جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

سلسلة قضايا التخطيط والتنمية

تأثير تطبيق الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون على الصادرات المصرية
(دراسة تطبيقية على قطاع الأسمدة)

رقم (369) – 2026

جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

سلسلة قضايا التخطيط والتنمية

(سلسلة علمية محكمة)

رقم (369)

تأثير تطبيق الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون على الصادرات المصرية (دراسة تطبيقية على قطاع الأسمدة)

2026

"لم يسبق نشر هذا البحث أو أي أجزاء منه، ويحظر إعادة نشره في أية جهة أخرى قبل أخذ موافقة المعهد كتابة"

"الآراء في هذا البحث تمثل رأي الباحثين فقط"

رئيس المعهد
أ.د. أشرف العربي

نائب رئيس المعهد
لشئون البحوث والدراسات العليا
أ.د. خالد عطية

الهبائي، سحروآخرون
عنوان البحث: تأثير تطبيق الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون على الصادرات المصرية (دراسة تطبيقية على قطاع الأسمدة)
سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، القاهرة، معهد التخطيط القومي، 2026، 114ص.
الكلمات الدالة: ألية تعديل حدود الكربون، قطاع الأسمدة، ضريبة الكربون، الصادرات المصرية

رقم الإيداع: 10033/ 2026

ISBN: 978-977-8848-35-9

الآراء الواردة في هذا البحث لا تعبر بالضرورة عن توجه المعهد بل تعبر عن رأي المؤلف وتوجهه في المقام الأول

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمعهد التخطيط القومي، يحظر إعادة النشر أو النسخ أو الاقتباس بأية صورة إلا بإذن كتابي من معهد التخطيط القومي أو بالإشارة إلى المصدر.

الطباعة والتنفيذ: معهد التخطيط القومي، الطبعة الأولى: 2026

مدينة نصر- طريق صلاح سالم-
القاهرة- جمهورية مصر العربية
https://inp.edu.eg
معهد التخطيط القومي
res.unit@inp.edu.eg
الهاتف/(+202) 22627372-22634040
الفاكس/(+202)24011398 -22634747

تقديم

تُعَد سلسلة قضايا التخطيط والتنمية إحدى القنوات الرئيسية لنشر نتاج معهد التخطيط القومي من دراسات وبحوث جماعية محكمة في مختلف مجالات التخطيط والتنمية. يضم المعهد مجموعة من الباحثين والخبراء متنوعي التخصصات، مما يضيف قيمة وفائدة لمثل هذه الدراسات المتنوعة، بالإضافة إلى شموليتها، واهتمامها بالأبعاد الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية، والمؤسسية، والمعلوماتية للتنمية، وغيرها من القضايا التنموية الجديرة بالبحث.

تضمنت الإصدارات المختلفة لسلسلة قضايا التخطيط والتنمية منذ بدء إصدارها في عام 1977 عددًا من الدراسات التي تناولت قضايا مختلفة تخدم بصفة أساسية صانعي السياسات ومتخذي القرارات في مختلف مجالات التخطيط والتنمية، منها على سبيل المثال لا الحصر: السياسات المالية والنقدية، والإنتاجية والأجور والأسعار والتضخم، والحسابات القومية، والاستهلاك والتجارة الداخلية، والتشغيل والبطالة وسوق العمل، وأسواق رأس المال، والمالية العامة، والحوكمة الاقتصادية والمؤسسية، والتجارة الخارجية، والتكتلات الدولية، والاتفاقيات الدولية والتمويل الدولي، واقتصاديات الطاقة بأنواعها، والتنمية الإقليمية والنمو الاحتوائي، وآفاق الاستثمار المحلي والأجنبي، والسياسات الصناعية، والثورة الصناعية الرابعة وتطبيقاتها، والثورة التكنولوجية واقتصاد المعرفة، والاقتصاد الرقمي، والسياسات الزراعية، والزراعة الذكية، والتنمية الريفية، والمشروعات الصغيرة والمتوسطة، وريادة الأعمال والتكنولوجيات الناشئة، ومناهج النمذجة التخطيطية وأساليبها، واستشراف المستقبل، والبيئة والموارد الطبيعية، والتغيرات المُناخية، وإدارة المخلفات، والاقتصاد الأخضر، والتعليم، والبحث العلمي والابتكار، والصحة، والفقر، والحماية الاجتماعية، والمرأة، والشباب، والهجرة، والأطفال، وذوي الإعاقة،.. إلخ

تتنوع مصادر النشر وقنواتها لدى المعهد إلى جانب سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، والمتمثلة في التقارير العلمية، والكتب المرجعية، والمجلة المصرية للتنمية والتخطيط التي تصدر بصفة دورية ربع سنوية، وكذلك كتاب المؤتمر الدولي السنوي وسلسلة أوراق السياسات في التخطيط والتنمية المستدامة، وكراسات السياسات، إضافة إلى ما يصدره المعهد من نشرات علمية تعكس ما يعقده المعهد من فعاليات علمية متنوعة.

وفق الله الجميع للعمل لما فيه خير البلاد، والله من وراء القصد...

أ.د. أشرف العربي

رئيس معهد التخطيط القومي

فريق البحث

فريق البحث	الاسـم	الدرجة العلمية	التخصص
الباحث الرئيسي	أ.د/ سحر البهائي	أستاذ	اقتصاد زراعي
الباحثون	أ.د/ خالد عطية	أستاذ	محاسبة بيئية
	أ.د/ هدى النمر	أستاذ	اقتصاد زراعي
	أ.د/ نفيسة أبو السعود	أستاذ	هندسة بيئية
	أ.د/ عبد الفتاح حسين	أستاذ	دراسات جدوى
	د/ ولاء حسين	مدرس	اقتصاد بيئي
	د/ شيماء عزب	مدرس	هندسة إنشائية
	د/ أسماء حمدى	مدرس	تخطيط بيئي
الباحثون المساعدون	أ/ إيمان عصام	مدرس مساعد	إدارة أعمال
	أ/ أية السرسي	مدرس مساعد	اقتصاد
	أ/ احمد ابراهيم	مدرس مساعد	اقتصاد بيئي
الباحثون من خارج المعهد	أ/ عادل طه	خبير تنمية مستدامة- إتحاد الصناعات المصرية	
	أ/ ألاء مصطفي صفوت	مدير إدارة بالشركة المصرية القابضة للبتروكيماويات	
	أ/ خالد أحمد فتح الدين	مدير إدارة المخاطر البيئية بنك كريدي اجريكول مصر	

موجز الدراسة

تُعد التغيرات المناخية تحديًا عالميًا رئيسًا في القرن الحادي والعشرين، نتيجة تصاعد الأنشطة البشرية والاعتماد على الوقود الأحفوري، مما أدى إلى زيادة الانبعاثات الكربونية. استجابةً لذلك، تبنى المجتمع الدولي اتفاقية باريس للمناخ (2015) للحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية، مع أدوات اقتصادية مثل تسعير الكربون ودعم الطاقة المتجددة. في هذا السياق، أطلق الاتحاد الأوروبي (2019) آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) ضمن الاتفاقية الخضراء الأوروبية، لتطبيق رسوم على الواردات كثيفة الانبعاثات، بدءًا من مرحلة تجريبية في 2023 وصولًا للتنفيذ الكامل عام 2026، بهدف خفض الانبعاثات 55% بحلول 2030 وتحقيق الحياد الكربوني عام 2050.

ركزت الدراسة على تحليل التداعيات المحتملة لتطبيق آلية CBAM على الاقتصاد المصري، وبالأخص على قطاع الأسمدة الذي يمثل أعلى قيمة تصديرية بين القطاعات الخاضعة للآلية، من خلال دراسة الهياكل الإنتاجية، والانبعاثات الكربونية، وعلاقات القطاعات الصناعية، مع توظيف نماذج ديناميكيات النظم لقياس تأثير الآلية على صادرات الأسمدة.

أظهرت النتائج أن صادرات الأسمدة تمثل نحو 5.5% من إجمالي الصادرات المصرية، وتعتمد بشكل كبير على الأسواق الأوروبية، حيث ارتفعت حصتها من 28.5% عام 2020 إلى نحو 45% عام 2024، مما يجعل القطاع عرضة لتداعيات الآلية. من المتوقع أن يؤدي تطبيق CBAM إلى انخفاض نسبي في صادرات الأسمدة بنحو 3.86%، إلى جانب أعباء مالية إضافية تصل إلى نحو 317 مليون دولار سنويًا على الشركات نتيجة الالتزامات بالانبعاثات، وتأثير محتمل على الناتج المحلي الإجمالي والعوائد الضريبية. إلا أن اعتماد تقنيات الإنتاج منخفضة الانبعاثات، ورفع كفاءة الطاقة، وتطبيق معامل إزالة الكربون بدءًا من 2026، يمكن أن يخفف الأثر المالي ويضمن استقرار الصادرات على المدى المتوسط والطويل.

وفي ضوء هذه النتائج، توصي الدراسة باتخاذ مجموعة من السياسات والإجراءات الاستراتيجية، تشمل: إنشاء منظومة وطنية متكاملة للقياس والإفصاح عن الانبعاثات (MRV) مرتبطة إلكترونيًا بالجهات التنظيمية؛ توسيع نطاق تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة مع تقديم حوافز مالية وضريبية، تشجيع الاستثمار في تقنيات احتجاز الكربون والهيدروجين منخفض الكربون عبر صندوق وطني للتمويل الأخضر، تطوير شراكات استراتيجية مع الاتحاد الأوروبي لنقل التكنولوجيا وبناء القدرات المحلية، إنشاء منصة وطنية لتجارة الائتمانيات الكربونية، رفع كفاءة العمالة الفنية والإدارية من خلال برامج تدريب مستمرة، ودمج البعد البيئي في السياسات الصناعية الوطنية بحيث يصبح خفض الانبعاثات معيارًا أساسيًا في منح التراخيص والدعم الحكومي، بما يضمن حماية تنافسية المنتجات المصرية وتعزيز قدرتها على الامتثال لمتطلبات الاقتصاد الأخضر والأسواق العالمية.

الكلمات الدالة: ألية تعديل حدود الكربون، قطاع الأسمدة، ضربية الكربون، الصادرات المصرية.

قائمة المحتويات

م	الموضوع	الصفحة
	مقدمة	1
1	**الفصل الأول** **الإطار النظري للدراسة**	10
	تمهيد	10
1.1	**نشأة آلية تعديل حدود الكربون وإطارها المؤسسي والقانوني**	**10**
1.1.1	السياسة المناخية الأوروبية ونشأة آلية تعديل حدود الكربون	10
2.1.1	ماهية آلية تعديل حدود الكربون وأهدافها	12
3.1.1	تطبيق الآلية ودور المفوضية الأوروبية	13
4.1.1	علاقة آلية تعديل حدود الكربون بأهداف التنمية المستدامة	13
5.1.1	الإطار المؤسسي والقانوني للآلية تعديل حدود الكربون	14
6.1.1	تمايز آلية تعديل حدود الكربون عن أدوات تسعير الكربون التقليدية	15
2.1	**الدول والقطاعات والانبعاثات المستهدفة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون**	18
3.1	**مراحل تطبيق آلية تعديل حدود الكربون ومتطلبات الامتثال**	19
1.3.1	المرحلة الانتقالية: الإطار التجريبي والتقارير الأولية (2023-2025)	19
2.3.1	مرحلة التنفيذ الفعلي والإلتزامات المالية (ابتداء من عام 2026)	20
3.3.1	تعديلات جوهرية على تطبيق آلية تعديل حدود الكربون	22
4.3.1	متطلبات الامتثال لآلية تعديل حدود الكربون	23
4.1	**تداعيات ومو اقف الدول على تطبيق آلية تعديل حدود الكربون**	24
1.4.1	التوافق مع قواعد منظمة التجارة العالمية	25
2.4.1	التداعيات المحتملة على أسواق العمل	25
3.4.1	التداعيات المحتملة على تدفقات البيانات	26
4.4.1	الأثر الاقتصادي المتوقع من تطبيق آلية تعديل حدود الكربون	26
5.4.1	التداعيات المحتملة على التجارة الدولية	26
6.4.1	مواقف الدول النامية والناشئة	27
2	**الفصل الثاني** **الوضع الراهن للصناعات المعنيّة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون CBAM**	28
	تمهيد:	28
1.2	**التشريعات والاشتراطات البيئية المصرية المنظمة للصناعات المعنيّة**	28

م	الموضوع	الصفحة
2.2	**شهادات الجودة والامتثال لمعايير الأداء البيئي للصناعات المعنيّة**	30
3.2	**صناعة الأسمدة**	30
1.3.2	الهيكل المؤسسي لصناعة الأسمدة	30
2.3.2	مراحل تصنيع الأسمدة في مصر	32
3.3.2	التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الأسمدة	32
4.3.2	الهيكل الإنتاجي لصناعة الأسمدة	33
5.3.2	الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمدة	34
6.3.2	العلاقات التشابكية لصناعة الأسمدة بقطاعات الاقتصاد القومي	35
4.2	**صناعة الأسمنت**	37
1.4.2	الهيكل المؤسسي لصناعة الأسمنت	37
2.4.2	مراحل تصنيع الأسمنت في مصر	39
3.4.2	التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الأسمنت	40
4.4.2	الهيكل الإنتاجي لصناعة الأسمنت	41
5.4.2	الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمنت	41
6.4.2	العلاقات التشابكية لصناعة الأسمنت بقطاعات الاقتصاد القومي	42
5.2	**صناعة الحديد والصلب**	43
1.5.2	الهيكل المؤسسي لصناعة الحديد والصلب	43
2.5.2	مراحل تصنيع الحديد والصلب في مصر	44
3.5.2	التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الحديد والصلب	45
4.5.2	الهيكل الإنتاجي لصناعة الحديد والصلب	46
5.5.2	الاكتفاء الذاتي من منتجات صناعة الحديد والصلب	47
6.5.2	العلاقات التشابكية لصناعة الحديد والصلب بقطاعات الاقتصاد القومي	47
6.2	**صناعة الألومنيوم**	48
1.6.2	الهيكل المؤسسي لصناعة الألومنيوم	48
2.6.2	مراحل تصنيع الألومنيوم في مصر	49
3.6.2	التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الألومنيوم	50
4.6.2	الهيكل الإنتاجي لصناعة الألومنيوم	51
5.6.2	الاكتفاء الذاتي من منتجات صناعة الألومنيوم	52
6.6.2	العلاقات التشابكية لصناعة الألومنيوم بقطاعات الاقتصاد القومي	52
7.2	**صادرات القطاعات الصناعية المعنية بتطبيق آلية حدود الكربون**	54

م	الموضوع	الصفحة
3	**الفصل الثالث** **استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون56**	56
	تمهيد:	56
1.3	**أنماط استجابات الدول مع آلية تعديل حدود الكربون**	56
1.1.3	الدول المعارضة والمُعترضة قانونيًا	56
2.1.3	دول وضعت آليات مماثلة لآلية تعديل حدود الكربون محليًا	56
3.1.3	دول تُعزز من تسعير الكربون محليًا	57
4.1.3	دول تسعى لعقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي	57
2.3	**إجراءات الدول المعترضة قانونيًا**	58
1.2.3	روسيا الاتحادية	58
2.2.3	الصين	58
3.2.3	الهند	59
4.2.3	جنوب أفريقيا	60
3.3	**إجراءات الدول التي وضعت آليات مماثلة محليًا**	60
1.3.3	المملكة المتحدة	60
2.3.3	الولايات المتحدة	61
3.3.3	دولة كندا	62
4.3.3	دولة أستراليا	63
4.3	**إجراءات الدول التي تُعززتسعير الكربون محليًا**	63
1.4.3	تركيا	63
2.4.3	البرازيل	64
3.4.3	المملكة المغربية	65
4.4.3	اليابان	66
5.3	**إجراءات الدول التي تسعى لعقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي**	67
1.5.3	أوكرانيا	67
2.5.3	كوريا الجنوبية	68
6.3	**الدروس المستفادة من استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون**	70
4	**الفصْل الرابع** **الأثار المتوقعة لتطبيق آلية CBAM على صادرات الأسمدة المصرية**	72
	تمهيد:	72

م	الموضوع	الصفحة
1.4	**الصادرات المصرية من الأسمدة**	72
1.1.4	التوزيع الجغرافي للصادرات المصرية من الأسمدة	73
2.1.4	التصنيف النوعي لصادرات الأسمدة المصرية	75
3.1.4	أصناف الأسمدة المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون	75
2.4	**التاثيرات المتوقعة من تطبيق آلية (CBAM) على الاقتصاد المصري**	76
3.4	**التأثيرات المتوقعة من تطبيق آلية (CBAM) على صادرات الأسمدة المصرية**	78
1.3.4	النموذج الديناميكي المقترح لقياس تأثير آلية(CBAM) على صادرات الأسمدة المصرية	78
1.1.3.4	تحديد نطاق النموذج والفترة الزمنية للمحاكاة	78
2.1.3.4	بناء مخطط الحلقات السببية	80
3.1.3.4	بناء النموذج الكمي	82
2.3.4	مخرجات النموذج الديناميكي	82
1.2.3.4	حجم إنتاج الأسمدة والكميات المخصصة من الإنتاج للطلب المحلي والتصدير	82
2.2.3.4	تقييم تأثير ضريبة الكربون على الصادرات ومعامل إزالة الكربون	84
3.2.3.4	حجم الإنتاج من الأسمدة المخصص للأسواق الأوروبية والأسواق العالمية الأخرى	85
4.2.3.4	تقييم تأثير آلية تعديل حدود الكربون على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية	86
5	**الفصْل الخامس** **السياسات والإجراءات المقترحة لتعامل الدولة المصرية مع آلية (CBAM)**	88
	تمهيد:	88
1.5	**الجهود المبذولة من الدولة المصرية للتعامل مع آلية (CBAM)**	88
1.1.5	الاستراتيجيات الوطنية للتخفيف من الانبعاثات والتكيف مع آثار التغيرات المناخية	88
2.1.5	إجراءات لتعزيز الجاهزية المؤسسية والفنية	89
3.1.5	مبادرات وأنشطة لتعزيز عمليات تخفيض الانبعاثات	90
2.5	**سياسات التخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM)**	90
1.2.5	السياسات والآليات البيئية والصناعية	91
2.2.5	سياسات وآليات تنظيمية وإدارية	92
3.2.5	سياسات وآليات تجارية ودبلوماسية	93
4.2.5	سياسات داعمة وحوافز مالية	94
5.2.5	سياسات وآليات تعزيز الوعي البيئي وبناء القدرات	95
6.2.5	دعم سلاسل القيمة والمنشآت الصغيرة والمتوسطة	96
7.2.5	التحول العادل في قطاع الأسمدة	96

م	الموضوع	الصفحة
8.2.5	الأطر التشريعية المقترحة	96
3.5	**إجراءات التخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM) على قطاع الأسمدة**	96
	الملخص والتوصيات:	107-99
	قائمة المراجع:	108

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
(1-1)	أوجه التمايز والتكامل بين آلية تعديل الكربون وضريبة الكربون ونظام الانبعاثات الأوروبية	16
(2-1)	القطاعات والانبعاثات المعنية بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون	18
(3-1)	متطلبات المرحلة الانتقالية والنهائية لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون	21
(1-2)	عدد الشركات المتصلة بالشبكة القومية لرصد الانبعاثات الصناعية خلال عام 2022	29
(2-2)	الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك (طن) من أهم منتجات الأسمدة خلال الفترة 2015-2022	34
(3-2)	عدد شركات الأسمنت في مصر وخطوط إنتاجها عام 2022	37
(4-2)	أهم منتجات صناعة الأسمنت في مصر واستخداماتها	40
(5-2)	كمية الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك لمنتجات الأسمنت خلال الفترة 2015-2022	41
(6-2)	كمية الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك من حديد التسليح خلال الفترة 2015-2022	47
(7-2)	الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك (ألف طن) من أهم منتجات الألومنيوم خلال الفترة 2015-2022	52
(8-2)	قيمة (مليون دولار) الصادرات المصرية من المنتجات المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون خلال الفترة 2020-2024	54
(1-3)	أنماط استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون	57
(2-3)	الإجراءات التي اتخذتها الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون	69
(1-4)	إجمالي قيمة الصادرات المصرية من الأسمدة (ألف دولار) خلال الفترة 2020-2024	73
(2-4)	التوزيع الجغرافي للصادرات المصرية من الأسمدة (بالمليون دولار) خلال الفترة 2020-2024	74
(3-4)	أصناف الأسمدة المصرية المصدرة (مليون دولار) خلال الفترة 2020-2024	76
(1-5)	خريطة الطريق التنفيذية لتخفيف آثار (CBAM)على صناعة الأسمدة في مصر (2025/2026-2028/ 2029 وما بعدها)	98

قائمة الأشكال البيانية

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(1)	مخطط الحلقات السببية لنموذج تأثير ألية CBAM	4
(2)	إجراءات تطوير النموذج الديناميكي لتأثير ألية CBAM	4
(1-1)	آلية تعديل حدود الكربون ضمن حزمة(fit for 55) الأوروبية	12
(2-1)	علاقة آلية تعديل حدود الكربون بأهداف التنمية المستدامة	14
(3-1)	خطوات تنفيذ آلية تعديل حدود الكربون	20
(1-2)	تطور إجمالي عدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الأسمدة خلال الفترة 2015-2022	32
(2-2)	العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الأسمدة	36
(3-2)	تطور إجمالي عدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الأسمنت خلال الفترة 2015-2022	38
(4-2)	العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الأسمنت	42
(5-2)	تطور عدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الحديد والصلب خلال الفترة 2015-2022	44
(6-2)	العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الحديد والصلب	48
(7-2)	العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الألومنيوم	53
(8-2)	قيم صادرات الصناعات التي ستخضع لتطبيق آلية (CBAM) بالمليون دولار خلال الفترة 2020-2024	54
(1-4)	التوزيع الجغرافي لصادرات الأسمدة المصرية (بالمليون دولار) خلال الفترة 2020-2024	73
(2-4)	إجراءات تطوير النموذج الديناميكي لتأثير آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية	78
(3-4)	مخطط الحلقات السببية لتأثير ألية حدود الكربون الأوروبية	81
(4-4)	النموذج الكمي لتأثير ألية حدود الكربون الأوروبية على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية	83
(5-4)	تطور كميات الإنتاج في قطاع الأسمدة من عام 2020 إلى 2035	84
(6-4)	تأثير ضريبة الكربون على الصادرات ومعامل إزالة الكربون	85
(7-4)	تطور كميات الصادرات من الأسمدة المخصص للأسواق الأوروبية والأسواق العالمية الأخرى	86
(8-4)	تأثير آلية تعديل حدود الكربون على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية	87

قائمة الاختصارات- Abbreviations		
AFID	Alternative Fuels Infrastructure Directive	توجيه البنية التحتية للوقود البديل
ASTM	Merican Society for Testing and Materials International	المعايير الصادرة عن الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism	آلية تعديل حدود الكربون
CJ	Climate Justice	العدالة المُناخية
CT	Carbon Tax	ضريبة الكربون
CCUS	Carbon Capture, Utilization And Storage	احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه
EFTA	European Free Trade Association	رابطة التجارة الحرة الأوروبية
ETS	Emissions Trading System	نظام تداول الإنبعاثات
ETD	Energy Tax Directive	توجيه ضريبة الطاقة
ESR	Effort Sharing Regulation	لائحة تقسيم الأعباء
EIB	European Investment Bank	بنك الاستثمار الأوروبي
GCF	Green Climate Fund	الصندوق الأخضر للمناخ
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
MRV	Measurement, Reporting, And Verification	القياس والإفصاح والتحقيق
SD	System Dynamics	ديناميكيات النظم
SCF	Social Climate Fund	الصندوق الاجتماعي للمناخ
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ
UK ETS	Uk Emissions Trading Scheme	نظام الانبعاثات للمملكة المتحدة

مقدمة الدراسة

تمهيد:

تُعَدُّ التغيرات المناخية من أبرز التحديات البيئية في القرن الحادي والعشرين، والتي نتجت بشكل رئيس عن تصاعد الأنشطة البشرية والاعتماد على الوقود الأحفوري، مما أدى إلى ارتفاع كبير في مستويات انبعاثات غازات الدفيئة، وعلى رأسها غاز ثاني أكسيد الكربون، ما دفع المجتمع الدولي إلى تبني عدد من الاتفاقيات والسياسات الهادفة للحد من هذه الانبعاثات والتقليل من تداعيات التغير المُناخي على النظم البيئية والاقتصادية والاجتماعية، ومن أبرز هذه الاتفاقيات اتفاقية باريس للمناخ (2015)، التي تهدف إلى الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى أقل من 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الثورة الصناعية، وذلك من خلال أدوات اقتصادية مثل تسعير الكربون، وضرائب الكربون، وأنظمة تجارة الانبعاثات، وآليات التمويل الأخضر، فضلًا عن آليات التنمية النظيفة والحوافز الموجهة لدعم الطاقة المتجددة.

وفي هذا الإطار، أطلق الاتحاد الأوروبي عام 2019 آلية جديدة أطلق عليها آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) Carbon Border Adjustment Mechanism كجزء من الاتفاقية الخضراء الأوروبية، بهدف الحد من ظاهرة تسرّب الكربون، عبر فرض رسوم على المنتجات المستوردة كثيفة الانبعاثات الكربونية التي لا تراعي المعايير البيئية الأوروبية. وقد بدأ تنفيذ الآلية تجريبيًا في أكتوبر 2023، تمهيدًا لتطبيقها الكامل في عام 2026. تهدف آلية (CBAM) إلى حماية الصناعة الأوروبية من المنافسة غير العادلة، وتحفيز المنتجين خارج الاتحاد على استخدام تقنيات منخفضة الانبعاثات، دعمًا لهدف خفض انبعاثات غازات الدفيئة بدول الاتحاد الأوروبي بنسبة 55% بحلول عام 2030، وتحقيق الحياد الكربوني في عام 2050. وعليه، فإن هذه الآلية لا تُعد مجرد أداة بيئية، بل تمثل تحولًا استراتيجيًا في النظام التجاري العالمي، يعيد تشكيل قواعد التنافسية على أساس الاستدامة وخفض الانبعاثات، ما يستدعي دراسة آثارها المحتملة على الدول النامية، ومنها مصر، خاصة في ما يتعلق بالصادرات كثيفة الانبعاثات الكربونية والمشمولة داخل نطاق هذه الآلية.

- **مشكلة الدراسة:**

في سياق تصاعد الجهود الدولية الرامية إلى مواجهة التغيرات المُناخية والحد من الانبعاثات الكربونية، برزت آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) كأداة تنظيمية أقرها الاتحاد الأوروبي للحد من ظاهرة تسرب الكربون. وتقوم هذه الآلية على فرض رسوم كربونية على واردات القطاعات الصناعية كثيفة الانبعاثات الكربونية، مثل الحديد والصلب، والأسمنت، والأسمدة، والألومنيوم، والكهرباء، والهيدروجين، القادمة من دول لا تطبق معايير بيئية صارمة. كما يُتوقع أن يتسع نطاق تطبيق الآلية تدريجيًا ليشمل منتجات إضافية تغطيها منظومة تداول الانبعاثات الأوروبية، وفي مقدمتها المواد الكيميائية والبوليمرات بحلول عام 2026. وتهدف هذه الإجراءات إلى تحقيق مبدأ المنافسة العادلة بين المنتجات الأوروبية المحلية ونظيراتها المستوردة. وبالنظر إلى ذلك، يُتوقع أن تواجه الدول المصدّرة للاتحاد الأوروبي تحديات مباشرة بتطبيق هذه الآلية، وتُعد مصر من أبرز هذه الدول، حيث تمثل الصادرات المصرية من القطاعات الخاضعة للآلية ما يقارب 22% من إجمالي صادراتها إلى السوق الأوروبية. الأمر الذي يستدعي إجراء تحليل للتداعيات المحتملة على الاقتصاد المصري بصفة عامة، وعلى قطاع الأسمدة بشكل خاص باعتباره الأكثر تأثرًا حيث بلغت قيمة صادراته إلى دول الاتحاد الأوروبي خلال عام 2024 نحو 992 مليون دولار، يليه صادرات منتجات الحديد والصلب (646.3 مليون دولار)، ثم الألومنيوم (468 مليون دولار)، فالأسمنت (184.5 مليون دولار). وفق لبيانات (https://www.trademap.org). وبذلك تتمحور مشكلة الدراسة حول رصد هذه التداعيات والتأثيرات

الناجمة عنها وبلورة الإجراءات والسياسات التي يمكن أن تتبناها الدولة المصرية للتكيف مع هذه الآلية الجديدة والحد من انعكاساتها السلبية.

- **أهداف الدراسة:**

تهدف الدراسة بصفة رئيسة إلى تحليل التداعيات المتوقعة من تطبيق آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية (CBAM)، وقياس التأثيرات الاقتصادية الناجمة عنها على الاقتصاد المصري بصفة عامة، وقطاع الأسمدة بصفة خاصة، وذلك من خلال توظيف إطار تحليلي يجمع بين النمذجة الكمية الديناميكية لتقدير حجم الآثار المتوقعة، والتحليل النوعي لصياغة السياسات والإجراءات المقترحة للتكيف مع هذه المتغيرات.

ولتحقيق هذا الهدف ستسعى الدراسة لتحقيق الأهداف الفرعية التالية: (1) التعرف على آلية تعديل حدود الكربون ومستهدفاتها ومراحل تنفيذها، والتداعيات المحتملة لتطبيقها. (2) تحليل هيكل القطاعات الصناعية المعنية بتطبيق آلية (CBAM) في مصر، من حيث الهيكل الإنتاجي ومراحل التصنيع المختلفة لمنتجاتها وكثافة الانبعاثات الكربونية، وأنماط التجارة الخارجية. (3) قياس التأثيرات الاقتصادية المتوقعة من تطبيق (CBAM) على الاقتصاد المصري بصفة عامة وقطاع الأسمدة بصفة خاصة. (4) تقديم حزمة من الإجراءات والسياسات الموجهه لمتخذي القرار بما يسهم في التكيف مع تداعيات الآلية الجديدة.

- **تساؤلات الدراسة:**

بصفة عامة تحاول الدراسة الإجابة على التساؤل الرئيس التالي، إلى أي مدى يؤثر تطبيق آلية (CBAM) على الاقتصاد المصري بصفة عامة وقطاع الأسمدة بصفة خاصة، وما السبل والسياسات الملائمة التي يمكن تبنيها للتكيف مع تداعياتها؟

وهذا التساؤل الرئيس يتفرع عنه التساؤلات الآتية:

(1) ما آلية (CBAM) وما أهدافها ومراحل تنفيذها، وما التداعيات المحتملة لتطبيقها؟

(2) ما القطاعات الصناعية المعنية بتطبيق آلية (CBAM) في مصر، وما أهميتها للاقتصاد القومي؟

(3) ما التأثيرات المتوقعة لتطبيق آلية (CBAM) على الاقتصاد المصري بصفة عامة وقطاع الأسمدة بصفة خاصة؟

(4) ما المقترحات التي يمكن أن يتبناها متخذي القرار وصانعي السياسات في مصر للتكيف مع هذه الآلية الجديدة ؟

- **منهجية الدراسة:**

تعتمد الدراسة على مراجعة الأدبيات والدراسات المختلفة المتعلقة بآلية تعديل حدود الكربون، والسياسات البيئية التي يتبناها الاتحاد الأوروبي في إطار هذه الآلية. كما تعتمد على المنهج الوصفي التحليلي، في توصيف وتحليل واقع الصناعات الخاضعة لتطبيق هذه الآلية لا سيما قطاع الأسمدة، كما تستخدم بعض الأساليب الإحصائية لحساب الطاقات الإنتاجية والاستهلاكية لمنتجات الصناعات المعنية، وتقدير نسب الاكتفاء الذاتي، وغيرها من المؤشرات التي تعكس أداء الصناعات المعنية. كما تستند الدراسة إلى المشاركة الفاعلة لفريق الدراسة في لقاءات الخبراء والمؤتمرات والاجتماعات التي عُقدت بمعهد التخطيط القومي، ووزارة الصناعة، والهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة، والهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات، ووزارة البيئة؛ بهدف الإلمام بأحدث المستجدات والتوجهات الحكومية المتعلقة بالتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون، وضمان مواءمة التحليل البحثي مع التطورات الفعلية في السياسات والإجراءات التنفيذية.

كما تعتمد الدراسة على منهجية ديناميكيات النظم (System Dynamics) لقياس التأثيرات المباشرة وغير المباشرة لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) على قطاع الأسمدة في مصر، بما يشمل انعكاساتها على التنافسية، والتوظيف،

والصادرات، والناتج المحلي الإجمالي. ويستند اختيار هذه المنهجية إلى قدرتها على تحليل الأنظمة المعقدة التي تتسم بترابط مكوناتها وتغيرها المستمر عبر الزمن، من خلال نمذجة العلاقات السببية وحلقات التغذية المرتدة .(Yuan et al., 2012) وقد أسس هذا النهج البروفيسور جاي فورستر في معهد MIT في منتصف خمسينيات القرن العشرين(Forrester, 1987) ، وأصبح يُستخدم على نطاق واسع في دراسة النظم الاقتصادية والاجتماعية والإدارية والبيئية، نظرًا لقدرته على تمثيل التأثيرات التراكمية وتأخيرات الاستجابة الزمنية التي تشكل سلوك النظام.

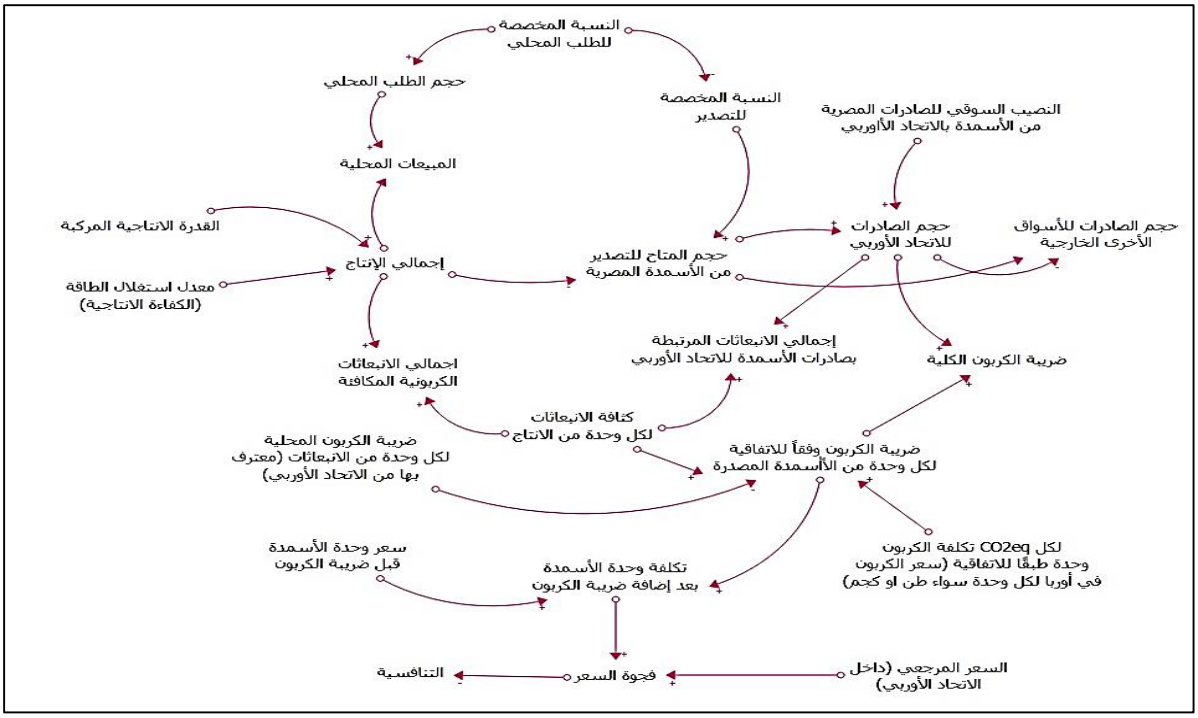
وعلى الرغم من شيوع استخدام نماذج التوازن العام المحوسبة (CGE) في تحليل آثار السياسات التجارية والبيئية، فإنها تعتمد في الأساس على أطر توازنية تفترض انتقال الاقتصاد من حالة توازن إلى أخرى بعد حدوث الصدمة، مع التركيز على النتائج النهائية أكثر من مسار التكيف ذاته. كما ترتكز بدرجة كبيرة على افتراضات المرونات وثبات الهياكل الإنتاجية، وهو ما قد يحد من قدرتها على تمثيل الديناميكيات غير الخطية، والتفاعلات المتبادلة، وتأثيرات التعلم والاستثمار التدريجي في التكنولوجيا النظيفة.

في المقابل، تتيح منهجية ديناميكيات النظم محاكاة المسار الانتقالي للاقتصاد والقطاع محل الدراسة عبر الزمن، من خلال دمج حلقات التغذية المرتدة وتأثيرات التأخير الزمني والتراكم، وهي عناصر جوهرية في تحليل تداعيات آلية (CBAM) ، التي لا تمثل صدمة آنية فحسب، بل تُحدث سلسلة من التفاعلات الممتدة بين تكاليف الإنتاج، والاستثمار في خفض الانبعاثات، والتنافسية، وحجم الصادرات، ومستويات التشغيل. كما توفر هذه المنهجية إمكانية اختبار سيناريوهات متعددة في بيئة افتراضية آمنة، بما يعزز قدرة صانعي القرار على استشراف النتائج المحتملة وتقييم كفاءة السياسات المقترحة(Richardson & Otto, 2008)

ومن ثم، فإن تبني منهجية ديناميكيات النظم في هذه الدراسة لا يُعد بديلاً عن نماذج التوازن العام بقدر ما يمثل اختيارًا منهجيًا يتسق مع طبيعة المشكلة البحثية، التي تتطلب تحليلًا ديناميكيًا لمسارات التأثير وليس مجرد قياس الأثر السكوني، بما يوفر إطارًا علميًا ملائمًا لتحليل سياسات تعديل حدود الكربون وتقدير انعكاساتها على قطاع الأسمدة ومسارات التنمية المستدامة (Marzouk & Azab, 2014).

وبناء على ما سبق قد تم تطوير نموذج محاكاة ديناميكي النظم الموضح بالشكل رقم (1) لقياس تأثير تطبيق آلية تعديل حدود الكربون على صادرات الأسمدة المصرية، من خلال:

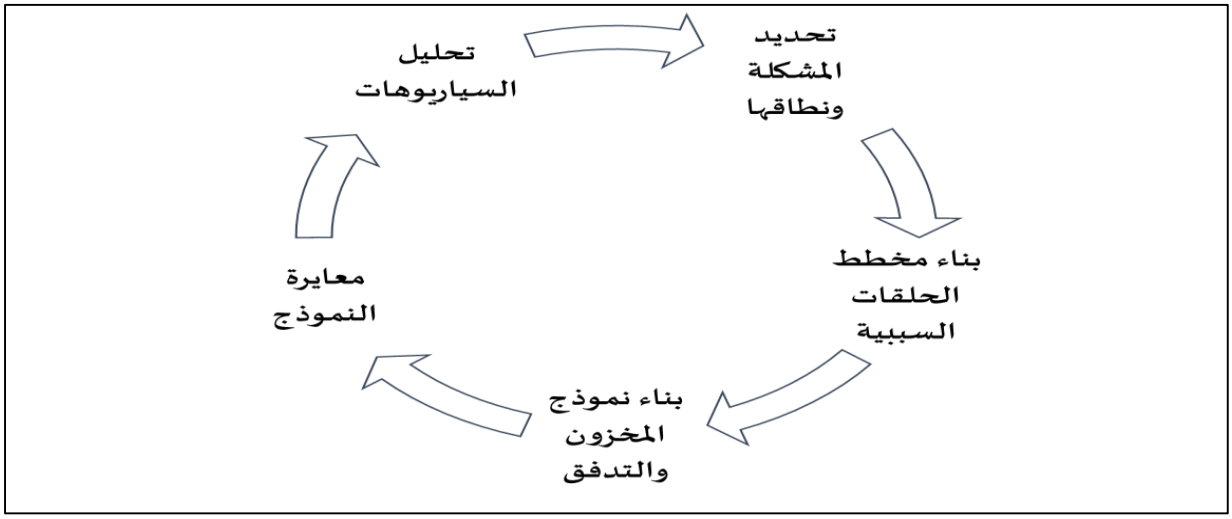
1- تقدير الآثار المتوقعة لتكاليف الكربون على حجم الصادرات من الأسمدة للاتحاد الأوروبي والأسواق الخارجية الأخرى والعوائد.
2- حجم الانبعاثات الكربونية المرتبطة بصادرات الأسمدة.
3- تحليل انعكاسات هذه الآلية على التنافسية ومساهمة قطاع الأسمدة في الناتج المحلي الإجمالي
4- دراسة التأثيرات على الاستثمارات وفرص العمل المرتبطة بالقطاع.
5- اختبار فعالية بعض السياسات التكيفية مثل دعم الاستثمار في التكنولوجيا منخفضة الانبعاثات، وحماية العمالة، وتنشيط الطلب المحلي.



شكل رقم (1)

مخطط الحلقات السببية لنموذج تأثير ألية CBAM

ولتحقيق هذا الهدف، يعتمد تطوير نموذج المحاكاة المقترح على مجموعة من الخطوات التتابعية التي تعكس الطبيعة التكرارية والتفاعلية لبناء النماذج وتحليلها. كما هو موضح في الشكل (2)



شكل رقم (2)

إجراءات تطوير النموذج الديناميكي لتأثير آلية CBAM

خطوات تنفيذ النموذج: يتم تحديد المشكلة ونطاقها والفترة الزمنية للمحاكاة لضمان وضوح حدود النظام محل الدراسة، بما يسمح برصد التأثيرات المتوسطة والطويلة لتطبيق سياسات تعديل حدود الكربون على قطاع الأسمدة من الناحية

الاقتصادية والبيئية. وقد جُمعت المتغيرات الأساسية ومعدلاتها من الأدبيات المنشورة وبيانات سوق الأسمدة المصري. وبما أن الأفق الزمني عنصر حاسم لالتقاط التأثيرات المتأخرة وغير المباشرة (Sterman, 2000)، فقد حُددت الفترة من 2015 إلى 2035، لتشمل ما يكفي من الماضي للتحقق من موثوقية النموذج، وما يكفي من المستقبل لرصد الآثار التراكمية المتوقعة. ويسمح هذا النطاق الزمني بتقديم تصور شامل لانعكاسات السياسات على التنافسية، والتوازنات الاقتصادية، والأثر البيئي، في إطار أهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر 2030.

بعد تحديد المشكلة، يتم بناء مخطط الحلقات السببية (Causal Loop Diagram) الذي يوضح الترابطات وحلقات التغذية الراجعة بين عناصر النظام، اعتمادًا على المتغيرات التي جُمعت سابقًا.

ويُعبّر المخطط عن العلاقات السببية بأسهم قد تكون إيجابية (+) عندما يؤدي زيادة أحد المتغيرات إلى زيادة الآخر، أو سلبية (–) عندما تؤدي الزيادة في أحدهما إلى انخفاض الآخر، بما يتيح وصف سلوك النموذج بشكل أولي.

يلي ذلك بناء نموذج المخزون والتدفق لترجمة العلاقات إلى صيغة كمية قابلة للمحاكاة، ثم معايرته لضمان دقته وواقعيته، وأخيرًا تحليل السيناريوهات لاستكشاف سلوك النظام تحت السياسات المقترحة.

- **أهمية الدراسة:**

تساهم الدراسة في سد الفجوة المعرفية حول المقصود بآلية تعديل حدود الكربون، والهدف منها، وكيفية تطبيقها وتداعياتها المحتملة، كما تنبع أهمية الدراسة من معالجتها لقضية آنية تتقاطع أبعادها الاقتصادية والاجتماعية وتمس مستقبل قطاعات استراتيجية للاقتصاد المصرى، وعلى رأسها قطاع الأسمدة، وتزداد أهمية الدراسة في ظل اقتراب تطبيق آلية تعديل الكربون على الحدود (CBAM) من قبل الاتحاد الأوروبي اعتبارًا من يناير 2026، وما يترتب على ذلك من تداعيات مباشرة وغير مباشرة على القدرة التنافسية للصادرات المصرية، وعلى الاقتصاد الوطني بشكل عام.

أيضًا تمثل الدراسة إضافة نوعية، حيث تُعد من الدراسات القليلة التي تتناول تأثيرات آلية (CBAM)على الصادرات المصرية، وتستكشف الروابط بين الاقتصاد الأخضر، والتنافسية التصديرية، وغيرها من المؤشرات.

وأخيرًا، تسعى الدراسة إلى تقديم توصيات عملية لصانعي القرار من خلال صياغة مجموعة من المقترحات لتعزيز جاهزية القطاعات الصناعية المصرية – وعلى رأسها قطاع الأسمدة – للامتثال لمتطلبات خفض الانبعاثات الكربونية، بما يضمن الحفاظ على النفاذ إلى الأسواق الأوروبية ويعزز من قدرة مصر على التكيف مع التغيرات في ظل النظام التجاري العالمي.

- **حدود الدراسة:**

تعالج هذه الدراسة قضية راهنة تتعلق بتأثير آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) على الصادرات المصرية من الأسمدة، والتي تمثل أعلى قيمة تصديرية بين صادرات القطاعات الأربعة المستهدفة بالتطبيق الأولي للآلية. وتغطي الدراسة الفترة من 2015 إلى 2023، باعتبار عام 2015 نقطة تحوّل رئيسة في السياسات البيئية والصناعية على المستويين الدولي والمحلي. ففي هذا العام، تم توقيع اتفاق باريس للمناخ خلال مؤتمر COP21، الذي التزمت فيه مصر، إلى جانب العديد من الدول بخفض الانبعاثات الكربونية، لا سيما من القطاعات كثيفة الاستهلاك للطاقة. كما بدأ إدماج مبادئ الاستدامة البيئية وكفاءة استخدام الموارد ضمن السياسات الصناعية المصرية، تماشيًا مع أهداف استراتيجية التنمية المستدامة "رؤية مصر 2030"، التي تضمنت التزامات واضحة لتحسين كفاءة الطاقة وتقليل الانبعاثات في القطاع الصناعي. أيضًا في هذا العام بدأ الاتحاد الأوروبي في بناء الإطار التشريعي الذي أدى لاحقًا إلى إعلان الصفقة الخضراء الأوروبية عام 2019.

- **الدراسات السابقة:**

تناولت دراسة Antoine Dechezleprêtre (2025) أثر حزمة Fit for 55 وإصلاحات نظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS) التي تستهدف تسريع خفض الانبعاثات والتخلص من الحصص المجانية بحلول 2034، وما أثارته من مخاوف بشأن تسرب الكربون. وللتصدي لذلك، أقر الاتحاد الأوروبي آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) التي تفرض تكلفة كربونية على واردات السلع كثيفة الانبعاثات. أظهرت نتائج نموذج المدخلات والمخرجات أن تغطية (CBAM) محدودة، إذ تمثل 0.37% من التجارة العالمية و0.31% من الانبعاثات، مع تركّز الواردات الأوروبية من الصين وتركيا وروسيا. كما تبين أن إلغاء الحصص المجانية يؤدي إلى انخفاض طفيف في القطاعات الأوروبية (-1.06%)، وتسرب كربوني بنحو 19%، إلا أن الآلية تقلل هذا التسرب وتخفض الانبعاثات عالميًا بنسبة 36%. وخلصت الدراسة إلى أن الأثر الاقتصادي الكلي لـ(CBAM) محدود، لكنه يدعم التحول نحو إنتاج أكثر استدامة.

ركزت دراسة **Rabia Luqman,2025** على تحليل دور آلية تعديل حدود الكربون في دعم السياسات المناخية الأوروبية، واستكشاف انعكاساتها الاقتصادية والبيئية. وأوضحت الدراسة أن آلية (CBAM) من المتوقع أن تسهم في تقليص الانبعاثات وتعزز الجهود الدولية لمكافحة تغير المناخ، من خلال تطبيق مبادئ واضحة ترتكز على العدالة البيئية والتوازن التنافسي. إلا أن النتائج بينت أن الآلية تفرض تكاليف إضافية على الصناعات الأوروبية، الأمر الذي يستدعي دمجها ضمن إطار شامل لتخصيص الحصص الكربونية بما يضمن الحفاظ على الكفاءة الاقتصادية عبر القطاعات المختلفة.

استهدفت **دراسة Susana Aldeia,2025** تحليل مدى توافق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) مع المبادئ الضريبية باعتبارها أداة بيئية ومالية تهدف إلى تعزيز بيئة صحية وتسريع إزالة الكربون عالميًا. ركزت على دور الآلية في الحد من تسرب الكربون وتشجيع الدول النامية على خفض الانبعاثات عبر دبلوماسية الكربون، مع تناول انعكاساتها على اقتصادات الشركاء التجاريين للاتحاد الأوروبي. اعتمدت الدراسة المنهج القانوني لتحليل اللائحة الأوروبية رقم 2023/956، وتوصلت إلى أن (CBAM) تمثل أداة داعمة للحياد الضريبي تتيح تخطيط الاستثمارات طويلة الأجل في إزالة الكربون، كما تعزز الحق في بيئة صحية وتبرز أهمية إدارة النفايات لتحقيق العدالة المالية والاستدامة البيئية. وأكدت على ضرورة التكامل بين السياسات البيئية والمالية لمواجهة تحديات المناخ العالمي.

تناولت **دراسة Alexandra Gritz, Guntram B. Wolff,2024** تحليل للشركات المصرية الناشئة في مجال الهيدروجين حيث تمتلك مصر استراتيجية طموحة لإنتاج الهيدروجين المتجدد، غير أن فرض ضريبة (CBAM)، سوف يشكل تحديًا رئيسيًا أمام الشركات الناشئة، فضلًا عن تحدي الاستثمارات الضخمة التي تحتاجها لتنفيذ هذه المشروعات، لذا تقترح الدراسة إجراء دمج بين التنمية الصناعية المحلية وإنتاج الهيدروجين ما قد يمثل استراتيجية شراكة أكثر فعالية من الاقتصار على التصدير فقط. حيث إن دمج مشروعات الهيدروجين مع أهداف التنمية الاقتصادية والاجتماعية الوطنية، يمكن أن يعزز من قبول آلية تعديل حدود الكربون، ويحقق تنمية صناعية مستدامة، ويسهل من اندماج المنتجات المصرية في سلاسل الإمداد الأوروبية، مما يعود بالنفع على كلا الجانبين.

تناولت دراسة **Guilherme Magacho, Antoine Godin ,Etienne Espagne,2024** تأثير آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)على الشركاء التجاريين للاتحاد الأوروبي، خصوصًا الاقتصادات النامية والناشئة التي تفتقر إلى القدرات اللازمة للتحول نحو إنتاج منخفض الكربون. وأظهرت الدراسة أن دولًا مثل روسيا، الصين، تركيا، أوكرانيا، والمغرب وغيرها ستكون الأكثر تضررًا. وأشارت النتائج إلى أن التحول الأخضر أسهل في أوروبا مقارنة بهذه الاقتصادات، مما قد يؤدي إلى خسائر في

الوظائف والصادرات. لذا أوصت الدراسة بدعم الدول النامية من خلال نقل التكنولوجيا والمساعدات المناخية، محذّرة من أن تطبيق الآلية دون تدابير مرافقة قد يزيد من هشاشة تلك الاقتصادات.

تبحث دراسة **كمال، ومحيي الدين، ورمزي 2024:** أداء الشركات المصرية في تخضير الإنتاج باستخدام بيانات البنك الدولي، وأظهرت أن الإدارة الخضراء تدعم تبني الممارسات البيئية، بينما القيود المالية تعيق الاستثمارات الخضراء. كما تبين أن تحديد أهداف للانبعاثات والطاقة يحسن الأداء البيئي بشكل أكبر. وقد امتثلت شركات الصلب والأسمدة والأسمنت لمتطلبات آلية تعديل حدود الكربون بدعم حكومي، وأكدت حاجتها إلى تمويل ميسر ونظم رصد وانبعاثات دقيقة. وأبدت استعدادها لتداول شهادات الكربون في السوق المصرية مع السعي لتنويع أسواق التصدير.

تناولت الدراسة **Guilherme Magacho, Etienne Espagne, Antoine Godin,2024** آثار آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)على التجارة والرفاهية والأجور والانبعاثات في الاتحاد الأوروبي ودوله الشريكة. وأظهرت أن تطبيق الآلية يحسن شروط التبادل التجاري ويرفع الرفاهية داخل الاتحاد، مع تراجع طفيف في الأجور الحقيقية، بينما تواجه الدول غير الأعضاء خسائر محدودة في الرفاهية والأجور. كما تُخفض الآلية الانبعاثات العالمية بشكل طفيف على الرغم من زيادتها داخل الاتحاد بسبب تأثيرات التخصص. وخلصت الدراسة إلى أن الآلية تعزز الأهداف المناخية والتنافسية الأوروبية، وأوصت بـ تحفيز القطاعات عالية الانبعاثات لتبني التقنيات النظيفة ودعم الابتكار في الصناعات منخفضة الانبعاثات.

استعرضت دراسة **(أبو طالب وآخرون، 2024):** إطارًا مقترحًا لإنشاء سوق الكربون وتفعيله في مصر، في ضوء توجه الدولة للامتثال للتوصيات الدولية للحد من الانبعاثات وإصدار القرار رقم 4664 لسنة 2022 بشأن السوق الطوعية لتداول شهادات خفض الكربون بالبورصة المصرية. وقدمت الدراسة تحليلًا للوضع الراهن من خلال مراجعة الاستراتيجيات الوطنية، واستطلاع آراء الخبراء، ودراسة حالة أول معيار مصري لشهادات خفض الكربون، إلى جانب تقدير أولي لحجم السوق المتوقع باستخدام أدوات التحليل والنمذجة. وقد اقترحت الدراسة إطارًا ديناميكيًّا يوضح الأطراف الفاعلة وآليات التكامل بينها لضمان كفاءة واستدامة السوق كأداة تمويل خضراء مبتكرة، مشيرةً إلى الفرص والتحديات والسياسات المطلوبة لتعظيم الفائدة. وأوصت بتسريع تفعيل السوق لدعم الاستثمار ونقل التكنولوجيا ورفع القدرات بما يعزز التحول نحو الاقتصاد منخفض الكربون.

ركزت **دراسة Ge Gao,2023:** على تداعيات آلية تعديل حدود الكربون على الاقتصاد الصيني باعتبار الصين أحد أكبر شركاء الاتحاد الأوروبي التجاريين، حيث حللت السياسات البيئية الأوروبية وتعريفات الكربون باعتبارها ضرائب شبيهة بالرسوم التقليدية. أظهرت النتائج أن تطبيق هذه السياسات أدى إلى تراجع الناتج المحلي الإجمالي الصيني بنسبة 7.1%، وانخفاض الصادرات بنسبة 0.3%، وخسارة في الرفاهية الاجتماعية بنحو 1528 مليون دولار، مع تفاقم الآثار السلبية عند تطبيق الضرائب الثنائية بين الجانبين. وعلى الرغم من ذلك، سجلت الدراسة تحسنًا طفيفًا في خفض الانبعاثات نتيجة التحول نحو الصناعات النظيفة في الصين وبعض الدول النامية.

أشارت **دراسة David G. Tarr et al, 2023** إلى أن آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) تساهم في حماية القدرة التنافسية وتقلل تسرب الكربون، لكنها تظل محدودة الكفاءة في خفض الانبعاثات على المستوى العالمي. وقد اقترح الباحثون بديلين تكميليين أكثر فاعلية: الأول هو إنشاء نادي المناخ الذي يفرض حدًا أدنى عالميًا لسعر الكربون مع رسوم عقابية على غير الأعضاء. الثاني تخصيص نسبة من الناتج المحلي للدول الغنية لتمويل أبحاث تكنولوجية قادرة على تسريع التحول إلى الطاقة النظيفة. وأوضحت نتائج دراسة حالة روسيا أن التأثير المباشر لـ (CBAM) الأوروبي سيكون ضعيفًا مقارنة بالأثر الكبير الذي

قد يحققه تسعير الكربون المحلي، مما يعزز الطرح القائل بأن تسعير الكربون الشامل أكثر فاعلية في تحقيق أهداف خفض الانبعاثات.

استهدفت دراسة **Sigit Perdana,2022، Marc Vielle** تقييم الأثر الكمي لآلية تعديل حدود الكربون الأوروبية وتحليل ثمانية تدابير تكميلية لتخفيف تأثيرها على الدول الأقل نموًا. أظهرت النتائج أن تشديد الأهداف المناخية يزيد من تسرب الكربون، بينما يساهم تطبيق الآلية في خفضه بنحو الثلث بحلول 2040، مع تراجع كبير في رفاهية الدول الأقل نموًا نتيجة انخفاض صادراتها. كما أوضحت الدراسة أن إعفاء هذه الدول من الآلية غير مفضل لأنه يزيد من التسرب الكربوني، مؤكدة أن السياسات الداعمة يجب أن تركز على تمويل التحول المناخي. وخلصت إلى أن إعادة توزيع إيرادات الآلية للاستثمار في الطاقة النظيفة بالدول النامية يعزز رفاهيتها ويقلل الانبعاثات بكفاءة عالية.

تحلل دراسة **Indra Overland a , Rahat Sabyrbekov,2022** الدول الأكثر احتمالاً لمعارضة آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية المقرر تنفيذها يناير 2026، نظرًا لتأثيرها على الصناعات كثيفة الانبعاثات. طورت الدراسة مؤشرًا متعدد الأبعاد للمعارضة يعتمد على خمسة معايير: حجم التجارة مع الاتحاد الأوروبي، كثافة الانبعاثات، الانخراط في النزاعات التجارية، اتجاهات الرأي العام حول المناخ، والقدرة على الابتكار. وأظهرت النتائج أن إيران، وأوكرانيا، والولايات المتحدة، والإمارات، ومصر، والصين، والهند، وكازاخستان، وروسيا، وبيلاروسيا هي الأكثر احتمالاً لمعارضة الآلية. وتؤكد الدراسة أن كيفية تعامل الاتحاد الأوروبي مع هذه المعارضة ستحدد نجاح أو فشل تطبيق الآلية، وأن المؤشر المقترح يمثل أداة للتنبؤ بالمواقف الدولية ودعم جهود التفاوض المناخي.

تناولت **دراسة مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة،2021** الآثار المحتملة لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) على التجارة الدولية، والانبعاثات، والدخل، والعمالة، مع تركيز خاص على البلدان النامية. وأظهرت أن تسعير الكربون المصحوب بتطبيق الآلية يسهم في خفض الانبعاثات داخل الاتحاد الأوروبي وخارجه، ويغيّر أنماط التجارة لصالح الدول الأقل كثافة كربونيًا، وإن كان الأثر الإجمالي عالميًا محدودًا. كما بيّنت أن صادرات الدول النامية ستتراجع لصالح الاقتصادات المتقدمة الأكثر كفاءة بيئيًا. وتوصي الدراسة بأن يُوجّه الاتحاد الأوروبي إيرادات الآلية لدعم التحول الأخضر في الدول النامية عبر نشر التقنيات النظيفة وتعزيز الاقتصاد الأخضر.

تناولت **دراسة Elisabetta Cornago and Sam Lowe,2021** اللائحة المنظمة لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) باعتبارها أداة مكملة لنظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS)، موضحةً آلياتها التنفيذية التي تلزم المستوردين بشراء شهادات كربونية وتقديم تقارير سنوية عن الانبعاثات. وأشارت إلى أن إثبات الانبعاثات الفعلية يُعد مكلفًا إداريًا وماليًا، خاصة للشركات الصغيرة، وأن استمرار الحصص المجانية داخل الاتحاد الأوروبي يمثل حماية مزدوجة تضعف مبررات الآلية أمام منظمة التجارة العالمية (WTO). كما حذّرت من الأعباء التي ستواجه الدول النامية نتيجة ضعف قدراتها المؤسسية والتكنولوجية، داعيةً إلى تخصيص جزء من عائدات الآلية لدعمها. وخلصت الدراسة إلى أن فعالية (CBAM) في خفض تسرب الكربون مرهونة بمعالجة تحديات العدالة المناخية وتبسيط الإجراءات وإلغاء الحصص المجانية تدريجيًا.

استهدفت دراسة **شرف الدين،2018** تحليل آليات تسعير الكربون ودورها في إدارة تكلفة الانبعاثات ودعم الإنتاج النظيف، مع تقييم مدى ملاءمتها للتطبيق في بيئة الأعمال المصرية. واعتمدت على المنهج النظري المقارن ودراسة الحالة لعدد من الشركات محليًا وعالميًا. وأظهرت النتائج أن تسعير الكربون يسهم في الابتكار وتحسين الكفاءة البيئية والربحية، ويعزز إدماج المناخ كهدف استراتيجي في الخطط التشغيلية للشركات، كما بيّنت أهمية الاختيارات والإفصاحات المحاسبية وفق مفهوم دورة

حياة الكربون في دعم التحسين المستمر للانبعاثات والتكاليف. واقترحت الدراسة تطبيق نظم تداول الكربون، ونظام الغرامات والحوافز، وشهادات التنمية النظيفة في مصر، بالتوازي مع تطوير نظم الرصد البيئي والتشريعات الداعمة لبناء اقتصاد منخفض الكربون.

- **التعقيب على الدراسات السابقة**

تكشف الدراسات السابقة عن تنامي الاهتمام بآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) من جوانبها القانونية والاقتصادية والبيئية، مع تركيز خاص على تداعياتها على الدول النامية كثيفة الانبعاثات. فقد بينت أن الآلية تُسهم في خفض الكربون عالميًا لكنها تُشكل عبئًا على صادرات تلك الدول، خاصة في ظل محدودية التمويل والتكنولوجيا، وعلى الرغم من طرح حلول كدعم التحول الأخضر ونقل التكنولوجيا، لا تزال الدراسات التطبيقية التي تتناول التأثير المباشر للآلية على القطاعات التصديرية الحيوية في دول مثل مصر محدودة، خاصة في قطاعات الأسمدة والحديد والصلب والأسمنت والألومنيوم. ومن ثم، تبرز أهمية الدراسة الحالية في تحليل الأثر المتوقع لتطبيق (CBAM) على قطاع الأسمدة المصري بوصفه الأكثر تأثرًا، مع تقديم مقترحات عملية لصناع القرار تراعي البعد البيئي والاقتصادي، وتدعم التحول المؤسسي وتفعيل أدوات التمويل الأخضر.

الفصل الأول
الإطار النظري للدراسة

تمهيد:

يشهد العالم في العقود الأخيرة تصاعدًا في الجهود الدولية لمواجهة تداعيات التغيرات المناخية والتقليل من انبعاثات غازات الدفيئة، وذلك في ظل ما تفرضه التزامات اتفاقية باريس للمناخ عام 2015 من أهداف طموحة للتحول نحو اقتصاد منخفض الكربون. وقد تبنّى الاتحاد الأوروبي مجموعة من السياسات الطموحة ضمن الحزمة التشريعية (Fit For 55) وهي الحزمة التي تسعى إلى خفض الانبعاثات بنسبة 55% على الأقل بحلول عام 2030. وتعد آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) إحدى أبرز أدوات هذه الحزمة، إذ تمثل أداة تنظيمية مبتكرة تهدف إلى دمج البُعد البيئي في النظام التجاري الأوروبي من خلال فرض تكلفة كربونية على المنتجات المستوردة ذات الانبعاثات الكربونية المرتفعة، وتنطوي هذه الآلية على أهمية استراتيجية مزدوجة، فهي من جهة تسعى إلى الحفاظ على فعالية السياسات المناخية داخل الاتحاد الأوروبي ومنع تسرب الكربون، ومن جهة أخرى تعمل على تعزيز العدالة البيئية والمناخية في العلاقات التجارية الدولية.

يهدف هذا الفصل إلى تأصيل الإطار المفاهيمي لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) من خلال تناول نشأتها وأهدافها، واستعراض مراحل تطبيقها والشروط والآليات المرتبطة بتفعيلها. كما يتطرق إلى القطاعات المستهدفة والانبعاثات المشمولة ضمن الآلية، ويستعرض الجدول الزمني لتطبيقها والتدرج في إدخال المنتجات الخاضعة لها. ويُختتم الفصل بعرض تداعيات ومواقف الدول من تطبيق آلية (CBAM).

ومن ثم، يضم الفصل أربعة أجزاء رئيسة: يتناول الجزء الأول التعرف على آلية (CBAM) وموقعها ضمن السياسة المناخية الأوروبية، والأهداف الرئيسة التي تسعى إلى تحقيقها، كما يستعرض أساسها القانوني، والجهات المختصة بتنفيذها داخل الاتحاد الأوروبي، وبيان تمايزها عن أدوات تسعير الكربون التقليدية. ويستعرض الجزء الثاني القطاعات الصناعية ومنتجاتها المستهدفة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون. ويعرض الجزء الثالث المراحل الزمنية لتطبيق وتنفيذ آلية تعديل حدود الكربون، والتدرج في إدخال المنتجات ضمن نطاقها التنظيمي. ويناقش الجزء الرابع تداعيات تطبيق آلية تعديل حدود الكربون.

1.1 نشأة آلية تعديل حدود الكربون وإطارها المؤسسي والقانوني

1.1.1 السياسة المناخية الأوروبية ونشأة آلية تعديل حدود الكربون

منذ صدور التقرير الأول للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ عام 1990، تبنّى الاتحاد الأوروبي سياسة مناخية ترتكز على ثلاثة محاور رئيسة ما تزال قائمة حتى اليوم: خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، وتعزيز استخدام الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة. وفي عام 2000، أطلقت المفوضية الأوروبية برنامج مكافحة تغير المناخ لسد فجوة الالتزام تجاه أهداف بروتوكول كيوتو (1997)، متضمنًا توجهات ملزمة لقطاعات الطاقة والنقل والمباني، بهدف دمج البعد المناخي في مختلف الأنشطة الاقتصادية.

تبع ذلك صدور الكتاب الأبيض (2001) الذي ركّز على العلاقة بين النقل والسياسات البيئية، داعيًا إلى تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري وتحسين كفاءة النقل وتشجيع الابتكار التكنولوجي منخفض الانبعاثات. ومع محدودية نتائج البرنامج، أعاد الاتحاد تفعيل سياساته عام 2005 عبر الاستراتيجية الأوروبية لأفق 2020، مستهدفًا خفض الانبعاثات واستهلاك الطاقة

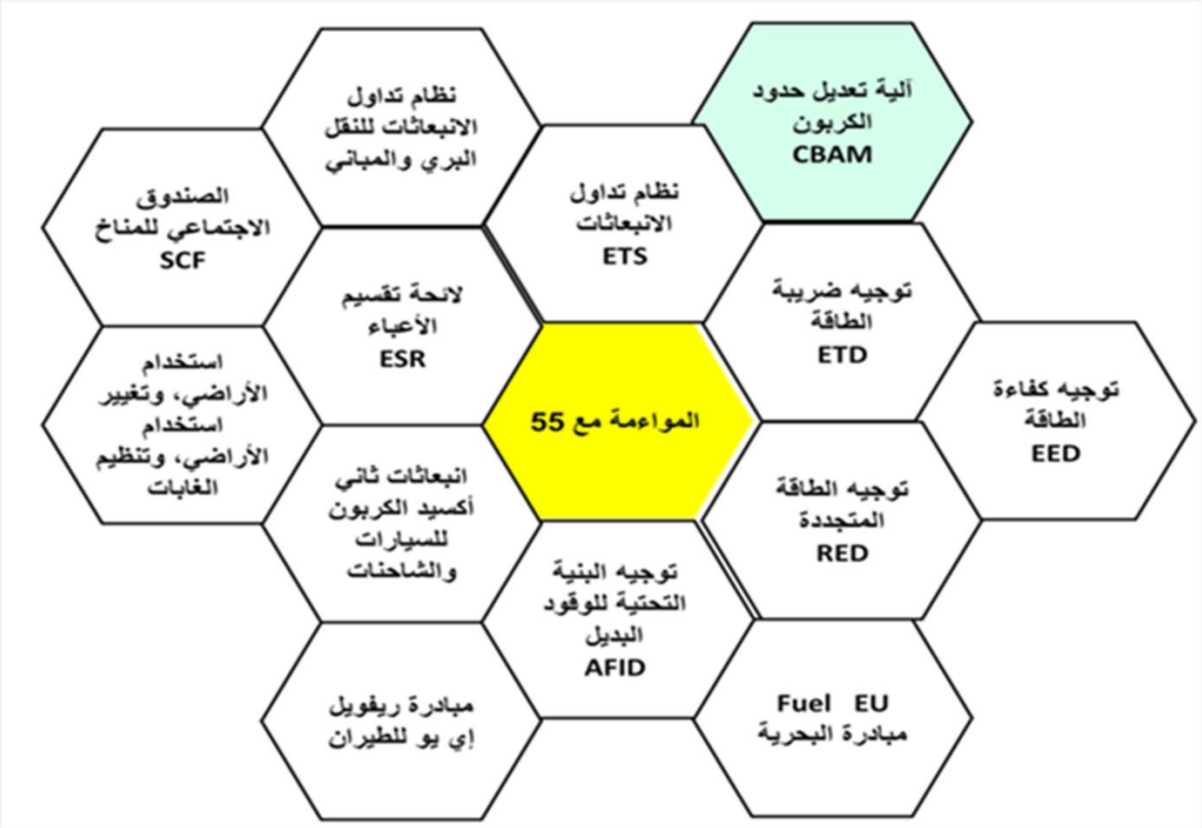
بنسبة 20% وزيادة حصة الطاقة المتجددة إلى 20%، بما يوفر 50 مليار يورو سنويًا ويخلق أكثر من 1.3 مليون وظيفة خضراء. وفي عام 2019، استجابةً لأهداف اتفاق باريس للمناخ (2015)، أعلن البرلمان والمفوضية الأوروبية عن الصفقة الخضراء الأوروبية التي تهدف إلى تحقيق صفر انبعاثات بحلول 2050، والفصل بين النمو الاقتصادي واستنزاف الموارد، في إطار التزام الاتحاد بتحقيق أجندة التنمية المستدامة 2030، ويمكن تلخيص أهم القوانين المرتبطة بالصفقة الأوروبية الخضراء في النقاط الآتية:

- مراجعة نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي ليشمل القطاعات الملوثة، مثل الإسكان والنقل البري اعتبارًا من عام 2027.
- مراجعة الإصلاحات التي ستؤدي إلى التخلص التدريجي من المخصصات الخاصة بدعم قطاع الطيران بحلول عام 2026 وتعزيز استخدام وقود الطيران المستدام.
- مراجعة احتياطي استقرار السوق لمعالجة الخلل بين العرض والطلب على المخصصات في نظام تداول الانبعاثات كأداة لمراقبة عملية تسرب الكربون، والتي تضع سعرًا للكربون على السلع المستوردة من الصناعات كثيفة الكربون خارج الاتحاد الأوروبي لمواجهة الانتقال إلى بلدان ذات أهداف مناخية أقل.
- تقاسم الجهود بين دول الاتحاد لزيادة الأهداف الوطنية لخفض الانبعاثات في القطاعات غير المشمولة بنظام تداول الانبعاثات، من 40٪ إلى 29٪ بحلول عام 2030.
- تعزيز القواعد لزيادة إزالة الكربون في قطاع استخدام الأراضي وتغيير الثقافة غير المستدامة لاستخدام الأراضي والغابات.
- تقديم اقتراح لضمان أن تنتج السيارات والشاحنات الجديدة في الاتحاد الأوروبي انبعاثات صفرية من ثاني أكسيد الكربون في عام 2035.
- مراجعة مخصصات الانبعاثات لقطاع الطيران لتشمل جميع الرحلات المغادرة من المنطقة الاقتصادية الأوروبية.
- زيادة عدد الشحنات ومحطات التزود بالوقود للسيارات والشاحنات التي تستخدم الوقود البديل لتحقيق التحول التدريجي إلى وقود الطيران المستدام.
- تطبيق أهداف جديدة للحد من استهلاك الطاقة على مستوى الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2030 بمعدل متزايد بنسبة 42.5% لحصة الطاقة المتجددة في استهلاك الطاقة في الاتحاد الأوروبي بحلول عام 2030.
- الحد التدريجي من انبعاثات الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي من السفن والانتقال إلى وقود بحري أكثر نظافة.

في يونيو 2021، أقرّ البرلمان الأوروبي قانون المناخ الأوروبي الذي جعل أهداف خفض الانبعاثات ملزمة لجميع دول الاتحاد، من خلال تقليصها بنسبة 55% بحلول عام 2030 مقارنة بعام 1990، وتحقيق الحياد المناخي بحلول 2050. وفي فبراير 2024، أوصت المفوضية الأوروبية بهدفٍ وسيط إضافي يقضي بخفض الانبعاثات بنسبة 90% بحلول 2040.

يُعد القانون جزءًا من الصفقة الخضراء الأوروبية وخطة "المواءمة مع 55" التي تضم 13 مقترحًا رئيسًا تشمل آلية تعديل حدود الكربون وستة قوانين خاصة بالمناخ والطاقة. شكل (1-1)

وتهدف الخطة إلى تعزيز الاستدامة البيئية عبر مجالات متعددة تشمل: تحسين جودة الهواء والمياه والتربة، وترشيد استهلاك الطاقة، وتطوير الإسكان المستدام، وتوسيع النقل العام والبنية التحتية للسيارات الكهربائية، وتقليل النفايات وتحسين إدارتها، وتعزيز الصحة البيئية للأجيال الحالية والمستقبلية.(European Commission,2024)



Source : Carbon Border Adjustment Mechanism Introduction& Transitional Period Guidance,2023.

شكل رقم(1-1)

ألية تعديل حدود الكربون ضمن حزمة (Fit for 55) الأوروبية

2.1.1 ماهية آلية تعديل حدود الكربون وأهدافها

مع التحول النوعي الذي شهدته السياسة المناخية الأوروبية، برزت الحاجة إلى أدوات تنفيذية أكثر صرامة وفعالية لمواجهة ظاهرة تسرب الكربون، والتي تحدث نتيجة انتقال الصناعات كثيفة الانبعاثات الكربونية من دول لا تطبق معايير بيئية صارمة، بما يقوض الجهود الدولية الرامية إلى خفض الانبعاثات. ثم ظهرت آلية (CBAM) كإحدى الركائز الرئيسة في الصفقة الخضراء الأوروبية، والتي تهدف لمواجهة ظاهرة تسرب الكربون وتعزيز مبادئ العدالة المناخية في التجارة الدولية، وذلك من خلال فرض سعر للكربون على الواردات يعكس مستوى الانبعاثات الناجمة عن إنتاجها، وبما يضمن تكافؤ الفرص مع المنتجات الأوروبية الخاضعة لنظام الاتحاد الأوروبي لتداول الانبعاثات.

تسعى آلية تعديل حدود الكربون إلى تحقيق معاملة متكافئة بين المنتجات المحلية والمستوردة، والحد من انتقال الانبعاثات عبر الحدود، بما يعزز مصداقية وفاعلية السياسات المناخية الأوروبية. كما تمتد آثارها عالميًا، إذ تدفع الدول النامية والناشئة إلى تبني تقنيات إنتاج منخفضة الكربون والتحول نحو مصادر طاقة نظيفة، ما يسهم في تقليص البصمة الكربونية للسلع المتداولة في الأسواق الدولية(European Commission,2024)

وعليه، فإن آلية تعديل حدود الكربون لا تقتصر على حماية السوق الأوروبية من مخاطر التسرب الكربوني، بل تمثل تحولًا استراتيجيًا في أدوات السياسة المناخية الأوروبية يجمع بين الأبعاد البيئية والاقتصادية، من خلال تحفيز الشركاء التجاريين

على اعتماد سياسات مناخية متقاربة، وتعزز التكامل بين الالتزامات البيئية ومتطلبات التجارة المستدامة. (CBAM, Centre for Science and Environment,2024)

وتهدف آلية تعديل حدود الكربون إلى تحقيق العدالة التنافسية بين المنتجات الأوروبية والمستوردة عبر فرض تكلفة كربونية تعكس انبعاثات الإنتاج، ومنع تسرّب الكربون من خلال ردع انتقال الصناعات كثيفة الانبعاثات إلى دول أقل التزامًا بيئيًا. كما تسعى إلى تشجيع الإنتاج النظيف عالميًا، وتحفيز الشركاء التجاريين على تبني سياسات مناخية مستدامة، دعمًا لأهداف اتفاق باريس وخفض الانبعاثات الأوروبية بنسبة 55% بحلول 2030. وتمثل الآلية أداة مزدوجة لحماية الصناعات الأوروبية وتعزيز التحول نحو الاقتصاد الأخضر عالميًا.(ecss.com.eg)

3.1.1 تطبيق الآلية ودور المفوضية الأوروبية

مع بداية تفعيل العمل بالألية في الاتحاد الأوروبي يناير 2026، أصبح لزامًا على المصدرين المتعاملين مع دول الاتحاد الأوروبي والمستوردين من دول خارج الاتحاد الأوروبي للمنتجات المشمولة بالألية، تقديم تقارير ربع سنوية حول كميات المنتجات العابرة للحدود الأوروبية، مع تحديد حجم انبعاثات الغازات الدفيئة التي تم إطلاقها في أثناء إنتاج تلك المنتجات، وسعر الكربون المستحق في بلد المنشأ، من أجل المساهمة في مواجهة تغير المناخ ومنع تسرب الانبعاثات الكربونية إلى داخل الاتحاد الأوروبي. وتقوم المفوضية الأوروبية بتقديم خدمة الإرشاد للجهات المشمولة في الآلية، وتسهيل تبادل المعلومات، وذلك من خلال نموذج تابع للمفوضية الأوروبية CBAM registry System حيث يطلق على هذه التطبيق lecxE والذي يقدم أداة لتحديد الغازات الدفيئة المضمنة في السلع المنتجة والمشمولة بالآلية. كما تمكن هذه الأداة مشاركة المعلومات الموجودة في النسخة الملخصة من ورقة العمل مع المستورد في الاتحاد الأوروبي، والتي يتم تحديثها ربع سنويًا مع كل تقرير يتم تقديمه للمفوضية الأوروبية. كما يتم مراعاه قواعد حوكمة التقارير وأساسيات المراجعة الداخلية في مراجعة واعتماد التقارير لضمان الشفافية والإفصاح.

ويتم تطبيق الآلية من خلال كل من: (1) العاملين في قطاع الصناعات ذات الانبعاثات كثيفة الكربون والمشمولة في الآلية.(2) المصدرين للمنتجات ذات الصناعات كثيفة الانبعاثات والمشمولة في الآلية.(3) الممثلين الجمركيين داخل الاتحاد الأوروبي وخارجه.(4) المفوضية الأوروبية على أن يتم تطبيق نظام الإعفاءات طبقًا للائحة التنفيذية.

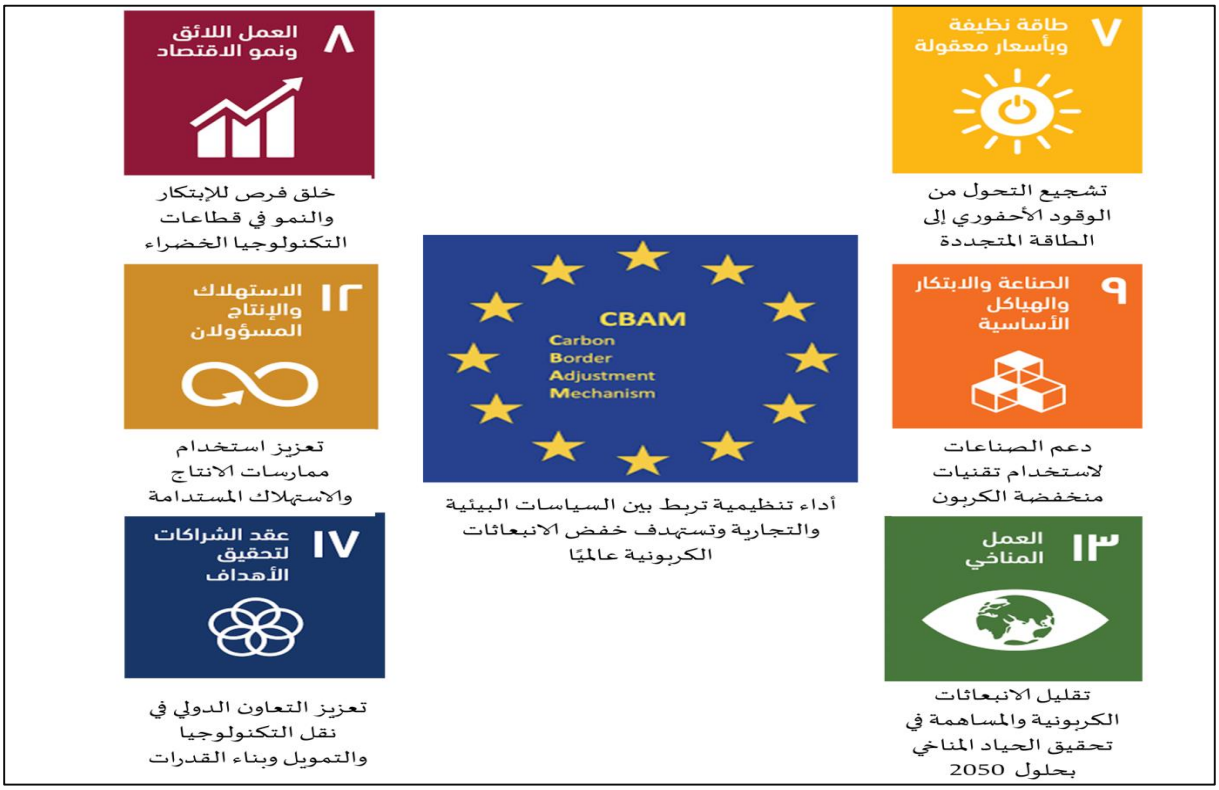
4.1.1 علاقة آلية تعديل حدود الكربون بأهداف التنمية المستدامة

تسعى آلية (CBAM) إلى تشجيع الدول والشركات على اعتماد أنماط إنتاج أكثر استدامة. كما تسعى إلى الحد من التغير المُناخي. وتأتي هذه الجهود منسجمة مع العديد من أهداف التنمية المستدامة، لا سيما تلك المتعلقة بالطاقة النظيفة، والعمل المناخي، والصناعة المستدامة، وأنماط الإنتاج والاستهلاك المسؤولة، مما يعزز من فرص تحقيق التنمية المستدامة بشكل متكامل. وذلك على النحو الآتي:

- **(الهدف7) الطاقة النظيفة والميسورة التكلفة:** ضمان حصول الجميع على طاقة نظيفة، بتكلفة ميسورة ومستدامة، من خلال تحفيز استخدام الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، الأمر الذي يعزز الاستثمار في مصادر الطاقة النظيفة والمستدامة.
- **(الهدف8) العمل اللائق والنمو الاقتصادي:** يخلق تطبيق آلية تعديل حدود الكربون فرص للابتكار والنمو في قطاعات التكنولوجيا الخضراء ، مما يؤدي إلى التنمية الاقتصادية المستدامة.

- **(الهدف9) الصناعة والابتكار والهياكل الأساسية:** دعم الابتكار والبنية التحتية الصناعية المستدامة، من خلال تشجيع الصناعات على تبني تقنيات إنتاج منخفضة الانبعاثات وأكثر كفاءة.
- **(الهدف12) الاستهلاك والإنتاج المسؤلان:** ضمان أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة، عبر تعزيز ممارسات الاقتصاد الدوار وإدارة المخلفات بطرق صديقة للبيئة.
- **(الهدف13) العمل المُناخي:** تطبيق آلية تعديل حدود الكربون سوف تسرع من اتخاذ إجراءات عاجلة لمكافحة تغير المناخ، من خلال خفض الانبعاثات الكربونية، وتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050.
- **(الهدف 17) عقد الشراكات لتحقيق الأهداف:** تعزيز الشراكات العالمية من أجل التنمية المستدامة، خاصة في ما يتعلق بالتعاون في مجالات التكنولوجيا، التمويل، وبناء القدرات لتحقيق انتقال عادل وشامل نحو اقتصاد منخفض الكربون.

ويوضح الشكل التالي ملخص علاقة آلية (CBAM) بأهداف التنمية المستدامة.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (1-2)

علاقة آلية تعديل حدود الكربون بأهداف التنمية المستدامة

5.1.1 الإطار المؤسسي والقانوني لآلية تعديل حدود الكربون

يستند **الإطار المؤسسي لآلية (CBAM)** إلى منظومة تنظيمية متكاملة داخل الاتحاد الأوروبي، حيث تُعد **المفوضية الأوروبية** الجهة الرئيسة المسؤولة عن الإشراف على تنفيذ آلية (CBAM) من خلال إدارتها الفنية والتنظيمية وضمان توافقها مع الإطار العام للسياسة المناخية الأوروبية. ويسند إلى **الهيئات الوطنية في الدول الأعضاء** دور محوري على المستوى المحلي، يتمثل في متابعة المستوردين، وجمع البيانات، والتحقق من الامتثال لمتطلبات الآلية.

كما تقوم **المديرية العامة للعمل المناخي والطاقة في الاتحاد الأوروبي** بمهام المتابعة الفنية، بما يضمن اتساق الآلية مع التوجهات المناخية الأوروبية. وفي هذا السياق، توفر وكالة الاتحاد الأوروبي للبيئة الدعم اللازم في مجالات الرصد، وإعداد التقارير، والتحقق من الانبعاثات المرتبطة بالسلع المستوردة. واعتبارًا من أول أكتوبر 2023، ووفقًا للمادة (11) من اللائحة الأوروبية رقم (2023/956) الصادرة عن البرلمان والمجلس الأوروبيين بتاريخ 10 من مايو 2023، أصبحت **السلطات الوطنية المختصة في الدول الأعضاء** مسؤولة عن منح مقدمي التقارير المقيمين لديها حق الوصول إلى السجل الانتقالي لآلية تعديل حدود الكربون. وقد قامت المفوضية الأوروبية بتطوير هذا السجل بهدف تسهيل عملية تقديم التقارير وضمان امتثال الشركات للالتزامات المقررة بموجب الآلية. (NCAs,2024)

ويستند الإطار القانوني لآلية (CBAM) إلى مجموعة من التشريعات الأوروبية المتكاملة التي تشكل الأساس المؤسسي والتنظيمي لتفعيلها. فقد مثّل قانون المناخ الأوروبي لعام 2021 نقطة الانطلاق، حيث أضفى الصبغة الإلزامية على أهداف الاتحاد الأوروبي بخفض الانبعاثات بنسبة 55% بحلول عام 2030 وتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050.

وفي السياق نفسه، جاءت حزمة (المواءمة مع 55) في يوليو 2021 باعتبارها الخطة التشريعية الشاملة لتحقيق هذه الأهداف، متضمنةً 13 مقترحًا رئيسًا، من أبرزها إدراج آلية (CBAM) كأداة محورية لمعالجة تسرب الكربون وضمان عدالة المنافسة التجارية. وقد تبلور الجانب التنفيذي للآلية من خلال اللائحة الأوروبية رقم (2023/956 الصادرة في مايو 2023)، والتي وضعت القواعد التفصيلية لتطبيق (CBAM)، بما في ذلك تحديد الفترة الانتقالية (2023–2025) وآليات التنفيذ التدريجي بدءًا من عام 2026 وحتى 2035، فضلًا عن إلزام المستوردين بتقديم شهادات (CBAM) توضح حجم الانبعاثات الكربونية المتضمنة في السلع المستوردة. ويُعد نظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS) المرجعية الجوهرية لتسعير الكربون، حيث تفرض اللائحة على الواردات نفس التكلفة الكربونية المطبقة على المنتجات المحلية الخاضعة للنظام، بما يضمن اتساق الآلية مع الإطار التشريعي الأوسع للاتحاد الأوروبي في مجال المناخ والطاقة.

6.1.1 تمايز آلية تعديل حدود الكربون عن أدوات تسعير الكربون التقليدية

تُعد أدوات تسعير الكربون من أهم الآليات الاقتصادية للحد من الانبعاثات، إذ تدمج التكلفة البيئية في النشاط الاقتصادي. غير أن تطبيقها المحلي يؤدي غالبًا إلى تسرب الكربون نتيجة انتقال الصناعات إلى دول أقل التزامًا بيئيًا. وجاءت آلية (CBAM) لمعالجة ذلك عبر مواءمة تكلفة الكربون بين المنتجات المحلية والمستوردة، بما يحقق العدالة التنافسية ويحد من التسرب. وتتمثل الأدوات الرئيسة في: ضريبة الكربون التي تفرض سعرًا ثابتًا، ونظام EU ETS الذي يحدد سقفًا للانبعاثات مع تداول التصاريح، وآلية CBAM التي تطبق تكلفة مكافئة على الواردات. ويسهم دمج هذه الأدوات في بناء نظام عالمي أكثر توازنًا وعدالة لتسعير الكربون. ويوضح الجدول (1-1) أوجه التمايز والتكامل بين آلية (CBAM) وضريبة الكربون، ونظام تداول الانبعاثات

جدول رقم(1-1)

أوجه التمايز والتكامل بين آلية تعديل الكربون وضريبة الكربون ونظام الانبعاثات الأوروبية

البيان	آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)	ضريبة الكربون Carbon Tax	نظام الانبعاثات الأوروبية (EU ETS)	نظام الانبعاثات المملكة المتحدة (UK ETS)
التعريف	هي أداة تنظيمية ابتكرها الاتحاد الأوروبي لفرض رسم على الانبعاثات الكربونية في السلع المستوردة كثيفة الكربون، مثل الأسمدة والألومنيوم والإسمنت والحديد والصلب والهيدروجين والكهرباء. وتهدف إلى مواءمة تكلفة الكربون على المنتجات المستوردة مع نظيرتها المحلية، للحد من تسرب الكربون، وتعزيز العدالة المناخية في التجارة الدولية.	هي أداة من أدوات السياسات المالية البيئية، تُفرض بشكل مباشر على انبعاثات غازات الدفيئة، وذلك من خلال فرض ضريبة على المحتوى الكربوني للوقود الأحفوري	تأسس نظام تداول انبعاثات الكربون في الاتحاد الأوروبي عام 2005 كأول سوق دولي للكربون، ويعتمد على مبدأ تحديد سقف للانبعاثات وتداولها. يتم تقليص هذا السقف تدريجيًا لتحقيق الأهداف المناخية. وقد أسهم النظام في خفض الانبعاثات بنسبة 47.6% حتى عام 2023 مقارنة بعام 2005، ويواصل التقدم نحو تحقيق هدف 2030 بخفض نسبته 62%.	آلية أنشأتها المملكة المتحدة كبديل لنظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS) بعد خروجها من الاتحاد الأوروبي، وبدأ العمل بها منذ يناير 2021
الأهداف	تهدف الآلية إلى مواجهة تسرب الكربون، وحماية الصناعات المحلية من المنافسة غير العادلة، وتحفيز التحول للطاقة النظيفة، وخفض انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة 55% بحلول 2030، مع دعم التوجه العالمي نحو صافي انبعاثات صفرية، وضمان تكافؤ الفرص بين المنتجات المحلية والمستوردة	تسعى الآلية إلى خفض الانبعاثات وتعزيز الاستدامة البيئية، وتحفيز الابتكار التكنولوجي، وتعزيز التعاون الدولي لتحقيق الأهداف المناخية. كما تعمل على تحميل الأنشطة كثيفة الانبعاثات تكلفتها البيئية الحقيقية، بما يشجع على التحول إلى بدائل نظيفة	تهدف الآلية إلى خفض انبعاثات الاتحاد الأوروبي، وتوليد إيرادات لدعم التحول الأخضر، وتحفيز الابتكار منخفض الكربون، من خلال إدماج تكلفة الكربون في الإنتاج، ما يجعل البدائل النظيفة أكثر تنافسية.	يهدف النظام إلى تقليل الانبعاثات عبر تسعير الكربون، ودعم تحقيق الحياد الكربوني في المملكة المتحدة بحلول 2050، من خلال خفض انبعاثات الصناعات الكبرى وقطاع الطاقة بنسبة 68% بحلول 2030، وتشجيع التقنيات منخفضة الكربون، وتعزيز جاهزية الشركات لاقتصاد مستدام.
التطبيق والنطاق الجغرافي	تطبق على واردات المنتجات كثيفة الانبعاثات الكربونية مثل الحديد والصلب (الفولاذ)، والأسمنت، والأسمدة والألومنيوم، والكهرباء يتم فرض الضريبة البيئية المناسبة بناءً على شهادات CBAM المقدمة	تطبق الآلية داخل حدود الدولة وتشمل الشركات المسببة للانبعاثات، وتعتمد على تداول حقوق الانبعاثات بين الشركات، بما يعزز كفاءة السياسات المناخية ويحفّز التحول إلى إنتاج واستهلاك منخفض الكربون.	يغطي النظام نحو 40% من إجمالي انبعاثات الاتحاد الأوروبي (2022)، ويشمل منذ أغسطس 2024 قطاعات الكهرباء، والصناعة كثيفة الطاقة (مثل الصلب، الألومنيوم، الإسمنت، والكيماويات)، والقطاعين الجوي والبحري. ويُطبّق على المنشآت الكبرى في الاتحاد الأوروبي والنرويج وليختنشتاين	تُمنح الشركات وحدات انبعاث تمثل الحد الأقصى المسموح به، ويمكنها بيع الفائض أو شراء وحدات إضافية إذا تجاوزت الحد. يشمل النظام قطاعات الطاقة، والصناعات الثقيلة، والطيران بين المملكة المتحدة والمنطقة الاقتصادية الأوروبية

البيان	آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)	ضريبة الكربون Carbon Tax	نظام الانبعاثات الأوروبية (EU ETS)	تظام الانبعاثات المملكة المتحدة (UK ETS)
			وأيسلندا، مما يجعله أكبر سوق كربون عالمي وأداة رئيسية لتحقيق أهداف المناخ الأوروبية.	
آلية التنفيذ	المرحلة الانتقالية 2023-2025 يتم فيها جمع بيانات الانبعاثات دون فرض رسوم. خلال عام 2025 يتم مراجعة وتوسيع النطاق ليشمل قطاعات أخرى مرحلة التنفيذ 2026-2034 يتم فيها فرض رسوم على الكربون وفقًا للانبعاثات	تُفرض ضريبة كربون بقيمة ثابتة لكل وحدة انبعاث، مع تحديد حد أقصى للانبعاثات لكل شركة، وفرض رسوم تصاعدية عند تجاوزه. وتُطبّق على مستوى الأقاليم، مما يؤدي إلى تفاوت في الأسعار داخل الدولة الواحدة.	يعتمد النظام على آليات السوق، حيث تُمنح حصص انبعاث تمثل طنًا من مكافئ CO_2، ويمكن بيعها في مزادات أو تداولها بين الشركات. مع خفض الحد الأقصى للانبعاثات يقل المعروض وترتفع قيمة الحصص، ما يحفّز على تقليل الانبعاثات. يوفر النظام مرونة في إدارة الالتزامات المناخية، وتُسجّل جميع المعاملات في سجل الاتحاد الأوروبي لضمان الشفافية، ويُبنى على مراقبة دقيقة وتقارير موثوقة لتعزيز مصداقية السوق وتحقيق الأهداف المناخية.	يتم تقليل الحد الأقصى للانبعاثات المسموح بها تدريجيًا، مما يزيد من تكاليف الانبعاثات ويشجع على تقليلها.

Source: Dillon, A., Burnett, N., & Jozepa, I. (2024). " Carbon Border Adjustment Mechanism", *House of Commons Library* Research Briefing, Number 9935, PP 4-41.

- Darvell, A., (2021). " THE EU'S CARBON BORDER ADJUSTMENT MECHANISM

- CBAM DRAWS STRONG OPPOSITIONS, BUT IT ALSO PUSHES SOME NON-EU COUNTRIES TO TAKE MORE CLIMATE ACTION —", Mitsui & Co. Global Strategic Studies Institute Monthly Report. PP 1-6.

- يونس, إيهاب محمد. (2024). "إشكاليات تطبيق ضريبة الكربون في مصر والحلول المقترحة". المجلة العلمية للبحوث التجارية, 55(4), 591-3.614

-European Commission. (n.d.). *About the EU ETS*. In EU Emissions Trading System (EU ETS). Retrieved August 8, 2025, from European Commission website: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-markets/eu-emissions-trading-system-eu-ets/about-eu-ets_en

2.1 الدول والقطاعات والانبعاثات المستهدفة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون

تُغطي آلية (CBAM) واردات السلع من جميع الدول غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، ومع ذلك، تُستثنى بعض الدول (الدولة الثالثة) المشاركة في نظام تجارة انبعاثات الاتحاد الأوروبي أو التي لديها نظام لتداول الانبعاثات مرتبط به من آلية (CBAM)، بحيث لا يُدفع سعر الكربون مرتين لنفس المنتج، وينطبق هذا على أعضاء المنطقة الاقتصادية الأوروبية وسويسرا.

تضم القطاعات كثيفة الانبعاثات الكربونية مثل: قطاع الأسمدة، وقطاع الأسمنت، وقطاع الحديد والصلب، وقطاع الألومنيوم، والهيدروجين، وبعض أنواع الكهرباء، وذلك خلال المرحلة الانتقالية لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون (سيتم تناولها لاحقًا). وبعد ذلك ستشمل عند اكتمال تطبيقها أكثر من نحو 50% من الانبعاثات في القطاعات المشمولة بنظام تداول الانبعاثات (ETS)

وتُطبق هذه التسعيرة على المنتجات القادمة من دول لا تعتمد سياسات مماثلة لتسعير الكربون، بما يعادل التكلفة التي تتحملها الصناعات الأوروبية الخاضعة لنظام تداول الانبعاثات الأوروبي، وبذلك تحقق الآلية مبدأ تكافؤ الفرص بين المنتجات المحلية والمستوردة، وتعزز التنافسية الصناعية الأوروبية دون الإخلال بالأهداف المناخية. ولا تنطبق آلية (CBAM) على السلع إذا كانت منشؤها الاتحاد الأوروبي. ويوضح الجدول (1-2) القطاعات والانبعاثات المستهدفة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون.

جدول رقم (1-2)

القطاعات والانبعاثات المعنية بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون

البيان	المنتجات المستهدفة بتطبيق CBAM	وحدة القياس	الانبعاثات المعنية بتطبيق CBAM
قطاع الأسمدة	تشمل الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية وغيرها.	لكل طن من السلعة	ثاني أكسيد الكربون (CO_2) + أكسيد النيتروز (N_2O) لبعض أنواع الأسمدة
قطاع الأسمنت	يشمل جميع منتجات الأسمنت المستوردة.		ثاني أكسيد الكربون (CO_2)
قطاع الحديد والصلب	المنتجات الأساسية وشبه المصنعة من الحديد والصلب.		ثاني أكسيد الكربون (CO_2)
قطاع الألومنيوم	جميع منتجات الألومنيوم الأولية أو شبه المصنعة.		ثاني أكسيد الكربون + (CO_2) مركبات البيرفلوروكربون (PFCs) لبعض المنتجات
الهيدروجين	يشمل إنتاج ونقل الهيدروجين كمصدر طاقة نظيف.		ثاني أكسيد الكربون (CO_2)
قطاع الكهرباء	تشمل واردات الطاقة الكهربائية المنتجة خارج الاتحاد الأوروبي.	لكل ميجاواط/ساعة	ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

Source: European Commission,2022.

يلاحظ أن التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة في إنتاج الأسمدة، إذا انبعث منها ثاني أكسيد الكربون فإنه يُحتسب كانبعاثات مباشرة، وتُحتسب الانبعاثات الناتجة عن تحويل الغاز الطبيعي إلى هيدروجين أيضًا كانبعاثات مباشرة، ولا يُحتسب ثاني

أكسيد الكربون المرتبط باليوريا انبعاثات سلبية، لذلك، لا تُطبق أي خصومات على ثاني أكسيد الكربون المرتبط باليوريا لأغراض الإبلاغ عن الانبعاثات بموجب نظام (CBAM).

3.1 مراحل تطبيق آلية تعديل حدود الكربون ومتطلبات الامتثال

يُعدّ استعراض مراحل تطبيق الآلية والتطورات الجوهرية التي طرأت عليها، إضافة إلى متطلبات الامتثال ذات الصلة، عنصرًا أساسيًا لفهم الإطار العملي والإجرائي الذي يحدد كيفية تفعيل هذه السياسات على أرض الواقع. فالمراحل الزمنية المقررة للتنفيذ لا تعكس مجرد خطة تدريجية، بل تكشف عن توجه استراتيجي يهدف تهيئة الأطراف المعنية، ويخفف من حدة الأعباء المترتبة على تطبيق الآلية، كما يضمن بناء منظومة أكثر تكيفًا واستقرارًا على المديين المتوسط والبعيد. كما أن التعديلات التي أُدخلت على الآلية تعكس طبيعة التفاعل المستمر بين صانعي القرار والممارسات العملية في الأسواق العالمية، بما يضمن استدامة التطبيق.

وفي هذا السياق، فإن فهم متطلبات الامتثال يصبح محوريًا، ليس فقط من زاوية الالتزام القانوني، بل أيضًا كشرط لتعزيز القدرة التنافسية وحماية مصالح الدول والشركات في النظام التجاري العالمي.

1.3.1 المرحلة الانتقالية: الإطار التجريبي والتقارير الأولية (2023-2025)

اعتُمدت آلية تعديل حدود الكربون رسميًا في مايو 2023، مع اعتبار الفترة من أول أكتوبر 2023 إلى أخر ديسمبر 2025 مرحلة انتقالية، وقد صممت هذه المرحلة للسماح للشركات بوقت كافٍ للاستعداد للامتثال، مع السماح لها بضبط منهجية آلية إدارة الانبعاثات الكربونية بدقة قبل بدء تطبيق الآلية.

في هذه المرحلة سيركز نظام (CBAM) على سلع محددة فقط، يتم اختيارها بناءً على انبعاثاتها الكربونية العالية وارتفاع مخاطر تسرب الكربون، وتشمل هذه السلع منتجات محددة من قطاعات الأسمدة، والأسمنت، والحديد والصلب، والألمنيوم، والكهرباء، والهيدروجين. ووفقًا للمفوضية الأوروبية، تُعد المرحلة الانتقالية بمثابة فترة تجريبية وتعليمية لجميع الجهات المعنية (المستوردين، والمنتجين، والسلطات)، لجمع البيانات والمعلومات حول الانبعاثات المُطلقة لتحسين منهجية الفترة النهائية.

وتستهدف المرحلة الانتقالية التدرج في تطبيق آلية (CBAM) بصورة مدروسة وقابلة للتنبؤ تتسم بالعدالة بين الشركات داخل الاتحاد الأوروبي وخارجه، وكذلك بالنسبة للحكومات المهتمة بتهيئة قطاعاتها التجارية والصناعية.

خلال المرحلة الانتقالية يُطلب من المستوردين للسلع المشمولة تقديم تقارير عن الانبعاثات الكربونية المباشرة (يقصد بها انبعاثات Scope 1، وهي الانبعاثات المباشرة الناتجة عن العمليات المملوكة أو المُدارة من قِبل الشركة في أثناء عملية الإنتاج لجميع السلع مثل الوقود المستخدم في المصانع أو المركبات) وغير المباشرة المدمجة في وارداتهم (يقصد بها انبعاثات Scope 2، وهي الانبعاثات الناتجة عن توليد الكهرباء أو الحرارة لمجموعة فرعية من منتجات الأسمنت والأسمدة). وسيتم تضمين الانبعاثات الناجمة من مواد الإدخال (Scope 3)، طالما أن هذه المواد نفسها مشمولة بنظام إدارة الانبعاثات الكربونية.

على سبيل المثال، لا يشمل نظام إدارة الانبعاثات الكربونية الفولاذ الخام فحسب، بل يشمل منتجات الحديد والصلب. لذلك، عند استيراد منتجات الحديد الصلب، سيتم أيضًا تغطية الانبعاثات المُطلقة من الفولاذ الخام المُستخدم كمدخلات. وبالمثل، عند استيراد الأسمنت، سيتم تضمين الانبعاثات المُطلقة الناتجة عن إنتاج الكلنكر، لأن الكلنكر نفسه مشمول بنظام إدارة الانبعاثات الكربونية، دون الحاجة إلى شراء شهادات (CBAM)، ويهدف نظام إدارة الانبعاثات الكربونية إلى جمع البيانات

وتقييم المنهجيات قبل التنفيذ الكامل للآلية دون فرض رسوم حيث يتيح ذلك تحسين منهجيات القياس والتوثيق. (Simeon Woo,2024)

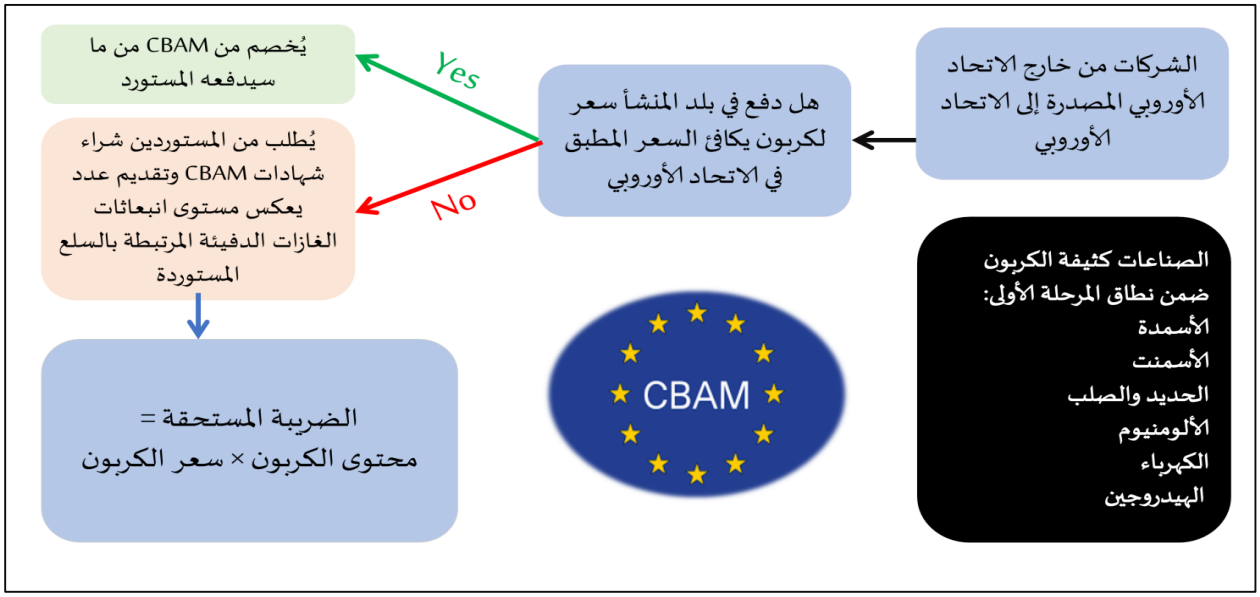
2.3.1 مرحلة التنفيذ الفعلي والالتزامات المالية (ابتداء من عام 2026)

من المتوقع أن تدخل آلية تعديل حدود الكربون حيز التنفيذ في يناير 2026، وذلك بعدما تم تمريرها من قبل البرلمان الأوروبي ومجلس الاتحاد الأوروبي، على أن تبدأ التطبيق الفعلي مع ستة قطاعات، وتتوسع تدريجيًا حتى تغطي 100% من الانبعاثات أو السلع المستوردة بحلول عام 2034.

بمجرد دخول المرحلة النهائية من آلية (CBAM) حيز التنفيذ سيُطلب من المستوردين التصريح عن كمية سلع (CBAM) المستوردة إلى الاتحاد الأوروبي في العام السابق، بالإضافة إلى غازات الدفيئة المُدمجة فيها. وسيُسلمون بعد ذلك العدد المقابل من شهادات (CBAM) المرتبطة بإنتاج السلع المستوردة غير الخاضعة لتسعير الكربون المُكافئ في بلد المنشأ.

يُحسب سعر الشهادة بناءً على متوسط سعر المزاد الأسبوعي لحصص نظام الاتحاد الأوروبي لتداول الانبعاثات، مُعبرًا عنه باليورو/طن من ثاني أكسيد الكربون المنبعث. (متوسط سعر المزاد عام 2024 بلغ 70.07 دولار/ طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون أو 64.74 يورو/ طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون) وتُطبق الغرامات المالية في حال عدم حصول المستوردين على شهادات كافية لتغطية غازات الدفيئة المُدمجة في منتجاتهم، وسيتم إلغاء مخصصات الانبعاثات المجانية في نظام تجارة الانبعاثات تدريجيًا خلال فترة انتقالية مدتها تسع سنوات خلال الفترة (2026-2034)، للقطاعات المشمولة بآلية (CBAM). (Simeon Woo,2024).

يوضح الشكل (1-3) خطوات تنفيذ آلية تعديل الكربون (CBAM)



المصدر: المفوضية الأوروبية، مجموعة بوسطن الاستشارية

شكل رقم (1-3)

خطوات تنفيذ آلية تعديل حدود الكربون

ويلخص الجدول التالي متطلبات المرحلة الانتقالية والتنفيذية لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون، والذي يتبين منه ما يأتي:

- أن المرحلة الانتقالية والتي تبدأ من أكتوبر 2023 إلى ديسمبر 2025، تُعد بمثابة فترة تجريبية لجمع البيانات، تهدف إلى تيسير التطبيق التدريجي لآلية تعديل حدود الكربون، وتمكين التجار والمستوردين من التكيف معها، وتتولى المفوضية الأوروبية مسؤولية تنفيذ وتطبيق الآلية خلال هذه المرحلة، والتي يتم فيها جمع المعلومات من مستوردي السلع الخاضعة للآلية داخل الاتحاد الأوروبي حول الانبعاثات الكربونية المدمجة في هذه السلع، ومن ثم تحليلها. (EUROPEAN COMMISSION,2025)
- يقتصر التزام المستوردين والسلطات الجمركية في هذه المرحلة على تقديم تقارير ربع سنوية خاصة بالآلية إلى جانب الإقرارات الجمركية المعتادة، وقد تم وضع نظام معلومات انتقالي لإدارة هذه التقارير، يتيح تقديمها وجمعها بشكل منتظم، مع دمج البيانات في قاعدة موحدة تسمح بتحليلها بفعالية وفقًا لأحكام التنظيم، كما تضطلع السلطات الجمركية خلال هذه المرحلة بمهمة إخطار المصرّحين الجمركيين بواجب الإبلاغ، بما يعزز عملية جمع البيانات.(EUROPEAN COMMISSION,2025)
- تبدأ المرحلة النهائية لآلية تعديل الكربون على الحدود في يناير 2026، حيث يُشترط حصول المستوردين على تصريح مسبق أو تعيين ممثل مصرح له قبل استيراد السلع الخاضعة للآلية. وتلتزم السلطات الجمركية بالتحقق من بيانات المصرح المعتمد ومطابقة السلع، مع إدراج المخاطر المرتبطة بالآلية ضمن معايير إدارة المخاطر الأوروبية. (EUROPEAN COMMISSION,2025)

جدول رقم(1-3)

متطلبات المرحلة الانتقالية والنهائية لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون

الفترة	المتطلبات
المرحلة الانتقالية أكتوبر 2023-ديسمبر 2025 تقدم تقارير فصلية	– الكمية الإجمالية لكل نوع من السلع. – إجمالي الانبعاثات المضمنة. – سعر الكربون المدفوع في بلد المنشأ.
المرحلة النهائية من يناير 2026 تقدم تقارير سنوية	- الكمية الإجمالية لكل نوع من السلع. إجمالي الانبعاثات المضمنة يتم التحقق منها من جهة معتمدة في الاتحاد الأوروبي، وإجمالي عدد شهادات CBAM التي تم شراؤها وتسليمها. وسعر الكربون المدفوع في بلد المنشأ.
عام 2030	من المتوقع أن يتم القرار إلى جميع مجموعات المنتجات التي يغطيها نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الاوروبي أو المعرضة لخطر تسرب الكربون.

Source: Alexander Schmidt,2025, The EU's Carbon Border Adjustment Mechanism(CBAM) Explained, at, https://normative.io/insight/eu-cbam-explained

هذا وتعتمد الآلية على نظام إقراري، يقوم فيه المصرح المعتمد بتقديم إقرار سنوي بالانبعاثات المدمجة في السلع وتسليم عدد مكافئ من الشهادات، مع إمكانية خفضها في حال دفع سعر كربون فعلي في دولة أخرى أو وفق السعر الافتراضي المقرر، كما يجب التحقق من الانبعاثات المصرح بها عبر جهات اعتماد وطنية، ولضمان الفاعلية، تشمل الإجراءات إنشاء منصة موحدة لتداول شهادات (CBAM)، وتكثيف التعاون وتبادل المعلومات بين السلطات الوطنية والمفوضية، بالإضافة إلى مراجعات قائمة

على المخاطر لإقرارات المصرحين، وتتحمل الدول الأعضاء مسؤولية تحصيل الإيرادات الناشئة عن التطبيق، بينما تضطلع المفوضية الأوروبية بالمسؤولية الرئيسة عن إدارة معظم مهام الآلية وتنفيذها خلال هذه المرحلة. EUROPEAN COMMISSION,2025).

ومن ثم يمكن تلخيص عمل آلية تعديل حدود الكربون في ثلاثة خطوات:

الخطوة الأولى: التقييم، يتم فيها تحديد محتوى الكربون في البضائع المستوردة. **الخطوة الثانية:** المقارن ، يتم فيها مقارنة سعر الكربون الذي يدفعه منتجو الاتحاد الأوروبي مع السعر الذي يدفعه منتجي السلعة المستوردة. **الخطوة الثالثة:** التعديل، إذا لم يتكبد المنتج المستورد تكلفة كربون تعادل سعر نظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي، فسيتم فرض رسوم (CBAM) لتعويض الفارق. (https://ecss.com.eg/45047) .

3.3.1 تعديلات جوهرية على تطبيق آلية تعديل حدود الكربون

أعلنت المفوضية الأوروبية في 26 من فبراير 2025 عن مجموعة من التعديلات الجوهرية في تطبيق آلية (CBAM) وذلك من خلال ما يُعرف بـ حزمة القوانين Omnibus، والتي تهدف بالأساس إلى تقليص التعقيدات الإدارية وخفض الأعباء المالية المرتبطة بالامتثال، وقد تضمنت هذه التعديلات النقاط التالية:(www.sidley.com/2025/03).

- **الإعفاء لمستوردي الكميات الصغيرة من بعض السلع الخاضعة لـ (CBAM):** يتضمن المقترح إدخال إعفاء جديد وفقًا لمبدأ de minimis وبموجبه، يُستبعد من نطاق تطبيق الآلية مستوردي الحديد والصلب، الألومنيوم، الأسمدة، والأسمنت إذا كانت الكمية المستوردة أقل من 50 طن/سنة. ولا ينطبق هذا الإعفاء على واردات الكهرباء أو الهيدروجين.
- **التزامات المستوردين الذين تقل وارداتهم عن الحد الكمي:** يتعين على المستوردين الذين تقل وارداتهم عن الحد الكمي(أقل من 50 طن/سنة) أن يعرّفوا أنفسهم عند تقديم الإقرار الجمركي بأنهم مستوردون عرضيون لسلع (CBAM)، مع التزامهم بمتابعة حجم وارداتهم طوال العام للتأكد من عدم تجاوز الحد الكمي، وفي حال تجاوزها، يصبح المستورد خاضعًا بالكامل لأحكام (CBAM) على جميع وارداته السنوية من السلع المشمولة. وتجدر الإشارة إلى أن هذا الحد الكمي سيحل محل الإعفاء القائم حاليًا للواردات التي تقل قيمتها عن 150 يورو. ووفقًا لهذا التعديل يتوقع أن يعفي نحو 90% من إجمالي المستوردين من الالتزام بالآلية، مع الاستمرار في تغطية ما يقارب 99% من الانبعاثات. كما ينص المقترح على إمكانية رفع الحد البالغ 50 طنًا إذا لم يعد يضمن تغطية 99% على الأقل من الانبعاثات.
- **تأجيل شراء شهادات (CBAM):** يبدأ الالتزام بسداد تكلفة الانبعاثات على واردات السلع الخاضعة لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) اعتبارًا من يناير 2026، دون تغيير في تاريخ بدء التطبيق. غير أن المقترح ينص على إجراء خاص لعام 2026 يسمح بتأجيل السداد حتى عام 2027، حيث لن يتمكّن المستوردون من شراء شهادات(CBAM) خلال عام 2026، بل سيُسمح لهم بشرائها اعتبارًا من فبراير 2027 عن السلع المستوردة في 2026. ويتم احتساب سعر الشهادات في هذه الحالة على أساس متوسط السعر الفصلي لإغلاقات بدلات نظام تداول الانبعاثات الأوروبي (EU ETS) خلال فترة الاستيراد. وبداية من عام 2027، سيُحدد السعر استنادًا إلى المتوسط الأسبوعي لأسعار إغلاق البدلات في منصة المزادات.
- **تأجيل وخفض متطلبات الاحتفاظ بشهادات (CBAM):** ابتداءً من عام 2027، يجب أن يتوافق عدد شهادات (CBAM) في حساب المصرّح المعتمد بنهاية كل ربع سنة مع ما لا يقل عن 50% من الانبعاثات الناتجة عن إنتاج السلع المستوردة (قاعدة الـ50%)، وهو انخفاض كبير مقارنة بالقاعدة الحالية البالغة 80%، كما أصبح عدد الشهادات التي يمكن شراؤها

خلال العام – والخاضعة لإعادة الشراء من السلطات الوطنية – محدودًا بعدد الشهادات اللازمة لتغطية متطلبات الاحتفاظ فقط، خلافًا للقاعدة الحالية التي تسمح بثلث إضافي.

- **تأجيل موعد تقديم الإقرارات:** تم تمديد الموعد النهائي لتقديم الإقرارات السنوية لـ (CBAM) وتسليم الشهادات المستحقة من 31 من مايو إلى 31 من أغسطس من كل عام، على أن يكون أول موعد في 31 من أغسطس 2027.
- **تفويض تقديم الإقرارات:** يسمح المقترح للمصرّحين المعتمدين بتفويض طرف ثالث لتقديم الإقرارات نيابة عنهم، لتسهيل الامتثال.
- **تغييرات في القيم الافتراضية:** يوفر التنظيم قيمتين افتراضيتين: القيمة الأولى: متوسط كثافة الانبعاثات في بلد التصدير مضافًا إليه هامش زيادة. القيمة الثانية: متوسط كثافة الانبعاثات في أسوأ المنشآت أداءً داخل الاتحاد الأوروبي. ويقترح التعديل استبدال القيمة الثانية بمتوسط كثافة الانبعاثات في أعلى عشر دول مصدّرة من حيث الانبعاثات، بشرط توافر بيانات موثوقة. وترى المفوضية الأوروبية أن هذا التغيير لا يحمل طابعًا عقابيًا للمستوردين الذين يفتقرون إلى بيانات فعلية، إذ يظل بإمكانهم الاختيار بين الإبلاغ عن الانبعاثات الفعلية أو استخدام القيم الافتراضية، مع إعفائهم من التحقق الخارجي في حالة استخدام القيم الافتراضية.
- **القيم الافتراضية لأسعار الكربون في الدولة الثالثة:** لا يمكن للمصرحين المعتمدين حاليًا المطالبة بالخصم من التكاليف إلا على أساس أسعار الكربون المدفوعة فعليًا في الدولة الثالثة. وتقترح المفوضية السماح باستخدام أسعار كربون افتراضية لكل دولة، تحددها المفوضية نفسها. كما يمكن المطالبة بالخصم عن أسعار الكربون المدفوعة في أي دولة ثالثة خلال عملية إنتاج السلعة الخاضعة للآلية، وليس فقط في بلد المنشأ.
- **تغييرات في حساب الانبعاثات:** يسعى المقترح إلى استبعاد بعض الانبعاثات الناتجة عن: (1) عمليات إنهاء محددة لسلع من الصلب والألومنيوم. (2) إنتاج المواد الأولية (المكونات الوسيطة) التي تخضع بالفعل لنظام EU ETS أو لنظام تسعير كربون مرتبط بالكامل به.
- **أحكام مكافحة التحايل:** يعزز المقترح هذه الأحكام من خلال النص صراحةً على الإجراءات ضد تقسيم الواردات بشكل مصطنع أو عبر ترتيبات غير حقيقية لتجنب الالتزامات، مع منح السلطات الوطنية صلاحية فرض العقوبات، وتتقاسم المفوضية والسلطات الوطنية المسؤولية عن متابعة وتنفيذ أحكام مكافحة التحايل.

4.3.1 متطلبات الامتثال لآلية تعديل حدود الكربون

يتطلب تطبيق نظام آلية (CBAM) من مستوردي السلع المشمولة الحصول على ترخيص من هيئة مُنشأة خصيصًا لهذا الغرض، وشراء شهادات تُحدد قيمتها وفقًا للسعر الأسبوعي لتصاريح الانبعاثات المتداولة ضمن نظام تجارة الانبعاثات الأوروبي (EU ETS) ويُلزم المستوردين، في موعد أقصاه 31 من مايو من كل عام، بتقديم تقرير مُوثق ومستقل يتضمن حجم الانبعاثات الفعلية المرتبطة بالواردات خلال العام السابق، مع تسليم عدد مكافئ من شهادات (CBAM) وفي حال وجود فائض من الشهادات لدى المستورد، يجوز للهيئة إعادة شراء ما لا يتجاوز 10% من إجمالي الشهادات التي اشتراها المستورد خلال العام السابق، بينما تُلغى الكمية الزائدة، ويُتاح للشركات خياران لاحتساب الانبعاثات الكربونية المُطلقة في وارداتها:
الخيار الأول: تُقدَّر فيه الانبعاثات وفق متوسط أداء أسوأ 10% من المنتجين الأوروبيين للسلعة نفسها، وهو ما يمثل سعرًا عقابيًا يهدف إلى تحفيز المستوردين على خفض انبعاثاتهم.

الخيار الثاني: هو النهج الفعلي، حيث يمكن للمستوردين حساب الانبعاثات الدقيقة لوارداتهم باستخدام معايير توجيهية محددة، مع إمكانية خصم أي أسعار للكربون تم دفعها في بلد المنشأ. وخلال المرحلة الانتقالية، ستتولى المفوضية الأوروبية تحديد سعر مرجعي للكربون استنادًا إلى متوسط الانبعاثات المرتبطة بإنتاج السلعة داخل الاتحاد الأوروبي، بما يضمن تمهيدًا تدريجيًا لتطبيق الآلية بشكل كامل. (Elisabetta Cornago,2021)

- **خطوات الامتثال لآلية تعديل حدود الكربون** CBAM: لضمان الامتثال الفعّال لآلية (CBAM)، يتعين على الشركات المستوردة اتباع مجموعة من الخطوات الاستباقية التي تشمل تحديد المنتجات الخاضعة للآلية، والتنسيق مع سلسلة التوريد، وتطوير أنظمة لحساب الانبعاثات المدمجة، بالإضافة إلى الاستعداد لمتطلبات التقارير والالتزامات المالية خلال المرحلتين الانتقالية والنهائية. وفيما يأتي أبرز هذه الخطوات:

(1) تحديد المنتجات التي تدخل ضمن نطاق(CBAM): يتم خلال هذه الخطوة مراجعة القطاعات والمنتجات المتأثرة، والتي يمكن الاطلاع عليها عبر موقع الاتحاد الأوروبي للضرائب والجمارك. (2) التواصل مع سلسلة التوريد: يتم في هذه الخطوة التواصل مع المورد من خارج الاتحاد الأوروبي بشأن متطلبات(CBAM)، بهدف الحصول على بيانات دقيقة عن الانبعاثات الخاصة بهذه الواردات. كما يمكن الاستعانة بأدوات لتبسيط وتسريع عملية التواصل مع الموردين، مثل منصة Normative للمحاسبة الكربونية التي توفر مجموعة من أدوات التفاعل مع سلسلة القيمة. (3) إنشاء أنظمة لمراقبة وحساب الانبعاثات المدمجة في منتجاتك: في هذه الخطوة يتم تطبيق نظام لحساب الانبعاثات، وجمع البيانات المتعلقة باستهلاك الطاقة، والعمليات الإنتاجية، والانبعاثات عبر سلسلة التوريد. (4) إعداد التقارير ربع السنوية: خلال المرحلة الانتقالية يتم إعداد التقارير ربع السنوية والتي تتضمن إجمالي كمية كل نوع من السلع، وإجمالي الانبعاثات المدمجة الفعلية، وإجمالي الانبعاثات غير المباشرة، وسعر الكربون المدفوع في بلد المنشأ (إن وُجد). (5) خلال المرحلة النهائية: مع بدء المرحلة النهائية عام 2026، يتم شراء شهادات تتناسب مع حجم الانبعاثات المدمجة في منتجاتها، لذا يجب إدراج هذه التكاليف المحتملة ضمن ميزانيتك. (6) البقاء على اطلاع بالتحديثات التنظيمية: نظرًا لتطور (CBAM) باستمرار، ينبغي متابعة الإصدارات الرسمية للاتحاد الأوروبي المتعلقة بالتشريعات، ومراجعة وتحديث استراتيجية الامتثال الخاصة بك بانتظام، كما يقترح الانضمام إلى جمعيات صناعية أو مجموعات عمل متخصصة في (CBAM).

- **عقوبة عدم الامتثال لآلية (CBAM):** سيؤدي عدم الامتثال لمتطلبات الإبلاغ الخاصة بآلية تعديل حدود الكربون إلى فرض غرامات، تحدد قيمتها وفق مرحلة التنفيذ، ففي المرحلة الانتقالية تصل الغرامات إلى 50 يورو لكل طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون، بينما في المرحلة النهائية يتم ربط الغرامات بمتوسط سعر الكربون الأسبوعي في نظام تداول الانبعاثات بالاتحاد الأوروبي (يبلغ نحو 85 يورو/طن من ثاني أكسيد الكربون في مارس 2025)

4.1 تداعيات وموقف الدول من تطبيق آلية تعديل حدود الكربون

في ظل تنامي الجهود الدولية لمكافحة تغير المناخ، برزت آلية تعديل حدود الكربون كأداة تنظيمية تهدف إلى خفض الانبعاثات الكربونية المرتبطة بالتجارة الدولية، وعلى الرغم من الأهداف البيئية التي تسعى هذه الآلية إلى تحقيقها، فإن تطبيقها على المستوى العالمي يثير تساؤلات جوهرية حول مدى انسجامها مع قواعد منظمة التجارة العالمية، لا سيما من حيث مبدأ عدم التمييز والمساواة بين الشركاء التجاريين.

كما أنها تطرح العديد من التحديات، خاصة بالنسبة للدول النامية التي تسعى جاهدة لتحقيق النمو الاقتصادي وتعزيز مسارات التنمية الصناعية، حيث تجد نفسها مثقلة بأعباء إضافية ناجمة عن الالتزامات البيئية المفروضة. مما يضعف من قدرتها التنافسية في الأسواق العالمية، ويزيد من التفاوت بين الدول المتقدمة والنامية من حيث القدرة على الامتثال للمعايير البيئية الصارمة. وعليه، تبرز الحاجة إلى إلقاء الضوء على التداعيات المحتملة لتطبيق هذه الآلية، مع الأخذ بعين الاعتبار خصوصية أوضاع الدول النامية وضرورة تحقيق التوازن بين حماية البيئة ومتطلبات العدالة الاقتصادية والتنموية.

1.4.1 التو افق مع قواعد منظمة التجارة العالمية

يُعد مبدأ عدم التمييز والمساواة بين الشركاء التجاريين أحد المرتكزات الأساسية التي تعتمد عليها منظمة التجارة العالمية في تنظيم العلاقات التجارية بين الدول، باعتباره الآلية التي تضمن إزالة الحواجز غير العادلة وتحقيق بيئة تجارية مفتوحة تعزز من العوائد الاقتصادية الجماعية لتحرير التجارة، ويُعنى مبدأ عدم التمييز بعدم التفرقة بين أعضاء المنظمة وفق معيارين رئيسين: **المعيار الأول:** المساواة في المعاملة بين المنتجات المتشابهة الواردة من مختلف الشركاء التجاريين، من خلال منحهم معاملة الدولة الأكثر رعاية. **المعيار الثاني:** التكافؤ في المعاملة بين المنتجات المحلية ونظيراتها الأجنبية المتشابهة، عبر تطبيق ما يُعرف بالمعاملة الوطنية. (Bart Le Blanc, February 2023)

وفي هذا السياق، يُثار تساؤل حول مدى توافق آلية (CBAM)، مع مبادئ منظمة التجارة العالمية، لا سيما مبدأ الدولة الأكثر رعاية. إذ إن تمييز الدول الأعضاء في المنظمة استنادًا إلى كثافة الكربون في صادراتها قد يُعدّ إخلالًا بهذا المبدأ، فالدول النامية على سبيل المثال، قد تفتقر إلى الإمكانات المالية والتكنولوجية اللازمة لتقليص انبعاثاتها من غازات الاحتباس الحراري، ما يؤدي إلى تحميل صادراتها بتكاليف كربونية أعلى عند الحدود، ويضعها في موقف تجاري غير متكافئ.

وعلى الرغم من تمتع الدول الأعضاء في المنظمة بهامش واسع من الاستقلالية في تحديد أهدافها البيئية، فإن تطبيق هذه الأهداف داخل إطار التجارة الدولية يثير شكوكًا تتصل بمبدأ عدم التمييز، ويطرح تساؤلًا حول المنتجات المتأثرة بالسياسات البيئية بالدول المختلفة، فهل تُعدّ هذه المنتجات متشابهة من منظور قواعد التجارة الدولية؟ وإذا كانت متشابهة، فهل تُمنح المنتجات المستوردة معاملة أقل تفضيلًا مقارنة بالمنتجات المحلية؟

فيما يتعلق بالتساؤل الأول، تؤكد الممارسات السابقة لهيئات تسوية النزاعات داخل منظمة التجارة العالمية، أن تحديد التشابه بين المنتجات يخضع لتحليل دقيق يُجرى على أساس كل حالة على حدة، مع الأخذ بعين الاعتبار عوامل متعددة تشمل الخصائص الفيزيائية والاستخدام النهائي وسلوك المستهلك. وبالتالي، فإن الحُكم بوجود تمييز في المعاملة يتوقف على كيفية تنفيذ آليات التسعير الكربوني وتطبيقها فعليًا.

أما في ما يخص التساؤل الثاني، فإن آلية تعديل الكربون على الحدود تُعدّ في جوهرها امتدادًا تكميليًا لنظام تداول الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي، الذي يُميز بالفعل بين القطاعات الاقتصادية داخليًا. ومن هذا المنظور، قد لا تُعد (CBAM) أداة حمائية تهدف إلى تفضيل المنتجات المحلية على حساب الواردات، بل جزءًا من سياسة بيئية تنظيمية أوسع نطاقًا، ما يجعل الحكم على مدى تعارضها مع قواعد منظمة التجارة العالمية رهنًا بالتفاصيل الدقيقة لتطبيقها العملي.(Bart Le Blanc, February 2023)

2.4.1 التداعيات المحتملة على أسواق العمل

قد يكون لتطبيق آلية (CBAM) آثار على أسواق العمل، لا سيما في القطاعات المتأثرة بهذه الآلية وفي الدول النامية (Kuo & Chou, 2023) ومن المحتمل أن تؤدي زيادة التكاليف المرتبطة بهذه الآلية إلى فقدان الوظائف أو حدوث تحولات في أنماط

التوظيف. ومع ذلك، من المهم أيضًا مراعاة الفرص المحتملة لخلق فرص العمل في القطاعات التي تُولي الأولوية لجهود إزالة الكربون (Clausing & Wolfram, 2023).

3.4.1 التداعيات المحتملة على تدفقات البيانات

قد تؤثر آلية (CBAM) أيضًا على تدفقات البيانات، لا سيما فيما يتعلق بالمعلومات اللازمة للامتثال للآلية، حيث سيتعين على المستوردين جمع بيانات الانبعاثات للسلع المشمولة ومراقبتها، مما قد يتطلب مشاركة معلومات حساسة. وهنا من المهم ضمان تطبيق تدابير خصوصية البيانات وأمنها لحماية سرية وسلامة البيانات المتبادلة بين الدول (Lim, Hong, Yoon, Chang, &Cheong 2021).

4.4.1 الأثر الاقتصادي المتوقع من تطبيق آلية تعديل حدود الكربون

تشير التقديرات إلى أن تطبيق آلية تعديل حدود الكربون سيفرض تكاليف متفاوتة على الدول المصدّرة وفقًا لكثافة الانبعاثات في منتجاتها واعتمادها على السوق الأوروبية.

ففي حال تطبيق الآلية بالكامل، ستبلغ الرسوم المفروضة لكل طن من الصادرات إلى الاتحاد الأوروبي نحو: الهند 173.8 يورو/طن، وروسيا 168.7 يورو/طن، الصين150 يورو/طن، الولايات المتحدة 65.7 يورو/طن، تركيا 59.6 يورو/طن، ويُتوقّع أن تكون تكلفة الآلية مرتفعة في قطاع الصلب، إذ تعادل 16.6% من قيمة صادرات الهند، و7.75% للولايات المتحدة، و7.21% للصين (أسعار 2022). أما في قطاع الألومنيوم، فتُقدّر التكلفة بـ 19.98 يورو/طن للهند و10.82 يورو/طن للصين، أي أقل من 1% من قيمة الواردات الأوروبية، ما يعكس تفاوت الأثر حسب القطاع والدولة. وبيّن مؤشر التعرض (CBAM) الصادر عن البنك الدولي أن الهند (23.5%) وكازاخستان (3.9%) من أكثر الدول تعرضًا في قطاع الحديد والصلب، بينما روسيا هي الأكثر تأثرًا في الكهرباء (73.1%)، وبيلاروسيا في الأسمنت (33.9%)، مما يبرز تركز الأثر في القطاعات كثيفة الانبعاثات والموجهة للسوق الأوروبية. (Suranjali, Kevin,2024)

5.4.1 التداعيات المحتملة على التجارة الدولية

تُعد آلية (CBAM) أول نظام من نوعه يُطبق على مستوى العالم، ولم تُختبر فعاليته بشكل عملي حتى الآن. ومع ذلك، تشير التقديرات إلى أنه سيكون لها تأثيرات عميقة على التجارة الدولية وعلى التوازنات الجيوسياسية المرتبطة بانبعاثات الكربون، لا سيما إذا ما تبنّت دول كبرى أخرى أنظمة مشابهة في المستقبل.(ecss.com.eg/45047)

فمن المتوقع أن تمتد تداعيات تطبيق الآلية عبر سلاسل الإمداد العالمية، بطرق متعددة، أبرزها:

- انخفاض القدرة التنافسية لمنتجي المواد كثيفة الانبعاثات خارج الاتحاد الأوروبي، حيث ستُضاف تكلفة الكربون على صادراتهم إلى السوق الأوروبية.
- ارتفاع الأسعار على المستهلكين النهائيين داخل الاتحاد الأوروبي، مما قد يدفعهم إلى البحث عن شركاء تجاريين جدد، أو ممارسة ضغوط على الشركاء الحاليين لخفض محتوى الكربون في المنتجات المُوردة.
- إعادة تقييم استراتيجيات الإنتاج الدولي من قِبل الشركات متعددة الجنسيات، والتي قد تضطر إلى مراجعة خططها الخاصة بتوطين الإنتاج أو نقله إلى دول أكثر توافقًا بيئيًا.

وفي إطار تحليل مدى التأثر العالمي، أطلق البنك الدولي مؤشرًا خاصًا لقياس تعرض الشركاء التجاريين لآلية تعديل حدود الكربون، وذلك من خلال تقدير تكلفة شراء شهادات الكربون المحتملة.

يعتمد المؤشر على احتساب عدد الأطنان من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن إنتاج السلع المُصدّرة إلى الاتحاد الأوروبي، مضروبة في السعر الافتراضي للكربون (100 دولار للطن)، ثم مضروبة في القيمة الإجمالية لتلك الصادرات، وبحسب هذا التحليل، فإن الدول الأكثر تأثرًا ستكون تلك التي تُعد شركاء تجاريين رئيسين للاتحاد الأوروبي، وعلى رأسها: روسيا، والصين، والمملكة المتحدة، وتركيا، وأوكرانيا، والهند، وكوريا الجنوبية، والولايات المتحدة الأمريكية. وعلى الرغم من أن التقنيات اللازمة لإزالة الكربون من الصناعات كثيفة الانبعاث – مثل الصلب، الأسمنت، الصناعات البتروكيميائية، والمبيدات – أصبحت متوفرة، إلا أن تكلفتها ما تزال مرتفعة. ومن ثم تُعد آلية (CBAM) بمثابة حافز إضافي لتسريع إزالة الكربون، حيث أصبحت الشركات مُلزمة بإجراء مفاضلة اقتصادية بين تحمل رسوم الكربون الجديدة، أو الاستثمار في التحول إلى تقنيات أكثر استدامة.

6.4.1 مو اقف الدول النامية والناشئة

يمثّل تطبيق آلية (CBAM) تحديًا كبيرًا للدول النامية، خاصة التي تعتمد في تجارتها على صادرات كثيفة الانبعاثات الكربونية. فعلى الرغم من إفادة العديد من هذه الدول من ترتيبات تجارية تفضيلية مثل الإعفاء من الرسوم الجمركية في إطار اتفاقيات الشراكة الاقتصادية، إلا أن فرض رسوم كربونية على صادراتها بموجب (CBAM) قد يؤدي فعليًا إلى إضعاف هذه الميزة التنافسية، كما أنه ومن منظور العدالة البيئية والتاريخية، يُثير هذا الوضع إشكالية كبيرة، إذ من غير المنصف أن تتحمل البلدان النامية، التي لم تسهم تاريخيًا إلا بنسبة محدودة في الانبعاثات الكربونية التراكمية، الأعباء نفسها التي تتحملها الدول الصناعية الكبرى. وعلى الرغم من ذلك، فإن اللائحة التنظيمية الأوروبية الحالية لا تنص على إعفاء صريح للدول الأقل نموًا من آلية (CBAM)، ويرجع ذلك إلى مخاوف قانونية تتعلق بمبادئ منظمة التجارة العالمية، وخاصة مبدأ عدم التمييز، وعلى الرغم من أن المنظمة تسمح بمعاملة تفضيلية للدول النامية بموجب ما يُعرف بالمعاملة الخاصة والتفضيلية، إلا أن توسيع هذه المعاملة لتشمل أدوات تنظيمية بيئية مثل (CBAM) قد يتطلب مفاوضات جديدة وتوافقًا سياسيًا واسعًا بين الدول الأعضاء. (https://ecss.com.eg/45047)

كما ترى المفوضية الأوروبية أن منح إعفاءات من آلية (CBAM) قد يقوّض هدفها الرئيس في الحد من تسرب الكربون، مشيرة إلى أن صادرات الدول الأقل نموًا إلى الاتحاد الأوروبي في القطاعات المشمولة محدودة، باستثناء حالات مثل ألومنيوم موزمبيق. غير أن هذا التقدير قد يكون محدودًا على المدى الطويل نظرًا لاحتمال توسيع نطاق الآلية مستقبلًا، وأهمية الصادرات الصغيرة لبعض الاقتصادات النامية، فضلًا عن أن إعفاء هذه الدول لن يؤثر جوهريًا على الأثر البيئي العام للآلية.

الفصل الثاني

الوضع الراهن للصناعات المعنيّة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون CBAM

تمهيد

تضم آلية تعديل حدود الكربون في المرحلة الأولى مجموعة من الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة والانبعاثات الكربونية، والتي تشمل كل من صناعات الأسمدة، والأسمنت، والحديد والصلب، والألومنيوم، والتي تُعد من القطاعات الاستراتيجية في الاقتصاد المصري لما تمثله من دعامة رئيسة للناتج المحلي الإجمالي، ودورها المحوري في مشروعات البنية التحتية والتنمية المستدامة، فضلًا عن إسهامها في خلق فرص عمل مباشرة وغير مباشرة وتنشيط التجارة الخارجية. وفي هذا الإطار، يهدف هذا الفصل إلى تحليل الوضع الراهن لهذه الصناعات خلال الفترة (2015–2023) من خلال: استعراض الأطر التشريعية والاشتراطات البيئية المنظمة لنشاطها. توضيح مراحل التصنيع للتعرف على المراحل التي تستهلك كمية كثيفة من الطاقة وكذا المراحل كثيفة الانبعاثات الكربونية. كما يرصد الفصل العلاقات التشابكية التي تربط بين هذه الصناعات والقطاعات الإنتاجية والخدمية الأخرى، باعتبار أن هذه الروابط تمثل أساسًا للتكامل الاقتصادي ودعم لمسار الاستدامة الصناعية. وختامًا، يستعرض الفصل ملامح الصادرات المصرية لمنتجات هذه الصناعات.

1.2 التشريعات والاشتراطات البيئية المصرية المنظمة للصناعات المعنيّة

تُشكّل مواد قانون البيئة المصري الإطار التشريعي الأساسي لمنظومة مراقبة الانبعاثات الصناعية والتعامل مع المخلفات، حيث يُطبَّق على كافة الصناعات الثقيلة والتي من ضمنها (صناعات الأسمدة، والأسمنت، والحديد والصلب، والألومنيوم) دون استثناء، وبالتالي فإن أي التزام بيئي يرد في هذا السياق ينطبق على هذه الصناعات مجتمعة، ما لم يُذكر خلاف ذلك بشكل صريح. وتأتي هذه المنظومة في إطار سعي الدولة المصرية لضبط الانبعاثات، وترشيد استخدام الموارد، ومعالجة المخلفات، بما يتماشى مع الالتزامات البيئية الدولية وأهداف التنمية المستدامة. وتكتسب هذه الاشتراطات أهمية مضاعفة مع دخول آلية (CBAM) حيز التنفيذ، مما يُلزم المنتجين المحليين بتطبيق معايير بيئية صارمة لضمان استمرار النفاذ إلى الأسواق، لا سيما الأسواق الأوروبية. ويركز هذا الجزء على استعراض أهم هذه التشريعات والاشتراطات والقرارات ذات الصلة بالقطاعات المعنيّة.

القانون رقم 4 لسنة 1994 بشأن حماية البيئة والمعدَّل بالقانون رقم 9 لسنة 2009: يشكل القانون الإطار الأساسي للتشريعات البيئية في مصر، فهو يُلزم كافة الصناعات المصرية بإجراء تقييم الأثر البيئي، ومراقبة الانبعاثات الصناعية، والالتزام بمعايير تصريف النفايات الصناعية. حيث يتطلب تنفيذ دراسات تقييم الأثر البيئي بدقة قبل إنشاء أو توسيع أي منشأة صناعية، وتُجري وزارة البيئة هذه التقييمات والتي تشمل تحليل التأثيرات المتوقعة على الهواء والمياه والتربة، وضمان وجود نظام إدارة بيئية يتوافق مع أهداف التنمية المستدامة. وفيما يلي عرض لأهم مواد القانون ذات الصلة:

(المادة22): يجب على مسئول إدارة المنشأة الاحتفاظ بسجل بيئي يوضح تأثير نشاط المنشأة على البيئة، وفقًا للائحة التنفيذية التي تحدد النموذج والبيانات المطلوبة. على أن يتولى جهاز شئون البيئة متابعة السجل للتأكد من مطابقته للواقع، وإذا تبين عدم الاحتفاظ به أو وجود مخالفات، يتم إخطار الجهة الإدارية المختصة لتصحيح المخالفة خلال 60 يومًا. في حال عدم التصحيح يمكن للجهاز القيام بالإجراءات التالية: (1) منح مهلة إضافية للمنشأة لتصحيح المخالفات، أو تصحيحها على

نفقة المنشأة.(2) وقف النشاط المخالف حتى إزالة آثار المخالفة، مع الحفاظ على أجور العاملين. وفي حالة الخطر البيئي الجسيم، يتم وقف مصدر الخطر فورًا وبكل الوسائل اللازمة.

(المادة35): تلتزم المنشآت الخاضعة لأحكام هذا القانون في ممارستها لأنشطتها بعدم انبعاث أو تسرب ملوثات للهواء بما يجاوز الحدود القصوى المسموح بها في القوانين والقرارات السارية وما تحدده اللائحة التنفيذية لهذا القانون.

(المادة 71): تحدد اللائحة التنفيذية معايير تصريف المخلفات الصناعية القابلة للتحلل بعد معالجتها، وتُلزم الجهة المختصة بإجراء تحاليل دورية. في حال المخالفة، يُمنح صاحب المنشأة مهلة شهر للمعالجة، وإلا يُوقف التصريف ويسحب الترخيص. كما تحظر اللائحة تصريف المواد غير القابلة للتحلل في البيئة المائية.

اللائحة التنفيذية للقانون 1994/4 والمرسوم الوزاري رقم 54 لسنة 2006: تفرض حصرًا دقيقًا وتعاملًا آمنًا مع النفايات الصناعية والخطرة الناتجة من إنتاج الأسمدة، مع تنظيم إجراءات التخلص منها بما يجنّب التربة والمياه التلوث.

القانون 48 لسنة 1982 بشأن حماية نهر النيل والموارد المائية من التلوث الصناعي: يُجبر الشركات على الالتزام بمعايير تصريف النفايات الصناعية وضبط الشوائب الناتجة عن الإنتاج.

برنامج التحكم في التلوث الصناعي: بدأ تنفيذه منذ عام 1997، ويُعد البرنامج أحد أهم الأدوات التي ساهمت في تقليص الانبعاثات الصناعية، حيث تعمل الشبكة القومية لرصد الانبعاثات الصناعية على مراقبة ومتابعة انبعاثات الكيانات الصناعية الكبرى المرتبطة بها (بلغ عددها 91 منشأة في عام 2022، تزايدت إلى 95 منشأة عام 2024) إلكترونيًّا من خلال جهاز شئون البيئة والفروع الإقليمية المرتبطة بالخادم الرئيس بالشبكة على مدار 24 ساعة، وقد أسفرت هذه الجهود عن نتائج إيجابية حيث تمكنت الشركات الصناعية المرتبط بالشبكة من خفض انبعاثاتها بنسبة تصل إلى 20%، هذه الشركات تضم العديد من القطاعات الصناعية المهمة، منها صناعة الأسمنت، وصناعة الأسمدة،، وصناعة الحديد والصلب، وصناعة الألومنيوم. ويتبين من الجدول رقم (2-1) أن نحو 49.5% من إجمالي عدد الشركات المتصلة بالشبكة القومية لرصد الانبعاثات الصناعية خلال عام 2022، هي شركات تابعة للقطاعات المعنية بتطبيق آلية (CBAM)، وذلك يعني أن هذه الشركات بالفعل تحت المراقبة ولديها آليات لرصد الانبعاثات، مما يسهل عليها الامتثال لتقارير الانبعاثات المطلوبة بموجب (CBAM). ومن ناحية أخرى الشركات المتصلة بالشبكة القومية لرصد الانبعاثات سوف يتوافر لديها بيانات دقيقة بشأن انبعاثات الكربون، مما يساعدها على التنبؤ بتكاليف تطبيق (CBAM) في المستقبل، وبالتالي يمكنها اتخاذ تدابير لتقليل الانبعاثات ومن ثم تقليل تأثير الرسوم المقررة.

جدول رقم (2-1)

عدد الشركات المتصلة بالشبكة القومية لرصد الانبعاثات الصناعية خلال عام 2022

الصناعة	عدد الشركات	الصناعة	عدد الشركات
أسمنت	25	محطات توليد القوى الكهربية	28
الأسمدة	13	شركات السيراميك	2
شركات الحديد والصلب	6	شركات الزجاج المسطح	1
الألمونيوم	1	شركات تكرير البترول	9
بتروكيماويات	6	الإجمالي	91

المصدر: الموقع الإلكتروني لوزارة البيئة https://www.eeaa.gov.eg

قانون رقم 15 لسنة 2017 (قانون تيسير إجراءات تراخيص المنشآت الصناعية): وفقًا للمواد (8،9) من القانون لا يجوز إنشاء أو تشغيل منشآت صناعية عالية الخطورة (بيئيًا أو صحيًا أو أمنيًا) بدون ترخيص مسبق من الجهة المختصة، كما يُحظر إقامة المنشآت الصناعية في مناطق محددة بقرار من الوزير المختص دون ترخيص مسبق.

قرار وزير البيئة رقم 49 لسنة 2021: يلزم القرار شركات الأسمنت باستخدام ما لا يقل عن 10% من وقود المرفوضات (RDF) ضمن مزيج الطاقة، مع فرض رسم 1% من سعر طن الفحم على الشركات غير الملتزمة. ويشترط تقديم خطة زمنية لتحقيق النسبة خلال عام، وإلا يُمنع تجديد التصريح على أن تُورّد حصيلة الرسوم لصندوق حماية البيئة، ويخصص 0.1% منها لدعم منظومة (RDF) ويُستثنى من القرار الشركات التي تستخدم الفحم كمدخل صناعي أو التي حققت النسبة المطلوبة أو تجاوزتها، مع استمرار العمل بالإجراءات السابقة لتصاريح الفحم.

2.2 شهادات الجودة والامتثال لمعايير الأداء البيئي للصناعت المعنية

شهادةEN ISO:14001 في إطار استراتيجية وزارة قطاع الأعمال العام لتحديث الشركات ومواءمتها مع معايير التصنيع العالمية، نجحت شركة مصر للألومنيوم في إدخال منتجات جديدة مثل أسلاك الكهرباء والعبوات الدوائية. وقد حصلت الشركة على شهادةEN ISO:14001، كخطوة نحو الالتزام بمعايير مبادرة الإشراف على الألومنيوم(ASI) ، بما يضمن سلامة سلاسل التوريد، وحماية البيئة، واستمرار تسجيل علامتها في بورصة لندن للمعادن. كما أنجزت الشركة حساب البصمة الكربونية لمنتجاتها، دعمًا لمتطلبات الاتحاد الأوروبي البيئية، وتسعى لخفض الانبعاثات الكربونية لضمان استمرار التصدير، وزيادة الصادرات إلى الأسواق الأوروبية والعالمية. وتستفيد مصر للألومنيوم من اعتمادها ضمن برنامج الفاعل الاقتصادي المعتمد، الذي يسهم في تسهيل إجراءات التصدير وسرعة الإفراج الجمركي للدول المعتمدة مثل دول الاتحاد الأوروبي.

شهادة الامتثال لمعايير الأداء البيئي والاجتماعي والحوكمة: يُعد حصول شركة مصر للألومنيوم على هذه الشهادة خطوة مهمة ضمن خطة التطوير لتحسين الأداء وزيادة الصادرات، ويعكس التزامها بتطبيق المعايير الدولية والشفافية، حيث تُمكّن هذه الشهادة الشركة من الاستمرار في التصدير والتوسع خارجيًا، خاصة نحو دول الاتحاد الأوروبي، التي تستحوذ على أكثر من 60% من صادراتها.

شهادة المطابقة الفنية لنظم إدارة الطاقة ISO 50001:2018 حصلت عليها شركة أبو قير للأسمدة، وهي شهادة تركز على ترشيد استهلاك الطاقة وتعزيز الكفاءة الاقتصادية، مما يشير إلى التزام الشركة بأعلى معايير الجودة والطاقة، وإنها أكثر استعدادًا للتوافق مع معايير الاتحاد الأوروبي المستقبلية في هذا المجال.

شهادات التحقق من تقارير البصمة الكربونية تمنح هذه الشهادات ضمن جهود الدولة لتحقيق مستهدفات رؤية مصر 2030، وخفض الانبعاثات الكربونية، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، بما يعزز تنافسية المنتج المصري محليًا ودوليًا، وتمنح من خلال وحدة الأداء البيئي بالهيئة المصرية العامة للمواصفات والجودة وفقًا للمعايير الدولية. وقد حصلت كل من شركة حديد عز الدخيلة، وشركة إيثيدكو للبتروكيماويات، وشركة المراكبي للصلب، وشركة وادي النيل للأسمنت، وشركة السويدي للأسمنت، وشركة الجيزة للكابلات، على شهادات التحقق من تقارير البصمة الكربونية.

3.2 صناعة الأسمدة

1.3.2 الهيكل المؤسسي لصناعة الأسمدة

تُعد صناعة الأسمدة من الصناعات الحيوية للاقتصاد المصري، لما لها من دور مباشر في دعم القطاع الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي، إلى جانب مساهمتها الكبيرة في الصادرات السلعية غير البترولية، ما يجعلها مصدرًا رئيسًا لتوفير العملة الأجنبية

وتحسين ميزان المدفوعات. وقد بدأت هذه الصناعة في مصر منذ عام 1933 بإنتاج الأسمدة الفوسفاتية، ثم توسعت عام 1946 بإنتاج الأسمدة النيتروجينية، لتتطور لاحقًا وتشمل مختلف أنواع الأسمدة الكيماوية والعضوية مثل اليوريا، ونترات النشادر، وسلفات الأمونيوم، والسوبر فوسفات، والأسمدة المركبة(NPK)، بما يلبّي احتياجات السوق المحلي ويدعم القدرة التصديرية. وتتمتع الصناعة بقدرات إنتاجية كبيرة تتيح تحقيق نسب مرتفعة من الاكتفاء الذاتي، وتُسهم في توليد قيمة مضافة عالية، ويتيح فائض الإنتاج إمكانات واعدة للتوسع في التصدير إلى الأسواق الإقليمية والدولية، بما يدعم الميزان التجاري ويُعزز موارد الدولة من النقد الأجنبي.

يتكون الهيكل المؤسسي لصناعة الأسمدة في مصر من مجموعة متنوعة من الكيانات الصناعية الكبرى والمتوسطة، تشمل شركات تابعة للقطاع العام وأخرى مملوكة للقطاع الخاص بما يعكس تعددية في أنماط الملكية والتشغيل داخل هذا القطاع الاستراتيجي. يأتي في مقدمة الشركات الحكومية المنتجة للأسمدة الأزوتية (15.5%) شركة أبو قير للأسمدة والصناعات الكيماوية إلى جانب شركة كيما أسوان، والدلتا للأسمدة (طلخا)، وشركة حلوان للأسمدة، وشركة النصر للأسمدة والصناعات الكيماوية (الإنتاج لأغراض الصناعة) وشركة مصر لإنتاج الأسمدة والتي تنقسم إلى شركة موبكو، والشركة المصرية للمنتجات النيتروجينية.

بينما جاءت في المركز الأول شركة أبو زعبل للأسمدة والمواد الكيماوية، ضمن الشركات الحكومية المنتجة للأسمدة الفوسفاتية تليها الشركة المالية والصناعة المصرية. وفي المقابل يضم القطاع الخاص العديد من الشركات منها أفكو مصر، وشمس للأسمدة (الدقهلية) وفيريكم مصر، ومنتجي الكمبوست مثل الزهرة، وميكس، وجرين ماجيك، وجرانورا.

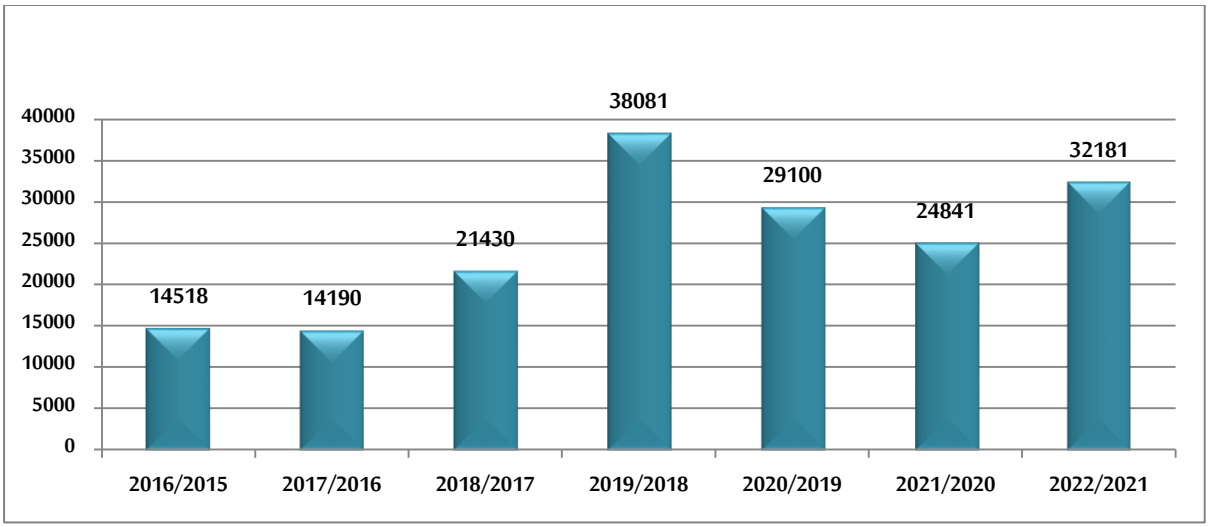
(www.hundzsoil.com)، (https://mosader.com) .

وبصفة عامة يبلغ عدد منشآت صناعة الأسمدة المسجلة بغرفة الصناعات الكيماوية إلى نحو 24 ألف منشأة، بقيمة إنتاج للقطاع تصل إلى نحو 52.2 مليار جنية عام 2022/2021، وفقًا لبيانات الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، كما ارتفع حجم الاستثمارات إلى 36 مليار دولار في عام 2024، وسجلت صادرات الأسمدة نحو 2.5 مليار دولار خلال نفس العام.

بالنسبة للعمالة في هذه الصناعة، شهدت نموًا ملحوظًا في حجم العمالة خلال الفترة من 2015 إلى 2022 (أخر بيان متاح) حيث ارتفع عدد العاملين من نحو 14.5 ألف عامل في عام 2015 إلى 32.2 ألف عامل في عام 2022، بمعدل نمو بلغ نحو 121.7% مقارنة بعام 2015

يُلاحظ أن شركات القطاع الخاص استحوذت على النسبة الأكبر من العمالة، حيث شكّل العاملون بها نحو 75.8% من إجمالي عدد العاملين في هذا القطاع خلال الفترة محل الدراسة، وهو ما يُبرز الدور المحوري للقطاع الخاص في التشغيل داخل هذه الصناعة الحيوية.

ويوضح الشكل التالي (2-1) تطور عدد العاملين بالقطاعين العام والخاص لهذه الصناعة خلال الفترة محل الدراسة وفق بيانات نشرات إحصاء الإنتاج الصناعي لأعوام مختلفة.



المصدر: جمعت وحسبت من: (1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الإنتاج الصناعي لمنشأت القطاع العام/ الأعمال العام، أعداد مختلفة 2017- 2024.

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الإنتاج الصناعي لمنشأت القطاع الخاص، أعداد مختلفة 2017-2024.

شكل رقم(2-1)

تطور إجمالي عدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الأسمدة خلال الفترة 2015-2022

2.3.2 مراحل تصنيع الأسمدة في مصر

الأسمدة النيتروجينية: تبدأ عملية تصنيع الأسمدة النيتروجينية (الأوزتية) بإنتاج الأمونيا عبر تفاعل النيتروجين المستخلص من الهواء مع الهيدروجين المستمد من الغاز الطبيعي عند ظروف درجة حرارة وضغط مرتفعة. ويُستَهلك نحو 60% من الغاز الطبيعي كمادة خام لتوفير الهيدروجين، بينما يُستخدم الجزء المتبقي كمصدر للطاقة اللازمة لتشغيل وحدات التوليف، تُستَخدم الأمونيا بعد ذلك في تحضير حمض النيتريك الذي يُدمَج معه لإنتاج أسمدة النترات مثل نترات الأمونيوم، كما يمكن تكوين اليوريا من خلال تفاعل الأمونيا مع ثاني أكسيد الكربون السائل، ويمكن كذلك تحضير محاليل نترات الأمونيوم بخلط النترات أو الأمونيا الناتجة بالماء لتكوين منتجات سائلة مناسبة للتطبيق الزراعي.(www.fertilizerseurope.com)

الأسمدة الفوسفاتية: تمر بعدة مراحل متتابعة، تبدأ باستخراج خام الفوسفات ونقله إلى مصانع الإنتاج، حيث يُخلط بحامض الكبريتيك لتكوين كبريتات الكالسيوم وحامض الفوسفوريك عبر تفاعلات كيميائية سريعة. ثم يُطحن الخام ويُنقل إلى الخلاطات لإجراء التفاعل الأول مع حمض الكبريتيك المخفف، يليه تعتيق المزيج في أوعية تفاعل تسمح بتبلور الفوسفات وتصلبه. بعد ذلك يُنقل المنتج إلى مراحل التخزين التي تستمر من أسبوعين إلى ستة أسابيع لاستكمال التفاعلات الكيميائية، مع تقليب المخزون لتسريع النضج. وفي النهاية ينتج سماد يحتوي على حامض الفوسفوريك، يتميز بقدرته العالية على امتصاص الرطوبة وجاهزيته للاستخدام الزراعي.

3.3.2 التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الأسمدة

على الرغم من الأهمية الاقتصادية والاستراتيجية لصناعة الأسمدة، فإنها تُعد من أكثر الصناعات تأثيرًا على البيئة نتيجة طبيعة عملياتها الإنتاجية وكثافة استخدام المواد الكيميائية، لا سيما في إنتاج الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية. وتتمثل

أبرز هذه التأثيرات في الانبعاثات الغازية، حيث ينتج عن صناعة الأسمدة النيتروجينية كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري، وعلى رأسها أكسيد النيتروز(N2O) لذي يُعد من الغازات الأكثر تسببًا في الاحتباس الحراري بعد ثاني أكسيد الكربون، كما يساهم الاعتماد على الغاز الطبيعي في إنتاج الأمونيا في انبعاث كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون (CO2) وهو ما يشكل تحديًا رئيسًا في ظل التوجهات العالمية نحو خفض الانبعاثات والتزامات مصر باتفاق باريس للمناخ.

وإلى جانب الانبعاثات، فإن الاستخدام المفرط للأسمدة النيتروجينية المحتوية على مركبات مثل نترات الأمونيوم واليوريا يؤدي إلى زيادة تركيز الأمونيوم في التربة، مما يسبب ارتفاع حموضتها (انخفاض درجة pH). وتؤثر هذه الحموضة سلبًا على الكائنات الدقيقة النافعة، مثل البكتيريا المثبتة للنيتروجين، فتقل أعدادها ونشاطها. كما يرتبط الاستخدام المكثف للأسمدة الفوسفاتية بتراكم عناصر ثقيلة ضارة، أبرزها الكادميوم، الذي يشكل خطورة على صحة الإنسان عند انتقاله عبر السلاسل الغذائية النباتية والحيوانية. (www.zatonaz.com/blog)

مصادر الانبعاثات الكربونية في مصانع الأسمدة: تعتمد صناعة الأسمدة بشكل أساسي على الغاز الطبيعي كمصدر رئيس للطاقة والمواد الأولية في آن واحد، وهو ما يجعلها من أبرز القطاعات المولدة لانبعاثات الغازات الدفيئة. وتكتسب هذه الانبعاثات أهمية خاصة بالنظر إلى مساهمة صناعة الأسمدة النيتروجينية في مصر بما يقارب 8% من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على المستوى القومي. ولا يقتصر أثرها على مرحلة الإنتاج فقط، بل يمتد ليشمل مراحل النقل والتوزيع والاستخدام الميداني للأسمدة في الزراعة، حيث تُطلق أكاسيد النيتروجين التي تُعد من الغازات ذات الأثر القوي في تكثيف ظاهرة الاحتباس الحراري. (nnbusinessarabic.com)

وتتنوع مصادر الانبعاثات الكربونية في مصانع الأسمدة بين انبعاثات مباشرة وأخرى غير مباشرة، ويمكن تصنيفها إلى ثلاث فئات رئيسة:

- **الانبعاثات المباشرة (Scope1)**

تأتي بشكل أساسي من حرق الوقود الأحفوري في عمليات الإنتاج، خاصة في صناعة الأمونيا التي تعتمد على الغاز الطبيعي كمادة خام وكمصدر للوقود، بالإضافة إلى انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مثل ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز من العمليات الإنتاجية المختلفة.

- **الانبعاثات غير المباشرة (Scope 2)**

تنتج عن استهلاك الكهرباء والحرارة اللازمة لتشغيل العمليات الصناعية.

- **الانبعاثات غير المباشرة الأخرى (Scope3)**

تشمل الانبعاثات الناتجة عن أنشطة النقل والتوريد مثل نقل المواد الخام والمنتجات النهائية، وكذلك الانبعاثات المصاحبة لتجهيز المواد الخام.

4.3.2 الهيكل الإنتاجي لصناعة الأسمدة

بدراسة بيانات الإنتاج الفعلي لكل من الأسمدة النتروجينية، والأسمدة الفوسفاتية خلال الفترة 2015-2022، والواردة بالجدول رقم(2-2) يتبين ما يأتي:

- **<u>الأسمدة النتروجينية</u>:** شهدت الكميات المنتجة خلال الفترة محل الدراسة تطورًا ملحوظًا، حيث ارتفعت من نحو 2.5 مليون طن في عام 2016/2015 إلى ما يقرب من 9.1 مليون طن في عام 2020/2019، محققةً معدل نمو بلغ نحو 261.6% مقارنةً بكمياتها المنتجة في بداية الفترة. غير أن الإنتاج عاد ليتراجع إلى نحو 6.04 مليون طن في عام 2022/2021، وهو ما يمكن

إرجاعه إلى التداعيات الاقتصادية لأزمة جائحة كوفيد-19 التي تسببت في توقف أو تقليص نشاط العديد من المنشآت الإنتاجية. وبوجه عام، بلغ متوسط الإنتاج خلال الفترة بأكملها نحو 5.9 مليون طن، بما يعكس اتجاهًا تصاعديًا ملحوظًا حتى عام 2020 أعقبه تراجع نسبي بفعل الظروف الطارئة العالمية.

- **الأسمدة الفوسفاتية:** اتسمت الكميات المنتجة خلال فترة الدراسة باتجاه عام تصاعدي حتى عام 2020/2019، حيث ارتفعت من نحو مليون طن في عام 2016/2015 إلى نحو 7.5 مليون طن عام 2020/2019، وهو ما يعكس تحسنًا ملحوظًا في القدرات الإنتاجية. إلا أن هذا النمو لم يستمر، إذ تراجع الإنتاج إلى نحو 5.1 مليون طن في عام 2022/2021 متأثرًا بتداعيات جائحة كوفيد-19 وما صاحبها من تباطؤ اقتصادي وإغلاق جزئي للمنشآت الصناعية. وبصورة عامة، سجل الإنتاج خلال الفترة متوسطًا قدره 4.5 ملايين طن، بما يُظهر مسارًا توسعيًا في النصف الأول من المدة أعقبه انخفاض نسبي نتيجة للظروف العالمية الاستثنائية.
- **أسمدة أخرى:** تزايد إنتاج بقية الأصناف من الأسمدة من نحو 1.1 مليون طن عام 2016/2015 إلى نحو 3.7 مليون طن عام 2020/2019 ثم تناقص الإنتاج إلى نحو 785.7 ألف طن عام 2022/2021

جدول رقم(2-2)

الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك (طن) من أهم منتجات الأسمدة خلال الفترة 2015-2022

البيان		2016/2015	2018/2017	2020/2019	2022/2021
الأسمدة النتروجينية	الإنتاج الفعلي	2,521,511	5,746,953	9,116,674	6,043,571
	المتاح للاستهلاك	2,421,523	5,709,712	9,489,417	6,056,703
الأسمدة الفوسفاتية	الإنتاج الفعلي	1,004,505	90,183	7,496,427	511,298
	المتاح للاستهلاك	754,761	53,084	8,007,740	348,818
أسمدة أخرى	الإنتاج الفعلي	1,053,438	1,644,320	3,756,971	785,799
	المتاح للاستهلاك	1,008,582	1,608,696	3,960,116	1,080,116

المصدر: جمعت وحسبت من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك لأهم السلع الصناعية القطاع العام/ الأعمال العام والقطاع الخاص، أعداد مختلفة، 2019-2024.

5.3.2 الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمدة

أظهرت الدولة المصرية خلال فترة الدراسة قدرة واضحة على تحقيق مستويات مرتفعة من الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمدة، وذلك على الرغم من التراجع الملحوظ في حجم الإنتاج الفعلي خلال عام 2021/2020، وفقًا لبيانات النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك لأهم السلع الصناعية بالقطاعين العام/الأعمال العام والخاص الصادرة عام 2023، إلا أن هذا الانخفاض في الإنتاج تزامن معه تراجع مماثل في الكميات المستهلكة محليًا، مما حال دون حدوث أي اختلال في توازن العرض والطلب بالسوق الداخلي خلال هذا العام.

وقد يُعزى هذا التراجع في كل من الإنتاج والاستهلاك بدرجة كبيرة إلى التداعيات المباشرة لجائحة كوفيد-19، حيث أسهمت القيود المفروضة على الأنشطة الاقتصادية عالميًا، واضطرابات سلاسل الإمداد، والتأخير في عمليات نقل المواد الخام، في تقليص معدلات تشغيل المصانع بما في ذلك مصانع إنتاج الأسمدة.

ويعكس هذا الوضع، من ناحية أخرى، مرونة وتطور القدرات الإنتاجية المحلية التي استطاعت التكيف مع الظروف الطارئة وتحقيق التوازن مع احتياجات السوق المحلي. ويتضح من تحليل بيانات الجدول رقم (2-2) أن متوسط نسب الاكتفاء الذاتي خلال الفترة (2019–2022) بلغت نحو 100% للأسمدة النيتروجينية، ونحو 135.8% للأسمدة الفوسفاتية، ونحو 93.6% لفئة الأسمدة الأخرى.

6.3.2 العلاقات التشابكية لصناعة الأسمدة بقطاعات الاقتصاد القومي

ترتبط صناعة الأسمدة بعلاقات تشابكية قوية مع العديد من قطاعات الاقتصاد المصري، إذ تُعد إحدى الصناعات الاستراتيجية ذات التأثير المتداخل على مختلف جوانب الاقتصاد القومي، فهي صناعة تتقاطع في مكوناتها وتأثيراتها مع قطاعات مثل الزراعة، والبتروكيماويات، والنقل، والتجارة، إلى جانب ارتباطها الوثيق بالسياسات المالية والتخطيطية للدولة. وتبرز أهمية هذه العلاقات التشابكية في قدرتها على تعزيز القيمة المضافة، وزيادة التنافسية، ودعم تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ما يجعل صناعة الأسمدة محورًا رئيسًا في منظومة الاقتصاد الوطني.

وفيما يلي استعراض لبعض هذه العلاقات التشابكية.

- **الارتباط بالقطاع الزراعي:**

تمثل صناعة الأسمدة دعامة رئيسة للقطاع الزراعي، حيث تُعد من أهم مصادر مدخلات عملية الإنتاج الزراعي التي تؤثر بشكل مباشر في جودة المحاصيل، وخصوبة التربة، حيث تساعد الأسمدة، على تحسن الإنتاجية الزراعية، ما يُسهم في تعزيز الأمن الغذائي. ويكتسب هذا الدور أهمية متزايدة في ظل محدودية المساحات الزراعية، حيث تسهم في تحقيق قدر أعلى من الاكتفاء الذاتي الغذائي واستقرار منظومة الإنتاج الزراعي. كما تغطي منتجات الأسمدة احتياجات التحول نحو نظم الزراعة الحديثة، إذ توفر أنواعًا متخصصة من الأسمدة تتلاءم مع الزراعة في البيوت المحمية وأنظمة الري الذكي، ما يعزز كفاءة استخدام الموارد ويرفع جودة الإنتاج وكمياته.

هذا وتتنوع الأسمدة المستخدمة في القطاع الزراعي بين أسمدة نيتروجينية مثل اليوريا ونترات النشادر لتشجيع النمو الخضري، وأسمدة فوسفاتية مثل السوبر فوسفات لتعزيز تكوين الجذور والأزهار والثمار، وأسمدة بوتاسية مثل سلفات البوتاسيوم لزيادة قوة النباتات ومقاومتها، بالإضافة إلى الأسمدة المركبة التي تجمع بين هذه العناصر (NPK) لتلبية احتياجات التربة والمحصول المختلفة (سالمان ومصطفي، 2019).

- **الارتباط بقطاع الصناعات البتروكيماوية:**

تُعد صناعة الأسمدة امتدادًا وظيفيًا لصناعة البتروكيماويات، نظرًا لاعتمادها المباشر على المواد الخام الناتجة عنها، وتبرز هذه العلاقة بوضوح في الأسمدة النيتروجينية، التي تعتمد بشكل رئيس على الغاز الطبيعي كمادة خام أساسية. حيث يُستخدم في إنتاج الأمونيا(NH_2) والتي تنتج بتحويل الغاز الطبيعي إلى هيدروجين خلال تفاعل حفزي ويستخدم البخار والهواء الجوي لإتمام هذه العملية كما يستخدم النيتروجين المتواجد في الهواء الجوي كمصدر طبيعي للنيتروجين اللازم لإنتاج الأمونيا.(www.mopco-eg.com).

كذلك، تعتمد صناعة الأسمدة المركبة (NPK) على مكونات مشتقة من الصناعات البتروكيماوية مثل حمض الفوسفوريك، وكبريتات البوتاسيوم ،والأمونيا، (cementl.com/ar/npk -fertilizer-production) .

يعكس هذا الترابط بين منتجات صناعة الأسمدة وصناعة البتروكيماويات تشابكًا صناعيًا يُعزز من تكامل سلاسل القيمة داخل قطاع الصناعات التحويلية في الاقتصاد المصري.

- **الارتباط بقطاع التصدير:**

تُعد الأسمدة خاصة النتروجينية من أهم صادرات الأسمدة، حيث تمثل مع المنتجات الكيماوية نحو 18.8% من إجمالي الصادرات السلعية غير البترولية خلال عام 2023 وفقًا لبيانات وزارة التجارة والصناعة. وتستفيد مصر من موقعها الجغرافي وتوافر المواد الخام والطاقات الإنتاجية الكبيرة في توسيع نطاق صادراتها إلى الأسواق الأوروبية والآسيوية والأفريقية، ما يُعزز من مصادر النقد الأجنبي ويُسهم في تحسين ميزان المدفوعات.

- **الارتباط بشبكة البنية التحتية للطرق والسكك الحديدية:**

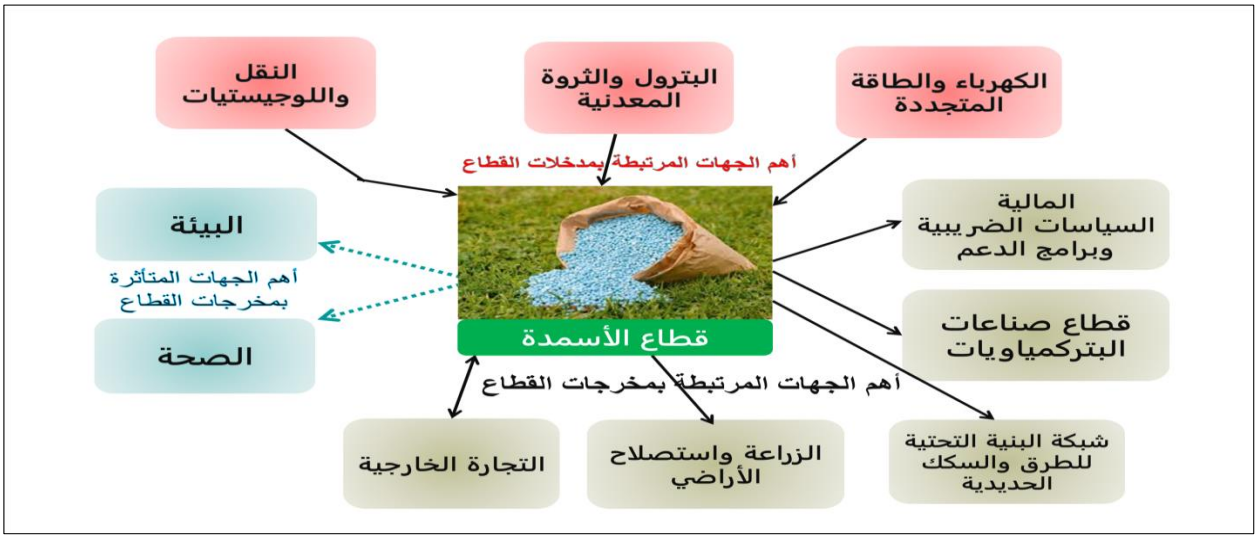
تعتمد شركات الأسمدة على شبكات النقل البري والنهري والسكك الحديدية في نقل المواد الخام (مثل الفوسفات، والكبريت، والأمونيا) من مصادرها إلى مواقع التصنيع. حيث يُستخدم النقل البري في توزيع المنتجات النهائية إلى مخازن التوزيع، والجمعيات الزراعية، والمستهلكين الزراعيين في المحافظات المختلفة.

كذلك النقل النهري حيث نفذت أول عملية شحن من نوعها عبر نهر النيل لنقل 750 طنًا من سماد اليوريا المعبأ من ميناء دمياط إلى منطقة توشكى، مرورًا بمحطة الأعقاب في أسوان.(www.mopco-eg.com) ومن ثم فإن أي ضعف في البنية التحتية للنقل أو ارتفاع تكاليفه يؤثر مباشرة على تكلفة المنتج النهائي، ويقلل من ربحية الشركات.

- **الارتباط بالقطاع المالي وبرامج الدعم الحكومي:**

ترتبط صناعة الأسمدة، كغيرها من الصناعات، بالسياسات الضريبية وبرامج الدعم الحكومي التي تشرف عليها وزارة المالية، وتشمل هذه السياسات الشركات العاملة في القطاعين العام والخاص. كما تضطلع الوزارة بإدارة برامج الدعم الخاصة بالأسمدة الزراعية من خلال تحديد آليات توجيه الدعم للمزارعين عبر تسعير الأسمدة المنتجة محليًا بأسعار مدعومة. ويوضح الشكل التالي أهم القطاعات المرتبطة بصناعة الأسمدة.

ويوضح الشكل رقم(2-2) العلاقات التشابكية بين صناعة الأسمدة وأهم قطاعات الاقتصاد القومي



المصدر: من إعداد الباحث

شكل (2-2)

العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الأسمدة

4.2 صناعة الأسمنت

1.4.2 الهيكل المؤسسي لصناعة الأسمنت

تُعد صناعة الأسمنت من أقدم الصناعات الاستراتيجية في مصر، حيث بدأت ملامحها الأولى عام 1911، ثم تأسست أول شركة وطنية وهي شركة أسمنت طره عام 1927، تلتها شركة أسمنت حلوان عام 1929، لتشكّلا معًا النواة الأولى لهذا القطاع، وخلال خمسينيات القرن العشرين شهدت الصناعة توسعًا ملحوظًا بإنشاء الشركة القومية للأسمنت عام 1956. (http://www.fedcoc.org.eg).

واستمر هذا التوسع خلال عقدي السبعينيات والثمانينيات بإنشاء عدد من الشركات الجديدة مثل: شركة السويس للأسمنت عام 1977، شركة أسمنت القطامية عام 1981، وشركة العامرية للأسمنت عام 1987.

وفي إطار توجه الدولة المصرية نحو تنمية مناطق سيناء والصعيد، تأسست شركات أخرى كان لها دور بارز مثل: شركة أسمنت سيناء ومصر للأسمنت – قنا عام 1997، بالإضافة إلى شركة سيناء للأسمنت الأبيض والعريش للأسمنت التابعة لجهاز مشروعات الخدمة الوطنية. (https://www.chrkat.com).

وفي عام 2008 دخلت شركة لافارج الفرنسية السوق المصرية عبر الاستحواذ على مصانع أوراسكوم لتؤسس لافارج مصر، كما تأسست شركة النهضة للأسمنت بقنا التي بدأت التشغيل الفعلي عام 2012. توالى بعد ذلك ظهور شركات بارزة منها: شركة جنوب الوادي للأسمنت، وشركة أسمنت بني سويف، وشركة أسمنت المنيا، أسيك المنيا، وشركة السويدي للأسمنت، وشركة أسمنت وادي النيل، والشركة العربية للأسمنت. (https://www.chrkat.com) .

وبحسب بيانات عام 2022، يضم قطاع الأسمنت المصري نحو 19 شركة تمتلك مجتمعةً 48 خط إنتاج، موزعة بواقع 12 خطًا للقطاع العام و36 خطًا للقطاع الخاص. (جدول 2-3).

جدول رقم(2-3)

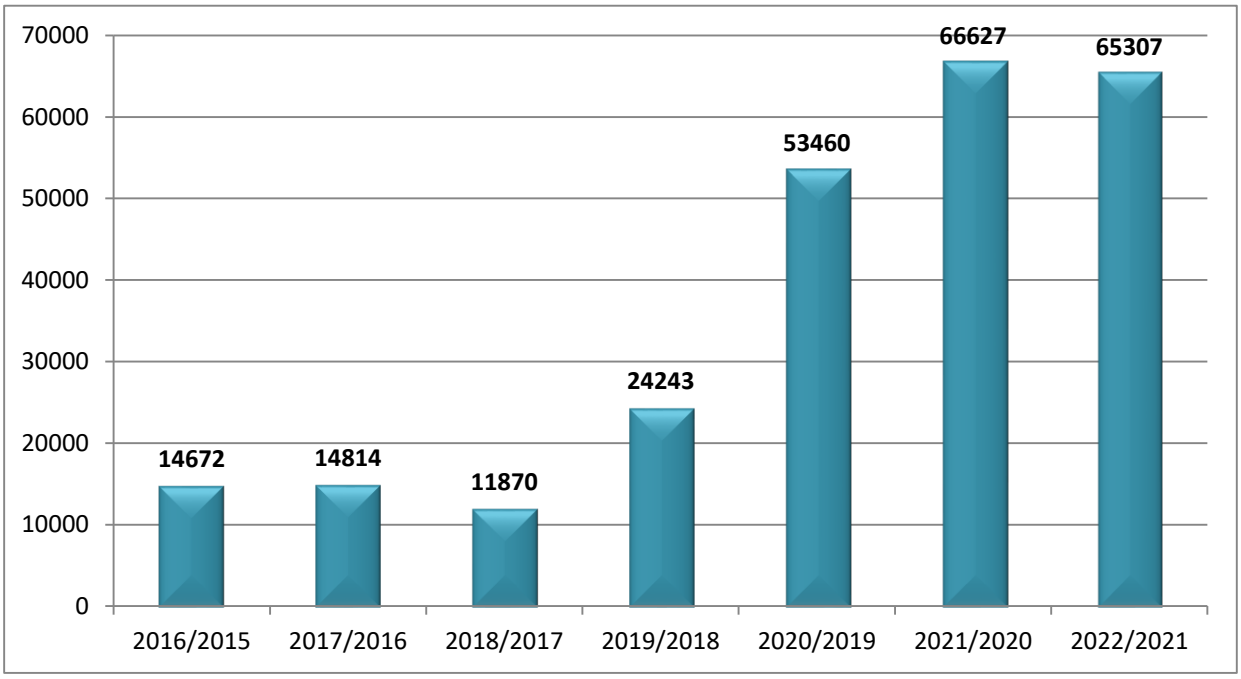
عدد شركات الأسمنت في مصروخطوط إنتاجها عام 2022

م	اسم الشركة	عدد خطوط الإنتاج	موقع الشركة
1	الشركة الوطنية للأسمنت	6	بني سويف
2	السويس للأسمنت	9	السويس، القطامية، طره وحلوان
3	لافارج للأسمنت	5	العين السخنة
4	أسمنت العريش	4	شمال سيناء
5	أسمنت أسيوط	3	أسيوط
6	أسمنت العامرية	3	الإسكندرية
7	تيتان للأسمنت	3	الإسكندرية، وبني سويف
8	الشركة العربية للأسمنت	2	العين السخنة
9	أسمنت سيناء	2	شمال سيناء
10	مصر بنى سويف	2	بني سويف
11	السويدى	1	العين السخنة
12	أسمنت وادى النيل	1	بني سويف
13	مصر للأسمنت قنا	1	قنا
14	مصر للأسمنت المنيا	1	المنيا

م	اسم الشركة	عدد خطوط الإنتاج	موقع الشركة
15	أسمنت النهضة	1	قنا
16	شركة صناعات مواد البناء	1	أسيوط
17	جنوب الوادي	1	بني سويف
18	أسمنت ميدكوم	1	أسوان
19	أسمنت المصريين	1	سوهاج
الإجمالي	19 شركة أسمنت	48	-

المصدر: المحلاوي (2024). تأثير الإدارة الرشيقة على الأداء التنظيمي دراسة تطبيقية على شركات صناعة الأسمنت في جمهورية مصر العربية. المجلة الأكاديمية للعلوم الإجتماعية, المجلد(5)، العدد(2) الجزء الثالث.

وبالنسبة لعدد العاملين، فقد شهدت صناعة الأسمنت زيادة واضحة في حجم العمالة خلال الفترة من 2015 إلى 2022، حيث ارتفع عدد العاملين من نحو 14.7 ألف عامل عام 2015 إلى ما يقارب 65.3 ألف عامل عام 2022، بمعدل زيادة بلغ نحو 345% مقارنة ببداية الفترة. ويستحوذ القطاع الخاص على النصيب الأكبر من فرص العمل، إذ تجاوزت مساهمته 93.9% من إجمالي العاملين في الصناعة، مما يؤكد دوره المحوري في توفير فرص التشغيل وتعزيز النشاط داخل هذا القطاع الاستراتيجي. (شكل رقم 2-3).



إجمالي العاملين في صناعة الأسمنت والجير والجص + العاملين بصناعة الأصناف المنتجة من الأسمنت والجص للقطاعين العام والخاص.
المصدر: جمعت وحسبت من: (1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الإنتاج الصناعي لمنشأت القطاع العام/ الأعمال العام، أعداد مختلفة 2017- 2024. (2) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لإحصاء الإنتاج الصناعي لمنشأت القطاع الخاص، أعداد مختلفة 2017- 2024.

شكل رقم(2-3)

تطور إجمالي عدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الأسمنت خلال الفترة 2015-2022

2.4.2 مراحل تصنيع الأسمنت في مصر

يتم استخراج الأسمنت من الجير والطفلة وهي مواد خام طبيعية يتم استخراجها من المحاجر التي عادة ما تكون بجانب مصانع الأسمنت، وتبدأ مراحل صناعته كالآتي:

- **مرحلة الطحن والتجفيف:**

تتمثل المراحل الأولى في تصنيع الأسمنت في عمليتي الطحن والتجفيف، حيث يمر الجير والطفلة بمراحل أولية من الطحن لتقليل أحجامها، ويتم مطابقة المواد الخام ببعضها حسب الحجم على نحو دقيق، ثم يتم وضع الإضافات حتى تصبح مسحوقًا ناعمًا للغاية يسمي الطحين الخام، والذي ينتقل بعد ذلك إلى صوامع الخلط ثم يوضع في المخازن.

- **مرحلة الحرق:**

يوضع الطحين الخام في الأفران ويسخن حتى 1450 درجة مئوية من أجل الحصول على الكلنكر، حيث تضفي مكونات الكلنكر الخصائص المائية على الأسمنت. ثم يتم بعد ذلك إخراج الكلنكر من الأفران ويتم تبريده بشكل سريع ثم تخزينه. يعد إنتاج الكلنكر إلى حد بعيد المرحلة الأكثر كثافة لانبعاثات الكربون في إنتاج الأسمنت والخرسانة، حيث يساهم بنسبة 88% من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للقطاع والناتجة من حرق الوقود للسماح للأفران بالوصول إلى 1450 درجة مئوية المطلوبة للكلنكر.

- **مرحلة الرقابة والتحكم المركزي:**

تخضع عملية تصنيع الأسمنت بأكملها للرقابة والتحكم بصورة مستمرة من خلال غرف صغيرة في الأقسام المختلفة أو من خلال غرفة التحكم المركزية، وتعرض جميع البيانات المتعلقة بالإنتاج والجودة والتحكم البيئي على مدار 24 ساعة يوميًا على شاشات الكمبيوتر. حيث يقوم الفنيون بملاحظة أي أعطال أو أخطار محتملة واتخاذ الإجراءات التصحيحية أو الوقائية من أجل استعادة السيطرة على النظام.

- **مرحلة الطحن النهائي:**

تتكون المرحلة الأخيرة من عميلة تصنيع الأسمنت من طحن الكلنكر المخلوط بالجبس وأي مكونات ثانوية أخرى لينتج عن ذلك أنواع مختلفة من الأسمنت تستخدم لأغراض مختلفة، ثم تخزن الأنواع المختلفة من الأسمنت في صوامع تتناسب مع طبيعة كل نوع.

- **مرحلة تجهيز المنتج النهائي:**

ينقل الأسمنت الجاهز للاستعمال إلى المستهلكين إما عن طريق شحنه في ناقلات أو تعبئته في أكياس، وتتم هذه العملية من خلال مطابقتها باللوائح القائمة وسياسة الشركة بشأن التحكم والصيانة والتطوير المستمر لجودة المنتجات والخدمات على حد سواء.

وتضم منتجات الأسمنت مجموعة متنوعة من الأنواع التي تختلف في خصائصها ومجالات استخدامها، وذلك استجابةً لاحتياجات الأسواق المحلية والعالمية وللمتطلبات المشروعات الهندسية المتخصصة، ويأتي هذا التنوع نتيجة للتطور التقني في عمليات الإنتاج والحرص على تلبية معايير الجودة والاستدامة. ويوضح (جدول 2-4) أهم هذه المنتجات واستخداماتها.

جدول (2-4)

أهم منتجات صناعة الأسمنت في مصرواستخداماتها

اسم المنتج	أهم خصائصه واستخداماته
أسمنت البورتلاندي العادي	أكثر أنواع الأسمنت انتشارًا وأفضل الأنواع وأكثرهم استخدامًا فى جميع أنحاء العالم. يستخدم في الخرسانة المسلحة، والمباني السكنية، والمنشآت العامة
الأسمنت البورتلاندي البوزولاني	يُضاف إليه مواد بوزولانية مثل الطفلة أو الرماد المتطاير، وهو مقاوم للتفاعلات الكيميائية ويُستخدم في المنشآت المائية والسدود.
أسمنت مقاوم للكبريتات	يحتوي على نسبة منخفضة من ألومينات الكالسيوم، ويُستخدم في أساسات المباني في التربة الغنية بالكبريتات، وفي مشروعات الصرف الصحي
أسمنت بورتلاندي مخلوط	خليط من الكلنكر والجبس مع إضافات معدنية، ويستخدم لتقليل حرارة الإماهة (وهي كمية الحرارة المنطلقة نتيجة التفاعل الكيميائي بين مركبات الأسمنت والماء عند خلطهما، وهو ما يُعرف بعملية الإماهة Hydration) في المشروعات الكبرى مثل السدود.
الأسمنت الأبيض	يُشبه البورتلاندي لكنه يُصنّع من مواد خام منخفضة في أكاسيد الحديد والمنجنيز، ويُستخدم في أعمال الديكور، والواجهات المعمارية، وترميم الآثار.
الأسمنت الملون	يُضاف إليه أكاسيد معدنية لإعطائه ألوانًا مختلفة، ويستخدم للأرضيات والواجهات والزخارف.
أسمنت آبار البترول	يتحمل الضغط العالي ودرجات الحرارة المرتفعة، ويُستخدم في تبطين آبار البترول والغاز
أسمنت خبث الأفران	يُخلط بالخبث الناتج من صناعة الحديد والصلب، ويُستخدم في المنشآت البحرية والمناطق الساحلية لمقاومته للأملاح
أسمنت سريع التصلب	يشبه الأسمنت البورتلاندي لكنه يعطي مقاومة عالية خلال فترة قصيرة، وهو مناسب للأعمال التي تتطلب فك الشدات بسرعة أو في الأجواء الباردة
أسمنت منخفض الحرارة	يقلل من حرارة الإماهة، ويُستخدم في صب الكتل الخرسانية الضخمة مثل قواعد الجسور والسدود.

المصدر: https://gmengoffice.com/cement-types

3.4.2 التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الأسمنت

تُعَد صناعة البناء والتشييد من أكثر الصناعات تأثيرًا على البيئة، نظرًا لاعتمادها المكثف على استنزاف الموارد الطبيعية واستهلاك الطاقة، وما ينتج عنها من مخلفات وانبعاثات غازية ضارة. ويسهم التوسع في إنتاج الأسمنت عالميًا في تفاقم هذه الانبعاثات، خاصة غبار ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والكبريت، بما يشكل تهديدًا للصحة العامة ويستدعي تطبيق إجراءات بيئية صارمة للحد من آثارها.(Stajanca et al., 2012) .

- **مصادر الانبعاثات الكربونية في مصانع الأسمنت:** تتضمن **الانبعاثات المباشرة (Scope1)** والتي تنشأ أساسًا من عملية التكليس في أثناء تصنيع الكلنكر، إضافةً إلى الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود داخل الأفران.
- **الانبعاثات غير المباشرة (Scope2)** التي تنتج عن استهلاك الكهرباء والحرارة اللازمة لتشغيل العمليات الصناعية، حيث تعتمد صناعة الأسمنت في مصر على مزيج متنوع من مصادر الطاقة، يشكل الغاز الطبيعي المصدر الرئيس بنسبة تقارب

53% من إجمالي الاستهلاك، يليه البترول بنسبة 41%، ثم الطاقة الكهرومائية المولدة من السد العالي بنسبة 3%، بينما لا تتجاوز مساهمة الفحم 2% والطاقة المتجددة 1%.(فرج، 2015).

- **الانبعاثات غير المباشرة الأخرى (Scope3)** والتي تشمل الانبعاثات الناتجة عن أنشطة النقل والتوريد مثل نقل المواد الخام والمنتجات النهائية، وكذلك الانبعاثات المصاحبة لتجهيز المواد الخام وفي مقدمتها الحجر الجيري.

4.4.2 الهيكل الإنتاجي لصناعة الأسمنت

شهدت صناعة الأسمنت في مصر تطورًا ملحوظًا خلال السنوات الأولى من فترة الدراسة، حيث ارتفع الإنتاج الفعلي لمنتجات الأسمنت من نحو 42.8 مليون طن عام 2016/2015 إلى نحو 89.9 مليون طن عام 2020/2019، محققًا معدل زيادة بلغ نحو 110.1% مقارنة ببداية الفترة. إلا أن هذا النمو لم يستمر طويلاً، إذ بدأ الإنتاج في التراجع ليسجل نحو 41.1 مليون طن عام 2021/2020، ثم انخفض إلى نحو 29.9 مليون طن عام 2022/2021. وقد انعكس هذا الاتجاه بوضوح على قيمة الإنتاج الفعلي، التي ارتفعت من نحو 28.9 مليار جنيه عام 2016/2015 إلى نحو 78 مليار جنيه عام 2020/2019، قبل أن تنخفض إلى نحو 42.4 مليار جنيه في عام 2021/2020، ثم إلى نحو 30.2 مليار جنيه عام 2022/2021، وقد يُعزى هذا التراجع إلى تباطؤ النشاط الاقتصادي المحلي وتأثر قطاع التشييد والبناء بظروف جائحة كوفيد-19، فضلًا عن تراجع الطلب الداخلي وزيادة المعروض في السوق نتيجة توسع الطاقة الإنتاجية لأغلب الشركات العاملة في القطاع دون توافر طلب مماثل، وهو ما أدى إلى تراجع مستويات التشغيل والإنتاج الفعلي. جدول رقم(2-5).

جدول رقم(2-5)

كمية الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك لمنتجات الأسمنت خلال الفترة 2015-2022

البيان	الإنتاج الفعلي		كمية المتاح للاستهلاك
	الكمية(ألف طن)	القيمة (مليون جنية)	
2016/2015	42,801	28,998	42,615
2017/2016	43,524	29,837	42,438
2018/2017	42,276	32,705	40,715
2019/2018	87,947	72,726	83,389
2020/2019	89,912	78,068	92,886
2021/2020	41,081	42,424	40,525
2022/2021	29,907	30,226	29,806

- **بيانات منتجات الأسمنت لا تشمل الكلنكر**

المصدر: جمعت من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك لأهم السلع الصناعية القطاع العام/ الأعمال العام والقطاع الخاص، أعداد مختلفة، 2019-2024

5.4.2 الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمنت

سجلت نسب الاكتفاء الذاتي من منتجات الأسمنت خلال الفترة 2016/2015- 2022/2021 مستويات مرتفعة بشكل ملحوظ، حيث تجاوزت في بعض الأعوام 100%، بمتوسط عام بلغ نحو 101.5% خلال الفترة محل الدراسة، جدول (2-6).

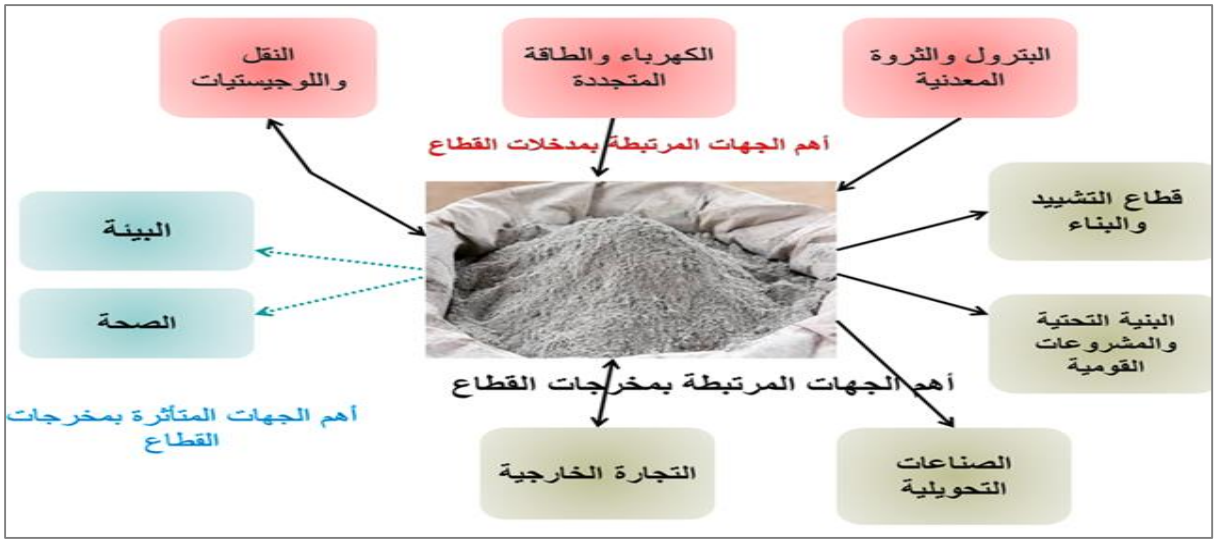
ويُستدل من ذلك على أن الإنتاج المحلي لم يقتصر على تغطية احتياجات السوق الداخلية، بل تجاوز الاستهلاك الفعلي، مما أتاح فرصًا تصديرية واسعة وأسهم في تعزيز مساهمة قطاع الأسمنت في الصادرات الصناعية المصرية.

6.4.2 العلاقات التشابكية لصناعة الأسمنت بقطاعات الاقتصاد القومي

يرتبط قطاع الأسمنت ارتباطًا وثيقًا بالعديد من القطاعات الاقتصادية، إذ يعتمد على قطاعي التعدين والطاقة لتوفير المواد الخام ومصادر الوقود، بينما يشكّل بدوره مدخلًا أساسيًا لقطاعات البناء والتشييد والبنية التحتية. كما يتأثر بأداء قطاع الإنشاءات، وهو ما يجعله أحد المحركات الرئيسة للنمو الاقتصادي في مصر. وفيما يلي استعراض لبعض هذه العلاقات التشابكية:

- **قطاع التعدين والطاقة:** يعتمد إنتاج الأسمنت على استخراج المواد الخام مثل الحجر الجيري والطفلة، بالإضافة إلى استهلاك كميات كبيرة من الوقود والطاقة، مما يخلق طلبًا على هذه القطاعات.
- **قطاع البناء والتشييد:** يُعد قطاع الأسمنت هو المزود الرئيس لمواد البناء، مما يجعله داعمًا مباشرًا لقطاع البناء والتشييد، بما في ذلك الإنشاءات السكنية والمشروعات التجارية والبنية التحتية.
- **قطاعات النقل والخدمات اللوجستية:** تتطلب مصانع الأسمنت والأسواق المستهلكة شبكات نقل قوية لنقل المواد الخام والمنتجات النهائية، مما يخلق طلبًا على قطاع النقل والخدمات اللوجستية.
- **الصناعية التحويلية الأخرى:** يوفر الأسمنت مدخلات لقطاعات أخرى مثل صناعة الخرسانة الجاهزة، والطوب، والمواد العازلة، والمطاط، وغيرها.
- **قطاع التصدير:** يساهم قطاع الأسمنت في تعزيز الصادرات مما يزيد من حصيلة النقد الأجنبي. ويوضح الشكل التالي أهم القطاعات المرتبطة بصناعة الأسمنت.

ويوضح الشكل(2-4) العلاقات التشابكية بين صناعة الأسمنت وأهم قطاعات الاقتصاد القومي



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (2-4)

العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الأسمنت

5.2 صناعة الحديد والصلب

1.5.2 الهيكل المؤسسي لصناعة الحديد والصلب

تُعد صناعة الحديد والصلب من الصناعات الاستراتيجية للاقتصاد المصري، لارتباطها بقطاعات حيوية كالبناء، والطاقة، والنقل، والصناعات الهندسية، وقد ظهرت ملامح هذه الصناعة في أربعينيات القرن الماضي من خلال شركات خاصة مثل الدلتا، والأهلية، والنحاس، التي اعتمدت على خردة الحرب العالمية الثانية وأفران وقود سائل، ومع مرور الوقت شهدت تلك الشركات تطويرًا تقنيًا بإدخال أفران الصهر بالقوس الكهربي ووحدات الصب المستمر. (https://cmiegypt.org)

في نهاية الخمسينات، أنشئ بحلوان أول مصنع متكامل باستخدام تكنولوجيا الأفران العالية وبمعدات من ألمانيا لصهر خامات الحديد المستخرجة من أسوان (منخفضة الجودة وعالية الشوائب) مع فحم الكوك المستورد إلى زهر سائل ومن ثم صبها يدويًا وتشكيلها إلى منتجات صلب نهائي. كما تم إنشاء مجمع الصلب لشركة الحديد والصلب المصرية عام 1972 باستخدام تكنولوجيا الأفران العالية بمعدات روسية حيث بلغت الطاقة الإنتاجية لنحو أكثر مليون طن سنويًا من كافة الأشكال الطولية والمسطحة للصلب.

وفي الثمانينيات أنشئت الحكومة المصرية شركة أخرى بالدخيلة بمشاركة مع اليابان تعتمد على تكنولوجيا جديدة لإنتاج الصلب من اختزال نوعيات عالية الجودة من خامات الحديد الاستخراجية المستوردة وباستخدام الغاز الطبيعي (بدلًا من الفحم) وتحويلها إلي حديـد إسفنجي (تصل نسبة الحديد به إلى > 90%) ثم بعد ذلك صهرها بأفران كهربائية وصبها وتشكيلها إلى منتجات نهائية. (https://cmiegypt.org)

وخلال مرحلة التسعينيات وما بعدها، اتسع النشاط بدخول مستثمرين في مشروعات الدرفلة، ثم التوسع بإضافة وحدات صهر، مما أدى إلى تنوع الإنتاج بين حديد تسليح، ومُسطحات ساخنة وباردة، وقطاعات خفيفة وثقيلة، والصلب السبائكي والمخصوص.

وفي هذا الإطار برزت ثلاثة أنواع من مصانع الحديد الصلب في مصر، وهي:

(1) مصانع الحديد المتكاملة: تقوم بجميع مراحل صناعة الصلب بداية من الحصول على خام الحديد وحتى المنتج النهائي مثل، الحديد والصلب المصرية، شركة عز الدخيلة، وشركة عز السويس للمسطحات، وشركة السويس للصلب، والشركة المصرية الأمريكية للصلب.

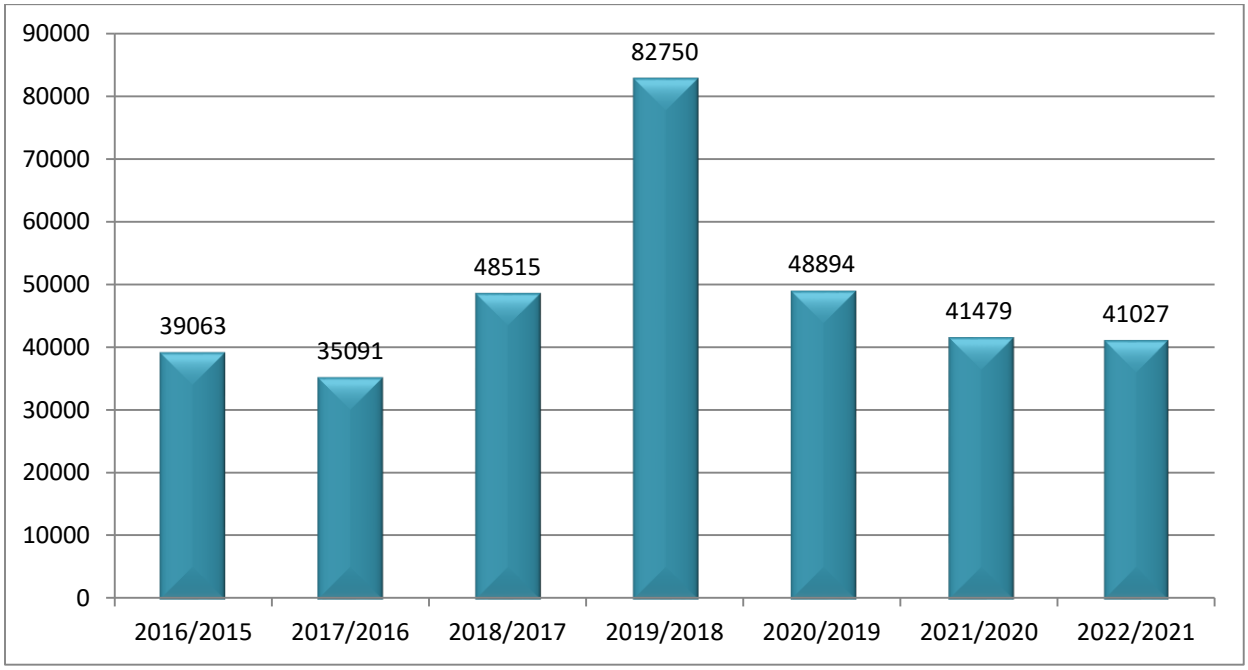
(2) مصانع الحديد نصف المتكاملة: تنتج المنتج النهائي من صهر خردة الصلب وصولًا لمنتج الصلب في صورته النهائية، مثل الدلتا للصلب، وشركة أبو زعبل للصناعات الهندسية، وشركة مصر للصلب، والمراكبي، ومجموعة حديد المصريين.

(3) مصانع درفلة الحديد: تدعم إنتاج الحديد والصلب في الشكل النهائي مثل مصنع العز للصلب، والدولية للصلب، مجموعة الجارحي للدرفلة، والجيوشي للصلب، وايستار ايجيبت، والعلا، واليكو السويس (https://cmiegypt.org) وتُعد شركة حديد عز الدخيلة،ومجموعة بشاى، ومجموعة السويس للصلب، ومجموعة الجارحي، وحديد المصريين من أهم الشركات المنتجة لحديد التسليح.

بالنسبة لعدد العاملين، فقد شهدت صناعة الحديد والصلب تذبذبًا ملحوظًا في حجم العمالة خلال فترة الدراسة، إذ تزايد عدد العاملين من نحو 39.1 ألف عامل عام 2016/2015 إلى ما يقارب 82.7 ألف عامل في 2019/2018 مسجلًا معدل زيادة بلغ نحو 111.8% مقارنة ببداية الفترة. ثم أخذ في التراجع ليبلغ نحو 41.0 ألف عامل عام 2022/2021، وقد يُعزى هذا

الانخفاض في عدد العمالة إلى تصفية شركة الحديد والصلب المصرية الوطنية في عام 2021 مما أثر بشكل كبير على إجمالي عدد العاملين في القطاع (شكل رقم 2-5).

هذا بالإضافة إلى مئات الآلاف من العمالة غير المباشرة التي تعمل بالعديد من القطاعات والأنشطة الاقتصادية التي تشكل روابط الدفع الأمامية والخلفية لصناعة الحديد والصلب. وقد قُدرت العمالة غير المباشرة بنحو خمسة أضعاف العمالة المباشرة (المهدى، وآخرون،2021) .



المصدر: جمعت وحسبت من: (1) الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية للإنتاج الفعلي والطاقة العاطلة والمخزون من الإنتاج التام على مستوى الأنشطة الصناعية بمنشأت القطاع العام/ الأعمال العام، أعداد مختلفة 2017- 2024.

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية للإنتاج الفعلي والطاقة العاطلة والمخزون من الإنتاج التام على مستوى الأنشطة الصناعية بمنشأت القطاع الخاص، أعداد مختلفة 2017- 2024.

شكل رقم(2-5)

تطورعدد العاملين بالقطاع العام والخاص بشركات الحديد والصلب خلال الفترة 2015-2022

2.5.2 مراحل تصنيع الحديد والصلب في مصر

تعد صناعة الحديد والصلب من أكثر القطاعات كثافة في استهلاك الطاقة والانبعاثات الكربونية، وتعتمد في مصر بشكل كبير على الغاز الطبيعي، حيث تستخدمه في عمليات إنتاج الحديد الإسفنجي وصهره في أفران القوس الكهربائي، بينما تعتمد في الأفران العالية على فحم الكوك لاختزال خام الحديد(Fe2O3) إلى (Fe)، مما يسبب انبعاث كميات ضخمة من CO2، كما تعتمد الصناعة بشكل كبير على تدوير الخردة.(فرج،2021)

هذا وتمر صناعة الحديد والصلب بمراحل متتابعة تبدأ باستخراج الخام واختزاله، ثم تكريره وتحسين جودته، وصولًا إلى صبه في أشكال نهائية صالحة للاستخدام، وتبدأ مراحل صناعته كالتالي:

- **المرحلة الأولى (استخراج المواد الخام وتحضيرها):** تبدأ عملية إنتاج الصلب باستخراج خام الحديد من المناجم، سواء كانت مفتوحة أو تحت الأرض، وذلك تبعًا لموقع الرواسب ومدى سهولة الوصول إليها، وبعد الاستخراج، يخضع الخام لعمليات أولية تشمل السحق والغربلة والمزج بهدف الوصول إلى التركيبة والجودة المناسبة قبل نقله إلى مصانع الصلب لمتابعة المعالجة.
- **المرحلة الثانية صناعة الحديد (الاختزال):** تتمثل في تحويل خام الحديد إلى حديد منصهر عبر عملية الاختزال في الأفران العالية. في هذه العملية يُغذّى الفرن بخام الحديد وفحم الكوك (الذي يعمل كوقود وعامل اختزال) بالإضافة إلى الحجر الجيري (الذي يساعد على إزالة الشوائب). ومع ضخ الهواء الساخن من أسفل الفرن ترتفع درجة الحرارة ما يؤدي إلى تفاعل ينتج عنه حديد منصهر يُعرف بالمعدن الساخن، فيما يتكون خبث يطفو على سطحه ويتم التخلص منه بشكل منفصل.
- **المرحلة الثالثة (صناعة الصلب الأولية):** يشكل الحديد المنصهر الناتج من الأفران العالية المادة الأساسية لصناعة الصلب في هذه المرحلة، يتم تكريره لإزالة الشوائب وضبط تركيبه الكيميائي بما يحقق الخصائص المطلوبة. وتُستخدم طريقتان أساسيتان: (1) فرن الأكسجين الأساسي: يُنقل الحديد المنصهر إلى محول حيث يُضخ أكسجين نقي يؤدي إلى أكسدة الشوائب مثل الكربون والسيليكون والمنغنيز. تُضاف عناصر صناعة السبائك والمواد المساعدة للوصول إلى التركيبة النهائية، ثم يُصب الصلب الناتج في أشكال نصف نهائية كالألواح أو القضبان. (2) فرن القوس الكهربائي: يُستخدم في هذه الطريقة خردة الصلب المعاد تدويرها، حيث تُذاب بفعل قوس كهربائي عالي الحرارة بين الأقطاب الكهربائية والخردة. تسمح هذه الطريقة بإنتاج أنواع متعددة من الصلب بمرونة أكبر.
- **المرحلة الرابعة (التكرير الثانوي):** يخضع الصلب لمزيد من عمليات التكرير الثانوي والتي تتضمن إزالة الشوائب المتبقية، وضبط التركيب الكيميائي، والتحكم في درجة الحرارة، مع إمكانية إضافة عناصر جديدة لتشكيل سبائك. تساهم هذه العمليات في تحسين نقاء الصلب وتجنيبه العيوب، مما يرفع من خصائصه الميكانيكية وجودته النهائية.
- **المرحلة الخامسة (الصب المستمر):** بمجرد الانتهاء من التكرير يصبح الصلب جاهزًا للصب في شكله النهائي. وتعد تقنية الصب المستمر الأكثر شيوعًا، حيث يُصب الصلب المنصهر في قوالب مبردة بالماء، ما يؤدي إلى تصلب طبقاته الخارجية تدريجيًا مع استمرار تدفقه داخل القالب، ثم يُقطع إلى أطوال محددة تمهيدًا لعمليات التشكيل اللاحقة(aboalam-factory.com).

3.5.2 التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الحديد والصلب

الصلب عبارة عن سبيكة من الحديد والكربون، تحتوي أقل من 2% كربون،1% منجنيز، وكميات صغيرة من الفوسفور والكبريت والسيليكون والأكسجين. وهو مادة قابلة لإعادة التدوير وتحتاج عملية صهر الحديد إلى أفران للصهر تصل درجة حرارتها إلى 1600 درجة مئوية.

ينتج عن احتراق الوقود الأحفوري في هذه العملية كميات هائلة من انبعاثات غازات الدفيئة، والتي تؤثر على البيئة. ثم تأتي خطوة خلطه بفحم الكوك، وتلك الخطوة أيضًا تتسبب في إطلاق كميات إضافية من غاز ثاني أكسيد الكربون، ثم تأتي الخطوة الثالثة، والتي تتضمن تحويل الحديد الناتج إلى فولاذ عبر قليل من الطهي وإزالة معظم الكربون المتبقي وخلطه ببعض العناصر مثل الكروم أو التيتانيوم. تلك الخطوة أيضًا تتضمن إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

مصادر الانبعاثات الكربونية في مصانع الحديد والصلب:

- **الانبعاثات المباشرة (Scope1)** تأتي الانبعاثات الكربونية في مصانع الحديد والصلب بشكل أساسي من:

(1) عمليات الاختزال الكيميائي (أفران الصهر) يتم التفاعل الكيميائي بين خام الحديد (أكاسيد الحديد) وعامل الاختزال (فحم الكوك) ونتيجة لهذه العملية تنتج كمية هائلة من CO_2 تنبعث مباشرة من فوهة الفرن، ويعد هذا المصدر الأكبر للانبعاثات في الإنتاج التقليدي للحديد (ما يصل إلى 70-80% من إجمالي الانبعاثات).

(2) احتراق الوقود في الأفران مثل أفران فحم الكوك، وسخانات الهواء الساخن لأفران الصهر، وأفران التسخين، وأفران المعالجة الحرارية، وينتج مزيج من الانبعاثات مثل ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود، بالاضافة إلى انبعاثات أخرى مثل CH_4 N_2O.

(3) انبعاثات من عمليات الأكسدة في أفران القوس الكهربائي والتي تستخدم لصهر الخردة، وانبعاثات من المحولات الأكسجينة والتي تستخدم لتحويل الحديد المنصهر من أفران الصهر إلى صلب تنبعث CO2 من أكسدة الكربون والعناصر الأخرى الموجودة في الحديد المنصهر.

- **الانبعاثات غير المباشرة (Scope2)** تشمل الانبعاثات الناتجة عن توليد الكهرباء التي تشتريها المنشأة وتستهلكها، وتمثل هنا استهلاك الكهرباء من الشبكة العامة لتشغيل المحركات، وأفران القوس الكهربائي، والمضخات والإضاءة وأنظمة التحكم.
- **الانبعاثات غير المباشرة الأخرى (Scope3)** تشمل الانبعاثات الناتجة عن أنشطة النقل والتوريد مثل نقل المواد الخام والمنتجات النهائية، وكذلك الانبعاثات الناتجة من إعادة التدوير أو التخلص من المنتج.

4.5.2 الهيكل الإنتاجي لصناعة الحديد والصلب

يلاحظ من البيانات الواردة بالجدول (2-6) أن صناعة حديد التسليح في مصر قد مرت بمرحلتين متميزتين خلال فترة الدراسة. ففي **المرحلة الأولى** والتي تمتد خلال الفترة 2016/2015 – 2020/2019 شهد القطاع نموًا قويًا في الإنتاج نتيجة زيادة الطلب المحلي على مواد البناء مدفوعًا بحركة التشييد والتوسع العمراني والمشروعات القومية الكبرى التي تبنتها الدولة المصرية، مثل مشروعات المدن الجديدة وشبكات الطرق والإسكان الاجتماعي وغيرها من المشروعات. وقد انعكس ذلك في ارتفاع كل من الكميات المنتجة والقيمة الإجمالية للإنتاج، مما يدل على تحسن الأداء التشغيلي والإفادة القصوى من الطاقة الإنتاجية في تلك الفترة.

أما في **المرحلة الثانية** والتي تمتد خلال الفترة 2021/2020 – 2022/2021 فقد تراجع الإنتاج بشكل ملحوظ، متأثرًا بتداعيات جائحة كوفيد-19 التي أدت إلى تباطؤ النشاط الاقتصادي، وارتفاع تكاليف الإنتاج، ونقص الطلب في بعض القطاعات، فضلًا عن تأثر الأسواق العالمية لمدخلات الإنتاج مثل خام الحديد والبيلت بتقلبات الأسعار وسلاسل الإمداد.

وعلى الرغم من هذا الانخفاض يُلاحظ أن القطاع بدأ يستعيد تعافيه تدريجيًا خلال عام 2022/2021، حيث ارتفع الإنتاج الفعلي مجددًا إلى 8.1 مليون طن، وهو ما انعكس في زيادة قيمة الإنتاج إلى نحو 111.3 مليار جنيه، مما يعكس قدرة صناعة الحديد المصرية على التكيف مع المتغيرات الاقتصادية واستعادة جزء من نشاطها الإنتاجي مع تحسن الطلب المحلي نسبيًا.

جدول رقم(2-6)

كمية الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك من حديد التسليح خلال الفترة 2015-2022

البيان	الإنتاج الفعلي		كمية المتاح للاستهلاك
	الكمية(ألف طن)	القيمة (مليون جنية)	
2016/2015	6044	31430	6045
2017/2016	6045	31570	6399
2018/2017	5908	59126	6255
2019/2018	14033	158780	12756
2020/2019	14930	177378	16875
2021/2020	6277	82426	6313
2022/2021	8061	111335	8027

المصدر: جمعت من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك لأهم السلع الصناعية القطاع العام/ الأعمال العام والقطاع الخاص، أعداد مختلفة، 2019-2024

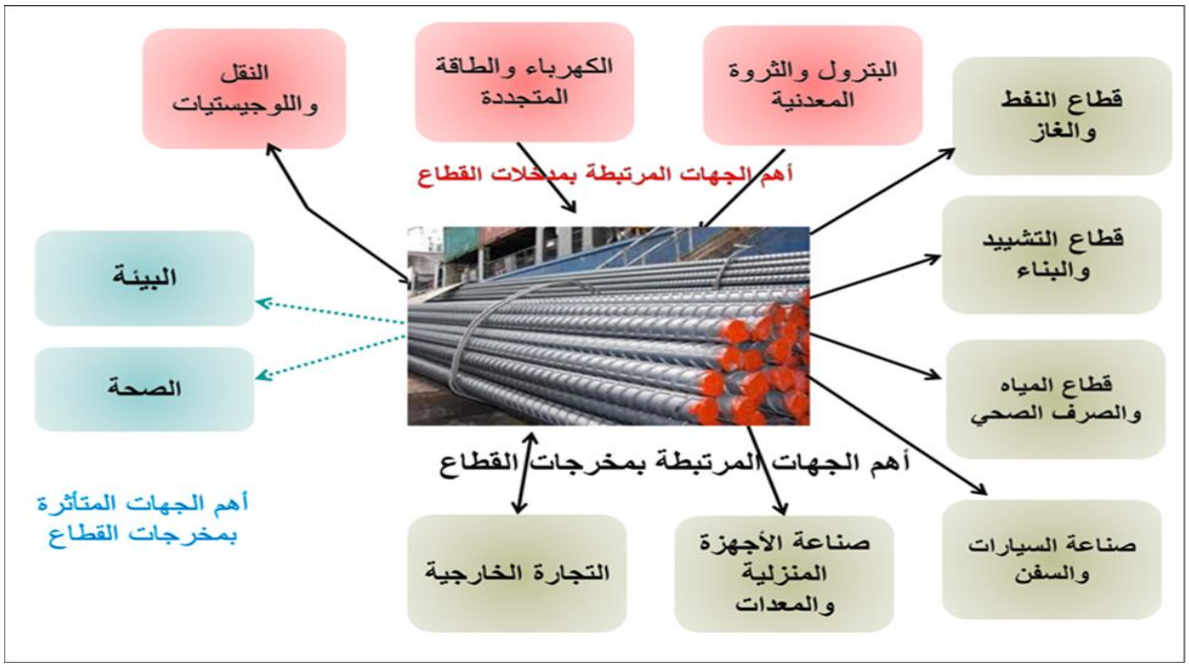
5.5.2 الاكتفاء الذاتي من منتجات الحديد والصلب

تُظهر بيانات الفترة 2015–2022 ارتفاعًا ملحوظًا في نسب الاكتفاء الذاتي من حديد التسليح، وهو ما يعكس قدرة هذه الصناعة على تلبية احتياجات السوق المحلي بكفاءة عالية، حيث بلغ متوسط نسبة الاكتفاء الذاتي نحو 98.2% خلال الفترة محل الدراسة، كما تشير هذه النتائج إلى أن صناعة حديد التسليح في مصر تمتلك قاعدة إنتاجية قوية ومتكاملة تمكّنها من تغطية معظم الطلب المحلي، فضلًا عن امتلاك مقومات التوسع في الأسواق الخارجية عبر تعزيز الصادرات، ولا سيما في المنتجات التي تحقق فائضًا إنتاجيًا يمكن توجيهه للأسواق الإقليمية والدولية. جدول رقم (2-6).

6.5.2 العلاقات التشابكية لصناعة الحديد والصلب بقطاعات الاقتصاد القومي

ترتبط صناعة الحديد والصلب بروابط تشابكية قوية مع العديد من القطاعات الحيوية، فهي تُشكّل ركيزة أساسية لقطاعات مثل التشييد والبناء، وصناعة السيارات، والأجهزة المنزلية، إلى جانب دورها المهم في دعم صناعات النفط والغاز، حيث توفّر هذه الصناعة المواد الخام اللازمة لتلك القطاعات، مما يعزز من قدراتها الإنتاجية، كما تساهم في خلق فرص عمل مباشرة وغير مباشرة، مما يدعم النمو الاقتصادي ويُحفز التنمية المستدامة. من ناحية أخرى، تعتمد صناعة الحديد والصلب نفسها على عدد من القطاعات الأخرى لتوفير مدخلاتها الأساسية، مثل قطاعات التعدين والطاقة والنقل، مما يُبرز طابعها التشابكي داخل المنظومة الاقتصادية.

ويوضح الشكل رقم (2-6) أهم القطاعات التي تُعد مدخلات أساسية لصناعة الحديد والصلب، مثل قطاع البترول والثروة المعدنية، وقطاع الطاقة (الكهرباء والغاز)، وقطاع النقل (لنقل الخامات والمنتجات). كما يُبرز الشكل القطاعات التي تُعد مخرجات لهذه الصناعة، وتشمل منتجات الصلب المتنوعة التي تُستخدم في قطاعات كالتشييد والبناء، وصناعة السيارات، والأجهزة المنزلية، وأنابيب النفط والغاز. فضلًا عن ذلك، يُوضح الشكل مدى تأثر العديد من القطاعات الإنتاجية والخدمية الأخرى بأداء قطاع الحديد والصلب.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (2-6)

العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الحديد والصلب

6.2 صناعة الألومنيوم

1.6.2 الهيكل المؤسسي لصناعة الألومنيوم

بدأت صناعة الألومنيوم في مصر عام 1969 بتأسيس شركة مصر للألومنيوم بمدينة نجع حمادي، بهدف استغلال فائض الكهرباء من السد العالي، وتحقيق توازن تنموي بين أقاليم الجمهورية. وقد تم اختيار الموقع استنادًا إلى قربه من مصادر الطاقة والبنية التحتية للنقل، وتم التشغيل الفعلي عام 1975 بطاقة 166 ألف طن سنويًا، وشهد المجمع توسعات تدريجية، حتى بلغ عدد خطوط الإنتاج ستة خطوط بحلول عام 1997، ومع مشروع التحديث في 2010 وصلت الطاقة الإنتاجية إلى 320 ألف طن سنويًا وهو ما أسهم في إحلال الواردات وتوفير النقد الأجنبي، وتُعد شركة مصر للألومنيوم المنتِج الوحيد للألومنيوم الخام في مصر حتى اليوم، بينما تقتصر أنشطة المصانع الأخرى على إعادة صهر الخردة. وتصدر الشركة نحو 50% من إنتاجها، مما يعزز دور القطاع في دعم الاقتصاد الوطني. (النقيب،2019) وقد شهد القطاع توسعًا ملحوظًا في العقود اللاحقة مع ظهور شركات متخصصة عززت من تنوع المنتجات وزيادة القدرة التنافسية. فقد تأسست شركة السعد للألومنيوم عام 1976 حاصلة على شهادات جودة أوروبية، والشركة الكندية العالمية للألومنيوم عام 2005 بتمويل كندي مباشر حيث أنشأت مصنعًا بمدينة السادس من أكتوبر، وتأسست شركة البركة للألومنيوم عام 2006، وشركة دلمار لإنتاج قطاعات الألومنيوم عام 2008 معتمدة على معايير الجودة العالمية (ISO) ومواصفات ASTM الأمريكية لتلبية متطلبات الأسواق الأوروبية والأفريقية. وشركة الاتحاد للألومنيوم (يونيتال) عام 2013 (www.chrkat.com/alumital-sectors) .

كما برزت شركات أخرى مثل المجموعة المتحدة، الحكيم الدولية، إكسبرتس، وهلال، بما أدى إلى توسيع قاعدة الإنتاج المحلي وتعزيز القدرة التنافسية داخليًا وإقليميًا.

2.6.2 مراحل تصنيع الألومنيوم في مصر

تُعد شركة مصر للألومنيوم بنجع حمادي المحتكر الرئيس لإنتاج الألومنيوم الخام في مصر، إذ تُعد الوحيدة التي تنتج خام الألومنيوم بمواصفات قياسية عالمية، في حين تعتمد بعض المصانع الأخرى على إعادة تدوير خردة الألومنيوم وصهرها لإنتاج سبائك جديدة (النقيب،2019). يبدأ إنتاج الألومنيوم باستخراج المواد الخام، وخاصة من البوكسيت، وهو معدن غني بأكسيد الألومنيوم بنسبة تتراوح بين 45–60%، يُستخرج عادةً من المناطق ذات المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي، وتُعد أستراليا المنتج الأكبر عالميًا، ويتكون البوكسيت بشكل رئيس من الألومينا والسيليكا وأكسيد الحديد وثاني أكسيد التيتانيوم. يستخدم نحو 70% من خام البوكسيت في العالم عملية باير لإنتاج الألومينا. (النقيب،2019).

- **المراحل التفصيلية لعملية باير لإنتاج الألومينا:**

- **مرحلة التكسير:** يُسحق خام البوكسيت باستخدام معدات خاصة لتقليل حجمه إلى جزيئات قطرها يقارب 30 ملم. يساعد ذلك على زيادة المساحة السطحية للخام، مما يُسرّع التفاعلات الكيميائية اللاحقة.
- **مرحلة الغسيل والفصل:** تُجرى عملية غسيل للجزيئات المكسرة لإزالة الطين والشوائب السطحية، إذ يُعد التخلص من السيليكا الزائدة أمرًا ضروريًا للحفاظ على جودة المنتج النهائي ومنع التلوث.
- **مرحلة الطحن والخلط:** بعد الغسيل يُمزج البوكسيت مع محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم (30–40%)، ويُطحن في مطاحن كروية لتكوين ملاط ذي جسيمات دقيقة تقل عن 300 ميكرون، مما يجعله مناسبًا لمرحلة الهضم.
- **مرحلة الهضم:** يُسخن الملاط في أوعية ضغط تصل حرارتها إلى 270°م يؤدي التفاعل مع الصودا الكاوية الساخنة إلى إذابة المعادن الحاملة للألومنيوم، وينتج عن ذلك محلول ألومينات الصوديوم.
- **مرحلة التوضيح (التسوية والترشيح):** تُترك بقايا البوكسيت غير الذائبة لتترسب في القاع، ثم تُزال وتُغسل قبل التخلص منها. بعد ذلك، يمر المحلول عبر مرشحات دقيقة تُعرف بالمرشحات الأمنية لضمان خلوه من الشوائب التي قد تؤثر في جودة المنتج.
- **مرحلة التساقط (الترسيب البلوري):** يُبرَّد المحلول المصفى ويُضاف إليه بلورات بذور من هيدرات الألومنيوم، مما يساعد على بدء عملية التبلور التدريجي لهيدرات الألومنيوم من محلول ألومينات الصوديوم المشبع.
- **مرحلة التكليس:** تُسخن هيدرات الألومنيوم الناتجة حتى 1100°م لإزالة جزيئات الماء المرتبطة بها، وينتج عن ذلك أكسيد الألومنيوم النقي (الألومينا) في صورة مسحوق أبيض نقي، وهو المنتج النهائي لعملية باير. بهذا الشكل، تُعد الألومينا الناتجة عن عملية باير المدخل الأساسي لمرحلة لاحقة أكثر تعقيدًا وهي الصهر (عملية هال-هيرولت) للحصول على الألومنيوم النقي(www.ftmmachinery.com)
- **الصهر– عملية هال-هيرولت:** تخضع الألومينا لعملية التحليل الكهربائي، حيث تُذاب في خلايا كهربائية ويُمرَّر تيار كهربي قوي يؤدي إلى فصل الألومنيوم عن الأكسجين. والنتيجة النهائية هي الحصول على ألومنيوم معدني نقي قابل للتصنيع أو لتكوين السبائك. (النقيب،2019)
- **الذوبان وصناعة السبائك:** يُذاب الألومنيوم النقي أو السبائك المستوردة في أفران خاصة، مع إضافة عناصر مثل المغنيسيوم لتحسين الخواص الميكانيكية (الصلابة، مقاومة التآكل، وقابلية التشكيل). ثم يُسكب المعدن المنصهر في قوالب لتكوين سبائك صناعية تدخل كمدخلات أساسية في الصناعات المختلفة.

- **السبك في بليتات البثق:** يُلقى الألومنيوم المنصهر في قوالب أسطوانية تعرف بـ البليتات المخصصة للبثق. وقبل استخدامها، تُجرى عليها اختبارات دقيقة، منها التحليل الطيفي، للتأكد من نقاء التركيب الكيميائي وخلوه من الشوائب.
- **عملية البثق:** تُسخن البليتات وتُضغط هيدروليكيًا عبر قوالب خاصة لتشكيل منتجات متعددة مثل الألواح، الشرائط، والمقاطع الإنشائية. ثم تُعالج هذه المنتجات بعمليات التبريد والشيخوخة الحرارية بهدف تعزيز المتانة.
- **المعالجات السطحية:** تخضع المنتجات المبثوقة لعدة معالجات سطحية تشمل التلميع، الأكسدة، الطلاء بالمساحيق، والطلاء الكهربائي، وذلك لتعزيز مقاومتها للتآكل، وتحسين مظهرها، وضمان مطابقتها للمعايير الدولية.
- **إعادة التدوير:** يُعاد صهر مخلفات الألومنيوم في أفران متخصصة لإنتاج سبائك جديدة، تُستخدم في صناعات مثل الأدوات المنزلية وقطع الغيار. وتُعد هذه المرحلة ذات أهمية كبيرة في توفير الطاقة والحفاظ على الموارد الطبيعية.

- **أنواع سبائك الألومنيوم:** تمر مرحلة تصنيع سبائك الألومنيوم بعدة مراحل منها مرحلة صهر مخلفات الألومنيوم فى الأفران الحجرية بالمسبك وتبريدها فى الرماد ثم استخراجها منه وصهرها من جديد لتكوين السبائك الجديدة، وهناك ثلاثة أنواع من سبائك الألومنيوم تختلف في القوة والسمك والمنفعة، وكذلك التركيب الكيميائي:

(1) ألومنيوم نقي تجاريًا: ألومنيوم بنقاوة 99٪ أو أعلى، هذا النوع من الألومنيوم مقاوم للغاية للتآكل ويقوم بعمل رائع في توصيل الحرارة والكهرباء.**(2) ألومنيوم قابل للمعالجة بالحرارة:** ألومنيوم تم إنشاؤه باستخدام عملية صناعة السبائك التي تنطوي على حرارة شديدة يتبعها تبريد سريع لإنشاء معدن فائق القوة. بسبب قوته، يستخدم هذا النوع من الألومنيوم على نطاق واسع في إنتاج الطائرات والسيارات. **(3) ألومنيوم غير قابل للمعالجة بالحرارة:** عملية صناعة السبائك الباردة التي تعطل التركيب الذري للألمنيوم وتزيد من قوته. تعتمد المتانة على عنصر صناعة السبائك المستخدم، حيث يتم استخدام بعض الألومنيوم غير القابل للمعالجة بالحرارة لأشياء مثل بناء السفن بينما يتم استخدام بعضها الآخر للسلع المعلبة والاستخدامات الاستهلاكية الأخرى.

3.6.2 التأثيرات البيئية والانبعاثات الكربونية لصناعة الألومنيوم

يُعد إنتاج واستخدام مقاطع الألومنيوم الصناعية من الأنشطة ذات البصمة البيئية المرتفعة، نظرًا لما تتضمنه من عمليات استخراج وتكرير واستهلاك كثيف للطاقة. إذ يعتمد تصنيع الألومنيوم بشكل أساسي على خام البوكسيت كما سبق التوضيح، وهو المصدر الرئيس لأكسيد الألومنيوم، حيث تؤدي عمليات تعدين البوكسيت إلى عدد من الآثار البيئية السلبية، من أبرزها تدهور التربة، وانبعاث الملوثات في البيئة المحيطة، فضلًا عن الإضرار بالنظم البيئية البرية نتيجة تهجير الكائنات الحية من موائلها الطبيعية. وتتبع عملية استخراج الألومنيوم من البوكسيت ما يُعرف بمرحلة التكرير، وهي مرحلة معقدة تستخدم فيها كميات كبيرة من الطاقة ومواد كيميائية مثل الصودا الكاوية والكريوليت، مما قد ينتج عنه تلوث الهواء والمياه، وتُعد هذه المرحلة من أكثر المراحل استهلاكًا للطاقة، إذ تتطلب عملية التحليل الكهربائي المستخدمة لاستخراج الألومنيوم المصهور من أكسيده كمياتٍ هائلة من الكهرباء. ويُسهم الاعتماد على الوقود الأحفوري لتوليد هذه الطاقة في زيادة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

كما يُنتج عن صناعة الألومنيوم عدد من النفايات والمنتجات الثانوية، من أبرزها الطين الأحمر، وهو ناتج شبه حمئي عن عملية التكرير، والخبث الذي يحتوي على شوائب ومعادن ثقيلة سامة قد تُشكل خطرًا على صحة الإنسان والبيئة في حال التخلص منها بطرق غير آمنة. ويؤدي التخلص غير السليم من نفايات الألومنيوم إلى تلوث التربة والمياه الجوفية، مما يُعمّق من الآثار

البيئية السلبية لهذه الصناعة. وعند انتهاء العمر الافتراضي لمنتجات الألومنيوم، غالبًا ما تُلقى في مكبات النفايات، وهو ما لا يُمثل فقط إهدارًا لمورد اقتصادي، بل يُسهم كذلك في زيادة معدلات التلوث البيئي.

- مصادر الانبعاثات الكربونية في مصانع الألومنيوم:

تُعد صناعة الألومنيوم من أكثر الصناعات انتشارًا عالميًا، إذ يُستخدم هذا المعدن في قطاعات متعددة تشمل النقل، التعبئة والتغليف، إضافة إلى دوره المتنامي في تقنيات الطاقة المتجددة. وقد بلغ الاستهلاك العالمي للألومنيوم نحو 70 مليون طن سنويًا عام 2024، مع توقعات بارتفاعه بنحو 40% بحلول عام 2030. وعلى الرغم من أهميته، يُصنَّف إنتاج الألومنيوم ضمن الأنشطة الصناعية الأكثر استهلاكًا للطاقة، حيث يؤدي تحويل خام البوكسيت (المصدر الأساسي للألومنيوم) إلى المعدن النقي لانبعاث ما يقارب 15 طنًا من ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الألومنيوم المنتج. وبذلك تتحمل هذه الصناعة نحو 2% من إجمالي الانبعاثات العالمية المسببة للاحتباس الحراري، بما يعادل 1.1 مليار طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا، كما تمثل قرابة 3% من الانبعاثات الصناعية المباشرة.(www.attaqa.net).

وتتركز الانبعاثات الكربونية المرتبطة بصناعة الألومنيوم في **انبعاثات مباشرة (Scope1)** تكون في مرحلة استخراج خام البوكسيت والتي تُعد المرحلة الأولى في السلسلة الصناعية، وينتج عنها نحو 0.04 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الألومنيوم الأوّلي. ثم مرحلة تكرير البوكسيت إلى الألومينا التي تتم عبر عملية باير، وتُطلق قرابة 2.6 طن من ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الألومنيوم المنتج. **و انبعاثات غير مباشرة (Scope2):** تكون في مرحلة صهر الألومينا إلى ألومنيوم، والتي تُعرف بعملية هال-هيرولت، وهي المرحلة الأكثر كثافة في استهلاك الطاقة وإطلاق الكربون، وتشكل المصدر الرئيس للانبعاثات في هذه الصناعة. (www. attaqa.net).

4.6.2 الهيكل الإنتاجي لصناعة الألومنيوم

تشير بيانات جدول (2-7) إلى تطور إنتاج أهم منتجات الألومنيوم في مصر خلال الفترة (2015–2022)، حيث يُلاحظ أن إنتاج قطاعات الألومنيوم شهد نموًا ملحوظًا، إذ ارتفع من نحو 263 مليون طن عام 2016/2015 إلى نحو 765.8 مليون طن عام 2020/2019، قبل أن يتراجع بصورة حادة إلى 128.9 مليون طن عام 2021/2020، ثم يعاود الارتفاع تدريجيًا ليصل إلى 190.6 مليون طن. أما إنتاج أقراص الألومنيوم فقد اتسم بالتذبذب الواضح خلال فترة الدراسة، حيث بلغ أدنى مستوى له نحو 1.6 مليون طن عام 2016/2015، مقابل أعلى مستوى عند 12.7 مليون طن عام 2021/2020. وينطبق الاتجاه ذاته على إنتاج التندات الألومنيوم، الذي تراوح بين نحو 1153 وحدة عام 2016/2015 ونحو 126.2 ألف وحدة عام 2020/2019.

ويُعزى هذا التذبذب إلى تأثر الصناعة بعوامل خارجية وداخلية، من أبرزها تقلبات أسعار الطاقة، وتغيرات الطلب المحلي والعالمي، وجائحة كوفيد-19 التي أثرت على سلاسل الإمداد والإنتاج، فضلًا عن ارتفاع تكلفة مدخلات الإنتاج. وتشير هذه النتائج إلى أن قطاع الألومنيوم في مصر يتمتع بقدرات إنتاجية كامنة، إلا أنه بحاجة إلى سياسات استقرار صناعي واستثماري تعزز كفاءته وتحد من تقلبات الإنتاج، خاصة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية التي تفرضها آلية تعديل حدود الكربون (CBAM).

جدول رقم(2-7)

الإنتاج الفعلي والمتاح للاستهلاك (ألف طن) من أهم منتجات الألومنيوم خلال الفترة 2015-2022

البيان		20/2015 16	2/2016 017	2/2017 018	2/2018 019	20/2019 20	2/2020 021	2/2021 022
قطاعات من الألومنيوم	الإنتاج الفعلي	263,522	371,534	398,500	573,019	765,863	128,938	190,556
	المتاح للاستهلاك	264,935	365,038	399,232	529,000	832,289	118,452	200,113
أقراص ألومنيوم	الإنتاج الفعلي	1,565	1,557	12,463	6,542	6,278	12,712	4,545
	المتاح للاستهلاك	1,636	1,705	12,725	5,846	7,136	12,658	4,614
تندات وواجهات ألومنيوم	الإنتاج الفعلي (عدد)	1,153	1,153	27,368	118,652	263,126	70,433	32,980
	المتاح للاستهلاك	1,153	1,153	27,368	117,539	126,204	69,602	34,983

المصدر: جمعت من الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، النشرة السنوية لحركة الإنتاج والتجارة الخارجية والمتاح للاستهلاك لأهم السلع الصناعية القطاع العام/ الأعمال العام والقطاع الخاص، أعداد مختلفة، 2019-2024

5.6.2 الاكتفاء الذاتي من منتجات الألومنيوم

سجلت أهم منتجات الألومنيوم والواردة بجدول(2-7) ارتفاعًا ملحوظًا في نسب الاكتفاء الذاتي، الأمر الذي يعكس قدرة هذا القطاع الصناعي على تلبية جانب كبير من احتياجات السوق المحلي وتقليل الاعتماد على الواردات. فقد حققت منتجات قطاعات من الألومنيوم المستخدمة في التطبيقات الصناعية والمعمارية مستويات مرتفعة من الاكتفاء الذاتي تجاوزت حاجز 100% كمتوسط للفترة المذكورة وهو ما يدل على وجود فائض إنتاجي فعلي يُوجَّه للتصدير إلى الأسواق الخارجية. كما بلغت نسبة الاكتفاء الذاتي من أقراص الألومنيوم نحو 97.7% كمتوسط، أما بالنسبة إلى تندات وواجهات الألومنيوم، فقد سجلت نسبة اكتفاء ذاتي بلغت في المتوسط نحو 99.5% وتشير هذه المؤشرات بوضوح أن صناعة الألومنيوم في مصر تمتلك قاعدة إنتاجية قوية ومتكاملة، تمكنها من تلبية معظم احتياجات السوق المحلي بصورة شبه كاملة، مع وجود فرص واعدة للتوسع في الأسواق التصديرية، خاصة في المنتجات التي تحقق فائضًا إنتاجيًا. مما يستدل منه على قدرة الصناعة الوطنية على تحقيق قدر من المرونة الإنتاجية والتنافسية الخارجية، بما يعزز من مساهمتها في دعم الاقتصاد الصناعي المصري وتحقيق مستهدفات التنمية المستدامة.

6.6.2 العلاقات التشابكية لصناعة الألومنيوم بقطاعات الاقتصاد القومي

يتشابك قطاع الألومنيوم في مصر مع العديد من القطاعات الاقتصادية، أبرزها قطاع التشييد والبناء (لصناعة النوافذ والأبواب)، وصناعة السيارات، والإلكترونيات، والقطاع الصناعي العام، وبصفة عامة يعتمد القطاع على استيراد المواد الخام نظرًا لعدم توافر خام الألومنيوم في مصر، بينما يساهم في تلبية احتياجات السوق المحلي من منتجات الألومنيوم المتنوعة، مع تخصيص جزء للتصدير.

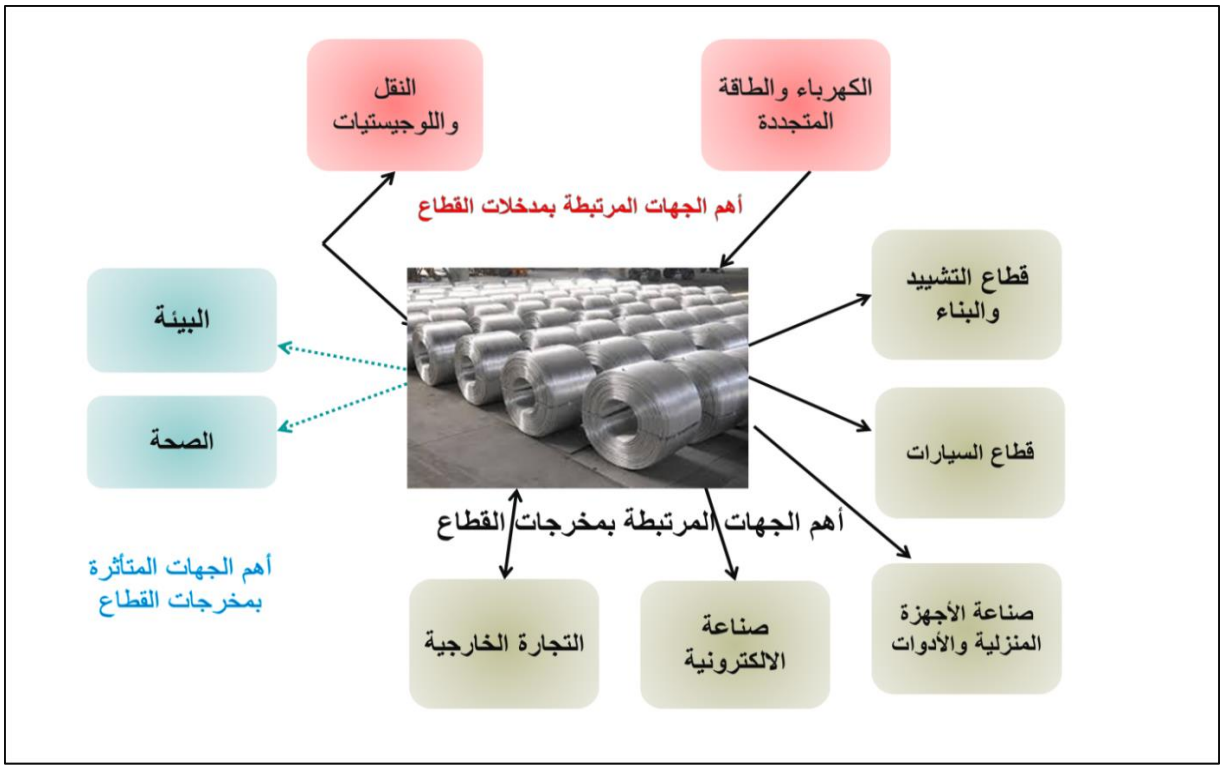
وفيما يأتي استعراض لبعض هذه العلاقات التشابكية التي يوضحها الشكل رقم (2-7):

- **قطاع التشييد والبناء:** يُعد الألومنيوم من المواد الأساسية في قطاع التشييد والبناء، حيث يُستخدم على نطاق واسع في صناعة النوافذ والأبواب والواجهات المعمارية الحديثة لما يتميز به من خفة الوزن ومقاومته العالية للتآكل. ويُشكل هذا القطاع أحد أبرز مجالات الطلب على منتجات الألومنيوم في السوق المصري.

- **قطاع الصناعات التحويلية:** يلعب الألومنيوم دورًا محوريًا في دعم الصناعات التحويلية، ويظهر ذلك بوضوح في عدة مجالات رئيسة: (1) صناعة السيارات، يُستخدم الألومنيوم في تصنيع هياكل السيارات وأجزائها المختلفة نظرًا لخفة وزنه التي تساهم في تقليل استهلاك الوقود وتحسين كفاءة الأداء. (2) الصناعات الإلكترونية، يدخل الألومنيوم في صناعة المكونات والأجهزة الإلكترونية لما يتمتع به من قدرة عالية على توصيل الكهرباء والحرارة.(3) يمتد استخدامه إلى قطاعات متنوعة مثل صناعة الأجهزة المنزلية والأدوات المعدنية والمعدات الصناعية.
- **القطاع الصناعي العام (المعادن):** تُسهم شركات الألومنيوم في مصر، وعلى رأسها شركة مصر للألومنيوم، بدور محوري في إنتاج سبائك وقطاعات الألومنيوم التي تدخل كمدخلات أساسية في العديد من العمليات الصناعية. وتمثل هذه المنتجات قاعدة إنتاجية مهمة للصناعات الهندسية والمعدنية، ما يجعل صناعة الألومنيوم ركيزة أساسية في المنظومة الصناعية الوطنية.
- **قطاع التجارة الخارجية:** تعتمد صناعة الألومنيوم المصرية بدرجة كبيرة على استيراد الخامات الأساسية مثل البوكسيت، وهو ما يعكس ارتباط الصناعة بالتجارة الدولية وسلاسل الإمداد العالمية.

كما تصدر مصر العديد من منتجات الألومنيوم المصنعة إلى عدد من الأسواق الخارجية، الأمر الذي يعزز من دور القطاع في دعم الميزان التجاري وتنمية الصادرات الصناعية.

- **التصنيع المحلي:** يلبّي المصنعون المحليون احتياجات السوق المحلي من القطاعات والألواح والمنتجات النهائية،. ويوضح الشكل التالي أهم القطاعات المرتبطة بصناعة الألومنيوم.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم(2-7)

العلاقات التشابكية بين أهم قطاعات الاقتصاد القومي وصناعة الألومنيوم

7.2 صادرات القطاعات الصناعية المعنية بتطبيق آلية حدود الكربون

يوضح الجدول (2-8) إجمالي قيمة الصادرات المصرية من منتجات القطاعات المشمولة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون وذلك خلال الفترة 2020-2024 ، وقيمة الصادرات من نفس المنتجات إلى دول الاتحاد الأوروبي، والذي يتبين منه:

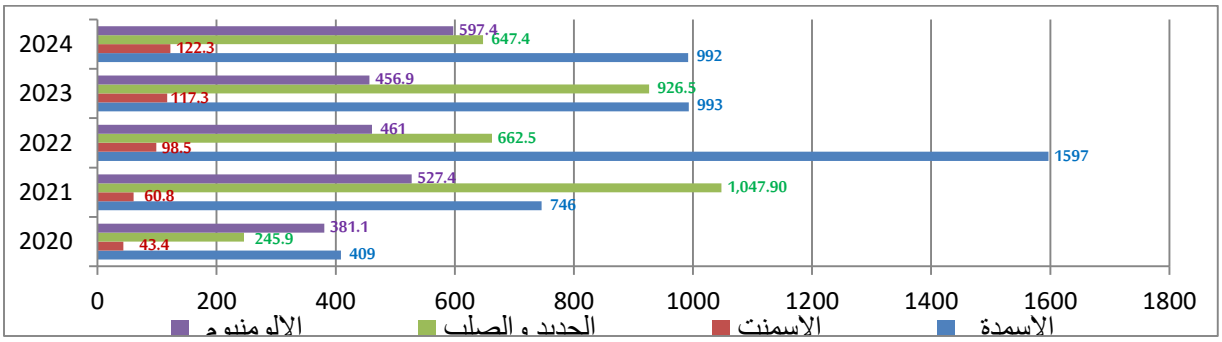
- أن الصادرات المصرية من الأسمدة تحتل المرتبة الأولى بين المنتجات المشمولة بتطبيق آلية (CBAM) وذلك بمتوسط بلغ 2.4 مليار دولار خلال الفترة المذكورة ، يليه صادرات الحديد والصلب والتي بلغت قيمتها 1.7 مليار دولار كمتوسط لنفس الفترة، ثم الأسمنت والألومنيوم بمتوسط بلغ 1.1 مليار دولار، 723.2 مليون دولار على الترتيب.
- تأتي صادرات الأسمدة المصرية لدول الاتحاد الأوروبي في المرتبة الأولى بين الصادرات المعنية بتطبيق آلية (CBAM) وذلك بمتوسط بلغ نحو 947.4 مليون دولار خلال الفترة 2020-2024، تليه صادرات الحديد والصلب بمتوسط بلغ 706 مليون دولار ، ثم صادرات الألومنيوم بمتوسط بلغ 484.7 مليون دولار ، وأخيرًا صادرات الأسمنت بمتوسط 88.5 مليون دولار خلال نفس الفترة.

جدول رقم(2-8)

قيمة الصادرات المصرية من المنتجات المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون خلال الفترة 2020-2024(مليون دولار)

البيان	2020	2021	2022	2023	2024	المتوسط
إجمالي الصادرات المصرية من الأسمدة	1,437.024	2,225.750	3,533.420	2,587.731	2,185.438	2,393.8
صادرات مصر من الأسمدة إلى الاتحاد الأوروبي	409	746	1597	993	992	947.4
إجمالي الصادرات المصرية من الأسمنت	525.6	825.7	1,089.5	1,380.6	1,490.1	1,062.3
صادرات مصر من الأسمنت إلى الاتحاد الأوروبي	43.4	60.8	98.5	117.3	122.3	88.5
إجمالي الصادرات المصرية من الحديد والصلب	725.4	1,782.000	1,408.000	2,339.000	2,208.000	1,692.5
صادرات مصر من الحديد والصلب إلى الاتحاد الأوروبي	245.9	1,047.9	662.5	926.5	647.4	706.0
إجمالي الصادرات المصرية من الألومنيوم	575.7	784.7	678.3	698.9	878.4	723.2
صادرات مصر من الألومنيوم إلى الاتحاد الأوروبي	381.1	527.4	461.0	456.9	597.4	484.7

المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org



المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org

شكل رقم(2-8)

قيم صادرات الصناعات التي ستخضع لتطبيق آلية (CBAM) بالمليون دولار خلال الفترة 2020-2024

- يتضح مما سبق أن قطاع الأسمدة يُعد من أبرز القطاعات التصديرية في مصر، ويحتل المرتبة الأولى بين قيم صادرات الصناعات التي ستخضع لتطبيق آلية (CBAM) ويشير حجم صادراته المرتفعة مقارنًة بالقطاعات الأخرى أنه سيكون من أكثر القطاعات التي تتأثر بشكل مباشر بتداعيات تنفيذ الآلية. لذلك ستركّز الدراسة فيما يلي على تأثير آلية (CBAM) على قطاع الأسمدة تحديدًا، لما لهذا القطاع من أهمية استراتيجية واقتصادية مزدوجة، فهو لا يمثل فقط ركيزة مهمة في الحفاظ على مكانة مصر التصديرية في الأسواق العالمية، بل يفتح أيضًا المجال أمام فرص التحول نحو نماذج إنتاج منخفضة الكربون، بما يواكب التوجهات البيئية العالمية.

الفصْل الثالث

استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون

تمهيد:

تباينت استجابات الدول المصدّرة للسلع كثيفة الانبعاثات الكربونية تجاه آلية تعديل حدود الكربون تبعًا لاختلاف أوضاعها الاقتصادية وهيكلها الإنتاجي، وكذلك مدى اعتمادها على السوق الأوروبية كوجهة رئيسة لصادراتها. وقد شكّلت درجة النضج المؤسسي والتشريعي والتكنولوجي في كل دولة عاملًا حاسمًا في تحديد طبيعة تعاملها مع الآلية، سواء من خلال التكيف مع متطلباتها أو الاعتراض عليها في المنظمات الدولية. فقد اتجهت بعض الدول إلى تبنّي إصلاحات بيئية وتشريعية وتقنية تهدف إلى تقليل آثار الآلية والحفاظ على تنافسيتها التصديرية، بينما اعتبرت دول أخرى أن الآلية تمثل حاجزًا تجاريًا مقنّعًا يهدد مصالحها الاقتصادية، فعمدت إلى الطعن في مشروعيتها أمام منظمة التجارة العالمية، أو إلى تعزيز التعاون بين بلدان الجنوب لمواجهة تداعياتها المشتركة. وانطلاقًا من هذا التباين، يهدف هذا الفصل إلى تحليل أبرز الإجراءات التي اتخذتها أهم الدول المصدّرة للمنتجات المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون، واستخلاص الدروس المستفادة التي يمكن أن تشكّل مرجعًا لصنّاع القرار في الدولة المصرية، بما يعزّز قدرتها على الاستجابة بفاعلية للتحديات والفرص التي تفرضها هذه الآلية.

1.3 أنماط استجابات الدول مع آلية تعديل حدود الكربون

تُصنَّف استجابات الدول على الرغم من تداخل بعض المواقف وتبنّي أكثر من نهج في الوقت ذاته، إلى أربع فئات رئيسة تعكس تنوّع السياسات المتّبعة في التعامل مع الآلية على النحو الآتي:

1.1.3 الدول المعارضة والمُعترضة قانونيًا

تشمل كل من جنوب أفريقيا، والهند، وروسيا، والصين، والتي بلغ إجمالي صادراتها نحو 26.5% من واردات الاتحاد الأوروبي عام 2024. وقد أبدت هذه الدول مواقف معارضة لآلية تعديل حدود الكربون، معتبرة إياها أداة تجارية مقنّعة قد تُعرقل النفاذ العادل إلى الأسواق الأوروبية.

فقد حذّرت الهند من أن الآلية قد تمثّل عقبة رئيسة أمام مفاوضات اتفاقية التجارة الحرة مع الاتحاد الأوروبي، وأشارات إلى إمكانية اللجوء إلى منظمة التجارة العالمية.

أما جنوب أفريقيا تدرس تقديم شكوى رسمية أمام منظمة التجارة العالمية.

بينما أطلقت روسيا دعوى رسمية ضد الآلية في مايو 2025. ووصفت الصين الآلية بأنها حاجز تجاري جديد، مطالبةً باستثناءات أو إعادة التفاوض بشأن شروط تطبيقها. وعلى الصعيد الداخلي الأوروبي.

كما تقدّمت بولندا بدعوى أمام محكمة العدل الأوروبية في أغسطس 2023، معتبرةً أن الآلية تمثل أداة مالية تستلزم موافقة جماعية من دول الاتحاد الأوروبي، ولا تزال القضية قيد النظر حتى الآن(Glushchenko,2025) .

2.1.3 دول وضعت آليات مماثلة لآلية تعديل حدود الكربون محليًا

تضم هذه الفئة الدول التي تتبنّى نهجًا موازيًا أو متقاربًا مع الاتحاد الأوروبي في تطبيق آليات لتعديل حدود الكربون، ويبلغ إجمالي صادراتها نحو 29.7% من واردات الاتحاد الأوروبي عام 2024. تأتي في مقدمة هذه الدول المملكة المتحدة، والتي قد أعلنت عن تطبيق آلية لتعديل حدود الكربون خاصة بها اعتبارًا من عام 2027، لتشمل القطاعات ذاتها المغطاة بالنظام

الأوروبي. كما تستعد النرويج لتطبيق آلية مماثلة خلال عام 2027، في إطار سعيها لمواءمة سياساتها المناخية مع الاتحاد الأوروبي. ويُناقش في الولايات المتحدة، مقترحٌ تحت مسمّى رسم التلوث الأجنبي، يهدف إلى فرض تعريفات جمركية تعتمد على كثافة الكربون في الواردات. وبالمثل، بدأت كلٌّ من كندا وأستراليا مراحلها الأولى نحو تطوير أنظمة شبيهة بآلية (CBAM) أما تايوان، فقد أعلنت عن إصدار مسودة تنظيمية لآلية تعديل حدود الكربون، بما يعكس توجّهًا متزايدًا نحو توسيع نطاق تطبيق هذه الآلية على المستوى العالمي(Glushchenko,2025)

3.1.3 دول تُعزز من تسعير الكربون محليًا

تتمثل استراتيجية هذه الدول في ضمان بقاء عوائد الكربون داخل الدولة المصدِّرة بدلاً من تحويلها إلى الاتحاد الأوروبي، وذلك من خلال إنشاء أو تطوير آليات محلية لتسعير الكربون أو لتداول الانبعاثات، ويبلغ إجمالي صادرات هذه الدول نحو 15.1% من واردات الاتحاد الأوروبي خلال عام 2024. يأتي في مقدمة هذه الدول، تركيا والتي تعتزم إطلاق سوق تداول انبعاثات تجريبي عام 2025، متوافقًا مع قواعد الاتحاد الأوروبي، بهدف تقليل التزاماتها تجاه آلية تعديل حدود الكربون. كما أطلقت إندونيسيا بالفعل سوق كربون طوعي، وتعمل حاليًا على إنشاء نظام وطني لتداول الانبعاثات. في حين أقرت البرازيل في مايو 2025 قانونًا بإنشاء سوق كربون منظم لتعزيز قدرتها على التكيّف مع متطلبات الأسواق الخارجية. وطورت اليابان نظامًا طوعيًا لتداول الانبعاثات (GX-ETS) ضمن إطارها الوطني للانتقال الأخضر. أما المغرب، فيدرس حاليًا تطبيق ضريبة كربون وطنية، ويعمل على إعداد خارطة طريق للإعلان عنها خلال عام 2026، في خطوة تهدف إلى تعزيز مواءمة سياساته البيئية مع الاتجاهات الدولية(Glushchenko,2025)

4.1.3 دول تسعى لعقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي

تسعى هذه الدول إلى تقديم طلب رسمي إلى الاتحاد الأوروبي لتأجيل تطبيق آلية تعديل حدود الكربون، نظرًا لما قد يترتب عليها من خسائر اقتصادية واستثمارية كبيرة. ومنها دولة أوكرانيا حيث تشير التقديرات إلى أن الاقتصاد الأوكراني قد يتكبد خسائر استثمارية تُقدّر بنحو 2.7 مليار دولار خلال الفترة 2026–2030، إلى جانب انخفاض محتمل في قيمة الصادرات بنحو 4.7 مليار دولار خلال نفس الفترة، خاصة وأن الاتحاد الأوروبي يُعد الشريك التجاري الرئيس لأوكرانيا. أما كوريا الجنوبية، فقد أنشأت فريق عمل وطنيًا مخصصًا للتعامل مع هذه الآلية، وجارٍ محادثات تقنية مع الاتحاد الأوروبي بهدف ضمان اعتماد نظامها الوطني لتسعير الكربون ضمن حساب الالتزامات المقررة بموجب الآلية (Glushchenko,2025).

ويوضح الجدول التالي توزيع استجابات الدول مع آلية تعديل حدود الكربون وفقًا للنمط المتبع بالدولة.

جدول رقم (3-1)

أنماط استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون

نمط الاستجابة	الدول
الاعتراض قانونيًا	جنوب أفريقيا، والهند، وروسيا، والصين، بولندا
وضع آليات مماثلة محليًا	المملكة المتحدة، النرويج، الولايات المتحدة، كندا،أستراليا، تايوان
تسعير الكربون محليًا	تركيا، إندونيسا، البرازيل، المغرب
عقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي	أوكرانيا ، كوريا الجنوبية

Source: Glushchenko, A. (2025, June 19). How countries around the world are responding to the EU CBAM (June 2025). GMK Center. Retrieved from https://gmk.center/en/infographic/how-countries-around-the-world-are-responding-to-the-eu-cbam-june-2025

2.3 إجراءات الدول المعترضة قانونيًا

1.2.3 روسيا الاتحادية

أدّت الحرب الروسية الأوكرانية إلى تراجع الأهمية المباشرة لآلية تعديل حدود الكربون في العلاقات التجارية بين الاتحاد الأوروبي وروسيا، إذ قلّصت العقوبات المفروضة التبادل التجاري بين الطرفين، على الرغم من استمرار واردات الاتحاد الأوروبي من بعض السلع الروسية مثل الحديد والصلب والألومنيوم، من ناحية أخرى تبذل روسيا جهودًا نشطة لمعارضة آلية (CBAM)، سواء من خلال تحركاتها المنفردة أو بصفتها عضوًا في مجموعة البريكس.

ففي منتصف مايو 2025 تقدمت موسكو رسميًا بطلب لإجراء مشاورات مع الاتحاد الأوروبي ودوله الأعضاء في إطار منظمة التجارة العالمية، بشأن الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون في خطوة تُعد المرحلة الأولى ضمن إجراءات تسوية النزاعات داخل المنظمة.(IETA, 2025) .

وقد استندت الشكوى الروسية إلى اللائحة الأوروبية رقم 2023/956 (EU) الخاصة بإنشاء آلية تعديل حدود الكربون، إضافةً إلى التوجيه رقم(EC 87/2003) المتعلق بنظام الاتحاد الأوروبي لتداول حصص انبعاثات غازات الدفيئة.

ترى روسيا أن هذه الإجراءات تتعارض مع التزامات الاتحاد الأوروبي في إطار عدد من الاتفاقيات الدولية، أبرزها،الاتفاقية العامة للتعريفات الجمركية والتجارة لعام 1994، واتفاقية إجراءات تراخيص الاستيراد، واتفاقية الدعم والتدابير التعويضية، فضلًا عن بروتوكولات انضمام بعض الدول الأعضاء مثل بلغاريا وكرواتيا وإستونيا ولاتفيا وليتوانيا إلى منظمة التجارة العالمية.

حيث بموجب قواعد المنظمة، تُعد المشاورات الثنائية بين الطرفين خلال 60 يومًا الخطوة الأولى لتسوية النزاع، إلا أن الاتحاد الأوروبي رفض الدخول في أي حوار مع موسكو، مبررًا ذلك بالظروف الاستثنائية للحرب الروسية الأوكرانية، وفي حال عدم التوصل إلى تسوية خلال هذه المرحلة، يحق لروسيا طلب تشكيل هيئة لتسوية النزاع على أن تصدر تقريرها النهائي خلال ستة أشهر من بدء عملها (WTO, 2025; IETA, 2024).

2.2.3 الصين

تتبنى الصين موقفًا سياسيًا حازمًا ومعارضًا تجاه آلية تعديل حدود الكربون، إذ تعدها إجراءً أحاديًا ومقيّدًا للتجارة الدولية، يتعارض مع مبادئ العدالة المناخية. ويُعد هذا الموقف جزءًا من استراتيجيتها الدبلوماسية المناخية الساعية إلى الدفاع عن مصالح الدول النامية في مواجهة السياسات المناخية الأوروبية. وقد قادت الصين بالتعاون مع دول مجموعة البريكس (البرازيل، روسيا، الهند، جنوب أفريقيا) تحرّكًا دبلوماسيًا لإدراج قضية إجراءات الكربون الحدودية ضمن جدول أعمال مفاوضات مؤتمر الأطراف (COP29) نوفمبر 2024، في خطوة تعبّر بوضوح عن رفضها لأي آليات أحادية الجانب مثل (CBAM)

ومن ناحية أخرى تتبنى نهجًا عمليًا داخليًا للتكيّف مع الواقع الجديد الذي تفرضه الآلية الأوروبية على سلاسل القيمة والصادرات الصناعية. فقد شرعت الحكومة في إصلاحات تنظيمية وفنية تهدف إلى تعزيز الشفافية وتوحيد منهجيات حساب الكربون في القطاعات التصديرية.

ففي يناير 2025، أصدرت وزارة التجارة الصينية مسودة معايير منخفضة الكربون لتصدير ألواح الطاقة الشمسية تحدد الحد الأقصى لانبعاثات الكربون المضمّنة بـ 415 كجم من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط/ذروة ، بهدف مواءمة المنتجات الصينية مع المعايير الدولية لبصمة الكربون.

كما أطلقت وزارة البيئة والإيكولوجيا بالتعاون مع المكتب الوطني للإحصاء قاعدة بيانات وطنية جديدة باسم قاعدة بيانات عوامل انبعاثات غازات الدفيئة الوطنية، لتوفير عوامل انبعاث معيارية موحدة لجميع القطاعات، بما يعزز الموثوقية والاتساق في حسابات الكربون على مستوى المنشآت والمنتجات.

وفي خطوة إضافية نحو الشفافية، أصدرت الصين لأول مرة عامل الانبعاث الرسمي للكهرباء لعام 2023 والذي بلغ 0.6205 كجم مكافئ CO2 لكل كيلوواط/ساعة، وهو مكون أساسي في عمليات حساب البصمة الكربونية للسلع الموجهة للتصدير.

أما على الصعيد المؤسسي، فقد أعلنت الأمانة العامة للجنة المركزية للحزب الشيوعي ومجلس الدولة في يونيو 2025 أن الحكومة تدرس تحويل نظامها الوطني لتداول الانبعاثات (ETS) من نظام قائم على شدة الانبعاثات (intensity-based) إلى نظام قائم على سقف مطلق للانبعاثات (absolute cap) خلال السنوات المقبلة، وهو تحول نوعي يعكس تشدد الصين في إدارة الكربون والانتقال نحو نظام كمي أكثر صرامة.

يُذكر أن الصين أطلقت نظامها الوطني لتداول الانبعاثات في يوليو 2021، وبدأ بتغطية قطاع توليد الكهرباء الذي يُسهم بنحو 40% من إجمالي الانبعاثات الوطنية. وتستعد الحكومة لتوسيع النظام تدريجيًا ليشمل قطاعات الألومنيوم، والحديد والصلب، والأسمنت، على أن يتم الامتثال الكامل بنهاية عام 2025 لتغطية انبعاثات عام 2024، وهي القطاعات نفسها المشمولة بآلية (CBAM) الأوروبية. كما تعمل الصين على بناء نظام وطني شامل لإدارة البصمة الكربونية بموجب الخطة الوطنية الصادرة في مايو 2024، والتي تهدف إلى تطوير أكثر من 50 معيارًا محليًا لحساب الكربون خلال عام 2025، ونحو 100 معيار بحلول 2027، على أن يصل إلى 200 معيار بحلول 2030، كما يجري تطوير نظام وطني لشهادات العلامة الكربونية لتعزيز الشفافية والمقارنة بين المنتجات في الأسواق الدولية.

وفي إطار دعم أدوات السوق، أعادت الصين تشغيل سوقها الطوعي لتعويضات الكربون منذ يناير 2024 بعد توقف دام ست سنوات، ليُستخدم النظام المُحدث كآلية مكمّلة للنظام الوطني لتداول الانبعاثات، بحيث يمكن للشركات تعويض جزء من التزاماتها عبر أرصدة خفض الانبعاثات الطوعية المعتمدة (IETA, 2024).

3.2.3 الهند

تتبنى الهند موقفًا معارضًا بشدة لآلية الاتحاد الأوروبي لتعديل حدود الكربون، إذ تعدها إجراءً تمييزيًا وحمائيًا ينتهك قواعد منظمة التجارة العالمية ويتعارض مع اتفاق باريس للمناخ 2015، ويشكّل عبئًا غير عادل على الدول النامية. وقد عبّرت نيودلهي عن هذا الموقف بوضوح في اجتماعات مجموعة العشرين وقمة البريكس 2024، رافضةً إدراج تسعير الكربون ضمن الالتزامات الدولية للمناخ.

وعلى الرغم من هذا الرفض السياسي، تتخذ الهند خطوات عملية للتعامل مع تداعيات (CBAM) عبر تعزيز بنيتها التنظيمية. ففي ديسمبر 2023، أعلنت عن إنشاء نظام ائتمان الكربون الهندي لتأسيس سوق وطنية لتداول الكربون تهدف إلى تحفيز الصناعات على خفض الانبعاثات، وتعزيز تنافسية القطاعات كثيفة الانبعاثات. ومن المقرر أن تبدأ المرحلة الأولى من التطبيق في عام 2026، وتشمل قطاعات الكهرباء، والصلب، والألومنيوم، والأسمنت، والأسمدة، والكيماويات.

وفي فبراير 2025، دعمت الهند رسميًا الشكوى الروسية ضد الاتحاد الأوروبي أمام منظمة التجارة العالمية، مؤكدةً أن آلية (CBAM) تنتهك مبدأ المساواة في المعاملة وتضع عبئًا غير متناسب على الدول النامية، دون مراعاة التفاوت في المساهمات الوطنية بخفض الانبعاثات. كما تعمل الحكومة على دمج برامج كفاءة الطاقة السابقة، مثل برنامج (Perform, Achieve, and Trade) ضمن النظام الجديد لتداول الكربون، وإنشاء سجل وطني لأرصدة الكربون (National Carbon Registry)

لضمان الشفافية ومنع الازدواجية. وتشير التقديرات إلى أن (CBAM) قد يؤثر على 7–10% من صادرات الهند إلى الاتحاد الأوروبي، خصوصًا في الحديد والصلب والألومنيوم والأسمنت والأسمدة، مما قد يفرض تكاليف إضافية على الشركات الصغيرة والمتوسطة. وعلى الرغم من هذه التحديات ترى الحكومة الهندية أن سوق الكربون الوطنية ستُسهم في تخفيف الأعباء المرتبطة بآلية (CBAM)، وتُمكّن الصناعات من مواءمة سياساتها المناخية مع المعايير الدولية، بما يضمن الحد من الخسائر التصديرية وتعزيز التحول الأخضر المحلي.

4.2.3 جنوب أفريقيا

تُعد جنوب أفريقيا من أبرز الدول التي أبدت رفضًا قويًا لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، معتبرةً إياها إجراءً أحاديًا غير منصف يهدد التنمية الصناعية في الدول النامية. وترى أن الآلية تُشكل تحديًا مزدوجًا لاقتصادها عبر زيادة الأعباء على الصادرات الكثيفة الانبعاثات وانكماش الطلب الأوروبي على الفحم والمعادن.

تعمل الحكومة حاليًا على تحليل الآثار الكمية المباشرة للآلية على قطاعات الحديد والصلب، الألومنيوم، الأسمنت، والأسمدة. وقد كانت جنوب أفريقيا أول دولة أفريقية تطبّق ضريبة كربون وطنية منذ عام 2019، بسعر ابتدائي قدره 134 راند/طن (نحو 7 دولارات)، مع إعفاءات تصل إلى 95% لتخفيف الأثر الاقتصادي، على أن تُخفض تدريجيًا في المرحلة الثانية (2026–2030) ليصل السعر إلى نحو 440 راند/طن (24 دولارًا). بما يتماشى مع أهداف اتفاق باريس وخطة التحول العادل للطاقة (Government of South Africa, 2019).

هذا، وتسعى جنوب أفريقيا إلى الاعتراف المتبادل بين ضريبتها الوطنية وآلية الاتحاد الأوروبي لتجنّب الازدواج الضريبي على المصدرين، وقد أجرت وزارة المالية بجنوب أفريقيا مفاوضات غير رسمية مع المفوضية الأوروبية منذ أواخر 2023، طالبت فيها الاتحاد الأوروبي بالاعتراف بضريبة الكربون الوطنية كآلية مكافئة لـ (CBAM) لتجنب الازدواج في التسعير، كما دعت جنوب أفريقيا إلى توفير فترة انتقالية أطول للدول النامية الأفريقية، وذلك حتى تتمكن من بناء قدراتها المؤسسية والتقنية لقياس الكربون المضمَّن في صادراتها.

وفي إطار خطة التحول العادل للطاقة والموقعة عام 2022، الممولة بـ 8.5 مليار دولار من شركاء دوليين، تعمل جنوب أفريقيا على إزالة الكربون من قطاع الكهرباء والصناعات الثقيلة، وتشمل الخطة استبدال محطات الفحم القديمة بمصادر طاقة متجددة وتمويل مشروعات الهيدروجين الأخضر ودعم التحول الصناعي وحماية الوظائف.

وتشير تقديرات وزارة التجارة والصناعة إلى أن ما يقرب من 26% من صادرات الحديد والصلب تتجه إلى الاتحاد الأوروبي، وقيمة الصادرات المعرضة مباشرة لتأثير (CBAM) تقدر بنحو 1.4 مليار دولار أمريكي سنويًا. أما الشركات الصغيرة والمتوسطة في قطاعي الفولاذ والألومنيوم ستواجه صعوبات في جمع بيانات الانبعاثات بدقة، وتعمل الحكومة على إنشاء نظام وطني للإبلاغ عن الكربون لتسهيل جمع بيانات الانبعاثات وتوفيرها للمصدرين وفق متطلبات (CBAM) الأوروبية. (Department of Environment, Forestry and Fisheries (South Africa,n.d).

3.3 إجراءات الدول التي وضعت آليات مماثلة محليًا

1.3.3 المملكة المتحدة

جاءت استجابة المملكة المتحدة لآلية تعديل حدود الكربون التي أطلقها الاتحاد الأوروبي من خلال تبنّي آلية وطنية مماثلة، اتسمت بقدرٍ من المرونة والتدرج في التطبيق. فمن جهة، قلّصت الحكومة البريطانية نطاق القطاعات المشمولة ورفعت الحد

الأدنى لقيمة الواردات لتخفيف الأعباء الواقعة على الشركات، ومن جهة أخرى، شددت على دقة الإبلاغ والتحقق وربط تسعير الكربون بنظام تداول الانبعاثات البريطاني.

وقد قامت الحكومة البريطانية في أكتوبر 2024 بنشر نتائج المشاورات العامة الخاصة بإدخال الآلية البريطانية لتعديل حدود الكربون، معلنةً أن تطبيقها سيبدأ في يناير 2027، لتشمل قطاعات: الألومنيوم، الأسمنت، الأسمدة، الهيدروجين، الحديد والصلب، بينما استُبعدت قطاعات السيراميك والزجاج التي كانت مطروحة مبدئيًا. كذلك تم رفع الحد الأدنى لتفعيل الآلية من 10,000 إلى 50,000 جنيه إسترليني سنويًا من قيمة الواردات، لتقليل الضغط على المؤسسات الصغيرة والمتوسطة. وسيتبع النظام نهجًا مزدوجًا خلال الفترة 2027–2030، يتيح للشركات استخدام بيانات فعلية أو قيم افتراضية للانبعاثات المضمّنة، مع احتساب كلٍّ من الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة بوحدة طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وسيُحدَّد السعر بناءً على سعر الكربون في نظام تداول الانبعاثات البريطاني، مع مراعاة المخصصات المجانية للشركات المحلية. وسيُحدَّث السعر ربع سنويًا بالتزامن مع التقارير المقدمة من الشركات، على أن تُخصم فقط أسعار الكربون الصريحة من الالتزامات، دون السماح باستخدام الأسعار الضمنية مثل ضرائب الوقود.كما يجوز للشركات التي تتحمل أكثر من تكلفة كربونية واحدة خصم المجموع المثبت من التزاماتها.

ويُلزم النظام الشركات بالتحقق من بيانات الانبعاثات من خلال جهات اعتماد معترف بها لدى المنتدى الدولي للاعتماد، بالتعاون مع هيئة الاعتماد البريطانية لضمان توافر عدد كافٍ من المراجعين المعتمدين ووضع معايير موحدة للتحقق. كما تلتزم الشركات بتقديم دليل على الوزن الصافي للسلع الخاضعة للآلية، بينما تدرس الحكومة تطبيق أساليب مختلفة للقياس لتقليل التعقيدات الإجرائية. وباعتبار أن الآلية ستُعامل كضريبة على الواردات المشمولة، يتوجب على الشركات تقديم إقرارات ربع سنوية بدءًا من عام 2028، على أن يُقدَّم أول تقرير عام 2027 بحلول مايو 2028 وستتولى هيئة الإيرادات والجمارك البريطانية إدارة النظام والإشراف عليه، مع تمديد صلاحياتها الحالية لتشمل فرض الغرامات وملاحقة الجرائم الجنائية المرتبطة بالتهرب من الالتزامات. كما أعلنت الحكومة عن تأسيس مجموعة عمل صناعية لآلية (CBAM) البريطانية تضم ممثلين عن القطاعات المتأثرة لضمان تطبيق منظم وشفاف (UK Government, 2024).

2.3.3 الولايات المتحدة

تُعد الولايات المتحدة من أكثر الدول المتابعة لتطورات آلية تعديل حدود الكربون، وقد عبّرت في مناسبات عدة عن مخاوفها من التداعيات الاقتصادية والتجارية المحتملة لهذه السياسة، على الرغم من كونها أقل الدول تأثرًا بتداعيات الآلية، إذ تُقدَّر قيمة صادراتها التي قد تتأثر بها بنحو مليار دولار (TradeExperettes, 2024) وقد فرضت الحكومة الأمريكية في فبراير 2025 رسومًا جمركية بنسبة 25% على واردات الصلب و25% على الألومنيوم بدلًا من 10% سابقًا.

في أبريل 2025 قُدم مشروع قانون تحت عنوان رسوم التلوث الأجنبي، والذي يهدف إلى خلق تكافؤ الفرص للمصنّعين الأمريكيين عبر فرض رسوم على الواردات وفقًا لكثافة انبعاثات الكربون المضمّنة في إنتاجها، وتشمل القطاعات المستهدفة بهذا المشروع كلًّا من الصلب، والألومنيوم، والأسمنت، والزجاج، والأسمدة، والهيدروجين، ومكونات الطاقة الشمسية، وبعض مدخلات البطاريات. ويركز المشروع على الأداء البيئي وكفاءة الكربون دون مراعاة مستويات أسعار الكربون المدفوعة في الدول الأخرى. وما زال القانون في مراحله التشريعية الأولى ولم يتضح بعد مدى تمتعه بالدعم السياسي الكافي لإقراره.

أما على مستوى السياسات المحلية للكربون، فلا تمتلك الولايات المتحدة حتى الآن آلية وطنية موحدة لتسعير الكربون، بل تعتمد على مزيج من التشريعات المحلية التي تستهدف الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. وتشمل الضرائب على بعض الأنشطة

أو المنتجات، ومعايير كفاءة الوقود، وأنظمة تجارة الانبعاثات على مستوى الولايات مثل تجربة ولاية كاليفورنيا، ومعايير الحصص للطاقة المتجددة(IETA, 2025)

ويمثل تبنّي الولايات المتحدة لآلية تعديل حدود الكربون تحديًا مزدوجًا من الجانبين المناخي والتجاري، إذ تواجه واشنطن ضغوطًا لاعتماد آلية مماثلة للاتحاد الأوروبي لحماية صناعاتها الوطنية وتحفيز شركائها التجاريين على خفض الانبعاثات. غير أن هذا المسار يصطدم بعدة عقبات رئيسة، تشمل غياب معايير موحدة لقياس الانبعاثات، وضعف دقة البيانات المتاحة، وارتفاع التكاليف الإدارية المتوقعة، إلى جانب تعقيدات التكامل مع الأنظمة الجمركية، واحتمال إعادة توجيه التجارة إلى أسواق أقل التزامًا بالمعايير البيئية، فضلًا عن المقاومة الداخلية لأي سياسات تفرض تسعيرًا للكربون على المستوى الفيدرالي (Rasool et al, 2024)

وفي ظل هذه التعقيدات، طُرح خيار بديل يتمثل في الانضمام إلى ما يسمى نادي الكربون، وهو تحالف دولي يقوم على تحديد سعر موحّد للكربون بين أعضائه، بحيث تُلغى الرسوم على التجارة المتبادلة داخل النادي وتُفرض فقط على الدول غير الأعضاء. وإذا ما نجحت القوى الكبرى مثل الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة والصين في تأسيس مثل هذا التكتل، فقد يشكّل ذلك خطوة محورية نحو تعزيز العمل المناخي العالمي ومنع تسرّب الكربون. غير أن الواقع الراهن يشير إلى غياب بوادر عملية لتأسيس هذا النادي (TradeExperettes, 2024).

3.3.3 دولة كندا

تطرح السياسة الأوروبية تحديات لكندا، نظرًا لأنها دولة تعتمد بشكل كبير على التجارة الدولية، ومع وجود شراكة اقتصادية وأمنية استراتيجية مع الولايات المتحدة، بجانب انفتاحها المتزايد على الأسواق الأوروبية والآسيوية، ومن التحديات الرئيسة التي تواجه كندا في سياق تطبيق هذه الآلية من قبل الاتحاد الأوروبي، الأعباء التنظيمية والتقنية على المصدّرين الكنديين، حيث يتعين على الشركات المصدّرة للاتحاد الأوروبي تقديم بيانات دقيقة عن الانبعاثات المضمنة في منتجاتها، باستخدام منهجيات معقدة صممتها المفوضية الأوروبية، وبالتالي يتطلب الأمر احتساب الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة (مثل استهلاك الكهرباء والطاقة) على مستوى كل منتج، كما يشترط الاتحاد الأوروبي أن تتم عملية التحقق بواسطة جهة معتمدة من الاتحاد، وهو ما يعني زيارات تفتيش لمواقع الإنتاج في كندا من قبل جهات خارجية، وبالتالي هذه المتطلبات ستترتب عليها تكاليف كبيرة (من عشرات الآلاف إلى ملايين الدولارات حسب حجم الشركة)، تشمل تطوير أنظمة محاسبة الكربون، والاستعانة بمستشارين، ودفع رسوم تدقيق، والتعامل مع زيارات ميدانية.

بالإضافة إلى خطر فقدان التنافسية التجارية حيث إن صادرات كندا قد تصبح أقل جاذبية إذا زادت كلفة الامتثال مقارنة بدول أخرى لا تطبق تسعيرًا للكربون، كما أن أي محاولة لاعتماد (CBAM) كندي داخلي قد تُفسر على أنها حاجز تجاري، وتؤدي إلى إجراءات انتقامية من الشركاء التجاريين (خصوصًا الولايات المتحدة)، وكذلك تعقد سلاسل التوريد. كما أن توسع الاتحاد الأوروبي في تطبيق هذه الآلية ليشمل منتجات المرحلة التالية (مثل السيارات أو العبوات المعدنية) سيعني أن أي منتج يستخدم مكونات كثيفة الكربون سيدخل تحت المراقبة، وهذا من شأنه أن يُهدد سلاسل التوريد المتكاملة بين كندا والولايات المتحدة، حيث يعتمد كلاهما بشكل كبير على تدفقات متبادلة من الألومنيوم والصلب والمنتجات الصناعية الأخرى.

وبخصوص السياسات والإجراءات المتبعة من كندا، فهي تشمل المشاورات الدولية فقد أطلقت حوارًا مع الاتحاد الأوروبي تحت عنوان "الحوار الصناعي عبر الأطلسي" لدراسة إمكانات المواءمة في السياسات الصناعية والتجارية، بالإضافة إلى النقاش حول آلية كندية شبيهة بآلية (CBAM).

وعلى المستوى الداخلي تعمل الحكومة الكندية على مواءمة نظام تسعير الكربون الوطني مع متطلبات الاتحاد الأوروبي، إلى جانب دراسة تقديم حوافز وضمانات مالية لتخفيف الأعباء عن الشركات المصدّرة. كما تتجه كندا نحو تنويع شراكاتها التجارية من خلال تعزيز علاقاتها الاقتصادية مع الهند ودول جنوب شرق آسيا، بما يحدّ من اعتمادها على الأسواق الغربية.
ووفقًا لذلك يتسم الموقف الكندي بمحاولة تحقيق توازن دقيق بين التعاون مع الاتحاد الأوروبي في مجالات المناخ والتجارة، والحفاظ على الشراكة الاستراتيجية مع الولايات المتحدة، مع توسيع قاعدة شركائها التجاريين نحو آسيا في إطار رؤية أكثر تنوعًا واستدامة (Nemeth & Wallace, 2025).

4.3.3 دولة أستراليا

أعلنت الحكومة الأسترالية في صيف عام 2023 عن نيتها تطوير نسخة وطنية من آلية تعديل حدود الكربون الأسترالية، وقد أطلقت أستراليا مراجعة رسمية لتسرّب الكربون ضمن إطار إصلاح آلية الحماية المناخية، وذلك تحت إشراف وزارة التغير المناخي والطاقة والبيئة والمياه، هدفت هذه المراجعة إلى تقييم مخاطر تسرّب الكربون في القطاعات الرئيسة واستكشاف الخيارات السياسية الممكنة، بما في ذلك تبنّي آلية أسترالية لتعديل حدود الكربون خاصّة في قطاعي الصلب والأسمنت.
وعقب توافق السياسات الأسترالية مع أطر تسعير الكربون العالمية، وقواعد منظمة التجارة العالمية، أبدت القطاعات الصناعية المعنية دعمًا واسعًا لفكرة تطبيق (CBAM) أسترالي، على الرغم من وجود مخاوف محدودة تتعلق بتأثيره على التجارة وارتفاع تكاليف المستخدمين الصناعيين في سلاسل الإنتاج.
وفيما يتعلق بسعر الكربون المحلي وسياسات الحد الأقصى والتداول (Cap-and-Trade Policies) تُعد آلية الحماية المناخية التي أُطلقت عام 2016 وأُعيد إصلاحها عام 2023 السياسة الرئيسة في أستراليا لخفض الانبعاثات الصناعية.
وتُطبَّق هذه الآلية على المنشآت الصناعية الكبرى التي تتجاوز انبعاثاتها السنوية 100 ألف طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، في قطاعات أساسية مثل: التعدين، وإنتاج النفط والغاز، والصناعة التحويلية، النقل، وإدارة النفايات. أما قطاع الكهرباء، فيُعامل من خلال حدود جماعية (sector-wide baseline) بدلًا من حدود فردية لكل منشأة، حيث تُحدد الآلية خطوطًا أساسية (Baselines) للانبعاثات، تنخفض تدريجيًا بواقع 4.9% سنويًا حتى عام 2030، بما يتماشى مع هدف أستراليا المتمثل في خفض الانبعاثات بنسبة 43% عن مستويات 2005 بحلول عام 2030، وتحقيق صافي انبعاثات صفري بحلول عام 2050.
وبصورة عامة، يُسمح للمنشآت التي تُحقق انبعاثات أقل من حدّها الأساسي بالحصول على اعتمادات آلية الحماية المناخية، بينما تُلزم المنشآت التي تتجاوز حدودها بشراء وحدات الائتمان الكربوني الأسترالية أو اتخاذ إجراءات تصحيحية بديلة للامتثال للنظام.
وقد أسهمت هذه الإصلاحات في تعزيز فعالية هذه السياسة وضمان مشاركة المنشآت الصناعية الكبرى بشكل أكثر فاعلية في تحقيق أهداف خفض الانبعاثات الوطنية، مما يمهّد الطريق أمام أستراليا لتكون من أوائل الدول التي قد تطبّق نسخة وطنية من آلية تعديل الكربون على الحدود في المستقبل القريب.

4.3 إجراءات الدول التي تُعززتسعير الكربون محليًا

1.4.3 تركيا

تُعد تركيا من أكثر الدول عرضةً لتأثيرات نظام تداول الانبعاثات الأوروبي(EU ETS) خاصة عبر قطاعات الحديد والصلب والأسمنت التي تمثل مكونات رئيسة في هيكل صادراتها إلى الاتحاد الأوروبي. ومع بدء تطبيق آلية تعديل حدود الكربون

(CBAM)، أدركت الحكومة التركية الحاجة إلى تطوير سوق وطني للكربون يتيح لها التكيف مع المتطلبات الأوروبية وتقليل الأعباء المالية على الشركات المصدّرة.

ومن ثم، أعلنت أنقرة عن تسريع خطواتها لإنشاء نظام تداول الانبعاثات التركي (Tu ETS) ليكون متفق مع نظام الاتحاد الأوروبي (EU ETS) غير أنّ المرحلة التجريبية للنظام، التي كان من المقرر إطلاقها عام 2025، تأجّلت إلى عام 2026 لأسباب تنظيمية وفنية تتعلق بآليات الرصد والإبلاغ والتحقق. ومن المقرر أن يشمل نظام تداول الانبعاثات التركي نحو 130 منشأة صناعية في قطاعات الطاقة، والأسمنت، والكيماويات، والتكرير، وهي القطاعات الأعلى في الانبعاثات، وسيُدار النظام على نحو مشابه لنظام الاتحاد الأوروبي عبر نظام مزادات لتخصيص حصص الانبعاثات، إلى جانب إنشاء سوق ثانوية للتداول تُشرف عليها بورصة الطاقة التركية لضمان الشفافية والكفاءة في التسعير.

وفيما يتعلق بإنشاء سوق للكربون كأحد العناصر المحورية في قانون المناخ التركي، والذي يستهدف تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2053، فقد تم تقديم مشروع القانون إلى الجمعية الوطنية الكبرى في فبراير 2025، واعتمدته لجنة البيئة بالبرلمان في مارس 2025. إلا أن الحكومة سحبت مشروع القانون في مايو 2025 عقب انتقادات من أحزاب المعارضة والمنظمات البيئية، ولم يُعلن حتى الآن عن جدول زمني جديد لإعادة طرحه.

وعلى الرغم من تأجيل إطلاق النظام الرسمي لسوق الكربون، تواصل تركيا استكشاف أدوات بديلة ومساندة لتسعير الكربون، شملت:

(1) الأسواق الطوعية للكربون، والتي تسمح للشركات بشراء أرصدة كربونية لتعويض انبعاثاتها طوعًا.

(2) آليات التعويض بموجب المادة السادسة من اتفاق باريس، والتي تمكّن من التعاون الدولي في مشروعات خفض الانبعاثات وتبادل الأرصدة بين الدول.

وتهدف أنقرة من خلال هذه الأدوات تهيئة بيئة مؤسسية وتشريعية تدعم دمج نظامها الوطني لتسعير الكربون في المستقبل مع النظام الأوروبي، بما يضمن الحد من الآثار السلبية لـ (CBAM) وتعزيز قدرة الاقتصاد التركي على المنافسة في الأسواق الأوروبية ضمن التحول العالمي نحو الاقتصاد منخفض الكربون.

2.4.3 البرازيل

تتبنّى البرازيل موقفًا نقديًا واضحًا تجاه آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، إذ تشكّك في مدى توافقها مع قواعد منظمة التجارة العالمية، ومع مبدأ العدالة المناخية المنصوص عليه في اتفاق باريس للمناخ، معتبرةً أن الآلية تمثل أداة غير منصفة للدول النامية. وعلى الرغم من هذا الموقف النقدي، تعمل البرازيل على تطوير نظام وطني لتداول الانبعاثات (ETS) بهدف الاحتفاظ بعائدات تسعير الكربون داخل الاقتصاد المحلي وتقليل التزاماتها المالية تجاه الاتحاد الأوروبي. كما تعمل الجمعية البرازيلية للمعايير الفنية على تأهيل نفسها لتصبح جهة تحقق معتمدة لدى الاتحاد الأوروبي، وهو ما يعكس استعدادًا فنيًا للتكيّف مع المتطلبات التقنية للآلية، على الرغم من استمرار التحفظ السياسي.

وتُشير التحليلات إلى أن انخفاض كثافة الكربون في الاقتصاد البرازيلي، بفضل الاعتماد الواسع على الطاقة المتجددة قد يمنح البلاد ميزة تنافسية نسبية ضمن نظام الـ (CBAM) مقارنة بالدول ذات الإنتاج القائم على الوقود الأحفوري.

وفي هذا الإطار، قامت وزارة المالية البرازيلية وعدد من الوكالات الحكومية بإجراء دراسة تفصيلية لتقييم تأثير الآلية على القطاعات الوطنية، أظهرت نتائجها أن الأثر المباشر لـ (CBAM) على الاقتصاد البرازيلي لا يزال محدودًا، إذ لا تتجاوز الصادرات المتأثرة 0.15% من الناتج المحلي الإجمالي، ومعظمها من قطاعي الحديد والصلب.

كما تُبدي البرازيل قلقًا متزايدًا من احتمال انتشار آليات مشابهة عالميًا، خاصة في الولايات المتحدة وآسيا، لما قد يسببه ذلك من تراجع تنافسية صادراتها. ومن ثم تتبنّى موقفًا حذرًا من تبني أي آلية محلية مماثلة لتجنّب ما تصفه بتأثير الدومينو للسياسات الحمائية المناخية.

هذا وقد أقرّ البرلمان البرازيلي في ديسمبر 2024 أول نظام وطني رسمي لتسعير الكربون، مُلزم للمنشآت التي تتجاوز انبعاثاتها 25 ألف طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، مع استبعاد قطاعي الزراعة واستخدام الأراضي اللذين يمثلان أكثر من 60% من إجمالي الانبعاثات الوطنية. ويُعد هذا النظام خطوة رئيسة نحو دمج البرازيل في منظومة تسعير الكربون العالمية، مع الحفاظ على السيادة الاقتصادية وتقليل الاعتماد على الآليات الخارجية مثل آلية (CBAM) الأوروبية.

3.4.3 المملكة المغربية

يتمتع المغرب والاتحاد الأوروبي بعلاقات اقتصادية قوية بسبب قربهما الجغرافي، وتوقيع الطرفان لاتفاقية الشراكة في عامي 1996، 2021، كما يمثل الاتحاد الأوروبي الشريك التجاري الأساسي للمغرب، والوجهة الرئيسة للصادرات المغربية، وتشير العديد من الدراسات إلى أن هذه الآلية قد تُلحق أضرارًا ملموسة بالمصالح التصديرية للمغرب، مما يجعل اقتصاده من بين الأكثر عرضة للمخاطر الناشئة عن التطبيق الكامل للآلية. حيث يتوقع أن تتأثر جميع صادرات المغرب من السلع بدرجات متفاوتة، مع تركز التأثير الأكبر في قطاعات التعدين والتصنيع والمرافق، وصادرات الكهرباء، بينما يُتوقع أن يكون تأثير الآلية على الصادرات الزراعية وقطاعات الخدمات – وخاصة السياحة – محدودًا في المرحلة الراهنة.

ويتوقع أن تؤدي الآلية إلى تكلفة كربونية تتراوح بين 20 إلى 34 مليون دولار أمريكي سنويًا على المصدرين في المغرب في المرحلة الأولية لتطبيقها، بافتراض أن سعر كربون أدنى سيبلغ 60 دولارًا أمريكيًّا كحد أدنى، 100 دولار أمريكي كحد لسعر أقصى، والأخذ بالاعتبار الانبعاثات المباشرة الناتجة عن عمليات القطاع نفسه، والانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن استهلاك الكهرباء(Morchid, W.etal,2024).

ويمثل تطبيق آلية تعديل حدود الكربون في جوهره صدمة خارجية تماثل فرض ضريبة على الصادرات المغربية، ما يؤدي إلى تراجع الطلب الخارجي على منتجاتها، ونظرًا للتشابكات القطاعية داخل الاقتصاد الوطني، فمن المرجح أن تمتد الآثار غير المباشرة لتشمل قطاعات أخرى عبر انخفاض مستويات الطلب المحلي وارتفاع تكاليف الإنتاج، ونتيجة لذلك، يُتوقع أن تشهد بلدان شمال أفريقيا وعلى رأسها المغرب، تراجعًا في مستويات الدخل وفرص التشغيل.

كما يواجه المغرب تحديات تمويلية وتنظيمية كبيرة في إزالة الكربون، حيث تتطلب التحولات الصناعية استثمارات ضخمة في التكنولوجيا النظيفة ومرافق مراقبة الانبعاثات، مما يزيد أعباء الشركات الصغيرة والمتوسطة.

أيضًا تطبيق سعر الكربون الأوروبي دون مراعاة تفاوت القدرات الاقتصادية يتعارض مع مبدأ العدالة المناخية، ويزيد من المخاوف بشأن توافق الآلية مع قواعد منظمة التجارة العالمية.

هذا وقد اتخذ المغرب عدة تدابير لمواءمة اقتصاده مع متطلبات (CBAM)، من أبرزها:

(1) تحديث المساهمات المحددة وطنيًا في 2021 لخفض الانبعاثات بنسبة تصل إلى 45.5% بحلول 2030.

(2) إطلاق خطة الإنعاش الصناعي (2021–2023) لإزالة الكربون من الصناعة.

(3) وضع برنامج الاستثمار 2023–2027 ومبادرة الرؤية 2040 الخالية من الكربون التي يقودها المكتب الشريف للفوسفات، والذي يستهدف الاعتماد الكامل على الطاقة المتجددة بحلول 2027 وتحقيق الحياد الكربوني في 2040. (4) برنامج تطوير النمو الأخضر لدعم الشركات الصغيرة والمتوسطة في التحول إلى الإنتاج الأخضر.

(5) رفع دعم الوقود الأحفوري وإعادة تهيئة البنية التحتية لاستخدام الهيدروجين الأخضر.
(6) دعم الشركات الناشئة والابتكار الأخضر في مجالات مثل الشحن الكهربائي والطاقة الشمسية.

4.4.3 اليابان

تتعاون اليابان مع دول الاتحاد الأوروبي في تنفيذ هذه الآلية، معتبرة أنها تتماشى مع أهداف خفض الانبعاثات العالمية إذا نُفذت بشفافية وموضوعية. ومنذ عام 2023، أطلقت وزارة الاقتصاد والتجارة والصناعة مشاورات مع الاتحاد الأوروبي لتنسيق الاعتراف بأسعار الكربون المحلية وضمان امتثال صادرات اليابان، خاصة في قطاعي الصلب والألومنيوم، لمتطلبات (CBAM) عند تطبيقه الكامل عام 2026.

وتُعد اليابان من أوائل الدول الآسيوية التي تبنت سياسة واضحة لتسعير الكربون فقد اعتمدت مسارًا تدريجيًا يوازن بين المسؤولية البيئية والحفاظ على القدرة التنافسية الصناعية. ففي عام 2022، أعلنت الحكومة عن استراتيجية التحول الأخضر(GX League 2023-2030) وهي مبادرة وطنية لتسعير الكربون وإدارة الانبعاثات في الشركات الكبرى، تتضمن خارطة طريق لتقليل الانبعاثات بنسبة 46% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات 2013، وتحقيق صافي انبعاثات صفري بحلول عام 2050.

وتشمل الاستراتيجية توسيع نظام (GX-ETS) تدريجيًا ليصبح إلزاميًا لجميع الشركات الكبرى، ودمج الضريبة الكربونية مع نظام التجارة لإنشاء آلية تسعير مزدوجة (Hybrid Carbon Pricing)، وتعزيز التعاون مع الاتحاد الأوروبي للاعتراف المتبادل بين الأنظمة الكربونية بحلول 2030، واستخدام عائدات تسعير الكربون لتمويل مشروعات الهيدروجين والطاقة المتجددة (International Carbon Action Partnership, n.d.-a).

وقد بدأ الإطلاق التجريبي رسميًا في أبريل 2023 بمشاركة أكثر من 600 شركة تمثل نحو 40% من الانبعاثات الصناعية في اليابان، وتعتمد المرحلة الانتقالية (2023–2025) على آلية تجارة طوعية لتبادل أرصدة الكربون (GX-ETS) دون إلزام قانوني، بينما ستتحول المرحلة التالية بدءًا من عام 2026 إلى نظام إلزامي يحدد حدود انبعاث لكل شركة، مع تعزيز صارم لخفض الانبعاثات حتى عام 2030.

بالإضافة إلى ذلك، تم اعتماد ضريبة الكربون التحفيزية ضمن خطة التحول الأخضر، ومن المتوقع بدء تطبيقها في عام 2028 بمعدل مبدئي قدره 1000 ين لكل طن مكافئ للكربون (نحو 6.5 دولار أمريكي)، على أن ترتفع تدريجيًا خلال العقد المقبل.

وتسعى اليابان أيضًا إلى تعزيز التعاون الإقليمي والدولي في مجال تسعير الكربون، من خلال إنشاء شبكة التعاون الآسيوية لأسواق الكربون بمشاركة دول مثل سنغافورة، وكوريا الجنوبية، وإندونيسيا، وتايلاند، والفلبين، وفيتنام، إلى جانب التعاون الفني مع الاتحاد الأوروبي عبر منصة (Asia-Pacific Carbon Dialogue)

كما وقعت اليابان اتفاقيات شراكة ثنائية لخفض الانبعاثات مع أكثر من 20 دولة نامية، مما يتيح للشركات اليابانية تمويل مشروعات خفض الانبعاثات في الخارج واحتساب أرصدة الكربون الناتجة ضمن أهدافها الوطنية.

ونظرًا لانخفاض كثافة الكربون في صناعاتها واعتمادها على الطاقة النظيفة، تُعد اليابان من أقل الدول تأثرًا بـ(CBAM)، حيث تمثل الصادرات المتأثرة أقل من 0.1% من إجمالي الصادرات إلى الاتحاد الأوروبي، وتُعد الآلية فرصة لتعزيز التميز التكنولوجي في إزالة الكربون.

5.3 إجراءات الدول التي تسعى لعقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي

1.5.3 أوكرانيا

تتبنّى أوكرانيا موقفًا إيجابيًا بالكامل تجاه آلية الاتحاد الأوروبي لتعديل حدود الكربون، إذ تعدها فرصة استراتيجية لتعزيز اندماجها الاقتصادي والمؤسسي مع الاتحاد الأوروبي. ومنذ عام 2023، تتعاون كييف بشكل وثيق مع المفوضية الأوروبية والوكالة الأوروبية للبيئة لتنفيذ مشروع شامل لمواءمة نظامها الوطني لقياس الانبعاثات والإبلاغ والتحقق مع المعايير الأوروبية الخاصة بـ (CBAM)، بما يتيح الاعتراف المتبادل بأسعار الكربون المحلية وإعفاء الصادرات الأوكرانية من الرسوم الإضافية.

حيث تعمل وزارة البيئة والموارد الطبيعية الأوكرانية على إنشاء السجل الوطني للكربون بتمويل من الاتحاد الأوروبي والبنك الدولي، بهدف تتبع انبعاثات الشركات الصناعية الكبرى وتوفير بيانات موحدة متوافقة مع نظام الاتحاد الأوروبي لتداول الانبعاثات. كما أقرّ البرلمان الأوكراني في أكتوبر 2024 قانونًا لمراقبة الانبعاثات الوطنية، يُلزم أكثر من 700 منشأة صناعية بإعداد تقارير دورية حول انبعاثاتها وفق المعايير الأوروبية، وتقديمها إلى الوكالة الوطنية للمراقبة البيئية.

لتعزيز التنسيق الفني، أنشأت الحكومة مكتب مواءمة سياسات الكربون مع الاتحاد الأوروبي داخل وزارة البيئة لتولي مهمة التنسيق الفني مع بروكسل بشأن آليات الاعتراف المتبادل بالأسعار والمعايير.

وعلى الرغم من استمرار الحرب منذ عام 2022، نجحت أوكرانيا في الحفاظ على استمرارية برامجها البيئية بفضل الدعم المالي والفني الأوروبي، إذ تغطي مبادرة (REPowerEU) وخطة الشراكة الخضراء لأوكرانيا، مشروعات لإعادة بناء البنية التحتية للطاقة، والصناعة على أساس الكفاءة والانبعاثات المنخفضة. كما تم في ديسمبر 2024 إطلاق صندوق إعادة الإعمار الأخضر لأوكرانيا بتمويل مشترك من الاتحاد الأوروبي والبنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية لتوفير التمويل اللازم لتحديث الصناعات الثقيلة مثل الصلب والأسمنت بما يتوافق مع متطلبات (CBAM)

وتسعى أوكرانيا إلى إنشاء نظام وطني لتداول الانبعاثات (Ukr-ETS) بحلول عام 2027، ليكون متوافقًا بالكامل مع نظام الاتحاد الأوروبي (EU ETS) تمهيدًا للربط بين النظامين. وتشمل خطة التنفيذ التدريجية ثلاث مراحل رئيسة:

- **المرحلة الأولى (2024–2025):** يتم خلالها تطوير قاعدة بيانات وطنية للانبعاثات وإعداد اللوائح القانونية الخاصة بآلية (CBAM).
- **المرحلة الثانية (2026–2028):** إطلاق منصة إلكترونية تجريبية لتسجيل الانبعاثات وتخصيص الحصص.
- **المرحلة الثالثة (2028–2033):** التشغيل الكامل للنظام وربطه فعليًا بنظام الاتحاد الأوروبي.

ومن المقرر أن يغطي النظام في مرحلته الأولى قطاعات توليد الكهرباء، الحديد والصلب، الأسمنت، والكيماويات الأساسية، وهي القطاعات الأكثر تعرضًا لتأثير (CBAM).

وتُعد أوكرانيا من أكبر مصدّري الحديد والصلب إلى الاتحاد الأوروبي، إذ تشير بيانات وزارة الاقتصاد الأوكرانية إلى أن أكثر من 75% من صادرات الحديد والصلب الأوكرانية تتجه إلى أسواق الاتحاد الأوروبي، بقيمة إجمالية بلغت نحو 3.8 مليار دولار أمريكي في عام 2024، وأن تطبيق (CBAM)دون الاعتراف بأسعار الكربون المحلية قد يرفع تكاليف الصادرات بنسبة تتراوح بين 8–10% لذا تعمل أوكرانيا على توحيد منهجيات حساب الكربون المضمَّن لتتطابق مع المنهجيات الأوروبية، بما يضمن تجنب الازدواج في فرض الرسوم على المنتجات الأوكرانية، ويعزز في الوقت ذاته تكاملها التدريجي مع المنظومة المناخية الأوروبية. (International Carbon Action Partnership, 2024).

2.5.3 كوريا الجنوبية

أكدت الحكومة الكورية في ديسمبر 2024 أن آلية (CBAM) تمثل تحديًا كبيرًا أمام الصناعات الموجهة نحو التصدير، لكنها في الوقت ذاته تُعد فرصة لتسريع جهود إزالة الكربون من الاقتصاد الكوري. ومن ثم، تسعى كوريا الجنوبية إلى تحقيق اعتراف أوروبي متبادل بنظامها الوطني لتسعير الكربون، بحيث تُحتسب المدفوعات المحلية ضمن آلية (CBAM) لتجنب الازدواج في التسعير على الشركات الكورية.

ويعد نظام تداول الانبعاثات الكوري (K-ETS) الذي أُطلق رسميًا في يناير 2015، أول نظام وطني لتسعير الكربون في آسيا وأحد أكثر الأنظمة شمولًا على مستوى العالم. ويغطي النظام أكثر من 700 منشأة في قطاعات توليد الكهرباء والصناعات الثقيلة مثل الحديد والصلب، والأسمنت، والبتروكيماويات، والتكرير، والنقل، والطيران الداخلي، ويمثل نحو 73% من إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في كوريا.

وفي أغسطس 2024، أقرّ البرلمان الكوري تعديلًا جديدًا على قانون الانبعاثات يقضي بخفض الحدود السنوية بمعدل 5% إضافي حتى عام 2030، وذلك دعمًا لجهود التحول نحو الحياد الكربوني. كما أطلقت الحكومة برنامجًا لتسعير الكربون في قطاعي الشحن والطيران الدولي بالتعاون مع منظمة الطيران المدني الدولي.

وقد أجرت كوريا الجنوبية والاتحاد الأوروبي خلال عامي 2023–2024 مشاورات فنية مشتركة لوضع معايير موحدة لحساب الكربون المضمّن في صادرات الحديد والصلب الكورية. وفي أبريل 2025، أعلنت هيئة التجارة الكورية عن تعاون مع المفوضية الأوروبية لتطوير نظام تحقق مشترك للانبعاثات، يتيح الاعتراف بأسعار الكربون المحلية ضمن إطار (CBAM) كما تدرس كوريا إمكانية توقيع اتفاق تعاون رسمي لمواءمة أنظمة تسعير الكربون على غرار التجربة الأوروبية السويسرية في الاعتراف المتبادل بالأرصدة والانبعاثات المسجلة في كلا النظامين.

وتُعد كوريا الجنوبية من أكبر مصدّري الحديد والصلب إلى الاتحاد الأوروبي، حيث بلغت قيمة صادراتها منه نحو 2.7 مليار دولار أمريكي عام 2024. وتشير التقديرات الحكومية إلى أن تطبيق (CBAM) قد يضيف ما بين 70 إلى 100 مليون دولار سنويًا تكاليف إضافية على الشركات الكورية بحلول عام 2026، إذا لم يُعترف بنظامها الوطني كآلية مكافئة.

ولمواجهة هذه التحديات، أعلنت الحكومة الكورية عن حزمة دعم بقيمة 500 مليار وون (نحو 370 مليون دولار) لمساندة الشركات الصغيرة والمتوسطة في إعداد تقارير الكربون والتحقق من الانبعاثات اللازمة لتصدير منتجاتها إلى أوروبا.

وفي إطار خطة الحياد الكربوني لعام 2050، تستهدف كوريا خفض الانبعاثات بنسبة 40% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات 2018، من خلال مزيج من السياسات تشمل التوسع في الطاقة المتجددة والهيدروجين الأخضر، والتحول الكامل إلى المركبات الكهربائية بحلول عام 2035، إضافة إلى توسيع نظام تداول الانبعاثات (K-ETS) ليشمل قطاعات جديدة مثل الزراعة والأنشطة البحرية، وتطوير نظام وطني للبصمة الكربونية للمنتجات يتماشى مع متطلبات (CBAM) الأوروبية.

ويوضح الجدول رقم (3-2) ملخص لأهم الإجراءات التي اتخذتها بعض الدول في التعامل مع آلية تعديل حدود الكربون.

جدول رقم(3-2)

الإجراءات التي اتخذتها الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون

الدولة/ الإجراء
أستراليا
أطلقت مراجعة شاملة لتسرب الكربون ضمن آلية الحماية المناخية (2023)، وبحثت إمكانية تطوير (CBAM) أسترالي لقطاعي الصلب والأسمنت. بحيث تُلزم هذه الآلية المنشآت الكبرى بخفض الانبعاثات تدريجيًا (بنسبة 4.9% سنويًا حتى 2030)، مع وضع نظام الحد الأقصى والتداول (Cap-and-Trade) الذي يمنح اعتمادات للمُلتزمين ويُلزم المُخالفين بشراء وحدات كربونية.
كندا
تواجه كندا تحديات تنظيمية كبيرة جراء (CBAM) الأوروبي، حيث تتطلب الآلية توثيقًا دقيقًا للانبعاثات والتحقق منها من جهات أوروبية معتمدة، ما يزيد تكاليف الامتثال على الشركات. وردّت كندا بإطلاق حوار صناعي عبر الأطلسي مع الاتحاد الأوروبي، ومواءمة نظام تسعير الكربون الوطني مع المتطلبات الأوروبية، بجانب تنويع شراكاتها التجارية نحو آسيا لتقليل الاعتماد على الأسواق الغربية.
المملكة المتحدة
تبنّت المملكة المتحدة نسخة وطنية من (CBAM) تبدأ في يناير 2027 تشمل قطاعات الألومنيوم والأسمنت والأسمدة والحديد والصلب والهيدروجين. اتسمت الآلية البريطانية بالمرونة والتدرج، إذ رفعت الحد الأدنى لقيمة الواردات لتقليل الأعباء عن الشركات الصغيرة، مع تشديد إجراءات التحقق من الانبعاثات وربط التسعير بنظام تداول الانبعاثات البريطاني.
الولايات المتحدة
فرضت رسومًا جمركية جديدة على الصلب والألومنيوم، وطرحت مشروع قانون رسوم التلوث الأجنبي (2025) لفرض رسوم على الواردات كثيفة الكربون لحماية صناعاتها. وعلى الرغم من غياب نظام وطني موحد لتسعير الكربون، تعتمد واشنطن على سياسات محلية متفرقة كأنظمة كاليفورنيا.
روسيا الاتحادية
تقدمت موسكو في مايو 2025 بشكوى رسمية إلى منظمة التجارة العالمية ضد الاتحاد الأوروبي، معتبرةً أن الآلية تتعارض مع اتفاقيات التجارة الدولية، غير أن الاتحاد الأوروبي رفض الدخول في مشاورات بحجة الظروف الاستثنائية للحرب، ما دفع روسيا للتهديد بالتصعيد عبر آلية تسوية النزاعات في المنظمة.
اليابان
أطلقت اليابان منذ 2022 استراتيجية التحول الأخضر (GX League) التي أسست لنظام وطني لتسعير الكربون يشمل تجارة الانبعاثات وضريبة كربونية تدريجية، بهدف خفض الانبعاثات بنسبة 46% بحلول 2030 وتحقيق الحياد الكربوني في 2050. وفي عام 2023 بدأ التطبيق التجريبي للنظام بمشاركة 600 شركة، وسيتحول إلى إلزامي عام 2026. كما وقّعت اليابان اتفاقيات تعاون كربوني مع أكثر من 20 دولة، وأنشأت شبكة آسيوية لأسواق الكربون، ما يعزز التكامل الإقليمي في تسعير الكربون. وبفضل انخفاض كثافة الكربون في صناعاتها، تُعد اليابان من أقل الدول تأثرًا بآلية (CBAM).
كوريا الجنوبية
تمتلك الدولة نظامًا متقدمًا لتسعير الكربون يغطي 70% من الانبعاثات، وتعمل على مواءمته مع النظام الأوروبي لتجنب ازدواج الرسوم. تستهدف خفض الانبعاثات 40% بحلول 2030، وتقدم دعمًا ماليًا للشركات الصغيرة، وتسعى إلى اعتراف متبادل مع الاتحاد الأوروبي بأنظمتها الكربونية.
الصين
تعارض الصين آلية (CBAM) باعتبارها إجراءً أحاديًا يضر بالدول النامية، لكنها في الوقت نفسه تُهيئ اقتصادها للتكيّف معها من خلال تطوير نظام وطني شامل لإدارة الكربون، يشمل معايير تصدير منخفضة الانبعاثات، وقاعدة بيانات وطنية للانبعاثات، وتوسيع نظام تداول الكربون ليغطي القطاعات الصناعية الرئيسة، إلى جانب تطوير شهادات ومعايير للبصمة الكربونية وإعادة تشغيل سوق التعويضات الطوعية.

الدولة/ الإجراء
الهند
بدأت في إنشاء سوق وطنية لتداول الكربون تشمل القطاعات الصناعية الرئيسة بدءًا من عام 2026، مع إنشاء سجل وطني للأرصدة ودمج برامج كفاءة الطاقة السابقة، بهدف تقليل أثر الآلية الأوروبية وتعزيز التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون.
جنوب أفريقيا
تطبيق ضريبة كربون وطنية منذ عام 2019 كآلية محلية لتسعير الانبعاثات، مع إعفاءات تدريجية لتقليل الأثر الاقتصادي، والتفاوض مع الاتحاد الأوروبي للاعتراف بها كآلية مكافئة لـ (CBAM) لتجنب الازدواج الضريبي. كما تنفذ خطة التحول العادل للطاقة لخفض الاعتماد على الفحم ودعم الصناعات الخضراء والهيدروجين الأخضر.
البرازيل
أنشأت نظامًا وطنيًا لتسعير الكربون وتداول الانبعاثات (ETS) أُقر في ديسمبر 2024 مُلزم للمنشآت عالية الانبعاثات، ويهدف للاحتفاظ بعائدات الكربون داخل الاقتصاد المحلي. كما تسعى لتأهيل مؤسساتها لاعتمادها كمحققة فنية لدى الاتحاد الأوروبي، مستفيدة من انخفاض كثافة الكربون في اقتصادها القائم على الطاقة المتجددة.
أوكرانيا
أقرّت قانونًا لمراقبة الانبعاثات، وأنشأت سجلًا وطنيًا للكربون، وتعمل على تأسيس نظام وطني لتداول الانبعاثات (Ukr-ETS) متوافق مع النظام الأوروبي بحلول 2027، لضمان الاعتراف المتبادل وتجنّب ازدواج الرسوم على صادراتها كثيفة الانبعاثات.
تركيا
يجري إعداد سوق للكربون ضمن قانون المناخ التركي الهادف للحياد الكربوني بحلول 2053. كما بدأت تركيا في استخدام الأسواق الطوعية وآليات المادة السادسة من اتفاق باريس كخطوات تمهيدية لدمجها مستقبلًا مع النظام الأوروبي.
المغرب
اتخذ المغرب سلسلة من الخطوات لمواءمة اقتصاده مع متطلبات آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، شملت تحديث مساهماته الوطنية لخفض الانبعاثات بنسبة 45.5% بحلول 2030، وإطلاق خطة الإنعاش الصناعي (2021–2023) لإزالة الكربون من الصناعة، وبرنامج الاستثمار 2023–2027، إلى جانب مبادرة الرؤية 2040 للمكتب الشريف للفوسفات لتحقيق الحياد الكربوني. كما أطلق برامج لدعم التحول الأخضر للشركات الصغيرة، ورفع دعم الوقود الأحفوري، والاستثمار في الهيدروجين الأخضر والطاقة المتجددة.

المصدر: من إعداد الباحث

6.3 الدروس المستفادة من استجابات الدول للتعامل مع آلية تعديل حدود الكربون

في ضوء استعراض التجارب الدولية المتنوعة في التعامل مع آلية (CBAM) سواء في الدول المتقدمة أو النامية، يتضح أن كل دولة تبنت مسارًا مختلفًا يتناسب مع هيكلها الاقتصادي ومستوى انبعاثاتها وقدراتها المؤسسية. ومع ذلك، تشترك هذه التجارب في عدد من العناصر المحورية التي يمكن لمصر الإفادة منها في بناء استجابتها الوطنية للآلية الأوروبية، وتعزيز قدرتها التنافسية في الأسواق الخارجية، وضمان توافق صادراتها مع متطلبات التحول العالمي نحو اقتصاد منخفض الكربون. وفيما يلي أهم الدروس المستفادة للدولة المصرية في هذا المجال:

(1) إنشاء نظام وطني متكامل لإدارة الكربون يشمل تسعير الانبعاثات وتداول الاعتمادات الكربونية، مع وضع آليات للاعتراف الدولي المتبادل بما يضمن تجنب الازدواج الضريبي وتعزيز التكامل مع الأسواق العالمية.

(2) بناء منظومة وطنية دقيقة لقياس الانبعاثات والتحقق منها والإبلاغ عنها، مدعومة بقاعدة بيانات وطنية للبصمة الكربونية وعوامل الانبعاث، لضمان دقة التقارير الفنية والالتزام بالمعايير الدولية.

(3) تطوير الإطار القانوني والمؤسسي لتسعير الكربون وربطه بالأسواق الدولية في ضوء الالتزامات المناخية لمصر، وبما يتسق مع متطلبات آلية تعديل الكربون على الحدود الأوروبية.(CBAM)

(4) تحفيز القطاع الصناعي على التحول الأخضر من خلال حوافز مالية وضريبية، وتسهيلات تمويلية موجهة للشركات الصغيرة والمتوسطة، بما يدعم خفض الانبعاثات وتحسين الكفاءة الإنتاجية.

(5) تعزيز الاستثمار في الطاقة المتجددة والهيدروجين الأخضر وتقنيات احتجاز الكربون وتخزينه (CCUS) بهدف خفض كثافة الانبعاثات في العمليات الإنتاجية والصناعية.

(6) تبني سياسة انتقال عادل تراعي تأهيل العمالة المتأثرة بالتحول الصناعي نحو الاقتصاد منخفض الكربون، وضمان العدالة الاجتماعية في توزيع المنافع والأعباء.

(7) دمج اعتبارات المناخ في النظام المالي والمصرفي لتعزيز التمويل الأخضر وتوجيه الاستثمارات نحو المشروعات المستدامة ذات الأثر البيئي الإيجابي.

(8) تنويع الأسواق التصديرية لتقليل درجة الاعتماد على الاتحاد الأوروبي والحد من المخاطر المرتبطة بتطبيق آلية (CBAM) على الصادرات المصرية.

(9) تعزيز التعاون الدولي والإقليمي لإنشاء سوق كربون عربية أو إفريقية مشتركة، وتبادل الخبرات والمعايير مع الاتحاد الأوروبي والمؤسسات الدولية ذات الصلة.

(10) إجراء تقييمات دورية لتأثير آلية (CBAM) على الصادرات المصرية، بهدف توجيه السياسات الصناعية والبيئية بما يعزز القدرة التنافسية للمنتجات الوطنية في الأسواق الخارجية.

الفصل الرابع
الأثار المتوقعة لتطبيق آلية CBAM على صادرات الأسمدة المصرية

تمهيد:

يُعد قطاع الأسمدة أحد القطاعات التصديرية الحيوية في الاقتصاد المصري، لما يمثله من قيمة مضافة عالية، ودور محوري في دعم الميزان التجاري، فضلًا عن ارتباطه الوثيق بالعديد من قطاعات الدولة المصرية، وقد استطاعت الدولة خلال السنوات الأخيرة تعزيز مكانتها التصديرية في منتجات هذا القطاع، مستفيدةً من توافر الموارد الطبيعية، وتطور البنية الإنتاجية، وتنوع قاعدة المنتجات الكيماوية والنيتروجينية، إلا أن هذا القطاع يواجه تحديًا في المرحلة الراهنة يتمثل في تطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) التي أقرّها الاتحاد الأوروبي ضمن سياساته الهادفة إلى خفض الانبعاثات الكربونية وتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050.

هذا، يُعد الاتحاد الأوروبي من أهم الأسواق المستوردة للأسمدة المصرية، ومن ثم فإنه مع تطبيق آلية تعديل حدود الكربون يتوقع أن يُحدث انعكاسات اقتصادية وتجارية على تنافسية الصادرات المصرية من الأسمدة، سواء من حيث ارتفاع تكاليف الامتثال البيئي، أو تراجع هوامش الربح، أو احتمالية فقدان جزء من الحصة السوقية في الأسواق الأوروبية.

ومن ثم، يهدف هذا الفصل إلى تحليل الآثار المتوقعة لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية على صادرات الأسمدة المصرية، من خلال دراسة هيكل هذه الصادرات وتنوع أصنافها وتوزيعها الجغرافي، مع رصد التأثيرات المتوقعة على الاقتصاد القومي بوجه عام، وقطاع الأسمدة بوجه خاص، بما يسهم في تعزيز تنافسيته وضمان استدامة نمو صادراته في ظل التحولات المناخية والتنظيمية العالمية.

1.4 الصادرات المصرية من الأسمدة

تمثل صادرات الأسمدة في المتوسط نحو 5.5% من إجمالي قيمة الصادرات المصرية، ونحو 2.6% من إجمالي قيمة صادرات الأسمدة العالمية خلال الفترة 2020–2024. وتُعد هذه النسب محدودة نسبيًّا مما يستدعي ضرورة تعزيز القدرة الإنتاجية والتصديرية للقطاع من خلال تبنّي معايير الإنتاج المستدام منخفض الكربون للحفاظ على القدرة التنافسية في ظل التحولات العالمية نحو الاقتصاد الأخضر.

من ناحية أخرى شهدت قيمة صادرات الأسمدة المصرية اتجاهًا تصاعديًّا خلال الفترة من عام 2020 إلى عام 2022، حيث ارتفعت من نحو 1.4 مليار دولار إلى ما يقارب 3.5 مليار دولار، قبل أن تعاود الانخفاض لتصل إلى نحو 2.6 مليار دولار في عام 2023، ونحو 2.1 مليار دولار في عام 2024.

ويُعزى هذا التراجع إلى انخفاض فعلي في مستويات الإنتاج نتيجة اضطرابات إمدادات الغاز الطبيعي، إذ جرى توجيه جزء من إنتاج الغاز نحو تلبية الطلب الأوروبي المتصاعد في أعقاب أزمة الطاقة العالمية، مما أدى إلى تقليص الكميات المتاحة للمصانع المحلية. وبالتالي لم تتمكن مصانع الأسمدة من العمل بكامل طاقتها الإنتاجية، وهو ما انعكس في انخفاض حجم الإنتاج المحلي وتراجع الصادرات المصرية من الأسمدة خلال تلك الفترة. جدول رقم (4-1)

جدول رقم(4-1)

إجمالي قيمة الصادرات المصرية من الأسمدة (ألف دولار) خلال الفترة 2020-2024

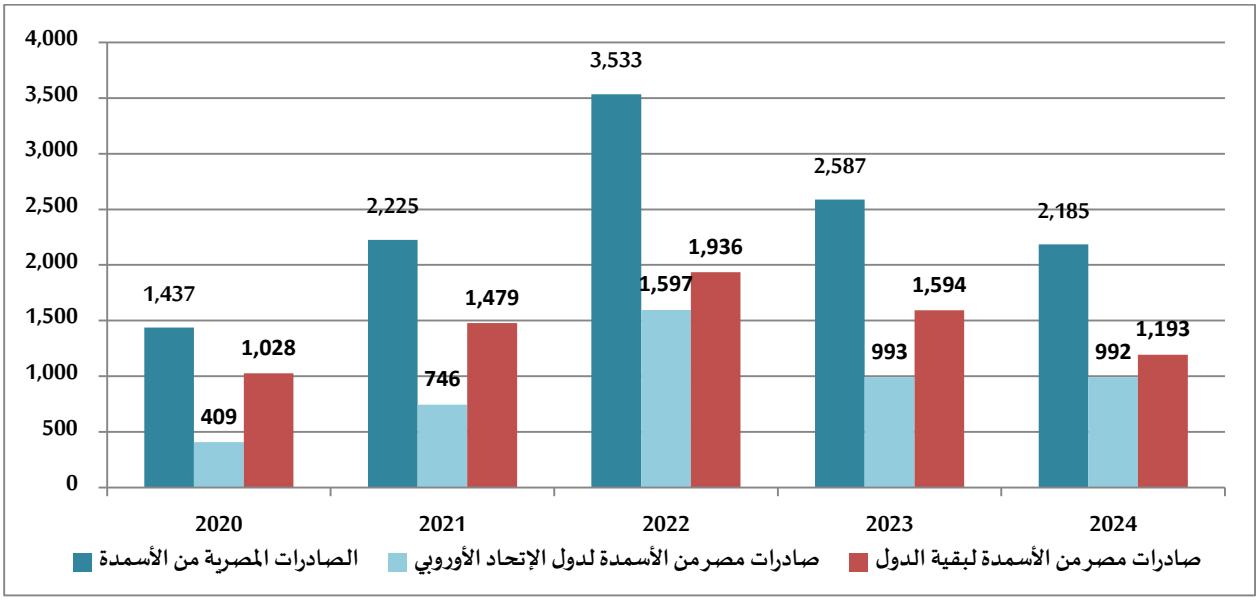
البيان	2020	2021	2022	2023	2024
إجمالي الصادرات المصرية من الأسمدة	1,437,024	2,225,750	3,533,420	2,587,731	2,185,438
إجمالي الصادرات المصرية	29,322,920	43,636,852	52,115,728	42,553,243	44,846,871
الصادرات العالمية من الأسمدة	55,579,988	84,469,994	134,584,770	91,695,354	85,045,503

المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org

1.1.4 التوزيع الجغرافي للصادرات المصرية من الأسمدة

بدراسة التوزيع الجغرافي لصادرات الأسمدة المصرية، تبين أن دول الاتحاد الأوروبي تمثل الأسواق الرئيسة لتلك الصادرات، حيث ارتفعت قيمة الصادرات المصرية لهذه الأسواق من نحو 409 ملايين دولار عام 2020، أي ما يعادل نحو 28.5% من إجمالي قيمة صادرات مصر من الأسمدة إلى نحو 992.8 مليون دولار عام 2024 بما يمثل نحو 45.4% من إجمالي الصادرات في ذلك العام. ويعكس هذا النمو المتواصل أهمية السوق الأوروبية كوجهة استراتيجية لصادرات مصر من الأسمدة.

هذا، وتتوزع النسبة المتبقية (55%) بين الأسواق الآسيوية والأفريقية إلى جانب بعض الأسواق العربية. شكل رقم (4-1)



المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org

شكل رقم(4-1)

التوزيع الجغرافي لصادرات الأسمدة المصرية (بالمليون دولار) خلال الفترة 2020-2024

ويوضح الجدول رقم(4-2) التوزيع الجغرافي للصادرات المصرية من الأسمدة على مستوى دول العالم خلال الفترة 2020-2024، والذي يتبين منه أن دول الاتحاد الأوروبي تأتي في مقدمة الدول المستوردة من الدولة المصرية بمتوسط بلغ نحو 947.4 مليون دولار، يليه دولة تركيا، والبرازيل بقيم بلغت 245.9، 208.0 مليون دولار على الترتيب. بينما لم تتجاوز قيم الصادرات المصرية لبقية الدول 100 مليون دولار.

ويلاحظ أن هذا التوزيع يُظهر تنوعًا جغرافيًّا نسبيًّا في الهيكل التصديري، إلا أن الاعتماد المتزايد على السوق الأوروبية يجعل من الضروري تنويع الأسواق في المستقبل وتعزيز النفاذ إلى الأسواق الأفريقية والآسيوية، خاصة مع تغيرات السياسات التجارية الأوروبية، بما يسهم في استدامة الصادرات وتقليل المخاطر المرتبطة بهذه التغيرات.

جدول رقم (4-2)

التوزيع الجغرافي للصادرات المصرية من الأسمدة (بالمليون دولار) خلال الفترة 2020-2024

البيان	2020	2021	2022	2023	2024	المتوسط
دول الاتحاد الأوروبي	409	746	1597	993	992	947.4
تركيا	151.9	192.2	204.6	360.1	321.1	245.98
البرازيل	79.4	240.2	247.4	204.3	268.8	208.02
المملكة المتحدة	13.5	73.1	384.5	116.5	81.7	133.86
الولايات المتحدة	85.6	110.8	30.5	440.6	78.4	149.18
جيبوتى	42.2	51.0	116.1	101.1	62.3	74.54
السعودية	13.9	17.8	46.9	46.5	33.4	31.7
الجزائر	9.3	0.5	15.7	49.2	29.2	20.78
المغرب	8.9	16.8	38.3	27.4	27.8	23.84
كندا	0.9	0.4	0.7	18.5	22.2	8.54
الأردن	9.2	12.9	18.8	18.8	16.2	15.18
السودان	21.8	40.9	164.5	32.6	13.9	54.74
بيرو	1.4	4.5	13.7	16.5	13.1	9.84
الإمارات	0.4	1.0	8.5	4.7	12.6	5.44
غانا	0.9	1.1	17.3	6.5	11.5	7.46
جنوب أفريقيا	2.6	8.7	10.9	6.6	10.5	7.86
أوكرانيا	0.2	2.7	7.9	6.5	10.3	5.52
الهند	248.7	258.2	268.1	76.8	4.9	171.34
الصين	0.3	1.9	12.4	6.3	2.3	4.64
إيران	0.8	0.8	0.6	0.5	1.2	0.78
إثيوبيا	19.9	1.0	0.09	0.3	0.6	4.378
دول أخرى	316	443	329	54	171	262.6

المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org

2.1.4 التصنيف النوعي لصادرات الأسمدة المصرية

توضح البيانات الواردة في الجدول رقم (4-3) تطور قيم الأصناف المختلفة من صادرات الأسمدة المصرية خلال الفترة (2020–2024)، حيث يُلاحظ التباين في قيم الصادرات وتطور مساهمة كل صنف منها في إجمالي قيمة صادرات الأسمدة.

فقد شهدت صادرات الأسمدة النيتروجينية (الأزوتية) المعدنية أو الكيميائية نموًا ملحوظًا خلال تلك الفترة، إذ ارتفعت قيمتها من نحو 1.2 مليار دولار عام 2020 - بما يعادل نحو 80.5% من إجمالي قيمة صادرات الأسمدة - إلى نحو 1.6 مليار دولار عام 2024، لتستحوذ على نحو 71.03% من إجمالي القيمة في هذا العام، وبمتوسط عام قدر بنحو 75.6% خلال فترة الدراسة، لتحتل بذلك المرتبة الأولى لهيكل الصادرات المصرية من الأسمدة.

تليها صادرات الأسمدة الفوسفاتية المعدنية أو الكيميائية والتي تزايدت نسبة مساهمتها في إجمالي قيمة الصادرات من نحو 7.4% عام 2020 إلى 13.5% عام 2024، وبمتوسط 12.5% خلال فترة الدراسة، وهو ما يعكس اتساع دور هذا النوع من الأسمدة في هيكل الصادرات المصرية.

أما الأسمدة المعدنية أو الكيميائية المحتوية على عنصرين أو ثلاثة من العناصر المخصبة (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم)، فقد ارتفعت قيمتها من نحو 122.4 مليون دولار عام 2020 (أي 8.5% من إجمالي قيمة الصادرات) إلى نحو 216.9 مليون دولار عام 2024 (أي 9.9% من الإجمالي)، بما يشير إلى زيادة تدريجية في أهميتها النسبية ضمن إجمالي صادرات الأسمدة. في حين بلغت مساهمة الأسمدة البوتاسية المعدنية أو الكيميائية نحو 3.9% في المتوسط خلال فترة الدراسة، وجاءت بعدها صادرات الأسمدة ذات الأصل الحيواني أو النباتي (سواء كانت مخلوطة فيما بينها أو معالجة كيميائيًا) بنسبة مساهمة بلغت نحو 7.9% في المتوسط.

وعليه، يتضح أن الأسمدة النيتروجينية تمثل المكون الرئيس لصادرات مصر من الأسمدة، تليها الأسمدة الفوسفاتية، ثم الأسمدة المركبة المحتوية على عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم(NPK)، وهو ما يعكس طبيعة التصنيف السلعي لصادرات الأسمدة وارتباطها بالموارد الإنتاجية المتاحة محليًا.

3.1.4 أصناف الأسمدة المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون

تضم الأصناف المشمولة بآلية تعديل حدود الكربون كلًّا من الأسمدة النيتروجينية (البند الجمركي 3102) والأسمدة المعدنية أو الكيميائية (البند الجمركي 3105) وحمض النيتريك وأحماض السلفونتريك (البند الجمركي 2808)، والذي بلغت قيمة صادراته نحو 866 ألف دولار في المتوسط خلال الفترة (2020–2024)، وهو ما يعكس محدودية حجم صادرات هذا البند مقارنةً ببقية أصناف الأسمدة.

ويُعد النشادر اللامائي أو المذاب في الماء (البند الجمركي 2814) من البنود ذات الأهمية النسبية العالية، إذ بلغ متوسط قيمة الصادرات المصرية منه نحو 300.2 مليون دولار خلال نفس الفترة، مما يشير إلى دوره المحوري في هيكل الصادرات الكيماوية ذات الصلة بقطاع الأسمدة، وكذلك مدى تأثره المحتمل بتطبيق الآلية الأوروبية.

وأخيرًا نترات البوتاسيوم (البند الجمركي 283421)، والتي بلغت قيمة صادراتها نحو 93.8 ألف دولار كمتوسط للفترة (2020–2024)، وهو ما يمثل حجمًا محدودًا نسبيًا، إلا أنها تظل من الأصناف الخاضعة لتطبيق آلية تعديل الكربون.

مما سبق يلاحظ أن الأسمدة النيتروجينية والأسمدة المعدنية أو الكيميائية يشكلان معًا نحو 83.4% من متوسط إجمالي قيمة صادرات الأسمدة المصرية خلال الفترة محل الدراسة، وبالتالي فإن أي تعديلات في الرسوم الجمركية الأوروبية على هذه الأصناف في إطار تطبيق آلية تعديل الكربون، من المرجح أن تُحدث تأثيرات مباشرة على عوائد صادراتهم، الأمر الذي يستدعي

ضرورة التعرف على تأثير تطبيق هذه الآلية على صادرات هذا القطاع بصفة خاصة والاقتصاد القومي بصفة عامة، وهو ما سوف يتم تناوله لاحقًا.

جدول رقم(4-3)

أصناف الأسمدة المصرية المصدرة (مليون دولار) خلال الفترة 2020-2024

البند الجمركي	الأصناف	2020	2021	2022	2023	2024
3101	أسمدة من أصل حيوانى أو نباتى، وإن كانت مخلوطة فيما بينها أو معالجة كيميائيًا -	1.5	6.0	2.3	6.4	3.9
3102	أسمدة نيتروجينية (أزوتية)، معدنية أو كيميائية.	1,157.2	1,668.5	2,757.3	1,893.5	1,552.4
3103	أسمدة فوسفاتية، معدنية أو كيميائية.	105.9	283.5	452.4	416.1	294.6
3104	أسمدة بوتاسية، معدنية أو كيميائية.	49.8	82.3	143.4	73.7	117.6
3105	أسمدة معدنية أو كيميائية محتوية على اثنين أو ثلاثة من العناصر المخصبة؛ نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم	122.4	185.4	178.1	198.1	216.9
	إجمالي صادرات الأسمدة	1,437.1	2,225.7	3,533.4	2,587.7	2,185.4
أصناف إضافية خاضعة لآلية تعديل حدود الكربون (ألف دولار)						
2808	حمض النيتريك وأحماض السلفونتريك	531	1.770	451	1.088	488
2814	النشادر اللامائي أو المذاب في الماء	103.334	298.29	548.58	305.72	244.90
283421	نترات البوتاسيوم	0	45	4	370	50

المصدر: جمعت وحسبت من موقع https://www.trademap.org

2.4 التأثيرات المتوقعة من تطبيق آلية (CBAM) على الاقتصاد المصري

يمثل تطبيق المرحلة النهائية لآلية تعديل حدود الكربون بداية من يناير 2026، أحد أبرز التطورات التنظيمية في السياسات المناخية والتجارية على مستوى الاتحاد الأوروبي. حيث من المتوقع أن تمتد تداعياتها إلى الاقتصادات الشريكة ومنها الاقتصاد المصري، والتي تُعد من الدول ذات العلاقات التجارية القوية مع دول الاتحاد الأوروبي، مما يجعلها عرضة للتأثيرات الناتجة عن تطبيق الآلية. وفيما يلي عرض لبعض التأثيرات المتوقع أن تواجهها مصر:

- **التأثير على تنافسية الصادرات المصرية:** يُعد تطبيق الآلية تحديًا جوهريًا أمام تنافسية الصادرات المصرية، حيث إن الاتحاد الأوروبي يعد السوق الرئيس للصادرات الصناعية المصرية، ومع فرض رسومٍ تعويضية على الواردات إلى السوق الأوروبية (من خلال الآلية) تعادل قيمة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتضمنة في عملية الإنتاج، فإن هذا الأمر سوف يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التصدير، ويؤثر سلبًا على عائدات الصادرات المصرية، خاصة في ظل اعتماد هيكل هذه الصادرات بدرجة كبيرة على الصناعات كثيفة الانبعاثات.

يتوقع أيضًا، أن تواجه المنتجات المصرية منافسة متزايدة من دول أخرى تمتلك بنية تحتية بيئية أكثر تطورًا وتكاليف إنتاج أقل، بما يضعف مركز مصر التنافسي في الأسواق الأوروبية. وتزداد خطورة الموقف مع احتمالية توسيع نطاق تطبيق آلية (CBAM) لتشمل قطاعات إضافية مثل تكرير النفط، وصناعة الزجاج، والسيراميك، والمواد الكيميائية، والطيران والشحن البحري، وهو ما قد يؤدي إلى زيادة الأعباء المالية والتنظيمية على الشركات المصرية المصدّرة، وينعكس ذلك في صورة تراجع

العوائد التصديرية، وتقلص الحصة السوقية، وتأثر القطاعات المتشابكة، بما قد يترتب عليه في النهاية خسائر محتملة في الناتج المحلي الإجمالي وفرص العمل داخل الاقتصاد المصري.

- **التأثير المالي المتوقع لمصر:** وفقًا لتقدير البنك الدولي 2025، وفي ظل غياب نظام محلي لتسعير الكربون، سوف يفرض الاتحاد الأوروبي ضريبة على محتوى الكربون في الواردات المصرية. وقد يؤدي ذلك إلى تحويل عائدات ضريبية محتملة، تقدر بنحو 200-500 مليون دولار سنويًا بحلول عام 2034 من مصر إلى الاتحاد الأوروبي.

- **التأثير على الناتج المحلي الإجمالي:** من المتوقع وفقًا لتقرير البنك الدولي 2025، أن يكون التأثير على الناتج المحلي الإجمالي لمصر سلبيًا ولكنه طفيف مع خسارة صافية قدرت بنحو 192.2 مليون دولار. كما يتوقع أن يتغير مسار تدفقات الاستثمارات الأجنبية المباشرة، قد تجذب القطاعات الأكثر تنافسية، مثل الأسمدة، استثمارات خضراء، بينما قد تشهد قطاعات الألومنيوم، والأسمنت، انسحابًا للاستثمارات الأجنبية المباشرة.

- **التأثير على الشركات المشمولة بالآلية:** أشارت دراسة Kamal, Y Mohieldin,2025 والتي اعتمدت على تحليل كمي لبيانات 455 شركة مصرية في القطاعات المشمولة بآلية (CBAM) إلى أن فرض تعريفة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، سوف تهدد القدرة التنافسية للصادرات المصرية في أسواق الاتحاد الأوروبي، وهي الأسواق الرئيسة لصادرات كل من الأسمدة، والحديد والصلب، والألومنيوم، خاصة وأن هذه المنتجات مرتفعة الانبعاثات الكربونية.
وفي هذا الصدد أشارت تقديرات صندوق النقد الدولي إلى احتمال تحمل الشركات المصرية أعباء مالية سنوية تقارب 317 مليون دولار (نحو 10% رسوم إضافية)، مع آثار سلبية محتملة على الاقتصاد الوطني وقطاع الأسمدة بوجه خاص.
كما تواجه الشركات المصرية تحديات تقنية كبيرة في الامتثال لمتطلبات (CBAM)، أبرزها صعوبة قياس الانبعاثات الكربونية بدقة، سواء المباشرة الناتجة عن الإنتاج أو غير المباشرة المرتبطة بالكهرباء، ما يبرز الحاجة الملحّة إلى تطوير أنظمة موثوقة للرصد والإبلاغ والتحقق من انبعاثاتها الكربونية بما يتوافق مع معايير انبعاثات الاتحاد الأوروبي، لضمان الامتثال وتحسين الشفافية البيئية، خاصة للشركات الصغيرة والمتوسطة.(معهد التخطيط القومي، 2024) .

- **فقدان فرص استثمارية أجنبية:** يتوقع أن يتجه المستثمرون الأجانب خاصة الأوروبيون، إلى توجيه استثماراتهم نحو الدول التي تمتلك معدلات انبعاثات كربونية منخفضة، الأمر الذي قد يقلل من جاذبية الدولة المصرية كمركز صناعي في حال تأخرها في تبنّي سياسات فعالة لخفض الانبعاثات الكربونية وتحسين كفاءة الإنتاج الصناعي.

- **التأثير على أهداف التنمية المستدامة:** يُسهم تطبيق آلية تعديل حدود الكربون في زيادة حدة المخاطر المرتبطة بتحقيق أهداف التنمية المستدامة في مصر، إذ تتعارض الآلية في جوهرها مع المبادئ والإجراءات التي تم التوافق عليها ضمن مفاوضات المناخ الدولية، والتي تُقرّ بضرورة مراعاة أوضاع الدول النامية ومنحها مساحة مرنة لمواصلة مساراتها التنموية. ويستند هذا المبدأ على أن الاقتصادات النامية، ومن بينها مصر، كانت تاريخيًا الأقل إسهامًا في الانبعاثات الكربونية العالمية. وعلى الرغم من أن آلية (CBAM) لا تستهدف دولًا بعينها، إلا أنها تُوجَّه بصورة غير مباشرة نحو قطاعات اقتصادية حيوية في مصر وغيرها من الدول النامية، بما يُلقي بظلاله على جهودها في تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز تنافسيتها في الأسواق العالمية.(Egyptian exporter association, 2024).

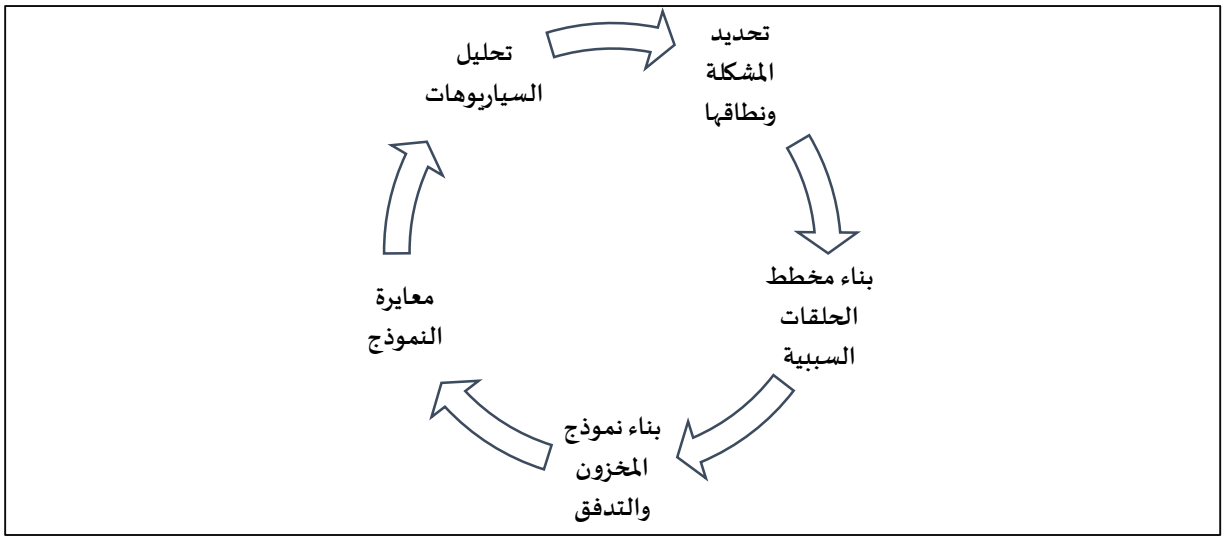
3.4 التأثيرات المتوقعة من تطبيق آلية (CBAM) على صادرات الأسمدة المصرية

يركز هذا الجزء على تحليل التأثيرات المتوقعة لآلية تعديل حدود الكربون الأوروبية على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية، من خلال نموذج ديناميكي قادر على قياس هذه التأثيرات.

1.3.4 النموذج الديناميكي المقترح لقياس تأثير آلية (CBAM) على صادرات الأسمدة المصرية

يستند تصميم هذا النموذج إلى مجموعة من الخطوات التتابعية التي تعكس الطبيعة التكرارية والتفاعلية لعملية بناء النماذج وتحليلها في إطار منهجية ديناميكيات النظم. وتشمل هذه الخطوات تحديد المشكلة ونطاقها، وبناء مخطط الحلقات السببية، وتطوير نموذج المخزون والتدفق، ثم معايرة النموذج، وأخيرًا تحليل السيناريوهات.

وكما هو موضح في الشكل (4-2)، تمثل هذه الخطوات الإطار المنهجي لتطوير النموذج المقترح وتحليل العلاقات السببية بين المتغيرات الاقتصادية والبيئية والاجتماعية ذات الصلة بقطاع الأسمدة.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (4-2)

إجراءات تطوير النموذج الديناميكي لتأثير آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية

1.1.3.4 تحديد نطاق النموذج والفترة الزمنية للمحاكاة

من أجل محاكاة التأثيرات المتوسطة وطويلة المدى لتطبيق سياسات تعديل حدود الكربون على قطاع الأسمدة، من الناحية الاقتصادية والبيئية، تم تحديد وأخذ جميع المتغيرات الأساسية التي تؤثر على النظام في الاعتبار، وهذه المتغيرات تشمل:

- **المتغيرات الاقتصادية:**

تمثل الركائز الأساسية في تحليل تأثير آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية (CBAM) على قطاع الأسمدة المصري.

وتضم هذه المتغيرات كلًا من الواردات والصادرات من الأسمدة باعتبارهما المكونين الرئيسين في حركة التجارة الخارجية التي تعكس مدى ارتباط القطاع بالسوق الأوروبي والعالمي. إضافة إلى تكلفة ضريبة الكربون التي تمثل أحد أهم العوامل المؤثرة في هيكل تكاليف الإنتاج والتسعير.

كما يمثل متغير القدرة التنافسية متغيرًا محوريًا في النموذج، إذ تتأثر سلبًا بارتفاع تكاليف الانبعاثات الناتجة عن تطبيق آلية (CBAM)، في حين يمكن تعظيم التنافسية من خلال تبني استثمارات خضراء، ورفع كفاءة استخدام الموارد والطاقة، وتعزيز التحول نحو الإنتاج منخفض الكربون.

وتشير العلاقات السببية بين هذه المتغيرات إلى أن أي زيادة في ضريبة الكربون تؤدي إلى ارتفاع التكلفة الكلية، مما يحد من حجم الصادرات للاتحاد الأوربي ويؤثر على التنافسية، في حين أن خفض الانبعاثات وزيادة الكفاءة التشغيلية يساهمان في استعادة التوازن داخل النظام وتحسين أداء القطاع على المدى الطويل.

- **المتغيرات البيئية:**

تضم المتغيرات المرتبطة بتأثيرات الانبعاثات الكربونية الناتجة عن عمليات إنتاج الأسمدة، والكفاءة في استخدام الموارد والطاقة، ومستوى تبني التقنيات النظيفة، والتحول نحو الإنتاج منخفض الانبعاثات. إذ تمثل الانبعاثات الكربونية متغيرًا رئيسًا يعكس الأثر البيئي المباشر للنشاط الصناعي.

بينما تعكس كفاءة استخدام الموارد مدى قدرة قطاع الأسمدة على تحقيق التحول الأخضر من خلال خفض استهلاك الطاقة والمواد الخام وتحسين كفاءة العمليات الإنتاجية. والذي يؤدي إلى زيادة عامل إزالة الكربون، وهو ما يسهم بشكل مباشر في خفض حجم الانبعاثات الكربونية الناتجة عن عمليات تصنيع الأسمدة. وبذلك تعد كفاءة استخدام الموارد نقطة ارتكاز رئيسة داخل النظام، إذ يرتبط ارتفاعها بانخفاض الانبعاثات، وتقليل تكاليف الكربون، وتحسين القدرة التنافسية للقطاع على المدى الطويل.

- **المتغيرات الاجتماعية:**

تتمثل في المتغيرات المرتبطة بالعمالة الماهرة، وبناء القدرات البشرية، إذ تلعب العمالة الماهرة دورًا محوريًا في رفع كفاءة الإنتاج وتحسين جودة المنتجات، بينما يساهم بناء القدرات في تمكين العاملين من تبني الممارسات التكنولوجية الحديثة وتطبيق معايير الإنتاج النظيف. وتنعكس هذه المتغيرات بشكل مباشر على فرص العمل في القطاع، حيث يؤدي الاستثمار في رأس المال البشري إلى تعزيز الكفاءة ، وبالتالي دعم القدرة التنافسية وزيادة الصادرات.

وقد جمعت معدلات هذه المتغيرات من الأدبيات المنشورة ومن خلال بيانات سوق الأسمدة المصري. لضمان دقة وموثوقية نتائج النموذج الديناميكي، يجب أن يكون الأفق الزمني للمحاكاة طويلًا بما يكفي لإظهار انعكاسات تطبيق السياسة المقترحة على قطاع الأسمدة ووصف آثارها المباشرة وغير المباشرة. لذا، ينبغي أن يمتد الأفق الزمني إلى فترة كافية تسمح برصد التأثيرات المتأخرة وغير الخطية للسياسات المحتملة (Sterman, 2000)، بالإضافة إلى الرجوع إلى فترة زمنية ماضية تتيح معايرة النموذج بشكل دقيق بما يعكس الواقع الفعلي.

وبناءً على ذلك، تم تحديد الفترة الزمنية للنموذج لتبدأ من عام 2020 حتى عام 2035، بهدف محاكاة التأثيرات متوسطة وطويلة الأجل لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون على قطاع الأسمدة المصري من الجوانب الاقتصادية والبيئية. ويسمح هذا الأفق الزمني بتحليل الانعكاسات المباشرة وغير المباشرة للسياسات المقترحة، فضلًا عن التأثيرات التراكمية التي قد تظهر على المدى الطويل، مما يتيح تقديم صورة شاملة ومتكاملة حول أثر السياسات على القدرة التنافسية للقطاع، والتوازنات الاقتصادية، والأداء البيئي، بما يتسق مع أهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر2030.

2.1.3.4 بناء مخطط الحلقات السببية

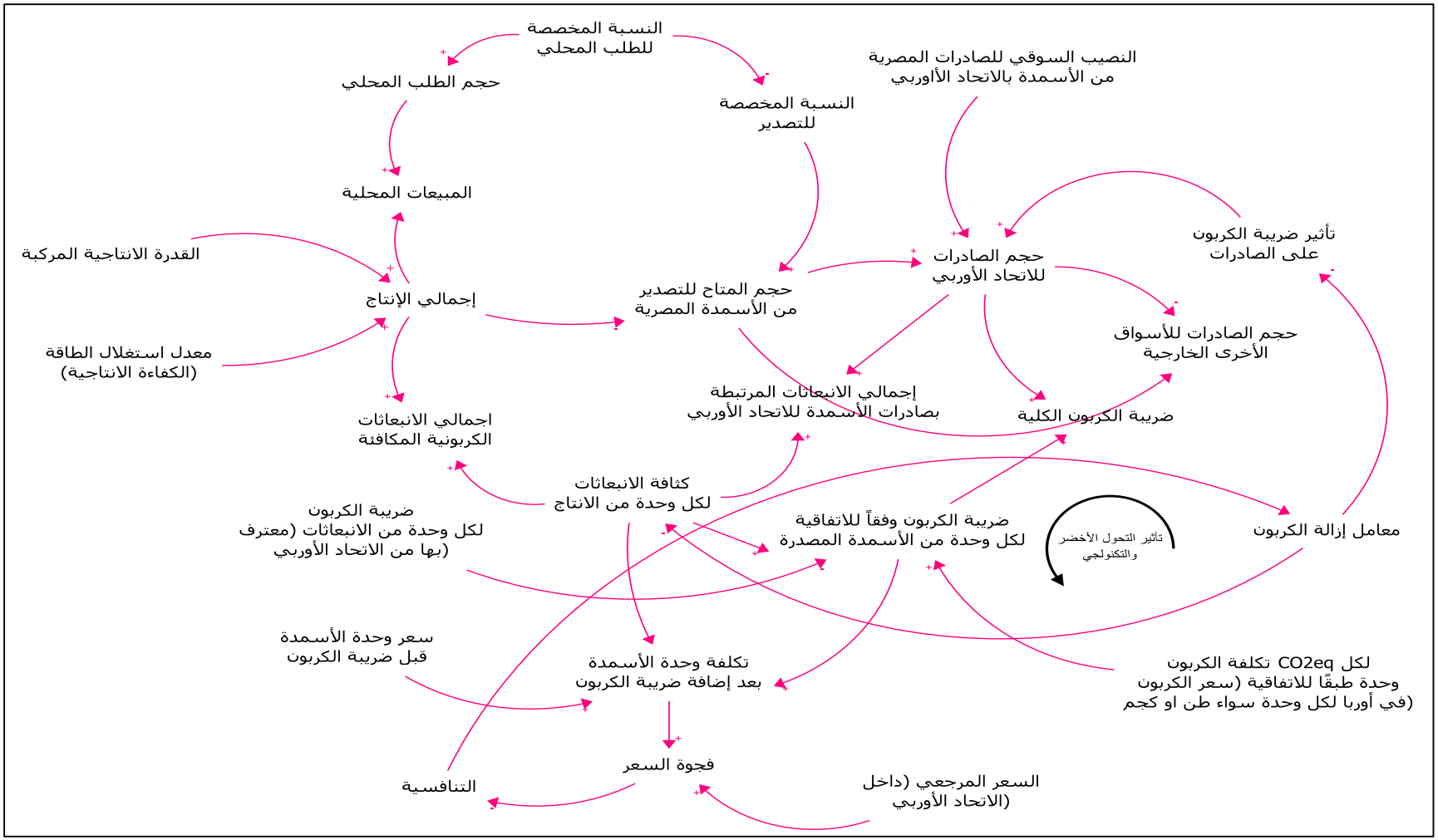
يوضح مخطط الحلقات السببية **(Causal-Loop Diagram)** الترابطات وعلاقات التغذية الراجعة بين المتغيرات الاقتصادية والبيئية المختلفة المكونة للنظام، حيث يمثل صورة وصفية للنموذج المقترح كما هو موضح بالشكل رقم (4-3). ومن خلال نموذج مخطط الحلقات السببية يمكن فهم وتفسير الأثار الناتجة من التغير في تكاليف الكربون والانبعاثات والكفاءة الإنتاجية على حجم الصادرات، والتنافسية، والإنتاج المحلي.

يتم استخدم الأسهم في المخطط لتوضيح اتجاه التأثير بين المتغيرات، حيث تمثل علامة (+)العلاقة الطردية، أي أن زيادة أحد المتغيرات تؤدي إلى زيادة الآخر، بينما تمثل (–)العلاقة العكسية، أي أن زيادة أحد المتغيرات تؤدي إلى انخفاض الآخر.
ويظهر النموذج السببي تكامل المتغيرات الاقتصادية والبيئية في قطاع الأسمدة المصري في ظل تطبيق آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية. حيث يؤدي زيادة القدرة والكفاءة الإنتاجية إلى زيادة حجم الإنتاج من الأسمدة، نتيجة التوسع في الطاقة التصنيعية للمصانع الجديدة وتحسين كفاءة استغلال الموارد داخل المصانع القائمة.

فكلما ارتفعت الكفاءة التشغيلية وتطورت التقنيات المستخدمة، زادت القدرة على إنتاج كميات أكبر من الأسمدة بنفس القدر من الطاقة والمواد الخام أو بأقل، وهو ما ينعكس إيجابًيا على إجمالي المعروض المحلي وحجم الصادرات المحتمل. إلا أن هذا الارتفاع في الإنتاج يصاحبه زيادة في إجمالي الانبعاثات الكربونية المكافئة كما هو موضح بالنموذج، ويؤدي أيضًا إلى زيادة الحجم المتاح للتصدير ما ينعكس على حجم الصادرات إلى الاتحاد الأوروبي بزيادة مباشرة.

ويترتب على تزايد صادرات الأسمدة نحو السوق الأوروبي، تزايد في إجمالي الانبعاثات المرتبطة بتلك الصادرات، وهو ما يستخدم في حساب قيمة ضريبة الكربون الكلية المفروضة على الصادرات.، وتؤدي زيادة ضريبة الكربون إلى ارتفاع تكلفة إنتاج الأسمدة بعد احتساب الضريبة ، وبالتالي إلى زيادة سعر وحدة الأسمدة مما ينعكس سلبًا على القدرة التنافسية للمنتج المحلي بالسوق الأوربي ويفضي بدوره إلى انخفاض حجم الصادرات المخصصة للسوق الأ وربي.

ويوضح النموذج أيضًا دور معامل إزالة الكربون الذي يتأثر بكلٍ من التحول الأخضر، وكفاءة استخدام الموارد، والعمالة الماهرة في رفع الكفاءة البيئية للقطاع من خلال تقليل الانبعاثات الكربونية وخفض تأثير ضريبة الكربون على الصادرات. حيث يؤدي ارتفاع معامل إزالة الكربون إلى خفض حجم الانبعاثات الكلية المرتبطة بصادرات الأسمدة، وتحسين الأداء البيئي الذي لا ينعكس فقط على خفض الانبعاثات، بل يمتد أثره إلى رفع القدرة التنافسية للصادرات المصرية في الأسواق الأوروبية. فارتفاع معامل إزالة الكربون يؤدي إلى تقليل كثافة الانبعاثات لكل وحدة إنتاج، ومن ثم خفض ضريبة الكربون وتكلفة الإنتاج الكلية، وهو ما يؤدي إلى تحسن التنافسية وزيادة حجم الصادرات. ومع ارتفاع التنافسية، تتجه المنشآت الصناعية إلى مزيد من الاستثمار في تقنيات التحول الأخضر والتكنولوجيا النظيفة للحفاظ على ميزة تنافسية مستدامة، مما يخلق حلقة تغذية معززة تدعم التحول البيئي والتكنولوجي داخل القطاع كما هو موضح بالشكل. وهكذا يوضح النموذج أن المكاسب الاقتصادية المترتبة على تحسين الأداء البيئي تمثل حافزًا إضافيًا لاستمرار جهود إزالة الكربون، بما يسهم في تحقيق التكامل بين الأهداف الاقتصادية والبيئية لقطاع الأسمدة المصري.



المصدر: من إعداد الباحث.

شكل رقم(4-3)

مخطط الحلقات السببية لتأثير آلية حدود الكربون الأوروبية

3.1.3.4 بناء النموذج الكمي

يعد النموذج الكمي (**Stock-Flow Diagram**)الموضح بالشكل(4-4) الامتداد التحليلي للنموذج السببي، حيث يهدف إلى ترجمة العلاقات النوعية بين المتغيرات إلى علاقات كمية يمكن محاكاتها زمنيًا لقياس الأثر الفعلي لتطبيق آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية على صادرات الأسمدة المصرية.

يتيح هذا النموذج تقييم التغيرات التراكمية عبر الزمن بين المتغيرات الإنتاجية والبيئية والاقتصادية، من خلال تحديد المخزونات والتدفقات والمتغيرات المساعدة التي تحكم سلوك النظام.

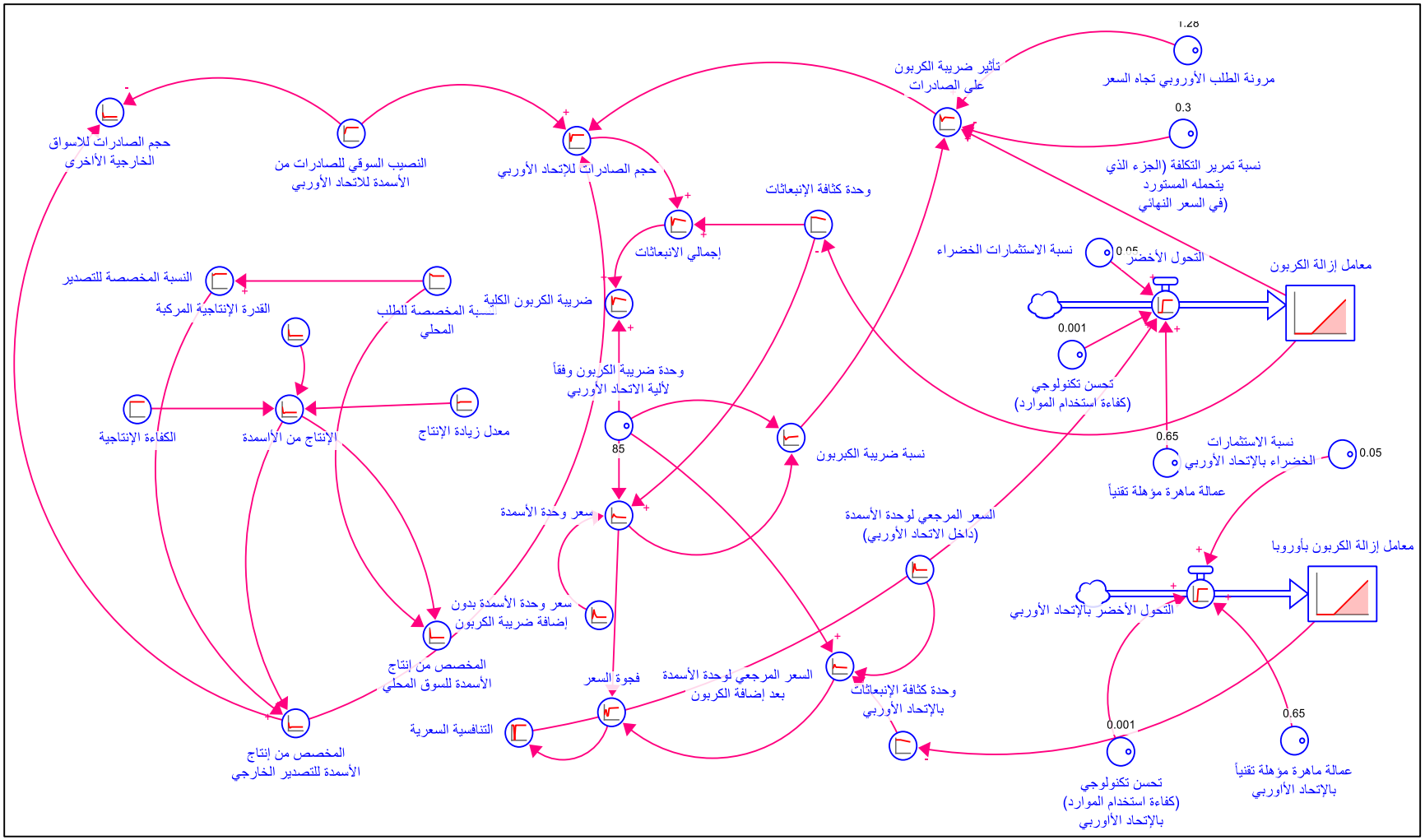
حيث يعكس مخزون الإنتاج المصدر الرئيس للأنشطة الصناعية في قطاع الأسمدة، والذي يتوزع بين الطلب المحلي والتصدير الخارجي وفق النسب المحددة للسوقين. ويؤدي ارتفاع الإنتاج إلى زيادة إجمالي الانبعاثات الكربونية المكافئة، وزيادة ضريبة الكربون لكل وحدة من الانبعاثات المعترف بها من الاتحاد الأوروبي. وتنعكس هذه الضريبة على تكلفة إنتاج الأسمدة بعد إضافة ضريبة الكربون ومن ثم على سعر وحدة الأسمدة، بما يؤثر سلبًا على القدرة التنافسية وحجم الصادرات الموجهة للاتحاد الأوروبي.

من ناحية أخرى، يتضمن النموذج مسارات تصحيحية عبر معامل إزالة الكربون الذي يمثل أحد المخزونات البيئية الرئيسة ويقيس مدى التقدم في تطبيق تقنيات التحول الأخضر وتحسين كفاءة استخدام الموارد والطاقة. ويؤدي ارتفاع هذا المعامل إلى خفض كثافة الانبعاثات لكل وحدة إنتاج، وبالتالي تقليل قيمة ضريبة الكربون المفروضة، مما ينعكس إيجابًيا على تحسين التنافسية وزيادة حجم الصادرات. كما يتيح النموذج اختبار تأثير سيناريوهات مختلفة مثل تغير سعر الكربون في السوق الأوروبية، أو ارتفاع معدلات الكفاءة الإنتاجية، أو زيادة الاستثمارات الخضراء، بهدف قياس انعكاساتها على المسارات الاقتصادية والبيئية للقطاع خلال الفترة الزمنية 2020–2035. وبذلك يوفر النموذج أداة كمية لتقييم تفاعلات السياسات الكربونية مع الأداء الإنتاجي والتجاري في إطار متكامل يعكس الطبيعة الديناميكية لقطاع الأسمدة المصري.

2.3.4 مخرجات النموذج الديناميكي

1.2.3.4 حجم إنتاج الأسمدة والكميات المخصصة من الإنتاج للطلب المحلي والتصدير

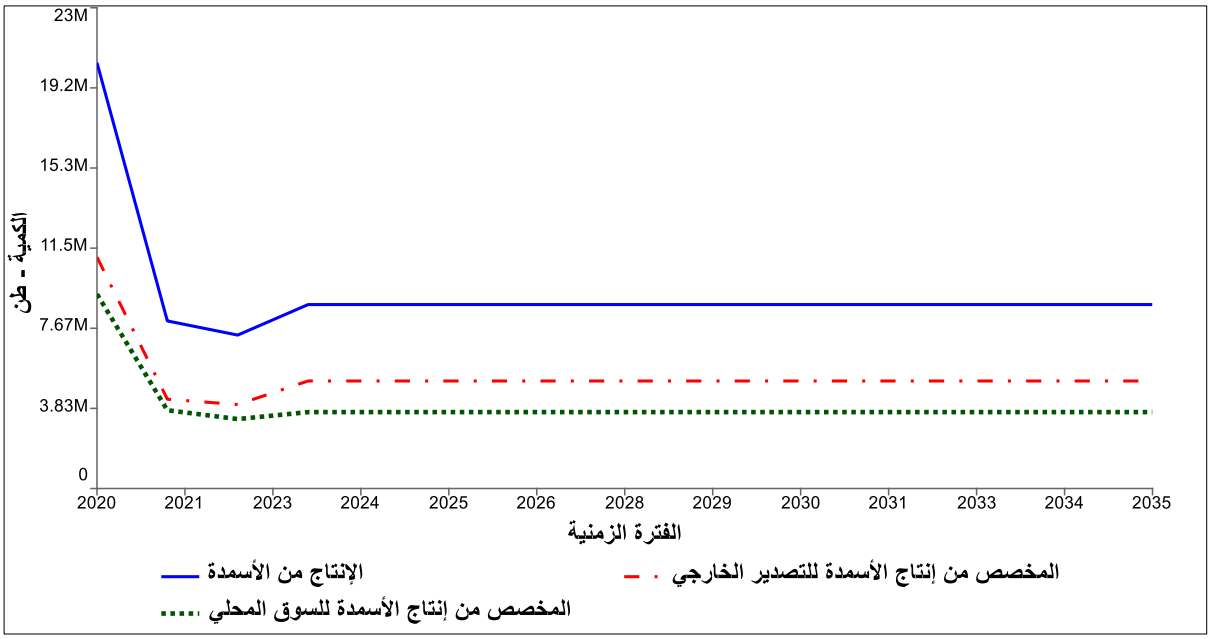
يوضح الشكل رقم (4-5) تطور كميات الإنتاج في قطاع الأسمدة خلال الفترة من عام 2020 حتى عام 2035، حيث تظهر نتائج المحاكاة حدوث انخفاض حاد في حجم الإنتاج خلال الفترة من 2020 إلى 2022. فقد بلغ الإنتاج نحو 20.42 مليون طن في عام 2020 بطاقة إنتاجية مركبة بلغت 20.5 مليون طن وكفاءة تشغيلية تقدر بنحو 98%، ثم تراجع إلى نحو 7ملايين طن فقط في عام 2022 .ويعزى هذا الانخفاض الواضح إلى توقف بعض الوحدات الإنتاجية داخل بعض المصانع جراء جائحة كوفيد 19، أو لنقص إمدادات الغاز الطبيعي لبعض المصانع، مما أدى إلى قصور في جانب العرض المحلي وأظهر مدى حساسية قطاع الأسمدة لأي اضطرابات في البنية التحتية التشغيلية، ومع بداية عام 2023، تشير نتائج النموذج إلى تعافي تدريجي في القدرات الإنتاجية، حيث استقرت الكفاءة التشغيلية عند مستوى 100% تقريبًا، وبدأت الطاقة المركبة في الارتفاع التدريجي لتصل إلى نحو 8 ملايين طن بحلول عام 2035. كما تُبين نتائج المحاكاة أن النسبة المخصصة لتغطية الطلب المحلي تتراوح بين 41.5%،46.7% خلال فترة الدراسة بمتوسط يقارب 45% من إجمالي الإنتاج، مع معدل زيادة سنوية في إجمالي الإنتاج يبلغ نحو 10% ويترتب على ذلك أن نحو 55% من الإنتاج تتجه للأسواق الخارجية، ما يعكس استمرار اعتماد القطاع على التصدير كمصدر رئيس للعائدات،مع ضرورة تعزيز الكفاءة الإنتاجية وتحسين البنية التحتية لضمان استدامة الإمداد المحلي وتقليل أثر الصدمات المستقبلية.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (4-4)

النموذج الكمي لتأثيرآلية حدود الكربون الأوروبية على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية



المصدر: من إعداد الباحث

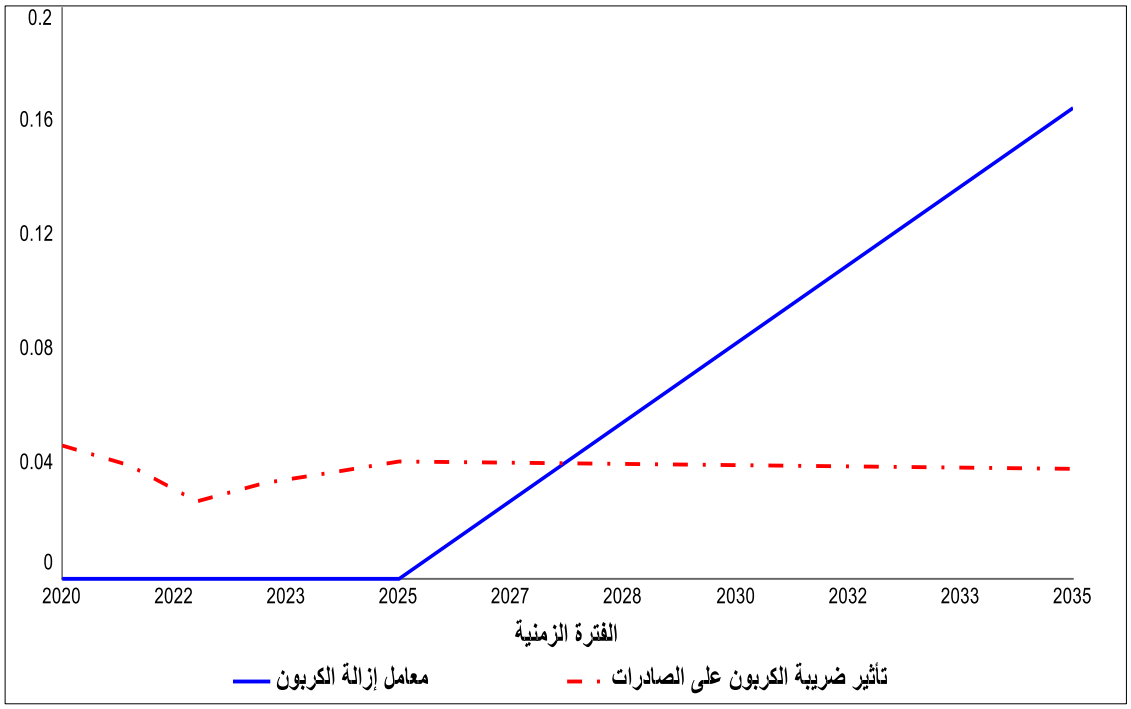
شكل رقم (4-5)

تطورکميات الإنتاج في قطاع الأسمدة من عام 2020 إلى 2035

2.2.3.4 تقييم تأثير ضريبة الكربون على الصادرات ومعامل إزالة الكربون

تظهر نتائج المحاكاة الموضحة بالشكل رقم (4-6) تأثير آلية تعديل حدود الكربون التي تفرض ضريبة تقدر بنحو 85 يورو لكل طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على صادرات قطاع الأسمدة المصري إلى الأسواق الأوروبية خلال الفترة (2020–2035). وتشير النتائج إلى استمرار تأثير ضريبة الكربون على الصادرات حتى بلوغها نحو 3.86%، وهو ما يتسق مع تقديرات البنك الدولي (2022) التي أكدت أن تطبيق الآلية الأوروبية سيؤدي إلى انخفاض نسبي في صادرات الأسمدة من الدول النامية. ويرتبط هذا التأثير بعاملي مرونة الطلب على الأسمدة المصرية ونسبة تمرير التكلفة، فكلما انخفضت مرونة الطلب زاد العبء على المنتجين المحليين، في حين يؤدي ارتفاع نسبة تمرير التكلفة إلى زيادة الأثر السعري على الأسواق الخارجية.

كما يبين الشكل (4-6) تأثير معامل إزالة الكربون بعد عام 2026، والذي من شأنه أن يقلل تدريجيًا من حجم الانبعاثات الكربونية في عمليات الإنتاج، وبالتالي يخفف من الأعباء الضريبية المفروضة على الصادرات. ويسهم تطبيق هذا المعامل في إحداث توازن بين الانبعاثات وتكلفة الضريبة على المدى المتوسط والمدى الطويل حتى عام 2035، ما يؤدي إلى تقليص التأثير السلبي للضريبة على الصادرات ورفع مرونة الطلب على الأسمدة المصرية بفضل تحسن تنافسيتها البيئية. ومع التوسع في الاستثمارات الخضراء، وزيادة نسبة العمالة المؤهلة تقنيًا إلى نحو 65%من إجمالي العاملين بالقطاع، إلى جانب تحسن كفاءة استخدام الموارد، يتوقع أن تحتفظ الصادرات المصرية بمكانتها في الأسواق الأوروبية دون تراجع ملموس.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (4-6)

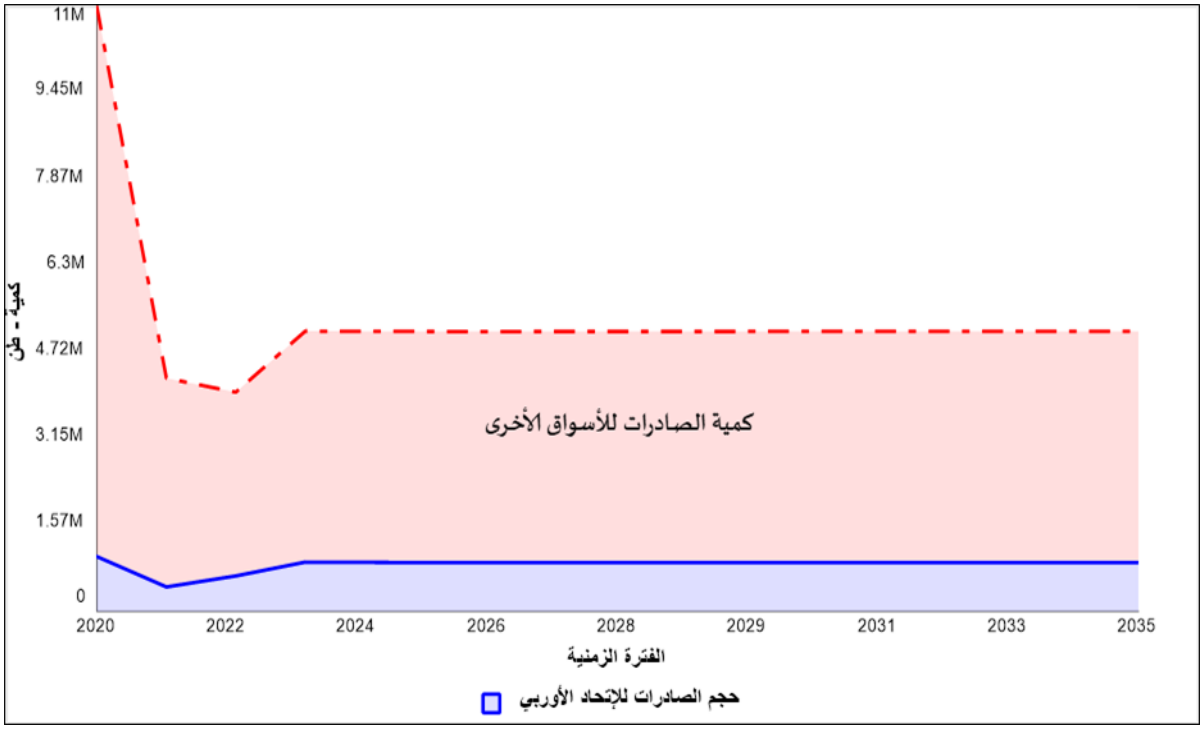
تأثير ضريبة الكربون على الصادرات ومعامل إزالة الكربون

3.2.3.4 حجم الإنتاج من الأسمدة المخصص للأسواق الأوروبية والأسواق العالمية الأخرى

يوضح الشكل رقم (4-7) تطور كميات صادرات الأسمدة المصرية الموجهة لكل من الاتحاد الأوروبي والأسواق الخارجية الأخرى خلال الفترة (2020–2035). ويلاحظ من النتائج أنه على الرغم من إدخال ضريبة الكربون ضمن آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية، والتي من المتوقع أن تحدث تراجعًا ملموسًا في الصادرات المصرية، إلا أن القطاع تمكن من الحفاظ على استقراره النسبي بفضل تبني سياسات التحول الأخضر وبدء تطبيق معامل إزالة الكربون عام 2026، فقد حافظ على الخفض النسبي السلبي للضريبة على الصادرات الأوروبية، وفي الوقت ذاته عزز مرونة الطلب الخارجي على الأسمدة المصرية، مما مكن القطاع من الحفاظ على مكانته التنافسية في السوقين الأوروبي والعالمي على حد سواء.

ومع التعافي التدريجي في كمية الصادرات الذي بدء اعتبارًا من عام 2023، تتوقع نتائج النموذج أن تستقر كمية الصادرات بعد ذلك حول متوسط 889 ألف طن سنويًا حتى عام 2035، ما يعكس استيعاب القطاع لتأثير الضريبة الكربونية من خلال تطبيق التقنيات منخفضة الانبعاثات وتحسين كفاءة الإنتاج.

وفي المقابل، تظهر النتائج استقرارًا نسبيًا في حجم صادرات الأسمدة الموجهة إلى الأسواق الخارجية الأخرى، حيث بلغت 10.02مليون طن عام 2020، وانخفضت مؤقتًا إلى 3.38 مليون طن عام 2022، قبل أن تعاود الارتفاع والاستقرار عند نحو 4.22 مليون طن سنويًا حتى عام 2035. ويعكس ذلك نجاح السوق المصري في الحفاظ على مكانته التصديرية عالميًا وعدم فقدان حصته السوقية على الرغم من تطبيق الضريبة الأوروبية، بفضل السياسات الداعمة للتحول الأخضر، وتوسيع الاستثمارات في مشروعات خفض الانبعاثات، ورفع كفاءة العمالة الفنية المؤهلة تقنيًا.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (4-7)

تطوركميات الصادرات من الأسمدة المخصص للأسواق الأوروبية والأسواق العالمية الأخرى

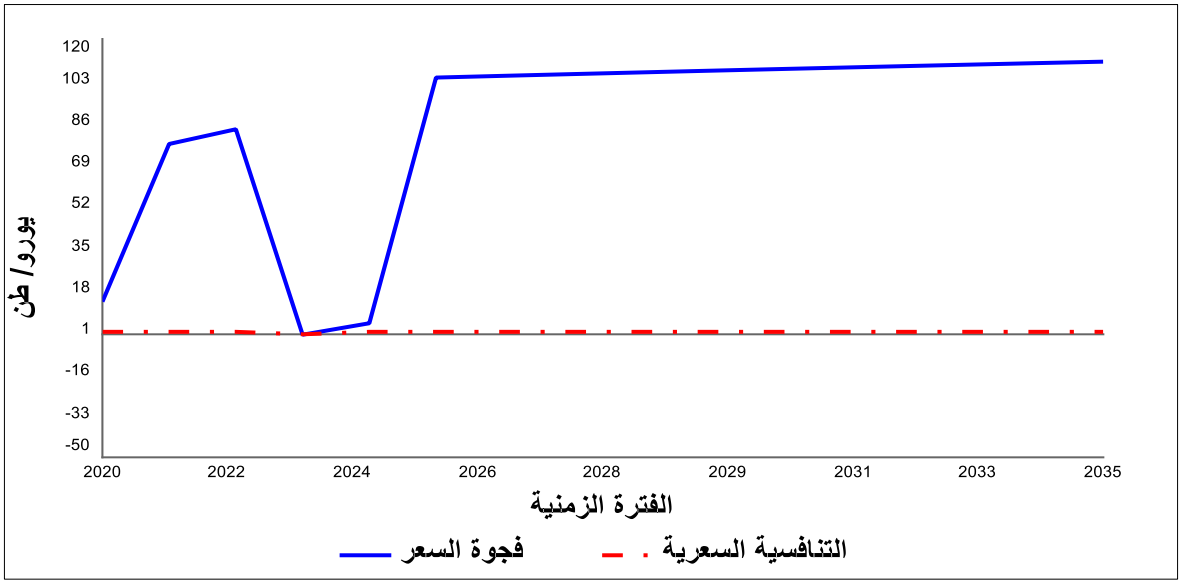
4.2.3.4 تقييم تأثيرآلية تعديل حدود الكربون على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية

يوضح الشكل رقم (4-8) تأثير آلية (CBAM)على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية إلى الأسواق الأوروبية خلال الفترة (2020–2035). فقد تبين أن القطاع تمكن من الحفاظ على مستوى مرتفع من القدرة التنافسية السعرية على الرغم من فرض الضريبة الكربونية القصوى. على الرغم من اتساع الفجوة السعرية بين الأسعار المرجعية داخل الاتحاد الأوروبي وسعر الطن المصري بعد إضافة الضريبة والتي تراوحت بين 13.23يورو عام 2020 وبلغت ذروتها عند نحو 110.79 يورو عام 2035، إلا أن الصادرات المصرية ظلت قادرة على المنافسة داخل السوق الأوروبية، ويعزى ذلك إلى انخفاض تكلفة الإنتاج المحلية مقارنة بالمستويات الأوروبية، وإلى الكفاءة التشغيلية التي يتمتع بها قطاع الأسمدة المصري.

وتشير النتائج إلى أن السعر المرجعي للأسمدة داخل الاتحاد الأوروبي تراوح بين 256- 829 يورو للطن خلال فترة الدراسة، في حين بلغ سعر الطن المصري بدون ضريبة الكربون ما بين 200.26 -703.17 يورو، وهو ما أوجد فجوة سعرية إيجابية لصالح الصادرات المصرية حتى في ظل تطبيق الضريبة.

ومع بدء تطبيق معامل إزالة الكربون عام 2026، انخفضت الانبعاثات المصاحبة للإنتاج مما أدى إلى تقليص العبء الضريبي وتحسن تنافسية الصادرات تدريجيًا.

ويعد هذا التحسن دلالة على أن التحول نحو الإنتاج الأخضر لم يسهم فقط في تقليل أثر الضريبة، بل أدى أيضًا إلى تعزيز مرونة الطلب على الأسمدة المصرية داخل السوق الأوروبية، بما يتماشى مع الاتجاه العالمي نحو تفضيل المنتجات ذات البصمة الكربونية المنخفضة. ومن ثم يمكن استخلاص أن تطبيق آلية إزالة الكربون مكن الصادرات المصرية من تحقيق توازن بين المتطلبات البيئية والكفاءة الاقتصادية، مما ضمن استمرار قدرتها التنافسية في الأسواق الأوروبية على المدى الطويل.



المصدر: من إعداد الباحث

شكل رقم (4-8)

تأثير آلية تعديل حدود الكربون على تنافسية صادرات الأسمدة المصرية

تشير نتائج النموذج الديناميكي المقترح إلى أن تطبيق آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية يمكن أن تحدث تحولًا هيكليًا في تنافسية صادرات الأسمدة المصرية، باعتبارها من القطاعات كثيفة الانبعاثات. وقد أظهرت المحاكاة أن فرض ضريبة الكربون يؤدي إلى اتساع الفجوة السعرية بين السعر المرجعي للأسمدة داخل الاتحاد الأوروبي والسعر المصري، إلا أن إدخال معامل إزالة الكربون بعد عام 2026 سوف يساهم في تقليص هذه الفجوة تدريجيًا، مما يخفف من حدة تأثير الضريبة على الصادرات. كما يؤدي إلى رفع مرونة الطلب على الأسمدة المصرية وتحقيق توازن سعري نسبي، ما يعزز قدرتها التنافسية في الأسواق الأوروبية حتى في ظل مستويات مرتفعة من تسعير الكربون.

وفي ضوء رؤية مصر 2030 وأهداف التحول نحو الاقتصاد الأخضر، تبرز الحاجة إلى تبني سياسات داعمة لتقليل البصمة الكربونية في صناعة الأسمدة، مثل التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، وتشجيع الاستثمار في تقنيات احتجاز الكربون الناتج عن عمليات الإنتاج للأسمدة المصرية، وتفعيل الحوافز الضريبية للمصانع منخفضة الانبعاثات .هذه الإجراءات من شأنها تعزيز مواءمة الصادرات المصرية مع اشتراطات الأسواق الأوروبية، وضمان استدامة النمو التصديري في ظل التحول العالمي نحو اقتصاد منخفض الكربون.

الفصل الخامس

السياسات والإجراءات المقترحة لتعامل الدولة المصرية مع آلية (CBAM)

تمهيد:

من المتوقع أن تواجه الدول المصدّرة إلى الاتحاد الأوروبي، ومن بينها مصر، تحديات كبيرة مع بدء تطبيق آلية (CBAM)، لا سيما أن الصناعات المصرية الخاضعة للآلية تواجه جملة من التحديات منها ارتفاع تكاليف الامتثال، وتراجع القدرة التنافسية، وقِصر المرحلة الانتقالية، وصعوبة قياس الانبعاثات بدقة، إضافة إلى نقص الكوادر الفنية وضخامة الاستثمارات المطلوبة لإعادة التهيئة الصناعية بما يتوافق مع المعايير الأوروبية. الأمر الذي يجعل تبنّي سياسات وطنية شاملة للتحول نحو التصنيع منخفض الكربون ضرورة استراتيجية لضمان الحفاظ على تنافسية الصادرات المصرية في الأسواق الأوروبية، ولا سيما أن الاتحاد الأوروبي يُعد الشريك التجاري الأهم لمصر ويستحوذ على نسبة كبيرة من صادراتها في القطاعات المشمولة بالآلية.

وفي هذا السياق، يهدف هذا الفصل إلى بلورة إطار سياساتي متكامل لتمكين الدولة من التعامل بكفاءة مع آلية (CBAM) وضمان استدامة القدرة التنافسية للصادرات المصرية. ويستند الإطار إلى منهج تحليلي متعدد المستويات يجمع بين استعراض الجهود المبذولة من الدولة لموءامة سياساتها الوطنية مع هذه التغيرات سواء في الوقت الراهن أم في فترات سابقة، والتي بدأت مع توقيع مصر على اتفاقية باريس للمناخ(2015). تحديد السياسات الممكنة والبدائل المتاحة لدعم التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون، وأخيرًا اقتراح بعض الإجراءات التي من شأنها التخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM) على قطاع الأسمدة .

1.5 الجهود المبذولة من الدولة المصرية للتعامل مع آلية (CBAM)

في ضوء التحولات المتسارعة في السياسات المناخية العالمية، وما صاحبها من آليات جديدة لتنظيم التجارة الدولية وعلى رأسها آلية (CBAM) التي أقرها الاتحاد الأوروبي، برزت الحاجة الملحة للدول النامية، ومنها مصر، إلى إعادة مواءمة سياساتها الوطنية مع هذه المتغيرات.

1.1.5 الاستراتيجيات الوطنية للتخفيف من الانبعاثات والتكيف مع آثار التغيرات المناخية

أظهرت مصر التزامًا واضحًا منذ توقيعها اتفاقية باريس للمناخ (2015)، والتي دخلت حيز التنفيذ عام 2017، وذلك من خلال تبني استراتيجيات وطنية طموحة وتنفيذ مشروعات كبرى ذات صلة بالتخفيف من الانبعاثات والتكيف مع آثار تغير المناخ، فضلًا عن استضافة فعاليات دولية بارزة في هذا المجال. ويُعد هذا الالتزام أحد عناصر القوة التي تعزز من الموقف التفاوضي لمصر في المحافل الدولية، كما يعكس في الوقت ذاته الإرادة السياسية الواضحة لدعم العمل المناخي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة. وقد انعكس ذلك في مجموعة من السياسات التي اتخذتها الدولة خلال السنوات الأخيرة، فضلًا عن الاستفادة من المبادرات الدولية التي تدعم التحول الأخضر بالقطاع الصناعي، ومن أبرزها:

- **استراتيجية الطاقة الجديدة والمتجددة 2035:**

اعتمدت مصر في عام 2016 استراتيجية الطاقة المستدامة حتى 2035 (ISES 2035) كإطار وطني طويل الأمد، يهدف إلى تنويع مزيج الطاقة وزيادة مساهمة المصادر المتجددة لتصل إلى نحو 42% من إجمالي إنتاج الكهرباء بحلول عام 2035، وترتكز هذه الاستراتيجية على تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وجذب الاستثمارات في مشروعات الطاقة النظيفة.

ويُعد هذا التوجه ذا أهمية خاصة للقطاعات كثيفة الاستهلاك للطاقة والانبعاثات مثل صناعة الأسمدة، حيث يسهم في تقليل البصمة الكربونية للصادرات المصرية، ويعزز من قدرتها التنافسية في مواجهة الآليات الدولية الجديدة مثل آلية تعديل حدود الكربون ومن ثم، فإن الاستراتيجية لا تمثل فقط مسارًا وطنيًا للتحول نحو اقتصاد منخفض الكربون، بل أيضًا أداة حماية اقتصادية واستراتيجية للصناعات الموجهة للتصدير.

- **الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050:**

أطلقت الاستراتيجية في عام 2022 كإطار محوري لدعم جهود مصر في مواجهة التحديات المناخية، مع تحقيق التنمية المستدامة وفقًا لرؤية مصر 2030. وتركز الاستراتيجية على تحقيق نمو اقتصادي منخفض الانبعاثات الكربونية وتعزيز مرونة الاقتصاد المصري في مواجهة تداعيات تغير المناخ، وذلك من خلال دمج الاعتبارات والسياسات المناخية في مختلف القطاعات الإنتاجية والخدمية، إلى جانب دعم آليات التمويل المناخي وتطوير أنماط الحوكمة البيئية بما ينسجم مع مستهدفات رؤية مصر 2030، ويعزز في الوقت ذاته قدرة الدولة على التكيف مع التغيرات في النظام التجاري الدولي.

- **الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين منخفض الكربون:**

تم إطلاق الاستراتيجية في عام 2022، على هامش استضافة مؤتمر المناخ COP27 في ضوء السعي إلى خفض الانبعاثات الكربونية في القطاعات الاقتصادية الثقيلة، وعلى رأسها صناعة الأسمدة والبتروكيماويات.

وتهدف الاستراتيجية إلى تحويل مصر إلى مركز إقليمي لإنتاج وتصدير الهيدروجين الأخضر ومشتقاته، مثل الأمونيا الخضراء كبديل مستدام للأسمدة، من خلال الإفادة من الموارد الطبيعية الغنية للطاقة المتجددة (الشمس والرياح) والبنية التحتية القائمة في مجالات الموانئ والصناعة.

ويعد الهيدروجين الأخضر بديلًا مستدامًا للهيدروجين الرمادي المعتمد على الغاز الطبيعي. وقد استهدفت الاستراتيجية هدفًا طموحًا يتمثل في استحواذ مصر على ما يصل إلى 8% من حجم الهيدروجين القابل للتداول عالميًا بحلول عام 2040، وإنتاج 1.5 مليون طن سنويًا من الهيدروجين الأخضر بحلول عام 2030، على أن تقوم بزيادة هذه الكمية بحلول عام 2040 إلى 5.8 مليون طن سنويًا. أو يقوم بإنتاج 3.2 مليون طن سنويًا بحلول عام 2030 ونحو 9.2 مليون طن سنويًا بحلول 2040 وفقًا لسيناريو آخر أكثر طموحًا. حيث يمكن أن يعزز هذا التحول الناتج المحلي الإجمالي لمصر بعائد يتراوح ما بين 10- 18 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2040، فضلًا عن إضافة أكثر من 100 ألف وظيفة (حبيب، 2024).

- **الأجندة الوطنية للتنمية المستدامة (رؤية مصر 2030) المحدثة:**

ركزت الرؤية على أهمية تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة من خلال تبني نهج متكامل يدعم التنمية المستدامة، ويعتمد على أنماط اقتصادية مبتكرة مثل الاقتصاد الأخضر الذي يركز على خفض الانبعاثات الكربونية، ويحسن من كفاءة استخدام الموارد، والاقتصاد الدائري الذي يعزز من إعادة التدوير والاستخدام المستدام للحد من هدر الموارد وتوفير فرص عمل خضراء.

وتركز الرؤية أيضًا على تحسين جودة البيئة من خلال خفض معدلات التلوث بمختلف أنواعه وتطبيق التكنولوجيا الصديقة للبيئة في القطاعات الاقتصادية. وتدعو إلى إدارة فعّالة للمخلفات عبر إعادة تدويرها وتحويلها إلى موارد اقتصادية، إلى جانب تنفيذ برامج لرفع مستوى الوعي البيئي وتحفيز الاستثمار في المشروعات المستدامة لتحقيق بيئة نظيفة ومستدامة.

2.1.5 إجراءات لتعزيز الجاهزية المؤسسية والفنية

اتخذت الدولة المصرية مجموعة من الإجراءات لتعزيز جاهزيتها المؤسسية والفنية، من أبرزها:

- تشكيل لجنة دائمة لخفض انبعاثات الكربون بالهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة، تستهدف تطوير برامج توعية شاملة للشركات حول التحديات والفرص المتعلقة بانبعاثات الكربون، ودراسة فرص تنفيذ استثمارات جديدة قائمة على الإفادة من الطاقة الجديدة والمتجددة، كما تقوم بزيارات ميدانية للشركات والمصانع لقياس جاهزية خطوط إنتاجها وتوافقها مع متطلبات الآلية من خلال عمل تقييم فني وبيئي للتكنولوجيات الممكن تطبيقها، وتحديد الإجراءات التنفيذية اللازمة لخفض الانبعاثات الكربونية.
- حصول مصر على عضوية مراقب في اللجنة الأوروبية لمتابعة مستجدات آلية CBAM.
- إطلاق بورصة المناخ المصرية كسوق لتداول خفض الانبعاثات الكربونية الطوعية والمنتجات البيئية الأخرى.
- قرار البنك المركزي الصادر في يونية 2025، والذي يلزم البنوك بتقارير نصف سنوية عن عملاء القطاعات المتأثرة بالآلية ابتداء من عام 2026.
- صدور دليل استرشادي حول آلية تعديل حدود الكربون في الاتحاد الأوروبي، من قبل وزارة الاستثمار والتجارة الخارجية، الهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات.

3.1.5 مبادرات و أنشطة لتعزيز عمليات تخفيض الانبعاثات

مبادرة خفض الانبعاثات الخاصة بصندوق الاستثمار في المناخ

تعد أول مبادرة تمويل ميسر عالمية مُخصصة لخفض الانبعاثات الضارة بالقطاع الصناعي بالدول النامية. وتتيح المبادرة للدولة المصرية تمويلات بقيمة تصل إلى 250 مليون دولار كتمويل ميسر للمساهمة في تنفيذ مشروعات من شأنها خفض الكربون الصناعي، بالإضافة إلى توفير منحة دعم فني بقيمة 500 ألف دولار لدعم إعداد خطة الاستثمار الخاصة بالبرنامج، الأمر الذي من شأنه وضع تصور متكامل للمشروعات ذات الأولوية، وإلى جانب تمويل تكميلي من الجهات الشريكة ممثلة في البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية، والبنك الدولي، ومؤسسة التمويل الدولية، وبنك التنمية الأفريقي. (https://moic.gov.eg/ar/news/2611).

ويُعد برنامج خفض الانبعاثات بالقطاع الصناعي التابع لصندوق الاستثمار المناخي، جزءًا من صندوق التكنولوجيا النظيفة التابع لصندوق المناخ الاستثماري، والذي تبلغ قيمته الإجمالية 9 مليارات دولار، ويعتمد على آلية أسواق رأس المال الخاصة بالصندوق، التي تُعد الأولى من نوعها في تعبئة رأس المال الخاص لدعم أولويات التنمية المستدامة والشاملة والمرنة للدول. وقد تم اختيار الدولة المصرية ضمن 7 دول من بين 26 دولة تقدمت للإفادة من برنامج. خفض الانبعاثات بالقطاع الصناعي الأمر الذي يعكس التزام الدولة بالتحول نحو اقتصاد أخضر ومستدام.

2.5 سياسات التخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM)

يُعد وضع سياسات وطنية متكاملة وفاعلة للتخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM) ضرورة عاجلة لحماية تنافسية المنتجات الصناعية المصرية في الأسواق الأوروبية، والحد من تداعياتها على الاقتصاد المصري. ومن المهم أن ترتبط تلك السياسات بخطط وطنية وقطاعية متكاملة للتكيف مع تلك الآثار، وذلك على كل من المدى القصير، والمتوسط، والطويل، وليس فقط للقطاعات المستهدفة خلال المرحلة الأولى، ولكن للقطاعات الأخرى المحتمل أن تشملها الآلية مستقبلًا، وأن تشتمل تلك الخطط كذلك على سياسات وآليات لتحسين أداء وممارسات القطاع البيئي ككل، بجانب تحسين كفاءة الإنتاج في الصناعات ذات الانبعاثات الكربونية العالية، وتقليل تكلفة التكيف مع متطلبات (CBAM)عبر تحسين القياس والإفصاح (MRV).

ويقترح في هذا السياق أن تستهدف أولويات **الخطة قصيرة الأجل** (2026) التركيز على استمرار التفاوض مع الاتحاد الأوروبي، وتقديم الدعم الفني للشركات الصناعية في إجراء حساب البصمة الكربونية، وزيادة الوعي البيئي للشركات، وإطلاق مشروعات تكيف تجريبية للقطاعات الأكثر تأثرًا، وإطلاق منصة مركزية لبيانات المصانع المصدرة.

أما **الخطة متوسطة المدى** (2026- 2030) تستهدف أولوياتها تعزيز القدرات الفنية للشركات والقطاعات الصناعية المشمولة بالآلية، من خلال دعم جهودها في خفض البصمة الكربونية والالتزام بمعايير الاستدامة والحوكمة البيئية. وتشمل أولويات هذه المرحلة تطوير منظومات المراقبة والإبلاغ والتحقق الخاصة بآلية (CBAM)، والتوسع في برامج البحث والتطوير، وتعزيز استخدام الطاقة المتجددة والهيدروجين الأخضر، ولا سيما في الصناعات ذات التوجه التصديري، بما يسهم في رفع قدرتها على الامتثال للمتطلبات الأوروبية والحفاظ على تنافسيتها في الأسواق الدولية.

أما **الخطة طويلة الأجل** فيما بعد عام 2030 فيتمثل هدفها الرئيس في الوصول تدريجيًا إلى الحياد الكربوني بحلول عام 2050، وتحويل مصر إلى مصدر رئيس للمنتجات الصناعية الخضراء عالية التنافسية، على أن تتضمن أولوياتها الاستمرار في العمل على توثيق البصمة الكربونية للمنتجات، وتطوير سوق ائتمانات كربونية وموثوقية، ونشر تقنيات التقاط الكربون وتخزينه واستخدامه تجاريًا، ودمج الاستدامة في سلاسل القيمة. وفيما يلي عرضًا موجزًا لأهم السياسات والآليات المقترحة لتخفيف آثار تطبيق آلية (CBAM)

1.2.5 السياسات والآليات البيئية والصناعية

تستهدف هذه السياسات التحول إلى استخدام التقنيات التي من شأنها تقليل الانبعاثات وخفض البصمة الكربونية للمنتجات المصرية، ومن ثم الحفاظ على تنافسية الصادرات، وتتضمن:

- **التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة لخفض البصمة الكربونية:**

تؤكد التجارب الأوروبية والجنوب أفريقية على أن التحول في هيكل الطاقة المستخدمة في القطاع الصناعي (وخاصة في الصناعات ذات الانبعاثات الكربونية العالية)، هو العنصر الحاسم لتقليل الانبعاثات على المدى الطويل، وعليه يمكن التحول إلى الهيدروجين الأخضر كمصادر طاقة بدلًا من الغاز الطبيعي في إنتاج الأمونيا الخضراء (وهو المكون الأساسي لمعظم الأسمدة النيتروجينية)، وإدخال الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح لتشغيل أجزاء من العمليات الصناعية (مثل محطات التحليل الكهربائي للهيدروجين)، والتحول كذلك إلى الطاقة المتجددة من محروقات المخلفات الصلبة، وتحلية المياه، وذلك بجانب دعم مشروعات الطاقة النظيفة داخل المناطق الصناعية.

وفي هذا السياق يمكن لمصر توجيه جزءٍ من عوائد تسعير الكربون لتمويل تلك المشروعات، وذلك في إطار مبادرة "الممر الأخضر" التي تربط مصر باتفاقيات تمويل أوروبية وألمانية، وستساعد تلك الإجراءات على تقليل الكثافة الكربونية لصادراتها، وبالتالي تحسين قدرتها التنافسية في الأسواق الأوروبية.

ولا شك أن التحول إلى إنتاج الأمونيا الخضراء والهيدروجين منخفض الكربون في مصر، يتطلب استثمارات ضخمة نسبيًا وهو ما يتطلب عمل دراسات تقديرية لتقدير بنودها ومصادر تمويلها خلال العقد المقبل، حيث ينبغي العمل على تحديث خطوط الإنتاج، وتركيب أجهزة القياس، وإنشاء مرافق التقاط الكربون، وكأحد الآليات المقترحة من خلال دراسة التجارب الوطنية في تحديد مصادر تمويل مستدامة يمكن تمويل هذه الاستثمارات من خلال مزيج من القروض الميسرة من بنوك التنمية الدولية، ومساهمات القطاع الخاص، بالإضافة إلي عوائد ضرائب الكربون الوطنية المحتملة عند تطبيقها. كما يُقترح تخصيص نافذة تمويل ضمن صندوق مصر السيادي لتغطية النفقات الرأسمالية للمصانع الملتزمة بخفض الانبعاثات.

- **التحسين التكنولوجي للصناعات المصرية:**

من متطلبات التكيف مع آثار تطبيق آلية تعديل حدود الكربون، مواصلة العمل على التطوير التكنولوجي للصناعات التصديرية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال استخدام تقنيات متطورة، ومنها على سبيل المثال: تحسين كفاءة الطاقة في صناعة الأسمنت، وإنتاج الأمونيا الخضراء في صناعة الأسمدة، واعتماد أفران القوس الكهربائي في صناعة الحديد والصلب، واستخدام تقنيات احتجاز وإعادة استخدام الكربون في صناعة الألومنيوم والبتروكيماويات، والتقاط غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تصنيع الأمونيا وإعادة استخدامه في صناعات أخرى أو تخزينه، وتحديث المعدات والآلات في وحدات الإنتاج الصناعي المختلفة، وتطوير خطوط أسمدة بطيئة/ ذكية الإطلاق.

يتطلب كذلك التحول نحو صناعة منخفضة الكربون تشجيع المنشآت الصناعية على التحول الرقمي، وتبني تقنيات الثروة الصناعية الرابعة لتحسين الكفاءة الإنتاجية وتقليل الانبعاثات،وبصفة عامة يمكن تحسين كفاءة العمليات الصناعية من خلال العمل على إعادة تدوير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لتقليل الانبعاثات بشكل عام.

2.2.5 سياسات وآليات تنظيمية وإدارية

- **تعزيز قدرات القياس والرصد والتقارير البيئية:**

يتطلب الامتثال لمتطلبات عملية إعداد تقرير آلية (CBAM) تأسيس نظام وطني دقيق للرصد والإبلاغ والتحقق من الانبعاثات الصناعية (MRV)، وذلك كما هو الحال في كل من الصين وكوريا الجنوبية وتركيا. الأمر الذي يتطلب إلزام المنشآت الكبرى والمصدرين باستخدام التكنولوجيا المتطورة في قياس وتوثيق انبعاثات الكربون لمنتجاتهم بدقة وفق معايير الاتحاد الأوروبي، وتقديم تقارير سنوية معتمدة. وذلك من خلال تأهيل تلك المنشآت على احتساب البصمة الكربونية، مع تفعيل دور الوكالات البيئية في فحص ومراجعة التقارير الصادرة عن تلك المنشآت لضمان تقديم معلومات وبيانات معترف بها دوليًا تسهل على المصدرين إثبات التزامهم أمام سلطات الاتحاد الأوروبي.

كما قد يتطلب ذلك إنشاء سجل إليكتروني وطني لتسجيل وتداول بيانات الانبعاثات إلكترونيًا على المستوى القطاعي وذلك بالتعاون بين وزارات البيئة، والتجارة والصناعة، والكهرباء. مع العمل على إنشاء جهة مركزية حكومية لإصدار شهادات البصمة الكربونية المعترف بها دوليًا. ويمثل هذا النظام الركيزة الأساسية لأي سوق كربون وطني. كما يسهم في تحسين الشفافية والامتثال لمتطلبات الاتحاد الأوروبي في إطار آلية (CBAM).

- **استحداث آلية تسعير محلية للكربون:**

على الحكومة المصرية العمل على إطلاق وتطوير سوق الكربون الطوعي من أجل وضع إطار لتجارة الانبعاثات (Emission Trading Scheme- ETS) بحيث تستطيع المصانع من خلاله تبادل حقوق الانبعاثات وتحقيق ربح من تقليل الانبعاثات، مع إمكانية الإفادة منه في تمويل التحول الأخضر، وعلى الحكومة كذلك العمل على تسريع إنشاء نظام وطني معتمد لمعاملات الكربون لربط سوق الكربون الطوعي مع النظام الدولي.

وعلى غرار التجربتين اليابانية (GX- ETS) والكورية (K- ETS) يمكن لمصر إطلاق نظام وطني لتداول الانبعاثات يبدأ بمرحلة تجريبية طوعية تستهدف الصناعات كثيفة الكربون (كالحديد والأسمنت والأسمدة)، على أن يتحول تدريجيًا إلى نظام إلزامي، مع وضع حدود انبعاث (caps) لكل منشأة كبيرة، والسماح بتداول أرصدة الانبعاثات فيما بينها. وهذه الخطوة ستمكن مصر من إثبات وجود "سعر كربون محلي" يعترف به الاتحاد الأوروبي ضمن إطار (CBAM)، مما قد يقلل الأعباء الجمركية على الصادرات المصرية لأسواق الاتحاد.

- **تطوير قاعدة بيانات وطنية للكربون:**

يُعد توفير قاعدة بيانات وطنية للكربون تشتمل على الانبعاثات حسب القطاع والتقنيات المستخدمة ضرورة لتحليل الأداء البيئي لكل مصنع ولتحديد الفجوات، ومن ثم توجيه الدعم الفني والمالي اللازم. ويمكن تحقيق ذلك من خلال التعاون فيما بين وزارة البيئة ووزارة التجارة والصناعة، وهيئة الرقابة على الصادرات والواردات، والهيئة العامة للمواصفات والجودة، وهيئة الرقابة المالية، والهيئة العامة للاستثمار.

- **توحيد المواصفات البيئية للامتثال للمواصفات الأوروبية (CBAM):**

يمكن للحكومة المصرية بالتعاون مع الشركاء المحليين والدوليين بناء القدرات الفنية للمصانع، وتجهيزها لإصدار شهادات انبعاثات الكربون للامتثال لمتطلبات آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، وذلك لتفادي ما قد يفرض عليها من رسوم عند التصدير، وفي سبيل ذلك يمكن تأسيس وحدة وطنية لدعم الامتثال وذلك بالتنسيق بين وزارتي البيئة والتجارة والصناعة.

- **تعزيز التعاون الإقليمي لإنشاء سوق كربونية أفريقية:**

بناءً على التجربة اليابانية في إنشاء الأسواق الكربونية الآسيوية، يمكن لمصر في سبيلها لتعزيز التعاون الإقليمي أن تقود مبادرة لإنشاء سوق كربون إقليمية أفريقية، بالتعاون مع دول شمال أفريقيا (المغرب، تونس) وجنوب أفريقيا، لتوحيد منهجيات القياس والتداول. ومن المستهدف أن يسهم هذا التوجه في جذب المزيد من الاستثمارات الخضراء وتعزيز المفاوضات الجماعية أمام سياسات الاتحاد الأوروبي الكربونية.

3.2.5 سياسات وآليات تجارية ودبلوماسية

- **التفاوض مع الاتحاد الأوروبي لتعزيز المرونة في تطبيق آلية (CBAM):**

على الحكومة المصرية من خلال الإفادة من الاستثناءات الواردة بلائحة قانون الآلية، والتي تمنح للدول الصديقة للاتحاد الأوروبي السعي لدى دول الاتحاد لبحث إمكانية التفاوض على استثناءات أو تعديلات، مما يسمح بفترة تطبيق انتقالية أطول (Transition Period) لتقليل الأثر السلبي لتطبيق آلية (CBAM) على صادراتها، أو تأجيل المدة الزمنية لتطبيقها خاصة في القطاعات التي تعاني من انخفاض القدرة على تبني تقنيات منخفضة الكربون، أو بمنح استثناءات جزئية لبعض القطاعات. كما يمكن التفاوض كذلك على منح مصر دعمًا ماليًّا وفنيًّا في إطار برامج الانتقال العادل (Just Transition) بما يساعد على تعزيز البنية التحتية الخضراء لتلبية معايير آلية (CBAM) تدريجيًا. ويمكن في هذا السياق أن تتولى مصر التفاوض منفردة مع الاتحاد الأوروبي، أو من خلال جهة تفاوض إقليمية تضم مصر وبعض الدول الأخرى المتوقع تأثرها من تطبيق الآلية (مثل المغرب وتركيا).

هذا ويقترح لتعزيز الحضور المصري في المفاوضات التقنية الخاصة بآلية (CBAM) تأسيس وحدة وطنية متخصصة في آلية تعديل حدود الكربون داخل وزارة التجارة والصناعة بالتعاون مع كل من وزارة البيئة ووزارة الخارجية تكون مسئولة عن التنسيق الفني مع المفوضية الأوروبية لتوضيح أسعار الكربون المحلية وآليات القياس والتحقق. ويشبه هذا النهج النموذج الياباني والتركي في إدارة الحوار المناخي- التجاري مع الاتحاد الأوروبي.

وفي هذا السياق يمكن كذلك أن تتوجه الحكومة المصرية نحو تفعيل التعاون والتنسيق مع منظمات التجارة الدولية مثل منظمة التجارة العالمية (WTO) لضمان توافق قوانين الآلية مع الاتفاقيات الدولية، مما يسهل التعامل مع التحديات المستقبلية لتطبيق الآلية وإيجاد حلول مشتركة.

- **تنويع الأسواق التصديرية:**

لتقليل تداعيات تطبيق آلية (CBAM) على الصادرات المصرية، يتعين على الدولة المصرية تبني استراتيجية تنويع الأسواق الخارجية، من خلال تقليص الاعتماد على السوق الأوروبية، والتوسع في فتح أسواق بديلة في مناطق أفريقيا وآسيا وأمريكا

اللاتينية لاستيعاب جزء أكبر من الصادرات الوطنية. كما يمكن للدولة المصرية إبرام اتفاقيات تجارة حرة مع دول وشركاء تجاريين لا يطبقون آلية (CBAM)، بما يساهم في الحد من المخاطر المرتبطة بتراجع القدرة التنافسية للمنتجات المصرية في أسواق الاتحاد الأوروبي.

- **زيادة القيمة المضافة المحلية:**

يتعين على الدولة المصرية العمل على رفع القيمة المضافة للمنتجات الصناعية الأولية، من خلال التحول نحو تصدير منتجات ذات درجة تصنيع أعلى - مثل الأسمدة المركبة بدلاً من الاكتفاء بتصدير اليوريا - بما يسهم في خفض كثافة الكربون "لكل وحدة دولار" ، ويعزز في الوقت ذاته القدرة التنافسية للمنتجات المصرية في الأسواق الدولية.

4.2.5 سياسات داعمة وحوافز مالية

- **تقديم دعم مالي وفني للتكيف مع آثار الآلية:**

يعد الدعم المالي والتقني ضرورة لتجاوز التحديات والإفادة من المبادرات التشاركية مع الشركاء الدوليين. ويتطلب تحفيز المنشآت الصناعية المحلية على تبني ممارسات بيئية صديقة للمناخ واستخدام التكنولوجيا النظيفة والابتكار في تقنيات الإنتاج الأخضر واستخدام المواد البديلة منخفضة الكربون، ووضع حوافز مالية وتشريعية لدعم الاستثمار في مشروعات كفاءة الطاقة والهيدروجين الأخضر من خلال السندات الخضراء، ومنح القروض الميسرة عن طريق الصناديق السيادية والبنوك المصرية.

هذا مع التأكيد على أهمية وضع آليات تمويل خاصة تدعم الشركات الصغيرة والمتوسطة التي تمثل النسبة الغالبة من الشركات المصرية لكي تساعدها على التكيف مع التحديات البيئية، ومنها على سبيل المثال القروض الدوارة، مع تقديم دعم فني مجاني لها لتقييم الكفاءة الكربونية. ويقترح في هذا الإطار أن تتضمن الحوافز المالية تقديم إعفاءات ضريبية أو جمركية على معدات التحول الأخضر، وتقديم حوافز للأفراد والشركات الملتزمة بالمعايير البيئية بما يتماشى مع الواقع المحلي ومتطلبات (CBAM).

وفي هذا السياق واستنادًا إلى تجربة كلٍ من جنوب أفريقيا واليابان يمكن لمصر فرض ضريبة كربون رمزية تطبق تدريجيًا على القطاعات والمنشآت الصناعية الكبرى، بعد دراسة آثارها الاقتصادية والتنسيق مع أشكال الضرائب الأخرى، على أن يتم توجيه عائدات تلك الضرائب إلى صندوق التحول الصناعي الأخضر والذي يهدف إلى تمويل تحديث المعدات والتقنيات، وتحسين كفاءة الطاقة. ومن المحتمل أن يساعد هذا الإجراء على إرسال "إشارة تسعير" واضحة للسوق دون فرض عبء اقتصادي مرتفع، ويظهر في نفس الوقت التزام مصر بسياسات تسعير الكربون بطريقة واقعية تتوافق مع أوضاعها الاقتصادية.

وعلى غرار المنصة الوطنية لبرنامج "نوفي" (NWFE) التي تمثل أداة استراتيجية لجذب الاستثمارات الخضراء في عدة قطاعات أهمها القطاع الصناعي، يقترح تدشين منصة وطنية لحشد التمويلات الميسرة والمنح الدولية لدعم مشروعات التحول الصناعي الأخضر داخل الصناعات التحويلية للقطاع الخاص. ويستهدف مقترح المنصة العمل كأداة تنسيقية بين الحكومة المصرية وشركاء التنمية لتوفير تمويلات موجهة خصيصًا لمشروعات إزالة الكربون والتي أوضحت نتائج النموذج دور معامل إزالة الكربون في التخفيف من حدة الضربية على الصادرات وتعزيز القدرة التنافسية، ورفع كفاءة الطاقة، بجانب تبني تكنولوجيات الإنتاج النظيف.

- **الوصول إلى تمويل المناخ الدولي:**

من خلال إعداد ملفات وطنية لدعم الصناعات المتضررة من تطبيق آلية (CBAM) يمكن لمصر الحصول على تمويل المناخ الدولي من أي من الصندوق الأخضر للمناخ (GCF)، أو بنك الاستثمار الأوروبي (EIB)، أو شركاء التنمية الدوليين كبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) للتكيف مع آثار تطبيق تلك الآلية.

نخلص مما سبق إلى أن تبني مصر لسياسات تدريجيه وواقعية وفاعلة لتسعير الكربون، وتطوير منظومة وطنية للقياس والتقرير، ودعم الصناعات المتأثرة بآلية (CBAM) سيتيح لها التحول من موقع المتأثر بالسياسات المناخية الأوروبية إلى شريك فاعل في صياغتها. كما أن دمج صندوق التحول الصناعي الأخضر، مع التوسع في الطاقة النظيفة كلها آليات من شأنها تمكين الاقتصاد المصري من تحقيق توازن بين متطلبات النمو الاقتصادي وحماية البيئة، وضمان عدالة انتقال الطاقة بما يتماشى مع أهداف رؤية مصر 2030، واستراتيجيتها الوطنية للمناخ 2050.

وجدير بالذكر أن وجود هيكل حوكمة فعال يعد شرطًا أساسيًا لنجاح تنفيذ سياسات الحد من آثار آلية (CBAM)، لذا يُقترح إنشاء لجنة وطنية دائمة للتنسيق بشأن الكربون والتجارة المستدامة برئاسة رئيس مجلس الوزراء وعضوية وزارات البيئة، والتجارة والصناعة، والبترول، والكهرباء، والمالية، والخارجية، والتخطيط، إضافة إلى ممثلين عن القطاع الخاص واتحاد الصناعات المصرية.

تتولى هذه اللجنة مهام التنسيق بين الجهات الوطنية والدولية، ومتابعة تنفيذ برامج التخفيف القطاعية، واعتماد تقارير الرصد والتحقق (MRV)، وإصدار التوصيات الخاصة بالسياسات التحفيزية والتمويلية. كما يتطلب الأمر تأسيس أمانة فنية للجنة تكون مسئولة عن جمع البيانات، وتقديم التقارير الدورية عن مدى تقدم مصر في التكيف مع الآلية. كما تتطلب فاعلية السياسات المقترحة وجود نظام وطني للمتابعة والتقييم يحدد مؤشرات أداء رئيسة (KPIs) لقياس التقدم المحرز في خفض الانبعاثات وتعزيز القدرة التنافسية للصادرات. وتشمل أهم المؤشرات المقترحة:

(1) نسبة المنشآت الصناعية الملتزمة بنظام القياس والإبلاغ والتحقق (MRV).

(2) معدل خفض الانبعاثات في الصناعات المستهدفة سنويًا.

(3) حجم الاستثمارات في التقنيات منخفضة الكربون.

(4) عدد المصانع الحاصلة على شهادات البصمة الكربونية المعترف بها أوروبيًا.

(5) حجم التمويل الأخضر المتحصل عليه من الشركاء الدوليين.

وينبغي أن تُراجع هذه المؤشرات بشكل نصف سنوي من قبل اللجنة الوطنية للتنسيق بشأن الكربون لضمان التقييم المستمر وإعادة توجيه السياسات عند الحاجة.

5.2.5 سياسات وآليات تعزيز الوعي البيئي وبناء القدرات

- **برامج توعية بيئية وبناء القدرات:**

من الأهمية إطلاق برامج توعية مكثفة في كافة القطاعات والإدارات الصناعية التي تشملها الآلية حول كيفية حساب الانبعاثات، وأهمية الامتثال البيئي والحد من الانبعاثات، والتعرف على متطلبات (CBAM)، بجانب تدريب العاملين على أفضل الممارسات للتقليل من تأثيرات التلوث البيئي، وبناء قدراتهم فيما يتعلق بقياس الانبعاثات، وإصدار تقارير التحقيق والمصادقة، وإصدار شهادات الكربون في سوق الكربون الطوعي.(يذكر أن وزارة الاستثمار، ووزارة الصناعة، والهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات قد عقدت العديد من المؤتمرات لمناقشة القضايا المترتبة على تطبيق آلية (CBAM) على الاقتصاد المصري وعلى القطاعات المعينة).

وبناء على ما سبق، واستنادًا إلى تجربة جنوب أفريقيا ضمن خطة التحول العادل للطاقة، يمكن لمصر إنشاء صندوق وطني للتحول الصناعي العادل لدعم القطاعات المتأثرة بآليات الكربون الأوروبية بتمويل من عوائد الضريبة الكربونية، ومن الشركاء الدوليين، ومساهمات القطاع الخاص. وتتمثل مهام هذا الصندوق في إعادة تأهيل العمالة في الصناعات ذات الانبعاثات المرتفعة، وتقديم برامج تدريب متخصصة لتحويلها إلى قطاعات صناعية منخفضة الكربون، بما يضمن العدالة الاجتماعية في عملية التحول الأخضر.

- **تشجيع البحث والتطوير:**

من الأهمية تخصيص برامج لدعم الجامعات والمراكز البحثية لتطوير تقنيات وأساليب وبدائل خامات وطنية لإنتاج منتجات صناعية منخفضة الكربون ولزيادة كفاءة استخدام الطاقة واستحداث تركيبات صناعية أقل انبعاثًا. وذلك بجانب إجراء دراسات وتقييمات بينية دورية لقياس مدى التقدم في خفض الانبعاثات داخل مصر، مع التوصية بتعديل السياسات وفقًا للنتائج المتحصل عليها. وقد يتطلب ذلك تعزيز التعاون بين القطاعين العام والخاص والجامعات والمراكز البحثية لتطوير حلول مبتكرة لخفض الانبعاثات.

6.2.5 دعم سلاسل القيمة والمنشآت الصغيرة والمتوسطة

تُعد الشركات الصغيرة والمتوسطة جزءًا أساسيًا من سلاسل القيمة الصناعية، إلا أنها تواجه تحديات كبيرة في الالتزام بمتطلبات (CBAM) نتيجة ضعف القدرات الفنية والمالية. لذا، يُوصى بتأسيس برنامج دعم فني وتمويلي للموردين المحليين، يهدف إلى رفع وعي الموردين الصغار بمتطلبات الإفصاح الكربوني، وتمويل شراء المعدات والأجهزة الخاصة بقياس الانبعاثات، وتدريبهم على استخدام أدوات الكفاءة الطاقية والتقنيات النظيفة، كما يُقترح إنشاء "مركز امتثال صناعي صغير" داخل هيئة التنمية الصناعية لتقديم خدمات الدعم الفني المجاني للمؤسسات الصغيرة المتعاملة ضمن سلاسل التوريد الأوروبية.

7.2.5 التحول العادل في قطاع الأسمدة

يُعد البعد الاجتماعي للتحول الصناعي من الجوانب الحيوية في مواجهة آثار آلية (CBAM) إذ من المتوقع أن تتأثر العمالة في مصانع الأسمدة بسبب التحول نحو التقنيات النظيفة وتقليل الاعتماد على الغاز الطبيعي. لذا، يُوصى بإنشاء صندوق وطني للتحول الصناعي العادل يموَّل من عوائد تسعير الكربون والمساعدات الدولية، بهدف تمويل برامج إعادة تأهيل وتدريب العاملين في الصناعات الكثيفة الانبعاثات، وضمان انتقالهم إلى وظائف جديدة في قطاعات الطاقة المتجددة والهيدروجين الأخضر. وبذلك يتحقق مبدأ العدالة الاجتماعية في سياق التحول البيئي.

8.2.5 الأطر التشريعية المقترحة

في ضوء التوجه نحو تسعير الكربون وتداول الائتمانات الكربونية، يُقترح إعداد قانون مصري لتسعير الكربون يتضمن أحكامًا تنظم تجارة الانبعاثات، ويُحدد مسؤوليات الجهات المصدقة والمعتمدة، ويُقر آليات للحوافز الضريبية والاستثمارية المرتبطة بالتحول الأخضر. كما يُقترح تعديل قانون البيئة رقم 9 لسنة 2009 لإدراج بنود خاصة بالتقارير الكربونية والتزامات المنشآت الصناعية في الإفصاح عن الانبعاثات. هذه الأطر ستُعزز من الشفافية وتُمكّن مصر من الاعتراف الدولي بسوق الكربون الوطني ضمن آلية (CBAM).

3.5 إجراءات التخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM) على قطاع الأسمدة

تعتمد صناعة الأسمدة بشكل أساسي على تقنية Steam Methane Reforming (SMR) لإنتاج الهيدروجين، وهو مصدر انبعاثات كبيرة ومباشرة، ولذلك تعد هذه الصناعة من القطاعات الأكثر تأثرًا بآلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، الأمر الذي يتطلب سرعة البدء بوضع أهداف استراتيجية (قابلة للقياس) يتم تنفيذها وفقًا لأولويات وإجراءات مرحلية (قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل) نعرضها اختصارًا فيما يأتي:

- **إجراءات فورية (5 -12 شهرًا) وتشمل:**

(1) إطلاق برنامج وطني (MRV) مخصص لقطاع الأسمدة، وإنشاء منصة مركزية لدى وزارة التجارة والصناعة/ البيئة لتجميع البيانات وإصدار تقارير قابلة للتحقق.

(2) إطلاق حملة تجريبية (Pilot) في 3-5 مصانع كبيرة لتركيب عدادات دقيقة على مصدر الانبعاثات، وجمع بيانات خط الأساس لاستخدامها في المفاوضات مع المستوردين الأوربيين.

(3) صياغة حزم صيانة لتقليل الانبعاثات وتحسين كفاءة التشغيل.

(4) تقديم حوافز مالية مؤقتة لتسهيل الحصول على معدات القياس والأتمتة.

- **إجراءات متوسطة المدى (1-3 سنوات) وتشمل:**

(1) تنفيذ مشروعات الانتقال إلى الهيدرجين منخفض الكربون، بالإضافة إلى التقاط الكربون وتخزينه.

(2) وضع معيار وطني Product Carbon Footprint (PCF) لليوريا/ الأمونيا لضمان تسهيل إصدار شهادات بيئية معتمدة.

(3) إنشاء آلية تمويلية متخصصة لتغطية النفقات الرأسمالية.

- **إجراءات طويلة المدى (3- 10 سنوات) وتشمل:**

(1) بناء خطوط إنتاج أمونيا خضراء على نطاق صناعي.

(2) نشر تقنيات التقاط الكربون وتخزينه/ استخدامه تجاريًا.

(3) تطوير سوق ائتمانات كربونية ذات موثوقية، وإنشاء نظام وطني لبيع وشراء الانبعاثات المنخفضة.

وفيما يأتي مقترح بخريطة طريق تنفيذية لإجراءات وأنشطة التخفيف من آثار تطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) على قطاع الأسمدة في مصر خلال الفترة 25/ 2026- 28/ 2029 وما بعدها.

جدول رقم (5-1)

خريطة الطريق التنفيذية لتخفيف آثار(CBAM)على صناعة الأسمدة في مصر(2025/2026- 2028/ 2029 وما بعدها)

المرحلة	الإطار الزمني	الهدف العام	الأنشطة التنفيذية الرئيسة	الجهات المسؤولة / الشركاء	المخرجات المتوقعة
المرحلة (1) الإطلاق والجاهزية المؤسسية	**2025 /2026 (قصيرة المدى)**	إنشاء منظومة وطنية للقياس والإفصاح ومتابعة الانبعاثات(MRV)	• إصدار قرار وزاري بإنشاء وحدة CBAM بوزارتي الصناعة والبيئة. • تطوير دليل حساب الانبعاثات لقطاع الأسمدة. • تنفيذ تدريب للمصانع على إعداد التقارير. • تركيب أجهزة قياس في 5 مصانع كمرحلة تجريبية.	وزارة الصناعة، وزارة البيئة، جهاز تنظيم شؤون البيئة، الاتحاد المصري للأسمدة، UNIDO، EBRD	• وحدة وطنية جاهزة لإدارة .CBAM • قاعدة بيانات دقيقة لانبعاثات المصانع. • تقارير MRV أولية لخمس منشآت.
المرحلة (2) التحسين والكفاءة التشغيلية	**2027/2026**	خفض الانبعاثات الأولية عبر تحسين كفاءة الطاقة	• تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة (عزل حراري، استعادة الحرارة المهدرة). • تطوير برامج صيانة لمولدات البخار والوقود. • تنفيذ مشروع تجريبي لاستخدام الغاز الطبيعي منخفض الانبعاث. • إنشاء حوافز ضريبية للمصانع الملتزمة بالـMRV	وزارة البترول، وزارة الصناعة، شركات الأسمدة (أبو قير، موبكو، الإسكندرية للأسمدة)	• خفض الانبعاثات بنسبة 10–15%. • تقارير شفافة ومعتمدة للانبعاثات لكل مصنع. • إطلاق أول حزمة دعم تحفيزي حكومي.
المرحلة (3) التحول إلى الهيدروجين منخفض الكربون(Low-Carbon H_2)	**2028/2027**	إدخال التكنولوجيا الانتقالية منخفضة الكربون	• إعداد دراسات جدوى لمشروعات التقاط الكربون. • توقيع مذكرات تفاهم مع مطوري تكنولوجيا الهيدروجين • ربط المصانع بشبكات الطاقة المتجددة من خلالPPAs • تصميم صندوق تمويل أخضر خاص بقطاع الأسمدة.	وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، صندوق مصر السيادي، البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD)، شركات الأسمدة	• تنفيذ مشروعات تجريبية لتقنياتCCS • خطط استثمارية للهيدروجين منخفض الكربون • خفض إضافي بنسبة 20% في كثافة الانبعاثات.
المرحلة (4) التكامل الكامل والتحول الأخضر	**2028- 2029 وما بعدها (طويلة المدى)**	التحول الكامل إلى إنتاج الأمونيا/اليوريا الخضراء للتصدير	• تشغيل خطوط إنتاج أمونيا خضراء تعمل بالهيدروجين الأخضر. • ربط المشروعات بشهادات البصمة الكربونية الدولية. • إنشاء منصة وطنية لتجارة الائتمانيات الكربونية.	وزارة الصناعة، صندوق مصر السيادي، شركاء الطاقة المتجددة، الاتحاد الأوروبي	• صادرات معتمدة منخفضة الكربون • خفض الانبعاثات بنسبة 40–50% بحلول 2030 • جاهزية كاملة للامتثال للآلية الأوروبية.

المصدر: من إعداد الباحث

الملخص والتوصيات

تُعَدّ التغيرات المناخية من أبرز تحديات القرن الحادي والعشرين، والناجمة عن تصاعد الأنشطة البشرية والاعتماد على الوقود الأحفوري، مما أدى إلى ارتفاع انبعاثات غازات الدفيئة، وعلى رأسها غاز ثاني أكسيد الكربون. وقد تبنى المجتمع الدولي اتفاقية باريس للمناخ (2015) للحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى أقل من 1.5 درجة مئوية، من خلال أدوات اقتصادية مثل تسعير الكربون وآليات التمويل الأخضر ودعم الطاقة المتجددة.

وفي هذا الإطار، أطلق الاتحاد الأوروبي عام (2019) آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) ضمن الاتفاقية الخضراء الأوروبية للحد من تسرّب الكربون، عبر فرض رسوم على الواردات كثيفة الانبعاثات التي لا تلتزم بالمعايير البيئية الأوروبية. وبدأ تطبيقها التجريبي في أكتوبر 2023 تمهيدًا للتنفيذ الكامل عام 2026، بهدف خفض الانبعاثات بنسبة 55% بحلول 2030 وتحقيق الحياد الكربوني في عام 2050. وتمثل الآلية تحولًا استراتيجيًا في النظام التجاري العالمي.

وفي هذا السياق، استهدفت الدراسة بصفة رئيسة تحليل التداعيات المتوقعة من تطبيق آلية (CBAM)، والتأثيرات الناجمة عنها على الاقتصاد المصري بصفة عامة، وعلى صادرات قطاع الأسمدة بصفة خاصة، والذي تمثل صادراته أعلى قيمة تصديرية بين صادرات القطاعات الأربعة المستهدفة بالتطبيق الأولي للآلية، مع تقديم بعض المقترحات والسياسات للتكيف مع هذه التغيرات. وتسعى الدراسة لتحقيق هذا الهدف من خلال التعرف على ماهية آلية تعديل حدود الكربون وأهدافها ومراحل تنفيذها والتداعيات المحتملة لتطبيقها، وتحديد القطاعات الصناعية المصرية المشمولة في نطاقها، مع تحليل هياكلها الإنتاجية ومراحل التصنيع المختلفة وانبعاثاتها الكربونية، ثم قياس التأثيرات الاقتصادية المحتملة للآلية على الاقتصاد الكلي وقطاع الأسمدة تحديدًا، وأخيرًا اقتراح حزمة من السياسات والإجراءات الموجهة لصانعي القرار لدعم قدرة الاقتصاد المصري على التكيف مع متطلبات هذه الآلية وتعزيز تنافسيته في الأسواق الدولية.

هذا وقد اعتمدت الدراسة على مراجعة الأدبيات المتعلقة بآلية تعديل حدود الكربون والسياسات البيئية للاتحاد الأوروبي، واستخدمت المنهج الوصفي التحليلي في دراسة واقع الصناعات الخاضعة للآلية خاصة قطاع الأسمدة، مع توظيف الأساليب الإحصائية لقياس الطاقات الإنتاجية والاستهلاكية ونسب الاكتفاء الذاتي من منتجات هذه القطاعات. كما استعانت بمنهجية ديناميكيات النظم لقياس أثر تطبيق الآلية على صادرات الأسمدة المصرية.

تشتمل الدراسة الحالية على **خمسة فصول بخلاف الملخص والنتائج والتوصيات**

اختص **<u>الفصل الأول</u>** والمعنون بـ"الإطار النظري للدراسة"، بتأصيل المفهوم العام لآلية تعديل حدود الكربون (CBAM) من خلال تناول نشأتها وأهدافها، واستعراض مراحل تطبيقها والآليات والشروط المنظمة لتفعيلها. كما تناول القطاعات والمنتجات المستهدفة بالآلية، والانبعاثات المشمولة ضمن نطاقها، إضافةً إلى عرض الجدول الزمني لتطبيقها والتدرج في إدخال المنتجات الخاضعة لها، ويُختتم الفصل بعرض أبرز التداعيات والمواقف الدولية من تطبيقها. وخلص إلى أهم النتائج الآتية:

- تُعد آلية(CBAM)أداة تنفيذية رئيسة ضمن الصفقة الخضراء الأوروبية وتهدف إلى: (1)منع تسرب الكربون الناتج عن انتقال الصناعات الملوِّثة خارج الاتحاد الأوروبي. (2) تحقيق العدالة التنافسية بين المنتجات المحلية والمستوردة. (3) دفع الشركاء التجاريين لاعتماد إنتاج منخفض الكربون عالميًا.
- تستند الآلية إلى قانون المناخ الأوروبي (2021). واللائحة (956/2023) وتحت إشراف المفوضية الأوروبية والهيئات الوطنية على التنفيذ والرصد.

- تساهم الآلية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال دعم الطاقة النظيفة، والنمو الاقتصادي الأخضر، والصناعة المستدامة، والعمل المناخي، والشراكات الدولية، مما يجعلها أداة تنموية إلى جانب كونها بيئية.
- تميّز (CBAM) عن أدوات تسعير الكربون التقليدية بكونها تُطبّق على الواردات، ما يجعلها أداة مكملة تسعى لبناء نظام عالمي عادل لتسعير الكربون وتقليل التسرب البيئي.
- تمثل الآلية تحولًا استراتيجيًا في السياسة المناخية الأوروبية من التركيز الداخلي إلى التأثير العالمي في سلاسل الإنتاج والتجارة الدولية، بما يربط الاقتصاد الأخضر بالتجارة المستدامة.
- تغطي آلية (CBAM) واردات السلع من الدول غير الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، مع استثناء الدول المرتبطة بنظام تداول الانبعاثات الأوروبي لتجنب الازدواج في دفع تكلفة الكربون.
- تركز الآلية على القطاعات كثيفة الانبعاثات مثل الأسمدة والأسمنت والحديد والصلب والألومنيوم والهيدروجين وبعض أنواع الكهرباء، على أن تتوسع تدريجيًا لتغطي أكثر من نصف الانبعاثات في القطاعات الخاضعة لنظام الاتحاد الأوروبي لتداول الانبعاثات، مع ضمان تكافؤ الفرص بين المنتجات المحلية والمستوردة ومنع تسرب الكربون.
- صُممت المرحلة الانتقالية (2023–2025) لتكون فترة تجريبية وتعليمية لجمع البيانات وتحسين منهجيات القياس دون فرض رسوم، مع التركيز على انبعاثات النطاقين 1 و2. أما المرحلة التنفيذية بدءًا من 2026 فتتضمن الالتزامات المالية عبر شراء شهادات (CBAM) تغطي الانبعاثات المدمجة في المنتجات المستوردة، مع إلغاء تدريجي للمخصصات المجانية للانبعاثات خلال الفترة 2026–2034. ويُظهر الجدول الزمني لتطبيق الآلية أنها أداة انتقالية منظمة تهدف إلى تعزيز القدرة التنافسية والصناعية تدريجيًا، ودعم التكيف مع متطلبات الاقتصاد الأخضر العالمي، بما يجمع بين الأبعاد البيئية والاقتصادية والاستراتيجية
- عدم الامتثال لمتطلبات الإبلاغ الخاصة بآلية تعديل حدود الكربون سيترتب عليه فرض غرامات، تحدد قيمتها وفق مرحلة التنفيذ، ففي المرحلة الانتقالية تصل الغرامات إلى 50 يورو لكل طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون، بينما في المرحلة النهائية يتم ربط الغرامات بمتوسط سعر الكربون الأسبوعي في نظام تداول الانبعاثات بالاتحاد الأوروبي.
- تثير آلية (CBAM) تحديات عدة على المستوى العالمي، خصوصًا للدول النامية التي تواجه أعباء إضافية قد تضعف قدرتها التنافسية في الأسواق الأوروبية. كما يبرز جدل حول مدى توافق الآلية مع قواعد منظمة التجارة العالمية، خاصة مبدأ عدم التمييز بين الشركاء التجاريين والمنتجات المحلية والمستوردة. ومن المتوقع أن تؤثر الآلية على أسواق العمل من خلال تحولات محتملة في التوظيف، وعلى تدفقات البيانات بسبب الحاجة لمراقبة الانبعاثات، كما تفرض تكاليف متفاوتة على الدول حسب كثافة الانبعاثات والاعتماد على السوق الأوروبية، مع تركيز الأثر على القطاعات كثيفة الانبعاثات مثل الصلب والأسمنت والألومنيوم. وقد يؤدي ذلك إلى انخفاض القدرة التنافسية للمنتجين في الخارج، وارتفاع الأسعار للمستهلكين الأوروبيين، وإعادة تقييم استراتيجيات الإنتاج الدولي للشركات متعددة الجنسيات. وتُظهر المواقف الدولية أن الدول النامية والناشئة تواجه تحديات كبيرة، حيث قد تؤدي الآلية إلى تقليص الميزة التنافسية لصادراتها، فيما ترى المفوضية الأوروبية أن منح إعفاءات واسعة قد يضعف الهدف الأساسي للآلية في الحد من تسرب الكربون، على الرغم من أن تأثيرها البيئي على المدى القصير قد يكون محدودًا.

ركز **الفصل الثاني** على تحليل الوضع الراهن للصناعات المعنيّة بتطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) خلال الفترة (2015–2023) من خلال استعراض الأطر التشريعية والاشتراطات البيئية المنظمة لنشاطها، وتوضيح مراحل التصنيع للتعرف على المراحل التي تستهلك كمية كثيفة من الطاقة، وكذا المراحل كثيفة الانبعاثات الكربونية. كما يرصد الفصل

العلاقات التشابكية التي تربط بين هذه الصناعات والقطاعات الإنتاجية والخدمية الأخرى، باعتبار أن هذه الروابط تمثل أساسًا للتكامل الاقتصادي ودعمًا لمسار الاستدامة الصناعية. وختامًا، استعرض الفصل ملامح الصادرات المصرية لمنتجات هذه الصناعات. وخلص إلى أهم النتائج التالية:

- شكّلت التشريعات والاشتراطات البيئية المصرية الإطار القانوني والتنظيمي الأساسي لمراقبة الانبعاثات الصناعية والتعامل مع المخلفات في جميع الصناعات الثقيلة، بما في ذلك الأسمدة، والأسمنت، والحديد والصلب، والألومنيوم، وذلك ضمن جهود الدولة لضبط الانبعاثات، وترشيد الموارد، وتحقيق أهداف التنمية المستدامة والامتثال للمعايير الدولية، ويعتمد هذا الإطار على القانون رقم 9 لسنة 2009 والمعدَّل بالقانون رقم 9 لسنة 2009، والقوانين المكملة مثل القانون 48 لسنة 1982، وقانون تراخيص المنشآت الصناعية رقم 15 لسنة 2017، إضافة إلى قرارات وزارية محددة كقرار وزير البيئة رقم 49 لسنة 2021، ويشمل الالتزامات بإجراء تقييم الأثر البيئي، ومراقبة الانبعاثات، وإدارة المخلفات، وحفظ السجلات البيئية، وتطبيق معايير تصريف النفايات. كما تدعم برامج مثل الشبكة القومية لرصد الانبعاثات جهود الحد من الانبعاثات بنسبة تصل إلى 20%، مع توفير بيانات دقيقة تساعد الشركات على الامتثال لتقارير (CBAM) المستقبلية. وفي السياق نفسه، حصلت شركات مصرية رائدة على شهادات جودة وامتثال دولية مثل EN ISO 14001 وISO 50001:2018، وشهادات التحقق من البصمة الكربونية، بما يعزز توافقها مع متطلبات الأسواق الأوروبية، ويدعم قدرتها التنافسية في التصدير ويضمن استدامة الإنتاج الصناعي وفق أعلى معايير البيئة والطاقة.
- تُعد **صناعة الأسمدة** في مصر من القطاعات الاستراتيجية الحيوية للاقتصاد الوطني، لدورها المباشر في دعم الأمن الغذائي عبر تزويد القطاع الزراعي بالمدخلات الإنتاجية، وتعزيز الصادرات غير البترولية وتحقيق النقد الأجنبي. بدأ إنتاج الأسمدة الفوسفاتية عام 1933 والنيتروجينية عام 1946، وتوسعت لاحقًا لتشمل اليوريا، ونترات النشادر، وسلفات الأمونيوم، والسوبر فوسفات، والأسمدة المركبة (NPK)، محققة قدرات إنتاجية كبيرة وأداء مرن ساهم في الاكتفاء الذاتي ونمو الصادرات. الهيكل المؤسسي متنوع بين القطاعين العام والخاص، مع سيطرة القطاع الخاص على نحو 75.8% من العمالة البالغة نحو 32 ألف عامل في 2022، ويضم كبرى الشركات الحكومية مثل أبو قير وأسوان والدلتا وموبكو، والعديد من الشركات الخاصة. الإنتاج النيتروجيني والفوسفاتي شهد نموًا ملحوظًا بين 2015 و2020 قبل تراجع مؤقت بفعل جائحة كوفيد-19، مع متوسط اكتفاء ذاتي مرتفع يصل إلى 100% للأسمدة النيتروجينية و135.8% للفوسفاتية. مراحل التصنيع تشمل إنتاج الأمونيا وحمض النيتريك للأسمدة النيتروجينية، واستخراج الفوسفات وتفاعله مع حمض الكبريتيك للفوسفاتية، مع مراعاة ضبط الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الغاز الطبيعي واستخدام المواد الكيميائية، حيث تساهم الصناعة بنحو 8% من الانبعاثات الوطنية. للصناعة علاقات تشابكية قوية مع قطاعات الزراعة، والبتروكيماويات، والنقل، والتصدير، والمالية، بما يدعم القيمة المضافة والتنافسية، وتعتمد على شبكات النقل البري والنهري والسكك الحديدية.
- تأسست أولى شركة وطنية **لصناعة الأسمنت** في مصر عام 1927 وتوسعت خلال القرن العشرين لتشمل شركات عامة وخاصة موزعة على 48 خط إنتاج عام 2022، مع هيمنة القطاع الخاص على نحو 93.9% من العمالة البالغة نحو 65.3 ألف عامل. مراحل التصنيع تشمل الطحن والتجفيف، والحرق لإنتاج الكلنكر، والطحن النهائي، وتجهيز المنتج النهائي، مع تركيز خاص على الرقابة والتحكم البيئي. تُعد صناعة الأسمنت كثيفة الانبعاثات الكربونية، حيث يسهم إنتاج الكلنكر بنسبة 88% من إجمالي الانبعاثات المباشرة، إضافة إلى الانبعاثات غير المباشرة الناتجة عن الكهرباء والنقل. الإنتاج شهد نموًا بين 2015 و2020 ثم تراجع بفعل جائحة كوفيد-19، مع تحقيق اكتفاء ذاتي مرتفع

بنسبة متوسط 101.5%، ما أتاح فرصًا تصديرية. ترتبط الصناعة بعلاقات تشابكية قوية مع قطاعات التعدين والطاقة والبناء والنقل والصناعات التحويلية الأخرى.

- بدأت صناعة **الحديد والصلب** بمصر في الأربعينيات عبر شركات خاصة، ثم تطورت بتقنيات الأفران العالية والقوس الكهربائي، وشهدت توسعًا في الثمانينيات والتسعينيات مع دخول مستثمرين جدد ووحدات درفلة، ما أدى إلى تنويع الإنتاج بين حديد التسليح، المسطحات، والصلب السبائكي. وتنقسم المصانع إلى متكاملة، نصف متكاملة، ومصانع درفلة، مع بروز شركات رئيسة مثل حديد عز الدخيلة ومجموعة بشاي ومجموعة السويس للصلب. تمر صناعة الحديد والصلب بمراحل إنتاج تشمل استخراج المواد الخام، الاختزال في الأفران العالية أو القوس الكهربائي، التكرير الثانوي، ثم الصب المستمر لإنتاج منتجات جاهزة للاستخدام. وتعتمد الصناعة بشكل كبير على الغاز الطبيعي والفحم، مما يجعلها كثيفة الانبعاثات الكربونية، وتشمل الانبعاثات المباشرة من الاختزال واحتراق الوقود، وغير المباشرة من الكهرباء والنقل. شهد الإنتاج نموًا قويًا خلال 2015–2020 مع الطلب المحلي المرتفع، ثم تراجع مؤقتًا خلال 2020–2022 بسبب جائحة كوفيد-19 وارتفاع التكاليف، فيما بلغ متوسط الاكتفاء الذاتي نحو 98%، ما يعكس قدرة الصناعة على تغطية السوق المحلي والتوسع في الصادرات. وترتبط الصناعة بروابط قوية مع قطاعات البناء والنقل والطاقة، وتساهم في خلق فرص عمل مباشرة وغير مباشرة.
- بدأت صناعة الألومنيوم في مصر عام 1969 بإنشاء شركة مصر للألومنيوم بنجع حمادي بهدف استغلال فائض كهرباء السد العالي وتحقيق التنمية الإقليمية المتوازنة، ودخلت مرحلة الإنتاج الفعلي عام 1975 بطاقة 166 ألف طن سنويًا، ثم توسعت تدريجيًا حتى بلغت طاقتها الإنتاجية نحو 320 ألف طن، لتصبح المنتج الوحيد للألومنيوم الخام في مصر، بينما تركز المصانع الأخرى على إعادة صهر الخردة وتصنيع السبائك والقطاعات. وقد ساهمت الشركة في إحلال الواردات وزيادة الصادرات، حيث يُوجَّه نحو 50% من إنتاجها للأسواق الخارجية. وشهد القطاع لاحقًا توسعًا في الاستثمارات الخاصة وظهور شركات متخصصة عززت التنوع الإنتاجي والقدرة التنافسية. تتم عمليات إنتاج الألومنيوم عبر مراحل متتابعة تبدأ بتكرير خام البوكسيت لإنتاج الألومينا وفق عملية "باير"، ثم صهرها بالتحليل الكهربائي في عملية "هال-هيرولت" للحصول على الألومنيوم النقي، يليها تصنيع السبائك والقطاعات والألواح من خلال عمليات البثق والمعالجة السطحية، مع إعادة تدوير المخلفات لتوفير الطاقة وتقليل الفاقد. هذا وتُعد صناعة الألومنيوم من أكثر الصناعات استهلاكًا للطاقة وانبعاثًا للكربون، إذ يسهم إنتاجها بنحو 2% من الانبعاثات العالمية، نتيجة اعتمادها على الكهرباء والوقود الأحفوري في مراحل التكرير والصهر، فضلًا عن النفايات الناتجة كالطين الأحمر والخبث الصناعي. ويُظهر الهيكل الإنتاجي تذبذبًا في معدلات الإنتاج خلال 2015–2022 بسبب تقلبات أسعار الطاقة والطلب العالمي وجائحة كوفيد-19، إلا أن القطاع يتمتع بقدرات إنتاجية قوية وقاعدة صناعية متكاملة. كما تتشابك صناعة الألومنيوم مع قطاعات البناء، السيارات، الإلكترونيات، والصناعات الهندسية، مما يجعلها ركيزة مهمة في الاقتصاد الوطني.
- يُعد قطاع الأسمدة من أبرز القطاعات التصديرية في مصر، ويحتل المرتبة الأولى بين قيم صادرات الصناعات التي ستخضع لتطبيق آلية (CBAM) ويشير حجم صادراته المرتفعة مقارنًة بالقطاعات الأخرى أنه سيكون من أكثر القطاعات التي تتأثر بشكل مباشر بتداعيات تنفيذ الآلية.

تناول **الفصل الثالث** إستجابات الدول للتعامل مع آلية (CBAM)، والتي تباينت تبعًا لاختلاف أوضاعها الاقتصادية وهيكلها الإنتاجي، وكذلك مدى اعتمادها على السوق الأوروبية كوجهة رئيسة لصادراتها، حيث استعرض في البداية أنماط الاستجابات والتي انقسمت إلى أربع فئات رئيسة تعكس تنوّع السياسات المتّبعة في التعامل مع الآلية على النحو التالي: (1) الدول المعارضة والمُعترضة قانونيًا، مثل روسيا، والصين، والهند، وجنوب أفريقيا، بولندا (2) دول وضعت آليات مماثلة

لآلية تعديل حدود الكربون محليًا، مثل المملكة المتحدة، النرويج، الولايات المتحدة، كندا،أستراليا، تايوان (3) دول تُعزز من تسعير الكربون محليًا، مثل تركيا، إندونيسيا، البرازيل، المغرب (4) دول تسعى لعقد اتفاقات مع الاتحاد الأوروبي، مثل أوكرانيا،كوريا الجنوبية. وخلصت أهم الإجراءات التي اتخذتها الدول في التعامل مع آلية تعديل حدود الكربون فيما يأتي:

روسيا الاتحادية: تقدمت موسكو في مايو 2025 بشكوى رسمية إلى منظمة التجارة العالمية ضد الاتحاد الأوروبي، معتبرةً أن الآلية تتعارض مع اتفاقيات التجارة الدولية، غير أن الاتحاد الأوروبي رفض الدخول في مشاورات بحجة الظروف الاستثنائية للحرب، ما دفع روسيا للتهديد بالتصعيد عبر آلية تسوية النزاعات في المنظمة.

الصين: تعارض الصين آلية (CBAM) باعتبارها إجراءً أحاديًا يضر بالدول النامية، لكنها في الوقت نفسه تُهيئ اقتصادها للتكيّف معها من خلال تطوير نظام وطني شامل لإدارة الكربون، يشمل معايير تصدير منخفضة الانبعاثات، وقاعدة بيانات وطنية للانبعاثات، وتوسيع نظام تداول الكربون ليغطي القطاعات الصناعية الرئيسة، إلى جانب تطوير شهادات ومعايير للبصمة الكربونية وإعادة تشغيل سوق التعويضات الطوعية.

الهند: بدأت في إنشاء سوق وطنية لتداول الكربون تشمل القطاعات الصناعية الرئيسة بدءًا من عام 2026، مع إنشاء سجل وطني للأرصدة ودمج برامج كفاءة الطاقة السابقة، بهدف تقليل أثر الآلية الأوروبية وتعزيز التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون.

جنوب أفريقيا: تطبيق ضريبة كربون وطنية منذ عام 2019 كآلية محلية لتسعير الانبعاثات، مع إعفاءات تدريجية لتقليل الأثر الاقتصادي، والتفاوض مع الاتحاد الأوروبي للاعتراف بها كآلية مكافئة لـ (CBAM) لتجنب الازدواج الضريبي. كما تنفذ خطة التحول العادل للطاقة لخفض الاعتماد على الفحم ودعم الصناعات الخضراء والهيدروجين الأخضر.

المملكة المتحدة: تبنّت المملكة المتحدة نسخة وطنية من (CBAM) تبدأ في يناير 2027 تشمل قطاعات الألومنيوم والأسمنت والأسمدة والحديد والصلب والهيدروجين. اتسمت الآلية البريطانية بالمرونة والتدرج، إذ رفعت الحد الأدنى لقيمة الواردات لتقليل الأعباء عن الشركات الصغيرة، مع تشديد إجراءات التحقق من الانبعاثات وربط التسعير بنظام تداول الانبعاثات البريطاني.

الولايات المتحدة: فرضت رسومًا جمركية جديدة على الصلب والألومنيوم، وطرحت مشروع قانون رسوم التلوث الأجنبي (2025) لفرض رسوم على الواردات كثيفة الكربون لحماية صناعاتها. وعلى الرغم من غياب نظام وطني موحد لتسعير الكربون، تعتمد واشنطن على سياسات محلية متفرقة كأنظمة كاليفورنيا.

كندا: تواجه كندا تحديات تنظيمية كبيرة جراء (CBAM) الأوروبي، حيث تتطلب الآلية توثيقًا دقيقًا للانبعاثات والتحقق منها من جهات أوروبية معتمدة، ما يزيد تكاليف الامتثال على الشركات. وردّت كندا بإطلاق حوار صناعي عبر الأطلسي مع الاتحاد الأوروبي، ومواءمة نظام تسعير الكربون الوطني مع المتطلبات الأوروبية، بجانب تنويع شراكاتها التجارية نحو آسيا لتقليل الاعتماد على الأسواق الغربية.

أستراليا: أطلقت مراجعة شاملة لتسرب الكربون ضمن آلية الحماية المناخية (2023)، وبحثت إمكانية تطوير (CBAM) أسترالي لقطاعي الصلب والأسمنت. بحيث تُلزم هذه الآلية المنشآت الكبرى بخفض الانبعاثات تدريجيًا (بنسبة 4.9% سنويًا حتى 2030)، مع وضع نظام الحد الأقصى والتداول (Cap-and-Trade) الذي يمنح اعتمادات للمُلتزمين ويُلزم المُخالفين بشراء وحدات كربونية.

تركيا: يجري إعداد سوق للكربون ضمن قانون المناخ التركي الهادف للحياد الكربوني بحلول 2053. كما بدأت تركيا في استخدام الأسواق الطوعية وآليات المادة السادسة من اتفاق باريس كخطوات تمهيدية لدمجها مستقبلًا مع النظام الأوروبي.

البرازيل: أنشأت نظامًا وطنيًا لتسعير الكربون وتداول الانبعاثات (ETS) أُقر في ديسمبر 2024 مُلزم للمنشآت عالية الانبعاثات، ويهدف للاحتفاظ بعائدات الكربون داخل الاقتصاد المحلي. كما تسعى لتأهيل مؤسساتها لاعتمادها كمحققة فنية لدى الاتحاد الأوروبي، مستفيدة من انخفاض كثافة الكربون في اقتصادها القائم على الطاقة المتجددة.

المغرب: اتخذ المغرب سلسلة من الخطوات لمواءمة اقتصاده مع متطلبات آلية تعديل حدود الكربون (CBAM)، شملت تحديث مساهماته الوطنية لخفض الانبعاثات بنسبة 45.5% بحلول 2030، وإطلاق خطة الإنعاش الصناعي (2021–2023) لإزالة الكربون من الصناعة، وبرنامج الاستثمار 2023–2027، إلى جانب مبادرة الرؤية 2040 للمكتب الشريف للفوسفات لتحقيق الحياد الكربوني. كما أطلق برامج لدعم التحول الأخضر للشركات الصغيرة، ورفع دعم الوقود الأحفوري، والاستثمار في الهيدروجين الأخضر والطاقة المتجددة.

اليابان: أطلقت اليابان منذ 2022 استراتيجية التحول الأخضر (GX League) التي أسست لنظام وطني لتسعير الكربون يشمل تجارة الانبعاثات وضريبة كربونية تدريجية، بهدف خفض الانبعاثات بنسبة 46% بحلول 2030 وتحقيق الحياد الكربوني في 2050. وفي عام 2023 بدأ التطبيق التجريبي للنظام بمشاركة 600 شركة، وسيتحول إلى إلزامي عام 2026. كما وقّعت اليابان اتفاقيات تعاون كربوني مع أكثر من 20 دولة، وأنشأت شبكة آسيوية لأسواق الكربون، ما يعزز التكامل الإقليمي في تسعير الكربون. وبفضل انخفاض كثافة الكربون في صناعاتها، تُعد اليابان من أقل الدول تأثرًا بآلية (CBAM).

أوكرانيا: أقرّت قانونًا لمراقبة الانبعاثات، وأنشأت سجلًا وطنيًا للكربون، وتعمل على تأسيس نظام وطني لتداول الانبعاثات (Ukr-ETS) متوافق مع النظام الأوروبي بحلول 2027، لضمان الاعتراف المتبادل وتجنّب ازدواج الرسوم على صادراتها كثيفة الانبعاثات.

كوريا الجنوبية: تمتلك الدولة نظامًا متقدمًا لتسعير الكربون (K-ETS) يغطي 70% من الانبعاثات، وتعمل على مواءمته مع النظام الأوروبي لتجنب ازدواج الرسوم. تستهدف خفض الانبعاثات 40% بحلول 2030، وتقدم دعمًا ماليًا للشركات الصغيرة، وتسعى إلى اعتراف متبادل مع الاتحاد الأوروبي بأنظمتها الكربونية.

وناقش **الفصل الرابع** الأثار المتوقعة لتطبيق آلية (CBAM)على صادرات الأسمدة المصرية. من خلال دراسة هيكل هذه الصادرات وتنوع أصنافها وتوزيعها الجغرافي، مع رصد التاثيرات المتوقعة على الاقتصاد القومي بوجه عام، وقطاع الأسمدة بوجه خاص، بما يسهم في تعزيز تنافسيته وضمان استدامة نمو صادراته في ظل التحولات المناخية والتنظيمية العالمية. وخلص الفصل لأهم النتائج التالية:

- تمثل صادرات الأسمدة نحو 5.5% من إجمالي الصادرات المصرية وقرابة 2.6% من صادرات الأسمدة العالمية خلال الفترة (2020–2024)، وهي نسبة محدودة تستدعي تعزيز القدرة الإنتاجية والتنافسية عبر التحول نحو إنتاج منخفض الكربون. وقد شهدت الصادرات المصرية من الأسمدة نموًا ملحوظًا بين عامي 2020 و2022، إذ ارتفعت من 1.4 إلى 3.5 مليار دولار، لكنها تراجعت لاحقًا إلى 2.1 مليار دولار في عام 2024 نتيجة نقص إمدادات الغاز الطبيعي الموجهة نحو السوق الأوروبية عقب أزمة الطاقة العالمية، مما قلل الطاقة الإنتاجية المحلية.
- تُعد الأسواق الأوروبية الوجهة الرئيسة لصادرات الأسمدة المصرية، حيث ارتفعت حصتها من 28.5% عام 2020 إلى نحو 45% عام 2024، تليها تركيا والبرازيل كأهم الشركاء التجاريين. إلا أن هذا الاعتماد المتزايد على الاتحاد الأوروبي يجعل من الضروري تنويع الأسواق نحو أفريقيا وآسيا لتقليل المخاطر الناجمة عن تغير السياسات الأوروبية.
- تستحوذ الأسمدة النيتروجينية على النصيب الأكبر بمتوسط 75.6% من إجمالي قيمة صادرات الأسمدة، تليها الأسمدة الفوسفاتية بنسبة 12.5%، ثم الأسمدة المركبة NPK بنسبة تقارب 10%، بينما تشكل الأسمدة البوتاسية والحيوية نسبًا محدودة.

- تُعد الأسمدة النيتروجينية (3102) والأسمدة المعدنية أو الكيميائية (3105) من أبرز الأصناف الخاضعة لآلية تعديل حدود الكربون الأوروبية (CBAM)، نظرًا لاستحواذهما على أكثر من 83% من قيمة الصادرات المصرية من الأسمدة. وبالتالي فإن تطبيق الآلية من المتوقع أن يكون له تأثير مباشر على تنافسية القطاع وعوائده التصديرية، مما يتطلب إجراءات وطنية لخفض الانبعاثات الكربونية وتحسين الكفاءة الإنتاجية للحفاظ على مكانة مصر في السوق الأوروبية.
- من المتوقع أن يترك تطبيق آلية تعديل حدود الكربون (CBAM) في مرحلتها النهائية عام 2026 آثارًا متعددة على الاقتصاد المصري بحكم علاقاته التجارية الوثيقة مع الاتحاد الأوروبي. فأبرز هذه التأثيرات تتمثل في تراجع تنافسية الصادرات المصرية، نظرًا لأن فرض رسوم كربونية تعويضية على الواردات كثيفة الانبعاثات سيؤدي إلى ارتفاع تكاليف التصدير وانخفاض العائدات، خاصة في القطاعات المعتمدة على الطاقة مثل الأسمدة والحديد والصلب والألومنيوم. كما يُتوقع أن تواجه المنتجات المصرية منافسة متزايدة من دول تمتلك بنية بيئية أكثر تقدمًا وتكاليف إنتاج أقل، مما قد يؤدي إلى انكماش الحصة السوقية وتراجع مساهمة هذه القطاعات في الناتج المحلي وفرص العمل.
- وعلى الصعيد المالي، تشير تقديرات البنك الدولي (2025) إلى أن مصر قد تخسر ما بين 200 إلى 500 مليون دولار سنويًا من العائدات الضريبية المحتملة بحلول عام 2034 نتيجة فرض الاتحاد الأوروبي ضريبة على محتوى الكربون في الواردات المصرية، في ظل غياب نظام محلي لتسعير الكربون. كما قد يتراجع الناتج المحلي الإجمالي بنحو 192 مليون دولار سنويًا، مع تحوّل الاستثمارات الأجنبية المباشرة نحو القطاعات الأكثر توافقًا بيئيًا مثل الأسمدة، وانسحاب محتمل من قطاعات مرتفعة الانبعاثات كالأسمنت والألومنيوم.
- أما على مستوى الشركات المشمولة بالآلية، فتشير الدراسات أنها قد تتحمل أعباء مالية إضافية تصل إلى نحو 317 مليون دولار سنويًا (نحو 10%)، إلى جانب صعوبات تقنية في قياس الانبعاثات الكربونية بدقة، مما يستدعي تطوير نظم وطنية للرصد والإبلاغ والتحقق من الانبعاثات وفق معايير الاتحاد الأوروبي.
- كذلك يُتوقع أن يؤدي تطبيق الآلية إلى فقدان فرص استثمارية أجنبية، حيث سيتجه المستثمرون نحو دول ذات انبعاثات منخفضة، مما قد يُضعف جاذبية مصر كمركز صناعي إن لم تُسرّع في تبنّي سياسات خضراء فعالة.
- قد يُسهم تطبيق الآلية في تعقيد مسار تحقيق أهداف التنمية المستدامة في مصر، إذ يُنظر إليها كأداة تجارية ذات تأثير غير مباشر على القطاعات الحيوية في الدول النامية، بما في ذلك مصر، مما يحدّ من مرونتها في تحقيق النمو الصناعي المنخفض الكربون على الرغم من كونها من الدول الأقل إسهامًا تاريخيًا في الانبعاثات العالمية.

وتشير نتائج النموذج الديناميكي المقترح لقياس تأثير آلية (CBAM) على صادرات الأسمدة المصرية، إلى أن تطبيق الآلية سيؤدي إلى تراجع نسبي في الصادرات بنحو 3.86%، وهو ما يتوافق مع تقديرات البنك الدولي (2022). وبعد عام 2026، ومع تطبيق معامل إزالة الكربون يُتوقع أن يخفّف من الأثر المالي للضريبة عبر خفض الانبعاثات تدريجيًا وتحسين كفاءة الإنتاج، مما يساعد في تحقيق توازن بين الانبعاثات وتكلفة الضريبة حتى عام 2035. ومع التوسع في الاستثمارات الخضراء، وارتفاع نسبة العمالة المؤهلة تقنيًا إلى نحو 65%، وتحسن كفاءة استخدام الموارد، يُتوقع أن تحافظ الصادرات المصرية من الأسمدة على مكانتها في الأسواق الأوروبية دون تراجع كبير في المدى المتوسط والطويل

كما أظهرت نتائج المحاكاة أن صادرات الأسمدة المصرية إلى الاتحاد الأوروبي والأسواق العالمية الأخرى حافظت على استقرار نسبي على الرغم من إدخال ضريبة الكربون ضمن آلية تعديل حدود الكربون الأوروبية(CBAM) ، بفضل تبني القطاع سياسات التحول الأخضر وبدء تطبيق معامل إزالة الكربون عام 2026. وقد ساهمت هذه الإجراءات في تقليل الأثر السلبي للضريبة وتعزيز مرونة الطلب الخارجي على الأسمدة المصرية، مما مكّن القطاع من الحفاظ على تنافسيته في السوقين الأوروبي والعالمي. وتشير التقديرات إلى أن كمية الصادرات إلى الاتحاد الأوروبي ستستقر عند متوسط يبلغ

نحو 889 ألف طن سنويًا حتى عام 2035، ما يعكس قدرة القطاع على استيعاب تأثيرات الضريبة الكربونية من خلال استخدام التقنيات منخفضة الانبعاثات وتحسين كفاءة الإنتاج.

واختتم **الفصل الخامس** بالسياسات والإجراءات المقترحة لتعامل الدولة المصرية مع آلية (CBAM). حيث استهدف هذا الفصل وضع إطار سياساتي متكامل للتخفيف من آثار تطبيق آلية (CBAM) وضمان استدامة تنافسية الصادرات المصرية من خلال ثلاثة محاور رئيسة هي: استعراض إجراءات الدولة للتعامل مع آلية (CBAM). وتحديد البدائل والسياسات الممكنة للتحول نحو التصنيع منخفض الكربون .واقتراح آليات تنفيذ ومتابعة قابلة للقياس لضمان فاعلية التطبيق واستدامة النتائج. وقد توصل لأهم النتائج التالية:

- أظهرت مصر التزامًا واضحًا منذ توقيعها اتفاقية باريس للمناخ (2015)، والتي دخلت حيز التنفيذ عام 2017، وذلك من خلال تبني استراتيجيات وطنية طموحة وتنفيذ مشروعات كبرى ذات صلة بالتخفيف من الانبعاثات والتكيف مع آثار تغير المناخ، ومن أبرزها: استراتيجية الطاقة الجديدة والمتجددة 2035، الاستراتيجية الوطنية لتغير المناخ 2050، الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين منخفض الكربون، والأجندة الوطنية للتنمية المستدامة (رؤية مصر 2030) المحدثة.
- إن تبني سياسات وطنية متكاملة وفاعلة للتخفيف من أثار تطبيق آلية (CBAM) يُعد ضرورة عاجلة لحماية تنافسية المنتجات الصناعية المصرية في الأسواق الأوروبية، والحد من تداعياتها على الاقتصاد المصري. ومن المهم أن ترتبط تلك السياسات بخطط وطنية وقطاعية متكاملة للتكيف مع تلك الآثار، وذلك على كل من المدى القصير، والمتوسط، والطويل، وليس فقط للقطاعات المستهدفة خلال المرحلة الأولى، ولكن للقطاعات الأخرى المحتمل أن تشملها الآلية مستقبلًا ومن هذه السياسات: **السياسات والآليات البيئية والصناعية** وتتضمن (التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة لخفض البصمة الكربونية، التحسين التكنولوجي للصناعات المصرية) **سياسات وآليات تنظيمية وإدارية** وتتضمن (تعزيز قدرات القياس والرصد والتقارير البيئية، استحداث آلية تسعير محلية للكربون، تطوير قاعدة بيانات وطنية للكربون، توحيد المواصفات البيئية للامتثال للمواصفات الأوروبية (CBAM)، تعزيز التعاون الإقليمي لإنشاء سوق كربونية أفريقية) **سياسات وآليات تجارية ودبلوماسية** وتتضمن(التفاوض مع الاتحاد الأوروبي لتعزيز المرونة في تطبيق آلية (CBAM)، تنويع الأسواق التصديرية، زيادة القيمة المضافة المحلية) **سياسات داعمة وحو افز مالية** وتتضمن (تقديم دعم مالي وفني للتكيف مع أثار الآلية، الوصول إلى تمويل المناخ الدولي) **سياسات وآليات تعزيز الوعي البيئي وبناء القدرات** وتتضمن (برامج توعية بيئية وبناء القدرات، وتشجيع البحث والتطوير)
- كما يُقترح إعداد قانون مصري لتسعير الكربون يتضمن أحكامًا تنظم تجارة الانبعاثات، ويُحدد مسؤوليات الجهات المصدقة والمعتمدة، ويُقر آليات للحوافز الضريبية والاستثمارية المرتبطة بالتحول الأخضر. كما يُقترح تعديل قانون البيئة رقم 9 لسنة 2009 لإدراج بنود خاصة بالتقارير الكربونية والتزامات المنشآت الصناعية في الإفصاح عن الانبعاثات. هذه الأطر ستُعزز من الشفافية وتُمكّن مصر من الاعتراف الدولي بسوق الكربون الوطني ضمن آلية (CBAM).

كما اقترحت الدراسة خارطة طريق لتخفيف آثار (CBAM)على صناعة الأسمدة في مصر (2026/2027- 2028/ 2029 وما بعدها)، عبر أربع مراحل مترابطة. تبدأ المرحلة الأولى (عام 2026) بتأسيس البنية المؤسسية من خلال إنشاء وحدة وطنية للقياس والإفصاح عن الانبعاثات (MRV) وتطبيقها تجريبيًا في عدد من المصانع. تليها المرحلة الثانية (عام2027) التي تركز على خفض الانبعاثات عبر تحسين كفاءة الطاقة وتقديم حوافز للمصانع الملتزمة. أما المرحلة الثالثة (عام2028) فتستهدف التحول التدريجي نحو الهيدروجين منخفض الكربون وتطبيق تقنيات احتجاز الكربون. وأخيرًا، تسعى المرحلة الرابعة (2029 وما بعدها) إلى تحقيق التحول الكامل نحو إنتاج الأمونيا واليوريا الخضراء، ودمج القطاع في منظومة التجارة الكربونية العالمية، بما يضمن جاهزية مصر للامتثال الكامل لمتطلبات الآلية الأوروبية بحلول عام 2030.

التوصيات:

في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها توصي الدراسة بما يأتي:

(1) الإسراع في إنشاء منظومة وطنية متكاملة للقياس والإفصاح عن الانبعاثات (MRV) تشمل جميع الصناعات كثيفة الانبعاث، مع ضمان ربطها إلكترونيًا بالجهات التنظيمية لتوفير بيانات دقيقة ومعتمدة.

(2) توسيع نطاق تطبيق إجراءات كفاءة الطاقة لتشمل جميع المصانع، مع تقديم حوافز مالية وضريبية للمؤسسات التي تلتزم بخفض كثافة الانبعاثات وتطوير تقارير شفافة وفقًا للمعايير الأوروبية.

(3) تشجيع الاستثمار في تقنيات احتجاز الكربون والهيدروجين منخفض الكربون من خلال إنشاء صندوق وطني للتمويل الأخضر بالتعاون مع صندوق مصر السيادي والبنوك التنموية الدولية.

(4) تطوير شراكات استراتيجية مع الاتحاد الأوروبي لتسهيل نقل التكنولوجيا وبناء القدرات المحلية في مجالات إنتاج الأمونيا واليوريا الخضراء، وضمان الاعتراف الدولي بشهادات الكربون المصرية.

(5) إنشاء منصة وطنية لتجارة الائتمانيات الكربونية تتيح للشركات المصرية بيع الفائض من خفض الانبعاثات، بما يسهم في تعزيز العائد الاقتصادي من التحول الأخضر.

(6) رفع كفاءة العمالة الفنية والإدارية من خلال برامج تدريب مستمرة حول آلياتMRV ، وإدارة الكربون، وتقنيات الإنتاج النظيف.

(7) دمج البعد البيئي في السياسات الصناعية الوطنية بحيث يصبح خفض الانبعاثات معيارًا أساسيًا في منح التراخيص والدعم الحكومي للمشروعات الصناعية.

قائمة المراجع

أولا: المراجع باللغة العربية

أ- المجلات والدويات العلمية

- إبراهيم، عزة (2021). اقتصاديات صناعة الحديد والصلب بمصر،المجلة العلمية للاقتصاد والتجارة، المجلد (51)، العدد الأول. 10.21608/jsec.2021.139213
- إبراهيم، عزة (2015). اقتصاديات استخدام الإطارات الخردة كبديل وقود لصناعة الأسمنت، مجلة الشرق الأوسط مركز بحوث الشرق الأوسط، مجلد،37 عدد37 جامعة عين شمس. 10.21608/mercj.2016.78971
- أبو طالب، منى آخرون (2024). إطار مقترح لعمل سوق الكربون في مصر، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية، القاهرة، معهد التخطيط القومي، العدد رقم (354). https://www.inp.edu.eg/9682/
- النقيب، أنور (2019). اقتصاديات صناعة الألومنيوم في ظل السياسات الحمائية الجديدة في مصر، جامعة الأزهر، المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة، العدد الحادي والعشرون. 10.21608/jsfc.2019.244559
- سالمان، ناصر محمد عبد العالم وآخرون (2019). الآثار الاقتصادية لاستخدام الأسمدة الكيماوية فى الزراعة المصرية، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد التاسع والعشرون، العدد الأول، مارس 2019. https://meae.journals.ekb.eg/article_112288_3037fe75392425877beb43100c16f114.pdf
- نبيل، أحمد وآخرون (2021). إطار مقترح لتحليل تكاليف استخدام مصادر الطاقة المتجددة بغرض تحسين بيئة صناعة الأسمنت المصرية وتحقيق التنمية المستدامة، مجلة العلوم البيئية، كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.https://search.emarefa.net/detail/BIM-1412170

ب- مؤتمرات وندوات وورش عمل

- الهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة، مؤتمر تقرير البنك الدولي لتقييم الأثر لآلية CBAM التابعة للاتحاد الأوروبي على الاقتصاد المصري – قطاع الحديد والصلب.
- معهد التخطيط القومي، أبريل 2025، تأثير الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون على الصادرات المصرية، لقاء الخبراء، الحلقة السابعة. https://Repository..inp.edu.eg/9682
- وزارة الصناعة، والهيئة العامة للاستثمار والمناطق الحرة، والهيئة العامة للرقابة على الصادرات والواردات، وزارة البيئة، سبتمبر 2025، مؤتمر تطوير مصانع الأسمدة والالتزام بقواعد الاتحاد الأوروبي ونشر المعايير الخاصة بال CBAM

ت- مو اقع الكترونية أخرى:

- البنك الدولي (2025). المذكرة المنهجية لمؤشرات التعرض للآلية تعديل حدود الكربون(CBAM). البنك الدولي. https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/87d892eb-16cd-44aa-ad32-27b065678c7d
- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (بدون تاريخ). النشرة السنوية للإنتاج الفعلي والطاقة العاطلة والمخزون من الإنتاج التام على مستوى الأنشطة الصناعية بمنشأت القطاع العام/ الأعمال العام، أعداد مختلفة 2017- 2024. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. https://www.capmas.gov.eg/

- الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. (بدون تاريخ). النشرة السنوية للإنتاج الفعلي والطاقة العاطلة والمخزون من الإنتاج التام على مستوى الأنشطة الصناعية بمنشأت القطاع الخاص، أعداد مختلفة 2017- 2024. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء. https://www.capmas.gov.eg/
- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي (2024). التقرير السنوي لعام 2024: استقرار الاقتصاد الكلي والإصلاحات الهيكلية والدبلوماسية الاقتصادية لدفع التنمية الاقتصادية المستدامة. وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي. https://mped.gov.eg/
- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي (بدون تاريخ). خطة التنمية الاقتصادية والاجتماعية للعام المالي (2023/22).
- وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية والتعاون الدولي. https://mped.gov.eg/ -chrome

ثانيا: المراجع باللغة الأجنبية

- Antoine Dechezleprêtre, Haramboure, A., Kögel, C., Lalanne, G., & Yamano, N. (2025). Carbon border adjustments: The potential effects of the EU CBAM along the supply chain. OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2025/02. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). https://www.oecd.org
- Bart Le Blanc. (2023, February). Potential conflicts between the European CBAM and the WTO rules. Norton Rose Fulbright. https://www.nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/9c5d9ec6
- BrazilianNR. (n.d.). Brazilian national standards. https://braziliannr.com/brazilian-national-standards/
- Bureau of Energy Efficiency. (n.d.). Brief note on PAT scheme. https://beeindia.gov.in/sites/default/files/press_releases/Brief%20Note%20on%20PAT%20Scheme.pdf
- Bureau of Energy Efficiency. (2025, June 3). *Carbon market.* Government of India. https://beeindia.gov.in/carbon-market.php
- Centre for Science and Environment. (2024, July). *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): The Global South's response to a changing trade regime in the era of climate change.*
- Clausing, K. A., & Wolfram, C. (2023). *Carbon border adjustments, climate clubs, and subsidy races when climate policies vary* (No. w31310). National Bureau of Economic Research (NBER).
- Clean Energy Regulator. (2025, September 10). *Safeguard baselines.* Australian Government. https://cer.gov.au/schemes/safeguard-mechanism/safeguard-baselines
- Cornago, E., & Lowe, S. (2021). *Avoiding the pitfalls of an EU carbon border adjustment mechanism.* Centre for European Reform (CER). https://www.cer.eu/insights/avoiding-pitfalls-eu-carbon-border-adjustment-mechanism
- Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water (Australia). (2025, February 19). *Australia's carbon leakage review.* https://www.dcceew.gov.au/climate-change/emissions-reduction/review-carbon-leakage

- Department of Environment, Forestry and Fisheries (South Africa). (n.d.). Greenhouse Gas Reporting Regulations Amendment – NEMAQA (RG 11174, G. 43712, GNR 994). https://www.dffe.gov.za/sites/default/files/legislations/nemaqa_greenhousegasreporting_regulationsamendment_g43712rg11174gon994.pdf
- Forrester, J. W. (1987). Lessons from system dynamics modeling. System Dynamics Review, 3(2), 136–149.
- Government of South Africa. (2019). Carbon Tax Act, 2019 (Act No. 15 of 2019). https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201905/4248323-5act15of2019carbontaxact.pdf
- International Carbon Action Partnership. (n.d.-a). Japan GX-ETS. https://icapcarbonaction.com/en/ets/japan-gx-ets
- International Carbon Action Partnership. (n.d.-b). Korea Emissions Trading System (K-ETS) (ICAP ETS Map Factsheet No. 47). https://icapcarbonaction.com/system/files
- International Carbon Action Partnership. (2024, November 6). Ukraine adopts law towards ETS adoption. ICAP. https://icapcarbonaction.com/en/news/ukraine-adopts-law-towards-ets-adoption
- International Emissions Trading Association (IETA). (2025). IETA report: CBAM 2025 [PDF]. https://www.ieta.org/uploads/wp-content/Resources/Reports/IETA_Report_CBAM-2025_FINAL2
- International Energy Agency (IEA). (2021). Ammonia technology roadmap: Executive summary. Paris: IEA. https://www.iea.org/reports/ammonia-technology-roadmap/executive-summary
- International Renewable Energy Agency (IRENA) & Ammonia Energy Association (AEA). (2022, May). Innovation outlook: Renewable ammonia (ISBN 978-92-9260-423-3). Abu Dhabi: IRENA. https://www.irena.org/publications/2022/May/Innovation-Outlook-Renewable-Ammonia
- Jakob, M. (2022, May 24). What is the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), and what does it mean for Israel? Israel Public Policy Institute (IPPI). https://www.ippi.org.il/what-is-the-eu-carbon-border-adjustment-mechanism-and-what-does-it-mean-for-israel/
- Kuo, Y. H., & Chou, S. C. (2023). Analysis of the relationship between international trade and Carbon Border Adjustment Mechanism. Journal of Finance and Economics, 11(3), 131–141.
- Lim, B., Hong, K., Yoon, J., Chang, J. I., & Cheong, I. (2021). Pitfalls of the EU's carbon border adjustment mechanism. Energies, 14(21), 7303.
- Lowe, S. (2021, April 22). The EU's carbon border adjustment mechanism: How to make it work for developing countries. Policy Brief. Open Society European Policy Institute & Centre for European Reform.

- Luqman, R., Farag, K., & Kibriya, R. (2025). The Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM): A new approach to climate change regulation and its implications for national security, labour, trade, and data flows. Management Science Journal, 4(2), 105–123. ISSN 2974-3036.
- Marzouk, M., & Azab, S. (2014). Environmental and economic impact assessment of construction and demolition waste disposal using system dynamics. Resources, Conservation and Recycling, 82, 41–49.
- Missbach, L., Steckel, J. C., & Ward, H. (2023). Assessing distributional effects of carbon pricing in Israel. Energy Policy, 180, 113672. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113672
- Nemeth, T., & Wallace, R. (2025, August). Carbon borders: A costly misdirection affecting Canadian trade and defence interests. Canadian Global Affairs Institute. https://www.cgai.ca
- OECD. (2024). Pricing greenhouse gas emissions: Key findings for Israel. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/carbon-pricing-and-energy-taxes/carbon-pricing-israel
- Provisional list of National Competent Authorities (NCAs) for the Carbon Border Adjustment Mechanism. (2024, April 28). European Commission. https://taxation-customs.ec.europa.eu
- Rasool, S., Reinsch, W. A., & Denamiel, T. (2024, August 8). Crafting a robust U.S. carbon border adjustment mechanism. Center for Strategic and International Studies (CSIS). https://www.csis.org/analysis/crafting-robust-us-carbon-border-adjustment-mechanism
- Richardson, G. P., & Otto, P. (2008). Application of system dynamics in marketing: Editorial. Journal of Business Research, 61(11), 1099–1101.
- Shibolet & Co. Law Firm. (2023, November 7). CBAM assistance center. https://www.shibolet.com/en/cbam-assistance-center/
- Simeon, W. (2024). Understanding the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Hong Kong Trade Development Council (HKTDC). https://research.hktdc.com
- Tarr, D. G., Kuznetsov, D. E., Overland, I., & Vakulchuk, R. (2023). Why carbon border adjustment mechanisms will not save the planet but a climate club and subsidies for transformative green technologies may. Energy Economics, 122, 106695. https://www.sciencedirect.com
- TradeExperettes. (2024, February 7). The U.S. response to the EU CBAM: Past responses and future prospects. https://www.tradeexperettes.org/blog/articles/the-us-response-to-the-eu-cbam-past-responses-and-future-prospects
- UK Government. (2024, October 30). Introduction of a UK Carbon Border Adjustment Mechanism from January 2027: Government response to the policy design consultation [Policy paper]. HM Treasury & HM Revenue & Customs. https://www.gov.uk/government/consultations/introduction-of-a-uk-carbon-border-adjustment-mechanism

- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2021). A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA), ENERGY STAR. (2017, April). Energy efficiency and cost-saving opportunities for ammonia and nitrogenous fertilizer production. https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/Fertilizer_guide_170418_508
- World Bank. (2022, November 8). Country climate and development report. https://documents1.worldbank.org/curated/en/099510011012235419/pdf/P17729200725ff0170ba05031a8d4ac26d7
- World Trade Organization (WTO). (2025, May 19). Russia initiates WTO dispute regarding EU's carbon border adjustment and emissions trading [News item]. https://www.wto.org/english/news_e/news25_e/ds639rfc_19may25_e.htm
- Yuan, H., Chini, A. R., Lu, Y., & Shen, L. (2012). A dynamic model for assessing the effect of management strategies on the reduction of construction and demolition waste. Waste Management, 32(3), 521–531.

ثالثاً: المو اقع الإلكترونية باللغة العربية

- إسماعيل، أمل (2024). السيطرة على الانبعاثات في الاتحاد الأوروبي: ضوابط تؤثر على التجارة الدولية، المركز المصري للفكر والدراسات الاستراتيجية، https://ecss.com.eg/45047
- الحسيني، عمر (2025). آلية تعديل الحدود الكربونية CBAM فرصة أم تحدٍ للصادرات المصرية؟ المركز المصري للفكر والدراسات الاستراتيجية. https://ecss.com.eg/53827
- الحسيني، عمر (2022)، الاستجابة لتغير المناخ فى أوروبا بين السياسات والتنفيذ www.siyassa.org.eg بتاريخ 2022/11/9
- الهيب، على. (27 من نوفمبر 2024) استراتيجية مصر للهيدروجين منخفض الكربون: فرص استثمار ضائعة الجامعة الأمريكية بالقاهرة – حلول السياسات البديلة (APS). https://aps.aucegypt.edu/ar/articles/1443/egypts-low-carbon-hydrogen-strategy-what-is-missing
- المفوضية الأوروبية. (14 من أكتوبر 2020) .المفوضية الأوروبية تعتمد استراتيجية الاتحاد الأوروبي بشأن غاز الميثان كجزء من الصفقة الخضراء الأوروبية .التحالف من أجل المناخ والهواء النظيف.

https://www.ccacoalition.org/ar/news/european-commission-adopts-eu-methane-strategy-part-european-green-deal

- هنداوي، محمد (2024). تأثير الأسمدة الكيميائية على بكتيريا التربة .مدونة زاتوناز. https://www.zatonaz.com/blog/posts/142
- آتاقه (30 من يونيو 2024). صناعة الألومنيوم في مصر. https://attaqa.net/2024/06/
- شركات مصر(Chrkat) شركات الألومنيوم (قطاع الألوميتال والتصنيع في مصر.

https://www.chrkat.com/alumital-sectors-manufacturing-companies-in-egypt

- تريدينغ إيكونوميكس. استهلاك الأسمدة (% من الإنتاج المحلي للأسمدة) – مصر https://tradingeconomics.com/egypt/fertilizer-consumption-percent-of-fertilizer-production-data.html
- جلوتشينكو، أليكسي. (19 من يونيو 2025) .كيفية استجابة الدول حول العالم لآلية الاتحاد الأوروبي لتعديل الكربون الحدودي .(CBAM) مركز GMK. https://gmk.center/en/infographic/how-countries-around-the-world-are-responding-to-the-eu-cbam-june-2025/
- فتيم ماشينري (FTM Machinery) (15 من فبراير 2023) .كيفية الحصول على الألومنيوم من البوكسيت – عملية الاختزال . https://www.ftmmachinery.com/ar/blog/how-to-get-aluminum-from-bauxite-reduction-process.html
- كلين آكشن تريكر (Climate Action Tracker) (بدون تاريخ). الاتحاد الروسي: السياسات والإجراءات. https://climateactiontracker.org/countries/russian-federation/policies-action/
- مصدر (12 من أكتوبر 2020) .شركات الأسمدة في مصر .https://mosader.com/ar
- هندز سويل (Hundz Soil) شركات بيع أسمدة .https://hundzsoil.com/
- يلو بيجز مصر(Yellow Pages Egypt) شركات أسمدة .https://yellowpages.com.eg/ar/category
- سيدلي للمحاماة.(Sidley Law Firm) (مارس 2025). حزمة الاتحاد الأوروبي الشاملة: أبرز التعديلات المقترحة بشأن آلية تعديل الكربون الحدودي .https://www.sidley.com/en/insights/newsupdates/2025/03/eu-omnibus-package-key-changes-proposed-by-the-commission-on-the-carbon-border-adjustment-mechanism

abstract

Climate change is a major global challenge in the 21st century, resulting from increased human activity and reliance on fossil fuels, which has led to a rise in carbon emissions. In response, the international community adopted the Paris Climate Agreement (2015) to limit global warming, along with economic tools such as carbon pricing and support for renewable energy. In this context, the European Union (2019) launched the Carbon Limit Adjustment Mechanism (CBAM) under the European Green Deal, to impose tariffs on emission-intensive imports, starting with a pilot phase in 2023 and reaching full implementation in 2026, with the goal of reducing emissions by 55% by 2030 and achieving carbon neutrality by 2050.

This study focuses on analyzing the potential repercussions of implementing the CBAM mechanism on the Egyptian economy, particularly on the fertilizer sector, which represents the highest export value among the sectors subject to the mechanism. This is achieved by examining production structures, carbon emissions, and inter-industrial relationships, while employing systems dynamics models to measure the mechanism's impact on fertilizer exports. The results showed that fertilizer exports represent approximately 5.5% of total Egyptian exports and are heavily reliant on European markets, where their share increased from 28.5% in 2020 to about 45% in 2024, making the sector vulnerable to the repercussions of the mechanism. The implementation of CBAM is expected to lead to a relative decrease in fertilizer exports of approximately 3.86%, along with additional financial burdens of up to $317 million annually for companies due to emissions commitments, and a potential impact on GDP and tax revenues. However, adopting low-emission production technologies, improving energy efficiency, and implementing a carbon removal factor starting in 2026 can mitigate the financial impact and ensure export stability in the medium and long term.

In light of these findings, the study recommends adopting a set of strategic policies and measures, including: establishing an integrated national emissions measurement and disclosure system (MRV) electronically linked to regulatory bodies; Expanding the application of energy efficiency measures while offering financial and tax incentives; encouraging investment in carbon capture and low-carbon hydrogen technologies through a national green finance fund; developing strategic partnerships with the European Union for technology transfer and local capacity building; establishing a national platform for carbon credit trading; enhancing the efficiency of technical and administrative personnel through ongoing training programs; and integrating the environmental dimension into national industrial policies so that emissions reduction becomes a fundamental criterion for granting licenses and government support, thereby ensuring the protection of the competitiveness of Egyptian products and enhancing their ability to comply with the requirements of the green economy and global markets.

Keywords: Carbon Limit Adjustment Mechanism, Fertilizer Sector, Carbon Tax, Egyptian Exports

أعداد سلسلة قضايا التخطيط والتنمية

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
1	دراسة الهيكل الإقليمي للعمالة في القطاع العام في جمهورية مصر العربية	ديسمبر 1977	د. محمد فج النور	د. محمد عبد الفتاح منجي ، د. هدي صبحي وأخرون
2	Adverse Economic Effects Resulting from Israeli Aggressions and Continued Occupation of Egyptian Territories.	April 1978	INP	INP
3	Terms of Reference for The Regional Development Plan of South of Egypt.	February 1978	INP	INP
4	دراسة تحليلية لمقومات التنمية الإقليمية بمنطقة جنوب مصر	يوليو 1978	د. محمد فج النور	د. أحمد فرحات ، د. محمد صلاح وأخرون
5	دراسة اقتصادية فنية لأفاق صناعة الأسمدة والتنمية الزراعية في جمهورية مصر العربية حتى عام 1985	أبريل 1978	د. أحمد ذكي عبد الهادي	د. أحمد فرحات، د. حسين حافظ وأخرون
6	التغذية والتنمية الزراعية في البلاد العربية	أكتوبر 1978	.....	.....
7	تطوير التجارة وميزان المدفوعات ومشكلة تفاقم العجز الخارجي وسلبيات مواجهته (1970/69 – 1975)	أكتوبر 1978	د. الفونس عزيز	د. رمزى ذكي، د. عبد القادر حمزة وآخرون
8	Improving the position of third world countries in the international cotton Economy,	يونيو 1979	د. الفونس عزيز	د. أحمد شلبي ، د. سيد حسين وأخرون
9	دراسة تحليلية لتفسير التضخم في مصر (1970 1976)	أغسطس 1979	د. رمزي ذكي	.....
10	حوار حول مصر في مواجهة القرن الحادي والعشرون	فبراير 1980	د. على نصار	.....
11	تطوير أساليب وضع الخطط الخمسية باستخدام نماذج البرمجة الرياضية في جمهورية مصر العربية	مارس 1980	د. محرم الحداد	د. علي نصار ، د. أماني عمر وأخرون
12	دراسة تحليلية للنظام الضريبي في مصر (71/1970- 1978)	مارس 1980	أ. عبد اللطيف حافظ	د. أحمد الشرقاوي وآخرون
13	تقييم سياسات التجارة الخارجية والنقد الأجنبي وسبل ترشيدها	يوليو 1980	د. الفونس عزيز	د. صقر أحمد صقر وآخرون
14	التنمية الزراعية في مصر ماضيها وحاضرها (ثلاثة أجزاء)	يوليو 1980	د. موريس مكرم الله	د. سعد علام وآخرون
15	A study on Development of the Egyptian National fleet	June 1985	د. أحمد فرحات	د. ثروت محمد علي ، د. يحي عبد الرحمن
16	الأنفاق العام والاستقرار الاقتصادي في مصر 1970 – 1979	أبريل 1981	د. رمزي ذكي	.....
17	الأبعاد الرئيسية لتطوير وتنمية القرى المصرية	يونيو 1981	أ. لبيب زمزم	د. سليمان حزين وآخرون
18	الصناعات الصغيرة والتنمية الصناعية (التطبيق على صناعة الغزل والنسيج في مصر	يوليو 1981	د. ممدوح الشرقاوي	د. رأفت شفيق، د. ثروت محمد علي وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
19	ترشيد الإدارة الاقتصادية للتجارة الخارجية والنقدية الأجنبية	ديسمبر 1981	د. الفونس عزيز	د. سيد دحية وآخرون
20	الصناعات التحويلية في المصري. (ثلاثة أجزاء)	أبريل 1982	د. محمد عبد الفتاح منجي	د. ثروت محمد على، د. راجية عابدين وآخرون
21	التنمية الزراعية في مصر (جزآن)	سبتمبر 1982	د. موريس مكرم الله	د. عبد القادر دياب، د. أحمد برانية وآخرون
22	مشاكل إنتاج اللحوم والسياسات المقترحة للتغلب عليها	أكتوبر 1983	د. محمد عبد الفتاح منجي	د. سعد علام، د. عبد القادر دياب وآخرين
23	دور القطاع الخاص في التنمية	نوفمبر 1983	د. محمد عبد الفتاح منجي	د. فوزي رياض، د. ممدوح الشرقاوي واخرين
24	تطوير معدلات الاستهلاك من السلع الغذائية وأثارها على السياسات الزراعية في مصر	مارس 1985	د. سعد طه علام	د. عبد القادر دياب، د. عبد العزيز إبراهيم
25	البحيرات الشمالية بين الاستغلال النباتى والاستغلال السمكي	أكتوبر 1985	ا.د. احمد عبد الوهاب	أ.د بركات أحمد الفرا، أ.د عبد العزيز إبراهيم
26	تقييم الاتفاقية التوسع التجارى والتعاون الاقتصادي بين مصر والهند ويوغوسلافيا	أكتوبر 1985	د. أحمد الشرقاوي	د. محمود عبد الحي صلاح، د. محمد قاسم وآخرون
27	سياسات وإمكانيات تخطيط الصادرات من السلع الزراعية	نوفمبر 1985	د. سعد طه علام	د. عبد القادر دياب، د. محمد نصر فريد وآخرون
28	الأنفاق المستقبلية في صناعة الغزل والنسيج في مصر	نوفمبر 1985	د. فوزى رياض فهمى	د. محمد عبد المجيد الخلوى، د. مصطفي أحمد مصطفي وآخرون
29	دراسة تمهيدية لاستكشاف أفاق الاستثمار الصناعي في إطار التكامل بين مصر والسودان	نوفمبر 1985	د. محمد عبد الفتاح منجي	د. فتحي الحسيني خليل، د. رأفت شفيق وآخرون
30	دراسة تحليلية عن تطوير الاستثمار في ج. م. ع. مع الإشارة للطاقة الاستيعابية للاقتصاد القومي	ديسمبر 1985	د. السيد دحيه	د. سعد حافظ محمود
31	دور المؤسسات الوطنية في تنمية الأساليب الفنية للإنتاج في مصر (جزآن)	ديسمبر 1985	د. الفونس عزيز	د. محمد أحمد العجلان، د. إجلال راتب وأخرون
32	إمكانات وحدود مساهمة ضريبية على الدخل الزراعي في مواجهة مشكلة العجز في الموازنة العامة للدولة واصلاح هيكل توزيع الدخل القومي	يوليو 1986	د. عبد الفتاح حسين	د. حسين الفقير، م. محمود موسي الفرارجي
33	التفاوتات الإقليمية للنمو الاقتصادي والاجتماعي وطرق فياسها في جمهورية مصر العربية	يوليو 1986	د. علا الحكيم	أ. هشام علي الليثي
34	مدى إمكانية تحقيق اكتفاء ذاتى من القمح	يوليو 1986	د. رجاء عبد الرسول	د. سعد طه علام، د. بركات الفرا ، د. هدي النمر وأخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
35	Integrated Methodology for Energy planning in Egypt.	سبتمبر 1986	د. عماد الشرقاوي	د. راجيه عابدين
36	الملامح الرئيسية للطلب على تملك الأراضي الزراعية الجديدة والسياسات المتصلة باستصلاحها واستزراعها	نوفمبر 1986	د. عبد القادر دياب	د. مجدي محمد خليفة وأخرون
37	مشكلات صناعة الألبان في مصر	مارس 1988	د. هدى صالح النمر	د. مجدي محمد خليفة وأخرون
38	آفاق الاستثمارات العربية ودورها في خطط التنمية المصرية	مارس 1988	د. مصطفي أحمد	د. مجدي محمد خليفة، د.حامد إبراهيم وآخرون
39	تقدير الإيجار الاقتصادي للأراضي الزراعية لزراعة المحاصيل الزراعية الحقلية على المستوى الإقليمي لجمهورية مصر العربية عامي 1985/80	مارس 1988	د. احمد حسن إبراهيم	.....
40	السياسات التسويقية لبعض السلع الزراعية وآثارها الاقتصادية	يونيو 1988	د. سعد طه علام	د. بركات الفرا، د. هدى صالح النمر وآخرون
41	بحث الاستزراع السمكي في مصر ومحددات تنميته	أكتوبر 1988	د. على ابراهيم عرابي	.....
42	نظم توزيع الغذاء في مصر بين الترشيد والإلغاء	أكتوبر 1988	د. محمد سمير مصطفي	.....
43	دور الصناعات الصغيرة في التنمية دراسة استطلاعية لدورها الاستيعاب العمالي	أكتوبر 1988	د. حسام محمد مندور	د. محمد عبد المجيد الخلوي، د. حسين طه الخبير وآخرون
44	دراسة تحليلية لبعض المؤشرات المالية للقطاع العام الصناعي التابع لوزارة الصناعة	أكتوبر 1988	د. ثروت محمد على	.....
45	الجوانب التكاملية وتحليل القطاع الزراعي في خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية	فبراير 1989	د. سيد حسين احمد	د. عبد القالدر حمزة، د. عبد العزيز إبراهيم ، وأخرون
46	إمكانيات تطوير الضرائب العقارية لزيادة مساهمتها في الإيرادات العامة للدول في مصر	فبراير 1989	د. احمد حسن إبراهيم	.....
47	مدى إمكانية تحقيق ذاتي من السكر	سبتمبر 1989	د. سعد طه علام	د. هدى محمد صالح وأخرون
48	دراسة تحليلية لآثار السياسات الاقتصادية والمالية والنقدية على تطوير وتنمية القطاع الزراعي	فبراير 1990	د. سيد حسين احمد	د. سيد عزب، د. بركات الفرا وآخرون
49	الإنتاجية والأجور والأسعار الوضع الراهن للمعرفة النظرية والتطبيقية مع إشارة خاصة للدراسات السابقة عن مصر	مارس 1990	د. ابراهيم العيسوي	د. عثمان محمد عثمان، د. سهير أبو العنين وآخرون
50	المسح الاقتصادي والاجتماعي والعمراني لمحافظة البحر الأحمر وفرص الاستثمار المتاحة للتنمية	مارس 1990	د. احمد برانية	.....
51	سياسات إصلاح ميزان المدفوعات المصرية للمرحلة الأولى	مايو 1990	د. السيد ناصف	د. فادية عبد السلام، د. مجدى محمد خليفة وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
52	بحث صناعة السكر وإمكانية تصنيع المعدات الرأسمالية في مصر	سبتمبر 1990	د. حسام محمد مندور	د. محمد عبد المجيد الخلوى، د. حامد إبراهيم وآخرون
53	بحث الاعتماد على الذات في مجال الطاقة من منظور تنموي وتكنولوجي	سبتمبر 1990	د. راجية عابدين	د. عماد الشرقاوي أمين، د. فائق فريد فرج الله وآخرون
54	التخطيط الاجتماعي والإنتاجية	أكتوبر 1990	د. وفاء احمد عبد الله	د. خضر عبد العظيم أبو قوره، د. محمد عبد العزيز عيد وآخرون
55	مستقبل استصلاح الأراضي في مصر في ظل محددات الأراضي والمياه والطاقة	أكتوبر 1990	د. محمد سمير مصطفي	د. عبد الرحيم مبارك هاشم، د. صلاح اسماعيل
56	دراسات تطبيقية لبعض قضايا الإنتاجية في الاقتصاد المصري	نوفمبر 1990	د. عثمان محمد عثمان	د. أحمد حسن إبراهيم، د. هدي محمد صبحي وآخرون
57	بنوك التنمية الصناعية في بعض دول مجلس التعاون العربي	نوفمبر 1990	د. رأفت شفيق بسادة	د. حسام محمد المندور
58	بعض آفاق التنسيق الصناعي بين دول مجلس التعاون العربي	نوفمبر 1990	د. فتحي الحسين	د. ثروت محمد على وآخرون
59	سياسات إصلاح ميزان المدفوعات المصري(مرحلة ثانية)	نوفمبر 1990	د. السيد ناصف	.....
60	بحث اثر تغيرات سعر الصرف على القطاع الزراعي وانعكاساتها الاقتصادية	ديسمبر 1990	د. محمد سمير مصطفي	د. محمود علاء عبد العزيز، د. عبد القادر دياب
61	الإمكانيات والأفاق المستقبلية للتكامل الاقتصادي بين دول مجلس التعاون العربي في ضوء هياكل الإنتاج والتوزيع	يناير 1991	د. محمد عبد الشفيع	د. مجدي محمد خليفه، د. فادية عبد السلام
62	إمكانية التكامل الزراعي بين مجلس التعاون العربي	يناير 1991	د. سعد طه علام	د. هدى صالح النمر، د. عماد الدين مصطفي
63	دور الصناديق العربية في تمويل القطاع الزراعي	أبريل 1991	د. سيد حسين احمد	د. محمد نصر فريد، د. بركات أحمد الفرا وآخرون
64	بعض القطاعات الإنتاجية والخدمية بمحافظة مطروح(جزآن) الجزء الأول: القطاعات الإنتاجية	أكتوبر 1991	د. صالح مغيب	د. فريد أحمد عبد العال
65	مستقبل إنتاج الزيوت في مصر	أكتوبر 1991	د. سعد طه علام	د. بركات أحمد الفرا، د. هدي صالح النمر وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
66	الإنتاجية في الاقتصاد القومي المصري وسبل تحسينها مع التركيز على قطاع الصناعة (الجزء الأول) الأسس والدراسات النظرية	أكتوبر 1991	د. محرم الحداد	د. أماني عمر زكي، د. محمد الكفراوي وآخرون
66	الإنتاجية في الاقتصاد القومي المصري وسبل تحسينها مع التركيز على قطاع الصناعة (الجزء الثاني) الدراسات التطبيقية	أكتوبر 1991	د. محرم الحداد	د. أماني عمر زكي، د. محمد ابو الفتح الكفراوي وآخرون
67	خلفية ومضمون النظريات الاقتصادية الحالية والمتوقعة بشرق أوروبا ومحددات انعكاساتها الشاملة على مستقبل التنمية في مصر والعالم العربي	ديسمبر 1991	د. سعد حافظ	د. على نصار
68	ميكنة الأنشطة والخدمات في مركز التوثيق والنشر	ديسمبر 1991	د. اماني عمر	د. رمضان عبد المعطي، د. امال حسن الحريري وآخرون
69	إدارة الطاقة في مصر في ضوء أزمة الخليج وانعكاساتها دوليا وإقليميا ومحليا	يناير 1992	د. راجيه عابدين	د. ثروت محمد علي، د.فتحية زغلول وأخرون
70	واقع آفاق التنمية في محافظات الوادي الجديد	يناير 1992	د. عزه سليمان	د. فريد أحمد عبد العال وآخرون
71	انعكاسات أزمة الخليج (1991/90) على الاقتصاد المصري	يناير 1992	د. مصطفي أحمد	د. سلوى محمد مرسي، د. مجدي محمد خليفة وآخرون
72	الوضع الراهن والمستقبلي لاقتصاديات القطن المصري	مايو 1992	د. عبد القادر دياب	د. عبد الفتاح حسين، د. هدى صالح النمر وآخرون
73	خبرات التنمية في الدول الأسيوية حديثة التصنيع وامكانية الاستفادة منها في مصر	يوليو 1992	د. ابراهيم العيسوي	د. رمزي زكي، د. حسين الفقير
74	بعض قضايا تنمية الصادرات الصناعية المصرية	سبتمبر 1992	د. فتحي الحسيني	.....
75	تطوير مناهج التخطيط وادارة التنمية في الاقتصاد المصري في ضوء المتغيرات الدولية المعاصرة	سبتمبر 1992	د. عثمان محمد عثمان	د. رأفت شفيق بسادة، د. سهير أبو العنين وآخرون
76	السياسات النقدية في مصر خلال الثمانينات " المرحلة الاولى" ميكانيكية وفاعلية السياسة النقدية في الجانب المالي والاقتصادي المصري	سبتمبر 1992	د. السيد ناصف	فادية محمد عبد السلام
77	التحرير الاقتصادي وقطاع الزراعة	يناير 1993	سعد طه علام	د. سيد حسين أحمد، د. بركات أحمد الفرا وآخرون
78	احتياجات المرحلة المقبلة للاقتصاد المصري ونماذج التخطيط واقتراح بناء نموذج اقتصادي قومي للتخطيط التأشيرى المرحلة الأولى	يناير 1993	د. محرم الحداد	د. على نصار، د. ماجدة إبراهيم وآخرون
79	بعض قضايا التصنيع في مصر منظور تنموي تكنولوجي	مايو 1993	راجيه عابدين	د. فتحية زغلول، د. نوال على حله وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
80	تقويم التعليم الأساسي في مصر	مايو 1993	د. محمد عبد العزيز	د. سالم عبد العزيز محمود، د. دسوقي عبد الجليل وآخرون
81	الآثار المتوقعة لتحرير سوق النقد الأجنبي على بعض مكونات ميزان المدفوعات المصري	مايو 1993	د. اجلال راتب	د. الفونس عزيز، د. فادية عبد السلام وآخرون
82	The Current Development In The Methodology and Applications of Operations Research Obstacles and Prospects in Developing Countries	Nov 1993	د. اماني عمر	د عفاف فؤاد، د صلاح العدوي وآخرون
83	الآثار البيئية الزراعية	نوفمبر 1993	د. سعد طه علام	د. أحمد برانية، د. بركات الفرا وأخرون
84	تقييم البرامج للنهوض بالإنتاجية الزراعية	ديسمبر 1993	د. محمد سمير مصطفي	د. هدى صالح النمر د. عبد القادر دياب وآخرون
85	اثر قيام السوق الأوربية المشتركة على مصر والمنطقة	يناير 1994	د. إجلال راتب	د. أحمد هاشم، د. مجدي خليفة وآخرون
86	مشروع إنشاء قاعدة بيانات الأنشطة البحثية بمعهد التخطيط القومي " المرحلة الاولى"	يونيو 1994	د. محرم الحداد	د. عبد القادر محمد دياب، د. أماني عمر زكي وآخرون
87	الكوارث الطبيعية وتخطيط الخدمات في ج. م. ع. (دراسة ميدانية عن زلزال أكتوبر 1992 في مدينة السلام)	سبتمبر 1994	د. وفاء عبد الله	.....
88	تحرير القطاع الصناعي العام في مصر في ظل المتغيرات المحلية والعالمية	سبتمبر 1994	راجيه عابدين	د. فتحية زعلول، د. ثروت محمد على وآخرون
89	استشراف بعض الآثار المتوقعة لسياسة الإصلاح الاقتصادي بمصر (مجلدان)	سبتمبر 1994	د. رمزي زكي	د. عثمان محمد عثمان د. أحمد حسن إبراهيم، وآخرون
90	واقع التعليم الإعدادي وكيفية تطويره	نوفمبر 1994	د. محمد عبد العزيز	د. دسوقي عبد الجليل ، د. زينات طبالة وأخرون
91	تجربة تشغيل الخريجين بالمشروعات الزراعية وافق تطويرها	ديسمبر 1994	د. عبد القادر دياب	د. أحمد برانية، د. هدي صالح النمر
92	دور الدولة في القطاع الزراعي في مرحلة التحرير الاقتصادي	ديسمبر 1994	د. سعد طه علام	د. محمد محمود رزق، د. نجوان سعد الدين وآخرون
93	الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية لتحرير القطاع الصناعي المصري في ظل الإصلاح الاقتصادي	يناير 1995	د. راجيه عابدين	د. فتحية زغلول، د. نفسية سيد أبو السعود وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
94	مشروع انشاء قاعدة بيانات الانشطة البحثية بمعهد التخطيط القومي (المرحلة الثانية)	فبراير 1995	د. محرم الحداد	د. أماني عمر زكي عمر، د. حسين صالح وآخرون
95	السياسات القطاعية في ظل التكيف الهيكلي	أبريل 1995	د. محمود عبد الحى	.....
96	الموازنة العامة للدولة في ضوء سياسة الإصلاح الاقتصادي	يونية 1995	د. ثروت محمد على	د. محمد نصر فريد، د. نبيل عبد العليم صالح وآخرون
97	المستجدات العالمية (الجات وأوروبا الموحدة) وتأثيراتها على تدفقات رؤوس الأموال والعمالة والتجارة السلعية والخدمية (دراسة حالة مصر)	أغسطس 1995	د. إجلال راتب	د. مصطفي أحمد مصطفي، د. سلوى مرسي وآخرون
98	تقييم البدائل الإجرائية لتوسع قاعدة الملكية في قطاع الأعمال العام	يناير 1996	فتحي الحسيني خليل	د. صالح مغيب، د. محمد عبد المجيد وآخرون
99	أثر التكتلات الاقتصادية الدولية على قطاع الزراعي	يناير 1996	د. سعد طه علام	د. محمود مرعى، د. منى الدسوقي
100	مشروع إنشاء قاعدة بيانات الأنشطة البحثية بمعهد التخطيط القومي (المرحلة الثالثة)	مايو 1996	د. محرم الحداد	د. أماني عمر زكي، د. ماجدة إبراهيم وآخرون
101	دراسة تحليلية مقارنة لواقع القطاعات الإنتاجية والخدمية بمحافظات الحدود	مايو 1996	INP	INP
102	التعليم الثانوي في مصر: واقعة ومشاكله واتجاهات تطويره	مايو 1996	د. محمد عبد العزيز	د. لطف الله إمام صالح، د. دسوقي عبد الجليل وآخرون
103	التنمية الريفية ومستقبل القرية المصرية: المتطلبات والسياسات	سبتمبر 1996	د. سعد طه علام	د. بركات احمد الفرا، د. أحمد برانية وآخرون
104	دور المناطق الحرة في تنمية الصادرات	أكتوبر 1996	د. اجلال راتب	د. محمود عبد الحي، د. حسين صالح وآخرون
105	تطوير أساليب وقواعد المعلومات في إدارة الأزمات المهددة لاطراد التنمية (المرحلة الأولى)	نوفمبر 1996	د. محرم الحداد	د. حسام مندرة وآخرون، د. ماجدة إبراهيم سيد فراج
106	المنظمات غير الحكومية والتنمية في مصر (دراسة حالات)	ديسمبر 1996	د. نادرة وهدان	د. وفيق أشرف حسونة، د. وفاء عبد الله وآخرون
107	الابعاد البيئية المستدامة في مصر	ديسمبر 1996	د. راجية عابدين	د. نفيسة سيد أبو السعود
108	التغيرات الهيكلية في مؤسسات التمويل الزراعي: مصادر ومستقبل التمويل الزراعي في مصر	مارس 1997	د. محمد عبد العزيز	د. وفيق أشرف حسونة، د. لطف الله إمام صالح وآخرون
109	التغيرات الهيكلية في مؤسسات التمويل الزراعي ومصادر ومستقبل التمويل الزراعي في مصر	أغسطس 1997	د. ثروت محمد على	إبراهيم صديق على، د. بهاء مرسي وآخرون
110	ملامح الصناعة المصرية في ظل العوامل الرئيسية المؤثرة في مطلع القرن الحادي والعشرين	ديسمبر 1997	د. ممدوح الشرقاوي	د. فتحي الحسن خليل، د. ثروت محمد على وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
111	آفاق التصنيع وتدعيم الأنشطة غير المزرعية من اجل تنمية ريفية مستدامة في مصر	فبراير 1998	د. سعد طه علام	د. هدي النمر، د. منى الدسوقي وآخرون
112	الزراعة المصرية والسياسية الزراعية في اطار نظام السوق الحرة	فبراير 1998	د. هدي صالح النمر	د. عبد القادر دياب، د. محمد سمير مصطفي
113	الزراعة المصرية في مواجهة القرن الواحد والعشرين	فبراير 1998	د. سعد طه علام	د. هدي النمر، د. منى الدسوقي وآخرون
114	التعاون بين الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	مايو 1998	د. اجلال راتب	د. محمود عبد الحي، د. فادية عبد السلام وآخرون
115	تطوير أساليب وقواعد المعلومات في إدارة الأزمات المهددة بطرد التنمية (المرحلة الثالثة)	يونيو 1998	د. محرم الحداد	د. حسام مندرة، د. اماني عمر زكي عمر وآخرون
116	حول أهم التحديات الاجتماعية في مواجهة القرن21	يونية 1998	د. وفاء عبد الله	د. عبد العزيز عيد، د. نادرة وهدان وآخرون
117	محددات الطاقة الادخارية في مصر دراسة نظرية وتطبيقية	يونية 1998	د. ابراهيم العيسوي	د. أحمد حسن إبراهيم، د. سهير أبو العنين وآخرون
118	تصور حول تطوير نظام المعلومات الزراعية	يوليو 1998	د. عبد القادر دياب	د. محمد سمير مصطفي، د. أحمد برانية وآخرون
119	التوقعات المستقبلية لإمكانيات الاستصلاح والاستزراع بجنوب الوادي	سبتمبر 1998	د. سعد طه علام	د. عبد القادر دياب، د. هدي النمر وآخرون
120	استراتيجية استغلال البعد الحيزي في مصر في ظل الاصلاح الاقتصادي	ديسمبر 1998	د. سيد عبد المقصود	د. السيد محمد الكيلاني، د. علا سليمان الحكيم وآخرون
121	مدخل محاسبي مقترح للقياس الكمي للأهمية النسبية لحسابات الأصول والخصوم في القطاع الصناعي	ديسمبر 1998	د. ايمان الشربيني	.....
122	Artificial Neural Networks Usage For Underground Water storage & River Nile in Toshoku Area	ديسمبر 1998	د. عبد الله الداعوشي	سمير .د. أماني عمر، د ناصر وآخرون
123	بناء وتطبيق نموذج متعدد القطاعات للتخطيط التأشيرى في مصر	ديسمبر 1998	د. ماجدة إبراهيم	د. عبد القادر حمزة، د. سهير أبو العينين وآخرون
124	اقتصاديات القطاع السياحي في مصر وانعكاساتها على الاقتصاد القومي	ديسمبر1998	د. اجلال راتب	د. محمود عبد الحي، د. فادية عبد السلام، وآخرون
125	تحديات التنمية الراهنة في بعض محافظات جنوب مصر	فبراير 1999	د. سيد عبد المقصود	.....
126	الآفاق والإمكانيات التكنولوجية في الزراعة المصرية	سبتمبر 1999	د. سعد طه علام	د. هدى النمر، د. عماد مصطفي وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
127	ادارة التجارة الخارجية في ظل سياسات التحرير الاقتصادي	سبتمبر 1999	د. اجلال راتب	د. محمود عبد الحي، د. فادية عبد السلام وآخرون
128	قواعد ونظم معلومات التفاوض في المجالات المختلفة	سبتمبر 1999	د. محرم الحداد	د. حسام مندور، د. محمد يحيى عبد الرحمن وآخرون
129	اتجاهات تطوير نموذج لاختيار السياسات الاقتصادية للاقتصاد المصري	يناير 2000	د. ماجدة إبراهيم	د. عبد القادر حمزة، د. سهير أبو العنين وآخرون
130	دراسة الفجوة النوعية لقوة العمل في محافظات مصر وتطورها خلال الفترة 1986-1996	يناير 2000	د. عزه سليمان	د. سيد محمد عبد المقصود د. السيد محمد الكيلاني وآخرون
131	التعليم الفني وتحديات القرن الحادي والعشرون	يناير 2000	د. محمد عبد العزيز عيد	د. دسوقي عبد الجليل- د. زينات طبالة وآخرون
132	أنماط الاستيطان في منطقة جنوب الوادي " توشكي "	يونيو 2000	د. سيد عبد المقصود	د. السيد محمد الكيلاني، د. علا الحكيم وآخرون
133	فرص ومجالات التعاون بين مصر ومجموعات دول الكوميسا	يونيو 2000	د. محمد محمود رزق	د. ممدوح الشرقاوي وأخرون
134	الإعاقة والتنمية في مصر	يونيو 2000	د. نادرة وهدان	د. وفيق أشرف حسونة، د. وفاء عبد الله وآخرون
135	تقويم رياض الأطفال في القاهرة الكبرى	يناير 2001	د. محمد عبد العزيز عيد	د. دسوقي عبد الجليل، د. إيمان منجي وآخرون
136	الجمعيات الأهلية وأولويات التنمية بمحافظات جمهورية مصر العربية	يناير 2001	د. عزه سليمان	د. محاسن مصطفى. حسنين، د. خفاجي، محمد عبد اللطيف.
137	آفاق ومستقبل التعاون الزراعي في المرحلة القادمة	يناير 2001	د. احمد برانيه	د. مصطفي عماد الدين، د. سعد الدين، نجوان.
138	تقويم التعليم الصحي الفني في مصر	يناير 2001	د. نادرة وهدان	د. وفيق أشرف حسونة، د. عزة الفندري وآخرون
139	منهجية جديدة للاستخدام الأمثل للمياه في مصر مع التركيز على مياه الري الزراعي مرحلة أولى	يناير 2001	د. محمد الكفراوي	د. أماني عمر زكي، د. فتحية زغلول وآخرون
140	التعاون الاقتصادي المصري الدولي _ دراسة بعض حالات الشراكة	يناير 2001	د. اجلال راتب	د. محمود عبد الحي، د. مجدي خليفة وأخرون
141	تصنيف وترتيب المدن المصرية (حسب بيانات تعداد 1996)	يناير 2001	د. السيد محمد كيلاني	د. سيد محمد عبد المقصود، د. علا سليمان الحكيم وآخرون
142	الميزة النسبية ومعدلات الحماية للبعض من السلع الزراعية والصناعية	يناير 2001	د. عبد القادر دياب	د. ممدوح الشرقاوي،

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
				د. محمد محمود رزق وآخرون
143	سبل تنمية الصادرات من الخضر	ديسمبر 2001	د. هدى صالح النمر	د. سيد حسين، د. بركات أحمد الفرا وآخرون
144	تحديد الاحتياجات التدريبية لمعلمي المرحلة الثانوية	ديسمبر 2001	د. محمد عبد العزيز عيد	محرم الحداد، د. ماجدة إبراهيم وآخرون
145	التخطيط بالمشاركة بين المخططين والجمعيات الأهلية على المستويين المركزي والمحافظات	فبراير 2002	د. عزه سليمان	د. محاسن مصطفي حسنين،د. يمن الحماقي وآخرون
146	أثر البعد المؤسسي والمعوقات الإدارية والتسويق على تنمية الصادرات الصناعية المصرية	مارس 2002	د. ممدوح الشرقاوي	د. محمد حمدي سالم، د. محمد يحي عبد الرحمن وآخرون
147	قياس استجابة مجتمع المنتجين الزراعيين للسياسات الزراعية	مارس 2002	د. عبد القادر دياب	د. نجوان سعد الدين، د. أحمد برانية وآخرون
148	تطوير منهجية جديدة لحساب الاستخدام الأمثل للمياه في مصر(مرحلة ثانية)	مارس 2002	د. محمد الكفراوي	د. أماني عمر زكي، د. عبد القادر حمزة وأخرون
149	رؤية مستقبلية لعلاقات ودوائر التعاون الاقتصادي المصري الخارجي" الجزء الأول" خلفية أساسية "	مارس 2002	د. محمود عبد الحى	د. إجلال راتب العقيلي، د. مصطفي أحمد مصطفي
150	المشاركة الشعبية ودورها في تعاظم أهداف خطط التنمية المعاصرة المحلية الريفية والحضرية	أبريل 2002	د. وفاء عبد الله	د. نادرة عبد الحليم وهدان، د. عزة الفندري وآخرون
151	تقدير مصفوفة حسابات اجتماعية للاقتصاد المصري عام 1998 – 1999	أبريل 2002	د. سهير ابو العينين	.....
152	الأشكال التنظيمية وصيغ وأليات تفعيل المشاركة في عمليات التخطيط على مستوى القطاع الزراعي	يوليو 2002	د. هدى صالح النمر	د. عبد القادر دياب، د. محمد سمير مصطفي وآخرون
153	نحو استراتيجية للاستفادة من التجارة الإلكترونية في مصر	يوليو 2002	د. محرم الحداد	د. حسام مندرة، د. فادية عبد العزيز وآخرون
154	صناعة الأغذية والمنتجات الجلدية في مصر (الواقع والمستقبل)	يوليو 2002	د. ممدوح الشرقاوي	د. إيمان أحمد الشربيني، د. محمد حسن توفيق
155	تقدير الاحتياجات التمويلية لتطوير التعليم ما قبل الجامعي وفقا لاستراتيجية متعددة الأبعاد	يوليو 2002	د. محمد عبد العزيز	د. ماجدة إبراهيم، د. زينات طبالة وآخرون
156	الاحتياجات العملية والاستراتيجية للمرأة المرية وأولوياتها على مستوى المحافظات	يوليو 2002	د. عزه سليمان	د. اجلال راتب، د. محاسن مصطفي حسنين وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
157	موقف مصر في التجمعات الإقليمية	يوليو 2002	د. سلوى مرسي	د. مجدي محمد خليفة وآخرون
158	إدارة الدين العام المحلى وتمويل الاستثمارات العامة في مصر	يوليو 2002	د. السيد دحيه	د. نيفين كمال، د. سهير أبو العنين وآخرون
159	التأمين الصحي في واقع النظام الصحي المعاصر	يوليو 2002	د. عزه عمر الفندري	د. وفاء أحمد عبد الله، د. نادرة عبد الحليم وهدان وآخرون
160	تطبيق الشبكات العصبية في قطاع الزراعة	يوليو 2002	د. محمد الكفراوي	د. اماني عمر زكي، د. عبد القادر حمزة وأخرون
161	الإنتاج والصادرات المصرية من مجمدات وعصائر الخضر والفاكهة ومقترحات زيادة القدرة التنافسية لها بالأسواق المحلية والعالمية	يوليو 2002	د. سمير عريقات	د. مني عبد العال الدسوقي، د. محمد مرعي وآخرون
162	تقسيم مصر إلى أقاليم تخطيطية	يناير 2003	د. سيد عبد المقصود	د. السيد محمد الكيلاني، د. فريد عبد العال وآخرون
163	تقييم وتحسين أداء بعض المرافق " مياه الشرب والصرف الصحي"	يوليو 2003	د. محرم الحداد	د. حسام مندور، د. نفيسة أبو السعود وآخرون
164	تصورات حول خصخصة بعض مرافق الخدمات العامة	يوليو 2003	د. عبد القادر دياب	د. سيد حسين أحمد، د. ياسر كمال السيد وأخرون
165	تحديد الاحتياجات التمويلية للتعليم العالي " دراسة نظرية تحليلية ميدانية "	يوليو 2003	د. محمد عبد العزيز	د. ماجدة إبراهيم، د. زينات محمد طلبة وآخرون
166	دراسة أهمية الآثار البيئية للأنشطة السياحة في محافظة البحر الأحمر " بالتركيز على مدينة الغردقة"	يوليو 2003	د. سلوى مرسي	د. وفاء أحمد عبد الله، د. أحمد برانية وآخرون
167	العوامل المحددة للنمو الاقتصادي في الفكر النظري وواقع الاقتصاد المصري	يوليو 2003	د. سهير ابو العينين	د. نيفين كمال حامد وأخرون، د. فتحية زغلول وآخرون
168	العدالة في توزيع ثمار التنمية في بعض المجالات الاقتصادية والاجتماعية في محافظات مصر " دراسة تحليلية"	يوليو 2003	د. عزه سليمان	د. سيد محمد عبد المقصود، د. السيد محمد الكيلاني وآخرون
169	تقييم وتحسين جودة أداء بعض الخدمات العامة لقطاعي التعليم والصحة باستخدام شبكات الأعمال	يوليو 2003	د. عبد القادر حمزه	د. أماني عمر، د. ماجدة إبراهيم وآخرون
170	دراسة الأسواق الخارجية وسبل النفاذ اليها	يوليو 2003	د. فادية عبد السلام	د. مصطفي أحمد مصطفي، د. اجلال راتب وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
171	أولويات الاستثمار في قطاع الزراعة	يوليو 2003	د. هدي صالح النمر	أحمد برانية، د. سيد حسين
172	دراسة ميدانية للمشاكل والمعوقات التي تواجه صناعة الأحذية الجديدة في مصر " التطبيق على محافظة القاهرة ومدينة العاشر من رمضان"	يوليو 2003	د. ممدوح الشرقاوي	د. حسام محمد مندور، د. إيمان الشربيني وآخرون
173	قضية التشغيل والبطالة على المستوى العالمي والقومي والمحلى	يوليو 2003	د. عزيزة عبد الرزاق	د. اجلال راتب، د. محرم الحداد وآخرون
174	بناء وتنمية القدرات البشرية المصرية: القضايا والمعوقات الحاكمة	يوليو 2003	د. مصطفي احمد	د. إبراهيم حسن العيسوي، د. محمد على نصار وآخرون
175	بناء قواعد التقدم التكنولوجي في الصناعة المصرية من منظور مداخل التنافسية والتشغيل والتركيب القطاعي	يوليو 2004	د. محرم الحداد	د. فتحية زغلول، د. إيمان الشربيني وآخرون
176	استراتيجية قومية مقترحة للإدارة المتكاملة للمخلفات الخطرة في مصر	يوليو 2004	د. نفيسة ابو السعود	د. خالد محمد فهمي، د. حنان رجائي وآخرون
177	تحسين الجودة الشاملة لبعض مجالات القطاع الصحي	يوليو 2004	د. عبد القادر حمزه	د. أماني عمر، د. محمد الكفراوي وآخرون
178	مخاطر الأسواق الدولية للسلع الغذائية للسلع الغذائية الاستراتيجية وإمكانيات وسياسات وأدوات مواجهتها	يوليو 2004	د. عبد القادر دياب	د. ممدوح الشرقاوي، د. سيد حسين وآخرون
179	إمكانيات وأثار قيام منطقة حره بين مصر والولايات المتحدة الأمريكية والمناطق الصناعية المؤهلة (ودروس مستفادة للاقتصاد المصري)	يوليو 2004	د. فادية عبد السلام	د. اجلال راتب العقيلي، د. سلوى محمد مرسي وآخرون
180	نحو هواء نظيف لمدينة عملاقة	يوليو 2004	د. محمد سمير مصطفي	د. السيد محمد الكيلاني، د. عبد الحميد القصاص وآخرون
181	تحديد الاحتياجات بقاعات الصرف – التعليم ما قبل الجامعي – التعليم العالي (عدد خاص)	يوليو 2004	د. زينات محمد طباله	د. لطف الله إمام صالح، د. عزة عمر الفندري
182	تحديد الاحتياجات بقطاعي الصرف الصحي والطرق والكباري لمواجهة العشوائيات (عدد خاص)	يوليو 2004	د. محرم الحداد	د. نفيسة أبو السعود، د. نعيمة رمضان وآخرون
183	خصائص ومتغيرات السوق المصري _ دراسة تحليلية لبعض الأسواق المصرية الجزء الأول " الإطار النظري والتحليلي"	يناير 2005	د. محرم الحداد	د. حسام مندور ، د. فادية عبد السلام وآخرون
184	خصائص ومتغيرات السوق المصري (دراسة تحليلية لبعض الأسواق المصرية) الجزء الثاني: الإطار التطبيقي " سوق الخدمات التعليمية – سوق الخدمات السياحة – سوق البرمجيات"	يناير 2005	د. محرم الحداد	د. حسام المندور، د. فادية عبد السلام وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
185	خصائص ومتغيرات السوق المصري (دراسة تحليلية لبعض الأسواق المصرية الجزء الثالث: الإطار التطبيقي " يوق الأدوية – سوق السلع الغذائية والزراعية – سوق حديد التسليح و الأسمنت"	يناير 2005	د. محرم الحداد	.....
186	الملكية الفكرية والتنمية في مصر	أغسطس2005	د. لطف الله صالح	.....
187	تقدير الطلب على العمالة – قوة العمل – البطالة في ظل سيناريوهات بديلة	يونية 2006	د. عبد الحميد القصاص	د. ماجدة إبراهيم سيد د. زينات طبالة وآخرون
188	الحاسبات الإقليمية كمدخل للامركزية المالية	يونية 2006	د. علا الحكيم	د. السيد محمد الكيلاني د. فريد عبد العال وآخرون
189	المعاشات والتأمينات في جمهورية مصر العربية (الواقع وإمكانيات التطوير)	يونيه 2006	د. محمود عبد الحى	د. زينات طبالة د. سمير رمضان وآخرون
190	بعض القضايا المتصلة بالصادرات(دراسة حالة الصناعات الكيماوية)	يونيه 2006	د. فاديه عبد السلام	د. اجلال راتب د. مصطفي أحمد مصطفي وآخرون
191	مشروع تنمية جنوب الوادي " توشكي " بين الأهداف والإنجازات	يونية 2006	د. هدى صالح النمر	د. عبد القادر دياب د. سيد حسين وآخرون
192	اللامركزية كمدخل لمواجهة بعض القضايا البيئية في مصر (التوزيع الإقليمي للاستثمارات الحكومية وارتباطها ببعض قضايا البيئة)	يونية 2006	د. نفيسة ابو السعود	د. أحمد حسام الدين نجاتي د. عزة يحيي وآخرون
193	نحو تطبيق نظام الإدارة البيئية (الأيزو 14000) " على معهد التخطيط القومي" كنموذج لمؤسسة بحثية حكومية	يونية 2006	د. نفيسة ابو السعود	د. أحمد حسام الدين نجاتي، د. زينب محمد نبيل
194	تكاليف تحقيق أهداف الألفية الثالثة بمصر	يونية 2006	د. محرم الحداد	د. حسام مندور د. حنان رجائي وآخرون
195	السوق المصرية للغزل	يونية 2006	د. عبد القادر دياب	د. عبد القادر حمزة د. محمد الكفراوي وآخرون
196	المعايير البيئية والقدرة التنافسية للصادرات المصرية	أغسطس 2007	د. سلوى مرسي	د. سمير مصطفي، د. فادية عبد السلام وآخرون
197	استخدام أسلوب البرمجة الخطية والنقل في البرمجة الرياضية لحل مشاكل الإنتاج والمخزون	أغسطس 2007	د. محمد الكفراوي	د. عبد القادر حمزة د. أماني عمر وآخرون
198	تقييم موقف مصر في بعض الاتفاقيات الثنائية	أغسطس 2007	د. اجلال راتب	د. نجلاء علام د. نبيل الشيمي وآخرون
199	التضخم في مصر بحث في أسباب التضخم، وتقييم مؤشراته، وجدوى استهدافه مع أسلوب مقترح باتجاهاته	أغسطس2007	د. إبراهيم العيسوي	د. سيد عبد العزيز دحية د. سهير أبو العنين وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
200	سبل تنمية مصادر الإنتاج الحيواني في ضوء الآثار الناجمة عن مرض أنفلونزا الطيور في مصر	أغسطس 2007	د. صادق رياض	د. هدي صالح النمر د. محمد مرعي وآخرون
201	مستقبل التنمية في محافظات الحدود (مع التطبيق على سيناء)	أغسطس2007	د. فريد عبد العال	د. السيد محمد الكيلاني د. علا الحكيم وآخرون
202	سياسات إدارة الطاقة في مصر في ظل المتغيرات المحلية والإقليمية والعالمية	أغسطس2007	د. راجيه عابدين	د. فتحية زغلول ، د. نجوان سعد الدين وآخرون
203	جدوى إعادة هيكلة قطاع التأمين دراسة تحليلية ميدانية	أكتوبر 2007	د. محرم الحداد	د. حسام مندور د. إيمان أحمد الشربيني وآخرون
204	حول تقدير الاحتياجات لأهم خدمات رعاية المسنين (بالتركيز على محافظة القاهرة)	أكتوبر 2007	د. عزه عمر الفندري	د. وفاء أحمد عبد الله د. نادرة وهدان وآخرون
205	خدمات ما بعد البيع في السوق المصري (دراسة حالة للسلع الهندسية والكهربائية) (بالتطبيق على صناعة الأجهزة المنزلية وصناعة السيارات)	أكتوبر 2007	د. محمد عبد الشفيع	د. نجلاء علام، د. عبد السلام محمد السيد وآخرون
206	العناقيد الصناعية والتحالفات الاستراتيجية لتدعيم القدرة التنافسية للمشروعات الصغيرة والمتوسطة في جمهورية مصر العربية	فبراير 2008	د. ايمان الشربيني	د. سحر عبد الحليم البهائي د. أحمد سليمان وآخرون
207	تقييم فاعلية الخطة الاستراتيجية القومية للسكان في مصر	سبتمبر 2008	د. محمود ابراهيم	د. عبد الغني محمد د. نادية فهمي وآخرون
208	الإسقاطات القومية للسكان في مصر خلال الفترة (2006 – 2031)	سبتمبر 2008	د. فريال عبد القادر	د. سعاد أحمد الضوي د. عبد الغني محمد عبد الغني وآخرون
209	إدارة الجودة الشاملة وتطبيقها في تقييم أداء بعض قطاعات المرافق العامة في مصر	سبتمبر 2008	د. محرم الحداد	د. حسام المندور د. اجلال راتب وآخرون
210	الخصائص السكانية وانعكاساتها على القيم الاجتماعية	نوفمبر 2008	د. نادرة وهدان	د. زينات طبالة د. عزة الفندري وآخرون
211	التجارب التنموية في كوريا الجنوبية، ماليزيا والصين: الاستراتيجيات والسياسات - الدروس المستفادة	نوفمبر 2008	د. فاديه عبد السلام	د. محمد عبد الشفيع د. لطف الله إمام صالح وآخرون
212	مستوى المعيشة المفهوم والمؤشرات والمعلومات والتحليل دليل قياس وتحليل معيشة المصريين	نوفمبر 2008	د. ابراهيم العيسوي	د. السيد دحية د. سيد حسين وآخرون
213	أولويات زراعة المحاصيل المستهلكة للمياه وسياسات وأدوات تنفيذها	فبراير 2009	د. عبد القادر دياب	د. هدي صالح النمر د. سيد حسين
214	السياسات الزراعية المستقبلية لمصر في ضوء المتغيرات المحلية والإقليمية	أغسطس 2009	د. نجوان سعد الدين	د. سعد طه علام د. ممدوح الشرقاوي وآخرون
215	اتجاهات ومحددات الطلب على الإنجاب في مصر (1988 – 2005)	أغسطس 2009	د. محمود ابراهيم	د. فادية عبد السلام

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
				د. مني توفيق يوسف وآخرون
216	آليات تحقيق اللامركزية في تخطيط وتنفيذ ومتابعة وتقييم البرنامج السكاني في مصر	أغسطس 2009	د. عبد الغنى محمد	د. شحاته محمد شحاته د. كامل البشار وآخرون
217	نظم الإنذار المبكر والاستعداد والوقاية لمواجهة بعض الأزمات الاقتصادية والاجتماعية المختلفة	أكتوبر 2009	د. محرم الحداد	د. حسام مندورة د. إجلال راتب وآخرون
218	الشراكة بين الدولة والفاعلين الرئيسيين لتحفيز النمو والعدالة في مصر	فبراير 2010	د. ايمان الشربيني	د. عزة عمر الفندري د. زينات محمد طلبة وآخرون
219	التغيرات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية في خريطة المحافظات وآثارها على التنمية	فبراير 2010	د. سيد عبد المقصود	فريد عبد العال د. خضر عبد العظيم أبو قوره وآخرون
220	بعض الاختلالات الهيكلية في الاقتصاد المصري " من الجوانب القطاعية والنوعية والدولية"	مارس 2010	د. عبد الشفيع عيسى	د. ممدوح فهمي الشرقاوي د. لطف الله إمام صالح وآخرون
221	الإسقاطات السكانية وأهم المعالم الديموغرافية على مستوى المحافظات في مصر 2012 – 2032	يوليه 2010	د. مجدي عبد القادر	د. محمود إبراهيم فراج د. منى توفيق
222	المواءمة المهنية لخريجي التعليم الفني الصناعي في مصر " دراسة ميدانية "	يوليه 2010	د. دسوقي عبد الجليل	د. زينات طبالة د. إيمان الشربيني وآخرون
223	المشروعات القومية للتنمية الزراعية في الأراضي الصحراوية	يوليه 2010	د. عبد القادر دياب	د. ممدوح شرقاوي د. هدي النمر وآخرون
224	نحو إصلاح نظم الحماية الاجتماعية في مصر	سبتمبر2010	د. خضر ابو قوره	د. على عبد الـرازق جلبى د. زينات طبـالة وآخرون
225	متطلبات مواجهة الأخطار المحتملة على مصر نتيجة للتغير المناخي العالمي	أكتوبر 2010	د. محرم الحداد	د. حسام مندور د. نفيسة أبو السعود وآخرون
226	آفاق النمو الاقتصادي في مصر بعد الأزمة المالية والاقتصادية العالمية	يناير 2011	د. ابراهيم العيسوي	د. السيد دحية د. سهير أبو العنين وآخرون
227	نحو مزيج أمثل للطاقة في مصر"	يناير 2011	د. نيفين كمال	د. على نصار د. محمود صالح وآخرون
228	مجتمع المعرفة وإدارة قطاع المعلومات والاتصالات في مصر	أغسطس 2011	د. محرم الحداد	د. سيد دحية د. حسام مندور وآخرون
229	المدن الجديدة في إعادة التوزيع الجغرافي للسكان في مصر	أغسطس 2011	د. مجدي عبد القادر	عزيزة على عبد الرزاق د. مني عبد العال الرزاق وآخرون
230	تحقيق التنمية المستدامة في ظل اقتصاديات السوق من خلال إدارة الصادرات والواردات في الفترة من عام 2000 حتى عام 2011/2010	أكتوبر 2011	د. اجلال راتب	د. عبد العزيز إبراهيم د. محمد عبد الشفيع عيسي وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
231	تجديد علم الاقتصاد نظرة نقدية إلى الفكر الاقتصادي السائد وعرض لبعض مقاربات تطوير	يونيه 2012	د. ابراهيم العيسوي	د. سهير أبو العينين
232	مقتضيات واتجاهات تطوير استراتيجية التنمية في مصر في ضوء الدروس المستفادة من الفكر الاقتصادي ومن تجارب الدول في مواجهة الأزمة الاقتصادية العالمية	يونيه 2012	د. ابراهيم العيسوي	د. السيد دحية د. نفيين كمال وآخرون
233	تطوير جودة البيانات في مصر	مارس 2012	د. اماني حلمي الريس	د. على نصار د. زينات طبالة وآخرون
234	ملامح التغيرات الاجتماعية المعاصرة ومردوداتها على التنمية البشرية	يونيه 2012	د. وفاء عبد الله	د. خضر عبد العظيم أبو قورة، د. لطف الله إمام صالح
235	السوق المحلية للقمح ومنتجاته	يونيه 2012	د. عبد القادر دياب	د. ممدوح الشرقاوي د. هدى النمر وآخرون
236	أثر تطبيق اللامركزية على تنمية المحافظات المصرية (بالتطبيق على قطاع التنمية المحلية)	يونيه 2012	د. فريد عبد العال	د. سيد عبد المقصود د. علا سليمان الحكيم وآخرون
237	إدارة الموارد الطبيعية في ضوء استدامة البيئة والأهداف الإنمائية للألفية	يونيه 2012	د. نفيسة ابو السعود	د. سحر الهائي، د. أحمد برانية وآخرون
238	رؤية مستقبلية للأدوار المتوقعة للجهات الممولة للمشروعات متناهية الصغر والصغيرة والمتوسطة في مصر في ظل التغيرات الراهنة	يونيه 2012	د. ايمان الشربيني	د. نجوان سعد الدين د. محمد حسن توفيق
239	تطوير النظام القومي لإدارة الدولة بالمعلومات وتكنولوجياتها كركيزة أساسية لتنمية مصر	سبتمبر 2012	د. محرم الحداد	د. زلفى شلبي د. سيد دياب وآخرون
240	(الرؤية المستقبلية للعلاقات الاقتصادية الخارجية ودوائر التعاون الاقتصادي المصري في ضوء المستجدات العالمية والإقليمية والمحلية)	سبتمبر 2012	د. اجلال راتب	د. فادية عبد السلام د. محمد عبد الشفيع وآخرون
241	المجتمع المدني ومستقبل التنمية في مصر	سبتمبر 2012	د. وفاء عبد الله	.....
242	التغيرات الهيكلية للقوة العمل على مستوى المحافظات في مصر وآفاق المستقبل	سبتمبر 2012	د. مجدي عبد القادر	د. زينات طبالة د. عزت زيان وآخرون
243	تطوير استراتيجية التنمية الصناعية بمصر مع التركيز على قطاع الغزل	نوفمبر 2013	د. محرم الحداد	د. زلفى شلبي، د. محمد عبد الشفيع وآخرون
244	أثر المناطق الصناعية على تنمية المحافظات المصرية (بالتطبيق على محافظات إقليم قناة السويس)	نوفمبر 2013	د. فريد عبد العال	د. سيد عبد المقصود د. علا الحكيم وآخرون
245	نموذج رياضي إحصائي للتنبؤ بالأحمال الكهربائية باستخدام الشبكات العصبية	نوفمبر 2013	د. محمد الكفراوي	.....
246	دور الجمعيات الأهلية في دعم التعليم الأساسي " دراسة ميدانية"	نوفمبر 2013	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة، د. لطف الله إمام صالح وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
247	" دور السياسات المالية في تحقيق النمو والعدالة في مصر" مع التركيز على الضرائب والاستثمار العام	نوفمبر 2013	د. سهير ابو العينين	د. نفين كمال د. هبة الباز وآخرون
248	"بناء قواعد تصديرية صناعية للاقتصاد المصري"	نوفمبر 2013	د. اجلال راتب	د. فادية عبد السلام د. محمد عبد الشفيع وآخرون
249	الصناعات التحويلية والتنمية المستدامة في مصر	ديسمبر 2013	د. ممدوح الشرقاوي	د. نجوان سعد الدين د. إيمان احمد الشربيني وآخرون
250	الصناديق والحسابات الخاصة "فلسفة الإنشاء – الأسباب – جدواها ومستقبلها"	ديسمبر 2013	د. ايمان الشربيني	د. عزيزة عبد الرزاق د. محمد حسن توفيق
251	الاقتصاد الأخضر ودورة في التنمية المستدامة	فبراير 2014	د. حسام نجاتي	د. محمد سمير مصطفى، د. نفيسة أبو السعود وآخرون
252	إدارة الزراعة المصرية في اطار التغيرات المحلية والدولية	فبراير 2014	د. عبد القادر دياب	
253	تفعيل العلاقات الاقتصادية المصرية مع دول مجموعة البريكس	ديسمبر 2014	د. اجلال راتب	د. فادية عبد السلام د. مصطفى أحمد مصطفى وآخرون
254	التخطيط للتنمية المهنية للمعلمين في مصر" معلم التعليم الأساسي نموذجا"	ديسمبر 2014	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة- د. لطف الله إمام صالح وآخرون
255	استكشاف فرص النمو من خلال الخدمات اللوجستية بالتطبيق على الموانئ المصرية	ديسمبر 2014	د. منى دسوقي	د. علي نصار د. أحمد فرحات وآخرون
256	التغيرات الاقتصادية والاجتماعية في الريف المصري بعد ثورة يناير 2011	يناير 2015	د. حنان رجائي	د. سعد طه علام د. عبد الفتاح حسين وآخرون
257	التدهور البيئي في مصر منهج دليلي لتقدير تكاليف الضرر	أبريل 2015	د. سمير مصطفي	د. أحمد عبد الوهاب برانية د. نفيسة سيد أبو السعود وآخرون
258	بطاقة الأداء المتوازن كأداة لإعادة هندسة القطاع الحكومي في مصر - دراسة حالة " معهد التخطيط القومي"	مايو 2015	د. ايمان الشربيني	.....
259	تقييم الأهداف الإنمائية لما بعد 2015 في سياق توجهات التنمية في مصر	يوليو 2015	د. هدى صالح النمر	د. علاء الدين زهران، د. خالد عبد العزيز عطية وآخرون
260	العلاقات الاقتصادية المصرية التركية بالتركيز على تقييم اتفاقية التجارة الحرة	أغسطس 2015	د. أجلال راتب	د. فادية عبد السلام د. سلوى مرسي وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
261	إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر	أكتوبر 2015	د. نيفين كمال	د. سهير أبو العينين، د.نفيسة أبو السعود وآخرون
262	السوق المحلية للسلع الغذائية" جوانب القصور، والتطوير "	سبتمبر2014	د. عبد القادر دياب	د. هدى صالح النمر د. أحمد عبد الوهاب برانية وآخرون
263	المرصد الحضري لمدينة الأقصر محافظة الأقصر	أبريل 2016	د. سيد عبد المقصود	د. فريد عبد العال د. محمود عبد العزيز عليوه وآخرون
264	الطاقة المتجددة بين نتائج وابتكارات البحث العلمي والتطبيق الميداني في الريف المصري	أبريل 2016	د. عبد القادر دياب	د. هدي صالح النمر د. أحمد برانية وآخرون
265	نحو تحسين أوضاع الأمن الغذائي والزراعة المستدامة والحد من الجوع والفقر في مصر – سبل وآليات تحقيق الثاني من أهداف التنمية المستدامة- (2016 – 2030)	يوليو 2016	د. هدى صالح النمر	د. عبد العزيز إبراهيم د. بركات أحمد الفرا وآخرون
266	التغيرات في أسعار النفط وأثارها على الاقتصاد (العالمي والعربي والمصري)	يوليو 2016	د. حسن صالح	د. إجلال راتب، د. فادية عبد السلام وآخرون
267	مستقبل التنمية في المنطقة الجنوبية لمحافظة البحر الاحمر (الشلاتين وحلايب)	يوليو 2016	أ.د. منى دسوقي	د. سيد عبد المقصود د. فريد عبد العال وآخرون
268	نحو إطار متكامل لقياس ودراسة أثر أهداف التنمية المستدامة لما بعد 2015 على أوضاع التنمية المستدامة في مصر خلال الفترة 2015/ 2030	يوليو 2016	د. ماجد خشبة	د. على نصار د. هدى النمر وآخرون
269	متطلبات تطوير الحاسبات القومية في مصر	يوليو 2016	د. سهير أبو العينين	د. عبد الفتاح حسين د. أمل زكريا
270	آليات التنمية الاقليمية المتوازنة	أغسطس2016	د. فريد عبد العال	د. سيد محمد عبد المقصود د. أحمد عبد العزيز البقلى وآخرون
271	تفاعلات المياه والمناخ والانسان في مصر (اعادة التشكيل من أجل اقتصاد متواصل)	أغسطس2016	د . محمد سمير مصطفي	د. نفيسة سيد محمد أبو السعود، د. أحمد حسام الدين محمد نجاتي وآخرون
272	تفعيل استراتيجية الذكاء الاقتصادي على المستوى المؤسسي والقومي في مصر	أغسطس2016	د محرم الحداد	د. محمد عبد الشفيع ، د.زلفي عبد الفتاح شلبي وآخرون
273	اشكالية المواطنة في مصر – الحقوق والوجبات	أغسطس2016	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة، د. لطف الله إمام صالح وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
274	كفاءة الاستثمار العام في مصر (المحددات والفرص وامكانيات التحسين)	سبتمبر2016	د. أمل زكريا	د. هدى صالح النمر د. هبة صالح مغيب وآخرون
275	الاجراءات الداعمة لاندماج المشروعات الصغيرة والمتناهية الصغر غير الرسمية في القطاع الرسمي في مصر	أكتوبر2016	د. إيمان الشربيني	د. ممدوح الشرقاوى د. زلفى شلبى وآخرون
276	الادارة المتكاملة للمخلفات الصلبة ودورها في دعم الاقتصاد القومي	يوليو2017	د. نفيسة أبو السعود	د. محمد سمير مصطفى د. مها الشال وآخرون
277	متطلبات التحول لاقتصاد قائم على المعرفة في مصر	يوليو2017	د. علاء زهران	د. محمد ماجد خشبة د. خالد عبد العزيز عطية وآخرون
278	آليات وسبل اصلاح قطاع الأعمال العام في جمهورية مصر العربية	يوليو2017	د. أحمد عاشور	د. أمل زكريا عامر د. سهير أبو العينين وآخرون
279	سبل وآليات تحقيق أنماط الاستهلاك المستدام في مصر	أغسطس2017	د. هدى صالح النمر	د. علاء الدين زهران د. خالد عبد العزيز عطية وآخرون
280	الخيارات الاستراتيجية لإصلاح منظومة التعليم ما قبل الجامعي في مصر	أغسطس2017	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة - د. محرم صالح الحداد وآخرون
281	المسئولية المجتمعية للشركات ودورها في تحقيق التنمية المحلية في مصر	سبتمبر2017	د. حنان رجائي	د. سعد طه علام د. نجوان سعد الدين وآخرون
282	تنمية وترشيد استخدامات المياه في مصر	سبتمبر2017	د عبد القادر دياب	د. أحمد برانية د. بركات الفرا وآخرون
283	اتفاقية منطقة التجارة الحرة الإفريقية وآثارها على الاقتصادات الافريقية عموما والاقتصاد المصري خصوصا	سبتمبر 2017	د محمد عبد الشفيع	د. اجلال راتب د. فادية عبد السلام
284	دراسة مدى تطبيق الحوكمة على الإنتاج والاستهلاك المستدام للموارد الطبيعية في مصر	أكتوبر2017	د. حسام نجاتي	د. سحر البهائي د. حنان رجائي وآخرون
285	صناعة الرخام في مصر "الواقع والمأمول" بالتطبيق على المنطقة الصناعية بشق الثعبان	ديسمبر2017	د إيمان الشربيني	د. ممدوح الشرقاوى د. محمد نصر فريد وآخرون
286	تطوير منظومة التعليم العالي في مصر	ديسمبر 2017	د. محرم الحداد	د. دسوقى عبد الجليل د. محمد عبد الشفيع
287	الطاقة المحتملة للصحارى المصرية بين تخمة الوادي وقحالة البيئة	ديسمبر2017	د. محمد سمير مصطفي	د. عبد القادر دياب د. أحمد عبد العزيز البقلي

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
288	نحو تحسين أنماط الانتاج المستدام بقطاع الزراعة في مصر	يونيو2018	د هدى صالح النمر	د. علاء الدين محمد زهران، د. خالد عبد العزيز عطية وآخرون
289	مبادرة الحزام والطريق وانعكاساتها المستقبلية الاقتصادية والسياسية على مصر	يونيو2018	د. ماجد خشبة	د. محمد على نصار د. هبة جمال الدين وآخرون
290	دراسة تحليلية لموقع مصر في التجارة البينية بين الدول العربية باستخدام تحليل الشبكات	يونيو2018	د أماني حلمي الريس	د. فادية محمد عبد السلام، د. حسن محمد ربيع وآخرون
291	سعر الصرف وعلاقته بالاستثمارات الأجنبية في مصر	يوليو2018	د فادية عبد السلام	د. حجازى الجزار د. محمود عبد الحى صلاح وآخرون
292	التغير الهيكلي لقطاع المعلومات في مصر (بالتركيز على العمالة)	يوليو 2018	د محرم الحداد	د. اجلال راتب د. محمد عبد الشفيع وآخرون
293	التأمين وادارة المخاطر في الزراعة المصرية	يوليو 2018	د سمير عريقات	د. سعد طه علام، د. أحمد عبد الوهاب برانية وآخرون
294	اهمية المشكلات النفسية والاجتماعية لدى الشباب المصري 18-35 سنة - دراسة تطبيقية على محافظة القاهرة	أغسطس2018	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة، د. لطف الله إمام صالح وآخرون
295	التعاون المصري الأفريقي في مجال استئجار الأراضي والتصنيع الغذائي	سبتمبر2018	د. محمد سمير مصطفي	د. نفيسة سيد أبو السعود، د. حمداوي بكري وآخرون
296	لا مركزية الادارة البيئية في مصر وسبل دعمها	سبتمبر2018	د. نفيسة أبو السعود	د. محمد سمير مصطفي، د. سحر إبراهيم البهائي وآخرون
297	تقييم السياسات النقدية المصرية منذ عام 2003مع اهتمام خاص بدورها في مساندة أهداف خطط التنمية	سبتمبر2018	د. حجازي الجزار	د. علي فتحي البجلاتي د. أحمد عاشور وآخرون
298	الممارسات الاحتكارية في أسواق السلع الغذائية الأساسية في مصر	أسبتمبر 2018	د. عبد القادر دياب	د. أحمد برانية، د. هدى صالح النمر وآخرون
299	سياسات تنمية الصادرات في مصر في ضوء المستجدات الاقليمية والعالمية	أكتوبر 2018	د. نجلاء علام	د. محمد عبد الشفيع د. مجدى خليفة وآخرون
300	تفعيل منظومة جودة التصدير في المشروعات الصغيرة والمتوسطة في مصر بالتطبيق على قطاع المنسوجات	ديسمبر 2018	د. إيمان الشربيني	د. زلفى شلبي د. محمد حسن توفيق وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
301	دور العناقيد الصناعية في تنمية القدرة التنافسية لصناعة الأثاث في مصر – بالتطبيق على محافظة دمياط	فبراير2019	د. محمد حسن توفيق	د. إيمان الشربيني د. سمير عريقات وآخرون
302	سياحة التراث الثقافي المستدامة مع التطبيق على القاهرة التاريخية	يونيو 2019	د. سلوى مرسى	د. إجلال راتب العقيلي د. زينب محمد الصادي وآخرون
303	تطور منهجية جداول المدخلات والمخرجات ومقتضيات تفعيل استخدامها في مصر	يوليو 2019	د. حجازي الجزار	د. سهير أبو العنين ، د. أحمد ناصر وآخرون
304	مستقبل القطن المصري في سياق استراتيجية التنمية الزراعية في مصر	يوليو 2019	د. سعد طه علام	د. سمير عبد الحميد عريقات، د. نجوان سعد الدين وآخرون
305	التغير الهيكلي لقطاع المعلومات في مصر بالتركيز على الصادرات	أغسطس2019	د. محرم الحداد	د. إجلال راتب، د. محمد عبد الشفيع وأخرون
306	منافع وأعباء التمويل الخارجي في مصر	أغسطس2019	د. فادية عبد السلام	د. محمود عبد الحي د. محمد عبد الشفيع عيسى وآخرون
307	نحو منهجيه لقياس المؤشرات وتصور متكامل لنمذجة السيناريوهات البديلة لتحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة 2030 – حالة مصر	أغسطس2019	د عبد الحميد القصاص	د. أحمد سليمان د. علا عاطف وآخرون
308	تطوير التعليم الأساسي في مصر في ضوء الاتجاهات التربوية الحديثة	سبتمبر 2019	د. دسوقي عبد الجليل	د. خضر عبد العظيم أبو قورة، د. لطف الله إمام، د. زينات طبالة وآخرون
309	النمو السكاني والتغيرات الاجتماعية والاقتصادية والعمرانية في مصر خلال 2006-2017	سبتمبر 2019	د. عزت زيان	د. أحمد عبد العزيز البقلي، د. حامد هطل وآخرون
310	الزراعة التعاقدية كمدخل للتنمية الزراعية المستدامة في مصر	أكتوبر 2019	د. هدى صالح النمر	د. بركات أحمد الفرا د. محمد ماجد خشبة وآخرون
311	فرص ومجالات التعاون الزراعي المصري الأفريقي وآليات تفعيله	2020مارس	د. هدى صالح النمر	د. أحمد برانيه، د. بركات أحمد الفرا وآخرون
312	متطلبات تنمية القرية المصرية في إطار رؤية مصر 2030	2020مارس	د. حنان رجائي	د. سعد طه علام د. سمير عبد الحميد عريقات وآخرون
313	الاسرة المصرية وادوار جديده في مجتمع يتغير (بالتركيز على منظومة القيم)	يونيو 2020	أ.د. زينات طبالة	أ.د دسوقي عبد الجليل أ.د عزة عمر الفندرى وآخرون
314	الاستثمار في المشروعات البيئية في مصر وفرص تنميتها	يونيو 2020	أ.د. نفيسة سيد أبو السعود	أ.د. خالد محمد فهمي د. منى سامي وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
315	"استشراف الآثار المتوقعة لبعض التطورات التكنولوجية على التنمية في مصر وبدائل سياسات التعامل معها"(بالتطبيق على الذكاء الاصطناعي: AI - وسلسلة الكتل: Blockchain)	يونيو 2020	أ.د. ماجد خشبة	أ.د. عبد الحميد القصاص أ.د اماني الريس وآخرون
316	التغير الهيكلي لقطاع المعلومات في مصر بالتركيز على الاستثمارات	يونيو 2020	د. محرم الحداد	أ.د. محمد عبد الشفيع أ.د. زلفى شلبي وآخرون
317	سياسات وآليات تعميق الصناعات التحويلية المصرية في ظل الثورة الصناعية الرابعة	يونيو 2020	د. مها الشال	أ.د. عزت النمر د. حجازي الجزار وآخرون
318	دور الخدمات الدولية في تنمية صادرات مصر من وإلى أفريقيا	يونيو 2020	د. إجلال راتب	أ.د. سلوى مرسى أ.د. فادية عبد السلام وآخرون
319	سياسات الإصلاح الاقتصادي وأثارها على هيكل تجارة مصر الخارجية	يونيو 2020	د. حسين صالح	أ.د. محمود عبد الحى أ.د. محمد عبد الشفيع وآخرون
320	المسئولية الاجتماعية وتنمية المجتمعات المحلية (بالتطبيق على محافظة المنوفية)	يوليو 2020	أ.د. فريد عبد العال	أ.د. سيد عبد المقصود أ.د. عزة يحيى وآخرون
321	الشراكة بين القطاعين العام والخاص– التحديات والآفاق المستقبلية	أغسطس 2020	أ.د. فادية عبد السلام	أ.د. سهير أبو العنيين د. أحمد رشاد وآخرون
322	التغير الهيكلي لقطاع المعلومات في مصر (بالتركيز على القيمة المضافة)	أغسطس 2021	أ.د. محرم الحداد	أ.د. محمد عبد الشفيع أ.د. زلفى شلبي وآخرون
323	أولويات الاستثمار وعلاقتها بميزان المدفوعات المصري خلال الفترة (2003-2019)	أغسطس 2021	أ.د. محمود عبد الحى	د. حجازي الجزار د. عبد السلام محمد وآخرون
324	تجارة مصر الخارجية وأهمية النفاذ إلى أسواق دول غرب أفريقيا (الواقع الحالي – الإمكانات والتحديات)	أغسطس 2021	أ.د. محمد عبد الشفيع	أ.د. محمود عبد الحى وآخرون
325	ثقافة التنمية في مصر - محاولة لقياس الأداء التنموي الثقافي	أغسطس 2021	أ.د. دسوقى عبد الجليل	أ.د. لطف الله إمام أ.د. زينات طبالة وآخرون
326	الأبعاد التنموية والاستراتيجية للأمن السيبراني ودوره في دعم الاقتصادات الرقمية والمشفرة – مسارات التجربة المصرية في ضوء التجارب العالمية	أغسطس 2021	أ.د. ماجد خشبة	أ.د. أماني الريس وآخرون
327	تعزيز سلاسل القيمة بصناعة الملابس الجاهزة لدعم تنافسية الصادرات المصرية.	يوليو 2022	أ.د. إجلال راتب	أ.د. سلوى مرسى د. أحمد رشاد وآخرون
328	دور الاقتصاد الرقمي في تعزيز تجارة وصناعة الخدمات في مصر	يوليو 2022	أ.د. محرم الحداد	أ.د. محمد عبد الشفيع د. بسمة الحداد وآخرون
329	انعكاسات جائحة كورونا على فرص العمل للمرأة المصرية	يوليو 2022	أ.د. زينات طبالة	أ.د. إيمان منجى وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
330	توطين المجمعات الزراعية / الصناعية في محيط مواقع الإنتاج (بالتطبيق على تجهيز وحفظ الخضروات والفاكهة)	يوليو 2022	أ.د. عبد الفتاح حسين	أ.د. عبد القادر دياب أ.د. بركات الفرا وآخرون
331	تنمية الصناعات كثيفة المعرفة: بالتركيز على صناعة الحاسبات اللوحية	يوليو 2022	أ.د. فادية عبد السلام	أ.د. حسين صالح د. أحمد رشاد وآخرون
332	التخطيط الاستراتيجي للتعليم الفني الصناعي في مصر في ضوء تعميق التصنيع المحلى	يوليو 2022	أ.د. دسوق عبد الجليل	أ.د. لطف الله إمام أ.د. زينات طبالة وآخرون
333	قطاع الخدمة المدنية في مصر وإمكانيات التطوير في ظل الاقتصاد الرقمي	يوليو 2022	د. أمل زكريا	أ.د. فريد عبد العال وآخرون
334	التوجه التصديري للزراعة المصرية : بين الواقع والطموح	يوليو 2022	أ.د. هدى صالح النمر	أ.د. وحيد مجاهد د. أحمد رشاد وآخرون
335	تحليل هيكل القوي العاملة في الاقتصاد المصري في ظل الثورة الصناعية الرابعة	يوليو 2022	د. حجازى الجزار	د. وفاء مصلحي د. سحر عبود وآخرون
336	الإنفاق الصحي في مصر بين اعتبارات الكفاءة والفاعلية	يوليو 2022	أ.د. عزة عمر الفندرى	أ.د. محمود عبد الحى أ.د. لطف الله إمام، وآخرون
337	العناقيد الصناعية لقطاع تكنولوجيا المعلومات في مصر : التحديات والفرص الواعدة	يوليو 2022	أ.د. بسمة الحداد	ا.د. فادية عبد السلام واخرون
338	بناء القاعدة التكنولوجية الوطنية في مصر والتصنيع المحلّي للآلات والمعدات الإنتاجية	يوليو 2022	أ.د. محمد عبد الشفيع	أ.د. محمود عبد الحى أ.د. حجازي الجزار وآخرون
339	متطلبات النهوض بالتعاونيات الزراعية في مصر في سياق رؤية مصر 2030	يوليو 2022	أ.د. حنان رجائي	أ.د. سمير عريقات أ.د. نجوان سعد الدين وآخرون
340	تداعيات جائحة كورونا على الأسرة المصرية من منظور تنموي	يوليو 2022	أ.د. مجدة إمام	أ.د. زينات طبالة أ.د. إيمان منجى وآخرون
341	سياسة التنمية الحضرية كآلية لتنمية الاقتصاد المحلي (بالتطبيق على مدينة القاهرة)	يوليو 2022	أ.د. فريد عبد العال	أ.د. سيد عبد المقصود أ.د. سحر إبراهيم وآخرون
342	تطبيقات التكنولوجيا الحيوية ودورها في دعم التنمية المستدامة في مصر	يوليو 2022	أ.د. ماجد خشبة	أ.د. أماني الريس وآخرون
343	الإطار المؤسسي لحيازة واستغلال الأراضي الزراعية الجديدة في إطار التنمية الزراعية المستدامة	فبراير 2023	أ.د. عبد الفتاح حسين	أ.د. سعد زكى نصار، وآخرون
344	استشراف الآثار المرتقبة لتداعيات أزمة الحرب الروسية الأوكرانية: الانعكاسات على أوضاع الأمن الغذائي المصري وإمكانيات وسبل المواجهة	يوليو 2023	أ.د. هدى صالح النمر	أ.د. علاء زهران، أ.د. خالد عبد العزيز عطية وآخرون
345	حوكمة التكنولوجيات البازغة لدعم التنمية المستدامة – خبرات دولية ووطنية مقارنة	أبريل 2023	أ.د. ماجد خشبة	أ.د. علاء زهران، أ.د. خالد عبد العزيز عطية

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
				وآخرون
346	قراءة تحليلية لتطور مستويات التنمية البشرية في مصر	يوليو 2023	أ.د. زينات طبالة	د. أحمد سليمان، أ.د. عزة الفندرى وآخرون
347	تقدير تكاليف المعيشة في ضوء المستجدات الدولية والمحلية	يوليو 2023	أ.د. محمود عبد الحى	أ.د. سحر الهائي، أ.د. سيد عبد المقصود وآخرون
348	التمكين الاقتصادي للمرأة في إطار تعزيز تنافسية الاقتصاد المصري	يوليو 2023	أ.د. إجلال راتب	أ.د. فادية عبد السلام، أ.د. سلوى مرسى وآخرون
349	الإدارة المستدامة للمخلفات الالكترونية في مصر	أبريل 2024	أ.د. خالد عطية	أ.د. علاء زهران أ.د. نفيسة أبو السعود
350	دَوْر التقنيات الزِراعِيَّة الحَدِيثَة وتطبيقاتها فِي تَعزِيز اسْتِدامَة الزِّرَاعَة وَالغِذاء فِي مِصر "التحديات والفُرص"	أبريل 2024	أ.د. هدى صالح النمر	أ.د. أحمد برانية أ.د. علاء زهران
351	دور نظم المعلومات المكانية في ادارة منظومة التنمية العمرانية فى مصر- بالتطبيق على الساحل الشمالي الغربي	أبريل 2024	أ.د. فريد عبد العال	أ.د. سيد عبد المقصود أ.د. أحمد البقلي
352	ما بعد حياه كريمة: تشغيل الخدمات، استدامة الموارد، والتخطيط المحلى	أبريل 2024	أ.د. أحمد البقلي	أ.د. سيد عبد المقصود أ.د. فريد عبد العال
353	حركة الافروسنتريك وتأثيراتها المستقبلية على مصر والسيناريوهات المتوقعة والسياسات الممكنة لدعم صانع القرار	أبريل 2024	د. هبة جمال الدين	أ.د. بسمة الحداد د. حسن ربيع
354	إطار مقترح لعمل سوق الكربون في مصر	أبريل 2024	د. منى سامى	أ.د. أماني الريس د. يحيى حسين
355	Refugees in Egypt: Impacts and Policy Recommendations	أبريل 2024	د. نجلاء حرب	أ.د. فادية عبد السلام أ.د. محمود عبد الحى
356	دور صناعة الفضاء في دعم التنمية المستدامة في مصر في ضوء الخبرات العالمية	أبريل 2024	أ.د. ماجد خشبة	د. مها الشال د. عصام الجوهري
357	نظم الحماية الاجتماعية في مصر في ضوء التحديات المعاصرة	يناير 2025	أ.د دسوقى عبد الجليل	أ.د لطف الله إمام أ.د زينات طبالة وآخرون
358	التغيرات المُناخية والقطاع الزراعي المصري: تحليل كمي وكيفي للآثار وسياسات وآليات المواجهة	يناير 2025	أ.د. هدى صالح النمر	أ.د علاء زهران أ.د خالد عطية وآخرون
359	تنمية الصادرات الزراعية والغذائية المصرية إلى الأسواق الأفريقية: التحديات والفرص	يناير 2025	أ.د. سحر الهائى	أ.د. هدى النمر أ.د. بركات الفرا وآخرون
360	دور بعض القطاعات الإنتاجية والخدمية في تحقيق هدف الصادرات حتى 2030	يناير 2025	أ.د. إجلال راتب	أ.د. فادية عبد السلام أ.د. حسين صالح وآخرون
361	مراكز فكر المستقبل في ضوء التغيرات العالمية رؤية مستقبلية لمراكز الفكر في مصر	يناير 2025	أ.د. هبة جمال الدين	أ.د. بسمة الحداد أ.د. ماجدة إبراهيم وآخرون

م	عنوان السلسلة	التاريخ	الباحث الرئيسي	الباحثون المشاركون
362	دور منطقة التجارة الحرة العربية الكبرى في تعزيز الاندماج في سلاسل القيمة العالمية	يناير 2025	أ.د. فادية عبد السلام	أ.د. إجلال راتب أ.د. محمد عبد الشفيع وآخرون
363	التنمية الاقتصادية المحلية بين العدالة المكانية والتنافسية العالمية" بالتطبيق على أقليم شمال الصعيد"	يناير 2025	أ.د. فريد عبد العال	أ.د. سيد عبد المقصود د. امل زكريا
364	تطوير التجمعات الحضرية (عواصم المحافظات) لتعزيز الروابط الحضرية-الريفية في مصر	يناير 2025	أ.د. أحمد البقلى	أ.د. سيد عبد المقصود أ.د. فريد عبد العال
365	نحو سياسة وطنية لتعزيز قدرات البحث والتطوير والابتكار في القطاع الصناعي المصري	يناير 2025	أ.د. ماجد خشبة	أ.د. علاء زهران د. مها الشال
366	السياسات وآليات التنفيذ الرامية إلى تحسين الأمن الغذائي في ظل ندرة المياه وتغير المناخ في مصر	يناير 2025	أ.د. عبد العزيز إبراهيم	أ.د. أحمد برانية أ.د. بركات الفرا
367	المسح التتبعي للقيم الثقافية المصرية	فبراير 2025	أ.د. هويدا رومان	أ.د. سعيد المصرى أ.د. عبير صالح
368	دور التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في تحسين منظومة التأمين الصحي الشامل	أبريل 2025	أ.د. نيفين مكرم	أ.د عزة الفندري أ.د. لطف الله إمام وأخرون
369	تأثير تطبيق الآلية الأوروبية لتعديل حدود الكربون على الصادرات المصرية (دراسة تطبيقية على قطاع الأسمدة).	2026	أ.د. سحر البهائي	أ.د. خالد عطية، أ.د. نفيسة أبو السعود وأخرون

Arab Republic of Egypt

Institute of National Planning

Planning and Development Issues Series

Impact of the European Carbon Limit Adjustment Mechanism on Egyptian Exports (A Case Study on the Fertilizer Sector)

No. (369) – 2026