



بصمة القدم البيئية واستدامة مدينة بغداد

زياد علي إسماعيل¹، صبا جبار نعمة²، جذوة عبد الكريم^{3*}

¹ا قسم التخطيط الحضري، جامعة الكوفة، الكوفة، العراق، zyadas@uokufa.edu.iq

²ا قسم هندسة العمارة، جامعة بغداد، بغداد، العراق، dr.saba_alkhafaji@yahoo.com

³ا قسم هندسة العمارة، جامعة بغداد، بغداد، العراق، jathwa58@yahoo.com

* الباحث الممثل: زياد علي إسماعيل، zyadas@uokufa.edu.iq

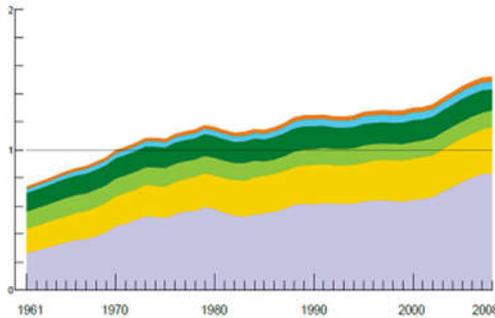
نشر في: 31 آب 2019

الخلاصة – تعاني مدينة بغداد من تمددها الأفقي الناتج عن الزيادة الكبيرة في عدد السكان، وما ترتب عليها من زيادة في الطلب على الطاقة والغذاء وزيادة طرح غاز ثاني أكسيد الكربون. لذلك أصبحت مدينة بغداد مكتظة وتعاني من إختناقات وخصوصاً في مركز المدينة ونتج عنها مشكلات تصميمية وضعف في البنية التحتية، وعدم وجود حسابات لمقدار إستهلاك الطاقة أو مقدار الطاقة المتجددة المنتجة. ونظراً لقلة البحوث والدراسات التي تناولت هذا الموضوع نتج عنها المشكلة البحثية المتمثلة (الحاجة العلمية للوصول الى مقومات بصمة القدم البيئية التي تؤدي الى إستدامة مدينة بغداد)، وحدد البحث الفرضية العامة للبحث (أن لبصمة البيئية أثراً في إستدامة مدينة بغداد)، لقد حدد البحث الأهداف التالية: دراسة وفهم وتوفير المعرفة العلمية عن بصمة القدم البيئية بمكوناتها المختلفة. فضلاً عن التوصل الى البصمة البيئية والقدرة البيولوجية وأثرها في إستدامة مدينة بغداد. وسيتم تناول ذلك عن طريق دراسة للبصمة البيئية، ومقوماتها ومكوناتها، ودراسة بعض الامثلة العالمية عن تطبيقات بصمة القدم البيئية في إستدامة المدينة، إنتهاءً بإستخراج البصمة، والسعة البيولوجية لمدينة بغداد، والتطبيق العملي لمؤشرات البصمة البيئية في إستدامة مدينة بغداد.

الكلمات الرئيسية – بصمة القدم البيئية ، السعة البيولوجية ، العجز البيئي ، الاستهلاك المستدام.

1. المقدمة

المتجددة التي يستهلكها البشر مع قدرة الأرض على التجديد، أو السعة البيولوجية: هي المناطق من الأرض المتوفرة فعلياً لإنتاج الموارد المتجددة وامتناص انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون [11]. على مقياس عالمي، ازداد كل من تعداد السكان ومتوسط بصمة القدم البيئية لكل فرد منذ العام 1961. لقد انخفضت السعة البيولوجية المتاحة لكل فرد إلى النصف تقريباً في نفس المرحلة الزمنية. منذ سبعينيات القرن العشرين، تجاوز الطلب السنوي للبشرية على موارد العالم الطبيعي، ما يمكن للأرض أن تجده في كل عام. كما موضح في الشكل 1.



الشكل (1): تجاوز البصمة وعدد كواكب الأرض اللازمة للعيش [17]

تمثل مدينة بغداد أكبر تجمع للسكان في العراق، ويمارسون نشاطاتهم بداخلها، وبذلك يستهلكون الطاقة والغذاء وبقية الموارد الأخرى، وتعاني مدينة بغداد انفجاراً سكانياً كبيراً يسبب الضغط على الموارد الطبيعية للمدينة، وما ينتج عنه من مشكلات وملوثات، وخصوصاً في مجال إستهلاك الطاقة، وما ينتج من الكربون الذي يسبب التلوث العالمي. وبعد العديد من الدراسات والبحوث والمؤتمرات العالمية تم الاتفاق عليها حول التوصل الى بصمة القدم البيئية كأداة لقياس الاستدامة والاستهلاك وكمية التجاوز على البيئة ومواردها الطبيعية. حيث أن إستدامة المدن وحضارتها تقوم على العلاقة المتبادلة بين الإنسان والطبيعة، وتأثير كل منهما على الآخر، وعندما يحدث تجاوز من قبل الإنسان على الطبيعة، ومواردها ينتج الكثير من المشكلات الحضرية في المدينة، وبالتالي تنعكس على السكان سلباً. هذا التجاوز على موارد المدينة الطبيعية ينتج عنه زيادة النفايات، والفضلات الناتجة عن إستهلاك السكان لموارد المدينة، وتجاوزها قدرة الطبيعة على إعادة تدوير النفايات والفضلات وتوفير الموارد الطبيعية التي يحتاجها السكان. التفرعات المدرجة لاحقاً هي امثلة للترقيم في البحوث.

2. مفهوم بصمة القدم البيئية

هناك عدة تعاريف لبصمة القدم البيئية منها : بصمة القدم البيئية هي قياس شامل لمختلف انواع الاستهلاك البشري في مقياس مترى مشترك أو هي : إجمالي مساحة الأراضي والمياه المنتجة للنظم الايكولوجية اللازمة لإنتاج الموارد التي يستهلكها السكان واستيعاب النفايات المنتجة ، حيثما كانت موجودة سواء على الأرض او في المياه [31] . حيث تحسب بصمة القدم البيئية معدل الطلب البشري على الأنظمة الحيوية عن طريق مقارنة الموارد

2.3 مكونات بصمة القدم البيئية

- أ- بصمة الكربون Carbon: تمثل مساحة الأراضي المطلوبة أو الغابات لإمتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون، المنبعث نتيجة لإستهلاك الطاقة الناجمة عن حرق الوقود الأحفوري، للإستعمالات البشرية كافة، ومنها السكن والنقل وإنتاج الغذاء. وتعد الغابات الأكثر إمتصاصاً لإنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ولذلك يتم الإعتماد على أراضي الغابات في حسابات البصمة البيئية. علماً أن 80% من الغابات قد أزيلت في العالم.
- ب- بصمة أراضي المراعي Grazing land: تمثل المساحات المستخدمة لتربية ورعي المواشي، لإنتاج اللحوم والألبان، ولتوفير العلف للحيوانات.
- ج- الغابات Forest land: تمثل مساحة الغابات اللازمة لإنتاج الأخشاب والورق وخشب الوقود .
- خ- مناطق الصيد Fishing area : مجموعة مساحة المياه المحسوبة للإنتاج الأولي لصيد الأسماك وتربية الأحياء المائية (المناطق الساحلية في الأساس).
- د- الأراضي الزراعية Cropland land : تمثل المساحة المستخدمة لزراعة المحاصيل الغذائية والألياف ، للإستهلاك البشري والمطاط وغيرها .
- ذ- الأراضي المبنية Built-up land: تمثل مساحة الأراضي التي تغطيها البنية التحتية البشرية ، بما في ذلك السكن ، والمباني الصناعية ، ومحطات توليد الطاقة ، والطرق وغيرها . [32] والجدول 1 أدناه يوضح توزيع بصمة القدم البيئية على مكوناتها لعموم الكرة الأرضية وكما يأتي :

جدول (1): توزيع بصمة القدم البيئية على مكوناتها لعموم الكرة الأرضية [13].

النسبة المئوية لكل نوع	مكونات بصمة القدم البيئية 2.2 هكتار عالمي لسنة 2008
54 %	أراضي إنتاج الطاقة (الكربون)
8 %	أراضي الرعي
10 %	أراضي الغابات
22 %	أراضي المحاصيل الزراعية
4 %	مناطق الصيد
2 %	المناطق المبنية
100 %	المجموع

2.4 حسابات بصمة القدم البيئية الرياضية

يمكن التوصل لحسابات البصمة البيئية عبر المعادلات الآتية وكما يأتي:

$$EF = D/Y \quad (1)$$

يمثل EF بصمة القدم البيئية و D الطلب السنوي على منتج ما، أما Y فهو الإنتاج السنوي لنفس المنتج ويعبر عن الإنتاج السنوي بالهكتار العالمي.

يتضح مما تقدم ان بصمة القدم البيئية هي اداة تستخدم لمعرفة الاستهلاك البشري للموارد مما هو معروض من تلك الموارد الطبيعية من الارض أو اي جهة أخرى.

2.1 السعة البيولوجية (الحيوية)

تعرف السعة البيولوجية (الحيوية): قدرة الأنظمة البيئية (الإيكولوجية) على إنتاج مواد حيوية نافعة، وإستيعاب إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، التي ينتجها ويتسبب بها الإنسان، وذلك عن طريق التقنيات الحالية في الإدارة والتكنولوجيا وإستخراج الموارد، وتتألف السعة البيولوجية من الأراضي الزراعية والغابات ومصائد الأسماك والمراعي والمباني. يظهر مؤشر بصمة القدم البيئية اتجاهاً مضطرباً نحو الإستهلاك المفرط، ففي العام 2008، بلغت سعة الأرض البيولوجية (12 مليار هكتار عالمي)، أو 1.8 هكتار عالمي لكل شخص)، بينما وصلت بصمة القدم البيئية للبشرية (18.2 مليار هكتار عالمي)، أو (2.7 هكتار عالمي لكل شخص). ومساحة الغابات اللازمة لعزل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂، وما يعرف بالبصمة الكربونية هي المكون الأكبر للبصمة البيئية (55%). وهذا الفرق الكبير بين حسابات السعة البيولوجية، وبصمة القدم البيئية، يعني أننا في حالة تجاوز بيئي: فالأرض تحتاج إلى سنة ونصف لإعادة توليد كامل المصادر المتجددة التي يستخدمها البشر في سنة واحدة. [25]. يجد البحث أن السعة البيولوجية تتناسب طردياً مع مساحة الأرض المنتجة، وعكسياً مع عدد سكان الأرض، ولذلك نجدتها تتناقص يوماً بعد يوم وسنة بعد سنة، بسبب زيادة عدد سكان الأرض بإستمرار مع إفتراض بقاء مساحة الأرض المنتجة كما هي .

2.2 العجز والمخزون من بصمة القدم البيئية

عندما تتجاوز بصمة القدم البيئية السعة البيولوجية المتاحة، تعد الدولة في حالة عجز في الموارد الطبيعية. وهناك بعض المقترحات لعلاج هذا الخلل، ومنها إمكانية أن تستورد من الدول التي لديها فائض في السعة البيولوجية لتغطية العجز، أو استخدام تقنيات ترشد من استهلاك الموارد. الجدير بالذكر أن المعدل العالمي لاستهلاك الفرد هو (2.7 هكتار عالمي) على مستوى الكرة الأرضية. ولتقدير العجز أو الفائض يتم طرح الإستهلاك (بصمة القدم البيئية) من السعة البيولوجية في الدولة. [32] العجز البيئي (الدين الإيكولوجي): هي تجاوز بصمة القدم البيئية للسعة البيولوجية العالمية المتاحة للأرض وقد حدث ذلك خلال العام (1980).

هناك عدة أسباب تؤدي إلى العجز البيئي وهي:

- أ- يعد التصحر وإمتداد الأراضي الصحراوية القاحلة، على حساب الأراضي الزراعية والغابات والمراعي، من أهم محددات السعة البيولوجية.
- ب- الإعتماد الكلي على الوقود الأحفوري، أي إمدادات النفط والغاز في تلبية إحتياجات السكان، مما يؤدي إلى إنبعاث كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون، والتي لاتجد مساحات كافية من الغابات لإمتصاصها، فيؤدي ذلك إلى تصاعدها إلى الغلاف الجوي، والذي يسهم بنسبة كبيرة بزيادة بصمة القدم البيئية.
- ت- سوء إدارة الأراضي والموارد البيئية البحرية.
- ث- تغير انماط الإستهلاك، وزيادة معدلاته، مع زيادة معدلات النمو السكاني الذي يؤدي إلى زيادة الطلب على الموارد المختلفة، وينتج عنها إزدياد الفجوة بين الإستهلاك والإنتاج.
- ج- ضعف الزراعة وإنتاج الغذاء في بعض الدول، مما يجعلها تعتمد بشكل كبير على إستيراد المنتجات الغذائية وغيرها من الخارج] [21].

2.7 عامل التكافؤ EQF

لغرض توحيد البصمات البيئية أو القدرات الحيوية لمختلف أصناف الأراضي فإن من الضروري إيجاد المعامل الثاني (معامل التكافؤ). عامل التكافؤ هو عامل تحول مساحات الأراضي المختلفة وفقاً للمتوسط العالمي لإنتاجية كلا منها إلى ما يكافؤها من مساحات من المتوسط العالمي للأرض المنتجة حيويًا عبر كل أصناف الأراضي. لذا فإن عوامل التكافؤ تختلف باختلاف صنف الأرض وسنة الإنتاج. [21]. إن عامل التكافؤ للأرض المبنية تم إفتراضه مساوٍ لعامل تكافؤ الأرض الزراعية، بينما عامل تكافؤ الأرض التي تمتص الكربون، تم وضعه مساوٍ لعامل الغابات. وكذلك فإن عامل تكافؤ المساحات المائية المخصصة لإنتاج الكهرباء ثم إعطائها قيمة (1) أما عامل تكافؤ المساحات البحرية يتم حسابه بإفتراض أن هكتار عالمي واحد من المراعي سوف ينتج كمية من السرعات الحرارية للحم البقر مساوي إلى كمية السرعات الحرارية للسمون التي من الممكن إنتاجها بهكتار واحد من المساحات البحرية. بينما يقوم عامل التكافؤ (EQF) بتغيير مساحة الأرض من صنف ما المتوفرة أو المطلوبة إلى وحدات من المعدل العالمي للأرض المنتجة حيويًا. لذا فهو يمثل نسبة أقصى إنتاجية بيئية محتملة لأرض من صنف محدد حسب المتوسط العالمي، مثل نسبة الأراضي الزراعية إلى متوسط الإنتاجية لكل الأراضي المنتجة حيويًا على الكرة الأرضية. بلغ حساب مساحة الأراضي والمياه المنتجة حيويًا في الكرة الأرضية (12 مليار هكتار)، وبعد ضرب أنواع الأراضي بعوامل التكافؤ لها فإن مساحات الأراضي لكل صنف من أصناف الأراضي الناتجة بالهكتار العالمي تختلف عنها في الهكتارات الفعلية.

جدول (2): قيم معامل التكافؤ للأنواع المكونة لبصمة القدم البيئية [21]

معامل التكافؤ بالهكتار العالمي (EQF)	نوع الأرض
2.51	أراضي المحاصيل الزراعية
1.26	الغابات
0.46	أراضي الرعي
0.37	أراضي المياه
2.51	الأراضي المبنية
1.26	الكربون

بعد التطرق إلى مفهوم ومكونات والمعادلات الرياضية لبصمة القدم البيئية، سيتم دراسة مثالين لتطبيقات بصمة القدم البيئية في إستدامة المدينة للتوصل إلى أهم مقوماتها:

3. تطبيقات بصمة القدم البيئية في إستدامة المدينة

3.1 بصمة القدم البيئية كأداة للتصميم الحضري على المستوى المحلي (مقارنة ثلاثة تصاميم لنفس الموقع على أساس القرية البيئية، والمسكن التقليدية، والتصاميم الحضرية الجديدة)

سيتم تحليل بيئي مقارن لثلاثة تصاميم للموقع نفسه لإثبات بصمة القدم البيئية، والتصاميم بنيت على أساس القرية البيئية وحركة التصميم الحضري الجديد وتصميم الموقع بالاعتماد على الساكنين. وتستند المقارنة بين التصاميم الثلاثة

تتأثر قيمة حساب معادلة بصمة القدم البيئية بعاملين سيأتي شرحهما لاحقاً هما:

- عامل الإنتاج (YF (Yield Factor): هو مقارنة معدل الإنتاج الوطني لكل هكتار منتج ما مع معدل الإنتاج العالمي ضمن نفس صنف الأرض ويختلف من بلد لآخر كحسب إنتاجه.
- عامل التكافؤ (EQF (Equivalence Factor): هو معامل التكافؤ لإستخدام الأرض والذي يقوم بحساب الإنتاجية النسبية لمختلف أصناف الأرض والمساحات المائية مع الأخذ بالحسابات هذين العاملين تصحح معادلة بصمة القدم البيئية كالآتي:

$$EF = P/Yn * YF * EQF \quad (2)$$

حيث تمثل P: كمية المادة (المستهلكة) وتكون مساوية D، Yn هو العائد الوطني (الإنتاج السنوي الوطني)، YF, EQF تمثل معامل الإنتاج ومعامل التكافؤ على التوالي للبلد وحسب صنف الأرض.

2.5 حساب السعة البيولوجية

إحتساب السعة البيولوجية لبلد ما، يبدأ من حساب مجموع مساحات الأراضي والمياه المنتجة حيويًا المتوفرة في ذلك البلد، والمقصود ب (المنتجة حيويًا) هي الأرض أو المياه، التي تساهم في الإنتاج الحيوي وتستهلك من ذلك الأراضي الفالحة ذات الإنتاجية الضعيفة. القدرة الحيوية هي قياس إجمالي لكمية الأرض المتوفرة، وحسب إنتاجيتها، فهي تمثل قدرة الغلاف الحيوي الأرضي على إنتاج المحاصيل الزراعية والحيوانية والمنتجات الخشبية والأطعمة البحرية وغيرها، فضلاً عن قدرة الغلاف الحيوي للأرض على إمتصاص غاز ثاني أوكسيد الكربون بواسطة الغابات، فضلاً عن قياسها للقدرة التجديدية التي احتلتها وأزاحتها الأراضي المبنية والبنية التحتية للمدن. فهي تقيس قدرة المناطق البرية والمائية على توفير الخدمات البيئية. ويتم إحتساب القدرة الحيوية BC لبلد ما ولصنف معين من الأرض وكالآتي:

$$BC = A * YF * EQF \quad (3)$$

إذ أن A هي المساحة المتوفرة من الأرض ذات الصنف المحدد و YF, EQF تمثل معامل الإنتاج ومعامل التكافؤ على التوالي للبلد موضوع الدراسة وحسب صنف الأرض [13].

2.6 عامل الإنتاج YF

عامل الإنتاج YF هو نسبة معدل الإنتاج الوطني إلى معدل الإنتاج العالمي للمساحة من صنف ما، فهو متغير بحسب البلد والسنة. تختلف عوامل الإنتاج بين دولة وأخرى وبين صنف معين من الأرض وآخر، وبين سنة وأخرى، وعوامل الإنتاج هذه هي التي تعطي القدرة على التمييز بين البلدان على أساس إنتاج أراضيها. عامل الإنتاج يمثل نسبة متوسط الإنتاج الوطني إلى متوسط الإنتاج العالمي، ويتم حسابه عن طريق الوفرة السنوية للمنتجات المستخدمة. بإستثناء الأراضي الزراعية، فإن جميع أصناف الأراضي الأخرى المتضمنة في حساب البصمة الوطنية توفر محصول أساسي واحد، مثل الخشب من الغابات والعشب من أرض الرعي. نتيجة لصعوبة تحديد إنتاجية الأرض المبنية، فإن عامل الإنتاج لهذا الصنف من الأراضي تم إفتراضه مساوٍ للأراضي الزراعية، بمعنى آخر تم إفتراض أن الأرض الحضرية تم بناؤها فوق، أو بقرب أرض زراعية منتجة. عامل الإنتاج للأرض التي تمتص الكربون تم إفتراضه مساوي للغابات، بسبب محدودية البيانات المتوفرة الخاصة بامتصاص الكربون للأصناف الأخرى من الأرض. كل المساحات المائية داخل البلدان ثم إعطائها عامل إنتاج مقداره (1)، وذلك لوجود نقص في البيانات العالمية حول الإنتاجية البيئية للمياه العذبة [13].

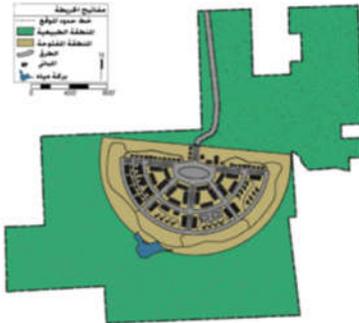
الشكل (4) الخطة المقترحة لروز هيل وواضح فيها أن المساكن تحتل الموقع بأكمله وكان تقسيم الحي في هضبة روز ذو كثافة سكنية منخفضة والمساحات المفتوحة العامة توجد في بقايا حواف الشكل العام للتطوير. [27]

3.1.5 حسابات بصمة القدم البيئية

حيث اعتمد على مجموعتين من الحسابات الأولى هي التقديرات الإجمالية لبصمة القدم البيئية في التصميمات الثلاثة بالاعتماد على العوامل الفيزيائية في كل تطوير، والثانية تجمع بين المعلومات عن العوامل الفيزيائية مع اختبار بيانات الاستهلاك من أجل استخلاص تقديرات جزئية لنصيب كل فرد في البدائل الثلاثة [37]. تشمل المعلومات المادية لحساب البصمة البيئية، المساحة الكلية للأراضي المبنية واستهلاك المواد في تطوير هذه الأراضي ترجمة لاستخدام الغابات والطاقة الأحفورية. واستند استخراج مجموع الأراضي المبنية على المساحة المستخدمة للطرق والمباني ومواقف السيارات وممرات المشاة والمساحات الخاصة والمناطق المفتوحة على شكل متنزهات أو بقايا الأراضي على حافة منطقة التطوير [31].



الشكل (2): مخطط تطوير القرية البيئية في أيثاكا [28]



الشكل (3): مخطط تطوير أوكسبريدج الجديدة [28]

على بصمة القدم البيئية. حيث تستند النتيجة على الشكل العام للتصميم، حيث أسفرت التصميمات ذات الكثافات السكانية العالية عن أقل بصمة قدم بيئية. حيث تقتصر بيانات الاستهلاك على القرية البيئية لأن هذا هو الاستخدام الفعلي لموقع الدراسة، وتم إجراء المقارنة مع مناطق إقليمية أخرى في الولايات المتحدة [31].

3.1.1 مشاريع التطوير الثلاثة

تم مقارنة بصمة القدم البيئية لثلاثة تصاميم مختلفة لمحلات سكنية، والموقع الذي اختير لهذا العمل المقارن تبلغ مساحته (176 هكتار) في ولاية نيويورك ضمن منطقة البحيرات غرب وسط مدينة إيثاكا. وقد تم بالفعل تطوير الموقع جزئياً كما في القرية البيئية في إيثاكا، والتي بنيت على أساس الأهداف البيئية. إن أول تصميم هو القرية البيئية التي تم تنفيذها بشكل جزئي. والثاني يستند على تصميم بديل اقترح لهذا الموقع سنة 1988. هذا التطوير فكرته على أساس الكثافة المنخفضة، ومرتبطة حول نظام الطرق المنحنية. والثالث هو بديل أفتراضي لهذا الموقع مستند إلى مبادئ التخطيط التقليدية، والتي تعرف بأسم (أوكسبريدج الجديدة) [31]. تتشابه المشاريع الثلاثة مع بعضها البعض، حيث تتضمن (150 مسكن) يقدر عدد سكانها (330 شخص)، استناداً إلى متوسط (2.2 شخص في الأسرة).

3.1.2 القرية البيئية في إيثاكا

صممت وبنيت القرية البيئية في إيثاكا كمجتمع حساس إلى الأرض، حسب احتياجات سكانها. بدأ العمل بها في أوائل التسعينات في العام 1992، كان الموقع مزروعاً بالتين والذرة والبرسيم. يتميز الموقع أيضاً بوجود الأخشاب والأراضي الرطبة، وكلها قد وضعت ضمن حقوق حفظ الحياة البيئية (المحميات)، وهي حوالي (55 هكتار). تكون آخر (9 هكتار) من الأراضي الزراعية محمية لتوفير الغذاء الطازج للسكان. تحوي القرية أيضاً على وسائل الراحة المستقبلية مثل مركز التعليم البيئي ومركز معالجة مياه الفضلات البيولوجية ومناطق التجديد الطبيعية [31]. تمثلت حركة الاستدامة أثناء تصميم الموقع وبناء المساكن من حيث الكثافة العالية، والمحافظة على التطورات الطبيعية للمنطقة وكفاءة استخدام الطاقة كما في الشكل (2). [28]

3.1.3 مشروع أوكسبريدج الجديدة

تم التصميم الإفتراضي (لأوكسبريدج الجديدة) بناءً على مبادئ التصميم الجديد وتم الاتفاق على التنوع الموجود بأنواع المساكن، والشوارع الضيقة مع وجود الأرصفة على الجانبين ويسمح بوقوف السيارات على جانبي الشارع حيثما أمكن، وإنشاء مساحات صديقة للمشاة التي تستوعب السيارة، ولكنها ليست مصممة لسير السيارات بداخلها، يتصل الفضاء العام في شكل الحدائق ومسارات حركة المشاة مع الحدائق الخاصة للمساكن. [31]. يتركز توزيع المساكن حول مدخل الساحة المركزية التي ترتبط بالنظام الشعاعي للطرق، والدائرية بالنسبة للموقع ككل. ويعتقد أن هذا النظام يساعد على إنشاء مناطق حضرية مركزية ويساعد على توزيع حركة المرور بشكل متساوي على جميع الشوارع وتحسين الوصول إلى الأراضي الخاصة بالمساكن. هذا التصميم يؤدي إلى تقصير مسافات الرحلات وخصوصاً بالنسبة للمشاة [22]. يتم الوصول إلى مركز القرية سيراً على الأقدام من جميع المساكن، ويحتوي على مركز للعمل عن بعد، ومركز لرعاية الأطفال والكبار، ومقهى، ومحطة الغاز، ومتجر ومحطات توقف الحافلات وبعض المساحات للبيع بالتقسيط. مكان العبادة وحمام السباحة وملاعب التنس توجد داخل فضاء وكثلة واحدة بعيداً عن المركز. المتنزه الكبير مع البركة وشبكة مسارات الطرق تعرف وتوضح حدود القرية [25] كما في الشكل (3).

3.1.4 مشروع هضبة روز

قدم مقترح تطوير روز هيل في العام (1988) ولكنه لم ينفذ بسبب قلة الأموال لتنفيذه في أوائل التسعينات. لقد تم شراء الأراضي لغرض التطوير في القرية البيئية في إيثاكا، وخطط لكي تحتوي على (150 مسكن) في الهكتار ويوضح

البيئية" (EFA)، يبنى المنهجين على قانون الديناميكا الحرارية في الحفاظ على الطاقة وقانون التوازن الشامل. محاولة دراسات التمثيل الغذائي لتحديد كميات المواد والطاقة التي تتدفق عن طريق المدينة. تحليل المواد وطاقة التمثيل الغذائي للقطاعات والأنشطة داخل المدينة يتيح تحديد الأحمال الرئيسية والنقاط المحتملة للحد من التأثيرات الحضرية [26]. يتم استخدام عملية التمثيل الغذائي في المناطق الحضرية لقياس الطاقة والمواد المستهلكة من قبل السكان المقيمين في مركز مدينة فانكوفر، لدعم أنماط الحياة الحضرية فيها، والثاني لمقارنة بصمة القدم البيئية المرتبطة بهذا الاستهلاك مع القدرة الاستيعابية الفيزيائية الحيوية المتاحة للفرد على مستوى العالم. حيث تقدم بصمة القدم البيئية بيانات قوية، تحدد عن طريقها تحقيق المزيد من التحليل المتصل بخفض الطلب على الطاقة البيولوجية [26].

بصمة القدم البيئية تستخدم البيانات المحلية لإيجاد التدفقات الفعلية للطاقة والمواد داخل العاصمة. جمع المحللين البيانات المحلية في قطاعات محددة، على سبيل المثال: وسائل النقل والمباني والمواد الغذائية والمواد الاستهلاكية والنفايات. وبعد ذلك يتم حساب بصمة القدم البيئية لكل هذا المكونات للتوصل الى بصمة القدم البيئية العمرانية الشاملة [12]. مدينة فانكوفر هي موطن لحوالي (2.1 مليون شخص) وتمتد على مساحة (283183 هكتار) وتضم 22 بلدية، بما في ذلك مدينة فانكوفر، منطقة العاصمة تحتوي على أخصب الأراضي الزراعية في كندا. تشمل الأنشطة الاقتصادية الرئيسية في المنطقة: مثل الخدمات التجارية والسياحة والزراعة والصناعة التحويلية. وعلى الرغم من مضي مدينة فانكوفر في مجال الاستدامة، فهي لا تزال تمتلك سمة الاعلى استهلاكاً للموارد في العالم [15]. تتألف المنطقة الخضراء ما يقرب من 60% من مساحة الأراضي في المنطقة المحمية، وتمثل: الأراضي الزراعية ومستجمعات المياه الطبيعية والمناطق الترفيهية. يحتل الاستعمال السكني ما يقرب من 15% ويخصص منه 9% للاستخدامات الصناعية والتجارية والمؤسسية. 8% مخصصة للطرق والمرافق التي تخدمها، و9% أخرى كاراضي متروكة، هذا يعني أنها مخصصة للتنمية ولكن لم يتم تطويرها حتى الآن [38]. إمدادات الطاقة الكهربائية لفانكوفر تعتمد على 85% من الطاقة الكهربائية، وما تبقى يعتمد على الغاز الطبيعي وكمية صغيرة من مصادر أخرى بما في ذلك حرق النفايات البلدية. يجب تعويض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق الاستثمارات في التخلص من أنبعاثات 25 للطن الواحد من مكافئ ثاني أكسيد الكربون [15]. كما في الشكل (5).

3.2.1 بصمة القدم البيئية لمدينة فانكوفر لعام 2006

تتكون بصمة القدم البيئية لمدينة فانكوفر من النظم الإيكولوجية للأراضي، والمياه المنتجة بيولوجياً، واللازمة لإنتاج السلع والخدمات التي يستهلكها سكان المنطقة، واستيعاب انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالتصنيع والنقل والتوزيع، والتخلص من تلك السلع [20]. تمثل المياه أكبر تدفق للمواد لمدينة فانكوفر، ثم وقود النقل حيث يبلغ (2373831 طن) [36]. ثالث أكبر مكون من بصمة القدم البيئية لفانكوفر هو المباني. الطاقة المستهلكة لكل من الاستخدامات السكنية والتجارية والمؤسسية، تمثل ما يقرب من (5.6 مليون طن CO2) لعام 2006 [30]. رابع أكبر عنصر في بصمة القدم البيئية



الشكل (4): مخطط تطوير روز هيل [28]

حيث نرى أن مخطط القرية البيئية في إيثاكا محدد في منطقة واحدة، وذو طرق قليلة وارضيه مفتوحة للتطوير المستقبلي وللزراعة، أما تصميم أوكسبريدج الجديدة فهو شعاعي الشكل ويحتوي على طرق حلقية ومركز معزول ومساحة التصميم ممتدة بشكل أكبر من تصميم القرية البيئية. تصميم روز هيل يختلف عن التصميمين الأول والثاني بشكل كبير حيث يحتل الموقع بأكمله وبنفس عدد المساكن، ومساحة كبيرة للشوارع، مع عدم وجود مساحة متبقية للتطوير المستقبلي.

3.1.6 نتائج المقارنة

الكثافة الإجمالية والصافية هي الأعلى بالنسبة للقرية البيئية في إيثاكا وأدنى قيمها في روز هيل، درجة الاختلاف بسبب: الكثافة الإجمالية للمساكن هي (49.6، 10.5 و 1.2 مسكن للهكتار الواحد) في القرية البيئية وأوكسبريدج الجديدة وروز هيل على التوالي. من المهم النظر في نسبة الأراضي التي تم وضعها كمساحة مفتوحة أعلى مساحة لها في القرية البيئية (85%)، ونسبتها أقل لأوكسبريدج الجديدة (73%)، وعدم وجود المساحات المفتوحة في روز هيل [38]. تترجم التصاميم المدمجة مختلطة الاستخدام إلى بصمة بيئية أقل. وتكون تصميم القرية البيئية أدنى قيمة لبصمة القدم البيئية بالنسبة إلى مساحتها البالغة (385.4 هكتار)، يليها تصميم نيو أوكسبريدج الجديدة مع بصمة بيئية لمساحتها البالغة (585.1 هكتار) إن تصميم روز هيل ذو الكثافة البنائية المنخفضة لها تكون ذو بصمة بيئية لمساحتها البالغة (1273.1 هكتار) [31]. في التصاميم الثلاثة، تسهم المباني بغالبية البصمة البيئية وهي (71.4%) لروز هيل إلى (88.1) ولأوكسبريدج الجديدة و(91.8%) للقرية البيئية في إيثاكا، على التوالي. حسب قيم بصمة القدم البيئية بناء على جوانب ثلاثة وهي: أولاً شكل التصميم الحضري للمساكن وهي المباني ومواقف السيارات والمساحات الخاصة وثنائياً سلوك استهلاك المرافق السكنية للغاز الطبيعي للتدفئة والكهرباء والماء، وثالثاً استهلاك الغذاء وسفر السيارات [31].

3.2 تقييم بصمة القدم البيئية لمركز مدينة فانكوفر 2013

يعيش حوالي (80%) من السكان في المراكز الحضرية في كندا [35]. ينظر إلى المدن والبلدات كمصدر للثروة الاقتصادية فمعظم الولايات تحتوي الأنشطة الاجتماعية والثقافية [23]، في نفس الوقت، من وجهة نظر الفيزياء الحيوية: المدن هي البنى المبددة التي تستهلك كميات كبيرة من موارد الطاقة والمواد [33]. إن الدراسات الحضرية للتمثيل الغذائي تكشف عن تزايد طلب المدن للسلع والخدمات الطبيعية مع مرور الوقت [21]. هناك منهجين يستخدمان في العقود الأخيرة للمساعدة على تحديد وتقييم الأحمال البيئية الحضرية وهي تحليل التمثيل الغذائي في المناطق الحضرية" (UMA) وتحليل بصمة القدم



الشكل (6): الحدود الادارية لمحافظة بغداد مع أفضيتها [39]

4. الحالة الدراسية لمدينة بغداد

تعد مدينة بغداد أصغر مدن العراق بالمساحة، ولكنها تأتي في المرتبة الأولى بعدد السكان بين محافظات العراق إذ يبلغ عدد سكانها حوالي 7877888 مليون نسمة أي نسبة 23% من سكان العراق لسنة 2015. كما تعتبر المركز الاقتصادي والتجاري والإداري والتعليمي في الدولة. تحوي محافظة بغداد على كثافة سكانية عالية تبلغ 1,637 شخص /كم² ضمن مساحة تبلغ 4555 ك م² وتساوي 455500 هكتار. والشكل 6 يوضح الحدود الادارية لمحافظة بغداد. [40]

4.1 المساحات الزراعية في مدينة بغداد

تبلغ المساحات الزراعية في مدينة بغداد 800,746 ألف دونم من مساحة الاراضي الصالحة للزراعة البالغة 1,267,314 مليون دونم والتي تساوي 316828,5 ألف هكتار. المساحة المستغلة للزراعة تعد ثلثي المساحة الصالحة للزراعة في محافظة بغداد. [4]

4.2 مساحات الغابات في مدينة بغداد

تبلغ مساحة الغابات في بغداد 30213 هكتار مكونة من الغابات الطبيعية ومساحة البساتين [4].

4.3 المساحات المائية في مدينة بغداد

مساحة المياه في بغداد بعد جمع مساحة نهري دجلة والفرات والقنوات المائية وغيرها تبلغ حوالي 11327.75 هكتار [5].

4.4 مساحات الرعي في مدينة بغداد

لا توجد مساحات للرعي الطبيعية في بغداد لذلك ستحذف هذه الفقرة من حسابات السعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية لاحقاً. [4]

هي المواد المستهلكة والنفايات. وتشمل المنتجات الاستهلاكية أشياء مثل الأثاث والمنسوجات والورق والبلاستيك والزجاج وغيرها، وتتجسد الطاقة من المنتجات حسابات لأكثر حصة من انبعاثات هذا المكون (69%) المستهلكة وما يقرب من (3221957 طن) من غاز ثاني اوكسيد الكربون [30]. وكانت بصمة القدم البيئية الإجمالية المقدرة لفانكوفر 10054400 هكتار عالمي. مع أن المنطقة تمتد على مساحة 283183 هكتار فقط. وهذا يعني أنه في عام 2006، اعتمد سكان فانكوفر على 36 ضعف حجم المنطقة نفسها على الأرض. متوسط البصمة البيئية في فانكوفر هي 4.75 هكتار عالمي. المكونات التي تتألف منها البصمة وتشمل: المواد الغذائية: 2.13 هكتار عالمي والنقل 1.10 هكتار عالمي، والمباني 0.84 هكتار عالمي والمواد الاستهلاكية 0.68 هكتار عالمي والماء 0.002 هكتار عالمي. [29]



الشكل (5): يوضح مدينة فانكوفر، وتركز الاستعمال التجاري والسكني والمناطق الخضراء التي تتغلغل وتحيط بها.

بعد تناول الحالتين الدراسيتين توصل البحث الى اهم مؤشرات بصمة القدم البيئية في إستدامة المدينة كما في الجدول (3).

جدول (3): مؤشرات الإطار النظري النهائية (إعداد الباحثون)

2	1	ت
انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون	استهلاك الطاقة في المدينة	المدخلات
التشجير والحزام الاخضر وتأثيره على إستدامة المدينة	إستهلاك الطاقة للتنقل	المخرجات (المؤشرات التي سيتم الاعتماد عليها في الدراسة العملية

4.5 مساحات الأراضي المبنية في مدينة بغداد

لعدم وجود بيانات دقيقة لمساحة الأراضي المبنية في بغداد تم اللجوء الى المعادلة الآتية لإستخراج المساحة المبنية من بغداد، والتي تتركز معظمها في مركز المدينة وكما يأتي:

المساحة المبنية لمدينة بغداد = مساحة بغداد الكلية - (مساحة الأراضي الزراعية + الغابات + المسطحات المائية)

$$\text{المساحة المبنية لمدينة بغداد} = 455500 - (316828.5 + 30213) = 11327.75 = 358369.25$$

97130.75 هكتار

لأجل إستخراج السعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية لمدينة بغداد، يجب إستخراج معامل الإنتاج الداخل في معادلة إستخراجها، والذي سيتوصل اليه عن طريق بيانات العراق لعام 2007 ، لعدم وجود اي معلومات أو بيانات دقيقة وكافية عنها ، وكما يأتي حسب المعادلات الرياضية لإستخدامها لاحقاً للوصول الى قيم السعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية لسنة 2015 :

$$\text{السعة البيولوجية (BC)} = \text{مساحة الارض المنتجة A} \times \text{معامل التكافؤ EQF} \times \text{معامل الإنتاج YF}$$

بصمة القدم البيئية = (كمية المادة المستهلكة سنوياً) / (الإنتاج السنوي الوطني للمادة) \times معامل التكافؤ EQF \times معامل الإنتاج YF

من المعادلتين أعلاه نجد عدم توفر قيم معامل الإنتاج لذلك سيتم إستخراجه للشروع بحسابات السعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية حيث سيعتمد على بيانات عام 2007 للعراق الصادرة من بيانات بصمة القدم البيئية للعراق والدول العربية وكما يلي حسب الجدول 4 الذي يوضح قيم السعة البيولوجية للمكونات وكما يأتي:

جدول (4): قيم السعة البيولوجية [44]

المكونات	السعة البيولوجية لسنة 2007
أراضي المحاصيل الزراعية	0.19
الغابات	0.05

معامل التكافؤ لمختلف الأراضي حسب بيانات بصمة القدم البيئية هي ثابتة على افتراض تساوي معامل التكافؤ (للأراضي المبنية مع الأراضي الزراعية) و (أراضي الغابات مع الكربون) وحسب الجدول (2).

4.6 معامل الإنتاج لمختلف الأراضي المكونة للسعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية

سيتم إستخراج معامل الإنتاج لمختلف الأراضي المكونة للسعة البيولوجية وبصمة القدم البيئية حيث سيتم ضرب كل نتائج السعة المستخدمة في عدد سكان العراق لعام 2007 والبالغ عددهم (29682081 مليون نسمة) وذلك كون قيمة السعة (هكتار / شخص) وكما يأتي [7]:

4.6.1 معامل الإنتاج للأراضي الزراعية

مساحة الأراضي الزراعية في العراق لسنة 2007 = 9140000 هكتار [40]. السعة البيولوجية للأراضي الزراعية = مساحة الأراضي الزراعية \times معامل الإنتاج للأراضي الزراعية \times معامل التكافؤ للأراضي الزراعية

$$0.19 \times 29682081 \times 2.51 \times 9140000 = 29682081 \times 0.19 \times 2.51 \times 9140000$$

معامل الإنتاج للأراضي الزراعية (YF) =

$$5639595.39/22941400$$

معامل الإنتاج للأراضي الزراعية 0.24 (YF) ويساوي معامل الإنتاج للأراضي المبنية.

4.6.2 معامل الإنتاج لأراضي الغابات

مساحة الغابات في العراق لسنة 2007 = 832200 هكتار [40]

السعة البيولوجية للغابات = مساحة الغابات \times معامل الإنتاج لأراضي الغابات \times معامل التكافؤ للغابات

السعة البيولوجية لأراضي الغابات = مساحة الأراضي للغابات \times معامل الإنتاج لأراضي الغابات \times معامل التكافؤ لأراضي الغابات

$$0.05 \times 29682081 \times 1.26 \times 832200 = 29682081 \times 0.05 \times 1.26 \times 832200$$

معامل الإنتاج لأراضي الغابات =

$$1048572/1484104.05$$

معامل الإنتاج لأراضي الغابات 1.41 (YF)

معامل إنتاج أراضي الغابات = معامل إنتاج الكربون

نتيجة لصعوبة تحديد أنتاجية الأرض المبنية، فإن عامل الإنتاج لهذا الصنف من الأراضي تم إفتراضه مساوياً للأراضي الزراعية، بمعنى آخر تم افتراض أن الأرض الحضرية تم بناؤها فوق أو بقرب أرض زراعية منتجة. عامل الإنتاج للأرض التي تمتص الكربون تم إفتراضه مساوياً للغابات بسبب محدودية البيانات المتوفرة الخاصة بامتصاص الكربون للأصناف الأخرى من الأرض [13].

4.6.3 معامل الإنتاج للمياه

كل المساحات المائية داخل البلدان ثم إعطائها عامل إنتاج مقداره 1، وذلك لوجود نقص في البيانات العالمية حول الإنتاجية البيئية للمياه العذبة. [13]

4.7 السعة البيولوجية لمحافظة بغداد

بعد إيجاد معامل الإنتاج لمختلف مكونات السعة البيولوجية، سيتم إيجاد السعة البيولوجية لمدينة بغداد ولمختلف مكوناتها وذلك بالاعتماد على بيانات عام 2015 المتوفرة من الجهاز المركزي للإحصاء وكما يأتي:

4.7.1 السعة البيولوجية للأراضي الزراعية

السعة البيولوجية = (BC) مساحة الأرض الزراعية المنتجة \times معامل التكافؤ EQF \times معامل الإنتاج YF

$$2.51 \times 0.24 \times 316828.5 = 192828.5$$

جدول (5): السعة البيولوجية لمختلف مكوناتها لمدينة بغداد لعام 2015 (الباحثون)

نوع الارض	السعة البيولوجية
أراضي المحاصيل الزراعية	0.24
الغابات	0.19
اراضي المياه	0.00053
الاراضي المبنية	0.01
المجموع	0.44 هكتار عالمي

4.8 بصمة القدم البيئية لمدينة بغداد

سيتم استخراج بصمة القدم البيئية لمختلف مكوناتها عدا أراضي الرعي حيث كانت مساحتها صفر في مدينة بغداد لسنة 2015 وعدد السكان 7877888 بسبب توفر البيانات الكاملة عنها كما يأتي:

4.8.1 بصمة القدم البيئية للأراضي الزراعية

لإستخراج البصمة البيئية للأراضي الزراعية نحتاج الى كمية المادة المستهلكة من الغذاء سنويا والتي تبلغ 0.77 طن بالسنة استهلاك الفرد الواحد [6]. البصمة البيئية للأراضي الزراعية = (السنوي المستهلكة المادة كمية)/(المادة الوطني السنوي الانتاج) × معامل التكافؤ × EQF معامل الانتاج YF البصمة البيئية للأراضي الزراعية = (السنوي المستهلكة المادة كمية)/(المادة الوطني السنوي الانتاج) × معامل التكافؤ × EQF معامل الانتاج YF البصمة البيئية للأراضي الزراعية = (6740482.21) × 0.8 × 0.24 × 8394208 / 2.51 = 0.48 هكتار عالمي / شخص.

4.8.2 بصمة القدم البيئية للمياه

لإستخراج البصمة البيئية للمياه نحتاج الى كمية المياه المستهلكة من قبل سكان محافظة بغداد ولكافة الاستعمالات الصناعية والزراعية والبيئية والمنزلية والتي تبلغ 988.5 لتر مكعب بالسنة للفرد [8] من القيمة المجهزة لمدينة بغداد والتي تبلغ بمجموعها 1287.9 لتر مكعب بالسنة للفرد (3)، وكما يلي:

البصمة البيئية للمياه = (السنوية المستهلكة المياه كمية) / (السنوية المجهزة المياه كمية) × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$\text{البصمة البيئية للمياه} = (988.5) / (1287.9) \times 0.37 \times 1 = 0.28 \text{ هكتار عالمي / شخص}$$

البصمة البيئية للمياه = 0.28 = 1 × 0.37 × 0.76 هكتار عالمي / شخص

4.8.3 بصمة القدم البيئية للغابات

لإستخراج البصمة للغابات سنعمد على نسبة الاستهلاك السنوية للفرد العراقي للخشب من الغابات والتي تبلغ 0.2 من مساحات الغابات الصناعية الموجودة فيها وكما يأتي [5]:

البصمة البيئية للغابات = (السنوية المستهلكة المياه كمية) / (السنوية المجهزة المياه كمية) × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

السعة البيولوجية للأراضي الزراعية = 1908570.488 هكتار تقسم على عدد سكان بغداد لاستخراج هكتار عالمي / شخص

السعة البيولوجية للأراضي الزراعية =

$$7877888 / 1908570.488$$

السعة البيولوجية للأراضي الزراعية = 0.24 هكتار عالمي / شخص

4.7.2 السعة البيولوجية لأراضي الغابات

السعة البيولوجية = (BC) مساحة اراضي الغابات المنتجة × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$\text{السعة البيولوجية لأراضي الغابات} = 1.41 \times 1.26 \times 832200 = 1478486.52 \text{ هكتار تقسم على عدد}$$

سكان بغداد لاستخراج هكتار عالمي / شخص

السعة البيولوجية لأراضي الغابات =

$$7877888 / 1478486.52$$

السعة البيولوجية لأراضي الغابات = 0.19 هكتار عالمي / شخص، وتساوي السعة البيولوجية للكربون.

4.7.3 السعة البيولوجية للمياه

السعة البيولوجية = (BC) مساحة اراضي المياه المنتجة × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$\text{السعة البيولوجية للمياه} = 1 \times 0.37 \times 11327.75 = 4191.2675 \text{ هكتار تقسم على عدد}$$

سكان بغداد لاستخراج هكتار عالمي

السعة البيولوجية للمياه =

$$7877888 / 4191.2675$$

السعة البيولوجية للمياه = 0.00053 هكتار عالمي / شخص

4.7.4 السعة البيولوجية للأراضي المبنية

السعة البيولوجية = (BC) مساحة الاراضي المبنية × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$\text{السعة البيولوجية للأراضي المبنية} = 2.51 \times 0.24 \times 97130.75 = 58511.56 \text{ هكتار تقسم على عدد}$$

سكان بغداد لاستخراج هكتار عالمي / شخص

$$\text{سعة الاراضي المبنية} = 7877888 / (58511.56) = 0.007 \text{ اي تقريبا } 0.01 \text{ هكتار عالمي / شخص}$$

السعة للأراضي المبنية = 0.007 اي تقريبا 0.01 هكتار عالمي / شخص

بعد التوصل الى نتائج مختلف مكونات السعة البيولوجية لمدينة بغداد لعام 2015 سيتم تنظيمها كما في الجدول (5):

البصمة البيئية للأرض المبنية للفرد الواحد = (الكلية البيئية البصمة) / (الكلية السكان عدد)

$$7877888 / (1099380) = \text{البصمة البيئية للأرض المبنية للفرد الواحد}$$

البصمة البيئية للأرض المبنية للفرد الواحد = 0.14 هكتار عالمي / شخص
بعد استخراج بصمة القدم البيئية لمختلف مكوناتها ستنظم بالجدول 6 للتوصل الى بصمة القدم البيئية الكلية لمدينة بغداد وكما يلي:

جدول (6): بصمة القدم البيئية لمختلف مكوناتها لمدينة بغداد 2015 (الباحثون)

نوع الارض	البصمة البيئية	السعة البيولوجية
أراضي المحاصيل الزراعية	0.48	0.24
الغابات	0.35	0.19
اراضي المياه	0.28	0.00053
الكاربون	3.052	-
الاراضي المبنية	0.14	0.01
المجموع	4.3 هكتار عالمي/شخص	0.44 هكتار عالمي/شخص

لذلك تكون بصمة القدم البيئية لمدينة بغداد 4.3 هكتار بينما سعتها البيولوجية حوالي 0.44 هكتار عالمي/شخص لذلك يكون العجز البيئي لمدينة بغداد :

العجز البيئي لمدينة بغداد = السعة البيولوجية – بصمة القدم البيئية

العجز البيئي لمدينة بغداد = 4.3 – 0.44 = 3.86 هكتار عالمي/شخص
مقدار العجز البيئي لمدينة بغداد

5. سيتم معالجة جزء من العجز البيئي عن طريق

5.1 إستهلاك الطاقة في التنقل

كشفت بيانات حكومية اصدرها الجهاز المركزي للإحصاء التابع لوزارة التخطيط، عن وجود أكثر من خمسة ملايين سيارة في العراق، وأكدت أن بغداد تحتل المركز الأول بعدد السيارات. وبحسب البيانات الحكومية التي، فإن العراق شهد بعد العام 2003 زيادة كبيرة في عدد السيارات إذ وصل الى 5,660,885 مليون سيارة لسنه 2015، مشيرة الى أنه “يبلغ معدل الاستهلاك اليومي للوقود 20 مليون لتر يوميا بمعدل أستهلاك يومي للسيارة الواحدة يبلغ 3.53 لتر في اليوم الواحد [9] .

الطن المترى لغاز $0.000002 \times \text{CO}_2 = 365 \times$ لتر يوم

الطن المترى لغاز $0.000002 \times 3.5 \times 365 \text{ CO}_2 =$

$$1.41 \times 1.26 \times 0.2 = \text{البصمة البيئية للغابات}$$

$$0.35 = \text{البصمة البيئية للغابات} = \text{هكتار عالمي} / \text{شخص}$$

4.8.4 بصمة القدم البيئية للكاربون

سيتم استخراج البصمة البيئية للكاربون وذلك بالاعتماد على بيانات إستهلاك البنك الدولي للفرد العراقي من الكاربون والتي تبلغ نسبتها 5.15 طن متري (40) وسيتم حساب عدد النخيل الموجود في بغداد لإستيعاب الكاربون فضلا عن الغابات كونه إشجار منتجة زراعية ، ولايستفاد من خشبها بالتجارة بل يعتمد على إنتاجها الزراعي من التمر وخضرتها الدائمة حيث تبلغ مساحتها في بغداد 421,75 هكتار بالإضافة الى مساحة الغابات البالغة 832200 هكتار فيكون المجموع الكلي 874375 هكتار (3) ، حيث يبلغ معدل إمتصاص كل شجرة حوالي 6 كيلوجرام من الكاربون سنويًا وتطلق بدلا عنه غاز الأوكسجين الذي يكفي لحياة شخصين، كما ان الهكتار الواحد من الغابات يمتص حوالي 6.25 طن من غاز ثاني أوكسيد الكاربون سنويًا و هي كمية كاربون تساوي الكمية المنتجة من قيادة سيارة لمسافة حوالي 65000 كم وكما يأتي :

كمية الكاربون المنبعثة السنوية = كمية الكاربون السنوية المنبعثة من الفرد × عدد سكان بغداد

كمية الكاربون الممتصة السنوية = كمية الكاربون السنوية الممتصة من الهكتار الواحد × المساحة الكلية

البصمة البيئية للكاربون = (السنه في المنبعثة الكاربون غاز كمية) / (السنه في الممتصة الكاربون غاز كمية) × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$\text{البصمة البيئية للكاربون} = (8753873 \times 5.15) / (874375 \times 6.25) \times 0.37 \times 1$$

البصمة البيئية للكاربون = 3.052 هكتار عالمي/شخص

4.8.5 البصمة البيئية للاراضي المبنية

لأجل حساب البصمة البيئية للاراضي المبنية سيعتمد على النفايات التي ينتجها المواطن البغدادي عن إستهلاك الغذاء والطاقة ومياه الشرب وذلك بحسب صافي إنتاج النفايات في بغداد حيث يبلغ معدل النفايات التي تفرزها العاصمة بغداد حاليا يتراوح بين 10 - 11 ألف طن يوميا. وبحسب ما أعلنت عنه أمانة بغداد، في حزيران 2015، فإن حجم النفايات التي تقوم كوادرها بطمرها صحيا تبلغ 7000 طن يوميا، هذا يعني أن نحو 5000 آلاف طن يجري طمرها يوميا بشكل غير صحي وفي مناطق عشوائية من دون إشراف من كوادر الأمانة أو دوائرها [42]. لذلك يكون الفرق بين المنتج من النفايات والمعالج منها 5000 طن باليوم الواحد تضرب في عدد ايام السنه للحصول على نسبتها السنوية وكما يأتي:

$$\text{نفايات مدينة بغداد غير المعالجة السنوية} = 365 \times 5000 = 1825000 \text{ طن بالسنه}$$

البصمة البيئية للأرض المبنية = (السنوية غيرالمعالجة النفايات كمية) / (السنه) × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

$$2.51 \times 0.24 \times 1825000 = \text{البصمة البيئية للأرض المبنية}$$

البصمة البيئية للأرض المبنية = 1099380 هكتار عالمي لمدينة بغداد

6. الاستنتاجات

1. يعد الكربون من أكبر مكونات بصمة القدم البيئية في العالم حيث يمثل مانسبته 50% من القيمة الكلية للبصمة البيئية وذلك ناتج عن استهلاك الطاقة والوقود الاحفوري لكافة النشاطات الانسانية، فضلا عن ما يورده غاز ثاني اوكسيد الكربون من دور بارز في ظاهرة الاحتباس الحراري.
2. يعد النقل من أكبر المؤثرات على الاستهلاك داخل المدينة ، واهم عامل يتحكم بشكل المدينة وتصميمها الحضري ، ومن اهم عوامل انتاج غازات الدفيئة وخصوصا السيارة الخاصة التي تمثل نحو 54% من استهلاك الطاقة ، ويتاثر استخدام السيارات في المدينة بالتوزيع الجغرافي للمناطق وعدد السكان .
3. تتأثر بصمة القدم البيئية بالشكل الحضري للمدينة والذي يتشكل عن طريق خطوط الحركة داخلها وخارجها وتمتد هذه الخطوط مع ظهور المدن على الاطراف أو في الضواحي وكلما زادت هذه الشبكة وسهلت عملية الوصول بين أجزاء المدينة كلما زادت كفاءة استخدام وسائل النقل وبالتالي تقليل البصمة البيئية.
4. تبلغ السعة البيولوجية لمدينة بغداد 0.44 هكتار عالمي بينما نجدها للعراق تبلغ 0.9 هكتار. يعود الفرق الكبير بين السعيتين بسبب عدد السكان الكبير الذي يعيش في محافظة بغداد والذي يبلغ تقريبا ربع عدد سكان العراق.
5. تبلغ البصمة البيئية لمدينة بغداد 4.3 هكتار عالمي بينما نجدها للعراق 1.9 هكتار. يعود الفرق الكبير بين قيم البصمة للعراق ومدينة بغداد بسبب الاستهلاك الكبير لسكان مدينة بغداد، مع معيشتهم على مساحة لاتفي بكافة متطلبات معيشتهم، فنجدها تستورد حاجياتها وتسدها من المحافظات العراقية الاخرى.
6. ارتفاع البصمة البيئية لمدينة بغداد ناتجة عن كونها المركز التجاري والصناعي والاداري والسكني للعراق، بلغ سكان العاصمة حسب وزارة التخطيط بالاستناد الى إسقاطات السكان لسنة 2015 7877888 ملايين، ويمثلون 21.88% من مجموع السكان البالغ عددهم 36 مليون نسمة. من ناحية اخرى فإن مساحة مدينة بغداد تبلغ 4,555 كم² وتعد من اصغر محافظات العراق ومن أكثر العواصم العالمية كثافة سكانية وذلك من عوامل زيادة البصمة البيئية لها فالبصمة البيئية تزداد بزيادة عدد السكان كونها إنعكاسا لنشاطاتهم الاستهلاكية.
7. مدينة بغداد تسحب من رصيد السعة البيولوجية لمحافظة العراق الاخرى، لتحقيق رغبات العيش لسكانها.

7. التوصيات

1. يوصي البحث بالتوسع بالدراسات الخاصة ببصمة القدم البيئية والسعة البيولوجية والاستفادة منها كمعيار واداة لقياس الاستدامة في المدينة.
2. أكمل الدراسات الخاصة باستعمالات الارض التجارية والصناعية وما يتعلق بها من حركة السيارات والمواطنين وتأثيرها على استهلاك الوقود وزيادة انبعاثات الكربون.
3. الاستفادة من الصحراء المحيطة بمدينة بغداد لإنشاء الغابات والاستفادة منها كمنتزهات ومناطق خضراء مفتوحة فضلا عن توفيرها للخشب الذي يمكن استخدامه بالنشاطات التجارية الداخلية.
4. إصدار التشريعات التي تساعد على زراعة الاشجار داخل المدينة والتشجيع على ذلك مع إقامة حملات توعية لفائدة وجود الاشجار والمناطق الخضراء داخل المدينة.

المصادر

- [1] الامم المتحدة، المجلس الاقتصادي والاجتماعي، تسخير العلم والتكنولوجيا والابتكار لأغراض استدامة المدن والمجتمعات المحلية شبه الحضرية، 2014، ص5.
- [2] امانة بغداد، 2012.

الطن المتري لغاز $CO_2 = 0.0026$ طن معدل إنتاج السيارة السنوي في بغداد من غاز CO_2 .

ولتقليل انبعاثات غاز ثاني أوكسيد الكربون الناتج عن استخدام السيارات يمكن استخدام الوقود الحيوي، إذ يعد من انواع الوقود الصديقة للبيئة لان الغازات الناتجة عن احتراقه في محركات السيارات أقل من كمية الغازات الناتجة من احتراق البنزين أو الديزل النفتي في نفس المحركات. فمثلا يولد احتراق الديزل المصنوع من زيت نبات الجاتروفا خمس كمية ثاني اوكسيد الكربون من احتراق الديزل الاحفوري، وهذا يعني اختزال 80% من الاضرار التي يسببها الديزل النفتي، علاوة على امكانية الحصول عليه من تحليله صناعيا للفصلات والمزروعات، وبقياء الحيوانات التي من الممكن اعادة استخدامها، مثل (الخشب والسماد وقشر الارز وفصلات المجاري وتحلل النفايات ومخلفات الاغذية) التي يمكن تحويلها الى غاز حيوي [1].

5.2 التشجير والحزام الاخضر وتأثيره على استدامة المدينة

هناك مشروع للحزام الاخضر يحيط بمدينة بغداد، سيتضمن الحزام الاخضر إضافة إلى المناطق المزروعة بالأشجار العالية والقليلة الارتفاع مماشي وشوارع ومواقف للسيارات والمساحات المائية والتلال الخضراء التي سيتم زراعتها بالتيل ومحطات لتجميع المياه، وكذلك المبني الإداري فضلا عن إنشاء البيوت الزجاجية والبلاستيكية لتكثير النباتات، وتعويض الأشجار الميتة في الحزام الاخضر، مع إدخال بعض الفعاليات الترفيهية. أوضح ان الأثر البيئي للمشروع يتمثل بزيادة المساحات الخضراء المزروعة والاستفادة القصوى من المياه الناتجة عن الصرف الصحي، ومعالجتها ومراقبة نوعيتها، وحماية الصحة العامة، ووضع معايير لتحقيق الاستخدام الأمثل لمياه الصرف الصحي. أن أهمية الحزام الأخضر تكمن في عمل المصدات النباتية لمواجهة العواصف الترابية، والرملية والتصحر، وتخفيف حدة الحرارة وتلطيف الأجواء، وإمتصاص غاز ثاني أوكسيد الكربون المنبعث من المعامل والورش الصناعية (2). عدد الأشجار المزروعة في الحزام الاخضر لمدينة بغداد بلغ 200 ألف شجرة ضمن مساحة قدرها 259,75 هكتار، والهكتار الواحد يمتص 6.25 طن من الكربون والعدد السابق للغابات كان 874375 هكتار فيصبح المجموع الكلي لمساحة الغابات 874634.75 هكتار وتكون بصمة القدم البيئية بعد إتمام مشروع الحزام الاخضر كالتالي:

البصمة البيئية للكربون = (السنة في المنبعثة الكربون غاز كمية) / (السنة في الممتصة الكربون غاز كمية) × معامل التكافؤ EQF × معامل الانتاج YF

كمية غاز الكربون المنبعث من المواطن العراقي تبلغ 5.15 طن يضرب بعدد سكان بغداد، أما كمية غاز الكربون الممتصة، فتحسب بضرب مساحة الغابات في كمية غاز الكربون الممتص من الهكتار الواحد للغابات

$$\text{البصمة البيئية للكربون} = (5.15 \times 7877888) / (6.25 \times 874634.75) \times 1 \times 0.37$$

البصمة البيئية للكربون = 3.051 هكتار بينما كانت البصمة البيئية قبل هذا 3.052 هكتار وهذا يدل على تخفيض البصمة البيئية بمقدار 0.001 هكتار عالمي /شخص. يتضح مما سبق أن المناطق الصحراوية تمثل رصيماً كامناً يمكن اللجوء اليه بزراعته بأشجار الغابات والاحزمة الخضراء وبذلك يمكنه التقليل من انبعاثات الكربون وبالتالي تقليل البصمة البيئية لمدينة بغداد والمساهمة بالاستدامة البيئية للمدينة فضلا عن الفوائد البيئية المتمثلة بالمساهمة بتخفيض درجات الحرارة في فصل الصيف.

- [27] Landesman, S. A new twist on the American dream theme: the birth of the first cohousing model site, *The Ithaca Journal*, 4 October 1997. P. 6/7.
- [28] Meltzer, G. Cohousing: verifying the importance of community in the application of environmentalism, *Journal of Architectural and Planning Research*, 17(2), 2000 .p110
- [29] Metro-vancouver Regional District, Updated 2007 Community Energy and Emissions Inventory. Province of British Columbia, Victoria BC. June 16, 2010.
- [30] Metro Vancouver. Recycling and Solid Waste Management 2006 Report. Greater Vancouver Sewerage and Drainage District, Burnaby BC.2006.
- [31] MOOS MARKUS, WHITFIELD JASON, JOHNSON LAURA & ANDREY JEAN, Does Design Matter? The Ecological Footprint as a Planning Tool at the Local Level, *Journal of Urban Design*, Vol. 11. No. 2, 2006, p1/6/7/9/12/13/17.
- [32] Rees, W., Eco-footprint analysis: merits and brickbats, *Ecological Economics*, 32(3), 2000 .p/73/74/371.
- [33] Rees, W.E., 2011. Getting serious about urban sustainability: eco-footprints and the vulnerability of twenty-first-century cities (Chapter 5). In: Bunting, T., Filion, P., Walker, R. (Eds.), *Canadian Cities in Transition: New Directions in the Twentyfirst Century*. Oxford University Press, Toronto, pp. 70/121
- [34] Rees, W.E., The ecological crisis and self-delusion: implications for the building sector. *Building Research and Information* 37 (3), 2009 .p300.
- [35] Statistics Canada. Census Data: Community Profiles. Vancouver, British Columbia (Census Metropolitan Area). 2006b.
- [36] Statistics Canada, Food Statistics 2006 Catalog No. 21-020-X.2007.
- [37] Wackernagel, M., Deumling, D., Manfreda, C. & Dholakia, R. Assessing Your Household's Ecological Footprint, Version 3.2, *Redefining Progress*.2003.
- [38] Walker, L. & Rees, W. (1997) Urban density and ecological footprints: an analysis of Canadian households, in: M. Roseland (Ed.) *Eco-City Dimensions*, (Gabriola Island, BC: New Society Publishers).1997. p96.
- [39] https://ar.wikipedia.org/wiki/أقضية_العراق (العراق)
- [40] https://data.albankaldawli.org/indicator/AG.LND.FRST.K2?locations=IQ&name_desc=true
- [41] <http://www.almadapress.com/ar/news/74441-بيغداد/تخلف-11-الف-طن-من-النفايات-يو>
- [42] <http://www.sandroses.com/gal/displayimage.php?pid=11982>
- [43] www.footprintnetwork.org.Result from National Footprint Account, 2010.
- [3] التقرير البيئي، الجهاز المركزي للأحصاء، وزارة التخطيط، العراق، الفصل الثالث، 2014. ص83.
- [4] التقرير السنوي البيئي الصادر عن الجهاز المركزي للأحصاء، الفصل الخامس، 2015. ص20/14
- [5] التقرير السنوي للتنمية الزراعية في الوطن العربي، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، السودان، الخرطوم، 2007، ص 18
- [6] الجهاز المركزي للأحصاء، وزارة التخطيط، العراق، 2015.
- [7] الجهاز المركزي للأحصاء، نتائج التقييم والفرز لسنة 2009.
- [8] تقرير إحصاءات البيئة في العراق، الماء المجاري، 2016، ص24.
- [9] تقرير إحصاء سيارات القطاع الخاص المسجلة في مديرية المرور العامة، 2015، ص23
- [10] شبكة البصمة البيئية العالمية، 2011.
- [11] ملخص تقرير الكوكب الحي، 2012. ص12 / 14.

References

- [12] Barrett, J. Component ecological footprint: developing sustainable scenarios. *Impact Assessment and Project Appraisal* 19 (2), 2001 .p 107.
- [13] Brad Ewing & othersk, Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 .p3/4/5/6 /8.
- [14] Berelowitz, L., *Dream City: Vancouver and the Global Imagination*. Douglas and McIntyre, Vancouver BC.2005.
- [15] British Columbia (The Province of), Carbon Neutral BC, a First for North America. News Release 2011ENV0032e000805, 2011.
- [16] Browne, D., O'Regan, B., Moles, R. Material flow accounting in an Irish cityregion 1992e2002. *Journal of Cleaner Production* 19, 2011. p 967.
- [17] Chambers, N., Simmons, C. & Wackernagel, M. *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability* (London: Earthscan), 2000.
- [18] ECOLOGICAL FOOTPRINT ATLAS, 2010 .p2/9/10/12/22/23.
- [19] Ewing, B., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., Moore, D., Wackernagel, M. *The Ecological Footprint Atlas 2009*. Global Footprint Network, Oakland, CA.2009.
- [20] FAO (United Nations Food and Agriculture Organization). *FAOSTAT: Production: Crops*.2010.
- [21] Folch, R., Paris, A., *Socioecologia i gestió ambiental a l'a'Reade Barcelona*. Revista Econòmica de Catalunya 34, 1998. p52
- [22] Hall, K. & Porterfield, G. (2001) *Community by Design: New Urbanism for Suburbs and Small Communities* (New York: McGraw-Hill). 2001.
- [23] Hough, M. *Cities and Natural Process* (London: Routledge).1995.
- [24] Jacobs, J., *Cities and the Wealth of Nations*. Vintage Books, New York.1984.
- [25] Johnson, L. C. From hybrid housing to cybrid neighborhoods: case studies of five decentralized tele-workspaces, *Journal of Architectural and Planning Research*, 20(2), 2003. pp. 136.
- [26] Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J. The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology* 11 (2), 2007. P 43/159.

Ecological Footprint and Sustainability of Baghdad City

Zeyad Ali Ismael^{1,*}, Saba Jabbar Nema², and Jathwa Abd-Al Kareem Ibrahim³

¹ Department of Urban Planning, University of Kufa, Kufa, Iraq, zyadas@uokufa.edu.iq

² Department of Architecture Engineering, University of Baghdad, Iraq, dr.saba_alkhafaji@yahoo.com

³ Department of Architecture Engineering, University of Baghdad, Baghdad, Iraq, jathwa58@yahoo.com

* Corresponding Author: Zeyad Ali Ismael, email: zyadas@uokufa.edu.iq

Published online: 31 August 2019

Abstract— The city of Baghdad suffers from horizontal expansion resulting from the large increase in population, and the consequent increase in the demand for energy and food and increase the introduction of carbon dioxide. Therefore, Baghdad has become overcrowded and suffers from bottlenecks, especially in the city center, resulting in design problems, poor infrastructure and lack of accounts for energy consumption or the amount of renewable energy produced. Due to the lack of research and studies that dealt with this subject, the research problem of (the scientific need to reach the elements of the ecological footprint that leads to the sustainability of Baghdad city) resulted in the research hypothesis that the ecological footprint has an impact on the sustainability of the city of Baghdad. The research has identified the following objectives: To study, understand and provide scientific knowledge about the ecological footprint with its various components. As well as access to the ecological footprint and biological capacity and its impact on the sustainability of the city of Baghdad. This will be addressed through a study of the ecological footprint, its components and components, and the study of some global examples of the applications of ecological footprint in the sustainability of the city, ending with fingerprinting and the biological capacity of Baghdad city and the practical application of ecological footprint indicators in Baghdad city sustainability.

Keywords— Ecological footprint, biological capacity, environmental deficit, sustainable consumption.