دراسة التغير النسبي للاشعاع المعكوس في مدينة بغداد

ا.د.علي مهدي الدجيلي

ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq

الباحثة. اسماء كاظم ناصر

alm@gmail.com

الجامعة العراقية/ كلية الآداب

Study of the relative change in reflected radiation in the city of Baghdad

Prof. Ali Mahdi (Ph.D.)

ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq

Researcher Asma Kazem Nasser

alm@gmail.com

Iraqi University/College of Arts

المستخلص

تناول موضوع هذه الدراسة " دراسة التغير النسبي للإشعاع المعكوس في مدينة بغداد " وجاءت هذه الدراسة لتوضيح مفهوم وخصائص الاشعاع الشمسي ومن ثم هدفت الدراسة الى الكشف عن العوامل المؤثرة على الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة في حين توصلت الدراسة الى تحليل جغرافي مناخي لخصائص الاشعاع الشمسي الكلي وزاويا سقوط الاشعاع الى سطح الارض وتحليل السطوع النظري والفعلي ثم الرطوبة النسبية وضغط بخار الماء وصولا الى معرفة تباين قيم الاشعاع المعكوس وتغيره النسبي في مدينة بغداد وللمدة (١٩٨٨-٢٠٢٠) .

الكلمات المفتاحية : التغير , للاشعاع ، مدينة بغداد

Abstract

The subject of this study was "study of the relative change in reflected radiation in the city of Baghdad." This study came to clarify the concept and characteristics of solar radiation, and then the study aimed to reveal the factors affecting reflected radiation in the study area, while the study reached a geo-climatic analysis of the characteristics of total and angular solar radiation. The fall of radiation to the surface of the Earth, analysis of the theoretical and actual brightness, then relative humidity and water vapor pressure, leading to knowing the variation of the values of inverse radiation and its relative change in the city of Baghdad and for the period (1988-2020).

Keywords: change, radiation, Baghdad city

المقدمة:

ان المناخ ولا يزال يؤثر في حياة الإنسان من حيث توزيعه الجغرافي ونشاطه الاقتصادي والاجتماعي، ويؤثر في الزراعة والصناعة والتربة والنقل وتخطيط المدن....الخ، ومن هنا ظهرت علاقتها بالعلوم الأخرى مما زاد من الاهتمام بالدراسات المناخية ، اذ ان اكتشاف الانسان للطاقة ثم استخدامها كان يعزز من معارفه ويوسع مداركه ويزيد سيطرته على الطبيعة، مما يزيد قدرات الإنسان على اكتشاف مصادر الطاقة الجديدة ويرفع مستوى استخدامه للمصادر القديمة والحديثة.

إن السعي لمعرفة الإشعاع المعكوس وتغيره النسبي في بغداد مهم جدا في الدراسات المناخية، كما يعد أساسا في تحديد مسار المناخ في مدينة بغداد عن طريق تتبع مساراته في الماضي وبناء توقعات له في المستقبل ومعرفة مقدار التغير الحاصل في اتجاهه العام في خلال المدة المدروسة ، بذلك نستطيع أن نتصور مقدار التغيرات الحاصلة في البيئة والتي ساهمت في رسم مسار الاشعاع المعكوس وأثره على باقي عناصر المناخ، هذا وإن بيانات صافي الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة تكاد تكون نادرة اذ تفتقر محطات الأنواء الجوية العراقية الى مثل هذه البيانات، لذا تم الاعتماد في الدراسة على نماذج رياضية لاستخراج صافي الاشعاع المعكوس وهي نماذج أخذت مدى واسعاً في التطبيق وهي ما اعتمدته الهيأة الدولية للأنواء الجوية ومنظمة (F.A.O) وذلك بالاعتماد على متغيرات مناخية بعضها متوفرة في المحطات المناخية العراقية في حين تفتقر الى بعضها الآخر، مما اضطرت الباحثة إلى الاستعانة بطرائق رياضية خاصة لاستخراجها.

مشكلة الدراسة :

تعد الخطوة الأولى من خطوات البحث العلمي اختيار مشكلة البحث وتحديدها بعناية، حيث ان إحدى أهم المهام الصعبة التي تواجه الباحث منذ البداية هي كيفية اختيار المشكلة المناسبة، لهذا لابد لكل بحث من مشكلة أساس تكون الدافع الرئيس للدراسة، حيث إن التحديد الواضح للمشكلة معناه الوصول إلى نصف الحل ، لذا فان مشكلة الدراسة تدور حول السؤال الآتي:

ما هي طبيعة قيم التغير النسبي للإشعاع المعكوس في مدينة بغداد ؟

فرضية الدراسة :

الفرضية عبارة عن استنتاج يتوصل إليه الباحث ويتمسك به بشكل مؤقت من خلال وضع عدد من الفرضيات التي تكون بمثابة تخمين مسبق لحلول مبدئية غير مبرهن على صحتها أي قابلة للرفض أو القبول، فالفرضيات هي توقعات موضوعة لمعرفة الصلة بين الأسباب والمسببات ومتى ثبت صدقها تكون قانوناً عاماً يمكن الرجوع إليه في تفسير جميع الظواهر ذوات العلاقة وتتمثل فرضية البحث بالاتي:

تتباين هي طبيعة قيم التغير النسبي للإشعاع المعكوس في مدينة بغداد.

هدف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى **دراسة التغير النسبي للإشعاع المعكوس في مدينة بغداد** وتحليل اتجاهه العام خلال المدة (١٩٨٨-٢٠٢٠) لمحطة بغداد من خلال دراسة اتجاه قيمه الشهرية و السنوية، فضلا عن توقع القيم المستقبلية، اضافة الى ابراز دور العوامل المناخية المؤثرة في قيم الاشعاع المعكوس ، وتحليل تباينها المكاني والزماني في مدينة بغداد.

أهمية الدراسة:

تأتي أهمية دراستنا لاتجاه الإشعاع المعكوس وتغيره النسبي في بغداد كونها من المواضيع المناخية المهمة والتي لم تأخذ نصيبها من الاهتمام من المناخيين، إذ يمكن أن نلاحظ وبسهولة قلة الدراسات الجغرافية المناخية المتعلقة بالإشعاع المعكوس وتغيره السبي في بغداد ، كما جاءت دراستنا للتنبيه على خطورة التغيرات الحاصلة في مسار الإشعاع المعكوس في مدينة بغداد، اذ أن تناقص قيمه في مدينة بغداد يجعله مؤشرا على مدى التغيرات المناخية في مدينة بغداد ، ولما يتعرض له من عمليات توهين تقوم بها مكونات الجو الأرضي وهي تؤثر على قيمه نتيجة لما تعاني منه البيئة الآن من تدهور وتلوث بأنواعها فضلاً عن عدم ادراك درجة الخطر المحتك بها. ومن هنا تبرز أهمية هذه الدراسة .

حدود منطقة الدراسة :

أ- الحدود المكانية :

يتمثل البعد المكاني للدراسة بموقع مدينة بغداد من العراق وبالحدود الإدارية للمدينة بحسب الوحدات البلدية حيث أن مدينة بغداد تتوسط العراق ، فيحدها من الشمال محافظ صلاح الدين أما من الشرق والشمال الشرقي محافظة ديالى، ومن الجنوب والجنوب الشرقي محافظة واسط ويحدها من الجنوب والجنوب الغربي محافظة بابل أما حدودها الغربية فتتمثل بمحافظة الانبار.

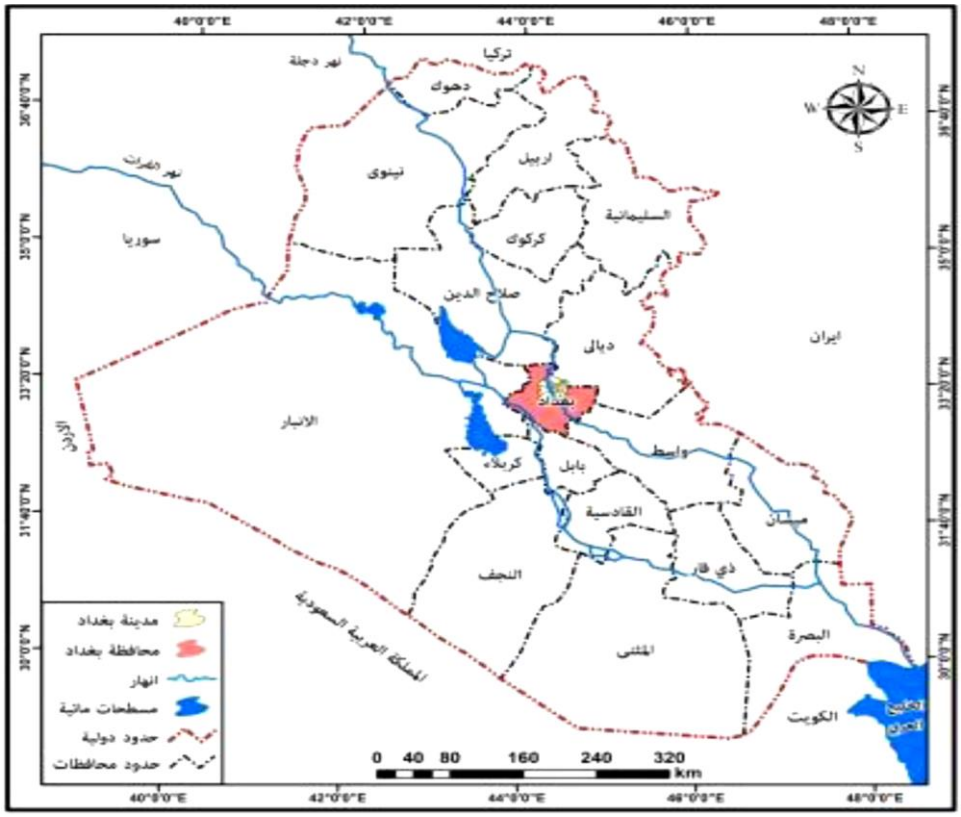
وبحسب موقع المدينة من دوائر العرض يصفها المناخيون بأنها تقع ، يُنظر خريطة (١) أما عن الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة ، فهو محط اهتمام البحث في هذا المجال، والهدف من ذلك حصر منطقة الدراسة من جهة وتحديد طبيعة مُناخها من جهة أخرى، فمدينة بغداد تقع بين دائرتي عرض (َ ً٠٠ ١١ ْ٣٣

– ً٠٠ ً٢٩ ْ٣٣) شمالاً وخطي طول(ْ٠٠ ً١١ 44 – ً٠٠ ٣٤ ْ٤٤) شرقاً وتم اختيار محطة (بغداد)

ب–الحدود الزمانية :

تمثلت الحدود الزمانية للمدة (١٩٨٨_٢٠٢٠) , وهي بحدود (٣٣) سنة تم خلالها تسجيل قيم المعدلات الشهرية والسنوية للإشعاع المعكوس في محطة بغداد , وقد اعتمدت الدراسة على بيانات ومعلومات الهيأة الدولية للأنواء الجوية ومنظمة (F.A.O).

خريطة (١) خريطة موقع منطقة الدراسة



المصدر : جمهورية العراق ، وزارة الزراعة ، اعتماداً على الهيئة العامة للمساحة ، الخريطة الطبوغرافية (١:١٠٠٠٠٠) لعام ١٩٩٢م ، وبرنامج (ArcMap 10.4.1).

اولا- الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة :

ان الاشعاع المعكوس هو انتقال الطاقة الغير مجسمة وانتشارها كما هو الحال في الطاقة الحرارية والضوئية و الكهرومغناطيسية ، وأحيانا يطلق على هذا النوع من الإشعاع مسميات عديدة منها اسم الإشعاع الأثيري [١].

ويختلف الإشعاع المعكوس عن الإشعاع الشمسي اذ إن الإشعاع المعكوس أشعة غير مرئية ذات موجات طويلة كما تتميز باستمرار طول اليوم (نهارا و ليلا) بينما الإشعاع الشمسي يبدأ مع شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل . وان اساليب الكم تعتمد على القياس والتحليل الذي يمد الباحث بالوصف الموضوعي الدقيق ويوضح العلاقات توضيحا بعيدا عن العوامل الشخصية ,كما انها تستعمل مجموعة اسس وقواعد معينة للحصول على البيانات والمعلومات.

ويعرف الإشعاع المعكوس على أنه الطاقة المنبعثة من وسط ما بتأثير درجة حرارته ، أي يكون انبعاث الاشعاع الحراري محكوما بدرجة حرارة الجسم المشع وهي التي ترتبط هي الاخرى بطبيعة السطح)، وبما أن سطح الارض يعمل كجسم رمادي إشعاعيا ، أي انه لا يمتص كامل الطاقة الساقطة علية لذا يشع سطح الأرض كجسم رمادي أيضا عند درجة حرارة (١٥مْ) ، وكلما ارتفعت درجة الحرارة ازدادت قدرة الجسم على البث الاشعاعي [٢] .

وفي نفس الوقت يعمل سطح الأرض على رد الأشعة الشمسية الواصلة له الى الفضاء بتأثير الاشعة المعكوسة التي تعرف بالالبيدو، وعلى هذا الاساس يقسم الاشعاع الطيفي لسطح الارض على قسمين هما[٣] :

١- الاشعاع الحراري : هو الذي يمثل مقدار التدفق الاشعاعي المنبعث من سطح الأرض في مجال الأشعة تحت الحمراء الحرارية، والذي يطلق علية مناخيا الاشعاع المعكوس ، وتدفق الحرارة المحسوسة والذي يمثل محور دراستنا .

٢- الاشعاع الطيفي : غير الحراري المنعكس أو المرتد من سطح الأرض في مجال الاشعة المرئية ودون الحمراء القريبة والذي يتمثل بالالبيدو وهي التي تعدّ ظاهره نهارية وهي على العكس من الإشعاع المعكوس المستمر .

ان الاشعاع المعكوس هو تدفق الطاقة ولها أهميتها الكبيرة في حقل المناخ؛ وذلك لأنه المصدر الرئيس والمباشر لتسخين الغلاف الجوي وليس الاشعاع الشمسي، ولكون الهواء لا يسخن من الاشعاع الشمسي المباشر لأن الهواء غير قادر على امتصاص الأشعة القصيرة الموجة في حين يسخن الهواء من الاشعاع المعكوس[٤].

ثانيا: هناك عدة عوامل تؤثر على قيم الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة منها:

١- الاشعاع الشمسي :

ان الأشعة تصدر بكثافة عالية وتكون على شكل موجات كهرومغناطيسية يتراوح أطول موجاتها من القصيرة جدا مثل أشعة كاما والأشعة السينية إلى الأمواج الطويلة كأمواج الراديو، وتتضمن الإشعاع المرئي وغير المرئي أي ان الطاقة الضوئية والحرارية على الأرض ومختلف الكواكب الأخرى، وان يساهم الإشعاع الشمسي يساهم بنسبة (٩٧، ٩٩٪) من الطاقة المستلمة على سطح الأرض عبر الغلاف الجوي، اذ تبلغ مساهمة مصادر الطاقة الأخرى نحو (٠.٠٣ %) فقط[٥].

ويتباين مقدار ما يمتصه الغلاف الجوي من الإشعاع الشمسي وذلك بحسب سمك طبقة الهواء التي تخترقها الأشعة عندما تكون عمودية أو مائلة لما يحتويه الهواء من غازات وأتربة وسحب ومواد عالقة أخرى[٦] .

حيث تعتمد عملية الامتصاص على الطول الموجي للإشعاع الشمسي ، إذ إن أهم العناصر التي تقوم بهذه العملية تتمثل بغاز الأوزون O_3 وغاز ثاني اوكسيد الكربون CO_2 وايضا بخار الماء H_2O والغبار Dust وغير ذلك من المواد العالقة [٧] .

وأما غازا الأوكسجين O_2 والنتروجين N_2 اللذان يشكلان نسبة ٩٩٪ من مكونات الغلاف الجوي. فإنهما يسمحان للإشعاع الشمسي بالمرور من دون أن يمتصا منه شيئاً . لذلك يُعدان ذات نفاذية عالية للإشعاع الشمسي.

بينما غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO_2), الذي يتركز في الطبقة السفلى من الغلاف الجوي (التروبوسفير Troposphere) وذلك لثقله من جهة وارتباطه بمصادره الموجودة على سطح الأرض من جهة أخرى فان نسبته تبلغ نحو ٠,٠٣٪ [٨].

جدول (٢) النسب المئوية للامتصاص بعض مكونات الغلاف الجوي للاشعاع الشمسي الواصل للسطح

المصدر	النسبة المئوية
بخار الماء	**٥٠-٦٥٪**
ثاني اوكسيد الكاربون	**٢٠٪**
باقي الغازات والشوائب	**١٥-٣٠٪**

المصدر : احمد احمد الشيخ ، الارصاد الجوية ، جامعة المنصورة ، ٢٠٠٤ ، ص٥٤.

ان كمية الطاقة المنتشرة للاشعاع الشمسي تتوقف على حجم الجسيمات التي تتناسب عكسياً مع القوة الرابعة لطول الموجة الاشعاعية ، واستناداً الى ذلك يحدث انتشار انتقائي وهو يعرف بانتشار رايلي (Rayleigh Scattering) هو انتشار ذو فاعلية في الاشعة قصيرة الموجات في حال احتواء الجو على جزيئات يقل نصف قطرها عن (٠,٠١) مايكرون من طول الموجة الاشعاعية.

وان مقدار ما تعكسه السحب فوق اي مكان من سطح الارض لا يرتبط بسعة غطاءها فحسب وانما يرتبط بمقدار سمكها ونوعها ودرجة تشبعها بالماء ، فان السُحب الرقيقة تعكس كمية اقل من الإشعاع بالمقارنة مع السُحب السميكة، لذلك فان حوالي (٨٠٪) من الأشعة الشمسية تعكسها السُحب المزنية والركامية. في حين تعكس سُحب السمحاق حوالي (٢٠٪) من كمية الإشعاع الشمسي. واستناداً مما تقدم فان نسبة انعكاس السُحب للأشعة الشمسية بصفة عامة تقدر بنحو (٢٣٪) من مجمل الطاقة الشمسية المتجهة إلى سطح الأرض. في حين ذلك تقوم كافة مكونات الغلاف الجوي بعكس حوالي (٣٩٪) من مجموع الإشعاع الشمسي[٩] .

ويشير الجدول(٣) الى ان كمية الاشعاع الشمسي تتباين زمانياً ومكانياً في محطة منطقة الدراسة ، على وفق اختلاف زاوية سقوط اشعة الشمس وطول ساعات النهار وصفاء الجو. اذ تبدأ قيم الإشعاع الشمسي بالازدياد تدريجياً ابتداءا من شهر (نيسان) وتبلغ (١٧.٩١) **(ميكا جول / م٢ يوم)** في محطة بغداد. وذلك بسبب حركة الشمس الظاهرية باتجاه مدار السرطان وكبر زاوية سقوط الاشعاع الشمسي كما هو ملاحظ في جدول(3)، وتنتقل اشعة الشمس الظاهرية باتجاه دائرة العرض الاستوائية فتسقط بشكل عمودي في **(٢١ اذار)** اذ تتزايد زوايا سقوط الاشعاع الشمسي مع زيادة تدريجية في قيم الاشعاع الشمسي حيث بلغت (١٥.٠١) **(ميكا جول / م٢ يوم)** في محطة بغداد ، وان بعد **(٢١ اذار)** تأخذ قيم الاشعاع الشمسي بالزيادة لكونها تتعامد على خط الاستواء وتأخذ بالتقدم نحو النصف الشمالي من منطقة الدراسة .

مما يترتب على ذلك ارتفاع في كميات الاشعة الشمسية المستلمة ، حيث سجلت اعلى القيم في اشهر (مايس , وحزيران , وتموز, واب) اذ بلغت (٢١.٣٨ ،٢٤.٤٠، ٢٣.٨٢, ٢٢.٢٢) **(ميكا جول/م٢ يوم)** في محطة وبغداد، وسجلت القيم ارتفاعا نسبيا

في المحطات وذلك لتعامد أشعة الشمس على مدار السرطان في **(٢١ حزيران)**، مما يدل على زيادة كبيرة في زاوية ارتفاع الشمس وطول ساعات النهار، فضلاً عن انعدام أو ندرة الغيوم. لاحظ جدول (3).

ولا زالت محطات منطقة الدراسة تسجل انخفاضا في قيم الإشعاع الشمسي بعد شهر ايلول، وتبدأ بالانخفاض المتدرج إلى أن تصل إلى أدنى انخفاض لها في شهر (كانون الأول) وتسجل (٧.٨٢) **(ميكا جول/م٢ يوم)** في محطة بغداد على التوالي ، وسجلت القيم انخفاضا نسبيا في المحطات ويعود هذا الانخفاض هو تعامد أشعة الشمس على مدار الجدي وابتعادها عن منطقة الدراسة في **(٢١ كانون الأول)** من جانب وصغر زاوية سقوط أشعة الشمس وقصر ساعات النهار فضلا عن زيادة نسبة التغييم من جانب اخر .

مما تقدم يلاحظ أن الصيغ الخاصة بحساب الإشعاع الشمسي والمعكوس تحتاج لبيانات غير متوفرة في منطقة الدراسة ، لذا سوف تعتمد الباحثة الصيغة الآتية في حساب الإشعاع الشمسي والمعكوس ، فقد تم وضع عدة صيغ رياضية لحسابه من قبل باحثين متخصصين في مجال الإشعاع الشمسي ، وهي معتمدة من الهيأة الدولية للأنواء الجوية، ومنظمة (FAO) ، حيث تعتمد هذه الطرق الإحصائية في حسابها على المعطيات المناخية المتعددة ، التي تتوافر بياناتها في محطات الأنواء الجوية ، فضلاً عن دقتها في استخراج النتائج. ومن ضمن صيغ رياضية لحساب الإشعاع الشمسي تم الاعتماد على[10] :

المعادلة التربيعية والتي اشتقت منها معادلة بريسكوت وانكستروم، اذ قام اودو بتطوير معادلة تربط الاشعاع الشمسي العالمي بالمعلومات اليومية ، وصيغتها كالآتي[11]:

$$Kt = 0,053 + 1,280\ (sr)\ 0,283\ (sr2)$$

حيث أن-:

Kt =النسبة المئوية لميل الأشعة الشمسية في السماء.

Sr =أشعة الشمس النسبية.

12-معادلة IQBAl تعمل هذه المعادلة على الربط بين الاشعاع المتناثر مع نسبة ساعات

السطوع الشمسي وصيغتها كالأتي[١٢] :

$$Hd = 0,791 - 0,635(n/N)$$

$$Hd/H = 0,163 + 0,478(n/N) - 0,655\ (n/N2)$$

حيث أن-:

Hd =الاشعاع الشمسي المبعثر أو المنتشر.

H =كمية الاشعاع الشمسي الكلي وخارج الغلاف الجوي.

n =ساعات السطوع الفعلية.

N = ساعات السطوع النظرية.

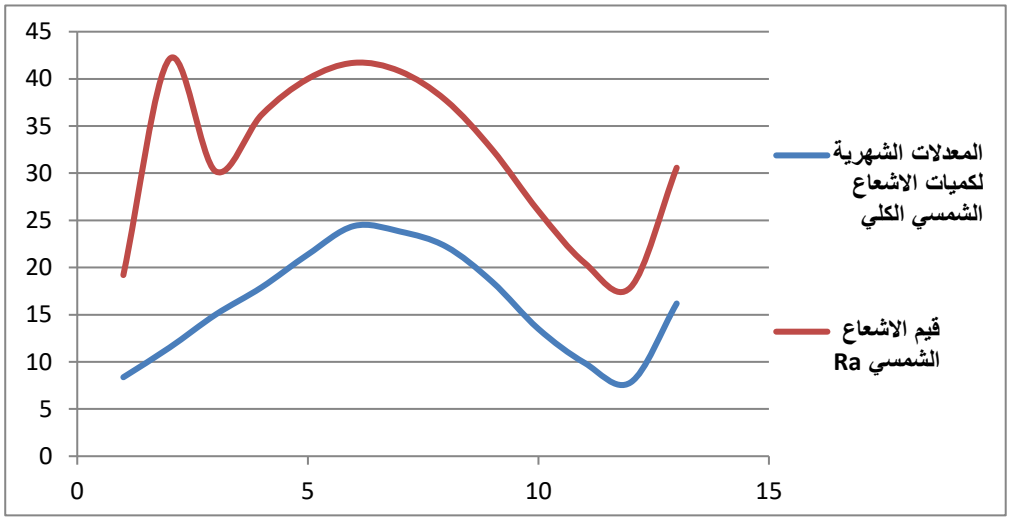
جدول (٣) المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي و قيم الاشعاع الشمسي Ra (ميكا جول / م٢ يوم) لمحطة بغداد وللمدة(١٩٨٨- ٢٠٢٠) م

الاشهر	المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي	Raقيم الاشعاع الشمسي
كانون الثاني	٨,٣٧	19.2
شباط	١١,٥١	42.1
اذار	١٥,٠١	30.2
نيسان	١٧,٩١	36.2
ايار	٢١,٣٨	40.0
حزيران	٢٤,٤٠	41.7
تموز	٢٣,٨٢	40.8
اب	٢٢,٢٢	37.7
ايلول	١٨,٤٨	32.5
الأول تشرين	١٣,٥	26.0
الثاني تشرين	٩,٩٠	20.5
الاول كانون	٧,٨٢	17.9
المعدل السنوي	١٦,١٩	30.58

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على:-

Richard G. Allen ,Luis S. Pereira , Dirk Roes , Martin Smith , Gropevapatrans piration , f.A.O. Irrigation and Drainage , No.56, Rome

شكل (١) المعدلات الشهرية لكميات الاشعاع الشمسي الكلي و قيم الاشعاع الشمسي Ra (ميكا جول / م٢ يوم) لمحطة بغداد وللمدة(١٩٨٨- ٢٠٢٠)



المصدر : اعتمادا على جدول (٣) .

رابعا- زاويا سقوط الاشعاع الى سطح الارض :

عندما تكون الشمس فوق ومع الرأس في منطقة معينة، فإن تلك المنطقة ستستلم أقصى طاقة من الإشعاع الشمسي، في حين تميل الشمس عن الارض بزاوية مقدارها (٢٣.٥) وهذا فإن المنطقة تستلم طاقة أقل من الإشعاع الشمسي تقدر بحوالي (٨٪) . ويمكن أن نلاحظ بان معامل انعكاس الاشعة في المناطق المعتدلة والباردة هي أكبر من المناطق المدارية ، فيظهر من الجدول (٤) ، أن لغاية خط عرض (٣٥ْ) فتصبح الطاقة التي يمتصها سطح الأرض اضافة الى الجو بشكل أكثر من التي يشعها الى الفضاء، لهذا نجد ان هناك فائضاً من الطاقة الحرارية على العكس عند خط عرض (٣٥-٩٠ْ) اذ أن الطاقة المشعة الى الفضاء الخارجي هي أكبر من الطاقة الممتصة ، وهذا هو السبب الذي يجعل كمية الاشعة التي تستلمها وحدة المساحة في العروض

الدنيا أكثر مما هي في العروض العليا، وتكون في الصيف أكثر منها في الشتاء ، وفي وقت الظهيرة من النهار هي أكبر مما هي عليه في أوقات أخرى من اليوم، وبذلك تحدد تلك الزاوية كمية الأشعة المفقودة (المعكوسة) عن سطح الارض على أساس كمية الأشعة الشمسية الواصلة وكمية الأشعة الشمسية المكتسبة[٣١] .

جدول (٤)العلاقة بين معامل انعكاس الأشعة الشمسية ودرجة العرض

درجة العرض	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠
	٩٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠
معامل الانعكاس	٦١	٤٦	٢٤	١٤	١٢	١٠	١٠	٩	٨

المصدر : .نعمان شحادة، علم المناخ ، دار الصفاء للنشر والتوزيع ، الطبعة الاولى، 2009 ،56

وان للموقع الفلكي لمنطقة الدراسة له أثر واضح في تباين زاوية سقوط أشعة الشمس في محطة منطقة الدراسة زمانيا ومكانيا وتبعا لموقعها الفلكي، ففي يوم **(٢١آذار)** عندما تكون الشمس عمودية على الدائرة الاستوائية فإنّ زوايا سقوط الاشعاع الشمسي تأخذ بالارتفاع التدريجي انسجاما مع تلك الحركة، يظهر الجدول(٥) تتباين زاوية سقوط الاشعة لمحطة بغداد ، بلغت زاوية سقوط الاشعة (٤٢ . ٥٤°) في محطة بغداد، وتستمر الزيادة في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في عموم منطقة الدراسة الى أن تصل الى أقصى حد لها في **يوم (٢١) حزيران** (الانقلاب الصيفي) وذلك توافقا مع حركة الشمس الظاهرية نحو مدار السرطان، فتصل الزاوية (٤٢ . ٧٩°) في محطة بغداد ، بعد ذلك أن زوايا سقوط الاشعاع الشمسي تبدأ بالتناقص ابتداء من شهر (تموز) اذ تستمر الشمس في حركتها الظاهرية بشكل تدريجي باتجاه الدائرة الاستوائية ، وفي

يوم (٢١ ايلول) تتعامد أشعة الشمس مرة أخرى على الدائرة الاستوائية، فبلغت زوايا السقوط الاشعة (٦٠°.٤٢َ) في محطة بغداد ، هذا ويلاحظ أن قيم زوايا سقوط الاشعاع الشمسي في شهر أيلول أعلى من قيمها في شهر آذار، ويعود ذلك إلى أن المدة من(١-٢١) أيلول لاتزال الشمس عمودية في نصف الكرة الشمالي، اذ تستمر بعد ذلك بالتناقص أيضا الى ان تصل الى أدنى معدل لها في **(٢١ كانون الأول)** الانقلاب الشتوي أي عندما تتعامد اشعة الشمس على مدار الجدي اذ بلغت (٣٣°.٤٢َ) في محطة بغداد حيث يترتب على حركة الشمس الظاهرية نحو النصف الجنوبي من الكرة الأرضية ميلان اشعة الشمس في منطقة الدراسة، وبعدها انخفاض كمية الإشعاع الأرضي الصادر عن سطح الأرض أثناء تلك المدة وعن طريق تأثيره في كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى ذلك السطح .

جدول (٥)المعدلات الشهرية لزوايا سقوط الإشعاع الشمسي (درجة) في منطقة الدراسة

دائرة العرض	الارتفاع (م)
18٣٣ْ َ	٣٤
الاشهر	المعدلات الشهرية لزوايا سقوط الإشعاع الشمسي
كانون الثاني	٣٤° ٤٢َ
شباط	٤٣° ٤٢َ
اذار	٥٤° ٤٢َ
نيسان	٦٦° ٤٢َ
ايار	٧٥° ٤٢َ
حزيران	٧٩° ٤٢َ
تموز	٧٧° ٤٢َ
اب	٧٠° ٤٢َ
ايلول	٦٠° ٤٢َ
الأول تشرين	٤٨° ٤٢َ
الثاني تشرين	٣٧° ٤٢َ
الاول كانون	٣٣° ٤٢َ

المصدر : من عمل الباحثة بالاعتماد على:-

Richard G. Allen ,Luis S. Pereira , Dirk Roes , Martin Smith , Gropevapatrans piration , f.A.O. Irrigation and Drainage , No.56, Rome

خامسا- ساعات السطوع النظري والفعلي :

على الرغم من أن الاشعاع المعكوس يتميز باستمراره طول اليوم، الا أن لطول النهار له تأثيره الواضح في تحديد كمية الاشعاع ، وذلك بسبب دوره الحاسم والكبير في تحديد كمية الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الأرض، أذ أن من المعروف انه كلما زاد طول النهار كلما زادت كمية الاشعة الواصلة في أثناء النهار لمنطقة معينة من سطح الأرض ، وزادت معها كمية الأشعة المرتدة من سطح الأرض وهذا يتضح عند تتبع السير اليومي للإشعاع الشمسي ومقارنته مع السير اليومي للإشعاع المعكوس ، أذ نجد على الرغم من استمرار الاشعاع المعكوس طوال اليوم (أي عملية فقدان الطاقة من سطح الأرض هي تتم باستمرار في أثناء ساعات النهار) الا انه يبدأ بالارتفاع تدريجيا مع شروق الشمس وبدء عملية اكتساب الاشعاع الشمسي التي يقوم بها سطح الأرض اذ يتم تعويض الطاقة الضائعة لها بتيار الطاقة الشمسية المباشر، وتبلغ اقصاه بعد الظهر (وقت الزوال تقريبا بساعة أو ساعتين)، حيث يرجع ذلك الى أن الأرض تبقى تستمر بالمحافظة على حرارتها لمدة من الوقت وذلك بعد تعامد الشمس في وقت الزوال، وعلى العكس من الاشعاع الشمسي الذي يبدأ في الهبوط التدريجي حين يمر وقت الزوال مباشرة ، ثم بعد ذلك يبدأ مقداره بالانخفاض الى قبل شروق الشمس من اليوم الأخرى، مما يؤدي بالنتيجة الى انخفاض درجة حرارة سطح الأرض[١٣] .

ويتضح من تحليل الجدول (٦) وجود تباين في المعدلات الشهرية لساعات السطوع النظرية في منطقة الدراسة وهذا يعود الى حركة الشمس الظاهرية، اذ بعد انتقال الشمس وتعامدها على خط الاستواء **في يوم (١٢ اذار)** يبدأ معها الارتفاع التدريجي لساعات السطوع بنوعيها الى ان تصل أقصى معدلاتها عند شهر حزيران بلغت بنحو (١٤.١٦) ساعة/ يوم في محطة بغداد .

وبعدها يأخذ طول النهار بالزيادة كلما قدمنا الى المحطات الشمالية من منطقة الدراسة وذلك يعود لحركة الشمس الظاهرية ، حيث تأخذ المعدلات الشهرية لطول النهار بالانخفاض التدريجي بعد شهر حزيران فتتعامد على خط الاستواء مره اخرى **في يوم (٢١ ايلول)**، اذ يبلغ طول النهار في أثناء هذا الشهر بنحو (١٢.١٩) ساعة/ يوم في محطة بغداد ، وبعدها تستمر بعد ذلك بالانخفاض أيضا إلى أن تصل ادنى معدل لها في شهر كانون الأول، وذلك يعود الى تعامد أشعة الشمس على مدار الجدي **في يوم (٢١)** كانون الأول فتصل الى (٩.٨٤) ساعة /يوم في محطة بغداد .

جدول (٦) المعدلات الشهرية والسنوية لساعات السطوع النظرية والفعلية (ساعة/يوم) في محطة بغداد

محطة بغداد	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
سطوع نظري	١٠,٠٦	١٠,٨٤	١١,٧٨	١٢,٨٢	١٣,٧٢	١٤,١٦	١٣,٩٦	١٣,٢	١٢,١٩	١١,١٤	١٠,٢٥	٩,٨٤	١١,٩٩
سطوع فعلي	٥,٨	٧,١	٧,٨	٨,٦	٩,٨	١١,٦	١١,٦	١١,٣	٩,٩	٨,١	٦,٩	٥,٧	٨,٦

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للانواء الجويةّ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةّ والزراعيةّ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

اما بالنسبة لساعات السطوع الفعلي يظهر الجدول (٦) تباينا لمدة السطوع الفعلية أيضا زمانها ومكانها في منطقة الدراسة، فبعد **(٢١ آذار)** تبدأ عدد ساعات السطوع الفعلية بالارتفاع التدريجي مع بدء انتقال حركة الشمس الظاهرية نحو النصف الشمالي فتصل في هذا الشهر الى (٧,٨) في محطة بغداد ، ثم تستمر عدد ساعات السطوع الشمسي بالزيادة إلى أن تصل الى أقصى ارتفاع لها في أثناء اشهر حزيران، وتموز، وآب)، إذ سجلت (١١.٦، ١١.٦ ، ١١.٣) ، ساعة/ يوم على التوالي في محطة بغداد.، وسبب هذا الارتفاع في ساعات السطوع الفعلي في أثناء الأشهر الحارة من السنة يعود الى قلة أو انعدام الغيوم فيها، فضلا عن ان زاوية سقوط الاشعاع الشمسي تكون قريبة الى العمودية في أثناء هذه الأشهر، وكما هو معروف بان ساعات السطوع

الفعلي تتأثر بشكل واضح بعوامل محلية متنوعة، منها مظاهر التكاثف بأنواعها والظواهر الغبارية.

وتأخذ معدلات ساعات السطوع الفعلية بالتناقص التدريجي فتصل في شهر أيلول الى (٩.٩) ساعة /يوم في محطة بغداد ، وذلك لتعامد أشعة الشمس على الدائرة الاستوائية في ٢٢ أيلول، وتستمر معدلات ساعات السطوع بالانخفاض لتصل الى أدنى حد لها في أشهر كانون الأول كانون الثاني إذ تصل الى (٥.٧، ٥.٨) ساعة /يوم في محطة بغداد على التوالي. حيث يعزى سبب انخفاض ساعات السطوع الفعلية في أثناء الفصل البارد من السنة إلى انتقال الشمس نحو مدار الجدى وزيادة في نسبة التغيم وكلما تقدمنا من الجنوب إلى الشمال وبالنتيجة زيادة تكرار الأيام الغائمة التي لها الدور في التأثير على الإشعاع الشمسي و الأرضي، ومن ثم انخفاض قيمهما في منطقة الدراسة في أثناء الفصل البارد من السنة.

سادسا- الظواهر الغبارية وتأثيره على درجة شفافية الغلاف الجو :

يعد الغبار احد السمات الرئيسة المرافقة لمناخ الاقاليم الجافة وشبه الجافة التي تتميز بوجود تقلبات مناخية تتسبب في تصاعد الاتربة والرمال وحملها الى مسافات بعيدة. ولهذه الظاهرة تأثير كبير على حالة الطقس والمناخ والبيئة ، ولاسيما بعد ان بدأت هذه الظاهرة تتفاقم نتيجة كثير من العوامل البيئية والمناخية لذا فان هذه ظاهرة باشكالها الثلاثة لها دورا كبيرا في اختلاف شفافية الهواء فعند حدوث هذه الظاهرة تنخفض شفافية الهواء بشكل كبير[١٤] .

حيث تكون تركيزات ذرات الغبار كبيرة في الهواء في الطبقة التي تمتد الى ارتفاع حوالي(٥) كم عن مستوى سطح الارض وهذه التركيزات الموجودة ضمن حجم معين من الهواء لها دوراً كبيراً في تباين قيمة الاشعاع المعكوس وتأثره بالعمليات التي تسبب

اضعافه والتقليل من قيمته، وبالتالي كلما كانت شفافية الهواء رديئة كلما كان هنالك انخفاض في قيمة الاشعاع المعكوس الكلي وتسجيل قيمة واطئة، اما اذا كانت شفافية الهواء جيدة فهذا يعني وصول كميات كبيرة من الاشعاع المعكوس الكلي. وبحسب ذلك فان كمية الاشعاع المعكوس وما يرافقها من انتاج حراري تتناسب طردياً مع درجة شفافية الغلاف الجوي.

ويتحكم صفاء الغلاف الجوي بكمية الاشعاع الشمسي نهارا وبكمية الإشعاع المعكوس الصادر عن سطح الأرض خلال الليل والنهار، والذي يأخذ بالانخفاض كلما زاد محتوى الغلاف الجوي من المواد العالقة (صلبة أو سائلة أو غازية أو أحد مظاهر التكاثف وحتى الملوثات وهي التي تعمل على تقليل قيم الاشعاع المعكوس، وعلى هذا فإن قيمة عامل الصفاء الجوي تختلف من مكان إلى آخر وبحسب فصول السنة ونسبة العوالق الموجودة في الغلاف الجوي والغيمية اذ يمتص الغلاف الغازي ٧/١٠ من الاشعاع المعكوس في حين يترك نسبة ضئيلة تنتشر في الفضاء إذ أن لدرجة شفافية الغلاف الجوي تأثير كبير على كمية الإشعاع المعكوس المنبعثة من سطح الأرض[١٥] ، ونجد هذا واضحاً من عملية التبريد الاشعاعي الليلي اذ تتوقف على محصلة الاشعاع المعكوس من سطح الأرض في الأجواء الصحوة وهي تساوي الفرق بين الاشعاع الذاتي للسطح والاشعاع المعكوس المرتد الى سطح الأرض والمنبعث من بخار الماء وثاني اوكسيد الكاربون والعبار والغيوم... الخ والموجودة في طبقات الجر السفلي، اذ أن الشفق الاشعاعي الحراري في اثناء الليل وهذا يعتمد على درجة حرارة السطح نفسه وعلى درجة حرارة طبقة الهواء الملامسة له ومستوياتها من بخار الماء والعناصر الأخرين ومن الملاحظ أن عملية التبريد الاشعاعي الليلي ترافقه ظاهرة الانقلاب الحراري الاشعاعي.

وتعد درجة شفافية الجو احد اكبر العوامل اهمية في تحديد كمية الاشعاع الشمسي الوارد الى سطح الارض ودرجة حرارتها، اذ يقصد بصفاء الجو : صفائه من الغبار والدخان والاتربة والسُحب والضباب[١٦] . اذ ان ما يحتويه الغلاف الجوي من ملوثات وسُحب وبخار الماء له تأثير كبير وواضح في عملية امتصاص الاشعة وتشتتها وانعكاسها. وبدوره يؤثر على الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة .

لذا فان الوقت الذي يزداد به محتوى الغلاف الجوي من هذه المكونات سيستلم فيه المكان كمية اقل قياساً بالاوقات التي يكون فيها الغلاف الجوي اكثر شفافية [١٧] . فعندما يتخلل الغلاف الجوي الضباب وخاصة ما يسمى بالضباب الدخاني (Smog Fog) وهو الذي يُعد من اسوأ انواع الضباب واكثفها كونه لا يتأثر بشروق الشمس او هبوب الرياح او حتى سقوط المطر لذا فانه يقلل من مرور اشعة الشمس وبالتالي وصولها الى سطح الارض[١٨] .

وفيما يخص تأثير بخار الماء في شفافية الهواء (الغلاف الجوي) فان لبخار الماء في حالته الغازية له قابلية كبيرة على امتصاص الاشعاع الشمسي ولاسيما الموجات تحت الحمراء او الطويلة منه (Infrared Rays)، وان ارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء بمقادير كبيرة له دور اخر في التأثير على الاشعاع المعكوس فعندما ترتفع الرطوبة النسبية في الهواء يزداد حجم معظم الشوائب الهوائية او الايروسولات (Aerosol) نتيجة لذوبانها وهنا يبرز دورها في انتشار الضوء وتشتته في نفس الوقت، اذ ان انتشار الضوء المرئي بواسطة الشوائب يحدث بتأثير الشوائب ذات الحجم الكبير التي تتراوح بين (٠,٢ –٢) مايكرومتر ولهذا السبب يحدث السديم (Haza) والذي يخفض مستوى الرؤية نتيجة لانتشار الضوء وذلك عند ازدياد الرطوبة النسبية في الهواء. وهذا يعني ان لارتفاع الرطوبة النسبية له دورا كبيرا في التقليل من كمية الاشعاع

المعكوس المستلمة والتخفيف من حدته نتيجة تعرضه لعمليتي الامتصاص والانتشار. اما فيما يتعلق بتأثير الغيوم على شفافية الغلاف الجوي فان لها دوراً كبيرا في صفاء الجو, وذلك لتقليل من قيم الاشعاع الشمسي الواصل الى سطح الارض، ولاسيما في الايام الغائمة في فصل الشتاء، اذ تتجاوز نسبة ما يضيع منه (٧٤٪) في الايام الغائمة مقارنة بالايام غير الغائمة ، وتنخفض الى (٥٣٪) في الايام الغائمة جزئياً. والسبب يعود الى عمليات الامتصاص والانتشار والانعكاس ،وان هذه النسب تختلف بحسب ارتفاع الغيوم وسمكها ونوعها ومحتواها من الماء ، وبلغ اعلى معدل معدل ضغط بخار الماء في اشهر تموز واب وايلول (١٣.٣) (١٣.٧) وادنى معدل كانون الثاني وشباط (٨.٢) (٨.٤) كما موضح في جدول (٨) .[١٩]

سابعا- الرطوبة الجوية :

ان الرطوبة النسبية(%) في العراق تتأثر بعدة عوامل منها عوامل محلية ثابتة كالمسطحات المائية والعوامل المتحركة تتمثل بالمنخفضات الجبهوية التي تتحرك فوق العراق مسببة زيادة الرطوبة النسبية لزيادة كميات التساقط ، كما ان المنخفضات الحرارية كالمنخفض الهندي والسوداني والجزيرة الحرارية والايسلندي وغيرها تعمل على جفاف الهواء نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، كما ان عمل المرتفعات الجوية التي يتعرض لها العراق امثال المرتفع المداري والسيبيري والأوربي على فضلا عن عدة عوامل أخرى عنها الغطاء النباتي والتضاريس ولاسيما عامل الارتفاع له دور في تحديد كمية الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة [٢٠].

يظهر من تحليل الجدول (٧) أن معدلات الرطوبة النسبية (%) تتباين في محطات منطقة الدراسة فترتفع المعدلات الشهرية لرطوبة النسبية بصورة عامة كلما تقدمنا من الجنوب إلى الشمال من منطقة الدراسة، إذ تبدأ قيم الرطوبة النسبية بالارتفاع التدريجي

من شهر (تشرين الأول) ويستمر تسجيل معدلات مرتفعة حتى شهر (نيسان)، وعلى الرغم من أنها تمثل المدة التي تسجل فيها أعلى معدلات الرطوبة النسبية في أثناء السنة، ولكن مع ذلك فإن هذه المعدلات تعد منخفضة، وانخفاض الرطوبة النسبية هو الذي يجعل الفصل البارد في العراق شديد البرودة، ففي أثناء فصل الشتاء على سبيل المثال يتأثر العراق بالمرتفعات الجوية الباردة التي ترافقها كتل هوائية قارية قادمة من أواسط اسيا مما يؤدي ذلك الى انخفاض درجات الحرارة بشكل كبير وذلك بسبب انخفاض الرطوبة النسبية لهذه الكتل الهوائية ، إلا أن أعلى معدلات للرطوبة النسبية سجلت في اشهر البرودة وهي (كانون الثاني ، شباط ، اذار ، نيسان ، تشين ثاني ، كانون الأول) في منطقة الدراسة، لتصل في هذه الاشهر (٩٥.٥٪) و(٩٧.٥٪) و(٨٩.٧٪) و(٩٦.١٪) و(٩٨.٨٪) في محطة بغداد على التوالي.

جدول (٧) المعدلات الشهرية والسنوية للرطوبة النسبية (%) في محطة بغداد للمدة (١٩٨٨-٢٠٢٠)

اسم المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
بغداد	٩٥,٥	٩٧,٥	٩٥,٠	٨٩,٧	٧٩,٥	٦٦,٦	٦١,٤	٦٢,٤	٦٦,٣	٨٧,٣	٩٦,١	٩٨,٨	٨٣,٠

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للانواء الجويةّ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةّ والزراعيةّ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

ومن ثم تأخذ معدلات الرطوبة النسبية (%) بالانخفاض التدريجي ابتداء من شهر (ايار) وحتى شهر (أيلول). إلا أن أدنى انخفاض لتلك القيم سجل في شهري (تموز، واب) وبلغ (٦١.٤٪) (٦٢.٤٪) في محطة بغداد كما هو موضح في جدول (٧). اذ أن هذا الانخفاض يعود الى سيطرة كتله مدارية قارية جافه أثناء فصل الصيف فضلاً عن الارتفاع في درجات الحرارة مع قلة التساقط المطري أثناء هذه المدة، وسيادة منخفض الهند الموسمي الذي يتميز بهوائه الجاف يقابله في الوقت نفسه انقطاع تكرار المنخفضات الجوية الجبهوية مما يؤدي الى انخفاض معدلاتها في منطقة الدراسة.

ثامنا- خصائص الاشعاع المعكوس في منطقة الدراسة :

سيتم تحليل خصائص الإشعاع المعكوس في منطقة الدراسة لإعطاء صورة واضحة ومتكاملة له، لكونه لم يحظ بدراسات فعلية ودقيقة وشاملة ، اذ يتباين الاشعاع المعكوس في العراق زمانيا ومكانيا، ويرتبط هذا التباين بمجموعة من عوامل عدة منها زاوية سقوط الاشعاع الشمسي ومدة السطوع ودرجة صفاء الجو من حيث نسب التغيم او من حيث مدى احتوائها على الشوائب والملوثات التي تعمل بدرجة أو أخرى على حجب الاشعاع المعكوس ومنعه من الهروب نحو الفضاء الخارجي فضلاً عن عوامل محلية متعددة.

أن عدم توفر معظم أجهزة القياس لبعض عناصر المناخ في محطات الأنواء الجوية العراقية، أدى الى توجه معظم الباحثين الى استعمال الطرق غير المباشرة) المتمثلة بالمعادلات الرياضية لحسابها وبالاعتماد على المعطيات المناخية المتعددة. وقبل التطرق الى معادلات الاشعاع الارضي سوف نوضح أبرز المعادلات المناخية سواء كانت لحساب الإشعاع الشمسي او ما يتعلق به التي يعد من المتطلبات المهمة لحساب الاشعاع الارضي، ولكنها غير قابلة للتطبيق كونها تعتمد على بيانات غير متوافرة في الانواء الجوية العراقية، لتوضيح سبب توجهنا صوب النماذج الرياضية التي وضعها المتخصصون في مجال الاشعاع الشمسي والمعتمدة من قبل الهيأة الدولية للأنواء الجوية، ومنظمة(F.A.O) ، ولما تتميز بها من شموليتها ومرونتها في التطبيق ودقتها فضلاً عن اعتمادها على معطيات مناخية متوفرة في محطات الانواء الجوية

جدول (٨) المعدلات الشهرية والسنوية لضغط بخار الماء (%) في محطات منطقة الدراسة للمدة (١٩٨٨-٢٠٢٠)

اسم المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
بغداد	٨,٢	٨,٤	٩,١	١٠,٨	١١,٦	١٢,٠	١٣,٣	١٣,٧	١٣,٢	١٢,٤	١٠,٨	٩,٢	١١,٠

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للانواء الجويةٌ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةٌ والزراعيةٌ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

يظهر من الجدول (٩) تباين قيم الإشعاع المعكوس في منطقة الدراسة زمانيا ومكانيا، حيث تصل قيم الإشعاع المعكوس في شهر آذار الى(4.3) ميكاجول م٢ يوم في محطة بغداد ، حيث أن حركة الشمس الظاهرية نحو الدائرة العرض الاستوائية وسقوطها بشكل عمودي في يوم (٢١) (آذار) فتتزايد زوايا سقوط الاشعاع مما يترتب عليه تزايد قيم الإشعاع المعكوس نتيجة تزايد قيم الإشعاع الشمسي في أثناء تلك المدة، ثم بعدها يستمر الإشعاع المعكوس مسجل قيم مرتفعة خلال المدة من شهر (نيسان) الى شهر أيلول)، ويعود سبب ذلك كون ان حركة الشمس الظاهرية وكبر نوايا سقوط الاشعاع الشمس اذ تصل الى اقصى ارتفاع لها أثناء هذه المدة، فضلا عن قلة وجود الغيوم والذي له دور فعال في امتصاص الاشعاع المعكوس وتقليل قيمه في منطقة الدراسة إذ تسجل أدنى قيمها في أثناء تلك الاشهر ، اذ أن انخفاض قيم التغيم والرطوبة النسبية في أثناء تلك المدة يصاحبه ارتفاع في قيم الإشعاع المعكوس أي ان العلاقة عكسية بينهما .

هذا وقد تم حساب صافي الاشعاع المعكوس عن طريق المعادلة الأتية [٢١]:

$$Rnl = \sigma[(Tmax, K^4 + Tmin, K^4)/2](0,34 - 0,14\sqrt{ea})[1,35\ Rs/Rso - 0,35]$$

حيث أن-:

Rnl = صافي الاشعاع المعكوس (MJm 2. day ١) كما في الجدول (10)

σ = ثابت ستيفان بولتزمان (٤,٩٠٣١٠ ١ MJmm 2. day.)

Tmax,K= درجة الحرارة العظمى مقاسة بالكلفن

Tmin.K = درجة الحرارة الصغرى مقاسة بالكلفن.

Ea = ضغط البخار وتم استخراج قيمه من المعادلة الاتية (9) .

$$ea = \frac{RHmean\ [e°(Tmax) + e°(Tmin)]}{١٠٠}$$

إن اقصى حد وصل له الإشعاع المعكوس في منطقة الدراسة كان في أثناء شهر (حزيران وتموز وآب)، اذ بلغت قيمه (٤.٥ ، ٤.٥ ، ٤.٣) ميكاجول م٢ يوم في محطة بغداد ثم تبدأ قيم الاشعاع المعكوس بعد ذلك بالانخفاض التدريجي والضئيل في أثناء شهر تشرين الاول، اذ بلغت حوالي (٤.٣) ميكاجول م٢ يوم، في محطة بغداد ،ولكن ما نلاحظه على فهم الإشعاع المعكوس في أثناء هذا الشهر تزيد على القيم في أثناء شهر آذار، ويعود ذلك الى ان المدة **(١-٢٣) في شهر أيلول** لاتزال اشعة الشمس عمودية في نصف الكرة الشمالي، لذا نجد ان قيم زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في منطقة الدراسة مرتفعة مقارنة بشهر آذار على العكس في شهر **(آذار)** فأن اشعة الشمس في أثناء هذه المدة لاتزال تسقط الى الجنوب من الدائرة الاستوائية حتى يوم **(٢١) آذار**، ثم تتقدم بعد ذلك نحو مدار السرطان، كل هذا أثر على زاوية سقوط الاشعاع الشمسي التي تعد المحدد لقيم الاشعاع المعكوس.

وتنخفض معدلات الاشعاع المعكوس في شهر تشرين الأول حتى شهر (شباط)، اذ يعود انخفاض قيم الاشعاع المعكوس في أثناء تلك المدة من السنة إلى حركة الشمس الظاهرية بالاتجاه جنوبا نحو مدار الجدي حيث تكون قيم الاشعاع الشمسي الواصلة

إلى منطقة الدراسة وفي هذه المدة قليلة جدا وذلك بسبب انخفاض زاوية سقوط الإشعاع الشمسي وقصر مدة النهار، فضلا عن انخفاض درجة صفاء الجو نتيجة لكثرة تكرار الايام الغائمة والتي تعمل على حجب الإشعاع الشمسي من جهة وامتصاص الإشعاع المعكوس من جهة اخرى، مما يساهم في امتصاص وتقليل كمية الإشعاع الواصل إلى سطح منطقة الدراسة في أثناء الفصل البارد من السنة. كما نلاحظ ان الاشعاع المعكوس يصل إلى أدنى قيمه في منطقة الدراسة، في شهر (نيسان) ، اذ بلغت قيمه (٣.٩) ميكاجول م٢ يوم في محطة بغداد .

جدول (٩) المعدلات الشهرية والسنوية للإشعاع المعكوس (ميكاجول/يوم) في محطة بغداد للمدة (١٩٨٨-٢٠٢٠)

اسم المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
بغداد	٤.٢	٤.٥	٤.٣	٣.٩	٤.٣	٤.٥	٤.٥	٤.٣	٤.١	٤.٣	٤.١	٤.٣	٤.٣

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجويةّ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةّ والزراعيةّ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

تاسعا: حساب التغير النسبي للإشعاع المعكوس في مدينة بغداد :

اما بالنسبة للتغير النسبي الحاصل فقد شهد تغيرات خلال المدة الدراسة في محطة بغداد وتباينه تلك التغيرات حيث سجلت في شهر كانون الثاني (٨.٤٨) ، اما في شهر شباط (٨.١١،) ، بينما في شهر اذار فسجلت (٨.٤٦) ، اما في شهر نيسان (٧.٧٠) في محطة بغداد ، وفي شهر ايار وصلت (٧.٧٥) ، وفي شهر حزيران فسجلت (٨.٢٩) ، وفي شهر تموز فسجلت (٨.٩٣) ، وفي شهر اب بلغت **(٩.٠٥)** ، وفي شهر ايلول سجلت **(٨.٣١)** ، وفي شهر تشرين الاول **(٨.٢١)** ، وفي شهر تشرين الثاني سجلت **(٨.٣٧)** ، وفي شهر كانون الاول سجلت **(٨.٣٤)** في محطة بغداد على التوالي جدول (١٠) .

جدول (١٠) المعدلات الشهرية التغير النسبي (%) في محطة بغداد للمدة (١٩٨٨-٢٠٢٠)

اسم المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١
بغداد	٨.٤٨	٨.١١	٨.٤٦	٧.٧٠	٧.٧٥	٨.٢٩	٨.٩٣	٩.٠٥	٨.٣١	٨.٢١	٨.٣٧	٨.٣٤

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للانواء الجويةٌ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةٌ والزراعيةٌ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

عاشرا: الاتجاه العام لمدينة بغداد :

ويعتمد التنبؤ للمستقبل على استخدام التحليل الاحصائي للوصول الى توضيح الاتجاه العام وهذا ما سعت اليه الباحثة لتطبيقها في مدينة بغداد، وذلك لما سيحدث في المستقبل للتغيرات التي تتحكم في تطور ظاهرة ما، وكذلك بيان العلاقات بين متغيرات الظاهرة موضوع التنبؤ لفترة مستقبلية.[٢٢]

لذ سوف يتم في الاعتماد على استخدام أسلوب الاتجاه العام من اجل إيضاح التغيرات الحاصلة في قيم الاشعاع المعكوس في مدينة بغداد, في, وتم التعبير عن معامل الاتجاه بالنسبة المئوية لمجمل المتغيرات في عناصر المناخ ,وكذلك بالنسبة لمعدلات التغير السنوي(Annual Change) وفق المعادلة الآتية [23] :

c = معدل التغير النسبي السنوي* $\frac{bi}{y} *$

C= 100

bi = معامل الاتجاه

$$bi = \frac{\bar{x}2 - \bar{x}1}{T1 - T2} * 100$$

y = المتوسط الحسابي

* تم استخراج معدل التغير لمدة الدراسة بضرب معدل التغير السنوي في عدد السنوات.

ويمكن استخراج (bi) من المعادلة التالية:**

$\bar{X}1 - \bar{X}2$ =الفرق بين الوسطين

T2−T1= الفرق بين الزمنين

يتضح من خلال تحليل الجدول (١١) ان هنالك تباين مكاني واضح في قيم الاشعاع المعكوس خلال شهر كانون الثاني في محطة بغداد فضلاً عن التباين الزماني الواضح خلال مُدد الدراسة، ويلاحظ من جدول (١١) خلال شهر كانون الاول ان محطة بغداد قد سجل في مدة الدراسة معامل اتجاه موجب نحو الانخفاض في قيم الاشعاع المعكوس فقد سُجلت **(0.386)** ، اما خلال شهر شباط فان محطة بغداد قد سجل في مدة الدراسة معامل اتجاه موجب نحو الارتفاع ايضا في قيم الاشعاع المعكوس فقد سُجلت **(1.896)** ، وشهر اذار بدأ الارتفاع التدريجي اذ سجل قيم مرتفعة بلغت **(4.883)** ، وشهر نيسان بلغ **(9.113)** وشهر ايار (٥.١٨٢) وشهر حزيران (٩.٦٥٩) فامتاز بالقيم الموجبة ، اما اشهر تموز واب وايلول وتشرين الاول وتشرين الثاني فسجلت قيم سالبة ومنخفضة اذ سجلت (−١.٦٠٩) **(−8.843)** (−٨.٦١٩) **(−9.483)** (**−2.056**) ثم سجل ارتفاعا في شخاهر كانون الاول **(11.489)** .

جدول (١١) المعدلات الشهرية للاتجاه العام في محطة بغداد للمدة (١٩٨٨−٢٠٢٠)

اسم المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	أب	أيلول	ت١	ت٢	ك١
بغداد	0.386	1.896	4.883	9.113	5.182	9.659	-1.609	-8.843	-8.619	-9.483	-2.056	11.489

المصدر : جمهورية العراق، وزارة النقل، الهيأة العامة للأنواء الجويةٌ والرصد الزلزالي ، قسم المائيةٌ والزراعيةٌ ، بيانات غير منشورة ، سنة ٢٠٢١.

الاستنتاجات :

١- بيت الدراسة بان حوالي (٨٠٪) من الأشعة الشمسية تعكسها السُحب المزنية والركامية. في حين تعكس سُحب السمحاق حوالي (٢٠٪) من كمية الإشعاع الشمسي. واستناداً مما تقدم فان نسبة انعكاس السُحب للأشعة الشمسية بصفة عامة تقدر بنحو (٢٣٪) من مجمل الطاقة الشمسية المتجهة إلى سطح الأرض

٢- كشفت الدراسة بان اعلى قيم للإشعاع الشمسي الكلي سجل في اشهر (مايس , وحزيران , وتموز, واب) اذ بلغت (٢١.٣٨ ،٢٤.٤٠، ٢٣.٨٢, ٢٢.٢٢) ميكاجول م٢ يوم في محطة وبغداد.

٣- اظهرت الدراسة بان يوم **(٢١آذار)** عندما تكون الشمس عمودية على الدائرة الاستوائية فإنّ زوايا سقوط الاشعاع الشمسي تأخذ بالارتفاع التدريجي انسجاما مع تلك الحركة، يظهر الجدول(٥) تتباين زاوية سقوط الاشعة لمحطة بغداد ، بلغت زاوية سقوط الاشعة (٤٢ . ٥٤°) في محطة بغداد، وتستمر الزيادة في زاوية سقوط الاشعاع الشمسي في عموم منطقة الدراسة الى أن تصل الى أقصى حد لها في **يوم (٢١) حزيران** (الانقلاب الصيفي) وذلك توافقا مع حركة الشمس الظاهرية نحو مدار السرطان، فتصل الزاوية (٤٢ . ٧٩°) في محطة بغداد .

٤- بينت الدراسة بان أقصى معدلات السطوع النظري سجل في شهر حزيران اذ بلغ بنحو (١٤.١٦) ساعة/ يوم في محطة بغداد ، بينما ادنى حد لها في أشهر كانون الأول وكانون الثاني إذ تصل الى (٥.٧، ٥.٨) ساعة /يوم في محطة بغداد.

٥- اظهرت الدراسة بان أقصى ارتفاع لمعدلات السطوع الفعلي سجل في اشهر (حزيران، وتموز، وآب)، إذ بلغ (١١.٦، ١١.٦ ، ١١.٣) ، ساعة/ يوم على التوالي

في محطة بغداد، بينما ادنى حد لها في أشهر كانون الأول كانون الثاني إذ تصل الى (٥.٧، ٥.٨) ساعة /يوم على التوالي في محطة بغداد.

٦- بينت الدراسة ان أعلى معدلات للرطوبة النسبية سجل في اشهر البرودة وهي (كانون الثاني ، شباط ، اذار ، نيسان ، تشين ثاني ، كانون الأول) في محطة بغداد ، لتصل في هذه الاشهر (٩٥.٥٪) و(٩٧.٥٪) و(٨٩.٧٪) و(٩٦.١٪) و(٩٨.٨٪) ، في محطة بغداد على التوالي, بينما أدنى انخفاض لتلك القيم سجل في شهري (تموز، واب) وبلغ (٦١.٤٪) (٦٢.٤٪) في محطة بغداد.

٧- إن اقصى حد وصل له الإشعاع المعكوس في منطقة الدراسة كان في أثناء شهر (حزيران وتموز وآب)، اذ بلغت قيمه (٤.٥ ، ٤.٥ ، ٤.٣) ميكاجول م٢ يوم في محطة بغداد ثم تبدأ قيم الاشعاع المعكوس بعد ذلك بالانخفاض التدريجي والضئيل في أثناء شهر تشرين الاول، اذ بلغت حوالي (٤.٣) ميكاجول م٢ يوم، في محطة بغداد ، بينما أدنى قيمه له في منطقة الدراسة اثناء شهر (نيسان) ، اذ بلغت قيمه (٣.٩) ميكاجول م٢ يوم في محطة بغداد.

٨- توصلت الدراسة بان تباينت قيم التغير النسبي خلال المدة الدراسة في محطة الدراسة اذ بلغ اعلى قيمة له في شهر اب (**٩.٠٥**) بينما ادنى قيمة سجلت في شهر نيسان (٧.٧٠) ، وفي شهر ايار وصلت (٧.٧٥) لمحطة بغداد .

الهوامش :

١- علي حسن موسى ، المناخ والارصاد الجوية ، مطبعة جامعة دمشق ، دمشق، ٢٠٠٣ ص92 .

٢- قصي عبد المجيد السامرائي ، مبادئ الطمس والمناخ، دار اليازوري للنشر والتوزيع ، عمان، الاردن ، 2008 ، ص ٧٣.

٣- برهان محمود العلي ، وآخرون ، اساسيأت انتقال الحرارة ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، ١٩٨٨ ، ص541 .

٤- وليد عباس عبد الرضى ، أثر الالبيدو على الجزيرّة الحرارية في القاهرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة بحوث الشرق الاوسط ، العدد33 ، ص707 .

٥- محمد أحمد النطاح، ، الارصاد الجوية ، الجزء الاول ، الطبعة الاولى , الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع ، ليبيا ، ١٩٩٠ ص ٦٢.

٦- عبد الغني جميل السلطان، الجو عناصره وتقلباته، منشورات وزارة الثقافة والاعلام، السلسلة العلمية (٢٢)، بغداد، ١٩٨٥، ص٣٨.

٧- خروموف س. ب، الطقس والمناخ والارصاد الجوي، ترجمة فاضل الحسني، مهدي محمد علي الصحاف، بغداد، ١٩٧٧، ص١٠٧.

٨- حميد مجول، فياض النجم، فيزياء الجو والفضاء، ج٢، بغداد، ١٩٧٨، ص١٩.

٩- ضياء صائب الالوسي، ظاهرة الاحتباس الحراري وتاثيرها في درجة حرارة العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٢، ص٨٤.

١٠- مصطفى فلاح حساني , مناخ العراق , ط١ , دار المسامير للطباعة , العراق ,٢٠٢٠, ص١٦.

١١- فتحي عبد العزيز ابو راضي، الاصول العامة في الجغرافية المناخية ، دار المعرفة الجامعية،٢٠٠٦، ص٨٥.

١٢- صباح محمود الراوي، عدنان هزاع البياتي، اسس علم المناخ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ط٢، ٢٠٠١، ص٤٥.

١٣- ابراهيم زرقانة، محمد صفي الدين، محمد صبحي الحكيم، اسس الجغرافية الطبيعية، ج١، المطبعة النموذجية ، القاهرة، ١٩٥٤، ص٢٥.

١٤- ابراهيم شريف ، احمد سعيد حديد، جغرافية الطقس(الكتاب الاول) ,وزارة التعليم العالي والبحث العلمي,الموصل,١٩٧٨، ص٥١.

١٥-علي صاحب طالب الموسوي، جغرافية الطقس والمناخ، دار الضياء للطباعة والشر، ط١، ٢٠٠٩، ص١٢٣.

١٦- احمد سعيد حديد، ابراهيم شريف، فاضل الحسني، جغرافية الطقس، جامعة الموصل، ١٩٧٩، ص٣٤.

١٧- يوسف محمد علي حاتم الهذال، التذبذب والاتجاه في عناصر وظواهر مناخ العراق ودورتها خلال مدة التسجيل المناخي، اطروحة دكتوراه(غير منشورة)، كلية التربية(ابن رشد)، جامعة بغداد، ١٩٩٩، ص٣٨.

١٨- قصي عبد المجيد السامرائي، عبد مخور الريحاني، جغرافية الاراضي الجافة، مطبعة دار الحكمة، بغداد، ١٩٩٠، ص٨٤.

١٩- محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٢، ص٢٩٣.

٢٠- علي حسين الشلش، احمد سعيد حديد، ماجد السيد ولي، جغرافية الاقاليم المناخية، مطبعة بغداد، ١٩٧٨، ص٢٤.

٢١- ليث محمود الزنكنة , اثر العناصر المناخية على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في العراق , اطروحة دكتوراه , جامعة بغداد ,كلية الآداب ,٢٠٠٩،ص٦٧.

22- نادر محمد صيام , دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا , مجلة دمشق , مجلد (١٤) العدد الثاني , ١٩٩٤ , ص ١٧.

٢٣- محمد صدقه أبو زيد , التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية , مجلة علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة , جامعة الملك عبد العزيز , مجلد (٢١), العدد (٢) ٢٠١٠ , ص ٣١١.

المصادر :

١- علي حسن موسى ، المناخ والارصاد الجوية ، مطبعة جامعة دمشق ، دمشق، ٢٠٠٣ .

٢- قصي عبد المجيد السامرائي ، مبادئ الطمس والمناخ، دار اليازوري للنشر والتوزيع ، عمان، الاردن ، 2008 .

٣- برهان محمود العلي ، وآخرون ، اساسيأت انتقال الحرارة ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل ، ١٩٨٨.

٤- وليد عباس عبد الرضى ، أثر الالبيدو على الجزيرّة الحرارية في القاهرة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، مجلة بحوث الشرق الاوسط ، العدد33 ، ٢٠٠١.

٥- محمد أحمد النطاح، ، الارصاد الجوية ، الجزء الاول ، الطبعة الاولى , الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع ، ليبيا ، ١٩٩٠ .

٦- عبد الغني جميل السلطان، الجو عناصره وتقلباته، منشورات وزارة الثقافة والاعلام، السلسلة العلمية (٢٢)، بغداد، ١٩٨٥.

٧- خروموف س. ب، الطقس والمناخ والارصاد الجوي، ترجمة فاضل الحسني، مهدي محمد علي الصحاف، بغداد، ١٩٧٧.

٨- حميد مجول، فياض النجم، فيزياء الجو والفضاء، ج٢، بغداد، ١٩٧٨.

٩- ضياء صائب الالوسي، ظاهرة الاحتباس الحراري وتاثيرها في درجة حرارة العراق، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الاداب، جامعة بغداد، ٢٠٠٢.

١٠- مصطفى فلاح حساني , مناخ العراق , ط١ , دار المسامير للطباعة , العراق ,٢٠٢٠.

١١- فتحي عبد العزيز ابو راضي، الاصول العامة في الجغرافية المناخية ، دار المعرفة الجامعية،٢٠٠٦.

١٢- صباح محمود الراوي، عدنان هزاع البياتي، اسس علم المناخ، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، ط٢، ٢٠٠١.

١٣- ابراهيم زرقانة، محمد صفي الدين، محمد صبحي الحكيم، اسس الجغرافية الطبيعية، ج١، المطبعة النموذجية ، القاهرة، ١٩٥٤.

١٤- ابراهيم شريف، احمد سعيد حديد، جغرافية الطقس(الكتاب الاول), وزارة التعليم العالي والبحث العلمي,الموصل,١٩٧٨.

١٥- علي صاحب طالب الموسوي، جغرافية الطقس والمناخ، دار الضياء للطباعة والشر، ط١، ٢٠٠٩.

١٦- احمد سعيد حديد، ابراهيم شريف، فاضل الحسني، جغرافية الطقس، جامعة الموصل، ١٩٧٩.

17- يوسف محمد علي حاتم الهذال، التذبذب والاتجاه في عناصر وظواهر مناخ العراق ودورتها خلال مدة التسجيل المناخي، اطروحة دكتوراه(غير منشورة)، كلية التربية(ابن رشد)، جامعة بغداد، ١٩٩٩.

18- قصي عبد المجيد السامرائي، عبد مخور الريحاني، جغرافية الاراضي الجافة، مطبعة دار الحكمة، بغداد، ١٩٩٠.

19- محمد خميس الزوكة، جغرافية الطاقة، دار المعرفة الجامعية، ٢٠٠٢.

20- علي حسين الشلش، احمد سعيد حديد، ماجد السيد ولي، جغرافية الاقاليم المناخية، مطبعة بغداد، ١٩٧٨.

21- ليث محمود الزنكنة , اثر العناصر المناخية على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي في العراق , اطروحة دكتوراه , جامعة بغداد ,كلية الآداب ,٢٠٠٩.

٢٢- نادر محمد صيام , دراسة إحصائية تحليلية لاتجاهات الأمطار في بعض المواقع في سوريا , مجلة دمشق , مجلد (١٤) العدد الثاني , ١٩٩٤

٢٣- محمد صدقه أبو زيد , التغيرات الحالية للأمطار السنوية في جنوب محافظة الطائف بالمملكة العربية السعودية , مجلة علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة , جامعة الملك عبد العزيز , مجلد (٢١), العدد (٢) ٢٠١٠

,.

References :
1- Ali Hassan Musa, Climate and Meteorology, Damascus University Press, Damascus, 2003.
2- Qusai Abdul Majeed Al-Samarrai, Principles of Blurring and Climate, Dar Al-Yazuri for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2008.
3- Burhan Mahmoud Al-Ali, et al., Fundamentals of Heat Transfer, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 1988.
4- Walid Abbas Abdel Redha, The Impact of Albido on the Thermal Island in Cairo Using GIS and Remote Sensing, Journal of Middle East Research, No. 33, 2001.
5- Mohamed Ahmed Al-Natah, Meteorology, Part One, First Edition, Jamahiriya House for Publishing and Distribution, Libya, 1990.
6- Abdul Ghani Jamil Al-Sultan, The Atmosphere, Its Elements and Fluctuations, Publications of the Ministry of Culture and Information, Scientific Series (22), Baghdad, 1985.
7- Khromov S.B., Weather, Climate and Meteorology, translated by Fadel Al-Hasani, Mahdi Muhammad Ali Al-Sahaf, Baghdad, 1977.
8- Hamid Majwal, Fayyad Al-Najm, Air and Space Physics, Part 2, Baghdad, 1978.
9- Diaa Saeb Al-Alusi, Global Warming and its Impact on the Temperature of Iraq, Master Thesis (unpublished), College of Arts, University of Baghdad, 2002.
10- Mustafa Falah Hassani, The Climate of Iraq, 1st Edition, Dar Al-Masamir Printing, Iraq, 2020.
11- Fathi Abdel Aziz Abu Radi, General Origins in Climatic Geography, University Knowledge House, 2006.
12- Sabah Mahmoud Al-Rawi, Adnan Hazza Al-Bayati, Foundations of Climatology, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, University of Mosul, 2nd Edition, 2001.
13- Ibrahim Zarqana, Muhammad Safi al-Din, Muhammad Subhi al-Hakim, Foundations of Physical Geography, Part 1, Model Press, Cairo, 1954.
14- Ibrahim Sharif, Ahmed Saeed Hadid, Weather Geography (Book One), Ministry of Higher Education and Scientific Research, Mosul, 1978.
15- Ali Sahib Talib Al-Musawi, Geography of Weather and Climate, Dar Al-Diaa for Printing and Evil, 1st Edition, 2009.
16- Ahmed Saeed Hadid, Ibrahim Sharif, Fadel Al-Hasani, Weather Geography, University of Mosul, 1979.
17- Yusuf Muhammad Ali Hatem Al-Hathal, Oscillation and Trend in the Elements and Phenomena of Iraq's Climate and its Cycle during the Climate

Registration Period, PhD thesis (unpublished), College of Education (Ibn Rushd), University of Baghdad, 1999.
18- Qusai Abdul Majeed Al-Samarrai, Abd Makhour Al-Rihani, Geography of Dry Lands, Dar Al-Hikma Press, Baghdad, 1990.
19- Mohammed Khamis Al-Zawka, Energy Geography, University Knowledge House, 2002.
20- Ali Hussein Al-Shalash, Ahmed Saeed Hadid, Majid Al-Sayed Wali, Geography of Climatic Regions, Baghdad Press, 1978.
21- Laith Mahmoud Al-Zanganeh, The Impact of Climatic Elements on the Geographical Distribution of Natural Plants in Iraq, PhD Thesis, University of Baghdad, College of Arts, 2009.
22- Nader Muhammad Siam, an analytical statistical study of rainfall trends in some locations in Syria, Damascus Magazine, Volume (14), Issue Two, 1994
23- Muhammad Sadaqa Abu Zeid, Current changes of annual rainfall in the south of Taif Governorate, Saudi Arabia, Journal of Meteorology, Environment and Arid Areas Agriculture, King Abdulaziz University, Volume (21), Issue (2) 2010.