

## البصمة الكربونية وإعداد تقرير البصمة الكربونية

### 1- البصمة الكربونية ( Carbon Footprint ) :

هي عبارة عن مؤشر يتم من خلاله التعبير عن كمية انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن أي نشاط سواء من الفرد أو المؤسسات أو الشركات أو الدول من خلال تتبع عمليات انتاج أو تصنيع منتج معين أو تقديم خدمة معينة بكافة مراحلها والمواد الأولية التي تصنع منها والناتجة عنها بالإضافة لكيفية التخلص من تلك المنتجات مستقبلاً ، ويعبر عنها بوحدة الطن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في السنة (Ton/Year) وهناك نوعان من الانبعاثات الكربونية الواجب قياسها ومتابعتها:

#### 1- الانبعاثات الكربونية المباشرة :

الانبعاثات المباشرة لغاز ثاني أكسيد الكربون تلك الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري ( النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري ) المستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية ووسائل النقل (سيارات، طائرات، قطارات) والأنشطة الصناعية من خلال هذه البصمة يمكننا مباشرة التحكم في كمية انبعاثاتنا.

#### 2- الانبعاثات الكربونية الغير مباشرة :

الانبعاثات غير المباشرة لغاز ثاني أكسيد الكربون تلك الناتجة عن دورة حياة المنتجات LCA التي نستخدمها (من مرحلة استخراج المواد الأولية إلى مرحلة التصنيع وصولاً إلى مرحلة النقل والتوزيع النهائية)، وهي تكون متعلقة بشكل رئيسي بعمليات التصنيع. بشكل آخر، كلما زاد شراؤنا للمنتجات كلما زادت كمية الانبعاثات .

#### ما هي أضرار البصمة الكربونية؟

- ارتفاع درجة حرارة الأرض: تؤدي زيادة غازات الدفيئة في الغلاف الجوي إلى احتباس الحرارة، مما يسبب ارتفاعاً في درجة حرارة الأرض.
- ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر: يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى ذوبان الأنهار الجليدية والأغطية الجليدية، مما يرفع من مستوى سطح البحر ويهدد المناطق الساحلية بالغرق.
- تغيرات في أنماط الطقس: تتسبب زيادة غازات الدفيئة في حدوث تغييرات كبيرة في أنماط الطقس، مثل زيادة حدة العواصف والأعاصير والجفاف والفيضانات.
- تأثير على الزراعة وإنتاج الغذاء: تؤثر التغيرات المناخية سلباً على الزراعة وإنتاج الغذاء، مما يؤدي إلى نقص في المحاصيل وارتفاع أسعار المواد الغذائية.
- تدهور النظم البيئية: تتسبب التغيرات المناخية في تدهور النظم البيئية، مثل الشعاب المرجانية والغابات، مما يؤدي إلى فقدان التنوع البيولوجي.
- تأثير على الصحة العامة: تؤدي التغيرات المناخية إلى انتشار الأمراض، مثل الملاريا وحمى الضنك، وتفاقم مشاكل الربو والحساسية.

#### أسباب ارتفاع البصمة الكربونية

- حرق الوقود الأحفوري: يعتبر حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي أكبر مصدر لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.
- الصناعة: تساهم الصناعات المختلفة، مثل صناعة الصلب والإسمنت، بشكل كبير في انبعاثات غازات الدفيئة.
- النقل: تعتبر وسائل النقل، خاصة السيارات والشاحنات والطائرات، من المصادر الرئيسية لانبعاثات الكربون.
- إزالة الغابات: تساهم إزالة الغابات في زيادة انبعاثات الكربون، حيث تمتص الأشجار ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.

### المعايير الدولية والبروتوكولات المتعلقة بغازات الاحتباس الحراري والبصمة الكربونية

#### 1- بروتوكول كيوتو ( Kyoto Protocol )

- تم اعتماد بروتوكول كيوتو في ١١ ديسمبر ١٩٩٧. ونظر التصديق المعقدة، دخل البروتوكول حيز التنفيذ في ١٦ فبراير ٢٠٠٥. ويوجد حالياً ١٩٢ طرفاً في بروتوكول كيوتو.
- بروتوكول كيوتو هو اتفاقية دولية تهدف إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة (GHGs) للدول الصناعية بنسبة ٥٪ في المتوسط أقل من مستوياتها في عام ١٩٩٠، خلال الفترة من ٢٠٠٨ إلى ٢٠١٢ (فترة الالتزام الأولى)، مع آليات للتجارة GHGs.
- المعاهدة: وضعت بروتوكول كيوتو التزامات قانونية للدول المشاركة لتقليل انبعاثات. بالانبعاثات ومشاريع التنمية النظيفة Clean Development Mechanism CDM

## 2- اتفاقية باريس Paris Agreement

هي اتفاقية دولية تم تبنيها في ديسمبر ٢٠١٥، وتهدف إلى الحد من الاحترار العالمي إلى أقل من ٢ درجة مئوية مقارنة بمستويات ما قبل الصناعة، مع محاولة الحد من الاحترار إلى ١,٥ درجة مئوية. GHGs ( وتحديثها كل خمس سنوات، مع التركيز على الحد من انبعاثات NDCs •

الالتزامات: الدول الأعضاء ملزمة بتقديم مساهمات محددة وطنياً (وزيادة القدرة على التكيف مع تأثيرات تغير المناخ.

## ٣- بروتوكول الغازات الدفينة Greenhouse Gas Protocol

• التعريف: بروتوكول غازات الدفينة هو إطار عمل عالمي يوفر معايير وأدلة لتحديد وقياس وإدارة الانبعاثات الكربونية.

### 1 - فهم نطاقات الانبعاثات (Scopes)

ما هي النطاقات الثلاثة؟

#### النطاق 1 (Direct Emissions):

الانبعاثات المباشرة الناتجة عن العمليات المملوكة أو المُدارة من قبل الشركة (مثل الوقود المستخدم في المصانع أو المركبات).

#### النطاق 2 (Indirect Emissions from Energy):

الانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن استهلاك الطاقة المشتركة مثل الكهرباء أو الحرارة.

#### النطاق 3 (Other Indirect Emissions):

الانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن سلسلة التوريد، مثل المواد الخام، النقل، وإعادة التدوير وسلسلة التوريد.

#### أهمية فهم النطاقات:

- 1 تحديد المصادر الرئيسية للانبعاثات.
- 2 تحسين الدقة في الحسابات والتقارير.

٤- المواصفة القياسية الدولية هو معيار دولي لتحديد وقياس وإدارة الانبعاثات الكربونية. ISO 14064

الأجزاء:

- ISO 14064 • GHGs: يحدد مبادئ ومتطلبات تصميم وتطوير وإدارة الجرد السنوي لانبعاثات أو تحسين إزالتها.
- ISO 14064 • GHGs: يحدد مبادئ ومتطلبات لمشاريع خفض انبعاثات
- ISO 14064: يحدد متطلبات التحقق والتدقيق من الجرد السنوي ومشاريع خفض الانبعاثات.
- المواصفة القياسية الدولية ISO 14067 هو معيار دولي يحدد متطلبات وحسابات وتقارير بصمة الكربون للمنتجات.
- التعريف: المواصفة القياسية الدولية ISO 14067
- المحتوى: يغطي هذا المعيار تحديد حدود النظام، تحليل دورة الحياة، وتحديد الانبعاثات المرتبطة بكل مرحلة من مراحل دورة حياة المنتج.

## ٦- المعيار الأوروبي لمبادرة الانبعاثات EU Emissions Trading Scheme - EU ETS

من GHGs • التعريف: نظام تداول الانبعاثات الأوروبي هو أكبر سوق للكربون في العالم، ويهدف إلى خفض انبعاثات خلال تحديد سقف لانبعاثات الصناعات الكبيرة والسماح للشركات بشراء وبيع حقوق الانبعاثات.

• النطاق: يغطي الصناعات الثقيلة، والطاقة، والطيران داخل أوروبا.

### هذه المعايير والبروتوكولات الدولية تهدف إلى:

- تحديد وقياس انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بدقة: من خلال توفير إطار عمل موحد ومنهجي.
- تعزيز الالتزام الدولي بخفض الانبعاثات: عبر وضع أهداف قانونية ودولية لتحقيق تقليل ملموس في الانبعاثات.
- تحفيز تبني التكنولوجيا النظيفة والممارسات المستدامة: من خلال آليات مثل تداول الانبعاثات ومشاريع التنمية النظيفة.
- تشجيع الشفافية والمساءلة: عبر متطلبات التحقق والتدقيق والإبلاغ الدوري.
- استخدام هذه المعايير والبروتوكولات يساهم في جهود مكافحة تغير المناخ على المستوى العالمي، ويضمن الالتزام بخفض الانبعاثات وتحقيق التنمية المستدامة.

## 2-تقرير البصمة الكربونية

يُعد تقرير البصمة الكربونية معتمد واحد من التقارير الهامة في مسيرة أي شركة أو مؤسسة أو مصنع سواء كان كبيراً أو صغيراً، وهذا التقرير دائماً ما يؤكد على مدى احترافية الشركة أو المؤسسة التي قامت به، لهذا إذا كنت رئيساً في أحد القطاعات الصناعية أو مديراً لواحدة من الشركات مهما اختلف حجم الشركة وتعمل على تقديم منتجات تُباع للمستهلكين، فإن الحصول على تقرير البصمة الكربونية معتمد لابد أن تعتبره من أولويات عملك لتطويره وزيادة مصداقية شركتك أو مصنعك.

### لماذا تقوم بعمل تقرير البصمة الكربونية للشركات و المصانع؟

إن الحصول على تقرير البصمة الكربونية معتمد يُعتبر من أهم المراحل التي لابد أن تمر عليها سواء كنت مسؤولاً في مصنع أو مؤسسة، تقرير البصمة الكربونية للمصانع أحد التقارير الهامة والتي يجب عليك الحصول عليها من مركز مُعتمد، فيما يلي نُبرز أهمية تقرير البصمة الكربونية معتمد للمصانع أيضاً:

- يدفع لتطوير تقنيات إنتاج صديقة للبيئة.
- يعزز الثقة ويجذب المهتمين بالاستدامة البيئية.
- يظهر التزام الشركة بتقليل الانبعاثات وتحقيق الاستدامة.
- يُعد خطوة للحصول على اعتمادات بيئية مثل ISO 14067 .
- يميز المنتجات ذات البصمة الكربونية المنخفضة في الأسواق.
- يساعد الشركات على الالتزام بالقوانين الصارمة بشأن الانبعاثات.
- يحدد العمليات ذات الانبعاثات العالية لمعالجتها وخفض استهلاك الطاقة.

### ما هو مقياس البصمة الكربونية في مصر؟

مقياس البصمة الكربونية هو أداة تُستخدم لتحديد وحساب إجمالي انبعاثات الغازات الناتجة عن نشاط معين أو دورة حياة منتج، ويُقاس عادة بالكيلوجرام أو الطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون والذي يُرمز له بالرمز CO<sub>2</sub>e حيث يشمل المقياس الانبعاثات المباشرة الناتجة عن العمليات مثل حرق الوقود وكذلك الانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن استهلاك الكهرباء أو المواد الخام بالإضافة إلى انبعاثات دورة الحياة الكاملة من التصنيع إلى التخلص من المنتج يعمل هذا التقرير على مساعدة في تحديد النقاط الأكثر تأثيراً على البيئة وتقليلها، ويدعم الالتزام بالمعايير البيئية الدولية مثل ISO 14067.

### ما هو معيار الأيزو ISO 14067؟

معيار ISO 14067 هو معيار دولي يحدد كيفية قياس وتقرير البصمة الكربونية للمنتجات حيث يُركز المعيار على تقديم منهجية موحدة لاحتساب الانبعاثات الناتجة عن دورة حياة المنتج بالكامل بدايةً من استخراج المواد الخام وصولاً إلى التخلص من المنتج أو إعادة تدويره والهدف دائماً من هذا المعيار هو الحرص على توفير أداة دقيقة 100% وذات شفافية عالية للشركات وذلك من أجل تحديد وتقليل انبعاثات الغازات المختلفة المرتبطة بمنتجاتها، مما يساهم في تحسين الأداء البيئي والتوافق مع معايير الاستدامة العالمية.

### ما هو تقرير البصمة الكربونية معتمد؟

تقرير البصمة الكربونية معتمد هو وثيقة تفصيلية يتم استخدامها من أجل التعرف على إجمالي انبعاثات الغازات الناتجة عن نشاط محدد أو دورة حياة منتج حيث يتم التعبير عنها بوحدة مكافئ ثاني أكسيد الكربون والتي يُرمز لها بالرمز CO<sub>2</sub>e ويشمل التقرير تحليل شامل لكافة المصادر التي تخص الانبعاثات سواء كانت انبعاثات مباشرة مثل احتراق الوقود وغير المباشرة مثل استهلاك الطاقة والمواد الخام إلى جانب عمليات النقل والتخلص من النفايات.

الهدف من هذا التقرير إلى توفير تقييم عالي الدقة للأثر البيئي المرتبط بالأنشطة أو المنتجات مما يساعد الشركات والأفراد على تحديد الفرص المتاحة من أجل التقليل قدر الإمكان من الانبعاثات وبالتالي الامتثال لمعايير الاستدامة البيئية، مثل المعيار الدولي ISO 14067.

### أهمية تقرير البصمة الكربونية معتمد للشركات والمستهلكين

إن الحصول على تقرير البصمة الكربونية معتمد يُعتبر خطوة غاية في الأهمية لكل الشركات والمؤسسات وكذلك المصانع، فهذا التقرير أهمية كبيرة تكمن في الآتي:

- يعزز الثقة والمصداقية لدى العملاء والشركاء.
- يساعد الشركات على الامتثال للتشريعات البيئية العالمية.
- يكشف عن العمليات ذات الانبعاثات العالية لتحسين الكفاءة.
- يقدم للمستهلكين معلومات دقيقة لاتخاذ قرارات مستدامة.
- يجهز الشركات للتحويلات نحو اقتصاد منخفض الكربون.
- تحسين السمعة وبناء الثقة مع العملاء.
- الامتثال للقوانين البيئية المحلية والدولية.
- تقليل التكاليف عبر تحديد وتقليل الانبعاثات.
- جذب استثمارات من جهات تهتم بالاستدامة.
- الاستعداد للتغيرات المستقبلية في السياسات البيئية.
- التميز في السوق وجذب المستهلكين المهتمين بالاستدامة.
- تحقيق أهداف الاستدامة والمساهمة في التنمية المستدامة.

### كيف يتم قياس البصمة الكربونية ووضعه في تقرير البصمة الكربونية؟

يتم العمل على إعداد تقرير البصمة الكربونية معتمد بطريقة دقيقة جداً لنمنحكي النهاية تقرير عالي الدقة، فيما يلي تفاصيل طريقة القياس:



- التحقق من دقة النتائج من خلال جهة معتمدة.
- حساب الانبعاثات الإجمالية بجمع جميع القيم المحسوبة.
- تحديد الهدف والنطاق للمنتج أو النشاط المراد قياس بصمته.
- جمع البيانات عن استهلاك الطاقة، الوقود، المواد الخام والنقل.

استخدام عوامل الانبعاث لتحويل البيانات إلى مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>e

### امثلة على تقرير البصمة الكربونية

لكي نتضح الصورة جيداً لابد من مثال، لهذا هنا مجموعة امثلة على البصمة الكربونية يُمكنك من خلالها كيف يتم قياس البصمة الكربونية والتي يتم استخدامها في تقرير البصمة الكربونية معتمد لدينا لكل منتج يتم إنتاجه في أي مؤسسة أو مصنع:

- البصمة الكربونية لمنتج تشمل التصنيع، الشحن، والاستخدام.
- كيلو جرام من اللحم البقري يُنتج حوالي 27 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.
- رحلة طيران لمسافة 1000 كم تُنتج حوالي 250 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل شخص.
- استهلاك 1 ميجاوات/ساعة من الكهرباء يولد حوالي 400-500 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.
- إنتاج كيلوغرام واحد من البلاستيك يولد حوالي 6 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.
- تيشيرت قطني واحد يُنتج 2-5 كجم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال دورة حياته.

## كيف يتم حساب البصمة الكربونية؟

لكي يكون من السهل حساب البصمة الكربونية، فإن العملية تمر بمجموعة من المراحل التي لا بد من إتمامها على الترتيب، فيما يلي أهم هذه المراحل:

- تحديد النشاط أو المنتج المراد قياس بصمته الكربونية.
- جمع البيانات المتعلقة بالاستهلاك مثل الطاقة والوقود بالإضافة إلى المواد الخام.
- ينبغي عليك تحديد المصادر المباشرة وغير المباشرة للانبعاثات.
- استخدام عوامل الانبعاث لتحويل البيانات إلى مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>e.
- الآن يمكنك حساب الانبعاثات الإجمالية لجميع المصادر.
- ومن ثم إعداد التقرير الذي يوضح الحسابات والنتائج بشكل مفصل.
- التحقق من دقة النتائج من خلال مراجعة خارجية إذا كان التقرير معتمداً.

## طرق تقليل البصمة الكربونية

هناك مجموعة من طرق تقليل البصمة الكربونية التي يمكنك اتباعها وذلك للفوائد العديدة الناجمة عن تقليلها، فيما يلي أبرز هذه الطرق:

- الاهتمام بتحسين كفاءة عمليات الإنتاج لتقليل الانبعاثات.
- محاولة تقليل استهلاك الطاقة من خلال تحسين كفاءة الأجهزة.
- الحرص على استخدام مصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية أو الرياح.
- العمل على تقليل استخدام الوقود الأحفوري في كلاً من عمليتي النقل والتصنيع.
- يجب عليك أن تحرص على تقليل استهلاك المواد الخام والتشجيع على إعادة التدوير.
- عليك أن تهتم باستخدام مجموعة التقنيات الحديثة مثل السيارات الكهربائية الأقل في الانبعاثات.
- تحسين كفاءة النقل من خلال استخدام وسائل النقل العامة أو تحسين طرق الشحن.
- تقليل النفايات من خلال التحسين في عمليات التصنيع والتعبئة.
- اعتماد سياسات عمل تدعم الاستدامة البيئية.

## معايير وطرق التعامل مع البصمة الكربونية للمنتجات ( PCF )

استجابة للحاجة إلى الشفافية حول انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG) Green House Gases من المنتجات ، تم تطوير العديد من المنهجيات في نقاط زمنية مختلفة ومن قبل منظمات دولية مختلفة والتي تبين المعايير الدولية الأساسية للتعامل مع البصمة الكربونية للمنتجات والتي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين كالتالي :

### المجموعة الأولى:

وهي خاصة بالمنهجيات ذات الموضوع الواحد ، التي تغطي فقط الانبعاثات والآثار المتعلقة بتغير المناخ .

### المجموعة الثانية :

وهي خاصة بالمنهجيات التي لها نطاق أوسع ، وتغطي القضايا البيئية خارج نطاق تغير المناخ. ويمكنك استخدام مؤشر تغير المناخ من هذه المنهجيات لتحديد PCF،

### أولاً : يجب تحديد الهدف من قياس البصمة الكربونية للمنتجات :

هل الهدف من ذلك التواصل الداخلي أم ستستخدم للإبلاغ العام أو للوفاء بالمتطلبات التشريعية أو للمتطلبات الخضراء الخارجية وما هو الحيز الجغرافي الذي سيتم الإعلان عن النتائج فيه .

### ثانياً : تحديد الأولويات والفرص الأكثر صلة للتطبيق :

استناداً إلى البحث المكتبي والمعرفة الداخلية (والخارجية) والمدخلات من أصحاب المصلحة الداخليين ، يمكن الوقوف على التصور العام للأولويات ذات الصلة في القطاعات المختلفة التي سوف تشارك في تطبيق المعيار داخل المؤسسة أو الشركة الساعية لاختيار معيار محدد ، ويجب أن يتضمن هذا التصور موضوعات مثل مبادرات القطاعات الحالية ، والقواعد الخاصة بالمنتج ، وما تفعله الحكومات الوطنية والدولية والسياسات والاستراتيجيات الداخلية للمؤسسة .

### ثالثاً اتباع شجرة القرار التالية لاختيار معيار أو منهجية بصمة الكربون :

يمكن أن تكون المنهجية الأنسب خاصة بكل حالة على حدة.

## آلية تعديل حدود الكربون CBAM دليل عملي للامتثال والاستدامة

في ظل التحديات المتزايدة التي يفرضها تغير المناخ، برزت آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) كواحدة من الأدوات الرائدة التي تهدف إلى تحقيق توازن بين الاستدامة البيئية والمنافسة الاقتصادية العادلة. أطلقت هذه المبادرة من قبل الاتحاد الأوروبي كجزء من التزامه بتحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050، وهي تسعى إلى وضع تكلفة عادلة على الانبعاثات الكربونية للمنتجات المستوردة.

تلعب CBAM دورًا محوريًا في معالجة "تسرب الكربون" الناتج عن انتقال الصناعات ذات الانبعاثات العالية إلى دول ذات لوائح بيئية أقل صرامة. كما توفر الآلية حافزًا للصناعات العالمية لاعتماد ممارسات إنتاج أكثر استدامة، مما يعزز الابتكار ويحسن كفاءة الطاقة في القطاعات المستهدفة.

هذا المقال يستعرض الجوانب التطبيقية لـ CBAM، ويربطها مباشرة بالبصمة الكربونية للشركات والقطاعات المختلفة. كما يقدم حلولاً عملية لتحقيق الامتثال، مدعومة بحالات دراسية ورؤى مستقبلية تدعم السياسات المناخية العالمية.

### المحور الأول : التعريف والأهداف.

#### CBAM ( Carbon Border Adjustment Mechanism ) :

آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) هي أداة تنظيمية اعتمدها الاتحاد الأوروبي بهدف فرض سعر عادل على الكربون المنبعث خلال إنتاج السلع كثيفة الكربون المستوردة إلى الاتحاد وهي تمثل حل متكامل يعزز التزام الاتحاد الأوروبي بمبادئ "الصفقة الخضراء الأوروبية"، متيحًا منصة للتعاون الدولي لتقليل الانبعاثات وتحفيز الابتكار في سلاسل التوريد العالمية

#### تهدف CBAM إلى معالجة ثلاث قضايا رئيسية:

##### 1- منع تسرب الكربون:

تشجيع الإنتاج الصناعي النظيف في الدول غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، ومنع ما يُعرف بـ"تسرب الكربون"، حيث قد تنتقل الشركات إلى دول ذات سياسات مناخية أقل صرامة، مما يؤدي إلى زيادة الانبعاثات العالمية

2 - تعزيز الاقتصاد الأخضر عالميًا: فرض تكلفة على الانبعاثات يشجع الدول الأخرى على اعتماد ممارسات أكثر استدامة.

3 - تحقيق الأهداف المناخية : دعم الاتحاد الأوروبي في تقليل الانبعاثات بنسبة 55% بحلول عام 2030.

#### المحور الثاني : القطاعات المستهدفة لتطبيق ال CBAM ومراحل التنفيذ :

##### أولاً - نطاق تطبيق CBAM :

يغطي CBAM في البداية على واردات سلع معينة ومواد أولية مختارة وعدد محدود من المنتجات النهائية للصناعات الأكثر كثافة في استخدام الكربون وأكثرها عرضة لخطر تسرب الكربون والتي تشمل:

- الشركات المنتجة للحديد والصلب
- شركات منتجات الأسمدة
- شركات الألومنيوم
- شركات الأسمدة
- شركات إنتاج الكهرباء
- شركات إنتاج الهيدروجين (في مراحل لاحقة)

##### ثانياً - مراحل تنفيذ آلية CBAM :

##### المرحلة الانتقالية (2023-2025):

وتلك المرحلة بدأت في مطلع أكتوبر 2023 خلال هذه الفترة، يُطلب من المستوردين تقديم تقارير ربع سنوية حول الانبعاثات الكربونية المضمنة في وارداتهم، دون الحاجة إلى شراء شهادات CBAM. ويهدف ذلك إلى :

- جمع البيانات وتقييم المنهجيات قبل التنفيذ الكامل للآلية دون فرض رسوم.
- يتيح ذلك تحسين منهجيات القياس والتوثيق.

## المرحلة الكاملة (2026 فصاعدًا):

- اعتبارًا من عام 2026، سيُطلب من المستوردين شراء شهادات CBAM التي تعكس سعر الكربون الذي كان سيتم دفعه إذا تم إنتاج السلع داخل الاتحاد الأوروبي. يتم تحديد سعر هذه الشهادات بناءً على متوسط سعر مزادات نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي (EU ETS). وينتج عن ذلك:
- يتعين على المستوردين شراء شهادات CBAM تغطي تكلفة الكربون على المنتجات المستوردة.

### ثالثًا - تحديات تطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) على الشركات :

تواجه الشركات تحديات متعددة عند محاولة الامتثال لمتطلبات CBAM. هذه التحديات تتعلق بالبنية التحتية، التكاليف، التكنولوجيا، والسياسات التنظيمية. فيما يلي أبرز التحديات:

#### 1 - التكاليف المالية المرتفعة

- شهادات الكربون: يتطلب CBAM من الشركات شراء شهادات كربون لتغطية انبعاثاتها، مما يزيد من التكاليف التشغيلية.
- التكيف مع المتطلبات الجديدة: تحتاج الشركات إلى استثمارات كبيرة لتحسين عملياتها وتقليل انبعاثاتها.
- البنية التحتية: تحديث المعدات واعتماد تقنيات منخفضة الكربون يتطلب استثمارات أولية كبيرة.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* الضغط المالي على الشركات الصغيرة والمتوسطة. \* انخفاض القدرة التنافسية في الأسواق العالمية.

#### 2 - تعقيد توثيق الانبعاثات

- نقص أنظمة التتبع: العديد من الشركات تفتقر إلى أنظمة موثوقة لتتبع وتوثيق انبعاثاتها الكربونية.
- التقارير المعقدة: يتطلب CBAM تقديم تقارير تفصيلية حول الانبعاثات، ما يفرض أعباء إضافية على الشركات.
- البيانات المفقودة: صعوبة الحصول على بيانات دقيقة من سلسلة التوريد، خاصة في القطاعات المعقدة.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* زيادة مخاطر الأخطاء في التوثيق والتقارير. \* مواجهة عقوبات أو غرامات بسبب عدم الامتثال.

#### 3 - فجوة التكنولوجيا

- تقنيات قديمة: تعتمد العديد من الشركات، خاصة في الدول النامية، على تقنيات إنتاج قديمة تؤدي إلى انبعاثات كربونية عالية.
- ارتفاع تكلفة التقنيات الحديثة: مثل تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه (CCS) أو الطاقة المتجددة.
- نقص الخبرات الفنية: قلة العمالة المدربة على استخدام التقنيات منخفضة الكربون.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* صعوبة التكيف مع متطلبات CBAM في وقت قصير. \* زيادة الاعتماد على الوقود الأحفوري بسبب نقص البدائل المستدامة.

#### 4 - التحديات التنظيمية والقانونية

- اختلاف اللوائح بين الدول: اختلاف المعايير البيئية بين الاتحاد الأوروبي والدول المصدرة يؤدي إلى تعقيد الامتثال.
- الوقت المحدود للتكيف: الفترة الزمنية بين إعلان المتطلبات وبدء التنفيذ قد تكون قصيرة جدًا لبعض الشركات.
- الغموض التنظيمي: عدم وضوح بعض جوانب CBAM، خاصة في ما يتعلق بسلاسل التوريد الطويلة.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* زيادة عدم اليقين بين الشركات حول كيفية الامتثال. \* تأخير في تنفيذ الخطط الاستثمارية المرتبطة بالامتثال.

#### 5 - التأثير على سلسلة التوريد

- صعوبة التحكم في الموردين: الشركات تعتمد على موردين خارجيين قد لا يلتزمون بالمعايير البيئية.
- الانبعاثات غير المباشرة (Scope 3): تتطلب CBAM من الشركات تضمين الانبعاثات المرتبطة بسلسلة التوريد، وهو أمر معقد وصعب القياس.
- زيادة التكاليف: الموردون قد ينقلون تكاليف امتثالهم إلى الشركات.

- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* زيادة التكاليف الإجمالية للإنتاج. \* انخفاض القدرة على التكيف مع المتطلبات التنظيمية.

## 6 - التوترات التجارية والجيوسياسية

- الخلافات التجارية: بعض الدول تعتبر CBAM أداة حمائية تؤدي إلى توترات تجارية.
- فرض سياسات مضادة: بعض الدول قد تفرض ضرائب أو قيوداً على المنتجات الأوروبية رداً على CBAM.
- اختلاف الالتزامات المناخية: الدول النامية تعاني من قلة الموارد لتلبية المتطلبات مقارنة بالدول المتقدمة.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* تهديد الأسواق التصديرية لبعض الشركات. \* صعوبة بناء شراكات تجارية مستدامة في ظل التوترات.

## 7 - نقص التمويل والدعم

- غياب الحوافز: العديد من الشركات، خاصة الصغيرة والمتوسطة، لا تحصل على دعم مالي لتحديث عملياتها.
- قلة برامج التمويل الأخضر: نقص المبادرات الداعمة للابتكار الأخضر في الدول النامية.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* تأخر الشركات في تبني تقنيات منخفضة الكربون. \* استمرار الاعتماد على العمليات التقليدية ذات الانبعاثات العالية.

## 8 - التحديات البيئية والجغرافية

- مصادر الطاقة غير المستدامة: في بعض الدول، يعتمد الإنتاج بشكل كبير على الفحم أو النفط.
- الظروف المناخية والجغرافية: صعوبة الوصول إلى مصادر طاقة متجددة في بعض المناطق.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* استمرار ارتفاع الانبعاثات الكربونية في قطاعات معينة. \* صعوبة تحقيق الحياد الكربوني على المدى القصير.

## 9 - التحديات الثقافية والإدارية

- المقاومة للتغيير: بعض الشركات ترفض الاستثمار في الابتكار أو التغيير بسبب الخوف من المخاطر.
- ضعف التوعية: نقص الفهم حول فوائد CBAM على المدى الطويل.
- الأثر المترتب على هذا التحدي: \* بطء في تبني السياسات البيئية المطلوبة. \* ضعف التنسيق بين الأقسام الإدارية والفنية داخل الشركات.

## رابعاً حلول لتجاوز التحديات

- 1 - توفير الدعم المالي: إنشاء برامج تمويل لتحفيز الشركات على تقليل انبعاثاتها.
- 2 - التدريب وبناء القدرات: تدريب العمالة على تقنيات منخفضة الكربون واستخدام أدوات القياس الحديثة.
- 3 - تحسين التعاون الدولي: التعاون بين الدول المتقدمة والنامية لتبادل الخبرات والتكنولوجيا.
- 4 - تعزيز الشفافية والوضوح: تقديم إرشادات واضحة للشركات حول كيفية الامتثال لـ CBAM.

## المحور الثالث: كيفية توثيق الشركات للبصمة الكربونية

توثيق البصمة الكربونية للشركات هو عملية أساسية لضمان الامتثال للمعايير البيئية مثل آلية تعديل حدود الكربون (CBAM). يشمل التوثيق وحساب وتسجيل الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة المختلفة للشركة، مع تقديم تقارير موثوقة ومدعومة بالبيانات.

## 3 - متطلبات CBAM لتوثيق البصمة الكربونية

- I - تقارير دقيقة وشفافة: CBAM تطلب من الشركات تقديم تقارير عن الانبعاثات الكربونية المرتبطة بالمنتجات المستوردة إلى الاتحاد الأوروبي.
- II - الاعتماد على معايير دولية: التوثيق يجب أن يلتزم بمعايير مثل ISO 14064 أو IPCC Guidelines.
- III - استخدام البيانات التاريخية: تحليل الانبعاثات السابقة لتحديد نقاط التحسين وخفض التكاليف.
- IV - تحديد تكلفة الكربون: حساب الانبعاثات بشكل دقيق يساعد في تحديد التكلفة الإجمالية لشهادات الكربون بموجب CBAM.

#### 4 - تحديات توثيق البصمة الكربونية

- جمع البيانات بدقة: صعوبة الحصول على بيانات موثوقة من جميع مراحل سلسلة التوريد.
- التكلفة العالية: التوثيق والتحقق يتطلب استثمارات في التكنولوجيا والخبرات.
- فجوة المهارات: نقص الكوادر المدربة على استخدام أدوات القياس وإعداد التقارير.

#### 5 - حلول لتحسين توثيق البصمة الكربونية

- التحول الرقمي: استخدام برامج متقدمة لجمع وتحليل البيانات.
- تطوير الكفاءات: تدريب الموظفين على تقنيات قياس الانبعاثات وإعداد التقارير.
- التعاون مع شركاء سلسلة التوريد: تعزيز الشفافية مع الموردين لضمان جمع بيانات دقيقة.

#### المحور الرابع : آلية تعديل حدود الكربون (CBAM): دراسة تطبيقية على صناعات الأسمنت

- تلعب الدول النامية دورًا محوريًا في نجاح تطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، لا سيما في الصناعات كثيفة الكربون مثل الأسمنت والأسمدة والألومنيوم والحديد.
- هذه الصناعات تمثل مصدرًا رئيسيًا للانبعاثات الكربونية، مما يجعلها نقطة تركيز رئيسية لمتطلبات CBAM. في هذا المحور نقدم دراسة تطبيقية لحساب البصمة الكربونية في هذه الصناعات مع عرض كيفية تحقيق الامتثال للآلية.

#### صناعة الأسمنت: بصمة كربونية عالية وتأثير قوي

صناعة الأسمنت تُعتبر واحدة من أكثر الصناعات كثافة في الانبعاثات الكربونية بسبب العمليات الكيميائية (تحويل الحجر الجيري إلى كلنكر) والطاقة المستخدمة.

#### • البصمة الكربونية لصناعة الأسمنت

أولاً : تحديد مصادر الانبعاثات

المصادر الأساسية في مصانع الأسمنت:

- الانبعاثات المباشرة (Direct Emissions - Scope 1):
- عملية التكليل تنتج من العمليات الكيميائية أثناء تصنيع الكلنكر (clinker).
- تتولد أثناء حرق الوقود في الأفران.
- الانبعاثات غير المباشرة من الطاقة (Indirect Emissions - Scope 2):
- انبعاثات ناتجة عن استهلاك الكهرباء أو الحرارة المستخدمة في المصنع.
- الانبعاثات غير المباشرة الأخرى (Other Indirect Emissions - Scope 3):
- النقل والتوريد (مثل نقل المواد الخام والمنتجات النهائية).
- الانبعاثات الناتجة عن تصنيع المواد الخام مثل الحجر الجيري.

#### ثانياً : جمع البيانات

#### البيانات المطلوبة :

- كمية المواد الخام المستخدمة: مثل الحجر الجيري والكلنكر.
- كمية الوقود المستخدم: أنواع الوقود (الفحم، الغاز الطبيعي، الوقود البديل) ، كميات الوقود ومصادره.
- استهلاك الطاقة: الكهرباء المستخدمة (بالكيلووات/ساعة) ، الحرارة المستخدمة (بالجيجا جول).
- الكميات المنتجة: كمية الأسمنت المنتج (بالطن).

#### ثالثاً اختيار عوامل الانبعاثات (Emission Factors)

#### أمثلة لعوامل الانبعاثات:

- انبعاثات الكربون من الكلنكر: حوالي 0.85 طن CO2 لكل طن كلنكر.
- الكهرباء: يعتمد على مصدر الكهرباء. على سبيل المثال:
- الشبكة الكهربائية التي تعتمد على الوقود الأحفوري: 0.4-0.7 طن CO2/ميغاوات ساعة.
- الكهرباء من مصادر متجددة: 0 طن CO2/ميغاوات ساعة.

### مصادر عوامل الانبعاثات:

- المنظمة الدولية للتقييس (ISO 14064-1).
- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC).
- بروتوكول غازات الاحتباس الحراري (GHG Protocol).

### رابعا إجراء حسابات الانبعاثات

المعادلة الأساسية: البصمة الكربونية (طن) CO<sub>2</sub> = مجموع (كمية المواد × عوامل الانبعاث لكل مادة)

مثال عملي :

#### 1 - الكلنكر:

- إنتاج: 100,000 طن.
- عامل الانبعاث: 0.85 طن CO<sub>2</sub>/طن كلنكر.
- الانبعاثات: 85,000 = 0.85 × 100,000 طن CO<sub>2</sub>.

#### 2. الكهرباء:

- استهلاك: 10,000 ميغاوات/ساعة.
- عامل الانبعاث: 0.5 طن CO<sub>2</sub>/ميغاوات/ساعة.
- الانبعاثات: 5,000 = 0.5 × 10,000 طن CO<sub>2</sub>.

#### 3. النقل:

- الوقود المستخدم للنقل: 5,000 لتر ديزل.
- عامل الانبعاث: 2.68 كجم CO<sub>2</sub>/لتر.
- الانبعاثات: 13,400 = 2.68 × 5,000 كجم (13.4 طن CO<sub>2</sub>).

**إجمالي البصمة الكربونية: 90,013.4 = 13.4 + 5,000 + 85,000 طن CO<sub>2</sub>.**

4. **تكلفة شهادات CBAM:** سعر الشهادة : 85 يورو/ طن CO<sub>2</sub>.

- التكلفة = 85 × 90.013 = 7,651,139 يورو/شهر.

#### 5 - الحلول لتقليل البصمة الكربونية

1. استخدام مواد بديلة للكلنكر:

- الرماد المتطاير أو خبث الأفران.

2. التحول إلى الطاقة المتجددة:

- استخدام طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية لتقليل الانبعاثات الناتجة عن استهلاك الوقود.

3. تقنيات احتجاز الكربون (CCS):

- احتجاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التفاعلات الكيميائية وتخزينه.
- يعد حساب البصمة الكربونية لمصانع الأسمنت خطوة ضرورية للامتثال للمعايير الدولية وتعزيز الاستدامة. من خلال استخدام بيانات دقيقة، عوامل انبعاث معتمدة، وأدوات تحليل فعالة، يمكن تحقيق تقارير شفافة ودقيقة تسهم في تقليل الأثر البيئي لهذه الصناعة الحيوية. وكذلك يمكن تطبيق الحسابات على صناعة الأسمدة وإنتاج الألمنيوم من خلال تحديد الانبعاثات المباشرة والغير مباشرة ومرتبطة بالطاقة والغير مباشرة الأخرى