

CBAM

قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵

CBAM & Carbon Footprint of Products

From Emissions to Market Access

Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)



- Climate Policy meets Trade
- Carbon Has a Price
- Market Access Depends on Emissions

Product Carbon Footprint (Cradle to Gate)



A1 Raw Materials



A2 Transport



A3 Manufacturing

kg CO₂e / m² Tile

Embedded Emissions Calculation



Activity Data × Emission Factors = Embedded Emissions



Scope 1
Fuel & Kilns



Scope 2
Electricity



Scope 3
Materials & Transport

Green Intelligence Approach



Human-Centered



System-Centered



Technology-Centered

- ✓ Lower Carbon Intensity
- ✓ Lower CBAM Cost
- ✓ Higher Export Competitiveness

"You don't manage what you don't measure."

Carbon Data is the New Trade Language.





CBAM

قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی) ۲۰۲۵ هندبوک دانش سبز

مقدمه

CBAM چیست و چرا به یک موضوع اقتصادی-اقلیمی تبدیل شده است؟

در دهه‌ی اخیر، تغییرات اقلیمی از یک دغدغه‌ی صرفاً زیست محیطی، به یکی از مهم‌ترین محرک‌های بازآرایی اقتصاد جهانی تبدیل شده است. سیاست‌های اقلیمی دیگر فقط در حوزه‌ی محیط زیست تعریف نمی‌شوند، بلکه مستقیماً بر تجارت، رقابت پذیری صنایع، قیمت تمام‌شده کالاها و جریان سرمایه اثر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین و ملموس‌ترین نمونه‌های این تحول، سازوکار تعدیل کربن مرزی اتحادیه اروپا (CBAM – Carbon Border Adjustment Mechanism) است.

CBAM به زبان ساده چیست؟

CBAM ابزاری سیاستی است که اتحادیه اروپا برای جلوگیری از «نشت کربن» (Carbon Leakage) طراحی کرده است. نشت کربن زمانی رخ می‌دهد که:

- صنایع پر کربن به دلیل مقررات سخت گیرانه اقلیمی،
- تولید خود را از اروپا به کشورهای با قوانین سهل گیرانه تر منتقل می‌کنند،
- یا کالاهای پر کربن از بیرون وارد بازار اروپا می‌شود.

CBAM می‌گوید: اگر کالایی وارد بازار اروپا می‌شود، باید هزینه‌ی کربنی معادل تولید داخل اروپا را بپردازد. به بیان ساده، کربن هم مثل کالا، در مرز قیمت گذاری می‌شود.

چرا CBAM برای اقتصاد جهانی مهم است؟

CBAM فقط یک ابزار اروپایی نیست؛ بلکه سیگنال آینده‌ی اقتصاد جهانی است. پیام‌های کلیدی آن عبارت‌اند از:

۱. پایان رقابت ارزان پر کربن

مزیت رقابتی مبتنی بر انرژی ارزان و آلودگی بالا، به تدریج از بین می‌رود.

۲. ورود اقلیم به قلب تجارت بین‌الملل

اقلیم از حاشیه سیاست گذاری، به مرکز تصمیم‌گیری‌های تجاری منتقل شده است.



بنیاد توانمندسازی منابع انسانی ایران



۳. ایجاد زبان مشترک کربن

کشورها و شرکت‌ها ناچارند انتشار خود را:

- اندازه‌گیری (MRV)
- گزارش‌دهی
- و قابل راستی‌آزمایی کنند.

۴. الگوسازی برای سایر کشورها

بسیاری از اقتصادهای بزرگ (کانادا، آمریکا، ژاپن، حتی چین) در حال بررسی یا طراحی سازوکارهای مشابه‌اند.

نقش CBAM در مقابله با تغییرات اقلیمی

از منظر اقلیمی، CBAM یک ابزار مکمل برای تحقق اهداف توافق پاریس است، زیرا:

- انگیزه‌ی کاهش واقعی انتشار را افزایش می‌دهد، نه صرفاً جابه‌جایی جغرافیایی آلودگی؛
- به شرکت‌ها سیگنال می‌دهد که کربن هزینه دارد؛
- سرمایه‌گذاری را به سمت بهره‌وری انرژی، نوآوری کم‌کربن و انرژی‌های پاک هدایت می‌کند؛
- شفافیت داده‌های اقلیمی را در زنجیره‌های تأمین جهانی افزایش می‌دهد.

به همین دلیل، CBAM را باید نه یک «مالیات»، بلکه ابزار حکمرانی اقلیم در اقتصاد جهانی دانست.

CBAM و بنگاه‌های اقتصادی: از محیط‌زیست تا بقا

برای بنگاه‌های اقتصادی، CBAM یک نقطه‌ی عطف است. از این پس، بنگاه‌ها نه فقط بر اساس کیفیت و قیمت، بلکه بر اساس شدت کربن محصول قضاوت می‌شوند.

پیامدهای مستقیم برای بنگاه‌ها:

- الزام به محاسبه ردپای کربن محصول
- تفکیک انتشارها در Scope 1، ۲ و به تدریج Scope 3
- نیاز به سیستم‌های داده‌محور و گزارش‌دهی شفاف
- تغییر استراتژی تولید، تأمین انرژی و زنجیره تأمین



CBAM

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

- تبدیل اقلیم از «هزینه جانبی» به «متغیر استراتژیک مدیریت»

در واقع، CBAM بنگاه‌ها را وارد نسل چهارم مدیریت و مهندسی سبز می‌کند؛ جایی که:

انسان، داده، فرایند و تصمیم‌گیری اقتصادی، هم‌زمان در خدمت کاهش کربن و افزایش رقابت‌پذیری قرار می‌گیرند.

بنابراین CBAM نه یک مقرر موقت، بلکه نشانه‌ی تغییر پارادایم اقتصاد جهانی است. اقتصادی که در آن:

- کربن قیمت دارد،
- شفافیت مزیت رقابتی است،
- و بنگاه‌هایی باقی می‌مانند که زودتر خود را با منطق اقلیم سازگار کنند.

CBAM

چگونه اجرا می‌شود، چه صنایعی را هدف گرفته، پیامدش برای ایران چیست، و چطور تهدید را به فرصت تبدیل کنیم.

CBAM دقیقاً چیست و چگونه اجرا می‌شود؟

CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism) سازوکار اتحادیه اروپا برای این است که کالای وارداتی به EU هم «هزینه

کربن» مشابه تولیدکنندگان اروپایی (EU ETS) را پردازد؛ تا هم «نشت کربن» رخ ندهد و هم تولیدکننده خارجی انگیزه پیدا کند که کم‌کربن‌تر تولید کند ([Taxation and Customs Union](#)).

دو فاز اجرایی دارد:

۱. فاز گذار (Transitional): از ۱ اکتبر ۲۰۲۳ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۲۵

- فعلاً پولی پرداخت نمی‌شود؛ اما واردکننده اروپایی باید گزارش دوره‌ای انتشار نهفته (embedded emissions) کالای وارداتی را بدهد و از شما (تأمین‌کننده/صادرکننده) داده می‌خواهد ([Taxation and Customs Union](#)).

- کمیسیون اروپا برای همین دوره راهنما و «مقادیر پیش‌فرض» (default values) منتشر کرده تا وقتی داده واقعی ندارید، گزارش با حداقل استاندارد انجام شود (ولی در عمل، مشتری اروپایی ترجیح می‌دهد داده واقعی شما را بگیرد). ([Taxation and Customs Union](#))



CBAM

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

۲. فاز اصلی: (Definitive) از ۱ ژانویه ۲۰۲۶

- از ۲۰۲۶ به بعد، واردکننده باید گواهی/اعتبار CBAM تهیه کند و به میزان انتشار نهفته کالا تسویه کند (سازوکار دقیق خرید/تسویه با قوانین تکمیلی ریزتر می‌شود) ([Taxation and Customs Union](#)).
- نکته مهم: در هفته‌های اخیر، بحث‌های اصلاح/ساده‌سازی و حتی گسترش دامنه CBAM دوباره داغ شده (یعنی مسیر رو به سخت‌تر شدن/گسترده‌تر شدن است، نه عقب‌گرد) ([Reuters](#)).

CBAM چه صنایعی را هدف گرفته؟

در نسخه فعلی، ۶ بخش تحت پوشش هستند:

- سیمان
- آهن و فولاد
- آلومینیوم
- کودهای شیمیایی (fertilisers)
- برق
- هیدروژن ([Taxation and Customs Union](#))

کلید عملیاتی برای شرکت‌ها: پوشش CBAM با «بخش» صرف تعیین نمی‌شود؛ با کدهای گمرکی / CN Code تعیین می‌شود (ممکن است یک محصول «مرتبط» باشد اما در کدهای مشمول نباشد یا برعکس) ([Grant Thornton](#)).

پیامدهای CBAM برای ایران و بخش خصوصی

(۱) ریسک مستقیم برای صادرات به EU

اگر شما (یا مشتری اروپایی‌تان) کالای مشمول CBAM وارد EU کنید:

- در ۲۰۲۳-۲۰۲۵: فشار اصلی فشار داده است (اطلاعات مصرف انرژی/مواد، مرز سیستم، روش محاسبه).
- از ۲۰۲۶: فشار اصلی هزینه می‌شود (هرچه شدت کربن محصول بالاتر، هزینه CBAM بیشتر) ([Taxation and Customs Union](#)).

(۲) ریسک غیرمستقیم حتی برای صنایع غیرمشمول (فعلاً)

حتی اگر محصول شما امروز مشمول نباشد:



**CBAM**

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

• بسیاری از خریداران اروپایی، به‌خصوص در زنجیره تأمین، دارند سیاست خرید کم‌کربن می‌گذارند و از تأمین‌کننده‌ها ردپای کربن EPD/می‌خواهند (carbontrust.com) .

• و از طرف دیگر، بحث گسترش دامنه به محصولات پایین‌دستی در جریان است (Reuters) .

۳) پیام استراتژیک: «اقلیم» رسماً وارد «تجارت» شده

این دقیقاً همان روندی است که در نقشه‌راه شما هم آمده: سیاست‌های COP و اقتصاد جهانی، به ابزارهای بازرگانی مثل CBAM گره خورده‌اند و رقابت‌پذیری صادراتی به شاخص‌های اقلیمی وابسته می‌شود.

بنگاه‌ها چگونه تهدید CBAM را به فرصت تبدیل کنند؟

به زبان اجرایی، فرصت‌سازی یعنی از «ریسک تعرفه» یک «مزیت رقابتی کم‌کربن» بسازیم. پیشنهاد عملی در ۶ قدم:

۱. تشخیص مشمولیت (+ CN Code بازار هدف EU)

۲. راه‌اندازی MRV داخلی (اندازه‌گیری-گزارش-راستی‌آزمایی) برای انرژی و انتشار (حداقل Scope 1 و ۲، و برای صادرات حرفه‌ای‌تر Scope 3 های مهم).

۳. محاسبه شدت کربن محصول (مثلاً برای سرامیک $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$) و ساخت خط مبنا. این دقیقاً در چارچوب آموزشی شما برای صنعت کاشی/سرامیک تعریف شده است.

۴. آماده‌سازی بسته داده برای مشتری اروپایی: روش محاسبه، مرز سیستم، داده فعالیت، ضرایب انتشار، کنترل کیفیت داده. (می‌توانید از «فرم گردآوری داده» خودتان به‌عنوان ستون فقرات استفاده کنید).

۵. پروژه‌های کاهش انتشار با اولویت اقتصادی:

○ بهینه‌سازی احتراق/کوره، بازیافت حرارت، مدیریت توقف‌ها، ISO 50001، داشبورد انرژی/کربن، و نیز پروژه‌های انسان‌محور برای تغییر رفتار مصرف انرژی.

۶. خروجی بازارپسند: EPD / گزارش ردپای کربن محصول + «ادعای قابل دفاع» برای مذاکرات فروش (به‌جای شعار سبز).

این دقیقاً هم‌راستا با منطق «نسل چهارم/هوش سبز» است:

داده → تحلیل نقاط داغ → پروژه بهبود (انسان/سیستم/فناوری) → گزارش‌دهی مستمر.



CBAM

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

ساختار اجرایی CBAM اروپا: از فاز آزمایشی تا اجرای مالی

(۱) معماری کلی CBAM (چه کسی چه کاری می‌کند؟)

- مشمول اصلی در قانون: واردکننده/اظهارکننده در اتحادیه اروپا (EU importer / declarant)
- وابستگی حیاتی: تولیدکننده خارج از EU باید «داده‌های کربنی قابل اتکا» بدهد، وگرنه واردکننده مجبور می‌شود از مقادیر پیش‌فرض (که معمولاً بدتر/پرهزینه‌تر است) استفاده کند ([Taxation and Customs Union](#)).
- کالاهای اولیه تحت پوشش (۶ بخش): سیمان، آهن و فولاد، آلومینیوم، کودهای شیمیایی، برق، هیدروژن ([Taxation and Customs Union](#)).

(۲) فاز گذار — (Transitional Phase) فقط گزارش‌دهی

بازه زمانی

- شروع اجرا: ۱ اکتبر ۲۰۲۳
- پایان فاز گذار: ۳۱ دسامبر ۲۰۲۵ ([Taxation and Customs Union](#))

تکلیف اصلی در این دوره

- گزارش‌دهی فصلی (Quarterly CBAM report) درباره:

- مقدار واردات (بر اساس کدهای کالایی مربوط)
- کشور مبدأ
- انتشار نهفته (Embedded emissions) (مستقیم و در مواردی غیرمستقیم، طبق دستورالعمل‌های مربوط)

- مهلت ارسال گزارش: حداکثر یک ماه بعد از پایان هر فصل (مثلاً فصل Oct–Dec 2023 تا ۳۱ [Taxation and Customs Union](#) Jan 2024).

نکته مهم مدیریتی

در این فاز «پول پرداخت نمی‌شود»، اما سیستم داده، روش محاسبه، و زنجیره تأمین اطلاعات باید از همین الان درست شود؛ چون از ۲۰۲۶ هزینه‌زا می‌شود ([Taxation and Customs Union](#)).



CBAM

قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی) ۲۰۲۵ هندبوک دانش سبز

3) فاز قطعی — (Definitive Regime) گزارش‌دهی + هزینه کربن

شروع

- آغاز فاز قطعی: 1 ژانویه ۲۰۲۶ ([Taxation and Customs Union](#))

تکالیف کلیدی (از «گزارش» به «تعهد مالی»)

از ۲۰۲۶ واردکننده باید:

۱. اظهارنامه سالانه CBAM ارائه کند (جمع‌بندی کل واردات و انتشار نهفته سال) ([Business Growth Service](#)).۲. به میزان انتشار نهفته، گواهی CBAM (CBAM certificates) تهیه و تسلیم کند (عملاً تبدیل به «هزینه کربن» روی واردات) ([Taxation and Customs Union](#)).۳. داده‌ها در فاز قطعی سخت‌گیرانه‌تر و قابل‌راستی‌آزمایی‌تر می‌شوند (وابسته به قواعد رسمی) ([Eur-Lex](#)).

4) هم‌زمان‌سازی با ETS و «فازبندی تا ۲۰۳۴»

CBAM به تدریج هم‌راستا با کاهش تخصیص رایگان سهمیه‌ها در ETS جلو می‌آید؛ بنابراین فشار/هزینه CBAM در عمل مرحله‌ای افزایش می‌یابد و افق فازبندی تا 2034 مطرح است ([Taxation and Customs Union](#)).

5) ساده‌سازی‌ها و تغییرات جدید

طبق برخی منابع رسمی/نیمه‌رسمی اروپایی، اصلاحات/ساده‌سازی‌ها اضافه شده‌اند، از جمله:

- قاعده de-minimis جرمی (۵۰ تن در سال) برای بسیاری از کالاهای CBAM با استثناهایی مثل هیدروژن و برق طبق توضیحات همان منابع ([EPA Ireland](#)).
- همچنین درباره تغییر زمان‌بندی فروش/الزام گواهی‌ها بحث‌ها و اصلاحات مطرح شده است؛ بعضی تحلیل‌ها از تعویق در زمان خرید گواهی‌ها صحبت می‌کنند (پس در گزارش، بهتر است آن را «طبق آخرین اصلاحات/پیشنهادهای اتحادیه» با احتیاط بنویسیم) ([ICAP](#)).





CBAM

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

چک‌لیست داده‌های لازم برای CBAM

روش استاندارد محاسبه "انتشار نهفته Embedded Emissions"

(۱) چک‌لیست داده‌های لازم برای CBAM (Data Checklist)

الف) داده‌های هویتی محصول و مرز مطالعه

۱. نام محصول + کد HS (مثلاً ۶۹۰۷ برای کاشی)
۲. سایت تولید / کشور / خط تولید
۳. واحد اظهار / واحد عملکردی (مثلاً ۱ تن، یا ۱ m² محصول)
۴. مرز سیستم: معمولاً Cradle-to-Gate (A1 مواد اولیه، A2 حمل تا کارخانه، A3 تولید)
۵. دوره زمانی داده‌ها: ماهانه/فصلی/سالانه (برای CBAM گزارش‌دهی فصلی مهم می‌شود) و سال مبنا برای مدیریت داخلی.

ب) داده‌های فعالیت (Activity Data) در کارخانه

این‌ها ستون فقرات محاسبه‌اند و باید قابل ردیابی باشند (قبض، کنتور، فاکتور، گزارش تولید):

(۱) انرژی و سوخت‌ها (Scope 1 و ۲)

- گاز طبیعی (m³)
 - گازوئیل/مازوت LPG/(لیتر یا کیلوگرم)
 - برق خریداری‌شده (kWh)
- نمونه‌ی نوع داده‌گذاری در فایل شما آمده (برای کاشی: گاز ۲.۵ m³ و برق ۶ kWh به ازای ۱ m²)

(۲) مواد و ورودی‌های اصلی

- مقدار مصرف مواد اولیه (kg/ton) مثل خاک، فلدسپات، سیلیس، مواد لعاب نمونه جدول داده‌های ورودی در مستند EPD آموزشی شما آمده است.

۳۹ حمل‌ونقل (برای A2 و بخشی از Scope 3)

- فاصله حمل (km)، نوع وسیله، مقدار حمل (ton-km)
- مبدا مواد تا کارخانه + (در صورت نیاز) حمل محصول تا مرز/بندر



۴) خروجی تولید و ضایعات

- مقدار تولید قابل فروش (تن/مترمربع)
- ضایعات، دوباره کاری، برگشتی‌ها
- پسماند و روش دفع (در صورت اثرگذاری)

نکته اجرایی: «فرم هوش سبز» شما دقیقاً همین منطق را دارد: ردیف منابع، میزان مصرف، محل مصرف، Scope، ضریب انتشار، میزان انتشار و حتی «ترجمه اقتصادی/زیست محیطی».

ح) ضرایب انتشار (Emission Factors) و قواعد تخصیص

برای هر Activity Data باید ضریب انتشار داشته باشید:

- EF سوخت‌ها (برای CO_2 ، و در صورت لزوم CH_4 و N_2O)
- EF برق شبکه (کشوری/منطقه‌ای)
- EF مواد (ترجیحاً از دیتابیس معتبر LCA یا EPD تامین کننده)

و اگر یک خط چند محصول تولید می‌کند:

- قاعده تخصیص (Allocation) روشن باشد (برحسب جرم، انرژی، یا ارزش اقتصادی).

د) شواهد و کنترل کیفیت داده (Data Quality & Evidence)

برای اینکه داده‌ها «قابل پذیرش» شوند، باید برای هر عدد:

- منبع سند (قبض، فاکتور، کنتور، ERP)
- مسئول ثبت/تأیید
- تاریخ و دوره

• روش تخمین (اگر تخمینی است) ثبت شود. این دقیقاً همان چیزی است که در نقشه‌راه شما تحت عنوان **MRV بخش خصوصی** و «داده‌محوری» تاکید شده است.



۲) روش استاندارد محاسبه "Embedded Emissions" برای یک محصول صادراتی

گام ۱: تعریف واحد محصول و مرز

• مثال آموزشی شما: 1 m^2 کاشی، مرز Cradle-to-Gate (A1-A3)

گام ۲: ساخت موجودی داده (LCI)

یک جدول ساده بسازید:

- گاز طبیعی: مقدار مصرف در دوره / تولید در دوره $\Rightarrow$ مصرف به ازای واحد
- برق: همین
- مواد: همین (نمونه این LCI در فایل شما آماده است)

گام ۳: محاسبه انتشار هر منبع

فرمول پایه:

انتشار منبع = $(\text{kgCO}_2\text{e}) \times \text{مقدار فعالیت} \times \text{ضریب انتشار } i$

مثال ساختاری (بدون عددگذاری ضریب):

- انتشار گاز $\text{m}^3 = \text{گاز} \times \text{EF}_{\text{gas}}$
- انتشار برق $\text{kWh} = \text{برق} \times \text{EF}_{\text{electricity}}$
- انتشار خاک/مواد $\text{kg} = \text{ماده} \times \text{EF}_{\text{material}}$

گام ۴: جمع‌بندی و تبدیل به "شدت کربن محصول"

Embedded Emissions per unit = (جمع کل انتشارها در مرز تعریف شده) $\div$ واحد محصول

مثلاً خروجی نهایی می‌شود:

• $\text{kgCO}_2\text{e} / \text{m}^2$ (برای کاشی) یا

• $\text{tCO}_2\text{e} / \text{ton}$ (برای سیمان، فولاد، آلومینیوم...)

این همان منطق KPI هایی است که در محتوای آموزشی شما هم آمده (مثل شدت کربن بر واحد محصول).



CBAM

هندبوک دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

(۲) بسته اجرایی پیشنهادی برای بنگاه‌ها

برای اینکه بنگاه‌ها سریع راه بیفتند، پیشنهاد کنید هر شرکت سه فایل/خروجی بسازد:

۱. فرم گردآوری داده ماهانه (سوخت/برق/مواد/حمل/تولید/اضایعات)

۲. محاسبه‌گر انتشار ($Activity Data \times EF +$ تخصیص)

۳. گزارش مدیریتی یک صفحه‌ای:

○ شدت کربن محصول

○ 3منبع اصلی انتشار (Hotspots)

○ 3پروژه بهبود (انسان محور/سیستم محور/فناوری محور) — دقیقاً مطابق رویکرد نسل چهارم هوش سبز



CBAM

هندبوك دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

یک نمونه «فرم تکمیل‌شده CBAM» برای صنعت کاشی /سرامیک

- از نظر منطق محاسبه با EPD و LCA
- از نظر فرم و خروجی برای واردکننده اروپایی (EU CBAM Declarant)
- و از نظر نسل چهارم (داده‌محور، قابل تصمیم‌سازی)

نمونه فرم تکمیل‌شده CBAM

محصول: کاشی سرامیکی (Ceramic Tiles)

اطلاعات پایه محصول (Product Information)

عنوان	مقدار
نام محصول	Ceramic Floor Tile
کد HS	6907
کشور تولید	Iran
سایت تولید	Factory A
واحد عملکردی	1 m ² کاشی
دوره گزارش‌دهی	Q1 – 2025
مرز سیستم	Cradle to Gate (A1–A3)
روش محاسبه	ISO 14040 / 14044 – aligned with CBAM
کاربرد گزارش	EU CBAM Transitional Reporting

داده‌های فعالیت (Life Cycle Inventory – LCI)



CBAM

هندبوك دانش سبز ۲۰۲۵ قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی)

مصرف منابع به ازای یک m^2 کاشی

ردیف	منبع	مقدار مصرف	واحد	Scope
1	گاز طبیعی	2.50	m^3	Scope 1
2	برق شبکه	6.00	kWh	Scope 2
3	مواد اولیه (خاک و لعاب)	18.0	kg	Scope 3
4	حمل مواد اولیه	25	ton·km	Scope 3

این ساختار دقیقاً منطبق با فرم «گردآوری داده» و EPD آموزشی شماست.

ضرایب انتشار (Emission Factors)

واحد	ضریب انتشار	منبع
$kgCO_2e / m^3$	1.90	گاز طبیعی
$kgCO_2e / kWh$	0.55	برق شبکه ایران
$kgCO_2e / kg$	0.10	مواد اولیه (میانگین)
$kgCO_2e / ton·km$	0.09	حمل و نقل جاده‌ای

در گزارش واقعی باید منبع ضرایب (IPCC / LCA DB / National EF) ذکر شود.

محاسبه انتشار نهفته (Embedded Emissions Calculation)

محاسبات جزئی

منبع	محاسبه	انتشار ($kgCO_2e$)
گاز طبیعی	2.5×1.90	4.75
برق	6×0.55	3.30
مواد اولیه	18×0.10	1.80
حمل مواد	25×0.09	2.25

خروجی نهایی (Final CBAM Result) CBAM



CBAM

قوانین بین‌المللی زیست محیطی (تجارت جهانی) ۲۰۲۵ هندبوک دانش سبز

Embedded Emissions of Product

Total Embedded Emissions = 12.10 kgCO₂e / m²

تفکیک تحلیلی برای تصمیم‌سازی مدیریتی (Hotspot Analysis)

منبع	سهم از کل
گاز طبیعی (کوره پخت)	39%
برق	27%
حمل و نقل	19%
مواد اولیه	15%

نقطه داغ اصلی: کوره پخت و مصرف گاز

ترجمه مدیریتی (برای مدیرعامل / هیئت‌مدیره)

شاخص کلیدی CBAM

• شدت کربن محصول:

12.1 kgCO₂e / m²

پیامد تجاری

• این عدد مستقیماً در:

○ گزارش فصلی CBAM واردکننده اروپایی

○ و از ۲۰۲۶ در محاسبه هزینه گواهی CBAM

استفاده می‌شود.

پروژه‌های پیشنهادی بهبود (نسل چهارم مدیریت سبز)

انسان محور

- آموزش اپراتورهای کوره → ۳-۵٪ کاهش گاز

سیستم محور

- پایش روزانه شدت انرژی (kWh) و m^3 / m^2
- داشبورد انرژی و کربن

فناوری محور

- بازیافت حرارت دود کوره → ۱۰-۱۵٪ کاهش گاز
- اینورتر روی فن‌ها

*“The embedded greenhouse gas emissions of the reported ceramic tile product, calculated on a cradle-to-gate basis in accordance with ISO 14040/44 principles, amount to **12.1 kg CO₂e per square meter**.”*

