مجلة الإقتصاد والتجارة الدولية
المجلد.7 العدد.1 ص ص .74-86 (2025)
ISSN: 2800-1699 E-ISSN: 2830-8662

تحليل التغيرات المناخية من خلال تتبع الجفاف داخل السهوب الجزائرية

Analyzing Climate Change through Drought Monitoring in the Algerian Steppe

عتو علاء الدين
جامعة زيان عاشور-الجلفة (الجزائر)، a.attou@univ-djelfa.dz
ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2807-8681

Received: 18/05//2024 Accepted: 29/09/2024 Published: 31/12/2025

الملخص:
تهدف الدراسة إلى تحديد وتحليل المناطق الأكثر عرضة للجفاف في المنطقة السهبية بالجزائر، من حيث التوزيعين الزماني والمكاني، في ظل تصاعد تأثيرات التغير المناخي وتزايد الاعتماد على الزراعة البعلية في هذه المناطق. ولتحقيق هذا الهدف، تم حساب المؤشر المعياري لهطول الأمطار (SPI) على أساس سنوي خلال فترة زمنية امتدت لـ 41 سنة، بالاعتماد على بيانات 50 محطة أرصاد جوية موزعة عبر منطقة الدراسة. كما تم توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإعداد خرائط رقمية تُبرز التوزيع المكاني وشدة الجفاف، اعتمادًا على أسلوب **Kriging** الإحصائي في الاستيفاء المكاني.
وأظهرت نتائج الدراسة أن المنطقة السهبية شهدت تكرار موجات جفاف متفاوتة الشدة والتأثير، مع تسجيل تدرج مكاني واضح لشدة الجفاف يمتد من الجنوب نحو الشمال بشكل تنازلي. كما أمكن تصنيف منطقة الدراسة إلى ثلاث نطاقات رئيسية: مناطق تعاني من جفاف شديد إلى بالغ الشدة في الجنوب الغربي والوسط الجنوبي، ومناطق ذات جفاف عادي تمتد عبر الأجزاء الوسطى من الشرق إلى الغرب، ومناطق تشهد جفافًا متوسطًا إلى مرتفع في الشمال والشمال الشرقي.
وتخلص الدراسة إلى أن الجفاف من الفئة العادية يُعد السائد في عموم المنطقة السهبية بالجزائر، غير أن المناطق الشمالية والشمالية الشرقية والوسطى تمثل مجالات أكثر ملاءمة للنشاط الزراعي في حال توفر الموارد المائية الكافية، الأمر الذي يبرز أهمية النتائج المتوصل إليها في دعم سياسات التخطيط الزراعي وإدارة الموارد المائية والتكيف مع التغيرات المناخية.

الكلمات المفتاحية :السهوب الجزائرية؛ الجفاف؛ علم المناخ؛ نظم المعلومات الجغرافية؛ كريجينج؛ المؤشر المعياري لهطول الأمطار.(SPI)
تصنيفJEL: Q15 ، Q25، Q54، C21

Abstract:
This study aims to identify and analyze the areas most vulnerable to drought in the Algerian steppe region in terms of their temporal and spatial distribution, in the context of the increasing impacts of climate change and the growing dependence on rainfed agriculture in these areas. To achieve this objective, the Standardized Precipitation Index (SPI) was calculated on an annual basis over a 41-year period, using data from 50 meteorological stations distributed across the study area. Geographic Information Systems (GIS) were

Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International.

employed to produce digital maps illustrating the spatial distribution and severity of drought, based on the statistical Kriging method for spatial interpolation.

The results reveal that the steppe region has experienced recurrent drought episodes of varying intensity and impact, with a clear spatial gradient in drought severity decreasing from south to north. The study area was classified into three main zones: areas experiencing severe to extreme drought in the southwestern and south-central parts, areas characterized by normal drought conditions across the central belt from east to west, and areas facing moderate to high drought levels in the northern and northeastern regions.

The study concludes that normal-category drought is generally dominant across the Algerian steppe region. However, the northern, northeastern, and central areas are more suitable for agricultural activities when adequate water resources are available. These findings highlight the importance of the study in supporting agricultural planning policies, water resource management, and climate change adaptation strategies.

Keywords: Algerian steppe; drought; climatology; Geographic Information Systems (GIS); Kriging; Standardized Precipitation Index (SPI).

JEL Classification : Q15, Q25, Q54, C21

1.مقدمة

وكجانب يتعلق بالتغير المناخي، أصبح الجفاف تحديا كبيرا في أجزاء مختلفة من العالم، وخاصة في المناطق التي تعتمد الحياة فيها بشكل رئيسي على مياه الأمطار و الفلاحة الرعوية (Attou et al 2022). وتعتبر دول البحر الأبيض المتوسط أبرز الدول المتضررة من الجفاف خاصة داخل السهوب الجزائرية، حيث يعتمد معظم غذائها على المحاصيل البعلية (Attou et al 2022). أصبحت تحديات تحقيق الاستدامة البيئية ضرورة بالنسبة للحكومة الجزائرية.

أشارت الدراسة التي قام بها (Boudiaf, S., et Hamdi, R 2016) إلى أن التغير المناخي يؤثر على توافر المياه في السهوب الجزائرية و أيضا حددو بأن الانخفاض في الأمطار و الزيادة في درجات الحرارة يؤديان إلى تفاقم ظاهرة الجفاف، و تم اقتراح استراتيجيات للتكييف من حيث تحسين إدارة المياه و اعتماد تقنيات الري الفعالة و إعادة تدوير المياه.

كما أن الجفاف و التغير المناخي يؤثر سلبا على الإنتاج الزراعي داخل السهوب الجزائرية، و تفقد المنطقة الإنتاج الفلاحي نتيجة الإجهاد المائي لهذا تم اقتراح استغلال المحاصيل المقاومة للجفاف و تعديل ممارسات الإدارة الزراعية و تحسين تقنيات الري (Hamdi, R., Boudiaf, S., and Benkhalfa, H 2017).

تعتبر السهوب الجزائر مناطق ذات نظم بيئية كثيرة و يختلف فيها التنوع البيولجي وهذا لشساعتها التي تمتد من المناطق الصحراوية (أجزاء من ولايات مثل بسكرة، والوادي، وورقلة.) إلى المناطق الشمالية (مثل سطيف، والمسيلة، وبرج بوعريريج.) حتى تصل إلى المناطق الشرقية عند منطقة الأوراس، بما في ذلك ولاية باتنة.

يمتاز المناخ داخل السهوب بالقحولة (شبه جاف)، مع صيف حار وجاف وشتاء معتدل. ويتراوح هطول الأمطار السنوي بين 200 و400 ملم، أغلب النباتات في السهوب الجزائرية من الأعشاب والشجيرات المقاومة للجفاف. وتشمل الأنواع الشائعة الشيح، والدين، والحلفاء، والعرعر.

مناقشة الإشكالية

تعتمد الحياة داخل السهوب الجزائرية على الرعي . و تحتل تربية المواشي المرتبة الأولى من حيث الإنتاج ، و معظم الزراعات المعتمدة تكون من المحاصيل المقاومة للجفاف، مثل الشعير والقمح.

تم استخدام العديد من المؤشرات لوصف حالات الجفاف في جميع أنحاء العالم، لكن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (OMM) أوصت بمؤشر الهطول الموحد (**SPI**) كأبرز مؤشر للجفاف لتوصيف حالات الجفاف في الأرصاد الجوية (Hayes et al. 2011). في البحث الحالي ، تم استخدام مؤشر المطر القياسي (SPI) لتحليل سجلات الأمطار وتحديد المدى المكاني للجفاف باستخدام نظم المعلومات الجغرافية داخل السهوب الجزائرية. (**Gis**) وإتباع طريقة الاستيفاء (**kriging**).

الفرضيات:

هل يشير التوزيع المكاني للجفاف من خلال مؤشراته الى السهوب داخل المناطق الشمالية منه في الجنوب أو العكس !؟

هل دقة الأقلمة في مساحة جغرافية تفسر بشكل أفضل ظاهرة الجفاف؟ فكيف يتم توزع الجفاف داخل السهوب الجزائرية؟ و توزع الامطار؟

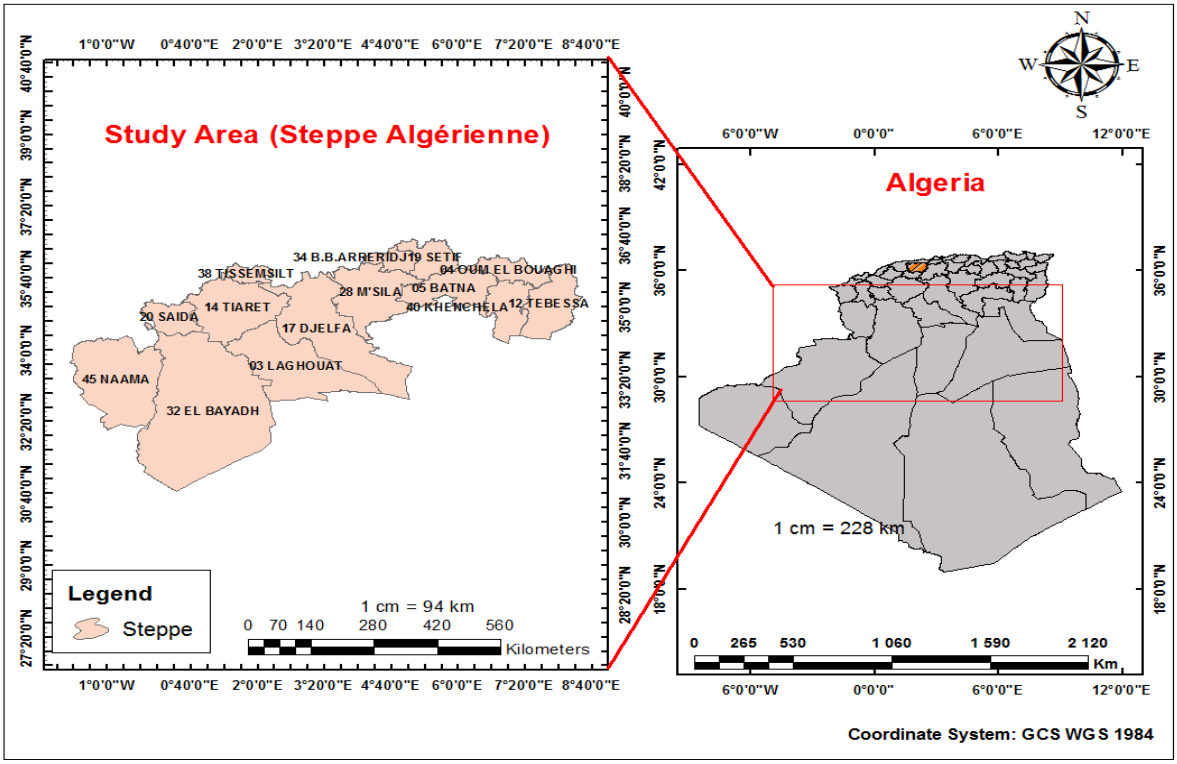
هل دقة الأقلمة في مساحة جغرافية تفسر بشكل أفضل ظاهرة الجفاف؟ فكيف يتم توزع الجفاف داخل السهوب الجزائرية؟ و توزع الأمطار؟

2.المنهجية

1.2 منطقة الدراسة

تحتل السهوب الجزائرية مساحة شاسعة حوالي 20 مليون هكتار داخل الجزائر حيث تمتد من الشمال(جبال الأطلس التلي) إلى جبال الأطلس الصحراوي بالجنوب، نضرا لهذه المساحة يصعب تحديد موقعها فلكيا بإحداثيات واحدة لذا فهي محصورة بين دائرتي عرض 30–34 شمالا و خطوط الطول من 2– غربا إلى 9 شرقا في الجهة الشمالية و خط 9– غربا إلى 10 شرقا في الجهة الجنوبية، تمتاز بالمناخ القاحل حيث يصل فيها التساقط المطري بين 100 إلى 300 مم/السنة، تعتبر خصائصها الترابية من النوع الخفيفة إلى الرملية و تحتوي على تضاريس متنوعة و مختلفة (وديان و جبال و تلال.....) و بها نباتات صغير و القصيرة.

الشكل (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



2.2 مؤشر الهطول القياسي (SPI)

1.2.2 الأساس المنطقي لاختيار المؤشر الإحصائي

مؤشر الهطول القياسي (SPI) بسيط و سهل الحساب و يتماشى مع كل الأوقات ، و يتم لاستعماله لتحديد نقص الأمطار في أزمنة و مناطق مختلفة(McKee et al 1993, 1995)، و هو اقل تعقيدا من باقي المؤشرات المعروفة. بالإضافة إلى ذلك، فهو فعال في تحديد فترات المطر والجفاف. لديه القدرة على المقارنة بين المواقع المختلفة (Mirabbasi et al 2013).

1.2.2 تعريف المؤشر

تم استخدام مؤشر هطول الأمطار القياسي (SPI) أو مرة من طرف من طرف (McKee et al, 1993) بتحديد عامل المطر كمرجع رئيسي لعمل المؤشر مع إمكانية تأثيره على مختلف موارد المياه، يتم اعتماده على فترات من 3 و 6 و 12 و 24 و 48 شهرًا على مدى فترة ممتدة (30 عامًا على الأقل) (Guttman A ,1994,1999) يتم حساب هذا المؤشر بالصيغة التالية:

$$SPI = (Xi - Xm) / S$$

Xi: أمطار الفترة الأولى ؛

Xm: متوسط هطول الأمطار خلال الفترة المدروسة ؛

S: الانحراف المعياري للسلسلة على المقياس الزمني المدروس.

تشير القيم الإيجابية للمؤشر SPI إلى هطول أعلى من المتوسط **(فترة رطبة)** بينما تشير القيم السلبية إلى هطول أقل من المتوسط (فترة جافة). تم تمييز سبع فئات من الجفاف، تتراوح من الجفاف الشديد إلى الجفاف الشديد حسب التصنيف **(McKee et al 1993)** **(الشكل 2)**.

الشكل (2): تصنيف تسلسل الجفاف على أساس SPI

الألوان	**الرموز**	**فئة الجفاف**	**قيمةSPI**
	E–H	رطب للغاية	2.0وما فوق
	S–H	مبلل جدا	1.5 to 1.99
	M–H	معتدل الرطب	49.1 to 1
	Normal	قريب من الوضع الطبيعي	0.99إلى– 99.0
	S–M	جفاف معتدل	1–. 49إلى1–
	S–S	جفاف شديد	1–. 99إلى– 5.1
	S–E	الجفاف الشديد جدا	2.0–وأقل

المصدر: (McKee وآخرون ، 1993)

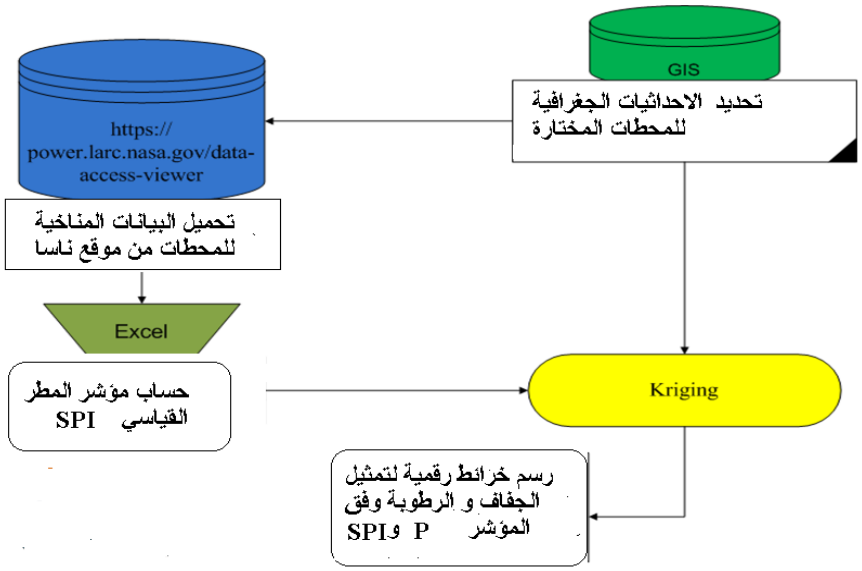
3.2 طريقة العمل

من أجل المباشرة في الدراسة قمنا باختيار منطقة الدراسة و هي الولايات التي تمثل السهوب الجزائرية و تم تحديد نقاط ذات إحداثيات جغرافيى (X Y) داخل كل ولاية لتمثل المحطات الرصد المناخية افتراضيا مقدرة بـ 50 محطة، من اجل استخدامها داخل الموقع التابع لناسا **(power.larc.nasa.gov/data–access–viewer/)** لتحميل البيانات المناخية المطلوبة و هي عامل هطول الأمطار ، خلال الفترة الممتدة من سنة 1981 إلى غاية 2022 مدة **(41 سنة)**.

يتم حساب المؤشر المطر القياسي (SPI) السنوي لمدة 41 سنة ثم يتم ترتيب و تصنيف السنوات حسب فئات الجفاف التي يعبر عنها المؤشر من –2 كأقصى قيمة للجفاف إلى +2 أقصى قيمة للرطوبة.

في الخطوة الموالية يتم استخدام تطبيق نضم المعلومات الجغرافية **(GIS)** من أجل رسم خرائط رقمية و فق طريقة كريجين الإحصائية **(krigin)** لتحديد توزيع المكاني لكل من الأمطار و المؤشر **(SPI)** داخل منطقة الدراسة.

الشكل (3): مخطط يمثل مراحل انجاز البحث



المصدر: من عمل الباحث

3. النتائج

بعد انجاز البحث تم التوصل إلى عدة نتائج أبرزها كية الأمطار السنوية لكل محطة و قيم المؤشر (SPI) لكل محطة ممثلة في **الشكل (4)** و أيضا تم تحديد و رسم توزع الأمطار داخل السهوب الجزائرية وفق البيانات المستخرجة للمحطات باستخدام برنامج (GIS) ممثلتا في **الشكل (5)** كذالك تم رسم خريطة لتوزيع الجفاف داخل منطقة الدراسة و فق بيانات مؤشر (SPI) ممثلتا في **الشكل (6)**.

الشكل (4): بيانات الأمطار و مؤشر المطر القياسي (SPI) لكل محطة.

الفئة	SPI	الأمطار	المحطات	ولاية	الفئة	SPI	الأمطار	المحطات	ولاية
M–H	1,24	507,68	**سطيف**	19	S–M	−1,38	113,91	**عين مهدي**	3
M–H	1,24	507,68	**العلمة**	19	S–S	−1,72	63,15	**حاسي رمل**	3
M–H	1,31	518,34	**عين أرنات**	19	S–M	−1,33	122,33	**كسر الحيران**	3
Normal	0,81	444,04	**سعيدة**	20	S–M	−1,33	122,33	**لغواط**	3
Normal	0,03	326,06	**سيدي حمد**	20	S–M	−1,33	122,33	**سيدي مخلوف**	3
Normal	−0,01	319,69	**معمورة**	20	M–H	1,41	532,98	**أم البواقي**	4
Normal	0,03	326,06	**عين الحجل**	20	M–H	1,41	532,98	**عين كرشة**	4
Normal	−0,46	253,20	**بوسعادة**	28	S–H	1,75	584,64	**زورق**	4
Normal	−0,46	253,20	**مسيلة**	28	Normal	−0,11	305,84	**بريكة**	5
Normal	0,74	432,79	**تارمونت**	28	M–H	1,23	505,97	**باتنة**	5

5	مدوكل	189,41	−0,88	Normal	32	بوقطب	212,67	−0,73	Normal
12	تبسة2	144,21	−1,18	S−M	32	الخيثر	212,67	−0,73	Normal
12	تبسة	436,49	0,76	Normal	32	البيض	159,39	−1,08	S−M
12	حمامات	436,49	0,76	Normal	34	برج بع 2	518,34	1,31	M−H
14	قصر الشلالة	309,28	−0,08	Normal	34	برج بعريريج	518,34	1,31	M−H
14	مدريسة	447,74	0,84	Normal	34	منصورة	432,79	0,74	Normal
14	سوغور	349,77	0,19	Normal	38	تسمسيلت	482,99	1,07	M−H
14	تيارت	517,45	1,30	M−H	38	ثنيت الحد	482,99	1,07	M−H
17	عين البل	231,92	−0,60	Normal	38	تسمسيلت 2	471,44	1,00	Normal
17	عين وسارة	316,47	−0,04	Normal	40	تمزة	378,30	0,38	Normal
17	دار الشيوخ	278,52	−0,29	Normal	40	خنشلة	378,30	0,38	Normal
17	جلفة	231,92	−0,60	Normal	40	خنشلة 2	123,36	−1,32	S−M
17	تلاتسي	231,92	−0,60	Normal	45	عين صفرة	141,31	−1,20	S−M
17	حد سحاري	316,47	−0,04	Normal	45	مشرية	149,67	−1,15	S−M
17	مسعد	111,40	−1,40	S−M	45	نعامة	163,75	−1,05	S−M

ولاية	الحطات	الامطار	SPI	الفئة	ولاية	المحطات	الامطار	SPI	الفئة
3	عين مهدي	113,91	−1,38	S−M	19	صطيف	507,68	1,24	M−H
3	حاسي رمل	63,15	−1,72	S−S	19	العلمة	507,68	1,24	M−H
3	كسر الحيران	122,33	−1,33	S−M	19	عين ارنات	518,34	1,31	M−H
3	لغواط	122,33	−1,33	S−M	20	سعيدة	444,04	0,81	Normal
3	سيدي مخلوف	122,33	−1,33	S−M	20	سيدي حمد	326,06	0,03	Normal
4	أم البواقي	532,98	1,41	M−H	20	معمورة	319,69	−0,01	Normal
4	عين كرشة	532,98	1,41	M−H	20	عين الحجل	326,06	0,03	Normal
4	زورق	584,64	1,75	S−H	28	بوسعادة	253,20	−0,46	Normal
5	بريكة	305,84	−0,11	Normal	28	مسيلة	253,20	−0,46	Normal
5	باتنة	505,97	1,23	M−H	28	تارمونت	432,79	0,74	Normal
5	مدوكل	189,41	−0,88	Normal	32	بوقطب	212,67	−0,73	Normal
12	تبسة2	144,21	−1,18	S−M	32	الخيثر	212,67	−0,73	Normal
12	تبسة	436,49	0,76	Normal	32	البيض	159,39	−1,08	S−M
12	حمامات	436,49	0,76	Normal	34	برج بع.ب 2	518,34	1,31	M−H
14	قصر الشلالة	309,28	−0,08	Normal	34	برج بعريريج	518,34	1,31	M−H
14	مدريسة	447,74	0,84	Normal	34	منصورة	432,79	0,74	Normal
14	سوغور	349,77	0,19	Normal	38	تسمسيلت	482,99	1,07	M−H
14	تيارت	517,45	1,30	M−H	38	ثنيت الحد	482,99	1,07	M−H

17	عين البل	231,92	−0,60	Normal	38	تسمسيلت 2	471,44	1,00	Normal
17	عين وسرة	316,47	−0,04	Normal	40	تمزة	378,30	0,38	Normal
17	دار الشيوخ	278,52	−0,29	Normal	40	خنشلة	378,30	0,38	Normal
17	جلفة	231,92	−0,60	Normal	40	خنشلة 2	123,36	−1,32	S–M
17	تلاتسي	231,92	−0,60	Normal	45	عين صفرة	141,31	−1,20	S–M
17	حد سحاري	316,47	−0,04	Normal	45	مشرية	149,67	−1,15	S–M
17	مسعد	111,40	−1,40	S–M	45	نعامة	163,75	−1,05	S–M

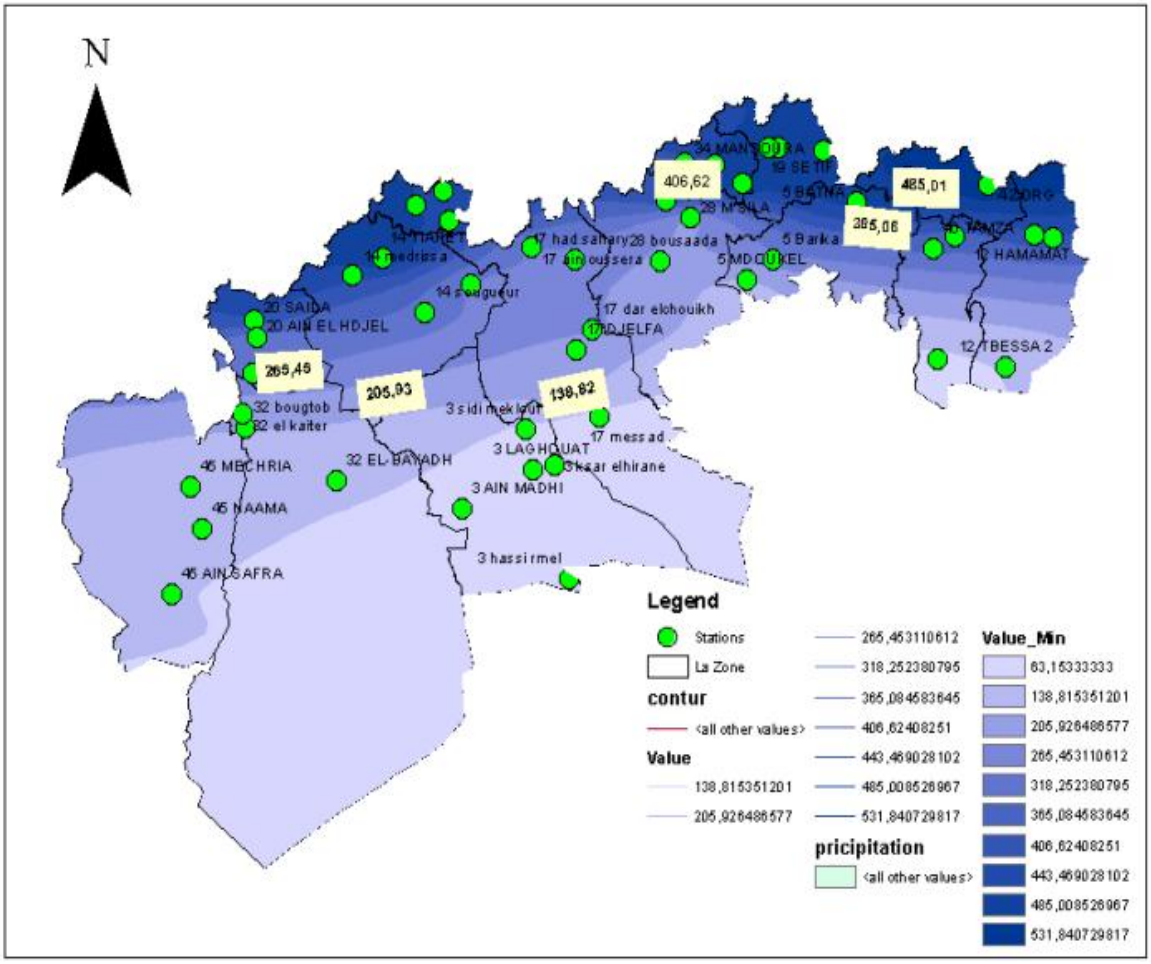
المصدر: نتائج الباحث

تم رصد الأمطار داخل السهوب الجزائرية حيث بلغت أدنى قيمة بـ 111.40 مم/سنة في منطقة مسعد بولاية الجلفة و أعلى قيمة فقد سجلت داخل المحطات المتواجدة بولاية برج بوعريريج بقيمة تقدر بـ 518.34مم/سنة.

أما بالنسبة للقيم المؤشر (SPI) فقد تم تحديد 5 فئات للجفاف داخل السهوب الجزائرية خلال فترة الدراسة كانت أكبر قيمة للجفاف داخل محطة حاسي الرمل بولاية الأغواط بقيمة 1.72− على سلم (SPI) و هذا في الفئة (S–S)، تليها الفئة (S–M) التي تعبر عن الجفاف المعتدل على المحطات الجنوبية داخل كل من ولايات (الجلفة و خنشلة و النعامة، البيض، تبسة، لغواط). أما الفئة القريبة من الوضع الطبيعي (Normal) فهي الفئة السائدة بنسبة كبيرة تفوق 55% على كامل المحطات، من نسبة لمحطة زورق كانت الوحيدة ضمن الفئة رطب جدا (S–H)، أما الفئة معتدل الرطوبة (M–H) سجلت على عدة محطات في الجهة الشمالية (تيارت ، تسميلت ، ثنيت الحد، برج بعريريج ، باتنة أم البواقي، عيم كرشة ، سطيف ، العلمة ، عين أرنات).

أ.توزيع المطر داخل السهوب الجزائرية

الشكل (5): خريطة توزيع الأمطار داخل السهوب الجزائرية خلال مدة 41 سنة.



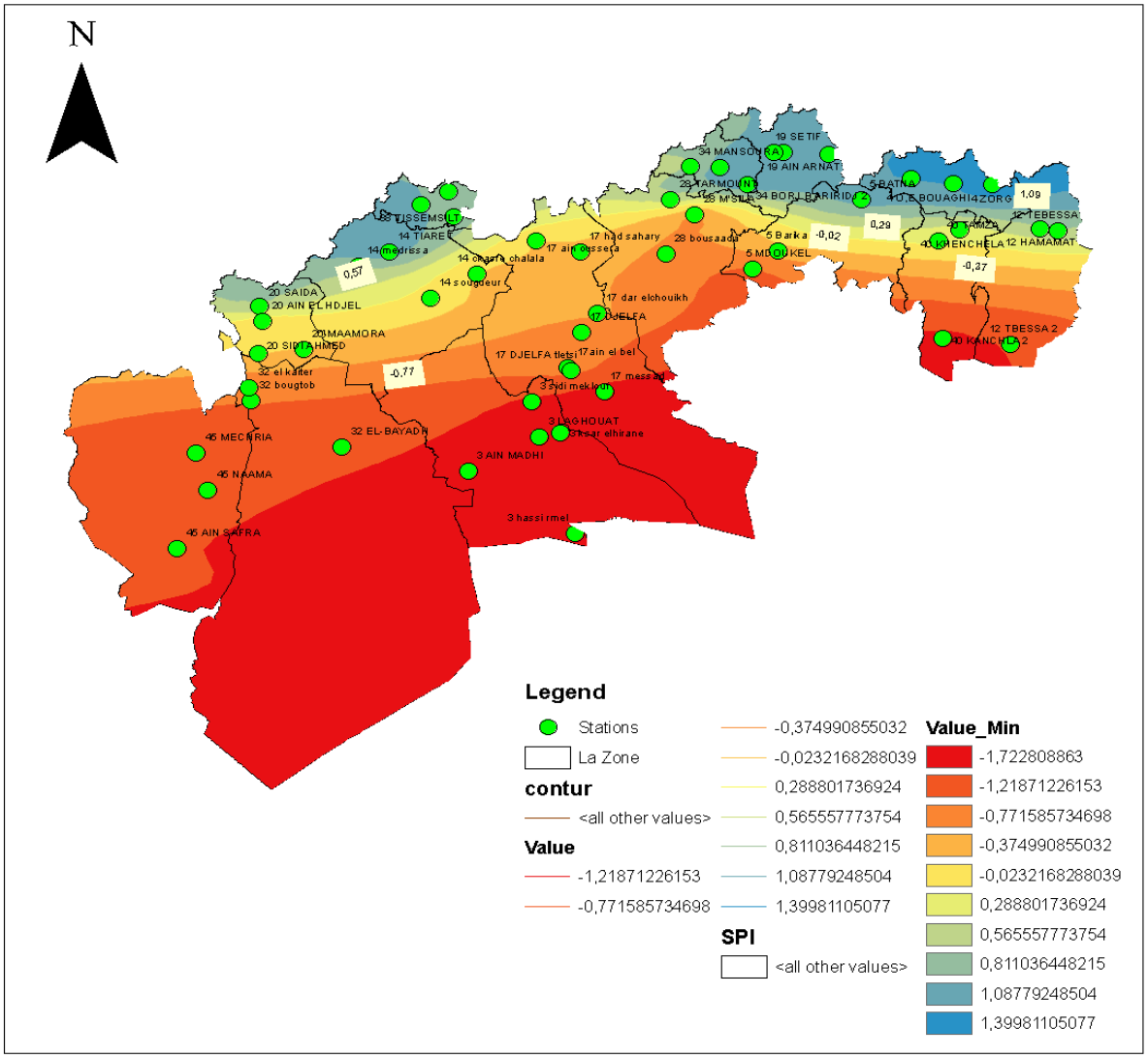
المصدر: من عمل الباحث

تم استخدام معدل تساقط الأمطار لمدة 41 سنة لتمثيل التوزع المكاني للتساقط المطري داخل السهوب الجزائرية وفق البيانات التي سجلتها المحطات 55 داخل الولاية السهبية بحيث تم تحديد عدة أقاليم أو مناطق داخل السهوب ، المنطقة الأولى الشرقية الشمالية و هي ابرز المناطق التي تشهد أكبر نسبة لتساقط الأمطار و هي المنطقة الرطبة بمعدل 300الى 450 مم/سنة على كل من ولاية باتنة و تبسة و سطيف و الجزء الشمالي من ولاية المسيلة ، المنطقة الثانية وهي المنطقة الوسطى و الوسطى الشمالية وهي تمثل المساحة الكبرى من السهوب الجزائرية حيث تتراوح نسبة التساقط بها من 200 الى 300 مم/سنة أما المنطقة الثالثة فهي المناطق الوسطى و الوسطى الغربية و هي سجلت معدلات بين 155 إلى 200 مم/سنة، أما بالنسبة للمنطقة الرابعة فهي المنطقة القريبة من الصحراء الكبرى أي المنطقة الجنوبية حيث تبلغ نسبة التساقط بها إلى اقل من 155 مم/سنة.

ب.توزيع الجفاف داخل السهوب الجزائرية

بالنسبة لتوزيع الجفاف داخل منطقة الدراسة فقد تم رصد ثلاث فئات للجفاف كانت الفئة الأولى و هي الفئة المعتدلة الرطبة في الجهة الشرقية بقيم 109 على سلم (SPI) على كل من (تبسة شمالا أم البواقي و سطيف و باتنة و المسيلة شمالا) و جزء من الشمال الغربي على كل من (تسيمسيلت شمالا و سعيدة شمالا). بالنسبة للفئة السائدة الثانية فسجلت في المناطق الوسطى من الشرق نحو العرب على قيم 0.24- إلى 0.29 على سلم (SPI) على كل من (خنشلة و باتنة و المسيلة تيارت و سعيدة من الجنوب و الجلفة شمالا ، أما المناطق التي شهدت جفافا مرتفعا فهي المناطق الجنوبية الشرقية و الجنوبية والجنوبية الغربية بأقل من **0.2**- على مؤشر **(SPI)**.

الشكل (6): خريطة توزيع الجفاف داخل السهوب الجزائرية.



المصدر: من عمل الباحث

ج. التحليل

من اجل التكيف مع التغير المناخي في المناطق السهبية الجزائرية لابد من الوصول إلى الاستدامة في الأراضي و المياه، حيث تساعد الممارسات مثل الزراعات المحافظة على الموارد، و إعادة التحريج ، و إدارة المراعي بشكل أفضل من التخفيف من آثار الجفاف و تحسين مرونة النظام البيئي.

وفي دراستنا التي أجريناها و هي عملية يمكن أن تحقق و تبين المناطق التي تتعرض لموجات جفاف كبيرة و أيضا أفضل المناطق التي يمكنها تحمل موجات الجفاف. بحيث يمكن الاعتماد على النتائج و الاقتراحات التي قدمها (Abi, K. 2018) في مقالهم من أجل التكيف مع التغير المناخي من أجل الزراعة المستدامة في الجزائر"، باعطاهم نضرة شاملة على مجموعة متنوعة من استراتيجيات التكيف التي يمكن أن تساعد المجتمعات المحلية في السهوب على مواجهة التحديات التي يفرضها الجفاف. وتشمل هذه الاستراتيجيات تنويع المحاصيل، والزراعة البينية، وإدارة المياه بكفاءة، وتطوير مصادر دخل بديلة، و يجب التأكيد بهذه الحلول على المناطق الشمالية الشرقية لأنها أفضل منطقة مقاومة للجفاف وفق النتائج التي تحصلنا عليها.

ليس هذا فحسب بل يمكن أيضا إتباع الحلول المستدامة لإدارة المياه، بما في ذلك إعادة استخدام المياه، وجمع مياه الأمطار، وتحسين البنية التحتية للمياه.

أما بالنسبة للمناطق الجنوبية والجنوبية الغربية فهي مناطق صحراوية و يسودها المناخ الصحراوي أكثر منه سهبي، لكن يمكن الاستناد على الدراسة التي قدمها(زبيدة م و آخرون. 2012) في مقالهم "آثار الجفاف والتغير المناخي على النظم البيئية الصحراوية الجزائرية: استراتيجيات التكيف"، يستكشفون التأثيرات الواسعة للجفاف على النظم البيئية الصحراوية، بما في ذلك فقدان التنوع البيولوجي، واضطراب دورة المياه، وتدهور الأراضي. ويقترحون استراتيجيات للتكيف، مثل إعادة التحريج، وإدارة المراعي بشكل مستدام، وتطوير مصادر دخل بديلة للمجتمعات المحلية.

5.خلاصة

الجفاف ظاهرة طبيعية و هي نتيجة للتغير المناخي الحاصل في العالم ، له تأثيرات مختلفة ومتفاوتة الشدة من منطقة إلى أخرى و تختلف مدة بقائه و فترة عودته، تعتبر طرق التنبؤ ببدايته ونهايته وشدته أمر صعب للغاية، لذالك يلجأ الكثير من العلماء والباحثين إلى دراستها في الزمن الماضي حيث يكون ثابتا ومعلوم ولديهم نظرة عليه من قبل.

وفقا للفرضية التي تم الاعتماد عليها فان الجفاف يأثر في المناطق الجنوبية بشدة أكبر منه في المناطق الشمالية. و كذا توزيع الامطار يسجل معدلات مرتفعة داخل المناطق الشمالية .

- أشارت النتائج الى توزع الامطار وفق مجالات و أماكن مختلفة داخل السهوب الجزائرية، كانت المناطق الشمالية الشرقية أفضل منطقة للهطول المطرة.

- تم تحديد اتجاه الامطار بالزيادة في معدلتها من الجنوب نحو الشمال و الشمال الشرقي.
- شهدت السهوب الجزائرية جفافا مختلفة الشدة على مختلف المناطق حيث تزيد شدته باتجاه الجنوب.
- بالنسبة للفلاحين والسكان المحليين عليهم التأقلم مع الأوضاع المصاحبة لظاهرة الجفاف أو التأقلم في حالة حدوثها في المستقبل.
- يمكن استخدام نباتات مقاومة للجفاف، أو حتى استخدام الري بالتقطير من اجل الحفاظ على المياه في تلك الفترة و تقديم الاحتياجات اللازمة للنبات دون استنزاف موارد المياه الاحتياطية.
- تم تقديم صورة مفصلة عن توزع الجفاف و الاماكن التي تعاني من آثاره ، و كذا المناطق التي تستقر فيها الرطوبة والتساقط المطري.
- لم يكن إخراج البحث بالشكل الذي هو عليه بالأمر السهل فقد مر بعدة مراحل و مشاكل و تم تجاوزها جميعا و اختزالها حيث:
- مشكلة منطقة الدراسة حيث لم يعد معلوما حدود السهوب الجزائرية بعد مرور عدة عقود و شهدت المنطقة عدة تحولات مناخية مما أدى إلى اختيار الولايات التي تقع ضمن مجال السهوب من اجل البدأ في البحث.
- مشكل نقص محطات الرصد الجوي الأرضية داخل السهوب الجزائرية مما استلزم اختيار محطات افتراضية بإحداثيات (X Y) لاعتمادها داخل موقع ناسا لتحميل البيانات المناخية.
- اختيار فترة الدراسة أخذ وقت طويل من التجريب على مختلف الأزمنة للخروج بقرار استخدام "المعدل المطري للفترة بين 1981 إلى 2022 لـ 50 محطة المدروسة.
- يمكن انجاز نفس البحث لكن تحديد فترة الدراسة في أزمنة مختلفة (فصليا، كل 3 أشهر، او 9 أشهر ، أو سنويا). كلما تنوع الزمان تم دراسة الظاهرة أفضل.
- يمكن أيضا تغير مؤشر الدراسة وفق للفهم أفضل للظاهرة .

6. مراجع

- Attou, A. E., Azouzi, B., & Bouacha, M. I. (2022). Determining the impacts of climate change on Spatio-temporal patterns of meteorological drought using SPI: A case study of Ain Defla, Algeria. Journal of Environmental Geography, 15(1-4), 38-47.

- EDDINE, A. A., BLEL, A., & ISLEM, B. M. (2022). Study of Meteorological Drougth Under Climate Change in Ain Defla Region (Algeria). 台灣水利, 70(4), 9-21.

- Boudiaf, S., Hamdi, R., and Goudia, D. S. (2019). "Climate Change and Water Resources Management in the Algerian Steppe: Challenges and Opportunities." Water Resources Management 33(1): 231-245.

- Hamdi, R., Boudiaf, S., and Benkhalfa, H. (2017). "Climate Change and Its Impact on Agriculture in the Algerian Steppe: Challenges and Adaptation Strategies." Journal of Arid Environments 144: 56-65.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N., & Widhalm, M. (2011). The Lincoln declaration on drought indices: universal meteorological drought index recommended. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *92*(4), 485-488.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993, January). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).
- McKee, K. L. (1995). Seedling recruitment patterns in a Belizean mangrove forest: effects of establishment ability and physico-chemical factors. Oecologia, 101, 448-460.
- Mirabbasi, R., Anagnostou, E. N., Fakheri-Fard, A., Dinpashoh, Y., & Eslamian, S. (2013). Analysis of meteorological drought in northwest Iran using the Joint Deficit Index. Journal of Hydrology, 492, 35-48.
- Guttman, D. S., & Dykhuizen, D. E. (1994). Clonal divergence in Escherichia coli as a result of recombination, not mutation. Science, 266(5189), 1380-1383.
- Guttman, N. B. (1999). Accepting the standardized precipitation index: a calculation algorithm 1. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 35(2), 311-322.
- Abi, K. (2018). A Review of The Climate Change Funding under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) - With reference to the case of Algeria .338-320 ,(1)3 ,مجلة البحوث الاقتصادية المتقدمة .
https://www.asjp.cerist.dz/en/article/66583
- زوبيدة م., زوبيدة م., & فاطمة الزهراء ي. ش. (2012). التسيير المستدام للموارد المائية ودوره في رفع فعالية الزراعة في الصحراء الجزائرية. جديد الاقتصاد, 7(1), 31-62 .
https://www.asjp.cerist.dz/en/article/12666
- موقع الويب: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer.