الردم التقني كوسيلة لتوليد الطاقة الكهربائية

يوسف مريم

طالبة دكتوراه

كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير،

جامعة باتنة 1 الجزائر

الملخص:

يتزايد الاهتمام بدراسة موضوع توليد الطاقات المتجددة انطلاقا من النفايات باعتبارها أحد أهم المصادر الرئيسية للطاقة العالمية خارج الطاقة التقليدية فضلا عن كونها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة مما يكسبها أهمية بالغة في ظل الأزمة العالمية وهو ما نحاول إبرازه، عبر تسليط الضوء على الردم التقني باعتباره أحد الطرق الحديثة لمعالجة النفايات وتوليد الطاقة الكهربائية مع التطرق لبعض التجارب الناجحة في هذا المجال

الكلمات المفتاحية:

النفايات، الردم التقني، توليد الطاقة الكهربائية، تجارب عالمية.

Abstract:

The Growing interest in studying the issue of generating renewable energy from waste as one of the main sources of global energy outside traditional energy; as well as clean and non-polluting, which earned a great importance in light of the global crisis , We are trying to highlight, Technical Landfill as a Modern methods of waste treatment and power generation, with some successful experiences in this field.

Keywords:

waste, technical Landfill, power generation, global experiments.

مقدمة:

إن ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة والتقدم الصناعي والتقني السريع أدى إلى تضخم كمية الفضلات والنفايات بشكل يهدد بتحويل العالم إلى مزبلة كبيرة، وأصبحت عملية التخلص منها من ابرز المشاكل التي تواجه البشرية نظراً لما تشكله هذه النفايات من أخطار على البيئة ومواردها الطبيعية وعلى صحة الإنسان وسلامته، وعليه جاء طرحنا للإشكالية التالية:

كيف يمكن استغلال النفايات في توليد الطاقة؟

I. تعريف النفايات وتصنيفها:

1. تعرف النفايات:

من الناحية اللغوية إن أصل كلمة نفاية هو" نفو "وتعني" نفاوة الشيء "رديئة وبقيته[1].

عرف خبراء البنك الدولي" النفاية "بأنها" الشيء الذي أصبح ليس له قيمة في الاستعمال أما إذا أمكن تدوير (رسكلة) هذا الشيء بحيث يمكن استعماله أو استرجاع بعض مكوناته، ففي هذه الحالة لا يعتبر نفاية"[2].

ويعرفها القانون الإنجليزي لحماية البيئة على أنها أي مواد تحتوي على فضلات مواد أو أي مواد لسنا بحاجة إليها بالإضافة إلى أي مواد ناتجة عن أي عملية إنتاجية، أو أي مادة أو أجهزة أو أدوات مكسورة[3].

مما سبق يمكن القول أن النفاية إذا رسكلت لم تصبح تصنف ضمن خانة النفايات وعليه فهذا التعريف يتطور مع الوقت نظرا لتطور تقنيات الجمع والرسكلة وكذا من مكان إلى مكان آخر إذ تركز على القيمة الاقتصادية للنفاية[4].

إذن المقصود بنفاية هو أية مادة أو طاقة لا يمكن استعمالها اقتصاديا ولا يمكن استردادها ولا يمكن إعادة استخدامها في وقت ومكان ما.

وعليه يتم التخلص من هذه النفاية في أحد العناصر الطبيعية، الهواء أو الماء أو التربة، ينشأ عن هذا التصرف إضرارا بالكائنات الحية وبالبيئة[5].

2. تصنيفات النفايات (بيئية، اقتصادية، تقنية):

يتم التصنيف تبعا لمعايير متعددة لكنه يسعى إلى تحقيق أهداف قد تكون تقنية أو مالية أو قانونية أو لهدف آخر.يتمثل الهدف المالي في إدماج وتطبيق مبدأ الملوث يدفع ومبدأ الفرز بين نفايات في العملية التسييرية لهذه الأخيرة في حين يتمثل الهدف القانوني في حصر مسؤولية منتجي النفايات السببية المتعلقة بأمن السكان و/أو حماية البيئة.

بيد أن الهدف التقني يتمثل في التحكم في مشاكل النقل، التخزين، المعالجة والإزالة النهائية للنفايات.[6]

الجدول رقم 1: تصنيفات النفايات

المعيار	طبيعة النفايات	طرق المعالجة	سلوك النفايات	المصدر
نوع النفايات	صلبة/سائلة غازية	هامدة/منزلية خاصة/خطيرة	سا / هامدة قابلة للتخمر	صناعية/نووية حضرية/إشعاعية

المصدر :من إعداد الباحثة بناء على معطيات واردة في المرجع

Ministère d'aménagement du territoire et de l'environnement et du tourisme avec le programme des nations unis pour le développement (PNUD), **guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets ménager et assimilés**, Sofrum, p8.9-

II. مفهوم الردم التقني(الطمر الصحي) للنفايات:

1. تعريف الردم التقني:

يعد الردم التقني إحدى الطرق الحديثة لمعالجة النفايات حيث يتم حفر حفرة في الأرض يعتمد عمقها وسعتها على طبيعة وكمية النفايات المتوقعة، وفي بعض الأحيان

تستعمل مقالع الأحجار المهجور ة لردم النفايات إذا توافرت فيها الشروط الصحية والبيئية المطلوبة، وبعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية لحمايتها من التلوث[7]، وتتكون الطبقة العازلة من[8]:

- **طبقة صلصالية (Clay layer):** توضع على أرضية مرصوصة (**Compacted Bedroch**) بسماكة لا تقل عن ثلاثة امتار.
- **طبقة بلاستيكية:** ذات الكثافة العالية (**HDPE**) ملائمة مع نوعية النفايات المطمورة (لا تتأثر بالخصائص الكيميائية للعصارة).
- **طبقة الوقاية (Cushion Layer):** للطبقة البلاستيكية.
- **طبقة ذات النفاذية العالية(High Permeability Layer):** تتكون عادة من البحص والرمل.

كما تجهز القاعدة بشبكة صرف للمياه الناتجة عن مياه الأمطار وعمليات تحلل المواد العضوية الموجودة في النفايات ويتم توزيع النفايات على قاعدة الحفرة ثم ترص، وتصل كمية النفايات المضغوطة من 0,8 – 1,0 طن لكل متر مربع[9] .

يمكن الاستفادة من مكان الردم التقني بعد إغلاقه كمنتزه عام أو ملعب. إن تحديد نوعية استعمال أرضية المدفن بعد إغلاقه يؤثر في التصميم الهندسي للمدفن و طريقة تشغيله. كما يتطلب ذلك مراقبة الانبعاثات الغازية بشكل مستمر و إنشاء نظام تحكم في هذه الإنبعاثات والتحكم في انسياب مياه الأمطار بعيداً عن المدفن و مراقبة و التحكم في هبوط الأرض[10].

2. أشكال الردم التقني:

توجد عدة أشكال للردم التقني:

- ردم النفايات الصلبة الصناعية الخطرة بعد معالجتها للحد من خطورتها؛

- ردم النفايات المنزلية والصناعية التي يمكن معالجتها مع النفايات المنزلية؛
- ردم الحمأة فقط، علما بأنه في بعض الأحيان يتم طمر الحمأة مع النفايات المنزلية بعد تجهيز الحفرة يتم عزلها عن المياه الجوفية بطبقة عازلة وغير منفذة للمياه، وطبعا لا تتوقع أن تبقى الطبقة العازلة فعالة إلى الأبد فلكل نوع من المواد المستعملة عمر زمني محدد، غير انه يشترط في الطبقة العازلة أن تبقى فعالة لفترة زمنية كافية يكون قد تم من خلالها الانتهاء من موقع طمر النفايات والانتقال إلى موقع آخر وزرع الموقع الأول بالأشجار الحرجية وتصبح إمكانية تأثير المياه العادمة الناتجة عن النفايات قليلة أو حتى معدومة.

III. شروط اختيار موقع ردم النفايات:

إن مواقع الردم التقني ينبغي أن تكون مصممة بعناية وتوافق عدد من الشروط من بينها:[11]

1. **المساحة اللازمة:** يجب أن تكون مساحة الأرض المتاحة كافية لاستيعاب النفايات البلدية الصلبة المنتجة لمدة لا تقل عن 5 سنوات و يفضل أن تكون الطاقة الاستيعابية ما بين 10 إلى 25 سنة. و يتطلب الدفن مساحات كبيرة . فالمساحة اللازمة سنوياً لدفن النفايات التي ينتجها 25.000 شخص بمعدل 2 كجم/يوم في مكب بعمق متوسط 4 متر تبلغ 10.000 متر مربع (100م X 100م) على افتراض أن كثافة النفايات عند دكها في المكب تصل إلى 450 كجم/م3.
2. **المسافة إلى الموقع و إمكانية الوصول إليه:** تؤثر مسافة نقل النفايات من مصادر إنتاجها إلى المدفن في التكاليف الكلية لعملية التخلص، و يفضل عادة إنشاء محطات تحويل عندما تزيد مسافة النقل على 20 كيلومتر و ذلك لتفريغ

حمولة السيارات الصغيرة في سيارات أكبر. كما أن سهولة أو صعوبة الوصول إلى الموقع تؤثر على تكاليف التشغيل و نوعية وسيلة النقل.

3. **الخصائص الجيولوجية و الهيدروجيولوجية للأرض:** و تعد من أهم العوامل التي تحدد ملائمة الموقع من الناحية البيئة و الهندسية. فهذه الخصائص تحدد طريقة الدفن و طريقة تصميم المدفن هندسياً للحد من تلوث التربة و المياه الجوفية و المناطق المجاورة بنواتج عمليات التحلل الحيوي التي تحدث للنفايات في المدفن (عصارة النفايات و غازات المدفن).
4. **مجاري المياه السطحية**: إن معرفة انسياب المياه الجارية على السطح أثناء سقوط الأمطار والمجاري الطبيعية للمياه تحدد طريقة تصميم المدفن والاحتياطات الواجب اتخاذها أثناء الدفن لتصريف المياه بعيداً عن موقع الدفن.
5. **طبوغرافية الأرض وخصائص التربة السطحية**: تحدد طبوغرافية الأرض وخصائص التربة طريقة أو طرق الدفن الممكنة ومتطلبات عملية الدفن من معدات و تربة الغطاء اليومي و تكلفة إعداد الموقع.
6. **البعد عن المناطق المطورة:** يحدد مدى بعد المدفن عن المناطق المطورة متطلبات تشغيل المدفن للحد من التأثيرات السلبية لعمليات الدفن كالضوضاء وتطاير الغبار والنفايات وانتشار الحشرات والقوارض والطيور، أي أن يكون بعيداً عن التجمعات السكانية الحالية والمخطط لها في المستقبل وقد أوصت منظمة الصحة العالمية عام 1971 بأن لا يقل بعد موقع طمر النفايات الصلبة عن 200 م عن أقرب تجمع سكني ، وتطالب بعض الدول بأن لا تقل المسافة عن 500م

7. **الأحوال الجوية**: إن معرفة سرعة واتجاه الرياح ودرجة حرارة الجو ومعدل سقوط الأمطار تحدد الإجراءات اللازمة لتشغيل المدفن لتفادي انتقال الروائح والمبعثرات إلى مسافات بعيدة، ولتصريف المياه السطحية.
8. **المحددات البيئية:** يجب تجنب الأودية ومناطق الحياة الفطرية والمناطق شديدة الانحدار ومناطق الكهوف وحقول المياه الجوفية الصالحة للشرب.

- أن يؤخذ بالاعتبار اتجاه الرياح السائدة في المنطقة بالإضافة لذلك يجب القيام بعملية ضغط النفايات الصلبة بكفاءة عالية جداً من أجل :
- استيعاب أكبر كمية ممكنة من النفايات الصلبة .
- منع تواجد فجوات يمكن أن تعيش وتتكاثر فيها الحشرات والقوارض.
- منع أو الحد من عملية الاشتعال الذاتي

IV. مزايا وعيوب الردم التقني:

1. المزايا:

من أهم المزايا الايجابية للردم التقني نجد[12]:

- قلة التكلفة الاقتصادية
- إمكانية استيعاب كميات هائلة من النفايات الصلبة.
- سهولة تطبيقها لأنها لا تحتاج إلى تقنية عالية.
- هذه الطريقة تمكن من استصلاح مناطق معينة مثل الكسارات وتحويلها إلى مناطق طبيعية ومناطق استجمام.
- إعادة زراعة الموقع بالأشجار الحراجية
- إمكانية الاستفادة من غاز الميثان (مثلاً لإنتاج الطاقة).

2. العيوب:

وفي المقابل توجد بعض السلبيات لهذه الطريقة والتي يمكن تجنبها أو تقليلها إلى الحد الأدنى عند تطبيق طريقة الطمر الصحي حسب المواصفات العلمية واختيار الموقع المناسب بعد دراسة الآثار البيئية المحتملة، ومن أبرز هذه السلبيات:[13]

- في هذه الطريقة يتم إسراف وضياع للموارد والمواد الخام التي يمكن استرجاعها والاستفادة منها مثل: الورق، المعادن، الأخشاب، الزجاج، النفايات العضوية التي يتم استغلالها كمصدر للطاقة وكمواد سماد.
- تسرب الغازات الملوثة للهواء وامكانية حدوث فجوات في مواضع الطمر الصحي، وتختلف كمية الغازات الناتجة حسب نوعية وكمية النفايات الصلبة وعموماً ينتج الطن الواحد من النفايات الصلبة المنزلية ما يعادل 130متراً مكعباً من الغازات.
- احتمال تلوث مصادر المياه بالمياه العادمة الناتجة عن أماكن طمر النفايات وتزداد كمية المياه العادمة في حالة التخلص من الحمأة بأسلوب الطمر الصحي ، ويكون لون المياه العادمة الناتجة عن أماكن طمر النفايات الحديثة العهد بين الأخضر والبني ولها رائحة البيض الفاسد.
- تُلزم هذه الطريقة الاهتمام في اختيار المواقع التي تدفن فيها النفايات حيث يتوجب الأخذ بالحسبان بعض الأمور مثل: قرب هذه المواقع من المياه الجوفية، اختيار موقع للدفن تكون فيه كمية الرواسب السنوية قليلة ، كما ويجب الأخذ بالحسبان اتجاه الرياح . (عكس اتجاه الرياح لمنع تسبب رائحة كريهة) .
- تقلل من قيمة الأراضي المجاورة.
- تضر بالمناظر الطبيعية.

V. مراحل توليد الطاقة الكهربائية في مراكز الردم التقني:

إن توليد الطاقة الكهربائية انطلاقا من النفايات المجمعة في مراكز الردم التقني يمر بعدد من المراحل أوجزناها فيما يلي:

- فرز النفايات ثم نقلها من محطة الفرز إلى مكب النفايات.
- تخزين النفايات في المطمر وضغطها للتخلص من الهواء الموجود داخلها.
- بعد الانتهاء من عملية ضغط النفايات وعندما يصبح الارتفاع بعد عملية الضغط من 30-70 سم يوضع فوقها طبقة من الأتربة ويتم دكها على طبقة النفايات المضغوطة مما سيمنع وصول الأكسجين إليها وسيؤدي إلى معالجة النفايات العضوية في ظروف لاهوائية واستخلاص غاز الميثان، وعلى هذه الطبقة توضع طبقة ثانية من النفايات بنفس الطريقة حتى يتم الاستغلال الكامل للمطمر.
- حفر آبار أفقية في مكب النفايات لوضع أنابيب تعمل على استخراج غاز الميثان من النفايات بعد تعفنها وتحللها، حيث سيتم توصيل الأنابيب من مكب النفايات بمولدات مخصصة تعمل بإنتاج الكهرباء من غاز الميثان.

VI. تجارب بعض الدول في توليد الطاقة الكهربائية باستخدام تقنية الردم التقني:

شرعت في السنوات الأخيرة، بعض وزارات البيئة وشركات الكهرباء في العديد من الدول العربية والآسيوية ، في إنتاج الكهرباء من النفايات الصلبة العضوية والكتلة الحيوية، وتجري التجارب باستمرار لإيجاد وسائل اقتصادية لاستخدام الكتلة الحية في توليد الكهرباء.وإحدى هذه الطرق تكون بحجز غاز الميثان المنطلق من المواد النباتية الذابلة وكذلك من المخلفات الحيوانية المحجوزة في مواقع الردم التقني.[14]

ويكمن هذا التوجه في فوائد بيئية كثيرة؛ أهمها تقليل استهلاك الكهرباء الأحفورية، كما أنه يعمل على استغلال غاز الميثان (من خلال حرقه) والذي ينبعث من النفايات الصلبة.

وهناك تجارب ناجحة في إعادة تدوير النفايات الصلبة وانتاج الكهرباء من النفايات لبعض الدول التي حققت أرباحا ومكاسب اجتماعية ومالية بإتباعها.

ومن بين هذه التجارب:

1- التجربة التركية[15]:

تمتلك تركيا 22 محطة توليد طاقة كهربائية عن طريق غاز الميثان موزعة على 11 محافظة تركية، وقد ساعد تركيا على ذلك خلال السنوات الأخيرة على إنشاء ما يمكن وصفه "مكبات النفايات الحديثة"، فبعد تكثيف الجهود لجمع النفايات، كان لا بد من القيام بإجراءات لتنظيم التخلص من النفايات قبل وصولها لمحطات توليد الطاقة الكهربائية، ومن بين تلك المحطات المنتشرة في أنحاء تركيا محطة شركة الشرق الأوسط لتوليد الكهرباء القريبة من إسطنبول (Kemerburgaz) والتي تُعرف بأنها أكبر محطة من نوعها في "أوروبا" ففي محيط تلك المحطة تتجمع النفايات على مساحة 55 هكتاراً في باطن الأرض، معزولة عن الأكسجين لتتحول إلى غاز الميثان الذي يتجمع في أنابيب ضخمة لإحراقه لتشغيل محركات ضخمة تحول الطاقة الحركية لطاقة كهربائية.

وينتج عن كل مليون طن قمامة 1 ميجا وات، وتتمتع تلك المحطة بقدرة إنتاجية عالية تصل إلى 35 ميجا وات، لتوفر بذلك 10% من احتياجات مدينة إسطنبول للطاقة، لتخدم بذلك حوالي مليون مواطن،

كما انتشرت مشاريع كثيرة في الآونة الأخيرة بتركيا لإنتاج الغاز من النفايات ففي المكب الموجود في اسطنبول لديه استطاعة على إنتاج 58 ميجاواط من الكهرباء وبالتالي تزويد أكثر من 266 ألف منزل تركي بالكهرباء[16].

وفي بلدية "إلازيغ" شرقي تركيا، تمكنت البلدية من إنتاج حوالي 15 مليون كيلوواط من الطاقة الكهربائية خلال العام 2016، وتعمل البلدية في إطار جهودها الرامية لمنع

انبعاث غاز الميثان والحفاظ على نظافة البيئة، على تحويل 400 طن من النفايات المنزلية يومياً إلى طاقة كهربائية تزود حوالي 10 آلاف منزل بالكهرباء[17].

كما توجهت تركيا إلى انتاج الطاقة الكهربائية انطلاقا من قشور الفستق الذي أصبح يعرف ب: الذهب الأخضر.

2- التجربة الألمانية[18]:

تحتضن مدينة شتوتغارت الألمانية منشأة ضخمة جداً تنتج الطاقة من حوالي 500 ألف طن من النفايات كل العام، بعضها يستغل لإنتاج الكهرباء والبعض الآخر للتدفئة، كما يتم معالجة حوالي لث النفايات الناتجة في جنوب غرب ألمانيا، وتحديداً في ولاية بادن فورتيمبرغ، حيث يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية كافية لتزويد حوالي 35000 منزل بالكهرباء، هذا غير تزويد 25 ألف منزل و1300 شركة و300 مبنى حكومي بالطاقة الحرارية التي تستغل في التدفئة.

هذه المنشأة ليست الوحيدة في ألمانيا بالطبع، فهناك أكثر من 70منشأةً لمعالجة النفايات منتشرة في جميع أنحاء البلاد.

3- تجربة الولايات المتحدة الأمريكية:

يصل إنتاج النفايات المنزلية في الولايات المتحدة إلى ما يقارب 254 مليون طن سنوياً، يُعاد تدوير نحو 35 إلى 40% منها. وتقارب قيمة سوق النفايات فيها 50 مليار دولار.

تشير وكالة حماية البيئة الأمريكية إلى وجود نحو 2300مطمر في البلاد، يُجمع الغاز في 520منها ويُستخدم لإنتاج طاقة كهربائية تكفي لإنارة نحو 700ألف منزلٍ ، وتسدّ ما نسبته 1%من الطلب على الغاز الطبيعي محلّياً[19].

خاتمة:

في ظل نضوب الموارد وأزمة الطاقة العالمية يعد الردم التقني أحد أهم طرق استغلال النفايات في توليد الطاقة المتجددة الأمر الذي دفع عددا من الدول على غرار ألمانيا، أمريكا، تركيا، وغيرها إلى السعي نحو استغلال هذا المصدر، حيث تعد تجربة مدينة اسطنبول التركية الأبرز من خلال تحقيقها للاكتفاء الذاتي من الكهرباء المولدة انطلاقا من النفايات، وتخلصها من أزمة أرقتها في 1993 والتي تعرف بمزبلة حكيم باشا.

المراجع والإحالات:

[1] قاموس المنجد العربي، عربي – عربي، بيروت، لبنان :دار المشرق، 1988 ، ط6 ، ص1079

[2] أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، **أسس تدوير النفايات**، القاهرة، جمهورية مصر العربية، الدار العربية للنشر، 1997. ص33.

[3] **محمد بنجلون**، قضايا البيئة بحوث علمية و حقائق إسلامية، شركة النشر و التوزيع المدارس، طبعة 2000ص9 .

[4] Mayster Lucien Yves et Al Lamerne, **Les déchets urbains**. Paris France: presse polytechnique universitaire: romande, 1994, p 1.

[5] أحمد عبد الوهاب عبد الجواد، **مرجع سبق ذكره**، ص33

[6] Mayster Lucien Yves et Al Lamerne**, op cit**, p 11

[7] Worrell, William & Vesilind, Aarne, solid waste engineering, second edition, publisher, global engineering: christopher m. Shortt, USA, 2012,p18.

[8] http://sas.omsar.gov.lb/html/recycling.html(voir le :27-05-2017)

[9] **, op cit**, p 18

[10] http://www.4enveng.com/pdetails.php?id=133 (voir le:27-05-2017)

[11] McKinney, Ross, Environmental Pollution Control Microbiology, First Edition, Copyright © by Marcel Dekker, Inc, U.S.A,2004,p391.

[12] Tchobanoglous, George & kreith, frank, handbook of solid waste management, second edition, copyrighted the mcgraw-hill companies, united states of America ,2002, p1,4.

[13] Williams, Paul, Waste Treatment and Disposal, Second Edition, Publisher John Wiley & Sons, Ltd, UK, 2005, p89.

[14] http://www.lcps-lebanon.org/arabic/pub/abaad/n8/abchedid.html
[15] https://www.sasapost.com/turkey-use-methane-to-generate-electricity/
[16] http://www.shof.co.il/?mod=articles&ID=44448
[17] http://www.shof.co.il/?mod=articles&ID=44448
[18] http://www.noonpost.org/content/11949
[19] http://raseef22.com/economy/2015/07/30/international-successful-experiments-that-deals-with-wastes/