التباين المكاني للإشعاع الشمسي في العراق

أ.م.د. فراس فاضل مهدي البياتي
جامعة الأنبار/ كلية التربية للعلوم الإنسانية

الملخص:

الإشعاع الشمسي (Solar Radiation) هو مجموعة من الإشعاعات الأثيرية مصدرها الشمس وتسير في الفضاء على شكل موجات كهرومغناطيسية بسرعة الضوء بنحو (٣٠٠.٠٠٠) كم/ثا. ويعد الإشعاع الشمسي المصدر الرئيس للطاقة في الغلاف الجوي إذ يسهم بأكثر من (٩٩.٩٧%) من الطاقة المستغلة بالغلاف الجوي وعلى سطح الأرض، والطاقة الشمسية هي المسؤولة عن جميع العمليات التي تحدث في الغلاف الجوي كالاضطرابات الجوية والسحب والأمطار وغيرها، ومن ثم؛ فإنها تتحكم في المناخ والحياة على الأرض [٤١/٨] . وبسبب بعد الأرض عن الشمس فإنها تتلقى نسبة ضئيلة من حرارتها تقدر بنحو ١: ٢٠٠٠ مليون وعلى هذا المقدار تتوقف جميع مظاهر النشاط البيولوجي والطبيعي على سطح الأرض (١/) .

الكلمات المفتاحية: الاشعاع الشمسي، الغلاف الجوي، المناخ.

The spatial variation of solar radiation in Iraq

Dr. Firas Fadel Mahdi Al Bayati
Anbar University / College of Education for Human Sciences

Abstract:

The solar radiation is a group of ethereal radiation emitted from the sun and it travels in the space in the form of the electromagnetic waves of about 300000KM/SEC light space. The solar radiation is regarded as the main source of energy in the atmosphere that contributes of more than (99.97) parentage of this exploited energy by the atmosphere on the earth surface.

The solar energy is responsible for all the processes that occur in the atmosphere and earth surface, clouds and rains, etc. Consequently, it controls the climate and life on the earth. Because of the earth is far away from the sun. The earth receives quite little ratio of its heat amounting to 200 million and it stops all the biological and natural aspect of the energy on the earth.

Keywords: Solar radiation, Atmosphere, Elimate.

المقدمة:

يحتفظ الإشعاع الشمسي بطاقته من حرارة انبعاثه من الشمس حتى وصوله إلى مسافة (١٥٠) كم عن سطح الأرض وبعد ذلك يبدأ تأثير الغلاف الجوي على الأشعة الشمسية، إذ تفقد حوالي نصف طاقتها إلى سطح الأرض لتعرضها لعمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس لفعل الغازات والغيوم والشوائب الموجودة في الغلاف الجوي . (٤٢/٩) .

سيكون تركيزنا في هذا البحث على دراسة العوامل المؤثرة في التباين المكاني لكميات الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض في تسعة عشر محطة مناخية عراقية خريطة (رقم ١) .

ينطلق البحث من فرضية مفادها: هناك عوامل عديدة تؤثر على صورة التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المحطات في منطقة الدراسة .

وعليه يهدف البحث إلى إظهار صورة التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي والعوامل المؤثرة في هذا التوزيع .

استخدمت هذه الدراسة في معالجة بياناتها الوسائل الإحصائية الآتية:

١. معامل الارتباط البسيط (Simple Correlation Coeffcin) في تحديد اتجاه العلاقة وقوتها بين المتغير التابع الذي يمثل الظاهرة المدروسة او الظاهرة التي يقع عليها التأثير والمتغيرات المستقلة التي تمثل العوامل المؤثرة في تلك الظاهرة وبعد حسابه باعتماد القانون الآتي : (٢١٢/٤)

$$r = (x-x^-)\ (y-y^-)\sqrt{\ (x-x^-)2(y-y^-)^2}$$

٢. الانحدار الخطي البسيط (Simple liner Regression) استخدم هذا النموذج الإحصائي في دراسة العلاقة بين التغير التابع والمتغيرات المستقلة، إذ مثلت كميات الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح ارض المحطات المتغير التابع ومثل كل متغير من المتغيرات الواردة في الجدول (٥) على حده المتغير المستقل وذلك بموجب معادلة خط الانحدار البسيط التي تعبر عنها بالصيغة الآتية :

$$Y=a+b1\ x1$$
$$Y= a+b2\ x2$$
$$Y= a+b3\ x3$$
.
.
$$Y=a+ bn\ x\ n$$

العوامل التي تتحكم في توزيع الطاقة الشمسية فوق سطح الأرض

هناك عدة عوامل تؤثر في قوة الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض من مكان إلى آخر، فالقيم الكبيرة موجودة في المناطق المدارية واقلها في المناطق القطبية، وكذلك تتغير كمية الطاقة بتغير الفصول وحتى ساعات اليوم الواحد .

فالعوامل المؤثرة في تباين مقدار ما يسقط من الاشعة الشمسية على نقطة معينة من سطح الأرض هي كالآتي: (٨٣/١)

١. اختلاف طول المسافة بين الشمس والأرض تبعا لحركة الأرض حول الشمس .

٢. العوامل الفلكية كالموقع بالنسبة لدوائر العرض، ويحدد هذا زاوية سقوط الأشعة وطول وقت النهار وطول الفصول .

٣. انحدار سطح الأرض (التضاريس) واتجاهه والارتفاع عن مستوى سطح البحر .

٤. شفافية الغلاف الغازي، ويحدده نسبة التغييم وأشكال التكاثف والغبار .

يمكن أن نصنف هذه العوامل إلى عوامل جغرافية ثابتة مثل الموقع الفلكي أو الجغرافي والتضاريس والارتفاع عن مستوى سطح البحر وأخرى ديناميكية مرتبطة بخصائص مناخية أخرى في المنطقة .

١. الموقع الجغرافي:

بما أن الأرض تدور حول الشمس بمدار بيضوي وليس دائري أدى إلى اقتراب الشمس مرة من الأرض في (٤ كانون الثاني) وابتعادها ثانية في (٤ تموز) مما يؤدي إلى اختلاف المسافة بين الشمس والأرض وينعكس هذا في كمية ما يستلمه سطح الأرض من الإشعاع الشمسي أثناء السنة، إذ يزداد مقدار الإشعاع الساقط على سطح الغلاف الجوي في كانون الثاني من مقدار الإشعاع الثابت نسبة ٣.٥% عن أوائل تموز (٥٩/٦) .

كذلك يؤثر الموقع على ايراد الطاقة الشمسية التي تصل إلى مستوياتها في المناطق المدارية بين مداري السرطان والجدي . ومن هناك تقل عموماً كلما ابتعدنا شمالاً او جنوبا لتصل ادنى مستوياتها فوق المناطق القطبية، إذ لا تزيد كمية الطاقة الشمسية السنوية عن ٤٠% فقط من كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى المناطق المدارية خلال السنة (٢٧/٣) .

وفي دراسة أخرى أوضحت انه في العروض المدارية وبالأخص المناطق الحارة الجافة منها يزداد تأثير الإشعاع الشمسي فيها بما يعادل (٣–٤) أضعاف قيمته في المناطق المعتدلة والباردة (٧٤/١٠) .

ويوضح الجدول رقم (١) معدل الطاقة الشمسية حسب درجات العرض، ويلاحظ أن معدل الطاقة الشمسية يتناقص بالاتجاه من العروض الاستوائية والمدارية حتى العروض المعتدلة والباردة .

كذلك يحدد الموقع العروضي درجة الميل أو زاوية سقوط الأشعة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض، فكلما كبرت زاوية ميل الأشعة كلما انحصرت تلك الأشعة في مساحة اصغر، وكذلك يؤدي إلى قصر الإشعاع الشمسي عبر الغلاف الجوي الذي يقلل بالنتيجة من تعرضه لعمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس التي تزيد من درجة تضعيفه وتوهينه جدول رقم (٢) .

وبذلك تزيد كمية الطاقة المتوافرة لأي وحدة قياسية كالسنتمتر المربع مثلا فتزداد بذلك درجة تركيز الأشعة، والعكس صحيح كلما صغرت زاوية ميل الأشعة أدى ذلك إلى زيادة انتشار أشعة الشمس

فوق سطح الأرض مما يؤدي إلى توزيع الطاقة على مساحة كبيرة فتقل بذلك الكمية المتوفرة لتلك المنطقة، ففي المناطق المدارية تكون درجة ميل أشعة الشمس اكبر من مناطق العروض الوسطى والمناطق القطبية مما يجعل هناك تمركزاً واضحاً للطاقة الشمسية في المناطق التي تقع بين مداري السرطان والجدي (٢٥/٣) .

كذلك أن طول النهار (day length) يسهم دورا هاما في تحديد الكمية الفعلية للطاقة الشمسية التي تصل إلى بقاع العالم المختلفة، ويختلف طول النهار حسب درجة العرض والشهر كما موضح في الجدول رقم (٣) .

ففي دائرة العرض على خط الاستواء يكون طول النهر اثنى عشر ساعة طوال ايام السنة مع فارق بسيط محدود (١٤) دقيقة زيادة بين يومي الانقلاب الصيفي عن الانقلاب الشتوي، أما المناطق القطبية تشرق الشمس لمدة ستة اشهر كاملة وتغيب لمدة ستة اشهر أخرى مما يجعل الاشراق يستمر لمدة ٢٤ ساعة يوميا خلال فترة ظهور الشمس، اما في منطقة العروض المدارية فان طول النهار يتغير بتغير الفصول ولكنه يزيد عموما خلال فصل الصيف ويقل خلال فصل الشتاء، ولذلك نجد ان كمية الطاقة الشمسية المتوفرة خلال الصيف تكون دائماً اكبر من الكمية المتوافرة خلال فصل الشتاء (٢٦/٣) .

٢. اختلاف طول المسافة بين الشمس والأرض:

وتشمل العوامل الفلكية بحركة الأرض ودورانها حول الشمس من الغرب إلى الشرق دورة واحدة من السنة وبمقدار شبه دائري او بيضوي الشكل، وان متوسط المسافة بين الشمس والأرض نحو (١٥٠ مليون كم) إلا ان هذه المسافة تزداد او تتناقص نحو (٢.٤مليون كم) وفي يوم ٣ كانون الثاني تصبح الأرض اقرب ما تكون إلى الشمس وبمسافة (١٤٧ مليون كم) ويقال في هذه الحالة ان الأرض في الحضيض اي قريبة من الشمس، أما في يوم ٤ تموز فتصبح الأرض في مدارها الاهليجي ابعد ما تكون عن الشمس وتبلغ المسافة بينهما (١٥٢ مليون كم) ويقال في هذه الحالة ان الأرض في الأوج اي بعيدة عن الشمس، ولهذا الاختلاف في المسافة بين الشمس والارض تأثير كبير على كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض، إذ تبين ان قوة الإشعاع الشمسي الذي يميل إلى سطح الأرض خلال فترة الحضيض (كانون الثاني) يزداد او اكثر بنحو ٧% عن موقعه خلال فترة الاوج (تموز) (٨٦/١) .

لذا يكون تركيز الإشعاع الشمسي على دوائر العرض في فصل الصيف الشمالي الذي يمثله تموز اكثر ما يكون على دوائر العرض المقابلة في فصل الصيف الجنوبي الذي يمثله كانون الثاني وبعبارة اخرى تكون القيمة الحرارية للإشعاع على دوائر العرض نصف الأرض الشمالي في وقت صيفه اقل مما تكون على الدوائر المناخية في النصف الجنوبي في وقت صيفه . (٥٩/٦) .

٣. التضاريس والارتفاع عن مستوى سطح البحر:

تؤثر التضاريس في تباين كمية الإشعاع الشمسي الواصل من منطقة إلى أخرى وذلك من خلال الآتي: (٨/٥٣-٥٤)

أ. تتصف الجبال العالية بكثرة التغييم مما تحجب من الأشعة وتعرقل من وصولها إلى سطح الأرض .

ب. يؤثر اتجاه السفوح في معدل الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى تلك السفوح ويكون تأثيرها واضحا في المناطق المعتدلة والباردة التي تصلها الأشعة بشكل مائل، اما المناطق المدارية فان تأثير هذا العامل يكون محدوداً لان الأشعة الشمسية تكون عمودية او شبه عمودية وبالتالي فان تلك السلاسل تستلم كميات متساوية من الاشعة الشمسية، يسهم انحدار السفوح بدور كبير في تحديد زاوية سقوط الأشعة فعندما تكون السفوح شديدة الانحدار فان أشعة الشمس تسقط عليها بشكل زاوية قائمة مما يجعل الإشعاع الشمسي الواصل اليها اكثر من المناطق المجاورة الأقل منها انحداراً .

أما بالنسبة لاثر الارتفاع عن مستوى سطح البحر فتتباين كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض، إذ إن كمية الإشعاع تقل كلما اتجهت نحو سطح الأرض بفعل عدة عمليات من الامتصاص والانعكاس والبعثرة والانكسار، وينعكس هذا أيضا على حرارة الهواء الذي يكتسب حرارته من الأشعة الشمسية بسبب وجود المواد العالقة وبخار الماء والغبار والغازات كثاني أوكسيد الكاربون والتي تعمل جميعا على امتصاص حرارة الشمس وبالتالي رفع درجة حرارة الهواء، ولكن انخفاض نسبة هذه المواد كلما ارتفعنا في طبقات الجو العليا وبالأخص عند المناطق الجبلية المرتفعة، لذا لا تتعرض نسبة الأشعة الشمسية اثناء مرورها عند المناطق المرتفعة إلى نسبة ضياع مثلما عند اتجاهها نحو سطح الأرض (١/١٢٠) .

٤. شفافية الغلاف الجوي (صفاء الجو):

تؤثر درجة شفافية طبقات الجو في مدى قوة الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض بسبب تعرض طاقة الإشعاع إلى عمليات كثيرة تؤدي إلى ضياع جزء من الطاقة بحسب طبيعة الغلاف الجوي من حيث مكوناته الغازية وما يحمله من مواد عالقة سوآءا أكانت مواد صلبة أم سائلة أم غازية .

فوجود السحب أو أشكال التكاثف الأخرى من ضباب وصقيع وأمطار فضلا عن المواد العالقة كالغبار والرمال والملوثات الأخرى، تؤثر جميعها في عملية انعكاس الأشعة الشمسية وتشتتها وامتصاصها، وبالتالي تؤدي إلى حجز كميات كبيرة من الطاقة الشمسية ومنع مرورها للوصول إلى سطح الأرض بصرف النظر عن درجة تركيز اشعة الشمس وطول النهار (٨/٥٢) وكمثال لذلك فان اعلى مستويات الحرارة فوق سطح الأرض توجد على مقربة من مدار السرطان ومدار الجدي وليس

على دائرة عرض خط الاستواء، بسبب كثرة تغطية السماء بالسحب في المناطق الاستوائية والذي يؤدي إلى ضياع نسبة كبيرة من الأشعة الشمسية عن طريق الانعكاس، بينما يكون صفاء الجو وخلوه من السحب معظم أيام السنة عند مداري الجدي والسرطان سوف يسمح لجزء كبير من الإشعاع الشمسي بمواصلة سيره نحو سطح الأرض [٢٦/٣] ويتمثل الحال بالملوثات الأخرى كالغبار أو المناطق التي يكثر في أجوائها الدخان كالمدن الصناعية الكبرى حيث تعمل هذه الملوثات على امتصاص الأشعة او تشتيتها في الجو ثانية وهذا يؤثر في قيم الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض .

نمط التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق:

يعد المدى واضحا بين ما يصل من كمية الإشعاع الكلي عند الحدود العليا للغلاف الغازي وبين كمياتها الواصلة إلى سطح الأرض وهذا بدوره ينعكس على قيم الإشعاع الواصلة إلى سطح ارض المحطات العراقية .

أولاً: توزيع الإشعاع الشمسي عند الحدود العليا من الغلاف الغازي:

إن لدراسة هذا التوزيع أهمية كبيرة في معرفة مقدار التخصيص الحاصل للطاقة الشمسية بعمليات الامتصاص والبعثرة والانعكاس اثناء اختراق الإشعاع الشمسي للغلاف الغازي من خلال مقارنة الإشعاع المباشر الواصل إلى سطح الارض بما يصل إلى اعلى الغلاف الغازي .

وكذلك يبين اثر المتغيرات او العوامل المؤثرة في تباين كمية الأشعة الواصلة لسطح ارض المحطات اذ لا يتطابق توزيع الطاقة الإشعاعية مع دوائر العرض بسبب تلك العوامل المؤثرة في الظاهرة المدروسة.

والجدول (٤) والخريطة (٢) يوضحان التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي عند الحدود العليا للغلاف الغازي .

ثانياً/ التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي المباشر:

إن الإشعاع الشمسي لا يصل جميعه إلى سطح ارض المحطات بسبب العمليات الثلاث المذكورة خلال اختراقه للغلاف الغازي. فمثلا في محطة بغداد يفقد الإشعاع ما مقداره (٣٢%) وفي محطة الناصرية (٣٩%) وفي محطة السليمانية (٣٣%) وفي الموصل (٣٤%) من كمية الإشعاع الشمسي إلى اعلى الغلاف الغازي، لذا تعد الكمية الفعلية للإشعاع المباشر الواصل إلى سطح الأرض خلال اي فترة اقل مما هو عليه عند الحدود العليا للغلاف الغازي الجدول (٤) والخريطة (٣) يوضحان صورة التوزيع الجغرافي لمعدل الطاقة الإشعاعية في العراق وفيه يظهر ان الإشعاع الشمسي لا يتطابق مع دوائر العرض في جميع مناطق العراق بسبب العوامل المؤثرة في هذا التوزيع والتي سنوضح العلاقة بين كل متغير واثره في كمية الإشعاع الشمسي الوارد لسطح المحطات .

العوامل المؤثرة في نمط التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي في العراق:

يؤثر نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي في عوامل جغرافية ثابتة، وأخرى ديناميكية تعمل جميعاً في رسم صورة ذلك التوزيع، ومن خلال تحديد كفاءة كل عامل ومدى إسهامه في زيادة أو نقصان كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض كما في الجدول (٥) لذا من الضروري معرفة تأثير تلك العوامل كل على حدة لتتبع التغير الحاصل في مقدار الإشعاع الشمسي الواصل للمحطات العراقية ويتضح من خلال الجدول (٦) والذي يمثل نتائج تأثير تلك العوامل وكالآتي:

١. أن العوامل المبينة رموزها في الجدول لها الدور الأكبر في التباين المكاني للإشعاع الشمسي في العراق، إذ فسرت تلك العوامل تأثيرا نسبته (٧٢%) من مجمل التباين المكاني للإشعاع الشمسي .

٢. تختلف العوامل المؤثرة في الإشعاع الشمسي من حيث طبيعة علاقتها بتلك الدرجة وتباين قوتها، وهذا بدوره ينعكس على اتجاه تأثيره وشدته في التباين المكاني للإشعاع الشمسي وفي ضوء تلك العلاقة يتضح من الجدول (الانحدار) أنها تنقسم إلى قسمين هما:

أ. عوامل ترتبط معها بعلاقة عكسية (–)

ب. عوامل ترتبط معها بعلاقة طردية (+)

تعمل الأولى على خفض كمية الإشعاع الشمسي في حين تعمل الثانية على رفعها

وعلى أساس ما تقدم يتلخص في ضوء معطيات الجدول السابق ان العوامل التي تؤثر في نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي هي :

١. دائرة العرض:

يعد تأثير الموقع الجغرافي لدوائر العرض بالنسبة لمحطات الدراسة ضئيل اذ فسر هذا العامل ما نسبته (٠.٠١٦) من مجل التباين المكاني للإشعاع الشمس في العراق، ويرتبط هذا العامل المتغير بعلاقة طردية مع كمية الإشعاع الشمسي، إذ بلغت قوة هذا الارتباط بنحو (٠.١٣+) أي ثلاثة عشر بالمئة، يعني ان زيادة مقدارها وحدة قياس واحدة في x١ (دوائر العرض) يؤدي إلى ارتفاع كمية الإشعاع الشمسي في العراق بمعدل (٢.٧) سعرة/سم^{٢}/دقيقة شكل رقم (١) .

إن وقوع المحطات ضمن مدى محدود لدوائر العرض ما بين ٢٩– ٣٧.٥^{o} شمالاً في عروض شبه مدارية واحدة، ادى إلى ان يكون تأثير هذا العامل ضعيفاً .

٢. الارتفاع عن مستوى سطح البحر:

إن عامل الارتفاع يؤدي إلى نقص المسافة التي يقطعها الإشعاع الشمسي فيقلل من فرصة ضياع الإشعاع الشمسي بالعمليات الفيزياوية السابقة (الامتصاص، التشتت، الانعكاس)

وقد فسر التباين المكاني لعامل ارتفاع المحطات عن مستوى سطح البحر ما يقرب (٠.٠١٩) من مجمل التباين المكاني لكمية الإشعاع الشمسي، ويتضح ان طبيعة العلاقة بين هذا العامل

طردية مع الإشعاع الشمسي والتي بلغت (٠.١٤+) وان زيادة تلك النسبة بمقدار وحدة قياس واحدة يؤدي إلى زيادة كمية الإشعاع الشمسي بمعدل (٠.٠٢٢) سعرة/ سم^{٢}/يوم) شكل (٢) .

ويتبين ان تأثير هذا العامل كان ضعيفاُ على قيم الإشعاع الشمسي الواردة إلى سطح المحطات لأسباب تتعلق بوقوع معظم محطات الدراسة ضمن ارتفاعات قليلة عن مستوى سطح البحر، باستثناء بعض المحطات الواقعة في المناطق الجبلية وشبه الجبلية التي تقع تحت تأثير عامل مهم اخر يتعلق بشفافية الغلاف الجوي والمتمثلة بأشكال التكاثف من زيادة نسب التغييم وكمية الامطار الساقطة التي تؤدي بدورها إلى تقليل كمية الإشعاع الشمسي فيها ويبدو هذا واضحا عند مقارنة قيم الإشعاع في محطة السليمانية عن المحطات الواقعة ضمن السهل الرسوبي .

٣.زاوية ارتفاع الشمس:

يعد تأثير زاوية الارتفاع ضعيفاً جدا بالنسبة لمحطات الدراسة، اذ فسر هذا العامل ما نسبته (٠.٠٠٠٣٤) من مجمل التباين المكاني للإشعاع الشمسي، وبتوضيح طبيعة العلاقة بين هذا المتغير والإشعاع الشمسي والتي بغلت (٠.٠٠٦) زيادة نسبة المتغير بمقدار وحدة قياس واحدة يؤدي إلى نقص كمية الأشعة الشمسية بمعدل (١٠١٧-) سعرة/سم/يوم شكل رقم (٣)

ورغم انه العلاقة بين زاوية ارتفاع الشمس وكمية الأشعة طردية لكن بالإمكان تفسير الظاهرة على اساس هذه العلاقة المغايرة بان تضاف زاوية ميل سطح انحدار الأرض (على اعتبار ان انحدار الأرض بالعراق يتجه من الشمال إلى الجنوب) إلى زاوية الارتفاع التي تشكلها الشمس مع سطح الأرض على اساس دائرة العرض مما اعطانا هذه العلاقة العكسية المغلرة للحقيقة العلمية .

٤.طول النهار الفعلي (سطوع الشمس):

يرتبط مقدار الإشعاع الشمسي وتركزه بطول النهار الحقيقي، اذ فسر هذا المتغير للمحطات العراقية بنسبة بلغت (٠.١٧٧) من مجمل المقدار الكلي للإشعاع الشمسي وبعلاقة ارتباطية طردية بلغت (٠.٤٢+) وان زيادة نسبة هذا العامل وحدة قياس واحدة تودي إلى نسبة زيادة مقدارها (٥٥.٢) سعرة/سم/يوم شكل رقم (٤). وتظهر هذه النسب فعالية جدية لتأثير هذا العامل على زيادة قيم الإشعاع الشمسي، إذ تنتج معظم محطات القطر زيادة بطول مدة سطوع الشمس الفعلي مما يؤدي إلى زيادة في قيم الإشعاع الشمسي الوارد إلى سطح المحطات .

٥.نسبة التغييم (يوم):

تشكل السحب بأنواعها عاملا مهما في اعاقة وصول الإشعاع الشمسي إلى سطح الأرض وقد فسر التباين المكاني لنسب التغييم في العراق ما يقرب (٠.٠٠٠١) من مجمل التباين المكاني لقيم الإشعاع الشمسي وتوضح طبيعة العلاقة العكسية بينهما والتي بلغت (٠.٠١+) .

وإن زيادة تلك النسبة بمقدار وحدة قياس واحدة يؤدي إلى نقصان قيم الإشعاع الشمسي بمعدل (٠.٠٨) سعرة/سم/يوم شكل رقم (٥) .

يعد هذا العامل من اضعف العوامل تأثيراً على نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي كونه يتوزع في ايام قليلة من الشتاء او بقية ايام السنة، اذ يتميز الغلاف الجوي بصفائه معظم اوقات السنة مما يسهل من عملية مرور الأشعة طيلة العام .

٦. الرطوبة النسبية% :

تمثل الرطوبة النسبية اكثر اصطلاحات الرطوبة الجوية استخداما للتعبير عن رطوبة الغلاف الجوي؛ لأنها تعكس درجة رطوبة الهواء وجفافه، وكذلك نسبة الابتعاد او الاقتراب من حالة التشبع. وتعد الرطوبة النسبية من العوامل الهامة والاساسية التي اثرت بشكل كبير على نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي في العراق، إذ فسرت ما يقرب (٠.٢٧) من مجمل التباين المكاني للإشعاع الشمسي، وأن ارتباط هذا العامل كان قويا وبعلاقة عكسية مع الإشعاع الشمسي بلغ (٠.٥-) وقد اظهرت النتائج الانحدار الخطي ان ارتفاع نسبة الرطوبة بمقدار وحدة قياس واحدة يؤدي إلى انخفاض الإشعاع الشمسي بمعدل (٣.٥) (سعرة/سم/يوم) شكل رقم (٦) .

تأثير رطوبة الهواء ومحتواه من بخار الماء رغم محدودية كمياتها في العراق، لكنه يساهم بشكل كبير بامتصاص جزء من الموجات الطولية الصادرة من الإشعاع الشمسي ويعمل على عكس اجزاء اخرى منها وتشتيتها .

كذلك تعد الرطوبة المصدر الرئيسي لكل عمليات التكاثف والتساقط والتي تؤثر على درجة شفافية الجو وبالآتي على عرقلة مرور الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المحطات وحجز كمية من طاقته ومنع مروره من الوصول إلى المحطات بصرف النظر عن درجة تركز الأشعة وطول النهار .

٧. الضباب (يوم):

وهو احد مظاهر عملية التكاثف اثر توافر الرطوبة ويعد تأثير هذا العامل ضعيفاً في نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي . اذ لم يزد معامل تفسيره (٠.٠٣٨) من مجمل التباين المكاني للإشعاع الشمسي وبعلاقة ارتباط عكسية بلغت (٠.٢-) وان زيادة تلك النسبة بوحدة قياس واحدة يؤدي إلى نقصان كمية الإشعاع الشمسي بمعدل (٢.٠٨) (سعرة/سم/يوم) شكل رقم (٧) ويعود ضعف هذا العامل إلى قلة عدد ايام حدوثه من السنة اذ لا يتجاوز عن (١٥) يوم كما هو الحال في محطة الموصل .

٨. الامطار (ملم):

لقد فسر هذا العامل ما يقرب من (٠.٠٠٤) من مجمل التباين المكاني للإشعاع الشمسي في العراق وان درجة ارتباطه كان سالباً ضعيفاً بلغ ما يقرب (٠.٠٧) مع الإشعاع الشمسي، وان اي زيادة في نسبة هذا المتغير مقدراها زحدة قياس واحدة يؤدي إلى انخفاض كمية الأشعة الشمسية بمعدل (٠.٠١٦) (سعرة/سم/يوم) شكل رقم (٨) .

يعد تأثيره ضعيفاً على مجمل نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي في العراق بسبب قلة كميات التساقط في معظم انحاء العراق باستثناء المناطق الشمالية، فضلاً عن ان التوزيع الفصلي للأمطار الساقطة تتميز بوجود فترة طويلة لانقطاعه التام . حتى ان بعض اشهر الشتاء المطيرة تقل فيها كمية الامطار وان بعضها يتميز سقوطه على شكل زخات مطرية كبيرة، مما يجعل تميز السماء بصفائها معظم ايام السنة، والذي يؤدي بدوره مرور اعلى مقادير للإشعاع الشمسي ووصوله إلى سطح الأرض

٩. الصقيع (يوم):

اظهرت نتائج تطبيق الانحدار المتعدد، أن تفسير هذا العامل بلغ (٠.٠٠٠٧) من مجمل التباين المكاني للاشعاع الشمسي، ويعود سبب هذا التأثير الضعيف إلى قلة عدد ايام حدوثه باستثناء المحطات الشمالية. وان ارتباط هذا المتغير بعلاقة سالبة ما يقرب (٠.٠٣-) مع الإشعاع الشمسي وان اي زيادة مقدارها وحدة قياس واحدة تؤدي ال تناقص كمية الأشعة بمعدل (٠.١٤) (سعرة/سم/يوم) شكل رقم (٩) .

١٠. العواصف الترابية (يوم):

لقد فسر هذا العامل المتغير ما يقرب (٠.٠١٥٤) من مجمل نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي، ويعود ضعف تأثيره كالعوامل التي سبقته اثر تكراره ايام قليلة من السنة، وان ارتباط هذا المتغير بعلاقة سالبة بلغت ما يقرب (٠.١٣) وان زيادة وحدة قياس واحدة لهذا المتغير يؤدي إلى تناقص كمية الإشعاع الشمسي بمعدل (٠.٨) (سعرة/سم/يوم) شكل رقم (١٠)

النتائج:

١. ان معدل الإشعاع الشمسي المباشر في العراق بشكل عام يتناقص من الجنوب باتجاه الشمال بسبب تناقص زاوية سقوط الأشعة الشمسية بهذا الاتجاه وزيادة نسبة التغييم والرطوبة الجوية .

٢. هناك شذوذ بالنسبة لمحطة السليمانية بارتفاع كمية اشعاعها الشمسي مقارنة بمحطتي البصرة والناصرية، اذ تمثل الاولى ارتفاع موجب لكمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى سطح محطتها بسبب الطبيعة الجبلية التي تشكل زاوية ميل سطح انحدار ارض المحطة اقرب إلى المستوى العمودي لسقوط الأشعة عليها، فضلا عن ارتفاع المحطة عن مستوى سطح البحر وانخفاض رطوبتها النسبية مقارنة بمحطة البصرة والتي زيادة ملحوظة في الرطوبة النسبية وترسب غبار الجو فيها وكذلك الحال بالنسبة عند محطة الناصرية والتي تشهد ارتفاع نسبة العواصف الغبارية فيها .

٣. جاءت نسبة التفسير الاحصائي وتأثيرها بالظاهرة المدروسة نحو (٧٢%) رغم تباين التأثيرات المناخية الاساسية الظاهرة والعوامل الجغرافية الاخرى، كما جاءت نسبة تفسير التغير (x6) المتمثل بالرطوبة النسبية اكبر من المتغيرات الاخرى اذ بلغت نحو (٢٨%) من مجمل التفسير البالغ (٧٢%) ثم جاء العامل (x4) المتمثل بطول النهار اذ اثر بالظاهرة المدروسة بنسبة (٢٠%)

وعند درجة اختبار للثقة بنسبة للعاملين (٩٥%) او عنج مستوى $p<0.05$ ولكليهما في حين كان تأثير بقية المتغيرات ضعيفاً بالنسبة للظاهرة المدروسة .

٤. تتميز بعض المتغيرات بضعف تأثيرها على نمط التوزيع المكاني للإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المحطات كاشكال التساقط والعواصف الغبارية، فمن الناحية النظرية تعد هذه العوامل ذات تأثير واضح في تقليل كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض ولكن تفسيرها يتعلق في نظام توزيع هذه المتغيرات خلال ايام السنة، فحدوث هذه العوامل تكون خلال ايام معدودة من السنة وبالتالي تتميز السماء بصفاء جوها طيلة العام مما يسمح بمرور اكبر مقادير للإشعاع الشمسي ووصوله إلى سطح ارض المحطات .

المصادر:

١. ابو العينين، حسن سيد احمد، اصول الجغرافية المناخية، ج١، الدار الجامعية للطباعة والنشر، بيروت ١٩٨٨.

٢. اناتولي، ريمشا، تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة، ترجمة داود سلمان المنير، دار المير للطباعة والنشر، موسكو، ١٩٧٧.

٣. التوم، مهدي امين، الجغرافية المناخية، الخرطوم، دار طباعة الخرطوم للنشر، ١٩٨٦ .

٤. بول.ج. هويل، المبادى الاولية في الاحصاء، ط٤، ترجمة بدرية شوقي، محمد كامل الشربيني، دار وابلي وابناءه، نيويورك، ١٩٨٤ .

٥. جمهورية العراق، وزارة النقل والموصلات، الهيئة العامة للانواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، نشرة رقم ١٥، الملحق ١٩٨٠، نشرة رقم ١٧ الملحق ١٩٨٩ .

٦. حديد، أحمد سعيد وآخرون، جغرافية الطقس، دار الكتب للطباعة والنشر، بغداد، ١٩٧٩ .

٧. الراوي، خاشع محمود، المدخل إلى تحليل الانحدار، الموصل، جامعة الموصل، ١٩٧٨ .

٨. الراوي، صباح محمود، عدنان البياتي، اسس علم المناخ، الموصل، جامعة الموصل، ١٩٩٠ .

٩. غانم، علي احمد، الجغرافية المناخية، ط١، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع، ٢٠٠٣ .

١٠. Galancy " Desert planning" The Architectuial press, London,1982.

جدول رقم (١)

معدل الطاقة الشمسية (كالوري/سم/دقيقة) حسب درجات العرض

درجة العرض	A	١٥	٣٠	٤٥	٦٠	٧٥
الطاقة	٥١٠	٥١٠	٤٧٠	٣٨٠	٣٠٠	٢١٠

المصدر: علي احمد غانم، الجغرافية المناخية، مصدر سابق، ص ٥٢ .

جدول (٢)

العلاقة بين زاوية ميل الاشعة الشمسية وطول مسارها ودرجة اضعافها

زاوية الميل	٩٠	٥٠	٣٠	١٠	Zero
طول مسار الأشعة	١	١٠٣	٢	٥.٥٦	٣٥.٤
درجة أضعاف الأشعة	%٢٥	%٣١	%٤٤	%٨٠	%١٠٠

المصدر: اناتولي، ريمشا، تخطيط وبناء المدن في المناطق الحارة، ترجمة داود سلمان المنير، ، موسكو، ١٩٧٧. ص ٢١ .

جدول (٣)

طول النهار حسب درجات العرض يومي الانقلاب الصيفي والشتوي

درجة العرض	الانقلاب الصيفي		الانقلاب الشتوي	
	ساعة	دقيقة	ساعة	دقيقة
٩٠-٧٠	٢٤	----	Zero	Zero
٦٠	١٨	٨	٥	٥٢
٥٠	١٥	٥٦	٨	٤
٤٠	١٤	٦٤	٩	٢٦
٣٠	١٣	٤٨	١٠	١٢
٢٠	١٣	٥	١٠	٥٥
١٠	١٢	٢٨	١١	٣٢
٠	١١	٥٣	١٢	٧

المصدر: علي احمد غانم، الجغرافية المناخية، مصدر سابق، ص ٥٣

جدول رقم (٤)

المعدل السنوي لكمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى السطح الخارجي للغلاف الجوي وسطح المحطات العراقية للمدة (١٩٨٠-٢٠١٣)

ت	المحطة	كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الغلاف الغازي	كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المحطات العراقية
١.	السليمانية	٧٠٦	٤٥٦
٢.	الموصل	٧٠٦	٤٣٢
٣.	كركوك	٧٠٧	٤٨٨
٤.	خانقين	٧٠٩	٤٢٣
٥.	بغداد	٧٢٤	٤٨٨
٦.	الحبانية	٧٢٢	٤٦٧
٧.	حديثة	٧١٨	٤٢٩
٨.	عنة	٧١٥	٤٣٥
٩.	الرطبة	٧٢٥	٤٤١
١٠.	النخيب	٧٣٤	٤٣٢
١١.	كربلاء	٧٢٨	٤٦٣
١٢.	النجف	٧٣٥	٤٥٧
١٣.	الديوانية	٧٣٥	٤٢٨
١٤.	السماوة	٧٣٨	٤٢١
١٥.	السلمان	٧٤٥	٤١٧
١٦.	الناصرية	٧٤٠	٤١٢
١٧.	الحي	٧٣٤	٤٣١
١٨.	العمارة	٧٣٦	٣٩٢
١٩.	البصرة	٧٤٤	٣٢٢

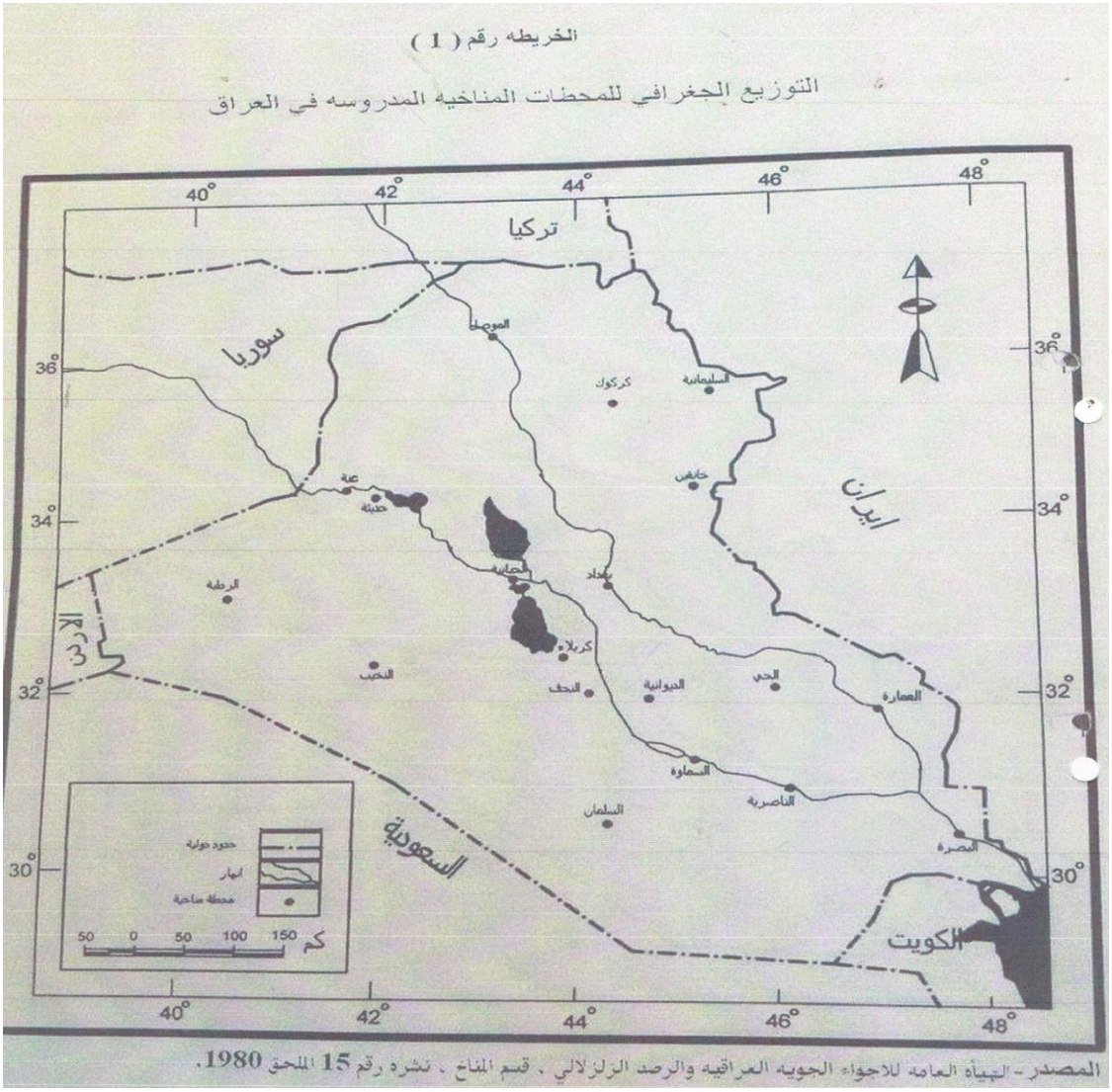
جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للانواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة .

جدول (٥)

العوامل المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح ارض المحطات العراقية (سعرة/سم/يوم) للمدة (١٩٨٠-٢٠٠٣)

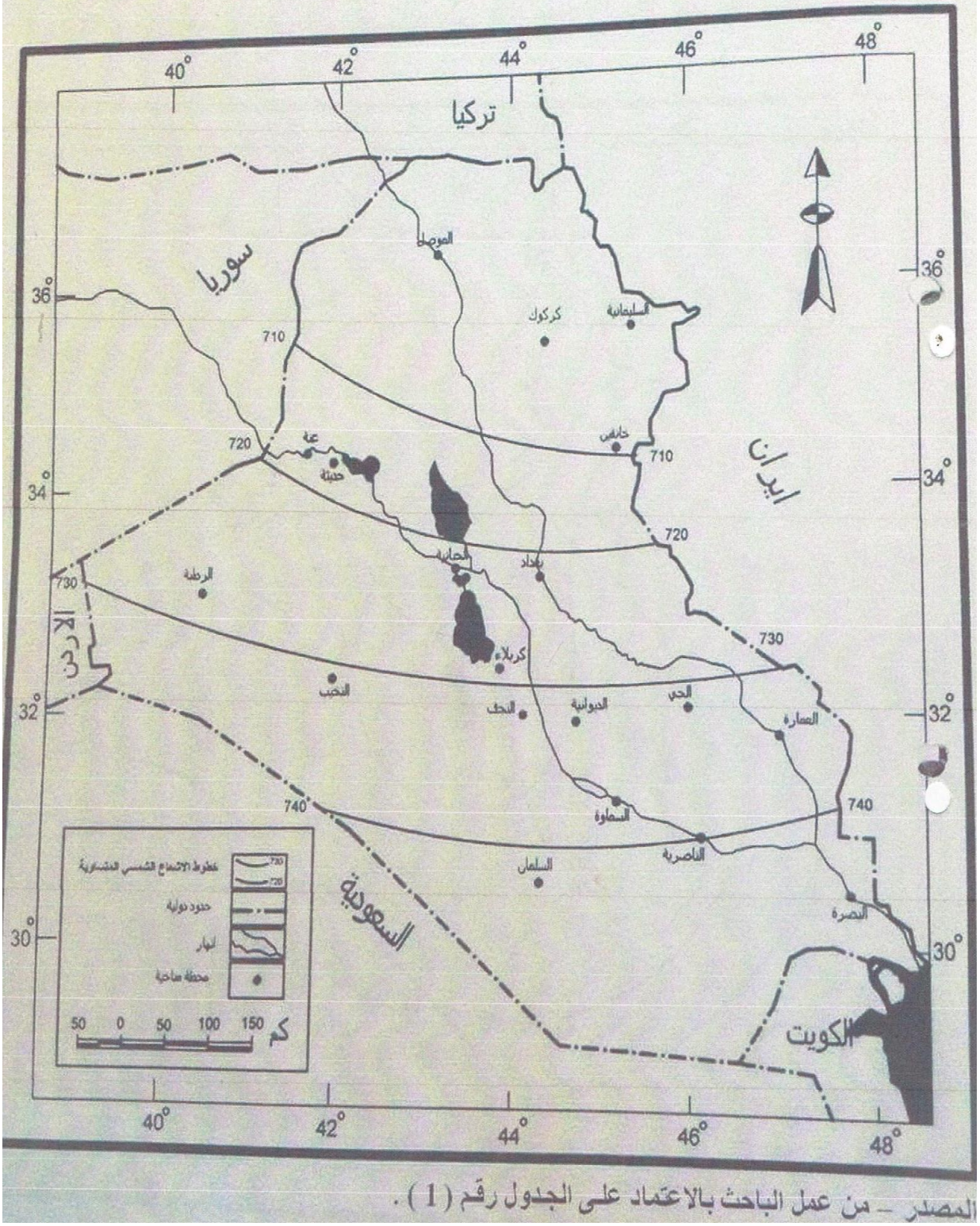
تت	المحطة	المعدل السنوي للإشعاع الشمسي الواصل لسطح المحطات (سعرة/سم/يوم)	دائرة العرض	الارتفاع عن مستوى سطح البحر (م)	المعدل السنوي لزاوية ارتفاع الشمس (A)	طول النهار الفعلي (سطوع الشمس) (ساعة)	المعدل السنوي لنسبة التغيم (يوم)	المعدل السنوي للرطوبة النسبية%	مجموع عدد ايام الضباب في السنة	المجموع السنوي لكمية الامطار (ملم)	مجموع عدد ايام الصقيع في السنة	مجموع المعدلات الشهرية لعدد ايام حدوث العواصف الترابية
١.	السليمانية	٤٥٦	٣٥.٤	٨٨٣	٥٤.٢	٨.٥	٢٢.٥	٤٤	١٢	٧٢٣	٣٠	٢.٢
٢.	الموصل	٣٧٢	٣٦.٥	٢٢٣	٥٣.٦	٨.٤	١٦.٥	٥٤	١٥	٣٧٦	٢٩	٣.٤
٣.	كركوك	٣٨٨	٣٥.٣	٣٣١	٥٤.٨	٨.١	١٤.٤	٤٢	٤	٣٧٩	٢٠	٤.٨
٤.	خانقين	٤٢٣	٣٤.٢	٢٠٢	٥٥	٨.١	١٣.٨	٤٣	٤	٢٩٤	٢٠	٤.١
٥.	بغداد	٤٨٨	٣٣.٢	٣٢	٥٧.٤	٩.٢	١٤	٤٤	١٢	١٥٣	٢٠	٢١
٦.	الحبانية	٤٧٦	٣٣.٢	٤٤	٥٧.٢	٨.٧	٦.٥	٤٦	١٠	١١٨	١٢	١٢.٣
٧.	حديثة	٤٢٩	٣٤.٤	١٠٨	٥٥.٢	٨.٧	٦.٥	٤٦	٩	١٥٥	١٢	٦
٨.	عنة	٤٣٥	٣٤.٣	١٣٨	٥٥.١	٨.٧	٦.٥	٤٧	٨	١٥٠	١٢	٥.٢
٩.	الرطبة	٤٤١	٣٣.١	٦٣٠	٥٧.٥	٨.٨	٥.٨	٤٣	٥	١١٧	١٠	٦.٥
١٠.	النخيب	٤٣٢	٣٢.٢	٣٠٥	٥٨	٨.٨	٥.٥	٣٦	٤	٨٥	٩	٧.٨
١١.	كربلاء	٤٦٣	٣٢.٤	٢٩	٥٧.٨	٨.٩	٥.٥	٤٤	٧	٩٤	٩	٧.٣
١٢.	النجف	٤٥٧	٣٢	٣٢	٥٨.٤	٨.٩	٥	٣٩	٥	٩٢	٧	٨
١٣.	الديوانية	٤٢٨	٣٢	٢٠	٥٨.٤	٨.٨	٦	٤٥	٥	١١٥	٨	٥.٨
١٤.	السماوة	٤٢١	٣١.٢	٦	٥٨.٥	٨.٩	٦	٣٩	٥	١٤٢	٨	٥.٨
١٥.	السلمان	٤١٧	٣٠.٣	٨	٥٩.٧	٨.٨	٥	٣٤	٤	١٠٠	٩	١٣.٦
١٦.	الناصرية	٤١٢	٣١.٢	٣	٥٨.٧	٨.٢	٥.٥	٤٣	٦	١٣٢	٩	٢٦
١٧.	الحي	٤٣١	٣٢.١	١٥	٥٨.٢	٨.٧	٦	٤٨	٤	١٥٥	٩	٣
١٨.	العمارة	٣٩٢	٣١.٢	٨	٥٨.٤	٨.٨	٦	٤٦	٩	١٣٨	٩	٤
١٩.	البصرة	٣٢٢	٣٠.٤	٢	٥٩.٦	٨.٧	٧.٥	٥٩	١٣	١٤٣	١٠	١٢

	العامل	الرمز	معامل التفسير	معامل الارتباط (r) وطبيعتها (≠)
١.	دائرة العرض	X 1	٠.٠٢	+ 0.13
٢.	الارتفاع عن مستوى سطح البحر	X 2	٠.٠٢	+ 0.14
٣.	زاوية ارتفاع الشمس (A)	X 3	٠.٠٠٢	- 0.06
٤.	طول النهار الفعلي	X 4	٠.٢	+ 0.42
٥.	نسبة التغييم (يوم)	X 5	٠.٠٠٠١	- 0.01
٦.	الرطوبة النسبية %	X 6	٠.٣	- 0.52
٧.	الضباب (يوم)	X 7	٠.٠٤	- 0.20
٨.	الامطار (ملم)	X 8	٠.٠٠٤	- 0.07
٩.	الصقيع (يوم)	X 9	٠.٠٠٠٧	- 0.03
١٠.	العواصف الترابية (يوم)	X 10	٠.٠٢	- 0.13



الخريطه رقم (2)

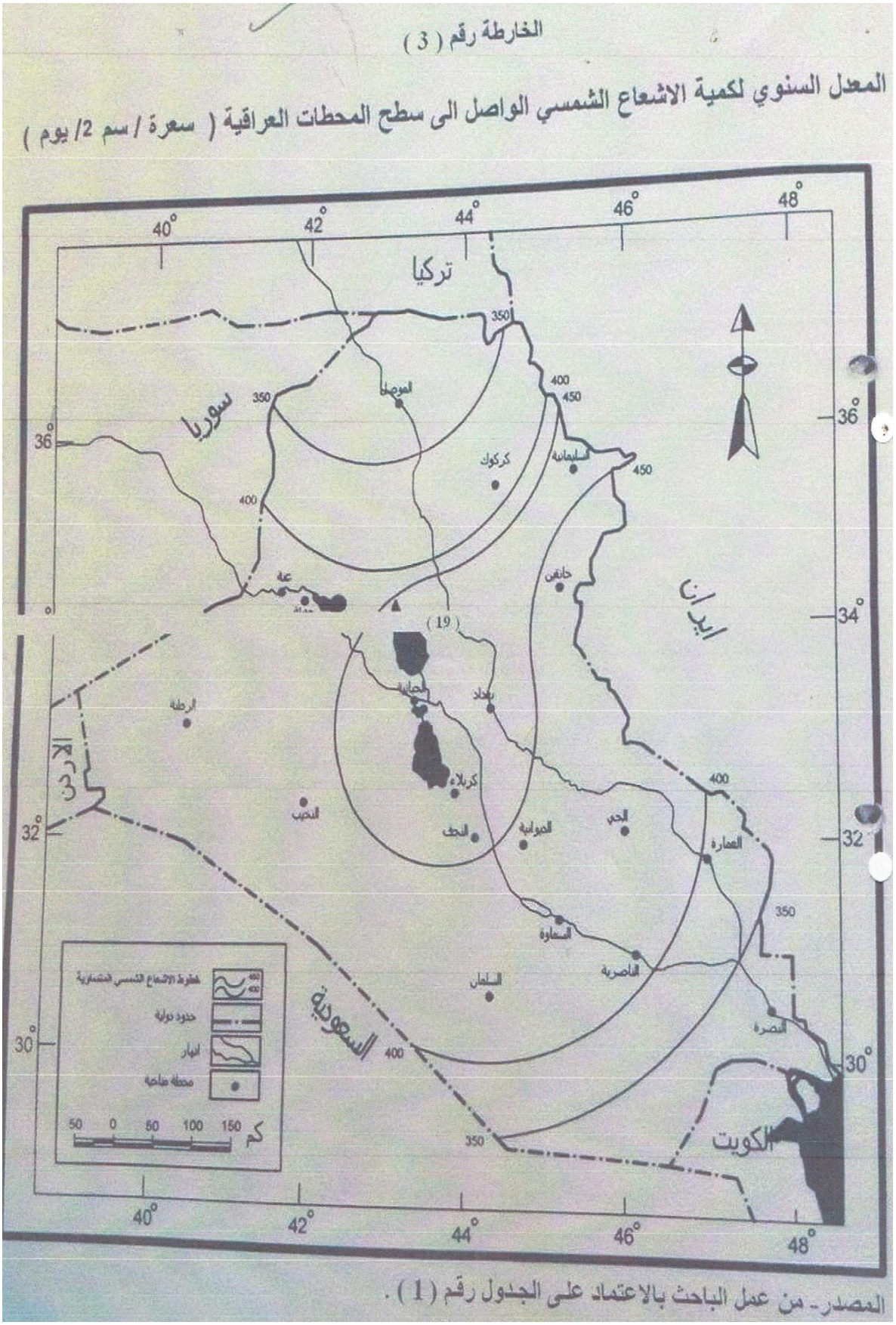
المعدل السنوي لكمية الاشعاع الشمسي الواصل الى اعلى الغلاف الغازي (سعرة / سم 2/ يوم)



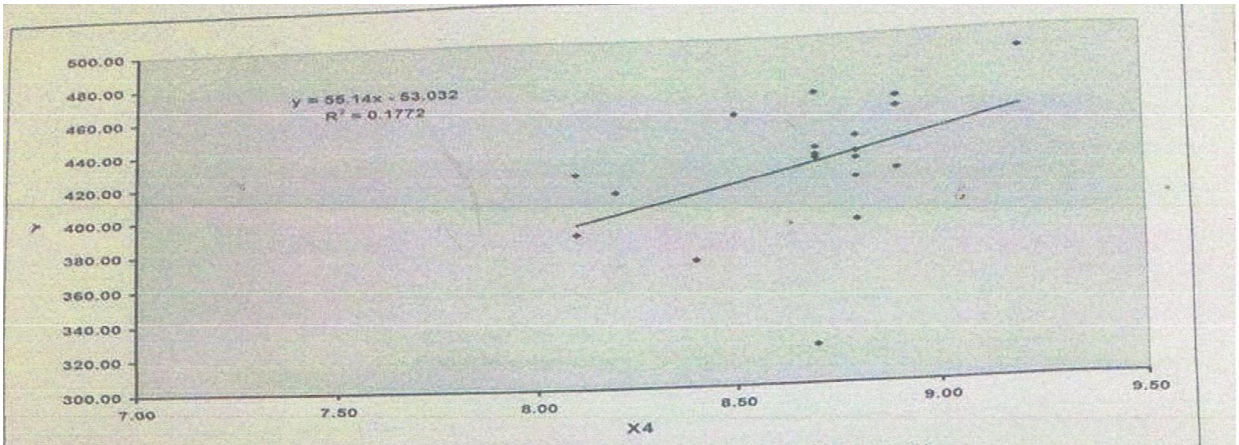
المصدر – من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (1) .

الخارطة رقم (3)

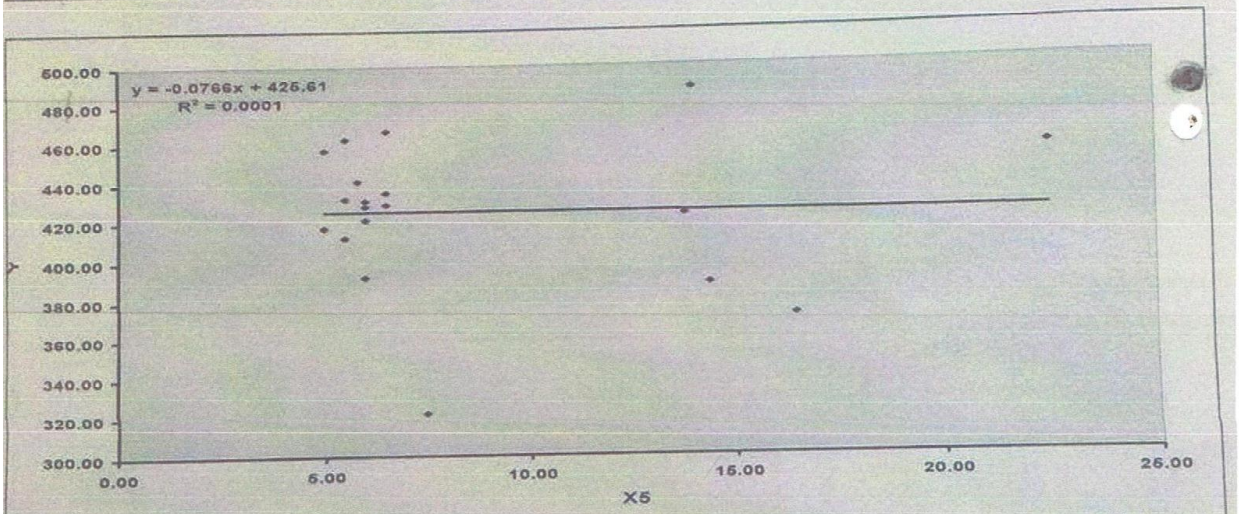
المعدل السنوي لكمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح المحطات العراقية (سعرة / سم 2/ يوم)



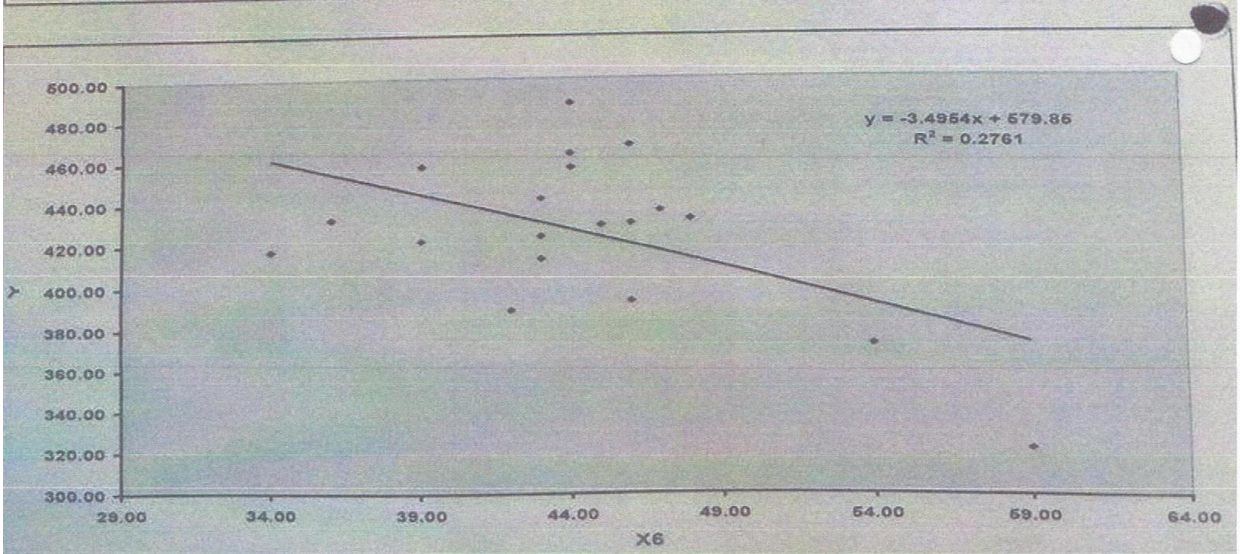
المصدر- من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (1) .



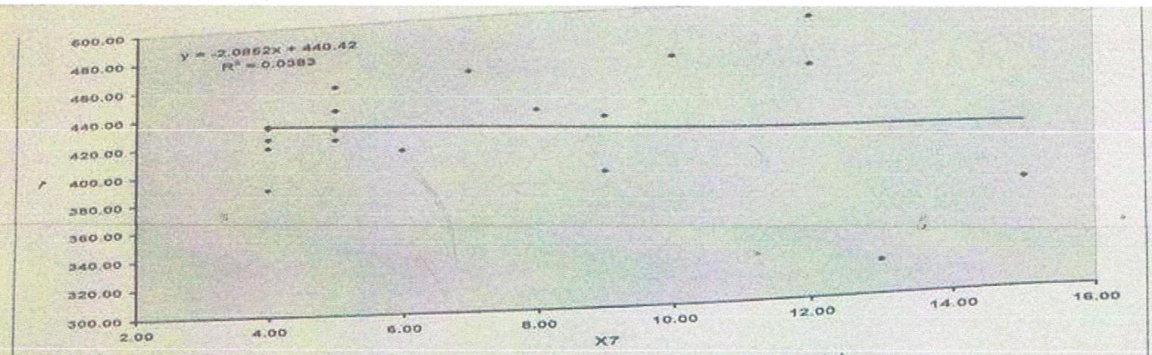
شكل (4) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي وطول النهار الفعلي للمحطات العراقية



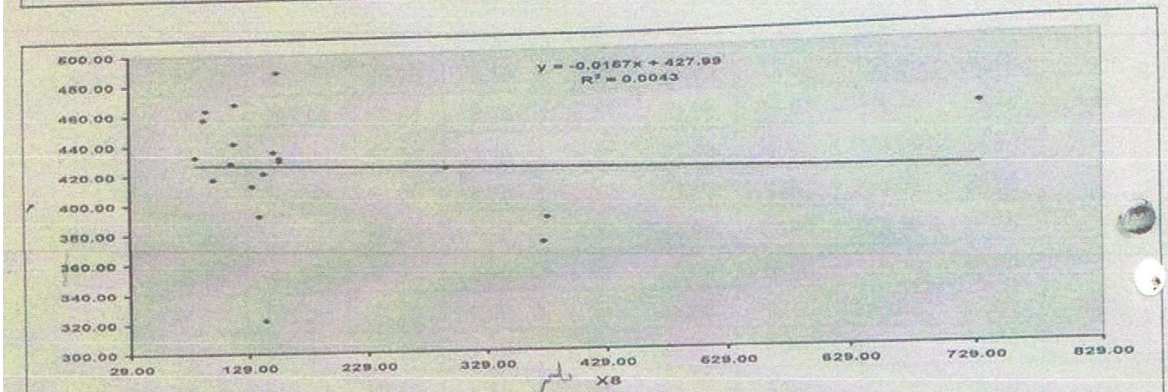
شكل (5) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي ونسبة التغيم للمحطات العراقية



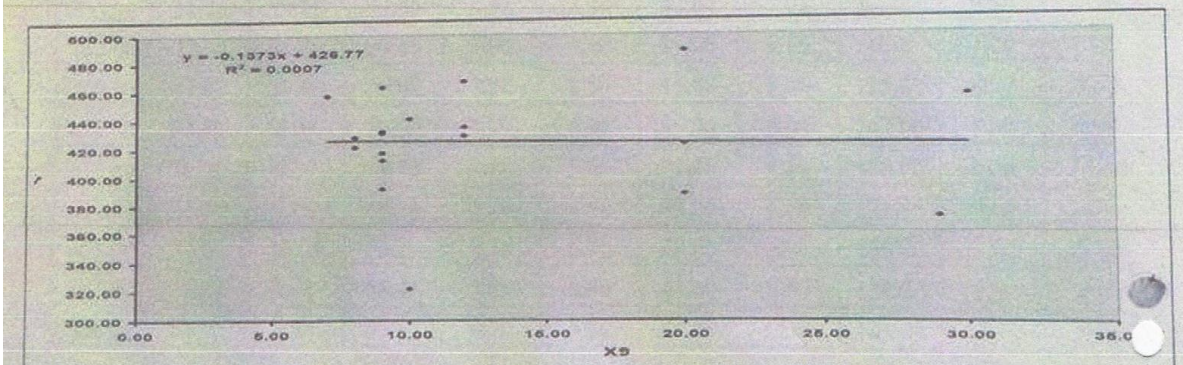
شكل (6) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية للمحطات العراقية



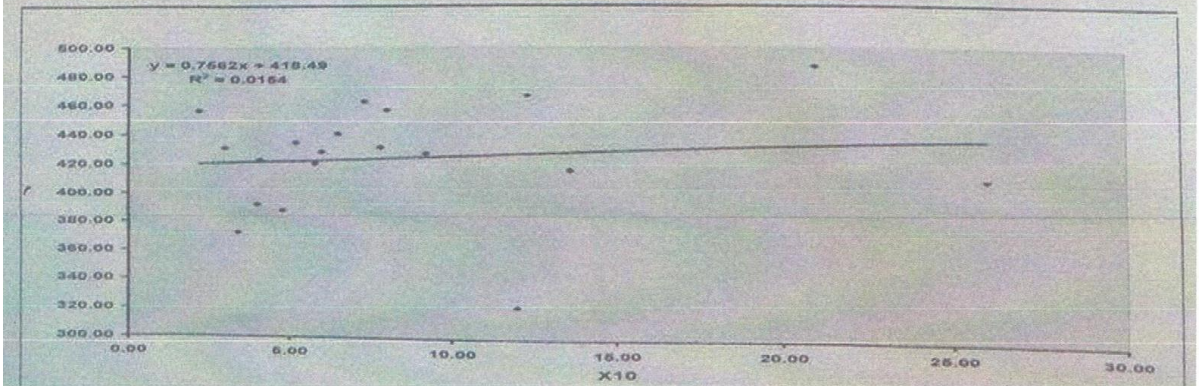
شكل (7) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي والضباب للمحطات العراقية



شكل (8) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي وكمية الأمطار الساقطة للمحطات العراقية



شكل (9) العلاقة بين كمية الإشعاع الشمسي والصقيع للمحطات العراقية



شكل (10) العلاقة كمية الإشعاع الشمسي والعواصف الترابية

ملحق رقم (1)

العوامل المؤثرة في كمية الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح المحطات العراقية

y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
456.00	35.40	883.00	54.20	8.50	22.50	44.00	12.00	733.00	30.00	2.20
372.00	36.50	223.00	53.60	8.40	16.50	54.00	15.00	376.00	29.00	3.40
388.00	35.30	331.00	54.80	8.10	14.40	42.00	4.00	379.00	20.00	4.80
423.00	34.20	202.00	55.00	8.10	13.80	43.00	4.00	294.00	20.00	4.10
488.00	33.20	32.00	57.40	9.20	14.00	44.00	12.00	153.00	20.00	21.00
467.00	33.20	44.00	57.20	8.70	6.50	46.00	10.00	118.00	12.00	12.30
429.00	34.40	108.00	55.20	8.70	6.50	46.00	9.00	155.00	12.00	6.00
435.00	34.30	138.00	55.10	8.70	6.50	47.00	8.00	150.00	12.00	5.20
441.00	33.10	630.00	57.60	8.80	5.80	43.00	5.00	117.00	10.00	6.50
432.00	32.20	305.00	58.00	8.80	5.50	36.00	4.00	85.00	9.00	7.80
463.00	32.40	29.00	57.80	8.90	5.50	44.00	7.00	94.00	9.00	7.30
457.00	32.00	32.00	58.40	8.90	5.00	39.00	5.00	92.00	7.00	8.00
428.00	32.00	20.00	58.40	8.80	6.00	45.00	5.00	115.00	8.00	9.20
421.00	31.20	6.00	58.50	8.90	6.00	39.00	5.00	142.00	8.00	5.80
417.00	30.30	8.00	59.70	8.80	5.00	34.00	4.00	100.00	9.00	13.60
412.00	31.20	3.00	58.70	8.20	5.50	43.00	6.00	132.00	9.00	26.00
431.00	32.10	15.00	58.20	8.70	6.00	48.00	4.00	155.00	9.00	3.00
392.00	31.20	8.00	58.40	8.80	6.00	46.00	9.00	138.00	9.00	4.00
322.00	30.40	2.00	59.60	8.70	7.50	59.00	13.00	143.00	10.00	12.00

ملحق رقم (2) Correlations

		Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
Y	Pearson Correlation	1.000	.128	.139	-.058	.421	-.010	-.525(*)	-.196	-.065	-.026	.124
	Sig. (2-tailed)	.	.602	.570	.813	.073	.967	.021	.422	.790	.917	.612
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X1	Pearson Correlation	.128	1.000	.570(*)	.976(**)	-.438	.732(**)	.216	.351	.679(**)	.817(**)	-.441
	Sig. (2-tailed)	.602	.	.011	.000	.061	.000	.374	.141	.001	.000	.059
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X2	Pearson Correlation	.139	.570(*)	1.000	-.545(*)	-.276	.620(**)	-.085	.108	.730(**)	.586(**)	-.398
	Sig. (2-tailed)	.570	.011	.	.016	.252	.005	.728	.661	.000	.008	.092
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X3	Pearson Correlation	-.058	.976(**)	-.545(*)	1.000	.511(*)	.735(**)	-.214	-.338	.714(**)	.813(**)	.483(*)
	Sig. (2-tailed)	.813	.000	.016	.	.025	.000	.378	.157	.001	.000	.036
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X4	Pearson Correlation	.421	-.438	-.276	.511(*)	1.000	-.416	-.139	.100	-.508(*)	-.435	.129
	Sig. (2-tailed)	.073	.061	.252	.025	.	.077	.570	.682	.026	.063	.600
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X5	Pearson Correlation	-.010	.732(**)	.620(**)	.735(**)	-.416	1.000	.215	.489(*)	.921(**)	.971(**)	-.237
	Sig. (2-tailed)	.967	.000	.005	.000	.077	.	.376	.034	.000	.000	.329

		19	19	19	19	1	19	19	19	19
X6	Pearson Correlation	.525(*)	.216	-.085	-.214	-.139	.215	1.000	.706(**)	.161	.264	-.109
	Sig. (2-tailed)	.021	.374	.728	.378	.570	.376	.	.001	.509	.275	.657
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X7	Pearson Correlation	-.196	.351	.108	-.338	.100	.489(*)	.706(**)	1.000	.372	.555(*)	.061
	Sig. (2-tailed)	.422	.141	.661	.157	.682	.034	.001	.	.117	.014	.805
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X8	Pearson Correlation	-.065	.679(**)	.730(**)	.714(**)	.508(*)	.921(**)	.161	.372	1.000	.874(**)	-.386
	Sig. (2-tailed)	.790	.001	.000	.001	.026	.000	.509	.117	.	.000	.103
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X9	Pearson Correlation	-.026	.817(**)	.586(**)	.813(**)	-.435	.971(**)	.264	.555(*)	.874(**)	1.000	-.241
	Sig. (2-tailed)	.917	.000	.008	.000	.063	.000	.275	.014	.000	.	.319
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
X10	Pearson Correlation	.124	-.441	-.398	.483(*)	.129	-.237	-.109	.061	-.386	-.241	1.000
	Sig. (2-tailed)	.612	.059	.092	.036	.600	.329	.657	.805	.103	.319	.
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19