الجمعية الجغرافية المصرية

الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر

" دراسة فى جغرافية الطاقة "

د. أحمد موسى محمود خليل

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية المساعد

كلية الآداب - جامعة المنيا

سلسلة بحوث جغرافية

العدد الثامن والثمانون – 2015

لا يسمح إطلاقا بترجمة هذا الكتاب الى أية لغة أخرى، أو بإعادة إنتاج أو طبع أو نقل أو تخزين أى جزء منه، على أية أنظمة استرجاع بأى شكل أو بأى وسيلة، سواء اليكترونية أو ميكانيكية أو مغناطيسية أو غيرها من الوسائل، قبل الحصول على موافقة خطية مسبقة من الجمعية الجغرافية المصرية.

Copyright ® 2015 by The Message Press, **Tel.: 0122 65 78 757 e-mail: gamal_elnady@yahoo.com**

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of it may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from The Egyptian Geographical Society.

فهرس المحتويات

الموضــوع	صفحة
الملخص.	**1**
المقدمة.	**1**
أهمية البحث.	**2**
أهداف البحث.	**3**
أدبيات البحث.	**4**
مصطلحات البحث.	**4**
الوضع الراهن لمصادر الطاقة في مصر.	**5**
إمكانات الطاقة الشمسية في مصر.	**13**
1) استخدامات الطاقة الشمسية.	**15**
2) إمكانات الموقع الجغرافي لمصر في الاستفادة من الطاقة الشمسية.	**15**
3) التوزيع المكاني الزماني لسطوع الشمس.	**16**
4) بعض تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في مصر.	**18**
5) توطن المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات.	**20**
6) الطاقة الكهروضوئية "الفوتوفولفية".	**23**
7) مستقبل الطاقة الشمسية في مصر.	**24**
إمكانات طاقة الرياح في مصر.	**25**
1) الأبعاد الجغرافية في توطن مزارع الرياح.	**27**
2) مشروعات تحت التنفيذ.	**43**
إمكانات الطاقة المائية في مصر	**45**
1) محطة خزان أسوان.	**48**
2) محطة كهرباء السد العالي.	**51**
3) محطة قناطر إسنا.	**53**
4) محطة قناطر نجع حمادي.	**55**
5) محطة قناطر أسيوط.	**57**

إمكانات طاقة الكتلة الحيوية في مصر.	**63**
1) التوزيع الجغرافي للكتلة الحيوية في مصر.	**64**
2) التوزيع الجغرافي النوعي للكتلة الحيوية في مصر.	**69**
3) مستقبل طاقة الكتلة الحيوية في مصر.	**80**
4) تقنية البيوجاز والوقود الحيوي.	**81**
إمكانات الطاقة النووية في مصر.	**84**
1) اقتصاديات الطاقة النووية.	**85**
2) التوزيع الجغرافي للمحطات النووية المزمع إنشاؤها في مصر.	**88**
3) المواقع المقترحة للمحطات النووية في مصر.	**91**
التوصيات.	**96**
المراجـع.	**101**

فهرس الجداول

م	عنوان الجدول	صفحة
1	تطور إنتاج الطاقة الأحفورية واستهلاكها في مصر 2012/2000م.	5
2	تطور استهلاك الطاقة التقليدية في مصر بين عامي 2022/2006م.	8
3	تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر 2012/2004م.	11
4	القدرة المركبة والطاقة المولدة بمحطة الكريمات الكهروشمسية عام 2012/ 2013م.	22
5	التوزيع الجغرافي للمتوسطات الشهرية لسرعة الرياح في بعض محطات الأرصاد الجوية في مصر (1995–2009م).	28
6	التغير اليومي في سرعة الرياح علي بعض مناطق مصر.	34
7	التوزيع الجغرافي للقدرة المركبة للمحطات الكهروريحية في مصر 2012م.	41
8	التوزيع الجغرافي لمحطات الكهرباء المائية في مصر 2013م.	47
9	التوزيع الجغرافي الكمي والنوعي للكتلة الحيوية في مصر 2010م.	65
10	التوزيع الجغرافي للكتلة الحيوية في مصر 2010م.	66
11	التوزيع الجغرافي لمخلفات المحاصيل الزراعية في مصر 2010م.	70
12	التوزيع الجغرافي لكمية المخلفات الحيوانية في مصر 2010م.	75
13	التوزيع الجغرافي لمخلفات المدن في مصر عام 2010م.	78

فهرس الخرائط والأشكال

م	عنوان الخريطة أو الشكل	صفحة
1	تطور إنتاج البترول واستهلاكه في مصر (2012/2000م).	6
2	تطور إنتاج الغاز الطبيعي واستهلاكه في مصر (2012/2000م).	6
3	تطور استهلاك الطاقة التقليدية في مصر بين عامي 2022/2006م.	9
4	تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر 2012/2005م.	12
5	المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي على مصر.	17
6	التوزيع الجغرافى للقدرة المركبة للمحطات الكهروشمسية والكهروريحية فى مصر 2013م.	20
7	التوزيع الجغرافي لمتوسط سرعات الرياح في مصر.	29
8	المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح في بعض محطات الأرصاد الجوية في مصر (1995–2009م).	30
9	التغير اليومي في سرعة الرياح علي بعض مناطق مصر.	35
10	التوزيع الجغرافى للقدرة المركبة للمحطات الكهرومائية فى مصر 2013م.	48
11	التوزيع الجغرافي الكمي والنوعي للكتلة الحيوية في مصر 2010م.	67
12	التوزيع الجغرافي للمخلفات النباتية في مصر 2010م.	71
13	التوزيع الجغرافي لكمية المخلفات الحيوانية في مصر 2010م.	76
14	التوزيع الجغرافي لمخلفات المدن في مصر 1010م.	79
15	التوزيع الجغرافى لمواقع محطات الطاقة النووية المقترح إنشاؤها فى مصر.	92

فهرس الصور الفوتوغرافية

م	عنوان الصورة	صفحة
1	بعض نظم الخلايا الفوتوفولتية بأحدي القرى بواحة سيوة – محافظة مطروح.	**23**
2	مرئية فضائية للموقع الجغرافي لسد أسوان والسد العالي.	**49**
3	مرئية فضائية للموقع الجغرافي لخزان أسوان.	**50**
4	مرئية فضائية للسد العالي وجزء من بحيرة ناصر، ومحطة الكهرباء.	**51**
5	مرئية فضائية لموقع قناطر إسنا القديمة والجديدة علي نهر النيل.	**54**
6	صورة مرئية لموقع قناطر إسنا الجديدة علي نهر النيل.	**55**
7	مرئية فضائية لقناطر نجع حمادي القديمة والجديدة.	**56**
8	مرئية فضائية لقناطر نجع حمادي الجديدة.	**56**
9	مرئية فضائية لقناطر أسيوط القديمة.	**58**
10	صورة تخطيطية لقناطر أسيوط الجديدة بعد الانتهاء من إنشائها.	**58**

الملخص

زاد الاهتمام بالطاقة الجديدة والمتجددة في الربع الأخير من القرن العشرين في معظم دول العالم بعد تفاقم أزمة البترول، وإنشاء منظمة أوبك، وارتفاع أسعار الوقود الأحفوري، واستخدامه كسلاح سياسي، إضافة إلى الحروب التي حدثت للسيطرة علي منابعه في الشرق الأوسط، فاتجهت الأبحاث العلمية إلي استخدام الطاقة المتجددة لتحقيق ما يسمي بأمن الطاقة Energy Security في حال توقف واردات الوقود الأحفوري، أو ارتفاع أسعاره لأسباب سياسية أو اقتصادية.

وتتمثل مشكلة الطاقة في مصر في محدودية مصادرها المتاحة من الوقود الاحفوري (البترول والغاز الطبيعي والفحم)، وتعد مصر من الدول التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة تفوق إنتاجها، بسبب التزايد السكاني السريع، والتوسع العمراني، والتنمية الصناعية، وخطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية التي تبنتها الدولة منذ ستينيات القرن المنصرم.

يهدف هذا البحث إلى دراسة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر من منظور جغرافي، وذلك بإلقاء الضوء علي أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مثل: الطاقة الشمسية Solar Energy، وطاقة الرياح Wind Energy، والطاقة المائية Water Energy، وطاقة الكتلة الحيوية Biomass energy، والطاقة النووية Nuclear Energy وذلك من حيث توزيعها الجغرافي، وقدراتها، وإنتاجها من الكهرباء، ومدي إسهامها في سد فجوة الطاقة في مصر، إضافة الي أهميتها في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فضلا عن إسهامها في التنمية المستدامة والحد من التلوث والحفاظ علي البيئة والموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية : الطاقة الجديدة والمتجددة، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، طاقة الكتلة الحيوية، الطاقة النووية، التنمية المستدامة.

المقدمة :

تعد أزمة الطاقة في مصر من أكبر المشكلات التي تواجه خطط التنمية، وتنعكس آثارها علي شتي نواحي الحياة، وقد بدأت هذه الأزمة تطفو علي السطح منذ الثمانينات من القرن المنصرم، نتيجة لنمو الطلب علي الطاقة لزيادة عدد السكان من ناحية، والتوسع العقاري الكبير وما صاحبه من توسع تجاري وخدمي في الريف والحضر علي حد سواء

من ناحية أخري، إضافة الى إنشاء عدد كبير من الصناعات كثيفة الطاقة مثل: صناعة الإسمنت، وإعطاء تراخيص ودعم في الطاقة لهذه المصانع، مما أدي الي حدوث فجوة كبيرة بين استهلاك الطاقة وإنتاجها في مصر، وباتت أزمة الطاقة من أشد المشكلات التي تواجه الحكومة وصانع القرار.

وتتباين مصادر الطاقة في مصر بين مصادر تقليدية (أحفورية) تتمثل في زيت البترول والغاز الطبيعي، ومصادر غير تقليدية (جديدة ومتجددة)، ويعتمد قطاع الطاقة في مصر بشكل رئيسي علي المصادر التقليدية في حين لا تسهم الطاقة المتجددة إلا بنسب قليلة لا تتناسب وتوافر مصادرها في الدولة. وفي ظل محدودية مصادر الطاقة التقليدية وقابليتها للنضوب، بات ضروريا وحتميا استخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، خاصة وأنّ مصر تمتلك من مقوماتها ما يؤهلها أنْ تتبوأ مركزا متميزا في إنتاج الطاقة من مثل هذه المصادر.

أهمية البحث :

زاد الاهتمام بالطاقة الجديدة والمتجددة في الربع الأخير من القرن العشرين في معظم دول العالم، بعد أزمة البترول، وإنشاء منظمة أوبك، وارتفاع أسعار الوقود الأحفوري، واستخدامه كسلاح سياسي، إضافة الى الحروب التي حدثت للسيطرة علي منابعه في الشرق الأوسط، فاتجهت الأبحاث الي استخدام الطاقة المتجددة، لتحقيق ما يسمي بأمن الطاقة Energy Security في حال توقف واردات الوقود الأحفوري، أو ارتفاع أسعاره لأسباب سياسية أو اقتصادية.

وتتمثل مشكلة الطاقة في مصر في محدودية مصادرها المتاحة من الوقود الاحفوري، ووفقا لتقديرات إدارة معلومات الطاقة الأمريكية أنّ معدلات استهلاك البترول في مصر تفوق الإنتاج بمعدل كبير في ظل ثبات احتياطيه عند 3.7 مليار برميل دون ثمة توقع للزيادة في السنوات القادمة، أما الغاز الطبيعي فيوجد بكميات معقولة وتجارية، حيث يقدر احتياطي الغاز الطبيعي في مصر بنحو 2466 مليار متر مكعب، وهناك احتمالات لتواجده في مناطق أخري، في مياه البحر المتوسط والصحراء الغربية (الزهيري، 2008م، 25). وكان إنتاج الغاز الطبيعي في مصر يفوق استهلاكه في العقدين السابقين مما جعل الدولة تقوم بتصدير جزء من الغاز الطبيعي للخارج، وتوقيع اتفاقيات لسنوات طويلة وبأسعار دار حولها جدل سياسي واقتصادي كبير، ومعلوم أنّ

الغاز الطبيعي لابد أنْ يستهلك بمجرد استخراجه، لصعوبة غلق حقول الغاز الطبيعي علي غرار حقول النفط، كما أنّ عملية تخزينه تحتاج الي تقنية عالية (تسييله) والي خزانات ضخمة ومحكمة وذات مواصفات خاصة، وكلها عمليات مكلفة جدا وتحتاج الي تقنيات عالية، مما حدا بالدولة الي تصديره وبأسعار زهيدة، كلفت الدولة خسائر كبيرة مازال الجدل يدور حولها.

وتعد مصر من الدول التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، تفوق إنتاجها بسبب التزايد السكاني السريع، والتوسع العمراني، والتنمية الصناعية، وخطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية التي تبنتها الدولة منذ ستينيات القرن المنصرم، والتي وضعت دعم الطاقة في مقدمة برامجها، لرفع المستوي الاجتماعي والاقتصادي للسكان، وتتحمل الدولة هذا الدعم، ويعاني قطاع الطاقة في مصر من مشاكل مالية نظير ما يقدمه من دعم، وتضطر الحكومة الي الاقتراض من شركات البترول تارة، ومن البنوك تارة أخري (أذونات خزانة)، لتقديم الطاقة للسكان والصناعة بأسعار تقل كثيرا عن حقيقتها، وتتحمل الدولة دعم الطاقة منذ الستينيات من القرن المنصرم، ونظرا للتحول الاقتصادي والسياسي لمصر بعد ثورة 25 يناير 2011م، أفصحت الحكومة عن عدم قدرتها علي تحمل دعم الطاقة، وبدأت برنامجها لرفع الدعم عن الطاقة بشتي صورها في خلال الخمس سنوات القادمة.

أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى دراسة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر من المنظور الجغرافي، وذلك بإلقاء الضوء علي أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة المستغلة والمتاحة في الدولة مثل : الطاقة الشمسية Solar Energy، وطاقة الرياح Wind energy، والطاقة المائية Water Energy، وطاقة الكتلة الحيوية Biomass Energy، والطاقة النووية Nuclear Energy، وذلك من حيث توزيعها الجغرافي، وقدراتها، وإنتاجها من الكهرباء، ومدي إسهامها في سد فجوة الطاقة في مصر، إضافة الي أهميتها في التنمية الاقتصادية والاجتماعية، فضلا عن إسهامها في التنمية المستدامة، والحد من التلوث، والحفاظ علي البيئة والموارد الطبيعية للأجيال القادمة. وستركز هذه الدراسة علي أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر من خلال دراسة النقاط التالية :

- الوضع الراهن لمصادر الطاقة في مصر.
- إمكانات الطاقة الشمسية في مصر.

- إمكانات طاقة الرياح في مصر.
- إمكانات الطاقة المائية في مصر.
- إمكانات طاقة الكتلة الحيوية في مصر.
- إمكانات الطاقة النووية في مصر.
- التوصيات.

أدبيات البحث :

نظرا لحداثة موضوع الطاقة الجديدة والمتجددة في الدراسات الجغرافية، فقد تم تناول هذا الموضوع في عدة دراسات سابقة، بعضها وثيق الصلة بالدراسات الجغرافية، والبعض الآخر تم تناوله من زوايا مختلفة (فنية وبيئية واقتصادية)، وسيرد أهم هذه الدراسات في مصادر ومراجع البحث.

مصطلحات البحث :

يشير **مصطلح الطاقة الجديدة** New Energy الي ذلك النوع من الطاقة الذي بدأ استغلالها تجاريا مؤخرا، ودخل مرحلة الإنتاج الاقتصادي خلال النصف الثاني من القرن العشرين، ويقصد بها في هذا البحث الطاقة النووية حيث لم تستخدم تجاريا إلا بعد عام 1956م، وإنْ كانت معروفة قبل ذلك، وذلك للتفرقة بينها وبين الطاقة التقليدية الحديثة (الفحم والبترول والغاز الطبيعي).

أما **مصطلح الطاقة المتجددة** Renewable Energy فهو أكثر وضوحا وتحديدا، وتعني مصادر الطاقة التي تتجدد تلقائيا، ولا تنضب ولا تفني اقتصاديا، فهي طاقة مستدامة Sustainable Energy، وتتميز مصادر الطاقة المتجددة بأنّها غير ملوثة للبيئة (صديقة للبيئة Environmental Friendly)، كما أنّها متوفرة في أماكن متعددة، إضافة الي تعدد مصادرها، وتتميز بالانتشار الجغرافي، ولكن ما يؤخذ علي مصادر الطاقة المتجددة أنّه يصعب نقلها إلا بعد تحويلها الي نوع آخر من الطاقة، فهي مكانية في استخدامها الي حد بعيد، ويتحدد استخدامها بأماكن تواجدها، وتتغير زمانيا ومكانيا، وترتبط بالأحوال الجوية والمناخية، كما تتغير زمانيا (خلال فصول السنة)، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، كما أنّها مازالت غير مستخدمة بصورة واسعة لأنها مكلفة

اقتصاديا الي حد ما، وتحتاج الي تقنية عالية، ويعتمد استخدامها علي نطاق تجاري بمستوي التطور الاقتصادي والتقني للدولة.

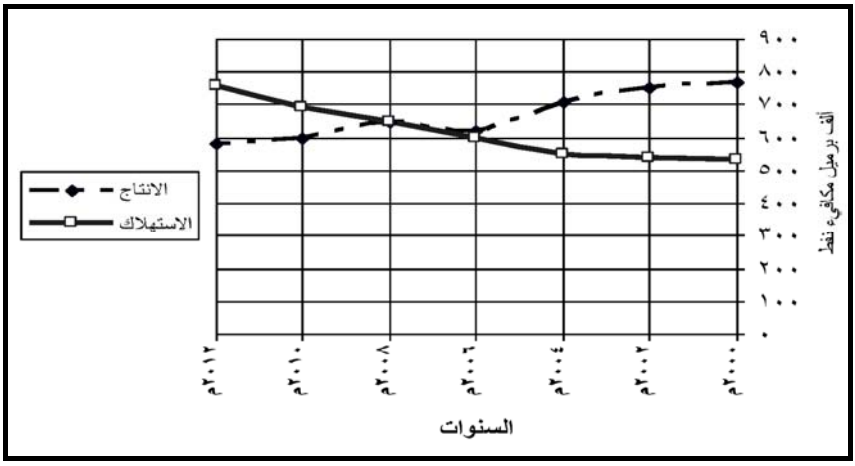
الوضع الراهن لمصادر الطاقة في مصر

تعتمد مصر بصورة أساسية علي المصادر الأحفورية للطاقة (البترول والغاز الطبيعي)، وتشكل هذه المصادر أكثر من 95% من الطاقة المستهلكة في الدولة، أما الفحم المصري فمن النوع الرديء، ولا يوجد بكميات اقتصادية. ومع التزايد المضطرد في استهلاك الطاقة، وتناقص الإنتاج – خاصة البترول –، باتت فجوة الطاقة في مصر واضحة، فانخفض إنتاج البترول من 950 ألف برميل/يوميا عام 1990م الي نحو 768 ألف برميل/يوميا عام 2000م والي ما يزيد قليلا علي النصف مليون برميل/يوميا عام 2012م (جدول 1).

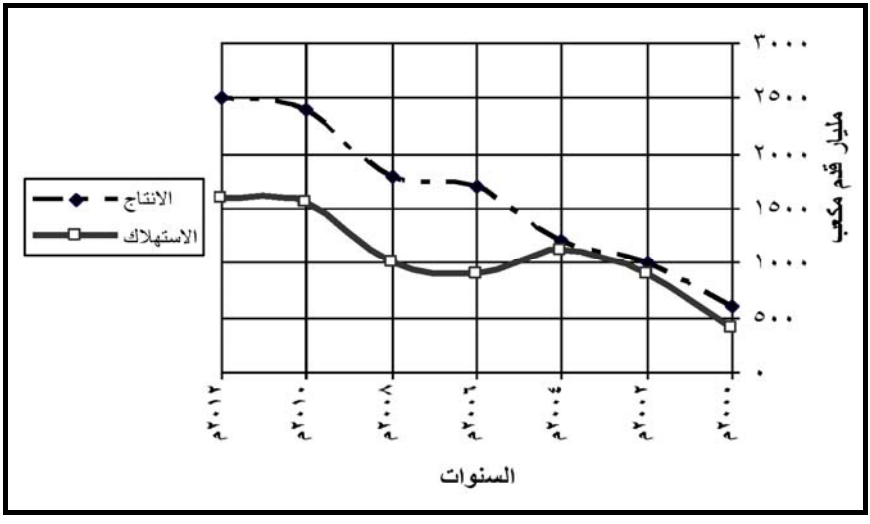
جدول (1) : تطور إنتاج الطاقة الأحفورية واستهلاكها في مصر 2012/2000م.

السنة	البترول (ألف برميل/يوميا)			الغاز الطبيعي (مليار قدم مكعب/ يوميا)		
	الإنتاج	الاستهلاك	الفجوة	الإنتاج	الاستهلاك	الفجوة
2000	768	530	+ 238	6	4	+ 2
2002	750	540	+ 210	10	9	+ 3
2004	709	550	+ 159	12	11	+ 1
2006	620	600	+ 20	17	9	+ 6
2008	650	650	صفر	18	10	+ 8
2010	600	700	- 100	24	15	+ 9
2012	580	760	- 180	25	16	+ 9

المصدر : الجدول من إعداد الباحث، اعتمادا علي : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، أعداد مختلفة.



شكل (1) : تطور إنتاج البترول واستهلاكه في مصر (2012/2000م).



شكل (2) : تطور إنتاج الغاز الطبيعي واستهلاكه في مصر (2012/2000م).

يتضح من الجدول (1) والشكلين (1)، (2) ما يلي:

تناقص إنتاج مصر من البترول من 786 ألف برميل يوميا عام 2000م الي نحو 580 ألف برميل يوميا عام 2012م، أي أنّ الإنتاج تناقص بنحو 206 ألف برميل، أي أنّه انخفض بما يزيد علي ربع الإنتاج (26.2%) في ثنتا عشر عاما، في حين زاد الاستهلاك من 530 ألف برميل يوميا الي نحو 760 ألف برميل يوميا في الفترة نفسها، وبزيادة قدرها 230 ألف برميل، أي زاد الاستهلاك بما يربو علي الخمسين (43.4%)، وبعد أنْ كان هناك فائض في الإنتاج بلغ

نحو 238 ألف برميل عام 2000م، ألا أنّه في عام 2008م، أنتجت مصر فقط ما استهلكته من البترول، ومنذ سنة 2010م بدأت مصر مرحلة العوز البترولي، وباتت مستوردة للبترول ومنتجاته، وبدأت فجوة الاستهلاك في الزيادة، وفي عام 2012م، سجل البترول عجزا قدره (180 ألف برميل). أما الغاز الطبيعي، فرغم تزايد الإنتاج والاحتياطي منه، فقد زاد إنتاج الغاز الطبيعي من 6 مليار قدم مكعب/سنويا عام 2000م الي 25 مليار قدم مكعب/سنويا عام 2012م، إلا أنّ الارتباطات التصديرية، وصعوبة تخزينه وتسييله والتي تحتاج الي تقنيات عالية ورأس مال ضخم، إضافة الي الحاجة الي العملة الصعبة لسد عجز الموازنات المالية، اضطرت الدولة الي تصديره الي دول مجاورة وبعيدة، باتفاقيات طويلة الأمد، مما يعد إهدارا لموارد الدولة الطبيعية.

في ظل تناقص مصادر الطاقة التقليدية ونضوب بعضها في مصر، وارتفاع أسعارها عالميا، وتزايد الاستهلاك منها محليا، نتيجة لتزايد عدد السكان، والتوسع العمراني، وارتفاع مستوي المعيشة، وانخفاض مصادر الدولة من الإنتاج الزراعي (تآكل الأراضي الزراعية)، وتدني الصناعة المصرية بصورة واضحة في السنوات الأخيرة وانخفاض صادراتها نتيجة غلق عدد كبير من المصانع لظروف سياسية وأسباب اقتصادية، وانخفاض العائد من السياحة لأسباب أمنية، قلت موارد الدولة من العملة الأجنبية، وبالتالي تضطر الدولة، إما الي الاقتراض الأجنبي (البنك الدولي أو قروض دولية وودائع دول) أو الاقتراض المحلي (أذونات بنوك)، لشراء مواد بترولية. ورغم تخلي الدولة عن جزء من دعم الوقود والطاقة[1] إلا أنُه مازالت تدفع من ميزانية الدولة لسد العجز في فجوة الطاقة (سعرا وكمية).

ومع ثبات الاحتياطي المؤكد من البترول في مصر عند 3.7 مليار برميل منذ عام 2000م، ودون ثمة توقع بالزيادة خلال السنوات القادمة، حيث لا يوجد اكتشافات جديدة للبترول، ويعني ذلك أنّه لو تم السحب بالمعدل الحالي (حوالي 600 ألف برميل/يوميا)، فإنّه في غضون العقدين القادمين ستكون مصر دولة غير بترولية. أما الغاز الطبيعي فيقدر احتياطيه بنحو 2466 مليار م^3 بنهاية عام 2010م (الزهيري ، 2008م، ص 25)، وهناك احتمالات لتواجده في مناطق جديدة، في البحر المتوسط، والصحراء الغربية، وفي عام 2015م، تم اكتشاف حقل للغاز الطبيعي في المياه الإقليمية المصرية بالبحر المتوسط يعد من الحقول

---

(1) تم رفع أسعار بعض المواد البترولية (البنزين، والسولار)، والكهرباء عام 2014م، بنسب وصلت الي نحو 70 % من سعر هذه المواد، لسد العجز في موازنة الدولة.

الكبيرة، لكن لابد من التخطيط المستدام في إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي، حفاظا عليه للأجيال القادمة، وإلا سيواجه مصير البترول نفسه.

التوقع المستقبلي لاستهلاك الطاقة في مصر:

في ظل التزايد السكاني السريع، والتنامي الكبير قي الطلب علي الطاقة، يُتوقع أنْ تصل كمية الاستهلاك من الطاقة في مصر عام 2022م الي نحو 109 مليون طن بترول مكافئ[1]، وهو ما يعني تزايد الفجوة في الطاقة بمعدلات كبيرة، خاصة إذا ما ثبت الإنتاج من الوقود الاحفوري عند معدلاته الحالية دون حدوث اكتشافات جديدة، أو الدخول في مجال الطاقة النووية، وارتفاع تكاليف الطاقة المتجددة وعزوف القطاع الخاص عن الدخول فيها.

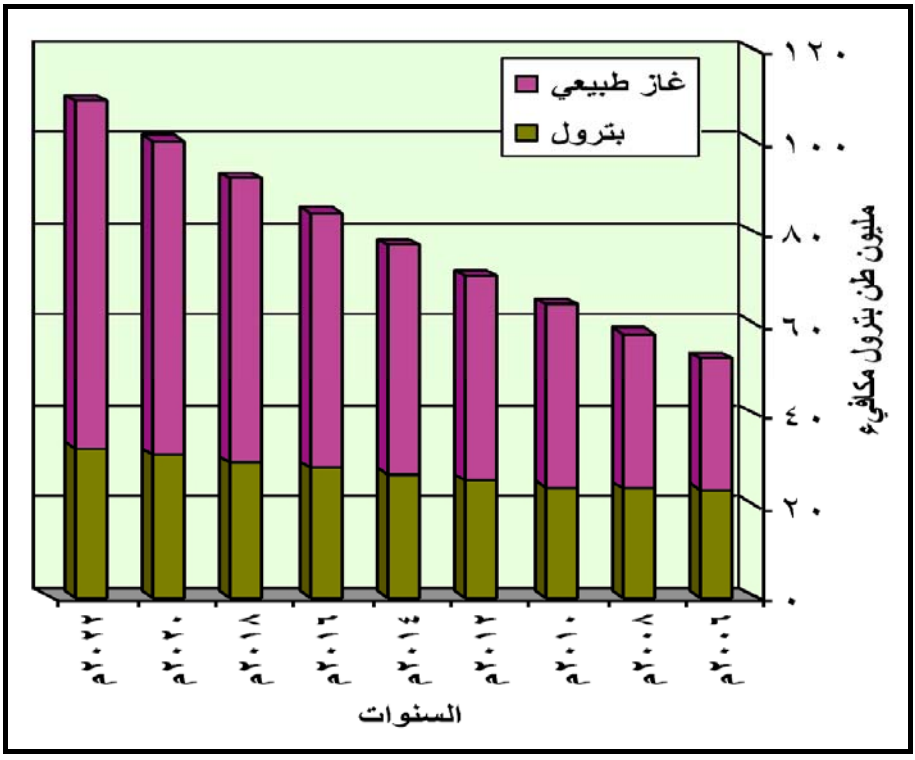
جدول (2) : تطور استهلاك الطاقة التقليدية في مصر بين عامي 2022/2006م (مليون طن بترول مكافئ).

السنة	بترول		غاز طبيعي		الجملة
	كمية	%	كمية	%	
2006	23.68	44.80	29.16	55.20	52.84
2008	23.94	41.28	34.14	58.80	58.08
2010	24.21	37.55	40.33	62.50	64.54
2012	25.72	36.37	45.07	63.70	70.79
2014	27.11	35.00	50.29	64.00	77.40
2016	28.41	33.64	56.04	66.40	84.45
2018	29.80	32.30	62.36	67.70	92.16
2020	31.19	31.10	69.10	68.90	100.29
2022	32.69	29.00	76.38	70.00	109.07

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتمادا علي : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، أعداد مختلفة.

---

(1) طن بترول مكافئ Tone of Oil Equivalent ويرمز له (TOE)، ويساوي كمية الطاقة الناتجة عن احتراق واحد طن من النفط الخام، وتقدر القيمة الحرارية الناتجة عن هذا الاحتراق بحوالي 45 مليون وحدة حرارية بريطانية BTU، وتجدر الإشارة أنّ الطن من الغاز الطبيعي يعادل 1.111 طن نفط خام مكافئ، وطن السولار يعادل 1.066 طن نفط مكافئ، والطن من الفحم يساوي 0.670 طن نفط خام مكافئ.



شكل (3) : تطور استهلاك الطاقة التقليدية في مصر بين عامي 2022/2006م.

ويوضح الجدول (2) والشكل (3)، تطور استهلاك مصر من الطاقة التقليدية حتي عام 2022م، ويتضح من الجدول والشكل : أنّ الاستهلاك السنوي من الطاقة في مصر بلغ عام 2006م بلغ نحو 52.48 مليون طن بترول مكافئ (44.8% بترول، 55.2% غاز طبيعي). وارتفع الاستهلاك إلي 70.79 مليون طن بترول مكافئ عام 2012 إلي، وبزيادة قدرها 33.9 % عن عام 2006م (الثلث في ست سنوات)، وفي الوقت نفسه ارتفع معدل الاستهلاك من الغاز على حساب البترول (63.7% غاز طبيعي، 36.3% بترول). ومن المتوقع أنْ يرتفع الاستهلاك من الطاقة التقليدية في مصر عام 2022م، إلي نحو 109.07 مليون طن بترول مكافئ وبزيادة تصل إلي نحو 106.4% عن عام 2006م، أي سيتضاعف الاستهلاك في تلك الفترة، وأيضا سيزيد استهلاك الغاز علي حساب البترول (70% غاز، 30% بترول). وفي ظل النمو السكاني والتطور العمراني والاقتصادي، وانخفاض الدخل القومي، ونضوب بعض آبار البترول، وتزايد معدل

استهلاك الغاز في الصناعة والتصدير، وارتفاع أسعار الوقود بصفة عامة وعجز موازنة الدولة عن سد فجوة دعم الطاقة، بات من الضروري البحث عن مصادر بديلة من الطاقة المتجددة لسد هذه الفجوة.

أما عن إنتاج الطاقة الكهربائية واستهلاكها في مصر، فقد بلغ إجمالي القدرات المركبة لمحطات الكهرباء عام 2012م نحو 30.3 جيجاوات، أنتجت نحو 159.0 جيجاوات/ساعة/سنويا، استحوذت المحطات الحرارية علي 89.8%، وكان نصيب محطات الطاقة المتجددة 10.2% (9.2% طاقة كهرومائية، 1.0% طاقة شمسية وكهروريحية) (جدول 3 وشكل 4أ، ب).

يتضح من الجدول (3) والشكل (4 أ، ب) التاليين ما يلي:

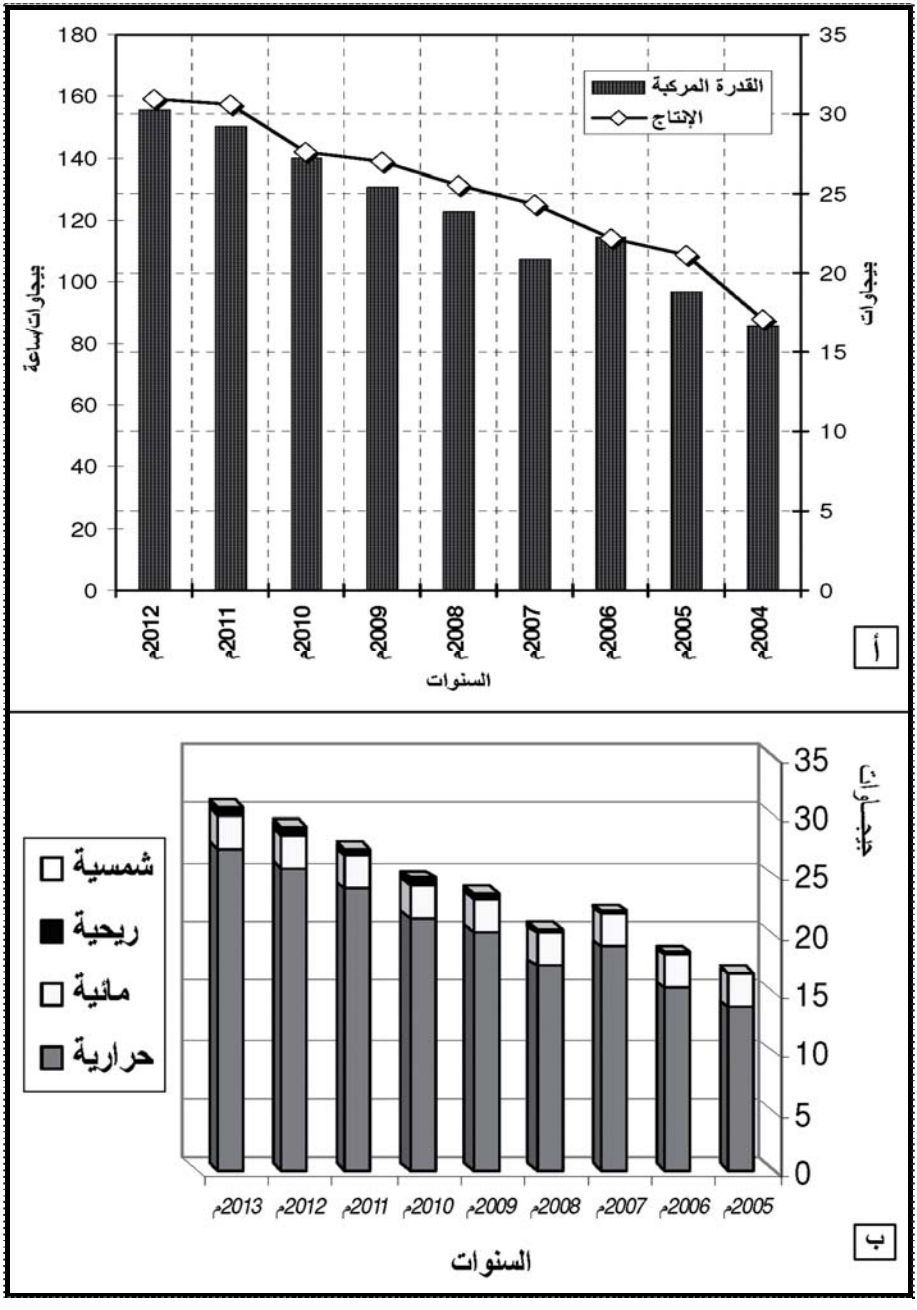
بلغت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء في مصر عام 2004م نحو 16.7 جيجاوات، أنتجت نحو 87.7 جيجاوات/ساعة/سنويا. حازت المحطات الحرارية 82.6%، بينما شكلت محطات الطاقة المتجددة حوالي 17.3% (2.8 جيجاوات كهرباء مائية، 0.1 جيجاوات طاقة رياح)، في حين لم يكن للطاقة الشمسية نصيب في تلك الفترة، واقتصرت علي الاستخدام الشخصي في تسخين المياه، أو بعض المحطات التجريبية.

بتزايد الطلب علي الكهرباء، ارتفعت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء في مصر، لتصل الي نحو 30.3 جيجاوات عام 2012م (89.8% كهرباء حرارية، 10.2% كهرباء من مصادر الطاقة متجددة). بلغت نسبة الزيادة في الطاقة الكهربائية في مصر بين عامي 2012/2004م نحو 81.4%، بمعدل نمو سنوي 6.5%، وبناءا علي التنبؤ المستقبلي للطلب علي الكهرباء في مصر، وعلي المعلومات المستقاة من الشركة القابضة للكهرباء، يتوقع أنْ يصل أقصي حمل علي الشبكة الكهربائية الموحدة في مصر عام 2022م نحو 43.2 جيجاوات. ومن المخطط أنْ تبلغ قدرات المحطات الكهربائية قي العام نفسه 52.6 جيجاوات، ويعني هذا أنّه سيكون هناك فائضا احتياطيا بنسبة 18% من قدرة التوليد (الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي 2012، ص 43).

جدول (٣) : تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر ٢٠٠٤/٢٠١٢م.

السنوات	طاقة كهربائية حرارية		طاقة كهربائية متجددة						الجملة		الحمل الأقصى
			كهرباء مائية		طاقة ريحية		طاقة شمسية				
	القدرة	الإنتاج	القدرة	الإنتاج	القدرة	الإنتاج	القدرة	الإنتاج	القدرة	الإنتاج	
٢٠٠٤	١٣,٨	٧٤,٦	٢,٨	١٢,٦	٠,١	٠,٥	٠٠	٠٠	١٦,٧	٨٧,٧	١٥,٧
٢٠٠٥	١٥,٤	٩٥,٥	٢,٨	١٢,٦	٠,٢	٠,٦	٠٠	٠٠	١٨,٨	١٠٨,٧	١٧,٣
٢٠٠٦	١٨,٩	١٠٠,٧	٢,٨	١٢,٩	٠,٢	٠,٦	٠٠	٠٠	٢٢,٣	١١٤,٢	١٨,٥
٢٠٠٧	١٧,٣	١٠٨,٨	٢,٨	١٥,٥	٠,٣	٠,٨	٠٠	٠٠	٢٠,٩	١٢٥,١	١٩,٧
٢٠٠٨	٢٠,٢	١١٥,٤	٢,٨	١٤,٩	٠,٥	٠,٩	٠٠	٠٠	٢٣,٩	١٣١,٢	٢١,٣
٢٠٩	٢١,٤	١٢٥,٠	٢,٨	١٢,٧	٠,٥	١,٢	٠٠	٠٠	٢٥,٤	١٣٨,٩	٢٢,٧
٢٠١٠	٢٣,٨	١٢٧,٣	٢,٨	١٢,٩	٠,٥	١,٥	٠,١	٠,٢	٢٧,٢	١٤١,٩	٢٣,٤
٢٠١١	٢٥,٦	١٤٢,٥	٢,٨	١٢,٩	٠,٥	١,٦	٠,١	٠,٣	٢٩,٢	١٥٧,٣	٢٥,٧
٢٠١٢	٢٧,٢	١٤٤,٥	٢,٨	١٢,٥	٠,٦	١,٧	٠,١	٠,٣	٣٠,٣	١٥٩,٠	٢٧,١

المصدر: جمهورية مصر العربية، وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي، أعداد مختلفة.



شكل (4) : تطور إنتاج الطاقة الكهربائية في مصر 2012/2005م.

ولكن هذا لا يعكس الواقع الحقيقي لإنتاج الكهرباء في مصر وذلك لأنه لا يضع في الحسبان أنّ محطات توليد الكهرباء يستحيل عمليا أنْ تعمل بكفاءة 100% من قدرتها الفعلية لأسباب تتعلق بجداول الصيانة، وكفاءة المحطة، والخروج المفاجيء لبعض الوحدات لأسباب فنية، إضافة الي خروج محطات من الخدمة لوصولها الي نهاية العمر الافتراضي، حيث يختلف العمر الافتراضي لمحطات توليد الكهرباء تبعا لنوع المحطة والوقود المستخدم، ومستوي الصيانة، فتبلغ نحو 50 عاما في المحطات الكهرومائية، ومن 30 الي 35 عاما في المحطات العاملة بزيت النفط الثقيل، ومن 35 الي 40 عاما للمحطات العاملة بالغاز الطبيعي (الهيئة العامة للتخطيط العمراني، 2010م، ص 254). وبافتراض أنّ كثيرا من محطات توليد الكهرباء في مصر قد دخلت الخدمة في السبعينيات من القرن المنصرم، وعليه فإنّها ستخرج من الخدمة قبل عام 2022م، إضافة الي تذبذب أسعار الوقود الاحفوري، لذلك يجب الاهتمام بمصادر الطاقة المتجددة لسد جزء من الفجوة في الطاقة الكهربائية في السنوات القادمة.

إمكانات الطاقة الشمسية في مصر

تعد الطاقة الإشعاعية الشمسية هي المصدر الرئيس للطاقة على سطح الأرض، وتسهم بنحو 99.97% من الطاقة الموجودة في الغلاف الغازي المغلف للأرض (الديب، 1993م، ص 823). وتزداد أهمية الطاقة الإشعاعية الشمسية في المناطق المدارية الجافة وشبه الجافة حيث يتوافر قدر كبير من سطوع الشمس المنتظم على مدار السنة، وتتوقف الاستفادة من الطاقة الشمسية على مدى توفرها لمدة طويلة دون انقطاع لأطول مدة من النهار، لذا يجب دراسة أربعة أمور أساسية عند دراسة أنسب المواقع لإقامة محطات للإفادة من الطاقة الإشعاعية الشمسية هي : عدد ساعات وأيام سطوع الشمس، نسبة الإشعاع الشمسى وكميته وتوزيعها زمنياً ومكانياً.

وتقدر كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلي الأرض ينحو 1.36 كيلووات/م^2، وهو ما يطلق عليه الثابت الشمسي[1]، وتتميز الطاقة الشمسية بأنّها متجددة، نظيفة، متوافرة في كل مكان، صديقة للبيئة، كما يمكن تحويلها إلي معظم أشكال الطاقة الأخرى، وتستخدم الطاقة الشمسية حالياً في العديد من الاستخدامات: تسخين المياه وتحليتها، وتوليد الكهرباء، وفي التبريد والتدفئة.

---

(1) الثابت الشمسي: هو مقدار الطاقة الشمسية الساقطة على وحدة المساحات من سطح الأرض في الثانية الواحدة، ووحدته (وات/م^2).

وتجد الإشارة إلي التطور الكبير في استخدام الطاقة الشمسية، خاصة بعد ارتفاع أسعار الوقود الاحفوري من ناحية، وتطور تقنيات الطاقة الشمسية من ناحية أخرى، وفي عام 2011م بلغ إجمالي الطاقة المستخدمة من الطاقة الشمسية في العالم حوالي 55.7 تيراوات/ساعة/سنوياً. كانت ألمانيا تستحوذ أكثر من ثلثها 34.1%، يليها إيطاليا 16.2%، ثم أسبانيا 16.1% (66.4% في هذه الدول الثلاث)، كما بلغ إجمالي القدرة الفوتوفولتية الشمسية المركبة في العام حوالي 69.4 جيجاوات، تركزت أيضاً في ألمانيا (24.8%)، وإيطاليا (18.4%) (Statistical Review of World Energy, 2012, P. 40).

وجدير بالذكر أنُه رغم توافر امكانات الطاقة الشمسية إلا أنّ المستغل منها يعد ضئيلاً جداً في الوقت الحاضر، وعلى نطاق ضيق، وسيتعاظم استغلالها مستقبلاً كلما تقدمت تقنيتها، وانخفضت أسعار معداتها، وتحسنت، وزادت كفاءة تشغيلها، وانخفضت تكلفة إنتاجها، ويعيب الطاقة الشمسية أنّها متقطعة "غير مستقرة" تتوافر نهاراً وتنقطع ليلاً، غير منتظمة متغيرة يومياً وشهرياً، تتأثر بزوايا سقوط الشمس والغيوم والأتربة وكلها عوامل لا يمكن للإنسان التحكم فيها. أضف إلي ذلك تكلفتها العالية مقارنة بالمصادر الأخرى، ونظراً لكون الطاقة الإشعاعية الشمسية تنتشر بصورة كبيرة وبتركيز منخفض فإنّ ذلك يستدعي توفير معدات ضخمة لامتصاصها وتحويلها إلي شكل آخر من أشكال الطاقة. فلكي يتم تجميع الطاقة الشمسية اللازمة لتوليد واحد جيجاوات من الكهرباء (1000 ميجاوات) تحتاج إلي مساحة قدرها (6.5 × 6.5 كم) أي حوالي (42.25 كم^2) من الأراضي، كما أنّ كفاء تحويل الطاقة الشمسية منخفضة جداً، فمحطات الطاقة الشمسية لا تزيد كفاءتها عند التشغيل عن 15% (الديب، 1993م، ص 847)، في حين تصل في الطاقة المائية إلي نحو 85%. وقد أظهرت دراسات متخصصة أنّ استغلال مساحة تبلغ١٠كم^2 في إنتاج طاقة من تركيز أشعة الشمس في مصر بالصحراء الغربية تعادل الطاقة المتولدة من إنتاج نحو١٥مليون برميل بترول سنويا (Keiichi Komoto, Energy from The Desert متوافر على الرابط http://www.desline.com).

وتجدر الإشارة أنّ بعض الدول قد تبنت رؤية تنموية لبعض المدن بها أنْ تكون مدنا خالية من الكربون Zero Carbon Cities بحلول عام 2020م، مثل تبني مدينة ميرلاند Moreland (استراليا) أنْ تكون هذه المدينة خالية من الكربون بحلول عام 2020م (Zero Carbon Moreland)، كما تبنت إدارة التنمية بمدينة Daegu (كوريا الجنوبية) التي قدر عدد سكانها عام ٢٠٠٩م بنحو 5.2 مليون نسمة رؤية تنموية بعيدة

المدى بان تصبح المدينة معتمدة علي الطاقة الشمسية بحلول عام 2050م (Jong-dall Kim, Dong-hi Han, and Junggyu Na, 2006, pp. 55-75).

ويعيب على أجهزة الطاقة الشمسية أنّ المرايا والأجهزة المستخدمة في تجميع الحرارة لابد وأنْ تكون في أماكن مكشوفة ليسهل تنظيفها، وتحتاج إلي حماية وصيانة دورية من الأتربة والغبار. أضف إلي ذلك صعوبة تخزين الطاقة المنتجة لفترة طويلة، ولابد من ربطها بالشبكة الموحدة في حالة إذا ما كانت كهربائية، والاستهلاك الفوري في حالة تحويلها إلي طاقة حرارية، كما أنّها مكلفة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية حيث تصل تكلفة الكيلووات/ساعة من الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية "الكهرباء الضوئية" (PV) حوالي 30 سنت أمريكي، بينما تصل في الكهرباء الحرارية "التقليدية" حوالي 4 سنت أمريكي (زواوية، 2013م، ص 87).

1) استخدامات الطاقة الشمسية :

تستغل الطاقة الشمسية بطريقتين: إما بالتركيز الحراري (Concentrated Solar Power "CSP") أو التحويل الكهروضوئي (Photovoltaic Cells "PV") لأشعة الشمس. وقد عرفت مصر مجمعات تركيز الطاقة الشمسية Concentrating Collector Systems منذ أكثر من مائة عام، حيث تمكن المهندس الأمريكي ف. شومان عام 1913م من بناء آله بخارية لضخ المياه تعمل بمجمع تركيز الطاقة الشمسية بمنطقة المعادي بالقاهرة (عمار، 1989م، ص 130).

وتجدر الإشارة إلي استخدام الخلايا الشمسية الضوئية في العديد من التطبيقات العملية: كساعات اليد، والآلات الحاسبية الصغيرة، وتشغيل بعض أبراج الإرسال والاتصالات الهاتفية، كما أنّها تستخدم بشكل محدود في إنارة الطرق، وتشغيل بعض محطات الري في المناطق النائية والبعيدة، وقد بدأ استخدام هذه الطرق في توليد الكهرباء بطريقة اقتصادية، نتيجة للتطور التقني في أجهزة تجميع وتركيز الطاقة الشمسية وتخزينها.

2) إمكانات الموقع الجغرافي لمصر في الاستفادة من الطاقة الشمسية :

تعد مصر من الدول الغنية بالإشعاع الشمسي، حيث تقع في المنطقة تحت المدارية Sub-Tropical بين دائرتي عرض 22 درجة، 31.5 درجة شمالاً التي تتميز بوجه عام بسطوع أشعة الشمس لفترة طويلة خلال السنة، وتستمر لمدة سبعة شهور (من شهر مارس

حتى سبتمبر)، وحرارة مرتفعة نسبياً خاصة في جنوب الدولة، إضافة الي هواء جاف علي معظم مناطق الدولة، وهي جزء من حزام الصحراء الكبرى.

تتوقف الاستفادة من الطاقة الشمسية على مدى توفرها وديمومة وصولها إلي سطح الأرض، وعدد أيام وساعات سطوع الشمس، وشدة الإشعاع وكميته، وتوزيعه مكانياً وزمنياً. وتجدر الإشارة الى أنّ قياس كمية الإشعاع الشمسي في مصر حديث نسبياً، حيث بدأ في محطة الجيزة الزراعية عام 1906م، ثم في مديرية التحرير عام 1962م. وتوجد في مصر 10 محطات لقياس الإشعاع الشمسي (سليمان، 1978م، ص 21).

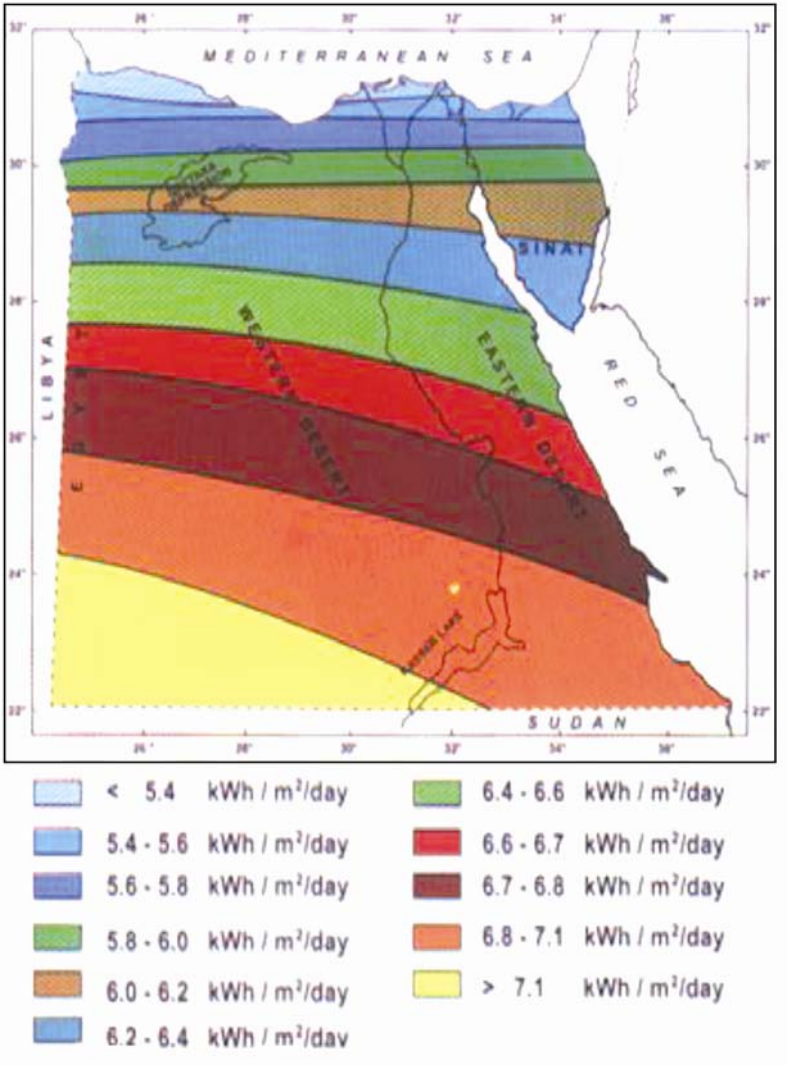
3) التوزيع المكاني الزماني لسطوع الشمس :

أثبتت الدراسات والقياسات التي أجريت على كافة المناطق في مصر أنّ كثافة الإشعاع الشمسي الكلي على سطح أفقي تتراوح بين (3750–4250) كيلوكالوري/م^2/يوم في فصل الشتاء، ونحو (6750–7400) كيلوكالوري/م^2/يوم في فصل الصيف، وتصل كمية الإشعاع الشمسي الساقط على مجمل المساحة في مصر ما يزيد على 6 تريليون/ كيلووات/س/يومياً، وهذا ما يزيد على 100 ضعف الطاقة الكهربائية المولدة في مصر عام 1997/1996م (عبده، 2012م، ص 14).

يتراوح المتوسط السنوي لسطوع الشمسي علي مصر بين (9.3–10.8 ساعة/يوم)، على جميع أنحاء الدولة، يتزايد في فصل الصيف ليبلغ أقصاه 12 ساعة/يوم في شهري يونيه، ويوليه، في حين يقل عدد ساعات سطوع الشمس في الشتاء ليصل إلي نحو (6–8 ساعات/يوم) في شمال البلاد، ومن (8–10 ساعات/يوم) في جنوب مصر. ويعد الساحل الشمالي والدلتا أقل المناطق من ناحية سطوع الشمس في يناير، ديسمبر، ويرجع ذلك لتلبد السماء بالغيوم، وهبوب الأعاصير السنوية، وقد تمتد إلي شهر مارس لتأثرها بالرياح الخماسينية وما تحمله من أتربة تحجب أشعة الشمس.

في عام 1991 أعدت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة "وزارة الكهرباء والطاقة" بالتعاون مع الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية "أطلس الإشعاع الشمسي لجمهورية مصر العربية" وأشتمل هذا الأطلس على قراءات تم حصرها على مدى عدة سنوات لجميع مناطق الدولة، ومتضمنا بيانات وجداول تمكن من تمثيل البيانات المتوقعة والمرصودة لكل أيام العام بعدد ساعات سطوع الشمس وكمية الإشعاع الشمسي.

وأظهرت نتائج هذا الأطلس أنّ متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي على مصر يتراوح بين (2000–3200) ك.و.س/م^2/السنة، وأنّ معدل سطوع الشمس يتراوح بين (9–11) ساعة/يوم (وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2011/ 2012م، ص 200) (شكل 5).



شكل (5) : المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي على مصر.

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي (2012/2011م)

يتضح من الشكل السابق ما يلي:

1- أنّ أراضي مصر تستقبل إشعاعاً شمسياً تتراوح كميته بين (4-10) ك.و.س./م^2/يوم على مستوى أنحاء الدولة، ويتغير هذا الإشعاع من 4 إلي 7.5 ك.و.س./م^2/يوم في شمال مصر بين الشتاء والصيف، بينما معدل التغير في جنوب مصر من 7.9 إلي 10.1 ك.و.س./م^2/يوم.

2- تتزايد كمية الطاقة الإشعاعية الشمسية على مصر من الشمال إلي الجنوب، مع ملاحظة وجود بعض الاختلافات المكانية نتيجة لتلوث الهواء أو العواصف الترابية كما في منطقة القاهرة ومنطقة شرق العوينات.

3- يزداد التباين في كمية الطاقة الشمسية بين فصول السنة، خاصة شتاء الشمال، وصيف الجنوب. وبلغ عدد الأيام الشمسية نحو 60% من عدد أيام الشهر (18) يوم في نوفمبر وأبريل، 90% من عدد أيام الشهر (27) يوم في مايو وأكتوبر.

يتضح مما سبق أنّ مصر من المناطق الغنية بالطاقة الشمسية، ولكن يراعي عند التخطيط لإنشاء محطات طاقة شمسية العوامل الأخرى، مثل تلبد السماء بالغيوم، والأتربة، والتلوث، ناهيك عن توفر المساحات المكانية حيث تحتاج المجمعات الشمسية إلي مساحات كبيرة، وبنية أساسية، وتوافر التقنية.

4) بعض تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في مصر :

تستغل الطاقة الشمسية بطريقتين : طريقة مباشرة وطريقة غير مباشرة، وتتمثل الطريقة المباشرة في استغلالها الطاقة الشمسية كمصدر حراري للتجفيف والتسخين، أما الطريقة غير المباشرة فتتمثل في تحويل الطاقة الشمسية إلي صورة أخرى من صور الطاقة: طاقة ميكانيكية، أو طاقة كهربائية أو طاقة كيميائية.

وتستغل الطاقة الشمسية في مصر بصور متعددة، فهي تستغل في تجفيف المحاصيل الزراعية، ومخلفات الكتلة الحيوية "الوقود التقليدي" في الريف وبعض المناطق النائية، كما تستخدم كمصدر حراري لتسخين المياه في المنازل والمستشفيات والفنادق وبعض المؤسسات لتوفير الكهرباء، حيث تنتشر السخانات الشمسية في بعض المدن الجديدة، والقرى السياحية على شواطئ البحرين "الأحمر والمتوسط" وخليجي السويس والعقبة. وأيضا في بعض المناطق النائية مثل بعض القري في محافظة مرسى مطروح، والوادي الجديد.

ويعد تسخين المياه بالطاقة الشمسية من أيسر وأرخص وأنجح طرق الاستفادة من الطاقة الشمسية. ويمكن تحويل الطاقة الإشعاعية الشمسية إلي طاقة حرارية لرفع درجة حرارة المياه من (40–70 درجة مئوية)، وثبتت جدواها الاقتصادية، وتحسنت تقنية تلك السخانات وزادت كمية تخزينها للمياه والحرارة، وأمتد استخدامها لما بعد الغروب "ليلاً". وهناك تناقص مستمر في أسعار تصنيع السخانات الشمسية وزاد عمرها الافتراضي ليصل إلي أكثر من 15 عاما.

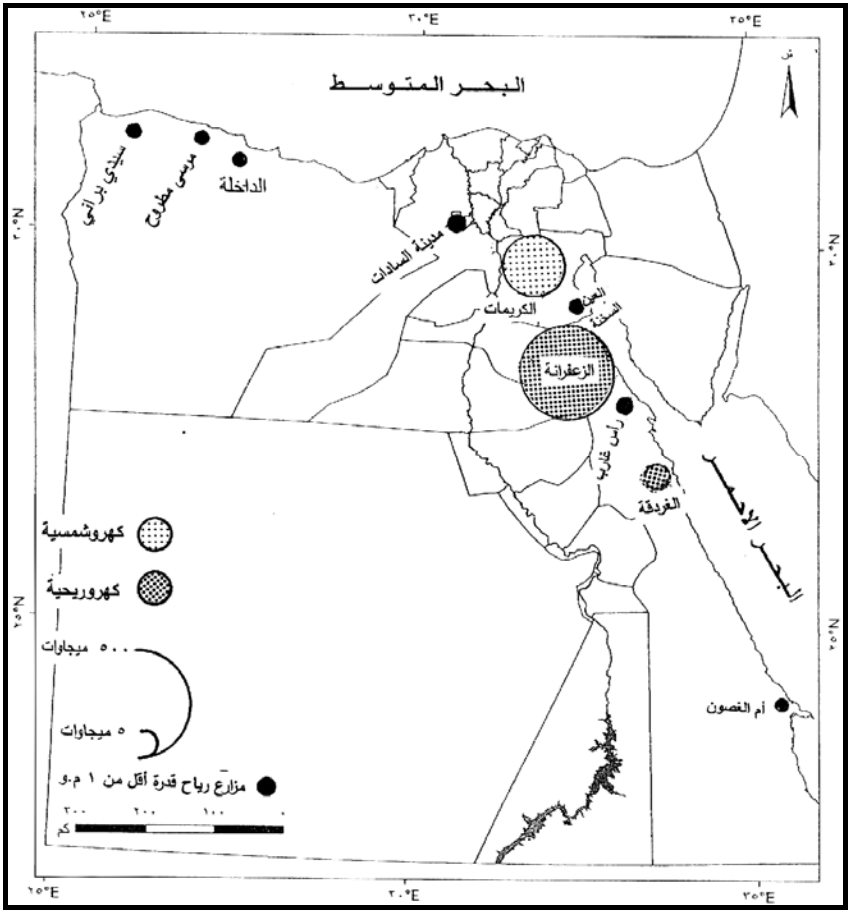
وتجدر الإشارة أنّه توجد 9 مصانع لتصنيع السخان الشمسي في مصر، ولكن الإقبال عليها محدود للغاية، وذلك لارتفاع سعرها مقارنة بالسخان الكهربائي، كما أنّه يحتاج إلي مساحة كافية على أسطح العمارات والمنازل، التي غالباً ما يستغلها المالك لاستخدامات أخرى، خاصة بعد أنْ باتت أطباق استقبال القنوات الفضائية تحتل معظم أسطح العمارات والمنازل، ناهيك عن قلة وعي المواطنين عن هذه السخانات إضافة إلي أنّ بعض قطع غيار هذه السخانات مستوردة وباهظة التكاليف والصيانة، دع عنك انخفاض أسعار الطاقة التقليدية، وربما يؤدي رفع الدعم عن الكهرباء والبوتاجاز إلي زيادة الإقبال على مثل هذه السخانات، وخاصة في الفنادق، والقرى السياحية، والفلل والمنازل في المدن الجديدة. ويرى الباحث أنّ استخدام السخانات الشمسية في مصر لا تزال محدوداً مقارنة بالإمكانات الكبيرة من الطاقة الشمسية من ناحية، وارتفاع أسعار الكهرباء والبوتاجاز ومصادر الطاقة الأخرى من ناحية أخرى. لذلك يجب تشجيع المواطنين على استخدام السخانات الشمسية في المنازل والمصالح الحكومية ومناطق العبادة "المساجد"، وتوفيرها بأسعار مناسبة، وتقديم الدعم الفني في تركيبها وصيانتها.

أما الإفادة من الطاقة الإشعاعية الشمسية بطريقة غير مباشرة، فتتم بتحويل الطاقة الشمسية إلي شكل آخر من أشكال الطاقة لتحويلها إلي طاقة حرارية، مثل تحويل المياه إلي بخار يُضغط ويُسلط على تربينات لتوليد الكهرباء، أو بتحويل ضوء الشمس مباشرة إلي طاقة كهربائية (PV)، ويمكن الإفادة من الطاقة الفوتوفولفية في المناطق البعيدة والنائية غير المرتبطة بشبكة الكهرباء الموحدة للدولة.

ويبلغ إجمالي المساحات المركبة من السخانات الشمسية في مصر حوالي 750 ألف م^2، ويوجد حوالي 20 شركة مصرية تعمل في مجال تصنيع واستيراد وتوزيع وتركيب سخانات المياه الشمسية. ويتم التعاون بين هيئة الطاقة المتجددة وقطاع السياحة لبحث إمكانية تطبيق تقنيات الاستفادة من الطاقة المتجددة في المدن السياحية، وزيادة استخدام الطاقة الشمسية لتسخين المياه بدلاً من الطاقة الكهربائية في جميع الفنادق والقرى السياحية، وسيؤدي ذلك إلي توفير كميات كبيرة من الطاقة (وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2013/2012م، ص 16).

5) توطن المحطة الشمسية الحرارية بالكريمات :

تقع محطة الكريمات الكهروشمسية في منطقة الكريمات شرقي النيل وإلي الجنوب الشرقي من محافظة الجيزة (شكل 6). وتعد محطة الكريمات أحد ثلاث مشروعات للطاقة الكهروشمسية في أفريقيا "مصر، والجزائر، والمغرب" وشارك في إنشاء هذه المحطة ثلاثة جهات هي: الحكومة المصرية متمثلة في وزارة الكهرباء والطاقة، وهيئة المعونة اليابانية، ومرفق البيئة العالمي.



شكل (6) : التوزيع الجغرافى للقدرة المركبة للمحطات الكهروشمسية والكهروريحية فى مصر 2013م.

وتعتمد هذه المحطة على مجمعات لتركيز الطاقة الشمسية Concentrating Collector System، وهذا النوع من المزارع "المحطات" يمكن استخدامه عندما تكون الحاجة ماسة إلي درجات حرارة عالية تصل إلي 300 درجة مئوية، لتحويل المياه إلي

بخار يمكن استخدامه في إدارة توربينات وتوليد الكهرباء وقد تم التعاقد مع شركة أوراسكوم، ومجموعة الشركات الأجنبية في 2007/10/21، على تنفيذ المشروع، وبدأ العمل في المشروع عام 2008م، وتم الانتهاء منه ودخول المحطة الخدمة عام 2010م، وبدأ تشغيل المحطة تجارياً اعتباراً من 2011/6/30 (وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي 2011/ 2012م، ص 27).

تمتد مساحة الحقل الشمسي للمحطة على نحو 644 ألف م^2 (حوالي 160 فدان)، ويبلغ عدد المجمعات الشمسية 1920 مجمع شمسي، تحتوي على 52760 من المرايا (لاقط شمسي)، بلغت نسبة التصنيع المحلي من المكون الشمسي حوالي 50%. وبلغت تكلفة محطة الكريمات الكهروشمسية حوالي 340 مليون دولار أمريكي، منها حوالي 50 مليون دولار منحة من مرفق البيئة العالمي (البنك الدولي)، وحوالي 190 مليون دولار أمريكي عبارة عن قرض من الوكالة اليابانية للتعاون الدولي بفائدة قليلة بلغت نحو 0.75% سنوياً، وفترة سداد علي 40 عاما متضمنة عشرة سنوات فترة سماح للقرض (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2012/ 2013، ص 25).

تبلغ القدرة الكهربائية لمحطة الكريمات الكهروشمسية 140 ميجاوات، وتعمل المحطة بنظام الإنتاج المختلط (حراري + شمسي) لتعويض انقطاع أشعة الشمس ليلاً، وتبلغ قدرة المكون الحراري 120 ميجاوات بنسبة 85.7% من إجمالي قدرة المحطة، تنتج نحو 818 جيجاوات ساعة/سنوياً، بنسبة 96%، في حين بلغت قدرة المكون الشمسي 20 ميجاوات بنسبة 14.3%، أنتجت نحو 34 جيجاوات/ساعة/سنوياً بنسبة 4% من جملة إنتاج المحطة من الكهرباء، وتوفر المحطة حوالي 10 آلاف طن بترول مكافيء سنوياً، وتم ربط المحطة بالشبكة الكهربائية الموحدة للدولة في عام 2011م (جدول 4).

جدول (4) : القدرة المركبة والطاقة المولدة بمحطة الكريمات الكهروشمسية عام 2012/ 2013م.

مكون المحطة	القدرة المركبة		الكهرباء المولدة	
	ميجاوات	%	ج.و.س./ سنوياً	%

المكون الحراري	120	85.7	818	96
المكون الشمسي	20	14.3	34	4
الجملة	**140**	**100**	**852**	**100**

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2013/2012م، القاهرة، ص 25.

مقومات الموقع :

تم اختيار موقع محطة الطاقة الكهروشمسية بمنطقة الكريمات اعتمادا على عدة اعتبارات من أهمها:

- تستقبل المنطقة حوالي 2250 ك.و.س/م^2 سنوياً من الأشعة الشمسية، كما يبلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس حوالي 9.8 ساعة يومياً، ترتفع في شهر الصيف إلي أكثر من 12 ساعة كما في شهري يونية ويوليو (عبده، 2012، ص 15).
- تقع المحطة في منطقة صحراوية غير مأهولة بالسكان وهذا يتناسب مع المزارع الكهروشمسية Solar Energy Farms التي تحتاج إلي مساحات كبيرة وأراضى قليلة الإنتاجية "زراعياً وصناعياً ومعدنياً"، وبعيدة إلي حد ما عن المناطق السكنية الكثيفة تحسباً لأعمال تخريبية كما يسهل حمايتها، إضافة الي أنّها تتمتع بوجود مساحات كبيرة حولها مملوكة للدولة تحسبا للتوسع المستقبلي وإضافة مجمعات شمسية ومرايا "لواقط" جديدة.
- تتمتع المنطقة بقربها النسبي من شبكات البنية الأساسية "الشبكة الكهربائية الموحدة، والطرق الرئيسية، ومصادر المياه"، مما يجعلها مؤهلة للربط بشبكة الكهرباء الموحدة، وسهولة الوصول إليها، كما تقترب المحطة من محطة الكريمات الحرارية والتي تعد من أكبر محطات توليد الطاقة الحرارية في مصر.

6) الطاقة الكهروضوئية "الفوتوفولفية":

تعد نظم الخلايا الشمسية "الفوتوفولفية" أحد أفضل استخدامات الطاقة الشمسية في المناطق النائية ذات الأحمال الصغيرة والمنازل المتناثرة، ويمكن أنْ تغذي مدى واسع من الأحمال، فضلاً عن كونها طاقة نظيفة غير ملوثه للبيئة، كما أنّ تكلفة التشغيل والصيانة تعتبر محدودة في ظل عمر افتراضي يصل إلي 25 سنة. وجدير بالذكر أنّه لايوجد إحصاء دقيق عن الحجم الكلي لوحدات الخلايا الشمسية المركبة في مصر، ولكن يقدر أنّها كانت

تتراوح بين 1.5 إلي 2.0 ميجاوات عام 1990م، أنتجت حوالي 3650 إلي 4380 كيلووات/ ساعة/سنوياً (عبده، 2012م، ص 22).

وبعد إجراء عدة دراسات تم الإفادة من الخلايا الشمسية في بعض المناطق في مصر بصورة تجريبية ثبت نجاحها فنيا واقتصاديا (صورة 1)، فتم تنفيذ مشروع لإنارة قرية أم الصغير بواحة الجارة، وعين زهرة بواحة سيوة محافظة مرسى مطروح، وتضمن هذا المشروع إنارة 100 منزل، 40 عمود إنارة شوارع، ومدرسة وثلاثة مساجد، إضافة إلي إنارة وحدتين صحيتين ريفيتين، وتركيب 2 ثلاجة حفظ أمصال، و2 معقم طبي، وكان هذا المشروع عبارة عن منحة من الحكومة الإيطالية قدرها 400 ألف يورو، ويعمل هذا المشروع منذ ديسمبر 2010م (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، 2012/ 2013م، ص 18).

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2012/2011م.

صورة (1) : بعض نظم الخلايا الفوتوفولتية بأحدي القرى بواحة سيوة – محافظة مطروح.

7) مستقبل الطاقة الشمسية في مصر :

في ظل نضوب مصادر الطاقة الاحفورية وتنامي الطلب على الطاقة المتجددة، كانت مشروعات الطاقة الشمسية أحد المحاور الاستراتيجية لاستخدام الطاقة المتجددة في مصر، وقد استهدفت الخطة الخمسية (2017/2012م) ما يلي:

- توليد طاقة كهربائية من الطاقة الشمسية بقدرة مركبة تصل إلي 3500 ميجاوات بحلول عام 2027م، منها 2800 ميجاوات من المركزات الشمسية الحرارية، 700 ميجاوات

من الخلايا الشمسية "الفوتوفولفية" تنتج حوالي 14 مليار ك.و.س./سنوياً، وبحلول عام 2020م يستهدف أنْ يصل الإنتاج إلي نحو 5 مليار ك.و.س./سنوياً، وسوف يسهم ذلك في توفير حوالي 3 مليون طن بترول مكافئ سنوياً، وتحد من انبعاث حوالي 7.7 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون.

- مشروع إنارة 40 منزل بنظم الخلايا الشمسية بقرية قريشت بمحافظة مرسى مطروح بقدره إجمالية 8.8 كيلووات. وفي مارس 2012م ثم توقيع اتفاقية بين الحكومة المصرية والحكومة الهندية بهذا الصدد.
- مشروع إنشاء محطة توليد كهرباء بواسطة الخلايا الشمسية قدرة 20 ميجاوات بالغردقة بالتعاون مع الوكالة اليابانية للتعاون الدولي. وقد تم الانتهاء من إعداد دراسات الجدوى الاقتصادية والبيئية، وجاري استكمال دراسات تمويل المشروع، ومن المخطط بدء تشغيل المشروع في عام 2016م.
- مشروع إنشاء محطة توليد كهرباء "كهروضوئية" قدره 20 ميجاوات بكوم أمبو (أسوان) بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية. وفي 2012/11/14م تم تخصيص أرض للمشروع بمساحة 3621.2 فدان، بقرية فارس مركز كوم أمبو (أسوان) لصالح هيئة الطاقة المتجددة، ومن المخطط بدء تشغيل المشروع في عام 2017م.
- مشروع إنشاء محطة لتوليد الكهرباء من المركزات الشمسية بمدينة مرسى علم "محافظة البحر الأحمر" بقدرة 100 ميجاوات، يسهم المكون الشمسي منها بنحو 30 ميجاوات بمعرفة القطاع الخاص (وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، 2012/ 2013م، صفحات متعددة).
- مشروع إنشاء أربع محطات خلايا شمسية بقدره إجمالية نحو 20 ميجاوات بالمناطق النائية خاصة في محافظة الوادي الجديد، ومحافظة مرسى مطروح.

يتضح مما سبق أهمية الطاقة الشمسية ومجالات تطبيقاتها في مصر في المستقبل القريب، والمتوسط، ويرى الباحث ضرورة حث القطاع الخاص على الإسهام في هذه المشروعات، وتقديم المعلومات والدعم الفني والتقني، ونشر الوعي بأهمية استخدام الطاقة الشمسية خاصة في المناطق النائية وتسخين المياه، وتوفير السخانات الشمسية بأسعار معقولة، ومتابعة صيانتها.

يرجع استخدام الإنسان لطاقة الرياح Wind Energy إلي آلاف من السنين قد مضت، حين استخدمها لدفع سفنه ومراكبه لتجوب البحار والمحيطات، وما تزال تستخدمها المراكب الشراعية في بعض المناطق حتى الآن. كما استخدمت أيضاً طاقة الرياح في إدارة طواحين الهواء، ويعود تاريخ هذه الطواحين إلي القرن الخامس الميلادي، ومن المحتمل أنْ تكون ظهرت في بلاد فارس. وقد ارتبطت طواحين الهواء بهولندا، واستعملت في نزح المياه من الأماكن الواطئة وتجفيفها، واستغلالها في الزراعة، وتشير بعض التقارير أنّه كان في الدنمارك حوالي 30 ألف طاحونة هواء تستخدم في أغراض الزراعة والصناعة، وتنتج ما يعادل 200 ميجاوات من الطاقة الكهربائية (عياش، 1981م، ص 36).

وعقب اختراع الآلة البخارية في نهاية القرن التاسع عشر قل الاعتماد على طواحين الهواء، ومع دخول عصر الكهرباء واختراع المولدات الكهربائية، بدأت محاولات علمية لتوليد الطاقة الكهربائية بواسطة طواحين الهواء.

وتجدر الإشارة أنّه قد طرأ تحسن كبير على أجهزة توليد الطاقة الكهربائية من الرياح، وأصبح في الإمكان صناعة مراوح ذات أحجام تتناسب وسرعة الرياح، كما أمكن الحكم في طول الأبراج، وتطورت المولدات، وفي عام 1910م تم إنتاج مولودات كهربائية تعمل على طواحين الهواء في الدنمارك بقدرة 25 كيلووات، وفي عام 1942م كان بالدنمارك 88 طاحونة هوائية تنتج حوالي 481785 (482 ميجاوات) من الكهرباء (عياش، 1981م، ص 40).

وقد تطور الإنتاج العالمي من الطاقة الكهروريحية في بداية القرن الواحد والعشرون، فبلغ عام 2006م نحو 74 جيجاوات، وهو ما يعادل 1% من الإنتاج العالمي من الكهرباء. وفي عام 2012م، بلغ إجمالي القدرة المركبة من الطاقة الكهروريحية في العالم حوالي 2395 جيجاوات تشكل نحو 2% من الإنتاج العالمي من الكهرباء (Renewable Energy, 2012, pp. 42-45).

تدل الآثار المصرية القديمة على أنّ المصريين القدماء قد استخدموا طاقة الرياح في ضخ مياه النيل لاستخدامها في الزراعة منذ أكثر من ثلاثة آلاف عام قبل الميلاد (أبو شحادة 1984م، ص 30)، وكانت البداية الحقيقية للاستخدام الحديث لطاقة الرياح في مصر منذ الخمسينيات من القرن المنصرم، حيث استخدمت مئات من طواحين الهواء

بواسطة البدو لضخ المياه الجوفية من الآبار الرومانية المنتشرة في منطقة الساحل الشمالي وسيناء باستخدام طاقة الرياح (عجوة ، 2008م، ص 11).

وفي عام 1970م بدأ التفكير الجدي في استغلال طاقة الرياح في مجال توليد الكهرباء وضخ المياه في الريف المصري، حيث تم الاتفاق بين وزارة الكهرباء المصرية وجامعة ولاية أوكلاهوما الأمريكية على عمل مسح ميداني شامل لكل المواقع المصرية التي يُحتمل أنّ تكون صالحة لإنشاء مزارع رياح عليها. وفي عام 1977م وقعت اتفاقية بين المركز القومي للبحوث في مصر والمجموعة العالمية لتطوير البحوث في لندن لعمل دراسة حول تطوير التوربينات التي تعمل بطاقة الرياح لضخ المياه من نهر النيل لري بعض المناطق المجاورة، وفي عام 1978م، قامت الوكالة الدولية لتطوير أبحاث الطاقة بعمل دراسة حول احتياجات مصر من الطاقة حتى عام 2000م، وكان موضوع استخدام طاقة الرياح أحد أهم المشروعات المطروحة (أبو شحادة 1984م، ص 30).

ويعد عام 1986م، هو البداية الحقيقية لاستخدام طاقة الرياح في مصر بطريقة علمية اقتصادية، حيث شهد هذا العام تأسيس هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وتولت الهيئة حصر وتقييم مصادر الطاقة المتجددة في مصر ومنها طاقة الرياح. وقامت بعمل البحوث والدراسات العلمية لاستخدام طاقة الرياح. وفي عام 1996م تم إنشاء مركز بحوث الطاقة المتجددة بالتعاون مع الاتحاد الأوربي، كما أُنشئ في العام نفسه معمل طاقة الرياح بالغردقة (وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، 2010م، ص 18).

وقد أصدرت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بالتعاون مع هيئة الأرصاد الجوية في عام 1996م، أول أطلس للرياح في مصر، وضم هذا الأطلس عدة قطاعات رئيسية بالدولة هي: الساحل الشمالي الشرقي، والساحل الشمالي الغربي، وخليج العقبة، والصحراء الغربية.

1) الأبعاد الجغرافية في توطن مزارع الرياح :

يحدد اختيار مواقع مزارع الرياح عدد من العوامل الجغرافية والاقتصادية والبيئية والتقنية من أهمها: سرعة الرياح واستمرارها، واتجاهها، وملاءمة المكان، ومورفولوجية المنطقة ومساحتها، وتوفر البنية الأساسية، والقرب من شبكة توزيع الكهرباء. إضافة إلي تكاليف الإنشاء وتوّفر التقنية والكوادر البشرية، ونوع المولدات وقدرتها. ناهيك عن البعد عن مسارات هجرة الطيور "لوجود ريش "مراوح" ضخمة في مساحة كبيرة" قد تقتل الطيور المهاجرة. أضف إلي ذلك مراعاة التلوث البصري لوجود آلاف الأبراج العالية الضخمة

والمراوح العريضة مما يشوه المنظر الطبيعي خاصة في المناطق الساحلية والسياحية والمناطق القريبة من العمران (التجمعات السكنية).

أ- الأبعاد المناخية :

تعد الرياح السطحية من أهم العوامل المؤثرة في توطن مزارع الرياح فهي بمثابة المادة الخام لتوليد الكهرباء، وتتأثر الطاقة المنتجة من توربينات الرياح تأثراً مباشراً بسرعة الرياح، حيث تتناسب كمية الطاقة الكهربائية المولدة مع مكعب سرعة الرياح (عمار،1989م، ص 202).

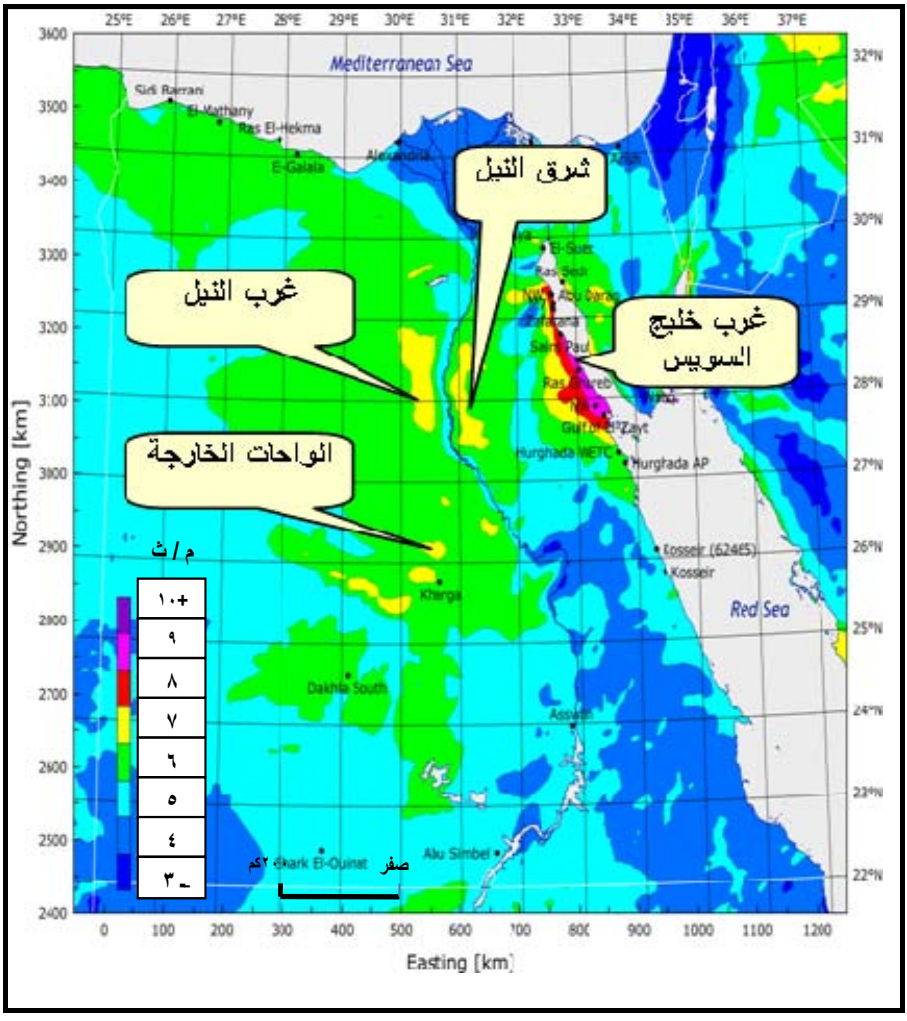
معلوم أنّه كلما زادت سرعة الرياح زادت سرعة دوران الملف الكهربائي حول المغناطيس، وزادت كمية التيار الكهربائي المتولد، لذلك تعد سرعة الرياح واستمراريتها عاملا محددا لإنشاء مزارع الرياح، ولكن يجب أنّ لا تزيد سرعة دوران الملف عن حد معين، وإلا تحولت الطاقة الحركية إلي طاقة حرارية، قد تؤدي إلي سخونة الملف وحرقه. لذلك يراعي عند تركيب التوربينة الهوائية وجود جزء يعمل كفرامل (كوابح) Brakes لمنع تزايد سرعة دوران الريش عن معدل معين (25 م/ث)، للتحكم في سرعة دوران الريش، كما أنّ تزايد سرعة الريش عن الحد المسموح به قد يؤدي أيضاً إلي تهشمها وتكسرها (عمار، 1989م، ص 55).

وقد أثبتت التجارب الميدانية أنّ توليد الكهرباء من الرياح لا يكون اقتصاديا ما لم تتعد سرعة الرياح (4.5–5.4) م/ث، أي ما يعادل من 15.0 الي 19.5 كم/ساعة (الديب، 1993م، 859). ويوضح الجدول (5) والشكل (7)، والشكل (8) المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح في بعض محطات الأرصاد الجوية في مصر.

جدول (٥) : التوزيع الجغرافي للمتوسطات الشهرية لسرعة الرياح (م/ث) في بعض محطات الأرصاد الجوية في مصر (١٩٩٥-٢٠٠٩م).

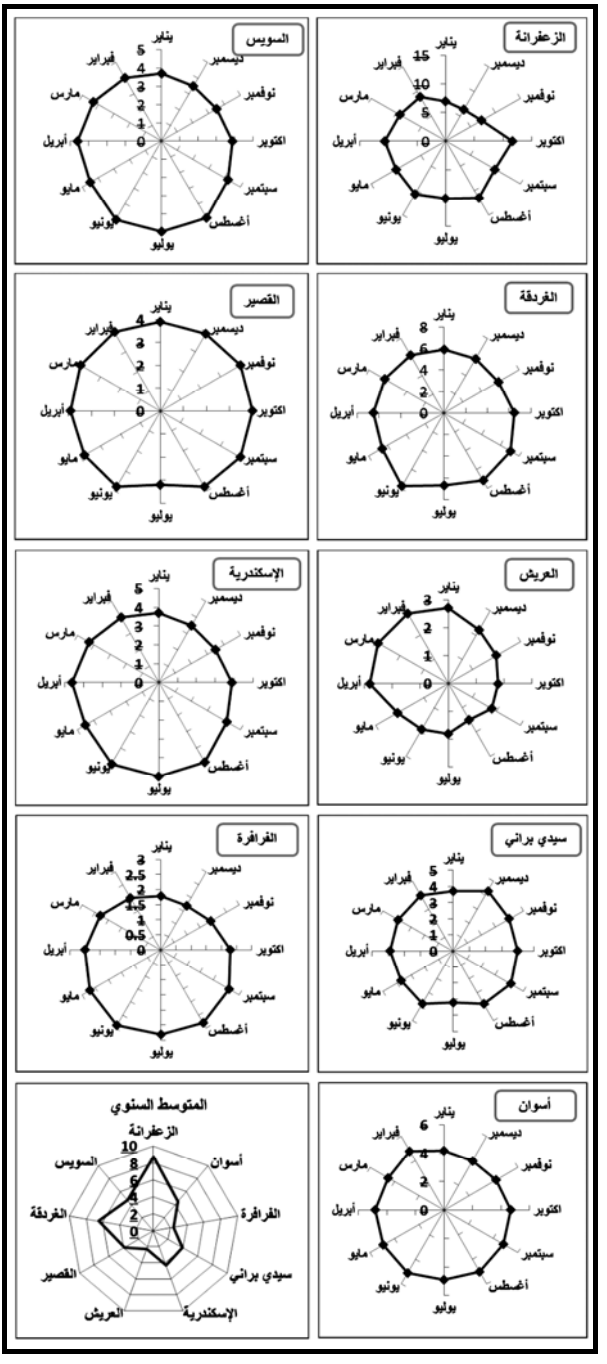
الشهور	الزعفرانة	السويس	الغردقة	القصير	العريش	الإسكندرية	سيدي براني	الفرافرة	أسوان
يناير	٦,٩	٣,٧	٥,٩	٣,٩	٢,٧	٣,٧	٣,٧	١,٨	٤,٢
فبراير	٨,٩	٤,٠	٦,٢	٤,٠	٢,٩	٤,٠	٤,٠	٢,٠	٤,٨
مارس	٩,٢	٤,٧	٦,٣	٤,٠	٢,٩	٤,٣	٣,٩	٢,٣	٤,٥
أبريل	١٠,٧	٥,٢	٦,٥	٣,٩	٢,٨	٦'٤	٣,٩	٢,٥	٤,٨
مايو	١٠,٠	٥,٣	٦,٦	٣,٨	٢,١	٤,٥	٣,٧	٢,٧	٤,٩
يونيو	١٧,٧	٥,٣	٧,٨	٣,٨	١,٩	٥,٠	٣,٨	٢,٩	٥,١
يوليو	١٠,٠	٤,٩	٦,٧	٣,٢	١,٨	٥,٠	٣,٢	٢,٨	٤,٩
أغسطس	١١,٥	٥,٢	٧,٢	٣,٨	١,٥	٤,٩	٣,٨	٢,٨	٥,٠
سبتمبر	٩,٩	٥,٥	٧,١	٤,٠	١,٨	٤,٢	٤,١	٢,٦	٤,٨
أكتوبر	١١,٦	٤,٨	٦,٥	٤,٠	١,٨	٣,٩	٤,٠	٢,٣	٤,٧
نوفمبر	٧,٢	٤,٠	٥,٨	٤,٠	٢,٠	٣,٥	٤,٠	١,٩	٤,٢
ديسمبر	٦,٤	٤,٠	٥,٨	٣,٩	٢,٢	٣,٥	٤,٣	١,٧	٤,٠
المتوسط	**٨,٧**	**٤,٧**	**٦,٥**	**٣,٩**	**٢,٣**	**٤,٣**	**٣,٩**	**٢,٣**	**٤,٥**

المصدر: سعيد عبده، ٢٠١٢م، مرجع سابق، ص ٤٥.



شكل (7) : التوزيع الجغرافي لمتوسط سرعات الرياح في مصر.

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة 2013/2012م (بتصرف)



شكل (8) : المتوسطات الشهرية لسرعة الرياح (م/ثانية) في بعض محطات الأرصاد الجوية في مصر (1995–2009م).

واعتماداً علي أطلس الرياح في مصر والذي تم إصداره فى ديسمبر 2005، وذلك بالتعاون مع معامل ريزو الدنمركية وهيئة الأرصاد الجوية، موضحا المناطق الواعدة والمناسبة لاستغلال طاقة الرياح فى توليد الكهرباء. وتم إعداد أطلس رياح مصر اعتمادا على وجود أكثر من (30) محطة قياس فى أماكن مختلفة من الدولة، بهدف جمع ومعايرة وتحليل البيانات الخاصة بسرعات واتجاهات الرياح فى تلك الأماكن على نطاق زمني من (1991–2005م)، وذلك باستخدام برامج تحليلية متخصصة، ومعلومات عن طبيعة الأرض فى المواقع المختارة باستخدام الخرائط الطبوغرافية، وصور القمر الصناعي، وزيارات حقلية، وبيانات عن طبيعة المناخ خلال فترات زمنية محددة (قصيرة نسبياً)، وقد تم التركيز على عدد (6) قطاعات رئيسية هي: الساحل الشمالي الشرقي، والساحل الشمالي الغربي، وخليج العقبة، وخليج السويس، والبحر الأحمر، والصحراء الغربية.

ويتضح من الشكل (9) أنّ هناك عدة مناطق واعدة لمصادر طاقة الرياح في مصر يمكن استغلالها لتوليد الكهرباء أهمها : منطقة خليج السويس، وتعد من أهم المناطق التي تستقبل رياح بسرعات عالية ومستمرة معظم شهور السنة وطوال ساعات اليوم، حيث تتراوح فيها متوسط سرعات الرياح بين 7–10 م/ث وكثافة الرياح تتراوح بين 350–900 وات/م^2، مقدرة على ارتفاع 50 م من سطح الأرض، إضافة الى أنّ هناك مناطق تتسم بسرعات رياح عالية أيضا في الصحراء الشرقية والغربية ،خاصة فى شرق وغرب وادي النيل، بين درجتي عرض (27 و 29 درجة شمالا)، وكذلك شمال وغرب مدينة الخارجة، حيث يقدر متوسط سرعات وكثافة الرياح بها بين (7–8 م/ث)، (300–400 وات/م^2) على التوالي، أما مناطق شمال غرب ساحل البحر المتوسط (من الإسكندرية إلى السلوم)، فهذه المنطقة تتميز بسرعات رياح أقل نسبياً ولكنها تعد مناطق مهمة وواعدة كمزارع للرياح مستقبلا.

وبتحليل بيانات الجدول (5)، والأشكال (7)، (8) يتضح ما يلي :

تعد منطقة الزعفرانة من أعلي المناطق والأقاليم الجغرافية في مصر من حيث متوسط سرعة الرياح السنوية، وتستقبل منطقة الزعفرانة رياح بمتوسط سرعة سنوي 8.7 م/ث، ترتفع في شهور (أكتوبر، وأغسطس، وأبريل، ويونيو) لتصل الي (11.6، 11.5،

10.7، 10.7) علي الترتيب، ولا تقل سرعة الرياح في أي شهر من شهور السنة عن 6.4 م/ث، كما في شهر ديسمبر. وهذا يعني أنّ منطقة الزعفرانة من أهم وانسب المناطق لإقامة مزارع للرياح في مصر، وقد أثبتت التجارب الميدانية أنّ توليد الكهرباء من الرياح لا يكون اقتصاديا، ما لم تتعدي سرعة الرياح من (4.5–5.4 م/ث)، أي ما يعاد من 15–19.5 كم/ساعة (الديب، 2009م، ص 86)، وهو ما يتوفر في هذه المنطقة على مدار السنة.

وتمثل الغردقة الأهمية الثانية في متوسط سرعة الرياح السنوية في مصر وتصل متوسط سرعة الرياح السنوية بها الي نحو 6.5 م/ث، تزيد في بعض الشهور لتصل الي نحو 7.8 م/ث كما في شهر يونيو، ولا تقل في أي شهر من شهور السنة عن 5.8 م/ث، وهو ما يجعلها من المناطق الواعدة في إقامة مزارع للرياح في مصر.

وتأتي السويس في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية كمناطق واعدة لإقامة مزارع للرياح في مصر، حيث يبلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح بها نحو 4.7 م/ث، تزيد في معظم شهور السنة لتصل الي أكثر من 5.0 م/ث، لذلك يعد إقليم الساحل الشرقي لمصر من أفضل المناطق الجغرافية لإقامة مزارع للرياح، إضافة الي تمتع هذه المناطق بمميزات نسبية أخرى مثل : وجود مساحات شاسعة من الأراضي الصحراوية، وبعدها عن مراكز العمران والمدن الكبري، وجود مشروعات تنموية تحتاج الي هذا النوع من الطاقة النظيفة مثل المشاريع السياحية، قربها النسبي من قناة السويس وخليجها يُسهل وصول المعدات والأجهزة. وهذا ما يفسر توطن أكبر وأهم مزارع الرياح في الدولة بمنطقة الزعفرانة.

كما تظهر أسوان كإقليم جغرافي واعد في مصر وكمنطقة مؤهلة ومناسبة لتوطن مزارع للرياح، وتبلغ متوسط سرعة الرياح السنوية بها نحو 4.5 م/ث، تزيد في بعض شهور السنة عن 5.0 م/ث ولا تقل عن 4 م/ث في أي شهر من شهور السنة. وتجدر الإشارة أنّ منطقة أسوان من المناطق الواعدة في التنمية في مصر، وتنتج أكثر من 8% من إنتاج الدولة من الكهرباء المائية (السد العالي)، وجنوبها بحيرة ناصر التي تعد أكبر بحيرة صناعية عذبة في العالم بطول 500 كم وعرض يصل الي أكثر من 20 كم، ولم تستغل الاستغلال الأمثل حتي الآن رغم توافر الكثير من المقومات الطبيعية لهذه البحيرة (مزارع أسماك، مشروعات سياحية، زراعة بعض المناطق المتاخمة للبحيرة، الاستفادة من طمي النيل المتراكم أمام السد في استصلاح الأراضي

الصحراوية ... الخ)، ناهيك عن مشروع توشكي الذي أنفقت عليه الدولة مليارات الجنيهات ولم يؤتى أكله حتي الآن، ومناطق الاستصلاح الزراعي هناك، والصناعات الكيماوية والمعدنية، إضافة الي ثروات معدنية كبيرة لم تستغل الاستغلال الأمثل، أضف الي ذلك الامكانات السياحية الهائلة التي يمكن أنّ تستفيد من مثل هذه المشروعات.

كما يبرز الجزء الغربي من الساحل الشمالي لمصر، من المناطق الواعدة للإفادة من طاقة الرياح، وهي مناطق تاريخية في الاستفادة من طاقة الرياح في رفع المياه من الآبار. وقد أثبتت الدراسات التفصيلية بعد إصدار الأطلس الجغرافي للرياح في مصر عام 1996م أنّ هناك مناطق مهمة وواعدة لإقامة مزارع رياح في وادي النيل حيث تزيد سرعة الرياح بها عن 6 م/ث، كما في منطقتي المنيا وبني سويف.

إذا كانت سرعة الرياح هي العامل الحاسم عند التفكير في إقامة مزرعة للرياح، فإنّ تغير اتجاه الرياح يعد عاملا حيويا أيضا، وإذا كانت قدرة التوربينة علي توليد الكهرباء تتناسب مع مكعب سرعة الرياح، فان تغير اتجاه الرياح يؤثر علي حركة الريش ووضعها بالنسبة لزاوية هجوم الرياح Angle of Attack، ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الرياح في حال تغيرها، يوجد نظام توجية خاص بالتوربينة يعمل أوتوماتيكيا للإفادة القصوى من سرعة الرياح حتي تظل الشفرات دائما في مواجهة واعتراض مسار الرياح مما يحقق أقصي دوران لها وبالتالي الاستفادة المثلي من سرعة الرياح (الخياط، 2009، ص 108).

وتتميز الرياح في مصر بالتغير الفصلي (سرعة واتجاها)، ففي فصل الشتاء، تسود الرياح الشمالية الغربية علي منطقة الساحل الشرقي للدولة، أما علي الساحل الشمالي فتسود الرياح الجنوبية الغربية، وفي مصر العليا تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية، وفي فصل الربيع تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية علي كل أنحاء الدولة. وفي فصل الصيف تسود الرياح الشمالية والشمالية الغربية علي معظم أنحاء الدولة، وتختفي تقريبا الرياح من الاتجاهات الأخرى. وفي فصل الخريف تعود الرياح متغيرة الاتجاه مرة أخري في شمال البلاد متشابهة الي حد كبير مع فصل الربيع (سليمان، 1978م، ص 46).

التغير اليومي في سرعة الرياح واتجاهها:

التغير اليومي المعتاد لسرعة الرياح السطحية فوق اليابس هي أنّها تصل أقصى سرعة لها بعد الظهر (حوالي الساعة الثالثة مساءا – بعد الظهر)، ثم تقل تدريجيا لتصل الي نهايتها الصغرى بين الفجر وشروق الشمس. ولكن لا ينطبق هذا بوجه عام على مصر في كثير من المناطق حيث تتدخل عوامل أخرى وتعدل من طبيعة هذا التغير، مثل نسيم البحر خاصة علي المناطق الساحلية. ويوضح الجدول (6) الشكل (9) التغير اليومي لسرعة الرياح السطحية علي بعض المناطق في مصر.

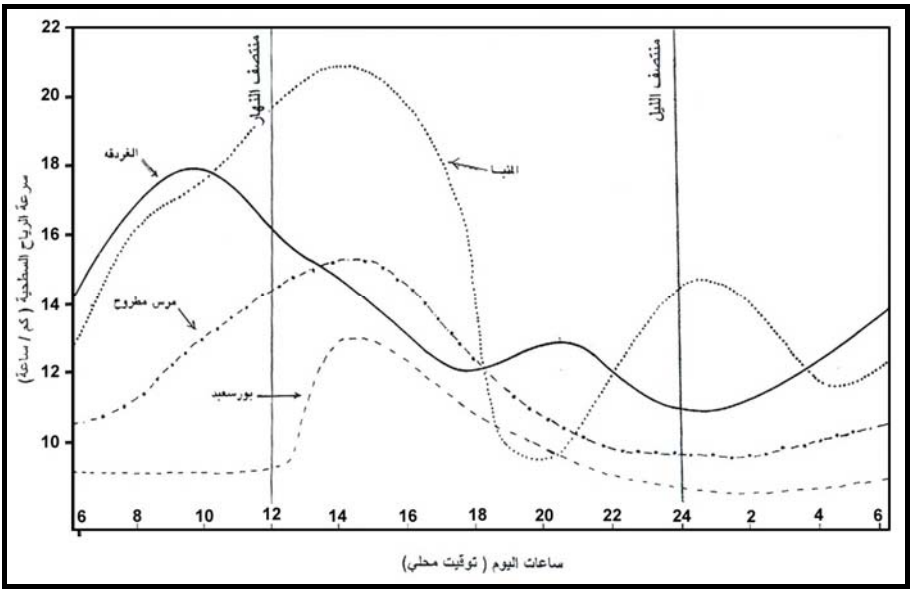
جدول (6) : التغير اليومي في سرعة الرياح (كم/ساعة) علي بعض مناطق مصر.

ساعات اليوم	الغردقة	المنيا	بورسعيد	مرسى مطروح
6 صباحا	13.5	13.0	9.0	10.0
8 صباحا	16.4	16.0	9.1	11.2
10صباحا	17.9	17.5	9.1	12.9
12 (منتصف النهار)	16.0	19.9	9.2	14.4
2 مساءا	14.4	20.8	12.9	15.1
4 مساءا	13.0	19.9	12.2	14.4
6 مساءا	11.9	15.0	10.7	12.2
8 مساءا	12.3	9.5	9.8	10.7
10 مساءا	12.0	11.6	9.0	9.6
12 (منتصف الليل)	10.9	14.0	8.6	9.5
2 صباحا	11.0	13.9	8.5	9.4
4 صباحا	12.0	11.5	8.6	9.8
6 صباحا	13.5	13.0	9.0	10.0

المصدر : الجدول من إعداد الباحث اعتمادا علي :

1- كامل حنا سليمان (1978م)، مناخ جمهورية مصر العربية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.

2- الهيئة العامة للأرصاد الجوية، بيانات غير منشورة، القاهرة.



شكل (9) : التغير اليومي في سرعة الرياح علي بعض مناطق مصر.

ومن الجدول (6) والشكل (9) يتضح ما يلي :

في الساحل الشرقي لمصر (الغردقة)، تتميز الرياح بنشاطها الدائم طوال اليوم، ولا تقل سرعتها عن 11 كم/ساعة، وتتزايد سرعتها في ساعات الصباح، وتصل أقصي سرعة لها حوالي الساعة العاشرة صباحا (17.9 كم/ساعة)، ثم تقل سرعتها تدريجيا، حتي تصل أدناه الساعة 12 ليلا (منتصف الليل)، ثم تعاود النشاط مرة أخري.

وفي الساحل الشمالي لمصر (مرسى مطروح وبورسعيد)، فإنّ تأثير المسطحات المائية (نسيم البحر) يظهر واضحا علي سرعة الرياح خلال اليوم، حيث تبلغ الرياح أقصي سرعتها بين الساعة (الثانية والرابعة مساء – بعد الظهر) (15.1 كم/ساعة) في مرسى مطروح، وحوالي (12.9 كم/ساعة) في بورسعيد، ثم تبدأ في الهبوط بعد الساعة السادسة مساءً لتصل أدناها عند منتصف الليل.

أما في مصر الوسطي (المنيا)، فتتميز الرياح بالتغير اليومي الواضح، فيظهر منحني سرعة الرياح بقمتين، الأولي من الساعة الثانية ظهرا حتي الساعة الرابعة عصرا، حيث تنشط الرياح وتسجل أعلي سرعة لها وتصل الي نحو 20.8 كم/ساعة حوالي الساعة 2 ظهرا، وفي الساعة السادسة مساءا (قبل الغروب) تنخفض سرعة الرياح فجأة لتصل أدناها

(9.5 كم/ساعة) الساعة الثامنة مساءا، ثم تعاود الارتفاع لتصل الي نحو 14 كم/ساعة عند منتصف الليل، ثم تعاود الهبوط.

وتجدر الإشارة إلي تأثر الرياح السطحية في مصر بهبوب بعض الرياح العاصفة Gale wind والأنواء Squalls، خاصة علي الساحل الشمالي للدولة، وتحدث الأولى نتيجة مرور منخفضات جوية شمال البلاد، يصاحبها ريح شديدة تزيد متوسط سرعتها عن 63 كم/ساعة، وأكثر المناطق تأثرا بهذه الرياح منطقة مرسى مطروح علي الساحل الشمالي لمصر، ومنطقة الغردقة علي الساحل الشرقي لمصر، ويبلغ متوسط هبوب هذه الرياح علي هاتين المنطقتين حوالي 8 أيام في السنة، أما باقي أجزاء البلاد فلا تزيد عن يومين. أما الأنواء : فهي ارتفاع مفاجئ في سرعة الرياح، ولا يدوم طويلا، يصاحبها حالات عدم استقرار جوي، وخاصة مع وجود السحب الركامية (سليمان، 1978م، ص 48).

وجدير بالذكر أنّ سرعة الرياح تتزايد بالارتفاع عن سطح الأرض، لذلك تثبت توربينات الرياح علي أبراج Towers مصنوعة من الصلب المعالج (لمقاومة عوامل التعرية الجوية)، ويصل ارتفاع هذه الأبراج في مزارع الرياح الساحلية on-Shore Wind Farm الي نحو 50 مترا (يعادل ارتفاع مبني مكون من 12 دور)، ويزيد علي ذلك في مزارع الرياح البحرية Off-Shore Wind Farm، مع ملاحظة أنّه بعد ارتفاع 2 كم لا يحدث تغير في سرعة الرياح (الخياط، 2007م، ص 122).

ب- الأبعاد التقنية والفنية :

1. **تخزين الطاقة** : نظرا لتغير سرعة الرياح زمانياً وتذبذبها "يومياً/ شهرياً/ سنوياً"، تختلف كمية الكهرباء المولدة والمنتجة من المحطة علي مدار ساعات اليوم (وهذا غير مقبول عملياً)، لان الأجهزة الكهربائية والإنارة التي تستخدم الكهرباء المولدة ستتأثر سلبياً. لذلك يتطلب الأمر خزن الكهرباء في بطاريات خاصة لشحن الكهرباء المنتجة وتفريغها مرة أخرى ، ومعلوم أنّ لكل نوع من البطاريات (عمر افتراضي) ويعني عدد دورات شحن البطارية وتفريغها، وتوجد أنواع مختلفة من البطاريات عديدة الدورات Deep – Cycle Batteries (أبو شحادة، 1984م، ص 28) لذلك يجب مراعاة "عمر البطاريات" ومن السهل التعرف على ذلك من مصانع البطاريات أو من (الكتالوج) المرفق بها، لذلك يراعي الحصول على بطاريات ذات دورات كبيرة.

وتجدر الإشارة إلي أنّ الدورة تعتبر كاملة إذا شحنت البطارية للحد الأعلى ثم فرغت للحد الأدنى المسموح به، أما إذا فرغت البطارية إلي مستوى أعلى من الحد الأدنى فإنّ عمر البطارية يتضاعف. وبما أنّ الرياح لا تنقطع بشكل كامل "لا تتوقف تماماً" وهذا يعني أنّ البطارية لن تفرغ بالكامل، لذلك فإنّ البطاريات التي تستخدم لخزن الطاقة الكهربائية المولدة من طاقة الرياح قد يمتد عمرها إلي أكثر من عشرين عاما طالما توافرت لها الصيانة الدورية.

2. **محطات تحويل الطاقة (رفع الجهد وتثبيته):** لما كان التيار الكهربائي المولد من مزارع الرياح تياراً مستمراً Direct Current، أوجب ذلك تحويله إلي تيار متردداً Alternating Current، وهو التيار الكهربائي المستخدم في الأجهزة والإنارة كافة. لذلك فإنّ كل محطة رياح كهربائية تحتاج إلي محول للتيار الكهربائي Invertor، وهناك العديد من المحولات تختلف قدرتها حسب الغرض منها (بعضها صغير الحجم والآخر كبير الحجم عالية القدرة) تركب هذه المحولات داخل المحطة، وإذا ما تطلب الأمر نقل الكهرباء لمسافات بعيدة يتطلب أيضاً محولات لرفع الجهد الكهربائي Transformers High Voltage وربطها بالشبكة الكهربائية الموحدة.

ج- الأبعاد الجيومورفولوجية :

تلعب أشكال سطح الأرض دورا مهما في توطين مزارع الرياح، فهي تؤثر في حركة الرياح واتجاهها من ناحية، وفي تكاليف إنشاء المزرعة من ناحية أخرى، فكلما كانت أرض المزرعة مستوية قلت تكاليف الإنشاء، لاحتياج مزارع الرياح الي مساحات كبيرة تصل الي عشرات الكيلومترات المربعة.

وتحتاج مزارع الرياح لمساحات كافيه من الأراضي مع عدم وجود عوائق أو موانع طبيعية مثل الهضاب المرتفعة، أو موانع بشرية مثل المدن أو المصانع، لذلك يفضل أنّ تقام مزارع الرياح في المناطق الصحراوية المكشوفة الخالية من أية عوائق تمنع حركة الرياح أو تقللها. كما تتأثر الطاقة المنتجة من مزارع الرياح بارتفاع الأبراج التي تحمل التوربينات، حيث أنّه كلما زاد الارتفاع زادت سرعة الرياح، وتزيد أيضاً الطاقة المنتجة بزيادة سطح الدوران "الريش" وقد يبلغ ارتفاع البرج إلي نحو 45 متراً، وقطر ريشة التوربينة إلي نحو 52 متراً (عبده، 2012م، ص 58).

لذلك يراعي عند تصميم مزارع الرياح أنّ لا تحجب الأبراج بعضها البعض، حتى لا تضعف بعضها Wake Effect، وأنّ تنتشر بمسافات كافية على أراضي المزرعة. ويراعي أيضاً العوامل البيئة والتعرية، لذلك تصنع الأبراج Towers من مواد مقاومة للعوامل البيئية (حديد معالج حرارياً) لتحمل العوامل الجوية "الرطوبة"، إضافة إلي ثقل مكونات المروحة "الحاوية" والتي قد يصل وزنها إلي أكثر من 30 طن في بعض التصميمات.

ويراعى أنّ تستخدم في صناعة الشفرات Blandes "الريش" مواد خفيفة ذات تصميم جمالي للحد من التلوث البصري، وموجهة توجيهاً خاصاً لتعترض أكثر وأكبر كمية من الرياح وبزاوية ميل تسمى بزاوية الهجوم Angle go Atkak بحيث تعترض الشفرات قوة الرياح واتجاهها مما يسبب أقصي دوران لها، ولضمان توجيه ريش التوربينات نحو اتجاه الرياح في حال تغيرها، يوجد نظام توجية خاص بالتوربينة يعمل أتوماتيكيا للإفادة القصوى من سرعة الرياح. ويجب أنّ يتم اختيار المواد التي تصنع منها الأبراج بحيث تتناسب والموقع الجغرافي، ففي المناطق الصحراوية يجب أنّ تكون مصنعة من مواد مقاومة لعوامل التعرية الهوائية "الرمال والغبار المحمول بواسطة الرياح"، وفي المناطق الساحلية "المائية" تصنع من مواد مقاومة للتآكل بسبب الرطوبة وغير قابلة للصدأ.

د- الأبعاد الاقتصادية :

تعد مزارع الرياح من المشروعات المكلفة اقتصاديا، وذلك لاحتياجها لمساحات واسعة من الأراضي، وارتفاع أسعار معداتها، واعتمادها علي أعداد كبيرة من الأبراج العالية التي يصل ارتفاعها الي 45 مترا، وتوربينات ضخمة معقدة التصنيع يصل حجم ووزن التوربينة الي ما يزيد علي 30 طن، وريش ضخمة يصل قطرها الي أكثر من 30 مترا، إضافة الي بطاريات عالية التقنية لتخزين الطاقة، أضف إلي ذلك امتدادها علي مساحات كبيرة من الأراضي المعرضة لعوامل التعرية والغبار والعواصف الترابية والرملية والرطوبة، مما يجعل مسألة الصيانة الدورية لها أمراً ضروريا، ويحتاج الي معدات تنظيف وصيانة مرتفعة التكاليف (أوناش ومضخات مياه ومواد تنظيف)، وعمالة فنية ماهرة ومدربة تعمل علي مدار اليوم، مما يتطلب زيادة تكلفة التشغيل والصيانة. وطبقا لتقديرات مجلس الطاقة العالمي تتراوح التكلفة الاستثمارية للكيلووات/ساعة في محطات الرياح من (3–10) سنت للكيلووات/ساعة أي حوالي 6.5 سنت كيلووات/ساعة، بينما تنخفض الي نحو 3.6 سنت كيلووات/ساعة في المحطات الغازية، 1.8 سنت كيلووات/ساعة في المحطات المختلطة.

ورغم أنّ مصدر طاقة الرياح (المادة الخام) مجانيا، وليس لها إضرار بيئية ملموسة، باستثناء التلوث البصري والذي يمكن تفاديه، حيث قامت بعض الشركات المسؤولة عن إنشاء بعض مزارع الرياح في هولندا، بأخذ آراء بعض السكان وطلاب المدارس المقيمين بالقرب من هذه المزارع، الذين اقترحوا تلوين ريش التوربينة بألوان مختلفة، تعطي ألوانا ومناظر مقبولة، أثناء دورانها، وقامت الشركة المنفذة للمشروع بالأخذ بمقترحات السكان، لذلك فإنّ اختيار مواقع مزارع الرياح وتصميمها، ودراسات الجدوى لها، لابد وأنْ يخضع لدراسات اقتصادية وبيئية ومجتمعية متعمقة.

هـ- الأبعاد البيئية :

يعد تقييم الآثار البيئية Environmental Impact Assessment أحد المعايير المهمة الواجب اتخاذها في الاعتبار عند إنشاء محطات قوي لإنتاج الطاقة الكهربائية، ففي المحطات الحرارية يراعي تأثير عوادم الاحتراق، ونقل الوقود وتبريد المياه علي المجال البيئي المحيط بها، أما في مزارع الرياح فيراعي تأثر السكان المحيطين بالمزرعة بالضوضاء Noise Pollution الناشئة عن تشغيلها، حيث يصدر عن التوربينات أصواتا مزعجة نتيجة لاحتكاكها بالهواء واحتكاك أجزائها، وتزيد الضوضاء بتزايد سرعة الريش ودوران الأجزاء الميكانيكية المكونة لها، كما تؤثر مزرعة الرياح علي الشكل الجمالي للمنطقة، والمنظر الطبيعي Physical Landscape، ويراعي إنشاؤها بعيدا عن المدن والمناطق السياحية. إضافة الي ذلك مساحات الأراضي المستغلة في إنشاء المزرعة، ومدي إمكانية إيجاد زراعات للإفادة من هذه المساحات (إذا كانت قابلة للاستصلاح الزراعي) (الخياط، 2009م، ص 118)، ومن حسن الطالع أنّ أكبر مزرعة للرياح في مصر تقع في منطقة صحراوية بعيدة عن المدن، وأراضي منخفضة الإنتاجية علي الساحل الشرقي للدولة (في الزعفرانة والعين السخنة).

تمتد مزارع الرياح على مساحات شاسعة من الأراضي قد تصل إلي عشرات الكيلومترات المربعة، وتضم أعداد كبيرة من الأبراج تصل أعدادها إلي عدة آلاف، وترتفع إلي عشرات الأمتار من مسطح الأرض، وتحمل أعلاها "مراوح" يصل أقطارها إلي عدة أمتار (غابة من الأبراج الحديدية والمراوح الدائرة) كل ذلك تمثل عائقاً طبيعياً ومهلكاً للطيور المهاجرة، لذلك يراعي عند إنشاء تلك المزارع أنّ تكون بعيدة عن مسارات هجرة الطيور.

وجدير بالذكر أنّه بناء علي دراسة ومراقبة هجرة الطيور (بمنطقة جبل الزيت) علي الساحل الغربي للبحر الأحمر، والمخصصة لهيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة التي تمتد بطول حوالي٧٠كم من الشمال إلي الجنوب وعرض حوالي١٠ كم من الغرب إلي الشرق بمساحة إجمالية حوالي ٦٥٦ كيلومتر مربع، وجد أنّها تقع في أهم مسارات هجرة الطيور بين أفريقيا وأوروبا والشرق الأوسط، لذلك حدث تعديل في المشروع وأوصت الدراسة باستبعاد٤٦٤ كيلومتر مربع حوالي 67% من إجمالي المساحة المخصصة للمشروع ،ومنع بناء أي توربينات هوائية عليها حيث أنّ الطيور المهاجرة ترسو عليها بكثافة عالية (خريفًا وربيعًا)، وتمت الموافقة علي استخدام المساحة المتبقية وتقدر بحوالي ٦٧ كيلومتر مربع بعد استبعاد باقي المساحة المخصصة لأغراض أخرى التي تقدر بنحو ١٢٥ كم، وتستوعب مزرعة للرياح بقدرة حوالي٤٢٠ ميجاوات مع مراعاة ألا يزيد ارتفاع التوربين الهوائي عن ١٠٠ متر، وضرورة استخدام الأبراج المعدنية من النوع الأنبوبي (Tubular)، وعدم استخدام النوع الشبكي (Lattice) مع مراعاة وجود ممر موازي لاتجاه هجرة الطيور لا يقل عرضه عن ١ كم بين كل مزرعة رياح وأخري (وزارة الكهرباء والطاقة، 2011م، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ص 18).

التوزيع الجغرافي لمزارع الرياح في مصر:

كانت البدايات الأولى لتوطن مزارع الرياح في مصر بالساحل الشمالي للدولة، وكان ذلك في عام 1986م في مرسى مطروح، التى شهدت إقامة أول مزرعة للرياح لتحلية مياه البحر بقدرة 100 كيلووات. وفي منطقة سيدي براني أقامت القيادة العسكرية للمنطقة الغربية مزرعة للرياح بقدرة 1000 كيلووات (واحد ميجاوات)، لتغذية المنطقة العسكرية هناك. كما أقيم بقرية الداخلية (رأس الحكمة – محافظة مطروح) محطة أخرى بقدرة 200 كيلووات، لإنارة بعض منازل القرية ومرافقها (عبده، 2012م، ص 30).

وفي عام 2012م بلغ اجمالي القدرة المركبة من مزارع الرياح في مصر نحو 555.2 ألف كيلووات تتوزع علي خمس مناطق، هي : ساحل البحر الأحمر (في الزعفرانة، والغردقة، ورأس غارب، وأبوالغصون)، وفي منطقة خليج السويس (في العين السخنة غربي حمام فرعون)، وفي مرسى مطروح (في سيدي براني، وقرية الزين، والرويسات، وقرية الداخلة)، وفي الوادي الجديد (شرق العوينات)، وفي محافظة المنوفية (مدينة السادات) (جدول 7 وشكل 6).

جدول (٧) : التوزيع الجغرافي للقدرة المركبة للمحطات الكهروريحية في مصر ٢٠١٢م.

الموقع الجغرافي		القدرة المركبة		الطاقة الكهربائية المنتجة
المحافظة	موقع المحطة	كيلووات	%	ميجاوات/ساعة
البحر الأحمر	١- الزعفرانة	٥٤٥٠٠٠	٩٧,٧٧	١٥٥٧ وتم ربط محطة الزعفرانة بالشبكة الكهربائية العامة بالدولة
	٢- الغردقة,	٥٦٠٠	١,٠٠	
	٣- رأس غارب,	٢٠٠	٠,٠٤	
	٤- أبو الغصون	٤٠٠	٠,٠٨	
جملة محافظة البحر الأحمر		**٥٥١٢٠٠**	**٩٩,٢٩**	
السويس	١- العين السخنة (غرب حمام فرعون)	٢٤٦٥	٠,٤٤	
مرسى مطروح	١- سيدي براني	١٠٠٠	٠,١٨	تعمل محطة سيدي براني لحساب القوات المسلحة
	٢- قرية عبد الزين	٣٢٥	٠,٠٥	
	٣- الرويسات	١٥٠	٠,٠٣	
	٤- رأس الحكمة: قرية الداخلة	١٥	٠,٠١	
جملة محافظة مرسى مطروح		**١٤٩٠**	**٠,٢٧٠**	
الوادي الجديد	شرق العوينات	١٧	٠,٠١	تجريبية
محافظة المنوفية	مدينة السادات	١٠	٠,٠٠٤	
إجمالي الدولة		**٥٥٥١٨٢**	**١٠٠**	

المصدر : الجدول من إعداد الباحث اعتمادا علي:

١- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوى ٢٠١٢/٢٠١١م. ٢- سعيد احمد عبده (٢٠١٢م)، مستقبل الطاقة المتجددة في مصر، مرجع سابق، ص ٣٨.

يتبين من الجدول (7) والشكل (6) ما يلي:

تستحوذ محافظة البحر الأحمر علي معظم القدرات المركبة للطاقة الكهروريحية في مصر (99.3%) من إجمالي الدولة، ويتوطن بها أربع مزارع للرياح هي :

1- **مزرعة رياح الزعفرانة** : تعد هذه المزرعة أكبر وأهم مزرعة للرياح في مصر وشمال أفريقيا والدول العربية، وتنتج بمفردها نحو 97.8% من الطاقة الكهروريحية في الدولة، وتبلغ القدرة المركبة لها نحو 545 ألف كيلووات، وهو ما يزيد علي ربع الطاقة الكهربائية المركبة لمحطة السد العالي، وتم إنشاء هذه المحطة في عام 2001م، بالتعاون من كل من ألمانيا والدنمارك وأسبانيا واليابان. وقد تطورت ونمت القدرة المركبة لهذه المحطة منذ دخولها الخدمة في عام 2005م من 145 ميجاوات الي 545 ميجاوات عام 2012م، أي تضاعفت بما يزيد عن ثلاثة أمثال ما كانت عليه عام 2005م، وفي المقابل ارتفعت الطاقة المولدة من (532 مليون كيلووات الى 1557 مليون كيلووات/ساعة) في الفترة نفسها، ونتج عن ذلك وفراً في الوقود التقليدي من 124 ألف طن بترول مكافئ عام 2005م الي نحو 327 ألف طن بترول مكافئ عام 2012م. كما أدت الي الحد من انبعاث نحو293 ألف طن عام 2005م ونحو 638 ألف طن من غاز ثاني أكسيد الكربون عام 2012م.[1] وتضم محطة الزعفرانة عدد (700 توربينة هوائية) بقدرات مختلفة (600 ك.ف.، 660 ك.ف.، 850 ك.ف.)، وتم ربط المحطة بالشبكة الكهربائية الموحدة للدولة عن طريق إنشاء محطة محولات الزعفرانة بسعة 125 ميجافولت/أمبير علي جهد 220 كيلوفولت.

2- **مزرعة رياح الغردقة** : أُنشأت هذه المحطة في عام 1993م، وتضم نحو 42 توربينة، تتراوح قدرة كل توربينة بين (100–300 ك.و.)، وبلغت القدرة المركبة لهذه المحطة عام 2012/2011م حوالي 5600 كيلووات، أنتجت نحو 6.5 جيجاوات/ساعة سنويا من الكهرباء، وتوفر حوالي 1500 طن بترول مكافئ، وتحد من انبعاث نحو 4000 طن من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا، وترتبط هذه المحطة بشبكة نقل وتوزيع الكهرباء لمدينة الغردقة علي جهد 220 ك.ف.

3- **وتوجد الثالثة في أم الغصون** بقدرة 400 كيلووات.

4- **والرابعة** في رأس غارب بقدرة 200 كيلووات.

5- والي الشمال من منطقة الزعفرانة توجد مزرعة للرياح **بالعين السخنة (محافظة السويس)** بقدرة 2465 كيلووات، لتكمل النطاق الشرقي لمزارع الرياح بالدولة علي ساحل البحر الأحمر.

أما علي الساحل الشمالي لمصر، فيوجد أربع محطات للطاقة الكهروريحية بمحافظة مرسى مطروح تبلغ قدراتها المركبة نحو 1490 كيلووات، أكبرها في **سيدي براني** بقدرة 1000 كيلووات، وتعمل لحساب القوات المسلحة، وفي **قرية الزين** بقدرة 325 كيلووات، وفي **الرويسات** بقدرة 150 كيلووات، **وقرية الداخلة** بقدرة 15 كيلووات.

تظهر بعد ذلك بعض المحطات الصغيرة وبقدرات متواضعة، وبعيدة عن المواقع التقليدية لمحطات الرياح، كما في : **شرق العوينات** بقدرة 17 كيلووات (محافظة الوادي الجديد)، وغرب الدلتا في **مدينة السادات** بقدرة 10 كيلووات (محافظة المنوفية). أما في وادي النيل، فرغم توافر الإمكانات الطبيعية (الرياح والأراضي) فلا يستفاد من طاقة الرياح في هذه المناطق حتى الآن.

مستقبل الطاقة الكهروريحية في مصر:

بناء علي الدراسات البيئية، وبيانات أطلس رياح مصر، قامت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بحصر وتحديد المناطق المناسبة لإقامة مزارع للرياح، مع الأخذ في الاعتبار الظروف الطبيعية والبشرية، وفي إطار التوجه للاعتماد علي مصادر متجددة للطاقة في مصر، وتبني الحكومة خطة تهدف الي إنشاء مشروعات طاقة كهروريحية بقدرات تصل الي نحو 2400 ميجاوات حتي عام 2020م، يجري حاليا الإعداد لمشروعات طاقة كهروريحية حكومية بقدرات تصل الي نحو 1340 ميجاوات، موزعة علي عدة مناطق بالدولة، خاصة الساحل الغربي لخليج السويس (جبل الزيت)، وفي شرق وغرب وادي النيل، إضافة الي صدور قرارات وقوانين لتخصيص أراضي للقطاع الخاص والاستثماري ، لتشجيعه الدخول في مجال الطاقة المتجددة.

2) مشروعات تحت التنفيذ :

أ- في يوليو 2011م، تم التعاقد مع شركة أسبانية متخصصة، لإنشاء مزرعة للرياح بمنطقة جبل الزيت علي ساحل البحر الأحمر، بقدرة 200 ميجاوات، وتضم 100 توربينة رياح قدرة الواحدة منها 2 ميجاوات، وتم عمل الدراسات الاقتصادية اللازمة، وكان من المخطط أنْ يبدأ العمل المشروع في ابريل 2014م، لكن أُجل المشروع لظروف سياسية.

ب- في 2010/3/30م، تم توقيع اتفاقية بين الحكومة المصرية وحكومة اليابان، لإنشاء محطة رياح بجبل الزيت بقدرة 220 ميجاوات، وتم إعداد دراسات الجدوى، ودراسة

الظروف البيئية وهجرة الطيور، ودخلت هذه الاتفاقية حيز التنفيذ وأعلن عنها في 2011/11/25م، ومن المخطط البدء في المشروع في نهاية عام 2015م.

ج- وفي 2011/10/5م، تم الانتهاء من إعداد دراسات الجدوي لمزرعة رياح بقدرة مركبة 120 ميجاوات بالتعاون مع الحكومة الأسبانية، واختيرت الغردقة لهذا الموقع، ومن المخطط البدء في المشروع في نهاية عام 2016م.

د- وفي 2012/12/28م، تم توقيع عقد بين هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر وشركة (مصدر الإماراتية) علي إنشاء مزرعة رياح بقدرة 200 ميجاوات بمنطقة خليج السويس، وتبلغ تكلفة المشروع حوالي 440 مليون دولار (مناصفة بين الهيئة والشركة)، وجاري إعداد دراسات الجدوي، ومن المخطط البدء في تشغيل المشروع في نهاية عام 2015م.

هـ- وفي سبتمبر 2012م، تم توقيع عقد مع بنك التعمير الألماني وبنك الاستثمار الأوربي علي إنشاء مزرعة للرياح بمنطقة خليج السويس بقدرة 200 ميجاوات، وجاري تنفيذ دراسات الجدوى، ومن المخطط البدء في المشروع بنهاية عام 1015م، إضافة الي مزرعة أخري بقدرة 200 ميجاوات بمنطقة خليج السويس بالتعاون مع الوكالة الفرنسية للتنمية وبنك التعمير الأماني ومن المخطط بدء العمل في المشروع عام 2016م (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوى، أعداد مختلفة).

و- أظهر أطلس الرياح في مصر أنّ هناك مناطق واعدة في وادي النيل تتمتع بمميزات نسبية في سرعة الرياح من 7-10 م/ث، وتم تخصيص مساحات تقدر بنحو 6148 كم^2 في مناطق صحراوية بعيدا عن مناطق التوسع الزراعي الأفقي، لإقامة محطات لتوليد الكهرباء اعتمادا علي طاقة الرياح بنظام حق الانتفاع مع المستثمرين. وذلك في ثلاثة مواقع: **الموقع الأول:** يقع في الحيز الصحراوي الشرقي لمحافظة المنيا، علي مساحة تبلغ نحو 571 كم^2. **والموقع الثاني:** يقع شرق النيل، ضمن الزمام الصحراوي الشرقي لمحافظة أسيوط، وعلي مساحة تبلغ نحو 1605 كم^2، ومن المقرر إقامة محطة كهروريحية بهذه المنطقة بقدرة 300 ميجاوات، وعلي ثلاث مراحل، 120 ميجاوات مرحلة أولى، 140 ميجاوات في المرحلة الثانية، 40 ميجاوات في المرحلة الثالثة. **والموقع الثالث،** ويقع غرب النيل وضمن الزمام الصحراوي لمحافظتي المنيا وبني سويف، ويمتد علي مساحة تقدر بنحو 4242 كم^2، وجاري عمل الدراسات الاقتصادية والبيئية اللازمة (عجوة، 2008م، ص 47).

إمكانات الطاقة المائية في مصر

الطاقة الكهرومائية Hydroelectric Energy هي الطاقة الناتجة عن طاقة مساقط المياه، وطاقة المياه الجارية، وتعد من أهم وأقدم مصادر الطاقة المتجددة في العالم، وبلغ إسهام الطاقة الكهرومائية نحو 17% من إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم عام 2005م، وبلغت قدرة محطاتها نحو 730 جيجاوات. وفي عام 2011م ارتفعت قدرة محطات توليد الكهرباء المائية في العالم لتصل إلي نحو 970 جيجاوات، بنسبة 20% من جملة إنتاج الكهرباء في العالم، وطبقاً لتقديرات وكالة الطاقة الدولية International Energy Agency(IEA) يُتوقع تزايد إجمالي الطاقة الكهربائية المركبة من الطاقة المائية إلي نحو 1.4 تيراوات (1373 جيجاوات) في عام 2030م، وستشكل نحو 22% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في العالم (Renewable Energy, 2012, pp. 42-45).

وتتميز الطاقة الكهرومائية، بنظافتها، ولا تحدث تلوثاً للبيئة، وانخفاض تكلفة إنتاج الوحدة الكهربائية منها "الوات" مقارنة بمثيلاتها من المصادر المتجددة الأخرى، فتعد شبه مجانية بعد اكتمال المشروع، كما أنّ كفاءة توليد الكهرباء منها عالية وتصل إلي نحو 85%، بينما تصل كفاءة توليد الكهرباء من المحطات الحرارية إلي نحو 40%، ومن الخلايا الشمسية إلي 15% فقط (عمار، 1989م، ص 208)، ولا تحتاج إلي تكاليف كبيرة في الصيانة ويمكن التحكم فيها من حيث توقيفها وتشغيلها ولاسيما في أوقات الذروة. إضافة إلي فوائد أخرى، كالسيطرة على الفيضانات، وتخزين المياه وتنظيم الري.

وتعد مصر من الدول قديمة العهد باستخدام الطاقة الكهرومائية، وتعتبر محطة الكهرباء المائية في الفيوم هي أول محطة لتوليد الكهرباء من المساقط المائية في مصر، وتم إنشاؤها عام 1927م، وكانت قدرتها نحو 895 كيلووات، وأقيمت هذه المحطة لتستفيد من مسقط مياه بين بحر حسن واصف وبحر النزلة في منطقة الغرب التي تبعد عن الفيوم بمسافة 6 كم. وبلغت تكاليف المشروع وقتها 150 ألف جنية بما في ذلك الشبكة الكهربائية لتوزيع الكهرباء وإنارة مدينة الفيوم، وسنورس، وإدارة الطلمبات والمرشحات الخاصة بتوزيع المياه (الديب، 1989م، ص 74).

توطن محطات الكهرباء المائية في مصر:

ارتبطت محطات الكهرباء المائية منذ نشأتها في مصر بمشاريع الري والتحكم في مياه الفيضان. وتعد الكهرباء المائية أهم مصادر الطاقة المتجددة في مصر حالياً، وترتبط الكهرباء المائية في مصر ارتباطا وثيقاً بنهر النيل، فتتوقف كمية الكهرباء المولدة والممكن توليدها على واردات نهر النيل من المياه وتصريفه المائي، ويقصد بتصريف النهر كمية المياه الخارجة من السد، وتتأثر هذه مباشرة بالاحتياجات المائية وموسميتها، كما تتأثر أيضا بفارق المنسوب أمام وخلف السد (الرأس الضاغط)، ومقدار ما يصرف في المجاري المائية وعدد ساعات التشغيل، ويؤثر هذان العاملان بصورة مباشرة في قدرة المحطة الكهرومائية.[1]

منذ ربع قرن مضى وفي عام 1990م، كانت الكهرباء المائية تشكل أكثر من ربع الطاقة الكهربائية في مصر (25.4%)، وبلغت القدرة الاسمية لمحطات الطاقة الكهرومائية حوالي 2865.5 ميجاوات، في حين بلغت القدرة الاسمية المركبة لكل محطات الكهرباء في مصر (حرارية ومتجددة) عام 1990م نحو 11281.5 ميجاوات (الديب، 1993م، ص 344). وفي عام 2013م بلغت القدرة المركبة لمحطات توليد الكهرباء المائية في مصر نحو 2805.4 ميجاوات، تشكل نحو 9.1% فقط من إجمالي القدرة المركبة لمحطات الكهرباء في الدولة، ولا يعني ذلك انخفاض الإنتاج من الكهرباء المائية، ولكن يرجع إلي التزايد السريع في الإنتاج من الكهرباء الحرارية، ومحدودية المتاح من الكهرباء المائية.

وترتبط محطات الكهرباء المائية في مصر في نشأتها بمشاريع الري، ويوجد في مصر، أربعة مواقع لإنتاج الكهرباء المائية، تقع جميعها على نهر النيل، اثنتان في أسوان : محطة أسوان (1)، (2)، ومحطة السد العالي، وواحدة في إسنا، وأخرى في نجع حمادي (جدول 8 وشكل 10).

---

(1) يعبر عن قدرة المحطة الكهرومائية بالمعادلة التالية : ق = 9.81 × ت س، حيث ق= قدرة المحطة (كيلووات)، ت تصريف النهر (م3/ث)، س = فارق المنسوب (الرأس الضاغط) متر، لذلك فالعلاقة طردية بين قدرة المحطة الكهرومائية، وواردات النهر وتصريفه، وارتفاع الماء خلفه (الرأس الضاغط). أنظر:

- Chapman, J.D. (1989), Geography and Energy, Commercial Energy Systems and National Policies, Long Man, New York. P. 93.

جدول (٨) : التوزيع الجغرافي لمحطات الكهرباء المائية في مصر ٢٠١٣م.

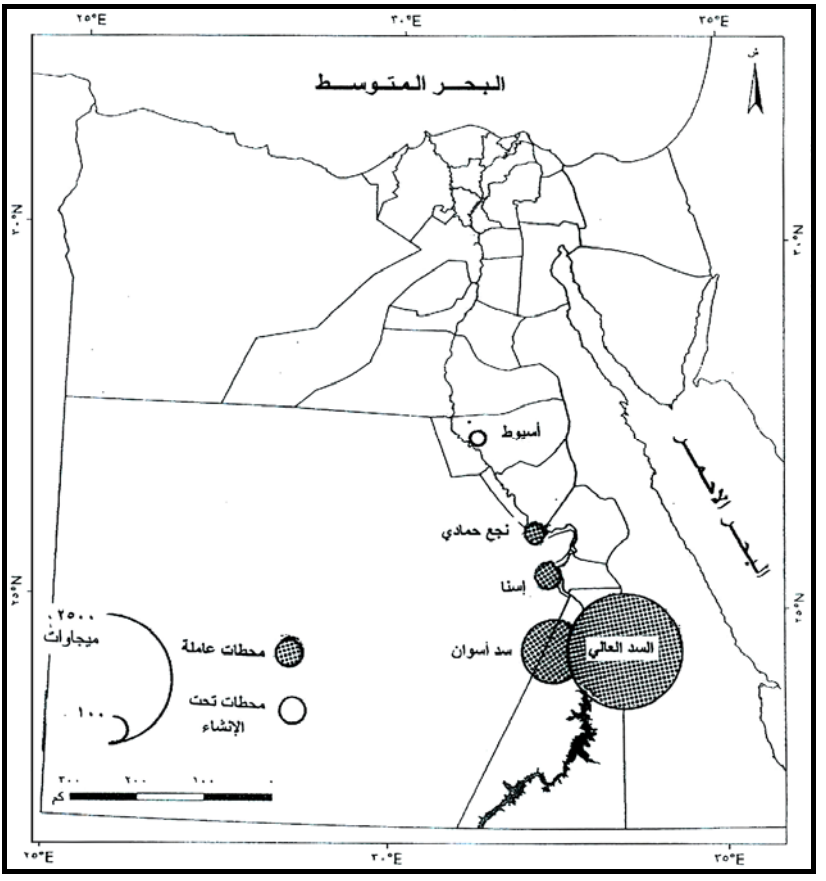
(القدرة ميجاوات، الطاقة المولدة ميجاوات/ساعة)

موقع المحطة	اسم المحطة	عدد التوربينات	قدرة كل توربينة	القدرة المركبة	الطاقة المولدة	الطاقة المرسلة	تاريخ التشغيل
أسوان	محطة (١)	٧	٤٠	٢٨٠	١٤٩٨	١٤٦٥	١٩٦٠م
	محطة (٢)	٤	٦٧,٥	٢٧٠	١٥٦٧	١٥٥٤	١٩٨٦م
أسوان	السد العالي	١٢	١٧٥	٢١٠٠	٨٩١٩	٨٨٤٩	١٩٦٧م
إسنا	إسنا	٦	١٤,٢٨	٨٦	٤٩٩	٤٩٢	١٩٩٣م
نجع حمادي	نجع حمادي (ق)	٣	١,٨	٥,٤	-	-	-
	نجع حمادي (ج)	٤	١٦	٦٤	٤٥٠	٤٤٤	٢٠٠٨م
الجملة	-	٣٨	٣١٤,٥٨	٢٨٠٥,٤	١٢٩٣٣	١٢٨٠٤	-

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتمادا على:

١- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، ٢٠١٣/٢٠١٢، القاهرة.

٢- وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة للكهرباء، التقارير السنوية (٢٠٠٠/٢٠٠١ – ٢٠١٣/٢٠١٢م)، القاهرة.



شكل (10) : التوزيع الجغرافى للقدرة المركبة للمحطات الكهرومائية فى مصر 2013م.

1) محطة خزان أسوان :

يعد خزان أسوان أكبر السدود التيُ أنشأت على نهر النيل في النصف الأول من القرن العشرين، وتم البدء في إنشائه عام 1898م، وتم الانتهاء من العمل فيه عام 1902م، بالتزامن مع قناطر أسيوط، وبلغ طول الخزان حوالي ميل وربع وارتفاعه نحو 130 قدماً. وكان الهدف من إنشائه حجز المياه آخر موسم الفيضان لاستخدامها في الري، وبلغ منسوب السد في ذلك الوقت 106 متراً فوق مستوى سطح البحر، وكان يحجز نحو مليار متراً مكعباً من المياه، وتم تعلية السد مرتين: الأولى عام 1912م وصار يحجز 114متر فوق مستوى سطح البحر، والثانية عام 1933م ووصل منسوب السد إلي 121 متر فوق مستوى سطح البحر، وارتفعت سعته التخزينية إلي 5.038 مليارم^3 من المياه (لهيطة، 1944م، ص 543). وقد فكرت الحكومة المصرية في ذلك

الوقت إنشاء محطة كهربائية مائية للإفادة من فارق منسوب المياه أمام الخزان وخلفه، لتوافر فارق منسوب لسقوط المياه ووجود رأس ضاغط حوالي 36 متراً بالتعلية الثانية للخزان. إلا أنّ ظروف البلاد السياسية والاقتصادية في ذلك الوقت عرقلت الفكرة وأجلتها نحو ثلاثين عاما. وفي عام 1960م تم تنفيذ الفكرة وتم تنفيذ المحطة الأولى على البر الغربي للنيل.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth).

صورة (2) : مرئية فضائية للموقع الجغرافي لسد أسوان والسد العالي.

ويغذي خزان أسوان محطتين كهربائيتين، تعتمدان على فارق منسوب المياه أمام الخزان وخلفه هما:

- **محطة (1):** وتقع على البر الغربي للنيل، وتتكون من 7 وحدات رئيسية "توربينات"، قدرة كل منها 40 ميجاوات، ووحدتين مساعدتين قدرة كل منهما 11.5 ميجاوات. وتبلغ القدرة الفعلية الكلية لهذه المحطة نحو 280 ميجاوات، وتقدر كمية الكهرباء المولدة من المحطة نحو 1498 ميجاوات/ساعة، ويخرج من المحطة أربعة خطوط جهد 132 كيلوفولت لتغذية مصنع السماد على الضفة الشرقية للنيل جنوبي مدينة أسوان، وإدارة محطات رفع المياه في كوم أمبو، وتغذية بعض المرافق في قنا وأسوان.

- **محطة (2):** بعد بناء السد العالي، وطبقاً لاحتياجات الري والملاحة كان يتم تصريف من (230–240) مليون متر مكعب يومياً من السد العالي عند أسوان، وهي كمية أكبر مما يمكن تمريرة في توربينات محطة كهرباء خزان أسوان (1) لتوليد الكهرباء (الديب، 1993م، ص 348)، لذلك تم التفكير في الإفادة من كمية المياه الزائدة لتوليد الكهرباء، وفي عام 1980م تم البدء في إنشاء المحطة (2)، وأنشأت إلي الشمال قليلاً من المحطة (1) (صورة 3)، واستغرق أنشاؤها خمس سنوات، ودخلت الخدمة في عام 1986/1985م، وتتكون محطة خزان أسوان (2) من أربع وحدات "توربينات"، قدرة كل وحدة 67.5 ميجاوات، بإجمالي قدرة اسمية مركبة 270 ميجاوات، وتبلغ الطاقة الإنتاجية لها حوالي 1567 ميجاوات/ساعة، وتم ربط هذه المحطة بالشبكة الكهربائية الموحدة بالدولة. وتجدر الإشارة أنّ محطتي خزان أسوان (1)، (2) تنتجان سنوياً حوالي 3 جيجاوات/س/سنوياً، وتعمل هذه المحطة بكفاءة تصل إلي نحو 90%.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth).

صورة (3) : مرئية فضائية للموقع الجغرافي لخزان أسوان.

2) محطة كهرباء السد العالي :

نظراً لتذبذب إيرادات النيل من المياه، والتي تصل في بعض السنوات إلي أكثر من 100 مليار م^3، وتقل في سنوات أخرى إلي أقل من 45 مليار م^3، اتجه التفكير إلي إنشاء سد ضخم على النيل لتخزين المياه في السنوات التي يزيد فيها الفيضان، واستخدامها في الفترات التي يقل فيها واردات النهر من المياه.

وبناء على دراسات وأبحاث علمية عديدة تم اختيار موقع السد العالي في مكانه الحالي إلي الجنوب من خزان أسوان بمسافة 6 كم (صورة 4)، حيث يضيق مجرى نهر النيل في هذا الموقع نسبياً إضافة إلي الاعتبارات الجيولوجية والطبيعية والسكانية والاقتصادية والبيئية.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth)، 2015م.

صورة (4) : مرئية فضائية للسد العالي وجزء من بحيرة ناصر، ومحطة الكهرباء.

ويعد السد العالي من أعظم المشاريع التيُ أنشأت في العالم في القرن العشرين، وواجهت مصر بعض العقبات منذ التفكير في بناء السد، وكانت أولى هذه العقبات : أنُه بعد إعلان الرئيس جمال عبد الناصر تأميم قناة السويس في 26 يوليو 1956م، وتخصيص العائد منها لبناء السد العالي، تخلت الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة عن دعمهما في بناء السد، وسحب البنك الدولي عرضه بخصوص التمويل، وحدث العدوان

الثلاثي علي مصر. مما وضع الحكومة المصرية في حرج شديد، فاتجهت مصر إلي القطب الثاني "الاتحاد السوفيتي سابقاً" الذي قام بإقراض مصر قرضين لتمويل السد العالي، إضافة إلي إرسال خبراء ومهندسين شاركوا في بناء السد بلغ عددهم نحو 400 مهندسا وخبيرا.

وفي 9 يناير 1960م، تم البدء في بناء السد العالي، وقدرت التكلفة الإجمالية للسد في ذلك الوقت بحوالي 1.5 مليار دولار، وتم الانتهاء من تنفيذ المرحلة الأولى في 16 مايو 1964م، واكتمل بناء السد العالي في عام 1968م، وتم تثبيت آخر مولد كهربائي عام 1970م، وتم الانتهاء من المرحلة الأخيرة وأفتتح السد العالي رسمياً في 15 يناير 1970م.

ويعتبر السد العالي من أكبر المشروعات الخرسانية في القرن العشرين، وتم تصميم السد على التخزين القرني للمياه، ويبلغ منسوب قاع السد نحو 85 م فوق مستوى سطح البحر، ومنسوب قمته 196 متراً فوق مستوى سطح البحر بارتفاع يصل إلي نحو 111 متراً. ويبلغ حجم جسم السد العالي نحو 43 مليون متراً مكعباً من الخرسانة المسلحة والأحجار، ويتحمل هزات زلزالية تصل إلي نحو 6 بمقياس ريختر، ويبلغ عرض السد عند القاعدة 980م وعند قمته 40م، ويبلغ طول السد الكلي حوالي 3850 متراً، وطول السد بالمجرى الرئيسي 520 م، ويمكن أنْ يمر خلال قنوات السد وأنفاقه نحو 11 ألف م^3 من المياه في الثانية الواحدة.

محطة كهرباء السد العالي: تم حفر قناة التحويل في الضفة الشرقية للنيل لإمرار المياه الزائدة من أمام السد، حيث يوجد قناة أمامية مكشوفة، وقناة خلفية مكشوفة تصل بينهما ستة أنفاق قطر النفق 15م، وبطول 282م. ويتم التحكم في الأنفاق عن طريق بوابات يتم تشغيلها كهربائياً، وأقصى تصريف لهذه الأنفاق 11 ألف م^3/ث. وتوجد محطة الكهرباء عند مخارج الأنفاق، حيث يتفرع كل نفق إلي فرعين مركب على كل فرع توربينة "مولد كهربائي" بعدد 12 توربينة، وقدرة كل وحدة 175 ميجاوات (جمهورية مصر العربية، وزارة الموارد المائية والري. على الرابط: .www.Mwri.gov.eg).

وتقع محطة توليد الكهرباء المائية من السد العالي على الضفة الشرقية لنهر النيل أي عكس محطتي توليد الكهرباء من خزان أسوان اللتين تقعان على الضفة الغربية للنهر، وتعد محطة كهرباء السد العالي من كبريات محطات الكهرباء المائية في العالم، وتبلغ قدرتها الاسمية 2.1 جيجاوات، وتستطيع توليد 10 جيجاوات/ساعة/سنوياً، وتعادل 3060 ألف طن وقود بترول. وترتبط المحطة بالشبكة الكهربائية الموحدة للدولة، بواسطة محطة محولات رفع الجهد إلي 500 كيلوفولت، وأُنشئت الدائرة الأولى من خط الجهد 500 كيلوفولت بين أسوان والقاهرة عام 1967م، والخط الثاني عام 1968م ودخلت المحطة الخدمة في 15 يناير 1971م.

وجدير بالذكر أنّ هناك علاقة طردية بين فارق المنسوب أمام السد وخلفه أي السقوط "ويسمى الرأس الضاغط" وكمية الكهرباء المولدة. لذلك يجب دراسة أثر بناء أي سدود على أعالي النيل، وتأثيرها على واردات النهر من المياه، وإلا ستتعرض محطة الكهرباء للتوقف إذا انخفض منسوب المياه أمام السد الي حد التخزين الحي، حيث تصل كفاءة التشغيل المثلي لمحطة كهرباء السد العالي إذا وصل منسوب الماء في البحيرة أمام السد الي 165 متر فوق مستوى سطح البحر (رأس ضاغط 76 مترا)، ولمراعاة ظروف فنية وتشغيلية، يجب أنّ تتوقف التوربينات عن الدوران إذا وصل منسوب الماء في البحيرة أمام السد الي 147 م فوق مستوى سطح البحر، لأن ذلك سيؤدي الي قلة ضغط الماء علي التوربينات، وبالتالي حدوث (بخبخة)، تناثر للمياه علي الريش، مما قد يحدث لها ضررا (الديب، 1993، ص 346). إضافة الي تناقص سرعة دوران التوربينات وانخفاض الإنتاج من الكهرباء، لذلك يفضل توقف المحطة في هذه الحالة. لذلك يري الباحث أنّه لابد من وجود وتكليف لجنة من الخبراء والاستشاريين المصريين، لدراسة آثار سد النهضة الإثيوبي، علي تذبذب مستوي الماء في بحيرة ناصر، وإذا وجد أنّه سيؤثر علي محطة الكهرباء في أي أمد (قريب أو متوسط أو بعيد)، يجب إجراء السبل القانونية الدولية كافة لوقف ذلك قبل فوات الأوان. فنهر النيل بالنسبة لمصر : (أمن مائي، وأمن طاقة، وأمن قومي).

ومن المعلوم أنّ السد العالي يستطيع أنّ يحجز المياه أمامه حتى منسوب 182 متر فوق منسوب مستوى سطح البحر، على الرغم من أنّ قمته تقع على مستوى 196م فوق مستوى سطح البحر "111 متراً ارتفاع جسم السد"، ولكن نظراً لاحتياطات الأمان وخشية حدوث زلزال نتيجة ضغط المياه على قاع البحيرة تقرر عدم زيادة منسوب التخزين في بحيرة السد لأكثر من 175 متراً. وتجدر الإشارة إلي أنّ بحيرة السد العالي تمتد لمسافة تبلغ نحو 500 كم، ممتدة على أجزاء من الأراضي السودانية ويبلغ متوسط عرضها عشرة كيلومترات، وتبلغ سعة التخزين بها نحو 162 مليار متراً مكعباً من المياه، والتخزين الميت حوالي 32 مليار متراً مكعبا.

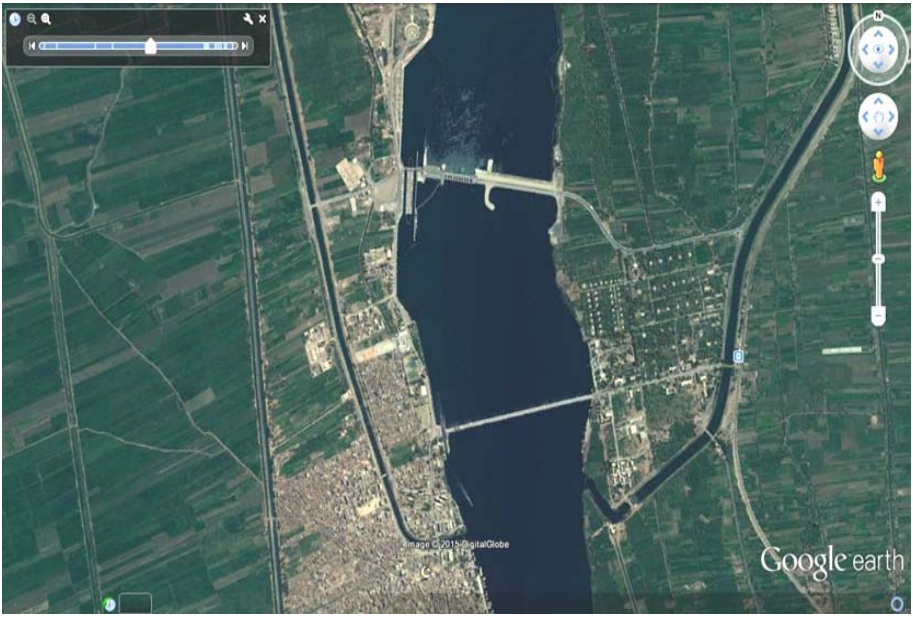
3) محطة قناطر إسنا :

في عهد الخديوي عباس حلمي الثاني، وفي عام 1909م تم إنشاء قناطر إسنا، وذلك للتحكم في مياه الفيضان أثناء فترات الفيضان المنخفض (الحتة، 1955م، ص 73)، وتحسين الملاحة وضمان استمرارية تدفق المياه في ترعتي أصفون والكلابية. وتقع قناطر إسنا القديمة عند الكيلو 169 إلي الشمال من خزان أسوان، وتتكون من 120 فتحة عرض كل منهما 5

أمتار، تفصل كل منها عن الأخرى حائط يسمى (بغلة) "عبارة حائط مبني من الطوب الأحمر بعرض 2م، وكل 20 فتحة يفصل بينهما (بغلة) عرضها 4 كم "تصميم هندسي"، ويوجد هويس ملاحي طوله 80 م، وعرضه 16م، وصممت القناطر لتحمل فارق منسوب مائي بارتفاع 2.5م، وتم تعلية القناطر عام 1945م، ليصل فارق المنسوب إلي 5.1 متراً (جمهورية مصر العربية، وزارة الموارد المائية والري. على الرابط: www.Mwri.gov.eg).

وفي عام 1994م تم بناء قناطر إسنا الجديدة، وتقع خلف القناطر القديمة بحوالي 1200م (صورة 5)، ويبلغ طول القناطر الجديدة 520 متراً، والعرض عند القاع نحو 225 متراً، وعند القمة 15 متراً، ويصل ارتفاع القناطر حوالي 22.5 متراً، ويبلغ ارتفاع منسوب المياه أمام القناطر حوالي 79 متراً فوق منسوب سطح البحر، وتم عمل هويس ملاحي بالبر الأيسر لنهر النيل يبلغ طوله 110 متراً وبعرض 60 متراً (صورة 6).

وتتكون محطة الكهرباء بقناطر إسنا من ستة توربينات قدرة كل توربينة 14.28 ميجاوات، وبقدرة مركبة نحو 86 جيجاوات عام 2013م، وتولد ما تقرب من 0.5 جيجاوات/ساعة (499 ميجاوات/ساعة/سنوياً) وتم ربط المحطة المائية بمحطة كهرباء إسنا الحرارية عن طريق خط كهرباء مزدوج، وبالتالي ربطها بالشبكة الكهربائية الموحدة بالدولة.



صورة (5) : مرئية فضائية لموقع قناطر إسنا القديمة والجديدة علي نهر النيل.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth)، 2015م.

صورة (6) : صورة مرئية لموقع قناطر إسنا الجديدة علي نهر النيل.

4) محطة قناطر نجع حمادي :

بعد إنشاء السد العالي حدثت تغيرات هيدرولوجية في مجرى نهر النيل، فانتظم جريان النهر، وأمكن التحكم في منسوب المياه فيه، وبعد دراسة مستوى منسوب المياه في النهر بين أسوان والقاهرة، وجد أنّ منسوب نهر النيل عند أسوان يبلغ 88 متراً، بينما عند قناطر الدلتا 19 متراً فوق مستوى سطح البحر، أي أنّ هناك فارق منسوب يبلغ حوالي 70 متراً موزعة على طول المسافة بين أسوان والقناطر الخيرية، لذلك تم التفكير في استغلال القناطر المقامة على نهر النيل في الوجه القبلي لتوليد الكهرباء.

وفي عام 1997م تم إنشاء محطة لتوليد الكهرباء على قناطر نجع حمادي، للإفادة من فارق المنسوب، وتم تركيب 3 توربينات، وقدرة كل توربينة 1.8 ميجاوات بإجمالي قدره مركبة 5.4 ميجاوات. وفي عام 2008/2007م، تم توقيف هذه المحطة وإخراجها من الخدمة لأسباب فنية، وتم إنشاء محطة جديدة في عام 2007م، وتضم المحطة الجديدة 4 توربينات قدرة كل توربينة 16 ميجاوات، وبقدرة إجمالية 64 ميجاوات، وبإجمالي طاقة

كهربائية مولدة تبلغ 450 جيجاوات/ساعة/سنوياً، ودخلت هذه المحطة الخدمة في عام 2008م، وتم ربطها بالشبكة الكهربائية الموحدة بالدولة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth)، 2015م.

صورة (7) : مرئية فضائية لقناطر نجع حمادي القديمة والجديدة.

صورة (8) : مرئية فضائية لقناطر نجع حمادي الجديدة.

5) محطة قناطر أسيوط :

تعد قناطر أسيوط من أقدم السدود التي أُنشأت على مجرى نهر النيل في صعيد مصر، وتم بناؤها في نهاية القرن التاسع عشر، وبدأ العمل في هذه القناطر عام 1898م، وتم الانتهاء منها في عام 1902م، وقت إنشاء خزان أسوان. وكان الهدف من إنشائها توفير مياه الفيضان الصيفية وحجزها، وتغذية ترعة الإبراهيمية، وتحويل ساحات كبيرة من الأراضي في الجهة الغربية لنهر النيل في مديريات أسيوط والمنيا وبني سويف والفيوم إلي الري الدائم (لهيطة، 1955م، ص 534).

وتتكون قناطر أسيوط القديمة من سد من الطوب بطول 844 متراً، فوق مجرى النهر، ويبلغ إجمالي طول القناطر 1200م، وبها 111 فتحة مقوسة، بارتفاع 5 أمتار، ويتم التحكم في غلق هذه الفتحات وفتحها بواسطة بوابات حديدية بارتفاع 4.9 م، وترتكز تلك الأقواس على حائط يرتكز على قاع النهر بعرض 27 م، وارتفاع ثلاثة أمتار. ويوجد هويس بالقناطر لتسهيل الملاحة يقفل وتفتح بواسطة بوابات حديدية.[1]

بعد الانتهاء من إنشاء قناطر نجع حمادي الجديدة عام 1997م، تم التفكير من الاستفادة من قناطر أسيوط القديمة لتوليد الكهرباء. وخلال الفترة بين عامي 2005/2000م، قامت الحكومة المصرية بدراسة جدوى بتمويل من الحكومة الألمانية بإعادة تأهيل قناطر أسيوط القديمة، وإنشاء محطة كهرباء بقدرة 20 ميجاوات. وبعد دراسات جدوى قام بها بنك التنمية الألماني (KFW) أفادت الدراسات أنّ إنشاء سد جديد ومحطة كهرباء عليه، أجدى وأوفر اقتصاديا من إعادة تأهيل القناطر القديمة. وخلصت الدراسة إلي أنّ السد الجديد سيعطي ساقط رأسي "فارق منسوب" وقدرة كهربائية أفضل عن فكرة تأهيل القناطر القديمة، وسيتم ضخ كمية أكبر من المياه في ترعة الإبراهيمية، مما سيوفر مياه لمساحات من الأراضي يمكن استصلاحها في محافظات المنيا، والفيوم، وسوف يمكن السد من إنشاء محطة كهربائية بقدرة 40 ميجاوات. وتم التخطيط للقناطر الجديدة، واختيار موقعها وموضعها الحالي، وتوفير الأموال اللازمة، وقام البنك الألماني للتنمية بتقديم التمويل لبداية المشروع.

---

(1) من مقابلة لأحد المهندسين المشرفين على قناطر أسيوط القديمة.

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا علي برنامج جوجل أيرث (Google Earth)، 2015م.

صورة (9) : مرئية فضائية لقناطر أسيوط القديمة.

المصدر: جمهورية مصر العربية، وزارة الموارد المائية والري، على الرابط: www.Mwri.gov.eg.

صورة (10) : صورة تخطيطية لقناطر أسيوط الجديدة بعد الانتهاء من إنشائها.

وفي 4 ديسمبر عام 2012م تم البدء في فتح قناة تحويل مجرى النيل بطول 350 م، وعرض 120 م، عبر جزيرة بني مر. وفي عام 2015 تم الانتهاء من أكثر من نصف الإنشاءات في المشروع، وبعد الانتهاء من المشروع سيبلغ ارتفاع المياه أمام السد الجديد (قناطر أسيوط الجديدة) إلي نحو 11 م، "ساقط رأسى" وستقام محطة كهربائية تضم 4 توربينات بقدره 8 ميجاوات للواحدة، وبطاقة إجمالية 32 ميجاوات. كما سيتم إنشاء هويس لتنظيم الملاحة بطول 120 م، وعرض 17 م، وصمم جسم السد (القناطر) لتحمل 70 طن "حمولة" رأسية، إضافة إلي إنشاء طريقين أعلي القناطر يضم 4 حارات وبعرض 16 مترا باتجاهين لربط شرق النيل بغربه في مدينة أسيوط، وستبلغ التكلفة الإجمالية للمشروع نحو 4 مليار جنيه مصري، ومن المقرر افتتاح القناطر الجديدة وتشغيل محطة الكهرباء في أول سبتمبر عام 2017م (جمهورية مصر العربية، وزارة الموارد المائية والري. على الرابط: www.Mwri.gov.eg).

الإمكانات المستقبلية للكهرباء المائية في مصر:

ترتبط الامكانات الكهرومائية في مصر بنهر النيل ورياحاته وترعه، فهناك نحو 2.8 جيجاوات، ونحو 12933 جيجاوات/ساعة سنوياً من الكهرباء المائية، تنتجها خمس محطات في أربعة مواقع، أكبرها محطة السد العالي 2.1جيجاوات، 8919 جيجاوات وات/ ساعة سنوياً (ثلاثة أرباع الكهرباء المائية في مصر) 75%، ثم محطة خزان أسوان (1)، (2)، بقدرة 0.55 جيجاوات، ونحو 3065 جيجاوات ساعة/ سنوياً 95% من الكهرباء المائية في مصر تتركز في أسوان، ثم محطة إسنا 86 جيجاوات، نحو (3%)، ومحطة نجع حمادي الجديدة (2.0%).

وتجدر الإشارة إلي تركز جميع محطات إنتاج الطاقة الكهرومائية في مصر في صعيدها الأعلى، وكلها محطات متوسطة القدرة عدا محطة السد العالي العملاقة، ومحطتي أسوان (1)، (2)، ولا تزال القدرات الكامنة في مجرى النيل لتوليد الكهرباء غير مستغلة الاستغلال الأمثل حتى الآن.

قدرات كهرومائية كامنة :

يمكن تصنيف القدرات الكامنة لتوليد الكهرباء من النيل وفروعه إلي عدة أقسام:

1- استغلال القناطر القائمة.

2- إنشاء قناطر جديدة.

3- القدرات المائية المتناهية الصغر (الديب، 1993م، ص 788).

بعد إنشاء السد العالي حدثت تغيرات جوهرية بالنسبة لنهر النيل، حيث زادت سرعة المياه، وزادت الرواسب أمام السد وقلت خلفه، وأصبحت جوانب النهر وقاعه وما عليه من قناطر وسدود في خطر من جراء زيادة النحت النهري الرأسي والجانبي، وفي المقابل انتظم تصريف الماء في مجرى النهر وزادت إمكانية الحجز أمام القناطر في مناسيب سقوط ملائمة لتوليد الكهرباء اقتصاديا.

وجدير بالذكر أنّه بعد إنشاء السد العالي بلغ منسوب مياه نهر النيل عند أسوان حوالي 88 متراً فوق مستوى سطح البحر به وعند قناطر الدلتا حوالي 19 متراً، أي أنّ هناك فارق منسوب حوالي 70 متراً موزع على طول المسافة بين أسوان والقناطر الخيرية، ويمكن الإفادة من فارق المنسوب في إنشاء قناطر جديدة، وقد تم إنشاء قناطر إسنا الجديدة، ونجع حمادي، وجاري العمل في قناطر أسيوط الجديدة، وهناك أفكار وخطط لإنشاء قناطر جديدة على النيل في الوجه القبلي من أهمها:

1- قنطرة ومحطة كهرباء مائية عند جبل السلسلة في مواجهة سهل كوم أمبو إلي الشمال من أسوان بنحو 75 كم.

2- إنشاء محطة كهرباء على قناطر أسيوط، حيث يبلغ التعريف المائي هناك حوالي 35.8 مليار متر مكعب، ومقدار السقوط 6م، وبعد الدراسات الجدوى، اتجه إلي إنشاء قناطر جديد إلي الشمال بين القناطر القديمة جاري تنفيذها وسيتم الانتهاء منها في عام 2017م.

3- إنشاء قنطرة ومحطة كهربائية جديدة عند سوهاج.

4- إنشاء 3 قناطر بمحطات كهربائية بين أسيوط والقاهرة (الديب، 1993م، ص 788).

وقد عرفت مصر الوحدات المائية الصغيرة التي تتراوح قدراتها الاسمية للوحدة بين (150–6000 كيلووات) منذ الثلاثينيات من القرن الماضي في محطة العزب والغرق السلطاني بالفيوم، وهذا النوع من الوحدات كان يعمل في أوروبا لتغذية بعض الصناعات الخفيفة في المواقع البعيدة والنائية قبل تطور شبكات نقل الكهرباء وتوزيعها هناك. وركزت الصين في الآونة الأخيرة على مثل هذه المحطات الصغيرة في كافة أنحاء الريف بعضها لخدمة صناعات بيئية وريفية صغيرة.

تعد نقط خروج الرياحات والترع ومواقعها بين النيل بمثابة مساقط مائية صغيرة، لمرور المياه منها تحت فروق مناسيب مختلفة، ويمكن استغلال هذه الفروق في المناسيب وسقوط المياه منها في توليد الكهرباء المائية، ونظراً لتطور صناعة التوربينات التي تعمل على سقوط منخفض، فانه يمكن تحسين اقتصاديات مثل هذه المشاريع وإقامة محطات توليد كهرباء صغيرة تعمل علي فترات متقطعة لارتباطها بغلق الترعة أو الريًاح وفتحها، ويمكن أنْ تعتمد عليها بعض المناطق القريبة منها في الري والصرف وبعض المشروعات الصناعية والزراعية، لتخفيف العبء عن كاهل الشبكة الكهربائية الموحدة. ولكن يجب دراسة ثبات منسوب السقوط لهذه القناطر الصغيرة خاصة فترة السدة الشتوية، وما هي كمية التصريف وثابت فارق المنسوب، واقتصاديتها وموسميتها. هذه المشروعات تحتاج الي دراسات متعمقة، هندسية، وهيدرولوجية، وبيئية، واقتصادية.

وقد قامت وزارة الكهرباء والطاقة (وزارة الكهرباء والطاقة ،1981م، ص ص 288–290) باقتراح عدد من المواقع يمكن أنّ يقام عليها محطات كهربائية متناهية الصغر منها ستة عشر موقعاً بالوجه البحري، وثلاثة مواقع بالوجه القبلي. وتجدر الإشارة أنّه رغم مرور عدة عقود على مثل المشروعات، فان دراسات الجدوى الاقتصادية لم يبت فيها حتى الآن، وهذه المشروعات لا تزال قيد الدراسة وربما طي الملفات.

أما مشروع توليد الكهرباء المائية من إسقاط مياه البحر المتوسط في منخفض القطارة، فهي فكرة قديمة بدأت على يد الجغرافي الألماني بنك Renck سنة 1916م (100 عام كاملة) منذ بداية التفكير في المشروع، وطورها الإنجليزي جون بول Ball إضافة إلي مصريين مثل حسين سري، وخضعت الفكرة لدراسات كثيرة من جانب خبراء "ألمان، وسويسريين"، ونظراً للآثار الجانبية الكثيرة للمشروع، منها ما هو سلبي على البيئة والمناخ والمياه الجوفية بمنطقة غرب الدلتا، وبعضها جيولوجي وجيومورفولوجي، ومنها ما هو اقتصادي (تكلفة المشروع)، كل هذه الأمور تحتاج إلي دراسات تكميلية لدراسة جدوى

المشروع "بيئياً واقتصاديا" وما تزال الدراسات مستمرة، ولم يتخذ قرارٌ بعد بصفة نهائية: "تنفيذ المشروع أو إسقاطه من الحسبان".؟

أما فكرة توليد الكهرباء من مساقط مائية صناعية، برفع المياه إلي مناطق عالية "بحيرات صناعية" وإعادة إسقاطها لتوليد الكهرباء، فتعتمد على توفر كهرباء رخيصة زائدة عن الأحمال، ومصدر مائي قريب من الهضبة "البحيرة الصناعية"، ودراسة الظروف الجيولوجية والمورفولوجية للصخور، وقد تم تجديد عدة مناطق في مصر يمكن أنّ تصلح لمثل هذه الأفكار في: جبل عتاقة في السويس، وهضبة الجلالة إلي الجنوب بين السويس، ومرتفعات نجع حمادي، وجبل المقطم بالقاهرة، وبالطبع تم استبعاد جبل المقطم، ومرتفعات نجح حمادي لأنها كانت ستعتمد على مياه النيل المحدودة (الديب، 1993م، ص 802).

توليد الطاقة من البرك الملحية الشمسية :

تأتي فكرة استخدام البرك الشمسية Solar Ponds كمجمع للطاقة الحرارية وخزن لها من ملاحظة أنّ بعض البحيرات الطبيعية الملحية تتميز بارتفاع درجة حرارة المياه عند قاع البحيرة بحوالي (40 إلي 50 درجة مئوية) عنها عند السطح، ومرد ذلك إلي وجود تدرج في تركيز الأملاح مع تغير العمق، وبالتالي تظل كثافة المياه عند القاع أعلى عن كثافته عند السطح، ومن ثم لا يمكن للحرارة أنْ تنتقل من أسفل إلي أعلى، ويمكن نقلها بالتوصيل فقط، وتتركز الأملاح دائماً في القاع لارتفاع كثافتها عن المياه السطحية التي تتلقى كميات من المياه العذبة من مصادر مياه سطحية فتظل أقل كثافة وملوحة وحرارة من المياه التي توجد في القاع (عمار، 1989م، ص 150).

وتعتمد فكرة إنتاج الطاقة من البرك الشمسية على ضخ الماء الساخن من طبقة المياه السفلى إلي آلة بخارية حرارية بها سائل عضوي سريع الغليان والبخر عند درجة حرارة (50 –60 درجة مئوية)، فيتحول السائل إلي بخار يعمل على إدارة توربينيه يمكن أنّ تولد كهرباء (نظير، 2012م، ص ص 79– 136)، ثم يتم إرجاع الماء بعد فقد الحرارة إلي البحيرة مرة أخرى. ويمكن استخدام الطاقة الحرارية من البرك الشمسية في أغراض التسخين وتحلية المياه وإنتاج الطاقة الكهربائية.

وجدير بالذكر أنّ هناك عدة دول تقوم بتطبيق استغلال البرك الشمسية في إنتاج الطاقة كما في الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي (سابقا)، كما توجد دول أخرى

لديها تجارب لإنتاج الطاقة من البرك الشمسية كما في الهند، وهندراوس. وثبت أنّ العائد الاقتصادي من استخدام البرك الشمسية الملحية لإنتاج الطاقة مؤكد ومجدٍ.

وفي مصر يوجد عدة مناطق تصلح لإنتاج الطاقة من البرك الشمسية من أهمها: بحيرة قارون، وساحل البحر الأحمر من خليج السويس حتى حدود مصر الجنوبية، وساحل خليج السويس، وخليج العقبة، وبعض البحيرات الشمالية حيث تتركز الأملاح، ولكن الفكرة تحتاج إلي الكثير من الدراسات لتحديد أنسب المواقع اقتصاديا وجغرافياً، حيث يمكن أنّ يستفاد من الطاقة الناتجة من البرك الشمسية في التسخين أو التدفئة، أو إنتاج الكهرباء، بحيث يمكن ربط هذه المحطات بشبكة الكهرباء، وتوفير البنية الأساسية لها، والاستفادة المثلى منها، وتقدير التكلفة والعائد، وتوفير التقنية والاستفادة من خبرات وتجارب الدول الرائدة في هذا المجال.

إمكانات طاقة الكتلة الحيوية في مصر

الكتلة الحيوية Biomass Energy هي عبارة عن المواد العضوية التي يُمكن تحويلها أو معالجتها لكي تنتج طاقة أو هي إحدى المواد القابلة للاستعمال كمصدر من مصادر الطاقة. وتضم الكتلة الحيوية جميع المخلفات النباتية والحيوانية، ومخلفات المدن الطبيعية والعضوية التي يمكن للإفادة منها، إما بتحويلها بالطرق الكيميائية إلى مواد سائلة أو غازات يمكن استخدامها مباشرة في المنازل للطهي أو التدفئة، أو استخدام مخلفاتها كسماد عضوي أعلى في مستواه وأغنى في محتواه وخالٍ من البكتريا والطفيليات والمواد الضارة مقارنة بالسماد العضوي الذي يستخدم مباشرة من المخلفات الحيوانية. وتُقّدر بعض الدراسات أنّه لو استخدمت طاقة الكتلة الحيوية في مصر بطريقة علمية فانه يمكن أنْ تُوفر ما يقرب من (3–4%) من إجمالي الطاقة المستهلكة (الديب، 1993م، ص 805)، وتستخدم كتلة الطاقة الحيوية بالحرق المباشر واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار وضغطه على توربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.

ويعد إنتاج الكهرباء أو الطاقة الحرارية هو أحد أغراض عملية تدوير المخلفات Recycling أو إعادة الاستخدام Re-use وهو ما يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات والمحافظة على البيئة، إضافة إلى إنتاج طاقة مستدامة. وتستخدم طاقة الكتلة الحيوية في بعض دول الاتحاد الأوربي بنسبة تزيد على 4% من إمدادات الطاقة بها، وترتفع هذه النسبة لتصل في

بعض الدول إلى نحو 10% من إجمالي الطاقة المستهلكة بها عام 2005م. وتستخدم الكتلة الحيوية إما بصورة مباشرة أو بخلط كميات منها مع الفحم ويُسّمى "حرق مختلط". كما تستخدم فضلات الأشجار "الفروع الصغيرة" في مناطق قطع الغابات في توليد البخار والكهرباء لبعض المعدات التي تعمل هناك. وتشير بعض التقارير إلى أنّ القدرة الكهربائية المركبة المولدة من كتلة الوقود الحيوي في العالم بلغت نحو 30 جيجا وات عام 2011م، ومن المتوقع أنْ يصل إجمالي القدرة الكهربائية المركبة من الكتلة الحيوية في عام 2020م إلى نحو 70 جيجاوات.

1) التوزيع الجغرافي للكتلة الحيوية في مصر :

كانت الكتلة الحيوية هي المصدر الرئيس للطاقة في الريف المصري حتى سبعينيات القرن المنصرم وذلك عن طريق حرق المخلفات النباتية مباشرة أو تجفيف روث Manure الحيوانات وحرقها. وقدّر البعض أنّ نصيب القروي من وقود المخلفات الحيوانية والنباتية في مصر بلغ نحو 617.3 كيلوجرام سنوياً في تلك الفترة، وقَدّرت إحدى الدراسات أنّ المخلفات النباتية لمحاصيل الحقل التقليدية بلغت نحو 22.6 مليون طنٌ عام 1980م أستُخدم نحو 60% منها كوقود بالحرق المباشر، ونحو 30% منها (7 ملايين طنٌ تقريبا) أستُخدم كعلف للحيوان، وفي عام 1986م، انخفضت نسبة الكتلة الحيوية المستخدمة كوقود إلى (51.1%) (الديب،1993م، ص 812)، نتيجة للتطور الاقتصادي والاجتماعي للقرية المصرية، والتوجه نحو استخدام الطاقة الحديثة.

ونتيجة للتطور الاجتماعي والاقتصادي والعمراني للقرية المصرية في نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين، وتطور نمط البناء تغير السلوك الاستهلاكي للطاقة في القرية المصرية، وتدّنى استخدام الريف المصري من مصادر الوقود التقليدي (المخلفات النباتية والحيوانية) بصورة كبيرة، وبات الفلاح يتخلص من مخلفات المحاصيل بطرق تهدر من قيمتها وتلوث البيئة، وذلك بحرق تلك المخلفات كما في قش الأرز، أو بإلقائها في المجاري المائية، أو صرفها في شبكة مجاري الصرف الصحي مباشرة في المناطق التي تتوافر بها.

وقد بلغت كمية الكتلة الحيوية في مصر عام 2010م نحو 40 مليون طنٌ، نصفها تقريباً مخلفات نباتية حيث بلغت نسبتها نحو 46.0%، ونحو 29.0% مخلفات حيوانية، والربع مخلفات مدن (25.0%).

جدول (9) : التوزيع الجغرافي الكمي والنوعي للكتلة الحيوية في مصر 2010م (ألف طن).

المحافظة	مخلفات نباتية		مخلفات حيوانية		مخلفات المدن		الجملة	
	كمية	%	كمية	%	كمية	%	كمية	%
الإسكندرية	91	0.48	132	1.15	1097	11.12	1320	3.29
البحيرة	1594	8.49	1110	9.70	270	2.74	2974	7.42
الغربية	1015	5.41	667	5.83	464	4.70	2146	5.35
كفر الشيخ	1415	7.45	672	5.87	194	1.97	2281	5.69
الدقهلية	1807	9.63	423	3.69	600	6.08	2830	7.06
دمياط	229	1.22	128	1.12	91	0.92	448	1.12
الشرقية	1845	9.83	908	7.93	231	2.34	2984	7.44
الإسماعيلية	138	0.74	85	0.74	108	1.09	331	0.83
بورسعيد	63	0.34	62	0.54	155	1.57	280	0.70
السويس	11	0.06	24	0.21	157	1.59	192	0.48
المنوفية	918	4.89	673	5.88	235	2.38	1826	4.56
القليوبية	370	1.97	346	3.02	596	6.04	1312	3.27
القاهرة	4	0.02	10	0.09	3203	32.46	3217	8.03
الجيزة	341	1.82	394	3.44	1345	13.63	2080	5.19
بني سويف	488	2.60	679	5.93	113	1.15	1280	3.19
الفيوم	491	2.62	402	3.51	46	0.47	939	2.34
المنيا	1669	8.89	1120	9.78	166	1.68	2955	7.37
أسيوط	905	4.82	664	5.80	198	2.01	1767	4.41
سوهاج	1168	6.22	835	7.29	175	1.77	2178	5.43
قنا	2546	13.57	735	6.42	133	1.35	3414	8.52
أسوان	1229	6.55	254	1.35	103	1.03	1485	3.70
الأقصر	384	2.05	614	5.36	42	0.43	1040	2.59
الوادي الجديد	29	0.15	113	0.99	18	0.18	160	0.40
مطروح	11	0.06	109	0.95	32	0.32	152	0.38
شمال سيناء	–	–	43	0.38	39	0.40	82	0.20
جنوب سيناء	–	–	73	0.64	9	0.09	82	0.20
النوبارية	7	0.04	188	1.64	–	–	195	0.49
البحر الأحمر	–	–	86	0.75	48	0.49	134	0.33
الجملة	**18768**	**100**	**11449**	**100**	**9867**	**100**	**40084**	**100**

المصدر: الجداول من إعداد الباحث اعتماداً على:

1- وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي2011م.

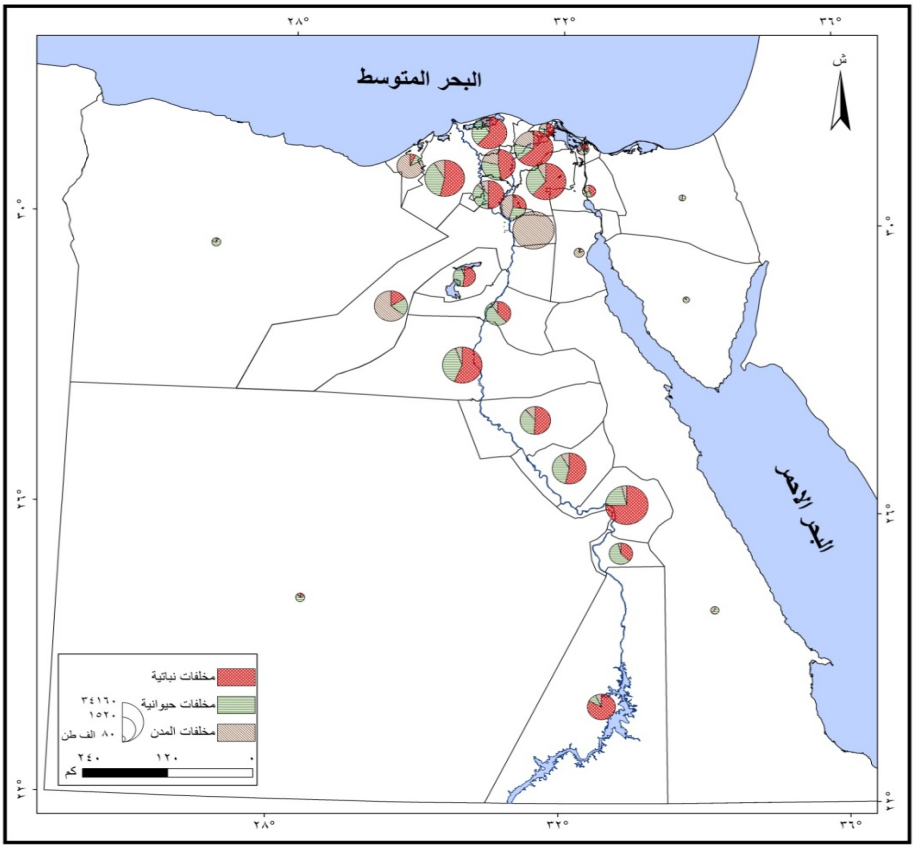
2- مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، التقرير النهائي 2011م.

3- وزارة التنمية المحلية، مركز دعم واتخاذ القرار، بيانات غير منشورة، 2010م.

جدول (10) : التوزيع الجغرافي للكتلة الحيوية في مصر 2010م.

المحافظة	الكمية (ألف طنّ)	%	الترتيب
قنا	3414	8.52	المرتبة الأولى
القاهرة	3217	8.03	
الجملة	**6631**	**16.55**	
الشرقية	2984	7.44	المرتبة الثانية
البحيرة	2974	7.42	
المنيا	2955	7.37	
الدقهلية	2830	7.06	
الجملة	**11743**	**22.29**	
كفر الشيخ	2281	5.69	المرتبة الثالثة
سوهاج	2178	5.43	
الغربية	2146	5.35	
الجيزة	2080	5.19	
الجملة	**8685**	**21.66**	
المنوفية	1826	4.56	المرتبة الرابعة
أسيوط	1767	4.41	
أسوان	1485	3.70	
الإسكندرية	1320	3.29	
القليوبية	1362	3.27	
بني سويف	1280	3.19	
الأقصر	1040	2.59	
الجملة	**10080**	**25.01**	
الفيوم	939	2.34	المرتبة الخامسة
دمياط	448	1.12	
الإسماعيلية	331	0.83	
بورسعيد	280	0.70	
الجملة	**1998**	**3.99**	
النوبارية	195	0.49	المرتبة الأخيرة
السويس	192	0.48	
الوادي الجديد	160	0.40	
مرسى مطروح	152	0.38	
البحر الأحمر	134	0.33	
شمال سيناء	82	0.20	
جنوب سيناء	82	0.20	
الجملة	**997**	**2058**	
الجملة	**40084**	**100**	

المصدر: الجداول من إعداد الباحث اعتماداً على الجدول (9).



شكل (11) : التوزيع الجغرافي الكمي والنوعي للكتلة الحيوية في مصر 2010م.

من الجدول (10) والشكل (11) يمكن توزيع الكتلة الحيوية في مصر على النحو التالي:

1- **محافظات المرتبة الأولى** : وتزيد كمية الكتلة الحيوية بها على 3 مليون طنٍّ/سنويًا، وتضم محافظتين، هما (قنا والقاهرة). واحتلت محافظة قنا المرتبة الأولى في كمية الكتلة الحيوية بالدولة، وبلغت مخلفاتها النباتية والحيوانية نحو 3.4 مليون طنٍّ/سنويا بنسبة 8.5%، حيث شكلت مخلفات قصب السكر نحو 2.5 مليون طنٍّ/سنويا، أي ما يقرب من ثلاثة أرباع كمية الكتلة الحيوية بها (73.4%)، ولا غرابة في ذلك، فقنا عاصمة قصب السكر في مصر، ويتوطنٌ بها أكبر مصانعه، ناهيك عن ضخامة مخلفات القصب بالنسبة للمنتج النهائي "السكر"، حيث تبلغ نسبة المنتج النهائي

لقصب السكر نحو 10% من المادة الخام، وتعتمد صناعة السكر على جزء من مخلفات القصب كوقود في المصنع، كما تستخدم عصارات العسل الأسود مصاص القصب كوقود في عمليات طبخ العسل. وجاءت محافظة القاهرة في المرتبة الثانية وبلغت كمية الكتلة الحيوية بها نحو 3.2 مليون طنٌ/سنويا، بنسبة 8.0% من كمية الكتلة الحيوية بالدولة، وتختلف القاهرة عن قنا في نوعية مخلفاتها، فتأتي مخلفات المدن لتشكل كل هذه المخلفات تقريبا (99.95%) من حجم مخلفاتها، ولا غرو في ذلك فالقاهرة أكبر تجمع سكاني بالدولة وعاصمتها ومشكلتها السكانية والعمرانية والبيئية، منها تبدأ مشكلات الدولة وفيها تُحّل.

2- **محافظات المرتبة الثانية** : وضمت أربع محافظات، هي : الشرقية، والبحيرة، والمنيا، والدقهلية، وزادت كمية الكتلة الحيوية بكل منها عن 2.5 مليون طنٌ، وشكلت أكثر من خمس كمية الكتلة الحيوية في مصر 22.3% وجميعها محافظات زراعية، تتركز بها المخلفات النباتية والحيوانية.

3- **محافظات المرتبة الثالثة** : وتتراوح كمية الكتلة الحيوية بها من 2 إلى 2.5 مليون طنٌ/سنويًا، وتضم أربع محافظات، تشكل نحو خمس الكتلة الحيوية في مصر، وهي: كفر الشيخ، وسوهاج، والغربية، والجيزة.

4- **محافظات المرتبة الرابعة** : وتتراوح كمية الكتلة الحيوية بها من 1 إلى 2 مليون طنٌ/سنويًا وتضم سبع محافظات تشكل نحو ربع الكتلة الحيوية في الدولة بنسبة (25.01%) وهي محافظات: المنوفية، وأسيوط، وأسوان، والإسكندرية، والقليوبية، وبني سويف، والأقصر.

5- **محافظات المرتبة الخامسة** : وتتراوح كمية الكتلة الحيوية بها بين 900 ألف طنٌ/ سنويا إلى ربع مليون طنٌ وتضمٌ أربع محافظات، هي: الفيوم، ودمياط، والإسماعيلية، وبورسعيد، وتضم هذه المحافظات 3.9% فقط من كمية الكتلة الحيوية في مصر.

6- **محافظات المرتبة الأخيرة** : وتقل كمية الكتلة الحيوية بها عن 200 ألف طنٌ، وتضمٌ سبع محافظات تحتوي على 2.5% فقط من كمية الكتلة الحيوية، وجميعها محافظات غير زراعية، كالبحر الأحمر وشمال وجنوب سيناء، والسويس، أو محافظات قليلة السكان، كالوادي الجديد، ومرسى مطروح.

2) التوزيع الجغرافي النوعي للكتلة الحيوية في مصر :

أ- مخلفات المحاصيل :

تقوم وزارة الزراعة بعمل تقدير سنوي للمخلفات النباتية والحيوانية، وتعتمد هذه الطريقة علي متوسط إنتاجية الفدان من المخلفات النباتية من المحاصيل المختلفة، وتختلف هذه الكمية من محصول إلى آخر، ففي حين تزيد نسبة المخلفات في بعض المحاصيل كقصب السكر، تقل في بعضها الآخر، فتقدر مخلفات محصول فدان الذرة الشامية بنحو 1.9 طنّ/فدان، وفي حطب القطنّ بنحو 1.87 طنّ/فدان، وفي قصب السكر بنحو 10 طنّ/فدان، وعلى ذلك فمن السهل حساب مخلفات المحاصيل علي مستوي المحافظة والمركز وحتى علي مستوي أصغر وحدة مساحية (قرية أو مزرعة).

وبناء علي بيانات وزارة الزراعة، ووزارة التنمية المحلية، بلغت مخلفات المحاصيل الزراعية في مصر عام 2010م نحو27.2 مليون طنّ/سنة، بلغت مخلفات القمح (التبن) نحو 8 مليون طنّ/سنة بنسبة (30.6%) من كمية المخلفات الزراعية في مصر، ويستخدم تبن القمح كعلف للحيوان نظرا لقلة المراعي الطبيعية، كما يدخل جزء من مخلفات القمح في بعض الصناعات كصناعة الخشب الحبيبي؛ لذلك تُعّد مخلفات القمح خارج مصادر طاقة الكتلة الحيوية، وشكلت مخلفات الذرة (23.8%)، وقش الأرز (18.4%)، وشكلت مخلفات قصب السكر (17.9%)، ومخلفات الذرة الرفيعة وحطب القطنّ (4.6%)، (4.4%) من جملة المخلفات الزراعية في مصر علي الترتيب.

يتضح من الجدول (11) والشكل (12)، انتشار مخلفات المحاصيل الزراعية في معظم محافظات الدولة، ولكنها تتركز بصورة واضحة في المحافظات الزراعية؛ إما لتوطنّ زراعة تتميز محاصيلها بمخلفاتها الضخمة ؛كقصب السكر كما في قنا، وأسوان، أو لاتساع زمامها الزراعي؛ كالشرقية، والدقهلية، والمنيا، والبحيرة، ويمكن تقسيم هذه المحافظات إلى عدة فئات، كما يلي:

1- **محافظات الفئة الأولى** : وتزيد مخلفاتها الزراعية عن 2 مليون طنّ سنوياً، وتضم محافظة واحدة هي قنا 2.5 مليون طنّ/سنويا، وتضم بمفردها نحو 14% من حجم المخلفات الزراعية بالدولة، ومعظمها مخلفات قصب السكر (مصاص القصب)، ويستخدم جزء من مخلفات القصب كوقود في المصنع لتوليد البخار، وفي بعض الصناعات المرتبطة بمصانع السكر مثل صناعة الورق.

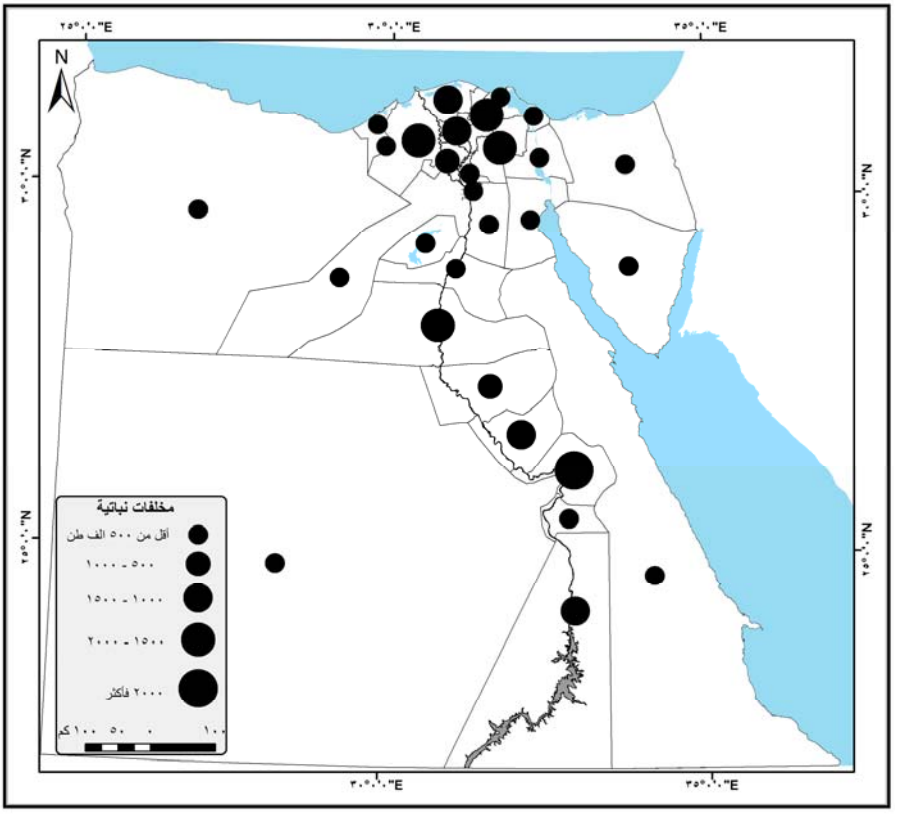
جدول (١١) : التوزيع الجغرافي لمخلفات المحاصيل الزراعية في مصر ٢٠١٠م* (ألف طنّ).

المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%
قنا	٢٥٤٦	١٣,٧	البحيرة	١٥٩٤	٨,٥	الوادي الجديد	٢٩	٠,٢
الشرقية	١٨٤٥	٩,٨	كفر الشيخ	١٤١٥	٧,٥	الغربية	١٠١٥	٥,٤
الدقهلية	١٨٠٧	٩,٦	أسوان	١٢٢٩	٦,٥	المنوفية	٩١٨	٤,٩
المنيا	١٦٦٩	٨,٩	سوهاج	١١٦٨	٦,٢	أسيوط	٩٠٥	٤,٨
بني سويف	٤٨٨	٢,٦	دمياط	٢٢٩	١,٢	الفيوم	٤٩١	٢,٦
الأقصر	٣٨٤	٢,٠	الإسماعيلية	١٣٨	٠,٧	**باقي المحافظات****	٣٣	٠,٢
القليوبية	٣٧٠	٢,٠	الإسكندرية	٩١	٠,٥			
الجيزة	٣٤١	١,٨	بورسعيد	٦٣	٠,٣	**الجملة**	١٨٧٦٨	١٠٠

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماد على الجدول (١٣).

* تم استبعاد مخلفات القمح "تبن القمح" من الكتلة الحيوية حيث يستخدم كعلف للحيوان، نظراً لقلة المراعي الطبيعية في مصر، كما تدخل مخلفات القمح في بعض الصناعات مثل الخشب الحبيبي

** تضم محافظات القاهرة والسويس ومرسى مطروح وشمال وجنوب سيناء.



شكل (12) : التوزيع الجغرافي للمخلفات النباتية في مصر 2010م.

2- **محافظات الفئة الثانية** : وتتراوح كمية المخلفات بها من (1-2 مليون طنٌ/سنة) وتضم ثماني محافظات، خمس محافظات في الدلتا، هي : (الشرقية، والدقهلية، والبحيرة، وكفر الشيخ، والغربية) وثلاث في الصعيد (المنيا، وأسوان، وسوهاج)، وجميعها محافظات زراعية، ويتركز بمحافظات الدلتا قش الأرز، في حين يتركز بمحافظات الصعيد مخلفات قصب السكر، وتضمّ هذه المحافظات مجتمعه نحو 62.4% من إجمالي مخلفات المحاصيل الزراعية في مصر.

3- **محافظات الفئة الثالثة** : وتتراوح مخلفات المحاصيل فيها من نصف مليون طنٌ/سنويا إلي ربع مليون طنٌ/سنويًا وتضم أربع محافظات هي المنوفية وأسيوط والفيوم وبني سويف.

4- **محافظات الفئة الرابعة** : وتتراوح مخلفات المحاصيل فيها من (250-500 ألف طنٌ/سنويا وتضم أربع محافظات هي الأقصر، والقليوبية، والجيزة ، ودمياط.

5- **محافظات الفئة الخامسة والأخيرة** : وتقل مخلفات المحاصيل فيها عن 100 ألف طنٌ/سنويا وتضم بقية محافظات الدولة، وهي إما محافظات حضريه؛ كالقاهرة، والإسكندرية، وبورسعيد، والسويس، أو محافظات صحراوية؛ كالوادي الجديد، وشمال وجنوب سيناء، ومرسى مطروح.

وتجدر الإشارة إلى أنّ قش الأرز ومصاص القصب يتميزان بالتركز الجغرافي؛ فيتركز الأول في شمال الوجه البحري والشرقية، إذ حازت كل من الدقهلية، وكفر الشيخ، والشرقية، والبحيرة، والمنوفية أكثر من تسعة أعشار قش الأرز بالدولة (91.2%)، ولا يزال المزارعون يتخلصون من كميات كبيرة من قش الأرز بالحرق المباشر، مما يُسبب إهدارًا لقيمته وتلوثا للبيئة، وإنْ كان هناك عدة محاولات حثيثة لاستخدامه والإفادة منه في بعض الصناعات ولكنها محاولات محدودة ،وقد تم إنشاء أول مصنع للإفادة من المخلفات النباتية (قش الأرز) بمحافظة الشرقية في عام 2008م ،وكان ذلك بالتعاون مع دولة التشيك ومع مجموعة (بيوماس سيرفس جروب Biomass Service Group)، وأقيم هذا المصنع علي مساحة 125م^2، وبلغت جملة استثماراته نحو 2 مليون يورو، ووفر نحو 200 فرصة عمل، ويستهلك المصنع نحو 50 ألف طنٌ من قش الأرز سنويا. إضافة إلي ذلك توجد بعض المشروعات الصغيرة التي تقوم بتحويل قش الأرز إلي أسمدة عضوية في (أبو حماد والخطارة)، وتقوم هذه المصانع بشراء طنٌ القش بمبلغ 25 جنيه من المزرعة (مركز تحديث الصناعة، 2008م، ص 45)، وهناك عدد من المشاريع لتصنيع قش الأرز (تحت الإنشاء) في الشرقية والدقهلية، وخصصت الأراضي اللازمة لها، ولكن توقف العمل بها عقب ثورة 25 يناير، لأسباب اقتصادية وأمنية.

وجدير بالذكر أنّ مخلفات قصب السكر تتركز في أقصى جنوب مصر، إذ حازت قنا وأسوان ثلاثة أرباع مخلفات قصب السكر بالدولة (72.2%)، أي ما يقرب من النصف للأولى (47.9%)، والربع للثانية (24.3%)، وتقل مخلفات قصب السكر كلما اتجهنا شمالا، وتختفي تقريبا في محافظات الدلتا. ويُستخدم جزء من مخلفات القصب كوقود في مصانع السكر، وعصارات العسل الأسود.

أما مخلفات الذرة وقوالحه فهي واسعة الانتشار الجغرافي، إذ تنتشر في جميع المحافظات الزراعية، وبلغت كمية مخلفات الذرة الشامية والرفيعة نحو 7.7 مليون طنٌ سنوياً (6.5 مليون طنٌ مخلفات ذرة شامية، ونحو 1.2 مليون طنٌ ذره رفيعة)، وتتركز مخلفات الذرة الرفيعة في الصعيد (أسيوط وسوهاج، والفيوم، المنيا، وقنا)، وتستخدم الذرة الرفيعة كعلف للحيوان في هذه المحافظات، ويتخلص المزارعون من مخلفات الذرة، إما بحرقها في المزارع أو بإلقائها على جوانب الطرق وفي الترع والمصارف مما يؤدي تلوث البيئة وتكاثر وانتشار الحشرات والحيوانات القارضة. ويتركز حطب القطنٌ في شمال مصر، وبعد انحسار زراعة القطنٌ، تقلصت مخلفاته (4.4%) من حجم المخلفات الزراعية مثلما تضاءلت منتجاته (القطنٌ) وتدهورت صناعته، وتتركز زراعة القطنٌ في شمال مصر وتقل بالاتجاه جنوبا، وتختفي في صعيد مصر، ويتم حرق حطب القطنٌ في المزارع. وتجدر الإشارة أنّ زراعة القطنٌ وصناعته تمران بمنحني خطير في تاريخ الصناعة المصرية بعد تخلي الدولة عن دعم القطنٌ، وبعد تحرير الزراعة، وغلق عشرات مصانع الغزل، وباتت صناعة الغزل والنسيج في مأزق بعد أنْ كانت رائدة الصناعة المصرية.

ب- المخلفات الحيوانية :

تعد الكتلة الحيوية من مخلفات الحيوانات مصدرا مهماً للطاقة المتجددة، فقدرت بعض الدراسات في الولايات المتحدة الأمريكية أن روث البقرة يحتوى على حوالي 0.2م^3 من الغاز الحيوي يومياً، وأنّ 55% من الطاقة التي تأكلها حيوانات المزرعة تبقى في روثها (سويلم، 1988م، ص 156). وتختلف تقديرات كمية مخلفات الحيوانات حسب استخدامها في مصر، فذهب البعض الي أنّ ما يُستخدم من مخلفات حيوانية كسماد يتراوح بين (65 : 70%)، وأنّ من (30 : 35%) يُستخدم كوقود تقليدي في الريف، وتذهب تقديرات أخرى إلى أنّ ما يُستخدم للتسميد من مخلفات الحيوانات يقدر بنحو 50% ومثله للحرق كوقود. ويقدر آخرون أنّ الطاقة التقليدية في القرية المصرية "الوقود الحيوي" تسد نحو 77% من احتياجات الريف، بينما تشكل الطاقة الحديثة نحو (33%) (مركز تحديث الصناعة، 2008م، ص 50).

وتختلف تقديرات كمية مخلفات الحيوانات مكانيًا وزمانيًا ونوعيًا أيضا، فذهب البعض الي أنّ ما يستخدم من مخلفات حيوانية كسماد عضوي يتراوح بين (65 : 70%) وأنّ من (30 : 35%) يستخدم كوقود تقليدي في الريف المصري. وتذهب

تقديرات أخرى أنّ ما يستخدم للتسميد من مخلفات الحيوانات يقدر بنحو 50% ومثله للحرق كوقود. ويقدر آخرون إلى أنّ الطاقة التقليدية في القرية المصرية "الوقود الحيوي" تسد نحو 77% من احتياجات الريف، والطاقة الحديثة (33%)، وكل هذه التقديرات ترجع الي عقود مضت، ولكن تغيرت الصورة الآن لصالح الطاقة الحديثة (الكهرباء والغاز) (الديب، 1993م، ص 807).

ومن المعلوم أنّ القرية المصرية تجتاز مرحلة انتقالية في نمط استهلاك الطاقة، حيث اختفيا (الفرن والكانون) الوسيلتان التقليديتان للتسخين والطهي في المنزل الريفي، وحل محلهم فرن الغاز، والسخان الكهربائي وتغيرت المعادلة لصالح الطاقة الحديثة، وباتت القرية المصرية تعتمد بصورة كبيرة على مصادر الطاقة الحديثة بعد ما تغيرت مورفولوجية القرية المصرية ونمط بنائها، وحلت الخرسانة المسلحة محل الطوب اللين، وتعددت الأدوار، واختفى "الحوش" من المباني، وتغير نمط الاستهلاك، وتبدل الشكل الاجتماعي والاقتصادي والعمراني للريف المصري بصفة عامة، ويرى الباحث بعد الملاحظة وإجراء بعض المقابلات لبعض سكان القرى بمركز المنيا أنّ 90% من سكان القرى يعتمدون بصورة أساسية على الطاقة الحديثة "الكهرباء والغاز" في التسخين والطهي وصناعة الخبز، ناهيك عن أجهزة التبريد والتدفئة التي القرية بعد أن كانت حكراً على المدن، وعلى طبقة معينة من السكان، ويعزى ذلك إلى أسباب عديدة منها: نمط المباني الخرسانية وتعدد الطوابق وتلاصق المباني، وقلة التهوية الطبيعية، إضافة إلى انخفاض أسعار هذه الأجهزة نسبياً وتوافرها، دع عنك انتشار ظاهرة سرقة التيار الكهربائي وغياب الرقابة والمتابعة من أجهزة الدولة.

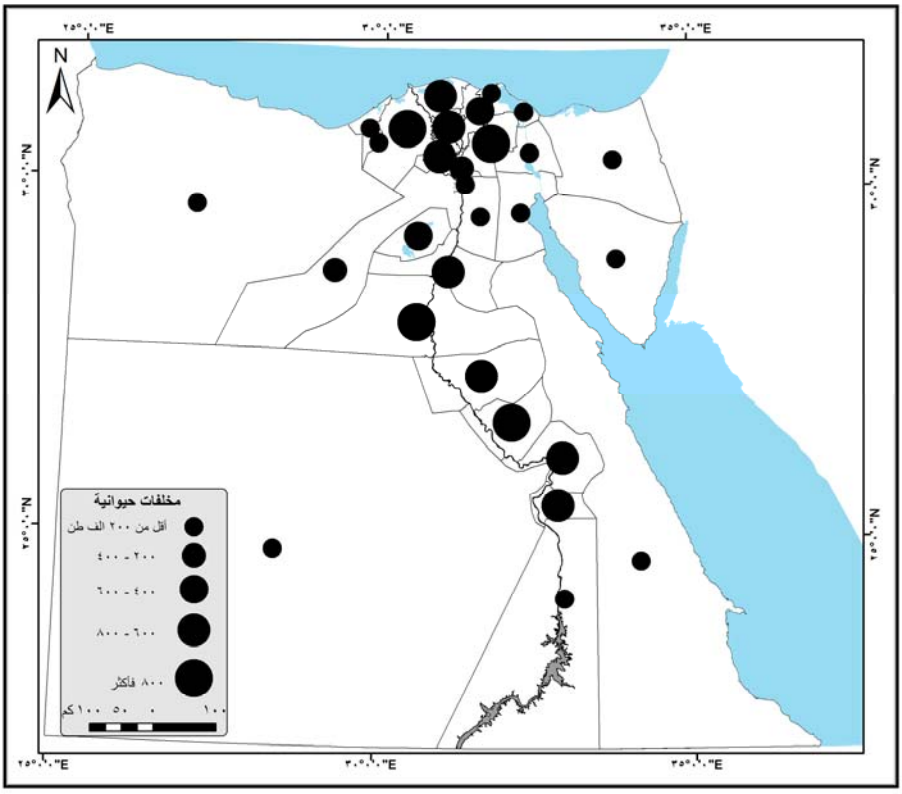
قدرت كمية المخلفات الحيوانية في مصر عام 2010م نحو 11.4 مليون طنٌ/ سنوياً، وتنتشر هذه المخلفات في جميع المحافظات (جدول 12 وشكل 13)، وترتبط بحجم الثروة الحيوانية وأنواعها بكل محافظة. جاءت كل من محافظتي المنيا والبحيرة في المرتبة الأولى، وحازت كل منها نحو عشر كمية الكتلة الحيوية (9.8%) للأولى، 8.7% للثانية، وتزيد كمية الكتلة الحيوية بالمخلفات الحيوانية في كل منهما عن مليون طنٌ/ سنوياً.

كما تنتشر كمية الكتلة الحيوية من مخلفات الحيوانات في تسع محافظات بنسب متشابه، وتتراوح بين نصف المليون إلى 1 مليون طنٌ/سنويا في الشرقية، وسوهاج، وقنا، وبني سويف، والمنوفية، وكفر الشيخ، والغربية، وأسيوط، والأقصر.

جدول (١٢) : التوزيع الجغرافي لكمية المخلفات الحيوانية في مصر ٢٠١٠م.

المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%
المنيا	١١٢٠	٩,٧٨	الأقصر	٦٤١	٥,٣٦	مطروح	١٠٩	٠,٩٥
البحيرة	١١١٠	٩,٧	الدقهلية	٤٢٣	٣,٦٩	البحر الأحمر	٨٦	٠,٦٤
الشرقية	٩٠٨	٧,٩٣	الفيوم	٤٠٢	٣,٥١	الإسماعيلية	٨٥	٠,٦٤
سوهاج	٨٣٥	٧,٢٩	الجيزة	٣٩٤	٣,٤٤	جنوب سيناء	٧٣	٠,٦٣
قنا	٧٣٥	٦,٤٢	القليوبية	٣٤٦	٣,٠٢	بور سعيد	٦٢	٠,٥٤
بني سويف	٦٧٩	٥,٩٣	النوبارية	١٨٨	١,٦٤	شمال سيناء	٤٣	٠,٣٨
المنوفية	٦٧٣	٥,٨٨	أسوان	١٥٤	١,٣٥	السويس	٢٤	٠,٢١
كفر الشيخ	٦٧٢	٥,٨٧	الإسكندرية	١٣٢	١,١٥	القاهرة	١٠	٠,٠٩
الغربية	٦٦٧	٥,٨٣	دمياط	١٢٨	١,١٢	الجملة	١١٤٤٩	١٠٠
أسيوط	٦٦٤	٥,٨٠	الوادي الجديد	١١٣	٠,٩٩			

المصدر: الجدول من إعداد الباحث اعتماد على الجدول (٩).



شكل (13) : التوزيع الجغرافي لكمية المخلفات الحيوانية في مصر 2010م.

وتجدر الإشارة إلي أنّ معظم مخلفات الحيوان في القرية المصرية لا يستفاد منها، نتيجة للجهل وقلة الوعي لدى المزارعين بأهمية وضرورة الاستفادة من تلك المخلفات الحيوانية التي باتت عبئا علي منزله الحديث، وبات يتخلص منها أما بصرفها مباشرة في شبكة المجاري الصحية في القري القليلة التي تخدمها شبكة صرف صحي، مما يتسبب عنه مشكلات كبيرة في شبكة المجاري نتيجة لترسيب هذه المخلفات (رغم قيام الجهات المسئولة بتغليظ عقوبة من يقوم بهذه العملية). أو يقوم بصرف هذه المخلفات في خزان الصرف الصحي الموجود بالمنزل، وعند امتلائه يقوم (بكسح) هذه المخلفات وإلقائها في المصارف المكشوفة، وفي كثير من الأحيان يقوم بإلقائها في ترع الري مباشرة، مما يسبب تلوثا كبيرا وخطيرا للبيئة.

ج- مخلفات المدن :

تنتهي مسألة القمامة بالنسبة للفرد العادي حين يلقي كيس القمامة في الصندوق المخصص لذلك، أو في الشارع أو خارج منزله، وتبدأ مسئولية الدولة في جمعها ونقلها، والتخلص منها أو الإفادة منها، وتعتمد أهمية هذه المخلفات علي مدى التطور الاجتماعي والتقدم التقني للدولة، ففي حين تمثل هذه المخلفات عبئًا ثقيلًا علي بعض الدول، تعد مصدرا للطاقة والثروة في دول أخرى.

لا تخلو مدينة من المخلفات بكافة أنواعها (صلبة، سائلة، عضوية، كيميائية)، وتختلف هذه المخلفات في نوعياتها وكمياتها تبعا : لعدد السكان، والمستوى الاجتماعي، ونمط الاستهلاك، وحجم المدينة، وتركيبها، ووظيفتها. ففي المملكة المتحدة بلغت كمية مخلفات المدن نحو 20 مليون طنٌ/سنويا، بينما تبلغ في الولايات المتحدة الأمريكية نحو 200 مليون طنٌ/سنويا (عياش، 1981م، ص 133).

وبلغت مخلفات المدن المصرية عام 2010 نحو عشرة ملايين طنٌ/سنويا (9867 طنٌ)، وتتكون هذه المخلفات من 60% مواد عضوية، 15% أوراق كرتون، 30% مواد بلاستيكية، 30% مخلفات زجاج، 2% مخلفات نسيج، 17% مواد أخرى (مركز تحديث الصناعة، 2008، ص 42)، ويعنى ذلك أنّ 60% من هذه المخلفات تتكون من مواد قابلة للاشتعال أو التخمر، ومن ثم يمكن الإفادة منها في إنتاج الطاقة.

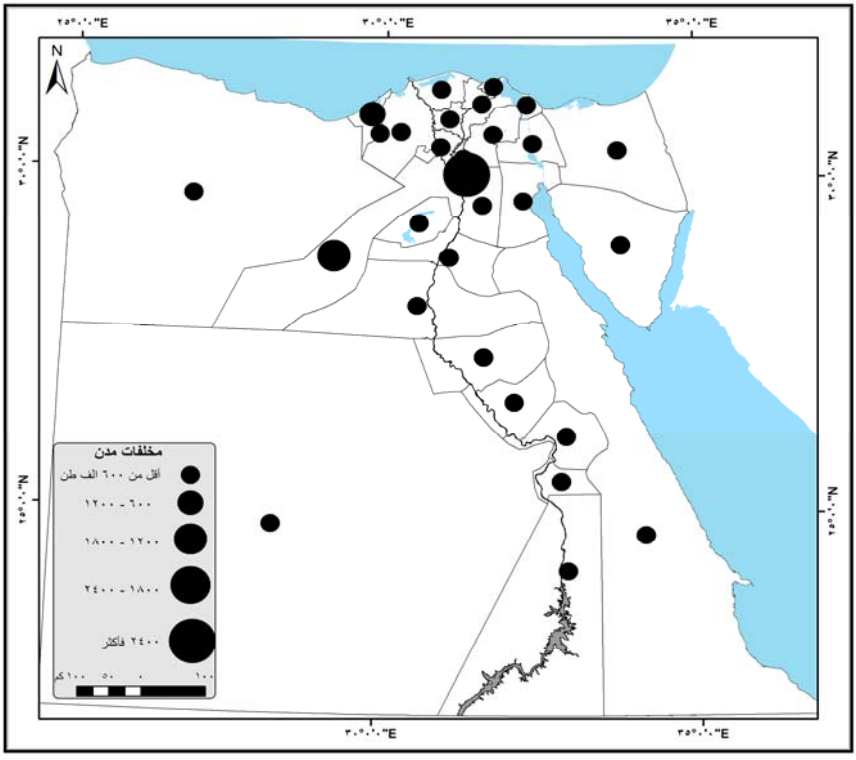
يتضح من الجدول (13) والشكل (14) : تركّز مخلفات المدن في المحافظات الحضرية، وترتبط كميات هذه المخلفات بعدد السكان ، حيث تنتج القاهرة بمفردها ثلث مخلفات المدن في مصر (32.46%)، ثم الجيزة بما يزيد على الثمن (13.63%)، ثم الإسكندرية (11.12%)، ويعني ذلك أنّ هذه المحافظات الثلاث مجتمعة يتخلف عنها نحو (57.21%) من جملة مخلفات المدن المصرية.

وتشير بعض الدراسات إلى أنّ كمية الطاقة التي يمكن الحصول عليها من نحو 20 مليون طنٌ من القمامة، تعادل حوالي 6 ملايين طنٌ من الفحم (عياش، 1981م، ص 133). ويعنى ذلك أنّ القاهرة الكبرى (القاهرة والجيزة والقليوبية) ينتج عنها قمامة تعادل منجماً من الفحم بطاقة 1.5 مليون طنٌ/سنوياً. وقد بدأت دول أوربية في استغلال مخلفات المدن في توليد الطاقة، ففي فرانكفورت بألمانيا تغطى الكهرباء المنتجة من حرق مخلفات المدينة حوالي 7% من استهلاكها من الكهرباء، كما أنُ حوالي 6% من كهرباء مدينة أمستردام مصدرها حرق مخلفات المدينة (Renewable Energy, 2012, P. 50).

جدول (١٣) : التوزيع الجغرافي لمخلفات المدن في مصر عام ٢٠١٠م (ألف طنٌ).

المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%	المحافظة	الكمية	%
القاهرة	٣٢٠٣	٣٢,٤٦	سوهاج	١٧٥	١,٧٧	الفيوم	٤٦	٠,٤٧
الجيزة	١٣٤٥	١٣,٦٣	المنيا	١٦٦	١,٦٨	الأقصر	٤٢	٠,٤٣
الإسكندرية	١٠٩٧	١١,١٢	السويس	١٥٧	١,٥٩	شمال سيناء	٣٩	٠,٤٠
الدقهلية	٦٠٠	٦,٠٨	بورسعيد	١٥٥	١,٥٧	مطروح	٣٢	٠,٣٢
القليوبية	٥٩٦	٦,٠٤	قنا	١٣٣	١,٣٥	الوادي الجديد	١٨	٠,١٨
الغربية	٤٦٤	٤,٧٠	بني سويف	١١٣	١,١٥	ج سيناء	٩	٠,٠٩
البحيرة	٢٧٠	٢,٧٤	الإسماعيلية	١٠٨	١,٠٩	**الجملة**	٩٨٦٧	١٠٠
المنوفية	٢٣٥	٢,٣٨	أسوان	١٠٢	١,٠٣			
أسيوط	١٩٨	٢,٠١	دمياط	٩١	٠,٩٢			
كفر الشيخ	١٩٤	١,٩٧	البحر الأحمر	٤٨	٠,٤٩			

المصدر: الجدول من إعداد الباحث، اعتماداً على جدول (١٣).



شكل (14) : التوزيع الجغرافي لمخلفات المدن في مصر 1010م.

وتجدر الإشارة إلى انتشار أماكن تجميع المخلفات وتبعثرها داخل المدن؛ وتباين مكوناتها، لذلك فهي تحتاج إلى عمليات نقل وتجميع تسبقها عمليات فرز من المصدر، وهذه عمليات لا تحتاج إلى تقنية معقدة، "عمالة فقط" وسيارات نقل مجهزة، ثم تنقل إلى أماكن مخصصة، بعيدة عن الكتلة السكنية، وتحتاج إلى مناطق واسعة لاستيعاب كميات كبيرة، ثم تجرى عمليات التجهيز من طحن أو درس ثم كبس هذه المخلفات وضغطها لتقليل حجمها (عملية هندسية فنية) وبعدها يمكن تخزين هذه الكتلة الحيوية واستخدامها في إنتاج الطاقة.

لذلك يمكن الاستفادة من الخبرات الأجنبية و المحلية مثل: "كليات الهندسة"، والعلوم، والتخطيط الإقليمي في هذا المجال. ومعلوم أنّ تكنولوجيا الطاقة الحيوية في إنتاج الكهرباء مازالت معقدة نسبياً، ومكلفة إلى حد ما وتستغل في الدول المتقدمة. ولكن مصر تمتلك من الخبرات ما يؤهلها أنْ تستخدم هذه الكتلة الحيوية في إنتاج الطاقة، خاصة وأنّها تعاني من مشكلة فيها ربما تصل إلى حد الأزمة في السنوات المقبلة.

3) مستقبل طاقة الكتلة الحيوية في مصر :

توجد طرق عديدة للإفادة من الكتلة الحيوية في إنتاج الطاقة، وتتباين هذه الطرق تبعا لنوعية الكتلة الحيوية، وكمياتها، وتوافر التقنية، وتعد عملية تجفيف المخلفات وحرقها أولى هذه الطرق، إذ أنّها تعتمد على الحرق المباشر للمخلفات في محارق خاصة – صغيرة بدائية (الفرن والكانون البلدي) أو كبيرة، وتستخدم الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو الطهي أو التدفئة أو في إنتاج البخار وتوليد الكهرباء، إلا أنّ تكلفتها الاقتصادية كبيرة، وتحتاج إلى محارق ضخمة الحجم. وتجدر الإشارة إلى أنّ طريقة الحرق المباشر هي الأكثر انتشاراً في مصر، خاصة في القرى والمناطق الصحراوية، ولكنها أساليب بدائية كفاءتها الحرارية منخفضة جداً، حيث لا يستفاد منها إلا بنسبة من (5 :10%) من الطاقة الكامنة في الكتلة الحيوية. وجدير بالذكر أنّ طريقة الحرق المباشر تحتاج إلى مساحات كبيرة لتخزين المادة الخام، وأفران ضخمة، ومحارق مجهزة تحتاج إلى تقليب مستمر داخل الفرن، إضافة إلى أنّ جزءاً كبيراً من الحرارة الناتجة يتسرب عبر المداخن، ناهيك عن تلوث البيئة "الهواء" جراء الدخان المتصاعد عن الحرق. كما لا يمكن نقل الحرارة الناتجة (الطاقة) إلى أماكن مجاورة، ويتعين استخدامها في الموقع نفسه.

أما الطريقة الثانية للإفادة من الكتلة الحيوية فهي طريقة الحرق المشترك، وتعتمد هذه الطريقة على خلط الكتلة الحيوية مع الفحم، مما يعظم من قيمة الأولى ويوفر جزءاً من الأخير، ويقلل من تكلفة إنتاج الطاقة، وقد أشارت وكالة الطاقة الأمريكية إلى أنّ سعر الكيلووات من كهرباء الفحم يقدر بنحو 2.3 سنت/كيلووات، وباستخدام الحرق المشترك تقل التكلفة الي نحو 2.0 سنت/كيلووات، وأنّ كل طنٌ من الكتلة الحيوية يعادل 30 كجم من الفحم في إنتاج الطاقة (Renewable Energy, 2012, p. 51).

وفي الآونة الأخيرة تعالت بعض التصريحات وخرجت الدعوات، وتحدث بعض المسئولين في أجهزة الإعلام عن استخدام الفحم في توليد الكهرباء في مصر، بعد اشتداد أزمة الطاقة وارتفاع أسعار البترول والغاز الطبيعي، إضافة إلي انقطاع الكهرباء وارتفاع أسعارها، وفي هذا الصدد يمكن استخدام الحرق المشترك في حالة الموافقة على إنشاء محطات كهرباء تعمل بالفحم، مع مراعاة الاعتبارات البيئية والاقتصادية، والأمر متروك للعلماء ولذوى الأمر ولمتخذي القرار.

أما الطريقة الثالثة للإفادة من الكتلة فتُسمى عملية الهدرجة، وتعتمد هذه الطريقة على التخلص من الأوكسجين من المخلفات والتي تحتوي أساساً على مواد عضوية تضم (هيدروجين + كربون + أكسجين) وتوضع الكتلة الحيوية في مراجل محكمة الغلق، ويضاف إليها أحد العوامل المساعدة، وتحت ضغط يعادل 100–250 ضغط جوي، ودرجة حرارة 240–380 درجة مئوية، فيتحد الكربون والهيدروجين مكوناً زيوتا نفطية، ويقدر حجم إنتاج كل طنٌ من الكتلة الحيوية بحوالي 1.25 برميل من الزيت النفطي (Elder, 2008, p.121).

أما الطريقة الرابعة فتعتمد على التحليل الحراري الكيماوي، وتعتمد على "طبخ" النفايات في جو خال من الأوكسجين ودرجة حرارة عالية (500 درجة مئوية) حيث تتحلل المواد العضوية إلى زيوت نفطية ومخلفات، وينتج عن هذه الطريقة نحو 1 برميل من الزيوت النفطية لكل طنٌ من الكتلة الحيوية، إضافة إلى نحو160 كجم من المخلفات والغازات يمكن إعادة استخدامها في تسخين المراجل. وتتميز هذه الطريقة بسهولة استخدامها، كما أنّها لا تحتاج إلى تقنية عالية، كما أنّها تنتج مواد (زيوتا نفطية) يمكن نقلها إلى أماكن بعيدة نسبيا عن مناطق الإنتاج (عياش، 1981م، ص 136)، وتصلح هذه الطريقة في معالجة المخلفات في مناطق تجميع الكتلة الحيوية خارج المدن الكبرى، ولكن يراعي عند اختيار مواقع هذه العمليات بعدها عن الكتلة السكنية بمسافة كافية، وأنّ تكون في مواضع كبيرة نسبياً يسهل فيها تجميع الكتلة الحيوية في مخازن آمنة، تحسبا من حدوث احتراق ذاتي لها.

4) تقنية البيوجاز Biogas والوقود الحيوي Biofuels :

تعتمد تقنية البيوجاز على إنتاج غاز الميثان من معالجة المخلفات النباتية والحيوانية عن طريق المعالجة البكترية أو ما يُسمى الهضم الهوائي Anaerobic Digestion، حيث يتم تحليل الكتلة الحيوية بمعزل عن الهواء، وتقوم البكتريا بتحويل المواد العضوية إلى غاز الميثان، وهو غاز قابل للاشتعال، وتتراوح القيمة الحرارية لكل متر مكعب من غاز الميثان من (500 إلى 750) وحدة حرارية بريطانية BTU ، ويبلغ حجم الغاز الناتج من 1.5 إلى 2.5% من حجم الكتلة الحيوية المستخدمة (عياش، 1981م، ص 143)، أي أنّ كل 1 طنٌ من الكتلة الحيوية تنتج نحو 20 كجم من البيوجاز، ويحتوى البيوجاز على نحو 60–70% من غاز الميثان (الديب، 1993م، ص 807)، كما يمكن الإفادة من المخلفات المتبقية

"الصلبة" كمواد عضوية (سماد بلدي) يحتوى على نسبة مرتفعة من النيتروجين" (الآزوت) وهي مواد تعوزها الأراضي الزراعية في مصر؛ نتيجة لقلة إيرادات النيل من هذه المواد بعد بناء السد العالي من ناحية، وعمليات التكثيف الزراعية وارتفاع أسعار الأسمدة الكيماوية من ناحية أخرى.

ورغم أهمية الطاقة المنتجة من الكتلة الحيوية كمصدر متجدد للطاقة، وإسهامها في الحفاظ على البيئة إلا أنّ استخدامها في مصر لا تزال بدائياً، ومكلفاً ومجالات تطبيقها محدودة، وذلك لارتفاع تكلفة إنشاء وحدة البيوجاز، واحتياجها لمراقبة وصيانة، وعمالة على مدى 24 ساعة، إضافة إلى احتياطات فنية، فقد يتعرض الخزان للانفجار نتيجة للتفاعلات الحيوية وارتفاع درجة الحرارة، أو حدوث اشتعال ذاتي واحتمال حدوث تسريب للغاز في حالة عدم التحكم الجيد في غلق الخزان، مما ينتج عنه ضرر كبير بالمناطق المجاورة. لذلك يراعي عند إنشاء وحدات البيوجاز أنّ تكون بعيدة عن الكتلة السكنية، وقد يتطلب هذا نقل الغاز بطريقة آمنة – أنابيب – على غرار الغاز الطبيعي – كما تجمع الكتلة الحيوية في أماكن بعيدة نسبياً عن الخزان، ويتم نقلها بواسطة سيور، وهذه العمليات مكلفة ماديا وتقنيا وتحتاج إلى تدخل الدولة والإسهام في دعم هذه المشروعات ووضعها علي خريطة المشروعات الصغيرة والمتوسطة. أضف إلى ذلك صعوبة تخزين الغاز الناتج ووجوب فورية استهلاكه، لأنه يحتاج إلى تقنية عالية ومكلفة لضغطه أو تسييله، لذلك يجب التخطيط لاستغلال أكبر كمية من الغاز حال خروجها من الخزان.

ثمة مشكلة أخرى تتمثل في تقزم الحيازات الزراعية، وتشتت المخلفات بين المزارع، وارتفاع تكلفة نقلها، إضافة إلى كبر حجمها بالنسبة لقيمتها، وقلة الوعي لدى المزارعين بأهمية وجدوى الإفادة منها، وعدم وجود رقابة وإرشاد في التعامل مع هذه المخلفات، وهنا يأتي دور القطاع الخاص والاستثماري، والحكومة بالطبع في تقديم الدراسات والمشروعات للمزارعين عن كيفية الإفادة من المخلفات والتعامل معها بطريقة علمية، واقتصادية، وبيئية مناسبة.

أما إنتاج الوقود الحيوي Bio Fuel فيعتمد على تخمّر المحاصيل السكرية– مثل قصب السكر "أو الذرة– لإنتاج كحول إيثلين (الإيثانول) وشهد الإنتاج العالمي من هذا النوع من الوقود نمواً كبيراً في الربع الأخير من القرن العشرين، واتجهت كثير من الدول لوضع برامج وخطط لتنمية هذا الوقود وإنتاجه وتسويقه، وتحولت دول كثيرة من زراعة المحاصيل الغذائية إلى محاصيل الطاقة – التحول من غذاء الإنسان إلى غذاء الآلة – فثلث إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية من الذرة يستخدم في إنتاج الإيثانول، ويوجه الإتحاد الأوروبي

نحو نصف إنتاجه من الزيوت النباتية إلى إنتاج البيوديزل[1]. وفي البرازيل يتم إنتاج خليط يسمى (إيثانول– ديزل) بنسبة 80% ديزل ، 20 إيثانول، وقامت الجهات الفنية في البرازيل بتعديل ماكينات السيارات لتعمل بهذا النوع من الوقود، وتجدر الإشارة أنّ استخدام البنزين المخلوط بالإيثانول في السيارات المعدلة لاستخدام الوقود الحيوي Fuel Flex Vehicles قد أدى إلى توفير نحو مليون جالون من البنزين سنوياً في الولايات المتحدة الأمريكية (Charlotte Jull, 2007, p. 3) .

وتشير التقارير إلى أنّ الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي بلغ نحو 62 مليون لتر عام 2007م، ومن المتوقع أنّ يصل إلى نحو 127 مليون لتر بحلول عام 2017م (F.A.O, 2010, p. 338). إضافة إلى ذلك هناك عدة دول تسعى إلى تأمين الطاقة Energy Security بإنتاج الوقود الحيوي لمواجهة الارتفاع المستمر في أسعار الطاقة التقليدية، مثل؛ الصين، والهند، وسنغافورة، وماليزيا (Elder, 2008, p. 118).

أما مصر فهي خارج معادلة الوقود الحيوي- على الأقل في المرحلة الحالية- ولكنها حتما ستتأثر بتزايد استخدام المحاصيل الزراعية في الدول المنتجة – تأثيرا سلبيا بالطبع – فمصر من أكبر الدول المستوردة للمحاصيل الغذائية التي تدخل في إنتاج الوقود الحيوي، حيث تستورد مصر ما يقرب من 90% من حاجتها من الزيوت، 55% من القمح، 32% من السكر، 50% من الذرة (وزارة التنمية المحلية، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، 2010م). وسيؤدي تطور الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي المستخرج من المحاصيل الغذائية إلى ارتفاع أسعار تلك المحاصيل وتناقص كمياتها في الأسواق العالمية، وبالتالي التأثير على مصر سيكون سلبيا بكل المقاييس.

وتجدر الإشارة أنّ هناك كميات ضخمة من مياه الصرف الصحي، خاصة في القرى التي لا يوجد بها شبكة من الصرف الصحي، تتسرب هذه المياه إلى باطن الأرض وتلوث المياه الجوفية، وفي حالة إنشاء شبكة من الصرف الصحي في كل قرى مصر، سيوفر ذلك مليارات مكعبة من المياه يمكن أنْ تستخدم في زراعة محاصيل تنتج وقوداً حيوياً في المناطق الصحراوية تقوم عليها صناعات لإنتاج الوقود الحيوي.

---

(1) البيوديزل: ويسمي Bio-bends Fuel هو خليط من الوقود الحيوي والمنتجات البترولية. ويستخدم كبديل لمنتجات البترول (البنزين والسولار) كوقود لبعض السيارات في الولايات المتحدة الأمريكية والبرازيل والإتحاد الأوربي.

مع تطور تقنيات المفاعلات النووية منذ أوائل الخمسينيات من القرن العشرين، لقيت الطاقة النووية ترحيبا علميا واقتصاديا باعتبارها الحل البديل لمشكلات الطاقة في العالم، ونتيجة لارتفاع مستوي المعيشة وتزايد درجات التصنيع، وتطور الحياة الاجتماعية والاقتصادية، وُضِع الوقود الاحفوري (الفحم والبترول والغاز الطبيعي) أمام معضلة الفناء، فمازالت هذه المصادر تشكل أكثر من أربعة أخماس (84%) الطاقة المستهلكة في العالم. ووفقا لبيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فقد بلغت كمية الكهرباء المولدة من المفاعلات النووية حوالي 400 جيجاوات عام 2010م تشكل ما يقرب من سدس الكهرباء المنتجة في العالم (16%). ترتفع نسبة إسهام الطاقة الكهربائية النووية لتصل الي نحو ثلاثة أرباع الكهرباء المنتجة في فرنسا (74.6%)، وذلك في 55 محطة نووية، بقدرة توليدية بلغت 52.6 جيجاوات، إضافة الي ثماني محطات تحت الإنشاء. وفي الولايات المتحدة الأمريكية يوجد نحو 110 محطة نووية عاملة بلغت قدرتها التوليدية نحو 99.2 جيجاوات، تشكل ما يقرب من خمس الكهرباء المولدة بالولايات المتحدة الأمريكية (19.1%). وتنتج ألمانيا نحو 24.8 جيجاوات من الكهرباء النووية بنسبة 45.2% من جملة إنتاجها من الكهرباء، إضافة الي ست محطات تحت الإنشاء. هذا بالإضافة الي دول أخري مثل : المملكة المتحدة وتشكل الكهرباء النووية حوالي 21.1% من جملة الكهرباء المولدة بها، وأسبانيا 38.4%، وبلجيكا 60.8%، ناهيك عن الهند التي تمتلك أكثر من عشر محطات نووية تنتج حوالي 2% من الكهرباء، وجنوب أفريقيا، والصين، وإسرائيل، وأخيرا وليس آخرا جمهورية إيران الإسلامية (عبد الصبور، 2002م، ص 61).

وتجدر الإشارة أنّ الخطة القومية المصرية – منذ أوائل الستينيات من القرن المنصرم– قد تضمنت إنشاء مفاعلات نووية ثنائية الغرض Dual purpose power reactors وذلك لإنتاج الكهرباء وإزالة ملوحة المياه الأمر الذى يعمل على خفض تكاليف الإنتاج، وتم دراسة منطقة سيدي كرير بالساحل الشمالي الغربي لمصر لإنشاء محطة نووية من هذا النوع بقدرة 500 ميجاوات، وإنتاج نحو ٢٠ ألف متر مياه مكعب/يوم، وملحق بها مزرعة تجريبية بمساحة عشرة آلاف فدان لدراسة اقتصاديات استخدام المياه المزالة الملوحة Desalination Economics وتطبيق تكنولوجيا الرى الحديثة، وقد تمت الدارسات اللازمة لذلك، والإعلان عن التنفيذ فى مناقصة عالمية – ورست المناقصة بالفعل على إحدى الشركات – ولكن

للأسف الشديد توقف كل ذلك نظرا لظروف سياسية دولية واقتصادية (عبد الصبور، 2002م، ص 72). وعلى أية حال فإنّ الحاجة إلى استخدام المياه المزالة الملوحة يعد من المصادر المهمة للموارد المائية لسد الفجوة المائية خاصة في ظل الظروف المائية المصرية الحالية والمستقبلية، الأمر الذى يحتم سرعة اقتحام هذا المجال. لذلك يرى الباحث أنّ الدخول في مجال الطاقة النووية أصبحت ضرورة ملحة لامناص عنها.

1) اقتصاديات الطاقة النووية :

تتشابه محطات توليد الطاقة النووية مع محطات توليد الكهرباء الحرارية البخارية، حيث يعتمد الاثنان على توليد بخار ماء بالحرارة، يسلط على توربينات تحول ضغط البخار إلي طاقة ميكانيكية "طاقة حركة" وبالتالي يمكن تحويل طاقة الحركة إلي أي نوع آخر من الطاقة "كهرباء على سبيل المثال"، والفرق بينهما أنّ المحطات الحرارية تعتمد على حرق الوقود التقليدي "فحم، بترول، غاز طبيعي"، في تسخين المياه، أما في المحطات النووية فيعتمد على إنشطار ذرات اليورانيوم وينتج عن ذلك الانشطار حرارة شديدة حوالي "500°م"، وضغط عالي يصل إلي 380 ضغط جوي. لذلك تحتاج المحطة النووية إلي جدار عازل وقوي وكميات كبيرة من مياه التبريد، تجنباً لانفجار المحطة، ناهيك عن مخاطر التسرب الإشعاعي وأضرار.

تعاني الدول النامية "ومنها مصر" صعوبات اقتصادية وفنية تتفاوت في مستواها من دولة الى أخرى، ومن أهم هذه الصعوبات : يتطلب إنشاء المحطة النووية استثمارات ضخمة تفوق كثيراً المحطات الحرارية التقليدية، فتكاليف محطة نووية بقدره 1 جيجاوات يتراوح بين مليار إلي 3 مليار دولار، في حين تبلغ في التقليدية "التي تعمل بالوقود التقليدي" ما بين (550–650 مليون دولار). ولكن في المقابل تقل تكلفة الوقود في المحطات النووية إلي نحو 5% من إجمالي التكاليف، بينما تصل في المحطة الحرارية إلي 75% (عبده، 2009م، ص 30). لذلك تعتبر المحطات النووية أقل كلفة في إنتاج الكهرباء في الأمد البعيد، كما أنّها لا تتأثر كثيراً بأسعار الوقود التقليدي، إضافة إلي ضآلة حجم الوقود المستخدم منها فمحطة حرارية بقدرة (1) جيجاوات (1000 ميجاوات) تحتاج إلي نحو 3 مليون طن من الفحم سنوياً، ونحو 10.1 مليون برميل من المازوت (الزيت الثقيل) إذا كانت تعمل بالمازوت، وحوالي 1.8 بليون (مليار) م^3 من الغاز الطبيعي في حالة اعتمادها علي

حرق الغاز الطبيعي، بينما تحتاج محطة نووية بنفس القدرة إلي نحو 25 طن من اليورانيوم (طه، 2007م، ص 274).

تحتاج المحطات النووية إلي فترات زمنية طويلة بين الشروع في بناء المفاعل "دراسات الجدوى" ومراحل إعداد الدراسة والتصميم وتخصيب اليورانيوم، ودخول المحطة مرحلة الإنتاج الفعلي، وقد تصل هذه الفترة إلي نحو 10 سنوات.

يتحقق أعلى عائد اقتصادي من المحطة النووية إذا استخدمت أعلى معامل الحمل[1] Load Factor لتوليد الكهرباء، وكلما ارتفع معامل الحمل تنخفض تكلفة إنتاج وحدة الكهرباء المنتجة. ويجب أنّ تعمل المحطة النووية بمعامل حمل لا يقل عن 85% من قدرتها، وتشير الدراسات إلي أنّ انخفاض معامل حمل المحطة النووية إلي 40% يزيد تكلفة إنتاج الوحدة المولدة بنسبة 100%، في حين يؤدي انخفاض معامل الحمل في المحطات التقليدية إلي 40% إلي رفع كلفة إنتاج الوحدة المولدة إلي 35% فقط. ويعني ذلك أنّ المحطات النووية لابد وأنْ تعمل بطاقة كبيرة، وهو ما يعني ثبات الطلب على الكهرباء وأنّ تزايده يعد من الوفورات الاقتصادية لمثل هذه المحطات. ومصر من الدول التي تعاني من نقص حاد في الكهرباء، إضافة إلي تزايد مضطرد في الطلب عليها، ناهيك عن تمتع الدولة بشبكة كهرباء موحدة مربوطة ببعض الدول المجاورة "الأردن، وليبيا، وسوريا" مع وجود خطة لربط مصر بدول حوض البحر المتوسط، وأفريقيا (خليل، 2015م، ص 207). لذلك يمكن القول أنّ هناك معامل حمل كاف على الشبكة الكهربائية المصرية الموحدة لتشغيل المحطة النووية الأولى المقرر إنشاؤها "عام 2020م" حتى بمعامل حمل 100% (عبده، 2009م، ص 35).

ما يزال استخدام الطاقة النووية مقصوراً على إنتاج الكهرباء خاصة في الدول المستوردة لتكنولوجيا إنتاج واستخدام هذه الطاقة، وتفرض الدول المصدرة لتكنولوجيا الطاقة النووية، والدول الكبرى، ومجلس الأمن: قيوداً غليظة على الدول المستوردة وتفتيش محطاتها وملاحقتها إذا خرجت عن الهدف. ومصر لا تحتاج أكثر من كهرباء نووية سليمة نظيفة رخيصة توفر أموال طائلة في المحطات الحرارية الكهربائية، ويسد عجزاً في الطاقة بات يشكل أزمة اقتصادية واجتماعية في الدولة.

---

(1) معامل الحمل = متوسط أحمال المحطة سنوياً / أقصى حمل للمحطة "القدرة التصميمية". ويعني نسبة ما تنتجه المحطة النووية سنوياً من الكهرباء إلي القدرة التصميمية للمحطة.

تحتاج المحطات النووية إلي كوادر بشرية متخصصة وإلي خبراء من المهندسين والفنيين في عمليات الإنشاء وإلي كوادر علمية وفنية في التشغيل والتحكم والمتابعة والصيانة، وتمتلك مصر من هذه الكوادر ما يؤهلها إلي الاعتماد على علمائها، ولديها من المعاهد العلمية والأقسام في الكليات ما تمكنها من إدارة هذه المحطات مع الاستعانة ببعض الخبرات الأجنبية في المراحل الأولى لتشغيل المحطة.

يعد توفير البنية الأساسية Infrastucture ضروباً لإقامة المحطة النووية. وتشمل البنية الأساسية: توفر المياه بكميات كبيرة ودائمة، طرق نقل الخامات والعمال، وخدمات الدفاع المدني، والقرب من خطوط نقل الكهرباء لربط المحطة بالشبكة الموحدة، كما أنّ السوق (مناطق الاستهلاك) عامل محدد لتوطين مثل هذه المحطات، صحيح أنّه لا يفضل توطن مثل هذه المحطات في السوق، إلا أنّه لابد من قربها من مراكز الأحمال، وشبكات النقل، لتوفير تكلفة إنشاء أبراج ومحطات تحويل تزيد من تكلفة المحطة.

معلوم أنّ محطة الكهرباء النووية تحتاج إلي كميات ضخمة من المياه للتبريد، تبلغ ضعف حاجة محطة كهرباء حرارية مساوية لها في القدرة الاسمية. ورغم أنّ المحطة النووية تحتاج إلي مساحة من الأرض صغيرة نسبياً بالمقارنة بالمحطات الحرارية إلا أنّه يراعي في اختيار موقع المحطة النووية وموضعها اعتبارات "جيولوجية، وجيومورفولوجية، وهيدرولوجية، ومناخية، واقتصادية، واجتماعية، وبيئية، وأمنية" (الديب، 1993م، توطين محطة الكهرباء النووية، ص ص 95-150).

يمثل الهاجس الإشعاعي، وخطر الحوادث النووية، والنفايات وكيفية التخلص منها، واحتمالات استخدام هذه التكنولوجيا للأغراض غير السلمية "العسكرية" – من وجهة نظر الدول المالكة لتكنولوجيا الطاقة النووية – أكبر المشكلات أمام امتلاك الدول النامية لهذه التكنولوجيا. ولكن ثبت بالدراسة والتجربة أنّ المحطات النووية الجيدة (الجيل الجديد) التصميم لا تحدث تلوثاً للبيئة المحيطة، وأنّ ما تحدثه الأشعة الكونية والخامات المشعة بالتربة يفوق ما يخرج من المحطات النووية العاملة (عمار، 1989م، ص 324). ولكن إذا حدث خلل في المفاعل وانفجر تحدث كارثة واحتمالات حدوث هذا الخلل تصميمياً في المفاعلات الحديثة بات ضئيلاً جداً، ولكن تأتي المخاوف من العوامل الطبيعية (الكوارث) غير المتوقعة "كالزلازل، والانهيارات الأرضية، والأمواج الزلزالية (التسونامي)"، لذلك يجب الأخذ في الحسبان والدراسات توطن المحطات النووية بعيدا عن نطاقات هذه الأخطار. وفي مصر تم اختيار مواقع ومواضع المحطات النووية في مناطق آمنة من الكوارث الطبيعية.

أما المخاوف من خطورة مخلفات المحطات النووية وما قد تحدثه من تلوث للبيئة نتيجة لسوء نقل المخلفات النووية وكيفية حفظها (دفنها)، مما يجعلها قد تتسرب إلي التربة أو المياه الجوفية فتحدث التلوث في الأمد البعيد، فيراعى أنْ تطمر هذه المخلفات في أماكن بعيدة عن مناطق الأنشطة الاقتصادية، وتستخدم الاحتياطات كافة في عمليات التخلص من هذه النفايات. وتشير الدراسات أنّ محطة نووية قدرتها واحد جيجاوات من الكهرباء، تنتج مخلفات نووية قدرتها الإشعاعية 5.2 ميجاكوري[1] في العام، وهذه الكمية تحتاج إلي تقنية عالية ودرجة كبيرة من الأمان في حفظها بعيداً عن الأنشطة الاقتصادية والسكان، لذلك يجب الأخذ في الحسبان الطرق الآمنة لنقل هذه المخلفات وحفظها.

2) التوزيع الجغرافي للمحطات النووية المزمع إنشاؤها في مصر :

بدأ البرنامج النووي المصري في عام 1955م وكان طموحاً وظهر مواكباً للبرنامج الهندي والإسرائيلي وسابقاً للباكستاني والكوري (أحمد، 2007م، ص 9). وكان لمصر ثلاث محاولات للدخول في امتلاك القدرات النووية، تمثلت في تأسيس المراكز البحثية النووية ومن أقدمها "مركز البحوث النووية، والمركز القومي لبحوث وتقنية الإشعاع، ثم مركز المعامل الحارة وإدارة المخلفات النووية" وتهدف هذه المراكز إلي تنمية وتطوير البحوث النووية، وتطوير المجالات في دورة الوقود النووي، ومعالجة المخلفات المشعة. أما المحاولة الثانية فكانت تأهيل الكوادر البشرية، بإرسال العلماء والطلاب في بعثات علمية إلي أوربا. أما المحاولة الثالثة فتمثلت بمشاركة مصر في "هيئة الطاقة الذرية" كعضو مؤسس في الوكالة الدولية للطاقة الذرية (عويس، 2012م، ص 133).

وقد مر البرنامج النووي المصري بمراحل متعددة بين الصعود الواعد، والهبوط المخيب للآمال. ويمكن تقسيم الفترة من عام 1955م بداية البرنامج حتى عام 2015م (ستون عاماً كاملة) على النحو التالي:

---

(1) الكوري: هو كمية الأشعة المؤينة الصادرة من جرام واحد من الراديوم في الثانية. أي أنّه وحدة النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة. ويساوي (3.7×1010) إشعاع مؤين في الثانية، وتؤثر هذه الأشعة المؤينة حينما تصطدم بالخلايا وتجعلها تتكاثر بصورة تفوق تكاثرها الطبيعي وهو ما يسبب تسرطنها، وقد تصيب الجينات وتحدث تشوهات في الأجيال المقبلة. أنظر: (عمار 1989م، ص ص 319-325).

أ- المرحلة الأولى (من الثورة إلي النكسة) :

في عام 1961م بدأ العمل في المفاعل النووي البحثي الأول في منطقة أنشاص بالشرقية، وبمساعدة "الاتحاد السوفيتي" سابقاً، وصمم هذا المفاعل لإنتاج النظائر المشعة، وتدريب العاملين والفنيين "إعداد كوادر بشرية مدربة" وكان مفاعل تجارب فقط، وبلغت قدرته 2ميجاوات، ويعمل باليورانيوم المخصب، ولا يصلح الوقود النووي الناتج منه في الأغراض العسكرية.

وفي عام 1963م، بدأت المحاولة الأولى، بإنشاء محطة نووية بقدرة 150 ميجاوات، ووحدة لتحلية المياه في مدينة برج العرب غرب الإسكندرية (أحمد، 2006م، ص 178). ولكن تراجع المشروع وتوقف تماماً بعد هزيمة يونيو 1967م، وتوجه الدعم المادي وموارد البلاد نحو تسليح الجيش وإعادة بنائه.

ب- المرحلة الثانية (بعد عام 1973م):

بعد حرب 1973م توجهت الدولة الي بناء الاقتصاد وإصلاح البنية الأساسية التي تضررت كثيرا خلال سنوات الحرب، وشهدت فترة السبعينات (1973-1982م) تراجعاً مستمراً في الاهتمام بالمشروع النووي، خصوصاً بعد توقيع اتفاقية السلام مع إسرائيل، وهجرة معظم الكوادر البشرية. ووصل تراجع المشروع أدناه بتصديق مجلس الشعب المصري على اتفاقية خطر انتشار الأسلحة النووية عام 1981م، رغم رفض إسرائيل التوقيع والانضمام إليها.

وتجدر الإشارة إلي أنّه جرت بعض المحاولات غير الناجحة لإقامة محطة نووية، وذلك بعد زيارة الرئيس الأمريكي لمصر بعد حرب أكتوبر وإرهاصات توقيع معاهدة سلام مع إسرائيل، وموافقته على تزويد مصر بمفاعلات نووية لإقامة محطة نووية بقدرة 600 ميجاوات في مدينة سيدي كرير غرب الإسكندرية (عبده، 2009م، ص 12). ولكن يبدو أيضاً أنّها كانت مناورات لتمرير اتفاقية السلام مع إسرائيل أكثر منها محاولة لإنشاء محطة نووية مصرية.

ج- المرحلة الثالثة (1982-1995م):

شهدت الفترة من عام 1982م وحتى عام 1995م تغيرات مهمة في السياسة والاقتصاد المصري، اغتيل رئيس الدولة على يد مناهضى السلام مع إسرائيل، وتولى نائبه، وبدت الصورة غير واضحة، وتوجهت الدولة إلي مقاومة الإرهاب، ومكافحة بنية أساسية متهالكة : شبكة صرف صحي قديمة ومتهالكة، ومحطات كهرباء ضعيفة، وطرق ضيقة مزدحمة، وموارد محدودة إضافة الي مصانع قطاع عام تحقق خسائر فادحة سنوياً نتيجة لتراكم إدارة سيئة

لمؤسسات الدولة، ووجدت الدولة ضالتها في القطاع العام، لسد عجز موازنتها، وتبنت "سياسة الخصخصة"، وتم بيع الكثير من شركات ومصانع القطاع العام والحكومي بأسعار زهيدة وتم تسريح آلاف العمال ... الخ، وظهر على استحياء المشروع النووي في الضبعة بعد فشل مشروع سيدي كرير. وتم عقد اتفاقات مع عدة دول نووية. وفي مارس عام 1983م تم طرح مشروع محطة نووية بالضبعة قدرتها 1000 ميجاوات، وفي عام 1985م تم البت في المناقصة (وتأتي الرياح بما لا تشتهي السفن) ويسدل الستار على المشروع أثر حادث مفاعل تشرنوبيل[1]، وتخوف المجتمع والحكومة من حدوث مثل هذه الكوارث.

د- المرحلة الرابعة (1995-2016م) "حتمية الخيار النووي لمصر":

وقُعت مصر في ديسمبر 1996م على اتفاقية الحظر الشامل للتجارب النووية، وهو ما اعتبر إعلاناً رسمياً لتخلى مصر عن الخيار النووي. ولكن مع تفاقم أزمة الطاقة، عقب حروب الخليج على البترول، بات ضرورياً اقتحام هذا المجال مرة أخرى. وفي مايو عام 2002م أعلنت مصر عن إنشاء محطة للطاقة النووية السلمية في غضون ثمانية أعوام بالتعاون مع كوريا الجنوبية والصين (عويس، 2012م، ص 136). واعتبر هذا الإعلان نقلة نوعية مهمة في المشروع النووي المصري، خاصة وأنّ مصر تمتلك من الخبرات والكوادر والدراسات ما يؤهلها للدخول في هذا المجال إضافة إلي مفاعلين بحثيين في أنشاص يعملان منذ الستينيات من القرن الماضي ويكفيان لتدريب العلماء والفنيين تدريباً تجريبياً وتطبيقياً. وفي أكتوبر عام 2007م أعلن رئيس الدولة (وقتها) في وسائل الإعلام المختلفة البدء في برنامج لإنشاء عدد من المحطات النووية لتوليد الكهرباء، وأصدر القرارات، وطرحت المناقصات ، وعرضت التقارير على مجلس الوزراء، وتم إرساله إلي مجلس

---

(1) في 26 أبريل عام 1986م، انفجر المفاعل النووي بمدينة تشرنوبيل بجمهورية أوكرانيا (الاتحاد السوفيتي سابقاً) بالتحديد المفاعل الرابع فيه. وتعد هذه الكارثة أكبر حادث نووي شهده العالم في القرن العشرين، بغض النظر عن قنبلتي هيروشيما ونجازاكي. وتعرض سكان تشرنوبيل إلي إشعاع يزيد بمقدار 90 مرة عن ما تعرض له سكان هيروشيما اليابانية، وأدت الكارثة الي وفاة 26 شخصاً، وإصابة أكثر من ألفين، وأُخلى أكثر من 100 ألف شخص من المناطق المجاورة، وتخطت آثار الانفجار حدود أوكرانيا، وأشارت بعض التقارير أن الغبار الذري الناتج عن الانفجار تسبب في تلوث 40% من قارة أوربا بنسب متفاوتة.

الشعب والشورى لإقراره، على أنّ تدخل المحطة الخدمة في عام 2017م. وسجل خبراء الوكالة الدولية للطاقة الذرية ملاحظاتهم على المشروع، وجاءت النتيجة "مرضى" وموائم للمعايير والقوانين المناظرة في الدولة المتقدمة نووياً (عبده، 2009م، ص 14).

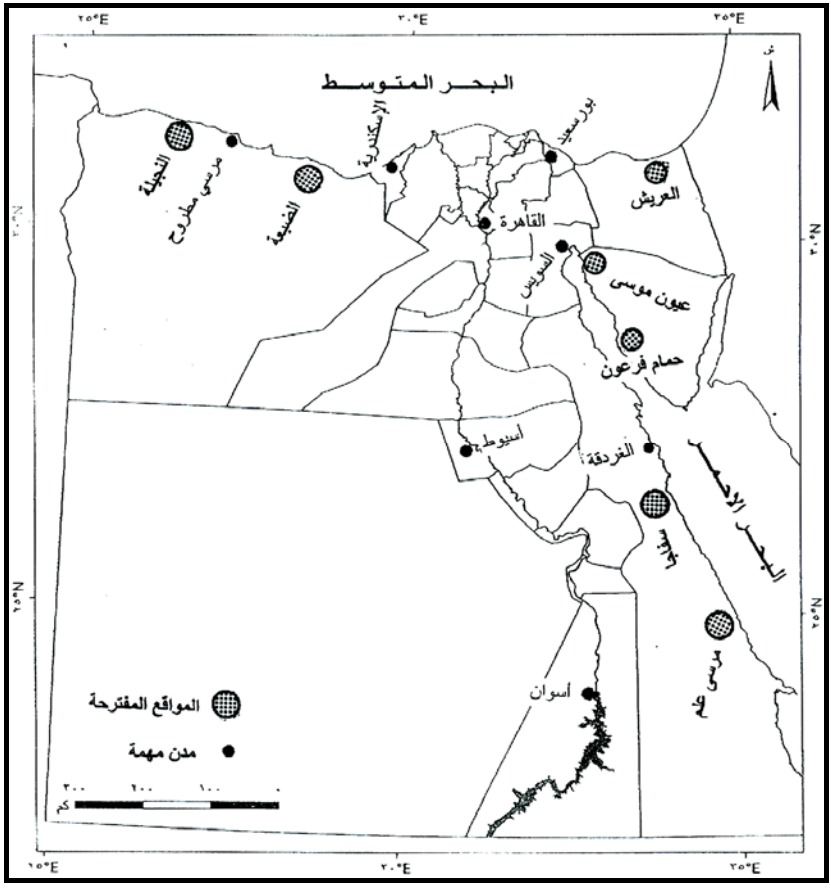
وجدير بالذكر أنّ تكلفة المشروع النووي "المحطة النووية" الأولى قد ارتفعت منذ تأجيل المشروع عام 2007م من 2 مليار دولار (أي ما يعادل 12 مليار جنية مصري وقتها)، ليصل إلي 5 مليار دولار عام 2011م، نحو 30 مليار جنية بسعر صرف الدولار في تاريخه (عويس، 2009م، ص 137).

وفي يوم الخميس الموافق 2015/11/19م وقعت مصر ممثلة في هيئة الطاقة النووية وروسيا ممثلة في شركة (روز آتوم) المتخصصة في بناء المحطات النووية اتفاقية بناء محطة نووية بالضبعة بقدرة 4800 ميجاوات (4.8 جيجاوات)، وستضم المحطة وفقا للاتفاق 4 وحدات توليد كهربائية قدرة كل منها 1200 ميجاوات، بتكلفة تبلغ حوالي 10 مليارات دولار، وسيتم ذلك عن طريق قرض طويل الأجل من الجانب الروسي، يسدد علي 35 سنة منذ بداية إنتاج المحطة، وسيشارك الجانب الروسي بنحو 80% من التكاليف والجانب المصري 20%، ومن المقرر (حسب الاتفاق) البدء في إنشاء المحطة عام 2016م، علي أنّ ينتهي العمل وتدخل المحطة الخدمة عام 2022م (جريدة الأهرام المصرية، العدد 74100، السنة 140، الجمعة 20 نوفمبر 2015م، القاهرة).

3) المواقع المقترحة للمحطات النووية في مصر :

عندما أقدمت مصر على طرح مواقع لدراستها لقيام محطة نووية، عقدت مناقصة بين عدة شركات متخصصة فنياً في هذا المجال، ووقع الاختيار على شركة بارسونز (Barsonas) الأسترالية (عويس، 2012م، ص 138)، وتم تحديد 18 موقعاً تتوافر فيه المحددات والاعتبارات الجغرافية، والفنية منتشرة بعدة محافظات مختلفة منها: شمال سيناء، جنوب سيناء، والسويس، والبحر الأحمر، ومرسى مطروح. وقد تم تحديد المواقع من مصادر معلومات : وزارات الإسكان والسياحة والطيران المدني والنقل والبيئة والزراعة والهيئة المصرية العامة للثروة المدنية وشبكة المعلومات الدولية، إضافة إلي وزارة الدفاع، والداخلية. وبعد عام من البحوث الحقلية في الثمانية عشر موقع المقترحة تم التوصل إلي ستة مواقع موائمة فنياً ومتوافقة فنياً وبيئياً لإقامة محطات نووية مستقبلية، ونظر للاحتياج لخمسة مواقع فقط في الموحلة الأولى وهي: الضبعة، والنخلية و(الفرنجات، مرسى جرجوب)، ومرسى

علم، وسفاجة، ووضع الموقع السادس "شرق مدينة العريش" على قائمة الاحتياط (عبده، 2009م، ص 26)، لأسباب أمنية وإستراتيجية (شكل 15).



شكل (15) : التوزيع الجغرافى لمواقع محطات الطاقة النووية المقترح إنشاؤها فى مصر.

أ- موقع محطة الضبعة :

تقع منطقة الضبعة "موقع المحطة المقترحة" على ساحل البحر المتوسط، وتتبع إدارياً محافظة مرسى مطروح. وتقع إلي الغرب من مدينة الإسكندرية بمسافة تبلغ 156 كم "183 كم من محطة سكة حديد الإسكندرية وعن مدينة مطروح" بحوالي 155 كم شرقا وعن مطار العلمين بنحو 5 كم، وجاءت منطقة الضبعة أول المناطق المؤهلة والمرشحة لتوطين المحطة. ويرجع ذلك لأن المنطقة بها بنية أساسية أُنشئت منذ أكثر من ثلاثين عاماً، وأي

موقع آخر يحتاج إلي نحو ثلاث سنوات ليصل إلي مستوى الضبعة التي تم العمل فيها منذ عام 1979م وحتى عام 1981م ثم توقف العمل، وضمت المنطقة لوزارة الكهرباء. ويحاط الموقع المرشح للمحطة بسور هيئة الطاقة النووية بطول 15 كم شمال الطريق الدائري، وبطول 21 كم على ساحل البحر المتوسط، وبمتوسط عرض تراوح بين 3.5–4.5 كم، وتبلغ مساحة المحطة نحو 60 كم^2، ويقترح إقامة أربع محطات نووية في هذا الموضع.

ويتميز هذا الموقع بعدة مميزات فنية واقتصادية وبيئية وأمنية، ويرجع اختيار الضبعة كموطن لإقامة المحطة النووية الأولى في مصر لعدة أسباب: أنّه يمكن نقل الكهرباء المنتجة إلي مراكز الأحمال (في الدلتا منطقة السوق – الاستهلاك)، وربط المحطة بالشبكة الموحدة للدولة بخطوط جهد عالي (500–220 ك.ف.)، علاوة على ربطها بليبيا ودول المغرب الغربي. ومعلوم أنّ خطوط الجهد العالي تقلل من الفاقد في الكهرباء أثناء النقل، ومن المفروض أنْ يتم ربط المحطة النووية بالشبكة العامة للكهرباء للدولة بدائرة مزدوجة "خط مزدوج" تحسباً لحدوث خلل في الخط المفرد، وتوقف التيار والمحطة وحدوث انفجار.

وروعى في اختيار موقع وموضع المحطة النووية بالضبعة الاعتبارات الجيومورفولوجية فأقصى ارتفاع لأرض المحطة عبارة عن بعض التلال الصغيرة التي يتراوح ارتفاعها بين (12: 40 متراً) في حين أنّ هناك مناطق يقل انخفاضها بمتوسط (10: 15 متراً) عن مستوى سطح البحر، ويمكن حفر وردم وتسوية هذه المناسيب، أما جيولوجيا وتكتونيا، فالمنطقة خالية من ظاهرات الكارست وخالية من أي عوار جيولوجي، ولا تتعرض لأي زلازل أو هزات أرضية. لذلك فالموقع المختار مناسب لإنشاء محطة الكهرباء النووية (الديب، 1993م ص 121).

ومن المخطط أنّ يحيط بالمحطة ثلاث دوائر "نطاقات" للأمان الأولى بنصف قطر 2كم، وتكون خالية تماماً من السكان، والثانية بها عدد محدود من السكان "ويفضل إخلاءها من السكان" بنصف قطر 12كم، والثالثة المنطقة الآمنة ما بعد ذلك. وهذه القواعد تنطبق على موقع المحطة النووية بالضبعة (الديب، 1993م، ص ص 102–112). أما توافر المياه بكميات كبيرة ومتجددة، واستقرار المناخ، وسهولة الوصول إلي المنطقة براً وبحراً وجواً، فكلها في صالح المنطقة.

وتجدر الإشارة أنّه بعد ثورة 25 يناير 2011م، قام بعض الأهالي والسكان في منطقة الضبعة بالتعدي على مساحات من الأراضي المخصصة للمحطة، وبعض الأراضي المجاورة لها، "حرم المحطة" وقامت أجهزة الدولة بحل هذه المشكلات، وتعويض الأهالي.

ب- موقع محطة النجيلة :

اختيرت منطقة النجيلة كموقع تالي (وليس بديلاً) لمنطقة الضبعة لإنشاء محطة نووية، واختير موقع المحطة على بعد 12 كم من مدينة النجيلة وهي أقرب تجمع سكاني لموقع المحطة. وتقع هذه المنطقة إلي الغرب من الضبعة بحوالي 225 كم، وغرب مدينة مرسى مطروح بحوالي 90 كم، وتبعد عن حدود مصر الغربية مع ليبيا بحوالي 150 كم شرقاً. واختير بمنطقة النجيلة موقعين يصلحان لإنشاء محطات نووية : الأول: يقع إلي الشرق من النجيلة بحوالي 6 كم، وتبلغ مساحته نحو 75 كم^2، ويطل على ساحل البحر المتوسط بمسافة تبلغ نحو 25 كم، ويتكون من منطقتين هما "الفريخات ومرسى العاصي" ويحتوي الموقع على عدد من آبار المياه الجوفية، ولكن هذان الموقعان يلزمهما شق قناة تتصل بالبحر المتوسط بطول 5 كم لسحب المياه اللازمة لتبريد المحطة (عويس، 2012م، ص 139). أما الموقع الثاني: فيقع إلي الغرب من مدينة النجيلة ويطلق عليه "مرسى جرجوب" وتقع المحطة المقترحة على ساحل البحر المتوسط مباشرة، ويمكنها الحصول على المياه اللازمة للتبريد من البحر المتوسط مباشرة كذلك صرفها.

وتجدر الإشارة أنّ موقع النجيلة لا يختلف كثيراً عن موقع الضبعة من الناحية الجيولوجية والتضاريس والمناخية، بيد أنّه يبعد أكثر عن "السوق" مناطق الاستهلاك في الدلتا والوادي. وهذه لا تمثل مشكلة كبيرة في نقل الكهرباء بعد إمكانية نقلها بخطوط كهربائية فائقة الجهد تقلل كثيرا من الفاقد في الكهرباء.

ج- موقع محطة مرسى علم :

أُختير موقع هذه المحطة على ساحل البحر الأحمر، ويقع إلي الجنوب من مدينة مرسى علم (ساحل البحر الأحمر) بمحافظة البحر الأحمر بحوالي 4 كيلومترات ويواجه ساحل البحر الأحمر بطول 8 كم، وبعمق 7 كم، وتبلغ المساحة الإجمالية للموقع حوالي 70 كم^2. وتقع محمية "وادي الجمال" جنوب الموقع بحوالي 7 كيلومترات، ويتميز هذا الموقع ببعده عن المناطق السكنية، وقربه مصدر المياه، وروعي في اختياره دراسات جيولوجية راعت أمكانية حدوث زلازل أو انكسارات أرضية.

د- موقع محطة سفاجا :

تقع هذه المحطة النووية المقترح بناءها بمحافظة البحر الأحمر بالقرب من مدينة سفاجا، وتبعد عن ميناء سفاجا حوالي 7 كيلومترات، ويحد الموقع من الشرق طريق الغردقة/مرسى علم، ومن الشمال طريق قنا/سفاجا، وتبلغ مساحة الموقع نحو 91 كم^2، بواجهة تبلغ نحو 10 كم على ساحل البحر الأحمر، وبعمق 10 كيلومترات تقريباً ويحد الموقع شرقاً محمية البحر الأحمر.

وتجدر الإشارة إلي أنّه كان هناك موقع مقترح لتوطين محطة نووية شمال فنار الزعفرانة جنوب مدينة السويس بمسافة 120 كم، وعلى الخليج مباشرة، وظهرت عوامل دعت إلي التخلي عن هذا الموقع بسبب وجود انكسارات وإمكانية حدوث زلازل(الديب، 1993م، ص 102). وتم دراسة موقع آخر بمحافظة السويس في "عيون موسى"، وعلى مساحة نحو 10.3 كيلومترات من المنطقة الصناعية بعتاقة (عبده، 2009م، ص 28). ويرى الباحث أنّ ساحل البحر الأحمر يعد رديفا لساحل البحر المتوسط في حالة إنشاء محطات نووية على الثاني ودخولها الخدمة، وتوفر الخبرة والإدارة والسوق.

هـ- مواقع محطات شبة جزيرة سيناء :

هناك مواقع أخرى مقترحة لإنشاء محطات نووية في شبه جزيرة سيناء، الموقع الأول على ساحل البحر المتوسط في المسافة المحصورة بين بحيرة البردويل، وحدود مصر الشرقية عند رفح، والثاني يقع بمحافظة جنوب سيناء على ساحل خليج السويس وفي منطقة حمام فرعون، وتبلغ مساحة الموقع نحو 35 كم^2، وبالقرب من طريق نفق الشهيد أحمد حمدي/الطور، وبقرب من آبار البترول ومخازونه على خليج السويس.

وتجدر الإشارة إلي أنّ الموقع الأول، يقع بعيدا عن مراكز الأحمال من ناحية، وقريب من مناطق التوتر الأمني والحدود الشرقية لمصر من ناحية أخرى، ويصعب المجازفة بإقامة مشروعات من مثل هذا النوع تحتاج إلي درجة عالية جداً من الأمان والموثوقيه. أما الموقع الثاني يمكن أنّ يكون رديفاً لمناطق ساحل البحر الأحمر، خاصة وأنّ سيناء تحتاج إلي التعمير والاستثمار والتنمية.

مما سبق يتضح أنّ المواقع المقترحة لتوطين المحطات النووية المزمع إنشاءها في مصر، تقع على ساحل البحرين المتوسط والأحمر، وبعيدة عن الدلتا والوادي، للحصول على

المياه المطلوبة بكميات كبيرة للتبريد من ناحية، والبعد عن مناطق مكتظة بالسكان من ناحية أخرى، كذلك بعدها عن الأنشطة الاقتصادية والاستراتيجية "زراعية/صناعية/قواعد عسكرية/مطارات"، مما يجعلها آمنة الي حد كبير في أي حالة سياسية تمر بها البلاد.

التوصيات :

تقترح الدراسة بعض التوصيات يمكن إيجازها فيما يلي:

1- زيادة الوعي بين السكان عن أهمية الطاقة، والعمل علي ترشيد الاستهلاك منها من خلال عدة محاور: إعلامية، وتنظيمية، وتسعيرية، وتقنية. وتتلخص الجوانب الإعلامية من خلال رفع الوعي لدي السكان باستخدام وسائل الإعلام والتعليم المختلفة، ونشر ثقافة استخدام الطاقة المتجددة والنظيفة وأهميتها لتحقيق التنمية المستدامة للحفاظ علي موارد الدولة من الوقود الاحفوري للأجيال القادمة. وفي الجانب التنظيمي يجب وضع مجموعة من اللوائح والقوانين والتشريعات تساعد علي الحد من الإسراف في استهلاك الطاقة كاستخدام المصابيح الموفرة في المنازل، وتصميم المباني الحكومية التي يوجد بها أجهزة تكييف للحد من تسرب الهواء، والصيانة الدورية لتلك الأجهزة. أما في الجانب التسعيري، فيمكن رفع أسعار الطاقة بما يتناسب مع الهيكل الاقتصادي والاجتماعي للسكان، وقد قامت الدولة بذلك في الفترة السابقة، ولكن يراعي أنّ لا تكون زيادة أسعار الطاقة مؤثرة علي كاهل الطبقات الفقيرة والمتوسطة، وإلا سيحدث تأثرا عكسيا، خاصة وأنّ البلاد تمر بمرحلة اقتصادية وسياسية حرجة. أما الأساليب التقنية، فيجب إدخال تعديلات تقنية حديثة ومتطورة علي الأجهزة التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة خاصة في الصناعات كثيفة الطاقة، وتطبيق أساليب العزل الحراري للمباني الجديدة كشرط لاستخراج رخص البناء، ويمكن أنّ تظهر آثار هذه التقنيات بعد فترة طويلة.

2- تشجيع الابتكار والتطوير في مجال الطاقة المتجددة، وعقد مؤتمرات وندوات علمية، والاستفادة من تجارب الدول الناجحة في تطبيقات الطاقة المتجددة (ألمانيا في طاقة الرياح، وأسبانيا في الطاقة الشمسية)، وإرسال البعثات العلمية والخبراء للوقوف علي آخر ما توصلت إليه هذه الدول في مجال الطاقة المتجددة.

3- وضع استراتيجية مستقبلية للطاقة المتجددة علي فترات متعددة (قصيرة، ومتوسطة، وطويلة الأمد) وتوفير الكوادر البشرية، وتأهيلها علميا وفنيا وميدانيا، وفتح أقسام في كليات الهندسة والمعاهد العلمية المتخصصة تهتم بالطاقة المتجددة وتطبيقاتها.

4- تشجيع أنشطة البحث والتطوير في مجال تكنولوجيات المعلومات والاتصالات لتطوير قطاع الكهرباء والطاقة، بما في ذلك التكنولوجيات اللازمة لتطوير واكتشاف مصادر الطاقة المتجددة والعمل على إنتاج طاقة نظيفة وبتكلفة اقتصادية من أجل تحقيق التنمية المستدامة للطاقة.

5- التوسع في استخدام تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية GIS لإعداد قاعدة بيانات لكل المناطق المناسبة لاستغلال الطاقة المتجددة، واستخدام أجهزة الاستشعار عن بعد RS في مراقبة وتسجيل وتحليل البيانات الجغرافية والمناخية والطبوغرافية، وإعداد نماذج للتنبؤ بحدوث الرياح وكمية الإشعاع الشمسي في فترات زمنية محددة وبالتالي تحديد حجم إنتاج الطاقة المتوقعة في كل منطقة، وتوفير هذه البيانات ونشرها للمهتمين بدراسة أو استغلال الطاقة المتجددة، للتعريف بامكانات الدولة في هذا المجال.

6- تشجيع استخدام تقنيات الطاقة الشمسية في المجالات التي لا تحتاج الي درجات حرارة عالية (أقل من 100 درجة مئوية)، في تدفئة المنازل، وتجفيف المحاصيل الزراعية، وتسخين المياه ، ورفع كفاءة السخانات، وصيانتها الدائمة، من تراكم الأتربة والملوثات التي تقلل من كفاءتها، مع ملاحظة أنّ مثل هذه السخانات يمكن إنتاجها محليا، وتطبيق استخدامها في القري والمدن الجديدة والمناطق السياحية، وسيقلل ذلك من زيادة الضغط عن الشبكة الكهربائية الموحدة للدولة، التي تعاني من تزايد الأحمال الكهربائية عليها وقت الصيف، وأثناء ارتفاع درجة حرارة الشمس. وتطبيق تكنولوجيا تحلية مياه البحر Desalination باستخدام صهريج المياه الشمسي solar Shell في تبخير وتكثيف المياه لسعة تصل الي نحو (20–30 م^3/يوم) وهذه التقنية يمكن تطبيقها في المناطق الساحلية، والتي يعوزها الماء العذب، تحسين كفاءة استخدام الخلايا الفوتوفولطية VT وتقليل تكلفتها في توليد الكهرباء، واستخدامها في إضاءة الشوارع والطرق السريعة، والمناطق النائية غير المربوطة بالشبكة الموحدة، مثل مناطق الصحراء الغربية في شرق العوينات ومناطق النوبة ومثلث حلايب وشلاتين، وبعض قري مرسى مطروح.

7- الإفادة من طاقة الرياح في توليد الكهرباء في المناطق المستصلحة والقابلة للاستصلاح الزراعي، واستخدامها في رفع وضخ المياه الجوفية (وهي فكرة قديمة كان يستخدمها البدو في رفع المياه من الآبار)، ويمكن تطويرها ورفع تقنيتها، حيث أثبتت الدراسات أنّه يمكن لمحطة كهروهوائية قدرتها 5 كيلووات ري حوالي 10 أفدنة من الأراضي المستصلحة. ويمكن تطبيق ذلك في المناطق المستصلحة غرب المنيا، خاصة وأنّ الدولة تعتزم استصلاح مليون ونصف المليون فدان في هذه المنطقة، إضافة الي أنّها من المناطق الواعدة في طاقة الرياح، وبذلك يمكن توفير طاقة وإنتاج مياه.

8- التنسيق والتعاون بين وزارتي الكهرباء والطاقة ووزارة السياحة، علي أنّ تقوم القري السياحية المقامة أو المزمع إقامتها علي ساحل البحر الأحمر – وهي من أهم المناطق المستقبلة للرياح في الدولة – بتخصيص جزء من عوائدها واستثماراتها في إنشاء مزارع رياح متوسطة القدرة لتوليد الكهرباء، لتفي بعض حاجتها من الكهرباء النظيفة المتجددة، وتخفيف أحمال هذه المناطق عن كاهل الشبكة الموحدة للكهرباء بالدولة.

9- تحديد المساحات اللازمة لإقامة مزارع الرياح واللواقط الشمسية وإعدادها، ومد البنية الأساسية لها، وتقديمها للمستثمرين بحق انتفاع، علي أنّ يشترط علي المستفيد من هذه الأراضي أنّ لا يستخدمها في أغراض أخري غير إنتاج الطاقة النظيفة، وتقديم الدعم المالي والفني، وشراء الطاقة المنتجة بأسعار مجزية.

10- ضرورة المحافظة والصيانة الدورية للمحطات الكهروشمسية والكهروريحية العاملة في الكريمات والزعفرانة لرفع كفاءتها، وعمل التوسعات المستقبلية لها، وإزالة أي تعديات علي المناطق المجاورة لها والمخصصة لتلك التوسعات، للإفادة من وفورات الموقع لتلك المحطات.

11- نظرا لارتباط الامكانات الكهرومائية في مصر بنهر النيل وإيراداته من المياه، لذلك يجب دراسة أية مشروعات تقام علي منابع النيل وبدقة شديدة (مسألة أمن قومي)، لأن انخفاض منسوب إيرادات النهر من المياه سيؤثر بشكل مباشر علي محطة السد العالي وإنتاج الكهرباء في الدولة. الاهتمام بالقدرات الكامنة في مجري النهر وقناطره وسدوده، ودراسة فارق المنسوب (الضاغط الرأسي) لكل قنطرة علي طول المجري ورياحاته وترعه، خاصة وأنّه حدث تطور كبير في السنوات السابقة في صناعة توربينات تعمل

علي سقوط مائي منخفض لتوليد الكهرباء بقدرات صغيرة تناسب المناطق الريفية، ويمكن أنّ تعتمد عليها بعض المشروعات الصناعية.

12- إعادة النظر في مشروع منخفض القطارة، والبت فيه نهائيا، وذلك بعد عرض المشروع في مناقصة عالمية – لارتفاع تكلفة المشروع – بحق الانتفاع لفترة زمنية علي غرار مترو الأنفاق، وتقييم آثار المشروع، اقتصاديا، وبيئيا، وسياسيا، واجتماعيا.

13- الاهتمام بمشروع البرك الشمسية Solar Ponds في توليد الكهرباء، وتطوير تكنولوجيا استخدامها بما يلائم الظروف الاقتصادية والتقنية للدولة، وإعداد قاعدة بيانات مناخية وهيدرولوجية عن المناطق المناسبة كما في بحيرة قارون، والبحيرات الشمالية، وساحل البجر الأحمر.

14- رفع الوعي لدي السكان باستخدام وسائل الإعلام المختلفة بأهمية مخلفات الكتلة الحيوية وجدوي الاستفادة منها، والرقابة عليهم في التخلص من هذه المخلفات وتحديد أماكن محددة لتجميعها حسب أنواعها (التصنيف من المنبع) لسهولة الاستفادة منها.

15- الاستفادة من التقنيات الحديثة، وخبرات الدول الناجحة والمتقدمة في معالجة المخلفات وإنتاج الطاقة منها، وإعداد قاعدة بيانات وخرائط عن هذه المخلفات وتوزيعها الجغرافي علي مستوي مساحي ضيق (قرية/مركز/حي/مدينة)، وذلك من حيث الكمية والنوع وموسمية المخلفات، وتقديمها في صورة مشروعات صغيرة ومتوسطة، وتقديم الدعم الفني والمالي لهذه المشروعات.

16- تطبيق التقنيات الحديثة (إنتاج البيوجاز) في معالجة المخلفات، وهناك تجارب وتطبيقات كثيرة في دول مشابهة، ويمكن تطبيق هذه التقنيات في المناطق الزراعية الجديدة والمزارع الكبيرة أولا، وبجوار مزارع الدواجن والماشية، خاصة وأنّ الأولي من أكبر مستهلكي الغاز (أنابيب الغاز) خاصة في فصل الشتاء، ويمكن بعد ذلك تعميمها في مناطق أخري مع الأخذ في الاعتبار الآثار البيئية والأمنية والاقتصادية.

17- تشجيع الدراسات البحوث العلمية بالجامعات ومراكز البحث العلمي، المتعلقة بدراسة المخلفات، تخطيطيا، وجغرافيا، وبيئيا، وطرق تقليص حجمها، وأنسب الطرق للإفادة منها، كيميائيا وحيويا (بحوث علمية متكاملة).

18- وضع برامج من قبل الدولة، ورصد الميزانية المناسبة لها علي ألمدي (القصير والمتوسط والطويل)، وعلي مراحل تستهدف الاستفادة من هذه المخلفات: كمرحلة أولي Short Run ولمدة حمس سنوات وتستهدف الاستفادة من 5 مليون طن/سنويا من

المخلفات، ويمكن أنْ يتم تطبيق هذه المرحلة في القرى النموذجية والمزارع الكبيرة، وعواصم المحافظات، ثم علي ألمدي المتوسط Medium Run ويمكن أنْ تستهدف هذه المرحلة 10 مليون طن من المخلفات / سنويا وتستمر لمدة عشرة سنوات، وتطبق علي المدن الكبيرة ومجالس المحليات. أما علي ألمدي البعيد Long Run فيمكن أن يستهدف أكثر من 15 مليون طن من المخلفات سنويا، وفي هذه المرحلة يعمم البرنامج علي مستوي الدولة.

19- الإسراع في تنفيذ البرنامج النووي المصري (ولا مجال للتأخير) خاصة وأنّ هذا المشروع بدأ منذ ستين عاما، وتم توقيع عقد المشروع واختيار منطقة الضبعة، وهناك كثير من المناطق والمواقع المناسبة لتوطين محطات نووية أخرى علي الساحل الشمالي وساحل البحر الأحمر. أما القلق من مخاطر المشروع النوي، فله جانبان : قلق مشروع ويماثل القلق المصاحب لمعظم التطبيقات التكنولوجية الحديثة (سقوط طائرات، حوادث سيارات، صعق كهربائي ... الخ)، ولكن تلك الأخطار لا تعني الامتناع عن الاستخدام والإفادة من هذه التكنولوجيا، بل الإمعان في اتخاذ احتياطات الأمان. وتجدر الإشارة الي تقدم الأمان النووي في المفاعلات الحديثة لدرجات عالية جدا. أما القلق غير المشروع فيتمثل في الخوف من الإهمال وعدم كفاءة الكوادر البشرية المصرية في إدارة وتشغيل وصيانة المحطة النووية. ومن هنا نكون قد حكمنا علي أنفسنا بالتخلف الأبدي، تكنولوجيا وثقافيا.

المراجـــع

أولاً : المراجع العربية :

1. أبو شحادة، عدنان (1984)، طاقة الرياح والامكانات المتاحة لاستغلالها في الوطن العربي، مجلة النفط والتعاون العربي، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، المجلد العاشر، العدد الثاني، الكويت.
2. البنك الدولي (2010)، تقرير التنمية وتغير المناخ، مركز الأهرام للنشر والترجمة والتوزيع، القاهرة.
3. أحمد، عادل (2006)، تطورات البرنامج السلمي المصري، مجلة السياسة الدولية، العدد 165، يوليو، مؤسسة الأهرام، القاهرة.
4. أحمد، عزت صبرة و محمد، جيهان عبد المعز (2008)، إنتاج الوقود الحيوي وانعكاساته علي محصول الذرة الشامية في مصر، المجلة المصرية للاقتصاد الزراعي، المجلد 18، العدد 2، القاهرة.
5. أحمد، مكرم (2007)، قدرة مصر النووية، أسباب الإخفاق وتحديات المستقبل، دار الشروق، القاهرة.
6. الأوس، أسعد عبد المجيد (1988)، معجم مصطلحات الهندسة الكهربائية الشامل، الدار العربية للعلوم، بيروت، لبنان.
7. الحتة، أحمد أحمد (1955)، تاريخ مصر الاقتصادي في القرن التاسع عشر، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.
8. الخياط، محمد مصطفي محمد (2007) ، تكنولوجيا طاقة الرياح : أسس عمل وأنواع توربينات الرياح (الجزء الأول)، مجلة الكهرباء العربية، العدد 91.
9. الخياط، محمد مصطفي محمد (2010)، تكنولوجيات مركزات الطاقة الشمسية، مجلة كهرباء العرب، العدد السادس عشر، الأمانة العامة للإتحاد العربي للكهرباء، عمان، الأردن.
10. الخياط، محمد مصطفي محمد و محمود، ماجد كرم الدين (2008)، سياسات الطاقة المتجددة إقليميا وعالميا، متوفر علي الرابط www.energyandeconomy.com
11. الخياط، محمد مصطفي محمد (2013)، الطاقة لعبة الكبار "ماذا بعد الحضارة الكربونية"، مكتبة الأسرة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.

12. الديب، محمد محمود إبراهيم (1977)، توزيع واستهلاك الطاقة الكهربائية في مصر، مصر المعاصرة، الجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والتشريع، العدد 367، السنة 68، القاهرة.
13. الزهيري، محمود أحمد (2008)، البترول والطاقة: هموم عالم واهتمامات أمة، أوراق المؤتمر العلمي السنوي الثاني عشر، كلية الحقوق، جامعة المنصورة.
14. الزوكة، محمد خميس (2002)، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية.
15. الديب، محمد محمود إبراهيم (1977)، توزيع واستهلاك الطاقة الكهربائية في مصر، مصر المعاصرة، الجمعية المصرية للاقتصاد السياسي والتشريع، العدد 367، السنة 68، القاهرة.
16. الديب، محمد محمود إبراهيم (1993)، توطين محطة الكهرباء النووية: حالة مشروع الصيغة : مصر دراسة تطبيقية، المجلة الجغرافية العربية، المجلة الجغرافية المصرية، القاهرة.
17. الديب، محمد محمود إبراهيم (1993)، الطاقة في مصر : دراسة في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
18. الديب، محمد محمود إبراهيم (2009)، قضايا الطاقة في مصر، سلسلة بحوث جغرافية، العدد 25، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
19. جريدة الأهرام المصرية، العدد 74100، السنة 140، الجمعة 20 نوفمبر 2015م، القاهرة.
20. حمادة، إيملي (2008)، طاقة الرياح : دراسة تطبيقية في المناخ التطبيقي، المجلة الجغرافية العربية، العدد 52، الجزء الثاني، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
21. حمد، غسان (1408هـ)، الطاقة الشمسية، مجلة العلوم والتقنية، العدد الثالث.
22. خليل، أحمد موسى محمود (2015)، الربط الكهربائي بين الدول العربية: دراسة في جغرافية الطاقة، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 66، السنة 47، الجزء الثاني، القاهرة.
23. خليل، أحمد موسى محمود (2014)، طاقة الكتلة الحيوية في مصر بين الهدر والاستدامة : دراسة في جغرافية الطاقة، بحث مقدم إلي المؤتمر العلمي الدولي الأول لقسم الجغرافيا، بكلية الآداب، جامعة حلوان، المعنون (الجغرافيا وآفاق التنمية في الوطن العربي)، جامعة حلوان (6-7 سبتمبر 2014).

24. خليل، أحمد موسى محمود (2007)، الربط الكهربائي بين دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية : دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 131، السنة 34، جامعة الكويت، الكويت.
25. خليل، أحمد موسى محمود (2007)، الطاقة الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة في الربع الأخير من القرن العشرين : دراسة في جغرافية الطاقة، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد 124، السنة 33، جامعة الكويت، الكويت.
26. سعد، فاطمة (1994)، إمكانات الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية البنات جامعة عين شمس، القاهرة.
27. سليمان، كامل حنا (1978)، مناخ جمهورية مصر العربية، الهيئة العامة للأرصاد الجوية، القاهرة.
28. سويلم، محمد نبهان (1988)، الكيمياء والطاقة البديلة، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
29. شعبان، فاتح (2010)، الطاقة الكهرومائية في سوريا، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 55، السنة 42، القاهرة.
30. صبري، مصطفي كمال (2005)، لمحات عن الطاقة الكهربائية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
31. طه، محمود سري (2007)، ترشيد الطاقة وإدارة الطلب عليها، سلسلة العلوم والتكنولوجيا، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
32. عبد الصبور، ممدوح فتحي (2002م)، الطاقة النووية وإنتاج الطاقة، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد 22، يناير.
33. عبد الصمد، فاطمة محمد أحمد (2014)، المخلفات الصلبة في مدينة الجيزة : دراسة في جغرافية الخدمات، الجمعية الجغرافية المصرية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد السادس والسبعون، القاهرة.
34. عبد المعطي، شاهين (2009)، الآثار الاقتصادية والاجتماعية لكهربة الريف: دراسة حالة لقرية مصرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 53، السنة 41، القاهرة.
35. عبده، سعيد (1987)، جغرافية نقل الطاقة في مصر، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
36. عبده، سعيد (1999)، جغرافية الطاقة، مفهومها، ومجالها، ومناهجها، الجمعية الجغرافية المصرية، المجلة الجغرافية العربية، العدد 34، الجزء الثاني، القاهرة.

37. عبده، سعيد (2009)، مستقبل الطاقة الكهرونووية في مصر: منظور جغرافي، المجلة الجغرافية العربية، المجلة الجغرافية المصرية، العدد 53، السنة 41، الجزء الأول.
38. عبده، سعيد (2012)، مستقبل الطاقة المتجددة في مصر، مجلة المجمع العلمي المصري، العدد 87، القاهرة.
39. عجوة، أحمد محمد علي (2008)، جغرافية مزارع الرياح وإنتاجها من الكهرباء في مصر، مجلة المجمع العلمي المصري، العدد 83، القاهرة.
40. عمار، محمد محمود (1989)، الطاقة: مصادرها واقتصادياتها، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.
41. عياش، سعود يوسف (1981)، تكنولوجيا الطاقة البديلة، عالم المعرفة، العدد 38، الكويت.
42. عويس، محمد زكي (2012)، مستقبل الطاقة النووية والأمن العربي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة.
43. فينارد، إدوارد، ترجمة محمد عبد الرحمن الحيدر، (بدون تاريخ)، إدارة أعمال الطاقة الكهربائية، مطابع جامعة الملك سعود.
44. لهيطة، محمد فهمي(1944)، تاريخ مصر الاقتصادي في العصور الحديثة، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.
45. مركز تحديث الصناعة، قطاع الطاقة المتجددة في جمهورية مصر العربية، التقرير النهائي 2011.
46. منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، التقرير الإحصائي السنوي، الكويت، أعداد مختلفة.
47. نظير، هناء (2012)، المتطلبات البيئية لتوليد الطاقة من البرك الشمسية الملحية، نموذج تطبيقي على بحيرة فاروق، مجلة المجمع العلمي المصرين المجلد 87.
48. وزارة التنمية المحلية، مركز دعم واتخاذ القرار، بيانات غير منشورة، 2010، القاهرة.
49. وزارة الكهرباء والطاقة (1981)، الطاقة واستراتيجية وزارة الكهرباء للمرحلة (1980–2000) المجلد الثالث، القاهرة.
50. وزارة الكهرباء والطاقة، الشركة القابضة للكهرباء، التقرير السنوي، أعداد مختلفة، القاهرة.

51. وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، أعداد مختلفة، القاهرة.
52. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي، 2013/2012.

ثانياً : المصادر والمراجع غير العربية :

1. Chapman, J.D. (1989), Geography and Energy, Commercial Energy Systems and National Policies, Long Man, New York.
2. Charlotte Jull, (2007), Recent Trend in The law and policy of Bio-Energy production: promotion and use (F.A.O), No. 68.
3. Elkhyat, Mohamed Mostfa," Renewable Energy in Egypt challenges and prospects", Thermal Issues in Emerging Technologies, Mansoura University, Cairo.
4. Elder. M. (2008), Prospects and Challenges of Biofuels in Asia, IGEs, Japan.
5. El Nakeeb, H. (2005), "Energy in Egypt", 2nd International Conference on Scientific Research, Cairo University-Cairo, December 2005.
6. El Mashad, H.M. (2003), Reuse Potential of Agricultural Wastes in Semi-Arid Region: Egypt As a case Study, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
7. Elsobki, M. (2005) "Regulatory Policies Towards Renewable Energies in Egypt", 2nd International Conference on Scientific Research, Cairo University-Cairo, Egypt.
8. F.A.O. (2010), World Ethanol and Bio-fuels Report, Vol. 8, No. 16.
9. Global Renewable Energy Review, 2005.
10. Godfrey, B. (2004), Reewable Energy, Power for sustainable Future, Oxford University press, Oxford.
11. Hazel, P.R. (2006), Bioenergy and Agreculture: Promise and challenges, International Food Policy Research Institute, www.IFPRI.com
12. IEA/UNEP 2002, "International Energy Agency", United Nations Environment Programme, Reforming Energy Subsidies, Paris.
13. Jong-dall Kim, Dong-hi Han, and Jung-gyu Na (2006), The Solar City Daegu 2050 Project: Visions for a Sustainable City.
14. Jarret, H.R. (1977), A Geography of Manufacturing, London.
15. Key World Energy Statistics, IEA, 2005.
16. Manners, J. (1964), The Geography of Energy, Hutchinson University Library, London.
17. New and Renewable Energy Authority - Annual Report (NREA) 2004/2005.

18. Renewable Energy 2012, Global Statues Report Renewable Energy Policy Network For the 21st Century.
19. Solar Cities Forum, (2009), Canberra, Australian Government Solar Cities.
20. Keiichi Komoto, Energy from The Desert: http://www.desline.com
21. Ugrate, D. (2006), Developing Bioenergy Economic and Social Issues. International Research Institute, www.IFPRI.com
22. World Energy Investment Outlook, IEA, 2003.

ثالثاً : مواقع على شبكة الإنترنت :

1. Egyptian Ministry of Petroleum and Mineral Resources: www.emp.gov.eg
2. Energy Efficiency Improvement and Greenhouse Gas Reduction Project: www.eeiggr.org
3. Ministry of Electricity and Energy : www.moee.gov.eg
4. National Authority of Urban Development and New Communities: www.nuca.com.eg
5. New and Renewable Energy Authority: www.nrea.gov.eg
6. Organization for Energy Planning : www.oep.gov.eg
7. State Ministry for Environmental Affairs: www.ee

New and Renewable Energy in Egypt
"From The geographical perspective"

ABSTRACT

The last quarter of the twentieth century testified an increasing interest in new and renewable energy worldwide. This was attributed to aggravation of oil crisis, founding of OPEC, sharp rise of fossil fuel prices and its use as a political weapon. In addition, the many wars took place in the middle east to control oil resources. Scientific research turned to use renewable energy, to achieve the so-called energy security in case of stopping fuel imports or more increase in prices due to political or economic reasons.

In Egypt, energy problem lies in the limited resources available from fossil fuels (petroleum, natural gas and coal), while Egypt consumes large amounts of energy, outweigh its production due to rapid population growth, urbanization, industrial development, and plans for economic and social development adopted by the state since the sixties of the last century.

This research aims to study new and renewable energy in Egypt from a geographical perspective, to shed light on the most important new and renewable energy sources such as; solar energy, wind energy, hydropower energy, biomass energy, and nuclear energy, in terms of geographical distribution, capabilities, output of electricity, and their contribution to bridging the energy gap in Egypt, also, its role in economic and social development, as well as their contribution to sustainable development, reduction of pollution, and preserving the environment and natural resources for future generations.

Key Words: New and renewable energy, solar energy, wind energy, hydropower, biomass energy, nuclear power, sustainable development.

الإصدارات السابقة
لسلسلة البحوث الجغرافية

1. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
2. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامى، 1997.
3. القرى المدمرة فى فلسطين حتى عام 1952، أ.د. يوسف أبو مايلة وآخرون، 1998.
4. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، 1999.
5. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية فى مصر، د. أحمد عاطف دردير، 2001.
6. صورة الأرض فى الريف، د. محمد أبو العلا محمد، 2001.
7. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامى محمود، 2003.
8. الماء والأفلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، 2004.
9. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزاملى، 2005.
10. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبى على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، 2005.
11. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، 2006.
12. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، 2006.
13. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم على غانم، 2006.
14. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2006.
15. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر، د. فاطمة محمد أحمد، 2006.
16. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، 2007.
17. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد، د. المتولي السعيد، 2007.
18. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من 1980 إلى 2004، د. أشرف على عبده، 2007.
19. مياه الشرب فى مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2007.
20. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف على عبده، 2007.
21. الأبعاد الجيوديموجرافية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام 2005، د. سامح عبد الوهاب، 2008.
22. الأوقاف الخيرية فى مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، 2009.
23. صناعة السيارات فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
24. المناخ والملابس فى مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، 2009.
25. قضايا الطاقة فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
26. الثروة المعدنية فى محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، 2009.
27. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة. د. مسعد سلامة مسعد مندور، 2009.
28. التحليل الجغرافى لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، 2009.
29. تحليل جغرافى لمنطقتين عشوائيتين فى مدينة جدة، د. أسامة بن رشاد جستنية و أ. مشاعل بنت سعد المالكي، 2009.

30. الفقر فى غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، 2010.
31. بعض ملامح التنمية العمرانية فى محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، 2010.
32. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف شجاع علي الحارث، 2010.
33. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوى، 2010.
34. التجديد العمرانى للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، 2011.
35. تغير المعطيات المكانية وأثرها فى التنمية السياحية بقرية البهنسا فى محافظة المنيا، د. ماجدة جمعة، 2011.
36. الاتجاهات الحديثة فى جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، 2011.
37. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهه يقظان الجابري، 2011.
38. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2011.
39. أحجار الزينة فى المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، 2011.
40. التنوع الحيوى بإقليم الجبل الأخضر بالجماهيرية العربية الليبية، د. عادل معتمد عبد الحميد، 2011.
41. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (1369–1450هـ) الموافق (1950–2028م)، د. عمر محمد على محمد، 2011.
42. المراوح الفيضية وأثرها على طريق قفط - القصير، د. محمد عبد الحليم حلمي عبد الفتاح، 2012.
43. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، 2012.
44. التنوع المكانى لأنماط النمو الريفى فى المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، د. محمد مشخص، 2012.
45. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، 2012.
46. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، 2012.
47. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2012.
48. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، د. محمد سعيد البارودي، 2012.
49. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية (1995–2012)، د. طارق كامل فرج خميس، 2012.
50. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفر الشيخ، د. محروس إبراهيم محمد المعداوى، 2012.
51. الضوابط المناخية للعجز المائى فى شبه جزيرة سيناء، د. صلاح معروف عبده عماشة، 2012.
52. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2012.
53. مواقف السيارات والأزمة المرورية بمحافظة القاهرة، د. رشا حامد سيد حسن بندق، 2012.
54. ثلاثون عاما من النمو العمرانى الحضرى بمحافظة أسوان، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، 2012.
55. الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة، د. متولي عبد الصمد، 2012.
56. المدينة الصناعية الثانية بمدينة الرياض، د. عبد العزيز بن إبراهيم الحرة، 2012.
57. التغير الكمي والنوعي لاستخدامات الأرض بأحياء المدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، 2012.
58. استخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في رصد ومعالجة مشكلة العشوائيات السكنية بالمدينة المنورة، د. عمر محمد على محمد، 2012.

59. شارع بورسعيد بالقاهرة : دراسة تحليلية فى جغرافية النقل، د. منى صبحي نور الدين، 2012.
60. التمدد الحضرى لمدينة ديرب نجم، د. مجدى شفيق السيد صقر، 2013.
61. التحليل المكانى لتوزيع خدمة محطات تعبئة وقود السيارات بمدينة مكة المكرمة، د. عمر محمد على، 2013.
62. تحليل جغرافي للتعليم الأساسي بقرى مركز أطفيح، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2013.
63. نظم المعلومات الجغرافية ودعم اتخاذ القرار التنموي، د. عاطف حافظ سلامه، 2013.
64. جيومورفولوجية قاع الفريح شرق المدينة المنورة وإمكانات التنمية، د. متولي عبد الصمد، 2013.
65. ملامح الفقر الحضري وخيارات التنمية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، 2013.
66. Abha Town (Kingdom of Saudi Arabia): A Study in Social Area Analysis. (In English) by "Dr. Ismail Youssef Ismail" (2013).
67. نحو صناعة مطورة لحماية البيئة في محافظة أسيوط، د. أحمد عبد القوى أحمد، 2013.
68. الرؤية الجغرافية لواقع ومستقبل خريطة استخدامات الأرض بوسط مدينة الرياض، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، 2013.
69. تنمية النقل البحرى والخدمات اللوجستية فى إقليم قناة السويس، د. منى صبحي نور الدين، 2013.
70. استخدامات الأرض في حلوان مستخلصة من المرئيات الفضائية، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2013.
71. تحليل جغرافى لبعض حوادث السكك الحديدية المصرية، د. منى صبحي نور الدين، 2014.
72. خصائص المحلات العمرانية على الجزر الرملية، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، 2014.
73. تيسير الوصول إلى الخدمات العامة فى مدينة أسوان، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، 2014.
74. الأبعاد الجغرافية لهجرة المصريين غير الشرعية إلى أوروبا، د. محمد أحمد علي حسانين، 2014.
75. التباين المكاني لمحطات الوقود في المدينة المنورة، د. أشرف على عبده، 2014.
76. المخلفات الصلبة في مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2014.
77. جيومورفولوجية ساحل البحر الأحمر بين رأسي بناس وغارب، د. محمد عبد الحليم حلمي، 2014.
78. التحولات العمرانية في منطقة النواة بمدينة أبوعريش، د. سعيد محمد الحسيني، 2014.
79. الضجة المرورية والسائدة بمدينة شبين الكوم، د. إسماعيل علي إسماعيل، 2014.
80. الأبعاد الجغرافية للاتصالات السلكية واللاسلكية فى مدينة طنطا، د. عبدالسلام عبدالستار إسماعيل، 2014.
81. مستقبل زراعة المحاصيل الزيتية في مصر، د. صبري زيدان عبد الرحمن، 2014.
82. تغير مساحة الأراضى الزراعية غربىّ دلتا النيل خلال الفترة (1970–2010)، د. بهاء فؤاد مبروك، 2014.
83. أماكن النحر بمنى، د. فائزة محمد كريم جان عبد الخالق، 2014.
84. جغرافية النقل العام بالحافلات في محافظة الدقهلية، د. محمد صبحي إبراهيم، 2015.
85. التقييم الاقتصادى والبيئى لخريطة التغيرات فى استخدامات الأرض، د. مسعد السيد أحمد بحيرى، 2015.
86. القوة العاملة المنزلية الوافدة من الإناث فى المملكة العربية السعودية، د. اشرف علي عبده، 2015.
87. التحليل المكانى لنفوذ محطات تقوية شبكات المحمول وكفاءتها فى مدينة بنها، د. مسعد السيد أحمد بحيرى، 2015.