

المؤتمر العربي للتعاون حول التغير المناخي  
29 – 30 مايو 2023

## دور شبكات الربط الكهربائي في خفض الانبعاثات

إعداد  
الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي

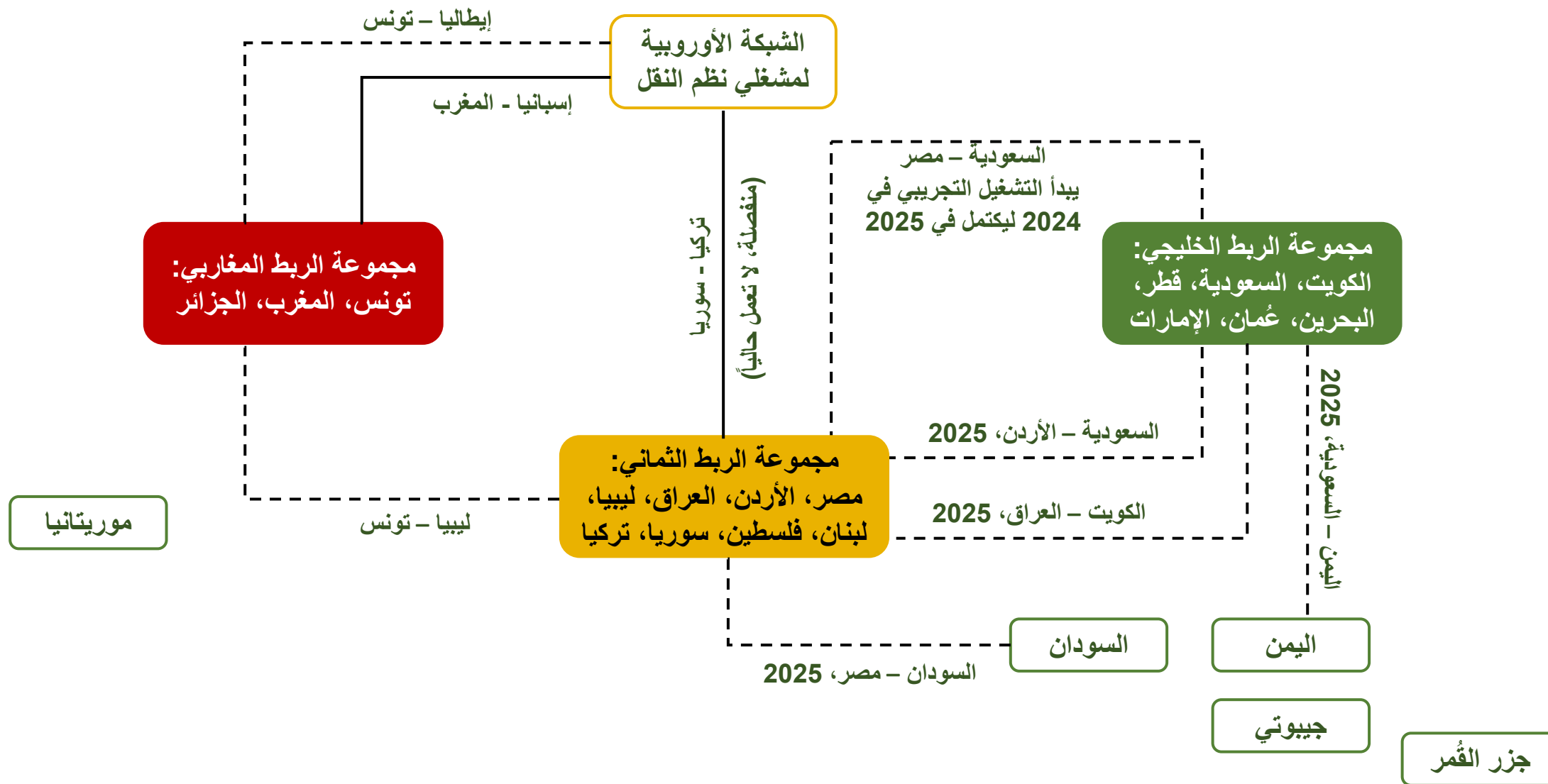


## الأمر التي سيتم استعراضها

- مقدمة
- كيف يمكن أن تساهم مشاريع الربط الكهربائي القائمة في تخفيض الانبعاثات الصادرة من وحدات التوليد الحرارية في خمس دول عربية.
- التجربة الموريتانية مع مشاريع التوليد الكهربائي باستخدام الطاقات المتجددة واستفادتها من الربط الكهربائي مع مالي والسنغال.
- الخلاصة والتوصيات.



# مشاريع الربط الكهربائي العربي



## أنواع التوليد المختلفة والانبعاثات الصادرة عنها ومنهجية تشغيلها

سهولة التحكم في القدرة المولدة منها	الانبعاثات الصادرة عنه	تكلفة التوليد (سنت/ك.و.س.)	نوع التوليد
يجب الحفاظ على حد أدنى للقدرة المولدة	مرتفعة	متوسطة	بخاري
إلى حد كبير	متوسطة	مرتفعة	غازي
يجب الحفاظ على حد أدنى للقدرة المولدة	مرتفعة	منخفضة نوعاً ما	دورة مركبة
سهلة (لأنه عادةً ما يوجد عدد كبير من الوحدات الصغيرة)	مرتفعة	مرتفعة	وحدات ديزل
بسهولة	-	منخفضة	التوليد المائي (سدود)
نعم، ولكن من الأفضل تشغيلها بكامل قدرتها الآنية المتاحة	-	منخفضة	الهوائي
نعم، ولكن من الأفضل تشغيلها بكامل قدرتها الآنية المتاحة	-	منخفضة	الشمسي (PV)
			خطوط الربط الكهربائي

Reduction in  
Emissions

Curtailment

Need for  
a Control Center



## الخصائص الديناميكية للطاقات المتجددة: المبرمجة وغير المبرمجة

### غير المبرمجة

- تتغير زمنياً وتتقطع (Intermittent)
- عشوائية (Random-Stochastic)
- خارج سيطرة مركز التحكم (Non-Dispatchable)

- 
- طاقة الرياح (Wind)
  - الطاقة الشمسية الفوتوفولطية (PV)
  - طاقة الأمواج
  - طاقة المد والجزر

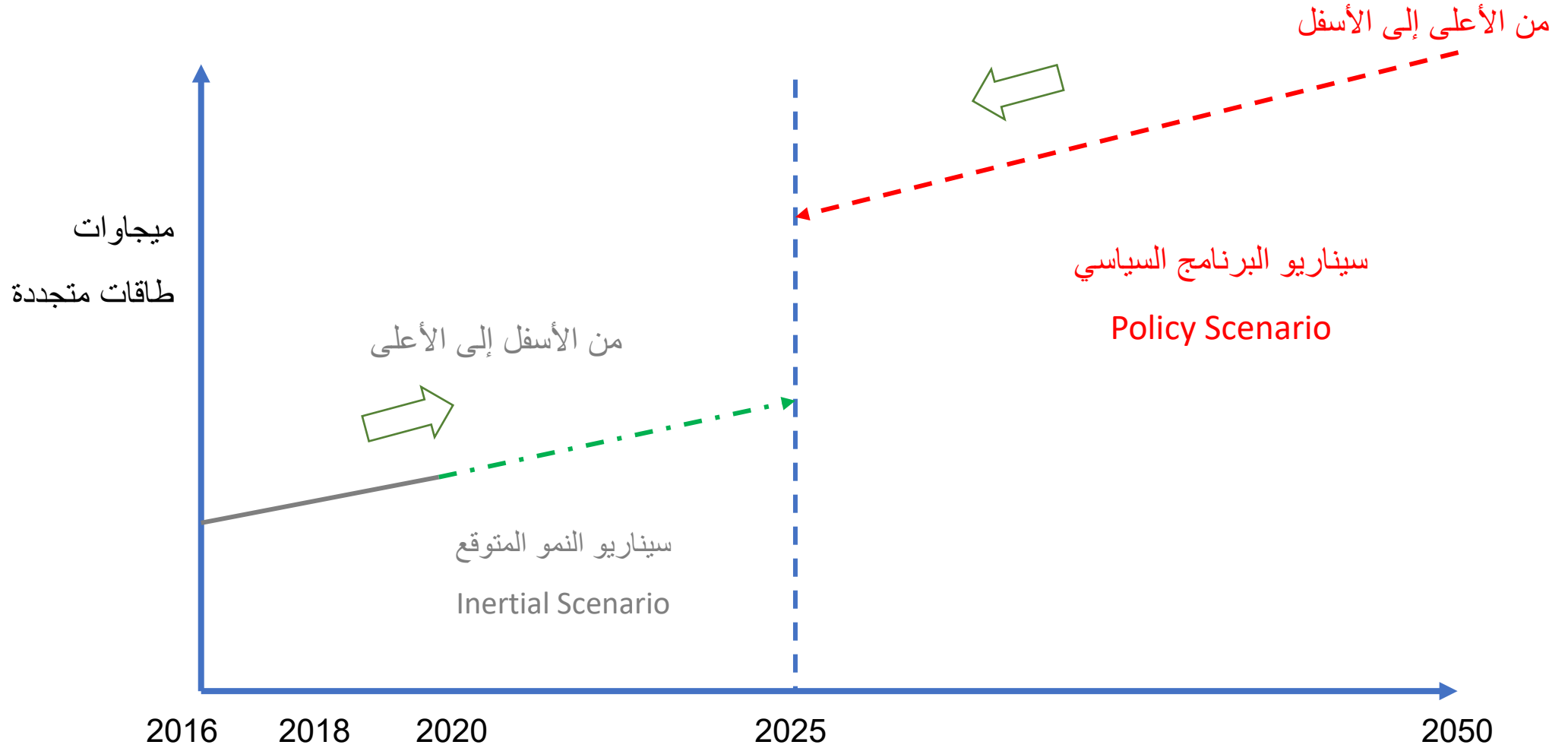
### المبرمجة

- تبرمج زمنياً
- غير عشوائية
- تحت سيطرة مركز التحكم (Dispatchable)

- 
- الطاقة الكهرومائية (Hydro)
  - الطاقة الشمسية الحرارية مع التخزين (CSP)
  - طاقة الحرارة الأرضية (Geothermal)
  - طاقة الكتلة الحية (Bio mass)



# سيناريوهات نمو قدرات التوليد في الدول العربية باستخدام الطاقات المتجددة



## نسبة الاستغلال الحالي لمشاريع الربط الكهربائي العربي

- منخفضة (5 – 10% من قدرات الخطوط).
- زيادة نسبة الاستغلال (تبادل تجاري).
- زيادة نسبة الاستغلال (مع التوسع في التوليد باستخدام مصادر الطاقات المتجددة).



# كيف يمكن أن تساهم مشاريع الربط الكهربائي القائمة في تخفيض الانبعاثات في خمس دول عربية

## المجموعة الأولى - مصر والأردن - توقعات عام 2025

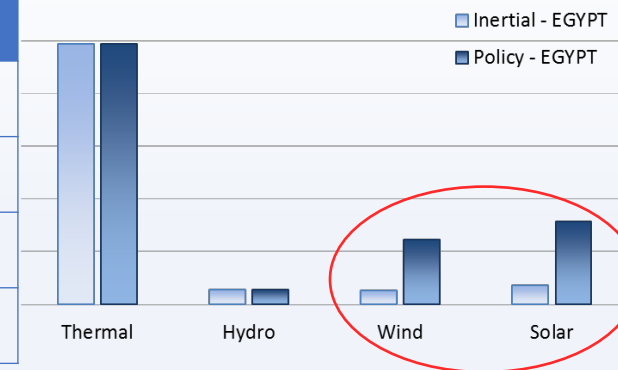
### Comparison between INERTIAL and POLICY scenarios

Comparing with inertial scenario, **Egypt** policy scenario has:

- an **increase of 9,728 MW** in wind installed power
- an **increase of 12,169 MW** in solar installed power



Power Plant Typology	INERTIAL Power Installed	POLICY Power Installed
Thermal	49,373 MW	49,373 MW
Hydro	2,800 MW	2,800 MW
Wind	2,600 MW	12,328 MW
Solar	3,581 MW	15,750 MW



In **Jordan** the RES power installed is the same in the *Inertial scenario* and *Policy scenario*





## Results for the year 2025

### Inertial scenario – RES curtailments and RES exchanges

RES curtailment			Exchanges		
	Isolated	Intercon. 550		Isolated	Intercon. 550
Egypt	0 GWh	0 GWh	EG → JO	-	0.04 GWh
Jordan	0 GWh	0 GWh	JO → EG	-	0.04 GWh

The **Inertial** scenario doesn't show excess of RES generation compared to the demand and taking into account must-run productions, thermal generation technical minimum and related flexibility constraints.



- The RES curtailment is nil
- The exchanges of RES energy are nil

#### Other results valid for *Isolated* and *Interconnected 550* cases:

- The overall CO<sub>2</sub> emission for both countries is about 117.6 Mton/year.



## Results for the year 2025 Policy scenario - EOH

EOH wind	Isolated	Intercon. 550	Intercon.1100
Egypt	3,278 h	3,283 h	3,285 h
Jordan	3,287 h	3,287 h	3,287 h

EOH solar	Isolated	Intercon. 550	Intercon.1100
Egypt	1,977 h	1,980 h	1,981 h
Jordan	1,988 h	1,988 h	1,988 h

The reduction of the Egyptian RES curtailment entails an increase of the Equivalent Operating Hours (EOH) for Egyptian RES:

- *Wind: from 3,278 h to 3,285 h*
- *Solar: from 1,977 h to 1,981 h*

In Jordan there isn't RES curtailment, therefore the EOH is the same for all three scenarios.

**The reduction of RES curtailment leads to lower CO<sub>2</sub> emissions [kton]**

CO <sub>2</sub> [kton]	Isolated	Intercon. 550	Intercon.1100
Overall system	94,790	94,743	94,736



## المجموعة الثانية – المغرب، الجزائر، تونس

2025 Policy scenario سيناريو البرنامج السياسي	
RES penetration	47%
Hydro	2,470 MW (12%)
Wind	3,480 MW (17.5%)
Solar	3,520 MW (17.5%)
Total installed power**	20,035

2025 Inertial scenario سيناريو النمو المتوقع	
RES penetration	36%
Hydro	2,000 MW (14%)
Wind	2,000 MW (14%)
Solar	2,000 MW (14%)
Total installed power**	16,565 MW



2025 Policy scenario سيناريو البرنامج السياسي	
Wind	3,010 MW
Solar	8,290 MW
CSP	-
Total installed power**	41,235 MW

2025 Inertial scenario سيناريو النمو المتوقع	
Wind	1,010 MW
Solar	3,000 MW
CSP	-
Total installed power**	33,945 MW



2025 Policy scenario سيناريو البرنامج السياسي	
Hydro	60 MW
Wind	1,000 MW
Solar	1,465 MW
Total installed power**	7,930 MW

2025 Inertial scenario سيناريو النمو المتوقع	
Hydro	60 MW
Wind	600 MW
Solar	450 MW
Total installed power**	6,515 MW



\*\* مجموع القدرة المركبة يتضمن القدرات الحرارية وقدرات الطاقات المتجددة.

## المجموعة الثانية – المغرب، الجزائر، تونس

استغلال خطوط الربط الكهربائي بين		
تونس والجزائر والجزائر والمغرب	المغرب وإسبانيا وتونس وإيطاليا	
	√	الحالة الأولى
√	√	الحالة الثانية



يمكن أن يؤدي استغلال خطوط الربط الكهربائي بين تونس والجزائر والمغرب إلى تخفيض كمية التقليل في إنتاج الطاقات المتجددة (Curtailment of Generation)، سنوياً على النحو التالي:

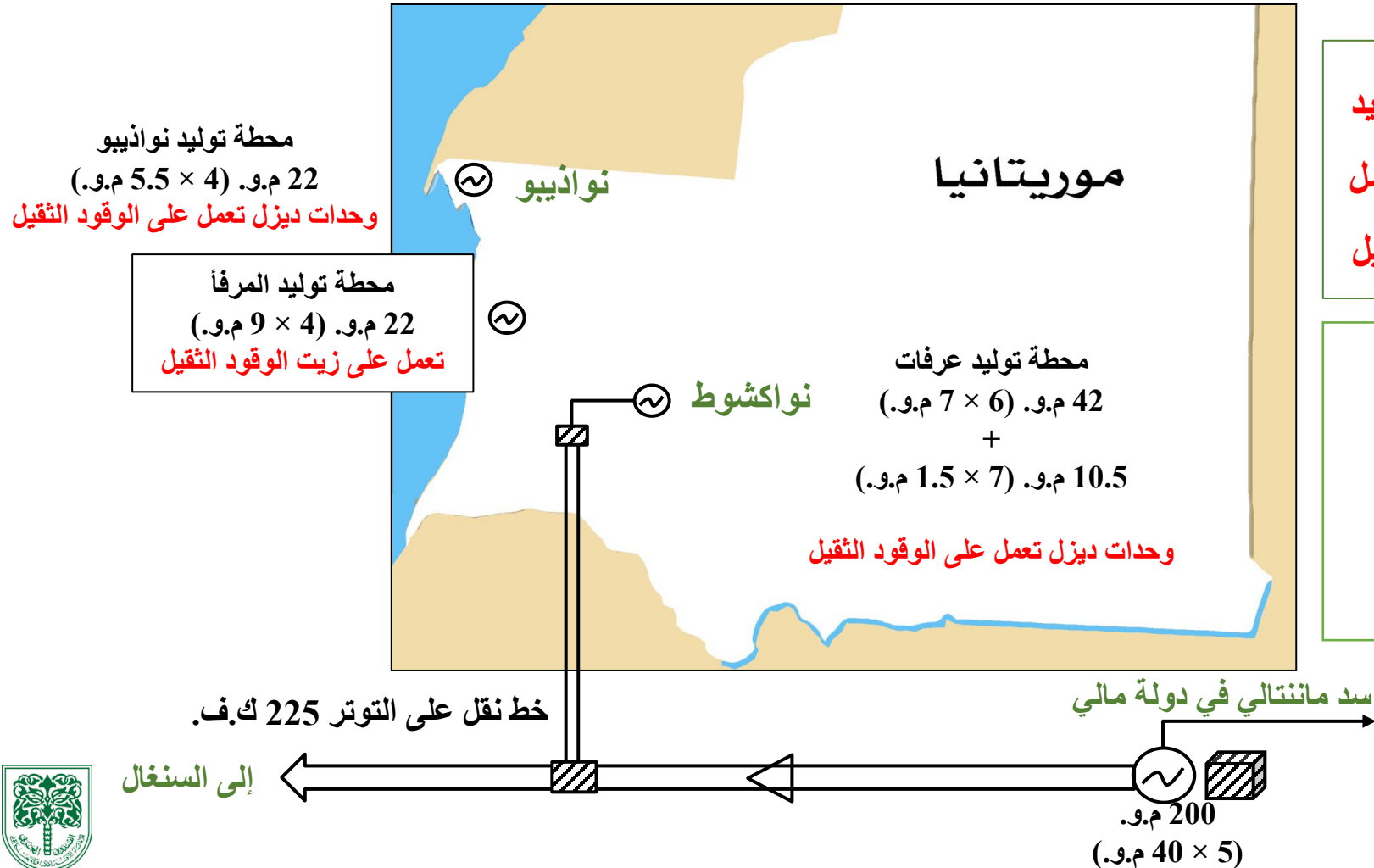
الدولة	Reduction in Curtailed Energy (*) (GWH/ year)
تونس	93.7
الجزائر	216.0
المغرب	296.9
المجموع	606.6

(\*) الفارق بين الحالة الثانية والحالة الأولى.



# التجربة الموريتانية مع مشاريع التوليد الكهربائي باستخدام الطاقات المتجددة واستفادتها من الربط الكهربائي مع مالي والسنغال

## موريتانيا (الوضع في 2013)

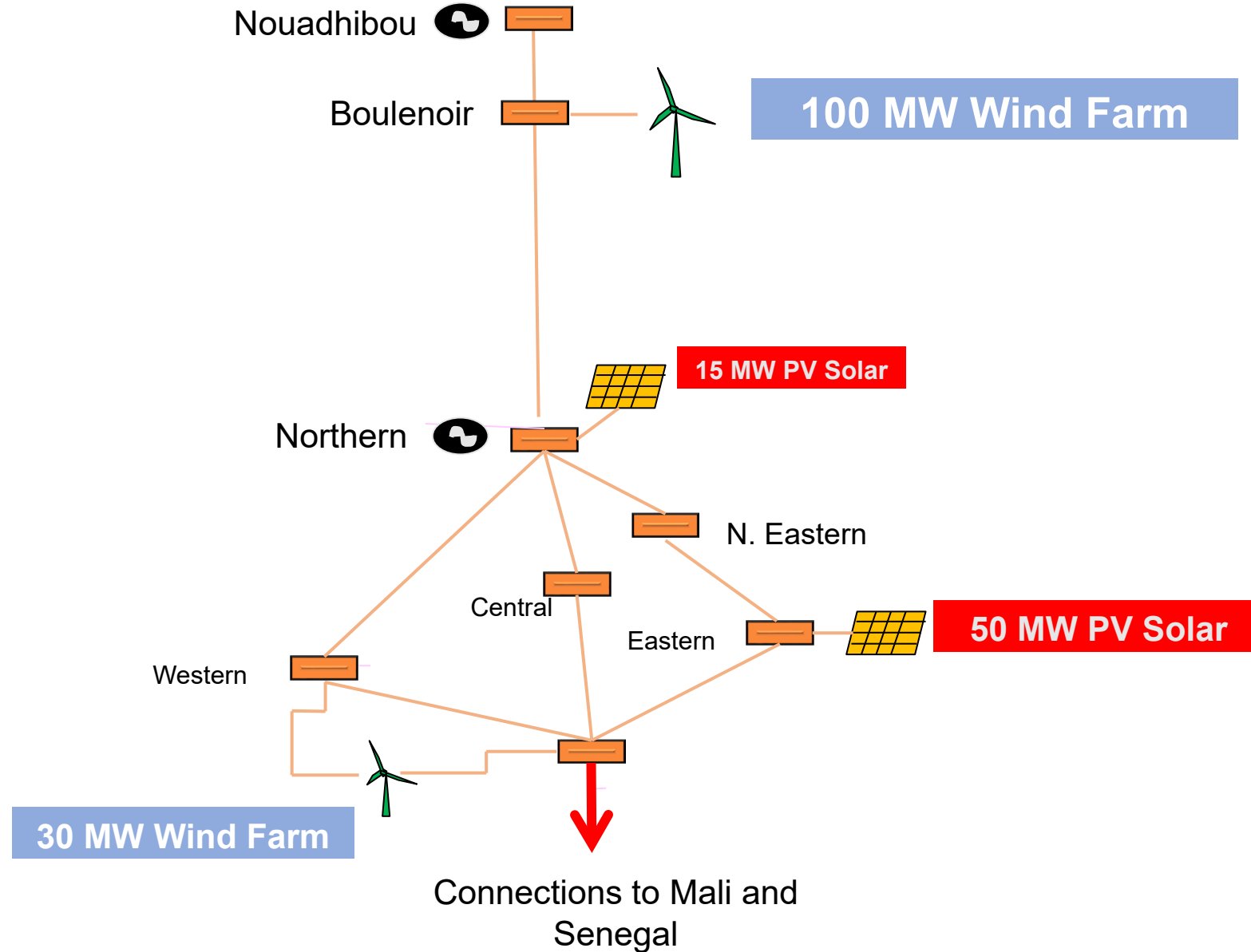


كل محطات التوليد في موريتانيا تعمل على الوقود الثقيل

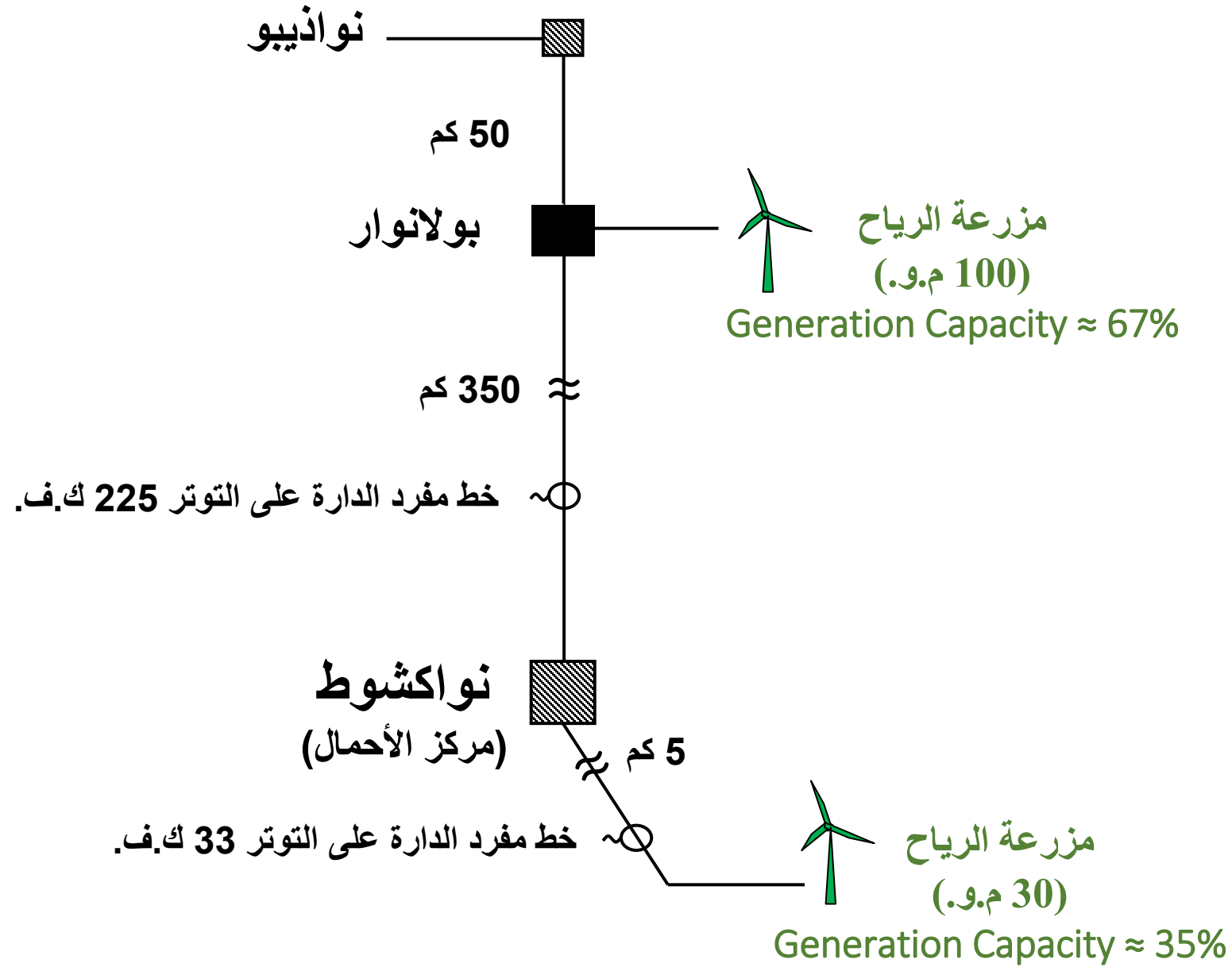
### التحديات التي واجهت الشركة الموريتانية للكهرباء

- متوسط تكلفة التوليد حوالي 15 سنت/ك.و.س.
- تكلفة التوليد مرتبطة ارتباطاً تاماً بتكلفة برميل النفط.
- لا توجد أية محطات توليد تعمل بالطاقات المتجددة.
- ارتفاع مستوى الانبعاثات الحرارية الملوثة للبيئة.

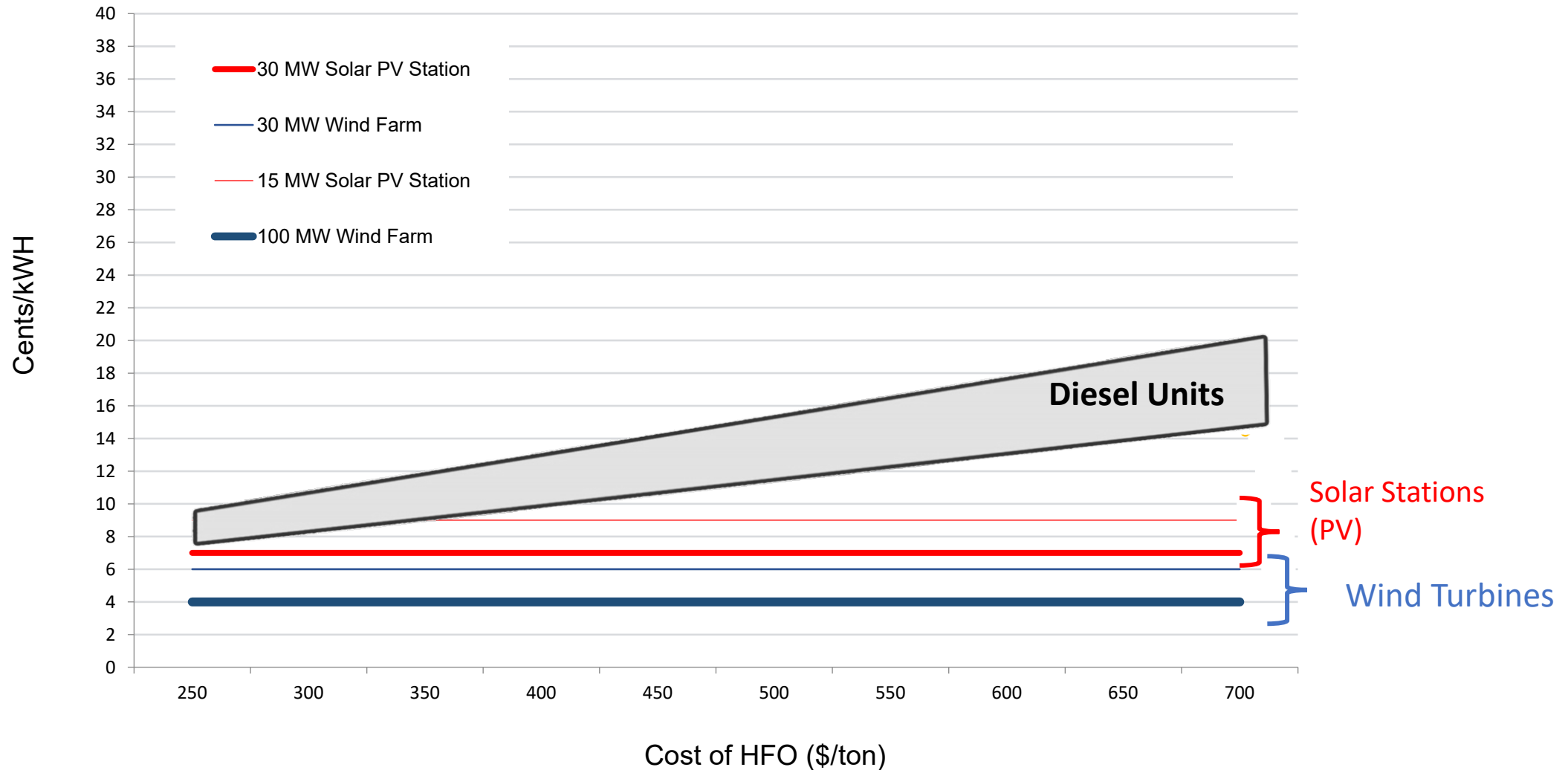
# خطة الحكومة الموريتانية عام 2014 للتوسع في التوليد باستخدام الطاقات المتجددة



## مببرات اختيار موقع بولانوار لإنشاء مزرعة الرياح الثانية في موريتانيا



# LEVELIZED COST OF ELECTRICITY(\*) (LCOE) OF THE VARIOUS R.E. GENERATING STATIONS, AS COMPARED TO DIESEL UNITS



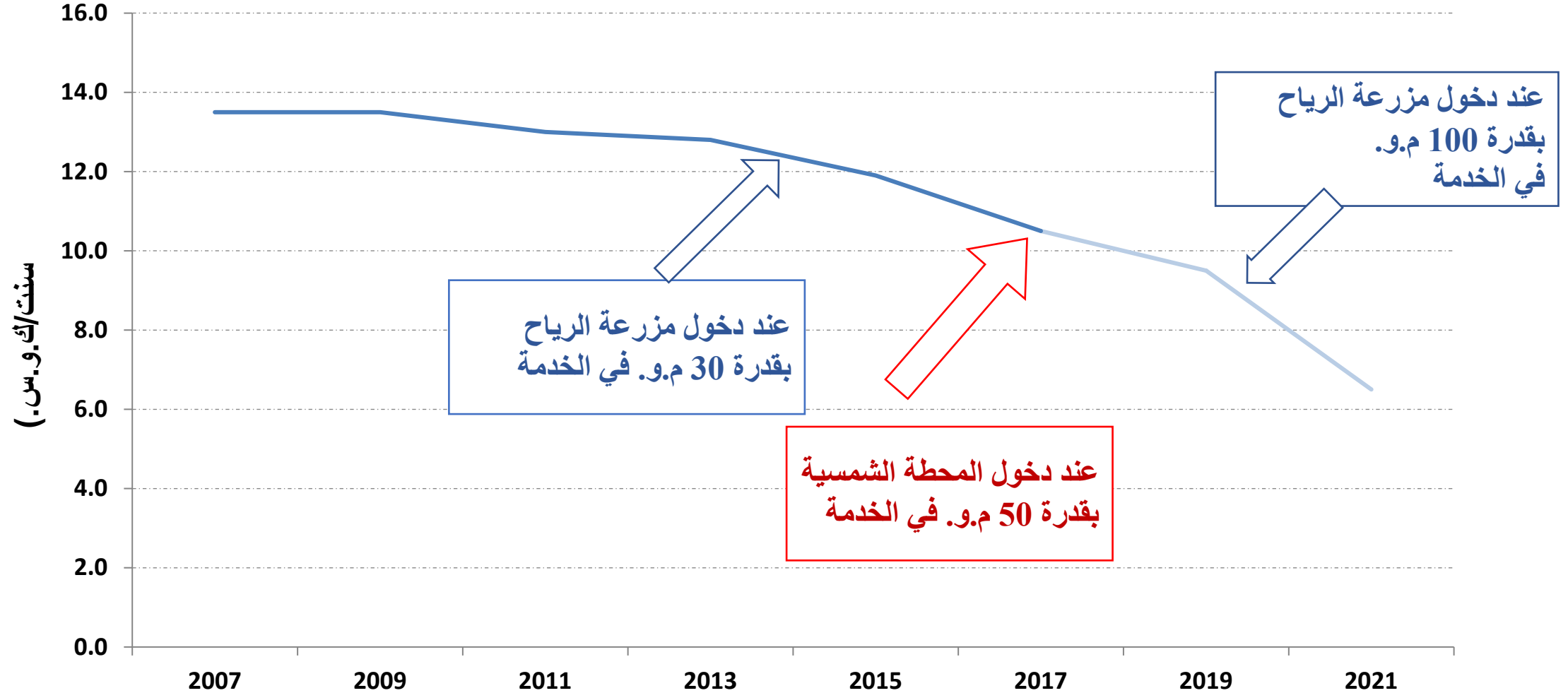
\* As of the year 2014.



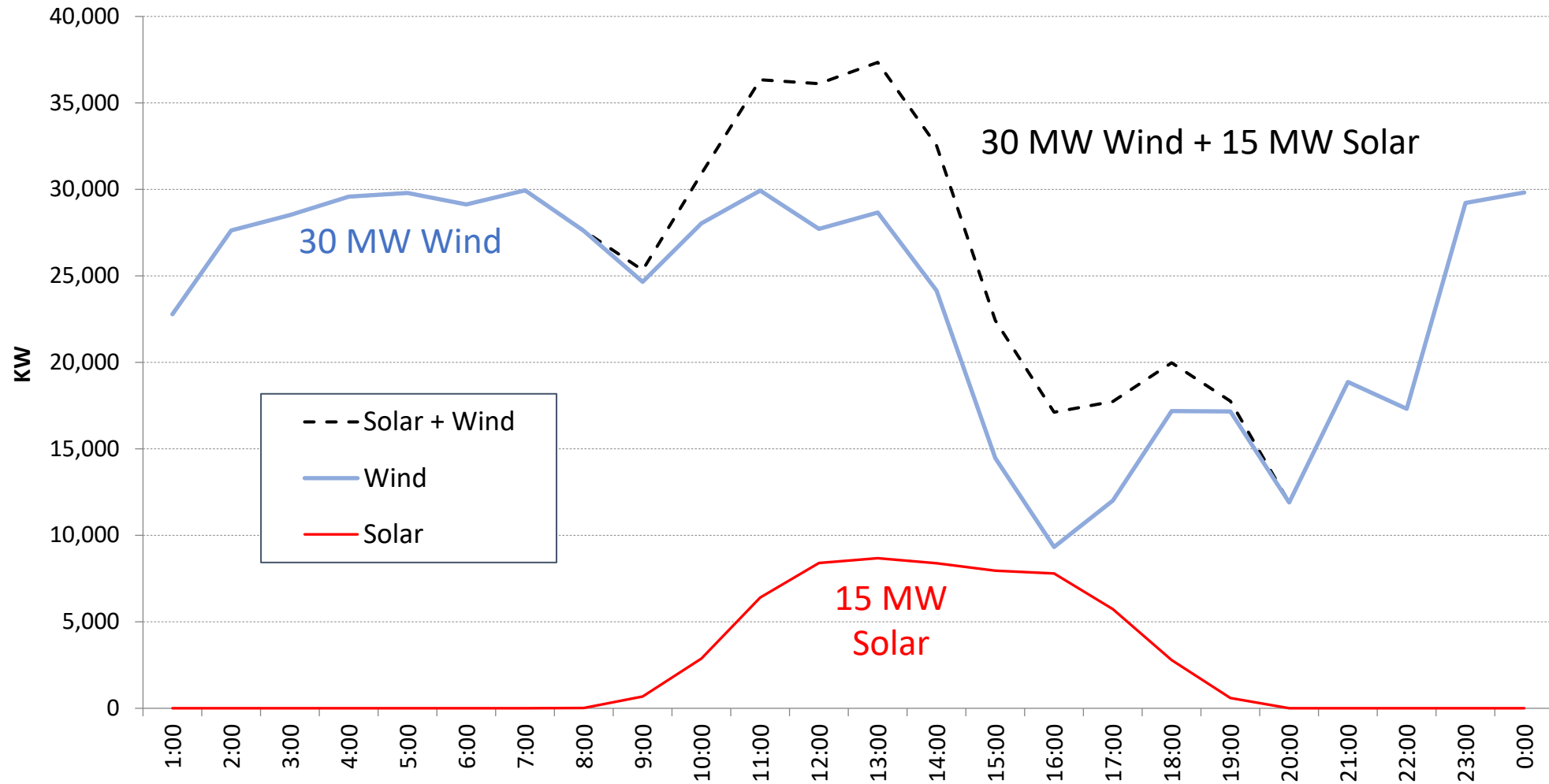


# تأثير دخول تلك المشاريع في الخدمة على تكلفة التوليد في موريتانيا

تطور متوسط تكلفة الطاقة المولدة على الشبكة الموريتانية

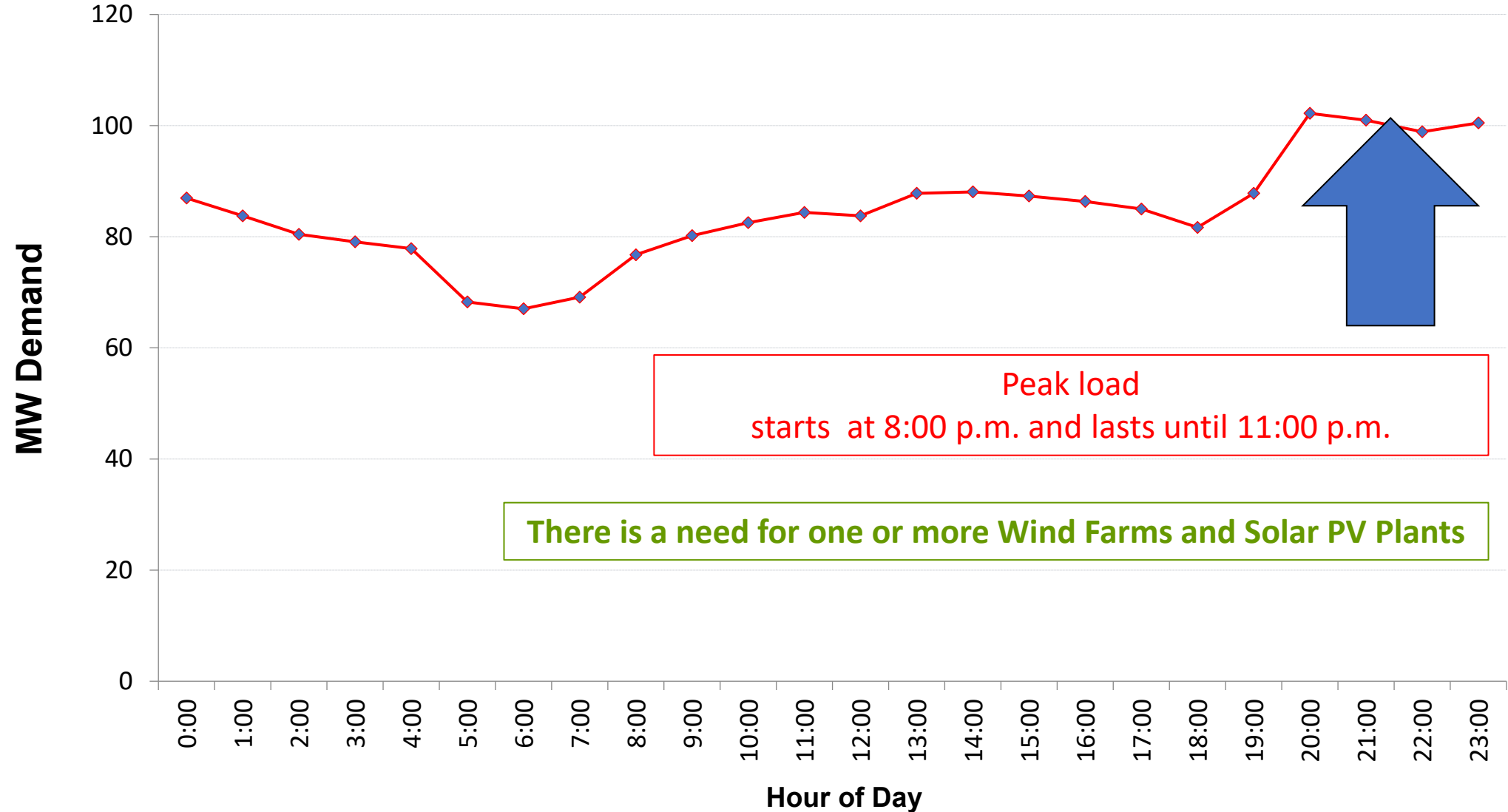


# GENERATION PROFILE FROM THE 15 MW SOLAR PV AND THE 30 MW WIND FARM



# HOWEVER, LOOKING AT THE LOAD CURVE IN NOUAKCHOTT

## LOAD CURVE FOR NOUAKCHOTT - SUMMER 2015



## المراحل التي مر بها إدخال محطات التوليد التي تستخدم الطاقات المتجددة على الشبكة الموريتانية

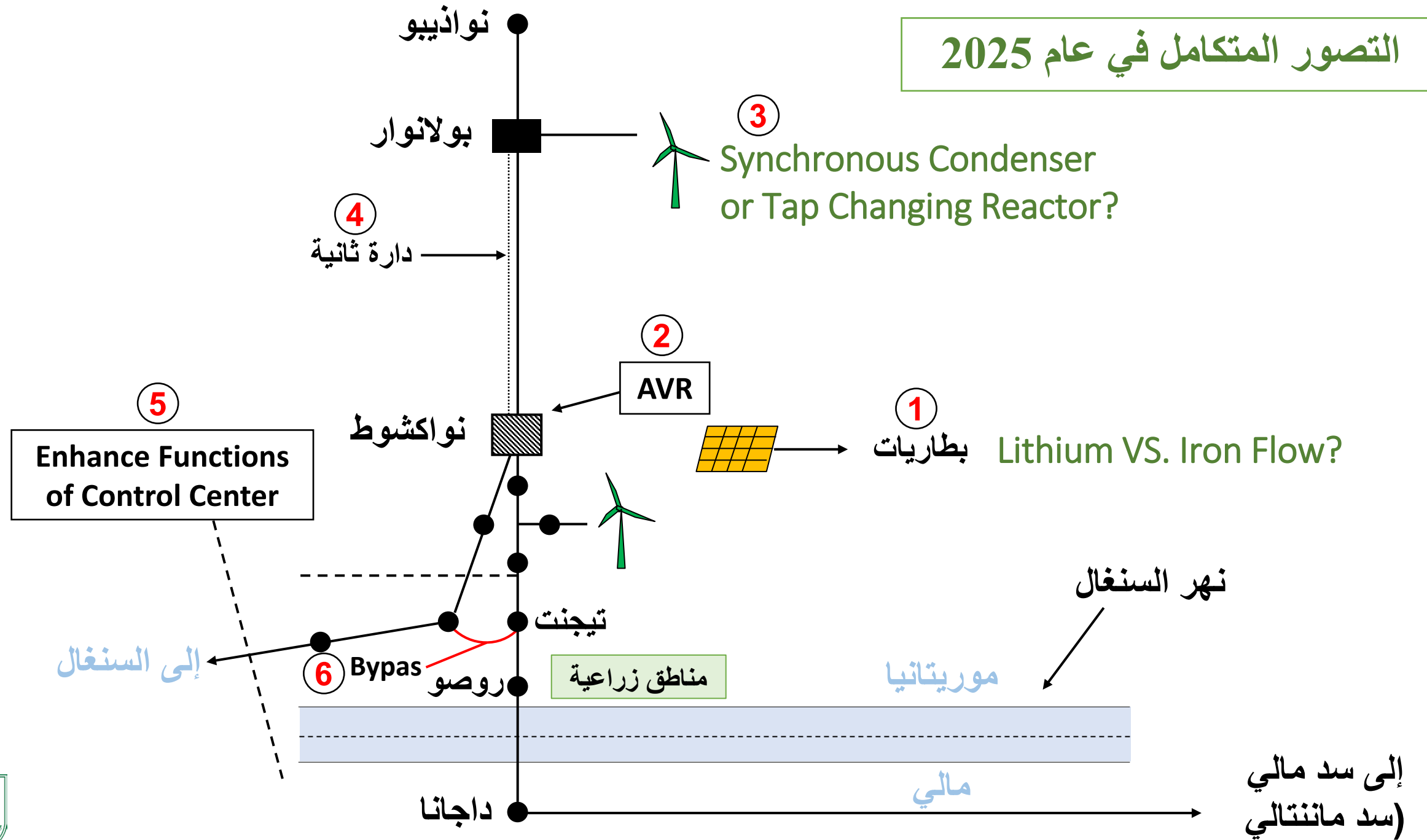
الخلاصة	النسبة إلى القدرة المولدة	محطات تعمل بالطاقات المتجددة (م.و.)				الحمل الأقصى (م.و.)	العام
		المجموع	هوائي بولانوار	شمسي نواكشوط	هوائي نواكشوط		
لم تحدث أية مشاكل على الشبكة	25%	30		-	30	120	2015
لم تحدث أية مشاكل على الشبكة	32%	≈ 45 (*)		50	30	140	2017
Corrective measures are needed	45%	100 (**)	70	50	30	220	2023

(\*) Due to diversity factor.

(\*\*) Due to diversity factor and derating.



# التصور المتكامل في عام 2025



## الخلاصة وأهم التوصيات

- لا تؤدي إضافة وحدات توليد تعمل بالطاقات المتجددة إلى حدوث مشاكل تذكر على شبكات الكهرباء إذا كان إجمالي نسبة القدرة المولدة من تلك المحطات في حدود 20% من إجمالي القدرة المولدة على الشبكة.
- هناك ضرورة لإجراء دراسات تشغيلية على شبكات الكهرباء قبل إضافة وحدات توليد تعمل بالطاقات المتجددة عند تجاوز تلك النسبة حوالي 20%.
- يجب تضمين تكلفة المعدات، المطلوب إضافتها على الشبكة لتخفيض الآثار السلبية التي قد تنتج عن التوسع في التوليد الكهربائي باستخدام الطاقات المتجددة، وذلك عند حساب العائد الاقتصادي لتلك المحطات.  
(Calculate System Cost Not Equipment Cost).

وشكراً لحسن استماعكم،،،

