تحليل تغير القمة المطرية في محطة بغداد

ا.د علي مهدي جواد الدجيلي
ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq
الباحثة: اسيل شاكر هاشم السوداني
الجامعة العراقية / كلية الآداب

Analysis of peak rainfall change at Baghdad station

Dr. Ali Mahdi Jawad Al-Dujaili
ali.al-dujaili@aliraqia.edu.iq
Aseel Shaker Hashem Al-SudaniIraqi
Iraqi University / College of Arts

المستخلص

تعد دراسة القمة المطرية من الموضوعات الحديثة نسبيًا في مجال الجغرافية المناخية، لما تحمله من دلالات علمية عميقة تسهم في فهم السلوك الزمني للأمطار وتباينها من منطقة إلى أخرى. فالأمطار لا تتوزع بشكل عشوائي على مدار السنة، بل تخضع لأنماط زمنية محددة تظهر فيها فترات ذروة تُعرف بـ" القمة المطرية"، وهي المرحلة التي تبلغ فيها كميات الهطول أعلى مستوياتها خلال دورة مناخية سنوية أو موسمية.إن الاهتمام بالقمة المطرية لا يقتصر على تحديد توقيت الذروة المطرية فحسب، بل يمتد ليشمل تحليل خصائصها وتغيراتها. وتبرز أهمية دراسة القمة المطرية في كونها ذات تأثير مباشر على العديد من الأنشطة البشرية، لاسيما في مجالات الزراعة وإدارة الموارد المائية، حيث يساعد تحديد توقيتها وشدتها في تحسين التخطيط الزراعي وتقليل المخاطر المرتبطة بالتطرفات المناخية كالجفاف أو الفيضانات. كما تُسهم في دعم الدراسات المستقبلية عن التغيرات المناخية المحتملة.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التغير للقمة المطرية في محطة بغداد خلال للمواسم المطرية((١٩٨٨–١٩٨٩)–(٢٠٢٣ –٢٠٢٤))، من خلال تتبع توقيت وشدة أعلى شهر مطري سنويًا، وتحليل سلوكها الزمني باستخدام الأساليب الإحصائية الحديثة، ولا سيما اختبار مان–كاندل ومنحدر سين.وتوصل البحث للنتائج الاتية :

١- وجود تباين مكاني واضح لكميات الأمطار في محطة بغداد مع تركزها في أشهر الشتاء خاصة في شهر كانون الثاني وعدم أنتظام التوزيع الزماني فيها

٢- أظهرت القمة المطرية سلوكاً غير خطي أذ لم تتبع أتجاهاً ثابتاً بل مرت بتحولات مرحلية بين التبكير والتأخير.

٣- سجل شهر آذار أعلى تكرار للقمة المطرية في محطة بغداد مما يدل على أهمية نهاية الشتاء وبداية الربيع في تحقيق الذروة المطرية. . فعلى مستوى المدة الكلية برز شهر اذار بوصفه الشهر الأكثر تكرارا في تسجيل القمّة المطرية، إذ بلغ تكراره (١٠) وبنسبة (٢٧.٧٨٪)، وهو ما يعني أن أكثر من (٢٥٪)من سنوات الدراسة انتهت فيها القمّة المطرية السنوية في هذا الشهر وحده.

٤- تظهر بوضوح عند تحليل الدورات الزمنية الجزئية، حيث سجلت محطة بغداد اتجاهاً حديثاً نحو تأخر القمة المطرية باتجاه أواخر الشتاء وبدايات الربيع.

٥- يتضح أن السلسلة الزمنية لمحطة بغداد مرت بمرحلتين متعاكستين مرحلة أولى ذات اتجاه معنوي نحو التبكير في موضع القمة، تمثلها الدورة الأولى، ثم مرحلتان لاحقتان ذات اتجاه معنوي نحو التأخير، تمثلهما الدورة الثانية والثالثة. وعندما اجتمعت هذه الاتجاهات المتعاكسة في المدّة الكلية، كانت المحصلة النهائية موجبة ولكن ضعيفة، أي أن التأثير الصافي النهائي كان لصالح التأخر النسبي، غير أنه لم يكن بقوة ما ظهر في الدورتين الحديثتين كلٌّ على حدة.

الكلمات المفتاحية: علم المناخ ,القمة المطرية.

Abstract

The study of peak rainfall is a relatively recent topic in climatology, given its profound scientific implications for understanding the temporal behavior of rainfall and its variations from one region to another. Rainfall is not distributed randomly throughout the year, but rather follows specific temporal patterns characterized by peak periods known as "peaks." Peak rainfall," which is the stage when rainfall amounts reach their highest levels during an annual or seasonal climate cycle.Interest in peak rainfall is not limited to determining the timing of peak rainfall, but extends to analyzing its characteristics and changes..The importance of studying peak rainfall lies in its direct impact on numerous human activities, particularly in agriculture and water resource management. Determining its timing and intensity helps improve agricultural planning and mitigate risks associated with extreme weather events such as droughts or floods. It also contributes to supporting future research.onPotential climate changes.

This study aims to analyze changetoRainy Bites At Baghdad station duringFor the rainy seasons ((1988–1989-2023-2024))By tracking the timing and intensity of the highest annual rainfall month, and analyzing its temporal behavior using modern statistical methods, particularly the Mann-Kandl test and the Sin slope.The research yielded the following results:

1- **There is a clear spatial variation in rainfall amounts at the Baghdad station, with a concentration during the winter months, especially January, and an irregular temporal distribution.**
2- **The rainfall peak exhibited non-linear behavior, as it did not follow a fixed trend but rather went through phased shifts between early and late arrivals..**
3- **March recorded the highest frequency of the rainfall peak at the Baghdad station, indicating the importance of the end of winter and the beginning of spring in achieving the rainfall peak..actual level Duration College Out month March As month The most repeatedly in registration The summit Rain, so reached Its repetition(10)And in proportion(27.78%), He is what Meaning that more From (25%) of years the study The end In it The summit Matariya Annual in this month lonliness.**
4- **This is clearly evident when analyzing partial time cycles, as the Baghdad station recorded a recent trend towards a delayed peak rainfall towards late winter and early spring.**
5- **It becomes clear that the time series for Baghdad station went through two opposing phases.NFirst stage with a moral orientation towards early placementSummitThe first cycle represents this, followed by two subsequent phases with a significant trend toward delay, represented by the second and third cycles. When these opposing trends converged over the total duration, the final result was positive but weak; that is, the net effect was in favor of relative delay, but not as strong as that seen in the two later cycles individually..**

Keywords: Climatology, Rainfall peak.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

تُعد القمة المطرية من المؤشرات المناخية المهمة لفهم ديناميكية النظام المطري، إذ تمثل الفترة الزمنية التي يبلغ فيها الهطول أعلى مستوياته خلال الموسم المطري. وتكتسب دراستها أهمية خاصة في المناطق ذات التذبذب المطري مثل العراق، لما لها من تأثير مباشر في الموارد المائية، والأنشطة الزراعية، وإدارة المخاطر الطبيعية كالجفاف والفيضانات. وتشهد الأنظمة المناخية في الوقت الحاضر تغيرات ملحوظة في سلوك عناصرها، الأمر الذي يستدعي دراسة التغيرات الزمنية في القمة المطرية، من حيث توقيتها وشدتها، للكشف عن طبيعة التحولات المناخية ومدى استقرارها، خاصة في مدينة بغداد التي تمثل نموذجًا للمناخ شبه الجاف.

أولاً: مشكلة البحث: هل شهدت القمة المطرية في بغداد تغيرًا في توقيتها وشدتها خلال مدة الدراسة، وهل يمثل هذا التغير تحولًا مناخيًا حقيقيًا أم مجرد تذبذب ضمن النظام المطري؟

ثانياً: فرضية البحث: تفترض الدراسة أن القمة المطرية في بغداد لم تبقَ ثابتة زمنيًا، بل شهدت تذبذبات بين التبكير والتأخير، مع وجود اتجاه حديث نحو تأخرها ضمن الموسم المطري، دون حدوث تغير جذري في البنية العامة للنظام المطري.

ثالثاً: أهمية البحث :تكمن أهمية البحث في كونه يسلط الضوء على سلوك القمة المطرية بوصفها مؤشرًا دقيقًا لتغير المناخ، ويسهم في تحسين إدارة الموارد المائية، دعم التخطيط الزراعي والهيدرولوجي، تقليل مخاطر الفيضانات والجفاف. فهم التغيرات المناخية المحلية في العراق.

رابعاً: أهداف البحث: تحليل التوزيع الزمني للقمة المطرية في بغداد، وتحديد الشهر الأكثر تكرارًا للقمة المطرية، ثم الكشف عن اتجاه التغير عبر الزمن، و تقييم استقرار النظام المطري من خلال تحليل الدورات الزمنية، كما يبين الأثر التطبيقي لتغير القمة المطرية.

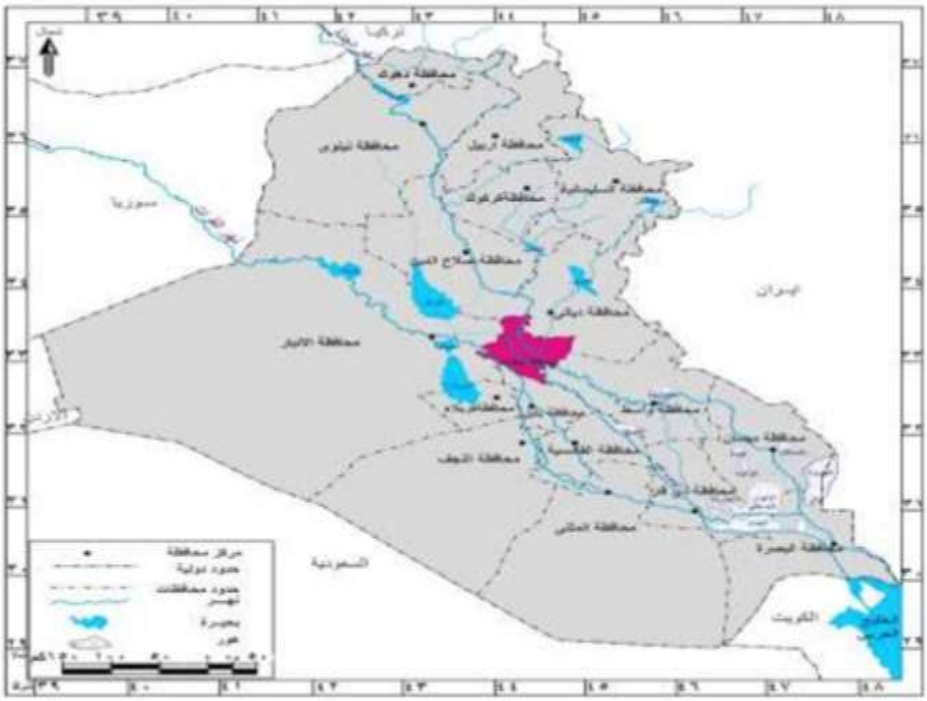
خامسا: حدود البحث: تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة المساحة الكلية لمحافظة بغداد والذي يمتد فلكياً عند دائرة عرض (23 °٤٤) شمالاً وخط طول (١٨ ° ٣٠) شرقاً، وهو بهذا يقع ضمن القسم الجنوبي من المنطقة المعتدلة الشمالية، أما موقعه الجغرافي فهو يقع في الجزء الجنوبي الغربي من قارة آسيا، والجزء الشمالي الشرقي من الوطن العربي. تمثلت الحدود الزمانية للدراسة بالبيانات المناخية للمدة (١٩٨٨–١٩٨٩)– (٢٠٢٣–٢٠٢٤)، بحدود (٣٦) سنه, لاحظ جدول (١) وخريط (١).

جدول (١) محطات منطقة الدراسة

المحطات	خطوط الطول	دوائر العرض	رقم المحطة
بغداد	30 °18	44 °23	650

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل ،الهيأة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، أطلس مناخ العراق(١٩٦١– ١٩٩٠)، بغداد،ص٥

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر : جمهورية العراق ، الهيئة العامة للمساحة ، خريطة العراق الأدرية ، بمقياس ١/١٠٠٠٠٠٠ ، بغداد ، 2007 .

اولا : خصائص الأمطار في محطة بغداد:

تتصف الأمطار بتفاوتها الموسمي، أذ تختلف كمياتها من فصل الى آخر من شهر الى آخر، أذ يرتبط سقوطها أرتباطاً وثيقاً بأنخفاض درجات الحرارة وزيادة فرص التكاثف، فضلاً عن العوامل الجوية المرافقة للمنخفضات[١] . ويعد هذا التباين الزماني في كميات الأمطار بين السنوات ظاهرة مناخية بارزة، لما يترتب عليه من آثار سلبية، أبرزها حدوث فترات الجفاف المتكررة، وقد تؤدي فترات تركز الهطول المطري خلال مدد زمنية قصيرة الى حدوث فيضانات مفاجئة[٢].وتتباين الامطار الساقطة على محطة بغداد تبايناً موسمياً وشهرياً وفصلياً وسيتم تناولها كالاتي:-

يظهرمن الجدول (٢) أن كمية الأمطار قد تباينت في منطقة الدراسة، حيث سجلت محطة بغداد (١٢٦.٤) ملم، ويظهر أيضاً أن في شهر أيلول سجلت محطة بغداد (٠.٠) ملم، وهذا يدل على أنعدام سقوط الأمطار في هذا الشهر ،وتتدرج كمية الامطار الساقطة بالزيادة خلال شهري تشرين الاول وتشرين الثاني حيث بلغت في محطة بغداد على التوالي (٦.٥, ٢٣.٩) ملم، أما في شهر كانون الأول تستمر الأمطار بالارتفاع، بلغت (١٨.٦ ملم).ويبلغ الموسم المطري ذروته خلال شهر كانون الثاني ، حيث بلغت (٢٤.٠)ملم.ومع استمرار الموسم في شهر شباط تبدأ الكميات بالانخفاض النسبي، أذ بلغت (١٦.٠ ملم)، أما في شهر آذار ترتفع الأمطار نسبيًا في محطة بغداد (١٩.٣ ملم)،ومع الانتقال إلى شهر نيسان وشهر آيار يتضح الانحسار التدريجي للأمطار، إذ تنخفض الى (١١.٤،٣.٧)ملم وعلى التوالي ،مما يعكس تراجع فعالية المنخفضات الربيعية تسود بعدها الظروف الجافة المميزة لبداية الصيف .

أن محطة بغداد سجلت أعلى معدل للأمطار في شهر كانون الثاني بلغت (٢٣.٦) ملم،وهي كمية قليلة مقارنةً بالمحطات الشمالية في منطقة الدراسة، وأعلى كمية أمطار قد سجلت في الشهر نفسه كانت في الموسم (٢٠١٣-٢٠١٤) حيث بلغت (١٧٢.٧) ملم، في حين كانت أقل كمية أمطار في الموسم (٢٠١٩-٢٠٢٠) حيث بلغت (٠.٣) ملم

سجلت محطة بغداد أقل معدل للأمطار في شهر آيار بلغ (٢.٦) ملم، وكانت أعلى كمية أمطار سجلت فيه في الموسم (٢٠١٢-٢٠١٣) بلغت (٢٣.٤) ملم، وأقل كمية أمطار فيه بلغت (٠.٠٠١) ملم سجلت في المواسم (١٩٨٨-١٩٨٩).وهذا يعود الى المناخ الجاف الذي يسود في المنطقة.

جدول (٢) المجموع الشهري لكمية الامطار(ملم) في محطة بغداد للمواسم (١٩٨٨-٢٠٢٤)

الاشهر / السنوات	أيلول	ت١	ت٢	ك١	اك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	المجموع
١٩٨٨-١٩٨٩	٠.٠	٢.٨	١.٥	٥٠.٢	٣٢.٥	١٠.٧	٤٠.٩	٠.٦	٠.٠٠١	139.2
١٩٨٩-١٩٩٠	٠.٠	٠.٠	٥٦.٧	٤.٢	١٧.٦	٣٠.٩	٣٠.٥	٠.٩	٠.٠	140.8
١٩٩٠-١٩٩١	٠.٠	٤.٦	٣٦.١	٣.٢	٢١.٩	١٦.٤	٢٤.٤	١٥.٤	١.٦	123.6
١٩٩١-١٩٩٢	٠.٠	٨.٥	١٤.٧	٦.٧	٨.٤	١٧.٦	١٠.٢	١.١	٤.٣	71.5
١٩٩٢-١٩٩٣	٠.٠	٠.٠	٢٥.٦	٢٠.٤	١٠٢.٩	٦.٥	٣.٤	٥٩.١	٢.٤	220.3
١٩٩٣-١٩٩٤	٠.٠	٦.١	٠.٦	١١.٥	١٩.٧	١٠.٢	٣٣.٥	٧.٦	٠.١	89.3
١٩٩٤-١٩٩٥	٠.٠	٧.٣	٤١.٣	٣٢.٣	٢.٤	٤٨.٠	٩.٤	١٥.٠	٠.٦	156.3
١٩٩٥-١٩٩٦	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢١.٣	٤٠.٢	٩.٦	٢٢.٩	٩.١	٧.٠	110.1
١٩٩٦-١٩٩٧	٠.٠	٠.٠	١.٧	٧.٥	٨.٥	٨.٧	٣.٢	٦.٤	٠.٦	36.6
١٩٩٧-١٩٩٨	٠.٠	٧.١	٤٤.٠	٣٥.٣	٤٢.٤	١٤.١	٢٥.٨	١.٢	٣.٢	173.1
١٩٩٨-١٩٩٩	٠.٠	٠.٠	٢٨.٤	٠.٧	١٥.٧	٨.٧	١.٥	٠.٨	٠.٠	55.8
١٩٩٩-٢٠٠٠	٠.٠	٠.٠	١.٠	٣٠.٨	٢٠.٧	٠.٦	١.٢	٧.٨	٠.٣	62.4
٢٠٠٠-٢٠٠١	٠.٠	٤.٩	٢.٥	٢٩.٦	١١.٩	١٧.٦	١٦.٤	٢٣.٥	٠.٥	106.9
٢٠٠١-٢٠٠٢	٠.٠	٠.٠	٦.٧	٥.٤	٢١.٤	٣.٢	٦.٤	٣٨.٤	٢.٧	84.2
٢٠٠٢-٢٠٠٣	٠.٠	٣.٣	٦.١	١٥.٠	–	–	–	–	–[1] ( )	24.4
٢٠٠٣-٢٠٠٤	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
٢٠٠٤-٢٠٠٥	–	–	–	–	٢٠.٤	٦.٤	٦٠.٦	١٠.٨	٢.٢	100.4
٢٠٠٥-٢٠٠٦	٠.٠	٠.٠	٧.٨	٠.٠	٥٢.٧	٣٤.١	٠.٠	٤٤.٦	٢.٢	141.4
٢٠٠٦-٢٠٠٧	٠.٠	١١.٢	٢.٤	١٥.١	٣٢.٢	١٨.٨	١٤.٩	٢٤.٠	٧.٣	125.9
٢٠٠٧-٢٠٠٨	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٢.٠	٢٣.٧١	٠.٣	١.٦	٠.٠	٠.٠	37.6
٢٠٠٨-٢٠٠٩	٠.٠	١٦.٦	٥.٨	١.١	٤.٨	١.٤	١١.٤	١١.١	٠.٠	52.21
٢٠٠٩-٢٠١٠	٠.٠	١١.٦	١٥.١	١٠.٠	١.١	٢٨.١	٥.٥١	٠.٧	١٠.٦	94.7
٢٠١٠-٢٠١١	٠.٠	٠.٠	٢.٥	٣٢.٠	١٧.٨	٢٥.١	١٢.٤	٣١.٠	٠.٣	121.1

[1] - بيانات مفقودة، حسب ما ورد من الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ

٢٠١١-٢٠١٢	٠.٠	٦.١	٠.٨	٢.٣	٣.٩	٩.٦	١.٠	٥.٤	٠.٠	29.3
٢٠١٢-٢٠١٣	٠.٠	١٠.٧	٨٣.٢	٧٠.٦	٧٠.٨	٤.٩	٠.٠	٠.٠	٢٣.٤	263.6
٢٠١٣-٢٠١٤	٠.٠	٤.٠	١٧٢.٧	٢٠.٩	٣٥.٨	٦.٨	٢٣.٦	١٤.٣	٠.٠	278.1
٢٠١٤-٢٠١٥	٠.٠	٤.٦	١٩.٠	٣.٩	٨.٢	٦.٩	٢٦.١	٠.٠	٤.٥	73.2
٢٠١٥-٢٠١٦	٠.٠	٨٤.٩	٣٢.١	٢٨.٢	٤.٣	٢٨.٣	٢٦.١	١١.٧	٣.٨	219.4
٢٠١٦-٢٠١٧	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣٠.٣	٩.٣	١١.٣	٤٢.٠	٧.٥	٠.١	100.5
٢٠١٧-٢٠١٨	٠.٠	٠.٠	١.٦	٠.٠	٠.٩	٨٨.٤	٢.٨	٨٠.٥	٩.٠	183.2
٢٠١٨-٢٠١٩	٠.٠	١٥.١	٦٠.٤	٢٧.١	٤٩.٨	١٥.٥	٣٨.١	١١.٤	٠.٧	218.1
٢٠١٩-٢٠٢٠	٠.٠	٩.٩	٠.٣	٢١.٢	٣٦.١	٦.٤	٢٢.٩	٣.٢	٠.٠	100
٢٠٢٠-٢٠٢١	٠.٠	٠.٠	٨٤.٢	٢.٣	١.٧	١٧.٩	٢.٨	٠.٨	٠.٠	110.2
٢٠٢١-٢٠٢٢	٠.٠	٠.٠	١.٣	٠.٥	١٥.٦	٣.٨	٠.٥	٢.٦	٠.٠	24.3
٢٠٢٢-٢٠٢٣	٠.٠	٠.٠	٣٩.١	٤٥.٦	٤٧.٤	٠.٠	٧٣.٩	٣٦.٨	٣.٦	246.4
٢٠٢٣-٢٠٢٤	٠.٠	٠.٠	١٧.٠	٤٥.٠	١٢.٠	٢٩.٥	٥٨.٨	٢٢.١	٠.٠	184.4
المعدل	٠.٠	٦.٥	٢٣.٩	١٨.٦	٢٤.٠	١٦.٠	١٩.٣	١٥.٢	٢.٧	126.4

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل ، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات (غ.م)، بغداد، ٢٠٢٥

ثانيا :تحليل التوزيع الشهري للقمة المطرية

تُعدّ دراسة القمّة المطرية ركيزةً لفهم ديناميكيّة الموسم المطري وإدارته عمليًا. فبينما تعكس المعدّلات السنوية صورةً عامة عن وفرة المياه، تكشف القمّة بوصفها أعلى حدث شهر مطري في السنة—عن اللحظة الأكثر تأثيرًا على الفيضان والجريان السطحي وإعادة تغذية المخزون المائي. تتضاعف أهميّة هذا التركيز حين ترتبط القمّة بتوقيت محدّد داخل الموسم؛ إذ يترتّب على تقدّمها أو تأخّرها تغيّرٌ مباشر في نوافذ الاستعداد الهيدرولوجي، وبرمجة الخزن، وتوقيت أعمال الصيانة، بل وحتى في محاصيل شتوية حسّاسة لتوزيع الأمطار. اذ تم من خلال هذا البحث تتبّع القمّة المطرية زمنيًا توقيتًا وشدّةً من خلال استخراج أعلى شهر مطري لكل سنة دراسية، ثم

قراءة هذا السلوك عبر المدّة الكلية وفترات جزئية متساوية الطول. هذه المقاربة تخدم غايتين: الأولى توصيفيه، ترسم خريطةً واضحة لتمركز القمم داخل الموسم واتّساع نافذتها بين بدايات الشتاء ونهاياته؛ والثانية استدلالية، تفحص وجود اتجاه منهجي في توقيت وكما يأتي:

تكشف جداول تكرار القمّة المطرية في محطة بغداد عن صورة مناخية ذات دلالة واضحة، إذ إن توزيع القمّة على أشهر الموسم المطري لا يتم بصورة متساوية ومتجانسة، بل يخضع لتمركز زمني ملحوظ داخل نطاق محدد من أشهر الموسم، وهو ما يعكس وجود بنية داخلية منتظمة نسبيًا في السلوك المطري السنوي. فعلى مستوى المدّة الكلية برز شهر آذار بوصفه الشهر الأكثر تكرارًا في تسجيل القمّة المطرية، إذ بلغ تكراره (١٠) وبنسبة (٢٧.٧٨٪)، وهو ما يعني أن أكثر من٢٥٪ من سنوات الدراسة انتهت فيها القمّة المطرية السنوية في هذا الشهر وحده. وهذه النسبة ليست مجرد قيمة عددية مرتفعة، بل تعكس ثقلًا مناخيًا خاصًا لآذار في النظام المطري لبغداد، لأن هذا الشهر يمثل مرحلة انتقالية دقيقة يظل فيها أثر الشتاء قائمًا من جهة، بينما تبدأ من جهة أخرى عناصر عدم الاستقرار الربيعي بالتصاعد، الأمر الذي يهيئ بيئة جوية مناسبة لتكوّن حالات مطرية أكثر فاعلية وقدرة على إنتاج مجاميع قصوى. جدول(٣) ،شكل(١)

جدول (٣) القمّة المطرية الكلية والدورات التابعة لها في محطة بغداد للمدة من ١٩٨٨–٢٠٢٤

المدة الكلية			الدورة الأولى(١٩٨٨–٢٠٠٠)		
الشهر	التكرار	%النسبة	الشهر	التكرار	%النسبة
أيلول	0	0.0	أيلول	0	0.0
تشرين الأول	1	2.78	تشرين الأول	0	0.0
تشرين الثاني	3	8.33	تشرين الثاني	1	8.33
كانون الأول	7	19.44	كانون الأول	2	16.67
كانون الثاني	7	19.44	كانون الثاني	2	16.67
شباط	5	13.89	شباط	2	16.67
آذار	10	27.78	آذار	4	33.33
نيسان	3	8.33	نيسان	1	8.33
آيار	0	0.0	آيار	0	0.0
الدورة الثانية(٢٠٠٠–٢٠١٢)			الدورة الثالثة(٢٠١٢–٢٠٢٤)		
الشهر	التكرار	%النسبة	الشهر	التكرار	%النسبة
أيلول	0	0.0	أيلول	0	0.0
تشرين الأول	0	0.0	تشرين الأول	1	8.33
تشرين الثاني	1	8.33	تشرين الثاني	1	8.33
كانون الأول	3	25.0	كانون الأول	2	16.67
كانون الثاني	3	25.0	كانون الثاني	2	16.67
شباط	2	16.67	شباط	1	8.33
آذار	2	16.67	آذار	4	33.33
نيسان	1	8.33	نيسان	1	8.33
آيار	0	0.0	آيار	0	0.0

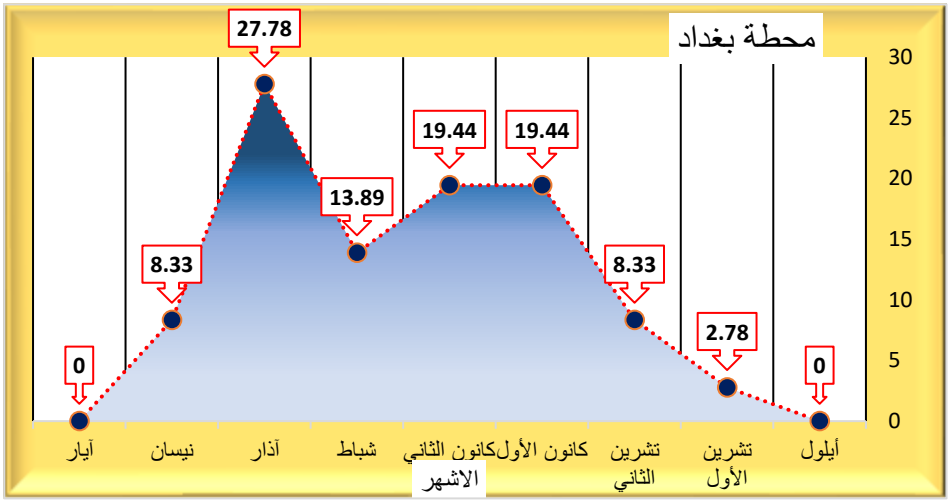
المصدر: عمل الباحثين من خلال تحليل بيانات الأمطار للمحطات المختارة

ويأتي بعد آذار كل من كانون الأول وكانون الثاني، إذ بلغ تكرار كل منهما (٧) وبنسبة (١٩.٤٤٪)، وهو ما يضعهما في مرتبة ثانية قوية جدًا من حيث تكرار القمّة المطرية. ودلالة ذلك أن القمّة في بغداد لا ترتبط بآذار وحده، بل إن القلب الحقيقي

للموسم المطري يمتد زمنيًا بين بداية الشتاء المناخي ومنتصفه ونهايته، أي من كانون الأول حتى آذار تقريبًا. إن هذا الامتداد في أشهر الذروة يبين أن النظام المطري في بغداد لا يقوم على شهر منفرد بقدر ما يقوم على نطاق موسمي مركزي يحتضن معظم القمم السنوية. ومع ذلك، فإن تفوق آذار على كانون الأول وكانون الثاني يظل ذا دلالة مهمة، لأنه يثبت أن نهاية الشتاء لا تمثل مرحلة تراجع في الفاعلية المطرية، بل قد تكون في كثير من السنوات المرحلة الأكثر قدرة على تسجيل القيم القصوى.

أما شهر شباط فقد بلغ تكراره (٥) وبنسبة (١٣.٨٩٪)، وهي نسبة تقل عن الأشهر الثلاثة السابقة ولكنها ما تزال تشير إلى موقع مهم داخل البنية الموسمية للقمّة. ووجود شباط في هذا المستوى يؤكد أن منتصف الشتاء أيضًا يحتفظ بفاعلية معتبرة في إنتاج القمم المطرية، لكنه أقل بروزًا من آذار وكانون الأول وكانون الثاني. ويمكن تفسير ذلك بأن شباط يمثل في كثير من الأحيان شهرًا ذا نشاط مطري ملحوظ، لكنه قد لا ينفرد بالقمة بنفس درجة الشهور الأخرى بسبب التنافس بينه وبين ما يسبقه وما يليه من أشهر أكثر تباينًا أو أكثر ملاءمة لتوليد الحالات المطرية القصوى. في المقابل، تراجعت الأشهر الأخرى إلى مستويات أقل بكثير؛ إذ بلغ تكرار كل من تشرين الثاني ونيسان (٣) وبنسبة (٨.٣٣٪) لكل منهما، بينما بلغ تكرار تشرين الأول (١) فقط وبنسبة (٢.٧٨٪)، في حين انعدم التكرار تمامًا في أيلول وآيار. وهذه الصورة تكشف بوضوح أن أطراف الموسم المطري لا تسهم إلا مساهمة محدودة جدًا في تحديد شهر القمّة السنوية، وأن مركز الثقل المطري الحقيقي يظل محصورًا في أشهر الوسط.

شكل(١) القمة المطرية في محطة بغداد خلال مدة الدراسة (١٩٨٨-٢٠٢٤)



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على جدول(٢).

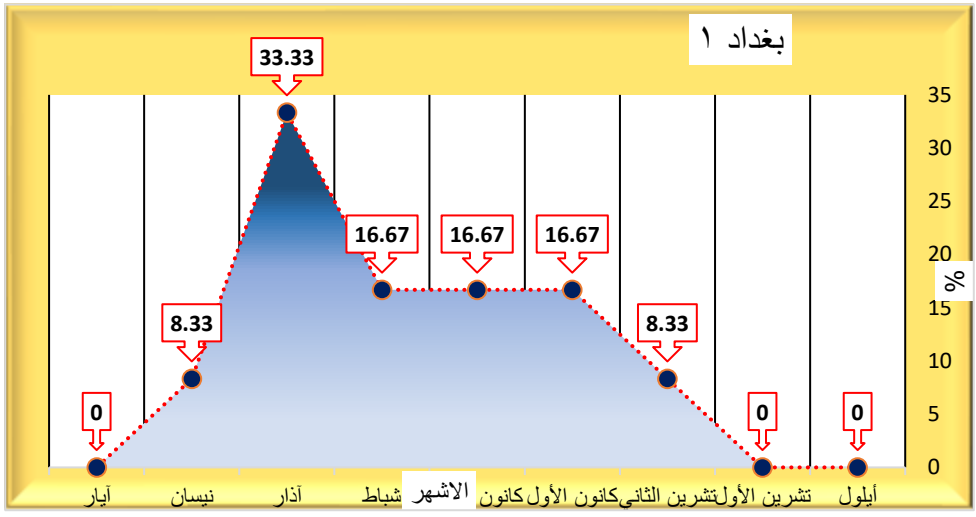
مناخيا يعد هذا التدرج من التركز العالي في آذار وكانون الأول وكانون الثاني إلى الضعف الشديد في تشرين الأول وأيلول وآيار يعكس طبيعة الأنظمة الجوية المؤثرة في العراق عمومًا وبغداد خصوصًا. فالأشهر الوسطى من الموسم تتزامن مع اشتداد تأثير المنخفضات المتوسطية، ومع ازدياد فرص التقاء الهواء الرطب القادم من العروض الغربية أو الجنوبية الغربية بكتل هوائية أكثر برودة، بما يرفع من فاعلية الرفع الديناميكي وعدم الاستقرار. أما الأشهر الطرفية، فلا تكون فيها هذه المنظومات قد بلغت ذروة نشاطها بعد، أو تكون قد بدأت بالتراجع، ولذلك يكون احتمال تسجيل القمة السنوية فيها محدودًا. ومن ثم فإن الجداول لا تعبّر فقط عن توزيع شهري للتكرار، بل تعبّر في جوهرها عن إيقاع مناخي داخلي للموسم المطري، تتحدد فيه مواقع القوة والضعف داخل السنة الهيدرولوجية.

اما وفقا للدورات فكانت على النحو التالي الدورة الأولى (١٩٨٨-٢٠٠٠)، يتضح أن آذار كان أكثر حضورًا مما هو عليه في المدّة الكلية، إذ بلغ تكراره (٤) وبنسبة

(٣٣.٣٣٪)، أي أن ثلث سنوات هذه الدورة تقريبًا سجلت القمة المطرية في هذا الشهر. إن هذه القيمة المرتفعة تعني أن المرحلة الأولى من الدراسة اتسمت بوضوح أكبر في تمركز القمّة نحو نهاية الشتاء وبداية الربيع. كما أن كلًا من كانون الأول وكانون الثاني وشباط سجل تكرارًا بلغ (٢) وبنسبة (١٦.٦٧٪) لكل منها، بينما ظهر كل من تشرين الثاني ونيسان بتكرار بلغ (١) وبنسبة (٨.٣٣٪)، في حين غابت القمّة تمامًا عن أيلول وتشرين الأول وآيار.

ويشير هذا التوزيع إلى أن النظام المطري خلال هذه الدورة كان ميالًا إلى تأخير الذروة نسبيًا باتجاه آذار، مع بقاء الشتاء الصريح محتفظًا بدور مهم لكنه أقل حسمًا. وتوحي هذه السمة بأن السنوات الأولى من المدّة المدروسة كانت خاضعة، في عدد غير قليل من الحالات، لأنماط مطرية يتأخر فيها الحد الأقصى إلى ما بعد منتصف الشتاء، وهو ما يتفق مع فكرة أن بعض أشد الأحداث المطرية قد تقع عند نضج الموسم بدل بدايته.شكل(٢)

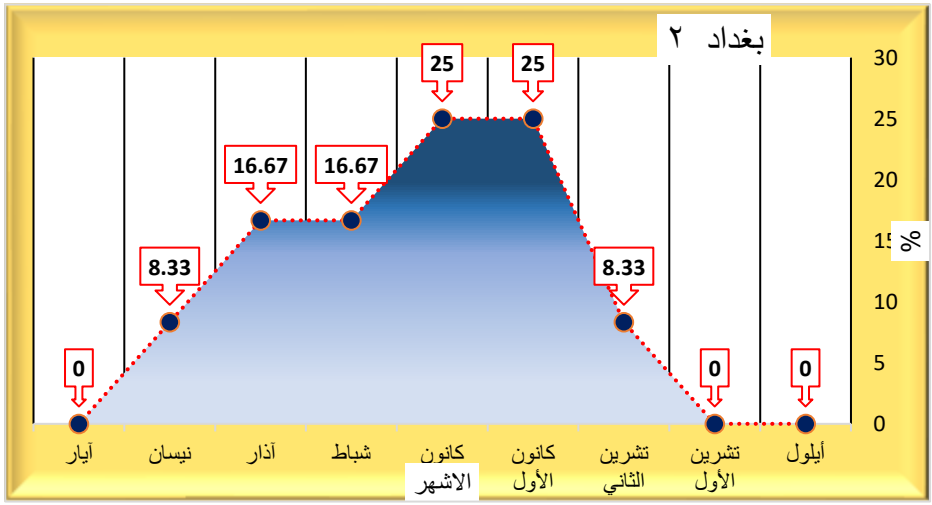
شكل(٢) القمة المطرية في محطة بغداد للدورة الأولى (١٩٨٨–٢٠٠٠)



المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على جدول(٢).

أما الدورة الثانية (٢٠٠٠–٢٠١٢)، فتقدم صورة مختلفة نسبيًا، إذ ارتفع تكرار كل من كانون الأول وكانون الثاني إلى (٣) وبنسبة (٢٥.٠٪) لكل منهما، في حين تراجع آذار إلى تكرار بلغ (٢) وبنسبة (١٦.٦٧٪)، وهو التكرار نفسه الذي سجله شباط، بينما بقي كل من تشرين الثاني ونيسان عند تكرار بلغ (١) وبنسبة (٨.٣٣٪). إن القراءة العلمية لهذه القيم تشير إلى أن القمّة المطرية خلال هذه الدورة تحركت نسبيًا باتجاه الشتاء الأوضح، أي نحو كانون الأول وكانون الثاني، دون أن تغادر المجال الزمني المركزي للموسم المطري. وهذا يعني أن التغير لم يكن انتقالًا جذريًا من فصل إلى آخر، بل إعادة ترتيب داخل قلب الموسم نفسه. ففي هذه المرحلة أصبح الوزن النسبي للحالات المطرية الكبيرة في منتصف الشتاء أكبر من الوزن الذي كان لآذار في الدورة الأولى. وقد يُفهم من ذلك أن المنخفضات أو الحالات الجوية الأكثر عمقًا وتأثيرًا قد أصبحت تميل إلى الحدوث أو إلى إنتاج أثرها الأكبر في وقت أبكر نسبيًا من الموسم، لكن من دون أن يلغي ذلك دور آذار نهائيًا.شكل(٣).

شكل(٣) القمة المطرية في محطة بغداد للدورة الثانية (٢٠٠٠–٢٠١٢)

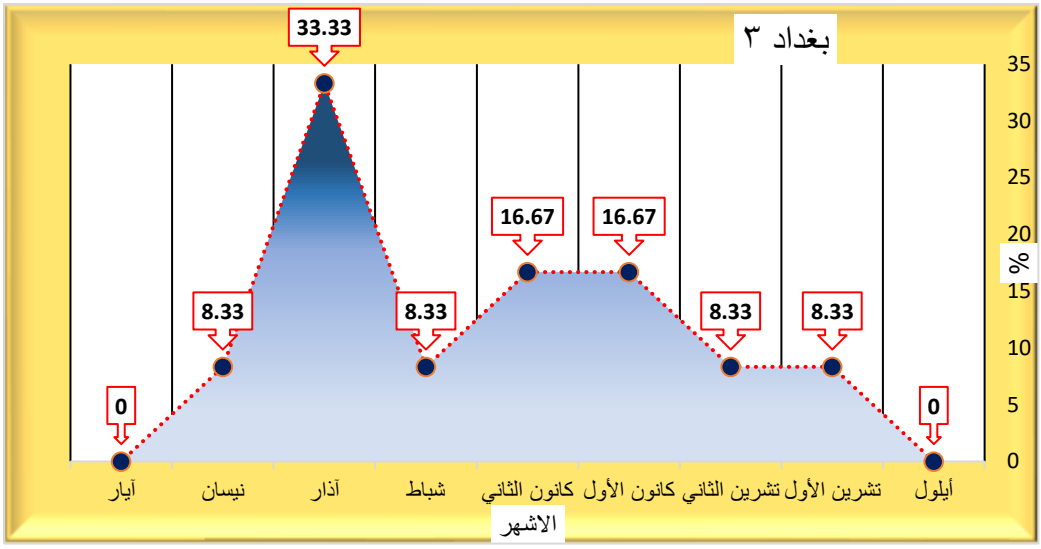


المصدر: عمل الباحثين بالاعتماد على جدول(٢).

وصولا الى الدورة الثالثة (٢٠١٢–٢٠٢٤) يعود آذار ليتصدر المشهد مرة أخرى، إذ بلغ تكراره (٤) وبنسبة (٣٣.٣٣٪)، بينما بلغ تكرار كل من كانون الأول وكانون الثاني (٢) وبنسبة (١٦.٦٧٪) لكل منهما، وسجل كل من تشرين الأول وتشرين الثاني وشباط ونيسان تكرارًا بلغ (١) وبنسبة (٨.٣٣٪) لكل شهر. وتُعد هذه العودة مهمة جدًا من الناحية التحليلية، لأنها تبين أن الانزياح النسبي نحو كانون الأول وكانون الثاني في الدورة الثانية لم يكن تحولًا بنيويًا دائمًا في موقع القمة المطرية، بل كان تذبذبًا مرحليًا داخل النظام العام. فلو كان هناك انتقال مناخي واضح وثابت لكانت الدورة الثالثة قد واصلت تعظيم موقع كانون الأول أو كانون الثاني، لكن الذي حدث هو عودة مركز الثقل إلى آذار. وهذا يعزز الفرضية القائلة إن آذار يمثل الشهر الأكثر ملاءمة مناخيًا لتسجيل القمم المطرية في بغداد على المدى الطويل، حتى لو تزاحمت معه أشهر أخرى في بعض الفترات. شكل(٤).

ومن خلال المقارنة بين الدورات الثلاث يمكن القول إن النظام المطري في بغداد يمتلك درجة عالية من الاستقرار البنيوي، لأن القمّة المطرية بقيت محصورة في النطاق نفسه تقريبًا، ولم تنتقل إلى أطراف الموسم. نعم، حدثت اختلافات بين الدورات في الشهر الأكثر بروزًا، لكن هذه الاختلافات بقيت داخل المربع المناخي نفسه، أي بين كانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار. وهذا الثبات مهم جدًا، لأنه يدل على أن التغيرات الزمنية لم تصل إلى مستوى إعادة تعريف الموسم المطري أو تغيير مركزه الأساسي، بل اقتصرت على تقديم القمة أو تأخيرها قليلًا ضمن المجال الزمني ذاته. ومن الناحية العلمية، فإن هذا النوع من التغير أقل جذرية وأكثر اتساقًا مع مفهوم التذبذب المناخي الداخلي، لا مع مفهوم التحول المناخي الكامل في توقيت الذروة.

شكل(٤) القمة المطرية في محطة بغداد للدورة الثالثة (٢٠١٢-٢٠٢٤)



المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على جدول(٢).

كما أن ضعف تكرار تشرين الأول، وغياب أيلول وآيار على مستوى المدّة الكلية، يقدمان دليلًا إضافيًا على أن بداية الموسم ونهايته لا تمثلان بيئة فعلية لتكوّن القمة المطرية السنوية. ففي هذه الأشهر قد يحدث مطر، لكن احتمال أن يكون هذا المطر هو الأعلى خلال السنة يبقى محدودًا جدًا. ويعود ذلك إلى أن أيلول وتشرين الأول يقعان ضمن مرحلة افتتاحية لا تكون فيها المنظومات المطرية قد بلغت نضجها الكامل، في حين يقع آيار ضمن مرحلة متأخرة يبدأ فيها انحسار الفاعلية الشتوية وتحول الأجواء نحو الجفاف النسبي. لذا فإن غياب القمة عنهما لا يجب أن يُقرأ بوصفه مجرد نتيجة رقمية، بل بوصفه انعكاسًا لحدود الفاعلية المناخية الحقيقية للموسم المطري في بغداد.

مناخيا فإن النتائج توحي بأن بغداد تقع ضمن نظام مطري تتحدد قممه السنوية في ظل تفاعل بين فاعلية الشتاء المتوسطي من جهة، وعناصر الانتقال إلى الربيع من

جهة أخرى. ولهذا فإن آذار يحتفظ غالبًا بموقع خاص، لأنه يجمع في كثير من السنوات بين بقايا الطاقة الشتوية وبين تنشيط عناصر عدم الاستقرار. أما كانون الأول وكانون الثاني، فهما يعبران عن القمم المرتبطة بالحالات الشتوية الناضجة والعميقة. ومن هنا يمكن تفسير التنافس بين هذه الأشهر الثلاثة على موقع القمة، في حين تبقى بقية الأشهر أقل قدرة على مزاحمتها.

وبناءً على ذلك، يتبين أن القمة المطرية في بغداد ليست موزعة بصورة عشوائية على أشهر الموسم، بل تتركز بوضوح في نطاق زمني ضيق نسبيًا يمتد من كانون الأول إلى آذار، مع ميل طويل الأمد نحو آذار بوصفه الشهر الأعلى تكرارًا، وتذبذب داخلي يسمح أحيانًا بتقدم القمة إلى كانون الأول أو كانون الثاني دون أن يؤدي ذلك إلى تغيير جوهري في بنية النظام المطري. وهذا يمنحنا فهمًا أكثر عمقًا لطبيعة الموسم المطري في بغداد موسم ذو مركز فعّال واضح، وأطراف أضعف، وتغيرات داخلية في موضع الذروة، لكنها تغيرات تبقى ضمن منطق النظام نفسه ولا تخرج عنه.

ثالثا: الاتجاه والتغير في القمة المطرية في محطة بغداد

ترتبط القمّة المطرية بتوقيت محدّد داخل الموسم؛ إذ يترتّب على تقدّمها أو تأخّرها تغيّرٌ مباشر في نوافذ الاستعداد الهيدرولوجي، وبرمجة الخزن، وتوقيت أعمال الصيانة، بل وحتى في محاصيل شتوية حسّاسة لتوزيع الأمطار.

يقوم هذا العمل على تتبّع القمّة المطرية زمنيًا توقيتًا وشدّةً من خلال استخراج أعلى شهر مطري لكل موسم مطري، ثم تحلل الاتجاه والتغير عبر المدّة الكلية وفترات جزئية متساوية الطول. هذه المقاربة تخدم غايتين: الأولى توصيفيه، ترسم خريطةً واضحة لتمركز القمم داخل الموسم واتّساع نافذتها بين بدايات الشتاء ونهاياته؛ والثانية استدلالية، تفحص وجود اتجاه منهجي في توقيت القمة عبر المواسم المطرية.

ومن أجل قياس الاتجاه بطريقة موثوقة للبيانات، يعتمد اختبار مان–كاندل غير المعلمي للكشف عن اتجاه رُتبي أحادي (تصاعدي/تنازلي) في سلسلة القمم المطرية ، مقرونتةَ بتقدير منحدر سين(Sen slope)بقياس حجم التغيّر السنوي. تمتاز هذه الاختبارات بقدرتها على التعامل مع السلاسل المناخية كما تسمح بتحويل الدلالة الإحصائية إلى أثر عمليّ مقروء، كعدد الأشهر التي تقدّمتها القمّة عبر المدّة، أو مقدار التغيّر المتراكم في شدّتها.

ولأن موسم المطر يمتدّ عبر سنتين ميلاديتين ، جرى تنظيم البيانات على أساس موسم يبدأ في أيلول وينتهي في أيار، مع ترميز زمني للأشهر يحافظ على ترتيبها داخل الموسم, يضمن هذا الإجراء أن يُقرأ التقدّم والتأخر على نحو منطقي متّسق دون التواء تقويمي وهنا تم الترميز لبيانات الوصفية اسم الأشهر وفقا لمقياس رتبي كما يستخدم هذا الأسلوب في معامل الارتباط الرتب لسبيرمان.[٣] كما تُستخرج إحصاءات التكرار والنسبة لكل شهر عبر المدّة الكلية وكل فترة جزئية؛ إذ تساعد هذه القراءة الوصفية على فهم شكل القمّة: أهي حادّة تتركّز في شهر واحد، أم مركبة تتوزّع على عدة أشهر من الموسم المطري؟

وقد أصبح تحليل السلاسل الزمنية ونمط سلوكها من أولويات اهتمام الباحثين خلال السنوات الأخيرة والهدف الرئيسي هو دراسة سلوك واتجاه الظواهر في الماضي وذلك لغرض الحصول على تصور واقعي وتطوير نموذج مناسب يصف نمط السلسلة، ومن ثم يتم استخدام هذا النموذج لتوقع سلوكها في المستقبل، من خلال التنبؤ بالسلسلة الزمنية التي يمكن أن توصف بأنها التنبؤ بالمستقبل من خلال فهم الماضي،[4].

وتعرف السلسة الزمنية احصائيا بانها سلسله من المتغيرات العشوائية معرفه ضمن فضاء الاحتمالية متعددة المتغيرات وتتكون من متغيرين احدهما توضيحي وهو الزمن

والاخر متغير الاستجابة(قيمة الظاهرة المدروسة)ويمكن التعبير عنها رياضيا كالاتي (٥)

$$Y=f(t)$$

حيث ان.

Y= قيمة الظاهرة

T = الزمن

١- الاتجاه العام: Secular Trend

يعرف الاتجاه العام في السلاسل الزمنية بانه التحركات الصاعدة والهابطة في مستوى السلسلة على المدى الطويل ويعرف عادة بتغيرات المدى الطويل(long time variations)، والاتجاه العام هو محصلة او نتيجة لتأثير مجموعه من العوامل المستقلة التي اثرت على الظاهرة بمرور الزمن[5].

٢-تقدير الاتجاه العام والتغير

هنالك عدة طرق إحصائية لتحليل السلاسل الزمنية واتجاهاتها العامة مثل طريقة المربعات الصغرى والتمهيد الاسي وغيرها ومن الاختبارات الحديثة والتي تستخدم لدراسة التغيرات المناخية والهيدرولوجية على مستوى العالم، تم اعتماد اختبار (Mann-Kendall trend test) وهو من أوسع وأحدث الاختبارات الاحصائية لتحليل السلاسل الزمنية واتجاهاتها العامة والتغيرات التي تطرأ عليها عبر الزمن، ويعتمد هذا الاختبار على وجود فرضيتين:

١- فرضية العدم: أي عدم وجود اتجاه للبيانات (أي ان البيانات مستقلة وتتبع توزيعا عشوائيا)

٢- الفرضية البديلة: هي وجود اتجاه للبيانات عبر الزمن.

ومن مميزات هذا الاختبار انه لا معلمي أي لا يشترط التوزيع الطبيعي للبيانات، ويتم تفسير الاتجاه من خلال قيمة (Z او S) والناتجة من التحليل حيث ان، اذا كانت قيمة (Z او S) موجبة دل ذلك على وجود اتجاها موجبا للسلسة المدروسة اما اذا كانت القيمة سالبة فيعني ذلك ان الاتجاه سالبا لهذه السلسة[٦].

وهو من الاختبارات اللابارامتريه لتحليل السلاسل الزمنية وصمم من قبل العالم كيندال لاختبار الاتجاه غير الخطي ونقطة التحول او التغير، ويتم الكشف عن الاتجاه في السلاسل الزمنية وتقدير التغير سواء كان موجبا أو سلبيا وكذلك يعطي معنوية الاتجاه المقدر، الا ان هذا الاختبار يكون معنوي الاتجاه الموجب فيه أكثر ثقة ودقة من الاتجاه السالب في السلاسل الزمنية أي انه يقدر الاتجاه السالب لكن القيم المعنوية التي يعطيها لا تكون معبره عن الواقع الحقيقي للاتجاه.

والصيغة الرياضية للاختبار على النحو التالي[٧]:

$$S=\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^{n}\operatorname{sgn}(x_j-x_i)\quad \operatorname{sgn}(t)=\begin{cases}1, & for\ t>0\\ 0, & for\ t=0\\ -1, & for\ t<0\end{cases}$$

اذ ان(Xj – Xi) تمثل القيم الشهرية او السنوية او الفصلية في السنوات(ji) على التوالي

يتم تقييم الاتجاه والدلالة الإحصائية باستخدام قيمةZ، فتدل قيمته الموجبة او السالبة على وجود اتجاه نحو الزيادة او النقصان حيث ان الاختبارات ثنائية الطرف فيa مستوى دلالة، ويتم رفضH_0 إذا كانت$Z > Z1-a/2$ وبهذا نحصل على قيمة Z- Z1-a/2 من جداول التوزيع التراكمي المعياري، وكذلك يمكن تقييم معنوية الاختبار

من قيمة (P-value)التي يعطيها الاختبار مع مستوى المعنوية المحدد للاختبار،ويستخدم في الاختبار أربعة مستويات للثقة وهي (٠.٠٠١؛ ٠.٠١؛ ٠.٠٥؛ ٠.١). والصيغة الرياضية للاختبار على النحو التالي[٨]:

$$Z_{MK}=\begin{cases}\dfrac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}, & for\ S>0\\ 0 \quad , & for\ S=0\\ \dfrac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}, & for\ S<0\end{cases}$$

طبق الباحث الاختبار على بيانات القمة المطرية لغرض الوصول الى تحديد مقدار التغير في القمة المطرية خلال مدة الدراسة الكلية والدورات الثانوية التي قسمت الدراسة الى ثلاثة دورات فرعية ضمن المدة الكلية وكما يأتي:

يبين جدول (٤) الاتجاه والتغير في تركّز القمّة المطرية الشهرية لمحطة بغداد أن السلوك الزمني للقمّة المطرية داخل الموسم المطري لا يتحرك باتجاه واحد بسيط عبر جميع الفترات، بل يخضع لتحولات مرحلية واضحة بين التبكير والتأخير. وبما أن الاعتماد هنا هو على قيمة (p-value) فقط في تحديد المعنوية، فإن جميع الفترات الواردة في الجدول تُعد معنوية إحصائيًا، لأن قيم (p) كلها أقل من (٠.٠٥)، وهي: (٠.٠٤٩٢) للمدّة الكلية، و(٠.٠٤١١) للدورة الأولى، و(٠.٠٢٩) للدورة الثانية، و(٠.٠٣١) للدورة الثالثة. وهذا يعني أن الاتجاهات المسجلة في كل فترة ليست مجرد تقلبات عشوائية، بل تعكس تغيرًا زمنيًا له دلالة إحصائية وفق المعيار المعتمد.

على مستوى المدّة الكلية، بلغت قيم منحدر سين(Sen slope) (0.034) ، وبلغ التغير الكلي (١.٢٢). وتدل الإشارة الموجبة هنا على أن القمّة المطرية في

بغداد اتجهت، في المحصلة العامة، نحو الأشهر الأحدث داخل الموسم المطري، أي نحو الأشهر ذات الترميز الأعلى

جدول (٤) الاتجاه والتغير في تركز القمة المطرية الشهرية لمحطة بغداد

الفترة	عدد السنوات	Sen slope	change	p-value	الدلالة المعنوية
المدة الكلية	36	0.034	1.22	0.0492	معنوي
(1988–1999)	12	−0.191	−2.291	0.0411	معنوي
(2000–2011)	12	0.25	3	0.029	معنوي
(2012–2024)	12	0.2	2.4	0.031	معنوي

المصدر: عمل الباحثين اعتمادا على جدول (٢) ,البرنامج الاحصائي Xlstat.

وهذا يعني مناخيًا وجود تأخر نسبي في موضع القمّة المطرية عبر الزمن، لكنه تأخر ضعيف من حيث الحجم، لأن قيمة الانحدار نفسها صغيرة، كما أن مقدار التغير الكلي لا يتجاوز نحو شهر واحد تقريبًا. ومع ذلك، فإن دلالة هذا الصف لا تكمن في حجم التغير فقط، بل في كونه يشير إلى أن الذروة المطرية الشهرية في بغداد لم تبقَ ثابتة تمامًا في موضعها التقليدي، وإنما مالت تدريجيًا إلى الظهور في جزء متأخر نسبيًا من الموسم، أي باتجاه أواخر الشتاء أو بدايات الربيع أكثر مما كانت عليه في البدايات الأقدم للسلسلة.

ان هذا التأخر العام يمكن تفسيره على أنه تعبير عن ازدياد الوزن النسبي للحالات المطرية المتأخرة داخل الموسم، أو على الأقل ازدياد قدرتها على تسجيل القمة الشهرية السنوية مقارنة بالحالات الأسبق زمنيًا. ولا يعني ذلك أن جميع الأمطار أو جميع السنوات أصبحت متأخرة، بل يعني أن شهر القمّة نفسه، بوصفه الشهر الأعلى مطرًا في السنة، أصبح يميل ببطء إلى الأشهر المتأخرة داخل المجال المطري الفعال. وهذه

ملاحظة مهمة، لأن القمّة الشهرية ليست مجرد كمية مطر، بل هي تمثل موضع الذروة الزمنية لأقوى النشاط المطري السنوي.

الدورة الأولى (١٩٨٨–٢٠٠٠) تظهر اتجاهًا معاكسًا تمامًا، إذ بلغت قيمة Sen slope (−0.191) وبلغ التغير الكلي (−٢.٢٩١)، مع قيمة احتمالية دالة تبلغ (٠.٠٤١١). وتشير الإشارة السالبة إلى أن القمّة المطرية خلال هذه الدورة كانت تتجه نحو الأشهر المبكرة داخل الموسم المطري، أي إن الذروة كانت تميل إلى التبكير لا التأخير. ومقدار التغير هنا ليس بسيطًا، بل يعادل انتقالًا يبلغ شهرين داخل الموسم المطري، وهو ما يعني أن التحول داخل هذه الدورة كان ملموسًا نسبيًا. وبهذا يمكن القول إن المرحلة الأولى من السلسلة الزمنية كانت تشهد ميلًا حقيقيًا لأن تتحقق القمم المطرية في أشهر أقرب إلى بداية الموسم أو إلى قلب الشتاء المبكر، بدل أن تبقى متمركزة في الأشهر المتأخرة.

لكن هذا المسار لا يستمر، إذ تأتي الدورة الثانية (٢٠٠٠–٢٠١٢) لتسجل تحولًا واضحًا في الاتجاه؛ فقد بلغت قيمة(0.25) Sen slope ، وبلغ التغير الكلي (٣)، مع p–value = 0.029. وهذه القيم تشير بوضوح إلى أن القمّة المطرية في هذه الدورة اتجهت نحو التأخر داخل الموسم المطري ، وبدرجة أقوى من التأخر الذي ظهر في المدّة الكلية. فالتغير الكلي البالغ (٣) يعد كبيرًا نسبيًا، لأنه يعادل انتقالًا واضحًا نحو أشهر متاخرة في الموسم المطري، أي نحو أواخر الشتاء أو الربيع المبكر. وبذلك تمثل الدورة الثانية انعكاسًا حادًا للدورة الأولى؛ فبعد أن كان الاتجاه تبكيريًا في الفترة الأقدم، أصبح الاتجاه هنا تأخيريًا معنويًا وبقوة أوضح.

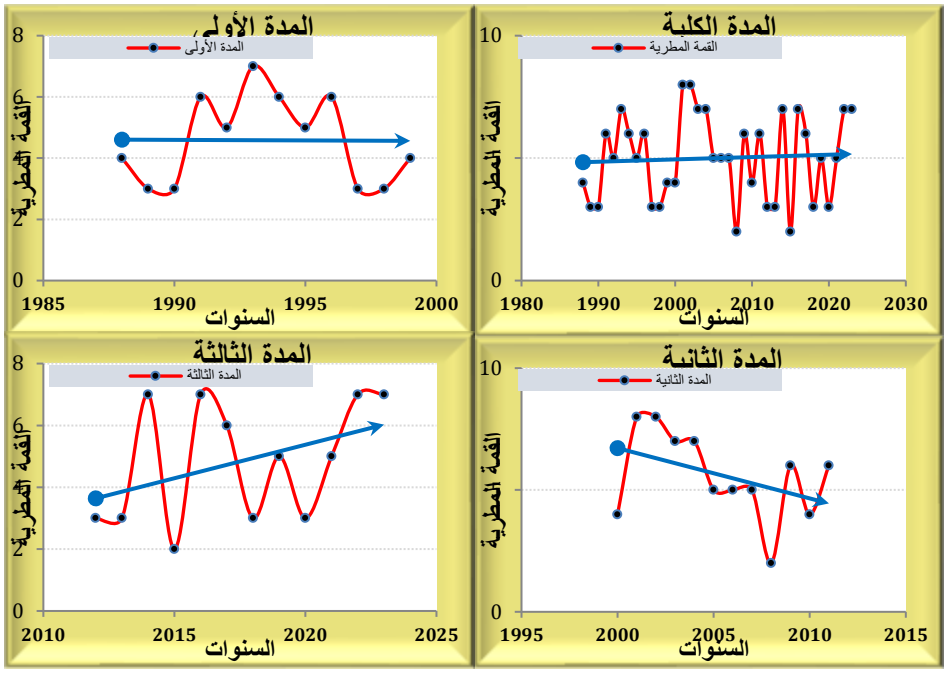
هذا يعني أن السنوات الأحدث داخل هذه الدورة أصبحت تميل إلى تسجيل القمّة الشهرية في أشهر متأخرة نسبيًا مقارنة ببدايتها. وهذا قد يعكس زيادة في فعالية الحالات

المطرية المتأخرة، أو استمرار النشاط المطري الأقوى إلى مراحل لاحقة من الموسم، أو تبدلًا في التوقيت الذي تحقق فيه المنظومات الجوية أكبر مردود مطري شهري. كما أن كون هذه الدورة سجلت أكبر قيمة موجبة للتغير يجعلها المرحلة الأوضح في التعبير عن إعادة التموضع الزمني للقمّة نحو التأخر.

ثم تأتي الدورة الثالثة (٢٠١٢–٢٠٢٤) لتؤكد الاتجاه نفسه، إذ بلغت قيمة Sen slope (0.2)، وبلغ التغير الكلي (٢.٤)، مع $p\text{–value} = 0.031$. وهذا يعني أن القمّة المطرية واصلت اتجاهها نحو الأشهر الأحدث داخل الموسم في هذه الدورة أيضًا، وإن كان مقدار التغير أقل قليلًا من الدورة الثانية. غير أن التغير هنا ما يزال كبيرًا من الناحية المناخية، لأنه يعادل ما يزيد على مستويين ترميزيين تقريبًا، وهو ما يعني أن التحول ليس هامشيًا، بل يعكس استمرارًا واضحًا لنزعة التأخر داخل السنوات الحديثة.

وتكمن أهمية الدورة الثالثة في أنها لا تقدم مجرد اتجاه موجب منفرد، بل تعزز ما ظهر في الدورة الثانية. فعندما تظهر دورتان متتاليتان باتجاه موجب دال، فإن ذلك يمنح فرضية تأخر القمة المطرية

شكل(٥) الاتجاه العام لتركز القمة المطرية لمحطة بغداد



المصدر: عمل الباحث اعتمادا على جدول(٢)

في بغداد خلال الفترات الحديثة قوة تفسيرية أكبر. وهذا يعني أن التحول الذي سجلته الدورة الثانية لم يكن صدفة احصائية، بل استمر في الدورة الثالثة أيضًا، وإن بدرجة أقل قليلًا من حيث مقدار الانحدار. ومن هنا يمكن القول إن المسار الحديث نسبيًا لمحطة بغداد يتجه نحو نقل الذروة المطرية الشهرية إلى جزء متأخر من الموسم. وعند جمع هذه النتائج في إطار واحد، يتضح أن السلسلة الزمنية لمحطة بغداد مرت بمرحلتين متعاكستي :مرحلة أولى ذات اتجاه معنوي نحو التبكير في موضع القمّة، تمثلها الدورة الأولى، ثم مرحلتان لاحقتان ذات اتجاه معنوي نحو التأخير، تمثلهما الدورة الثانية والثالثة. وعندما اجتمعت هذه الاتجاهات المتعاكسة في المدّة الكلية، كانت المحصلة النهائية موجبة ولكن ضعيفة، أي أن التأثير الصافي النهائي كان

لصالح التأخر النسبي، غير أنه لم يكن بقوة ما ظهر في الدورتين الحديثتين كلٌّ على حدة. وهذا يعني أن المدّة الكلية لا تعبّر عن ثبات تام، ولا عن تغير خطي بسيط، بل عن محصلة مركبة لتحولات مرحلية متعاكسة. ففي البداية كانت القمة تتحرك نحو الأشهر الأسبق، ثم انعكس المسار وأصبحت تتحرك نحو الأشهر الأحدث، وفي النهاية انتهت السلسلة الطويلة إلى ميل عام موجب ضعيف. وهذه واحدة من أهم نتائج التحليل، لأنها تبين أن فهم تغير القمة المطرية لا يتحقق بالاكتفاء بصف المدّة الكلية وحده، بل لا بد من قراءة الدورات الفرعية، لأنها تكشف البنية الداخلية للتحول.

الاستنتاجات

١- وجود تباين مكاني واضح لكميات الأمطار في محطة بغداد مع تركزها في أشهر الشتاء خاصة في شهر كانون الثاني وعدم أنتظام التوزيع الزماني فيها

٢- أظهرت القمة المطرية سلوكاً غير خطي أذ لم تتبع أتجاهاً ثابتاً بل مرت بتحولات مرحلية بين التبكير والتأخير.

٣- سجل شهر آذار أعلى تكرار للقمة المطرية في محطة بغداد مما يدل على أهمية نهاية الشتاء وبداية الربيع في تحقيق الذروة المطرية.

٤- تظهر بوضوح عند تحليل الدورات الزمنية الجزئية، حيث سجلت محطة بغداد اتجاهاً حديثاً نحو تأخر القمة المطرية باتجاه أواخر الشتاء وبدايات الربيع.

٥- يتضح أن السلسلة الزمنية لمحطة بغداد مرت بمرحلتين متعاكستين مرحلة أولى ذات اتجاه معنوي نحو التبكير في موضع القمة، تمثلها الدورة الأولى، ثم مرحلتان لاحقتان ذات اتجاه معنوي نحو التأخير، تمثلهما الدورة الثانية والثالثة. وعندما اجتمعت هذه الاتجاهات المتعاكسة في المدّة الكلية، كانت المحصلة النهائية موجبة ولكن

ضعيفة، أي أن التأثير الصافي النهائي كان لصالح التأخر النسبي، غير أنه لم يكن بقوة ما ظهر في الدورتين الحديثتين كلٌّ على حدة.

المصادر

١- الدجيلي، علي مهدي جواد ،العناصر المناخية المؤثرة في كمية الاستهلاك المائي لمحاصيل الحنطة والشعير والذرة الصفراء في محافظات بغداد وبابل وواسط للفترة (١٩٨١-١٩٩٠) ، رسالة ماجستير (غ.م) ،كلية التربية أبن رشد، جامعة بغداد،١٩٩٥

٢- هزاع، عبير أحمد حسين، احتمالات الامطار والفترات الزمنية لتكرارها في العراق، رسالة ماجستير(غ-م)، جامعة بغداد، كلية الآداب، ٢٠١٥.

٣- العتبي ،سامي عزيز ، اياد عاشور الطائي، الإحصاء والنمذجة الجغرافية، مطبعة اكرم للطباعة، بغداد،٢٠١٣

٤- الشعراوي، سمير مصطفى،مقدمة في التحليل الحديث للسلاسل الزمنية، جامعة الملك عبد العزيز ،ط١،الرياض،٢٠٠٥

5- Suhasini Subba Rao، A course in Time Series Analysis, November 30, 2018,p10.

٦- العزاوي،عمار مجيد مطلك العزاوي ، تحليل اثر التغيرات الفصلية في عناصر المناخ على شدة موجات الحفاف في العراق،أطروحة دكتوراه(غير منشورة) جامعة تكريت،كلية التربية، ٢٠١٩

7- Arun Mondal, Sananda Kundu, Anirban Mukhopadhyay, RAINFALL TREND ANALYSIS BY MANN-KENDALL TEST: A CASE STUDY OF NORTH-EASTERN PART OF CUTTACK DISTRICT, ORISSA, Department Of Water Resources Development & Management, Indian Institute Of Technology, Roorkee, India

8-College of Oceanographic Studies, Jadavpur University, Kolkata Author for Correspondence,2012,p72.

References

1. Al-Dujaili, A. M. J. (1995). *Climatic Elements Affecting the Water Consumption of Wheat, Barley, and Maize Crops in Baghdad, Babil, and Wasit Governorates for the Period (1981–1990)* (Unpublished Master's Thesis). College of Education Ibn Rushd, University of Baghdad.
2. Hazza, A. A. H. (2015). *Rainfall Probabilities and Their Recurrence Intervals in Iraq* (Unpublished Master's Thesis). College of Arts, University of Baghdad.
3. Al-Atbi, S. A., & Al-Taie, I. A. (2013). *Statistics and Geographical Modeling*. Baghdad: Akram Printing Press.
4. Al-Shaarawi, S. M. (2005). *Introduction to Modern Time Series Analysis* (1st ed.). Riyadh: King Abdulaziz University.
5. Subba Rao, S. (2018). *A Course in Time Series Analysis*. p. 10.
6. Al-Azzawi, A. M. M. (2019). *Analysis of the Impact of Seasonal Variations in Climate Elements on the Intensity of Drought Waves in Iraq* (Unpublished Ph.D. Dissertation). College of Education, Tikrit University.
7. Mondal, A., Kundu, S., & Mukhopadhyay, A. (2012). Rainfall trend analysis by Mann–Kendall test: A case study of the north-eastern part of Cuttack District, Orissa. Department of Water Resources Development and Management, Indian Institute of Technology, Roorkee, India.
8. College of Oceanographic Studies, Jadavpur University, Kolkata. (2012). Author for Correspondence, p. 72.