منظومات ضخ المياه بالطاقة الشمسية للري الزراعي

د. ماجد كرم الدين محمود
المدير الفني بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
maged.mahmoud@rcreee.org

الدورة التدريبية حول "تكامل قطاعي المياه والزراعة: مفاهيم وتطبيقات"
افندق سميراميس أنتركونتننتال بالقاهرة
22 - 23 ديسمبر 2019

RCREEE
Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

- السياسة المدنية هي تدبير المنزل أو المدينة بما يجب بمقتضى الأخلاق والحكمة ليحمل الجمهور على منهاج يكون فيه حفظ النوع وبقاؤه.

عبد الرحمن ، إبن خلدون

(1332 - 1406م)

مقدمة

- تشهد العديد من الدول العربية على مدى العقود الأخيرة ارتفاع معدل النمو السكاني والتوسع العمراني والتنمية الاقتصادية مما أدى إلى زيادة الطلب على الغذاء والطاقة ، وذلك بالترافق مع شح المياه.

- لقد أصبحت أنظمة الضخ المعتمدة على المحركات الكهربية ومن قبلها محركات الديزل -الأكثر شيوعاً - غير مستدامة بشكل متزايد ، نتيجة لارتفاع تكلفة الوقود وعدم استقرار إمداداته ،. كما أن مصاريف النقل والتخزين بجانب أسعار الوقود المتزايدة تجعل من الصعب الحفاظ على ممارسات الري ..

هناك حاجة لأنظمة فعالة من حيث التكلفة ، موثوق بها ، ومستدامة على المدى الطويل لتأمين احتياجات الري الضرورية في القطاع الزراعي بالعديد ومع تمتع الدول العربية بإمكانات متميزة من الطاقة الشمسية ، يعد استخدام أنظمة الضخ الشمسية في الري الزراعي هو البديل السليم.

هل من جديد؟

منذ بداية الزارعة كنشاط إنساني تسير الطاقة من المصادر الطبيعية والزارعة المستدامة جنب إلى جنب.

ويعد إنماء المحاصيل عملية هادئة مثلها مثل توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.

ويمثل الغذاء الصحي ، بجانب المياه ، أشياء عالية القيمة ولا تتماشى مع بيئة عالية التلوث.

ما نتوقعه من الغذاء أن يكون طازجًا ، نظيفًا ، ومستدام ، ونتوقع أيضًا أن ينتج ذلك من ممارسات الزراعة السليمة.

وتمثل منظومات ضخ المياه بالطاقة الشمسية جزأ لا يتجزأ من هذا التوقعات .. ولكن كيف ؟

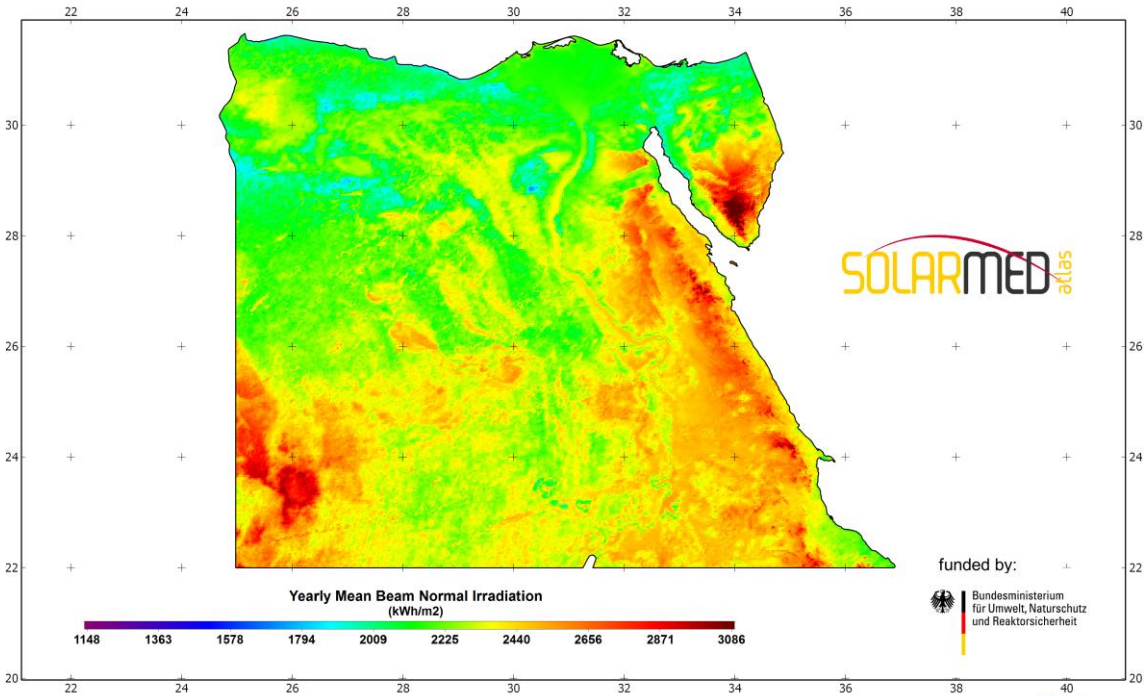
أحيانا تكون الأسئلة معقدة ...

والإجابات سهلة.

“Sometimes, the questions are complicated
And the answers are simple.”

Dr. Seuss Geisel

الفكرة الأساسية (1)

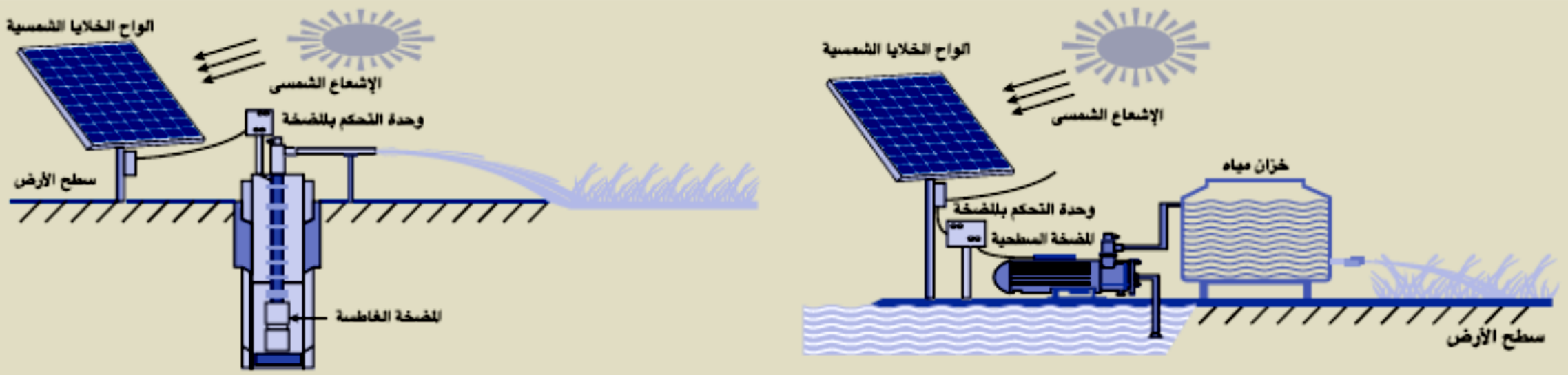


- تقع الدول العربية ومن بينها مصر جغرافيا في نطاق الحزام الشمسي العالمي. وتصل نسبة الإشعاع الشمسي سنويًا إلى ما يزيد عن 2800 كيلوواط ساعة/متر مربع في بعض الدول.
- يوفر هذا الكم من الإشعاع الشمسي بجانب المساحات الشاسعة من الصحاري في الدول ظروفًا مثالية لاستخدام الطاقة الشمسية
- وعلى سبيل المثال في مصر في المتوسط تسطع الشمس من 330 يومًا إلى 340 يومًا سنويًا. وينتج عن ذلك معدل إشعاع سنوي للطاقة يصل إلى 1990 كيلوواط ساعة/متر مربع في عاصمتها القاهرة ، وهي الطاقة المعادلة لحوالي 200 لتر من الديزل لكل متر مربع. وفي المانيا ، ينخفض ذلك القدر بمقدار مرتين بسبب قلة الإشعاع خلال فترات الشتاء.

الفكرة الأساسية (2)

- أنظمة الخلايا الشمسية ، المعروفة أيضًا باسم الخلايا الكهروضوئية (الفوتوفلطية)، بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء ذات تيار مستمر أو متردد عبر ما يسمى بعاكس أو مقوم التيار inverter.

- إن منظومات الري باستخدام الطاقة الشمسية هي منظومة متكاملة توفر المياه العذبة من البئر أو الخزان لاستخدامها في المنازل ، أو الصناعات ، أو الزراعة وذلك عن طريق استخدام الطاقة الشمسية سواء بتغذية طلمبات طرد مركزى سطحية أو مضخات غاطسة .

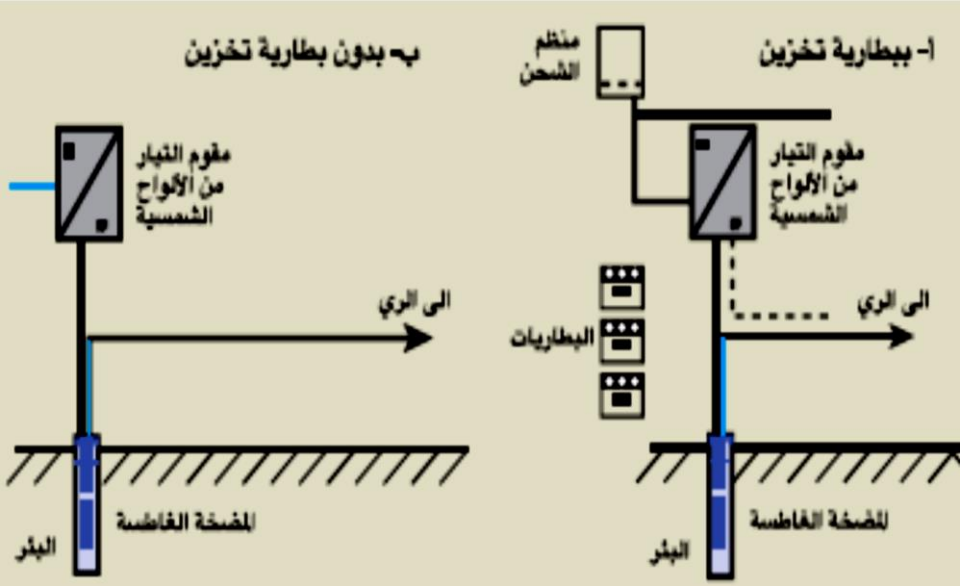


شكل رقم (١) : منظومة رى شمسية بمضخة سطحية وأخرى بمضخة غاطسة

الطاقة الشمسية المتغيرة ومتطلبات الري المستقرة!

- تتطلب نظم الري أوقات عمل يومية تصل إلى 16 ساعة ، وقد تصل في بعض الحالات إلى 24 ساعة ، على الجانب الآخر فإن ساعات السطوع الشمسي تعتمد على خط العرض ، والتاريخ ، وأحوال الطقس ، والعلاقة بين الخلايا الكهروضوئية المركبة والأحمال.
- من واقع التجارب العملية ، يتراوح متوسط ساعات السطوع الشمسي اليومية الفعالة فيما بين 6-8 ساعات
- التحدي الذي يواجه كل من مصممي ومشغلي أنظمة الري التي تعمل بالطاقة الشمسية هو كيفية التنسيق بين الطاقة الشمسية غير الثابتة ومتطلبات الري المستمرة عن طريق وضع تصميم مبتكر ، واستخدام تقنيات منظومة الضخ الشمسي.

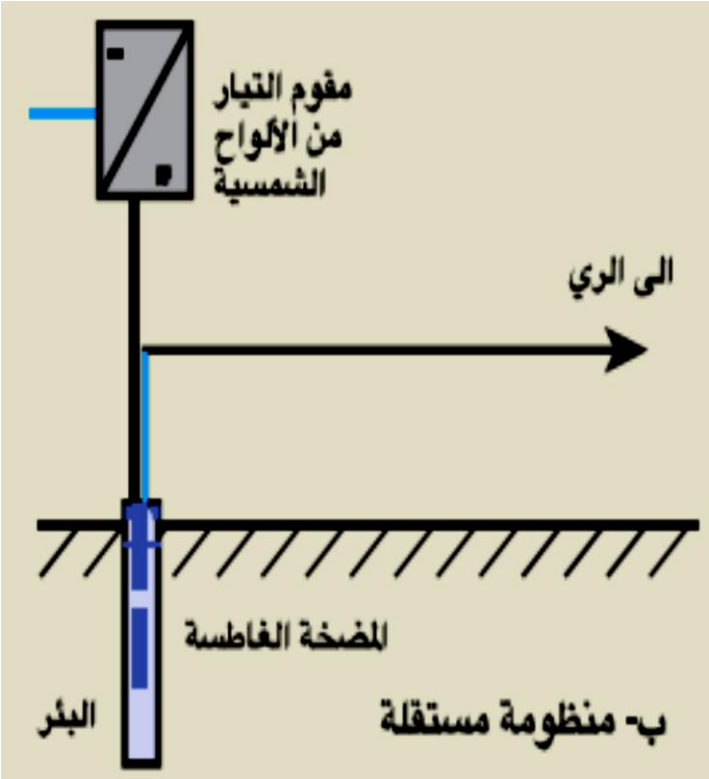
تصنيفات المنظومات- منظومات ذات بطاريات التخزين والمنظومات بدون بطاريات التخزين



شكل رقم (٢) : منظومات ببطاريات تخزين (أ) وأخرى بدون (ب)

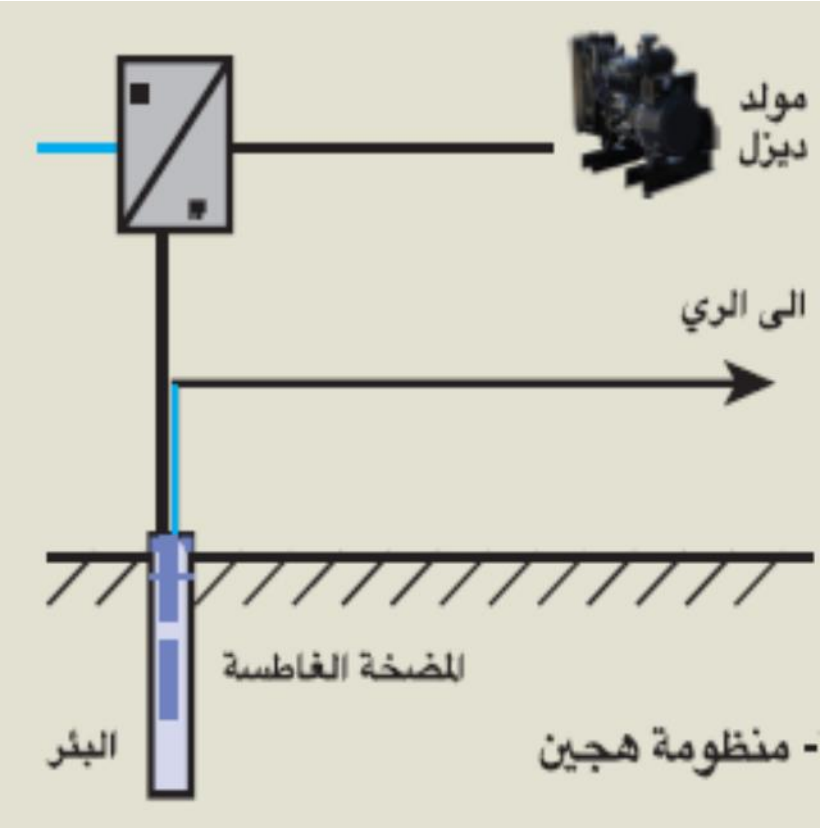
- يتحدد الري وفقًا لتصميم النظام الشمسي وسعة البطارية وتستمر فترة تشغيل المضخة طالما كان الإشعاع الشمسي كافيًا أو طاقة البطارية متوفرة.
- ولكن يعيب تلك المنظومات التكاليف الباهظة للبطارية ومنظم الشحن وكذلك فترة الحياة المحدودة لتقنيات البطارية القياسية (قصر عمر البطاريات).
- وتحتاج المنظومات إلى منظم الشحن وحساب حجم البطارية لتجنب عمق تفريغ البطارية خلال دورة الحياة اليومية ، حيث أن مستوى التفريغ له تأثير قوي على عمر البطاريات وضمان الحماية ضد تفريغ البطارية الكلي ، مع استخدام بطاريات مناسبة تلائم الظروف البيئية.

تصنيفات المنظومات- المنظومات المستقلة أو الهجين (1)



- بالنسبة للمنظومات المستقلة ، فإن الطاقة الشمسية هي المصدر الوحيد للطاقة
- تعد أبسط الطرق لتركيب منظومة ضخ شمسي حيث يتم توصيل المضخة مباشرة بمقوم تيار الطاقة الشمسية وهكذا يبدأ في العمل صباح كل يوم حينما يكون إنتاج الطاقة الشمسية أعلى من الحد الأدنى المطلوب من الطاقة لتشغيل المضخة.
- ويعمل النظام الشمسي على تشغيل المضخة طالما كان هناك معدل إشعاع كاف. ويتوقف عمل المضخة قبل الغروب حينما يكون إنتاج الطاقة الشمسية أقل من الحد الأدنى المطلوب لتشغيل المضخة.
- يختلف معدل تدفق المياه خلال اليوم وفقًا للإشعاع الشمسي. وخلال العام ، تتغير كمية المياه تبعًا لنمط الإشعاع الشمسي اليومي والموسمي.

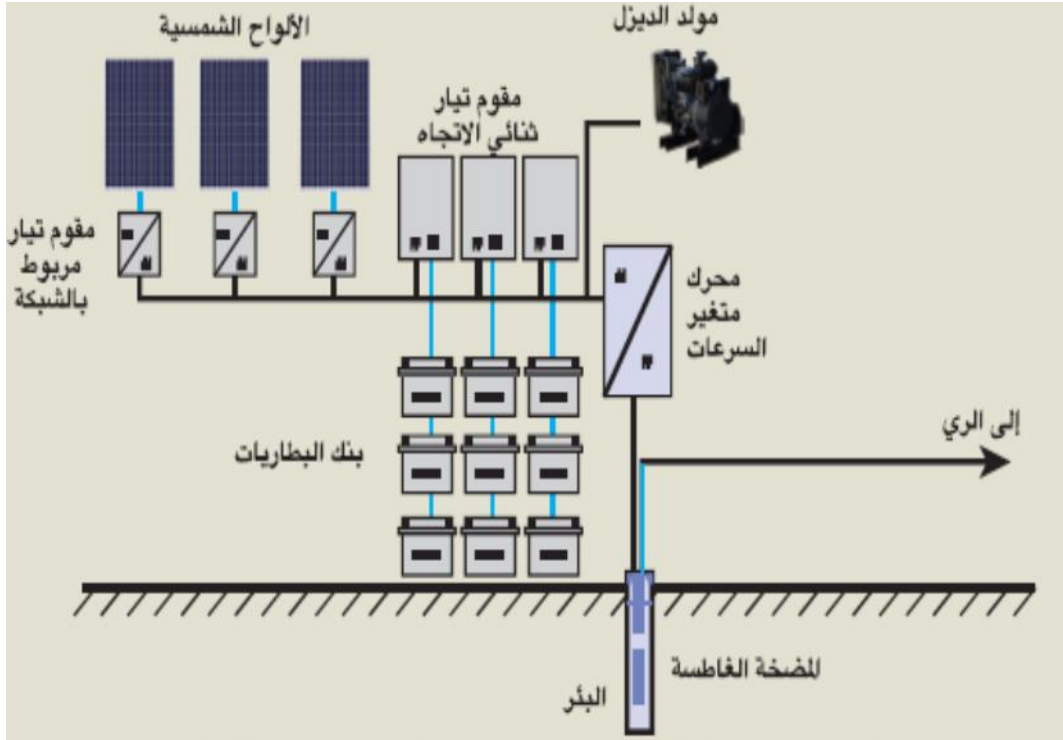
تصنيفات المنظومات- المنظومات المستقلة أو الهجين (2)



- الحلول الهجينة تصف المنظومات التي تجمع بين الطاقة الشمسية ، ومصادر الطاقة الأخرى مثل مولدات الديزل ، أو طاقة الرياح ، أو الشبكة العامة.
- تحقق وفورات كبيرة في الوقود وفي التكلفة ، إضافة إلى خفض تكلفة الصيانة والإحلال لمولدات الديزل حيث تقل أوقات التشغيل اليومية.
- من اليسير وضع المنظومات الهجين التي تسمح بعملية التحويل داخل المزارع القائمة ، حيث يتم فقط إضافة النظام الشمسي إلى البئر.
- يقوم نظام الطاقة الشمسية خلال ساعات سطوع الشمس بتشغيل المضخة بنفس فكرة النظام المستقل مباشرة عند معدلات التدفق المتغيرة وفقًا للإشعاع الشمسي المتوفر.
- إذا لم تكن الطاقة الشمسية متوفرة يتحول النظام إلى تشغيل مولد الديزل. ويمكن للتحويل أن يتم يدويًا أو بشكل أتوماتيكي حيث يعتمد ذلك على خيارات التحكم في مولد الديزل.

تصنيفات المنظومات- المنظومات المستقلة أو الهجين (3)

- يمكن تصميم النظام الهجين مع البطاريات لتوفير 100% من الطاقة الشمسية ، مع تواجد مولد الديزل كمساعد احتياطي من أجل المحاصيل الهامة.
- يتم توفير نسبة كبيرة من المشاركة الشمسية من خلال النظام الشمسي مع وجود مولد الديزل الذي يعمل في الفترات التي لا يوجد فيها إشعاع شمسي لفترات طويلة أو الفترات التي يقل فيها الإشعاع الشمسي.
- يعمل النظام الشمسي خلال أوقات الري على تشغيل المضخة مباشرة عن طريق العاكس الشمسي ، وإذا لم تتوفر الطاقة الشمسية أو كانت هناك نسبة قليلة لا تكفي لتشغيل المضخة ، فتعمل الطاقة المختزنة في البطاريات على تشغيل نظام الري.
- ويجب أن تكون البطاريات عند أقصى مستوى للشحن من خلال النظام الشمسي أو مولد الديزل أو كلاهما. ويكون وقت تشغيل نظام الري مستقل عن تشغيل النظام الشمسي.



شكل رقم (٤) : منظومة هجين (شمسية - ديزل - بطاريات)

تصنيفات المنظومات- منظومات ضخ لبئر واحدة أو آبار متعددة

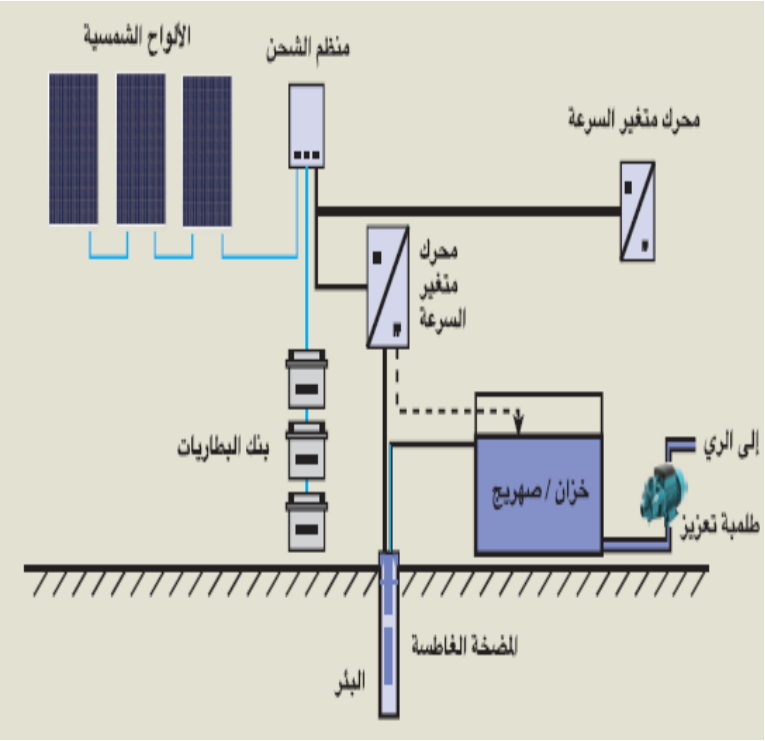
- وفيها تستخدم مضخة غاطسة واحدة مع نظام شمسي واحد مغمورة في البئر ، وبالنسبة للآبار المتعددة يتم ربط المضخات والآبار معًا بشبكة صغيرة بوحدة إمداد طاقة مركزية أو غير مركزية .

- يلاحظ أن في الأنظمة الصغيرة (حتى 5 كيلو وات)، ذات مناسيب الضغط العالية (التي تتراوح من 80- 300 متر) ومعدلات التدفق المنخفضة (حتى 10 متر مكعب لكل ساعة)، تكون المضخات الحلزونية ذات فائدة كبيرة بالنسبة لتطبيقات المضخات الشمسية. ويمكن أن يعمل هذا النوع من مضخات الإزاحة الموجبة مع السرعات المنخفضة ، ويجب إحلال الجزء الثابت بالمضخة الحلزونية بصورة دورية.

- وبالنسبة لمعدلات التدفق الأعلى ، فإن مضخات الطرد المركزي هي الحل الأقل كلفة.

- وتتضمن المكونات أيضا المقوم الشمسي للمضخة أو محرك السرعة المتغيرة الذي يتيح تشغيل المضخة من خلال ناقل الحركة متغير السرعة لتغطية معدل التدفق في نطاق واسع وذلك بتشغيل المضخة عند معدل تردد منخفض ، ثم القدرة على الوصول إلى تردد عال لتوليد الحد الأقصى من الطاقة ، وغير ذلك من المكونات.

تصنيفات المنظومات- منظومات مع أو بدون تخزين المياه

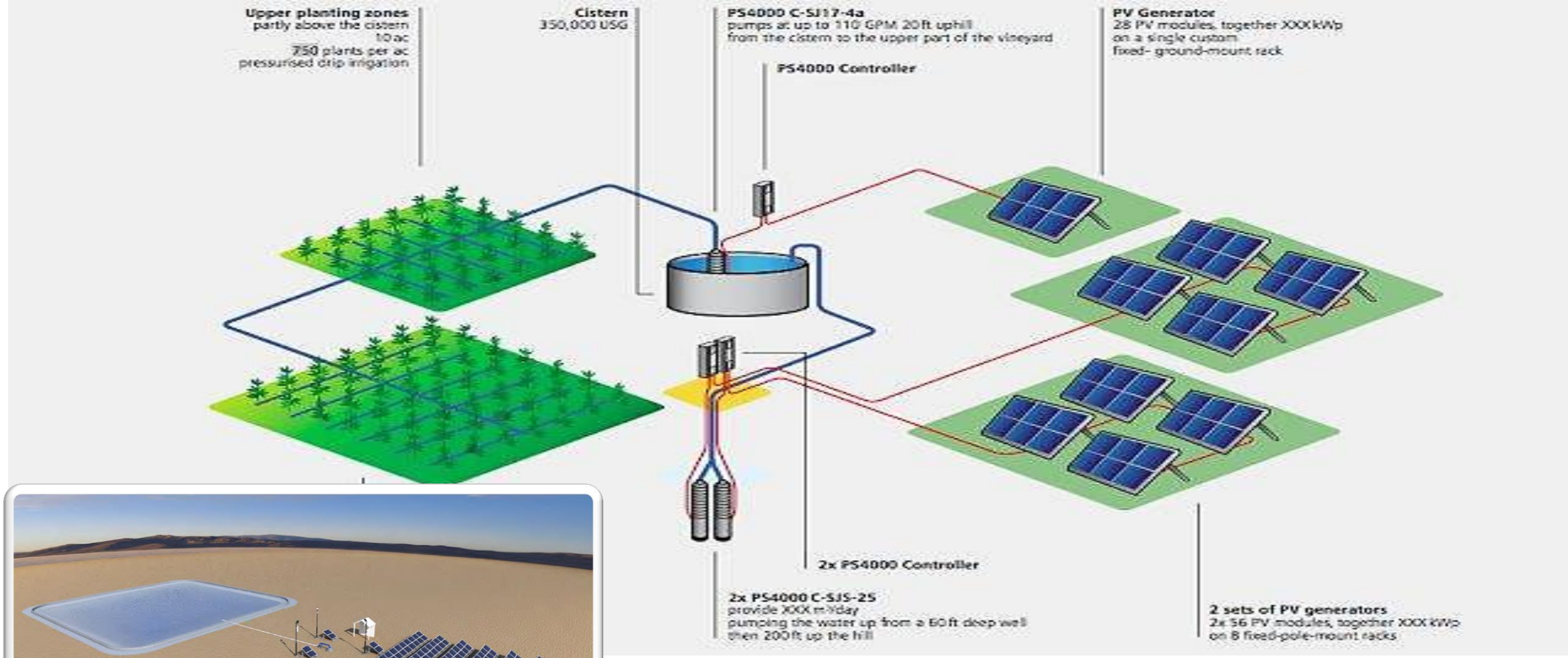


- تقوم المنظومات ، التي تتضمن خزانات مياه ، بتخزين فائض المياه الذي يتم ضخه خلال الساعات التي تسطع خلالها الشمس وعند الاحتياج إليها خلال الساعات التي لا تسطع بها الشمس ، يتم إمداد المياه من خلال هذه الخزانات إما بواسطة مضخات التعزيز الصغيرة (خزان على المستوى الأرضي) ، أو من خلال القوة الجاذبة (خزانات على مستوى عال) حيث تعد الأنظمة المستقلة ذات التخزين على منسوب مرتفع من أكثر الأنظمة الشائعة في آسيا.

- وتكون فترة تشغيل منظومة الري مستقلة عن عمليات الضخ. وعند تصميم مزارع جديدة ، يتعين قياس معدل تدفق سحب المياه من كل بئر بدقة.

- وكقاعدة عامة تقريبية ، فإن نسبة الفدان إلى البئر الجوفي في حالة الأراضي الصحراوية المستصلحة ، هي 100 فدان لكل بئر (الفدان هو وحدة مساحة في مصر =24 قيراط = 4200 متر مربع = 0.42 هكتار).

- ولا يمكن زيادة معدل تدفق بعض هذه الآبار بسبب بعض الأحوال المحيطة مثل ملوحة المياه الجوفية. وتعتمد المساحة المروية لكل بئر على أداء الآبار ، والمحاصيل واحتياجاتها من المياه ، وتقنية الري وعلى العديد من المؤشرات الأخرى. وعادة ما يختلف أداء البئر واحتياجات المزروعات من المياه خلال العام.



https://ecosource-canada.ca/en/product/solar-pump-for-drinking-water-and-irrigation/

RCREEE

هيكل التكلفة

- كل متر مكعب من المياه لا يتم ضخه يوفر طاقة واستثمارات
- كفاءة أنظمة الري ، والمضخات ، والموتورات تمثل جميعها أهمية في تحديد الحجم الأمثل للنظام الشمسي.
- كلما انخفضت الطاقة الكهربية اللازمة للمضخة ، انخفض حجم النظام الشمسي المطلوب وبالتالي انخفضت الاستثمارات.

جدول رقم (١): مقارنة بين بعض المنظومات من حيث تكلفة المكونات بالنسبة للتكلفة الاجمالية (٪)

المنظـــومة	الخلايا والهيكل	البطاريات	المقومات والقطع الاضافية	تخزين المياه	التحكم والأسلاك	التركيب
الري المباشر المستقلة	٥٧	–	٢١	–	١١	١١
الري المباشر المستقلة مع بطاريات تخزين	٣٨	٣٥	١٤	–	٧	٦
ذات خزانات المياه المرتفعة	٤٥	–	١٧	٢١	٧	١٠
المستقلة مع التخزين الأرضي ومضخة التعزيز	٤٦	١٤	١٧	٧	٧	٩

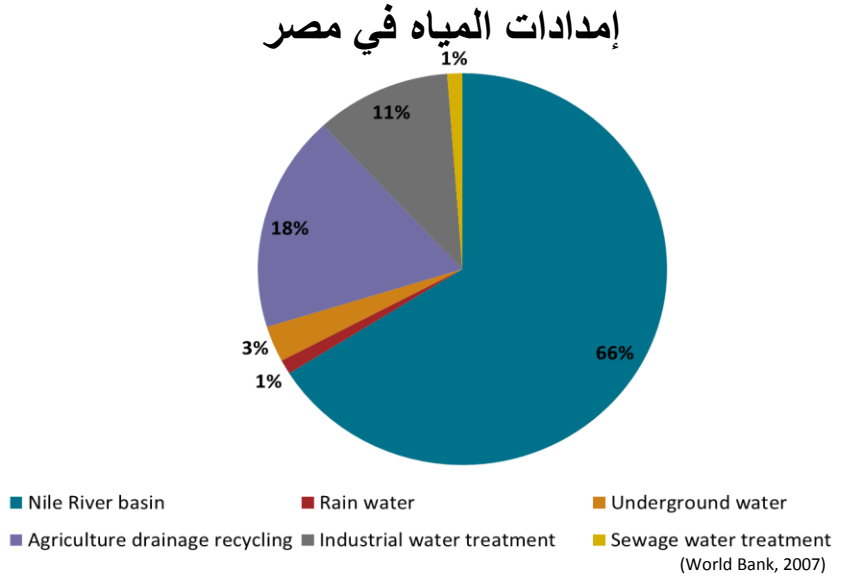
اعتبارات واجبة

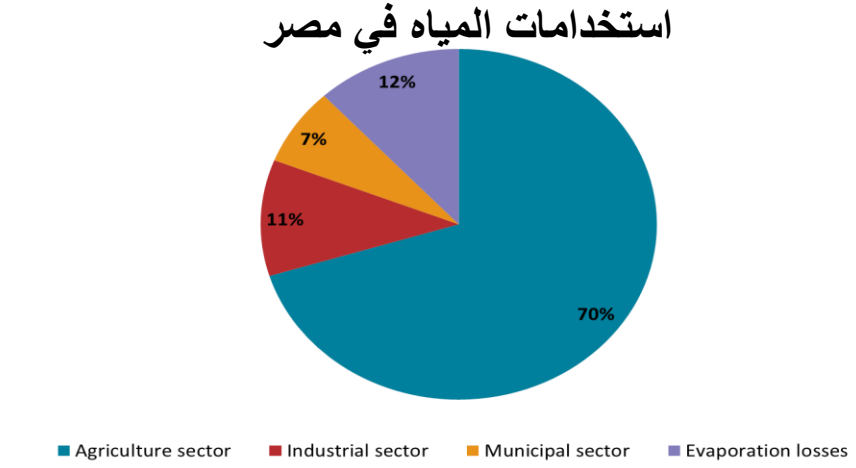
تحديد أحوال الري / البئر للمزرعة القائمة أو تصور عن المزرعة الجديدة وبيانات المشروع الأساسية مثل:

- الموقع والاتجاه الجغرافي
- تقنيات الري المتاحة والأكثر كفاءة مع وضع هدف لتقليل استهلاك المياه ،
- المساحة الخالية للتركيبات الشمسية ، والآبار ومولدات الديزل
- خصائص البئر ومعلومات عن جودة المياه
- خصائص المضخة للمضخات المتواجدة أو التي سيتم شراؤها
- جدول الري المطلوب وهل النمط يومي أو موسمي
- الضغط المطلوب لنظام الري أو ارتفاع خزان المياه لأنظمة التخزين
- في حالة توافر مولدات ديزل فمن المطلوب معرفة النوع والحجم
- فحص الأساليب التي يمكن من خلالها خفض معدل تدفق المياه
- فحص الأرض والتربة فيما يتعلق بملائمة الأساسات
- تحديد متطلبات تركيب مصفوفة الخلايا الكهروضوئية ، وترتيبات مصفوفة الخلايا واختيار عاكس مناسب كي يتوافق مع الشبكة وفكرة النظام
- وضع مواصفات واختيار مضخة ملائمة تناسب حجم المياه وتصميم خطوط المياه
- و تصميم بنك البطاريات إذا ما كانت حلول البطاريات مطلوبة
- تحديد نظام التحكم للأنظمة الهجين الديزل
- تصميم وسلامة الهيكل المعدني للنظام التصميم بناء على وزن الألواح وأحوال الرياح وباستخدام مواد تقاوم الأحوال البيئية المحلية
- تحديد أدوات السلامة اللازمة (ضد الصعق ، والجهد الزائد)
- تحديد المكونات المكملة اللازمة (أنابيب مرور الأسلاك ، الأسلاك ، أنابيب الحماية)
- تقدير اقتصاديات المشروع ورأس المال والتكاليف ،.

ويمكن كل ذلك من خلال المناقشات والزيارات الفنية مع مجموعة محدودة من الموردين المحتملين لمناقشة المفاهيم والتقديرات المختلفة

الزراعة والري في مصر





(Zaki & Hamdan, 2016)

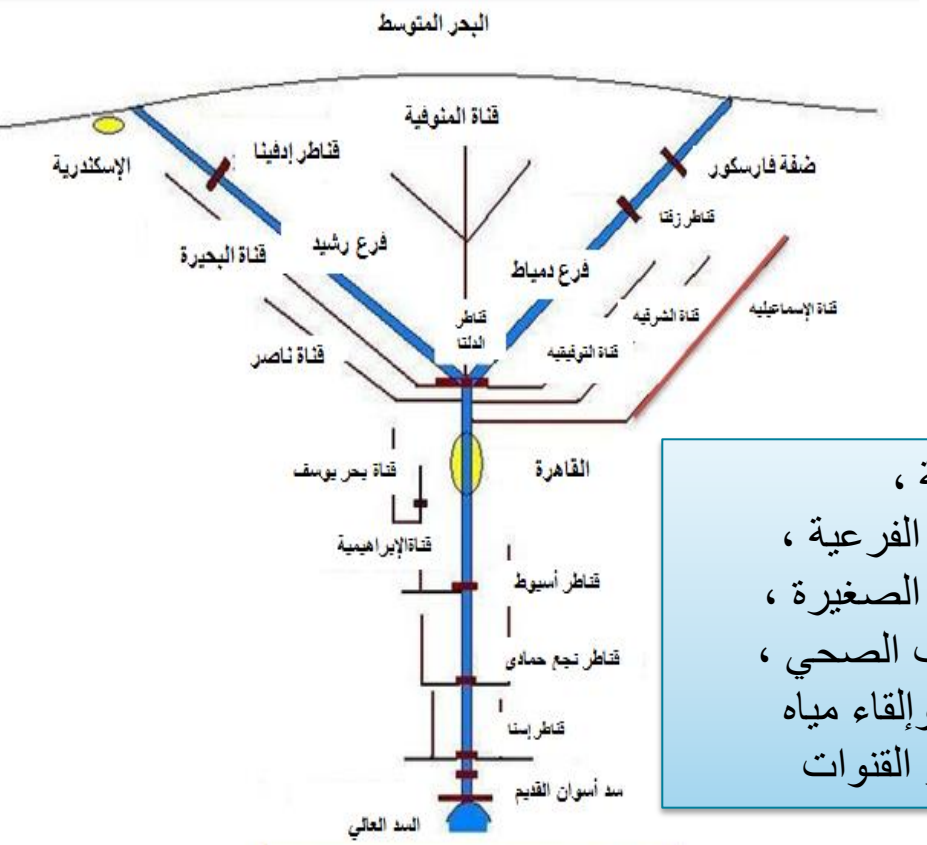
- المساحة الكلية المزروعة : 9.08 مليون فدان
  في الأراضي القديمة: 7.45 مليون فدان (82.09٪)
  في الأراضي الجديدة: 1.63 مليون فدان (17.91٪)

- إجمالي الحيازات: 4.42 مليون مالك الأرض
  المتوسط البسيط: 2.05 فدان لكل مالك أرض

- حوالي 11.9 ٪ من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2016 (البنك الدولي)
- ما يصل إلى 26 ٪ من قوة العمل في عام 2015 (البنك الدولي)

- الري نظام مغلق:
  نهر النيل: 55.5 مليار متر مكعب سنويا
  نسبة الإعتمادية 96.9 ٪ (أعلى)

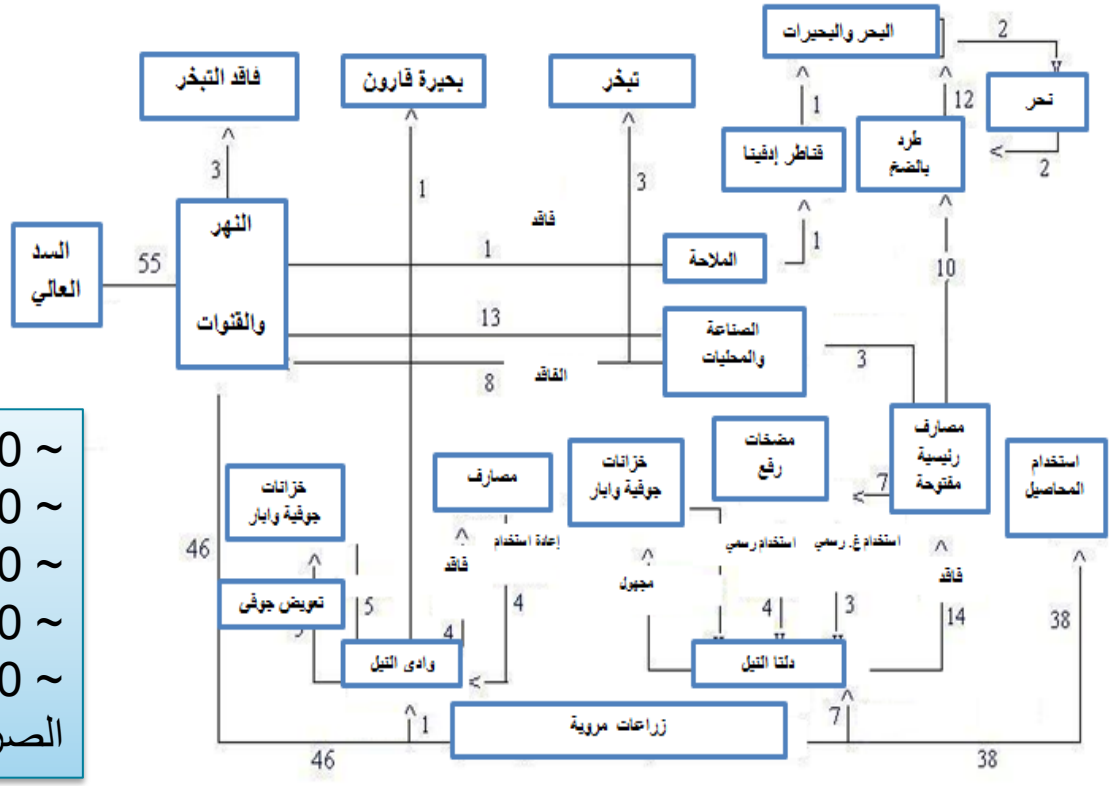
الزراعة والري في مصر



اسكتش للقناطر والقنوات الرئيسية لفروع نهر النيل بمصر

- الرسم ليس بمقياس رسم

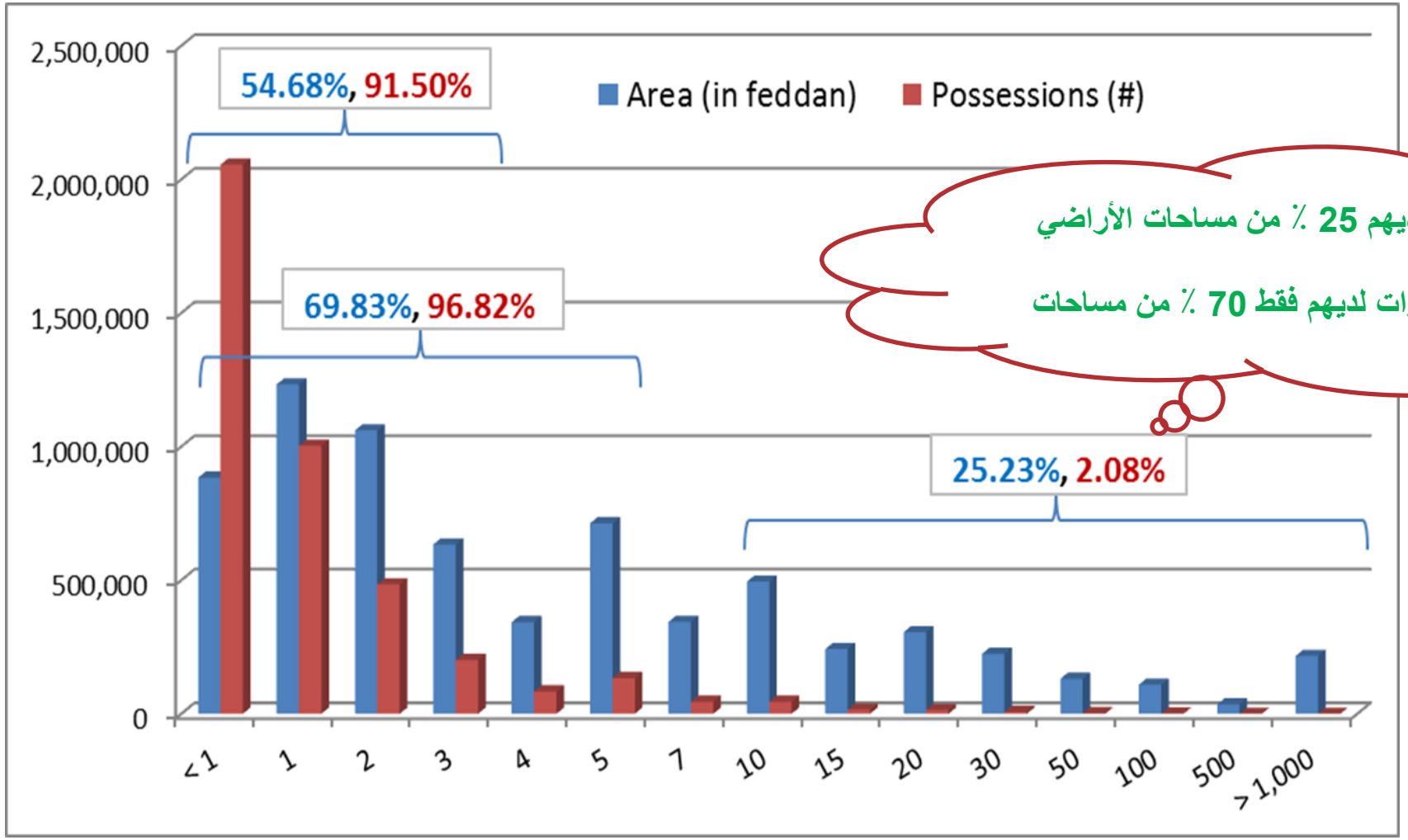
~ 1000 كم من القنوات الرئيسية ،
~ 30،000 كيلومتر من القنوات الفرعية ،
~ 80،000 كيلومتر من القنوات الصغيرة ،
~ 17000 كم من قنوات الصرف الصحي ،
~ 670 محطة ضخ كبيرة للري وإلقاء مياه الصرف في البحر أو البحيرات أو القنوات



- الكميات بالمليار م3/ عام

متوسط الرصيد السنوي من المياه من نهر النيل

فئات الحيازات والمساحات (الري من النيل)



2٪ من أصحاب الحيازات لديهم 25 ٪ من مساحات الأراضي

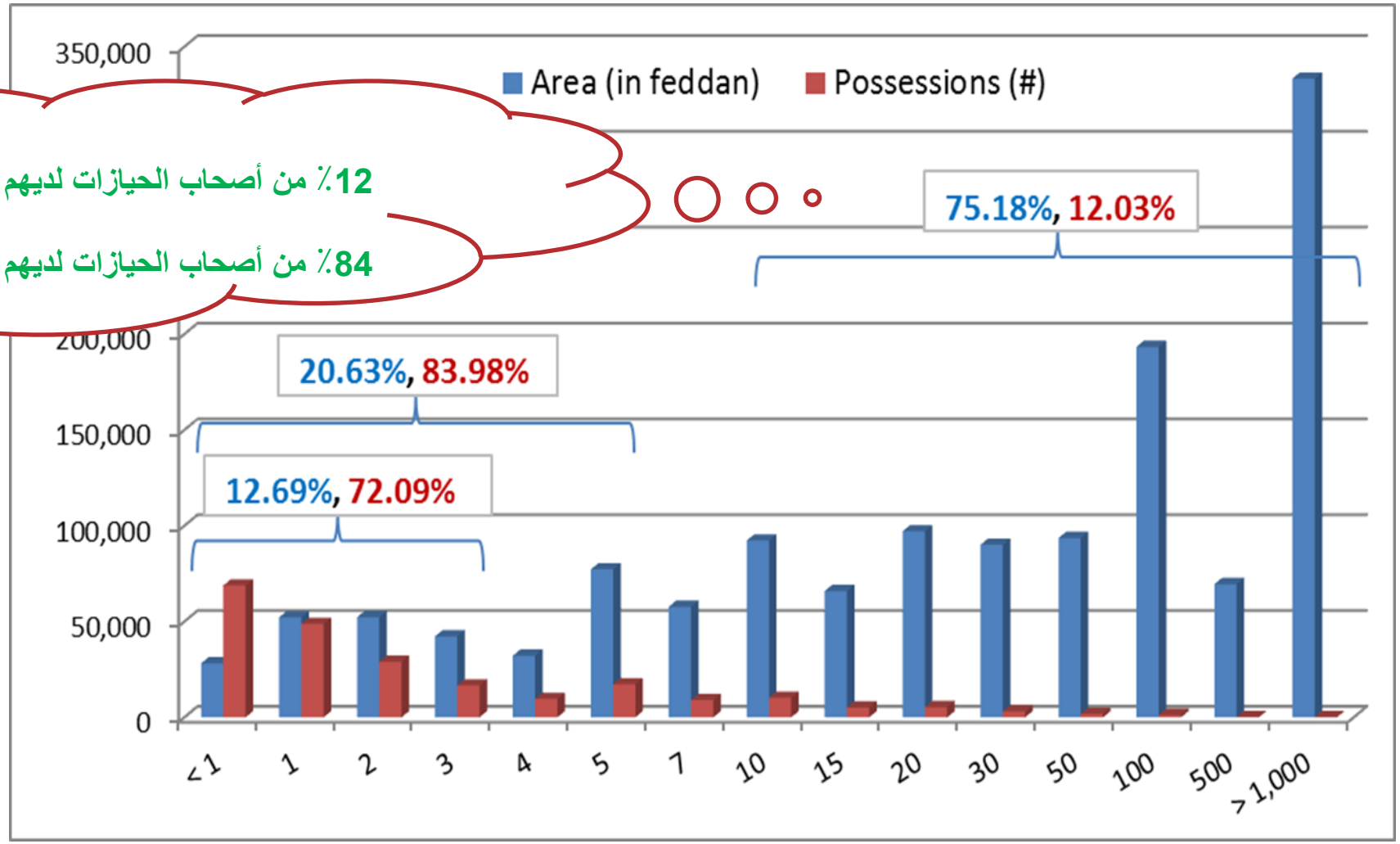
95 ٪ < من أصحاب الحيازات لديهم فقط 70 ٪ من مساحات الأراضي

(MoALR, 2016)

فئات الحيازات والمساحات (الري من الآبار)

12٪ من أصحاب الحيازات لديهم 75 ٪ من مساحات الأراضي

84٪ من أصحاب الحيازات لديهم فقط 20 ٪ من مساحات الأراضي



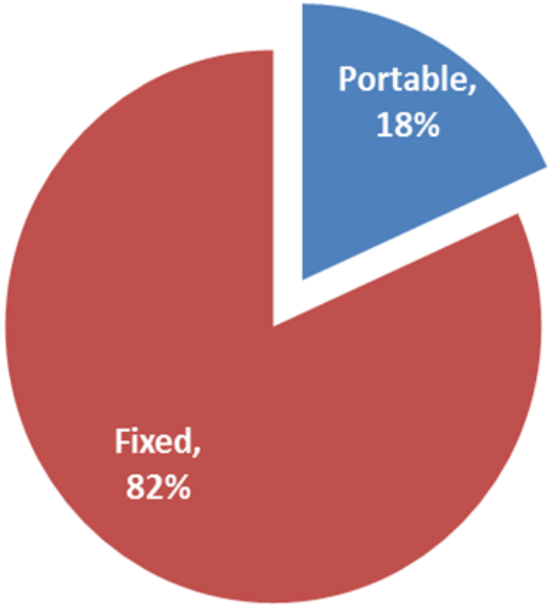
(MoALR, 2016)

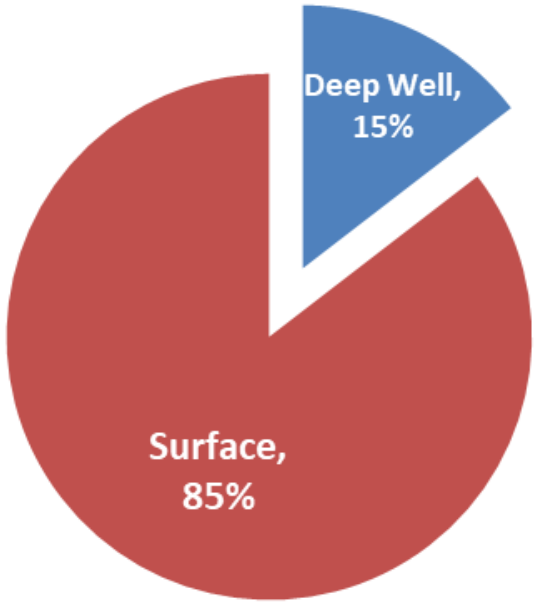
الوضع الحالي لمضخات المياه لأغراض الري

يوجد إجمالي 534، 957 مضخة مياه تستخدم للري في مختلف المحافظات .. أي ما يقارب

مليون مضخة أو طلمبة

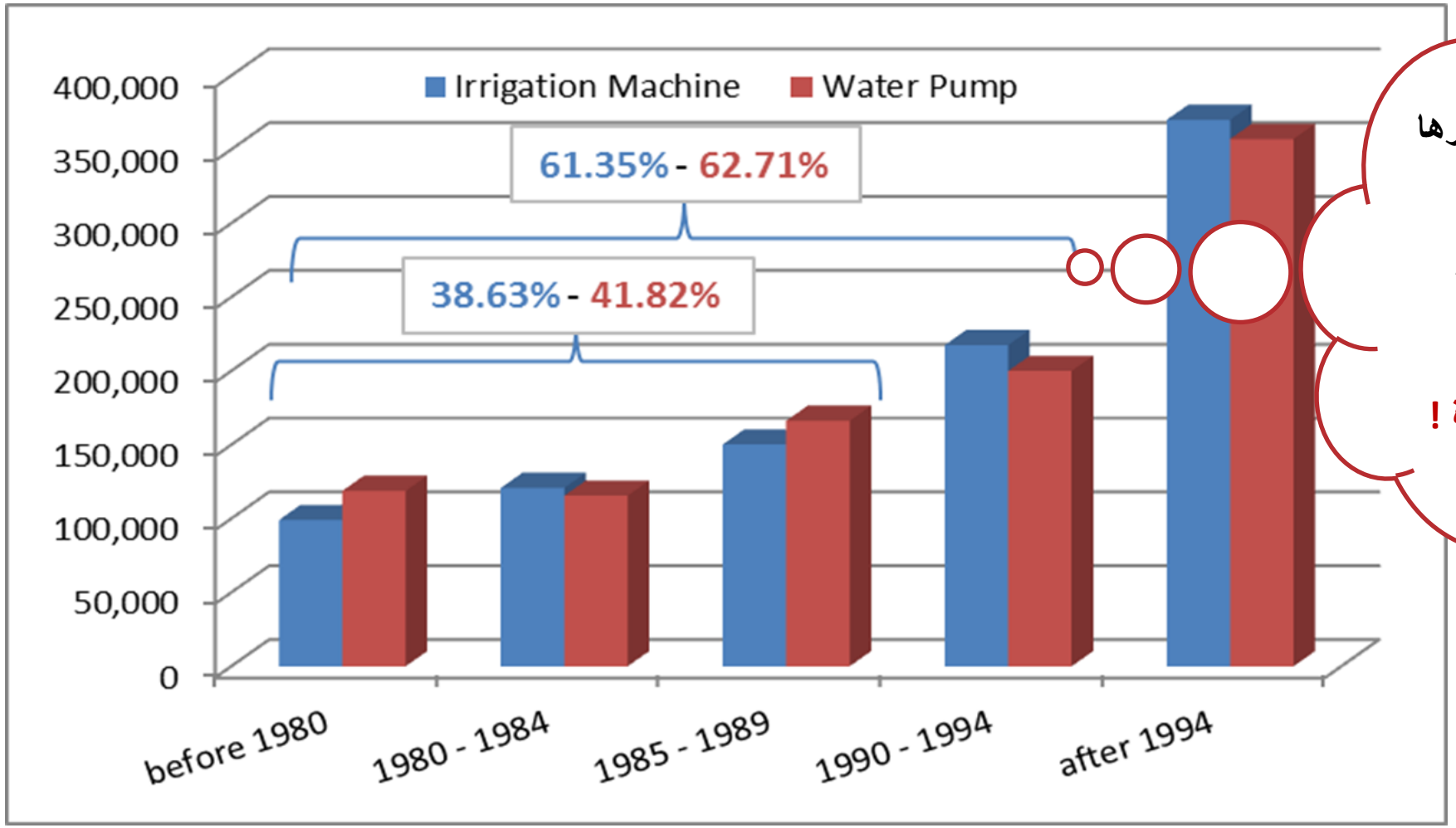
واحد طلمبة لكل
9.5 فدان تقريبا





(MoALR, 2016)

أنظمة الضخ التقليدية وعمرها في مصر



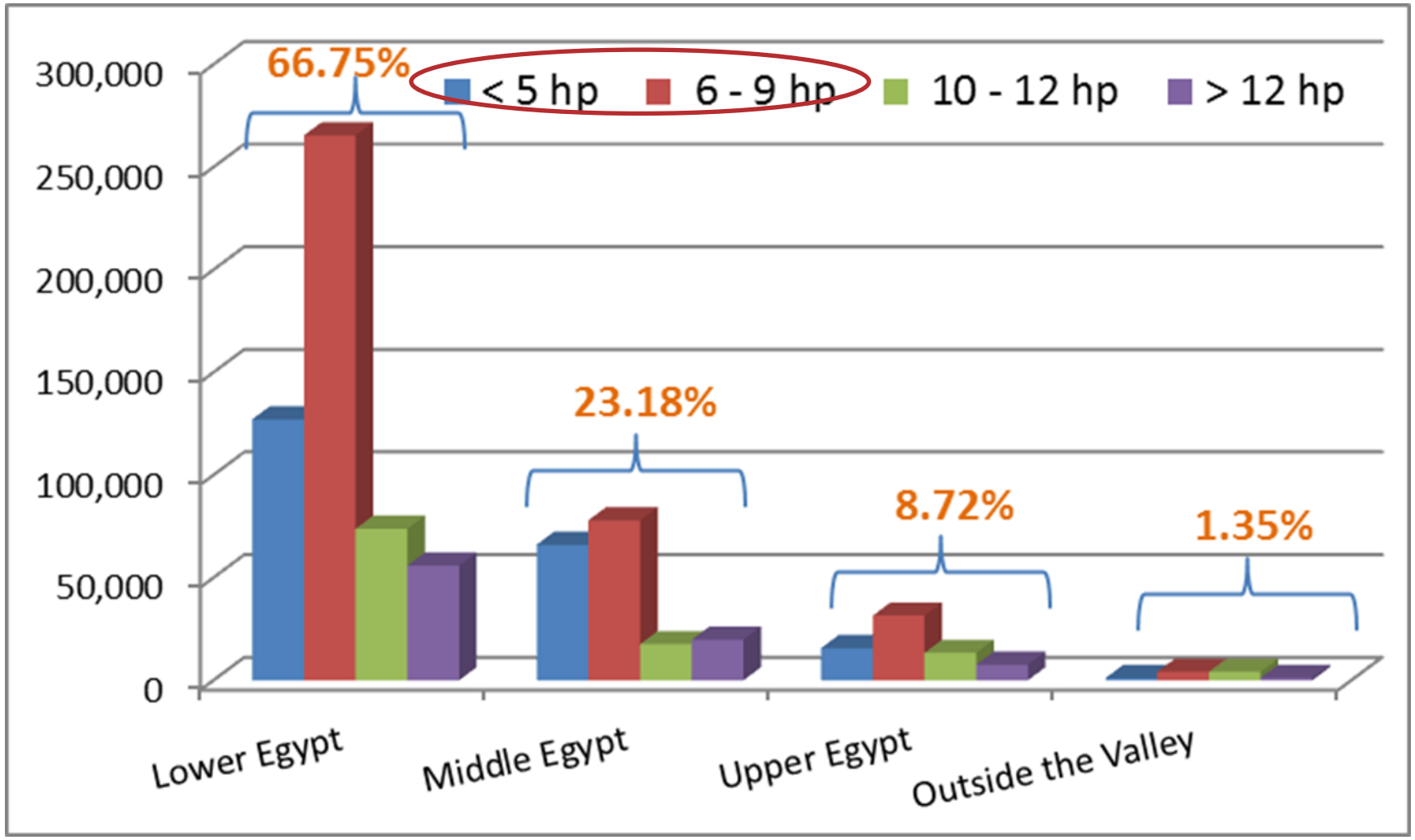
حوالي 40% من الأنظمة عمرها أكثر من 30 عام

وحوالي 60% من الأنظمة عمرها أكثر من 25 عام

هل لنا أن نتساءل عن الكفاءة !

(MoALR, 2016)

قدرات أنظمة ضخ المياه لأغراض الري التقليدية في مصر



(MoALR, 2016)

نماذج لمشروعات شارك المركز فيها لصالح وزارة الزراعة واستصلاح الارضى الجهاز التنفيذى لمشروعات التنمية الشاملة مشروع بناء مرونه نظم الامن الغذائى بصعيد مصر (التغيرات المناخيه)

نزلة علي – مركز جهينه – محافظة سوهاج

معدلات الأداء: (طلمبة سطحية)

متوسط الإنتاجية	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
2310 م٣/يوم	Lorentz PSK2-21 CS-G150-17/4, Surface Solar Water Pump, complete set.		18720 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
15 كيلووات	220 متر مسطح	3 متر	5 متر

نزلة البحرية – مركز جهينه – محافظة سوهاج

معدلات الأداء: (طلمبة سطحية)

متوسط الإنتاجية	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
1575 م^3/يوم	Lorentz PSK2-15 CS-G150-12.5/4, Surface Solar Water Pump, complete set..		12480 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
11 كيلووات	150 متر مسطح	3 متر	5 متر

" قرية علي بن ابي طالب – محافظة سوهاج"

معدلات الأداء: (طلمبة غاطسة)

متوسط الإنتاجية	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
2035 م٣/يوم	Lorentz PSK2-40 C SJ120-3, Submersible Solar Water Pump, complete set..		62920 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
30كيلووات	750 متر مسطح	14 متر	5 متر

قرية سنهود– مركز ابو تشت – محافظة قنا

معدلات الأداء: (طلمبة سطحية)

معدلات الأداء	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
2130 م٣/يوم	Lorentz PSK2-15 CS-G150 -12.5/4, Surface Solar Water Pump, complete set..		20800 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
11 كيلووات	250 متر مسطح	3 متر	5 متر

توماس 3 – الأقصر

معدلات الأداء: (طلمبة سطحية)

متوسط الإنتاجية	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
3675 م³/يوم	Lorentz PSK2-25 CS-G200-15/4, Surface Solar Water Pump, complete set..		34320 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
18.5 كيلووات	420 متر مسطح	3 متر	5 متر

بنبان - اسوان

معدلات الأداء: (طلمبة سطحية)

متوسط الإنتاجية	طراز الطلمبة		قدرة الخلايا الشمسية
1895 م^3/يوم	Lorentz PSK2-15 CS-G150 -12.5/4, Surface Solar Water Pump, complete set..		15600 وات
أقصى قدرة للموتور	المساحة المطلوبة	رفع السحب	رفع التصرف
11 كيلووات	180 متر مسطح	3 متر	5 متر

إمكانات التحول للطاقة الشمسية

المشروعات القومية

- 1.5 مليون فدان
- 1 مضخة تخدم:
  - 10 فدان (متوسط بسيط) أو
    5 فدان (عمليا)
- إمكانات التحول لأنظمة ضخ المياه بالطاقة الشمسية:
  - 150، 000 (الحد الأدنى) أو
    300000 (عملي)

القطاع الحكومي

- محطات ضخ ضخمة على طول نهر النيل
- في الغالب متصلة بشبكة الكهرباء
- العمليات اليومية 24 ساعة في اليوم
  - 8 إلى 10 ساعات من أشعة الشمس اليومية
  - استخدام الشبكة كوحدة تخزين
    الفوائد المحتملة (النقل عبر الشبكة ، القياس الصافي للطاقة)

الأبعاد الاقتصادية والإجتماعية: فرص العمل (سيناريو متحفظ)

Average team size: **2.5** (technical jobs)
Average size of SWP system: **20 kW**
# of weekly installation: **2 systems**

Existing market size

- # diesel pumps: **500,000**
- Conversion rate of **1%: 5,000 SWP** per year

Estimation for installation

- **100 MW** per year
- Size: **~20 kW** for each SWP system

Estimated contribution

- By 2020: **300 MW**
- By 2030: **1.3 GW**

Minimum estimated # of:
Total jobs: **459 per year, 4.59 per MW**
Installation companies: **52 (or teams)**

إمكانات التحول للطاقة الشمسية

Year	Installed Capacity	Investments in USD
2022 (5%)	958 MW	$ 1,079 million
2035 (18%)	3,447 MW	$ 3,884 million
2050 (33%)	6,320 MW	$ 7,121 million

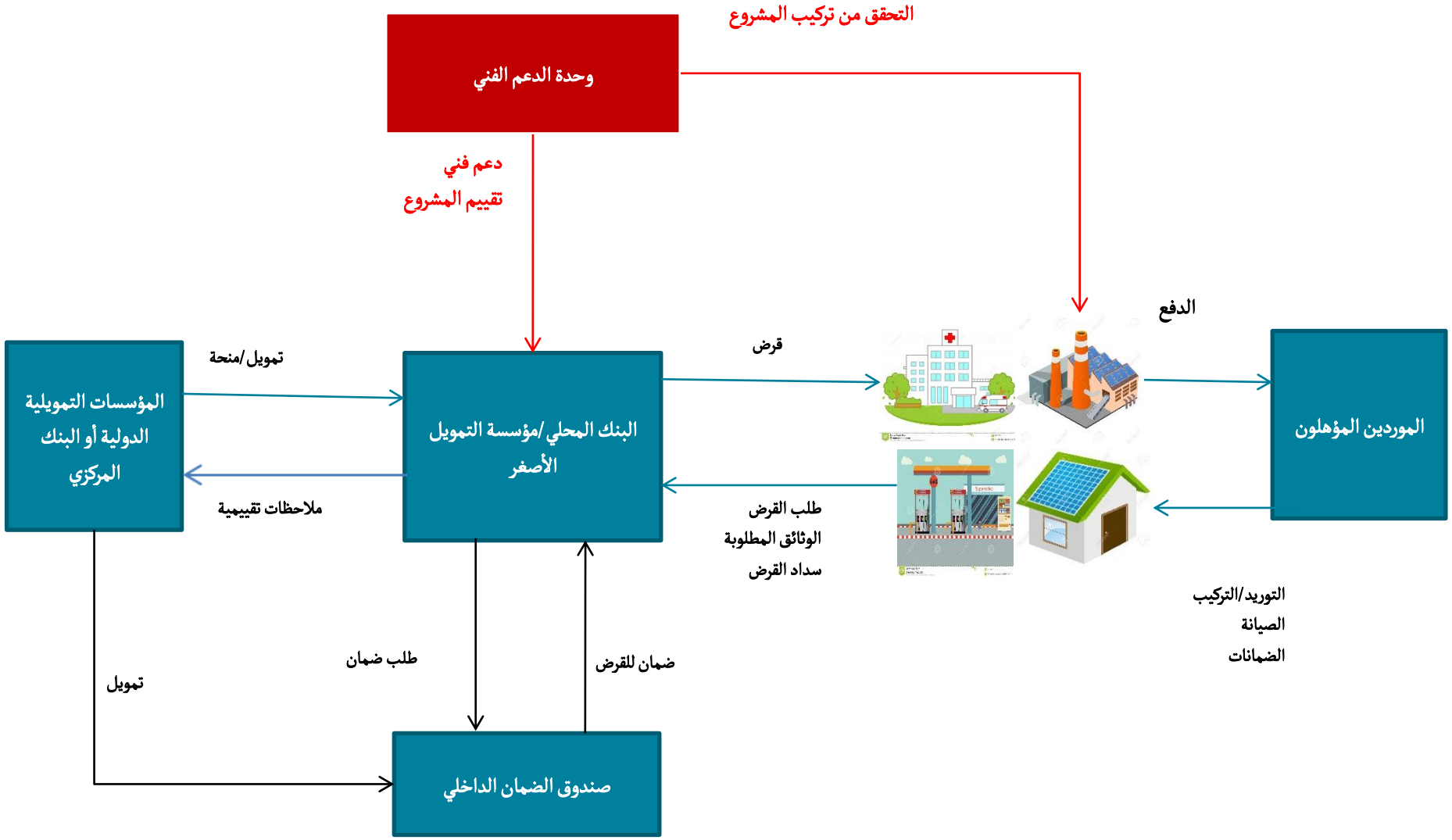
Converting **1%** of existing pumps **yearly**

خاتمة: مجالات العمل لتطوير السوق المستدام

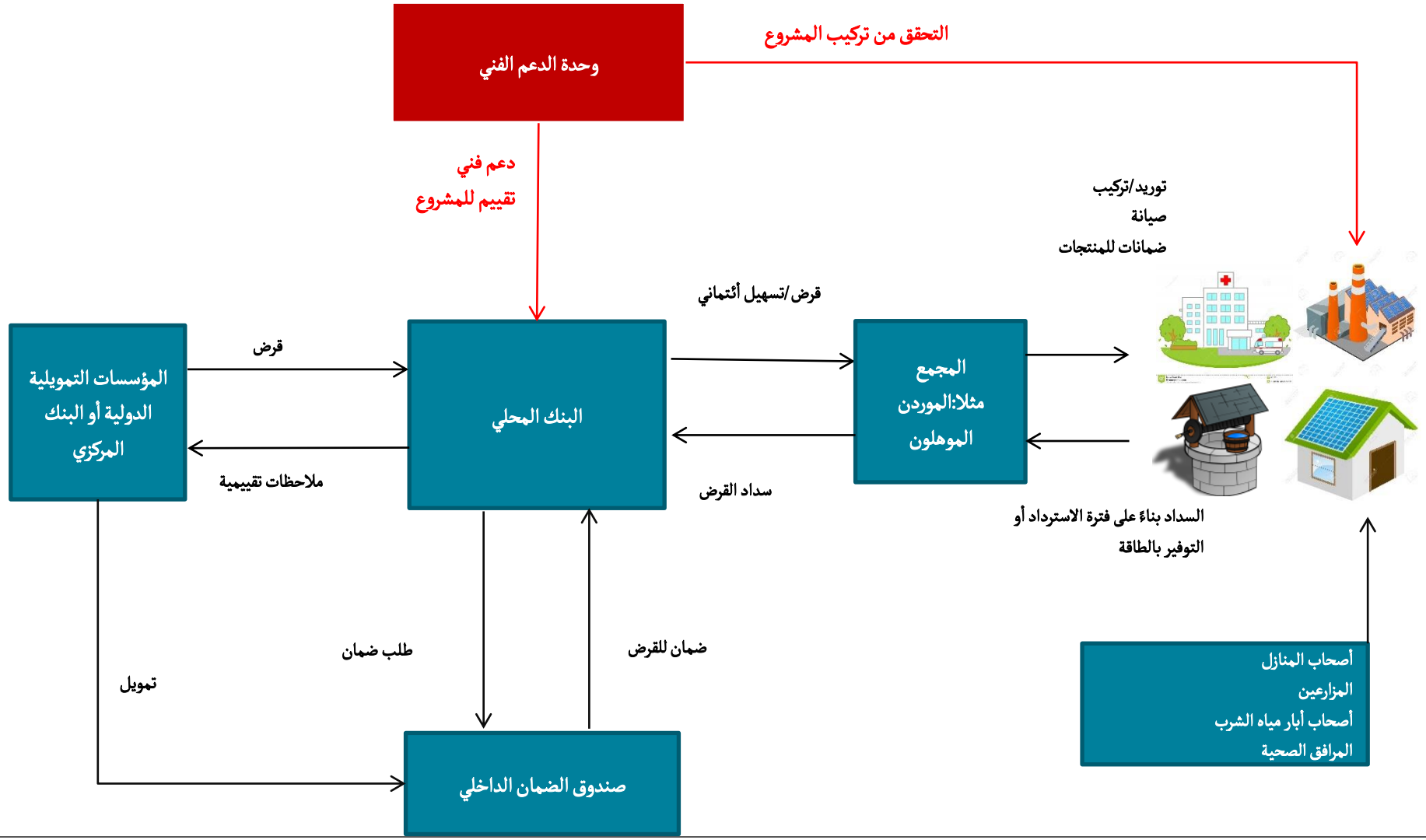
بالتعاون والتنسيق مع أصحاب المصلحة الرئيسيين الآخرين:

- **وضع السياسات والتشريعات المحفزة: تأكيد التزام الدولة باستخدام الطاقات المتجددة في الري الزراعي والصناعات الغذائية المرتبطة بها ووضع أهداف ملزمة وحوافز**
- **إتاحة آليات التمويل المبتكرة: تقديم آليات تمويلية مرنة تتيح تطوير نماذج أعمال مبتكرة**
- **المساعدة الفنية لتقييم منظومات الري بالطاقة الشمسية: ضرورية لضمان تحديد القدرة الكافية لتناسب متطلبات المحاصيل**
- **تأهيل القائمين على التصميم والتركيب: بناء القدرات واتباع النموذج المعتمد لتسجيل الشركات لمشروعات القياس الصافي (إجراءات واضحة ، تأهيل موردي الأنظمة ، أدلة إرشادية ، ...)**
- **توكيد جودة المنتجات والخدمات : معايير المنتجات المتفق عليها (الاختبار ووضع ملصقات وعلامات الجودة) - اعتماد آلية المراقبة والتحكم للسوق**

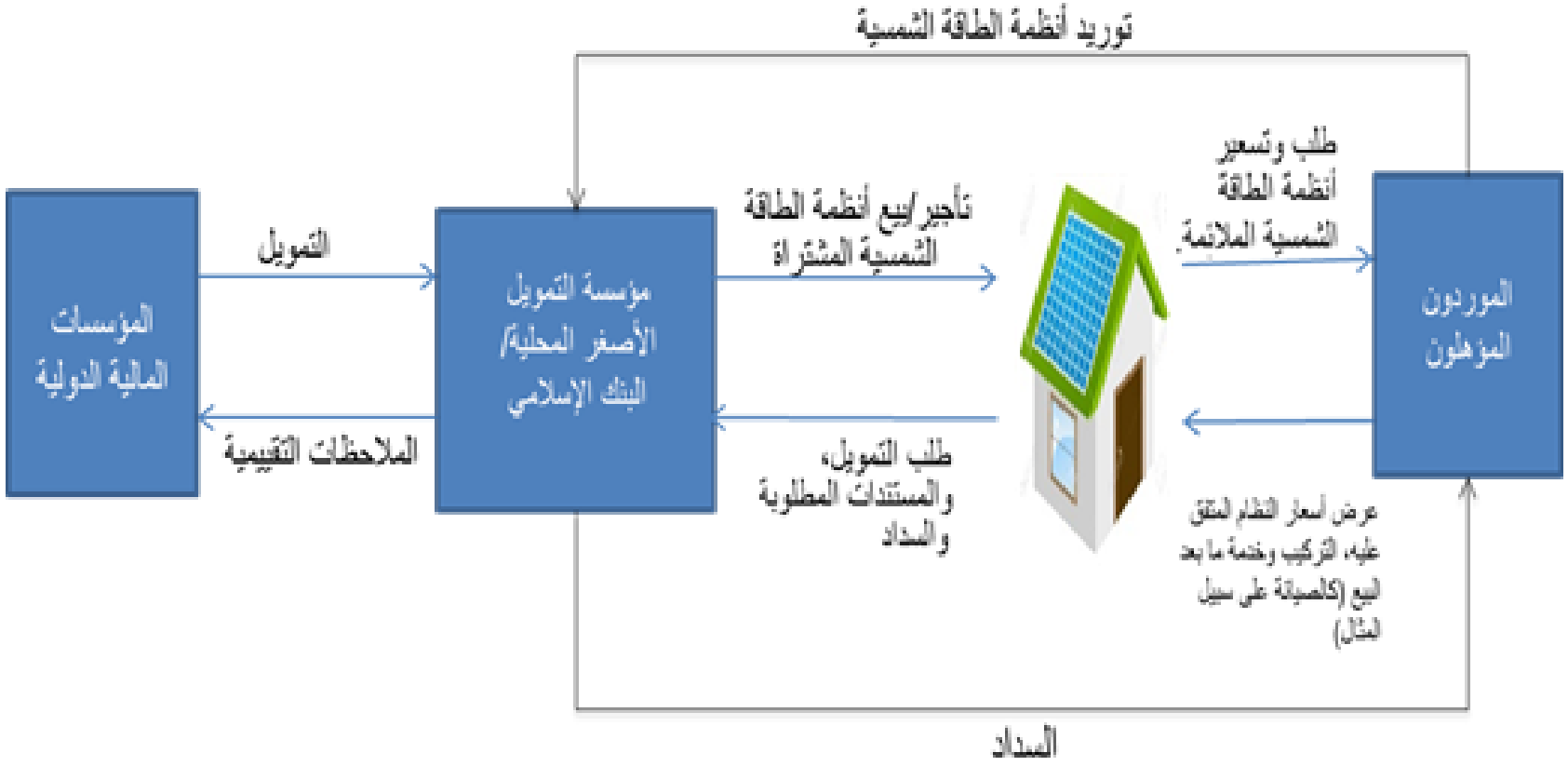
صندوق الضمان الداخلي



نموذج الجهة المجمعة



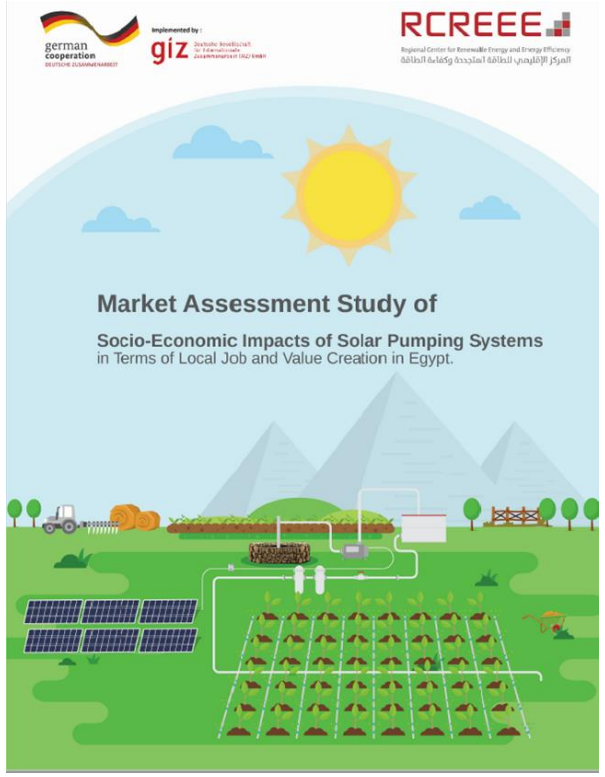
نظامي الشمسي

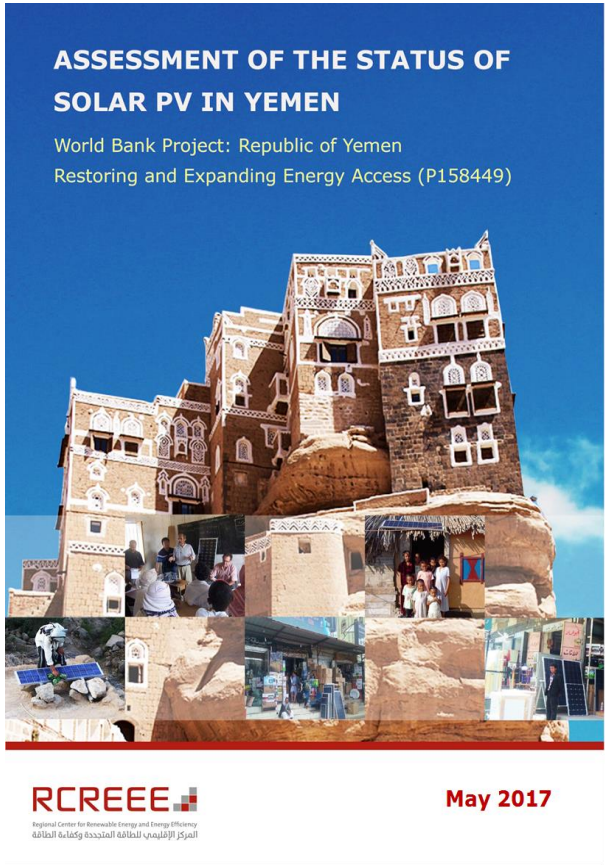


خيارات مثيرة للاهتمام

- استخدام هيكل النظام الشمسي كمظلة على سبيل المثال للمركبات أو مواد الزراعة ، و دمج الخلايا الكهروضوئية والزراعة في نفس قطعة الأرض ويطلق على هذه الفكرة "الخلايا الكهروضوئية الزراعية" APV. ومن خلال تلك الفكرة ، تكون تركيبات الألواح الكهروضوئية على ارتفاع 3-6 متر.
- ومن خلال هذا النهج التكنولوجي يتم إزالة الصراع الممكن على استخدام الأراضي بين صناعة الطاقة والإنتاج الزراعي باستخدام المساحة المتاحة أسفل التركيبات الشمسية.
- هناك ميزة أخرى وهي خفض الإشعاع الشمسي والتبخر في الخلايا الكهروضوئية وهو شيء إيجابي بالنسبة لنمو العديد من الفواكه والمحاصيل.

مصادر مفيدة





https://www.rcreee.org/ar/publications

هل يمكن أن تتبنى مصر مشروعا قومياً لإحلال منظومات الري بالطاقة الشمسية محل طلمبات الديزل القديمة في منظومة الري مع رفع كفاءة أساليب وشبكات الري القائمة ؟

لو مش هتحلم معايا .. مضطر أحلم بنفسي

لكني في الحلم حتى .. عمرى ما هاحلم لنفسي

عبد الرحمن الأبنودي

(1938 - 2015م)

شكراً لكم

د. ماجد كرم الدين محمود
المدير الفني بالمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة
maged.mahmoud@rcreee.org

RCREEE
Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة