تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلى طاقة

البدائل التكنولوجية واعتبارات التنفيذ

د. أحمد جابر
رئيس مجلس إدارة كيمونكس مصر

اجتماع:

اللجنة الوزارية لتحويل المخلفات إلى طاقة

أهـداف من العرض

- إطلاع اللجنة على نتائج الدراسة الخاصة بالبدائل التكنولوجية لاستخلاص الطاقة من المخلفات الصلبة؛
- تقديم نظرة عامة على الوضع الحالى لإدارة المخلفات الصلبة البلدية فى مصر؛
- توضيح الخطوط العريضة لبدائل (سيناريوهات) تحويل المخلفات إلى طاقة؛
- شرح أسس ومنهج المفاضلة بين البدائل (السيناريوهات)؛
- تقديم تقييم فنى لكل سيناريو ومدى ملاءمته للتطبيق بمصر؛
- تقديم نتائج الدراسة فيما يتعلق بقيمة رسم البوابة (Gate fee or Tipping Fee) لكل طن مخلفات بناء على افتراضات التحليل المالى المُقَدَّمة.

ملخص الأعمال التى تمت

- وضع إطار عام لتقدير معدل التولد الحالى ومعدل التولد المستقبلى للمخلفات الصلبة البلدية فى المراكز الحضرية فى جميع أنحاء مصر
- تحليل البنية الأساسية للمخلفات الصلبة البلدية مع التركيز على أنظمة معالجة والتخلص من المخلفات الصلبة لتحديد التحديات والفرص المحتملة
- مراجعة الدروس المستفادة من الخبرات العالمية لتحديد نطاق الحلول المناسبة لتحويل المخلفات إلى طاقة فى مصر
- وضع تصميم مبدئى (Conceptual design) لكل سيناريو لتحويل المخلفات إلى طاقة لاستخدامه كأساس للتقييم
- إجراء تحليل كمى لكل سيناريو لتقييم التكنولوجيا، والمواد الأولية (الخام)، والآثار الاجتماعية والبيئية
- بناء نموذج مالى لتقدير رسم البوابة لكل سيناريو على أساس مجموعة من الافتراضات تشمل أسعار الكهرباء، ومدة العقد، وتقديرات تكاليف التحويل والتكلفة الرأسمالية
- وضع مجموعة من الخيارات تتوافق مع خصائص المواقع لأكثر التكنولوجيات ملاءمة لتحويل المخلفات إلى طاقة
- عرض مبدئى لمجموعة من المشروعات المقترحة لتحويل المخلفات إلى طاقة مع أخذ مسألة توفر الأراضى فى الاعتبار.

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

دوافع تحويل المخلفات إلى طاقة

- تحديات معالجة المخلفات الصلبة البلدية والتخلص منها
- تحويل المخلفات إلى طاقة هى عملية معالجة وتخلص من المخلفات أكثر منها عملية إنتاج للطاقة

التحديات التى تواجهنا لحل مشكلة المعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة البلدية

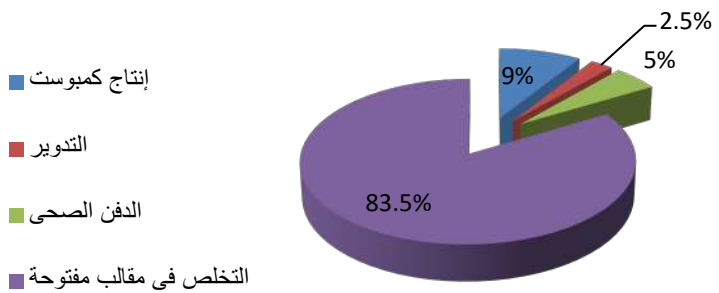
CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

قدرة محدودة على التخلص الآمن

- البنية الأساسية الحالية لها قدرة محدودة على المعالجة والتخلص الآمن من المخلفات الصلبة البلدية

- المقالب المفتوحة هى الوسيلة الرئيسية الحالية للتخلص من المخلفات. وينتج عن هذا الأسلوب مخاطر اجتماعية وبيئية واضحة، بالإضافة إلى تضاؤل فرص إنتاج الطاقة وخفض حجم المخلفات التى يتم التخلص منها فى المدافن

ملخص التقارير الخاصة بمعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة البلدية فى مصر



مصدر البيانات: "سجل موقف إدارة المخلفات الصلبة فى مصر"، الشبكة الإقليمية لتبادل المعلومات والخبرة فى مجال المخلفات الصلبة لدول المشرق والمغرب، يوليو 2010.

”تابع“ التحديات التى تواجهنا لحل مشكلة المعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة البلدية

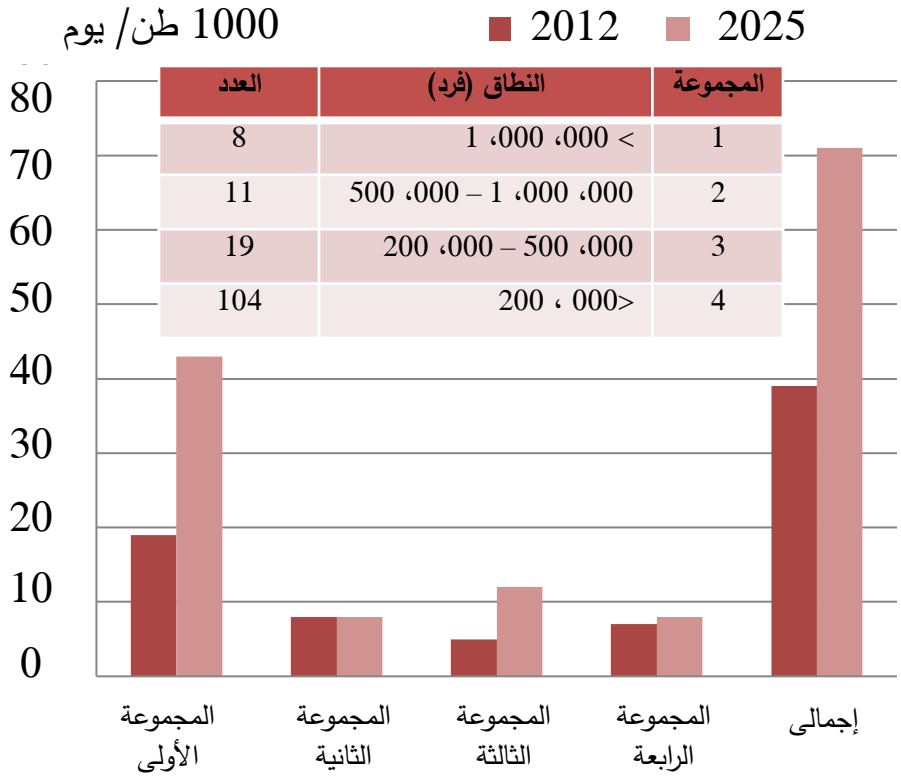
CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

الأرض مقابل النقل

- فى المراكز الحضرية والتى تتميز بمحدودية الأراضى المتاحة للمعالجة والتخلص كما هو الحال فى إقليم وسط الدلتا، يتم نقل المخلفات إلى مسافات تزيد عن 80كم إلى مواقع التخلص.
- على سبيل المثال، يتم نقل مخلفات مدينة المحلة الكبرى بمحافظة الغربية إلى مدينة السادات التى تبعد عنها بحوالى 80 – 100 كم.
- تقدر التكلفة المباشرة لنقل المخلفات فى هذه الحالة بحوالى 40 جنيه مصرى لكل طن.
- إذا تم اعتبار التكلفة غير المباشرة التى تتحملها الحكومة فى دعم وقود الديزل المستخدم فى النقل، تصل التكلفة الإجمالية إلى حوالى 200 جنيه مصرى للطن.

"تابع" التحديات التى تواجهنا لحل مشكلة المعالجة والتخلص من المخلفات الصلبة البلدية

إجمالى كمية المخلفات اليومية المتولدة من المراكز الحضرية المحددة



المجموعة	النطاق (فرد)	العدد
1	< 1،000،000	8
2	1،000،000 – 500،000	11
3	500،000 – 200،000	19
4	200،000>	104

ازدياد التحديات للتخلص من المخلفات الصلبة البلدية

- من المتوقع أن تزيد كمية المخلفات المتولدة إلى الضعف على مدى الـ 13 سنة القادمة. وسوف يؤدى ذلك؛ بالإضافة إلى محدودية طاقة التخلص الحالية، إلى مزيد من التحديات المستمرة.
- تصل قيمة التحدى إلى أعلى مدى لها فى المجموعة الأولى، المراكز الحضرية، حيث يصل كل من معدل تولد المخلفات والكمية المطلقة للمخلفات المتولدة إلى أقصى قيمة له.
- لكل مركز حضرى اعتبارات مختلفة ومتغيرة لإدارة المخلفات الصلبة البلدية والتى تؤثر على شكل ونوع الحلول المتاحة. وتشمل العوامل التى تؤثر على نوع الحل (على سبيل المثال وليس الحصر): مدى توفر الأراضى المتاحة وسهولة الوصول إليها، واللوجستيات، وإمكانيات الإدارة الإقليمية.

تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلى طاقة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

- تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلى طاقة يخفض من مساحة الأرض المطلوبة للمعالجة والتخلص الآمن من المخلفات وبالتالى يقلل من تكاليف النقل إلى الحد الأدنى عندما تكون الأرض غير متوفرة

- يمكن توليد 150 – 550 كيلووات ساعة من كل طن من المخلفات الصلبة البلدية، اعتمادا ً على التكنولوجيا المستخدمة ونوعية المواد الأولية (الخام) بالمخلفات. وبصفة عامة يمكن توليد الحد الأدنى من الطاقة من المخلفات المتولدة فى الدول النامية نتيجة لانخفاض المحتوى الحرارى لهذه المخلفات.

- بناءً على التقديرات الحالية لتولد المخلفات من المراكز الحضرية المحددة والتى تبلغ 14 مليون طن/سنة، من المتوقع إنتاج 250 – 900 ميجاوات. وهذا يمثل 5% من القدرة الإجمالية الحالية لتوليد الطاقة فى مصر.

- يمكن للمشروع النمطى لتوليد الطاقة من المخلفات معالجة حوالى 360،000 طن مخلفات فى السنة، ويكون قادرا ً على توليد 6 – 22 ميجاوات. وعلى هذا النحو، سوف يستغرق تنفيذ سلسلة من المشروعات المرحلية عدة سنوات للوصول إلى الاستغلال الكامل لتوليد الطاقة من المخلفات فى مصر

تحويل المخلفات إلى طاقة هى عملية معالجة وتخلص من المخلفات أكثر منها عملية إنتاج للطاقة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

- "عملية" توليد الطاقة من المخلفات هى نظام فرعى من النظام الأشمل لإدارة المخلفات الصلبة البلدية، وإنجازها الأهم هو تجنب "عملية" الدفن الصحى للمخلفات. والطاقة التى يتم إنتاجها هى ببساطة منتج ثانوى.

- القدرة على إنتاج كميات مجدية من الطاقة من أنظمة تحويل المخلفات إلى طاقة محدودة، كما أنه توجد طرق أرخص وأكثر استيعابا ًلإنتاج الطاقة. وبالتالى يجب أن يستند أى قرار لتطبيق أى حلول لتحويل المخلفات إلى طاقة إلى قدرة هذا الحل على إدارة المخلفات وتحويلها عن عمليات الدفن أكثر من قدرته على إنتاج الطاقة.

- تحويل المخلفات إلى طاقة يمكن أن يعظم القيمة المستخرجة من المخلفات الصلبة البلدية، ويخفض التكاليف، وينشئ نموذجاً للمعالجة المستدامة والذى يساهم أيضاً فى توليد الطاقة على المستوى القومى.

سيناريوهات استعادة الطاقة من المخلفات الصلبة البلدية

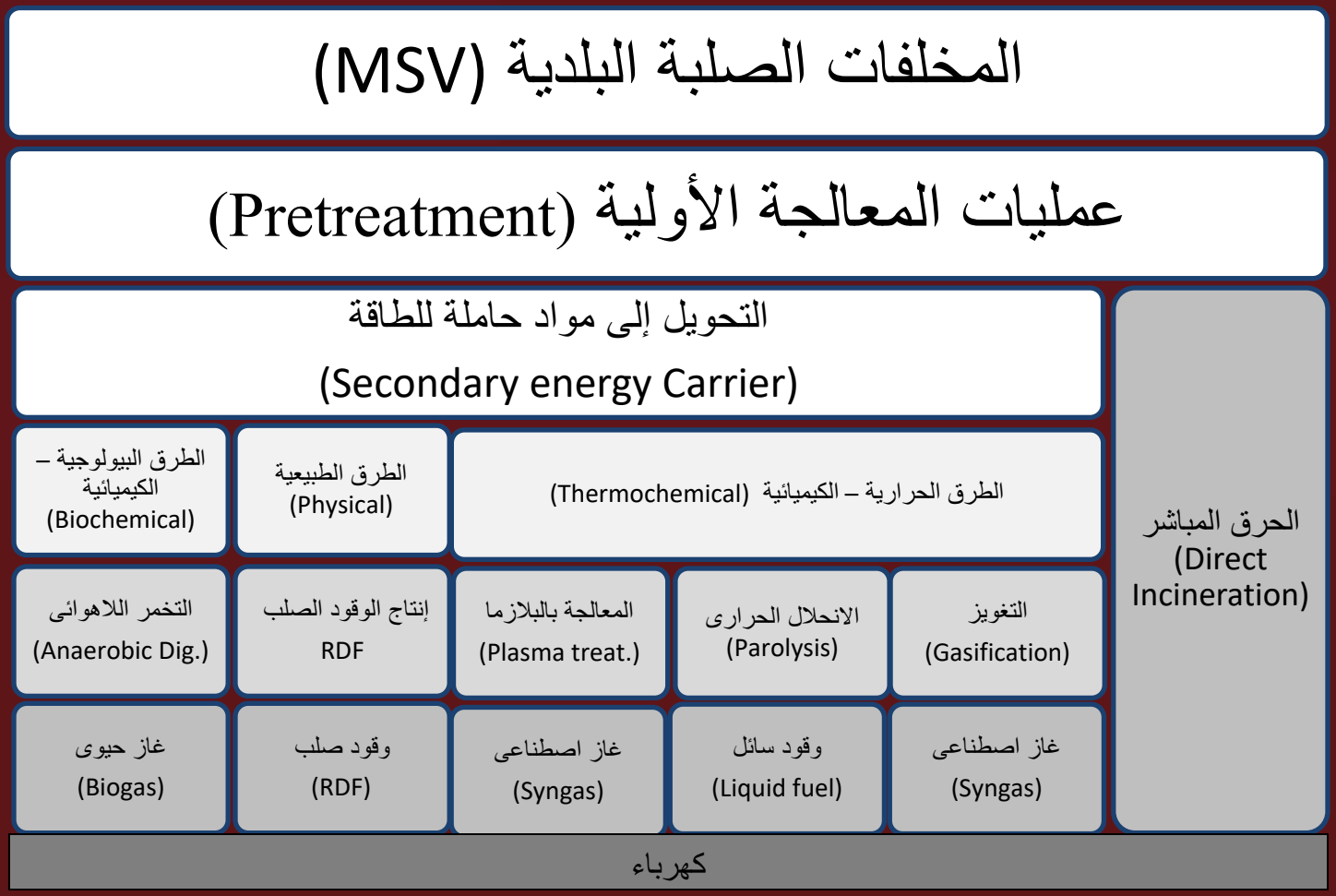
- تكنولوجيات تحويل المخلفات إلى طاقة
- تحليل إدارة المخلفات الصلبة: نموذج تدفق المخلفات وتسلسل لعمليات المعالجة والتخلص (SUPPLY CAIN ANALYSIS)
- ملخص سيناريوهات إنتاج الطاقة من المخلفات

نظرة عامة على بدائل تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلى طاقة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

- لتقييم بدائل مشروعات تحويل المخلفات إلى طاقة، ينبغى علينا تحديد وتقييم العوامل الحرجة:
  - تحديد التكنولوجيا المستخدمة
  - كيفية ترتيب تسلسل عمليات إدارة ومعالجة المخلفات الصلبة والتخلص منها
- فى هذه الدراسة، تم إعداد 11 سيناريو محتمل باستخدام سبع (7) تكنولوجيات معالجة محتملة وسبع (7) ترتيبات لتسلسل العمليات.
- شملت تكنولوجيات تحويل المخلفات إلى طاقة التى تم تقييمها: المعالجة الميكانيكية البيولوجية مع استعادة الطاقة، المعالجة الحرارية، المعالجة المختلطة (Hybrid)، ومدافن المفاعلات الحيوية مع استعادة غازات المدفن.
- تكنولوجيات المعالجة الحرارية بصفة عامة باهظة التكاليف ومعقدة، ولكنها تحتاج إلى أقل مساحة من الأرض وتولد أقصى طاقة. وتكنولوجيات المعالجة الميكانيكية البيولوجية، فى المقابل، أسهل وأرخص بالنسبة للإنشاء والتشغيل، ولكنها تحتاج إلى أكبر مساحة من الأرض.

تكنولوجيات تحويل المخلفات إلى طاقة



- مخرجات تكنولوجيات تحويل المخلفات إلى طاقة تتراوح بين الكهرباء والمواد حاملة الطاقة (energy carriers).
- يستند أسلوبنا فى تحليل بدائل تحويل المخلفات إلى طاقة إلى الإقرار بأن إدارة المخلفات الصلبة البلدية تمثل جزئياً مشكلة تتعلق بالإدارة الشاملة لسلسلة عمليات إدارة ومعالجة والتخلص من المخلفات

RDF : وقود صلب مشتق من المرفوضات، إما يباع لمصانع الأسمنت أو يتم حرقه لإنتاج الكهرباء
الغاز الاصطناعى (Syngas): خليط من الغازات القابلة للاحتراق

الخبرة الأوروبية فى تطبيق تحويل المخلفات إلى طاقة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

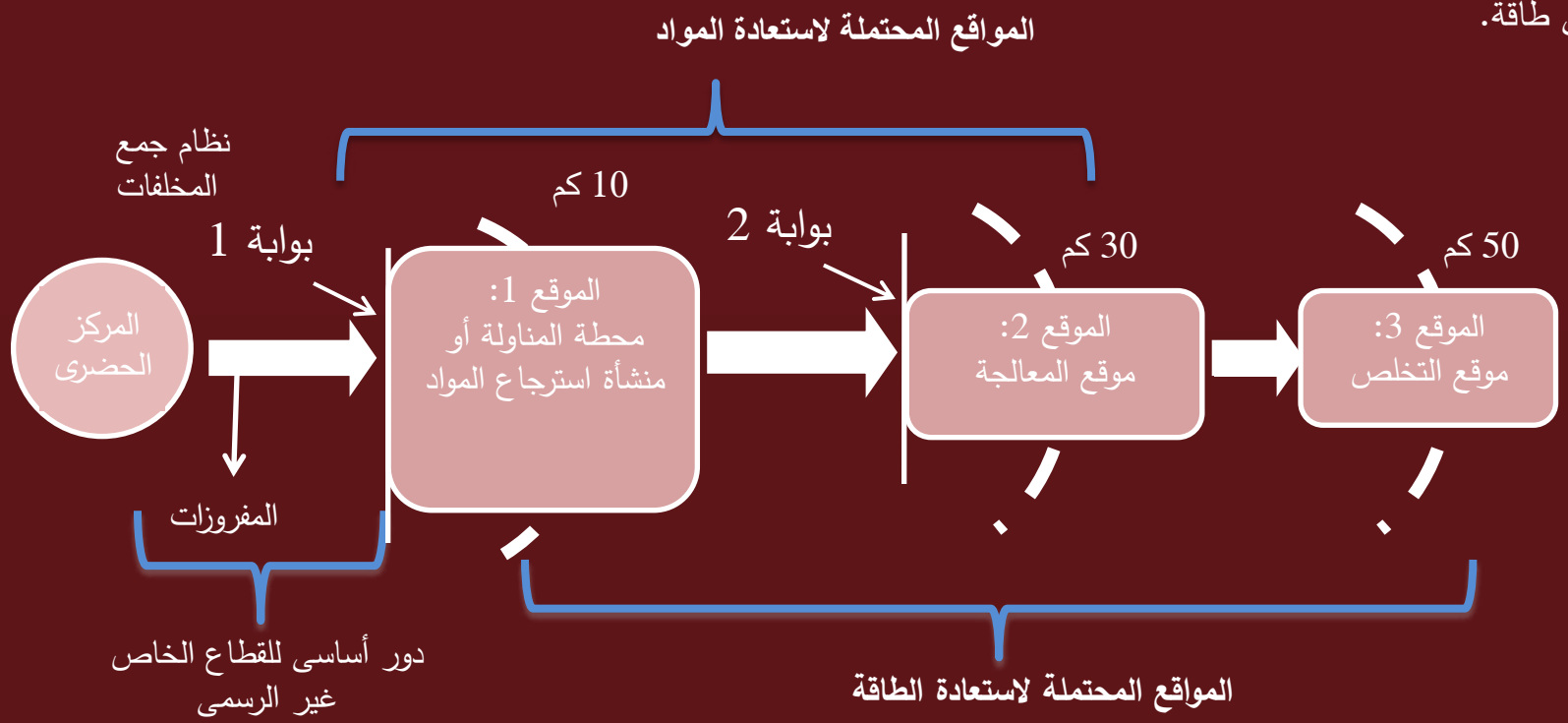
الطريقة	أين يتم التطبيق فى أوروبا؟	شكل الطاقة	حالة التكنولوجيا	احتمالات النمو	الأهمية الحالية	كفاءة استعادة الطاقة
تحويل المخلفات إلى طاقة من بقايا المخلفات الصلبة البلدية (الحرق مع استعادة الطاقة)	جميع أنحاء أوروبا	طاقة، حرارة	ناضجة	نعم، على المستوى الاقليمى	عالية	عالية
حرق الوقود المستخرج من المرفوضات (RDF) والوقود الصلب المحسن (SRF) المستخرجان من المخلفات ومن آلية التنمية النظيفة (CDM) بأفران الأسمنت ومحطات توليد الكهرباء، إلخ.	الدنمارك، إيطاليا، استراليا، السويد، استونيا، فنلندا، المملكة المتحدة	طاقة، بديل للوقود	جارى التحقق من نجاحها (تحت التجربة)	على المستوى الاقليمى	متوسطة	متوسطة
التخمر اللاهوائى للمواد العضوية المفصولة عند المنبع	إيطاليا، استونيا، بلجيكا، الدنمارك، فرنسا، المملكة المتحدة	طاقة، غاز حيوى	ثبت نجاحها/ جارى تطويرها	نعم	منخفضة	متوسطة
التخمر اللاهوائى للجزء العضوى المفروز	إيطاليا، استونيا، فرنسا	غاز حيوى، طاقة	ثبت نجاحها/ جارى تطويرها	نعم، على المستوى الاقليمى	منخفضة	متوسطة
حرق الكتلة الحيوية المشتقة من المخلفات (مثل الخشب)	الدنمارك، هولندا، بلجيكا	طاقة مدعومة	ثبت نجاحها	نعم، على المستوى الاقليمى	متوسطة	عالية
استخراج الغاز من المدافن الصحية	جميع أنحاء أوروبا	طاقة، غاز حيوى	ناضجة	نعم، على المستوى الاقليمى	متوسطة	منخفضة
التغويز (Gasification) والانحلال الحرارى	على نطاق صغير	غاز اصطناعى	جارى تطويرها	؟	منخفضة	عالية

المصدر: "إنتاج الطاقة من المخلفات الصلبة البلدية: ما هى وجهة النظر الحالية؟"، الكونغدرالية الأوروبية لتحويل المخلفات إلى طاقة، نوفمبر 2010
Confederation of European waste-to- Energy Plants

تحليل إدارة المخلفات: نموذج تدفق المخلفات وتسلسل عمليات الإدارة والمعالجة والتخلص Supply Chain Mode 1

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

- عند تقييم مخطط تدفق المخلفات وتسلسل عمليات إدارة ومعالجة المخلفات، من المهم اعتبار موقع نقاط تداول المخلفات والمواد المختلفة: محطات الترحيل، مواقع المعالجة ومواقع التخلص. رسوم البوابات (عند مدخل كل عملية) هى تقديرات التكاليف عند كل نقطة فى سلسلة العمليات.
- التحليل المبنى على تدفق المخلفات والعمليات يضع فى الاعتبار أثر عمليات النقل ويسمح بإجراء مقارنة أفضل لبدائل تحويل المخلفات إلى طاقة.



رسم البوابة رقم 1: يستقبل المقاول المخلفات فى الموقع رقم 1
رسم البوابة رقم 2: يستقبل المقاول المخلفات فى الموقع رقم 2، أو الموقع رقم 3 إذا تم دمج المعالجة مع التخلص

قائمة بالسيناريوهات التى طرحت للدراسة

كود السيناريو	كونتور 10 كم	كونتور 30 كم	كونتور 50 كم
1-أ	محطة مناولة	مصنع كمبوست + مصنع وقود صلب RDF	مدفن صحى
1-ب	محطة فرز ومناولة ومصنع وقود صلب RDF	مصنع كموست	مدفن صحى
2-أ	محطة مناولة	وحدة تخمر لا هوائى للمكون العضوى لإنتاج الكهرباء + مصنع وقود صلب RDF	مدفن صحى
2-ب	محطة فرز ومناولة ومصنع وقود صلب RDF	وحدة تخمر لا هوائى للمكون العضوى لإنتاج الكهرباء	مدفن صحى
3	محطة مناولة	وحدة تخمر لا هوائى للمكون العضوى لإنتاج الكهرباء + مصنع وقود صلب RDF وتحويله فى الموقع إلى كهرباء	مدفن صحى
4-أ	مصنع لحرق المخلفات الصلبة وإنتاج الكهرباء	--	مدفن صحى للرماد
4-ب	محطة مناولة	مصنع لحرق المخلفات الصلبة وإنتاج الكهرباء	مدفن صحى للرماد
4-جـ	محطة مناولة	--	مصنع لحرق المخلفات الصلبة وإنتاج الكهرباء + مدفن صحى للرماد
5	محطة مناولة	مصنع لتحويل القمامة إلى غاز يستخدم فى إنتاج الكهرباء (Gasification)	مدفن صحى للرماد
6	محطة مناولة	مصنع للانحلال الحرارى للمخلفات (Pyrolysis) وإنتاج الكهرباء	مدفن صحى للرماد
7	محطة مناولة	--	مدفن صحى بنظام المفاعل الحيوى وإنتاج الكهرباء من الغاز المتولد

تحليل سيناريوهات تحويل المخلفات إلى طاقة

- منهجية اتخاذ القرار
- نتائج تقييم السيناريوهات (الترتيب أو التصنيف RANKING)
- تحليل رسم البوابة لكل سيناريو
- الاستنتاجات

منهجيـة اتخـاذ القـرار

عند تقييم البدائل المطروحة لتحويل المخلفات إلى طاقة، تم اتباع نوعين مختلفين من التحليل:

- تحليل التقييم بإعطاء درجات تمثل الأوزان النسبية لكل معيار: يتم تقييم كل سيناريو من حيث المعايير البيئية، والاجتماعية، والفنية للحصول على تقييم ذاتى ولكن شامل (Subjective but holistic) لجدوى السيناريو.
- تحليل رسم البوابة لكل سيناريو (Tipping fees): استناداً إلى التصميم المبدئى والخبرة العالمية، يوفر تقدير رسم البوابة لكل سيناريو مع تحليل الحساسية تقييم مالى موضوعى لجدوى السيناريو.
- يوفر نظام التقييم بالدرجات رؤية أكثر شمولية ويأخذ فى اعتباره المخاطر والمعايير التى يصعب قياسها بطريقة كمية (مثل نضوج سوق التكنولوجيا"والآثار البيئية). ومع ذلك لم يتناول هذا التحليل القضايا المتعلقة بتدفق المخلفات وتسلسل عمليات الإدارة والمعالجة، ويعتبر بصفة عامة أكثر ذاتية (More subjective).
- يهتم تحليل رسوم البوابة بالأداء المالى للسيناريوهات بطريقة كمية والتى يمكن أن تشمل بسهولة التنبؤات المستقبلية للسياسة وتغيرات الأسعار بالإضافة إلى ترتيبات تدفق المخلفات وتسلسل عملية الإدارة والمعالجة والتخلص.
- يجب أن يحصل الحل الأمثل على درجة عالية فى تقييم إعطاء الدرجات التى تمثل أوزانا ًنسبية للمعايير وأن تكون رسوم البوابة له (Tipping fee) معقولة فى التحليل المالى. ونتيجة للظروف المتنوعة والقيود فى مختلف المراكز الحضرية، فنحن نتوقع مصفوفة من الحل وليس حل واحد مفضل (Winner). ويمكن أيضا أن يكون الحل المفضل (most-optimal) ليس الحاصل على أفضل تقييم (outright winner).

معاييـر التقييـم

- العوامل التى تم تقييمها فى كل مجال فى تحليل الأولويات موضحة أدناه:

التكنولوجيا

- نضوج سوق التكنولوجيا
- الخبرة المحلية
- مرونة التوسع
- التصنيع المحلى
- الأداء عند التحميل المفاجئ
- إمكانية تغيير الحجم أو النطاق
- احتمالية زمن التوقف على العمل (Shutdown)
- الحمل على المرافق العامة

المواد الأولية (Feed Stock)

- تأثير محتوى الرطوبة
- تأثير الملوثات الخطرة
- المرونة فى استخدام الكتلة الحيوية من المصادر الأخرى كمصدر إضافى
- الخطورة الناجمة من تدنى جودة المواد الأولية

الجوانب البيئية

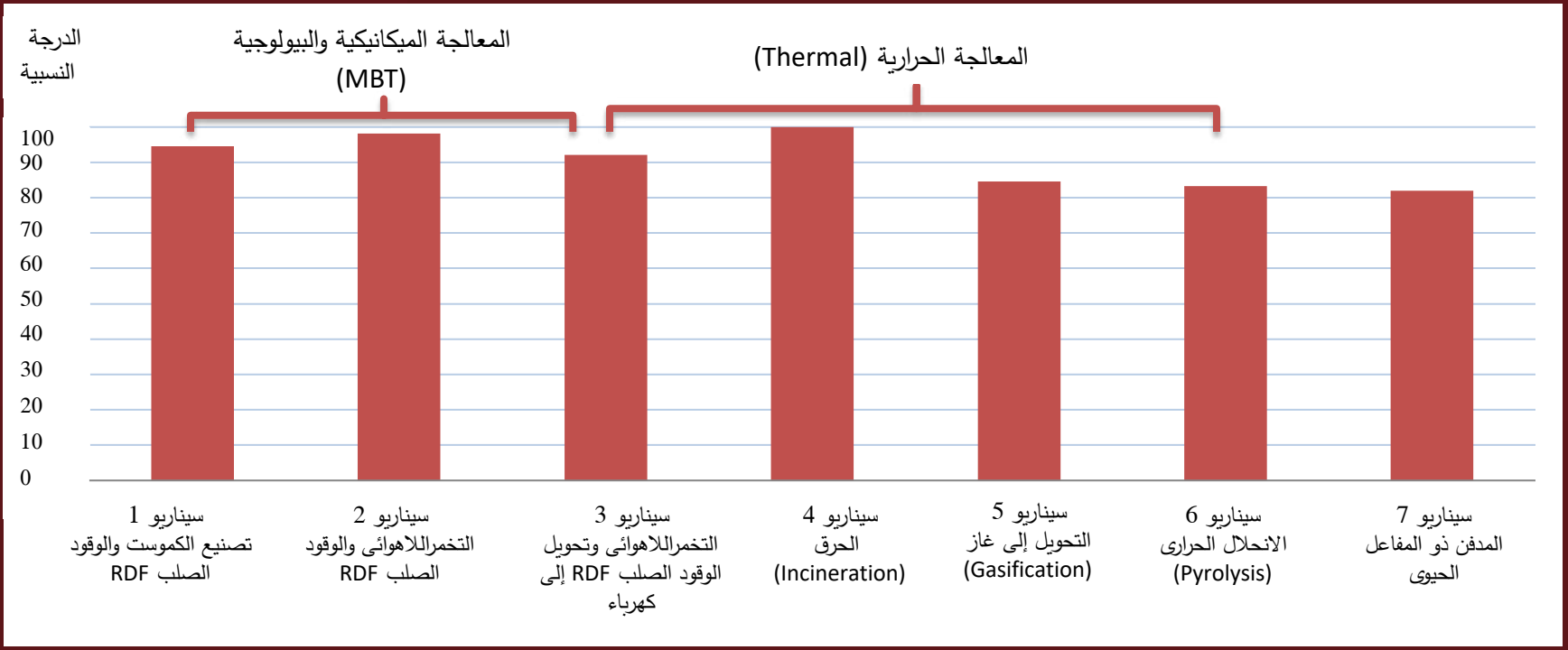
- الأثر فى حالة عدم الامتثال الكامل للوائح البيئة
- نسبة خفض الكميات المتدفقة للمدفن الصحى
- صافى رصيد الطاقة
- الانبعاثات الكربونية

الجوانب الاجتماعية

- القبول المجتمعى
- فرص العمل الجديدة

نتائج تقييم السيناريوهات: الترتيب

الدرجات الكلية النسبية لسيناريوهات تحويل المخلفات إلى طاقة



- تعتبر تكنولوجيات الحرق، وتصنيع السماد، والتخمر اللاهوائى بصفة عامة تكنولوجيات أعلى فى الأداء.

المقايس النسبى من 1 إلى 100. الدرجة الأعلى تعنى أداءً أعلى.
100 درجة على المقياس هى الدرجة النسبية بالنسبة إلى السيناريوهات الأخرى، ولا يمكن تفسيرها على أنها درجة "الكمال".

تحليل رسوم البوابة لكل سيناريو

- تم تقدير رسوم البوابة لكل سيناريو. توجد تفاصيل أكثر للافتراضات المستخدمة فى تقدير رسوم البوابة معروضة فى الملحق رقم (1) للتقرير الكامل*.
- تم تقدير رسوم البوابة عند كل من البوابتين؛ (البوابة 1) عند خط كنتور 10 كم (والبوابة 2) عند خط كنتور 30 كم.
- حساسية النتائج بالنسبة لسعر الكهرباء تقع فيما بين 0.15 و0.8 جنيه مصرى/ك و س.

* الافتراضات الرئيسية للحالة: عقد إنشاء وتشغيل ونقل ملكية مدته 30 عاماً، وسعر فائدة قيمته 17%، وسعر كهرباء يبلغ 0.4 جنيه مصر/ك و س.

رسوم المعالجة والتخلص الحالية
رسم البوابة عند كونتور 30 كم)

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

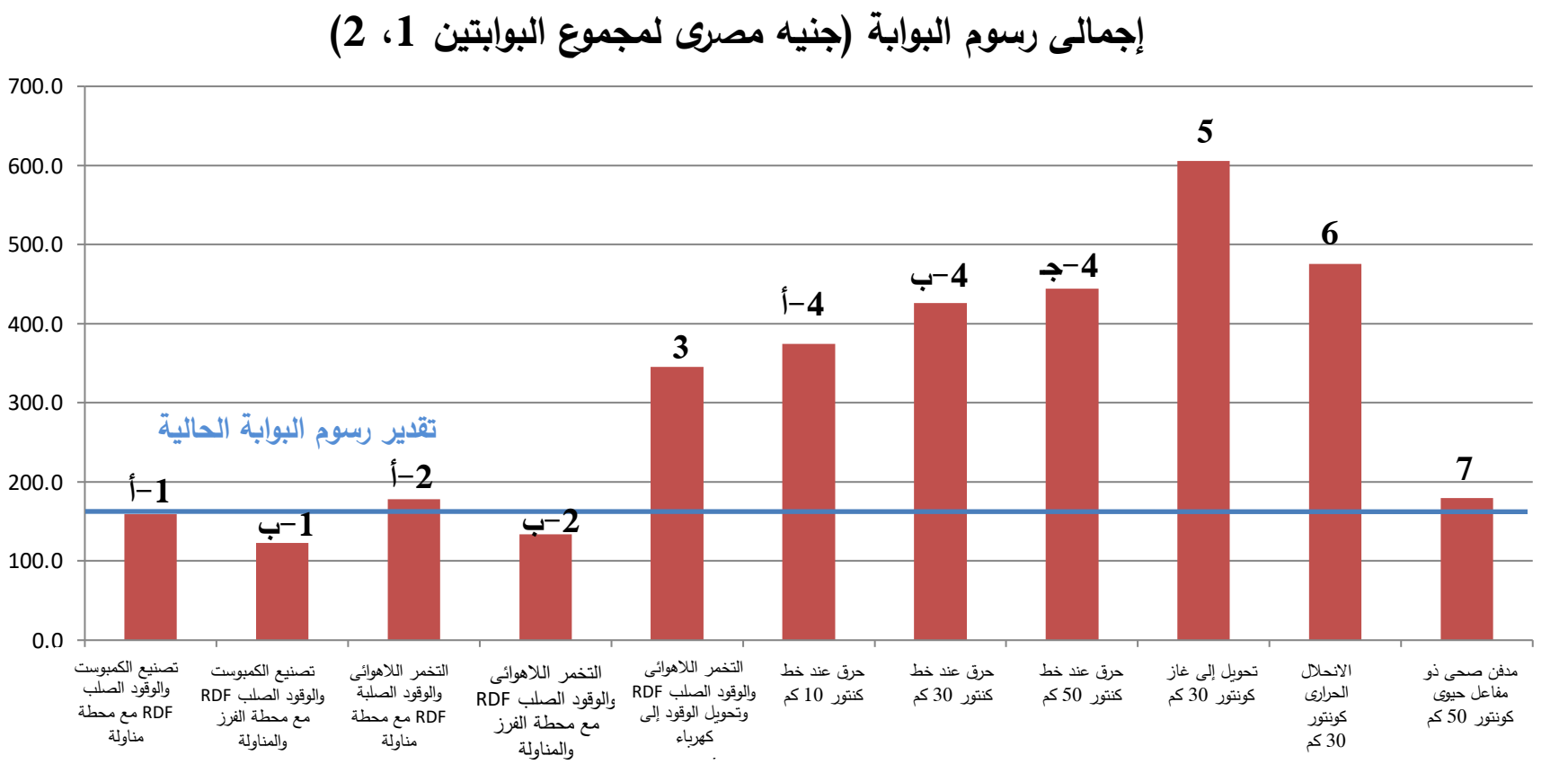
- تم تقدير رسوم البوابة فى موقع المعالجة والتخلص بجنوب القاهرة (15 مايو). تتضمن خصائص هذا المشروع ما يلى:

– مرفق معالجة أنشأته الحكومة (فرز وتصنيع كمبوست)، ونظام للتخلص بالدفن الصحى أنشأه أحد مقاولى القطاع الخاص وتتم إدارته من خلال عقد مدته 10 سنوات؛

– تم تقدير رسوم البوابة بمبلغ 30 جنيه/ طن فى موقع المعالجة والتخلص. وهذا المبلغ يغطى فقط التكاليف التى تحملها المقاول الخاص لإنشاء نظام التخلص بالدفن الصحى؛

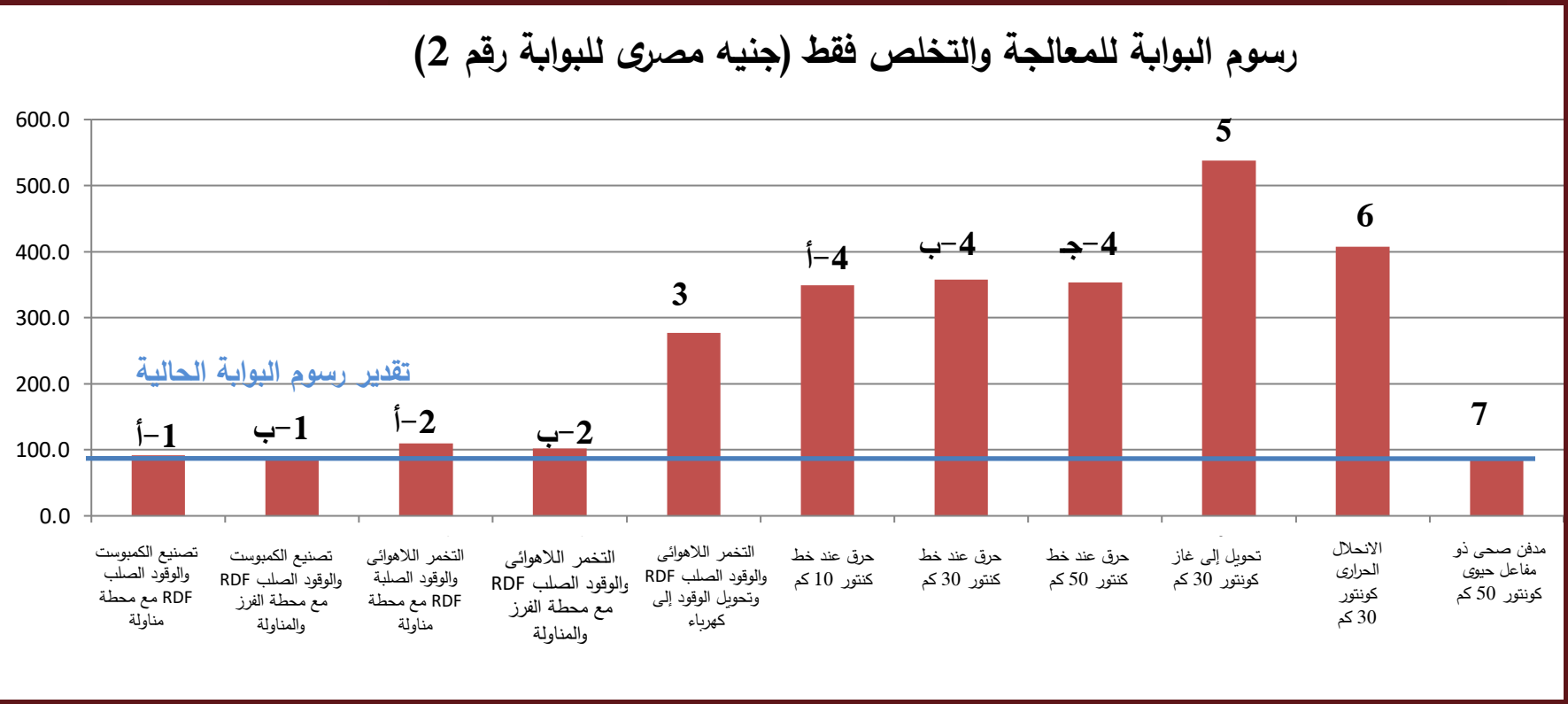
– إذا قام القطاع الخاص ببناء كل المنشأة، فمن المتوقع أن يبلغ الرسم الإجمالى (مجموع رسوم البوابة 1 والبوابة 2) طبقاً لتحليلنا للسيناريو 1-أ (تصنيع الكمبوست وإنتاج الوقود الصلب مع محطة المناولة) مبلغ 160 جنيه/طن. وهذا يكافئ السيناريو 1-أ (تصنيع الكمبوست وإنتاج الوقود الصلب RDF مع محطة مناولة)؛ وبحوالى 91 جنيه/طن.

تحليل رسوم البوابة: النتائـج



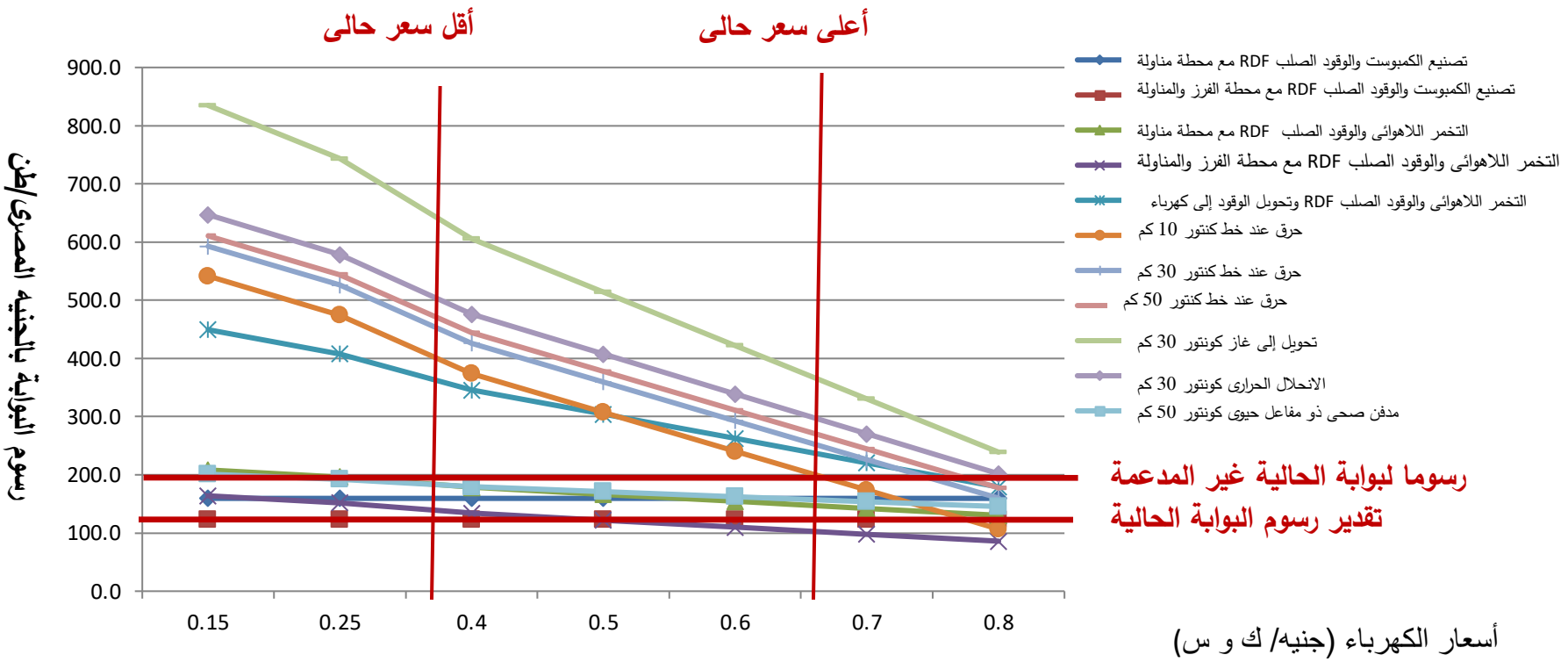
بأسعار الفائدة العالية وأسعار الكهرباء المنخفضة، تكون التكنولوجيا الحرارية أكثر تكلفة بشكل ملحوظ

”تابع“ تحليل رسوم البوابة: النتائـج



رسوم البوابة للمعالجة والتخلص تمثل رسوم البوابة 2 لكل السيناريوهات باستثناء الحرق عند خط كنتور 10كم. التكنولوجيات الحرارية أكثر تكلفة بشكل ملحوظ

تحليل رسوم البوابة: مدى التأثر بسعر بيع الكهرباء



تصل معظم السيناريوهات إلى الجدوى المالية الكاملة عندما تبلغ أسعار الكهرباء 0.8 جنيه/ ك و س. إلا أنه يجب ملاحظة أن رسوم البوابة الحالية لا تشمل دعم الديزل. إذا أضيف دعم الوقود، تصبح التكنولوجيات أكثر مجدية وقابلة للتطبيق عند أسعار الكهرباء المنخفضة.

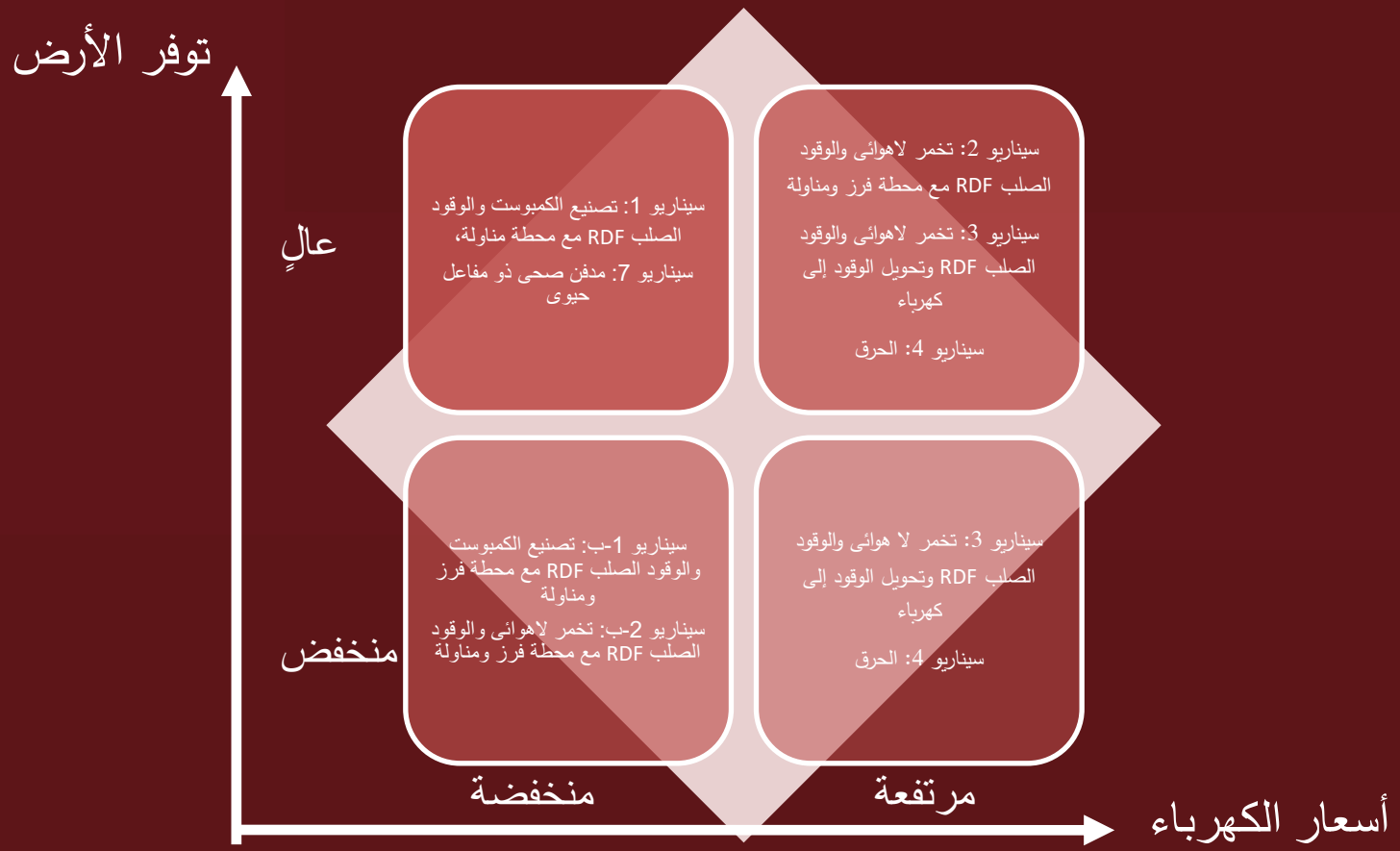
خلاصـة التحليـل

- الانحـلال الحـرارى (Pyrolysis) والتغـويز (Gasification) لهمـا أعلـى مستوى من المخـاطر التكنولوجيـة، وهمـا غيـر مجـديين حاليـا لتطبيقـات توليـد الكهربـاء، لكنهمـا سيصـبحان مهمـين فـى المسـتقبل مـع تقـدم ونضـوج التكنولوجيا؛
- تطوير محطات المناولة إلى محطات للفرز والمناولة مع إنتاج الوقود الصلب عند خط كنتور 10 كم يحُسنّ الجدوى المالية؛
- رسوم البوابة حساسة جدا لأسعار الكهرباء، وغير حساسة نسبيا إلى مدة عقود الإنشاء والتشغيل ونقل الملكية (BOT). وهكذا، فإن أسعار الكهرباء تنشئ أداءً مالياً – تكنولوجياً مقارناً؛ و
- توجد مبادلة (علاقة عكسية) واضحة بين توفر الأرض ورسوم البوابة.

لا يوجد حل تكنولوجى واحد ويجب أن يأخذ تحليل الجدوى التفصيلى فى الاعتبار أكثر من تكنولوجيا واحدة

- فى المقام الأول سيكون تحويل المخلفات إلى طاقة مجدياً رغم أن الدافع الأساسى له يجب أن يكون هو دوره فى إدارة المخلفات أكثر من دوره المحتمل كحل لأزمة الطاقة.
- يعتمد اختيار التكنولوجيا على مجموعة متنوعة من العوامل التى تحتاج إلى دراستها فى دراسة جدوى كاملة بمجرد اختيار موقع لمركز حضرى معين.

"تابع" خلاصة التحليل



السيناريوهات الموصى بها فى وجود مزيج من المستويات المختلفة لتوفر الأرض واعتماداً على أساس بيع الكهرباء المنتجة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

اعتبـارات التنفيـذ

- العلاقة بين التجمع الحضرى (من حيث تعداد السكان) والموقع المتاح للمعالجة والتخلص
- المشروعات المناسبة للطرح للشراكة مع القطاع الخاص (PPP)
- الاستثمار من أجل المستقبل: التكنولوجيات البازغة (EMERGING TECHNOLOGIES)

توفيق التكنولوجيات المقترحة مع خصائص المراكز الحضرية

قائمة مختصرة للسيناريوهات / الأرض المتوفرة	سيناريو 1: تصنيع الكمبوست وإنتاج الوقود الصلب RDF خارج الموقع	سيناريو 2: التخمر اللاهوائى وإنتاج الوقود الصلب RDF خارج الموقع	سيناريو 3: التخمر اللاهوائى وتحويل الوقود الصلب RDF إلى كهرباء	سيناريو 4: حرق المخلفات كما هى دون فرز	سيناريو 7: المدفن الصحى ذو المفاعل الحيوى (يستخدم على المستوى الإقليمى فقط)
التجمعات الحضرية* (Tier Type)	تطوير وتأهيل مصانع السماد القائمة، والتوسع لإنتاج الوقود الصلب RDF	يعتبر بديل للسيناريو رقم 1	يعتبر بديل للسيناريو رقم 1	يمكن تطبيقه فقط كحالة خاصة فى إقليم وسط الدلتا بعد إجراء دراسات الجدوى اللازمة	لا يوصى بإنشاء مدافن عند خط كنتور 10كم فى الأراضى القديمة، ويمكن التطبيق فى الأراضى الصحراوية
الأرض المتوفرة عند خط كنتور 10 كم	إنشاء مصانع كمبوست على المستوى الإقليمى فى المراكز الحضرية التى لا يتوفر بها مصانع كمبوست لامركزية	يعتبر بديل للسيناريو رقم 1 على المستوى الإقليمى	يعتبر بديل للسيناريو رقم 1 على المستوى الإقليمى	يمكن تطبيقه فى إقليم وسط الدلتا	يمكن إنشاء مدفن ذى مفاعل حيوى فى الأراضى الصحراوية
الأرض المتوفرة عند خط كنتور 30كم	غير مطبق للسيناريو رقم 1	غير مطبق للسيناريو رقم 2	غير مطبق للسيناريو رقم 3	غير مطبق للسيناريو رقم 4	يمكن تطبيقه على المستوى الإقليمى فى المناطق الصحراوية

"تابع" توفيق التكنولوجيات المقترحة مع خصائص المراكز الحضرية

- تشير جداول مطابقة الموقع إلى أى التكنولوجيات هى الأكثر ملاءمة لكل مركز حضرى؛
- سيناريوهات التخمر اللاهوائى وتصنيع السماد مناسبة للمراكز الحضرية أيا كانت مساحتها (حجمها size)، لكنها مقيدة بمدى توفر الأرض؛
- حرق المخلفات دون فرزها مع استعادة الطاقة هو السيناريو الأكثر جاذبية عندما تتوفر الأرض بالقرب من المركز الحضرى؛ و
- يمكن استخدام المدافن الصحية ذات المفاعل الحيوى كبديل للمعالجة والتخلص على المستوى الإقليمى.

- تصنيف المراكز الحضرية وفقاً لعدد السكان:
  1: أكبر من مليون نسمة
  2: من 000، 500 إلى مليون نسمة
  3: من 000، 200 إلى 000، 500 نسمة
  4: أقل من 000، 200 نسمة

موقف فريق الدراسة من مسألة تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلي وقود سائل

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

أهمية الانحلال الحرارى (The Power in Pyrolysis):

- ركزت الدراسة على استعادة محتوى الطاقة للمخلفات الصلبة البلدية فى صورة وقود صلب و/أو كهرباء. لم يتم اعتبار إنتاج الوقود السائل نتيجة لانخفاض مستوى نضج سوق هذه التكنولوجيا.
- من الناحية الاقتصادية، يفضل إنتاج الوقود السائل من المخلفات الصلبة البلدية على التكنولوجيات الأخرى لتوليد الطاقة من المخلفات إذا تم اعتبار الدعم الحكومى المقدم لتوفير الوقود السائل. الدعم المقدم للوقود السائل (السعر المحلى يعادل 20% تقريبا من السعر العالمى) أعلى من الدعم المقدم للكهرباء.
- تفتح وحدات الإنتاج المتنقلة الباب للإنتاج اللامركزى، والحد من تكاليف النقل ومساحة الأرض المطلوبة.
- استخدام تكنولوجيا الانحلال الحرارى الوميضي في إنتاج الوقود السائل يمكنها أن تستقبل نوعيات أخرى من المخلفات الخام مثل المخلفات الزراعية والحمأة الناتجة من معالجة مياه الصرف الصحى.

موقف فريق الدراسة من مسألة تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلي وقود سائل

- من المنظور التكنولوجى، إنتاج الوقود السائل من المخلفات الصلبة البلدية عن طريق الانحلال الحرارى لم يصل إلى مستوى النضج التكنولوجى بعد.
- تطوير تكنولوجيا الانحلال الحرارى للمخلفات الصلبة يستلزم بذل جهود علمية مكثفة لدراسة تأثير الخصائص المحلية للمخلفات الصلبة بمصر.
- العائد المحتمل من تحسين وتوطين التكنولوجيا يدفعنا إلى اقتراح تقديم حوافز للإسراع بعملية التطوير، نحن نوصى بشدة بتقديم حوافز لجذب القطاع الخاص لإنشاء منشآت ذات حجم صغير (10 – 100 طن مخلفات صلبة بلدية و/أو مخلفات زراعية/ يوم).
- نوعية الحوافز يمكن أن تشمل: دفع رسم بوابة نظير التخلص من المخلفات، المشاركة فى المشروعات بنسبة محدودة، الخفض الضريبى، اتفاقات طويلة الأمد لشراء المنتجات.
- نوصى بإعداد استراتيجية قومية للبحث العلمى فى مجال الوقود الحيوى تتضمن نوعية الوقود المتولد من عمليات الانحلال الحرارى للمخلفات الصلبة.
- سوف يعتمد قرار استخدام تكنولوجيا الانحلال الحرارى بشكل موسع على نتائج تطبيق واستخدام المنشآت ذات الحجم الصغير (10 – 100 طن).

الخلاصــة

CHEMONICS EGYPT
CONSULTANTS

- حيث أن أنظمة تحويل المخلفات الصلبة البلدية إلى طاقة هى جزء من المنظومة الأشمل للإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة، لذلك يجب تنفيذ المشروعات طبقاً لمخطط عام على مستوى المحافظة يأخذ فى اعتباره الأنظمة والمكونات القائمة مثل محطات المناولة، ومنشآت استعادة المواد، إلخ. ويجب إجراء دراسات الجدوى لاختيار التكنولوجيا المناسبة التى تتوافق مع خصائص المركز الحضرى.
- يجب وضع تكاليف النقل والآثار البيئية فى الاعتبار عند تصميم المشروع. ويعتبر تحديد مواقع محطات المناولة ومنشآت التدوير ومواقع المعالجة والتخلص من الأمور الحاسمة والهامة فى التصميم.
- توصلا الدراسة بالقائمة المختصرة التالية لتحويل المخلفات إلى طاقة:
  - تصنيع السماد واستعادة محتوى الطاقة فى صورة وقود صلب RDF
  - التخمر اللاهوائى واستعادة الطاقة فى صورة كهرباء وإنتاج وقود صلب RDF
  - حرق المخلفات المختلفة كما هى بدون فرز لإنتاج كهرباء
  - استخدام المدفن الصحى ذى المفاعل البيولوجى وتوليد كهرباء من غازات المدفن.
- أوضحت الدراسة أن اختيار التكنولوجيا الأفضل (Optimum W2E Technology) يتعلق بخصائص المركز الحضرى. تحدد أسعار الكهرباء واتفاقيات الشراء الجدوى المالية لتكنولوجيات إنتاج الكهرباء.

المشروعات المحتملة لمشاركة القطاع الخاص

- القاهرة: سوف تحتاج الـ 4 مواقع التى تم تخصيصها بالقرار الجمهور رقم 2010/86 إلى مزيد من التحليل. ويجب أن يتم توجيه تنفيذ هذه المشروعات من خلال مخطط عام للإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة البلدية. سوف تسمح بعض المواقع بإضافة مراكز للتدوير، ووحدات لمعالجة المخلفات الطبية، ومنشآت لمعالجة المخلفات الخطرة، ومنطقة لتجربة وإثبات جدوى إنتاج الوقود السائل من المخلفات.
- الجيزة، والقليوبية، والإسكندرية: بفضل إعداد مخطط عام للإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة البلدية.
- طنطا، المحلة الكبرى، دمياط، الزقازيق، المنصورة، السويس، بور سعيد، أسيوط: تملك مواقع مرشحة أكثر من غيرها لتنفيذ مشروعات تحويل المخلفات إلى طاقة بناء على دراسة جدوى لكل مشروع.
- المجموعة الثالثة والرابعة: تأهيل وتجديد محطات الفرز ومصانع الكمبوست القائمة (حوالى 50 محطة/مصنع)، والتطوير لإنتاج الوقود الصلب RDF، والتكامل مع المدافن الصحية الإقليمية الجديدة لدفن المرفوضات.

مناقشة مفتوحة