African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 3, Issue 4, October - December 2024
Page No: 372-381
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2024: 0.877 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس

نادر سالم سليم [1*]، محمد حسين أبوسنينة[2]، صفاء محمود عمر [3]
[1] قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة الزيتونة، ترهونة، ليبيا
[3،2] المركز الليبي لأبحاث تغير المناخ، جنزور، ليبيا

Direct carbon footprint of students at the University of Tripoli

Nader Salem Salim[1*], Mohamed Hassin Abusnina[2], Safa Mahmoud Omar[3]
[1] Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Azzaytuna University, Tarhuna, Libya
[2,3] Libyan Center for Climate Change Research, Janzour, Libya

[*]*Corresponding author: nader_salim2003@yahoo.com*

Received: October 02, 2024	Accepted: November 20, 2024	Published: November 29, 2024

الملخص

ينتج عن الأنشطة البشرية المختلفة انبعاثات الغازات الدفيئة، وتعد هذه الغازات المسبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري والتي تؤدي إلى تغير في المناخ العالمي. ولمعرفة مساهمة الفرد أو المؤسسة أو النشاط في انبعاثات الغازات الدفيئة يتم حساب البصمة الكربونية.

يهدف هذا البحث إلى حساب البصمة الكربونية المباشرة للطالب بالمرحلة الجامعية بجامعة طرابلس والمتمثلة في استخدام الورق المباشر لغرض الدراسة واستخدام وسائل النقل الخاصة والعامة. ولتحقيق هذا الهدف تم حساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم من قبل الطالب وحساب كمية انبعاثات الغازات الدفيئة من وسائل النقل الخاصة والعامة نتيجة استخدام الطالب.

وأظهرت النتائج بأن كمية غاز ثاني الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق تتراوح بين (2.0-18.0) كجم/سنة للطالب بالكليات وبمتوسط 6.6 كجم/سنة للطالب بالجامعة، وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب لمستخدمي وسائل النقل تتراوح بين (514.4-1099.9) كجم/سنة بالكليات وبمتوسط 691.7 كجم/سنة للطالب بالجامعة. وبلغ متوسط البصمة الكربونية المباشرة للطالب بالجامعة 698.3 كجم/سنة، بينما بلغت البصمة الكربونية المباشرة لطلبة جامعة طرابلس 49315 طن/سنة.

الكلمات المفتاحية: البصمة الكربونية، جامعة طرابلس، الطالب بالمرحلة الجامعية، الغازات الدفيئة، ليبيا.

Abstract

Various human activities produce greenhouse gas emissions, the main cause of global warming, leading to global climate change. To determine the greenhouse gases emission contribution of each individual, institution or activity, carbon footprint should be calculated.

This research aims to calculate the direct carbon footprint of undergraduate students at University of Tripoli, involving the direct use of paper for study purposes and the use of private, and public transportation. To achieve this goal, the amount of unabsorbed carbon dioxide from trees cut to produce paper used by the student was calculated, as well as the quantity of greenhouse gas emissions from private and public transportation resulting from the student's usage was calculated.

The results showed that the amount of unabsorbed carbon dioxide from cut trees for paper production ranges between (2.0-18.0) kg/year per student in colleges, with an average of 6.6 kg/year per student at the university. The equivalent carbon dioxide amount for students using transportation ranges between (514.4-1099.9) kg/year per student in colleges, with an average of 691.7 kg/year per student at the university. The average of direct carbon footprint for university students is 698.3 kg/year, while the direct carbon footprint for University of Tripoli students amounted to 49,315 tons/ year.

Keywords: Carbon Footprint, University of Tripoli, Undergraduate student, Greenhouse Gases, Libya.

1- المقدمة

تعتبر الغازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة المسبب الرئيسي لظاهرة الاحتباس الحراري، وينتج عن هذه الظاهرة تغير في المناخ. ويعد تغير المناخ أحد أهم وأبرز المشاكل التي تواجه الإنسان وبيئته بمعظم عناصرها وظواهرها. وأصبحت هذه المشكلة من أخطر التحديات الآنية والمستقبلية، إذ يتسبب تغير المناخ في انتشار الجفاف والفيضانات والتطرفات المناخية ونقص المحاصيل وارتفاع منسوب مياه البحر وهلاك بعض الكائنات الحية.

عقد اتفاق بقمة باريس لتغير المناخ يلزم البلدان بالتعهد بمساهمات محددة وطنية ووضع آليات لمحاسبتها للحفاظ على عدم ارتفاع درجة حرارة الأرض عن درجة ونصف مئوية بحلول نهاية القرن، ولتسهيل تنفيذ هذا الاتفاق يتم حساب البصمة الكربونية لمعرفة مساهمة الفرد أو المؤسسة أو النشاط أو المنتج في انبعاثات الغازات الدفيئة، وهذا يساعد أصحاب القرار في وضع استراتيجية وبرنامج تفصيلي لتخفيف الانبعاثات وتعزيز التنمية المستدامة.
يعد التعليم العالي رصيداً ثقافياً وعلمياً يساهم في التنمية الشخصية ويعزز التغيير الاقتصادي والتكنولوجي والاجتماعي وتبادل المعرفة والبحث والابتكار ويزود الطلاب بالمهارات اللازمة لمواجهة أسواق العمل المتغيرة باستمرار. ولتحقيق العملية التعليمية أهدافها فلا بد من ممارسة عدة أنشطة بواسطة الطلبة والعاملين بمؤسسات التعليم العالي مثل استخدام وسائل النقل والورق وأجهزة التكيف وأجهزة الحاسوب، وهذه الأنشطة ينتج عنها انبعاثات للغازات الدفيئة، ولذلك يتم حساب هذه الانبعاثات لمعرفة البصمة الكربونية للفرد أو المؤسسة، وحسب دراسة أجريت بين العامين (2020-2021) بأن البصمة الكربونية لقطاع التعليم العالي للمملكة المتحدة تمثل حوالي 2.3 % من إجمالي البصمة الكربونية للمملكة [1].

2- خلفية عامة

1.2- البصمة الكربونية

ينتج عن الأنشطة البشرية انبعاث الغازات الدفيئة بالغلاف الجوي، ومن هذه الأنشطة حرق الوقود الاحفوري وإزالة الغابات والزراعة وإدارة النفايات. وتختلف نوع وتركيز انبعاثات الغازات لكل نشاط حسب نوع مصدر الطاقة المستخدم وخطوات عمليات الإنتاج أو الاستهلاك.

البصمة الكربونية هي كمية الغازات الدفيئة (GHGs) المنبعثة من فرد أو مؤسسة أو نشاط أو منتج. ومن أهم الغازات الدفيئة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) وأكسيد النيتروز (N_2O) وبخار الماء (H_2O) والأوزون (O_3) وسداسي فلوريد الكبريت (SF_6) ومركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs) ومركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs) [2]. ولحساب مساهمة كل غاز في الاحتباس الحراري يتم استخدام معامل الاحتباس الحراري العالمي Warming Potential Global (GWP)، والذي يقارن بين القدرة الحرارية لكتلة معينة من أي غاز مع القدرة الحرارية لنفس الكمية من غاز ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي حساب تأثير الغازات المختلفة بنفس وحدة القياس وهي غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e).

2.2- جامعة طرابلس

تعتبر جامعة طرابلس من أكبر جامعات ليبيا، وتقع في العاصمة الليبية طرابلس بمنطقة الفرناج وتبعد عن مركز المدينة حوالي 6 كيلومتر. تأسست عام 1957 كفرع للجامعة الليبية قبل أن يتم فصلها في عام 1973 لتصبح ما يعرف اليوم بجامعة طرابلس. وتمنح الجامعة درجات علمية عديدة، وهي البكالوريوس والماجستير والدكتوراه في الكثير من التخصصات.
وحسب البيانات بالموقع الإلكتروني للجامعة لسنة 2024 يدرس بالجامعة 70621 طالب بالمرحلة الجامعية (بكالوريوس) وبمرحلة الماجستير 4073 طالب وبمرحلة الدكتوراه 1798 طالب، ويبلغ عدد أعضاء هيئة التدريس 3573 عضواً بالجامعة، وتضم الجامعة 20 كلية أساسية بالإضافة إلى فروع لبعض الكليات في مناطق مختلفة من ليبيا [3].

3- منهجية البحث

1.3- تجميع المعلومات والبيانات ذات العلاقة بالبصمة الكربونية وجامعة طرابلس

لتجميع المعلومات والبيانات ذات العلاقة تم إعداد استبيان لعدد (12) كلية بجامعة طرابلس لطلبة المرحلة الجامعية (البكالوريوس) عن طريق المقابلة المباشرة بشهر فبراير سنة 2024، ومن خلال الاستبيان تم معرفة عدد المواد للطالب بالفصل وعدد الأوراق لمنهج كل مادة وعدد أيام الدراسة في الاسبوع للطالب والمسافة المقطوعة للوصول إلى الكلية والوسيلة المستخدمة للوصول إلى الكلية والمتمثلة في وسائل نقل (خاصة أو عامة) أو سير على الأقدام، ومن الموقع الإلكتروني للجامعة تم الحصول على عدد الطلبة لكل كلية والعدد الكلي لطلبة الجامعة.

2.3- حساب كمية الورق المستخدمة للطالب أثناء فترة الدراسة في السنة

تم حساب كمية الورق المستخدمة للطلبة بجامعة طرابلس أثناء فترة الدراسة في السنة، وذلك بضرب متوسط عدد الأورق لكل مادة في متوسط عدد المواد في الفصل للطالب في عدد فصول السنة، ولحساب كمية الورق المستخدمة بالكلية تم ضرب متوسط كمية الورق المستخدمة للطالب في عدد الطلبة بالكلية.

3.3- حساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم للطالب

تم حساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم للطالب، وذلك بقسمة متوسط عدد الأوراق المستخدمة للطالب على كمية انتاج الشجرة من الورق للحصول على عدد الأشجار المقطوعة، وبضرب عدد الأشجار المقطوعة في كمية غاز ثاني أكسيد الكربون الممكن امتصاصها من الشجرة تم الحصول على كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار للطالب نتيجة استخدام الورق، ولحساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة للكلية تم ضرب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة للطالب في عدد طلبة الكلية.

4.3- حساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e) من وسائل النقل

1.4.3- معرفة نوع وسائل النقل المستخدمة من قبل الطلبة للوصول إلى الكلية

من البيانات المتحصل عليها من الاستبيان تم حساب نسب وعدد الطلبة مستخدمي وسائل النقل الخاصة والعامة (حافلات).

2.4.3- حساب المسافات المقطوعة بواسطة وسائل النقل في السنة

تم حساب المسافات المقطوعة بواسطة وسائل النقل الخاصة السنوية وذلك بضرب متوسط المسافة المقطوعة من الطالب للوصول إلى الكلية في اليوم في عدد أيام الدراسة في السنة في 2 (ذهاباً وإياباً). وبالنسبة لوسائل النقل العامة (الحافلات)، تم حساب عدد الحافلات اللازمة لنقل الطلبة وذلك بقسمة عدد الطلبة مستخدمي النقل العام على عدد الطلبة بالحافلة (تم تقدير عدد الطلبة بالحافلة 18 طالب)، وبضرب عدد الحافلات في متوسط المسافة السنوية المقطوعة للطالب مستخدم وسائل النقل العامة تم الحصول على المسافة المقطوعة سنوياً بواسطة وسائل النقل العامة (الحافلات).

3.4.3- حساب انبعاثات الغازات الدفيئة من وسائل النقل

تم حساب كمية الاستهلاك السنوي للوقود لوسائل النقل الخاصة والمتمثل في وقود البنزين ووسائل النقل العامة (الحافلات) والمتمثل في وقود الديزل، وذلك بضرب المسافة السنوية المقطوعة لكل نوع من وسائل النقل في معدلات الاستهلاك المبينة بالجدول (1). ولحساب كمية الغازات الدفيئة المنبعثة من وسائل النقل والمتمثلة في ثلاث غازات دافيئة وهي: غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وأكسيد النيتروز (N_2O) والميثان (CH_4) حسب وكالة البيئة الأوروبية [4]، تم ضرب كمية الوقود المستهلكة من وسائل النقل في معدلات الانبعاثات لكل غاز الموضحة بالجدول (1)، وللحصول على انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة من وسائل النقل تم جمع الانبعاثات الناتجة عن النقل الخاص (بنزين) مع الانبعاثات الناتجة عن النقل العام (ديزل).

جدول (1): معدل استهلاك الوقود ومعدلات انبعاثات الغازات الدفيئة من الوقود[4]

معدل استهلاك الوقود (جم/كم)		الكثافة ($كجم/م^3$)		معدل استهلاك الوقود (لتر/كم)		معدل الانبعاثات					
						CO_2 (كجم/كجم وقود)		N_2O (جم/ كجم وقود)		CH_4 (ملي جم/كم)	
بنزين	ديزل	بنزين	ديزل	بنزين	ديزل	بنزين	ديزل	بنزين	ديزل	بنزين	ديزل
70	240	750	840	0.0933	0.2857	3.169	3.169	0.206	0.051	131	85

4.4.3- حساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e) من وسائل النقل

ولحساب كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ (CO_2e) من وسائل النقل تم ضرب كمية الغازات الدفيئة المنبعثة من وسائل النقل في معامل الاحتباس الحراري العالمي (GWP) لكل غاز المبينة في الجدول (2).

جدول (2): معامل (GWP) للغازات[5]

معامل (GWP)		
CO_2	N_2O	CH_4
1	265	28

5.4.3- حساب البصمة الكربونية المباشرة للطالب ولطلبة جامعة طرابلس

تم حساب البصمة الكربونية المباشرة للطالب والمتمثلة في استخدام الورق المباشر لغرض الدراسة واستخدام وسائل النقل، وذلك بجمع متوسط كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم من الطالب مع متوسط كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الناتجة من استخدام وسائل النقل للطالب. ولحساب البصمة الكربونية لطلبة جامعة طرابلس تم ضرب متوسط البصمة الكربونية المباشرة للطالب في عدد طلبة الجامعة.

4- النتائج والمناقشة

1.4- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق للطالب

الجدول (3) يلخص كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة للطالب نتيجة استخدام الورق، ويتبين من الجدول بأن أقل عدد أوراق مستخدمة للطالب في السنة 738 ورقة/سنة بكلية الفنون والأعلام وأقصى عدد 6800 ورقة/سنة بكلية القانون والمتوسط للطالب بالجامعة 2496 ورقة/سنة وأن عدد الاشجار اللازمة لإنتاج الورق المستخدم لكل طالب بالسنة تتراوح بين (0.09-0.82) شجرة/سنة وبمتوسط 0.30 شجرة/سنة للطالب بالجامعة، وبأن كمية غاز ثاني الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم للطالب تتراوح بين 2.0 كجم/سنة بكلية الفنون والأعلام و18.0 كجم/سنة بكلية القانون وبمتوسط 6.6 كجم/سنة للطالب بالجامعة.

جدول (3): كمية غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) غير الممتصة من الأشجار للطالب.

الكلية	عدد الأوراق المستخدمة في السنة	عدد الأوراق المنتجة من الشجرة	عدد الأشجار اللازمة للطالب لإنتاج الورق المستخدم في السنة	كمية CO_2 الممكن امتصاصها من الشجرة* (كجم/سنة)	كمية CO_2 غير الممتصة للطالب (كجم/سنة)
العلوم	1125	8333.3	0.14	22	3.1
الهندسة	1817	8333.3	0.22	22	4.8
الفنون والأعلام	738	8333.3	0.09	22	2.0
تقنية المعلومات	1314	8333.3	0.16	22	3.5
القانون	6800	8333.3	0.82	22	18.0
الصيدلة	4148	8333.3	0.50	22	11.0
التقنية الطبية	3117	8333.3	0.37	22	8.1
الطب البشري	3392	8333.3	0.41	22	9.0
الزراعة	1642	8333.3	0.20	22	4.4
الطب البيطري	2058	8333.3	0.25	22	5.5
الاقتصاد	1885	8333.3	0.23	22	5.1
الآداب	1914	8333.3	0.23	22	5.1
المتوسط	2496		0.30		6.6

* من المرجع [6]

وتتوافق النتائج المتحصل عليها مع طبيعة الدراسة بكليتي الفنون والأعلام والقانون، حيث طبيعة الدراسة بكلية الفنون والأعلام تتركز على الفنون والرسم والأنشطة الإعلامية وبالتالي لا تحتاج إلى كميات كبيرة من الورق، في حين طبيعة الدراسة بكلية القانون تتركز على القوانين واللوائح والنظم وبالتالي استخدام الكتب، وهذا يؤدي إلى استخدام كميات كبيرة من الورق.

2.4- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة والأشجار المقطوعة للكليات

كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة للكليات مبينة بالجدول (4)، ويلاحظ من الجدول بأن أقل كمية لغاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق المستخدم 1.1 طن/سنة بكلية الطب البيطري وأقصى كمية 77.4 طن/سنة بكلية القانون وبمتوسط 27.5 طن/سنة للكلية، وعدد الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق تتراوح بين (52-3524) شجرة/سنة وبمتوسط 1247 شجرة/سنة للكلية.

جدول (4): كمية غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) غير الممتصة والأشجار المقطوعة للكليات.

الكلية	كمية CO_2 غير الممتصة لكل طالب في السنة (كجم/سنة)	عدد الأشجار اللازمة للطالب لإنتاج الورق المستخدم في السنة	عدد الطلبة*	كمية CO_2 غير الممتصة في السنة للكلية (طن/سنة)	عدد الأشجار اللازمة للكلية لإنتاج الورق المستخدم في السنة
العلوم	3.1	0.14	1699	5.3	238
الهندسة	4.8	0.22	8356	40.1	1838
الفنون والأعلام	2.0	0.09	2803	5.6	252
تقنية المعلومات	3.5	0.16	1087	3.8	174
القانون	18.0	0.82	4298	77.4	3524
الصيدلة	11.0	0.50	3124	34.4	1562
التقنية الطبية	8.1	0.37	3358	27.7	1242
الطب البشري	9.0	0.41	7053	63.5	2892
الزراعة	4.4	0.20	1392	6.1	278
الطب البيطري	5.5	0.25	208	1.1	52
الاقتصاد	5.1	0.23	10083	51.4	2319
الآداب	5.1	0.23	2586	13.2	595
المتوسط	6.6	0.30		27.5	1247

*من المرجع [3]

3.4- المسافة المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة للطالب لمستخدمي النقل الخاص

المسافة المقطوعة الإجمالية للطالب للدراسة في الكلية وكمية الوقود المستهلكة لمستخدمي النقل الخاص مبينة بالجدول (5)، حيث بلغت أقل مسافة إجمالية مقطوعة للطالب في السنة 2403 كم/سنة بكلية التقنية الطبية وأقصى مسافة 5363 كم/سنة بكلية العلوم وبمتوسط مسافة 3430 كم/سنة للطالب بالجامعة، وتتراوح كمية الوقود (البنزين) المستهلكة في السنة للطالب بين (224-500) لتر/سنة وبمتوسط 320 لتر/سنة للطالب بالجامعة.

4.4- المسافة المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة بواسطة النقل العام (الحافلات) وللطالب

يلخص الجدول (6) المسافة المقطوعة الإجمالية وكمية الوقود (الديزل) المستهلكة بواسطة النقل العام (الحافلات) وللطالب، ويتبين من الجدول بأن المسافة المقطوعة للحافلة في السنة لنقل الطلبة تتراوح بين (0-657492) كم/سنة وبمتوسط 95947 كم/سنة، وتتراوح كمية الوقود المستهلكة بواسطة النقل العام (الحافلات) في السنة بالكليات بين (0-187845) لتر/سنة وبمتوسط 27412 لتر/سنة للكلية، ومساهمة الطالب من مستخدمي وسائل النقل العامة في استهلاك الوقود تتراوح بين (0-73) لتر/سنة وبمتوسط 30 لتر/سنة للطالب بالجامعة.

جدول (5): المسافة المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة للطالب لمستخدمي النقل الخاص.

الكلية	المسافة الإجمالية المقطوعة للطالب في السنة (كم)	كمية الوقود المستهلكة للطالب في السنة (لتر)
العلوم	5363	500
الهندسة	4151	387

الفنون والأعلام	2947	275
تقنية المعلومات	4194	391
القانون	2667	249
الصيدلة	2992	279
التقنية الطبية	2403	224
الطب البشري	3338	311
الزراعة	2444	228
الطب البيطري	3034	283
الاقتصاد	3617	337
الآداب	4009	374
المتوسط	3430	320

جدول (6): المسافة المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة لوسائل النقل العامة (الحافلات) وللطالب.

الكلية	المسافة الإجمالية المقطوعة في السنة بواسطة الحافلات (كم)	كمية الوقود المستهلكة الإجمالية في السنة (لتر)	عدد الطلبة مستخدمي النقل العام	كمية الوقود المستهلكة للطالب في السنة (لتر)
العلوم	15594	4455	189	24
الهندسة	657492	187845	2571	73
الفنون والأعلام	42106	12030	216	56
تقنية المعلومات	0	0	0	0
القانون	66803	19086	614	31
الصيدلة	8196	2342	174	13
التقنية الطبية	3790	1083	187	6
الطب البشري	6668	1905	353	5
الزراعة	0	0	0	0
الطب البيطري	7446	2127	62	34
الاقتصاد	206341	58952	1120	53
الآداب	136933	39122	597	66
المتوسط	95947	27412		30

5.4- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب وللكلية نتيجة استخدام وسائل النقل

يبين الجدول (7) كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب وللكلية، ويتبين من الجدول بأن كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب لمستخدمي النقل الخاص تتراوح بين (550.8-1229.5) كجم/سنة وبمتوسط للطالب 786.3 كجم/سنة، ولمستخدمي النقل العام تتراوح بين (0-196.1) كجم/سنة وبمتوسط للطالب 80.7 كجم/سنة وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الإجمالية للطالب تتراوح بين (514.4-1099.9) كجم/سنة وبمتوسط للطالب 691.7 كجم/سنة.

جدول (7): كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب وللكلية نتيجة استخدام وسائل النقل.

الكلية	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب (كجم/سنة)		متوسط كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الإجمالية للطالب (كجم/سنة)	كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للكلية (طن/سنة)		كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الإجمالية للكلية (طن/سنة)
	النقل الخاص	النقل العام		النقل الخاص	النقل العام	
العلوم	1229.5	63.4	1099.9	1856.8	12.0	1868.8
الهندسة	951.6	196.1	646.0	4893.3	504.3	5397.6
الفنون والأعلام	675.6	149.8	583.2	1602.4	32.3	1634.7
تقنية المعلومات	961.5	0	961.5	1045.2	0	1045.2
القانون	611.3	83.4	535.9	2251.9	51.2	2303.1
الصيدلة	685.9	36.2	649.8	2023.6	6.3	2029.9
التقنية الطبية	550.8	15.6	521.1	1746.9	2.9	1749.8
الطب البشري	765.3	14.5	727.7	5127.7	5.1	5132.8
الزراعة	560.2	0	560.2	779.8	0	779.8
الطب البيطري	695.5	91.5	514.4	101.3	5.7	107.0
الاقتصاد	829.1	141.3	752.7	7431.1	158.3	7589.4
الآداب	918.9	176.0	747.4	1827.9	105.0	1932.9
المتوسط	786.3	80.7	691.7	2557.3	73.6	2630.9

وتتراوح كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للكلية لمستخدمي النقل الخاص بين (101.3-7431.1) طن/سنة وبمتوسط للكلية 2557.3 طن/سنة ولمستخدمي النقل العام تتراوح بين (0-504.3) طن/سنة وبمتوسط للكلية 73.6 طن/سنة وكمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ الإجمالية للكلية تتراوح بين (107.0-7589.4) طن/سنة وبمتوسط للكلية 2630.9 طن/سنة.

يلاحظ من الجدول (7) بأن متوسط كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب لمستخدمي النقل الخاص بلغ 786.3 كجم/سنة وبمقارنته مع متوسط الكمية لمستخدمي النقل العام والذي بلغ 80.7 كجم/سنة يتضح وجود فرق كبير بزيادة أكثر من (9) أضعاف، وكذلك يلاحظ بأن متوسط كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للكلية لمستخدمي النقل الخاص 2557.3 طن/سنة أكبر بكثير من متوسط الكمية لمستخدمي النقل العام والذي بلغ 73.6 طن/سنة بمقدار زيادة أكثر من (34) ضعف، ويستنتج من ذلك بأن استخدام وسائل النقل العامة بدل وسائل النقل الخاصة له تأثير كبير على التخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة.

6.4- البصمة الكربونية المباشرة للطالب والكليات

الجدول (8) يبين البصمة الكربونية المباشرة للطالب وللكلية، حيث بلغت أقل بصمة كربونية مباشرة للطالب 519.9 كجم/سنة لطلبة كلية الطب البيطري بينما بلغت أقصى بصمة كربونية للطالب 1103.0 كجم/سنة لطلبة كلية العلوم وبلغ المتوسط لطلبة الجامعة 698.3 كجم/سنة، في حين بلغت أقل بصمة كربونية للكلية 108.1 طن/ سنة لكلية الطب البيطري وأقصى بصمة كربونية للكلية 7640.8 طن/سنة لكلية الاقتصاد والمتوسط للكليات بالجامعة 2658.4 طن/سنة.

جدول (8): البصمة الكربونية المباشرة للطالب وللكلية.

الكلية	كمية CO_2 غير الممتصة للطالب من الأشجار (كجم/سنة)	اجمالي انبعاثات CO_2e للطالب في السنة من وسائل النقل (كجم/سنة)	البصمة الكربونية المباشرة للطالب (كجم/سنة)	كمية CO_2 غير الممتصة للكلية من الأشجار (طن/سنة)	اجمالي انبعاثات CO_2eللكلية في السنة من وسائل النقل (طن/سنة)	البصمة الكربونية المباشرة للكلية في السنة (طن/سنة)
العلوم	3.1	1099.9	1103.0	5.3	1868.8	1874.1
الهندسة	4.8	646.0	650.8	40.1	5397.6	5437.7
الفنون والأعلام	2.0	583.2	585.2	5.6	1634.7	1640.3
تقنية المعلومات	3.5	961.5	965.0	3.8	1045.2	1049.0
القانون	18.0	535.9	553.9	77.4	2303.1	2380.5
الصيدلة	11.0	649.8	660.8	34.4	2029.9	2064.3
التقنية الطبية	8.1	521.1	529.2	27.7	1749.8	1777.5
الطب البشري	9.0	727.7	736.7	63.5	5132.8	5196.3
الزراعة	4.4	560.2	564.6	6.1	779.8	785.9
الطب البيطري	5.5	514.4	519.9	1.1	107.0	108.1
الاقتصاد	5.1	752.7	757.8	51.4	7589.4	7640.8
الآداب	5.1	747.4	752.5	13.2	1932.9	1946.1
المتوسط	6.6	691.7	698.3	27.5	2630.9	2658.4

يلاحظ من الجدول (8) بأن الانبعاثات من وسائل النقل تمثل أكثر من 99 % من البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس، وهذا يشير إلى المساهمة الكبيرة لوسائل النقل في البصمة الكربونية المباشرة للطالب.

7.4- البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس

يلخص الجدول (9) البصمة الكربونية المباشرة لطلبة المرحلة الجامعية (البكالوريوس) بجامعة طرابلس، حيث بلغ متوسط البصمة الكربونية المباشرة للطالب 0.6983 طن/سنة في حين بلغت البصمة الكربونية لطلبة جامعة طرابلس 49315 طن/سنة.

جدول (9): البصمة الكربونية لطلبة جامعة طرابلس.

متوسط البصمة الكربونية المباشرة للطالب (طن/سنة)	عدد طلبة الجامعة*	البصمة الكربونية المباشرة لطلبة جامعة طرابلس (طن/سنة)
0.6983	70621	49315

* من المرجع [3]

يبين الجدول (10) البصمة الكربونية الإجمالية للفرد بجامعات عالمية، ويلاحظ من الجدول وجود تباين كبير في البصمة الكربونية للفرد بالجامعات حيث أقل قيمة 0.14 طن/ سنة وأقصى قيمة 10.9 طن/ سنة، ويرجع هذا التباين لعدة أسباب منها: طريقة الحساب (عدد أقسام البصمة الكربونية المحسوبة، أنشطة الموظفين، سنة الحساب) وطريقة التعليم (تقليدي أو عن بعد) ووجود سكن داخلي بالحرم الجامعي وعدد الأفراد بالجامعة ونوعية وسائل النقل المستخدمة ومعالجة الصرف الصحي بالجامعة وطريقة التخلص من النفايات الصلبة والموقع الجغرافي للجامعة. لذلك عند مقارنة النتائج المتحصل عليها في هذا البحث للبصمة الكربونية مع البصمة الكربونية لجامعات أخرى يتوقع وجود تباين.

جدول (10): البصمة الكربونية الإجمالية للفرد بجامعات عالمية.

الجامعة	البلد	البصمة الكربونية للفرد (طن/سنة)
Hochschule Konstanz*	المانيا	10.9
Kelaniya*	سيرلانكا	4.70
Montreal*	كندا	2.97
Oulu*	فنلندا	0.93
Punjab*	باكستان	0.52
British Columbia*	كندا	0.33
Sakarya*	تركيا	0.15
Bournemouth*	إنجلترا	0.14
The American University in Cairo**	مصر	5.40
Arizona State University **	امريكا	3.80
University of California - San Diego**	امريكا	6.80

* من المرجع [7]
** من المرجع [8]

وفي دراسة أعدت بواسطة The Royal Anniversary Trustتمثل الانبعاثات من وسائل النقل حوالي 24.4% من البصمة الكربونية الإجمالية للمؤسسات التعليم العالي بالمملكة المتحدة [9]، ومن النتائج المتحصل عليها في هذا البحث تمثل الانبعاثات من وسائل النقل حوالي 99 % من البصمة الكربونية المباشرة للطالب بجامعة طرابلس والتي بلغت 0.6983 طن/سنة للطالب. وبناءً على ذلك يتوقع أن تبلغ قيمة البصمة الكربونية الإجمالية (المباشرة وغير المباشرة والطرف الثالث) للطالب بجامعة طرابلس حوالي 2.833 طن/سنة، وبمقارنة هذه القيمة مع البصمة الكربونية الإجمالية للفرد بالجامعات العالمية بالجدول (10) يتضح بأن البصمة الكربونية للطالب بجامعة طرابلس تعتبر متوسطة.

5- الاستنتاجات

1.5- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق للطالب

كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة لإنتاج الورق للطالب تتراوح بين 2.0 كجم/سنة بكلية الفنون والأعلام و18.0 كجم/سنة بكلية القانون وبمتوسط 6.6 كجم/سنة للطالب بالجامعة.

2.5- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة للكليات

بلغت أقل كمية لغاز ثاني أكسيد الكربون غير الممتصة من الأشجار المقطوعة المستخدمة لإنتاج الورق 1.1 طن/سنة بكلية الطب البيطري وأقصى كمية 77.4 طن /سنة بكلية القانون وبمتوسط 27.5 طن /سنة للكلية.

3.5- المسافة المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة لمستخدمي النقل الخاص

بلغت أقل مسافة إجمالية مقطوعة للطالب في السنة 2403 كم/سنة بكلية التقنية الطبية وأقصى مسافة 5363 كم/سنة بكلية العلوم وبمتوسط مسافة 3430 كم/سنة للطالب بالجامعة، وتتراوح كمية الوقود (البنزين) المستهلكة في السنة للطالب بين (224-500) لتر/سنة وبمتوسط 320 لتر/سنة للطالب بالجامعة.

4.5-المسافة الإجمالية المقطوعة وكمية الوقود المستهلكة بواسطة النقل العام (الحافلات) وللطالب

تتراوح المسافة المقطوعة الإجمالية بواسطة النقل العام (الحافلات) بين (0-657492) كم/سنة وبمتوسط 95947 كم/سنة، وتتراوح كمية الوقود المستهلكة للحافلات في السنة بالكليات بين (0-187845) لتر/سنة وبمتوسط 27412 لتر/سنة للكلية، ومساهمة الطالب من مستخدمي وسائل النقل العامة في استهلاك الوقود تتراوح بين (0-73) لتر/سنة وبمتوسط 30لتر/سنة للطالب بالجامعة.

5.5- كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب وللكلية نتيجة استخدام وسائل النقل

كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للطالب لمستخدمي النقل الخاص تتراوح بين (550.8-1229.5) كجم/سنة وبمتوسط للطالب 786.3 كجم/سنة ولمستخدمي النقل العام تتراوح بين (0-196.1) كجم/سنة وبمتوسط للطالب 80.7

كجم/سـنة وكمية غاز ثاني أكسـيد الكربون المكافئ الإجمالية للطالب تتراوح بين (514.4-1099.9) كجم/سـنة وبمتوسـط للطالب 691.7 كجم/سنة.

تتراوح كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ للكلية لمستخدمي النقل الخاص بين (101.3-7431.1) طن/سنة وبمتوسط للكلية 2557.3 طن/سنة ولمستخدمي النقل العام تتراوح بين (0-504.3) طن/سنة وبمتوسط للكلية 73.6 طن/سنة وكمية غاز ثاني أكسـيد الكربون المكافئ الإجمالية للكلية تتراوح بين (107.0-7589.4) طن/سـنة وبمتوسـط للكلية 2630.9 طن/سنة.

6.5- البصمة الكربونية للطالب وللكليات بجامعة طرابلس

بلغت أقل بصـمة كربونية للطالب 519.9 كجم/سـنة لطلبة كلية الطب البيطري بينما بلغت أقصـى بصـمة كربونية للطالب 1103.0 كجم/سنة لطلبة كلية العلوم وبلغ المتوسط للطالب بالجامعة 698.3 كجم/سنة، في حين بلغت أقل بصمة كربونية للكلية 108.1 طن/ سنة لكلية الطب البيطري وأقصـى بصـمة كربونية للكلية 7640.8 طن/سنة لكلية الاقتصـاد والمتوسـط للكليات بالجامعة 2658.4 طن/سنة.

7.5- البصمة الكربونية المباشرة لطلبة جامعة طرابلس

بلغ متوسط البصمة الكربونية المباشرة للطالب 0.6983 طن/سنة في حين بلغت البصمة الكربونية المباشرة لطلبة جامعة طرابلس 49315 طن/سنة.

6- التوصيات

أ- حساب البصمة الكربونية الإجمالية لجامعة طرابلس المباشرة وغير المباشرة والطرف الثالث سنوياً ولجميع مراحل التعليم والعاملين بالجامعة ولكل الأنشطة.

ب- انشاء منظومة لوسائل النقل العامة متكاملة وربطها بجميع المناطق حول جامعة طرابلس للتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة.

ج- التشجيع على استخدام وسائل النقل العامة بدل الخاصة والتشجيع على السير على الأقدام واستخدام الدراجات الهوائية والدراجات النارية للتخفيف من انبعاثات الغازات الدفيئة.

د- استخدام التعليم عن بعد بدل التعليم التقليدي ما أمكن ذلك للتخفيف من استخدام الورق ووسائل النقل.

هـ- امتصاص الغازات المنبعثة من أنشطة الجامعة للوصول إلى الحياد الكربوني (صفر انبعاثات).

7- المراجع

[1] Priestley Centre for Climate Futures. "Analysis reveals scale of tertiary education's carbon emissions". University of Leeds. Accessed: Sep 2024. [Online]. Available: https://climate.leeds.ac.uk/news/analysis-reveals-scale-of-tertiary-educations-carbon-emissions/

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change 2023 Synthesis Report", Geneva, Switzerland, 2023. [Online]. Available: https://www. ipcc.ch /report/ar6/syr/

[3] الموقع الإلكتروني لجامعة طرابلس "https://uot.edu.ly "

[4] European Environment Agency (EEA), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2020, 2022. [Online]. Available: https://www. europeansources.info/record/ emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook-2019/

[5] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2021 The Physical Science Basis (The Sixth Assessment Report), Geneva, Switzerland, 2021. [Online]. Available: https://www.ipcc.ch/report /ar6/ wg1/downloads/report /IPCC_AR6 _WGI _FullReport.pdf

[6] الموقع الإلكتروني لوكالة البيئة الاوروبية (EEA)
www.eea.europa.eu/articles/forests-health-and-climate-change/key-facts/trees-help-tackle-climate-change

[7] Kevin Nabor Paredes-Canencio and other, Carbon footprint of higher education institutions, [Online], Springer, February 2024, doi:10.1007/ s10668-024-04596-4.

[8] The American University in Cairo, Carbon Footprint Report 2023, Cairo, Egypt, 2023. [Online]. Available: https://aucegypt0.sharepoint.com/sites /documents/sustainability/ Forms/ llItems.aspx?id=%2Fsites%2Fdocuments %2Fsustainability% 2FCFP% 202023 %20Report%2Epdf&parent= 2Fsites %2Fdocuments%2Fsustainability&p=true&ga=1

[9] The Royal Anniversary Trust, Accelerating the UK, Tertiary Education Sector towards Net Zero, London, UK, 2023. [Online]. Available: https://royalanniversarytrust.org.uk/wp-content/uploads/2024/10/ Accelerating -towards-Net-Zero.pdf