

Distr.
LIMITED

E/ESCWA/SDPD/2012/Technical Paper.5
29 October 2012
ORIGINAL: ARABIC

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

كفاءة الطاقة في الزراعة: قطاع الدواجن

الأمم المتحدة
نيويورك، 2012

12-0251

المحتويات

الصفحة

1	.....	مقدمة
		<u>الفصل</u>
2	.....	أولاً- دورة حياة إنتاج الدواجن والعلاقة مع استخدام الطاقة
4	.....	ثانياً- مؤشرات استهلاك الطاقة ومراجعاتها في قطاع الدواجن
4	.....	ألف- نمط استهلاك الطاقة ومؤشرات كلفتها
7	.....	باء- مراجعة استهلاك الطاقة في قطاع الدواجن
		ثالثاً- سبل تحسين كفاءة الطاقة وتعزيز استدامتها في قطاع الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا
9	.....	ألف- تحسين كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها في قطاع الدواجن
9	.....	باء- تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة
15	.....	جيم- استخدام الطاقة الشمسية في مشاريع الدواجن
18	.....	رابعاً- مقترحات وإرشادات لإعداد برامج وطنية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الدواجن
20	.....	ألف- الترويج والتدريب وبناء القدرات
20	.....	باء- إعطاء الأولوية لإجراءات تحسين كفاءة الطاقة ذات الجدوى الاقتصادية والبيئية
20	.....	جيم- إصدار وتطوير تشريعات وقوانين لدعم تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن
21	.....	دال- دعم التعاون والتنسيق بين الأطراف المعنية بتحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن
21	.....	هاء- توفير الاحتياجات المطلوبة لتنفيذ برنامج تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن
22	.....	واو- التعرف على العوائق
22	.....	زاي- وضع آلية للتنفيذ
22	.....	المراجع
23	.....

المحتويات (تابع)

الصفحة

قائمة الجداول

3	1- المراحل الرئيسية في إنتاج الدواجن واستخدام الطاقة
4	2- مؤشرات الاستهلاك النوعي للطاقة في مزارع دجاج اللحم والبيض في المملكة المتحدة (انكلترا/ويلز)
6	3- مؤشرات كلفة الإنتاج في مزارع الدواجن في مجموعة مختارة من البلدان
8	4- أبرز أجهزة القياس المستخدمة في مراجعة الطاقة وقياس كفاءة استخدامها في قطاع الدواجن
10	5- درجة حرارة وأقل معدل تهوية (Minimum Ventilation) في عنابر الدواجن بحسب العمر
11	6- عدد ساعات الإضاءة وشدتها بحسب عمر الدواجن
13	7- العلاقة بين الحمل الكهربائي ومعامل القدرة في المحركات الكهربائية
14	8- تأثير انخفاض ضغط إطارات المركبات على استهلاك الوقود
16	9- أمثلة عن محطات إنتاج الكهرباء باستخدام مخلفات الدواجن وكلفتها الاستثمارية

قائمة الأطر

4	1- مؤشرات استهلاك الطاقة في إحدى شركات إنتاج الدواجن في لبنان
6	2- توزيع كلفة الطاقة على دورة حياة الدواجن في إحدى شركات الدواجن في لبنان من تربية الأمهات حتى المستهلك

قائمة الأشكال

2	1- دورة حياة إنتاج الدواجن
13	2- استرجاع الحرارة وضبط حوارق المراجل في مشروعات الدواجن
17	3- استخدام مخلفات الدواجن في إنتاج الكهرباء
19	4- نظام التسخين الشمسي بالترابط مع النظام الحراري في مسالخ الدواجن

مقدمة

أعدت اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) خلال السنوات الماضية مجموعة من الدراسات تناولت فيها استهلاك الطاقة ومؤثراتها وسبل تحسين كفاءتها في مختلف القطاعات (الصناعة والمباني والنقل وإنتاج الكهرباء والسياحة). واستكمالاً لتلك الدراسات، تصدر الإسكوا هذه الوثيقة بهدف إلقاء الضوء على استهلاك الطاقة في قطاع الدواجن باعتباره من القطاعات الزراعية الهامة. فقطاع الدواجن يساهم في دعم التنمية الغذائية كمصدر أساسي للبروتين، ويساهم إلى حد كبير في خلق فرص عمل في البلدان الأعضاء في الإسكوا. وبالرغم من أن كلفة الطاقة تشكل نسبة محدودة من الكلفة الكلية للإنتاج، فإن عنصر الطاقة يشكل أهمية قصوى. فعلى سبيل المثال، يتسبب انقطاع التدفئة عن صغار الدجاج، ولو لفترة قصيرة، أو انقطاع التبريد عن الدواجن بعد ذبحها، بخسائر فادحة في هذه المشروعات. كذلك يشارك قطاع الطاقة بشكل غير مباشر في مشروعات الدواجن كمدخل رئيسي في إنتاج أعلاف الدواجن وإنشاء البنية التحتية للمشروعات في هذا القطاع.

وهذه الوثيقة التعريفية تركز على استهلاك الطاقة وسبل دعم استدامتها وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع الدواجن. وتستهل هذه الوثيقة بمقدمة تتناول دورة إنتاج الدواجن، ثم تعرض أبرز مؤشرات استهلاك الطاقة في قطاع الدواجن وهي الاستهلاك النوعي للطاقة ونسبة كلفة الطاقة من الكلفة الكلية للإنتاج. وتسلط الوثيقة الضوء على مراجعة الطاقة في قطاع الدواجن كبدائية لتنفيذ إجراءات تحسين كفاءة الطاقة في هذا القطاع. فتستعرض مراحل مراجعة الطاقة وأجهزة القياس المستخدمة وأهميتها في ترشيد استهلاك الطاقة في مشاريع الدواجن. ثم تقترح ثلاثة محاور لتحسين كفاءة استخدام الطاقة ودعم استدامتها في قطاع الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا وهي: (1) سبل تحسين كفاءة استخدام الطاقة الحرارية والكهربائية متضمنة نظم التدفئة والتبريد والتهوية والإضاءة والاحتراق في مختلف مراحل دورة الإنتاج، من تربية وسلخ وتنظيف وتصنيع ونقل؛ (2) تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة وتقدير كمية الطاقة المحتمل إنتاجها من مخلفات قطاع الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا وأهم المؤشرات والاعتبارات في هذا الشأن، ومجموعة من التجارب العالمية في هذا المجال؛ (3) استخدام الطاقة الشمسية في مشاريع الدواجن. وقد انتهت الوثيقة إلى مجموعة من المقترحات والإرشادات حول إعداد برامج وطنية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الدواجن، خاصة فيما يتعلق بالتوعية والتدريب، واختيار الإجراءات ذات الجدوى الاقتصادية والبيئية، والتشريعات وآليات التنفيذ.

الجدول 1- المراحل الرئيسية في إنتاج الدواجن واستخدام الطاقة

نوع الطاقة ومجالات استخدامها	المراحل
الوقود في عمليات التدفئة، والكهرباء، للإنارة والتهوية وتشغيل مضخات المياه.	(1) <u>التربية في مزارع الدواجن</u> : تبدأ عملية التربية في المنطقة العربية في معظم الأحيان باستيراد صغار الأمهات (أي ما يسمّى بالكتاكيت أو الصيصان بعمر يوم) من الخارج. وفي بعض الأحيان، تبدأ عملية التربية في مرحلة متقدمة حيث تستورد صغار أمهات الأمهات (أي ما يسمّى بالجدود). وتربى صغار الدواجن هذه في مزارع مجهزة بنظم مناسبة لإمداد الدجاج بالغذاء والماء، وإزالة المخلفات، وتهبئة ظروف الجو من تهوية وتدفئة ورطوبة داخل عنابر التربية، طبقاً للمراحل العمرية للدواجن. وبعد أن تضع الأمهات بيضها يتم نقله إلى قفاسات أو حضانات حيث يمكث 21 يوماً لإنتاج الكتاكيت أو الصيصان التي تنمو في مزارع الدواجن مدة 40 إلى 45 يوماً لإنتاج دجاج اللحم أو الفروج بوزن متوسط يبلغ حوالي 2 كيلو غرام للدجاجة الواحدة. وبجانب الأمهات اللاتي تنتج دجاج اللحم، هناك أمهات تضع بيض المائدة وتستمر دورة حياتها حوالي سنة ونصف السنة.
الوقود في إنتاج البخار وتسخين المياه، والكهرباء في التبريد وتشغيل محركات النواقل (conveyers) والإنارة والتهوية وتشغيل مضخات المياه.	(2) <u>الذبح والسلخ</u> : تنقل دواجن اللحم من المزارع بعد بلوغها الأوزان المطلوبة إلى المسالخ حيث تخضع للفحص الطبي البيطري ويتم التخلص من الدجاج المريض. وتبدأ عملية الذبح والسلخ بتعليق أو تكبيل الدجاج من القوائم (الأرجل)، ثم يتحرك الدجاج بواسطة نواقل (conveyers) إلى المذبح حيث يذبح ويتم التخلص من الدم. ثم يعرض الدجاج إلى بخار أو ماء ساخن لإزالة الريش داخل جهاز مصمّم خصيصاً لهذه الغاية، ويتم التنظيف بالماء وإزالة الرؤوس والقوائم والأحشاء، ثم الغسيل والشطف والتطهير. بعد ذلك تتم عملية التعبئة والتغليف التي تبدأ بتبريد الدجاج تبريداً مفاجئاً (chilling) بواسطة الهواء أو الهواء المخلط برذاذ الماء أو بالماء فقط. ثم يفرز الدجاج حسب الوزن وتتم عملية الفحص البصري قبل التغليف ثم النقل إلى المستهلك أو التصنيع.
الوقود في تشغيل "الأوتوكلافات" لطبخ المنتج، والكهرباء في تشغيل خطوط الإنتاج والإنارة وتشغيل مضخات المياه.	(3) <u>التصنيع</u> : تهدف عمليات التصنيع إلى تحويل لحم الدجاج إلى منتجات متعددة طبقاً لاحتياجات الأسواق، ومنها "المرتديلا، والإسكالوب، والروستو، والناغيتس". وعمليات التصنيع تتشابه من حيث مراحلها إلى حد كبير. ففي حالة "المرتديلا واللانسون" مثلاً تبدأ عمليات التصنيع بفرم اللحم على مرحلتين وخطه بالبهارات والماء فيخرج المنتج كالمعجون. ثم يعبأ داخل عبوات مختلفة الأوزان وتجمع هذه العبوات في "بلوكات" كبيرة مكعبة ثم تنقل إلى عملية الطبخ التي تتم في "أوتوكلافات" تعمل بالبخار، يليها التبريد المفاجيء للمنتج ثم تخزينه ونقله إلى المستهلك النهائي.
الوقود، مثل "الديزل" أو "الجازولين" في تسيير الشاحنات وسيارات الركوب.	(4) <u>النقل</u> : تستخدم الشاحنات وسيارات الركوب للربط بين مزارع الدواجن والمسالخ ومنشآت التصنيع ثم النقل إلى المستهلك النهائي.

ثانياً- مؤشرات استهلاك الطاقة ومراجعاتها في قطاع الدواجن

ألف- نمط استهلاك الطاقة ومؤشرات كلفتها

يتباين نمط استهلاك الطاقة في مشاريع الدواجن تبعاً لحجم الإنتاج وموسمه، والتكنولوجيا ونوع الطاقة المستخدمة في هذه المشاريع، ومستوى كفاءة استخدام الطاقة في المنشأة. ويعتبر الاستهلاك النوعي للطاقة، أي كمية الطاقة لكل وحدة إنتاج، مؤشراً رئيسياً لمعدل استهلاك الطاقة ومستوى كفاءة استخدامها في أي منشأة. ويقاس الاستهلاك النوعي للطاقة في مشروعات إنتاج دواجن اللحم بكمية الطاقة لكل دجاجة أو لكل كيلوغرام دجاج، بينما يقاس في مشروعات إنتاج بيض المائدة باستهلاك الطاقة لكل دجاجة أو لكل بيضة. ويتضمن الجدول 2 مؤشرات القيم المعيارية والفعلية للاستهلاك النوعي للطاقة في إنتاج دجاج اللحم والبيض في المملكة المتحدة⁽²⁾. ويلاحظ أنّ الاستهلاك النوعي للطاقة لكل دجاجة من دجاج اللحم لا تتعدّى الأربعين إلى خمس وأربعين يوماً. ويوضح الإطار 1 مؤشرات استهلاك الطاقة في إحدى شركات إنتاج الدواجن في لبنان.

الجدول 2- مؤشرات الاستهلاك النوعي للطاقة في مزارع دجاج اللحم والبيض في المملكة المتحدة (انكتر/ويلز)

حجم المشروع	القيمة المعيارية لاستهلاك الطاقة	القيمة الفعلية لاستهلاك الطاقة
200000 دجاجة - إنتاج دجاج اللحم	0.39 كيلوات ساعة لكل دجاجة	0.71 كيلوات ساعة لكل دجاجة
75000 دجاجة - إنتاج بيض المائدة	3.9 كيلوات ساعة لكل دجاجة	4.12 كيلوات ساعة لكل دجاجة

المصدر: Energy Use in Agriculture, Agriculture and Food Development Authority, 20th September 2011, ISBN-10 1-84170-579-9

الإطار 1- مؤشرات استهلاك الطاقة في إحدى شركات إنتاج الدواجن في لبنان

يوضح هذا الإطار استهلاك الطاقة لكل وحدة إنتاج، ابتداءً بتربية الأمهات وصولاً إلى المستهلك في إحدى شركات إنتاج الدواجن في لبنان. ومؤشرات استهلاك الطاقة تختلف من مكان إلى آخر طبقاً لحجم المشروع ومستوى إدارته والتكنولوجيا المستخدمة، وشكل الطاقة المستخدمة. فالاستهلاك النوعي للطاقة، من وقود وكهرباء، يتجاوز في عملية السلخ الاستهلاك النوعي للطاقة في عملية التربية في المزارع بحوالي ثلاثة أضعاف. وفي هذا دلالة على أهمية تركيز أنشطة ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في مسالخ الدواجن. وبالنظر إلى الاستهلاك النوعي للطاقة في الشركة والذي يقدر بحوالي 0.4375 ك.و.س لكل كيلوغرام دجاج حي (نهاية الإطار)، وباعتبار أنّ وزن الدجاجة الحية هو 2 كيلوغرام، فإنّ الاستهلاك النوعي للطاقة يقدر بحوالي 0.875 ك.و.س لكلّ دجاجة مقابل الاستهلاك النوعي للطاقة في مزارع الدجاج في المملكة المتحدة الذي يبلغ 0.71 ك.و.س لكلّ دجاجة (الجدول 2).

يتبين أنّ الاستهلاك النوعي للطاقة في مزارع الشركة يتجاوز حجم هذا الاستهلاك في المملكة المتحدة بحوالي 23 في المائة، وهذا يدلّ على إمكانية تحسين كفاءة الطاقة في مزارع الدواجن في المنطقة حيث تقدّر القيمة المعيارية للاستهلاك النوعي بحوالي 0.39 ك.و.س لكل دجاجة (الجدول 2).

الإطار 1 (تابع)

إستهلاك الطاقة لكل وحدة إنتاج ابتداءً من تربية الأمهات حتى المستهلك
في إحدى شركات إنتاج الدواجن في لبنان، 2011

النشاط	إستهلاك الطاقة لكل وحدة إنتاج			إجمالي استهلاك الطاقة ^(ج) (مازوت+غاز+كهرباء)
	مازوت (سولار) ^(أ)	غاز (بوتانغاز) ^(ب)	كهرباء	
تربية الأمهات	0.027 لتر لكل بيضة	0.00056 لتر لكل بيضة	0.0086 ك.و.س لكل بيضة	0.1445 ك.و.س لكل بيضة
إنتاج الصيصان (الكتاكيت) في الحضانات والفقاسات	0.0155 لتر لكل صوص	صفر	0.062 ك.و.س لكل صوص	0.1378 ك.و.س لكل صوص
التربية في مزارع الدواجن	0.071 لتر لكل كيلو غرام دجاج حي	0.0128 لتر لكل كيلو غرام دجاج حي	صفر	0.4375 ك.و.س لكل كيلو غرام دجاج حي
النقل من المزارع إلى المسالخ	0.0109 لتر لكل كيلو غرام دجاج حي	صفر	صفر	0.1122 ك.و.س لكل كيلو غرام دجاج حي
المسالخ	0.191 لتر لكل كيلو غرام دجاج مذبوح	0.089 لتر فيول لكل كيلو غرام دجاج مذبوح	0.157 ك.و.س لكل كيلو غرام دجاج مذبوح	1.2772 ك.و.س لكل كيلو غرام دجاج مذبوح
النقل من المسالخ إلى المستهلك النهائي	0.054 لتر لكل كيلو غرام دجاج مذبوح	صفر	صفر	0.5557 ك.و.س لكل كيلو غرام دجاج مذبوح

المصدر: بيانات واردة من شركة التنمية الزراعية "تنمية"، زحلة، لبنان، رداً على استبيان الإسكوا، 2012.

(أ) يستخدم المازوت بنسبة حوالى 70 في المائة في إنتاج الكهرباء، حيث أنّ التيار الكهربائي الذي تنتجه شركة كهرباء لبنان غير متاح في أغلب الأوقات، وبنسبة 30 في المائة في التدفئة في المزارع، وبنسبة 100 في المائة في المسالخ في إنتاج الكهرباء؛

(ب) يستخدم الغاز في التدفئة في حالة عدم توفر المازوت؛

(ج) تم حساب إجمالي استهلاك الطاقة بناءً على المعايير التالية:

(1) تم تحويل كل من المازوت والديزل والغاز إلى ك.و.س بناءً على معاملات التحويل، حسبما وردت في تقرير الطاقة في مصر⁽³⁾؛

(2) تم اعتبار متوسط كثافة الغاز 0.54 كيلو غرام لكل لتر⁽⁴⁾ ومتوسط كثافة المازوت والديزل 0.83 كيلو غرام لكل لتر.

وبالنظر إلى تكاليف إنتاج الدواجن، يتبين أنّ تكاليف العلف هي الأعلى حيث تتجاوز الخمسين في المائة، والصيصان 13 إلى 20 في المائة والطاقة دون 8 في المائة (الجدول 3). ويتبين أنّ حصة كلفة الطاقة في إنتاج الدواجن في لبنان هي الأعلى، حيث تتراوح بين 6 و8 في المائة وذلك لأنّ احتياجات المزارع من الكهرباء تعتمد في المقام الأول على التوليد الذاتي بواسطة مولدات خاصة تعمل بالديزل تعويضاً عن

(3) الطاقة في مصر 2002-2003، جهاز تخطيط الطاقة، وزارة التخطيط، جمهورية مصر العربية، ص 45.

(4) <http://forum.onlineconversion.com/showthread.php?t=4858>

الانقطاعات المستمرة للتيار الكهربائي الذي تنتجه شركة كهرباء لبنان الذي يرفع من كلفة الطاقة. وحصّة كلفة الطاقة في كلفة الإنتاج تعتمد على سعر الطاقة وكفاءة استخدامها بالإضافة إلى سعر باقي مدخلات الإنتاج من علف، وصيصان ومياه ويد عاملة. ويشكل عنصر الطاقة أهمية كبيرة في عمليات التبريد والتدفئة. كما أن إنتاج العلف يستهلك طاقة أيضاً، إلا أنّ كلفة هذه الطاقة لم تؤخذ في الاعتبار لأنّ تصنيع العلف يتمّ خارج مزارع الدواجن. ويبيّن الإطار 2 توزيع كلفة الطاقة على دورة حياة الدواجن في إحدى شركات الدواجن في لبنان، ابتداءً من تربية الأمهات وصولاً إلى المستهلك.

الجدول 3- مؤشرات كلفة الإنتاج في مزارع الدواجن في مجموعة مختارة من البلدان

الدولة	عناصر التكاليف (نسبة مئوية)		
	العلف	الصيصان (الكتاكيت)	تكاليف أخرى ^(أ)
هولندا	56.7	17.1	20.9
الولايات المتحدة	63.8	13.5	16.8
تايلاند	68.0	16.6	10.9
البرازيل	60.7	15.7	17.8
لبنان	61	15-13	20-16
سوريا ^(ب)	55	20	20

المصدر: الجمهورية العربية السورية، المنظور السلعي الزراعي رقم 2 "منتجات الدواجن"، المركز الوطني للسياسات الزراعية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، معضاد قرقوط ولبنان، (شركة التنمية الزراعية "تنمية"، زحلة، لبنان) استبيان الإسكوا.

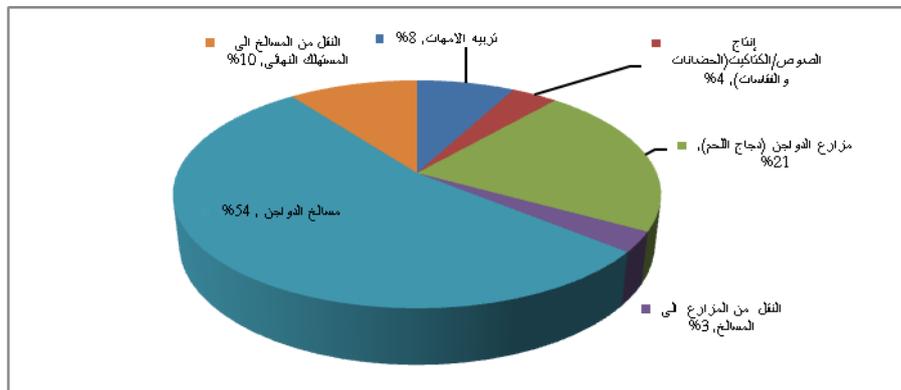
باقي الدول: Global Production, Consumption and International Market of Poultry Meat and Eggs, Dr. Piet Simons, Past President, World's Poultry Science Association (WPSA), Poultry Seminar, Lonovala, India, 12 September 2009, (page 19), <http://www.clfmaofindia.org/Simons.pdf>.

(أ) تشمل العمالة؛

(ب) كلفة الطاقة تشمل كلفة المياه.

الإطار 2 - توزيع كلفة الطاقة على دورة حياة الدواجن في إحدى شركات الدواجن في لبنان من تربية الأمهات حتى المستهلك

بناءً على البيانات الواردة من الشركة، وصلت كلفة الطاقة من وقود وكهرباء في عام 2011 إلى 3 362 268 دولار أمريكي أي حوالي 8 في المائة من الكلفة الكلية للإنتاج حيث بلغت حصة المسالخ 54 في المائة تلتها التربية في المزارع بنسبة 21 في المائة ثم النقل بنسبة 13 في المائة، ثم تربية الأمهات بنسبة 8 في المائة، ثم إنتاج الصيصان بنسبة 4 في المائة. فالحاجة واضحة إلى ضرورة تركيز أنشطة تحسين كفاءة الطاقة على عمليات السلخ.



باء- مراجعة استهلاك الطاقة في قطاع الدواجن

تشكل مراجعة الطاقة خطوة أولى نحو تحسين كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها حيث يمكن من خلالها تحديد معدلات استهلاك الطاقة ومدى كفاءة استخدامها داخل مختلف أقسام المنشأة. فالبدء في تنفيذ إجراءات تحسين كفاءة الطاقة لا يصبح ممكناً إلا بعد إجراء مسح شامل لاستهلاك الطاقة داخل المنشأة. فمراجعة استهلاك الطاقة بشكل عام في قطاع الدواجن تهدف إلى تحقيق ما يلي: (1) التعرف على أنواع الطاقة المستهلكة ومساراتها وكمياتها؛ (2) تحديد أماكن فقدان الطاقة والإفراط في استخدامها؛ (3) تحديد إمكانات تحسين كفاءة الطاقة وتقليل فواقدها؛ (4) التعرف على جدوى تنفيذ فرص تحسين كفاءة الطاقة. فمراجعة استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها في قطاع الدواجن تسمح بتحقيق عدد من الفوائد وأبرزها: (أ) تخفيض تكاليف الإنتاج لزيادة الربحية، إذ إن الطاقة هي أحد عناصر تكاليف الإنتاج؛ (ب) التعرف على درجات حرارة الهواء ودرجة الرطوبة والتهوية داخل عنابر الدواجن والمسالك وضبطها وتهيئة الظروف الصحية للدواجن وهذا يؤدي إلى تقليل نسبة الطيور النافقة؛ (ج) ضبط أداء الآلات المستهلكة للطاقة، كالمراجل البخارية والمحركات الكهربائية والسخانات والمبردات والمراوح، وتشغيلها بالشكل الأمثل وبذلك الحفاظ على هذه الآلات وزيادة عمرها الافتراضي. وتجدر الإشارة إلى أن ترشيد الطاقة ورفع كفاءة استخدامها أقل كلفة من شرائها في الكثير من الحالات. وإن تحسين كفاءة الطاقة يؤدي بشكل عام إلى تخفيض الانبعاثات وبذلك حماية البيئة ودعم التنمية المستدامة والتحول إلى الاقتصاد الأخضر، بالإضافة إلى خلق فرص عمل جديدة في المشروعات والأنشطة المتعلقة بتحسين كفاءة الطاقة.

وتتضمن مراجعة الطاقة في مشروعات الدواجن الإجراءات الأربعة الرئيسية التالية: (1) تجميع البيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة وأنماط استهلاكها ومساراتها والمعدات المستهلكة لها؛ (2) إجراء زيارات ميدانية وقياس استهلاك الطاقة وكفاءة استخدامها؛ (3) تحليل البيانات والقياسات وتحديد وتقييم فرص تحسين كفاءة الطاقة؛ (4) إعداد تقرير مراجعة الطاقة الذي يركز على الجوانب التالية: (أ) منشأة الدواجن والمعدات والأجهزة والأقسام المستهلكة للطاقة ومواصفاتها وأسلوب تشغيلها في نظرة شاملة وموجزة؛ (ب) نمط وتدفقات استهلاك الطاقة في نظرة تحليلية؛ (ج) فرص ترشيد الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في وصف وتحليل فني واقتصادي. ويتضمن الجدول 4 أبرز أجهزة القياس المستخدمة في مراجعة الطاقة.

وتجدر الإشارة إلى أن واقع الطاقة من حيث إدارتها وترشيد استهلاكها في منشأة الدواجن يتأثر بإدارة المنشأة ككل. فإدارة الطاقة هي جزء من النظام الإداري للمنشأة الذي يشمل إدارة العناصر والمكونات التالية: الإنتاج والمواد الخام (الأولية)، والأفراد والعمال، والصيانة والتشغيل، والشؤون المالية، وضبط الجودة وضمانها. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تخصيص الأموال الناتجة من تحسين كفاءة الطاقة وترشيد استهلاكها في تطوير نظم الإنتاج وإدخال معدات متقدمة في مزارع ومسالك الدواجن وتحسين الإنتاجية بشكل عام في مشروعات الدواجن.

الجدول 4- أبرز أجهزة القياس المستخدمة في مراجعة الطاقة وقياس كفاءة استخدامها في قطاع الدواجن

	أدوات القياس الكهربائية (electrical measurements) مثل "الفولت والأمبير والكيلوات" ومعامل القدرة الكهربائية، وتردد التيار الكهربائي
	تحليل غازات العادم (combustion analyzer) أي قياس "الأكسجين" و"أول أكسيد الكربون" و"أكاسيد النيتروجين" و"أكاسيد الكبريت" (O2, CO, NOx and SOx) في غازات الإحتراق في المراجل والأفران والسخانات
	قياس درجة الحرارة (thermometer) أي قياس حرارة الغازات والهواء الساخن بالتلامس المباشر وعن بعد، وكذلك قياس درجة حرارة العزل الحراري للتحقق من كفاءته
	قياس سرعة الهواء والغازات (manometer) لتحديد درجة التهوية وتقليب الهواء في عنابر الدواجن
	قياس سرعة المياه في الأنابيب (water flow meter) استناداً إلى الموجات فوق الصوتية (ultra sonic)، وحساب كمية المياه المستهلكة في مزارع ومسالخ الدواجن
	قياس سرعة الدوران (speed meter) بعدد اللفات في الدقيقة للتأكد من سرعة دوران المراوح ومضخات المياه
	قياس تسرب الغازات (leak detectors) بما في ذلك الهواء والبخار لحساب كمية الطاقة المفقودة
	قياس كفاءة الإحتراق (combustion efficiency)، استناداً إلى قياس حرارة غازات العادم وتركز "الأكسجين" فيها بالاستناد إلى القيمة الحرارية للوقود
	قياس شدة الإضاءة في عنابر الدواجن (lux meters) لضبط كمية الإضاءة وتوفير الطاقة

ثالثاً- سبل تحسين كفاءة الطاقة وتعزيز استدامتها في قطاع الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا

يهدف تحسين كفاءة استخدام الطاقة وتعزيز استدامتها في قطاع الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا ينبغي تركيز الجهود على ثلاثة محاور رئيسية يتم تناولها على النحو التالي.

ألف- تحسين كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها في قطاع الدواجن

يتوزع استهلاك الطاقة في قطاع الدواجن على أربع مراحل/أنشطة رئيسية تدخل في العمل في قطاع الدواجن وهي: (1) مزارع الدواجن؛ (2) مسالخ الدواجن؛ (3) عمليات التصنيع؛ (4) عمليات النقل التي تربط بين المزارع والمسالخ وعمليات التصنيع والمستهلك النهائي. وتتوزع الطاقة المستهلكة في مشروعات الدواجن على عمليات مختلفة أبرزها التدفئة والتبريد والتهوية وتسخين المياه والإضاءة وتشغيل المحركات الكهربائية ومضخات المياه، وعمليات التصنيع، بالإضافة إلى الوقود المستهلك في المركبات لنقل المواد الخام والأعلاف والمنتجات. وتجدر الإشارة إلى أنّ عمليات التدفئة والتبريد والتهوية هي الأكثر استهلاكاً للطاقة في مشروعات الدواجن. ويمكن مناقشة فرص تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن وفقاً للمراحل الأربع الرئيسية التي تدخل في عمل هذا القطاع.

1- في مزارع الدواجن

من المعلوم أنّ جزءاً كبيراً من الطاقة المستخدمة في مزارع الدواجن يستهلك في التغلب على الظروف المناخية، ولا سيّما منها الحرارة والرطوبة والتهوية، وفي تهيئة الظروف المعيشية التي تحفظ حياة الصيصان والدجاج. وتتباين أنماط استهلاك الطاقة في مزارع الدواجن تبعاً لعوامل كثيرة أبرزها الطقس ودرجة الحرارة والرطوبة، وحجم وموسم الإنتاج، بالإضافة إلى التكنولوجيا المستخدمة في المزارع. ففي إنكلترا مثلاً، حيث الجو بارد تشكل التدفئة حوالي 84 في المائة من إجمالي الطاقة المستهلكة، والتهوية 7 في المائة، والإضاءة 6 في المائة، والمحركات الكهربائية ومضخات المياه 3 في المائة⁽⁵⁾. أما في الأردن والجمهورية العربية السورية ومصر مثلاً، حيث الطقس أكثر اعتدالاً، فتشكل التدفئة 55 إلى 60 في المائة من إجمالي الطاقة المستهلكة، والتهوية 20 إلى 30 في المائة، والإضاءة 5 إلى 10 في المائة، والمحركات الكهربائية ومضخات المياه 5 إلى 7 في المائة⁽⁶⁾. والفرص والإرشادات متوفرة لتخفيض معدلات استهلاك الطاقة في مزارع الدواجن، وأبرزها ما يلي⁽⁷⁾،⁽⁸⁾:

(أ) تحسين العزل الحراري وفحصه دورياً وسدّ الفتحات والتشققات في عنابر الدواجن وتقليل تسرب الهواء داخل العنابر للحفاظ على درجة حرارة مناسبة داخل العنابر. في بعض الحالات يؤدي سدّ الفتحات واستخدام ستائر ملائمة في عنابر الدواجن إلى توفير طاقة التدفئة بنسبة تتراوح بين 30 و50 في المائة؛

(5) Energy Use in Agriculture, Agriculture and Food Development Authority, ISBN-10 1-84170-579-9, 20th September 2011.

(6) شركة "بول دور" Poule d'or، زيارة 2012/4/4، الشوفيات، لبنان.

(7) Dr. Tom W. Smith, Jr., Emeritus Professor of Poultry Science, Mississippi State University, Reducing energy costs in poultry houses.

(8) Mike Czarick and Gary Van Wicklen, 15 cost-saving ideas for poultry housing, 7/4/2009, http://www.wattagnet.com/15_cost-saving_ideas_for_poultry_housing.html.

(ب) ضبط التهوية والرطوبة بما يتناسب مع احتياجات الدجاج في العنابر، مع التنبيه إلى الجوانب التالية: (1) تتطلب الزيادة في الرطوبة ولو كانت طفيفة قدراً كبيراً من الطاقة لإزالتها؛ (2) تزداد الرطوبة عند ارتفاع درجة الحرارة داخل عنابر الدواجن؛ (3) تُراعى الزيادة في التهوية خلال أيام الصيف. وتجدر الإشارة إلى أنّ التهوية في مزارع الدواجن تسمح بإمداد الطيور بكمية "الأكسجين" اللازمة للتنفس والتمثيل الغذائي، وتخفيض الغازات الضارة مثل "الأمونيا"، و"ثاني أكسيد الكربون" و"أول أكسيد الكربون"، وتلطيف الجو وإزالة الحرارة الزائدة في فصل الصيف وإزالة الرطوبة الزائدة في فصل الشتاء، وتقليل التراب والغبار داخل العنبر للحدّ من احتمالات تعرّض الجهاز التنفسي للطائر للأمراض. وتتحكّم مجموعة عوامل بكمية الهواء داخل العنبر وأهمها نوع المبنى وتصميمه البيئي ودرجة العزل الحراري ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية داخل العنبر وخارجه، ونوع الدجاج وعمره وكثافته داخل العنبر؛

(ج) الحرص على تجانس درجات الحرارة داخل عنابر الدواجن، مع التنبيه إلى أنّ عدم تقلب الهواء أو تدويره (Circulation) يسبّب اختلافات في درجة الحرارة حيث يترام الهواء الدافئ في أعلى العنبر، بالقرب من السقف والبارد في أسفله، بالقرب من الأرض. لذا لا بدّ من استخدام مراوح لتدوير الهواء داخل عنابر الدجاج، وقد يؤدي تقلب الهواء وتجانسه بطريقة ملائمة إلى تخفيض استهلاك الطاقة في بعض الحالات بنسبة تتراوح بين 10 و30 في المائة وإلى تحسين جودة الهواء داخل العنابر. لذلك يوصى بضبط درجة الحرارة والتهوية والرطوبة في مزارع الدواجن طبقاً للقيم الموصى بها كما هو وارد في (الجدول 5)، على أن تتراوح درجة الرطوبة النسبية بين 50 و70 في المائة⁽⁹⁾؛

(د) استخدام خلايا التبريد في عنابر الدواجن كما هو الحال في إحدى شركات الدواجن في مصر التي تستخدم ألواحاً "سيلولوزية" قوية بسماكة 10 سم تقريباً تسمح بخفض درجة الحرارة داخل العنابر بحوالي 12 درجة مئوية عن درجة الحرارة الخارجية في خلال نصف ساعة. وهذه التقنية تستند إلى رشّ مستمر لرياح الماء في أعلى تلك الألواح التي تمتصّ الماء داخل فتحاتها فتؤدي إلى سحب كمية من الحرارة الموجودة داخل العنابر وخفض درجة الحرارة بداخلها؛

الجدول 5- درجة حرارة وأقل معدل تهوية (Minimum Ventilation) في عنابر الدواجن بحسب العمر

العمر	درجة الحرارة المثلى (درجة مئوية)	أقل معدل تهوية (متر مكعب لكل طائر في الساعة)
الأسبوع الأول	30	0.5
الأسبوع الثاني	28	1.0
الأسبوع الثالث	27	1.7
الأسبوع الرابع	23	2.6
الأسبوع الخامس	21	4.5
الأسبوع السادس	21	5.5

المصدر: التهوية في عنابر الدواجن، محمد عطا محمد، <http://kenanaonline.com/users/lopez/posts/64816>

(9) التهوية في عنابر الدواجن، محمد عطا محمد، <http://kenanaonline.com/users/lopez/posts/64816>

(هـ) استخدام نظم إنارة موقرة للطاقة والتنبه إلى تنظيف المصابيح واستخدام عاكسات للضوء لزيادة كمية الضوء الموجهة إلى الدجاج والحد من استهلاك الكهرباء. وتجدر الإشارة إلى أن اللمبات الحديثة المدمجة ذات الكفاءة العالية يمكن أن تقلل من تكلفة إنارة عنابر الدواجن بنسبة تصل إلى 75 في المائة. إن ضبط شدة الإضاءة ومدتها (الجدول 6) يسمح بالحد من استهلاك الطاقة الكهربائية وتحقيق مميزات أخرى أهمها تهيئة الطيور للنمو السريع وتنشيط جهازها المناعي؛

الجدول 6- عدد ساعات الإضاءة وشدتها بحسب عمر الدواجن

العمر	عدد ساعات الإضاءة	شدة الإضاءة
الأسبوع الأول	22 ساعة	20 "لوكس" فأكثر
الأسبوع الثاني	من 16 إلى 18 ساعة	10 "لوكس"
الأسبوع الثالث	من 16 إلى 18 ساعة	10 "لوكس"
من الأسبوع الرابع حتى السابع	22 ساعة	10 "لوكس"

المصدر: توصيات هامة، المكتب الحديث للدواجن، <http://www.officepoultry.com/ar/7-2>.

(و) الاهتمام بمعالجة فضلات الدواجن وتنظيف العنابر للحدّ من إنتاج غاز "الأمونيا"، وتخفيض معدلات التهوية المطلوبة في عنابر الدواجن، وهذا يحقق وفراً في تكاليف الطاقة الكهربائية اللازمة للتهوية إلى نسبة تصل حتى 30 في المائة في بعض الحالات لتوظيفه مثلاً في تغطية كلفة معالجة فضلات الدواجن؛

(ز) استخدام نظم التدفئة بالإشعاع الحراري بدلاً من الهواء الساخن الناتج من السخانات، وهذا يحقق وفراً بنسبة تتراوح بين 10 و30 في المائة في الكثير من الحالات؛

(ح) استخدام محركات كهربائية متغيرة السرعة وضبط سرعة مراوح التهوية للتقليل من استهلاك الطاقة. فخفض سرعة المروحة بنسبة 10 في المائة يقابله انخفاض مماثل تقريباً في كمية الهواء، غير أن استهلاك الطاقة ينخفض بنسبة أعلى تصل إلى 30 في المائة. فمن حيث المبدأ، يمكن تشغيل المزيد من المراوح بسرعات أقل بدلاً من تشغيل عدد أقل من المراوح عند السرعات القصوى وبذلك يمكن تحقيق وفر في استهلاك الطاقة الكهربائية؛

(ط) تحسين عمليات الاحتراق داخل أفران تسخين الهواء اللازم للتدفئة وضبط نسبة الهواء إلى الوقود داخل هذه الأفران وصيانتها بشكل دوري؛

(ي) فحص وصيانة أجهزة التحكم في المعدات الكهربائية من أجل ضبط درجة الحرارة داخل العنابر، وصيانة المعدات الكهربائية والحفاظ عليها خاصة المراوح، واعتماد محركات ومراوح ومضخات مياه عالية الكفاءة؛

(ك) منع تسربات المياه وصيانة "فلاتر" المياه ونظم التحكم في ضغط المياه لتخفيض استهلاك المياه والطاقة؛

(ل) إجراء مراجعات دورية للطاقة وقراءة استهلاكات الطاقة الكهربائية والوقود وتسجيلها شهرياً ومراقبة تذبذب الاستهلاك خلال العام لتتبع الأخطاء وتحديد حالات الإسراف في استهلاك الطاقة.

2- في مسالځ الدواجن

تُنقل الدواجن من المزارع إلى المسالځ للذبح والسلخ والتنظيف. ويتوزع استهلاك الطاقة في المسالځ على عمليات تسخين المياه والتبريد وتشغيل محركات الكهرباء والمراوح ومضخات المياه والإضاءة. وبالنظر إلى تعدد المراحل في مشاريع الدواجن، تسجل مسالځ الدواجن أعلى نسبة استهلاك للطاقة (الإطار 2). وفيما يلي عرض لأبرز الفرص والإرشادات التي تساهم في تخفيض معدلات استهلاك الطاقة في مسالځ الدواجن:

(أ) تحسين كفاءة استخدام الطاقة في نظم التبريد

تعتبر الضواغط المستخدمة في عمليات التبريد من أكبر المعدات المستهلكة للكهرباء في مسالځ الدواجن وتصل نسبة استهلاكها للطاقة في بعض الحالات إلى أكثر من 50 في المائة من إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية في مسالځ الدواجن، وفيما يلي بعض الإرشادات للحد من استهلاك الطاقة في نظم التبريد:

(1) تحسين العزل الحراري عبر شبكة التبريد، من أنابيب ووصلات، وعبر جدران وأرضيات وسقف الغرف الباردة؛

(2) منع تسرب الهواء من الغرف الباردة وإليها، وسد الفتحات والتأكد من عدم وجود تسريبات في أبواب غرف التبريد ونوافذها؛

(3) تنظيف أسطح التبادل الحراري لتعزيز كفاءة انتقال الحرارة وتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية؛

(4) التحكم في درجة التبريد وضبطها ضمن القيم المطلوبة؛

(5) تنظيم تشغيل الضواغط عند الحمل الأمثل لتحقيق أعلى درجة كفاءة، وتجنب تشغيلها كلما أمكن بأقل من الحمل المقتن (rated load)، واعتماد التشغيل الأوتوماتيكي طبقاً لدرجة التبريد المطلوبة؛

(6) صيانة نظم التبريد لا سيما الضواغط وفحصها دورياً؛

(7) تبريد غرف الدواجن من خلال دفع الهواء إلى "تشليزرز" (chillers) لتحقيق وفر بنسبة تتراوح بين 60 و70 في المائة من الطاقة اللازمة للتبريد في بعض الحالات.

(ب) تحسين كفاءة الطاقة في نظم الاحتراق والبخار والماء الساخن

(1) استرجاع حرارة غازات عادم المراجل والأفران ومولدات الديزل بواسطة مبادلات حرارية، ويمكن استخدام هذه الحرارة في أغراض كثيرة أهمها تسخين المياه اللازمة لعمليات سلخ الدواجن. فاسترجاع حرارة غازات عادم مولدات الديزل (الشكل 2) مثلاً يمكن أن يحقق وفراً بنسبة تتراوح من 12 إلى 15 في المائة من الطاقة المستخدمة في تسخين المياه؛

(2) ضبط نسبة الهواء إلى الوقود (air fuel ratio) في المراجل البخارية (الشكل 2) وأفران التسخين وصيانة الحواريق (burners) بشكل دوري. فالتقديرات تشير إلى أن كل انخفاض بنسبة 5 في المائة في الهواء الزائد يزيد من كفاءة المرجل بنسبة 1 في المائة، وكل انخفاض بنسبة 1 في المائة من الأكسجين في غازات المداخن يزيد من كفاءة المراجل بنسبة 1 في المائة⁽¹⁰⁾؛

(3) صيانة شبكات البخار والماء الساخن المستخدمين في عمليات السلخ، ومنع التسربات في تلك الشبكات.

الشكل 2- استرجاع الحرارة وضبط حواريق المراجل في مشروعات الدواجن



(ج) صيانة المحركات الكهربائية (electrical motors)

اعتماد المحركات ذات الكفاءة العالية والسرعات المتغيرة، وتشغيل المحركات عند الحمل الكلي كلما أمكن لتحسين معامل القدرة الكهربائية وتخفيض استهلاك الطاقة الكهربائية (الجدول 7). وتجدر الإشارة إلى أن معامل القدرة الكهربائية هو النسبة بين القدرة الحقيقية الفعالة (real/active power) والقدرة الظاهرية (apparent/total power). يمكن تحسين معامل القدرة بتركيب مكثفات كهربائية تعمل على تخفيض القدرة غير الفعالة (reactive power).

الجدول 7- العلاقة بين الحمل الكهربائي ومعامل القدرة في المحركات الكهربائية

معامل القدرة	الحمل الكهربائي
17%	صفر
55%	25 في المائة
73%	50 في المائة
80%	75 في المائة
84%	100 في المائة
86%	125 في المائة

المصدر: Energy Efficiency Opportunities and Indicators in the Industrial Sector, Dr. Salah Kandil, ESCWA, Training Workshop on "The Role of Productivity Improvement in Enhancing Competitiveness of Manufacturing Firms in Jordan" Amman, 6 – 9 June 2011 (فرص تحسين كفاءة الطاقة ومؤشراتها في القطاع الصناعي، ورشة عمل تدريبية حول دور تعزيز الإنتاجية في تحسين تنافسية المنشآت الصناعية في المملكة الأردنية الهاشمية).

3- في عمليات تصنيع لحوم الدواجن

- (أ) تحسين كفاءة الطاقة في "الايوتوكلافات" (autoclaves) المستخدمة في الطبخ، والتحكم في درجة الحرارة والضغط في أثناء الطبخ، ومنع تسربات البخار من هذه "الايوتوكلافات"؛
- (ب) تحسين معامل القدرة الكهربائية في آلات الفرم والخلط وضخ اللحم المفروم؛
- (ج) تحسين كفاءة الطاقة في المراجل التي تنتج البخار اللازم في عمليات الطبخ؛
- (د) تشغيل خطوط الإنتاج في معامل تصنيع لحوم الدواجن لتحقيق المستوى الأمثل في خفض استهلاك الطاقة والإدارة.

4- في نقل الدواجن ومنتجاتها

- (أ) تحسين إدارة تشغيل شاحنات نقل الدواجن ومنتجاتها، وتشغيلها عند الحمل الكلي وتجنب الحمل الجزئي لتلك الشاحنات كلما أمكن، إذ إنّ الطاقة المستهلكة لكل طن كيلومتر هي في حالة الحمل الكلي أقل منها في حالة الحمل الجزئي؛
- (ب) تنفيذ برامج صيانة المركبات وتفتيشها وفحصها بشكل دوري. فضبط المحركات بشكل دوري يمكن أن يحقق وفراً في الوقود يصل إلى 15 في المائة في بعض الحالات، كما أنّ ضبط ضغط إطارات الشاحنات يؤدي إلى توفير ملحوظ في الوقود (الجدول 8)؛
- (ج) اعتماد شاحنات نقل ذات محركات أقل استهلاكاً للوقود؛
- (د) صيانة شاحنات نقل الدواجن بشكل دوري وفحص نظم التبريد وعزلها الحراري بشكل دوري وصيانة البرادات.

الجدول 8- تأثير انخفاض ضغط إطارات المركبات على استهلاك الوقود

مقدار انخفاض ضغط الإطارات عن القيمة المعيارية	الزيادة في استهلاك الوقود
أقل بـ 0.3 "بار"	1.2 في المائة
أقل بـ 0.5 "بار"	2.4 في المائة
أقل بـ 1 "بار"	6.0 في المائة

المصدر: السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في منطقة الإسكوا، E/ESCWA/SDPD/2011/2.

باء- تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة⁽¹¹⁾،⁽¹²⁾

1- خصائص مخلفات الدواجن والتحديات أمام تحويلها إلى طاقة

مخلفات الدواجن هي خليط من فضلات وروث الدواجن والمواد التي تفرش في الأرض لحماية الدواجن في أثناء تربيتها، مثل نشارة الخشب، وقشر الفول السوداني، ومصاصة قصب السكر والقش. وإن توليد الطاقة من هذه المخلفات هو من أهم البدائل للتخفيف من الآثار السلبية لمخلفات الدواجن التي تختلف مكوناتها وقيمتها الحرارية طبقاً لمكونات علف الدواجن.

فالقيمة الحرارية لهذه المخلفات تختلف باختلاف نسبة الرطوبة والرماد (ash) في مخلفات الدواجن. وتحويل الكتلة الحية إلى طاقة دونه تحديات كبيرة تتفاقم حدتها في حالة مخلفات الدواجن حيث كمية الكبريت و"النيتروجين" تكون أعلى بعشرة أضعاف إلى سبعة أضعاف ما هي عليه في الخشب. وهذا المحتوى العالي من الكبريت و"النيتروجين" يزيد من انبعاث أكاسيد الكبريت والنيتروجين ويتطلب اتخاذ تدابير خاصة للحد من هذه الانبعاثات.

كذلك تسجل مستويات "الكلورين" معدلات عالية في مخلفات الدواجن تفوق نسبتها في الخشب، وهي تتسبب باندماجها مع المستويات العالية من القلويات بزيادة انبعاثات الجسيمات الدقيقة (particulate emissions) فتؤدي إلى تآكل نظم الاحتراق، وانبعاثات الغازات الحمضية. وارتفاع مستويات الرماد في مخلفات الدواجن يتطلب بدوره استعمال معدات خاصة لإزالة خبث ورواسب احتراق مخلفات الدواجن.

لذا فإن حرق مخلفات الدواجن لإنتاج البخار أو الكهرباء يتطلب استعمال معدات وتجهيزات خاصة للتغلب على هذه المشاكل، تضاف إليها متطلبات تجميع مخلفات الدواجن من المزارع المنتشرة في أنحاء الدولة ونقلها إلى محطة إنتاج الطاقة. هذه المتطلبات كلها تزيد من الكلفة الاستثمارية لإنتاج الكهرباء (الجدول 9)، حيث تتجاوز كلفة إنتاج "ميغاوات" واحد من مخلفات الدواجن كلفة إنتاجه بواسطة المحطات الحرارية بمرتين أو ثلاث مرات. ويمكن للبلدان الأعضاء في الإسكوا توفير تلك الاستثمارات باعتماد آلية التنمية النظيفة (Clean Development Mechanism) التي تتطلب معرفة الإجراءات والخطوات المتبعة في تنفيذ المشروعات البيئية من خلال هذه الآلية، والتعرف على الشروط التي ينبغي استيفائها للاستفادة من آلية التنمية النظيفة. وتجدر الإشارة إلى أنّ بنغلادش تملك خبرة في تمويل مشروعات معالجة المخلفات الصلبة الناتجة من مشروعات الدواجن من خلال آلية التنمية النظيفة⁽¹³⁾. كذلك تجدر الإشارة إلى أنّ نتائج دراسات الجدوى التفصيلية التي تأخذ في الاعتبار الأبعاد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية تحدد إمكانية تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة أو استخدامها في مجال آخر مع مراعاة خصوصيات كل حالة على حدة.

(11) Vitalia Baranyai, Sally Bradley, Chesapeake Research Consortium, Chesapeake Bay Program Office, Turning Chesapeake Bay Watershed Poultry Manure and Litter into Energy: An Analysis of the Impediments and the Feasibility of Implementing Energy Technologies in the Chesapeake Bay Watershed in Order to Improve Water Quality, pages 61 & 63, January 2008.

(12) Potential of Using Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production, Working Paper # 88, Louisiana State University Agricultural Center, July 15, 2010.

(13) CDM Project Potential in the Poultry Waste Management Sector in Bangladesh. Final Report, December 2005, <http://www.wasteconcern.org/Publication/Poultry%20Final.pdf>

الجدول 9- أمثلة على محطات إنتاج الكهرباء باستخدام مخلفات الدواجن وكلفتها الاستثمارية

وصف المحطة	كمية الوقود المستخدمة في المحطة	سعة المحطة (ميغاوات)	الكلفة الاستثمارية (مليون دولار)	الكلفة لكل "ميغاوات" (مليون دولار)
المحطة الأولى في أمريكا (بدأ تشغيلها في عام 2007)	500 ألف طن نفايات دواجن في السنة (2-2.5 طن في اليوم)	55	150	2.7
محطة تعمل بنفايات الدواجن وخشب الغابات (مقترح دراسة)	300 ألف طن نفايات دواجن + 50 ألف طن خشب غابات في السنة	38.5	125	3.2
إعادة تأهيل محطة كونكتيف/فيينا (ميريلاند) إضافة مرجلين جديدين للمحطة	1920 طن نفايات دواجن في اليوم (400 ألف طن في السنة)	35	52.2	1.5

المصدر: Vitalia Baranyai, Sally Bradley, Chesapeake Research Consortium, Chesapeake Bay Program Office, Turning Chesapeake Bay Watershed Poultry Manure and Litter into Energy: An Analysis of the Impediments and the Feasibility of Implementing Energy Technologies in the Chesapeake Bay Watershed in Order to Improve Water Quality, pages 61 & 63, January 2008, http://www.chesapeakebay.net/documents/cbp_17018.pdf.

2- تطبيقات تحويل مخلفات الدواجن إلى غاز حيوي وكهرباء

يمكن تحويل مخلفات الدواجن إلى غاز حيوي وهذا ما تطلق عليه تسمية "التغويز" (gasification)، حيث تهضم مخلفات الدواجن بشكل لاهوائي عن طريق تحلل المخلفات باستخدام "البكتيريا" وإنتاج أحماض عضوية تتحول إلى غاز حيوي. ويستخدم الغاز الحيوي في تطبيقات كثيرة منها عمليات الطبخ والإضاءة والتسخين والتبريد وتشغيل آلات الاحتراق الداخلي مثل آلات الري وآلات مزارع الدواجن وزراعة المحاصيل. ويمكن للمتر المكعب من الغاز الحيوي أن يغطي إحدى الاحتياجات الآتية⁽¹⁴⁾: (أ) تشغيل دفاية مزارع دواجن بطول 60 "سنتيمتر" لمدة ساعتين؛ (ب) تشغيل موقد متوسط الشعلة لمدة تتراوح بين ساعتين وثلاث ساعات؛ (ج) تشغيل آلة احتراق داخلي بقدرة حصان واحد لمدة ساعتين؛ (د) تسيير جرار زراعي وزنه 3 أطنان لمسافة 2.8 "كيلومتر"؛ (هـ) تشغيل ثلاجة قياس 10 أقدام لمدة تتراوح بين ساعة وساعتين؛ (و) توليد طاقة كهربائية بقدرة 1.3 إلى 1.5 ك.و.س؛ (ز) تشغيل فرن متوسط الحجم لمدة ساعتين. وتجدر الإشارة إلى أن تحويل مخلفات الدواجن إلى غاز حيوي ذو ثلاثة أبعاد إيجابية هي: (1) توليد الطاقة؛ (2) حماية البيئة؛ (3) استخدام بقايا المخلفات كسماد زراعي.

ويمكن أيضاً استخدام مخلفات الدواجن كوقود لتشغيل محطات كهرباء مركزية ذات قدرات عالية. ويتطلب ذلك وضع خطط وطنية لتجميع مخلفات الدواجن من المزارع المنتشرة داخل البلد في المدن والقرى. وتخضع مخلفات الدواجن لعمليات تجميع وتجهيز قبل حرقها لإنتاج الكهرباء (الشكل 3). وقد بنيت أول محطة لتوليد الكهرباء من نفايات الدواجن في المملكة المتحدة في عام 1993 بسعة 12.7 "ميغاوات" واستهلاك سنوي بحوالي 140 ألف طن من نفايات الدواجن. بعد ذلك، بنيت محطات مركزية تعمل بنفايات الدواجن بسعات تصل إلى 55 "ميغاوات" وقامت بتشغيلها شركة مصادر الطاقة الكهربائية المحدودة

(14) تحويل المخلفات الحيوانية إلى طاقة وسماد (البيوجاز) Biogas، أ.د سمر الشيمي، رئيس بحوث معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة، شبكة اتصال التنمية الزراعية والريفية، <http://www.radcon.sci.eg/environment2/ArticlsIdeasDetails.aspx?ArticleId=34>

(Energy Power Resources Ltd)، وهي أول شركة في العالم حققت نجاحاً في تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة. وفي المملكة المتحدة، والولايات المتحدة محطات أخرى تستخدم فضلات الدواجن كوقود أساسي، ومنها محطة "ثيتفورد" (Thetford) التي تنتج 38.5 "ميغاوات"، ومحطة "آي" (Eye) التي تنتج 12.7 "ميغاوات"، ومحطة "وستفيلد" (Westfield) التي تنتج 9.8 "ميغاوات"، ومحطة "بنسون" (Benson) التي تنتج 55 "ميغاوات". وتعتمد كلفة محطات إنتاج الكهرباء التي تعمل بمخلفات الدواجن على عوامل كثيرة أهمها سعة المحطة. ويتضمن الجدول 9 أمثلة على استخدام مخلفات الدواجن في محطات إنتاج الكهرباء وكلفة استثمارها⁽¹⁵⁾. وتجدر الإشارة إلى أنّ التوجه العالمي نحو التحول إلى آليات الاقتصاد الأخضر وحماية البيئة يمكن أن يكون أحد سبل دعم تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة.

وعلى نطاق أصغر، تستخدم مخلفات الدواجن في أيرلندا كوقود للمراجل البخارية (steam boilers) بدلاً من غاز البترول المسال (Liquefied petroleum gas LPG) من أجل عمليات التسخين اللازمة لتربية الدواجن. وفي هذا الإطار، تجهد بعض الشركات التي تعمل على تطوير تكنولوجيا التغويز (gasification) للاستفادة من مخلفات الدواجن كوقود للتطبيقات الكهربائية والتدفئة، وإنتاج منتجات أخرى مثل "الكربون" المنشط (activated carbons) والأسمدة. وقد بدأ تشغيل أول محطة متطورة لإنتاج الغاز الحيوي من مخلفات الدواجن في شرق ألمانيا بتكلفة بلغت عشرة ملايين "يورو"⁽¹⁶⁾. وتستخدم هذه المحطة مخلفات الدواجن بنسبة 70 في المائة، ويضاف إليها خليط من الذرة والعشب بنسبة 30 في المائة لإنتاج طاقة كهربائية و طاقة حرارية تستخدم في التدفئة. وتسعى الشركة المنفذة للمشروع إلى تغطية حاجة 4600 منزل سنوياً من الكهرباء وإنتاج طاقة حرارية سنوياً بقدرة 1.23 "ميغاوات" لتدفئة مزارع الدواجن وأبنية حكومية قريبة من المحطة. ويمكن أن يكون هذا المشروع نموذجاً للاستخدام الأمثل لمخلفات الدواجن، إذ إنه يقدم طاقة كهربائية وحرارية متعددة الاستخدامات للمشروع ذاته والمنشآت المحيطة به، فضلاً عن إنتاج السماد الزراعي.

الشكل 3- استخدام مخلفات الدواجن في إنتاج الكهرباء



(15) Vitalia Baranyai, Sally Bradley, Chesapeake Research Consortium, Chesapeake Bay Program Office, Turning Chesapeake Bay Watershed Poultry Manure and Litter into Energy: An Analysis of the Impediments and the Feasibility of Implementing Energy Technologies in the Chesapeake Bay Watershed in Order to Improve Water Quality, January 2008, pp. 22-61, http://www.chesapeakebay.net/documents/cbp_17018.pdf.

(16) توليد الكهرباء من مخلفات الدجاج في ألمانيا، زياد <http://www.sayedSaad.com/montada/showthread.php?t=25146>

3- الطاقة المحتمل إنتاجها من مخلفات الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا

تفيد التقديرات بأن العالم ينتج أكثر من 22 مليون طن من مخلفات الدواجن⁽¹⁷⁾. فإذا كان نصيب البلدان الأعضاء في الإسكوا من هذه المخلفات يوازي نصيبها في استهلاك الدواجن (3.8 في المائة)⁽¹⁸⁾، فإن المخلفات الناتجة من تربية الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا تقدر سنوياً بحوالي 836 ألف طن (3.8 في المائة x 22 مليون طن). وإذا كان كل 1000 "كيلوغرام" من مخلفات الدواجن ينتج حوالي 500 متر مكعب من الغاز الحيوي⁽¹⁹⁾، فإن إجمالي الغاز الحيوي الذي يمكن إنتاجه من مخلفات الدواجن في البلدان الأعضاء في الإسكوا يقدر بحوالي 418 مليون متر مكعب سنوياً. في الواقع، بالرغم من أن تحويل مخلفات الدواجن إلى طاقة يؤدي إلى خلق فرص عمل خضراء، وإنتاج الطاقة، وحماية البيئة، إلا أنه مكلف ولا بد من أن يخضع لدراسات جدوى اقتصادية وفنية وبيئية واجتماعية.

جيم- استخدام الطاقة الشمسية في مشاريع الدواجن

يمكن استخدام الطاقة الشمسية في تطبيقات متعددة في مشاريع الدواجن منها الخلايا الشمسية كما هو الحال في شركة الوادي لإنتاج الدواجن في مصر حيث تستخدم الخلايا الشمسية لتوفير حوالي ثلث الطاقة المطلوبة للمباني السكنية المخصصة لعمال الشركة⁽²⁰⁾. وفي فلسطين، تستخدم الطاقة الشمسية في مزارع الدواجن في خربة عاطوف شرق محافظة طوباس الفلسطينية⁽²¹⁾، وذلك في إطار مشروع تم تنفيذه في نيسان/أبريل 2007 بتمويل من مؤسسة "سيبا" الإسبانية لإنتاج الكهرباء بواسطة الخلايا الشمسية. ويتكون المشروع من 90 لوحة شمسية تشمل كل منها 130 خلية شمسية بقدرة 12 "كيلووات". ويزود المشروع مزارع الدواجن والمنازل وبعض المشروعات الزراعية بالطاقة الكهربائية اللازمة. وكان لتزويد مشاريع الدواجن بالطاقة الكهربائية أثر إيجابي ملحوظ ساهم في تحسين الأوضاع المعيشية للسكان في خربة عاطوف والحد من هجرة السكان خارج القرية، وتشجيع الاستثمار في مشاريع زراعية مختلفة. وقد أدى نجاح تجربة خربة عاطوف إلى تنفيذ مشاريع في قرى أخرى منها مشروع قرية "امنيزل"، حيث ركب نظام شمسي بقدرة 13 "كيلووات" في كانون الأول/ديسمبر 2009، وفي تشرين الأول/أكتوبر 2011 نفذت مشروعات أخرى في خربة المكحل وخربة السعيد.

20. FAO, Agribusiness handbook, Poultry, Meat & Eggs, page 22, 2010, <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>.

(17)

Lohmann Information, vol. 43(1), April 2008, "The Poultry Industry in the Arab World - Present & Future", Musa Freiji, Lebanon, table-2, page 45, http://www.lohmann-information.com/doc_1_i_43_artikel5.pdf.html

(18)

(19) منشأة لإنتاج الطاقة الحيوية من مخلفات الأبقار تجربة رائدة لطلاب كلية الهندسة التقنية في محافظة طرطوس، ميسون غانم، الوحدة (يومية سياسية تصدر عن مؤسسة الوحدة للطباعة والنشر والتوزيع - اللاذقية)، الأربعاء 2012/3/7، http://wehda.alwehda.gov.sy/print_veiw.asp?FileName=65859952820120306164342

(20) شركة "دواجن الوادي"، جمهورية مصر العربية، استبيان الإسكوا، 2012.

(21) مشروع الإنارة بواسطة الخلايا الشمسية في قرية عاطوف، التحول إلى الطاقة المتجددة بدلاً من ندى البانس، راند جمال موقدي، آفاق البيئة والتنمية (مجلة إلكترونية شهرية تصدر عن مركز العمل التنموي/معاً)، حزيران/يونيو 2012، العدد-45 <http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue45/topic11.php>

رابعاً- مقترحات وإرشادات لإعداد برامج وطنية لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع الدواجن

فيما يلي بعض المقترحات والإرشادات التي تهدف إلى الترويج وتحسين كفاءة استخدام الطاقة ودعم استدامتها في قطاع الدواجن في المنطقة العربية.

ألف- الترويج والتدريب وبناء القدرات

1- تنفيذ حملات إعلامية للتوعية تركز على الأهمية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية التي تميز برامج تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن وانعكاساتها على استدامة هذا القطاع، واختيار الأسلوب المناسب لتلك الحملات من وسائل إعلام وشبكة إنترنت وإعلانات، وما إلى ذلك من وسائل.

2- تنفيذ برامج تدريبية وورش عمل وأنشطة علمية لبناء القدرات الفنية في مجالات تحسين كفاءة الطاقة على جميع المستويات من فنيين ومهندسين ومدراء، وفي كافة مراحل الإنتاج بين مزارع الدواجن والمسالخ وعمليات التصنيع، مع التركيز على الجوانب التالية:

(أ) تحسين كفاءة الطاقة في نظم الاحتراق والبخار والماء الساخن والتدفئة؛

(ب) تحسين كفاءة الطاقة الكهربائية، من إضاءة في عابرة الدواجن ونظم التهوية ونظم التبريد والمحركات الكهربائية، وتحسين معامل القدرة الكهربائية؛

(ج) تحسين كفاءة الطاقة في معامل تصنيع لحوم الدواجن؛

(د) استخدام الطاقة الشمسية في مشروعات الدواجن لا سيما في عمليات التدفئة والإضاءة وتسخين المياه؛

(هـ) استخدام مخلفات الدواجن في إنتاج الطاقة، كالغاز الحيوي والكهرباء؛

(و) مراجعة الطاقة والتعرف على مؤشرات استهلاكها في مشروعات الدواجن.

باء- الأولوية لإجراءات تحسين كفاءة الطاقة ذات الجدوى الاقتصادية والبيئية

ينبغي تركيز الجهود على المعايير الاقتصادية والفنية والبيئية والاجتماعية، مع التركيز على الجوانب التالية:

1- تنفيذ إجراءات ذات مردود اقتصادي سريع وبكلفة معقولة.

2- مراعاة صحة الدواجن في الإجراءات المعتمدة، خاصة فيما يتعلق بمستوى التهوية والرطوبة والإضاءة.

3- مراعاة منظومة الإنتاج والإدارة الكلية لمنشأة الدواجن بحيث لا يؤثر تنفيذ الإجراء سلباً على منظومة الإنتاج؛

4- اعتماد تكنولوجيا ناضجة ومطبقة على نطاق واسع.

- 5- اعتماد الإجراءات ذات التقنيات المتوفرة محلياً.
- 6- اعتماد الإجراءات ذات البعد المستدام اقتصادياً وبيئياً واجتماعياً كاستخدام الطاقة المتجددة.
- 7- اعتماد إجراءات يسهل تكرارها على المستوى الوطني.

جيم- إصدار وتطوير تشريعات وقوانين لدعم تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن

ينبغي تركيز التشريعات والقوانين الهادفة إلى دعم تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن على ما يلي:

- 1- تشريعات تسعير الطاقة التي تدفع نحو ترشيد الطاقة وتحسين كفاءتها.
- 2- التشريعات البيئية التي تدعم تخفيض استهلاك الطاقة في جميع مراحل ومنشآت الإنتاج، أي مزارع الدواجن والمسالخ وتصنيع لحوم الدواجن ونقل الدواجن.
- 3- التشريعات التي تدعم استخدام الطاقة المتجددة في مشروعات الدواجن.
- 4- التشريعات التي تدعم تبني التقنيات الموفرة للطاقة في مشروعات الدواجن، مثل اللمبات الموفرة للطاقة، والمحركات ذات الكفاءة العالية، ونظم التبريد ذات الكفاءة العالية، ونظم العزل الحراري ذات الكفاءة العالية.
- 5- التشريعات التي تدعم تشجيع التمويل ومنح القروض المالية الخاصة بأنشطة تحسين كفاءة الطاقة ودعم استدامتها في قطاع الدواجن.
- 6- التشريعات التي تدعم عمل شركات خدمات الطاقة في مشروعات الدواجن (Energy Service Companies- ESCOs) وتؤيد تقديم الدعم المالي والإداري لهذه الشركات.

دال- دعم التعاون والتنسيق بين الأطراف المعنية بتحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن

فيما يلي قائمة بأبرز الأطراف المعنية بتحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن:

- 1- أصحاب مشروعات الدواجن.
- 2- مصنّعو ومورّدو المعدّات المستهلكة للطاقة في قطاع الدواجن.
- 3- شركات خدمات الطاقة (ESCOs).
- 4- المصارف وجهات تمويل مشروعات كفاءة الطاقة.
- 5- الحكومات والوزارات المعنية.
- 6- القطاع الخاص ومنظمات المجتمع المدني.

هاء- توفير الاحتياجات المطلوبة لتنفيذ برنامج تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن

ينبغي النظر في إمكانية توفير الاحتياجات التالية لتنفيذ إجراءات تحسين كفاءة الطاقة:

- 1- الاحتياجات الماليّة اللازمة.
- 2- الاحتياجات البشريّة من مهندسين وفنيين.
- 3- الاحتياجات التكنولوجية من معدّات وأجهزة وما يتّصل بها من مواصفات فنية.

واو- التعرف على العوائق

تحديد العوائق الماليّة والمؤسّساتية والفنية والبيئية والاجتماعية التي تعوق تنفيذ برنامج تحسين كفاءة الطاقة في قطاع الدواجن، واقتراح الحلول التي من شأنها إزالة تلك العوائق.

زاي- وضع آلية للتنفيذ

يشارك في آلية التنفيذ جميع الأطراف المعنيين. ويتضمّن الإطار العام للتنفيذ الجهات المعنية بالتنفيذ ودور كل منها، والإطار الزمني للتنفيذ، والاحتياجات المالية والبشرية والتكنولوجية، واحتياجات التوعية والتدريب وبناء القدرات وآليات التحفيز، والتشريعات والسياسات الداعمة للتنفيذ، ومتابعة التنفيذ ورصد التقدّم المحرز وتصحيح مسار التنفيذ.

تقوم آلية تنفيذ إجراءات تحسين كفاءة الطاقة على الركائز الثلاث التالية:

- 1- دفع أصحاب مشروعات الدواجن نحو التنفيذ باعتماد تشريعات وقوانين ذات طابع إلزامي، كفرض غرامات في حالة انخفاض معامل القدرة الكهربائية عن حدّ معيّن.
- 2- تحفيز أصحاب مشروعات الدواجن وتشجيعهم على تنفيذ إجراءات التحسين، كأن تعتمد حوافز في حالة ارتفاع معامل القدرة الكهربائية عن حدّ معين مع تقديم تسهيلات مالية وفنية للتنفيذ.
- 3- تقديم أنشطة مسهّلة وداعمة للتنفيذ، كبناء القدرات ونشر المعلومات والتدريب والتوعية.

المراجع

Philippe LESCOAT, Thierry BONAUDO, Jean LOSSOUARN, René POCCARD-CHAPUIS, Luis Carlos MIOR, Questioning poultry industry about sustainability and bonds to territories: a case study in France and Brazil, ISDA 2010, Montpellier, June 28-30, 2010.

Energy Use in Agriculture, Agriculture and Food Development Authority, ISBN-10 1-84170-579-9, 20th September 2011.

شركة التنمية الزراعية "تنمية"، رحلة، لبنان، استبيان الإسكوا، 2012.

الطاقة في مصر 2002-2003، جهاز تخطيط الطاقة، وزارة التخطيط، جمهورية مصر العربية.

<http://forum.onlineconversion.com/showthread.php?t=4858>.

المنظور السلعي الزراعي رقم 2 "منتجات الدواجن"، المركز الوطني للسياسات الزراعية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، معضاد قرقوط.

Global Production, Consumption and International Market of Poultry Meat and Eggs, Dr. Piet Simons, Past President, World's Poultry Science Association (WPSA), Poultry Seminar, Lonovala, India, 12 September 2009, <http://www.clfmaofindia.org/Simons.pdf>.

Dr. Tom W. Smith, Jr., Emeritus Professor of Poultry Science, Mississippi State University, Reducing energy costs in poultry houses.

Mike Czarick and Gary Van Wicklen, 15 cost-saving ideas for poultry housing, 7/4/2009 http://www.wattagnet.com/15_cost-saving_ideas_for_poultry_housing.html.

التهووية في عنابر الدواجن، محمد عطا محمد، <http://kenanaonline.com/users/lopez/posts/64816>

توصيات هامة، المكتب الحديث للدواجن، <http://www.officepoultry.com/ar/7-2>

Energy Efficiency Opportunities and Indicators in the Industrial Sector, Dr. Salah Kandil, ESCWA, Training Workshop on "The Role of Productivity Improvement in Enhancing Competitiveness of Manufacturing Firms in Jordan" Amman, 6 – 9 June 2011 (فرص تحسين كفاءة الطاقة ومؤشراتها في القطاع الصناعي، ورشة عمل تدريبية حول دور تعزيز الإنتاجية في تحسين تنافسية المنشآت الصناعية في المملكة الأردنية الهاشمية).

Training Manual on Energy Efficiency for Small and Medium Enterprises, Pawan Kumar, India, Asian Productivity Organization, 2010, ISBN: 92-833-7084-8 <http://www.apo-tokyo.org/publications/files/gp-21-tmee.pdf>.

السياسات والتدابير للترويج للاستخدام المستدام للطاقة في قطاع النقل في منطقة الإسكوا، E/ESCWA/SDPD/2011/2.

Vitalia Baranyai, Sally Bradley, Chesapeake Bay Program Office, Turning Chesapeake Bay Watershed Poultry Manure and Litter into Energy: An Analysis of the Impediments and the Feasibility of Implementing Energy Technologies in the Chesapeake Bay Watershed in Order to Improve Water Quality, January 2008, http://www.chesapeakebay.net/documents/cbp_17018.pdf.

Potential of Using Poultry Litter as a Feedstock for Energy Production, Working Paper #88, Louisiana State University Agricultural Center, July 15, 2010.

تحويل المخلفات الحيوانية الى طاقة وسماد (البيوجاز) Biogas، أ.د/سمير الشيمي، رئيس بحوث معهد بحوث الاراضى والمياة والبيئة، شبكة اتصال التنمية الزراعية والريفية،
<http://www.radcon.sci.eg/environment2/ArticlsIdeasDetails.aspx?ArticlId=34>

توليد الكهرباء من مخلفات الدجاج في ألمانيا، زياد، 2012/7/8، <http://www.sayedasad.com/montada/showthread.php?t=25146>

CDM Project Potential in the Poultry Waste Management Sector in Bangladesh Final Report, December 2005, <http://www.wasteconcern.org/Publication/Poultry%20Final.pdf>.

FAO, Agribusiness handbook, Poultry, Meat & Eggs, page 22, 2010, <http://www.fao.org/docrep/012/al175e/al175e.pdf>.

Lohmann Information, vol. 43(1), April 2008, "The Poultry Industry in the Arab World - Present & Future", Musa Freiji, Lebanon, http://www.lohmann-information.com/doc_1_i_43_artikel5.pdf.html.

منشأة لإنتاج الطاقة الحيوية من مخلفات الأبقار تجربة رائدة لطلاب كلية الهندسة التقنية في محافظة طرطوس، ميسون غانم، الوحدة (يومية سياسية تصدر عن مؤسسة الوحدة للصحافة والطباعة والنشر والتوزيع – اللاذقية)،
الاربعاء، 2012/3/7، http://wehda.alwehda.gov.sy/_print_veiw.asp?FileName=65859952820120306164342

شركة دواجن الوادي، جمهورية مصر العربية، استبيان الإسكوا، 2012.

مشروع الإنارة بواسطة الخلايا الشمسية في قرية عاطوف.التحول إلى الطاقة المتجددة بدلاً من ندب الحال البائس، رائد جمال موقدي، آفاق البيئة والتنمية (مجلة إلكترونية شهرية تصدر عن مركز العمل التنموي/معاً)، حزيران/يونيو 2012،
العدد 45 <http://www.maan-ctr.org/magazine/Archive/Issue45/topic11.php>

Use of Solar Energy in Poultry Production, F. N. REECE, Poultry Science Association Inc.,
<http://ps.fass.org/content/60/5/911.abstract>.