخدام الأسمدة البوتاسية في التربة تؤدي الى عدم انتظام الضغط الأسموزي للتربة والنباتات , وبالتالي تناقص قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية المضافة عن طريق التسميد , مما يسبب ارتفاع الملوحة و خلق أضرار للنباتات , مما يترتب على ذلك فقدان مقدرة النباتات على الاحتفاظ بالماء وإصابته بالذبول , كما يمكن أن يعرض النباتات للإصابة بالآفات المرضية والحشرية.

ولان البوتاسيوم يكون مرافقاً للنترات عند تسربها إلى أعماق التربة , فبالتالي يزيد من خطر الإصابة للإنسان و الحيوان مع مياه الشرب.

3.4. الحمأة المعالجة

تُعرّف الحمأة المعالجة بالحمأة التي اجريت عليها تعديلات بسيطة أو معقدة بطرق مختلفة مثل التكثيف , الهضم اللاهوائي , التجفيف وغيرها, لإحداث تغيير في تركيبتها الفيزيائية أو الكيميائية أو الحيوية أو كلا منها , حتى تحقق الشروط والثوابت والمواصفات المحلية او العالمية بهدف أن تصبح آمنه بيئيا وصحيا , وبعد ذلك يمكن الاستفادة منها واستخدامها في مجالات عدة مثل الاستخدام الزراعي, الدوبال, الطاقة, تعبيد الشوارع وغيرها الكثير(EEA,1997) .

تشكل الحمأة مصدرا جيدا وغنيا بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات والتي تعد ثروة سمادية للعديد من المحاصيل الزراعية , حيث تعد إضافة الحمأة إلى الاراضي الزراعية تطبيق شائع الاستعمال في العديد من الدول التي تسمح بإعادة استعمال المخلفات العضوية الصلبة , إلا أن استعمالها بشكل غير علمي وغير مرشد قد يسبب اثار خطيرة على نمو النباتات وغذاء الحيوانات , وعلى صحة الإنسان بشكل عام , لذلك كان لا بد من إيجاد الحلول والطرق الفعالة والاقتصادية للاستفادة من الكميات المتراكمة في محطات المعالجة, والتي تشكل مشكلة بيئية وصحية كبيرة.

عملية معالجة الحمأة تمكننا من الاستفادة من المواد العضوية اللازمة للتربة والمحصول التي تعتبر جزءا من مكوناتها مثل النيتروجين والفسفور , وتؤدي الى التخلص من المركبات الكيميائية السامة ومسببات الامراض و تقليل تراكيزها لتصبح ضمن الحدود الموصى بها دوليا , لكي لا تشكل أضرارا على البيئة والتربة والمحصول والصحة العامة , ويمكن الاستفادة الفعلية من الحمأة عندما يتم معالجتها بالشكل الصحيح والمناسب.

3.5. مراحل معالجة الحمأة

تعالج الحمأة الناتجة عن محطات تنقية مياه الصرف الصحي بعدة مراحل منها وسيتم وصفها حسب ما تم ذكرها في دراسة(جميلة عوض , 2009)

1. **تكثيف الحمأة**

الهدف من عملية التكثيف هو تقليل الرطوبة في الحمأة الى 96% , وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة وتقليل حجم الحمأة الفعلي ، وتتم هذه العملية بفصل الكميات الزائدة من المياه في الحمأة , بواسطة خزانات مستقلة , وهناك ثلاث أشكال من عمليات التكثيف وهي

- التكثيف بالجاذبية
- التعويم الهوائي
- الطرد المركزي

2. **الهضم**

إن المبدأ الأساسي لعملية هضم الحمأة هو إخضاع المواد العضوية الموجودة في الحمأة المستقرة للتفكيك الهوائي واللاهوائي ، حتتى تصبح نافعة وقابلة لنزع اكبر كمية رطوبة منها.

3. **المعالجة**

تحسن من عملية نزع الرطوبة من الحمأة التي هضمت , وتتم بطرق عديدة مثل المعالجة الكيميائية , الحرارية و التجميد , وتعتبر المعالجة الكيميائية للحمأة ضرورية حتى يتم نزع الماء من الحمأة بواسطة الفلترة الإنفراغية.

4. **نزع الماء**

الهدف من هذه العملية هو إنقاص حجم الحمأة إلى حد كبير، وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة , ومعظم الحمأة المهضومة الاولية أو الممزوجة مع الحمأة المنشطة الفائضة يمكن أن ينزع منها الماء الى نسبة 90% في المكثف بالجاذبية ، ورغم ذلك فان نزع الماء يتم لاحقاً بواسطة التجفيف الهوائي من خلال أحواض التجفيف ، أو بطرق ميكانيكية, والقوة النابذة أو بواسطة الفلاتر المضغوطة.

5. **التجفيف الحراري**

الهدف من التجفيف الحراري كذلك ايضا هو إنقاص محتوى الرطوبة بشكل كبير من حجم الحمأة التي تم نزع الماء منها ، لذلك يمكن أن تستخدم الحمأة بعد التجفيف دون أن تسبب روائح كريهة أو ضرر على الصحة العمة , وللتجفيف طرق عدة منها

- تجفيف الحمأة بواسطة الحرارة
- التجفيف الوميضي
- الفرن الدوار
- الفرن ذو الموقد المتعدد

وعملية التجفيف تتم من خلال توجيه تيار من الهواء الحار أو الغازات الحارة بدرجة حرارة حوالي 35 درجة مئوية ، ويجب التخلص من الغازات الحارة والغبار والرماد الناتج من الاحتراق عن طريق آليات ميكانيكية مضبوطة للحد من تلوث الهواء.

والحمأة الجافة الناتجة من الأفران تكون حبيبية صلبة , يتم تفتيتها قبل استخدامها لتحسين تركيبة التربة.

6. **الترميد**

تتضمن عملية الترميد حرق للحمأة في مفاعل تحت درجات حرارة عالية , بهدف التخلص من المواد العضوية ، ويعتبر الرماد المتبقي مفيد بشكل عام لردم الأرضيات ، خلال هذه العملية فان كل الغازات المنبعثة والمنطلقة من الحمأة تحترق , و المواد العضوية تتحطم . ويتم تعريض الحمأة المهضومة أو المنزوعة الماء لحرارة تتراوح بين (650-750) درجة مئوية , ويتم استخدام الموقد المخروطي أو الأفران الوميضية بالإضافة إلى الاستعانة بحساس للحرارة ميكانيكية التجفيف, وترتيبات تسخين بضابط لدرجات الحرارة.

7. الحمأة النهائية

التخلص النهائي من الحمأة منزوعة الماء أو التي تم تجفيفها أو رماد ما بعد الحرق , يمكن طمرها بشكل آمن أو استخدامها مع مواد لصناعة الاسمنت أو غيره.

والصورة 3.1 التالية توضح لنا مراحل معالجة الحمأة بالترتيب

صورة *3.1* مخطط لمراحل معالجة حمأة مياه الصرف الصحي(جميلة عوض , *2009*)

3.6. مجالات الاستفادة من الحمأة المعالجة

يوجد العديد من الطرق التي يمكن الاستفادة بها من الحمأة المعالجة , واختيار الحل المناسب يمكن الوصول إليه بناء على تركيبة الحمأة الناتجة والقوانين المحلية والاعتبارات الاقتصادية , و طرق التخلص عموماً تتطلب نوع مناسب من المعالجة .

في هذه الدراسة سيتم التركيز على مدى إمكانية استخدام الحمأة في المجال الزراعي نظرا لتركيبة الحمأة الناتجة في محطات الدراسة والتي تتطابق مع مواصفات الاستخدام الزراعي, وهنا سيتم ذكر بعض من استخدامات الحمأة المعالجة ومنها

- الاستخدام المباشر في الزراعة , كمحسن للتربة أو كسماد بديل
- جزء من مكونات الدوبال
- الرمي
- الحرق

3.6.1.استخدام الحمأة في الزراعة

استعملت الحمأة في العديد من دول العالم كمحسن ومخصب للتربة وكسماد , لزراعة العديد من أنواع المحاصيل والأشجار سواء المثمرة أو الحرجية , حيث أظهرت تلك النباتات استجابة عالية وكبيرة بعد تسميدها بالحمأة.

قبل نشر الحمأة على التربة يجب عمل دراسة زراعية كاملة مسبقة لتحديد الأرض الزراعية وكمية الحمأة التي يمكن نشرها , وذلك لتحديد المعلومات المطلوبة حول المعايير والمحاذير الواجب اتخاذها لحماية مجرى المياه السطحية , الجوفية , الصحة العامة والبيئة , ويجب أن يتم ذلك بحسب خواص التربة اللازمة مثل (الرقم الهيدروجيني(pH) , محتوى المعادن الثقيلة , ميل التربة وكذلك نوع المحاصيل التي سيتم زراعتها) , فلا يمكن نشر الحمأة فوق أرض مخصصة أو سيتم تخصيصها خلال العام لزراعة المحاصيل, وكذلك أيضا يجب التأكد من أن الحمأة التي سوف يتم نشرها في أرض للمراعي , يجب أن تكون خالية من مسببات الأمراض من اجل ضمان الصحة العامة للإنسان والحيوان (عبدالرزاق التركماني, 2008).

يتم نشر الحمأة على الأراضي الزراعية بأشكال مختلفة فمنها السائلة , الصلبة وغيرها وذلك باستخدام المعالجة الخاصة بكل نوع ، ولكي نتجنب الرائحة الكريهة التي يمكن أن تنتج من تخزين أو نشر الحمأة على التربة , لا بد من أن يتم معالجتها بشكل صحيح مطابق للمواصفات القياسية , وأن تكون في حالة ثابتة ومستقرة (عبدالرزاق التركماني, 2008).

ولاستخدام الحمأة المعالجة على التربة فوائد مختلفة نذكر ما يلي

1. خلط الحمأة المعالجة بالتربة المالحة يعمل على معادلة الأملاح (الكلوريدات) وتخفيض تركيزها فتصبح بذلك مناسبة للاستخدام الزراعي ، و يمكن استصلاح مساحات واسعة من الأراضي الزراعية الكبيرة خلال فترة زمنية قصيرة (دينا جوني, 2009).
2. استخدام الحمأة في الأراضي الزراعية مفيدا , لأنه يمكن أن يحسن الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة التي تساعد في نمو المحاصيل (Beck et al 1996)
3. تزود التربة بمخصبات إضافية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم.
4. تزيد من قدرة الأرض على زيادة فترة احتفاظها بالمياه .
5. تحسين وزيادة انتاجية المحاصيل الزراعية (ازدهار علي, 2017).
6. التقليل من استعمال الاسمدة الكيماوية المتسببة في تلوث المياه الجوفية (ازدهار علي, 2017).
7. تشكل الحمأة المعالجة دورا هاما في تعديل المواد المغذية لضمان خصوبة التربة, ويمكن أن تستخدم كبديل للأسمدة الكيماوية لتعديل التربة وتكييفها , وأيضا تطبق الحمأة المعالجة على التربة التي تعرضت لخسائر كبيرة من المواد العضوية بسبب الزراعة المكثفة او التآكل والتي عادة ما يتم التخلي عنها او تركها للراحة فترة من الزمن لتستعيد العناصر التي فقدتها.

3.6.2.كمبوست الحمأة (الكمر)

الكمر هو تحلل جزئي للمادة العضوية من خلال التخمر في حال وجود تهوية كافية ، وهو ناتج عن نشاط ميكروبي ومصحوب بإرتفاع جيد لدرجة الحرارة , مما يعمل على تدمير الكائنات الحية المعدية ويقلل من محتوى الرطوبة للحمأة , ويفضل استخدامه للحمأة الخام التي لم تتم عليها أي معالجة , بحيث تكون غنية بالمواد العضوية , إلا أنه كذلك يمكن استخدام الحمأة المهضومة هوائياً أو لاهوائياً ، وعادة يتم إضافة مواد تحتوى على الكربون مثل نشارة الخشب , قش الذرة وجذوع الأشجار الجافة , لتحسين تركيبة الكومبست (عبدالرزاق التركماني, 2008).

وهذه الطريقة تنتج مكون عضوي رطب هام للتربة , حيث يمكن استخدامه في العديد من المجالات كالحدائق, نمو الزهور , المشاتل , كروم العنب , الغابات وايضا إعادة تشكيل التربة المتآكلة .

الفصل الرابع

الطريقة والإجراءات

4.1. منهج الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة منهج البحث الوصفي التحليلي لتقييم الجوانب القانونية والتقنية الاقتصادية لإدارة حمأة الصرف الصحي في المناطق الحضرية الفلسطينية , وكذلك ايضا لدراسة وقياس مدى قابلية المزارع الفلسطيني لاستخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل.

4.2. جمع البيانات

تم الحصول على المعلومات الاساسية لهذه الدراسة من عدة مصادر تضمنت تقارير ودراسات سابقة , معلومات من البلديات لكل من بلدية البيرة ورام الله , نابلس , أريحا , مقابلات وزيارات ميدانية لصناع القرار في مؤسسات ووزارات فلسطين لتقييم امكانية ادارة الحمأة المنتجة في محطات فلسطين , الخبرات السابقة في مجال ادارة الحمأة للدول المجاورة وغيرها, المبادئ التوجيهية والارشادية والقياسية والمواصفات الفنية الإلزامية لإعادة استخدام الحمأة المنتجة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي الفلسطيني.

4.3. مجتمع الدراسة

شملت هذه الدراسة ثلاث فئات رئيسية من المجتمع , ممن تربطهم علاقة مباشرة في عملية انتاج الحماة و احداث فرق في عملية ادارة الحماة الناتجة كصناع القرار في المؤسسات و الوزارات الفلسطينية في منطقة رام الله , و كذلك البلديات المسؤوله عن المحطات التي شملتها الدراسة واقتصرت على بلديات (رام الله ,البيرة ,نابلس,أريحا), والمزارعين حيث اقتصرت العينة على عدد من مزارعي منطقة اريحا بسبب توفر مدرسة زراعية تضم عدد من المزارعين.

وفيما يلي جدول يوضح مجتمع الدراسة والعينة التي تم معاينتها

مجتمع الدراسة	العينة
صناع القرار	وزارة الزراعة وزارة الصحة وزارة الحكم المحلي سلطة المياه سلطة جودة البيئة مؤسسة المواصفات والمقاييس
البلديات/المحطات	بلدية البيرة/محطة البيرة بلدية رام الله/محطة الطيرة بلدية نابلس/محطة نابلس بلدية أريحا/محطة أريحا
المزارعين	50 مزارع/ منطقة اريحا

جدول رقم *4.1* عينات الدراسة

4.4. أدوات الدراسة

أدوات الدراسة تمثلت باستبيانات بحثية تم بناؤها بعد الاطلاع على الدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع الحمأة و ادارتها , ومن خلال الاستفادة من ذوي الاختصاص في مجال إنتاج الحمأة و إدارتها , وتم توزيع هذه الاستبيانات البحثية على عينات الدراسة المختلفة (صناع القرار ,البلديات ,المزارعين) , وكذلك ايضا تم اجراء المقابلات الشخصية والاتصالات الهاتفية التي اعتمدت على التدوين الخطي لتسجيل البيانات والمعلومات المطلوبة حول موضوع الدراسة.
ونظرا لاختلاف عينات الدراسة (صناع القرار , البلديات , المزارعين) فقد شملت كل عينة دراسية استبيان بحثي خاص بها, و احتوى الاستبيان البحثي لكل عينة على محورين أساسيين , شمل المحور الاول المعلومات الاولية الخاصة بالعينة , و المحور الثاني شمل فقرات الاستبيان والتي تتكون من فقرات كمية وتحليلية .
بلغ عدد الاستبيانات البحثية التي تم توزيعها على عينة المزارعين (50) استبيانة, صلح منها(40) استبيانة للتحليل الاحصائي كما في الملحق (1) .
أما بما يتعلق باستبيانات صناع القرار والبلديات فقد تم اعتماد الاستبيانات كمقابلات شخصية , نظرا لقلة عددها , حيث بلغ عدد استبيانات صناع القرار (6) استبيانات وتم توضيحها في ملحق رقم (2) , وعدد الاستبيانات التي تم جمعها من البلديات المسؤولة عن المحطات التي شملتها الدراسة (4) استبيانات كما في الملحق(3).

4.5. خطوات الدراسة

1. في بداية الدراسة تم توزيع استبيانات استهدفت المزارعين، مسئولي محطات معالجة مياه الصرف الصحي العامة في البلديات وكذلك أيضا صناع القرار في وزارات ومؤسسات فلسطين .
2. تم تحديد كميات الحمأة الناتجة شهريا , سنويا في المحطات التي شملتها الدراسة (محطة البيرة , محطة الطيرة , محطة نابلس , محطة أريحا).
3. تقييم وتحديد نوع التكنولوجيا المستخدمة في محطات معالجة مياه الصرف الصحي.

4.1. التحليلات الإحصائية

بعد جمع الاستبيانات , تم مراجعتها من قبل الباحثة , وإدخال الاستبيانات التي تم اعتمادها إلى الحاسوب لتحلل باستخدام برنامج الرزم الإحصائية (SPSS) وبرنامج اكسل , حيث تمت المعالجة الإحصائية اللازمة للبيانات .

أما بخصوص البيانات والمعلومات الاخرى التي تم جمعها من خلال الدراسات والتقارير السابقة وكذلك من خلال المقابلات الشخصية فقد تم تحليلها لايجاد علاقة المتغيرات ببعضها ومدى تأثير كل واحدة بالاخرى , فمثلا ما هو تأثير ادارة الحماة على الوضع البيئي والاقتصادي وكذلك تأثير قبول المزارعين في ادارة الحماة.

الفصل الخامس

عرض وتحليل نتائج الدراسة

5.1. كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة والعبء المالي المترتب على عملية التخلص منها

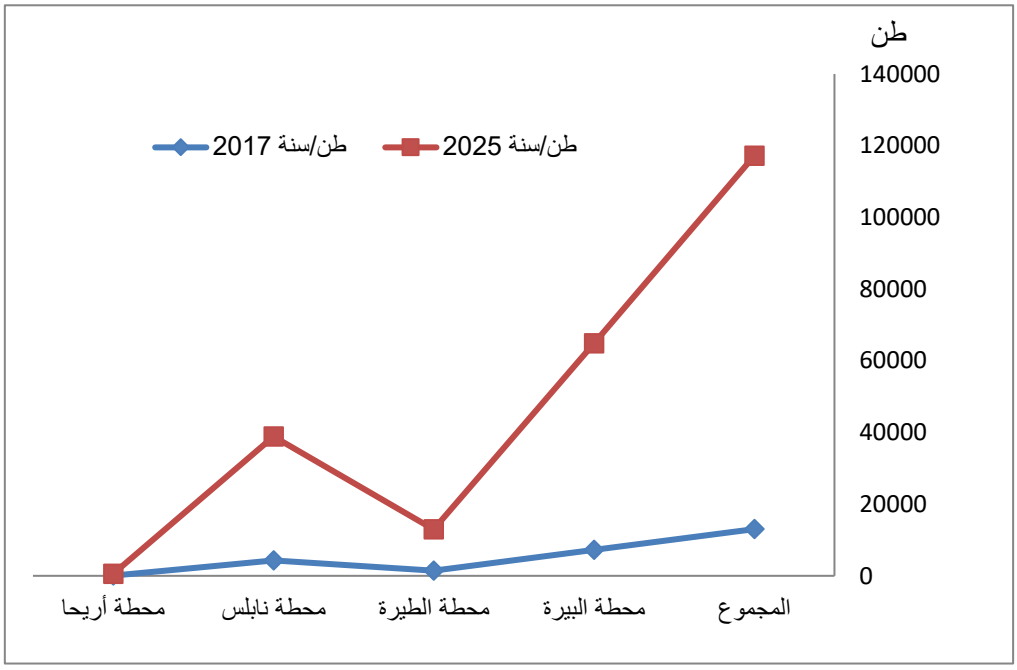
أظهرت نتائج الدراسة أن كميات الحمأة الناتجة في محطات تنقية المياه العادمة التي شملتها الدراسة والموضحة في الجدول رقم (5.1) تعتبر كميات كبيرة نسبيا , وفي حال اعتبرت هذه الكميات ثابتة بشكل نسبي , رغما بأنها ليست كذلك نظرا لان عدد السكان في تزايد مستمر (لمياء حمايل , 2017) , فانه وبحلول عام 2025 ستتراكم كميات الحمأة بمعدل ثمانية أضعاف الناتج الحالي في اقل التوقعات الممكنة وهي النسبة الثابتة , والجدول رقم (5.1) يظهر الكميات الناتجة في الوقت الحالي وبحلول عام 2025.

اسم المحطة	السنة 2017	السنة 2025
محطة البيرة	7200 طن	57600 طن
محطة الطيرة	1440 طن	11520 طن

محطة نابلس	4320 طن	34560 طن
محطة أريحا	60 طن	480 طن
المجموع	13020 طن	104160 طن

جدول *5.1* كميات الحمأة الناتجة

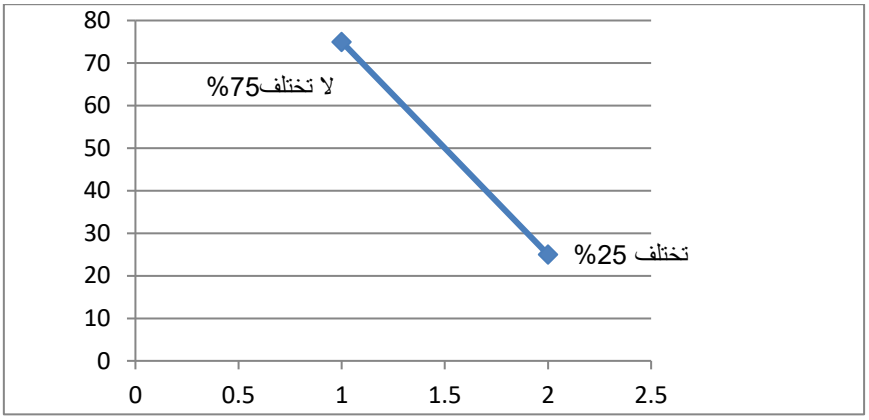
الرسم البياني الموضح في الشكل(5.1) يوضح لنا الكميات الكبيرة الناتجة من الحمأة في محطات الدراسة و الفروقات بين نواتج كل محطة واخرى في الوقت الحالي 2017 وفي عام 2025, فيما لو كانت نسبة الزيادة الفعلية تزداد بشكل ثابت.



الشكل 5.1 كميات الحمأة الناتجة

لقد تم اعتماد النسبة الثابتة لتزايد كميات الحمأة الناتجة لمحطات الدراسة, نظرا لعدة معايير أخذت بعين الاعتبار, نذكر منها السنوات الزمنية المختلفة لتشغيل كل محطة , فمنها من تم تشغيلها في عام 2000 كمحطة البيره , وعام 2012 محطة الطيرة , عام 2013 محطة نابلس الغربية وعام 2014 محطة أريحا.

وتوضح النتائج ان نسبة 75% من محطات الدراسة كما هو مبين في الشكل(5.2) تنتج كميات الحمأة ذاتها في الصيف والشتاء دون فرق فعلي بينهما , نظرا لان شبكات الصرف الصحي محكمة الإغلاق ولا يتم دمجها مع مياه الأمطار (عمران خلف, 2017)



الشكل 5.2 اختلاف كميات الحمأة ما بين الصيف والشتاء

تعتبر كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة ذات نسبة انتاج عالي حيث تشكل للفرد الواحد في اليوم الواحد ما نسبته

0.400 كغم/للفرد. يوم في محطة البيرة

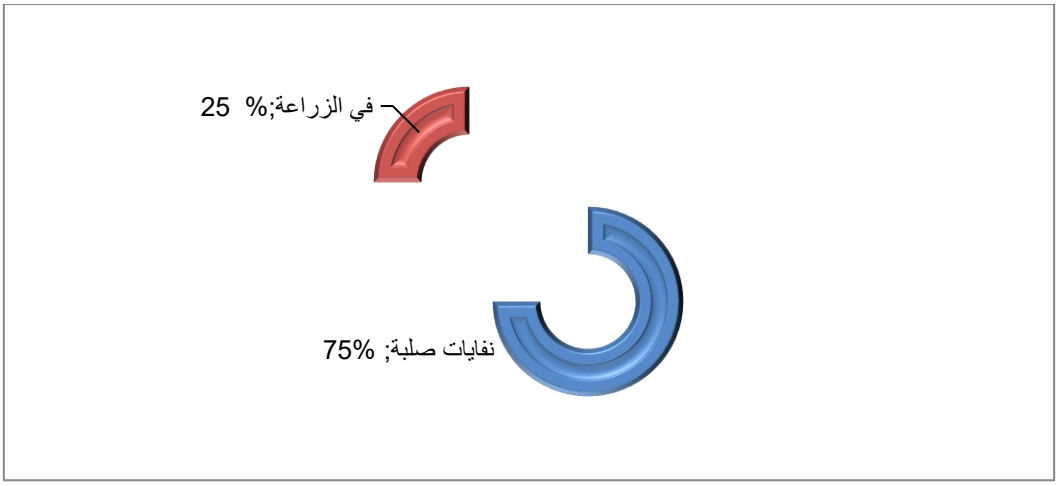
0.235 كغم/للفرد. يوم في محطة الطيرة

0.175 كغم/للفرد. يوم في محطة نابلس

0.123 كغم/للفرد. يوم في محطة أريحا

5.1.1.طرق التخلص من الحمأة الناتجة في محطات الدراسة

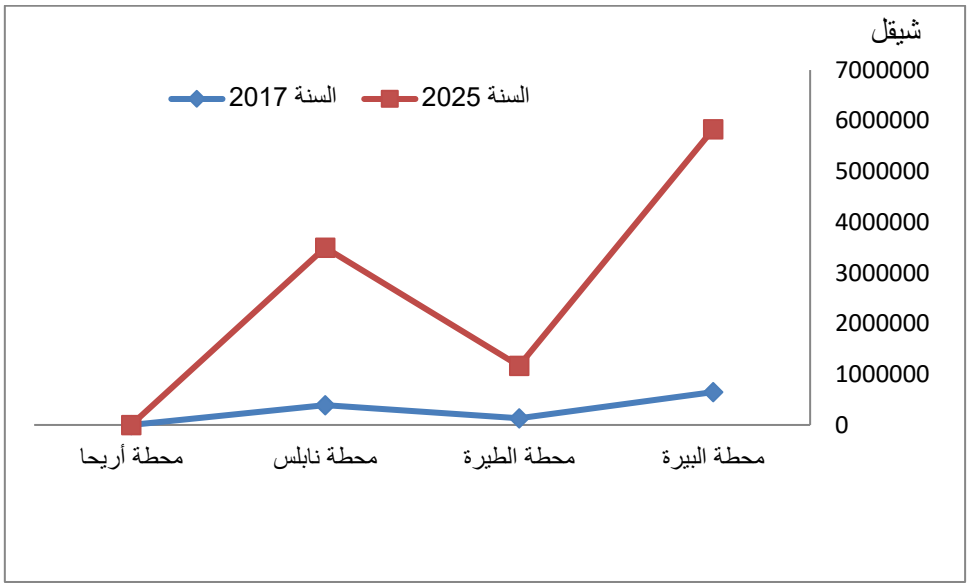
بالاعتماد على الجدول (5.1) نرى بأن محطات الدراسة تنتج كميات كبيرة من الحمأة , ويوضح لنا الشكل (5.3) بأن طريقة التخلص من هذه الكميات الناتجة هي مكب النفايات , وتشكل 75% من مجمل محطات الدراسة , و تعتبر الحمأة الناتجة كنفايات صلبة ليتم التخلص منها عن طريق نقلها الى مكب النفايات , و تشكل محطة أريحا نسبة 25% من محطات الدراسة وهي المحطة الوحيدة التي تعمل على تجفيف الحمأة الناتجة في أحواض تجفيف, حيث تصل نسبة المواد الجافة الى الرطبة في هذه الحمأة الى 95%جاف , ومن ثم تنثر على الأراضي داخل حدود المحطة, لدراسة إمكانية استخدامها زراعيا (عمران خلف, 2017).



الشكل 5.3 طرق التخلص من الحمأة الناتجة في المحطات

5.1.2.تكاليف التخلص من الحمأة الناتجة في المحطات

أظهرت النتائج أن مكب النفايات هي طريقة التخلص شبه الوحيدة التي تستخدمها محطات الدراسة الشكل(5.3) , وتتطلب عمليات نقل الحمأة الناتجة من موقع المحطة إلى مكب النفايات المقصود , مبلغ مالي يترتب على المحطة أو البلدية المسؤولة عن تشغيلها, يعادل تقريبا ما قيمته (90 شيقل/1 طن من الحمأة الناتجة), بناءا على ما صرح به مسؤولي محطات الدراسة للباحثة , غير شامل عمليات الصيانة والعمليات الأخرى المترتبة على النقل والتخلص من الحمأة الناتجة , والشكل(5.4) يوضح قيمة التكاليف المالية المترتبة على عملية نقل كميات الحمأة الناتجة في الوقت الحالي , والمتوقعة بحلول العام 2025, حيث تم اعتماد كميات الحمأة الناتجة التي يظهرها الجدول (5.1) بتكلفة فعلية تعادل 90 شيقل/1طن .



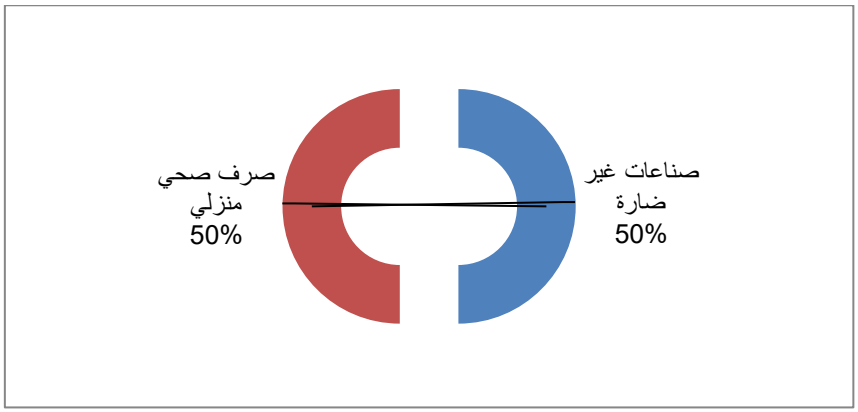
الشكل 5.4 التكلفة المالية المترتبة على نقل الحمأة الناتجة(90 شيقل/1طن)

نلاحظ من الشكل(5.4) قيمة التكاليف المالية العالية المترتبة على محطات الدراسة للتخلص من كميات الحمأة الناتجة في مكب النفايات , والتي كان من الممكن الاستفادة منها بشكل فعلي لتطوير وتشغيل محطات التنقية وتوسيعها بشكل خاص , ولتطوير الاقتصاد الوطني للدولة بشكل عام , فيما لو تم استغلال كميات الحمأة الناتجة والاستفادة منها بشكل صحيح ومناسب.

5.1.3.تركيبة الحمأة الناتجة في محطات الدراسة

أظهرت نتائج الدراسة أن طريقة التخلص من الحمأة الناتجة عن عملية تنقية مياه الصرف الصحي تكون بنقلها الى مكب للنفايات ,على الرغم من قلة تركيز المعادن الثقيلة الضارة بها والتي تم إثباتها بدراسات وأبحاث علمية سابقة تم إجراؤها على بعض من حمأة محطات الدراسة الناتجة, والتي أثبتت مطابقتها للمواصفات العالمية والقياسات الفلسطينية الآمنة , والتي تمكن من استخدام الحمأة الناتجة كمحسن للتربة أو كسماد زراعي بديل عن الأسمدة الكيماوية (لمياء حمايل, 2017).

والشكل(5.5) يوضح لنا أن المياه التي يتم معالجتها في محطات الدراسة والتي تنتج من معالجتها الحمأة , تخلو من مياه الصناعات الثقيلة الضارة والتي تحتوي على مركبات كيماوية معقدة ومعادن ثقيلة , مما يعني خلو الحمأة الناتجة من مركبات الصناعات الثقيلة والمواد الكيماوية المعقدة , وكما نرى في الشكل(5.5) أن 50% من المياه التي يتم معالجتها هي مياه صرف صحي منزلي و50% صناعات غير ضارة.



الشكل 5.5 المياه المعالجة في محطات الدراسة

وتظهر النتائج بأن محطات الدراسة تستخدام لمعالجة المياه العادمة وحمأة الصرف الصحي تقنيات عالية الجودة ووفق مواصفات عالمية.

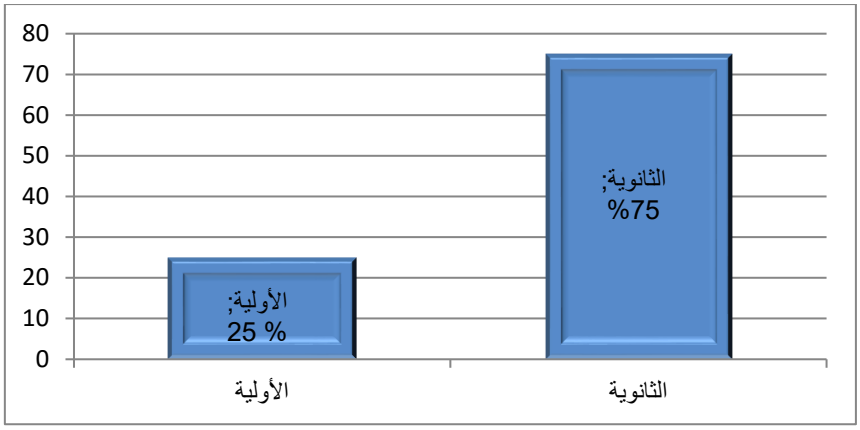
وفي دراسة سابقة لفحص مستويات تراكيز المعادن الثقيلة للحمأة الناتجة من عملية المعالجة للمياه العادمة لمحطة البيرة , من خلال فحص أنواع محددة من المعادن الثقيلة مثل (النحاس, النيكل, الكروم, الكاديوم, الرصاص, الارسينك بالاضافة الى البورون), التي قد تتواجد في المياه العادمة الصناعية والمنزلية القادمة للمحطة, لتحديد مستويات تركيز المعادن الثقيلة في

الحمأة لتقييم التأثيرات التي قد تحدثها إذا ما استخدمت الحمأة في تسميد الأراضي الزراعية, فقد أظهرت نتائج الدراسة بأن الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة والتي تم قياسها قد بلغت (1150.3, 411.4 , 115.7 , 232.9, 94, 62.6, 0) ملغم/كغم للحمأة الجافة على التوالي طبقا للمعادن الثقيلة التي تم ذكروها , بينما بلغ الحد الأقصى لتركيز البورون 58.8 ملغم/كغم للحمأة الجافة, وقد أثبتت التحاليل أن تلك القياسات لم تتجاوز الحدود القصوى المسموحة لتركيز المعادن الثقيلة في الحمأة لكل من المعايير الأمريكية والمعايير الموحدة لدول الاتحاد الأوروبي الخاصة بإضافة الحمأة للأراضي الزراعية. وبينت كذلك أن المستويات اقل من الحدود القصوى المسموحة والتي وردت في المعايير الإسرائيلية باستثناء عنصر النيكل, وبالتالي فأن الحمأة الناتجة من محطة البيرة لمعالجة المياه العادمة قابلة للاستخدام على الأراضي الزراعية من حيث مستويات تراكيز المعادن الثقيلة التي تم فحصها , مع تطبيق بعض التقييدات والاحتياطات المتعلقة بطبيعة المحاصيل والأراضي ومختلف التأثيرات الأخرى على البيئة والمصادر الطبيعية (نصر سمارة ,2009).

ودراسة سابقة تم اجراؤها في منطقة غزة حول دراسة محتوى المعادن الثقيلة ودرجة التلوث البيولوجي التي قد يحدثها استخدام الحمأة الناتجة من محطات تنقية المياه العادمة في ثمار الذرة (النبات الذي تم استخدامه كعينة دراسية)، لوحظ أنه لا وجود للتلوث البيولوجي في ثمار الذرة، و قيم المعادن الثقيلة كانت ضمن الحدود المُوصى بها ، كما أظهرت النتائج أيضاً أن التربة التي تم خلطها مع الحمأة بنسبة 30% قبل وبعد الزراعة ، تحتوي على تراكيز من المعادن الثقيلة متوافقة مع المعايير المسموح بها للحمأة أو السماد المُعد للأستخدام الزراعي (رشا خميس , 2015).

تنتج الحمأة في المرحلة الأولية و المرحلة الثانوية من عملية تنقية المياه المعالجة في محطات الدراسة , ولكن إنتاجها يتركز في المرحلة الثانوية عند معظم محطات الدراسة بنسبة 75% كما يوضح الشكل (5.6), وتتميز الحمأة الناتجة في كل من محطة البيرة والطيرة ونابلس بأنها ذات رطوبة عالية تصل نسبة الرطوبة في كل منها على التوالي 82%,84%,75% , و الحمأة الناتجة في محطة أريحا تعتبر جافة والسبب يعود في ذلك الى قلة كميات الحمأة الناتجة في المحطة , والتي يتم تجفيفها مباشرة في أحواض تجفيف تحت أشعة الشمس (عمران خلف , 2017) وتصل نسبة الرطوبة فيها الى أقل من 5% .

تهدف مرحلة المعالجة الاولية و الثانوية الى الإقلال من حجم الحمأة وإتمام معالجة المواد العضوية المتبقية فيها وكذلك تقليل الكتلة الحيوية التي تشكل النسبة العظمى من المكونات الإجمالية للحمأة , بهدف تحويلها إلى عناصر خاملة ومستقرة (عبدالرزاق التركماني, 2008) إضافة الى أن الحمأة الناتجة في المرحلة الثانوية تحتوي على نسب عالية من المغذيات العضوية مقارنة بالحمأة الناتجة في المرحلة الأولية , والسبب في ذلك يعود الى أن معظم المواد العضوية المتطايرة تكون قد خرجت على شكل غاز الميثان وثاني اكسيد الكربون خلال عملية الهضم , مما يجعل من الحمأة الثانوية الناتجة أفضل (Hue. 2002).



الشكل 5.6 مراحل إنتاج الحمأة

بينت نتائج الدراسة أن نسبة 100% من محطات الدراسة تجزم بأن الحمأة الناتجة في محطاتها تعتبر شبه خالية من النسب العالية للمعادن الثقيلة في محتواها , نظرا لخلو المياه العادمة التي تقوم بمعالجتها من الصناعات الثقيلة والتي اثبتت مصداقيتها دراسات بحثية سابقة , و بينت الدراسة أن 50% من محطات الدراسة تجري فحوصات لقياس نسب المعادن الثقيلة للحمأة الناتجة , وأن 50% من محطات الدراسة لا تجري الفحوصات نظرا لاعتمادها على قياس تلك النسب في المياه العادمة التي تتم معالجتها, والتي تظهر خلوها أو قلة احتواؤها على المعادن الثقيلة كما يوضح الشكل (5.7).

الشكل5.7 إجراء فحوصات على الحمأة لمعرفة نسبة المعادن الثقيلة

5.1.4.معالجة الحمأة الناتجة

أظهرت النتائج بأن محطات الدراسة تستخدم تقنيات معالجة بمواصفات عالمية لمعالجة الحمأة الناتجة , من أجل تقليل رطوبتها وبالتالي التقليل من حجمها. ونظرا لان الرطوبة مرتفعة في الحمأة الناتجة في محطات الدراسة , فلذلك تستخدم المحطات تقنيات مختلفة لنزع المياه من الحمأة.

فتستخدم محطة أريحا مكثفات الجاذبية الأرضية لتكثيف الحمأة , ومن ثم تجفيفها في أحواض تجفيف تحت أشعة الشمس للحصول على حمأة جافة ذات حجم قليل وكتلة حيوية قليلة (عمران خلف, 2017) , أما محطة نابلس الغربية فتستخدم التخمير اللاهوائي لمعالجة الحمأة ومن ثم

تقوم بعملية النزع الميكانيكي لإزالة المياه من الحمأة (سليمان أبوغوش, 2017) , ومحطة الطيرة تستخدم خاصية الطرد المركزي التي تسمح بتحكم أكثر في عملية إزالة المياه ويمكنها التعامل مع أنواع مختلفة من الحمأة (مالك اشتية, 2017) , هذه التقنيات والعمليات المستخدمة لمعالجة الحمأة ونزع المياه منها تحد من نمو الكائنات الحية الدقيقة والطفيليات المسببة للأمراض داخلها , وتجعل التعامل مع الحمأة أكثر سهولة أثناء عملية التخلص منها.

ومن خلال دراسة سابقة أجريت على نظام الحمأة المنشطة المستخدم في محطة معالجة البيره , حول فعاليته في إزالة مسببات الأمراض الحيوية مثل(البكتيريا البرازية و العنقودية وكذلك السالمونيلا الشيجلا، وبعض الطفيليات في الطور المتحوصل مثل البلانتيديوم كولاي، الاسكارس، الاميبا الكولاي، والجيارديا) الموجودة في المياه العادمة والحمأة الناتجة , وقد أظهرت نتائج الدراسة فعالية النظام العالية في ازالة مسببات الامراض الحيوية (صبحي سمحان , 2005).

مما سبق نستنتج بأن الحمأة في محطات الدراسة تنتج بكميات كبيرة , يتم التخلص منها في مكبات للنفايات , بكلفة مالية عالية تشكل عبئا ماليا قد يؤثر على استدامة إنشاء وتشغيل المحطات , ولا يتم الاستفادة منها بالرغم من قلة تراكيز المعادن الثقيلة والمركبات الكيميائية الضارة , و شبه خلوها من مسببات الامراض الحيوية , وتوافقها مع كافة المواصفات التي تمكننا من الاستفادة الفعلية منها في مجالات الزراعة.

المحطة	البيرة	أريحا	نابلس	الطيرة
مساحة المحطة/دونم	22	103	110	2.5
عدد السكان المستفيدين من الخدمة في الوقت الحالي	50000 نسمة	1300نسمة	12000نسمة	17000 نسمة
كمية المياه التي يتم معالجتها في الوقت الحالي م3/يوم	6000	750	10000	1500
تقنية المعالجة المستخدمة	نظام الحمأة التهوية الموسَّعة	نظام الحمأة التهوية الموسَّعة	نظام الحمأة المنشطة التقليدي	نظام الحماة الاغشية
كمية الحمأة الناتجة طن/شهر	520	5	350	120
تقنية تثبيت الحمأة	هوائية	هوائية	لا هوائية	هوائية
فعالية الترسيب للحمأة	جيدة جدا	ممتازة	جيدة	جيدة جدا
نسبة الرطوبة للحمأة %	%82	%5	%75	%84
نسبة المواد الصلبة العالقة %	%18	%95	%25	%16
تركيز العناصر الثقيلة (الزنك, النحاس, النيكل, الكروم, الكادميوم, الرصاص والارسينك, البورون)	منخفض	منخفض	منخفض	منخفض
الطفيليات وناقلات الامراض	شبه خالية	شبه خالية	شبه خالية	شبه خالية
طريقة التخلص الحالية من الحمأة	مكبات النفايات (زهرة الفنجان)	تنثر على الاراضي ضمن حدود المحطة	مكبات نفايات (زهرة الفنجان)	مكبات نفايات (زهرة الفنجان)

جدول *5.2* البيانات الإجمالية لمحطات الدراسة المختارة

5.2. استخدام الحمأة الناتجة

أظهرت النتائج أن الحمأة الناتجة في محطات الدراسة يمكن استخدامها في المجال الزراعي نظرا لقلة تراكيز المعادن الثقيلة والمركبات الكيماوية الضارة فيها, وشبه خلوها من مسببات الامراض , ولكونها تعتبر غنية بالمواد العضوية التي يحتاجها كل من التربة والمحاصيل.

حيث يمكن أن تحسن الحمأة الناتجة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة والمحصول , ومن أهم الفوائد التي تحققها للتربة هو تزويدها بالمواد العضوية اللازمة (Connel et al., 1993) , وكذلك ايضا تزيد من النشاط الحيوي للتربة والمحصول , وتحسن من قيم النيتروجين والفوسفور والمغذيات لكل منهما(Brofaset al. 2000).

وفي دراسة سابقة أجريت لتقييم قابلية الحمأة الناتجة من محطة البيره للاستخدام الزراعي, من خلال دراسة تأثير إضافتها على إنتاجية المحصول الزراعي فيما لو أضيفت للتربة وخلطت بها قبل عملية الزراعة, و لتحقيق ذلك أضيفت الحمأة الناتجة من محطة البيرة بعد تجفيفها على قطع زراعية تجريبية , وتم زراعة محصول علفي شائع (البرسيم المصري الحولي) , لدراسة التأثيرات السلبية و الايجابية حول إضافة الحمأة بالمعدلات المذكورة , وأظهرت نتائج هذه الدراسة بأن إضافة الحمأة أدت إلى احداث فروق معنوية ملحوظة على المحصول وكمية انتاجه بشكل ايجابي بالمقارنة مع عدم إضافتها, كذلك لوحظ حدوث فرق كبير بين معدلات نمو وإنتاجية النباتات التي نتجت في التربة التي تم إضافة الحمأة اليها بالمقارنة مع إنتاجية النباتات التي نتجت في تربة لم يتم إضافة الحمأة اليها , و إضافة لذلك لم يلاحظ خلال فترة النمو أي أعراض تشير إلى وجود سمية للعناصر الثقيلة على أي من أجزاء النباتات فوق التربة (نصر سمارة , 2009).

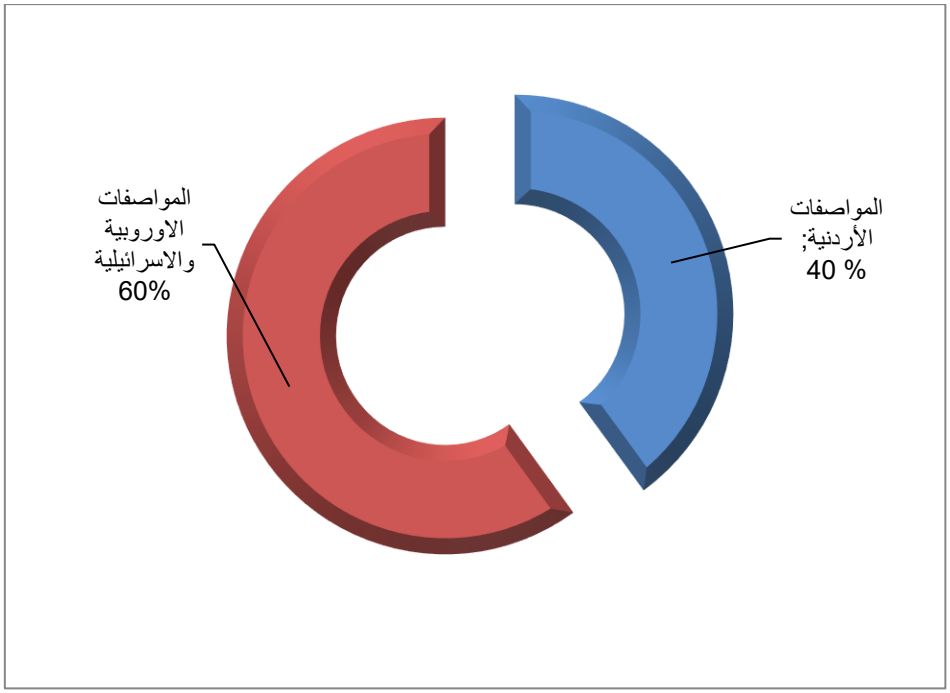
و نلاحظ في الصورة (5.1) و(5.2) تأثير استخدام الحمأة الناتجة من محطة البيرة على إنتاجية ونمو المحصول الزراعي (العينات الزراعية) بعد مئة يوم من عملية الزراعة , فالعينة رقم (1) لم يتم استخدام الحمأة عليها والعينة رقم (2) تم استخدام 20طن/هكتار , العينة رقم (3) تم استخدام 40 طن/هكتار , العينة رقم (4) تم استخدام 60 طن/هكتار (نصر سمارة , 2009).

صورة *5.1* تأثير استخدام الحمأة على حجم المحصول الزراعي(نصر سمارة ,*2009*)

صورة *5.2* تأثير استخدام الحمأة على طول المحصول الزراعي(نصر سمارة , *2009*)

وفي دراسة سابقة تم إجراؤها في منطقة غزة حول تقييم إمكانية إعادة استخدام المياه العادمة المعالجة والحمأة الناتجة كسماد زراعي, و تأثير استخدامها على الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة, وخاصة على محتوى التربة من المعادن الثقيلة ، ومدى تأثيرها على موروفولوجيا نبات الذرة التي تم استخدامها كعينة للدراسة , فأظهرت نتائج الدراسة أن الري باستخدام المياه العادمة المعالجة مع استخدام الحمأة الناتجة قد ساهم بنسبة 30% في زيادة إنتاج النباتات، و كذلك حسنت هذه النسبة من خصوبة التربة وزودتها بالمغذيات المهمة واللازمة، كما وحسنت من نمو النباتات بشكل ملحوظ (رشا خميس, 2015)

ولذلك توجهت أنظار صناع القرار في فلسطين حول دراسة إمكانية استخدام الحمأة في المجال الزراعي, نظرا لمطابقة الحمأة الناتجة للمواصفات اللازمة للاستخدام الزراعي , وحاجة القطاع الزراعي الى سماد بديل عن الاسمدة الكيماوية مرتفعة السعر و ذات الخطر الفعلي على التربة والبيئة والمحصول, ولذلك تم اعتماد لائحة من قبل مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية بالتعليمات الفنية الإلزامية التي تتعلق بالحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي كما هو موضح بالملحق رقم(4) وتعتمد هذه التعليمات على المواصفات الأوروبية , الأردنية والإسرائيلية كما هم مبين في الشكل (5.8), والهدف من هذه التعليمات هو تنظيم إنتاج واستخدام حمأة الصرف الصحي الناتجة و المعالجة في الزراعة بطريقة تحد من الأضرار البيئية على التربة والغطاء النباتي والحيوانات والإنسان , بالتالي تشجيع الاستخدام الصحيح لهذه الحمأة (التعليمات الفنية الالزامية لمؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية(59-2015)).



الشكل(5.8)المواصفات التي تم اعتمادها لوضع التعليمات الفنية الالزامية الفلسطينية

ولتطبيق الحمأة المعالجة على التربة يجب عمل دراسة زراعية كاملة مسبقاً لتحديد الأرض الزراعية , وأكبر كمية من الحمأة يمكن نشرها على التربة.

والجداول التالية توضح لنا قيم الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في التربة جدول(5.2) , تراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي جدول(5.3) , كميات المعادن الثقيلة التي يمكن إضافتها سنويا إلى الأرض الزراعية كما هو مبين في الجدول (5.4) , وقد تم اعتماد هذه الجداول بناءا على ما ورد في التعليمات الفنية الالزامية الفلسطينية الموضحة في ملحق رقم (4) , في حال تم استخدام الحمأة المعالجة والمعدة للاستخدام الزراعي على ارض الواقع .

الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في التربة

(ملغم\كغم من المادة الجافة في عينة ممثلة[1] لتربة ذات درجة حموضة من 6 إلى 7)

المعالم	الحدود القصوى (PPM)
الكادميوم Cadmium	1
النحاس[*] Copper	50
النيكل[*] Nickel	30
الرصاص Lead	50
الخارصين[*] Zinc	150
الزئبق Mercury	1
الكروم Chromium	20
(*) يحق للجهة المختصة أن تسمح بتجاوز الحدود القصوى لهذه العناصر في تربة ذات درجة حموضة دائمة أعلى من 7 بحيث لا يزيد الحد الأقصى المسموح به لتراكيز هذه المعادن الثقيلة بأي حال من الاحوال عن 50% من الحدود الواردة في الجدول. كما يجب أن تعمل الجهة المختصة على ضمان عدم وجود خطر على صحة الانسان أو على البيئة وعلى المياه الجوفية بشكل خاص.	

صورة 5.3 الحدود القصوى لتركيز المعادن الثقيلة في التربة(مؤسسة المواصفات والمقاييس)

الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي

(ملغم\كغم من المادة الجافة)

المعالم	الحدود القصوى (PPM)
الكادميوم Cadmium	20
النحاس Copper	1000
النيكل Nickel	300
الرصاص Lead	750
الخارصين Zinc	2500
الزئبق Mercury	16
الكروم Chromium	400

صورة 5.4الحدود القصوى لتركيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي(مؤسسة المواصفات والمقاييس)

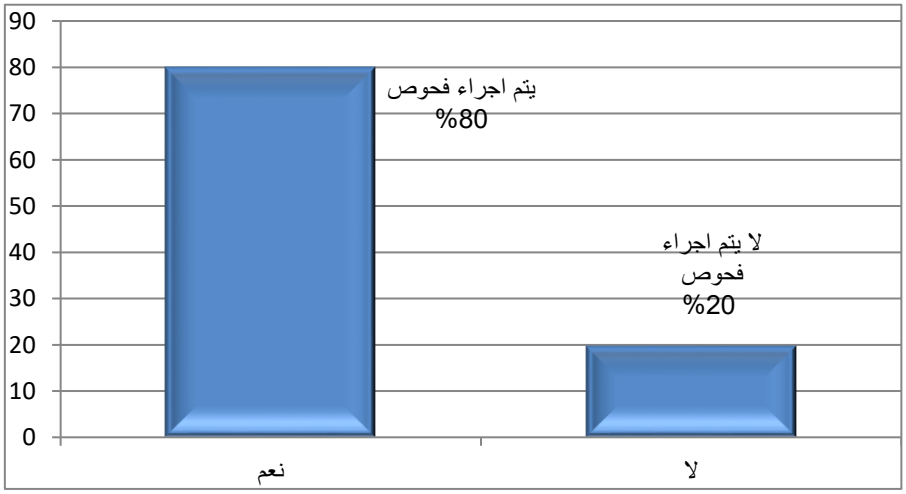
الحدود القصوى لكميات المعادن الثقيلة التي يمكن إضافتها سنوياً إلى الأرض الزراعية، على أساس 10 سنوات كمعدل

(كغم/دونم/سنة)

المعالم	الحدود القصوى (كغم/دونم/سنة)
الكادميوم Cadmium	0.015
النحاس Copper	1.2
النيكل Nickel	0.3
الرصاص Lead	1.5
الخارصين Zinc	3
الزئبق Mercury	0.01
الكروم Chromium	0.6

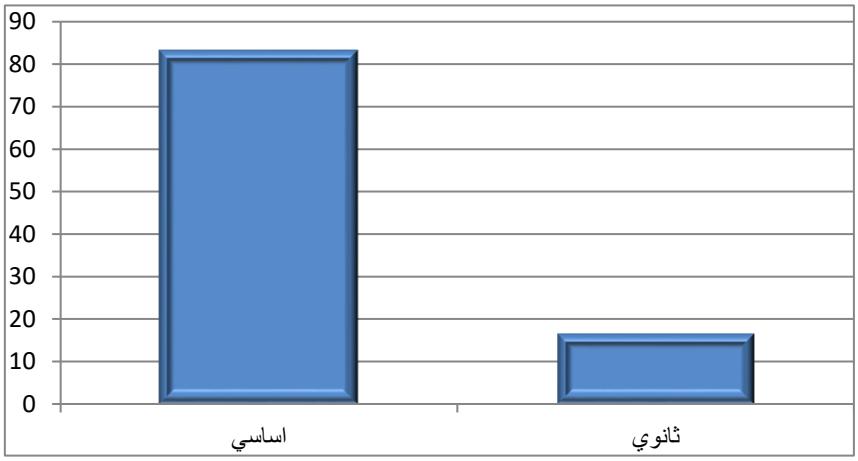
صورة 5.5 الحدود القصوى لكميات المعادن الثقيلة التي يمكن اضافتها سنويا الى الارض الزراعية(مؤسسة المواصفات والمقاييس)

و أظهرت نتائج الدراسة بأن 80% من المؤسسات والوزارات التي تم إجراء الدراسة عليها تجري فحوصات على الحمأة للتأكد من مواصفاتها وجودتها, وكذلك تجري الفحوصات على التربة والمحاصيل, ومنها وزارة الحكم المحلي , وزارة الزراعة , سلطة جودة البيئة ووزارة الصحة , أما سلطة المياه فلا تجري أي فحوصات على الحمأة المعالجة والسبب في ذلك انه الى غاية الان لا توجد الفحوصات الشاملة حول استخدام الحمأة المعالجة , وإنما يوجد فقط بعض الفحوصات المحدودة لإنتاجية الحمأة (عادل ياسين, 2017) , و الشكل(5.9) يوضح لنا ذلك



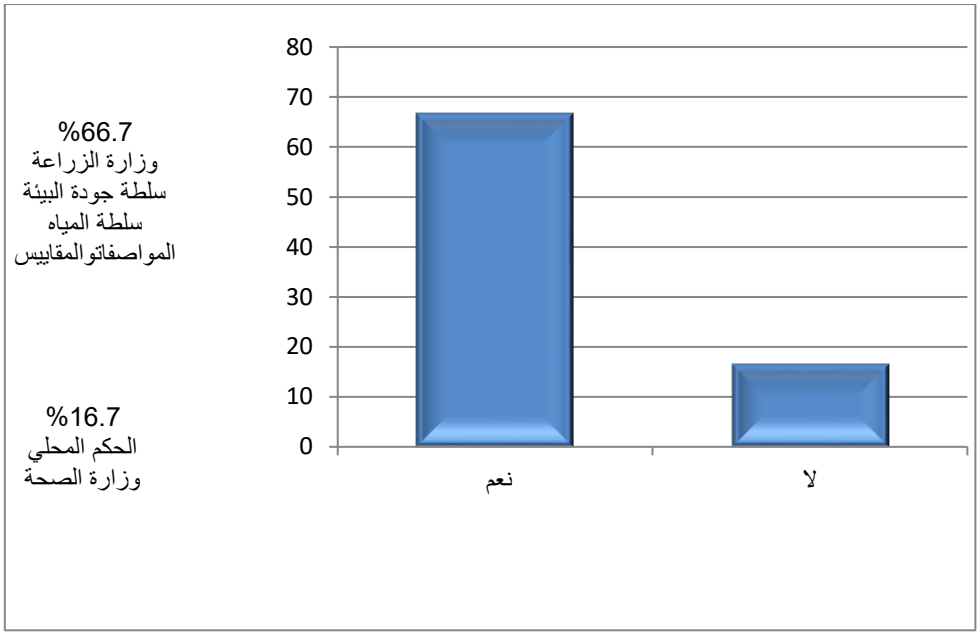
الشكل 5.9 إجراء المؤسسات والوزارات فحوصات للحمأة

ومما سبق نجد بأن الحمأة الناتجة تأخذ حيزا من اهتمام صناع القرار في فلسطين, وأظهرت كذلك نتائج الدراسة أن 83% من مؤسسات ووزارات فلسطين التي أجريت عليها الدراسة قد جعلت الاهتمام بالحمأة الناتجة جزءا من الدور الأساسي لاهتماماتها الشكل (5.10) يوضح لنا ذلك



الشكل 5.10 اهتمام صناع القرار بالحمأة الناتجة

كما وبينت نتائج الدراسة بأن 66.7% من المؤسسات والوزارات التي أجريت عليها الدراسة قد وضعت الحمأة الناتجة من محطات تنقية مياه الصرف الصحي , جزءا من خطتها التطويرية لتحسين الأراضي الزراعية والمزروعات في فلسطين , فقد عملت هذه المؤسسات والوزارات على إيجاد مواصفة فلسطينية خاصة بالحمأة المعدة للاستخدام الزراعي , وتم وضع تعليمات فنية من وزير الزراعة الفلسطيني حول استخدام الحمأة المعالجة لتحسين خواص التربة , ووضع خطط وإجراء مشاهدات لاستخدام الحمأة المعالجة في الزراعة كدراسة لتحسين خواص التربة(حازم ياسين, 2017), والشكل (5.11) يوضح الوزارات والمؤسسات التي جعلت من الحمأة الناتجة جزءا من خططها التطويرية لتحسين الارضي الزراعية والمزروعات.



الشكل 5.11 الحمأة الناتجة جزء من الخطة التطويرية لصناع القرار

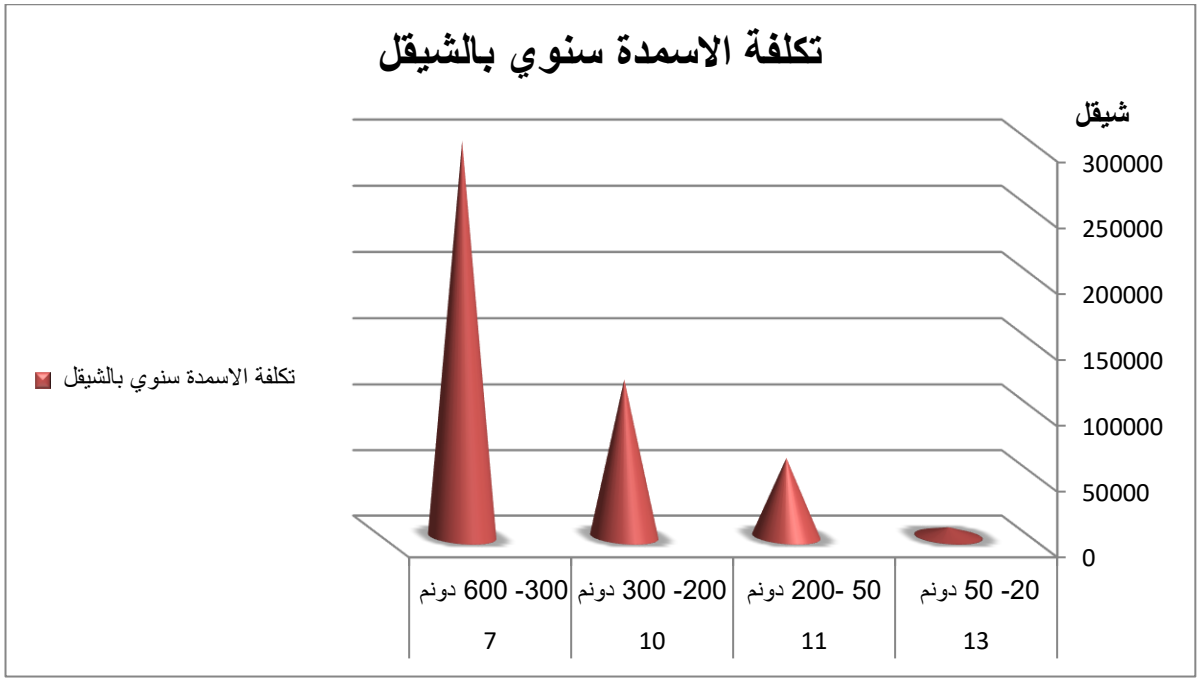
5.2.1.التوجه نحو استخدام الحمأة الناتجة في القطاع الزراعي

تبلغ المساحة الزراعية نحو 1,854 مليون دونم , اي ما نسبته 31% من المساحة الكلية للضفة الغربية وقطاع غزة , و تعتبر الزراعة الى جانب كونها نشاط اقتصادي, مصدر مساهمة رئيسي في حماية الأراضي من المصادرة والاستيطان , وتحقيق الأمن الغذائي للشعب الفلسطيني. حيث يوفر القطاع الزراعي فرص عمل لنحو 13.4% من القوى العاملة , بالاضافة إلى المساهمة بنسبة 8.1% في الناتج المحلي الإجمالي وبنسبة 15.2% من مجموع الصادرات , بالإضافة إلى إسهامها المباشر في تحسين البيئة والمحافظة عليها , وعلى علاقتها بالقطاعات الأخرى , كمزود لمتطلبات الصناعة ومستهلك ومستخدم للخدمات والمدخلات من القطاعات الاخرى (آية شمعة , 2016).

ونظرا للأهمية التي يشكلها القطاع الزراعي في فلسطين , وحاجته الماسة الى استخدام الاسمدة الكيماوية المختلفة التي تتصف بالخطورة والسعر المرتفع , فتوجهت الانظار حول إمكانية استغلال كميات الحمأة الناتجة لتوفير مصدر سماد بديل ومحسن تربة محلي يدعم القطاع الزراعي ويساهم في تشجيع الاقتصاد الوطني الفلسطيني الشكل(5.11) , بالاعتماد على النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة , حول إمكانية استخدام الحمأة الناتجة في الزراعة فيما لو حققت عملية معالجتها المواصفات والتراكيز المعتمدة في لائحة التعليمات الفنية الإلزامية الفلسطينية , الملحق(4).

ويعتبر الارتفاع في تكاليف مستلزمات الإنتاج الزراعي, والتي تعد الأسمدة الزراعية من أهمها, سببا في انخفاض المساحات المزروعة ومشاكل الإنتاج الزراعي , وسببا اخر في التوجه نحو استخدام الحمأة الناتجة كسماد بديل , وتظهر نتائج الدراسة بأن الارتفاع في تكاليف الأسمدة يزداد بازدياد المساحات الزراعية المستخدمة والتي تعتبر بدورها تكاليف مالية مرتفعة جدا, تشكل

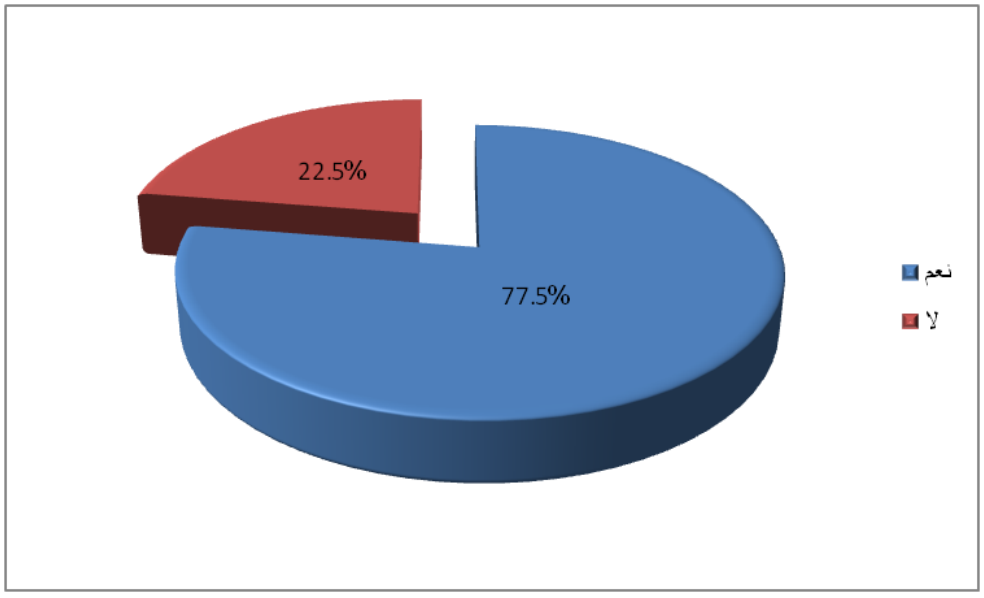
العبء المالي على كاهل المزارع الفلسطيني, الذي أصبح يبحث عن استخدام بدائل اخرى لتلك الأسمدة بكلفة اقل وجودة زراعية مضاهية أو مساوية للأسمدة التي يستخدمها , حيث يوضح الشكل(5.12) جزء تقريبي من تكاليف الأسمدة الكيماوية والعضوية التي يتم استهلاكها خلال السنة الواحدة للعينة الدراسية.



الشكل(5.12) التكاليف المرتفعة للأسمدة المستهلكة زراعيا

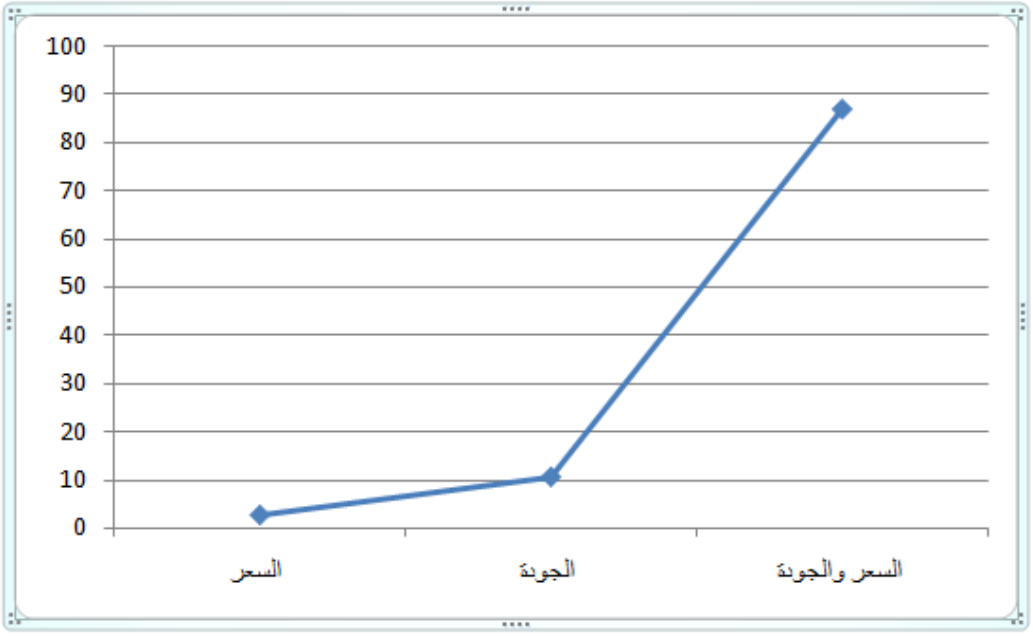
وقد أظهرت نتائج الدراسة بأن 77.5% من مزارعي عينة الدراسة قد اظهروا استعدادهم لاستبدال الأسمدة التي يستخدمونها بالحمأة المعالجة فيما لو تحققت فيها شروط الصحة والجودة

والسلامة وطابقت لمواصفات التعليمات الفنية الإلزامية الفلسطينية الشكل (5.13)



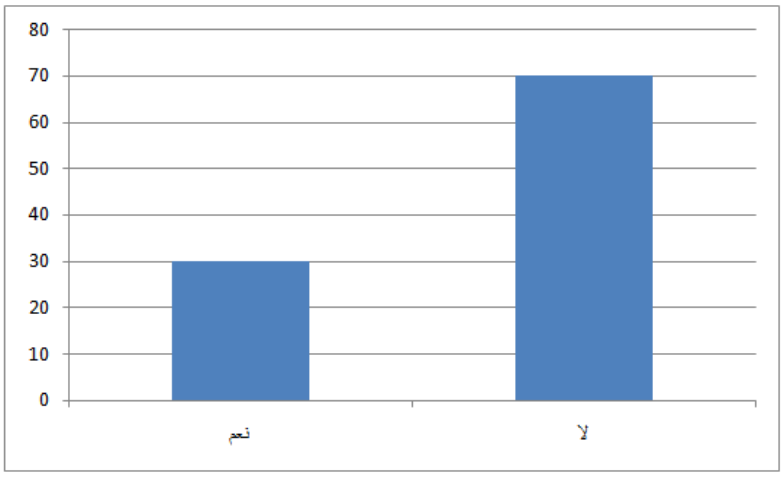
الشكل5.13 استعداد المزارعين لاستبدال الأسمدة بالحمأة المعالجة

86.6% من مزارعي عينة الدراسة أجمعوا على أن أهم الشروط التي يجب أن تحققها الحمأة المعالجة حتى يتمكن المزارع الفلسطيني من استبدال الاسمدة المستخدمة بها , هي الجودة العالية والسعر المناسب الشكل(5.14)



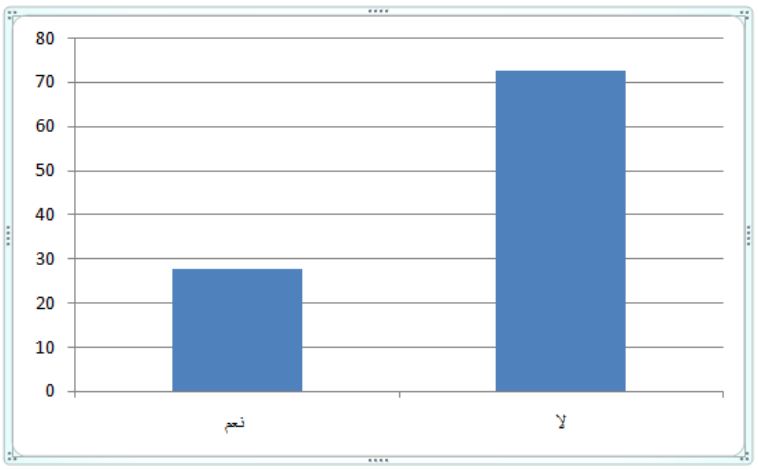
الشكل 5.14 شروط تقبل المزارعين للحمأة المعالجة

وأكد 70% من مزارعي عينة الدراسة أن الأسمدة الكيماوية والعضوية التي يستخدمونها لا تشكل ضرر أو خطر فعلي على التربة أو المحصول الزراعي , فيما لو استخدمت بالكميات الصحيحة والمطلوبة , لكن قد يحدث العكس تماما فيما لو تم الإخلال بالكميات المطلوبة , أما 30% من عينة الدراسة فقد أكدوا بأن الأسمدة التي استخدموها قد أثرت على التربة بشكل ملحوظ وزادت من ملوحتها, مما أثر ذلك على نمو المحاصيل الزراعية بشكل سلبي الشكل (5.15), وقد أظهر معظم مزارعي العينة الدراسية تخوفهم وتحفظهم عن التصريح بالمعلومات الكافية حول طريقة استخدامهم للأسمدة وكمياتها الفعلية



الشكل 5.15 الأسمدة تشكل مخاطر على التربة والمحصول

وبينت الدراسة أن التكاليف المرتفعة للأسمدة الزراعية المستخدمة وخاصة الكيماوية , هي سبب رئيسي كافي عند المزارع للبحث عن بدائل أخرى, وأظهرت بأن 72.5% من مزارعي عينة الدراسة لم يستخدموا الدوبال الزراعي بالرغم من الجودة العالية التي يحققها , والسبب في ذلك تكاليفه العالية التي تفوق تكاليف الأسمدة الكيماوية , وأن 27.5% من العينة الدراسية استخدموا الدوبال على الاقل لمرة واحدة فقط ومن ثم عدلوا عن استخدامه والسبب ايضا هو الارتفاع العالي في سعره , الشكل(5.16).



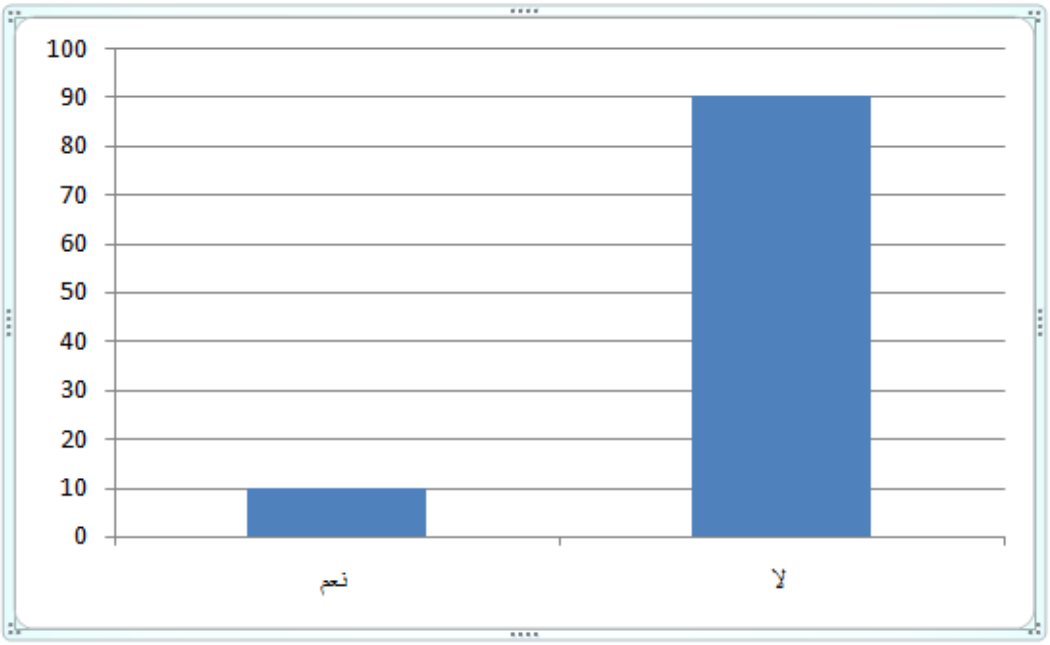
الشكل 5.16 استخدام الدوبال في الزراعة

واظهرت النتائج ان مجموع كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة كانت في عام 2017 تقارب حوالي (13020 طن/سنة) حسب الجدول(5.1) وهذه كمية كافية لتغطي نسبة الأسمدة الكيماوية المستخدمة سنويا لعينة الدراسة فقط والتي تشكل (2110 طن/سنة) , ولكن فعليا هي لا تغطي كافة كميات الاسمدة الكيماوية المستخدمة في انحاء فلسطين, بل تساهم فقط في تقليلها وهذا يعني تقليل الضرر الناتج من استخدام الاسمدة الكيماوية , والمساهمة في تخفيض التكاليف الناتجة من استخدام الاسمدة الكيماوية وبالتالي زيادة الارباح, كما تساهم في زيادة الايرادات وانتاجية المحصول وبالتالي زيادة الأرباح (قصي الكليدار, 2010).

وفي حال استخدمت الحمأة الناتجة من معالجة مياه الصرف الصحي لاستصلاح الأراضي وإنتاج ترب زراعية , فانه ومن الممكن تأمين إيرادات لا تقل عن 300 ألف درهم سنوياً فيما لو تم تسويق هذه التربة محلياً بدلاً من الاستمرار في استيراد السماد العضوي لتحسين التربة ، وتساهم كذلك في التخفيف من الأضرار السلبية على البيئة في حال تجميع وتراكم تلك الحمأة (دينا جوني,2009).

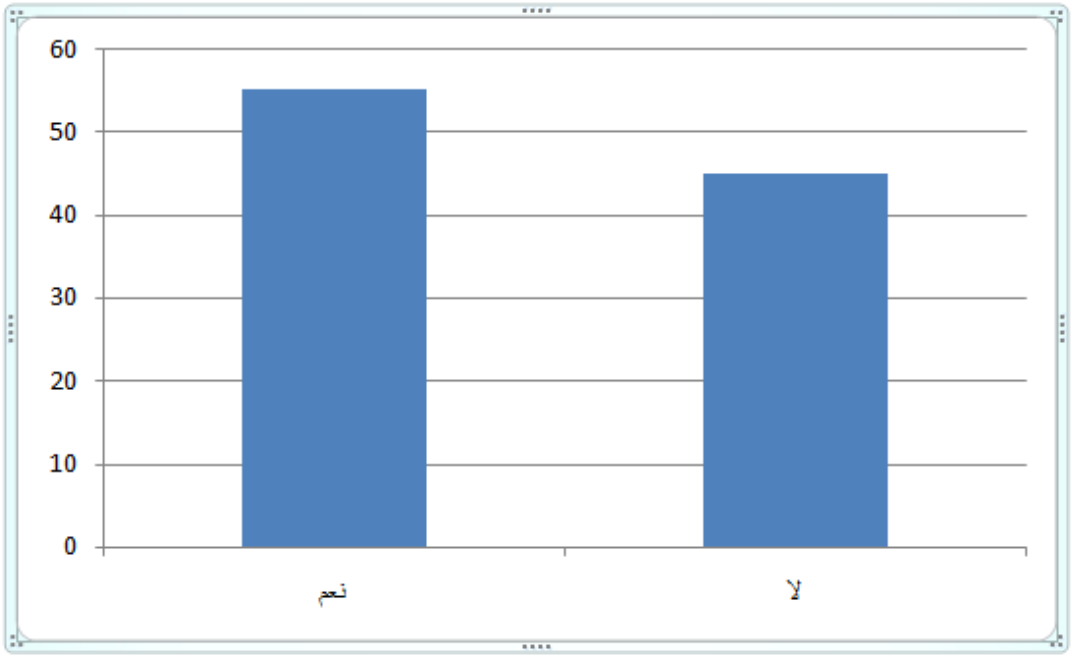
أما مستهلك المحاصيل الزراعية الناتجة فيشكل دورا أساسيا وهاما في العملية الزراعية , حيث يعتمد إنجاح وتسويق المحصول على نسبة قبول ورضى المستهلك عنه من حيث المظهر الخارجي الذي يتعلق بالشكل والطعم والحجم .

علما بأن معظم مستهلكي المنتجات والمحاصيل الزراعية لا يستفسرون عن طريقة زراعتها ولا عن الأسمدة المستخدمة خلال عملية الزراعة , وأظهرت نتائج الدراسة بأن 90% من مستهلكي المحاصيل الزراعية لا يستفسرون بشكل سابق أو لاحق عن طريقة زراعة المنتج والأسمدة المستخدمة الشكل(5.17)



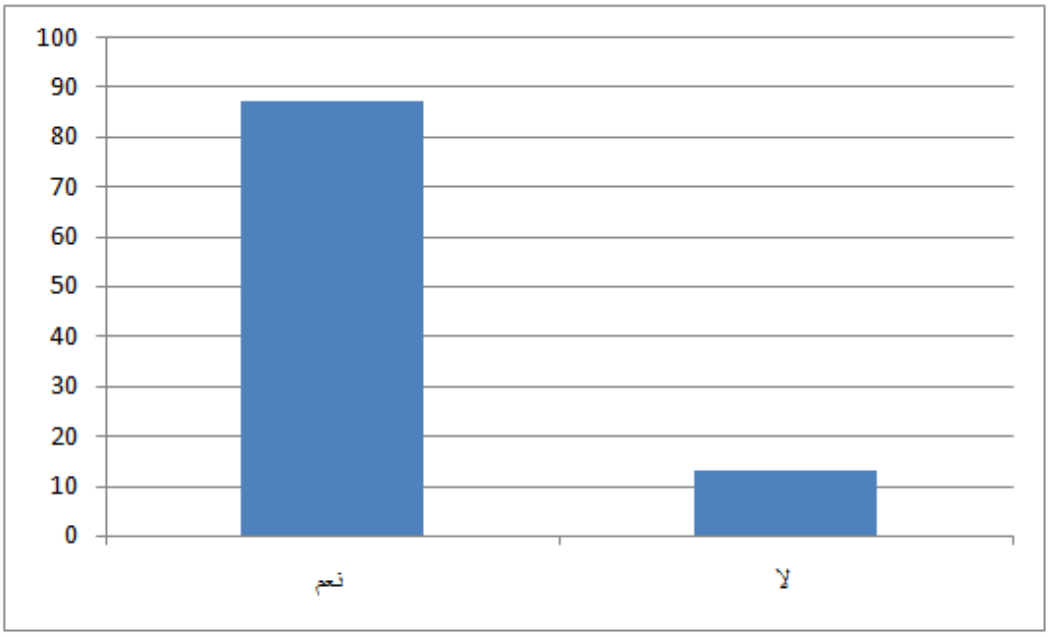
الشكل5.17 استفسار المستهلك عن طريقة الزراعة والأسمدة المستخدمة

وعلى الرغم من ان المستهلك لا يستفسر عن عملية الزراعة والاسمدة المستخدمة , الا أنه في حال علم بأن المحصول الذي سيستهلكه ناتج من تربة زراعية استخدمت فيها الحمأة المعالجة سيؤثر ذلك على نسبة تقبله للمحصول الناتج , وبينت الدراسة أن 55% من المستهلكين يقابلون المحصول الناتج من استخدام حمأة معالجة خلال عملية الزراعة بالرفض, وأن 45% من عينة الدراسة يتقبل استهلاك المنتج تحت شروط, أن لا يؤثر استخدامها على جودة المنتج من طعم ,حجم, شكل ورائحة , صحة وسلامة , الشكل(5.18)



الشك 5.18 يؤثر استخدام الحمأة المعالجة على قبول المستهلك للمنتج

87% من عينة الدراسة أكدوا أن طبيعة المنتج الزراعي تؤثر على مقبولية استعمال الحمأة المعالجة لديهم وكذلك أنها ستؤثر على تقبل المستهلك ايضا للمنتج الزراعي في حال تم علمه بذلك ، حيث تبين أن عينة الدراسة أكثر تقبلا لاستخدام الحمأة المعالجة على المحاصيل التي لا تلامس ثمارها التربة ولا تؤكل طازجة ، فكانوا أكثر تقبلا لاستخدامها على أشجار النخيل من المنتجات التي تؤكل طازجة وتلامس ثمارها التربة مثل الخيار والملوخية ,
13% من عينة الدراسة أكدوا أن المنتج الزراعي لا يؤثر على تقبلهم لاستخدام الحمأة المعالجة طالما تحققت فيها كافة الشروط اللازمة وتمت الموافقة على استخدامها من وزارة الزراعة الفلسطينية وكافة الوزارات المتعلقة بأمرها الشكل (5.19).



الشكل5.19 المنتج الزراعي يؤثر على تقبل استخدام الحماة المعالجة

إن سبب رفض العينة الدراسية لتقبل استخدام الحمأة المعالجة في عملية الزراعة يعود إلى العامل النفسي و إلى العامل الديني ,بالإضافة إلى العوامل الاجتماعية، والاقتصادية، والثقافية ,
و يجدر الإشارة أن العوامل النفسية تلعب دورا كعائق أمام الاستفادة من إعادة استخدام الحمأة المعالجة، حيث تبين أن الشعور بالقرف يظهر عندما يربط السكان بأذهانهم أنها حمأة ناتجة من معالجة مياه صرف صحي , مما يظهر ردة فعل سلبية نتيجة خوفهم من عدوى أو مرض ، أو تلوث(Po, et. al., 2003, p15) .

على الرغم من أن حل مشكلة كميات الحمأة الناتجة في محطات الدراسة أصبحت تشكل هدفا لدى الكثير من المؤسسات والوزارات الفلسطينية , وعلى الرغم من أنه تم وضع ونشر المواصفات والتعليمات الفنية الالزامية الخاصة بالحمأة المعدة للاستخدام الزراعي , وبالرغم من كافة الفحوصات التي تجرى على الحمأة الناتجة , إلا أنه ولغاية الآن لم يطبق استخدام الحمأة المعالجة على ارض الواقع في فلسطين , ولا يوجد تنفيذ حقيقي على التربة والمزروعات , ولا

يوجد حتى هذه اللحظة إعادة استخدام للحمأة في المجال الزراعي الفلسطيني , كون الموضوع بحاجة إلى ترخيص من وزارة الزراعة والجهات ذات العلاقة (ابراهيم القوقة, 2017)

الفصل السادس

الاستنتاجات والتوصيات

4.1. الاستنتاجات

1. نستنتج أن إدارة الحمأة تشكل جزءا مهما في عملية معالجة مياه الصرف الصحي من أجل الحفاظ على كفاءة المعالجة، بالإضافة الى التخفيف من مخاطر الصحة العامة المرتبطة بالتخلص غير الآمن.
2. توفر معالجة الحمأة وإعادة استخدام المواد الصلبة الحيوية عددا من المنافع البيئية , الاجتماعية والاقتصادية.
3. وضحت هذه الدراسة أن الحمأة الناتجة في محطات التنقية الفلسطينية لا تحتوي على تراكيز عالية من المعادن الثقيلة والمركبات الكيماوية الخطرة والسامة , وبالتالي يمكن معالجتها واستخدامها في المجال الزراعي.
4. بينت الدراسة أن مساهمة صناع القرار في عملية ادارة الحمأة , تساعد في استثمار كميات الحمأة الناتجة في محطات تنقية مياه الصرف الصحي , و استدامة مشاريع إنشاء وتشغيل محطات تنقية مياه الصرف الصحي.
5. اظهرت هذه الدراسة استجابة المزارعون واستعدادهم لتقبل استخدام الحمأة المعالجة كسماد بديل , اذا تتحقت فيها شروط الجودة والسعر المناسب.
6. على الرغم من وجود تقبل كبير من مزارعي عينة الدراسة لاستخدام الحمأة المعالجة كسماد زراعي , الا ان لديهم تخوف كبير من رفض المستهلك للمحصول الناتج.
7. استخدام الحمأة كسماد بديل من شأنه أن يقلل من استخدام كميات الأسمدة الكيماوية المستخدمة في الزراعة .
8. ادارة الحمأة تساعد في تخفيض التكاليف العالية المرتبطة بالأسمدة التجارية.
9. القبول العام أمر بالغ الأهمية لنجاح خطة إعادة استخدام الحمأة المعالجة و ادارتها.
10. تشكل حمأة المجاري غير المعالجة التحدي الذي يواجه المجتمع في التخلص منه، ولكن في الوقت نفسه يعطينا فرصة الاستخدام المفيد لها عن طريق استغلال ما تحتويه من مغذيات في الاستخدام الزراعي , حيث أن استخدامها يحسن من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة.

4.2. التوصيات

1. استخدام الحمأة يجب أن لا يبنى على قواعد عامة بل على اعتبارات خاصة تتعلق بتركيبة الحمأة ونوعية الأرض المستقبلة وكذلك نوعية المحاصيل (حقلية , خضروات, فاكهة) , فلذلك من الضروري الاستناد في عملية معالجة الحمأة على ثوابت وقوانين وارشادات ومواصفات فلسطينية معتمدة وموثقة من جهات رسمية خاصة.
2. إن استخدام الحمأة المعالجة في الاغراض الزراعية مطبق في كثير من دول العالم , فلماذا لا نختصر الوقت والجهد والمال في اعادة بحث واختبار ما اختبرته اهم مراكز البحوث العالمية , فعلى الرغم من خصوصية مواصفات الحمأة لكل منطقة واختلافها الا ان معظم الحلول باتت موجودة.
3. يجب رفع درجة التنسيق بين المؤسسات المعنية في إدارة الحمأة وإعادة استخدامها وضرورة قيامها بدور فعال لإنشاء آليات للتنسيق ، وتبادل الخبرات، والاستفادة من التجارب المتاحة في مناطق أخرى في مجال معالجة وإعادة استخدام الحمأة ، وتبني رؤية تستند إلى الإحساس بالمسؤولية المشتركة بين فئات المجتمع , والسلطات الرسمية , وكذلك تفعيل دور القانون والسلطات التنفيذية.
4. ينبغي القيام بالتخطيط لإدارة الحمأة وتخصيص التمويل اللازم لذلك , خلال عملية تصميم مرافق معالجة مياه الصرف الصحي, ويمكن ضمان ذلك بوضع هذه التدابير كمعايير مطلوبة وأساسية للحصول على الموافقات التنظيمية.
5. العمل على تعزيز فكرة إدارة الحمأة التي قد توفر الاستخدام المفيد للحمأة مع الحفاظ على جودة البيئة وتحسينها وحماية الصحة العام.
6. من الضروري ايجاد استراتيجيات إدارية ملائمة من أجل معالجة الزيادة الناتجة في الحمأة المتولدة.

7. مساعدة الأفراد والجماعات على اكتساب الوعي البيئي, والتفاعل مع المشاكل البيئية , والحلول المطروحة لها كمشكلة الحمأة الناتجة ، وإدارتها.
8. ضرورة إجراء دراسات وأبحاث تدرس مواقف وقرارات المزارعين حول استخدام الحمأة المعالجة , وأبحاث تدرس أيضًا الآثار الايجابية والسلبية على المدى البعيد لاستخدام الحمأة المعالجة على التربة والمحاصيل, بالإضافة إلى دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع المتعلقة بمعالجة الحمأة.
9. العمل على توعية المواطنين بالأخطار، والتأثيرات البيئية المترتبة على استمرار الوضع الحالي لتراكم كميات الحمأة الناتجة، ومحاولات معالجة الحمأة الناتجة من خلال النشرات والدوريات، والوسائل السمعية، والبصرية المتوفرة ، والتي تهتم بالقضايا البيئية لحثهم على المساهمة، والمشاركة الفاعلة في عملية معالجة وادارة الحمأة, هذا بالإضافة إلى تشكيل الوعي البيئي من أجل حث المواطنين على تغيير سلوكياتهم الخاطئة تجاه البيئة ومن أجل تنمية الضمير البيئي لدى المواطنين.
10. العمل على تدريب وتأهيل كادر فني وإداري للقيام بجميع المهام, لإدارة وتشغيل ومعالجة وتسويق , وذلك عن طريق عقد دورات تدريبية تشمل تدريب عملي , تطبيقي، نظري , جولات استطلاعية، ومناقشات.

المصادر والمراجع

- المصادر والمراجع باللغة العربية

اتفاقية أوسلو الثانية. 1995 .اتفاقية أوسلو الثاني المؤقتة المادة 40.

الإستراتيجية الوطنية للمياه والصرف الصحي لفلسطين, النسخة النهائية 2014

الحمأة المعالجة المعدة للاستعمال الزراعي. التعليمات الفنية الالزامية2015. مؤسسة المواصفات والمقاييس الفلسطينية

التركماني, عبد الرزاق: الحمأة. www.4enveng.com/pdetails.php?id=62

التركماني, عبد الرزاق: معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام تقنية الأغشية لتحقيق استدامة المياه. https://www.4enveng.com/pdetails.php?id=124

الددح، يسرا يوسف محمد " : (2002) دور وسائل الإعلام في تنمية الوعي البيئي لدى طلبة الجامعات في محافظة رام الله والبيرة ."رسالة ماجستير .جامعة بيرزيت.

اشتية، محمد سليم، علي خليل حمد (1995): حماية البيئة الفلسطينية .نابلس :جامعة النجاح الوطنية.

الزعبي, محمد منهل, زياد عصفور :(2010) دراسة تأثير حمأة الصرف الصحي المعالجة على تراكم العناصر الثقيلة في التربة و النبات و إنتاجية بعض المحاصيل في بعض المحافظات السورية.

الاسمدة الكيميائية في الزراعة والاثار السلبية على البيئة 26 تشرين الثاني 2011(نشرها الدكتور أحمد ذكي أبو كنيز) kenanaonline.com/users/Ahmedazarc/posts/350147

النفايات الصناعية والكيماوية والطبية وأخطارها في الأراضي الفلسطينية. **ملحق البيئة والتنمية، صحيفة الأيام 2005/1/4م**. مركز المعلومات الوطني الفلسطيني(وفا)

إرشادات عامة بشأن البيئة والصحة والسلامة 2007

اللائحة الخاصة بالحمأة

ألاسكوا، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا (2005) تحسين كفاءة الطاقة في الصناعات الكثيفة لاستهلاك الطاقة. الأمم المتحدة.

المواصفة القياسية السورية 2002 .إعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة رقم 2665 .

جزدان .عمر, عبد الجواد .الجيلاني, أرسلان .أواديس, الزعبي .محمد منهل, بيجون. ناديا,طباع . محمد. 2008: تأثير إضافة الحمأة في إنتاجية القطن والقمح والذرة الصفراء وفي تراكم بعض المعادن الثقيلة في التربة والمحاصيل المدروسة .المجلة العربية للبيئات الجافة, المجلد الاول

العدد الثاني , ص:28- 44, اصدارات المركز العربي. لدراسات المناطق الجافة, والاراضي القاحلة – أكساد, 2008

جزدان, عمر: "(2002) دراسة تأثير الري بالمياه العادمة المعالجة وغير المعالجة في خصائص التربة الفيزيائية والهيدروفيزيائية والكيميائية وفي إنتاجية بعض الخضر والمحاصيل باستعمال الأحواض الليزيمترية". رسالة ماجستير. جامعة دمشق.

جوني, دينا**: استخدام الحمأة في استصلاح الأراضي وإنتاج تربة زراعية .صحيفة الاتحاد.2009**
www.alittihad.ae/details.php?id=18847&y=2009

حجاب، محمد منير :(1999) التلوث وحماية البيئة قضايا البيئة من منظور إسلامي .دار الفجر للنشر والتوزيع.

دراسة مكتبية عن حالة البيئة في الأراضي الفلسطينية المحتلة، برنامج الامم المتحدة 2003

دليل تحري الاعمال التشغيلية.

سمارة, ناصر :"(2009) تراكيز العناصر الثقيلة في الحمأة الناتجة عن عملية المعالجة للمياه العادمة في محطة البيرة و تقييم تأثيرات تطبيقها على نمو المحاصيل وإنتاجيتها".رسالة ماجستير.جامعة بيرزيت.
سمحان, صبحي :"(2005 إزالة المُمرضات من المعالج اللاهوائي الصاعد و محطة البيرة لمعالجة المياه العادمة ".رسالة ماجستير.جامعة بيرزيت.

سلهب, ظافر محمد " : (2014) تأثير إضافة الحماة إلى التربة المالحة على نمو وتطور نباتات البندورة التصنيعية." رسالة ماجستير. جامعة بيرزيت

شمعة, اية : الزراعة من اهم اسس الاقتصاد الفلسطيني**. شبكة الخليل الخبارية. 12تشرين الثاني 2016.** alkhalil.ps/8046/الزراعة-من-أهم-اسس-الاقتصاد-الفلسطيني

علي, ازدهار: واقع الحمأة في سورية واستعمالاتها الآمنة في الزراعة. صحيفة الوحدة.
wehda.alwehda.gov.sy/node/314449

عمر, رشا خميس " :(2015) إعادة استخذام المياه العادمة المعالجة والحمأة في إنتاج المحاصيل وأثرها على مورفولوجيا النبات".رسالة ماجستير.جامعةالازهر.

عوض, جميلة (2009): " معالجة حمأة محطة معالجة مياه حمص". رسالة ماجستير. جامعة البحث

فضل الله, صلاح. التلوث البيئى وأثره على التنمية الاقتصادية الزراعية. مجلة أسيوط للدراسات البيئية2001. العدد 20.

نسيم يازجي :أعد وترجم، " البيئة وحمايتها -هل العالم امام بداية النهاية"

- **المصادر والمراجع باللغة الانجليزية**

Ashraf, M., and Harris P., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants Plant Science, 166, 3–16.

Al-Jamal, Malvena (2004): "Development of a sustainable wastewater management strategy for Palestinian rural areas". Master thesis. Birzeit University.

Al-Khatib, A., Rashid, M., Kattou'a, G., and Chikashi, S., (2017): Farmers' attitude toward treated sludge use in the villages of West Bank, Palestine. Springer International Publishing. Environ Monit Assess 189(7):353

Beck, A. J., Johnson, D. L. and K. C. Jones (1996): The Form and Bioavailability of NonIonic Organic Chemicals in Sewage Sludge-Amended Agricultural Soils. Form und Bioverfuegbarkeit von nichtionischen organischen Chemikalien in landwirtschaftlichen Böden nach Klärschlammausbringung. -The Science of the Total Environment, 185(1-3), 125-149.

Bhattacharya, Mahu(2009): "Wastewater Sludge Management Option For Honduras". Master thesis. Massachusetts Institute of Technology

Brofas, G., Michopoulos, P. and Alifragis, D. 2000. Sewage Sludge as an Amendment for Calcareous Bauxite Mine Spoils Reclamation. J.Environ. Qual. 29:811-816.

Cicek, N., and Çakirlar, H., 2002. The effect of salinity on som physiological parameters in two maize cultivars. Bulgarian .Journal of Plant Physiology, 28 (1–2), 66–74

Darwisha, T., Atallah, T. El Moujabber, M. and Khatibb, N. 2005. Salinity evolution and crop response to secondary soil salinity in two agro-climatic zones in Lebanon. Agricultural Water Management, 78 ,152–164.

EPA (US Environmental Protection Agency), 1998. Office of Solid Waste. Draft PBT Chemical List, EPA/530/D-98/001A. Office of Solid

Waste and Emergency Response, Technology Innovation Office. Washington, DC

European Environment Agency(1997): Sludge Treatment and Disposal. Environmental Issues Series NO 7. Denmark

El-Nahhal, Y., Al-Najar, Husam., ana El-NahhaL, YASSER., (2014): Physicochemical Properties of Sewage Sludge from Gaza. International Journal of Geosciences Vol.5 No.6, Article ID:45708,9

El-Shakweer, M. H. A., El-Sayad, E. A., and Ewees, M. S.A., 1998. Soil and plant analysis as a guide for interpretation of the improvement efficiency of organic conditioners added to different soil in Egypt. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 29, 2067–2088

Grunebaum, T. and Bode, H., 2004, "The effect of public or private structures in wastewatertreatment on the conditions for the design, construction and operation of wastewater treatment plants", Water Science and Technology, 50 (7), 273–280.

Hall, J.E. 1992. "Treatment and Use of Sewage Sludge". In: Bradshaw, A.D., Southwood, R. and Warner, F. (eds). The Treatment and Handling of Wastes. Chapman & Hall, London. 302pp

Hue, N.V. 2002. Residual effects of sewage sludge application on plant and soil-profile chemical composition. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 19: 1633-1643.

Isherwood, K.H (1998) Mineral fertilizer use & the environment, international fertilizer industry association. Published in association with UNEP.

Jordanian Standard 1145/2006, "Uses of Treated Sludge and Sludge Disposal"

Kelling, K., Peterson, A., and Walsh, L. ,1977. Effect of wastewater sludge on soil moisture relationships and surface runoff. Journal of the Water Pollution Control Federation, 49, (7), 1698-1703.

Laturnus, F., von Arnold, K., 2007. Grøn, C,. Organic contaminants from sewage sludge applied to agricultural soils. Environmentl Science and Pollution. Research, 14,53–60.

Matar, Feras(2013): " Assessment of Public Private Partnership for Energy and Biosolids Management of MadabaWastewater Treatment Plant- a Case Study". Master thesis. Birzeit University.

Mayrhofer, H. (1983) World Reserves of Minable Potash Salts, The Salt Institute, Alexandria, VA, USA

Mc Connel DB, Shirlipour A, Smith WH (1993). Compost application improves soil properties. Bicycles 4: 61-67

McLaren,. and Skinner (1987) Industrial Minerals and world development Pub. J. Wily & Son, NY

Moreno,Penaranda R, LloretF & Alcañiz JM (2004) Effects of sewage sludge on plant community composition in restored limestone quarries. Restoration Ecology 12 (2): 290-296.

Mutter, M,. The Impact of Chemical Fertilizers Industry.al-qadisiya journal for engineering sciences 2009; Volume:2 Issue:4 Pages: a194-a21

Muse, J., Mitchell, C. and Mullins, G., 1991." Land Application of Sludge". Community Resource Development Publications, Auburn University, Auburn

Oakley, S. M., Pocasangre, A., Flores, C., Monge, J., Estrada, M. (2000). Waste stabilization pond use in Central America: The experiences of El Salvador, Guatemala, Honduras and Nicaragua. Water Science and Technology. Vol 42 (10-11). pp 51-58.

Odegaard, H., Paulsrud, B., and Karlsson, I., 2002. "Wastewater Sludge as a Resource: Sludge Disposal Strategies and Corresponding Treatment Technologies aimed at Sustainable Handling of Wastewater Sludge". Water, Science and Technology 46(1):295 303

Po, Juliane, Kaeercher, D., Blair, Non Carrow (2003): Literature Review of factors influencing public perceptions Technical Report 53\54.

Polprasert, C., (1996).Organic waste recycling-technology and management, 2nd. (Ed.)

Robert, A. and Mats, H., 2006. "Master thesis: Energy Conservation in Wastewater Treatment Operation - A Case Study at Himmerfjrden WWTP". Lund University, Sweden

Salah, S. M., 2011, "State of the Wastewater Management in the Arab Countries,The Hashemite Kingdom of Jordan" Country Report, Arab Water Council (AWC), Expert Consultation, Dubai

U.S. EPA (Editor) (1999): Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States. Gsiro land and water.

World Health Organization (1989): Health guidelines for the use of Waste Water in agriculture and aquaculture. Technical Report Series 778. Geneve

- **المقابلات الشخصية**

حمايل, لمياء البيرة/بلدية البيرة. حزيران2017

اشتية, مالك. رام الله/بلدية رام الله. حزيران, 2017

أبوغوش, سليمان. نابلس/بلدية نابلس. حزيران, 2017

خلف, عمران. أريحا/بلدية أريحا. حزيران, 2017

ياسين, عادل. سلطة المياه/رام الله. حزيران, 2017

ياسين, حازم. وزراة الزراعة/رام الله. حزيران, 2017

عثمان, محمود. وزارة الصحة/رام الله. حزيران, 2017

القوقة, ابراهيم. سلطة جودة البيئة/رام الله. حزيران, 2017

غانم, أحمد. مؤسسة المواصفات والمقاييس/رام الله. حزيران, 2017

حماد, نسرين. وزارة الحكم المحلي/رام الله. حزيران,2017

الملاحق

ملحق رقم(1)

استبانة خاصة بالمزارعين

Institute of Environmental and Water Studies
Center of Excellence in Water Studies
P. O. Box 14, BirZeit / West Bank / Palestine
Tel/Fax: +970-(2)-2982120

BIRZEIT UNIVERSITY
معهد الدراسات البيئية والمائية

كلية الدراسات العليا
برنامج ماجستير هندسة المياه والبيئة

السيد/ ة المحترم/ ة:
تقوم الباحثة" ريم حلبي " بإجراء دراسة ميدانية استكمالا" لدرجة الماجستير في هندسة المياه والبيئة من جامعة بيرزيت، وتهدف الاستبانة إلى التعرف على مدى "إمكانية تقييم الجوانب القانونية والاقتصادية لإدارة الحمأة في المناطق الحضرية الفلسطينية " .
تحتوي الاستبانة على عدة أسئلة، لذى يرجى من حضرتكم قراءة الاسئلة بدقة ووضع الإجابة بما يتناسب ورأيك الشخصي والمهني .

الأخوة المحترمين-:
إن جميع المعلومات ستكون موضع السرية التامة ولن تستخدم إلا لغرض البحث العلمي فقط.
شاكرًا لكم حسن تعاونكم ومجهودكم

مع الشكر والاحترام

خاص بالمزارعين

القسم الاول : معلومات لتسهيل التواصل

الاسم الشخصي :----------

التحصيل العلمي : ----------

المسمى الوظيفي/المهنة :----------

المؤسسة :----------

المنطقة :----------

رقم الهاتف :----------

البريد الالكتروني :----------

القسم الثاني : معلومات عن محطة المعالجة

اسم المحطة :----------

المنطقة (المحافظة) : ----------

حجم المحطة : ---------- نسمة

حجم المحطة : ---------- كوب

التقنية المستخدمة : ----------

البريد الالكتروني : ----------

القسم الثالث: الاسمدة وعملية الزراعة

1- ما هي مساحة الاراضي الزراعية التي تستخدمها ----------دونم

2- ما هو نوع المزروعات التي تقوم بزراعتها :----------.

3- هل تستخدم الاسمدة في فترة الزراعة حتى جني المحصول :
   a) نعم
   b) لا

4- ما نوع الاسمدة التي تستخدمها :
   a) عضوية
   b) كيميائية
   c) A+B
   d) نوع آخر

5- ما هي كمية الاسمدة التي تستهلكها سنويا :----------

6- ما هي تكلفة الاسمدة التي تستهلكها سنويا :----------.

7- هل استخدام الاسمدة يزيد من كمية المحصول الناتج :
   a) نعم
   b) لا

8- هل استخدام الاسمدة يزيد من حجم المنتج :
   a) نعم
   b) لا

9- هل هناك أي مخاطر تشكلها الاسمدة المستخدمة على المنتج وعلى القيمة الغذائية والصحية :
a) نعم
b) لا
c) الرجاء التوضيح اذا كانت الاجابة نعم :

10- هل هناك أي اعتراضات من قبل المستهلك على حجم وقيمة المحصول الغذائية :
a) نعم
b) لا

11- هل يستفسر المستهلك عن طريقة زراعة المنتج والاسمدة المستخدمة :
a) نعم
b) لا

12- هل لديك الاستعداد لاستبدال السماد الذي تستخمه بالحمأة المعالجة محليا والمطابقة للمواصفات الزراعية المحددة من قبل الوزارة :
a) نعم
b) لا
الرجاء توضيح الاجابة (نعم) :

الرجاء توضيح الاجابة (لا) :

13- ما هي المزروعات التي يمكن ان تزودها بالحمأة المعالجة مع توضيح السبب:

14- هل يؤثر استخدام الحمأة المعالجة على قبول المستهلك للمنتج :
a) نعم
b) لا

الرجاء تفسير الاجابة :

شكرا لحسن تعاونكم

ملحق رقم (2)

استبانة خاصة بصناع القرار

القسم الرابع : معلومات خاصة بصناع القرار

1- هل هناك مراقبة دورية للأسمدة المستخدمة زراعيا" ؟ من حيث مدى صلاحيتها , جودتها , أمور أخرى ؟؟؟
   a) نعم
   b) لا

2- ما هو مدى اهتمامكم بالحمأة المعالجة :
   a) أساسي
   b) ثانوي
   c) لا يوجد

3- هل الحمأة المعالجة تعتبر جزء من خطتكم لتحسين الاراضي الزراعية والمزروعات :
   a) نعم
   b) لا
   c) جواب آخر

مع توضيح الاجابة : _____

_____

4- ما هي التشريعات والقوانين والاشتراطات العامة المتعلقة بمعالجة الحمأة وأعادة أستخدامها سواء زراعيا أو لاستخدامات أخرى :

a) مطابقة للمواصفات الاردنية
b) مطابقة للمواصفات الاسرائيلية
c) مواصفات فلسطينية خاصة
مع التوضيح _____

5- ما هي الاشتراطات القياسية الواجب توفرها في الحمأة الناتجةعن محطات المعاجة :
a) مطابقة للمواصفات القياسية الاردنية
b) مطابقة للمواصفات القياسية الاسرائيلية
c) مواصفات قياسية فلسطينية خاصة
مع التوضيح

6- ما مدى تطبيق هذه القوانين والتشريعات والالتزام بها :
a) تطبق بشكل الزامي وأكيد
b) تطبق بشكل غير الزامي
c) لا تطبق ولا يلزم بها الفرد
d) خيار آخر
مع التوضيح

7- بالاعتماد على أي مواصفات تم وضع المواصفات الفلسطينية :
a) المواصفات الاردنية
b) المواصفات الاسرائيلية
c) مواصفات واعتمادات أخرى
مع التوضيح

8- هل هناك عقوبة مفروضة على المخالفين لهذه التشريعات والقوانين :
a) نعم
b) لا
مع التوضيح

9- في حال توافرت الشروط القياسية والمواصفات العامة على الحمأة المعالجة فهل يتم اعطاء الترخيص على استخدامها مباشرة أم أن هناك اجراءات أخرى يجب مراعاتها قبل البدء بالاستخدام الفوري :
a) نعم مع اتخاذ بعض الاجراءات
b) نعم بدون اتخاذ أي اجراءات
c) لا
مع التوضيح

10- هل يسمح باستخدام الحمأة قبل مرور ثلاث أشهر على انتاجها :

a) نعم
b) لا
c) فترة مغايرة
d) ليس هناك فترة محددة

مع التوضيح

_____

11- ما هي الاجراءات المعتمدة والمتخذة نحو استخدام الحمأة المعالجة والمعدة زراعيا :
a) اجراءات أمن وسلامة
b) أجراءات صحية
c) اجراءات اخرى
مع التوضيح

_____

12- هل هناك شروط معينة حول مكان استخدام الحمأة ونوع التربة والمحاصيل الواجب زراعتها :
a) نعم
b) لا
مع التوضيح

_____

13- هل هناك فحوصات دورية ومستمرة على الحمأة ومواصفاتها وجودتها وعلى التربة والمحاصيل :
a) نعم
b) لا
مع التوضيح

_____

_____

14- ما هي طبيعة هذه الفحوصات التي تقومون بها :
a) فحوصات صحية
b) فحوصات جودة
c) فحوصات قياسية
مع التوضيح

_____

_____

15- هل هناك متابعة دورية للتأكد من عدم تراكم المعادن الثقيلة وزيادتها عن الحدود الطبيعية سواء في الحمأة او التربة والمحاصيل :
(الزرنيخ , الكادميوم , الكروم , النحاس , الرصاص , الزئبق , النيكل ,السيلينيوم , الزنك) :
a) نعم
b) لا
مع التوضيح

_____

_____

16- في حال تم ايجاد عينات مخالفة فما هي العقوبات والاجراءات المتخذة بحقها وبحق المخالفين :

_____

_____

_____

17- ما هي شروط الصحة والسلامة المفروضة على الحمأة واستخداماتها :

a) شروط خاصة بوزارة الصحة
b) شروط خاصة بوزارة الزراعة
c) شروط مشتركة بين أكثر من وزارة ومؤسسة
d) شروط أخرى

مع التوضيح_____

_____

18- هل هناك فحوصات من أجل التأكد من خلو الحمأة المعالجة من مسببات الامراض وهل يتم أخذ الاجراءات اللازمة :

a) نعم
b) لا

مع التوضيح_____

_____

19- ما هي شروط الصحة والسلامة التي يجب مراعاتها عند التعامل مع الحمأة ومعالجتها واستخدامها :

_____

_____

20- هل هناك شروط صحة وسلامة على الافراد العاملين بمجال معالجة الحمأة وانتاجها واستخدامها :

a) نعم
b) لا

مع التوضيح_____

_____

21- هل هناك تسجيل لاي حالات عدوى مرضية كان السبب فيها الحمأة واستخداماتها :

a) نعم
b) لا

مع التوضيح_____

_____

22- ما هي العوامل التي تحد من استخدام الحمأة المعالجة وتمنع استخدامها :

شكرا لحسن تعاونكم

ملحق رقم (3)

استبانة خاصة بالعاملين في المحطات

القسم الخامس : معلومات عن الحمأة

1- ما هي كمية المياه العادمة التي يتم معالجتها :----------كوب/يوم.

2- ما هو نوع المياه العادمة التي يتم معالجته : (ضع اشارة (X) بجانب الاجابة)
a) منزلي
b) صناعي
c) بلدية

3- ماهي كمية الحمأة التي يتم انتاجها :----------(طن/يوم)

4- في أي مرحلة يتم انتاج الحمأة : (ضع اشارة (X) بجانب الاجابة)
a) الاولية
b) الثانوية

5- هل تختلف كميات انتاج الحمأة بمقارنة الصيف مع الشتاء :
a) نعم
b) لا
يرجى تعليل الاجابة :

6- كيف يتم التعامل مع كميات الحمأة الناتجة : (ضع اشارة (X) بجانب الاجابة)
a) نفايات صلبة
b) مواد عضوية
c) أخرى

اذا كان الاجابة (أخرى) يرجى التوضيح عن ما هي

7- ما هي المدة التي تمكثها الحمأة في المحطة :----------(يوم)

8- ما هي تكلفة عملية نقل الحمأة من المحطة الى المكان المقصود :----------

9- كم عدد المرات التي يتم فيها التخلص من الحمأة شهريا" :----------

10- هل تتقاضون مبلغ مالي مقابل نقلها والتخلص منها :
a) نعم
b) لا
الرجاء توضيح السبب اذا كانت الاجابة (بنعم) :

11- هل تتم أي معالجة على الحمأة الناتجة :
a) نعم
b) لا
الرجاء توضيح الاجابة (بنعم)

12- هل يتم عمل فحوصات على الحمأة لمعرفة نسبة المعادن الثقيلة :
a) نعم
b) لا

13- ما هي نسبة المعادن الثقيلة في الحمأة : : (ضع اشارة (X) بجانب الاجابة)
a) عالية
b) متوسطة
c) قليلة
14- ماهي نسبة الرطوبة في الحمأة الناتجة :
a) عالية
b) متوسطة
c) قليلة
15- هل لديكم طروحات للاستفادة الاقتصادية من الحمأة :

a) نعم
b) لا
الرجاء توضيح الاجابة (نعم) :_____
الرجاء توضيح الاجابة (لا) :_____

16- ما هي التكلفة المحتملة لمعالجة طن واحد من الحمأة حتى تصبح ضمن المعايير المطابقة للمواصفات :

a) الزراعية :----------

b) المواصفات الاخرى :----------

شكرا لحسن تعاونكم

ملحق رقم (4)

التعليمات الفنية الالزامية الفلسطينية
مؤسسة المواصفات والمقاييس

نموذج مصادقة على تعليمات فنية إلزامية

عنوان التعليمات الفنية الالزامية	الحمأة المعالجة المعدّة للاستخدام الزراعي
رقم التعليمات الفنية الإلزامية	59 لسنة 2015
الجهات المختصة	✓ وزارة الزراعة ✓ سلطة المياه

استنادا الى نص المادة (16) من قانون المواصفات والمقاييس رقم (6) لسنة (2000)، وبعد الاطلاع على المسودة النهائية للتعليمات الفنية الالزامية الخاصة بالحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي، فإننا نصادق على إقرارها كتعليمات فنية إلزامية تحت الرقم 59 لسنة 2015.

التاريخ: ___/___/_____

الدكتور سفيان سلطان وزير الزراعة	المهندس مازن غنيم رئيس سلطة المياه	عبير عودة رئيس المؤسسة وزير الاقتصاد الوطني

١٦.٩.٢٠٢

State of Palestine
Ministry of Agriculture
Minister's Bureau

دولة فلسطين
وزارة الزراعة
ديوان الوزير

Ref:
Date:

الرقم: 2014 / 1349
التاريخ: 2014 / 03 / 16

معالي الأخ/ د. جـــواد نـــاجي حفظه الله
وزيـــر الإقتصـــاد الوطنـــي

تحية البناء وبعد،،،

الموضوع: التعليمات الفنية الإلزامية

تهديكم وزارة الزراعة تحياتها، وعطفاً على كتابكم رقم 480 بتاريخ 2014/2/24 والمتضمن إطلاعنا على مسودة التعليمات الفنية الإلزامية الخاصة بالحماة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي.
نعلم معاليكم بأنه لامانع لدينا من توقيع نموذج المصادقة المعتمد بخصوص الموضوع حتى يتسنى تعميم التعليمات والعمل بها.

شاكرين لكم تعاونكم .

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والإحترام

م. وليد عساف
وزيـــر الزراعـــة

دولة فلسطين
ديوان الوزير
17-03-2014
الرقم 691

دولة فلسطين
وزارة الزراعة
17-03-2014
البريد الصادر
الرقم 1305-1349

19-03-2014

Tel. +970 2 2403360
Fax +970 2 2403361
http://www.moa.pna.ps
P.O.Box (197) Ramallah
هاتف: +970 2 2403360
فاكس: +970 2 2403361

دولـــة فلسطيـــن
سلطـــة الميـــاه
مكتـــب الوزيـــر

Water Authority
Minister's Office

التاريخ:- 6 أيلول 2015

معالي الأخت / عبير عودة حفظها الله
وزيرة الاقتصاد الوطني

07 SEP 2015
2644

الموضوع: المسودة النهائية للتعليمات الفنية الإلزامية

تهديكم سلطة المياه أطيب التحيات، وبالإشارة إلى الموضوع أعلاه بخصوص المسودة النهائية للتعليمات الفنية الإلزامية الخاصة بالحمأة المعالجة والمعدّة للاستخدام الزراعي، فإننا نود إعلامكم أنه قد تم الإطلاع والموافقة عليها من طرفنا وعليه يرجى تزويدنا بنموذج المصادقة المعتمد لتوقيعه حسب الأصول.

مع فائق الاحترام والتقدير،

م. مازن غنيم
سلطة المياه

سليم جبر
المتابعة
6 أيلول

Dima

Ramallah Tel. 02 298 7665 , Fax. 02 298 7636 Gaza Tel. 08 285 3609, Fax. 08 282 6630
Website:

التعليمات الفنية الالزامية الخاصة
بالحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي
المسودة النهائية (2014\2\16)

المادة (1)

الهدف من هذه التعليمات هو تنظيم انتاج واستخدام حمأة الصرف الصحي المعالجة في الزراعة بطريقة تحد من الاضرار البيئية وتمنع الآثار البيئية الضارة على التربة والغطاء النباتي والحيوانات والإنسان وبالتالي تشجيع الاستخدام الصحيح لهذه الحمأة.

المادة (2)

لأهداف هذه التعليمات، تسري التعريفات التالية:

2-1 الحمأة: هي المواد الصلبة ذات القوام الرطب أو الجاف المتبقية في:

(1) محطات الصرف الصحي التي تعالج مياه الصرف الصحي المنزلية أو الحضرية أو ذات تركيبة مشابهة لها.

(2) أحواض الترسيب وغيرها من المنشآت المماثلة لمعالجة الصرف الصحي.

(3) محطات الصرف الصحي غير تلك الواردة في النقاط (1) و(2).

2-2 الحمأة المعالجة: الحمأة التي خضعت لمعالجة بيولوجية (حيوية) او كيميائية أو حرارية، أو تخزين لفترة طويلة أو أية عملية مناسبة أخرى للحد بشكل كبير من قابليتها للتخمر ومن المخاطر الصحية والبيئية الناتجة عن استخدامها الزراعي.

2-3 الزراعة: زراعة جميع أنواع المحاصيل (الغذائية والتجارية والصناعية) واية استخدامات أخرى تتعلق بالانتاج الزراعي مثل الاستصلاح الزراعي وانتاج الاشتال.

2-4 استخدام الحمأة: اضافة الحمأة المعالجة الى التربة أو أية اضافة اخرى فيها.

2-5 التربة المالحة: التربة التي يكون فيها مستوى التوصيل الكهربائي (EC) لمستخلص العجينة المشبعة (Saturated paste extract) أكبر من 2.5 ديسيسيمنز/المتر (dS/L).

2-6 المنتج: الجهة التي تقوم بانتاج الحمأة المعالجة محليا أو استيرادها من الخارج بموجب ترخيص صادر عن الجهة المختصة.

2-7 الجهة المختصة: الجهة أو الجهات التي يحددها مجلس الوزراء لتنفيذ أحكام هذه التعليمات بموجب المادة (23) من قانون المواصفات والمقاييس والقوانين السارية الأخرى ذات الصلة.

المادة (3)

يجب معالجة الحمأة والحصول على موافقة الجهة المختصة قبل استخدامها في الزراعة بما يتوافق مع هذه التعليمات.

المادة (4)

4-1 يجب ان لا تزيد تراكيز المعادن الثقيلة في التربة التي يتم اضافة الحمأة المعالجة اليها عن الحدود القصوى الواردة في ملحق (1).

4-2 يجب ان لا تزيد تراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة عن الحدود القصوى الواردة في ملحق (2).

4-3 يجب ان لا تزيد والكميات القصوى السنوية لهذه المعادن الثقيلة التي يمكن تقديمها للتربة المعدة للزراعة عن الحدود القصوى الواردة في ملحق (3).

المادة (5)

5-1 يجب أن تمنع الجهة المختصة استخدام الحمأة المعالجة إذا أظهر التحليل أن تركيز واحد أو أكثر من المعادن الثقيلة في التربة يتجاوز الحدود القصوى الواردة في ملحق (1) وأن تتخذ الخطوات الضرورية لضمان عدم تجاوز هذه الحدود كنتيجة لاستخدام الحمأة.

5-2 يجب أن تنظم الجهة المختصة استخدام الحمأة المعالجة بشكل لا يؤدي تراكم المعادن الثقيلة في التربة عند تحليلها إلى تجاوز الحدود القصوى المذكورة في البند (5-1). ولتحقيق ذلك، يجب تطبيق أحد الإجراءات التالية:

(أ) يجب أن تضع الجهة المختصة الحدود القصوى لكميات الحمأة المعالجة معبر عنها بوحدة (طن) من المادة الجافة التي يمكن اضافتها الى التربة لكل وحدة مساحة (دونم) لكل سنة مع الانتباه للحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة الواردة في ملحق (2).

(ب) يجب أن تتأكد الجهة المختصة من عدم تجاوز كميات المعادن الثقيلة التي تم إضافتها الى التربة لكل وحدة مساحة (دونم) سنويا للحدود القصوى المحددة في ملحق (3).

5-3 يجب على الجهة المختصة تنظيم استخدام الحمأة المعالجة في التربة المالحة.

المادة (6)

دون الإخلال بالمادة (7)، يجب أن يوفر منتجو حمأة الصرف الصحي المعالجة المعلومات الواردة في الملحق (4) بشكل منتظم للمستخدمين والجهات المعنية.

المادة (7)

يجب على الجهة المختصة أن تمنع استخدام الحمأة المعالجة أو توفيرها للاستخدام في:

(أ) الأراضي العشبية أو المحاصيل العلفية إذا كان سيتم الرعي في الأراضي العشبية أو حصاد المحاصيل العلفية قبل انقضاء فترة معينة من الاستخدام. يجب على الجهة المختصة تحديد هذه الفترة مع الأخذ بالاعتبار العوامل الجغرافية والمناخية على أن لا تقل بأي حال من الأحوال عن 3 أسابيع.

(ب) التربة المزروعة بمحاصيل الفواكه والخضراوات باستثناء أشجار الفواكه.

(ت) الأرض المعدة لزراعتها بمحاصيل الفواكه والخضراوات التي تكون عادة على اتصال مباشر مع التربة وتؤكل نيئة، ولمدة 10 شهور التي تسبق حصاد المحاصيل وخلال فترة الحصاد نفسه.

المادة (8)

عند استخدام الحمأة المعالجة، يجب الاخذ في الاعتبار الاحتياجات التغذوية للنباتات وأن لا يتسبب استخدامها في تدهور جودة التربة والمياه السطحية والجوفية.

المادة (9)

9-1 يجب تحليل الحمأة المعالجة والتربة التي يتم استخدامها عليها كما هو مبين في الملاحق (4) و(5).

9-2 يجب الرجوع إلى الطرق المرجعية لأخذ العينات والتحليل المشار اليها في ملحق (6).

المادة (10)

10-1 يجب على منتجي الحمأة المعالجة الاحتفاظ بسجلات محدثة تحتوي على ما يلي:

(أ) كميات الحمأة المعالجة التي تم انتاجها والتي تم بيعها للاستخدام الزراعي.

(ب) تركيب وخصائص الحمأة المعالجة بما يخص الخواص الواردة في الملحق (4).

(ت) نوع المعالجة التي تم تنفيذها كما هي معرفة في البند (2-2).

(ث) أسماء وعناوين مستخدمي الحمأة المعالجة وأماكن استخدامها وكمياتها.

10-2 يجب أن تكون هذه السجلات متاحة للجهة المختصة.

10-3 يجب اتاحة وصول المعنيين الى معلومات حول طرق المعالجة ونتائج التحاليل بناءً على طلب مقدم للجهة المختصة.

المادة (11)

عند نقل الحمأة المعالجة، يجب مراعاة الشروط البيئية المانعة لانسكابها وتلويثها للبيئة.

المادة (12)

على الجهة المختصة أن تضع خطة لتطبيق جميع احكام هذه التعليمات بحيث تتضمن مراحل التطبيق والموارد المطلوبة لتنفيذها على أن لا تتجاوز مدة هذه الخطة عن سنة من سريان هذه التعليمات.

مادة (13)

تسري هذه التعليمات من تاريخ إصدارها والإعلان عنها.

مادة (14)

في حال ظهور أي خلاف في تفسير أحد نصوص هذه التعليمات الفنية الإلزامية، فيجب اعتماد التفسير الصادر عن لجنة التعليمات الفنية الإلزامية.

مادة (15)

يجب العمل على تعديل كل ما يتعارض مع هذه التعليمات.

ملحق (1)

الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في التربة

(ملغم\كغم من المادة الجافة في عينة ممثلة[1] لتربة ذات درجة حموضة من 6 إلى 7)

المعالم	الحدود القصوى (PPM)
الكادميوم Cadmium	1
النحاس(*) Copper	50
النيكل(*) Nickel	30
الرصاص Lead	50
الخارصين(*) Zinc	150
الزئبق Mercury	1
الكروم Chromium	20

(*) يحق للجهة المختصة أن تسمح بتجاوز الحدود القصوى لهذه العناصر في تربة ذات درجة حموضة دائمة أعلى من 7 بحيث لا يزيد الحد الأقصى المسموح به لتراكيز هذه المعادن الثقيلة بأي حال من الاحوال عن 50% من الحدود الواردة في الجدول، كما يجب أن تعمل الجهة المختصة على ضمان عدم وجود خطر على صحة الانسان أو على البيئة وعلى المياه الجوفية بشكل خاص.

---

(1) كما هي معرفة في ملحق (6)

ملحق (2)

الحدود القصوى لتراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة المعدة للاستخدام الزراعي

(ملغم\كغم من المادة الجافة)

المعالم	الحدود القصوى (PPM)
الكادميوم Cadmium	20
النحاس Copper	1000
النيكل Nickel	300
الرصاص Lead	750
الخارصين Zinc	2500
الزئبق Mercury	16
الكروم Chromium	400

ملحق (3)

الحدود القصوى لكميات المعادن الثقيلة التي يمكن إضافتها سنوياً إلى الأرض الزراعية، على أساس 10 سنوات كمعدل

(كغم/دونم/سنة)

المعالم	الحدود القصوى (كغم/دونم/سنة)
الكادميوم Cadmium	0.015
النحاس Copper	1.2
النيكل Nickel	0.3
الرصاص Lead	1.5
الخارصين Zinc	3
الزئبق Mercury	0.01
الكروم Chromium	0.6

صفحة (7)

ملحق (4)

تحليل الحمأة المعالجة

1- يجب تحليل الحمأة المعالجة مرة واحدة كل 3 شهور على الأقل.

2- عند حدوث تغييرات في خصائص المياه العادمة التي يتم معالجتها، فيجب اجراء تحاليل بشكل فوري مع زيادة وتيرة التحاليل الدورية.

3- يجب أن يغطي التحليل ما يلي:

- المادة الجافة أو المادة العضوية.
- درجة الحموضة.
- النيتروجين والفسفور.
- الكادميوم والنحاس والنيكل والرصاص والخارصين والزئبق والكروم.
- التوصيل الكهربائي.
- الكائنات الدقيقة الممرضة.
- نسبة الرطوبة.
- الكثافة.

ملحق (5)

تحليل التربة

1- عند استخدام حمأة معالجة، فيجب أن تتأكد الجهة المختصة أولاً من أن محتوى المعادن الثقيلة في التربة لا يتجاوز الحدود القصوى الواردة في ملحق (1). ولهذا الغرض، يجب أن تحدد الجهة المختصة التحاليل التي يجب تنفيذها مع الأخذ بالحسبان البيانات العلمية المتوفرة عن خصائص التربة وتجانسها.

2- يجب أن تحدد الجهة المختصة وتيرة التحاليل مع الأخذ بالحسبان محتوى المعادن الثقيلة في التربة قبل استخدام الحمأة المعالجة، وكمية وتركيب الحمأة المعالجة المستخدمة وأية عوامل أخرى ذات صلة.

3- يجب أن يغطي التحليل ما يلي:

- درجة الحموضة.
- الكادميوم والنحاس والنيكل والرصاص والخارصين والزئبق والكروم.
- التوصيل الكهربائي للتربة.
- محتوى التربة من العناصر الغذائية للنبات.

ملحق (6)

طرق أخذ العينات والتحليل

1- أخذ عينات التربة

يجب تحضير عينات التربة الممثلة عادة عن طريق خلط 5 عينات أساسية على الأقل معاً تؤخذ على مساحة لا تتجاوز 10 دونمات تم زراعتها لهذا الهدف.

يجب أن يتم أخذ العينات على عمق 20–40 سم ما لم يكن عمق سطح التربة أقل من هذه القيمة، وفي هذه الحالة، يجب أن لا يقل عمق العينة عن 10 سم.

2- أخذ عينات الحمأة

يجب أخذ عينات الحمأة بعد معالجتها لكن قبل تسليمها إلى المستخدم وأن تكون هذه العينات ممثلة لإنتاج الحمأة وفق ما تراه الجهة المختصة مناسباً.

3- طرق التحليل

تجرى تحاليل المعادن الثقيلة بعد هضمها بحامض قوي. وتكون الطريقة المرجعية للتحليل هي طريقة طيف الامتصاص الذري وأن لا يزيد مجال الاكتشاف (Limit of detection) لكل معدن عن 10% من قيمة الحد المقابل له.

ملحق رقم (5)

بعض من محطات تنقية مياه الصرف الصحي في الضفة الغربية وقطاع غزة

الاسم	عدد السكان المخدومين	الطاقة متر مكعب/يوم)	التدفق الداخل (متر مكعب/يوم)	تاريخ الإنشاء	نوع المعالجة	الكفاءة %
الضفة الغربية						
البيرة	50000	5750	5,000	1998	حمأة نشطة من مرحلة واحدة	95
رام الله	25000	1400	2400	تسعينيات القرن العشرين، تم تجديدها في العام 2003-2002	برك مهواة	30
جنين	40000	9250	3000	تسعينيات القرن العشرين، تم تجديدها في العام 2012-2011	برك مهواة	غير عاملة تحت التجديد
طولكرم	75000	15000	4000	تسعينيات القرن العشرين، تم تجديدها في العام 2004	برك مهواة	20
غزة						
بيت لاهيا	236298	12000	23000	1976	برك تثبيت وبرك مهواة	70
غزة	446416	70000	60000	1977	برك مهواة يتبعها أبراج حيوية	60
المنطقة الوسطى *	غير متاح	غير متاح	< 10,000*	1998	بدون معالجة	غير متاح
رفح	150725	12000	10000	1983	برك غير مهواة يتبعها أبراج حيوية	45
خان يونس	200000	10000	< 10000	2007	برك غير مهواة يتبعها برك مهواة	45

* مياه الصرف الصحي الناتجة بدون معالجة

المصدر: سلطة المياه الفلسطينية، 2012 د

الجدول 11- محطات معالجة مياه الصرف الصحي الرئيسية في قطاع غزة والضفة الغربية