ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Changes in the natural characteristics of cloud cover and its effect on moisture waves using GIS & RS technology

Maysoon Taha Mahmoud Al Saady

Al-Karkh University of Science College of Remote Sensing and Geophysics/Department: Remote Sensing

* *Corresponding author: E-mail* :
drmaysoon213@Gmail.com
07700070829

Keywords:
In
fi
C
M
F

ARTICLE INFO

Article history:
Received 1 Sept 2024
Received in revised form 25 Nov 2024
Accepted 2 Dec 2024
Final Proofreading 2 Mar 2025
Available online 3 Mar 2025
E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ABSTRACT

Clouds are one of the most important natural phenomena that have a great influence on climate, weather and the balance of the Earth's energy. Clouds are a key to regulating the Earth's temperatures. The effect of cloud cover on temperatures is of a different dimension. The normal temperatures for monitoring (00) GMT and monitoring (1200) GMT from a fixed side and through mathematical indicators that determine the strength of the relationship and its classification, and the current study was interested in an attempt to understand a very important ritual phenomenon that did not take its right to climate studies that were in Iraq, which is the study of influential clouds. In Iraq, where the percentage of days that are recorded recurrently for low clouds in selected stations in Iraq varies compared to the days in which the cloudiness of the sky prevails and is free of clouds. In general, the percentage of days without clouds is higher, and Iraq witnesses a recording of repetition of all types of low clouds in different topographical regions, except They differ in their frequency ratios between night and day observations; Observing (00) GMT, the highest frequency of occurrence of type (SC5) reached about 56.5٪, and the seasons of the year vary in the nature of the cloud cover in them, at a time when the frequency of clouds increases in the winter season, recording the highest total sum of the frequency of clouds types reached 44.2 - 36.6٪ During the day and night.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.32.3.6.2025.16

تغيرات الخصائص الطبيعية للغطاء الغيمي وأثره على موجات الرطوبة باستخدام تقنية GIS& RS

ميسون طه محمود السعدي/ جامعة الكرخ للعلوم / كلية التحسس النائي والجيوفيزياء

الخلاصة:

تعد الغيوم واحدة من أهم الظواهر الطبيعية التي لها تأثير كبير في المناخ والطقس وتوازن طاقة الارض كذلك تُعدّ الغيوم هي مفتاح لتنظيم درجات حرارة الأرض، يعد الأثر للغطاء الغيمي على درجات الحرارة ذا بعد متباين، ومن الدراسة الحالية تم قياس العلاقات بين تكرار الغيوم من جهة، ودرجات الحرارة

الاعتيادية للرصد GMT (00) والرصد GMT (1200) من جهة ثابتة ومن خلال مؤشرات رياضية يتبن مدى قوة العلاقة وتصنيفها، وقد اهتمت الدراسة الحالية بمحاولة لفهم ظاهرة طقسية مهمة جداً لم تأخذ حقها في الدراسات المناخية التي كانت في العراق وهي دراسة الغيوم المؤثرة في العراق، إذ تتباين نسبة الايام التي تسجل تكراراً للغيوم المنخفضة في محطات مختارة من العراق مقارنة مع الايام التي يسودها صفاء السماء وخلوها من الغيوم وبصورة عامة تتفوق نسبة الايام الخالية من الغيوم، ويشهد العراق تسجيل تكرارٍ لجميع أنواع الغيوم المنخفضة في مختلف مناطقه الطبوغرافية، الا أنها تختلف من حيث نسب تكرارها ما بين رصدة الليل والنهار؛ فتسجل رصدة GMT (00) أعلى نسبة تكرار للنوع (SC5) بلغت نحو 56.5٪ ، كذلك تتباين فصول السنة في طبيعة الغطاء الغيمي المتواجد فيها، ففي الوقت الذي يزداد تكرار الغيوم في فصل الشتاء مسجلاً أعلى مجموع كلى لتكرار أنواع الغيوم بلغ 44.2 – 36.6٪ خلال الليل والنهار.

الكلمات المفتاحية: قطيرات الغيوم - نقطة الندى - أنواع الغيوم - أيام التغييم - الغيوم العالية - معامل الاتجاه .

المقدمة:

تعد الغيوم واحدة من أهم الظواهر الطبيعية التي لها تأثير كبير في المناخ والطقس وتوازن طاقة الارض كذلك تعدّ الغيوم مفتاحاً لتنظيم درجات حرارة الأرض، وتبدأ الغيوم بالتكون عندما يتبخّر الماء من التجمعات المائية أو على اليابسة، إذ يتجمع بخار الماء حول الجسيمات الترابية والملحية الدقيقة العالقة في الهواء لتشكيل جزيئات ماء صغيرة جداً(بلسم شاكر شنيشل الجيزاني، 2019، ص 122)، ويتطلب إنتاج قطرة واحدة من المطر إلى الملايين من جزيئات الماء الصغيرة، حيث تكبر قطرات الماء نتيجة تصادم الجزيئات وارتباطها مع بعضها البعض، ومع صعود بخار الماء إلى الأعلى فإنه يبرد ويتكاثف ليشكل غيوماً، وقد تحتوي هذه الغيوم على بخار ماء أو بلورات ثلجية أو مزيج بين الاثنين، وذلك بناءً على درجة حرارة الغيمة، وتتكون بذلك الغيوم بأنواعها الركامية، والطبقية، والمعلّقة(جودة حسنين جودة، 1989، ص 154).

وكذلك فإنّ الغيوم عبارة عن حجم كثيف مؤلف من دقائق من الماء والجليد المعلق تتراوح اقطارها بين (20–50) مايكرون، وكل جزء (دقيقة) متكونة من نواة من مادة صلبة يتراوح قطر هذه المادة الصلبة بين (0.1–1) مايكرون، وقد جرت ابحاث عديدة لدراسة التركيب الداخلي للغيوم من حيث قطر القطرات المائية في الغيمة ونسبة تركيز القطرات(حسن خليل حسن المحمود، 2006، ص 90)، وأظهرت النتائج وجود اختلاف بعض تراكيب الغيوم عن بعضه الآخر.

بالنسبة للغيوم الركامية التي تكون على شكل غيوم منفوشة (ذات الامطار الغزيرة) وجد ان اقطارها المائية تتجاوز 50 مايكرون ونسبة تركيز 200/سم3 ، أما الغيوم الطبقية التي تكون على شكل طبقة متصلة (ذات الامطار الغزيرة) فوجد ان معدل نصف اقطارها يبلغ 20 مايكرون ونسبة تركيز ما بين 50 /سم3 إلى 200/سم3 (Richard, R.;and Heim, J. R. (2002).p.210).

والقطرات المائية في الغيمة لا يمكن ان تتكون الا اذا توفرت لها نويات خاصة تسمى بنويات التكاثف* (Condensation Nuclei) او ما يسمى بالنويات الجاذبة التي لها القدرة على جذب جزيئات بخار الماء لتتكاثف فوقها لتتكون في النهاية قطرات أكبر، واتضح أخيراً أن نويات التكاثف تنقسم على نوعين وكل نوع له وظيفة معينة ومنها وظيفة ميكانيكية تتمثل في تزويد النويات لبخار الماء لكي يتكاثف عليه مثل الدخان، وحبوب اللقاح، والغبار أو اي مادة اخرى ترفع رأسياً بواسطة الرياح، وتنتشر من خلال الاضطراب، ووظيفة كيميائية تتمثل في تزويد النويات لكي ينجذب نحوها بخار الماء(على حميد غاوى الغراني، 2014، ص 117)، وتتمثل في الاملاح وجزيئات الغاز المنفردة، وحجم بخار الماء المتكاثف والمترسب على هذه النويات يُسهم فقط في تكوين قطيرات مائية صغيرة جدا، بعد ذلك تحدث عمليات فيزيائية معقدة اخرى وظيفتها زيادة احجام هذه القطيرات المائية لكي تنزل على شكل تساقط.

1- حدود منطقة الدراسة:

تحددت الدراسة بالأبعاد التي جرى البحث من خلالها وهي كما يأتي:

- الحدود المكانية: تتمثل الحدود المكانية للبحث بالحدود الإدارية لدولة العراق سواء كان للبيانات المناخية أو للبيانات الإحصائية الخاصة بظاهرة الغيوم الخريطة (1) فضلاً عن البيانات الخاصة بالمحطات الضابطة لاحظ جدول (1) ، إذ يُعد العراق أحد دول قارة آسيا، والذي يحتل مكانة مهمة وسط الدول الآسيوية ويقع بين دائرتي عرض 5' 22 : 529 '37 537 جنوباً ، وبين خطي طول من 42' 38 5 : 45' 48 5 شرقاً، ويحد العراق من الشمال دولة تركيا، ويحدها جنوباً دولة السعودية، كما يحدها شرقاً دولة إيران وغرباً دولتي سوريا والأردن ، ويعد الموقع الفلكي والجغرافي للعراق من الضوابط المناخية الثابتة ونقصد به أن تأثيره يستمر من سنة إلى أخرى ، ويتسم بأنه ثابت نسبياً بالنسبة للضوابط المناخية الأخرى، وهو من المسلمات الجغرافية التي يكون لها دور كبير وأساسي في تحديد وإبراز مشكلة البحث بما للموقع من آثار ذات أهداف ونتائج معينة تعطي للمكان خصائصه وتترك آثاره على عوامل أخرى ذات أبعاد جغرافية، وتبلغ مساحة العراق نحو 438.417 كم2 كما بلغ عدد السكان عام 2016م نحو 37.2 مليون نسمة.

- الحدود الزمانية: تعتمد الحدود الزمانية للبحث على ما هو متوافر من البيانات الإحصائية سواء كانت للعناصر المناخية، إذ تنحصر المدة الزمنية للعناصر المناخية المدروسة للمدة ما بين عامي 1990-2020م.

جدول (1) موقع المحطات المناخية المعتمدة في الدراسة حسب خصائصها.

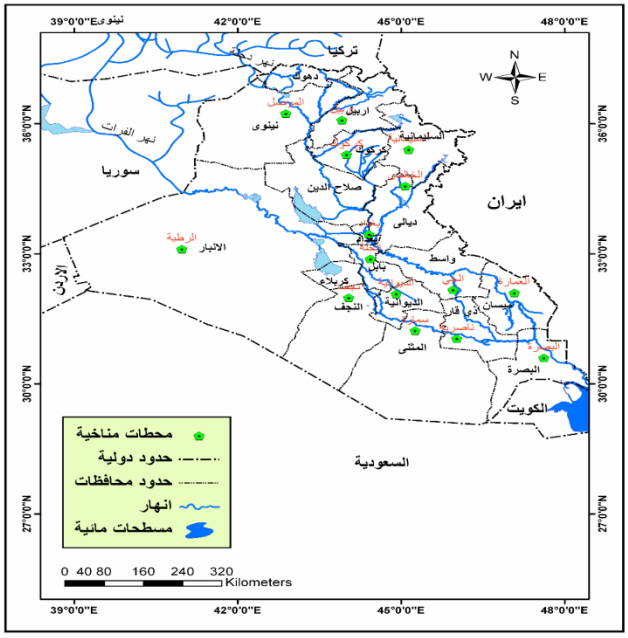
المحطة	دائرة العرض	قوس الطول	الرقم الأنوائي	ارتفاع المحطة التضاريسي (متر)
الموصل	36° 19-	43° 59-	608	223
أربيل	36° 09-	44° 00-	616	420

(*) وتسمى ايضا بنوبات ايتكن نسبة الى العالم Aitken الذي اثبت ان بخار الماء يتكاثف على نوبات دقيقة.

كركوك	35 47–	44 40–	621	331
السليمانية	35 32–	44 27–	623	843
بغداد	33 18–	44 24–	650	31,7
الرطبة	33 02–	40 18–	642	630
الديوانية	31 57–	44 57–	672	20
خانقين	31 57–	44 19–	670	53
العمارة	31 50–	47 10–	680	9,5
البصرة	30 31–	47 47–	689	2

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الهيئة العامة الأنواء الجوية والمسح الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، بغداد، 2020م.

الخريطة (1) الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة والمحطات المناخية عام 2020م.



المصدر : من عمل الباحث بالعراقة برنامج Arc GIS بالاعتماد على , الهيئة العامة للمساحة, خريطة العراق الإدارية, مقياس 1/1000000, لسنة 2020م .

2- مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة البحث في محاولة الاجابة عن عدد من التساؤلات، ومنها ماهي أنواع الغيوم المنخفضة المؤثرة في العراق، وأيهما أكثر تكراراً؟ هل تباين تكرار الغيوم ينعكس أثره في تباين الخصائص الحرارية المصاحبة لها؟ هل هناك علاقة وثيقة بين تكرار الغيوم والخصائص الطبيعية لأرض العراق؟ ما نوع العلاقة بين التغيرات المناخية وتكرار حدوث الغيوم؟ هل من الممكن تحديد شكل التساقط من خلال تحديد نوع الغيمة وارتفاعها، وتحديد نوع المنظومة الضغطية السطحية والعليا.

3- فرضيات الدراسة:

تتعدد الفرضيات التي بنيت عليها الدراسة، والتي تؤدي إلى الإلمام بكافة محتويات الدراسة، ومن هذه الفرضيات هناك تباين في تكرار أنواع الغيوم المؤثرة في العراق، أن لكل نوع من أنواع الغيوم أثراً في تباين الخصائص الحرارية لمحطات منطقة الدراسة، هناك علاقة إحصائية ما بين الغطاء الغيمي ونوعه وتباين درجات الحرارة المسجلة في المحطات المدروسة، وكل نوع من انوع الغيوم مسؤولة عن تكوين شكل معين من أشكال التساقط أكثر من الاشكال الاخرى، وهناك ارتفاع بارز لمستوى التكاثف في العراق تحدث فيه عملية تكوين الغيوم اكثر من غيرها من الارتفاعات الاخرى، وكل نوع من أنواع الغيوم لكي تتكون تحتاج الى مجموعة عوامل سطحية وفي طبقات الجو العليا تختلف عن العوامل الاخرى التي تحتاجها أنواع اخرى من الغيوم لكي تتكون.

4- أهداف الدراسة:

يعد الأثر للغطاء الغيمي على درجات الحرارة ذا بعد متباين، ومن الدراسة الحالية تم قياس العلاقات بين تكرار الغيوم من جهة، ودرجات الحرارة الاعتيادية للرصد (00) GMT والرصد (1200) GMT من جهة ثابتة ومن خلال مؤشرات رياضية يتبن مدى قوة العلاقة وتصنيفها.

5- أهمية الدراسة:

تعد محاولة لفهم ظاهرة طقسية مهمة جداً لم تأخذ حقها في الدراسات المناخية التي كانت في العراق وهي دراسة الغيوم المؤثرة في العراق؛ فجميع الدراسات المناخية السابقة التي ركزت على الأمطار في العراق تناولت ظاهرة الامطار بعد أن تكونت ولم ترجع الى مصدر هذه الظاهرة وكيفية تكونها، ولا شك في ان هذه الدراسة ستضيف حلقة الى سلسلة الدراسات المناخية التي قامت في العراق.

6- منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على مجموعة من المناهج ، **ومنها المنهج التاريخي** ويَهتم بدراسة التطور التارِيخيّ لتشكل الغيوم بأنواعها في العراق، **والمنهج الإقليمي** ويَعتمد عَلَى مُعالجة موضُوع الدِراسة من خِلال ارتباطه بالظروف السَائدة فِي منطقة الدراسة حي **والمنهج الموضوعي** ويهتم بدراسة موضُوع الدِراسة من خِلال مُعالجة الأبْعاد المختلفة للتنمية المكانية والعَوامل التي تؤثر فِيها ثم رَبط ذلك بالإقليم التابع له، **والمنهج التحليلي** ويُستخدم فِي عَرض الحقائَق العِلمية مع تبسِيط الأرقَام والنسب بشكل سرديّ، وتَعرض موضُوع الدِراسة لِلكثير من البيانات والأرقَام التي تَتَطلب الجدولة، واستخراج النِسب المئوية، وتم هَذاَ باستخدام الحاسب الآليّ بمساعدة برامج التحليل الإحصائيّ أهمها (SPSS 16)، فضلا عن استخدام العديد من المعادلات الإحصائية في تحليل بعض الجداول والأشكال، ومنها المتوسط الحسابي ومعامل الانحدار والانتشار ومعامل الجفاف.

7-البرامج المعتمدة:

استخدمت مجموعة من البرامج في هذه الدراسة يكمل بعضها الآخر ولا يلغيه كي تخرج هذه الدراسة على الوجه المطلوب ، والتي تهدف إليه هذه الدراسة **برنامج الايرداس الإصدار التاسع: (Erdas V.9.1)** وهو برنامج يحتوي على جميع الأدوات لمعالجة وتحليل المرئيات الفضائية وبعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية (طارق جمعة على المولي، 2014 ، 15)، وبرنامج الويس **(IL WIS 3.7)** برنامج تكاملي مزدوج الأهداف

يتضمن أوامر خاصة بمعالجة مرئيات الاستشعار عن بعد، **وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (ARCGIS- V.10)** وهو من أهم برامج نظم المعلومات الجغرافية من إنتاج شركة (ESRI) الأمريكية.

8 – مصطلحات الدراسة:

– قطيرات الغيوم cloud droplets: وهي كرات مائية سائلة وممتلئة وصغيرة جداً تتألف منها الغيوم يتراوح نصف قطر القطيرة النموذجية 10 مايكرون وسرعتها 1سم/ثانية ويبلغ عددها 10.000 في السنتمتر المكعب اما القطيرة الكبيرة فيبلغ نصف قطرها 50 مايكرون وسرعة 27سم/ثانية ويبلغ عددها 10 في السنتمتر المكعب (بلسم شاكر شنيشل الجيزاني، 2019، ص 56).

– قطرات المطر rain drop: قطرات المطر تكون أكبر بكثير جداً من القطيرات التي تؤلف الغيوم إذ يتراوح انصاف قطرها بين 0.5–2 ملم وسرعة 650سم/ثانية، ويبلغ عددها 1 في السنتمتر المكعب الواحد(على أحمد غانم، 2011، ص 68).

– القطرات المائية المفرطة التبريد supercooled drops: وهي قطرات مائية (موجودة داخل الغيمة) لا تتعرض الى الانجماد على الرغم من انخفاض درجة حرارتها تحت الصفر المئوي بسبب عدم توافر نويات التكاثف (بلسم شاكر شنيشل الجيزاني، 2019، ص 58).

– درجة نقطة الندى: وهي درجة الحرارة التي يحدث عندها الاشباع بالنسبة للماء عندما يبرد الهواء تحت ضغط ثابت من دون إزالة بخار ماء أو إضافته(على حسن موسي، 1988، ص 212).

وقد تضمنت الدراسة عدداً من المحور التالية:

أولاً – أنواع الغيوم ودلالاتها وخصائصها، **ثانياً**– تكرارات أنواع الغيوم، **ثالثاً**– معدلات الحرارة السنوية المصاحبة لأنواع الغيوم، **رابعاً**– المعدلات المكانية والزمانية (الشهرية) لتكرار أنواع الغيوم المتوسطة الارتفاع، **خامساً** – المعدلات المكانية والزمانية (الشهرية) لتكرار انواع الغيوم العالية، **سادساً**– العلاقة بين الرطوبة النسبية وتشكيل الغيوم، **سابعاً**– العلاقة بين التبخر وتشكيل الغيوم.

أولاً – أنواع الغيوم ودلالاتها وخصائصها:

تعد الغيوم هي تراكمات مرئية لقطرات الماء الصغيرة أو بلورات الجليد في الغلاف الجوي للأرض. وقد تختلف الغيوم بشكل كبير في الحجم، والشكل، واللون (Cancelliere, A.; Bonaccorso, B.; Cavallaro, L.; and Rossi, G. (2005).p.122)، وكذلك يمكن أن تظهر رقيقة وناعمة، أو ضخمة وتراكمية وتظهر الغيوم في الغالب باللون الأبيض؛ لأن قطرات الماء الصغيرة داخلها معبأة بإحكام، مما يجعلها تعكس معظم أشعة الشمس الساقطة عليها، وعندما يوشك المطر على الهطول، تتدفق الغيوم ويتجمع بخار الماء مع قطرات المطر، مما يترك مساحات أكبر بين قطرات الماء في الغيمة، ويؤدي ذلك إلى انعكاس أقل لأشعة الشمس(كاظم عبد الوهاب الاسدي،2011، ص 210)، إذ تظهر غيمة المطر باللون الأسود أو الرمادي، وفقًا لأطلس السحب الدولي التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية: يوجد أكثر من 100 نوع من السحب (الغيوم) ولكن يمكن تقسيم هذا التنوع الكبير على 10 أنواع أساسية وفقًا لشكلها وارتفاعها، مثل السحب الركامية و السحب الطبقية، وتتنوع أنواع الغيوم من حيث الارتفاع ومنها:

– **سحب منخفضة المستوى:** توجد على ارتفاع أقل من 6500 قدم مثل: الركامية، والطبقية، والطبقية الركامية.

- **سحب متوسطة الارتفاع:** توجد على ارتفاع من 6500 قدم إلى 20000 قدم مثل: الركامية المتوسطة، والمزن الطبقية، والسحب السمحاقية.
- **سحب عالية الارتفاع:** توجد بارتفاع أكثر من 20000 قدم مثل: الغيوم الذوابة، والركامية الذائبة، والطبقية الذائبة
- **منخفضة ومتوسطة وعالية:** مثل سحب المزن الركامية.

وعملية تشكيل الغيوم او بصورة أدق عملية التكاثف في طبقات الجو العليا عملية دقيقة جدا تخضع لعدة قوانين فيزيائية ولكي تحدث هذه العملية يجب أن يرتفع الهواء إلى الأعلى لتنخفض درجة حرارته الى درجة حرارة الندى، ولكن عملية تناقص درجة حرارة الهواء في الجو بالارتفاع ليست ثابتة وإنما مختلفة وهذا الاختلاف هو المسؤول عن تكوين أنواع مختلفة من الغيوم مثل الطبقية والركامية وهو المسؤول ايضاً عن اختلاف ارتفاع قواعد الغيوم وعن اختلاف سمكها(كاظم عبد الوهاب الاسدي، 1991، ص 111).

جدول (2) أنواع الغيوم ودلالاتها وخصائصها في العراق حتي عام 2020م.

نوع الغيوم	الرمز	خصائصها
ركان بسيط	CU1	طقس حسن وبيضاء اللون مبعثرة وقليلة التغطية
ركام متوسط	CU2	حجم كبير مصحوبة باضطرابات جوية صيفاً سرعة الرياح وزخات المطر قليلة التغطية
ركام مزني	CB3	يظهر بالأيام الحارة والايام العاصفة، بلورات جليدية يصاحبها مطر وسمك كبير وعالية التغطية
غيوم طبقية ركامية	ST4	تبدو منخفضةً منتفخةً، رمادية اللون أو بيضاء، وتظهر السماء على شكل بقع زرقاء بينها. تظهر كخلية نحل بلون رمادي عند النظر نحوها من الأسفل
ركام طبقي متفلطح	SC5	منتشرة نتيجة توقف التيارات الصاعدة وتظهر في الليل عند توقف التسخين الارضي يصاحبها مطر قليل وقليلة التغطية
ركام طبقي غير نأشي عن تفلطح الركام	SC6	رمادية أو بيضاء اللون وتظهر على شكل طبقات ذات بقع مظلمة قاتمة وكبيرة وتصحبها رياح واضطرابات مما يعيطها مظهر مبعثر وقليلة التغطية
غيوم طبقية مصاحبة للجو	ST7	ذات لون رمادي مائل الأبيض وتظهر أحياناً داكنة وطبقية مبعثرة تكفي لحجب الشمس والقمر
غيوم غير طبقية مصاحبة للجو الردئ	FS8	يميل لونها إلي الاسود والرمادي تصاحبها أنواع أخري من الغيوم يصاحبها هطول
ركام مصحوب بركان طبقي	SC9	رمادية أو بيضاء مع وجود أجزاء داكنة تحتوي قطرات مائية وبلورات ثلجية يصاحبها مطر خفيف أو ثلجي وضباب
مزن ركامي قلاعي	CB 10	شديدة الكثافة ذات امتداد رأسي تتكون من قطيرات مائية وبلورات ثلجية تغطي مساحة كبيرة من السماء يصاحبها عواصف رعدية وبرق

المصدر: موسي، 1988، ص 63، أحمد، 2011، ص 244).

وعليه فإن تناقص درجة حرارة الهواء بالارتفاع يأخذ ثلاثة أشكال الشكل الاول والذي يسمى بمعدل التناقص الطبيعي (Normal laps rate) والذي يختلف بحسب اوقات اليوم والمواسم والمواقع ولكن بصورة عامة يبلغ معدل 6.3 م5 لكل 1000 متر، (Shaheen, A.; and Baig, M. A. (2011).p.210) والثاني الذي يسمى بمعدل التناقص الاديباتيكي الحراري الجاف (Dry adiabatic lapse rate) وهذا التناقص يكون بمعدل 9.8 م5 لكل 1000 متر صعوداً، والثالث الذي يسمى بمعدل التناقص الاديباتيكي الحراري الرطب والذي يساوي 0.64 م5 لكل 100متر صعوداً.

وتناقص درجة حرارة الهواء بالارتفاع يعتمد على قانون بواسون (Puasson) الذي ينص على ان ارتفاع كتلة من الهواء عمودياً نحو الاعلى يفقدها جزءًا من درجة حرارتها بصورة تدريجية ذاتياً* بسبب قلة الضغط الجوي بالارتفاع** والذي يجعل حركة الجزيئات الغازية في الهواء أقل ومن ثم سيقل الاصطدام بين تلك الجزيئات اي تقل طاقتها الحرارية ومن ثم تنخفض درجة حرارتها، وعلى هذا الاساس فان تناقص درجة حرارة الهواء أولاً يخضع لقانون بواسون إلى أن يصل الى ارتفاع معين إذ تنخفض درجة حرارته إلى ما دون درجة الندى وعند هذه الدرجة يحدث التكاثف (United Nations Development Programme (UNDP 2010,p.510) الا أن عملية صعود الهواء لا تتوقف عند هذه الدرجة وانما تستمر بالصعود ولكن بموجب عملية فيزيائية أخرى تسمى بالحرارة الكامنة للتبخر فعندما يتكاثف بخار الماء عن مستوى التكاثف تنطلق منه طاقة حرارية كبيرة تساوي 600 (سعرة حرارية) لكل غرام واحد من الماء(فاضل باقر الحسيني، 1988، ص 210) وهذه الحرارة تسمح للهواء بالصعود أكثر فوق مستوى التكاثف بسبب ارتفاع درجة حرارته اكثر من الهواء المحيط به، وبصورة عامة يمكن إجمال الخصائص الرئيسة لأنواع الغيوم العشرة من خلال الجدول (3) الذي يعطي صورة توضيحية عن تلك الخصائص.

وبالنسبة لخصائص الغيمة خلال الدورات المناخية؛ فخلال الدورة المناخية الاولى كان ارتفاع الغيمة يتراوح ما بين 2 – 7 كم بدرجة حرارة بلغت – 22 درجة مئوية بسمك بلغ ما بين 1 – 2 كم، أما خلال الدورة الثانية فاختلف الحال ، إذ كان ارتفاع الغيمة يتراوح ما بين 1 – 8 كم بدرجة حرارة بلغت – 25 درجة مئوية بسمك بلغ ما بين 0.5 – 1.5 كم، وخلال الدورة الأخيرة كان ارتفاع الغيمة يتراوح ما بين 5 – 10 كم بدرجة حرارة بلغت – 30 درجة مئوية بسمك بلغ ما بين 2 – 20 كم.

جدول (3) الخصائص الرئيسة لأنواع الغيوم العشرة عام 2020م.

نوع الغيم	ارتفاع قاعدة الغيم(كم)	درجة حرارة قاعدة الغيمة (م)	السمك (كم)	حالة الماء في الغيم	سرعة الهواء الصاعد (م/ثا)
CU1	10–5	70–،30–	2–0.5	جليد	0.3–0.1
CU2	10–5	40–،25–	2–1	جليد	0.3–0.1
CB3	12–5	40–،25–	0.3–0.1	سائل او مختلط	1–0.3
ST4	8–3	30–،10–	3–1	جليد او مختلط	0.3–0.1
SC5	8–2	30–،10–	1–0.1	سائل او مختلط	1–0.3
SC6	2–0.5	10–،20–	10–2	جليد او –مختلط	1–0.3
ST7	2–0	10–،20–	0.1–0.5	سائل	0.3–0.0
FS8	2–0	10–،20–	2–0.1	سائل او مختلط	1–0.1
SC9	4–1	5–،25	4–0.5	سائل	3–0.3
CB 10	4–1	5–،25	20–2	مختلط	30–3
الدورة الاولي	7 – 2	22 –	2 – 1	مختلط	2 – 1
الدورة الثانية	8 – 1	25 –	1.5 – 0.5	مختلط	1 – 0.3
الدورة الثالثة	10 – 5	30 –	20 – 2	مختلط	3 – 0.1

(*) ذاتيا يعني ان درجة حرارة الهواء تغير لعامل داخلي متعلق بالهواء نفسه وليس لعامل خارجي.
(**) يقدر معدل التناقص في الضغط الجوي للطبقة السفلى من الجو بما يعادل ملليبار واحد لكل 10–13 متر.

المصدر: المنظمة العالمية للأرصاد المناخية التابعة للأمم المتحدة (WMO) ، التوقعات المناخية العالمية ، تقرير حالة المناخ في العالم ، بيانات منشورة ، نيويورك ، 2020م.

ثانياً- تكرارات أنواع الغيوم: تتعدد تكرار تشكل انواع الغيوم في العراق ويمكن رصدها على المستوي اليومي والفصلي وذلك على النحو الآتي:

1- تكرار أيام التغييم في العراق:

تتباين نسبة الايام التي تسجل تكراراً للغيوم المنخفضة في محطات مختارة من العراق مقارنة مع الايام التي يسودها صفاء السماء وخلوها من الغيوم وبصورة عامة تتفوق نسبة الايام الخالية من الغيوم في عموم المحطات(عادل على الغليط، 1984، ص 90) ينظر جدول (2) فسجلت أعلى نسبة تكرار في محطة البصرة بلغت 91.1 – 78.3٪ في كلتا الرصدتين على التوالي، في حين سجلت محطة الموصل أقل نسبة تكرار للأيام الخالية من الغيوم في كلتا الرصدتين بلغت 85.5 – 61.6٪.

في حين سجلت المحطة نفسها أعلى نسبة لأيام التغييم بين المحطات المختارة بلغت 14.2- 38.5٪ للرصدتين على التوالي، يعزي ذلك لوجود المحطة في مكان مرتفع ومواجهة لحركة الكتل الرطبة القادمة من البحر المتوسط والتي تكون محملة بالرطوبة وحدوث عمليات رفع للأهوية نتيجة طبيعة السطح مما يعمل على تكاثفها لتشكل الغيوم ، وكانت محطة البصرة قد شهدت تسجيل أقل نسبة تكرار لأيام التغييم في كل رصدة خلال الليل والنهار بلغت 8.5- 31.2٪ على التوالي، ويعزي ذلك لوجود المحطة في أقصي جنوب العراق وانخفاض الرطوبة الجوية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة من جهة وطبيعة الرياح السائدة واتجاهها شمالية غربية وتصل خالية من الرطوبة ذات حرارة مرتفعة لا تسمح بتكوين الغيوم (عبد العباس عواد لفته الوائلي، 2011، ص 30).

جدول (4) المجموع الكلي والنسبة المئوية لأيام التغييم وعدمها في محطات مختارة للمدة ما بين 1990- 2020م.

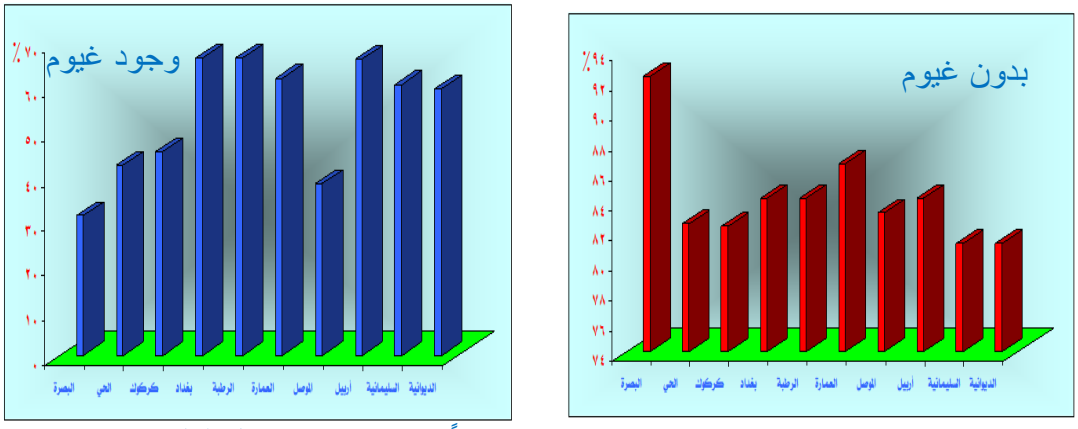
المحطات		البصرة		الحي		كركوك		بغداد		الرطبة	
الرصدة GMT		مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)
الأيام بدون غيوم	00	2540	92.3	3542	82.5	3100	82.3	3350	84.2	3450	82.2
	1200	3210	78.5	2850	60.2	2420	65.6	2620	68.2	2540	62.2
أيام التغييم	00	330	8.5	450	11.2	420	12.3	510	13.2	410	10.2
	1200	840	31.2	1520	42.5	1640	45.6	1450	66.6	1350	58.6
الرصدة GMT		العمارة		الموصل		اربيل		السليمانية		الديوانية	
		مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)	مجموع	(٪)
الأيام بدون غيوم	1200	3120	84.2	3447	86.5	3320	83.2	3240	84.2	3210	81.2
	00	2250	68.2	2466	62.6	2450	68.2	2256	64.2	2056	64.2
أيام التغييم	1200	410	12.2	570	14.2	560	10.2	412	11.2	510	10.2
	00	1350	62.0	1542	38.5	1230	66.2	1120	60.6	1320	59.6

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

ويظهر من الشكل (1) وجود علاقة ارتباطية قوية جمعت ما بين مجموع الايام الخالية من الغيوم في محطات بغداد والبصرة والحي بمجموعة واحدة خلال رصدة الليل في حين انفردت محطة الموصل

بمجموعتها خلال الرصدة نفسها لتسجيلها أقل عدد أيام الخالية من الغيوم ، كما يظهر الشكل (1) أن هناك تقارباً ما بين نتائج المحطات من حيث أيام التغييم خلال الرصدة GMT (00) في حين اختلف الحال خلال الرصدة GMT (1200) إذ ارتبطت كلٌّ من محطتي اربيل والسليمانية بمجموعة واحدة في حين انفردت محطتا البصرة والموصل بمجموعة خاصة لكل منهما بسبب تباعد نتائجهما عن بقية المحطات وخلال الرصدة نفسها.

شكل (1) المجموع الكلي والنسبة المئوية لأيام التغييم وعدمها في محطات مختارة للمدة ما بين 1990– 2020م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (3).

1- تكرار أنواع الغيوم المنخفضة:

يشهد العراق تسجيل تكرارٍ لجميع أنواع الغيوم المنخفضة في مختلف مناطقه الطبوغرافية، الا أنها تختلف من حيث نسب تكرارها ما بين رصدة الليل والنهار؛ فتسجل رصدة GMT (00) أعلى نسبة تكرار للنوع (SC5) بلغت نحو 56.5٪ كما يتضح من الجدول (3) وأقل نسبة تكرار بلغت 0.7٪ للنوع (CB3) ولنفس الرصدة، يعزى زيادة (SC5) الى أن هذا النوع يكون مصاحباً للمنخفضات الجوية في جميع أشهر السنة، فيسجل أعلى تكرار له في موسم تكرار هذه المنظومات وخاصة في فصلي الشتاء والربيع ، أما الرصدة GMT (1200) فشهدت تنوعاً في تكرار الغيوم فسجل (CU1) أعلى نسبة تكرار بلغت 35.3٪ كون هذا النوع يكون مصاحباً للمنخفضات الحرارية، ونتيجة التسخين الأرضي خلال ساعات النهار أما النوع (SC4) فسجل أقل نسبة تكرار بلغت 0.7٪ وذلك لأنه ينشأ نتيجة تشكل تيارين هوائيين أحدهما صاعد والآخر هابط وغالباً ما يصاحبها تشكل البرد(Wilhite, D. A. (2007). P.410).

جدول (5) النسب المئوية لتكرار أنواع الغيوم في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.

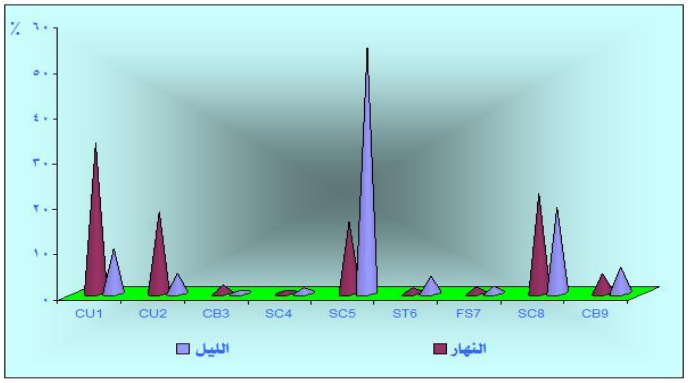
نوع الغيوم	CU1	CU2	CB3	SC4	SC5	ST6	FS7	SC8	CB9
00	9.9	4.5	0.7	1.2	54.1	3.8	1.7	19.0	5.9
1200	33.3	18.0	1.9	0.7	15.9	1.2	1.4	22.0	4.4

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

ويظهر من الشكل (2) أن هناك علاقة تربط بين نسب تكرار انواع الغيوم (CB9 – ST6 – CU1 – CB3 - SC4 – FS7 – CU2–) بمجموعة واحدة لانخفاض نسب تكرارها في حين انفرد كلٌّ من النوعين

(SC5 – SC8) بمجموعة خاصة لكل منهما وذلك لارتفاع نسب تكرراهما مقارنة بالأنواع الأخرى خلال الرصدة (00) GMT، في حين يظهر الشكل (6) ارتباط الانواع (ST6 – FS7 – CB3 – CB8) بمجموعة واحدة لتقارب نسب تكرارهم بينما اجتمعت الانواع (SU2 – SC5 – SC8) بمجموعة وانفرد النوع (CU1) بمجموعة خاصة خلال الرصدة (1200).

شكل (2) النسب المئوية لتكرار أنواع الغيوم في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (5).

2- التكرار الفصلي لأنواع الغيوم:

تتباين فصول السنة في طبيعة الغطاء الغيمي المتواجد فيها، ففي الوقت الذي يزداد تكرار الغيوم في فصل الشتاء مسجلاً أعلى مجموع كلي لتكرار أنواع الغيوم بلغ 44.2 – 36.6٪ في كلتا الرصدتين على التوالي، واحتلّ فصلا الربيع والخريف المرتبتين الثانية والثالثة، أما فصل الصيف فاحتل المرتبة الاخيرة مسجلاً أقل مجموع تكرار بنسبة 2.8 – 102٪ لكل من رصدتي الليل والنهار على التوالي، يعزي ذلك لزيادة نسبة الرطوبة النسبية وانخفاض درجات الحرارة (عبد العباس عواد لفته الوائلي، 2011، ص 30).

ويتبين من دراسة أرقام الجدول (4) أن جميع الغيوم تظهر خلال فصل الشتاء دون استثناء وبنسب متفاوتة الا أن الغالبية هي للأنواع التي تكون مصاحبة للجو المضطرب غير المستقر نتيجة مرور المنخفضات الجوية الرطبة إذ سجلت الانواع (ST6 – FS7 – SC5) أعلى نسب تكرار خلال الفصل حيث تحتاج تلك الأنواع لطبقة من الهواء المستقر البارد لتتشكل، وقد سجل النوع (CB9) أعلى نسب تكرار في فصل الربيع بنسبة 54.2 – 55.2٪ في رصدتي الليل والنهار، ويتشكل هذا النوع نتيجة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة والمضطربة نتيجة مرور المنخفضات الجوية وعمليات التسخين الارضي التي تبدأ بالتزايد عما كانت عليه خلال فصل الشتاء وترتفع تكرار أنواع الغيوم الركامية (CU1 – CU2 – CB3 – SC4) نتيجة ظهور المنظومات الجافة، أما في فصل الخريف فقد سجل أعلى تكرار للغيوم الركامية أنواع (SC8 – CB3 – CU 1).

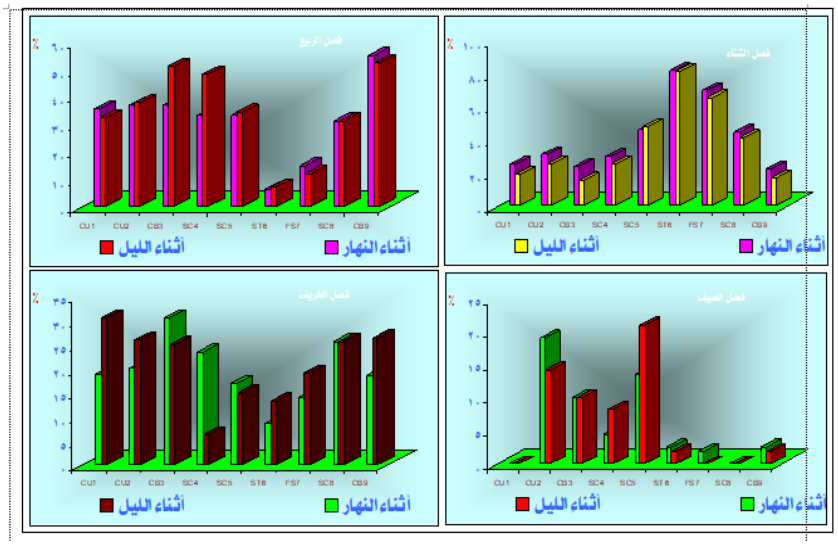
جدول (6) النسب المئوية لتكرار أنواع الغيوم في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.

نوع الغيوم	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف

1200	00	1200	00	1200	00	1200	00	الرصدة
18.9	30.5	19.0	14.2	35.6	32.3	25.5	19.1	CU1
20.0	26.0	10.0	10.0	37.0	37.8	31.2	25.2	CU2
30.5	24.9	4.4	8.2	37.0	51.2	24.2	15.5	CB3
23.5	6.1	13.5	20.9	33.2	48.2	30.0	25.6	SC4
16.9	14.9	2.5	1.8	33.3	34.5	45.8	48.5	SC5
8.5	13.2	1.8	0	6.2	7.0	82.5	81.5	ST6
14.0	19.0	0	0	14.9	11.9	70.2	65.6	FS7
25.6	25.6	2.5	1.8	31.2	31.2	44.5	41.1	SC8
18.7	26.3	4.5	2.5	55.2	52.5	22.2	17.1	CB9
21.2	21.0	10.0	3.5	35.5	33.8	36.6	43.2	(٪)

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

شكل (3) النسب المئوية لتكرار أنواع الغيوم في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (6).

ففي فصل الصيف ورغم انخفاض تكرار الغيوم ومحدودية تنوعها الا أنه فصل يمتاز بارتفاع تكرار أنواع الغيوم التي تنشأ بفعل عمليات الرفع الهوائي الناتج عن تسخين تيارات الحمل المصاحبة للمنخفض الموسمي والذي تكون له السيادة في هذا الفصل وهي (CU1 – CB3 – SC8) وتكون الغالبية لتكرار النوع الأول على حساب الانواع الأخرى وذلك لتشبع هواء الكتلة (MT) المصاحب للمنخفض الهندي الموسمي ببخار الماء بعد مرورها على الخليج العربي، ينقطع تكرار أنواع الغيوم (FS8 – ST6) في فصل الصيف لتعمق المنخفض الموسمي في المستوي 500 هكتوباسكال مما لا يسمح بتشكل هذه الأنواع.

وبدراسة الاشكال (8 – 8) يظهر ارتباط فصلي الصيف والخريف بمجموعة واحدة لتقارب نسب تكرار الغيوم فيهما خلال الرصد (00) GMT في حين انفرد فصل الربيع وفصل الشتاء بمجموعة خاصة لكل منهما لاختلاف نسب تكرار أنواع الغيوم فيهما عن بقية الفصول الأخرى وخلال الرصدة نفسها.

ثالثاً– معدلات الحرارة السنوية المصاحبة لأنواع الغيوم:

تنخفض معدلات الحرارة السنوية المصاحبة لأيام التغييم في جميع المحطات المختارة بمقارنة بمعدلاتها للأيام الخالية من الغيوم، ويلاحظ الانخفاض أكثر وضوحاً في رصدة النهار (1200) GMT على اعتبار أن انتاج الحرارة يكون خلالها رصدة الليل (00)GMT فمن الطبيعي أن تنخفض درجات الحرارة نتيجة لتوقف الانتاج الحراري(قضي عبدالمجيد السامرائي، 2008، ص 31) ويكون مصدر التسخين هو الاشعاع الحراري الأرضي فقط، فتعمل طبقة الغيوم على منع نفاذه الى خارج طبقة التربوسفير، اما في رصدة النهار (1200) GMT فتعمل طبقة الغيوم على حجب جزء من الاشعاع الشمسي ومنعه من الوصول إلى سطح الأرض، ويظهر واضحاً في محطة البصرة التي تشهد تسجيل فرقٍ كبيرٍ ما بين درجة حرارة أيام التغييم وحرارة الأيام الخالية من الغيوم يبلغ 8.7 م5 وبالفارق نفسه في محطة الموصل في رصدة الليل ، في حين بلغ أعلى فرق 15.1 م5 في محطة بغداد تليها البصرة بفارق 14.1 م5 خلال رصدة النهار، وكانت محطة الموصل الأقل فرقاً في درجات الحرارة، ويعزى ذلك لطبيعة سطحها وارتفاعه وزيادة تكرار التغييم مما ساعد على خفض درجات الحرارة.

جدول (7) النسب المئوية لتكرار أنواع الغيوم في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.

الرصد (GMT)		البصرة	الحي	كركوك	بغداد	الرطبة	العمارة	الموصل	أربيل	السليمانية	الديوانية
الأيام بدون غيوم	00	22.2	17.0	17.8	17.8	15.6	17.6	14.8	15.6	14.2	17.2
	1200	35.2	29.1	29.0	29.5	27.0	26.5	28.2	26.5	28.2	25.5
أيام الغيوم	00	12.2	11.8	9.8	10.8	6.9	6.1	11.2	6.1	11.2	6.1
	1200	19.1	15.0	14.5	15.5	14.9	13.8	18.6	13.8	17.6	15.8
فرق الحرارة	00	8.8	7.1	7.0	6.0	8.8	8.4	3.5	8.4	4.5	6.4
	1200	14.2	14.5	15.5	15.5	11.2	10.2	9.5	10.5	9.1	10.8

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

شكل (4) النسب المئوية لفروق الحرارة في العراق للمدة ما بين 1990–2020م.

المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (7).

ويتبين من دراسة أرقام الجدول (7) والشكل (4) تباين درجات الحرارة المصاحبة لكل نوع من أنواع الغيوم المنخفضة، إذ يسجل نوع الغيوم الركامية الطبقي غير الناشئ عن تفلطح الركام (SC5) أعلى معدل حرارة سنوي عام لجميع المحطات بلغ 16.7 م5 خلال رصدة الليل، وذلك نتيجة لخصائص تشكيل هذا النوع من الغيوم والذي يكون مصاحباً للمنخفضات الرطبة، مما يسمح بفرص تساقط الأمطار والذي ينتج عنه انطلاق الحرارة الكامنة لبخار الماء(Musa, Ali Hassan, 1988.p.320)؛ فتحجز الحرارة ما بين سطح الأرض وقاعدة الغيوم رافعة درجة حرارة الهواء الذي تم تسخينه بفعل الاشعاع الحراري الارضي آنِفاً أثناء الليل، وكان أعلى حرارة لهذا النوع من الغيوم في محطة البصرة 18.8 م5 للرصدة نفسها(نوال خلف غزال ، ومصطفي جمال شهبار،

2017، ص 230)، وسجلت غيوم الركام البسيط (CU1) ارتفاعاً بمعدل الحرارة السنوي بلغ 30.1 م5 خلال رصدة النهار، ويعزي ذلك لطبيعة تركيب هذا النوع من الغيوم والتي تكون قليلة السمك مبعثرة التوزيع مما يسمح بدخول الاشعاع الشمسي ووصوله إلى سطح الارض ما يؤدّي إلى إنتاج الحرارة فضلاً عن أن أعلى تكرار لهذا النوع من الغيوم يكون مصاحباً للمنخفض الهندي الموسمي صيفاً وسجلت محطة البصرة أعلى حرارة لهذا النوع من الغيوم بلغ 34.1 م5 خلال الرصدة GMT(1200) (Ghanim, Ali Ahmed, 2011.p.210) .

وسجلت غيوم الطبقي المجزأ (FS7) أدنى معدل حرارة سنوي عام لجميع المحطات بلغ 5.8 – 8.1 م5 في كل من رصدتي الليل والنهار على التوالي، ويرجع ذلك لخصائص ذلك النوع التركيبة إذ يصاحب هذا النوع أنواعاً أخرى من الغيوم ومنها الطبقية (AS) ومزنية طبقية (NS) فضلاً عن أنها تكون ذات لون داكن تؤدي لانخفاض الحرارة، وسجلت محطة الرطبة أدنى درجة حرارة في كلتا الرصدتين 0.8 – 3.9 م5 على التوالي يعزي ذلك لعامل الارتفاع وطبيعة السطح (Al-Fatlawi, Ne'ma Mohsen Lefta, 2007.p.510).

جدول (8) المجموع الكلي والنسبة المئوية لأيام التغييم وعدمها في محطات مختارة للمدة ما بين 1990– 2020م

المحطات		البصرة		الحي		كركوك		بغداد		الرطبة	
الرصدة GMT		00	1200	00	1200	00	1200	00	1200	00	1200
CU1	تكرار	41.0	22.2	10.8	24.5	41.0	22.2	19.2	22.1	10.8	24.1
	حرارة م5	21.2	34.3	12.5	26.5	22.2	34.3	16.0	28.8	12.5	26.5
CU2	تكرار	31.2	17.1	19.0	25.2	31.2	17.1	25.9	18.8	19.0	27.2
	حرارة م5	19.1	33.2	10.0	26.2	19.1	33.2	14.8	23.9	10.0	26.2
CB3	تكرار	75.5	14.1	8.3	31.1	75.5	12.1	0	11.8	8.3	31.1
	حرارة م5	14.2	16.5	6.5	14.5	14.2	16.5	0	14.1	6.5	14.2
SC4	تكرار	15.6	11.9	5.5	2.8	16.0	12.9	15.9	12.4	5.5	2.8
	حرارة م5	8.1	14.1	10.0	11.2	8.1	14.1	8.8	9.5	10.0	11.2
SC5	تكرار	14.8	21.0	31.0	32.3	14.8	21.4	17.5	18.4	31.0	32.3
	حرارة م5	19.0	22.3	12.9	22.5	19.0	22.3	17.0	10.1	12.9	25.5
ST6	تكرار	21.0	45.6	31.2	16.5	21.0	44.4	9.9	18.2	31.2	16.5
	حرارة م5	11.1	15.2	4.6	8.1	12.1	15.2	11.1	21.2	4.6	8.1
FS7	تكرار	19.3	21.2	3.1	0	0	0	0	9.8	3.1	5.8
	حرارة م5	11.1	11.2	0.9	0	0	0	0	19.0	0.9	3.8
SC8	تكرار	19.5	15.5	24.1	30.1	19.8	15.5	40.1	11.2	24.1	30.1
	حرارة م5	21.2	27.5	2.3 1	25.2	21.2	25.5	15.2	22.2	12.3	25.2
CB9	تكرار	18.9	10.1	14.5	13.9	18.0	10.1	32.3	22.9	14.5	13.9
	حرارة م5	18.0	20.2	13.8	18.2	18.0	20.2	14	17.0	13.8	18.2
الرصدة GMT		العمارة		الموصل		أربيل		السليمانية		الديوانية	
		00	1200	00	1200	00	1200	00	1200	00	1200
CU1	تكرار	19.2	24.1	29.0	32.3	41.0	22.2	29.0	32.3	19.2	24.1
	حرارة م5	16.0	28.8	16.5	28.0	21.2	34.3	16.5	27.0	16.0	28.8
CU2	تكرار	25.9	19.8	21.2	36.3	31.2	17.1	21.2	35.3	25.9	19.8
	حرارة م5	14.8	25.9	15.1	26.3	19.1	33.2	15.1	26.3	14.8	25.9

CB3	تكرار	0	11.8	17.0	43.2	14.5	75.5	14.1	17.0	45.2	11.0
	حرارة م5	0	14.1	5.4	14.5	16.5	14.2	5.4	14.5	0	14.1
SC4	تكرار	15.9	11.8	65.2	74.0	11.9	.16	65.2	74.0	15.9	12.8
	حرارة م5	8.8	9.5	10.0	25.1	14.1	8.1	10.0	22.1	8.8	9.5
SC5	تكرار	17.5	18.1	39.2	28.2	21.0	14.8	39.2	28.2	17.5	18.1
	حرارة م5	17.0	10.1	18.2	20.2	22.3	19.0	18.2	20.2	17.0	10.1
ST6	تكرار	9.9	18.2	40.1	25.5	45.6	21.0	40.1	25.5	9.9	18.2
	حرارة م5	10.1	21.2	10.0	5.9	15.2	11.1	10.0	6.9	10.1	21.2
FS7	تكرار	0	9.8	71.2	55.5	0	0	71.2	55.5	0	10.0
	حرارة م5	0	19.0	5.8	6.9	0	0	5.8	6.9	0	19.0
SC8	تكرار	40.1	11.2	15.6	26.5	15.5	19.5	15.6	26.5	40.1	11.2
	حرارة م5	15.2	22.2	15.2	21.2	27.5	21.2	15.2	21.2	15.2	20.2
CB9	تكرار	32.3	22.9	33.5	53.2	10.1	18.9	33.5	50.2	32.3	21.9
	حرارة م5	14	17.0	12.3	22.2	20.2	18.0	12.3	22.2	14	16.0

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

رابعاً– المعدلات المكانية والزمانية (الشهرية) لتكرار أنواع الغيوم المتوسطة الارتفاع:

تتكون الغيوم المتوسطة الارتفاع من ثلاث فصائل رئيسة هي : الركام المتوسط الارتفاع Ac والطبقي المتوسط الارتفاع As والمزن الطبقي Ns. اما الانواع الستة الباقية فما هي إلّا تغيرات تطرأ على هذه الفصائل الثلاث من حيث طريقة تجمعها وسمكها (يوسف محمد علي حاتم الهذال، 1994، ص 213)، والمعدل المكاني لأنواع الغيوم المتوسطة الارتفاع (مجتمعة) في العراق كما يوضحها الشكل (24) يوضح ان محطة بغداد تميزت بكونها اكثر محطة تظهر عليها الغيوم المتوسطة الارتفاع بمعدل (683.1) ، تليها محطة الرطبة بمعدل (522) ، ثم محطة خانقين بمعدل (519.6) ، ثم الموصل بمعدل (504.8)، ثم كركوك بمعدل (487.9) ، ثم البصرة بمعدل (473.7)، ثم الديوانية بمعدل (421.7)، واخيراً محطة الحي بمعدل (319).

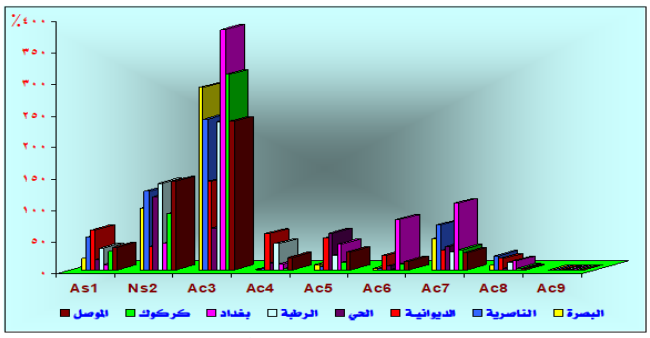
جدول (9) مجموع المعدلات (الشهرية) لأنواع الغيوم العالية الارتفاع المؤثرة في محطات الدراسة.

المحطات	الطبقي المتوسط النصف شفاف As1	المزن الطبقي Ns2	الركام المتوسط النصف شفاف Ac3	الركام المتوسط اللوزي Ac4	الركام المتوسط الحزمي Ac5	الركام المتوسط الناشىء عن تفلطح الركام Ac6	الركام المتوسط المؤلف من طبقتين Ac7	الركام المتوسط القلعي Ac8	الركام المتوسط المشوش Ac9	المجموع
الموصل	36.2	140.6	236	19.9	28.8	13.9	27.3	1.7	0.4	504.8
كركوك	29.4	89.3	310.1	2.1	12.6	9.4	32.4	2.5	0.1	487.9
بغداد	9.1	41.8	381.2	9.6	41.1	79.7	106.2	14.2	0.2	683.1
الرطبة	34.7	137.4	234.6	41.6	23.3	0.7	28.1	12	0.6	522
الحي	16.1	116.5	67.2	11.3	58.5	6.4	37.4	2.2	0.1	319

الديوانية	63.1	36.5	140.9	57.8	51.1	23.3	31.1	17.8	0.1	421.7
الناصرية	52.4	124.3	238.9	2.7	5	2.2	71.6	22.2	0.3	519.6
البصرة	18.4	97.8	289	0.6	8.7	2.9	48.9	7.3	0.1	473.7
المجموع	259.4	784.2	1897.9	145.6	229.1	138.5	383	92.2	1.9	3931.8

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

شكل (5) مجموع المعدلات (الشهرية) لأنواع الغيوم العالية الارتفاع المؤثرة في محطات الدراسة.



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

أما بالنسبة للمعدل السنوي العام لأنواع الغيوم المتوسطة الارتفاع المؤثرة في العراق، فيلاحظ من خلال الشكل (5) أن النوع الثالث (الركام المتوسط الشفاف) (Ac3) تأتي بالمرتبة الأولى من حيث معدل تكرارها على العراق إذ بلغ (246.1) ، تليها غيوم المزن الطبقي Ns2 بمعدل (93.7)، ركام متوسط مؤلف من طبقتين Ac7 بمعدل (43.0) ، يليها كل من الطبقي المتوسط النصف شفاف As1 والركام المتوسط نصف شفاف Ac5 بمعدل (29.6)، ثم ركام متوسط ناشئ عن تفلطح الركام (Ac6) بمعدل (18.2) ، ثم ركام متوسط لوزي Ac4 (18.1) ، ثم ركام متوسط قلعي Ac8 (9.1) ، وأخيراً الركام المتوسط المشوش Ac9 (0.2) .

خامساً – المعدلات المكانية والزمانية (الشهرية) لتكرار انواع الغيوم العالية:

تتميز الغيوم العالية بميزتين الاولى انها مؤلفة من بلورات ثلجية، والاخرى انها لا يصاحبها اي نوع من انواع التساقط ، وإنْ صاحبَها تساقطٌ فلا يصل الى سطح الارض، وهناك ثلاث فصائل رئيسة للغيوم العالية، هي السمحاق(Ci) ، والسمحاق الركامي (Cc)، والسمحاق الطبقي (Cs)، أما الانواع الستة الباقية فما هي إلّا تغيرات تطرأ على هذه الفصائل الثلاث (الرئيسة) من حيث الانتشار والسمك(يوسف محمد السلطان، 1982، ص 130).

ويشكل المعدل المكاني لأنواع الغيوم العالية (مجتمعة) في العراق كما يوضحها الشكل (44) يوضح ان محطة بغداد تميزت بكونها اكثر محطة تظهر فيها الغيوم العالية اذ بلغ المعدل السنوي فيها (563.8) ، تليها محطة البصرة بمعدل (533.9)، ثم الموصل بمعدل (402.2)، ثم الرطبة بمعدل

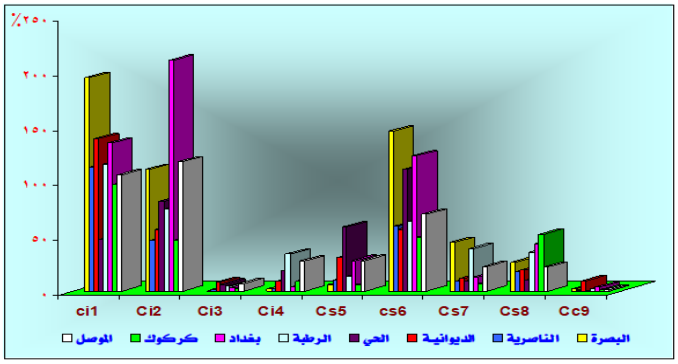
(382.8)، ثم كركوك بمعدل (30.2) ثم الناصرية بمعدل (359.1)، ثم الحي بمعدل (343.1)، واخيراً محطة الديوانية بمعدل (340.1).

جدول (10) مجموع المعدلات (الشهرية) لأنواع الغيوم العالية الارتفاع المؤثرة في محطات الدراسة.

المحطات	السمحاق الليفي ci1	السمحاق الحزمي Ci2	السمحاق السنداني Ci3	السمحاق الخطافي Ci4	السمحاق الطبقي المنخفض Cs5	سمحاق الطبقي المرتفع cs6	السمحاق الطبقي الواسع Cs7	السمحاق الطبقي الحزمي Cs8	السمحاق الركامي Cc9	المجموع
الموصل	106.1	118	7	27.6	27.8	70.1	22.5	22	1.1	402.2
كركوك	97.7	46.6	2	8.9	5.8	49.1	6.9	51.8	1.4	370.2
بغداد	135.1	210.6	2.8	3.9	28	123.6	12.9	43.3	3.6	563.8
الرطبة	116	75.1	4.3	33.6	13.6	63.6	38.9	35.8	1.9	382.8
الحي	47.1	82.1	6.4	18.8	58.4	111.2	8.9	10	0.2	343.1
الديوانية	139	56.3	8.4	8.9	30.8	56.7	11.7	18.9	9.4	340.1
خانقين	113.2	46	1.1	2.1	9.9	59.2	9	17.9	0.7	359.1
البصرة	194.7	111	1.	2.1	6	146	44.4	26.4	2.2	533.9
المجموع	948.9	945.7	33.1	1.59	180.3	679.5	155.2	226.1	20.5	3295.2

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

شكل (6) مجموع المعدلات (الشهرية) لأنواع الغيوم العالية الارتفاع المؤثرة في محطات الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (10).

ويلاحظ من خلال ترتيب المحطات بهذا الشكل، عدم وجود انتظام في ظهور الغيوم العالية بالنسبة لدوائر العرض(ياسر السيد أحمد، 2011، ص 33) ، بمعنى ليس هناك اتجاه عام نحو زيادة تأثير الغيوم العالية او انخفاضها من الشمال الى الجنوب او بالعكس، وإنما نجد ضمن القسم الجنوبي من العراق مثلا، أن بعض المحطات تتصف بكونها متأثرة كثيرا بالغيوم العالية ونجد محطة اخرى (ضمن القسم نفسه) متأثرة بصورة أقل، ويبدو ان لكل محطة ظروف محلية خاصة بها تجعلها تختلف عن المحطات الاخرى الواقعة ضمن اقليمها الجغرافي نفسه، ومع هذا ظهرت محطة بغداد (في القسم الاوسط من العراق) ومحطة البصرة (في القسم الجنوبي من العراق) كأكثر محطتين مناخيتين تأثرا بالغيوم العالية

، اي ان الغيوم العالية تزداد تأثرا في الاقسام الوسطى من العراق ثم الجنوبية ثم الشمالية (Ahmed, Yasser El Sayed, 2011.p.320).

اما بالنسبة لمعدلات ظهور كل نوع من انواع الغيوم العالية على العراق، فيتضح ان الغيوم العالية نوع سمحاق ليفي(Ci1)هي اكثر انواع الغيوم العالية ظهورا في العراق إذ بلغ معدل ظهورها (118.6) تليها غيوم السمحاق حزمي(Ci2) بمعدل (118.2) ، تليها غيوم السمحاق الطبقي المنخفض (Cs5) بمعدل (84.9)، تليها غيوم السمحاق الطبقي (الجزئي) (Cs8) تليها غيوم السمحاق الطبقي المرتفع (Cs5) ، بمعدل (22.5) ، ثم غيوم السمحاق الطبقي الواسع(Cs7) بمعدل (19.4) . ثم غيوم السمحاق الخطافي(Ci4) بمعدل (13.2) ، ثم غيوم السمحاق السنداني (Ci3) بمعدل (4.1) . واخيرا غيوم السمحاق الركامي (Cc9) بمعدل (2.6).

اما فيما يتعلق بالظهور الزماني (الشهري) لأنواع الغيوم العالية فوق العراق، فتكاد جميع انواع الغيوم العالية تشهد أعلى ظهور خلال اشهر الربيع ولاسيما شهر نيسان تليها اشهر الخريف ثم الشتاء ويعود الظهور العالي للغيوم العالية خلال الفصول الانتقالية (الربيع والخريف) الى ان خلال هذه الفصول يزداد ظهور غيوم الركام المنخفضة التي تمثل اجزائها العلوية (المنفصلة عن جسم الغيمة) غيوم سمحاقية انفصلت عنها بتأثير الرياح الهابة بشدة في طبقات الجو العلي (Adel Ali, I 2, 1984.p.210).

سادساً- العلاقة بين الرطوبة النسبية وتشكيل الغيوم:

وهي كمية بخار الماء الموجود في الهواء بدرجة حرارة معينة نسبة إلى الكمية القصوى التي يستطيع الهواء أن يحملها بدرجة الحرارة نفسها، ويعبر عن الرطوبة النسبية بالنسبة المئوية وتتأثر الرطوبة النسبية بشكل مباشر بدرجة الحرارة، وتعد السحابة أو الغيمة عبارة عن تجمّع مرئي لجزيئات دقيقة من الماء أو الجليد أو كليهما معًا يتراوح قطرها ما بين 1 – 100 ميكرون، تبدو سابحة في الجو على ارتفاعات مُختلفة كما تبدو بأشكالٍ وأحجامٍ وألوانٍ مُتباينة، كما تحتوي على بخار الماء والغبار وكميّة هائلة من الهواء الجاف ومواد سائلة أخرى وجزيئات صلبة مُنبعثة من الغازات الصناعيّة. (Ahmed, Yasser El Sayed, 2011.p.320)

جدول (11) معدلات الرطوبة النسبية في المحطات المختارة خلال الفترة ما بين عامي 1970 – 2020م.

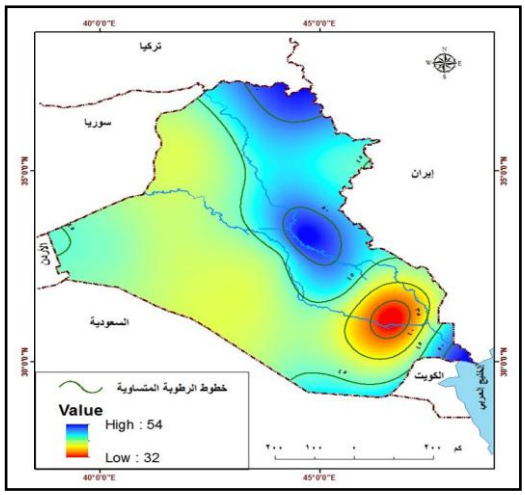
المحطة	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف			المتوسط
	أيلول	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	
الموصل	32,7	47,8	65,7	79,6	82,9	75,5	68,6	60,1	44,5	28,8	25,6	26,9	52,7
اربيل	29,3	42,7	56,3	68,3	72,6	69,4	59,9	55,6	39,4	26,6	25,0	25,9	47,5
كركوك	26,5	39,3	60,3	68,5	71,8	66,4	57,6	52,3	35,8	25,8	24,2	23,9	46,0
السليمانية	26,0	40,0	59,0	69,0	77,0	71,0	57,0	54,0	44,0	37,0	24,0	22,0	48,3
بغداد	32,9	35,5	58,9	70,4	73,8	59,4	51,6	44,7	33,9	26,4	25,8	26,8	44,1

الرطبة	33,6	44,7	57,6	68,9	68,5	62,5	54,8	44,5	35,8	31,7	29,7	28,8	46,7
الحي	29,6	41,4	56,6	65,8	71,6	64,9	55,6	46,7	34,6	26,7	25,8	25,7	45,4
الديوانية	32,6	42,5	58,7	68,6	67,8	58,8	51,6	39,8	32,2	27,9	27,8	30,4	44,8
العمارة	31,1	43,2	59,3	68,3	73,4	64,7	58,7	48,7	35,2	26,9	25,8	25,6	46,3
البصرة	28,9	41,6	55,7	67,5	69,2	58,8	48,5	39,9	29,9	24,5	23,8	25,6	42,7
طهران (إيران)	33,6	42,5	58,7	70,6	67,8	61,0	55,0	41,5	32,2	27,9	27,8	30,4	44,8
الجوف (السعودية)	45,1	50,2	55,3	68,3	76,4	64,7	58,7	45,7	40,2	36,9	25,0	20,6	51,3
دير الزور (سوريا)	32,6	42,5	58,7	68,6	67,8	58,8	51,6	39,8	32,2	27,9	27,8	30,4	55,8
ماردين (تركيا)	33,1	45,2	60,3	66,3	70,7	65,7	60,7	55,7	40,2	30,0	25,8	25,6	49,3

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

تتبين من دراسة بيانات الجدول (11) والخريطة (2) أنه تزداد معدلات الرطوبة النسبية بالاتجاه من أشهر الصيف نحو أشهر الشتاء من الجنوب إلي الشمال فقد سجلت المنطقة الشمالية مثل الموصل، وأربيل، وكركوك والسليمانية معدلات سنوية للرطوبة النسبية 52.7٪ ، 47.5٪ ، 46.0٪ ، 48.3٪ على التوالي، وبلغت في المنطقة الوسطي 44.1٪ ، 46.7٪ لكل من محطتي بغداد – الرطبة في حين كانت في المنطقة الجنوبية منها العمارة ، والناصرية ، والبصرة ، 46.3٪ ، 42.0٪ ، 42.7٪ على التوالي في حين كانت الرطوبة للمحطات الحي والديوانية ، وخانقين ، والبصرة 445.4٪ ، 44.4٪ ، 42.0٪ ، 42.7٪ على التوالي، وسجلت أعلى نسبة للمعدلات الشهرية في المنطقة الشمالية في محطة الموصل 82.9٪ خلال شهر كانون الثاني، وسجلت في المنطقة الوسطي أعلى نسبة للرطوبة النسبية في محطة الخالص بواقع 77.9٪ خلال شهر كانون الثاني، وأقل نسبة في محطة بغداد 26.4٪ خلال شهر حزيران، وفي حسن سجلت أعلى نسبة للرطوبة النسبية في المنطقة الجنوبية في محطة العمارة خلال شهر كانون الثاني 26.9٪، أما أقل نسبة للرطوبة النسبية، فكانت في محطة الناصرية خلال شهر تموز 23.3٪ ، وفي محطة الحي للأشهر مايس وحزيران وتموز، أما بالمقارنة بباقي المحطات المجاورة فقد تفاوتت مقدار الرطوبة النسبية ما بين الارتفاع والانخفاض فبلغت متوسطاتها في محطة دير الزور بسوريا 55.8٪ ومحطة الجوف بالسعودية 51.3٪، ومحطة ماردين بتركيا 49.3٪ وأخيراً بلغت 44.8٪ في محطة طهران بإيران ونلاحظ كثافة الغيوم كلما اتجهنا شمالاً حيث تكثر في محطة ماردين بتركيا.

الخريطة (2) خطوط تساوي الرطوبة النسبية في محطات العراق خلال المدة ما بين عامي 1970 – 2020م.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً على بيانات الجدول (3).

عندما يصعد الهواء الرطب إلى الأعلى فإن الرطوبة النسبية تصل إلى قيم مرتفعة بسبب أن درجة الحرارة تقل ومن ثَمّ نقترب من نقطة الندى فتبدأ لحظات النشأة من وجود حالة عدم الاستقرار في الهواء مما يجعل الهواء الدافئ الرطب يصعد حتى يصل إلى نقطة الندى وعندها تصل قيمة الرطوبة النسبية 100٪ ويصبح الهواء مشبعاً ببخار الماء يبدأ التكثف والتحول إلى قطرات ماء وربما لا يستغرق أكثر من عشر دقائق لكي يعتلى في السماء إذا ما توفرت له تيارات رفع قوية (نغم ذاري ابراهيم، 2019، ص 90)، وتستمر عملية البناء حتى تصل إلى مستويات باردة وعندها تتحول قطرات المطر المتكثفة إلى بلورات ثلجية مع زيادة التبريد، وعند بلوغ قمة البناء العلوي والوصول إلى النقطة التي تتوقف فيها عمليات الرفع، تبدأ حينها بإرسال قطرات الماء أو البلورات الثلجية إلى سطح الأرض (نوال خلف غزال ، ومصطفي جمال شهبار، 2017، ص 230).

وقد تم الحصول على نسبة الخلط وهي كتلة بخار الماء (بالغرام) في وحدة الكتل من الهواء الجاف(كغم) وتحسب من المعادلة: $X = 622\ (e/p-e) \approx 622(e/p)\ g/kg$ ، حيث تمثل **p** الضغط ، **e** ضغط البخار، وقد مثلت نسبة الخلط الخاص بالرطوبة النسبية ما يزيد عن 42.89٪ من حجم الغيمة، (قضي عبدالمجيد السامرائي، 2008، ص 36) .

سابعاً– العلاقة بين التبخر ومؤشر سرعة الرياح وتشكيل الغيوم:

– العلاقة بين التبخر وتشكيل الغيوم:

الخطوة الأولى من خطوات كيفية تشكل الغيوم هي التبخر، وهي عبارة عن تحول الماء إلى بخار الماء بسبب الحرارة العالية حتى وصولها إلى طبقات الغلاف الجوي العالية، ويمكن أن ينتقل بخار الماء الممزوج مع الهواء إلى أعلى بعدة طرق منها رفعه إلى سفوح الجبال (قضي عبدالمجيد السامرائي، 2008، ص 31) **ويتبين من دراسة بيانات الجدول (12) والخريطة (3) ما يلي:**

– يميل معامل الاتجاه العام خلال شهر أيلول نحو الزيادة بمقدار موجب في محطتي البصرة , وأربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطتي بغداد , والموصل , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ – 0.415٪ , –0.971٪ , 0.128٪ , 0.647٪ ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –18٪ , –36.8٪ , 4.6٪ , 22.6٪ لبعض محطات الدراسة بغداد , والموصل البصرة , وأربيل على التوالي , وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 22.6٪ في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة الموصل بمقدار –36.8٪.

جدول (12) معدل التغير (٪) ومعدل التغير السنوي للتبخر في العراق خلال عامي 1990– 2020م.

الأشهر	المحطة	متوسط التبخر(ملم)	عدد السنوات	معامل الاتجاه	معدل التغير السنوي (٪)	معدل التغير (٪)
تشرين الأول	بغداد	366.2	45	1.523 –	0.415–	18.0–
	الموصل	495.7	45	4.817 –	0.971–	36.8–
	البصرة	237.9	45	0.306	0.129	4.6
	أربيل	385.0	45	2.493	0.647	22.6
تشرين الثاني	بغداد	236.4	45	0.888 –	0.375–	16.5–
	الموصل	314.4	45	2.054 –	0.653–	24.8–
	البصرة	156.2	45	0.328	0.209	7.5
	أربيل	263.4	45	2.456	0.933	32.6
كانون	بغداد	119.6	45	1.078 –	0.908	39.9–

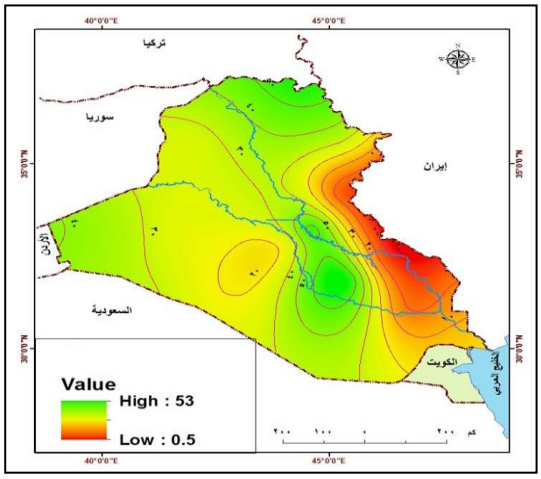
الأول	الموصل	168.5	45	1.277 –	10.21–	38.7–
	البصرة	80.4	45	1.082	0.226	8.1
	أربيل	126.0	45	0.541,	0.429	15.0
كانون الثاني	بغداد	71.9	45	0.315	0.438	19.0
	الموصل	113.4	45	0.477 –	0.417–	15.8–
	البصرة	54.3	45	0.376	0.698	24.9
	أربيل	68.5	45	1.408	2.055	71.9
شباط	بغداد	69.9	45	0.102 –	0.145–	6.3–
	الموصل	95.6	45	0.698 –	0.730–	27.7–
	البصرة	51.9	45	0.194	0.373	13.4
اذار	أربيل	54.9	45	0.498	0.907	31.7
	بغداد	101.9	45	0.161 –	0.157–	6.9–
	الموصل	125.4	45	0.546–	0.436–	16.5–
	البصرة	75.6	45	0.319	0.421	15.1
	أربيل	94.8	45	2.410	2.548	88.9
نيسان	بغداد	182.4	45	0.068–	0.037–	1.6–
	الموصل	219.3	45	0.220	0.1	3.8
	البصرة	113.5	45	0.409	0.306	11.0
	أربيل	158.6	45	3.378	2.129	74.5
مايس	بغداد	266.0	45	0.507 –	0.190–	8.3–
	الموصل	307.8	45	1.229–	0.399–	12.8–
	البصرة	187.2	45	0.244–	0.130–	4.6
	أربيل	218.1	45	3.317	1.704	59.6

المصدر: اعتماداً على: بيانات الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والمسح الزلزالي، قسم المناخ ، بيانات غير منشورة ، بغداد ، 2020م.

– سجل شهر تشرين الأول زيادة ملحوظة لمعدل المجموع السنوي للتبخر بمقدار موجب في محطات البصرة أربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطات بغداد , والموصل , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ 0.375–, 0.653–, 0.209, 0.933٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ 16.5–٪ , 24.8–٪ , 7.5٪ ، 23.6٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل والبصرة , وأربيل على التوالي , وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 32.6٪ في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة الموصل بمقدار 7.5–٪.

– يميل معدل المجموع السنوي للتبخر ملم خلال شهر كانون الأول نحو الزيادة بمقدار موجب في بعض محطات بغداد والبصرة وأربيل، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطة الموصل، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ 0.438٪ ,0.417–٪ , 0.692٪ , 2.055٪ ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ 19٪ , 15.8–٪ , 24.9٪ , 71.9٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل , والبصرة , وأربيل على التوالي , وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 71.9٪ ، في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة الموصل بمقدار 15.8–٪.

الخريطة (3) خطوط تساوي التبخر في محطات العراق خلال الفترة ما بين عامي 1970 – 2020م.



المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (12).

– شهد معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم يميل نحو الزيادة بمقدار موجب شهر تشرين الثاني ، كما في محطتي البصرة وأربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطتي بغداد والموصل وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.908٪ , –1.021٪ , 0.226٪ 0.429٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ – 39.9٪ , –38.7٪ , 8.1٪ , 15.0٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل والبصرة , وأربيل على التوالي ، وسجل أدنى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة البصرة بمقدار 8.1٪ في حين سجل أعلى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –39.9٪.

– تباين معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم في شهر كانون الثاني حيث اتجه نحو الزيادة بمقدار موجب ، كما في محطتي البصرة وأربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطتي بغداد , والموصل , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.145٪ , –0.730٪ , –0.373٪ , 0.907٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –6.3٪ , –27.7٪ , 13.4٪ , 31.7٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل البصرة , وأربيل على التوالي ، وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 31.7٪ في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –6.3٪.

– خلال شهر شباط أتجه معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم نحو الزيادة بمقدار سالب في محطتي بغداد , والموصل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار موجب في محطتي البصرة , وأربيل ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.157٪ , –0.436٪ , 0.421٪ , 2.542٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –6.9٪ , – 16.5٪ , 15.1٪ , 88.9٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل والبصرة , وأربيل على التوالي ، وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 88.9٪ في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –6.9٪.

– شهد معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم خلال شهر آذار تبايناً حيث اتجه نحو الزيادة بمقدار موجب في محطات الموصل , والبصرة , وأربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطة بغداد ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.037٪ , 0.1٪ , 0.306٪ , 2.129٪ ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ

–1.6٪ , 3.8٪ , 11.0٪ , 74.5٪ لبعض محطات بغداد , والموصل , والبصرة , وأربيل على التوالي وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 74.5٪ ، في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –1.6٪.

– سجل معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم شهر نيسان زيادة بمقدار موجب في محطة أربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطات بغداد والموصل , والبصرة , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.190٪ , –0.399٪ , –0.130٪ , 1.704٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –8.3٪ , –12.8٪ , –4.6٪ , 59.6٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل والبصرة وأربيل على التوالي , وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 59.6٪ في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة البصرة بمقدار –4.6٪.

– اتجه أن معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم خلال شهر مايس نحو الزيادة بمقدار موجب في محطة أربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطات بغداد والموصل , والبصرة , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ 0.507٪ , –0.492٪ , –0.197٪ , 0.373٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –22.3٪ , –18.7٪ , –7.1٪ , 13.0٪ لبعض محطات الدراسة بغداد والموصل والبصرة وأربيل على التوالي ، وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة بغداد بمقدار –22.3٪ ، في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة البصرة بمقدار –7.1٪.

– اتجه معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم نحو الزيادة بمقدار موجب وفي شهر حزيران ، كما في محطة أربيل ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطات بغداد والموصل , والبصرة , وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.506، –0.412 ، –0.127 ، 0.157٪ ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –22.2 ، –15.6 ، –4.5 ، 5.4٪ لبعض محطات الدراسة بغداد , والموصل والبصرة وأربيل على التوالي ، وسجل أدنى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة البصرة بمقدار –4.5٪ ، في حين سجل أعلى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –22.2٪.

– خلال شهر تموز تباين معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم حيث اتجه نحو الزيادة بمقدار موجب في محطة أربيل ، ويميل معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في محطات بغداد والموصل , والبصرة ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.552٪ , –0.539٪ , –0.169٪ , 0.459٪ وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –24.2٪ , –20.4٪ , –6.0٪ , 16.0٪ لبعض محطات الدراسة بغداد , والموصل , والبصرة وأربيل على التوالي ، وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 16.0٪ ، في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة بغداد بمقدار –24.2٪.

– شهد شهر أب تبايناً في معامل الاتجاه العام لمعدل المجموع السنوي للتبخر ملم ، حيث اتجه معامل الاتجاه نحو الانخفاض بمقدار سالب في بعض المحطات بغداد , والموصل , والبصرة ، ويميل معامل الاتجاه نحو الارتفاع بمقدار موجب في محطة أربيل ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –0.614٪ ، –0.655٪ –0.263٪ , 0.781٪ ، وبمعدل تغير سنوي قدرهُ –27.0٪ ، –24.8٪ ، –9.4٪ ، 27.3٪ لبعض محطات الدراسة بغداد ,

والموصل , والبصرة , وأربيل على التوالي , وسجل أعلى مقدار للتغير بالارتفاع في محطة أربيل بمقدار 27.3٪ ، في حين سجل أدنى مقدار للتغير في محطة البصرة بمقدار –9.4٪.

– العلاقة بين مؤشر سرعة الرياح وتشكيل الغيوم:

يُعدّ اتجاه ومؤشر سرعة الرِّياح أحد العوامل الرئيسيّة التي تتسبب في تشكيل الفيوم وخاصّة الغيوم أو السحب الركامية والرعدية وهي السحب النَّاجمة عن تأثير الرِّياح العكسيّة التي تكثر في منطقة البحر الأبيض المتوسط وغرب أوروبا؛ إذ تتسبّب هذه الرِّياح في تكوّن المنخفض الجويّ الذي يعمل على جذب التَّيارات الهوائيّة ذات درجات الحرارة المتباينة، فيكون أحدهما باردًا والآخر حارًّا أو دافئًا، وعندما يتصادمان يبدأ الهواء السَّاخن ذو الوزن الأخف بالتّصاعد إلى طبقات الجوّ العُليا حيث يبرد هناك ثُمّ يتكاثف ويبدأ بالهُطول على شكل مطرٍ؛ وكلمّا زادت رطوبة الهواء السَّاخن المُتصاعد زادت كميّة المطر الهاطل، ويعدُّ الرعد هو العلامة الرئيسة الدالة على وجود السحب الرعدية حيث من الممكن ألا يرى البرق نهارا ولكن صوت الرعد يسمع ليلاً ونهاراً ويمكن تمييز السحب الرعدية بسهولة؛ إذ إنها تظهر على شكل خلايا من الركام قطر كل منها يتراوح ما بين 2 – 5 كيلومتر، وتقع قاعدتها على ارتفاع يتراوح ما بين 500– 1000 متراً وفقا لمناطق تكونها وتتميز قاعدتها بأنها داكنة اللون، وتمتد الخلية في السماء كالجبل الشامخ لارتفاعات تصل إلى 15 كيلومتراً، وفي بعض خلايا السحب الرعدية يظهر في مقدمة السحابة من أسفل جزء اسطواني يعرف باسم السحابة الملتقاه Rool cloudوهو يحدث نتيجة للدوامات الهوائية الشديدة ويكون نذيراً للطيار بشدة العاصفة الرعدية، كما يظهر في قمة السحابة جزء على شكل سندل Anvil عندما تبدأ شدة العاصفة في الضعف (Adel Ali, I 2, 1984.p.220) .

– العلاقة بين درجة الحرارة وتشكيل الغيوم:

عندما تعترض الغيوم الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض فإنه يعكس جزءًا كبيرًا منه كما أنه يمتص جزءًا من الإشعاع الذي يمر خلاله، وبذلك تسبب الغيوم تقليل كمية الإشعاع الواصل إلى سطح الأرض، ولذلك يكون ارتفاع درجة الحرارة عند سطح الأرض في الأيام الغائمة أقل منه في الأيام الصافية في نفس الظروف وكلما زاد سمك السحاب قلت كمية الإشعاع الواصلة إلى سطح الأرض؛ ولذلك فان السحب السميكة تكون قاعدتها معتمة، وترتفع درجة حرارة ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء والسحب وذلك بامتصاصها للإشعاع الأرضي ونتيجة لذلك تشع هذه المواد نفسها إشعاعا طويل الموجة يعود جزءٌ منه ثانية إلى سطح الأرض، لذلك فإن الليالي التي تتواجد فيها الغيوم تكون درجة الحرارة أعلى من الليالي التي تكون فيها السماء صافية والسبب لأن الأرض عندما تصدر الإشعاع تصطدم هذه الإشعاعات بالغيوم فتمتص جزءًا منها وتعكس الجزء الآخر(نغم ذاري ابراهيم، 2019، ص 120).

ونتيجة لارتفاع الحرارة وما يحدث للمياه، إذ تتبخّر جزيئات الماء ثمّ تتصاعد إلى الأعلى بواسطة وزنها الثّقيل نتيجة ارتفاع حرارتها، وبواسطة التّيارات الهوائيّة الصّاعدة، ويكون 90 ٪ من الماء المتبخر عن كوكب الأرض قادماً من المحيطات، كما تساعد الحرارة على حدوث عملية التكاثف وهي عمليّة تحوّل الماء من حالته الغازية إلى السّائلة نتيجة انخفاض درجة حرارته. وتصل جُزيئات بخار الماء الصّاعدة إلى حدٍّ مُعيّن غالباً ما يكون في طبقة التّروبوسفير، ويمكن أن تمتدّ إلى بداية طبقة، السّتراتوسفير، وبمجرّد وصول جُزيئات الماء إلى هذه الطبقة تبدأ درجة الحرارة بالانخفاض؛ فتنخفض حرارة الماء؛ ومن ثَمّ تبدأ جُزيئات الماء بفقدان حرارتها

فيتحول بخار الماء إلى سائل، ويتكاثف الماء على شكل غيوم، ومن شروط تكوّن هذه الظّاهرة تغيّر درجة الحرارة، وتوفّر هواء مُشبع ببخار الماء، وتوفّر أنوية للتّكاثف، وبعد أن تتكوّن السُّحُب تبدأ بالحركة في السماء متنقّلةً من مكان إلى آخر بواسطة التيّارات الهوائيّة، ويمكن أن تنتقل رأسيّاً حسب وزنها وكثافتها، وبمرور الغيوم بمناطق باردة تبدأ جُزيئات الماء بالاتّحاد مع بعضها البعض، وبذلك تكون الجُزيئات أكبر حجماً، هذه الجُزيئات الضّخمة بالنسبة للغيمة لا تكون مُستقرّةً، (نوال خلف غزال، ومصطفى جمال شهبار، 2017، ص 245) وبسبب وزنها تكون مُهدّدةً بالسقوط، فيحدث الهطول عند مرور الغيمة مثلاً بمرتفعات عالية، فتكون كمصدّات للأمطار، أو يمكن أن تتبلور الجُزيئات لتشكّل بلوراتٍ من الثّلج، وأيضاً تتراكم عليها بلورات الماء حتى تثقل وتسقط، وعن طريق ذلك يحدث المطر بأشكاله.

وحجم نويات التكاثف داخل الغيمة فالسحب مركزة النوى، وتعرف أيضاً باسم بذور السحب وهي عبارة عن جزيئات صغيرة تتجمع حولها قطيرات السحب، ويكون حجم هذه الجزئيات بحوالي 0.2 ميكرومتر، وهذه القيمة تساوي تقريباً 1 على100 من حجم قطيرات السحب، تتطلب المياه وجود سطح غير غازي لتنتقل من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة، وفي الغلاف الجوي الجزيئات المتواجدة تشكل طبقة رقيقة صلبة أو سائلة ضمن السحب مركزة النوى، وتؤدي هذه الشوائب إلى تبريد بخار الماء لأقل من صفر درجة مئوية دون المرور في الحالة السائلة قبل أن تتشكل القطيرات بشكل تلقائي. عند درجات حرارة أقل من درجة التجمد يجب أن يكون الهواء فوق المشبع بنسبة 400٪ قبل أن تبدأ قطيرات السحب بالتشكل(Adel Ali, I 2, 1984.p.236) .

الاستنتاجات

من خلال العرض السابق لتغيرات الخصائص الطبيعية للغطاء الغيمي وأثره في موجات الرطوبة، يتم تنمية منطقة الدراسة بطريقة صحيحة ومتوازنة تُراعى فيها الأولويات التي تفرضها الظُروف الجغرافية المُحيطة في محاولة للخروج من الضوائق الاقتصادية والاجتماعية التي يُعانى منها القطر العراقي، **وفيما يليّ عرض لأهم استنتاجات هذه الدراسة:**

1- أوضحت الدراسة أنَّ الغيوم هي تراكمات مرئية لقطرات الماء الصغيرة أو بلورات الجليد في الغلاف الجوي للأرض، وقد تختلف الغيوم بشكل كبير في الحجم، والشكل، واللون، وفقًا لأطلس السحب الدولي التابع للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية يوجد أكثر من 100 نوع من السحب (الغيوم).

2- بيّنت الدراسة أن نسبة الايام التي تسجل تكراراً للغيوم المنخفضة في محطات مختارة من العراق مقارنة مع الايام التي يسودها صفاء السماء وخلوها من الغيوم وبصورة عامة تتفوق نسبة الايام الخالية من الغيوم في عموم المحطات، في حين سجلت محطة الموصل أقل نسبة تكرار للأيام الخالية من الغيوم في كلتا الرصدتين بلغت 85.5 – 61.6٪.

3- ظهرت من الدراسة أن هناك علاقة ارتباطية قوية جمعت ما بين مجموع الأيام الخالية من الغيوم في محطات بغداد والبصرة والحي بمجموعة واحدة خلال رصدة الليل في حين انفردت محطة الموصل بمجموعتها خلال الرصدة نفسها لتسجيلها أقل عدد أيام الخالية من الغيوم.

4- اتّضح من الدراية أن العراق يشهد تسجيل تكرارٍ لجميع أنواع الغيوم المنخفضة في مختلف مناطقه الطبوغرافية، الا أنها تختلف من حيث نسب تكرارها ما بين رصدة الليل والنهار؛ فتسجل رصدة (00) GMT أعلى نسبة تكرار للنوع (SC5) بلغت نحو 56.5٪.

5- يتبين من الدراسة أن جميع الغيوم تظهر خلال فصل الشتاء دون استثناء وبنسب متفاوتة الا أن الغالبية هي للأنواع التي تكون مصاحبة للجو المضطرب غير المستقر نتيجة مرور المنخفضات الجوية الرطبة إذ سجلت الانواع (SC5 – FS7 – ST6) أعلى نسب تكرار خلال الفصل.

6- أظهرت الدراسة تباين درجات الحرارة المصاحبة لكل نوع من أنواع الغيوم المنخفضة، إذ يسجل نوع الغيوم الركامية الطبقي غير الناشئ عن تفلطح الركام (SC5) أعلى معدل حرارة سنوي عام لجميع المحطات بلغ 16.7 م5 خلال رصدة الليل، وذلك نتيجة لخصائص تشكيل هذا النوع من الغيوم والذي يكون مصاحباً للمنخفضات الرطبة.

7- اتضح من الدراسة أن معدلات الرطوبة النسبية تزداد بالاتجاه من أشهر الصيف نحو أشهر الشتاء من الجنوب إلي الشمال فقد سجلت المنطقة الشمالية مثل الموصل، وأربيل، وكركوك، والسليمانية معدلات سنوية للرطوبة النسبية 52.7٪ ، 47.5٪ ، 46.0٪ ، 48.3٪ على التوالي.

8- أتضح من الدراسة أنه عندما تعترض الغيوم الإشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض فإنه يعكس جزءًا كبيرًا منه كما أنه يمتص جزءًا من الإشعاع الذي يمر خلاله

9- يجب العمل على التوسع في دراسة الغيوم وكيفية الاستفادة منها، نظراً لما تتطلبه الدولة العراقية من إمكانات مائية للتوسع في العديد من المشروعات الزراعية.

10- ضرورة دراسة الاستمطار الصناعي وكيفية تطبيقه في العراق، وتوفير كافة الامكانات اللازمة لذلك بالتكاتف بين المراكز العلمية والبحثية والجهات الحكومية.

11- ضرورة إنشاء المراكز البحثية المختصة بدراسة أنواع الغيوم وكيفية الاستفادة منها بطريقة تحقق التنمية الاقتصادية داخل بلدنا الحبيب.

1- Cancelliere, A.; Bonaccorso, B.; Cavallaro, L.; and Rossi, G. (2005). Regional Drought Identification Module REDIM. Department Of Civil And Environmental Engineering. University Of Catania.
2- Richard, R.;and Heim, J. R. (2002). A Review Of Twentieth-Century Drought Indices Used In The United States. American Meteorological Society.
3- Shaheen, A.; and Baig, M. A. (2011). Drought Severity Assessment In Arid Area Of Thal Doab Using Remote Sensing And GIS. International Journal Of Water Resources And Arid Environments. Vol. 1 .
4- Shahabfar, A.; Ghulam, A.; and Eitzinger, J. (2012). Drought Monitoring In Iran Using The Perpendicular Drought Indices. International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation. Vol.(18),

5- United Nations Development Programme (UNDP). (2010). Drought Impact Assessment. Recovery And Mitigation Framework And Regional Project Design In Kurdistan Region (KR).
6- Wilhite, D. A. (2007). Preparedness And Coping Strategies For Agricultural Drought Risk Management: Recent Progress And Trends. In: Managing Weather And Climate Risks In Agriculture. New York. Springer
7- Stephen Schneider. Encyclopedia of climate and Weather, Oxford University, 1996.
8- Ahmed, Yasser El Sayed, Weather and Climate, Bostan Knowledge Library, Alexandria, 2011.
9- Geography, Adel Ali, Earth Observation of Weather, Kuwait, I 2, 1984.
10- Gizani, Balsam Shaker Schnichl, general trends of the repetition of air masses affecting the climate of Iraq, doctoral dissertation (unpublished), College of Education for Girls, University of Baghdad, 2015.
11- Al-Sameraae, Qusay Abdul Majeed, Principles of Weather and Climate, Dar Al-Yazuri for Publishing and Distribution, Amman, 2008.
12- Al-Gharani, Ali Hamid Ghawi, The Repeating of Compressive Systems and their Impact on the Glimpse in Iraq, Master Thesis (unpublished), Faculty of Education for Human Sciences, Babel University, 2014.
13- Al-Fatlawi, Ne'ma Mohsen Lefta, Physics of Clouds, Dar al-Asdeqaa Press, Baghdad, 2007.
14- Republic of Iraq, Council of Ministers, Planning Authority, Central Statistical Organization, Annual Statistical Group, 2001.
15- Ghanim, Ali Ahmed, Geography of Climate, Dar Al-Masirah, Amman, I 3, 2011.
16- Musa, Ali Hassan, Clouds, Encyclopedia of Science and Life, First Edition, Dar al-Fikr for Printing, Distribution and Publishing, Syria, 1988.
17- 10. Ministry of Transport, General Organization for Aeronautical and Seismic Monitoring, Observations of Clouds and Normal Temperature for the Period (1992-2002), unpublished data

References

1- Balsam Shaker Shenishel Al-Jizani, General trends of the frequency of air masses affecting the climate of Iraq, unpublished doctoral thesis, College of Education for Girls, University of Baghdad, 2015.
2- Balsam Shaker Shenishel Al-Jizani, The effect of cloud cover on temperatures in Iraq, Journal of Arts, University of Iraq, Issue 129, 2019.
3- Joda Hassanein Joda, Climatic and Botanical Geography, Dar Al-Ma'rifa Al-Jami'a, Alexandria, 1989.
4- Hassan Khalil Hassan Al-Mahmoud, Characteristics of the Iraqi Coast - A Geographical Study, Doctoral Thesis, College of Arts, University of Basra, 2006.
5- Republic of Iraq, Council of Ministers, Planning Commission, Central Statistical Organization, Annual Statistical Collection, 2019.
6- Ali Hamid Ghawi Al-Gharani, Recurrence of pressure systems and their impact on cloud cover in Iraq, Master's thesis, unpublished, College of Education for Humanities, University of Babylon, 2014.
7- Ali Ahmed Ghanem, Climatic Geography, Dar Al-Masirah, Amman, 3rd ed., 2011.
8- Ali Hassan Musa, Clouds, Encyclopedia of Science and Life, First Edition, Dar Al-Fikr for Printing, Distribution and Publishing, Syria, 1988.
9- Kazem Abdul-Wahab Al-Asadi, Recurrence of air depressions and their impact on Iraq's weather and climate, Master's thesis (unpublished), University of Basra, College of Education, Department of Geography, 1991.

10- Kazem Abdul-Wahab Al-Asadi, The impact of climate change on relative humidity trends in Iraq, Journal of the College of Education, University of Wasit, Issue (10), 2011.
11- Fadhel Baqer Al-Hussaini, Applied Studies of Climate in Agricultural Fields, Al-Ustadh Magazine, Issue 1, University of Baghdad, 1988.
12- Adel Ali Al-Ghalit, Ground Monitoring of Weather Conditions, Kuwait, 2nd ed., 1984.
13- Abdul Abbas Awad Lafta Al-Waili, The impact of climate change on changing the locations of jet streams over Iraq and its climatic implications, Master's thesis, (unpublished), College of Education, University of Basra, 2011.
14- Qadi Abdul Majeed Al-Samarrai, Principles of Weather and Climate, Al-Yazouri Publishing and Distribution House, Amman, 2008.
15- Ministry of Transport, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Hourly observation data for cloud types and normal temperatures for the period 1990-2020, unpublished data.
16- Ne'mah Mohsen Lafta Al-Fatlawi, Cloud Physics, Dar Al-Asdekaa Publishing House, Baghdad, 2007
17- Nawal Khalaf Ghazal, and Mustafa Jamal Shabar, Detection and Interpretation of Cloud Types Using Visual and Thermal Satellite Images, Iraqi Journal of Physics, Issue 15, 2017.
18- Nagham Dhari Ibrahim, Study of the Relationship between Cloud Cover and Evaporation Values and Solar Radiation for the City of Baghdad, Babylon University Journal for Pure and Applied Sciences, Volume (27), Issue (2): 2019.
19- Youssef Abdel Majeed Fayed, Geography of Climate and Plants, Dar Al-Nahda Al-Arabiya, Part 1.
20- Yasser Al-Sayed Ahmed, Weather and Climate, Basnat Al-Ma'rifa Library, Alexandria, 2011.
21- Abdul Aziz Tareeh Sharaf, Climate of Kuwait, First Edition, University Culture Foundation, Alexandria, 1980.
22- Youssef Muhammad Al-Sultan,) About a geographical analysis of desertification phenomena in the Nahiya Al-Hartha, Basra Governorate, Journal of the College of Arts, University of Basra, Iraq, 1982.
23- Yousef Muhammad Ali Hatem Al-Hidhal, Repetition of different pressure systems and their effect on the variation of the value of total solar radiation and air transparency in Iraq, Master's thesis (unpublished), University of Baghdad, College of Education (Ibn Rushd), Department of Geography, 1994.