الأسس التصميمية لقواعد تدوير النفايات في المدن/ بغداد (حالة دراسية)

صادق عبد الزهرة غضبان أ.م. د أمجد محمود البدري

مديرية بلديات بغداد / محافظة بغداد جامعة بغداد / كلية الهندسة. قسم الهندسة المعمارية

s.aboodi1104@coeng.uobaghdad.edu.iq mailtoamjadalbadry@coeng.uobaghdad.edu.iq

مستخلص البحث :

تُعدُّ النفايات إحدى أبرز المشاكل المؤثِّرة في بيئة المدينة ومشهدها الحضري وتنتج عن نشاطات وفعاليات الانسان والبيئة الطبيعية، وقد تعدَّدت مصادرها بين السكنية، والتجارية، والصناعية، والطبية، والخطرة، وأدى انتشارها في المدن وعلى الطرق والأراضي المتروكة المكشوفة إلى تأثيرات سلبية كبيرة ومخاطر على صحة الانسان وبيئته. ولذا كانت هناك محاولات جادة للتعامل مع النفايات واتباع خطوات متسلسلة شكَّلت نظامًا لإدارة النفايات كـ(الجمع والفرز والنقل ثم المعالجة والتخلص) ، فطورت الدول الأكثر تقدماً وسائل وتقنيات مختلفة للتعامل مع النفايات الصلبة معتمدة بعملية المعالجة والتخلُّص على طرق مختلفة ومتسلسلة وفقًا لأهميتها متمثِّلة بمثلث القاعدة الذهبية أو ما يعرف بالتسلسل الهرمي لمعالجة النفايات، تتراوح (من تقليل النفايات عن طريق تصميم المنتجات والتغليف ، إلى إعادة تدوير المواد القابلة للاستعمال ، وتحويل النفايات الخضراء إلى سماد ، والاحتراق مع استعادة الطاقة وهو ما يُسمى عادةً تحويل النفايات إلى طاقة (WTE) ، ودفن النفايات الصحي الذي يمنع الانبعاثات المائية والغازية إلى البيئة).

ولكي يتم القيام بهذه الطرق وتطبيقها عملياً تطلَّبت الحاجة أن تتم ضمن أبنية خاصة بها (ويكون لكل طريقة معالجة مبنى خاص بها) تكون من جهة مشتركة فيما بينها بتعاملها مع النفايات وكمياتها وانواعها ومن جهة اخرى مختلفة عنها بالمتطلبات التصميمية والفوائد الناتجة عن طريقة المعالجة، وقد دعت كثير من الجهات لإدخال هذه الأبنية ضمن نسيج المدينة الحضري وتغيير الانطباع السيئ المتولِّد جراء تأثير النفايات.

ومن هنا تناول البحث التداخل بين حلول ومعالجات العمارة ومشكلة النفايات، فظهرت مشكلة البحث بوجود نقص معرفي في الأسس والعوامل التصميمية التي يمكن العمل بموجبها لإنشاء مراكز أو منشآت أو مرافق لتدوير ومعالجة النفايات، وتحدد بذلك هدف البحث في إنشاء أبنية متخصِّصة بتدوير ومعالجة النفايات على أسس وعوامل تصميمية واقعية وناجحة عملياً.

وقد توصَّل البحث إلى العديد من الاستنتاجات التي بلورت وضع وتحديد أسس وعوامل تصميمية تمكن المتخصِّصين من العمل بها عند إنشاء أبنية تدوير ومعالجة النفايات.

الكلمات المفتاحية:
معالجة النفايات، التسلسل الهرمي، مراكز معالجة النفايات، اسس وعوامل تصميمية، تجارب عالمية

Design bases for waste recycling rules in cities/ Baghdad, a case study"

Sadeq Abdul Zahra Ghadhban **Dr. Amjad Mahmud**

s.aboodi1104@coeng.uobaghdad.edu.iq mailtoamjadalbadry@coeng.uobaghdad.edu.iq

Abstract

Waste is one of the most important problems affecting the city's environment and its urban landscape, which results from the activities and activities of man and the natural environment. Its sources have varied between residential, commercial, industrial, medical and hazardous, and its spread in cities, on roads and on abandoned open lands, has led to significant negative effects and risks to human health and the environment.Therefore,

there were serious attempts to deal with waste and follow sequential steps that formed a waste management system such as (collection, sorting, transport, then treatment and disposal). Preventing and reducing waste, then recycling and recovering by composting or burning, and ending with burial.

In order for these methods to be implemented and practically applied, the need for them to take place within its own buildings (and each treatment method has its own building) that is on the one hand common to each other in dealing with waste, its quantities and types, and on a different side from it with the design requirements and benefits resulting from the method of treatment, and it called Many parties want to include these buildings within the urban fabric of the city and change the bad impression generated by the impact of waste.

Hence, the research dealt with the overlap between solutions and treatments of architecture and the problem of waste, so the research problem

appeared in the presence of a lack of knowledge. In the foundations and design factors, according to which it is possible to work for the establishment of centers, facilities or facilities for recycling and treating waste.

The research reached many conclusions that crystallized the development and identification of design foundations and standards that enable specialists to work with them when constructing buildings for recycling and waste treatment.

Keywords: (waste recycling, hierarchy, waste recycling centers, design principles and standards, global experiences).

مشكلة البحث: تتمثل بما يأتي: -
١- النقص المعرفي للأسس التصميمية الخاصة بأبنية تدوير ومعالجة النفايات.
٢-عدم إمكانية الجهات المحلية من إنشاء أبنية أو محطات أو مراكز لمعالجة النفايات تكون قائمة على أُسس تصميمية معمارية أُسوة بالدول المتقدمة.

هدف البحث :
تحديد الأسس والعوامل التصميمية القياسية لأبنية معالجة النفايات التي يمكن اعتمادها لإنشاء الأبنية الخاصة بتدوير ومعالجة النفايات.

فرضية البحث :
إنشاء بنية تحتية لمعالجة النفايات تكون مصممة معماريا وفق أسس وعوامل تصميمية عملية تصبح كقاعدة يمكن تطبيقها لاحقا لإنشاء الأبنية الخاصة بمعالجة النفايات وفق طرق المعالجة المعروفة.

منهجية البحث :
تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي من خلال دراسة معمل فرز وتدوير النفايات في اليوسفية قضاء المحمودية في بغداد وتحديد الإيجابيات والسلبيات في تصميم المعمل.

مفهوم النفايات الصلبة :

تُعدُّ النفايات الصلبة المنزلية أقدم المشكلات البيئية كونها ظهرت مع ظهور الحياة على سطح المعمورة حتى إن اكتشاف العديد من المدن الأثرية كان بالاعتماد على تحليل ما تم طرحه منها. فكان الانسان قديماً يرمي فضلاته خارج مسكنه ومكان ايوائه، ثم انتقل إلى مرحلة أكثر تحضّراً فبدأ يخصِّص أماكن يضع فيها نفاياته وفضلاته.

أنواع النفايات :

١-النفايات السكنية: وتشمل (نفايات الطعام، والورق بأنواعه، والبلاستيك، والمنسوجات، والجلود، ونفايات الحدائق، والخشب، والزجاج، والمعدن، والنفايات المنزلية الخاصة والنفايات الخطرة (مثل الأشياء الضخمة كالأثاث، الأجهزة الكهربائية والإلكترونية الاستهلاكية، البطاريات، الزيت، الإطارات)).
٢-النفايات المؤسسية: وتشمل (الورق، والكرتون، والبلاستك، والخشب، ومخلفات الطعام، والزجاج، والمعادن).
٣- نفايات الشوارع: وتشمل (مخلفات الهدم، والبناء، والسيارات، والحدائق كالأشجار، والأعشاب، والحيوانات الميتة).
٤-النفايات التجارية والأسواق: وتشمل (الورق، والكرتون، والبلاستيك، والخشب، ومخلفات الطعام، ومخلفات المحاصيل الزراعية، والزجاج، والمعادن).
٥- النفايات الصناعية: وتشمل (الكيماويات، والدهانات، والرمل).(Rousta, p8,2008)

تولد النفايات :

يتم تعريف توليد نفايات على أنها كافة الأنشطة التي تؤدي إلى التخلُّص من المواد غير المفيدة وغير المرغوب فيها أثناء العملية والتصنيع والتوزيع والاستعادة والاستهلاك، وأن التحكم في توليد النفايات عادة ما يكون صعبًا للغاية ويحتاج إلى العديد من العوامل مثل التدريب والتعليم والمزيد من التشريعات والعقوبات الاجتماعية. ومن أبرز المشاكل التي تثير القلق عالميا، هي تولد النفايات الصلبة

(Solid Waste Generation) لا سيما في كافة المراكز الحضرية التي تعاني مشاكل التلوث البيئي الناتجة عن تولد كميات كبيرة من النفايات بسبب التغيرات في السلوك الاستهلاكي للناس وكذلك التقدم السريع للتكنولوجيا. وقد أثر ازدياد الكميات المتولدة من النفايات الصلبة في مراكز تركز السكان بشكل كبير على بنية المدينة التحتية وخدماتها الرئيسة كمرافق صرف المجاري الصحي وإمدادات مياه الشرب وإدارة النفايات والبنية التحتية للنقل.(Rousta, p4,2008)

العوامل المؤثِّرة على كميات النفايات:

يتسبَّب تعدد مصادر النفايات إلى ازدياد كمياتها، ومع ذلك فإن التنبؤ بكمياتها في المستقبل أمر صعب بقدر صعوبة التنبؤ بالتغيرات التي تكون النفايات، ولكن يمكن تحديد العوامل التي تؤثر على كميات النفايات سوآءً زيادةً أو نقصاً، وكما يأتي:

1-الدخل.

2-السكان: إذ يشير أحد التحليلات إلى أن ما يقارب نصف زيادة النفايات الصلبة المتولدة خلال فترة 15 عامًا يمكن أن يعزى إلى النمو السكاني.

3-السلوك الاجتماعي.

4-المناخ.

5- الإنتاج الصناعي: كلما زادت المنتجات الجديدة زادت كمية النفايات المتولدة.

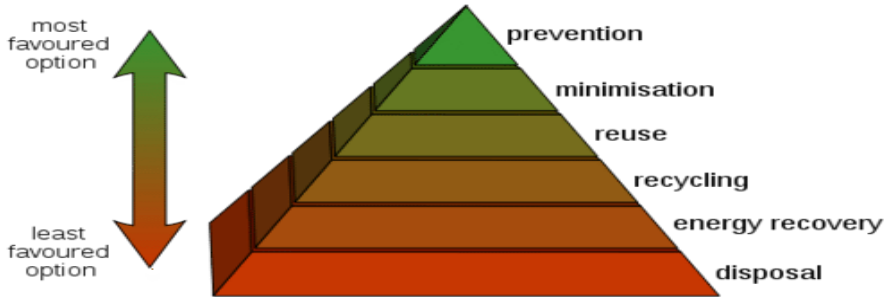
6-سلوك المستهلك.

7- مستوى المعيشة المرتفع: وما يرتبط به من تغيرات في أنماط الحياة ، إذ أن هناك ارتباط وثيق بين كمية النفايات الصلبة المتولدة والنشاط الاقتصادي. (Kreith, p158,2002)

التخلُّص من النفايات الصلبة

يُعدُّ التعامل مع النفايات الصلبة مشكلة كبيرة واسعة الانتشار في المراكز الحضرية والأرياف لدى العديد من دول العالم النامية، إذ اعتاد سكانها عدم الاهتمام برمي النفايات في المواقع المخصصة لها وعدم التخلص الآمن منها في أنواع الحاويات الموضوعة من قبل البلدية.

توجد عدة طرق لمعالجة النفايات، التي تستند الى التسلسل الهرمي، الذي يعرف بالقاعدة الذهبية وهو نظام (R3 كما في الولايات المتحدة، او R4 كما في دول شرق آسيا، او R5 كما في أوروبا)، (شكل رقم ١)، ويهدف هذا النظام الى استخلاص أقصى قدر من الفائدة بمعالجة النفايات وتوليد الحد الأدنى منها وقد أدرج بعض خبراء إدارة النفايات مؤخراً مفهوم إضافي يعرف بـ: "Re-think" "إعادة التفكير".



)2017 ،5) التسلسل الهرمي لإدارة النفايات المصدر: (بهروز، ص1(شكل

ويشمل التسلسل الهرمي لتدوير النفايات، (بهروز، ص5 ،2017)، ما يأتي: -

١- تقليل النفايات عند المصدر Reduction:

هو من أكثر الأنشطة المرغوبة، لكونه يقلِّل نفقات معالجة

النفايات وإعادة التدوير والتخلُّص، وهي أكثر الطرق العملية أهمية وتكون على النحو الآتي:
- خفض الكميات المتولدة عند المصدر.
- اعتماد معايير الصناعة (لتصنيع المنتجات وتعبئتها) التي تستخدم أقل المواد.
-وضع قوانين تقلل من الاعتماد على المواد الخام في المنتجات الاستهلاكية.
- فرض ضريبة أو رسوم على مولدي النفايات في حالة زيادة كميات النفايات.
-الحث على استخدام مواد قابلة لإعادة التدوير وتشجيع برامج إعادة التدوير في الاعلام.
- الفرز وإعادة التدوير والمعالجة (عند المصدر) يساعد على خفض كمية النفايات.
- تشجيع معالجة النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد منزلي ووضع البرامج الإلزامية لذلك.
- حضر استعمال الأكياس البلاستيكية.
-إلزام استعمال منتجات إعادة التدوير وإعادة الاستعمال في المباني وشركات البناء.

٢-إعادة الاستعمال Re-use:

ويعني الاستعمال المباشر للمخلفات في الشكل الذي تولدت عليه مرة اخرى دون تعريضها لأى معالجة طبيعية أو كيميائية أو بيولوجية قد تؤثر في شكلها أو في تكوينها فمثلا ، يتم في بلدان كثيرة، إعادة زجاجات المشروبات الفارغة إلى المحلات والتي تتولى بدورها إعادتها إلى الشركات المنتجة لتنظيفها والتأكد من سلامتها ثم تعبئتها بمنتجاتها وطرحها في الأسواق مرة أخرى.

٣-إعادة التدوير Recycling:

في معظم الدول المتقدمة فإن مشاريع إعادة التدوير تجد تشجيعاً قوياً، فمن المنظور البيئي، يعد إنشاء مراكز تدوير النفايات وتوجيهها بيئيا من العوامل ذات التأثير منخفض السلبية على البيئة، كما أن عملية التدوير تحافظ على المواد الخام الأولية عن طريق استخدام النفايات كبديل لها، فضلاً عن الحد من عمليّات استخراج المواد الأوليّة، ما يخفّف من استهلاك الطاقة.

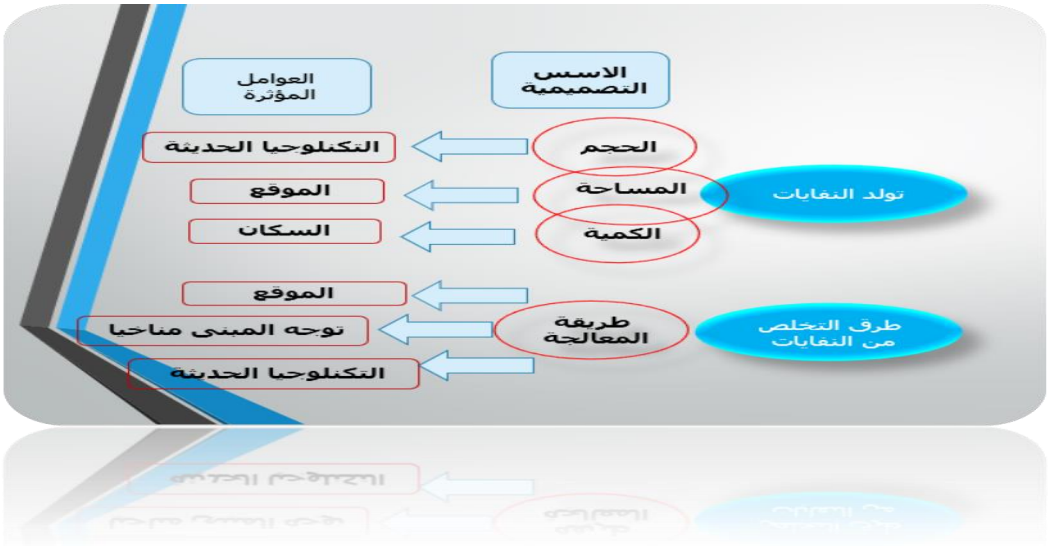
إن إعادة التدوير يعتمد على خطوات أربع تشمل:

1-فرز المواد الممكن إعادة تدويرها عن النفايات الأخرى.
2-موقع جمع هذه المواد.
3-تخزين ونقل هذه المواد إلى معامل المعالجة والشركات الصناعيّة.
4- إعادة النفايات (القابلة لإعادة التدوير) للتصنيع مرة اخرى.

٤- **الاستعادة Recovery**: إن عملية الاستعادة تنقسم إلى استعادة المواد واستعادة الطاقة ، فالأول يشتمل على أنشطة من قبيل إعادة التدوير وإنتاج السماد العضوي، أما استعادة الطاقة ومنها عملية الحرق، فهي عادة الخيار الأقل تفضيلاً وتعد طريقة آمنة للتخلص من النفايات، وخاصة الخطرة، وبنسبة 9 % من كمية النفايات وتحويل غير القابلة لإعادة التدوير منها إلى حرارة وكهرباء ووقود .

٥- التخلص بالدفن في الأرض (الطمر الصحي): تعد الطريقة الأكثر شيوعًا للتخلص النهائي من بقايا النفايات بعد الفرز في مركز استعادة المواد أو الطاقة، وكذلك عندما لا يمكن إعادة تدويرها أوليس لها فائدة أخرى، وتعد أقل الوسائل المرغوب فيها للتخلص من النفايات، بسبب التأثيرات الجانبية الناتجة، كالروائح الكريهة وتلوث الهواء والمياه الجوفية، واستهلاك مساحات كبيرة من الأراضي.

من خلال ما تقدم يمكن أن نحدِّد عدد من المؤثرات التي تؤثِّر في تصميم وإنشاء أبنية ومراكز معالجة النفايات فمنها ما يكون مؤثراً اساسياً في حصول العملية التصميمية ولا يمكن إنتاج وإخراج التصميم للتنفيذ إلَّا بتحققها أو الأخذ بها (كمية النفايات المتولدة "التي يجب استقبالها واستيعابها في المركز"- المساحة المطلوبة-طريقة المعالجة-حجم المنشأ) ومنها ما يكون عاملاً مساعداً (عدد السكان-الموقع- توجيه المبنى بيئياً -التكنولوجيا الحديثة). الشكل رقم (٢) يبين الأسس التصميمية والعوامل المؤثرة في تصميم أبنية تدوير النفايات



الشكل رقم (٢) يبين الأسس التصميمية والعوامل المؤثرة في تصميم أبنية تدوير النفايات، المصدر (الباحث)

تصميم مراكز معالجة النفايات

إن تصميم مراكز معالجة النفايات وإدخالها تدريجياً في النسيج الحضري يستلزم إعادة النظر جذريًا في التعبير المكاني والهيكل التنظيمي للبنية التحتية الحالية لإدارة النفايات، من خلال تطبيق نهج متكامل يهدف إلى تحديد نموذج حضري، يظهر الإمكانات التصميمية للعمارة، وإيجاد الوسائل الرئيسة للتدخل في المدينة المعاصرة.

وبالنظر الى طبيعة وظيفة مراكز معالجة النفايات التي تحتاج إلى استعمال أجهزة ومعدات التدوير التي تكون بطبيعة الحال كبيرة الحجم وبسبب تعدد مراحل عمليات التدوير أو عمليات الحصول على الطاقة وبسبب حجم النفايات المتولدة الهائلة التي يستقبلها المرفق من المدينة فإن ذلك يحتم على المصمم إنشاء فضاءات كبيرة متناسبة مع طبيعة العمل (فيتراوح حجم مرافق الحرق عادةً من ١٥٠٠٠ طن من

النفايات سنويًا إلى ٥٠٠٠٠٠ طن سنويًا) وعليه فإن حجم الكتل المكونة للمركز سيكون كبير وبالأخص للفضاءات التي تضم فعاليات وأنشطة العمل ومن الممكن أن يعكس شكل الكتل التعبيرية طبيعة وظيفة المبنى، ويجب تنظيم كتل أبنية المركز لكي تكون متوافقة مع أحجام الكتل للأبنية المجاورة لخلق سياق يلائم السياق الحضري الخاص بالمجاورات لموقع المبنى . (World Bank Group ,p15,2007)

أسس عملية تصميم مراكز معالجة النفايات (Enviros for Consulting Limited,p65,2008):

A-إنشاء مساحات جيدة (spaces):

لا تقلُّ المساحات التي يتم إنشاؤها بواسطة كتل الأبنية المشيدة، أهمية عن المباني ذاتها في التصميم الحضري وتخطيط المدن، فعند تخطيط المواقع، يجب أن يكون لكل المساحات الموجودة داخل الموقع غرض مميز ويجب أن يكون التركيز ببساطة على كل مكان في المبنى ضمن الموقع والمساحة التي يشغلها تصميمياً، وتصميم المساحات الخارجية والداخلية بشكل إيجابي وتحديدها كمتطلبات لمعرفة أبعاد ومساحات المركز والموقع مع المساحة الإجمالية والتي تكون متقاربة في كافة مراكز المعالجة مع فارق المساحة الأكبر في مدافن النفايات. (جدول1).

جدول رقم (١) متطلبات مساحة الأرض لمراكز حرق النفايات القياسية

السعة (طن)	160,000 (خط واحد)	336,000 -640,000 (خطين)	960,000 (ثلاثة خطوط)
طول المعمل م	150	360-240	360
عرض المعمل م	70	130-100	150
مساحة المعمل الكلية م^2	10,500	46,800-24,000	54,000
طول الأرض م	250	460-360	460
عرض الأرض م	170	230-230	250
مساحة الأرض الكلية م٢	42,500	105,800-82,800	115,000
نسبة مساحة الأرض المشغولة بالمعمل م^2	25%	44%-29%	47%

المصدر: (Themelis,p78,2013)

B-استيعاب الحجم والمقياس:

يمثل حجم مراكز النفايات الجديدة تحدي مثير للاهتمام في الصناعة وللأبنية المجاورة ،إذ يتم تصميمها ضمن مبان لتوفير بيئة أفضل للمستعملين ، ولذا يجب الاهتمام بالموقع ككل ، وليس فقط من حيث أثر المبنى، ومقارنة الموقع بالمجاورات ودمج المساحات المتوافقة إذا كان المراد إظهارها ككيان واحد، وربط أشكال المباني بالمناظر الطبيعية لتوفير التماسك في السياق الحضري وعدم التقليل من التأثيرات البصرية وتحقيق المواءمة لمراكز النفايات مع الأشكال الموجودة للمباني الصناعية التقليدية. (Enviros for Consulting Limited, p,2008) إن المباني بسبب كتلتها تعطي إحساساً بالانغلاق. ولذا من خلال الواجهة والشكل يجب أن تكون كتلة مبنى مركز النفايات ترحيبية وغير مهددة، ويمكن تصميم شكل الكتلة لتكون مألوفة في سياق التصميم الحضري وضمن أشكال الأبنية الصناعية وعكس ذلك في واجهة المبنى. أما أحجام أبنية مراكز النفايات فتكون إما صغيرة أو متوسطة أو كبيرة (Digital semi-annual journal of science, Second Edition,2018)وبارتفاعات مختلفة وفقاً لطريقة المعالجة وطبيعة التكنولوجيا المستعملة وسعة المبنى المطلوبة، ولذا فإن أحد العوامل المحددة لذلك في معظم مرافق النفايات هو أن تصميم المساحة الداخلية وفتحات الأبواب التي تمر منها المركبات تحتاج إلى أن تكون كبيرة ومرتفعة، فيتطلَّب هذا أن يكون ارتفاع فتحات الأبواب ٧ م مع ارتفاع حواف المبنى غالباً على ارتفاع ١٢ م وأكثر. إن حجم المبنى يمثل تحديات تصميمية كبيرة تجعل "التوافق" مع النسيج الحالي غير مناسب أو صعب في كثير من الأحيان ويمكن ذلك من خلال:

- التلاعب بالأشكال.
- الاهتمام بالتفاصيل والأنماط.
- استعمال الخداع البصري لتقليل الارتفاع المدرك للهياكل العالية.

C-تصميم خط افق المبنى:

أن يساعد التصميم المتكامل لكتل المباني في اندماجه مع البيئة المبنية في عموم الموقع بحيث يتجاوب شكل السقف مع البيئة المحيطة ويكمل خط السقف خط المباني المجاورة.

D-الوصول والبنية التحتية:

يرتبط الوصول إلى الموقع بوجود شبكة الطرق المحلية والخارجية، وتؤكِّد مراكز معالجة النفايات على عنصر الوصول إلى الموقع ومراعاة الوصول المناسب للزوار لجميع أجزاء الموقع كالمكاتب والمناطق التشغيلية ومرافق الزوار، ومن المهم أن يتم تزويد الجمهور بتعليمات واضحة حول الأماكن التي يمكنهم الذهاب إليها وما ، لا يمكنهم الذهاب إليه.(Enviros for Consulting Limited, p,2008)
كما تعد بعض العناصر الإنشائية وغير الإنشائية من ضمن أجزاء البنية التحتية المهمة لمراكز النفايات مثل (السياج الخارجي والإضاءة الداخلية والخارجية للمبنى ومواد الإنهاءات للمبنى).

فالسياج يعد من الأجزاء المهمة للموقع والهدف الرئيس منه هو تأمين حدود الموقع فضلاً عن كونه يمثل حافة جذابة ومدخل للمنشأة، أما الإضاءة الداخلية والخارجية فتمثِّل بعداً جمالياً مثيراً للاهتمام

لمنشأة إدارة النفايات إضافة لكونها ذات أبعاد مهمة كـ (الصحة والسلامة والأمن والمظهر) وخاصة لطرق المشاة الرئيسة ومواقف السيارات وطرق الوصول لضمان الأمن والسلامة للموظفين والزوار. بينما يعد اختيار مواد الإنهاءات المناسبة أمراً بالغ الأهمية في تقديم المفهوم المعماري وتقوية أو إضعاف التصميم، وكيفية وملاءمتها مع المواد المستعملة للأبنية المجاورة وارتباطها بالمباني المحيطة، من خلال اللون والنمط والتفاصيل والهوية والوضوح ويمكن أن يقلل اختيار المواد من التأثير البصري، والتأثير البيئي.

متطلبات التصميم المشتركة لمراكز معالجة النفايات

وتشمل كل المتطلبات المشتركة التي تدخل في تصميم وإنشاء مراكز (التدوير والتسميد والحرق ودفن النفايات) لكونها ذات تعامل مشترك تجاه مشكلة النفايات رغم اختلاف طرق المعالجة وكما يأتي:

1-مخطط موقع بمقياس مناسب يوضح تفاصيل المناطق المقترحة المستعملة لأنشطة معينة في المركز.

2-منطقة عامة تضم (منطقة التفريغ للمواد– مداخل استقبال وقاعات للعرض أو المؤتمرات -منطقة اعادة تدوير عامة خارجية – مركز تجميع - غرفة استراحة).

3-منطقة غير عامة تضم (رصيف تحميل –منطقة فرز وخزن خارجية - منطقة معالجة النفايات خاصة أما بـ (الحرق وتجميع رماد القاع ورماد المداخن وتخزين الرماد حتى التخلص النهائي فيما يخص مراكز الحرق) أو (التسميد والمعالجة وتخزين المنتج النهائي مع جميع الأدوات أو الأجهزة التي يجب تركيبها للتهوية والتحكم في الغبار والقمامة والرائحة فيما يخص مراكز التسميد) -غرفة استراحة وتغيير ملابس).

4-مناطق التخزين والنقل: لتخزين المواد المنتجة أو المعاد تدويرها، مع توفير منطقة انتظار للشاحنات عند كل من مداخل الميزان والمركز و مواقف للسيارات و حركة المرور للمركز.

5- منطقة وزن أو قياس جميع النفايات الصلبة الواردة والمنقولة.

6- تحديد مواصفات جميع الآلات والمعدات والمركبات التي ستستخدم في المركز.

7-طرق مصممة للموقع وتكون إما من الخرسانة الإسفلتية أو المسلحة وأقل عرض للطريق الأحادي 3.5 م و 6 م للطريق ذي الاتجاهين.

8- تصميم الاجزاء الأخرى ، مثل القسم الإداري ، وورشة الصيانة ، ومنطقة وقوف السيارات ، ومكان غسيل الشاحنات ، وغرف الموظفين ، والبوابة ، وغرف الحراس ، والسياج ، والمناظر الطبيعية والمرافق.

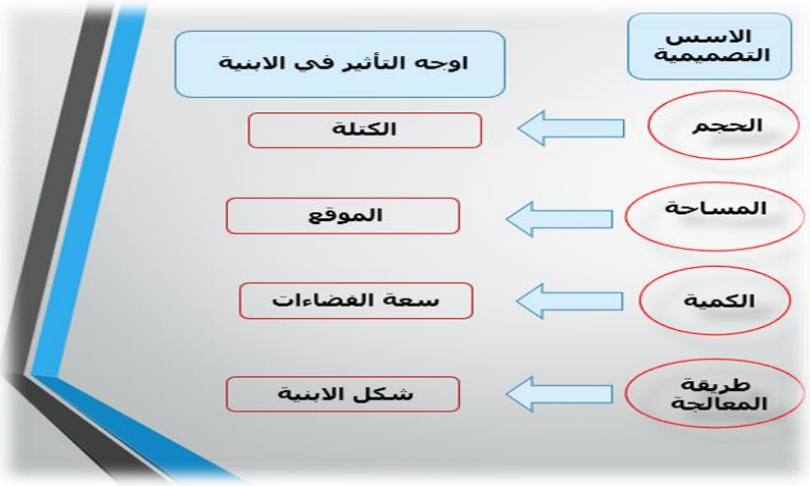
9-تصميم انظمة لإدارة مياه الأمطار و معالجة مياه الصرف الصحي و التحكُّم في تلوث الهواء والمداخن.

10-بالإضافة الى ما تقدم فإن المتطلبات الآتية تخص مدافن النفايات فقط:

A - تصنف وفقاً لكمية النفايات المستلمة: - (فئة A ، الفئة B ، فئة C ، الفئة D)

B- يجب أن يكون قاع خندق المكب أعلى من منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن 3 م.

C- تصميم أنظمة التحكم في التلوث و جمع وإزالة الراشح والتحكم في الغاز ونظام مكافحة الحرائق و وضع خطة سلامة الموقع وأمنه.
D- تصميم منطقة عازلة للفئتين C وD للمنطقة المحاذية بالمجاورات ، ويفضل ألَّا تقل عن 200 م ، تخصص للطرق وزراعة الأشجار لحجب المناظر المزعجة والرائحة. (تخصص أيضا لمراكز التسميد).
كما يجب أن تكون مساحة المركز الداخلية كبيرة بما يكفي للسماح بالتغييرات في التصميم الداخلي والتقليل من عدد الأعمدة الإنشائية الحاملة لهيكل المركز إلى أدنى حد للسماح بأقصى قدر من المرونة لغرض التوسع المستقبلي، كما يجب أن يكون السقف مرتفعاً بما يكفي لاستيعاب مواصفات وحجم المعدات إذ يمكن أن يصل إلى أربعين قدماً في بعض أجزاءWTF .
مما تقدم نستنتج أن الأسس التصميمية تؤثر في أبنية معالجة النفايات من عدة أوجه الشكل رقم (٣) يبين أوجه التأثير



الشكل رقم (٣) يبين أوجه تأثير الأسس التصميمية في تصميم أبنية تدوير النفايات المصدر

التجارب العالمية والمحلية لمراكز معالجة النفايات

سنورد فيما يلي بعض تجارب الدول العالمية في مجال تصميم وإنشاء وتطوير أبنية ومراكز معالجة
النفايات التي بينت من خلال تنفيذها وإنشائها، الأسس التصميمية التي تم تناولها في اعلاه (كمية النفايات المتولدة-مساحة المركز– طريقة المعالجة –حجم المنشأ)، كما سيتم مقارنتها مع التجربة العراقية:

أولا / التجربة الألمانية

تبلغ مساحة دولة ألمانيا 357021 كم٢ وعدد سكانها 83240000 مليون نسمة، إن نظام إدارة النفايات الألماني يستند إلى التسلسل الهرمي للنفايات R5، ويشمل (تقليل النفايات وإعادة الاستعمال وإعادة التدوير واستعادة الطاقة والتخلص من النفايات)، ومن خلال هذا النظام تهدف إدارة النفايات في ألمانيا إلى تقليل توليد النفايات وزيادة إعادة التدوير، مع التخلُّص من النفايات المتبقية.

محطة ZMS Schwandorf لتحويل النفايات إلى طاقة في ألمانيا

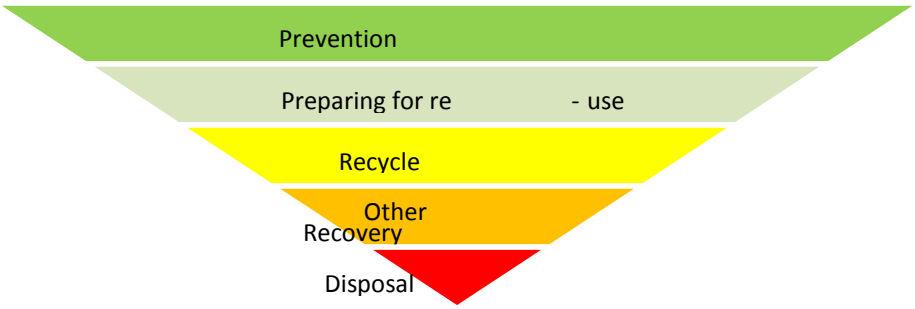
تقع على بعد حوالي 1000م من أقرب منطقة سكنية، وقد تم إيلاء اهتمام خاص لتقليل مصادر الضوضاء وانبعاث الغازات الملوثة ، وتخدم هذه المحطة عدة مدن بمساحة 15000 كم^2 وتضمن التخلُّص من النفايات المنزلية الضخمة والتجارية لحوالي 1856000 مواطن، وتتكون من مصنع ضخم لمعالجة النفايات بأربعة خطوط ،(شكل3-6) إذ يتم نقل النفايات إلى حفرة التخزين في المحطة بسعة 16000 م^3 ثم الى الفرن ،وعند درجات حرارة (850 -1000)°م ، يتم حرق النفايات بكمية 40 طناً في الساعة، ثم يتم تبريد الخبث ، ويتم فصل الأجزاء الحديدية وغير الحديدية عن الخبث واستخدام المتبقي في إجراءات بناء مدافن النفايات .

تُستخدم الطاقة الحرارية المستعادة، لتوليد الطاقة الكهربائية وإدخالها في الشبكة العامة بقدرة 220000 ميغاواط. ساعة، كما تقوم المحطة أيضاً بتزويد الطاقة لشبكة تدفئة المنطقة وتسخين المياه في شفاندورف، بقدرة 73300 ميجاوات. ساعة(https://eswet.eu) . شكل رقم (٤) يمثل محطة ZMS Schwandorf لتحويل النفايات إلى طاقة في ألمانيا.

شكل رقم (٤) يمثل مركز ZMS Schwandorf لتحويل النفايات إلى طاقة في ألمانيا، المصدر (https://eswet.eu)

ثانيا / التجربة اليابانية

اليابان بلد في أقصى الشرق، تمتد على مساحة 377975 كم^2 ويبلغ عدد سكانها حوالي 129.3 مليون نسمة، ويتم إنتاج أكثر من 53 مليون طن من النفايات الصلبة البلدية سنوياً، وتتنوَّع طرق المعالجة للتخلص من النفايات كالحرق وإعادة التدوير ودفن النفايات والتسميد، في عام 2019. اعتمدت اليابان تطبيق نظام إدارة النفايات R5 شكل رقم (٥) يبين نظام (R3) لإدارة النفايات في اليابان.



شكل٥ نظام R3: المصدر (Yolin,p19,2015) لإدارة النفايات في اليابان

محطة Minato في طوكيو

إحدى أهم محارق النفايات في اليابان في طوكيو التي تعتمد أفضل التقنيات وأكثرها أماناً، مع وجود تصميم جمالي ممتع منسجم مع المنطقة المجاورة، قامت شركة MHI بتصميم البناء وتنفيذه(شكل3-29) ، يتألف من ثلاث محارق ومحركات ومحولات للطاقة الكهربائية لزيادة كفاءتها وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو 4 % سنويًا وبأحدث التقنيات ، وقد بلغت كلفة إنشائه (72.2 مليون دولار أمريكي) يتم التخلُّص في هذا المصنع من النفايات المنزلية التي ينتجها ما يقرب من 9 ملايين شخص (حوالي 8000 طن يومياً) ، يتم حرقها في درجات حرارة عالية تزيد عن 800 م° ،(شكل رقم ٦) ، مما يقلل الحجم إلى 20\1 ما كان عليه و يقلل كمية غازات الديوكسين الناتجة عن الحرق ويولد ما يصل إلى 22 ميغاواط من الكهرباء. وتم التأكيد على أن انبعاثات المحطة كانت جيدة جداً. (https://www.japan.go.jp › winter2015)

(شكل رقم ٦) محطة ميناتو لتحويل النفايات إلى طاقة في طوكيو / اليابان.

المصدر (https://www.japan.go.jp › winter2015).

الجدول رقم (٢) يبين مدى تطبيق التجارب العالمية للأسس التصميمية في تبني معالجة وتدوير النفايات

جدول يبين تطبيق الأسس التصميمية في أبنية معالجة النفايات العالمية				
الأساس / التجربة	المساحة (مراعاة المساحة من حيث تحديد الموقع)	الكمية (توفر سعة الفضاءات تصميميا)	الحجم (المواءمة مع أحجام كتل الأبنية في السياق)	طريقة المعالجة (مقبولية شكل المبنى – ترحيبي وغير منفر)
الألمانية	نعم	نعم	لا	لا
اليابانية	نعم	نعم	نعم	نعم
المصدر (الباحث)				

ثالثا / التجربة العراقية

لا شك في صعوبة تطبيق منهجيات البلدان المتقدمة على ممارسات البلدان النامية بسبب الاختلاف في احتياجاتها التنموية ومع ذلك يمكن استعمال الخطوات التي تم اتخاذها لأنظمتها الحالية كتجربة تعليمية في البلدان النامية. ومن ثم، يجب أن يكون هناك دليل موثق جيدًا لوصف ما يجب تعلمه من تجاربهم.[2] ولذلك تم تطوير الخطة الوطنية لإدارة النفايات الصلبة في العراق في عام 2007 بالتعاون مع متخصص دولي في إدارة النفايات. ووضعت المبادئ الأساسية لتطوير استراتيجية النفايات في العراق متضمنة المبادئ الاتية: (•التنمية المستدامة، وتقارب المبادئ والاكتفاء الذاتي، والمبادئ الاحترازية، ,مبدأ الملوث يدفع مسؤولية المنتج، التسلسل الهرمي للنفايات، ,أفضل خيار بيئي عملي).

تنصُّ الخطة بشكل عام "أن العراق سيبني 33 مدفناً مصمماً بيئياً بسعة 600 مليون م^3 في كافة المحافظات الثماني عشرة في العراق بحلول عام 2027 بالإضافة إلى إنشاء مدافن قمامة " وتركز الخطة أيضاً على أنظمة الجمع والنقل والاستعمال مرة واحدة وإعادة التدوير وإعادة الاستعمال، كما تم أخذ التربية الاجتماعية بعين الاهتمام لضمان توفير نظام تعليمي يدعم مشاركة كل من المجتمعات والأفراد في إدارة النفايات في العراق، ولكن لم تدخل تلك الخطة حيز التنفيذ لأسباب غير معروفة.

وتشير المؤشرات لعام 2019 إلى أن عدد سكان العراق (39.31) مليون نسمة، ينتجون 31000 طن\ يوم من النفايات الصلبة، إذ يتجاوز نصيب الفرد 1 كغم\ يوم وكمية النفايات التي يتم رفعها ١٠.٦ مليون طن \سنة، ينقل جزء منها إلى المحطات التحويلية لغرض تجميعها وكبسها، لغرض بيعها، ويتم التخلُّص من القسم الآخر في مواقع الطمر غير النظامية في جميع أنحاء العراق. ((النجار، أشرف يحيى، ٢٠١٩، مقالة)

مؤشرات مدينة بغداد:

تبلغ مساحة مدينة بغداد 670 كم^2، مقسمة إلى عشر مناطق، خمس منها إلى الضفة الشرقية لنهر دجلة (الرصافة) وهي: الأعظمية، الرصافة، الصدر، 9 نيسان، الكرادة. وخمسة أخرى الى الضفة الغربية (الكرخ) وهي: الكاظمية، المنصور، الكرخ، الدورة والرشيد

جدول3 يمثل عدد السكان وكمية النفايات المتولدة يومياً وسنوياً في 2019				
الجهة	عدد السكان (مليون نسمة)	كمية النفايات المتولدة بالسنة (طن \ سنة)	كمية النفايات المتولدة بالسنة (طن \ يوم)	نفايات الفرد المتولدة (كغم \يوم)
أمانة بغداد	6150828	2435727.9	6765.9	1.1
أطراف بغداد	2189883	946029.5	2627.9	1.2
المجموع	8340711	3381757.4	9393.8	
المصدر: (قسم إحصاءات البيئة،٢٠١٩، ص١٥)				

كما تشير التقديرات إلى أن عدد سكان مدينة بغداد يبلغ ٦١٥٠٨٢٨ مليون \ نسمة ينتجون أكثر من 3 مليون طن من النفايات الصلبة كل عام وأن معدلات توليد النفايات الصلبة تتراوح بين 1.1-1.2كجم \ فرد \ يوم، في العام ٢٠٢٠ (جدول3).

(معمل فرز وتدوير النفايات في منطقة اليوسفية):

أحد محاولات التجربة العراقية في مجال تدوير النفايات، والذي يقع في ناحية اليوسفية ويبعد عن المنطقة السكنية تقريبا ٣ كم ويتكون من عدة أجزاء (جدول٤) تشمل: مبنى رئيس على شكل مسقف حديد كافة جدرانه وأرضيته من الكونكريت المسلح والمغطى بمادة الآيبوكسي المقاومة للأحماض، ويتكوَّن السقف من صفائح الحديد المغلون المعزول حرارياً بـ (ساندويج بانل)، Sandwich panel وبأبعاد ارتفاع *عرض*طول (8×42×63) م. (صورة١).

جدول (٤) أجزاء معمل فرز وتدوير النفايات في قضاء المحمودية		
ت	البناية	المساحة م٢
	بناية المعمل	٢٦٤٦
	إدارة (غرفة مراقبة الكترونية والاستعلامات)	١٥٠
	موقع تصنيع السماد	١٢٠٠٠
	موقع الطمر الصحي	١٢٠٠٠٠

	المخزن	١٢٠٠
	كراج غسل وتشحيم وصيانة دورية للآليات مسقف	١١٠٠

المصدر: الباحث بالاعتماد على المعلومات المقدمة من قبل إدارة المعمل

(صورة١) سقف القاعة المكون من صفائح الحديد المغلون المعزول حرارياً، المصدر: الباحث

تبلغ المساحة الكلية للمشروع ١٥٠٠٠٠ م^{٢} من ضمنها (خط الفرز وساحة التسميد والمخازن والورشة والإدارة والاستعلامات)، (صورة٢) اضافة لمساحة موقع الطمر الصحي التي تقدر بحوالي ١٢٠٠٠٠م^{٢} مقسمة إلى خلايا مساحة الخلية الواحدة ١٢٠٠٠م^{٢} .أما محيط القطعة الكلي ٢٦٠٠ م.ط مسيجة بال(BRC).ويصل مقدار الطاقة الإنتاجية للمشروع الى ٢٠طن \ساعة . ويقوم هذا المعمل بعمليات الفرز والدفن وإنتاج السماد فقط ولا توجد فيه عمليات التدوير وإنتاج المواد الخام ولذا لا توجد المرافق (facilities) والخدمات المرتبطة بها كالقاعات وغرف السيطرة والمخازن الخاصة بذلك. (حسب المعلومات من إدارة المعمل)

(صورة٢) قاعة الفرز في المعمل المصدر: الباحث

ومما تقدم يتبين أنه لم تتم مراعاة الأسس التصميمية كلها في أبنية معالجة النفايات في أكثر (التجارب العالمية)، كالمساحة التي تؤثر في توقيع المبنى، أو كمية النفايات المؤثرة في سعة الفضاءات تصميمياً، أو حجم المبنى وضخامة كتلته من حيث مواءمته مع كتل الابنية المجاورة في السياق، أو طريقة المعالجة التي تؤثر في اختيار الشكل النهائي لكتلة المبنى. كما لم يتم مراعاة الأسس التصميمية في التجربة المحلية لمنطقة الدراسة لمعمل فرز وتدوير النفايات في منطقة اليوسفية.

جدول(٥) يبين تطبيق الأسس التصميمية في أبنية معالجة النفايات لمعمل فرز وتدوير النفايات في اليوسفية

الأسس التصميمية	تجربة معمل اليوسفية في بغداد
المساحة (مراعاة المساحة من حيث تحديد الموقع)	نعم
الكمية (توفر سعة الفضاءات تصميمياً)	نعم
الحجم (المواءمة مع أحجام كتل الأبنية في السياق)	لا
المصدر (الباحث)	

الاستنتاجات :

١- تُعدُّ أبنية معالجة النفايات من ضمن أبنية البنية التحتية للمدن لارتباطها بفعاليات الانسان ونشاطاته التي يكون للعمارة الدور الكبير في تفعيلها من خلال التصاميم القائمة على أُسس تصميمية.

٢- يجب أن تصمَّم أبنية مراكز معالجة النفايات الحديثة، وفق أسس ومعالجات تصميمية لجعلها متوافقة مع محيطها الحضري.

٣- توجد عدة مؤثرات تؤثِّر في تصميم وإنشاء أبنية ومراكز معالجة النفايات فمنها ما يكون مؤثراً اساسياً في حصول العملية التصميمية مثل (كمية النفايات المتولدة-المساحة المطلوبة للمركز-طريقة المعالجة-حجم المنشأ) ومنها ما يكون عاملاً ثانوياً في التأثير على العملية التصميمية (عدد السكان-الموقع-توجيه المبنى مناخياً -التكنولوجيا الحديثة).

٤- تؤثر الأسس التصميمية لمراكز معالجة النفايات (كمية النفايات -المساحة المطلوبة -طريقة المعالجة-حجم المنشأ) في مفاهيم معمارية يقوم عليها تصميم وإنشاء مراكز معالجة النفايات (الكتلة ، والموقع ، وسعة الفضاءات ، وشكل الأبنية).

٥- تبين من خلال (التجارب العالمية) التي تمت دراستها في البحث عدم مراعاة بعض الأسس التصميمية في أبنية معالجة النفايات مثل(كمية النفايات التي تحتاج الى فضاءات كافية وذات سعة كبيرة لاستيعابها تصميمياً ، كما أن حجم المبنى وضخامة كتلته من حيث مواءمته مع كتل الأبنية المجاورة في السياق يجب أن لا تكون بمقياس كبير إلَّا أن تكون هناك مبررات تصميمية ، وكذلك فإن طريقة المعالجة تؤثر في اختيار الشكل النهائي لكتلة المبنى من حيث إظهار المعالجات المعمارية بالشكل والواجهات بالكيفية التي تقلِّل من التأثير النفسي لطريقة المعالجة لدى الناس ، أما من حيث المساحة المطلوبة فقد تمت مراعاتها وتأمينها في المواقع التي تم اختيارها في التجارب العالمية وحتى التجربة المحلية .

التوصيات: -

١- يستوجب على المصممين عدم إهمال الأُسس التصميمية عند التعامل مع تصاميم مراكز معالجة النفايات بكافة أنواعها بل أخذها بعين الاهتمام والتعامل معها جنبا الى جنب مع المتطلبات الرمزية والوظيفية.

٢- إن تطبيق الأسس التصميمية باستخدام أساليب متطورة يمكن أن يفتح أمام المصممين آفاق واسعة عند اعتمادها كمفردات معمارية متعددة الجوانب.

٣- يمكن أن يطوّر العمل وفق هذه الأسس التصميمية بحيث يتم اعتماد جميع المؤثرات الثانوية الأخرى والاستفادة من نتائج تأثيرها في إيجاد المزيد من الحلول لمشكلة النفايات وفق رؤية استراتيجية.

٤- إن الأسس التصميمية التي خرجت بها الدراسة، يجب أن يستثمرها المعماريون لتنفيذ المشاريع المماثلة في منطقة الدراسة أو عموم مناطق البلد.

٥- يجب تطوير الإمكانات التصميمية للكوادر الهندسية المرتبطة بمجال معالجة النفايات لغرض إنشاء أبنية متخصّصة في هذا المجال من خلال دراسات معمقة تعتمد الأسلوب العلمي وبالتعاون مع الجهات الأكاديمية والمؤسساتية الخدمية للوصول إلى المعالجات الأفضل.

٦- توصي الدراسة بمتابعة الدوائر ذات العلاقة في نشر الوعي الثقافي وتشجيع المواطن على المساهمة في حل مشكلة النفايات.

٧- توصي الدراسة بالاستفادة من بعض المواقع في أطراف العاصمة لإنشاء أبنية لمعالجة النفايات تكون مصممة وفق أسس خاصة بها ومتابعة تنفيذ ذلك من قبل الدوائر المختصة.

٨- ما تساهم به مشاريع وأبنية معالجة النفايات من مردودات اقتصادية وإنتاج الطاقة الكهربائية والحرارية واستعادة للمواد الاولية إضافة للحفاظ على نظافة بيئة المدن يدعو إلى النظرة الجدية في امكانية تطوير الواقع الخدمي في مجال النفايات عن طريق إنشاء الأبنية الخاصة بمعالجة النفايات.

٩- مشاركة المخططين والمصممين الحضريين وكوادر المؤسسات الخدمية في وضع التصاميم لمشاريع البنى التحتية، لاسيما مشاريع إنشاء أبنية معالجة النفايات داخل أو خارج المدن.

١٠- رفد البحوث العلمية المختصة بهذا المجال معنوياً ومادياً وتوفير أحدث الوسائل والمستلزمات في مجال تطبيق كل ما له مردود اقتصادي يفيد البلد.

المصادر :

١- النجار، أشرف يحيى، "إدارة النفايات الصلبة في العراق"، مقالة منشورة في جريدة الشرق الأوسط، ٢٨ يوليو ٢٠١٩.
٢-بهروز، محمد اواز، "النفايات الصلبة "، مجموعة محاضرات كمنهج دراسي، كلية العلوم / جامعة كركوك، العراق، ٢٠١٧.
٣-قسم إحصاءات البيئة. "الإحصاءات البيئية للعراق"، قطاع الخدمات البلدية، ٢٠١٩.

4- Digital semi-annual journal for science. 'Waste Architecture: approaches and opportunities', Research for landscape planning, University of Florence second series, 2018.
5-Enviros for Consulting Limited. " Designing Waste Facilities", a guide to modern design in waste, on behalf of Defra (department for environment food and rural affairs. Crown copyright, England, 2008.
6-Rousta, Kamran" Municipality Solid Waste Management", Master thesis, School of Engineering, University College of Borås, ٢٠٠٨.

7-Themelis, Nickolas. "Guidebook For the Application of Waste to Energy Technologies in Latin America and The Caribbean" Inter-American Development Bank, July 2013.

8-World Bank Group. " Environmental, Health, and Safety Guidelines for Waste Management Facilities", international finance corporation, 2007.

9- https://eswet.eu.

LOIBL news-Schwandorf waste incineration plant-ESWET.

10- https://www.japan.go.jp › winter2015.

Advanced waste disposal technology makes Tokyo the cleaner city.