الإشعاع الشمسي وأثره في إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية في مصر

أ. ياسر محمد عبد الموجود حسن(*)

مقدمة:

تمثل الشمس المصدر الرئيس لحرارة الغلاف الجوي، حيث تستحوذ على أكثر من ٩٩.٩٧% من إجمالي طاقة الغلاف الجوي المحيط بالأرض، أما مصادر الطاقة الأخرى فلا تسهم إلاَّ بقدرٍ ضئيلٍ يمثل ٠.٠٠٣% من إجمالي طاقة الغلاف الجوي وأهم تلك المصادر: حرارة باطن الأرض وهي محدودة جدًا؛ لأنَّها تقتصر على أماكن انبثاق البراكين، وطاقة النجوم وهي طاقةٌ ضئيلةٌ جدًا؛ وذلك نظرًا للمسافات الهائلة التي تفصل بين الأرض وتلك النجوم، وطاقة المد والجزر، وتقتصر على بعض المناطق الساحلية(١)، ويهدف هذا البحث إلى التعرف على طبيعة الإشعاع الشمسي في مصر، بالإضافة إلى دراسة العوامل الجغرافية المؤثرة فيه.

أولاً- تعريف الإشعاع الشمسي:

ويقصد بالإشعاع الشمسي الطاقة الإشعاعية التي تنبعث من الشمس في جميع الاتجاهات وتستمد منه الكواكب حرارة أسطحها وأجوائها، وعلى الرغم من ضخامة هذه الطاقة فلا يصل إلى الأرض منها سوى قدرٍ ضئيلٍ ١/٢٠٠ مليون جزء ويُعَدُّ هذا المقدار مسئولاً عن الطاقة الحرارية والضوئية التي تصل إلى

---

* المدرس المساعد بقسم الجغرافيا بكلية الآداب بالوادي الجديد.

(١) محمد محمود إبراهيم الديب: الطاقة في مصر، دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٩٥، ص، ص ٨٣٢- ٨٣٤.

الأرض[٢]، ويتكون الإشعاع الشمسي من مجموعةٍ مختلفةٍ من الأشعة المتباينة من حيث الصفات والخصائص العامة، ويمكن تناولها على النحو التالي:

أ- الأشعة الضوئية: (Sun Light Radiation): تُعَدُّ تلك الأشعة على قدرٍ كبيرٍ من الأهمية؛ وذلك لأنَّها تُمَكن الإنسان من رؤية ما حوله، وهي أشعةٌ مرئيةٌ تمثل ٤٥% من إجمالي الأشعة الشمسية، وتبلغ نسبة تلك الأشعة أقصاها خلال منتصف النهار ويتراوح طول موجاتها ما بين (٠.٤– ٠.٧) ميكرون.

ب- الأشعة الحرارية: (Thermal Radiation): وهي أكثر الأشعة الشمسية طولاً، حيث يزيد طول موجاتها عن ٠.٧ ميكرون، ويُسْتَهْلَكُ الجزء الأكبر منها في رفع درجة حرارة سطح الأرض والغلاف الغازي المحيط بها، كما أنَّها أشعةٌ غير مرئيةٍ، تبلغ نسبتها ٤٦% من إجمالي أشعة الشمس، وتعرف بالأشعة تحت الحمراء.

جـ- الأشعة البنفسجية وفوق البنفسجية: (Violet Radiation– Ultraviolet Radiation): هي أشعةٌ غير مرئيةٍ تعرف باسم الأشعة الحيوية؛ وذلك لقدرتها على إحداث تغيرات كيميائية وتمثل ٩% من إجمالي أشعة الشمس، ويتراوح طول موجاتها بين (٠.٢ – ٠.٤) ميكرون[٣].

ثانيًا- العوامل الجغرافية المؤثرة في الإشعاع الشمسي في مصر:

ويتأثر مقدار الإشعاع الشمسي في مصر بمجموعةٍ من العوامل الطبيعية التي يَصْعُبُ التحكم فيها أو السيطرة عليها، وتُعَدُّ هذه العوامل مسئولة عن مقدار الإشعاع الشمسي وحجم الطاقة المتوقعة منه في مصر، ويمكن دراسة أثر تلك العوامل على النحو التالي:

---

[٢] عبد العزيز طريح شرف: الجغرافيا المناخية والنباتية- مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي، ط ١١، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، ٢٠٠٠، ص ٤٣.

[٣] عبد القادر عبد العزيز علي: الطقس والمناخ والميتورولوجيا، مطابع جامعة طنطا، ٢٠٠٢، ص٤٦.

أ- **الموقـع:** يؤدي الموقع دورًا كبيرًا في مقدار الإشعاع الشمسي في مصر، ويعزى ذلك بصفةٍ أساسيةٍ إلى اختلاف كمية الإشعاع الشمسي التي يستقبلها سطح مصر من منطقةٍ إلى أخرى[١]، ويمكن التعرف علىأثر الموقع في تحديد مقدار الإشعاع الشمسي في مصر على النحو التالي:

الموقع الفلكي: يُعَدُّ الموقع الفلكي من العوامل المهمة المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي المباشر؛ حيث تقع مصر بين دائرتي عرض ٢٢°-٣٦َ ٣١° شمالاً؛ وبذلك تقع مصر في المنطقة المدارية الجافة وشبه الجافة حيث يمر مدار السرطان جنوبها[٢]، وتبلغ المسافة المحصورة بين مدار السرطان وحدودها الجنوبية ١٦٠ كم؛ وبذلك تبلغ مساحة الأراضي المصرية الواقعة جنوب مدار السرطان نحو ١٨٢٤٠٠ كم^{٢} تمثل ١٨.٢% من إجمالي المساحة الكلية لمصر البالغة مليون كم٢[٣]؛ الأمر الذي ترتب عليه زيادة معدلات سطوع الشمس في مصر خلال الفترة المحصورة بين شهري (مارس – سبتمبر) أي لمدة سبعة شهور، وقد ترتب على موقع مصر الفلكي أن أصبح له دورٌ كبيرٌ في مقدار الإشعاع الشمسي الساقط عليها؛ وذلك لتأثير الموقع الفلكي على زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، وتتغير تلك الزاوية بتغير فصول السنة[٤]، ويمكن تناول أثر ظاهرة الفصول الأربعة وتأثيرها على مقدار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر على النحو التالي[٥]:

---

[١] محمد محمود إبراهيم الديب: الطاقة في مصر، مرجع سبق ذكره، ص ٨٢٨.

[٢] ياسمين محمد عادل فؤاد: الطاقة المتجددة في مصر، دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠١٣، ص ٩٩.

[٣] مسعد سلامه مندور: الإشعاع الشمسي في مصر، دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنصورة، ٢٠٠٢، ص ١١.

[٤] على سالم الشواورة: جغرافية علم المناخ والطقس، دار المسيرة، عمان، ٢٠١٢، ص ٦٧.

[٥] مسعد سلامة مندور ، الإشعاع الشمسي في مصر، مرجع سبق ذكره، ص ١٣.

• **فصل الصيف:** يحدث في هذا الفصل الانقلاب الصيفي في نصف الكرة الشمالي، حيث تتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان في ٢١ يونيو، ويشهد فصل الصيف تعامد أشعة الشمس على جنوب مصر مرتين هما:

- **الفترة الأولى:** وتكون هذه الفترة مصاحبة لحركة الشمس الظاهرية شمالاً، وفي تلك الفترة تتعامد أشعة الشمس على دائرة عرض ٢٢° درجة شمالاً يوم ٥ يونيو (وهو أول تعامد لأشعة الشمس على أرض مصر خلال العام) ويستمر تعامد أشعة الشمس على دائرة عرض ٢٢° شمالاً حتى تتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان يوم ٢١ يونيو، وبذلك تكون أشعة الشمس عمودية على جنوب مصر، حيث تبلغ قيمة زاوية سقوط الإشعاع الشمسي عند مدار السرطان ٩٠° درجة.

- **الفترة الثانية:** تكون هذه الفترة مصاحبة لحركة الشمس الظاهرية من الشمال إلى الجنوب وتنحصر تلك الفترة بين (٢٢ يونيو– ٥ يوليو) حيث تتعامد أشعة الشمس مرة أخرى على دائرة عرض ٢٢° شمالاً، وينعكس على حركة الشمس الظاهرية من الشمال إلى الجنوب الميل التدريجي للأشعة الشمسية الساقطة على أرض مصر كلما اتجهنا شمالاً.

• **فصل الخريف:** تستمر حركة الشمس الظاهرية نحو الجنوب حتى تتعامد أشعة الشمس على خط الاستواء يوم ٢١ سبتمبر، الأمر الذي ينعكس على زيادة ميل أشعة الشمس الساقطة على أرض مصر، مما يترتب عليه انخفاض مقدار الإشعاع الشمسي في شمال مصر عن جنوبها بدرجةٍ ملحوظةٍ.

• **فصل الشتاء:** تتعامد أشعة الشمس في هذا الفصل على مدار الجدي، ويترتب على ذلك زيادة درجة ميل الأشعة الشمسية الساقطة على أرض مصر، حيث تبلغ درجة زاوية ميل الأشعة الشمسية على مدار السرطان ٤٣° درجة خلال شهر ديسمبر، وينعكس ذلك على انخفاض كمية الإشعاع في مصر حتى يبلغ

أدناه خلال هذا الفصل، وفي شهر ديسمبر تبدأ الشمس في التحرك نحو الشمال ويتبع ذلك انخفاض درجة ميل الأشعة الشمسية، وبالتالي زيادة كمية الإشعاع الشمسي الساقط على أرض مصر، ويستمر انخفاض زاوية ميل الإشعاع الشمسي خلال شهر فبراير، وبذلك يبدأ ظهور القيم المرتفعة للإشعاع الشمسي في جنوب مصر عن شمالها.

د- **فصل الربيع:** وتستمر حركة الشمس الظاهرية في هذا الفصل نحو الشمال حتى تتعامد أشعة الشمس على خط الاستواء في ٢١ مارس؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على مصر[1]، وترتب على ذلك زيادة كمية الإشعاع الشمسي المباشر وحجم الطاقة المتوقعة منهفي مصر.

١- الموقع الجغرافي:

تقع مصر في الركن الشمالي الشرقي لقارة أفريقيا ويحدها جنوباً السودان، وشمالاً البحر المتوسط، ومن الشرق البحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة، ومن الغرب ليبيا، وهي بذلك تُعَدُّ امتدادًا طبيعيًا للصحراء الأفريقية الكبرى، وقد ترتب على وقوع البحر المتوسط شمال مصر، والبحر الأحمر وخليجي السويس والعقبة شرقها أن أصبح لهما تأثيرٌ كبيرٌ على مقدار الإشعاع الشمسي الساقط عليها؛ ويرجع ذلك إلى اختلاف طبيعة الماء عن اليابس المجاور له، وذلك لأنَّ الماء يمتص قدرٌ كبيرٌ من الإشعاع الشمسي نظرًا لشفافيته[1]، بالإضافة إلى ذلك تكتسب المسطحات المائية الحرارة ببطءٍ وتفقدها ببطءٍ؛ ويعزى ذلك إلى أنَّ الحرارة النوعية لليابس ثلاثة أضعاف الماء، وترتب على وقوع البحر المتوسط شمال مصر أن أصبح له دورٌ كبيرٌ في التأثير على الإشعاع الشمسي في الأجزاء الشمالية من مصر وحتى دائرة عرض ٣٠° شمالاً، بينما يقل تأثيره بالاتجاه جنوبًا حتى ينعدم تأثيره تمامًا عند دائرة

---

[1] أيمن عبد الرحمن فوزي: المناخ وأثرة على الزراعة في محافظة أسيوط، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج، ٢٠١٤، ص ٤٥.

[1] علي أحمد غانم: الجغرافيا المناخية، دار المسيرة، عمان، ٢٠٠٧، ص ٥٤.

عرض ٢٧° شمالاً[٢]، وقد انعكس ذلك على تكوين السحب الكثيفة على السواحل الشمالية، وتؤدي السحب دورًا مهمًا في تحديد كمية الإشعاع الشمسي في مصر بصفةٍ عامةٍ والسواحل الشمالية منها بصفةٍ خاصةٍ، وتعكس السحب ٢٤% من الإشعاع الشمسي الساقط عليها، وأما بالنسبة للبحر الأحمر فهو محاط بسلاسلٍ جبليةٍ مرتفعةٍ، وقد انعكس ذلك على قلة تأثيره في الإشعاع الشمسي الساقط على الأجزاء الشرقية من مصر[٣].

ب- عدد ساعات سطوع الشمس في مصر:

تُعَدُّ مدة سطوع الشمس من أهم العوامل المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي في مصر، وتنقسم مدة سطوع الشمس إلى نوعين هما: مدة سطوع الشمس الفعلية وهي تلك الفترة التي يُشاهد فيها قرص الشمس ساطعًا خلال ساعات النهار، ومدة سطوع الشمس الممكنة وهي تلك الفترة الزمنية المحصورة بين شروق الشمس وغروبها[٤]، وتؤثر فترة السطوع الفعلية تأثيرًا كبيرًا في كمية الإشعاع الشمسي في مصر، فزيادتها تزيد كمية الإشعاع الشمسي والعكس أي أنَّ العلاقة بينهما طردية، ويوضح الجدول التالي متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠).

---

[٢] حسن يونس عبد الرحمن: الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، دارسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٩، ص ١٤.

[٣] عبد القادر عبد العزيز علي، وآخرون: مناخ مصر، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٤، ص٨.

[٤] هشام داود صدقي بدوي: المناخ وأثره على محاصيل الفاكهة بمحافظتي مطروح وأسيوط، دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٧، ص ٣٥.

جدول (١) متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في بعض محطات الرصد في مصر خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠١٠).

المحطة / الشهر	سيدي برانى	مرسى مطروح	العريش	التحرير	بهتيم	القاهرة	أسيوط	أسوان	الخارجة	الفردقة	أبو رديس	المتوسط
ديسمبر	٦.٦	٦.٢	٦.٨	٧.٣	٧.١	٧.٣	٨.٤	٩.٤	٩.٨	٨.٩	٨.٢	٧.٨
يناير	٦.٨	٦.٥	٧	٧.٤	٧.١	٧.٥	٨.٥	٩.٧	٩.٥	٩.٢	٨.٧	٨
فبراير	٧.٧	٧.٦	٧.٩	٨.٢	٨.٣	٨.٢	٩.٥	٩.٨	١٠.١	٩.٧	٩.٢	٨.٧
الشتاء	٧	٦.٨	٧.٢	٧.٦	٧.٥	٧.٧	٨.٨	٩.٦	٩.٨	٩.٣	٨.٧	٨.٢
مارس	٧.٧	٨	٨.١	٨.٧	٨.٧	٨.٦	٩.٨	٩.٧	١٠.٤	٩.٧	٩.٦	٩
إبريل	٩	٩	٩	٩.٨	٩.٥	٩.٩	١٠.٢	١٠.٤	١٠.٥	١٠.٥	١٠.١	٩.٨
مايو	١٠.٦	١٠.٦	١٠.٨	١١.١	١٠.٨	١٠.٨	١١.٣	١٠.٩	١١.٥	١١.٦	١٠.٥	١١
الربيع	٩.١	٩.٢	٩.٣	٩.٧	٩.٧	٩.٨	١٠.٤	١٠.٣	١٠.٨	١٠.٦	١٠.١	٩.٩
يونيو	١٢.١	١١.٩	١١.٨	١٢.٣	١١.٧	١١.٦	١٢.٣	١٢.١	١٢.٣	١٢.٨	١١.٢	١٢
يوليو	١٢.٣	١٢.٢	١١.٨	١٢.٤	١١.٨	١١.٦	١٢.٤	١٢.١	١٢.٥	١٢.٥	١٢.٢	١٢.٢
أغسط س	١٢	١١.٩	١١.٤	١١.٨	١١.٢	١١.١	١٢	١١.٦	١٢.١	١٢.١	١١.٨	١١.٧
الصيف	١٢.١	١٢	١١.٧	١٢.٢	١١.٦	١١.٤	١٢.٢	١١.٩	١٢.٣	١٢.٥	١١.٧	١٢
سبتمبر	١٠.٦	١٠.٥	١١.٣	١٠.٥	١٠.٥	١٠.٢	١٠.٧	١٠.٤	١١.٢	١١.٢	١٠.٩	١٠.٧
أكتوبر	٩.٥	٩	٩.٣	٩.٥	٩.٦	٩.٥	١٠.١	٩.٩	١٠.٦	١٠.٢	١٠.٢	٩.٨
نوفمبر	٧.٨	٧.٩	٧.٦	٨.٣	٨.٢	٨.٥	٩.٦	٩.٩	١٠.١	٩.٧	٩.٢	٨.٨
الخريف	٩.٣	٩.١	٩.٤	٩.٤	٩.٤	٩.٤	١٠.١	١٠.١	١٠.٦	١٠.٤	١٠.١	٩.٨
المتوسط	٩.٤	٩.٣	٩.٤	٩.٧	٩.٦	٩.٦	١٠.٤	١٠.٥	١٠.٩	١٠.٧	١٠.٢	١٠

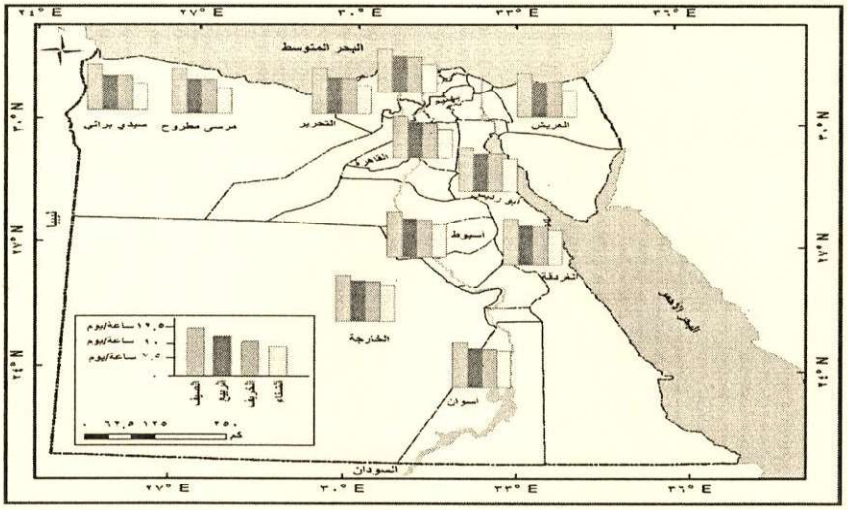
– المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإشعاع الشمسي المباشر، بيانات غير منشورة، القاهرة، خلال الفترة (١٩٨٠– ٢٠١٠).

ومن الجدول السابق والشكل (٢) يتضح أنَّ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مصر بلغ ١٠ ساعات/ يوم خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠١٠)، ويلاحظ أنَّ عدد ساعات سطوع الشمس في مصر يختلف من منطقةٍ إلى أخرى؛ ويُعْزَى ذلك بصفةٍ أساسيةٍ إلى مجموعةٍ من العوامل أهمها: اختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على المكان، والتباين الواضح في درجة صفاء السماء وتلبدها بالغيوم من منطقةٍ إلى أخرى.

ويتبين أنَّ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مصر يتناقص بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال، حيث بلغ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع

الشمس في مصر أقصاه ١٠.٩ ساعات/ يوم في الخارجة، بينما بلغ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في أسيوط ١٠.٤ ساعات/ يوم، كما بلغ متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في القاهرة ٩.٦ ساعات/ يوم، ويستمر المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في التناقص التدريجي كلما اتجهنا شمالًاحتى يصل المتوسط أدناه ٩.٣ ساعات/ يوم في مرسى مطروح؛ ويرجع السبب في ذلك إلى وقوعها على ساحل البحر المتوسط الذي يتعرض لمرور الأعاصير خلال فصل الشتاء، مما ترتب عليه تكون السحب الكثيفة على السواحل الشمالية لمصر.

وقد ترتب على ذلك زيادة الفارق بين متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في جنوب مصر عن شمالها، ويتضح ذلك من خلال الفارق بين أعلى متوسط سنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في الخارجة البالغ ١٠.٩ ساعات/ يوم، وبين أدني متوسط سنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مرسى مطروح البالغ ٩.٣ ساعات/ يوم ، وبذلك يفوق المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في جنوب مصر عن شمالها بنحو ١.٦ ساعة/ يوم، ويشير ذلك إلى أنَّ المناطق الجنوبية من مصر هي الأكثر ملائمة لإنشاء محطات الكهرباء الشمسية بالمقارنة بالمناطق الشمالية منها.



شكل (١) متوسط عدد ساعات سطوع الشمس في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٠ – ٢٠١٠).

جـ- السحب: تؤدي السحب دورًا مهمًا في تحديد كمية الإشعاع الشمسي في مصر؛ وذلك لأنَّها تعمل على حجب الإشعاع الشمسي فقد يصل نسبة ما تعكسه السحب الكثيفة إلى ٧٠% من إجمالي الإشعاع الشمسي الساقط عليها[1]، ويوضح الجدول التالي المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تغطيها السحب في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٨– ١٩٩٨).

جدول (٢) المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تغطيها السحب في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٨ – ١٩٩٨).

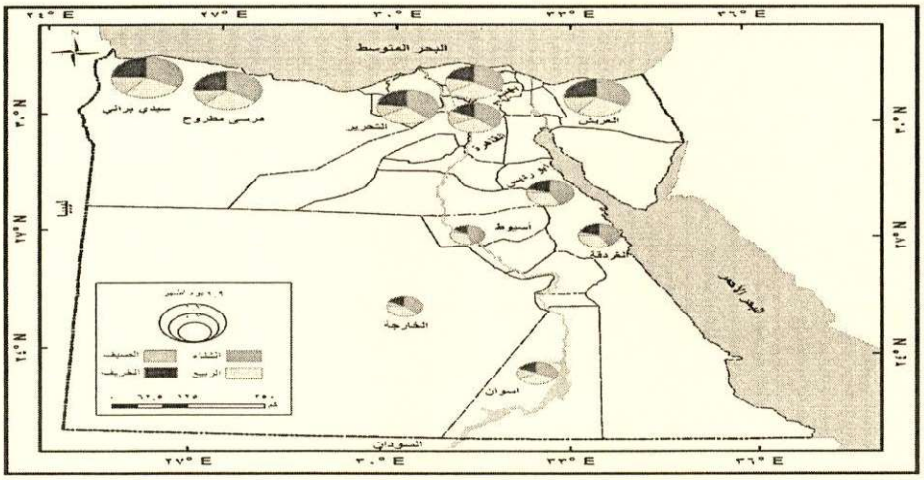
المحطة / الشهر	سيدي براني	مرسى مطروح	العريش	التحرير	بهتيم	القاهرة	أسيوط	أسوان	الخارجة	الغردقة	أبو رديس	المتوسط
ديسمبر	٤	٣.٨	٢.٩	٣.١	٢.٦	٢.٣	١.٣	١.٢	١.١	١.٧	١.٩	٢.٤
يناير	٣.٩	٣.٥	٣.١	٣.٢	٢.٩	٢.٤	١.٢	١.٣	١.٢	١.٧	٢.١	٢.٤
فبراير	٣.٥	٣.٤	٣.٦	٣	٢.٧	٢.٤	١.١	١	١	١.٦	٢.٢	٢.٣
الشتاء	٣.٨	٣.٦	٣.٢	٣.١	٢.٦	٢.٣٦	١.٢	١.٢	١.١	١.٦٦	٢.١	٢.٤
مارس	٣.٦	٣.٣	٣.٢	٢.٨	٢.٧	٢.٣	٠.٩	١.٣	١.٢	١.٣	١.٨	٢.٢
إبريل	٣.٣	٢.٩	٣.١	٢.٧	٢.٧	٢.٢	١.١	١.٢	١.٢	١.٦	١.٧	٢.٢
مايو	٢.٨	٢.٣	٢.٢	١.٨	١.٩	١.٥	٠.٩	١	٠.٨	١.٢	١.٣	١.٦
الربيع	٣.٢	٢.٨	٢.٨	٢.٤	٢.٤	٢	٠.٩٦	١.٢	١.١	١.٣٦	١.٦	٢
يونيو	١.٧	١.٣	١.٢	٠.٩	٠.٩	٠.٨	٠.١	٠.٤	٠.٢	٠.٢	٠.٣	٠.٧
يوليو	١.٧	١.٢	١.٤	٠.٩	١.٢	١	٠.١	٠.٦	٠.٢	٠.٢	٠.٢	٠.٨
أغسط	١.٧	١.٣	١.٦	١	١	١.٢	٠.١	٠.٥	٠.٢	٠.٢	٠.١	٠.٨
الصيف	١.٧	١.٣	١.٤	٠.٩٣	١.٠	١	٠.١	٠.٥	٠.٢	٠.٢	٠.٢	٠.٨
سبتمبر	١.٩	١.٨	٢.٢	١.٢	١	١.١	٠.١	٠.٥	٠.٣	٠.٢	٠.٣	١
أكتوبر	٢.٩	٢.٦	٢.٥	١.٨	١.٤	١.٥	٠.٢	٠.٧	٠.٥	٠.٩	١.٣	١.٥
نوفمبر	٣.٥	٣.٤	٢.٧	٢.٦	٢.٤	٢.١	٠.٩	٠.٩	٠.٨	١.٣	١.٥	٢
الخريف	٢.٨	٢.٦	٢.٥	١.٩	١.٦	١.٦	٠.٤	٠.٧	٠.٥	٠.٨	١	١.٥
المتوسط	٢.٩	٢.٦	٢.٥	٢.١	١.٩	١.٧	٠.٧	٠.٩	٠.٧	١	١.٢	١.٧

– المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، أطلس الإشعاع الشمسي المصري،القاهرة، ١٩٩٨، ص١٨٨.

(1) Fredrick, L., & Edward, T., The Atmosphere, Seven (Ed), Prentice Hall- INC Simon, New Jersey, 1998, P. 39.

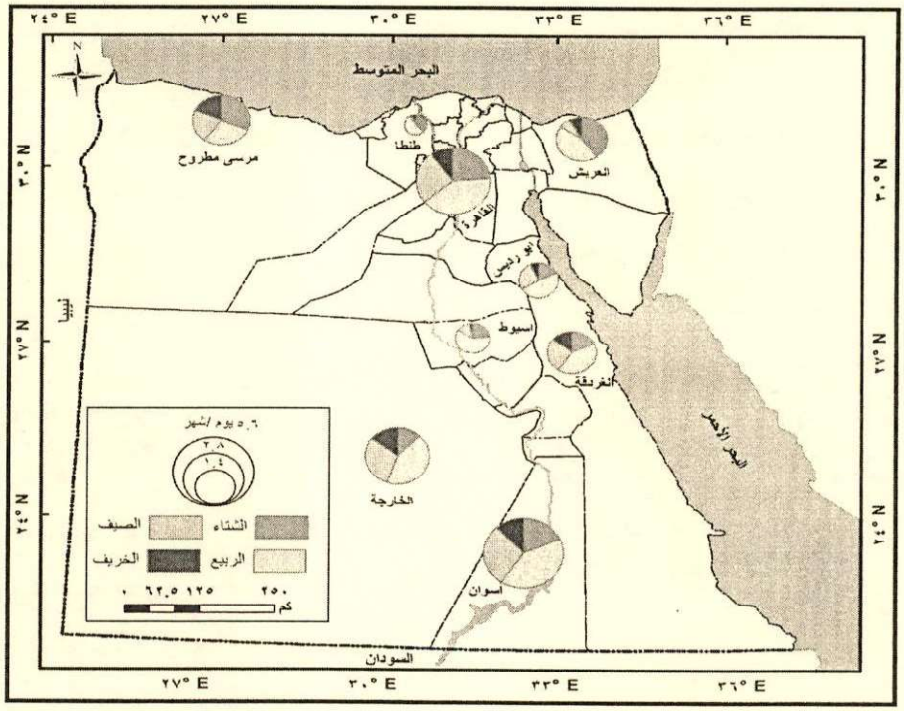
من دراسة بيانات الجدول السابق والشكل (٤) يتضح أنَّ المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تغطيها السحب في مصر بلغت ١.٧ يوم/ شهر خلال الفترة (١٩٨٨– ١٩٩٨)، ويلاحظ تباين عدد الأيام التي تغطيها السحب من فصل إلى آخر، حيث بلغ متوسط عدد الأيام التي تغطيها السحب في مصر أقصاها ٢.٤ يوم/ شهر في فصل الشتاء، وكذلك يتباين متوسط عدد الأيام التي تغطيها السحب في فصل الشتاء من منطقةٍ إلى أخرى، فقد بلغ المتوسط أقصاه ٣.٨ يوم/ شهر في سيدي براني؛ ويرجع ذلك السبب في ذلك إلى موقعها على ساحل البحر المتوسط ومن ثَمَ تعرضها للأعاصير الشتوية؛ الأمر الذي انعكس على تلبد السماء بالغيوم خلال فصل الشتاء. في حين بلغ عدد الأيام التي تغطيها السحب أدناه ١.١ يوم/ شهر في الخارجة؛ ويعزى ذلك إلى بعدها عن المؤثرات البحرية ووقوعها ضمن الإقليم الصحراوي الذي يتميز بقلة تكون السحب به، وقد بلغ متوسط عدد الأيام التي تغطيها السحب في مصر أدناها ٠.٨ يوم/ شهر في فصل الصيف؛ ويرجع السبب في ذلك إلى تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان جنوب مصر في هذا الفصل؛ مما ينعكس على زيادة معدلات السطوع الشمسي، وقلة تكون السحب.

ويتضح مما سبق انخفاض متوسط عدد الأيام التي تغطيها السحب في مصر والذي بلغ ١.٧ يوم/ شهر؛ وقد ترتب على ذلك ضعف تأثيرها في حجب الإشعاع الشمسي في مصر؛ وقد انعكس ذلك على إمكانية إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية بمعدلات مرتفعة طوال العام.



شكل (٢) المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تغطيها السحب في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة

د- العواصف الرملية والترابية: تؤثر العواصف الرملية والترابية في مقدار الإشعاع الشمسي المباشر تأثيرًا واضحًا؛ وذلك لأنَّ ذرات الرمال والغبار والمواد العالقة في الهواء تمتص نحو ١٥% من إجمالي أشعة الشمس التي تصل إلى سطح الأرض[١]، كما تؤثر العواصف الرملية والترابية تأثيرًا سلبيًا على أجهزة ومعدات محطات الطاقة الشمسية حيث تتراكم ذرات الرمال والغبار على المرايا الشمسية؛ ويوضح الجدول التالي متوسط عدد أيام ارتفاع ذرات الرمال والغبار والعواصف الرملية والترابية في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٨- ١٩٩٨).



شكل (٣) متوسط عدد أيام ارتفاع ذرات الرمال والغبار والعواصف الرملية والترابية في بعض محطات الرصد في مصر حسب شهور السنة خلال الفترة (١٩٨٨- ١٩٩٨).

[١] محمد خميس الزوكة: جغرافية الطاقة، مرجع سبق ذكره، ص ٢٩٣.

من بيانات الجدول السابق والشكل (٥) يتبين أنَّ المتوسط السنوي لعدد الأيام التي ترتفع بها ذرات الرمال والغبار في مصر بلغت ٢.٧ يوم/ شهر خلال الفترة (١٩٨٨– ١٩٩٨)، ويتضح اختلاف عدد الأيام التي ترتفع بها ذرات الرمال والغبار من فصل إلى آخر، حيث بلغ المتوسط أقصاه ٤.٤ يوم/ شهر في فصل الربيع؛ ويعزى ذلك إلى تعرض مصر وبخاصةٍ الأجزاء الشمالية منها لهبوب رياح الخماسين القادمة من الصحراء الكبرى خلال فصل الربيع وتكون محملة بالأتربة والغبار؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة كمية الإشعاع الشمسي المنعكس بواسطة تلك الأتربة والرمال ومن ثَمَ تأثيرها في كمية الإشعاع الشمسي الساقط على مصر، بالإضافة إلى زيادة عدد المنخفضات الجوية التي تأتي إلى مصر في فصل الربيع، وتؤثر تلك المنخفضات تأثيرًا كبيرًا في كمية الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح في مصر وبخاصةٍ تلك القادمة من الصحراء الكبرى؛ وذلك لارتفاع درجة حرارتها وزيادة كمية الأتربة والرمال العالقة بها[١].

يبلغ عدد المنخفضات الجوية القادمة إلى مصر من الصحراء الكبرى في فصل الربيع ٢٩١ منخفضًا تمثل ٥٨.٢% من إجمالي عدد المنخفضات القادمة إلى مصر من الصحراء الكبرى خلال العام والبالغة ٥٠٠ منخفضًا خلال الفترة (١٩٦٥– ١٩٩٨)، في حين بلغ متوسط عدد الأيام التي ترتفع بها ذرات الرمال والغبار أدناها ١.٣ يوم/ شهر في فصل الخريف؛ ويرجع ذلك إلى قلة عدد المنخفضات الجوية القادمة من الصحراء الكبرى خلال هذا الفصل والتي بلغت ٧٣ منخفضًا بنسبة ١٤.٦% من إجمالي عدد المنخفضات القادمة إلى مصر من الصحراء الكبرى خلال نفس الفترة[٢].

---

[١] محمد كامل إبراهيم متولي: المناخ وأثره على صحة الإنسان في مصر، دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٨، ص ٥٧.

[٢] حسن يونس عبد الرحمن: الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، مرجع سبق ذكره، ص٣٧.

وقد بلغ المتوسط السنوي لعدد الأيام التي تهب فيها العواصف الرملية والترابية في مصر ٠.٥ يوم/ شهر، ويلاحظ أنَّ عدد الأيام التي تهب فيها العواصف الرملية والترابية خلال فصول السنة في مصر تكاد تتساوى، فقد بلغ المتوسط أقصاه ٠.٧ يوم/ شهر في فصل الصيف، وأدناه ٠.٤٢ يوم/ شهر في فصل الشتاء.

ويتضح مما سبق انخفاض عدد الأيام التي ترتفع فيها ذرات الرمال والغبار، وكذلك عدد الأيام التي تهب فيها العواصف الرملية والترابية؛ مما كان له أكبر الأثر في ضعف تأثيرها على كمية الإشعاع الشمسي الساقط على مصر، الأمر الذي يتضح من خلاله إمكانية استغلال الطاقة الشمسية في مصر؛ وذلك لعدم تأثير ذرات الرمال والغبار التي تحملها تلك الرياح على كفاءة تحويل الإشعاع الشمسي بمحطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.

هـ- زاوية سقوط الإشعاع الشمسي:

يختلف مقدار الإشعاع الشمسي في مصر باختلاف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي، فكلما كانت زاوية سقوط الإشعاع الشمسي قريبة من الوضع العمودي تقل كمية الإشعاع الشمسي المنعكس؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة كمية الإشعاع الشمسي[١]، ويعزى ذلك إلى أنَّ الأشعة العمودية تخترق مسافةً أقصر وأقل سمكًا من الغلاف الجوي، بالإضافة إلى أنَّها تتوزع على مساحةٍ أصغر من سطح الأرض فتكون أقوى وأشد تركيزًا من الأشعة المائلة[٢]، ويوضح الجدول التالي متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في بعض محطات الرصد في مصر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠١٢).

---

[١] جودة حسانين جودة: الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٩، ص ٨٢.

[٢] على سالم الشواورة: جغرافية علم المناخ والطقس، مرجع سبق ذكره، ص ٦٤.

جدول (٣) متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في بعض محطات الرصد في مصر خلال الفترة (١٩٩٠– ٢٠١٢).

المحطة / الشهر	سيدي براني	مرسى مطروح	العريش	التحرير	بهتيم	القاهرة	أسيوط	أسوان	الخارجة	الفردقة	أبو رديس	المتوسط
ديسمبر	٣٥.٧	٣٥.٩	٣٥.٩	٣٦.٧	٣٧	٣٧	٤٠	٤٣.٥	٤١.٨	٣٩.٩	٣٨.٥	٣٨.٤
يناير	٣٧.٨	٣٨	٣٨	٣٨.٨	٣٩.١	٣٩.١	٤٢.١	٤٥.٦	٤٣.٩	٤٢	٤٠.٦	٤٠.٥
فبراير	٤٦.٢	٤٦.٤	٤٦.٤	٤٧.٢	٤٧.٥	٤٧.٥	٥٠.٥	٥٤	٥٢.٣	٥٠.٤	٤٩	٤٨.٩
الشتاء	٣٩.٩	٤٠.١	٤٠.١	٤٠.٩	٤١.٢	٤١.٢	٤٤.٢	٤٧.٧	٤٦	٤٤.١	٤٢.٧	٤٢.٦
مارس	٥٦.٨	٥٦.٩	٥٧	٥٧.٨	٥٨.١	٥٨.١	٦١.١	٦٤.٦	٦٢.٩	٦١	٥٩.٦	٥٩.٤
إبريل	٦٨.٣	٦٨.٥	٦٨.٥	٦٩.٣	٦٩.٦	٦٩.٦	٧٢.٦	٧٦.١	٧٤.٤	٧٢.٥	٧١.١	٧١
مايو	٧٧.٤	٧٧.٦	٧٧.٦	٧٨.٤	٧٨.٧	٧٨.٧	٨١.٧	٨٥.٢	٨٣.٥	٨١.٦	٨٠.٢	٨٠.١
الربيع	٦٧.٥	٦٧.٧	٦٧.٧	٦٨.٥	٦٨.٨	٦٨.٨	٧١.٨	٧٥.٣	٧٣.٦	٧١.٧	٧٠.٣	٧٠.٢
يونيو	٨١.٦	٨١.٨	٨١.٩	٨٢.٦	٨٢.٩	٨٣	٨٦	٨٩.٤	٨٧.٨	٨٥.٩	٨٤.٥	٨٤.٣
يوليو	٧٩.٨	٨٠	٨٠	٨٠.٨	٨١.١	٨١.١	٨٤.١	٨٧.٦	٨٥.٩	٨٤	٨٢.٦	٨٢.٥
أغسطس	٧٢.٤	٧٢.٥	٧٢.٦	٧٣.٣	٧٣.٧	٧٣.٧	٧٦.٧	٨٠.٢	٧٨.٥	٧٦.٦	٧٥.٢	٧٥
الصيف	٧٧.٩	٧٨.١	٧٨.٢	٧٨.٩	٧٩.٢	٧٩.٣	٨٢.٣	٨٥.٧	٨٤	٨٢.٢	٨٠.٨	٨٠.٦
سبتمبر	٦١.٧	٦١.٨	٦١.٩	٦٢.٧	٦٣	٦٣	٦٦	٦٩.٥	٦٧.٨	٦٥.٩	٦٤.٥	٦٤.٣
أكتوبر	٥٠.١	٥٠.٣	٥٠.٣	٥١.١	٥١.٤	٥١.٤	٥٤.٥	٥٧.٩	٥٦.٢	٥٤.٣	٥٣	٥٢.٨
نوفمبر	٤٠.٤	٤٠.٦	٤٠.٦	٤١.٤	٤١.٧	٤١.٧	٤٤.٧	٤٨.٢	٤٦.٥	٤٤.٦	٤٣.٢	٤٣.١
الخريف	٥٠.٧	٥٠.٩	٥٠.٩	٥١.٧	٥٢	٥٢	٥٥.١	٥٨.٥	٥٦.٨	٥٤.٩	٥٣.٦	٥٣.٤
المتوسط	٥٩	٥٩.٢	٥٩.٢	٦٠	٦٠.٣	٦٠.٣	٦٣.٣	٦٦.٨	٦٥.١	٦٣.٢	٦١.٩	٦١.٧

الجدول من إعداد الطالب اعتمادًا على:

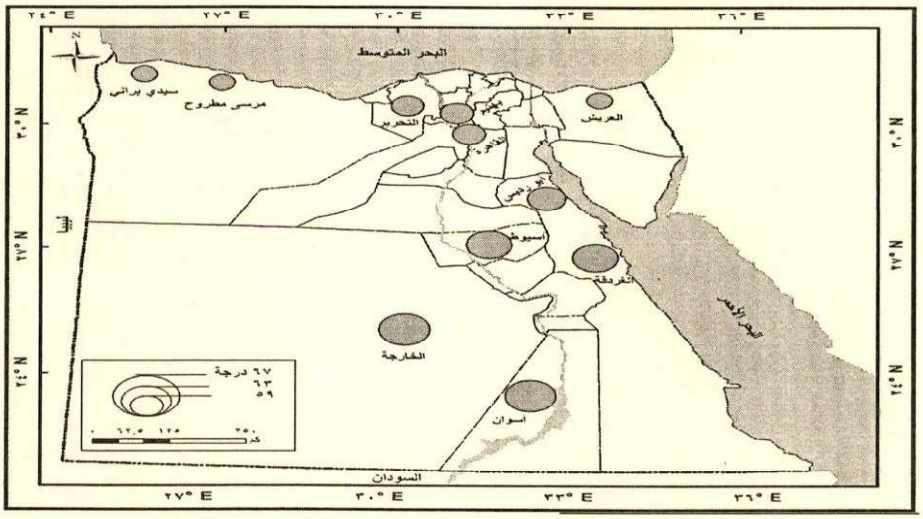
- NASA Surface Meteorology, Solar Energy, (1990- 2012).

من خلال دراسة بيانات الجدول السابق والشكل يتضح أنَّ المتوسط السنوي لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر بلغت ٦١.٧ درجة خلال الفترة (١٩٩٠– ٢٠١٢)، ويلاحظ تباين زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر من منطقةٍ إلى أخرى، حيث تقل زاوية سقوط الإشعاع الشمسي بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال، وبذلك بلغ المتوسط السنوي لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر أقصاه ٦٦.٨ درجة في أسوان، بينما بلغ المتوسط السنوي لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي في أسيوط والقاهرة (٦٣.٣ درجة، ٦٠.٣ درجة) على التوالي، حيث يستمر المتوسط

السنوي لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي في التناقص بالاتجاه شمالاً حتى تصل أدناها ٥٩ درجة في محطة سيدي براني الواقعة على ساحل البحر المتوسط شمال مصر.

وتختلف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر حسب فصول السنة، حيث يبلغ متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر أقصاه ٨٠.٦ درجة خلال فصل الصيف، كما تتباين زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر خلال هذا الفصل من منطقة إلى أخرى حيث يبلغ متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي أقصاها ٨٥.٧ درجة في أسوان، كما بلغ متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في الخارجة، أسيوط، القاهرة (٨٤ درجة، ٨٢.٣ درجة، ٧٩.٣ درجة) علي التوالي، وبذلك يستمر مقدار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في التناقص كلما اتجهنا شمالاً حتى يصل أدناه ٧٧.٩ درجة في محطة سيدي براني.

وعلى الرغم من هذا التناقص في زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال إلاَّ أنَّه غير مؤثر بدرجةٍ كبيرةٍ في فصل الصيف، حيث تصل أشعة الشمس شبه مائلة في شمال مصر، ويرجع ذلك إلى[1] تعامد أشعة الشمس على مدار السرطان جنوب أسوان خلال فصل الصيف، ويبلغ مقدار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي على مدار السرطان جنوب مصر ٩٠ درجة، وتكون زاوية سقوط الإشعاع الشمسي قريبة من العمودية على مصر الوسطى، وتكون شبه مائلة على الأجزاء الشمالية من مصر.



[1] مسعد سلامة مندور: الإشعاع الشمسي في مصر، مرجع سبق ذكره، ص ١٣.

شكل (٤) متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في بعض محطات الرصد في مصر خلال الفترة (١٩٩٠-٢٠١٢).

بلغ متوسط زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر أدناه ٤٢.٥ درجة في فصل الشتاء، وتختلف زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر خلال فصل الشتاء بين جنوب مصر وشمالها، فقد بلغ مقدار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في محطة أسوان جنوب مصر ٤٧.٧ درجة، في حين بلغ مقدار زاوية سقوط الإشعاع الشمسي في محطة سيدي براني شمال مصر ٣٩.٩ درجة أي: بفارق ٧.٨ درجة؛ ويعزى ذلك إلى تعامد أشعة الشمس على مدار الجدي في فصل الشتاء، الأمر الذي أنعكس على زيادة درجة ميل الأشعة الشمسية الساقطة على أرض مصر[١].

وتجدر الإشارة إلى أنَّ زاوية سقوط الإشعاع الشمسي لا تختلف تبعًا لحركة الشمس الظاهرية وظاهرة الفصول الأربعة فقط وإنَّما تختلف أيضًا باختلاف ساعات النهار، ففي الصباح تبدو الزاوية مائلة، ثم تزداد كلما توسطت الشمس في السماء، حتى تبلغ أقصى درجة لها في وقت الظهيرة، ثم تتناقص زاوية سقوط الإشعاع الشمسي تدريجيًا حتى تصل أدناها عند غروب الشمس، وبذلك يبدأ الإشعاع الشمسي (دورة يومية وفصلية).

ترتب على زيادة المتوسط السنوي لزاوية سقوط الإشعاع الشمسي في مصر زيادة حجم الإشعاع الشمسي في مصر، وبالتالي تُعَدُّ مصر من أكثر المناطق ملائمة لاستغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء، وذلك لزيادة حجم الكهرباء المتوقع إنتاجها من الطاقة الشمسية في مصر.

و- نسبة الألبيدو الأرضي: (The Earths Albedo)

تُعَدُّ نسبة الألبيدو الأرضي من العوامل المهمة المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي في مصر، وذلك لأنَّه يمثل القدرة الكلية للأرض والجو معًا على رد الأشعة الشمسية للفضاء دون أنَّ تؤثر على حرارتها، ويَتِمُّ ذلك من خلال السحب وذرات

[١] يوسف عبد المجيد فايد، وآخرون: مناخ مصر، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٤، ص٩٣.

الغبار وبخار الماء العالق بالجو[1]، وبصفةٍ عامةٍ تبلغ نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس نحو ٥٣% من إجمالي الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على الغلاف الجوي للأرض[2]، وقد كان لموقع مصر بالنسبة لخطوط الطول ودوائر العرض أثره البالغ في الحد من نسبة الأشعة الشمسية المنعكسة، وذلك لتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان خلال فصل الصيف، وقد أنعكس ذلك على سقوط الأشعة الشمسية على أرض مصر عموديةٍ أو قريبةٍ من العمودية، وترتب على ذلك زيادة حجم الإشعاع الشمسي في مصر خلال هذا الفصل.

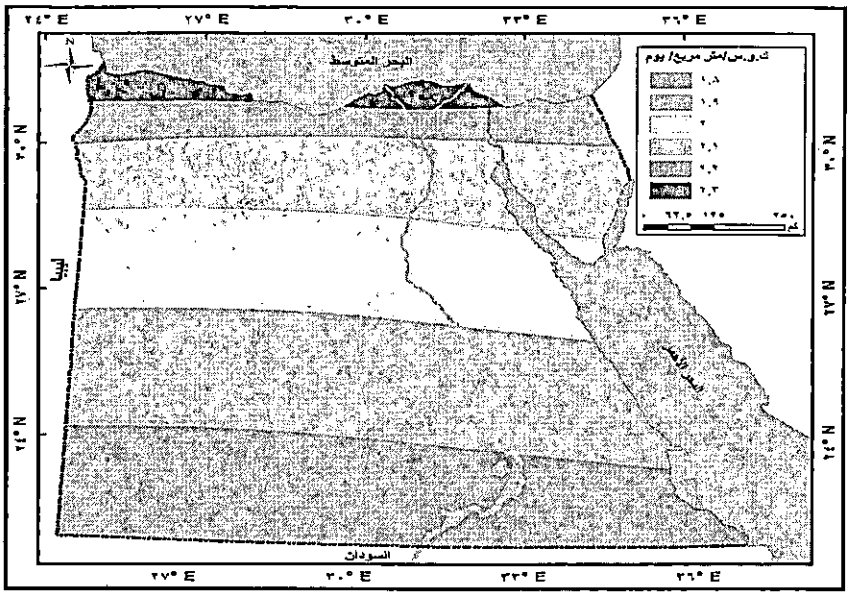
ويتفاوت سطح مصر من حيث قدرته على عكس الإشعاع الشمسي الساقط عليها، حيثترتفع كمية الإشعاع الشمسي المنعكس في مصر بالاتجاه من الجنوب إلى الشمال شكل (٧)، وتقدر نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس في مصر بحوالي ٣٠% من إجمالي الإشعاع الشمسي الكلي الساقط على أرض مصر في مساحةٍ قدرها ٨٠% من إجمالي مساحة مصر الكلية، وتتمثل في مناطق التكوينات الرملية والجيرية التي ترصع سطح الصحراء الغربية، وشرق الصحراء الشرقية، وشمال ووسط سيناء، بينما ترتفع نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس عن ٣٠% من إجمالي الإشعاع الشمسي الكلي في السواحل الشمالية لمصر وسواحل البحر الأحمر، بينما تتراوح نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس بالأراضي الواقعة شمال الدلتا ما بين (٣٠– ٦٠%) من إجمالي الإشعاع الشمسي الكلي في مصر، في حين بلغت نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس في وسط وجنوب الدلتا (أراضي زراعية) ما يتراوح بين (٥– ٢٥%) من إجمالي الإشعاع الشمسي الساقط عليها[3].

---

[1] طلعت أحمد محمد، حورية محمد حسين، الجغرافيا المناخية، مرجع سبق ذكره، ص ٧١.

[2] محمد محمود إبراهيم الديب: الطاقة في مصر، مرجع سبق ذكره، ص ٨٢٩.

[3] مسعد سلامة مندور: الإشعاع الشمسي في مصر، مرجع سبق ذكره، ص ٦٧.



شكل (٥) المتوسط السنوي لكمية الإشعاع الشمسي المنتشر في مصر خلال الفترة (١٩٨٨–١٩٩٨).

المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، الأطلس الشمسي المصري، القاهرة، ١٩٩٨، ص ٦١.

مظاهر سطح مصر:

تُعَدُّ مظاهر السطح من ارتفاعٍ وانحدارٍ واتجاه المرتفعات الجبلية من العوامل المهمة التي تتحكم في مقدار الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض، ويعزى ذلك إلى أثرها في حجب الإشعاع الشمسي عن أسفل الوادي في حالة تعامد أشعة الشمس عليها[1]، ويتضح من الشكل (٨) أنَّ سطح مصر يتميز بانخفاض منسوبه وعدم تضرسه (باستثناء جنوب غرب مصر، جبال البحر الأحمر، وجنوب شبه جزيرة سيناء) وبخاصةٍ في الوادي والدلتا، والشريط الساحلي الممتد من الحدود الليبية

[1] على أحمد غانم: الجغرافيا المناخية، دار المسيرة، عمان، ٢٠٠٧، ص ٥٤

غربًا حتى الحدود الفلسطينية شرقًا[1]، ويمكن تناول باقي أقسام مصر التضاريسية وتأثيرها على حجم الإشعاع الشمسي في مصر على النحو التالي:

أ. الصحراء الغربية: تمتد بين وادي النيل ودلتاه شرقًا والحدود الليبية غربًا، وبين السودان جنوبًا والبحر المتوسط شمالاً، وتبلغ مساحتها ٦٨٠ ألف كم٢ بنسبة ٦٨% من إجمالي مساحة مصر[2]، وينحدر سطحها من الجنوب إلى الشمال، حيث يبلغ منسوب سطحها جنوبًا ١٠٠٠ متر ويتساوى منسوب سطحها في الشمال مع مستوى سطح البحر،ويتدرج هذا الانحدار في سلسلة من الهضاب الشاسعة والتي تتمثل في هضبة الجلف الكبير في الجنوب البالغ ارتفاعها ١٠٠٠ متر، ثم الهضبة الجيرية الوسطي والتي يبلغ ارتفاعها ٥٠٠ متر، وفي الشمال الهضبة الجيرية الشمالية التي يتراوح ارتفاعها ما بين (١٠٠– ٢٠٠ متر)، وبذلك فإنَّ الصحراء الغربية تتميز باستواء سطحها وعدم تضرسه[3]، وترتب على ذلك زيادة معدلات الإشعاع الشمسي بها.

ب . الصحراء الشرقية: يحدها وادي النيل غربًا والبحر الأحمر وخليج السويس شرقًا، ويحدها جنوبًا السودان وشمالاً البحر المتوسط، وتبلغ مساحتها ٢٢٣ ألف كم مربع تمثل ٢٢.٣% من إجمالي مساحة مصر[4]، وتتميز الصحراء الشرقية بمظهر تضاريسي شديد الوعورة، وذلك نتيجة لامتداد جبال البحر الأحمر بهاباتجاه عام من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، وقد ترتب على امتدادهافي هذا الاتجاه أن أصبح تأثيرها في حجب الإشعاع الشمسي عن المناطق الشمالية محدود جدًا؛ لأنَّ الأشعة الشمسية تسقط موازية لتلك الجبال وليست عمودية عليها.

---

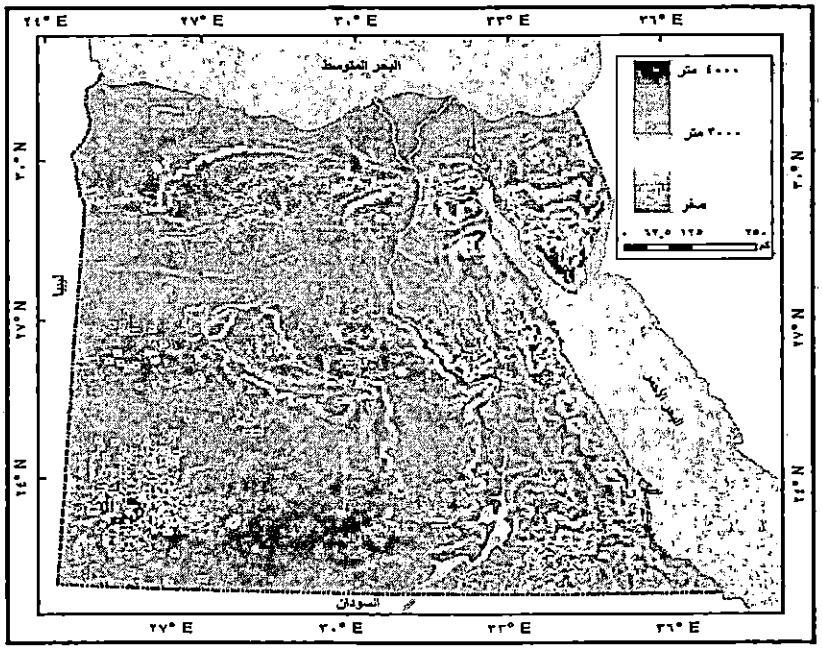
(1) حسن يونس عبد الرحمن: الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، ص ٣٢.

(2) جودة حسنين جودة: جغرافية مصر الطبيعية وخريطة المعمور المصري في المستقبل، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٠، ص ٩٢.

(3) السيد السيدالحسيني: موسوعة مصر الحديثة، المجلد الثالث، البيئة والجغرافيا، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٦، ص ٢٣.

(4) محمد صفي الدين أبو العز: مورفولوجية الأراضي المصرية، دار غريب، القاهرة، ١٩٩٩، ص٤٣١.

ج - شبه جزيرة سيناء: تشغل شبة جزيرة سيناء مساحة قدرها ٦١ ألف كم مربع تعادل ٦.١% من إجمالي مساحة مصر، وتمتد على شكل مثلثٍ كبيرٍ رأسه في الجنوب عند رأس محمد على ساحل البحر الأحمر، وقاعدته في الشمال على البحر المتوسط، وينحدر سطحها بصفةٍ عامةٍ من الجنوب إلى الشمال، وتقسم شبة جزيرة سيناء إلى ثلاثة نطاقات، إقليم الجبال في الجنوب، والهضاب في الوسط، والسهول في الشمال[1]، وعلى الرغم من ارتفاع الجبال الواقعة جنوب سيناء إلاَّ أنَّ تأثيرها على حجب الإشعاع الشمسي غير ملموس؛ ويعزى ذلك إلى امتدادها باتجاه عام من الشمال إلى الجنوب أي: أنَّ الإشعاع الشمسي يسقط موازيًا لها، وقد انعكس ذلك على قلة تأثيرها في حجب الإشعاع الشمسي عن الأجزاء الشمالية من شبه جزيرة سيناء.



شكل (٦) مظاهر سطح مصر

المصدر: نموذج الارتفاعات الرقمية لجمهورية مصر العربية، دقة ٩٠م.

[1] محمد صفي الدين أبو العز: مورفولوجية الأراضي المصرية، مرجع سبق ذكره، ص ٤٩٠.

الخاتمة:

يتأثر مقدار الإشعاع الشمسي في مصر بمجموعةٍ من العوامل الطبيعية التي يَصْعُبُ التحكم فيها أو السيطرة عليها، وهذه العوامل مسئولة عن مقدار الإشعاع الشمسي في مصر، لذلك تختلف كمية الإشعاع الشمسي في مصر وفقًا لتأثير تلك العوامل، ويتضح ذلك من خلال زيادة مقدار الإشعاع الشمسي في مصر بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب، أي: أنَّ الإشعاع الشمسي يزداد في مصر بتناقص دائرة العرض.

بلغ المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مصر ١٠ ساعات/ يوم خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠)، ويلاحظ تباين المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مصر من منطقة إلى أخرى فقد بلغ المتوسط أقصاه ١٠.٩ ساعة/ يوم في الخارجة، وأدناه ٩.٣ ساعة/ يوم في مرسى مطروح، وعلى الرغم من تباين المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في مصر من منطقة إلى أخرى، إلاَّ أنَّهاتُعَدُّ من المناطق المثالية لاستغلال الطاقة الشمسية في مختلف الأغراض، وذلك لأنَّ معدلات سطوع الشمس بالمناطق المثالية تتراوح ما بين (٢٣٠٠- ٤٠٠٠) ساعة/ سنة أي ما يعادل (٦.٣- ١٠.٩) ساعة/ يوم.

بلغ المتوسط السنوي لحجمالإشعاع الشمسي المباشر في مصر ٢٠.٩ ميجا جول/ م٢/ يوم خلال الفترة (١٩٨٠- ٢٠١٠) وبلغ حجم الطاقة الشمسية المتوقع إنتاجها منه ٥.٨ ك.و.س/ م٢/ يوم، وهو بذلك يفوق معدلات الإشعاع الشمسي التي تَمَّ تحديدها بالمناطق المثالية لاستغلال الطاقة الشمسية والتي تبلغ ١٨ ميجا جول/ م٢/ يوم ويبلغ حجم الطاقة الشمسية المتوقع إنتاجها ٥ ك.و.س/ م٢/ يوم؛ الأمر الذي يتضح من خلاله مدى ملائمة مصر لاستغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الطاقة الكهربائية.

المراجع

أولاً- المراجع العربية:

١-السيد السيدالحسيني: موسوعة مصر الحديثة، المجلد الثالث، البيئة والجغرافيا، الهيئة المصرية العامة للكتاب، ١٩٩٦.

٢-أيمن عبد الرحمن فوزي: المناخ وأثرة على الزراعة في محافظة أسيوط، دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج، ٢٠١٤.

٣-جودة حسانين جودة: الجغرافيا المناخية والنباتية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٨٩.

٤-جودة حسنين جودة: جغرافية مصر الطبيعية وخريطة المعمور المصري في المستقبل، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٠.

٥-حسن يونس عبد الرحمن: الإشعاع الشمسي والرياح كمصادر للطاقة الجديدة والمتجددة في مصر، دارسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٩.

٦-علي أحمد غانم: الجغرافيا المناخية، دار المسيرة، عمان، ٢٠٠٧.

٧-على سالم الشواورة: جغرافية علم المناخ والطقس، دار المسيرة، عمان، ٢٠١٢.

٨-عبد القادر عبد العزيز علي، وآخرون: مناخ مصر، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٤.

٩-عبد القادر عبد العزيز علي: الطقس والمناخ والميتورولوجيا، مطابع جامعة طنطا، ٢٠٠٢.

١٠-عبد العزيز طريح شرف: الجغرافيا المناخية والنباتية- مع التطبيق على مناخ أفريقيا ومناخ العالم العربي، ط ١١، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، ٢٠٠٠.

١١-طلعت محمد عبده، حورية محمد حسين: الجغرافيا المناخية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٩.

١٢-محمد محمود إبراهيم الديب: الطاقة في مصر، دراسة تحليلية في اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٩٥.

١٣-محمد صفي الدين أبو العز: مورفولوجية الأراضي المصرية، دار غريب، القاهرة، ١٩٩٩.

١٤-محمد كامل إبراهيم متولي: المناخ وأثره على صحة الإنسان في مصر، دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٨.

١٥-مسعد سلامه مندور: الإشعاع الشمسي في مصر، دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة المنصورة، ٢٠٠٢.

١٦-هشام داود صدقي بدوي: المناخ وأثره على محاصيل الفاكهة بمحافظتي مطروح وأسيوط، دراسة في جغرافية المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة طنطا، ٢٠٠٧.

١٧-ياسمين محمد عادل فؤاد: الطاقة المتجددة في مصر، دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، رسالة دكتوراه، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠١٢.

١٨-يوسف عبد المجيد فايد، وآخرون: مناخ مصر، دار النهضة العربية، القاهرة، ١٩٩٤.

ثانيًا- المراجع الأجنبية:

1- Fredrick, L., & Edward, T., The Atmosphere, Seven (Ed), Prentice Hall- INC Simon, New Jersey, 1998, P. 39.