HEINRICH BÖLL STIFTUNG
شمال إفريقيا تونس

المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية
Egyptian Center for Economic & Social Rights
ECESR

80 جيجاوات من التغيير

مسارات الكهرباء المستقبلية في مصر

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
شمال إفريقيا تونس

المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية
Egyptian Center for Economic & Social Rights
ECESR

80 جيجاوات من التغيير

مسارات الكهرباء المستقبلية في مصر

كـــلمة شـــكر

تـود مؤسسـة **هايـنرش بـول والمركـز المـصري للحقـوق الاقتصاديـة والاجتماعيـة** توجيـه الشكر لـكل مـن حـضر ورش العمـل التقنيـة والاجتماعيـة نظرًا لإسـهامها بشـكل أسـاسي في عمليـة تطويـر مسـارات الطاقـة المختلفـة المطروحـة في هـذه التقريـر.

صـدر هـذا التقريـر بالتعـاون بـين **مؤسسـة هايـنرش بـول والمركـز المـصري للحقـوق الاقتصاديـة والاجتماعيـة.**

المؤلف الرئيسي:
إيزابيل بوتومز

تحرير ومساهمة:
رنا علاء، وراجي سامي

وضع النماذج:
محمد شلبي، مصطفى الشاهد

ميسّرو ورش العمل:
محمود الرفاعي، هبة خليل، إيزابيل بوتومز

المستشار:
أ. أحمد حُزيّن

ترجمة:
محمد طلعت

Cover Art, Iconagraphy & Layout Design
Nadim Amin

المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية
Egyptian Center for Economic & Social Rights

المركز المصرى للحقوق الاقتصادية والاجتماعية هو مؤسسة قانونية مصرية غير حكومية، تنطلق من قيم العدالة، والحرية، والمساواة، وتلتزم فى ذلك بجميع المواثيق، والإعلانات، والاتفاقيات الدولية لحقوق الإنسان، خصوصا العهد الدولى للحقوق الاقتصادية، والاجتماعية، والثقافية، واتفاقيات وتوصيات منظمة العمل الدولية كمرجعية لها على مستوى الرؤية والممارسة.
يعمل المركز من خلال عدة مكاتب وفروع منتشرة بجمهورية مصر العربية.

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
شمال إفريقيا تونس

هاينرش بول مؤسسة تعمل على دعم الرؤى والمشروعات الخضراء، وهي مركز دراسات يعمل على إصلاح السياسات وتعمل كشبكة دولية تنتمي لتحالف حزب الخضر الألماني، وتدعم المؤسسة تنمية المجتمع المدني الديمقراطي داخل ألمانيا وخارجها، وتدافع عن المساواة في الحقوق والفرص بغض النظر عن النوع، أو الميول الجنسية، أو الديانة، أو العرق، أو الجنسية.

تدعم المؤسسة المشروعات الثقافية كجزء من برامجها للتوعية المدنية، وتساعد الطلاب والخريجين الألمان أو غير الألمان من الموهوبين والفاعلين سياسيًا واجتماعيًا، وتنسّق مع المؤسسات الحكومية الألمانية في كل الست عشرة ولاية، وترسخ الأهداف الرئيسية التي توجه عملنا قيم الديمقراطية وحقوق الإنسان، ومكافحة التدهور البيئي، وحماية حق الجميع في المشاركة المجتمعية، وتروّج للّاعنف ولسياسات السلام المبادرة وحل النزاعات، والدفاع عن حقوق الأفراد.

محتويات

1.ملخص تنفيذي 10

2.مقدمة 16
2.1. قطاع الطاقة المصري حاليًا 17
2.2. فن الرؤية والدافع وراء هذا السيناريو 19
2.3. استخدام هذا التقرير 21
2.4. مفتاح رموز المسارات 22

3.منهجية البحث 26

4.ما الموجود بالفعل؟ 32
4.1. أمثلة من حول العالم على سيناريوهات الطاقة 33
4.2. البحوث المعنية بقطاع الطاقة المصري 35

5.المسارات السبعة 38
5.1. البنية التحتية 39
5.2. إتاحة الطاقة 41
5.3. „التكاليف“ 42
5.4. خلق فرص العمل 43
5.5. الواردات والصادرات 45
5.6. صانعو القرار 45
5.7. انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 45

6.مسار „بقاء الأمور على حالها“ BAU - السيناريو التأسيسي 48
6.1. الافتراضات 51
6.1.1 جانب الطلب: 51
6.1.2 كفاءة الطاقة: 52
6.1.3 جانب التوليد: 52
6.1.4 التكاليف المفترضة: 54
6.2. النتائج 56
6.2.1 الفحم 58
6.2.2 البنية التحتية 59
6.2.3 إتاحة الطاقة 60
6.2.4 خلق فرص العمل 61
6.2.5 „التكاليف“ 63
6.2.6 الواردات/الصادرات 67
6.2.7 صانعو القرار 67
6.2.8 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 68

7.مسار „نحو صفر كربون“ TZC 72
7.1. الافتراضات 74
7.2. النتائج 74
7.2.1 البنية التحتية 76
7.2.2 خلق فرص العمل 79
7.2.3 إتاحة الطاقة 81
7.2.4 „التكاليف“ 81
7.2.5 الواردات/الصادرات 82
7.2.6 صانعو القرار 82
7.2.7 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 83

8.مسار „نحو صفر كربون مع الطاقة النووية“ TZC+NUCLEAR 84
8.1. الافتراضات 86
8.2. النتائج 86
8.2.1 البنية التحتية للنووي 88
8.2.2 خلق فرص العمل 88
8.2.3 إتاحة الطاقة 89
8.2.4 „التكاليف“ 89
8.2.5 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 92

9.مسار „نحو صفر كربون مع الطاقة الشمسية المركزة“ TZC+CSP 94
9.1. الافتراضات 96
9.2. النتائج 96
9.2.1 البنية التحتية 98
9.2.2 خلق فرص العمل 99
9.2.3 إتاحة الطاقة 100
9.2.4 „التكاليف“ 100
9.2.5 الواردات/الصادرات 101
9.2.6 صانعو القرار 101
9.2.7 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون Co2e 102
9.3. مقارنة المسارات المختلفة لسيناريو نحو صفر كربون 103

10.مسار „نحو استقلال الطاقة“ TEI 108
10.1. الافتراضات 110
10.2. النتائج 110
10.2.1 البنية التحتية 112
10.2.2 إتاحة الطاقة 114
10.2.3 „التكاليف“ 114
10.2.4 خلق فرص العمل 115
10.2.5 الواردات/الصادرات 116
10.2.6 صانعو القرار 117
10.2.7 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 117

11.مسار „نحو طاقة لامركزية“ TDE 120
11.1. الافتراضات 124
11.2. النتائج 124
11.2.1 البنية التحتية 126
11.2.2 إتاحة الطاقة 126
11.2.3 „التكاليف“ 127
11.2.4 خلق فرص العمل 127
11.2.5 الواردات/الصادرات 128
11.2.6 صانعو القرار 129
11.2.7 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 130

12.مقارنة المسارات 134
12.1. إجمالي خلق فرص العمل 135
12.2. „التكاليف“ وانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e 136
12.3. الواردات والصادرات 138
12.4. صانعو القرار 139

13.طريق التقدم 142

14.هوامش 147

”

استندنا على كم كبير من المهارات والقوالب المعرفية وخبرات منظمات المجتمع المدني، والمنظمات الحقوقية، ومراقبي الوقع البيئي في مرحلة إعداد وكتابة „80 جيجاوات من التغيير“ ، وبالتالي، فيجب توسيع دائرة الإدماج بحيث تضم المجتمع المدني والقطاع الخاص (وليس مجرد الاكتفاء استشارتهم في المراحل الأخيرة) للسيناريوهات المستقبلية للطاقة في مصر.

“

١.

ملخص تنفيذي

80 جيجاوات من التغيير يعد أول سيناريو عن قطاع الطاقة في مصر على الإطلاق ينسب تحليله وتصميمه للمجتمع المدني ويكون متاحًا للجمهور، فيتضمن هذا المشروع، عبر مشاركة الأطراف المعنية وبعد عملية إعداد مشتركة، سبعة سيناريوهات مختلفة تجيب عن سؤال كيف يمكن أن تتطور مصر بين 2015-2035 مع وضع كافة الاحتمالات الإيجابية والسلبية، ويمكن اختصار هذه الاحتمالات كالآتي:

„بقاء الأمور على حالها“ مع اتخاذ تدابير الكفاءة“
BUSINESS AS USUAL WITH EFFICIENCY MEASURES BAU

بالنظر إلى الوضع الحالي لتوليد الكهرباء ومواجهة العجز في التوليد، نجد أن منهج „بقاء الأمور على حالها مع مراعاة كفاءة الطاقة“ أرخص في التنفيذ عن **„بقاء الأمور على حالها BAU“** بدون تدابير الكفاءة، ولكنه فشل في التعامل مع مشاكل إتاحة الكهرباء الحالية عبر البلاد، وفشل أيضًا في معالجة الانحصار الكربوني والاعتماد على الغاز الطبيعي لتوليد الطاقة بشكل يفوق كونه اعتماد مرحلي، وإضافة عنصر الكفاءة ستكون موفرة للمال وللطاقة حيث توفر 15,4 جيجاوات، وستخلق صناعة جديدة تزدهر مع خلق فرص عمل مرتفعة.

„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم“
BUSINESS AS USUAL WITH COAL BAU+COAL

رأى المشاركون أنه بازدياد عدالة المسارات، ستزداد دقتها، خصوصًا إذا ما قورنت بسيناريو تأسيسي يأخذ في الاعتبار موقف الحكومة من الفحم، وعلى الرغم من عدم استخدامنا لـ **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“** كسيناريو تأسيسي لباقي المسارات، فقد وجدنا أن تكلفة إدراج الفحم في مزيج الطاقة ستتخطى بكثير مزايا استخدامه لتعويض عجز الطاقة نظرًا لتلوث الهواء، والمواقع، والتلوث المحتمل للبيئة وللمجتمعات المحيطة بالمناطق التي سيورّد إليها الفحم، وتكلفة القيمة المضافة والضغط على خدمات الدولة الصحية، وأيضًا نظرًا لأن بناء المصانع التي تعمل بالفحم وتشغيلها وصيانتها قياسًا على سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** سيتكلف 15.8 مليار دولار أمريكي أكثر من سيناريو „بقاء الأمور على حالها مع مراعاة كفاءة الطاقة“، وهو السيناريو الذي سينتج عنه بالكاد 100 ألف فرصة عمل أقل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة بالمقارنة بأي سيناريو آخر.

„نحو صفر كربون“
TOWARDS ZERO CARBON TZC

يقدم هذا السيناريو فهمًا للتكاليف وخلق فرص العمل ومزيج الطاقة نحو انعدام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على فترة أكبر وحتى 2035، فباستخدام الغاز الطبيعي كوقود مرحلي مع الحفاظ على الشبكة المركزية، سنجد أننا نبني المولدات التي تستخدم الطاقة الشمسية والرياح للمساعدة في تغذية مصادر توليد الكهرباء بالإضافة إلى المحطات الكهرومائية الموجودة والمخطط لها بالفعل، جنبًا إلى جنب مع صفوف التوربينات الصغيرة الموجودة بطول المجاري المائية، وأخيرًا بالإضافة إلى خلق مصدر جديد للوقود أساسه الكتل الحيوية من الصرف البشري والزراعي في محطات توليد محلية، هذا السيناريو دولتي بالأساس ولا يقدم فرص لدعم الصناعات الصغيرة والمتوسطة أو محطات التوليد التي تملكها التعاونيات المجتمعية، ولكنه يقدم إرهاصات لمخطط أولي عن كيفية بناء نظام كهربي منزوع الكربون.

„نحو صفر كربون مع استخدام النووي“
TOWARDS ZARO CARBON WITH NUCLEAR TZC+NUCLEAR

ويعد أكثر السيناريوهات إثارةً للجدل، ورفضه حاضرو ورش الإعداد في السياق المصري حيث اعتبروه فاشل وغير آمن، ووضع هذا السيناريو بالأساس لتوضيح أنه يخلق فرص عمل قليلة جدًا، فعلى الرغم من أنه يقلل من الانبعاثات، فهذا الخفض الذي سيحدث للانبعاثات يمكن الوصول له لتحقيق مكاسب اجتماعية وتعاونية مشتركة بشكل أرخص بكثير عبر تقنيات متجددة أثبتت فاعليتها، كما أوضحنا أعلاه في المسار الرئيسي لسيناريو „نحو صفر كربون“.

„نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة“
TOWARDS ZARO CARBON WITH
CONCENTRATED SOLAR POWER TZC+CSP

يأتي هذا السيناريو ليستبدل بالشق النووي من السيناريو الرابع TZC+NUCLEAR شق الطاقة الشمسية المركزة CSP المصحوب بإدخال كميات كبيرة من الألواح الضوئية التي تعتمد على الطاقة الشمسية في مزيج الطاقة، وتشكل الطاقة الشمسية المركزة CSP مع الكتل الحيوية مصدر طاقة يتسم بالتعاونية واللامركزية على مستوى المحافظة، ومن الجدير بالذكر أن مصادر الطاقة الموجودة بالفعل في أنحاء مصر معتمدة على محطات تعمل بالغاز الطبيعي والحقول الواسعة المولدة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح، ويعد هذا السيناريو أكثرهم تكلفةً نظرًا لحداثة التقنية المستخدمة في توليد الطاقة الشمسية المركزة CSP

„نحو استقلال الطاقة“
TOWARDS ENERGY INDEPENDENCE TEI

بالإضافة لكون هذا السيناريو مصممًا لتحمل الصدمات الخارجية وتقلبات الأسعار والتغيرات المناخية، فهو يتيح أفضل استغلال للطاقات المتجددة، ولكن على شبكة مركزية تستخدم الغاز الطبيعي، مما سيصل بالطاقات المتجددة للمستويات القصوى من 2030-2050، ويتطلب هذا السيناريو أقل استيراد ممكن من المنتجات البترولية وهو الثالث في أعلى معدلات خلق فرص العمل، وهو أقل السيناريوهات المرسومة في „80 جيجاوات من التغيير“ على الإطلاق في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

„نحو طاقة لامركزية“
TOWARDS DECENTERALIZED ENERGY TDE

ويعد هذا السيناريو أكثر المواقف تطرفًا تجاه الوضع الحالي، فهو يفكك مركزية منظومة توليد الكهرباء من الشبكة القومية لتنتقل إلى مستويات المحافظات والمجتمعات والمحليات حيث تستخدم الطاقات المتجددة وحيث يمكن أن تغذي الألواح الشمسية احتياج صناعة بعينها، أو مجموعة وحدات سكنية، أو واحة ما بشكل مباشر، وتعد التكلفة الاقتصادية لهذا السيناريو عالية، لكننا نجد المكاسب عالية كذلك، فمع توسيع دائرة اتخاذ القرار ستتسع دائرة وعي المصريين باستهلاك الطاقة وبقدرتهم على الوصول لجودة أفضل، خصوصًا بعد تمكينهم وترابطهم، ويوفر هذا السيناريو أيضًا أعلى معدلات خلق فرص العمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة نظرًا للامركزيته ولنموذجه المعتمد على الطاقات المتجددة بشكل مرتفع.

فباختصار، تقرير „80 جيجاوات من التغيير“ يعد أول خطوة في طريق طويل نحو توليد سيناريوهات شديدة الدقة والتفصيل ومعممة على قطاع الطاقة بمصر، فالسيناريوهات متاحة للجمهور وتشرك المعنيين والمجتمع المدني في رسمها، مما سيوسع من الحوار حول الطاقة عبر البلد، وبالتالي فـ“80 جيجاوات من التغيير“ تمثل تحديًا أمام كل من ينتمون للأكاديميا، والمنظمات الدولية، والمؤسسات البحثية، والاستشارية والمنظمات غير الحكومية ليتعاونوا ويعمّقوا ما بدأناه في هذه الدراسة.

طريق التقدم

وصلنا لبعض الاستنتاجات الرئيسية أثناء عملنا في رسم السيناريوهات وكتابتها وتيسير ورش عملها، ونعرضها كطريق التقدم المبني على „80 جيجاوات من التغيير“.

أولًا، يجب مد الجدول الزمني للسيناريوهات حتى 2050، فالتخطيط طويل المدى يتطلب جداول زمنية متناسبة مع قرارات الاستثمار المتخذة لصور توليد الطاقة المختلفة، وهو ما يعني في المتوسط 40 سنة فأكثر، ومن أجل البناء على أسس هذا التقرير، يجب الالتزام بدراسة الاحتمالات المختلفة لقطاع الطاقة بأكمله (وليس فقط قطاع الكهرباء)، ويتطلب هذا الالتزام التركيز، والخبرات الأكاديمية والفنية، وبناء القدرات، وهيئة راعية يكون بإمكانها استضافة مهمتيّ البحث والاستكشاف للعمل المطلوب لإنجاز هذه المهمة، وبالإضافة إلى هذا، فإننا نود أن نرى أعمالًا في المستقبل تعالج مشاكل الطاقة والماء والطعام وتربط بينها في تضافر، لضمان استكشاف السيناريوهات الدقيقة والشاملة بشدة، ولضمان التأكيد على التعاون من أجل تطوير عادل وإيجابي.

وأخيرًا، فقد استندنا على كم كبير من المهارات والقوالب المعرفية وخبرات منظمات المجتمع المدني، والمنظمات الحقوقية، ومراقبي الوقع البيئي في مرحلة استضافة „80 جيجاوات من التغيير“ وكتابتها، وبالتالي، فيجب توسيع دائرة الإدماج بحيث تضم المجتمع المدني والقطاع الخاص (وليس مجرد الاكتفاء استشارتهم في المراحل الأخيرة) للسيناريوهات المستقبلية للطاقة في مصر.

”وجود دعم للوقود الحفري فيعني أن موارد الطاقة المتجددة في مصر لم تتح لها فرصة حقيقة لإثبات قيمتها، خصوصًا إذا ما قورنت بالجدوى المالية لأسعار الوقود الحفري (المنخفض بشكل غير حقيقي)، وهو ما يؤثر تجارياً على إتاحتها للمستهلك،“

٢.

مقدمة

هذه الدراسة تُعد منتج مشروع مدته 8 أشهر يسعى لوضع نموذج يصف ما سيبدو عليه قطاع الكهرباء المصري خلال 20 عامًا ، إذا أخذنا في الحسبان القيود الاجتماعية والبيئية والآثار المجتمعية، وهو أول تقرير من نوعه في مصر يطرح سبعة مسارات مختلفة ويحدد الآثار، والتكاليف، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والمكاسب التي تنتج من وراء كل مسار على حدة، وقد أوردنا بالتفصيل السياق، والعملية، والشرح التفصيلي لكل من المسارات، وأضفنا اقتراحات للخطوات والمرحلة القادمة.

وأخيرًا، فهذا التقرير مرخّص بموجب رخصة المشاع الإبداعي، مما يعني أنه يمكن اقتباس أجزاء من التقرير، والاستفادة منها، وإعادة إنتاجها دون الحاجة لإذن المؤلف، بشرط ذكر المرجع بشكل صحيح، ونشجعكم على الاستفادة من هذا التقرير أينما ووقتما استطعتم للإضافة للنقاش. وذلك نظرًا لأهمية أن يدخل محتواه في جميع المجالات التي تخص من يعملون على أزمة الطاقة المصرية.

1.2. قطاع الطاقة المصري حاليًا

قطاع الطاقة المصري وليد الموارد الطبيعية للبلد واتساع الدائرة الجغرافية لطلب السكان والصناعة، وعلى أساس ذلك تتمتع مصر بشبكة مركزية محلية بطول نهر النيل، وظلت الدولة تديرها حتى وقت قريب، وتعتمد مصر بشكل رئيسي على الغاز الطبيعي والبترول لحوالي 91% من احتياجها للطاقة، وتأتي الـ 8% الباقية من السد العالي، و1% من الرياح والطاقة الشمسية مجتمعتين[1]، ويتكون قطاع الطاقة في مصر من وقود يستخدم لتوليد الكهرباء، ومن وقود يستخدم في النقل والمواصلات، ومن موارد أخرى مصممة لإنتاج الطاقة بغرض تغذية الصناعات، وقد ساعد تمتع مصر باحتياطي كبير من الغاز الطبيعي على ارتفاع معدلات الإنتاج والاستهلاك الكهربي، مما ساهم في مواكبة مصر لتطورات الألفية الجديدة، ولكن مصر قد تحولت من دولة مصدرة للبترول إلى دولة مستوردة له بسبب عدم تعويضها للانخفاض في إنتاج المواد البترولية المحلية الحادث بين 2000-2013 من خلال مصادر طاقة أخرى[2]، إلى جانب ارتفاع الاستهلاك الذي تجاوز إجمالي الإنتاج، وهو التحول الذي أدت عواقبه إلى ثبات التطور البشري، والاقتصادي، والصناعي بعد أن كان في ازدياد، وهو ما نراه جليًا في 2015.

ويصل الطلب المصري على الطاقة في أقصاه إلى 30000 ميجاوات، في حين أن العرض يزيد قليلًا عن 26000 ميجاوات، مما يضعنا أمام عجز طاقة بحوالي 4000 ميجاوات[3]، ويتسبب هذا العجز في الانقطاع المتكرر للكهرباء الذي تعاني مصر منه في أوقات وصول الطلب لأقصاه، وهو ما يحدث غالبًا في شهور الصيف الحارة، ولا يعد هذا العجز استثنائيًا، بل يمثل مشكلة جوهرية ومتأصلة، فالازدياد المطرد في تعداد السكان، والمتوقع أن يستمر بمعدل 1.6% سنويًا، يمثل أكبر عامل مؤثر في ارتفاع الطلب على الطاقة.

وقد كان للسياسات تأثيرًا مباشرًا على أنماط الاستهلاك، فسياسات وزارتيّ البترول والكهرباء قد خلقت مصادر طاقة تقليدية مرتفعة الدعم الموجه بالأساس للخمس الأفقر من السكان، خصوصًا البنزين والديزل، ولكن هذه السياسات في الحقيقة قد أفادت أصحاب السيارات الملاكي، خصوصًا الطبقات الوسطى والعليا[4]، وحتى 2014/2013، كان يذهب 70% من دعم البنزين، و60% من دعم الغاز الطبيعي إلى الـ 10% الأكثر ثراءً في مصر[5]، ويحول الشق الآخر من دعم الدولة للكهرباء من وصول تكلفة الإنتاج الكاملة للمستهلكين، ونجد المستفيدين من هذه الأسعار المنخفضة بشكل غير مستدام ينتمون للشريحة التي تمثل الخمس الأكثر ثراءً، وهم أصحاب الاستهلاك الأعلى، وليس الشرائح الأفقر المراد دعمهم، ويستهلك دعم الوقود الحفري في مصر من الناتج المحلي الإجمالي في المجمل حتى 2014 أكثر من حوالي 14.5% من ميزانية الخدمات الصحية الوطنية.

يمكن أن يساهم الدعم الموجه في تخفيف بعض آثار الفقر، ولكن طبيعة الدعم المصري الجارفة، والتي لا تعتمد على الدخل، أجبرت الحكومة على خطة لإلغاء الدعم في 2014، ما تسبب في ازدياد مفاجئ في أسعار الكهرباء والوقود الحفري وتسبب أيضًا في

ظهور غير موثق لمشاكل عانى منها أصحاب الأعمال الصغيرة والأسر ممن يعتمدون على إتاحة الوقود في احتياجاتهم الأساسية المجردة، وقد أثر إلغاء الدعم أيضًا على الصناعات، فلم يعد الدعم يصل للكهرباء ولا للغاز الطبيعي مما رفع تكاليف التشغيل بشكل ملحوظ، ويمكننا الجدل بأن قطاع الصناعة الأقدر من بين كل القطاعات على امتصاص الآثار إذا ما قورن بالأعمال العائلية والأعمال الصغيرة ذات هامش التشغيل الضعيف أو المنعدم، ويمكن أيضًا طرح السؤال الأخلاقي عن ماهية ضرورة دعم الحكومة لوقود الصناعات مع أخذ محدودية الموارد في الاعتبار في المقام الأول.

أما وجود دعم للوقود الحفري فيعني أن موارد الطاقة المتجددة في مصر لم تتح لها فرصة حقيقة لإثبات قيمتها، خصوصًا إذا ما قورنت بالجدوى المالية لأسعار الوقود الحفري (المنخفض بشكل غير حقيقي)، وهو ما يؤثر تجاريًا على إتاحتها للمستهلك، وقد قررت الحكومة أخيرًا انتهاز الفرصة لسد عجز الطاقة جزئيًا بمساعدة مصادر الطاقة المتجددة، وقد قدمت مصر تعريفة التغذية FiT لتشجيع المستثمرين ورجال الأعمال ومالكي الأراضي على تركيب محطات إنتاج طاقة تعتمد على الشمس والرياح لبيع الكهرباء للحكومة في مقابل أسعار ثابتة، وقد تزامن الإعلان عن تعريفة التغذية مع برامج رفع الدعم في أواخر 2014، ما من شأنه إعلان ميلاد صناعة الطاقة المتجددة في مصر التي طال انتظارها، وبالنظر للأمور بشكل فردي سنجد أن قانون الكهرباء الجديد الذي يقدم تعريفة التغذية إلى جانب رفع دعم الطاقة يعدان أكبر تغييرين مر بهما قطاع الطاقة في مصر منذ سنين عدة، ومع ذلك فلا تزال هذه الأنظمة في طور الإنشاء، ولن تدخل الشبكة قبل 2017.

تعريفة التغذية „FIT"

هي المبلغ الذي تتلقاه المنازل أو الأعمال الصغيرة مقابل توليدهم للكهرباء الخاصة بهم، وتتم عملية الدفع بالتناسب مع قدر الطاقة المولدة والتي دخلت في تغذية الشبكة القومية.

وهناك بعض التحديات التي ستؤثر على قطاع الطاقة في مصر، مثل الزيادة السكانية، وتقلبات أسعار النفط والغاز، وازدياد التصحر، وتغير أنماط المناخ، والأحداث الجوية الأكثر تكرارًا وشدة (مثل موجات الحر، والثلج، والعواصف الترابية، والفيضانات، والجفاف)، فسيظل قطاع الطاقة باستمرار في القلب من صنع السياسات المالية واليومية، فبدونها ستقف الدولة محلك سر.

ويعمل قطاع الطاقة المصري في إطار دولي أيضًا نظرًا لتأثره بالاتفاقيات الدولية والتجارة الدولية والأسعار العالمية للوقود والطاقة المتجددة والوقود الحفري، وبالنظر لكل هذه الجوانب سنجد بوضوح أن وجود قطاع طاقة فعال يمكنه أن يوفر لنا طاقة متاحة بشكل مستدام وذات أسعار معقولة دون تعريض البيئة أو المجتمعات المحيطة للخطر، ولكنه سيعني أيضًا وجود مجموعة من المتطلبات الحاسمة بل الصعبة التي علينا أخذها في الاعتبار.

2.2. فن الرؤية والدافع وراء هذا السيناريو

> „من المفهوم أن للرؤى بشكل عام سمتين رئيسيتين: الأولى أنها صور ذهنية لسمات يشكلها الفاعلون، أما الثانية فهي أن لهذه الرؤى القدرة، سواء بشكل قوي أو ضعيف، على إرشاد الأفعال والتفاعلات الحادثة بين هؤلاء الفاعلين.[6]“

ويحدد سميث، وستيرلنج، وبيركاوت خمس وظائف محتملة للرؤى:

1. رسم خرائط لـ „مساحة محتملة“ لتحديد نطاق البدائل المرجحة وكيفية توفيرها.
2. تحديد المشكلات التقنية والمؤسسية والسلوكية التي نحتاج حلها.
3. تحقيق الاستقرار في الوضع التقني المنشود والأنشطة الأخرى، عن طريق خلق إطار ثابت للفاعلين يستطيعون اتخاذ القرارات من خلاله.
4. بناء سردية توجه التمويل والموارد إلى النجاح.
5. ربط المجتمعات وشبكات المصالح والفاعلين.[7]

ويعد نقص الاعتراف بمدى أهمية عناصر الرؤية الأساسية في تخطيط السياسة العامة سببًا رئيسيًا في أزمة الطاقة الحالية وفي كيفية إقرار سياسات تجنب هذه الأزمة، وبهذا المعنى نجد أن السياسيون البارعون هم في الغالب من يدركون فن رواية القصص، والسرد، وضفر الخيوط في سردية تشرك الناس الذين تتقاطع معهم أحداث القصة، مما يسمح لهم بتصور مستقبل أفضل، أو أكثر استقرارًا أو رخاءً أو عدالةً.

وباختبار الوظائف المحتملة الخمس للرؤى المبينة أعلاه على الوضع المصري:

بالنسبة **للمساحة المتحملة،** فلم ترسم من الأساس، ولم يتم تبيانها للجمهور، ويرجع هذا لأن السردية المسيطرة كانت عن „الكارثة“ و“انقطاع الكهرباء“ الواجب حلهما في أسرع وقت ممكن، وتحت هذه الظروف، فالحلول التي يقدمها الفاعلون من ذوي الخبرة وتبدو سريعة ستجتذب اهتمامًا في الدوائر المستهدفة، مما سيوفر عناء استكشاف أي خيار محتمل آخر.

وقد قامت الحكومة المصرية والقطاع الخاص بعمل تحقيقات لتحديد **الأزمات السلوكية والمؤسسية** التي تؤثر على قطاع الطاقة، وتؤثر العوائق التقنية على قطاعات عدة يمكن دمجها في رؤية كلية للطاقة، وإذا كان صانعو القرار ينظرون لنطاق ضيق من العوامل (مثل نقص المهارات ذات الصلة)، قد يستعصي التغلب على هذه الأزمات في الوقت الحاضر.

كان **تحقيق الاستقرار** في الوضع المنشود مستخدمًا قبل فترة عدم الاستقرار السياسي (مثل هدف الـ 20% طاقة متجددة قبل 2020)، ولكن حين لا يتم دمج الوضع المنشود مع خطة عن كيفية الوصول للهدف بميزانيات زمنية يمكن التحكم فيها، يستحيل تفويض عدة إدارات حكومية للعمل على الهدف النهائي في المستقبل والوصول إليه، أضف إلى ذلك أن هذا الهدف الواحد المتجدد لم يكن داخل „إطار مستقر يصنع من خلاله العاملون القرارات" لأن رؤية الحكومة لقطاع الطاقة ككل ظلت غير مكتوبة.

ونظرًا لعدم اكتمال الرؤية العامة التي تخلق إطارًا مستقرًا، فسيصعب إقناع المستثمرين والفاعلين بالإرادة السياسية بإحداث التغيير، وبالتالي فسواء كانت فأموالهم وأوقاتهم في أيادٍ أمينة، **فستحمل السردية** خطة أقل تفصيلًا، والمشكلة أن أي خطة مفصّلة بلا سردية ستظل خاملة.

وأخيرًا، لن تكتمل **شبكات الفاعلين** ومجتمعاتهم في قطاع ما خاصة إذا كانت الدولة تديره تاريخيًا، وقد ازدهر بالفعل مجتمع ناشئ للطاقة المتجددة فور الإعلان عن تعريفة التغذية (FiT)، فقد شكّل الوضع المنشود مقترنًا مع الرؤية التي يتضمنها عاملًا حفازًا، وهي نتيجة لم يتسبب فيها سوق مغلق تتحكم فيه الدولة بلا رؤية يتجاوز مداها الوضع الراهن.

وفي عام 2013 خصص الاتحاد الأوروبي ومستشاروه تمويلًا للعمل مع الحكومة المصرية بشكل مقرب على مشروع المساعدة التقنية لإصلاح قطاع الطاقة (TARES) لإرساء رؤية وخطة عمل لقطاع الطاقة حتى عام 2035، ومن بين القدر القليل المتاح للجمهور عن مشروع TARES، فالنجاح الأكبر حتى الآن كان تجهيز المشهد لبرنامج تعريفة التغذية FiT لتنفذ كجزء من قطاع طاقة أكثر تحررًا، ما يجعله أكثر تفتحًا على قوى السوق مقارنةً بالوضع السابق، وسترسخ الاستراتيجية الجديدة أيضًا في الثقافة المصرية مفهوم كفاءة الطاقة الذي سيكون من شأنه تقليل أنماط الاستهلاك العالية وغير الفعالة، وقد فعّلت وزارات عِدة ذلك عبر موافقتها في يوليو 2014 على خطة خماسية لرفع الدعم، حيث يزداد فيها السعر المدفوع لكل كيلووات. ساعة بشكل متدرج بالنسبة لأصحاب الاستهلاك الأكبر، في حين يفترض عدم تأثير تلك الخطة بشكل خطير على المستهلكين أصحاب الدخول الأقل، ولكن في الحقيقة نجد أنه تم خفض هذا الازدياد المتدرج في التكلفة بالنسبة للشرائح الأكثر استهلاكًا على عدة مراحل، حتى تم وبشكل كامل إلغاء هذه الازدياد من الشرائح التي تستهلك من 200-650 كيلووات في 2015، مما يكشف عن وجود سياسة رفع دعم صديقة للأغنياء.

ولهذا الاتجاه تأثير إيجابي من باب تشجيع المستهلكين على الاستهلاك الفعال، وعلى إيجاد بدائل للطاقة التقليدية، وذلك رغم المعطيات التي تشير للتغيرات الأخيرة التي حدثت بشكل مبكر لا يسمح بتحديد الاتجاهات والتغيرات الناتجة التي ستطرأ ردًا على تلك الإجراءات.

> „هناك عصر جديد من الطاقة على وشك البزوغ، وسيكون عصرًا تتضافر فيه ثلاث محركات للسياسة العالمية: أمن الطاقة، وسياسات المناخ، وفقر الطاقة، وقد أصبح بإمكان تلك المعضلة الثلاثية للطاقة أن تعرّف الاقتصاد السياسي العالمي للطاقة.[8]"

ومن المقرر أن يمر قطاع الطاقة المصري بإصلاحات كبيرة، وتعتمد محاولات الحل هذه على خليط من كوارث إطفاء الحرائق، ومجموعة من السياسات التدريجية التي لا تضع في الاعتبار „المعضلة الثلاثية للطاقة" التي لا يستطيع أي فرد أو بلد الفرار منها.

في 2012، وصف السكرتير العام للأمم المتحدة بان كي مون الطاقة المستدامة بأنها

„هي الخيط الذهبي الذي يربط ما بين التنمية
والإدماج الاجتماعي والحماية البيئية"[9]

تتداخل الطاقة في أعمق تفاصيل الحياة اليومية للبشر، وبالتالي، فالقرارات التي نستخدم بسببها الموارد الطبيعية لتغذية الشبكة القومية لها تأثير مباشر على السبل المعيشية للناس والبيئة التي يعيشون فيها، وكمجتمع مدني فإننا لا نرى أن الحكومة لديها رؤية للطاقة تتضمن التأثير العميق للطاقة على المجتمع والمحليات والبيئة المحيطة والاقتصاد بالإضافة لقطاعات أخرى كثيرة، وبالإضافة إلى ذلك فالأهداف (مثل هدف استخدام الطاقة المتجددة بنسبة 20%) تفتقر لسيناريو يفصّل للأطراف المعنية خطة عمل تضمن تحقيق الهدف المرجو منها بحلول 2020، وباختصار، فليس لدى مصر رؤية عن كيفية إمداد الطاقة وهي تخرج من كارثة لتدخل في أخرى، فالحاجة لبناء سيناريو عادل للطاقة تكمن داخل هذه الفجوة.

وعلى هذا الأساس تعاون **هاينرش بول** بشمال أفريقيا مع **المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية** لبناء تصور غير حكومي يتضمن عدة سيناريوهات ويشرك المجتمع المدني وقطاع الأعمال وكل الصناعات، على أمل بناء مستقبل واضح لمصر.

2.3. استخدام هذا التقرير

نريد أن نصل بهذا التقرير إلى أقصى درجات الإفادة وسهولة القراءة، لذا فقد كتبنا هذا التقرير ليقرأه المتخصصون وغير المتخصصين.

نقدم كل سيناريو باستخدام بنية تحليلية واحدة، فإذا أردتم تخطي الرسوم البيانية والجداول، نقترح أن يُقرأ باب „الشرح التفصيلي" والذي ستجدونه تحت كل سيناريو لإضافة تفاصيل عن مزيج الطاقة، والسياسات المتطلبة، وفرص العمل التي سيخلقها، ومستوى غازات الاحتباس الحراري سواء التي تم تجنب انبعاثها أو التي انبعثت، والرؤية الكلية الكامنة وراء كل سيناريو.

لقد حاولنا بشتى الطرق الممكنة تبسيط المصطلحات المتخصصة ليستطيع الشخص العادي أن يقرأ ويفهم الأجزاء الأكثر فنية في التقرير.

4.2 مفتاح رموز المسارات

التصنيف		الرمز	الوصف
البنية التحتية	المصدر		الطاقة الحرارية
			الطاقة الشمسية (كهروضوئية PV)
			الطاقة الشمسية لمركّزة (CSP)
			طاقة الرياح
			الطاقة المائية
			طاقة الكتل الحيوية
			الطاقة النووية
	النطاق		محطات طاقة حرارية تعمل بالغاز
			محطات طاقة حرارية تعمل بالفحم
			محطات شمسية كهروضوئية (صغيرة النطاق/واسعة النطاق)
			محطات شمسية مركزة (صغيرة النطاق/واسعة النطاق)
			محطات/مزارع رياح (صغيرة النطاق/واسعة النطاق)
			طاقة كهرومائية من السد العالي بأسوان
			طاقة كهرومائية من مضخات
			طاقة كهرومائية من التوربينات متناهية الصغر (الميكروتوربينات)
			محطة طاقة تعمل بالكتل الحيوية من الصرف الصحي والزراعي (ليس المخلفات الصلبة)
	الموقع		موقع محطة الطاقة - بقرب نهر النيل / بقرب الشبكة المركزية
			موقع طاقة الرياح - خليج السويس / الصحراء الغربية أو/و صحراءوجنوب سيناء
			موقع الطاقة الكهرومائية - نهر النيل / المجاري المائية

التصنيف		الرمز	الوصف
إتاحة/الوصول إلى الطاقة			مسار يدعم التوزيع المركزي للطاقة عبر الشبكة المركزية
			مصدر طاقة يستخدم الشبكات متناهية الصغر (الميكروشبكات)
			مسار يدعم التحول نحو لامركزية توزيع الطاقة
التكلفة	التمويل		إجمالي تكلفة تنفيذ المسار بالدولار الأمريكي
			السعر السوقي للوقود الحفري المستخدم - بدون حساب الدعم
			المسار يتطلب تحديث الشبكة القومية
		FiT	المسار يتطلب برنامج تعريفة التغذية للطاقة المتجددة FiT
		PPP	نموذج تمويل PPP (الشراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص)
		BOO	نموذج تمويل BOO (البناء، فالامتلاك، فالتشغيل)
	الأثر	AIR WATER LAND	مصدر طاقة يتسبب في تلويث: الهواء أو الماء أو التربة
			مصدر طاقة ذو استهلاك مائي: مرتفع/متوسط/منخفض
		CO_2	مصدر طاقة يتسبب في مستوى مرتفع/متوسط/منخفض من الانحصار الكربوني
صانعو القرار / المنفذون			تطبيق على مستوى الحكومة المصرية المركزية
			تطبيق على مستوى المحافظة
			تطبيق على مستوى المجتمعات والمحليات
			تطبيق على القطاع الخاص
إمدادات النفط		OIL	إجمالي العرض الأساسي للمكافئ النفطي في 2035: مرتفع/متوسط/منخفض (بما في ذلك الإنتاج، والوارد، والصادر)
خلق فرص العمل			إجمالي عدد فرص العمل الناتجة لكل جيجاوات.ساعة تنتج سنويًا بحلول 2035
انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2E		CO_2e	إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (معبرًا عنها بالمليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون (CO_2e)

”الجدول الزمني الموضوع لهذه السيناريوهات قد صمم ليكون قابلاً للمقارنة مع السيناريوهات التي وضعتها الحكومة في مشروع TARES التي يصل مداها القصير حتى 2020، ومداها المتوسط حتى 2025، وينتهي مداها الطويل عند 2035.“

٣.

منهجية البحث

بهدف

تقديم سيناريو للطاقة في مصر بشكل يأخذ في الاعتبار الأبعاد البيئية والاجتماعية، نقدم ثلاثة سيناريوهات مختلفة الأولويات على النحو التالي. أولًا، سيناريو „نحو صفر كربون" الذي يهدف للفهم تكلفة التحدي لنزع الكربون بشكل تام من بند الطاقة في مصر وعواقب ذلك، والثاني سيناريو „نحو استقلال الطاقة TEI" الذي يهدف لدراسة آفاق تحقيق سيادة الطاقة، وأخيرًا سيناريو الوصول بعدد فرص العمل للعدد الأقصى الذي يضع خلق فرص العمل في الأولوية.

ولكن مع بدء النقاش مع الفريق الفني وواضعي النماذج اتضح أنه يجب إعادة تعريف السيناريوهات نظرًا لاعتبارات فنية، بالإضافة لتفسير طبيعة الجدول الزمني المختار ذات المدى القصير نسبيًا، فالجدول الزمني الموضوع لهذه السيناريوهات قد صمم ليكون قابلًا للمقارنة مع السيناريوهات التي وضعتها الحكومة في مشروع TARES التي يصل مداها القصير حتى 2020، ومداها المتوسط حتى 2025، وينتهي مداها الطويل عند 2035.

وأصبح تعريف السيناريوهات المعدلة كالآتي: „نحو صفر كربون TZC"، و"نحو استقلال الطاقة TEI"، و"نحو طاقة لامركزية TDE"، كلهم بحلول 2035، وبصفتها أول دراسة من نوعها، ومع الأخذ في الاعتبار القدرات المحدودة لوضع النماذج، فقد قرر الفريق أيضًا أن تركيز هذا التقرير سيكون منصبًا على قطاع الكهرباء وليس قطاع الطاقة بأكمله.

وقد اتضح أن الانطلاق لتنفيذ هذه المبادئ أصعب مما ورد في الخطط، فأحد التحديات الرئيسية كان في إيجاد واضع نماذج متمرس في رسم احتمالات الطاقة في مصر ويكون قادرًا على رسم رؤية للمشروع تأخذ في الاعتبار أمورًا أوسع من سيناريو الطاقة التقليدي، وعلاوة على ذلك فالفريق قد وجد صعوبة أيضًا في جمع البيانات الأولية بسبب أن البيانات الأكثر دقة إما لم تتحها الحكومة للجمهور أو أنها لا توجد من الأساس، وبشكل مثالي فيجب أن تكون الأداة الأساسية للتحليل شبيهة بتلك التي يستخدمها مشروع TARES وذلك لتحقيق عدالة المقارنة ومشروعية التقرير، ولكن هذا لم يكن متاح من قبل.

طبيعة الإطار الزمني المختار، الذي يشمل 20 سنة حتى 2035، طبيعة قصيرة المدى، خصوصًا إذا ما قورنت بالساحة الدولية، فمنذ بدء النموذج وهذا الإطار الزمني يطرح مسائل تحليلية، وأحد الأمثلة التي تدلل على أن اختيار 2035 لتكون نقطة النهاية ليست أفضل تمثيل لكيفية صرف التكاليف واستردادها هو أن الاستثمار في محطات الطاقة يكون على أساس 40 سنة هي عمر المحطات، وبالتالي فالاستثمار في محطات الطاقة الحرارية (المطلوبة في جميع السيناريوهات) لا يجب أن يتم أو يفعّل دون تصورات مستقبلية تدرس استخدام الطاقة وأمزجتها حتى 2050، مما يعد عيبًا نقترح العمل والبناء عليه في باب „طريق التقدم" من هذا التقرير.

وكانت سيناريوهات الطاقة الأربعة تعمل باستخدام أداة متكاملة لوضع نماذج الطاقة تعرف باسم **LEAP**[10]، وهي تشير لنظام تخطيطي بديل للطاقة طويل المدى، وهي أداة تعرف باستخدامها لتنظيم الاستهلاك والإنتاج واستخراج الموارد في كل قطاعات الاقتصاد، ويغذي هذا النموذج قاعدة بيانات من المدخلات والبيانات التاريخية والافتراضات المدعومة، وبعد ذلك يعمل هذا النموذج للوصول لنتائج تهدف لتقييم مدى فعالية كل سيناريو ومميزاته وعيوبه،

وتشمل مدخلات هذا النموذج التصورات المستقبلية للطلب على الطاقة اعتمادًا على شرائح المستهلكين، وهي من المدخلات التي تتكرر مع كل السيناريوهات، ولكن نجد مزيجًا جديدًا للطاقة موصوفًا لكل سيناريو حسب التركيز المحدد له (مثل صفر كربون، أو استقلال الطاقة، أو الطاقة اللامركزية)، وتتمثل نتائج هذه السيناريوهات في انبعاثات

مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون، ومزيج طاقة متوازن، وملخص التكاليف والفوائد، وقد اتخذ قرار لوضع حدًا فاصلًا بين الرؤية الكاملة (خارج القيود التي تفرضها البنية التحتية الحالية لقطاع الطاقة) وسيناريو فعال يعتمد على البِنى الحالية، نظرًا للجدول الزمني الضيق من 2015-2035، وقد كان من المقرر أن نحقق الأخير رغم القيود المفروضة، وبالتالي فمزيج الطاقة المولدة الناتج عن كل سيناريو سيكون بشكل ما مقيد بمبدأ توازن الأحمال الذي تتطلبه الشبكة المركزية التي يعتمد عليها هذا النموذج.

وبعد الوصول للنتائج، عُقدت ورشتان على مدار يومين لجمع التعليقات والمدخلات من خبراء العلوم الاجتماعية، والفنيين. في اليوم الأول طُلب من المشاركين عمل جلسات عصف ذهني، وكانت التحديات التي وردت في اليوم الأول متعلقة بالحوكمة والاقتصاد والفنيات، أما اليوم الثاني فكان لتقديم الحلول لتلك التحديات،وخلال اليوم الثاني قُدمت نتائج السيناريوهات الناتجة عن النماذج وناقش الخبراء التعليقات البناءة وأخذوها في الاعتبار، وبين الورشتين أخذ مصممو النماذج مسافة لوضع الاقتراحات الأساسية التي خرجنا بها من الورشة، وقُدمت نتائج هذه النماذج المحدّثة للورش الاجتماعية، وأعطى المشاركون الفرصة للتعليق وتقديم جوانب جديدة إلى هذا النموذج، وأعد الميسرون مجموعة من السياسات الضرورية لتنفيذ كل سيناريو، وبالتالي كان على كل ورشة أن تمر على كل سياسة بالترتيب بحيث يعبر المشاركون عن رأيهم في كل سياسة على حدة في صورة إشارات مرور حسب مدى قبولها على أساس الأثر الاجتماعي والبيئي، فاللون الأصفر يعني تحسنًا، واللون الأحمر يعني أنه يجب تقديم مقترحًا بديلًا بالكامل، ولكن الورشة لم تصل لهذه النقطة، فقد شعر المشاركون بأنهم بحاجة شديدة لمناقشة تشكّل السيناريوهات نفسها، والقرارات خلف تلك المدخلات، وكيف يمكن تحسينهما، فقد كان هذا عيبًا أثر على قدرتنا على قياس الآثار البيئية والاجتماعية بكامل نطاقها بالشكل الكيفي الذي خططناه لها منذ البداية، وسنضع في الحسبان في المستقبل تخصيص يوم لعلماء الاجتماع لنقدم لهم عملية وضع النماذج نفسها، ومدخلات صنع القرار، وعدة مبادئ متعلقة بتزويد الطاقة، لأنها لا تعد من المسلمات لديهم، على عكس من يتمتعون بخبرة فنية.

وبناءً على بعض اقتراحات المشتركين من الورشتين، فقد راجعنا وقدمنا كل السيناريوهات في هذا التقرير بما في ذلك التعليقات البناءة المعطاة، وفي أول محاولة لصنع نموذج، لم يدرج الطلب الفعال كأحد المعايير، ولكن بعد التعليقات، وجد أن مسار „الكفاءة" لكلٍ من الثلاثة سيناريوهات قد تم الأخذ به السيناريوهات للوصول بالنفع العائد من كفاءة الطاقة إلى حده الأقصى، (من غير المنطقي أن نصل بالطاقة المتجددة لأقصى حد على شبكة مركزية دون مراعاة تدابير كفاءة الطاقة، وإلا ستهدر الطاقة)، وتعتمد الأشكال التوضيحية لهذا النموذج على بيانات تاريخية، ومعدلات النمو المتوقع كما جمعها وعرضها الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء (CAPMAS)، فتجميع بيانات الطلب على الطاقة في مصر يأتي من قطاعات الصناعة، والمواصلات، والزراعة، والتعداد السكاني، وخدمات أخرى.

نموذج النظام التخطيطي البديل للطاقة طويل المدى (LEAP) يقدم لكل سيناريو صافي القيمة (تكلفة التنفيذ)، وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHG)، وإجمالي إنتاج النفط، والواردات، والصادرات.

تكلفة تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري تُحسب بمقارنة تكلفة **„بقاء الأمور على حالها BAU"** مع تكلفة سيناريو خفض الانبعاثات، وتم نسب الفرق في التكلفة لكل وحدة قياس غازات الاحتباس الحراري وفر السيناريو انبعاثها.

صادرات النفط تم فرض ثباتها عند 7.6- مليون طن من المكافئ النفطي/عام.

مصادر الطاقة عبر كل السيناريوهات عادة ما يُشار إليها بالتعريفات الآتية:

حرارية Thermal: فيما عدا سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU"** الذي يتضمن إضافة بعض الفحم للمزيج، فكل السيناريوهات الأخرى تستخدم الغاز الطبيعي فقط لإنتاج الطاقة الحرارية.

شمسية Solar: وتشير هنا للشمسية الكهروضوئية فقط (PV)

الطاقة الشمسية المركزة (CSP): وتستخدم في سيناريو واحد فقط **„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة TZC+CSP"**.

الرياح Wind: مجموعات كبيرة من التوربينات الشاطئية (على البر) المعروفة باسم **„مزارع الرياح / المزارع الريحية"**.

مائية Hydro: تشير **„مائية"** لتركيبة الاستيعاب الحالي للسد العالي، ولتنفيذ المشاريع المائية التي تم التخطيط لها بالفعل (تخزين بطاقة 0.05 جيجاوات) و1.15 جيجاوات من التوربينات متناهية الصغر (ميكروتوربينات) التي يمكن تركيبها في صفوف بطول جانب أي ممر مياه جارية.

الكتل الحيوية Biomass: تستخدم الكتل الحيوية للإشارة إلى مخلفات الصرف الصحي الزراعي والمنزلي فقط، ولا تتضمن مخلفات الطعام والمخلفات الصلبة التي تُجمع من المستهلكين.

نووي: تشير إلى استخدام مفاعل نووي واحد

الـ "تكاليف"، حسب تعريف مدخلات هذا النموذج، تتضمن فقط تكاليف رأس المال بغرض الإنشاء، والصيانة، وتكاليف تشغيل مصدر الطاقة، فهي لا تتضمن تكاليف إيقاف التشغيل، ولم يصمم النموذج ليشمل البيانات المعقدة التي تحدد تكلفة الأزمات الصحية والاجتماعية والبيئية بشكل كمّي، فتصبح بالتالي عبئًا كبيرًا لهذه الدراسة الأولى من نوعها، وبعد ملاحظة ذلك، صممنا ورش تتضمن تحليل كيفي للتكاليف وأدمجنا هذا التحليل في باب **„الشرح التفصيلي"** الذي ستجدونه ملحقًا بكل سيناريو في هذا التقرير.

وأخيرًا، فكل الافتراضات المستخدمة في هذا النموذج تجدونها مفصّلة في فصل **„بقاء** الأمور على حالها BAU – السيناريو التأسيسي" أدناه، أو موجزة في بداية كل سيناريو.

”

سيناريوهات الدول المتقدمة لها من الصعوبة، والمزية أيضًا، في تطوير نزع الكربون والحفاظ على مستويات معيشية متطورة.

في المقابل ، وضع النماذج الدول النامية يواجه تحديا لإشراكه عوامل كثيرة، فهو عليه أيضًا دعم تطوير البلد لانتزاع أفرادها من حالة الفقر ليكونوا جزءً من المستقبل وجزءً من مسيرة بلدهم نحو الرخاء ونحو مزيج طاقة يتسم بالاستدامة

“

٤.

ما الموجود بالفعل؟

حتى

نفهم أكثر عن الأعمال السابقة - سواء كانت أكاديمية أو غيرها - عن مصادر الطاقة والرؤى حولها، سواء كانت مصرية أو دولية، قمنا بمراجعة المؤلفات والدراسات عن الموضوع، فقد كنا نبحث عن مؤلفات تدرس بناء سيناريوهات عادلة، ورؤى لنظم المستقبل، وكيف يمكن للورش أن تشجع التعقيبات النقدية والمدخلات، وأي دراسات أو أعمال سابقة.

1.4. أمثلة من حول العالم على سيناريوهات الطاقة

في وضع النماذج، نجد الكثير من التنويعات التقنية والنماذج، ومجموعات المدخلات، وترتيب أولويات الأزمات المختلفة مثل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على توليد طاقة متناثر، ويلخص تقرير „من يستعد للصفر“[11] الخطوط العريضة لدراسات حالة عن الطاقة، ويضع نماذج على المستوى الاقتصادي مأخوذة من بلاد متقدمة ونامية على حد سواء، ولقد دللنا بإيجاز على ذلك في مثالين أسفله.

وأكثر هذه الأمثلة تفصيلًا، ذلك الخاص بتجربة أستراليا المسماة „أستراليا بعد صفر انبعاثات“، فيدرس كل تقرير قطاعي فيه كيف نجعل اقتصاد أستراليا منزوع الكربون، بما في ذلك التحول إلى الطاقة المتجددة بنسبة 100% في خلال 10 سنوات فقط، وتم اطلاق هذا السيناريو نتيجة مشروعات جذرية تشرك الفاعلين على تنوعاتهم من المهندسين ومطوري السياسات، والأكاديميين، ولقد وجدت حساباتهم أن توزيع تكاليف رأس مال نزع الكربون على فترة تمتد لـ 29 سنة (2011-2040) ستحقق تقريبًا الخطة نفسها لتكلفة سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** على الجدول الزمني ذاته.

سيناريوهات الدول المتقدمة لها من الصعوبة، والمزية أيضًا، في تطوير نزع الكربون والحفاظ على مستويات معيشية متطورة.

في المقابل ، وضع النماذج الدول النامية يواجه تحديا لإشراكه عوامل كثيرة، فهو عليه أيضًا دعم تطوير البلد لانتزاع أفرادها من حالة الفقر ليكونوا جزءً من المستقبل وجزءً من مسيرة بلدهم نحو الرخاء ونحو مزيج طاقة يتسم بالاستدامة، رغم قيود سوء جمع البيانات، والقدرات المؤسسية الضئيلة، والإتاحة المحدودة للنماذج المعقدة والدقيقة.

ويعد التقرير الإثيوبي وعنوانه „استراتيجية إثيوبيا لاقتصاد أخضر قابل للتكيّف مع تغيّر المناخ“[12] الذي نفذته الحكومة الإثيوبية في 2011 فريدًا في تصوره من حيث أن تقليل الانبعاثات يعد فائدة مشتركة للتطوير ونحو نزع الكربون والوصول إلى دولة متوسطة الدخل، وتهدف إثيوبيا لنزع الكربون بحلول 2025، فاستراتيجيتهم للوصول لهذا يتحقق معظمها عبر إدخال حصص أكبر من مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة القومي، مما يستبدل الأفران القديمة بأخرى موفرة للطاقة ومما يحسن من ممارسات الإنتاج لصالح الزراعة والمواشي، وتشمل الخطة تقليل نصيب الفرد من الاستهلاك من المعدل الحالي وهو 1.8 إلى 1.1 طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e، وتشمل أيضًا الحفاظ على هذا المستوى من الاستهلاك أثناء التطور والدخول في طور دولة متوسطة الدخل.

ومن أجل تحديد نفطة بدأ لطموح الكربون المنخفض يشمل البلاد صاحبة انبعاثات كبيرة، فقد نمّى مشروع المسارات العميقة لنزع الكربونDDPP [13] الذي أسسه معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية (IDDRI)[14] مع شبكة حلول التنمية المستدامة SDSN [15] قاما بوضع 16 خطة نزع كربون لـ 16 دولة من أعلى دول العالم في التسبب في الانبعاثات وهم الصين، والهند، والولايات المتحدة الأمريكية، والبرازيل، وإندونيسيا، والمكسيك، وجنوب أفريقيا، وروسيا، واليابان، وألمانيا، وأستراليا، والمملكة المتحدة، وكوريا، وفرنسا، وكندا، وإيطاليا، فكل مسار منهم يعكس التطور الديناميكي، والقدرات، والموارد لكل بلد، ويوفر مسارات نزع كربون بما يتماشى مع الاحتياجات الاقتصادية والتنموية.

وعلى سبيل المثال، يتطلب مسار كندا تقليل انبعاثات الكربون بنسبة 90% بحلول 2050، في حين أن الهند تتوقع ازدياد الانبعاثات، رغم أنها لازالت تسهل التغيير نحو اقتصاد منزوع الكربون على المدى الطويل، وقد حددوا ثلاث ركائز للإصلاح مشتركة بين الـ 16 سيناريو وهم توفير الطاقة، ونزع الكربون من قطاع الكهرباء، وتحويل الوقود إلى الكهرباء.

مشروع المسارات العميقة لنزع الكربون

DEEP DECARBONIZATION PATHWAYS PROJECT (DDPP)

هو تعاون عالمي لفرق البحث في مجال الطاقة التي ترسم مسارات تسعى لتقليل انبعاث غازات الاحتباس الحراري في بلادهم، ويستند المشروع على اتخاذ ما يلزم فعله بكل جدية للحد الاحتباس الحراري دون درجتين مئويتين أو أقل.

مشروع المسارات العميقة لنزع الكربون الذي أسسه معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية (IDDRI) مع شبكة حلول التنمية المستدامة (SDSN)

معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية

THE INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND INTERNATIONAL RELATIONS (IDDRI)

هو معهد بحوث سياسية غير ربحي مقره في باريس، ويهدف لأن يحدد ويشارك مفاتيح تحلل وتفهم القضايا الاستراتيجية المتعلقة بالتنمية المستدامة من منظور عالمي. ويساعد معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية (IDDRI) المعنيين على دراسة الحوكمة العالمية لقضايا المصالح المشتركة الكبرى: العمل على التخفيف من تغير المناخ، وحماية التنوع البيولوجي، وتحسين الأمن الغذائي، وإدارة التوسع الحضري، ويشارك معهد التنمية المستدامة والعلاقات الدولية أيضًا في الجهود المبذولة لإعادة تأطير مسارات التنمية.

شبكة حلول التنمية المستدامة

SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK (SDSN)

في 2012، أطلق الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون شبكة حلول التنمية المستدامة (SDSN) التابعة للأمم المتحدة وذلك لحشد الخبرات العلمية والتقنية على مستوى العالم من أجل تعزيز حل مشاكل التنمية المستدامة العملي، بما في ذلك تصميم أهداف التنمية المستدامة (SDG) وتنفيذها، وفي أعقاب اعتماد الأهداف نلتزم بدعم تنفيذها على النطاق المحلي، والقومي، والعالمي.

2.4. البحوث المعنية بقطاع الطاقة المصري

في 2013، رسمت شركة سيمينز مصر[16] بعض النماذج الفنية والاقتصادية من أجل سيناريوهات مستقبلية لمصر، بما فيها تكلفة الأمزجة المختلفة التي تتضمن الفحم والنووي، وهذه السيناريوهات ليست متاحة للعامة.

ولدى تقرير المركز المصري للدراسات الاقتصادية المعنون „أمن الطاقة في مصر[17]" محوران يركز أولهما على تقييم طرق التسعير في قطاع أكثر تحررًا، والثاني يركز على النظر لسياسات الطاقة في مصر لإدخال مصادر طاقة جديدة (فحم، ونووي، وطاقة متجددة)، إلى جانب بعض السيناريوهات الموجودة بالفعل في أمزجة الطاقة التي تختبر مدى فاعليتها في تقليل „انعدام أمن" الطاقة في مصر.

هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة

NEW & RENEWABLE ENERGY AUTHORITY (NREA)

تم انشاء الهيئة لتعمل كمحور لتوسيع المجهودات لتطوير وتقديم تكنولوجيا الطاقة المتجددة لمصر على مستوى تجاري، بجانب تطبيق برامج توفير الطاقة

ونشرت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة NREA[18] في 2015 وثيقةً عن „مستقبل الطاقة المتجددة في مصر" تبين فيها دورها وتخطيطها قريب المدى لزيادة الطاقة المتجددة في مصر..

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

THE INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA)

هي منظمة حكومية دولية تدعم الدول في انتقالها لمستقبل الطاقة المستدامة، وتعمل بصفتها المنصة الرئيسية للتعاون الدولي ومركز التميز، ومستودع للمعلومات المالية، والسياسات، والتكنولوجيا، والموارد الخاصة بالطاقة المتجددة.

المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

THE REGIONAL CENTER FOR RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY (RCREEE)

هو منظمة إقليمية مستقلة غير ربحية تهدف لتشجيع تبنّي الطاقة المتجددة وممارسات كفاءة الطاقة وزيادتها في المنطقة العربية، ويعمل المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة بشكل مشترك بين الحكومات مع الدول الأعضاء فيه والتي تضم: موريتانيا، والمغرب، والجزائر، وتونس، وليبيا، ومصر، والسودان، وفلسطين، وسوريا، والعراق، والأردن، ولبنان، واليمن، وجيبوتي، والكويت، والبحرين.

ونشرت جامعة الدول العربية، والوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، والمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (RCREEE) تقريرًا في 2014 عنوانه „الاستراتيجية العربية لتطوير استخدامات الطاقة المتجددة 2030"[19] يهدف لتحديد فجوات توصيل الطاقة المتجددة لمنطقة 22 دولة، ويطبق تحليل „مواطن القوة ومواطن الضعف والفرص والمخاطر (SWOT)" على احتمالات زيادة الطاقة المتجددة في المنطقة لأقصى حد ممكن لها.

أنتجت كيمونكس مصر للاستشارات الهندسية عرضًا شاملًا لخيارات الحكومة لتزويد صناعات الأسمنت في مصر بالوقود، ويغطي اقتصاديات عدة خيارات، بما فيها الفحم والنووي[20].

”

ما نفهمه عن إتاحة الطاقة وكيف يتداخل هذا مع قطاعات السكان المستهدفة سيكون له تأثير أيضًا على فهمنا لـ ’إتاحة الطاقة“ و”فقر الطاقة“، بما أن الإتاحة والعدالة والفقر مفاهيم وثيقة الصلة ببعضها بعضًا

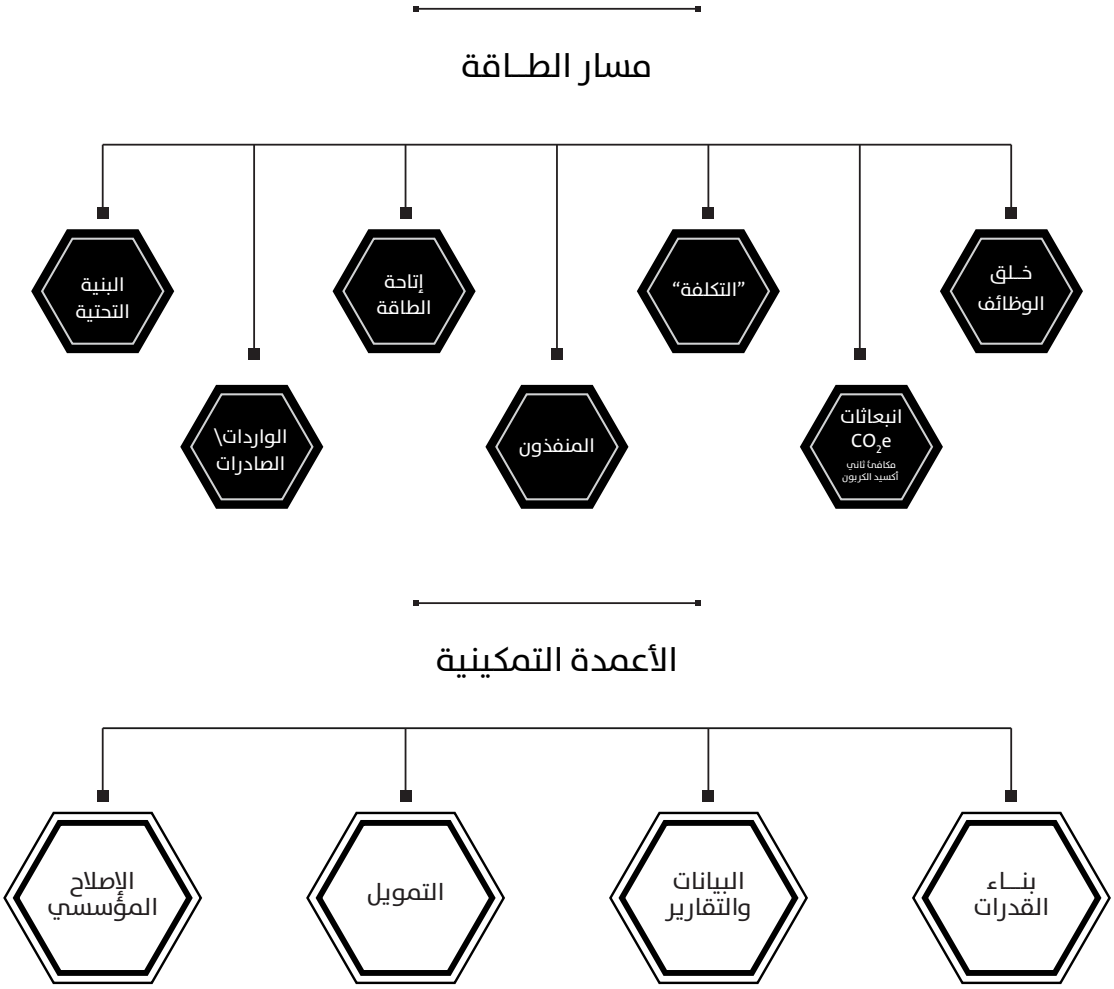
“

.0

المسارات السبعة

يستخدم الشكل التالي لتقييم الخواص في كل المسارات المقدمة:

شكل 1: بنية تقييم المسارات أعمدتها التمكينية



1.5. البنية التحتية

وتعني البنية التحتية حرفيًا البِنى التي علينا إنشاؤها، وتركيبها، وصيانتها لدعم الشكل المطلوب لتوليد الطاقة، ويتم إنشاء البِنى التحتية بنية البقاء لـ 10 سنوات على الأقل، وبالتالي فهو يحتاج لمراعاة الموقع الجغرافي له، وكيفية إنشائه، وأي المواد ستدخل في بنائه.

وبالنظر لدائمية أو شبه دائمية أي بنية تحتية جديدة، سنجد قوالب أُنشئت لتقييم مدى استدامة أي بنية تحتية جديدة ومقدمة، ويستخدم إطار 2001 لمؤشرات الاستدامة في مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (UNCSD)[21] المؤشرات الإرشادية التالية:

- **الاجتماعي**
  عدالة (الفقر، والچندر) ، والصحة (الغذاء، ومعدل الوفيات، والصرف الصحي، والمياه، والرعاية الصحية) ، والتعليم (مستوى التعليم، ونسبة محو الأمية) ، والإسكان (الأوضاع المعيشية) ، والأمن (الجريمة)، والسكان (التغير السكاني).
- **البيئي**
  الغلاف الجوي (تغير المناخ، وطبقة الأوزون، وجودة الهواء) ، والتربة (الزراعة، والغابات، والتصحر، والتمدن) ، والمحيطات والبحور والسواحل (المناطق الساحلية، ومصائد الأسماك) ، والمياه العذبة (كمّا وكيفًا) ، والتنوع البيولوجي (النظام البيئي، والفصائل).
- **الاقتصادي**
  البنية الاقتصادية (الأداء الاقتصادي، والتجارة، والوضع المالي) ، والاستهلاك والإنتاج (استهلاك المواد، واستخدام الطاقة، وإدارة المخلفات وتوليدها، والنقل).
- **المؤسسي**
  إطارات العمل (التعاون الدولي، والتنفيذ الاستراتيجي) ، والقدرات (إتاحة المعلومات، والتواصل، والبنية التحتية، والعلوم والتكنولوجيا، والاستعداد والاستجابة للكوارث).[22]

ووفقًا لمؤلفي إطار العمل، يجب أن تستخدم استدامة البنية التحتية جدول زمني طويل المدى، مما يسمح بتقييم دورة المشروع ككل، بما في ذلك عمليات التخطيط، والتصميم، والبناء، والتشغيل، والصيانة، وإيقاف التشغيل.[23]

ويعد **الانحصار الكربوني** طريقة أخرى يمكن بها تقييم استدامة البنية التحتية التي يزداد رواجها لدى المستثمرين المهتمين بتجنب شراء الأصول المقيدة Stranded Assets.[24]

„يعد **الانحصار الكربوني** مثال على ظاهرة الاعتماد على المسار - **„**وهو الميل نحو القرارات والأحداث القديمة لتعيد فرض نفسها، مما يضعف بل يقضي على أي بديل محتمل" المعروفة في الاقتصاد ودراسات الابتكار التكنولوجي، ونعني بالانحصار الكربوني بالتحديد تلك العلاقة السببية حين تكون القرارات المسبقة المتعلقة بتكنولوجيا انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وبالبنية التحتية، وبالممارسات، وبشبكاتهم الداعمة مقيدة للسيناريوهات المستقبلية، مما يزيد من صعوبة السعي وراء سيناريوهات أمثل نحو أهداف الكربون.[25]"

وتتضمن الحلول الشائعة لتقييم الانحصار الكربوني:

1. **عمر المعدات**
2. **ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مع مرور الوقت**
3. **قيود مالية على الاستبدال التالي ببدائل خفيفة الكربون**
4. **آليات مؤسسية وسياسة تحمي سيادة الخيارات مرتفعة الكربون أو جدواها الاقتصادية**

وبالتالي فبموجب هذا السيناريو العادل للطاقة، وبجمع الوسائل أعلاه مع تقييم مخاوف الاستدامة الأوسع حسبما تعرّفها الأمم المتحدة في إطار عملها أعلاه، يعد الانحصار الكربوني نقطة ضعف يجب تجنبها حيثما أمكن.

2.5. إتاحة الطاقة

تسمح الكهرباء بتحسين أداء المستشفيات والمدارس،[26] ففي المنازل تتيح الكهرباء للعائلات حفظ الأطعمة في الثلاجات لمنع الهدر، وتتيح تحسين جودة معيشتهم بأنظمة التسخين والتبريد، وتتيح مرافق دورات المياه، وتتيح الإضاءة في أوقات الليل، وقد أحدثت مضخات الري ثورة في الزراعات صغيرة النطاق عبر التغلب على الاحتياج اليومي للمياه، وقد وجد أن الأراضي المروية تتمتع بضعف القدرة على الإنتاج بالمقارنة بالأراضي غير المروية، وتتيح مرافق التبريد للمزارع وللمزارعين تقليل الفاقد، مما يسمح بزيادة نسبة الصادر ويطيل من عمر المنتج فتزيد المبيعات [27] ، وهذه بعض الأمثلة على كيف تؤثر إتاحة الطاقة على الحياة اليومية، فإتاحتها أو نقصها أصبحا أمرًا مؤثرًا للغاية في سبل المعيشة بالقرن الحادي والعشرين، فكثيرون لا يستطيعون العيش بدونها، وهناك من يعيشون وتزدهر معيشتهم دون تلك الإتاحة، ولكن لا يمنع ذلك أن الكهرباء ستزيد من فرص استفادتهم.

وعلى نطاق واسع، فهناك ثلاثة خيارات لتزويد الكهرباء في المنزل [28] :

- **توسيع الشبكة القومية**
- **الشبكات المصغرة (أنظمة كهرباء محلية النطاق)**
- **أنظمة خارج نطاق الشبكة (من المصدر للمستهلك مباشرةً)**

الوكالة الدولية للطاقة

THE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA)

هي منظمة مستقلة تعمل على ضمان طاقة موثوق فيها، ومتوافرة بأسعار معقولة، ونظيفة للتسع وعشرين دولة الأعضاء فيها وغيرهم، وتركز الوكالة على 4 ملفات رئيسية: أمن الطاقة، والتنمية الاقتصادية، والوعي والإشراك البيئي على مستوى العالم.

ومع ذلك فمفهوم إتاحة الطاقة أوسع من وجود ارتباط كامل بالشبكة من عدمه، فالوكالة الدولية للطاقة (IEA) تجمع بين „الارتباط" وتحقيق „أدنى مستوى استهلاك" و"ارتفاع استهلاك الكهرباء مع الوقت" كمؤشر على إتاحة الطاقة، وهو ما يبدأ في تسليط الضوء على الديناميكية والتنوع في تحقيق „إتاحة" للطاقة.

> „ما نفهمه عن إتاحة الطاقة وكيف يتداخل هذا مع قطاعات السكان المستهدفة سيكون له تأثير أيضًا على فهمنا لـ 'إتاحة الطاقة" و"فقر الطاقة"، بما أن الإتاحة والعدالة والفقر مفاهيم وثيقة الصلة ببعضها بعضًا.[29]"

وحسب Rehmana وآخرين [30]، فالإتاحة مرتبطة بحرية الاختيار، وبالتالي فمدى الإتاحة حسب متطلبات الشخص يحدد إذا ما كانت إتاحة الطاقة له قد حققت ذلك أم لا.

وبدمج عدة حلول، تحديدًا تلك التي نستكشفها في إصدار إتاحة الطاقة [31] للمعهد الدولي للبيئة والتنمية في 2015، نستطيع تقديم تحليل كيفي لإتاحة الطاقة في كل سيناريو وفقًا لإذا ما كان موثوق فيه ويوفر اتصال بمصدر الكهرباء وبمدى تدخل المواطن المصري حال محاولته الوصول لمصدر كهرباء (مركزي أو غير مركزي) يتسم بالإتاحة.

3.5. „التكاليف“

نستخدم „تكاليف“ بين علامتيّ تنصيص نظرًا للطبيعة المحدودة لهذه الدراسة، فهي تسمح فقط بتقدير متحفظ على التكاليف الأساسية لكل سيناريو، أما التكلفة الحقيقية على أرض الواقع والتي تمس حياة الناس فقد حللناها بشكل كيفي وأبرزناها في هذا التقرير، مما جعلها غير ممثلة بشكل تام في الأشكال التوضيحية للـ ”تكاليف“ الواردة بهذا التقرير.

و”التكاليف“ كما تحددها مدخلات هذا النموذج، تشمل فقط تكاليف رأس المال لبناء تقنية أو تركيبها، بالإضافة إلي تكاليف تشغيلها وصيانتها، وهي لا تتضمن تكاليف إيقاف التشغيل، ولا ينتج عن هذا بشكل مباشر رفاهية تقييم الاحتياج المتطلب لقياس الاستدامة على مزيج الطاقة والتقنيات الفردية، بسبب أن „التكاليف“ (وعادةً ما يشار إليها بالعوامل الخارجية) التي تتسبب فيها تكنولوجيا خفض التلوث، وإجراءات الحفاظ على البيئة، ومعالجة المياه من الصرف قبل صبها في النيل، وإجراءات التأمين الاجتماعي للعاملين، والتكاليف المحتملة للتأثير بشكل سلبًا على معيشة السكان المحليين، وأسباب أخرى، ليست مقاسة كّميًا في هذه الدراسة، غير أن كل سيناريو يقيم „التكاليف“ كيفيًا.

ولا يتضمن أي من سيناريوهات هذه الدراسة أي دعم للطاقة، وبالتالي، فالـ ”تكلفة“ الكاملة للتنفيذ تعكس سعر السوق للوقود الحفري المستورد، وقيمة الإنتاج المحلي الذي يغذي استهلاك الطاقة محليًا.

5.4. خلق فرص العمل

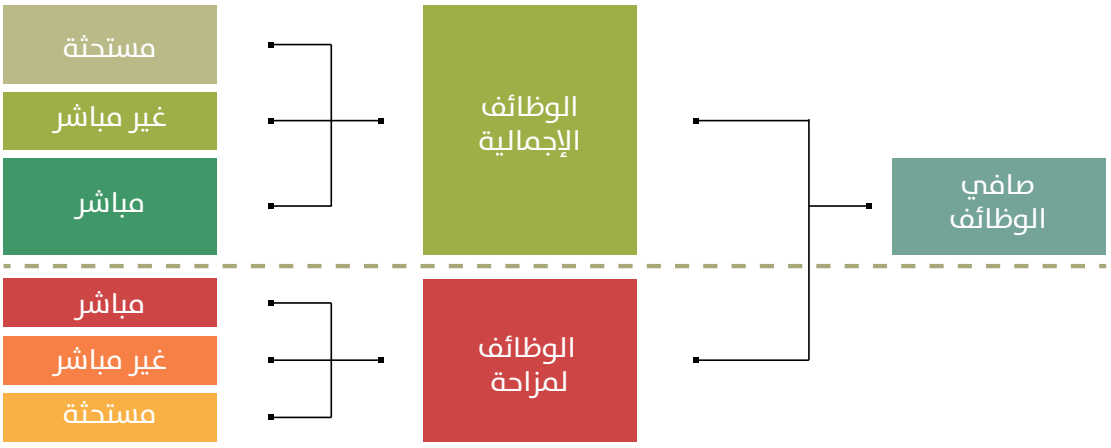
تقديرات أعداد فرص العمل التي تنتج عن كل مزيج طاقة تعد المقياس الاجتماعي الوحيد الساري على كل السيناريوهات، ويتم حسابها باستخدام عدد الجيجاوات. ساعة المولدة سنويًا (عدد فرص العمل/الجيجاوات. ساعة سنويًا) باستخدام الحدود العليا للنطاقات الأوروبية لكل مصدر طاقة، كما يحسبها تقرير مركز بحوث الطاقة بالمملكة المتحدة (UK ERC)[32] :

- **كتلة حيوية** 1.1/جيجاوات. ساعة سنويًا
- **مائية** 0.6 /جيجاوات. ساعة سنويًا
- **شمسية** 0.57 /جيجاوات. ساعة سنويًا
- **حرارية** 0.2 /جيجاوات. ساعة سنويًا
- **رياح** 0.2 /جيجاوات. ساعة سنويًا
- **شمسية مركزة** 0.1 /جيجاوات. ساعة سنويًا
- **كفاءة الطاقة** 0.2 /جيجاوات. ساعة سنويًا *

* إجراءات كفاءة الطاقة تعد صناعة في حد ذاتها، وبالتالي فهي تنتج فرص عمل بشكل منفصل عن مصادر توليد الطاقة.

ويستخدم تقرير مركز بحوث الطاقة بالمملكة المتحدة طريقة „صافي فرص العمل" لحساب متوسط عدد فرص العمل التي خلقت لكل جيجاوات. ساعة تنتج سنويًا، فصافي فرص العمل يساوي إجمالي فرص العمل الإيجابية (عدد فرص العمل التي يخلقها مصدر الطاقة بشكل مباشر أو غير مباشر)، وفرص العمل المزاحة (عدد فرص العمل التي فقدت في صناعات حالية لكنها أزيحت نتيجة للصناعات والوظائف الجديدة)، ويوضح الشكل التوضيحي (2) أسفله هذه الطريقة:

شكل 2: شرح الحساب بطريقة „صافي فرص العمل“[33] :



ويتضمن „إجمالي فرص العمل“ الأثر الإيجابي على العمالة المرتبطة باستثمار محدد، مثل: التصنيع، والتركيب، والتشغيل، والصيانة للمعدات الجديدة، وتتضمن المذكرة القانونية الواردة بالتقرير الآتي:

> „ وترفع هذه المؤشرات السؤال محل النقاش الخاص بإذا ما كانت الكثافة العمالية المرتفعة شيئًا جيدًا أم لا، فقد يبدو مشروع أو برنامج ذو كثافة وظيفية مرتفعة كميزة من وجهة نظر برنامج مراعي للبيئة، ولكن هذه المؤشرات قد تشير إلى أن انخفاض الإنتاجية العمالية لهذه الوظائف، ما قد يتسبب في عواقب سلبية على الاقتصاد ككل على المدى الطويل.[34]“

ولا يتضمن تقرير مركز بحوث الطاقة تقديرات لمعدلات خلق فرص العمل للصناعة النووية، لذا فقد أخذنا طيفًا من 400-700 فرصة عمل من فرص العمل المخلوقة لكل محطة نووية، وفقًا لتقرير عن الصناعات النووية بالولايات المتحدة، وهو ما قد تتسم تقديراته بالكرم والتفاؤل.[35]

5.5. الواردات والصادرات

ورغم النية الموجودة للاتجاه نحو استقلال الطاقة بشكل عام، ونحو سيناريو „استقلال الطاقة" بشكل خاص، فالواردات متضمّنة بكميات مختلفة حسب تقنيات مزيج الطاقة، وتخلو السيناريوهات السبعة من افتراض تصدير مصر للطاقة، وذلك على الرغم من أنه يمكن أخذ مصادر الطاقة المتجددة في الاعتبار على جدول زمني أطول، مما سيقدم فاعلية أفضل من تلك التي يقدمها جدول زمني نهايته 2035.

5.6. صانعو القرار

يبحث هذا الجزء في كل سيناريو عمّن سيكونون المنفذين الرئيسيين في تحقيق مزيج الطاقة على فترة عشرين سنة، سواء على مستوى الدولة، أو المحافظة، أو المجتمع، أو المستوى المحلي.

5.7. انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

وفي القسم الأخير من التحليل، يتم تمثيل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (يشار إليها بمكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e في صورة أشكال بيانية بالمقارنة مع „بقاء الامور على حالها BAU" بخصوص تكلفة تخفيض انبعاثات CO_2e في كل سيناريو.

”

يؤخذ في الاعتبار معدلان من معدلات الطلب على الطاقة بحيث تكون بيانات الأولى عبارة عن المعدلات الطبيعية للطلب كما ذُكرت في تقارير الحكومة، أما بيانات الثانية فهي معدلات الطلب المتوقعة في حالة طلب فعال أكثر...

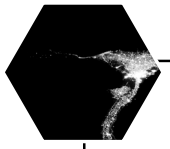
“

٦.

مسار „بقاء الأمور على حالها“
BAU

مسار „بقاء الأمور على حالها مع الفحم“
BAU+COAL

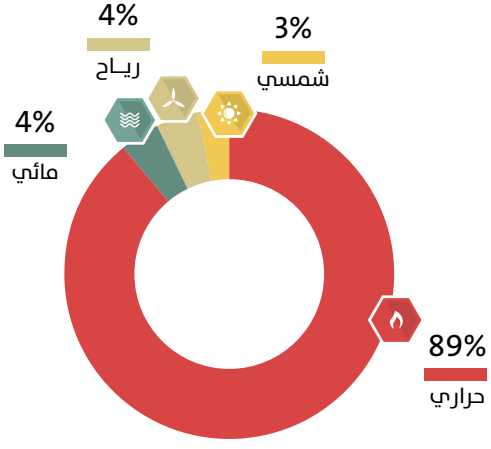
عادةً ما يشير „بقاء الأمور على حالها (BAU)“ للوضع الراهن من القطاع محل النظر، ومن ثم فيخطط لنتيجة تطبيق المعدلات الحالية للنمو مع الاستهلاك، ومدى توافر مصادر الطاقة بشكل خطّي، ونعني بالشكل الخطي ذلك النمو المستمر بنفس المعدل سنة وراء سنة، دون أي تغيير كبير، ونستخدم **„بقاء الأمور على حالها BAU“** كسيناريو تأسيسي ليمكننا مقارنة الأثر التقني وأثر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على أي سيناريو محل النظر مع الوضع الراهن.



BAU

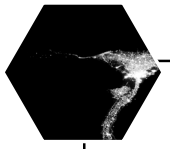
بقاء الأمور على حالها

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	89%	GRID	PPP	CO2 WATER AIR	
		3%	–	PPP BOO FiT	CO2	
		4%	DESERT GULF	PPP BOO FiT	CO2	
		4%	–	–	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
214,447.4				13,404.5

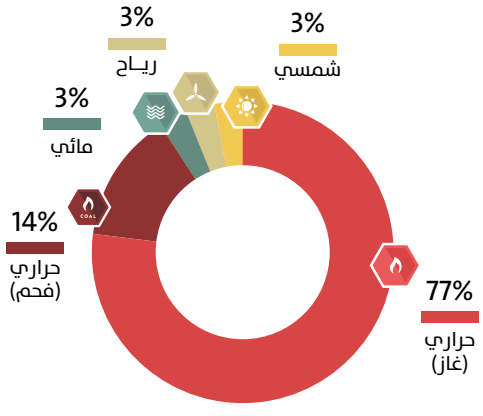
التكلفة الإجمالية = 4.6- مليار دولار أمريكي



BAU+COAL

بقاء الأمور على حالها
مع استخدام الفحم

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	77%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
	COAL	14%	GRID MILE	PPP	AIR WATER LAND CO2	
		3%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		3%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3%	—	—	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
114,120.6				14,687.3

التكلفة الإجمالية = 11.5 مليار دولار أمريكي

1.6. الافتراضات

في هذا النموذج، نجد عدة افتراضات قابلة للتطبيق على كل السيناريوهات الناتجة عن هذا النموذج.

1.1.6 جانب الطلب

أولًا، يؤخذ في الاعتبار معدلان من معدلات الطلب على الطاقة بحيث تكون بيانات الأولى عبارة عن المعدلات الطبيعية للطلب كما ذُكرت في تقارير الحكومة الرسمية على افتراض أن معدلات الطلب ستظل آخذة في الازدياد بمعدلات نمو محددة مسبقًا كما يوضح شكل (3)، أما بيانات الثانية فهي معدلات الطلب المتوقعة في حالة طلب فعال أكثر، على افتراض أن معدلات الاستهلاك ستقل نظرًا لازدياد استخدام مصابيح الدايود (LED)، والمحركات ذات الكفاءة، وتوفير الطاقة نظرًا لخفض الدعم في تعريفة الكهرباء، وتكاليف الوقود، وارتفاع الوعي المجتمعي، وغيره.

وتكون معدلات النمو المستخدمة كالآتي:

شكل 3: معدلات نمو الطلب على الطاقة حسب نوع الوقود [36]

النوع	معدلات الطلب الطبيعية معدلات النمو بالنسبة المئوية	معدلات الطلب الفعّال معدلات النمو بالنسبة المئوية
كهرباء	+6	+5
الغاز الطبيعي	+1	+1
وقود نفطي وغير نفطي	+5	+4
وقود الديزل	+9.1	+6
غاز نفطي مسيّل (LPG)	+1	+1

وبناءً على هذه الافتراضات فقد وجدنا أن استيعاب الطلب في 2035 سيكون حوالي 96 جيجاوات وذلك عند معدلات النمو الطبيعية، و80 جيجاوات لمعدلات الطلب الفعال على الطاقة، وتستخدم السيناريوهات الثلاثة معدل طلب فعال نظرًا لأنه من غير المنطقي الاعتماد على مصادر طاقة متجددة دون أن تزداد كفاءة الطاقة باستمرار.

2.1.6 كفاءة الطاقة

تتضمن الثلاثة سيناريوهات الأساسية بند كفاءة الطاقة، فهي تعد صناعة قائمة بذاتها، فهي تخلق فرص العمل، وتساهم في الناتج المحلي الإجمالي، وفي تقليل الانبعاثات.

ويتضمن بند توفير الطاقة في هذا التقرير التالي:

رفع الدعم عن الوقود الحفري بشكل تام

تجديد المباني التي لا تتمتع بالكفاءة عن طريق عزلها

حملات توعية المستهلك ليطّلع، ويراقب، ويعقّب كمستهلك للطاقة على مستويات استهلاكه بمرور الوقت

مخطط ولوائح لوضع علامات على البضائع، لضمان أن كل الأجهزة المعمرة ملصق عليها معلومات عن كفاءة الطاقة للمنتج

وتُحسب فرص العمل التي خلقتها كفاءة الطاقة لتتضمن فرص العمل الناتجة عن إجراءات كفاءة الطاقة في المنازل، والمواصلات، والمباني، وشبكة الكهرباء، والصناعة.

3.1.6 جانب التوليد

ويبني سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، الموضح بشكل (4) أسفله، على مزيج الطاقة الحالي لمصر، ويفترض هذا السيناريو التأسيسي عدم حدوث أي تغيّرات كبيرة لمزيج الطاقة المصري الحالي، حيث تزداد معدلات النمو في توليد الطاقة لتلبي النمو في الطلب الفعّال.

وتقّدر معدلات النمو المفترضة على النحو الآتي:

معدل نمو 4.6% في قدرة توليد الطاقة من موارد الطاقة الحرارية سنويًا لتوافق أي زيادة في الطلب لا تلبيها الموارد الأخرى.

من المفترض أنه تم استغلال الطاقة المائية حتى أقصى حد، وبالتالي فمن المتوقع أن تظل قدرة التوليد ثابتة.

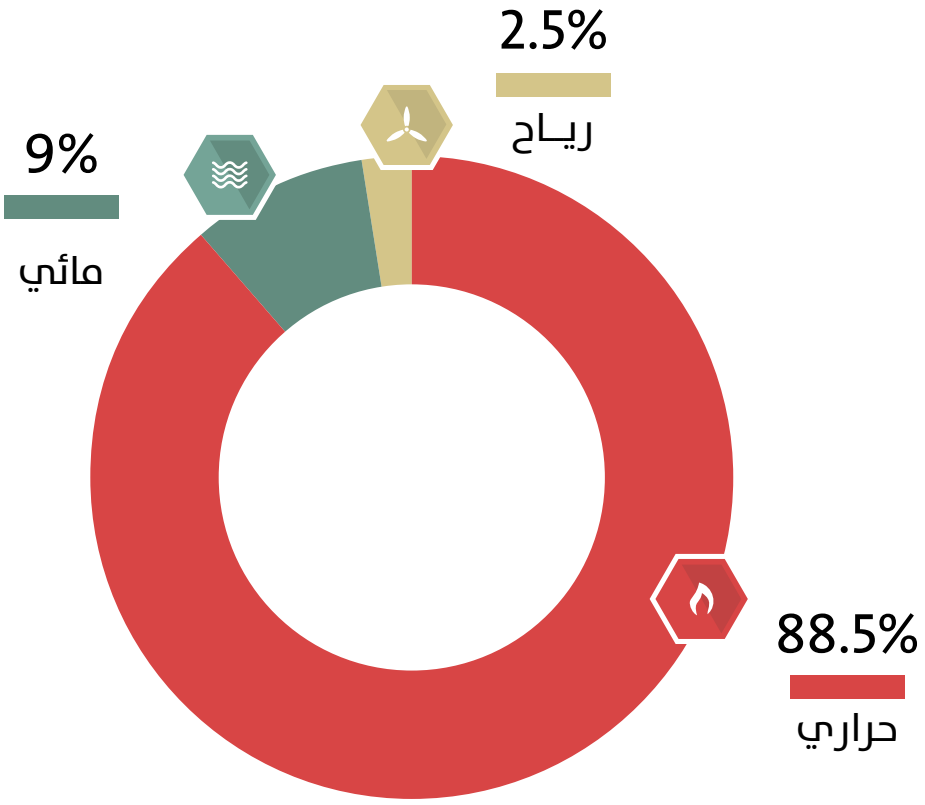
يتم التخطيط لمصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح باستخدام برامج الطاقة المتجددة التي أعلنت عنها الحكومة، وتستهدف تلك البرامج اعتمادًا على مصادر الطاقة المتجددة قدره 4 جيجاوات بحلول 2020، ومن المفترض أنه لن تقدم الحكومة أي برامج أخرى تشجع الطاقة المتجددة، وبالتالي فيفترض أن يزداد كل مورد سنويًا بنسبة 2%، كحد أدنى، مما يؤهله ليكون أسوأ سيناريو وُضع للطاقة المتجددة.

ولا تضاف أي مصادر طاقة جديدة لمزيج الطاقة.

شكل 4: مصادر الطاقة الحالية بمصر [37]

النوع	قدرة التوليد في 2014 (بالجيجاوات)
حرارية	27.0
مائية	2.8
رياح	0.7
شمسية	0
نووية	0
كتل حيوية	0
الإجمالي	30.5

شكل 5: مزيج الطاقة في 2015 (الحالي)



4.1.6 التكاليف المفترضة

تفترض النماذج تكاليف معينة على أساس أسعار السوق العالمية لتأسيس مصادر مختلفة للطاقة وتشغيلها، ويحصر شكل (6) تكاليف رأس المال (تكاليف البناء والتشغيل الأولّيين لمصدر الطاقة)، بالإضافة إلى تكاليف الصيانة والتركيب الثابتة والمتغيرة، ومن المتوقع أن تزداد هذه التكاليف على مدار العشرين سنة التي تغطيها هذه الدراسة، وبالتالي فمعدلات النمو تأتي بالنسبة المئوية كما الحال في شكل (7).

شكل 6: تكاليف رأس المال، والتشغيل، والصيانة المستخدمة المفترضة [38]

نوع التوليد	تكلفة رأس المال (بالدولار الأمريكي/كيلووات)	التكلفة الثابتة للصيانة والتشغيل (بالدولار الأمريكي/ كيلووات سنويًا)	التكلفة المتغيرة للصيانة والتشغيل (بالدولار الأمريكي/ميجاوات. ساعة)
حرارية	700	5	7
مائية	2000	10	0
رياح	2000	25	0
شمسية	2500	15	0
نووية	3500	65	1.5
كتل حيوية	3000	80	3.5

شكل 7: معدل النمو السنوي لتكلفة رأس المال

نوع التوليد	جميع السيناريوهات			نحو طاقة لامركزية		
	2015-2020	2020-2030	2030-2035	2015-2020	2020-2030	2030-2035
حرارية	%-5	%-3	0	%-5	%-3	0
مائية	0	0	0	0	0	0
رياح	%-5	%-3	0	%-5	%-3	0
شمسية	-10%	%-5	0	%-5	%-2	0
شمسية مركزة	0	0	0	0	0	0
نووية	0	0	0	0	0	0
كتل حيوية	0	0	0	0	0	0

شكل 8: افتراضات التكلفة لمحطات الطاقة التي تعمل بالفحم [39]

تكلفة رأس المال (دولار/كيلووات) *	2000
تكلفة الصيانة والتشغيل (دولار/كيلووات سنويًا) **	40
تكلفة الصيانة والتشغيل (دولار/ميجاوات. ساعة) ***	5
معدل نمو تكلفة رأس المال ******	1-% حتى 2020 ثم 0%

* باستخدام متوسط تكنولوجيا المحطات المختلفة بعد تحجيمها لتطابق التكلفة الحقيقية في السوق المصري، ويعتمد عامل التحجيم على تكلفة الطاقة الضوئية في مصر بالمقارنة لتكلفتها في تقرير إدارة معلومات الطاقة (EIA) لعام 2013.

** باستخدام متوسط التكنولوجيا المختلفة التي تضمنها تقرير إدارة معلومات الطاقة (EIA) لعام 2013.

*** باستخدام متوسط التكنولوجيا المختلفة التي تضمنها تقرير إدارة معلومات الطاقة (EIA) لعام 2013.

**** كما وردت في تقرير إدارة معلومات الطاقة (EIA) لعام 2013، فنسبة 1-% متوقعة حتى عام 2020، ثم تستخدم زيادة بمعدل 0% من 2020 بناءً على اقتراحات المشاركين في الورش الفنية للطاقة.

2.6 النتائج

أزمة الطاقة الحالية أن سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** غير ممكن خصوصًا مع احتمال تقدم الدولة المستمر في مجالات التنمية وإلغاء دعم الوقود الحفري، وكعادة ضبابية الأمور السياسية، نجد سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** يرسم الخطوط التوضيحية لما حدث لمصر قبيل أزمة الطاقة مباشرةً، مما سيساهم في تقييم هذا المزيج ومجموعة السياسات باستخدام جدول زمني أطول، ويفترض سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** عدم دخول أي تطويرات جديدة في موارد الطاقة على مزيج الطاقة الحالي، لكن يفترض ازدياد توافر مصادر الطاقة لتلبي النمو الحاصل في الطلب وحتى 2035، ومن المفترض بخصوص الطلب أن يتبنى المستهلكون أساليب رفع الكفاءة، مما يسمح بخلق سيناريو لـ“بقاء الأمور على حالها“ تتجاوز كفاءته مجرد تقدير الوضع الراهن، ليضع في الحسبان المعدلات المعقولة للتغير السلوكي.

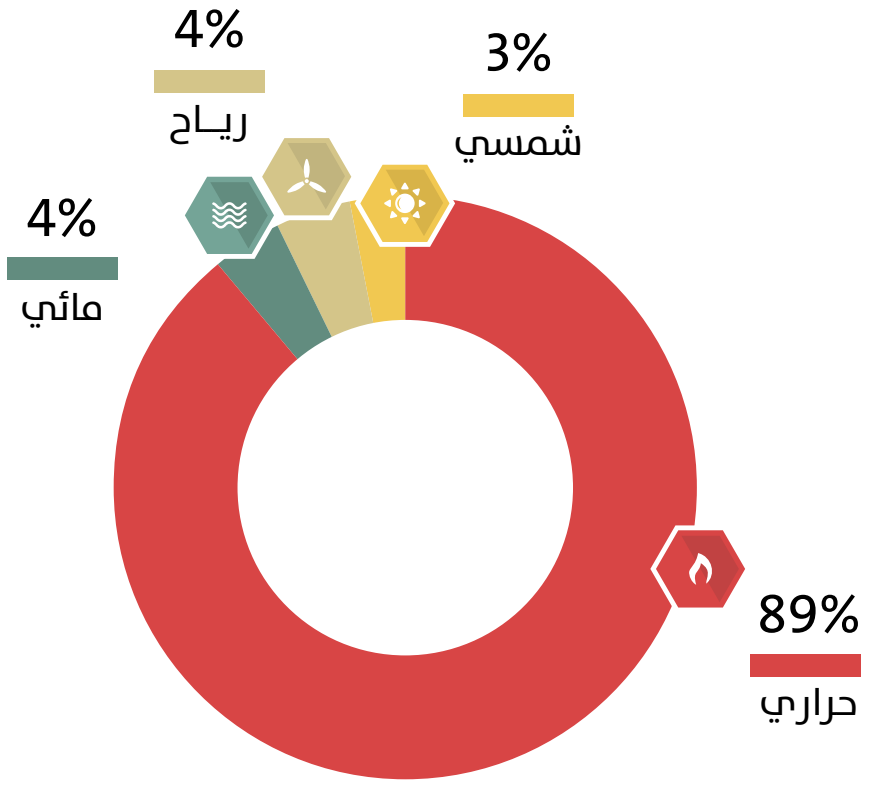
وتجدون مزيج طاقة 2035 مفصّلًا في شكليّ (9) و (10) أسفله، حيث يبين التوقعات الخطّية لمزيج 2015 إذا طبّق على سنة 2035.

شكل 9: مزيج الطاقة لمسار BAU في 2035

BAU
„بقاء الأمور على حالها“

	الطلب الطبيعي		الطلب الفعّال	
نوع التوليد	جيجاوات	%	جيجاوات	%
حراري	84.8	89	69.4	89
مائي	2.8	4	2.8	4
رياح	2.7	4	2.7	4
شمسي	2.7	3	2.7	3
نووي	0	0	0	0
كتل حيوية	0	0	0	0
الإجمالي	93	100	77.6	100

شكل 10: مزيج طاقة 2035 حسب سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**

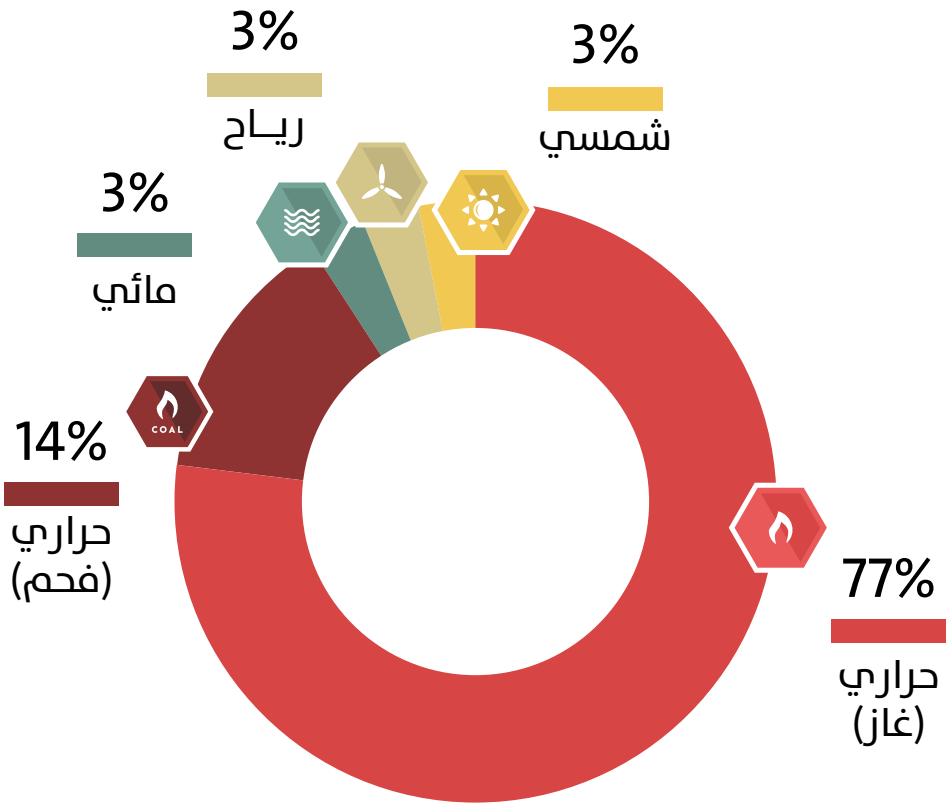


1.2.6 الفحم

بدأ خبراء الصناعة ومالكو المصانع في بدايات 2013 الضغط لاستخدام الفحم كمصدر حراري للطاقة بديلًا عن الغاز الطبيعي نظرًا لعجز الطاقة وشيك الحدوث [40]، وقد سمحت الحكومة باستيراد الفحم ووضعت لوائح تنظم استخدام الفحم لكل من الصناعات ولتوليد الكهرباء، وحسبما اقترحت تعقيبات الورش الاجتماعية فعلى الدراسة أن تتضمن دخول الفحم في مزيج الطاقة، وفي حين أننا لم ندرج الفحم في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** الذي نقارن فيه السيناريوهات الثلاثة الرئيسية، ويظهر شكل (11) مزيج الطاقة في 2035 باعتماد على الفحم بنسبة 14% قد وضعت بناءً على تخمين مدروس بالنظر إلى عدم الثقة في المعلومات المتوافرة بدقة عن الكميات والاستيعاب المتوقع لمحطات الطاقة الجديدة.

ونظرًا لعدم وضوح كمية الفحم المستخدم لتوليد الكهرباء في مصر، تم رفض إدراج **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“** كسيناريو تأسيسي لكل السيناريوهات، فلا يمكن ضمه في النموذج بشكل دقيق دون أن تكون أرقامه واضحة وثابتة.

شكل 11: **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“** في 2035



2.2.6

البنيـة التحتيـة

وبالحفاظ على بنية الشبكة القومية المركزية وطريقة التوزيع، سيحتاج مزيج طاقة „بقاء الأمور على حالها مع مراعاة كفاءة الطاقة“ لرفع الاستيعاب الحالي لمحطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي بنسبة 200%، وذلك حتى تلبي الارتفاع المحدود في الطلب، ولدعم محطات الطاقة المضافة يلزم تحديث الشبكة عن طريق مد خطوط تحويل الطاقة بطول البلاد، وتحسين قدرات التخزين عبر صيانة عدد أكبر من محطات التحويل الفرعية الموثوق فيها والتي تساعد أيضًا في ضمان توفير الطاقة ووصولها بشكل منتظم جغرافيًا، فرغم صغر حجم محطات التحويل الفرعية، تظل أعدادها كبيرة، ولذلك فإنها ستتطلب إنشاءات وصيانة كهربية أساسية في جميع الأنحاء الموصولة بالشبكة المركزية في مصر.

محطات التحويل الفرعية

SUBSTATIONS

محطات التحويل الفرعية هي 'محطات' صغيرة يتم وضعها بين مصدر الكهرباء المولدة والشبكة الرئيسية، بحيث تحول المحطات الفرعية التيارات الكهربية ذات فرق الجهد الكهربي (الفولت) العالي من المصدر إلى جهد أعلى يمكن أن يغذّي الشبكة بشكل فعّال ودون فقدان كبير للطاقة أثناء هذه العملية، ثم تضاف محطة تحويل فرعية أخرى بين خطوط الشبكة الرئيسية وبين القوابس (الفيش) في منازلنا أو مكاتبنا، لتحوّل التيار مرة أخرى إلى فولت منخفض يناسب الأجهزة والاستهلاك المنزلي، وحسب حساباتنا فمحطة تحويل فرعية متوسطة الحجم تلزم لكل 0.4 جيجاوات من الطاقة المولدة.

وليس لدى محطات الكهرباء التي تعمل بالغاز أي متطلبات خاصة تتعلق بمكان الإنشاء، وبالتالي فتصور توزيع متساوي لإنشاء محطات طاقة جديدة تعمل بالغاز الطبيعي قرب الشبكة المركزية بطول النيل وكذلك نمط الاستهلاك (نظرًا لأن السكان أيضًا موزعون بطول النيل) حاضر في الأذهان، ما يجعل التخطيط مرنًا مع إمكانية وضع محطات الطاقة بعيدًا عن التجمعات البشرية وعن مناطق الحماية البيئية.

وعلى الرغم من أن الأنماط الحالية لبناء محطات طاقة حرارية موزعة حسب التوزيع السكاني، فموقعهم لا يزال قريب من السكان بشكل ينبئ بالخطر، بما في ذلك داخل القاهرة شديدة الازدحام.

وبموجب سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“**، سيلزم بناء محطات الطاقة التي تعمل بالفحم داخل نطاق الشبكة القومية وقرب مصدر مياه موثوق فيه لأغراض التبريد، وهو ما يعني وضعهم بطول النيل، وسيتطلب هذا أيضًا بناء محطات التحويل الفرعية في المساحة الواقعة بين محطات الطاقة والشبكة القومية، وأيضًا بين الشبكة والتجمعات التي تخدمها تلك الشبكة، وتأتي الاستثمارات في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم بحجة أنها تعمل بعمر 50 سنة[41] ، وبالتالي، فاستيعاب محطات الفحم التي تم تركيبها في 2015 سيظل قائمًا حتى 2065 حين تتوقف عن العمل، مما يحصر الحكومة المصرية في دائرة تشغيل محطات الفحم وصيانتها حتى تحقق الهدف المرجو من الاستثمار فيها، وتنص إحدى الدراسات التي تقيّم الانحصار الكربوني على:

„... تُقدم محطات الفحم واحدة من أكبر مخاطر الانحصار الكربوني على مستوى العالم، وهو استنتاج متماسك مع النماذج الأخرى الحديثة.[42]“

وبالإضافة إلى ذلك، فقد وصلنا في الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)[43] في ديسمبر 2015 لاتفاق يحدد هدف طويل المدى، ويلزم لتحقيق أهداف هذا الاتفاق أن تكون جميع دول العالم جزءًا من الجهود الموحدة لـ:

„الحفاظ على الارتفاع في درجة حرارة العالم دون 2° مئوية فوق مستويات عصر ما قبل الصناعة، والسعي لتحجيم الزيادة لتصل إلى 1.5° مئوية فوق مستويات عصر ما قبل الصناعة“

وقد قررت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أنه من الضروري عدم كسر حاجز الـ 2° مئوية وذلك حتى نبقى داخل حيز „ميزانية الكربون“ المسموح به، وإذا سرنا على هذا النهج سنصل لنزع الكربون بشكل كامل بين 2080-2100 بأقصى تقدير[44]، وإذا أراد العالم تحقيق الاحتمال الممكن بنسبة 50% والرامي للبقاء دون الـ 1.5° مئوية، فعليه الوصول بقيمة انبعاث غازات الاحتباس الحراري إلى صفر، وذلك بين 2060 – 2080، مما يعني أيضًا الوصول لانعدام انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الوقود الحفري بحلول 2050، مما سيتطلب أن ألا تخرج 82% من رواسب الفحم، ونصف احتياطي الغاز المعروف، وثلث نفط العالم من باطن الأرض، وسيتضمن هذا 80% من احتياطي الغاز الطفلي بالولايات المتحدة، وأفريقيا، والشرق الأوسط[45].

وبالتالي فهذا السيناريو سيترك مصر ببنية تحتية عالقة تعتمد على الفحم لإنتاج الطاقة دون وجود الفحم أو المال اللازمين لتلبية الطلب على الطاقة، وبالنسبة لبلد نامية تحتاج مصدر طاقة مستدامة ذا جدوى طويلة المدى للوصول للتطوير الذي تريده، فالاستنتاج هنا أن النتائج اللاحقة على استخدام الفحم ستترك إرثًا لن يمكن تحمله في المستقبل، بسبب قرارات اتخذت اليوم.

3.2.6 إتاحة الطاقة

بالإبقاء على الشبكة المركزية، فالمناطق النائية والمساكن غير الرسمية، التي تعاني بالفعل من مشاكل توافر الطاقة، لن تحصل بالضرورة على إتاحة أفضل للطاقة بموجب مسار **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، وتندرج المجتمعات التي تعاني من مشاكل إتاحة الطاقة في إحدى فئتين لا ثالث لهما، إما فئة غير الموصولين بالشبكة نهائيًا (مثل واحات الصحراء الغربية)، وإما المساكن **„**غير الرسمية**“** التي لا توفر الدولة لها الكهرباء بشكل رسمي.

وبالبقاء داخل البنية المهيمنة التي أوصلت مناطق كثيرة في البلد بالشبكة القومية، لكنها لم تحدّث منها لضمان عدم تأثر التطويرات في التجمعات السكنية والمجتمع، فعدم تحديث البنية التحتية سيؤدي إلى استمرار مشاكل إتاحة الطاقة بطول مصر، مع حصول المجتمعات المهمشة والريفية على نصيب الأسد من العواقب.

ويضمن نموذج الدولة المركزية لتوليد الطاقة وتوزيعها أن المستبعدين من السياسة، وصنع القرار، والاستثمار سيظلون مستبعدين، مما يحيل دون أي محاولة لتمكين المواطنين من اتخاذ قراراتهم المتعلقة بالطاقة.

أما بالنسبة للأفراد والمجتمعات المتاحة لهم الكهرباء لكنهم يعيشون أو يعملون في المناطق الأفقر بالمدينة أو القرية، فنصيبهم التوزيع غير العادل لانقطاعات التيار الكهربي الذي يعطي الأولوية للمباني الحكومية، والصناعية، والتجمعات السكنية للفئات الثرية والطبقات المتوسطة في المدينة [46] ، أما المناطق الريفية والأشد فقرًا، فلها نصيب الأسد من الانقطاعات الأطول للكهرباء، وأثناء بعض أسوأ الانقطاعات تصل بعض التجمعات السكنية „غير الرسمية“ بداخل القاهرة لما يقرب من 12 ساعة دون كهرباء يوميًا، في حين أن المناطق الراقية مثل مصر الجديدة أو المهندسين لا تعاني من انقطاع الكهرباء لأكثر من 3-4 ساعات يوميًا في المتوسط.

وإذا تم العمل بسيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** في حالته المثالية، فهذا يفترض تلبية الطلب، أي أن انقطاعات الكهرباء ستنتهي، مما يقلل من عدم المساواة في إتاحة الطاقة ليصل بها إلى مستويات الدول المتقدمة حيث لا تحدث انقطاعات إلا بسبب عطل بالشبكة أو لأسباب تتعلق بالطقس الشديد.

4.2.6 خلق فرص العمل

وكما يرد بالتفصيل في شكل (12) أسفله، فيعتمد عدد فرص العمل الجديدة الناتجة سنويًا عن كل جيجاوات. ساعة من الطاقة المولدة على مصدر الطاقة، فستزداد فرص العمل الجديدة بحلول 2035 لتصل إلى 121731.7 وظيفة جديدة لكل جيجاوات ساعة، ما يعني زيادة ثلاث مرات عن 2015 إذا ما حسبنا فرص العمل بشكل تراكمي، ومعظم الوظائف في مصانع الطاقة تكون في المصانع التي تعمل بالغاز الطبيعي خاصة لأنها تمثل المكون الأساسي من مزيج الطاقة.

وتتمركز الوظائف في قطاع الطاقة في مرحلة التركيب، وفي التشغيل المستمر، وفي الصيانة التي يتطلبها توليد الطاقة.

وتظهر التقارير التي تقدم هذه التقديرات أن الطاقة المتجددة أكبر خالق لفرص العمل نظرًا لاحتياجها لعدد كبير من العاملين لتوليدها، بالتالي فنجد بشكل عام أن عدد فرص العمل السنوية لكل جيجاوات. ساعة يزداد بازدياد نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة.

وسيوفر دخول إجراءات كفاءة الطاقة على **„بقاء الأمور على حالها BAU“** أعدادًا كبيرة من فرص العمل عبر وضع اللوائح وتنفيذها، ووضع السياسات، وكفاءة الطاقة، والمشروعات الصغيرة والكبيرة، والعزل، والتصنيع، والتجهيز، وبيع الأجهزة المعمرة الموفرة للطاقة مثل الثلاجات، وبالإضافة إلى ذلك، فسيرتفع الاحتياج لخبراء كفاءة الطاقة للقيام بالمراجعات وتطوير السياسات، وهو ما بدأ جهاز تنظيم مرفق الكهرباء ومركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار باستكشافه بالفعل.

شكل 12: خلق فرص العمل في سيناريو BAU

BAU
„بقاء الأمور على حالها“

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	31910.4	43005.5	58558.4	79019.6	106139.9
مائي	9401.2	9648.4	10004.6	10280.8	10516.0
رياح	575.3	1005.0	1150.6	1305.4	1474.3
شمسي	897.1	2455.2	2810.8	3189.0	3601.5
كفاءة الطاقة	1146.1	9579.7	24559.1	50140.8	92715.7
خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	**43930.2**	**65683.8**	**100083.5**	**143935.6**	**214447.4**

شكل 13: خلق فرص العمل في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“** سنويًا لكل جيجاوات. ساعة

BAU+COAL
„بقاء الأمور على حالهامع استخدام الفحم“

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	30161.0	38215.2	50524.5	67664.0	90295.5
مائي	8945.1	8900.4	9287.3	9791.9	10287.2
رياح	547.4	850.6	1068.1	1243.4	1442.2
شمسي	853.6	1981.7	2609.2	3037.3	3523.1
فحم	927.3	2586.3	4374.4	8123.8	8572.6
خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	**40984.2**	**52534.2**	**67863.5**	**89860.4**	**114120.6**

5.2.6

„التكاليف“

„تكلفة“ الاستمرار بإجماليات سيناريو **„**بقاء الأمور على حالها مع مراعاة كفاءة الطاقة**“**: 4.6- مليار دولار أمريكي، وتظهر قيمة „التكلفة“ معبّرًا عنها بالسالب لأن إجراءات كفاءة الطاقة توفر التكاليف بالمقارنة بسيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** الذي يستهلك 16 جيجاوات أكثر من الكهرباء، ويشمل هذا الإجمالي تكلفة رأس المال لزيادة استيعاب محطات الطاقة التي تعمل بالغاز بنسبة 200%، مما يتطلب بناء محطات الطاقة والتوسيعات المقابلة لها على الشبكة القومية مع محطات تحويل فرعية وخطوط طاقة أكثر.

وهناك تكلفة مالية لتنفيذ مستويات كفاءة الطاقة المقدمة في هذا السيناريو، وتتضمن إجراءات كفاءة الطاقة الكثير بدءًا من إدارة حملات توعية لتقليل طلب المستهلك على الطاقة وللاستثمار في تكنولوجيا تقليل الاستهلاك مثل استخدام إضاءة وأجهزة منزلية موفرة، وتظهر أهمية التمويل أيضًا في الاستثمار في نظام لوضع العلامات على السلع المعمرة (الغلايات، ومحمصات الخبز، والغسالات، والتكيفات، والإضاءة، وغيرها)، ونرى في تطبيق نظام تسعيرة قصوى في أوقات الذروة وسيلة فعالة للحد من الاستهلاك ومعالجة مشكلة التكلفة الزائدة لتوفير الطاقة، وهو ما قد أثبت فاعليته في بلاد كثيرة.

ويتطلب هذا توسعًا في استخدام عدادات كهرباء متقدمة، بدلًا من العدادات التقليدية القديمة.

و“التكاليف“ قليلة بالنسبة للدولة، والنفع العائد مرتفع بالنسبة لمستهلكي الكهرباء محدودي الدخل، فلقد أصبح بإمكانهم إدارة تكاليف الطاقة الخاصة بها وفقًا لبرنامج تسعيري محدد مسبقًا ومعلن عنه، ويحدد على أساس أعلى استهلاك كهربي لهم، وليس الدخل.

وأيضًا، لا يتضمن **النظام التخطيطي البديل للطاقة طويل المدى (LEAP)** تكاليف إيقاف التشغيل تحت بند „صافي القيمة“ الموجود في كل سيناريو، وعلى هذا الأساس فالجدول أسفله مستخرج من أشكال تقدمها **منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD)** كمتوسط تكلفتيّ الكفاءة وإيقاف التشغيل لمحطات الطاقة التي تعمل بالفحم والغاز.

تكاليف إيقاف التشغيل

DECOMMISSIONING COSTS

هي تكاليف الإغلاق الآمن لمحطة الطاقة، في حدود لوائح التخلص الآمن من النفايات، والمعدات، والوقود، والمساحة.

شكل 14: متوسط تكلفة إنتاج محطات الطاقة التي تعمل بالفحم والغاز للكهرباء [47].

نوع الوقود:	متوسط كفاءة التحويل الكهربي	تكاليف إيقاف التشغيل دولار أمريكي/ميجاوات. ساعة
الفحم*:	40%	1
الغاز**:	53.40%	0.07

*البلاد التي يشملها المتوسط: بلجيكا، وجمهورية التشيك، وألمانيا، واليابان، وكوريا، والمكسيك، وهولندا، وسلوفاكيا، والولايات المتحدة، والبرازيل، والصين، وروسيا، وجنوب أفريقيا، ومحطات مملوكة لصناعات فردية (تشمل العينة 48 محطة).

**البلاد التي يشملها المتوسط: بلجيكا، وجمهورية التشيك، وألمانيا، وإيطاليا، واليابان، وكوريا، والمكسيك، وهولندا، وسويسرا، والولايات المتحدة، والبرازيل، والصين، وروسيا، ومحطات مملوكة لصناعات فردية (تشمل العينة 27 محطة).

وكما يوضح الشكل، فكفاءة محطات الطاقة التي تعمل بالغاز أعلى من نظيرتها في محطات الفحم، وتكاليف إيقاف التشغيل لمحطات الغاز أقل بنسبة 93% من المحطات التي تعمل بالفحم، وتعد تكلفة إيقاف التشغيل التي يتم توفيرها باستخدام الغاز الطبيعي عالية جدًا وذلك نظرًا لأن كل السيناريوهات، عدا **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، تهدف في استخدامها للغاز الطبيعي لسحبه تدريجيًا.

وقد شهدت صناعة الأسمنت بالفعل حجم التكاليف المحتملة للالتزام الكامل بالضوابط المصرية لتلويث الهواء المعمول بها حاليًا (ليس من بينها لوائح الفحم لـ 2015 الأكثر صرامة)، ورغم استخدام الغاز الطبيعي، فضوابط تلويث الهواء تكلف الصناعة ما يقدر بنصف مليار دولار أمريكي ، والفحم بطبيعته وقود حفري أكبر كثافةً، وستضمن اللوائح المعززة لاستخدام الفحم الصادرة في 2015 أن التقيد بمحطات طاقة تعمل بالفحم ستكلف بشكل ملحوظ أكثر من الأسمنت بنصف مليار دولار أمريكي [48]، مما يزيد من „التكلفة الخارجية“ المتصاعدة التي لا يتضمنها النموذج.

وأخيرًا، فمخاوف تلوث المياه وندرتها تزداد في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“**.

أما تكنولوجيا خفض التلوث التي تتطلبها محطات الطاقة التي تعمل بالفحم وتتوافق مع لوائح تلوث الهواء فينتج عنها 1) **صرف بقايا تثبيت الغازات Gas Fixing**، و2) **الرماد المتطاير Fly Ash.**

تثبيت الغازات

GAS FIXING

يحتوي الفحم على معادن ثقيلة كالزئبق، والرصاص، والكادميوم، والكروم تنتج جميعها عند احتراقه، و'تثبّت' تكنولوجيا خفض التلوث المعادن الثقيلة في المياه أثناء انبعاثهم ليتم التخلص منهم كمياه صرف ملوثة على أن تعالج فيما بعد

الرماد المتطاير

FLY ASH

ينتج عن احتراق الفحم 'رماد متطاير' يحتوي عادةً على المواد السامة الآتية: الزرنيخ، والرصاص، والزئبق، والكادميوم، والكروم، والسلينيوم، والألمونيوم، والأنتيمون، والباريوم، والبريليوم، والبورون، والكلورين، والكوبلت، والمنغنيز، والموليبدينوم، والنيكل، والثاليوم، والفاناديوم، والزنك.

وبدون لوائح وتنفيذ وافيين (كما الحال حاليًا) [49]، فـ**“**بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL**“** قد يتسبب في مستويات من الصرف الصناعي الملوث في النيل أعلى من المستويات الحالية على حساب فصائل الأسماك والحيوانات التي تعتمد على المياه العذبة، وعلى التنوع البيولوجي في البحيرات والأنهار، وعلى الصحة البشرية، فالمعالجة الرديئة للمياه، والفقر، ونقص فرص الحصول على مياه نظيفة تتسبب جميعها بالفعل في إمراض أكثر المعرضين للخطر ممن يعتمدون على الخدمات الصحية للدولة المحملة بالأعباء بالفعل، ومن المتوقع أن يزيد دخول الفحم من تفاقم المشاكل الحالية.

„وتحتاج محطات الطاقة إلى مصدر مياه موثوق فيه ليمدها بكميات كبيرة، على أن يكون قريبا من المحطة. في الدول التي تستخدم الفحم غالبا ما يتم السحب والاستهلاك من مياه سطحية (بحيرات أو أنهار وما إلى ذلك) ولكنه يتم أحيانا من مياه جوفية وبحرية.“ [50]

ففي أوروبا، يحتل قطاع الطاقة 44% من إجمالي استهلاك المياه [51]، وداخل قطاع الطاقة، نجد محطات الطاقة النووية وتلك التي تعمل بالفحم صاحبتيّ الاستهلاك الرئيسي للمياه نظرًا لاحتياجهما لكميات كبيرة من المياه للتبريد، ويعد نقص المياه في مصر واقعًا، وحسب تقديرا الأمم المتحدة فبحلول 2025 ستواجه مصر „أزمة مياه حادة“ [52]، وبالتالي فلا يمكن أن يعتمد أي مسار عادل لتوليد الطاقة في مصر على افتراض إتاحة كميات كبيرة من المياه عبر الخمسين سنة القادمة، ولذا لا يمكن لأي رؤية تخطط لمسار مستدام لتنمية الطاقة أن تتجاهل متسلسلة المخاوف، وكمية المياه، والجودة، فهذه الرؤية جزء لا يتجزأ من المسار.

„متوسط استهلاك محطات الطاقة التي تعمل بالفحم للمياه 1.9م3/ميجاوات. ساعة، استهلاك محطات الغاز للمياه 0.7م3/ميجاوات. ساعة“ [53]

وبالمقارنة مع الحد الأدنى لاستهلاك مصادر الطاقة غير الحرارية للمياه مثل الرياح والشمسية الكهروضوئية، يمكننا التنبؤ بأن مسار 'بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم**“** سينتج عنه مشاكل واسعة في إتاحة المياه على المدى القصير، والمتوسط،

والطويل، وستعوق قدرة محطات الطاقة على العمل كلما تناقص توافر المياه، ويلاحظ أن البلاد التي تعاني من ندرة المياه وتستخدم الفحم قد تسببت في [54] :

خسارة في الأرباح ناتجة عن انخفاض المياه السطحية نتيجةً للجفاف وموجات الحر، مما يقلل من القدرة على توليد الطاقة، ويحدث ذلك مع التغيرات المناخية، لذا فهو متكرر الحدوث.

ارتفاع تكاليف التشغيل بسبب أن نقص المياه يستدعي تمويل إمدادات مياه مؤقتة، مما يزيد من تكاليف الإنتاج التي ترفع السعر الذي يدفعه المستهلك.

ارتفاع استثمارات البنية التحتية اللازمة لتأمين إمدادات المياه على المدي المتوسط والطويل، سواء عبر خطوط الأنابيب، أو السدود، أو الخزانات المائية، أو محطات تحلية المياه، بالإضافة إلى ازدياد تقنيات التبريد المتقدمة التي تقلل من استهلاك المياه.

وكما ذكرت وزارة الموارد المائية والري:

„المعدل الحالي لتردي الجودة سيزيد بالتأكيد من حدة أزمة ندرة المياه، أو من تكلفة استخدام المياه عند المستوى المتوقع في 2020“ [55]

وأخيرًا، فمدى „الانحصار الكربوني“ [56] الناتج عن سيناريو يعتمد على محطات طاقة تعمل بالغاز الطبيعي بنسبة 89% سيكون واسعًا، ووفقًا للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، فميزانية الكربون التي يتحملها العالم تتطلب نزع الكربون في أسرع وقت ممكن ، وتتطلب أيضًا أن البنية التحتية الحالية التي تعمل بالغاز الطبيعي لن تضبط لملائمة ميزانية الكربون إلا كوقود مرحلي في البلاد النامية، فالاستثمارات الجديدة في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، أو النفط، أو الغاز الطبيعي تعد استثمارًا سيئًا، وستساهم ايضًا في تجاوز ميزانية الكربون العالمية، مع احتمال التسبب في تغير مناخي مفرط سيؤثر على مصر بصورة كبيرة.

وسيكون فقدان الاستثمار الذي يتطلبه فرض ميزانية كربون عالمية عبر تعطيل استيعاب احتراق الوقود الحفري ضخمًا، وسيؤدي هذا الفقد أيضًا إلى وقف توفير الطاقة للجزء الأكبر اعتمادًا على الشبكة القومية، وسيؤدي الاعتماد على الغاز الطبيعي كجزء من خطة لسحبه تدريجيًا لانحصار كربوني مؤقت، وبالتالي ف89% من البنية التحتية للغاز الطبيعي، سواء مع استخدام الفحم أو بدونه، ستشكل أسوأ سيناريو ضار محتمل يدفع نحو انحصار كربوني طويل المدى في مصر.

6.2.6
الواردات/الصادرات

يعد سيناريو „بقاء الأمور على حالها مع مراعاة الكفاءة“ ثالث أعلى مسار استهلاكًا للواردات، بعد „نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ في المرتبة الثانية، و“بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم“ في المرتبة الأولى.

ففي حين أن إنتاج المنتجات البترولية (ومن ضمنها الغاز الطبيعي) في مصر سيتضاعف خلال عشرين سنة في الفترة بين 2015-2035، فاستيراد المنتجات البترولية سيرتفع من 1.9 مليون طن مكافئ نفطي إلى 31.2 مليون طن مكافئ نفطي، مما يعد مؤشرًا على الاعتماد غير الصحي والمتزايد على استيراد موارد غير محلية، ويقدم هذا الاعتماد سعرًا للمواد الخام التي تدخل في توليد الطاقة يكون عرضةً لتقلب أسعار منظومة التسعيرة العالمية المتحررة ويشكل جزءًا من **„الفقاعة الكربونية Carbon Bubble“** التي ستنفجر في المستقبل القريب كاشفةً عن أن الاستثمار في الوقود الحفري والاعتماد عليه يضع المستثمرين (أو الحكومات الممولة لمحطات الطاقة التي تعمل بالوقود الحفري) في محل تلقّي „الأصول المقيدة Stranded Assets“ التي ستزول قيمتها، أو سيزداد ثمنها لدرجة لا تتحمل دولة نامية تكلفة الحفاظ عليها.

الفقاعة الكربونية

CARBON BUBBLE

تحدث 'الفقاعة' الاقتصادية حين يقوم المشاركون في السوق برفع أسعار البورصة فوق قيمها الحقيقية بسبب انحيازات إدراكية قد تؤدي لأحادية التفكير الجماعي، وأما 'الفقاعة الكربونية' فهي فقاعة اقتصادية تنتج عن المغالاة في رفع أسعار الكيانات التي تستثمر في الوقود الحفري، وذلك لأن التكلفة الحقيقية للوقود الحفري لا تؤخذ في الحسبان أثناء عملية التقييم، وبالتالي، فقد تصبح الاستثمارات التي تتم داخل هذه الفقاعة حين تنفجر الفقاعة الكربونية 'أصولًا مقيدة'

وسيتطلب إنشاء محطات طاقة تعمل بالفحم والغاز الطبيعي استيراد التكنولوجيا والوقود، فليس لدى مصر موارد محلية للفحم، وفي سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“** ستعتمد البلد على استيراد كل لوازم الفحم عبر موانئ البحر الأحمر ومن البحر المتوسط.

أما محطات الطاقة الشمسية، التي تشكل 3% من توليد الكهرباء، ستحتاج استيراد ما يصل إلى 60% من مكوناتها، غالبًا من الصين.

وأخيرًا، فالمزارع الرياحية التي تشكل 3% من مزيج الطاقة تتطلب استيراد كل شيء من دول مختلفة فيما عدا شفرات التوربينات، فتصنيع الشفرات يكون في موقع قريب من المزرعة الرياحية قدر الإمكان، وأثناء القيام بذلك ستظهر وظائف قصيرة المدى للإنتاج والنقل اللازمين لعمل المزارع.

7.2.6
صانعو القرار

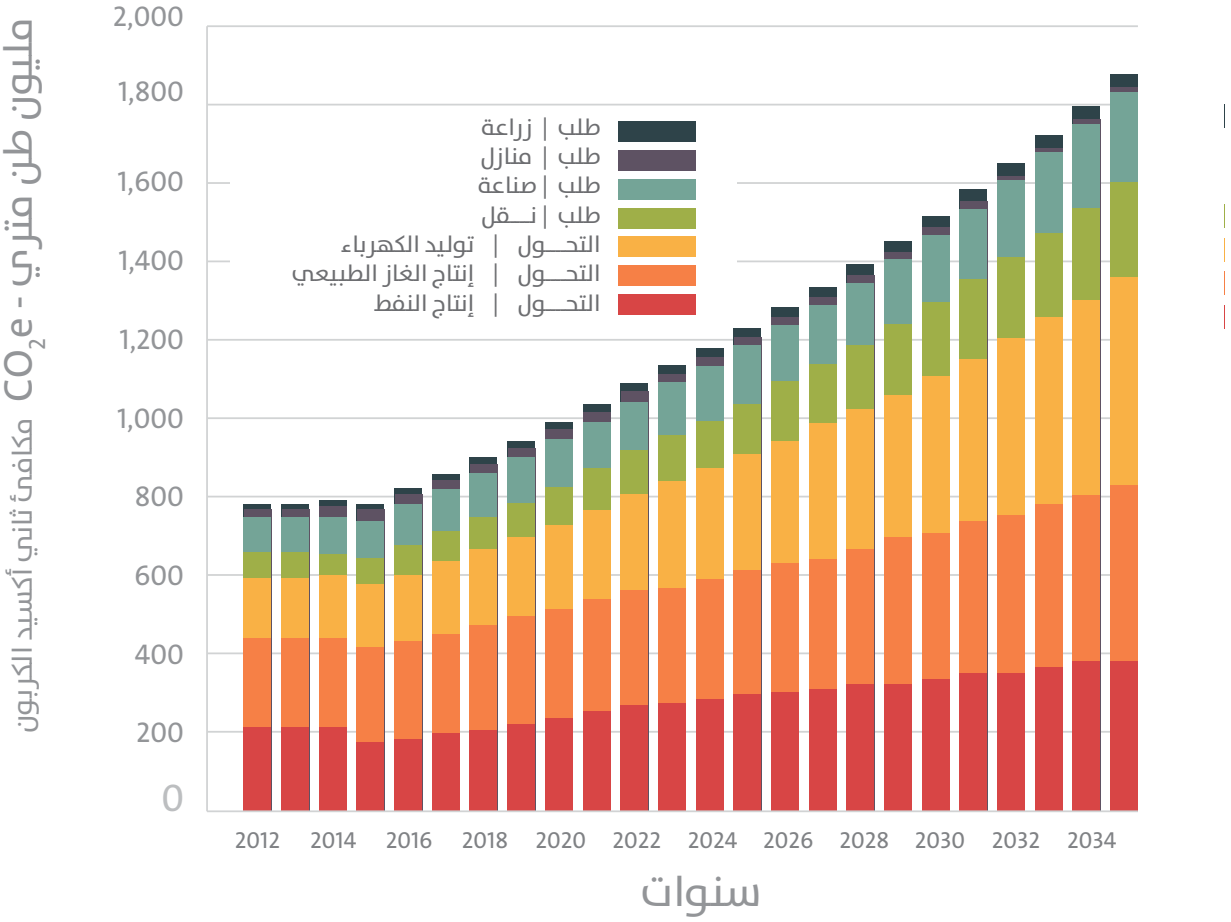
هذا السيناريو دولتي بشكل كامل ويدعمه القطاع الخاص وتمول الحكومات الأجنبية محطات الطاقة الحرارية، وتختلف مستويات المشاورة مع الجمهور والمجتمع المدني والمجتمعات المتأثرة باختلاف الحكومة الخادمة، خصوصًا وأن منفّذ الجزء الرئيسي من مزيج الطاقة لن يكون على المستوى المحلي للمحافظة، بل سيكون الحكومة المركزية، ومن المحتمل أن يتم وضع السياسات من أعلى إلى أسفل وبشكل حصري لا يراعي تأثر السكان المحليين والبيئة، مع غياب العدالة عن إتاحة الطاقة، والتلوث، ومشاكل حقوق الأراضي.

8.2.6 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

إذا استمرت الحكومة المصرية في إدارة موارد طاقتها لتلبي الطلب المتزايد في ال 20 سنة القادمة عبر اتباع نفس النهج الذي تتبعه الآن، فانبعاثات غازات الاحتباس الحراري (ونشير لها هنا بمكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e للتعامل معها كوحدة قياس) ستستمر في التزايد كما يوضح شكل (15) أسفله.

وتعد انبعاثات غازات الاحتباس الحراري النتيجة المباشرة لاستهلاك الوقود عبر جميع القطاعات، وأيضًا نظرًا لهيمنة الغاز الطبيعي كمصدر للطاقة، وفي سيناريو لبقاء الأمور على حالها مع مراعاة كفاءة الطاقة، تزداد الانبعاثات بشكل خطّي من أقل من 800 مليون طن متري لأكثر من 1800 مليون طن متري من CO_2e بحلول 2035، وتنتج الانبعاثات بشكل رئيسي من محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالغاز، ومصافي الهيدروكربون، وقطاع النقل والمواصلات، وتقل الانبعاثات الناتجة مباشرةً عن جانب الطلب بسبب ازدياد فاعليته.

شكل 15: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e لسيناريو **„بقاء الأمور على حالها“ BAU** من 2012-2035



وبشكل عام، فسيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** مع مراعاة كفاءة الطاقة يعد أحد طرق إشباع الطلب المتزايد والحتمي على الكهرباء سنة وراء سنة، وتتحقق هذه الثقة في تزويد الطاقة على حساب الإتاحة والمشاركة في وضع السياسات والتخطيط للبنية التحتية من البداية، فإعادة توزيع مصادر الكهرباء (الشبكة المركزية) غير واردة، والاعتماد على الغاز الطبيعي كالمصدر الرئيسي للوقود يجعل البلد عرضة للأسعار العالمية للطاقة، وللأصول المقيدة، وللتكاليف المتزايدة للتشغيل، وللانحصار الكربوني للبنية التحتية للطاقة، وأخيرًا، فانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e في مصر ستزداد بشكل متبادل مع الازدياد الحاصل في الطلب، مما سيؤدي إلى عدم القدرة على توفير طاقة بدون انبعاث CO_2e.

وسيؤدي دخول الفحم في مزيج الطاقة لزيادة في الانبعاثات تصل إلى 50 مليون طن متري من CO_2e، وذلك نظرًا للطبيعة الملوثة للوقود إذا ما قارناها بالغاز الطبيعي.

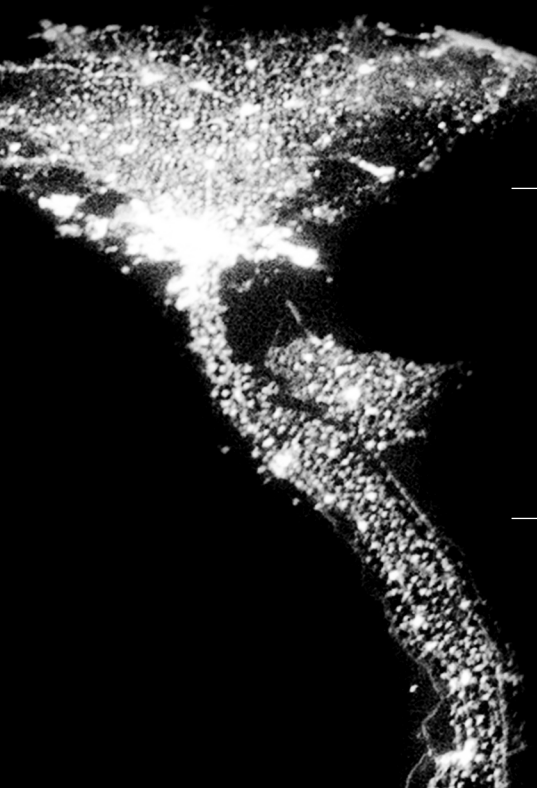
”

التغير المناخي سيؤثر أيضًا على الفقراء وأهل الريف ما سيغير من مصادر رزقهم ويجبرهم على الهجرة الداخلية للعمل وللصرف على عائلاتهم، ويهدف „نحو صفر كربون“ إلى رفع قدرة قطاع الكهرباء في مصر على التكيف مع الصدمات، والكوارث، والأنماط المتغيرة من التجمعات السكنية

“

٧.

مسار „نحو صفر كربون“
TZC



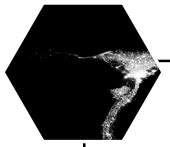
٨.

مسار „نحو صفر كربون
مع الطاقة النووية“
TZC+NUCLEAR

٩.

مسار „نحو صفر كربون
مع الطاقة الشمسية المركزة“
TZC+CSP

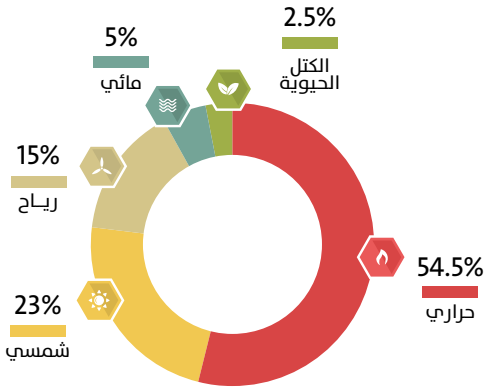
كان من المفترض في الأصل لـ ’نحو صفر كربون“ أن يكون سيناريو „صفر كربون“، ولكن كما اتضح بعد إجراء المزيد من البحوث، فالجدول الزمني حتى 2035 لم يسمح لنزع سريع للكربون من قطاع الطاقة بدون استثمارات خارجية ضخمة نظرًا لأن مصر بلد نامية، وبالتالي فإضافة الجزء الخاص بـ ”نحو“ سببها ضمان استمرار سيناريو 2035 ومساهمته في الوصول لصفر كربون بحلول 2050 في حالة الاضطرار للسير على جدول زمني أطول.



TZC

نحو صفر كربون

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	54.5%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
		23%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		15%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3.5%	—	—	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT PPP	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT BOO	CO2	
	BIO	2.5%	—	FiT BOO PPP	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
216,776.5			12,708.4	

التكلفة الإجمالية =10.8 مليار دولار أمريكي

7.1. الافتراضات

يضـع هـذا السـيناريو الأولويـة للمـوارد التـي تضمـن تقليـل انبعاثـات غـازات الاحتبـاس الحـراري، حيـث مـن المتوقـع أن تشـكل المـوارد المتجـددة أعلـى نسـبة ممكنـة مـن مزيـج الطاقـة فـي نطـاق الجـدوى التقنيـة، ويقـدم هـذا المسـار ثلاثـة مسـارات مختلفـة باسـتخدام مبـدأ انخفـاض انبعاثـات غـازات الاحتبـاس الحـراري:

„نحو صفر كربون“ - TZC

„نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ - TZC+NUCLEAR

„نحو صفر كربون مع استخدام طاقة شمسية مركزة“ - TZC+CSP

وتفتـرض جميـع مسـارات TZC أن الطلـب فعّـال، فيظهـر فـي شـكليّ (16) و(17) النسـب المئويـة لمـوارد الطاقـة التـي تشـكل مزيـج الطاقـة لسـيناريو TZC فـي 2035 حيـث يظـل التوليـد الحـراري أساسـيًا فـي مزيـج سـيناريو **„**نحـو صفـر كربـون**“**، ولكنـه يقـل بشـكل تدريجي فـي حالـة كان السـيناريو **„بقـاء الأمـور علـى حالها BAU“**.

7.2. النتائج

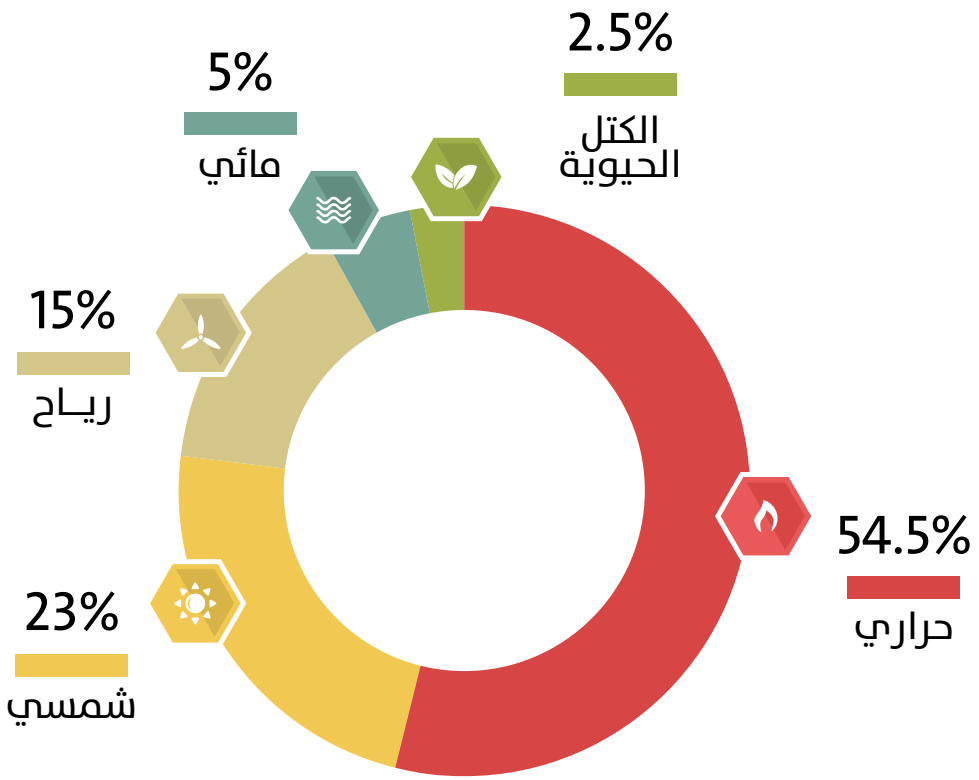
تظهر نتائج مزيج طاقة „نحو صفر كربون“ في 2035 في شكليّ (16) و(17) أسفل

شكل 16: مزيج طاقة „نحو صفر كربون“ بالجيجاوات، ونسبته المئوية من إجمالي مزيج الطاقة

TZC
„نحو صفر كربون“

نوع التوليد	جيجاوات	%
حراري	43.5	54.5
مائي	4	5
رياح	12	15
شمسي	18.5	23
كتل حيوية	2	2.5
الإجمالي	80	100

شكل 17: مزيج طاقة „نحو صفر كربون“ في 2035



تتعدد الأسباب وراء استخدام مسار صفر كربون لتوفير الطاقة في مصر:

أولًا، مصر دولة نامية تسعى لأن تكون دولة متوسطة الدخل، وتسعي كذلك إلى انتشال مواطنيها من الفقر ومن انعدام التعليم والرعاية الصحية الأساسية لتأخذهم لمستويات معيشية أفضل.

كما سيؤثر الخطر العالمي لتغير المناخ بالسلب على مصر على المستويات القومية والمحلية، وستعاني مصر (التي تعاني بالفعل في بعض الحالات) من الإجهاد المائي الشديد، ومن كوارث طبيعية أسوأ، ومن أحوال جوية شديدة، ومن تسرب المياه المالحة لمصادر المياه العذبة بمنطقة الدلتا، وارتفاع منسوب مياه البحر لمستويات تؤثر على المناطق الساحلية، وارتفاع منسوب المياه الجوفية بشكل يقضي على الزراعة، وضياع مصادر الرزق التقليدية مثل الصيد بسبب تغيّر أنماط هجرة الفصائل وتحمّض المحيطات، وارتفاع درجة حرارة سطح الماء.

وكما أثر تغير المناخ على سوريا بالفعل[57]، من حيث ندرة المياه وتأثيرها على الزراعة والغذاء، ومن ثم هجرة العديد من السكان (أغلبهم مزارعون و رعاة)، فالتغير المناخي سيؤثر أيضًا على الفقراء وأهل الريف ما سيغير من مصادر رزقهم ويجبرهم على الهجرة الداخلية للعمل وللصرف على عائلاتهم، ويهدف **„نحو صفر كربون“** إلى رفع قدرة قطاع الكهرباء في مصر على التكيف مع الصدمات، والكوارث، والأنماط المتغيرة من التجمعات السكنية، وسيقلل أيضًا من المكون الحفري في مزيج الطاقة لأقصى درجة ممكنة ضمن حدود البنية التحتية وذلك لمنع الانحصار الكربوني.

وأخيرًا، فبموجب المعاهدات الدولية، خصوصًا „الاتفاقية“ التي خرجنا بها من الدورة الحادية والعشرين من مؤتمر الأطراف نهاية 2015 في باريس، فمن المحتمل أن تقدم مصر إسهامات في تقليل الانبعاثات تسري على الأقل حتى 2030، وستكون هذه التعهدات بالتقليل من الانبعاثات (أو كما يشار لها في أغلب الأحيان في البلاد النامية بالازدياد المحدود في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري) إلزامية بموجب مبادئ القانون الدولي.

ومن أجل دعم البلد في الوصول لتقليل الانبعاثات المتعلقة بالتنمية، فقد قدّمنا **„نحو صفر كربون“** كموقف يرى تغير المناخ خطرًا، وفرصة لزيادة استدامة استثمارات الطاقة مع احترام موارد مصر الطبيعية والطاقة „الحرة“ الوافرة.

1.2.7 البنيـة التحتيـة

وكما وجدنا في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، فسيناريو **„نحو صفر كربون“** يعتمد أيضًا على الشبكة المركزية القومية، مما يبقي على عدم المساواة الحالية، فـ 54% من الاستيعاب الحراري مصدرها الغاز الطبيعي، مما يتطلب مضاعفة القدرة الحالية للتوليد الحراري، وبدون أي قيود محددة على اختيار المواقع، باستثناء مدى القرب من خطوط الشبكة القومية، فيمكن اختيار مواقع هذه المحطات لتكون خارج التجمعات

السكنية، وبعيدًا عن الناس والمجتمعات والبيئات التي تتأثر سلبًا بتلوث الهواء والصرف الصناعي.

وفي سيناريو **„نحو صفر كربون“**، يعامل الغاز الطبيعي كغاز مرحلي، وسيظل الاستثمار في مضاعفة الاستيعاب الحراري قائمًا حتى 2055، وبالتالي فهو يمنح مصر الوقت والمساحة الكافيين للتحول لنظام كهربائي منعدم الكربون بحلول 2055 على أقصى تقدير، حيث تكون محطات الغاز الطبيعي قد خرجت من الخدمة.

وتستنتج دراسة حديثة عن الانحصار الكربوني الآتي:

> „توضح دراسات حديثة أنه على الرغم من أن محطات الغاز قد تقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إذا ما قارنناها بالفحم، فمع ذلك سيحتاج تحقيق الأهداف المناخية الطموحة حينئذ لانتقال سريع من محطات الغاز للطاقة المتجددة، وبدلًا من خروج محطات الغاز التام من الخدمة، فقد يتضمن التراجع عن الانحصار الكربوني التحويل من الحمل الأساسي إلى نظام الذروة الأقل تكرارًا وصاحب أعلى قيمة، أو إلى التشغيل متوازن الأحمال.“ [58]

فمتوسط عمر محطة طاقة تعمل بالغاز الطبيعي 30 سنة، وإذا قارننا انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e الناتجة عن سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** مع سيناريو إنتاج طاقة متوافق مع تغير المناخ (مثلًا فحد أقصى لارتفاع درجة الحرارة قيمته 2° مئوية سينتج عنه ميزانية كربون)، فكل محطة تعمل بالغاز „ستفرط في إنتاج“ 20 جيجا طن من CO_2e في عمر تشغيلها [59]، وبالتالي فسنجد في سيناريو نحو صفر كربون أن محطات الغاز الطبيعي تعامل كمنشآت مرحلية ستخرج من الخدمة تدريجيًا أو ستظل تعمل كدعم مساعد، وسيحدث ذلك في أقرب وقت ممكن.

وتتكون نسبة 23% التي تشكلها الطاقة الشمسية الناتجة عن الألواح الضوئية من مزيج الطاقة من محطات طاقة شمسية تعمل بالميجاوات، حيث تتراص الألواح الشمسية في مجموعات كبيرة بمكان واحد مثل مزرعة الرياح، ويمكن توزيع هذه المحطات حول البلد، فتشغيلها لا يتوقف على موقعها، رغم أن الخبراء لا يوصون بالألواح الشمسية في جنوب مصر نظرًا لأن الحرارة الشديدة تقلل من كفاءتها وعمر تشغيلها، ويوصون بوضع المحطات الشمسية في أجزاء من الصحراء بعيدًا عن المناطق والمجتمعات ذات الحساسية البيئية، لكن بشرط أن تظل بقرب الشبكة القومية.

فعلى عكس باقي محطات الطاقة، تنعدم أو تندر الآثار السلبية لتوليد الطاقة الشمسية، فهي ثابتة وبلا انبعاثات، ولا تتسبب في ضوضاء أو ينتج عنها صرف.

أما نسبة الـ 15% طاقة رياح فتولدها المزارع الرياحية واسعة النطاق مثل محطة الزعفرانة على الساحل الشرقي لمصر، وتحتاج مزارع الطاقة أن تبنى على المناطق الساحلية التي تكثر في مصر، مثل خليج السويس، وساحل جنوب سيناء، ومناطق الصحراء الغربية الواقعة شمال واحة الخارجة [60]، ويقع الكثير من هذه المناطق داخل قطاع سياحي ناجح يساهم في نسبة 18% من الناتج المحلي الإجمالي التي تضخها

السياحة سنويًا (وذلك قبل ثورة 2011)، ورغم أن كثيرون يرون المزارع الرياحية جميلة، ويمكن أن تكون مزارًا في حد ذاتها، لكن مصر كبيرة لدرجة لا تسمح بوضع مزارع رياحية في المناطق السياحية والمناطق ذات القيمة التاريخية، فقرار العمل في محيط أي من المواقع المقترحة يجب أن يشمل استشارة المحافظة وقطاع السياحة بشكل علني يتيح بشكل كامل إشراك صانعي القرار والمخططين لهذا السيناريو.

ويشجع مسار „نحو صفر كربون“ دخول محطات الكتل الحيوية، مما يحسن استغلال كبر حجم النفايات الزراعية والصرف الصحي، أما النفايات المحلية التي يجمعها عاملو النظافة تمهيدًا لإعادة تدويرها فلن تدخل في المحطات، وبالتالي فهي لا تمثل أي تهديد لمصادر رزقهم أو لأجور إعادة التدوير الرائدة عالميًا، وستكون مواقع محطات الكتل الحيوية بالقرب من أو بجوار محطات معالجة الصرف وذلك لتحقيق الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة مباشرةً ولتقليل الاحتياج للنقل، مما يعني أن محطات الكتل الحيوية ستكون موزعة بطول البلاد حسب التوزيع الحالي لمحطات معالجة الصرف، وسيقلل هذا أيضًا من العبء المحمل على محطات الصرف التي تتطلب معيارًا قياسيًا يلزم لمعالجة الصرف حتى تدخل ثانيةً في المجاري المائية الجوفية، لذا فمن المتوقع أن تتحسن جودة مياه النيل نتيجةً لذلك، وفي المستقبل سيمكن بناء محطات معالجة الصرف في الوقت نفسه كمحطات كتل حيوية، وسيتحتم جمع النفايات الزراعية بشكل محلّي في نظام يحدد لاحقًا قد يتكون من نقاط إنزال في كل المدن والقرى حيث تجمع منها النفايات تمهيدًا لفرزها واستخدامها في محطات الكتل الحيوية، بحيث تبنى في المحطة نفسها مساحة لفرز النفايات المستلمة ويكون البناء بمعايير تضمن سلامة العاملين ونظافة عملية التشغيل قدر الإمكان.

ومن أصل 4 جيجاوات هي إجمالي الطاقة المائية المستخدمة في سيناريو „نحو صفر كربون“، تأتي 2.8 جيجاوات من الاستيعاب الحالي الذي يولده السد العالي سنويًا، وحسب التقديرات فإن أكثر من 85% من نهر النيل يستغل لأغراض مائية، وبالتالي فالزيادة المقدرة بـ 1.2 جيجاوات تنسب للـ 0.05 جيجاوات من المشروعات الكهرومائية الصغيرة للتخزين والضخ المخطط لها بالفعل ولتركيب التوربينات متناهية الصغر (ميكروتوربينات) بطول جانب مجرى المياه، كالنيل مثلًا، وروافده، ومجاريه المائية مما يولد ال 1.15 جيجاوات الباقية، وتتميز التوربينات بصغر حجمها وكفاءتها وإمكانية تركيبها في صفوف عند أي نقطة بطول النهر أو المجرى المائي، ويقدر متوسط ما تنتجه التوربينات 50 كيلووات لكل محطة طاقة متناهية الصغر (أو صف من التوربينات)، وبالتالي فلكي نصل لاستيعاب 1.15 جيجاوات علينا تركيب 2300 محطة توربينات متناهية الصغر بطول المجاري المائية في مصر.

وحسب الموقع، سيتحتم عمل طرق وصول جديدة بالاقتران مع الـ 0.05 جيجاوات من المشروعات المائية التي تعمل بنظام توليد الطاقة من التيار النهري، ولكن لا يمكن عملها دون مراعاة الدقة والحساسية تجنبًا ونظرًا لما يمكن أن تسببه من إزعاج.

وأخيرًا، سنظل بحاجة لأعداد أكبر من محطات التحويل الفرعية نظرًا لاعتمادنا عليها في توصيل المزارع الشمسية والرياحية بالشبكة القومية، وحسب تقديراتنا، فسيتم بناء 45

محطة تحويل فرعية للطاقة الشمسية، و30 لطاقة الرياح بين الشبكة المركزية والمزارع الشمسية/الرياحية من ناحية، وبين الشبكة المركزية والمستخدم النهائي من ناحية أخرى.

2.2.7 خلق فرص العمل

وسينتج عن تنفيذ هذا السيناريو زيادة في فرص العمل نظرًا لاحتياج تركيب الألواح الشمسية لعمالة ماهرة، بما في ذلك المهندسين، والفنيين الكهربيين، وعمال البناء، والفنيين، وسيتطلب تشغيل المحطة عمالة مدربة، وبالإضافة إلى ذلك فسيتم طلب خبراء تحديث الشبكة سواء كانوا استشاريين فنيين تابعين للقطاع الخاص، أو من الأجهزة الحكومية (وزارة الكهرباء والأقسام الفنية التابعة)، وستزداد فرص العمل اللازمة لتصنيع شفرات الرياح، وتركيب المزارع الرياحية وتشغيلها، وصيانة المزارع الرياحية بما تتضمنه من إدارة، وعمالة غير مدربة، ومهندسين وفنيين، وسيلقى قطاع النقل دعمًا نظرًا للطلب على النقل البري والنهري اللازم لصناعة الطاقة المتجددة.

وبالنسبة لصناعة الكتل الحيوية، فستشهد خلق فرص عمل تغطي التجميع والفرز اللذين لا يشترطان لا التدريب ولا الخبرة، بالإضافة للطلب على خبراء تصميم وبناء وتشغيل من ذوي المهارة للعمل على محطات الكتل الحيوية نفسها، وستكون فرص العمل التي تخلقها صناعة الكتل الحيوية محلية النطاق ومستدامة خلال الفترة من 2015-2035 بأكملها.

وستظل محطات الطاقة التقليدية التي تعمل بالغاز الطبيعي في الخدمة، وستحتاج على فترة العشرين سنة القادمة لزيادة القوة العاملة الحالية من 30325.6 لـ 58956.6 فرصة عمل لكل جيجاوات. ساعة سنويًا، وأخيرًا، فصناعة كفاءة الطاقة التي تخرج من رحم التزام المصنّع والمستخدم بالكفاءة تعد أكبر صناعات الطاقة خلقًا لفرص العمل، وتتضمن الفرص متساوية التوزيع نسبيًا عبر البلد صانعي سياسات كفاءة الطاقة، ومنظمين ومنفذين، ومديرين لنظام وضع العلامات المصنفة للبضائع، ومدققي حسابات عامة وخاصة، وفنيين تصنيع نظم العزل وتركيبها.

ويقدر إجمالي فرص العمل التي يخلقها سيناريو **„نحو صفر كربون“** أقل بقليل من ضعف تلك التي يخلقها سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، ويعزى هذا لمكون كفاءة الطاقة ولزيادة نسبة موارد الطاقة المتجددة التي تخلق فرص عمل أكثر من تلك التي يخلقها توليد طاقة أساسه الوقود الحفري.

شكل 18: خلق فرص العمل في سيناريو “ نحو صفر كربون“، بعدد فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنويًا:

TZC
„نحو صفر كربون“

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	30325.6	36200.9	43622.4	51449.7	58965.6
مائي	9226.6	10672.8	12530.7	14459.7	16266.4
رياح	981.5	2233.7	3718.7	5379.7	7116.5
شمسي	2682.7	7604.3	13420.1	19946.2	26801.4
كتل حيوية	1492.5	4230.6	7466.2	11097.0	14910.8
كفاءة الطاقة	1146.1	9579.7	24559.1	50140.8	92715.7
خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	45855.0	70522.0	105317.1	152473	216776.5

3.2.7 إتاحة الطاقة

وبالنظر لما تعنيه هيمنة الشبكة المركزية مع التطويرات الضخمة في مجال الطاقة المتجددة، فمن المنطقي أن تنعدم أي شبهة تغيير في كيفية توزيع الطاقة وإتاحتها عبر البلد.

وبالمثل لما استنتجناه عن إتاحة الطاقة في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**: قد يؤدي الحفاظ على التوزيع المركزي عبر الشبكة القومية إلى بقاء المناطق غير الموصلة بالشبكة المركزية لأن تظل بلا إتاحة جاهزة أو سهلة للتيار الكهربي، والاستمرار في محاولات التطوير بدون إمداد ثابت من الكهرباء سيزيد من الفقر ومن عدم عدالة توزيع الموارد.

أما بالنسبة للموصولين بالشبكة، فنجد الكهرباء المتاحة لهم تتحسن عن طريق تلبية الطلب عبر زيادة القدرة على التوليد، مما يعني انتهاء انقطاعات التيار الكهربي، والحفاظ على مصدر كهرباء يعتمد عليه للعيش والعمل.

وبموجب هذا السيناريو الساعي نحو صفر كربون، لن نشهد ازدياد في عدد المواطنين العاديين أو الأعمال الصغيرة التي تنتج طاقتها بنفسها.

4.2.7 „التكاليف“

سنحتاج الاستثمارات العامة والخاصة لزيادة عدد محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي بالإضافة إلى دخول تكنولوجيا خفض التلوث لمحطات الطاقة التي تعمل بالغاز، والأهم من ذلك الاستثمارات المطلوبة لإنشاء صناعات توليد طاقة شمسية وطاقة رياح من الصفر في غضون 20 سنة فقط، والاستثمارات مطلوبة أيضًا لتحديث الشبكة بغرض رفع كفاءتها وتوسيع انتشارها وذلك لضمان ملاءمتها للتفاوت في قدرات التخزين وفي الأحوال الجوية وفي وصول الطاقة الجغرافي للمستخدمين، وهو ما ينتج عن موارد الطاقة المتجددة.

أما التمويل فسنحتاجه للتنفيذ طويل المدى لبرنامج تعريفة التغذية وبرامج تشجيع الطاقة المتجددة لدعم المحطات الشمسية والرياحية التي ستتبع إما نظام BOO (البناء، فالامتلاك، فالتشغيل) وإما نظام PPP (الشراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص) لبيع الكهرباء للشبكة أو للمستهلك مباشرةً، مثلًا لمنتجع أو مصنع أسمنت.

ويجب تمويل محطات توليد الطاقة باستخدام الكتل الحيوية سواء بالصرف الصحي أو النفايات الزراعية على مستوى التكنولوجيا، أو البناء، أو التشغيل وذلك بغرض استيراد التكنولوجيا، وتعديلها حسب الطلب، وبناء المحطات، ويتطلب دخول الكتل الحيوية أيضًا الاستثمار في تجميع المواد الخام وفرزها على المستوى المحلي.

فاستبدال الطاقة الحرارية بالشمسية والرياح في سيناريو نحو صفر كربون من شأنه التقليل من التكاليف التي تتسبب فيها ندرة المياه وجودة المياه الآخذة في الرداءة

في محطات الطاقة الحرارية التي تتمتع بأقل استهلاك مياه للتشغيل ولدورة الحياة الإجمالية، وتقدر باستهلاك المياه لكل وحدة قياس توليد الكهرباء[61] ، ولا تزال الـ 54% الباقية من توليد الكهرباء باستخدام الغاز الطبيعي تساهم بشكل كبير في انعدام أمن الطاقة في مصر حيث تستخدم 0.7 م3 من المياه لكل ميجاوات. ساعة [62]، وبالتالي يتطلب هذا التحدي الالتزام بمبدأ الانتقال من الغاز الطبيعي لدخول أوسع للطاقة المتجددة، وذلك لضمان مواجهة مشاكل إتاحة المياه وعدم تفاقمها.

5.2.7 الواردات/الصادرات

وبخصوص المنتجات البترولية، فمصر ستضاعف إنتاجها بغرض الاستخدام المنزلي، ولكننا نجد استيرادها للمنتجات البترولية في 2015 يزيد أكثر من 12 مرة قدر كمية المنتجات البترولية التي ستستوردها في 2035 [63]، وبالمقارنة بالسيناريوهات الأخرى نجد أن „نحو صفر كربون“ اقل السيناريوهات استيرادًا للمنتجات البترولية في 2035.

وبالمثل لما رصدناه في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** لكن على نطاق أوسع، فالعمل بسيناريو „نحو صفر كربون“ سيتطلب استيراد أكثر من 60% من مكونات محطات الطاقة الشمسية التي تشكل 23% من إجمالي توليد الكهرباء، وفي الغالب ستكون البلد المصدرة الصين.

وستحتاج الـ 15% طاقة رياح أيضًا لاستيراد كل شيء عدا شفرات التوربينات من عدة دول مختلفة، بحيث يكون تصنيع الشفرات في موقع قريب قدر الإمكان للمزرعة الرياحية، ولعمل ذلك سنشهد خلق فرص عمل قصيرة المدى للتصنيع والنقل.

6.2.7 صانعو القرار

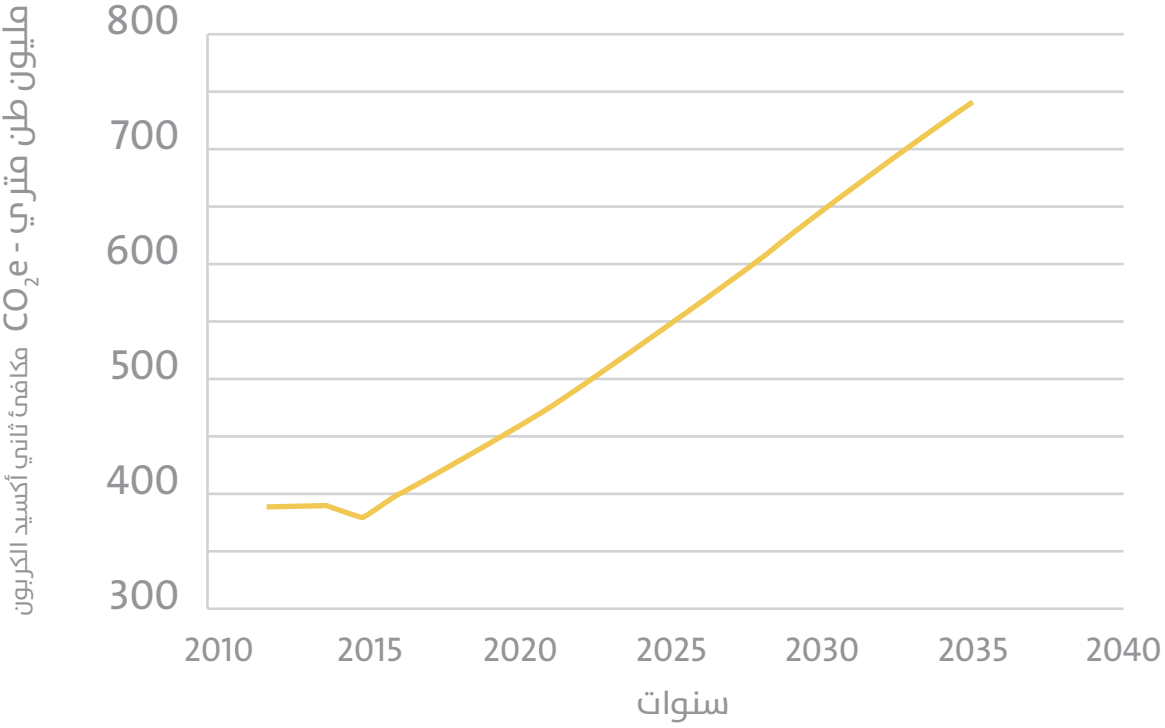
سيحدث توليد الطاقة وتوزيعها في كل جوانب هذا السيناريو، عدا جانب الكتل الحيوية، بشكل تديره الدولة، مع تلقي دعم من القطاع الخاص ودعم مالي ثنائي الجانب من دول أجنبية، وكنتيجة لذلك فهناك احتمال كبير لأن يتم وضع السياسات من أعلى إلى أسفل وبشكل حصري لا يراعي الآثار على السكان المحليين والبيئة، ويترك مساحة ضئيلة جدًا للمشاورة المجتمعية.

أما نسبة الـ 3% كتل حيوية فتنفيذها فيما يتعلق بالتخطيط والبنية التحتية اللازمة لتجميع الكتل الحيوية من الأماكن سيكون على مستوى المحافظة.

7.2.7 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

وكما المتوقع، فسيناريو „نحو صفر كربون“ سيخفض من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، ونجد قياس كمّي يوضح ذلك في الشكل أسفله، فهو يوفر 100 مليون طن متري من CO_2e بالمقارنة مع سيناريو „بقاء الأمور على حالها مع مراعاة الكفاءة“ الذي ينتج 1850 مليون طن متري من CO_2e، ويوفر أيضًا 150 مليون طن متري من CO_2e إذا ما قارناه مع سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL“**.

شكل 19: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في سيناريو „نحو صفر كربون“، 2012-2035



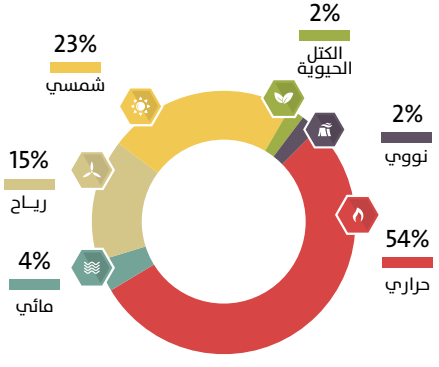
أثناء

بدء هذا السيناريو، اتضح لنا أن الدافع الرئيسي لاستخدام سيناريو „نحو صفر كربون“ هو التقليل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، مما يساهم في تنويع المكاسب المشتركة التي تنتج عن تجنب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، لكن لا تزال تحركها هذه الأداة الأساسية للتحليل، وباتباع هذا المسار التحقيقي استكشف واضعو النماذج كيف سيبدو سيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام النووي“ إذا ما طبق في مصر.

TZC+NUCLEAR

نحو صفر كربون
مع الطاقة النووية

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	54%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
		23%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		15%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3.5%	—	—	CO2	
		.25%	NILE STREAMS	FiT PPP	CO2	
		.25%	NILE STREAMS	FiT BOO	CO2	
	BIO	2%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		2%	—	—	WATER LAND	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
غير متاح				13,623.5

التكلفة الإجمالية =23.7 مليار دولار أمريكي

8.1. الافتراضات

لافتراضات التكلفة، انظر فصل الافتراضات العامة بالأعلى.

القرار الرئيسي كان ببناء مسار „نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ مع افتراض أننا سنحتاج لاستيراد اليورانيوم رغم أن مصر لديها بالفعل خام اليورانيوم، وقد حدث هذا نتيجةً لنقص المعلومات حول قدر الخام ومدى كفايته للتشغيل المطمئن لمحطة طاقة نووية.

8.2. النتائج

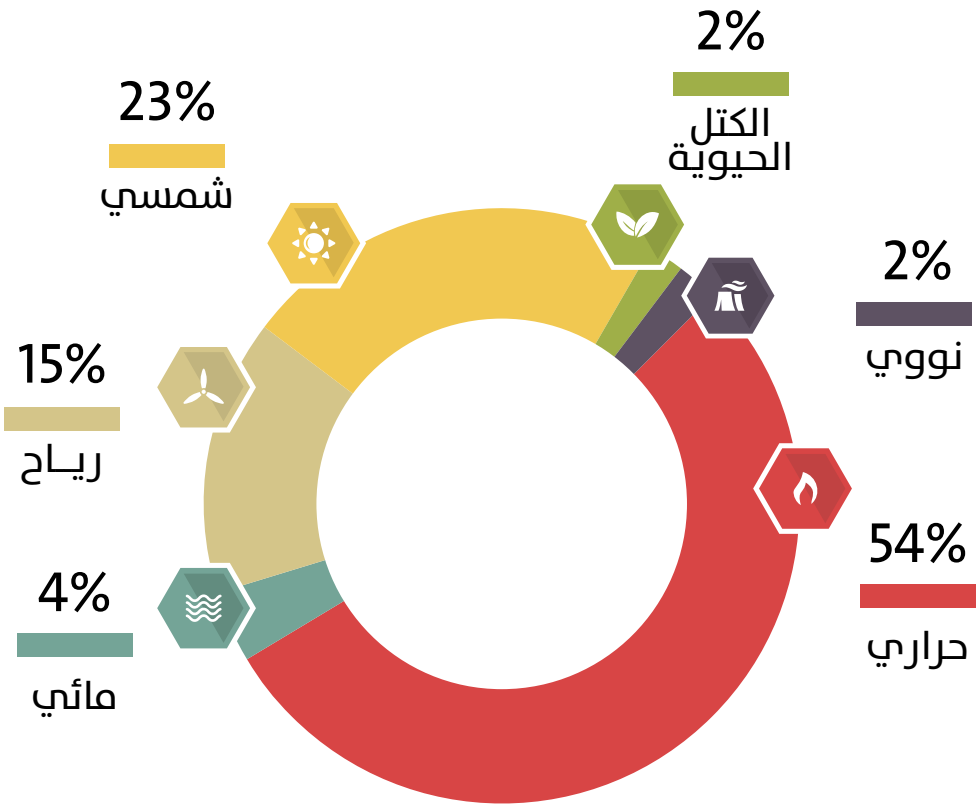
بشكل أساسي، فمزيج الطاقة في سيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ يشبه إلى حد كبير مزيج الطاقة لسيناريو „نحو صفر كربون TZC“، لكن الفارق في نسبة الـ 2% طاقة نووية التي تحتل نصف قدرة التوليد التي تزودها الكتل الحيوية في سيناريو „نحو صفر كربون“، والتي تنعكس على انخفاض انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e مع ازدياد تكلفة تحقيق هذه الانخفاضات.

شكل 20: مزيج طاقة „نحو صفر كربون مع استخدام النووي“ بالجيجاوات، ونسبته المئوية من إجمالي مزيج الطاقة

TZC+NUCLEAR
„نحو صفر كربون مع طاقة نووية“

نوع التوليد	جيجاوات	%
حراري	43.2	54
مائي	3.2	4
رياح	12	15
شمسي	18.4	23
نووي	1.6	2
كتل حيوية	1.6	2
الإجمالي	**80**	**100**

شكل 21: مزيج طاقة“ نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“



ونظـرًا للطبيعـة الكيفيـة لتقييـم الأثـر الاجتماعـي والبيئـي الـذي يتبنـاه هـذا المشـروع، ممـا يشـدد علـى أهميـة التأكيـد علـى التعـارض بيـن المشـاركين فـي كلتـي ورش العمـل الاجتماعيـة وورش العمـل التقنيـة، وبالنظـر للعوامـل المتعـددة، كان الاتفـاق علـى أن النـووي ليـس حـلًا ملائمًـا لمصـر.

1.2.8 البنيـة التحتيـة للنـووي

يتطلـب بنـاء محطـة طاقـة نوويـة العمالـة اليدويـة وفريـق عمـل مـدرب علـى الفنيـات، وذلـك لضمـان عمـل المحطـة وفقًـا لمعاييـر البنـاء والتشـغيل وإيقـاف الخدمـة المتفـق عليهـا دوليًـا، ولا توجـد هـذه المهـارات ذات الصلـة فـي مصـر حاليًـا، ولا توفـر المؤسسـات المعنيـة بهـذه المؤهـلات (الجامعـات تحديـدًا) المهـارات المطلوبـة لتدريـب مجموعـة مـن المصرييـن فـي الوقـت المطلـوب للبنـاء.

ولـدى محطـات الطاقـة النوويـة حساسـية تتأثـر بموقعهـا، ففـي الولايـات المتحـدة يشـترط لبنـاء محطـة أن تكـون قريبـة مـن مجـرى مائـي بغـرض اسـتخدامها كمصـدر للتبريـد أثنـاء تشـغيل المحطـة، وإيقـاف تشـغيلها، إمـا لاسـتخدام مشـتتات التبريـد الفائقـة، أو للحمايـة مـن الحرائـق [6.4] ، ولا تعمـل محطـات الطاقـة النوويـة فـي أوقـات الجفـاف التـي تعـد مصـر معرضـة لهـا بشـدة.

وممـا يميـز محطـات الطاقـة النوويـة أنـه يجـب اختيـار مواقعهـم بعيـدًا عـن التجمعـات البشـرية تحسـبًا لحـدوث تسـرب، أو علـى الأقـل فـي منطقـة ذات أقـل تواجـد بشـري، وفـي الوقـت نفسـه لا يمكـن وضـع مصـادر توليـد الطاقـة فـي مـكان بعيـد جـدًا عـن أقـرب اتصـال الشـبكة المركزيـة التـي تتبـع خـط التواجـد السـكاني بطـول وادي النيـل عبـر البلـد، ممـا يطـرح مشـكلة الموقـع.

2.2.8 خلـق فـرص العمـل

لا يتضمـن تقريـر مركـز بحـوث الطاقـة بالمملكـة المتحـدة (UK ERC) الـذي تسـتخدمه هـذه الدراسـة كأسـاس تقديـر خلـق فـرص العمـل أي بيانـات عـن النـووي، لـذا فقـد اسـتخدمنا مكانـه نتائـج مسـتخرجة مـن تقريـر عـن الصناعـات النوويـة بالولايـات المتحـدة يحسـب بشـكل كمـي نتائـج محطـة نوويـة واحـدة مسـتخدمة كنمـوذج (كمـا تقدمهـا الحكومـة حاليًـا وحسـب افتراضـات سـيناريو „نحـو صفـر كربـون مـع اسـتخدام الطاقـة النوويـة“) سـتخلق بيـن 400-700 فرصـة عمـل فـي مصـر، وبيـن كل التقنيـات التـي تسـتطلعها هـذه السـيناريوهات، فالنـووي أقلهـم خلقًـا لفـرص العمـل لـكل جيجـاوات. سـاعة.

ونظـرًا لاحتيـاج التجـارب والخبـرات الفنيـة، فلـن يحظـى المصريـون بأعمـال التشـغيل الأساسـية التـي تتطلـب المهندسـين ومشـغّلي المفاعـل، وفنيـي التحكـم، وفنييـن متخصصيـن بالكيميـاء، وخبـراء الحمايـة مـن الإشـعاع إذا ظلـت هـذه المهـارات ذات الصلـة غيـر متاحـة لهـم، وسـتذهب بالتالـي للعمالـة الأجنبيـة ذات الخبـرة، ممـا سـيقلل مـن فـرص العمـل فـي قطـاع الطاقـة النوويـة فـي مصـر.

وستشغل الوظائف القليلة الباقية صيانة المباني، والكهربائيين، وعمال البناء، والأعمال الإدارية، وأعمال البيع (ترتيب لوازم الوقود، وإدارة العلاقات مع هيئات الدولة والشبكة المركزية).

3.2.8 إتاحة الطاقة

وكحل آخر مركزي وواسع النطاق، فمن غير المحتمل نزع المركزية أو توسيع توليد الطاقة بإضافة النووي، وتصنف محطات الطاقة النووية كمنشآت تديرها الدولة بشكل قوي ويجب مراقبتها وصيانتها بدقة، ويجب أن تنجز الحكومة هذه المسؤوليات، وقد يساعدها أحد شركات الطاقة الخاصة الأجنبية، ومتوسط الزمن اللازم لبناء محطات الطاقة النووية 7 سنوات، لذا فمن المتوقع ألا يدخل النووي في مزيج الطاقة أو يلبي العجز في الطلب قبل 2022 على الأقل، مما يصنفه كحل متوسط المدى بالنسبة لمزيج الطاقة.

4.2.8 „التكاليف“

هناك تفاوت كبير في التكاليف المتعلقة بالنووي.

أولًا، فالنووي في بلد نامية يعد خيارًا مكلفًا لتوليد الطاقة منخفض الكربون، فهو لا يزال، على الرغم من كفاءته العالية، يتطلب استيراد اليورانيوم من الخارج (وهذا بالنظر إلى افتراضنا بعدم كفاية جودة موارد مصر المحلية من اليورانيوم لاستخدامها في توليد الطاقة النووية)، وهو ما يعد تكلفة ثابتة يمكن أيضًا أن تكون عرضةً لتقلبات الأسعار بمرور الوقت، ونظرًا لما يتطلبه أي مسار طاقة عادل من وضع محطات الطاقة النووية خارج التجمعات البشرية والسكنية، فالتكلفة المضافة الخاصة بتوصيل محطة الطاقة بالشبكة ستكون ضخمة، وإجمالي تكلفة سيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ 22.7 مليار دولار أمريكي، وهو أكثر السيناريوهات تكلفةً حتى الآن من حيث تكاليف رأس المال، والتشغيل، والصيانة، ولا يتضمن الشكل تكاليف إيقاف تشغيل النووي المحسوبة حسب تقدير وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) كما يظهر في شكل (22) أسفله.

شكل 22: تكاليف إيقاف التشغيل لمحطات الطاقة النووية [65]

الافتراضات الفنية

	نووي	غاز
الاستيعاب	1000 ميجاوات	1000 ميجا وات
سنوات البناء	7	2
العمر	60	30
كفاءة تحويل الطاقة	غير متاح	0.55
وحدة قياس إجمالي الطاقة الداخلية للوقود	غير متاح	1 ميجاوات. ساعة
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل ميجاوات. ساعة	0	0.37 طن ثاني أكسيد الكربون لكل ميجاوات. ساعة

افتراضات التكلفة

تكلفة بناء اليوم الواحد	4000 يورو لكل كيلووات	851 يورو لكل كيلووات
تكلفة الصيانة والتشغيل	10.92 يورو لكل ميجاوات. ساعة	3.54 يورو لكل ميجاوات. ساعة
تكلفة الوقود	6.31 يورو لكل ميجاوات. ساعة	يومية
تكلفة الكربون (CO_2)	0	14.44 يورو لكل ميجاوات. ساعة
تكلفة إيقاف التشغيل	600 يورو لكل كيلووات	43 يورو لكل كيلووات

وباستخدام أشكال منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) لحساب تكلفة إيقاف تشغيل 1.6 جيجاوات من النووي في ظل سيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام النووي“، فتقديراتنا لإيقاف التشغيل أنه سيكلف مصر 600 مليون يورو، وبإضافة هذا للقيمة الإجمالية مرتفعة التكلفة بالفعل الخاصة بسيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام النووي“، فالتكلفة الإجمالية لعمر محطة الطاقة النووية في ظل مزيج طاقة „نحو صفر كربون“ ستكون 23.66 مليار دولار.

وأثناء ورش العمل، تم تسليم تحليل أوسع للـ ”تكلفة“ حيث يناقش القلق حول كيفية التخلص من النفايات بشكل آمن ومنظم في بلد لا يمكن حتى الحفاظ على نظافة نهر النيل فيها مما يتسبب في وفاة الكائنات والبشر ومرضهم [66].

وبالإضافة لهذه النقطة فلدينا صرف المحطة النووية للمياه الملوثة التي تنظم بموجب لوائح المخلفات الصناعية المنصوص عليها بالفعل لكن أثبتت على نطاق واسع عدم تطبيقها، مما يضيف إسهامًا جديدًا لمشكلة التلوث الخطيرة الموجودة بالفعل [67].

وفي سيناريو „نحو صفر كربون“ وفي السيناريو التالي „استقلال الطاقة“، تعطى الأولوية لمبدأ استخدام مصر للموارد الرياحية والشمسية المتوافرة (وهي من أفضل الموارد على مستوى العالم) نظرًا لنظافتهما كموارد طاقة، ولأنهما من الناحية التقنية قد أثبتا فاعليتهما إلى جانب انخفاض الآثار السلبية صحيًا واجتماعيًا إلى جانب ازدياد خلق فرص العمل، ولكن بناء محطة طاقة نووية يهدد هذه الأولوية، فالنووي يقدم مصادر طاقة نظيفة وتتسم بالكفاءة مع مكاسب مشتركة كثيرة، لكنها باهظة الثمن نظرًا لعدم إعطائها الفرصة للتغلغل في السوق، وبالتالي فهناك „تكلفة“ أخلاقية نابعة من الرغبة في تقليل الانبعاثات باستخدام النووي بدون الوضع في الاعتبار المجموعة الأوسع للمكاسب الاجتماعية التي تقدمها مصادر الطاقة المنافسة.

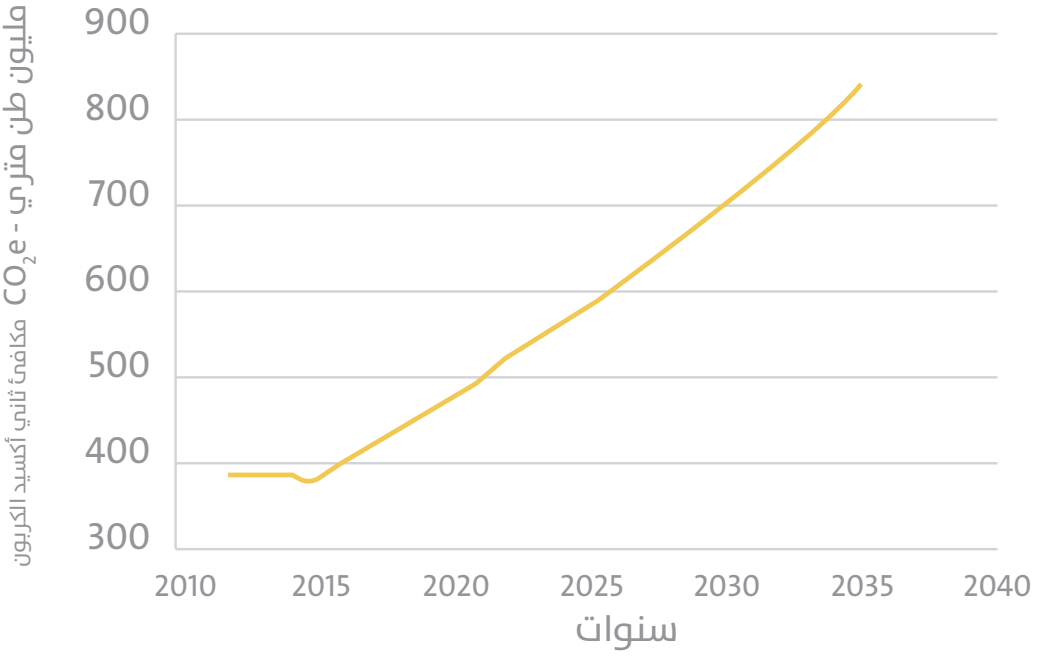
وإذا قيّمنا مشاكل ندرة المياه المرتبطة بدخول النووي في مزيج الطاقة، ستقل قابلية السيناريو للتطبيق، ومن بين كل تقنيات توليد الطاقة المتوافرة، فالنووي أعلاهم استهلاكًا للمياه بمعدل 2.7 م3/ميجاوات. ساعة بالمقارنة بـ 1.9 م3/ميجاوات. ساعة للفحم، و0.7 م3/ميجاوات. ساعة لمحطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي [68] ، وفيما يخص النقطة السابقة المتعلقة بإخراج النووي للخيارات منخفضة الكربون مثله كالرياح والطاقة الشمسية صاحبتا التغلغل الأكبر في السوق، فهذا يضاعف من عدم القبول نظرًا لأن استهلاكهما للمياه يقع في الناحية الأخرى عكس النووي تمامًا.

فلدى التقنيات غير الحرارية (مثل الرياح أو الطاقة الضوئية) أقل استهلاك للمياه على طول دورة الحياة والتشغيل إذا ما قيس استهلاك المياه لكل وحدة كهرباء مولدة، فتوربينات الرياح على سبيل المثال قد تحتاج المياه فقط لأغراض التبريد (المولد، والمحوّل، والعاكس الكهربائي) والتنظيف الموسمي للشفرات (وزارة الطاقة الأمريكية، 2006)، وحتى حينها سنجد الشفرات وقد نظفتها مياه الأمطار.“ [69]

5.2.8 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

وكما يؤكد شكل (23)، فدخول النووي يقلل بالفعل من إجمالي الانبعاثات، ولكن الاختلاف في تكلفة تلك الانخفاضات من مكافئ ثاني أكسدي الكربون يزيد عن سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“** بـ 22.7 مليار دولار أمريكي، وبـ 11.9 عن سيناريو **„**نحو صفر كربون**“** باستخدام الكتل الحيوية بدلًا من النووي.

شكل 23: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربونCO_2e لسيناريو **„**نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية“ من 2012-2035



نتيجة

أخرى لورش العمل كانت اعتبار تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة (CSP) خيارًا قابلًا للتطبيق في مصر ولضمه لهذه الدراسة، ونتيجةً لذلك بدأ سيناريو „نحو صفر كربون“ بالأساس لضم تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة بدلًا من النووي، مما يحضّر لـ 1.6 جيجاوات هي قدر تركيبات الطاقة الشمسية المركزة بحلول 2035.

9.1. الافتراضات

تم جمع افتراضات تكلفة الطاقة الشمسية المركزة وتلخيصها في شكل (24) أدناه.

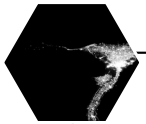
شكل 24: افتراضات تكلفة محطات الطاقة الشمسية المركزة:

تكلفة رأس المال بالدولار لكل كيلووات	5000
تكلفة الصيانة والتشغيل الثابتة بالدولار لكل كيلووات سنويًا	67.2
تكلفة الصيانة والتشغيل المتغيرة بالدولار لكل ميجاوات. ساعة	0
معدل نمو تكلفة رأس المال	4% حتى 2020، ثم 0%

لم تكن أي من تقديرات انخفاض التكلفة السنوية (على النحو المبين في الطاقة الضوئية الشمسية وطاقة الرياح) واردة لبناء هذا المسار نظرًا لأن التكنولوجيا لا تزال في المراحل المبكرة، مما يعني أنه لا يوجد بعد سوق يحدد كيف ستتطور تقنيات التسعير بمرور الوقت.

9.2. النتائج

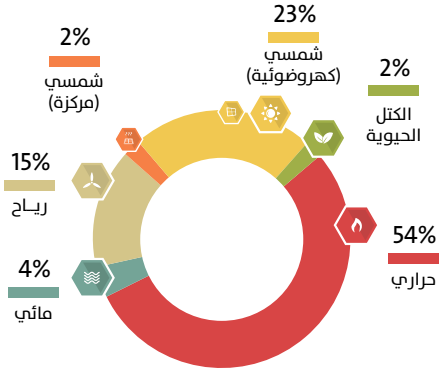
تظهر نتائج مزيج طاقة 2035 مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة في شكليّ (25) و(26) أسفله.



TZC+CSP

نحو صفر كربون
مع الطاقة الشمسية المركزة

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	54%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
		23%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		2%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		15%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3.5%	—	—	CO2	
		.25%	NILE STREAMS	FiT PPP	CO2	
		.25%	NILE STREAMS	FiT BOO	CO2	
	BIO	2%	—	FiT BOO PPP	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري
230,667.9			13,603.6

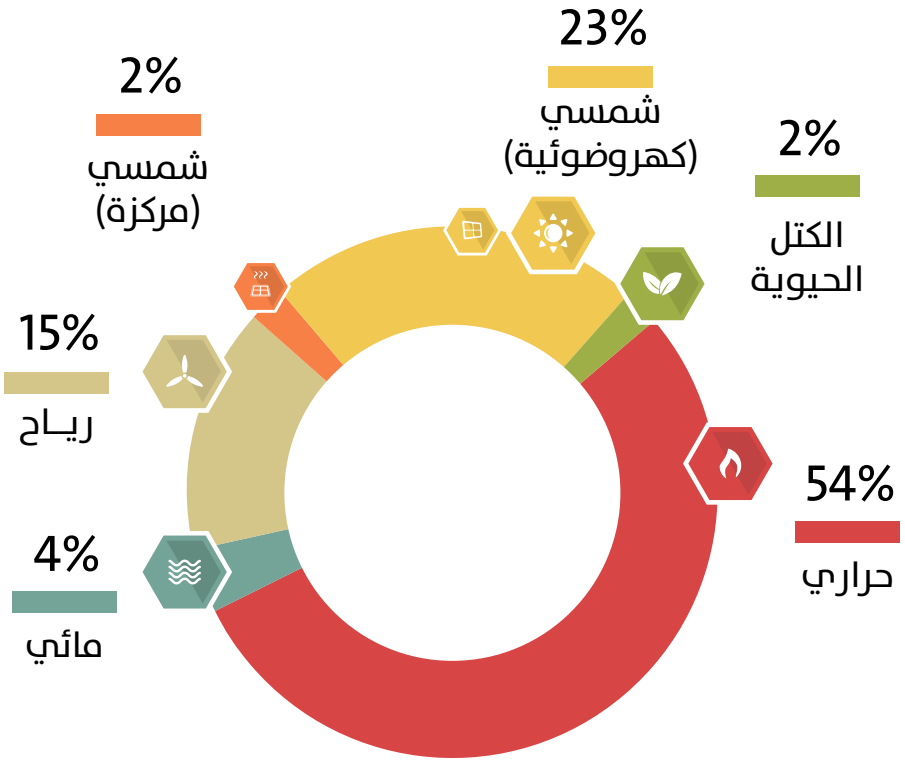
التكلفة الإجمالية = 24 مليار دولار أمريكي

شكل 25: مزيج طاقة **„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة TZC+CSP“** بالجيجاوات، وكنسبة مئوية لإجمالي المزيج:

TZC+CSP
„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة“

نوع التوليد	جيجاوات	%
حراري	43.2	54
مائي	3.2	4
رياح	12	15
شمسي	18.4	23
شمسي مركز	1.6	2
كتل حيوية	1.6	2
الإجمالي	80	100

شكل 26: مزيج طاقة „نحو صفر كربون مع استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة“ **في 2035**:



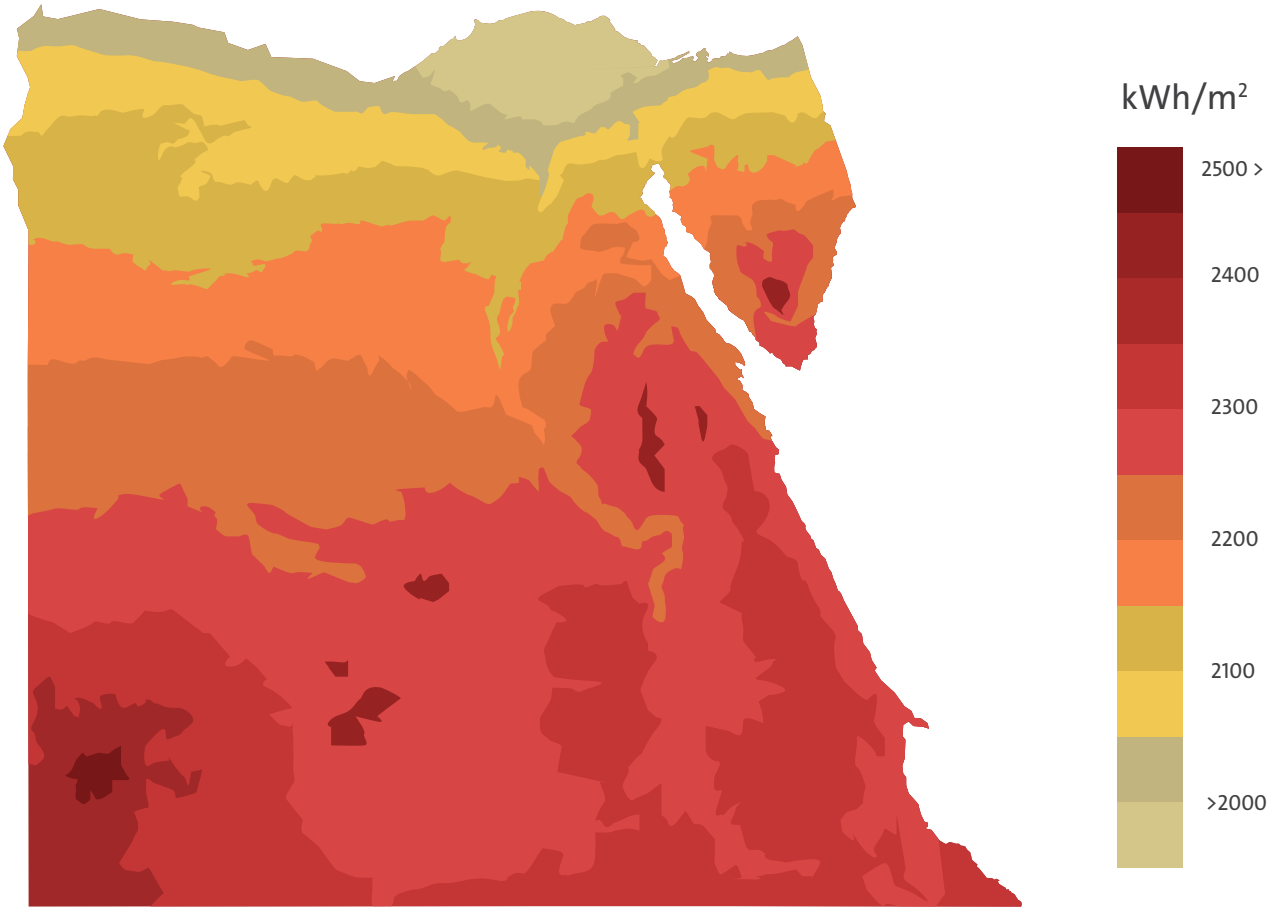
1.2.9 البنيـة التحتيـة

لـدى مصـر قابليـة مـن أعلـى القابليـات فـي العالـم للتسـبب فـي الإشـعاع الشمسـي، مـا يعـد مثاليًـا للطاقـة الشمسـية المركـزة، ولعـل أكبـر انتقـاد يوجـه لمحطـات الطاقـة الشمسـية المركـزة أنهـا تحتـل مسـاحات واسـعة مـن الأرض يمكـن اسـتغلالها فـي الزراعة، وأن اسـتهلاكها للميـاه مرتفـع.

ولا يعـد احتـلال مسـاحات مـن الأرض مدعـاة للقلـق فـي السـياق المصـري نظـرًا لعـدم صلاحيـة الأراضـي الصحراويـة الشاسـعة الواقعـة غـرب وادي النيـل للزراعـة، فيمكـن اسـتخدامها للطاقـة الشمسـية المركـزة، وكمـا يوضـح شـكل (27) أدنـاه، فالموقـع لا يعـد أزمـة فيمـا يتعلـق بتسـخير الطاقـة الشمسـية نظـرًا لملائمـة الموقـع أكثـر مـن أي مـكان آخـر فـي مصـر.

ويمكـن توزيـع المحطـات علـى غـرب وادي النيـل عبـر صعيـد مصـر وبطـول السـاحل الشـمالي للسـماح باسـتخدام الطاقـة الشمسـية المركـزة علـى محطـات التحليـة لتلبـي الطلـب المرتفـع علـى الكهربـاء وللسـماح بالكفـاءة القصـوى.

شكل 27: الأطلس الشمسي لمصر [70]



2.2.9 خلق فرص العمل

سيتطلب تركيب البنية التحتية للطاقة الشمسية المركزة وتشغيلها وصيانتها تدريبًا [71] خاصًا للعمالة المصرية مع خبراء أجانب لمساعدتهم في السنوات القليلة الأولى وذلك لبناء قدراتهم عبر تبادل المعرفة (صناعة وتركيب وصيانة) الذي يهدف إلى الاكتفاء الذاتي فيما يخص تركيب محطات الطاقة الشمسية المركزة وتشغيلها حول مصر.

وفقًا لشكل (28)، فبحلول 2035 ستكون الطاقة الشمسية المركزة قد خلقت قرابة 1290 فرصة عمل لكل جيجاوات. ساعة سنويًا، ولكن حسب دراسة صدرت في 2012، فإضافة 1.6 جيجاوات ستخلق 7280 فرصة عمل في مرحلة البناء، و1500 فرصة عمل في تشغيل المحطات وصيانتها ، وستزداد الفرص إذا حدث تبادل للمعرفة - من ناحية الصناعة والتركيب والصيانة - مما سيدخل المزيد من المهندسين والباحثين في القطاع.

شكل 28: خلق فرص العمل في سيناريو نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة، وتحسب بعدد فرص العمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة

TZC+CSP
„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة“

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	30278.3	37624.5	47741.5	59131.6	67993.3
مائي	8893.8	10223.6	12195.8	14365.3	15966.7
رياح	1089.1	2542.6	4341.9	6440.7	8197.9
شمسي	3075.2	8662.4	15532.5	23565.0	30320.0
شمسي مركز	130.8	368.4	660.6	1002.2	1289.5
كتل حيوية	1438.7	4052.6	7266.7	11024.5	14184.8
كفاءة الطاقة	1146.1	9579.7	24559.1	50140.8	92715.7

خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	46.052	73053.8	112298.1	165670.1	230667.9

3.2.9

إتاحة الطاقة

ولزيادة إتاحة الطاقة في سيناريو **„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة TZC+CSP“** بالدرجة القصوى، يلزم بناء محطات صغيرة للطاقة الشمسية المركزة (20-50 ميجاوات) وتوزيعها عبر البلاد، وسينتج عن هذا تبادل معرفة أفضل، وخلق فرص عمل أكثر، وتكاليف توصيل أقل، وخدمة موزعة بطول الشبكة لتجنب الصدمات التقنية، وداخل قيود الحفاظ على الشبكة القومية، فالطاقة الشمسية المركزة (كما الحال بالنسبة للطاقة الشمسية صغيرة النطاق) يمكن أن توفر إتاحة مباشرة للكهرباء حيث يبني موفرو الطاقة المستقلون محطات لأسطح الأماكن التجارية، والمنتجعات، والمجمعات السكنية، والمصانع، والمدارس، والمستشفيات، والمباني الحكومية والسكنية.

4.2.9

„التكاليف“

ويعد سيناريو „نحو صفر كربون مع الطاقة الشمسية المركزة“ أكثر السيناريوهات تكلفةً على الإطلاق، فتكلفته تبلغ 24 مليار دولار أمريكي، أكثر من „نحو صفر كربون“ بـ 14 مليار دولار أمريكي مما يوحي بأن مزيج „طاقة نحو صفر كربون“ بهذا الشكل أكثر تكلفةً.

سيكون استهلاك محطات الطاقة في سيناريو „نحو صفر كربون“ للمياه مشابه للمحطات الحرارية التي تعمل بالغاز (0.7 م3/ميجاوات. ساعة)، مما يزيد من القلق بشأن استدامة تلك التكنولوجيا المستهلكة بشدة للماء في بلد تعاني من ارتفاع ندرة المياه، ولكن يجدر ذكر أن المحطة الوحيدة للطاقة الشمسية المركزة بمصر تنتج طاقة أكثر بـ 8% من المتوقع، وهذا الفرط في توليد الحرارة يمكن استخدامه لتبريد الهواء باستخدام المياه بكميات بسيطة بغرض التنظيف فقط، وبدون عملية إعادة التدوير هذه سيكون استهلاك الطاقة الشمسية المركزة المياه مقلق بشكل مماثل لاستهلاك المياه في محطات الطاقة الحرارية بالمسارات الأخرى.

ونظرًا لاستخدام هذا المسار لـ 1.6 جيجاوات من توليد الطاقة الشمسية المركزة بشكل مشتت وعلى عكس 43.5 جيجاوات هم قيمة توليد محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالغاز الطبيعي في مسار 'نحو صفر كربون'، فعلى الرغم من ذلك نجد هذا المسار يشكل خطرًا أقل على الأمن المائي بالمقارنة بالغاز.

ويجب أن نؤكد على أن استدامة هذا المسار تعتمد على إعادة تدوير فائض الطاقة الحرارية الناتجة عن محطات الطاقة الشمسية المركزة أو على القيود على استخدام محطات الطاقة الشمسية المركزة في المناطق التي تعاني من ندرة المياه

5.2.9 الواردات/الصادرات

يعد **„نحو صفر كربون مع طاقة شمسية مركزة TZC+CSP“** صاحب أقل إنتاج للمنتجات المكافئة نفطيًا من بين كل السيناريوهات، فهو سينتج 88.7 مليون طن سنويًا عند 2035، ومليون طن من الواردات سنويًا، مما يجعله أقل السيناريوهات استيرادًا بالطن.

وتنتج مواد بناء محطات الطاقة الشمسية المركزة، مثل الأسمنت والخرسانة والصلب، بالفعل في مصر، وينتج الزجاج الطافي أيضًا محليًا، ورغم أن بناء محطات الطاقة الشمسية المركزة يتطلب جودة أعلى، فالطلب الكافي سينتج عنه عملية تصنيع محلية ذات جودة أعلى، مما سيخلق مهارات وفرص عمل محلية، وهنا يمكن تصدير الزجاج الطافي لمحطات الطاقة الشمسية المركزة بمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وبالتالي ففي المجمل لن نضطر لاستيراد أي شيء غير مستقبلات الأشعة الشمسية وسائل نقل الحرارة فقط.

6.2.9 صانعو القرار

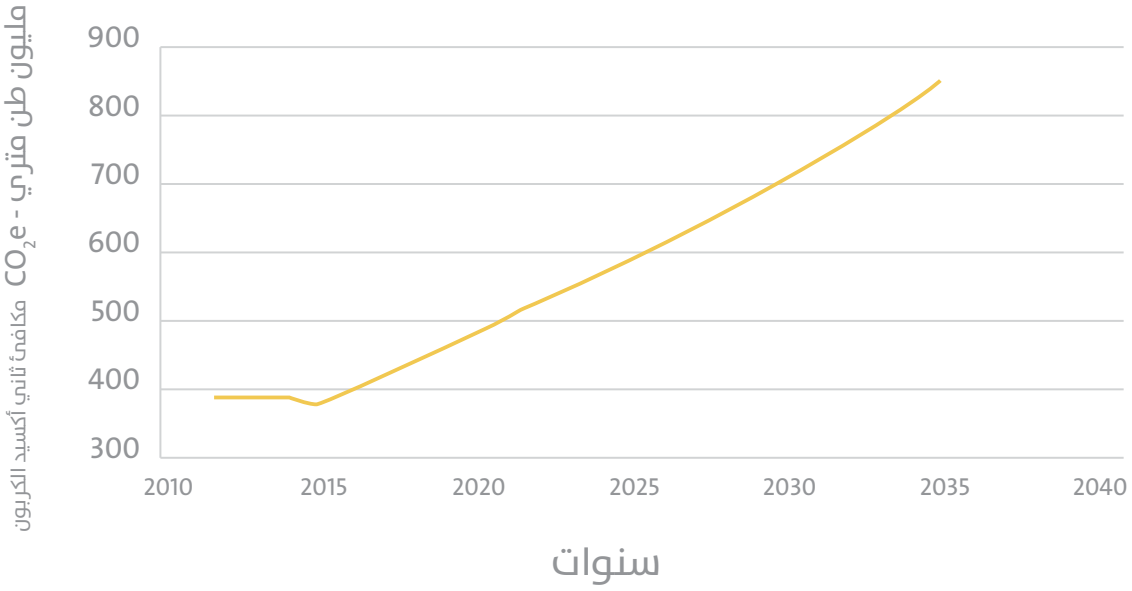
وكما الحال مع المسار الرئيسي لسيناريو „نحو صفر كربون“، فالمزارع الرياحية والشمسية واسعة النطاق ستحافظ على الشبكة المركزية وتغذيها وذلك عبر الشراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص (PPP) أو استثمار الدولة، بالإضافة إلى محطات الطاقة الحرارية التي تديرها الدولة.

وتم حساب نسبة الـ 4% كتل حيوية وطاقة شمسية مركزة مجتمعتين على أساس أنه تم نقلهم لمستويات المحافظة، والمحليات، والقطاع الخاص، وبالتالي فسيكون باستطاعة المجتمعات، والصناعات، والأعمال، والمباني وغيرهم الاستثمار في محطات الطاقة الشمسية المركزة، ويمكن أيضًا أن تبدأ محطات الطاقة الشمسية المركزة إما بنظام „ابنيها بنفسك“ أو بـ „الشراكة بين القطاع العام والخاص“، وقد نحتاج لدعم خاص من الدولة للتصدي لارتفاع التكلفة الأولية (القروض منخفضة الفائدة، والإيجار الرخيص، وتعريفة التغذية المناسبة، وغيرهم).

7.2.9 انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون Co2e

انبعاثات مكافئ ثاني أكسدي الكربون الناتجة عن هذا السيناريو أعلى بشكل ملحوظ من الانبعاثات الناتجة عن المسار الرئيسي لسيناريو „نحو صفر كربون“ كما يوضح شكل (29) أسفله، وسيكون أيضًا أعلى من سيناريو „بقاء الأمور على حالها مع استخدام كفاءة الطاقة“ كما يوضح شكل (40) في الملخص.

شكل 29: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e في سيناريو „نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة“ TZC+CSP [72] *



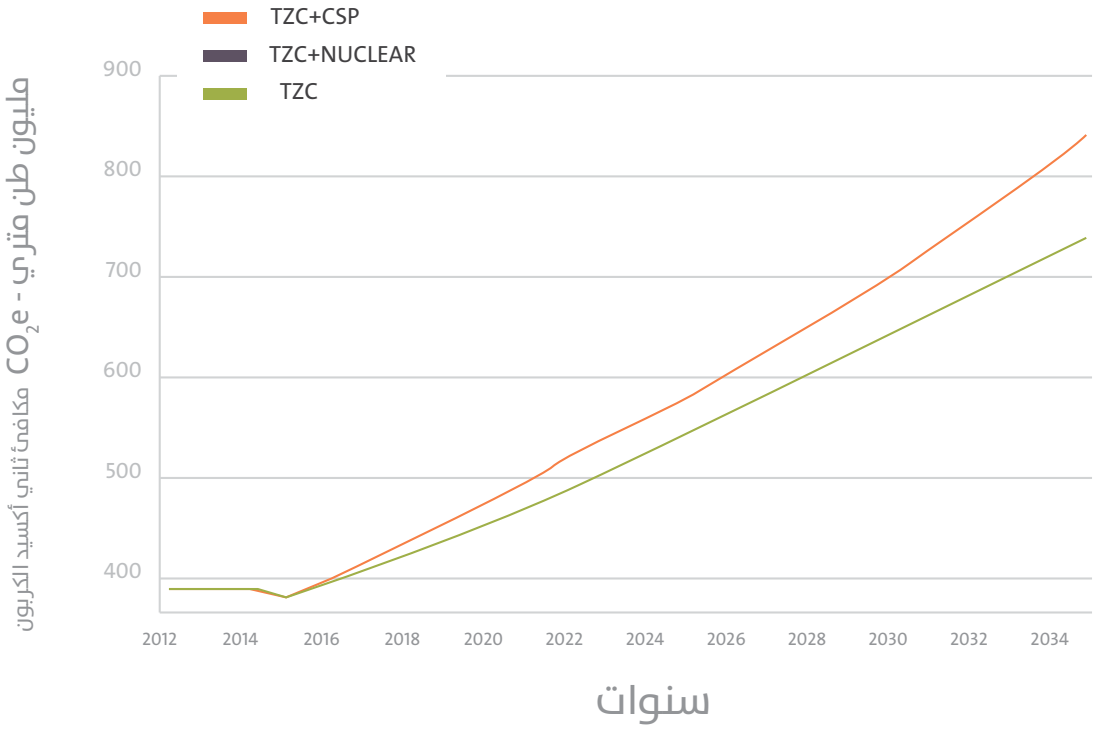
9.3. مقارنة المسارات المختلفة لسيناريو نحو صفر كربون

وفيما يخص انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e، فيتضح من عنوان هذا السيناريو أن الهدف النهائي سيكون مطلوبًا لنظام طاقة منزوع الكربون بشكل كامل، أي نظام وصل بالفعل لصفر كربون.

ولنزع الكربون بصفة نهائية، يلزم وجود ارتفاع مستمر في مدى الاعتماد على وسائل توليد الطاقة وجودتها، وذلك ليتناسب مع الزيادة السنوية للطلب لكن دون حساب انبعاثات CO_2e في هذه الزيادة، مما سيتطلب فصل توليد الطاقة عن انبعاثات CO_2e، وهو ما تم تحقيقه على مستوى العالم لأول مرة في 2014 [73]، وبالتالي، فمع الاستيعاب الحراري بنسبة 54% المشتركة بين جميع مسارات سيناريو „نحو صفر كربون“ مضافًا إليها الزيادة في التوليد الناتج، سترتفع الانبعاثات كما يوضح شكل (30) بالأسفل.

وإذا سرنا على جدول زمني أطول، فالمفترض أن الاستيعاب الحراري سينتهي إلى سحبه تدريجيًا للوصول إلى طاقة صفرية الكربون ملبيًا الطلب المتزايد للسكان، الأمر الذي - إذا ما تحقق - سيكون من شأنه الفصل بين الطاقة والانبعاثات.

شكل 30: مقارنة بين انبعاثات كل مسارات سيناريو „نحو صفر كربون“



* مساري TZC+CSP و TZC+NUCLEAR يكادا يتطابقان بالنسبة لانبعاثات CO2e

ونستنتج من هذا أنه يلزم لسحب الانبعاثات تدريجيًا حتى تنتهي، ويلزم أيضًا للوصول للاستيعاب الكافي لتوليد الكهرباء لتلبي الطلب سنة تلو الأخرى، أن توضع الأولوية القصوى للموارد المتجددة، وذلك من أجل فصل توليد الطاقة عن انبعاثات CO_2e، ومن بين المسارات الثلاثة لسيناريو „نحو صفر كربون“ يقدم المسار الأصلي أعلى احتمالية لتحقيق هذه الرؤية، لكونه أكثر مسار يسمح بالتغلغل الأكبر للموارد المتجددة الذي قد يصل لنسبة 100%.

”

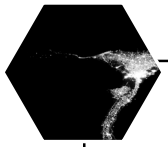
نفضل استخدام „استقلال الطاقة“ عن „أمن الطاقة“ نظرًا لأن الأول أكثر تطلّعية كهدف، ولأنه يتطلب اعتماد مصر على نفسها لتوفير الطاقة، عكس „أمن الطاقة“ الذي لا يتطلب أن يكون المصدر محليًا، ونظرًا لأن ما يتطلبه أمن الطاقة، حسب التعريف، يتغير حسب تغير العوامل الخارجية والداخلية على مستوى العالم.

“

.١٠

مسار „نحو استقلال الطاقة“ TEI

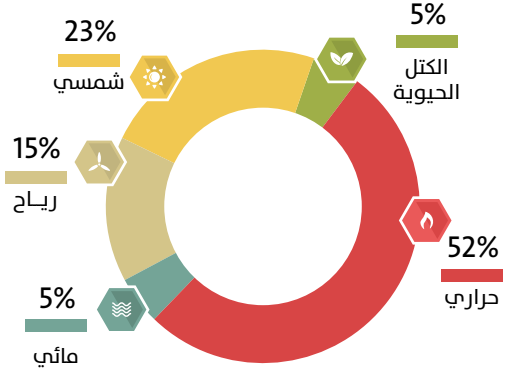
في مثل هذه الأوقات المليئة بالاضطرابات، والتغيرات السياسية، والضغوط الخارجية الكثيرة، والأحداث العالمية التي تقلب كل الموازين بين عشية وضحاها، تصبح قدرة البلد على الاكتفاء الذاتي بالتحديد فيما يبقيها تعمل وتتطور كنز وميزة لا يمكن التخلي عنهما.



TEI

نحو استقلال الطاقة

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	52%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
		23%	—	FiT BOO PPP	CO2	
		15%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3.5%	—	—	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT PPP	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT BOO	CO2	
	BIO	5%	—	FiT BOO PPP	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
228,976.2				12,047.7

التكلفة الإجمالية = 13.2 مليار دولار أمريكي

ونفضل استخدام „استقلال الطاقة“ عن „أمن الطاقة“ نظرًا لأن الأول أكثر تطلّعية كهدف، ولأنه يتطلب اعتماد مصر على نفسها لتوفير الطاقة، عكس „أمن الطاقة“ الذي لا يتطلب أن يكون المصدر محليًا، ونظرًا لأن ما يتطلبه أمن الطاقة، حسب التعريف، يتغير حسب تغير العوامل الخارجية والداخلية على مستوى العالم.

وبالإضافة إلى ذلك، فاستخدام „الأمن“ يعني التقيد بالوضع الراهن فيما يخص الحوكمة وتوفير الطاقة، وهو الوضع الذي نجده معيوبًا بشكل بالغ، وبالتالي غير ملائم للتعبير عن التطلعات المستقبلية، وبالمثل كان اختيار „نحو استقلال الطاقة“ للأسباب ذاتها التي كانت وراء „نحو صفر كربون“، فالجدول الزمني من 2015-2035 ليس طويلًا بما يكفي لضمان استقلال كامل للطاقة ولتلبية الطلب المتزايد على هذه الفترة، لذلك لا يسعى هذا السيناريو للوصول الكامل لحالة استقلال الطاقة.

10.1. الافتراضات

يعمل هذا السيناريو على أساس أن الأولوية القصوى تُعطى للموارد المصرية المحلية، وبالتحرك في الاتجاه الذي يزداد فيه استقلال الطاقة تجدنا نستخدم في هذا السيناريو أقصى توليد ممكن من مصادر الطاقة المتجددة وأقصى توليد يكون ذا جدوى من الكتل الحيوية والغاز الحيوي، ولا نستخدم أي فحم أو نووي بما أن الاثنين يعدان من مصادر الطاقة المستوردة، وتسد محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالغاز الطبيعي الطلب المتبقي على الطاقة كما يوضح شكلا (31) و (32) أسفله.

10.2. النتائج

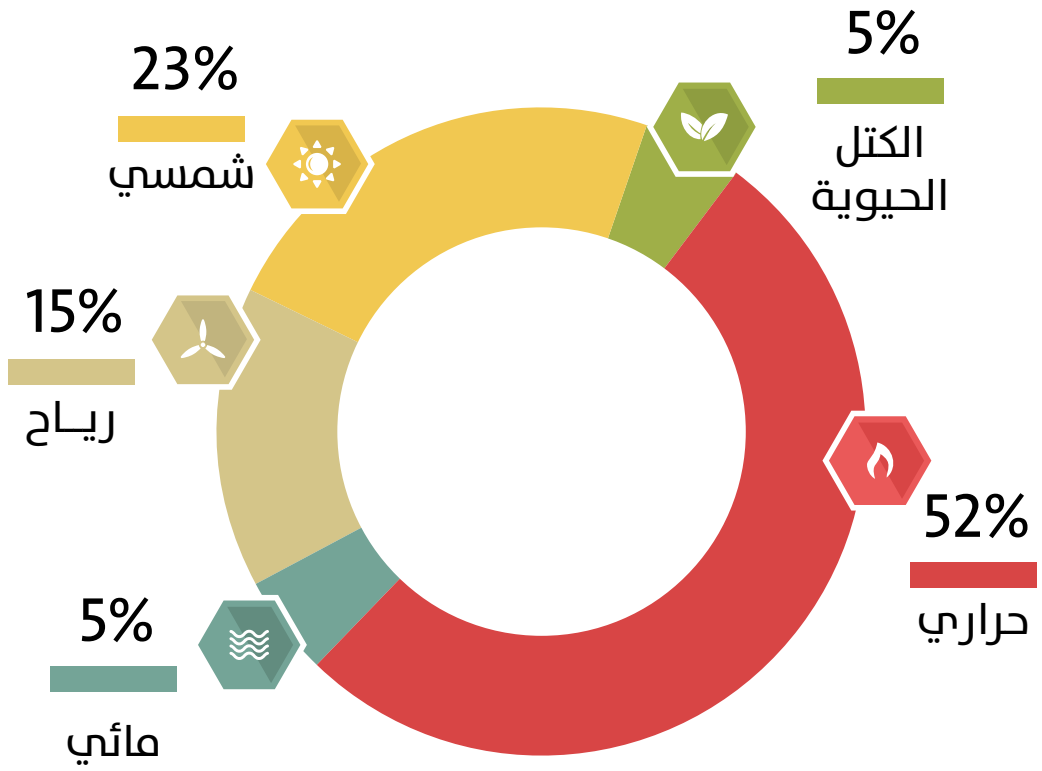
ونظرًا للتشابه الكبير بين نتائج „نحو استقلال الطاقة“ مع نتائج سيناريو „نحو صفر كربون“ (فيما عدا قيمة الكتل الحيوية التي تتضاعف في سيناريو نحو استقلال الطاقة)، فتتكرر مشاكل البنية التحتية وإتاحة الطاقة مع سيناريو „استقلال الطاقة“ كما يوضح باختصار أسفله.

شكل 31: مزيج الطاقة لمسار „نحو استقلال الطاقة“ بالجيجاوات، ونسبته المئوية من إجمالي المزيج:

TEI
نحو استقلال الطاقة

نوع التوليد	جيجاوات	%
حراري	41.6	52
مائي	4	5
رياح	12	15
شمسي	18.4	23
كتل حيوية	4	5
الإجمالي	80	100

شكل 32: مزيج طاقة استقلال الطاقة



1.2.10

البنيـة التحتيـة

يعتمـد سـيناريو „نحـو اسـتقلال الطاقـة“ علـى شـبكة قوميـة مركزيـة، وتأتـي نسـبة 52% الخاصـة بالاسـتيعاب الحـراري مـن الغـاز الطبيعـي، ممـا يتطلـب مضاعفـة الاسـتيعاب الحالـي، وبالمثـل، فهـو لا يحتـاج أي قيـود علـى اختيـار الموقـع باسـتثناء القـرب مـن خطـوط الشـبكة القوميـة، وبالتالـي فهـذا سيسـمح بإمكانيـة وضـع هـذه المحطـات خـارج التجمعـات السـكنية، وبعيـدًا عـن النـاس والمجتمعـات والبيئـات التـي قـد تتأثـر سـلبًا، وفـي سـيناريو „نحـو اسـتقلال الطاقـة“، كمـا الحـال فـي سـيناريو „نحـو صفـر كربـون“، يعامـل الغـاز الطبيعـي كغـاز مرحلـي، والاسـتثمار فـي مضاعفـة الاسـتيعاب الحـراري سـيصمد كاسـتثمار حتـى عـام 2055، مـا سـيمنح مصـر الوقـت والمسـاحة الكافييـن لدخـول المزيـد مـن للطاقـة المتجـددة مـع الاعتمـاد علـى الغـاز الطبيعـي للمسـاعدة فـي تغذيـة هـذه المرحلـة.

ورغـم امتـلاك مصـر لاحتياطـي واسـع للغـاز الطبيعـي واكتشـافها للمزيـد مـع مـرور الوقـت، فحتميـة العـرض أو الإمـداد تظـل صغيـرة بالمقارنـة مـع حتميـة أن الريـاح لـن تتوقـف نهائيًـا، وأن الشـمس لـن تتوقـف عـن الشـروق.

والدافـع وراء محاولـة الاسـتغناء عـن الوقـود الحفـري - بمـا فـي ذلـك الغـاز الطبيعـي - يتلخـص فـي تغيـر المنـاخ والانحصـار الكربونـي المحتمـل، كمـا ورد بالتفصيـل فـي سـيناريو „نحـو صفـر كربـون“.

وتتكـون نسـبة 23% التـي تشـكلها الطاقـة الشمسـية الناتجـة عـن الألـواح الضوئيـة مـن مزيـج الطاقـة مـن محطـات طاقـة شمسـية تعمـل بالميجـاوات، حيـث تتـراص الألـواح الشمسـية فـي مجموعـات كبيـرة بمـكان واحـد مثـل مزرعـة الريـاح، ويمكـن توزيـع هـذه المحطـات حـول البلـد، فتشـغيلها لا يتوقـف علـى موقعهـا، ويوصـى بوضـع المحطـات الشمسـية فـي أجـزاء مـن الصحـراء بعيـدًا عـن المناطـق والمجتمعـات ذات الحساسـية البيئيـة، لكـن بشـرط أن تكـون مازالـت بقـرب الشـبكة القوميـة، وعلـى عكـس باقـي محطـات الطاقـة، فتنعـدم أو تنـدر الآثـار السـلبية لتوليـد الطاقـة الشمسـية، فهـي ثابتـة وبـلا انبعاثـات، ولا تتسـبب فـي ضوضـاء أو ينتـج عنهـا صـرف.

أمـا نسـبة الـ 15% طاقـة ريـاح فتولدهـا المزارع الرياحيـة واسـعة النطـاق مثـل محطـة الزعفرانـة علـى السـاحل الشـرقي لمصـر، وتحتـاج مـزارع الطاقـة أن تبنـى علـى المناطـق السـاحلية التـي تكثـر فـي مصـر، مثـل خليـج السـويس، وسـاحل جنـوب سـيناء، ومناطـق الصحـراء الغربيـة الواقعـة شـمال واحـة الخارجـة، ويقـع الكثيـر مـن هـذه المناطـق داخـل قطـاع سـياحي ناجـح يسـاهم فـي خلـق فـرص العمـل محليًـا، وبالتالـي فقـرار العمـل فـي محيـط أي مـن المواقـع المقترحـة يجـب أن يشـمل اسـتشارة المحافظـة وقطـاع السـياحة بشـكل علنـي يتيـح بشـكل كامـل إشـراك صانعـي القـرار والمخططيـن لهـذا السـيناريو.

ويشـجع سـيناريو „نحـو اسـتقلال الطاقـة“ دخـول محطـات الكتـل الحيويـة التـي تشـكل 5% مـن مزيـج الطاقـة فيـه، ممـا يحسـن اسـتغلال كِبـر حجـم النفايـات الزراعيـة والصـرف الصحـي.

وستكون مواقع محطات الكتل الحيوية بالقرب من أو بجوار محطات معالجة الصرف وذلك لتحقيق الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة مباشرةً ولتقليل الاحتياج للنقل، مما يعني أن محطات الكتل الحيوية ستكون موزعة بطول البلاد حسب التوزيع الحالي لمحطات معالجة الصرف، وسيقلل هذا أيضًا من العبء المحمل على محطات الصرف الذي يتطلب معيارًا قياسيًا يلزم لمعالجة الصرف حتى تدخل ثانيةً في المجاري المائية الجوفية، لذا فمن المتوقع أن تتحسن جودة مياه النيل نتيجةً لذلك، وفي المستقبل سيمكن بناء محطات معالجة الصرف في الوقت نفسه كمحطات كتل حيوية، وسيتحتم جمع النفايات الزراعية بشكل محلّي في نظام يحدد لاحقًا حسب الاحتياج المناسب لكل محافظة، وقد يتكون هذا النظام من نقاط إنزال في كل المدن والقرى حيث تجمع منها النفايات تمهيدًا لفرزها واستخدامها في محطات الكتل الحيوية، بحيث تبنى في المحطة نفسها مساحة لفرز النفايات المستلمة ويكون البناء بمعايير تضمن سلامة العاملين ونظافة عملية التشغيل قدر الإمكان.

ومن أصل 4 جيجاوات هي إجمالي الطاقة المائية المستخدمة في سيناريو ’نحو استقلال الطاقة“، تأتي 2.8 جيجاوات من الاستيعاب الحالي الذي يولده السد العالي سنويًا، وحسب التقديرات فأكثر من 85% من نهر النيل يستغل بالفعل لأغراض مائية، وبالتالي فالزيادة المقدرة بـ 1.2 جيجاوات تعزى للـ 0.05 جيجاوات الآتية من المشروعات الكهرومائية الصغيرة للتخزين والضخ المخطط لها بالفعل ولتركيب التوربينات متناهية الصغر (ميكروتوربينات) التي تولد الـ 1.15 جيجاوات المتبقية بطول جانب مجرى المياه، كالنيل مثلًا، وروافده، ومجاريه المائية.

وتتميز التوربينات بصغر حجمها وكفاءتها وإمكانية تركيبها في صفوف عند أي نقطة بطول النهر أو المجرى المائي، ويقدر متوسط ما تنتجه التوربينات بـ 50 كيلووات لكل محطة طاقة متناهية الصغر (أو صف من التوربينات)، وبالتالي فكي نصل لاستيعاب 1.15 جيجاوات علينا تركيب 2300 محطة توربينات متناهية الصغر بطول المجاري المائية في مصر.

وأخيرًا، سنظل بحاجة لأعداد أكبر من محطات التحويل الفرعية لاعتمادنا عليها في توصيل المزارع الشمسية والرياحية بالشبكة القومية، وحسب تقديراتنا، فسنحتاج لبناء 45 محطة تحويل فرعية للطاقة الشمسية، و30 لطاقة الرياح بحيث تقع مواقعهم بين الشبكة المركزية والمزارع الشمسية/الرياحية من ناحية، وبين الشبكة المركزية والمستخدم النهائي من ناحية أخري.

2.2.10

إتاحة الطاقة

ونظرًا لما تعنيه هيمنة الشبكة المركزية مع التطويرات الضخمة في مجال الطاقة المتجددة، فمن المنطقي انعدام أي شبهة تغيير في كيفية توزيع الطاقة وإتاحتها عبر البلد.

وبالمثل لما استنتجناه عن إتاحة الطاقة في سيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU“**: فالحفاظ على التوزيع المركزي عبر الشبكة القومية قد يؤدي إلى بقاء المناطق غير الموصلة بالشبكة المركزية لأن تظل بلا إتاحة جاهزة أو سهلة لمصادر التيار الكهربي، واستمرار محاولات التطوير بدون إمداد ثابت من الكهرباء سيزيد من الفقر ومن عدم عدالة توزيع الموارد.

أما بالنسبة الموصولين بالشبكة، فنجد أن الكهرباء المتاحة لهم تتحسن عن طريق تلبية الطلب عبر زيادة القدرة على التوليد، مما يعني تيار كهربي لا ينقطع، ومصدر كهرباء يعتمد عليه للعيش والعمل.

وبموجب هذا السيناريو الساعي نحو استقلال الطاقة، يغذي جمع الكتل الحيوية وتوليد الطاقة منها على مستوى المجتمع والمحافظة الشبكة القومية، ولكن ككل فإننا لن نشهد ازدياد في عدد المواطنين العاديين أو الأعمال الصغيرة التي تنتج طاقتها بنفسها.

3.2.10

„التكاليف“

سنحتاج الاستثمارات من القطاعين العام والخاص لزيادة عدد محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي بالإضافة إلى دخول تكنولوجيا خفض التلوث لمنع تلوث الجسيمات الناتج عن حرق الغاز الطبيعي، والأهم من ذلك، الاستثمارات الضخمة المطلوبة لإنشاء صناعات توليد طاقة شمسية وطاقة رياح من الصفر على مدار 20 سنة، بما في ذلك استمرار نظام تعريفة التغذية لمصادر الطاقة المتجددة صغيرة المدى ومتوسطة المدى، وبالإضافة إلى ذلك، فالاستثمارات مطلوبة أيضًا لتحديث الشبكة بغرض رفع كفاءتها وتوسيع انتشارها وذلك لضمان ملاءمتها في حالة موارد الطاقة المتجددة للتفاوت في قدرات التخزين وفي الأحوال الجوية وفي وصول الطاقة الجغرافي للمستخدمين.

أما التمويل فسنحتاجه للتنفيذ طويل المدى لبرنامج تعريفة التغذية وبرامج تشجيع الطاقة المتجددة لدعم المحطات الشمسية والرياحية طويلة المدى التي ستتبع إما نظام BOO (البناء، فالامتلاك، فالتشغيل) وإما أنظمة PPP (الشراكة بين القطاع العام والقطاع الخاص) لبيع الكهرباء للشبكة أو للمستهلك مباشرةً، على سبيل المثال لمنتجع أو مصنع أسمنت، ويجب تمويل محطات توليد الطاقة باستخدام الكتل الحيوية (الوقود الحيوي أو الغاز الحيوي) سواء على مستوى التكنولوجيا، أو البناء، أو التشغيل وذلك بغرض استيراد التكنولوجيا، ولتعديلها حسب الطلب، ولبناء المحطات، ويتطلب دخول الكتل الحيوية أيضًا الاستثمار في تجميع المواد الخام وفرزها.

4.2.10

خلق فرص العمل

يخلق سيناريو استقلال الطاقة فرص عمل أكثر نسبيًا لكل جيجاوات. ساعة تولّد سنويًا بعدد 228976.2 فرصة عمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة وذلك بحلول 2035، وبحلول 2035 أيضًا سيكون سيناريو „استقلال الطاقة“ قد حقق حوالي 12000 فرصة عمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة أكثر مما يحقق سيناريو „نحو صفر كربون“، وتأتي هذه الزيادة في فرص العمل من الزيادة في استيعاب الكتل الحيوية، فمضاعفة توليد الغاز الحيوي ستؤدي إلى خلق قرابة ضعف فرص العمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة بحلول 2035.

وتوزيع الوظائف الزائدة والدائمة والمهارات ذات الصلة سيتفرّق عبر المحافظات، مما يربطها بشكل مباشر بكمية الكتل الحيوية التي ستجمع وتفرز بغرض استخدامها في محطات الكتل الحيوية المحلية.

وتتضمن الـ 12000 فرصة عمل فنيين مختصين بالتعامل مع النفايات، وفرزها، وعمالة غير مدربة وسائقي شاحنات.

وبالمثل لما رصدناه في سيناريو „نحو صفر كربون“، فتنفيذ سيناريو „استقلال الطاقة“ سيخلق فرصًا للعمالة الماهرة لتركيب المحطات الشمسية بما يتضمنه ذلك من مهندسين، وسيتم طلب خبراء تحديث الشبكة سواء كانوا استشاريين فنيين تابعين للقطاع الخاص، أو من الأجهزة الحكومية، وستزداد فرص العمل اللازمة لتصنيع شفرات الرياح، وتركيب المزارع الرياحية وتشغيلها، وصيانة المزارع الرياحية بما تتضمنه من مديرين، وعمالة غير مدربة، ومهندسين وفنيين، وسيلقى قطاع النقل دعمًا نظرًا للطلب على النقل البري والنهري اللازم لصناعات الطاقة المتجددة.

وستظل محطات الطاقة التقليدية التي تعمل بالغاز الطبيعي في الخدمة، وستحتاج على فترة العشرين سنة القادمة لزيادة القوة العاملة الحالية من 30325.6 لـ 58956.6 وظيفة لكل جيجاوات. ساعة سنويًا.

وأخيرًا، فصناعة كفاءة الطاقة التي تنبع من التزام المُصنّع والمستخدم بالكفاءة تعد أكبر صناعات الطاقة خلقًا لفرص العمل، وتتضمن الفرص المتساوية التوزيع نسبيًا عبر البلد صانعي سياسات كفاءة الطاقة، ومنظمين ومنفذين، ومديرين لنظام وضع العلامات المصنفة للبضائع، ومدققي حسابات عامة وخاصة، وفنيي تركيب نظم العزل.

شكل 33: خلق فرص العمل في سيناريو „نحو استقلال الطاقة TEI"

TEI
نحو استقلال الطاقة

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	30054.2	35431.7	42264.9	46432.1	56254.5
مائي	9226.6	10672.8	12530.7	14459.7	16266.4
رياح	981.5	2233.7	3718.7	5379.7	7116.5
شمسي	2682.7	7604.3	13420.1	19946.2	26801.4
كتل حيوية	2985.1	22194.0	14932.4	22194.0	29821.7
كفاءة الطاقة	1146.1	9579.7	24559.1	50140.8	92715.7
خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	47076.2	73983.4	111425.8	161552.6	228976.2

5.2.10

الواردات/الصادرات

وبما يتماشى مع اسم السيناريو، فاستقلال الطاقة، مع نحو صفر كربون، يتطلب أقل استيراد ممكن من المنتجات المكافئة نفطيًا من بين كل السيناريوهات، ولكنه سيتطلب أيضًا وضع حد أدنى من أجل التحول لاستقلال تام للطاقة على فترة زمنية أطول، وبالتالي فبحلول 2035 ستستورد مصر، وفقًا لسيناريو استقلال الطاقة، 12.8 مليون طن مكافئ نفطي سنويًا.

وكما الحال مع باقي السيناريوهات، فاستيراد معدات الطاقة المتجددة، ومحطات الطاقة الحرارية، ومحطات الكتل الحيوية أمر وارد.

6.2.10

صانعو القرار

يعد هذا السيناريو نموذجًا مركزيّ التنفيذ، فهو يستفيد من الشبكة القومية بصفتها البنية التحتية الرئيسية لتوليد الكهرباء التي لا تزال تحت سيطرة الحكومة المركزية وكل المشروعات واسعة النطاق التي تندرج تحت اختصاصها، ما عدا تجميع الكتل الحيوية ومحطات الغاز الحيوي، فهذين النوعين سينتقلان إلى مستويات المحافظة والمجتمعات المحلية من صناعة القرار والتنفيذ.

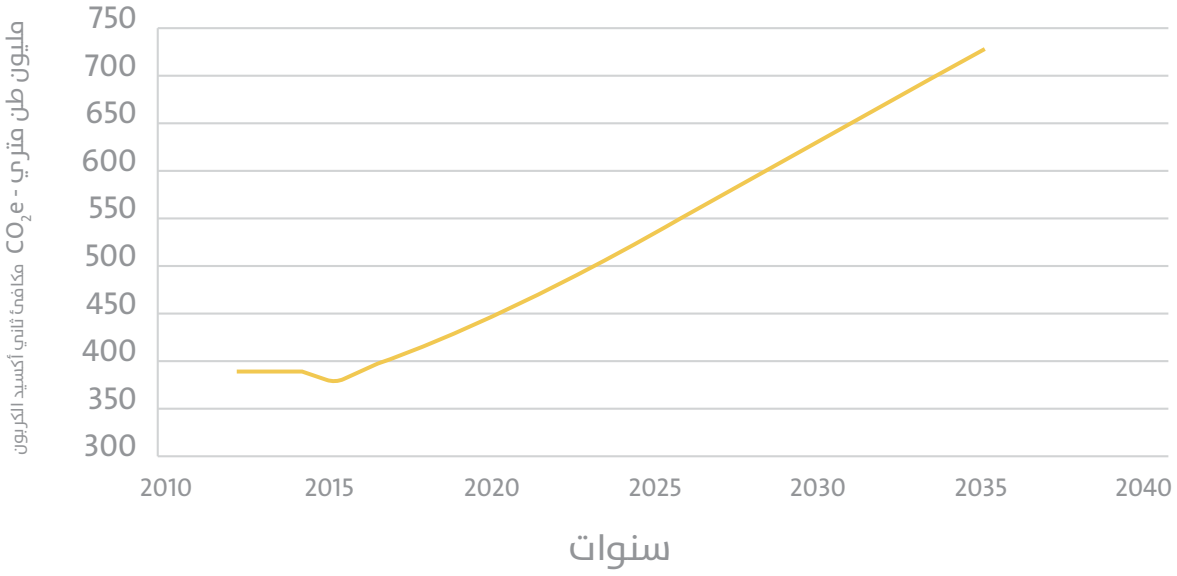
7.2.10

انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

نظرًا للتشابه الكبير بين مزيجيّ طاقة سيناريو „استقلال الطاقة" وسيناريو „نحو صفر كربون"، فالانبعاثات تقريبًا واحدة كما يوضحها شكل (34) أسفله، ويمثل „استقلال الطاقة" أيضًا انخفاض 100 مليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e بالمقارنة مع مسار مراعاة كفاءة الطاقة لسيناريو **„بقاء الأمور على حالها BAU"** الذي ينتج 1850 مليون طن متري من CO_2e، وأقل من سيناريو **„بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم BAU+COAL"** بـ 150 مليون طن متري من CO_2e.

وعلى الرغم من أن مسار الانبعاثات هنا حتى 2035 يزداد سنويًا بسبب الاستيعاب الحراري المستخدم لتلبية الطلب المتزايد، فسنة 2035 تعد نقطة الوسط على مسار يرمي إلى سحب الوقود الحفري تمامًا، مع إدماج الطاقة المتجددة نظرًا لميزاتها فيما يخص توليد طاقة محلية ومجانية تسمح لمصر بأن تكون مستقلة من ناحية الطاقة.

شكل 34: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e في سيناريو „استقلال الطاقة" من 2015-2035



”

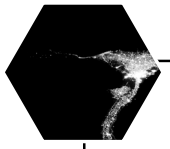
يبدأ سيناريو „نحو طاقة لا مركزية“ بوضع مصر على طريق الاكتفاء الذاتي عبر تفكيك مركزية توليد الطاقة، ونقل التحكم إلى مستوى المحليات والمحافظات مما يقرب المواطنين أكثر من صناعة القرار المتعلق بالطاقة ويزيد من تمكينهم من اتخاذ قرارات تؤثر على حيواتهم.

“

١١.

مسار „نحو طاقة لامركزية“ TDE

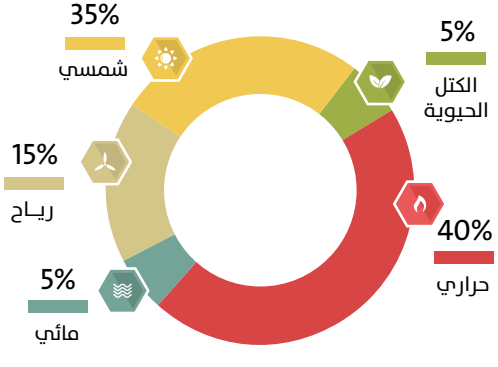
”من منظور أفريقي، فلتكنولوجيا الطاقة المتجددة ميزتان مختلفتان: السرعة، واللامركزية، فالطاقة المتجددة يمكن استخدامها بشكل أسرع بكثير من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، ويمكن تشغيلها إما داخل نطاق الشبكة وإما خارجه، وبالأخذ في الاعتبار قرارات الاستثمار اليوم، يجب أن تنتهز حكومات أفريقيا الفرصة لإرساء أسس مستقبل منخفض الكربون مع عدم إغفال أن الاستغناء عن البنية التحتية الحالية عالية الكربون سيأخذ بعض الوقت.[74]“



TDE

نحو طاقة لامركزية

الطاقة			الموقع	التكلفة		صانعو القرار
المصدر	النطاق	المزيج		التمويل	الأثر	
	GAS	40%	GRID	PPP	AIR WATER CO2	
		35%	—	FiT BOO	CO2	
		15%	GULF DESERT	FiT BOO PPP	CO2	
		3.5%	—	—	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT PPP	CO2	
		.75%	NILE STREAMS	FiT BOO	CO2	
	BIO	5%	—	FiT BOO	CO2	



خلق فرص العمل	إتاحة الطاقة	إمدادات النفط	انبعاثات CO2E بالمليون طن متري	
232,521.3				12,560.8

التكلفة الإجمالية = 19.5 مليار دولار أمريكي

ومع هيمنة الدولة (وهي كيان مثير للجدل لطالما مارس سلطاته بشكل عنيف ومتجذر ضد المصريين في الوقت نفسه الذي يتكفل فيه بإتاحة الطاقة عبر الدعم وعبر شبكة مركزية) على قطاع الطاقة، فلم يدرج تفكيك مركزية توليد الطاقة وتوزيعها في الأجندة السياسية للدولة، ولم ينظر إليه المجتمع المدني على نطاق واسع.

وقد فُرضت لا مركزية تزويد الطاقة في أكثر مناطق مصر ريفيةً، فهناك واحات كاملة „خارج نطاق الشبكة“ رغم أن وسائل توفير احتياجاتها من الكهرباء التي تستخدمها تتسم نسبيًا بالتسبب في التلوث، تحديدًا مولدات الديزل، وهاذان النقيضان في إتاحة الطاقة (وجود شبكة ثقيلة، وغير كافية لسد الاحتياجات، لكنها تغطي مساحات ضخمة، في مقابل حل صغير النطاق، وضعيف، وخفيف تمثله المولدات الفردية) لا ينبغي أن يكونا غاية ما تصبو إليه الدولة.

ويتلخص توقعنا لهذا السيناريو في أننا سنسير بخطوات حقيقية لسحب كلا النقيضين في اتجاه الطاقة اللامركزية، وهو ما لن نستطيع تحقيقه بشكل كامل على مدار عشرين سنة، ولكنه سيظل يغذي الرهان طويل المدى على التمكين، والتغيير، والتنمية البشرية التي تظهر تعبير المصريين عن بلدهم.

أما الدافع أو القلق الثانوي، وإن ظل على القدر نفسه من الأهمية، وراء تفكيك مركزية تزويد الطاقة في مصر فهو تجنب استحواذ الشركات الكبرى على سوق الطاقة الذي قد ينتج عن تحرير الاستثمار وله آثار سلبية جلية في البلاد النامية التي تطبق هذا النموذج بالفعل، فالمملكة المتحدة لديها مجموعة مسيطرة من ست شركات طاقة ذات العلامات التجارية تعرف باسم „الشركات الست الكبرى“ التي توفر خدمات الطاقة عبر المملكة المتحدة من أجل المواطنين، وذلك رغم أن هذه الشركات ربحية بالأساس وتحمّل المستهلكين تكاليف التشغيل، وأنها لا تفعل أي شيء لتغيير موقع المملكة المتحدة من حيث كونها من أكثر البلاد الأوروبية التي تعاني من فقر الوقود[75]، والأهم من ذلك أن هذه العلاقة بين الشركات والمستهلك قد أبعدت المواطنين في المملكة المتحدة عن أن يصفوا أنفسهم بأنهم „مزودو الطاقة“[76]، أو مكتفون ذاتيًا، أو أن يدركوا ما يعنيه استخدام الطاقة الشخصي والمحلي.

ومصر ليست بمنأى عن ذلك رغم أن نظام الطاقة فيها في يد الدولة المركزية، وقد وجدت الدراسات أن عقود تصدير الغاز الطبيعي من مصر إلى الأردن، وإسرائيل، وإسبانيا تبيع موارد البلد بأسعار أرخص من قيمتها الحقيقية بشكل ثابت مما يتسبب في خسارة مصر 10 مليار دولار أمريكي في أرباح الأعوام بين 2005-2011،[77] ونظرًا لمفاوضات فاشلة مع الشركات الدولية التي تعطي الأولوية القصوى لتحقيق الأرباح، فقد خسر قطاع الطاقة المصري، وبالتالي فقد خسر بالفعل المصريون المعتمدين على ميزانية الدولة لرعايتهم الصحية، ومعاشاتهم، والخدمات الأخرى بمجرد دخول الشركات العالمية أو الكبرى في قطاع الطاقة[78].

„نحتاج لتحويل الطاقة بعيدًا عن مصالح المال والشركات الكبرى المتشابكة، ونحتاج لتحدي نظام الطاقة الحالي القائم على الاحتكار حتى تكون هذه العلاقات جادة وفعّالة، وحتى يصبح مستهلكو الطاقة منتجين، ومالكين، وشركاء ومستخدمين تعاونيين للطاقة، فنحن بحاجة للتحول الديمقراطي في الطاقة، أي شيوع الموارد، وتفريق السلطات الاقتصادية، وإنهاء الاعتماد على الشركات متعددة الجنسيات التي تستغل الموارد العامة لتحقيق ربح خاص.“

ويبدأ سيناريو „نحو طاقة لا مركزية“ بوضع مصر على طريق الاكتفاء الذاتي عبر تفكيك مركزية توليد الطاقة، ونقل التحكم إلى مستوى المحليات والمحافظات مما يقرب المواطنين أكثر من صناعة القرار المتعلق بالطاقة ويزيد من تمكينهم من اتخاذ قرارات تؤثر على حيواتهم.

وفي سيناريو „نحو طاقة لا مركزية“ يحل توليد طاقة يتسم بالمحلية، والنظافة، والقرب من التجمعات البشرية محل الشبكة المركزية، فالحلول تركز على الطاقة الشمسية والرياح والكتل الحيوية كمحركات أساسية لتحقيق توزيع عادل لإتاحة الطاقة عبر البلد مع بقاء محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي التي تشكل الحمل الرئيسي على الشبكة القومية لخدمة السكان المتاحة لهم الطاقة بالفعل.

„ويخدم التوسع في التوليد المركزي للطاقة الصناعات وقطاع الخدمات والمنازل الموصولة بالفعل، وذلك قبل أن يخدم الفقراء.

أما تدخلات الطاقة النظيفة والموزعة فهي مناسبة أكثر لمعالجة فقر الطاقة، والفقر بشكل عام.“ [79]

وفي تناول سيناريو „نحو طاقة لا مركزية“ للافتراض المركزي (أي افتراض أن التوليد المركزي للطاقة وتوزيعها لن يؤدي لإعادة توزيع جذري لموارد الطاقة) نجد السيناريو يقدم فهمًا لما قد تبدو عليه مجتمعات الإنارة، والمباني، وتوليد الطاقة الفردي بحلول 2035، من أجل استيعاب تزداد لامركزيته بعد ذلك.

11.1. الافتراضات

ستزداد التكلفة المتوسطة للطاقة الضوئية نظرًا لاستخدام توليد طاقة ضوئية صغير النطاق، ففي هذا النموذج افترضنا أن تكلفة نظام طاقة ضوئية ستكون 15000 جنيه مصري لكل كيلووات مع حساب 10% تراجع سنوي في التكلفة حتى 2020، سينخفض إلى 5% بين 2020-2030، ثم ستثبت التكلفة من 2030 حتى 2035.[80]

11.2. النتائج

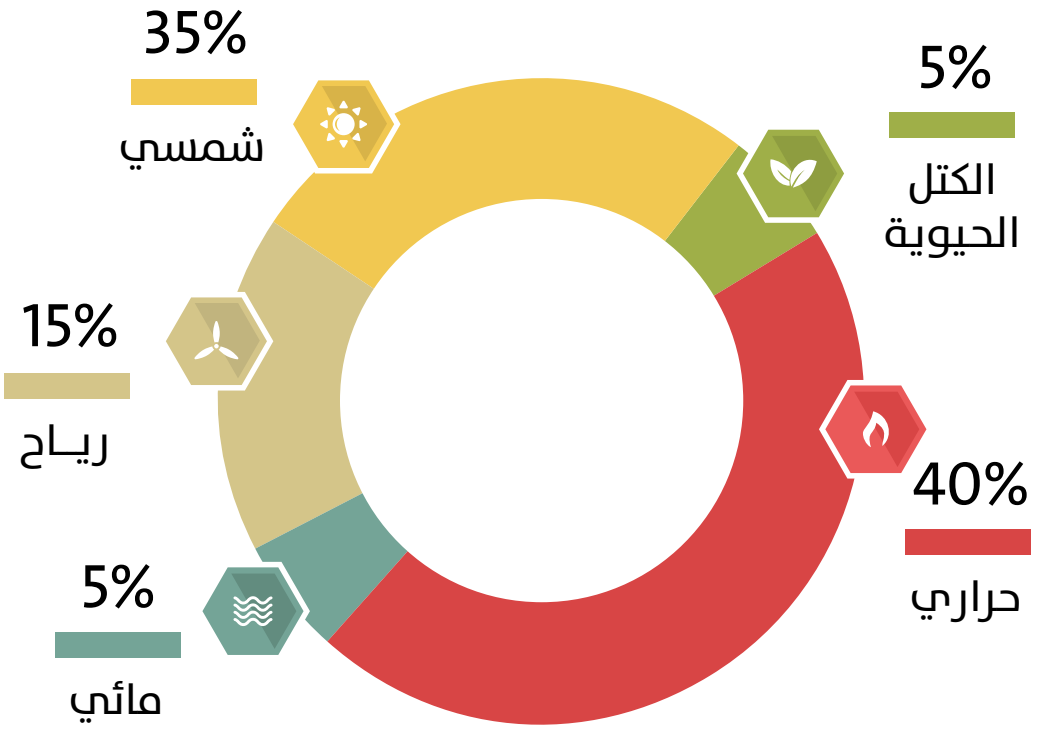
يتكون مزيج طاقة سيناريو „نحو طاقة لامركزية TDE“ من 40% استيعاب طاقة حرارية من الغاز الطبيعي، 5% من السد العالي والتوربينات متناهية الصغر (الميكروتوربينات)، 15% رياح، 35% ضوئية شمسية، و5% كتل حيوية.

شكل 35: مزيج طاقة „نحو طاقة لامركزية TDE“بالجيجاوات وكنسبة مئوية من إجمالي المزيج:

TDE
نحو الطاقة اللامركزية
„مع طلب كفء“

نوع التوليد	جيجاوات	%
حراري	32	40
مائي	4	5
رياح	12	15
شمسي	28	35
كتل حيوية	4	5
الإجمالي	80	100

شكل 36: : مزيج طاقة „نحو طاقة لامركزية TDE“ في 2035



1.2.11
البنيـة التحتيـة

سيؤدي هذا السيناريو إلى زيادة محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي بنسبة 40% وستبنى في أي مكان في مصر يكون داخل نطاق الشبكة القومية، وسيلزم تركيب محطات التحويل الفرعية بين محطة الطاقة والشبكة القومية، ويجب أن تراعى تكنولوجيا خفض التلوث في محطات الطاقة الجديدة، وذلك لضمان أقل تلوث ممكن، وتشكل محطات الطاقة نواة الشبكة المركزية التي سيقل حجمها لكنها ستظل المصدر الرئيسي للكهرباء في الأماكن عالية الطلب في مصر.

أما الطاقة الشمسية فهي من المتوقع أن تكون، على العكس، مصدر طاقة لامركزي، حيث يبني مزودو الطاقة المستقلون محطات لأسطح الأماكن التجارية، والمنتجعات، والمجمعات السكنية، والمصانع، والمدارس، والمستشفيات، والمباني الحكومية والسكنية، أما الشبكات متناهية الصغر (ميكرو شبكات) والتوليد الفردي للطاقة الشمسية من الألواح الضوئية فسيكونون معتمدين على المكان نظرًا لكون مدى القرب من مستهلك الطاقة عاملًا أساسيًا لهذه البنية التحتية اللامركزية، مما يستبعد - بدوره - الحاجة لمحطات تحويل فرعية.

وتوجد الميكرو شبكات على مستوى التجمع السكني (حسب التعداد السكاني أو الاستخدام)، حيث يحقق المستهلكون الاكتفاء الذاتي في استخدامهم للطاقة الضوئية الشمسية، والمزارع الرياحية على مستوى المجتمعات، ومحطات الكتل الحيوية، والميكروتوربينات في الأنهار ومجاري المياه المحلية، فتجمع الكتل الحيوية من الحقول المحلية ثم تنقل إلى محطة الطاقة التي تعمل بالكتل الحيوية، والتي تبنى بجوار محطة معالجة الصرف الصحي المحلية (إن وجدت) بغرض فرزها، مما يتطلب إمّا توسيع محطات المعالجة الحالية أو بنائها قريبة قدر الإمكان، وتتطلب الكتل الحيوية أيضًا مساحات واسعة من الأرض بغرض فرز النفايات بشكل آمن ودون التسبب في كوارث بيئية أو صحية للبشر.

2.2.11
إتاحة الطاقة

ويعد وضع الطاقة اللامركزية أولى اهتماماتنا المسار الوحيد الذي يعالج المشاكل الأساسية لإتاحة الطاقة من جذورها سواء عبر الرقابة أو التمييز اللذين ستقوم بهما السلطات المركزية (خصوصًا في المناطقة الريفية والمساكن غير الرسمية)، فالفقر والاعتماد على الشبكة المركزية سيمنع أي خيار آخر.

وبالتالي، فنقل توليد الطاقة وتوزيعها إلى مستوى المحافظة، والمحليات، والأفراد حيثما أمكن سيمكّن المستخدمين من صناعة القرار فيما يخص مصدر طاقتهم، واستخدامهم، وبالتالي سيتحكمون في آثار انقطاع التيار الكهربي عند الضرورة، ورغم أن الربح ليس غرضًا رئيسيًا فيما يخص توليد الطاقة، فبإمكان المجتمعات المحلية أن تختار اقتسام أعضاؤها لإتاحة الطاقة باستخدام عملات أخرى غير النقود، مثل انتفاع المناطق الأفقر في المجتمعات.

3.2.11

„التكاليف“

بالأخذ بالمعنى الرائج لكلمة „تكلفة“، فسيناريو „نحو طاقة لامركزية TDE“ يعد ثالث أكثر السيناريوهات تكلفةً بعد „نحو صفر كربون مع استخدام النووي“ و“الطاقة الشمسية المركزة“ الذي يحقق 19.5 مليار دولار أمريكي، ويرجع هذا إلى ارتفاع تكلفة وحدة الطاقة الشمسية نظرًا إلى أن النطاق الصغير يعني عدم تربحهم من وفورات الحجم المتحققة في باقي المسارات، وهذه التكلفة للمسارات لا تحدد بشكل كمّي فوائد إتاحة الطاقة للشرائح الأكثر تنوعًا من السكان وتزايد التعاون المجتمعي والترابط، وكون توزيع „التكاليف“ سيتم وفقًا لمستخدمي خيارات الطاقة اللامركزية، مما يعني أن الفاتورة كاملةً لن تسددها الحكومة بالضرورة.

ولا يحسب هذا السيناريو „التكاليف“ المدفوعة للدولة في تعريفة التغذية، أو اللوائح المُحْكَمة لتوليد الطاقة، أو تنفيذ برنامج ضمان الجودة.

شأنه شأن كل السيناريوهات، فـ“نحو طاقة لامركزية“ قد أدرج التكلفة الحالية للوقود الحفري على السوق العالمي، وبالتالي فلم تدرج أي من صور دعم الطاقة وذلك لضمان حساب التكلفة الاقتصادية الحقيقية للاعتماد على الوقود الحفري، مع الاعتراف بأن ذلك لن يحسب الاتساع الكامل للـ ”تكاليف“ الأخرى التي يتسبب فيها استخدام الوقود الحفري، مثل التدهور البيئي والصحي على حياة الناس الناتج عن التلوث.

4.2.11

خلق فرص العمل

ويزيد عدد فرص العمل الناتجة عن هذا السيناريو قليلًا عن سيناريو استقلال الطاقة نظرًا لأن استبدال الطاقة الشمسية بالاستيعاب الحراري يؤدي إلى زيادة شديدة في عدد فرص العمل بالمقارنة بالوقود الحفري، وبالتالي فأي مسار لسيناريو „نحو طاقة لامركزية TDE“ يهدف لزيادة مصادر الطاقة والطاقة المتجددة التي يملكها ويشغلها المجتمع المحلي سيشهد ازدياد في خلق فرص العمل في التركيب، والتشغيل، والصيانة.

ومن بين المهارات ذات الصلة التي تتطلبها هذه الزيادة في فرص العمل المتاحة، نتوقع أن يزداد الطلب على الجانب التنظيمي (مثل المهندسين الفنيين، مطبقي القانون، واضعي السياسات، مقيّمي الوضع البيئي والصحي)، وتصميم مصادر الطاقة وبنائها (مثل عمال مصانع الحديد، والعاملين في الأشغال الحديدية، ومهندسي العزل، والكهربائيين، والسباكين، وعمال البناء، وفنيي تركيب نظم العزل)، وتشغيل مصادر الطاقة (مثل المهندسين، والفنيين، والفنيين المختصين بالتعامل مع النفايات، وفرزها، والعمالة غير المدربة وسائقي الشاحنات).

ويعطي هذا البرنامج المساحة للشركات الصغيرة والمتوسطة لتركيب محطات طاقة صغيرة النطاق عبر توظيف العمالة المحلية وتحسين الخبرات الفنية المحلية، وسيكون هناك طلبًا على خبراء أكثر لإدارة الميكرو شبكات، وتصميمها، وبنائها، وتشغيلها، وصيانتها، وسيكون الطلب منتشر حول البلد مثلما تنتشر الميكرو شبكات نفسها.

شكل 37: خلق فرص العمل في سيناريو ’نحو طاقة لامركزية“

TDE
نحو طاقة لامركزية

	2015	2020	2025	2030	2035
حراري	29.814.1	34288.4	37996.9	41480.8	44218.2
مائي	9563.0	11515.9	13293.4	15052.1	16581.8
رياح	554.3	1044.0	2972.5	5087.9	7254.6
شمسي	4208.4	12418.5	21547.7	31425.7	41351.0
كتل حيوية	3093.9	9129.7	15841.3	23103.2	30400.0
كفاءة الطاقة	1146.1	9579.7	24559.1	50140.8	92715.7
خلق فرص العمل لكل جيجاوات. ساعة سنوية	**48379.9**	77976.2	116210.9	166290.6	232521.3

5.2.11

الواردات/الصادرات

يزداد إجمالي إنتاج مكافئ النفط من 87.8 مليون طن إلى 154.2 مليون طن، وتثبت الصادرات عند 7.6- في حين تنمو الواردات من 1 مليون طن في 2015 إلى 15.6 مليون طن في 2035، ووسط كل السيناريوهات نجد „نحو طاقة لامركزية TDE“ يتمتع بأصغر إنتاج نفطي، مع ازدياد العرض الأساسي الكلي إلى 162.2 مليون طن فقط بحلول 2035.

وسيتطلب ارتفاع استخدام الألواح الضوئية التي تستخدم لتوليد الطاقة الشمسية ارتفاعًا مقابلًا له في المعدات المستوردة مثل أبراج توربينات الرياح والتقنيات التي تستلزمها محطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي ومحطات الطاقة التي تعمل بالكتل الحيوية.

6.2.11

صانعو القرار

يهدف سيناريو „نحو طاقة لامركزية TDE“ إلى الوصول للامركزية المتزايدة فيما بعد 2035، وفي هذا السيناريو هناك ثلاث طبقات أو عناصر فاعلة مسؤولة عن أجزاء عديدة من التنفيذ.

فيجب أن تلعب الدولة دورًا رئيسيًا في صناعة القوانين وتشجيع تبني الطاقة المتجددة صغيرة النطاق من أجل بدء هذا التحول نحو اللامركزية، وتعد ضمانات الجودة أحد الإجراءات التي تحقق أكفأ تنفيذ إذا تم تنفيذها على مستوى الدولة وذلك لدعم الزيادة الملحوظة في تصنيع الطاقة الضوئية وشرائها محليًا ولضمان أن المشترين قد ضمنوا منتجًا ذا جودة وضمان محددة، وستلعب الدولة أيضًا دورًا في الاستثمار وتركيب المزارع الرياحية واسعة النطاق، وكذلك محطات الطاقة الجديدة التي تعمل بالغاز والمطلوبة، وذلك على الرغم من أن صناعة القرار المعني بالمزارع الرياحية يمكن نقله لمستوى المحافظة، وذلك لزيادة تدخل المواطنين في التخطيط واتخاذ القرارات.

أما المستوى الثاني من التنفيذ فيقع على مستوى المحافظة.

وتقع مسؤولية التخطيط، والتركيب، وخلق فرص العمل في الميكرو شبكات والطاقة الشمسية، والكتل الحيوية على مستوى المحافظة مع القدرة على نقل كل عمليات كل مشروع للمستويات المجتمعية.

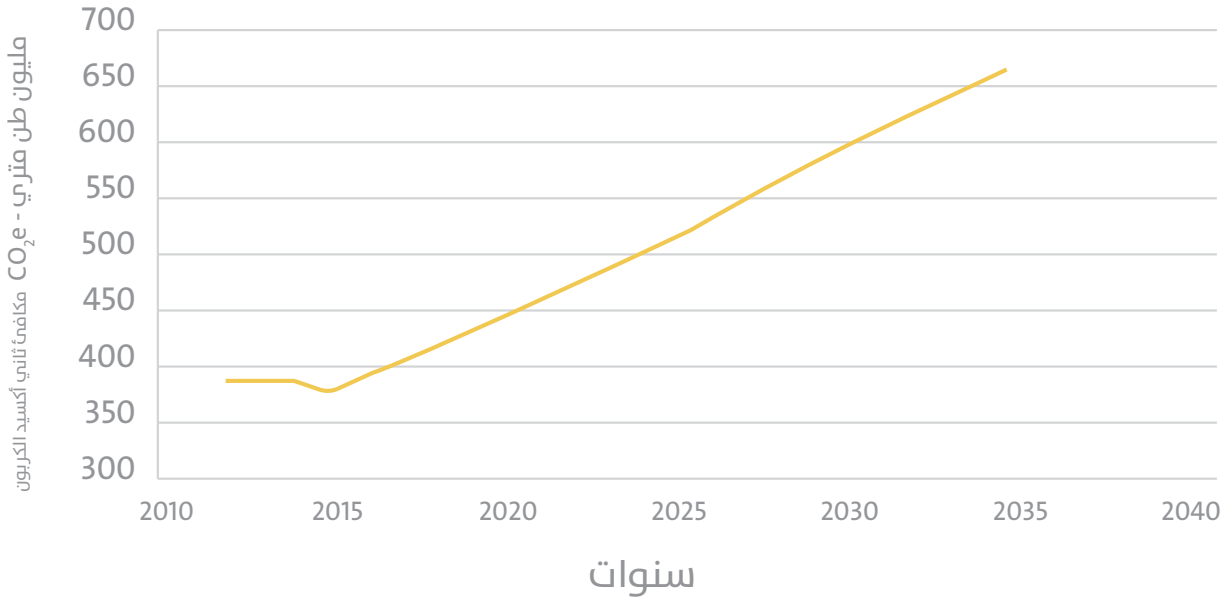
ويتلخص تصورنا لسيناريو „نحو طاقة لا مركزية“ في أن هيمنة الشبكة المركزية ستتضاءل نظرًا لاستخدام الميكرو شبكات على مستويات المجتمع والمباني، ويشكل هذا المستوى الثالث من التنفيذ اللامركزي، وهنا ستستطيع مجموعات خدمة المجتمع، والجمعيات الخيرية، والمنظمات، وتعاونيات العمال، والأعمال الصغيرة، ووحدات بنائية بأكملها، ومجمعات سكنية جمع الموارد والجهود لتركيب ميكرو شبكة سيديرونها فيما بعد بشكل تشاركي فيما يخص العرض والطلب عليها لتحقيق المنفعة المتبادلة.

7.2.11

انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

وينتج سيناريو „نحو طاقة لامركزية TDE“ أقل انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e من وسط كل السيناريوهات وذلك نظرًا لحسن استغلال مستويات عليا من الطاقة الشمسية، مما يدل على أن اللامركزية والملكية المجتمعية الأوسع تخلق المكاسب المشتركة التي يحققها تقليل انبعاثات CO_2e من ناحية، ومن ناحية أخرى الإيجابية في الترابط المجتمعي وتمكين المجتمع من تنمية ذاته.

شكل 38: إنبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e في سيناريو „نحو طاقة لامركزية 2012 ”2035-TDE



”

بمقارنة جميع المسارات الثلاثة بحالة „بقاء الأمور على حالها BAU“، سنجد أنها تحقق ضرر أقل بالبيئة نظرًا لانخفاض الانبعاثات

“

.١٢

مقارنة المسارات

يقدم

هـذا الفصـل مقارنـة أرقـام كلًا مـن :إجمالـي فـرص العمـل، انبعاثـات CO_2e، التكلفـة، تكلفـة تجنـب انبعاثـات CO_2e، إمـدادات النفـط وصانعـي القرار لـكل المسـارات جنبـاً بجنـب.

12.1. إجمالي خلق فرص العمل

شكل 39: جدول يقارن إجمالي خلق فرص العمل سنويًا في كل السيناريوهات لكل جيجاوات. ساعة

إجمالي خلق فرص العمل سنويًا لكل جيجاوات. ساعة

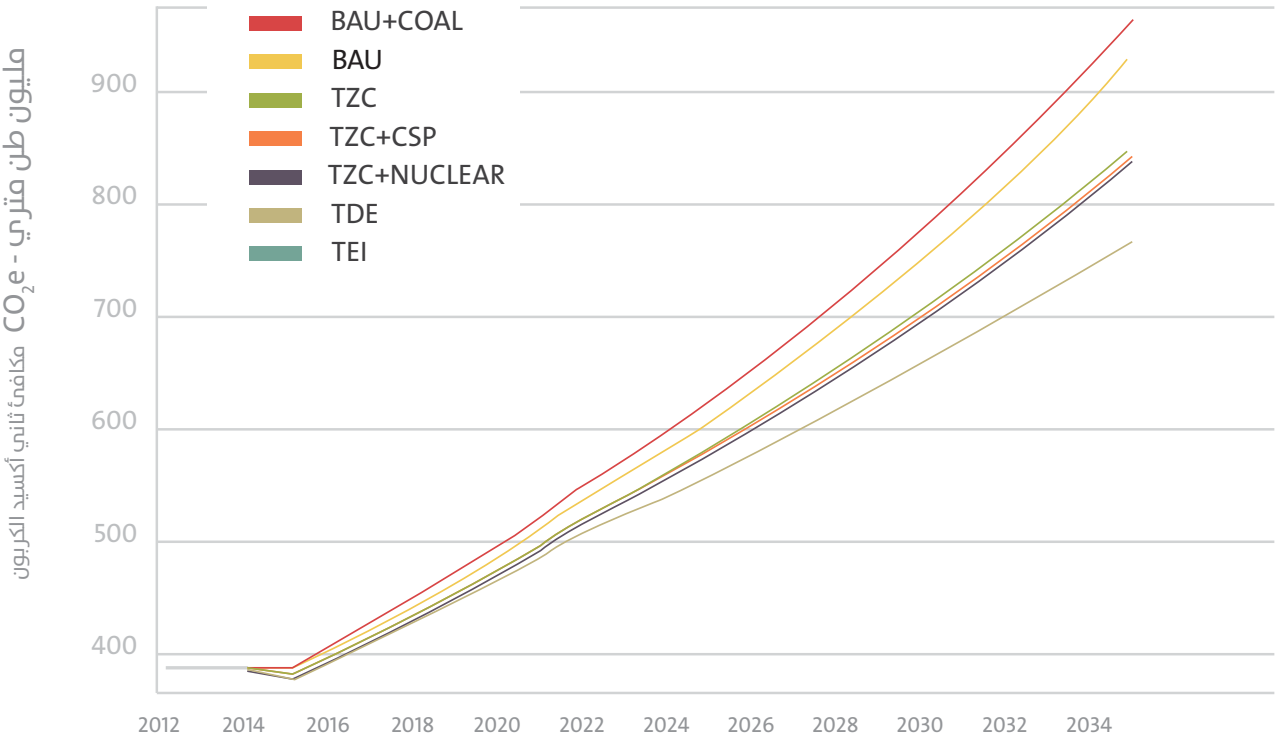
السيناريو	2015	2035
BAU بقاء الأمور على حالها	42784.1	214447.4
BAU+COAL بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم	40984.2	114120.6
TZC نحو صفر كربون	45855.0	216776.5
TZC+NUCLEAR نحو صفر كربون مع استخدام النووي	غير متوفر	غير متوفر
TZC+CSP نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة	46052	230667.9
TEI نحو استقلال الطاقة	47,076.2	228976
TDE نحو طاقة لامركزية	48379.9	232521.3

ففي كل مصادر الطاقة المتجددة الرئيسية (الرياح، والضوئية، والطاقة الشمسية المركزة) نجد أن تصنيع المعدات يخلق فرص العمل بشكل واضح [81]، فنجد على الأقل فرص العمل الجديدة كثيرة في التشغيل والصيانة وذلك في الطاقة الشمسية المركزة والرياح فقط، [82] وتعد الطاقة المتجددة وقطاعات كفاءة الطاقة أكثر مصادر الطاقة في الكثافة العمالية، وبالتالي فالسيناريو الذي تتغلغل فيه الطاقة المتجددة بشكل كبير سيحقق فرص عمل أكثر. [83]

12.2. „التكاليف“ وانبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e

وبمقارنة جميع المسارات الثلاثة بحالة **„بقاء الأمور على حالها BAU“**، سنجد أنها تحقق ضرر أقل بالبيئة نظرًا لانخفاض الانبعاثات كما يوضح شكل (40) أسفله، وتتشابه السيناريوهات الثلاثة مع بعضها نظرًا لأن أمزجتهم تعتمد بنفس القدر تقريبًا على الطاقة المتجددة، ويقدم لنا الجدول في شكل 40 مقارنة تضع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون CO_2e لكل سيناريو بجانب بعضها، ويصف شكل 41 التكلفة الإجمالية لتحقيق كل مسار، وثمن خفض انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون كنتيجة لذلك:

شكل 40: انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في كل السيناريوهات



شكل 41: تكاليف خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لكل السيناريوهات

التكلفة الإجمالية وتقليل الانبعاثات 2012-2035: مقارنة مع BAU	BAU		TZC				
	BAU + EFFICIENCY بقاء الأمور على حالها مع كفاءة	**BAU + COAL** بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم	**TZC** نحو صفر كربون	**TZC + NUCLEAR** نحو صفر كربون مع استخدام النووي	**TZC + CSP** نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة	**TEI** نحو استقلال الطاقة	**TDE** نحو طاقة لامركزية
صافي القيمة (بالمليار دولار أمريكي) في 2013	-4.6	11.2	10.8	22.7	24	13.2	**19.5**
إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (بالمليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	13404.5	14687.3	12708.4	13623.5	13603.6	12047.7	**12560.8**
ما تم تجنبه م انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من سيناريو BAU (بالمليون طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	923.6	-359.2	1619.8	704.7	724.6	1767.3	**2.280.4**
تكلفة تجنب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (بالدولار الأمريكي لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)	-5	غير متوفر	6.7	32.3	33.1	7.5	**8.6**

12. 3. الواردات والصادرات

شكل 42: إجمالي إنتاج مكافئ النفط(شاملا الغاز الطبيعي)، وارداته، وصادراته لكل سيناريو

المكافئ النفطي بالمليون طن متري/سنة	2015				2035			
	الإنتاج	الواردات	الصادرات	إجمالي العرض الرئيسي	الإنتاج	الواردات	الصادرات	إجمالي العرض الرئيسي
BAU بقاء الأمور على حالها	88.1	1.9	-7.6	82.4	165.8	31.2	-7.6	189.4
BAU+COAL بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم	87.7	3.1	-7.6	83.2	165.7	86.1	-7.6	244.2
TZC نحو صفر كربون	88.2	1.0	-7.6	81.6	166.6	12.8	-7.6	171.7
TZC+NUCLEAR نحو صفر كربون مع استخدام النووي	88.6	1.3	-7.6	82.2	175.1	55.1	-7.6	222.6
TZC+CSP نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة الشمسية المركزة	176.3	51.4	-7.6	220.1	88.7	1.0	-7.6	82.0
TEI نحو استقلال الطاقة	88.0	1.0	-7.6	81.4	164.8	12.8	-7.6	170.0
TDE نحو طاقة لامركزية	87.8	1.0	-7.6	81.2	154.2	15.6	-7.6	162.2

12.4. صانعو القرار

شكل 43: المستويات مسؤولة عن التنفيذ في كل سيناريو.

السيناريو	المستوى المسؤول عن التنفيذ			
	الدولة	المحافظة	المجتمع المحلي	القطاع الخاص
BAU بقاء الأمور على حالها	✓			✓
BAU+COAL بقاء الأمور على حالها مع استخدام الفحم	✓			✓
TZC نحو صفر كربون	✓	✓		✓
TZC+NUCLEAR نحو صفر كربون مع استخدام الطاقة النووية	✓	✓		✓
TZC+CSP نحو صفر كربون مع الطاقة الشمسية المركزة	✓	✓	✓	✓
TEI نحو استقلال الطاقة	✓	✓		✓
TDE نحو الطاقة اللامركزية	✓	✓	✓	✓

”

ألقت هذه الدراسة الضوء على الترابط بين الجوانب التقنية، والاجتماعية، والبيئية لاستراتيجيات الطاقة والرؤى التي تظل رغم ترابطها منطقة مظلمة بالنسبة لصانعي القرار، فالاستنتاجات التي تقدمها هذه الدراسة تؤسس لأرضية يمكن تبنى عليها دراسات متعمقة أخرى تخلق لمصر استراتيجية طاقة أكثر قوة وأشمل

“

١٣.

طريق التقدم

”الأمم الأفريقية ليست مجبرة على تطوير التقنيات القديمة عالية الكربون، فيمكننا توسيع توليدنا للكهرباء لإتاحة الطاقة للعالم عبر القفز بتقنيات جديدة تغيّر أنظمة الطاقة عبر العالم، وتقف أفريقيا لتتعلم من تطوير الطاقة منخفضة الكربون، ويقف العالم ليتعلم من أفريقيا تجنب المسار مرتفع الكربون الذي يتبعه الآن العالم الغني والأسواق الصاعدة“

— من كلمة كوفي عنان رئيس الفريق المعني بتقدم أفريقيا 2015

لقد ألقت هذه الدراسة الضوء على الترابط بين الجوانب التقنية، والاجتماعية، والبيئية لاستراتيجيات الطاقة والرؤى التي تظل رغم ترابطها منطقة مظلمة بالنسبة لصانعي القرار، فالاستنتاجات التي تقدمها هذه الدراسة تؤسس لأرضية يمكن تبنى عليها دراسات متعمقة أخرى تخلق لمصر استراتيجية طاقة أكثر قوة وأشمل.وتضمن تعليقات المشاركين في الورش جوانب محددة يمكن إضافتها لهذه الدراسة، بما في ذلك نداء قوي طالب فيه المشاركون بمد الجدول الزمني حتى 2050 للسماح باستنتاجات قادرة على تمثيل أكبر لتكاليف السيناريوهات المتعددة، وذلك نظرًا للطبيعة طويلة المدى للاستثمارات، وسوف يسمح هذا بالمقارنة والتداخل مع سيناريوهات عالمية عديدة تمتد حتى 2050 على النطاق العالمي والإقليمي، وقد يفيدنا هذا في تطوير السياسات بينما نسمح لواضعي النماذج وصانعي السياسات بمساحة كافية لتبادل المعرفة والممارسات الأفضل.

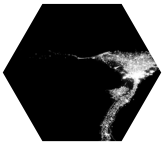
أما الجانب الثاني والذي لا يقل أهمية عن الأول - الذي يجب أن يستكمل في دراسات أخرى - فهو بناء سيناريوهات حتى 2050 تغطي قطاع الطاقة بأكمله في مصر، ليس فقط الكهرباء، فوجود الطاقة في حياة الفرد مثل الشبكة التي تمتد لما وراء الكهرباء لتشمل النقل والمواصلات، والزارعة، والصناعة، والقطاعات الأخرى، وإذا كنا جادين بخصوص تقديم طرق ووسائل لتقليل عدم المساواة، ومنع التدهور البيئي، وتشجيع التنمية والبناء المجتمعي، فيجب علينا ضم مجموعة المشاكل المرتبطة بالطاقة في الدراسات المستقبلية على نحو أوسع، فيجب تسخير الخبرات الأكاديمية والتقنية وبناء القدرات للقيام بعمل على هذه الدرجة من العمق والدقة، مع هيئة راعية يكون بإمكانها استضافة مهمتيّ البحث والاستكشاف للعمل المطلوب لإنجاز هذه المهمة، لكن للأسف فهذه الهيئة الراعية لم تخلق بعد.

وسوف نمد هذا التحدي ليضم الترابط المحْكم بين الطاقة والمياه والغذاء، ونظرًا لأن نقص واحدة منهم أو تدفقها بقوة يؤثر بشكل مباشر على الاثنين الباقيين، فلا نستطيع أن ندعي أننا قمنا بتغطية تنوع المشاكل التي تلقيها الطاقة دون أن تتضمن علاقات الاعتماد التي تكمن فيها.

وأخيرًا، فقد وضّحت هذه الدراسة فوائد الإشراك الأوسع للأطراف المعنية، مع الشركات الصغيرة والمتوسطة (SMEs)، وخبراء الصناعة، ومنظمات حقوق الإنسان والحقوق البيئية، وعلماء الاقتصاد الاجتماعي والجغرافيا البشرية، ومستشاري البيئة وصانعي السياسات، حيث أبدي كل منهم آراءه وقلقه، ومدخلاته، وحلوله لبناء رؤية عادلة لمستقبل قطاع الطاقة في مصر.

إن المهارات والقوالب المعرفية والخبرات غير مستغلة بالكامل، وبالتالي فإشراكهم (وليس فقط الاكتفاء بالاستشارة في المراحل الأخيرة) يجب أن يكون شرطًا أساسيًا لتنمية القطاع الخاص والمجتمع المدني لسيناريوهات الطاقة في المستقبل.

تأمل مؤسسة **هاينرش بول** و**المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية** أن يضيف هذا المشروع للحوار بين الأطياف المتنوعة من الناس، والمؤسسات، والأعمال، والقطاعات المعنية والمهتمة بالانخراط البنّاء لتحدي الافتراضات والخطابات السائدة حول الطاقة في مصر، فالمستقبل لنا لنصنعه، كمواطنين، وعمال، ومجتمعات، ونساء أعمال ورجال أعمال، وأكاديميين، وطلاب، وسياسيين، وأصحاب الخبرة الفنية، لذا فإننا إذ نتحدى الجميع لنفتح عقولنا وممارساتنا على الابتكار بينما نطور سويًا، دون أن نترك أحدًا خلفنا.



١٤.

هوامش

1. p.13, Egypt Electricity Regulatory Authority Annual Report 2013/14. Accessed from: http://tinyurl.com/ntnnqqj

2. p.2, Al-Ayouty. I. and Abd El-Raouf. N., 'Energy Security in Egypt', Review No.1 of the Egyptian Center for Economic Studies, June 2015. Accessed from http://www.eces.org.eg/MediaFiles/Uploaded_Files/bba6c392.pdf

3. p.18, Egypt Electricity Regulatory Authority Annual Report 2013/14. Accessed from: http://tinyurl.com/ntnnqqj

4. p.3, Al-Ayouty. I. and Abd El-Raouf. N., 'Energy Security in Egypt', June 2015, ECES Economic Literature Review

5. Ministry of Finance, The Financial Statement for Budget of the Fiscal Year 2014/2015

6. Grin, J. & Grunwald, A. 2000, Vision Assessment, Shaping Technology in the 21st Century: Towards a Repertoire for Technology Assessment, Springer Verlag, Berlin.

7. Smith, A., Stirling, A. & Berkhout, F. 2005, 'The governance of sustainable socio-technical transitions', Research Policy, vol. 34, pp. 1491–510.

8. p.17, Gent. D., and Tomei. J., 'Responding to global energy paradigms? Electricity reforms in Central America.', 2015, iiED

9. (UN, 2012)

10. http://www.energycommunity.org/default.asp?action=47 Energy Community, LEAP

11. Allen. P., Bottoms. I., James. P., and Yamin. F., 'Who's Getting Ready for Zero?', Centre for Alternative Technology and Track 0, 2015 http://www.track0.org/whos-getting-ready-for-zero

12. http://www.uncsd2012.org/content/documents/287CRGE%20Ethiopia%20Green%20Economy_Brochure.pdf

13. DDPP, Deep Carbonization Project: http://deepdecarbonization.org/

14. IDDRI, http://unsdsn.org/where-we-work/members/iddri/

15. SDSN, http://unsdsn.org/

16. Siemens Egypt: http://www.siemens.com/entry/eg/en/

17. Al-Ayouty. I. and Abd El-Raouf. N., 'Energy Security in Egypt', Review No.1 of the Egyptian Center for Economic Studies, June 2015. Accessed from: http://www.eces.org.eg/MediaFiles/Uploaded_Files/bba6c392.pdf

18. NREA, "Future of Renewable Energy in Egypt." 2015. Accessed from: http://www.nrea.gov.eg/download/fit/Future%20of%20RE%20in%20Egypt.pdf

19. The League of Arab States, IRENA and RCREEE, 'Pan-Arab Renewable Energy Strategy, 2030', 2014. Accessed from: http://tinyurl.com/qeoo827

20. Powerpoint, Chemonics Egypt Consultants, 'The Cement Industry Energy Dilemma', May 30th 2013, Update November 30th 2013.

21. Wu. J., and Wu. T., 'Sustainability Indicators and Indices.' 65-86 in Christain N. Madu and C. Kuei (Eds), 'Handbook of Sustainable Management', Imperial College Press, London, 2012. Accessed from: http://tinyurl.com/qgeadga

22. Summarised by Watkins. G., 'Approaches to the Assessment and Implementation of Sustainable Infrastructure Projects in Latin America and the Caribbean', Inter-American Development Bank, December 2014. Accessed from http://tinyurl.com/p2txsvm

23. p.15-16, Commission on Sustainable Development, 9th Session. Accessed from: http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9_indi_bp3.pdf

24. Carbon Tracker, 'Stranded Assets', website accessed from here: http://www.carbontracker.org/resources/

25. Erickson. P., Kartha. S., Lazarus. M., and Tempest. K., 'Assessing Carbon Lock-In', Environ. Res. Lett. 10 (2015) 084023

26. p.17, Hogarth. R., and Granoff. I., 'Speaking Truth to Power', May 2015, Oxfam

27. p.19, Hogarth. R., and Granoff. I., 'Speaking Truth to Power', May 2015, Oxfam

28. p.15, Hogarth. R., and Granoff. I., 'Speaking Truth to Power', May 2015, Oxfam

29. p.8, iiED, 'Energy Access', 2015

30. Rehmana, I.H., Kara, A., Banerjeea, M., Kumara, P., Shardula, M., Mohantya, J. and Hossainb,I. (2012) Understanding the political economy and key drivers of energy access in addressing national energy access priorities and policies. Energy Policy 47(1), 27–37.

31. iiED, 'Energy Access', 2015

32. Low carbon jobs: The evidence for net job creation from policy support for energy efficiency and renewable energy", A report for UKERC, 2014

33. P.14, "Low carbon jobs: The evidence for net job creation from policy support for energy efficiency and renewable energy", A report for UKERC, 2014

34. p.19, "Low carbon jobs: The evidence for net job creation from policy support for energy efficiency and renewable energy", A report for UKERC, 2014

35. p.8, CASEnergy Coalition, 'Job Creation in the Nuclear Renaissance', April 2009. Accessed from: http://goo.gl/2WXUjg

36. التقارير السنوية للجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء

37. تقارير الطاقة السنوية للجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء.

38. Using costs outlined in U.S. Energy Information Administration, 'Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants', EIA report, April 2013

39. Using costs outlined in U.S. Energy Information Administration, 'Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants', EIA report, April 2013

40. المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية، الرهان على الفحم، يناير 2016.
http://ecesr.org/wp-content/uploads/2016/01/Betting-On-Coal-AR-PDF_Interactive_ECESR.pdf

41. p.11, Frogatt. A., 'Coal Financing in Europe: The Banker's Dilemma', EERG Program Paper 2011/02, Chatham House, November 2011. Accessed from: http://tinyurl.com/o29572o

42. p.4, Erickson. P., Kartha.S., Lazarus. M., and Tempest. K., 'Assessing Carbon Lock-In', Environ. Res. Lett. 10 (2015) 084023

43. اتفاقية باريس 2015، يمكن قراءتها من هنا http://tinyurl.com/qyqybsy

44. Climate Action Tracker, the Potsdam Institute, Ecofys and Climate Analytics, 'Rapid phase out of coal essential, but not enough to hold warming below 2ºC', Policy Brief, 22nd September 2014. Accessed from: http://tinyurl.com/qyqybsy

45. Carbon Tracker and Grantham Research Institute, LSE, 'Unburnable Carbon 2013: Wasted Capital and Stranded Assets', 2014

46. مؤكد حسب النشطاء الاجتماعيين، والباحثين، والصحفيين الذين حضروا الورش الاجتماعية لسيناريو الطاقة.

47. p.60-61, OECD and Nuclear Energy Agency, 2010

48. p.2, Askar. Y., et al, 2010

49. حسب جهاز شؤون البيئة المصري في 2009، فقد سجّل الجهاز في 2008 أن "مياه مجاري الصرف الصحي التي تصرّف في النيل (تلوث يتجاوز المستويات القانونية) أكثر بنسبة 50% من تلك التي يتم تصريفها في حدود المستويات القانونية."

50. ص 15، المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية، الرهان على الفحم، يناير 2016.

51. p.9, European Wind Energy Association, 'Saving Water with Wind Energy', June 2014. Accessed from: http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Saving_water_with_wind_energy.pdf

52. Ezz. M. and Arafat. N., 'The Water Crisis Taking hold in Egypt', The Guardian, Accessed from: http://www.theguardian.com/world/2015/aug/04/egypt-water-crisis-intensifies-scarcity

53. p.10, European Wind Energy Association

54. HSBC Bank and World Resources Institute (WRI), 'Over heating Asia. Financial risks from water constraints on power generation in Asia', HSBC Bank and World Resources Institute, 2010. Accessed from: http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/over_heating_asia.pdf

55. p.4, Ministry of Water Resources and Irrigation, 'Water Scarcity in Egypt', February 2014 http://goo.gl/BTbQZ9

56. Erickson, Kartha, Lazarus and Tempest define 'carbon lock-in' as: "Carbon lock-in is an example of the phenomenon of path dependence—'the tendency for past decisions and events to self-reinforce, thereby diminishing and possibly excluding the prospects for alternatives to emerge'[1]—recognized in economics [2] and studies of technology innovation [3–5]. Specifically, carbon lock-in refers to the dynamic whereby prior decisions relating to GHG-emitting

technologies, infrastructure, practices, and their supporting networks constrain future paths, making it more challenging, even impossible, to subsequently pursue more optimal paths toward low-carbon objectives." Erickson. P., Kartha. S., Lazarus. M., and Tempest. K., 'Assessing Carbon Lock-In', Environ. Res. Lett. 10 (2015) 084023

57. World Resources Institute, 'Beyond Conflict, Water Stress Contributed to Europe's Migration Crisis', November 2015. Accessed from: http://tinyurl.com/pnnbccf

58. p.4 and 5, Erickson. P., Kartha.S., Lazarus. M., and Tempest. K., 'Assessing Carbon Lock-In', Environ. Res. Lett. 10 (2015) 084023

59. p.4, Erickson. P., Kartha.S., Lazarus. M., and Tempest. K., 'Assessing Carbon Lock-In', Environ. Res. Lett. 10 (2015) 084023

60. Mortensen. N., Hansen. J., Badger. J., Jørgensen. B., Hasager. C., Paulsen. U., Hansen. O., Enevoldsen. K., Youssef. L., Said. U., Moussa. A., Mahmoud. M., Yousef. A., Awad. A., Ahmed. M., Sayed. M., Korany. M., and Tarad. M., 'Wind atlas for Egypt: measurements, micro- and mesoscale modelling', 2006, Technical University of Denmark

61. P.10, European Wind Energy Association, 2014

62. p.10, European Wind Energy Association, 2014

63. نظر جدول الواردات والصادرات للمنتجات البترولية، شكل42

64. US Nuclear Regulatory Commission website, 2015: http://tinyurl.com/o2z9ac6

65. p.43, 'Nuclear New build: Insights into Financing and Project Management', OECD Nuclear Energy Agency, 2015. Accessed from: http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7195-nn-build-2015.pdf

66. Bottoms. I, 'Water pollution in Egypt: causes and concerns', March 22nd 2014, ECESR http://ecesr.org/wp-content/uploads/2014/03/ECESR-Water-Polllution-Ar1.pdf

67. Bottoms. I, 'Water pollution in Egypt: causes and concerns', March 22nd 2014, ECESR

68. p.10, European Wind Energy Association, 2014

69. p.10, European Wind Energy Association, 2014

70. GHI Solar Map, SolarGIS

71. p.68, Vidican, G., 'Building Domestic Capabilities in Renewable Energy, A case study of Egypt', 2012, Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik

72. NREA (National Renewable Energy Authority), 2013. Annual Report 2011-2012 (Arabic) [pdf] Available at: http://www.nrea.gov.eg/annual%20report/Annual_Report_Ar_2011-2012.pdf

73. International Energy Agency, 'Global energy-related emissions of carbon dioxide stalled in 2014' March 2015. Accessed from: http://tinyurl.com/p3qptjn
Handrich. L., Kemfert. C., Anselm. M., Pavel. F., and Traber. T., 'Turning point: Decoupling Greenhouse Gas Emissions from Economic Growth', Heinrich Boll Stiftung, 22nd September 2015. Accessed from: https://www.boell.de/en/2015/09/22/turning-point-decoupling-greenhouse-gas-emissions-economic-growth

74. p.28, Africa Progress Panel, 'Africa Progress Report 2015', 2015

75. p.2-3, Platform, 'Manifesto of Energy Beyond Neoliberalism', 2015. Accessed from: http://tinyurl.com/ofysa5m

76. على سبيل المثال، ففي وديان جنوب ويلز، حيث يسيطر تعدين الفحم على حركة التوظيف في المنطقة وتراثها، فقد اعتبروا أنفسهم 'مزودي طاقة' للبلد بأكملها.

77. Adly. A., and Minio. M., 'Corruption of Gas Contracts in Mubarak's Era', EIPR, 2013. Accessed from: http://tinyurl.com/nsrkeh8

78. p.21, Adly. A., and Minio. M, 'Corruption of Gas Contracts in Mubarak's Era', EIPR, 2013. Accessed from: http://tinyurl.com/nsrkeh8

79. p.21, Hogarth. R., and Granoff. I., 'Speaking Truth to Power', May 2015, Oxfam

80. باستخدام افتراضات التكلفة من: http://www.eia.gov/forecasts/capitalcost/

81. p.17, UKERC

82. p.17, UKERC

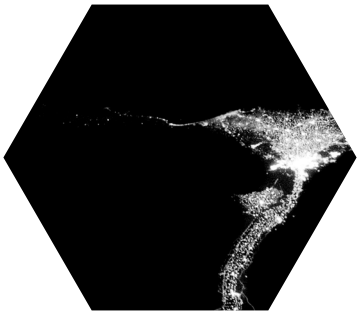
83. p.53, UK ERC

المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية
Egyptian Center for Economic & Social Rights

ecesr.org

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
شمال إفريقيا تونس

boell.de



HEINRICH BÖLL STIFTUNG
شمال إفريقيا تونس

المركز المصري للحقوق الاقتصادية والاجتماعية
Egyptian Center for Economic & Social Rights
ECESR