Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 23 No. 2 October 2020

AUCES

استخدام المناطق الصناعية الايكولوجية فى تخفيض تكاليف الطاقة الشمسية الحرارية

Using Eco- industrial Park in reducing The costs of Concentrating Solar Power

محمود سيد على الصادق

دكتوراه في الايكولوجيا الصناعية ، جامعة عين شمس ، ممثل مصر فى الشبكة الافريقية للاقتصاد الدائرى ACEN ،

خبير معتمد فى ادارة الطاقة PA-CEMP ، خبير معتمد فى اقتصاديات البيئة والمحاسبة البيئية ،

mahmoud_sayed101074@yahoo.com

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث إلى تقليل تكاليف الاستثمار فى الطاقة الشمسية الحرارية من خلال التركيز على التطبيقات الصناعية مثل استخدام البخار والحرارة والكهرباء بالاعتماد على منطقة صناعية ايكولوجية تقوم على مبادئ وأساليب علم الايكولوجيا الصناعية من خلال المشاركة والتعاون بين عدد من الصناعات المتجاورة والتي تتطلب تطبيقات مختلفة يمكن توفيرها عن طريق محطة الطاقة الشمسية الحرارية.

فمن خلال اكتشاف العلاقات التكافلية لمجموعة من الصناعات المتجاورة يمكن تحقيق وفورات في تكاليف الإنتاج وفوائد جماعية تمكن من التغلب على المعوقات الفنية والمالية التي تواجه الشركات الفردية عند الاستثمار فى الطاقة الشمسية الحرارية.

وتبين من خلال الدراسة النظرية والتطبيقية للبحث انه يمكن تخفيض تكاليف استخدام الطاقة الشمسية الحرارية بشكل كبير عن طريق استخدمها ضمن المناطق الصناعية الايكولوجية التى تقوم على التآزر بين مجموعة من الشركات الصناعية ، كما يمكن للحكومات أن تكون شريك من خلال تقديم الحوافز اللازمة للنجاح مثل الإعفاء من تكلفة الأراضي ، كما بينت الدراسة أهمية توزيع وتفصيل تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية الحرارية للبحث فى التكاليف الممكن تجنبها ، كما أوضحت أنه يمكن استخدام أنواع الوقود الاحفورى كتكاليف رأسمالية لتخفيض تكاليف الطاقة الشمسية .

المبحث الأول: الإطار العام للبحث

١) مقدمة ومشكلة البحث :

تمثل عوامل التكلفة والفوائد المتوقعة للطاقة الشمسية الحرارية محور الاهتمام لصنع السياسات وقرارات الاستثمار، و تمتلك الطاقة الشمسية الحرارية إمكانات كبيرة في الحد من تكاليف الكيلوات ساعة على طول عمر المشروع LCOE ويعتمد ذلك على عوامل كثيرة مثل التقدم التقني وتراكم الخبرة ، واختيار المواقع ذات الإشعاع الطبيعي المباشر العالي ، والإعفاء من تكلفة الأراضي أمر بالغ الأهمية لتحسين تطور التكلفة والعائد في الطاقة الشمسية الحرارية (١).

ويركز هذا البحث على تقليل تكاليف الاستثمار فى الطاقة الشمسية الحرارية من خلال التركيز على التطبيقات الصناعية من خلال استخدام البخار والحرارة في العمليات الصناعية بالإضافة إلى الطاقة الكهربائية بالاعتماد على منطقة صناعية ايكولوجية تقوم على منهج مبتكر من المشاركة والتعاون بين عدد من الصناعات المتجاورة والتي تتطلب تطبيقات مختلفة يمكن توفيرها عن طريق محطة الطاقة الشمسية الحرارية.

وتقوم فكرة البحث على التكامل بين المناطق الصناعية الايكولوجية القائمة على مبادئ علم الايكولوجيا الصناعية ، بحيث تكون تطبيقات الطاقة الشمسية الحرارية جزء هام من بنية وتصميم المنطقة الصناعية الايكولوجية التى تضم مجموعة من الصناعات المتجاورة والتي تتبادل المواد والطاقة والمياه والنفايات والمرافق ، والتوليد المشترك للطاقة ، وتحقيق وفورات تكاليف الإنتاج للمجمع الصناعي ، وكفاءة استخدام الطاقة ، والتهجين الممكن بين الطاقة الشمسية والوقود غير المتجدد ، وتقديم تصور لتقليل تكاليف استخدام تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية.

٢) أهداف البحث

يتمثل الهدف الرئيسى للبحث فى وضع تصور فعال لاستخدام الطاقة الشمسية الحرارية القائمة على اقتصاديات المناطق الصناعية الايكولوجية ، وتحقيق الأهداف الفرعية التالية:

١. تقديم حلول إدارية واقتصادية مبتكرة لحل معوقات التكاليف العالية لاستخدام الطاقة الشمسية.
٢. خفض تكاليف الإنتاج وتقديم فرص صناعات تكميلية بجانب الصناعات الرئيسية للمنطقة الصناعية الايكولوجية.

٣) أهمية البحث:

١. أهمية نتائج البحث لصانعي ومتخذي القرار فى الحكومات والشركات وجهات التمويل والمستثمرين.
٢. تقديم موضوع البحث كأداة لتحقيق التعاون الاقتصادي والبيئي بين الشركات الصناعية.
٣. تحقيق الاستفادة المثلى من جميع الموارد المتجددة وغير المتجددة.

٤) المعالجة المنهجية للبحث:

التحليل المتعمق لأدبيات البحث في موضوعات الايكولوجيا الصناعية والمناطق الصناعية الايكولوجية ، وتكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية مع تقديم تصور مقترح لتحقيق التكامل بين فكر تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية وتقنيات الطاقة الشمسية الحرارية.

٥) تقسيم البحث:

- **المبحث الأول :** الإطار العام للبحث.
- **المبحث الثاني:** اقتصاديات المناطق الصناعية الايكولوجية.
- **المبحث الثالث:** تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية وتطبيقاتها في الصناعة
- **المبحث الرابع:** دراسة تجريبية لدمج الطاقة الشمسية الحرارية مع مخطط لمنطقة صناعية ايكولوجية.
- **الخلاصة.**
- **المراجع.**

٦) الدراسات والحالات التطبيقية السابقة:

١) دراسة Olcay Genc et al 2020 [٢]

ساهمت هذه الدراسة في إعداد دليل لتصميم المناطق الصناعية الايكولوجية باستخدام نموذج محاكاة شبكة غذائية في النظام الايكولوجي الطبيعي ، وقدم النموذج ثلاثة مساهمات منهجية تتمثل فى :

١- تحديد واختيار تطبيقات التكافل الصناعي .
٢- طريقة مبتكرة لتصميم منطقة صناعية بناءً على أهداف وقيود مستوحاة من الطبيعة .
٣- تخطيط المنطقة الصناعية الايكولوجية، وهذه المساهمات تعتبر أداة صنع قرار هامة لمصممي وواضعي سياسات تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية ، وأهمية الدراسة فى تقديمها تقنية جديدة لتحقيق الانتقال من الاقتصاد الخطى إلى الاقتصاد الدائري مثل اختيار أماكن الشركات الصناعية بحيث تكون بالقرب من أماكن إنتاج النفايات بدلاً من الموارد التقليدية.

٢) دراسة , M.A. Butturi et al, 2019 [٣]

تقدم هذه الدراسة استعراض المؤلفات العلمية حول التآزر Synergies في مجال الطاقة داخل المجمعات الصناعية الايكولوجية ، والتي تسهل استخدام مصادر الطاقة المتجددة على المستوى الصناعي ، مما يحتمل أن يخلق تكافل الطاقة فى المناطق الحضرية الصناعية ، وسلطت الدراسة الضوء على أربعة مسارات رئيسية لتنفيذ التآزر في مجال الطاقة المتجددة لوضع حلول قابلة للتطبيق لتحسين استخدام مصادر الطاقة المتجددة على المستوى الصناعي والمسارات الاربعة هى تبادل الطاقة بين الشركات ، والشراء الجماعى للطاقة المتجددة ، وادارة الانتاج الجماعى للطاقة المتجددة ، وخدمات المبانى والمرافق المشتركة.

٣) دراسة Kasra Mohammadi et al, 2019 , [٤]

قدمت هذه الدراسة مراجعة لاستخدام الطاقة الشمسية الحرارية فى تحلية مياه البحر وتوليد الطاقة الكهربائية فى وقت واحد ، وبسبب قدرة المحطات الشمسية الحرارية فى انتاج الكهرباء وانتاج الحرارة فانه يمكن استخدام مجموعة متنوعة من أنظمة تحلية المياه ، وهناك العديد من الطرق المحتملة

لتهجين خدمات الطاقة مع أنظمة تحلية المياه من خلال تعظيم الكفاءة الحرارية وتقليل التكاليف ، وتوفير وسيلة محتملة لتسريع تسويق هذه المحطات الهجينة بشكل عام ، وتعتبرمحطات تحلية مياه البحر جذابة تقنياً وبيئياً باستخدام أنظمة الطاقة الشمسية المركزة ، وتستخدم العديد من مقاييس الأداء فى دراسة الجدوى الاقتصادية مثل LCOE، LCOW ، الكفاءة الحرارية الشاملة ، قدرة الطاقة ، والقدرة على إنتاج المياه العذبة .

٤) دراسة , Kody M.Powell et al, 2017[٥]

بينت هذه الدراسة بعض فوائد تهجين الطاقة الشمسية الحرارية مع الوقود التقليدى (الوقود الهيدروكربونى فمن خلال هذا التازر يمكن الحصول على كفاءة أعلى من خلال استغلال التآزر بين شكلين الطاقة له العديد من الفوائد بما في ذلك) زيادة كفاءة مكونات محطات الطاقة الشمسية الحرارية مقارنة مع المحطات القائمة بذاتها والتى تعمل بالطاقة الشمسية فقط – التقليل من اجمالى تكاليف توليد الطاقة LCOE مقارنة بالمحطات التى تعمل بالطاقة الشمسية فقط – مرونة فى التشغيل تسمح بتحقيق الأداء الأمثل – تحقيق عامل قدرة عالية – قدرة عالية فى استيعاب حصة شمسية أكبر – تحقيق انبعاثات أقل مقارنةً بالمحطات التى يعتمد على الوقود الهيدروكربونى فقط .

٥) دراسة mXinhai Xu et al , 2016 [٦].

استعرض هذا البحث صعوبات وفوائد تكنولوجيات الطاقة الشمسية الحرارية في المناطق الصحراوية من خلال مراجعة الدراسات ذات الصلة ، وبيانات الأرصاد الجوية ، وظهرت التحديات في جوانب شملت الاستثمارات الكبيرة ، تخزين الطاقة الحرارية ، استهلاك المياه ، تصميم المواد اللازمة لنقل الحرارة ، أنظمة استقبال الحرارة ، والتأثيرات البيئية، ويجرى تطوير أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية ومكوناتها مع التركيز على الأداء ، والموثوقية ،والتكلفة من قبل هيئات حكومية ، والشركاء في الصناعة.

٦) دراسة, Yasunori Kikuchi et al, 2015 [٧]

طبقت هذه الدراسة في جزيرة Tanegashima اليابانية ، حيث هدفت الى إيجاد تكافل صناعى فعال يقوم على استخدام الحرارة الزائدة من أحد مصانع السكر التي تستخدم الباجاس كمصدر للطاقة ، وبتحليل تدفقات الطاقة وجد تجاهل لكميات كبيرة من الحرارة ذات النوعية الجيدة والغير مستخدمة والتي يمكن أن تستخدم لسد الطلب على الطاقة الكهربائية أو الحرارية لإستخدامات أخرى ، كما اشارت الدراسة الى أنه يمكن استخدام محطة الطاقة في وقت توقف مصنع السكر عن العمل بالإعتماد على المصادر المتجددة من المخلفات الزراعية ونشارة ومخلفات الاخشاب في إنتاج الطاقة لدعم الشبكة المحلية.

٧) دراسة Qinghua Zhu et al, 2015[٨].

تناولت هذه الدراسة المعوقات الداخلية والخارجية التي واجهة كبار مسئولي المناطق الصناعية التقليدية في الصين بالرغم من إدراكهم لمفهوم المناطق الصناعية الايكولوجية وأهم تلك الصعوبات هي بناء القدرات المطلوبة لتنفيذ تلك المناطق والعراقيل التكنولوجية ، وفى ظل تلك النتائج أدركت الحكومة الصينية أهمية الابتكار التكنولوجى وبناء القدرات لأجل تنفيذ المناطق الصناعية الايكولوجية ، وفى هذا الإطار فقد قامت الحكومة الصينية بتقديم الدعم المالى للإبتكار التكنولوجى في مجال استهلاك الطاقة والحد من التلوث ، وتشجيع التنمية التكنولوجية والتعاون بين الشركات.

٨) دراسة حالة صناعة الالبان بالهند [٩].

تناولت هذه الحالة قيام شركة Mahanand باستخدام الطاقة الشمسية لتلبية احتياجاتها من الطاقة الحرارية اللازمة لعملية البسترة ، بالاعتماد على مرجل شمسي لشركة ARUN وهى شركة يديرها خريجي المعهد الهندي للتقنية ، حيث قامت الشركة بتثبيت تكنولوجيا الدش (الطبق) الشمسي لبسترة ٣٠٠٠ طن من الحليب الأمر الذي أدى إلى توفير ٢٠٠٠٠ لتر من زيت الافران سنويا .

وكانت أهم الصعوبات التي واجهت الشركة هي طول الفترة الزمنية التي تحتاجها الطاقة الشمسية لإتمام عملية البسترة (٨-١٠ ساعة) مقابل ٣ ساعات بالطاقة التقليدية.

٩) دراسة Shishir Kumar Behera et al, 2012,[١٠].

استنتجت هذه الدراسة أن نجاح شبكات التكافل والتبادل لتصميم وإنشاء المناطق الصناعية الايكولوجية يحتاج إلى قنوات اتصال فعالة بين الشركات وبعضها البعض ، وذلك لتنسيق الجهود التي تهدف إلى تحويل المجمعات الصناعية التقليدية إلى مجمعات إيكولوجية ، كما أشارت كمثال لذلك إلى ما قامت به كوريا الجنوبية من إنشاء مؤسسة حكومية للمجمعات الصناعية حيث يتم تعيين فريق لكل مجمع تحت إشراف مدير خبير ومؤهل ولدية إلمام عميق بثقافة الإيكولوجيا الصناعية.

المبحث الثاني: اقتصاديات المناطق الصناعية الايكولوجية

١) تعريف الإيكولوجيا الصناعية:

تشمل الإيكولوجيا الصناعية مجموعة واسعة من الأدوات والأساليب مثل تحليل تدفق المواد ، والتمثيل الغذائي الحضري ، وعلى نطاق أوسع ، تطبيق نموذج النظام الإيكولوجي على الأنظمة الصناعية (على سبيل المثال ، التعايش الصناعي) ينبثق بشكل طبيعي من منظور البيئة الصناعية. وبالمثل ، غالبًا ما يتم تنفيذ تقييم دورة الحياة (LCA) للمنتجات والعمليات في سياق أهداف البيئة الصناعية الأساسية – تقليل النفايات والتلوث ، وتعظيم الكفاءة ، وتعزيز التدفقات الدورية. في الآونة الأخيرة ، تم تطوير المفهوم الناشئ للاقتصاد الدائري من خلال تطوير مؤشرات كمية متزايدة تعكس القيم المبكرة للإيكولوجيا الصناعية من أجل "إغلاق الحلقة" من خلال تعظيم التدفقات الدورية (Bocken ،Olivetti ،Cullen ،Potting ،& Lifset ،2017).

هى الطريقة المدروسة والعقلانية التي تستخدم من قبل الشركات والاقتصاديات والمجتمعات للحفاظ على القدرة التنافسية الاقتصادية والبيئية والاجتماعية ، وتتطلب الايكولوجيا الصناعية رؤية النظم الصناعية كجزء من السياق الاجتماعي والثقافي والبيئي لتساعد في تحسين استهلاك الطاقة والمواد على مستوى العمليات الصناعية ومكونات ومرافق خطوط الإنتاج[١١].

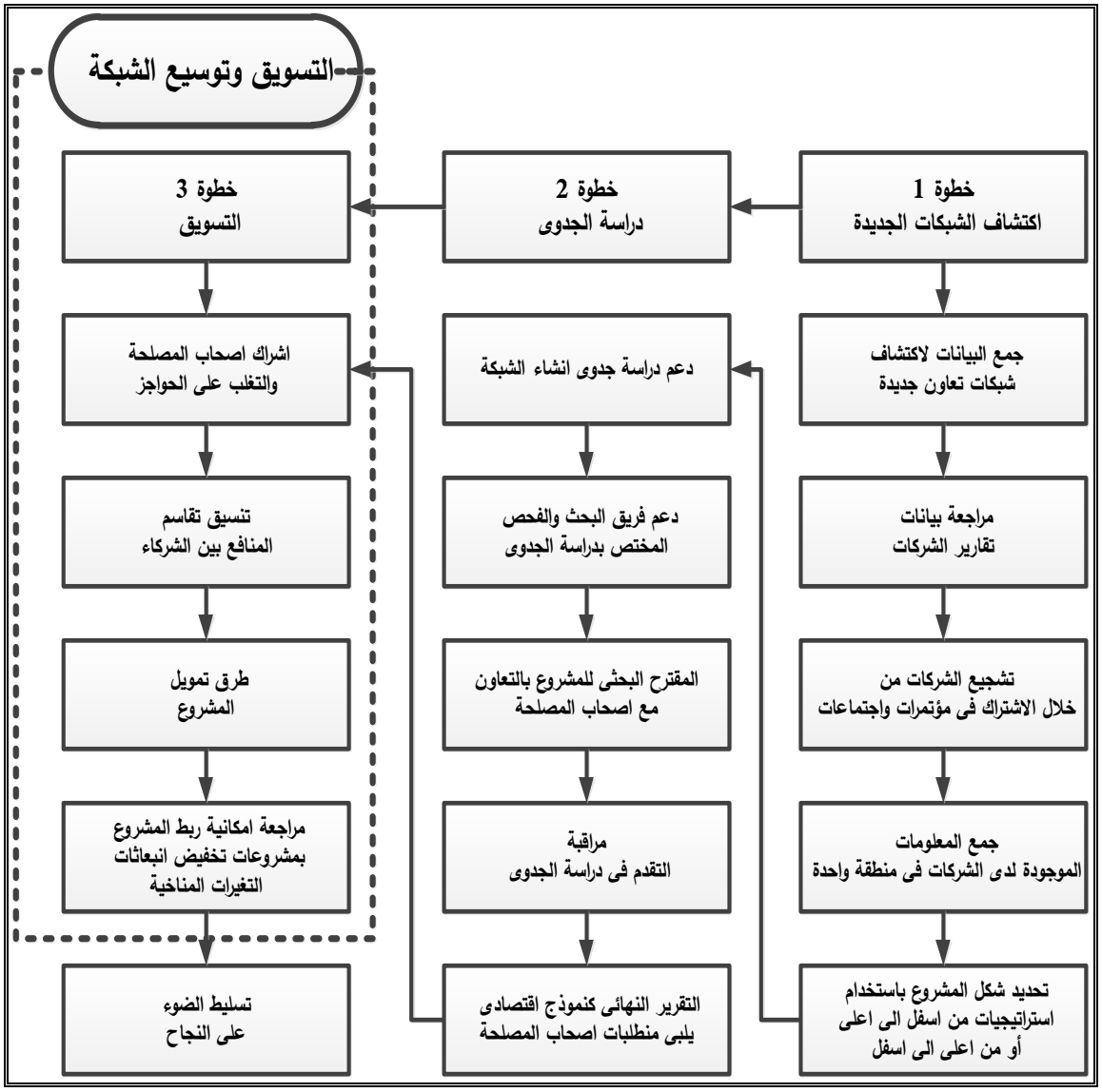
٢) تعريف المناطق الصناعية الايكولوجية:

- المناطق الصناعية الايكولوجية هي مجموعة من الشركات الصناعية والخدمية التى تقع فى ملكية مشتركة والتي تسعى الى الوصول الى التحسين المزودج للتنمية الاقتصادية والبيئية والتعاون في إدارة القضايا البيئية والموارد وتحقيق منفعة جماعية أكبر من مجموع الفوائد الفردية لكل شركة [١٢].
- نموذج صناعى جديد يمكنه إيجاد توافق بين الاستدامة وكفاءة الاقتصادية البيئية والاجتماعية ، وتتمثل القوة الرئيسية وراء المناطق الصناعية الايكولوجيى في انها تؤدى الى نتائج اقتصادية وبيئية واجتماعية اكبر من الصناعات التي تعمل بشكل مستقل[١٣].

٣) إيجاد العلاقات التكافلية للمناطق الصناعية الايكولوجية:

يعرف التكافل الصناعي بأنه نهج جماعي للميزة التنافسية حيث تتبادل الصناعات المنفصلة المواد والطاقة والمياه و/ أو المنتجات الثانوية ، ويؤدى التكافل الصناعي دورًا مهمًا في الانتقال نحو التنمية المستدامة، وعلى وجه التحديد ، يعالج القضايا المتعلقة باستنفاد الموارد وإدارة النفايات والتلوث باستخدام تدفقات النفايات لتوليد قيمة أكثر كفاءة عبر شبكات الشركات الصناعية ، ومن أهم أسس التكافل الصناعي هو التعاون المشترك فيما يتعلق بالإمكانيات التي يتيحها القرب الجغرافي[١٤]. ويوضح الشكل رقم (01) إطار مخصص لاكتشاف شبكات التكافل الصناعى بكوريا الجنوبية[١٥].

شكل رقم (٠١): إطار مخصص لاكتشاف شبكات التكافل الصناعى بكوريا الجنوبية [١٦]



٤) أرباح التكافل الصناعى:

يتم تعريف صافى الربح فيما يتعلق بعملية التكافل كما فى المعادلة التالية:

$$E = \sum_{i=1}^{m} Ei + Es$$

حيث أن مجموع أرباح النظام الإيكولوجى الصناعى هى E , والربح الأصلى للوحدة هو $Ei(i = 1.....m)$ حيث لا يكون هناك تكافل صناعى، ويعكس ربح التكافل جوهر التفاعل بين الوحدات والتى ينتج عنها ربح جديد لنظام التكافل(١٧)، ومن أهم العوامل المؤثرة فى تطوير وتشغيل شبكات التكافل الصناعى يوضحها الجدول رقم (٠١).

جدول رقم (٠١): العوامل المؤثرة فى تطوير وتشغيل شبكات التكافل الصناعي[١٨]

العوامل	خصائصه	المجالات المحتملة للتأثير
الفنية	-السمات الفيزيائية والكيميائية والمكانية لتدفقات المدخلات والمخرجات. -التوافق بين الاحتياجات والقدرات. -تكلفة التكنولوجيات الفعالة وتوافر الموثوقية.	- عدد وتنوع الروابط التكافلية المحتملة. - حجم المكاسب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية. - حجم الاستثمار المطلوب لتنفيذ والحفاظ على التعاون.
الاقتصادية	- تكاليف المواد الأولية. - قيمة النفايات والمنتجات المتدفقة (مدخلات ومخرجات). - تكاليف الأعمال التجارية. - حجم الاستثمار الرأسمالى وأسعار الخصم.	- حجم الاستفادة الاقتصادية والقدرة التنافسية المكتسبة. - الحاجة إلى بدائل التمويل.
السياسية	- السياسات البيئية الشاملة. - طبيعة وآثار القوانين والأنظمة ذات الصلة. - العناصر الحالية ذات الصلة (الضرائب والغرامات والإعانات).	- الابتكار والتنمية المباشرة. - حوافز التكنولوجيا البيئية بما فيها تشكيل الروابط التكافلية. - تقديم المساعدة للتعاون غير القانونى المضاف إلى تكاليف المعاملات التجارية.
المعلوماتية	- الوصول للمعلومات ذات الصلة -توافر المعلومات الموثوقة فى الوقت المناسب من طيف واسع من الأطراف. - المراجعة المستمرة للمعلومات.	- قدرات تحديد أوجه التعاون والتآزر. - قدرات محتملة لتفعيل التعاون والتآزر. القدرة على فهم وملاحظة مخاطر الشركات.

٥) تخطيط المنطقة الصناعية الإيكولوجية EIP Eco-Industrial Park

يقترح Ayres أن النظام الإيكولوجى الصناعى (المنطقة الصناعية الإيكولوجية) يجب أن تشمل شركة رئيسية واحدة على الأقل تستقبل الخامات أو المواد المصنعة متصلة بواحدة أو أكثر من الشركات التى لها القدرة على الاستفادة من أنواع كثيرة من النفايات الرئيسية التى من شأنها تحويل العديد من النفايات إلى منتجات قابلة للاستخدام ومن شأن التعاون أن يكون أيسر من خلال التنسيق وتبادل المعلومات [١٩].

فوائد المنطقة الصناعية الإيكولوجية [٢٠]:

١) إنشاء أعمال تجارية محلية جديدة مع توسع المنشآت القائمة.
٢) التطوير الوظيفى لمجموعة واسعة من المهارات مع مجموعة واسعة من الأجور.
٣) استخدام المواد الثانوية والنفايات والطاقة المفقودة.
٤) استرداد القيمة الاقتصادية للعديد من المواد والمنتجات التى تلقى فى مقالب النفايات.
٥) الاستفادة من الفاقد فى المنتجات الزراعية والغذائية.

الإدارة الفعالة للمنطقة الصناعية الإيكولوجية:

١) الحفاظ على مزيج من الشركات المطلوبة لتكوين أفضل استخدام متبادل بين بعضهم البعض من المنتجات الثانوية ، مع دعم التحسين فى الأداء البيئى بشكل فردى والمنطقة بشكل جماعى.
٢) يعتمد نجاح إقامة منطقة صناعية إيكولوجية على (القدرة على الابتكار – الوصول إلى الأسواق – القدرة على مقابلة شروط الربح وقيود التكلفة فى تحقيق تعاون بين مختلف الشركات والمنشآت الصناعية).
٣) اقتصادياً: تخفيض تكلفة المواد الخام والطاقة وإدارة ومعالجة النفايات وزيادة القدرة التنافسية فى السوق العالمية.
٤) بيئيا: الحد من الطلب على الموارد المحدودة وجعل الموارد الطبيعية متجددة وتقليل الانبعاثات والنفايات لتتوافق مع الأنظمة البيئية وأيضاً صنع التنمية المستدامة.
٥) اجتماعيا: خلق فرص عمل جديدة، وتطوير فرص الأعمال التجارية، وزيادة التعاون والمشاركة بين محتلف الصناعات.
٦) حكوميا: تخفيض تكاليف التدهور البيئى، وتخفيض الطلب على الموارد الطبيعية، وتخفيض الطلب على البنية التحتية البلدية وزيادة الإيرادات الضريبية للحكومة [٢١].

٦) نقاط القوة لبعض المناطق الصناعية الايكولوجية الأخرى طبقا للجدول رقم (٠٢):

١) المنطقة الصناعية الايكولوجية مدينة Kalundborg بالدنمارك.

٢) المنطقة الصناعية الايكولوجية Value Park المانيا.

٣) منطقة Crewe Business Park بمدينة تشيشير – إنجلترا.

٤) منطقة Environment Park in Turin– إيطاليا .

٥) منطقة Vreten Park in Stockholm– السويد.

جدول رقم (٠٢) : تحليل نقاط القوة وانجازات بعض المناطق الصناعية الايكولوجية [٢٢]

الحالة	نقاط القوة	تحليل خمسة مميزات المناطق الضناعية الايكولوجية				
		تدوير وإعادة استخدام النفايات الصناعية	كفاءة الموارد	المباني المستدامة	حماية المناظر الطبيعية	الإجراءات البيئية
(١)	- وجود العديد من الشركات الكبرى في المنطقة. - قصر المسافة بين الشركات الموجودة بالمنطقة. - غياب المنافسة بين الشركات. - وجود حوافز اقتصادية للشركات فيما يخص البيئة والتلوث. - عدم وجود عوائق قانونية. - عدم وجود هيكل هرمى داخل المنطقة. - المهمة الرئيسية لمجلس ادارة المنطقة هو تعزيز العلاقات بين الشركات مع استقلال كل شركة.	√	√			√
(٢)	- وجود شبكة عمودية من الشركات العاملة في نفس الصناعة التي ترتبط بعلاقات تجارية بالشركة الرئيسية. - الموقع الجغرافى والقرب من الأسواق. - وفورات التكاليف الناتجة عن تقاسم الموارد والبنى التحتية. - الحد من التلوث وتكاليف خفض النفايات. - تقاسم المعرفة والابتكارات الجديدة من خلال مركز الأبحاث والتطوير. - المزايا المالية المرتبطة بالتاجير للشركات والمكاتب الاستشارية.	√	√			
(٣)	- توجد ٣٠ شركة أهمها شركة يابانية في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وشركة دولية لمنتجات الكيماويات. - مراعاة المناظر الطبيعية للمكان. - جودة حياة عالية بالمنطقة. - وفورات في التكاليف والمزايا المالية في استئجار المكاتب بخصم يصل الى ٣٠%. - الصورة الدولية للمنطقة وجذب العملاء والصناعات بسبب الأنشطة الصديقة للبيئة.				√	
(٤)	- أول منطقة صناعية ايكولوجية تكتفى ذاتيا من الطاقة من خلال استخدام المصادر المتجددة. - توجد منظمات عامة وخاصة تعمل مع بعضها البعض. - تقاسم المعرفة والتكنولوجيا. - المنطقة مجهزة بمحطة كهرومائية صغيرة. - نظام لانتاج الهيدروجين. - توجد ثلاثة مراكز لكفاءة الطاقة والنقل المستدام. - تشترك الشركات في نفس المستودعات ومراكز الخدمات اللوجستية.	√	√			
(٥)	- انخفاض استهلاك المياه ١٠%. - انخفاض استهلاك الطاقة ٣٠%. - انخفاض تكاليف التخلص من النفايات الصناعية ٦٠% .	√	√	√		√

المبحث الثالث
إمكانيات استخدام الطاقة الشمسية الحرارية مع المناطق الصناعية الايكولوجية.

١) الطاقة الشمسية Solar energy :

هي تحويل أشعة الشمس إلى طاقة قابلة للاستخدام ، وهى طاقة طبيعية غير مستقرة سواء داخل اليوم (الليل والنهار والغيوم) وخلال السنة (الشتاء والصيف)، ويعتبر تخزين الطاقة الشمسية أمر بالغ الاهمية إذا ما كان سيتم الاعتماد على الشمس في انتاج الطاقة الكهربائية والحرارية [٢٣].

٢) أهم تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية أو المركزة:

تكنولوجيا الأبراج الشمسية

Solar Power Tower

الوصف

تستخدم هذه التكنولوجيا برج الطاقة ويقع تحت البرج العديد من المرايا المسطحة التى تقوم بتتبع الشمس وتوجيه الأشعة نحو المستقبل أعلى البرج ويتم رفع درجة حرارة السائل الذى يستخدم فى توليد البخار لتشغيل التوربينات التى تستخدم فى تشغيل المولدات، وتستحدم هذه الأبراج نوع من أنواع تخزين الحرارة لتوليد الكهرباء أثناء غروب الشمس [٢٦].

وتتوفر الطاقة الشمسية مباشرة من الطاقة التي تنتجها الشمس ويتم استخدامها في إنتاج الكهرباء والحرارة والضوء في أنظمة الطاقة الشمسية ، وتستمد الشمس طاقتها من الاندماج النووي عن طريق تحويل ملايين الأطنان من الهيدروجين إلى الهيليوم وتحويل الفرق في الكتلة إلى طاقة ، والمتوسط السنوي للطاقة المنبعثة من الشمس للأرض يبلغ حوالي ١.٣ إلى ١.٤ كيلو وات / م^{٢} [٢٤].

التكنولوجيا ذات القطع المكافئ الاسطوانى

Parabolic Trough System

الوصف

هو النظام الأكثر شيوعاً على المستوى التجارى، يتم فى هذا النظام وضع أنبوب المتلقى Receiver على الخط البؤرى من كل عاكس على شكل قطع مكافىء حيث يتم تسخين السائل الناقل للحرارة ليقوم بتحويل الماء إلى بخار لتوليد الكهرباء[٢٥].

٣) استخدام أنظمة البخار :

تمثل أنظمة البخار حوالى ٣٠% من الوقود الاحفورى الذى يتم حرقه في الصناعة على مستوى العالم ، حيث يستخدم في عمليات التسخين ، وعمليات استخلاص السوائل ،وتشغيل التوربينات البخارية لانتاج الطاقة الكهربائية ويوضح الجدول رقم (٠٧) تقديرات استخدام البخار في الصناعات المختلفة[٢٧].

جدول رقم (٠٦): تقديرات استخدام البخار في الصناعات المختلفة

القطاع الصناعى	نسبة البخار من الطاقة المستخدمة في القطاع الصناعى
صناعة الورق ومنتجاته	%٣٥.٣
صناعة المنتجات الكيميائية	%٢٢.٩
المنتجات البترولية والفحم	%١٢.٢
تكرير البترول	%١١.٩
الصناعات الغذائية	%١١.١
المنتجات الخشبية	%٤.٩
صناعة التعدين	%٤.١
منتجات الصلب	%٣.٥
صناعة النسيج	%٢.٢
البلاستيك والمطاط	%١.٢

٤) استخدام الحرارة والحرارة المفقودة لصناعات اخرى :

يمكن للطاقة الشمسية الحرارية توفير قدر كبير من الطلب على الحرارة في العمليات الصناعية الغذائية والزراعية والموضح بعضها في الجدول رقم (٠٨)[٢٨].

جدول رقم (٠٧):العمليات الصناعية ودرجات الحرارة المطلوبة من الطاقة الشمسية المركزة

القطاع الصناعى	العملية الصناعية	مدى درجة الحرارة °C
الصناعات الغذائية	التجفيف Drying	٩٠-٣٠
	الغسيل Washing	٩٠-٦٠
	البسترة Pasteurising	٨٠-٦٠
	الغليان Boiling	١٠٥-٩٥
	التعقيم Sterilising	١٢٠-١١٠
	المعالجة الحرارية Heat Treatment	٦٠-٤٠
صناعة الورق	الطبخ والتجفيف Cooking and Drying	٨٠-٦٠
	تغذية الغليات Boiler feed water	٩٠-٦٠
	التبييض Bleaching	١٥٠-١٣٠
صناعة المنسوجات	التبييض Bleaching	١٠٠-٦٠
	التجفيف Dyeing	٩٠-٧٠
	التجفيف وإزالة الشحوم Drying, De-greasing	١٣٠-١٠٠
	الغسيل Washing	٨٠-٤٠

٥) تهجين الطاقة الشمسية الحرارية مع الوقود الاحفورى

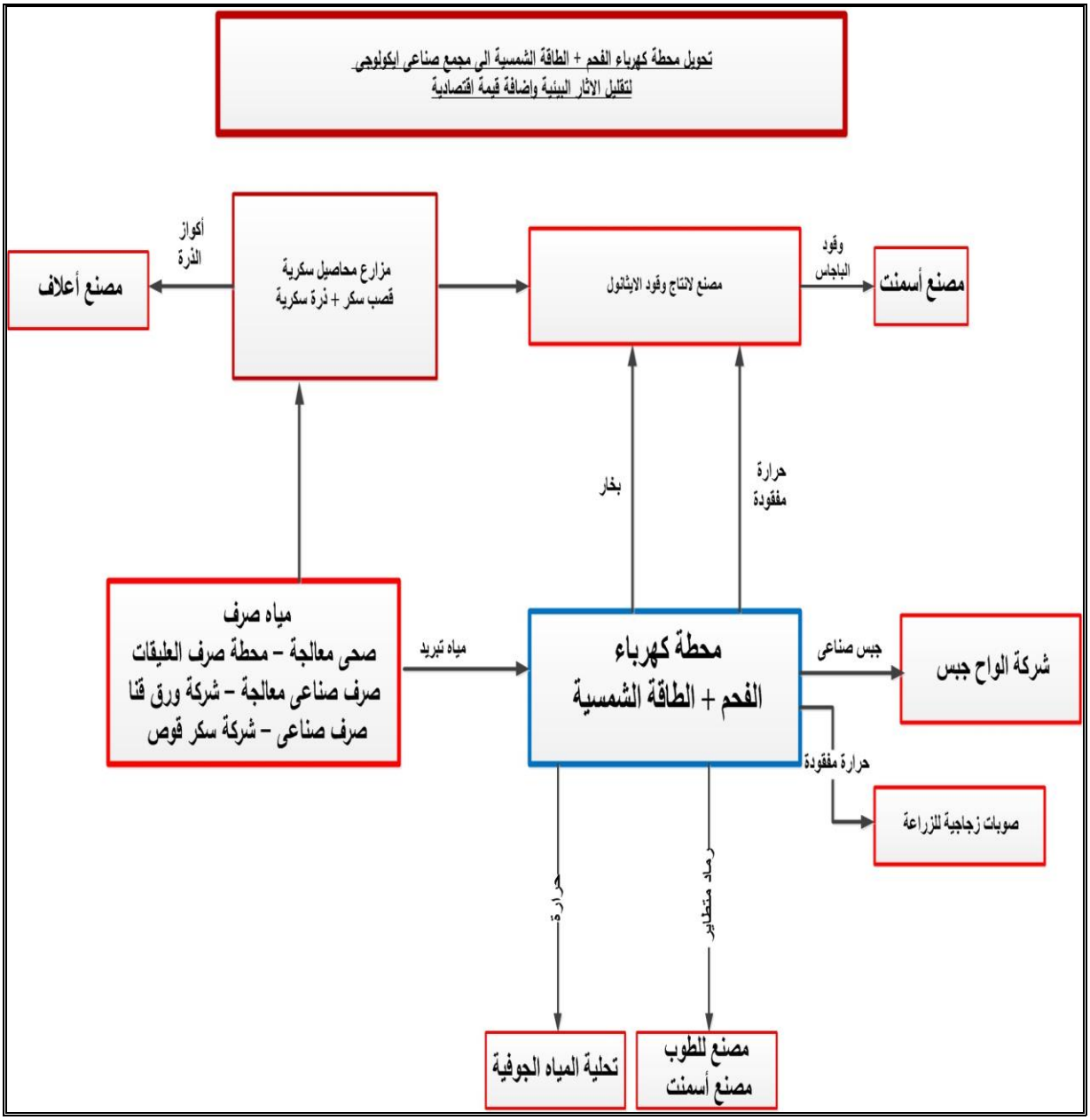
هناك العديد من التحسينات الاقتصادية فى التكاليف والأداء وتقليل مخاطر المشروع لتهجين الطاقة الشمسية الحرارية مع الأنظمة التي تعمل بالغاز الطبيعى أو أنظمة الدورة التي تعمل بالفحم أو المواد البترولية [٢٩]. ويؤدى هذا الأسلوب الى تقليل التكاليف بشكل كبير وتجنب تكاليف بعض البنود مثل تكاليف تخزين الحرارة من ناحية وزيادة الحقل الشمسى وأنظمة التخزين نفسها.

٦) **دراسة تجريبية لدمج الطاقة الشمسية الحرارية مع مخطط لمنطقة صناعية ايكولوجية:**

- تمت هذه الحالة بمحافظة قنا جنوب جمهورية مصر العربية ، حيث تم دراسة إمكانيات إيجاد شبكة من التكافل الصناعى كمنطقة صناعية ايكولوجية بوادى اللقيطة بالصحراء الشرقية. ويوضح الشكل رقم (٠٨) مقترح تخطيط منطقة صناعية ايكولوجية من تحليل تدفقات المواد والطاقة للصناعات الموجودة بالمنطقة بالإضافة الى الموارد الطبيعية المتوافرة.

شكل (08) شبكة التكافل الصناعى (المنطقة الصناعية الإيكولوجية)

حول محطة الكهرباء الهجين (فحم + طاقة شمسية)[٣٠]



- يوضح الجدول رقم (٠٥) تكاليف تهجين الطاقة الشمسية مع الفحم (٦٥% فحم + ٣٥% شمس) كمقترح لإنتاج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية ، تمت هذه الحالة بمحافظة قنا جنوب جمهورية مصر العربية ، وتم الحصول على على المعلومات من شركة IA TECH معهد جوليش للطاقة الشمسية – المانيا.[٣١]

جدول رقم (٠٨): تقديرات الطاقة الشمسية الحرارية مع الفحم الحجرى

السؤال	الرد	التعليق
An estimation of the total cost of coal – solar project 2000 MW. تقدير التكاليف الاولية	Total CAPEX is about 2,800,000,000 € for 2,100 MWnet electric	يمكن خفض تلك التكاليف بدخول مقاولين ومكونات محلية
The efficiency of hybridization كفاءة التهجين – فحم + أشعة شمسية	Hybridization is THE approach to convert fossil fuel power economy to a sustainable affordable and environmental friendly one. Efficiency of hybridization would be high, because large scale coal power plants benefit from high efficiencies in the power block of more than 40% + - when injecting solar produced steam in the life-steam path of the coal fired facility, the solar steam is then converted at high efficiency, e. g. 40% depending on the cooling. However solar field too close to the coal fired power plant would suffer from the blocking of the water steam clouds coming out of the cooling towers- best would be to cool with Nile-water.	كفاءة عالية تصل الى 40% لا توجد محطة تصل الى هذه الكفاءة فى الوقت الحالى بمصر
Your opinion about the ratio of 65% coal and 35% of solar. تكاليف المحتوى الشمسى ثم تكاليف المشروع ككل	Total Project volume for the solar tower would be approx. 4,200,000,000 € for the solar steam production (to produce solar steam at 700 MWel equivalent-share for the power block of the coal plant at max. capacity of 2,100 MWnet) + 2,800,000,000 € for the coal plant (making at peak 2,1 GW when some days are without solar) = 7,000,000,000 Generating approx. § Total annual electric energy: 15,400,000 MWh § Levelized Cost of Electricity: 65 – 90 €/MWhel (Depending on financing, coal price and carbon credits) § Emission: 580-650 t_CO2/MWh,el	تقدير تكاليف المشروع ككل بالمحتوى الشمسى ٧ مليار يورو ويمكن خفض تلك التكاليف الى ٥ مليار يورو عن طريق مقاولى باطن محليين أو مقاول صينى ومكونات محلية تكلفة الكيلو وات ساعة على طول عمر المشروع ٤٠ سنة ٦٥-٩٥ قرش ويمكن خفضها طبقا لطرق التمويل والظروف المحلية
The positive effect of the project from the side of water desalination	For the water desalination this fully depends on the local conditions, but would be commercially beneficial for the project, so levelized cost of electricity could be decreased additionally significantly.	فى حالة استخدام الحرارة المفقودة فى تحلية المياة الجوفية سيعود ذلك اقتصاديا على تكلفة الكهرباء

- **يمكن اقامة عدة صناعات مثل صناعة الأسمنت التى يمكن ان تعتمد على الفحم بطريقة نقل امنة وايضا صناعة الاسمدة والسيراميك والرخام وغيرها من المعادن الموجودة بالمنطقة.**
- **تظراً لتوافر الطاقة الكهربائية بمنطقة المشروع فأنه يمكن نقل الألمونيوم الخام من مصنع نجع حمادى وإقامة عدد كبير من المشروعات الصناعية للتصدير والاستخدام المحلى مثل (صناعات الطاقة الشمسية ، صناعة قطع غيار السيارات ، الأسلاك والكابلات.**
- **يمكن استخدام الحرارة الأقل من ٨٠ درجة مئوية فى تحلية المياه الجوفية .**
- **يمكن استخدام الحرارة الأعلى من ١٠٠ درجة مئوية فى إنتاج البخار المستخدم فى بعض التطبيقات الصناعية مثل صناعة الايثانول.**
- **التخلص من الرماد الناتج عن حرق الفحم في صناعة الطوب.**

الخلاصة :

ثبت من هذا البحث انه يمكن تخفيض تكاليف استخدام الطاقة الشمسية الحرارية بشكل كبير عن طريق استخدمها ضمن المناطق الصناعية الايكولوجية التى تقوم على التعاون والتازر بين مجموعة من الشركات الصناعية ، كما يمكن للحكومات أن تكون شريك فى المناطق الصناعية الايكولوجية وتقديم الحوافز اللازمة لنجاح استخدام الطاقة الشمسية الحرارية ومن أهم النتائج الاخرى:

١) يمكن استخدام المناطق الصناعية الايكولوجية كأسلوب لخفض تكاليف الصناعة.

٢) دمج المناطق الصناعية الايكولوجية مع استخدام الطاقة الشمسة يدعم القدرة التنافسية للصناعات المتجاورة.

٣) يمكن استخدام مصادر الطاقة غير المتجددة كتكلفة راسمالية لتقليل تكاليف استخدام الطاقة الشمسية بشكل مؤقت حتى الوصول الى تكنولوجيات أقل تكلفة لاستخدام الطاقة الشمسية بنسبة ١٠٠%.

٤) يجب التركيز على مناطق السطوع الشمسى العالية للتقليل من أنواع الطاقة الاخرى وتقليل تكاليف الإنتاج داخل المجمع الصناعى الايكولوجى.

٥) هناك فرص كبيرة لنجاح تصنيع مكونات الطاقة الشمسية الحرارية.

٦) أهمية إعداد دراسات موسعة لتحليل المدخلات والمخرجات تدفقات المواد والطاقة للصناعات المختلفة التي يمكن بناءً عليها تصميم المناطق الصناعية الايكولوجية في المناطق و الدول العربية استناداً على الطاقة الشمسية الحرارية.

٧) أهمية الدراسة الدقيقة لتوزيع وتفصيل تكاليف مشروعات الطاقة الشمسية الحرارية للبحث فى التكاليف الممكن تجنبها أو تخفيضها للوصول إلى التعادل مع توليد الطاقة من المصادر الأحفورية.

٨) أهمية دراسة استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية الحرارية فى تطبيقات صناعية اخرى غير توليد الكهرباء مثل استخدام البخار، والحرارة ، وتحلية مياه البحر.

٩) إنشاء الآلية المؤسسية القادرة على تخطيط المناطق الصناعية الإيكولوجية بالاسترشاد بالآليات الموجودة فى الدول المتقدمة مثل الدانمارك وكوريا الجنوبية وغيرها.

١٠) تأهيل خبراء ومخططى الإيكولوجيا الصناعية بحيث يكون لديهم القدرة على الربط بين الكيانات المختلفة وقواعد الموارد الطبيعية وإنتاج الأفكار الجديدة فى مجال الإيكولوجيا الصناعية والطاقة الشمسية الحرارية والضوئية.

REFERENCES:

(1) Ren Ling-zhi: Cost-benefit evolution for concentrated solar power in China, Journal of Cleaner Production ,Volume 190, 20 July 2018, Pages 471.

(2) Olcay Genc et al: Circular eco-industrial park design inspired by nature: An integrated non-linear optimization, location, and food web analysis, Journal of Environmental ManagementVolume 270, 15, 2020.

(3)M.A. Butturi et al,. Renewable energy in eco-industrial parks and urban-industrial symbiosis: A literature review and a conceptual synthesis, Applied Energy, 255, 2019.

(4) Kasra Mohammadi et al: Hybrid concentrated solar power (CSP)-desalination systems: A review, Desalination ,Volume 468, 2019.

(5)Kody M.Powell: Hybrid concentrated solar thermal power systems: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 80, 2017.

(6)Xinhai Xu et al: Prospects and problems of concentrating solar power technologies for power generation in the desert regions, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53, January 2016, Pages 1106–1131.

(7)Yasunori Kikuchi et al, Industrial Symbiosis Centered on a Regional Cogeneration Power Plant Utilizing Available Local Resources A Case Study of Tanegashima, Journal of Industrial Ecology, Volume 20, Number 2,2015.

(8)Barriers to Promoting Eco-Industrial Parks Development in China Perspectives from Senior Officials at National Industrial Parks, Journal of Industrial Ecologym Volume 19, Issue 3, pages 457–467, 2015.

(9)http://www.cliquesolar.com/DairyIndustry.aspx

(10)Shishir Kumar Behera et al: Evolution of 'designed' industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: 'research and development into business' as the enabling framework, Journal of Cleaner Production, 29-30 ,(2012).

(11) T.E Gradel & B.R Allenby: Industrial Ecology and sustainable Engineering, published by pearson Education,Inc,USA.2010,P32.

(12) world Bank Group: An International Framework For Eco-Industrial Parks, https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29110/122179-WP-PUBLIC-AnInternationalFrameworkforEcoIndustrialParks.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2017, P21

(13)Pei Zhong, Weili Xia & Bing Xu: Study on energy efficiency model in Xi'an High-tech eco-industrial park, Published in 2010 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference,P1.

(14) Brian Baldassarre: Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives, Journal of Cleaner Production,Volume 216, 2019, Pages 446-447.

(15) Shishir Kumar Behera et al: Evolution of 'designed' industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: 'research and development into business' as the enabling framework, Journal of Cleaner Production, 29-30 ,(2012), P107.

(16) Shishir Kumar Behera et al:, P107.

(17) Gang Wang: novel approach for stability analysis of industrial symbiosis systems, Journal of Cleaner Production, Volume 39, January 2013, Pages 9.

(18) Murat Mirata: Industrial Symbiosis A tool for more sustainable regions?, Doctoral dissertation, Lund University, Sweden, 2005, P48.

(19) Raymond P. Coˆte´ & E. Cohen-Rosenthal: Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences, Journal of Cleaner Production , 6 , 1998 P 182.

(20) Raymond P. Coˆte´ & E. Cohen-Rosenthal: P 182.

(21) Salah M. El-Haggar: Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development, The American University of Cairo, Elsevier Academic Press,2007,P92.

(22) Alfredo Valentino: Eco-industrial parks: the international state of art, Eco-Industrial Parks: A Green and Place Marketing Approach , Luiss University Press,2015, from P24-P41.

(23) H.L. Zhang et al: Concentrated solar power plants: Review and design methodology, Renewable and Sustainable Energy Reviews 22(2013),P467.

(24) Mukhtar Ahmad: Operation and Control of Renewable Energy Systems, chapter 5, John Wiley & Sons, Ltd, 2017,P95

(25)http://www.eere.energy.gov/basics/renewable_energy/linear_concentrator.html

(26)http://en.wikipedia.org/wiki/PS20_solar_power_plant

(27)Dan Einstein: Steam Systems in Industry: Energy Use and Energy Efficiency Improvement Potentials,aceee.org/files/proceedings/.../SS01_Panel1_Paper46.pd,P538.

(28)IRENA : Solar Heat for Industrial Processes -Technology Brief, www.irena.org, January 2015, P15

(29)Sargent & Lundy LLC Consulting Group Chicago, Illinois: Assessment of Parabolic Trough and Power Tower Solar Technology Cost and Performance Forecasts, www.nrel.gov/docs/fy04osti/34440.pd,2003,P2-5

(٣٠) الباحث

(31) Dipl. Eng Johannes Schrufer - Spin-off Company IA TECH from the Solar-Institute Juelich of Aachen University of Applied Sciences – Germany.

USING ECO- INDUSTRIAL PARK IN REDUCING THE COSTS OF CONCENTRATING SOLAR POWER

Mahmoud Sayed Ali Alsadk

PhD in Industrial Ecology, Ain Shams University, Representative of Egypt in the African Circular Economy Network ACEN, PA-CEMP Certified Expert in Energy Management, Certified Expert in Environmental Economics and Environmental Accounting, mahmoud_sayed101074@yahoo.com

ABSTRACT:

This research aims to reduce investment costs of Solar thermal energy Applications such as steam, heat and electricity within eco-industrial park as an example of industrial symbiosis development to reduce resource consumption and waste or pollution generation in eco-industrial park.

This research sets up a model of synergistic effect based on Solar thermal energy Applications and exchange materials and energies in the park between industries in Qena governorate.

The results show that the costs of using solar thermal energy can be significantly reduced by using it within the eco-industrial park based on synergies between a group of industrial companies, and government could play a critical role to drive this concept for success by providing the necessary incentives, such as free cost land. It also showed that fossil fuels can be used as capital costs to reduce solar energy costs.