



وزارة الدولة لشؤون البيئة (MSEA) بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)

ومرفق البيئة العالمي (GEF)

البلاغ الوطني الأول للجمهورية العربية السورية

الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغيرات المناخية

Project Title: "Enabling Activities for Preparation of Syria's Initial National Communication to UNFCCC",
(Project Nr.00045323).

تقييم إمكانية تخفيض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ضمن القطاع الزراعي في سورية

(INC-SY_Mitigation_Agriculture opportunities-Ar)

تحرير

الدكتور يوسف مسلماني

المدير الوطني للمشروع

info@inc-sy.org

شباط/فبراير 2010

© حقوق الطبع والنشر محفوظة:

يسمح بالنسخ والنقل عن هذا التقرير للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية من إدارة المشروع.

Copyright © 2010_INC-SY_Mitigation_Agriculture-Ar, United Nation Development Programme (UNDP) / MSEA.

فريق الدراسة:

المدير الوطني للمشروع.

الدكتور يوسف مسلماني

عضو فريق تخفيف الإنبعثات.

الدكتور أحمد فارس الأصفري

الدكتور معن دانيال داود

اللجنة التوجيهية للمشروع:

برئاسة الدكتورة كوكب داية وزيرة الدولة لشؤون البيئة، وعضوية كل من:

الممثل المقيم لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي في سورية

السيد إسماعيل ولد الشيخ أحمد

رئيس تخطيط الدولة

الدكتور عامر حسني لطفي

معاون الوزير/ نقطة الاتصال الوطنية لمرفق البيئة العالمي

المهندس عماد حسون

رئيس فريق الطاقة والبيئة في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي

المهندسة عبير زينو

المنسق الوطني للمشروع / وزارة الدولة لشؤون البيئة

المهندس هيثم نشواتي

المدير الوطني للمشروع

الدكتور يوسف مسلماني

اللجنة الفنية للمشروع:

تتألف من المدير العام للهيئة العامة لشؤون البيئة، ورئيس فريق الطاقة والبيئة في برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، والمدير الوطني للمشروع، والمنسق الوطني للمشروع، وممثلين عن كل من: وزارة الدولة لشؤون البيئة، و هيئة تخطيط الدولة، و وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، و وزارة الري، و وزارة الصناعة، و وزارة الكهرباء/مركز بحوث الطاقة، و وزارة الإسكان والتعمير، و وزارة النقل، و وزارة النفط والثروة المعدنية، و المديرية العامة للأرصاد الجوية، والجامعات ومراكز البحث العلمي، الجمعيات الأهلية.

تمت المصادقة على هذا التقرير بالإجماع من قبل اللجنة الفنية، خلال ورشة العمل الفنية التي جرت بتاريخ 2010/2/28، في فندق سمير أميس بدمشق.

المحتويات

7	1. المقدمة
8	2. نمو الزراعة في سورية وتوقعات 2030
8	1.2. تطور الأنشطة الزراعية في سورية وتوقعات عام 2030
13	2.2. تطور استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030
25	3.3. مجمل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030
26	4. إجراءات لترشيد وتخفيف استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية وتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري منها وتوقعات عام 2030
26	1.4. تطوير النظم الزراعية السائدة وتوقعات عام 2030
28	2.4. إنتاج الغاز الحيوي (CH ₄) من فضلات الحيوانات الداجنة كمصدر للطاقة وتوقعات عام 2030
29	3.4. مجموع تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من خفض استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة واستعمال الغاز الحيوي في عام 2006 وتوقعات عام 2030
30	4.4. بعض الإجراءات غير المباشرة لتخفيف استهلاك الطاقة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري منها
30	5. إجراءات لزيادة حيز الكربون (C) وتخفيف انبعاثه و الآزوت (C و N) في الزراعة وتقليص استعمال الأسمدة في سورية
32	1.5. إجراءات لزيادة حيز الكربون (C)
35	2.5. إجراءات لتخفيف انبعاث الكربون و الآزوت (C و N) في قطاع الزراعة في سورية
36	3.5. تقليص استعمال الأسمدة في سورية
37	4.5. السيناريوهات الممكنة لخفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري وزيادة حيز الكربون وتقليص استعمال الأسمدة في قطاع الزراعة في سورية بين 2006 - 2030
40	5.5. الآثار الاقتصادية والمناخية والبيئية للإجراءات
42	6.5. معوقات تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة في سورية
42	6. الاستنتاجات
43	7. المقترحات
44	8. الخلاصة
47	المراجع
49	الملحق

1. المعايير المعتمدة في حسابات استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية 49
2. حساب انبعاث CO_2 و N_2O و CH_4 من الوقود المستهلك: 53
3. حساب انبعاث غاز CH_4 و N_2O من الحيوانات الداجنة: 56
4. المعايير المعتمدة في حساب إنتاج الغاز الحيوي (CH_4) من فضلات الحيوانات الداجنة 58

قائمة الأشكال

- الشكل 1. تغير استعمال الأراضي في سورية للفترة (1994-2007).
- الشكل 2. تغير عدد الآليات والمضخات في سورية للفترة (1994-2007).
- الشكل 3. تغير استعمال السماد الأزوتي في سورية (1994-2007).
- الشكل 4. تغير إنتاج لحم الفروج في سورية (1994-2007).
- الشكل 5. تغير عدد البيوت البلاستيكية في سورية (2000-2007).
- الشكل 6. تغير استهلاك الآليات الزراعية للديزل (1994-2007).
- الشكل 7. تغير استهلاك الوقود لتدفئة المداجن في سورية (1994-2007).
- الشكل 8. استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية (2000-2007).
- الشكل 9. تغير استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية في سورية (1994-2007).
- الشكل 10. مساهمة الأنشطة الزراعية في استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة (1994-2007).
- الشكل 11. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الجرارات للوقود (1994-2007).
- الشكل 12. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الحاصدات للوقود (1994-2007).
- الشكل 13. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية (1994-2007).
- الشكل 14. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الوقود لتدفئة المداجن (1994-2007).
- الشكل 15. مجموع وأنواع الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة في الزراعة (1994-2007).
- الشكل 16. تغير كميات انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية (1994-2007).
- الشكل 17. مساهمة الأنشطة الزراعية في انبعاث الغازات (1994-2007).

قائمة الجداول

- الجدول 1 . تغير عدد(1000حيوان) الحيوانات الداجنة في سورية خلال الفترة 1994 – 2006[6]..... 11
- الجدول رقم 2 . توقعات النمو في القطاع الزراعي في سورية لعام 2030 12
- الجدول رقم 3. توقعات الزيادة في كمية استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة وانبعث غازات الاحتباس الحراري منها في 2030 23
- الجدول رقم 4 . كمية انبعث CH_4 و N_2O و CO_2 المكافئ من الزيادة المتوقعة في عدد الحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية.... 24
- الجدول رقم 5. انبعث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في عام 2006 و توقعات الزيادة في عام 2030 عن عام 2006 25
- الجدول رقم 6. مساهمة خفض استعمال الطاقة واستعمال الغاز الحيوي في تخفيف انبعث (GG) CO_2 المكافئ في قطاع الزراعة في سورية في عام 2006 وتوقعات الزيادة في عام 2030 30
- الجدول رقم 7. ميزان انبعث وحجز وتخفيف غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في عام 2006 وتوقعات عام 2030 بناء على اجراءات الوضع الراهن 32
- الجدول الملحق 1. المعايير المعتمدة لحساب استهلاك وقود الديزل كطاقة محركة خلال الفترة 1994-2007 49
- الجدول الملحق 2. المعايير المعتمدة لحساب استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية خلال الفترة 2000-2007..... 50
- الجدول الملحق 3. المعايير المعتمدة في حساب الوقود المستهلك للتدفئة في المداخن خلال الفترة 1994-2007 51
- الجدول الملحق 4. المعايير المعتمدة في حساب الطاقة في الري الزراعي خلال الفترة 1994-2007..... 52
- الجدول الملحق 5. المحتوى الحراري ومحتوى الكربون لمختلف أنماط الوقود المستهلكة في سورية. 54
- الجدول الملحق 6. معاملات إطلاق (EF) غازات CO_2 و CH_4 و N_2O لمجمل استهلاك الوقود في القطاعات المختلفة في سورية [5].... 54
- الجدول الملحق 7. كميات (GG) غازات الاحتباس الحراري المنبعثة من استهلاك الطاقة بمكافئ الديزل في القطاع الزراعي (1994-2007)..... 55
- الجدول الملحق 8 . كمية انبعث N_2O من فضلات الزيادة المتوقعة للحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية 57
- الجدول الملحق 9 . كمية انبعث CH_4 من الزيادة المتوقعة للحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية 58
- الجدول الملحق 10 . كمية غاز الميثان (CH_4) الممكن إنتاجها بالتخمير اللاهوائي واستعمالها كمصدر حيوي للطاقة من الفضلات الصلبة (VS) لبعض الحيوانات الداجنة التي تربي في الحظائر في سورية لعام 2006 و 2030..... 59

1. المقدمة

يعتبر النشاط البشري غير المستدام وغير الملئ في استثمار وإدارة الموارد الطبيعية العامل الأهم في تدهور النظم البيئية وإخلال التوازن الطبيعي في إطلاق الغازات الناتجة عن نشاطاتها الحيوية مما زاد من إطلاق غازات الاحتباس الحراري (CH_4 ، CO_2 ، CO ، N_2O ، N_xO_x) وزيادة تركيزها في الجو. كما أن الزيادة الهائلة التي حصلت في استهلاك الوقود (المصدر الأساسي للطاقة) واستمرار تصاعدها نتج عنها زيادة هائلة في إطلاق غازات الاحتباس الحراري إلى درجة تعتبر فيها المساهم الأكبر في زيادة تركيز هذه الغازات في الجو. وقد أدت هذه الزيادة إلى إحداث تغييرا مناخيا بدأت تظهر تداعياته البيئية في جميع أنحاء العالم وخاصة في المناطق الجافة. وتشير الدراسات إلى أنه يجب إبقاء تركيز غازات الاحتباس الحراري في الجو في عام 2050 دون 350-450 جزء بالمليون من (CO_2) ثاني أكسيد الكربون المكافئ، لكي يصل احتمال منع حدوث تغيير مناخي خطير إلى 50% [1]. ولتحقيق ذلك يجب إعادة تموضع هذه الغازات المتراكمة في الجو و تخزينها في النظم البيئية على اليابسة وفي المحيطات. ولهذا يجب العمل على إدارة متكاملة لتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري وحجزها تشمل جميع القطاعات المسببة لانبعاثها وحجزها لكي تكون عملية إعادة حجزها فعالة وتؤدي إلى تخفيف تركيزها في الجو. ويمكن تحقيق ذلك من خلال وضع ميزانية للكربون المكافئ (CO_2) تشمل جميع القطاعات المسببة لانبعاثه والمؤدية إلى حجزه. وتشير الدراسات إلى أن التقانة النظيفة تقدم 50% من الحل، و يقدم تحسين كفاءة الوقود 25% و تحسين إدارة الأراضي 25%.

يعتبر تدهور الأراضي بما فيها الغابات المساهم الثاني في زيادة إطلاق غازات الاحتباس الحراري وتركيزها في الجو [2]. فالعمليات الزراعية غير المناسبة مسؤولة عن انبعاث 15% تقريبا من غازات الاحتباس الحراري في العالم، و يعتبر تغير استعمالات الأراضي مسؤول عن 17% تقريبا من انبعاث هذه الغازات. وفي سورية يشكل مجموع انبعاث غازات الاحتباس الحراري من الأراضي والتسميد و تغير استعمالات الأراضي والغابات والثروة الحيوانية 48% من كامل انبعاث هذه الغازات في سورية في عام 2005، في حين تبلغ مساهمة الانبعاث من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة 3.4% من مجمل انبعاث هذه الغازات في سورية في عام 2005 [3، 4، 5]. ولهذا فان التخفيف من إطلاق غازات الاحتباس الحراري من الأنشطة الزراعية واستهلاك الطاقة يتطلب منا إعادة النظر في النظم الزراعية السائدة والأنشطة القائمة في تغيير أنماط استعمال الأراضي واستهلاك الطاقة مع مراعاة متطلبات الأمن الغذائي و الاحتياجات الأخرى من المنتجات الزراعية للمجتمع في الوقت الراهن والمستقبل. والتحدي القائم لدى الدول النامية ومنها سورية، كيف نستطيع أن نوازن بين متطلبات التنمية والتخفيف من انبعاث غازات الانحباس الحراري و تداعياته على الحياة الإنسانية.

سيعرض هذا التقرير تطور مصادر انبعاث غازات الاحتباس الحراري في القطاع الزراعي في سورية لغاية عام 2007 و توقعات النمو في عام 2030 وبعض الإجراءات والمقترحات التي تساعد على تخفيف انبعاث هذه الغازات في هذا القطاع دون الأضرار في احتياجات التنمية والأمن الغذائي في سورية والمنطقة.

2. نمو الزراعة في سورية وتوقعات 2030

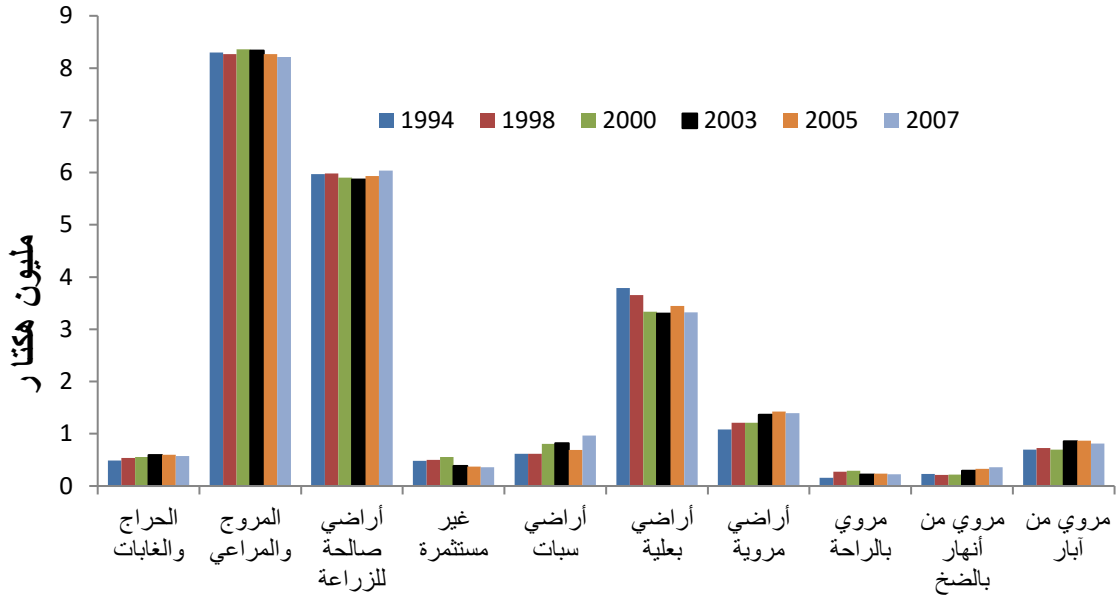
اعتمد نمو القطاع الزراعي في سورية كما في باقي أنحاء العالم على زيادة الإنتاج الزراعي ومستلزماته من الطاقة دون الاهتمام بالطرق والوسائل المتبعة لتحقيق ذلك والتداعيات البيئية التي يمكن أن تسببها. وأظهرت تلك التداعيات ثقلها في تدهور الموارد وزيادة مساهمتها في انبعاث غازات الاحتباس الحراري وأثره في التغير المناخي وتداعيات ذلك على الحياة الإنسانية ورفاهيتها في سورية. مما تطلب إجراء الدراسات ووضع المقترحات التي تساعد في استدراك الضرر الناتج والتخفيف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة مع مراعاة متطلبات الأمن الغذائي في سورية والمنطقة العربية.

1.2. تطور الأنشطة الزراعية في سورية وتوقعات عام 2030

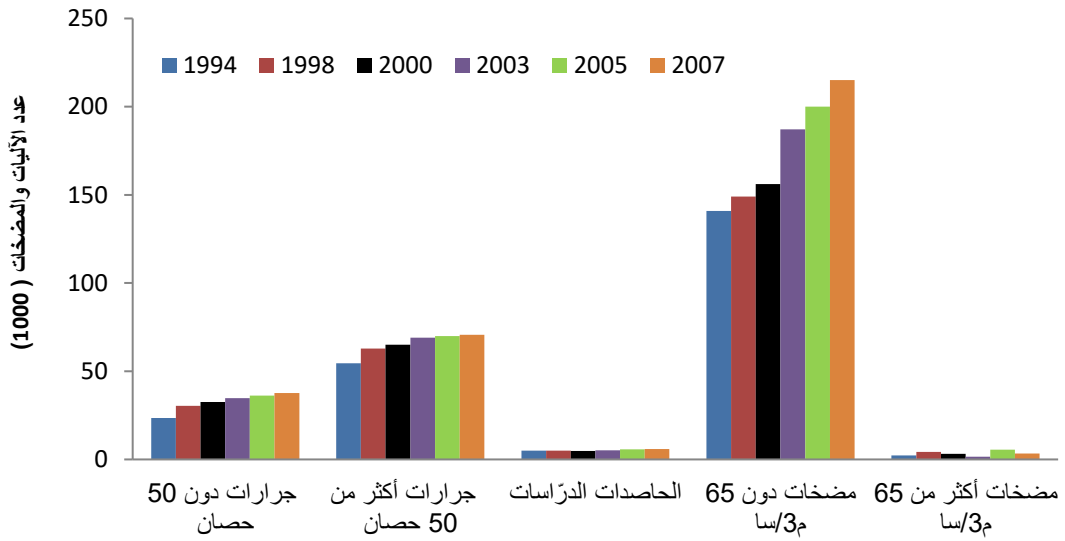
تشمل الأنشطة الزراعية استثمار الأراضي وتغير استعمالاتها بما فيها الغابات والمراعي وكذلك استثمار الثروة الحيوانية.

1.1.2. تطور زراعة الأراضي والثروة الحيوانية في سورية

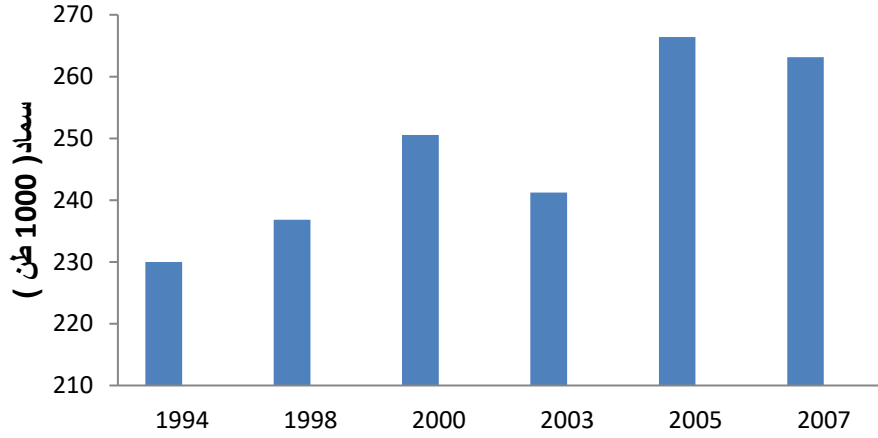
أدت خطط وإجراءات التنمية الزراعية إلى زيادة مساحة الأراضي المزروعة المطرية والمروية ضمن الأراضي الصالحة للزراعة، ومن خلال التوسع على حساب زراعة أراضي المراعي الطبيعية وإزالة الغابات وزراعتها بالمحاصيل الحولية والأشجار المثمرة (الشكل 1) [6]. ورافق ذلك زيادة في عدد و عمق الفلاحة لكل المحاصيل الزراعية المطرية والمروية. و بالطبع احتاج هذا التوسع إلى زيادة عدد واستطاعة الآليات الزراعية من جرارات و حاصدات دراسات (الشكل 2) و آليات النقل المختلفة كالشاحنات والقطارات [6]. كما ازداد عدد مضخات الماء للري والمولدات الكهربائية والمحركات المرفقة بها (الشكل 2) [6]. فقد بلغت الزيادة في عام 2000 عنها في عام 1994؛ 16% للجرارات أكثر من 50 حصان، و38% للجرارات دون 50 حصان، و38% للمضخات أكثر من 65 حصان، و11% للمضخات دون الـ 65 حصان، في حين انخفض عدد الحاصدات الدراسات في تلك الفترة بنسبة 9%. و بلغت الزيادة في عام 2007 عنها في عام 2000؛ 9% للجرارات أكثر من 50 حصان، و 16% للجرارات دون 50 حصان، و6% للمضخات أكثر من 65 حصان، و38% للمضخات دون الـ 65 حصان، و11% للحاصدات الدراسات. ورافق ذلك أيضا زيادة في كميات الأسمدة الأزوتية المستعملة بنسبة 9% في عام 2000 عنها في عام 1994 و 5% في عام 2007 عن عام 2000 (الشكل 3) [6]. كما زاد عدد المداجن وإنتاجها من لحم الفروج بحيث أن الزيادة في الإنتاج بلغت 41% في عام 2000 عن عام 1994 و 64% في عام 2007 عن عام 2000 (الشكل 4) [6]. وكذلك ازداد عدد البيوت البلاستيكية في عام 2007 بنسبة 66% عن عام 2000 (الشكل 5) [6]. و رافق هذا النمو الزراعي تزييدا في الخدمات الأخرى المرتبطة في الإنتاج الزراعي عامة والتي احتاجت إلى زيادة في استهلاك الوقود لتنفيذها.



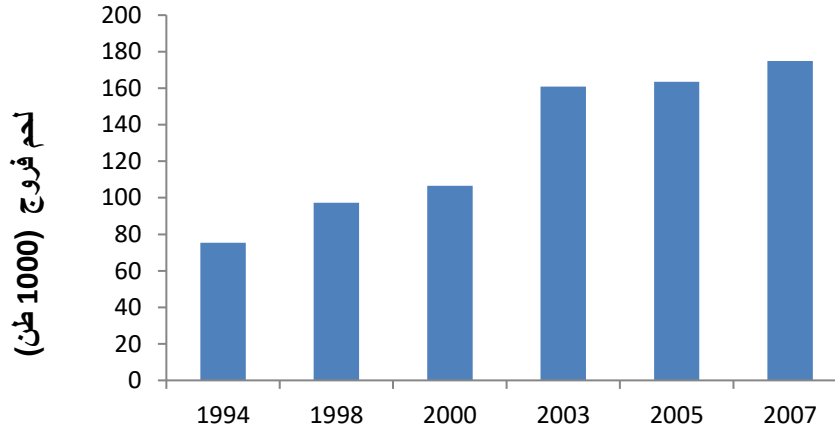
الشكل 1. تغير استعمال الأراضي في سورية للفترة (1994 - 2007).



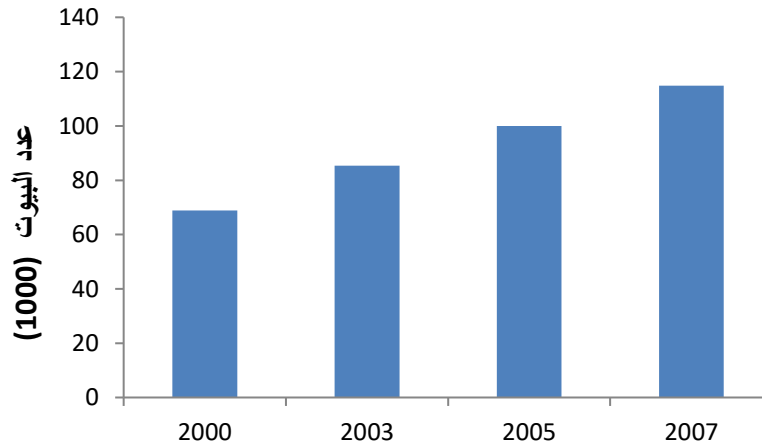
الشكل 2. تغير عدد الآليات والمضخات في سورية للفترة (1994 - 2007).



الشكل 3. تغير استعمال السماد الأزوتي في سورية (1994 - 2007).



الشكل 4. تغير إنتاج لحم الفروج في سورية (1994 - 2007).



الشكل 5. تغير عدد البيوت البلاستيكية في سورية (2000 - 2007).

وزداد أيضا عدد الحيوانات الداجنة في عام 2000 عن عام 1994 بنسب تراوحت بين 0.3% (للخيول) و116% (للجمال)، في حين تناقص عدد الخيول والبغال والحمير في عام 2006 عن عام 2000 وتزايد عدد باقي أنواع الحيوانات بنسب تراوحت بين 1.7% للبقر الغير حلوب و 114% للجمال (الجدول 1).

الجدول 1 . تغير عدد(1000حيوان) الحيوانات الداجنة في سورية خلال الفترة 1994 – 2006[6]

نوع الحيوانات	1994	2000	2006
بقر حلوب	320	469	597
بقر غير حلوب	405	515	524
غنم	11160	13505	21380
ماعز	1028	1050	1420
جمال	6.2	13.4	28.7
بغال وحمير	214	229	118
الخيول	27	27.1	14
دواجن	18115	21629	30946
جوا ميس	1	2.8	4

2.1.2. تطور الغابات والمراعي في سورية

وعانت الغابات والمراعي من التدهور الشديد خلال العقود الماضية بسبب القطع المكثف للأخشاب، والرعي المبكر والجائر مما أدى إلى تراجع كثافة وامتداد وتنوع الغطاء النباتي. إضافة إلى ذلك فقد أصابت الحرائق مساحة 20 ألف هكتار من الغابات في العقدين الماضيين [7]. وبلغت المساحة المفلوجة من المراعي في البادية السورية 0.55 مليون هكتار [8].

أدى تدهور الغابات إلى تدني الغطاء الشجري ليتراوح بين 2-3% في جزء منها، وفي جزء آخر بين 30-60%، وقد يصل إلى 80% في القليل منها. فانخفضت مساحة الغابات بدرجة كبيرة وأصبحت لا تتجاوز 2.71% من مجمل مساحة سورية. وهي تتألف من 47% غابات طبيعية قديمة و53% غابات حديثة مزروعة ضمن خطة التشجير العامة للدولة [9] وتبلغ مساحة الغابات الطبيعية المتدهورة لدرجة لا تتوفر فيها مقومات الغابة 25% من كامل مساحة الغابات الطبيعية، أي أن النسبة الحقيقية للغابات الطبيعية القديمة لا تتجاوز 0.944% من مساحة سورية. وبالرغم من التدهور أدى التشجير السنوي إلى زيادة مجمل مساحة الحراج والغابات في عام 2000 بنسبة 14% عن مساحتها في عام 1994 والتي كانت 486900 هكتار. كما ازدادت المساحة إلى 576008 هكتار في عام 2007، أي بزيادة 3% عن عام 2000 (الشكل 1).

الجدول رقم 2 . توقعات النمو في القطاع الزراعي في سورية لعام 2030

التغير في الأنشطة الزراعية عن عام 2007 ¹			التغير في عدد الحيوانات الداخلة عن عام 2006 ¹		
نوع النشاط والآليات	كمية التغير	نسبة التغير (%)	نوع الحيوان	كمية التغير	نسبة التغير (%)
الأراضي المستثمرة	+ 0.36 مليون هكتار	6.3	بقر حلوب	+ 511.92	85.7
عدد البيوت البلاستيكية	+ 143152	125	بقر غير حلوب	+ 36	6.9
الحراج والغابات	+ 0.06 مليون هكتار	10.8	غنم	+ 31500	147.3
مروج و مراعي	- 0.47 مليون هكتار	- 5.7	ماعز	+ 1480	104.2
الأراضي المروية	0	0	جمال	+ 61.2	213.2
الحاصدات الدراسات	+ 368	6.3 ²	بغال وحمير ⁴	- 112.1	- 95
الجرارات	+ 6831	6.3 ²	الخيول ⁴	- 13.3	- 95
مراكب الصيد البحري	-	60 ³	دواجن	+ 37267.9236	120.4
إنتاج لحم الفروج	+ 224503 طن	128	جوا ميس	+ 4.8	120
استعمال السماد الأزوتي	+ 16576.4 طن	6.3 ⁵	-	-	-
المنتجات الزراعية المخزنة	-	60 ³	-	-	-

¹ محسوبة من معدل التغير السنوي من عام 2000 ولغاية 2006 أو 2007 [6]. اعتمدت هذه النسبة لأن الزيادة المتوقعة في عدد الجرارات و الحاصدات سيتناسب مع نفس زيادة الأراضي المستثمرة. ³ نظرا لعدم توفر المعلومات عن تطور عدد مراكب الصيد والمنتجات الزراعية المخزنة فقد اعتمدت هذه النسبة لأنه من المتوقع أن يزيد الطلب على السلع بنسبة تعادل نسبة زيادة عدد السكان. ⁴ اعتمدت هذه النسبة 5% من العدد في عام 2006 لأن معدل التناقص يشير إلى زوالها نهائيا وهذا غير واقعي من الناحية العملية. ⁵ اعتمدت هذه النسبة لتذبذب استعمال السماد في السنوات السابقة ولأنه من المتوقع زيادة كمية السماد بما يعادل زيادة نسبة الأراضي المستثمرة .

وفي المراعي أدى التدهور إلى تناقص المساحة إلى 8214112 هكتار في عام 2007 أي بنسبة 1.7% اقل من المساحة في عام 2000 (الشكل 1). وانخفضت إنتاجيتها بنسبة 350%، كما انخفضت التغطية النباتية بنسبة 85% وعدد الأنواع بنسبة 200% [10].

3.1.2. توقعات تطور الأنشطة الزراعية في سورية في عام 2030

تشير توقعات النمو السكاني لغاية عام 2030 بأن عدد السكان في سورية سيتزايد من 19.1 مليون نسمة في عام 2005 إلى 30.6 مليون نسمة في عام 2030، أي بزيادة مقدارها 60% [11]. وهذا النمو سيرافقه تزايدا مطردا في الطلب على السلع وخاصة المنتجات الزراعية الضرورية للغذاء والكساء. مما يتطلب نموا في جميع أنشطة الإنتاج الزراعي وزيادة الإنتاج لتلبية زيادة الطلب على السلع الزراعية بأنواعها المختلفة خلال تلك الفترة. حيث يتوقع في عام 2030 أن يتم التغير في التالي (الجدول 2): (1) استثمار ما تبقى من مساحة الأراضي الصالحة للزراعة بدون استثمار والتي تعادل 0.36 مليون هكتار، (2) زيادة عدد البيوت البلاستيكية في الزراعة المحمية بنسبة 125%، (3) زيادة مساحة الحراج والغابات بنسبة 10.8%، (4) تناقص مساحة المروج والمراعي بنسبة 5.7%، (5) زيادة عدد الحاصدات والجرارات بنسبة 6.3%، (6) زيادة عدد مراكب الصيد البحري بنسبة 60%، (7) زيادة إنتاج لحم الفروج بنسبة 128%، (8) زيادة المنتجات الزراعية المخزنة

بنسبة 60%، 9) زيادة استعمال الأسمدة الأزوتية بنسبة 6.3%، 10) زيادة عدد الحيوانات الداجنة بنسب تتراوح بين 6.9% للبقر الغير حلوب و 213.2% للجمال، ماعدا الخيل والبيغال والحمير التي سوف تناقص بنسبة 95%.

2.2. تطور استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030

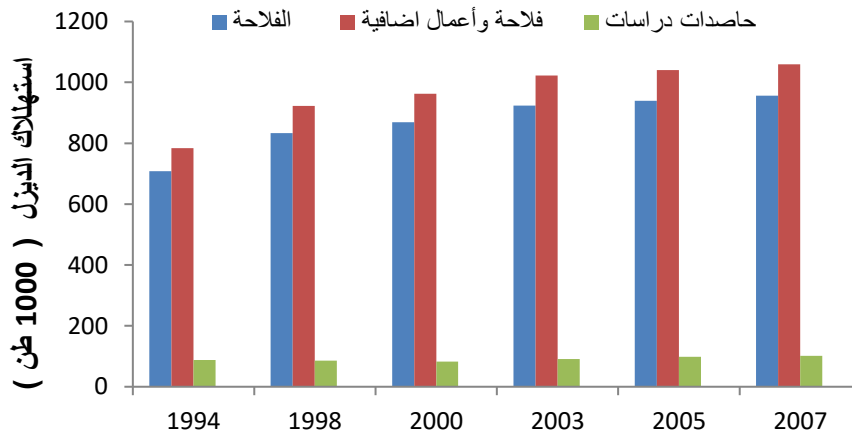
أدى نمو الزراعة في سورية في العقود الثلاث الماضية بالطريقة المذكورة سابقا إلى زيادة كبيرة في استهلاك الآليات الزراعية) بدون مراكب الصيد) للطاقة من وقود الديزل (الشكل 6) [6]. حيث ازداد الاستهلاك ليصل في عام 2000 إلى 1044167 طن ديزل أي بزيادة الاستهلاك بنسبة 19.7% عن عام 1994. وبلغ الاستهلاك في عام 2007 نحو 1160370.7 طن ديزل بزيادة مقدارها 11% عن عام 2000. ويشكل استهلاك الجرارات للوقود في الفلاحات الجزء الأعظم (81-83%) من استهلاك الآليات الزراعية) بدون مراكب الصيد) خلال تلك الفترة، والذي ازداد بنسبة 23% في عام 2000 عن عام 1994 و بنسبة 10% في عام 2007 عن عام 2000. وتجدر الملاحظة أن هذه الزيادة في استهلاك الجرارات للوقود لا تعود إلى الزيادة في مساحة الأراضي المزروعة، لأن مساحة الأراضي المزروعة في عام 1994 كانت (4.9 مليون هكتار) أكثر منها في عام 2000 (4.5 مليون هكتار) وعام 2007 (4.7 مليون هكتار)، وكانت الأراضي المتروكة بور(سبات) تتزايد من 0.62 مليون هكتار في عام 1994 إلى 0.8 مليون هكتار في عام 2000 والى 0.96 مليون هكتار في عام 2007(الشكل 1). مما يشير إلى أن تكثيف الفلاحات وتدني كفاءة استعمال الجرارات للوقود قد يكون المسبب لهذه الزيادة. أما الخدمات الإضافية التي تؤديها الجرارات فقد سجلت تزايدا في استهلاك الوقود أيضا و بنسب مماثلة لزيادة الاستهلاك في الفلاحات، والذي قد يعود إلى زيادة الاعتماد على الجرارات في النقل والانتقال في المناطق الريفية والى زيادة مساحة الأراضي المستصلحة. هذا و يظهر استهلاك الحاصدات الدراسات انخفاضا في استهلاك الوقود بنسبة 8% في عام 2000 عن عام 1994 وزيادة في الاستهلاك في عام 2007 مقدارها 23% عن الاستهلاك في عام 2000 (الشكل 6).

لقد تضاعف استهلاك الطاقة من وقود الديزل وفحم الكوك في تدفئة المداجن في عام 2007 عما كان في عام 1994. وكان مجمل استهلاك الطاقة(118718.5 طن ديزل مكافئ) في عام 2007 أكثر منه في عام 2000 بنسبة 64.1%، وفي عام 2000 كان مجمل الاستهلاك (72346 طن ديزل مكافئ) أكثر بنسبة 41.6% عن استهلاك عام 1994 (الشكل 7) [6]. كما زاد أيضا استهلاك الطاقة للتدفئة في الزراعة المحمية في البيوت البلاستيكية ليصل إلى 227646 طن ديزل مكافئ في عام 2007، أي بزيادة 66% عن الاستهلاك في عام 2000 (الشكل 8) [6]. إن استهلاك الطاقة المتزايد بهذه المعدلات العالية في المداجن و في الزراعة المحمية في البيوت البلاستيكية يعود بشكل أساسي إلى الحاجة لتأمين الطلب المتزايد على المنتجات الغذائية من النمو السكاني وتغير أنماط الاستهلاك في سورية، بلأضافة إلى أنه قد تكون كفاءة استعمال الوقود للتدفئة في المداجن والبيوت البلاستيكية منخفضة من حيث العزل الحراري والاحتراق.

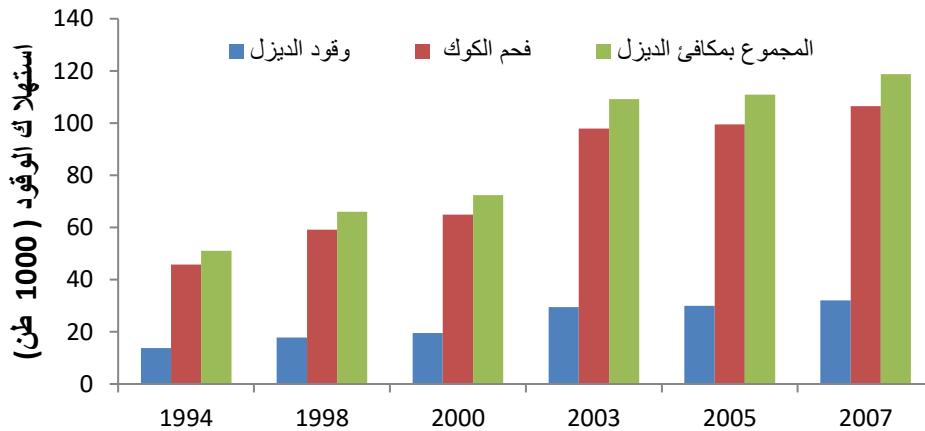
تبين التقديرات في عام 2007 بأن استهلاك مراكب الصيد من وقود الديزل (في الصيد البحري) بلغ 3510 طن/سنة، وأن تبريد المنتجات الزراعية المخزنة يستهلك 3034 طن ديزل لإنتاج 35989 ميغا واط ساعي من الطاقة الكهربائية اللازمة (الشكل 9) [6]. وأما استهلاك الطاقة لتوفير مياه الري الزراعي في عام 2007 فقد بلغ 4681.8 ميغا واط ساعي من

الكهرباء يضاف إليها 134701.1 طن ديزل، وبذلك يصبح استهلاك وقود الديزل المكافئ في الري الزراعي 135095.8 طن/سنة (الشكل 9). كما يقدر استهلاك الوقود للخدمات الأخرى في القطاع الزراعي (تدفئة مكاتب) في عام 2007 بـ 10000 طن وقود ديزل/سنة غير أنها لن تدخل في الحسابات هنا لأنها تقع ضمن الاستهلاك البشري.

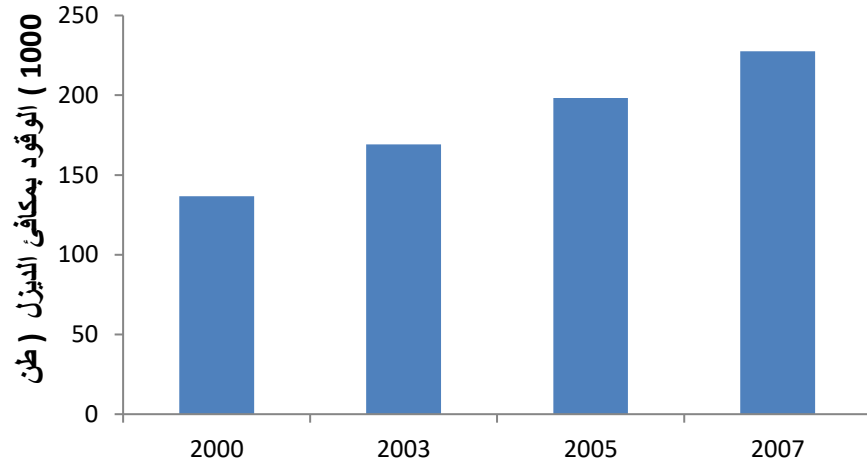
نجد من المعلومات المتكاملة في عام 2007 أن مجموع استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة (الجرارات "فلاحات وأعمال إضافية"، الحاصدات، المداجن، البيوت البلاستيكية، الري الزراعي، مراكب الصيد البحري، تكييف المنتجات الزراعية المخزنة) في سورية قد بلغ 1648374.6 طن ديزل مكافئ (الشكل 9). واستحوذت الجرارات في الفلاحات والأعمال الإضافية على الجزء الأكبر (64.2%) من استهلاك الطاقة. في حين شكل استهلاك البيوت البلاستيكية 14%، والري الزراعي 8.2%، والمداجن 7.2%، و الحاصدات 6%، والصيد البحري 0.2%، و تكييف المنتجات الزراعية المخزنة 0.2% (الشكل 10) [6].



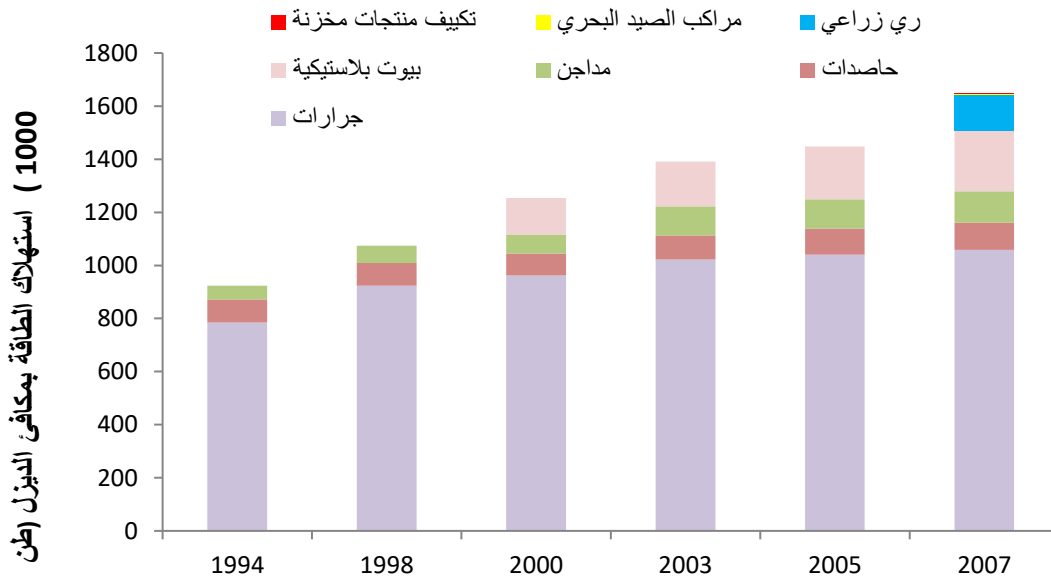
الشكل 6. تغير استهلاك الآليات الزراعية للديزل (1994-2007).



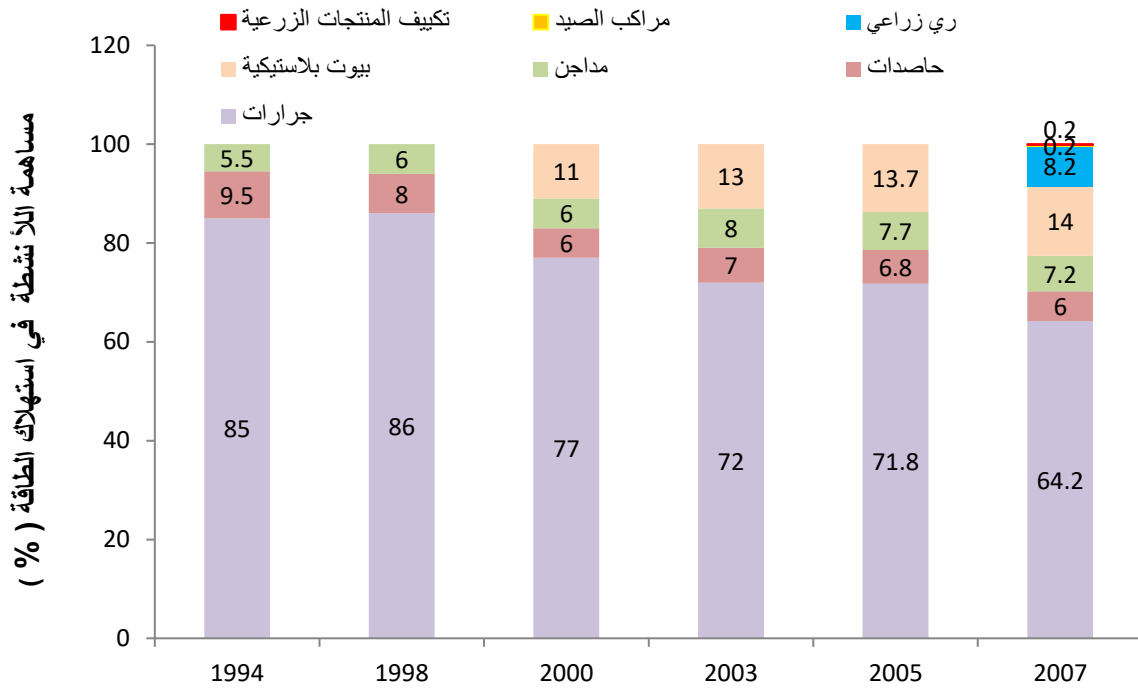
الشكل 7. تغير استهلاك الوقود لتدفئة المداجن في سورية (1994-2007).



الشكل 8. استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية (2000-2007).



الشكل 9. تغير استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية في سورية (1994-2007).



الشكل 10. مساهمة الأنشطة الزراعية في استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة (1994 - 2007).

تبين توقعات نمو القطاع الزراعي في سورية لعام 2030 أن جميع الأنشطة ستزداد ماعدا الري الزراعي بسبب محدودية الموارد المائية والتزايد الكبير في احتياجات الاستعمال البشري والصناعي للماء. و سيؤدي النمو في الأنشطة إلى زيادة استهلاك الطاقة بما يساوي نفس نسب تزايدها (الجدول 2 ، والأشكال 6 و7 و8 و9 و10). و بناء على ذلك يتوقع أن يزيد استهلاك الطاقة (طن ديزل مكافئ) في كل من تلك الأنشطة كالتالي (الجدول 3): 53803 للجرارات و 6388 للحاصدات الدراسات و 2106

لمراكب الصيد البحري و 1820 لتكثيف المنتجات الزراعية المخزنة و 284557 لتدفئة البيوت البلاستيكية و 151960 لزيادة إنتاج لحم الفروج. أي أن مجمل الزيادة المتوقعة في استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية لعام 2030 عن عام 2007 تساوي 500634 طن ديزل مكافئ (الجدول 3).

3. انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030

تختلف كمية انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة باختلاف مصادرها، ويعتبر تغير استعمال الأراضي من أهمها. ويساهم حرق السافانا وبقايا المحاصيل الزراعية و حرائق الغابات و التسميد الأزوتي و الثروة الحيوانية واستهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة في زيادة انبعاث هذه الغازات.

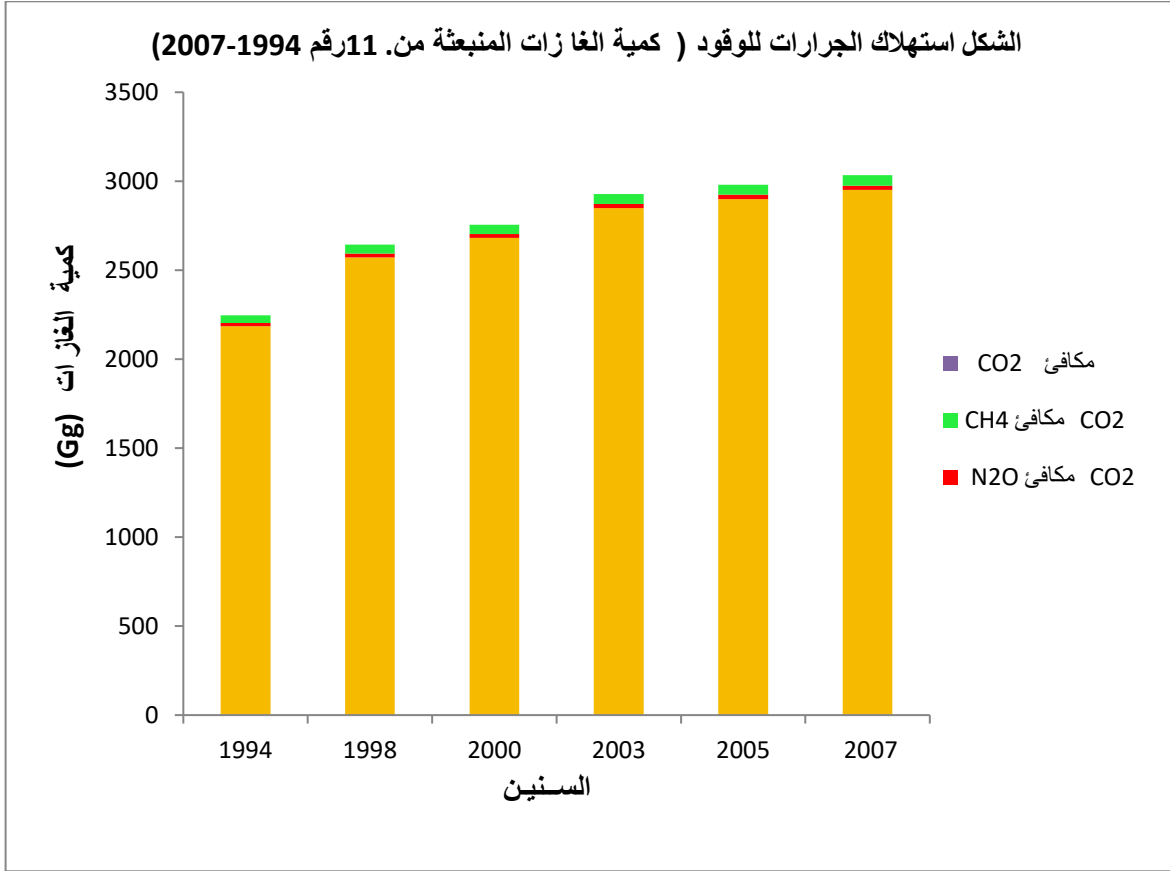
1.3. انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030

إن استهلاك الطاقة المتزايد في الأنشطة الزراعية المختلفة (الشكل 10) لا بد وأن رافقه تزايداً في انبعاث غازات الاحتباس الحراري. وقد اعتمدت معاملات تحويل الوقود الحراري ومعاملات انبعاث الكربون السورية في الحسابات (الجدول الملحق 5 [12])، في حين اعتمد متوسط معامل إصدار الميثان (CH_4) والنتروز (N_2O) لمجموع استهلاك الطاقة بمكافئ الديزل في الأنشطة الزراعية المختلفة (الجدول الملحق 6) والذي نتج عن استعمال معاملات الإصدار الدولية لكل نوع من مصادر الطاقة المستعملة في قطاع الزراعة [5 و 13 و 14]. وقد شكل مجموع غاز الميثان و النتروز نحو 0.1 % من مجموع انبعاث غازات الاحتباس الحراري (CO_2 و CH_4 و N_2O) وهي نسبة ضئيلة جداً ويمكن إهمالها بالمقارنة مع CO_2 الذي يشكل 99.9% من الانبعاث (الجدول الملحق 7). غير أن فعالية غازي CH_4 و N_2O في الأثر العالمي الكامن GWP والذي يحسب بما يكافئهما من CO_2 (يحسب بضرب كمية N_2O بمعامل 310 وكمية CH_4 بمعامل 21 لتحويلهما إلى كمية CO_2 المكافئ لفعاليتها [13]) رفع مساهمتهما إلى 2.7% من مجموع الانبعاث المحسوب بصيغة CO_2 مكافئ وهي نسبة لا تزال ضئيلة جداً. وعلى العكس من ذلك فإن نسبة مساهمة CO_2 انخفضت إلى 97.3% من مجمل الانبعاث المحسوب بصيغة CO_2 مكافئ. وكانت نسب مساهمة كل من الغازين ثابتة في السنوات المختلفة من 1994 إلى 2007 (الجدول الملحق 7).

بلغت كمية الغازات المنبعثة (CO_2 و CH_4 و N_2O) من استهلاك الجرارات للطاقة في عام 1994؛ 2185.7 Gg CO_2 و 2.1 Gg N_2O و 60.8 Gg CO_2 مكافئ لهما، ما يشكل مجمل انبعاث يساوي 2246.5 Gg CO_2 مكافئ. وازدادت كمية هذه الغازات بنسبة 23% في عام 2000 عن عام 1994 و بنسبة 10% في عام 2007 (2950.9 Gg CO_2 و 3033.9 Gg CO_2 مكافئ) عن عام 2000 (الشكل 11 و الجدول الملحق 7). وكانت نسبة الزيادة في انبعاث الغازات من استهلاك الحاصدات الدراسات للطاقة 6% في عام 2000 عن عام 1994 و 23% في عام 2007 (282.5 Gg CO_2 و 290.2 Gg CO_2 مكافئ) عن عام 2000 (الشكل 12 و الجدول الملحق 7). أما انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في البيوت البلاستيكية فقد حقق نسباً من التزايد أكبر من الأنشطة الأخرى، حيث بلغت زيادة الانبعاث نحو 67% في عام 2007 (634.3 Gg CO_2 و 652 Gg CO_2 مكافئ) عن عام 2000 (الشكل 13 و الجدول الملحق 7). وكان التزايد مرتفعاً أيضاً في انبعاث الغازات من استهلاك الوقود في تدفئة المداجن. فقد بلغت نسبة الزيادة في انبعاث الغازات نحو 42% في عام 2000 عن الانبعاث في عام 1994، ونحو 64% في عام 2007 (330.8 Gg CO_2 و 337.6 Gg CO_2 مكافئ) عنه في عام 2000 (الشكل 14 و الجدول الملحق 7). هذا و بلغت كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة لتأمين مياه الري الزراعي في عام 2007 نحو 386.9 Gg CO_2 مكافئ، منها 376.4 Gg CO_2 (الجدول الملحق 7). كما بلغت كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة في تكييف المنتجات الزراعية المخزنة 8.7 Gg CO_2 مكافئ، منها 8.4 Gg CO_2 (الجدول الملحق 7). وكذلك بلغت كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة في مراكب الصيد 10.1 Gg CO_2 مكافئ منها، 9.8 Gg CO_2 (الجدول الملحق 7).

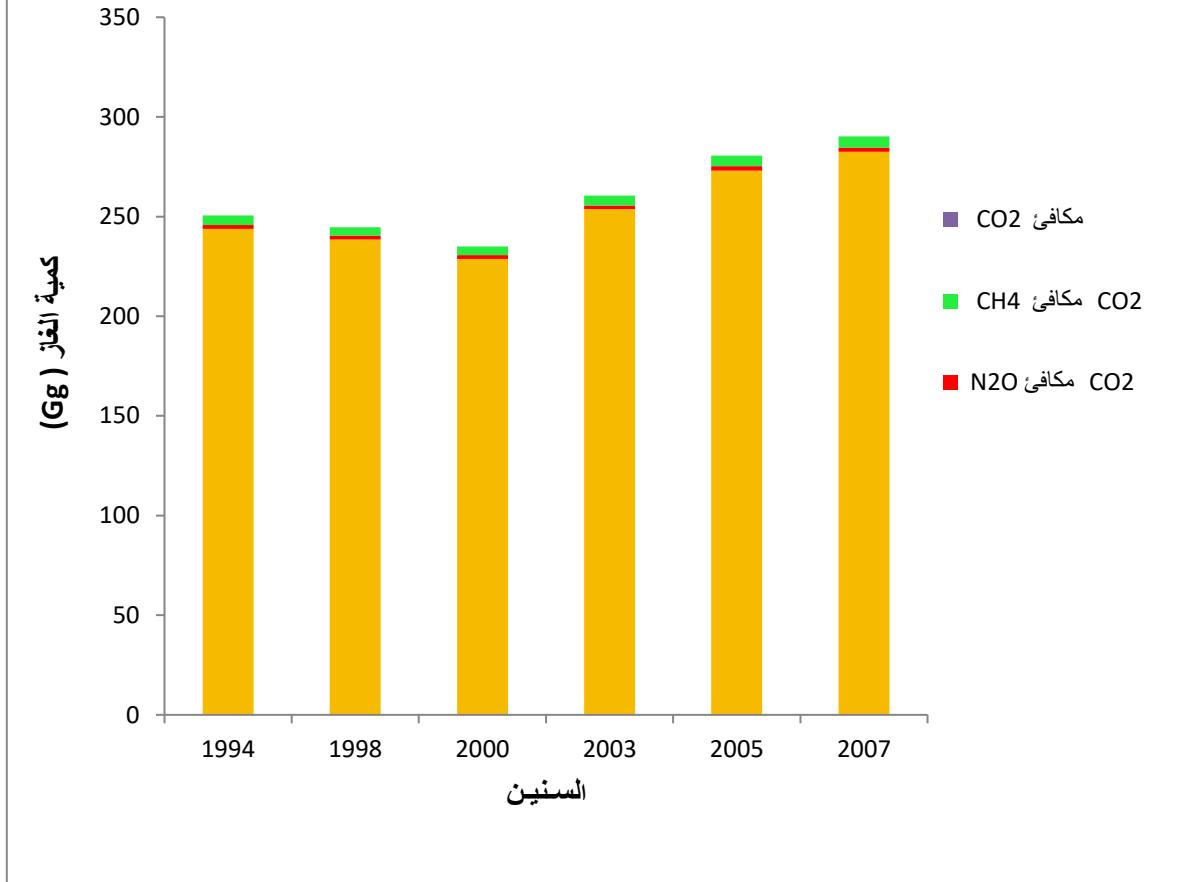
تبين التقديرات المذكورة لانبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة في عام 2007 أن مجمل كمية الغازات تساوي 4721.2 Gg CO_2 مكافئ؛ منها 4593.1 Gg CO_2 و 90.3 Gg CO_2 مكافئ CH_4 و 37.8 Gg CO_2 مكافئ N_2O (الشكل 15 و الجدول الملحق 7). وكما في استهلاك الطاقة تشكل غازات CO_2 مكافئ الناتجة

عن استهلاك الوقود في الطاقة المحركة للجرارات الجزء الأكبر (66 %) من مجمل غازات CO₂ مكافئ المنبعثة من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في عام 2007 (الشكلين 16 و17 والجدول الملحق 7). في حين يشكل انبعاث CO₂ مكافئ الناتج عن استهلاك الطاقة في باقي الأنشطة التالي؛ 14% من تدفئة البيوت البلاستيكية، و 8.4% من الري الزراعي، و 7.3% من تدفئة المداجن، و 6.3% من الحاصدات الدراسات، و 0.2% من مركب الصيد البحري، و 0.2% من تكييف المنتجات الزراعية المخزنة (الشكل 17).

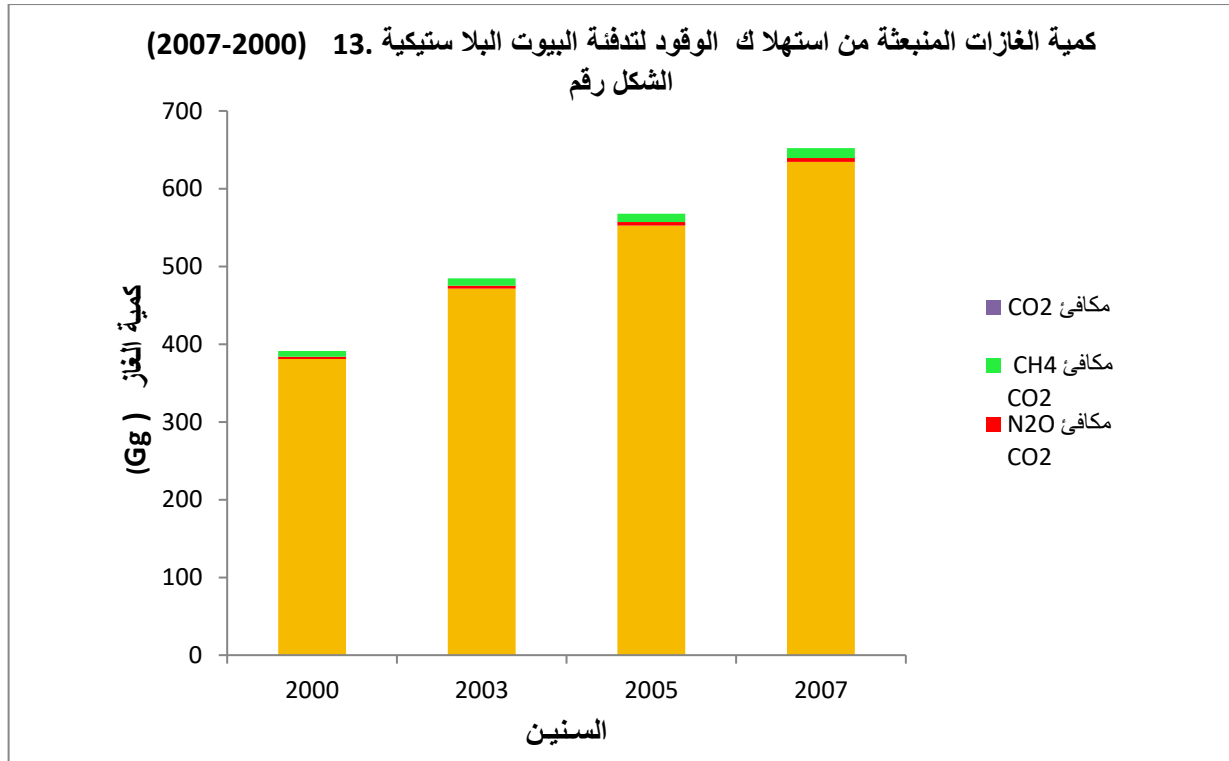


الشكل 11. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الجرارات للوقود (1994 - 2007).

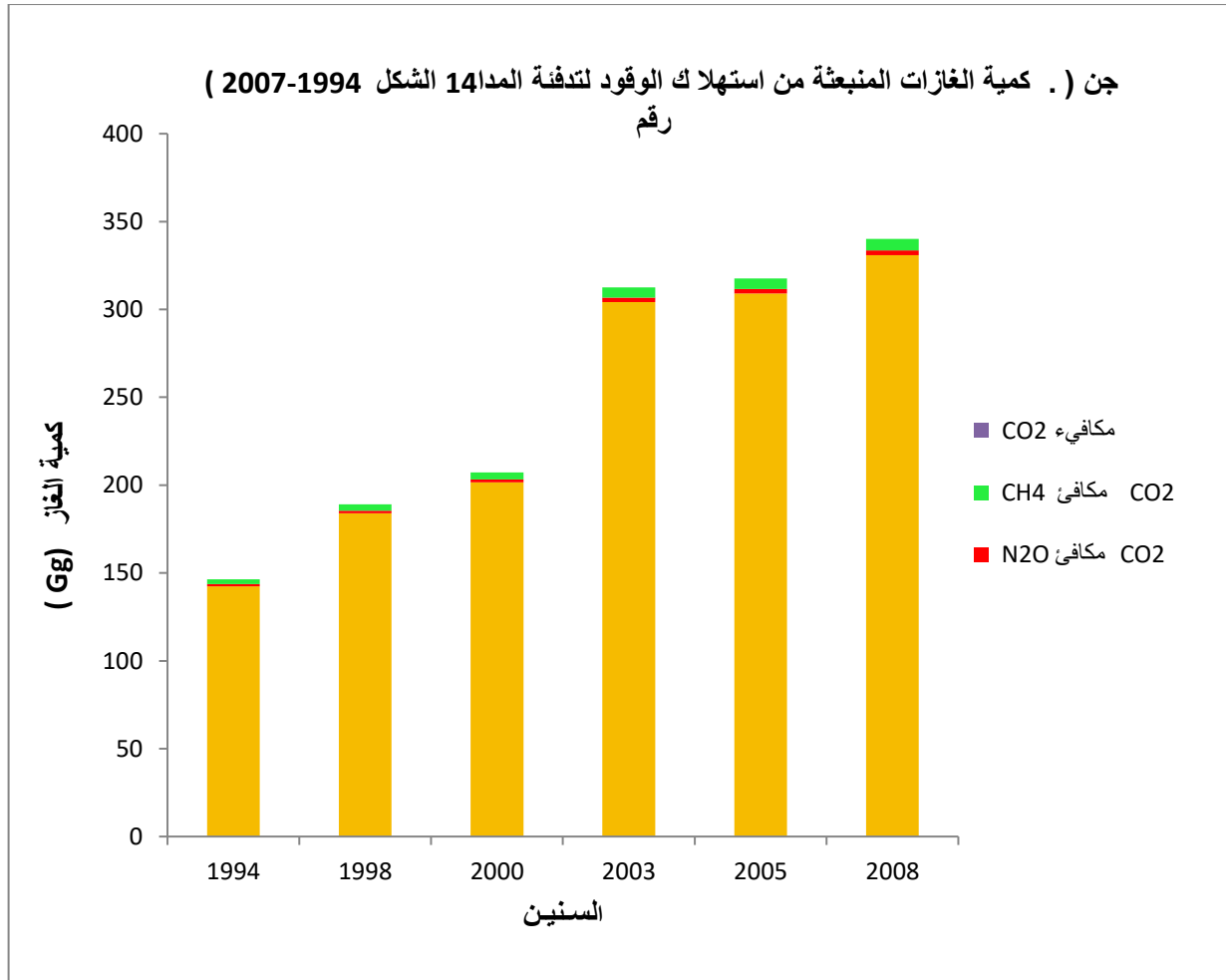
الشكل رقم كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الحاصدات للوقود (2007-1994)



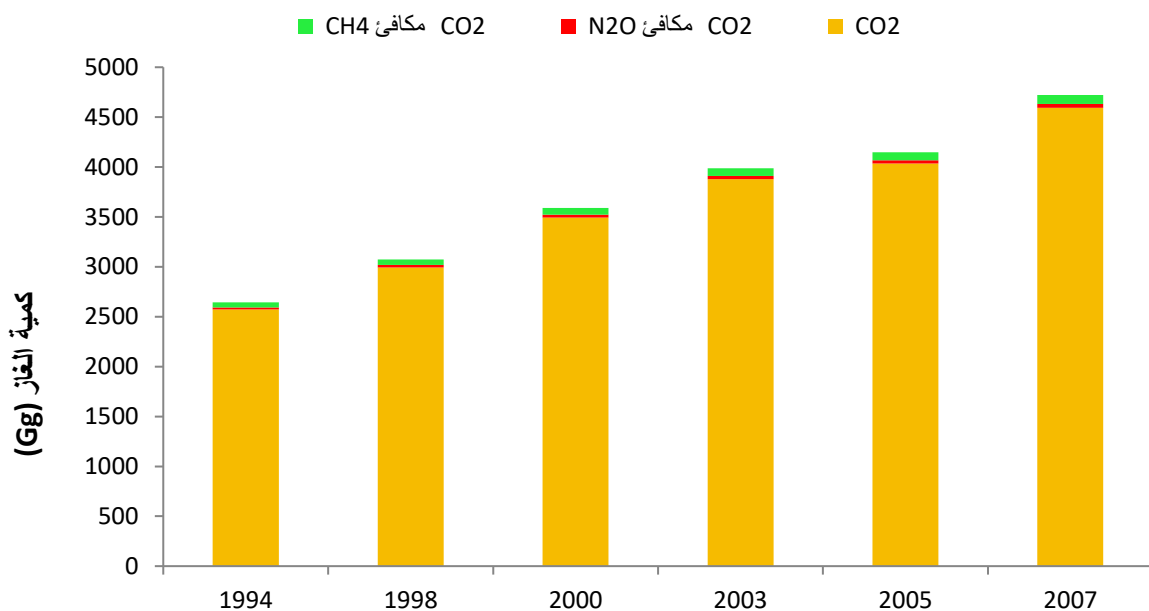
الشكل 12. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الحاصدات للوقود (2007 - 1994).



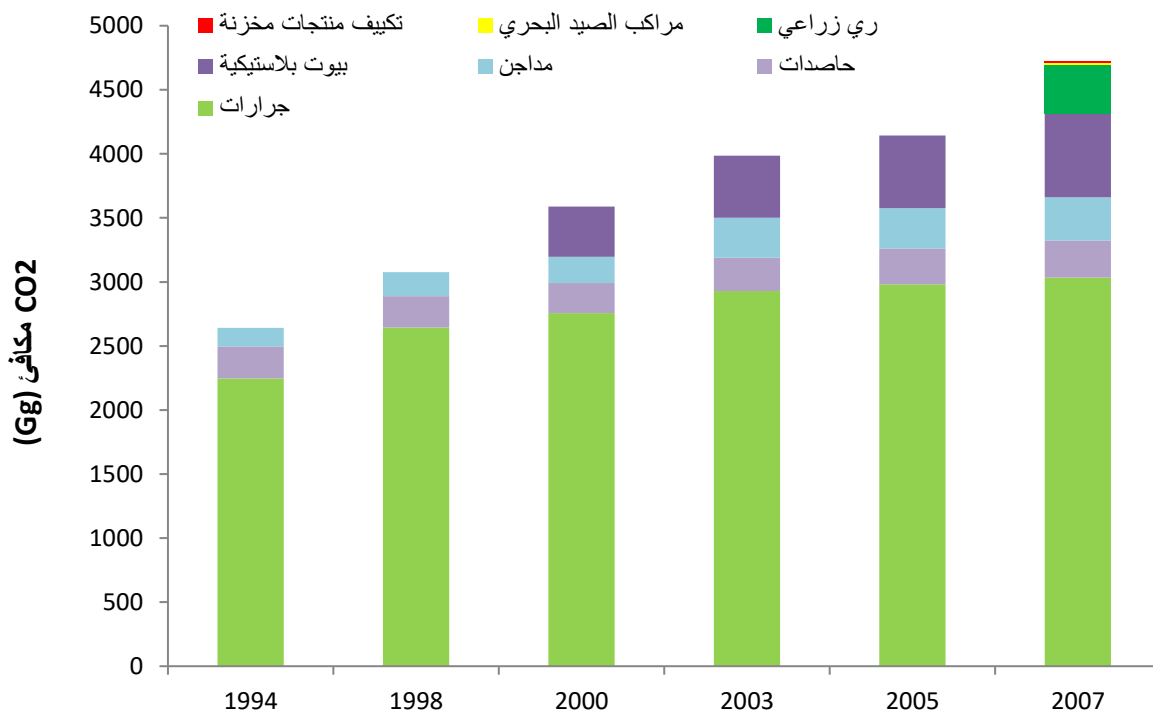
الشكل 13. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية (1994-2007).



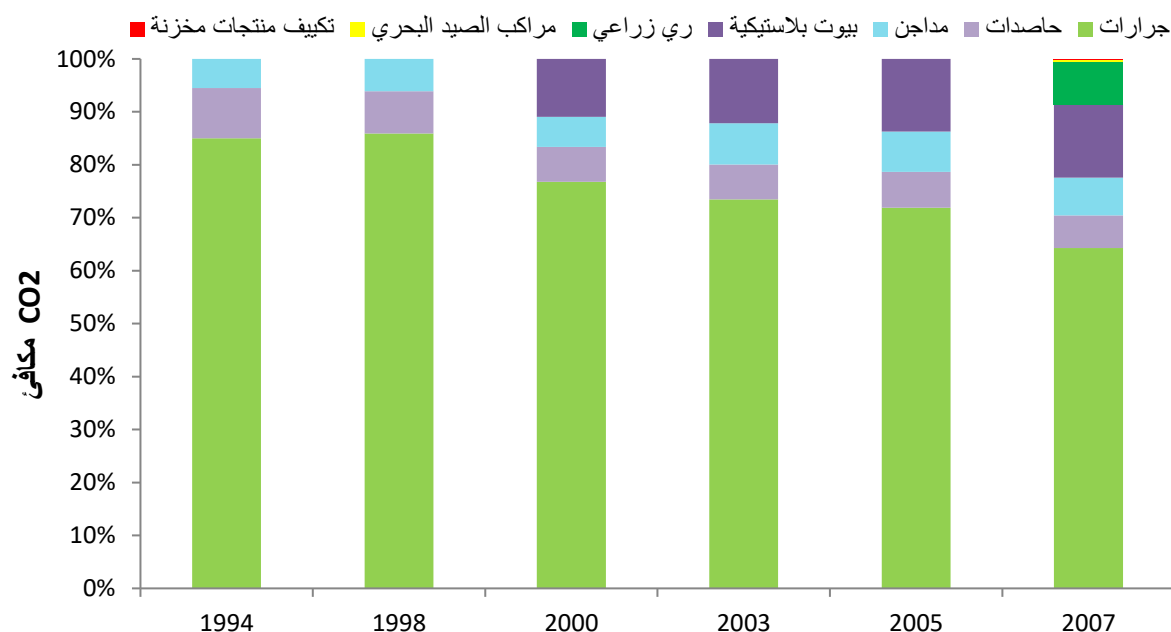
الشكل 14. كمية الغازات المنبعثة من استهلاك الوقود لتدفئة المساكن (1994 - 2007).



الشكل 15. مجموع وأنواع الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة في الزراعة (1994 - 2007).



الشكل 16. تغير كميات انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية (1994 - 2007).



الشكل 17. مساهمة الأنشطة الزراعية في انبعاث الغازات (1994 - 2007).

وسيرافق زيادة استهلاك الطاقة المتوقع في الأنشطة الزراعية في عام 2030 زيادة في كمية غازات الاحتباس الحراري المنبعثة منها بنسب تساوي نسب زيادة استهلاكها في الأنشطة المختلفة (الجدول 2). وتبلغ كميات الزيادة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري (CO₂ Gg مكافئ) من زيادة استهلاك الطاقة في الأنشطة كما يلي (الجدول 3) : 191.13 من الجرارات و 18.28 من الحاصدات والدراسات و 6.06 من مراكب الصيد و 5.22 من تكييف المنتجات الزراعية المخزنة و 815 من الزراعات المحمية في البيوت البلاستيكية و 432.13 من تدفئة المداجن لإنتاج لحم الفروج. وبذلك يبلغ مجموع الزيادة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري من مجمل زيادة استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية في عام 2030 عن عام 2007 نحو 1467.82 CO₂ Gg مكافئ وهي تساوي 31% من كمية انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في عام 2007.

الجدول رقم 3. توقعات الزيادة في كمية استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري منها في عام 2030 عن عام 2007

النشاط الزراعي	زيادة الاستهلاك بمكافئ الديزل (طن)	زيادة انبعاث CO ₂ مكافئ (Gg)	نسبة الزيادة (%)
الجرارات	53803	191.13	6.3
الحاصدات	6388	18.28	6.3
مراكب صيد	2106	6.06	60
الري الزراعي	0	0	0

60	5.22	1820	تكيف المنتجات الزراعية المخزنة
125	815	284557	بيوت بلاستيكية
128	432.13	151960	إنتاج لحم الفروج
31	1467.82	500634	المجموع

2.3. انبعاث غازات الاحتباس الحراري من الزراعة والغابات والمراعي في سورية وتوقعات عام 2030

بينت دراسات انبعاث غازات الاحتباس الحراري في سورية [4] أن مجمل كمية الغازات المنبعثة من الزراعة والغابات والمراعي في عام 2006 تساوي 58561.2 CO₂ Gg مكافئ منها؛ 42343 CO₂ Gg مكافئ من حرائق الغابات وتحويلها إلى مراعي أو زراعتها بالمحاصيل، و 227.6 CO₂ Gg مكافئ من حرق السافانا، و 1322 CO₂ Gg مكافئ من حرق بقايا المحاصيل، و 11178.6 CO₂ Gg مكافئ من التربة والتسميد الآزوتي، و 3490 CO₂ Gg مكافئ من الحيوانات وفضلاتها.

ومن المتوقع أن يزداد انبعاث غازات الاحتباس الحراري من التربة بما يساوي 11011.2 CO₂ Gg مكافئ في عام 2030 عن عام 2006 (محسوبة من معدل الزيادة بين عامي 2000 و2006) بالإضافة إلى الزيادة التي سببها الزيادة المتوقعة (6.3%) في مساحة الأراضي المستثمرة واستعمال السماد الآزوتي (الجدول 2) والتي تساوي 704.2 CO₂ Gg مكافئ. كما سيزداد انبعاث الغازات من الحيوانات الداجنة في عام 2030 بما يساوي 4945.91 CO₂ Gg مكافئ عن عام 2006 نتيجة للزيادة المتوقعة في أعدادها لتلبية زيادة الطلب على منتجاتها الغذائية (الجدولين 2 و4). في حين سيبقى انبعاث الغازات من باقي المصادر على ما هو عليه لأنه من غير المتوقع أن تزداد المساحات التي تحرق من السافانا وبقايا المحاصيل أو تزداد حرائق الغابات نتيجة للعديد من الإجراءات التي اتخذتها الجهات المعنية لحماية وتنمية الغابات والمراعي و منع حرق بقايا المحاصيل. و بذلك تبلغ كمية الزيادة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري من الزراعة والغابات والمراعي في عام 2030 نحو 16661.3 CO₂ Gg مكافئ عن عام 2006.

الجدول رقم 4 . كمية انبعاث CH₄ و N₂O و CO₂ المكافئ من الزيادة المتوقعة في عدد الحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية

نوع الحيوانات	¹ الزيادة في عدد الحيوانات (1000 حيوان)	مجموع انبعاث CH ₄ Gg /سنة	مجموع انبعاث N ₂ O Gg / سنة	مجموع انبعاث الغازات CO ₂ مكافئ Gg / سنة
بقر حلب	511.92	19.45	0.024	415.9
بقر غير حلب	36	1.19	0.0004	756.1
غنم	31500	162.54	0.119	3450.2
ماعز	1480	7.65	0.019	166.5
جمال	61.2	2.93	0.0008	61.8
بغال وحمير	112.1 -	1.22 -	0.0014 -	26 -
خيول	13.3 -	0.26 -	0.0002 -	5.5 -
دواجن	37267.92	5.03	0.049	120.82

6.11	0.00006	0.29	4.8	جواميس
4945.91	0.21066	197.6	-	المجموع
¹ محسوبة من معدل التغير السنوي من عام 2000 ولغاية 2006 [4] . ² المصدر [6 و 14] .				

3.3. مجمل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في سورية وتوقعات عام 2030

تم اعتماد عام 2006 كأساس لحساب مجمل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة ولذلك تم تعديل قيم انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في الزراعة في عام 2007 إلى الانبعاث في عام 2006 لتتكامل مع انبعاث الغازات من الأنشطة الزراعية والغابات. وقد اعتمدت معدلات التغير في انبعاث CO₂ مكافئ للفترة 2000-2007 للاستعمالات المتوفرة معلوماتها، واعتمدت قيمة الانبعاث من تكييف المنتجات الزراعية ومن استهلاك مراكب الصيد للطاقة باعتبار أن تغييرها في سنة بسيط ويمكن إهماله (الجدول الملحق 7)، واعتمدت نسبة زيادة مضخات الري السنوية لنفس الفترة كنسبة للتغير في انبعاث الغازات من الري الزراعي (الشكل 2). و بذلك تكون كمية التغير السنوية في انبعاث غازات الاحتباس الحراري نحو 124.4 Gg CO₂ مكافئ / سنة ويطرحها من كمية الانبعاث في عام 2007 نحصل على كمية الانبعاث في عام 2006 والتي تساوي 4595.01 Gg CO₂ مكافئ (الجدول 5).

ولكي تتكامل توقعات الزيادة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة (المحسوبة للفترة بين 2007 و 2030) مع الزيادة المتوقعة في انبعاث تلك الغازات من الزراعة

والغابات والمراعي والمحسوبة للفترة بين 2006 و 2030، نعدل قيمة زيادة الانبعاث المتوقعة من استهلاك الطاقة المحسوبة للفترة بين 2007 و 2030 إلى الفترة بين 2006 و 2030 بإضافة زيادة انبعاث الغازات الناتجة من زيادة استهلاك الطاقة في عام 2007 عن عام 2006 إلى الزيادة المتوقعة في الانبعاث من استهلاك الطاقة للفترة بين عام 2007 و 2030 (الجدولين 3 و 5).

الجدول رقم 5. انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في عام 2006 و توقعات الزيادة في عام 2030 عن عام 2006

النشاط الزراعي	معدل تغير انبعاث CO ₂ مكافئ (Gg / سنة) بين 2007-2000	انبعاث CO ₂ مكافئ (Gg) في عام 2006	زيادة انبعاث CO ₂ مكافئ (Gg) في عام 2030 عن 2006
الجرارات	38.8	2995.1	229.93
الحاصدات	7.87	282.33	26.15
مراكب صيد	غير متوفر	10.1	6.06
الري الزراعي	21.67	365.23	21.67
تكييف المنتجات الزراعية المخزنة	غير متوفر	8.7	5.22
بيوت بلاستيكية	37.23	614.77	852.23

450.95	318.78	18.82	إنتاج لحم الفروج
1592.21	4595.01	124.39	المجموع

مما تقدم نجد أن مجمل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في عام 2006 يساوي 63156.21 Gg CO₂ مكافئ، و يساهم استهلاك الطاقة بنسبة 7.3% منها والباقي ناتج عن الانبعاث من الزراعة والغابات والمراعي. وبحسب التوقعات سوف يزداد الانبعاث في عام 2030 بكمية تساوي 18253.52 Gg CO₂ مكافئ، وتبلغ مساهمة الزيادة في استهلاك الطاقة في الزراعة نحو 8.7% منها، وتساهم زيادة انبعاث الغازات من الزراعة والغابات والمراعي بنسبة 91.3%. وهذا يشير إلى أن نسبة زيادة الانبعاث من استهلاك الطاقة أعلى من نسبة زيادتها من الأنشطة الزراعية. و عموما تبلغ نسبة مجمل الزيادة المتوقعة في انبعاث الغازات في قطاع الزراعة في عام 2030 نحو 28.9% عن عام 2006.

4. إجراءات لترشيد وتخفيف استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في سورية وتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري منها وتوقعات عام 2030

بينت التقديرات والتوقعات أن انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة سيزداد بنسبة 35% في عام 2030 عن عام 2006، ولذلك فإنه من الحكمة أن نبحث عن جميع السبل والوسائل و الإجراءات التي تساعد على ترشيد وتخفيف استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة وخاصة استهلاك الجرارات الذي نتج عنه 65% من انبعاث الغازات من استهلاك الطاقة في عام 2006.

1.4. تطوير النظم الزراعية السائدة وتوقعات عام 2030

يلاحظ من القيم المحسوبة لانبعاث غازات الاحتباس الحراري الناتجة من استهلاك الطاقة في الأنشطة الزراعية المختلفة أن القسم الأكبر من الغازات المنبعثة ناتج عن استهلاك الطاقة في توليد الحركة للأنشطة الزراعية كافة. وقد استهلك معظمها بواسطة الجرارات (الشكل 17) لإجراء الفلاحة التقليدية الكثيفة و العميقة. ولذلك علينا استبدال النظم الزراعية السائدة بنظم تحد من الفلاحة أو تلغيها وتساعد على تنمية الزراعة واستدامة الإنتاج وتحسينه وزيادته لتأمين متطلبات المجتمع المتنامية كما ونوعا. فقد تطور في العقود الثمانية الماضية نظام الزراعة الحافظة بغية تحسين واستدامة إنتاجية التربة ومنعها من التدهور والانجراف ومكافحة التصحر والتخفيف من تداعيات التغير المناخي في العالم، و خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بنظم بيئية هشة ومحدودة الموارد.

وقد بينت الدراسات العالمية أن نظام الزراعة الحافظة (Conservation Agriculture) يساهم في خفض؛ عدد الجرارات اللازمة للعمل، واستهلاك الوقود بنسبة 60-70%، وساعات استعمال الآلات بنسبة 65%، وساعات العمل بنسبة 60%، و كميات مياه الري بنسبة 42% لمحصول الرز و 26% لمحصول القمح [15]. كما يساهم في زيادة تراكم المادة العضوية (بنسبة 0.1-0.2 % سنويا حتى الإشباع)، وزيادة كفاءة حجز الكربون في التربة (بنسبة 74%)، وفي تحسين بنية وقوام التربة ونشاطها الحيوي وكمية الأحياء الموجودة فيها، وفي تحسين قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وفي الحد من جريان

الماء السطحي (بنسبة 90%) و التبخر، وفي تحسين خصوبة التربة مما يحد من استعمال الأسمدة وخاصة الأسمدة الكيميائية، كما يحد على المدى البعيد من استعمال المبيدات الأعشاب. ويلغى تطبيقه حرق بقايا المحاصيل مما يخفف من إطلاق الغازات ويحمي الأحياء الدقيقة في التربة و يساعد على المحافظة على نشاطها الحيوي وتحسينه.

يعتمد نظام الزراعة الحافظة على 3 قواعد أساسية [16]: (1) البذر المباشر أو بلا حرث، (2) تغطية التربة، (3) الدورة الزراعية. والمقصود بالبذر المباشر (بلا حرث) إلغاء الفلاحة والقيام بوضع البذور مباشرة في التربة على عمق 6-8 سم من خلال شق خطوط ضيقة في التربة بواسطة آلات خاصة لهذا الغرض تجرّها الجرارات. ويمكن إضافة السماد بنفس الآلة أثناء عملية البذر. وهناك آلات متنوعة لزراعة مختلف المحاصيل بما فيها المحاصيل الجذرية والدرنية.. الخ. وتتم تغطية التربة بترك 20-30% من طول نباتات المحاصيل فوق التربة عند الحصاد أو بزراعة محاصيل تغطية خلال الفترات بين زراعة المحاصيل ثم حشها وترك البقايا فوق سطح التربة، أو يمكن رعيها بشكل غير جائر يبقّي من 20-30% منها فوق التربة. وأما تطبيق الدورات الزراعية فإنها تدخل المحاصيل البقولية لتحسين نوعية المادة العضوية في التربة وخصوبة التربة، بالإضافة إلى إدخال محاصيل تساعد في مكافحة الأعشاب مما يقلل من استعمال المبيدات الكيميائية أو الاستغناء عنها مستقبلاً.

وقد بدء في تطبيق الزراعة الحافظة منذ سنتين في مساحات صغيرة في سورية مع بعض المزارعين بالتعاون مع وزارة الزراعة السورية والمركز العربي أكساد والهيئة الألمانية للتعاون الفني GTZ، والنتائج الأولية جيدة، غير أن القياسات المسجلة لا يمكن اعتمادها قبل مضي 5 سنوات، ولا تشمل كل المواضيع التي تطرقنا إليها. ولذلك سنعمد نتائج الدراسات العالمية التي ذكرت أعلاه في حسابات التوفير في الطاقة وما ينتج عنه من انخفاض في انبعاث غازات الاحتباس الحراري مع التنكير بأن التوفير قد يكون أقل أو أكثر في الظروف المحلية.

فإذا افترضنا أن متوسط نسبة انخفاض استهلاك الوقود 65% ستتحقق عند تطبيق البذر المباشر في الزراعة في سورية فإن انبعاث غازات CO₂ المكافئ من استهلاك الجرارات للوقود في سورية في عام 2007 سينخفض بنفس النسبة، أي ما يعادل 1972 Gg CO₂ المكافئ. وإذا افترضنا أن نسبة انخفاض ماء الري (في النظم الحالية) لمحصول القمح 26% ستتحقق في سورية عند تطبيق الزراعة الحافظة فإن استهلاك الطاقة في الري الزراعي سينخفض بنفس النسبة وبالتالي سينخفض انبعاث CO₂ المكافئ الناتج عنها بنفس النسبة أيضا والتي تعادل 100.6 Gg CO₂ المكافئ.

كما أن تطبيق نظم وتقانات الري الحديثة في سورية سيساهم في تخفيض استهلاك وقود الديزل المكافئ في الري الزراعي بنسبة 6.5% بالإضافة إلى توفير نحو 20-35% تقريبا من مياه الري [17]، وبذلك سيزداد انخفاض انبعاث CO₂ المكافئ من استهلاك الطاقة في الري بنفس النسبة في عام 2007، ما يعادل 25.1 Gg CO₂ المكافئ. وهكذا يصبح مجموع الانخفاض في انبعاث CO₂ المكافئ من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية نتيجة لتطبيق الزراعة الحافظة وتقانات الري الحديثة نحو 2097.7 Gg CO₂ المكافئ/سنة أي ما يعادل 44.4% من مجموع الغازات المنبعثة

(4719.4 Gg CO₂ مكافئ) من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة في عام 2007.

كما سيساهم تطبيق الزراعة الحافظة أيضا في خفض كمية تساوي 124.2 Gg CO₂ مكافئ من انبعاث الغازات الذي سوف ينتج من زيادة استهلاك الطاقة بالجرارات نتيجة لزيادة مساحة الأرض الزراعية المستثمرة المتوقع في عام 2030 والذي يبلغ 191.1 Gg CO₂ مكافئ (الجدول 3). وبذلك تصبح الكمية التي يمكن أن تخففها الزراعة الحافظة وتطبيق تقانات الري الحديثة من انبعاث غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 نحو 2221.9 Gg CO₂ المكافئ.

2.4. إنتاج الغاز الحيوي (CH₄) من فضلات الحيوانات الداجنة كمصدر للطاقة وتوقعات عام 2030

يمكن إنتاج الغاز الحيوي (CH₄) من فضلات الحيوانات الداجنة التي تربي في حظائر في سورية (أبقار الحليب وغير الحليب و الجاموس والأغنام و الدواجن) لاستعماله كأحد مصادر الطاقة (قبل الاستفادة منها كأسمدة عضوية لتحسين خصوبة التربة). وقد اقتصر اعتمادنا على الحيوانات التي تربي في حظائر لأن جمع فضلات الحيوانات من الناحية العملية سهلا وغير مكلف وذو جدوى اقتصادية. وتقدر كمية الغاز الحيوي (CH₄) المنتج بوحدة الهضم اللاهوائي في حال تم استعمال جميع الفضلات الصلبة التي تطرحها الحيوانات التي تربي في حظائر (أبقار الحليب وغير الحليب و الجاموس و20% من الأغنام، و الدواجن) بنحو 13.34 Gg CH₄/سنة، محسوبة لإحصائيات عام 2006 كما هو موضح في الجدول الملحق (10). ويمكن لهذه الكمية من غاز الميثان المنتجة أن تتضاعف عدة مرات في حال تحسين كفاءة الهضم اللاهوائي.

يساهم إنتاج غاز الميثان من فضلات الحيوانات الداجنة في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من القطاع الزراعي بطريقتين:

أ- تخفيف كمية استهلاك أشكال أخرى من مصادر الطاقة بما يعادل الطاقة التي تقدمها الكمية المنتجة من CH₄، و بالتالي تخفيف ما يصدر عنها من غازات الاحتباس الحراري. و باعتبار أن كل كغ CH₄ ينتج طاقة حرارية تعادل MJ 54.8 [14]، فإن كمية الطاقة الحرارية الناتجة من غاز الميثان الحيوي المنتج في عام 2006 (13.34 Gg CH₄/سنة) من الفضلات المهضومة تعادل (731.032 GJ/سنة). ومن ذلك فإن كمية وقود الديزل المكافئ التي يتم توفيرها تعادل 18.27 Gg ديزل/سنة (الجدول الملحق 6)، أي أننا نخفف انبعاث الغازات الناتجة عن استعمالها والتي تعادل 840.7 Gg/سنة من CO₂ المكافئ، أي ما يعادل 17.8 % من مجموع الغازات المنبعثة (4719.4 Gg CO₂ المكافئ) من استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في عام 2007.

ب- إن استعمال غاز الميثان الحيوي المنتج في عام 2006 (13.34 Gg CH₄/سنة) من فضلات الحيوانات الداجنة المذكورة أعلاه كمصدر للطاقة سيخفف انبعاث غاز الميثان CH₄ من القطاع الزراعي بنفس المقدار والذي يعادل 280.14 Gg/سنة من CO₂ المكافئ. وبما أن حرق غاز الميثان الحيوي المنتج للطاقة الحرارية سيؤدي إلى انبعاث كمية من غاز CO₂ تعادل 36.68 Gg CO₂/سنة (يشكل C 75 % من CH₄ والذي يتحول إلى CO₂). فإن صافي التخفيف من انبعاث CO₂ المكافئ الناتج عن غاز الميثان CH₄ الحيوي المنتج من فضلات الحيوانات الداجنة يساوي 243.46 Gg CO₂ المكافئ/سنة (280.14 Gg/سنة - 36.68 Gg/سنة)، وبذلك يكون مجمل التخفيف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري الذي يحدثه إنتاج غاز الميثان CH₄ الحيوي من بعض فضلات الحيوانات الداجنة في سورية واستعماله للطاقة الحرارية نحو

1084.16 Gg CO₂ المكافئ/سنة وهو مجموع ما يخففه من انبعاث CO₂ المكافئ من أ و ب (840.7 Gg /سنة + 243.46 Gg /سنة).

تظهر توقعات نمو الثروة الحيوانية في سورية إلى أن أعداد الحيوانات في العقدين القادمين سيزداد بأعداد كبيرة تصل فيها كمية الزيادة في عام 2030 على سبيل المثال إلى 37.3 مليون دجاجة و 31.5 مليون غنمة عن عام 2006 (الجدول 2). وذلك لتأمين احتياجات المجتمع المتنامية مع تزايد سكانه وتغير أسلوب حياة أفرادهم ونمط استهلاكهم. ويشكل ذلك أعدادا كبيرة يمكن الاستفادة من فضلاتها لإنتاج الغاز الحيوي والاستفادة منه كمصدر للطاقة وللتخفيف من كمية انبعاث غازات الاحتباس الحراري في القطاع الزراعي.

يبين الجدول الملحق (10) أن ما يمكن إنتاجه من غاز الميثان الحيوي من بعض الحيوانات الداجنة التي تربي في حظائر في عام 2030 (بطريقة التخمر اللاهوائي في الهاضم) يبلغ 27.49 Gg CH₄/سنة. وهذا سيوفر كمية مماثلة حراريا من مصادر أخرى من الطاقة تستهلك في قطاع الزراعة، مما يخفف كمية من انبعاث غازات الاحتباس الحراري تبلغ 1732.7 Gg/سنة من CO₂ المكافئ. كما يساهم استعماله في خفض كمية CH₄ التي تصدرها فضلات الحيوانات بمقدار الكمية المستعملة، وإصدار CO₂ من احتراقه بدلا عن الميثان، فيقدم مساهمة إضافية في تخفيف انبعاث CO₂ المكافئ من قطاع الزراعة بكمية تساوي 501.8 Gg CO₂ المكافئ /سنة. أي أن مجمل التخفيف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري الذي يحدثه إنتاج غاز الميثان CH₄ الحيوي من بعض فضلات الحيوانات الداجنة في سورية واستعماله للطاقة الحرارية في عام 2030 يساوي 2234.5 Gg CO₂ مكافئ/سنة. وهذه الكمية تساوي ضعف الكمية (1084.16 Gg CO₂ مكافئ/سنة) التي يخففها غاز الميثان المنتج في عام 2006.

3.4. مجموع تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من خفض استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة واستعمال الغاز الحيوي في عام 2006 وتوقعات عام 2030

نجد مما تقدم أن تطبيق الزراعة الحافظة واستعمال تقانات الري الحديثة، بالإضافة إلى استعمال الغاز الحيوي المنتج من فضلات بعض الحيوانات الداجنة، سوف يخفف انبعاث غازات الاحتباس الحراري

بما يساوي 3150 Gg CO₂ مكافئ في عام 2006، ومن المتوقع أن يزيد تخفيف انبعاث الغازات في عام 2030 بنسبة 75 % من كمية التخفيف في عام 2006 (الجدول 6). كما يلاحظ أن مساهمة تطبيق الزراعة الحافظة في تخفيف انبعاث الغازات تبلغ 65% من مجموع التخفيف في عام 2006 و سوف تساهم فقط بنسبة 6.5 % من الزيادة المتوقعة في تخفيف انبعاث الغازات في عام 2030 والتي تساوي نحو 2392.4 Gg CO₂ مكافئ (الجدول 6). وتبلغ مساهمة استعمال الغاز الحيوي في تخفيف انبعاث الغازات نحو 34 % من مجموع تخفيف الانبعاث في عام 2006 و سوف تزداد مساهمته لتشكّل نسبة 93 % من مجموع الزيادة المتوقعة في تخفيف انبعاث الغازات في عام 2030 (الجدول 6). ويساوي مجموع تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في عام 2006 نحو 68 % من مجموع انبعاث تلك الغازات من استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة لنفس العام، في حين يساوي مجموع الزيادة المتوقعة في تخفيف انبعاث الغازات في عام 2030 نحو 1.5 مرة من الزيادة المتوقعة في انبعاث CO₂ المكافئ عام 2030 (الجدولين 5 و6). هذا ويتوقع أن يزيد إنتاج الغاز

الحيوي من فضلات الحيوانات الداجنة لأن عددها سيزداد مع الزمن وبالتالي ستزداد مساهمته في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري.

الجدول رقم 6. مساهمة خفض استعمال الطاقة واستعمال الغاز الحيوي في تخفيف انبعاث CO₂ المكافئ في قطاع الزراعة في سورية في عام 2006 وتوقعات الزيادة في عام 2030

التطبيقات	2006		2030
	تخفيف الانبعاث	زيادة تخفيف الانبعاث عن 2006	مجمّل تخفيف الانبعاث
الزراعة الحافظة	2041.8	156.5	2198.3
تقانات الري الحديثة	23.7	1.4	25.1
استعمال الغاز الحيوي	1084.2	2234.5	3318.7
المجموع	3149.7	2392.4	5542.1

4.4. بعض الإجراءات غير المباشرة لتخفيف استهلاك الطاقة وانبعاث غازات الاحتباس الحراري منها

يمكن التخفيف من انبعاث CO₂ المكافئ في الأنشطة الإنتاجية الأخرى باتخاذ إجراءات تساعد على خفض استهلاك الطاقة. فعلى سبيل المثال يمكن خفض استهلاك الطاقة في تدفئة المداجن والبيوت البلاستيكية بتحسين العزل والتوزيع الحراري فيها وتحسين كفاءة احتراق الوقود. والأمر نفسه ينطبق على مراكب الصيد التي في معظمها تقليدية وتحتاج إلى تطوير لتحسين كفاءتها في الصيد واستهلاك الطاقة. غير أن ذلك يتطلب إجراء الدراسات للحصول على القياسات والمعلومات الضرورية لاتخاذ الإجراءات المناسبة لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة وتوفيرها في هذه الأنشطة.

5. إجراءات لزيادة حيز الكربون (C) وتخفيف انبعاثه و الأزوت (C و N) في قطاع الزراعة وتقليص استعمال الأسمدة في سورية

تعتبر الأراضي في سورية شديدة الحساسية للتلوثات البشرية وتغير استعمالاتها، حيث أن 94 % من أراضيها جافة وشبه جافة، و 95-97 % منها حساسة للتدهور، و 94 % ستتأثر بالتغير المناخي [18]. وقد أدت نظم الاستثمار غير المستدامة لموارد الأراضي والتعديلات على الغابات والمراعي في سورية إلى تدهور 18% من المساحة الكلية لسورية [19]. مما أدى إلى زيادة انبعاث الكربون و الأزوت (C و N) منها، و بلغت نسبة انبعاث هذه الغازات 94% من مجموع الانبعاث من الأنشطة الزراعية و87% من مجمل الانبعاث من القطاع الزراعي في عام 2006 (الجدول 7). وتشير التوقعات إلى أن انبعاث غازات الاحتباس الحراري من الزراعة واستهلاك الطاقة فيها سيزداد بشكل ملحوظ في عام 2030، وسوف تبلغ هذه الزيادة نحو 18253.5 Gg CO₂ مكافئ أي بزيادة تساوي 29% من مجمل الانبعاث في عام 2006 (الجدول 7). وتشكل كمية الزيادة في الانبعاث من الأراضي والتسميد الجزء الأعظم فهي تساوي نحو 64 % من مجموع الزيادة في انبعاث الغازات في عام 2030، وتساهم زيادة الانبعاث من الحيوانات الداجنة بنسبة 27% منها. في حين تساهم زيادة الانبعاث من استهلاك الطاقة بنسبة 9% منها (الجدول 7). ولا يتوقع أن تستمر عمليات حرق السافانا و بقايا

المحاصيل في عام 2030، فقد اتخذت الجهات المعنية إجراءات وقوانين مانعة وتعمل على تطبيقها بالإضافة إلى تعاون السكان. في حين يتوقع أن يستمر حرق وتحويل الغابات لزراعة المحاصيل دون زيادة.

أما حيز الكربون في الغابات في سورية فقد قدر [4] في عام 2006 بما يساوي $170438.1 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ (الجدول 7). وبالرغم من التدهور الذي تعاني منه الغابات، يتوقع زيادة كمية الكربون الذي تحجزه الغابات بمعدل $3089 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ / سنه (محسوبة من معدل الزيادة بين عامي 2000 و2006) والذي نتج عن النمو السنوي للغابات وللزيادة السنوية في المساحة المشجرة. وبذلك سوف تبلغ كمية الزيادة في حيز الغابات للكربون في عام 2030 نحو $74136 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ ، وهي تساوي 43% من حيز الكربون في الغابات في عام 2006 (الجدول 7).

يشير ميزان الكربون في قطاع الزراعة في سورية إلى أن صافي حيز الكربون (CO_2) وانبعاث وتخفيف غازات الاحتباس الحراري يساوي فائضا في كمية الكربون المحجوز في الغابات يبلغ $107282 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ في عام 2006، و سوف يزداد في عام 2030 بكمية تساوي $60776 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ ، أي أن مجموع الفائض في حيز الكربون في الغابات في عام 2030 سوف يصل إلى $168058 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ (الجدول 7).

يبين ميزان الكربون أن مجموع انبعاث غازات الاحتباس الحراري سوف يبلغ نحو $81410 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ مكافئ في عام 2030 بدون اجراءات التخفيف وسوف تتخفض هذه الكمية إلى $76517 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ نتيجة لأجراءات التخفيف التي تقوم بها الدولة ولإنتاج الغاز الحيوي من فضلات بعض الحيوانات الداجنة واستعماله كمصدر للطاقة (الجدول 7). أي أن صافي الزيادة في انبعاث الغازات في عام 2030 عن الانبعاث في عام 2006 تساوي 21%. وبالرغم من أن حيز الكربون في الغابات أكبر من ذلك بكثير إلا أننا يجب العمل على تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من الأراضي والتسميد و استهلاك الطاقة مع السعي لزيادة الإنتاج لتأمين احتياجات المجتمع المتنامية من الغذاء والمنتجات الزراعية الأخرى. كما يجب السعي الحثيث لزيادة حيز الكربون للتخفيف من الزيادة الحالية والمتوقعة في انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة والقطاعات الأخرى.

لقد بذلت الحكومة السورية جهوداً عظيمة في السنوات العشر الماضية لمكافحة تدهور وتصحر الأراضي والتخفيف من انبعاث الكربون C والأزوت N وحدة التغير المناخي من خلال مشاريع التشجير، وإعادة تأهيل المراعي ومنع فلاحتها، وتثبيت الكتبان الرملية، وإنشاء الأحزمة الخضراء ومصدات الرياح، وتحفيز شبكات الري بالرش والتنقيط وغيرها من تقانات الري الحديثة، والسعي لإدخال نظم زراعية مستدامة كالزراعة الحافظة، وسن القوانين واللوائح لحماية المراعي والغابات والأراضي الزراعية. غير أن هذه الجهود لا تزال محدودة بالمقارنة مع حجم وخطورة التدايعات المتوقعة، وتقتصر على مشاريع موزعة هنا وهناك وتغطي جزءا صغيرا من مساحة الأراضي المتدهورة والمعرضة للتدهور وغير الصالحة للزراعة، [19 و 20]. وأما في مجال الطاقة فلا تزال الجهود قاصرة عن أن تؤدي إلى النتيجة المرجوة من توفير مستلزمات التنمية والحد من زيادة انبعاث غازات الاحتباس الحراري. ولتجاوز ذلك نحتاج إلى تطبيق العديد من الإجراءات والوسائل لتطوير النظم الزراعية والغابات والمراعي واستهلاك الطاقة بما يحقق زيادة حيز الكربون والتخفيف من انبعاث C و N مع المحافظة على ضرورات التنمية.

الجدول رقم 7. ميزان انبعاث وحجز وتخفيف غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في عام 2006 وتوقعات عام 2030 بناء على إجراءات الوضع الراهن

2030 ^{1,2,3}		2006 ¹	النشاط الزراعي
كمية (Gg) تخفيف انبعاث مكافئ CO ₂	الزيادة عن 2006 (Gg) في انبعاث (+) أو حجز (-) مكافئ CO ₂	كمية (Gg) انبعاث (+) أو حجز (-) مكافئ CO ₂	
0	11715.4 +	11178.6 +	أراضي مزروعة وتسميد
0	0	42343 +	حرق وتحويل الغابات والمراعي لزراعة المحاصيل
227.6 -	0	227.6 +	حرق السافانا
1322 -	0	1322 +	حرق بقايا المحاصيل
1549.6 -	11715.4 +	55071.2 +	مجموع إدارة الأراضي
0	4945.9 +	3490 +	الحيوانات الداجنة
1549.6 -	16661.3 +	58561.2 +	مجموع الأنشطة الزراعية
25.1 -*	1592.2 +	4595 +	الطاقة
0	18253.5 +	63156.2 +	مجموع انبعاث الكربون
3318.7 -	0	0	استعمال الغاز الحيوي
4893.4 -	0	0	مجموع التخفيف (-)
13360.1 +		63156.2 +	صافي التخفيف (-) والانبعاث (+)
74136.0 -		170438.1 -	حجز الغابات للكربون ⁴
60775.9 -		107281.9 -	صافي التخفيف (-) و الحجز (-) و الانبعاث (+)

¹ القيم من الفقرة (2.3)، (4)، (14) والجدول (4). ² قيم الزراعة من الجدول (4). ³ قيم الطاقة من الجدول (5). ⁴ المصدر [4]. * التخفيف من تطوير تقانات وأساليب الري.

1.5. إجراءات لزيادة حجز الكربون (C)

تعتبر تنمية الغطاء النباتي الطبيعي في الغابات والمراعي العامل الأساسي في زيادة حجز الكربون و خفض تركيزه في الجو. كما يعتبر تطوير النظم الزراعية العامل الثاني بالأهمية في زيادة حجز الكربون. فالكربون المحجوز في التربة (1580 Gt) يساوي ضعف الكربون الموجود في الجو وتقريبا 3 أمثال الكربون الموجود في الغطاء النباتي [21]. ولذلك علينا اتخاذ كل الإجراءات والوسائل لتنمية الغابات والمراعي.

1.1.5. تنمية الغابات وزيادة مساحتها

تشكل الغابات والحراج أصغر (0.502 مليون هـ) أنواع استعمالات الأراضي في سورية، منها 0.233 مليون هكتار غابات طبيعية قديمة و 0.269 مليون هكتار غابات حديثة ناتجة عن خطة الدولة للتشجير [7]. وتغطي الأشجار عريضة الأوراق 75.5% من مساحة الغابات والمخروطيات و 24.5%. وتغطي أشجار السنديان بمفردها 58% من المساحة الكلية للغابات في حين تغطي الصنوبريات 27% والبطم الأطلسي 8% والباقي متفرق [9]. وتتقسم حالة الغابات الطبيعية إلى ثلاث مجموعات؛ (1) غابات أوجيه أو شبه أوجيه ونسبة التغطية النباتية فيها شبه كاملة وتبلغ 25% من مسحة الغابات الطبيعية، (2) في حالة الماكي وتبلغ 50% من المساحة، (3) متدهورة جدا ولا تشكل مجتمعا غابويا وتبلغ 25% من المساحة. وبالرغم من زيادة مساحة الغابات إلا أن حصة الفرد من الغابات انخفضت بنسبة 40% في عام 2006 [18]

تعتبر الغابات المخزن الأساسي للكربون على اليابسة، ويقدر المعدل السنوي لكمية الكربون التي تحجزها الغابات في الهكتار في سورية بما يساوي 2.25 طن كربون(C)/هكتار/سنة، والتي تساوي 8.25 طن CO₂ / هكتار/ سنة. وتبلغ نسبة مساهمة الأشجار عريضة الأوراق فيها نحو 28% ومساهمة

المخروطيات نحو 72%. مما يشير إلى أن المخروطيات تخزن الكربون أكثر بـ 2.6 مرة من عريضة الأوراق لأن معدل نموها السنوي يفوق نمو عريضة الأوراق بهذه النسبة [7]. مما يشير إلى ضرورة زيادة نسبة المخروطيات في برامج التشجير لحجز كمية أكبر من الكربون.

يتوزع الكربون المحتجز في الغابات على النحو التالي؛ 44% في الكتلة الحية فوق الأرض و 6% في الخشب الميت و 4% في فرشاة الغابة و 46% في التربة لعمق 30 سم [7]. و لذلك تعتبر حماية التربة من الانجراف والتدهور من أهم الأدوار البيئية للغابات بالإضافة إلى حجز الكربون. كما أن القيمة الاقتصادية للغابات في سورية تكمن في حماية التربة والماء وحجز الكربون. حيث بلغت قيمة مجمل الدخل المباشر منها نحو (يورو) 7.6 مليون €/سنة، و مجمل الدخل غير المباشر منها (محسوب من تكاليف الضرر الذي تحدثه السيول وانجراف التربة نتيجة لتدهور الغابات أو تحويلها للزراعة) نحو 45.1 مليون €/سنة [22] وتتوزع قيم الدخل المباشر على النحو التالي: 45% قيمة نمو الأخشاب، و 26% قيمة ثمار الكستناء والغار والأس وأوراق الزعتر، و 19% قيمة نباتات طبية وعطرية، و 3.5% قيمة أخشاب للصناعة، و 2.3% قيمة عسل، و 2.2% قيمة الرعي، و 2% قيمة خشب للوقود ولإنتاج الفحم مرخص وغير مرخص. وتشكل قيمة حماية التربة ومنع ضرر السيول 94% من الدخل الغير مباشر للغابات والباقي (6%) قيمة حجز الكربون.

مما تقدم نستخلص الإجراءات التالية لتنمية الغابات:

- التوسع في مشاريع التشجير لتشمل أيضا المساحات التي تستلح لزراعة أشجار مثمرة لأن المردود البيئي للغابات من حيث حجز الكربون وحماية التربة وحفظ الماء والحد من التدهور وتداعيات التغير المناخي أهم من إنتاج الأشجار المثمرة غير المستدام. كما أنه يمكن الاستعاضة عن الدخل من زراعة الأشجار المثمرة بمصادر الدخل المباشر الذي تقدمه الغابات المذكورة أعلاه.

- زيادة نسبة المخروطيات وتخفيف عريضات الأوراق في المساحات المزروعة.

- إعادة زراعة المناطق المتدهورة في الغابات بما فيها المناطق المحروقة.
- إدخال أشجار جديدة متحملة للظروف المناخية المحلية و ذات كفاءة إنتاجية أعلى لتشمل جميع المناطق وتغطي المساحات المحددة لذلك في خطة قصيرة الأمد.
- منع الاستثمار الصناعي لخشب أشجار الغابات لاستدامة وتنمية الغطاء النباتي في الإنتاج والتنوع حيث أن القيمة الاقتصادية لحماية التربة ومنع السيول تساوي نحو 150 مرة أكثر من دخل الأخشاب، ومجمل الدخل من ثمار وأوراق بعض الأشجار والشجيرات والعسل والنباتات الطبية والعطرية يساوي نحو 14 مرة أكثر من دخل الأخشاب. وإذا كان لابد من الاستثمار الصناعي للأخشاب فلا بد من أن يكون ضمن نظم وإجراءات مقننة تتضمن خطة لقطع الأشجار وزراعة المناطق المقطوع بالأشجار من نفس النوع.
- العمل على تنمية مجالات الدخل المباشر المستدامة في الغابات كالنباتات الطبية والعطرية، وثمار وأوراق بعض الأشجار والشجيرات وإنتاج العسل مما يؤمن دخلاً للسكان ويشجعهم على حماية الغابات.

2.1.5. تنمية المراعي الطبيعية

تعتبر المراعي الطبيعية النمط الأكبر من استعمالات الأراضي في سورية فهي تغطي 44% من مساحة سورية، وأدى تدهورها إلى فقدانها 90% من الغطاء النباتي و 230 كغ/هكتار من المادة النباتية. وهذا يشير إلى انخفاض هائل في حيز الكربون (الجزء المتبقي بعد الرعي المقنن) وأن العمل على استعادة قدرة المراعي الإنتاجية وتطويرها سيساهم في زيادة حيز الكربون بما لا يقل عن ضعف كمية الكربون الذي تحجزه في الوضع الراهن، والذي يمكن تحقيقه من خلال الإجراءات التالية:

- توسع كبير في مشاريع إعادة تأهيل واستزراع البادية لتشمل كامل المساحات التي تحتاج لذلك ضمن خطة خمسية أو عشرية على الأكثر.
- إدخال نباتات جديدة ذات كفاءة إنتاجية عالية ومتحملة للظروف المناخية المحلية بالإضافة للنباتات المحلية في مشاريع إعادة تأهيل واستزراع البادية لاستعادة الغطاء النباتي الطبيعي وتحسينه في المناطق المختلفة.
- توسع كبير في المساحات المحمية في البادية وذلك لاستعادة التنوع الحيوي فيها والاستفادة منه في برامج إعادة تأهيل المناطق المتدهورة.
- منع قطع الأخشاب في البادية لاستدامة وتنمية الغطاء النباتي في الإنتاج والتنوع.
- تنظيم الرعي من حيث الموعد كي لا يحدث في فترة الأزهار والتبرعم، ومن حيث معدل الحيوانات في المرعى ومدة الرعي، وذلك للمحافظة على استدامة وتحسن نوع وإنتاج الغطاء النباتي.

- وضع وتطوير برامج التطوير الوراثي للاستفادة من الأنواع المحلية والعالمية في إنتاج نباتات أكثر تحملا للجفاف وأكثر كفاءة في الإنتاج في الظروف الجافة.

- نشر تقانة إنتاج الغاز الحيوي من فضلات الحيوانات كمصدر للطاقة لدى سكان البادية المقيمين و الرحل لكي يساهم في عدم الاعتماد على قطع وجمع الأخشاب التي تخزن الكربون.

3.1.5. نشر وتطبيق الزراعة الحافظة في الأراضي الزراعية

يساهم تطبيق نظام الزراعة الحافظة (راجع الفقرة 4) بدلا من النظم الحالية في الأراضي الزراعية في زيادة حجز الكربون في التربة بنسبة 74%، من خلال التالي:

- زيادة تراكم المادة العضوية في التربة بنسبة 0.1-0.2 % سنويا حتى الإشباع.

- زيادة الكتلة الحية ونشاطها في التربة.

2.5. إجراءات لتخفيف انبعاث الكربون و الآزوت (C و N) في قطاع الزراعة في سورية

إن خفض تركيز ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e) في الجو لا يمكن تحقيقه بزيادة حجز الكربون دون ضبط الاستمرار في زيادة انبعاث غازات الاحتباس الحراري، ولذلك يجب القيام بإجراءات واعتماد الوسائل التي تساعد على تخفيف انبعاث هذه الغازات جنبا إلى جنب مع كل ما يساعد على زيادة حجز الكربون. ومن الفقرة 4 نجد أن تطبيق الإجراءات والوسائل التالية ستساعد على تخفيف انبعاث C و N :

1.2.5. نشر وتطبيق الزراعة الحافظة في الأراضي الزراعية

يؤدي تطبيق نظام الزراعة الحافظة بدلا من النظم الحالية في الأراضي الزراعية إلى تخفيف انبعاث C و N على النحو التالي:

- تخفيف انبعاث CO_2 مكافئ في عام 2030 بنسبة 3% تقريبا من خلال خفض استهلاك الطاقة في الفلاحة وفي الري الزراعي (الجدولين 6 و 7).

- زيادة الكتلة الحية ونشاطها في التربة ومنها الكائنات المثبتة للأزوت الجوي والتي سيزداد تثبيتها للأزوت بزيادة تثبيت الكربون.

- خفض درجة حرارة سطح التربة، نتيجة لتغطيتها ببقايا المحاصيل والنباتات، مما يساعد في خفض معدل تحلل المادة العضوية وبالتالي خفض انبعاث C و N.

- أغناء التربة بالأزوت نتيجة إدخال محاصيل بقوليه تثبت الأزوت الجوي في الدورة الزراعية (إحدى أسس الزراعة الحافظة) وبذلك تقدم جزءا من حاجات كائنات التربة الدقيقة للأزوت فلا تفك البروتينات في التربة لتحصل على حاجتها من الأزوت فتتخفف معدلات إطلاقه من التربة.

2.2.5. إنتاج الغاز الحيوي

بين تقدير إنتاج الغاز الحيوي (CH_4) من بعض فضلات الحيوانات الداجنة التي تربي في حظائر واستعماله كوقود بأن ذلك سيساهم في تخفيف انبعاث CO_2 مكافئ في عام 2030 بنسبة 4%، ويمكن أن تزداد مساهمته بتحسين كفاءة إنتاجه واستعماله وزيادة كمية الفضلات التي يمكن استثمارها (الجدول 7). كما يمكن لتطبيقه عند سكان البادية أن يخفف أيضا من انبعاث C وN من فضلات الحيوانات التي يربونها.

3.2.5. تحسين كفاءة استعمال الآليات الزراعية للوقود

تساعد كفاءة الآليات الجيدة في استعمال الوقود على خفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري بشكل مباشر من خلال جودة الاحتراق، وبشكل غير مباشر من خلال التوفير في استهلاك الطاقة. ويمكن تحقيق ذلك من خلال التالي:

- تأمين الصيانة الدورية اللازمة للآليات الزراعية وخاصة الجرارت.

- العمل على تحديث الآليات الزراعية.

3.5. تقليل استعمال الأسمدة في سورية

تساهم الأسمدة الأزوتية الكيميائية والعضوية في زيادة انبعاث N من التربة وخاصة في الفترات الدافئة وفي حال زيادة معدلات إضافتها للتربة وبطرق تعرضها للتفكك و الانبعاث إلى الجو. ولذلك علينا التخفيف من الحاجة إلى إضافتها للتربة أو تحسين طرق إضافتها بالإجراءات التالية.

1.3.5. نشر وتطبيق الزراعة الحافظة في الأراضي الزراعية

يساهم تطبيق نظام الزراعة الحافظة بدلا من النظم الحالية في الأراضي الزراعية في تقليل استعمال الأسمدة من خلال التالي:

- حماية العناصر الغذائية في التربة من الضياع مع انجراف التربة من خلال خفض جريان الماء السطحي بنسبة 90%. ومن خلال الحد من رشها مع الماء نتيجة لتحسين بنية وقوام التربة وزيادة المادة العضوية فيها.

- تحسين محتوى التربة من الأزوت من خلال إدخال محاصيل بقوليه في الدورة الزراعية (إحدى أسس الزراعة الحافظة) والتي تقوم بتثبيت الأزوت الجوي وإضافته للتربة، مما يوفر جزءا من حاجات كائنات التربة الدقيقة للأزوت والمحصول.

2.3.5. استعمال طرق أكثر كفاءة لإضافة الأسمدة

هناك العديد من الطرق لإضافة الأسمدة تساعد على خفض انبعاث N منها للجو، ولكن لا تتوفر المعلومات المطلوبة لتقدير كمية انبعاث N منها في ظروفنا المحلية، غير أن الدراسات العالمية تبين أن التسميد الجيد يؤدي إلى خفض انبعاث N_2O بين 30-40% من كمية الانبعاث التقليدية، ومن أهم هذه الطرق ما يلي:

- حقن الأسمدة تحت التربة.
- إضافة الأسمدة مع مياه الري.
- إضافة الأسمدة ضمن المعدلات المناسبة.
- اختيار الأسمدة الأزوتية الأقل عرضة للتطاير تبعاً لظروف الموقع.
- إضافة الأسمدة الأزوتية على أكثر من دفعتين

3.3.5. إدخال تربية المواشي ضمن النظام الزراعي

يتضمن هذا النظام زراعة محاصيل علفية من ضمنها محاصيل بقولية تثبت الأزوت الجوي ضمن الدورة الزراعية وترعاها الحيوانات فتساهم فضلاتها بتسميد الأراضي أيضاً، أو يتم حش المحاصيل العلفية وتقديمها كعلائق للحيوانات في الحظائر فتقتصر المساهمة في تحسين خصوبة التربة على ما تقدمه البقوليات من أزوت للتربة. وفي كلا الحالتين تنخفض حاجة التربة للأسمدة.

وتقدر مساهمة فضلات الحيوانات المدخلة ضمن النظام الزراعي لترعى المحاصيل العلفية بخفض كمية السماد الأزوتي الذي يضاف للمحاصيل بما يساوي 13.7 طن N/سنة [(محسوبة على أساس ما يمكن أن تقدمه فضلات الحيوانات المدخلة في النظام والتي من المتوقع أن لا تزيد نسبتها عن 20% من عدد كل من الأبقار الحلوب و غير الحلوب و5% من الأغنام في عام 2030 (الجدولين الملحقين 8 و 10)]. وبالتالي ستساهم في خفض انبعاث N بالمقارنة مع الأسمدة الأزوتية الكيميائية. غير أنه لا تتوفر لدينا المعلومات المحلية عنها لكي نحدد قيمة التخفيف الحاصل في انبعاث N.

4.5. السيناريوهات الممكنة لخفض انبعاث غازات الاحتباس الحراري وزيادة حيز الكربون وتقليل استعمال الأسمدة في قطاع الزراعة في سورية بين 2006 - 2030

نستطيع مما تقدم أن نضع ثلاث سيناريوهات تعرض ما يمكن أن يحدث بشأن حيز الكربون وتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري وتقليل استعمال الأسمدة في قطاع الزراعة في سورية.

1.4.5. السيناريو الأول: الاستمرار في الوضع الراهن وإنتاج الغاز الحيوي

يستمر نشر إنتاج الغاز الحيوي و تطبيق النظم الحالية في الإنتاج الزراعي و اجراءات الحد من تدهور الأراضي وتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة والتي يمكن تلخيصها بالتالي:

- الاستمرار في تبوير جزء من الأراضي الزراعية المستثمرة والذي يتراوح بين 0.62 - 0.96 مليون هكتار .
 - الاستمرار في تطبيق الفلاحة الحالية العديدة والعميقة.
 - الاستمرار في زيادة عدد الجرارات دون توفير الصيانة اللازمة لمنع تدني كفاءتها في استعمال الطاقة.
 - الاستمرار في السياسات و البرامج الحالية في إدارة الري الزراعي ونشر و تطبيق تقانات الري الحديثة وتحسين طرق الري التقليدية والتي ستساهم في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري بما يساوي 25 Gg CO₂ مكافئ في عام 2030(الجدول6) .
 - التوسع في تربية الدجاج والمواشي.
 - الاستمرار بزراعة بنفس المحاصيل وتتابعها.
 - الاستمرار بالتوسع في البيوت البلاستيكية.
 - الاستمرار بخطط التشجير و "استصلاح الأراضي".
 - الاستمرار بالرعي المبكر والجائر و احتطاب البادية.
 - الاحتطاب من الغابات والتساهل حين التعدي عليها.
 - الاستمرار بالتسميد دون التقيد بالتوصيات.
 - منع حرق بقايا المحاصيل و السافانا مما يخفف انبعاث غازات الاحتباس الحراري بما يساوي 1550 Gg CO₂ المكافئ (الجدول7) .
 - إنتاج الغاز الحيوي كمصدر للطاقة من فضلات الحيوانات التي تربي في حظائر والذي سيخفف انبعاث غازات الاحتباس الحراري بما يساوي 3319 Gg CO₂ المكافئ في عام 2030 (الجدول6) .
- وبذلك يبلغ مجمل ما يخففه هذا السيناريو من انبعاث غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 نحو 4894 Gg CO₂ مكافئ.

2.4.5. السيناريو الثاني: اعتماد الزراعة الحافظة و تطبيقها بما في ذلك إدخال تربية الحيوانات في النظام الزراعي في الأراضي الصالحة للزراعة فقط بدلا من النظم الحالية وهذا يحتاج لمدة تتراوح بين 5-10 سنوات.

سيضيف هذا السيناريو إلى الإجراءات القائمة، بمنع حرق السافانا وبقايا المحاصيل وتطبيق الأساليب و التقانات الحديثة في الري الزراعي وإنتاج الغاز الحيوي، الإجراءات التالية لزيادة تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من القطاع الزراعي :

- سيساهم تطبيق الزراعة الحافظة في زيادة تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في الزراعة بما يساوي 2198 Gg CO₂ مكافئ في عام 2030 (الجدول 6).

- وسيؤدي إدخال تربية الحيوانات ضمن النظام الزراعي إلى خفض إضافة الأسمدة الكيميائية بما لا يقل عن 13.7 طن N/سنة (راجع الفقرة 3.3.5). ولكن ليست لدينا قياسات محلية لتقدير كمية تخفيف انبعاث N عن إضافة الأسمدة الكيميائية.

- كما أن تطبيق الزراعة الحافظة يساهم في تقليص كمية الأسمدة المستعملة من خلال تحسين خصوبة التربة، ولكن ليست لدينا قياسات محلية لتقدير كمية التقليل و تخفيف انبعاث N الناتج عن إضافة الأسمدة الكيميائية .

و هكذا ستزداد كمية تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في عام 2030 عن مجموع تخفيف الانبعاث في السيناريو الأول لتبلغ 7092 Gg CO₂ مكافئ دون حساب التخفيف الذي يمكن أن ينتج عن خفض استعمال الأسمدة.

كما أن تطبيق الزراعة الحافظة سوف يزيد من حيز الكربون في الأراضي الزراعية بنسبة 74 %، غير أننا لن نستطيع تقدير كمية الزيادة هذه لأن كمية حيز الكربون في أراضينا غير مقدرة بعد.

3.4.5. السيناريو الثالث: اعتماد الزراعة الحافظة و تطبيقها في الأراضي الصالحة للزراعة والغابات والمراعي بدلا من النظم الحالية بما في ذلك إدخال تربية الحيوانات وهذا يحتاج لمدة تتراوح بين 5-10 سنة.

سيضيف هذا السيناريو إلى الإجراءات القائمة، بمنع حرق السافانا وبقايا المحاصيل وتطبيق الأساليب و التقانات الحديثة في الري الزراعي وإنتاج الغاز الحيوي، الإجراءات التالية لزيادة تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من القطاع الزراعي :

- إجراء آت التخفيف المذكورة في السيناريو الثاني والتي تساهم في تخفيف الانبعاث بما يساوي 2198 Gg CO₂ المكافئ ، وكمية غير مقدرة من خفض استعمال الأسمدة بما يساوي 13.7 طن N /سنة.

- التخفيف الناتج عن عدم تحويل الغابات والمراعي إلى أراض زراعية بعد احتراقها وتحسب من طرح الانبعاث الناتج عن الحرائق من مجمل الانبعاث الناتج عن الحرق وتحويل الغابات والمراعي إلى أراض زراعية. ويقدر الانبعاث الناتج فقط عن الاحتراق في الغابات بما يساوي 15 Gg CO₂ مكافئ (محمود 2009) ، ومنه فان تخفيف الانبعاث الناتج عن عدم تحويل الغابات والمراعي إلى أراض زراعية يساوي 42328 Gg CO₂ مكافئ (الجدول 7).

- التخفيف الناتج عن نشر إنتاج الغاز الحيوي مع الرعاة المتقلين وسكان البادية مما يزيد من كمية إنتاجه من استعمال جزء من فضلات الحيوانات التي ترعى في البادية والتي يتوقع أن تساوي كمية الفضلات التي تطرحها الحيوانات أثناء تجمعها للاستراحة من الرعي والذي يمكن أن يساوي 20% من مجمل فضلات كل من الماعز والأغنام التي تربي بالرعي. ومنه فإن كمية الغاز الحيوي المنتج منها تساوي $1.45 \text{ CH}_4 \text{ Gg}$ والتي تخفف من انبعاث غازات الاحتباس الحراري ما يساوي $118 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ مكافئ (راجع إنتاج الغاز الحيوي).

وبذلك تبلغ زيادة تخفيف انبعاث الغازات في عام 2030 في هذا السيناريو عن السيناريو الأول نحو $44644 \text{ CO}_2 \text{ Gg}$ مكافئ، ومنه فإن مجموع التخفيف الذي ينتج عن هذا السيناريو واجراءات التخفيف في السيناريو الأول تساوي 49538 Gg CO_2 مكافئ.

كما أن تطبيق الزراعة الحافظة في المراعي والغابات سوف يزيد من حجز الكربون فيها أيضا لأنها تشمل على إعادة تأهيل الغابات والمراعي المتدهورة وإعادة تشجير مكان الحرائق، غير أن تقدير كمية الزيادة هذه غير ممكن حاليا لعدم توفر قياسات محلية عن كمية حجز الكربون.

4.4.5. مقارنة تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في السيناريوهات الثلاث

تبين السيناريوهات الثلاث الممكن حدوثها أنه ستقتصر مساهمة السيناريو الأول في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري على كمية تساوي 4894 Gg CO_2 مكافئ، وتؤدي مساهمة السيناريو الثاني إلى زيادة كمية التخفيف لتبلغ 7092 Gg CO_2 مكافئ، في حين تؤدي مساهمة السيناريو الثالث إلى زيادة كمية التخفيف لتصبح 49538 Gg CO_2 مكافئ. وذلك دون حساب مساهمة خفض استعمال الأسمدة في السيناريو الثاني والثالث. وهذه القيم تشير إلى فروق كبيرة في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري فكمية التخفيف في السيناريو الثاني تساوي 1.5 مرة كمية التخفيف في السيناريو الأول. وكمية التخفيف في السيناريو الثالث تساوي تقريبا 10 أمثال كمية التخفيف في السيناريو الأول، و7 أمثال كمية التخفيف في السيناريو الثاني. كما أن تخفيف الانبعاث الذي يحدثه كل سيناريو يساوي نسبة من كمية زيادة انبعاث CO_2 مكافئ في عام 2030 تبلغ 27% في السيناريو الأول و 39% في السيناريو الثاني و 271% في السيناريو الثالث. مما يؤكد على أهمية تطبيق السيناريو الثالث.

5.5. الآثار الاقتصادية والمناخية والبيئية للإجراءات

ستؤدي هذه الأجراء آت إلى آثار ايجابية تنعكس على الوضع الاقتصادي والمناخي والبيئي في سورية عامة والقطاع الزراعي خاصة ، لأنها تشمل تطوير وتنمية جميع الأنشطة في قطاع الزراعة ، مما سيؤثر بشكل مباشر على العاملين فيه وبشكل غير مباشر على العاملين في القطاعات الأخرى.

1.5.5. الآثار الاقتصادية

- سيؤدي خفض استهلاك الطاقة في إنتاج المحاصيل بهذه النسبة العالية (65%) مع المحافظة على معدل الإنتاج أو زيادته إلى خفض تكاليف الإنتاج وبالتالي سيزداد ربح المنتج مما يساهم في تحسين قدرته على تأمين احتياجاته المعيشية. كما أن انخفاض تكلفة إنتاج السلع الزراعية سيساعد في انخفاض أسعارها مما سيساعد على إتاحتها لشرائح واسعة من المجتمع وبالتالي تحسين مستواها الغذائي.

- كما أن تحسين خصوبة التربة واستبدال جزءا من الأسمدة الكيماوية بفضلات الحيوانات التي ترعى المحاصيل العلفية سيؤدي إلى خفض كميات الأسمدة المستعملة مما سيساهم أيضا في خفض تكاليف الإنتاج وزيادة إضافية في دخل المنتجين.

- يؤدي تحسين قدرة التربة على حفظ الماء والحد من جريان الماء السطحي إلى زيادة الماء المتاح للمحاصيل مما يساعد على زيادة الإنتاج دون زيادة التكاليف، وبذلك يزيد دخل المنتج وتتنخفض قيمة السلع مما يساهم في إتاحة السلع وخاصة الغذائية منها لشرائح واسعة من المجتمع.

- وكذلك يؤدي توفير في احتياجات المحاصيل لمياه الري إلى خفض تكاليف الإنتاج من جهة، وإلى

إتاحة كمية الماء الموفرة لاستعمالات أخرى منها زيادة المساحة المروية أو زيادة عدد المحاصيل في السنة. وهذا سيساهم في زيادة دخل المزارعين، وفي خفض أسعار السلع مما يزيد من إتاحة السلع لشرائح أوسع من المجتمع.

- إن إنتاج الغاز الحيوي من فضلات الحيوانات في المزارع والبادية كأحد مصادر الطاقة يساهم في توفير بعض تكاليف الطاقة اللازمة وبذلك يساهم في زيادة دخل المزارعين و مربو الماشية.

- إن إعادة تأهيل المناطق المتدهورة من الغابات وزيادة مساحة الغابات يساهم في زيادة توفير فرص الاستثمار المستدام للنباتات الطبية والعطرية وثمار وأوراق بعض الأشجار والشجيرات وتربية النحل في الغابات، مما يساهم في تحسين دخل السكان وتأمين احتياجاتهم المتنوعة.

- كما تساهم إعادة تأهيل الغابات والمراعي في حماية التربة من الانجراف والحد من السيول مما يقلل الخسائر الناجمة عنها في حقول المزارعين والبني التحتية للخدمات.

2.5.5. الأثار المناخية والبيئية

- تساهم تنمية المراعي والغابات في زيادة حفظ الماء و حجز الكربون مما يساعد على تخفيف حدة حرارة الصيف وبرودة الشتاء وهذا يساعد على تحسين الإنتاج في الأراضي المجاورة. كما تساهم في تحسين نسبي في الرطوبة الجوية ومعدلات هطول الأمطار.

- وتساهم تنمية المراعي والغابات أيضا في حفظ التنوع الحيوي.

- كما تساهم تنمية الأراضي الزراعية في زيادة حيز الكربون وتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري مما يساعد على تخفيف تداعيات التغير المناخي.

- وتساعد تنمية الأراضي الزراعية أيضا في الحد من تلوث المياه الجوفية وخاصة رشح أكاسيد الأوزون إليها، والحد من تدهور الأراضي التصحر.

6.5. معوقات تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة في سورية

هناك العديد من العوامل التي تعيق تطبيق الأجراء آت المناسبة لتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة في سورية ويمكن ذكر أهمها:

- مركزية الحوكمة و الإدارة.
- الأسلوب أحادي الجانب في معالجة القضايا عامة والبيئية خاصة.
- نقص الخبرات في كل المجالات وخاصة البيئية منها.
- عدم تفعيل دور العلم الحديث في إدارة وتنمية الموارد ووضع الخطط والبرامج لمواجهة التحديات في الأمن الغذائي والتدهور البيئي وتداعيات التغير المناخي.
- ضعف ونقص الموارد المالية المخصصة لتنمية وحماية الموارد الطبيعية ولتطوير سبل الاستثمار المستدام لهذه الموارد.
- نقص الوعي لأهمية البيئة باعتبارها الحاضن لحياة وتطور الإنسان وجميع الأنشطة البشرية وليست جزءا منها وأن بقاء ورفاه المجتمع البشري مرهون باستدامتها وتنميتها.

6. الاستنتاجات

تعتبر إدارة الأراضي الزراعية بطريقة غير ملائمة وغير مستدامة، من حيث عمق وعدد الفلاحات والتسميد و أنواع المحاصيل وعدم تطبيق الدورة الزراعية المناسبة والتبوير (السيبات) و حرق بقايا المحاصيل، المسبب الأكبر في انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة. كما تعتبر حرائق الغابات والمراعي وتحويلها إلى أراض زراعية المسبب الهام الثاني في انبعاث تلك الغازات في قطاع الزراعة. وسوف يتوقف حرق بقايا المحاصيل و السافانا مما يوقف انبعاث الغازات الناتجة عن ذلك، في حين سيزداد الانبعاث من الأراضي الزراعية والتسميد نتيجة لاستكمال استثمار الأراضي الصالحة للزراعة، وسوف يبقى انبعاث الغازات من حرائق الغابات والمراعي وتحويلها إلى أراض زراعية على ما هو عليه.

يساهم استهلاك الطاقة في قطاع الزراعة بجزء محدود من انبعاث غازات الاحتباس الحراري في هذا القطاع. وتعتبر الفلاحة غير المناسبة والتي ساهمت بشكل كبير في تدهور الأراضي المستهلك الأول للطاقة في قطاع الزراعة في سورية والمسبب الرئيسي لانبعاث غازات الاحتباس الحراري منها ويجب خفضه. كما تساهم كفاءة الري الزراعي المتدنية، وكفاءة العزل الحراري المتدنية في المداجن والبيوت البلاستيكية ومخازن المنتجات الزراعية، وكفاءة المحركات المتدنية للحاصدات الدراسات ولمراكب الصيد في زيادة انبعاث الغازات. وسوف يزداد استهلاك الطاقة بزيادة ونمو هذه الأنشطة وبالتالي سيزداد انبعاث غازات الاحتباس الحراري من جميعها ما عدا الري الزراعي الذي من المتوقع عدم تزايد لمحدودية المياه وتنامي الطلب عليها للاستعمال البشري والقطاع الصناعي.

وتساهم الحيوانات الداجنة أيضا في إطلاق نسبة محدودة من غازات الاحتباس الحراري مباشرة منها ومن فضلاتها أيضا. وستزداد أعداد الحيوانات الداجنة تلبية لتزايد احتياجات النمو السكاني ما عدا الخيول والبغال والحمير التي سيتناقص عددها. وهذه الزيادة ستؤدي إلى زيادة كبيرة في مساهمتها في كمية انبعاث الغازات تساوي 4 أمثال ما هي عليه الآن.

يعتبر التوسع في إنتاج الغاز الحيوي من الإجراءات الهامة التي تعتمدها وزارة الزراعة لأن ذلك سيسهم في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري بنسبة مفيدة ستتزايد بتزايد عدد الحيوانات وزيادة كفاءة عملية إنتاج الغاز وحرقة. كما أن الجهود الكبيرة التي تبذلها الدولة لتخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من خلال تطوير طرق الري التقليدي ونشر تقانات وطرق الري الحديثة و منع حرق السافانا وبقايا المحاصيل ستؤدي إلى مساهمة محدودة نسبيا في تخفيف انبعاث تلك الغازات ولكنها مفيدة. ولذلك يجب السعي لإيجاد وتطبيق طرق أو العمل على تطوير النظم الزراعية القائمة لما يحقق تخفيف أكبر قدر ممكن من انبعاث غازات الاحتباس الحراري دون إعاقة تحقيق التنمية الزراعية والأمن الغذائي الوطني والعربي.

يساعد تطبيق الزراعة الحافظة في الأراضي الزراعية والغابات والمراعي وإدخال تربية الحيوانات الداجنة في النظام الزراعي على تخفيف معظم انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة. وذلك من خلال تحسين إدارة التربة، وإعادة تشجير المواقع المحروقة في الغابات، وإعادة تأهيل المناطق المتدهورة في المراعي، و خفض الجزء الأكبر من استهلاك الطاقة في الفلاحة ونسبة من استهلاك الطاقة في الري الزراعي، وخفض كمية الأسمدة الكيميائية المستعملة. كما سيساعد خفض استهلاك الطاقة وخفض استعمال الأسمدة على تخفيف تكاليف إنتاج السلع الزراعية مما سيساعد على تحسين دخل المزارعين و إتاحة المنتجات الزراعية لعدد أكبر من شرائح المجتمع، وبذلك تتحسن الحالة الغذائية والمعيشية للمجتمع.

إن إستراتيجية التشجير التي تعتمدها الدولة أدت إلى مضاعفة مساحة الغابات في سورية خلال العقود الستة الماضية مما ساهم في زيادة حجز الكربون، ولكنها لم تلحظ ضرورة إعادة تشجير المناطق التي احترقت من الغابات. كما أنه يجب العمل على زيادة المساحة السنوية المشجرة وزيادة نسبة المخروطيات في أنواع الأشجار المزروعة لزيادة حجز الكربون وبالتالي تمكين السيطرة على زيادة انبعاث غازات الاحتباس الحراري بالمحافظة على تفوق دائم في حجز الكربون مقارنة مع انبعاثه و تخفيف تداعيات التغير المناخي.

7. المقترحات

بالرغم من المعوقات وتشابك مقومات التنمية المستدامة والوضع الراهن للموارد الطبيعية وتداعيات التغير المناخي ومتطلبات النمو السكاني وتحسين الوضع المعيشي للسكان في سورية وخاصة في ما يتعلق بتحسين وزيادة الإنتاج الزراعي لتأمين الغذاء والاحتياجات البشرية الأخرى فإنه بالإمكان تجاوز هذه المعوقات واستيعاب تشابك مقومات التنمية وتداعيات التغير المناخي من خلال الإجراءات التالية : - اتخاذ كل الإجراءات آت والتدابير اللازمة لتنفيذ القوانين والقرارات والتدابير التي اعتمدها الدولة لحماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية،

- السعي الحثيث والفوري لبناء وتطوير القدرات والخبرات في حماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية، - العمل الفوري والحثيث لبناء وتطوير القدرات والخبرات في تطوير النظم الزراعية بما يلائم المناطق البيئية المختلفة في سورية وخاصة في مجال تطبيق مفهوم وأسس نظام الزراعة الحافظة وإدخال الإنتاج الحيواني ضمن النظام الزراعي،

- الحد الفوري من عدد وعمق الفلاحات، والتوسع في مشروع اختبار و نشر الزراعة الحافظة في سورية،

- العمل على إعادة تشجير المناطق المحترقة من الغابات وحمايتها، ومنع الاستثمار الصناعي لخشب أشجار الغابات أو تقنيته ضمن خطة تضمن استدامة وتنمية إنتاج وتنوع الغطاء النباتي، وتنمية موارد الغابات ذات الدخل المباشر للسكان (نباتات طبية وعطرية، وثمار وأوراق بعض النباتات، وإنتاج العسل)، و زيادة مساحة التشجير السنوية ونسبة أنواع الأشجار سريعة النمو،

- تطوير ونشر إنتاج و استعمال الغاز الحيوي من فضلات الحيوانات الداجنة في الريف والبادية،

- التوسع في إعادة تأهيل المناطق المتدهورة في البادية، و منع الرعي المبكر و تقنين الرعي،

- تفعيل دور العلم وتأمين المخصصات اللازمة لإجراء البحوث والدراسات لتحسين وزيادة الكتلة الحية في التربة وإدخال أو تطوير أنواع نباتية أكثر تحملا للجفاف وأكثر كفاءة في الإنتاج لاستعمالها في المراعي والغابات وإنتاج المحاصيل.

8. الخلاصة

يبلغ انبعاث غازات الاحتباس الحراري من قطاع الزراعة في سورية في عام 2006 نحو 63156 CO₂ Gg مكافئ، وسوف يزداد بحسب التوقعات ليبلغ 81410 CO₂ Gg مكافئ في عام 2030، أي بزيادة تساوي 29%. ويعتبر سوء إدارة الأراضي، من حيث عدد الفلاحات وعمقها والدورة الزراعية غير المناسبة وإضافة الأسمدة و التبوير و حرق السافانا وبقايا المحاصيل و حرق و تحويل الغابات والمراعي لزراعة المحاصيل، أهم مسببات انبعاث هذه الغازات في قطاع الزراعة. فقد بلغ انبعاث غازات الاحتباس الحراري من إدارة الأراضي في عام 2006 نحو 87 % من مجمل انبعاث الغازات، وبلغت مساهمة استهلاك الطاقة نحو 7 %، و والباقي (6%) ينتج عن الحيوانات الداجنة.

ان الاجراءات التي تقوم بها الدولة لمنع حرق السافانا وبقايا المحاصيل و لتحسين طرق الري المستعملة ونشر تقانات الري الحديثة و لإنتاج الغاز الحيوي سوف تؤدي إلى تخفيف انبعاث غازات ألاحتراس الحراري من إدارة الأراضي ومن استهلاك

الطاقة في قطاع الزراعة في عام 2030. وسوف يبلغ انبعاث غازات الاحتباس الحراري من إدارة الأراضي في عام 2030 نحو 85 % من مجمل انبعاث الغازات في نفس العام، وسوف تبلغ مساهمة استهلاك الطاقة نحو 8%، والباقي (7%) ينتج عن الحيوانات الداجنة.

يشكل استهلاك الطاقة في الفلاحة التقليدية و غير المناسبة والتي أدت إلى تدهور الأراضي الزراعية وساهمت في تصحر البوادي، الجزء الأكبر من استهلاك الطاقة في عام 2006 في قطاع الزراعة في سورية، حيث تشكل نحو 65% من مجموع انبعاث غازات الاحتباس الحراري من استهلاك الطاقة في الزراعة في ذلك العام. في حين سوف تتخفف مساهمة الفلاحة في انبعاث تلك الغازات في عام 2030 إلى 52% من مجمل الانبعاث من استهلاك الطاقة في الزراعة في نفس العام، وذلك يعود إلى الزيادة الكبيرة في استهلاك الطاقة في تدفئة البيوت البلاستيكية وتدفئة المداجن.

يؤدي إنتاج الغاز الحيوي من الحيوانات الداجنة والتي تربي في حظائر إلى تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري بما يساوي 1084 CO₂ Gg مكافئ في عام 2006 و 3319 CO₂ Gg مكافئ في عام 2030. وستزداد مساهمته هذه بنشر إنتاجه عند رعاة البادية وسكانها بما يساوي 117.84 CO₂ Gg مكافئ.

يؤدي تطبيق الزراعة الحافظة في زراعة المحاصيل إلى تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من خفض استهلاك الطاقة بما يساوي 2042 CO₂ Gg مكافئ في عام 2006 و 2198 CO₂ Gg مكافئ في عام 2030. وفي حال طبقت في إدارة الغابات فإنها ستضمن إعادة تشجير المناطق المحروقة من الغابات وبالتالي تخفيف الانبعاث الناتج عن استمرار حرق الأخشاب وتحويلها إلى أراض زراعية ما يساوي 42328 CO₂ Gg مكافئ. كما ستؤدي إلى خفض كمية الأسمدة المستعملة، وإلى زيادة حيز الكربون بنسبة 74%، وزيادة المادة العضوية في التربة، كما أنها تحد 90% من جريان الماء السطحي.

كما سيؤدي إدخال وتكامل تربية الحيوانات الداجنة في النظام الزراعي مع الزراعة الحافظة إلى توفير استعمال الأسمدة الأزوتية الكيميائية بما يعادل 13.7 طن N/سنة من خلال ما تطرحه من فضلاتها على التربة أثناء رعيها للمحاصيل العلفية المزروعة.

بلغ حيز الكربون في الغابات 170438 CO₂ Gg في عام 2006 ومن المتوقع أن يزيد بنسبة 43 % في عام 2030. ويبين ميزان الكربون في قطاع الزراعة أن صافي حيز وانبعاث وتخفيف الكربون في عام 2006 كان 107282 CO₂ Gg كربون محجوز و سوف يبلغ 168058 CO₂ Gg كربون محجوز في عام 2030. ويمكن زيادة حيز الكربون بزيادة مساحة التشجير السنوية وزيادة نسبة المخروطيات في أنواع الأشجار التي تزرع.

إن نمو قطاع الزراعة في سورية بين عامي 2006 و 2030 يمكن أن يتم وفقاً للسيناريوهات الثلاث التالية:

(1) الاستمرار في الوضع الراهن وإنتاج الغاز الحيوي،

(2) اعتماد الزراعة الحافظة و تطبيقها بما في ذلك إدخال تربية الحيوانات في النظام الزراعي في الأراضي الصالحة للزراعة فقط بدلاً من النظم الحالية وهذا يحتاج لمدة تتراوح بين 5-10 سنوات،

3) اعتماد الزراعة الحافظة و تطبيقها في الأراضي الصالحة للزراعة والغابات والمراعي بدلا من النظم الحالية بما في ذلك إدخال تربية الحيوانات وهذا يحتاج لمدة تتراوح بين 10-15 سنة. و ستقتصر مساهمة السيناريو الأول في تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري على كمية تساوي 4894 Gg CO₂ مكافئ، وسوف يؤدي تطبيق السيناريو الثاني إلى زيادة كمية التخفيف لتبلغ 7092 Gg CO₂ مكافئ، في حين سوف يؤدي تطبيق السيناريو الثالث إلى زيادة كمية التخفيف لتصبح 49538 Gg CO₂ مكافئ. علما أن السيناريو الثاني والثالث سيؤديان أيضا إلى زيادة تخفيف انبعاث غازات الاحتباس الحراري من خلال تخفيف خفض استعمال الأسمدة الأزوتية الكيميائية بما لا يقل عن 13.7 طنN/سنة وتحسين خصوبة التربة وزيادة المادة العضوية فيها، بالإضافة إلى زيادة حيز الكربون.

يعتبر نقص الخبرات وعدم تخصيص الأموال اللازمة والمعالجة أحادية الجانب للمشاكل والقضايا ومركزية الحوكمة وعدم وضوح أهمية البيئة كحاضن لجميع الأنشطة البشرية والحياة الإنسانية وأنها أساس البقاء للبشرية ولتنمية ورفاه حياتها الحاضرة والمستقبلية و ليست جزءا منها، أهم معوقات التنمية الزراعية المستدامة و تعاضم الإنتاج الزراعي في سورية. ويمكن تجاوز هذه المعوقات من خلال الإجراءات التالية : 1) اتخاذ كل الإجراءات والتدابير اللازمة لتنفيذ القوانين والقرارات والتدابير التي اعتمدها الدولة لحماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية، 2) السعي الحثيث والفوري لبناء وتطوير القدرات والخبرات في حماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية، 3) العمل الفوري والحثيث لبناء وتطوير القدرات والخبرات في تطوير النظم الزراعية بما يلائم المناطق البيئية المختلفة في سورية وخاصة في مجال تطبيق مفهوم وأسس نظام الزراعة الحافظة وإدخال الإنتاج الحيواني ضمن النظام الزراعي، 4) الحد الفوري من عدد وعمق الفلاحات، والتوسع في مشروع اختبار و نشر الزراعة الحافظة في سورية، 5) العمل على إعادة تشجير المناطق المحترقة من الغابات وحمايتها، ومنع الاستثمار الصناعي لخشب أشجار الغابات أو تقنيته ضمن خطة تضمن استدامة وتنمية إنتاج وتنوع الغطاء النباتي، وتنمية موارد الغابات ذات الدخل المباشر للسكان (نباتات طبية وعطرية، وثمار وأوراق بعض النباتات، وإنتاج العسل)، و زيادة مساحة التشجير السنوية ونسبة أنواع الأشجار سريعة النمو، 6) تطوير ونشر إنتاج و استعمال الغاز الحيوي من فضلات الحيوانات الداجنة في الريف والبادية، 7) التوسع في إعادة تأهيل المناطق المتدهورة في البادية، و منع الرعي المبكر و تقنين الرعي، 8) تفعيل دور العلم وتأمين المخصصات اللازمة لإجراء البحوث والدراسات لتحسين وزيادة الكتلة الحية في التربة وإدخال أو تطوير أنواع نباتية أكثر تحملا للجفاف وأكثر كفاءة في الإنتاج لاستعمالها في المراعي والغابات وإنتاج المحاصيل.

المراجع

1. The Terrestrial Carbon Group (2008). How to Include Terrestrial Carbon in Developing Nations in Overall Climate Change Solution," The role of Terrestrial Carbon in Avoiding Dangerous Climate Change". July,2008 (Update 1 with correction August 2008). information@terrestrialcarbon.org, ISBN 978-0-646-49550-7.
- 2- Solomon, S., D. et al, (2007). " Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of IPCC , Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 3- Meslmani, Y., and Khorfan, S. (2009). General Greenhouse Gas (GHG) Emissions Inventory in Syri. Ministry of State for Environment Affairs (MSEA) / United Nation Development Programme (UNDP), Damascus, Syria. (INC-SY_GHG_General Inventory); July 2009.
- 4- مسلماني، ي.، و جبور، إ. (2009). جرد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) لقطاع الزراعة واستعمالات الأراضي وتغيير استعمالات الأراضي والغابات في سورية. وزارة الدولة لشؤون البيئة (MSEA) / برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، دمشق، سورية. (INC-SY_GHG_ALULUCF Inventory). تموز/يوليو 2009.
- 5- مسلماني، ي.، و حينون، ع. (2009). جرد انبعاثات غازات الدفيئة (GHG) لقطاع الطاقة في سورية. وزارة الدولة لشؤون البيئة (MSEA) / برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP)، دمشق، سورية. (INC-SY_GHG_Energy Inventory). تموز/يوليو 2009.
- 6 - المجموعة الإحصائية الزراعية (1994_2008). قسم الإحصاء - مديرية الإحصاء والتخطيط - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - الجمهورية العربية السورية، دمشق.
- 7 - مسلماني، ي.، و علي، م. ك. (2009). تقييم حساسية القطاع الحراجي في سورية للتغيرات المناخية. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي /الهيئة العامة لشؤون البيئة، دمشق، سورية. (INC-SY_V&A_Forest). آذار/مارس 2009.
- 8- ACSAD/CAMRE/UNEP (2004). *State of Desertification in the Arab World (Updated Study)*, Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands(ACSAD)/Council of Arab Ministers Responsible for the Environment (CAMRE)/United nation Environment Program(UNEP), Dec. 2004,634p (In Arabic, with English abstract).
http://www.unep.org/bh/Publications/Natural%20Resources%20Final/State_of_Desertification_in_the_Arab_World_ar.pdf
- 9- المجموعة الإحصائية /1999/ السنة الثانية والخمسون - الجمهورية العربية السورية - رئاسة مجلس الوزراء - المكتب المركزي للإحصاء - الفصل الرابع - الإحصاءات الزراعية للأعوام /1994-1998/.
- 10- Kattach, G. (2008). The Use of Forage Plants for Landscape Management and Soil conservation in Dry Areas. In *Conservation Agriculture for Sustainable Land Management to Improve the Livelihood of people in Dry Areas* (Eds. Stewart, B. A., Asfary, A.F., Belloum, A., Steiner, K., Friedrich, T.). Proceedings of the International workshop. pp. 219-26. Damascus, Syria, 7-9 May.
- 11- UN Secretariat, (2010). Population division of the Economic and Social affairs. World Population Prospects: The 2008 Revision Population Database. Country Profiles: <http://esa.un.org/unpp>

- 12- Ministry for Electricity, (2006). Final Energy Balance for the year 2005.
- 13- Manual for the UNFCCC non-Annex I, (2006). GHG Inventory Software, Version 1.3.2.
- 14- IPCC 2006. Guide lines for National Greenhouse Gas Inventories; Vol. 4, Chapter 10 and 11: Tables; 9, 10, 11, 11.3.
- 15- Friedrich, T., J. Kienzle (2008). Direct Drilling; an Agro-Environmental Approach to Prevent Land Degradation and Sustain Production. In: Ed. Stewart, et al. "Conservation Agriculture for Sustainable Land Management to Improve the Livelihood of People in Dry Areas". Proceedings of the international workshop. May, 9-10, Damascus-Syria, The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). Colors Printing Ser., Lebanon. P. 25.
- 16- Stewart, B. A., A. F. Asfary, A. Belloum, K. Steiner, and T. Friedrich, (2008) "Conservation Agriculture for Sustainable Land Management to Improve the Livelihood of People in Dry Areas". Proceedings of the international workshop. May, 9-10, Damascus-Syria, The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). Colors Printing Ser., Lebanon.
- 17 - دانيال، م. داود، خ. الشلق، م. العوا، ع. يغمور، ل. اليوسفي (2009). استخدامات الطاقة في قطاعي الزراعة والرعي و التزويد بمياه الشرب/ المياه المدبنة. ورقة قدمت في المؤتمر الوطني للطاقة. رئاسة مجلس الوزراء - الجمهورية العربية السورية. دمشق.
- 18 - مسلماني، ي.، أصفري، أ. ف.، وهبي، ع.، و شعبان، أ. ش. (2009). التصحر واستعمال الأراضي وتقدير حساسيتها لتغير المناخ في سورية (2009). يوسف مسلماني، أحمد فارس أصفري، عمار وهبي، وأحمد شمس الدين شعبان. برنامج الأمم المتحدة الإنمائي / الهيئة العامة لشؤون البيئة، دمشق، سورية. (INC-SY_V&A_Desertification). آذار/مارس 2009.
- 19- ACSAD/CAMRE/UNEP (2004). *حالة التصحر في الوطن العربي (دراسة محدثة)*. State of Desertification in the Arab World (Updated Study), Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands(ACSAD)/Council of Arab Ministers Responsible for the Environment (CAMRE) /United nation Environment Program(UNEP), Dec. 2004,634p (In Arabic, with English abstract). http://www.unep.org/bh/Publications/Natural%20Resources%20Final/State_of_Desertification_in_the_Arab_World_ar.pdf
- 20- MAAR , (2007). *تقرير التقييم لمشروع تنمية البادية السورية*. (Assessment Report of the Syrian Badya Project). Office of the Integrated Development Project of the Syrian Badya, E. Kholi and S. Othman. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform (MAAR), Syrian Arab Republic. In Arabic.
- 21 -GEO4, (2007). Global Environmental Outlook No.4(GEO4) "Environment for development". Report by the United Nations Environment Programme(UNEP), Nairobi, Kenya.
- 22- Nahal, I., S. Zahoueh, (2005). Country Situations; Syria. In Ed. Merlo and Croitoru "Valuing Mediterranean Forests; Towards Total Economic Value". CABI Publishing, UK. P177.

الملحق

1. المعايير المعتمدة في حسابات استهلاك الطاقة في القطاع الزراعي في سورية

1.1. حساب استهلاك الوقود كطاقة محرك للجرارات والحاصدات الدراسات

تعتبر عمليات استصلاح الأراضي والحراثة والتسوية والحصاد والدراسة والقسم الأعظم من أعمال البذر المستهلك للطاقة في الحركة. وحسبت كميات وقود الديزل (المازوت) المستهلكة بالأستناد إلى معايير مديرية الإحصاء والتخطيط في وزارة الزراعة السورية والتي تعتمد على: وسطي ساعات عمل اليومية للجرارات و عدد أيام العمل في السنة واستهلاك الجرار من الوقود و معامل صعوبة الأرض الزراعية؛ 0.9 للترب الخفيفة الرملية (20% من الأراضي)؛ 1.0 للترب السلتية الطينية (65% من الأراضي)؛ 1.25 للترب غير العميقة والمبحصنة و المحجرة (15% من الأراضي). كما قدرت باقي الأعمال الزراعية (استصلاح و تسوية و تنعيم و بذر و نقل زراعي أقل من 10 كم) بـ 12% من الأعمال الأساسية (الجدول الملحق 1). كما اعتمد متوسط استهلاك الحاصدات للوقود في السعة واليوم وعدد أيام العمل السنوية .

الجدول الملحق 1. المعايير المعتمدة لحساب استهلاك وقود الديزل كطاقة محرك خلال الفترة 1994-2007

معامل تحويل ل إلى كغ	نسبة الأعمال الإضافية إلى الفلاحة	معامل صعوبة حراثة الأرض الوسطي	استهلاك الوقود (ل/سا/حصان)	مدة العمل		الاستطاعة الوسطية (حصان)
				يوم/سنة	سا/ يوم	
0.838	12%	1.12	0.150	8	150	32
			0.135	8	150	70
			0.125	16	90	115
المصدر: [6].						

طريقة الحساب:

كمية وقود الديزل المستهلك كطاقة محرك (طن/سنة) =

[معامل صعوبة الحراثة الوسطي X المجموع الوسطي لاستهلاك الجرارات للوقود] + استهلاك الحاصدات + (0.12 X مجموع استهلاك الجرارات للوقود) / ل/سنة X معامل التحويل إلى كغ ÷ 1000 كغ.

2.1. حساب استهلاك الوقود في التدفئة

أ- تدفئة البيوت البلاستيكية

اعتمدت معايير وإحصائيات وزارة الزراعة السورية في تحديد مناطق انتشار البيوت البلاستيكية وأنواع الوقود المستعمل في التدفئة وساعات التدفئة اليومية وأيام التدفئة السنوية في المناطق المناخية المختلفة (الجدول الملحق 2).

الجدول الملحق 2. المعايير المعتمدة لحساب استهلاك الوقود لتدفئة البيوت البلاستيكية خلال الفترة 2007-2000

توزع البيوت البلاستيكية	نسبة البيوت	ساعات التدفئة	أيام التدفئة	وقود ديزل	وقود من مخلفات أشجار وثمار الزيتون*
مناطق معتدلة	95 %	6 سا/يوم	60 يوم	75 %	25 %
مناطق باردة	5 %	14 سا/يوم	60 يوم		

* 1 طن من وقود الديزل = 1.3421 طن من مخلفات أشجار وثمار الزيتون. المصدر: [6].

طريقة الحساب:

- استهلاك وقود الديزل في البيوت البلاستيكية (طن/سنة) = (الاستهلاك في المناطق المعتدلة + الاستهلاك في المناطق الباردة) (ل/سنة) x معامل التحويل إلى كغ ÷ 1000 كغ.

- استهلاك البيوت البلاستيكية في المناطق المعتدلة أو الباردة (ل/سنة) = عدد البيوت الكلي x نسبة البيوت في المنطقة x نسبة وقود الديزل x أيام التدفئة x ساعات تدفئة/يوم x ل وقود/سا للمنطقة (الجدول الملحق 2).

ب- تدفئة المداجن

اعتمدت معايير وإحصائيات وزارة الزراعة السورية في تحديد احتياجات التدفئة من الوقود للمداجن وأنواع الوقود المستعمل في التدفئة، وساعات التدفئة اليومية وأيام التدفئة السنوية لفوج الفروج وللمدجنة، و استهلاك المنشآت الأخرى المرافقة لمنشآت التربية (الجدول الملحق 3).

الجدول الملحق 3. المعايير المعتمدة في حساب الوقود المستهلك للتدفئة في المداجن خلال الفترة 1994-2007

احتياجات التدفئة (سا/يوم) في فترات تربية فوج الفروج	احتياجات تدفئة و تربية الفوج		مدة تدفئة المدجنة سنويا	معدل استهلاك وقود الديزل + استهلاك فحم الكوك	استهلاك الطاقة لمرفقات مباني تربية الفوج
	5 أيام أولى	10 أيام تالية			
24 سا/يوم	12 سا/يوم	3 سا/يوم	360 ساعة تدفئة	15 (ل/فوج/سا) 20 % من الوقود	80 % من استهلاك التريبة
* تمثل الأشهر الأربعة الباردة في السنة. 1 طن وقود ديزل = 1.2289 طن فحم كوك. المصدر: [6] .					

طريقة الحساب:

$$\text{عدد ساعات تدفئة الفوج} = (5 \times 24) + (10 \times 12) + (40 \times 3) = 360 \text{ ساعة}$$

وبما أن تدفئة التريبة تستمر خلال 4 أشهر باردة/سنة، فإن عدد الأفواج التي تربي في هذه الفترة = 2، أي أن أيام التدفئة تساوي فقط (110 يوم/سنة)، حيث تستغرق بعض التحضيرات (تنظيف وتعقيم...الخ) للبدء بتربية الفوج 5-7 أيام:

$$\text{عدد ساعات تدفئة المدجنة} = 360 \text{ سا تدفئة/ فوج} \times 2 \text{ (عدد الأفواج في الأشهر الباردة)} = 720 \text{ سا تدفئة/ سنة}$$

ويتم حساب استهلاك الطاقة لتدفئة المداجن على مستوى سورية كما يلي:

$$\text{أ- استهلاك وقود الديزل (طن) لتدفئة المداجن في سورية} = \text{عدد أفواج الفروج المدفئة/ سنة} \times 360 \text{ سا تدفئة/ فوج} \times 15 \text{ ل/فوج/سا} \times 0.2 \times 0.838$$

حيث أن؛ 0.2 هي نسبة استعمال وقود الديزل في التدفئة، و0.838 هو معامل تحويل لتر ديزل إلى كغ. وأن؛ عدد أفواج الفروج المدفئة/ سنة = عدد أفواج الفروج المنتجة/ سنة ÷ 3 (نسبة الأشهر الباردة/سنة) وأن؛ عدد أفواج الفروج المنتجة/سنة = عدد الفرائج المنتجة/ سنة ÷ متوسط عدد الفرائج (7500)/فوج

حيث أن عدد الفرائج/فوج يتراوح بين 7000-8000 فروج. ويحسب عدد الفرائج المنتجة/سنة كالتالي:

$$\text{إنتاج لحم الفروج/سنة} \div \text{متوسط وزن الفروج (1.5 كغ)}$$

حيث أن متوسط وزن الفروج يتراوح بين 1.4 - 1.6 كغ،

وأن إنتاج الفروج يشكل 91% من إنتاج الدجاج في سورية.

ب - استهلاك فحم الكوك وغيره لتدفئة المداجن في سورية = 80% من كامل استهلاك الوقود.

ويمكن تحويل فحم الكوك إلى وقود الديزل باستعمال معامل التحويل التالي:

$$1 \text{ طن وقود ديزل} = 1.2289 \text{ طن فحم كوك}$$

3.1. حساب استهلاك الطاقة في تكييف المنتجات الزراعية المخزنة

اعتمدت معايير وإحصائيات وزارة الزراعة السورية في تحديد احتياجات التكييف من الطاقة الكهربائية ومصادرها لحفظ المنتجات الزراعية، وساعات التكييف اليومية وأيام التكييف السنوية . حيث تشير الإحصائيات إلى أن هناك حاجة إلى 3034 طن من وقود الديزل لتأمين الاستطاعة المطلوبة للتكييف محسوبة لمدة 90 يوماً على الأقل ولمدة 6 ساعات يومياً والتي تعادل 35989 ميغا واط ساعي .

4.1. حساب استهلاك الوقود في صيد الأسماك

اعتمدت معطيات مؤسسة المحروقات السورية في تقدير الوقود الذي تستهلكه مراكب الصيد، وأن 50% فقط من ما تستهلكه المراكب من وقود يستهلك في عمليات صيد السمك محسوبة كمتوسط على مدار العام و ليس في مواسم الصيد فقط، وأن باقي الوقود يستهلك في أنشطة أخرى (نقل و جولات سياحية...).

ويتم حساب الوقود المستهلك في العام كما يلي:

$$\text{كمية الوقود الذي تستهلكه مراكب الصيد (طن وقود ديزل/سنة)} = [\text{وسطي استهلاك الوقود (صيد + خدمات أخرى) ك ل/شهر} \times 0.5 \times 12 \text{ شهر}] \times 0.838 .$$

حيث أن متوسط استهلاك المراكب للوقود = 410 ل وقود ديزل/شهر،

ومتوسط استهلاك الوقود للخدمات الأخرى = 288 ل وقود ديزل/شهر،

و 0.838 هو معامل تحويل لتر وقود ديزل إلى كغ وقود ديزل.

5.1. حساب استهلاك الطاقة في الري الزراعي

الجدول الملحق 4. المعايير المعتمدة في حساب الطاقة في الري الزراعي خلال الفترة 1994-2007

كمية مياه الري مليون م ³ /سنة	كفاءة وسطية لمحركات توليد الكهرباء	مردود محركات كهربائية للضخ من المياه السطحية	كفاءة التوليد الكهربائيية الوسطية	كفاءة تشغيل المضخات الكهربائية	كفاءة النقل ضمن الشبكة	وسطي رفع ماء الآبار/ الضاغط
15060	0.57	0.75	0.92	0.82	0.88	100م

المصدر: [6] .

2. حساب انبعاث CO_2 و N_2O و CH_4 من الوقود المستهلك:

- حساب انبعاث CO_2 من الوقود المستهلك بالمعادلة التالية:

الانبعاث = كمية الوقود المستهلك (GJ) x معامل الإصدار (GJ/kg C) x معامل الأكسدة (%)

معامل إصدار CO_2 = 2.7866 كغ CO_2 /كغ ديزل

- حساب انبعاث CH_4 من الوقود المستهلك بالمعادلة التالية:

الانبعاث = كمية الوقود المستهلك (مكافئ الديزل) x المعامل الحراري CF_4 (0.04 كغ ديزل/GJ) x معامل الإصدار (0.065 كغ CH_4 /GJ).

ومنه نجد أن :

متوسط معامل إصدار CH_4 من وقود مكافئ الديزل = 2.6 غ CH_4 /كغ ديزل.

- حساب انبعاث N_2O من الوقود المستهلك بالمعادلة التالية:

الانبعاث = كمية الوقود المستهلك (مكافئ الديزل) x المعامل الحراري CF_4 (0.04 كغ ديزل/GJ) x

متوسط معامل الإصدار (1.845 كغ N_2O /TJ) لمجملة استهلاك الطاقة في الزراعة .

ومنه نجد أن:

متوسط معامل إصدار N_2O من وقود مكافئ الديزل = 0.074 غ N_2O /كغ ديزل.

- يعبر عن كميات غازات الاحتباس الحراري بما يعرف بـ CO_2 المكافئ، حيث تحول الكمية المنبعثة من كل غاز إلى

CO_2 المكافئ تبعا لفعاليتها في الاحتباس العالمي الكامن (GWP) والذي يساوي التالي [14]:

21 لغاز CH_4 و 310 لغاز N_2O

- معاملات التحويل والأكسدة لغاز الكربون C ، و النتروجين N المنبعثان [14] :

• من C إلى CO_2 : 44/12

• من C إلى CO : 28/12

• من C إلى CH_4 : 16/ 12

• من N إلى N₂O : 44/28

• من N إلى NO₂ : 64/14

الجدول الملحق 5. المحتوى الحراري ومحتوى الكربون لمختلف أنماط الوقود المستهلكة في سورية.

Fuel	Heat / Calorific Value (Gj/kg)	Carbon emission factor (kg/Gj)	IPCC default Values [11]
Syrian HF	0.0402	21.00	21.1
Diesel	0.04	19	20.2
gasoline	0.04480	18	18.9
jet kerosene	0.04459	18.5	19.5
kerosene	0.04375	19	19.6
crude oil	0.04187	21.50	20
Asphalt	0.04019	20	20.9
Petroleum coke	0.03475	28.20	27.5
wood	0.00837	26.3	26
NG (wet) (Gj/CubM)	0.037679	18.5	17.2
LPG	0.0473086	15.8	15.3

الجدول الملحق 6. معاملات إطلاق (E F) غازات CO₂ و CH₄ و N₂O لمجمل استهلاك الوقود في القطاعات المختلفة في سورية

[5]

Aggregated GHG emissions in relevant sectors

SOURCE AND SINK CATEGORIES	A	B			C		
	Consumption	Emissions			emission Factors		
	TJ	kton			(Ton pollutant/TJ) B/C*1000		
A Fuel Consumption Activities		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1 Energy Industries	367,399.27	26,159	1,946	0.369	71.2	0.005	1.00E-03
2 Industries and Construction	65,570.23	4,756	0.060	0.039	72.5	0.001	5.93E-04
3 Transport	185,922.93	12,457	1,722	0.139	67.0	0.009	7.45E-04
4 Other Sectors	184,213.79	12,132	12,930	0.354	65.9	0.070	1.92E-03
a Commercial/Institutional	19,757.19	1,315	0.416	0.025	66.5	0.021	1.26E-03
b Residential	99,401.93	6,381	8,281	0.208	64.2	0.083	2.09E-03
c Agriculture	65,054.67	4,437	4,233	0.120	68.2	0.065	1.85E-03

الجدول الملحق 7. كميات (Gg) غازات الاحتباس الحراري المنبعثة من استهلاك الطاقة بمكافئ الديزل في القطاع الزراعي (1994-
(2007

كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة الحركية للجرارات (الفلاحة وأعمال إضافية)						
2007	2005	2003	2000	1998	1994	الغازات المنبعثة
2950.9	2899.6	2848.1	2680.8	2572.2	2185.7	* CO ₂
0.078	0.077	0.076	0.071	0.068	0.058	* N ₂ O
2.8	2.7	2.7	2.5	2.4	2.04	CH ₄
24.2	23.9	23.6	22.0	21.1	18.0	N ₂ O مكافئ CO ₂
58.8	56.7	56.7	52.5	50.4	42.8	CH ₄ مكافئ CO ₂
3033.9	2980.2	2928.4	2755.3	2643.7	2246.5	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة الحركية للحاصدات الدراسات						
282.5	273.1	253.7	228.8	238.6	243.9	* CO ₂
0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	* N ₂ O
0.26	0.25	0.24	0.21	0.2	0.23	CH ₄
2.17	2.17	1.86	1.86	1.86	1.86	N ₂ O مكافئ CO ₂
5.5	5.3	5.0	4.4	4.2	4.8	CH ₄ مكافئ CO ₂
290.2	280.6	261.2	235.1	244.7	250.6	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة الحركية لمراكب الصيد						
9.8	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	* CO ₂
0.0003	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	* N ₂ O
0.01	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	CH ₄
0.09	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	N ₂ O مكافئ CO ₂
0.2	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	CH ₄ مكافئ CO ₂
10.1	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	م . غ	CO ₂ مكافئ
مجموع كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة الحركية (بدون مراكب الصيد ماعدا 2007)						
3243.2	3172.7	3101.8	2909.6	2810.8	2429.6	* CO ₂
0.086	0.084	0.082	0.077	0.075	0.064	* N ₂ O
3.07	2.95	2.94	2.71	2.60	0.27	CH ₄
26.66	26.04	25.42	23.87	23.25	19.84	N ₂ O مكافئ CO ₂
64.5	62.0	61.7	56.9	54.6	47.6	CH ₄ مكافئ CO ₂
3334.4	3260.7	3168.9	2990.4	2888.7	2497.0	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة لتدفئة البيوت البلاستيكية						
634.3	552.4	471.6	380.9	م . غ	م . غ	* CO ₂
0.017	0.015	0.012	0.01	م . غ	م . غ	* N ₂ O
0.59	0.51	0.44	0.35	م . غ	م . غ	CH ₄

5.3	4.6	3.7	3.1	غ. م	غ. م	N ₂ O مكافئ CO ₂
12.4	10.7	9.2	7.4	غ. م	غ. م	CH ₄ مكافئ CO ₂
652.0	567.7	484.5	391.4	غ. م	غ. م	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة لتدفئة المداجن (إنتاج لحم الفروج)						
330.8	309.1	304.2	201.6	183.9	142.4	*CO ₂
0.009	0.008	0.008	0.005	0.005	0.004	*N ₂ O
0.31	0.29	0.28	0.19	0.17	0.13	CH ₄
2.79	2.48	2.48	1.55	1.55	1.24	N ₂ O مكافئ CO ₂
6.5	6.1	5.9	4.0	3.6	2.7	CH ₄ مكافئ CO ₂
337.6	315.5	310.4	205.8	187.7	144.9	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة للري الزراعي						
376.4	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	*CO ₂
0.01	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	*N ₂ O
0.35	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CH ₄
3.1	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	N ₂ O مكافئ CO ₂
7.4	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CH ₄ مكافئ CO ₂
386.9	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CO ₂ مكافئ
كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة لتكييف المنتجات الزراعية المخزنة						
8.4	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	*CO ₂
0.0002	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	*N ₂ O
0.01	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CH ₄
0.06	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	N ₂ O مكافئ CO ₂
0.2	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CH ₄ مكافئ CO ₂
8.7	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	غ. م	CO ₂ مكافئ
مجموع كميات (Gg / سنة) الغازات المنبعثة من استهلاك الطاقة في الزراعة						
4593.1	4034.2	3877.6	3492.1	2994.7	2572	*CO ₂
0.122	0.107	0.103	0.093	0.079	0.068	*N ₂ O
4.3	3.8	3.7	3.3	2.6	2.4	CH ₄
37.8	33.2	31.9	28.8	24.5	21.1	N ₂ O مكافئ CO ₂
90.3	79.8	77.7	69.3	54.6	50.4	CH ₄ مكافئ CO ₂
4719.4	4147.2	3987.2	3590.2	3073.8	2643.5	CO ₂ مكافئ
* 1 كغ وقود ديزل يسبب انبعاث 2.7866 كغ CO ₂ ، و 0.074 غ N ₂ O، و 2.6 غ CH ₄ [14]. غ. م : غير متوفر استهلاك الطاقة						

3. حساب انبعاث غاز CH₄ و N₂O من الحيوانات الداجنة:

يتم انبعاث غاز الميثان CH₄ مباشرة من نشاط الحيوانات الداجنة ومن فضلاتها الصلبة، وينبعث الأزوت N من الفضلات على شكل N₂O أو NH₃ و NO₂ بحسب طريقة معالجة الفضلات

1.3. حساب انبعاث غاز N₂O من الحيوانات الداجنة (الجدول الملحق 8):

المعادلة:

$$F = (N_2O \text{ Gg}) \div [44 / 28 \times (E \times D)] \times 10^6$$

$$D = (N \text{ كغ}) \div C \times B \times A$$

تجدر الملاحظة: بأن انبعاث (N) من فضلات الحيوانات المنتشرة على الأراضي أثناء الرعي (وهي طريقة معالجة الفضلات AWMS التي اعتمدت في الحساب للحيوانات التي تربي على الرعي) تكون بشكل NH₃ و NO₂ والتي يستعمل معامل التحويل (EF3 = 0.02) لتحويلها إلى ما يعادلها من (N) المنبعث ليحول إلى N₂O

الجدول الملحق 8 . كمية انبعاث N₂O من فضلات الزيادة المتوقعة للحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية

نوع الحيوانات	¹ عدد الحيوانات (1000 حيوان)	² الأوزون المطروح (Nex) كغ N / رأس / سنة	² نسبة (%) الأوزون الممكن انبعاثه حسب طريقة إدارة الفضلات (AWMS) C	² كمية الأوزون المنطلق (كغ N / سنة) D	² معامل الانبعاث بحسب طريقة إدارة الفضلات (EF3) (كغ N ₂ O-N / كغ N) E	² كمية النتروز المنبعث N ₂ O Gg F
بقر حلوب	511.92	50	3	767.88	0.02	0.024
بقر غير حلوب	36	70	2	50.4	0.005	0.0004
غنم	31500	12	1	3780	0.02	0.119
ماعز	1480	40	1	592	0.02	0.019
جمال	61.2	40	1	24.48	0.02	0.0008
بغال وحمير	112.1 -	40	1	44.84 -	0.02	0.0014 -
خيول	13.3 -	40	1	5.32 -	0.02	0.0002 -
دواجن	37267.9	0.6	28	6260.88	0.005	0.049
جواميس	4.8	40	1	1.92	0.02	0.00006
المجموع	-	-	-	-	-	0.21066

¹ محسوبة من معدل التغير السنوي من عام 2000 ولغاية 2006 [6]. ² المصدر: [4 و 14].

2.3. حساب انبعاث غاز CH₄ من الحيوانات الداجنة (الجدول الملحق 9):

المعادلات:

$$F = (CH_4 \text{ Gg / سنة}) \div (E + C) \times 1000$$

$$C = (\text{طن CH}_4 \text{ / سنة}) \div (B \times A) \times 1000$$

$$E \text{ (طن } CH_4 \text{ / سنة)} = (D \times A) \div 1000$$

الجدول الملحق 9 . كمية انبعاث CH_4 من الزيادة المتوقعة للحيوانات الداجنة في عام 2030 في سورية

نوع الحيوانات	¹ عدد الحيوانات (1000 حيوان) A	² معامل انبعاث من التخمر الهضمي CH_4 كغ /رأس/سنة B	كمية الغاز المنبعث من التخمر الهضمي CH_4 طن/سنة C	² معامل انبعاث من طريقة معالجة الفضلات CH_4 كغ /رأس/سنة D	كمية الغاز المنبعث من طريقة معالجة الفضلات CH_4 طن/سنة E	مجموع الانبعاث CH_4 Gg /سنة F
بقر حلوب	511.92	36	18429	2	1024	19.45
بقر غير حلوب	36	32	1152	1	36	1.19
غنم	31500	5	157500	0.16	5040	162.54
ماعز	1480	5	7400	0.17	252	7.65
جمال	61.2	46	2815	1.9	116	2.93
بغال وحمير	112.1 -	10	1121 -	0.9	101 -	1.22 -
خيول	13.3 -	18	239 -	1.6	21 -	0.26 -
دواجن	37267.9	0.117	4360	0.018	671	5.03
جواميس	4.8	55	264	5	24	0.29
المجموع	-	-	190560	-	7042	197.6

¹ محسوبة من معدل التغير السنوي من عام 2000 ولغاية 2006 [6]. ² المصدر: [4 و14].

4. المعايير المعتمدة في حساب إنتاج الغاز الحيوي (CH_4) من فضلات الحيوانات الداجنة

تم اعتماد الفضلات الصلبة (VS) لأنواع الحيوانات الداجنة التي تربي في حظائر في سورية كمصدر للإنتاج الحيوي لغاز الميثان (CH_4) دون غيرها، لأن جمع هذه الفضلات ممكن من الناحية العملية (الجدول الملحق 10).

- حساب كمية غاز الميثان الحيوي (CH_4) الذي يمكن إنتاجه من فضلات الحيوانات الداجنة بالتخمر اللاهوائي في الهاضم:

$$\text{Gg ميثان/ سنة/ للنوع} = (\text{عدد حيوانات النوع} \times \text{VS النوع} \times \text{B}_0 \text{ النوع} \times \text{MCF النوع} \times 365 \text{ يوم} \times 0.67) \div 10$$

الجدول الملحق 10 . كمية غاز الميثان (CH₄) الممكن إنتاجها بالتخمير اللاهوائي واستعمالها كمصدر حيوي للطاقة من الفضلات الصلبة (VS) لبعض الحيوانات الداجنة التي تربي في حظائر في سورية لعام 2006 و 2030

نوع الحيوانات ^ف	العدد ^ف (1000)	+الفضلات (VS) كغ مادة جافة/حيوان/يوم	+إنتاج الميثان الأعظمي (B ₀) م ³ ميثان / كغ فضلات	+معامل التحويل (MCF) للميثان في ^خ الهاضم (%)	غاز الميثان المنتج ^ع Gg ميثان / سنة
عام 2006					
بقر حلوب	579	1.9	0.13	10.0	3.5
بقر غير حلوب	524	1.5	0.1	10.0	1.9
جاموس	4	3.9	0.1	10.0	0.04
*غنم	4276	0.32	0.13	10.0	4.3
دواجن	30946	0.02	0.24	10.0	3.6
المجموع	-	-	-	-	13.34
عام 2030					
بقر حلوب	1090.92	1.9	0.13	10.0	6.589
بقر غير حلوب	560	1.5	0.1	10.0	2.054
جاموس	8.8	3.9	0.1	10.0	0.084
*غنم	10576	0.32	0.13	10.0	10.759
دواجن	68213.992	0.02	0.24	10.0	8.007
المجموع	-	-	-	-	27.493
* يقدر عدد الأغنام التي تربي في حظائر بـ 20% من مجمل العدد الكلي وهذا العدد هو الذي يمكن الاستفادة من فضلاته بشكل عملي.					
+ من جداول (9, 5, 4, 6, 10 A) [14]. وعاء كبير مغلق تمزج فيه الفضلات بالماء للتخمير اللاهوائي واعتمدت درجة الحرارة 20م°.					
ع 1 م ³ ميثان = 0.67 كغ ميثان. المصدر: [6].					