

الحجج الاقتصادية من أجل التخفيف من الانبعاثات في البلاد التونسية

دراسات حالة من قطاعات النقل
والصناعة والنفايات



إخلاء مسؤولية

يتم إجراء هذا البحث تحت رعاية برنامج مرفق المساعدة الفنية لشمال إفريقيا (NATAF) من قبل "علي شلبي للاستشارات (ACC)، وهي شركة استشارات تنموية مقرها تونس وشريك منقذ. ويتم تمويل برنامج مرفق المساعدة الفنية لشمال إفريقيا من قبل وزارة الخارجية البريطانية والكونولث والتنمية (FCDO)، وتنفذه شركة "Tetra Tech" للتنمية الدولية. وإنّ الآراء الواردة في هذه الوثيقة هي آراء المؤلف ولا تعكس رأي السفارة البريطانية في تونس أو مكتب الكونولث والتنمية.

السيد ماثيو فورمان (Mathew Forman)، القائم بأعمال المملكة المتحدة



تفخر السفارة البريطانية في تونس بدعم إنتاج هذا التقرير الذي يحمل عنوان «الحجج الاقتصادية من أجل التخفيف من الانبعاثات في البلاد التونسية: دراسات حالة من قطاعات النقل والصناعة والنفايات». تم إعداد التقرير تحت إشراف مرفق المساعدة التقنية لشمال أفريقيا (NATAF) الممول من حكومة المملكة المتحدة وبالتعاون مع الحكومة التونسية. ويشكل هذا التقرير الإنتاج الأول في سلسلة تتكون من جزأين حول تغير المناخ والاقتصاد في تونس. ويتم إصدار التقرير الثاني الذي يحمل عنوان «الأثار الاقتصادية لتغير المناخ في تونس» بالتوازي مع هذا التقرير.

تلتزم المملكة المتحدة، بصفتها مضيفة مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP 26) في غلاسكو في نوفمبر 2021، وكشريكة عالمية رائدة في العمل المناخي، بتكليف السياسات الاقتصادية القائمة باعتبارها ضرورية ومفيدة. تشهد تونس تأثير تغير المناخ بشكل مباشر الذي يهتم السكان بمعالجته. ومع ذلك، يحتاج القادة إلى رؤية أرقام شديدة التأثير تظهر الحاجة الاقتصادية الملحة لإحداث التغييرات اللازمة من أجل جعل أهداف الصافي الصفري تصبح حقيقة.

يهدف هذا التقرير إلى إيضاح تلك الرؤية وبيئها، بالاستناد إلى دراسات الحالة من قطاعات النقل والصناعة والنفايات الرئيسية، أن الحد من الانبعاثات لا يعني الحد من الفعالية أو فقدان الأعمال. حيث تظهر دراسات الحالة بوضوح أن الانتقال إلى اقتصاد محايد للكربون في هذه القطاعات الثلاثة ليس فقط مفيداً للبيئة في تونس، بل مفيد أيضاً للاقتصاد التونسي بشكل كامل. وتسعى هذه النتائج إلى بناء إجماع أوسع بين القطاعين العام والخاص حول فوائد اتباع سياسات وممارسات محايدة للكربون.

وتحقيقاً لهذه الغاية، أود أن أشكر جميع المشاركين في نشر هذا التقرير وأتطلع إلى رؤية الحكومة التونسية والشركاء التجاريين يستخدمون البيانات كمصدر إلهام لصنع القرار الشجاع وطويل الأجل. وستظل المملكة المتحدة شريكاً داعماً وقريباً لتونس في هذا المسعى.

التمهيد المقترح لمعالي السيدة الوزيرة



معالي الوزيرة السيدة ليلي الشيخاوي وزيرة البيئة - تونس
شكلت الدورة السادسة والعشرون لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ المنعقدة في غلاسكو في الفترة الممتدة من 31 أكتوبر إلى 12 نوفمبر 2021 فرصة متجددة للتذكير بالحاجة الملحة للعمل المناخي الفعال والالتزام المعزز من جميع دول العالم.

في تونس، ندرك وجود هذه الحاجة الماسة ويجب علينا اليوم الالتزام بهذا العمل من أجل ترسيخ الأسس الملائمة للتنمية أنظف وأكثر استدامة وشمولية ومنخفضة الكربون وأكثر مرونة.

كما يجب علينا، انطلاقاً من هذه الزاوية، اعتبار تحقيق حياد الكربون بحلول عام 2050 هدفاً طارئاً أولوية مطلقة. ويهدف هذا الخيار الاستراتيجي إلى تعزيز التحول الجذري لتنميتنا من خلال إتاحة فرص كبيرة لصون مواردها الطبيعية وبيئتنا وخلق شكل جديد من الثروات الاقتصادية القائمة على الابتكار والانفتاح على الأسواق الدولية.

بالإضافة إلى ذلك، يساهم حياد الكربون إلى حد كبير في خلق فرص العمل ومكافحة الفقر وتقليص التفاوت بين البلديات والجهات في تونس.

وفي نفس الوقت ونظراً لتعرض تونس بشكل مؤكد للآثار الجلية لتغير المناخ، فيجب أن تعطي التنمية المستقبلية في تونس الأولوية المطلقة للحفاظ على النظم البيئية والموارد الطبيعية وضمان الأمن الغذائي.

تظهر الخطوات الوسيطة لسياستنا المناخية، التي تتجلى بشكل واضح في النسخة المحيثة لمساهماتنا المحددة وطنياً التي تم إرسالها في أكتوبر 2021 إلى الاتفاقية، التزام تونس بجمع التحديات المناخية بالأولويات التنموية في تونس.

لقد اعتمدت مساهماتنا المحددة وطنياً رؤية ابتكارية تمنح الأولوية للتحديات المناخية خاصة التحديات التي تواجه القطاعات الأكثر استراتيجية، على غرار قطاع الطاقات المتجددة والصناعة النظيفة والفلاحة المستدامة والإدارة الأفضل للنفايات، من خلال تدعيم أسس الاقتصاد الدائري الذي يحظى بقدرات كبيرة لخلق الثروات والابتكار التكنولوجي ومواطن الشغل للأجيال الحالية واللاحقة.

الفهرس

5	قائمة الاختصارات والمختصرات	
6	الملخص التنفيذي	
8	المقدمة	1
10	قطاع النفايات: الخلاصات	2
11	المقدمة والسياق	
13	دراسة حالة: جبل شاكير	
14	الفائدة 1: خفض الانبعاثات	
15	الفائدة 2: تحسين الأمن الطاقوي	
16	التحليل من منظور النوع الاجتماعي	
17	الخلاصات	
18	قطاع النقل: الخلاصات	3
19	المقدمة والسياق	
20	دراسة حالة	
21	الفائدة 1: خفض الانبعاثات	
22	الفائدة 2: تحسين الأمن الطاقوي	
23	الفائدة 3: تحسين جودة الهواء	
24	الفائدة 4: خلق مواطن شغل	
26	التحليل من منظور النوع الاجتماعي	
27	الخلاصات	
28	قطاع الصناعة: الخلاصات	4
29	المقدمة والسياق	
31	قطاع الصناعة: دراسة حالة	
32	الفائدة 1: خفض الانبعاثات	
33	الفائدة 2: الاقتصاد في الطاقة	
34	التحليل من منظور النوع الاجتماعي	
35	الخلاصات	
36	قطاع الطاقة: استعراض دراسات	5
37	المقدمة والسياق	
39	الفوائد المشتركة للانتقال الطاقوي فس تونس	
40	الفوائد المشتركة على مستوى الاقتصاد والتشغيل	
41	الفوائد المشتركة على المستوى الاجتماعي	
42	الفوائد المشتركة المرتبطة بالقدرة على التكيف في مجال الفلاحة	
43	التحليل من منظور النوع الاجتماعي	
44	الخلاصات	6

قائمة الاختصارات والمختصرات

الشركة الوطنية لتوزيع النفط	AGIL
الوكالة الوطنية للتصرف في النفايات / Agence Nationale de Gestion des Déchets	ANGED
الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة / L'Agence Nationale de Maitrise de l'Energie	ANME
الوكالة الوطنية لحماية المحيط / Agence Nationale de Protection de l'Environnement	ANPE
التقاط وتخزين الكربون	CCS
آلية التنمية النظيفة	CDM
وكالة حماية البيئة	EPA
مركبة كهربائية	EV
الناتج المحلي الخام	GDP
الغازات الدفيئة	GHG
منظمة العمل الدولية	ILO
مصادر الطاقة المتجددة المتقطعة	IRES
الغازات الناشئة عن المصّب	LFG
وزارة الشؤون المحلية والبيئة	MLAE
الرصد والإبلاغ والتحقق	MRV
النفايات الصلبة البلدية	MSW
ميغاواط	MW
إجراءات التخفيف الملائمة وطنياً	NAMA
المساهمات المحددة وطنياً	NDC
وحدة تنسيق النقل الوطني	NTU
خطة التنقل الحضري الوطنية	NUMP
أهداف التنمية المستدامة	SDG
الشركة التونسية للكهرباء والغاز	STEG
سخان مياه بالطاقة الشمسية	SWH
التصرف في النفايات الصلبة	SWM
دينار تونسي	TD
مخطط الطاقة الشمسية التونسي	TSP
الأمم المتحدة	UN
منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية	UNIDO
دولار أمريكي	USD
منظمة الصحة العالمية	WHO

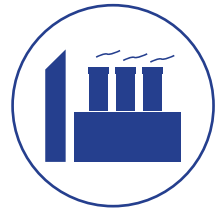
الملخص التنفيذي

لدى تونس فرصة رئيسية لرفع مستوى الطموح في إجراءات التخفيف في القطاعات التي تم تجاهلها سابقاً بعد تحيينها لمساهمتها المحددة وطنياً (NDC) مؤخراً ومع قيامها حالياً بإجراء تحيين أوسع. ركزت المساهمة المحددة وطنياً لعام 2015 بشكل كبير على قطاع الطاقة، حيث تم تخصيص 85% من إجمالي متطلبات الإنفاق التقديرية لهذا القطاع. 1 مع وضع هذا في الاعتبار، توفر الأشهر والسنوات القليلة المقبلة فرصة لتونس من أجل تعزيز مصداقية أهداف التخفيف الخاصة بها ورفع الطموح في مجموعة أوسع من القطاعات. يركز هذا التقرير على قطاعات النفايات والنقل والصناعة، والتي تم تجاهلها إلى حد كبير حتى الآن في إجراءات التخفيف الوطنية رغم أهميتها الكبيرة من حيث مساهمتها في الانبعاثات والانداب والنمو الاقتصادي.

يعرض هذا التقرير الحجج الاقتصادية من أجل أعمال إجراءات التخفيف في قطاعات النفايات والنقل والصناعة. يقدم كل من هذه القطاعات مسارات من شأنها المساهمة في وقت واحد في الحد من الانبعاثات وتحقيق نمو اقتصادي مستدام على المدى الطويل. يحدد التحليل الفوائد المشتركة المرتبطة بكل قطاع مدعوماً بدراسة حالة توضيحية. عند القيام بذلك، يبرهن هذا التقرير على أن الاستثمارات في التحول منخفض الكربون هي خيارات اقتصادية ذكية ومفيدة للعمالة والنمو الاقتصادي.

في قطاع النفايات، يمكن استغلال الغازات الناشئة عن المصنّات مباشرة في توليد الكهرباء. نجحت تونس في تركيب أنظمة الالتقاط والحرق في معظم مصنّات النفايات الخاضعة للرقابة، ومع ذلك يوفّر استخدام الغاز الناشئ عن المصنّب (LFG) في توليد الكهرباء فوائد كبيرة في خفض الانبعاثات وبإمكانه أن يحل محل واردات الغاز الطبيعي.

تركّز دراسة الحالة على أكبر مصنّب للنفايات في البلاد، وهو جبل شاكير، والذي كان يحتوي على نظام التقاط وحرق تم تركيبه في عام 2008. لو تم تركيب نظام تحويل النفايات إلى طاقة بدلاً من ذلك، كان من الممكن تقليل الانبعاثات بنسبة 12% مع القيام بتوليد الكهرباء لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في البلاد. بالإضافة إلى ذلك، كان المشروع سيقبل من الحاجة إلى استيراد الغاز الطبيعي بشكل كبير. تبلغ القيمة السوقية لـ 370 ألف مليون وحدة حرارية بريطانية (MBtu) من الغاز الناشئ عن المصنّب 20 مليون دولار أمريكي. توضح دراسة الحالة هذه حجم الفوائد الاقتصادية والبيئية المزدوجة التي يمكن تحقيقها إذا تم تركيب أنظمة تحويل النفايات إلى طاقة في مصنّات النفايات في جميع أنحاء تونس.



وفي الوقت نفسه، ينمو قطاع النقل في تونس بسرعة ويوجد فرصة كبيرة لتوسيع حلول التنقل الكهربائي. يعتبر النقل البري المساهم الرئيسي في انبعاثات الغازات الدفيئة في قطاع النقل، والتي تمثل خمس إجمالي الانبعاثات في البلاد.



تركز دراسة الحالة على نشر 50.000 سيارة كهربائية بحلول عام 2025، مع نمو السوق بشكل مستدام بعد ذلك. يمكن أن يؤدي استبدال المركبات العاملة بمحركات الاحتراق الداخلي بالمركبات الكهربائية إلى تقليل واردات الوقود بمقدار 660 مليون دولار أمريكي خلال الفترة 2020 - 2030، مما يوفر فوائد تتعلق بأمن الطاقة وجودة الهواء. يوفر نشر السيارات الكهربائية أيضاً فرصاً لخلق مواطن شغل في تصنيع وصيانة المركبات نفسها وكذلك البنية التحتية الخاصة بالشحن الكهربائي. بالإضافة إلى الفوائد البيئية والاقتصادية المذكورة أعلاه، تقدم أساطيل المركبات الكهربائية فرص نمو متبادلة للطاقة الخضراء في تونس مما يوفر فرص تخزين واسعة النطاق لمصادر الطاقة المتقطعة بما في ذلك الطاقة الشمسية.

يعدّ إنتاج الأسمنت إلى حد كبير المصدر الرئيسي للانبعاثات الصناعية، ومن شأن التحسينات في عمليات التصنيع أن تعود بفوائد بيئية وتكاليف أقل. يتسبب إنتاج مادة الكلنكر (مادة وسيطة) في 85% من انبعاثات الغازات الدفيئة خلال عملية إنتاج الأسمنت. يؤدي التفاعل الكيميائي الذي يُنتج الكلنكر إلى إطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون من تلقاء نفسه، ولكن هذا التفاعل يحدث أيضاً في درجات الحرارة العالية داخل الأفران التي تنتج انبعاثاتها الخاصة.

¹ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2015). المساهمة المحددة وطنياً لتونس. موجود على الرابط:

<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tunisia%20First/INDC-Tunisia-English%20Version.pdf>

تركز دراسة الحالة على تقليل نسبة الكلنكر إلى الأسمنت واستبدال الكلنكر جزئيًا بمنتجات معدنية أخرى. من خلال خفض نسبة الكلنكر إلى الأسمنت إلى 74% بحلول عام 2030 (من القيمة الأولية البالغة 85%)، لن تتمكن تونس من خفض الانبعاثات المرتبطة بإنتاج الأسمنت فحسب، بل ستستطيع أيضا توفير 330 مليون دولار أمريكي من تكاليف الطاقة. ويمكن لهذا الإجراء أن يعزز القدرة التنافسية لهذا القطاع الاستراتيجي، نظرًا لأن الطاقة تمثل أهم تكلفة في مدخلات إنتاج الأسمنت.



التزمت تونس بإدماج النوع الاجتماعي في برامج التخفيف من آثار تغير المناخ وتطوير الاقتصاد الأخضر. وإدراكًا لهشاشة النساء بشكل خاص أمام تغير المناخ، تضمن البلاغ الوطني الثالث لتونس لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC) النوع الاجتماعي كقضية مشتركة بين القطاعات.² واستمر هذا الزخم، مع وزارة المرأة والأسرة وكبار السن في عملية إعداد خطة عمل وطنية للمساواة بين الجنسين والمناخ لتحسين مشاركة المرأة في صنع القرار وضمان نفاذها إلى الابتكارات الخضراء.

وفقًا للمنهجية التي طورتها هيئة الأمم المتحدة للمرأة، قد تؤدي إجراءات التخفيف التي تمت مناقشتها في هذا التقرير إلى إحداث تأثير "محايد" في الغالب على معالجة عدم المساواة بين النوع الاجتماعي وتحويل حياة النساء. يقيم هذا التقرير أنشطة التخفيف في كل قطاع فيما يتعلق بالنوع الاجتماعي ويقدم توصيات لضمان تحقيق إجراءات التخفيف للمساواة بين النوع الاجتماعي، مما يساعد على دعم التزام الحكومة التونسية بإدماج النوع الاجتماعي في برامج التخفيف من آثار تغير المناخ.

المقدمة

تقدّم العملية الحالية لتحسين المساهمة المحددة وطنياً في تونس (NDC) فرصة رئيسية لزيادة الطموح من أجل أعمال التخفيف في القطاعات التي تم التفاوض عنها سابقاً. ألزمت المساهمة المحددة وطنياً لعام 2015 تونس بخفض كثافة الكربون في نشاطها الاقتصادي بنسبة 41% بحلول عام 2030، مقارنة بعام 2010. تركزت الإجراءات التي تقود إلى تحقيق هذا الهدف في قطاع الطاقة، مع هدف قطاعي لخفض كثافة الكربون بنسبة 46%. ومن المهم الاستمرار في تعزيز مصداقية هذه الأهداف والحفاظ على الدعم السياسي للإجراءات الأساسية، مع قيام تونس بتحسين مساهمتها المحددة وطنياً. لتسهيل ذلك، يهدف هذا التقرير إلى توضيح أن الاستثمارات في التحوّل منخفض الكربون هي خيارات اقتصادية ذكية ومفيدة للتشغيل والنمو الاقتصادي، وليس للمناخ فقط. من خلال التركيز على قطاعات النفايات والنقل والصناعة، يهدف هذا التقرير أيضاً إلى لفت الانتباه إلى القطاعات المهمة التي لم تحظ بعد بقدر كبير من الاهتمام مثل ما حظي به قطاع الطاقة، والتي تعدّ قطاعات مهمة لتونس من حيث المساهمة في الانبعاثات والتشغيل والنمو الاقتصادي. لتحقيق هذه الأهداف، يحدد هذا التقرير الفوائد المحتملة المرتبطة بإجراءات التخفيف في كل من القطاعات الثلاثة، باستخدام مقاربة دراسة الحالة من أجل تقديم أمثلة توضيحية على الإجراءات في السياق التونسي. تمت الموافقة على دراسات الحالة والتحقق من صحتها من خلال العمل مع وزارة الشؤون المحلية والبيئة ووزارة الخارجية ووزارة الفلاحة والموارد المائية والثروة السمكية ووزارة الصحة ووزارة النقل ووزارة السياحة والوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة والديوان الوطني للتطهير، بالإضافة إلى خبراء من الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ) ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO). يتم تفصيل دراسات الحالة المختارة في كل قطاع أدناه. يمكن العثور على تفاصيل حول المنهجية في الملحق رقم 1.

دراسة الحالة الاستثمارية المختارة في قطاع النفايات هي عبارة عن مشروع طاقة لاستغلال الغاز الناشئ عن المصّب في توليد الكهرباء. ساهم التوسّع السريع للمناطق الحضرية والتغيرات في نمط حياة الناس في زيادة مستويات النفايات الصلبة، مع ما صاحب هذا من زيادات في الانبعاثات. علاوة على ذلك، أدت زيادة نسبة سكان المناطق الحضرية،³ إلى جانب التغيرات في نمط حياة الناس،⁴ إلى زيادة النفايات الصلبة البلدية (MSW).⁵ بشكل عام، يعدّ قطاع النفايات مسؤولاً عن 7.2% من انبعاثات الغازات الدفيئة السنوية في تونس (3.1 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون)، ومعظم هذه الانبعاثات (2.7 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون) تأتي من غاز الميثان الناتج عن تحلل المواد العضوية في مصبّات النفايات. تحدد المساهمة المحددة وطنياً لعام 2015 في تونس الإجراءات الخاصة بالتقاط وحرق الغاز الناشئ عن المصّب، ومع ذلك، يمكن تحقيق قدر أكبر من التخفيف من خلال استغلال الغاز الناشئ عن المصّب في توليد الكهرباء - ومن شأن هذا أيضاً أن يحل محلّ واردات الغاز الطبيعي من الجزائر.

تركز دراسة الحالة الاستثمارية المختارة في قطاع النقل على توسيع نشر استخدام المركبات الكهربائية.

تعتبر الانبعاثات الناشئة عن النقل في تونس كبيرة وهي مستمرة في النمو، لا سيما مع الزيادات في ملكية السيارات الخاصة، حيث يفوق النمو الحضري الاستثمار في النقل العام. وقطاع النقل مسؤول عن 20% من انبعاثات الغازات الدفيئة الوطنية وعن 26% من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة،⁶ في حين زادت الانبعاثات بشكل كبير خلال السنوات الأخيرة بسبب الزيادات الكبيرة في ملكية السيارات الخاصة،⁷ حيث أن النمو الحضري والتوسع العمراني يفوقان الاستثمار في النقل العام. تحدد دراسة الحالة فوائد النشر الموسع لاستخدام السيارات الكهربائية كم أجل الوصول إلى هدف الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة (ANME) المتمثل في 50.000 سيارة كهربائية بحلول عام 2025، على افتراض أن هذا يحقّق نمو السوق المستدام. يقدر هذا التحليل خلق مواطن شغل في مجالات تركيب وتشغيل وصيانة البنية التحتية للشحن الكهربائي عند تقييم الفوائد الاقتصادية المشتركة. علاوة على ذلك، فإنه يقدر أيضاً وفورات الوقود الناتجة عن إزاحة المركبات العاملة بمحركات الاحتراق الداخلي. يحدد التحليل أيضاً فوائد تقليل تلوث الهواء على صحة السكان.

³ ارتفع عدد سكان المناطق الحضرية في البلاد التونسية - كسبة من إجمالي السكان - من 63.4 % عام 2000 إلى 69.6 % عام 2020. البنك الدولي، (2020)

النسبة المئوية للسكان في المناطق الحضرية من مجموع السكان موجود على الرابط: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>

⁴ تمت ملاحظته من خلال زيادة كمية وتنوع النفايات الصلبة البلدية في تونس، كما أفاد به عايد، أ وآخرون (2013). إدارة النفايات البلدية الصلبة بمدينة تونس، تونس. موجود على الرابط: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002110>

⁵ عايد، أ وآخرون (2013). إدارة النفايات البلدية الصلبة بمدينة تونس، تونس. موجود على الرابط: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002110>

⁶ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ). مفهوم التخفيف من الغازات الدفيئة في السياسة الوطنية للتقليل الحضري في البلاد التونسية. موجود على الرابط: <https://www.changing-transport.org/publication/ghg-mitigation-concept-tunisia>

⁷ ينمو أسطول السيارات في تونس سنوياً بمعدل يتراوح بين 70 و80 ألف سيارة، من قاعدة منخفضة نسبياً. كلرنيس وآخرون (2018) استعراض القدرات الخاص بالبلاد التونسية. موجود على الرابط: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentId=080166e5bb0d625d&appId=PPGMS>

تركز دراسة الحالة الاستثمارية المختارة في القطاع الصناعي على تقليل نسبة الكلنكر في صناعة الأسمنت.

ينتج قطاع الأسمنت أكثر من ثلاثة أرباع الانبعاثات الصناعية وهو مسؤول عن 8.3 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون، أو أكثر من 14% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفينة الوطنية في عام 2017. ⁸ تتضمن المساهمات المحددة وطنياً الحالية في تونس فرصة لتقليل الانبعاثات التراكمية من قطاع الأسمنت بمقدار 20 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون بين سنتي 2017 - 2030. ⁹ تركز دراسة الحالة على خفض نسبة الكلنكر إلى الأسمنت لتوضيح تأثير إجراءات التخفيف في هذا القطاع. تمثل الانبعاثات الناشئة عن إنتاج المنتج الوسيط، الكلنكر، 85% من الانبعاثات الناتجة عن إنتاج الأسمنت، ¹⁰ ويعود هذا في الغالب إلى إزالة الكربون من الحجر الجيري وإلى المستويات العالية من الانبعاثات الحرارية، حيث أن درجات الحرارة المرتفعة ضرورية لتحقيق هذا التفاعل الكيميائي. ويمكن تجنب بعض هذه الانبعاثات من خلال استبدال الكلنكر بمكونات معدنية مطحونة بدقة. تقدر دراسة الحالة على وجه التحديد فوائد تقليل نسبة الكلنكر لتتماشى مع المتوسط الذي توصي به الجمعية الأوروبية للأسمنت (CEMBUREAU) بحلول عام 2025، ¹¹ والالتزام بأهداف الجمعية الأوروبية للأسمنت منذ أن يتحقق ذلك. ¹² يمكن أن يكون لهذه الفوائد أثر في تقليل استهلاك الطاقة، مما يعزز الأمن الطاقوي ويقلل من تلوث الهواء.

بعد تقديم خلاصات دراسة الحالة، كما هو موجود في الأقسام 2 و 3 و 4، تتطرق الدراسة أيضاً إلى قطاع الطاقة في القسم 5. من خلال استعراض دراسات، يحدد هذا القسم الخطط الحالية لإجراءات التخفيف في القطاع كما هو موضح في المساهمات المحددة وطنياً الحالية في تونس والخطة التونسية للطاقة الشمسية (TSP) وخطة العمل الخاصة بالطاقات المتجددة، مع تحديد الفوائد الاقتصادية ذات الصلة والمتوقعة لهذا الإجراء.

يركز التحليل من منظور النوع الاجتماعي المدرج في جميع أنحاء التقرير على تقييم الأنشطة والفوائد وفقاً للكيفية التي تساهم بها في تحويل حياة النساء. بالنظر إلى دراسة الحالة وطبيعة التحليل، تفتقر الأنشطة إلى التفاصيل اللازمة من أجل تقييم كيفية تفريق الأنشطة بين المجموعات المستهدفة. لذلك، يقترح التحليل بعض التوصيات حول كيفية تصميم الأنشطة بحيث تراعي الفوارق بين الجنسين وتدعم مشاركة المرأة في إجراءات التخفيف.

يفرق التحليل أيضاً بين دراسة الحالة المحددة وإجراءات التخفيف الأوسع داخل القطاع.

تمشيا مع المبادئ التوجيهية لهيئة الأمم المتحدة للمرأة، ¹³ يتم إسناد واحدة من خمس درجات تقييمية للأنشطة:

1 **سلبى:** تُستخدم العلاقات والقوالب النمطية الجنسانية والثقافية لتحقيق هدف محدد، تعزز أو تستغل الأنشطة المعايير الجنسانية غير المنصفة؛

2 **حيادي:** لا يُنظر إلى النوع الاجتماعي والفئات الهشة على أنها جانب ذي صلة ولا يتم أخذ الصور النمطية في الاعتبار، تعمل الأنشطة حول المعايير الثقافية والجنسانية القائمة؛

3 **حساس:** تشمل الأنشطة تدابير لتحييد أوجه عدم المساواة وعدم الإنصاف بين النوع الاجتماعي التي تواجهها الفئات الهشة، أو مراعاة عدم المساواة القائمة في تحقيق الأهداف الأخرى وضمان أن العمليات والأنشطة لا تؤدي إلى تفاقم عدم المساواة بين النوع الاجتماعي؛

4 **إيجابي / متجاوب:** الأنشطة التي تسعى إلى تغيير الأنماط والعلاقات القائمة وتعالج التوزيع العادل للمنافع والموارد والوضعيات والحقوق؛ لكنها لا تعالج الأسباب الجذرية لعدم المساواة؛

5 **تحويلية:** تلك الأنشطة التي تهدف إلى تغيير العلاقات القائمة والمعايير والقيم الثقافية وهياكل السلطة وجذور عدم المساواة.

يعكس هذا التحليل التكميلي للنوع الاجتماعي أهمية دمج النوع الاجتماعي في إجراءات التخفيف.

⁸ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (GIZ)، الوعد البديل: حل التنمية المستدامة في قطاع الأسمنت

⁹ الشراكة من أجل جاهزية السوق (PMR) (2018)، مقترح جاهزية السوق التونسية.

¹⁰ الشراكة من أجل جاهزية السوق (PMR) (2014)، الإطار التنظيمي لتحديد نطاق أنشطة الشراكة من أجل جاهزية السوق (PMR).

¹¹ الجمعية الأوروبية للأسمنت (CEMBUREAU) هي جمعية مهنية لصناعة الأسمنت تضم 29 دولة عضو أوروبية وتركيا. الجمهور الأساسي الذي تستهدفه المنظمة هو أوروبا، من ذلك صناعي السياسات وأصحاب المصلحة المعنيين. وفي هذا الصدد، تقوم الجمعية بنقل وجهات نظر الصناعة حول جميع القضايا التقنية والبيئية والمتعلقة بالطاقة وبمراحل ما بعد الإنتاج ووضع السياسات.

¹² الجمعية الأوروبية للأسمنت (CEMBUREAU)، ترسيخ الصفة الأوروبية الخضراء.

¹³ هيئة الأمم المتحدة للمرأة (2016) النوع الاجتماعي وتعزيز المناخ - كتيب تدريبي. موجود على الرابط:

https://inovacije.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2020/08/Training-Handbook_Web-ENG.pdf

2 | قطاع النفايات الخلاصات

المقدمة والسياق

يتحمل قطاع النفايات في تونس المسؤولية عن انبعاثات سنوية تبلغ 3.1 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، أي ما يعادل 7.2% من الانبعاثات السنوية للغازات الدفيئة في البلاد. تتزايد كمية النفايات الصلبة البلدية المنتجة في تونس بمعدل نسبة سنوية قدرها 2.5%،¹⁴ وهي زيادة يغذيها توسع المناطق الحضرية وتغير نمط الحياة.^{15 16 17} وتمثل زيادة النفايات الصلبة البلدية مشكلة بالنسبة لأهداف التخفيف في تونس، حيث ينتج عن تحلل النفايات البلدية والصناعية وغيرها من النفايات الصلبة التي يتم التخلص منها في مصبات النفايات كميات كبيرة من غاز الميثان (CH₄). يعدّ خفض انبعاثات غاز الميثان في قطاع النفايات، باعتباره من الغازات الدفيئة ذات القدرة على زيادة الاحترار العالمي بمعدّل 27.9 مرة أكثر من ثاني أكسيد الكربون (CO₂) على امتداد 100 عام،¹⁸ قضية ملحة في الوقت الذي تسعى فيه الحكومات إلى الوفاء بتعهداتها بموجب اتفاقية باريس.¹⁹

لدى تونس إطار قانوني يؤسس مقاربة مستدامة للتصريف في النفايات الصلبة (SWM). تم وضع التشريع الأساسي للتصريف في النفايات الصلبة في القانون 96-41، والذي يحدد إطار العمل الخاص بممارسات التصريف المستدام في النفايات الصلبة. ويركّز هذا القانون في أهدافه الأساسية على الحد من النفايات عند المصدر وإعادة استخدامها كمصدر للطاقة، وذلك باستخدام مصبات النفايات كملاد أخير فقط وعندما لا يكون من الممكن إعادة تدويرها أو استعادتها مرة أخرى.²⁰ تقوم وزارة الشؤون المحلية والبيئة (MLAE) والوكالة الوطنية لحماية المحيط (ANPE) والوكالة الوطنية للتصريف في النفايات (ANGED) بتنفيذ الامتثال لهذه الأهداف، على الرغم من أن البلديات مسؤولة بالكامل عن التصريف في النفايات الصلبة البلدية (MSW).

اتخذت تونس بالفعل بعض الخطوات لتقليل الانبعاثات المرتبطة بالنفايات من مواقع مصبات النفايات من خلال إطلاق مبادرات آلية التنمية النظيفة (CDM) التي تستهدف تركيب أنظمة استرداد وحررق الغازات الناشئة عن مصبات النفايات (LFG) في 10 مصبات، بما في ذلك أكبر مصب في البلاد: جبل شاكير.²¹ و²² عن طريق التقاط وحررق غاز الميثان (CH₄) الموجود في الغازات الناشئة عن مصبات النفايات، تقوم هذه المنظومات بتحويل غاز الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون وماء. وقد أثبتت هذه السياسة فعاليتها في التخفيف، لأنّ قدرة ثاني أكسيد الكربون على زيادة الاحتباس حراري تعدّ أقل من قدرة غاز الميثان. تم تنفيذ هذه المشاريع في عام 2008 ومن المتوقع أن تنتج تخفيضات متراكمة من الانبعاثات تقدر بـ 6876 كيلو طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030 بتكلفة استثمارية قدرها 11.3 مليون دولار أمريكي.²³

وقد تم تحديد جهود تونس لزيادة خفض الانبعاثات من قطاع النفايات في المساهمات المحددة وطنياً وفي إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً (NAMA). وفقاً للمساهمات المحددة وطنياً الخاصة بتونس، ستحتاج البلاد إلى 17 مليار دولار أمريكي خلال الفترة الممتدة بين 2015 - 2030 للوفاء بأهداف التخفيف، منها 70 مليون دولار أمريكي مخصصة لقطاع النفايات الصلبة.²⁴ وتشمل التدابير برامج لإدخال أنظمة إزالة الغاز²⁵ في المصبات المراقبة للنفايات واسترداد الكهرباء من الغازات الملتقطة، على الأقل في أكبر المصبات الصحية للنفايات (SLFs). وتعززت هذه الأهداف عبر إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً في تونس،²⁶ والتي تشمل أيضاً خطأً لتأمين الطاقة من غاز الميثان المنبعث من المصبات المراقبة للنفايات.²⁷

¹⁴ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي (2014). تقرير حول التصريف في النفايات الصلبة في تونس. موجود على الرابط:

https://www.retech-germany.net/fileadmin/retech/05_mediathek/laenderinformationen/Tunesien_laenderprofile_sweep_net.pdf

¹⁵ ارتفع عدد سكان المناطق الحضرية في البلاد التونسية - كمنصة من إجمالي السكان - من 63.4% عام 2000 إلى 69.6% عام 2020. البنك الدولي (2020) النسبة المئوية للسكان في المناطق الحضرية من مجموع السكان موجود على الرابط: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB>. TOTL.IN.ZS

¹⁶ تمت ملاحظته من خلال زيادة كمية وتنوع النفايات الصلبة البلدية في تونس، كما أفاد به عابدي، أ وآخرون (2013). إدارة النفايات البلدية الصلبة بمدينة تونس، تونس. موجود على الرابط:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002110?via%3Dihub>

¹⁷ عابدي، أ وآخرون (2013). إدارة النفايات البلدية الصلبة بمدينة تونس، تونس. موجود على الرابط: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X13002110?via%3Dihub>

¹⁸ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (2021). تقرير التقييم السادس - تغير المناخ: أساس العلوم الفيزيائية. موجود على الرابط:

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf

¹⁹ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2019). الاقتصاد الدائري حاسم لأهداف باريس المناخية. موجود على الرابط:

<https://unfccc.int/news/circular-economy-crucial-for-paris-climate-goals>

²⁰ هاس، أ وآخرون (2021). التصريف في النفايات والكتلة الحيوية في تونس: الوضع الحالي والفرص المتاحة لإنتاج الوقود المتجدد. موجود على الرابط:

https://www.researchgate.net/publication/350278391_WASTE_AND_BIOMASS_MANAGEMENT_IN_TUNISIA_CURRENT_SITUATION_AND_OPPORTUNITIES_FOR_RENEWABLE_FUELS_PRODUCTION

²¹ آلية التنمية النظيفة (2018). مشروع مصب جبل شاكير لاسترداد الغاز وحررقه - تونس. موجود على الرابط: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1151885381.07/view>

²² آلية التنمية النظيفة (2018). استرداد غاز مصبات النفايات وحررقه لـ 9 مصبات نفايات مجمعة في تونس. موجود على الرابط: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1157359296.95/view>

²³ شراكة برنامج الأمم المتحدة للبيئة مع جامعة نيمارك التقنية (2021) (UNEP DTU). قاعدة بيانات خطوط أنابيب آلية التنمية النظيفة. موجود على الرابط: <https://cdmpipeline.org/>

²⁴ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2015). المساهمات المحددة وطنياً للبلاد التونسية. موجود على الرابط:

<https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tunisia%20First/INDC-Tunisia-English%20Version.pdf>

²⁵ إزالة المكونات الغازية من النفايات من خلال أنظمة التهيوية أو الاحتراق.

²⁶ تهدف إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً إلى تحقيق خفض في الانبعاثات بالنسبة لسببها "النشاط اليومي". على الرغم من أن إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً ليست مفهومًا جديدًا، إلا أن هناك اهتمامًا متجددًا بعد باريس باستخدام إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً كأداة لدفع تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً. لإطلاع المزيد، يرجى زيارة: المعهد الدولي للتنمية المستدامة (IISD). إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً كوسيلة لقيادة تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً. موجود على الرابط:

<http://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/namas-as-a-vehicle-for-driving-ndc-implementation/>

²⁷ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (التاريخ غير متوفر). خريطة إجراءات التخفيف الملزمة وطنياً - إجراءات ما قبل 2020 حسب الدول. موجود على الرابط:

<https://unfccc.int/topics/mitigation/workstreams/nationally-appropriate-mitigation-actions/nama-map-pre-2020-action-by-countries>

يتطلب خفض الانبعاثات من قطاع النفايات مقارنة شاملة تتضمن مزيجا من الحلول التكنولوجية والترتيبية. ستحتاج أي استراتيجية مدمجة للتصريف في النفايات الصلبة وضع أهداف للتوقي من النفايات ومعدلات محسنة للرسكلة واعتماد التحويل إلى سماد واسترداد الطاقة. وتشمل الخيارات الأخرى الأكثر تعقيدا تركيب مرافق احتجاز الكربون وتخزينه (CCS) في محطات الطاقة المستخرجة من النفايات،²⁸ والتي يوجد اهتمام متزايد بها في فضاء تمويل المناخ العالمي.²⁹ ستتطلب كل خيارات التخفيض هذه تحسين جمع النفايات والتصرف فيها ومعالجتها. لا يزال جمع النفايات البلدية الصلبة غير متجانس، بنسبة 80% في المناطق الحضرية و10% في المناطق الريفية. لا تستجيب العديد من مصبات النفايات البلدية للمعايير الصحية ويتم رمي 20% من النفايات، مما يؤدي إلى أضرار بيئية أوسع.

يركز تحليل دراسة الحالة أدناه على استخدام الغازات الناشئة عن مصبات النفايات في توليد الكهرباء. تتمتع تونس بإمكانية قوية لالتقاط واستخدام الغازات الناشئة عن مصبات النفايات كمصدر محتمل للطاقة، نظرا للمحتوى العضوي العالي في النفايات الصلبة البلدية. الغازات الناشئة عن المصب (LFG) هي منتج ثانوي طبيعي لتحلل المواد العضوية في مصبات النفايات وتحتوي على 50% من غاز الميثان (CH₄) و 50% من ثاني أكسيد الكربون (CO₂) بقيمة³⁰ تسخين تبلغ حوالي 500 وحدة حرارية بريطانية (Btu) لكل قدم مكعب قياسي (ft³)، تعتبر الغازات الناشئة عن المصب مصدرا مستداما للطاقة التي يمكن تحويلها إلى كهرباء من خلال المحركات أو التوربينات.³¹ وبما أن 68% من النفايات الصلبة البلدية في البلاد التونسية مكونة من مركبات عضوية، فإن إمكانية التقاط واستخدام الغازات الناشئة عن المصب كمصدر للطاقة هي إمكانية كبيرة. على الرغم من أن تونس لديها بعض الخبرة في استرداد الطاقة من النفايات في المنشآت الصغيرة،³² إلا أن التقدم المحرز في استرداد الغاز الحيوي من مصبات النفايات قد توقّف.³³ مع إزالة الكربون من نظام الطاقة في صميم استراتيجيات المناخ في البلاد، يعتبر تحويل النفايات إلى طاقة بديلة يمكن أن يدفع تونس في أهدافها المتعلقة بالطاقة المتجددة مع تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يخدم كلاً من الهدف 7 (طاقة نظيفة وبأسعار معقولة) والهدف 11 (مدن ومجتمعات مستدامة) من أهداف التنمية المستدامة.³⁴

²⁸ لجنة تغير المناخ (2020). ميزانية الكربون السادسة: النفايات. موجود على الرابط: <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2020/12/Sector-summary-Waste.pdf>

²⁹ معهد التقاط وتخزين الكربون (CCS Institute) العالمي (2019). تمويل التقاط وتخزين ثاني أكسيد الكربون في البلدان النامية. موجود على الرابط:

[/https://www.globalccsinstitute.com/resources/publications/reports-research/financing-ccs-in-developing-countries](https://www.globalccsinstitute.com/resources/publications/reports-research/financing-ccs-in-developing-countries)

³⁰ وكالة حماية البيئة (2020). كتيب تطوير مشروع الطاقة المستخرجة من الغازات الناشئة عن المصب. موجود على الرابط: <https://www.epa.gov/lmop/landfill-gas-energy-project-development-handbook>

³¹ المرجع نفسه.

³² وحدة إنتاج الغاز الحيوي من مخلفات الخضروات بينر القصة أو وحدة إنتاج الغاز الحيوي من نفايات رواسب الصرف الصحي بشطراة: حستان، أ. وآخرون (2021). التصرف في النفايات والكتلة الحيوية في تونس: الوضع الحالي والفرص المتاحة لإنتاج الوقود المتجدد. موجود على الرابط: https://www.researchgate.net/publication/350278391_WASTE_AND_BIOMASS_MANAGEMENT_IN_TUNISIA_CURRENT_SITUATION_AND_OPPORTUNITIES_FOR_RENEWABLE_FUELS_PRODUCTION

³³ حستان، أ. وآخرون (2021). التصرف في النفايات والكتلة الحيوية في تونس: الوضع الحالي والفرص المتاحة لإنتاج الوقود المتجدد. موجود على الرابط:

https://www.researchgate.net/publication/350278391_WASTE_AND_BIOMASS_MANAGEMENT_IN_TUNISIA_CURRENT_SITUATION_AND_OPPORTUNITIES_FOR_RENEWABLE_FUELS_PRODUCTION

³⁴ القطن، ن. وآخرون (2018). مراجعة إمكانات تقنيات تحويل النفايات إلى طاقة (WTE) لأهداف التنمية المستدامة (SDG) رقم سبعة وأحد عشر. موجود على الرابط: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008418301297>

دراسة حالة: جبل شاكير

تم إنشاء مصب جبل شاكير في عام 1999 ويقع في ولاية تونس في منطقة برج شاكير. يستقبل المصب نفايات من تونس وأريانة ومنوبة وبن عروس،³⁵ والتي تمثل 40% من النفايات المنزلية الوطنية المنتجة.³⁶ ويعد أكبر مصب نفايات في البلاد، بسعة 7 ملايين طن من النفايات الصلبة المحلية موزعة في ست أقسام.³⁷ وتتكوّن 77% من نفاياته من مواد عضوية (مثل نفايات الطعام والورق والخشب والقش). هذه الظروف (مجري النفايات العالية وتكوينها العضوي العالي) تجعل من جبل شاكير دراسة حالة مثالية لتقييم الفوائد الاقتصادية والفوائد المشتركة لتنفيذ مشروع استرداد طاقة من الغازات الناشئة عن المصب.

تستند دراسة الحالة هذه إلى مشروع استرداد وحرق الغازات الناشئة عن مصب جبل شاكير الذي تم تنفيذه من خلال آلية التنمية النظيفة في عام 2008.³⁸ بما أن خمسة من أقسامه الست أصبحت الآن ممتلئة بالكامل،³⁹ سيؤدي إرساء مشروع لتنميين تحويل النفايات إلى طاقة إلى نتائج غير كافية فيما يتعلق بالغازات الناشئة عن المصب التي يتم التقاطه وبخفض الانبعاثات وبالمخرجات الاقتصادية. بدلاً من ذلك، تركّز دراسة الحالة هذه على تقديم إجابة عن السؤال التالي: ما هي الفوائد التي ستحصل لو تم تركيز مشروع الطاقة بالتزامن مع نظام الالتقاط والحرق؟ تم اختيار هذا السؤال أيضًا نظرًا لإمكانية تكراره عبر مصبات نفايات أخرى في تونس، حيث يفترض هذا التميرين أن نظام التقاط الغازات الناشئة عن المصب واستخدامه قد تم تركيزه في مرحلة مبكرة من العمر التشغيلي للمصب.

هناك فائدتان رئيسيتان من استخدام الغازات الناشئة عن المصب في توليد الكهرباء: خفض الانبعاثات وتحسين الأمن الطاقوي. أولاً، ينتج عن استخدام الغازات الناشئة عن المصب في توليد الكهرباء انبعاثات عبر مصدرين: (أ) الاحتراق من أجل توليد الكهرباء. (ب) حرق الغاز المتبقي. الأول لا يزيد في نسبة الانبعاثات الوطنية، حيث يفترض التحليل أن الغازات الناشئة عن المصب تحل محل الغاز الطبيعي وهو ما يبقى على كثافة انبعاثات توليد الكهرباء دون تغيير. لذلك، تكون نتيجة هذا تحقيق خفض في الانبعاثات، حيث أن كميات غاز الميثان التي يتم حرقها بموجب سيناريو دراسة الحالة أقل بكثير مما كانت عليه في خط الأساس، مما يؤدي إلى انخفاض إجمالي الانبعاثات - يرجى الاطلاع على الرسم رقم 1. تعود الفائدة الثانية من استبدال مصادر الوقود الأخرى: من خلال تقليل واردات الغاز الطبيعي، يمكن لهذا المشروع تحسين أمن الوقود.

تركّز دراسة الحالة بشكل خاص على فوائد إرساء مشروع للطاقة في المصبات المراقبة للنفايات. ومع ذلك، فإن توسيع نطاق هذا المشروع عبر جميع أنحاء البلاد سيتطلب تحسين عمليّة التصرف في النفايات الصلبة، مما قد يؤدي إلى تأثيرات بيئية وصحية إضافية. تقلل المصبات المراقبة والصحية للنفايات من تلوث الهواء؛ فهي تحدّ من تلوث الأرض والمياه الجوفية والمجري المائية بالمواد السامة وعصارة النفايات (ليكسيفيا)؛ كما تقي من الأمراض المنقولة. يعمل جمع الغازات الناشئة عن المصب على تحسين السلامة عن طريق تقليل انتقال الغاز إلى الهياكل، حيث يمكن للغاز المحتبس أو المتراكم أن يؤدي إلى مخاطر الانفجار.⁴⁰ كما أن تحسين التصرف في النفايات الصلبة سيخلق مواطن شغل وسيكون له القدرة على تحسين ظروف الفئات الهشة العاملة في هذا القطاع.

³⁵ أطلس العدالة البيئية (2017)، مصب برج شاكير، تونس. موجود على الرابط: <https://ejatlas.org/conflict/borj-chakir-landfill-tunisia>

³⁶ بنك الاستثمار الأوروبي (2007)، دراسة حول تحديد مشروع آلية التنمية النظيفة في دول الصندوق الأورومتوسطي للاستثمار والشراكة (FEMIP). موجود على الرابط: https://www.eib.org/attachments/country/study_on_clean_development_mechanism_en.pdf

³⁷ أطلس العدالة البيئية (2017)، مصب برج شاكير، تونس. موجود على الرابط: <https://ejatlas.org/conflict/borj-chakir-landfill-tunisia>

³⁸ آلية التنمية النظيفة (2018)، مشروع مصب جبل شاكير لاسترداد الغاز وحرقه - تونس. موجود على الرابط: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1151885381.07/view>

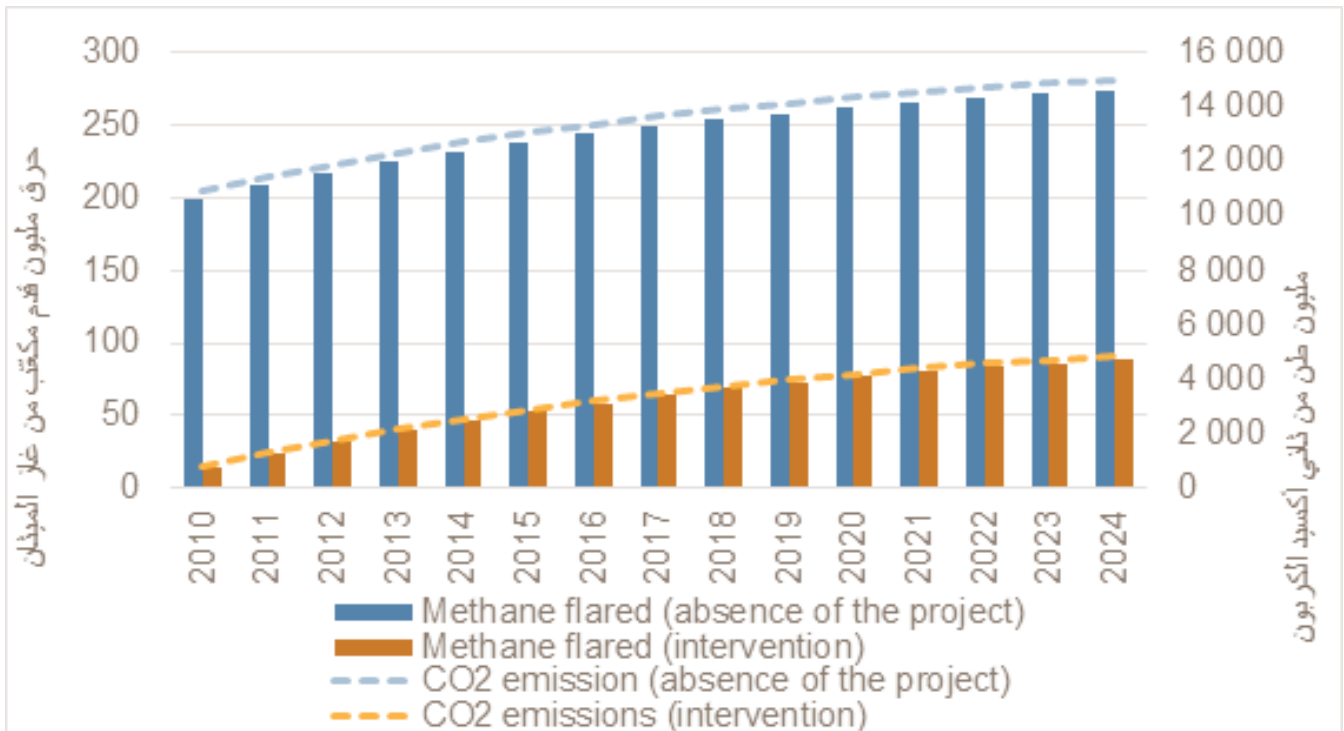
³⁹ آلية التنمية النظيفة (2018)، مشروع مصب جبل شاكير لاسترداد الغاز وحرقه - تونس. موجود على الرابط: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1151885381.07/view>

⁴⁰ وكالة حماية الصحة (2011)، التأثير على الصحة الناتج عن الانبعاثات من مواقع مصبات النفايات. موجود على الرابط: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/334356/RCE-18_for_website_with_security.pdf

الفائدة 1: خفض الانبعاثات

يمكن أن يؤدي استغلال الغازات الناشئة عن أكبر مصب للنفايات في تونس كمصدر للطاقة إلى تقليل كمية غاز الميثان التي يتم حرقها بنسبة 76% مع تحقيق خفض مهم في الانبعاثات. في ظل سيناريو خط الأساس القائم على "عدم التدخل"، كان من الممكن أن يؤدي مشروع استرداد وحرق الغازات الناشئة عن المصّب إلى حرق 3700 مليون قدم مكعب من غاز الميثان بين عامي 2010 و2024. مع دراسة الحالة الخاصة بمشروع توليد الكهرباء، كان من الممكن أن ينخفض حجم الحرق خلال نفس الفترة إلى 900 مليون قدم مكعب، أي بنسبة خفض تبلغ 76%. كان من الممكن أن يؤدي الانخفاض في حرق الميثان خلال هذه الفترة إلى تجنب كمية انبعاثات منتجة تقدر بـ 150 كيلو طن من ثاني أكسيد الكربون.⁴¹ الرسم رقم 1 يبيّن هذا الانخفاض السنوي في الانبعاثات المرتبطة بالمشروع.

الرسم رقم 1: حرق غاز الميثان وخفض الانبعاثات المرتبطة بالتدخل



يمكن تقليل الانبعاثات من القطاع بمقدار 4.2 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030، إذا كانت جميع المصبات تستخدم أنظمة استرداد وحرق الغازات الناشئة عن المصّب وتمّ فيها تركيز أنظمة لتوليد الكهرباء. يتحمّل قطاع النفايات في تونس المسؤولية عن حجم انبعاثات سنوية يقدر بـ 3.1 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، والتي تمثل 7.2% من انبعاثات الغازات الدفيئة في عام 2017. بناءً على الاتجاهات الحالية،⁴² من المتوقع أن يُصدر قطاع النفايات 36 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بين عامي 2021 و2030. إذا كانت مصبات النفايات التي تحتوي حاليًا على أنظمة الاسترداد والحرق للغازات الناشئة عن المصّب تقوم فعليًا بتوليد الكهرباء، لكان بالإمكان تجنب حجم انبعاثات يقدر بـ 4.2 مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030 - وهو ما يعادل 12% من انبعاثات الغازات الدفيئة المرتبطة بالنفايات. وتعاقد مزاي التخفيف هذه 21% و16% من أهداف خفض الانبعاثات المحددة بموجب الأهداف غير المشروطة والمشروطة، على التوالي، للمساهمات المحددة وطنيًا في تونس. ومع ذلك، يمكن أن يكون خفض الانبعاثات أكبر إذا تم أخذ مصبات النفايات التي لا يوجد بها أنظمة الاسترداد والحرق بعين الاعتبار، لأن توليد الكهرباء سيحل محل انبعاثات غاز الميثان المباشرة. - فحاليًا، يتم إيداع 97% من النفايات الصلبة المحلية في تونس في مصبات مراقبة، حيث يتم الامتثال بشكل إلزامي لإجراءات الرقابة الفنية،⁴³ مثل استخدام أنظمة الالتقاط والحرق. ولسد هذه الفجوة، يهدف البرنامج الوطني للتصريف في النفايات الصلبة إلى إغلاق 400 مكب؛ ورغم هذا، كانت النتائج محدودة حتى الآن، حيث تظل معظمها مفتوحة وغير خاضعة للرقابة.⁴⁴

⁴¹ يتم تقليل الانبعاثات على افتراض أن الغازات الناشئة عن المصّب تحل محل الغاز الطبيعي المستورد أو مصادر الوقود الأحفوري الأخرى في توليد الكهرباء.

⁴² زادت انبعاثات الغازات الدفيئة من قطاع النفايات في تونس بمعدل نمو سنوي بلغ نسبة 1.7% خلال الفترة الممتدة بين 2007-2020.

⁴³ عبدالرحمان، ع. (2021). إدارة النفايات الصلبة في تونس. موجود على الرابط: <https://www.ecomena.org/solid-waste-management-tunisia>

⁴⁴ الصندوق العالمي للحياة البرية (2019). أوقروا فيضانات البلاستيك: دليل لوضع السياسات في تونس. موجود على الرابط: http://lawsassets.panda.org/downloads/05062019_wwf_tunisia_guidebook.pdf

الفائدة 2: تحسين الأمن الطاقى

يمكن لتونس تقليل اعتمادها على الواردات الأجنبية من خلال استغلالها للغازات الناشئة عن المصنّات في توليد الكهرباء. تعتمد تونس الآن على واردات الغاز لتلبية احتياجاتها الأولية من الطاقة، بعد أن كانت بلدا مُصدراً صافياً للغاز قبل عام 2000، - حيث استوردت 123.875.160 مليون وحدة حرارية بريطانية سنوياً في عام 2019،⁴⁵ بمتوسط معدل نمو سنوي يبلغ 5.8% (1999 - 2019).⁴⁶ تعتمد شبكة الكهرباء في تونس بشكل كبير على الغاز الطبيعي: 97% من قدرة الإنتاج التي تمّ تركيزها في تونس مرتبطة باحتراق الغاز الطبيعي، لكن الإنتاج المحلي من هذه المادة قد انخفض.⁴⁷ لدى تونس الفرصة لتقليل اعتمادها على الغاز الطبيعي الأجنبي من خلال استبدالها بالغازات الناشئة عن المصنّات التي يتمّ إنتاجها وجمعها من مصنّات النفايات الخاصة بها، نظراً لأن النسبة العالية من المحتوى العضوي تعني أن النفايات الصلبة البلدية في تونس تنتج كميات كبيرة من الغازات الناشئة عن المصنّ.

من خلال استغلال الغازات الناشئة عن المصنّ المنتجة في جبل شاكير، كان بإمكان تونس توفير أكثر من 20 مليون دولار أمريكي (2021) من واردات الغاز الطبيعي خلال الفترة الممتدة بين 2010 - 2024. يمكن أن يؤدي التقاط الغازات الناشئة عن المصنّ واستخدامها في توليد الكهرباء في موقع جبل شاكير إلى تجميع 370.000 مليون وحدة حرارية بريطانية في السنة من الغازات الناشئة عن المصنّ خلال الفترة الممتدة بين 2010 - 2024. هذا يترجم إلى وفورات متراكمة قدرها 20 مليون دولار أمريكي خلال هذه الفترة أو بمعدل 1.4 مليون دولار أمريكي سنوياً.⁴⁸ بالنظر إلى مجرى نفايات جبل شاكير خلال هذه الفترة وكمية الغازات الناشئة عن المصنّ التي تمّ التقاطها وتجميعها بشكل فعلي في الموقع، فإن هذا يترجم إلى 8.5 دولار أمريكي / طن من النفايات. يوضّح هذا الرسم حجم الفوائد التي يمكن أن تقدمها هذه التكنولوجيا في حالة تعميمها على كل مصنّات النفايات في البلاد. ومع ذلك، من المهم الإشارة إلى أن هذا الرقم يتأثر بعدة عوامل، بما في ذلك تركيبة النفايات وأسعار الغاز الطبيعي ومعدلات كفاءة جمع الغازات الناشئة عن المصنّ وعامل قدرة المحرك، من بين أمور أخرى.

بإمكان زيادة الكفاءة تعزيز الأمن الطاقى. يمكن أن تزداد كمية الكهرباء التي تقدر البلاد التونسية على إنتاجها من خلال تجميع الغازات الناشئة عن المصنّ المتولدة في مصنّات النفايات إذا تم اتباع أفضل الممارسات الدولية. تشير البيانات إلى أن كفاءة جمع الغازات الناشئة عن المصنّ في تونس تبلغ 33%؛⁴⁹ وتعدّ هذه النسبة أقل من الكفاءات القياسية عالمياً، والتي تتراوح بين 50% و95%.⁵⁰ وهذا يعني أن ثلثي الغازات الناشئة عن المصنّ، والتي يتمّ توليدها في مصنّات النفايات باستخدام أنظمة إزالة الغازات المركبة، يتمّ إطلاقها في الغلاف الجوي. بافتراض أن مشروع الطاقة استحوذ على 85% من الغازات الناشئة عن المصنّ - وفقاً لمعدل الكفاءة الذي اقترحت وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA) - مع الحفاظ على جميع الأشياء الأخرى متساوية، فإن الكهرباء المولدة ستزيد بنسبة 160%. بالإضافة إلى ذلك، ومن خلال التقاط المزيد من الغازات الناشئة عن المصنّ، ستزيد كمية ثاني أكسيد الكربون التي تمّ تجنبها بسبب خفض مستويات الحرق بنفس المقدار، من 150 كيلو طن من ثاني أكسيد الكربون بمعدل كفاءة 33% حتى 390 كيلو طن من ثاني أكسيد الكربون خلال 2010 - 2024.

الخانة رقم 1: احتياطي العملة الصعبة

يمكن لتونس تقليل واردات الغاز الطبيعي من الجزائر و / أو واردات الغاز الطبيعي المسال من الأسواق الدولية من خلال تجميع واستغلال الغازات الناشئة عن المصنّ، والتي تنتجها مصنّات النفايات الخاصة بها. يمكن أن يؤدي ذلك إلى زيادة احتياطيات تونس من العملة الصعبة ويمكن أن يساعد أيضاً في الحفاظ على سعر الصرف. ومع ذلك، فإن التأثير الذي قد يحدثه ذلك على احتياطيات النقد الأجنبي الفعلية ضئيل - المدخرات المتراكمة من استخدام الغازات الناشئة عن المصنّ من مصنّ نفايات جبل شاكير لتوليد الكهرباء تترجم إلى 20 مليون دولار أمريكي خلال 2010 - 2024، وهو مبلغ ضئيل مقارنة باحتياطيات العملة الصعبة الرسمية في تونس - 9.2 مليار دولار أمريكي (2020).⁵¹

⁴⁵ باستخدام معامل تحويل 1 تيرا جول = 948 مليون وحدة حرارية بريطانية (MBtu)، حسب تحويل وحدات القياس (غير متوفر). حاسبة تحويل وحدات القياس. موجودة على: <https://www.convert-measurement-units.com/conversion-calculator.php>

⁴⁶ بناءً على بيانات وكالة الطاقة الدولية: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=TUNISIA&fuel=Imports%2FExports&indicator=NatGasImportsExports>

⁴⁷ 85% من السعة المركبة مستمدة من توريينات الغاز ذات الدورة المفتوحة والمشاركة و12% من وحدات بخار الوقود المزدوج (باستخدام الغاز الطبيعي وزيت الوقود الثقيل). البنك الدولي (2018). مشروع تحسين أداء قطاع الطاقة في تونس. موجود على الرابط:

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/241221549641861408/pdf/Concept-Project-Information-Documents-Integrated-Safeguards-Sheet-Energy-Sector-Performance-Improvement-Project-P168273.pdf>

⁴⁸ بافتراض أن عمر مشروع الطاقة هو 15 عامًا. تم الحصول على أسعار الغاز الطبيعي من خلال البيانات التاريخية لوكالة الطاقة الدولية وتوقعت أسعار الغاز الطبيعي في الاتحاد الأوروبي من وكالة الطاقة الدولية (2020). توقعت الطاقة في العالم (2020) موجود على الرابط: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>

⁴⁹ عبد الوهاب، أ. (2012). استرداد الطاقة من غاز مصنّ النفايات البلدية الصلبة: دراسة حالة تونسية. موجود على الرابط:

<https://www.hilarispublisher.com/open-access-energy-recovery-from-a-municipal-solid-waste-msw-landfill-gas-a-tunisian-case-study-2157-7587-1000137.pdf>

⁵⁰ بارالاز، م. وآخرين (2009). ضوابط على كفاءة جمع غاز المصنّ: أداء فوري وعلى مدى الحياة. موجود على الرابط: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20066905/>

⁵¹ صندوق النقد الدولي (2021). مؤشرات السيولة الدولية المختارة. موجود على الرابط: <https://data.imf.org/norm.aspx?key=61545856>

التحليل من منظور النوع الاجتماعي

تم إسناد تقييم 'محايدة' لدراسة الحالة الخاصة باستغلال الغازات الناشئة عن المصّب.

سيؤدي تركيز آلات لتحويل الغازات الناشئة عن المصّب إلى كهرباء إلى إنشاء عدد صغير من مواطن شغل قصيرة الأمد مرتبطة بتركيز الآلات ومواطن شغل مرتبطة بالتشغيل والصيانة المستمرة. وفقًا لتقديرات منظمة العمل الدولية، فإن 41% من مشغلي المصانع والآلات والمجمّعين في تونس هم من الإناث، لذلك بدون اتخاذ إجراءات مستهدفة لهم، من المحتمل أن يستفيد الرجال أكثر من مواطن الشغل التي يتمّ خلقها.⁵² سيتم تغذية الكهرباء التي ينتجها مشروع الطاقة المقترح مباشرة في الشبكة، وبالتالي ليس من المتوقع أن يغيّر المشروع من إمكانية النفاذ إلى الكهرباء أو من سعره أو من موثوقية الكهرباء للأسر.

إلى جانب دراسة الحالة المحددة، ستطلب جميع خيارات خفض الانبعاثات في قطاع النفايات تحسين جمع النفايات والتصرّف فيها ومعالجتها. يمكن تحسين التصرّف في النفايات الصلبة أيضًا أن يخلق مواطن شغل وسيكون لديه القدرة على تحسين ظروف الفئات الهشة، 'البرباشنة'، العاملين في القطاع (انظر الخانة رقم 2). سيكون الاستثمار في التصرّف في النفايات، ولا سيما إضفاء الطابع الرسمي على جمع النفايات، نشاط مراعيًا 'حساسية' النوع الاجتماعي نوعًا ما. تواجه النساء البرباشنة مشاكل معينة بسبب المتطلبات الجسدية لالتقاط النفايات⁵³ و⁵⁴ وبسبب تجارب تعرضهم للمضايقة من الرجال أيضًا.⁵⁵ كما تتمتع النساء البرباشنة بقدرة تفاوضية أقل، لذا فهنّ ملزمات ببيع النفايات بأسعار منخفضة للتجار الوسطاء. ومن شأن إصلاح النظام لتحسين إدماج البرباشنة في أنظمة جمع النفايات الرسمية أن يفيد النساء بشكل خاص، لأنه سيزيد من شفافية الأسعار ويضمن حصول النساء على تعويضات متساوية عن دورهن في جمع النفايات.⁵⁶ يمكن اتخاذ إجراءات لتأسيس تعاونيات أو جمعيات للنساء البرباشنة من أجل تحقيق 'التحول'، بهدف تعزيز قدرتهن التفاوضية وضمان قدرتهن على المشاركة في صنع القرار في ما يتعلّق بالتصرّف في النفايات.⁵⁷

الخانة رقم 2 - البرباشنة في تونس

تعتمد رسكلة النفايات في تونس إلى حد كبير على قوة عاملة غير رسمية من ملتقطي النفايات، أو 'البرباشنة'. تفتقر هذه القوة العاملة، المقدرّة بـ 15000 فرد، إلى حقوق العمال أو التأمين الصحي. عادةً ما يتراوح دخل هؤلاء العمال بين 10 و 40 دينارًا تونسيًا (3.50-14 دولارًا أمريكيًا) في اليوم، ويعيشون في حالة فقر. (أ) عملهم خطير، ولا سيما بالنسبة للنساء، ويتم استغلال البرباشنة من التجار الوسطاء الذين يبيعون لهم ما يلتقطونه.

تدير الوكالة الوطنية للتصرّف في النفايات (ANGED) نظامًا عموميًا 'إيكولف' (Eco-Lef) لاستعادة ورسكلة العبوات المستخدمة، بالشراكة مع السلطات المحلية. من خلال نظام 'إيكولف'، يجمع القطاع الخاص نفايات التعبئة والتغليف (غالبًا من خلال شراء المواد من البرباشنة) ويبيع هذه المنتجات إلى الوكالة الوطنية للتصرّف في النفايات. ومع ذلك، يركز نظام 'إيكولف' تحت الكثير من الضغوطات، حيث انخفضت النفايات المجمعة من ذروة 157.000 طن في عام 2009 إلى 3.400 طن في عام 2018. ويعود هذا جزئيًا إلى المنافسة بين 'إيكولف' وشركات الرسكلة الخاصة. على الرغم من لعب البرباشنة لدور مهمّ في استرداد المواد لصالح نظام 'إيكولف'، فلا يوجد اعتراف رسمي بوجودهم وهم ملزمون بقبول أسعار أقل من الوسطاء مقارنة بما قد يتلقونه إذا تمكنوا من الولوج إلى نظام 'إيكولف' مباشرة.

تمثّل الاستثمارات في تحسين التصرّف في النفايات فرصة ليس فقط لتنشيط جهود الرسكلة ولكن للإدماج البرباشنة في الأنظمة العمومية أيضًا وتعزيز حقوقهم في العمل وظروف عملهم.

أ الفوردي. (2019). مع تراكم القمامة في المدن التونسية، يطالب البرباشنة باعتراف السلطات بهم. موجود على:

<https://www.reuters.com/article/us-tunisia-waste-rights-idUSKCN1UR300>

ب التوقّي من النفايات (2020). التقرير الفطري - تونس. موجود على:

<https://prevent-waste.net/wp-content/uploads/2020/09/Tunisia.pdf>

⁵² منظمة العمل الدولية (2020) العمالة حسب الجنس والمهنة. موجود على الرابط: https://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/Excel/INDICATOR/EMP_2EMP_SEX_OCCU_NB_A_EN.xlsx

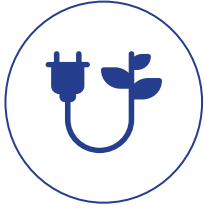
⁵³ ملتقطو النفايات (مثل البرباشنة) يصارعون في تونس ما بعد الثورة | EJAtlas

⁵⁴ القوة المضطّعة لدى النساء مقارنة بالرجال | Livestrong.com

⁵⁶ مع تكس القمامة في المدن التونسية، ملتقطو النفايات يطالبون باعتراف السلطات بهم | العربية الإنجليزية

⁵⁷ مقاربات لإضفاء الطابع الرسمي على قطاع النفايات غير الرسمي في أنظمة التصرّف في النفايات الصلبة البلدية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل: مراجعة الحواجز وعوامل النجاح - ScienceDirect

الخلاصات



سيؤدي استغلال الغازات الناشئة عن المصّب إلى خفض الانبعاثات من قطاع النفايات بنسبة 12% مع توليد الكهرباء في نفس الوقت لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في البلاد.

تم تحديد كهربة خدمات الاستخدام النهائي - إلى جانب إزالة الكربون من توليد الكهرباء - كأحد المسارات الرئيسية لتحقيق مستقبل منخفض الكربون. ⁵⁸ يعتبر إيجاد حلول لخفض الانبعاثات من مصبّات النفايات أمر بالغ الأهمية لتحقيق الأهداف المناخية للبلاد، بما أن 68% من انبعاثات الغازات الدفيئة لقطاع النفايات في تونس تأتي من تخزين النفايات الصلبة. ⁵⁹ من شأن تامين الطاقة المتأثية من الغازات الناشئة عن المصّب أن يقلل الاحتراق أثناء توليد الكهرباء بغرض تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء في تونس، والذي نما باستمرار بنسبة 5% كل عام على مدى العقد الماضي. ⁶⁰

من خلال استغلال الغازات الناشئة عن المصبّات، يمكن لتونس زيادة أمنها الطاقوي من خلال تقليل اعتمادها على الغاز الطبيعي المستورد.

يتم توليد كل الكهرباء في تونس تقريباً من خلال الغاز الطبيعي، والذي يتم استيراده إلى حد كبير من الجزائر - زادت واردات الغاز الطبيعي بنسبة 210% في السنوات العشرين الماضية (1999 - 2019)، حيث زادت بمعدل 6% في المتوسط كل عام. ⁶¹ مع ارتفاع الأسعار الدولية، يمكن أن يقلل استخدام الغازات الناشئة عن المصبّات، والتي تنتج محلياً، في توليد الكهرباء من التأثير بتقلبات أسعار المحروقات وتقليل الضغط على الأسعار المحلية في نفس الوقت، والذي حاولت الحكومة تخفيفه من خلال الدعم في الماضي.



يوضّح التحليل أن استغلال الغازات الناشئة عن المصّب في توليد الكهرباء هو خيار قابل للتطبيق اقتصادياً الجدول رقم 1 ويخفّض التكاليف الرأسمالية والتشغيلية المرتبطة بالتدخل، بالإضافة إلى إنتاج الفوائد نقدية بسبب الانبعاثات التي تم تجنبها والاقتصاد في الطاقة. يحقّق المشروع فائدة: نسبة تكلفة بـ 2.2، مما يشير إلى جدوى اقتصادية قوية من منظور مجتمعي.

جدول رقم 1: ملخص التكاليف والفوائد (مخفّضة)

الاجمالي	15س	14س	13س	12س	11س	10س	9س	8س	7س	6س	5س	4س	3س	2س	1س	0س	الفاعلون	(مليون دولار أمريكي)	
التكاليف																			
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	الوكالة الوطنية للتصرف في النفايات	اجمالي مصاريف رأس المال المثبتة
3.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	-	الوكالة الوطنية للتصرف في النفايات	تكاليف التشغيل والصيانة	
7.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	4.0		اجمالي التكاليف	
الفوائد																			
5.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	-	المجتمع	خفض انبعاثات الغازات الدفيئة	
10.7	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	-	الوكالة الوطنية للتصرف في النفايات/ الشركة التونسية للكهرباء والغاز	قيمة الغازات الناشئة عن المصّب المستخدمة	
15.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	-		اجمالي الفوائد	
2.2	الفائدة: نسبة التكلفة																		

⁵⁸ المخبر الوطني للطاقة المتجددة (2017) (NREL)، الكهرباء وإزالة الكربون: استكشاف استخدام الطاقة في الولايات المتحدة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري في سيناريوهات تشمل انتشار الكهرباء وإزالة الكربون من قطاع الطاقة. موجود على الرابط: <https://www.nrel.gov/docs/fy17osti/68214.pdf>

⁵⁹ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2012) انبعاثات الغازات الدفيئة في تونس. موجود على الرابط: [http://www.tn.undp.org/content/dam/tunisia/docs/Projets/Environnement/%20Energie / UNDP_TUN_TCN_Syn%20Ang.pdf](http://www.tn.undp.org/content/dam/tunisia/docs/Projets/Environnement/%20Energie%20Ang.pdf)

⁶⁰ الشركة التونسية للكهرباء والغاز (2019). ماحلة السيد منصف حراي الرئيس المدير العام للشركة التونسية للكهرباء والغاز. موجود على الرابط: https://renewables-grid.eu/fileadmin/user_upload/images/Events/2019/Moncef_Harrabi_CEO_STEG_compressed.pdf

⁶¹ البنك الدولي (2019). مشروع تحسين أداء قطاع الطاقة: P168273. موجود على الرابط: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/241221549641861408/pdf/Concept-Project-Information-Documents-Integrated-Safeguards>

3 | قطاع النقل الخلاصات

المقدمة والسياق

يشهد قطاع النقل التونسي نمواً سريعاً ويعتبر مصدراً رئيسياً للتشغيل. في سنة 2016، ساهم قطاع النقل بنسبة 7% في الناتج المحلي الإجمالي الوطني وبنسبة 15% في الاستثمار الرأسمالي السنوي. وساهم في تشغيل 160.000 شخص بشكل مباشر (حوالي 4% من السكان النشطين)⁶². كما نما القطاع بشكل ثابت بنسبة 5% كل عام وزاد العدد الإجمالي للمركبات المسجلة بنفس المقدار، مع نمو الأسطول سنوياً بمعدل يقارب نحو 70 إلى 80 ألف مركبة.^{64 63} هذا النمو مدفوع إلى حد كبير بمركبات الركاب الفردية، والتي تمثل 62.5% من جميع رحلات الركاب الآلية، بينما يمثل النقل الجماعي 37.5%، مع كون الحافلات هي الوسيلة الأساسية للنقل الجماعي.

يعتبر قطاع النقل مسؤولاً عن 20% من انبعاثات الغازات الدفينة الوطنية و 26% من انبعاثات الغازات الدفينة المرتبطة بالطاقة.⁶⁵

تحدد وثيقة المساهمات الوطنية في تونس أن تدابير كفاءة الطاقة في قطاع النقل يمكن أن تساهم في خفض الانبعاثات بنسبة 11% بحلول عام 2030 مقارنة بعام 2010، أما يصل طن من ثاني أكسيد الكربون.⁶⁶ قدرت دراسة أجرتها 'موبيليز يور سيتي' "MobiliseYourCity" فوائد التخفيف لمجموعة من السياسات أكثر طموحاً في هذا القطاع، بما في ذلك تحسين جودة الوقود، توسيع نطاق التنقل الكهربائي، الترويج لأنواع الوقود البديلة، كهربة السكك الحديدية وتوسيع ممرات الدراجات. ووجدت أن هذه التدابير يمكن أن تؤدي إلى تجنب 21 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون من الانبعاثات بين عامي 2016 و2030. ومع ذلك، لم تنشر الحكومة بعد خطة قطاعية مفصلة تحدد استراتيجيات التخفيف لقطاع النقل.

تحدد خطة عمل سياسة التنقل الحضري الوطنية 2020 - 2025 الإجراءات اللازمة لتحقيق تنقل حضري أكثر أماناً ونظافة وشمولية.⁶⁷ من المتوقع أن يسهم تنفيذ سياسة التنقل الحضري الوطنية في 15 مدينة تونسية في خفض الانبعاثات بمقدار 1.2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2030.⁶⁸ وقد طورت الحكومة أيضاً إجراءات تخفيف ملائمة وطنياً للنقل على المستوى دون الوطني.⁶⁹ توفر هاتان السياستان مبادئ توجيهية بشأن آليات الحوكمة والآليات المالية؛ إعادة هيكلة النقل العام؛ التنقل الحضري المستدام؛ إنشاء جرد وإسقاطات الغازات الدفينة على أساس أفضل الممارسات الدولية في الرصد والإبلاغ والتحقق (MRV)؛ وتنمية القدرات في قطاع النقل.⁷⁰

يركز تحليل دراسة الحالة على التنقل الكهربائي، وهو خيار تخفيف معترف به للقطاع وركيزة أساسية في الخطة الوطنية للتنقل الحضري (NUMP). اتخذت الحكومة التونسية والشركاء الدوليون خطوات أولية لدعم استعمال السيارات الكهربائية، بما في ذلك:

تطوير إطار تنظيمي داعم. تضطلع منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية «UNIDO» بمهمة تنفيذ مشروع مدته خمس سنوات لدعم توسيع نطاق التنقل باستعمال الطاقة الكهربائية، مع التركيز في البداية على تعزيز البيئة التمكينية والإطار التنظيمي. في جانفي 2020، تلقت المجموعة الصينية «SAIC Motor» تفويضاً حكومياً لتسويق أول سيارة 100% كهربائية في البلاد.⁷¹



تشجيع تصنيع المكونات. في سنة 2018، وقعت الحكومة صفقة مع مجموعة «BYD» الصينية لتصنيع مكونات السيارات الكهربائية.⁷²



إنشاء البنية التحتية للشحن. أطلقت شركة توتال المتعددة الجنسيات الفرنسية أول محطة عمومية لشحن السيارات الكهربائية في تونس العاصمة.⁷³ في جانفي 2021، أبرمت الشركة الوطنية لتوزيع البترول (AGIL) والشركة التونسية للكهرباء والغاز (STEG) اتفاقية لت تركيب محطات شحن السيارات الكهربائية.⁷⁴



⁶² لا يوجد تصنيف حسب الجنس. ومع ذلك، قدرت منظمة العمل الدولية أنه في عام 2017، 19% من العمال في قطاع «التجارة والنقل والإقامة والغذاء والأعمال» من الإناث. منظمة العمل الدولية (2021) العمالة حسب الجنس والنشاط الاقتصادي. متوفر على الرابط:

https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer58/?lang=en&segment=indicator&id=EMP_TEMP_SEX_ECO_NB_A

⁶³ مجموعة أكسفورد للأعمال (2017). التقرير: تونس 2017. متوفر على: <https://oxfordbusinessgroup.com/tunisia-2017/transport>

⁶⁴ <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentId=080166e5bb0d625d&appId=PPGMS>

⁶⁵ المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي (2019). مفهوم التخفيف من غازات الدفينة لسياسة التنقل الحضري الوطنية في تونس. متوفر على الرابط: <https://www.changing-transport.org/publication/ghg-mitigation-concept-tunisia/>

⁶⁶ اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي (2015). وثيقة المساهمات الوطنية - تونس. متوفر على الرابط: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tunisia%20First/INDC-Tunisia-English%20Version.pdf>

⁶⁷ Mobilise Your City (2020). Mobilise Your City (2020). متوفر على الرابط: <https://www.mobiliseyourcity.net/tunisia-promotes-development-sustainable-and-consistent-urban-mobility-system>

⁶⁸ شركة من أجل الإسعاد للسوق (2018). مقترح إسعاد السوق التونسية. متوفر على الرابط: <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/TUN/Tunisia%20MRP%20English.pdf>

⁶⁹ بناء القدرات في تونس في مجال جرد غازات الدفينة والقياس والإبلاغ والتحقق. متوفر على الرابط: <http://www.transferproject.org/projects/t-nama-countries-iki/tunisia>

⁷⁰ Mobilise Your City (2020). Mobilise Your City (2020). متوفر على الرابط: <https://www.mobiliseyourcity.net/node/301>

⁷¹ إدارة التجارة الدولية (2020). تونس قطع غيار وخدمات ومعدات السيارات. متوفر على الرابط: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/tunisia-automotive-parts-services-equipment>

⁷² (2018) TMO. تونس تنضم إلى المغرب في صناعة السيارات الكهربائية. متوفر على الرابط: <https://www.tunisianmonitoronline.com/index.php/2018/05/07/tunisia-joins-morocco-in-electric-car-industry>

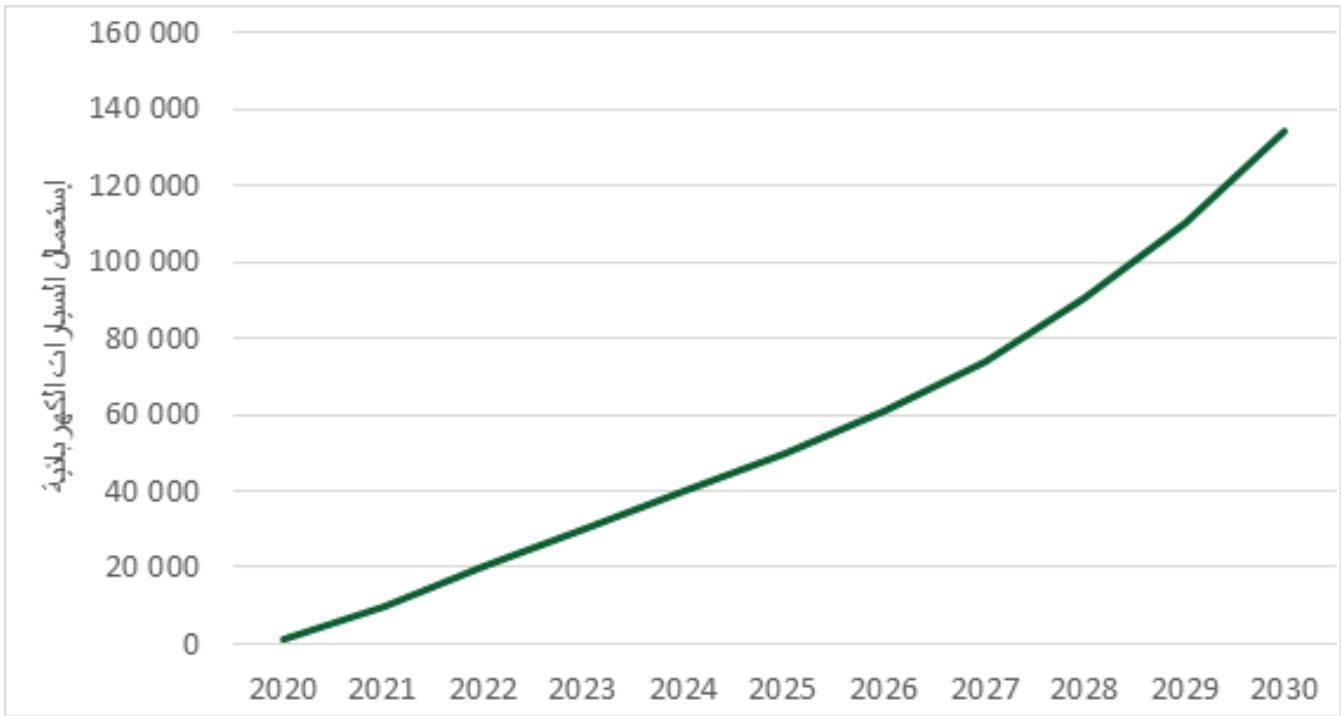
⁷³ المرجع نفسه.

⁷⁴ تقرير مزيج الطاقة (2021). تونس تبدأ في نشر محطات شحن للسيارات الكهربائية. متوفر على الرابط: <https://www.energymixreport.com/tunisia-begins-deployment-of-charging-stations-for-evs>

دراسة حالة

يركز تحليل دراسة الحالة على أهداف تسليم سيارات الركاب الكهربائية التي حددتها الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة (ANME). تستهدف الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة نشر 50.000 سيارة كهربائية و20.000 سيارة هجينة خلال الفترة ما بين 2019 و2025. تستند دراسة الحالة إلى هذا الطموح لتوسيع نطاق التنقل باستعمال الطاقة الكهربائية في تونس. تقدر دراسة الحالة الفوائد المرتبطة بتحقيق هدف 50,000 سيارة كهربائية بحلول عام 2025، مع نمو استخدام السيارات الكهربائية بما يتماشى مع معدل النمو السنوي المتوقع للشرق الأوسط وشمال إفريقيا بعد ذلك.⁷⁵ وهذا يعادل تحقيق معدل انتشار للمركبات الكهربائية بنسبة 3.1% بحلول عام 2025 و6.6% بحلول عام 2030. ولتتمكن من معدل انتشار السيارات الكهربائية هذا، تشير التقديرات إلى أن تونس بحاجة إلى تثبيت 5000 نقطة شحن بحلول عام 2025 و14.000 بحلول عام 2030.

الرسم رقم 2: دراسة حالة استعمال السيارة الكهربائية



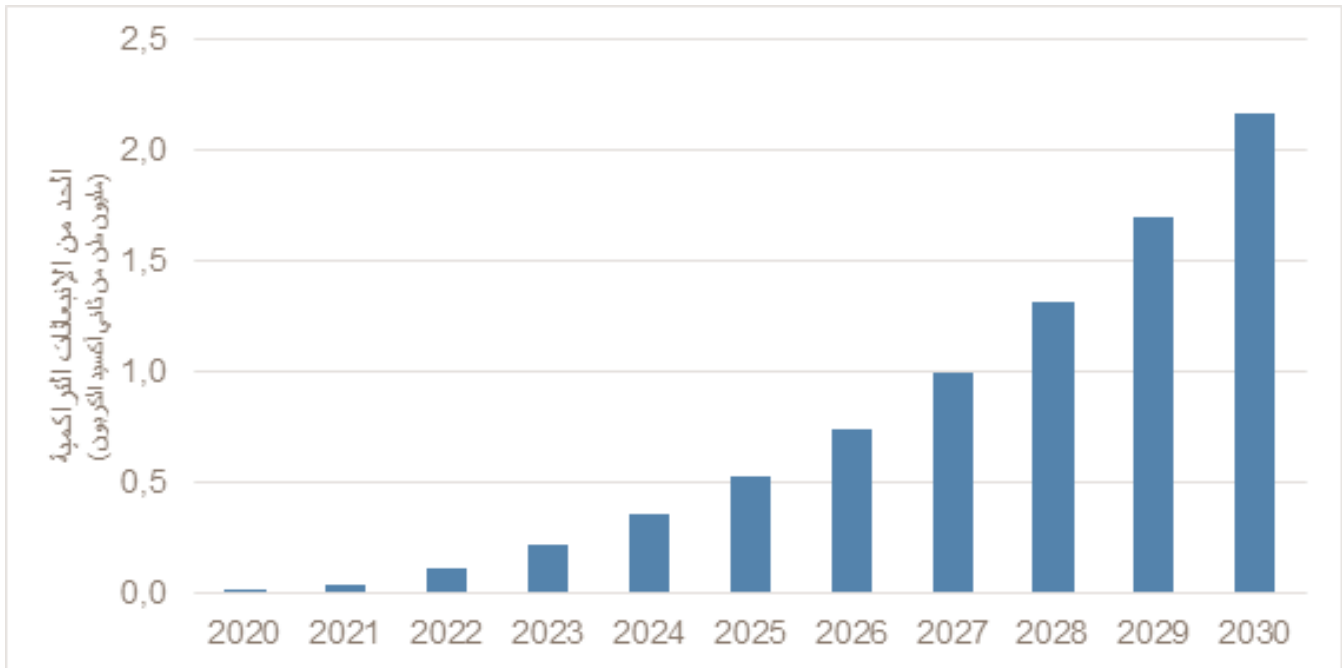
⁷⁵ الخدمات اللوجستية للسيارات (2019). توقعت توليد الطاقة للسيارات. متوفر على الرابط: <https://www.automotivevlogistics.media/download?ac=283785>

الفائدة 1: خفض الانبعاثات

من خلال استبدال السيارات ذات محركات الاحتراق الداخلي (ICEs)، يمكن⁷⁶ لنشر السيارات الكهربائية أن يدعم إجراءات التخفيف في هذا القطاع. قطاع النقل مسؤول عن 20% من انبعاثات غازات الدفيئة الوطنية و26% من انبعاثات غازات الدفيئة المرتبطة بالطاقة - مع النقل البري المساهم الرئيسي. 77 من خلال استبدال المحركات التي تعمل بالاحتراق الداخلي، تقلل السيارات الكهربائية من انبعاثات العادم المرتبطة باحتراق الوقود الأحفوري. يعتمد التأثير الإجمالي على الانبعاثات على كثافة الكربون في الكهرباء المستخدمة لتشغيل السيارات الكهربائية. تلتزم الحكومة التونسية بدعم نشر السيارات الكهربائية بالتوازي مع زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء، كجزء من الطموح المحدد في الخطة الوطنية للطاقة الشمسية لتحقيق 30% من الكهرباء المتجددة في مزيج توليد الكهرباء بحلول عام 2030. 78 تخلق المركبات الكهربائية الطلب على الطاقة المتجددة ويمكن أن يوفر مصدرًا للمرونة والتخزين لشبكة ذات مستويات متزايدة من مصادر الطاقة المتجددة المتقطعة (IRES). ركزت المشاريع التجريبية للمنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية "UNIDO" في صفاقس وجربة وبنزرت على توفير بنية تحتية متكاملة لشحن الطاقة المتجددة لدعم هدف النشر الموازي.

على افتراض أن السيارات الكهربائية تعمل بالطاقة المتجددة، 79 يشير التحليل إلى أن نشر 50.000 ألف سيارة كهربائية بحلول عام 2025، و130.000 ألفًا بحلول سنة 2030، يمكن أن يؤدي إلى تجنب 2.2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون المتأتي من انبعاثات الغازات الدفيئة بحلول عام 2030.

الرسم رقم 3: الحد من الانبعاثات التراكمية



⁷⁶ يفترض التحليل أنه عند شراء سيارة جديدة، يختار المستهلكون بين محرك يعمل بالاحتراق الداخلي جديد ومركبة كهربائية جديدة. ينمو أسطول السيارات في تونس سنويًا بمعدل يقارب 70 إلى 80 ألف مركبة. مبيعات سيارات الركاب الجديدة أقل، ما يقارب 35000. يفترض التحليل أن عدد المركبات الكهربائية الجديدة لا يزيد بأكثر من 10.000 في سنة معينة، وهو أقل من عدد مبيعات سيارات الركاب الجديدة.

⁷⁷ المرجع نفسه، ب(2017). الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع النقل البري في تونس. متوفر على الموقع: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116309583>

⁷⁸ برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (2018). تونس: إلغاء مخاطر الاستثمار في الطاقة المتجددة. متوفر على الرابط:

[https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/DREI%20Tunisia%202018%20Full%20Results%20\(English\)%20\(Aug%202018\)%20\(FINAL\).pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/DREI%20Tunisia%202018%20Full%20Results%20(English)%20(Aug%202018)%20(FINAL).pdf)

⁷⁹ من غير المحتمل أن يتم تشغيل السيارات الكهربائية بالكامل بواسطة مصادر الكهرباء المتجددة. على الرغم من أنه يتم استكشاف خيارات لشواحن السيارات الكهربائية العامة والخاصة المتجددة خارج الشبكة في تونس، إلا أن شبكة الكهرباء تعتمد حاليًا بشكل كبير على الوقود الأحفوري. على هذا النحو، من المرجح أن تكون فوائد التخفيف لنشر السيارة الكهربائية مبالغ فيها في هذا التحليل.

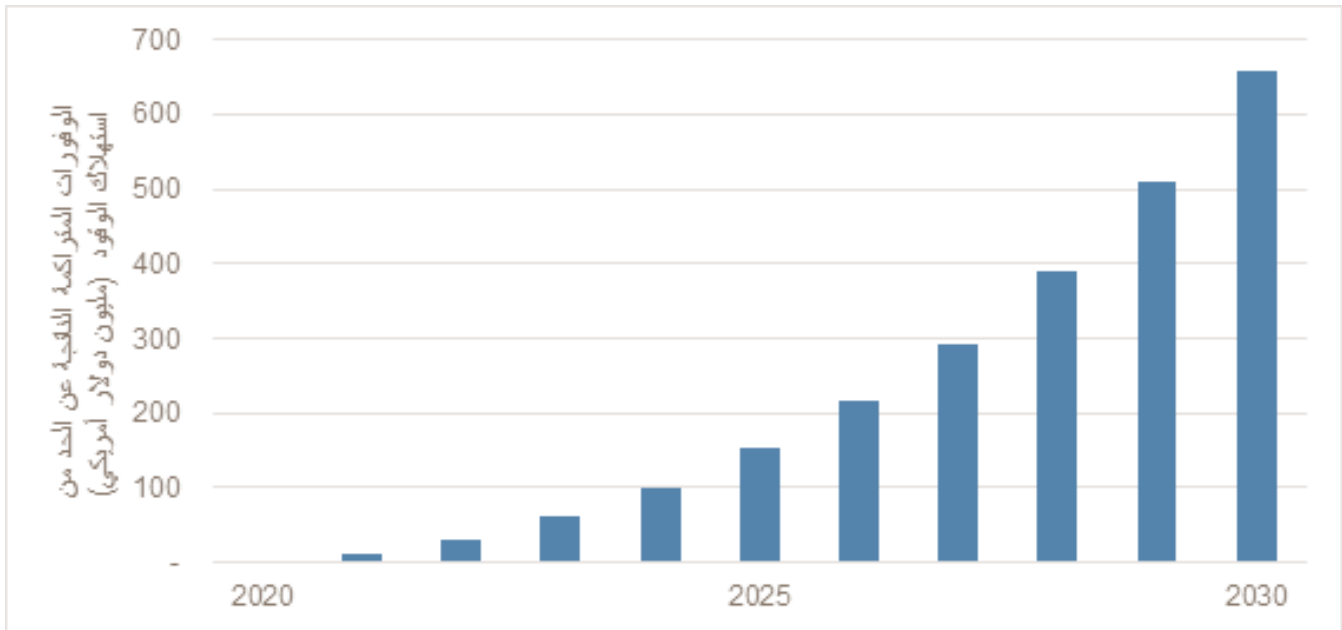
الفائدة 2: تحسين الأمن الطاقى

من خلال استبدال السيارات التي تعمل بمحركات الاحتراق الداخلي (ICEs)، يمكن أن يؤدي نشر السيارات الكهربائية إلى تقليل واردات الوقود الأحفوري ويعزز الأمن في مجال الطاقة. يعتبر قطاع النقل في تونس أكثر القطاعات استهلاكاً لمنتجات الطاقة النهائية، حيث يستهلك سنوياً بالمكافئ لـ 2.6 مليون طن من النفط، حيث يتم استهلاك 65% كديزل، و26% كجازولين، بينما يشكل الغاز الطبيعي وغاز البترول المسال والكهرباء ووقود الطائرات الباقي. ⁸⁰ تعد تونس منتجاً صغيراً للنفط والغاز نسبياً، حيث انخفض إنتاج النفط بشكل مستمر منذ سنة 2013. وتعتبر طاقتها الإنتاجية غير كافية لتلبية الطلب المحلي، حيث تستورد تونس غالبية المنتجات البترولية التي تستهلكها.

⁸¹ يشير التحليل إلى أن نشر 50.000 ألف سيارة كهربائية بحلول عام 2025، و130.000 بحلول عام 2030، يمكن أن يؤدي إلى انخفاض استهلاك النفط بمقدار 5.9 مليون برميل بحلول عام 2030. وهذا يعادل خفض واردات الوقود الأحفوري بمقدار 660 مليون دولار أمريكي خلال الفترة 2020 - 2030.

يستفيد المستهلكون من انخفاض الإنفاق على الطاقة، حيث من المقرر أن يكون الإنفاق السنوي على الكهرباء أقل من الوقود (انظر الجدول 2). إلى جانب انخفاض تكاليف الصيانة، اقتربت السيارات الكهربائية من الوصول إلى تكافؤ تكلفة دورة الحياة مع محركات الاحتراق الداخلي، ⁸² مما يعني أن نشر السيارات الكهربائية في السنوات القادمة يمكن أن يقلل من إنفاق الأسرة على النقل، مما قد يعزز الإنفاق الاستهلاكي في مجالات أخرى من الاقتصاد.

الرسم رقم 4: الحد من واردات الوقود الأحفوري



⁸⁰ المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي (2019). مفهوم التخفيف من غازات الدفيئة لسياسة التنقل الحضري الوطنية في تونس. متوفر على الرابط: <https://www.changing-transport.org/publication/ghg-mitigation-concept-tunisia>

⁸¹ إدارة معلومات الطاقة (2014). لمحة عامة عن تونس. متوفر على الرابط: <https://www.eia.gov/international/analysis/country/TUN>

⁸² النقل والبيئة (2021). وصول نقطة تحول السيارات الكهربائية. متوفر على الرابط: <https://www.transportenvironment.org/publications/hitting-ev-inflection-point>

الفائدة 3: تحسين جودة الهواء

يشكل تلوث الهواء المحلي مصدر قلق رئيسي في مدن بنزرت و صفاقس وسوسة وتونس. في جميع أنحاء تونس، تُصنف جودة الهواء على أنها غير آمنة، حيث يبلغ معدل التركيز السنوي للبلاد PM 2.5 بمعدل 38 ميكروغرام / م³، وهو يتجاوز الحد الأقصى الموصى به وهو 10 ميكروغرام/م³.⁸³ تساهم انبعاثات المركبات من محركات الاحتراق الداخلي في رداءة نوعية الهواء، وتؤدي إلى أمراض القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي، والسرطان، والضرر الإنجابي والنمائي للرضع.⁸⁴ يبلغ معدل الوفيات بسبب تلوث الهواء 56 على كل 100,000 ساكن، أي ما يعادل 12% من الوفيات الناجمة عن الأمراض غير المعدية.⁸⁵ على الرغم من أن السيارات الكهربائية تنبعث منها جسيمات من تآكل الطرق والإطارات والكسر، فإن إزالة انبعاثات العادم يمكن أن تحسن جودة الهواء في المناطق الحضرية وصحة السكان، لا سيما مع زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء. وجد تحليل دراسة الحالة أن الحد من استهلاك النفط بمقدار 5.9 مليون برميل بحلول عام 2030 سيؤدي إلى فوائد صحية مرتبطة بهذه السياسة بقيمة 260 مليون دولار أمريكي.⁸⁶

⁸³ الجمعية الدولية للمساعدة الطبية للمسافرين (2020). المخاطر الصحية العامة في تونس. متوفر على الرابط: <https://www.iamat.org/country/tunisia/risk/air-pollution>

⁸⁴ إيغريد مالمغرين (2016). تحديد الفوائد الاجتماعية للسيارات الكهربائية. متوفر على الرابط: <https://www.mdpi.com/2032-6653/8/4/996>

⁸⁵ البنك الدولي (2016). تونس.

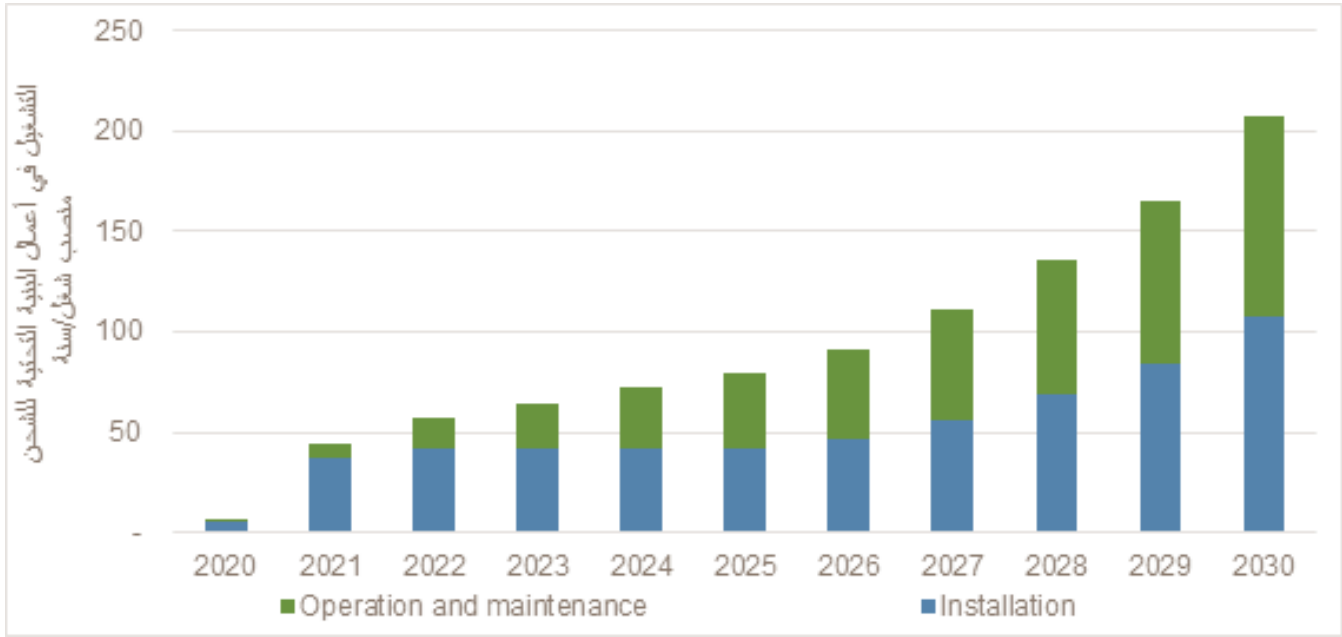
⁸⁶ يستخدم التحليل النهج الذي طورته مجموعة الإدارات في المملكة المتحدة المعنية بالتكاليف والفوائد لتحقيق الدخل من تأثير جودة الهواء لهذه السياسة. يمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل في الملحق التقني.

الفائدة 4: خلق مواطن شغل

يركز التحليل الكمي على فرص خلق الوظائف في تركيب وتشغيل وصيانة البنية التحتية للشحن. لتمكين معدل انتشار السيارات الكهربائية التي تم تحليلها في دراسة الحالة هذه، تشير التقديرات إلى أن تونس بحاجة إلى تثبيت 5.000 نقطة شحن بحلول عام 2025 و14.000 بحلول عام 2030.

وسيترافق ذلك مع تعزيز التشغيل بمقدار 910 منصب شغل سنويا خلال عمليات التركيب والتشغيل والصيانة.

الرسم رقم 5: خلق فرص عمل في البنية التحتية للشحن



ستخلق النقلة العالمية إلى السيارات الكهربائية فرص عمل في تصنيع خلايا البطاريات والمكونات الأخرى، وتجميع المركبات الكهربائية وصيانتها، وفي البنية التحتية للشحن. ومع ذلك، ستحتاج تونس إلى العمل بشكل استراتيجي لضمان تأثير إيجابي جلي على قطاع التشغيل. تحتوي السيارات الكهربائية على أجزاء أقل وتتطلب ساعات أقل لتصنيع مركبة (6.2 ساعات لمحرك يعمل بالاحتراق الداخلي مقارنة بـ 3.7 ساعات للسيارة الكهربائية)، مع متطلبات صيانة وإصلاح أقل. ومن المحتمل أيضًا أن تكون هناك خسائر في الوظائف في مجال تكرير الوقود ومبيعات الوقود، وهوما يقابله إلى حد ما تعزيز قطاع توليد الكهرباء. على المستوى العالمي، تم تصميم نموذج الانتقال إلى المركبات الكهربائية لزيادة التشغيل بشكل عام.⁸⁷ ومع ذلك، لكي تستفيد تونس من التحول العالمي، تحتاج الحكومة إلى العمل بشكل استراتيجي وجذب الاستثمار الأجنبي المباشر إلى القطاع (انظر الخانة رقم 3) ودعم إعادة تأهيل مصنعي السيارات والميكانيكيين.

⁸⁷ منظمة العمل الدولية (2021). مستقبل العمل في صناعة السيارات: الحاجة إلى الاستثمار في قدرات الأفراد والعمل اللائق والمستدام. متوفر على الرابط: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms_741659.pdf

الخانة رقم 3 صناعة السيارات في تونس

يعد تطوير قطاع سيارات تنافسي أولوية رئيسية للحكومة التونسية. يستقطب القطاع حاليًا 80.000 ألف عامل،⁸⁸ يغطون جميع مراحل سلسلة القيمة، محققًا نسبة إدماج تبلغ 40%، مع مكونات السيارة الرئيسية المصدرة وهي أجهزة السلامة، ومعدات المحركات، ومضخات المياه والغاز، والمكونات الإلكترونية والكهربائية.⁸⁹ تحرص الحكومة على جذب الاستثمار الأجنبي إلى كل من مكونات السيارات وتجميع السيارات. هناك نظام حصص صارم يحدد عدد المركبات المسموح بدخولها إلى البلاد كل عام، وتعريف الاستيراد على سيارات الركاب مرتفعة.⁹⁰ بالإضافة إلى ذلك، تقدم الحكومة حوافز سياسية جذابة ودعمًا للبنية التحتية للاستثمار الأجنبي في صناعة السيارات. من حيث دعم الأعمال التجارية، فهي تسمح بالمشاركة الأجنبية في رأس مال الشركات الخارجية وتوفر النفاذ إلى ملكية الأراضي لتنفيذ الاستثمار وتسمح بتحويل الأموال إلى الخارج.⁹¹ فيما يتعلق بدعم البنية التحتية، تقوم الحكومة ببناء منطقة لوجستية تسمى ميناء النفيضة العميق للمياه مع مساحة رصيف تبلغ 1500 متر وبسعة 18.000 حاوية، والتي يمكن أن يصبح المركز الاستراتيجي لتطوير صناعة السيارات في تونس.⁹²

نظرًا للأهمية الاستراتيجية لقطاع السيارات، من المرجح أن يعتمد نجاح نشر السيارات الكهربائية على تصنيع مكونات السيارات الكهربائية المحلية وتجميعها. نقطة البداية هي المصنع الجديد لمجموعة ليوني "Leoni" الألمانية في تونس والذي يخصص لإنتاج كابلات شحن المركبات الكهربائية.⁹³ وبحسب رئيس الوزراء يوسف الشاهد، من المتوقع أن يوفر هذا المشروع الفردي 5000 وظيفة، مع 1000 وظيفة تستهدف خريجي الجامعات، وسيصل إنتاج المصنع إلى 300 مليون دولار سنويًا ويتم تصديره إلى دول أوروبية متعددة.⁹⁴ ستكون هناك حاجة إلى استمرار الجهود لجذب الاستثمار الأجنبي، وتسهيل نقل التكنولوجيا، ورفع مهارات القوى العاملة لضمان استفادة تونس من التحول العالمي للسيارات الكهربائية.

⁸⁸ (TMO 2018). تونس تنضم للمغرب في صناعة السيارات الكهربائية. متوفر على الرابط: <https://www.tunisianmonitoronline.com/index.php/2018/05/07/tunisia-joins-morocco-in-electric-car-industry>

⁸⁹ أخبار السيارات (2018). تونس.

⁹⁰ إدارة التجارة الدولية (2020). تونس قطع غيار وخدمات ومعدات السيارات. متوفر على الرابط: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/tunisia-automotive-parts-services-equipment>

⁹¹ أخبار السيارات (2018). تونس.

⁹² نفس المرجع.

⁹³ (TMO 2018). تونس تنضم للمغرب في صناعة السيارات الكهربائية.

⁹⁴ نفس المرجع.

التحليل من منظور النوع الاجتماعي

تم اعتبار دراسة حالة النشر المتزايد للمركبات الكهربائية على أنها "محايدة". يميل الرجال أكثر من النساء لاستخدام السيارات الخاصة كوسيلة نقل أساسية (4.5% نساء مقابل 22% رجال).⁹⁵ من المرجح أن يؤدي التوسع في نشر السيارات الكهربائية إلى خلق وظائف إضافية في تركيب وصيانة البنية التحتية لشحن المركبات الكهربائية، وكذلك في صيانة المركبات الكهربائية. البيانات الخاصة بتونس غير متوفرة،⁹⁷ لكن النساء على مستوى العالم لا يمثلن سوى ربع القوى العاملة في قطاع السيارات، مع استمرار هذه الاتجاهات على الرغم من الانتقال إلى السيارات الكهربائية.⁹⁸ ومع ذلك، يمكن للحكومة أن تدعم النساء للمشاركة في تصنيع وتجميع السيارات الكهربائية ومكوناتها وتركيب البنية التحتية للشحن وصيانة السيارات الكهربائية من خلال ضمان مشاركة الإناث في التعليم المهني ذي الصلة والتدريب على المهارات. يجب على الحكومة تحديد أهداف لمشاركة المرأة في الصناعة وجمع بيانات مفصلة لضمان تحقيقها. دعت منظمة العمل الدولية إلى أجنحة جنسانية تحويلية على مستوى الصناعة تعزز فرص العمل المتكافئة في الصناعة من خلال اعتماد تدابير لتحسين نفاذ المرأة إلى التدريب على المهارات وتوفير آليات وسياسات الإنصاف على مستوى مكان العمل، بما في ذلك الحوافز لتوفير رعاية الأطفال وإجازة الوالدين.¹⁰⁰

يمكن أن يكون لزيادة نشر المركبات الكهربائية، فضلاً عن تدابير التخفيف الأخرى في قطاع النقل، تأثير إيجابي بشكل خاص على صحة المرأة. إن تدابير مكافحة في قطاع النقل لها فائدة مشتركة مهمة تتمثل في الحد من تلوث الهواء وتحسين جودة الهواء في المناطق الحضرية. في تونس، من المرجح أن تكون النساء أقل تعرضاً للتلوث في الهواء الطلق بسبب معدلات المشاركة المنخفضة نسبياً في القوى العاملة (تمثل النساء 23% من العمال) وفي كل من البيئات الريفية والحضرية غالباً ما يتم تثبيط النساء أو منعهن من قضاء الوقت خارج المنزل.¹⁰¹ ومع ذلك، فإن تلوث الهواء مهم لصحة المرأة والأم. هناك أدلة ناشئة على أن تأثير تلوث الهواء على أمراض الجهاز التنفسي وخطر الإصابة بمرض السكري يكون أكثر وضوحاً لدى النساء. يرتبط التعرض لتلوث الهواء أثناء الحمل بالولادة المبكرة وتأثر نمو الجنين - وجدت إحدى الدراسات أن التعرض لتلوث الهواء المرتبط بحركة المرور يمثل أكثر من خمس حالات انخفاض الوزن عند الولادة.¹⁰²

إلى جانب دراسة الحالة المحددة هذه، ستتطلب إزالة الكربون عن قطاع النقل تحولاً معيارياً نحو أشكال النقل العام والنشط. داخل المدن، وعدم وجود نظام نقل عام متطور - مع وجود تحديات بما في ذلك عدم الموثوقية والتصور بأن النقل العام غير آمن - ساهم في الزيادة الكبيرة في ملكية سيارات الركاب واستخدام سيارات الأجرة (كلاً من الفردي والجماعي). وقد أدى ذلك إلى مستويات عالية من الازدحام الحضري، على الرغم من أن الخطط الخاصة بشبكة السكك الحديدية السريعة في تونس وخطوط المترو والحافلات الجديدة في صفاقس ستبدأ في التخفيف من هذه المشكلات.¹⁰³ الاستثمار في النقل العام والنشط سياسات شاملة تدعم الفئات المنخفضة الدخل والمهمشة (بما في ذلك النساء) للنفاذ إلى فرص العمل والتعليم والأعمال. تعمل هذه الاستثمارات أيضاً على تقليل الازدحام، مما يحسن الرفاهية الفردية ويقلل من تكاليف المدخلات للشركات ويقلل من وقوع حوادث المرور ويحسن النتائج الصحية من خلال تقليل تلوث الهواء.¹⁰⁴

⁹⁵ بنك الائتمان لإعادة الإعمار. النقل اليومي للمرأة - تحد ليس فقط في تونس. متوفر على الرابط :

<https://www.kfw-entwicklungsbank.de/International-financing/KfW-Development-Bank/Veranstaltungen/Development-Finance-Forum-2017/DF-2018/Tunis-Study>

⁹⁶ (كوداتو2017): التعاون من أجل تطوير وتحسين النقل في المناطق الحضرية وشبه الحضرية. النقل الحضري والجنس في تونس: أي مكان للنساء في النقل في عام 2017 ؟. متوفر على الرابط :

<http://www.codat.org/actualites/mobilite-urbaine-et-genre-en-tunisie-quelle-place-pour-la-femme-dans-le-transport-en-2017>

⁹⁷ تقدر منظمة العمل الدولية أن 45% من الأرواح الفيتية تشغلها نساء في تونس. منظمة العمل الدولية (2020) التوظيف حسب الجنس والمهنة. متوفر على الرابط:

https://www.ilo.org/ilostat-files/Documents/Excel/INDICATOR/EMP_2EMP_SEX_OCU_NB_A_EN.xlsx

⁹⁸ "بيلوات" الولايات المتحدة. "الإستنتاجات الرئيسية من النساء أثناء القيادة".

⁹⁹ واتشودس.ج. "نساء واندات في الصناعة يتحدثون عن تجربتهن مع السيارات الكهربائية".

¹⁰⁰ منظمة العمل الدولية (2021). مستقبل العمل في صناعة السيارات: الحاجة إلى الاستثمار في قدرات الأفراد والعمل اللائق والمستدام. متوفر على الرابط:

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/meetingdocument/wcms_741659.pdf

¹⁰¹ المعهد الوطني للإحصائيات (2015). التقرير الوطني للنوع الاجتماعي تونس 2015.

¹⁰² الكلية الملكية للأطباء (2016) "كل نفس يأخذ": تأثير تلوث الهواء على مدى الحياة. متوفر على الرابط : <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/every-breath-we-take-lifelong-impact-air-pollution>

¹⁰³ مجموعة أكسفورد للأعمال (2019). تستثمر تونس في البنية التحتية للنقل لتخفيف الازدحام وتعزيز الاتصال. متوفر على الرابط :

<https://oxfordbusinessgroup.com/overview/managing-transition-investment-infrastructure-aims-ease-congestion-and-improve-connectivity>

¹⁰⁴ فالكوشوريج. و آل (2015). التكاليف والعواقب الأخرى لازدحام المرور. متوفر على الموقع: https://doi.org/10.1007/978-3-319-15165-6_13

الخلاصات

يمكن لنشر السيارات الكهربائية أن تساعد تونس على تحقيق أهداف التخفيف الطموحة في هذا القطاع. توضح وثيقة المساهمات الوطنية في تونس أن قطاع النقل مسؤول عن تحقيق 11% من هدف التخفيف الإجمالي. قد يؤدي نشر المركبات الكهربائية بما يتماشى مع أهداف الوكالة الوطنية للتحكم في الطاقة إلى تجنب 2.2 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون المتأثية من انبعاثات غازات الدفيئة بحلول عام 2030، أي ما يعادل 9% من هدف وثيقة المساهمة الوطنية المشروط و11% من هدف وثيقة المساهمة الوطنية غير المشروط. بالإضافة إلى ذلك، يوفر الاعتماد المنخفض على الوقود الأحفوري جودة هواء مهمة وفوائد صحية، فضلاً عن تعزيز أمن الطاقة وتقليل التعرض لتقلبات أسعار المواد المحروقاتية.

يلخص الجدول 2 أدناه التكاليف والفوائد المرتبطة باستخدام السيارات الكهربائية، بما في ذلك تكاليف شراء السيارة ونفقات الطاقة وخفض الانبعاثات والفوائد الصحية. يحقق المشروع فائدة: نسبة التكلفة 1.2، مما يشير إلى أن الفوائد من منظور مجتمعي تفوق التكاليف. ومع ذلك، حتى يتم تحقيق التكافؤ في التكلفة مع محركات الاحتراق الداخلي، فمن المحتمل أن يتطلب الإقبال على استعمال المركبات الكهربائية دعمًا حكوميًا إضافيًا.

الجدول 2: ملخص التكاليف والفوائد (مخفضة)

(مليون دولار أمريكي)	الجهات الفاعلة	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	الإجمالي
التكاليف												
المستهلكون	شراء السيارات الكهربائية	60.1	58.6	50.2	43.1	37.2	35.0	36.9	39.1	41.4	46.2	447.8
المستهلكون	ارتفاع استهلاك الكهرباء	5.7	10.5	14.4	17.7	20.6	23.3	25.2	26.8	29.6	32.5	206.1
القطاع الخاص	النفقات الرأسمالية للبنية التحتية للشحن	3.7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.7	5.7	6.9	8.4	10.8	57.2
القطاع الخاص	النفقات التشغيلية للبنية التحتية للشحن	0.1	0.6	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.8	5.8	7.0	31.2
إجمالي التكاليف		69.6	74.0	70.1	66.9	64.6	66.1	71.7	77.5	85.2	96.5	742.3
الفوائد												
المستهلكون	المحركات التي تعمل بالاحتراق الداخلي التي تم تجنبها	29.6	30.7	27.9	25.4	23.1	22.9	25.3	28.0	31.0	36.2	280.0
المستهلكون	استهلاك النفط الذي تم الحد منه	8.9	16.3	22.5	27.6	31.7	35.8	40.1	44.9	50.7	56.7	335.3
المجتمع	انبعاثات الغازات الدفيئة التي تم الحد منها	2.8	5.2	7.2	9.0	10.4	11.8	13.3	15.1	17.1	19.3	111.2
المجتمع	الفوائد الصحية المترتبة عن الحد من تلوث الهواء	3.4	6.2	8.7	10.7	12.4	14.1	15.9	17.9	20.2	22.9	132.4
إجمالي الفوائد		44.6	58.5	66.3	72.7	77.6	84.5	94.7	106.0	119.1	135.0	858.9
الفائدة: نسبة التكلفة		1.2										

4 | قطاع الصناعة

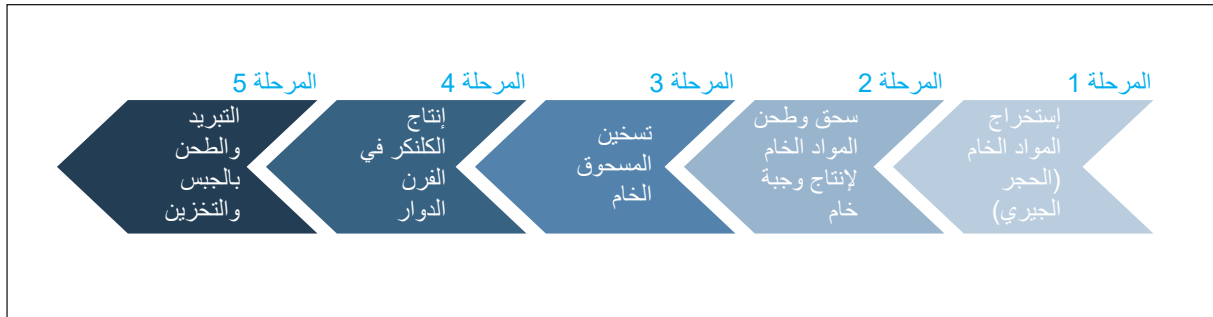
الخلاصات

المقدمة والسياق

إن الانبعاثات الصناعية في تونس غالباً ما يكون مصدرها صناعة الأسمنت، مما يعكس الأهمية الاقتصادية للقطاع وكثافة انبعاثاته. يوظف القطاع أكثر من 3.500 شخص بشكل مباشر ويقدر أنه يوفر 200 ألف وظيفة بشكل غير مباشر،¹⁰⁵ ويتكون من 9 مصانع للأسمنت تنتج 12.5 مليون طن من الأسمنت سنوياً.¹⁰⁶ وكلاهما يلبي متطلبات الطلب المحلي المرتفعة، والتي يقودها التوسع الحضري السريع وتطوير البنية التحتية العامة،¹⁰⁷ مع فائض سنوي يبلغ 4 ملايين طن يتم تصديره إلى الأسواق بما في ذلك الدول المجاورة (ليبيا والجزائر) وأفريقيا جنوب الصحراء وجنوب أوروبا. ومع ذلك، أثر ارتفاع تكلفة الإنتاج وانخفاض الطلب على الأسمنت التونسي بشكل كبير على ربحية الصناعة في السنوات الأخيرة.¹⁰⁸ انخفضت صادرات الأسمنت بنسبة 10% في عام 2016 وانخفضت أكثر بنسبة 20% بسبب انخفاض الطلب في ليبيا (نتيجة للآزمة الإنسانية المستمرة وعدم الاستقرار السياسي)،¹⁰⁹ وفي الجزائر (نتيجة لتطور صناعة الأسمنت المحلية). بالإضافة إلى حجم القطاع، فإن الانبعاثات من قطاع الأسمنت مرتفعة بسبب كثافة انبعاثاته. كثافة الكربون في صناعة الأسمنت في تونس عالية مقارنة بالمعدل العالمي، حيث تبلغ 0.83 طن من ثاني أكسيد الكربون لكل طن من الأسمنت،¹¹⁰ مقارنة بـ 0.76 طن من ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم.¹¹¹ ونتيجة لذلك، يعد القطاع مساهماً رئيسياً في انبعاثات تونس، حيث يمثل 8.3 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون أو أكثر من 14% من الإجمالي الوطني الخام لانبعاثات الغاز الدفيئة في عام 2017.¹¹²

تنشأ الانبعاثات من قطاع الأسمنت عن انبعاثات العمليات التحويلية، فضلاً عن متطلبات الطاقة العالية للقطاع. يوضح الرسم رقم 6 عملية صنع الأسمنت: أولاً يتم إنتاج مادة الكلنكر الوسيطة، والتي يتم سحقها بعد ذلك بالجبس لصنع الأسمنت. الكلنكر عبارة عن مادة عقيمة تنتج عن التحلل الكيميائي (التكليس) لتسخين الحجر الجيري المسحوق ومزيج من المواد الأخرى (الطين والرمل) حتى 1450 درجة مئوية في فرن دوّار. ينتج عن إنتاج الكلنكر انبعاثات العمليات التحويلية، والتي تمثل 60% من إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة من إنتاج الأسمنت، حيث يؤدي إزالة الكربون من الحجر الجيري إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون. كما ينتج عنه انبعاثات حرارية بسبب درجات الحرارة المرتفعة اللازمة لبدء هذا التفاعل الكيميائي واستدامته. في تونس، يتم تشغيل قمانن الأسمنت إلى حد كبير بفحم الكوك البترولي (53%)، والغاز الطبيعي (30%)، وزيت الوقود (8%). بالإضافة إلى ذلك، ينتج عن تشغيل الآلات الصناعية للتكسير والطحن انبعاثات غير مباشرة من استهلاك الكهرباء. في المجموع، يستهلك قطاع الأسمنت 740 كيلوطن في الساعة من الطاقة النهائية و1.123 جيجاوات ساعة من الكهرباء كل عام.¹¹³

الرسم رقم 6: عملية تصنيع الأسمنت¹¹⁴



تستهدف وثيقة المساهمات الوطنية في تونس خفض الانبعاثات التراكمية في قطاع الأسمنت بمقدار 20 مليون طن من ثاني أكسيد الكربون بين 2017 - 2030.¹¹⁵ ويمثل هذا أكثر من 15% من التخفيف المطلوب لتحقيق الهدف العام لوثيقة المساهمات الوطنية.¹¹⁶ طورت تونس إجراءات تخفيف محددة تستهدف قطاع الأسمنت. ويشمل استخدام إجراءات التخفيف الملائمة وطنياً في صناعة الأسمنت اعتباراً من عام 2016 فصاعداً، وسياسة تسعير الكربون لصناعة الأسمنت اعتباراً من عام 2021 فصاعداً.¹¹⁷ بالإضافة إلى الالتزام الحكومي، سيتخذ القطاع الخاص إجراءات مماثلة - في عام 2019، وافقت شركات الأسمنت التونسية على ميثاق صناعي للتنمية المستدامة والمسؤولية الاجتماعية، والذي ألزم الصناعة بتسخير الطاقة المتجددة والمعالجة المشتركة للمواد الأولية.¹¹⁸ وينعكس ذلك في التزامات منتجي الأسمنت الفرديين، على سبيل المثال، أعلن أحد أكبر منتجي الأسمنت في تونس « Votorantim Cimentos » عن التزاماته المتعلقة بالاستدامة لعام 2030، والتي تهدف إلى "زيادة كفاءتها في استخدام الطاقة، واعتماد أكثر التقنيات تقدماً لخفض الانبعاثات، وحماية سلامة الموظفين وصحتهم، وتعزيز التنمية المحلية للمجتمعات حيث يعملون".¹¹⁹

¹⁰⁵ زاوية (2019). يلتزم صناع الأسمنت التونسيون بالتنمية المستدامة.

¹⁰⁶ المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي (2019). العرض التقديمي 2 - دراسة الوقود البديل (دراسة عن ودائع الوقود المشق من النفايات في تونس)

¹⁰⁷ مجموعة أكسفورد للأعمال (2019). تأمل الحكومة التونسية في تحفيز النمو من خلال مشاريع البنية التحتية والتشييد الجديدة.

¹⁰⁸ مجموعة أكسفورد للأعمال (2019). تأمل الحكومة التونسية في تحفيز النمو من خلال مشاريع البنية التحتية والتشييد الجديدة.

¹⁰⁹ مجموعة أكسفورد للأعمال (2019). يستفيد المستثمرون في الصناعة التونسية من مجموعة من الخيارات.

¹¹⁰ الشراكة من أجل الجاهزية للسوق (2014). الإطار التنظيمي لتحديد نطاق أنشطة الشراكة من أجل الجاهزية للسوق.

¹¹¹ الوكالة الوطنية للطاقة (2020). الإسمنت.

¹¹² المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي. الوقود البديل: حل التنمية المستدامة في قطاع الأسمنت.

¹¹³ المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي. الوقود البديل: حل التنمية المستدامة في قطاع الأسمنت.

¹¹⁴ المصدر: مقتبس من https://cembureau.eu/media/drykjo0/manufacturing-process-factsheet_update-jan2021.pdf (CEMBUREAU (2021) :).

¹¹⁵ الشراكة من أجل الجاهزية للسوق (2014). مقترح جاهزية السوق التونسية.

¹¹⁶ نفس المرجع.

¹¹⁷ الشراكة من أجل الجاهزية للسوق (2014). مقترح جاهزية السوق التونسية.

¹¹⁸ زاوية (2019). يلتزم صناع الأسمنت التونسيون بالتنمية المستدامة.

¹¹⁹ Votorantim Cimentos (2020). Our 2030 Sustainability Commitments

يُركز تحليل دراسة الحالة على أحد الخيارات الرئيسية للتقليل من الانبعاثات المُوجَّهة لهذا القطاع، والمُتمثل في خفض نسبة الكلنكر في الأسمنت، إذ تُشكل انبعاثات الكلنكر 85% من مجموع الانبعاثات الناتجة عن عملية إنتاج الأسمنت في تونس.¹²⁰ يُمكن أن يُخلط الأسمنت مع مكونات معدنية أخرى مطحونة بدقة على غرار الخبث، الرماد المُتطاير، حجر الكلس والمواد الأخرى التي تُعوّض نسبة من الكلنكر. وبالنظر الى كثافة الانبعاثات الناتجة عن عملية إنتاج الكلنكر، فإن هذا الخيار من شأنه أن يُقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة من إنتاج الأسمنت، إذ تشهد تونس ارتفاع نسبة الكلنكر في الأسمنت بما يُقارب 85% مقارنةً بالمُتوسط العالمي البالغ نسبته 65%،¹²¹ ويرجع ذلك أساساً إلى القيود التنظيمية. تخضع أصناف منتجات الأسمنت الصالحة للاستخدام في الهياكل الأساسية العامة الى تنظيم صارم من قِبل وزارة التجهيز والإسكان والتهيئة الترابية، ولا يُسمح حالياً إلا باستخدام الأسمنت الذي يحتوي على 95-100% من الكلنكر (الأسمنت البورتلاندي CEM I)، في¹²² حين يُسمح باستخدام الأسمنت البورتلاندي الكلسي CEM II/A-L (الذي يحتوي على نسبة كلنكر تعادل 80-94%) لأغراض أخرى غير البناء، مثل اعداد ملاط الأسمنت وخليط الأسمنت المُستخدم في تلبيس الجدران، ولا يُسمح باستخدامه في إعداد المنتجات الخرسانية.¹²³ بالإضافة الى ذلك، لا يُسمح باستخدام الأسمنت البورتلاندي من الحجر الجيري CEM II B-L (الذي يحتوي على نسبة كلنكر تُعادل 65-80%) في الأسواق المحلية بناءً على توصية من وزارة التجارة بسبب مخاوف تتعلق بالسلامة مفادها أن بدائل الكلنكر تمتلك تأثيرات سلبية على أمانة الأسمنت واستدامته.¹²⁴ بدأ قطاع الصناعة والحكومة بالاعتراف بالفوائد البيئية والاقتصادية للإسمنت الذي يحتوي على نسبة مُنخفضة من الكلنكر، كما تم إنشاء فريق من الخبراء مُتكون من الأطراف الفاعلة الرئيسية في مجال الأسمنت بهدف إزالة الحواجز التنظيمية المفروضة.¹²⁵

¹²⁰ PMR (2014). Organizing Framework for Scoping of PMR Activities

¹²¹ Chatham House (2018). Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete

¹²² PMR (2014). Organizing Framework for Scoping of PMR Activities

¹²³ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، استخدام الاسمنت المركب في تونس.

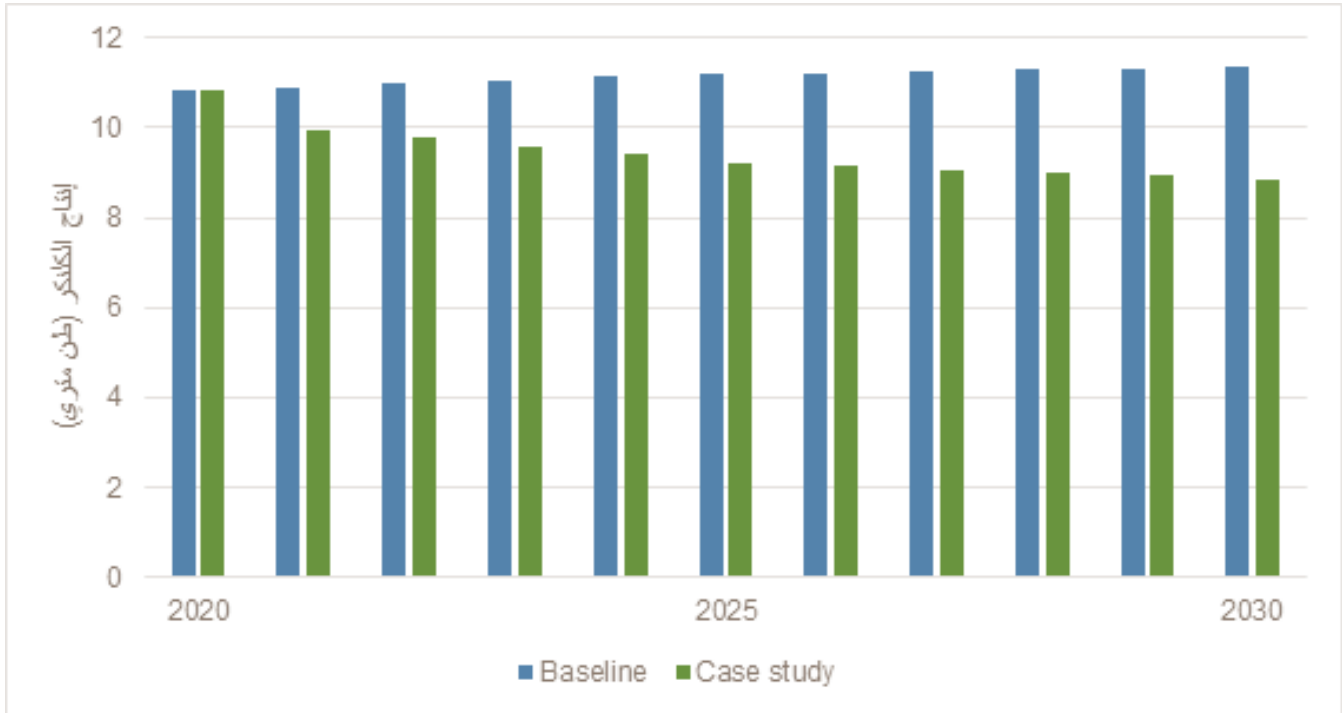
¹²⁴ Black, L (2016). Low clinker cement as a sustainable construction material

¹²⁵ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، استخدام الاسمنت المركب في تونس.

قطاع الصناعة: دراسة حالة

تُركز دراسة الحالة لقطاع الأسمنت على خفض نسبة الكلنكر في الأسمنت، وتُقدم هذه الدراسة تحديداً تقديرات لفوائد التخفيض في نسبة الكلنكر لتتماشى مع المعدل الذي وضعته الرابطة الأوروبية للإسمنت المتمثل في 77% بحلول عام 2025¹²⁶ وبما ينسجم مع أهداف الرابطة منذ ذلك الحين فصاعداً (77% في عام 2030).¹²⁷ ونظراً للظروف الاقتصادية الخاصة للبلاد التونسية، تفترض دراسة الحالة أنه سيتم استبدال الكلنكر بحجر الكلس.¹²⁸ يبيّن الرسم رقم 7 كيفية تغيير إنتاج الكلنكر بمرور الوقت في إطار التوقعات الأساسية ودراسة الحالة. كما تجدر الإشارة إلى أنه ينبغي التصدي للحواجز المذكورة أعلاه من أجل بلوغ نسبة منخفضة من الكلنكر في الأسمنت.

الرسم رقم 7: إنتاج الكلنكر في إطار التوقعات الأساسية ودراسة الحالة



¹²⁶ تُعد CEMBUREAU الرابطة المهنية لقطاع الاسمنت، وتضم تركيا و29 عضواً أوروبياً، ويمثل جمهورها الرئيسي في واضعي السياسات وأصحاب المصلحة المعنيين في أوروبا. وفي هذا الخصوص، تقوم الرابطة بنقل آراء العاملين بالقطاع بشأن جميع المسائل التقنية والبيئية وتلك المتعلقة بالطاقة والمراحل النهائية ووضع السياسات.

¹²⁷ CEMBUREAU. Cementing the European Green Deal.

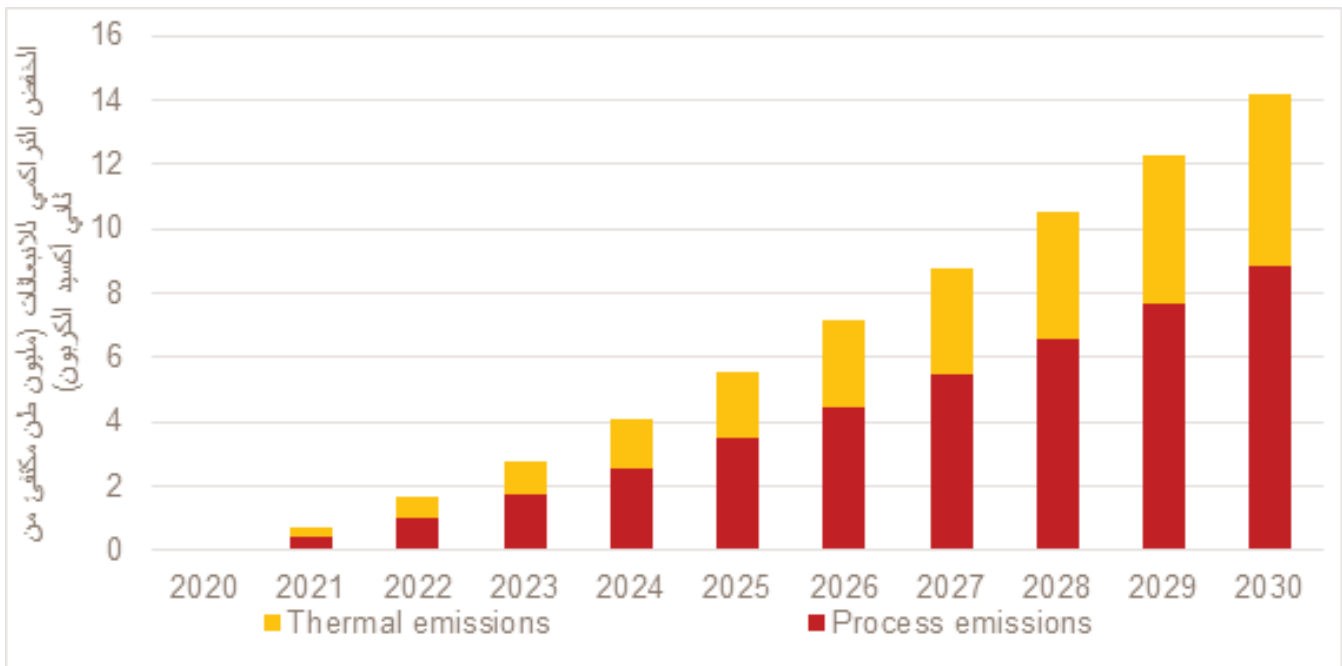
¹²⁸ تتمثل بدائل الكلنكر الشائعة في الرمال المتطاير (مُنتج من فضلات محطات توليد الطاقة التي تعمل بالفحم) وخبث الحديد (مُنتج من فضلات إنتاج الفولاذ). نظراً للتكوين الصناعي للبلاد التونسية، فإن هذه الخيارات غير مُشاحة محلياً رغم توفر إمكانية استيراد تلك المواد، ومع ذلك، عادة ما يستخدم المنافسون الإقليميون الحجر الجيري كبديل للكلنكر نظراً لقبوله في سوق الاتحاد الأوروبي، الأمر الذي يجعله يعتبر البديل الأنسب.

الفائدة 1: خفض الانبعاثات

يُعتبر استبدال الكلنكر أحد الخيارات الرئيسية للتقليل من الانبعاثات في قطاع الأسمنت بالنظر إلى ارتفاع عدد عمليات إنتاج الكلنكر والانبعاثات الحرارية المترتبة عنها. تُمثل انبعاثات غبار الكلنكر 85% من مجموع الانبعاثات من إنتاج الأسمنت في تونس، وينتج 60% من بين هذه انبعاثات عن عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون عن حجر الكلس، في حين تنتج النسبة المتبقية من الانبعاثات عن عملية تسخين الأفران إلى 1450 درجة مئوية.¹²⁹ من شأن التخفيض في نسبة الكلنكر إلى 74% بحلول عام 2030 أن يؤدي إلى تفادي إنتاج 14,2 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة الممتدة بين 2021 و2030، من بينها 8,9 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون المُتجنَّب من انبعاثات العمليات الصناعية و5,3 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون المُتجنَّب من الانبعاثات الحرارية (أنظر الرسم رقم 8).

من شأن التقليل من الانبعاثات بمعدل قدره 1,4 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنوياً أن يُعادل التقليل من انبعاثات القطاع بنسبة 17%.

الرسم رقم 8: التخفيض التراكمي للانبعاثات



الفائدة 2: الاقتصاد في الطاقة

يتسم انتاج الكلنكر بالاستهلاك الكثيف للطاقة، لذلك، يُؤدي التقليل من انتاج الكلنكر الى خفض استهلاك الطاقة. يمثل إنتاج الأسمنت 10% من استهلاك الطاقة الأولية في تونس و35% من الطلب على الطاقة في القطاع الصناعي،¹³⁰ في حين تستأثر الطاقة بنسبة 25-35% من التكاليف الاجمالية.¹³¹ تعمل أفران الأسمنت بالفحم البترولي (53%)، الغاز الطبيعي (30%) وزيت الوقود (8%).

من شأن التخفيض في نسبة الكلنكر إلى 74% بحلول عام 2030 أن يؤدي إلى تقليل الطلب على الطاقة بما يُعادل 1,700 كيلوطن نفط مكافئ أو بنسبة 22%، أي ما تُعادل قيمته 330 مليون دولار أمريكي من المُدخرات التراكمية الناتجة عن الاقتصاد في الطاقة.

إلى جانب ذلك، توجد ثلاثة فوائد من وراء التخفيض في استهلاك الطاقة:

انخفاض تكاليف المُدخلات وزيادة القدرة التنافسية – تُعتبر تكلفة مُدخلات الطاقة التكلفة الرئيسية في عملية إنتاج الأسمنت، إذ تستأثر بنسبة 25-30% من التكاليف الاجمالية.¹³² ويؤدي التقليل من احتياجات الطاقة لإنتاج الأسمنت إلى خفض تكاليف المُدخلات والزيادة من قدرة المُنتجين التونسيين على التنافس مع البُلدان المُنتجة للنفط والغاز.



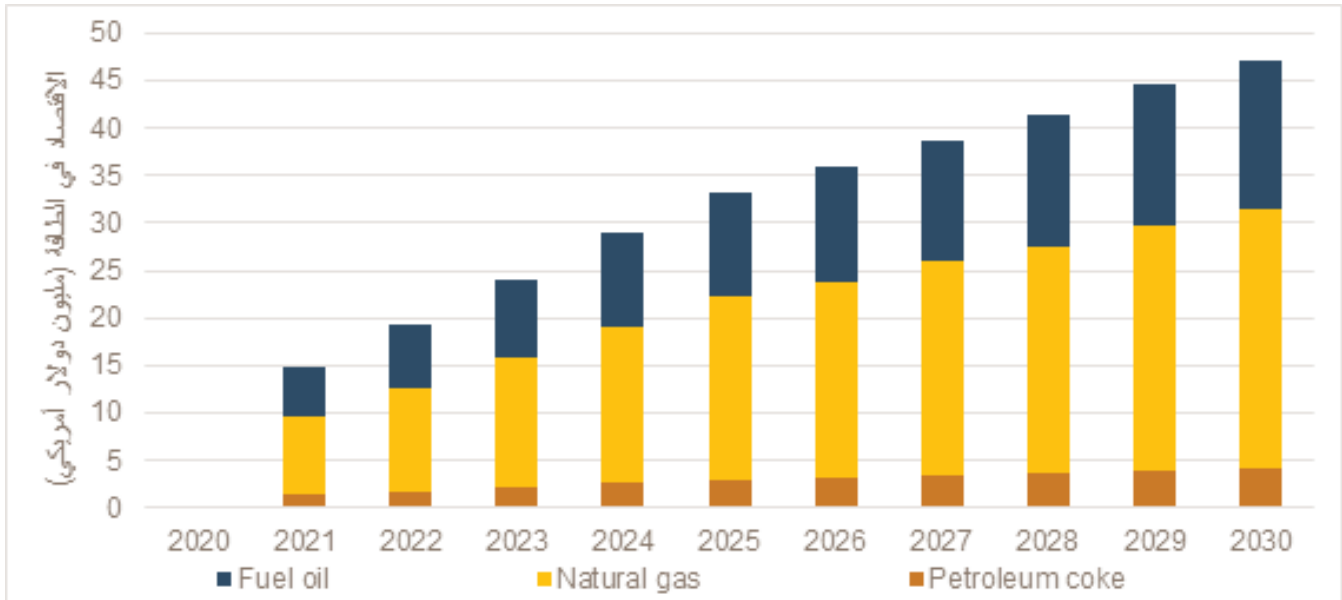
زيادة الأمن الطاقوي – تُعول البلاد التونسية على أنواع الوقود المُستوردة من أجل إنتاج الأسمنت – إذ قامت البلاد باستيراد ما قيمته 100 مليون دولار أمريكي من الفحم البترولي (القادم أساساً من إيطاليا واسبانيا)، مما يجعلها تحتل المرتبة 42 عالمياً من ضمن البُلدان المُستوردة للفحم البترولي.¹³³ كما تقوم تونس باستيراد 60% من غازها الطبيعي من الجزائر بالأساس، الأمر الذي من شأنه أن يزيد من التحديات المرتبطة بالعملة الأجنبية.¹³⁴



تحسين جودة الهواء – من شأن التقليل من الانبعاثات الناتجة عن عملية احتراق الوقود الاحفوري أن يحدّ من تلوث الهواء، لا سيّما وأن الفحم البترولي يولّد انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت التي تُثبت أنها تؤدي إلى تفاقم أمراض الجهاز التنفسي.



الرسم رقم 9: قيمة التقليل من استهلاك الطاقة



¹³⁰ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، تنفيذ مشروع توضيحي لأسواق الكربون التي تم تطويرها في قطاع الاسمنت في تونس.

¹³¹ Government of Canada. Energy Consumption Benchmark Guide: Cement Clinker Production

¹³² مُعدات الاسمنت (2020) التكاليف الرئيسية الأربعة المرتبطة بعملية إنتاج الاسمنت. يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.cementequipment.org/home/the-four-major-costs-associated-with-cement-production>

¹³³ OEC. Petroleum Coke in Tunisia

¹³⁴ International Trade Administration (2020). Tunisia – Country Commercial Guide

التحليل من منظور النوع الاجتماعي

تُصنّف دراسة حالة استبدال الكلنكر في الأسمنت على أنها "محايدة". من شأن التخفيض في نسبة الكلنكر في الأسمنت أن يؤدي إلى التقليل من استهلاك الطاقة وما يتبعها من فوائد مثل زيادة القدرة التنافسية للصناعة وقطاع البناء المرتبط بها. لا توجد بيانات حول عدد النساء العاملات في قطاع تصنيع الأسمنت أو البناء في تونس، وعلى الصعيد العالمي، يشهد القطاع معدل متدني لمشاركة المرأة، إذ تشكل النساء 13-18% من القوة العاملة في هذا المجال،¹³⁵ وعليه، فمن غير المرجح أن تستفيد النساء من هذا التدخّل. إضافةً إلى ذلك، ينبغي أن تقوم الدولة بدعم تعليم النساء والفتيات في مجال العلوم، التكنولوجيا، الهندسة، الرياضيات والمجال العلمي، وذلك من أجل خلق فرص عمل للنساء في قطاع الأسمنت. كما ينبغي أن تُشجّع الدولة الشركات المُصنّعة للأسمنت على الاضطلاع بدور قيادي في هذه المسألة، على سبيل المثال، من خلال تخصيص فرص عمل للنساء،¹³⁶ إعداد سياسات توظيف مناسبة للإناث وتقديم تدريبات في مجال التوعية الجنسانية وزيادة الوعي بشأن التحرش الجنسي.¹³⁷

135 علاج الكربون (2021)، 4 طرق لتعزيز التنوع الجنساني داخل شركات تصنيع الاسمنت والخرسانة، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.carboncure.com/concrete-corner/4-ways-to-foster-gender-diversity-in-cement-and-concrete>

136 علاج الكربون (2021)، 4 طرق لتعزيز التنوع الجنساني داخل شركات تصنيع الاسمنت والخرسانة، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.carboncure.com/concrete-corner/4-ways-to-foster-gender-diversity-in-cement-and-concrete>

137 الرابطة العالمية للأسمنت (2020)، حملة شركة جي كي للأسمنت (JK Cement) بشأن التنوع الجنساني، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط:

<https://www.worldcementassociation.org/blog/gender-diversity/wca-s-iwd2020-mini-series-jk-cement-on-gender-diversity>

الخلاصات

ينطوي التخفيض في نسبة الكلنكر في الأسمنت على فوائد هامة من ناحية الحدّ من انبعاثات قطاع يُصنّف بأنه أحد القطاعات التي يصعب التخفيف من انبعاثاتها. تُشكّل انبعاثات الكلنكر 85% من انبعاثات عملية إنتاج الأسمنت، لذلك، من شأن التقليل من نسبة الكلنكر في الأسمنت بما يتماشى مع معايير الاتحاد الأوروبي أن يؤدي الى تجنّب ما يُعادل 1,4 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون من انبعاثات الدفيئة سنوياً، أي ما يُعادل التقليل من انبعاثات القطاع بنسبة 17%. يجمع التقليل من الانبعاثات بين التخفيض في انبعاثات العملية الصناعية والتقليل من استخدام الوقود. ومن شأن التقليل من إنتاج الكلنكر أن يحدّ من الطلب على الطاقة بما يُعادل 1,700 كيلوطن نفط مكافئ (22%) مما يؤدي الى توفير التكاليف بمقدار 330 مليون دولار أمريكي.

بالإضافة الى ذلك، وعلى الرغم من عدم تقدير كمية الفوائد الكامنة وراء الأمر، إلا أنه يُمكن أن يؤدي التخفيض في نسبة الكلنكر في الأسمنت إلى تعزيز القدرة التنافسية لقطاع الأسمنت في تونس، إلى جانب تعزيز الأمن الطاقوي وتحسين جودة الهواء. وجدت دراسة أجرتها المؤسسة الألمانية للتعاون الدولي أن الاستثمار في الخيارات الأربعة الرئيسية التالية للحد من انبعاثات غازات الدفيئة (تحسين كفاءة الطاقة، المعالجة المشتركة، تسخير المصادر المتجددة للطاقة والتخفيض في نسبة الكلنكر في الأسمنت) يمكن أن يؤدي الى خفض تكاليف إنتاج الأسمنت بمقدار 10 دولارات أمريكية/طن، أي ما يعادل نسبة 33%، مما يجعل القدرة التنافسية للصناعة تتماشى مع تلك الموجودة لدى البلدان المُصنّعة للنفط والغاز.¹³⁸

يُلخّص الجدول رقم 3 فوائد التخفيض في نسبة الكلنكر في الأسمنت، كما تعتمد التكاليف على استجابة السوق. بما أنه بإمكان البلاد التونسية أن تعوّض الكلنكر بحجر الكلس، فإنه لن يكون هناك تكاليف إضافية لشراء المواد الخام أو أي نفقات على كلفة رأس المال. ومع ذلك، تعتبر عملية إنتاج الكلنكر باستخدام الفرن الدوّار عملية مُتواصلة، أي أنه لا يمكن بلوغ أدنى تكلفة/طن إلا إذا كان الفرن يعمل بكامل طاقته. إضافةً إلى ذلك، يمكن أن تصبح تكاليف التخفيض من نسبة الكلنكر هامشية جداً إذا تمكنت تونس من الاستفادة من قدرتها التنافسية المُعزّزة من أجل زيادة الإنتاج ومواصلة العمل بالطاقة القُصوى.¹³⁹

الجدول رقم 3: مُلخص التكاليف والفوائد (مخفّضة)

المجموع	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	2023	2022	2021	الجهات الفاعلة	(مليون دولار أمريكي)
الفوائد												
609	60	62	64	66	67	68	65	60	53	44	المُجتمع	خفض انبعاثات غازات الدفيئة
203	20	21	21	22	22	23	22	20	18	15	مُنْتَجُو الأسمنت	الاقتصاد في الطاقة
811	80	83	85	87	89	91	87	80	70	59		مجموع الفوائد

¹³⁸ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، تنفيذ مشروع توضيحي لأسواق الكربون التي تم تطويرها في قطاع الاسمنت في تونس.

¹³⁹ بناءً على حوار مع الخبير في مجال الاسمنت، السيد توماس زيغلر من شركة ماكينزي وشركاه (McKinsey & Company).

5 | قطاع الطاقة

استعراض دراسات

المقدمة والسياق

يعتبر الكهرباء والتدفئة المُساهمين الرئيسيين في انبعاثات غازات الدفيئة في تونس، إذ تسببت البلاد سنة 2018 في انبعاث 37,3 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون، مما يجعلها مسؤولة عن 0.08% من الانبعاثات العالمية.¹⁴⁰ وقد كان الكهرباء والتدفئة أكبر مساهمين في الانبعاثات العالمية (9,1 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، وهو ما يُمثل 24% من مجموع الانبعاثات.¹⁴¹ إلى جانب ذلك، يقف الاعتماد على الوقود الأحفوري لتوليد الكهرباء وراء ارتفاع نسبة الانبعاثات – ومن الجدير بالذكر أنه قد تم توليد 95% من الطاقة الكهربائية من الغاز الطبيعي خلال سنة 2019.¹⁴²

اعتمدت البلاد التونسية خطط واستراتيجيات طموحة من أجل التقليل من حدة الانبعاثات المُتأتية من قطاع الطاقة وتعزيز الاقتصاد في نفس الوقت،¹⁴³ والتي تُلخّص في مساهمات البلاد في الحد من الانبعاثات التي حُدّدت على المُستوى الوطني¹⁴⁴ التي تحدد أهدافاً من أجل توليد الطاقة المُتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة. تبيّن خطة تونس للطاقة الشمسية استراتيجية تحقيق تلك الأهداف،¹⁴⁵ كما تسعى البلاد من خلال هذه الخطة إلى تخفيض الطلب على الطاقة الأولية بمعدل 30% بحلول عام 2030، فضلاً عن زيادة نسبة إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المُتجددة بمعدل 30% بحلول عام 2030، مقارنة بنسبة 20% في 2020،¹⁴⁶ وذلك استناداً إلى خطة العمل في مجال الطاقة المُتجددة لسنة 2016 وقانون الطاقة المُتجددة لإنتاج الكهرباء. تهدف خطة العمل إلى زيادة قدرة الطاقة الشمسية بمعدل 650 ميغاواط وزيادة في طاقة الرياح بمعدل 350 ميغاواط، إلى جانب تخفيض الطلب على الطاقة الأولية بنسبة 17% بحلول 2020 وبنسبة 30% بحلول 2030.

من ناحية أخرى، يسعى قانون الطاقة المُتجددة لإنتاج الكهرباء إلى تعزيز الاستثمارات في قطاع الكهرباء، خلق 10,000 موطن شغل، الحد من تلوث الهواء بنسبة 38 مليون طن إلى جانب تخفيض ديون الشركة التونسية للكهرباء والغاز (STEG).¹⁴⁷

تقوم هذه الأهداف على البرامج السابقة التي تهدف إلى زيادة قدرة الأسر على الاستفادة من تكنولوجيات الطاقة المُتجددة والتدابير المُتعلقة بكفاءة استخدام الطاقة بما في ذلك:

برنامج الطاقة الشمسية (PROSOL). تم اعتماد هذا البرنامج سنة 2005 لتمكين المُستهلكين من الحصول على آلات تسخين المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية من خلال قرض مدته خمس سنوات،¹⁴⁸ ومن بين الفوائد التي سبق وقدمها هذا البرنامج نجد: (1) إتاحة حصول ما يزيد عن 50,000 عائلة تونسية على المياه المسخنة بالطاقة الشمسية؛ (2) تقليل ما يُعادل 240,000 طن من الانبعاثات التراكمية لثاني أكسيد الكربون؛ إضافةً إلى (3) تقليل الاعتماد على الواردات من الوقود.



برنامج النهوض بالمباني الشمسية (PROSOL-ELEC). يقوم هذا البرنامج بدعم تركيب الأجهزة الفلظاضونية الشمسية في المباني السكنية منذ عام 2010، ومع ذلك، لا يزال البرنامج يواجه تحديات ماليّة وتقنية وتحديات تتعلق بالاتصالات والتي تحول دون تحقيق البرنامج لكامل إمكاناته.¹⁴⁹



برنامج الطاقة الشمسية لعزل المباني (PROSOL-ISOL). أدى برنامج النهوض بالمباني الشمسية إلى إنشاء برنامج العزل الحراري لأسطح المنازل (PROMO-ISOL) الذي يهدف إلى تشجيع العزل الحراري، إلا أنه لم يتم تحقيق هذا البرنامج بعد بسبب الافتقار إلى القدرات والدعم المالي.¹⁵⁰



¹⁴⁰ التبعات المناخية (2021)، الانبعاثات التاريخية لغازات الدفيئة- تونس. يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?end_year=2018®ions=TUN§ors=total-including-lucf&start_year=1990

¹⁴¹ عالمنا في أرقام (2016)، تونس: الموجز القطري عن الطاقة. يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: <https://ourworldindata.org/energy/country/tunisia?country=TUN>

¹⁴² الوكالة الدولية للطاقة (2018)، الموجز القطري لتونس. يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: <https://www.iea.org/countries/tunisia>

¹⁴³ يشمل ذلك الاستراتيجية الوطنية بشأن تغير المناخ لسنة 2012، ادراج تغير المناخ في الدستور بموجب المادة 45 ومساهمات البلاد المُعددة وطنياً والتي قدمت لأول مرة سنة 2017 كجزء من المساهمات الوطنية في مجال تغير المناخ.

¹⁴⁴ من خلال مساهماتها المُعددة وطنياً، تهدف البلاد التونسية إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة بنسبة 41% بحلول عام 2030، مقارنة بنسبة الأساس 2010. ويطمح البلاد إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة دون شروط وبنسبة 13% من خلال الجهود والموارد الخاصة. لتحقيق هدف التخفيض المثبت بنسبة

28% في الانبعاثات، مستخدم تونس على دعم الشركاء الدوليين للتحويل وبناء القدرات ونقل التكنولوجيا.

¹⁴⁵ الشراكة التي تقتضي تحديد مساهمة البلد على الصعيد الوطني (2017)، الشراكة في العمل: بعد مرور عام واحد، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: https://ndcpartnership.org/sites/all/themes/ndcp_v2/docs/country-engagement/NDCP_PIA_LR.pdf

¹⁴⁶ عالم الطاقة (2019)، تصرح تونس بأنها تهدف إلى توليد ربع احتياجاتها الطاقية من المصادر المُتجددة للطاقة في سنة 2021، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/renewable/tunisia-says-aims-to-produce-quarter-of-energy-from-renewables-in-2020/67483346>

¹⁴⁷ الوكالة الدولية للطاقة (2016)، قانون الطاقة المُتجددة لإنتاج الكهرباء (قانون عدد 74 لسنة 2013)، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.iea.org/policies/5873-renewable-energy-law-for-electricity-production-no742013>

¹⁴⁸ يتضمن برنامج الطاقة الشمسية (PROSOL) آلية لمنح القروض للمستهلكين المحليين من أجل شراء سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية، كما تقدم الحكومة التونسية إعانة على التكاليف الرأسمالية تقدر بنسبة 20% من تكاليف الجهاز.

¹⁴⁹ أهداف الأمم المتحدة للتنمية المُستدامة (2011)، برنامج الطاقة الشمسية (PROSOL)، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=99&nr=39&menu=1449>

¹⁵⁰ مؤسسة ناما (NAMA Facility)، تونس - تعزيز استخدام الطاقة المُتجددة والكفاءة الطاقية في قطاع البناء، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.nama-facility.org/projects/tunisia-scaling-up-renewable-energy-and-energy-efficiency-in-the-building-sector>

¹⁵¹ المرجع السابق.

سيطلب تحقيق الأهداف المرتبطة بالطاقة ضمن مساهمة البلاد التونسية المحددة وطنياً استثمارات مالية كبيرة وتغييرات تنظيمية، إذ يُتوقع أن يتطلب تحقيق هذه المساهمات 17,4 مليار دولار أمريكي خلال الفترة الممتدة بين عامي 2015 - 2030، من بينها 14,9 مليار دولار أمريكي (85%) مُخصّصة لقطاع الطاقة.¹⁵² إلى جانب الاحتياجات المالية، ينبغي أن تقوم البلاد بتحديد وإزالة الحواجز التي تحول دون زيادة الاستثمار وتعميم مصادر الطاقة منخفضة الكربون ومخططات الكفاءة في استخدام الطاقة. على الرغم من الأهداف الطموحة لتونس من أجل نشر مصادر الطاقة المتجددة، إلا أن اللوائح التنظيمية القائمة تمنع بيع الطاقة الكهربائية المُستخرجة من المصادر المتجددة للطاقة إلى الشركة التونسية للكهرباء والغاز،¹⁵³ حيث تظل الشركة الجهة الوحيدة التي يُرخص لها البيع النهائي للطاقة للمستهلكين المحليين بموجب القانون عدد 12 لسنة 2015.¹⁵⁴ ويُمكن للحكومة أن تنظر في توسيع الإطار المؤسسي لزيادة المنافسة في أسواق المرافق العامة،¹⁵⁵ على سبيل المثال، يمكن أن تساهم عملية إنشاء هيئة تنظيمية مستقلة تضطلع بمراقبة وتيسير وجود سوق طاقة تنافسي في إرساء قواعد مُشتركة وأكثر شفافية من أجل نجاح مشاريع القطاع الخاص في مجال الطاقة المتجددة.¹⁵⁶

¹⁵² اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2015)، مساهمة البلاد التونسية المحددة وطنياً، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tunisia%20First/INDC-Tunisia-English%20Version.pdf>

¹⁵³ الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2021)، تقييم الاستعداد لمصادر الطاقة المتجددة: الجمهورية التونسية، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط:

https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_RRA_Tunisia-2021.pdf?la=en&hash=FC3A9F7294F9EE75862114EE1704DA6BD79F8366

¹⁵⁴ من خلال القانون عدد 12 لسنة 2015، تسمح تونس بتدفق رأس المال الخاص إلى مشاريع إنتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة لسد احتياجات المنافع العامة، وذلك كوسيلة لتمويل توسيع استخدام الطاقة المتجددة في البلاد حتى عام 2030.

¹⁵⁵ المجلس الأوروبي للعلاقات الخارجية (2021)، التدفق الطاقوي: كيف يمكن أن تتجج الصفقة الأوروبية الخضراء في المغرب وتونس، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط:

<https://ecfr.eu/publication/power-surge-how-the-european-green-deal-can-succeed-in-morocco-and-tunisia/>

¹⁵⁶ شركة نور للطاقة، مشروع تونور: الطاقة الشمسية المركزة، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <http://www.nurenergie.com/index.php/english/projects/tunisia>

الفوائد المشتركة للانتقال الطاقى في تونس

الفوائد المشتركة للانتقال الطاقى في تونس

من شأن توسيع نطاق نشر الطاقة المتجددة أن يدعم البلاد التونسية لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة مع الوفاء بالتزاماتها المتعلقة بالمناخ، ففي تونس، لا يزال النمو الاقتصادي والاستهلاك الطاقى مرتبطين ارتباطاً وثيقاً.¹⁵⁷ بالإضافة الى ذلك، من الضروري أن تقوم البلاد بالتقليل من كثافة الانبعاثات الناتجة عن توليد الطاقة من أجل الاستمرار في تلبية الطلب المتزايد على الطاقة اللازمة للنمو الاقتصادي مع الوفاء بالتزاماتها المتعلقة بالمناخ. ومع ذلك، يمكن لتحسين الكفاءة في استخدام الطاقة أن يدعم فك الصلة بين الطلب على الطاقة والنمو لتعزيز التنمية المستدامة.

من ناحية أخرى، يمكن لنشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة أن يعزز مواطن الشغل. إضافةً الى ذلك، يعتمد عدد ونوع الوظائف التي يمكن أن توفرها الطاقة المتجددة على نوع الطاقة المولدة، الإطار القانوني ومُستوى التنمية للبلاد،¹⁵⁸

وتشير التقديرات إلى أنه من شأن كل 1 جيجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية المثبتة أن يخلق 3000 مواطن شغل في تونس

¹⁵⁹ مع إمكانية زيادة تضاعف مواطن الشغل للاستثمارات في مجال تحسين الكفاءة الطاقية للمباني.¹⁶⁰ ووفقاً لدراسة أجرتها منظمة العمل الدولية في عام 2018،¹⁶¹

فإن تنفيذ الخطة التونسية للطاقة الشمسية يمكن أن يؤدي إلى خلق ما بين 10,000 و30,000 مواطن شغل فوق التوقعات الأساسية بحلول عام 2030.

¹⁵⁷ بن عمار صغاري، م. وآخرون (2016)، الطاقة والتلوث والتنمية الاقتصادية في تونس، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2016.01.001>

¹⁵⁸ https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/The_Renewable_Energy_Sector_and_Youth_Employment_in_Algeria_Libya_Morocco_and_Tunisia.pdf المرجع السابق.

¹⁶⁰ http://papers.gws-os.com/GIZ_Emploi_ER_EE_Tunisie.pdf

¹⁶¹ منظمة العمل الدولية (2018)، الوظائف الخضراء في تونس: طرق القياس ونتائج التماذج، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_631705.pdf

كما يعتمد هذا النطاق على ما إذا كانت مكونات الطاقة المتجددة مستوردة أو مُستخرجة محلياً، مما يشير إلى أنه بإمكان السياسة الصناعية الخضراء أن تتيح فرصاً إضافية للبلاد التونسية. وتعتبر هذه التقديرات مُماثلة لتلك التي أعدتها الحكومة التونسية بشأن خلق مواطن الشغل، إذ تُبيّن مساهمة البلاد بشأن تغير المناخ المُحدّدة وطنياً أنه

يمكن خلق 58,000 مواطن شغل جديد خلال الفترة الممتدة بين 2015 - 2030 من خلال تنفيذ الخطة الطاقة الشمسية التونسية¹⁶².

الى جانب ذلك، من شأن الانتقال الطاقى من خلال استبدال الوقود الأحفوري أن يؤدي إلى تقليل واردات الوقود الأحفوري ونفقات الطاقة. كما تُبين دراسة أجرتها منظمة العمل الدولية سنة 2018 أن من شأن أهداف الكفاءة الطاقية المُشار إليها في الخطة التونسية للطاقة الشمسية التقليل من استهلاك الطاقة الأولية بنسبة 33% بحلول عام 2030 مقارنة بالتوقعات الأساسية. يعادل هذا الاستهلاك المنخفض للطاقة انخفاضا سنويا قدره 6.5 مليون طن متري من المكافئ النفطي، وهو ما يعادل مدخرات تراكمية من الطاقة تُقدّر ب 75,000 مليون دينار تونسي على امتداد الفترة من 2015 إلى 2030.¹⁶³

علاوة على ذلك، من شأن هذه التحسينات في كفاءة الطاقة أن تدعم الأمن الطاقى وتحدّ من ضعف تونس أمام تقلبات أسعار المحروقات نظراً لاعتماد البلاد التونسية على الوقود الأحفوري في القطاع الطاقى وباعتبار البلد مستورداً صافياً للمحروقات.

بالإضافة إلى توفير إمدادات محلية من الطاقة المتجددة، من شأن توسيع قدرة مصادر الطاقة المتجددة أن يُتيح فرصاً تصديرية، إذ يقوم الاتحاد الأوروبي بالبحث عن أسواق كهرباء ذات فُرب مباشر لتوفير الطاقة النظيفة بهدف تحقيق هدف تحييد الكربون بحلول سنة 2050.¹⁶⁴ وقد لفتت البلاد التونسية انتباه المستثمرين باعتبارها دولة تقع في شمال إفريقيا وتملك ما يكفي من الأراضي وأشعة الشمس لسد فجوة الطاقة النظيفة في الاتحاد الأوروبي. لذلك، أطلق البنك الدولي مشروع الربط الكهربائي بين تونس وإيطاليا الذي تبلغ قيمته 13.4 مليون دولار أمريكي لتمكين تجارة الكهرباء بين تونس والاتحاد الأوروبي.¹⁶⁵ وبإمكان الكابلات الكهربائية الممتدة على مسافة 200 كيلومتر تحت الأرض أن تطلق العنان لإمكانات نمو مصادر الطاقة المتجددة في تونس وتزيد من اندماج المنطقة.

الفوائد المشتركة على المستوى الاجتماعي

من شأن التقليل من استخدام الوقود الأحفوري الناتج عن الانتقال الطاقى أن يحقق فوائد اجتماعية مشتركة رئيسية. وتهدف إجراءات التخفيف الملائمة وطنياً للبلاد التونسية في قطاع البناء إلى زيادة كفاءة استخدام الطاقة والتدابير المتعلقة بالطاقة المتجددة في قطاع البناء من خلال توسيع نطاق برنامج الطاقة الشمسية (PROSOL) وبرنامج النهوض بالمباني الشمسية (PROSOL-ELEC). ومن المتوقع أن تؤدي هذه البرامج إلى خفض إنفاق الأسر على الطاقة وتقليل إنفاق الحكومة التونسية على إعانات الوقود الأحفوري الموجهة إلى الفئات الهشة.

وفي حين تمكنت تونس من تحقيق هدف توفير الطاقة للجميع، فإن نشر مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يساعد في مواجهة التحديات المتعلقة بإمكانية الاعتماد على المصادر الطاقية،¹⁶⁷ بيد أن شبكة الكهرباء للبلاد لا تمتلك القدرة على توليد طاقة زائدة، ولا تزال جودة الطاقة منخفضة مع وجود حالات لانخفاض التيار الكهربائي في بعض الأحيان.¹⁶⁸ في ظل ارتفاع معدل استهلاك الكهرباء بمعدل 5% سنويا وبلوغ الطلب على الكهرباء مستويات قياسية جديدة خلال موسم الذروة في فصل الصيف،¹⁶⁹ يمكن لبرامج الطاقة الشمسية خارج الشبكة أن تساعد في تقليل الضغط على الشبكة الكهربائية واطاحة الفرصة أمام الشركات الخاصة أو الأسر لتوليد الكهرباء لاستخدامها الخاص.

¹⁶² اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2015)، مساهمة البلاد التونسية المحددة وطنياً، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Tunisia%20First/INDC-Tunisia-English%20Version.pdf>

¹⁶³ منظمة العمل الدولية (2018)، الوظائف الخضراء في تونس: طرق القياس ونتائج التماذج، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_631705.pdf (المرجع السابق).

¹⁶⁴ RenewAfrica. (2021). Tunisia eyes a 30% renewables share by 2030 & EU clean energy exports.

¹⁶⁵ The World Bank. (2021). Tunisia - Italy Power Interconnector - Project Preparation TA

¹⁶⁶ <https://www.nama-facility.org/projects/tunisia-scaling-up-renewable-energy-and-energy-efficiency-in-the-building-sector>

¹⁶⁷ (The World Bank. Access to electricity (% of population)

¹⁶⁸ The International Trade Administration. (2019). Tunisia-Electrical Power Systems and Renewable Energy

¹⁶⁹ معزوف Id.

الفوائد المشتركة المرتبطة بالقدرة على التكيف في مجال الفلاحة

من شأن زيادة نشر الطاقة المتجددة في قطاع الفلاحة، في شكل أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية، أن يؤدي إلى تأثيرات تنجر عنها تحولات في قدرة القطاع الفلاحي على التكيف. ولا تزال الفلاحة تشكل قطاعاً رئيسياً في الاقتصاد التونسي باعتبارها تمثل 11% من الناتج المحلي الإجمالي،¹⁷⁰ مع ذلك، ومع تَوَزُّع معظم المنتجات الفلاحية على امتداد المناطق الساحلية، فإنه من المتوقع أن يؤدي ارتفاع مستوى سطح البحر وزيادة درجات الحرارة إلى انخفاض المحاصيل الفلاحية:

يُتَوَقَّع أن يعاني المزارعون من انخفاض كبير في دخل الأسرة يقدر بين 2% و7% سنوياً.¹⁷¹

لذلك، يعدّ من الضروري تعزيز مرونة القطاع في مواجهة الضغط على الموارد المائية من خلال التوسع في استخدام الري. مقارنةً بالأساليب التقليدية للضح بالوقود، تُعدّ أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية:

ذات فرق من ناحية التكلفة – عادةً ما تكون تكاليف الدورة الحياتية لأنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية أقل من تكاليف المضخات التي تعمل بالوقود، فعلى الرغم من انخفاض التكلفة الاستثمارية الأولية لمضخات الوقود، إلا أنها تتميز بارتفاع ملحوظ لتكاليف التشغيل والصيانة.



أكثر كفاءة في إدارة الموارد المائية – من شأن استخدام أساليب الري بالتنقيط لأنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية أن يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام الأسمدة، فضلاً عن الاقتصاد في استخدام المياه بنسبة تصل إلى 50% مقارنةً بالأساليب التقليدية للري السطحي،¹⁷² ومع ذلك، يعتبر من الضروري توفير ما يلزم من الرقابة والإدارة لعملية استخراج المياه عبر أنظمة الضخ.



أقل إنتاجاً للانبعاثات – تُعتبر مضخات الوقود المستخدمة للري المصدر الرئيسي لاستهلاك الطاقة في جميع أنحاء العالم،¹⁷³ وقد ثبت أن استبدال المضخات التي تعمل بالوقود بأنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية يؤدي إلى تقليل الانبعاثات.¹⁷⁴



من شأن عملية نشر أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية على نطاق واسع أن تدعم مرونة القطاع الفلاحي وتحدّ من خطر تفاقم مسائل ندرة المياه في ذات الوقت، إلا أن هذه العملية تواجه عدداً من التحديات كما هو مبين في الخانة رقم 4.

الخانة رقم 4: استخدام أنظمة الري العاملة بالطاقة الشمسية

رغم تزايد عدد أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية في جميع أنحاء البلاد التونسية، فإن الإجراءات الإدارية تقوم بإبطاء عملية توسعها. ومن بين المحركات التي أدت إلى زيادة استخدام هذه الأنظمة في الآونة الأخيرة نجد ارتفاع تكلفة توفير الطاقة من خارج الشبكة العامة المنجر عن الاستغناء التدريجي لإعانات دعم الوقود، الأمر الذي يجعل أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية مجدية اقتصادياً مقارنةً بالأنظمة التي تعمل بالوقود.¹⁷⁵ ومع ذلك، نظراً لتقديم الدولة لإعانات كبيرة على تعريفة الكهرباء المرتبطة بعملية الضخ، لا تزال أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية المتصلة بالشبكة ترتبط بفترات سداد طويلة، مما يجعلها غير قادرة على المنافسة اقتصادياً. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للإجراءات الإدارية لوضع أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية أن تثني المزارعين عن المشاركة في مخططات أنظمة الري عن طريق الطاقة الشمسية المدعومة من الحكومة.

كما تُعتبر محدودية فرص الحصول على التمويل الكافي مشكلةً شائعة بين المزارعين، وعادةً ما تكون نسبة الفائدة على القروض الفلاحية مرتفعة بسبب كثرة المُجازفات في القطاع الفلاحي (على سبيل المثال، عدم اليقين بشأن الأسعار والإنتاج والمخاطر المرتبطة بالتكنولوجيات الجديدة). يمكن التغلب على هذه الصعوبات من خلال آليات التمويل المبتكرة، اعتماد التأمين الكافي، زيادة الوعي بالمخاطر الفلاحية المحددة وتوسيع نطاق تقديم الخدمات المالية في مجال الفلاحة.¹⁷⁶

¹⁷⁰ منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (2017)، السياق الاجتماعي والاقتصادي ودور الزراعة – تونس، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <http://www.fao.org/3/i7738e/i7738e.pdf>

¹⁷¹ الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (2018)، مرجع للمخاطر المناخية في تونس، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/Tunisia_CRP.pdf

¹⁷² شتين، ع. (2019)، الاستخدام الفعال للمياه والأسمدة في الزراعة المرورية: الري بالتنقيط والتسميد، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط الذي يحتوي على تاريخ الإصدار: ahr-2019-0019/10.2478

¹⁷³ بيكارو، ج. وآخرون (2019)، تحسين استهلاك الطاقة في شبكات الري التي يوفرها نظام الخلايا الكهروضوئية القائم بذاته، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/11/4203/pdf>

¹⁷⁴ ساركاز، ن. وآخرون (2015)، استبدال مضخات الري التي تعمل بالوقود بالمضخات التي تستخدم الطاقة الشمسية الضوئية من أجل الري المستدام في بنغلاديش: دراسة جدوى مع هومر، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط الذي يحتوي على تاريخ الإصدار: https://uploads.water-energy-food.org/legacy/spis_summary_web.pdf

¹⁷⁵ كسكاس، ت. وآخرون (2019)، تأثير أنظمة الري باستخدام الطاقة الشمسية للضح في نظم الري في تونس، يمكن الاطلاع عليه عبر هذا الرابط: https://energyepedia.info/images/6/67/FINANCE_Module.pdf

¹⁷⁶ الوكالة الألمانية للتعاون الدولي، مجموعة أدوات بشأن أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية – الوحدة 6: التمويل، يمكن الاطلاع عليها عبر هذا الرابط: https://energyepedia.info/images/6/67/FINANCE_Module.pdf

التحليل من منظور النوع الاجتماعي

تُعتبر نتيجة المقاربة المُعتمَد حالياً في تونس لتوسيع نطاق نشر الطاقة المتجددة "سلبية"، إذ تمثل النساء 28% من العاملين في قطاع الطاقة، كما يشغلن 6% فقط من المناصب الإدارية، وعادةً ما يضطلعن بأدوار إدارية في هذا القطاع،¹⁷⁷ كما تُعاني المرأة من نُقص التمثيل في المجال التقني ومجال المبيعات. وفقاً للدراسة، تُنسب الحواجز التي تحول دون دخول المرأة إلى القطاع وتحقيق التقدم فيه إلى الأعراف الثقافية والاجتماعية والتحديات التي تواجه المرأة في مجال تنظيم المشاريع، مثل الحصول على التمويل. إضافةً إلى ذلك، لم يتم إِبلاء العناية اللازمة لهذه الحواجز ضمن خطة البلاد التونسية لتوسيع نطاق نشر الطاقة المتجددة. ومن أجل تعزيز المساواة بين الجنسين في قطاع الطاقة المتجددة، توصي الوكالة الدولية للطاقة المتجددة بما يلي:¹⁷⁸

- تعميم مراعاة المنظور الجنساني في أطر قطاع الطاقة على جميع المستويات، بما في ذلك وضع السياسات، تصميم البرامج وتنفيذ المشاريع؛

تحسين مشاركة المرأة في التدريب وتنمية المهارات التقنية وغير التقنية؛



اجتذاب المواهب في هذا القطاع واستبقائها من خلال سياسات التشغيل المناسبة للمرأة؛



تحدي الأعراف الثقافية والاجتماعية من خلال تسليط الضوء على الموظفات الناجحات على سبيل المثال.



¹⁷⁷ MEDENER. (2019). ANME highlights small percentage of women in Tunisia's energy management sector

¹⁷⁸ IRENA. (2019). Renewable Energy: A Gender Perspective

6 | الخلاصات

الخلاصات

يمثل تحيين المساهمة المحددة وطنيا فرصة رئيسية لزيادة الطموح في القطاعات التي تم إهمالها في السابق. كما يتيح هذا التحيين الفرصة لتعزيز مصادقية أهداف التخفيف والتوسع إلى ما هو أبعد من قطاع الطاقة الذي كان محور الجهود الحالية. ويكشف هذا التقرير عن وجود مُبرّر اقتصادي واضح لإجراءات التخفيف في قطاعات النفايات والنقل والصناعة. من خلال اختيار خيار تخفيف من دراسة حالة توضيحية لكل قطاع، وتحديد الفوائد الاقتصادية والبيئية والاجتماعية، يبيّن هذا التقرير أن إجراءات التخفيف في هذه القطاعات الثلاثة يمكن أن تحقق:

الأمن الطاقي – تعتبر البلاد التونسية مستورد صافي للمحروقات، كما تُعدّ عرضة للتقلبات العالمية في أسعار المواد الهيدروكربونية. ومن شأن الاستثمارات في مجال كفاءة استخدام الطاقة أو تعويض الواردات بالبدايل المنتجة محليا (مثل الغازات المُنبعثَة من مكبات النفايات أو الطاقة المتجددة) أن تقلل من الاعتماد على واردات الوقود الأحفوري وتعزز الأمن الطاقي.



التقليل من نسبة تلوث الهواء – تعاني البلاد التونسية من مستويات خطيرة من تلوث الهواء في المناطق الحضرية، لا سيّما في تونس وشفافس وبنزرت وأريانة ومنوبة، والتي تعاني جميعها من زيادة في المواد الجسيمية (PM10) في الهواء تفوق المستوى الأقصى الموصى به في مبادئ منظمة الصحة العالمية التوجيهية الخاصة بنوعية الهواء والبالغ 20 ميكروغرام/م³. ويرجع تلوث الهواء هذا أساساً إلى الأنشطة الصناعية وانبعاثات السيارات. بالإضافة إلى ذلك، تساهم المستويات العالية من تلوث الهواء في أمراض الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية وكذلك السرطان. يمكن تفادي ما يقدر بنحو 250 حالة وفاة مبكرة سنويا عند التخفيض في نسبة تلوث الهواء الخارجي من خلال تنفيذ تدابير الحد من تلوث الهواء على 14 من الملوثات المناخية قصيرة العمر حتى عام 2030.¹⁷⁹



خلق مواطن شغّل – من شأن نشر التكنولوجيات الخضراء أن يزيد من مواطن الشغل، سواء بالنسبة للعمال ذوي المهارات (مما يُعالج ظاهرة انتشار البطالة بين صفوف الخريجين في تونس)¹⁸⁰ أو بالنسبة للعمال الأقل مهارة من الفئات الهشة. كما يمكن زيادة تعزيز إمكانات خلق مواطن الشغل من خلال التصنيع المحلي للتكنولوجيات الخضراء مثل السيارات الكهربائية ومكونات الطاقة المتجددة.

