الشبكة القومية للمجمعات الشمسية المدمجة في تطوير وتغطية المنشآت الرياضية
دراسة حالة : الهيئة العامة لاستاد القاهرة

The National Network of Solar Collectors Integrated in the Development and Coverage of Sports Buildings
Case Study: Cairo Stadium General Authority

د.أحمد حليم حسين

مدرس بقسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة بالمطرية ، جامعة حلوان، ahmed_haleem@m-eng.helwan.edu.eg

ملخص البحث Abstract:

تسعي مصر الي رفع كفاءة وتطوير بنية منشآتها الرياضية وتزداد فرص مصر في تنظيم واستضافة الأحداث والبطولات محلياً واقليمياً ودولياً ، فمصر أولي وأحق من دويلات لا تملك اي تاريخ او مقومات رياضية باستضافة الأحداث الرياضية. وقد اثبتت التجارب النجاح المبهر في تنظيم البطولة الافريقية الأخيرة . وتدشين مصر لأحد أكبر مشروعات الطاقة الشمسية (بنبان فى أسوان) حيث يتميز بضخامه حجمه وقدرته الانتاجية العالية اذا كانت التكلفة التقديرية لمشروع بنبان حوالى 3.5 مليار يورو أى ما يعادل 60 مليار مصرى ليتنج حوالى1465 ميجاوات / ساعة حيث يحتل مشروع بنبان مساحة تقدر 37 كيلو متر مربع فان الدراسة المدققة لتغطية ستاد القاهرة الدولى بالكامل متضمناً : - مبنى الاستاد الرئيسي - مجمع حمامات السباحة - الجراج الذكي متعدد الطوابق باستخدام الجمالونات المعدنية الفراغية تعلوها الخلايا الشمسية ستتكلف حوالى 500 مليون جنيه مصري للتغطية المعدنية و 224 مليون جنيه مصري للخلايا الشمسية .و التى ستنتج حوالي 13 ميجاوات / ساعة كما سيتم استرداد كامل تكاليف الخلايا الشمسية طبقا لمعدلات انتاجها خلال سبع سنوات و نصف . بحيث اجمالى انتاجية المشروع خلال 25 سنة و هو العمر الافتراضى للنظام الشمسى سيعطى كامل تكلفة تغطية الاستاد شامل الجمالونات المعدنية إلى جانب الخلايا الشمسية المستخدمة . وتحقيقاً لشعار تفضيل المنتج المصرى الوطنى فإن الهيئة العربية للتصنيع تمتلك خط انتاج و تجميع الخلايا الكهروفولتية وهى مؤهلة لانتاج وتنفيذ متطلبات مشروع ستاد القاهرة خلال شهور معدودة. **تكمن المشكلة البحثية** في إغفال مفهوم الاستاد الشمسي الذي ظهر في عام 2003 ,وقلة الوعي بالفوائد الاقتصادية الناتجة عن الطاقة الشمسية والتي تفوق تكلفة تركيب وتشغيل الألواح الشمسية بشكل كبير. وكذلك اهمال الدور الذي يمكن ان تقوم به الرياضة نظراً انها منصات مهمة للترويج للقيمة وقدرتها على الوصول الى عدد كبير من المشجعين في جميع أنحاء العالم وبالتالي توفير دخل مناسب يستخدم في عمليات الصيانة والتطوير. **الهدف من البحث**: امكانية استخدام الخلايا الشمسية في أعمال تطوير وتغطية استادات مصر وهو ما يدعم ملف المنشات الرياضية المصرية ويزيد فرص مصر في تنظيم البطولات المحلية والاقليمية والقارية والعالمية . كما تهدف الورقة البحثية الى طرح فكرة رفع كفاءة وتطوير استادات كرة القدم المصرية كنموذج للمنشآت الرياضية باستخدام الخلايا الشمسية كما يهدف البحث الى دراسة امكانيات تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة الشمسية في المباني وذلك لغرض تفعيل تلك التقنيات محلياً والاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة في ضوء الرؤية المستقبلية لتفعيل استخدام الطاقة الشمسية في المباني . **منهجية البحث:** لتحقيق الأهداف السابقة اعتمدت منهجية البحث على دراسة تحليلية لتحليل بعض النماذج للاستادات الشمسية لمحاولة التعرف على ملامحها وسماتها ومتطلباتها كما اعتمدت على المنهج التطبيقي وذلك بتطبيق الفرضية البحثية علي الاستادات المصرية ومعرفة الكفاءة الانتاجية التي يمكن الحصول عليها وعمل نموذج افتراضي لاستاد القاهرة مغطى بالخلايا الشمسية ومعرفة كفاءته الانتاجية

كلمات دالة Keywords:

الطاقة الشمسية
Solar Energy
الاستدامة
Sustainability
الاستاد الشمسي
Solar Stadium
الخلايا الكهروفولتية
Electro Voltaic Cells
المجمعات الشمسية
Solar Complexes
مشروع ديزرتك
Desertec Project

Paper received 19th December 2021, Accepted 22th January 2022, Published 1st of March 2022

مقدمة Introduction

شهد مطلع القرن الحادي والعشرين طفرة كبيرة في التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة وبخاصة الطاقة الشمسية ، وبعد اطلاق مشروع ديزرتك (Desertec) عام 2007م والذي يتركز معظمه في شمال افريقيا والجزيرة العربية رافعاً شعار طاقة اوروبا الخضراء من شمس افريقيا الصحراء حيث يتم تركيز وتجميع الطاقة الشمسية وتحويلها الى طاقة كهربية ومن ثم ضخها من العالم العربي الى اوروبا وتحتل مصر مكانة فريدة بين دول العالم وذلك من خلال الخرائط الشمسية في قدراتها الشمسية وامكانية الاستفادة منها ، واذا كانت بقية دول العالم قد بادرت بتوظيف منشاتها وبخاصة الاستادات كحقول شمسية ولما كانت المنشات الرياضية عادة ما تكون مركزة وسط المجتمعات الحضرية كثيفة استهلاك الطاقة ولرغبة مصر المتزايدة في تنظيم المزيد من البطولات محلياً واقليمياً ودولياً ونظراً لخطة مصر 2030م والتي تستهدف نوعية وكمية في مختلف نواحي الحياة . فى هذا الصدد فان تغطية الاستادات الرياضية جزئياً أو كلياً باستخدام الخلايا الكهروفولتية يعد بمثابة مجمعات للطاقة الشمسية ليتم تعظيم الاستفادة منها بدمجها في تطوير تغطية الاستادات المصرية ، بالاضافة الى القيمة الجمالية فى حال وضع تصميمات مبتكرة و متكاملة مع الأنظمة الشمسية . تحتوى مصر على عدد كبير من الاستادات الرياضية و الصالات المغطاه تغطى محافظات الجمهورية و تنتشر فى مختلف مجتمعاتها الحضرية ، حيث تسعى مصر الى رفع كفاءة و تطوير بنية منشآتها الرياضية لتزداد فرص مصر فى تنظيم و استضافة الأحداث و البطولات محلياً و إقليمياً و دولياً.

مشكلة البحث Statement of the Problem

تأخرت مصر كثيراً في استثمار مواردها وامكاناتها و تكمن المشكلة البحثية في إغفال مفهوم الاستاد الشمسي الذي ظهر في عام 2003
- قلة الوعي بالفوائد الاقتصادية الناتجة عن الطاقة الشمسية والتي تفوق تكلفة تركيب وتشغيل الألواح الشمسية بشكل كبير.
- اهمال الدور الذي يمكن ان تقوم به الرياضة نظراً انها منصات مهمة للترويج للقيمة وقدرتها على الوصول الى عدد كبير من المشجعين في جميع أنحاء العالم وبالتالي توفير دخل مناسب يستخدم في عمليات الصيانة والتطوير.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

فرضية البحث Research Hypotheses:

يفترض البحث أن إنتاج الكهرباء من المنشات الرياضية التي تتركز عادة في وسط المجتمعات الحضرية الكثيفة الاستهلاك للطاقة سوف يقوم بتحويل منشات وزارة الشباب والرياضة الى منشات صفرية الاستهلاك من الشبكة القومية وضخ الزيادة فيانتاج الشبكة القومية المصرية وبالتالي تحقيق دخل يتم توظيفه لتطوير المنشآت الرياضية (تنمية الموارد الذاتية) كما انه سيجنب فقد طاقة كبيرة من خلال نقلها عبر كابلات الكهرباء لمسافات طويلة اضافة الى تكلفة كابلات النقل وتكلفة تأمينها وصيانتها لأنه سيتم ضخها في الشبكة واستخدامها في المجتمعات الحضرية المحيطة .

أهداف البحث Objectives

امكانية استخدام الخلايا الشمسية في أعمال تطوير وتغطية استادات مصر وهو ما يدعم ملف المنشات الرياضية المصرية ويزيد فرص مصر في تنظيم البطولات المحلية والاقليمية والقارية والعالمية . كما تهدف الورقة البحثية الى طرح فكرة رفع كفاءة وتطوير استادات كرة القدم المصرية كنموذج للمنشآت الرياضية باستخدام الخلايا الشمسية بما يحقق العديد من الأهداف والتي من أهمها :

1. تطوير الاستادات المصرية وتجهيزها لاستقبال وتنظيم الأحداث الدولية والقارية والمحلية بما يليق بتاريخ وسمعة الرياضة المصرية .
2. عدم اهدار مساحات جديدة من الارض لتنفيذ شبكات المجمعات الشمسية .
3. تقليل الفاقد الذي عادة ما يصاحب نقل الطاقة لمسافات بعيدة حيث تقع الاستادات والمنشات الرياضية عادة وسط المجتمعات الحضارية كثيفة الاستهلاك للطاقة وهو ما يعني الاستهلاك المباشر في محل الانتاج

كما يهدف البحث الى دراسة امكانيات تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة الشمسية في المباني وذلك لغرض تفعيل تلك التقنيات محلياً والاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة في ضوء الرؤية المستقبلية لتفعيل استخدام الطاقة الشمسية في المباني .

منهج البحث Research Methodology:

لتحقيق الأهداف السابقة اعتمدت منهجية البحث على دراسة تحليلية لتحليل بعض النماذج للاستادات الشمسية لمحاولة التعرف على ملامحها وسماتها ومتطلباتها كما اعتمدت على المنهج التطبيقي وذلك بتطبيق الفرضية البحثية علي الاستادات المصرية ومعرفة الكفاءة الانتاجية التي يمكن الحصول عليها وعمل نموذج افتراضي لاستاد القاهرة مغطى بالخلايا الشمسية ومعرفة كفاءته الانتاجية

الاطار النظري Theoretical Framework :

- مبادرات عالمية للتوجه نحو مفهوم الاستاد الشمسي :

في ظل وجود عدة مبادرات للاتجاه نحو تشميس الملاعب والأماكن الرياضية كان هناك عدة قرارات تخص ذلك الأمر أهمها قرار اللجنة الأوليمبية الدولية (IOC) والذي كان يحث على أخذ التدابير اللازمة لحماية البيئة وذلك كأحد متطلبات الحصول على محاولات ناجحة لاستضافة بطولات الألعاب الرياضية ، وتعد الأنظمة الكهروضوئية ومجمعات الطاقة الشمسية من تقنيات الطاقة المتجددة الشائعة التي تستخدم في كل من الملاعب والمرافق الملحقة بها الآن . وهناك أيضاً قرارات منظمة الاتحاد الدولي لكرة القدم (FIFA) والتي تحث على دمج الطاقة الشمسية في البنية التحتية للاستادات الأوروبية وهو مفهوم حديث يشار اليه اسم (الاستاد الشمسي) .

وتدريجياً أصبحت الطاقة الشمسية بشكل متزايد جزءًا من مشهد كأس العالم وكأس أوروبا . وفي عام 2014 خلال كأس العالم في البرازيل ، كان هناك 5 من أصل 12 ملعباً تعمل بالطاقة الشمسية (وتم استخدام ملعب آخر يعمل بالطاقة الشمسية في المباريات المؤهلة). وفيما يلي قائمة بافضل 20 استاد كرة قدم شمسي على مستوى العالم .

جدول (1) أفضل 10 استاد كرة قدم شمسي على مستوى العالم

#	Name	Size (kWp)	Team	Sport	Location	Country	Year	# panels
1	**Estádio Nacional Mané Garrincha**	**2500**	Brasília and Legião Futebol Clube	Football	Brasília, DF	Brazil	2013	9,600
2	**Rio Tinto Stadium**	**2020**	Real Salt Lake	Football	Sandy, Utah	USA	2015	6,500
3	**Mineirao**	**1420**	Cruzeiro, Atlético Mineiro	Football	Belo Horizonte, Minas Gerais	Brazil	2014	6,000
4	**Antalya Arena**	**1400**	Antalyaspor	Football	Antalya	Turkey	2015	5,600
5	**Stade de Suisse**	**1350**	BSC Young Boys	Football	Bern	Switzerland	2005	8,000
6	**Allianz Riviera**	**1342**	OGC Nice	Football	Nice	France	2013	4,000
7	**Weser stadium**	**1270**	Werder Bremen	Football	Bremen	Germany	2011	200,000 (cells)
8	**Johan Cruijff Arena**	**1128**	Ajax	Football	Amsterdam	The Netherlands	2014	4,200
9	**Itaipava Arena Pernambuco**	**1000**	Clube Náutico Capibaribe	Football	São Lourenço da Mata, Pernambuco	Brazil	2014	3,650
10	**Bentegodi-stadion**	**1000**	Hellas Verona and ChievoVerona	Football	Verona	Italy	2009	13,300

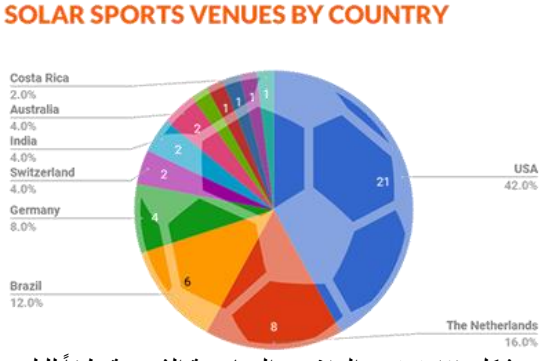
المصدر : https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11879/top-50-solar-stadiums-worldwide-2018-world-cup-edition/

جدول (2) أفضل 20 موقع واستاد رياضي في العالم

#	Name	Size (kWp)	Team	Sport*	Location	Country	Year	# panels
1	**Indianapolis Motor Speedway**	**9000**	-	Car / motor racing	Speedway, Indiana	USA	2014	39312

2	**TT circuit Assen**	**5600**	-	Car / motor racing	Assen	The Netherlands	2016	21000
3	**Lincoln Financial Field**	**3000**	Philadelphia Eagles	American Football	Philadelphia	USA	2010	11000
4	**Pocono Raceway**	**3000**	-	Car / motor racing	Blakeslee, Pennsylvania	USA	2010	39960
5	**Estádio Nacional Mané Garrincha**	**2500**	Brasília and Legião Futebol Clube	Football	Brasília, DF	Brazil	2013	9600
6	**Eissport- and Fussballarena Tissot**	**2100**	Icehockey and Footballclub Biel-Bienne + others	Ice Hockey / Football	Biel/Bienne	Switzerland	2015	7000
7	**Rio Tinto Stadium**	**2020**	Real Salt Lake	Football	Sandy, Utah	USA	2015	6500
8	**FedEx Field**	**2000**	Washington Redskins	American Football	Landover, Maryland	USA	2011	8000
9	**Mineirao**	**1420**	Cruzeiro, Atlético Mineiro	Football	Belo Horizonte, Minas Gerais	Brazil	2014	6000
10	**Antalya Arena**	**1400**	Antalyaspor	Football	Antalya	Turkey	2015	5600
11	**Stade de Suisse**	**1350**	BSC Young Boys	Football	Bern	Switzerland	2005	8000
12	**Thialf Ice Arena**	**1350**	-	Ice Skating	Heerenveen	The Netherlands	2016	5000
13	**Allianz Riviera**	**1342**	OGC Nice	Football	Nice	France	2013	4000
14	**Mercedes-Benz Stadium**	**1300**	Atlanta Falcons	American Football	Atlanta, Georgia	USA	2017	4000
15	**Weser stadium**	**1270**	Werder Bremen	Football	Bremen	Germany	2011	200,000 (cells)
16	**Johan Cruijff Arena**	**1128**	Ajax	Football	Amsterdam	The Netherlands	2014	4200
17	**National Stadium (Kaohsiung)**	**1000**	-	Other / not specified	Kaohsiung	Taiwan	2009	8844
18	**Thyagraj Stadium**	**1000**	-	Other / not specified	New Delhi	India	2010	
19	**Itaipava Arena Pernambuco**	**1000**	Clube Náutico Capibaribe	Football	São Lourenço da Mata, Pernambuco	Brazil	2014	3650
20	**Gilette Stadium**	**1000**	New England Patriots	American Football	Foxborough, Massachussetts	USA	2012	

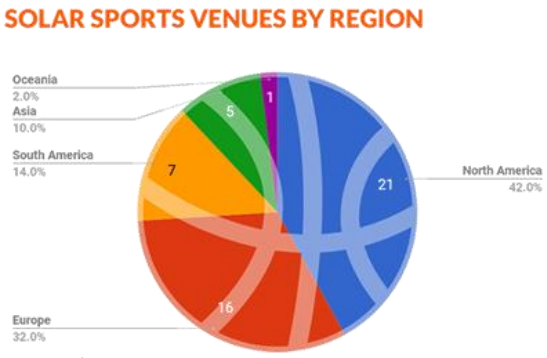
المصدر : https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11879/top-50-solar-stadiums-worldwide-2018-world-cup-edition/



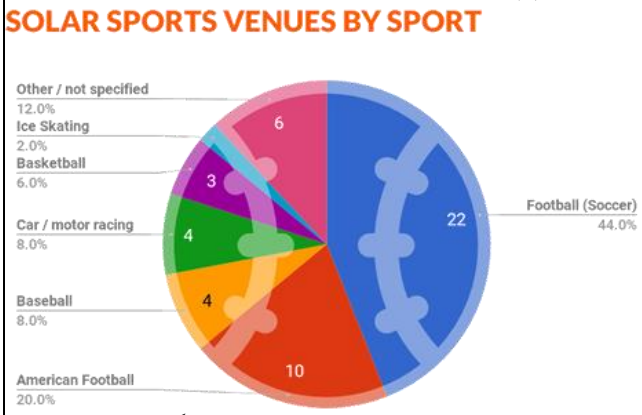
شكل (1) ترتيب الملاعب الرياضية الشمسية طبقاً للبلد

تمتد قائمة أفضل 50 مكانًا للطاقة الشمسية في جميع أنحاء العالم ، على الرغم من أن بعض المناطق قدمت بوضوح مساهمات أكثر من غيرها كما في الشكل التالي .أثبتت أمريكا الشمالية ، التي تضم ما يقرب من نصف الأماكن المدرجة ، أنها أكبر قوة عظمى في الرياضات الشمسية .أوروبا ، ليست بعيدة حيث تضم 16 من أكبر الملاعب الرياضية المشمسة .الدول الأوروبية الرئيسية التي تضم أكبر أماكن للطاقة الشمسية تعمل بالطاقة الشمسية هي هولندا وألمانيا حيث تعد 8 و 4 أماكن على التوالي .احتلت أمريكا الجنوبية المركز الثالث بـ 7 ملاعب ، وتليها آسيا بـ 5. أوقيانوسيا ، مع ملعب يقع في أستراليا ، هي موطن واحد من 50 ملعبًا.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



شكل (2) ترتيب الملاعب الرياضية الشمسية طبقاً للقارة

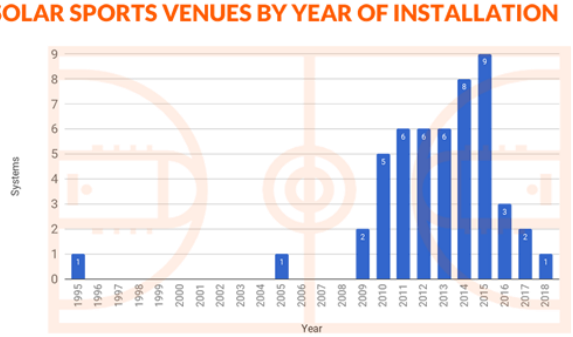


شكل (3) ترتيب الملاعب الرياضية الشمسية طبقاً للعبة الرياضية

المصدر : https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11879/top-50-solar-stadiums-worldwide-2018-world-cup-edition/

لقد ازداد استخدام الطاقة الشمسية حيث أصبحت تصل لقطاعات لم يكن لها علاقة بها من قبل وذلك بخلاف قطاع الرياضة الذي أصبح استخدامه للطاقة الشمسية مدفوعاً بمبادرات الاستدامة، وأصبح هناك المزيد من الأماكن تسعى للحصول على الطاقة الشمسية ليس فقط لأجل الفوائد الاقتصادية وانما لأجل تحقيق الاستدامة البيئية مما جعل أعداد كبيرة من البشر تتعرف على تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وغيرها من تقنيات الطاقة الشمسية وذلك نظراً لقدرة الرياضة على التأثير على الحشود الكبيرة بالايجاب مما أفاد جهود الاستدامة وقطاع الطاقة الشمسية بشكل كبير من هذا الاتجاه الايجابي في الفترة الأخيرة .

في الشكل المقابل عرض للاستادات الرياضية التي تعمل بالطاقة الشمسية فقبل عام 2008 كان هناك مكانان فقط من ضمن القائمة في حين شهدت الفترة بين 2010 و 2015 بدء تشغيل 80٪ من جميع الملاعب .على الرغم من أن 2016 و 2017 و 2018 كانت أبطأ إلى حد ما مما كان متوقعًا ، إلا أن جاذبية الأماكن التي تستخدم الطاقة الشمسية كوسيلة لزيادة الاستدامة وتوفير وسادة اقتصادية للنفقات ستؤدي بالتأكيد إلى مزيد من النمو في هذا القطاع.



شكل (4) الملاعب الرياضية الشمسية طبقا لسنة الانشاء **المصدر :** https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11879/top-50-solar-stadiums-worldwide-2018-world-cup-edition/

ـ نماذج عالمية

ستاد انطاليا – مدينة انطاليا – تركيا

كشفت منظمة السلام الأخضر أن تغطية ملاعب كرة القدم التابعة لـ18 ناديا من أندية الدوري الممتاز في تركيا، يكفي لتلبية الاحتياجات من الكهرباء لنحو 35 ألف منزل، مشيرة إلى أن ملعب مدينة أنطاليا ضمن أفضل 10 ملاعب كرة قدم حول العالم تستفيد من الطاقة الشمسية، بفضل تغطيته بعدد 5 آلاف و600 لوح توليد كهرباء من الطاقة الشمسية ، أي أن ملاعب كرة القدم ستقوم بتوليد طاقة كهربائية بقيمة 1.5 مليون ليرة تركية سنويًا، ومنع انبعاث 7 آلاف و500 طن من انبعاثات الكربون .

شكل (5) ملعب أنطاليا-مدينة انطاليا- تركيا

المصدر : https://www.zamanarabic.com

ملعب ميتلايف ـ نيوجيرسي – الولايات المتحدة الامريكية

موطن فريق نيويورك جاينتس ونيويورك جيتس .تم افتتاح ملعب MetLifeفي عام 2010 بسقف مبتكر مبطن بألواح شمسية .ينتج النظام الشمسي 350 كيلووات وهي طاقة كافية لتلبية احتياجات الطاقة اليومية في الملعب.

شكل (6) ملعب ميتلايف - نيوجيرسي – الولايات المتحدة الامريكية

المصدر:

https://www.paradisesolarenergy.com/blog/nfl-stadiums-that-are-scoring-big-with-solar-energy

ملعب مرسيدس بنز ـ أتلانتا – جورجيا ـ الولايات المتحدة الامريكية

هو أول ملعب رياضي محترف أمريكي يحقق LEED Platinumتم تصميم منزل Atlanta Falcons مع مراعاة الاستدامة ، ويتم تشغيله بواسطة 4000 لوحة شمسية .سوف نجد الألواح في موقف السيارات بالقرب من زاوية شارع جراي وإيفان ألين جونيور ، أعلى مداخل الاستاد ، وعلى سطح مركز مؤتمرات جورجيا العالمي القريب.

شكل (7) ملعب مرسيدس بنز - أتلانتا – جورجيا - الولايات المتحدة الامريكية المصدر :
https://www.paradisesolarenergy.com/blog/nfl-stadiums-that-are-scoring-big-with-solar-energy

ملعب ليفي - سانتا كلارا – كاليفورنيا - الولايات المتحدة الامريكية

يحتوي على 1186 لوحة شمسية بالإضافة إلى ذلك ، ترتبط مناطق وقوف السيارات الرئيسية بالملعب بثلاثة جسور شمسية بإجمالي 375 كيلووات من الطاقة الشمسية.

شكل (8) ملعب ليفي - سانتا كلارا – كاليفورنيا - الولايات المتحدة الامريكية، المصدر :
https://www.paradisesolarenergy.com/blog/nfl-stadiums-that-are-scoring-big-with-solar-energy

ملعب التنين الشمسي – كاوهسيونغ – تايوان

ملعب مميز يعتمد كلياً على الطاقة الشمسية لتأمين احتياجاته من الطاقة الكهربائية من خلال تقنية الخلايا الكهربائية الضوئية، حيث صمَّمَ مكتب toyo ito الملعب على شكل مخلوق التنّين ليتسع لـ 50 ألف متفرج ضمن المدرجات المغطاة بمظلة تحتوي على 8844 لوح طاقة شمسية، قادرة على إنارة الملعب بشدة إضاءة تبلغ 3300 لوكس .

شكل (8) ملعب التنيني الشمسي - كاوهسيونغ – تايوان
المصدر : https://www.syr-res.com/article/7198.html

كما يقوم بإيقاف استنزاف الطاقة الكهربائية عبر وضع ألواح الطاقة الشمسية لتغطية الملعب بمساحة تصل إلى 14155 متر مربع، وهي قادرة على تأمين الطاقة الكافية لتشغيل مصابيح الملعب البالغ عددها 3300 مصباح، بالإضافة لشاشتي عرض عملاقتين.كما سيتم تزويد شبكات الكهرباء في المناطق المجاورة للملعب بالطاقة الكهربائية في حال عدم وجود مباراة في الملعب أو عدم استخدامه، وهذا سيوفّر 80% من حاجة هذه المناطق للكهرباء. أي أن الملعب سيولّد ما يقارب 1.14 مليون كيلو وات/ ساعة سنوياً، الأمر الذي يمنع انبعاث 660 طن من غاز ثنائي أكسيد الكربون سنوياً مقارنة باستخدام أنظمة الكهرباء التقليدية.

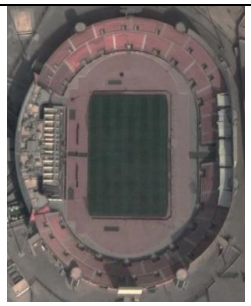
نظرة عامة حول الاستادات المصرية

تحتوي مصر على 13 استاد في انحاء الجمهورية بخلاف الملاعب وفي هذه الدراسة تم تغطية بعض المسطحات من الاستادات لمعرفة مدى القدرة الانتاجية التي يمكن ان تعطيها هذه الاستادات مع عمل نموذج افتراضي لاستاد القاهرة كدراسة حالة لمعرفة القدرة الانتاجية له مع عمل تجديد له ليواكب الاستادات الشمسية العالمية وتم عمل هذه الدراسة بمساعدة الهيئة العربية للتصنيع.

جدول (3) تغطية الاستادات المصرية بالالواح الشمسية

اسم الاستاد	الموقع	السعة	المساحة التي يمكن تغطيتها بالالواح الشمسية	القدرة الانتاجية	قبل	بعد
استاد برج العرب	القاهرة	80000 مشاهد	75415 م2	7456 كيلو وات / ساعة		
استاد جهاز الرياضة العسكري	القاهرة	29000 مشاهد	11860م2	1173 كيلو وات / ساعة		

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

		1466 كيلو وات / ساعة	14837م2	30000 مشاهد	القاهرة	استاد السلام
		846 كيلو وات / ساعة	8564 م2	22000 مشاهد	الاسكندرية	استاد حرس الحدود
		1319 كيلو وات / ساعة	13345 م2	18525 مشاهد	الاسماعيلية	استاد الاسماعيلية
		1106 كيلو وات / ساعة	11187 م2	35000 مشاهد	طنطا	استاد طنطا
		1709 كيلو وات / ساعة	17293 م2	45000 مشاهد	السويس	استاد الجيش
		614 كيلو وات / ساعة	6212 م2	10000 مشاهد	القليوبية	استاد بنها

استاد النادي المصري	بورسعيد	18000 مشاهد	10080 م2	996 كيلو وات / ساعة		
استاد أسوان	أسوان	20000 مشاهد	8810 م2	871 كيلو وات / ساعة		
استاد الفيوم	الفيوم	20000 مشاهد	7610 م2	752 كيلو وات / ساعة		
استاد دسوق	كفر الشيخ	10000 مشاهد	4700 م2	464 كيلو وات / ساعة		

- نموذج لتطوير ستاد القاهرة محاكاة ومقارنه الوضع الحالى مع الوضع المطور بالارقام

تسعي مصر الي رفع كفاءة وتطوير بنية منشآتها الرياضية وتزداد فرص مصر في تنظيم واستضافة الأحداث والبطولات محلياً واقليمياً ودولياً ، فمصر أولي وأحق من دويلات لا تملك اي تاريخ او مقومات رياضية باستضافة الأحداث الرياضية. وقد اثبتت التجارب النجاح المبهر في تنظيم البطولة الافريقية الأخيرة .

وتدشين مصر لأحد أكبر مشروعات الطاقة الشمسية (بنبان فى أسوان) حيث يتميز بضخامه حجمه وقدرته الانتاجية العالية

اذا كانت التكلفة التقديرية لمشروع بنبان حوالى 3.5 مليار يورو أى ما يعادل 60 مليار مصرى ليتنج حوالى1465 ميجاوات / ساعة حيث يحتل مشروع بنبان مساحة تقدر 37 كيلو متر مربع

فان الدراسة المدققة لتغطية ستاد القاهرة الدولى بالكامل متضمناً :

- مبنى الاستاد الرئيسي
- مجمع حمامات السباحة
- الجراج الذكي متعدد الطوابق

باستخدام الجمالونات المعدنية الفراغية تعلوها الخلايا الشمسية ستتكلف حوالى 500 مليون جنيه مصري للتغطية المعدنية و 224 مليون جنيه مصري للخلايا الشمسية .و التى ستنتج حوالي 13 ميجاوات / ساعة

كما سيتم استرداد كامل تكاليف الخلايا الشمسية طبقا لمعدلات انتاجها خلال سبع سنوات و نصف .

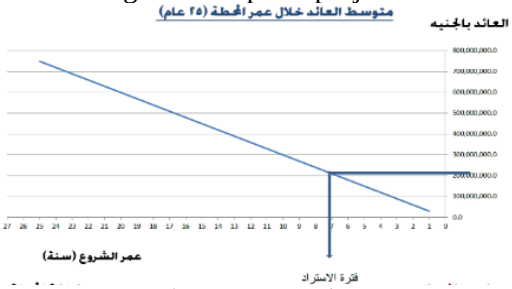
اجمالى انتاجية المشروع خلال 25 سنة و هو العمر الافتراضى للنظام الشمسى سيعطى كامل تكلفة تغطية الاستاد شامل الجمالونات المعدنية إلى جانب الخلايا الشمسية المستخدمة . وتحقيقاً لشعار تفضيل المنتج المصرى الوطنى فإن الهيئة العربية للتصنيع تمتلك خط انتاج و تجميع الخلايا الكهروفولتية وهى مؤهلة لانتاج وتنفيذ متطلبات مشروع ستاد القاهرة خلال شهور معدودة.

شكل (9) البطولة الافريقية التي استضافتها مصر عام 2019
المصدر : https://www.shorouknews.com

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

شكل (10) البطولة الافريقية التي استضافتها مصر عام 2019
المصدر : https://www.peacehorizons.net

شكل (11) دراسات خاصة بمشروع بنبان
المصدر : https://xlprojects.net/egl-complete-transportation-and-jacking-skidding-for-the-worlds-largest-solar-plant-project/



شكل (12) متوسط العائد

قدرة المحطة (ك وات)	تكلفة المحطة (مليون جنيه)	متوسط الانتاجية خلال ٢٥ سنة (جيجا وات ساعة)	تكلفة الكيلو وات ساعة خلال فترة عمر المشروع ٢٥ سنة (قرش)	فترة العائد (سنة)
١٣١٤٧	٢٢٤	٤٣٢,٢	٥٢	٧,٥

شكل (13) القدرة و متوسط الانتاجية خلال عمر المحطة

قدرة المحطة (ك وات)	متوسط الانتاجية السنوية (كيلو وات ساعة)	سعر محاسبة الكهرباء جنيه / ك وات ساعة لسنة الدراسة
١٣١٤٧	٢١٨٠٠٠٠٠	١,٤

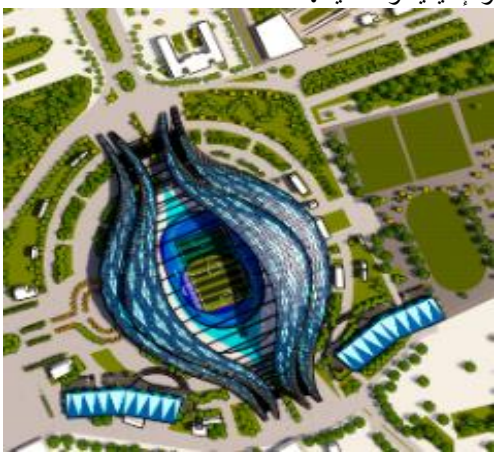
شكل (14) القدرة و متوسط الانتاجية السنوية للمحطة
المصدر : الهيئة العربية للتصنيع

العام	العائد	التعريفه
1	29,909,600	1.40
2	59,819,200	1.43
3	89,740,764	1.46
4	119,686,255	1.49
5	149,631,747	1.52
6	179,577,238	1.55
7	209,522,730	1.58
8	239,468,221	1.61
9	269,413,713	1.64
10	299,359,204	1.67
11	329,304,696	1.71
12	359,250,188	1.74
13	389,195,679	1.78
14	419,141,171	1.81
15	449,086,662	1.85
16	479,032,154	1.88
17	508,977,645	1.92
18	538,923,137	1.96
19	568,868,628	2.00
20	598,814,120	2.04
21	628,759,611	2.08
22	658,705,103	2.12
23	688,650,594	2.16
24	718,596,086	2.21
25	748,541,577	2.25

شكل (15) العائد خلال عمر المحطة

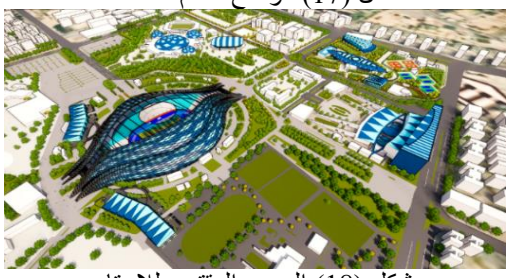
وذلك له عدة مميزات منها :

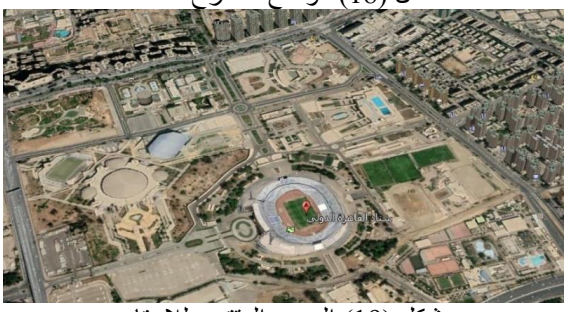
- إنتاج الكهرباء من المرافق الرياضية، التي تتركز عادة في وسط المجتمعات الحضرية الكثيفة الطاقة.
- تطور الوجه الحضاري للمنشات الرياضية المصرية.
- تحويل وزارة الشباب والرياضة الى وزارة صفرية الاستهلاك من الشبكة القومية وضخ الزيادة في الشبكة الوطنية المصرية التي تعتبر دخلاً لتطوير المنشآت الرياضية
- (تنمية الموارد الذاتية).
- تجنب فقد طاقة كبيرة من خلال نقلها عبر كابلات الكهرباء لمسافات طويلة اضافة الى تكلفة كابلات النقل وتكلفة تأمينها وصيانتها لأنه سيتم ضخها في الشبكة واستخدامها في المجتمعات الحضرية المحيطة .
- تجنب الدولة فقدان مساحات شاسعة من الأراضي التي تتطلبها حقول الطاقة الشمسية .
- زيادة قدرة مصر على استضافة البطولات العالمية والقارية والإقليمية والمحلية .



شكل (16) الوضع المقترح للاستاد

شكل (17) الوضع القائم للاستاد

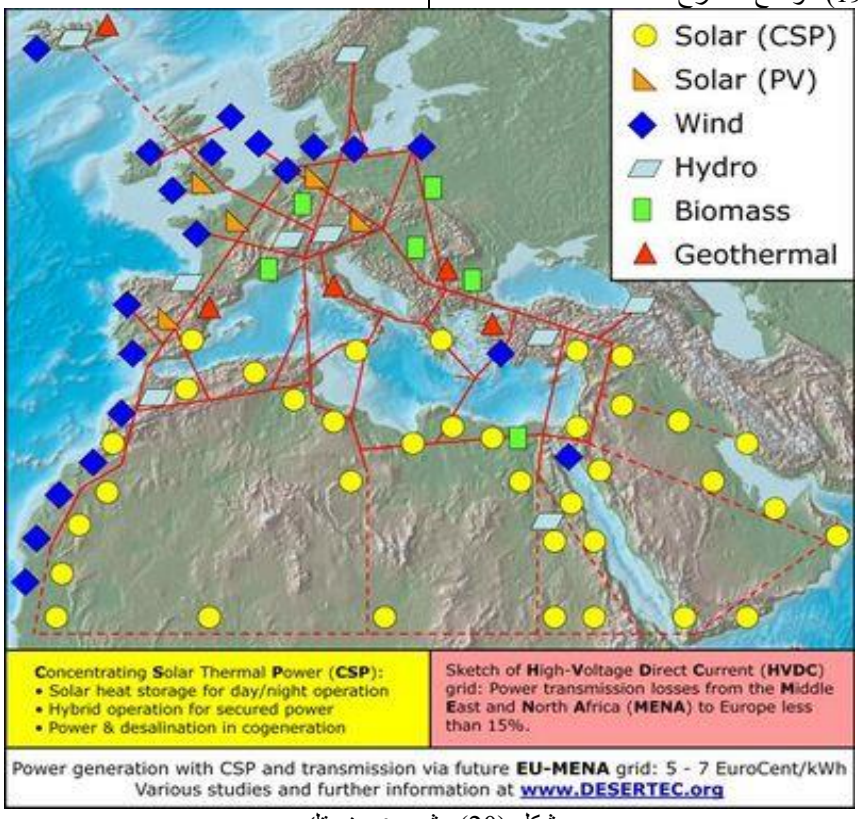

شكل (18) الوضع المقترح للاستاد


شكل (19) الوضع المقترح للاستاد

شكل (20) الوضع االقائم للاستاد

- مشروع ديزرتك (Desertec)

مشروع تكنولوجيا الصحراء أو ديزرتك Desertec، هو مشروع واسع النطاق للطاقة الشمسية في شمال أفريقيا مقترح من مؤسسة ديزرتيك. وسوف يقوم بتشغيله نادي روما ومؤسسة الطاقة المتجددة عبر البحر المتوسط. تم إطلاق المشروع رسميا عن طريق 12 شركة اوروبية في 13 يوليو 2009 في ميونخ. وتقدر ميزانية بحوالي 400 مليون يورو. ويعتبر المغرب من ضمن الدول المؤهلة لاستقطاب مشروع ديزيرتيك، الذي يحظى بتأييد العديد من الجهات في المغرب، خاصّة وأنّها ترى فيه فرصة لتنويع مصادر الطاقة في البلاد. وفي هذا الإطار، يقول عبد الله العلوي، رئيس الرابطة المغربية للطاقة، أنّه من المنتظر أن تكون أولى حقول الطّاقة الشمسية جاهزة في المغرب بحلول عام 2015. كما يؤكّد أنّ هذا المشروع لن يغطّي احتياجات المغرب من الطّاقة فحسب، وإنّما سيكون بالإمكان تصدير الطّاقة إلى الخارج، مشدّدا على أن ذلك سيشكّل مساهمة المغرب في التعاون التنموي مع أوروبا.



شكل (20) مشروع ديزرتك

في يوليو 2009، وضع ممثلو نحو 20 شركة ألمانية كبرى في مؤتمر صحافي عقدوه في ميونيخ ، توقيعاتهم على إعلان مشترك يتبنون فيه تنفيذ مشروع «تكنولوجيا الصحراء») «ديزرتك « (Desertecالذي يفتح باب عولمة إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية العابرة للقارات. وبذلك افتتحت أوروبا الباب الأوسع أمام تبدل ضخم في خريطة الطاقة عالمياً، مع ما يرافقه من تبدلات هائلة في السياسة والاقتصاد والأمن الاستراتيجي والتنمية وغيرها.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

النتائج Results:

فكرة المشروع

إذا كانت فكرة المشروع غير جديدة تماماً ومطبقة في مشاريع صغيرة ومتوسطة الحجم في عدد من البلدان، إلا أن ما يخطط له القائمون على «ديزرتك» يصل إلى حدّ الخيال الذي سيصبح واقعاً على مراحل من الآن وحتى عام 2050 وما بعده، في صحارى شمال إفريقيا والشرق الأوسط. ويمكن القول إن خبراء الطاقة المتجددة والعاملين في حماية البيئة طوروا في السنوات الماضية فكرة المشروع التي بادر «نادي روما» و «المركز الجوي الفضائي الألماني» إلى طرحها عام 2003 لتأمين الكهرباء النظيفة (المسماة أيضاً «الطاقة الخضراء») الخالية من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون، في أوروبا ودول المنطقة.

فوائد المشروع

سيمكّن المشروع دول أوروبا والمنطقتين من تغطية 20 في المئة من حاجتها إلى الكهرباء. وفي حال توسيع المساحة الصحراوية لتصل إلى 27 ألف كلم مربع، تحصل دول أوروبا وشمال إفريقيا والشرق الأوسط على طاقة شمسية نظيفة توفر مئة في المئة من حاجاتها، بحسب تأكيدات شبه رسمية. وتضيف تلك المصادر أن استغلال أشعة الشمس على مساحة 90 ألف كلم مربع، أي واحد في المئة من المساحة الإجمالية للمنطقتين، يمكن أن يؤمن من الناحية النظرية كامل حاجة الكرة الأرضية من الطاقة الخضراء. من هنا يرى كثيرون، وخصوصاً حماة البيئة والمطالبين بوقف استخدام الطاقة الذرية الخطرة، أهمية مشروع «ديزرتيك» الذي يمكن أن يصبح نموذجاً يُحتذى به مستقبلاً في قارات أخرى.

وعلى عكس تقنية تحويل أشعة الشمس مباشرة الى كهرباء، سيعتمد «ديزرتيك» على إنتاج الطاقة في عدد كبير من أفران الشمس الحرارية لتسخين الماء ليصير بخاراً حرارته 400 درجة، وبعدها يضخ الى توربينات تقليدية لتوليد الكهرباء. والأمر الأهم أن المهندسين وجدوا أيضاً حلاً عملياً لتخزين حرارة النهار من أجل استخدامها في الليل لتستمر التوربينات في العمل على مدار الساعة.

وحضّت وزارة التعاون الاقتصادي والإنماء الألمانية والمنظمات الإنمائية والبيئية ومجموعة من السياسيين، الشركات المشاركة في المشروع الضخم على المساهمة أيضاً في تنمية الدول التي ستحتضن المشروع بكل ما يستلزمه ذلك من بنى تحتية وبشرية وتقنية، بحيث تشعر تلك الدول أن لها حصة ودوراً في التقدم الحاصل، وأنها ليست رهينة لشكل جديد من النهب الاستعماري.

التقنيات المستخدمة

يقوم تنفيذ مشروع ديزرتيك على تقنية أخرى تختلف عن تقنية مصانع الطاقة الشمسية التقليدية والخلايا الضوئية؛ فبينما تعتمد التقنيات التقليدية على توليد الحرارة من الأشعة الضوئية الشمسية (مجمعات الأشعة الشمسية)، أو توليد الكهرباء مباشرة من الطاقة الحرارية المستمدة من الأشعة (الخلايا الضوئية)، توجد تقنية أخرى تعتمد على أحد طريقين :

الطريق الأول : نصب عدد كبير من أجهزة "امتصاص" الأشعة بصورة متوازية، مع التحكم في تشغيل العدد المطلوب منها، وتُستخدم حرارة هذه الأشعة لتسخين "زيت حراري" أو "بخار الماء" إلى درجات عالية تصل إلى 390 درجة مئوية، ثم يجري تشغيل مولدات الكهرباء بها على غرار تشغيل المولدات البخارية التقليدية.

الطريق الثاني : والذي تبناه مشروع ديزرتيك- فيقوم على توجيه عدد ضخم من (أجهزة امتصاص الأشعة) المرايا الكبرى العاكسة للأشعة الشمسية الساقطة عليها، بحيث تتجمع الأشعة في موقع مركزي، وتتحرك المرايا آليا فتبدل وجهتها مع تبدل موقع الشمس، فتنقل الحرارة إلى "خزانات حرارية"، ثم تستخدم الطاقة الحرارية المخزنة لتشغيل مولدات التيار الكهربائي.

شكل (21) مشروع ديزرتك

تنطوي هذه التقنية على عامل إضافي وهو أن الخزانات الحرارية (الملح المسيّل مثلا) تستطيع موازنة عملية تشغيل المولدات البخارية؛ إذ تجمع الحرارة نهارا ولكنها تشغل المولدات ليلا ونهارا؛ وهذا ما يعطي هذه التقنية ميزة كبيرة تجاه تقنية الخلايا الضوئية التي لا تعمل ليلا بعد غياب الأشعة الشمسية.

يضاف إلى ذلك استغلال كمية كبيرة من الحرارة المتسربة من المنشآت لتشغيل أجهزة التبريد واستعذاب المياه المالحة، بدلا من ضياعها، وهو ما يتلاءم مع التخطيط لإقامة المنشآت المعنية قرب السواحل البحرية.

كما أن نسبة تسرب الطاقة الكهربائية لا تتجاوز 3% لكل ألف متر عند نقل التيار العالي التوتر من موقع استخراجه إلى مناطق استهلاكه، ولهذا أهمية كبرى لتنفيذ المشروع مع تحقيق المردود الاقتصادي المطلوب منه؛ إذ يعطي تنفيذه في منطقة الصحراء الكبرى الإفريقية بذلك أكثر من ضعف ما يعطيه إذا أقيمت المنشآت وسط أوروبا؛ إذ لا تبلغ نسبة تسرب الطاقة عند نقل التيار تحت سطح المتوسط باتجاه أوروبا سوى 10-15%، وليس مجهولا أن البلدان الأوروبية ستستهلك القسط الأعظم من التيار الكهربائي الذي يتم استخراجه.

تقنية توليد الكهرباء على النحو المذكور في حكم المضمونة؛ نظرا إلى تطبيقاتها منذ عام 1985م في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، ثم لاحقا في مقاطعة الأندلس الإسبانية، كما أن أسلاك النقل أو أنابيب نقل التيار يجري تصنيعها اعتمادا على تقنيات عُرفت بها منذ سنوات عديدة شركات تنوي الإسهام في تنفيذ مشروع ديزرتيك، مثل زيمنس الألمانية.

والثابت أن هذه التقنيات تتطلب قدرا كبيرا من خدمات الصيانة، ومن الخبرات التخصصية، وهذا ما يرفع نسبة تكاليفها، علاوة على ضخامة المبالغ الاستثمارية الأولى لتنفيذ أي مشروع يعتمد عليها، وبالتالي لا يكون لها مردود اقتصادي إلا عند تطبيقها في مناطق تستقبل أشعة الشمس بقوة أعلى من النسبة الوسطية، ولهذا أمكن تطبيقها في صحراء موجافي في كاليفورنيا الأمريكية، بينما بدأ تطبيقها بنماذج مبدئية بقصد تطويرها لتحسين مردودها في مقاطعة الأندلس شرق إسبانيا منذ سنوات.

المراجع References

1. Top 50 Solar Stadiums Worldwide (2018) World Cup Edition). Solarplaza.com. (2021). Retrieved 28 November 2021, from https://www.solarplaza.com/channels/top-10s/11879/top-50-solar-stadiums-worldwide-2018-world-cup-edition/.
2. Ayoubi, K., Gharib, M., Keswani, A., & Al-Khalaf, B. (2021). *ملعب التنّين الشمسي في تايوان*. Syr-res.com. Retrieved 22 june 2018, from https://www.syr-res.com/article/7198.html
3. Schell, A. (2021). *NFL Stadiums That Are Scoring Big With Solar Energy*. Paradisesolarenergy.com. Retrieved 2021, from:

Solar Plant Project, Retrieved 24 June 2019, from https://xlprojects.net/egl-complete-transportation-and-jacking-skidding-for-the-worlds-largest-solar-plant-project/
7. Tom van der Linden & Szabolcs Magyari, Solar plaza, 2018, Top 50 solar stadiums worldwide (2018), world cup edition) 22 June 2018
8. Yusri Masati, Dr. Husseini Al-Taher, D.M. Khaled Thamer Al-Taqfi, 2020, Solar Energy (Theory and Application), A.D.
9. Fawzia Rahim Hussein, 2017 Solar technology and its impact on the formal composition of buildings,

https://www.paradisesolarenergy.com/blog/nfl-stadiums-that-are-scoring-big-with-solar-energy
4. *Taiwan Solar Powered Stadium / Toyo Ito*. ArchDaily. (2021). Retrieved 17 March 2013, from https://www.archdaily.com/22520/taiwan-solar-powered-stadium-toyo-ito
5. Ayoubi, K., Gharib, M., Keswani, A., & Al-Khalaf, B. (2021). ملعب التنّين الشمسي في تايوان. Syr-res.com. Retrieved 29 July 2014, from https://www.syr-res.com/article/7198.html
6. Fon. (2019), EGL Complete Transportation and Jacking/ Skidding for the World's Largest

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License