

## دراسة جدوي واقتصاديات مصادر الطاقات المتجددة باستخدام Homer Energy Software

أوبكر علي محمد

قسم الهندسة الكهربائية، المعهد العالي للعلوم التقنية، سرت، ليبيا  
Bekodabsa52@gmail.com

### ملخص البحث

دراسة جدوي واقتصاديات مصادر الطاقة المتجددة لغرض الاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية من اهم المواضيع في الوقت الراهن لتحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة، و ايضا لانها من اهم البدائل المتاحة حاليا و مستقبليا في ظل تفاقم التشوه البيئي و زيادة مشكلة الاحتباس الحراري الناتج عن انبعاثات احتراق الوقود الاحفوري بانواعه. تصميم انظمة توليد الكهرباء المركبة و التي تعتمد في تغذيتها للحمل علي عدة مصادر للطاقات المتجددة يتطلب معدة تتوفر فيها الخصائص والمرونة اللازمة للمحاكاة و خاصة من الناحية الاقتصادية. تم اختيار برنامج هومر و هو برنامج يثبت علي الكمبيوتر يمكن الباحث من تصميم نظام كامل من مرحلة التوليد وصولا الي الحمل. يحتوي النظام المصمم في مرحلة التوليد علي خلايا كهروضوئية: توربينة رياح و ايضا مولد ديزل لغرض المساهمة في حال عدم وجود الرياح او الشمس في موقع الحمل. تحتاج عملية المحاكاة عدة متغيرات ايضا للحصول علي النتائج منها موقع الحمل الذي تم اختياره في مدينة سرت ليبيا و هو عبارة عن منزل يقع علي احداثيات (خط عرض 31.1377 درجة شمالا) و خط طول ( 16.55786 درجة غربا). بالاضافة الي ذلك تحتاج المعدة مكونات اخري مثل المحول و انظمة التخزين لحفظ الطاقة المستخلصة من انظمة التوليد. و الاهم من ذلك و للاجابة علي سؤال الدراسة يجب ادراج التكاليف الاولية لمركبات النظام المصمم و الذي يعطي للمعدة مرونة للمحاكاة لاختيار النظام الامثل من حيث الكلفة و الكفاءة في تغذية الحمل بصورة مستمرة. نتائج المحاكاة مبشرة جدا ليس فقط في توفر الاشعاع الشمسي و الرياح في موقع الحمل بل ايضا في كلفة سعر الكهرباء المولد و التي وصلت الي \$0.176 من توربينة الرياح و مولد الديزل. و بالنظر الي الخيار الامثل المصنف ثانيا للنظام المصمم من حيث استقصاء الانبعاثات المؤثرة علي البيئة و الذي يعتمد علي مصادر الطاقة المتجددة فقط وصلت كلفة الكهرباء الي \$0.245.

### 1. المقدمة

تعتبر مصادر الطاقة الخضراء أي المتجددة الناتجة من الطبيعة كالشمس والرياح مصادر لا تضر بالبيئة و لا تزيد من مشكلة الاحتباس الحراري التي تسببت أساسا من احتراق الوقود بأنواعه<sup>[1]</sup>. و علي الناحية الأخرى نجد طاقة الرياح والطاقة الشمسية كهروضوئية مصادر مبشرة بالعديد من الفرص لتوليد الطاقة الكهربائية خاصة في الأماكن النائية التي لا تصل إليها الطاقة الكهربائية من الشبكة العامة<sup>[2]</sup>. ومع توفر هذين المصدرين إلا انه توجد بعض الشكوك التي تحوم حول مدى جدواها الاقتصادية من حيث الكلفة و علي هذا استنتجت فكرة التحقق من مدى جدواها وجودتها علي المدى الطويل أو علي العمر الافتراضي لمعدات توليد الطاقة الكهربائية من الخلايا الشمسية وتوربينات الرياح. تكونت فكرة هذه الدراسة علي الاسئلة: هل تعتبر تكلفة معدات توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة مشكلة؟ و بكلمة

اخرى هل يمكن الاستفادة منها في توليد الطاقة الكهربائية مع الحفاظ علي تخفيض الكلفة الكلية في تركيبها حتي علي المدى الطويل او العمر الافتراضي للمعدة؟ للإجابة علي هذه الاسئلة و لتحقيق الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هناك العديد من الطرق, منها ما يتطلب تجارب عملية و منها ما يتطلب معدة خاصة, او برنامج العقل الالكتروني و علي هذا تم اختيار معدة خاصة صممت خصيصا مسبقا من قبل شركة أمريكية و هي هومر سوفت وير سيتم تعريفها و ذكر خصائصها لاحقا في هذه الدراسة. تتمركز فكرة هذه الدراسة علي تحليل و دراسة الجدوى الاقتصادية لأنظمة توليد الكهرباء من مصادر الطاقات المتجددة, و بالتحديد الخلايا الكهروضوئية و توربينات الرياح مع مساعدة محرك ديزل و بطاريات لتخزين هذه الطاقة لتغذية حمل هو عبارة عن منزل يقع في مدينة سرت- ليبيا.

### 1.1 اهداف الدراسة :

1. معايرة و تقييم كلا من الطاقة الشمسية و طاقة الرياح من حيث امكانية استخدامها في ليبيا, و ذلك باجراء بحث عن متوسط الطاقة الشمسية المسلطه و متوسط سرعة الرياح في موقع الحمل بمدينة سرت.
2. تصميم دائرة متكاملة لنظام توليد مركب يتكون من خلايا كهروضوئية و محرك ديزل و توربينة رياح لتزويد الطاقة الكهربائية للحمل.
3. دراسة كاملة لجدوي و اقتصاديات معدات توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقات المتجددة (الشمسية و الرياح) و ذلك باستخدام نظام كمبيوتر يسمي هومر صمم مسبقا لعملية المحاكاة.
4. تحليل النتائج و تقييم مدى فاعلية النظام المصمم و كفاءته و ايضا مدى قدرته و الاعتماد عليه في تزويد حمل.

### 2. المنهجية

#### 1.2 ماهي هومر ؟

هومر هو برنامج او معدة محاكاة يتم تثبيتها علي الكمبيوتر صممت من قبل شركة أمريكية. و تسمح هذه المعدة بتصميم دوائر أنظمة توليد طاقة كهربائية تقليدية و متجددة و امكانية ربطها بالحمل و الشبكة الرئيسية. من اهم خصائص هذه المعدة او البرنامج انه يأخذ بعين الاعتبار الجدوي الاقتصادية التقنية في حساباته لأنظمة التوليد المرغوبة او المراد حساب كفاءتها و جدواها الاقتصادية مع ادخال كلفة كل مصدر توليد (سعر شرائه ) في الحسابات. و من عملية المحاكاة تظهر النتائج علي شكل تقرير يتضمن كل التفاصيل و افضل أنظمة توليد يمكن اختيارها لتغذية حمل من حيث الكلفة. عملية المحاكاة و الحسابات التي تنجزها هذه المعدة تعتمد علي نظام الساعات لكل 8760 ساعة في السنة. و هذه الحسابات متركزة علي توازن الطاقة المغذية للحمل و ايضا علي المقارنة بينها لتغذية حمل معين. و علي هذه الحسابات المعدة تقرر افضل مجموعة أنظمة توليد او النظام الامثل لتغذية هذا الحمل من حيث التكلفة<sup>[3-4]</sup>. و علي ذلك هومر تستطيع انجاز التحاليل المطلوبة و الاجابة علي العديد من الاسئلة اهمها السؤال الذي تتبناه هذه الدراسة و غيرها مثل:

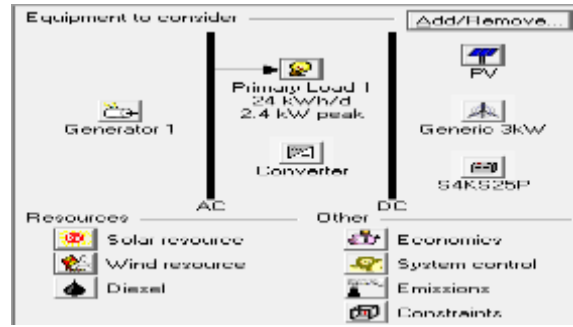
- 1- اي من الأنظمة المستعملة للتوليد و تغذية الحمل هو الافضل من حيث الكلفة؟
- 2- هل فعلا تستطيع معدات توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقات المتجددة ان تغذي الحمل بشكل كلي او انها تحتاج الي مصادر مساعده مثل مولد الديزل؟

#### 2.2 الدائرة المصممة:

انظمة القدرة المركبة من عدة أنظمة توليد قدرة عادة يتم دمج فيها مصادر طاقات متجددة مع مصادر تقليدية او احفورية (ديزل او بنزين), تكون مولدات اساسية و لكن مع وجود مصادر الطاقات المتجددة تعمل كمولدات مساعدة

عند حدوث عجز في توليد القدرة من مصادر الطاقات المتجددة. و يتضح من ذلك ان هذه الانظمة تكون مستقلة بشكل كامل عن الشبكة الرئيسية. في هذه الانظمة من المحتمل تزويد الحمل بالقدرة اللازمة بنسب مختلفة من كل مصدر في وقت واحد، و ايضا من المحتمل تزويد الحمل من مصدر قدرة واحد سواء كان مصدر تقليدي او متجدد في حال تصميم الدائرة علي ذلك، و هذه الميزة تعطي مرونة و خاصية تقليل الكلفة<sup>[5]</sup>. و علي التحليل الذي سبق، يمكن تصميم الانظمة الهجينة علي الاشكال الاتية:

1- انظمة تتكون من مولدات ديزل مع مصادر طاقات متجددة (توربينات رياح + الواح شمسية)، و ذلك لتخفيض استهلاك الوقود. - 2- انظمة تعتمد بشكل اساسي في توليد القدرة علي مصادر الطاقات المتجددة، مع وجود مولدات ديزل تعمل عند العجز او قلة توليد مصادر الطاقات المتجددة للقدرة و ايضا تعمل عند زيادة الحمل، و في هذه الانظمة ايضا يتم التقليل من استهلاك الوقود<sup>[6]</sup>. نلاحظ في كلتا الحالتين انه يتم الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة في توليد القدرة مع الحفاظ علي استمرارية تزويد الحمل باستعمال مولدات ديزل و ايضا ظروف الطقس تتحكم في هذه الانظمة. الشكل (1) يوضح الدائرة المبدئية المصممة باستخدام هومر سوفت وير بناء علي ما تقدم من تحاليل:



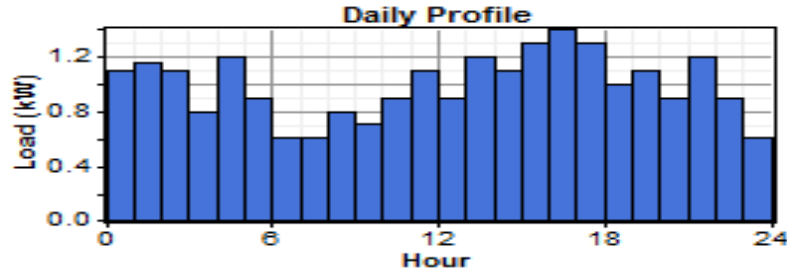
شكل رقم (1): الدائرة المصممة

عند تصميم نظام توليد القدرة يجب مراعاة الحمل في ذلك و يتوجب علي انظمة التوليد تزويد القدرة بشكل مستمر دون انقطاع لمدة 24 ساعه. تتطلب عملية المحاكاة باستخدام المعدة هومر قيم عدة متغيرات لاستخراج النتائج و هي:

1- موقع الحمل (خط العرض + خط الطول). - 2- تفاصيل الحمل. - 3- الاشعاع الشمسي الواصل للخلايا الشمسية. - 4- سرعة الرياح في موقع الحمل. - 5- التكلفة الاولى لكل مركب (مولد الديزل: مولدات مصادر الطاقة المتجددة: البطاريات: المحول). - 6- تكلفة وقود الديزل. - 7- العمر الافتراضي للنظام المصمم.

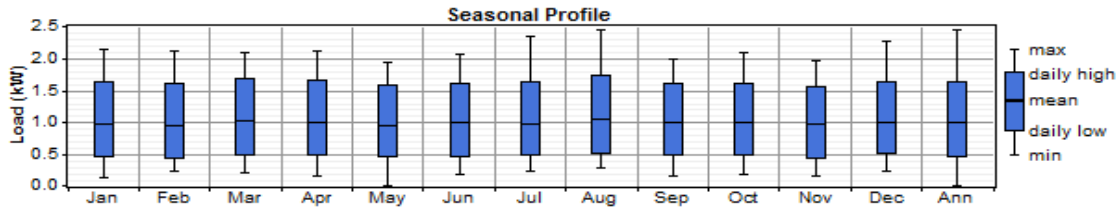
### 1.3.2 تفاصيل الحمل:

تم اختيار منزل في مدينة سرت ليبيا كحمل رئيسي، و يقع هذا المنزل علي احداثيات (خط عرض 31.1377 درجة شمالا) و خط طول ( 16.55786 درجة غربا). تم اخذ قراءات القدرة المستهلكة لمدة 24 ساعه متتالية لادخالها في البرنامج (هومر) الذي بدوره تتم عملية المحاكاة عليه مع العلم ان هذا الحمل متصل بالشبكة الرئيسية للكهرباء. من المهم جدا ان يكون هذا الحمل متصل مسبقا بالشبكة الرئيسية للكهرباء و ذلك لمعرفة تاثير النظام الهجين المصمم في عملية المحاكاة و هل يمكن للحمل الاعتماد علي هذا النظام او لا، و مقارنة النتائج بينهما. نلاحظ من الشكل (2) ان استهلاك الحمل وصل الي 1.4 كيلو وات/ساعه كحد اقصي. و نلاحظ ايضا ان القدرة تزيد في ساعات منتصف اليوم حتي المساء.



شكل رقم (2): القدرة المستهلكة في كل ساعة للحمل

تعطي المعدة ايضا توقعات الاستهلاك لكامل السنة بشكل يومي و في كل شهر بناء علي القراءات الماخوذه مع مراعاة التغير في الاستهلاك للقدرة حسب تغير الطقس و يبين الشكل (3) هذه المتغيرات بشكل شهري.



شكل رقم (3): الاستهلاك للقدرة في كل شهر من السنة

### 2.3.2 بيانات الاشعاع الشمسي وسرعة الرياح:

من المهم جدا معرفة قيمة الاشعاع الشمسي المسلط علي الموقع المذكور للحمل. و للحصول علي هذه المتغيرات تمت الاستعانة بوكالة ناسا للإرصاد الجوية, و ذلك لإدراجها في الحسابات الذي علي اساسها تقوم المعدة بعملية المحاكاة. و تبين الجداول ادناه (1) قيم متوسط الاشعاع الشمسي الواصل لموقع الحمل بشكل مفصل. في هذه العملية يتم اخذ متوسط الاشعاع الشمسي لمدة 22 سنة و المسلط علي الموقع (الحمل) و لكل يوم في شهر, حيث ان هومر يستعمل هذه المتغيرات لحساب القدرة المتولده من الخلايا الكهروضوئية لكل ساعة في السنة اعتمادا علي الاشعاعات المسلطة علي الموقع. و الشكل (4) يوضح متوسط الاشعاع الشمسي الواصل الي موقع الحمل.

جدول رقم (1): متوسط الاشعاع الشمسي الواصل لاحداثيات الحمل

SEE	Longitude	Accuracy	Methodology	Parameters									
ATMOSPHERIC DATA CENTER	NASA Surface meteorology and Solar Energy - Available Tables	Latitude 31.1 / Longitude 16.5 was chosen.		Elevation: 64 meters									
<b>Geometry Information</b>													
Northern boundary		32	Center										
Western boundary		16	Latitude 31.5										
			Longitude 16.5										
			Southern boundary										
			31										
<b>Parameters for Sizing and Pointing of Solar Panels and for Solar Thermal Applications:</b>													
<b>Monthly Averaged Direct Normal Radiation (kWh/m<sup>2</sup>/day)</b>													
Lat 31.1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Lon 16.5	5.40	6.29	6.94	7.63	7.86	8.91	9.52	8.74	7.51	6.69	5.50	5.09	7.18
<b>Minimum And Maximum Difference From Monthly Averaged Direct Normal Radiation (%)</b>													
Lat 31.1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Lon 16.5													
Minimum	-13	-8	-10	0	-6	-8	-8	-4	-5	-3	-15	-18	
Maximum	10	9	6	11	9	6	1	3	3	10	8	16	
<b>NOTE:</b> Diffuse radiation, direct normal radiation and tilted surface radiation are not calculated when the clearness index is below 0.3 or above 0.8.													
<b>Parameter Definition</b>													
<b>Solar Geometry:</b>													
<b>Monthly Averaged Daylight Average Of Hourly Cosine Solar Zenith Angles (dimensionless)</b>													
Lat 31.1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Lon 16.5													
Average	0.36	0.46	0.57	0.57	0.63	0.61	0.65	0.60	0.57	0.50	0.44	0.36	
<b>Parameter Definition</b>													
<b>Parameters for Tilted Solar Panels:</b>													
<b>Maximum Radiation Incident On An Equator-pointed Tilted Surface (kWh/m<sup>2</sup>/day)</b>													
Lat 31.1	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
Lon 16.5													
SEE MAX	3.78	4.84	5.96	7.33	7.99	8.80	8.41	7.77	6.38	5.32	3.83	3.36	5.13
R	0.64	0.69	0.68	0.71	0.71	0.74	0.74	0.74	0.69	0.70	0.63	0.65	0.69
Diffuse	0.78	0.89	1.20	1.33	1.36	1.50	1.41	1.38	1.26	0.91	0.88	0.88	1.14
DiffST	5.94	6.92	7.32	5.49	6.61	9.41	6.64	6.06	7.75	7.40	5.89	5.85	7.69
TH 0	3.63	4.60	5.89	7.17	7.95	8.46	8.37	7.73	6.29	5.28	3.74	3.44	6.07
TH 16	4.70	5.87	6.60	7.48	7.86	8.10	8.10	7.82	6.83	6.28	4.72	4.59	6.58
TH 31	5.43	6.53	6.98	7.33	7.32	7.30	7.36	7.32	6.64	6.34	5.32	5.32	6.57
TH 45	5.84	6.80	6.77	6.78	6.38	6.16	6.31	6.76	6.68	7.01	6.70	6.88	6.41

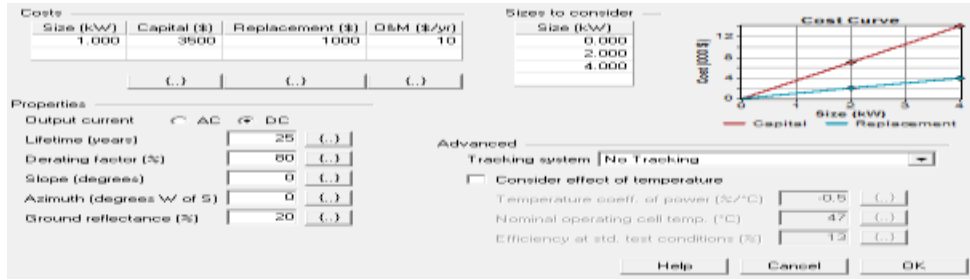


#### 4.2 مصادر التوليد و تكاليفها:

فيما سبق تم التطرق لمكونات النظام المصمم و هي مولد ديزل: خلايا كهروضوئية: توربينة رياح بطاريات لتخزين القدرة و محول قدرة. تحتاج المعدة هومر لادخال بيانات الكلفة لكل مركب و كذلك ساعات التشغيل, و سيتم التطرق الي كلفة كل مركب علي حدي.

#### 1.4.2 الخلايا الكهروضوئية:

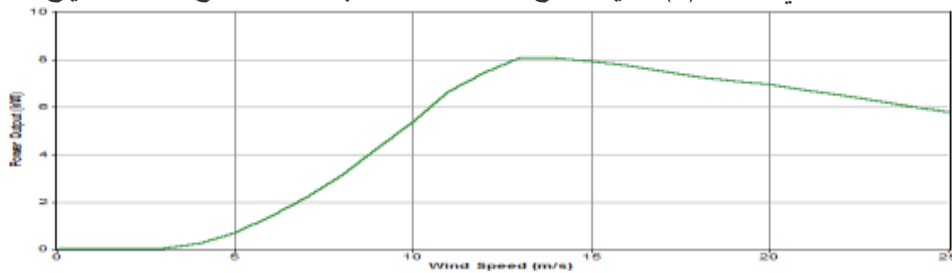
تعتبر الكلفة الاولية لتكريب الخلايا الكهروضوئية هي الاهم من حيث السعر و بحسب بحث تم اجرائه فان الكلفة الاولية للواح الكهروضوئية متغيرة بحسب كل مصدر تصنيع و تتراوح ما بين \$3 الي \$4 لكل وات مع احتمالية نقصان التكلفة في المستقبل القريب. تم ادخال الكلفة الاولية للواح الكهروضوئية في البرنامج (هومر) علي اساس \$3.5 بحجم 1 كاو اي انها \$3500 و تم اعتبار كلفة التبديل للواح بي \$1000, الشكل (6) يبين القيم الداخلة في الحسابات للواح الكهروضوئية. هذه التكلفة متضمنة تكاليف النقل و تكاليف التركيب بالاضافة الي الصيانة الدورية مع العلم انها تعتبر قليلة لان الالواح لاتحتاج الي صيانة دورية كثيرة. تم ايضا ضبط العمر الافتراضي للمشروع علي اساس العمر الافتراضي للواح الكهروضوئية و هو 25 سنة.



شكل رقم (6): حجم و قدرة الالواح الكهروضوئية مع الكلفة الكلية

#### 2.4.2 توربينات الرياح:

بالعودة الي مجموعة بحوث اجريت فان توربينات الرياح تعتبر الاغلي في التركيب مقارنة بحمل صغير (منزل) و لكن علي الناحية الاخرى فان الاستفادة من هذا المصدر تظل مبشرة اضافة الي ذلك فان توربينات الرياح لا تحتاج الي صيانة دورية مكلفة و كفاءة توليدها للطاقة الكهربائية عالية و يمكن الاعتماد عليها في تغذية الحمل. من بين عدة خيارات متوفرة في المعدة هومر تم اختيار توربينة رياح بمعدل توليد 7.5 كاو و 48 فولت, و الميزة الاخرى هي ان هذه النوع من التوربينات يعتبر الارخص من حيث التكلفة مع تماشيها لمتوسط سرعات الرياح التي تم الحصول عليها من وكالة ناسا لموقع الحمل علي سبيل المثال فاذا كانت سرعة الرياح 6 م/س فان التوربينة تستطيع توليد 1.379 كاو الذي يمكن ملاحظته في الشكل (7) الذي يوضح كفاءة التوليد للتوربينة المختارة مع سرعات الرياح.



شكل رقم (7): معدل توليد التوربينة مع سرعة الرياح

تم اعتبار الكلفة الاولية لتوربينة الرياح المختارة \$10000 بينما كلفة التبدل \$6000 و التشغيل و الصيانة \$50 فالسنة, للحصول علي اقل كلفة تم اعتبار 0 : 1 : 2 توربينة و ذلك لاعطاء هومر مساحة لاختيار افضل نظام. العمر الافتراضي لتوربينة الرياح المستعملة هو 25 سنة و ارتفاع التوربينة عن سطح الارض هو 25 متر.

جدول رقم (3): ملخص بيانات الكلفة:العمر الافتراضي: ارتفاع التوربينة

Costs				Sizes to consider	
Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)	Quantity	Quantity
1	10000	6000	50	0	1
				1	2
	{..}	{..}	{..}		

Other		
Lifetime (yrs)	25	{..}
Hub height (m)	25	{..}

### 3.4.2 مولد الديزل:

تتراوح التكلفة الاولية لمولدات الديزل ما بين \$250 الي \$500, ان اعلي قيمة قدرة مستهلكة للحمل كانت اقل من 5 كاو عليه فان تكلفة مولد الديزل اخذت \$300 لكل كيلو وات, و قيمة التبدل للمولد اخذت \$250 و التشغيل و الصيانة اخذت \$0.05 لكل ساعة. لاعطاء مرونة للمعدة هومر في اختيار افضل نظام توليد من حيث التكلفة تم اعتبار 0 : 2 : 5 لحجم المولد. العمر الافتراضي التشغيلي للمولد تم اعتباره 15000 ساعة. من الضروري ايضا تضمين اسعار الديزل و ذلك لادخاله في عملية المحاكاة في المعدو هومر و القيم هي 0.20 : 0.25 : 0.30 \$ لتر ويتحكم الموقع في سعر وقود الديزل.

جدول رقم (5): اسعار الديزل لكل لتر

Variable	Default Price	Unit	\$/l
Link with	none		
Value	1	0.200	{..}
	2	0.250	{..}
	3	0.260	{..}
	4	0.300	{..}
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		

جدول رقم (4): الكلفة الاولية لمولد الديزل و العمر الافتراضي

Cost				Schedule		Emissions		Sizes to consider	
Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/hr)	Size (kW)	Size (kW)	Size (kW)	Size (kW)	Size (kW)	Size (kW)
1.000	300	150	0.050	0.000	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
	{..}	{..}	{..}						

Properties	
Description	Generator 1
Type	<input checked="" type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> DC
Abbreviation	Label
Lifetime (operating hours)	15000 {..}
Minimum load ratio (%)	30 {..}

### 5.2 المحول:

المحول مطلوب للتحويل من تيار مستمر الي تيار متناوب و ايضا للتحويل من تيار متناوب الي تيار مستمر, و كفاءة التحويل تم اخذها علي قيم 90% و 85% علي التتابع. الكلفة الاولية للمحول لكل كيلووات تم اعتبارها \$500 و كلفة التبدل \$250 لكل القدرات المعتمدة في المحاكاة.

جدول رقم (6): بيانات المحول الداخلة في الحسابات

Costs				Sizes to consider	
Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)	Size (kW)	Size (kW)
1.000	500	250	0	1.000	1.500
				2.000	3.000
	{..}	{..}	{..}	4.000	

Inverter inputs		
Lifetime (years)	20	{..}
Efficiency (%)	90	{..}
<input checked="" type="checkbox"/> Inverter can operate simultaneously with an AC generator		

Rectifier inputs		
Capacity relation to inverter (A)	100	{..}
Efficiency (%)	85	{..}

### 6.2 وحدات التخزين (البطاريات):

من المهم جدا تخزين الطاقة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة, و ذلك لاستعمالها في وقت الحاجة اليها. تطور العلم في هذا المجال اصبح واسعاً فيمكن استعمال البطاريات للشحن و التفريغ لمدة طويلة و زيادة عمرها الافتراضي و

ايضا زيادة كفاءة الشحن و التفريغ مع سرعة الانجاز. تعتبر الكلفة الاولية للبطاريات ايضا مهمة في عملية الحسابات للمعدة, صممت المعدة هومر و معها ياتي العديد من الخيارات و الانواع للبطاريات و من بين هذه الخيارات تم اختيار بطارية ذات كفاءة عالية مع مراعاة كلفتها الاولية و يبين الجدول (7) مواصفات البطاريات و الجدول (8) كلفتها الاولية و كذلك كلفة التبديل.

جدول رقم(8): الكلفة الاولية للبطاريات

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	DEM (\$/yr)	Batteries
1	500	250	0.00	2
				6
				12
				36

Advanced  
Batteries per string: 1 (6V bus)  
 Minimum battery life (yr): 4

جدول رقم (7): مواصفات البطاريات المختارة

General	
Description:	Surette 6CS25P
Abbreviation:	6CS25P
Manufacturer:	Rolls/Surette
Website:	www.rollsbattery.com
Notes:	Please see www.rollsbattery.com
Nominal capacity: 1155 Ah	
Nominal voltage: 6 V	
Round trip efficiency: 80 %	
Min. state of charge: 40 %	
Float life: 12 yrs	
Max. charge rate: 1 A/Ah	
Max. charge current: 41 A	
Lifetime throughput: 9,654 kWh	
Suggested value: 9,654 kWh	
Calculated parameters	
Maximum capacity: 1,155 Ah	
Capacity ratio, c: 0.239	
Rate constant, k: 0.475 1/yr	

### 3. النتائج و التحليلات:

بعد الانتهاء من ادخال كل البيانات المطلوبة من قبل المعدة هومر من كلفة اولية و كلفة تبديل لجميع مكونات نظام التوليد المصمم يظهر شكل النظام كما في الشكل (8), و كما يمكن ملاحظة ان النظام يتم اصاله بالحمل و ببعضه في الشكل.



شكل رقم (8): الدائرة المصممة و اتصالها بالحمل

بعد عملية المحاكاة التي نفذها هومر يعطي هومر تقرير مفصل و بشكل مرتب لجميع النتائج بحسب النظام الامثل من حيث الكلفة, اي ان النتائج تظهر بشكل متسلسل لجميع الانظمة المحتملة و الاكثر كفاءة و الافضل من حيث التكلفة و بكلمة اخري يعطي افضل نظام في القمة من حيث سعر الطاقة المستهلكة كما موضح بالشكل (9). بالنظر للهدف الرئيسي لهذه الدراسة و هو تقييم استعمال معدات توليد الطاقة الكهربائية من الطاقات المتجددة من حيث الكلفة يجب تحليل اقرب نتيجة و الافضل من حيث الكلفة.

Equipment to consider		Calculate		Simulation: 540 of 540		Progress: Completed in 42 seconds:						
Sensitivity Results		Optimization Results		Sensitivity variables		Diesel Price (\$/L) 0.3						
Double click on a system below for simulation results.												
	PV (kW)	XLR	Label (kW)	S6CS25P (kW)	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Label (hrs)
	2	1	2	6	2.0	\$ 14,600	378	\$ 19,434	0.176	0.93	524	1,006
	2	1	2	6	2.0	\$ 21,600	227	\$ 24,498	0.222	0.98	181	418
			2	2	1.0	\$ 2,100	1,785	\$ 24,916	0.226	0.00	3,416	6,115
	2		2	6	1.5	\$ 11,350	1,125	\$ 25,730	0.234	0.39	2,124	3,478
		2	1	12	3.0	\$ 24,500	194	\$ 26,986	0.245	1.00		
			1	36	3.0	\$ 29,500	423	\$ 34,912	0.317	1.00		

شكل رقم (9): تقرير النتائج



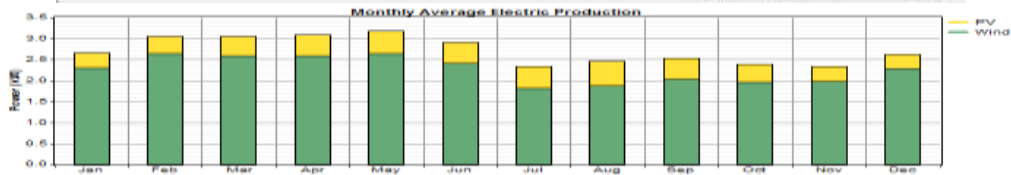


	PV (\$/W)	XLR	Label (\$/W)	SBCS25P	Conv. (\$/W)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Plan. Proc.	Diesel (\$)	Label (hrs)
	1	2	6	2.0	\$ 14,600	378	\$ 19,434	0.176	0.53		524	1,005
	2	1	2	6	2.0	\$ 21,600	227	\$ 24,498	0.222	0.98	181	418
			2	2	1.0	\$ 2,100	1,785	\$ 24,916	0.226	0.00	3,416	6,115
			2	6	1.5	\$ 11,350	1,125	\$ 25,730	0.234	0.39	2,124	3,478
	2	1		12	3.0	\$ 24,500	194	\$ 26,986	0.245	1.00		
		1		36	3.0	\$ 29,500	423	\$ 34,512	0.317	1.00		

شكل رقم (12): نظام توليد من الطاقات المتجددة فقط

جدول رقم (12): معدل التوليد لتوربينة الرياح و الخلايا الكهروضوئية

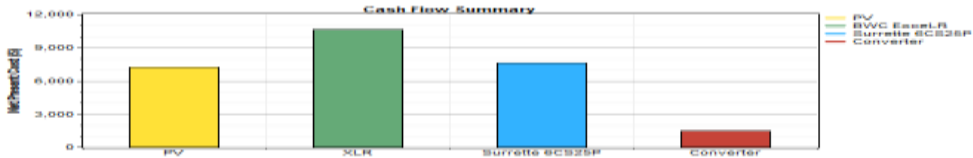
Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%
PV only	4,029	17	AC power load	8,609	100
Wind turbine	19,728	83	Total	8,609	100
Total	23,756	100			



شكل رقم (13): متوسط توليد الكهرباء في السنة للخلايا و التوربينة

و بالمثل نلاحظ ايضا ان معدل توليد الكهرباء من توربينة الرياح (19728 ك وإساعه في السنة) اعلي من نسبة الكهرباء المتولدة من الخلايا 4029 ك وإساعه في السنة.

### 2.3 ملخص الكلفة لنظام توليد الطاقة من مصادر الطاقات المتجددة فقط:



شكل رقم (14): ملخص كلفة نظام توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة

جدول رقم (13): مقارنة رقمية للنظام

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
PV	7,000	0	256	0	0	7,256
BWC Excel-R	10,000	0	639	0	0	10,639
Surrrette 6CS25P	6,000	2,232	0	0	-641	7,591
Converter	1,500	0	0	0	0	1,500
System	24,500	2,232	895	0	-641	26,986

### 3.3 الخيار الامثل من حيث الكلفة و الانبعاثات:

اذا ما تم الاخذ بعين الاعتبار الانبعاثات او الغازات السامة الناتجة من احتراق الوقود او التقليل من هذه الانبعاثات فان النتائج ايضا تضمنت وجود مولد الديزل و توربينة الرياح و الخلايا الكهروضوئية مع وجود ارتفاع في الكلفة الاولية و سعر الكهرباء المتولدة من هذا النظام. لكن يظل ايضا الحفاظ علي البيئة امر مهم يجب النظر اليه او مراعاته في في توليد الطاقة ليس فقط الحفاظ علي تخفيض الكلفة. فاذا ما تمت المقارنة بين النتائج المقترحة من قبل المعدة نجد انه كلما قل الاستغناء عن مولد الديزل في التوليد قلت نسبة الانبعاثات و الغازات الضارة بالبيئة و كم هو موضح بالجدول التالية:



## 6. المراجع

- [1] IRENA, “Climate Change and Renewable Energy: National policies and the role of communities, cities and regions (Report to the G20 Climate Sustainability Working Group (CSWG)”, *International Renewable Energy Agency*, Abu Dhabi, **2019**.  
[https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA\\_G20\\_climate\\_sustainability\\_2019.pdf](https://www.irena.org/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_G20_climate_sustainability_2019.pdf).
- [2] Bracken Hendricks, “Wired for Progress – Building a National Clean-Energy Smart Grid”, Technical Report: *Center for American Progress*, USA, **2009**.  
<http://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/references>
- [3] “HOMER – Analysis of micro power system options”, Available at:  
<https://analysis.nrel.gov/homer/>
- [4] “HOMER Energy”, [Online] Available at: <http://www.homerenergy.com/>
- [5] Hoang, T.-V.; Ifaei, P.; Nam, K.; Rashidi, J.; Hwangbo, S.; Oh, J.-M.; Yoo, C.K. “Optimal management of a hybrid renewable energy system coupled with a membrane bioreactor using enviro-economic and power pinch analyses for sustainable climate change adaption” **2019**, Sustainability.
- [6] Shaahid S. M., Elhadidy M. A., “Optimal sizing of battery storage for standalone hybrid (photovoltaic + diesel) power systems”, *International Journal Sustain Energy*, **2005**, vol. 24, no. 3, pp.155–166.