

Development of a Hybrid Circuit for a System (Solar – Wind-Hydraulic)

Dr. Salah Dawoud*
Dr. Mohamad Kheir Mohamad**
Mostafa Almarmour***

(Received 24 / 8 / 2022. Accepted 15 / 11 / 2022)

□ ABSTRACT □

Solar and wind energy are clean energy sources with great potential to reduce dependence on the grid. The research aims to study a circuit consisting of three systems (wind turbine - electric solar cells - hydraulic) to supply electrical loads to homes and operate pumps. Where the average wind speed is 4 m/s at a height of 30 m.

The average daily solar radiation intensity for the months of the year was studied at several values of the angle of inclination of the solar panel. It was found that the optimal angle of inclination of the solar panel is the angle corresponding to the latitude angle of the studied area, and the capacity and number of solar cells were studied.

The hydraulic losses inside the pipes were studied in order to know the capacity of the pump needed to be installed to overcome the losses.

The three systems were modeled in the Matlab/simulink environment and linked with an electrical power control controller that extracts energy from the wind and solar systems and distributes it to the consumer, batteries and pump.

Keywords: solar cells – Wind turbine- Matlab/Simulink Program

* Professor, Department of the Mechanical Power Engineering; Faculty of Mechanical and Electrical Engineering; Tishreen University ; Lattakia: Syria. Email : salahdawoudsalah1962@gmail.com

**Assistant Professor, Department of the Design and Production Engineering; Faculty of Mechanical and Electrical Engineering ; Tishreen University ; Lattakia: Syria. mmohamadkheir@yahoo.com

***Master student; Department of the Mechanical Power Engineering; Faculty of Mechanical and Electrical Engineering ; Tishreen University; Lattakia: Syria. enmostafaalmarmour@gmail.com

تطوير دارة هجينة لنظام (شمسي -ريحي-هيدروليكي)

د. صلاح داوود*

د. محمد خير محمد**

مصطفى المرمور***

(تاريخ الإيداع 24 / 8 / 2022. قُبِلَ للنشر في 15 / 11 / 2022)

□ ملخص □

تعتبر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من مصادر الطاقة النظيفة ذات الإمكانيات الهائلة للتخفيف من الاعتماد على الشبكة. يهدف البحث إلى دراسة دارة مؤلفة من ثلاث منظومات (عنفه رياح - خلايا كهروضمسية- هيدروليكي) لتغذية أحمال كهربائية لمنازل و تشغيل مضخات، وتشتمل هذه الدراسة على الدراسة التحليلية لمكونات الدارة ، حيث تم دراسة سرعة الرياح الوسطية بالاعتماد على سرعة رياح وارتفاع مرجعيين في مدينة حماه حيث سرعة الرياح الوسطية 4 m/s عند ارتفاع 30 m.

تم دراسة شدة الإشعاع الشمسي اليومي الوسطي لأشهر السنة عند عدة قيم لزاوية ميل اللوح الشمسي فتبين أن زاوية ميل اللوح الشمسي المثلى هي الزاوية الموافقة لزاوية خط العرض للمنطقة المدروسة وتم دراسة استطاعة وعدد الخلايا الكهروضمسية.

تم دراسة الضياعات الهيدروليكية داخل الأنابيب لمعرفة استطاعة المضخة اللازم تركيبها للتغلب على الضياعات. وتم نمذجة المنظومات الثلاث في بيئة Matlab/simulink و ربطها مع متحكم للتحكم بالطاقة الكهربائية يعمل على استرجار الطاقة من المنظومتين الريحية والشمسية وتوزيعها إلى المستهلك والبطاريات والمضخة.

الكلمات المفتاحية: خلايا كهروضمسية- عنفة رياح- برنامج ماتلاب/سيمولنك

* أستاذ، قسم هندسة القوى الميكانيكية ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية.

البريد الإلكتروني: salahdawoudsalah1962@gmail.com

**مدرس، قسم هندسة التصميم والإنتاج ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية.

البريد الإلكتروني: mmohamadkheir@yahoo.com

***طالب ماجستير ، قسم هندسة القوى الميكانيكية، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية.

البريد الإلكتروني: enmostafaalmarmour@gmail.com

مقدمة:

إن المخاوف المتزايدة من الاحتباس الحراري، واستنفاد احتياطيات الوقود الأحفوري، وخوض الحروب للسيطرة على مصادر الطاقة الأحفورية، أجبرت العالم على البحث عن الطاقة من الموارد المتجددة. تظهر البلدان في جميع أنحاء العالم الآن ميلاً متزايداً نحو تسخير موارد الطاقة المتجددة. هذا التغيير ليس مرغوباً فيه فحسب، بل هو أيضاً حاجة الساعة [1]. موارد الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، كبيرة، وعلى عكس الوقود الأحفوري، فهي موزعة جيداً في جميع أنحاء العالم [2]. تتمتع الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بإمكانيات كافية لتصبح مصادر مهمة لتوليد الطاقة في المستقبل بسبب فوائدها.

تحتاج العديد من المناطق النائية ذات الكثافة السكانية المنخفضة، حيث يكون الطلب على الطاقة منخفضاً، إلى مصدر طاقة كهربائية قائم بذاته، حيث إنه من غير الاقتصادي إلى حد كبير تمديد خطوط توزيع الطاقة إليها [3,4]. يمكن استخدام مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية كمصادر مستقلة عن الشبكة في مثل هذه المناطق. لكن طبيعة هذه المصادر مختلفة تماماً عن تلك التقليدية. يعتمد الإمداد من هذه المصادر بشكل كبير على الظروف الجوية. إنها حقيقة أنه لا يمكن لأي نظام شمسي مستقل أو نظام طاقة الرياح توفير إمدادات مستمرة من الطاقة بسبب التغيرات الموسمية والدورية [5,6]. لذلك، من أجل تلبية الطلب المستمر على الحمل في المواقع البعيدة، يتم تنفيذ أنظمة الطاقة الهجينة على وحدات تحويل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والفائدة الرئيسية للنظام هي الطبيعة التكاملية التي تظهر من طاقة الرياح والطاقة الشمسية في الأنماط اليومية والموسمية [7]. وتعتبر أنظمة الطاقة المتجددة الهجينة المستقلة القائمة على موارد طاقة الرياح - الشمسية أفضل وأكثر موثوقية من الناحية الاقتصادية من الأنظمة القائمة بذاتها بمصدر واحد.

أهمية البحث وأهدافه:**أهمية البحث:**

- الاستفادة من مصادر الطاقات المتجددة والتي هي صديقة للبيئة.
- تأمين الحمولات المطلوبة من الطاقة خلال هذه الدارة الهجينة.
- تقليل الانبعاثات الصادرة عن مصادر الطاقات التقليدية.

هدف البحث:

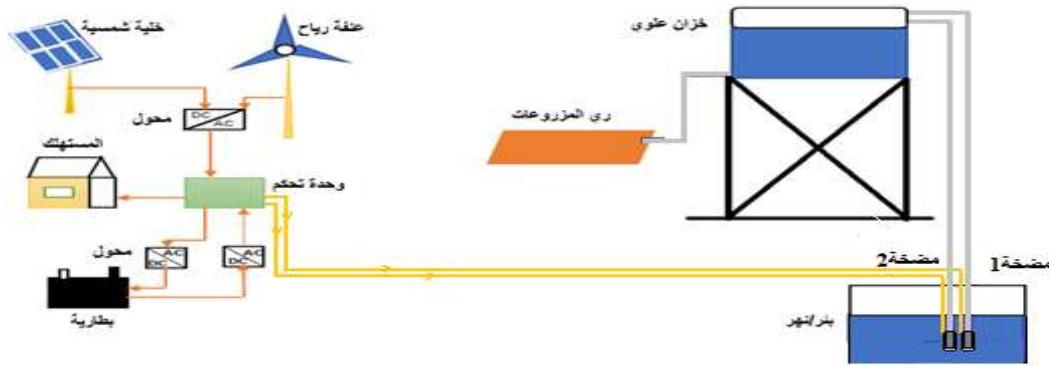
- تزويد إحدى مواقع منطقة سهل الغاب بالطاقة الكهربائية اعتماداً على النظام الهجين (الشمسي-الريحي).
- الاستفادة من فائض الطاقة في تشغيل مضخة لضخ الماء إلى خزان علوي.
- تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

طرائق البحث ومواده:

تصميم نماذج حاسوبية باستخدام برنامج Matlab/Simulink لتقييم أداء عمل دارة النظام (الشمسي - الريحي) والاستفادة من الاستطاعة الفائضة عن المستهلك في الأغراض الزراعية .

4-دارة النظام (الشمسي - الريحي):

تتكون الدارة المبينة في الشكل من ثلاث منظومات (منظومة كهروضمسية - منظومة ريحية - منظومة هيدروليكية)، تأتي الكهرباء من النظام (الشمسي - الريحي) إلى محول (عاكس)، من ثم إلى وحدة تحكم مهمتها التحكم بعمل الدارة، حيث تقوم بتزويد المستهلك بالطاقة الكهربائية. عندما لا يستخدم المستهلك كامل الحمل من الطاقة تعمل وحدة التحكم على توزيع الطاقة الفائضة إلى كل من المدخرات و المضختين.



الشكل (1)دارة النظام (الشمسي - الريحي- الهيدروليكي)

1- منهجية البحث:

تعتمد منهجية البحث على الدراسة التحليلية لمكونات الدارة الهجينة:

1-1-المنظومة الشمسية:

1-1-1-الإشعاع الشمسي على السطح الأفقي :

تتكون الأشعة الشمسية الساقطة على السطح الأفقي المتوضع على سطح الأرض من مركبتين فقط هما [8]:

1- الأشعة المباشرة: وهي الأشعة الواصلة من الشمس إلى السطح مباشرة من دون انعكاس H_B .

2- الأشعة المبعثرة (المشتتة): هي قسم من الأشعة المبعثرة من مكونات الغلاف الجوي التي تصل إلى السطح الأفقي H_d .

نبين فيما يأتي طريقة (ASHRAE) لحساب شدة الإشعاع الشمسي المباشر والمبعثر الساقط على سطح الأرض في يوم صحو:

تعطى شدة الإشعاع الشمسي الساعي الكلي الساقط على السطح الأفقي بالعلاقة الآتية:

$$H = H_B + H_d = A. e^{-\frac{B}{\sin\alpha}}. \sin\alpha + C. A. e^{-\frac{B}{\sin\alpha}} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (1)$$

A و B: شدة الإشعاع الشمسي الظاهري عند كتلة هواء تساوي الصفر $[W/m^2]$ ومعامل توهين على التوالي.

C: معامل تبعثر الإشعاع.

1-1-2-الإشعاع الشمسي على السطح المائل:

يتألف الإشعاع الشمسي الساقط على السطح المائل بزاوية S عن السطح الأفقي من ثلاث مركبات هي [8]:

1-الإشعاع المباشر H_{Bt} .

2-الإشعاع المبعثر من السماء H_{dt} .

3-الإشعاع المنعكس عن سطح الأرض والسطوح المجاورة للسطح المائل $H_{\rho t}$.

تعطى شدة الإشعاع الشمسي الساعي الكلي الساقط على السطح المائل بالعلاقة الآتية:

$$H_t = H_{Bt} + H_{dt} + H_{\rho t} = H_B \times R_B + H_d \times \left(\frac{1 + \cos \theta}{2} \right) + \rho^* \times H \times \left(\frac{1 - \cos \theta}{2} \right) \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2)$$

ρ^* : تمثل الانعكاسية للأرض المحيطة بالسطح (اللاقط) وقيمها حسب طبيعة الأرض.

θ : زاوية ميل اللوح الشمسي .

R_B :معامل ميل الإشعاع الشمسي.

1-1-3- حساب استطاعة الخلايا الكهروضوئية:

يتم حساب مقدار الاستطاعة المطلوبة من الخلايا الكهروضوئية من العلاقة الآتية [8]:

$$P_{PV} = \frac{E_{PV}}{t_d \cdot \eta_{PV}} \quad [W] \quad (3)$$

E_{PV} : قدرة الحمولة المطلوبة الوسطية اليومية.

t_d : الفترة الزمنية المقابلة للحد الأدنى من الإشعاع الشمسي.

$\eta_{PV} = 0.80$: مردود نقل القدرة من الخلايا الكهروضوئية إلى الحمل.

1-2- الاستطاعة المستخلصة من الرياح:

تعطى الاستطاعة الناتجة من شفرات الدوار كنسبة من استطاعة الرياح المعطاة بدلالة سرعة الرياح عند مدخل شفرات

الدوار وفق العلاقة التالية [9]:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V^3 C_p \quad [W] \quad (4)$$

ρ : كثافة الهواء (kg/m^3).

A : مساحة الدوار (m^2).

V : سرعة الرياح (m/s).

C_p : عامل الاستطاعة.

تحسب سرعة الرياح عند ارتفاع معين بدلالة سرعة وارتفاع مرجعيين [9]:

$$v = v_r \frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_r}{z_0}\right)} \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad (5)$$

z_0 : ارتفاع خشونة الأرض (m).

z_r : الارتفاع المرجعي (m).

v_r : سرعة الرياح المرجعية (m/s).

z : ارتفاع الصرة (m).

1-3- الضياعات الهيدروليكية:

تمثل الضياعات الهيدروليكية ΔH مجموع ضياعات الاحتكاك hf وضياعات المكانية hm (أكواع-وصلات....):

$$\Delta H = hf + hm \quad [m] \quad (6)$$

1-3-1- حساب ضياعات الاحتكاك:

يمكن الحصول على ضياعات الاحتكاك على طول الأنابيب بواسطة معادلة دارسي على النحو التالي [10]:

$$hf = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) [m] \quad (7)$$

L : طول الأنبوب (m) .

D : قطر الأنبوب (m) .

v : سرعة السائل (m/s) .

f : عامل الاحتكاك .

Re : رقم رينولدز .

1-3-2- حساب الضياعات المكانية:

تعطى الضياعات المكانية في الوصلات أو الأكواع بالعلاقة التالية [10]:

$$h_m = k_L \cdot \frac{v^2}{2g} [m] \quad (8)$$

k_L : معامل الفاقد المكاني .

يلزم لتدوير المضخة طاقة أكبر بسبب فواقد الطاقة ضمن المضخة [11]:

$$N_p = \frac{\rho g Q h_p}{\eta_p} [W] \quad (9)$$

η_p : مردود المضخة .

Q : التدفق الحجمي $\left(\frac{m^3}{s} \right)$.

ρ : كثافة الماء (kg/m^3) .

ρ : تسارع الجاذبية الأرضية (m/s^2) .

2- الاستهلاك اليومي للطاقة الكهربائية:

يراد تغذية خمسة منازل بحمل كهربائي قدره 10 kW في إحدى قرى سهل الغاب في مدينة حماه ، ويبين الجدول (1) الأجهزة المستخدمة وعدد ساعات عملها للمنزل الواحد:

جدول (1) الاستهلاك اليومي

طاقة الحمل اليومية		عدد ساعات التشغيل (hr)		الاستطاعة (W)	العدد	الجهاز
ليلاً	نهاراً	ليلاً	نهاراً			
0	5600	0	7	800	1	الثلاجة
260	520	2	4	65	2	مراوح
0	200	0	2	100	1	حاسوب
1080	1080	3	3	36	10	مصباح فلوريسنت
130	260	2	4	65	1	تلفاز
130	260	2	4	65	1	ريسفر
0	700	0	2	350	1	مضخة ماء
0	2800	0	7	400	1	فلتر ماء
1600	11420	المجموع الجزئي (Wh)		1881	المجموع الكلي (W)	
13020		المجموع الكلي (Wh)				

3-اختيار الألواح الكهروضوئية والمدخرات:

يوضح الجدول (2) مواصفات اللوح الكهروضوئي و المدخرات :

الجدول (2) مواصفات المنظومة الشمسية

470 W للوح الواحد	الألواح الكهروضوئية
220Ah للبطارية الواحدة/ 12V	البطاريات

4-اختيار عنفة الرياح:

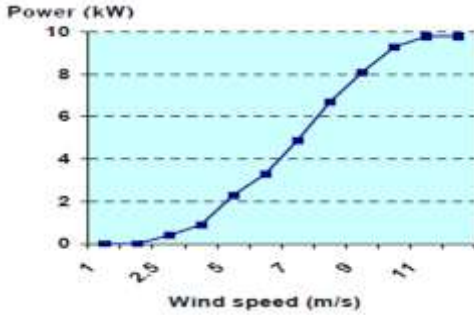
الأحمال الكهربائية المطلوبة لتغذية خمسة منازل هي $load_{elec} = 5 \times 1881 = 9405 W$.
نختار عنفة ريحية لديها سرعة قطع مخفضة (cut speed) ، للاستفادة من سرعة الرياح المنخفضة في الموقع المدروس قدر الإمكان ، تم اختيار عنفة رياح من نوع Aircon-10 kW ، ويوضح الجدول (3) مواصفات عنفة الرياح، بينما يوضح الجدول (4) والشكل (2) خرج عنفة الرياح عند كل سرعة الرياح :

جدول (3) مواصفات عنفة الرياح

الاستطاعة الاسمية	سرعة الرياح الاسمية	قطر الدوار	عدد دورات الدوار	ارتفاع البرج	سرعة القطع	علبة سرعة
10 kW	10 m/s	7.1 m	180 rpm	30 m	2.5 m/s	لا يوجد

الجدول (4) استطاعة عنفة الرياح

Wind speed (m/s)	Power (kW)
1	0
2	0
2,5	0,4
4	0,9
5	2,3
6	3,3
7	4,9
8	6,7
9	8,1
10	9,3
11	9,8
11,5- 25	9,8



الشكل (2): خرج عنفة الرياح

عدد عنفات الرياح N_{tur} التي يجب تركيبها:

$$N_{tur} = \frac{load_{elec}}{P_{tur}} = \frac{9405}{900} \cong 11 \quad (turbines)$$

. $load_{elec}$: الأحمال الكهربائية لخمس منازل [W].. P_{tur} : استطاعة عنفة الرياح [W].

5-اختيار المضخات والأنابيب الخزان:

يبين الجدول (5) مواصفات المنظومة الهيدروليكية

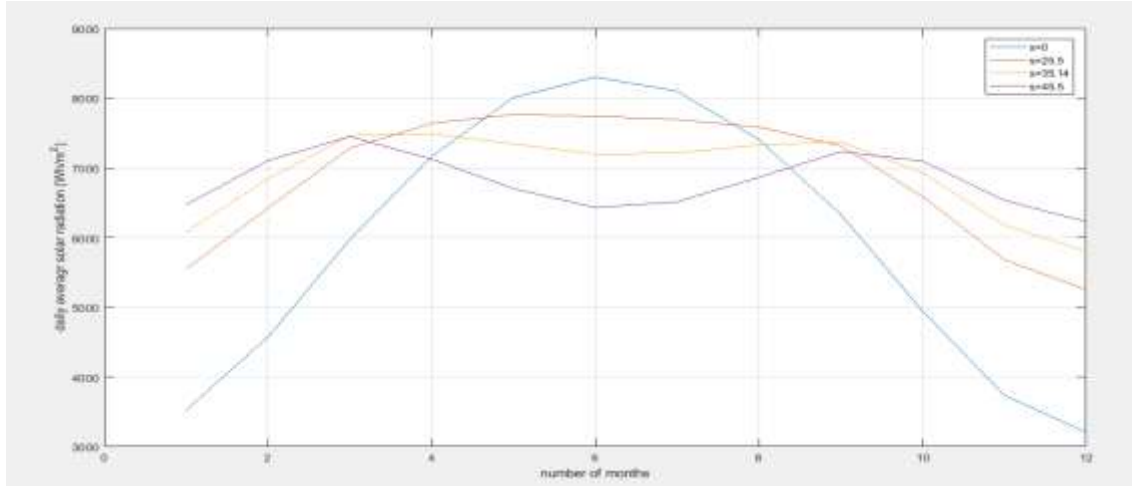
الجدول (5) مواصفات المنظومة الهيدروليكية

استطاعة كل منهما 1 hp , 2 hp	المضخات
PVC , L: 25 m , D: 1.5 in	الأنابيب
بيتوني حجمه $25 m^3$	خزان

النتائج والمناقشة:

1- المنظومة الشمسية:

حساب شدة الإشعاع الشمسي اليومي لكل شهر بمعرفة زاوية خط العرض $L = 35.14^\circ$ وزاوية ميل اللوح الشمسي s ($0^\circ, 25.5^\circ, 35.14^\circ, 45.5^\circ$) وانعكاسية الأرض $\rho = 0.2$.
يبين الشكل (3) شدة الإشعاع الشمسي اليومي لكل شهر عند أربعة قيم لزاوية ميل اللوح الشمسي.



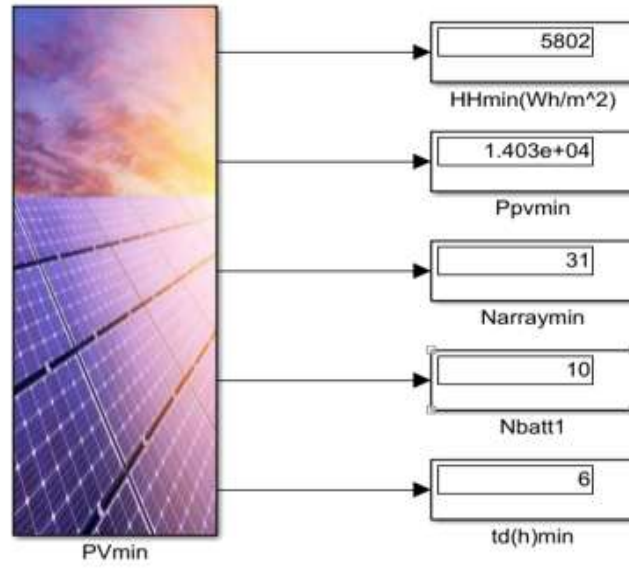
الشكل (3): شدة الإشعاع الشمسي اليومي لكل شهر عند زوايا ميل مختلفة

يوضح الشكل (3) شدة الإشعاع الشمسي اليومي الساقط على مدار السنة على سطح موجه نحو الجنوب ومائل بزوايا مختلفة (عند خط عرض 35.14° - مدينة حماه) بالمقارنة بين المنحنيات الأربعة، نجد أن زاوية الميل 35.14° هي الزاوية المناسبة لدراسة استطاعة الخلايا الكهروضوئية.

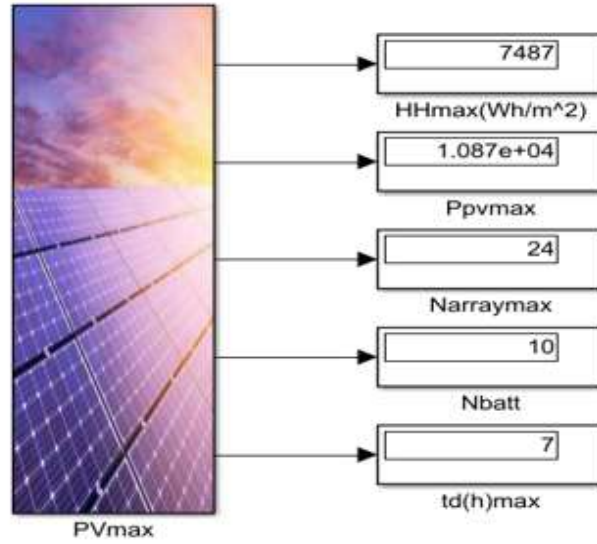
تم تصدير مخرجات Matlab إلى Simulink لعرض شدة لإشعاع الشمسي، واستطاعة الخلايا الكهروضوئية، وعدد الألواح الشمسية، وعدد ساعات الإشعاع الشمسي، ويوضح الجدول (6) مدخلات المنظومة الكهروضوئية، بينما توضح الأشكال (4) و (5) و (6) مخرجات المنظومة الكهروضوئية.

الجدول (6) معطيات لحساب بارامترات المنظومة الكهروضوئية

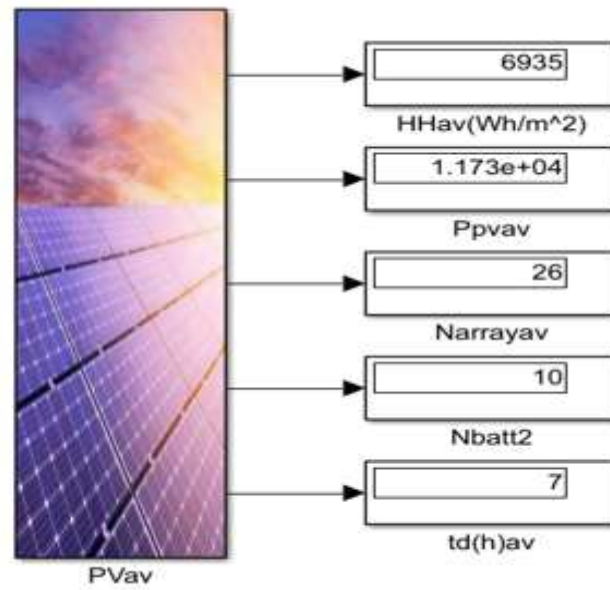
η_{batt}	V_{batt}	I_{batt}	E_{pv}	E_{load2}	E_{load1}	P_{panel}	η_{pv}	ρ	s	L
0.7	12	220	13020	1600	11420	470	0.8	0.2	35.14	35.14



الشكل (4): استطاعة الخلايا الكهروضوئية وعددها وعدد ساعات عملها عند أدنى شدة إشعاع شمسي



الشكل (5): استطاعة الخلايا الكهروضوئية وعددها وعدد ساعات عملها عند أعلى شدة إشعاع شمسي



الشكل (6): استطاعة الخلايا الكهروضوئية وعددها وعدد ساعات عملها عند قيمة وسطية لشدة الإشعاع الشمسي

نلاحظ من الأشكال (4) و (5) و (6) إن زيادة شدة الإشعاع الشمسي يتطلب استطاعة خلايا كهروضوئية أقل، وبالتالي عدد ألواح أقل، بينما نقصان شدة الإشعاع يتطلب استطاعة خلايا كهروضوئية أعلى، وبالتالي عدد ألواح أعلى حسب العلاقة (3).

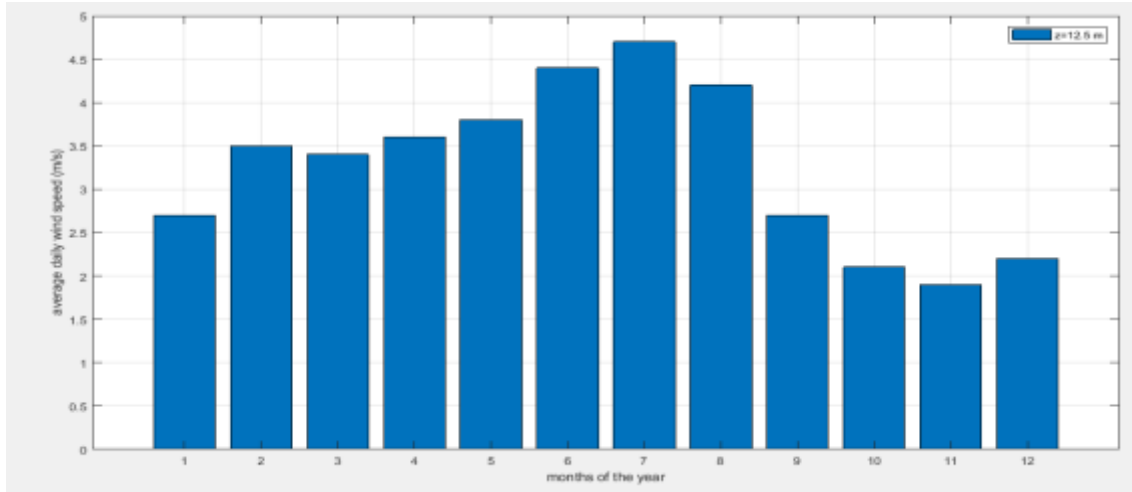
عند أدنى شدة إشعاع شمسي، يتطلب عدد ألواح 31 panels وبالتالي زيادة التكلفة، بينما عند أعلى شدة إشعاع شمسي، يتطلب عدد ألواح 24 panels بالتالي تكلفة أقل، لذلك تمت الدراسة عند قيمة وسطية لشدة الإشعاع الشمسي حيث عدد الألواح 26 panels.

2-المنظومة الريحية:

يبين الجدول (7) معطيات سرعة الرياح المرجعية [12]، بينما تبيين الأشكال (7) و (8) و (9) مخرجات سرعة الرياح عند كل ارتفاع للصرّة.

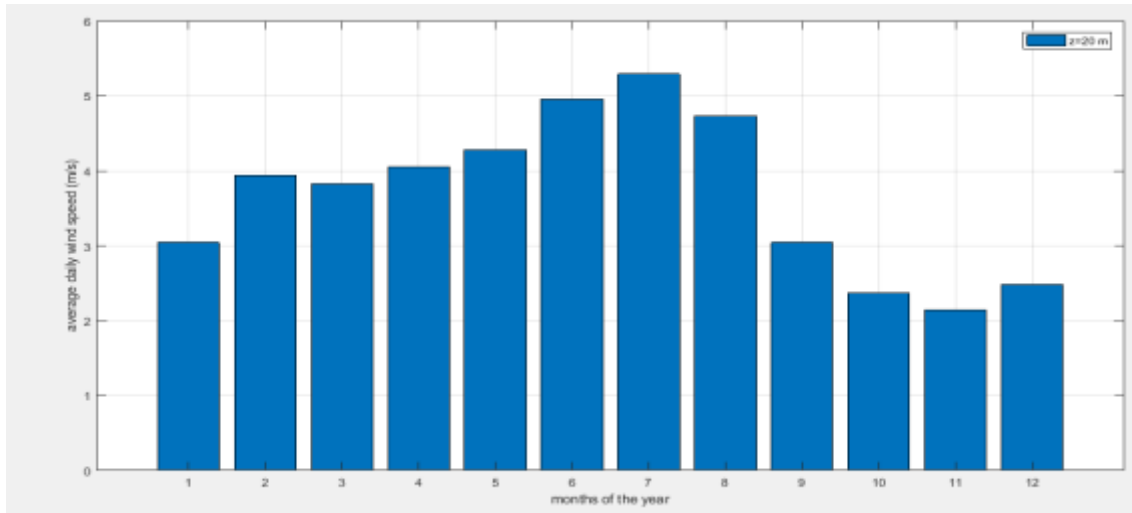
الجدول (7) معطيات لحساب سرعة الرياح الوسطية اليومية.

	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
v0 (m/s)	2.7	3.5	3.4	3.6	3.8	4.4	4.7	4.2	2.7	2.1	1.9	2.2
z0 (m)	0.3											
z (m)	12.5			20				30				



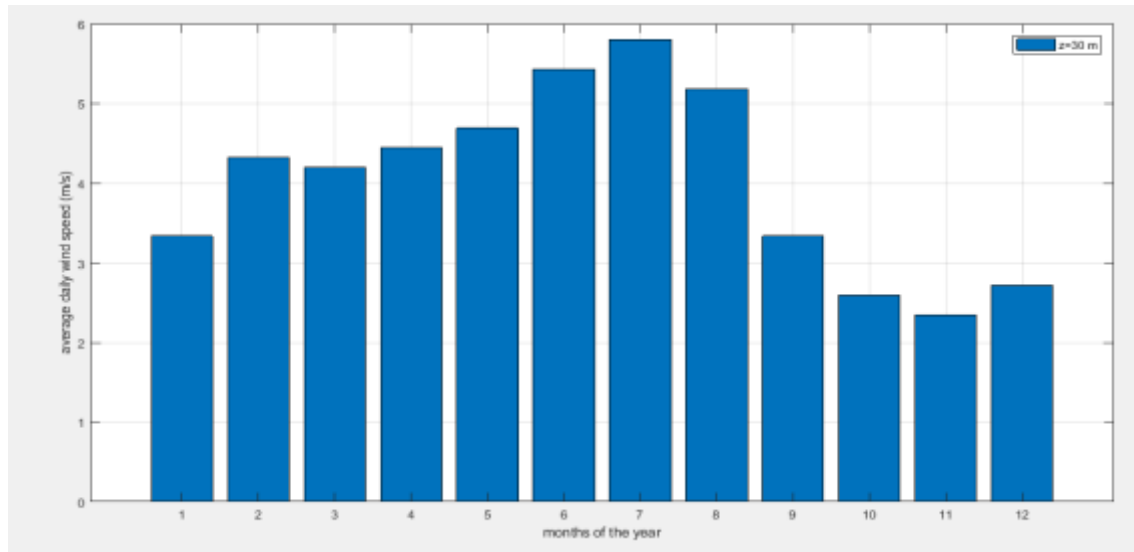
الشكل (7): تغير سرعة الرياح لكل شهر - السرعة الوسطية 3.3 m/s عند ارتفاع $z=12.5$ m

نلاحظ من الشكل (7) أن سرعة الرياح الوسطية 3.3 m/s عند ارتفاع 12.5 m (ارتفاع مقياس سرعة الرياح وفقاً لأطلس الرياح [12]). أن سرعة الرياح تفوق 4 m/s من الشهر السادس إلى الشهر الثامن ، وبالتالي يتم الاستفادة من 25 % من الرياح خلال السنة ، بينما في باقي الأشهر تكون دون 4 m/s.



الشكل (8): تغير سرعة الرياح لكل شهر - السرعة الوسطية 3.7 m/s عند ارتفاع $z=20$ m

نلاحظ من الشكل (8) أن سرعة الرياح الوسطية 3.7 m/s عند ارتفاع 20 m استناداً للعلاقة (5). وأن سرعة الرياح تفوق 4 m/s من الشهر الرابع إلى الشهر الثامن ، وبالتالي يتم الاستفادة من 50 % من الرياح خلال السنة ، بينما في باقي الأشهر تكون دون 4 m/s.



الشكل (9): تغير سرعة الرياح لكل شهر - السرعة الوسطية 4 m/s عند ارتفاع z=30 m

نلاحظ من الشكل (9) أن سرعة الرياح الوسطية 4 m/s عند ارتفاع 30 m استناداً للعلاقة (5). وأن سرعة الرياح تفوق 4 m/s من الشهر الثاني إلى الشهر الثامن ، وبالتالي يتم الاستفادة من % 58 من الرياح خلال السنة ، بينما في باقي الأشهر تكون دون 4 m/s.

بالمقارنة بين الأشكال السابقة ، نجد أن سرعة الرياح 4 m/s مناسبة لدراسة استطاعة منظومة الرياح.

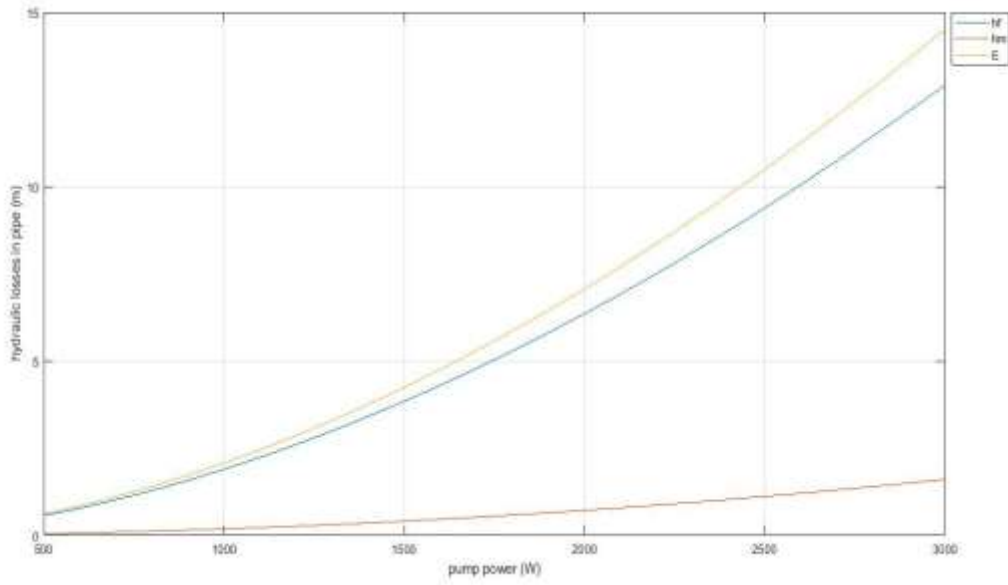
3- المنظومة الهيدروليكية:

يبين الجدول (8) معطيات المنظومة الهيدروليكية، بينما تبين الأشكال (10) و (11) مخرجات حساب الضياعات الهيدروليكية وزمن ملئ الخزان على التوالي حيث ε عامل الخشونة V حجم الخزان و T درجة حرارة الماء و γ الوزن النوعي للماء :

الجدول (8) معطيات المنظومة الهيدروليكية.

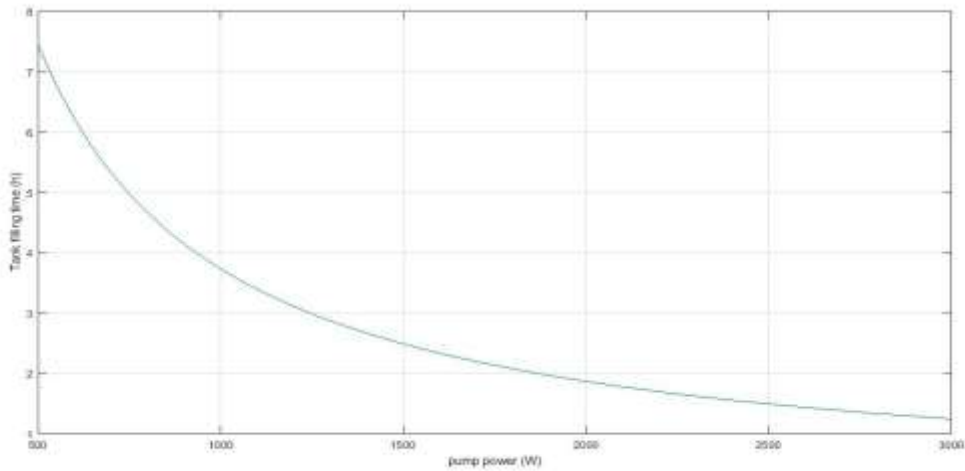
Pump power (W)	$\eta_p \cdot \eta_m$	γ (N/m ³)	h_p (m)	D (m)	ε	L (m)	k_L	V m ³	T (°C)
500-3000	0.4	9810	23	0.0375	0	25	1.5	25	20

يبين الشكل (10) الضياعات الهيدروليكية داخل الأنابيب عند مجال لاستطاعة المضخة (500-3000)W .



الشكل (10): العلاقة بين الضياعات الهيدروليكية واستطاعة المضخة

من الشكل (10) نلاحظ أن الضياعات الهيدروليكية داخل الأنابيب تزداد بشكل تدريجي بزيادة استطاعة المضخة. يبين الشكل (11) زمن ملئ الخزان عند مجال لاستطاعة المضخة (500-3000)W .



الشكل (11): العلاقة بين زمن ملئ الخزان واستطاعة المضخة

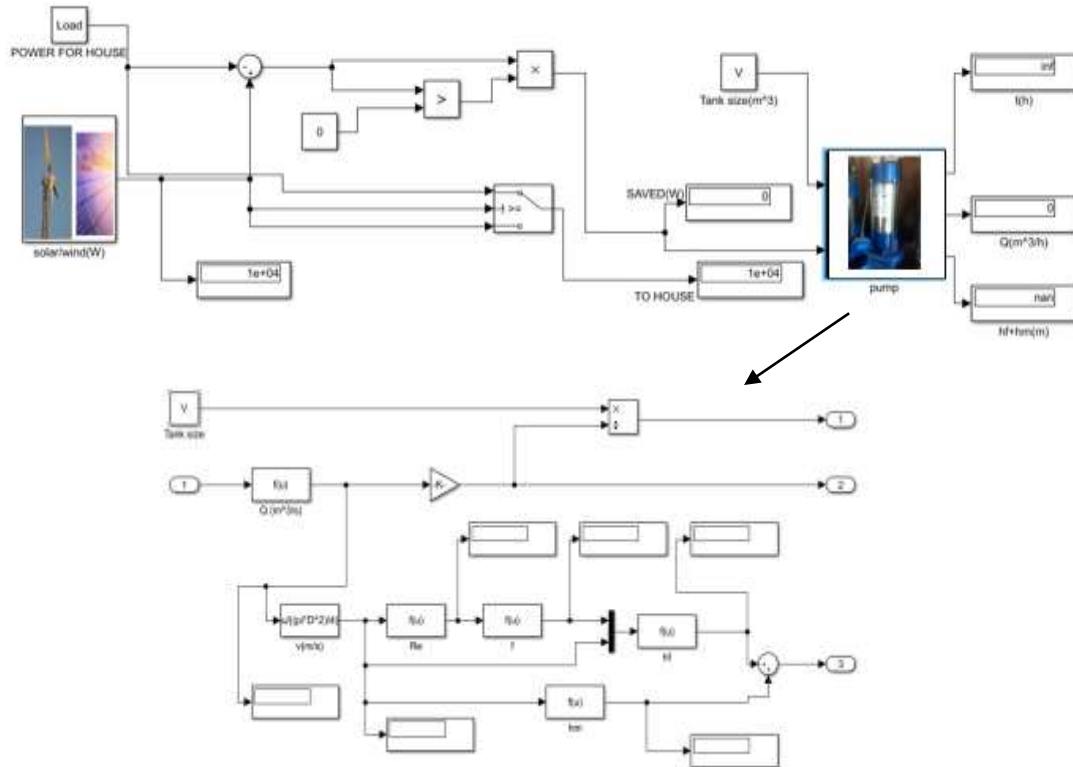
نلاحظ من الشكل (11) انخفاض زمن ملئ الخزان كلما ازدادت استطاعة المضخة.

الدارة:

توضح الأشكال (12) و(13) و(14) و(15) فائض الطاقة باستخدام برنامج Matlab/Simulink عند استرجار المستهلك طاقة أقل من الحمل المطلوب والاستفادة منها في تشغيل مضخات كهربائية تعمل على رفع الماء إلى خزان علوي والاستفادة منه في الري الأراضي الزراعية بالاعتماد على معطيات موضحة في الجدول (9) .

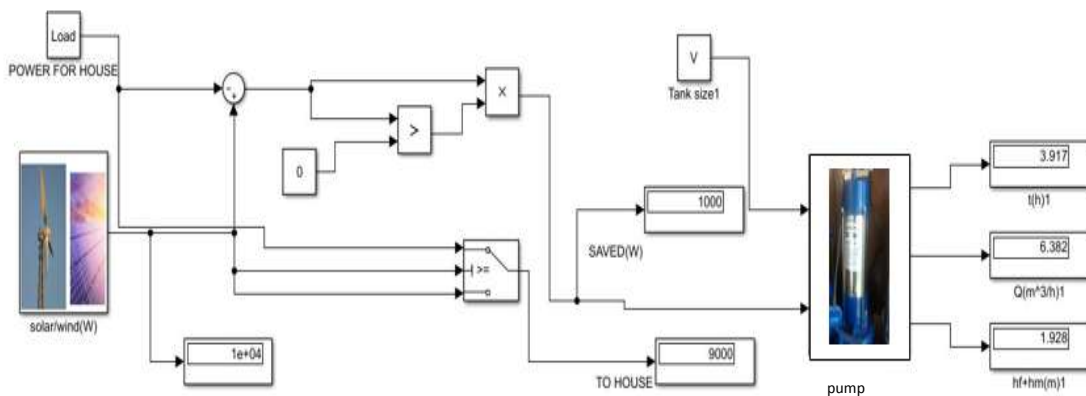
معطيات (9) لحساب الضياعات والتدفق وعدد ساعات ملئ الخزان

$\eta_p \cdot \eta_m$	γ (N/m ³)	h_p (m)	D (m)	ϵ	L (m)	k_L	V m ³	T (°C)
0.4	9810	23	0.0375	0	25	1.5	25	20



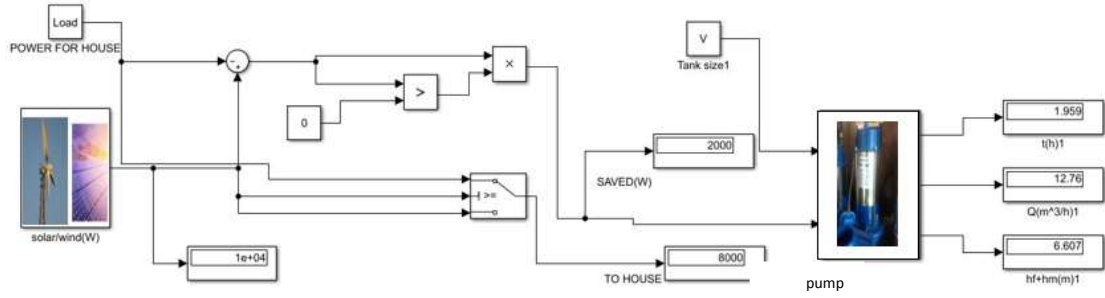
الشكل (12): مخطط صندوقي Simulink عند عدم وجود فائض طاقة

نلاحظ من الشكل (12) أن عند استهلاك المستهلك كامل الحمل 10000W فإن فائض الطاقة 0 W أي لا يوجد أي فائض بالطاقة وبالتالي المنظومة الهيدروليكية لا تعمل .



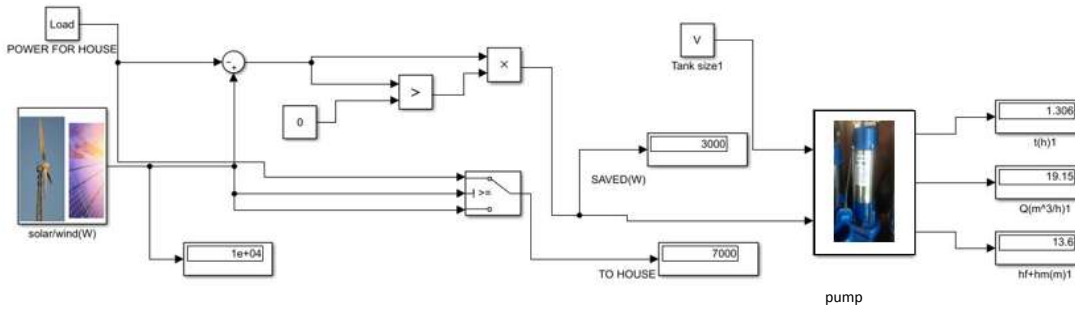
الشكل (13): مخطط صندوقي Simulink عند وجود فائض طاقة 1000 W

نلاحظ من الشكل (13) أن عند استهلاك المستهلك 9000W وبالتالي يوجد فائض بالطاقة 1000 W بالتالي تعمل وحدة التحكم على تشغيل المضخة استطاعتها (1 hp) ويتم ملئ الخزان خلال زمن قدره '2:36.



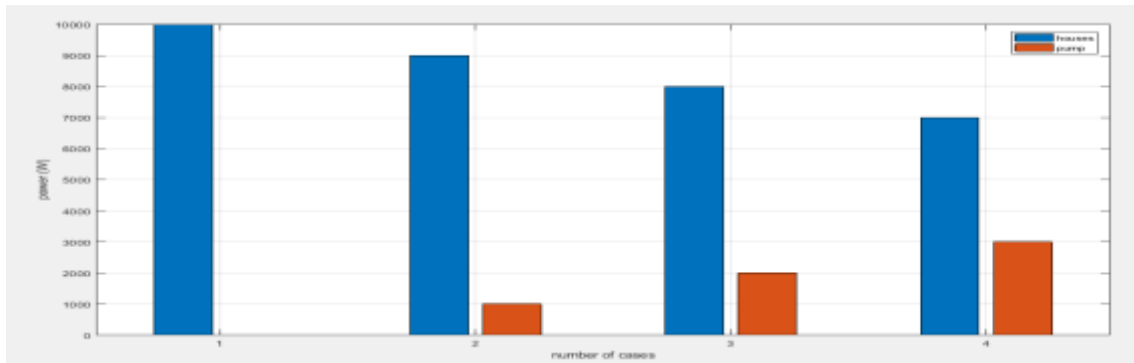
الشكل (14): مخطط صندوقي Simulink عند وجود فائض طاقة 2000 W

نلاحظ من الشكل (14) أن عند استهلاك المستهلك 8000W وبالتالي يوجد فائض بالطاقة 2000 W بالتالي تعمل وحدة التحكم على تشغيل مضخة استطاعتها (1.5 hp) ويتم ملئ الخزان خلال زمن قدره '1:30.



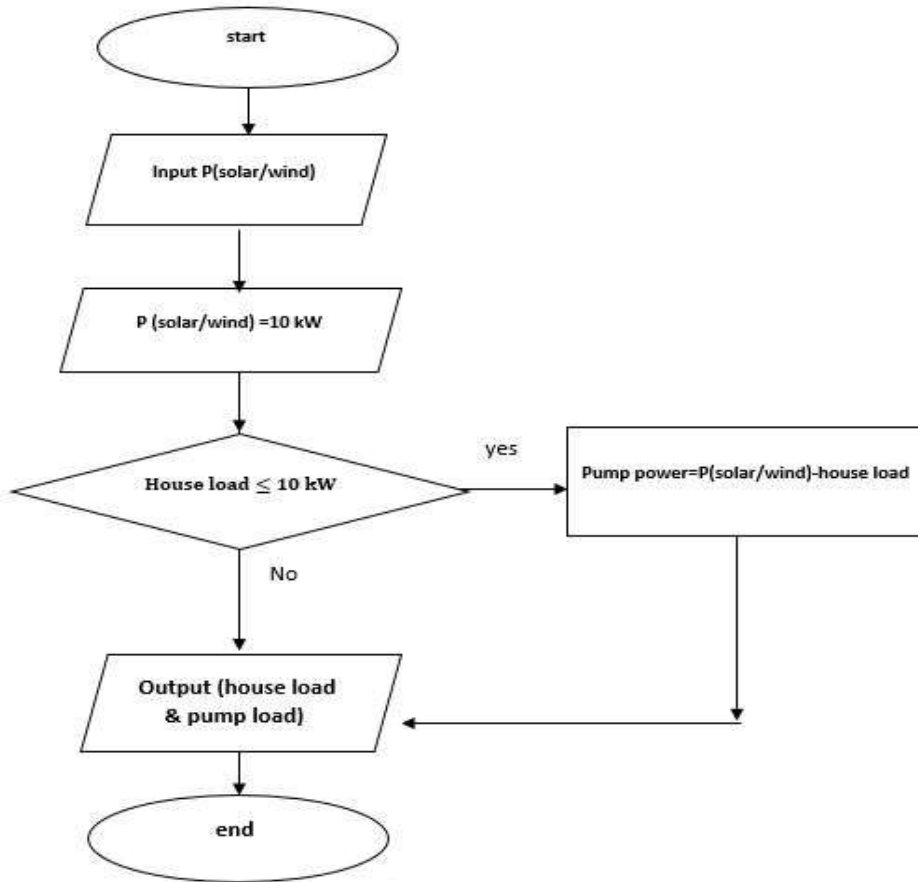
الشكل (15): مخطط صندوقي Simulink عند وجود فائض طاقة 3000 W

نلاحظ من الشكل (15) أن عند استهلاك المستهلك 7000W وبالتالي يوجد فائض بالطاقة 3000 W بالتالي تعمل وحدة التحكم على تشغيل المضختين معاً (1 hp و 1.5 hp) ويتم ملئ الخزان خلال زمن قدره '0:48. ويبين الشكل (16) فائض الطاقة في تشغيل المضخات وحمل المنازل للحالات السابقة.



الشكل (16): فائض الطاقة وحمل المنازل

يوضح الشكل (17) خوارزمية عمل الدارة:



الشكل (17) خوارزمية عمل الدارة

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- 1- يشكل مصدر الرياح عند سرعة رياح وسطية 4 [m/s] وما فوق 58% من أشهر السنة، بينما يشكل مصدر الإشعاع الشمسي عند شدة إشعاع شمسي وسطي $6935 \left[\frac{W.h}{m^2} \right]$ وما فوق 67% من أشهر السنة، لذلك يعد دمج المصدرين معاً (ريحي - شمسي) أفضل للاستفادة من الطاقة القصوى، وتأمين الحملات الكهربائية المناسبة.
- 2- إن دور المتحكم تكمن بإدارة الطاقة الفائضة عن المستهلكين، وبالتالي استخدام فائض الطاقة من المصدرين (شمسي - ريحي) يكون على شكل ضخ هيدروليكي للماء لزوم الري، واستخدامات زراعية أخرى.
- 3- يمكن استخدام هذه التقنية (الدارة الهجينة) في تطبيقات متعلقة بضخ المياه أو لأغراض مختلفة، وبالتالي التقليل قدر الإمكان من استخدام المضخات العاملة على وقود الديزل، وما ينتج عن ذلك من توفير وقود هذه المحركات (مازوت - بنزين)، في الوقت نفسه تقليل انبعاث أكاسيد الكربون كنتائج لتشغيل هذه المضخات.
- 4- الحصول على نموذج محاكاة حاسوبي يصلح للدارات المشابهة، بحيث يمكن إدخال تعديلات طفيفة عليه تبعاً لمعطيات تلك الدارات.

التوصيات:

- 1- الاستفادة من النموذج الحاسوبي عند تطبيق الدارة في الواقع العملي.

2- ضرورة تطبيق الأنظمة الهجينة على المناطق الريفية في سوريا، لتمتع معظم المناطق في سوريا بكميات جيدة من مصادر الطاقات المتجددة كالشمسية والريحية.

References:

- 1- Tao, M. Hongxing, Y. Lin. L, Jinqing, P. *Technical feasibility study on a standalone hybrid solar-wind system with pumped hydro storage for a remote island in Hong Kong*.elsevier journal. 69 (2014) 7-15
- 2- Wei ,T. Wind power generation and wind turbine design. Southampton, Boston: WIT Press.(2010)
- 3- Ma ,T.Yang, H. Lu, L. *Performance evaluation of a stand-alone photovoltaic system on an isolated island in Hong Kong*. elsevier journal .Applied Energy vol:112 (2013):663-672 .
- 4- Elhadidy,M. Shaahid ,S. *Parametric study of hybrid (wind solar diesel) power generating systems*. elsevier journal .Renewable Energy vol:21(2000):129-139.
- 5- Bagul,A. Salameh, Z. Borowy, B. *Sizing of a stand-alone hybrid wind photovoltaic system using a three-event probability density approximation*. elsevier journal .Solar Energy vol:56 (1996):323-335.
- 6- Ghoddami ,H. Delghavi ,M.Yazdani, A. *An integrated wind-photovoltaicbattery system with reduced power-electronic interface and fast control for grid-tied and off-grid applications*. elsevier journal . Renewable Energy 2012;45:128-37.
- 7- Sreeraj ES, Chatterjee Kishore, Bandyopadhyay Suntanu (2010). Design of isolated renewable hybrid power systems. *elsevier journal* .Solar Energy vol:84 (2010):1124-1136.
- 8- George, R. Book of renewable energies and stations. Syria: Tishreen University Publications. (2016-2017).
- 9- Mathew , S. Wind Energy Fundamentals,Resource Analysis and Economics. Printed in The Netherlands.(2006)
- 10- Kudela, H.*Hydraulic losses in pipes*. Journal of Wroclaw University of Science and Beskrivning.(2012)
- 11- Navid ,M. Ganesh Kothapalli, Daryoush Habibi, Mehdi Khiadani, Choton K. Das (2019). *An improved mathematical model for a pumped hydro storage system considering electrical, mechanical, and hydraulic losses*.elsevier journal. Applied Energy 247 (2019) 228–236
- 12- Shibli, N. Eido, M. Tomah, M. Khalil, I. Al-Harsh, M.Mardoud I. Hafar, M. Atlas of Winds in the Syrian Arab Republic. Syria: Military Housing Corporation Press (1998).