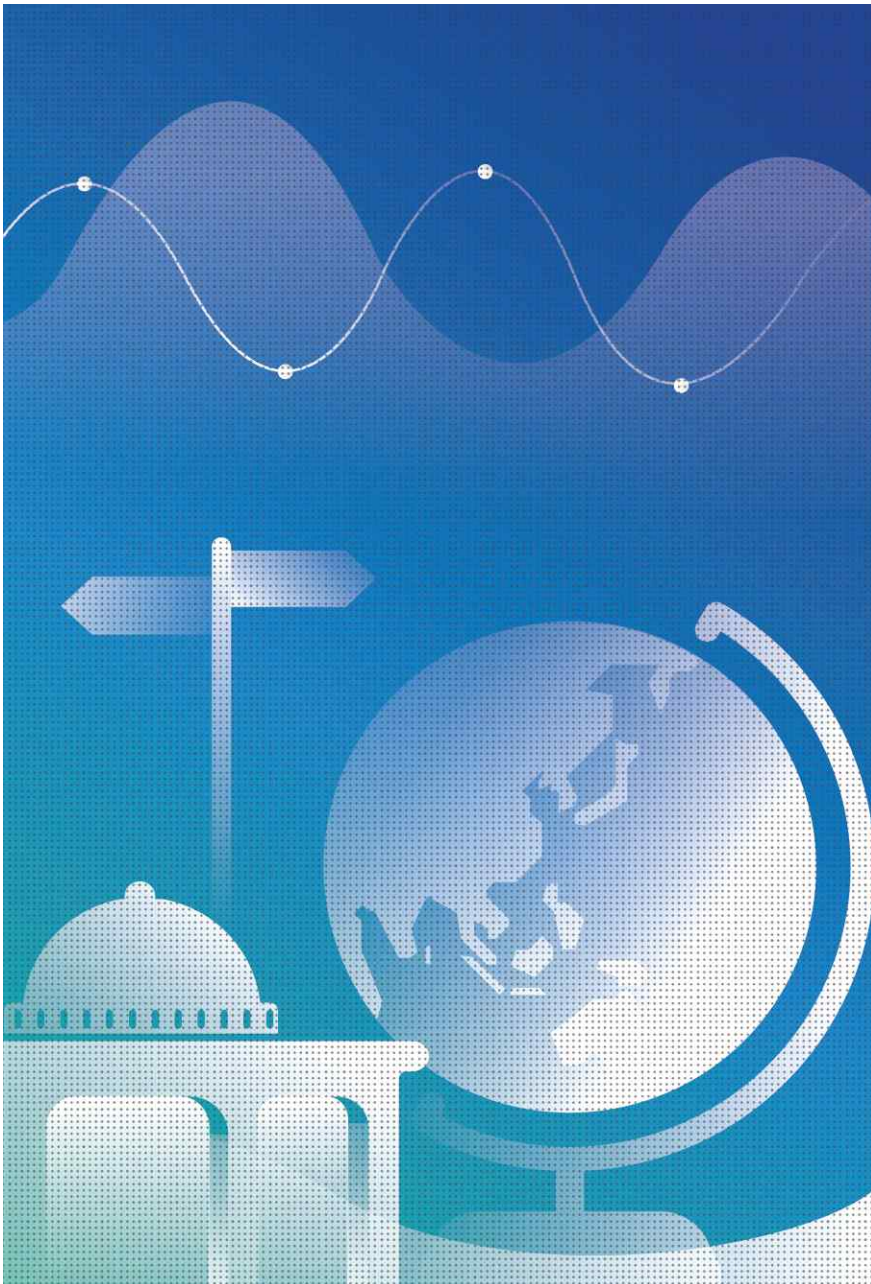


# 이슈보고서

지역연구팀

VOL.2023-지역이슈-14(2023.12)

## 북아프리카와 모로코의 신재생에너지 발전 전망 및 시사점



### CONTENTS

- I. 북아프리카 지역 신재생에너지 개발 잠재력
- II. 모로코의 신재생에너지 발전 동향 및 개발 잠재력
- III. 시사점

### 작성

책임연구원 김경하 (6252-3598)  
kh.kim@koreaexim.go.kr

\*본 보고서의 내용은 담당 연구원의 주관적 견해로, 한국수출입은행의 공식입장과는 무관합니다.

## <요 약>

### I. 북아프리카 지역 신재생에너지 개발 잠재력

- 북아프리카는 급증하는 에너지 수요 및 화석연료에 대한 높은 의존을 벗어나기 위해 재생에너지 개발을 추진 중임.
- 북아프리카는 아프리카 대륙에서 태양광 및 풍력 발전 잠재력이 가장 높은 지역이나, 잠재력 대비 재생에너지 개발은 미미한 수준임. 이에 북아프리카 5개국(모로코, 알제리, 튀니지, 이집트, 모리타니)은 재생에너지 보급 확대를 위하여 재생에너지 발전 비중 목표를 설정함.
- 또한, 재생에너지에 대한 투자를 확대하는 중으로 코로나19 이후 원유·천연가스 국제가격 하락과 자금조달 비용의 증가로 인해 북아프리카에서 전력 부문의 투자는 상당히 감소하였으나, 전력 부문 총투자에서 재생에너지가 차지하는 비중은 크게 증가함.
- 북아프리카는 풍부한 재생에너지원을 바탕으로 그린 수소의 개발 잠재력 또한 매우 높은 편으로, 북아프리카와 유럽 간 천연가스 운송에 사용 중인 파이프라인 개조를 통해 향후 저렴한 비용으로 수소 수출도 가능함.

### II. 모로코의 신재생에너지 발전 동향 및 개발 잠재력

- 모로코는 1차 에너지 공급 중 90% 이상을 수입에 의존하고 있으며, 석유와 석탄은 전체 에너지 공급 중 86%를 차지함.
- 에너지 자원 및 화석에너지의 높은 수입의존도는 모로코의 만성적인 무역적자의 주요 원인이 되고 있으며, 모로코는 세계 평균보다 50% 이상 많은 이산화탄소를 배출함.
- 이에 모로코 정부는 에너지 수입 비중 감소 및 에너지 다각화를 위하여 재생에너지 개발에 유리한 입지조건을 활용한 재생에너지 개발을 적극적으로 추진 중으로, 2030년까지 총발전량 중 재생에너지 비율 52% 달성을 목표로 다양한 프로젝트를 계획 및 시행 중임.
- 또한, 그린 수소 개발을 위하여 최근 국가 수소위원회 창설 및 국가 그린 수소 로드맵을 발표했으며 그린 수소 생산을 위하여 유럽 국가들과 기술협력 협정을 체결함.
- 모로코는 아프리카와 유럽을 잇는 지정학적 위치로 스페인, 포르투갈, 알제리, 모리타니 등 인접국과 전력망 연계선로를 통해 전력을 거래하고 있으며, 향후 용량 증대 및 신규 연계 추진을 통한 신재생에너지 수출 확대가 가능함.

### III. 시사점

- 우수한 잠재력 대비 개발되지 않은 풍부한 재생에너지원과 정부의 신재생에너지 개발에 대한 정부의 높은 관심으로 향후 북아프리카 신재생에너지 시장 규모 및 진출 분야가 더욱 확대될 것으로 전망됨에 따라 우리나라 기업들도 동 시장에 대한 새로운 진출 기회를 포착하는 것이 중요함.
- 모로코의 경우 유럽과의 협력을 통한 진출을 모색할 수 있으며, 유망 분야로는 모로코에서 빠르게 성장 중인 자동차 및 항공 산업 부문의 그린 수소 활용 시스템 구축, 우리가 보유한 기술을 활용한 수소차, 수소연료전지, 개질수소 생산 등이 있음.

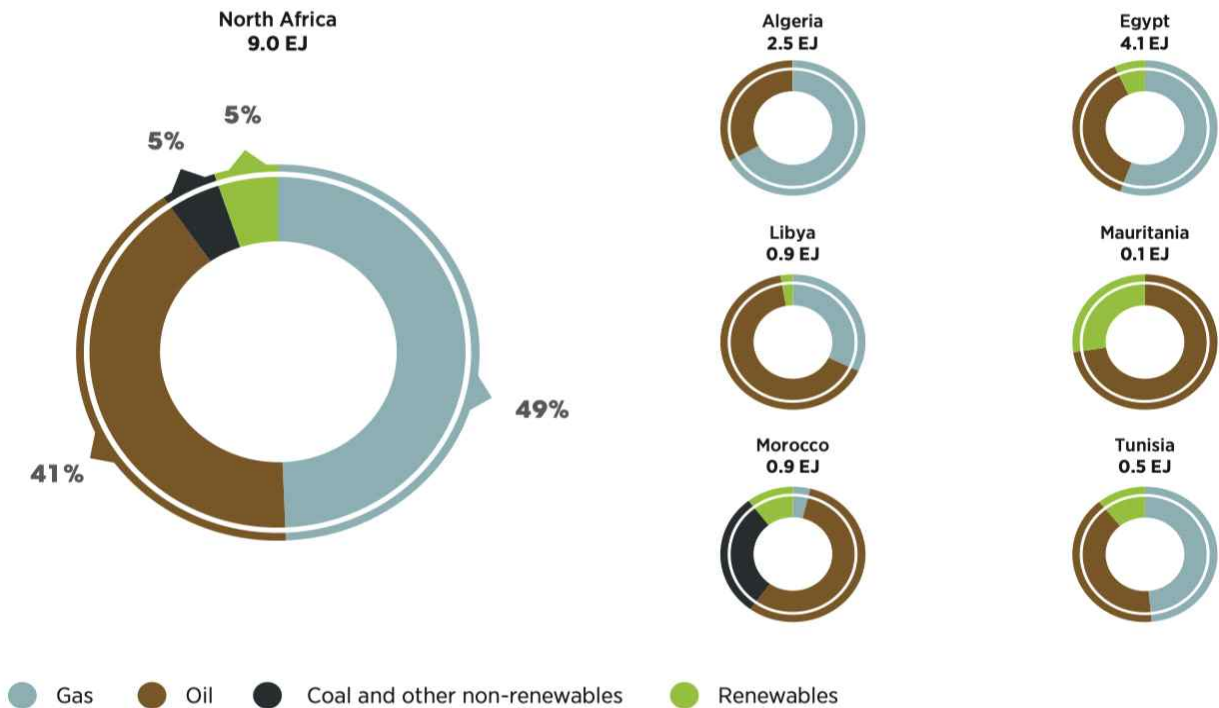


## I. 북아프리카 지역 신재생에너지 개발 잠재력

### 북아프리카의 높은 화력발전 의존도

- 북아프리카 지역은 에너지 공급의 90% 이상을 화력발전에 의존하고 있음.
- 북아프리카 6개국 중 3개국(알제리, 이집트, 튀니지)은 전력 생산을 위해 주로 천연가스를 사용 중이며, 리비아, 모리타니는 석유, 모로코는 석유와 석탄에 의존하고 있음.
- 북아프리카 국가들의 전력 생산 중 재생에너지 비율은 지난 10년간 증가하였으나, 1차 에너지 공급원의 대부분은 여전히 천연가스, 석유, 석탄 등 화석연료가 차지하고 있음. 그 결과 2019년 기준 1차 에너지 총공급량 중 화석연료가 95%를 차지했으며, 그 중 천연가스와 석유는 각각 49%, 41%를 차지함.
- 천연가스는 북아프리카 지역의 주요 에너지원으로, 알제리와 이집트를 중심으로 천연가스 발전량이 증가하면서 총발전량 중 76%를 차지했으며, 석유가 차지하는 비중은 감소 중임.
- 특히 화석연료의 상당 부분을 수입에 의존하는 모리타니, 모로코, 튀니지는 국제 화석연료 가격 변동에 크게 노출되어 있으며, 화석연료 수입가격 상승은 이들 국가의 외환보유액에도 큰 부담을 주고 있음.

[그림 1] 2019년 기준 북아프리카 총 1차 에너지 공급량 구조



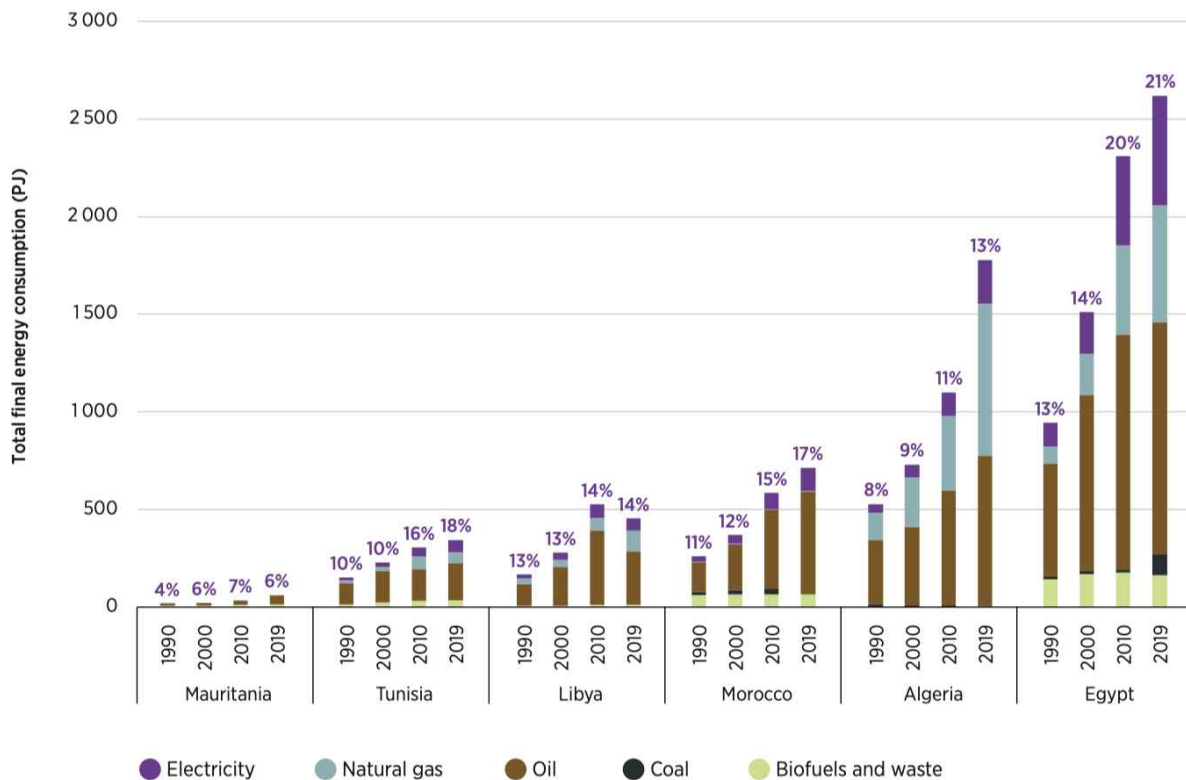
자료: IRENA(2023a).



## 북아프리카 지역 에너지 수요의 빠른 증가세

- 북아프리카의 에너지 소비량은 이집트, 알제리, 모로코를 중심으로 빠르게 증가하는 추세이며, 전력 부문의 상당한 투자가 필요한 상황임.
- 북아프리카의 전력 생산량은 에너지 수요의 증가에 따라 2000~19년까지 약 140TWh에서 367TWh로 2배 이상 증가했으며 2020년 기준 설비용량은 113GW로 추정되나, 빠른 속도로 증가하는 에너지 수요를 충족시키기에는 부족한 수준임.
- 재생에너지는 지난 5년간 발전량에서 차지하는 비중이 2배가량 증가하였으나, 전체 에너지 공급에서 차지하는 비중은 약 5%로 여전히 미미한 수준임.
- 수력발전은 북아프리카의 전통적인 에너지원으로, 이집트(나일 강)와 모로코(아틀라스 산맥)에 특히 집중됨. 그러나 이집트의 경우 수력발전 잠재력을 이미 대부분 활용하여 향후 새로운 수력발전 프로젝트를 추진할 가능성이 낮으며, 따라서 새로운 에너지원의 개발이 매우 중요한 과제임.

[그림 2] 1990~2019년 북아프리카 최종에너지 총소비량 추이



자료: IRENA(2023a).



## 북아프리카 국가들은 에너지 다각화를 위한 재생에너지 개발 목표를 수립

- 북아프리카 국가들은 에너지원의 다각화를 통해 화석연료에 대한 의존에서 벗어날 수 있으며, 화석연료 자원이 부족한 국가는 에너지 공급 중단 위험을 낮출 수 있음.
- 이에 2016년 모로코, 알제리, 튀니지, 이집트, 모리타니는 유엔기후변화협약(UNFCCC)의 다른 191개 회원국과 함께 '기후변화에 관한 파리 협정'에 서명하였고, 성공적인 에너지 전환 및 재생에너지 보급 확대를 위하여 재생에너지 발전 비중 목표를 설정함.
- 아직 파리 협정을 비준하지 않은 리비아를 제외한 다른 북아프리카 국가들은 2016~17년 동안 국가 자발적 기여(NDCs) 이행 수준을 제출했고, 모로코, 튀니지, 모리타니는 2021년에 수정된 NDCs를 제출함.
- 재생에너지 발전 비중 목표가 가장 높은 국가는 모로코로 2030년까지 52%이며, 이어서 이집트가 2035년까지 42%임.
- 대부분의 국가들은 아직 설정된 목표치에 미치지 못하고 있으며 여전히 전력 생산을 화석연료에 크게 의존하고 있으나, 설정된 목표치를 고려할 때 향후 비수력 재생에너지 개발의 중요성은 빠르게 증가할 것으로 전망됨.

[표 1] 북아프리카 국가들의 재생에너지 발전 비중 목표

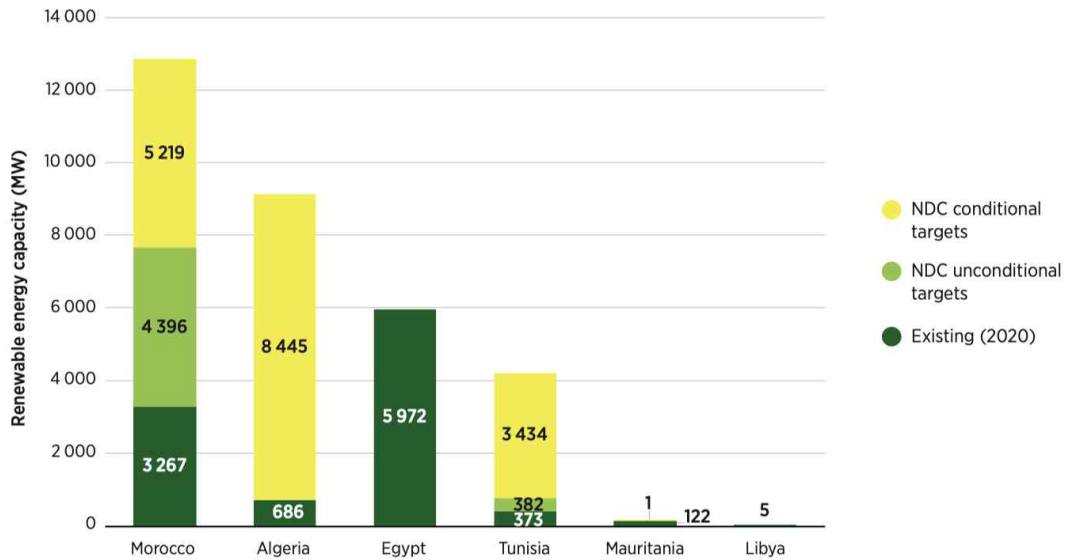
국가	국가 계획	NDS 이행 수준
알제리	- 2030년까지 온실가스 무조건부(unconditional) 7%, 조건부(conditional) 22% 절감	2030년까지 27%
이집트	- 정부는 NDS를 '재생에너지 사용 증대 및 비재생에너지원 대체'로 정의	2035년까지 42%
리비아	파리 협정 비준 X, NDC 제출 X	
모리타니	- 2030년까지 온실가스 무조건부 11%, 조건부 92% 절감 - 2030년까지 수출을 위한 수소 생산을 포함한 재생에너지 설비용량 13GW(무조건부) 목표	2030년까지 50.34%
모로코	- 2030년까지 온실가스 무조건부 18.3%, 조건부 27.2% 달성 목표	2030년까지 52% (태양 20%, 풍력 20%, 수력 12%)
튀니지	- 2030년까지 탄소집약도 무조건부 18% 달성 목표 - '국가 재생에너지 액션 플랜 2018'을 통해 2030년까지 재생에너지 설비용량 3.8GW 달성 목표	2030년까지 30%

주) '조건부(conditional) 기여'는 국내 자원과 역량을 이용하여 NDC를 위한 실천사항을 이행하는 것을 뜻하며, '무조건부(unconditional) 기여'는 국제적 지원이 제공되는 경우에 이행하는 것을 뜻함(국토연구원, 2022).

자료: IRENA(2023a).



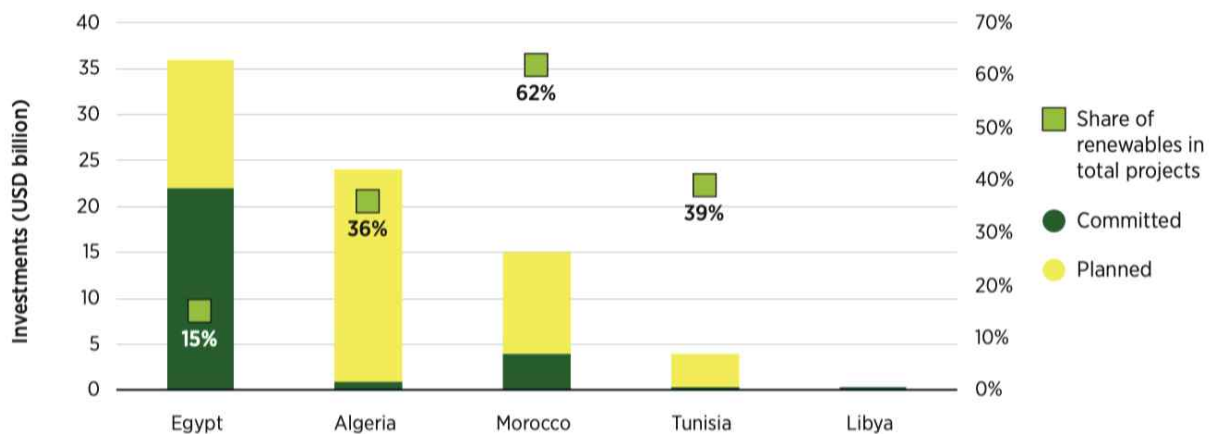
[그림 3] NDC에 따른 북아프리카 국가들의 2030년까지 재생에너지 발전 비중 목표



자료: IRENA(2023a).

- 코로나19 이후 원유·천연가스 국제가격 하락과 자금 조달 비용의 증가로 북아프리카의 전력 부문에 대한 투자는 상당히 감소하였으나, 전체 전력 부문 투자 중 재생에너지가 차지하는 비중은 크게 증가함.
- 2021~25년 북아프리카 국가들의 전력 부문에 대한 투자액은 이집트(360억 달러), 알제리(230억 달러), 모로코(120억 달러) 순으로 높으며, 튀니지와 리비아의 경우 각각 30억 달러와 3억 달러에 그침.
- 전력 부문 투자 중 재생에너지가 차지하는 비중은 모로코 62%, 튀니지 39%, 알제리 36%, 이집트 15%로 상당히 높은 수준을 보여줌. 이는 2021~25년 동안 북아프리카에서 전력 부문에 투자될 연평균 150억 달러 중 약 50억 달러가 재생에너지 분야에 투자되는 수준임.

[그림 4] 2021~25년 북아프리카에서 계획된 전력 부문 투자



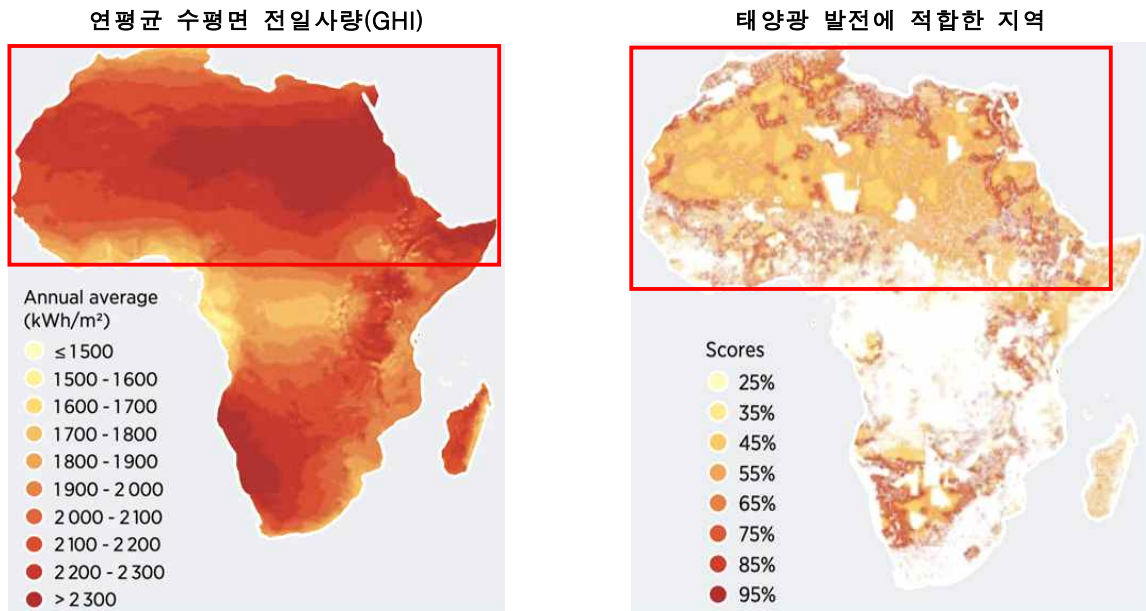
자료: IRENA(2023a).



## 북아프리카 지역은 풍부한 재생에너지 자원 보유

- 아프리카는 세계에서 가장 풍부한 재생에너지원을 보유한 지역으로, 자원별 잠재 발전설비 용량은 태양에너지 10TW, 수력 35GW, 풍력 110GW, 지열 15GW이며, 잠재 발전량은 수력 1,478TWh/y, 풍력 978,066TWh/y, 태양광 1,449,742TWh/y, 지열 105TWh/y, 바이오매스 2,374TWh/y임. 특히 태양광은 대륙의 80% 이상 지역에서 태양 조사(照射) 강도가 2MWh/m<sup>2</sup>/y 이상으로, 특정 지역에 집중적으로 분포되어 있는 수력·풍력 자원과 달리 대륙 전반에 상당히 고르게 분포되어 있음.
- 북아프리카 지역은 아프리카 대륙에서 일사량이 가장 높은 지역으로, 높은 일조량, 긴 일조시간, 적은 강수량으로 인해 태양광 발전에 상당한 잠재력이 있음(그림 5 참고).
- 또한, 북아프리카 지역은 태양에너지는 물론 우수한 풍력 자원도 보유하고 있으며, 특히 이집트는 풍력발전의 잠재력이 높은 지역으로 이집트의 수에즈만 지역은 평균 8~10.5m/s의 안정된 풍속을 유지하고 있음(그림 6 참고).
- 현재 남아공은 아프리카 대륙 전체의 태양에너지 및 풍력 설비용량에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 향후 북아프리카 국가들의 재생에너지 프로젝트가 본격적으로 추진될 경우 재생에너지를 통해 상당한 규모의 전기가 생산될 것으로 전망됨(그림 7 참고).
- 현재 수력은 재생에너지 중 가장 큰 부분을 차지하지만 향후 비수력 재생에너지가 이를 앞설 것으로 예측되며, 이집트, 알제리, 튀니지, 모로코 등 북아프리카 국가들의 태양에너지 개발 프로젝트가 아프리카의 비수력 재생에너지 부문의 성장을 견인할 것으로 전망됨.

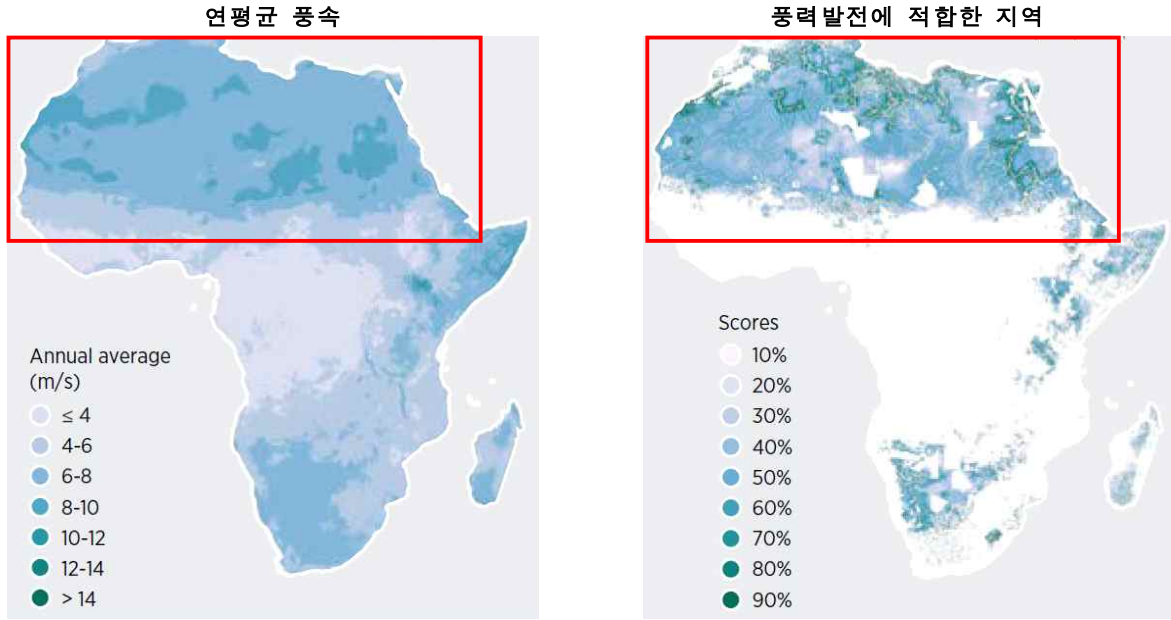
[그림 5] 아프리카 태양광 지도



자료: IRENA(2022).

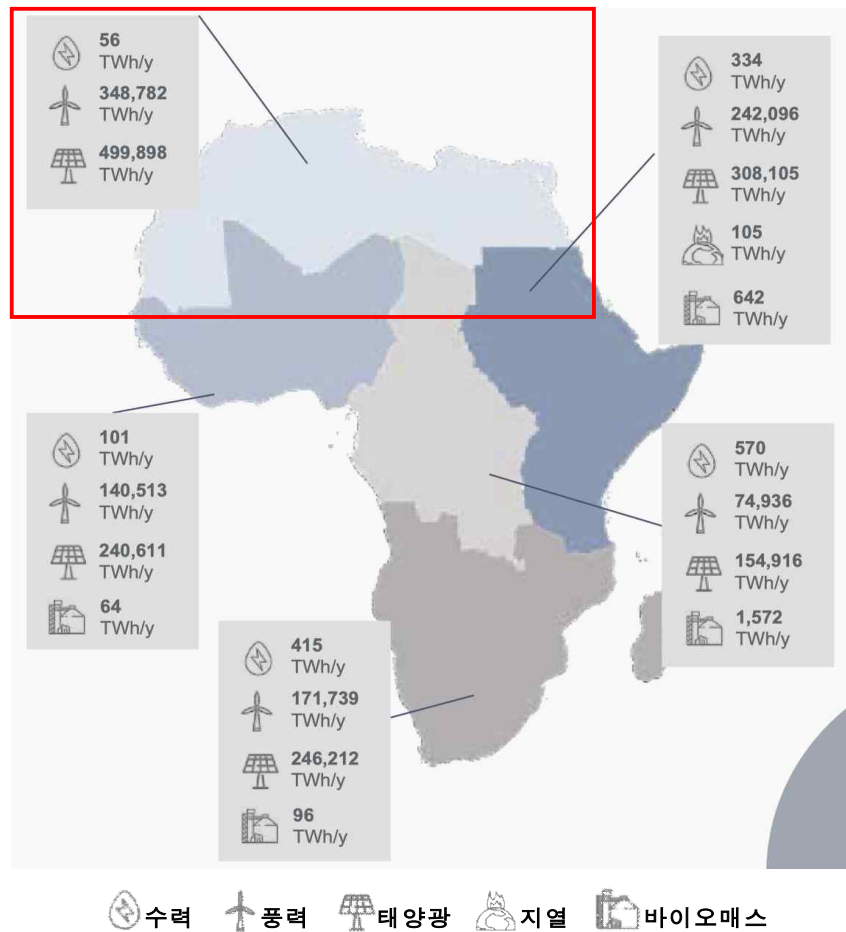


[그림 6] 아프리카 풍력 지도



자료: IRENA(2022).

[그림 7] 아프리카 권역별 육상(onshore) 재생에너지 추정 잠재력



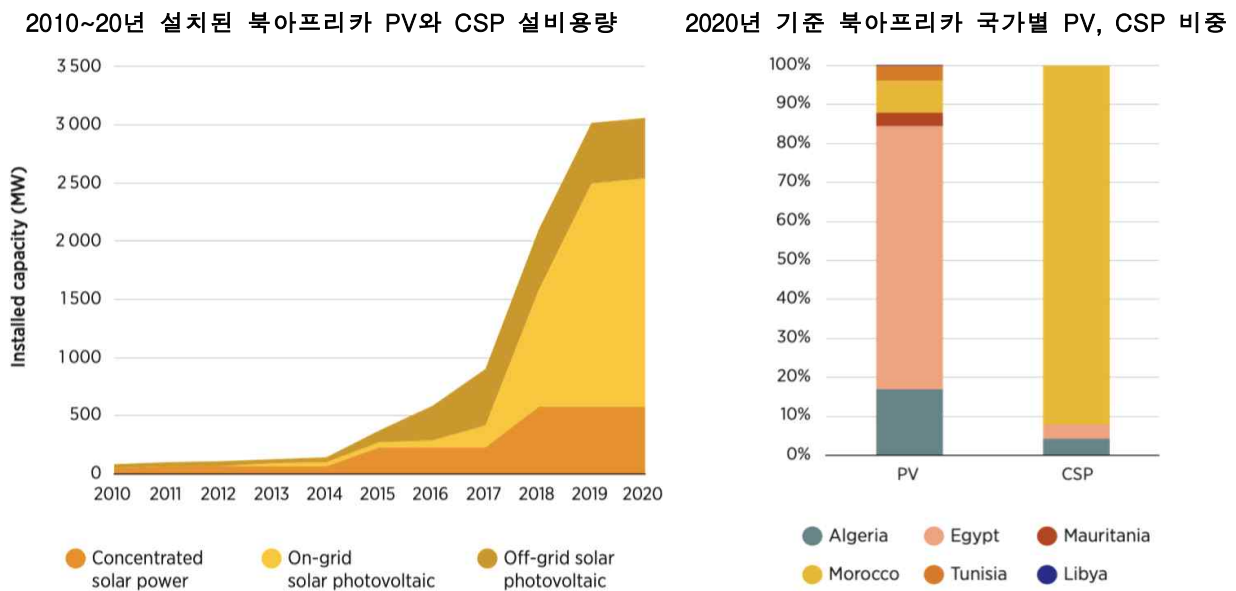
자료: IRENA(2021).





- 북아프리카의 태양광(PV) 설비용량은 2016~20년간 급속도로 증가하여 2020년에는 3,000MW에 이르렀으나, 이는 북아프리카 지역 총설비용량 116GW의 2.7%로 여전히 미미한 수준임.
- 전체 설비용량 중 태양광 설비용량의 비중은 0.1% 미만(리비아)부터 15% 이상(모리타니)으로 국가별 극명한 차이를 보임.
- 2020년 기준 이집트와 알제리가 북아프리카 전체 태양광 설비용량의 84%를 차지했으며, 이 중 대부분은 온그리드임. 오프그리드의 경우 대부분 알제리 남부 지역에 설치되어 있음.
- 세계 최대의 태양열 발전소인 Noor-Quarzate 발전소(510MW)를 보유한 모로코는 북아프리카 지역 태양열(CSP) 설비용량의 90% 이상을 차지하고 있음.
- 알제리와 이집트도 2011년 각각 20MW 용량의 ISCC Hassi R'mel 발전소와 ISCC Kuraymat 발전소를 개소하였으며, 알제리 정부는 2015년 재생에너지 로드맵(Ministère de L'Energie et des Mines, Algérie, 2015)을 통해 2030년까지 2GW 수준의 태양열 설비용량 설치를 목표로 함.

[그림 8] 북아프리카 국가별 태양광(PV), 태양열(CSP) 설비용량



자료: IRENA(2021).

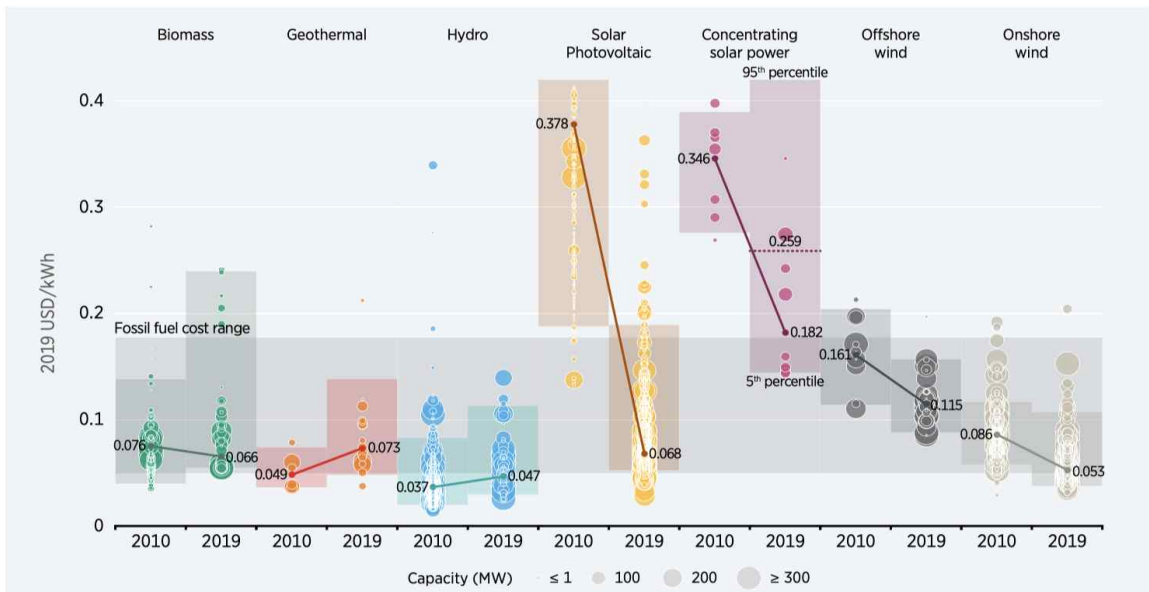
- 기술 발전으로 태양광·태양열, 육상(onshore) 풍력 발전비용이 크게 하락함에 따라 재생에너지는 매력적인 전력 공급원이 되고 있음.
- 2010~19년 동안 균등화 발전비용(Levelized Cost of Energy: LCOE)\*의 경우 태양광 발전이 82%, 태양열 발전이 44%, 육상 풍력이 40% 감소함(그림 9 참고). 그 결과 재생에너지가 신규 발전 설비용량을 위한 가장 저렴한 대체재가 되면서 재생에너지는 2018년 세계 전력 생산량의 25%, 2019년 신규 추가된 발전 설비용량의 71%를 차지함.

\* 발전설비 수명 기간 발생하는 모든 비용과 발전량을 화폐의 시간적 가치를 고려하여 일정 시점으로 할인하고 연도별로 균일하게 나타낸 단위가격



- IRENA는 기술 발전에 따라 G20 국가 평균 태양광 발전의 LCOE가 2035년까지 2018년 대비 35% 감소하고, kWh당 평균 추정비용(central estimate)도 2018년 0.132달러에서 2035년 0.086달러로 감소할 것으로 전망하였음. 아울러 2035년까지 태양열 발전 LCOE는 58%(2030년 기준 kWh당 0.040달러), 육상 풍력 LCOE는 55%(2030년 기준 kWh당 0.054달러), 해상 풍력 LCOE는 25% 각각 감소할 것으로 전망함.

[그림 9] 재생에너지원별 2010년과 2019년 사이 발전비용 비교



자료: IRENA(2021).

### 재생에너지 공급 확대를 위한 범국가적 노력 및 아프리카 역내 목표 수립

- 아프리카는 지속가능 발전목표(SDGs)를 통해 범국가적 재생에너지 공급 확대를 위해 노력 중임.
- 2015년 제70차 UN 총회에서 회원국들은 5개 영역에 걸친 17개의 지속가능 발전목표(Sustainable Development Goals: SDGs) 및 169개 세부목표를 2030년까지 달성하기로 결의하였으며, 에너지 부문과 관련하여 '모두를 위한 적정 가격의 신뢰할 수 있고 지속가능하며 현대적인 에너지에 대한 접근 보장'이라는 Goal 7을 수립하여 재생에너지 공급 확대를 UN 회원국들의 공동의 목표로 합의함.

[표 2] Goal 7 세부목표

세부목표	내용
7.1	2030년까지 적정 가격의 신뢰할 수 있는 현대적 에너지 서비스에 대한 보편적인 접근을 보장한다.
7.2	2030년까지 전 세계 에너지원 구성에서 <b>재생에너지 비율</b> 을 상당히 <b>증대</b> 한다.
7.3	2030년까지 전 세계 에너지효율을 현재의 2배로 <b>향상</b> 한다.
7.a	2030년까지 재생에너지, 에너지효율, 선진적이고 보다 청정한 화석연료 기술 등을 포함하여 청정에너지 연구와 기술개발에 대한 접근을 촉진할 수 있는 국제협력을 강화하고, 에너지 기반시설과 청정에너지 기술에 대한 투자를 증진한다.
7.b	2030년까지 개도국, 특히 최빈개도국, 군소 도서개도국 및 내륙개도국에서 각국의 지원 프로그램에 따라 모두를 위한 <b>현대적이고 지속가능한 에너지 서비스를 공급하기 위한 기반시설을 확대</b> 하고 <b>기술을 개선</b> 한다.

자료: 환경부(2018).



- AfDB는 2025년까지 아프리카 전역에 에너지를 보급한다는 목표 아래 파트너십 기반의 '아프리카 에너지 뉴딜'을 2016년 수립, 아프리카 에너지 부문의 혁신적 파트너십 발전을 위해 정부, 민간, 양자·다자 에너지 부문 이니셔티브들과 협력하고 있음.

[표 3] 아프리카 에너지 뉴딜의 주요 내용

5대 주요 원칙	4개의 세부 목표
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 아프리카의 에너지 문제 해결을 위한 열망 고취</li> <li>◆ 아프리카 에너지 부문의 변혁적 파트너십 구축</li> <li>◆ 아프리카 에너지 부문의 혁신적 자원 조성을 위한 국내외 자본 유치</li> <li>◆ 아프리카 정부 앞 에너지 관련 정책, 규제 및 거버넌스 강화 지원</li> <li>◆ 에너지 및 기후금융에 대한 AfDB의 투자 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 2025년까지 160GW를 추가 공급하기 위한 온그리드 전력 생산 증가</li> <li>◆ 2025년까지 1.3억 개의 전력망 확충을 위해 온그리드 송전 및 그리드 연결 증설</li> <li>◆ 2025년까지 7천 5백만 개의 연결망 추가를 위해 오프그리드 전력 생산 증대</li> <li>◆ 약 1.3억 가구에 취사용 청정에너지 보급</li> </ul>

자료: AfDB(2018).

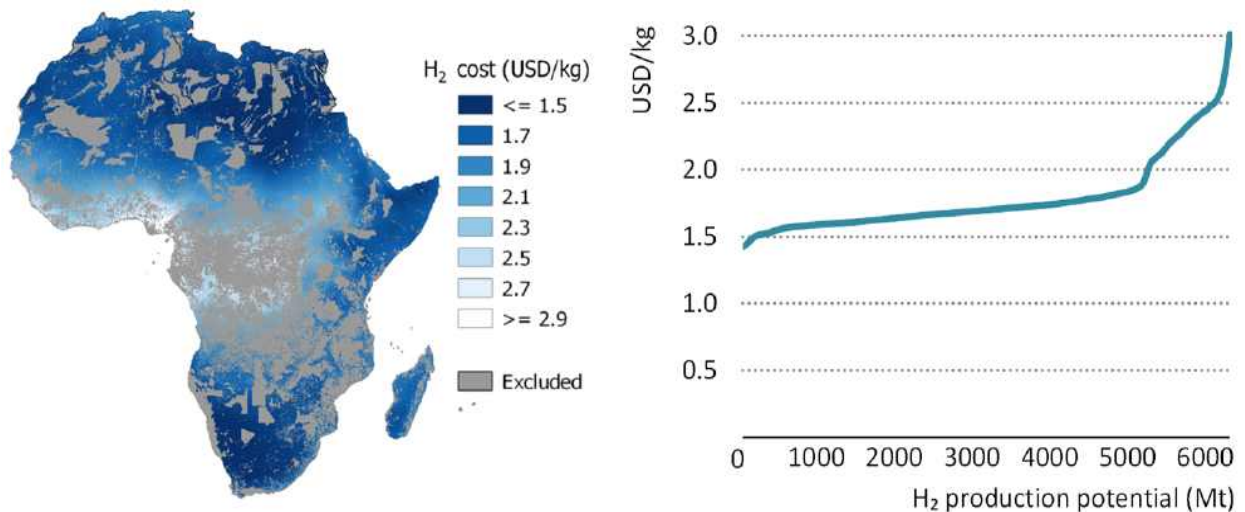
### 풍부한 재생에너지원을 바탕으로 한 저탄소 수소(그린 수소) 생산의 높은 잠재력

- 북아프리카는 유럽과 아프리카의 저탄소 수소의 거점이 될 수 있는 지정학적 요충지에 위치하며 풍부한 에너지원을 보유함에 따라 친환경적인 저탄소 수소의 생산 및 수출에 있어 잠재성 높은 지역으로 부상함.
- 저탄소 수소(Low-Carbon Hydrogen)는 그린 수소(재생에너지를 통해 생산한 전기로 물을 전기 분해하여 생산)와 블루 수소(화석연료에서 수소를 얻지만, 수소 생산 과정에서 발생하는 이산화탄소를 포집·저장)를 포함함.
- 저탄소 수소의 개발은 청정에너지 자원 접근 및 고용 기회 확대, 공기 질 개선 및 국민 건강 증진, GDP 증가 및 수출수익 창출뿐만 아니라 불안정한 연료 국제가격과 지정학적 긴장으로부터 에너지 안보를 강화할 기회를 제공하며, 철강, 화학, 비료, 운송 등의 산업 분야의 탈탄소화를 가능케 함. 또한 에너지 공급 및 자립 문제, 식량 안보 및 실업률 문제의 해결에 도움이 될 수 있음.
- 그린 수소는 풍부한 태양 및 풍력 자원을 보유한 아프리카 북부 및 남부 사막 지역에서 개발 잠재력이 높은 편으로, 여러 유럽 국가들은 아프리카 수소 개발 참여에 큰 관심을 갖고 있으며, 독일의 경우 일찍이 아프리카 국가들과 협력하여 수소 자원 지도(Hydrogen Potential Atlas)를 개발함.
- 그린 수소는 탄소중립 달성과 잉여 에너지 저장이 가능한 이점으로 인해 큰 주목을 받고 있으며, 최근 태양광·태양열, 육상(onshore) 풍력 발전비용이 기술 발전으로 크게 하락함에 따라 그린 수소 생산의 용이성이 높아짐에 따라 재생에너지원이 풍부한 아프리카는 그린 수소 시장으로 부상 중임.
- 특히 '아프리카의 뿔', 북부, 남부 사막 및 반건조 지역은 재생에너지 발전비용의 큰 감소로 인해 저렴한 비용으로 수소 생산이 가능한 잠재력이 가장 큰 지역 중 하나임.



- 만약 태양광 모듈과 수전해 비용이 IEA가 2050년 탄소중립 달성을 위한 경로를 제시한 "Net Zero by 2050" 시나리오에 따라 지속해서 감소할 경우 2030년 아프리카의 수소 생산비용은 \$1.4~2.0/kg 수준으로 감소할 것이며, 이는 아프리카를 제외한 전 세계의 \$1.3~4.0/kg, 북유럽의 \$2.2~3.2/kg(해상 풍력 발전을 통한 생산)와 비교하여 매우 경쟁력이 있음.
- 아프리카 해안선에서 200km 이내에 위치한 지역의 경우 IEA가 2050년 전 세계의 탄소중립 달성을 위하여 필요하다고 제안한 저탄소 수소량의 10배에 해당하는 연간 50억 톤을 \$2/kg의 비용으로 생산 가능한 재생에너지 개발 잠재력을 보유하고 있으며, 수출 터미널과 발달된 산업기반을 보유하여 수소 생산에 가장 유리한 지역의 경우 1.5억 톤을 \$1.5/kg 미만의 비용으로 생산할 수 있음.

[그림 10] 2030년 아프리카 수소 생산비용과 태양광 및 육상 풍력 발전을 통한 잠재적 수소 공급량

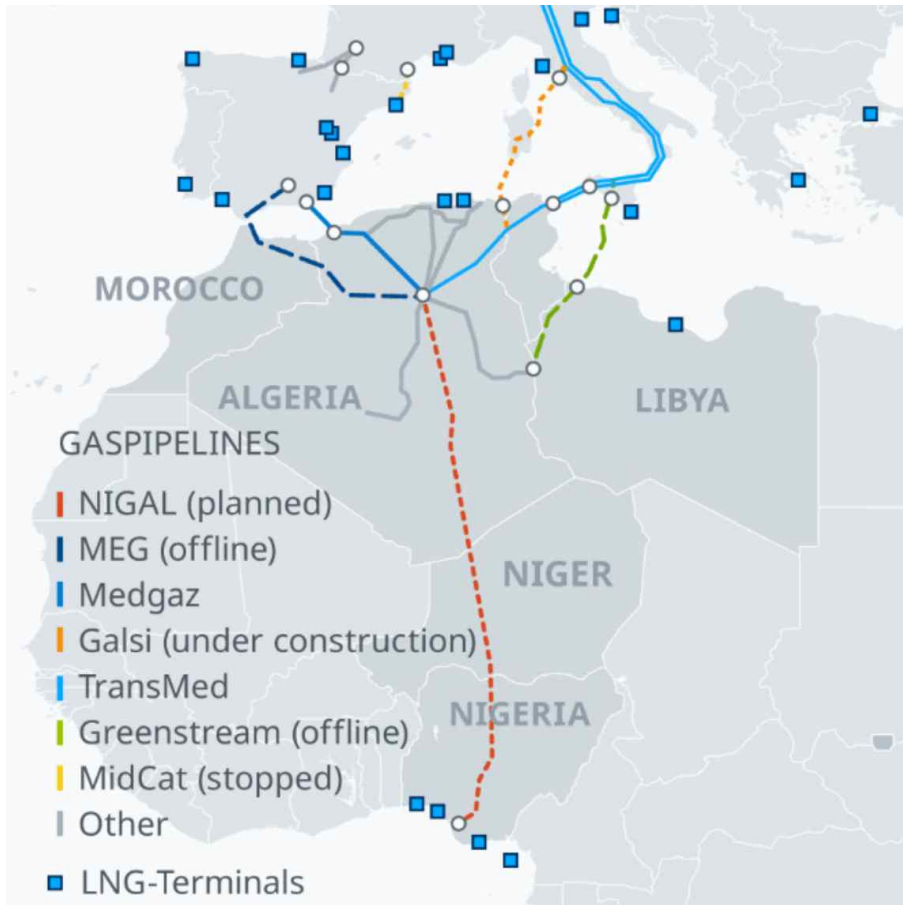


자료: IEA(2022).

- 또한, 기존에 설치된 가스 파이프라인의 활용을 통해 수소 운송비용을 절감할 수 있음.
- 수소의 해상운송은 운송거리가 3,000km 이상일 경우 가장 효율적이며, 운송비용은 U\$1~2.75/kg으로 추정됨. 이보다 짧은 거리의 경우 파이프라인을 통한 운송이 가장 저렴하며, 운송 비용은 신규 파이프라인의 경우 1,000km당 U\$0.18/kg, 기존 파이프라인을 개조해서 사용할 경우 1,000km당 U\$0.08/kg임.
- 현재 아프리카에 설치된 국제 파이프라인은 북아프리카와 유럽 간 천연가스 운송에 사용되고 있는데, 이를 개조하여 아프리카에서 생산된 수소를 유럽으로 수출하기 위한 용도로 활용할 수 있음. 대륙 내 파이프라인으로는 현재 나이지리아에서 인근 서아프리카 국가인 베냉, 토고, 가나로 가스를 운송하는 서아프리카 가스 파이프라인(WAGP)과 건설이 계획된 나이지리아-모로코 파이프라인이 있으며, 이 또한 역내 수소 운송을 위해 활용할 수 있음.



[그림 11] 아프리카-유럽 파이프라인 네트워크



자료: Holleis, J. & Schwikoski, M.(2022).

### 현재 다양한 저탄소 수소 개발 프로젝트가 계획 혹은 진행 중

- 현재 아프리카에서 생산된 수소는 산업 영역에서 사용되는데, 주로 암모니아 기반 비료 생산 혹은 석유 정제(북아프리카 및 나이지리아)를 위하여 그레이 수소(천연가스를 고온·고압 수증기와 반응시켜 물에 함유된 수소를 추출하는 개질방식으로 생산된 수소)를 생산·사용하며, 저탄소 수소는 남아공에서 탄소 포집을 통해 화석연료에서 극히 미미하게 생산 중임.
- 그러나 수소 개발을 위한 정책과 투자가 진행됨에 따라 향후 저탄소 수소 생산이 크게 증가될 것으로 전망되며 이는 아프리카뿐만 아니라 특히 러시아의 우크라이나 침공 사태로 인한 에너지 공급의 위기를 맞은 유럽의 에너지 수요 중 큰 부분을 충족시킬 것으로 전망됨.
- 이집트, 모로코, 남아공은 아프리카 지역 수소 프로젝트 개발을 주도하고 있음.
- 동 국가들은 기존의 수출 터미널 혹은 저탄소 수소를 활용할 수 있는 산업기반을 보유하고 있음. 예를 들어 이집트와 모로코는 비료 생산을 위해 주로 사용 중인 화석 연료 기반 암모니아(대부분 수입)를 재생에너지 기반 암모니아로 대체할 수 있으며, 북부 아프리카 국가들과 남아공은 저탄소 수소를 사용하여 제강 과정에서 철광석 사용을 감소시킬 수 있음.



- 현재 개발 중인 북아프리카 지역의 주요 그린 수소 생산 시설은 다음과 같음.

**1) 모리타니 Aman 수소 프로젝트(1,700ktpa<sup>1)</sup>)**

모리타니에 위치한 아프리카 최대의 그린 수소 개발 프로젝트로, 호주 재생에너지 기업 CWP Global과 모리타니 정부가 합작으로 개발 중임. 추정비용 400억 달러의 동 프로젝트는 약 110TWh 규모의 전력 생산을 위해 18GW의 풍력과 12GW의 태양광 발전 설비용량 설치를 목표로 하며, 2030년 가동 개시 예정임.

**2) 모리타니 Nour 그린 수소 플랜트(600ktpa)**

모리타니에서 두 번째로 진행 중인 그린 수소 프로젝트이자 아프리카에서 두 번째로 큰 그린 수소 프로젝트임. Chariot Oil & Gas가 개발 중으로 현재 사업타당성 조사 단계임. 10GW의 재생에너지 설비용량 설치를 목표로 하며, 2030년 가동 개시 예정임.

**3) 이집트 H2 Industries Port Said 수소 프로젝트(300ktpa)**

폐기물을 이용한 그린 수소 생산시설 프로젝트로, H2 Industries사가 이집트 정부와의 협력으로 개발 중임. 40억 달러 규모의 동 프로젝트는 이미 승인을 받은 상태이며 2026년 시운전을 목표로 추진되고 있음.

**4) 이집트 Masdar Hassan Allam Utilities Suez 수소 프로젝트(284ktpa)**

아부다비의 재생에너지 기업 Masdar는 파트너인 Hassan Allam Utilities와 수에즈 운하 경제구역에 그린 수소 생산시설을 건설 중임. 최대 설비용량 4GW를 목표로 하는 Masdar-Hassan Allam Utilities 프로젝트의 첫 단계인 동 프로젝트는 현재 사업타당성 조사 단계에 있으며, 올해 초 이집트 정부와 MoU를 체결하여 2026년 시운전을 목표로 함.

**5) 이집트 Masdar Hassan Allam Utilities 지중해 연안 수소 프로젝트(284ktpa)**

위의 4)수에즈 수소 프로젝트에 이어 Masdar와 Hassan Allam Utilities가 지중해 연안에서 개발 중인 그린 수소 생산시설로, Masdar-Hassan Allam Utilities 프로젝트의 두 번째 단계임. 동 프로젝트도 현재 사업타당성 조사 단계에 있으며 2030년까지 첫 생산을 목표로 함.

**6) 모로코 Fusion Fuel HEVO 암모니아 모로코 그린 수소 프로젝트(31ktpa)**

현재까지 아프리카에서 가장 큰 그린 수소 및 그린 암모니아 프로젝트로, 추정비용은 7.5억 달러임. Fusion Fuel과 Consolidated Contractors Group이 공동 개발했으며, 1단계로 올해 시운전을 시작하여 2026년까지 완전 운영을 목표로 함.

**7) 이집트 Total Eren Enara Capital SCZONE 수소 프로젝트 1단계(30ktpa)**

이집트의 네 번째 그린 수소 프로젝트로, Total Eren과 Enara Capital의 주도로 수에즈 운하 경제 구역에 그린 암모니아 플랜트 개발을 추진 중임. 현재 사업타당성 조사 단계에 있으며, 2025년 생산을 개시할 예정임.

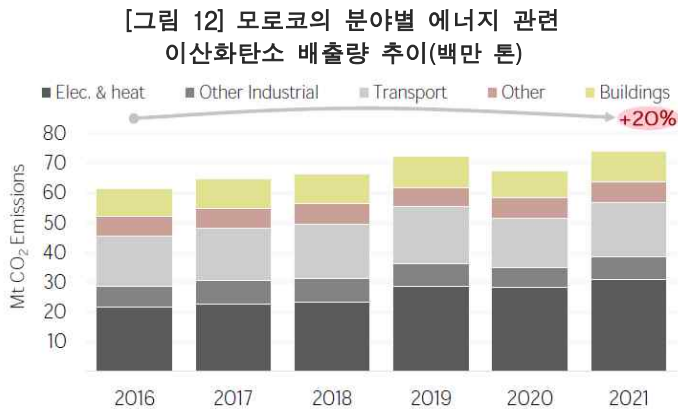
1) 천 톤/년(thousand tonnes per annum).



## II. 모로코의 신재생에너지 발전 동향 및 개발 잠재력

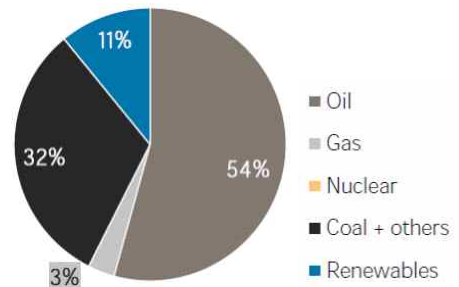
### (1) 재생에너지

- 모로코는 에너지 자원의 높은 수입의존도가 만성적 무역적자의 주요 원인으로 작용하고 있으며, 높은 화석에너지 의존도로 세계 평균보다 50% 이상 많은 이산화탄소를 배출함.
- 모로코는 에너지원의 90% 이상을 수입에 의존하고 있으며, 주요 에너지원은 석유와 석탄으로 전체 에너지 공급의 86%를 차지함.
- 그 결과 2021년 이산화탄소 배출량은 2016년 대비 20% 증가하였고, 발전 및 열 생산 부문은 이산화탄소 배출량의 가장 큰 부분을 차지하며, 동 분야의 이산화탄소 배출량 중 94%는 석탄 화력발전으로 발생됨(그림 12, 13 참고).
- 또한, 모로코의 에너지 소비는 2004년 이후 매년 약 5%씩 증가하는 추세임. 이에 정부는 에너지 수입의존도 감소 및 에너지 다각화를 위하여 재생에너지 개발을 추진, 2030년까지 총발전량 중 재생에너지 비율 52% 달성을 목표로 다양한 프로젝트를 추진 중임.



자료: IRENA(2023).

[그림 13] 모로코의 1차 에너지 공급 구성(2020년)



자료: IRENA(2023).

[그림 14] 모로코의 1인당 탄소 배출량 변화 추이(1928~2021년)

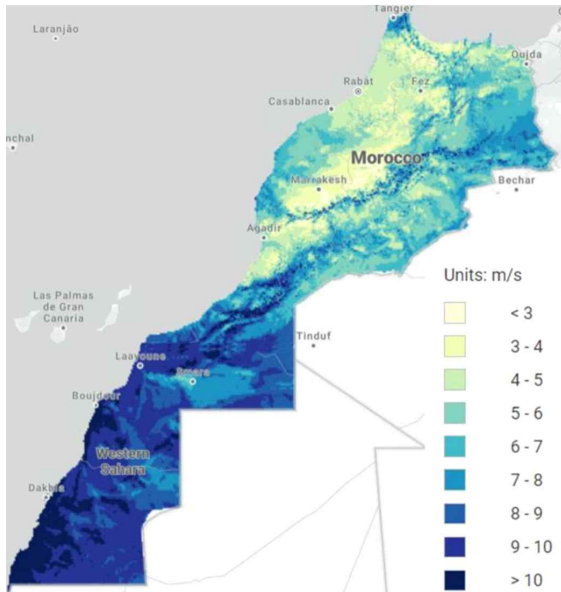


자료: Our World in Data, "Morocco: CO2 Country Profile."



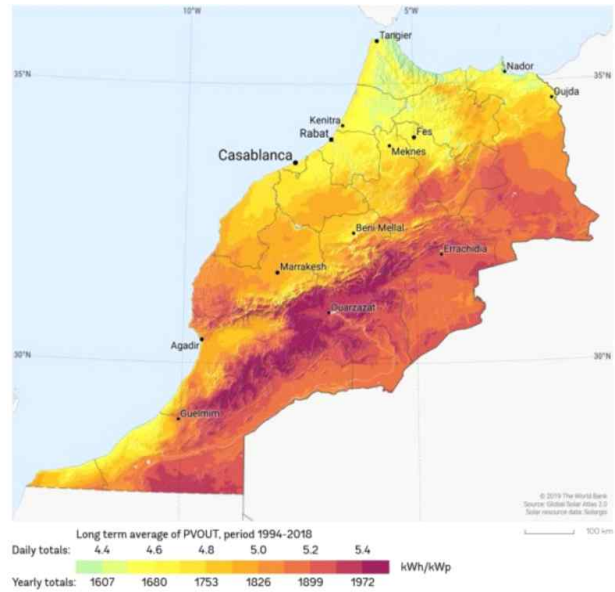
- 모로코는 태양 및 풍력 에너지 개발에 유리한 입지 조건을 갖추고 있음.
- 모로코는 연간 일사량(日射量)<sup>2)</sup>이 2,600kWh/m<sup>2</sup>로 중동·북아프리카(MENA) 지역에서 이집트(2,800kWh), 요르단(2,700kWh), 알제리(2,700kWh) 및 리비아(2,700kWh)에 이어 5위 수준이며, 일조량(日照量)<sup>3)</sup>도 2,500~3,000kWh/m<sup>2</sup>로 빛의 강도가 커 광전효율이 높기 때문에 태양열과 태양광 발전에 유리한 지리·환경적 요건을 갖춘.
- 사하라 사막 남부의 풍부한 일조량과 일사량을 바탕으로 건설된 누르-와르자자트(Noor Ouarzazate) 태양열 발전소는 여의도 10배 규모의 세계 최대 태양열 발전소로 580MW 규모의 전력을 생산하며, 연간 76만 톤의 이산화탄소 배출량을 감축하고 있음(전 세계 탄소배출량의 약 1.3%).
- 또한, 서부의 대서양부터 북부의 지중해로 이어지는 3,500km의 긴 해안을 따라 6.5~10m/s에 달하는 강한 풍속으로 풍력발전에도 매우 적합한 입지조건을 갖춘.

[그림 15] 모로코 바람 지도



자료: Nakach, et al.(2023).

[그림 16] 모로코 태양광 잠재력 지도



자료: Solargis, "Morocco".

- 모로코 정부는 재생에너지 프로젝트 개발에 박차를 가하고 있음.
- 태양에너지는 모로코에서 가장 빠른 성장을 보여주는 에너지원으로, 재생에너지 총설비용량에서 차지하는 비중이 2012년 2% 수준에서 누르-와르자자트 발전소의 운영 개시로 2018년부터 22% 수준으로 급증함(그림 17 참고).
- 태양에너지 설비용량은 2021년 761MW에서 2031년 4,058MW로 5배 이상 성장하여 재생에너지 총설비용량의 55% 이상을 차지할 것으로 전망되며, MENA 지역에서 총발전량 중 태양에너지의 비중이 가장 높은 국가가 될 것으로 전망됨(그림 18 참고).

2) 태양으로부터 오는 태양 복사 에너지(日射)가 지표에 닿는 양. 태양광선에 직각으로 놓은 1cm<sup>2</sup>의 넓이에 1분 동안 복사되는 에너지의 양을 측정함으로써 얻음.

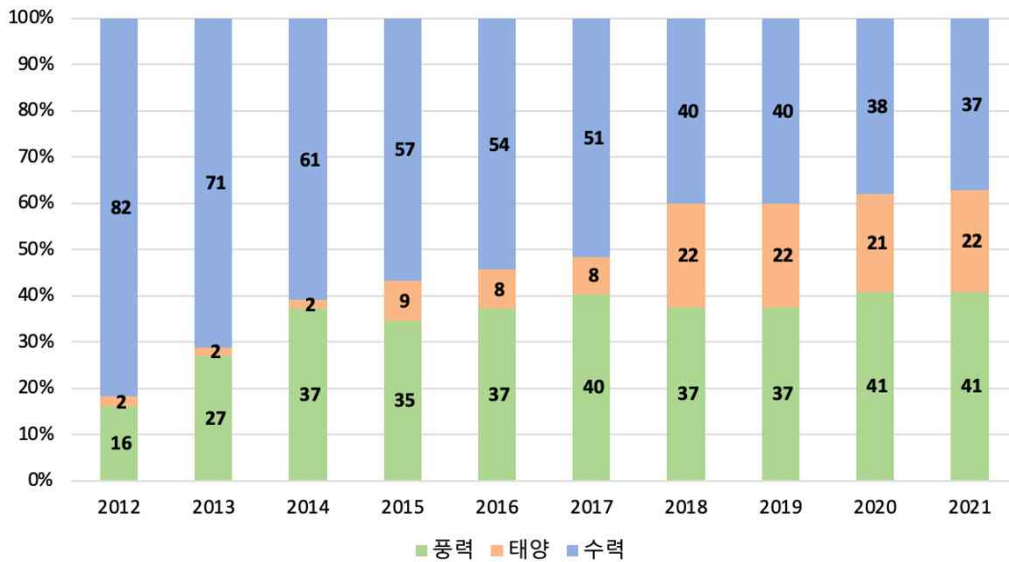
3) 일정한 물체나 지표의 겉면에 비치는 태양광선의 양.





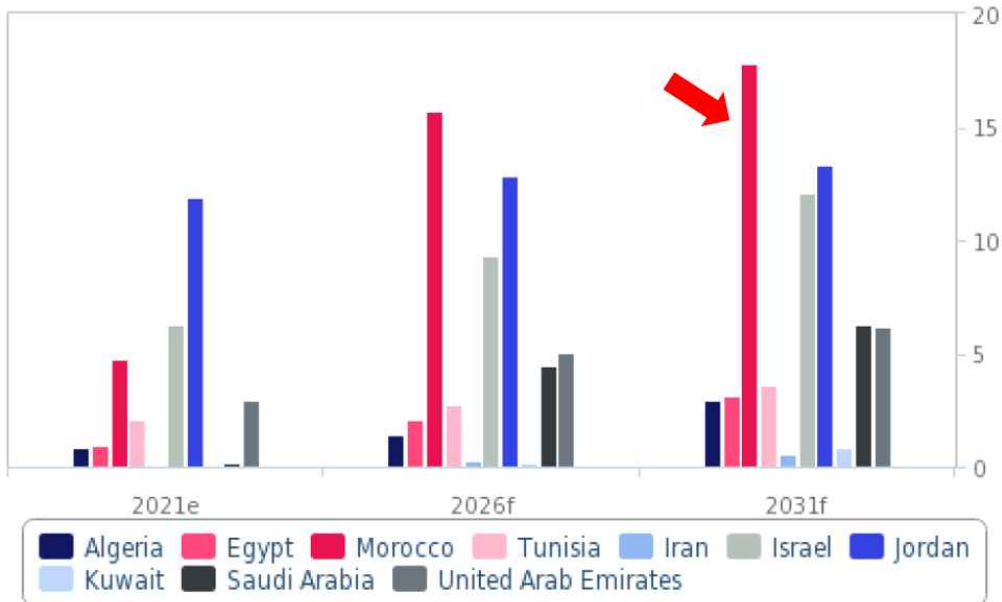
- 주력 프로젝트는 1GW급 풍력 에너지 프로그램으로, 동 프로그램은 5개의 풍력개발단지 프로젝트 (180MW급 Midelt, 300MW급 Boujdour, 200MW급 Jbel Hdid, 100MW급 Tiskrad, 70MW급 Tanger 2)로 구성되며, 2024년까지 완전 가동을 목표로 함.
- 모로코의 풍력발전 잠재력은 25GW로, 이는 아프리카에서 남아공 다음으로 큰 설비용량이자 전력의 27%를 풍력으로 생산 가능한 수준임. 이에 정부는 2030년까지 풍력발전 용량 10GW 설치를 국가 에너지 전략의 우선순위로 설정함.

[그림 17] 모로코 재생에너지원별 설비용량 비율 변화(%)



자료: IRENA(2023).

[그림 18] MENA 주요국의 총발전량 중 태양에너지 비율(%)



자료: BMI(2022).



- 모로코의 비수력 재생에너지는 정부와 투자자들의 재생에너지 개발에 관한 관심 증대 및 2032년까지 개시 예정인 대규모 유틸리티 프로젝트에 의해 빠르게 성장할 것으로 전망됨.
- 총발전량 중 비수력 재생에너지 비율은 2021년 약 17%에서 2032년 40.4%로, 증가할 전망이며, 동 기간 발전량은 6.76 TWh → 22.04 TWh, 발전 설비용량의 경우 2,198MW → 7,804MW로 3배 이상 증가할 것으로 전망됨.
- 그 결과 2021~30년 동안 비수력 재생에너지의 발전용량은 3.7GW 이상 증가할 것으로 예상되며, 이 중 태양에너지는 62%, 풍력은 38%를 차지할 것으로 예상됨.

[표 5] 모로코 발전량 전망(2021~32년)

지표	2021 <sup>e</sup>	2023 <sup>f</sup>	2025 <sup>f</sup>	2027 <sup>f</sup>	2029 <sup>f</sup>	2032 <sup>f</sup>
비수력 재생에너지 발전량(TWh)	6.76	9.33	15.75	17.31	19.05	22.04
비수력 재생에너지 발전량 증가율(%)	10.3	15.2	10.0	4.9	4.9	5.0
총 전력 발전 중 비수력 재생에너지 비중(%)	16.94	20.90	32.47	34.53	36.72	40.36
총 비수력 재생에너지 발전 중 풍력 비중(%)	75.58	58.59	57.12	56.38	55.53	54.13
태양에너지 비중(%)	24.23	41.27	42.79	43.55	44.40	45.81

자료: BMI(2023).

[표 6] 모로코 발전설비 용량 전망(2021~32년)

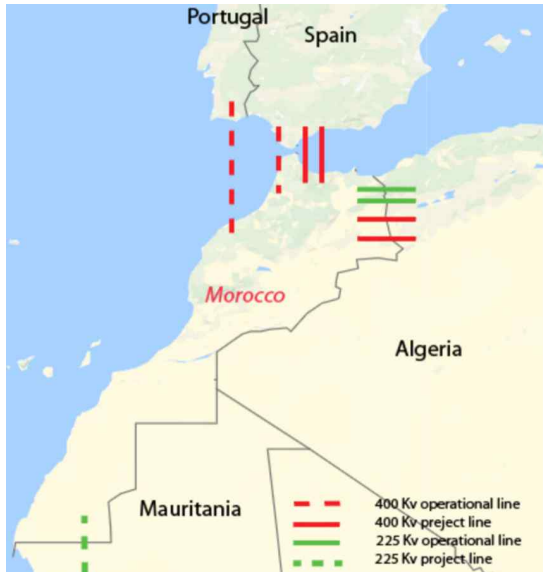
지표	2021 <sup>e</sup>	2023 <sup>f</sup>	2025 <sup>f</sup>	2027 <sup>f</sup>	2029 <sup>f</sup>	2032 <sup>f</sup>
비수력 재생에너지 발전설비 용량(MW)	2,198.3	3,216.6	5,513.1	6,075.4	6,706.9	7,804.4
연간 비수력 재생에너지 발전설비 용량 증가율(%)	0.6	18.0	11.3	5.0	5.1	5.2
발전설비 용량 중 비수력 재생에너지 비중(%)	15.4	20.1	30.1	32.1	34.2	37.5
비수력 재생에너지 발전설비 용량 중 풍력 비중(%)	65.3	50.1	48.1	47.2	46.3	44.7
태양에너지 비중(%)	34.6	49.8	51.8	52.7	53.7	55.2

자료: BMI(2023).

- 모로코는 아프리카와 유럽을 잇는 지정학적 위치로 스페인, 포르투갈, 알제리, 모리타니 등 인접국과 전력망 연계선로를 통해 전력거래를 하고 있으며, 향후 용량 증대 및 신규 연계 추진을 통한 재생에너지 수출 확대가 가능함.
- 영국의 친환경 에너지 기업 엑스링크(Xlinks)는 모로코의 재생에너지 3.6GW를 영국 전력망에 연결하기 위한 '엑스링크 영국-모로코 전력 프로젝트' 건설을 위해 협의 중임.
- 약 219억 달러의 예산이 투입된 동 프로젝트는 세계 최장 길이인 3,800km 해저 케이블을 건설하는 프로젝트로 2027년 초 완공이 예상되며, 가동 시 영국 연간 전력수요의 약 8%를 공급할 예정임.



[그림 19] 모로코와 주변국 간의 기존 연계선로



자료: MEM(2016).

[그림 20] 엑스링크 영국-모로코 전력 프로젝트



자료: Ducan(2023).

[표 7] 모로코의 주요 태양광(PV) 프로젝트

사업명	소유주	용량(MW)	개시	상태
Noor Midelt solar farm(PV)	Masdar Clean Energy, EDF Renewables, Green of Africa, MASEN	400	2024	건설 중
Noor Midelt solar farm(Solar Thermal)	Masdar Clean Energy, EDF Renewables, Green of Africa, MASEN	400	2024	
GPM1 solar farm	GreenPower Morocco, AMEA Power	34	n/a	
Morocco-UK Solar Power	Xlinks; Octopus Energy	7,000	2027	프리콘 <sup>4)</sup>
Total Eren-Guelmim-Oued Noun Solar	Total Eren SA	5,000	2027	
Ain Beni Mathar solar farm	모로코 신재생에너지 진흥청(MASEN)	69	n/a	
Kelaa Sraghna Solar	MASEN	48	2023	
Sidi Bennour Solar	MASEN	48	2023	
Bejaad solar farm	MASEN	48	2023	
Guercif solar farm	MASEN	48	2023	
Noor Atlas Ain Beni Mathar solar farm	모로코 수전력청(ONEE)	42	2024	
Noor Atlas Boulmane(Enjil) solar farm	ONEE	42	2024	
Noor Atlas Boudhib solar farm	ONEE	42	2024	
Noor Atlas Tata solar farm	ONEE	36	2024	
Taroudant Solar	MASEN	36	n/a	
Noor Atlas Outat El Haj solar farm	ONEE	36	2024	
El Hajeb solar farm	MASEN	36	2023	
Noor Atlas Tan Tan solar farm	ONEE	36	2024	
Noor Atlas Bouanane solar farm	ONEE	30	2024	
Green Power PV Plant solar farm	MASEN	30	2023	
Jerada-Marco Photovoltaïque solar farm	MASEN	10	2024	
Noor PV II solar farm	MASEN	67	2023	

자료: Global Energy Monitor, "Global Solar Power Tracker".

4) 프리콘(Pre-Construction): 시공 이전 단계에서 이루어지는 사업관리 활동이나 서비스를 통칭



[표 8] 발전설비 용량에 따른 모로코 주요 풍력 프로젝트

사업명	소유주	용량(MW)	개시	상태
Jbel Lahdid wind farm	ONEE	270	2023	건설 중
Al Koudia wind farm(Expansion)	Theolia SA	200	2022	
Al Koudia wind farm(RP-2022)	Theolia SA	120	2022	
Cap Cantin wind farm	Green Breeze Company	108	2024	
Aferkat wind farm	Enel Green Power	80	2023	
Oualidia wind farm(1)	ONEE	18	n/a	
Oualidia wind farm(2)	ONEE	17	n/a	
Morocco-UK wind farm	Xlinks; Octopus Energy	3,500	2027	프리콘
Taza wind farm(2)	ONEE	87	2022	
Tangier 2 wind farm	ONEE	70	2024	
Taza wind farm(1)	ONEE	63	2022	
Akhfenir wind farm	Moroccan Wind Energy(EEM)	50	2023	
Total Eren-Guelmim-Oued Noun wind farm	n/a	5,000	2027	발표

자료: Global Energy Monitor, "Global Wind Power Tracker".

## (2) 그린 수소

- 모로코는 풍부한 재생에너지원을 바탕으로 일찍이 2009년부터 아프리카 지역의 재생에너지 분야의 선두 주자로 자리매김함. 2010년에는 경제·사회·환경 목표의 달성을 위하여 저탄소 에너지 개발의 로드맵 역할을 하는 국가 에너지 전략(National Energy Strategy: NES)을 수립, 2019년에는 국가 수소위원회(National Hydrogen Commission for Green Hydrogen)를 창설했으며, 2021년에는 국가 그린 수소 로드맵(National Roadmap for Green Hydrogen)을 개발함.
- 국가 에너지 전략(NES)은 풍부하고 저렴한 에너지 생산을 통해 2030년까지 국가 에너지 수요를 충족시켜 에너지 수입의존도를 82%까지 줄이고(2009년 자국 내 에너지 수요의 95% 이상을 수입) 1차 에너지 공급 중 재생에너지 비중을 15~20%까지 확대하는 것을 목표로 함.
- 국가수소위원회는 수소 분야의 연구 이행을 지휘하고 모니터링하며, 재생에너지 기반 수소 및 파생물 생산 관련 로드맵의 이행을 검토하는 역할을 함.
- 그린 수소 로드맵은 2020~50년간 그린 수소 경제의 달성을 위한 단계별 계획으로 단기(2020~30년), 중기(2030~40년), 장기(2040~50년)로 구분됨. 기간별 우선순위는 단기는 그린 수소 수출, 국가 산업을 위한 인산염의 사용, 천연 수소 퇴적물 탐사, 중기는 수소 프로젝트 개발 및 에너지 저장 매체로서 그린 수소 사용, 장기는 더 높은 수준의 수소 수출과 암모니아 생산을 목표로 함.
- 동 로드맵은 3가지 주요 축인 기술 개발 및 비용 절감, 산업 클러스터 구축 및 해당 인프라를 위한 마스터플랜, 시장 및 수요 창출 기회를 중심으로 한 시행 방안을 포함함. 동 축들은 2050년 국가 그린 수소 개발을 위한 8가지 세부 실행계획으로 변환되며, 이는 비용 절감, 연구 및 혁신, 지역 콘텐츠, 산업 클러스터, 국내 시장, 저장, 수출, 금융으로 구성됨.



- 그린 수소는 다음과 같은 측면에서 모로코에 상당한 기회를 제공할 것으로 기대됨.
- 1) **그린 암모니아 생산** : 인산염과 암모니아를 활용한 비료 생산은 모로코의 주요 산업 중 하나로, 모로코는 세계 최대 인산염 생산국이지만 암모니아의 경우 연간 100~200만 톤의 그레이 암모니아를 수입하고 있음. 그린 수소를 통해 생산된 그린 암모니아는 그레이 수소를 대체하여 사용될 수 있으며, 이는 탄소 배출과 수입 비용을 경감할 수 있음. 현재 개발 중인 그린 수소 프로젝트를 바탕으로 모로코는 2030년까지 탄소 배출 없이 현재 수입하는 암모니아 양의 약 2배를 생산할 수 있을 것으로 예상됨.
- 2) **그리드 안정화** : 태양 및 풍력 에너지원은 기상 상태에 따라 발전량이 크게 달라지는 단점으로 인해 전력 믹스에서 재생에너지원의 비율이 증가함에 따라 균형적, 안정적인 전력 공급이 과제로 떠오름. 에너지 저장이 가능한 그린 수소의 활용은 재생에너지 과잉 및 부족 발생 시 해결책이 될 수 있음.
- 3) **수출 가능성** : 모로코는 유럽 지역과 가스 파이프라인으로 연결되어 있어 아프리카 수소 'landing zone'으로서 아프리카 지역의 수소 허브로서 역할을 할 수 있음. 국가 로드맵에 따르면 모로코는 유럽 시장과 가까운 지리적 이점과 기존에 보유한 물류 및 에너지 인프라에 힘입어 국제시장에서 경쟁력을 확보하며 장기적으로 생산된 그린 수소 중 상당 부분을 수출용으로 활용할 것으로 예측함. 국가수소위원회는 유럽의 그린 수소 수요가 2050년까지 5.3억 톤에 다다를 것으로 전망하며, 모로코의 수소 수출은 동 수요의 65~70%를 커버할 수 있을 것으로 예측함.
- 모로코의 풍부한 태양광과 풍력의 조합은 전기 분해 공정에 소요되는 충분한 양의 무탄소 전력을 공급할 수 있으며, 이는 그린 수소 생산 비용의 경쟁력으로 이어질 수 있음.
- 그린 수소 생산의 높은 잠재력으로 인해 모로코는 일찍이 유럽 국가들과 수소 수출 관련 협정을 체결하였음.
  - 모로코는 풍부한 재생에너지원과 대규모 에너지 프로젝트 및 인프라 개발(항만, 고속선 열차, 산업 및 광산 인프라, 암모니아 생산 플랜트 등) 관련 오랜 경험으로 수소 시장 개발이 유리하며, 여러 유럽 국가들과 무역을 하며 호의적 관계를 유지해옴. 이로 인해 유럽은 일찍이 수소 에너지 공급처로서의 모로코에 큰 관심을 가져옴.
  - 현재 모로코와 유럽 사이에 체결된 대부분의 협정 및 협력은 공급망 개발과 공동 R&D에 초점이 맞춰져 있으며, 독일, 포르투갈, 칠레는 탄화수소를 대체하고 완전한 탈탄소 경제의 달성을 위하여 모로코로부터의 그린 수소 수입에 큰 관심을 보이며 여러 공식 협정을 체결함(표 2 참고).
- 모로코는 그린 수소 생산을 위하여 유럽 국가들과 기술협력 협정을 체결했으며, 대표적으로는 2020년 6월 독일과 체결한 독일-모로코 수소 협정이 있음.
  - 독일은 경쟁력 있는 그린 수소를 확보하기 위하여 수소 잠재력이 높은 모로코와의 수소 프로그램 공동 개발을 목적으로 2020년 6월 베를린에서 독일-모로코 수소 협정을 체결함.
  - 동 협정의 주목적은 아프리카에 그린 수소를 위한 최초의 산업 플랜트를 건설하는 것으로, 독일은 향후 모로코에서 그린 수소 조달을 위하여 모로코의 수소 생산 공장 건설 및 그린 경제 달성을 위한 재정적 지원을 제공키로 함. 독일 정부는 이미 3억 유로에 달하는 지원을 약속했으며, 향후 모로코에서 그린 수소를 공급받을 예정임.



- 동 협정의 내용에는 그린 수소 생산을 위한 'Power-to-X' 프로젝트와 이를 위한 플랫폼 구축, 지식 이전 및 강화 등이 포함되며, 협력의 틀에는 수소와 메탄을 생산 등이 포함됨. 'Power-to-X' 프로젝트는 모로코 최초의 산업용 대규모 그린 수소 프로젝트로, 모로코 태양광 에너지청(MASEN)이 제안하였으며 2025년 완공 예정임.

\* Power-To-x(PtX): 주로 전기 분해를 통해 태양에너지, 풍력, 수력 등의 재생에너지를 통해 생성된 잉여전력(Power)을 저장 가능한 다른 에너지(X)로 변환하는 기술을 의미하며, 주로 열, 가스, 수소 등 기타 합성연료 형태로 변환함.

[표 2] 수소 수출을 위한 모로코-유럽 국가와의 협정 체결 현황

협 정	연도	국가	목 적
Green Hydrogen Declaration of Cooperation	2021	포르투갈	그린 수소 생산 부문 개발 및 그린 수소 활용을 위한 연구·투자 프로젝트 조직
"Power-to-X" Project Agreement	2020	독일	양국의 경제행위자들 사이 청정에너지 부문 파트너십 개발을 위한 기반 마련
MoU	2020	독일	지속적 파트너십 기반 마련을 위한 수소 동맹 구축과 그린 수소 생산 플랜트 건설 및 연구, 개발, 혁신 플랫폼 구축을 위한 기술 및 재정적 지원 제공
Cooperation in the Hydrogen Field(Masen과 Corfo 간의 협정)	2016	칠레	양국은 신재생에너지 중에서도 특히 수소의 상업화와 생산의 지역 중심이 되기 위하여 칠레 생산진흥청(CORFO)과 모로코 태양에너지청(MASEN)은 태양광 산업 촉진, 미래 재생에너지 프로젝트의 연구, 개발 및 시행을 위하여 협정을 체결

자료: RES4Africa & PWC(2022).

- 현재 모로코 최대 규모의 그린 수소 프로젝트는 그린 수소 & 암모니아 프로젝트인 Hevo Ammonia 프로젝트로, 5천만 유로 이상의 자금이 투자될 것으로 예상됨.
- 동 프로젝트는 아일랜드 소재 그린 수소 기술기업 Fusion Fuel과 중동 최대의 건설기업 Consolidated Contractors Company(CCC)가 협력하여 개발 중임.
- 2026년 완공 시 600MW의 수전해 용량을 보유하며 연간 18.3만 톤의 그린 암모니아 생산을 통해 연간 탄소 28만 톤의 절감이 가능할 것으로 예측됨.
- Fusion Fuel은 동 프로젝트에 필요한 연간 3.1만 톤의 그린 수소 생산기술을 제공할 계획임.
- 모로코는 재생에너지 인프라 개발에 지속적으로 투자한 결과 국가 에너지 수요의 충족을 위해 낮은 비용으로 그린 수소 생산이 가능한 잠재력을 쌓았으며, 이는 유럽의 에너지 안보 지원까지도 가능함.
- IRENA에 따르면 2050년 모로코의 그린 수소 생산 비용은 대략 \$0.7~1.4/kg 수준으로, 모로코는 에너지 믹스에서 재생에너지 비중의 확대 및 해수담수화 플랜트를 통한 식수 및 수전해용 물 공급 확보를 위한 노력을 바탕으로 호주, 멕시코, 인도, 미국과 같은 글로벌 에너지 부문 선두 주자보다 앞서 중국과 칠레 다음으로 수소 생산비용이 세계에서 3번째로 낮은 국가가 될 것으로 전망됨.



## V. 시사점

### 북아프리카 신재생에너지 시장의 진출 방안 모색 필요

- 북아프리카 지역은 잠재력 대비 개발되지 않은 풍부한 재생에너지원과 전력 보급 및 수출을 위한 신재생에너지 개발에 대한 정부의 높은 관심으로 향후 동 시장의 성장 가능성이 매우 큼.
- 유럽 등 선진국은 탄소 중립 달성과 안정적 에너지 공급을 위하여 선진 기술을 앞세워 수소 산업의 블루오션이자 지리적으로도 가까운 북아프리카에 큰 관심을 보이고 있음.
- 장기적으로 북아프리카 지역의 재생에너지 및 그린 수소 시장 규모와 진출 분야가 크게 확대될 것으로 전망됨에 따라, 우리나라 기업들도 동 시장으로의 새로운 진출 기회를 포착해야 함.
- 에너지 분야는 주로 정부에 의해 개발 및 계획되며 정부의 입찰을 통해 진행되는 만큼 정부와의 긴밀한 협력체계 구축이 중요할 것으로 사료되며, 신재생에너지 프로젝트에 활발하게 참여 중인 국영기업과의 컨소시엄을 구성 혹은 컨소시엄 형태로 시장에 진출한 선진국 및 현지 기업과의 파트너십 체결, 업무협약 및 전략적 제휴 등을 통한 프로젝트 참여 방안을 고려해볼 수 있음.
- 유럽과의 협력을 통한 모로코 그린 수소 분야 진출도 고려해볼 수 있음.
- 모로코는 내수 충족 및 수출을 위한 그린 수소 경제 개발에 상당한 잠재력이 있으며, 유럽은 모로코와 그린 수소 관련 공동 프로그램을 개발하는 등 모로코에서 그린 수소를 확보하는 데 큰 관심이 있는 바, 유럽과의 모로코 그린 수소 생산을 위한 협력은 향후 모로코를 아프리카 및 유럽 그린 에너지 수출기지로 활용 가능함.
- 진출 분야로는 그린 수소를 활용한 화학제품, 자동차 및 항공산업 부문에서 그린 수소 활용 시스템 구축, 우리가 보유한 기술을 활용한 수소차, 수소연료전지, 개질수소 생산, 그린 암모니아 생산 및 이를 활용한 비료 생산 등이 있음.
- 또한, 수소 생태계 중 생산 및 이송 분야와 관련해서도 전해조 건설과 LNG 선박 건조 기술 활용을 통한 협력도 가능함.

### 모로코 정부는 국내 산업에서의 그린 수소 활용 방안 모색 필요

- 현재 모로코의 그린 수소 생산 중 대부분은 EU 국가로의 수출에 초점을 두고 있는데, 이는 현지 에너지 공급 확대 및 에너지 수입의존도 감소, 수소 경제 활성화에 제약요인으로 작용할 수 있음.
- 따라서 국가의 높은 화석연료 의존을 대체하며 에너지 공급의 해외의존도를 낮추기 위한 그린 수소 활용 방안을 모색하는 것이 필요하며, 이를 통해 국내 에너지 공급량 확대 및 에너지효율을 높이는 방안을 꾀하는 것이 중요함.
- 또한, 국내 수소 경제 활성화를 위하여 다양한 분야에서 그린 수소를 활용할 수 있는 방안을 모색하는 것이 중요하며, 이를 위해 모로코 정부는 보다 구체적인 로드맵과 목표 설정을 통해 국내 수소 산업 육성을 추진할 필요가 있음.



- 현재 모로코에서 빠르게 성장 중인 자동차 및 항공 산업 부문에서 그린 수소 활용 방안을 모색하는 것이 중요하며, 이는 향후 대 EU 수출 관련 탄소세 경감에도 도움을 줄 수 있음.

### 신재생에너지 프로젝트의 활성화를 위한 민간 부문 참여 확대 필요

- 모로코 및 아프리카의 에너지 개발사업은 주로 정부나 국영기업들이 주도하며, 민간 부문의 참여는 상대적으로 제한되어 있음.
- 투자 및 자원확보, 그리고 향후 그린 수소 경제의 활성화를 위해서는 민간기업 참여의 확대를 촉진해야 하며, 자금 수용 능력 강화를 위한 공공 및 민간 부문 이해당사자들의 상호 협력 확대가 긴요함.





## [ 참고 문헌 ]

- 국토연구원(2022). "해외 탄소중립 도시 실무가이드."
- 환경부(2018). "UN 지속가능 발전목표 국문본."
- AfDB(2018). "The New Deal on Energy for Africa."
- BMI(2022). "Morocco Energy & Utilities Infrastructure."
- BMI(2023). "Morocco Renewables Report: Include 10-year forecasts to 2032."
- Ducan, G.(2023). "Moroccan Solar Power." *The national News*.  
<https://www.thenationalnews.com/business/uk/2023/09/29/britain-backs-undersea-cable-project-to-tap-moroccan-solar-power/>
- EnergyCapital&Power(2022). "Largest Upcoming Green Hydrogen Facilities in Africa."  
<https://energycapitalpower.com/largest-upcoming-green-hydrogen-facilities-in-africa/>
- Global Energy Monitor. "Global Solar Power Tracker."  
<https://globalenergymonitor.org/projects/global-solar-power-tracker/>
- Global Energy Monitor. "Global Wind Power Tracker."  
<https://globalenergymonitor.org/projects/global-wind-power-tracker/>
- Holleis, J. & Schwikoski, M.(2022). "Europe looks to Africa to fill natural gas gap."
- IEA(2022). "Africa Energy Outlook 2022."
- IRENA(2021). "Renewable Energy Transition in Africa."
- IRENA(2022). "Renewable Energy Market Analysis."
- IRENA(2023a). "Planning and Prospects for Renewable Power North Africa."  
<https://www.irena.org/Publications/2023/Jan/Planning-and-prospects-for-renewable-power-North-Africa>
- IRENA(2023b). "Energy Profile-Morocco."
- MEM(모로코지속가능에너지부)(2016). "Regional integration strategic choice of Morocco: Strengthening and development of energy interconnection with neighboring countries."  
<http://www.mem.gov.ma/SitePages/CP2016/CP09Juin16.aspx>
- Nakach, I., Mouhat, O., Shamass, R. & Mennaoui, F.(2023). "Review of strategies for sustainable energy in Morocco."  
[https://www.researchgate.net/figure/Moroccos-global-wind-energy-speed-Re-explorer-Geospatial\\_fig2\\_371750748](https://www.researchgate.net/figure/Moroccos-global-wind-energy-speed-Re-explorer-Geospatial_fig2_371750748).
- Our World in Data, "Morocco: CO2 Country Profile." <https://ourworldindata.org/co2/country/morocco>
- Pearce, F.(2023). "In Scramble for Clean Energy, Europe Is Turning to North Africa."  
*YaleEnvironment360*.
- RES4Africa & PWC(2022). "Green Hydrogen in Morocco: Policy Recommendation to Implement the National Roadmap",
- Solargis. "Morocco". <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/morocco>.
- UNSD (2022), "Energy balance database 1990-2019", United Nations Statistics Division,  
<https://unstats.un.org/unsd/energystats/dataPortal/>