



كلية الآداب

جامعة طنطا

قسم الجغرافيا

الأمطار في سهل الجفارة بلبيبا: احتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الآداب

من قسم الجغرافيا

مقدمة من الطالب

أبوبكر عبدالله محمد الحبتي

إشراف

أ.د/ شحاتة سيد أحمد طلبية

أ.د/ إبراهيم عبد الهادي على غانم

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية

كلية الآداب - جامعة القاهرة

كلية الآداب - جامعة طنطا

أ.د/ عبدالقادر عبدالعزيز علي

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب - جامعة طنطا

(رحمه الله)

طنطا

(2014)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنَّاهُ فِي الْأَرْضِ ط
وَإِنَّا عَلَى ذَهَابٍ بِهِ لِقَادِرُونَ ﴾

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

(سورة المؤمنون : 18)

إهداء

• إلى والدتي العزيزة أطل الله في عمرها بكامل الصحة والعافية.

• إلى روح والدي رحمه الله وأسكنه فسيح جناته.

• إلى إخوتي الأعزاء.

• إلى زوجتي وأولادي.

شكر وتقدير

أحمد الله عز وجل واشكره أولاً وأخيراً على ما أنعم به عليّ من النعم الكثيرة، منها ما وفقني إليه من طلب العلم، وسهل لي طريقه إلى أن انجز لي هذه الرسالة، راجياً من الله عز وجل أن يتقبل مني هذا العمل، ويجعله خالصاً لوجهه الكريم.

ثم لا يفوتني أن اشكر هذه الدولة المباركة – جمهورية مصر العربية – على ما قدمته لطلبة العلم الدارسين فيها، واهتمامها بشؤون طلاب العالم العربي ، ومساهمتها الظاهرة في هذا المجال والشكر ايضاً الى القسم الثقافي الليبي بالسفارة الليبية بالقاهرة لما يقدموه من خدمات لطلبة العلم على الساحة المصرية.

كما يسعدني أن اتقدم بوافر الشكر والتقدير إلى استاذي الفاضل الاستاذ الدكتور شحاتة سيد أحمد طلبة المشرف على هذه الرسالة، الذي وهبني أوقاته الغالية وأفاض عليّ كثيراً من علمه وتوجيهاته السديدة وملحوظاته القيمة وخبراته العلمية، وشجعتني على متابعة البحث بكل جد ونشاط ، مما كان له أثر في إخراج هذه الرسالة بالصورة اللائقة فقد كان لي نعم المعلم والمشرف، فعسى الله الكريم أن يجزيه خير الجزاء وأن يجعل ذلك في موازين حسناته يوم الدين.

كما اتقدم بخالص شكري واحترامي الى الاستاذ الدكتور ابراهيم على غانم المشرف ايضاً على هذه الرسالة وبالرغم من بعد المسافة بيني وبينه فقد كانت لي معه عدة جلسات قدم لي فيها ملاحظاته ولمساته القيمة التي حسنت من مستوى هذه الرسالة فقد كان نعم الاستاذ المرشد والناصح.

كما لا يفوتني أن ادعو بالمغفرة والرحمة إلى الاستاذ الدكتور عبدالقادر عبدالعزيز على، استاذ الجغرافيا بالكلية الذي كان مشرفاً على هذه الرسالة نسأل الله أن يتغمده بواسع رحمته وأن يسكنه فسيح جناته.

كما لا أنسى أن اقدم شكري إلى الاستاذين الكريمين: الاستاذ الدكتور محمد صبري محسوب استاذ الجغرافيا الطبيعية ووكيل آداب القاهرة السابق و الاستاذ الدكتور طارق زكريا إبراهيم رئيس قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الزقازيق – اللذان تفضلاً بقبول قراءة هذه الرسالة وتقويمها ومناقشتها وكذلك تحملهما متاعب السفر فجزاهم الله عنا أفضل الجزاء.

كما اتقدم بالشكر والتقدير إلى قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة طنطا وكذلك إلى إدارة الدراسات العليا بالكلية وإلى كل الإدارات بجامعة طنطا التي تعاملت معها خلال فترة إعداد هذه الدراسة. كما لا يفوتني أن أقدم شكري وتقديري إلى المهندس رضا الجندي.

وكل الشكر والتقدير والاحترام إلى والدتي لما قدمته من رعاية صادقة للأسرة مُتمنياً لها طول العمر بكامل الصحة والعافية، وإلى والدي رحمه الله واسكنه فسيح جناته وإلى اخوتي الاعزاء و كذلك زوجتي وأولادي اللذين تحملوا معي عناء الغربة طيلة فترة الدراسة اتقدم اليهم جميعاً بجزيل الشكر والتقدير راجياً من الله عز وجل لهم الخير والثواب، وإلى كل من اعانني على اتمام هذه الدراسة فجزاه الله عني خير الجزاء.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الطالب/ أبوبكر عبدالله محمد الحبتي

bakrhabati@yahoo.com

مارس 2014

الفهارس

- (أ) فهرس الموضوعات.
- (ب) فهرس الجداول.
- (ج) فهرس الاشكال.
- (د) فهرس الملاحق.

(أ) فهرس المحتويات

الصفحة	الموضوع
أ - د	الفهارس
15 - 1	المقدمة
67 - 17	الفصل الاول خصائص الامطار في سهل الجفارة.
17 - 17	مقدمة.
29 - 17	اولاً:العوامل الجغرافية والمناخية المؤثرة في الأمطار.
31-29	ثانياً:انواع الأمطار.
41-31	ثالثاً:التوزيع السنوى والفصلى والشهرى للأمطار.
49-41	رابعاً:الاختلاف السنوى والفصلى للأمطار.
57-50	خامساً:عدد الايام الممطرة .
60-57	سادساً:تركز المطر.
67-61	سابعاً:الاتجاه العام في كميات الامطار خلال الفترة (1970-2009).
90-69	الفصل الثاني احتمالات سقوط الامطار في سهل الجفارة بليبيا.
70-69	مقدمة.
75-71	اولاً:احتمالية سقوط الامطار السنوية بالكميات (130،190،250ملم).
71-71	1-احتمالية سقوط 130 ملم في السنة.
74-71	2- احتمالية سقوط 190 ملم في السنة.
75-74	3- احتمالية سقوط 250 ملم في السنة.
76-76	ثانياً:احتمالية سقوط الامطار الفصلية بالكميات (30،70،110 ملم).
76-76	1-احتمالية سقوط الامطار في فصل الشتاء.
78-76	أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الشتاء.
79-79	ب- احتمالية سقوط 70 ملم في فصل الشتاء.
81-80	ج- احتمالية سقوط 110 ملم في فصل الشتاء.
81-81	2- احتمالية سقوط الامطار في فصل الربيع.
83-81	أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الربيع.
84-83	ب- احتمالية سقوط 70 ملم في فصل الربيع.
85-84	ج- احتمالية سقوط 110 ملم في فصل الربيع.
85-85	3- احتمالية سقوط الامطار في فصل الخريف.

الصفحة	الموضوع
86-86	أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الخريف.
87-87	ب- احتمالية سقوط 70 ملم في فصل الخريف.
89-88	ج- احتمالية سقوط 110 ملم في فصل الخريف.
114-92	الفصل الثالث درجة الاعتماد على الامطار في سهل الجفارة بليبيا.
92-92	مقدمة.
93-93	اولا: درجة الاعتماد على الامطار السنوية.
95-93	1- درجة الاعتماد على الامطار السنوية بنسبة (70%).
96-95	2- درجة الاعتماد على الامطار السنوية بنسبة (80%).
97-96	3- درجة الاعتماد على الامطار السنوية بنسبة (90%).
98-98	ثانيا: درجة الاعتماد على الامطار الفصلية.
100-98	1- درجة الاعتماد على الامطار في فصل الشتاء بنسبة (70%).
101-100	2- درجة الاعتماد على الامطار في فصل الشتاء بنسبة (80%).
103-102	3- درجة الاعتماد على الامطار في فصل الشتاء بنسبة (90%).
104-103	ثالثا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الربيع بنسبة (70%).
106-105	رابعا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الربيع بنسبة (80%).
107-107	خامسا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الربيع بنسبة (90%).
110-108	سادسا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الخريف بنسبة (70%).
111-110	سابعا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الخريف بنسبة (80%).
112-112	ثامنا: درجة الاعتماد على الامطار في فصل الخريف بنسبة (90%).
143-116	الفصل الرابع التحليل المكاني والزمني للجفاف في سهل الجفارة باستخدام دليل المطر القياسي (Standard Precipitation index) SPI
117-116	مقدمة.
118-118	دليل المطر القياسي Spi.
120-119	النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي Spi.
122-120	خصائص الجفاف بمنطقة الدراسة.
123-123	التوزيع المكاني والزمني للجفاف بمنطقة الدراسة.
123-123	اولا: التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما Spi = 1- بتصنيف جاف معتدل.
125-123	ثانيا: التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما Spi = 2- بتصنيف شديد الجفاف.

الصفحة	الموضوع
127-125	ثالثا: التوزيع المكاني والزمني لاستدامة الجفاف.
128-128	رابعا: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما Spi = 1- بتصنيف جاف معتدل.
129-129	خامسا: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما Spi = 2- بتصنيف شديد الجفاف.
170-145	الفصل الخامس التحليل الاحصائي للعلاقة بين الامطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة بليبيا- باستخدام برنامج HARTT
147-145	مقدمة.
147-147	الحوض المائي لسهل الجفارة.
149-148	التغذية الطبيعية للمياه بسهل الجفارة.
152-149	تحليل الرسم المائي : الامطار والاتجاهات الزمنية (HARTT).
154-153	النموذج الرياضي لبرنامج HARTT.
155-154	تفسير بعض مخرجات برنامج HARTT.
155-155	العلاقة بين الامطار ومستويات المياه الجوفية.
158-156	اولا: التحليل الاحصائي للامطار والمياه الجوفية وعلاقته بالرواسب الجيولوجية السطحية.
162-158	ثانيا: العلاقة بين الامطار ومستوى المياه الجوفية الضحلة علي اعماق (30-50 متر).
163-163	ثالثا: العلاقة بين الامطار ومستوى المياه الجوفية المتوسطة علي اعماق (51-100 متر).
164-164	رابعا: العلاقة بين الامطار ومستوى المياه الجوفية العميقة علي اعماق (101-180 متر).
176-172	الخاتمة.
190-178	الملاحق.
201-191	المصادر والمراجع.
	الملخص العربي والأجنبي.

(ب) فهرس الجداول

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
7	الموقع الفلكي لمحطات الارصاد الجوية المستخدمة في الدراسة وارتفاعها عن سطح البحر بالمتر.	1
35	متوسط الامطار الشهرية والنسبة المئوية لإسهامها في المعدل الفصلي والسنوى علي مستوى منطقة الدراسة خلال الفترة (2009-1956).	2
37	معدل كميات الامطار الساقطة في الفصول الممطرة ونسبتها الي المعدل خلال الفترة (2009-1956).	3
37	متوسط الامطار الفصلية والنسبة المئوية لإسهامها في المعدل علي مستوى منطقة الدراسة خلال الفترة (2009-1956).	4
43	متوسط معاملات الاختلاف السنوية والفصلية خلال الفترة (2009-1956).	5
45	معاملات اختلاف الامطار السنوية والفصلية (%) لمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	6
53	متوسط عدد الايام الممطرة الفصلي والموسمي.	7
54	نسبة المتوسط الفصلي للمتوسط الموسمي لعدد الايام الممطرة.	8
60	المتوسط الفصلي لتركز الامطار.	9
70	قيمة Z لاحتمالات التوزيع الطبيعي.	10
72	احتمالات سقوط الامطار السنوية بالكميات (250،190،130 ملم) للفترة (2009-1956).	11
78	احتمالات سقوط الامطار في فصل الشتاء بالكميات (110،70،30 ملم) للفترة (2009-1956).	12
78	احتمالية سقوط الامطار السنوية والفصلية بالكميات محددة عن كافة محطات الدراسة للفترة (1956-2009).	13
83	احتمالية سقوط الامطار في فصل الربيع بالكميات (110،70،30 ملم) للفترة (2009-1956).	14
89	احتمالات سقوط الامطار في فصل الخريف بالكميات (110،70،30 ملم) للفترة (2009-1956).	15
95	كميات الامطار السنوية (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%،80%،90%) للفترة (1956-2009).	16
98	كميات الامطار السنوية والفصلية (ملم) التي يعتمد عليها بالنسب المئوية المحددة لكامل محطات الدراسة.	17
100	كميات الامطار في فصل الشتاء (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%،80%،90%) للفترة (1956-2009).	18
106	كميات الامطار في فصل الربيع (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%،80%،90%) للفترة (1956-2009).	19
110	كميات الامطار في فصل الخريف (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%،80%،90%) للفترة (1956-2009).	20
119	تصنيف دليل المطر القياسي Spi.	21
122	تحليل مفصل لنتائج Spi لكل محطة بمنطقة الدراسة للفترة (2009-1956).	22
127	تاريخ حدوث اطول فترات جفاف لمحطات منطقة الدراسة للفترة (2009-1956).	23
132-136	يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة.	24
152	اسماء الابار المختارة للدراسة بمنطقة سهل الجفارة وإحداثياتها.	25
157	التحليل الاحصائي للآبار وعلاقته بالرواسب الجيولوجية السطحية- مرتب ترتيبا تصاعديا على اساس العمق.	26

الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
159	توزيع الابرار حسب مواقعها بالرواسب الجيولوجية وعلاقتها بتأخر مياه الامطار.	27
161	نتائج التحليل الاحصائي للعلاقة بين الامطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة.	28

(ج) فهرس الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
3	الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.	1
8	توزيع محطات الارصاد الجوية المستخدمة.	2
19	امتداد سلسلة جبال نفوسة داخل الاراضي التونسية.	3
21	الطرق التي تسلكها المنخفضات الجوية ومعدل تكرارها واماكن نشأتها في البحر المتوسط.	4
23	متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر يناير).	5
24	متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر ابريل).	6
25	متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر اغسطس).	7
26	متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر اكتوبر).	8
33	توزيع متوسط الامطار السنوية خلال الفترة (1956-2009).	9
34	معدلات الامطار الشهرية بمنطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	10
38	توزيع امطار فصل الخريف خلال الفترة (1956-2009).	11
39	توزيع امطار فصل الشتاء خلال الفترة (1956-2009).	12
40	معدلات الامطار السنوية والفصلية (مم) في منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	13
41	توزيع امطار فصل الربيع خلال الفترة (1956-2009).	14
43	معامل اختلاف الامطار السنوية خلال الفترة (1956-2009).	15
44	معامل اختلاف الامطار السنوية والفصلية (%) في منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	16
46	معامل اختلاف الامطار الخريفية خلال الفترة (1956-2009).	17
48	معاملات اختلاف الامطار السنوية والفصلية (%) لمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	18
48	معامل اختلاف الامطار الشتوية خلال الفترة (1956-2009).	19
49	معامل اختلاف الامطار الربيعية خلال الفترة (1956-2009).	20
52	المتوسط الفصلي والموسمي لعدد الايام الممطرة خلال الفترة (1956-2009).	21
59	المتوسط الفصلي لتركز الامطار خلال الفترة (1956-2009).	22
62	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة الجوش.	23
62	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة بئر الغنم.	24

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
63	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة صرمان.	25
63	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة مدينة طرابلس.	26
63	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة مطار طرابلس.	27
63	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة رأس جدير.	28
64	الذبذبة السنوية وخط الاتجاه العام في محطة زوارة.	29
65	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة الجوش.	30
65	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة مدينة طرابلس.	31
65	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة مطار طرابلس.	32
65	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة رأس جدير.	33
66	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة زوارة.	34
66	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة صرمان.	35
66	المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية في محطة بئر الغنم.	36
73	احتمالات سقوط الأمطار السنوية بالكميات (130، 190، 250 ملم) للفترة (1956-2009).	37
73	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (130 ملم).	38
74	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (190 ملم).	39
75	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (250 ملم).	40
77	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بكمية (30 ملم).	41
77	احتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بالكميات (30، 70، 110 ملم) خلال الفترة (1956-2009).	42
79	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بكمية (70 ملم).	43
82	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع (30ملم).	44
82	احتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بالكميات (30، 70، 110 ملم) خلال الفترة (1956-2009).	45
84	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بكمية (70ملم).	46
85	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بكمية (110ملم).	47
86	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (30ملم).	48
87	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (70ملم).	49
88	النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (110ملم).	50
89	احتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بالكميات (30، 70، 110 ملم) خلال الفترة (1956-2009).	51
94	كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (70%).	52
94	كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009).	53

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
96	كميات الامطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (80%).	54
97	كميات الامطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (90%).	55
99	كميات الامطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (70%).	56
99	كميات الامطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة.	57
101	كميات الامطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (80%).	58
102	كميات الامطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (90%).	59
104	كميات الامطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (70%).	60
104	كميات الامطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة.	61
105	كميات الامطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (80%).	62
107	كميات الامطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (90%).	63
109	كميات الامطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (70%).	64
109	كميات الامطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة.	65
111	كميات الامطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (80%).	66
112	كميات الامطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (90%).	67
120	مخطط محطة يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار.	68
121	النسب المئوية لأصناف دليل المطر القياسي Spi للمحطات بمنطقة الدراسة.	69
124	قيم الجفاف عندما Spi = 1- بتصنيف جاف معتدل.	70
125	قيم الجفاف عندما Spi = 2- بتصنيف شديد الجفاف.	71
126	استدامة الجفاف Spi بالشهور.	72
128	شدة الجفاف عندما Spi = 1- بتصنيف جاف معتدل.	73
129	شدة الجفاف عندما Spi = 2- بتصنيف شديد الجفاف.	74
131	المساحة المزروعة بمحصول الشعير في ليبيا خلال الفترة من سنة 1971 الى سنة 1990.	75
131	مخطط يوضح فترات الجفاف باستخدام Spi لسلسلة زمنية لمحطة أمطار رقدالين للفترة 1958-2004.	76
137-143	مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة.	77
151	توزيع محطات الارصاد الجوية والآبار الجوفية بمنطقة سهل الجفارة.	78
164	معدل اتجاه الهبوط السنوي (متر) للآبار باستخدام HARTT لمنطقة الدراسة.	79
166	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - القره بوللي_5.	80
166	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - تاجوراء_3.	81
167	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - بدر.	82
167	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - بئر ترفاس_2.	83

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
168	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - طرابلس_4.	84
168	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - عين زارة.	85
169	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - الماية.	86
169	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - القره بوللي_2.	87
170	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - السواني.	88
170	منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبنر - سوق الخميس.	89

(د) فهرس الملاحق

الصفحة	عنوان الملحق	رقم الملحق
-179 181	النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي SPI.	1
-182 185	المتوسطات الثلاثية والخماسية المتحركة في بعض المحطات المختارة خلال الفترة (1970-2009).	2
186	المتوسط الشهري والموسمي لعدد الايام الممطرة لمحطات في سهل الجفارة.	3
187	نتائج التحليل الاحصائي للعلاقة بين الامطار ومستويات المياه الجوفية للابار المختارة بسهل الجفارة عبر برنامج HARTT.	4
188	متوسط الامطار الشهرية والسنوية بمنطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)	5
-189 190	الامطار الشهرية وحالة الشهور الممطرة والانتقالية والجافة خلال الفترة (1956-2009)	6

المقدمة

- أولاً: موقع منطقة الدراسة وحدودها.
- ثانياً: اسباب اختيار الموضوع وأهميته.
- ثالثاً: تساؤلات الدراسة.
- رابعاً: اهداف الدراسة.
- خامساً: المناهج والأساليب المتبعة في الدراسة.
- سادساً: مصادر الدراسة.
- سابعاً: الدراسات السابقة.
- ثامناً: محتويات الدراسة.

المقدمة

تمهيد:

لقد فرضت الظروف الطبيعية على ليبيا بأن يكون موقعها الفلكي في العروض المدارية وشبه المدارية، وأنها تتوسط الساحل الجنوبي للبحر المتوسط، مع عدم وجود سلاسل جبلية تذكر، واختفاء يكاد يكون تاماً لمجري المياه الدائمة، وبالرغم من أن الشريط الساحلي لليبيا يمتد على البحر المتوسط ويستقبل كمية من المطر في فصل التساقط، إلا أن ذلك يختلف من جهة إلى أخرى، فمن هذه المناطق ما تكفي أمطاره لنمو غابات واحراش دائمة الخضرة، كما هو الحال في الجبل الاخضر، ومنها ما لا يكفي أمطاره إلا لنمو حشائش موسمية سرعان ماتختفي بإختفاء آخر رخة مطر في الموسم، كما هو الحال في منطقة سهل الجفارة، و بالمقابل نجد مناطق أخرى تكاد تنعدم فيها الامطار وتطغى عليها رمال الصحراء، كما هو الحال في شريط خليج سرت الذي يتوغل إلى الجنوب مما يجعل الرياح العكسية الممطرة لاتصل إليه (سالم الزوام، 1995، ص 65).

وبالرغم من الظروف الطبيعية السابقة، فإن دراسة المطر في أي بلد ضرورة ملحة لا يمكن الاستغناء عنه لتقييم هذا العنصر المناخي المهم، فالمطر يعتبر مورداً طبيعياً تقوم عليه العديد من المشاريع وبالتالي المساعدة في بناء السياسات التخطيطية المختلفة للدولة. وليبيا بحكم افتقارها إلى موارد المياه المتجددة، فإنها احوج ما تكون لإعطاء موضوع المطر وكذلك مساهمته في تغذية المياه الجوفية، المزيد من الاهتمام لرفع كفاءة استغلال هذه الموارد وتحقيق الهدف المنشود منها.

يرتبط معظم التساقط في ليبيا ومنطقة سهل الجفارة بمرور المنخفضات الجوية التي تتكون على المحيط الأطلسي و حوض البحر المتوسط، ونظراً لوقوع الساحل الليبي في أقصى الحدود الجنوبية لنطاق أعاصير المناطق المعتدلة، حيث تتصارع كتل الهواء الجافة مع كتل الهواء الرطبة وينتج عن هذا التصارع أحياناً سيطرة الكتل الرطبة فيزداد المطر وأحياناً أخرى تكون سيطرة الهواء المداري الجاف فينجم عنه الجفاف.

ونتيجة لاختلاف عدد المنخفضات الجوية واختلاف خصائصها ومساراتها يظهر في بعض الأوقات اختلافات هامة في تباين ما يسقط من أمطار على منطقة الدراسة، فعلى سبيل المثال بلغت كمية الأمطار الساقطة على مدينة الزاوية عام 1933م ما مقداره 453 ملم، بينما سجلت محطة مرسى ديلة، شمال الزاوية بنحو ثلاث كيلومتر 510 ملم، في حين كان الرقم

المسجل بمنطقة النجيلة (خمس كيلومترات جنوب الزاوية) هو 430 ملم فقط (الهادي أبولقمة، 1998، ص296).

إن سلوك خصائص سقوط الأمطار في المناطق الجافة أو شبه الجافة مثل ليبيا يجعل من الصعب التنبؤ بها إلى حد ما. ومع ذلك فإن الأساليب الإحصائية والاحتمالات توفر السبل اللازمة لمثل هذا الهدف. ولتطبيق الأساليب الإحصائية يرى البعض ضرورة توفر البيانات المناخية التفصيلية للقيام بهذه العمليات الإحصائية ولكن، ليست المشكلة في معظم أهداف الجغرافيا، هي قلة البيانات المناخية ولكن بالأحرى طريقة تحويل هذه البيانات المناخية المتوفرة إلى مقاييس إحصائية والتي سوف تكون مفهومة وفي الوقت نفسه فعالة في تقييم نواحي المناخ المهمة بالنسبة للبيانات المكانية الأخرى (ريتشارد هارتشون، 1988، ص121).

أولاً: موقع منطقة الدراسة وحدودها:

يقع سهل الجفارة فلكياً بين دائرتي عرض 15'، 32° شمالاً من جهة الجنوب و10'، 33° شمالاً من جهة الشمال، وبين خطي طول 30'، 11° شرقاً من ناحية الغرب و14° شرقاً.

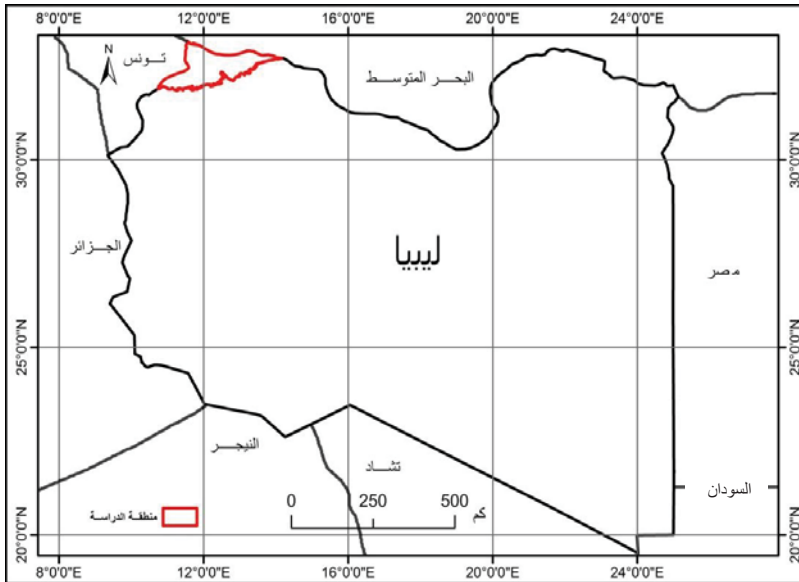
اما جغرافياً فيقع السهل في القسم الغربي من ليبيا الذي يتمثل في نطاق إقليم سهل الجفارة، والذي يمتد على شكل مثلث رأسه عند رأس المسن، إلى الغرب من منطقة الخمس، نحو 20 كيلو متر، حيث يلتقي البحر بالجبل، ويختفي أي أثر للسهل، أما قاعدته فتتمثلها الحدود الليبية التونسية في الغرب، باتجاه شمال جنوب، بطول 150 كيلو متر في أقصى اتساع له، في حين يشكل ساحل البحر حده الشمالي وجبال نفوسة (الجبل الغربي) حده الجنوبي، مشكلاً بذلك مساحة تقدر بحوالي 18000 كيلو متر مربع أو ما يساوي 1% من كامل مساحة البلاد، شكل (1).

ثانياً: اسباب اختيار الموضوع وأهميته:

تتمثل أهمية الدراسة الحالية في كونها تهتم بشأن احتمالات سقوط الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في منطقة سهل الجفارة وتشمل أيضاً توزيع الأمطار السنوية والفصلية وتذبذبها على المستوى الزمني والمكاني واحتمالات سقوطها بكميات محددة على المستوى السنوي والفصلي إضافة إلى حساب الجفاف وإبرازها على هيئة خرائط، كما ترمي الدراسة إلى تحديد درجة الاعتماد على الأمطار أثناء السنة والفصل في المنطقة، وينتهي البحث بعد ذلك إلى دراسة تحليلية عن علاقة المياه الجوفية السطحية بالأمطار.

ولعل نتائج ومخرجات الدراسة من خرائط وأشكال بيانية متعددة وتحليلات إحصائية تُسهم في إضافة معلومات ذات فائدة علمية قد تفيد في ترقية الإمكانات الزراعية والرعية والمساعدة في الترشيد والمحافظة على الموارد المائية المحدودة وذلك من خلال وضع البرامج والخطط السليمة المبنية على الدراسات العلمية لكيفية الاستغلال الأمثل لمياه الأمطار والاستفادة منها إلى أقصى حد ممكن في مختلف استخدامات النشاط البشري في منطقة الدراسة. وكان اختيار الطالب لمنطقة سهل الجفارة موضوعاً لهذه الدراسة نابغاً من عدة أسباب منها:

- 1- أن دراسة الماء بشكل عام غاية في الأهمية ويزداد الامر تأكيداً عندما يتعلق بخصائص المطر وما مدى الاستفادة منه، وتتعاظم هذه الأهمية عندما نعلم بأن سهل الجفارة يعتبر من أهم المناطق في ليبيا على الإطلاق سواء على صعيد عدد السكان والنشاط الاقتصادي والزراعي.
- 2- عدم توفر دراسات تختص باحتمالات سقوط الأمطار بكميات محددة وكذلك مدى تأثير المطر في المياه الجوفية والتي من الممكن أن تساهم في ترشيد الاستهلاك وتنمية منطقة الدراسة.
- 3- يكتسب دراسة المناخ أهمية خاصة في حياة الانسان لما له من دور في التخطيط والتنمية، عليه يرى الطالب رغبته في هذا التخصص.



شكل (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

ثالثاً: تساؤلات الدراسة:

تعاني منطقة سهل الجفارة كما هو الحال في معظم مناطق ليبيا الأخرى من شح في كميات الأمطار وتذبذبها وعدم انتظامها، وتعاني ليبيا كافة جراء هذا سيطرة ظروف الجفاف عليها أحياناً ومن ثم العجز المائي على مدى فصول السنة المختلفة، لذا فإن أخطر جانب من جوانب الزراعة البعلية في ليبيا هو اعتمادها على أمطار تتفاوت كمياتها تفاوتاً كبيراً من عام لآخر بمستوى يصعب التنبؤ باحتمالية تقدير حدوثه أثناء السنة، والتي تتمثل فيها مشكلة الدراسة. إن هذه الظروف قد فرضت على السكان الاعتماد على المياه الجوفية بشكل كبير في جميع مناحي الحياة، مما زاد من مشكلة المياه بالمنطقة، وبناءً على ما تقدم يمكن القول بأن مشكلة الدراسة تتمحور في التساؤلات الآتية:

- 1- ما مدى اختلاف توزيع كميات الأمطار ودرجة تذبذبها من مكان إلى آخر في منطقة الدراسة؟
- 2- هل هناك اختلاف في احتمالات سقوط الأمطار بكميات محددة بين أجزاء المنطقة؟
- 3- ما مدى تفاوت كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسب محددة بين أجزاء المنطقة؟
- 4- ما مدى اختلاف فترات الجفاف وشدتها وتوزيعها من مكان إلى آخر في منطقة الدراسة؟
- 5- هل هناك اختلاف في التغذية المطرية بين آبار منطقة الدراسة؟
- 6- هل هناك اختلاف بين أعماق الآبار من حيث الوقت الضائع (بالشهور) بين سقوط الأمطار وتأثيرها في المياه الجوفية؟
- 7- هل هناك اختلاف بين الآبار من حيث هبوط مستوى المياه الجوفية في منطقة الدراسة؟

رابعاً: أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

- 1- تحليل خصائص الأمطار من حيث التوزيع السنوي والفصلي وتحديد سمات تذبذب كمياتها.

- 2- التعرف على احتمالات سقوط الأمطار السنوية والفصلية بكميات محددة.
- 3- تحديد درجة الاعتماد على كميات الأمطار بنسب مئوية محددة أثناء السنة والفصول المختلفة.
- 4- تحديد طول فترات الجفاف وشدها وتوزيعها، التي تمر بها منطقة الدراسة.
- 5- التعرف على الآبار بجميع أعماقها التي لها علاقة بتغذية مياه الأمطار.
- 6- تحديد الوقت الضائع (بالشهور) بين سقوط الأمطار وتأثيرها في المياه الجوفية بمختلف أعماقها.
- 7- التعرف على الآبار الأكثر استنزافاً واتجاهها بمنطقة الدراسة.

خامساً: المناهج والأساليب المتبعة في الدراسة:

لتحقيق الأهداف السابق ذكرها فإن هذه الدراسة تعتمد على عدد من المناهج والأساليب التي تخدم موضوع الدراسة منها المنهج الإقليمي والموضوعي في إطار إقليمي (منطقة الدراسة) والمتمثل في معرفة تغيرات وتطور الأمطار وكذلك علاقته بالمياه الجوفية.

أما عن أساليب الدراسة فتتمثل في:

- الأسلوب الوصفي.
- الأسلوب الكارتو جرافي حيث تعتبر الخرائط والرسوم البيانية ذات أهمية بالغة حيث توفر الجهد والوقت فيما لو نظرنا إلى الجداول الإحصائية والتي تكون كثيرة ومعقدة.
- كما استخدم الباحث الأسلوب الإحصائي بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة تخدم البحث، إضافة إلى ذلك تم رسم الخرائط والأشكال البيانية عبر تطبيق برامج متخصصة حسب أهداف كل فصل من الدراسة منها برنامج Excel ، SPSS ، Arc Gis ، HARTT ، Surfer.

سادساً: مصادر الدراسة:

اعتمدت الدراسة على البيانات الصادرة عن الجهات الحكومية والهيئات الرسمية التابعة للدولة الليبية، بالإضافة إلى الإستعانة بالدراسات والبحوث المتعلقة بموضوع البحث، وعلى ذلك يمكن حصر الدراسة التي تم الاعتماد عليها في الآتي:

1- المصادر الإحصائية:

- تتمثل في البيانات المناخية التي تم الحصول عليها من المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبية بطرابلس والمتمثلة في المجموع الشهري للأمطار وكذلك المتوسط الشهري لعدد الأيام الممطرة خلال الفترة ما بين (1956-2009) ويوضح الجدول (1) والشكل (2) محطات الدراسة وفترات الدراسة.
- بيانات تقرير الشبكة البيزومترية للآبار بمنطقة سهل الجفارة الصادر عن الهيئة العامة للمياه بطرابلس خلال الفترة ما بين (1978-2003).

2- الخرائط:

لقد اعتمد الباحث على خريطة ليبيا الجيولوجية، الصادرة عن مركز البحوث الصناعية بطرابلس (2009)، إدارة البحوث الجيولوجية والتعدين، مقياس رسم 1:1,000,000.

سابعاً: الدراسات السابقة:

لقد تعددت الدراسات المناخية بشكل عام والأمطار بشكل خاص بمنطقة سهل الجفارة وقد نال هذا العنصر اهتماماً كبيراً من قبل الباحثين لشعورهم بأهمية المياه كعنصر حيوي أول على استمرار الحياة والمنطقة بشكل خاص.

باعتبار أن بعض الدراسات التي أجريت على منطقة سهل الجفارة حول هذا الموضوع قد تشابهت في نتائجها، ولكي نبتعد عن تكرار النتائج نورد فيما يلي باختصار بعض منها:

1- عبد العزيز طريح شرف (1958) "مشكلة الأمطار في ليبيا" مجلة كلية الآداب والتربية، العدد الأول، الجامعة الليبية، بنغازي . ذكر أن أكثر الأمطار تتركز في الشريط الساحلي ووجود التضاريس و شكل الساحل و تعاريفه يكون سبباً في اختلاف الأمطار من مكان إلى آخر.

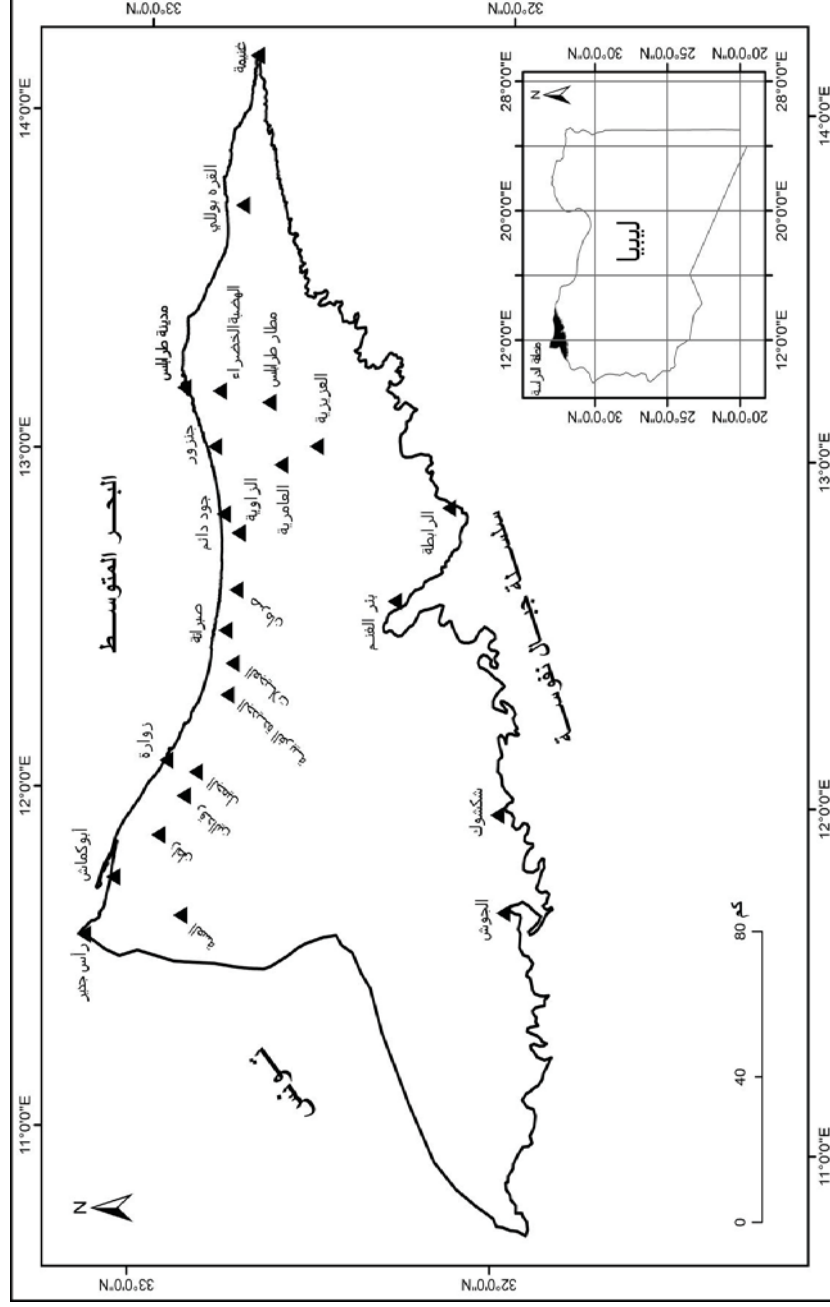
2- حسن الخياط (1970) "موارد المياه في سهل الجفارة بليبيا" مجلة كلية المعلمين العدد الأول طرابلس. توصل من خلال دراسته لمعدلات الأمطار أن المنطقة تعاني من مشكلة تذبذب الأمطار والجفاف وأن أمطار السواحل تتناقص في بعض السنوات بسبب ابتعاد مسارات المنخفضات الجوية عن الساحل ، لهذا فإن القيام

جدول (1) المواقع الفلكية لمحطات الأرصاد الجوية المستخدمة في الدراسة وارتفاعها عن سطح البحر بالمتري

رقم مسلسل	المحطة	فترة التسجيل (سنة)	الموقع الفلكي		الارتفاع عن سطح البحر (م)	البعد عن الساحل (كم)	نوع المحطة
			خط الطول	دائرة العرض			
1	راس اجدير	2004-1964	°11 '34	°33 '09	5	3	امطار
2	ابوكماش	1995-1956	°11 '44	°33 '05	20	3	امطار
3	زلطن	2005-1964	°11 '52	°32 '57	10	15	امطار
4	زوارة	2009-1970	°12 '05	°32 '53	3	3	سطحية
5	رقدالين	2005-1957	°11 '60	°32 '53	6	16	امطار
6	الجميل	2005-1963	°12 '03	°32 '51	5	12	امطار
7	الجديدة الغربية	2005-1964	°17 '12	°46 '32	30	10	امطار
8	العجيلات	2005-1957	°12 '22	°32 '46	30	9	امطار
9	صبراتة	2004-1957	°12 '29	°32 '47	16	0	بحرية
10	صرمان	2009-1975	°12 '35	°32 '45	23	5	مناخية
11	الزاوية	2009-1989	°12 '45	°32 '45	25	5	زراعية
12	جوددانم	2005-1961	°12 '48	°32 '47	21	3	امطار
13	جنزور	2005-1957	°13 '01	°32 '49	25	3	امطار
14	الهضبة الخضراء	2009-1978	°13 '10	°32 '48	48	8	زراعية
15	مدينة طرابلس	2009-1970	°13 '11	°32 '54	25	4	مناخية
16	القره بولي	2005-1965	°13 '43	°32 '45	40	5	امطار
17	غنيمة	1999-1795	°14 '05	°32 '70	50	6	امطار
18	مطار طرابلس	2009-1970	°13 '09	°32 '40	80	23	سطحية
19	العامرية	2005-1957	°12 '57	°32 '38	80	23	امطار
20	العسة	2005-1957	°11 '38	°32 '53	34	35	امطار
21	العزيبية	2005-1957	°13 '01	°32 '32	80	35	امطار
22	بئر الققم	2005-1957	°12 '34	°32 '19	115	55	امطار
23	الرابطة	1990-1966	°12 '51	°32 '10	100	70	امطار
24	شكشوك	2000-1966	°11 '57	°32 '01	200	111	امطار
25	الجوش	2005-1957	°11 '40	°32 '00	238	121	امطار

المصدر: المركز الوطني للأرصاد الجوية بطرابلس .

شكل (2) توزيع محطات الأرصاد الجوية المستخدمة



المصدر: من عمل الباحث .

بالنشاط الزراعي على نطاق واسع محفوف بالمخاطر، و إن الجفاف يخلق صعوبات متشعبة أمام أى تطور زراعي على نطاق واسع .

3- أبو القاسم محمد العزابی(1981)"الطرق والنقل البري والتغير الاجتماعي والاقتصادي في الجماهيرية"، المنشأة الشعبية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس . أشار من خلال بحثه أن الانظمة الأعصارية المتقلبة التي تغزو منطقة البحر المتوسط، كانت سبباً في اختلاف كمية الأمطار وتوزيعها من سنة إلى أخرى ومن فصل لآخر في ليبيا ، كما أنه يرى أن الأمطار لها دور مهم في الزراعة بالمنطقة الغربية.

4-حسن محمد الجديدي(1986)"الزراعة المروية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة" كتاب، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراتة. أشار إلى أن هناك اختلافاً في تغذية الأمطار التي تصل إلى مستوى المياه الجوفية بين الجزء الشمالي والجنوبي في الركن الغربي من سهل الجفارة.

5-أحمد بحري الكتري(1991) "التحليل الجغرافي لتباين الأمطار في ليبيا للفترة من 1950-1984"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والتربية، جامعة قاريونس، بنغازي. حيث أشار إلى وجود تباين شهري و فصلي و سنوي للأمطار و قد صنف البلاد إلى مناطق رطبة و شبه جافة و جافة .

6-إمحمد عياد مقيلي(1991)"اتجاهات الأمطار واحتمالات التصحر في منطقة سهل جفارا شمال غرب الجماهيرية" مجلة الدراسات الصحراوية، المجلد الأول، المركز العربي لأبحاث الصحراء وتنمية المجتمعات الصحراوية، مرزق. توصل إلى أن تنذب الأمطار كمياً وزمناً يزيد من تفاقم مشكلة التصحر، و إن الاتجاه العام للأمطار في ذلك الوقت كان يسير نحو التناقص.

7-إمحمد عياد مقيلي(1993)"تحليل سلاسل التطرفات المناخية بمحطة إرساد طرابلس لاستخدامها في التخطيط والإدارة البيئية" مجلة قاريونس العلمية، العدد الأول والثاني، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي. أشار إلى أن تحليل قيم التطرفات المناخية بما فيها الأمطار يسمح بتقدير احتمالية حدوثها مستقبلاً و أشار أيضاً إلى

أن معرفة تكرار كمية سقوط الأمطار بكميات معينة أو اكبر من ذلك أمراً في غاية الأهمية لمهندسي المدن و الطرق و السدود و الزراعة.

8-إمحمد عياد مقيلي(1994)"الجفاف والتصحر بالمناطق الجافة وشبه الجافة مثال شمال غرب الجماهيرية الليبية والأخطاء الناتجة عن استعمال المتوسط الحسابي في تعريف الجفاف والتصحر" مجلة كلية التربية العدد 20، جامعة الفاتح طرابلس. خلص إلى أن عوامل بشرية إلى جانب العوامل المناخية سببا في وجود التصحر بليبيا، فقد يؤدي النشاط البشري إلى إختفاء الغطاء النباتي وتعرية التربة، الذي بدوره يؤدي إلى تناقص معدلات تغذية المياه الجوفية، موضحاً بأن استخدام المتوسط الحسابي في معرفة الوضع الطبيعي للأمطار يعطي انطباعاً مضللاً في المناطق الجافة وشبه الجافة فهو لا يعبر بدقة عن النزعة المركزية اذا كان التوزيع التكراري ملتوياً نحو اليمين.

9-إمحمد عياد مقيلي (1995)"المناخ" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، كتاب، (تحرير) الهادي أبولقمة وسعد القزيري ،الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت. أوضح من خلال دراسته لمناخ ليبيا، أن الأمطار متذبذبة في مواعيد سقوطها وانها عرضة لتبدلات بالزيادة أو النقصان، ويكون ذلك واضحاً بالاتجاه من المناطق الساحلية نحو الداخل، كما يؤكد على خطورة هذه التبدلات على النشاط الزراعي والرعي والمخزون الجوفي.

10-عبد الحميد بن خيال (1995)"الزراعة والثروة الحيوانية" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، كتاب، (تحرير) الهادي أبولقمة وسعد القزيري ،الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت. أشار في موضوعه إلى أن الأمطار عاملٌ محددٌ للنشاط الزراعي و المناطق التي تسقط عليها أمطار لقيام زراعة مستقره لا تتعدى 2 % من مساحة البلاد الإجمالية.

11-محمد السيد حافظ (1996)"التساقط على المرتفعات الشمالية الليبية دراسة في المناخ التطبيقي" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة الاسكندرية. للفترة الزمنية (1961-1990)، حيث أشار إلى أن كلاً من القمح والشعير يحتاج إلى كميات من المطر تتراوح ما بين 100 : 350 ملم / سنوياً.

12- عبد السلام أحمد الوحيشي (1999) "التصحّر في الجزء الشرقي من سهل الجفارة" رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والتربية، جامعة قاريونس، بنغازي. توصل إلى أن الأمطار في شرق سهل الجفارة يسير اتجاهها العام نحو التناقص مستثنياً من ذلك محطة طرابلس.

13-Zekaisen, et al, (1999) Rainfall distribution function for Libya and rainfall prediction .

تم التوصل من خلال هذه الدراسة إلى تنبؤات 10، 25، 50، 100 ملم لكميات الأمطار في كافة أنحاء ليبيا وقد حققت دالة توزيع جاما الاحتمالية.

14- رجب مفتاح الادويش (2000) "التدهور البيئي في شمال غرب سهل الجفارة بليبيا مؤثراته وإمكانية علاجه" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الفاتح، طرابلس. توصل إلى أن الأمطار في غرب الجفارة تتميز بالتذبذب و عدم الانتظام و إن هناك تعاقباً بين الفترات الجافة و المطيرة مؤكداً بأن أمطار منطقة الدراسة لم تشهد تغيراً يذكر في اتجاهها سواء بالتناقص أو بالزيادة.

15- إسماعيل مسعود عجيبة (2002) "الموازنة المائية المناخية لمنطقة سهل الجفارة للفترة (1970 - 1999م)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة السابع من إبريل، الزاوية. أوضح من خلال تطبيقه للمعدل المتحرك لـ (5 سنوات) بأنه يشير إلى بداية دورة رطوبة للسنوات القادمة، وأن المنطقة بشكل عام تعرضت خلال فترة الدراسة لدورة جفاف استمرت فترة 7 سنوات، ولدورتين رطوبة استمرت كل منها فترة 6 سنوات تقريباً.

16- الضاوي علي المنتصر (2003) "التحليل الجغرافي لخصائص الأمطار في إقليم سهل الجفارة للمدة ما بين (1957 - 1999)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة السابع من أبريل، الزاوية. توصل إلى أن السنوات التي تقل عن المعدل العام تصل نسبتها إلى 59.5% مقابل 40.5% فقط للسنوات التي تزيد عن المعدل.

17- معمر الشيباني (2004) "الأمطار وأثرها على الموارد المائية والزراعية بشمال غرب الجماهيرية" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب،

جامعة الفاتح، طرابلس. للفترة ما بين (1960-1998) أوضح أنه توجد علاقة بين زيادة كميات الأمطار و زيادة الإنتاج الزراعي خصوصاً محصول الشعير والزيتون. 18-البشير الطاهر مسعود(2004) "التغير في معدلات الأمطار وأثره في التصحر على شمال غرب الجماهيرية في الفترة (1972-2002)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الاداب، جامعة السابع من أبريل. توصل إلى أن تنذب الأمطار في منطقة سهل الجفارة أدى إلى حدوث خلل كبير في الموازنة المائية والمناخية، ساهم في حدوث التصحر.

19-Attia El-Tantawi (2005) climate change in Libya and Desertification of Jifara plain vsing Gis and R.S .

توصل إلى أن الاتجاهات الإيجابية لمجموع سقوط الأمطار السنوي للفترة الطويلة (1946 - 2000م)، في حين حسبت الاتجاهات السلبية في معظم محطات ليبيا للفترة القصيرة (1976 - 2000).

20- مفيدة بلق (2007)، "مناخ الساحل الليبي، وأثره على النشاط الزراعي" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم البحوث والدراسات الجغرافية، معهد البحوث والدراسات العربية. ومن بين النتائج التي توصلت إليها، أن عنصر المطر من أكثر العناصر أهمية من حيث التأثير على الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة وخاصة في منطقة سهل الجفارة والجبل الأخضر، وأن كمية المطر السنوية وتوزيعها السنوي والشهري لهم أثر كبير على الإنتاج كماً وكيفاً.

21-عبد العزيز طريح شرف (2008)"جغرافية ليبيا" كتاب، مركز الاسكندرية للكتاب، الإسكندرية. تناول فيه الأمطار في ليبيا موضحاً معدلاتها الشهرية والسنوية، بخرائط كنتورية ، كما أشار إلى أن الاتجاه العام للأمطار الساحل الليبي هو التناقص.

22- أنور فتح الله إسماعيل (2009) "تحليل عناصر الهواء العلوي والسطحي في فترات الجفاف والرطوبة بإقليم الجبل الأخضر بليبيا (1970-2003)" المجلة الجغرافية العربية، العدد 53 ،الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة. ومن ضمن ما توصل إليه عن أهمية منظومة الطقس السطحية المؤثرة في معدلات أمطار الإقليم هو امتداد المرتفع الجوي الآزوري شرقاً وامتداد المرتفع السيبيري غرباً، حيث تميزت الفترات الجافة بزحزة لموقع مركز المرتفع الآزوري نحو الجنوب الغربي، عند دائرة

عرض 32° شمالاً مع توغل لامتداده شرقاً، وفي الوقت نفسه، يمتد نطاق المرتفع السيبيري غرباً حتى خط طول 29° شرقاً، ليتصل بالمرتفع الآزوري في كثير من الحالات التي تميزت بشدة الجفاف. في حين شهدت الفترات الرطبة انحساراً للمرتفع الآزوري نحو الغرب حتى خط طول 7° شرقاً، مع زحزة لموقع مركزه نحو الشمال الشرقي عند دائرة عرض 37° شمالاً وكذلك انحساراً للمرتفع السيبيري نحو الشرق عند خط طول 48° شرقاً.

23- محمود سعد إبراهيم (2010) "اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر" مجلة المختار للعلوم الانسانية(الالكترونية)، العدد العاشر الربع الثالث، جامعة عمر المختار، البيضاء. وقد أشار إلى أن العديد من محطات الأرصاد المطرية تعرضت إلى فترات جفاف، فقد كان أقصرها سنة واحدة، أما أطول الفترات الجافة فقد بلغت 11 سنة وكانت في الفترة (1965 - 1975م).

24- شرف الدين أحمد سالم (2011) "الأمطار وأثرها على الزراعة المطرية في شمالي ليبيا" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الأفريقية جامعة القاهرة. وأظهرت النتائج أن قيمة الانحراف تزيد عن 65 في جميع المحطات، وتصل إلى 159 في شحات، مما يدل على أن الأمطار شديدة التغير. كما أن قيم معامل الاختلاف للمحطات الأقل مطراً هي الأكثر تغيراً في كمية المطر.

يتضح مما سبق أن الدراسات المناخية السابقة والمتعلقة بليبيا بما في ذلك منطقة الدراسة قد أسهمت بفاعلية في إلقاء الضوء عن خصائص هذا العنصر المناخي المهم (الأمطار) من حيث كميته وتوزيعه المكاني وتفاعله مع المتغيرات الجوية والجغرافية. ولم يكن هناك دراسة تختص باحتمالات الأمطار ودرجة الاعتماد عليها بنفس هذا الأسلوب كما أن دراسات الجفاف كانت في معظمها تشير إلى أن هناك جفاف ولم يكن هناك إشارة إلى شدته (رقم قياسي) كما أوضحته هذه الدراسة . إضافة إلى أن اغلب الدراسات الجغرافية إن لم يكن جميعها- حسب علم الطالب- التي اهتمت بالمياه الجوفية في دراستها كانت وصفية ، غير أن هذه الدراسة تقدم تحليلاً إحصائياً عبر برنامج متخصص حول علاقة الأمطار بالمياه الجوفية مما يعطي نتائج أكثر دقة.

إن كافة سكان المناطق سواء مزارعين أو غيرهم يدركون تذبذب وعدم توزيع الأمطار على المستوي المكاني والزمني ولكن الذي يهم السكان كمية الأمطار الساقطة

التي يمكن أن يعتمد على تساقطها أثناء السنة أو الفصل، حتى يستطيعوا أن يخططوا في ضوء هذه الكمية وبطريقة عملية واقتصادية لمزاولة نشاطهم الزراعي أو الرعوي. ولذا فإن الدراسة الحالية تنتهج منظوراً وعرضاً جديداً لسمات أمطار منطقة الدراسة حيث تقدم تحليلاً عن احتمالية حدوث الأمطار بكميات محدودة فضلاً عن تحديد كميات الأمطار التي يعتمد عليها بنسبة 70%، 80%، 90% أثناء السنة والفصل، كما أن نتائج الفصول الأخرى وذلك باستخدام أساليب إحصائية وكمية ونماذج رياضية وإعداد خرائط لذلك، التي يتوقع أن يتمخض عنها بعون الله استنباط نتائج أكثر دقة عن خصائص الأمطار، والجفاف، وعلاقة الأمطار بالمياه الجوفية، في منطقة سهل الجفارة، كما يُؤمل منها أن تُفيد وتُسهم في المجالات التطبيقية المختلفة في منطقة الدراسة.

ثامناً: محتويات الدراسة:

تشتمل الدراسة على خمسة فصول تسبقها مقدمة وتليها الخاتمة وقائمة المصادر والمراجع والملاحق، وذلك على النحو التالي:

أما المقدمة فتتكون من: أولاً: موقع منطقة الدراسة. ثانياً: أسباب اختيار الموضوع وأهميته. ثالثاً: تساؤلات الدراسة. رابعاً: أهداف الدراسة. خامساً: المناهج والأساليب المتبعة في الدراسة. سادساً: مصادر الدراسة. سابعاً: الدراسات السابقة. ثامناً: مشكلات وصعوبات الدراسة وكيفية التغلب عليها. تاسعاً: محتويات الدراسة.

ويعرض الفصل الأول خصائص الأمطار في سهل الجفارة. حيث تم إعطاء لمحة عن العوامل المؤثرة في الأمطار وأنواع الأمطار وتوزيعها واختلافها الشهري والسنوي واتجاهها.

أما الفصل الثاني، فقد تناول احتمالات سقوط الأمطار في المنطقة وتم تطبيق أسلوب النظرية الاحتمالية، التي على أساسها تقدر النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار بكمية محدودة في السنة أو الفصل.

واشتمل الفصل الثالث على درجة الاعتماد على الأمطار في المنطقة وقد تم تحديدها بكميات الأمطار التي يعتمد على تساقطها بنسبة 70%، 80%، 90%.

وفي الفصل الرابع تناولت الدراسة التحليل المكاني والزمني للجفاف باستخدام دليل المطر القياسي spi الذي يقوم بتحليل الجفاف الجوي ومن ثم يمكن التعرف على التوزيع المكاني والزمني وعدد السنوات الجافة والرطوبة وشدتها.

ويتناول الفصل الخامس التحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة باستخدام برنامج HARTT وذلك للتعرف على الآبار التي يتم تغذيتها عن طريق الأمطار وغيرها من النتائج المتعلقة بهذا البرنامج.

الفصل الأول

خصائص الأمطار في سهل الجفارة بليبيا

مقدمة:

أولاً: العوامل الجغرافية والمناخية المؤثرة في الأمطار.

ثانياً: أنواع الأمطار.

ثالثاً: التوزيع السنوي والفصلي والشهري للأمطار.

رابعاً: الاختلاف السنوي والفصلي للأمطار.

خامساً: عدد الايام الممطرة.

سادساً: تركيز المطر.

سابعاً: الاتجاه العام في كميات الأمطار خلال الفترة (1970-2009).

خصائص الأمطار في سهل الجفارة

مقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى القاء الضوء على خصائص الأمطار المتعلقة بتوزيعاتها واختلافاتها الشهرية والفصلية والسنوية، فضلاً عن التعرف على الاتجاه العام للأمطار والكشف عن الدورات المنتظمة من عدمها ، كما يمكن التعرف أيضاً على العوامل المؤثرة في الأمطار في منطقة سهل الجفارة وهي كما يلي :

أولاً: العوامل الجغرافية والمناخية المؤثرة في الأمطار:

تؤثر مجموعة من العوامل في خصائص أمطار منطقة الدراسة من حيث الكمية والتركيز والتوزيع وغيرها من نتائج العوامل المؤثرة كما أن هناك عوامل مناخية يكون تأثيرها مباشراً وفعالاً وأخرى غير مباشرة أو ضعيفة نسبياً، وفي ضوء هذا المفهوم ، يمكن التعرف على العوامل المؤثرة كما يلي:

1- الموقع الفلكي والجغرافي :

تقع منطقة الدراسة (سهل الجفارة) بين دائرتي عرض 15° 32' شمالاً من جهة الجنوب و 10° 33' شمالاً من جهة الشمال، و يعتبر الموقع الفلكي من ضمن العوامل المهمة في تحديد السمات المناخية ونظام سقوط الأمطار لأية بقعة على الأرض ومما لا شك فيه أن الموقع الفلكي يسهم بدور مؤثر في تحديد مراكز الضغط الجوي التي تهيمن على حركة الرياح ونوعية الكتل الهوائية وبالتالي في تحديد خصائص الأمطار. ونظراً لوقوع منطقة الدراسة في الأقاليم شبه الجافة فإنها تتميز بحدوث فترات قصيرة من التذبذب المناخي خاصة في الأمطار، (روجريفل و شابيرو، 1979، ص36). إن موقع منطقة الدراسة الواقع في أقصى الشمال الغربي من البلاد يحظى بنصيب متواضع من معدلات الأمطار ما بين (350-130 ملم).

2-المسطحات المائية واتجاه الساحل:

يعتبر البحر المتوسط المسطح المائي الوحيد الذي تطل عليه ليبيا وبذلك يكون المصدر الأول لرطوبة الجو، ومن ثم حدوث التكاثف وسقوط

الأمطار على الساحل الليبي، ونظراً لوقوع منطقة الدراسة على ساحل البحر وامتدادها على الساحل قرابة 260 كم مما يجعلها عرضة لتأثير البحر المتوسط، إلا أن هذا التأثير البحري يقل تدريجياً كلما اتجهنا نحو الجنوب، ففي محطة مدينة طرابلس الواقعة على ساحل البحر مباشرة، نجد أن المعدل السنوي للمطر يصل قرابة 350 ملم، وتنقص محطة مطار طرابلس إلى 270 ملم الواقعة جنوب محطة مدينة طرابلس بنحو 25 كيلومتر، ويستمر التناقص مع الاتجاه نحو الجنوب أكثر كما في محطة العزيزية التي تبعد عن مدينة طرابلس حوالي 45 كيلومتر بحيث يصل المعدل إلى 233 ملم، ويزداد تناقص محطة شكشوك الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي إلى 127 ملم فقط والتي تبعد عن الساحل قرابة 96 كيلومتر.

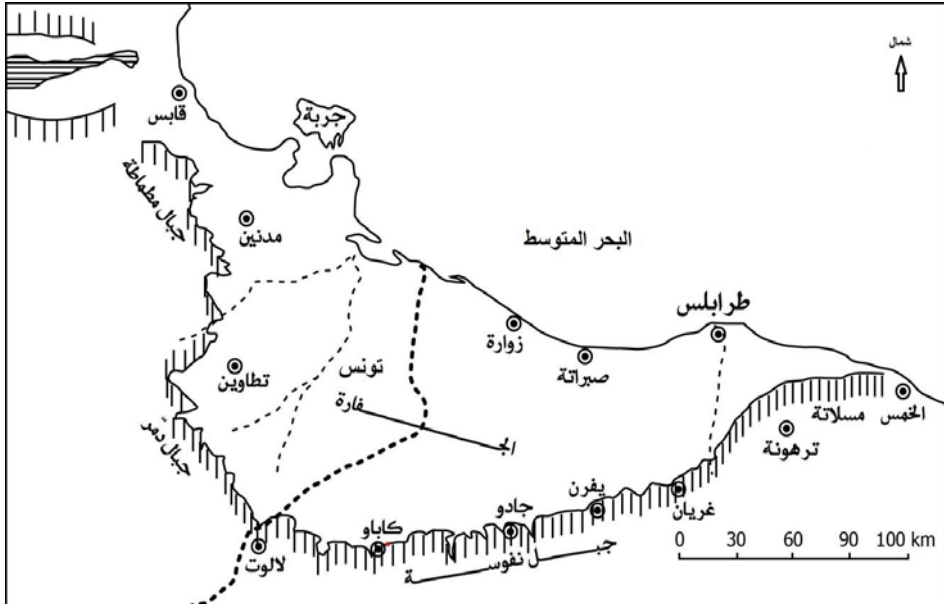
وجدير بالذكر أن اتجاه وشكل الساحل له تأثير على أمطار سواحل منطقة الدراسة، فإذا نظرنا إلى توزيع محطات الأمطار لسهل جفارة شكل (2)، يلاحظ وجود تقوس باتجاه الجنوب في المنطقة الشمالية الغربية مما يجعل الرياح الشمالية الغربية الممطرة تهب موازية، خاصة منطقة صبراتة (209 ملم) وصرمان (258 ملم) كمتوسط سنوي، وبذلك تكون هذه المناطق أقل مطراً من منطقة الزاوية (271 ملم) التي ينحرف فيها الساحل نحو الشمال الشرقي، ويرجع ازدياد كمية الأمطار على ساحل مدينة طرابلس (349 ملم) لتقوس الساحل داخل البحر مما يجعلها عرضة للرياح الممطرة التي تهب عليها عمودية تقريباً (سالم الحجاجي، 1989، ص 103).

3- أشكال السطح :

تسمى منطقة الدراسة بسهل الجفارة، إلا أن سطح هذا السهل ليس مستوياً، حيث توجد بها التلال والهضاب والمرتفعات المتمثلة في سلسلة جبال نفوسة التي تمثل الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة. وتلعب التضاريس بشكل عام دور مهم في زيادة أو نقصان المطر، حيث تتوقف زيادة كمية المطر بالارتفاع عند مستوى معين، يعرف بمستوى الهطول الأعظم و أن حمولة الهواء الصاعد من بخار الماء تبدأ بالتناقص نتيجة لتحولها إلى أمطار في اثناء الصعود، كما أن مستوى الهطول الأعظم يرتبط بعوامل عدة

أهمها درجة رطوبة أو جفاف المنطقة، درجة الحرارة، واتجاه الرياح وشدة انحدار الجبال (فواز الموسوي، 2002، ص24).

تعتبر المرتفعات التونسية عاملاً مؤثراً على أمطار الأطراف الغربية من سهل الجفارة، فلا يصيبها إلا قدر بسيط من الأمطار بسبب فقدان معظم حمولتها من بخار الماء على مرتفعات أطلس التونسية، كما أن امتداد جبال نفوسة داخل الأراضي التونسية على شكل قوس كما في شكل (3) يزيد من تناقص الأمطار في الركن الجنوبي الغربي من سهل الجفارة ، و أن لجبل نفوسة دور في حجز معظم الأمطار المتجهة جهة الجنوب لصالح سهل الجفارة. إن عامل ارتفاع المحطات عن مستوى سطح البحر لا يبدو مؤثراً في كمية أمطارها بشكل واضح ، حيث أن أعلى ارتفاع للمحطات لا يتجاوز (238) متر بمحطة الجوش وهي الأقل في الأمطار على مستوى سهل الجفارة كما سبق توضيحه ، بل إن عامل القرب والبعد من البحر وشكل الساحل يؤثران تأثيراً واضحاً بالنسبة لكمية الأمطار بمنطقة الدراسة.



المصدر: مبنية طمزين بين الماضي والحاضر. (<http://temzin.wordpress.com>)

شكل (3) امتداد سلسلة جبال نفوسة داخل الأراضي التونسية

4- توزيعات مناطق الضغط :

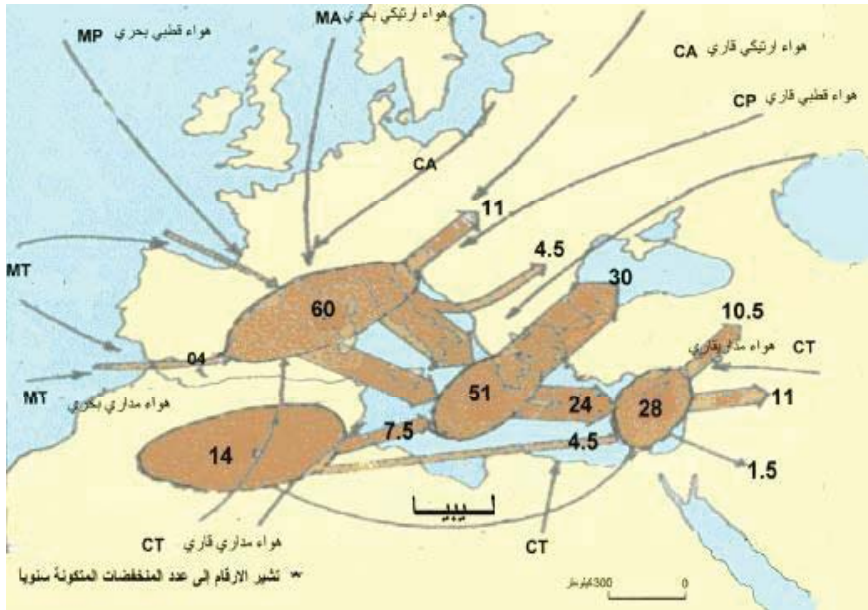
يتأثر مناخ ليبيا بتوزيع مراكز الضغط الجوي وتغيراته على كل من البحر المتوسط وأوروبا، وأفريقيا، وآسيا، والمحيط الأطلسي. ويعتبر البحر المتوسط منطقة مفضلة لتكون المنخفضات الجوية خاصة في فصل الشتاء، وبالرغم من ذلك هناك مناطق أكثر ملاءمة من غيرها لتكونها. وأهم هذه المناطق هو خليج جنوة الذي يتكون فيه قرابة 52 منخفضاً في السنة، أي ما يعادل 69% من مجموع المنخفضات التي تتكون في حوض البحر المتوسط بأكمله. أما المنطقة الثانية فهي جنوب جبال الأطلس وتسمى المنخفضات المتشكلة هنا بالمنخفضات الصحراوية وتنشط وتزداد أهميتها في فصل الربيع، حيث يتكون قرابة 14 منخفضاً أو ما يعادل 18% من مجموع منخفضات البحر المتوسط. أما المنخفضات الجوية التي تتكون في الحوضين الشرقي والأوسط للبحر المتوسط، فتظهر في شمال البحر الأيوني وجنوبي بحر إيجة وجزيرة قبرص، وعددها قليل ولا يزيد على 3 منخفضات في السنة أي ما نسبته 4% من مجموع منخفضات البحر المتوسط. (على موسى، 1989، ص221)

ومنذ أن تتشكل المنخفضات وتبدأ في التطور وهي في حالة تنقل وارتحال من الغرب باتجاه الشرق، ويتراوح مدى وجهة حركتها بين الاتجاهين الشمالي الغربي والجنوبي الغربي، حيث يتراوح معدل سرعة حركة المنخفض الجبهي بين 50 كم/ ساعة في فصل الشتاء و 30 كم/ ساعة في فصل الصيف (على موسى، 2004، ص144). كما تتفاوت الأمطار من عام لآخر إما بالزيادة أو النقصان عن المتوسط، نظراً للعلاقة الوثيقة بمسببات سقوط الأمطار المتمثلة في المنخفضات الجوية، التي تتصف بعدم انتظام مرورها فوق حوض البحر المتوسط بصفة عامة، وعدم ثبات مساراتها، كما أنها تتصف بعدم تناسقها من حيث العمق والضخالة من عام لآخر (فواز الموسي، 1999، ص132).

ولعل نوع المنخفض الجوي المار فوق المنطقة وشدته وسرعته ومسلكه وحمولته من الرطوبة يحدد كمية التساقط - إضافة إلى الظروف المحلية - فهذه العوامل مجتمعة هي المسؤولة عن التباين السنوي بين

سنوات غزيرة الأمطار وأخرى قليلة، على الرغم من منخفضات الجبهات والتيارات النفاثة دوراً هاماً في هذا المجال فالأولى هي المسؤولة عن التساقط في المنطقة والثانية هي المسؤولة عن تكون وتطور المنخفضات، (طه رؤوف، بدون تاريخ، ص268).

وبالنظر إلى شكل (4) يتضح أن مسارات المنخفضات الجوية لا تمر إلا نادراً بالأراضي الليبية أو تقترب منها أحياناً بشكل نسبي . فيصل عدد المنخفضات الجوية التي تؤثر بشكل مباشر على ليبيا والمتجهة شرقاً نحو 16 منخفضاً من جملة 60 منخفضاً على حوض البحر المتوسط أي ما نسبته 42.4 % شتاءً و 33.3 % ربيعاً و 18.2 % خريفاً و 6.1 % صيفاً، كما أن عدد المنخفضات الجوية التي تؤثر بشكل طفيف والمتجهة إلى الشمال تدرجياً حوالي 26.5 منخفض جوي، في حين بلغ عدد المنخفضات التي لا تؤثر على ليبيا والمتجهة شمالاً مباشرة بنحو 15.5 منخفض جوي في المتوسط (يوسف محمد زكري، 2005، ص74)



المصدر : يوسف محمد زكري، 2005، ص74

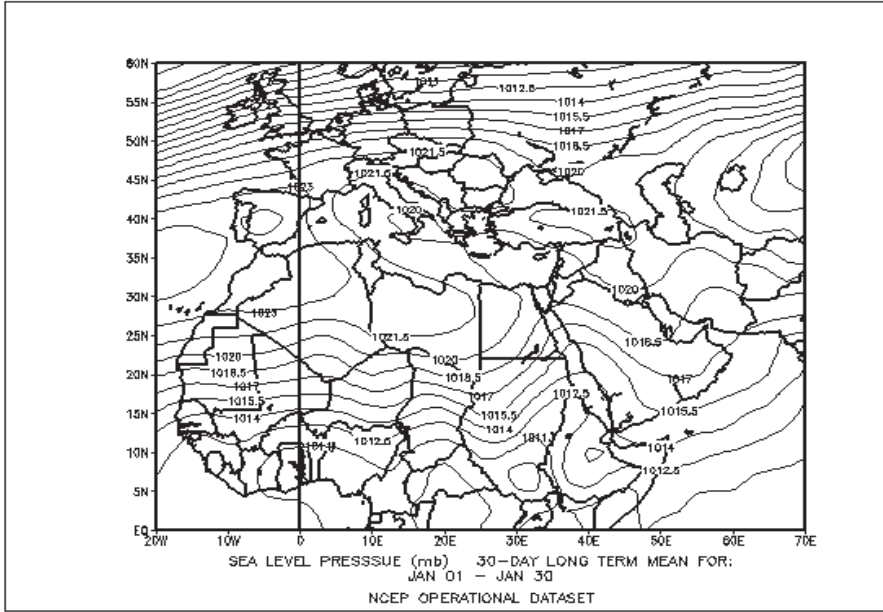
شكل(4) الطرق التي تسلكها المنخفضات الجوية ومعدل تكرارها وأماكن نشأتها في البحر المتوسط

فصل الشتاء:

تقع معظم الأراضي الليبية تحت تأثير الضغط المرتفع الأزوري، الذي يتراوح معدل ضغطه ما بين 1019-1023 ملليبار على الصحراء الكبرى بينما يكون على البحر المتوسط ما بين 1016-1019 ملليبار كما في شكل (5). و تكون منطقة الدراسة خاضعة لتأثير نطاق ضيق من الضغط المنخفض النسبي الواقع على البحر المتوسط، بسبب دفء مياهه إذا ما قورن باليابس المحيط به، وكذلك إلى منطقة الضغط المرتفع التي تتركز جنوب جبال أطلس لهذا السبب فإن الرياح السائدة على شمال البلاد بما فيها منطقة الدراسة تأتي من الجنوب، وخاصة من الجنوب الغربي.

تعتبر المنخفضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من الغرب عاملاً رئيسياً في حدوث الاضطرابات الجوية التي تحدث في فصل الشتاء والربيع، فعندما تقترب الجبهة الدافئة للانخفاضات الجوية تهب الرياح من الجنوب الشرقي، ثم تتغير إلى جنوبية، وجنوبية غربية عند مرور الجبهة، وبعد مرور الجبهة الدافئة والقطاع الدافئ للمنخفض تصل الجبهة الباردة وعندها تتغير الرياح فجأة إلى شمالية وشمالية غربية مع ازدياد سرعتها فجأة وانخفاض درجة حرارتها، ومن ثم يسقط المطر بشكل عواصف رعدية في أغلب الأحيان، ومع ابتعاد المنخفض في اتجاه الشرق أو أخذ في الامتلاء تتحول الرياح إلى غربية وتضعف سرعتها وكذلك السحب كما يقل المطر تدريجياً ويتحسن الجو (عبد العزيز طريح شرف، 2008، ص 107).

وقد أظهرت الدراسة التي امتدت من سبتمبر 1957 إلى أغسطس 2002 أي 45 عاماً ، أن انتشار الأعاصير ينخفض انخفاضاً كبيراً في غرب البحر المتوسط ومعظمها كان في فصل الشتاء والربيع ويتبع ذلك زيادة في شرق البحر المتوسط، وهذا راجع إلى زيادة حدوث المنخفضات الحرارية في فصل الصيف والخريف (Guijarro.J.A., 2006, P.45).



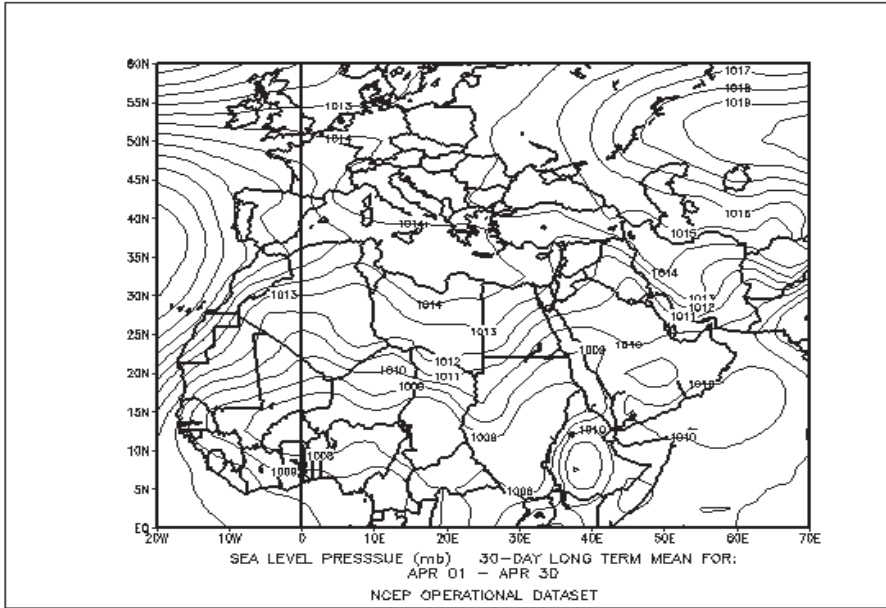
شكل (5) متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر يناير)

وقد نشر أيضاً تقرير عن مراقبة الجفاف عام 2001 الصادر من الأرصاد الجوية وحماية البيئة بالمملكة السعودية حول ملامح أهم تغيرات النمط المناخي على المنطقة العربية مفاده أن السنوات الماضية طرأ عليها تغير في مسار منخفضات البحر المتوسط حيث لوحظ إزاحة في تحركها باتجاه الشمال وهذا بالتأكيد يؤثر على كمية سقوط الأمطار (الأرصاد الجوية وحماية البيئة السعودية، 2001، ص3-4).

فصل الربيع:

تختلف نشأة المنخفضات الجوية في هذا الفصل عن فصل الشتاء حيث تنشأ معظم المنخفضات الربيعية على شمال الصحراء الكبرى، بينما تنشأ المنخفضات الشتوية في الغالبية على البحر المتوسط، وعليه فإن المنخفضات الربيعية غالباً تكون أقل عنفاً من الأولى وغالباً ما تكون محملة بالأتربة، كما تتميز بحرارتها المرتفعة جداً، خلافاً لما تسببه المنخفضات الشتوية من موجات البرد الشديد والتي تأتي مع الهواء القطبي الذي يهب في مؤخرتها. والذي يعزز من احتمالات المنخفضات الربيعية عندما يغطي هواء

قطبي بارد كل البحر المتوسط ويمتد جنوباً نحو الصحراء الكبرى، إذ أن ذلك يؤدي إلى تكون ضغط جوي مرتفع في الجزء الشمالي من البحر المتوسط مما يجعل المنخفضات الربيعية هي الوحيدة التي يحتمل تكونها في تلك الظروف (نعمان شحادة، 1996، ص265). وقد تصحب المنخفضات الربيعية بعض السحب المرتفعة والمتوسطة، ولكنها لا تسقط أمطاراً إلا فيما ندر، بسبب إرتفاع درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض بعكس الحال في المنخفضات الشتوية، مما يعرقل عملية التكاثف (شحاتة سيد طلبة، 1990، ص53)

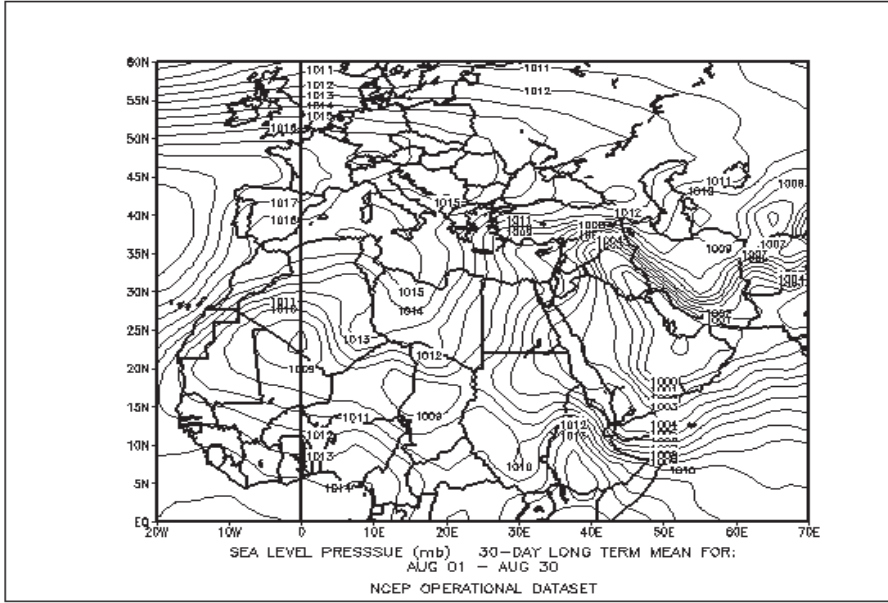


شكل (6) متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر ابريل)

فصل الصيف:

تتغير الصورة في هذا الفصل نتيجة حركة الشمس الظاهرية فترتفع درجات الحرارة على معظم اجزاء ليبيا، فتتزعزع منطقة الضغط المرتفع الأزوري نحو الشمال، وتصبح هذه المنطقة تحت تأثير الرياح الشمالية الشرقية الجافة، وبقل ظهور الانخفاضات الجوية في فصل الصيف وإن قُدر لها الظهور فإنها تظهر مع بداية الفصل ونهايته. و يبلغ متوسط الضغط

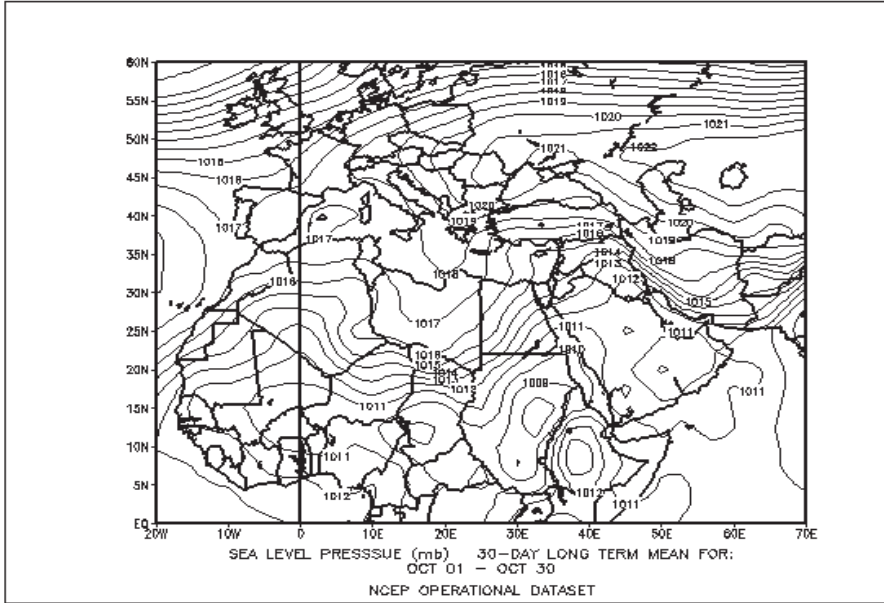
الجوي على الصحراء الكبرى بشكل عام ما بين 1006-1013 ملليبار، أما على البحر المتوسط يرتفع الضغط الجوي كلما اتجهنا غرباً كما يتضح من شكل (7) ، حيث تقترب من مركز الضغط المرتفع الآزوري على المحيط الأطلسي ويبلغ الضغط الجوي على الحوضين الأوسط والغربي للبحر المتوسط ما بين 1013-1019 ملليبار.



شكل (7) متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر أغسطس)

فصل الخريف:

تعود المنخفضات الجوية بدرجة أكثر مما كانت عليه في فصل الصيف ولكنها أقل من منخفضات الشتاء والربيع، وبالرغم من ذلك فقد يترتب عليها هبوب رياح قوية وظهور السحب وسقوط الأمطار في بعض الأحيان. ويبدأ الانخفاض المفاجئ في الضغط في الجزء الغربي من البحر المتوسط يوم 20 أكتوبر تقريباً ويصاحب ذلك زيادة ملحوظة في احتمالية التساقط، واحتمالية استقبال المطر تزيد بصورة مفاجئة من 50-70 % في بداية أكتوبر إلى 90% في أواخر أكتوبر (بيري، ترجمة عبدالقادر عبدالعزيز، ص354).



شكل (8) متوسط الضغط الجوي لمستوى سطح البحر (شهر أكتوبر)

5- الكتل الهوائية والجبهات:

بناءً على موقع دولة ليبيا نستطيع أن نحدد أنواع الكتل الهوائية التي تؤثر في مناخها كما يلي:

أ- هواء مداري قاري (Tc) Tropical Continental

تعتبر الصحراء الكبرى من أهم مناطق نشأة الكتل الهوائية المدارية القارية على سطح الأرض بسبب اتساعها وانسجام سطحها بصفة عامة، ويتميز هذا الهواء بشدة جفافه طول العام، وكذلك بشدة الحرارة في فصل الصيف، ويميل إلى البرودة في فصل الشتاء. وهذه الكتل الهوائية لها تأثير سلبي على حياة النبات والحيوان، وخاصة مع نهاية الربيع وأوائل الخريف عندما تندفع في مقدمة الانخفاضات الجوية الربيعية التي تغزو الساحل الشمالي من الغرب إلى الشرق. وفي فصل الربيع يتميز هذا الهواء بالارتفاع الشديد في درجة الحرارة التي تزيد عن (40°) مئوية لعدة أيام متواصلة، فضلاً عن كونه في أغلب الأحيان محملاً بكميات كبيرة

من الأتربة والرمال الناعمة، ويشتهر هذا الهواء محلياً باسم "القبلي" الذي يعتبر أحد أهم المظاهر المدمرة في الطقس الليبي.

ب- هواء مداري بحري (Tm) Tropical Maritime

يعتبر المحيط الأطلسي مصدر الكتل المدارية البحرية التي تصل إلى السواحل الشمالية للبلاد في فصل الربيع في مؤخرة المنخفضات الجوية الربيعية، ويكون في الغالب على شكل رياح غربية في الأيام التي تعقب رياح القبلي في الربيع والخريف، وبما أن المحيط الأطلسي يكون في هذين الفصلين أقل حرارة من البحر المتوسط، لذلك يكون الهواء الذي يصل منه بارداً نسبياً، ولكنه لا يسبب في غالب الأحيان سقوط كميات تذكر من الأمطار، وعلى الرغم من أن هذه الرياح لا تجلب معها أمطاراً إلا أنها كثير ما تصبحها سحب منخفضة، وفي بعض الأحيان عواصف رملية.

ج- هواء قطبي قاري (Pc) Polar Continental

يصل إلى الجزء الشمالي من ليبيا في فصل الشتاء في مؤخرة المنخفضات الجوية المرتحلة عبر البحر المتوسط من الغرب إلى الشرق، ويكون مصدر هذا الهواء من جنوب روسيا وشرق أوروبا، وغالباً ما يؤدي وصوله إلى حدوث موجات برد شديدة تسبب في خفض درجة الحرارة إلى ما دون التجميد، ومع مرور هذا الهواء فوق البحر المتوسط يزداد بخار الماء العالق به وترتفع درجة حرارته نسبياً، ويؤدي هذا التغير بدوره إلى حدوث حالة عدم استقرار في طبقاته، مما يجعله سبباً في إثارة بعض العواصف وسقوط الأمطار على الشريط الساحلي للبلاد وكثيراً ما يتبع وصول هذا الهواء حدوث موجات برد شديدة القسوة تهبط فيها درجات الحرارة إلى ما دون الصفر خاصة على الجبل الغربي والجبل الأخضر الواقع شرق البلاد.

د-هواء قطبي بحري (Pm) Polar Maritime

يصل هذا الهواء إلى البلاد في فصل الشتاء والخريف، ويتميز بشدة برودته، ويكون مصدره هو الكتل الهوائية القطبية التي تنشأ فوق المحيط الأطلسي وهو في الغالب يصل عبر فرنسا ووسط أوروبا وإيطاليا في مؤخرة الانخفاضات الجوية التي تغزو البحر المتوسط من ناحية الغرب، وما يميزه عن الهواء القطبي القاري ارتفاع نسبة بخار الماء فيه. ويسبب دفع مياه البحر المتوسط في نصف السنة الشتوي مقارنة لليابس المحيط بها فإن مرور هذا الهواء فوقها يعمل على رفع درجة حرارته وزيادة كمية بخار الماء العالقة به، مما يؤدي ذلك إلى حدوث حالة عدم الاستقرار في طبقاته والذي بدوره يجعله هو الآخر سبباً في حدوث عواصف ممطرة شديدة، ويعتبر هذا الهواء سبباً في سقوط معظم الأمطار على الساحل الشمالي في ليبيا. ويؤدي تقابل الكتل الهوائية المختلفة فوق البحر المتوسط إلى تكوين الجبهات وينتج عن هذا التقابل صراع ينشأ عنه تولد حوالي (70) انخفاضاً جويّاً أو (95%) من الانخفاضات الإعصارية التي يتأثر بها الإقليم في فصل الشتاء وفي الفصلين الانتقاليين. والجزء المتبقي من الانخفاضات يتكون فوق المحيط الأطلسي ومن ثم تتجه إلى البحر المتوسط عن طريق ممر كركسون بخليج بسكاي في الشمال، ومضيق جبل طارق في الجنوب، وترجع إلى تلك الانخفاضات معظم الأمطار في الفترة من أكتوبر إلى مايو (أحمد مقيلي، 1995، ص156-157).

6- التيارات النفّاثة Jet Streams

يطلق مصطلح التيار النفّاث على نطاق طولي من الرياح العليا حيث يندفع أفقياً في اتجاه عام من الغرب إلى الشرق في أعالي التروبوسفير (على ارتفاع 12 كم تقريباً)، وتزيد سرعة بعضها على (385 كم/ساعة) ويتجاوز سمك التيار النفّاث (1000 متر) ، ويتراوح عرضه ما بين (500-650 كم) (نعمان شحادة، 2009، ص123). يوجد في نصف الكرة الشمالي تياران نفّاثان رئيسيان، يعرف الأول بالتيار القطبي النفّاث والآخر بالتيار النفّاث

شبه المداري. يتحرك التيار القطبي النفث شمالاً وجنوباً بين 30-60 درجة تبعاً لحركة الشمس، ولاختلاف سرعة الرياح في منطقة المركز تأثير على تكوين مناطق التجميع والتوزيع للرياح، ولنشأة المنخفضات الجوية، لهذا يعتبر التيار النفث القطبي أهم العناصر التي تؤثر على الأحوال الجوية في العروض الوسطى (على احمد غانم، 2012، ص47). وقد اتضح أن هذه التيارات تزداد قوتها وتشتد سرعتها خلال فصل الشتاء وتقل في فصل الصيف. وقد أوضح تريوارثا (Trewartha 1954) بأنه لا يوجد تغير فصلي في مسالك أو اتجاهات الدورة العامة للتيارات النفثية العلوية، وأنها تكاد تكون ثابتة في نظام مسالكها طوال أيام السنة (حسن أبو العينين، 1985، ص194).

هناك ارتباط وثيق بين الاضطرابات الجوية السطحية والساحل الليبي بالتيارات النفثية بالرغم من أنه لم يثبت حتى الآن بشكل قاطع أن التيارات النفثية هي السبب الرئيس في تكون المنخفضات الجوية، ولكن التيارات النفثية تتحكم إلى حد كبير في اتجاهات المنخفضات من الغرب إلى الشرق، وفي الانحناءات التي تظهر في مسالكها أحياناً بحيث تجعلها تقترب وتبتعد من الساحل الليبي، كما أن للتيارات النفثية تأثير في الدورة الهوائية العامة وفي كميات الأمطار الساقطة وتعديل الضغط الجوي (شرف الدين، 2011، ص28).

ثانياً: أنواع الأمطار:

بناءً على اختلاف العوامل التي تؤدي إلى ارتفاع الهواء إلى أعلى وتكون السحب، يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع رئيسية من الأمطار. وهذه الأنواع هي الأمطار الانقلابية، والأمطار الإعصارية، والأمطار التضاريسية. وبالرغم من أن لكل نوع من تلك الأمطار خصائص تميزها عن غيرها، وأن كل نوع منها يسود في مناطق دون غيرها إلا أنه من الخطأ الاعتقاد أن الأمطار في أيه منطقة هي من نوع واحد فقط (نعمان شحاده، 2009، ص181).

1- الأمطار الانقلابية أو أمطار تيارات الحمل الصاعدة:

ينشأ هذا النوع من الأمطار عن طريق تسخين الهواء الملامس لسطح الأرض، نتيجة ارتفاع الحرارة مما يؤدي إلى ارتفاع الهواء إلى أعلى ثم يؤدي إلى سقوط الأمطار الحملية. وتزداد كمية الأمطار كلما كانت التيارات الصاعدة أكثر قوة ونشاطاً، طالما توفرت الظروف الملائمة لذلك. وتعتبر الأمطار الحملية النمط المميز للأمطار في المناطق الصحراوية ومن خصائصها أنها، تنهمر بغزارة شديدة ولفترات قصيرة، كما أنها لا تسقط إلا على مساحات محدودة، فقد حدث تساقط من هذا النوع جنوب جبل نفوسة - وهي جنوب منطقة الدراسة - في شهر أبريل 1994م جرفت السيول كل ما جمعه الفلاحون من محاصيل القمح والشعير والأعلاف المكبوسة (التبن) وعشرات من الإبل والغنم والماعز (معر الشيباني، 2004، ص113).

2- الأمطار الإعصارية أو أمطار الجبهات:

يرتبط هذا النوع من الأمطار من التقاء كتل هوائية دافئة مع كتل أخرى أبرد منها يترتب عليها حركة رأسية للهواء نتيجة التقاء الكتلتين المختلفتين في الخصائص، ويمثل هذا النوع من الأمطار في المناطق المعتدلة والباردة الواقعة بين دائرتي عرض (30° - 60°) شمالاً وجنوباً وبخاصة في نصف السنة الشتوي.

يتعرض معظم شمال ليبيا للأمطار من هذا النوع الإعصاري، التي تأتي مع المنخفضات الجوية التي تتكون على حوض البحر المتوسط. وبالرغم أن معظم الأمطار الساقطة في نصف السنة الشتوي إلا أنها تتباين تبايناً كبيراً من سنة إلى أخرى سواء في الكمية أو التوزيع نظراً لوقوع الساحل الليبي في أقصى الحدود الجنوبية لنطاق أعاصير المنطق المعتدلة، حيث تتصارع كتل الهواء الجافة مع كتل الهواء الرطبة وينتج عن هذا التصارع أحياناً السيطرة للكتل الرطبة فيزداد المطر وأحياناً أخرى تكون السيطرة للهواء المداري الجاف فينجم عنه الجفاف.

3- الأمطار التضاريسية:

يضطر الهواء الدافئ المحمل بالرطوبة إلى الصعود إلى أعلى عندما يصطدم بحواجز جبلية عالية وفي أثناء صعود الهواء لهذه المرتفعات تنخفض درجة حرارته ذاتياً وتتكون السحب وتسقط الأمطار. ويتضح ذلك من خلال مقارنة معدلات الأمطار السنوية على المنحدرات الجبلية المواجهة للرياح الممطرة، مع المنحدرات الأخرى المظاهرة لاتجاه الرياح التي تسمى بظل المطر. وتبدو مرتفعات جبال نفوسة - والتي تحد منطقة الدراسة (سهل الجفارة) من الجنوب - عاملاً مهماً في حجز بعض الأمطار الساقطة فالمنحدرات الشمالية والشمالية الغربية من جبال نفوسة تسقط عليها أمطار أغزر من المنحدرات الغربية والجنوبية الشرقية والتي يمكن أن نعتبرها منطقة ظل المطر.

ثالثاً: التوزيع السنوي والفصلي والشهري للأمطار

1- التوزيع السنوي للأمطار:

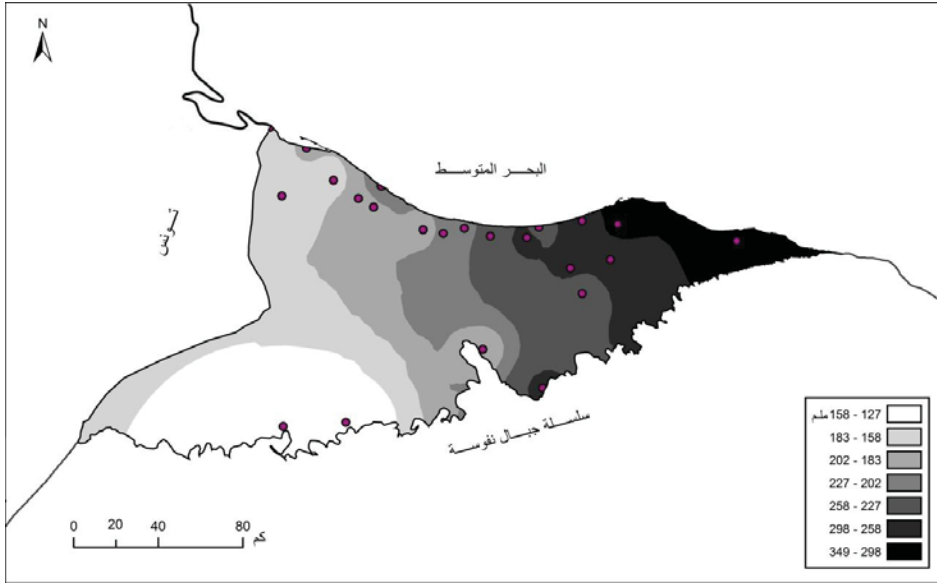
يعتبر التوزيع خطوة مهمة لفهم سلوك أي ظاهرة جغرافية. والتوزيع يعني الإجابة عن سؤال: أين تنتوزع الظاهرة؟ ولماذا كانت في صورتها الحالية؟ وهذان السؤالان اللذان يطرحهما الجغرافي بشكل مستمر ويشكلان حجر الزاوية في أي دراسة جغرافية (صفوح خير، 2000، ص340). لذلك نحاول أن نوضح ما يتبين لنا للإجابة على هذه الأسئلة.

نتباين متوسطات الأمطار السنوية بمنطقة الدراسة تبانياً واضحاً، ومن خلال النظر إلى شكل (9) يتضح أن المناطق الشمالية الشرقية تحظى بمعدلات تصل إلى أكثر من ضعف المتوسطات السنوية في المناطق الجنوبية الغربية كما هو في محطة مدينة طرابلس حيث بلغ المتوسط السنوي (349.6 ملم) بينما في محطة شكشوك الواقعة في أقصى الجنوب الغربي تستقبل بحدود (127.4 ملم) كمتوسط سنوي. وهذا التباين يرجع إلى عدة عوامل تختلف في تأثيرها حيث نجد مثل هذه الحالة تأثير قرب الساحل من المسطحات المائية وشكل الساحل بالنسبة لمحطة مدينة طرابلس أدى إلى

زيادة كميات الأمطار عن محطة شكشوك الواقعة في أقصى الجنوب الغربي حيث تأثير العوامل السابقة له دور في تحديد كمية الأمطار.

من خلال ملحق (5) والشكل (9) لمتوسط الأمطار السنوية يتضح أن هناك تبايناً واضح بين محطات منطقة الدراسة حتى الساحلية منها، بسبب العوامل التي سبق الإشارة إليها. ويتضح من ملحق (5) أن متوسطات الأمطار السنوية تتراوح بين (349.6 ملم) في محطة مدينة طرابلس الواقعة على الساحل و (127.4 ملم) في محطة شكشوك الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة. كما يتضح أيضاً أن الجزء الشمالي الشرقي يتميز بأمطار أوفر من الجهات الغربية الساحلية كما تزداد الأمطار في التناقص كلما اتجهنا غرباً وجنوباً مع وجود بعض الفوارق البسيطة في بعض الأجزاء الساحلية.

ويلاحظ من شكل (9) لتوزيع متوسط كمية الأمطار السنوية لمنطقة سهل الجفارة أن الجزء الشمالي الشرقي كما أشرنا يستأثر بأكبر كمية أمطار سنوية بالمنطقة ويضم هذا النطاق المحطات التي تتجاوز معدلاتها (300 ملم) في السنة وهي محطات كل من: طرابلس (349.6 ملم) القره بوللي (341 ملم)، غنيمة (318 ملم)، والهضبة الخضراء (316 ملم) وتعزى زيادة كميات الأمطار في هذه المحطات إلى شكل الساحل حيث نجد في محطة مدينة طرابلس أكثر المحطات أمطاراً تبرز إلى داخل البحر. ثم يلي هذا النطاق نطاقات أخرى تأخذ امتداداً شمالي جنوبي حيث تتلقى من 300 ملم إلى 200 ملم تقريباً، بداية من محطة الزاوية على الساحل وصولاً إلى محطة العجيلات الساحلية وتضم هذه المساحة المحطات الأخرى الواقعة جنوب المحطات الساحلية. كما يقل المطر بداية من محطة الجميل الساحلية (193.5 ملم) إلى محطة رأس جدير الواقعة على الساحل بجانب الحدود الليبية التونسية والتي يبلغ المتوسط السنوي فيها حوالي (167.2 ملم) ويرجع تناقص الأمطار في غالب هذه المحطات بالرغم من وقوعها على ساحل البحر إلى شكل الساحل المتقوس إلى الجنوب كما هو واضح من شكل (9) وتستمر الأمطار في تناقص معدلاتها السنوية بالاتجاه نحو الجنوب وخاصة في الجزء الجنوبي الغربي لتصل إلى أقل مستوياتها في منطقة الدراسة بمحطتي الجوش (130.1 ملم) وشكشوك (127.4 ملم).



المصدر : اعتماداً على جدول (3)

شكل (9) توزيع متوسط الأمطار السنوية خلال الفترة (1956-2009)

2-التوزيع الشهري للأمطار:

تتأثر منطقة الدراسة بمناخ البحر المتوسط وما يصاحبه من منخفضات جوية تغزو المنطقة مع منتصف الخريف تقريباً ثم تزداد أعداد المنخفضات الجوية وتصبح أكثر قوة في أشهر الشتاء ثم تقل فاعلية وأعداد المنخفضات في فصل الربيع حتى تنعدم في فصل الصيف.

وبوضح ملحق(6) حالة الأشهر الممطرة والانتقالية والجافة في سهل الجفارة، حيث يعتبر الشهر ممطراً إذا كانت معدلاته أكثر من 10% من المتوسطات السنوية، وانتقالياً إذا كانت معدلاته تتراوح بين 5 - 10% من المتوسطات السنوية، وجافاً إذا كانت معدلاته أقل من 5% من المتوسطات السنوية. (شحاته سيد طلبه، 1990، ص95).

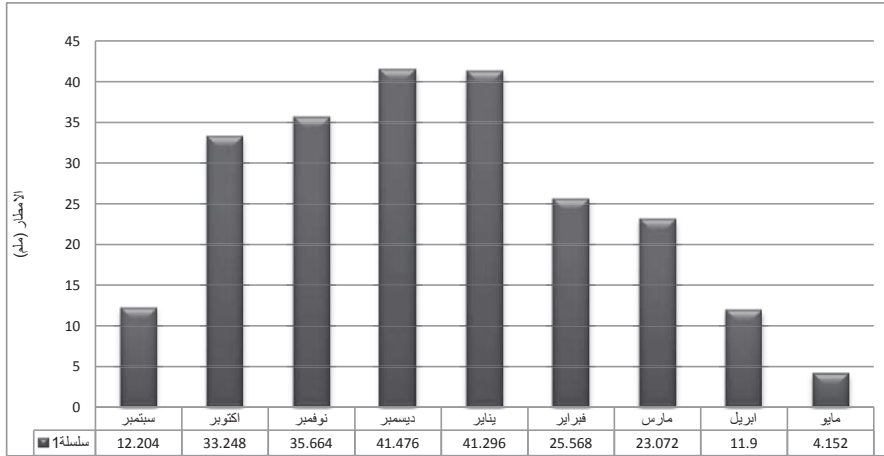
ومن خلال الملحق المذكور يمكن التوصل إلى الأشهر الممطرة والانتقالية والجافة حسب هذا القياس وهي:

- 1- الأشهر التي تعتبر ممطرة في منطقة سهل الجفارة هي (أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير) وأحياناً يكون شهر فبراير فترة انتقالية في بعض المحطات.

2- يعتبر شهرا (ديسمبر ويناير) قمة شهور سقوط المطر في منطقة سهل الجفارة حيث يبلغ متوسط شهر ديسمبر (41.47 ملم) وشهر يناير (41.29 ملم) كما في شكل (10) لفترة الدراسة التي تتراوح بين سنة (1956-2009). وقد سجلت محطة مدينة طرابلس أعلى قيمة لمتوسط شهري ديسمبر (74 ملم) ويناير (68.9 ملم). وليس بالضرورة ارتفاع متوسط الأمطار لشهر ديسمبر في كافة المحطات بمنطقة الدراسة، ففي بعض المحطات يرتفع متوسط الأمطار لشهر يناير عن ديسمبر كما هو موضح في جدول (2).

3- يعتبر شهر مارس من الأشهر التي تختلف حالته من محطة إلى أخرى حيث في الغالب يكون شهراً انتقالياً في المحطات الساحلية وممطراً في المحطات التي تبعد عن الساحل.

4- أما باقي الشهور وهي سبتمبر وأبريل فهي تنتقل حالاتها من ممطرة إلى انتقالية وجافة حسب ظروف كل محطة بمنطقة الدراسة ويعتبر شهر مايو شهراً جافاً في كامل محطات منطقة الدراسة.



المصدر : اعتماداً على جدول (2)

شكل (10) معدلات الأمطار الشهرية بمنطقة الدراسة خلال الفترة (1956 - 2009)

جدول (2) متوسط الأمطار الشهرية والنسبة المئوية لإسهامها في المعدل الفصلي والسنوي على مستوى منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)

الشهر	المتوسط الشهري للأمطار (مم)	النسبة المئوية من المتوسط الفصلي	النسبة المئوية من المتوسط السنوي	المتوسط الشهري للأمطار (مم)		
				أعلى قيمة (مم)	المحطة	أقل قيمة (مم)
سبتمبر	12.2	15.1	5.3	19.1	ابوكماش	7.4
أكتوبر	33.2	41.0	14.5	45.9	غنيمه	24.9
نوفمبر	35.7	44.0	15.5	66.7	مدينة طرابلس	18.8
ديسمبر	41.5	38.3	18.1	74	مدينة طرابلس	24.5
يناير	41.3	38.1	18.0	69.2	الهضبة الخضراء	20.9
فبراير	25.6	23.6	11.1	40.4	القره بوللي	15.8
مارس	23.1	59.0	10.1	42.1	الرابطة	16.7
أبريل	11.9	30.4	5.2	21.9	الرابطة	8.5
مايو	4.2	10.6	1.8	6.6	الجوش	2.9

المصدر : اعتماداً على جدول (3)

3-التوزيع الفصلي للأمطار:

يعتبر فصل الخريف بداية موسم الأمطار ومن ثم فصل الشتاء والذي يعتبر ذروة فصول السنة من حيث كمية الأمطار ثم يأتي فصل الربيع فيأخذ المرتبة الثالثة بعد فصل الخريف من حيث كمية الأمطار، كما لا وجود للأمطار في فصل الصيف إلا نادراً وهي حالات لا تستحق الذكر.

أ-توزيع أمطار فصل الخريف:

يعتبر فصل الخريف (سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر) بداية سقوط الأمطار، ويأتي فصل الخريف من حيث الأهمية بعد فصل الشتاء وكذلك نسبة إسهامها في المعدل السنوي حيث يبلغ متوسط ما يسقط من أمطار خلال هذا الفصل (81.11 ملم) كمتوسط عام لجميع محطات المنطقة، جدول (4) كما أن نسبة إسهام هذا الفصل من الأمطار بلغت (35.33%).

ويشكل عام فإن أمطار فصل الخريف تشبه أمطار فصل الشتاء فهي تزداد في الأجزاء الشمالية الشرقية، بينما تتناقص معدلات الأمطار في الأجزاء الجنوبية التي تقع بعيداً عن تأثير الأمطار الإعصارية القادمة من البحر المتوسط على خلاف الأجزاء الشمالية التي تعد قريبة من تأثيرها.

وحينما ننظر إلى شكل (11) وشكل (13) يمكن التعرف على سمات أمطار فصل

الخريف على النحو التالي:

يتشابه توزيع الأمطار في فصل الخريف مع فصل الشتاء من حيث تركيزها في الجزء الشمالي الشرقي وتناقصها التدريجي باتجاه الجنوب كما يتضح من شكل (11) وتتراوح معدلات الأمطار لهذا الفصل ما بين (37.2 ملم - 122.4 ملم) ونسبة إسهام معدلات أمطار فصل الخريف إلى المعدلات السنوية فقد بلغت (28.6% - 46%) لكامل محطات منطقة الدراسة حيث كان الجزء الشمالي الشرقي يحظى بأعلى معدلات الأمطار في فصل الخريف في كل من محطات: طرابلس (122.4ملم)، القره بوللي (119.1 ملم)، غنيمة (112.9ملم)، الهضبة الخضراء (107.9ملم) وبالرغم من تسجيلها أعلى المعدلات بمنطقة الدراسة.

إلا أنها - المحطات السابقة - لم تسجل أعلى نسبة إسهام لهذا الفصل حيث كانت تتراوح ما بين (34.1% - 35.5%) فقط كما في جدول (4).

يلى الجزء الشمالي الشرقي أجزاء ونطاقات تقل فيها معدلات الأمطار تتدرجياً في فصل الخريف بالاتجاه نحو الغرب فقد تراوحت المعدلات للمناطق الساحلية بداية من محطة جنزور إلى محطة رأس جدير ما بين (67.5ملم - 91.9ملم) بالرغم أن هذه المعدلات ليست الأعلى لمعدلات أمطار فصل الخريف على مستوى المنطقة إلا أنها سجلت أعلى نسبة إسهام في المنطقة كما في محطة أبوكماش (46%) الواقعة على الساحل في أقصى الشمال الغربي.

تسجل الجهات الجنوبية والجنوبية الغربية أقل معدلات الأمطار الخريفية على مستوى المنطقة، فنقل المعدلات من (60ملم)، في محطات العسة، بئر الغنم، الجوش لتصل إلى أدنى معدل في محطة شكشوك (37.2 ملم) في أقصى الجزء الجنوبي الغربي وبالرغم من تدنى معدلات أمطار الخريف في محطة العسة الواقعة قرب الساحل في الجزء الشمالي الغربي إلا أنها ترتفع بها نسبة إسهامها في المعدل السنوي لتسجل (38.3%) والتي تعتبر من ضمن النسب المرتفعة في كامل منطقة الدراسة.

جدول (3) معدل كميات الأمطار الساقطة في الفصول الممطرة ونسبتها إلى المعدل خلال الفترة (1956-2009)

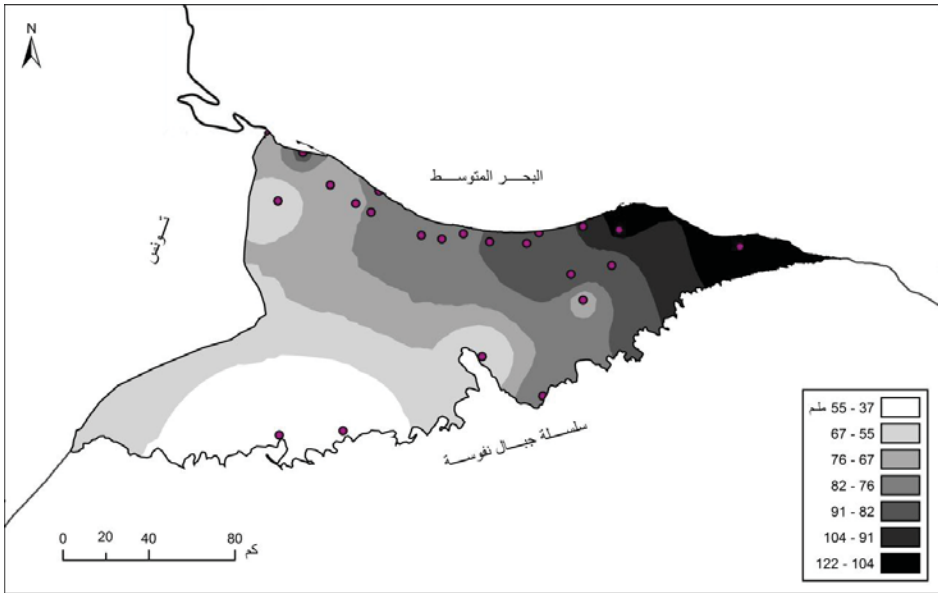
المحطة	فترة التسجيل (سنة)	معدل الأمطار السني	معدل أمطار فصل الخريف	نسبة أمطار الخريف للأمطار السنية	معدل أمطار فصل الشتاء	نسبة أمطار الشتاء للأمطار السنية	معدل أمطار فصل الربيع	نسبة أمطار الربيع للأمطار السنية
رأس جدير	2004-1964	167.2	71.1	42.6	70.1	41.9	25.8	15.4
ابوكماش	1995-1956	187.3	86.2	46	70.8	37.8	30.2	16.1
زلطن	2005-1964	173.4	67.5	39	78.7	45.4	26.7	15.4
زواردة	2009-1970	236.6	87.5	37	111.7	47.2	35.7	15.1
رقداين	2005-1957	186	68	36.6	86.5	46.5	30.5	16.4
الجميل	2005-1963	193.5	82.5	42.6	80.7	41.7	30.2	15.6
الجديدة الغربية	2005-1964	192.2	79	41.1	81.9	42.6	31	16.1
العجيلات	2005-1957	206.5	85.9	41.6	89.2	43.2	30.8	14.9
صيراته	2004-1957	209.5	77.3	36.9	96.7	46.1	34.6	16.5
صرمان	2009-1975	258	84.6	32.8	134.2	52	38.3	14.8
الزاوية	2009-1989	271.1	87.6	32.3	144.7	53.4	37.4	13.8
جوددائم	2005-1961	246.1	80.8	32.9	130.3	53	34.2	13.9
جنزور	2005-1957	261.4	91.9	35.2	133.3	51	35.5	13.6
الهضبة الخضراء	2009-1978	316	107.9	34.1	165.1	52.2	41.5	13.1
مدينة طرابلس	2009-1970	349.6	122.4	35	179.4	51.3	45.9	13.1
القره بولي	2005-1965	341	119.1	34.9	168.9	49.5	51.9	15.2
غنيمة	1999-1795	318	112.9	35.5	150.3	47.3	53.4	16.8
مطار طرابلس	2009-1970	270.2	83	30.7	137.3	50.8	49.1	18.2
العامرة	2005-1957	265.6	91.7	34.5	127.2	47.9	46.7	17.6
العسة	2005-1957	152	58.3	38.3	62.2	40.9	31.1	20.5
العزيزية	2005-1957	233.9	70.8	30.3	118.7	50.7	43.5	18.6
بئر الغنم	2005-1957	181.3	51.8	28.6	82.9	45.7	45.9	25.3
الرابطة	1990-1966	265.2	82.4	31.1	107.1	40.4	70.6	26.6
شكشوك	2000-1966	127.4	37.2	29.2	51	40.1	38.5	30.2
الجوش	2005-1957	130.1	40.3	31	49.2	37.9	39.2	30.1

المصدر : اعتماداً على ملحق (5)

جدول (4) متوسطات الأمطار الفصلية والنسبة والمئوية لإسهامها في المعدل السنوي على مستوى منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)

الفصل العام	المتوسط الفصلي للأمطار (مم)	من (%) المتوسط السنوي	المتوسط الفصلي للأمطار (مم)				نسبة الأمطار الفصلية للأمطار السنوية (مم)		
			أعلى كمية	المحطة	أقل كمية	المحطة	أعلى نسبة	المحطة	أقل نسبة
الخريف	81.11	35.33	122.4	مدينة طرابلس	37.2	شكشوك	46	ابوكماش	28.6
الشتاء	108.32	47.19	179.4	مدينة طرابلس	49.2	الجوش	53.4	الزاوية	37.8
الربيع	39.13	17.04	70.6	الرابطة	25.8	رأس جدير	30.2	شكشوك	13.1
السنوي	229.56	100	349.6	مدينة طرابلس	127	شكشوك	—	—	—

المصدر : اعتماداً على جدول (3)



المصدر : اعتماداً على جدول (3)

شكل (11) توزيع أمطار فصل الخريف خلال الفترة (1956 – 2009)

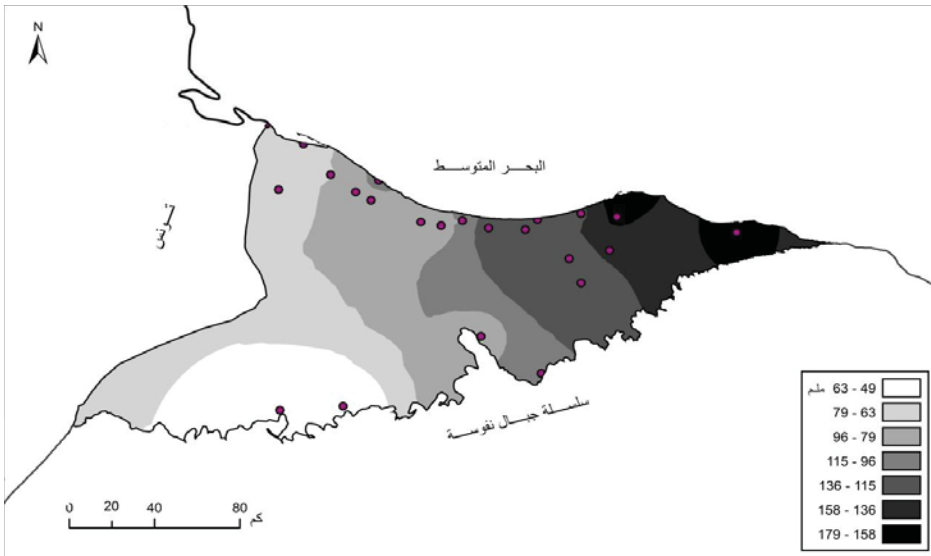
تتراوح نسبة إسهام معدلات الأمطار الخريفية في المعدل السنوي لمحطات المنطقة بين 28.6% إلى 46% لتسجل أعلى نسبة إسهام والتي تتراوح ما بين (41.1% - 46%) في المحطات الواقعة على الساحل الشمالي الغربي، أما محطات شرق ووسط وجنوب منطقة الدراسة فتتراوح ما بين (28.6% - 39%) ويرجع قلة نصيب الأجزاء الجنوبية من الأمطار الخريفية لبعدها عن مواقع مصادر الأمطار الخريفية وذلك بخلاف الجهات الشمالية الغربية والشرقية.

ب-توزيع أمطار فصل الشتاء:

يعتبر فصل الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) من أكثر فصول السنة أمطاراً في منطقة الدراسة حيث بلغ مقدار ما يسقط من أمطار خلال هذا الفصل (108.33 ملم) كمتوسط عام لجميع محطات المنطقة جدول (4) وبنسبة إسهام تفوق نسبة إسهام الفصول الأخرى حيث بلغت نسبة إسهام هذا الفصل (47.19%) من أمطار المعدل السنوي. ومن خلال جدول (3) نلاحظ زيادة أمطار فصل الشتاء في كافة محطات منطقة الدراسة على فصول السنة الأخرى. ويرجع ذلك إلى أن هذا الفصل يخضع لمؤثرات منخفضات البحر المتوسط بشكل أقوى وأكثر عدداً مما هو في الفصول الأخرى.

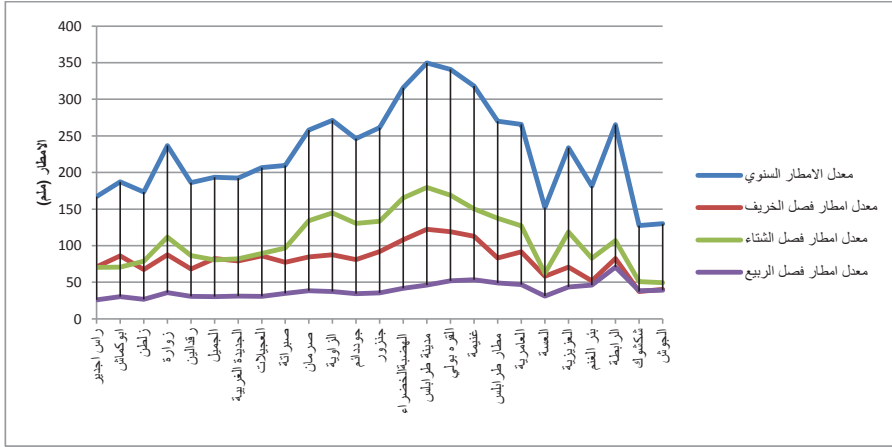
وبتحليل شكل (12) والجدول (3) يمكن أن نخلص إلى توزيع أمطار فصل الشتاء على النحو الآتي:

- تزايد معدلات الأمطار في الجزء الشمالي الشرقي بأكمله ويشمل هذا الجزء بداية من أقصى الشمال الشرقي عند محطة غنيمة مروراً بالساحل إلى أن تصل إلى محطة صرمان منتصف الساحل تقريباً لمنطقة الدراسة ثم بالاتجاه جنوباً إلى محطة الرابطة وتتراوح معدلات الأمطار هنا بين (107.1 ملم - 179.4 ملم). كما تتراوح نسبة إسهام هذا الفصل في محطات هذا الجزء بين (53.4%) في محطة الزاوية كحد أعلى و(47.3%) في محطة غنيمة كحد أدنى.
- تتناقص معدلات الأمطار تدريجياً بعد محطة صرمان للمحطات الواقعة في اتجاه الغرب والواقعة على الساحل حيث يبدأ الساحل في التقوس إلى الجنوب ويعتبر هذا العامل من ضمن العوامل المؤثرة والتي تسبب تناقص أمطار بعض محطات الساحل وتتراوح معدلات الأمطار في هذا النطاق ما بين (62.2 ملم - 96.7 ملم) وأن نسب إسهامها ما بين (40.9% - 46%)، كما تزداد كمية الأمطار في النقصان بالاتجاه إلى أقصى الجنوب الغربي حيث تسجل أدنى معدلات للأمطار وكذلك نسبة الإسهام في هذا الفصل بمحطة الجوش.



المصدر : اعتماداً على جدول (3)

شكل (12) توزيع أمطار فصل الشتاء خلال الفترة (1956 - 2009)



المصدر : اعتماداً على جدول (3)

شكل (13) معدلات الأمطار السنوية والفصلية (مم) في منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)

ج-توزيع أمطار فصل الربيع:

تمثل معدلات أمطار فصل الربيع (مارس، أبريل، مايو) أقل المعدلات لكميات الأمطار في جميع محطات المنطقة فهي تقل بشكل كبير عما كانت عليه خلال فصلي الخريف والشتاء، حيث لا تتجاوز هذه الكمية (39.13مم) كمعدل عام لمحطات المنطقة ولا تتجاوز إسهام هذه الكمية في المعدل السنوي (17%).

ومع استمرار حركة الشمس الظاهرية فإن المنخفضات الجوية تتزحزح عن مواقعها التي كانت عليه في فصل الشتاء نحو الشمال وهذا بدوره يؤدي إلى تناقص فرص مرور المنخفضات الجوية فوق البحر المتوسط ومن ثم تقل فرصة سقوط الأمطار في فصل الربيع وفي ليبيا بالكامل.

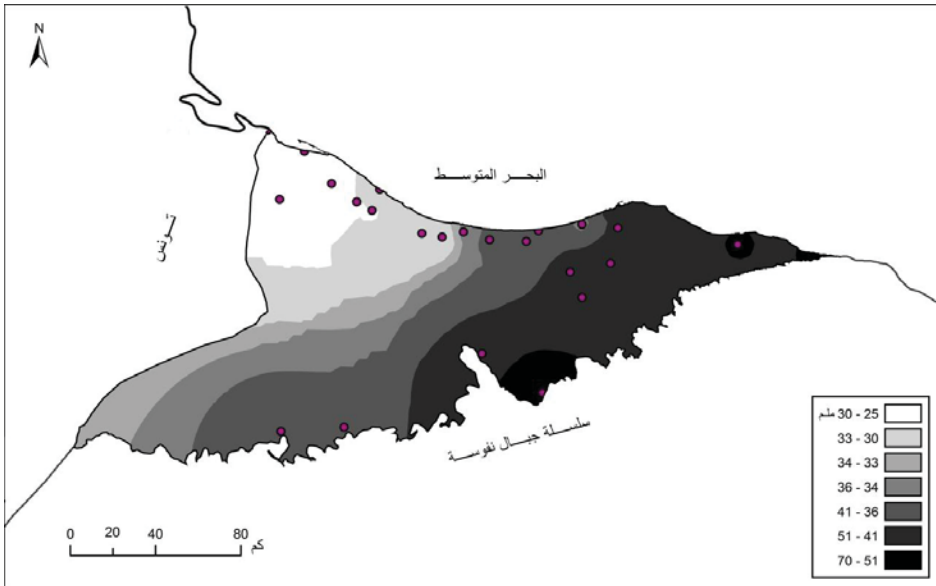
وبتحليل شكل (14) وجدول (3) يمكن استنباط بعض خصائص الأمطار خلال فصل الربيع على النحو الآتي:

- يأخذ توزيع أمطار فصل الربيع شكلاً مغايراً لفصلي الخريف والشتاء من حيث التوزيع ففي هذا الفصل يأخذ اتجاه التناقص للأمطار من منتصف أقصى الجنوب بالاتجاه نحو الشمال الغربي.

- تسجل أعلى معدلات أمطار لهذا الفصل في الجزء الجنوبي الشرقي والشمال الشرقي حيث تتراوح المعدلات في هذه المساحات ما بين (38.3مم – 70.6مم) وتشمل هذه المساحات مساحة شاسعة من منطقة الدراسة وقد انفردت محطة الرابطة بأعلى معدل

للأمطار في فصل الربيع حيث بلغت (70.6 ملم) ونسبة إسهام (26.6%) وهى ضمن إحدى أعلى نسب إسهام لهذا الفصل فقد وصلت أعلى نسب إسهام في محطة شكشوك (30.2%).

- تتناقص معدلات الأمطار بصورة واضحة في الجزء الشمالي الغربي بما فيها المحطات الساحلية من هذا الجزء حيث تراوحت المعدلات ما بين (35.7 ملم - 25.8 ملم) فقد بلغ أدنى معدل للأمطار الربيعية على مستوى المنطقة في أقصى الشمال الغربي عند الحدود التونسية الليبية المتمثلة في محطة رأس جدير (25.8 ملم) في حين نجد محطة مدينة طرابلس تسجل أدنى نسبة إسهام للأمطار الربيعية على مستوى منطقة الدراسة حيث بلغت (13.1%).



المصدر : اعتماداً على جدول (3)

شكل (14) توزيع أمطار فصل الربيع خلال الفترة (1956 - 2009)

رابعا-الاختلاف السنوي والفصلي للأمطار:

إن دراسة التفاوت السنوي والشهري للأمطار تفيد تطبيقياً في مدى الاعتماد على الأمطار (Reliability) سواء كان ذلك كلياً أو جزئياً في الزراعة المنتظمة، فكلما كان التفاوت السنوي والشهري العام قليلاً، ساعد ذلك على إمكانية الاعتماد على الأمطار والعكس صحيح. (شحاتة سيد طلبة، 2002، ص138). ولم يقف تأثير التفاوت السنوي

على الإنتاج الزراعي البعلّي، بل تعدى ذلك إلى الزراعات التي تروى من مياه الأنهار والبحيرات والآبار الجوفية لتأثر هذه المصادر المائية بالتذبذبات المطرية (على موسى، 1994، ص104)، كما سيتبين في الفصل الخامس.

ولقياس خصائص التذبذب في كميات الأمطار السنوية والفصلية يمكن استخدام أسلوب معامل الاختلاف (Coefficient of variation)، الذي هو عبارة عن الانحراف المعياري مأخوذ كنسبة مئوية من متوسط الأمطار وعلى أساس هذه النسبة يمكن إجراء المقارنة وقياس التذبذب في كميات الأمطار السنوية والفصلية في منطقة الدراسة ويتم حساب المعامل باستخدام المعادلة الآتية:

$$C.V = \frac{S}{X} . 100.$$

حيث أن:

C.V = معامل اختلاف الأمطار (Coefficient of variation) أو التذبذب.

S = الانحراف المعياري (Standard Deviation).

X = متوسط المطر السنوي أو الفصلي.

1-تذبذب الأمطار السنوية:

ومن خلال جدول (5) وكل من شكل (15) وشكل (16)، وهى نتائج معاملات اختلاف الأمطار السنوية وأنماط توزيعها الجغرافي منطقة الدراسة يمكن ملاحظة سمات تذبذب الأمطار السنوي على النحو الآتي:

- تذبذب الأمطار السنوية بصفة عامة في جميع أجزاء منطقة الدراسة ولكن بدرجات متفاوتة، ومن خلال جدول (5) نلاحظ أن قيم معامل الاختلاف تتراوح ما بين (26.3% - 59.1%) وهذا يدل على أن هناك تفاوت في كميات الأمطار فيما بين محطات منطقة الدراسة وتصل نسبة معامل اختلاف الأمطار السنوية إلى (41.7%) كمعدل عام لمحطات المنطقة. ويمكن ملاحظة الجزء الشمالي الغربي بداية من محطة صبراتة الواقعة على الساحل بالاتجاه نحو الغرب إلى الحدود التونسية تسجل نسب مرتفعة حيث تراوحت ما بين (40% - 55%) تقريباً وتأخذ النسب نفسها

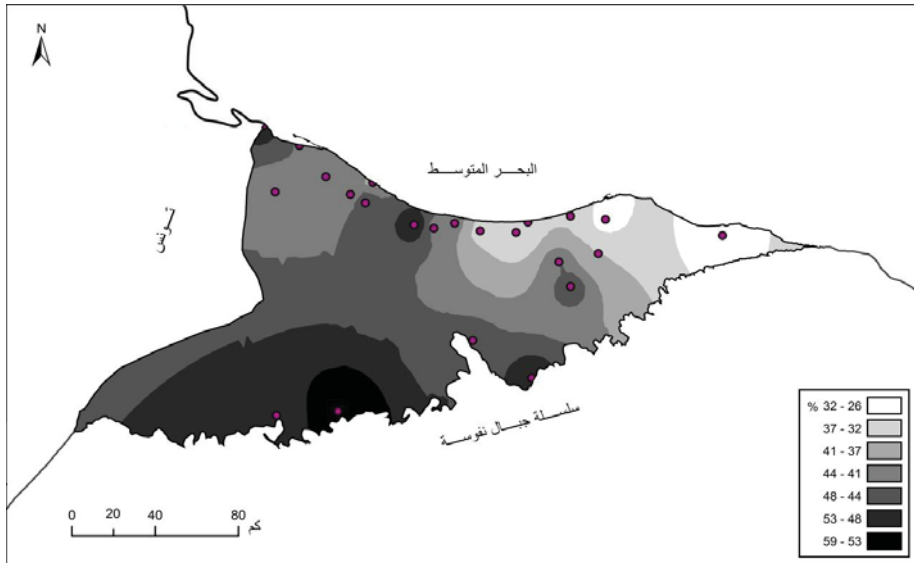
تقريباً في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية إلا أن محطة شكشوك تحتل أعلى نسبة اختلاف للأمطار السنوية مما يدل على تذبذب عال في تساقط الأمطار السنوية في هذه الأجزاء سألقة الذكر.

- ويتدرج معامل الاختلاف بالانخفاض في الجزء الشمالي الشرقي مع اختلاف في بعض المحطات ويتراوح معامل الاختلاف في هذا الجزء ما بين (26% - 37%) تقريباً حيث يلاحظ أن معامل الاختلاف يتناقص بشكل واضح وخاصة في محطة القره بوللي الواقعة على الساحل الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة والتي تسجل أدنى قيمة لمعامل الاختلاف في المنطقة حيث وصل إلى (26.3%) فقط.

جدول (5) متوسط معاملات الاختلاف السنوية والفصلية خلال الفترة (1956-2009)

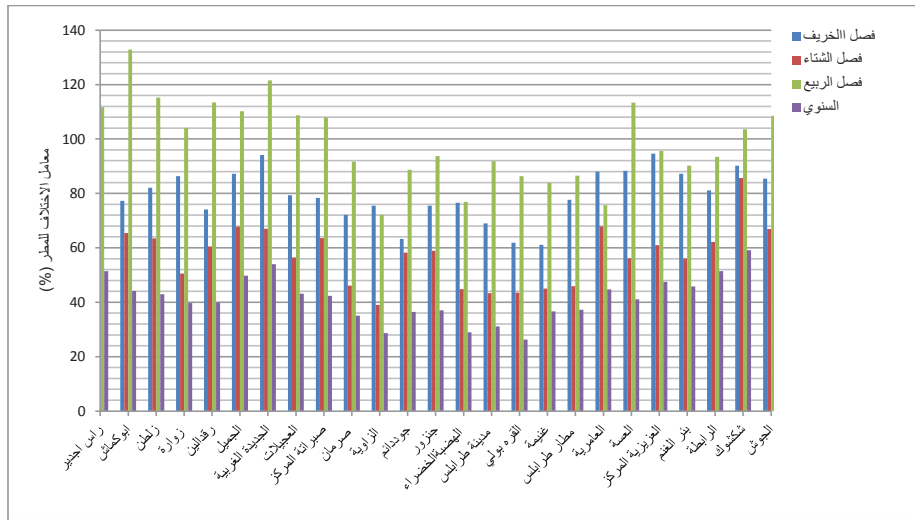
الفصل	المتوسط (%)	أعلى قيمة		أدنى قيمة	
		النسبة (%)	المحطة	النسبة (%)	المحطة
الخريف	80.3	100.8	رأس جدير	61.1	غنيمة
الشتاء	57.4	85.6	شكشوك	39	الزاوية
الربيع	99.1	132.9	ابوكماش	72.1	الزاوية
السنوي	41.7	59.1	شكشوك	26.3	القره بوللي

المصدر : اعتماداً على جدول (6)



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

شكل (15) معامل اختلاف الأمطار السنوية خلال الفترة (1956 – 2009)



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

شكل (16) معامل اختلاف الأمطار السنوية والفصلية (%) في منطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)

2-تذبذب الأمطار الفصلية:

تتباين نسبة معامل اختلاف الفصول في منطقة الدراسة بصورة عامة تبعاً لاختلاف معدلات الأمطار الفصلية. ومن الجدولين (5)، (6) يتضح أن معامل الاختلاف يرتبط بمتوسط هطول الأمطار فالعلاقة عكسية بين كمية الأمطار ودرجة الذبذبة فقد بلغ متوسط فصل الخريف في كامل منطقة الدراسة (81.11 ملم) مقابل معامل اختلاف (80.3%) إن متوسط فصل الشتاء في كامل منطقة الدراسة بلغ (108.32 ملم) مقابل معامل اختلاف (57.4%)، أما فصل الربيع فقد بلغ متوسط الأمطار في كامل منطقة الدراسة وهو الأقل (39.13 ملم) مقابل معامل اختلاف وهو الأكبر على مستوى منطقة الدراسة (99.1%) كما تتباين النسبة من فصل لآخر لذلك تتباين النسبة أثناء الفصل الواحد من مكان لآخر في منطقة الدراسة كما هو واضح في جدول (6) وشكل (16).

جدول (6) معاملات اختلاف الأمطار السنوية والفصلية (%) لمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1956 – 2009)

م	المحطة	فصل الخريف	فصل الشتاء	فصل الربيع	السنوي
1	راس اجدير	100.8	59.5	111.7	51.4
2	ابوكماش	77.3	65.4	132.9	44.1
3	زلطن	82.1	63.5	115.2	42.9
4	زواره	86.3	50.5	104.1	39.7
5	رقداين	74.1	60.5	113.4	39.9
6	الجميل	87.2	67.8	110.2	49.7
7	الجديدة الغربية	94.1	67	121.5	54
8	العجيلات	79.3	56.5	108.7	43.1
9	صبراتة	78.3	63.6	107.9	42.4
10	صرمان	72.1	46.1	91.7	35.1
11	الزاوية	75.5	39	72.1	28.6
12	جوددائم	63.3	58.2	88.7	36.4
13	جنزور	75.5	58.9	93.7	37
14	الهضبة الخضراء	76.6	44.8	76.9	28.9
15	مدينة طرابلس	69	43.3	91.9	31.1
16	القره بولي	61.9	43.5	86.3	26.3
17	غنيمة	61.1	45	83.9	36.6
18	مطار طرابلس	77.7	45.9	86.5	37.2
19	العامرية	88	67.9	75.7	44.7
20	العسة	88.3	56.2	113.3	41.1
21	العزيزية	94.6	61	95.6	47.5
22	بئر الغنم	87.2	56.1	90.2	45.8
23	الرابطة	81.1	62.2	93.4	51.4
24	شكشوك	90.2	85.6	103.6	59.1
25	الجوش	85.4	66.9	108.5	48.5

المصدر : من عمل الباحث

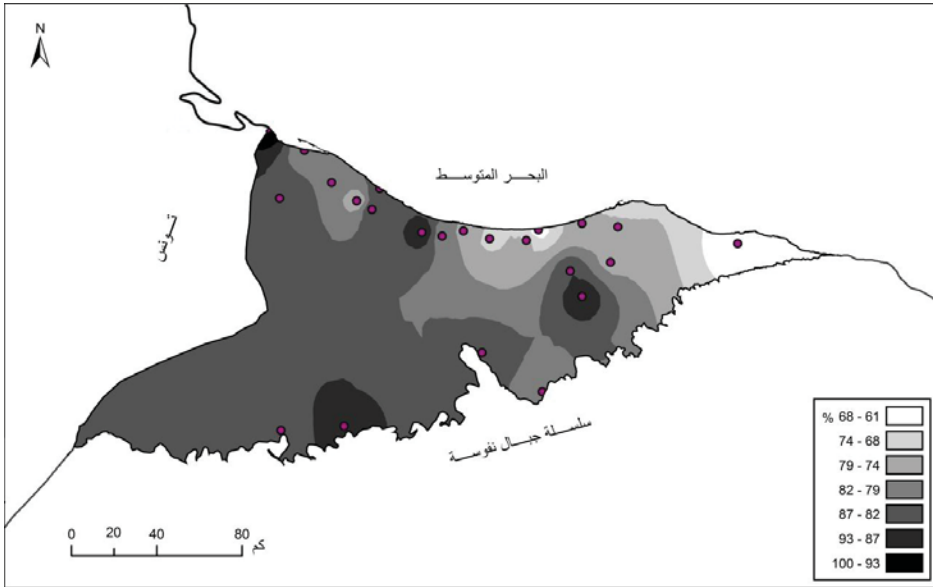
أ-تذبذب أمطار فصل الخريف:

من خلال جدول (6) والشكل (17) يمكن التوصل إلى بعض خصائص تذبذب الأمطار في فصل الخريف وذلك على النحو الآتي:

تختلف نسب معامل اختلاف الأمطار في فصل الخريف بين محطات منطقة الدراسة فتبلغ حوالي (39.7%) بين محطات كامل منطقة الدراسة فقد وصل معامل الاختلاف في محطة رأس جدير إلى (100.8%) الواقعة في أقصى الشمال الغربي وهي أعلى نسبة بمنطقة الدراسة سجلت في هذا الفصل كما سجلت محطة غنيمة أقل نسبة لمعامل الاختلاف (61.1%) الواقعة في أقصى الشمال الشرقي، وبهذا يكون الفارق بين أعلى نسبة اختلاف وأقل نسبة اختلاف (39.7%) ويتأثر الجزء الشمالي الغربي والجنوبي الغربي وبعض المناطق في وسط منطقة الدراسة بأعلى نسب اختلاف لفصل الخريف، مع

وجود بعض المناطق التي تهبط فيها نسب الاختلاف مقارنة بما جاورها كما هو في محطة رقدا لين (74.1%).

يتناقص معامل الاختلاف بالاتجاه نحو الشمال الشرقي وكذلك الجنوب الشرقي فقد تراوحت نسب الاختلاف في هذا الجزء ما بين (61.1% - 76.6%) حيث سجلت محطة غنيمة (61.1%) من معامل الاختلاف وهي أدنى قيمة وفي هذا الجزء تبرز بعض المناطق حيث تتميز بمعدلات تذبذب أعلى فقد سجلت محطة العزيزية (94.6%) والعامرية (88%) وهذه نسبة مرتفعة قليلاً مقارنة بالمناطق المجاورة لها كما هو واضح من شكل (17) وهذا يرجع بطبيعة الحال إلى قلة نصيبها من أمطار فصل الخريف.



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

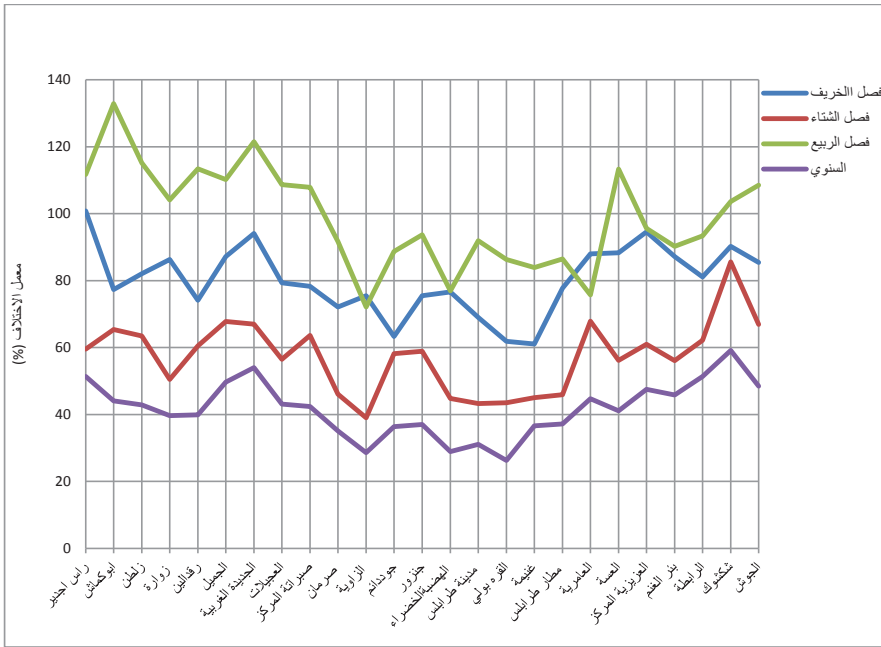
شكل (17) معامل اختلاف الأمطار الخريفية خلال الفترة (1956 - 2009)

ب-تذبذب فصل الشتاء:

تظل نسبة معامل الاختلاف مرتفعة في فصل الشتاء بوجه عام بين أجزاء المنطقة حيث تصل إلى (85.6%) ولكن تعد منخفضة مقارنة بنسب معامل الاختلاف لفصلي الخريف والربيع، نظراً لزيادة كميات المطر في فصل الشتاء عن أمطار فصلي الخريف والربيع في المنطقة.

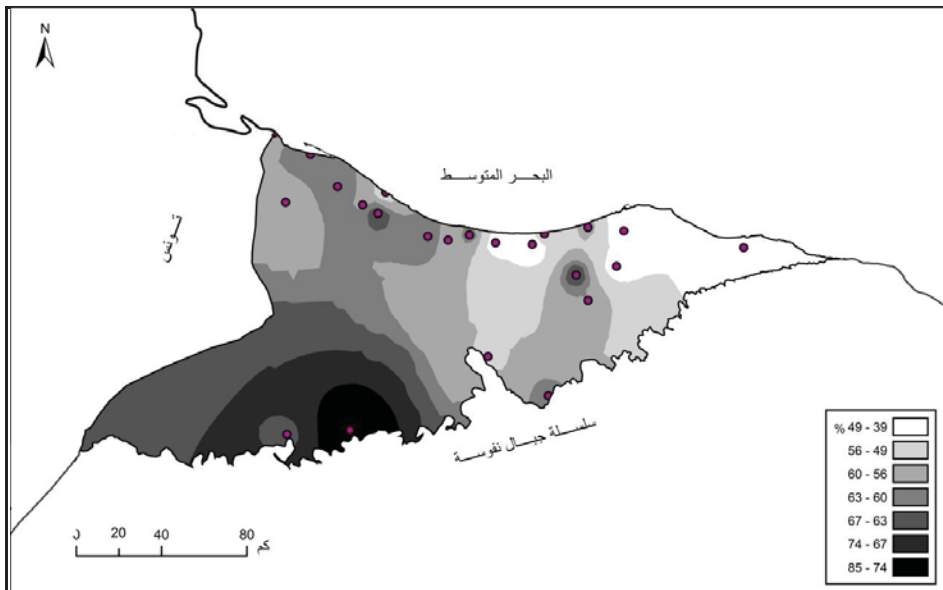
ويوضح الشكل (18) والجدول (6) والشكل (19) الخصائص العامة لمعاملات اختلاف الأمطار الشتوية وذلك على النحو التالي:

- يتفاوت معامل الاختلاف فيما بين محطات منطقة الدراسة حيث يتراوح بين (39%) كحد أدنى في محطة الزاوية الواقعة في شمال وسط المنطقة و(85.6%) كحد أعلى في محطة شكشوك الواقعة في جنوب غرب المنطقة بذلك يكون الفارق حوالي (46.6%) وهو فارق ليس بالكبير فيما لو قارناه بالمناطق الجافة وشبه الجافة الأخرى.
- تحتل كالعادة المنطقة الشمالية الغربية والجنوبية الغربية أعلى نسب اختلاف بالمنطقة في وجود بعض المناطق التي تقل فيها نسبياً نسبة معامل الاختلاف فقد سجلت محطة شكشوك أعلى نسبة اختلاف بالمنطقة الواقعة في أقصى الجنوب الغربي (85.6%).
- أما الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة فقد سجلت أدنى نسب اختلاف بالمنطقة فقد وصلت نسبة معامل الاختلاف إلى أدنى نسبة (39%) في محطة الزاوية وكذلك محطة مدينة طرابلس (43.3%) كما تظهر بعض المناطق في هذا الجزء - الأقل من حيث نسبة معامل الاختلاف - التي ترتفع فيها نسب معامل الاختلاف قليلاً عن ما يجاورها من مناطق كما هو الحال في محطة العامرية حيث وصلت نسبة معامل الاختلاف بها إلى (67.9%) وكذلك محطة الرابطة (62.2%) وهي مناطق قريبة من مناطق تتميز بانخفاض نسبة معامل الاختلاف.



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

- شكل (18) معاملات اختلاف الأمطار السنوية والفصلية (%) لمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1956- 2009)



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

شكل (19) معامل اختلاف الأمطار الشتوية خلال الفترة (1956 – 2009)

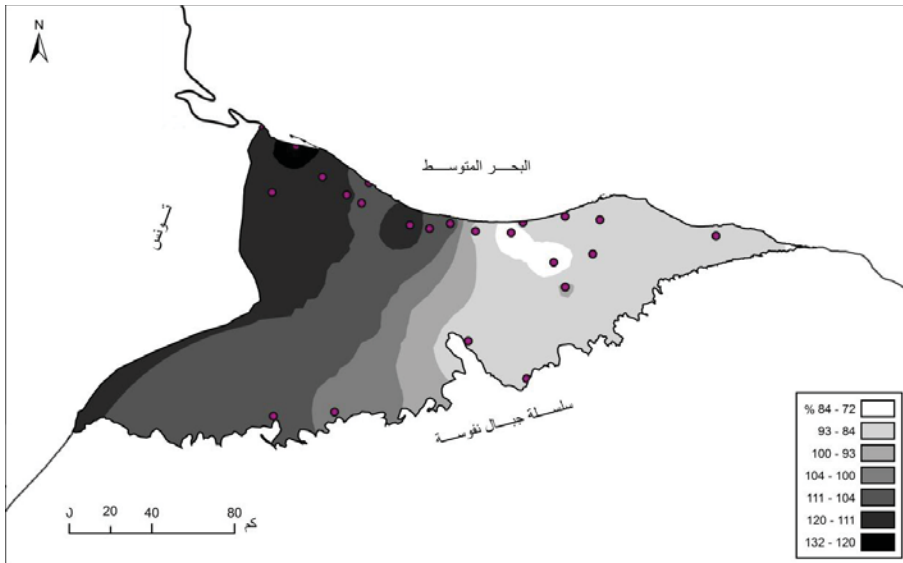
ج-تذبذب أمطار فصل الربيع:

من خلال العرض السابق عن معدلات أمطار الربيع يتضح أن هناك تناقصاً في كمية الأمطار مقارنة بفصلي الخريف والشتاء فقد زاد تذبذب الأمطار خلال فصل الربيع ليصل إلى (99.1%) كمعدل عام لجميع المحطات بمنطقة الدراسة، وأن الفارق بين أعلى نسبة معامل اختلاف (132.9%) وأدنى نسبة معامل اختلاف (72.1%) يصل إلى (60.8%) وهي نسبة مرتفعة إذا ما قورنت بباقي فصول السنة.

تعتبر المحطات الساحلية بداية من محطة صبراتة بالاتجاه إلى الشمال الغربي وصولاً إلى الحدود التونسية متميزة بأعلى نسب لمعامل اختلاف بالمنطقة حيث سجلت معظمها أكثر من (100%) لتذبذب الأمطار.

ويزداد تغير الأمطار بدرجة ملحوظة حيث سجلت محطة أبو كماش الواقعة على الساحل الشمالي الغربي (132.9%) وهي الأعلى على مستوى المنطقة خلافاً لما كان عليه من نتائج لمعامل الاختلاف في فصلي الخريف والشتاء فقد سجلت أعلى المحطات الواقعة في أقصى الجنوب الغربي.

يأخذ معامل الاختلاف بالتناقص في الجزء الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي بالمنطقة حيث تراوحت نسب معامل الاختلاف في هذا الجزء ما بين (95.6%) و(72.1%) فقد سجلت محطة الزاوية أدنى نسبة لمعامل الاختلاف (72.1%).



المصدر : اعتماداً على جدول (6)

شكل (20) معامل اختلاف الأمطار الربيعية خلال الفترة (1956 – 2009)

خامساً: عدد الأيام الممطرة:

يتفق توزيع الأيام الممطرة إلى درجة كبيرة مع توزيع المتوسط الموسمي لكمية المطر، وبالرغم من ذلك فإن التعرف على عدد الأيام الممطرة يساعد في التعرف على غزارة الأمطار، وهذا بدوره يعطي تصوراً على مدى إمكانية الاستفادة من الأمطار في الزراعة وكمية تغذية المياه الجوفية، ويقصد بعدد الأيام الممطرة هو: عدد الأيام التي يحدث فيها التساقط بمقدار أكبر من أو تساوي (0.1) ملم خلال الأربع والعشرين ساعة (المركز الوطني للأرصاد الجوية طرابلس، 2013، ص2).

1- التوزيع الموسمي للأيام الممطرة:

يتضح من خلال دراسة الملحق (3) الذي يبين المتوسطات الشهرية والموسمية لعدد الأيام الممطرة، والشكل (21) ، أن أكبر عدد للأيام الممطرة يتركز في المنطقة الشرقية من سهل الجفارة، وتبلغ أقصاها في محطة مدينة طرابلس (48.2) يوماً وهذا يتفق مع أكبر معدل مطر سنوي تمثله مدينة طرابلس. وتكون المحطات الواقعة على الساحل بداية من غنيمة الواقعة في أقصى الشمال الشرقي وصولاً إلى الزاوية في اتجاه الغرب، جميعها تكون قريبة في عدد الأيام الممطرة من العاصمة، حيث تتراوح ما بين (28 - 48) يوماً.

أما الجزء الشمالي الغربي والجنوبي الغربي فيتناقص فيه عدد الأيام الممطرة، حيث يبلغ متوسط عدد الأيام الممطرة (19.9) يوماً في رأس جدير الواقعة في الجزء الشمالي الغربي على الحدود الليبية التونسية، ويتناقص بالاتجاه نحو الجنوب الغربي، فقد سجلت محطة العسة الواقعة جنوب رأس جدير (17.4) يوماً، ويزداد التناقص في أقصى الجنوب الغربي كما هو في محطة الجوش وشكشوك (16.1)، (16.9) يوماً على التوالي.

يتضح من خلال العرض السابق للتوزيع الموسمي للأيام الممطرة، أن توزيع الأيام الممطرة تتفق بشكل كبير في توزيعها مع توزيع متوسط كمية المطر السنوي،

فالأجزاء التي ترتفع بها معدلات الأمطار في سهل الجفارة هي الأكثر في عدد الأيام الممطرة.

2- التوزيع الفصلي والشهري للأيام الممطرة:

نستطيع القول أن التوزيع الجغرافي لمتوسط عدد الأيام الممطرة الفصلية والشهرية يتشابه إلى حد كبير مع التوزيع الجغرافي للمتوسط الموسمي لعدد الأيام الممطرة وكذلك المجموع السنوي للأمطار، وأن العوامل المؤثرة في توزيع الأمطار في سهل الجفارة لها الدور الرئيسي في تحديد عدد أيام الأمطار.

أ- الأيام الممطرة خلال فصل الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر):

من خلال دراسة الجدول (7) الذي يبين المتوسط الفصلي والموسمي لعدد الأيام الممطرة وجدول (8) الذي يبين نسبة المتوسط الفصلي للمتوسط الموسمي لعدد الأيام الممطرة يتضح الآتي:

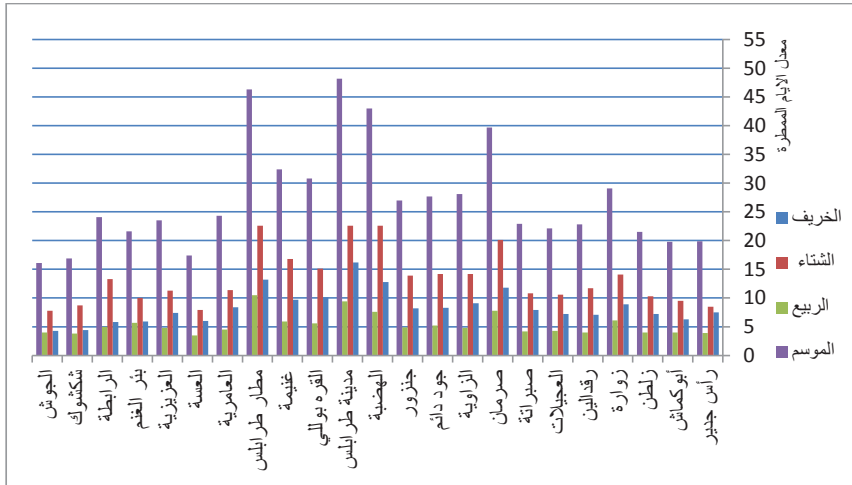
- ترتفع نسبة الأيام الممطرة خلال هذا الفصل في الطرف الشمالي الغربي ثم تتدرج في الإنخفاض بالاتجاه نحو الشرق.

- أعلى نسبة مئوية تتركز في ساحل المنطقة الشمالية الغربية، حيث تتراوح هذه النسبة بين (28.5% - 37.7%) ففي رأس جدير تصل نسبة الأيام الممطرة الخريفية إلى (37.7%) من المتوسط الموسمي للأيام الممطرة، وفي مدينة طرابلس (33.6%)، وفي مطار طرابلس (28.5%) من المتوسط الموسمي للأيام الممطرة.

- تتناقص نسبة الأيام الممطرة في فصل الخريف بشكل عام بالاتجاه نحو جنوب منطقة سهل الجفارة، وهي المنطقة الواقعة تحت أقدام جبل نفوسة، فقد سجلت أدنى نسبة لعدد الأيام الممطرة في فصل الخريف والمتمثلة في أربع محطات هي: الرابطة (24.1%)، شكشوك (26%)، الجوش (26.7%)، بئر الغنم (27.3%).

أما بالنسبة للتوزيع الشهري لعدد أيام المطر خلال أشهر الخريف هي كالتالي:

- يعتبر شهر سبتمبر أقل شهور فصل الخريف لعدد الأيام الممطرة، ويتراوح متوسط عدد الأيام الممطرة خلال هذا الشهر ما بين (2.4) أيام في مدينة طرابلس كحد أقصى و(0.6) يوم كحد أدنى قد سجلتها الرابطة الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي من سهل الجفارة.
- تزداد عدد الأيام الممطرة زيادة ملحوظة في شهري أكتوبر ونوفمبر، ويتراوح متوسط عدد الأيام الممطرة خلال شهر أكتوبر في منطقة الساحل ما بين (6.2) يوم في مدينة طرابلس و(3) أيام في رأس جديد، وتقل عدد الأيام الممطرة بالاتجاه نحو الجنوب. أما بخصوص شهر نوفمبر تتراوح الأيام الممطرة ما بين (7.6) يوم و(3) أيام بالنسبة للساحل وبحود يومين في المناطق الجنوبية.



المصدر : اعتماداً على جدول (7).

شكل (21) المتوسط الفصلي والموسمي للعدد الايام الممطرة خلال الفترة (1956-2009)

جدول (7) متوسط عدد الأيام الممطرة الفصلي والموسمي

المحطة	الخريف	الشتاء	الربيع	الموسم
رأس جنير	7.5	8.5	3.9	19.9
أبوكماتش	6.3	9.5	4	19.8
زلطن	7.2	10.3	4	21.5
زواردة	8.9	14.1	6.1	29.1
رقداين	7.1	11.7	4	22.8
العجيلات	7.2	10.6	4.3	22.1
صبراتة	7.9	10.8	4.2	22.9
صرمان	8.11	20.1	7.8	39.7
الزاوية	9.1	14.2	4.8	28.1
جود دانم	8.3	14.2	5.2	27.7
جنزور	8.2	13.9	4.9	27
الهضبة الخضراء	12.8	22.6	7.6	43
مدينة طرابلس	16.2	22.6	9.4	48.2
القره بوللي	10.1	15.1	5.6	30.8
غزيمه	9.7	16.8	5.9	32.4
مطار طرابلس	13.2	22.6	10.5	46.3
العامرية	8.4	11.4	4.5	24.3
العسة	6	7.9	3.5	17.4
العزيزية	7.4	11.3	4.8	23.5
بئر الغتم	5.9	10	5.7	21.6
الرابطة	5.8	13.3	5	24.1
شكشوك	4.4	8.7	3.8	16.9
الجوش	4.3	7.8	4	16.1

المصدر: من عمل الباحث.

جدول (8) نسبة المتوسط الفصلي للمتوسط الموسمي لعدد الأيام الممطرة

المحطة	الخريف%	الشتاء %	الربيع %
رأس جدير	37.7	42.7	19.6
أبو كماش	31.8	48.0	20.2
زلطن	33.5	47.9	18.6
زواره	30.6	48.5	21.0
رقدة الين	31.1	51.3	17.5
العجيلات	32.6	48.0	19.5
صبراتة	34.5	47.2	18.3
صرمان	29.7	50.6	19.6
الزاوية	32.4	50.5	17.1
جود دائم	30.0	51.3	18.8
جنزور	30.4	51.5	18.1
الهضبة الخضراء	29.8	52.6	17.7
مدينة طرابلس	33.6	46.9	19.5
القره بوللي	32.8	49.0	18.2
غنيمة	29.9	51.9	18.2
مطار طرابلس	28.5	48.8	22.7
العامرية	34.6	46.9	18.5
العسة	34.5	45.4	20.1
العزيزية	31.5	48.1	20.4
بنر الغنم	27.3	46.3	26.4
الرابطة	24.1	55.2	20.7
ثكنة ثوك	26.0	51.5	22.5
الجوش	26.7	48.4	24.8

المصدر: اعتماداً على جدول (7).

ب- الأيام الممطرة خلال فصل الشتاء (ديسمبر - يناير - فبراير):

يتبين من دراسة جدول (7) الذي يوضح المتوسط الفصلي والموسمي لعدد الأيام الممطرة والجدول (8) الذي يبين نسبة المتوسط الفصلي للمتوسط الموسمي لعدد الأيام الممطرة يتبين الآتي:

- يعتبر فصل الشتاء أكثر الفصول في عدد الأيام الممطرة، حيث تتراوح النسبة المئوية لعدد الأيام الممطرة الشتوية بين (42.7% - 55.2%) في جميع أرجاء سهل الجفارة، كما تتزايد نسبة الأيام الممطرة خلال فصل الشتاء بالاتجاه نحو الجزء الشمالي الشرقي من سهل الجفارة فتتراوح نسبة عدد الأيام الممطرة في هذا الجزء ما بين (50.6% - 55.2%)، فقد بلغت أعلى نسبة لعدد الأيام الممطرة في محطة الرابطة (55.2%) والهضبة الخضراء (52.6%)، وغنيمة (51.9%)، وفي صرمان (50.6%).

- تتركز أقل نسبة مئوية لعدد الأيام الممطرة، خلال هذا الفصل في نطاق يبدأ من رأس جدير، وهي أدنى نسبة (42.7%) في عدد الأيام الممطرة بسهل الجفارة والتي تقع في أقصى الحدود الشمالية الغربية، ثم يتجه هذا النطاق نحو الشرق بالزيادة في نسبة عدد الأيام الممطرة، بحيث يضم المحطات التي تبعد عن الساحل ببضع كيلو مترات، كما هو في العسة (45.4%) وزلطن (47.9%)، بالإضافة إلى بعض المحطات التي تقع في الجزء الشرقي فعلى سبيل المثال سجلت العامرية (46.9%) لعدد الأيام الممطرة.

أما عن التوزيع الشهري للأيام الممطرة خلال فصل الشتاء فقد تبين من دراسة المتوسطات الشهرية لعدد الأيام الممطرة، ملحق (3) ما يأتي:

1. يسجل شهر يناير ارتفاعاً طفيفاً لمتوسط عدد الأيام الممطرة في كامل محطات الدراسة مقارنة بشهر ديسمبر، ونستطيع القول أن شهر يناير

وديسمبر يتعادل فيهما عدد الأيام الممطرة في فصل الشتاء، فقد سجل أعلى متوسط في شهر ديسمبر بمدينة طرابلس (9.7) أيام وأن مطار طرابلس قد سجل أعلى متوسط لعدد الأيام الممطرة في شهر يناير (9.4) أيام.

2. يعتبر شهر فبراير أقل شهور الشتاء لمتوسط عدد الأيام الممطرة فقد سجل أعلى متوسط في مدينة طرابلس (6.7) أيام وأدناها في رأس جديد (2.1) أيام الواقعة في شمال غرب منطقة الدراسة ويأخذ التوزيع الجغرافي لمتوسط عدد الأيام الممطرة لشهر فبراير من حيث الزيادة والنقصان، كما هو في باقي شهور فصل الشتاء تقريباً.

ج- الأيام الممطرة خلال فصل الربيع (مارس - أبريل - مايو):

من دراسة الجدول (7) الذي يوضح المتوسط الفصلي والموسمي لعدد الأيام الممطرة ونسبة المتوسط الفصلي للمتوسط الموسمي لعدد الأيام الممطرة يتضح الآتي:

- تتراوح النسبة المئوية لعدد الأيام الممطرة خلال فصل الربيع ما بين (17.1% - 26.4%) في كامل سهل الجفارة وتتنافس النسبة عند الحدود الجنوبية لسهل الجفارة متمثلة في بئر الغنم (26.4%) كأعلى نسبة في هذا الفصل، ويليهما الجوشي (24.8%) ومطار طرابلس (22.7%).
- أما عن النسبة المئوية التي تنخفض فيها عدد الأيام الممطرة خلال فصل الربيع تتركز في منطقة الساحل فقد سجلت الزاوية أدنى نسبة مئوية (17.1%) يليها رقدالين (17.5%) ونستطيع القول أن المحطات الساحلية تنخفض فيها عدد الأيام الممطرة أكثر من المناطق الجنوبية كما هو واضح من جدول (8).

أما عن توزيع الأيام الممطرة على أشهر الربيع، فقد تبين من دراسة ملحق (3) الذي يبين متوسط عدد الأيام الممطرة الشهرية والموسمية ما يأتي:

1. تتركز معظم الأيام الممطرة في فصل الربيع في شهري مارس وأبريل ويتفوق شهر مارس على شهر أبريل في معظم محطات سهل الجفارة، فقد تراوحت الأيام الممطرة في شهر مارس ما بين (2.2 - 5.9) أيام، فقد سجلت مدينة طرابلس (5.9) أيام وهي أعلى قيمة لشهر مارس، أما أدنى قيمة فقد كانت في العسة (2.2) أيام لنفس الشهر. أما بخصوص شهر أبريل فقد تراوحت الأيام الممطرة ما بين (0.8 - 3.1) أيام ، وقد سجلت مدينة طرابلس أيضاً أعلى قيمة لشهر أبريل وصلت إلى (3.1) أيام ، أما أدناها لهذا الشهر فقد كانت في محطة رأس جدير (0.8) يوم.

2. يسجل شهر مايو أقل الشهور لعدد الأيام الممطرة خلال فصل الربيع، حيث يتراوح متوسط عدد الأيام الممطرة في هذا الشهر ما بين (0.2 - 1.8) يوم في كامل منطقة الدراسة وتأخذ تقريباً نفس المحطات من حيث الترتيب في الحصول على أكبر عدد من الأيام الممطرة ما كان في شهري مارس وأبريل، مع وجود فوارق بسيطة، فعل سبيل المثال حصلت كل من مدينة طرابلس ومطار طرابلس على أعلى قيم لعدد الأيام الممطرة في كامل سهل الجفارة في جميع شهور فصل الربيع مارس، أبريل، مايو، كما في ملحق (3).

سادساً: تركيز المطر:

من خلال دراسة الأيام الممطرة اتضح أنها قليلة ومحدودة للغاية وهي في الغالب لا تنتوزع على الشهر ولا الفصل بشكل مستقر، فنجدها تسقط في بعض الشهور يومين أو ثلاثة فقط، وأحياناً يسقط من المطر في يوم واحد ما يعادل ما سقط في فصل كامل وهذه خاصية تتميز بها الأمطار الصحراوية. ولعدم توفر البيانات التفصيلية عن عدد الساعات الممطرة لحساب تركيز المطر وهو الأكثر دقة من حساب عدد الأيام الممطرة، ويمكن

الحصول على تركيز المطر بقسمة مجموع المطر على الأيام الممطرة فكلما قل عدد الأيام الممطرة وزادت كميته اشتد تركيز المطر والعكس صحيح.

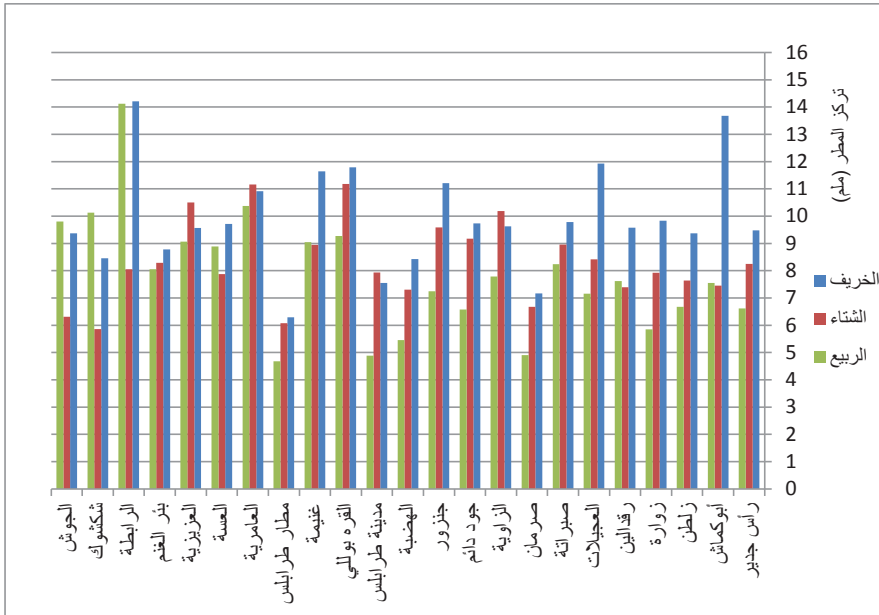
وبالنظر إلى جدول (9) الذي يوضح المتوسط الفصلي لتركيز المطر والشكل (22) نلاحظ الآتي:

1- أن متوسط تركيز فصل الخريف، لجميع محطات منطقة الدراسة يتراوح ما بين (6.3 - 14.2) ملم/يوم ممطر، كما أن جميع محطات سهل الجفارة لهذا الفصل تتفوق في متوسط تركيز المطر عن فصلي الشتاء والربيع، عدا مدينة طرابلس، العامرية، العزيزية.

2- يتوزع أكبر تركيز للأمطار في فصل الخريف في مناطق متفرقة من سهل الجفارة، فقد سجلت الرابطة أعلى متوسط لتركيز المطر في فصل الخريف بلغ 14.2 ملم/يوم ممطر، وبلغ في أبو كماش 13.7 ملم/يوم ممطر الواقعة في أقصى شمال غرب المنطقة، كما سجل مطار طرابلس أدنى متوسط لتركيز المطر بلغ 6.3 ملم/يوم ممطر.

3- يقل متوسط تركيز المطر في فصل الشتاء عن فصل الخريف حيث يتراوح ما بين (5.9 - 11.2) ملم/يوم ممطر، فيلاحظ أن محطات الجزء الشرقي المتمثلة في القره بوللي، العامرية، العزيزية، الزاوية سجلت أعلى تركيز لفصل الشتاء.

4- يتراوح متوسط تركيز فصل الربيع ما بين (4.7 - 14.1) ملم/يوم ممطر. فيلاحظ أن المنطقة الجنوبية والجنوبية الشرقية، تحظى بأعلى تركيز للمطر والمتمثلة في الرابطة (14.1) ملم، العامرية (10.4) ملم، شكشوك (10.1) ملم/يوم ممطر.



المصدر: اعتماداً على جدول (9).

شكل (22) المتوسط الفصلي لتركز الأمطار خلال الفترة (1956-2009)

جدول (9) المتوسط الفصلي لتركز الأمطار*

المحطة	فصل الخريف			فصل الشتاء			فصل الربيع		
	ك	أ	تركز المطر ك/أ	ك	أ	تركز المطر ك/أ	ك	أ	تركز المطر ك/أ
رأس جدير	71.1	7.5	9.5	70.1	8.5	8.2	25.8	3.9	6.6
أبوكماش	86.2	6.3	13.7	70.8	9.5	7.5	30.2	4	7.6
زلطن	67.5	7.2	9.4	78.7	10.3	7.6	26.7	4	6.7
زروارة	87.5	8.9	9.8	111.7	14.1	7.9	35.7	6.1	5.9
ورقدالين	68	7.1	9.6	86.5	11.7	7.4	30.5	4	7.6
للعجيلات	85.9	7.2	11.9	89.2	10.6	8.4	30.8	4.3	7.2
صبراتة	77.3	7.9	9.8	96.7	10.8	9.0	34.6	4.2	8.2
صرمان	84.6	11.8	7.2	134.2	20.1	6.7	38.3	7.8	4.9
الزاوية	87.6	9.1	9.6	144.7	14.2	10.2	37.4	4.8	7.8
جود دائم	80.8	8.3	9.7	130.3	14.2	9.2	34.2	5.2	6.6
جنزور	91.9	8.2	11.2	133.3	13.9	9.6	35.5	4.9	7.2
الهضبة	107.9	12.8	8.4	165.1	22.6	7.3	41.5	7.6	5.5
مدينة طرابلس	122.4	16.2	7.6	179.4	22.6	7.9	45.9	9.4	4.9
القره بوللي	119.1	10.1	11.8	168.9	15.1	11.2	51.9	5.6	9.3
سد غنيمه	112.9	9.7	11.6	150.3	16.8	8.9	53.4	5.9	9.1
مطار طرابلس	83	13.2	6.3	137.3	22.6	6.1	49.1	10.5	4.7
العامرية	91.7	8.4	10.9	127.2	11.4	11.2	46.7	4.5	10.4
العسة	58.3	6	9.7	62.2	7.9	7.9	31.1	3.5	8.9
العزيرية	70.8	7.4	9.6	118.7	11.3	10.5	43.5	4.8	9.1
بنر الغنم	51.8	5.9	8.8	82.9	10	8.3	45.9	5.7	8.1
الرابطه	82.4	5.8	14.2	107.1	13.3	8.1	70.6	5	14.1
شكشوك	37.2	4.4	8.5	51	8.7	5.9	38.5	3.8	10.1
الجوش	40.3	4.3	9.4	49.2	7.8	6.3	39.2	4	9.8

المصدر: من عمل الباحث.

*تم حساب هذا الجدول بناء على (شحاتة سيد طلبة، 1990، ص 142) :
 ك = كمية المطر (ملم) ، أ = عدد الايام الممطرة (0.1 ملم فاكثر) ، تركيز المطر (ملم/يوم) = $\frac{\text{مجموع كمية المطر (ك)}}{\text{عدد الايام الممطرة (أ)}}$

سابعاً: الاتجاه العام في كميات الأمطار خلال الفترة (1970 – 2009):

من خلال دراسة خصائص الأمطار في سهل الجفارة يتبين أن الأمطار متذبذبة في سقوطها كما أن كمياتها متفاوتة من فصل لآخر ومن سنة لأخرى تفاوتاً كبيراً، ولكي تكون الصورة أكثر وضوحاً لابد أن نتعرف على اتجاه الأمطار في منطقة الدراسة حيث يتم استخدام معادلة الخط المستقيم الذي يمكن من خلالها رسم أفضل توفيق لخط الاتجاه الذي يوضح العلاقة بين كمية الأمطار (كمتغير تابع) والسلسلة الزمنية (كمتغير مستقل)، للتأكد من أن الأمطار متجهة نحو الزيادة أو التناقص أو عدم وجود تغير خلال فترة الدراسة، كما يتم أيضاً استخدام نموذج الأوساط المتحركة لثلاث وخمس سنوات، والذي يتميز بتقليل الذبذبات القصيرة الأقل من ثلاث وخمس سنوات وبالتالي نتيجة لهذا التطبيق تظهر سلسلة جديدة تمثل الأوساط المتحركة في صورة أقل تذبذباً من المشاهدات الأصلية للأمطار، حيث يمكن مقارنة سلسلة المتوسطات المتحركة لثلاث وخمس سنوات وما ينتج عنه من أهم الدورات المتعاقبة وتحديد مواقعها الزمنية.

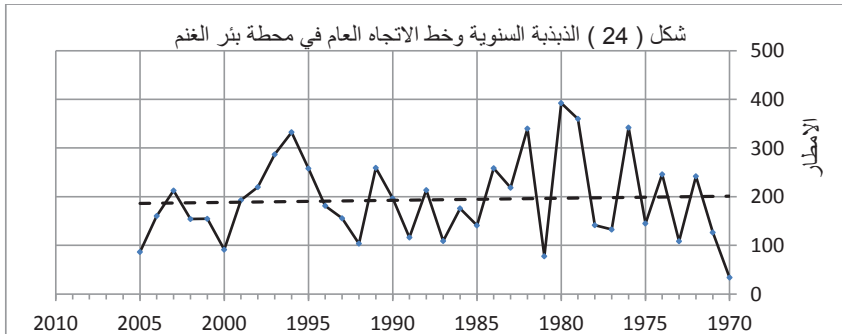
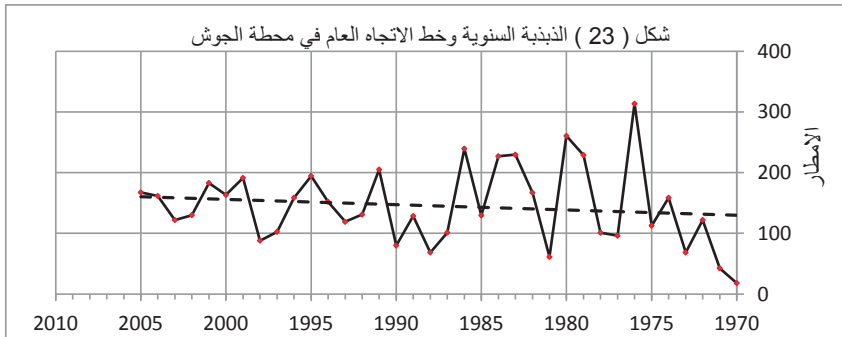
وقد تم تطبيق ذلك على 7 محطات تم اختيارها على حسب اختلاف مواقعها فقد اختيرت محطات ساحلية وأخرى جنوبية وكذلك محطات في الشرق وغرب منطقة الدراسة، كما تم توحيد الفترة الزمنية في أغلبها فكانت خلال 1970 – 2009.

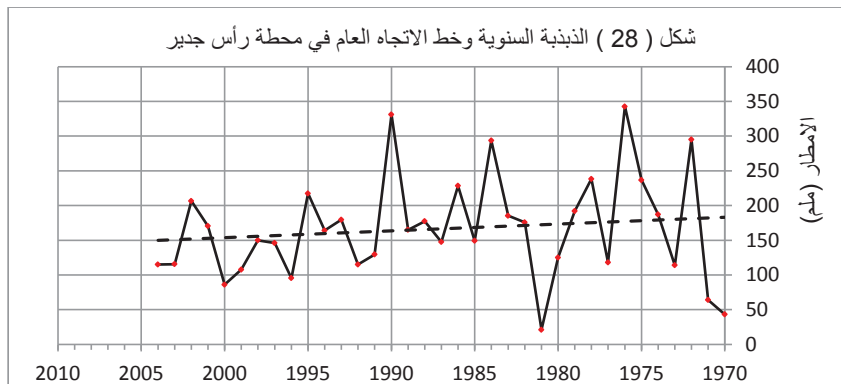
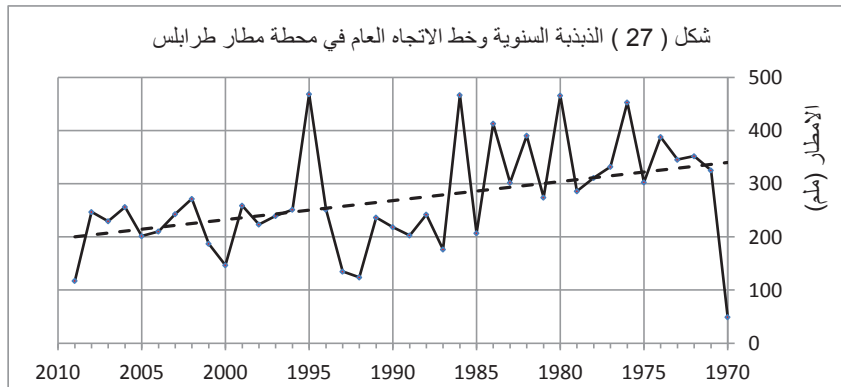
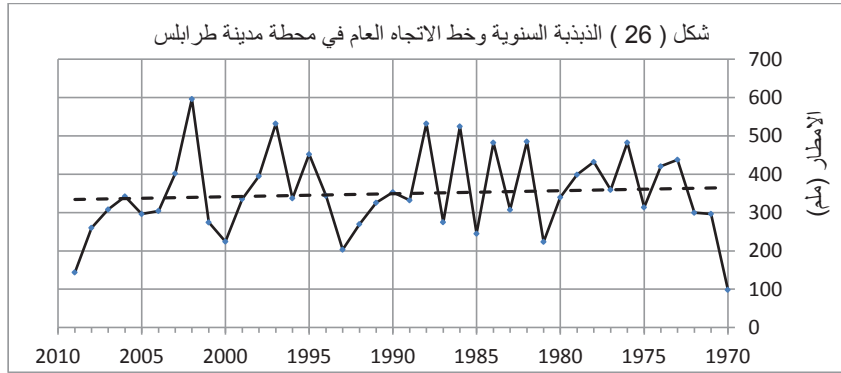
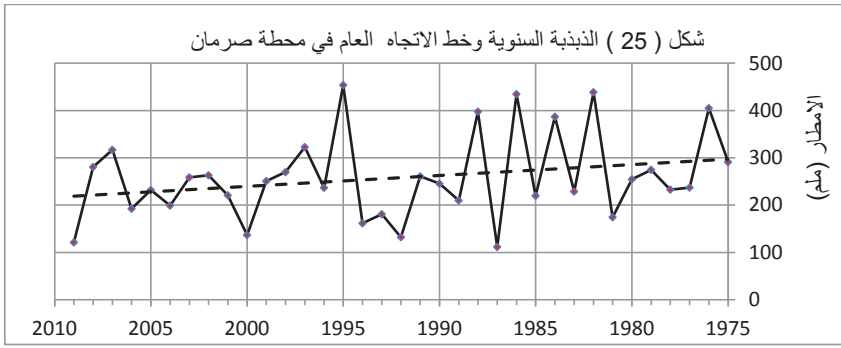
1- الاتجاه العام (معادلة خط الانحدار البسيط):

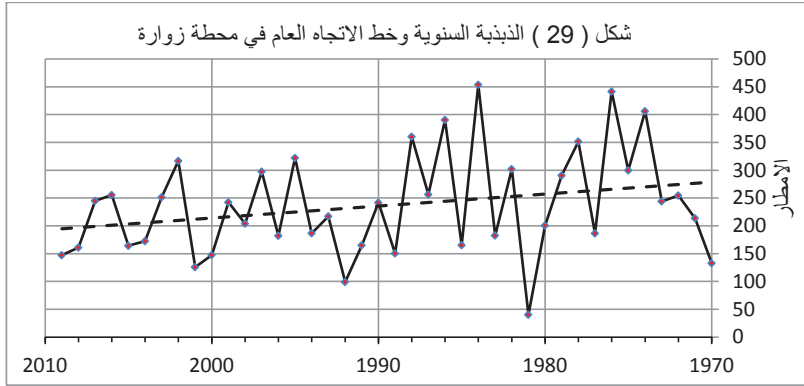
وبتطبيق معادلة خط الانحدار البسيط على 7 محطات تبين أن معظم المحطات يبدو فيها التناقص بشكل عام في أمطارها مع وجود اختلاف فيما بينها فعلى سبيل المثال سجلت محطة مطار طرابلس أعلى تناقص بلغ (3.58-) وهي محطة قريبة من الساحل في الجزء الشرقي من منطقة الدراسة، كما بلغ التناقص في محطة صرمان (2.30-) وهي تتوسط ساحل منطقة الدراسة ويليها محطة زوارة الواقعة على الساحل في الجزء الغربي فقد بلغ التناقص فيها (2.14-)، ثم محطة رأس جدير الواقعة على الساحل الشمالي للحدود الليبية التونسية فقد بلغ التناقص فيها (0.97-)، ثم محطة طرابلس (0.79-)، يليها محطة بئر الغنم الواقعة في أقصى

جنوب وسط منطقة الدراسة، حيث بلغ التناقص فيها (-0.41) ثم محطة الجوش الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي والذي يختلف اتجاه الأمطار فيها نحو الزيادة عكس المحطات السابقة فقد بلغت الزيادة نحو (0.88) .

ونستنتج مما سبق أن أمطار المحطات الساحلية والقريبة من الساحل هي في تناقص بشكل عام وهذا ربما يكون مرجعه إلى التناقص العام للأمطار على المستوى العالمي فقد حدثت في غرب أفريقيا فترات زيادة ونقصان في كميات الأمطار فكانت الفترة الواضحة في قلة الأمطار في السنوات 1910، 1940، ثم ازدادت الكميات في التناقص بوضوح من سنة 1968 وحتى الآن عدا سنة أو سنتين خلال هذه الفترة زادت فيها الأمطار قليلاً (شحاتة سيد طلبة، 1990، ص173). أما بخصوص الزيادة التي في المحطات الواقعة في الجنوب وعلى الأخص محطة الجوش فمرد ذلك ربما إلى أمطار الربيع التي تزداد على مرتفعات جبل نفوسة التي تقترب منها محطة الجوش، كما سبق أن اتضح من دراسة العوامل المؤثرة في الأمطار من هذا الفصل.





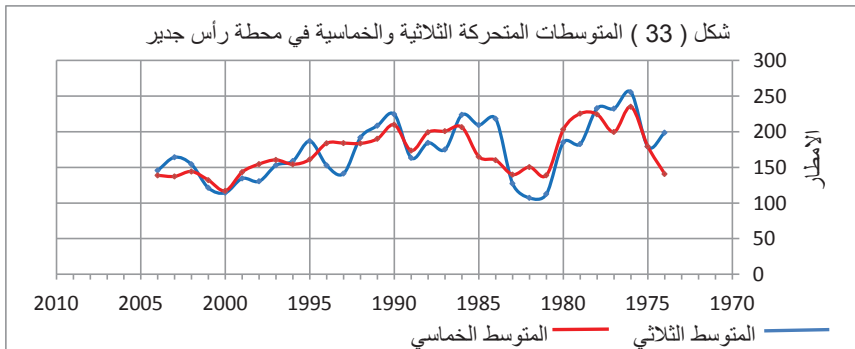
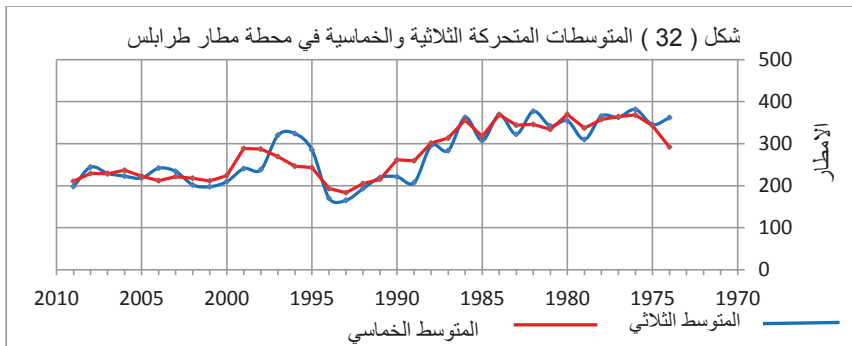
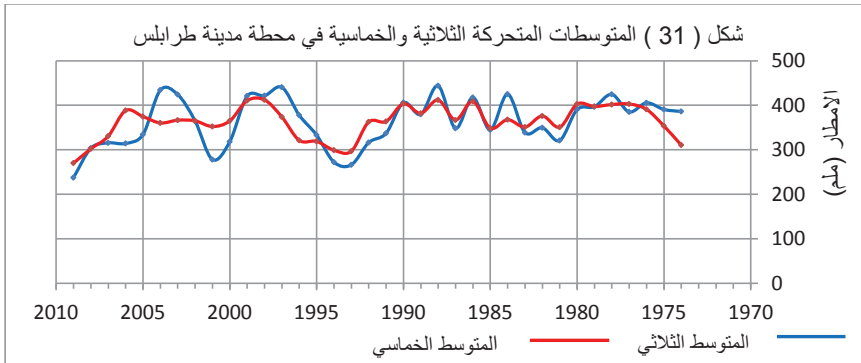
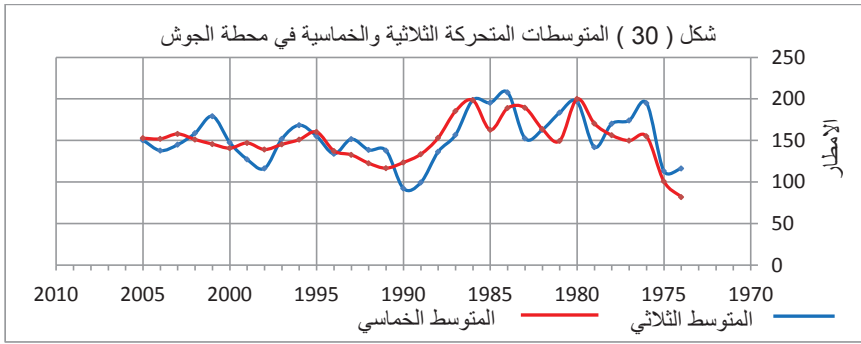


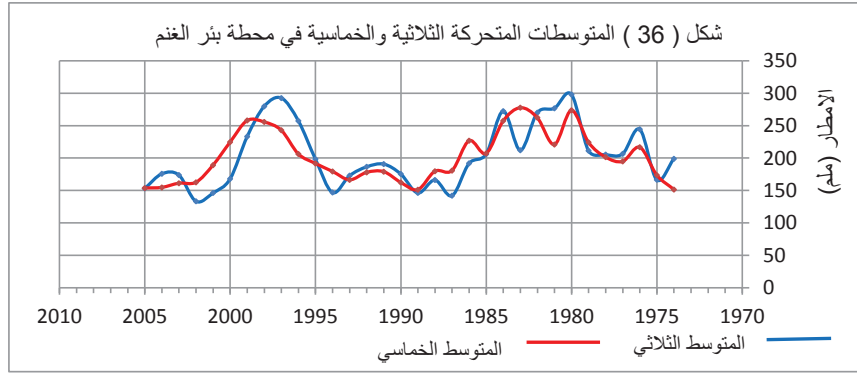
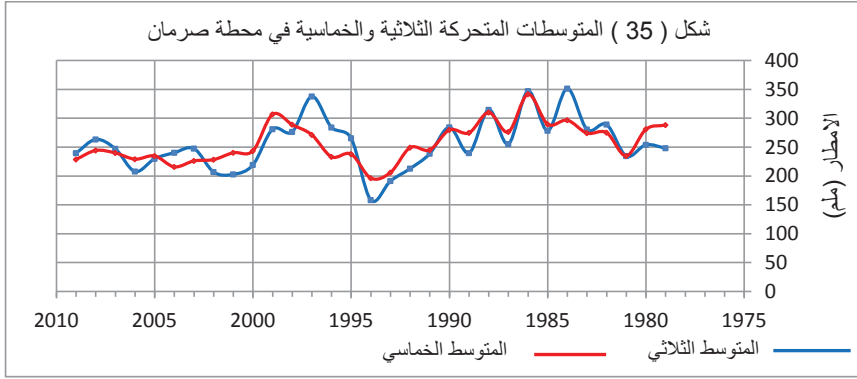
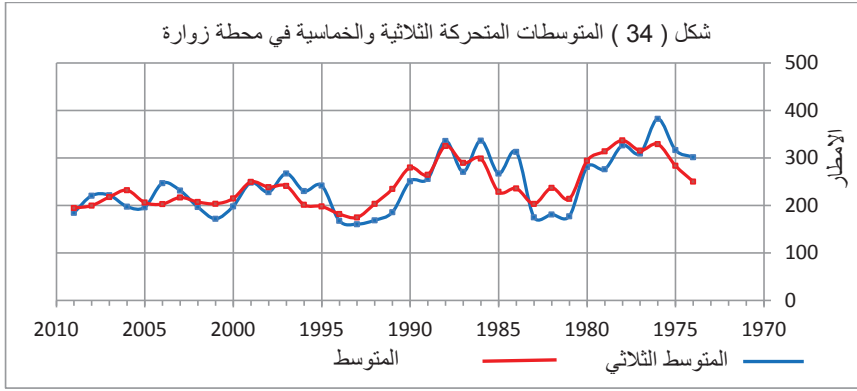
2- المتوسطات المتحركة:

من خلال دراسة الأشكال (من 30 إلى 36) يتبين أن هناك تذبذب في كميات الأمطار واختلاف قيمتها عن المتوسط وخط الاتجاه العام، لمعرفة ما إذا كان هذا التذبذب والتفاوت عشوائياً، أم أنه يتبع نطاقاً ونمطاً معيناً، ثم استخدام أسلوب المتوسطات المتحركة الثلاثة، والخماسية، خاصة وأنه يتم استخدامه بكثرة في الدراسات المناخية.

ويلاحظ من دراسة الجداول التي تبين المتوسطات المتحركة الثلاثية والخماسية للمحطات المختارة ملحق (2) الأشكال الموضحة لها (من 30 إلى 36) أن الدورات التي تمر بها المحطات غير منتظمة وليست لها أطوال محددة بالضبط وأنها ليست دقيقة في مواعيدها ومع ذلك لوحظ أن دورات الخمس سنوات تكررت من منتصف السبعينات إلى التسعينات في أكثر من محطة ولكن ليس لكل فترة الدراسة.

وتخلص من دراسة الاتجاه العام والمتوسطات المتحركة، أن الأمطار بشكل عام خلال الفترة المدروسة (1970 - 2009) تتجه نحو التناقص مع ملاحظة زيادة الأمطار في الفترة ما بين 1970 إلى 1990 في جميع المحطات وتناقصها في الفترة ما بين 1990 إلى 2009 مع وجود بعض الاختلافات البسيطة بين محطات منطقة الدراسة، أما بخصوص فترات الجفاف التي مرت بها المحطات فقد أفردنا فصلاً كاملاً يختص بتحليل فترات الجفاف، (انظر الفصل الرابع).





ونخلص من خلال العرض والتحليل السابق لخصائص توزيع الأمطار السنوية والفصلية والشهرية، أن الجزء الشمالي الشرقي والجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة يحظى بأكبر كمية للأمطار سواء كان ذلك على المستوى السنوي أو الفصلي، أما الجهات الشمالية الغربية والجنوبية الغربية فهي تتميز بقلّة الأمطار مع وجود تفاوت داخل هذه الجهات كما اتضح أن فصل الشتاء يحقق المرتبة الأولى سواء في كمية الأمطار الساقطة أو نسبة الإسهام في المعدل السنوي، حيث بلغ معدل الأمطار في فصل الشتاء

(108.22 ملم) كمعدل عام على مستوى المنطقة بنسبة إسهام بلغت (47.19%) من المعدل السنوي للأمطار، ويأتي فصل الخريف في المرتبة الثانية حيث بلغ معدل الأمطار في هذا الفصل (81.11 ملم) كمعدل عام على مستوى المنطقة، بنسبة إسهام تصل إلى (35.33%) من معدل المطر السنوي، أما فصل الربيع فيأتي في المرتبة الثالثة وينخفض معدل الأمطار في فصل الربيع انخفاضاً واضحاً عن الفصلين السابقين حيث بلغ (39.13 ملم) وبنسبة إسهام لا تتجاوز (17.04%) من المعدل السنوي.

أما على المستوى الشهري يتشابه بشكل كبير شهرا ديسمبر ويناير حيث بلغ متوسط هذين الشهرين (41.48 ملم) و(41.3 ملم) على التوالي كمعدل عام على مستوى منطقة الدراسة وهي من الشهور الممطرة ثم يأتي شهرا نوفمبر وأكتوبر حيث بلغ متوسطهما (35.66 ملم) و(33.25 ملم) على التوالي كمعدل عام على مستوى منطقة الدراسة ثم تأتي متوسطات وحالة الشهور الأخرى، فشهد فبراير (25.57 ملم) ويعتبر شهراً ممطراً ويكون انتقالياً أحياناً، ثم شهر مارس (23.07 ملم) وهو في الغالب يعتبر شهراً انتقالياً ويعتبر شهراً سبتمبر وأبريل من الشهور التي حالتها تتغير من مطر إلى انتقال إلى جاف حيث سجل شهر سبتمبر (12.2 ملم)، أبريل (11.9 ملم)، مايو (4.15 ملم) من ضمن الشهور الجافة، كمعدل عام على مستوى منطقة الدراسة.

أما على صعيد تذبذب الأمطار السنوية والفصلية فقد أوضحت الدراسة ارتفاع نسبة معامل الاختلاف السنوي والفصلي بشكل عام في منطقة الدراسة مع ملاحظة أن معامل الاختلاف السنوي يبدو منخفضاً قياساً بمعامل الاختلاف الفصلي. كما اتضح أن معامل الاختلاف يتباين تبايناً كبيراً بين فصول السنة وعلى مستوى المناطق لكل فصل من فصول السنة ويأتي فصل الربيع في مقدمة الفصول من حيث شدة التذبذب فقد بلغ (99%) تقريباً ويليه فصل الخريف حيث وصل التذبذب إلى (80%) تقريباً ثم يأتي أقل فصول السنة تذبذباً في كميات الأمطار وهو فصل الشتاء فقد بلغ (57%) تقريباً باعتبار هذه المعدلات معدلات عامة لكامل محطات منطقة الدراسة.

أما بخصوص الايام الممطرة فانها تتفق بشكل كبير في توزيعها مع توزيع متوسط كمية المطر السنوي. كما تبين أيضاً أن أعلى متوسط لتركز المطر في فصل الخريف يليه الربيع ثم الشتاء. ومن خلال دراسة معادلة خط الانحدار البسيط لسبع محطات خلال الفترة 1970-2009 اتضح أن معظمها يبدو فيها التناقص بشكل عام في أمطارها، وكذلك بتطبيق المتوسطات الثلاثية والخماسية المتحركة على نفس المحطات اتضح أن الدورات التي تمر بها المحطات السبع غير منتظمة وليس لها اطوال محددة بالضبط وانها ليست دقيقة في مواعيدها.

الفصل الثاني

احتمالات سقوط الأمطار في سهل الجفارة بلبيبا

مقدمة:

أولاً: احتمالية سقوط الأمطار السنوية بالكميات (130،190،250 ملم).

ثانياً: احتمالية سقوط الأمطار الفصلية بالكميات (30،70،110 ملم).

1- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الشتاء بالكميات (30،70،110 ملم).

2- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الربيع بالكميات (30،70،110 ملم).

3- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الخريف بالكميات (30،70،110 ملم).

احتمالات سقوط الأمطار في سهل الجفارة

مقدمة:

تعتبر الزراعة في ليبيا من النشاطات المهمة وخاصة في سهل جفارة لتوفر الظروف الطبيعية والبشرية، وعلى الرغم من اعتماد الزراعة في المنطقة على مياه الري الكامل والجزئي إلا أن مياه الأمطار تؤدي دوراً مكماً ومهماً في عمليات الري، ودعم المياه الجوفية السطحية وكذلك المناطق الرعوية.

تستقبل منطقة الدراسة أمطاراً سنوية تتراوح ما بين 200-300 ملم والتي يعتبرها المختصون بالزراعة حداً أدنى لزراعة الحبوب الشتوية (شعير وقمح) مع توفر تربة جيدة الى متوسطة الخصوبة، ولكن سوء التوزيع وعدم انتظام توزيعها على المستوى الزمني والمكاني في المنطقة، يجعل من الصعب القيام بزراعة ناجحة بنسبة كبيرة، لهذا فإن التخطيط السليم لاستغلال مياه الأمطار المحدودة والاستفادة منها وتلافي مخاطرها، يستوجب أن تكون هناك خطط سليمة حول استغلال مياه الأمطار على أساس احتمالات سقوط الأمطار بكميات محددة وليس على أساس معدلاتها فقط، إذ أن المعدل لا يمكن الاعتماد عليه بما يحتويه على تضليل، لذلك لا يمكن الاعتماد عليه من الناحية العملية وكذلك بجميع المعطيات الحالية يصعب التنبؤ بسقوط الأمطار ومعرفة مواعيدها ومقدارها بدقة كافية، لهذا يلجأ البعض إلى استخدام أساليب إحصائية تعطي مؤشراً مقبولاً إلى حد ما، ومن بين هذه الأساليب أسلوب النظرية الاحتمالية التي تعتمد بصورة واسعة في فروع الجغرافيا الطبيعية أكثر منها في فروع الجغرافيا البشرية، وراجع ذلك لأن التغيرات الاجتماعية الاقتصادية سريعة وغير دقيقة الحسابات بطبيعتها مقارنة بالظروف الطبيعية الأقل تقلباً من سلوك البشر. (مضر خليل الكيلاني، مقالة على الموقع الرسمي للدكتور مضر الكيلاني، ص6)

تعتبر النظرية الاحتمالية عنصراً مهماً وأساسياً في الأساليب الإحصائية الاستنتاجية inferential statistics وإن احتمالية وقوع الحدث يمكن تعريفها بنسبة حالات تكراره في المستقبل أو المدى القريب، وفي مجال الدراسات المناخية يمكن حساب احتمالات سقوط الأمطار بكميات محددة أو كميات حرجة critical amounts بتطبيق المعادلة التي استخدمها قلوfer وآخرون (Glover and Robin sons, 1954) وهي على النحو التالي " (عبد الملك قسم السيد، 1995، ص10).

حيث أن:

Z = قيمة (Z score) التي على أساسها تقدر النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار

بكمية محدودة في السنة أو الفصل جدول (2).

X = الحد الأدنى لكمية الأمطار (critical value) المختارة.

\bar{X} = متوسط المطر السنوي أو الفصلي .

σ = الانحراف المعياري.

وعليه فإن نسبة احتمال سقوط أمطار تعادل أو تزيد على الحد الأدنى critical

value يمكن معرفتها بعد تحديد النسبة المئوية المقابلة لقيمة (Z) في الجدول (10).

وقد اعتمد الباحث على برنامج SPSS في استخراج القيمة المقابلة لـ (Z) أما

بالنسبة للخرائط فقد استخدم برنامج Arc Map في استخراج الخرائط الخاصة بالنسبة

المئوية لاحتمالية سقوط الأمطار وذلك عن طريق استخدام طريقة معكوس وزن المسافة

(IDW) inverse distance weighting.

جدول (10) قيمة Z لاحتمالات التوزيع الطبيعي

%	Z	%	Z
9.68	1.30	50.00	0.00
8.08	1.40	46.02	0.10
6.68	1.50	42.07	0.20
5.48	1.60	38.21	0.30
4.46	1.70	34.46	0.40
3.59	1.80	30.85	0.50
2.87	1.90	27.43	0.60
2.28	2.00	24.20	0.70
0.62	2.50	21.19	0.80
0.14	3.00	18.41	0.90
0.023	3.50	15.87	1.00
0.003	4.00	13.57	1.10
		11.51	1.20

المصدر : عبدالمالك قسم السيد، 1995، ص16.

أولاً: احتمالية سقوط الأمطار السنوية بالكميات (130، 190، 250 ملم):

تقوم الدراسة الحالية حساباً لاحتمالات سقوط كميات مختارة من الأمطار السنوية وهي 130 ملم، 190 ملم، 250 ملم، كحدود دنيا لكمية الأمطار، وذلك لمعرفة احتمالية حدوثها بمنطقة الدراسة. إن تحديد هذه الكمية المختارة قد فرضه مستوى المعدلات السنوية في منطقة الدراسة، حيث وجد أن (56%) من محطات المنطقة يتراوح معدلها السنوي من الأمطار بين (130 ملم – 110 ملم)، بينما يزيد عن (110 ملم) في (12%) من المحطات ولا يوجد أي محطة تقل عن هذا المعدل بمنطقة الدراسة.

ويوضح كل من الجدول (11) والشكل (37) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار بالكميات (130، 190، 250 ملم) في جميع أنحاء المنطقة. وتحليل هذه الخرائط يمكن استنتاج ما يلي:

1- احتمالية سقوط 130 ملم في السنة:

تتخذ احتمالية سقوط الأمطار بكمية 130 ملم نطاقات طولية شمالية جنوبية وكذلك دوائر وأشباه دوائر في بعض الأجزاء وترتفع النسبة المئوية في الجهة الشرقية من منطقة الدراسة بكمية 130 ملم أثناء السنة كما في شكل (37) إلى (100%) تقريباً كما هو الحال في محطة القره بوللي (99%) وتمتد هذه النطاقات مرتفعة النسبة والتي تتراوح ما بين (90% - 100%) باتجاه الغرب مروراً بعدد من المحطات وصولاً إلى محطة جود دائم الواقعة على الساحل والتي تصل بها النسبة إلى (90%)، وبهذه النسب المرتفعة يتبين لنا أنه من المتوقع بنسبة عالية جداً سقوط الأمطار بكمية 130 ملم في أغلب محطات الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة، وتلي المنطقة الأولى مرتفعة النسبة، نطاقات أخرى تتوزع على وسط المنطقة والتي تصل فيها النسب المئوية في معظم محطاتها ما بين (70% - 90%) تقريباً وتستمر النسبة في الانخفاض إلى أن تصل إلى (48%) في محطة شكشوك في أقصى جنوب غرب المنطقة.

2- احتمالية سقوط 190 ملم في السنة:

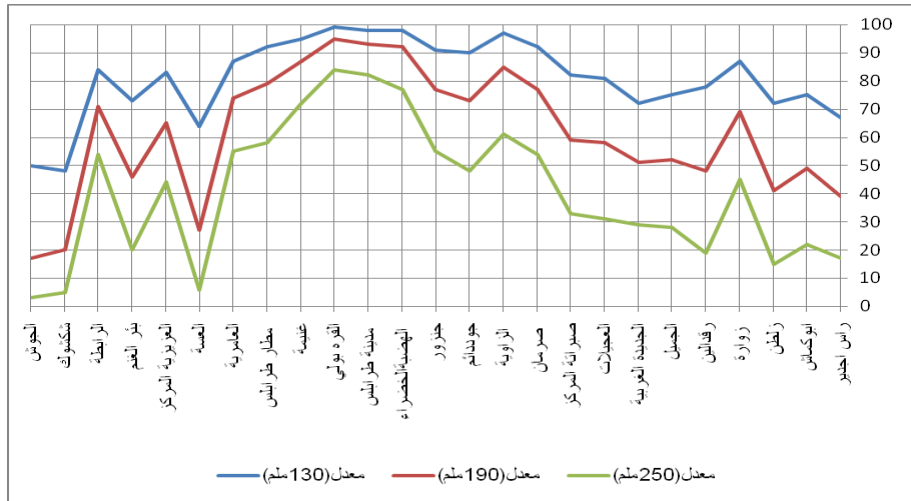
تتضح هذه الكمية في الأجزاء الشمالية الشرقية لكونها تشمل أعلى النسبة المئوية لسقوط 190 ملم كما هو الحال لاحتمال سقوط 130 ملم إلا أن المساحات التي تحظى بأعلى النسب المئوية لاحتمال سقوط 190 ملم تنقلص قليلاً مقارنة بسقوط 130 ملم كما هو

موضح على شكل (37)، وتصل النسبة إلى أقصى حد لها في محطة القره بولي (95%) الواقعة في الطرف الشرقي من منطقة الدراسة. ويتضح أيضاً من شكل نسبة سقوط 190 ملم أثناء السنة أن جميع المحطات الواقعة في أقصى الشرق بداية من محطة غنيمه مروراً بمحطات الساحل وصولاً إلى محطة صرمان نزولاً باتجاه محطة الرابطة في الجنوب رجوعاً إلى محطة غنيمه في الطرف الشرقي، حيث يأخذ هذا الاتجاه شكل مثلث وتتراوح النسبة المئوية في هذا المثلث ما بين (70% - 95%) وهي نسبة مرتفعة لتوقع سقوط أدنى كمية أمطار (190ملم).

جدول (11) احتمالات سقوط الأمطار السنوية بالكميات (250,190,130 ملم) للفترة (1956- 2009)

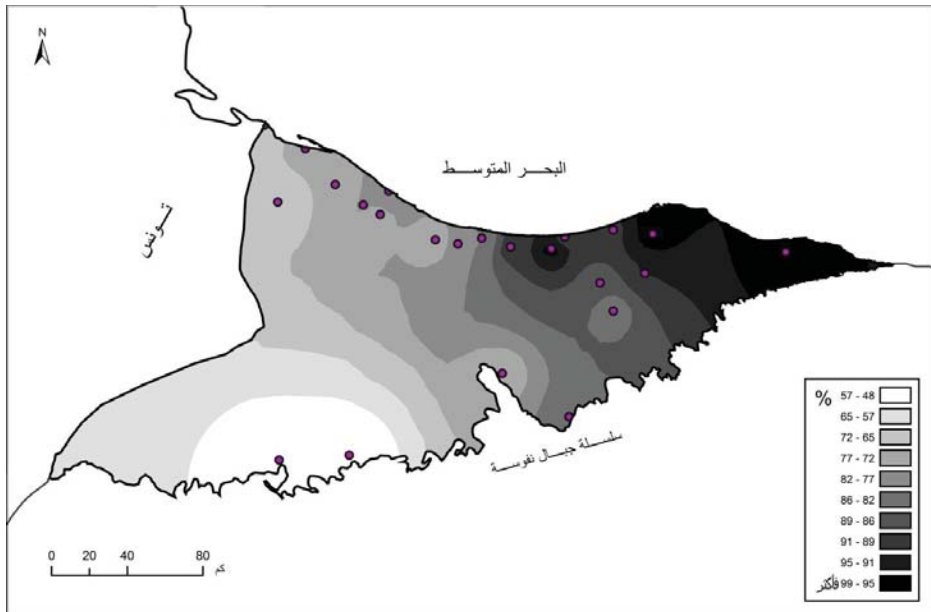
م	المحطة	130ملم		190ملم		250ملم	
		قيمة Z-	%	قيمة Z-	%	قيمة Z-	%
1	راس اجدير	-0.43	67	0.27	39	0.97	17
2	ابوكماش	-0.69	75	0.04	49	0.76	22
3	زلطن	-0.58	72	0.23	41	1.04	15
4	زواره	-1.14	87	-0.50	69	0.14	45
5	رقداين	-0.76	78	0.05	48	0.86	19
6	الجميل	-0.67	75	-0.04	52	0.58	28
7	الجديدة الغربية	-0.60	72	-0.02	51	0.56	29
8	العجيلات	-0.87	81	-0.19	58	0.48	31
9	صبراتة	-0.90	82	-0.22	59	0.45	33
10	صرمان	-1.41	92	-0.75	77	-0.09	54
11	الزاوية	-1.83	97	-1.05	85	-0.27	61
12	جوددائم	-1.29	90	-0.62	73	0.04	48
13	جنزور	-1.35	91	-0.73	77	-0.11	55
14	الهضبة الخضراء	-2.04	98	-1.38	92	-0.73	77
15	مدينة طرابلس	-2.02	98	-1.47	93	-0.92	82
16	القره بولي	-2.34	99	-1.68	95	-1.01	84
17	غنيمه	-1.62	95	-1.10	87	-0.59	72
18	مطار طرابلس	-1.40	92	-0.80	79	-0.20	58
19	العامرة	-1.14	87	-0.64	74	-0.13	55
20	العسة	-0.35	64	0.61	27	1.58	6
21	العزيزية	-0.94	83	-0.40	65	0.14	44
22	بئر الغنم	-0.61	73	0.11	46	0.83	20
23	الرابطة	-0.99	84	-0.55	71	-0.11	54
24	شكشوك	0.04	48	0.84	20	1.64	5
25	الجوش	0.00	50	0.95	17	1.90	3

المصدر: من عمل الباحث



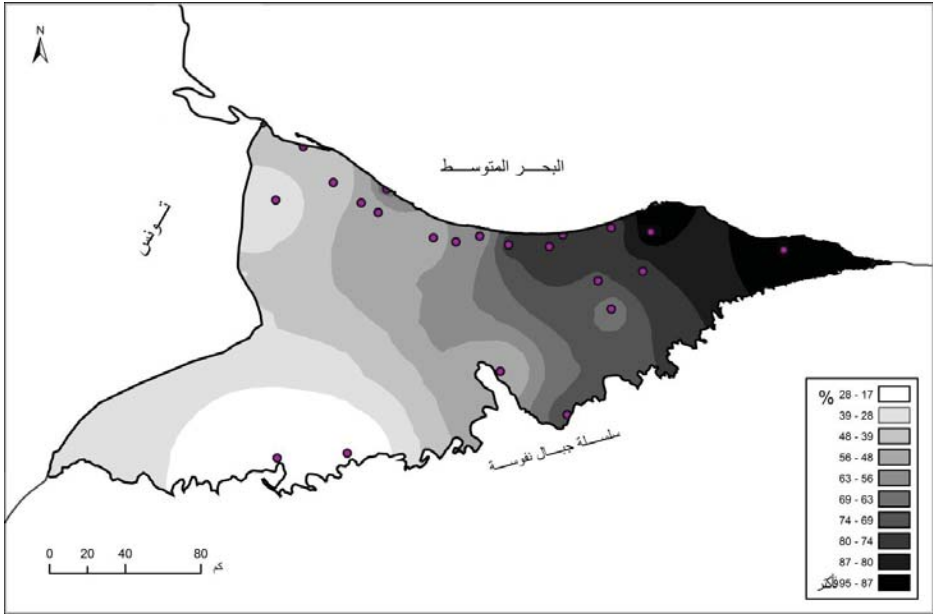
المصدر: اعتماداً على جدول (11)

شكل (37) احتمالات سقوط الأمطار السنوية بالكميات (130، 190، 250 ملم) للفترة (1956-2009)



المصدر: اعتماداً على جدول (11)

شكل (38) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (130ملم)



المصدر : اعتماداً على جدول (11)

شكل (39) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (190ملم)

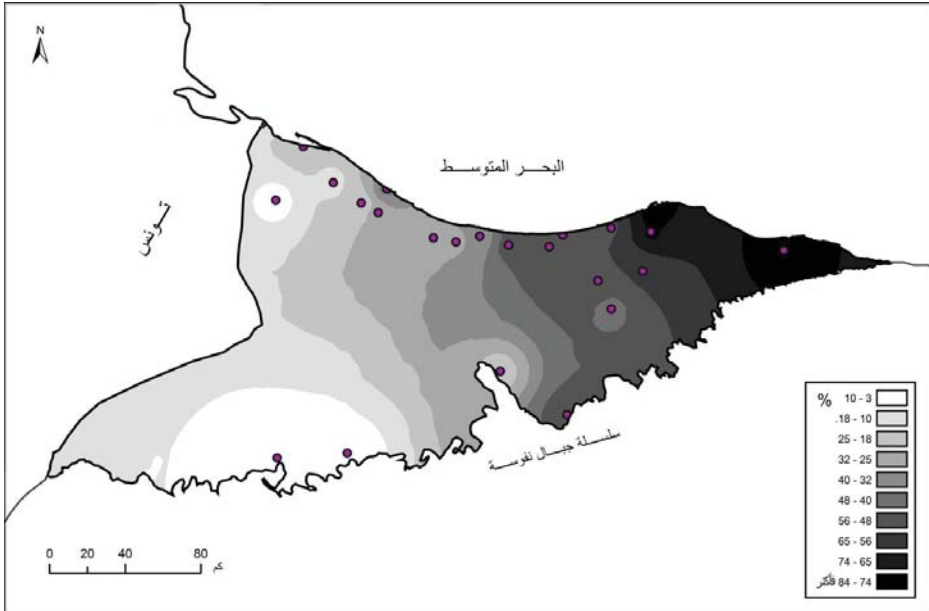
كما تتدنى النسبة المئوية في الجزء الشمالي الغربي والجنوبي لتبدأ في التناقص بداية من محطة صبراتة الواقعة في منتصف الساحل تقريباً وصولاً إلى الحدود التونسية والمتمثلة في محطة رأس جدير (39%) ثم بالاتجاه نحو الجنوب والجنوبي الغربي حيث النسبة في تناقص شديد والمتمثلة في محطة الجوش (17%) وتتراوح النسبة في هذه الاتجاهات ما بين (17% - 60%) وهي نسبة تعد مقبولة في أجزاء وضعيفة جداً في أجزاء أخرى والتي من الخطورة بمكان أن نعتد على هذه الكمية (190ملم) من الأمطار خاصة لأغراض النشاط الزراعي في تلك المناطق التي تنخفض فيها النسبة.

3- احتمالية سقوط 250 ملم في السنة:

تحتل الأجزاء الشمالية الشرقية النسب العالية لاحتمال سقوط الأمطار بكمية 250ملم كما هو الحال في احتمال سقوط الأمطار بكمية 190ملم و130ملم إلا أن النطاقات التي تحتوى على أعلى نسبة لاحتمال سقوط الأمطار تنقلص كلما زادت احتمالية كميات الأمطار كما هو عليه احتمالية سقوط 250ملم أثناء السنة، لذلك نجد أن عدد المحطات الأعلى في نسبتها الاحتمالية تتراوح ما بين (70% - 80%) لا تتجاوز

أربع محطات لتشمل محطة القره بوللي (84%)، ومدينة طرابلس (82%) والهضبة الخضراء (77%) وغنيمه (72%).

ومن ناحية أخرى يتوقع في المنطقة الوسطى من منطقة الدراسة أن تحصل على 250 ملم بنسبة احتمالية سقوط أمطار (50%) وتستمر النسبة بالانخفاض بالاتجاه نحو الغرب والجنوب من المنطقة نظراً لانخفاض كميات الأمطار السنوية في تلك المناطق حيث تتراوح النسبة في النطاقات التي تلي المنطقة الوسطى ما بين (20% - 40%) تقريباً وتزداد في الانخفاض هذه النسبة بالاتجاه غرباً ثم جنوباً حيث تسجل النسبة المئوية في كل من رأس جدير (17%) والعسة (6%) إلى أن تتدنى إلى (3%) في محطة الجوش. ولا يمكن الاعتماد بكمية 250 ملم في المنطقة الوسطى والجنوبية والغربية لانخفاض النسبة المئوية بها عن (40%) مع الاستمرار في الانخفاض حتى (3%).



المصدر : اعتماداً على جدول (11)

شكل (40) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار السنوية بكمية (250ملم)

ثانياً: احتمالية سقوط الأمطار الفصلية بالكميات (30، 70، 110 ملم):

إن كميات الأمطار التي تهطل في فصول السنة تقل كمياتها مقارنة بكميات الأمطار التي تسقط خلال السنة، لذلك تم اختيار الكميات (30، 70، 110 ملم) كحدود دنيا لسقوط الأمطار الفصلية، ومن خلال كميات الأمطار لكامل محطات منطقة الدراسة وجد أن حوالي (52%) من المحطات تتراوح معدلاتها في فصل الشتاء ما بين (30-110 ملم) بينما يزيد عن (110 ملم) في (48%) من المحطات، ولا وجود لمحطات تقل عن (30 ملم) في هذا الفصل، أما في فصل الربيع فيصل نسبة المحطات التي يتراوح معدلها بين (30-70 ملم) إلى نسبة (92%)، وتقل عن ذلك في (8%) من المحطات، وفي فصل الخريف تصل النسبة إلى (88%) من محطات منطقة الدراسة التي تتراوح معدلاتها ما بين (30-110 ملم)، وتزداد كمية الأمطار عن معدل (110 ملم) في (12%) من المحطات.

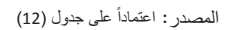
إن هذه المعدلات المقترحة بالرغم من كمياتها المتواضعة والتي أخذت بناءً على معدلات سقوطها في الفصول الممطرة والتي تتباين في كمياتها من فصل إلى آخر إلا أن لها أهمية كبيرة بخصوص النشاط الزراعي والرعي وفي مساندة مياه الري بمنطقة الدراسة وتغذية المياه الجوفية السطحية.

1- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الشتاء:

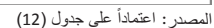
يتميز فصل الشتاء بنسب مئوية عالية مقارنة بفصلي الخريف والربيع وراجع ذلك إلى سقوط كميات أكبر من الأمطار في هذا الفصل (راجع الفصل الأول)، وبالنظر إلى الجدول (12) والأشكال (41، 43، 44) نستنتج ما يلي:

أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الشتاء:

يتضح من الشكل (41) أن نسبة احتمال سقوط الأمطار الشتوية بكمية 30 ملم عالية إلى مقبولة جداً في كامل منطقة الدراسة والتي تتراوح ما بين (68%-98%)، ويلاحظ زيادة النسبة الاحتمالية بالجزء الشمالي الشرقي بينما تقل كلما اتجهنا غرباً وجنوباً. ويتوقع أن تحصل معظم محطات الجزء الشمالي الشرقي فيه على كمية 30 ملم من الأمطار بنسبة احتمال تتراوح ما بين (86%-98%)، كما تصل النسبة في هذا الجزء إلى أعلى حد لها (98%) على مستوى المنطقة في محطة الزاوية أما الجزء الغربي فتظهر فيه توزيع نسبة احتمالية سقوط الأمطار على شكل نطاقات طولية من الشمال إلى الجنوب



وتحتل مساحات أكبر والتي بلغت فيها النسبة إلى أكثر من (80%) في معظم محطات هذا الجزء عدا محطتي شكشوك والجوش لتصل فيهما النسبة إلى (72%) و(68%) على التوالي وهي نسبة معقولة جداً لتوقع سقوط الأمطار بهذه الكمية.



77

جدول (12) احتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بالكميات (110,70,30 ملم) للفترة (1956-2009)

م	المحطة	30ملم		70ملم		110ملم	
		قيمة Z-	%	قيمة Z-	%	قيمة Z-	%
1	راس اجدير	-0.95	83	0.00	50	0.95	17
2	ابوكماش	-0.89	81	-0.02	51	0.85	20
3	زلطن	-0.98	84	-0.18	57	0.62	27
4	زواره	-1.46	93	-0.75	77	-0.04	51
5	رفدالين	-1.08	86	-0.31	62	0.46	32
6	الجميل	-0.93	82	-0.2	58	0.53	30
7	الجديدة الغربية	-0.95	83	-0.22	59	0.51	31
8	العجيلات	-1.18	88	-0.38	65	0.42	34
9	صبراتة	-1.10	86	-0.44	67	0.21	42
10	صرمان	-1.68	95	-1.03	85	-0.39	65
11	الزاوية	-2.05	98	-1.34	91	-0.63	73
12	جوددانم	-1.32	91	-0.79	79	-0.26	60
13	جنزور	-1.30	90	-0.8	79	-0.29	61
14	الهضبة الخضراء	-1.82	97	-1.28	90	-0.74	77
15	مدينة طرابلس	-1.91	97	-1.4	92	-0.88	81
16	القره بولي	-1.90	97	-1.36	91	-0.81	79
17	غنيمه	-1.76	96	0.23	88	-0.59	72
18	مطار طرابلس	-1.70	96	-1.06	86	-0.43	67
19	العامة	-1.13	87	-0.66	75	-0.2	58
20	العسة	-0.91	82	0.23	41	1.37	9
21	العزيزية	-1.24	89	-0.68	75	-0.13	55
22	بنر الغنم	-1.13	87	-0.28	61	0.57	28
23	الرابطة	-1.15	87	-0.55	71	0.04	48
24	شكشوك	-0.48	68	0.43	33	1.34	9
25	الجوش	-0.58	72	0.64	26	1.85	3

المصدر : من عمل الباحث

جدول (13) احتمالية سقوط الأمطار السنوية والفصلية بكميات محددة عن كافة محطات الدراسة للفترة (1956-2009)

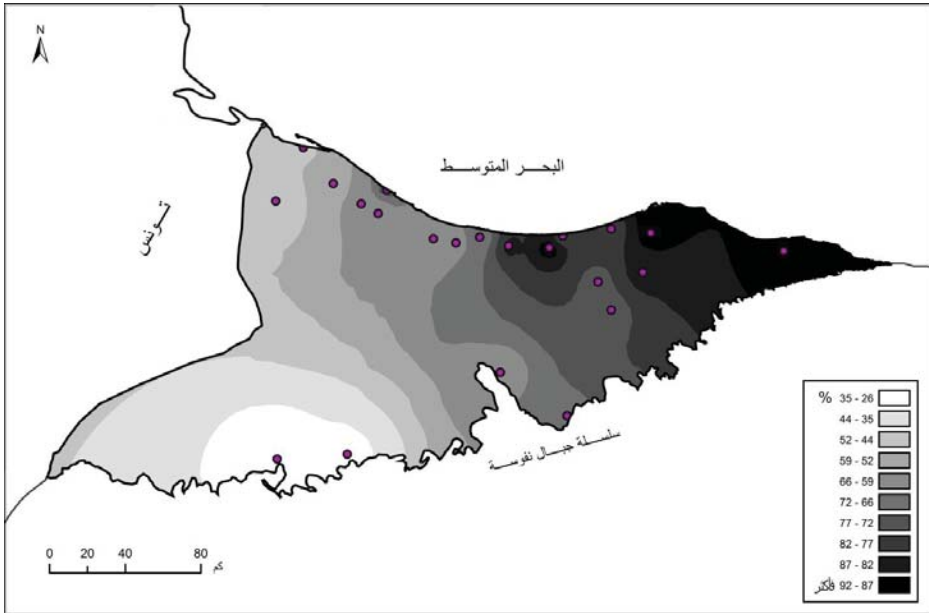
السنوي %			الشتاء %			الخريف %			الربيع %			الفصول
130ملم	190ملم	250ملم	30ملم	70ملم	110ملم	30ملم	70ملم	110ملم	30ملم	70ملم	110ملم	كميات الأمطار المحددة
81	62	41	88	68	45	78	54	32	58	20	4	المتوسط
99	95	84	98	92	81	89	75	56	73	51	28	أعلى قيمة
48	17	3	68	26	3	58	17	2	45	6	0	أدنى قيمة

المصدر: اعتماداً على جداول (11:12:14:15).

ب- احتمالية سقوط 70 ملم في فصل الشتاء:

إن النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار الشتوية بكمية 70 ملم ،كما في شكل (43) لا تهبط كثيراً في معظم محطات الدراسة حيث تتراوح ثلث المحطات ما بين (80%-90%)، وهذه النسبة يمكن الاعتماد عليها في الزراعة بالرغم من تواضع كمية الأمطار (70 ملم) إلا أنها تساعد في تكملة ري المحاصيل خصوصاً أنها في فصل الشتاء حيث درجات الحرارة منخفضة وأيضاً قلة التبخر، وتنتشر هذه المحطات في شرق ووسط منطقة الدراسة والتي تضم محطات: مدينة طرابلس، القره بوللي، الزاوية، الهضبة الخضراء، غنيمة، مطار طرابلس، صرمان، جنزور، جود دائم.

أما الأجزاء الوسطى والغربية والجنوبية التي من الممكن تحقيق سقوط 70 ملم فتتراوح النسبة المئوية ما بين (26%-77%)، وهذه النسبة تتراوح من جيدة إلى ضعيفة في بعض المحطات، وتبرز النسب الجيدة في كل من محطات: زوارة، العزيزية ، العامرية، الرابطة، صبراتة ، العجيلات، رقدالين، بئر الغنم، وتقل إلى حدها الأدنى في شكل نطاق من أقصى الشمال الغربي باتجاه الجنوب الغربي ويضم كلا من محطات: الجوش، العسة، شكشوك حيث تبلغ 26%، 33%، 41% على التوالي.



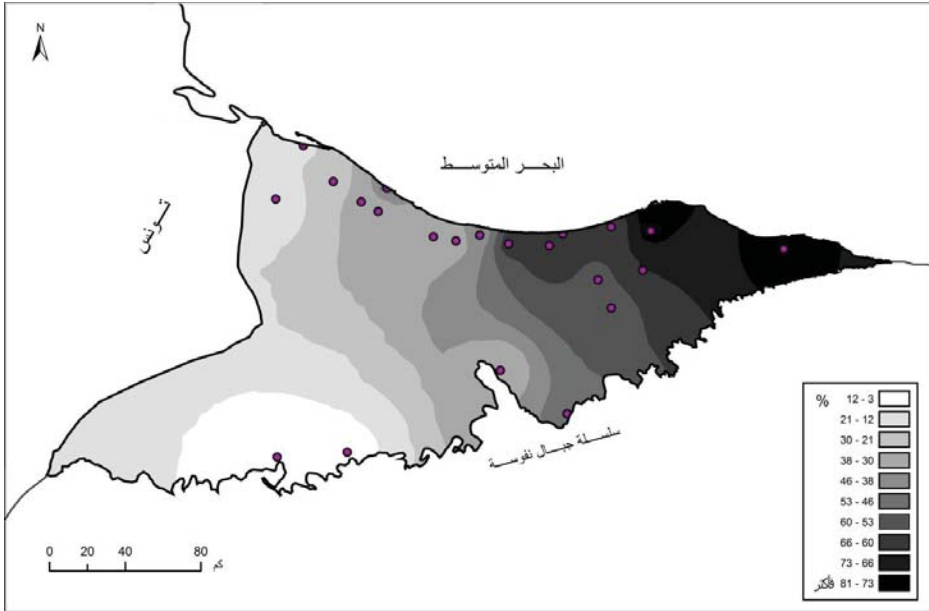
المصدر : اعتماداً على جدول (12)

شكل(43) النسبة المئوية لاحتتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بكمية (70ملم)

ج- احتمالية سقوط 110 ملم في فصل الشتاء:

لا يزال فصل الشتاء يحتفظ ببعض الشيء بارتفاع في النسبة المئوية في أجزاء من المنطقة بالرغم من زيادة معدل السقوط إلى 110 ملم، كما في شكل (44)، بسبب زيادة كميات الأمطار في هذا الفصل عن الفصول الأخرى.

تشمل النسب المرتفعة بعض محطات منطقة الدراسة والتي توجد في الجزء الشمالي الشرقي حيث تتراوح ما بين (60%-80%) والمتمثلة في محطات: مدينة طرابلس والتي تنصدر أعلى نسبة (81%)، القره بوللي، الهضبة الخضراء، الزاوية، غنيمة، مطار طرابلس، صرمان، جنزور، جو دائم، كما في جدول (12).



المصدر: اعتماداً على جدول (12)

شكل (44) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الشتاء بكمية (110ملم)

وتشهد نسبة الاحتمالية لسقوط كمية 110ملم انخفاضاً تدريجياً يصل إلى ما بين (30%-58%) في الوسط الشمالي بالاتجاه إلى الجنوب وتستمر في الانخفاض كلما اتجهنا إلى الشمال الغربي مروراً بأقصى جنوب المنطقة التي تشمل في كل هذه الاتجاهات ، العامرية، العزيزية ، الرابطة، ويرجع انخفاض الأمطار فيها إلى بعدها عن

الساحل، أما محطات: زوارة، صبراتة، العجيلات، رقدالين، الجميل، راجع إلى تقوس الساحل إلى الجنوب، بينما تزداد النسبة في الانخفاض في الأطراف الغربية والجنوبية لتصل إلى 9%، 9%، 3% في كل من شكشوك والعسة والجوش على التوالي بسبب تأثير جبال أطلس لإضعافها لتأثير المنخفضات الجوية الأطلسية على الجزء الغربي والجنوبي الغربي من سهل الجفارة، وبهذا تكون الأطراف الشمالية الغربية باتجاه الجنوب مناطق لا يمكن الاعتماد على أمطارها بكمية 110 ملم في فصل الشتاء.

2- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الربيع:

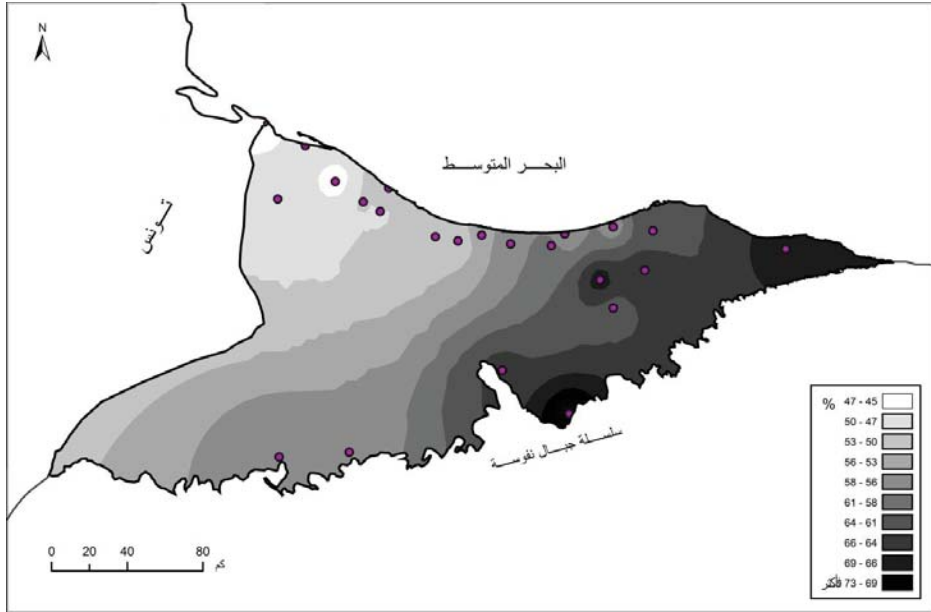
تقل النسبة المئوية للأمطار فصل الربيع بكميات محددة بشكل ملحوظ مقارنة بفصل الشتاء والخريف، وهذا يتوافق مع تدنى معدلات الأمطار في هذا الفصل، وتوضح الأشكال (44، 46، 47) توزيع النسبة المئوية لاحتتمالية سقوط الأمطار في فصل الربيع بالكميات (30، 70، 110 ملم) وتحليل جميع الأشكال، نستخلص النتائج الآتية:

أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الربيع:

يتخذ شكل توزيع نسبة احتمال سقوط الأمطار بكمية 30 ملم نطاقات متتابعة إلى متفرقة ويتضح ذلك من خلال النظر إلى الشكل (44) وتتفرد محطة الرابطة الواقعة في جنوب وسط منطقة الدراسة بأعلى نسبة (73%)، بسبب وقوعها في جنوب سهل الجفارة والذي يتأثر (جنوب سهل الجفارة) بشكل خاص بأمطار تيارات الحمل الصاعدة بفعل التسخين الناتج عن ارتفاع درجات الحرارة في هذا الفصل، ولعل السبب الآخر قرب محطة الرابطة من محطة غريان الجبلية الواقعة على ارتفاع 725 متر (خارج منطقة الدراسة) والتي تتميز بأعلى معدل أمطار لفصل الربيع في الأماكن الجبلية 112.8 ملم (معمار الشيباني، 2004، ص179)، هو احد الأسباب التي جعلت محطة الرابطة تحظى بأعلى نسبة أمطار لفصل الربيع، ثم يلي المنطقة الأولى نطاق آخر أقل منه في النسبة في أقصى الشمال الشرقي ويضم كلاً من غنيمة والقره بوللي، والعامرية والتي تصل النسبة فيها إلى 70%، 69%، 69% على التوالي، كما يظهر نطاقات ما بين الأجزاء السابقة تشمل محطات تتراوح نسبتهما ما بين (60%-63%) كما هو موضح في الشكل (44).

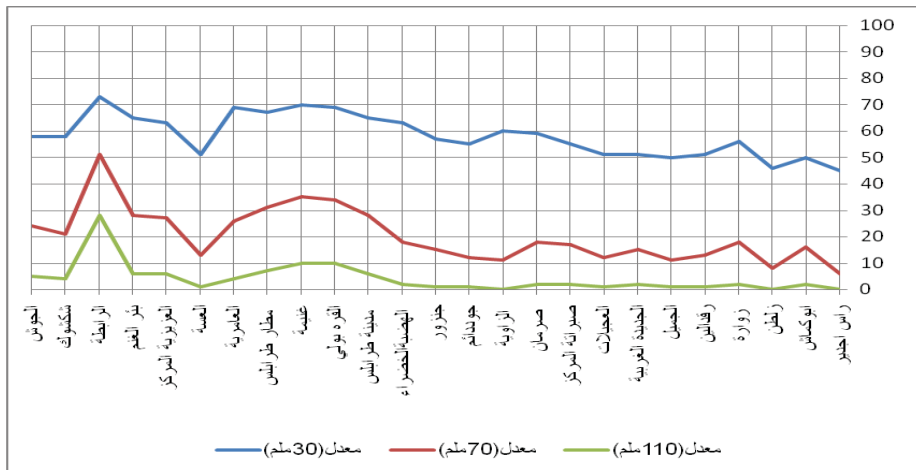
أما النسبة المئوية التي تنخفض عن (60%) فإنها تبدأ تدريجياً في الانخفاض من محطة جنزور الواقعة على الساحل الشمالي (57%) مروراً بالساحل انتهاءً بمحطة رأس جدير (45%) على الحدود التونسية والتي سجلت أدنى نسبة في منطقة الدراسة خلافاً ما

كان في فصل الشتاء حيث أدنى قيمة كانت تشمل محطة شكشوك والجوش في الجنوب الغربي الواقعتين تحت أقدام جبل نفوسة.



المصدر: اعتماداً على جدول (14)

شكل (44) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بكمية (30 ملم)



المصدر: اعتماداً على جدول (14)

شكل (45) احتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بالكميات (110,70,30 ملم) للفترة (1956- 2009)

جدول (14) احتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بالكميات (110,70,30 ملم) للفترة (1956-2009)

م	المحطة	30ملم		70ملم		110ملم	
		قيمة Z-	%	قيمة Z-	%	قيمة Z-	%
1	راس اجدير	0.14	45	1.52	6	2.90	0
2	ابوكماش	0.00	50	1.00	16	2.00	2
3	زلطن	0.10	46	1.39	8	2.68	0
4	زواردة	-0.16	56	0.92	18	2.00	2
5	رقداين	-0.03	51	1.11	13	2.26	1
6	الجميل	0.00	50	1.21	11	2.42	1
7	الجديدة الغربية	-0.03	51	1.03	15	2.08	2
8	العجيلات	-0.03	51	1.18	12	2.39	1
9	صبراتة	-0.14	55	0.95	17	2.03	2
10	صرمان	-0.23	59	0.91	18	2.06	2
11	الزاوية	-0.26	60	1.22	11	2.70	0
12	جوددانم	-0.13	55	1.20	12	2.53	1
13	جنزور	-0.18	57	1.03	15	2.24	1
14	الهضبة الخضراء	-0.34	63	0.91	18	2.16	2
15	مدينة طرابلس	-0.38	65	0.57	28	1.52	6
16	القره بولي	-0.49	69	0.40	34	1.29	10
17	غنيمه	-0.51	70	0.38	35	1.27	10
18	مطار طرابلس	-0.45	67	0.50	31	1.45	7
19	العامرة	-0.49	69	0.66	26	1.80	4
20	العسة	-0.03	51	1.11	13	2.26	1
21	العززية	-0.33	63	0.62	27	1.57	6
22	بنر الغنم	-0.39	65	0.59	28	1.56	6
23	الرابطة	-0.62	73	-0.02	51	0.59	28
24	شكشوك	-0.20	58	0.80	21	1.80	4
25	الجوش	-0.21	58	0.72	24	1.65	5

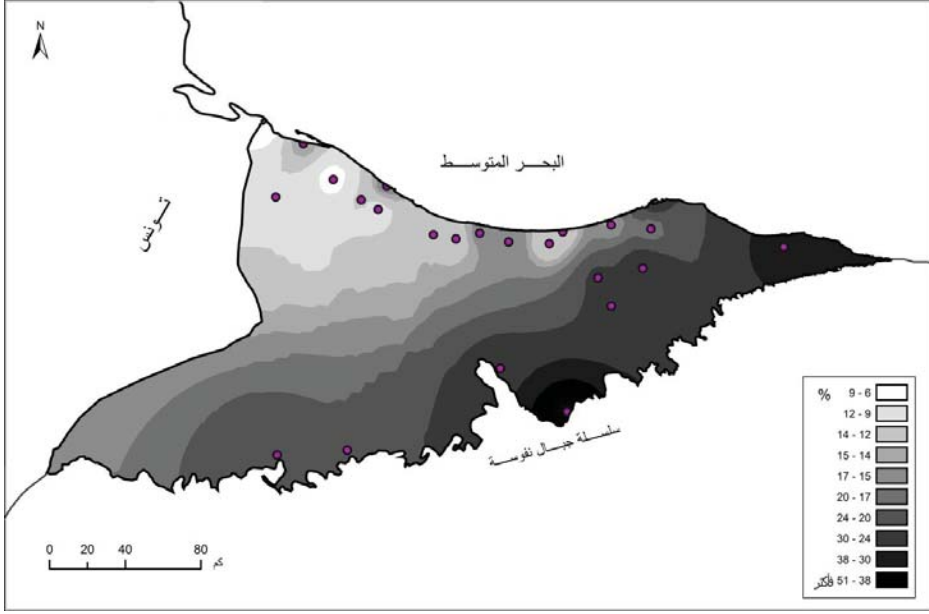
المصدر: من عمل الباحث

ب- احتمالية سقوط 70ملم في فصل الربيع:

تشهد النسبة المئوية لاحتمال سقوط 70ملم في فصل الربيع انخفاضاً واضحاً وبيداً الاتجاه في الانخفاض من الجنوب الشرقي باتجاه الشمال الغربي حيث يلاحظ تناقص نطاقات متتالية في هذا الاتجاه، وبالرغم من هذا الانخفاض إلا أن محطة الرابطة الواقعة في أقصى الجنوب الشرقي تسجل (51%)، كأعلى نسبة بالمنطقة.

وبالنظر إلى الشكل (46) نلاحظ تناقص نسبة احتمالية السقوط بالاتجاه نحو الشمال الغربي حيث تتراوح النسبة في هذه النطاقات ما بين (6%-035%) ويرجع انخفاض النسبة بصفة عامة في هذا الفصل إلى قلة كميات الأمطار في فصل الربيع وبذلك تكون أكثر من نصف محطات منطقة الدراسة تقل نسبتها عن (20%) وتندرج في

الانخفاض حتى تصل إلى (6%) بمحطة رأس جدير الواقعة في أقصى الشمال الغربي حيث تسجل أدنى نسبة بمنطقة الدراسة.



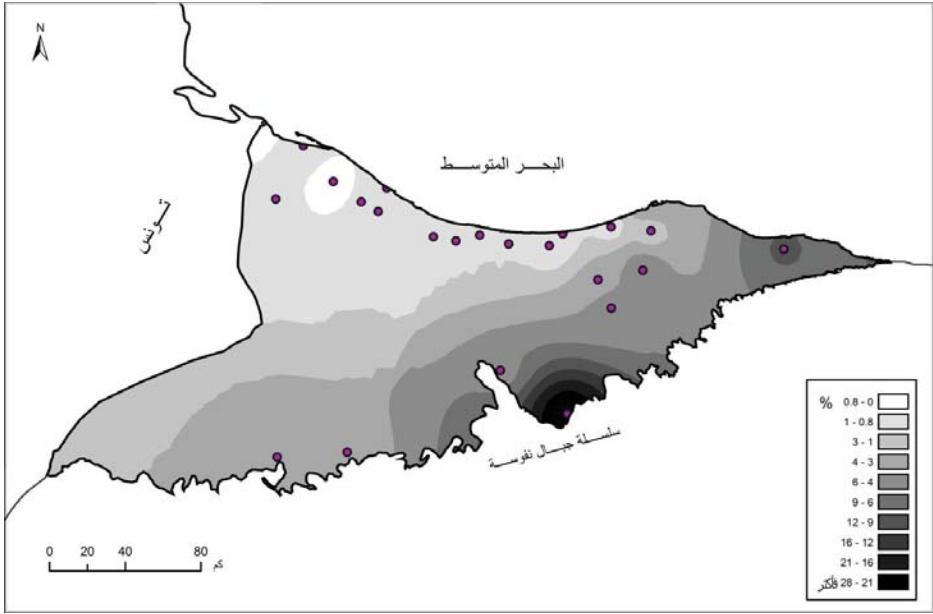
المصدر: اعتماداً على جدول (14)

شكل (46) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بكمية (70 ملم)

ج- احتمالية سقوط 110 ملم في فصل الربيع:

تتخفض النسبة المئوية بشدة عند احتمالية سقوط الأمطار الربيعية بكمية 110 ملم في كامل منطقة الدراسة كما هو في شكل (47) حيث لا تزيد عن (28%) والتي حصلت عليها محطة الرابطة الواقعة في الجنوب الشرقي حيث أنها احتفظت بأعلى نسبة في فصل الربيع بجميع كميات المطر 30، 70، 110 ملم مع اختلاف النسب المئوية لكل كمية من الكميات السابقة أما باقي محطات المنطقة فتهبط النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار بكمية 110 ملم بداية من (10%) إلى أن تتعدم في ثلاث محطات وهي: زلطن، الزاوية، رأس جدير الواقعة على ساحل الشمال الغربي من المنطقة وأكثر من 11 محطة تنحصر نسبتها ما بين (1% - 2%).

وبهذا العرض تكون احتمالية سقوط الأمطار بكمية 110 ملم في فصل الربيع في جميع المحطات نسبتها ضعيفة جداً إلى معدومة في بعضها الآخر، لهذا لا يمكن الاعتماد بنسبة عالية على هذه الاحتمالية من الأمطار 110 ملم في كامل منطقة الدراسة.



المصدر: اعتماداً على جدول (14)

شكل (47) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الربيع بكمية (110ملم)

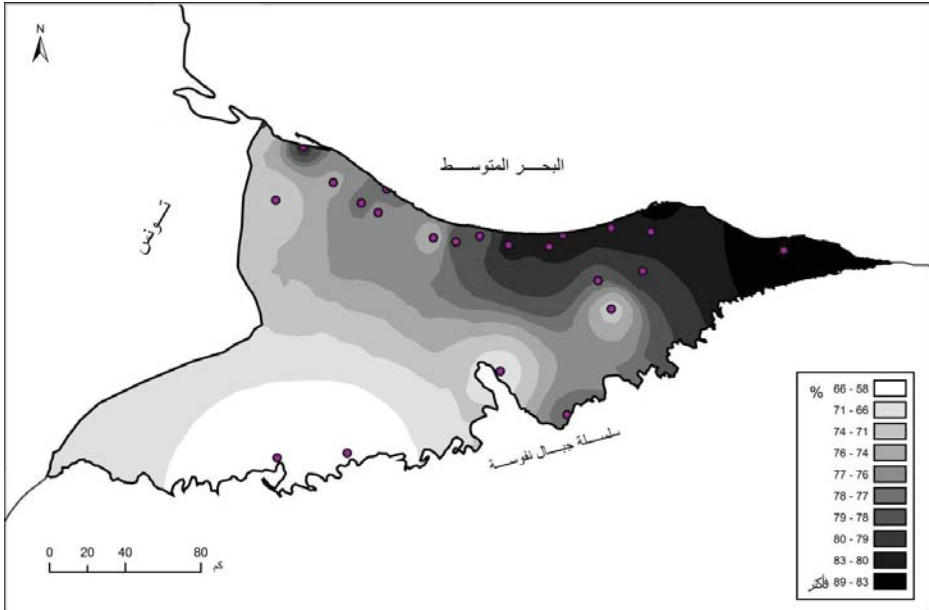
3- احتمالية سقوط الأمطار في فصل الخريف:

يحتل فصل الخريف المرتبة الثانية بعد فصل الشتاء ويعتبر فصل الخريف أول الفصول الممطرة بعد فصل الصيف الجاف، لهذا يتخذ هذا الفصل نسب متوسطة لاحتمالية سقوط الأمطار بالكميات المحددة (30، 70، 110ملم) حيث يتراوح ما بين (56%-89%) في أعلى النسب لبعض محطات منطقة الدراسة مقارنة بفصل الشتاء الذي ترتفع فيه النسب عن ذلك وتتنخفض عنها في فصل الربيع.

أ- احتمالية سقوط 30 ملم في فصل الخريف:

إن توزيع النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار الخريفية بكمية 30 ملم تتخذ أشكالاً مختلفة منها على شكل دوائر ونطاقات عرضية وطولية ومن المحتمل أن تتحصل جميع المحطات على كمية 30 ملم بنسبة تتراوح ما بين (55%-85%) وهي نسبة عالية إلى متوسطة لتوقع حدوث هذه الكمية من الأمطار، وتتصدر محطة غنيمه، القره بوللي، مدينة طرابلس، أعلى نسبة وهي 89%، 89%، 86% على التوالي.

وبالنظر إلى الشكل (48) يتضح تناقص النسبة المئوية المتاخمة للأجزاء السابقة حيث تتراوح في هذا النطاق ما بين (81%-84%) وتندرج النسبة في الانخفاض بالاتجاه نحو الغرب مع وجود بعض المناطق الصغيرة التي تحتفظ بارتفاع في النسبة كما في محطة الجديدة الغربية (78%) التي تأخذ نطاق دائري يحيط به نطاق آخر يقل عنه في النسبة كما تستمر النسبة في الانخفاض بالاتجاه نحو الجنوب حتى تصل إلى (58%) و(62%) في محطتي شكشوك والجوش على التوالي.



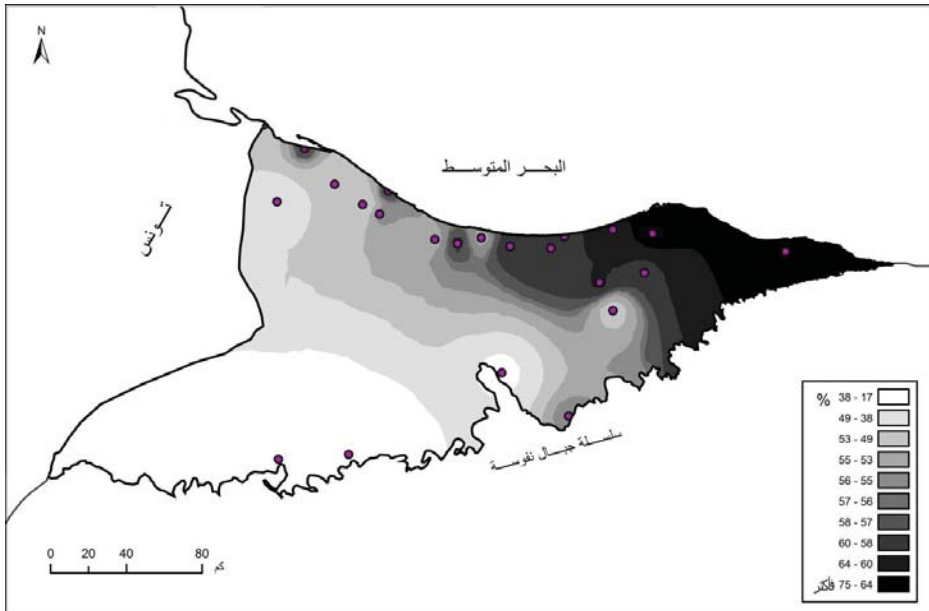
المصدر: اعتماداً على جدول (15)

شكل (48) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (30ملم)

ب- احتمالية سقوط 70 ملم في فصل الخريف:

تحتل النسبة المئوية المرتفعة شكلاً مقبولاً في الجزء الشرقي وتأخذ ثلاث نطاقات متتالية مع وجود بعض المناطق المتناثرة على الساحل وتتراوح النسبة في هذه النطاقات ما بين (60%-75%)، والمتمثلة في محطات القره بوللي، غنيمه، مدينة طرابلس، الهضبة الخضراء، جنزور، الزاوية، العامرية، صرمان.

أما الأجزاء الوسطى التي هي على شكل نطاقات باتجاه شمالي جنوبي وهي ضعيفة جداً فتتراوح النسبة المئوية لاحتمال 70 ملم ما بين (55%-58%) وهذه النسبة تعد متوسطة بطبيعة الحال، وتتناقص النسبة تدريجياً في نطاقات متتالية تتجه نحو الجنوب وتشمل هذه النطاقات مساحة شاسعة من منطقة الدراسة ويستمر هذا الانخفاض إلى أن يصل إلى 17% في محطة شكشوك، وبهذا الانخفاض في وسط وجنوب منطقة الدراسة لا يمكن الاعتماد على كمية سقوط 70 ملم في فصل الخريف.

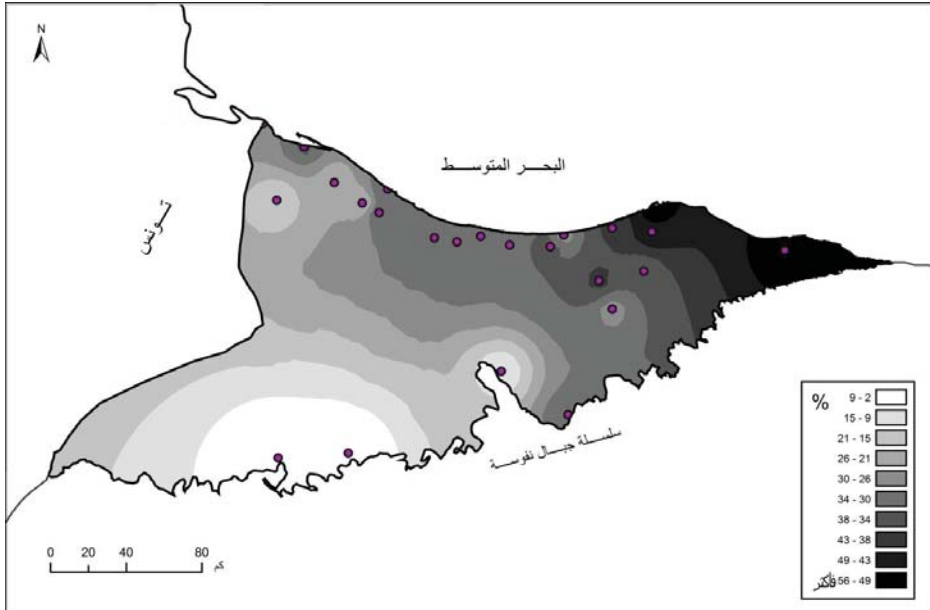


المصدر: اعتماداً على جدول (15)

شكل (49) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (70 ملم)

ج- احتمال سقوط 110 ملم في فصل الخريف:

تتخفض معدلات سقوط الأمطار في فصل الخريف، وهذا بالطبع ينعكس سلباً على النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار بكمية 110 ملم، وبالرغم من ذلك فإن توزيع النسب المئوية تتماشى مع توزيع الأمطار في هذا الفصل، حيث النطاقات الأعلى في النسبة المئوية في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة بينما تتناقص النسب بالاتجاه نحو الشمال الغربي والجنوبي إلى أن تصل إلى نسبة (2%) في أقصى الجنوب الغربي. إن شكل توزيع نسبة سقوط المطر بكمية 110 ملم يأخذ شكل نطاقات متتالية بداية من أقصى الشمال الشرقي وهو الأعلى في النسب المئوية والذي يضم محطة مدينة طرابلس التي تحظى بالمرتبة الأولى (56%) ويليهما محطة القره بوللي (55%)، ثم محطة غنيمة (52%)، ويلى هذا النطاق نطاق آخران تتراوح النسبة بهما ما بين (43%-49%)، ولا يشكل كل من الثلاث نطاقات الأولى مساحات كبيرة من منطقة الدراسة، حيث نجد المساحة الأكبر تستحوذ عليها النسب المئوية المتراوح فيما بين (2%-38%) كما في شكل (50).



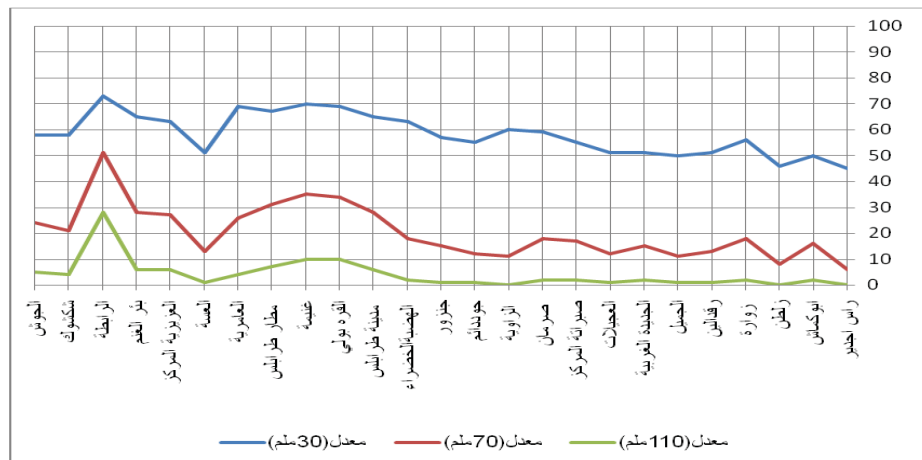
المصدر: اعتماداً على جدول (15)

شكل (50) النسبة المئوية لاحتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بكمية (110ملم)

جدول (15) احتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بالكميات (110,70,30 ملم) للفترة (1956-2009)

م	المحطة	30ملم		70ملم		110ملم	
		%	قيمة Z-	%	قيمة Z-	%	قيمة Z-
1	راس اجدير	72	-0.57	51	-0.01	29	0.54
2	ابوكماش	80	-0.84	59	-0.24	36	0.36
3	زلطن	76	-0.69	49	0.04	22	0.76
4	زواره	78	-0.76	59	-0.24	39	0.29
5	رقدالين	78	-0.76	48	0.04	20	0.84
6	الجميل	77	-0.74	57	-0.18	35	0.38
7	الجديدة الغربية	75	-0.66	55	-0.12	34	0.42
8	العجيلات	79	-0.82	59	-0.24	36	0.35
9	صبراتة	78	-0.77	55	-0.11	29	0.54
10	صرمان	82	-0.90	60	-0.25	34	0.41
11	الزاوية	81	-0.88	61	-0.27	37	0.33
12	جوددنام	84	-1.00	59	-0.22	28	0.57
13	جنزور	82	-0.90	63	-0.32	40	0.26
14	الهضبة الخضراء	83	-0.94	68	-0.46	49	0.02
15	مدينة طرابلس	86	-1.10	73	-0.62	56	-0.14
16	القره بولي	89	-1.20	75	-0.66	55	-0.12
17	غنيمة	89	-1.20	73	-0.62	52	-0.04
18	مطار طرابلس	80	-0.83	58	-0.20	34	0.42
19	العامرية	78	-0.77	61	-0.27	41	0.22
20	العسة	71	-0.55	41	0.24	15	1.02
21	العريزية	73	-0.61	51	-0.01	28	0.58
22	بئر الغنم	69	-0.49	34	0.40	10	1.29
23	الرابطة	78	-0.78	57	-0.18	34	0.42
24	شكشوك	58	-0.21	17	0.97	2	2.15
25	الجوش	62	-0.29	19	0.88	2	2.06

المصدر: من عمل الباحث.



شكل (51) احتمالات سقوط الأمطار في فصل الخريف بالكميات (110,70,30 ملم) للفترة (1956-2009)

ونخلص مما سبق ومن خلال دراسة احتمالية سقوط الأمطار على المستوى السنوي في سهل الجفارة ، أن نسبة احتمال سقوط 130 ملم ترتفع ارتفاعاً كبيراً في جميع أنحاء المنطقة تقريباً ، كما أن نسبة احتمال السقوط تقل كلما زادت كمية الأمطار المحددة للدراسة حتى تصل النسبة إلى أدنى مستوياتها عند كمية 250 ملم، وذلك لأن النسبة المئوية لاحتمالات السقوط تقل تبعاً لزيادة كميات الأمطار الحرجة التي تخضع لتطبيق النظرية الاحتمالية ، ويتضح ذلك من خلال تتبع الأشكال (38،39،40) والجدول (13) حيث بلغت النسبة المئوية لاحتمال سقوط 130 ملم لمتوسط محطات المنطقة (81%) ثم تقل عن ذلك لاحتمال سقوط 190 ملم حيث تنخفض إلى (62%) ، وتصل النسبة إلى أدنى مستوياتها عند الكمية 250 ملم وهي (41%) .

ومن ناحية أخرى فعلى المستوى السنوي أيضاً تحقق الجهات الشمالية الشرقية لمنطقة الدراسة أعلى النسب المئوية لكميات المطر المختارة ، ثم تقل النسبة المئوية في الاتجاه الشمالي الغربي ومنه بالاتجاه إلى الجنوب الغربي لتزداد في تناقصها إلى أدنى مستوياتها.

أما ما يخص المستوى الفصلي فيتضح اختلاف النسبة المئوية لاحتمال سقوط الأمطار في الفصول المختلفة بالكميات (30،70،110 ملم)، فنجد أن فصل الشتاء يحظى بنسب مئوية تزيد عن فصلي الخريف والربيع ، وراجع ذلك إلى أن فصل الشتاء تتمثل فيه أعلى المعدلات الفصلية للأمطار جدول (13)، فعند 30 ملم يحقق فصل الشتاء نسبة (88%) لمتوسط محطات المنطقة مقابل (78%) لفصل الخريف و (58%) لفصل الربيع، أما عند دراسة الكمية 70 ملم فيحقق فصل الشتاء (68%) في حين يسجل فصل الخريف نسبة (54%)، وفصل الربيع (20%)، وعند الكمية 110 ملم يحقق فصل الشتاء أيضاً المرتبة الأولى بنسبة (45%)، ثم يليه فصل الخريف بنسبة (32%)، وأخيراً فصل الربيع بنسبة (4%) فقط على مستوى منطقة الدراسة.

ومن ناحية أخرى فعلى المستوى الفصلي أيضاً تحقق الجهات الشمالية الشرقية في فصلي الشتاء والخريف أعلى النسب المئوية لكميات الأمطار المختارة، أما في فصل الربيع فتتحقق الجهات الجنوبية الشرقية أعلى النسب لكميات المطر المختارة وإن كانت منخفضة بشكل عام، وتزداد في الانخفاض حتى أنها تنعدم تماماً في بعض المحطات كما في جدول (14).

الفصل الثالث

درجة الاعتماد على الأمطار في سهل الجفارة بليبيا

مقدمة:

أولاً: درجة الاعتماد على الأمطار السنوية بنسبة (70،80،90%).

ثانياً: درجة الاعتماد على الأمطار الفصلية:

1- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الشتاء بنسبة (70،80،90%).

2- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الربيع بنسبة (70،80،90%).

3- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الخريف بنسبة (70،80،90%).

درجة الاعتماد على الأمطار في سهل الجفارة

مقدمة:

لقد تم تحديد مفهوم الاعتماد على الأمطار في هذه الدراسة بكميات الأمطار التي يعتمد على تساقطها بنسب 70%، 80%، 90%، و يقصد بنسبة (70%) على سبيل المثال ، هي كمية الأمطار التي يتوقع سقوطها خلال السنة أو الفصل، في سبع سنوات في كل عشر سنوات ، وكذلك كمية الأمطار التي يعتمد عليها بنسبة 80% و 90% بمعنى تكرارية حدوثها بمعدل ثمانى وتسع سنين في كل عشر سنوات. إن الدراسة التي أجريت عن احتمالية سقوط الأمطار بكميات محددة في الفصل السابق توضح نسب مئوية وقد أظهرت الدراسة أن هناك farkاً واضحاً في نسبة احتمالية السقوط في الكميات المحددة سواء كان هذا على المستوى السنوي أو الفصلي بين محطات منطقة الدراسة، أما دراسة هذا الفصل فتعمل على توضيح درجة الاعتماد على الأمطار (لم) في المنطقة بنسب مئوية محددة حيث تم اختيار نسبة 70% و 80% و 90% لتحديد الكميات التي يمكن الاعتماد عليها بهذه النسب أثناء السنة وكذلك فصول السنة المختلفة. وعليه يمكن تقدير الحد الأدنى للكمية التي يتوقع حدوثها أو تزيد عنها بنسبة 70%، 80%، 90% وذلك بتطبيق المعادلة التي وضعها Gregory عام 1968 ، (عبد الملك قسم السيد، 1995، ص20). وهي كالتالي:

حيث أن:

$$X = \text{الحد الأدنى لكمية المطر المتوقع سقوطها بنسبة (70\%, 80\%, 90\%).}$$

$$Z = \text{قيمة (Z score)، ويمكن معرفتها بالرجوع إلى الجدول (10).}$$

$$\sigma = \text{الانحراف المعياري.}$$

$$\bar{X} = \text{متوسط المطر السنوي أو الفصلي.}$$

ويمكن استخراج قيمة (Z) من برنامج SPSS والذي اعتمد الباحث على استخراج النتائج منه، وعليه فإن كمية الأمطار التي يعتمد عليها بنسبة (70%، 80%، 90%) يمكن تقديرها بعد معرفة قيمة (Z) المقابلة لنسبة (70%، 80%، 90%) كما في جدول (16) ومن ثم يمكن إدخال قيمة (Z) في المعادلة المشار إليها أعلاه.

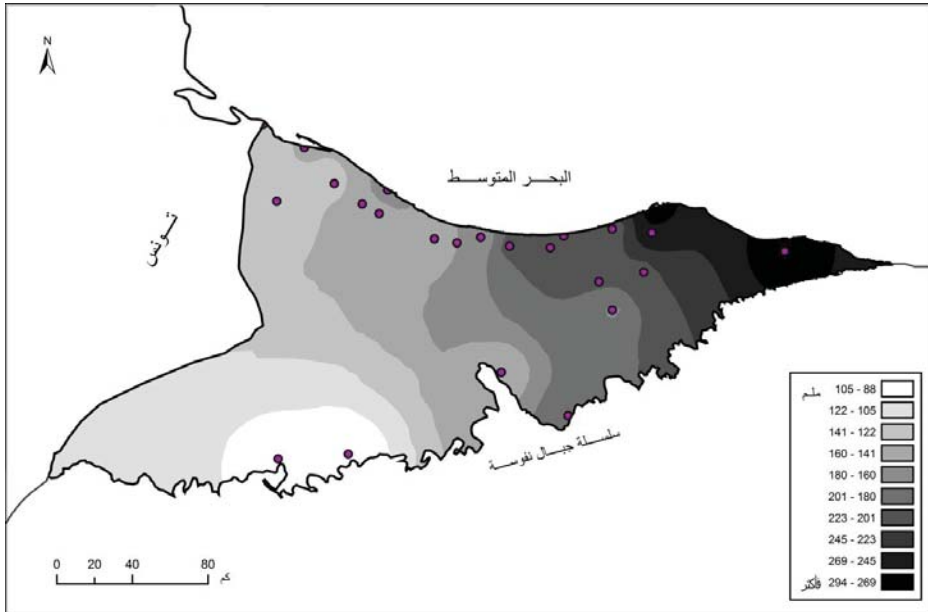
أولاً: درجة الاعتماد على الأمطار السنوية:

يرتبط مدى الاعتماد على الأمطار باختلاف المعدل السنوي للأمطار الساقطة، لهذا تكون درجة الاعتماد على الأمطار أعلى نسبياً في الأقاليم المناخية الرطبة وتقل تدريجياً نحو الأقاليم التي ينخفض فيها معدل المطر السنوي (علي علي البناء، 1970، 116). إن الأمطار التي يمكن توقع سقوطها على منطقة الدراسة تختلف تبعاً لاختلاف النسبة المئوية التي حددت لهذا الغرض، ويظهر هذا الاختلاف بين أجزاء منطقة الدراسة المختلفة بوضوح في الاشكال (52، 54، 55) والتي يظهر بها التوزيع الجغرافي لكميات الأمطار التي يعتمد عليها بالنسب (70، 80، 90%) أثناء السنة، وتحليل الجدول (16) وشكل (53) يمكن استنتاج الآتي:

1- درجة الاعتماد على الأمطار السنوية بنسبة (70%):

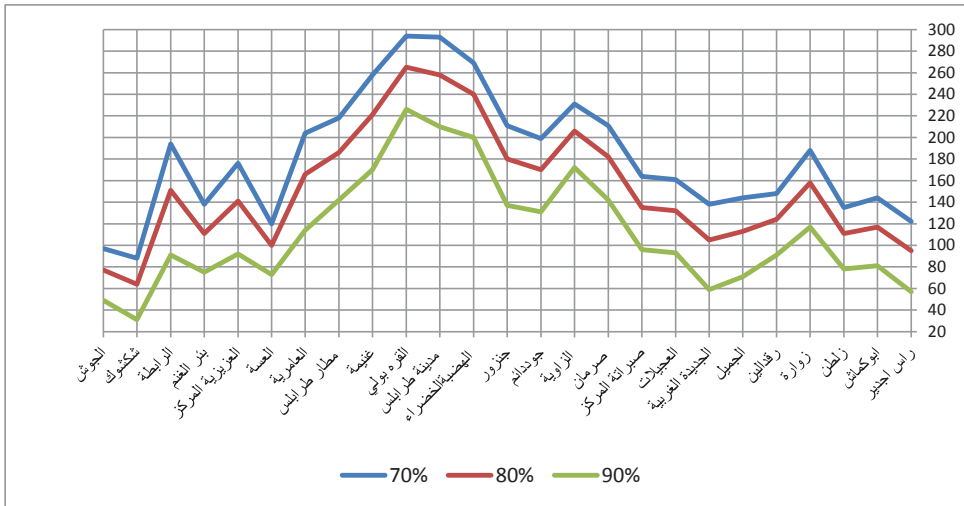
تتباين كمية الأمطار التي يمكن الاعتماد على سقوطها بنسبة (70%) أثناء السنة بين أجزاء منطقة الدراسة حيث يستقبل النطاق الشمالي الشرقي كمية أمطار يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%) تزيد على (290 ملم) والمتمثلة في محطة القره بوللي (294 ملم) ومدينة طرابلس (293 ملم) وبلي هذا النطاق نطاقات أخرى تحقق فيها معدلات ما بين (200-270 ملم) تقريباً وتضم هذه النطاقات عددً من المحطات بداية من غرب محطة طرابلس المدينة إلى محطة جودة دائم على الساحل ثم بالاتجاه جنوباً إلى محطة الرابطة وتبرز منطقة صغيرة تقع ضمن النطاقات السابقة تقل فيها معدلات الأمطار عن (200 ملم) المتمثلة في محطة العزيزية كما في شكل (52) وتزداد كمية الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%) في الانخفاض إلى أقل من (175 ملم) لتشمل منطقة شاسعة تغطي معظم الجزء الشمالي الغربي والجنوبي حيث تنتشر بها أربع نطاقات تبدأ فيها معدلات الأمطار بالتناقص على (175 ملم) بداية من محطة صبراتة مروراً بالساحل إلى أن يصل المعدل إلى (122 ملم) في محطة رأس جدير على الحدود التونسية، ويرجع هذا التناقص إلى تقوس الساحل باتجاه الجنوب في الجزء الشمالي الغربي من ساحل سهل جفارة التي تقع فيه هذه المحطات ، ويستثنى من محطات الساحل في هذا النطاق محطة زوارة التي يزيد فيها المعدل على (175 ملم) ليصل إلى (188 ملم)، ويستمر الانخفاض إلى أن يصل إلى (88 ملم) في محطة شكشوك وهو أدنى معدل يمكن الاعتماد عليه بنسبة (70%) في منطقة الدراسة، وراجع ذلك إلى بعد هذه المحطات عن البحر ، كما

انها تكون واقعة في ظل جبال تونس المرتفعة، ومعنى هذا أن الرياح التي تهب عليها من الغرب أو الشمال الغربي تكون في الغالب قليلة المطر.



المصدر : اعتماداً على جدول (16)

شكل (52) كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (70%)



المصدر : اعتماداً على جدول (16)

شكل (53) كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة للفترة (1956-2009)

جدول(16) كميات الأمطار السنوية(ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70, 80, 90%) للفترة (1956- 2009)

م	المحطة	70%	80%	90%
1	راس اجدير	122	95	57
2	ابوكماش	144	117	81
3	زلطن	135	111	78
4	زواره	188	158	117
5	رقداين	148	124	91
6	الجميل	144	113	71
7	الجديدة الغربية	138	105	59
8	العجيلات	161	132	93
9	صبراتة	164	135	96
10	صرمان	211	182	142
11	الزاوية	231	206	172
12	جوددانم	199	170	131
13	جنزور	211	180	137
14	الهضبة الخضراء	269	240	200
15	مدينة طرابلس	293	258	210
16	القره بولي	294	265	226
17	غنيمة	258	221	170
18	مطار طرابلس	218	186	142
19	العامة	204	166	114
20	العسة	120	100	73
21	العزيرية	176	141	92
22	بنر الغنم	138	111	75
23	الرابطة	194	151	91
24	شكشوك	88	64	31
25	الجوش	97	77	49

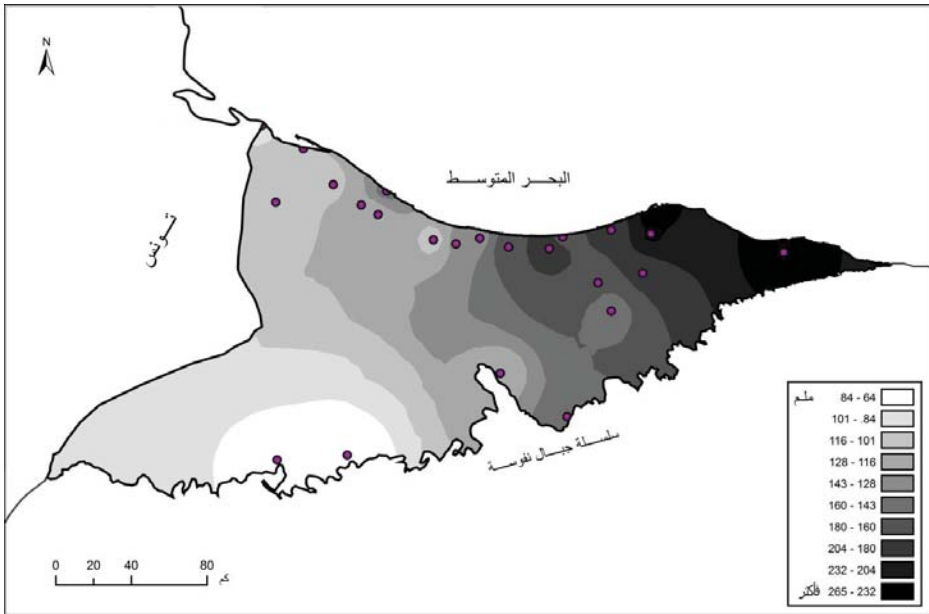
المصدر : من عمل الباحث.

2-درجة الاعتماد على الأمطار السنوية بنسبة (80%):

يتبين من شكل (54) أن الأجزاء التي تزيد فيها كميات الأمطار المتوقعة عن (200ملم) يغطي الجهات الشمالية الشرقية للمنطقة ويمتد إلى أن يصل إلى محطة الزاوية على الساحل لتصل إلى (206ملم) ويتخلل هذه الأجزاء السابقة محطات يتوقع أن تستقبل أعلى مستويات الأمطار في المنطقة تضم محطات كل من: القره بولي (294ملم)، مدينة طرابلس (258ملم)، الهضبة الخضراء (240ملم)، غنيمة (221ملم).

وتقل كميات الأمطار المتوقعة بنسبة (80%) تدريجياً بالابتعاد عن الأجزاء السابقة في اتجاه الغرب والجنوب (راجع الفصل الأول) مع وجود بعض الأجزاء الصغيرة والمتوسطة المساحة تقل فيها المعدلات أو تزيد داخل هذه النطاقات المنخفضة، فعلى

سبيل المثال تقع محطة زوارة داخل نطاق صغير يزداد فيه معدل الأمطار مقارنة بالمحطات المجاورة لها حيث من المتوقع أن تحصل محطة زوارة على حوالي (158 ملم) في حين تتحصل محطة الجميل على (113 ملم) والتي لا تبعد كثيراً من المحطة السابقة. وتزداد المعدلات في التناقص بالاتجاه نحو الغرب والجنوب حيث تتراوح الكمية ما بين (65 ملم - 120 ملم) وذلك على هيئة نطاقات طولية من الشمال إلى الجنوب ويزداد الانخفاض في اتجاه الجنوب حتى الأطراف الجنوبية الغربية كما هو في محطة شكشوك والجوش حيث يتحصلان على (64 ملم و 77 ملم) على التوالي.



المصدر : اعتماداً على جدول (16)

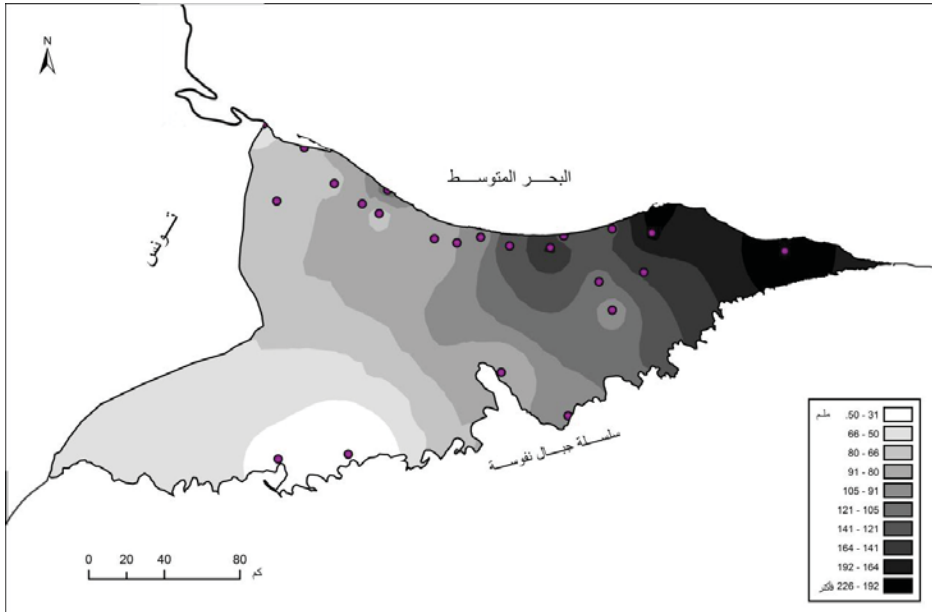
شكل (54) كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (80%)

3- درجة الاعتماد على الأمطار السنوية بنسبة (90%):

لا تزال منطقة الدراسة تستقبل معدلات مقبولة ما بين (100 ملم - 220 ملم) في العديد من أجزاء المنطقة حيث تشهد الأجزاء الشمالية الشرقية ارتفاعاً في معدلات الأمطار والتي يتوقع أن تحصل القره بوللي، مدينة طرابلس، الهضبة الخضراء على 226 ملم، 210 ملم، 200 ملم على التوالي بدرجة اعتماد 90% من الأمطار السنوية. ومن الملاحظ أن هذه المحطات الثلاث احتفظت بنفس الترتيب حيث احتلت الثلاث الترتيب الأولى أيضاً في درجة الاعتماد على سقوط الأمطار بنسبة 70% و 80%

في جميع محطات منطقة الدراسة كما في جدول (16)، كما يتوقع أن تتفاوت معدلات الأمطار في أجزاء من منطقة الدراسة ومن الممكن أن تتحصل محطات الساحل الواقعة غرب محطة طرابلس المدينة إلى محطة صبراتة في الغرب على كميات من الأمطار تتراوح ما بين (100 ملم - 170 ملم) وكذلك تقترب منها محطات الجزء الجنوبي الشرقي من حيث كميات الأمطار كما هو في محطة الرابطة (91 ملم).

ومن ناحية أخرى تقل كمية الأمطار التي يتوقع سقوطها بنسبة 90% عن (90 ملم) في أجزاء واسعة من شمال غرب وجنوب غرب المنطقة ويستثنى من ذلك جزء صغير حول محطة زوارة الواقعة في شمال غرب المنطقة حيث تتحصل على (117 ملم) مقارنة بباقي المحطات الواقعة حولها والتي جميعها تقل فيها كميات الأمطار عن (90 ملم) تقريباً، وعند الانتقال إلى أقصى الشمال الغربي والجنوبي نلاحظ تناقصاً واضحاً وخاصة في الجزء الجنوبي الغربي والتي تسجل فيه محطة شكشوك معدل أمطار بحوالي (31 ملم) وهذا بالطبع معدل منخفض جداً مقارنة بباقي منطقة الدراسة.



المصدر : اعتماداً على جدول (16)

شكل (55) كميات الأمطار السنوية التي يعتمد عليها بنسبة (90%)

ثانياً: درجة الاعتماد على الأمطار الفصلية:

تتفاوت كمية الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة 70% و 80% و 90% من فصل إلى آخر بين أجزاء المنطقة المختلفة ويلاحظ أن درجة الاعتماد 90% في فصل الربيع والخريف معظمها تظهر بقيمة صفر وذلك ناتج لمحدودية الأمطار الفصلية التي يعتمد عليها بهذه النسبة ويوضح كما في جدول (17)، والجدول (18) الذي يتضح فيه التباين المكاني في كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها، ومن هذا يمكن استخلاص النتائج التالية:

جدول (17) كميات الأمطار السنوية والفصلية (مم) التي يعتمد عليها بالنسب المئوية المحددة لكامل محطات الدراسة

الفصول	السنوي (مم)			الشتاء (مم)			الربيع (مم)			الخريف (مم)		
النسب المحددة	90%	80%	70%	90%	80%	70%	90%	80%	70%	90%	80%	70%
المتوسط	182	152	112	77	59	33	20	8	0.16	48	28	4
أعلى قيمة	294	265	226	138	113	79	37	18	2	81	57	25
أدنى قيمة	88	64	31	28	14	0	9	0	0	19	8	0

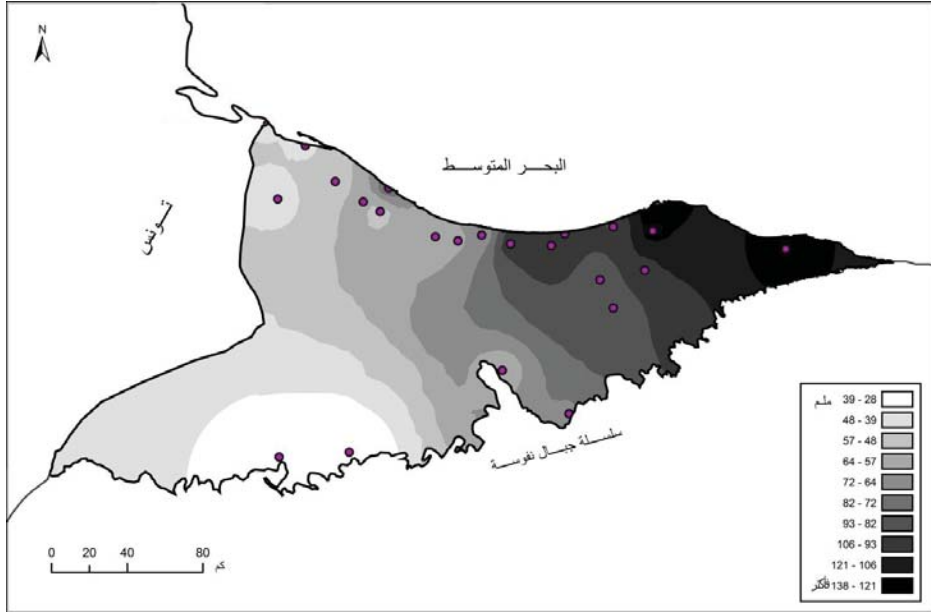
المصدر: اعتماداً على جداول (16، 18، 19، 20).

1- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الشتاء بنسبة (70%):

يتميز فصل الشتاء بارتفاع ملحوظ في كميات الأمطار المتوقع هطولها بنسبة 70% قياساً بالفصول الأخرى، ويتضح من الشكل (56) أن الأجزاء التي تريد فيها كميات الأمطار المتوقعة عن (70مم) يغطي الجهات الشمالية الشرقية ووسطها وينتهي عند محطة الرابطة الواقعة في جنوب وسط المنطقة، وتزداد كميات الأمطار المتوقع حدوثها داخل هذا الجزء فتتراوح ما بين (100مم - 135مم) تقريباً في محطات الساحل بداية من محطة صرمان إلى محطة غنيمة الواقعة في أقصى الشرق وتصل كميات الأمطار إلى أعلى مستوياتها والتمثل في نطاقين حول محطتي مدينة طرابلس والقره بوللي حيث حصلت كل منهما على (138مم، 131مم) على التوالي.

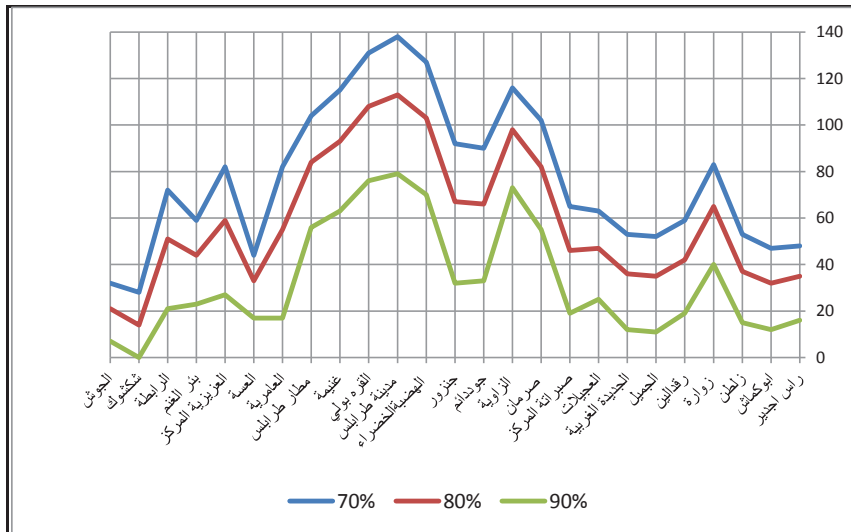
تقل كميات الأمطار المتوقعة بهذه النسبة في شمال غرب منطقة الدراسة، إذ تتراوح ما بين (48مم - 63مم) ويشمل هذا الجزء بعض محطات الساحل الغربي عدا محطة زوارة الواقعة على الساحل الغربي حيث يزداد فيها معدل المطر عن المعدل السابق لتصل إلى (83مم) رغم وقوعها في نفس الجزء، وتقل كميات الأمطار المتوقعة بنسبة 70% في الجزء الشمالي الغربي وبالرغم من وقوع محطة رأس جدير والعسة قرب الساحل

والتي تتراوح فيها معدلات الأمطار بين (47 ملم - 48 ملم) إلا أنها تقترب من معدلات أمطار محطتي شكشوك والجوشي الواقعتين في الأطراف الجنوبية الغربية لنفس الاسباب السابق ذكرها في الفصل الأول.



المصدر: اعتماداً على جدول (18)

شكل (56) كميات الأمطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (70%)



المصدر: اعتماداً على جدول (18)

شكل (57) كميات الأمطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة

جدول(18) كميات الأمطار في فصل الشتاء(ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70, 80, 90%) للفترة (1956- 2009)

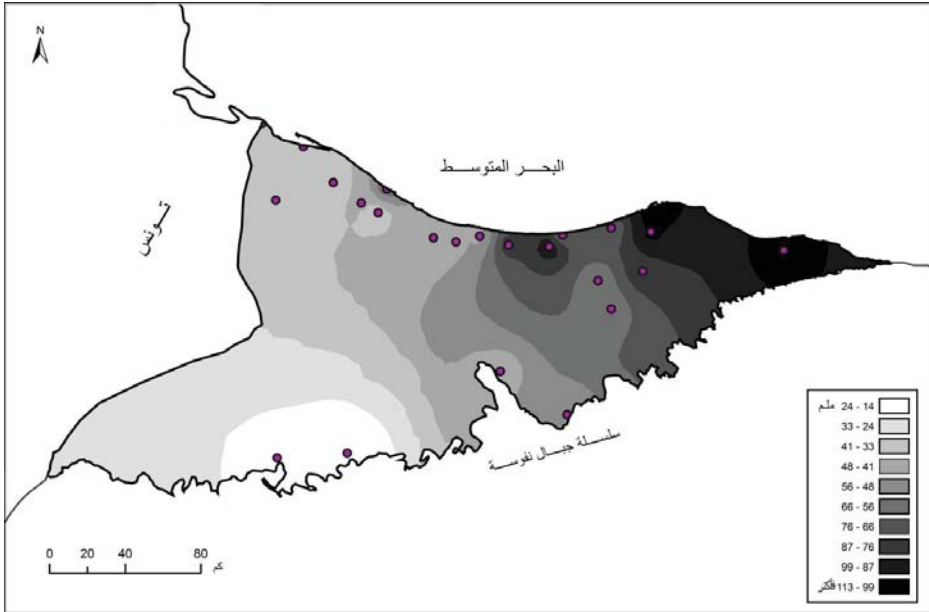
م	المحطة	70%	80%	90%
1	راس اجدير	48	35	16
2	ابوكماش	47	32	12
3	زلطن	53	37	15
4	زواردة	83	65	40
5	رقداين	59	42	19
6	الجميل	52	35	11
7	الجديدة الغربية	53	36	12
8	العجيلات	63	47	25
9	صبراتة	65	46	19
10	صرمان	102	82	55
11	الزاوية	116	98	73
12	جوددنام	90	66	33
13	جنزور	92	67	32
14	الهضبة الخضراء	127	103	70
15	مدينة طرابلس	138	113	79
16	القره بولي	131	108	76
17	غنيمة	115	93	63
18	مطار طرابلس	104	84	56
19	العامرية	82	55	17
20	العسة	44	33	17
21	العريزية	82	59	27
22	بنر الغنم	59	44	23
23	الرابطة	72	51	21
24	شكشوكة	28	14	0
25	الجوش	32	21	7

المصدر : من عمل الباحث.

2- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الشتاء بنسبة (80%):

إن كميات أمطار المنطقة التي يتوقع هطولها في فصل الشتاء لا تزال مرتفعة بعض الشيء عند تطبيق نسبة 80%، وإن كانت - بطبيعة الحال - تقل عن كميات الأمطار المتوقعة بالنسبة السابقة 70% وعند النظر إلى شكل (58) و(56) نرى تشابهاً من حيث نمط التوزيع المكاني لكميات الأمطار المتوقعة بنسبة 80% إلى حد ما مع التوزيع المكاني لكميات الأمطار المتوقعة بنسبة 70% مع الفارق في توزيع المساحات حيث تبدأ النطاقات الأعلى في كمية الأمطار المتوقعة بهذه النسبة بالتقلص بحيث تقتصر على محطات مدينة طرابلس، القره بولي، الهضبة الخضراء الواقعة في شمال شرق

المنطقة بحيث تتراوح كمية الأمطار المتوقعة في هذه المحطات ما بين (125 ملم - 135 ملم)، ويحيط بالمحطات السابقة نطاقات أخرى نتوقع أن تتحصل المحطات الواقعة في هذه النطاقات ما بين (50 ملم - 100 ملم) وبذلك تكون قرابة النصف الشرقي من مساحة منطقة الدراسة تتحصل على هذه الكمية، كما هو موضح في شكل (58). ومن ناحية أخرى تتسع النطاقات التي تقل فيها كميات الأمطار المتوقعة بالنسبة المحددة 80% لتشمل العديد من المحطات في الجزء الشمالي الغربي وكذلك جنوب ووسط المنطقة حيث يتوقع أن تتلقى الأطراف الشمالية الغربية على أقل من (50 ملم) مع اختلاف الكمية فيما بين المحطات وتندرج في الهبوط حتى تصل إلى أقل من (20 ملم) في الأطراف الجنوبية الغربية.

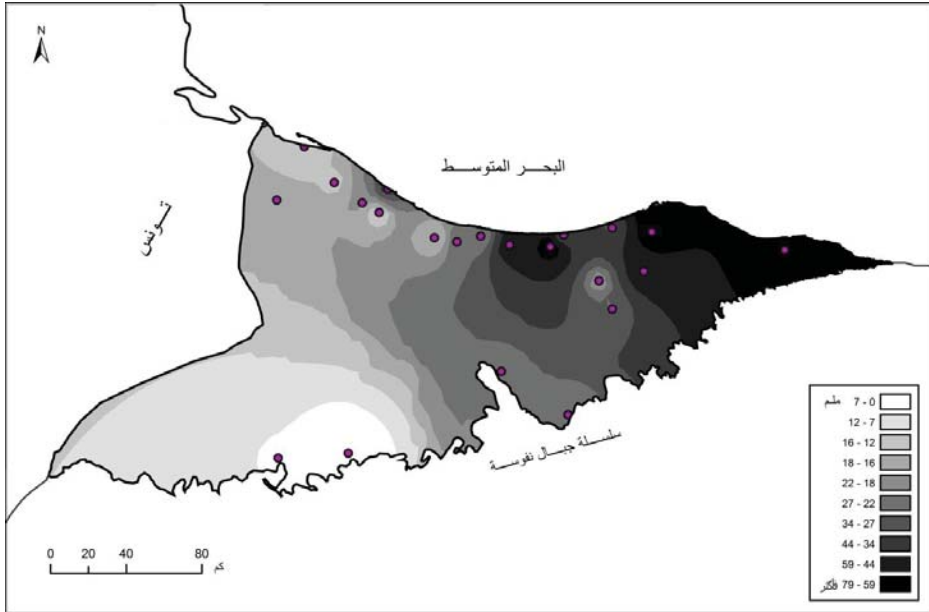


المصدر: اعتماداً على جدول (18)

شكل (58) كميات الأمطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (80%)

3- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الشتاء بنسبة (90%):

بالرغم من أن فصل الشتاء يتصدر المرتبة الأولى في كميات الأمطار من بين الفصول الأخرى إلا أنه تقل فيه الكميات المتوقعة بدرجة الاعتماد 90% وهذا بالطبع أمراً طبيعياً حيث بتزايد النسبة المئوية تقل الكمية المتوقعة هطولها وبذلك نرى انخفاضاً كبيراً في العديد من المحطات كما هو واضح من شكل (59) وشكل (56) ويظهر في التوزيع المكاني لكميات الأمطار المتوقعة بنسبة 90% اختلافاً واضحاً من حيث شكل النطاقات مقارنة بالنسب 70% و 80% ويتضح هذا الاختلاف في كون وقوع العديد من النطاقات المنخفضة في كمية الأمطار المتوقعة داخل نطاقات مرتفعة في كمية الأمطار المتوقعة، فعلى سبيل المثال وقوع محطة العامرية والتي من المتوقع أن تحصل على (17 ملم) في نطاقات مرتفعة النسبة حيث تتراوح الكميات المتوقعة هطولها في هذه النطاقات ما بين (25 ملم - 30 ملم) تقريباً وغيرها من المحطات كما في شكل (59) وتحيط بالنطاقات السابقة أجزاء مرتفعة في معدلات الأمطار حيث تتحصل مدينة طرابلس على (79 ملم) وهي أعلى قيمة في منطقة الدراسة يمكن توقع هطولها بنسبة 90%.



المصدر : اعتماداً على جدول (18)

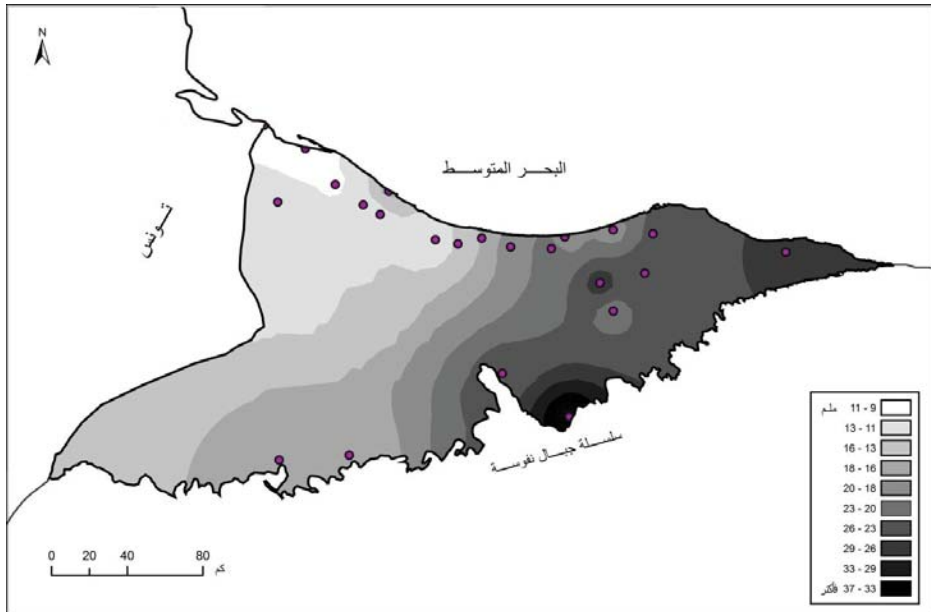
شكل (59) كميات الأمطار في فصل الشتاء التي يعتمد عليها بنسبة (90%)

أما من حيث كمية الأمطار المتوقعة بهذه النسبة في شمال غرب ووسط وجنوب منطقة الدراسة فتأخذ نطاقات طولية من الشمال إلى الجنوب وكذلك نطاقات شبه أفقية خلافاً لما هو معتاد في توزيع النطاقات في النسب السابقة إذ تتراوح كميات الأمطار في هذه الأجزاء ما بين (7 ملم - 20 ملم) وتشمل هذه النطاقات بعض محطات الجزء الشمالي الغربي مع وجود فارق بين المحطات ويظهر كذلك في الأطراف الجنوبية الغربية انخفاض حاد في كمية الأمطار المتوقعة ليصل في محطة الجوش إلى (7 ملم) وفي محطة شكشوك إلى (صفر).

ثالثاً- درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الربيع بنسبة (70%):

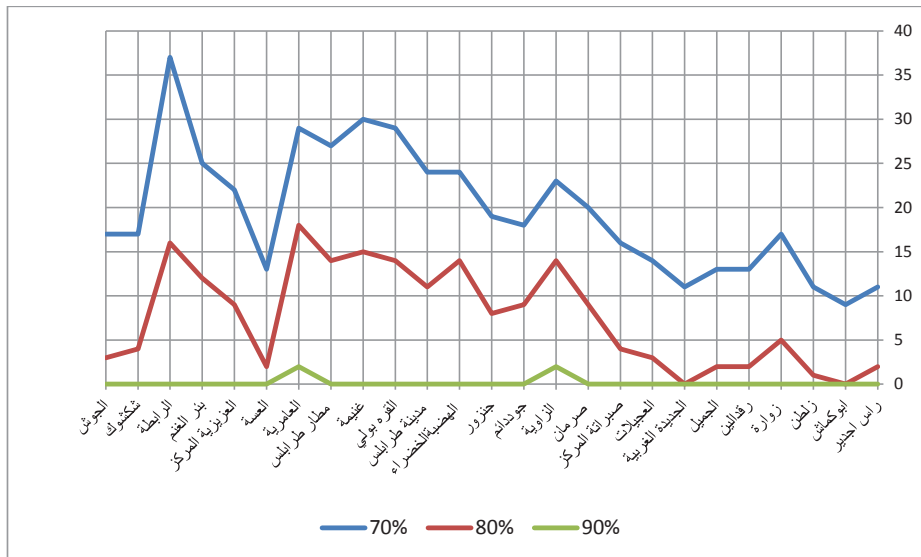
يلاحظ على المستوى العام قلة كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة 70% في فصل الربيع، وتختلف هذه الكمية المطرية بالرغم من قلتها بين نطاقات المنطقة المختلفة. كما يلاحظ أن هذه النطاقات تأخذ اتجاه التناقص تدريجياً من ناحية الجنوب الشرقي في اتجاه الشمال الغربي عكس ما كان في فصل الشتاء حيث كان التدرج في التناقص يبدأ من أقصى الشمال الشرقي باتجاه الشمال الغربي ثم بالاتجاه إلى الأطراف الجنوبية وعلى أساس هذا الاتجاه فمن المتوقع أن تحصل الأجزاء الشمالية الشرقية وكذلك وسط الأطراف الجنوبية على كمية من الأمطار تتراوح بين (25 ملم - 35 ملم)، وتصل الكمية إلى أعلى قيمة لها (37 ملم) في محطة الرابطة كما في شكل (60) وتحتل أجزاء واسعة تلى النطاقات السابقة لدرجة الاعتماد على الأمطار في هذا الفصل حيث تتراوح كميات الأمطار بين (20 ملم - 25 ملم) تقريباً.

هذا وتنخفض كمية الأمطار المتوقع هطولها بهذه النسبة إلى أقل من (20 ملم) في العديد من المحطات حيث تشمل مساحة شاسعة في الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة، والملاحظ في هذا الجزء والذي يشمل محطة شكشوك والجوش أنه يسجل أدنى كمية متوقعة في فصل الشتاء بينما في فصل الربيع تختلف توزيع كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد على هطولها بنسبة 70% في هذا الفصل حيث تحصلت محطة شكشوك والجوش الواقعتين في أقصى الجنوب الغربي على (17 ملم) لكلتا المحطتين ومن المتوقع أن تنخفض كمية الأمطار في الجزء الشمالي الغربي إلى أدنى مستوياتها لتصل إلى (9 ملم) في محطة أبو كماش بالرغم من وقوعها على ساحل البحر كما هو موضح في شكل (60).



المصدر: اعتماداً على جدول (19)

شكل (60) كميات الأمطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (70%)

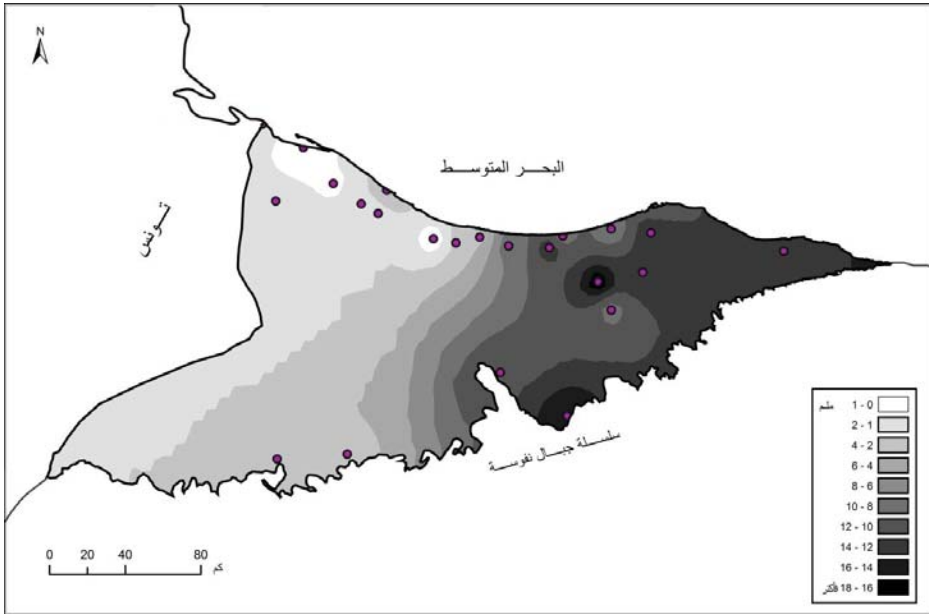


المصدر: اعتماداً على جدول (19)

شكل (61) كميات الأمطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة

رابعاً: درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الربيع بنسبة (80%):

يظل اتجاه النطاقات ثابت في هذه النسبة (80%) كما كان عليه في درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الربيع بنسبة 70% وهي أن الأجزاء الجنوبية الوسطى من منطقة الدراسة تغطي بأعلى كمية للأمطار في هذا الفصل وتتدرج في الانخفاض كلما اتجهنا نحو الشمال الغربي خلافاً لما كان في فصل الشتاء وبالنظر إلى شكل (62) يتضح أن هناك شريط ضيق نسبياً يبدأ من محطة الرابطة في جنوب وسط المنطقة وبالاتجاه نحو الشرق يزداد هذا الشريط في الاتساع حتى يشمل الجزء الشرقي من شمال منطقة الدراسة وبالتالي يضم عدد من المحطات التي من المتوقع أن تتحصل على كمية من الأمطار تتراوح ما بين (14 ملم - 18 ملم) وتسجل محطة العامرية أعلى معدل في هذا الجزء وهو (18 ملم).



المصدر: اعتماداً على جدول (19)

شكل (62) كميات الأمطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (80%)

ومن ناحية أخرى يتسع النطاق الذى تقل فيه كميات الأمطار بشكل حاد والمتوقع بالنسبة المحددة 80% في قرابة ثلثي مساحة منطقة الدراسة، ففي نطاقات متتالية تلى النطاق السابق حيث يشمل منطقة شمال ووسط إضافة إلى كامل الجزء الغربي من شماله إلى جنوبه حيث تتراوح كميات الأمطار المتوقعة من (صفر - 10 ملم) وتسجل قيمة (صفر) في محطة أبو كماش والجديدة الغربية، الواقعتين في أقصى الشمال الغربي على ساحل البحر.

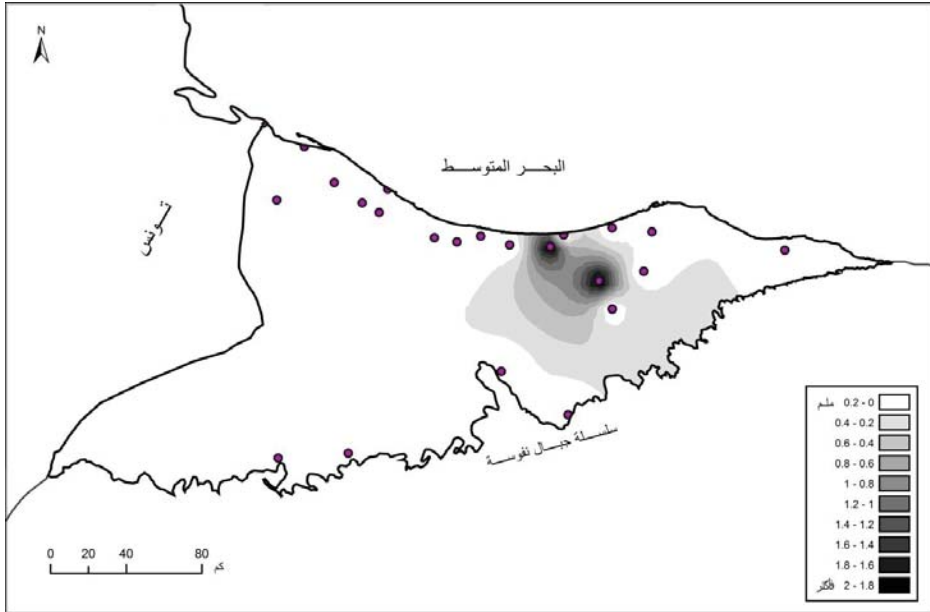
جدول (19) كميات الأمطار في فصل الربيع (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70، 80، 90%) للفترة (1956- 2009)

م	المحطة	70%	80%	90%
1	راس اجدير	11	2	0
2	ابو كماش	9	0	0
3	زلطن	11	1	0
4	زواره	17	5	0
5	رقدالين	13	2	0
6	الجميل	13	2	0
7	الجديدة الغربية	11	0	0
8	العجيلات	14	3	0
9	صبراتة	16	4	0
10	صرمان	20	9	0
11	الزاوية	23	14	2
12	جوددنام	18	9	0
13	جنزور	19	8	0
14	الهضبة الخضراء	24	14	0
15	مدينة طرابلس	24	11	0
16	القره بولي	29	14	0
17	غنيمة	30	15	0
18	مطار طرابلس	27	14	0
19	العامرية	29	18	2
20	العسة	13	2	0
21	العريزية	22	9	0
22	بئر الغنم	25	12	0
23	الرابطه	37	16	0
24	شكشوك	17	4	0
25	الجوش	17	3	0

المصدر: من عمل الباحث.

خامساً: درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الربيع بنسبة (90%):

تتخفف كميات الأمطار المتوقع هطولها في فصل الربيع بالنسب المحددة للدراسة 70% و 80% والتي اتضح مما سبق أن أعلى كمية أمطار سجلت بنسبة 70% و 80% هي (37 ملم) و (18 ملم) على التوالي، وأدنى كمية أمطار سجلت بنفس النسب السابقة هي (9 ملم) و (صفر) على التوالي، وهذا مرجعه إلى الانخفاض الحاد في معدلات الأمطار في فصل الربيع، أما عند تطبيق نسبة 90% فإن جميع المحطات تسجل قيمة (صفر) عدا محطتي العامرية والزاوية فكلاهما يسجل (2 ملم) كأعلى قيمة على مستوى المنطقة كما أظهره شكل (63) وشكل (61). ونظراً لتحصل قيمة (صفر) من الأمطار في جميع محطات منطقة الدراسة تقريباً عند تطبيق نسبة 90% مما لا يتيح دراسة موضوعية عن درجة الاعتماد على الأمطار بهذه النسبة خلال فصل الربيع.



المصدر: اعتماداً على جدول (19)

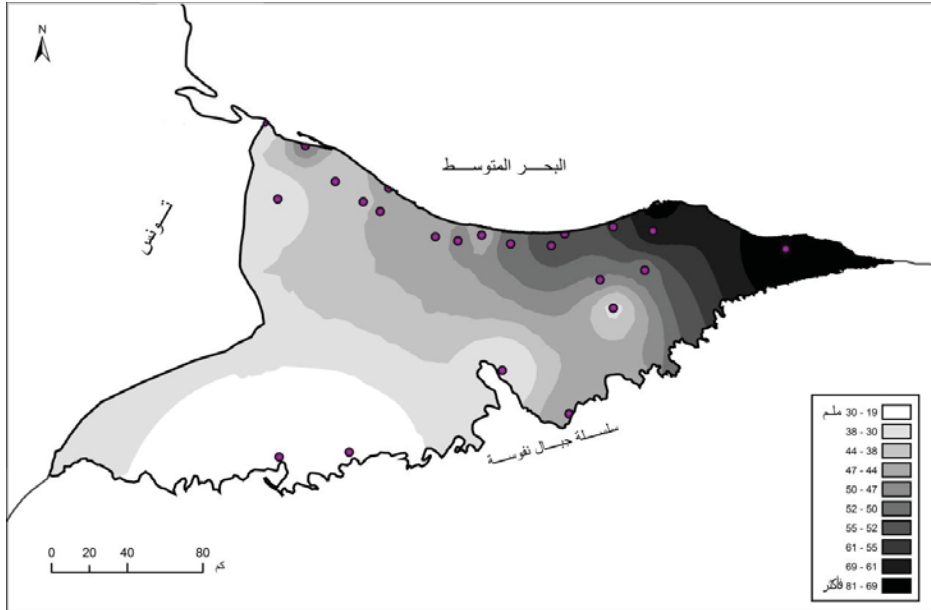
شكل (63) كميات الأمطار في فصل الربيع التي يعتمد عليها بنسبة (90%)

سادساً: درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الخريف بنسبة (70%):

إن فصل الخريف يعتبر بداية هطول الأمطار بعد فصل الصيف الجاف ويكون ترتيبه الثاني من حيث كمية الأمطار بعد فصل الشتاء، ويتوقع أن تتلقى الجهات الشمالية الشرقية من المنطقة كميات من الأمطار تتراوح ما بين (55ملم - 80ملم) يمكن الاعتماد على حدوثها باحتمالية (70%) في الفصل، ويمكن تمييز منطقتين داخل الجزء الشمالي الشرقي يشمل النطاق الأول محطة القره بوللي ومدينة طرابلس وغنيمة والتي تسجل بها أعلى كميات يمكن توقعها وهي (81ملم)، (78ملم)، (77ملم) على التوالي، والنطاق الثاني يضم محطتين هما: الهضبة الخضراء التي يتوقع أن تتلقى حوالي (65ملم) والثانية محطة جنزور حيث تسجل حوالي (56ملم) وإذا ما نظرنا إلى النطاقات التي من المتوقع أن تستقبل كميات من الأمطار في حدود (50ملم) هي بالطبع تلي النطاقات السابقة في اتجاه الغرب فإن هذا يضم عدداً من المحطات كما هو في شكل (64) وتأخذ هذه النطاقات شكل منحنى حول محطة العزيزية المركز والتي تنخفض فيها معدلات الأمطار التي يمكن أن نتوقع سقوطها بكمية (36ملم) بالرغم من وقوعها في نطاقات ترتفع نسبياً فيها كمية الأمطار حيث المحطات المجاورة والقريبة منها من المحتمل أن تسجل أكثر من (50ملم). إلا أن ظروف محلية تجعل منها منطقة تتلقى أمطاراً قليلة في فصل الخريف، ومن جهة أخرى فإن محطة أبو كماش الواقعة في شمال غرب المنطقة فإنها من المتوقع أن تسجل كمية أمطار مرتفعة نسبياً في حدود (51ملم) بالرغم من وقوعها في نطاقات تنخفض فيها كمية الأمطار حيث المحطات المجاورة والقريبة منها من المحتمل أن تستقبل في حدود (30ملم).

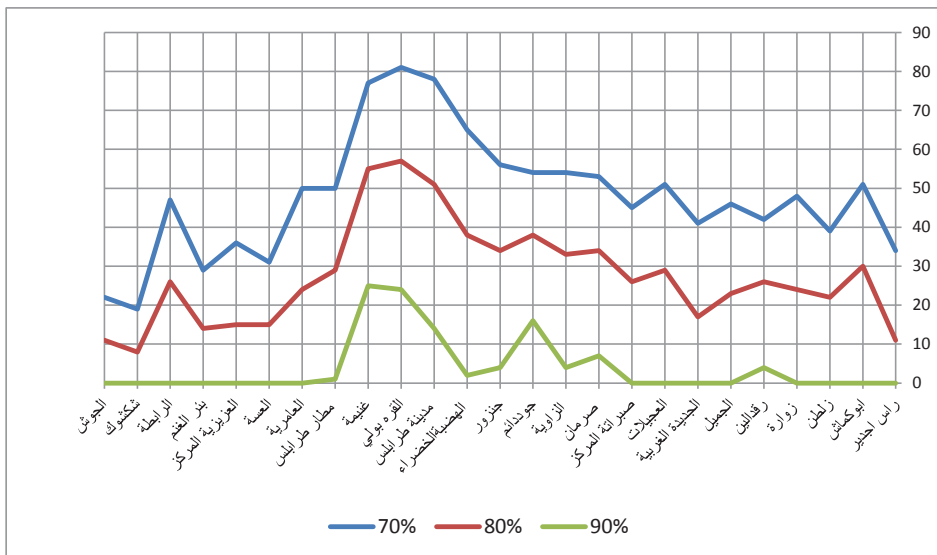
أما الجهات التي تنخفض فيها كمية الأمطار المتوقع هطولها بهذه النسبة إلى أقل من (50ملم) فإنها تحتل الجزء الشمالي الغربي والجنوبي وبذلك تكون قد استحوذت على أكثر من نصف مساحة المنطقة المدروسة بهذه النسبة، ويمكن أن نقسم هذه المساحة إلى نطاقين الأول يضم مجموعة من المحطات الواقعة على الساحل في الجزء الشمالي الغربي وأخرى في الوسط الجنوبي، ويأخذ النطاقان شكلاً طويلاً مائلاً من الشمال إلى الجنوب حيث تتراوح فيه المعدلات بحدود (38ملم - 39ملم) والنطاق الثاني يأخذ اتجاه شمال جنوبي مع الميل اتجاه الشرق ويضم هذا النطاق خمس محطات تتراوح معدلاتها ما

بين (20 ملم - 35 ملم) وتسجل أدنى قيمة من بين هذه المحطات لتصل إلى (19 ملم) في محطة شكشوك.



المصدر: اعتماداً على جدول (20)

شكل (64) كميات الأمطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (70%)



المصدر: اعتماداً على جدول (20)

شكل (65) كميات الأمطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بالنسب المحددة في منطقة الدراسة للفترة (1956-2009)

جدول (20) كميات الأمطار في فصل الخريف (ملم) التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70, 80, 90%) للفترة (1956-2009)

م	المحطة	70%	80%	90%
1	راس اجدير	34	11	0
2	ابوكماش	51	30	0
3	زلطن	39	22	0
4	زواره	48	24	0
5	رقدالين	42	26	4
6	الجميل	46	23	0
7	الجديدة الغربية	41	17	0
8	العجيلات	51	29	0
9	صبراتة	45	26	0
10	صرمان	53	34	7
11	الزاوية	54	33	4
12	جوددنام	54	38	16
13	جنزور	56	34	4
14	الهضبة الخضراء	65	38	2
15	مدينة طرابلس	78	51	14
16	القره بولي	81	57	24
17	غنيمه	77	55	25
18	مطار طرابلس	50	29	1
19	العامة	50	24	0
20	العسة	31	15	0
21	العزيرة	36	15	0
22	بنر القم	29	14	0
23	الرابطة	47	26	0
24	شكشوك	19	8	0
25	الجوش	22	11	0

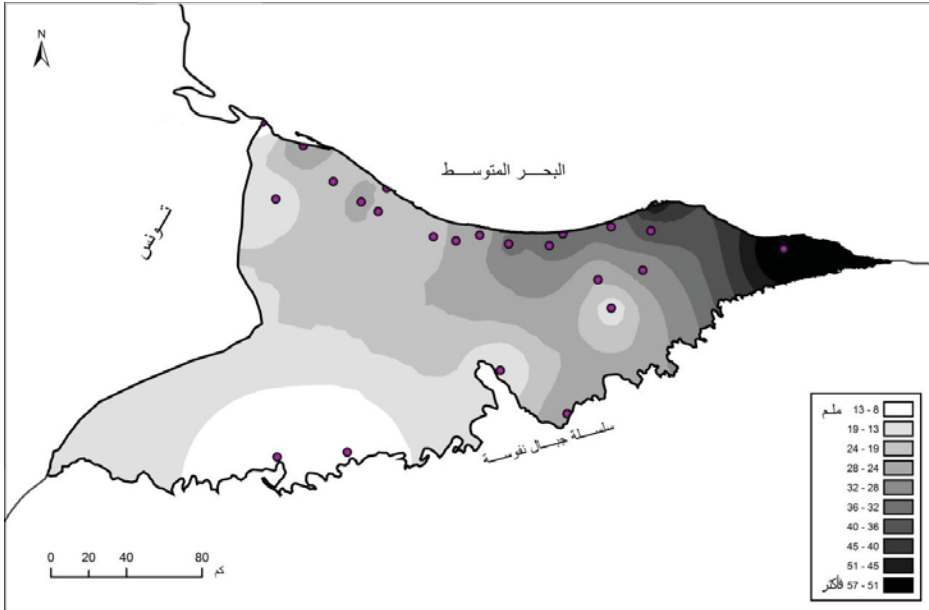
المصدر: من عمل الباحث.

سابعاً: درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الخريف بنسبة 80%:

يتوقع أن تتلقى الأطراف الشمالية والنطاقات المجاورة لها والتي تكون على هيئة مساحات صغيرة نسبياً كمية من الأمطار تتراوح ما بين (30ملم - 50ملم) باحتمالية (80%) في هذا الفصل، ومن شكل (66) يمكن تمييز ثلاث محطات تسجل بها كمية أكثر من (50ملم) حيث تمثل في محطة القره بولي (57ملم) وغنيمه (55ملم) ومدينة طرابلس (51ملم)، وتمتد أجزاء أخرى بمحاذات الأجزاء الأولى ولكن أقل في كمية الأمطار المتوقع حدوثها بنسبة 80% حيث تتحصل عدد من المحطات على قرابة (30ملم) وتتوزع هذه المحطات على ساحل المنطقة إلى محطة العجيلات الواقعة في منتصف ساحل المنطقة تقريباً وهناك بعض المحطات الواقعة في الجزء الجنوبي الشرقي

مع ظهور محطة العزيزية المركز ضمن هذا النطاق لتسجل (15ملم) بالرغم من أنها واقعة في نطاق يمكن توقع الأمطار فيه بحدود (30ملم)، وتتشابه كثيراً بالنسبة للتوزيع المكاني للأمطار بهذه النسبة 80% بما هو موجود في نسبة 70% مع وجود اختلافات بسيطة.

هذا ويتوقع أن تتخفض كمية الأمطار إلى أقل من (25ملم) في جهات واسعة والتي تضم الجزء الشمالي الغربي والجنوبي الغربي ووسط منطقة الدراسة، وتشمل هذه الأجزاء على أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة تقريباً، وتستمر الكمية في الانخفاض تدريجياً في نطاق الساحل الغربي مع وجود بعض المحطات التي لا تقل معدلاتها المتوقعة عن (25ملم) كما هو في محطة أبو كماش (30ملم) ورقداين (26ملم) وتشمل هاتين المحطتين مساحة صغيرة وسط نطاق واسع تتخفض فيه كمية الأمطار وتستمر كمية الأمطار بالانخفاض بالاتجاه إلى الغرب حتى الحدود التونسية لتسجل محطة رأس جدير قيمة (22ملم) ويزداد التناقص باتجاه الجنوب الغربي حتى محطة شكشوك (19ملم).



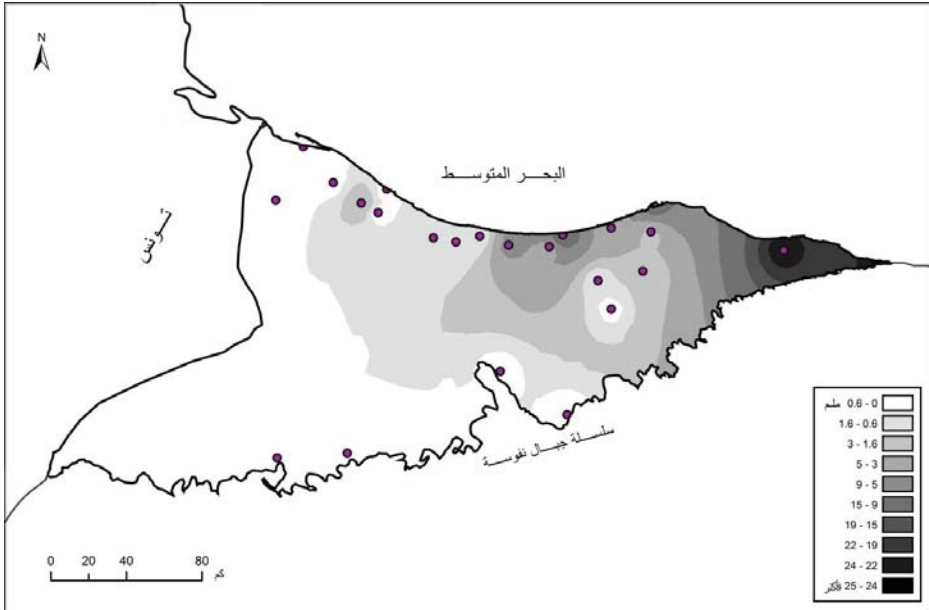
المصدر: اعتماداً على جدول (20)

شكل (66) كميات الأمطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (80%)

ثامناً: درجة الاعتماد على الأمطار في فصل الخريف بنسبة 90%:

إن ارتفاع النسبة المئوية بالتأكيد سوف يقلل من كميات الأمطار المتوقع هطولها في كامل منطقة الدراسة وقد أظهرت النتائج كما في جدول (20) أن أكثر من نصف محطات المنطقة تسجل قيمة (صفر)، أما باقي محطات الدراسة فتسجل قيمة متدنية تتراوح ما بين (1 ملم - 25 ملم)، ويتضح من شكل (67) أن مساحات صغيرة جداً التي تحظى بأعلى كمية أمطار والمتوقع هطولها على محطة غنيمة (25 ملم) ومحطة القره بوللي (24 ملم).

وتقل كمية الأمطار المتوقعة بهذه النسبة إذ من المتوقع أن تستقبل أجزاء صغيرة بحدود (15 ملم) كما هو في محطة جود دائم ومدينة طرابلس كما يتضح أن الأجزاء التي تزداد فيها كمية الأمطار بالتناقص الحاد حتى أنها تتراوح ما بين (1 ملم - 7 ملم) هي الأجزاء التي تكون قريبة من النطاقات الأولى وأن محطة صرمان هو الحد الفاصل بين كميات الأمطار المتوقع هطولها حيث لا نرى هطولاً للأمطار المتوقعة في المحطات الواقعة غرب محطة صرمان عدا محطة رقدالين حيث تسجل بحدود (4 ملم)، أما باقي المحطات فإنها تسجل قيمة (صفر) في حوالي 15 محطة.



المصدر: اعتماداً على جدول (20)

شكل (67) كميات الأمطار في فصل الخريف التي يعتمد عليها بنسبة (90%)

وبناءً على ما سبق من دراسة درجة الاعتماد على الأمطار على المستوى السنوي والفصلي يتضح أن نسبة 70% قد حققت أعلى كمية من الأمطار المتوقع هطولها والتي يمكن الاعتماد عليها في جميع أنحاء المنطقة، بينما قلت كمية المطر التي يعتمد عليها عند تطبيق النسبة 80% وقد سجلت كميات المطر أدنى مستوى لها عند تطبيق النسبة 90%، وتعتبر قلة الأمطار بزيادة النسبة المئوية أمر طبيعي فهي تقل بازدياد النسبة وتزداد بقلة النسبة المئوية. ومن خلال نتائج التحليلات الإحصائية فقد حققت نسبة 70% على مستوى الأمطار السنوية أعلى كمية (182 ملم) من الأمطار المتوقع هطولها لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق نسبة 80% لتصل إلى (152 ملم) لمتوسط محطات المنطقة، في حين نجد أن كمية المطر لا تقل كثيراً عند تطبيق النسبة 90% لتصل إلى (112 ملم) لمتوسط محطات المنطقة جدول (17).

ومن جهة أخرى نجد على المستوى الفصلي يتضح أن كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بالنسب 70%، 80%، 90% مقبولة إلى ضعيفة بوجه عام لفصول السنة المختلفة، فعند تطبيق النسبة 70% على الأمطار الفصلية حقق فصل الشتاء المرتبة الأولى حيث بلغت كمية المطر (77 ملم) المتوقع حدوثها بهذه النسبة وذلك لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق النسبة 80% فقد بلغت كمية المطر (59 ملم) لمتوسط محطات المنطقة، في حين انخفضت الكمية عند تطبيق النسبة 90% إلى (33 ملم) لمتوسط محطات المنطقة.

أما في فصل الخريف فقد هبطت كمية الأمطار مقارنة بفصل الشتاء، فعند تطبيق النسبة 70% بلغت كمية الأمطار (48 ملم) لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق النسبة 80% فقد بلغت كمية الأمطار (28 ملم) لمتوسط محطات المنطقة، وبطبيعة الحال أخذت كمية الأمطار في التناقص حيث بلغت كمية الأمطار (4 ملم) لمتوسط محطات منطقة الدراسة عند تطبيق النسبة 90%.

أما فصل الربيع وهو الأدنى من حيث كمية الأمطار فإن كمية الأمطار تتناقص بشكل حاد، فعند تطبيق النسبة 70% بلغت كمية المطر (20 ملم) لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق النسبة 80% فقد بلغت كمية المطر (8 ملم) لمتوسط محطات الدراسة بينما انخفضت كمية الأمطار إلى (0.16 ملم) لمتوسط محطات المنطقة وذلك عند تطبيق النسبة 90%.

ومن ناحية أخرى ومن خلال الخرائط المعدة عن درجة الاعتماد على الأمطار السنوية والفصلية يتضح أن كميات الأمطار السنوية المتوقع هطولها بالنسب المحددة للدراسة تزداد في الجهات الشمالية الشرقية من منطقة الدراسة وتتناقص تدريجياً بالاتجاه نحو الغرب والجنوب الغربي، وفي فصل الشتاء والخريف فإن اتجاه وتوزيع الأمطار يأخذ نفس ما كان عليه في الأمطار السنوية وهو تزايد كميات الأمطار في الجزء الشمالي الشرقي والانخفاض التدريجي بالاتجاه نحو الشمال الغربي والجنوب الغربي مع اختلاف مساحات كميات الأمطار المتوقع هطولها في كل نسبة من فصل إلى آخر. أما فصل الربيع فيأخذ اتجاه وتوزيع الأمطار شكلاً مختلفاً تزداد فيه كميات الأمطار المتوقع هطولها بالنسب المحددة للدراسة في الجهات الجنوبية الوسطى وتقل تدريجياً بالاتجاه نحو الشمال والجنوب الغربي إضافة إلى قلة كميات الأمطار المتوقع هطولها بشكل حاد بالنسبة 80% و90% في كامل منطقة الدراسة.

الفصل الرابع

التحليل المكاني والزمني للجفاف في سهل الجفارة بإستخدام دليل المطر القياسي SPI (Standard Precipitation Index)

مقدمة:

خصائص الجفاف بمنطقة الدراسة.

التوزيع المكاني والزمني للجفاف بمنطقة الدراسة :

أولاً: التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما $\text{spi} = -1$ بتصنيف جاف معتدل.

ثانياً: التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما $\text{spi} = -2$ بتصنيف شديد الجفاف.

ثالثاً: التوزيع المكاني والزمني لاستدامة الجفاف.

رابعاً: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما $\text{spi} = -1$ بتصنيف جاف معتدل.

خامساً: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما $\text{spi} = -2$ بتصنيف شديد الجفاف.

التحليل المكاني والزمني للجفاف في سهل الجفارة باستخدام دليل المطر القياسي (Standard Precipitation Index) SPI

مقدمة

يعتبر الجفاف ظاهرة عالمية متكررة، خصوصاً في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، فحالات الجفاف التي تتعرض لها أقاليم العروض الوسطى بين فترة وأخرى تكون دائماً مرتبطة بأنظمة ضغط جوية ضد إعصارية شديدة الاستقرار حيث ترغم تلك الأنظمة الانخفاضات الجوية الممطرة على تغيير مسارها نحو مناطق أخرى (امحمد مقيلي، الكتاب الثالث، 2003، ص29) . كما أن الجفاف يلحق أضراراً كبيرة في حياة الإنسان وكذلك ما يسببه من خسائر اقتصادية ، لهذا فمن المهم رصد أحداث الجفاف والتحقق من الخصائص الزمانية والمكانية .

إن تناول الجفاف الجوي بالدراسة يعني دراسة الأمطار بمقاييس معينة لمعرفة أي نقص أو زيادة عن المعدل العام للأمطار – كما سيتضح لاحقاً – وهذه المقاييس تختلف فيما بينها من حيث المميزات والعيوب . وتشير الأبحاث إلى أن الجفاف في المستقبل قد يتم تضخمه في مناطق معينة نتيجة للتغيرات في تقلبات المناخ والظواهر المناخية المتطرفة الناجمة عن الاحترار العالمي (www.ncdc.noaa.gov) وأن حوالي 85% من الكوارث الطبيعية تتعلق بأحداث الأرصاد الجوية المتطرفة وأن الجفاف يعتبر واحد من أعقد المخاطر الطبيعية التي تؤثر على أكثر المجتمعات من غيرها من الأخطار ، (Sigdel and Ikeda , 2010 , p.59) لا زال أهم اهتمامات العديد من العلوم بتغيير المناخ مستمراً ، ومن بينهما البحوث الجغرافية حيث أبرزت أهم اتجاهات الدراسات والبحوث المناخية التي قدمت في المؤتمرات الجغرافية الدولية الثلاثة (واشنطن 1992 ، لاهاي 1996 ، سول 2000) ، أن حوالي 66% وهي الأعلى من بين البحوث المقدمة كانت عن التغيرات المناخية الحديثة والمستقبلية ومن بينها التصحر والجفاف ، (شحاته سيد طلبه، 2003، ص119).

يتناول هذا الفصل بالتحليل الجفاف الجوي من حيث التوزيع المكاني والزمني وعدد السنوات الجافة والرطبة وكذلك فترات الجفاف باستخدام تقنية دليل المطر القياسي Spi (Standard Precipitation Index) ، والذي يكشف عن مدة الجفاف وحجمها إضافة إلى قدرته على تحديد شدة الجفاف وبداية ونهاية الحدث الجاف، وقد تم تطبيق هذا المقياس لسجلات المطر الخمس والعشرين محطة في سهل الجفارة لفترة زمنية تفوق معظمها 30 سنة وهو ضمن متطلبات استخدام هذا القياس ، وقد تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية (Gis) في رسم

خرائط رقمية باستخدام طريقة (IDW) وهو الأكثر ملاءمة للتحليل المكاني للمؤشر Spi من طريقة (Kriging) (Ali Mozafari et al,2011,pp,474-476). كما تبين من قبل الباحث ملاءمة طريقة (IDW) في التحليل المكاني للمؤشر Spi عن طريقة (Kriging) .

من خلال تطبيق هذا المقياس يمكن تمييز الجفاف وحدته من الناحية التقنية في ثلاث خصائص أساسية هي : الشدة والمدة والتغطية المكانية ، وتشير الشدة هنا إلى عجز سقوط الأمطار ومن الآثار المرتبطة بالشدة ، العجز ، ويقاس عادة بإنحراف المعلمة المناخية مثل سقوط الأمطار ، ومؤشر مستويات خزان المياه أو مؤشر دليل المطر القياسي Spi (Wilhite,2005,pp.8-11) .

يمكن من خلال تقنية Spi التعرف على المناطق التي يشهد بها الجفاف وكذلك مدة الجفاف وبذلك ينصح بعدم التوسع الزراعي المعتمد على الأمطار في المناطق المعرضة للجفاف ، فمن المعروف أن الجفاف يؤثر تأثيراً كبيراً على جميع مناحي الحياة الاجتماعية والإقتصادية والزراعية ، لهذا فإن الإنذار المبكر بالجفاف يسمح للتخطيط الأمثل للموارد المائية وكذلك يسمح لتدابير تهدف إلى التخفيف من الآثار السلبية لتكرارها في المستقبل . إن مصطلح الجفاف لا يعني إرتباطه بالمناطق الصحراوية أو شبه الصحراوية كما هو شائع عند الكثير ، إنما هو مصطلح يعني حدوث أي نقص في كمية الأمطار الساقطة على منطقة معينة عن المعدل العام للأمطار في تلك المنطقة ، فمثلاً منطقة ما تستقبل معدل عام سنوي للمطر 600 ملم ثم إنخفض هذا المعدل إلى 400 ملم فهذا يعني حدوث جفاف في المنطقة بالرغم من أن الكمية 400 ملم تكفي لقيام زراعة مطرية كما أنها تحافظ على الغطاء النباتي في تلك المنطقة .

وبما أن احتمالات تكرار كوارث الجفاف تزداد مع تناقص المعدل السنوي للأمطار ، ويزداد مع ذلك التأثير المدمر للجفاف ، فإن تناقص كميات الأمطار السنوية بمعدل 30% من أصل 700 ملم مازال ي بقي على كمية كافية لنجاح بعض المحاصيل الزراعية في حين أن تناقص 30% من أصل 300 ملم يسبب كارثة (محمد امقيلي، الكتاب الأول، 2003، ص20).

يصنف الجفاف إلى أربعة أنواع : جفاف جوي ويستند على تحديد الفترة الزمنية لسقوط الأمطار في المتوسط دون عتبة حرجة ، أما الجفاف الزراعي يشير لعدم وجود رطوبة كافية للمحاصيل والغابات والمراعي ، ويرتبط الجفاف الهيدرولوجي مع أنظمة إمدادات المياه مثل أحواض تصريف الأنهار وطبقات المياه الجوفية ، أما الجفاف الرابع هو الجفاف الإقتصادي والإجتماعي وهو مجموع تفاعل ظاهرة طبيعية وتدهور البيئة وتأثير الإنسان (Wilhite and Wood , 2000 , pp.45-52)، ويبقى النوع الأول هو المتحكم في جميع الأنواع الأخرى .

دليل المطر القياسي Spi (Standard Precipitation Index) :

قام مجموعة من العلماء (Mckee وآخرون) في جامعة ولاية كلورادو الأمريكية بوضع مؤشر الجفاف Spi في عام 1993م ، حيث تم احتساب قيم Spi لفترات تبلغ 3,6,12,24 شهراً حسب الغاية من التحليل ، فعلى سبيل المثال Spi-3، Spi-6 أشهر يصنف الأحداث التي تؤثر في الجفاف الزراعي ، بينما Spi-12 و Spi-24 هو الأكثر ملائمة لأغراض الموارد المائية (Bonaccorso et al, 2003, pp.275-276).

وقد تم تطبيق مقياس Spi-12 شهر على منطقة الدراسة للوقوف على التغير في كمية الأمطار لكل محطة في منطقة الدراسة والغاية من التحليل ، الوقوف على مدى تأثير كل محطة بشدة الجفاف سواء كان جفاف معتدل (Mild Drought) أو جفاف شديد (Extremely Drought). يتعامل دليل المطر القياسي Spi مع كل محطة مطرية منفردة وهذا يعطي مؤشراً للجفاف لكل محطة بدلاً من التعميم على كامل منطقة الدراسة ، ويعتبر المعدل العام للمطر في أي محطة هو الحد الفاصل ما بين تصنيف الجفاف وتصنيف الرطوبة ، لهذا فإن مصطلح الجفاف لا يرتبط بالمحطات ذات المعدلات المنخفضة كما لا يرتبط مصطلح الرطوبة بالمحطات ذات معدلات المطر العالية ، وللتوضيح أكثر إذا كانت كمية المطر الساقطة في سنة ما على المحطة ذات المعدل السنوي 800 ملم قلت إلى 700 ملم تصنف هذه السنة على أنها ضمن السنوات الجافة لتلك المحطة ، بينما إذا كانت كمية المطر الساقطة في سنة ما على محطة أمطار ذات المعدل المطري 125 ملم زادت إلى 180 ملم تصنف هذه السنة بأنها ضمن السنوات الرطبة في تلك المحطة .

يعرف بداية الجفاف عندما يصبح Spi -1.0 (بالسالب) أو أقل من ذلك ، ويستمر الجفاف مادامت القيم بالسالب وينتهي الجفاف بعودة قيم Spi إلى الموجب (Mckee et al., 1993, pp.179-184). إن الواقع وراء إختيار مقياس Spi أنه لديه القدرة على رصد الظروف المناخية ويغطي مجالاً واسعاً من النطاقات الزمنية ، بل يمكن مقارنة فترات جافة ورطوبة على مواقع مختلفة (محطات أرصاد) إضافة إلى أن مقياس Spi يظهر نتائج تعتبر قياسية حيث يمكن قياس فترات الجفاف على أنها جافة معتدلة أو شديدة الجفاف .. الخ ، كما هو موضح في جدول (21) وشكل (68) يوضح فترات الجفاف والرطوبة اضافة إلى أن Spi أستخدم في دول متعددة وقد أثبت كفاءته في كشف الجفاف ، فقد تم إختيار مقياس Spi من قبل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية كمؤشر رصد الجفاف ونتيجة لذلك يتم إستخدامه من قبل مراكز مراقبة الجفاف في جميع أنحاء العالم ، (Ontel, 2012, p, 54).

النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي spi :-

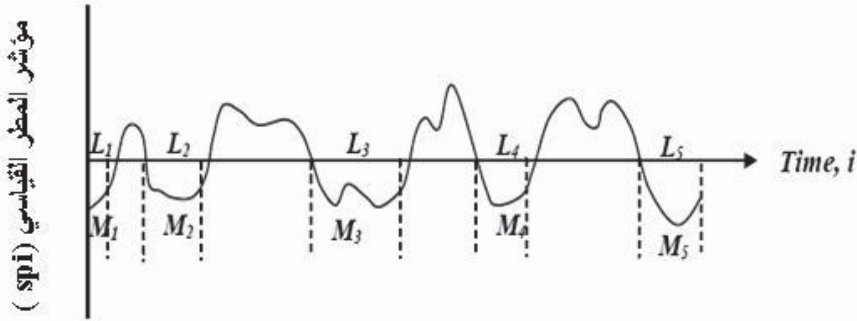
يعتمد دليل المطر القياسي احصائياً على تحويل توزيع كاما (Gamma distribution probability) (sirdas aud zekai , 2003, pp. 809 – 820) و (انس رشيد, 2009 , ص . 60 – 72) لسلسلة البيانات إلى التوزيع الطبيعي بهذا يكون المتوسط الحسابي لدليل المطر القياسي spi تساوى صفراً بينما تعنى القيمة الموجبة لدليل المطر القياسي وجود زيادة فى كمية الأمطار عن المعدل العام أى سنوات رطبة ، أما القيمة السالبة لدليل المطر القياسي فتدل على وجود نقص فى الأمطار من المعدل العام للأمطار أى سنوات جافة . ولكي يتم حساب قيمة دليل المطر القياسي spi يتم أولاً حساب توزيع كاما لسلسلة بيانات الأمطار لكل محطة أمطار باستخدام دالة التوزيع الموضحة في المعادلة ، انظر الملحق (1).

قام العالم (mckee et al ,1995,pp.233.236) بتصنيف قيمه spi إلى ثمانية أصناف تصف حالة المطر ما بين الجفاف والرطوبة كما مبين فى الجدول الاتى :

جدول(21) تصنيف دليل المطر القياسي SPI

قيم Spi	التصنيف
≥ 2 أكبر من أو يساوي	شديد الرطوبة جداً (Extremely wet)
1.5 إلى 1.99	شديد الرطوبة (Severely wet)
1 إلى 1.49	متوسط الرطوبة (Moderately wet)
0 إلى 0.99	معتدل الرطوبة (Mild wet)
0.99 إلى أقل من 0	جاف معتدل (Mild drought)
-1 إلى -1.49	جاف متوسط (Moderately drought)
-1.5 إلى -1.99	شديد الجفاف (Severely drought)
≤ -2 أصغر من يساوي	شديد الجفاف جداً (Extremely drought)

ولتوضيح نتائج تطبيق النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي على سجل مطري لأي محطة يأخذ شكل مخطط (68) من حيث فترات الجفاف والرطوبة مع الاختلاف في أطوال الفترة الجافة بين محطة وأخرى .



الشكل (68) مخطط محطة يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار.

$M = \text{حجم (قيمة) الجفاف (drought magnitude)}$ و $L = \text{استدامة الجفاف (drought duration)}$

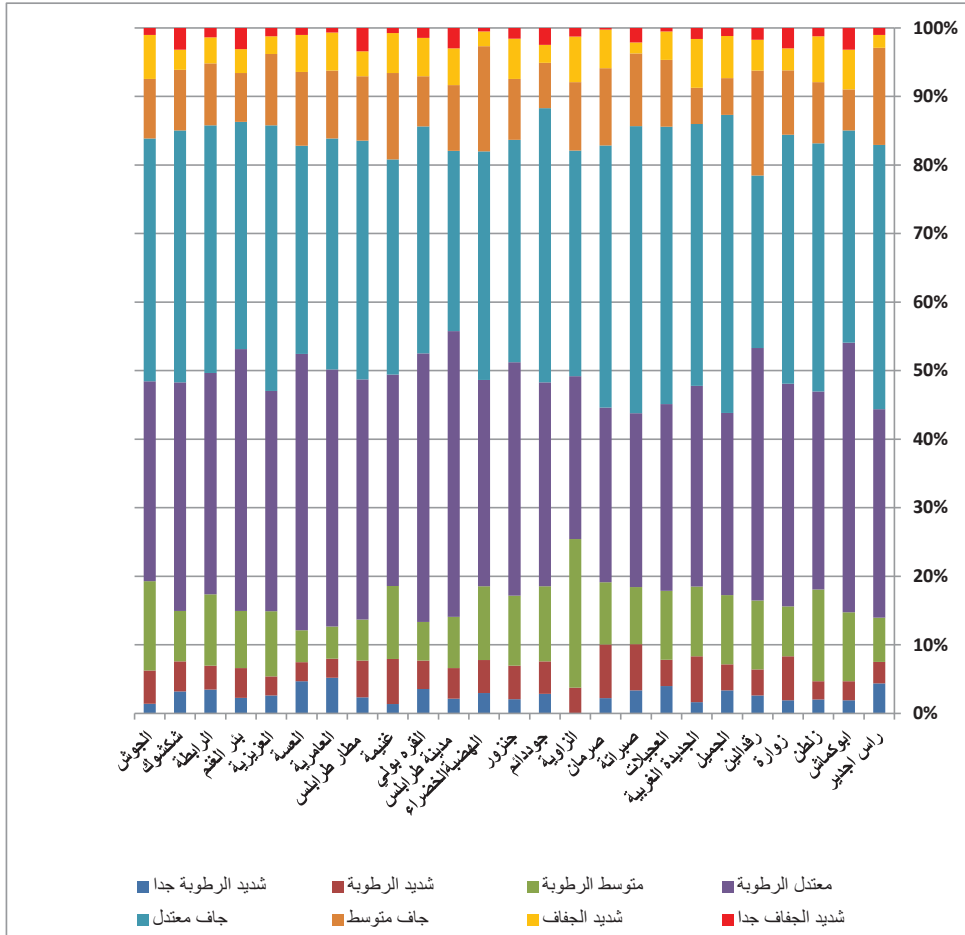
تعرف فترة الجفاف المتعاقبة ضمن السلسلة الزمنية للأمطار بأنها استدامة الجفاف (drought duration) بينما تعرف كمية عجز المطر خلال تلك الفترة بأنها كمية الجفاف الكلي (drought magnitude)

خصائص الجفاف بمنطقة الدراسة :

لقد تم اختيار قياس $Spi - 12$ شهر في التطبيق لكونه ملائم لأغراض الموارد المائية ، وقد تم تحليل دليل المطر القياسي لكافة المحطات بمنطقة الدراسة والبالغ عددها 25 محطة ، وتبين ان جميع محطات منطقة الدراسة تعرضت لفترات جفاف تختلف طول فترات الجفاف بين محطة و أخرى ، كما تم تصنيف دليل المطر القياسي لكل محطة لتحديد السنوات الرطبة والسنوات الجافة ضمن سلسلة سجل الأمطار لكل محطة والجدول (22) تحليل مفصل لنتائج Spi لكل محطة وعدد مرات حدوث كل صنف من الأصناف الثمانية الواردة في جدول (21) .

بالنظر إلى الجدول (22) يتضح أن تطبيق Spi على منطقة الدراسة ينحصر الجزء الأكبر منه ما بين الصنفين معتدل الرطوبة (mild wet) والجاف المعتدل (mild drought)، وأن نفس هذه النتيجة ظهرت في كل من : الأمطار على السواحل المصرية (محمد عبدالعال إبراهيم، 2012، ص469) والأمطار على شمال العراق (أنس رشيد، 2009، ص67)، كما يتضح

أيضاً أن نسبة السنوات الجافة أكبر من نسبة السنوات الرطبة حيث بلغت نسبة السنوات الجافة 51% بينما بلغت نسبة السنوات الرطبة 49% والشكل (69) يوضح نسبة التصنيف لدليل المطر القياسي معتمدة على بيانات جدول (22).



المصدر : اعتماداً على جدول (22).

الشكل (69) النسب المئوية لأصناف دليل المطر القياسي SPI للمحطات بمنطقة الدراسة

الجدول (22) تحليل مفصل لنتائج SPI لكل محطة بمنطقة الدراسة للفترة (1956-2009)

تسلسل	اسم المحطة	عدد سنوات التسجيل	شديد الرطوبة جدا	شديد الرطوبة	متوسط الرطوبة	معتدل الرطوبة	جاف معتدل	جاف متوسط	شديد الجفاف	شديد الجفاف جدا	عدد السنوات الرطبة	عدد السنوات الجافة	نسبة السنوات الرطبة	نسبة السنوات الجافة
1	رأس أجدير	40	1	1	3	15	15	5	0	0	20	20	50	50
2	ابوكماش	39	0	1	4	15	14	3	1	1	20	19	51	49
3	زلطن	41	1	0	3	16	16	4	1	0	20	21	49	51
4	زواردة	39	0	2	4	12	16	4	0	1	18	21	46	54
5	رقداين	48	0	2	5	20	15	4	2	0	27	21	56	44
6	الجميل	42	1	1	3	12	21	2	2	0	17	25	40	60
7	الجديدة الغربية	41	0	1	5	12	18	2	3	0	18	23	44	56
8	العجيلات	48	0	3	4	15	23	2	1	0	22	26	46	54
9	صبراتة	47	0	4	2	13	24	3	0	1	19	28	40	60
10	صرمان	34	0	1	5	9	15	4	0	0	15	19	44	56
11	الزاوية	20	0	0	3	8	6	2	1	0	11	9	55	45
12	جوددائم	44	0	3	4	13	19	3	1	1	20	24	45	55
13	جنزور	48	1	0	6	16	18	5	2	0	23	25	48	52
14	الهضبة الخضراء	31	0	2	4	9	12	4	0	0	15	16	48	52
15	مدينة طرابلس	39	0	2	3	17	11	4	1	1	22	17	56	44
16	القره بولي	40	0	2	3	15	16	1	3	0	20	20	50	50
17	غنيمة	43	0	2	5	15	15	5	1	0	22	21	51	49
18	مطار طرابلس	39	1	1	3	14	16	1	3	0	19	20	49	51
19	العامرية	48	0	5	0	20	17	5	1	0	25	23	52	48
20	العسة	48	1	2	1	21	18	4	1	0	25	23	52	48
21	العزيزية	48	1	1	3	17	19	6	1	0	22	26	46	54
22	بنر الغنم	48	0	1	5	20	17	2	2	1	26	22	54	46
23	الرابطة	24	1	0	2	11	8	1	1	0	14	10	58	42
24	شكشوك	34	1	2	1	12	14	2	2	0	16	18	47	53
25	الجوش	48	1	0	6	16	18	4	2	1	23	25	48	52

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على نتائج spi لجميع محطات منطقة الدراسة.

التوزيع المكاني والزمني للجفاف بمنطقة الدراسة :-

يعتبر التوزيع المكاني لحجم الجفاف (قيمة الجفاف) ذو أهمية من حيث مقارنته باستدامة وشدة الجفاف لمحطات الأمطار للوقوف على خصائص الجفاف باستخدام مقياس spi ، كما أنه ليس بالضرورة كلما زادت استدامة الجفاف تزداد شدة الجفاف فعلى سبيل المثال ومن خلال الجدول (23) شهدت محطة الجميل فترة جفاف استمرت 72 شهراً أى 6 سنوات متتالية ولكنها لم تسجل أشد المحطات جفافاً كما سوف يتضح لاحقاً من خلال المقارنة البصرية للخرائط ، وفيما يلي تحليل خصائص الجفاف :-

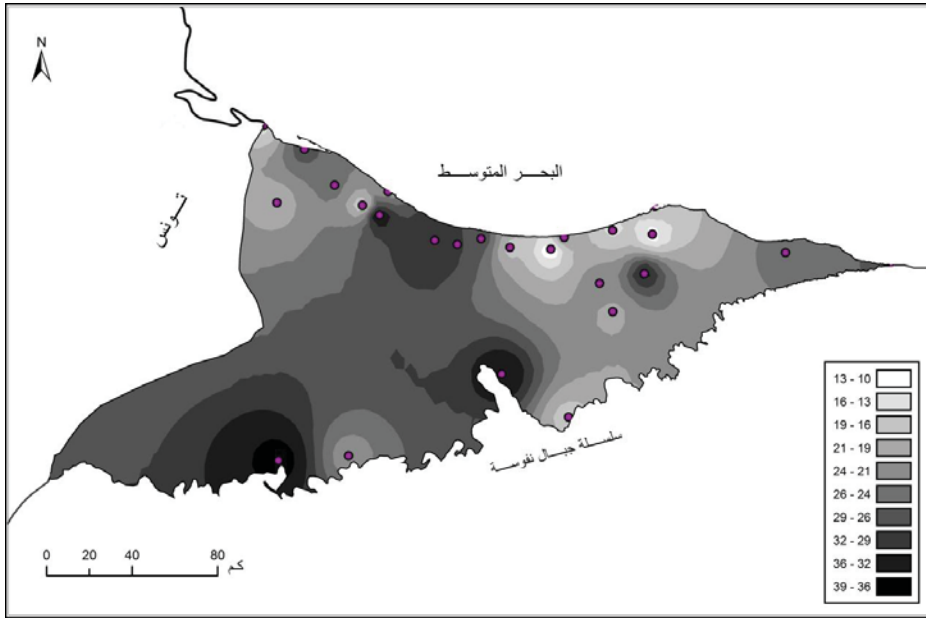
أولاً : التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما $\text{spi} = 1$ بتصنيف جاف معتدل :-

من خلال شكل (70) يلاحظ أن قيمة الجفاف المرتفعة تأخذ اتجاه الوسط الشمالي على شكل نطاق ضيق نسبياً أخذاً في الاتساع بالاتجاه إلى الجنوب وبالإضافة إلى الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة – ويستثنى من ذلك بعض الأجزاء الصغيرة المتباعدة التي تقع في وسط نطاقات أخرى تقل عنها في قيمة الجفاف كما هو موضح على الخريطة - ، لتتراوح قيمة الجفاف في النطاق الأعلى مابين (26 – 39) وتتصدر محطة الجديدة الغربية أعلى قيمة جفاف حيث بلغت (39.68).

أما النطاقات الأقل في قيمة الجفاف فتستحوذ على الجزء الشرقي في معظمه وكذلك الجزء الغربي مع وجود فارق في المساحة حيث يقل الجزء الغربي عن الشرقي ، إضافة إلى ظهور بعض النطاقات التي تحمل قيمة أعلى نسبياً من النطاقات الموجودة فيها فعلى سبيل المثال محطات ، مطار طرابلس ، غنيمه والقره بوللى والتي تصل قيمه الجفاف فيها إلى (34.28 ، 28.15 ، 25.68) على التوالي والمتواجدة في نطاقات أقل في قيمه الجفاف لتتراوح قيمة الحفاف في النطاقات المنخفضة مابين (15 – 24) فتسجيل محطة الزاوية والهضبة الخضراء أدنى قيمة للجفاف حيث تصل إلى (10.11 – 11.59) على التوالي .

ثانياً : التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما $\text{spi} = 2$ بتصنيف شديد الجفاف :-

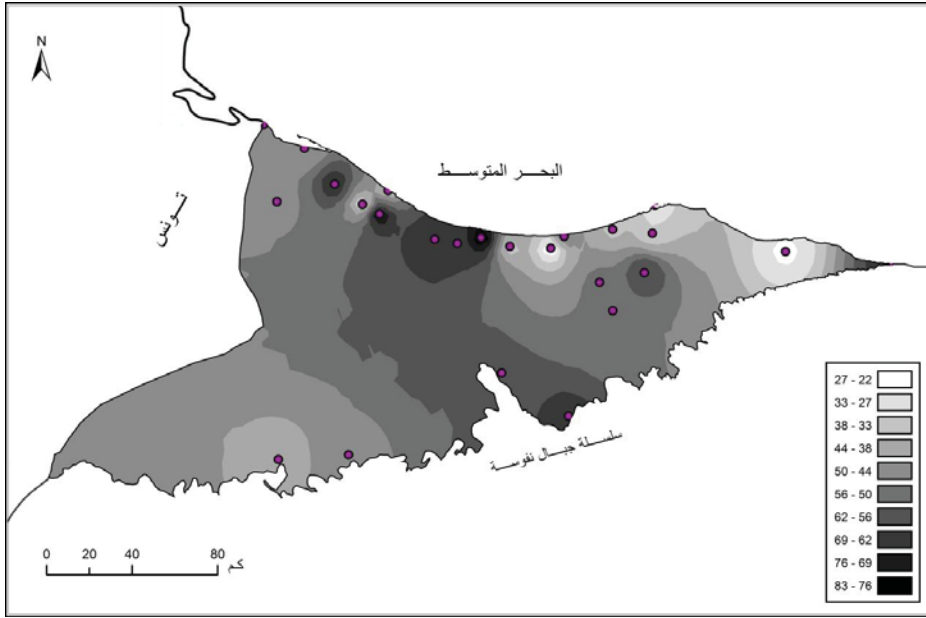
بالمقارنة البصرية بين شكل (71) عندما $\text{spi} = 2$ بتصنيف شديد الجفاف وشكل (70) عندما $\text{spi} = 1$ بتصنيف جاف معتدل ، نلاحظ تغيراً في اتجاه قيمة الجفاف ، ففي هذا التصنيف (شديد الجفاف عندما $\text{spi} = 2$) تظهر القيمه الأعلى في الجزء الشمالي الغربي باتجاه الجنوب الشرقي مع تناقص قيمه الجفاف وبهذا تكون قد احتلت مساحه كبيره نسبياً من منطقة الدراسة إذ



المصدر: من عمل الباحث.

شكل (70) قيم الجفاف عندما $s_{pi} = 1$ بتصنيف جاف معتدل

تتراوح قيمه الجفاف في هذه المنطقة ما بين (56 – 83) وقد سجلت محطة صبراتة الواقعة على الساحل الشمالى أعلى قيمة حيث بلغت (83.27) يليها محطة الجميل (78.78) . أما النطاقات التى سجلت أقل قيمة للجفاف بمنطقة الدراسة فتنوزع فى الأركان الثلاثة في منطقة الدراسة تقريباً مع اختلاف المساحة، فقد كان الجزء الشمالى الشرقى الأكبر من حيث المساحة ثم الجزء الجنوبى الغربى ويليه الجزء الشمالى الغربى وتتراوح قيمة الجفاف في هذه النطاقات ما بين (22-50) ولقد كان لمحطة الزاوية والقرة بوللي ومدينة طرابلس أقل قيمة للجفاف فقد سجلت (22.07, 26.45, 28.94) على التوالي ويليهما من حيث الترتيب المحطات القريبة منها مع وجود بعض المحطات في الجزء الغربى والجنوبى كما يوضحه شكل (71).



المصدر: من عمل الباحث.

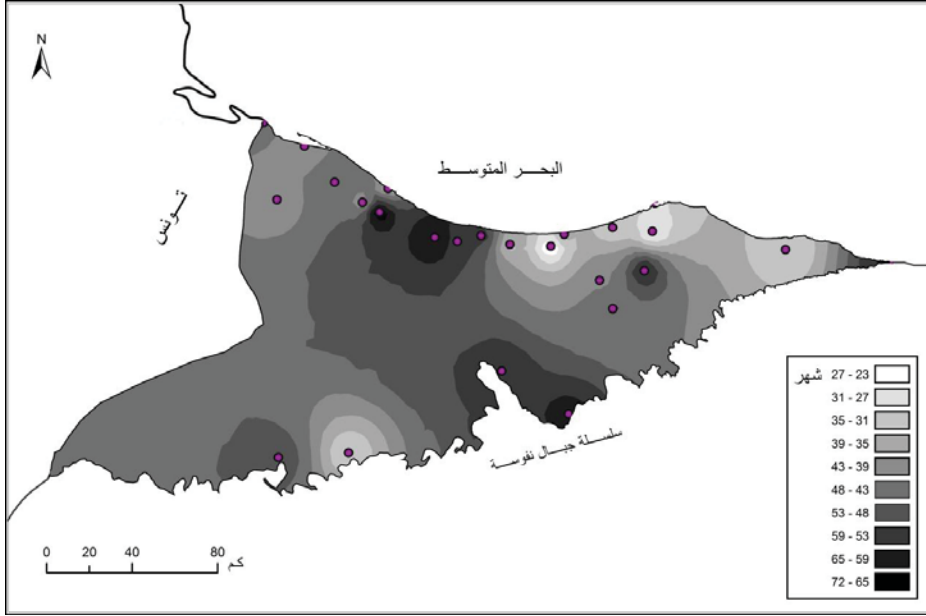
شكل (71) قيم الجفاف عندما $s_{pi} = -2$ بتصنيف شديد الجفاف

ثالثاً: التوزيع المكاني والزمني لاستدامة الجفاف:

لقد مرت جميع محطات منطقة الدراسة بعدة فترات جفاف تراوحت ما بين شهر واحد وعدة شهور (سنوات) متتالية، ونظراً لأهمية الاستدامة حيث أنها تؤثر بشكل أو بآخر في شدة الجفاف وذلك حسب قيم الجفاف المحسوبة لكل محطة فقد تم احتساب أطول استدامة للجفاف وإهمال فترات الاستدامة القصيرة لكون فترات الاستدامة الطويلة لعدة سنوات مؤشر خطير يستوجب الدراسة والتخطيط لهذه الأماكن التي من الممكن أن تصبح في المستقبل مناطق منكوبة بل كارثية كما هو الحال في بعض دول إفريقيا. ومن خلال الجدول (23) يتضح أن حوالي 15 محطة من بين 25 محطة مرت بأطول فترة جفاف خلال سنوات التسجيل تراوحت ما بين سنة 1989 و1995 مع اختلاف استدامة الجفاف بين محطات منطقة الدراسة وأن 9 محطات مرت بأطول فترة جفاف كانت ما بين سنة 1965 و1972، ومحطة واحدة كانت أطول فترة استدامة للجفاف ما بين سنة 2003 و2005.

ومن خلال خريطة استدامة الجفاف شكل (72) تبين أن نطاقاً عريضاً يتوسط منطقة الدراسة هو الأكثر تعرضاً لاستدامة جفاف طويلة تراوحت ما بين (43-72) شهراً أو بما يقارب من (4 - 6) سنوات متتالية ومع الاتجاه إلى جهة الشرق والغرب تقل استدامة الجفاف إلى أن

تسجل أدنى فترات استدامة للجفاف في الجهة الشمالية الشرقية، وبذلك تكون أطول فترات استدامة للجفاف قد سجلت في محطات كل من: الجميل والجديدة الغربية والرابطة (62, 71, 72) شهراً.



المصدر: من عمل الباحث.

شكل (72) استدامة الجفاف spi بالشهور

أما المحطات التي سجل فيها أقل استدامة للجفاف فكان أغلبها في الجزء الشمالي الغربي على هيئة نطاقات متتالية فقد سجلت محطات كل من : الزاوية والهضبة الخضراء والقرية بوللي أدنى فترة استدامة فكانت (23, 26, 31) شهراً على التوالي. إضافة إلى وجود محطة شكشوك في أقصى الجزء الجنوبي الغربي والتي سجلت 32 شهراً لاستدامة الجفاف وهي ضمن أقل الفترات استدامة للجفاف مقارنة بباقي محطات منطقة الدراسة.

جدول (23) تاريخ حدوث أطول فترة جفاف لمحطات منطقة الدراسة للفترة (1956- 2009)

رأس جدير			ابوكماش			زلطن		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1965) (2004)	من شهر-1-1965 إلى شهر-9-1968	45	(1957) (1995)	من شهر-1-1991 إلى شهر-3-1994	39	(1965) (2005)	من شهر-1-1991 إلى شهر-2-1995	48
زؤارة			رقدالين			الجميل		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1971) (2009)	من شهر-1-1991 إلى شهر-12-1993	36	(1958) (2005)	من شهر-12-1990 إلى شهر-3-1994	40	(1964) (2005)	من شهر-3-1990 إلى شهر-2-1996	72
الجديدة الغربية			العجيلات			صيراتة		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1965) (2005)	من شهر-11-1989 إلى شهر-9-1995	71	(1958) (2005)	من شهر-1-1991 إلى شهر-8-1995	56	(1958) (2004)	من شهر-1-1965 إلى شهر-8-1969	56
صرمان			الزاوية			جود دائم		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
((1976) (2009))	من شهر-5-1992 إلى شهر-2-1995	34	(1990) (2009)	من شهر-1-1990 إلى شهر-11-1991	23	(1962) (2005)	من شهر-1-1992 إلى شهر-12-1994	36
جنزور			الهضبة الخضراء			مدينة طرابلس		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1958) (2005)	من شهر-5-1992 إلى شهر-12-1994	32	(1979) (2009)	من شهر-11-2003 إلى شهر-12-2005	26	(1971) (2009)	من شهر-5-1992 إلى شهر-11-1994	31
القربوللي			غنيمة			مطار طرابلس		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1966) (2005)	من شهر-10-1969 إلى شهر-4-1972	31	(1957) (1999)	من شهر-4-1958 إلى شهر-4-1963	61	(1971) (2009)	من شهر-12-1989 إلى شهر-12-1994	61
العامرية			العسة			العزيرية		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1958) (2005)	من شهر-3-1992 إلى شهر-9-1995	43	(1958) (2005)	من شهر-1-1991 إلى شهر-3-1994	39	(1958) (2005)	من شهر-1-1958 إلى شهر-1-1962	49
بئر الغنم			الرابطة			شكشوك		
فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)	فترة التسجيل	أطول فترة جفاف	أعلى استدامة (شهر)
(1958) (2005)	من شهر-1-1958 إلى شهر-11-1962	59	(1967) (1990)	من شهر-2-1967 إلى شهر-3-1972	62	(1967) (2000)	من شهر-1-1967 إلى شهر-8-1969	32
الجوش								
فترة التسجيل			أطول فترة جفاف			أعلى استدامة (شهر)		
(1958) (2005)			من شهر-9-1968 إلى شهر-11-1972			51		

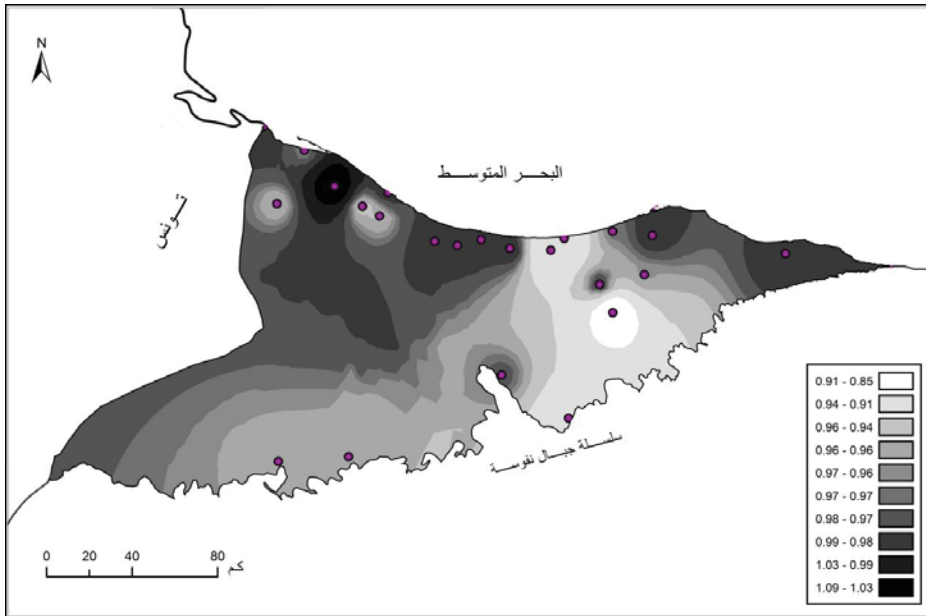
المصدر: اعتماداً على نتائج SPI لجميع محطات منطقة الدراسة.

رابعاً: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما $s\pi = 1$ بتصنيف جاف معتدل:

إن التوزيع المكاني لشدة الجفاف له أهمية كبيرة للتعرف على المناطق التي تتعرض للجفاف بدرجات مختلفة وذلك حسب نقص كميات الأمطار عن المتوسط العام للمحطة والمهم في ذلك هو التعرف على المناطق المتضررة جراء الجفاف ليتمكن صانعي القرار من وضع الخطط المناسبة لإمدادات المياه للمناطق المتضررة بحيث يتم حفر آبار جوفية إذا أمكن أو إمدادها بمياه تحلية البحر ، قبل أن تتفاقم المشكلة ويترتب عليها مشاكل اجتماعية واقتصادية يصعب حلها في حينها.

تتوزع قيمة شدة الجفاف بتصنيف جاف معتدل على الشكل (73) في جزأين من منطقة الدراسة، الأول يضم المساحة الأكبر والأعلى في قيم شدة الجفاف في الجزء الشمالي الغربي و الآخر يضم الجزء الشمالي الشرقي حيث يقل عن الأول في المساحة وقد سجلت محطة زلطن أعلى قيمة لشدة الجفاف بتصنيف جاف معتدل لتصل إلى (1.09).

أما النطاقات التي تقل فيها شدة الجفاف بهذا التصنيف تبدأ في جزء ضيق نسبياً من الساحل الشمالي ويزداد في الاتساع بالاتجاه نحو الجنوب فقد سجلت أدنى قيم لشدة الجفاف بتصنيف جاف معتدل بمحطة العزيزية والزاوية وجو دائم قيم (0.85 ، 0.88 ، 0.90) على التوالي.

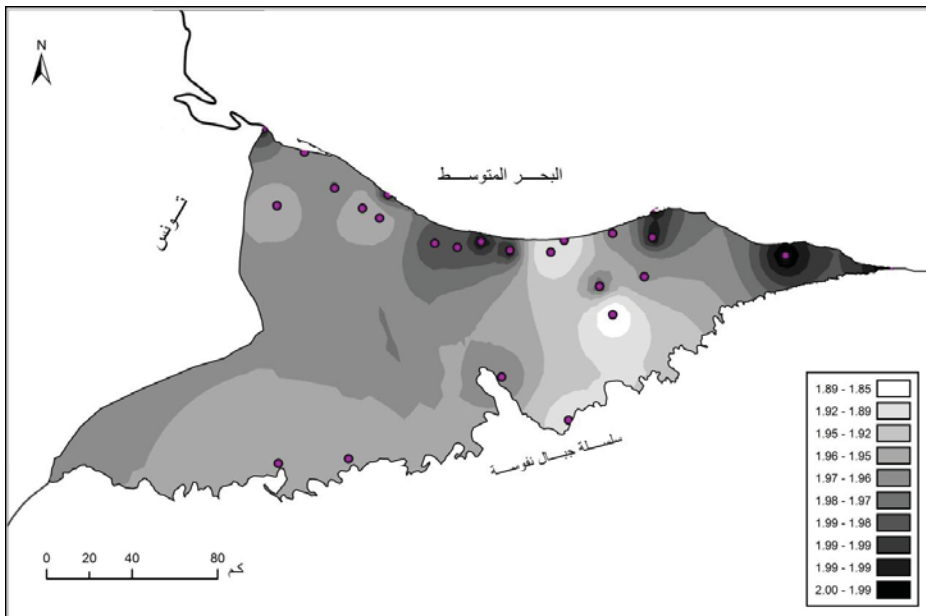


المصدر: من عمل الباحث.

شكل (73) شدة الجفاف عندما $s\pi = 1$ بتصنيف جاف معتدل

خامساً: التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما $s_{pi} = -2$ بتصنيف شديد الجفاف:

يتضح من الشكل (74) أن توزيع معدلات شدة الجفاف تتوزع على المحطات الساحلية حيث تتأثر بمعدلات شدة جفاف عالية مقارنة بالمناطق الأخرى بالرغم من معدلات الأمطار العالية لبعض محطات شمال منطقة الدراسة مقارنة بمحطات المناطق الأخرى في الجنوب وبالتالي عند مستوى $(s_{pi} = -2)$ بتصنيف شديد الجفاف (يكون مقدار العجز في كمية الأمطار في معظم المحطات ذات معدلات الأمطار العالية أكبر من كمية العجز المطري في المحطات ذات معدلات المطر المنخفضة، فعلى سبيل المثال، نجد أن أعلى متوسط حسابي لكمية الأمطار السنوية في منطقة الدراسة تتمثل في محطات : مدينة طرابلس، القرة بوللي، غنيمة، الهضبة الخضراء لتسجل (356 ملم، 343 ملم، 318 ملم، 312 ملم) على التوالي وهي محطات ساحلية عدا محطة الهضبة الخضراء فهي لا تبعد كثيراً عن الساحل وبالرغم من ارتفاع معدلات الأمطار السنوية في هذه المحطات إلا أنها تتأثر بأعلى معدلات الجفاف بالمنطقة كما هو موضح في الجدول (24) والشكل (74) وهذا يؤثر بشكل كبير على نمط الزراعة المطرية في المنطقة.



المصدر : من عمل الباحث.

شكل (74) شدة الجفاف عندما $s_{pi} = -2$ بتصنيف شديد الجفاف

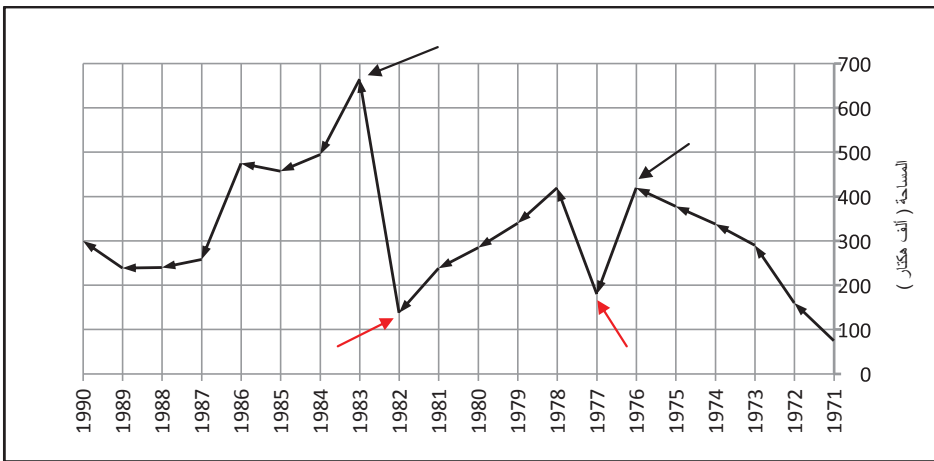
وعلى هذا الأساس يتضح تأثير الجفاف على الزراعة المطرية في ليبيا من التذبذب الواضح، والحاد أحيانا ، في مساحات الشعير، بليبيا، شكل (75)، فمن ارتفاع حاد بين سنتي 1971 و 1976 إلى انخفاض شديد في سنة 1977 إلى انخفاض اشد سنة 1982، يقابله ارتفاع أكثر حدة في عام 1983. ومفاد ذلك، إلى أن فترات الجفاف التي مرت بها البلاد كان لها الأثر الواضح على الزراعة البعلية، فمن خلال النظر إلى جميع نتائج أشكال فترات الجفاف (spi) لجميع محطات سهل الجفارة (من شكل 77- أ إلى 77- ز) يتضح جليا مما لا يدع مجالا للشك بأن انخفاض مساحات الشعير لمدة 20 سنة متتالية، ارتبطت بفترات الجفاف و بنفس الحدة، وليس لعوامل أخرى تأثير في ذلك، كما يتضح أيضا التأثير الكبير للجفاف عندما $spi = -2$ بتصنيف شديد الجفاف في مساحة الشعير بليبيا ليصل إلى قرابة 150 ألف هكتار فقط ، في حين أن السنوات الرطبة تصل المساحة المزروعة من الشعير بليبيا إلى قرابة 700 ألف هكتار، لهذا عندما تكون قيم شدة الجفاف كبيرة يتبعها تقلص شديد في مساحات الشعير ويتبعه نفس النمط في الفترات الرطبة، كما يتضح أكثر من خلال المقارنة بين شكل (75) و شكل (76) ليتحقق فيهما- الشكلان- التذبذب في مساحات الشعير مقرونا بفترات الجفاف والرطوبة. وهذا يقودنا إلى أن معرفة الجفاف بدرجاته تعتبر غاية في الأهمية خلاف ما يتوصل إليه من نتائج قد تكون مضللة في حال وجود جفاف بدون مقياس محدد فقد يكون الجفاف طفيف لا تتأثر به المحاصيل الزراعية.

ونخلص من تحليل نتائج دراسة الجفاف باستخدام مقياس spi بمنطقة الدراسة، أن جميع محطات منطقة الدراسة والبالغ عددها 25 محطة، تعرضت لفترات جفاف متفاوتة فيما بينها، وأن نسبة السنوات الجافة بلغت 51% ، بينما بلغت نسبة السنوات الرطبة 49%، من فترة الدراسة ، وقد أظهرت النتائج أن التصنيف الأكثر شيوعا ضمن تصنيف spi هو معتدل الرطوبة وجاف معتدل . وقد تبين أيضا أن القيمة المرتفعة لحجم الجفاف عندما $spi = -1$ بتصنيف جاف معتدل، يتركز في جزأين : الأول في الجزء الشمالي الغربي بامتداد قليل على الساحل ويزداد في الاتساع ناحية الجنوب، أما الجزء الثاني، فيظهر في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة . ومن بين النتائج أيضا حجم الجفاف عندما $spi = -2$ بتصنيف شديد الجفاف، أن القيم الأعلى تتواجد في الجزء الشمالي الغربي بالاتجاه إلى الجنوب الشرقي . وأن محطة صبراتة والجميل الواقعتين على الساحل، سجلتا أعلى قيم الجفاف .

أما بخصوص استدامة الجفاف فقد اتضح أن نطاقا عريضا يتوسط منطقة الدراسة هو الأكثر تعرضا لاستدامة جفاف طويلة تراوحت مابين (4-6) سنوات متتالية وبالاتجاه نحو الشرق والغرب تقل استدامة الجفاف. وبخصوص الأجزاء التي تعرضت إلى شدة جفاف عندما $spi = -1$

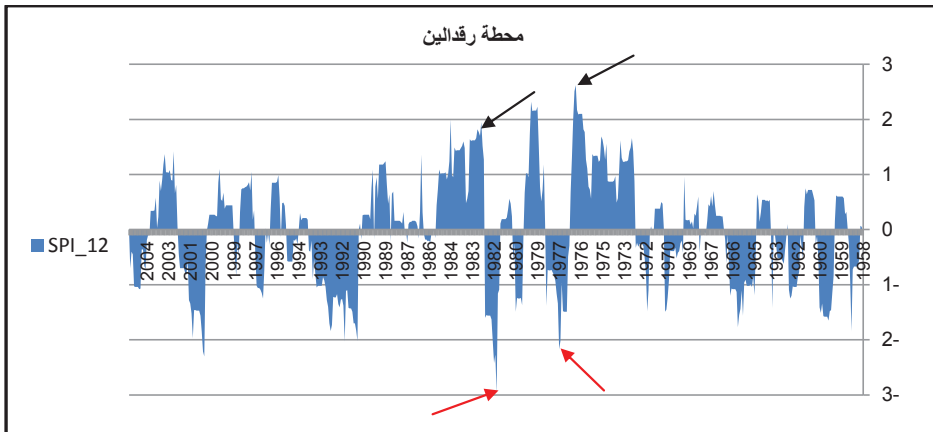
بتصنيف جاف معتدل تظهر في الركن الشمالي الغربي وهو الأكثر تضرراً بهذا التصنيف والأعلى في قيم شدة الجفاف، أما الركن الثاني فيظهر في الجزء الشمالي الشرقي، غير أنه أقل في المساحة المتأثرة بذلك. ومن خلال نتائج شدة الجفاف عندما $spi = -2$ بتصنيف شديد الجفاف، حيث تتأثر المحطات الساحلية بشكل كبير بانخفاض معدلات الأمطار في السنوات الجافة، وخصوصاً محطات : مدينة طرابلس، القره بوللي، غنيمه، الهضبة الخضراء، مما يؤثر على الزراعة البعلية في هذه المناطق وخاصة منطقة القره بوللي التي تعتبر ضمن أهم المناطق الزراعية في سهل الجفارة.

شكل (75) المساحات المزروعة بمحصول الشعير* في ليبيا خلال الفترة من سنة 1971، إلى سنة 1990م



المصدر © صالح الأمين الأرياح وآخرون (1996، ص71). * نقل بتصريف من قبل الباحث.

شكل (76) مخطط يوضح فترات الجفاف باستخدام مقياس (SPI) لسلسلة زمنية لمحطة أمطار رقداين للفترة من سنة 1958 – 2004 م



المصدر : من عمل الباحث .

جدول (24- أ) يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة

المعايير			رأس جدير مستوى الاقترع (1-)			رأس جدير مستوى الاقترع (1.5-)			رأس جدير مستوى الاقترع (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.99	45.00	48.12	1.49	45.00	30.62	0.99	45.00	15.64	1.99	45.00	48.12
0.97	1.00	1.62	0.52	1.00	1.12	0.28	1.00	0.62	0.97	1.00	1.62
1.74	6.00	11.00	1.24	6.00	8.00	0.74	6.00	4.94	1.74	6.00	11.00
1.62	11.21	14.68	1.13	11.21	9.38	0.68	11.21	5.48	1.62	11.21	14.68
0.34	12.38	13.29	0.32	12.38	7.75	0.24	12.38	4.54	0.34	12.38	13.29
-0.79	1.47	1.23	-0.67	1.47	1.10	-0.27	1.47	1.05	-0.79	1.47	1.23
ابوكمش مستوى الاقترع (1-)			ابوكمش مستوى الاقترع (1.5-)			ابوكمش مستوى الاقترع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.97	39.00	39.59	1.47	39.00	31.96	0.97	39.00	28.66	1.97	39.00	39.59
0.48	1.00	1.41	0.27	1.00	0.91	0.31	1.00	0.41	0.48	1.00	1.41
1.40	7.50	7.74	0.93	7.50	5.10	0.64	7.50	2.92	1.40	7.50	7.74
1.46	10.75	12.27	1.01	10.75	8.13	0.64	10.75	5.60	1.46	10.75	12.27
0.44	11.74	12.72	0.37	11.74	8.75	0.25	11.74	6.94	0.44	11.74	12.72
-0.72	1.13	1.08	-0.37	1.13	1.42	0.07	1.13	2.20	-0.72	1.13	1.08
زلطن مستوى الاقترع (1-)			زلطن مستوى الاقترع (1.5-)			زلطن مستوى الاقترع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.98	48.00	70.35	1.48	48.00	46.35	1.09	48.00	25.05	1.98	48.00	70.35
0.51	1.00	1.59	0.29	1.00	1.09	0.40	1.00	0.59	0.51	1.00	1.59
1.56	5.50	6.22	1.06	5.50	5.24	0.71	5.50	4.62	1.56	5.50	6.22
1.48	10.92	13.83	1.04	10.92	9.12	0.68	10.92	6.04	1.48	10.92	13.83
0.43	13.42	17.29	0.33	13.42	10.92	0.21	13.42	6.35	0.43	13.42	17.29
-0.93	1.81	2.09	-0.43	1.81	2.18	0.17	1.81	1.57	-0.93	1.81	2.09
زواره مستوى الاقترع (1-)			زواره مستوى الاقترع (1.5-)			زواره مستوى الاقترع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	36.00	36.03	1.50	36.00	23.06	1.00	36.00	21.66	2.00	36.00	36.03
0.90	1.00	1.11	0.44	1.00	0.61	0.11	1.00	0.11	0.90	1.00	1.11
1.74	6.00	10.11	1.24	6.00	5.99	0.74	6.00	3.47	1.74	6.00	10.11
1.56	8.52	11.07	1.09	8.52	7.59	0.66	8.52	4.86	1.56	8.52	11.07
0.37	9.04	9.07	0.33	9.04	6.29	0.26	9.04	5.23	0.37	9.04	9.07
-0.73	1.69	0.93	-0.69	1.69	0.89	-0.85	1.69	2.06	-0.73	1.69	0.93
رقدالين مستوى الاقترع (1-)			رقدالين مستوى الاقترع (1.5-)			رقدالين مستوى الاقترع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.95	40.00	32.21	1.45	40.00	17.21	0.95	40.00	15.91	1.95	40.00	32.21
0.50	1.00	1.78	0.36	1.00	1.28	0.26	1.00	0.78	0.50	1.00	1.78
1.51	9.00	11.32	1.06	9.00	7.19	0.63	9.00	4.89	1.51	9.00	11.32
1.41	10.11	11.60	0.98	10.11	7.29	0.64	10.11	5.07	1.41	10.11	11.60
0.43	9.23	8.55	0.38	9.23	4.94	0.22	9.23	3.86	0.43	9.23	8.55
-0.42	1.42	0.46	-0.31	1.42	0.23	-0.16	1.42	0.91	-0.42	1.42	0.46

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على نتائج SPI لجميع محطات منطقة الدراسة.

جدول (24- ب) يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة

المعايير			الجميل مستوى الاقتران (1-)			الجميل مستوى الاقتران (1.5-)			الجميل مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.96	72.00	78.78	1.46	72.00	49.68	0.96	72.00	37.66	1.96	72.00	78.78
0.96	1.00	1.09	0.59	1.00	0.59	0.09	1.00	0.09	0.96	1.00	1.09
1.43	11.00	14.81	0.93	11.00	9.31	0.64	11.00	5.44	1.43	11.00	14.81
1.50	13.86	18.24	1.03	13.86	12.02	0.60	13.86	7.53	1.50	13.86	18.24
0.31	15.66	17.33	0.29	15.66	11.01	0.23	15.66	8.23	0.31	15.66	17.33
-0.06	2.70	2.20	0.12	2.70	2.05	-0.26	2.70	2.62	-0.06	2.70	2.20
الجديدة الغربية مستوى الاقتران (1-)			الجديدة الغربية مستوى الاقتران (1.5-)			الجديدة الغربية مستوى الاقتران (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	71.00	74.68	1.50	71.00	51.38	1.00	71.00	39.68	2.00	71.00	74.68
0.94	1.00	1.30	0.50	1.00	0.80	0.30	1.00	0.30	0.94	1.00	1.30
1.46	9.00	12.85	1.01	9.00	8.77	0.61	9.00	4.61	1.46	9.00	12.85
1.49	12.52	15.86	1.03	12.52	10.76	0.62	12.52	7.25	1.49	12.52	15.86
0.33	15.50	16.35	0.28	15.50	11.24	0.21	15.50	8.79	0.33	15.50	16.35
-0.17	2.87	2.42	0.08	2.87	2.48	0.21	2.87	2.73	-0.17	2.87	2.42
العجالات مستوى الاقتران (1-)			العجالات مستوى الاقتران (1.5-)			العجالات مستوى الاقتران (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.99	56.00	62.16	1.49	56.00	40.50	0.99	56.00	29.93	1.99	56.00	62.16
0.88	1.00	1.77	0.38	1.00	1.27	0.21	1.00	0.77	0.88	1.00	1.77
1.37	11.00	12.41	0.87	11.00	8.29	0.52	11.00	4.31	1.37	11.00	12.41
1.43	13.83	17.21	0.95	13.83	10.82	0.56	13.83	6.30	1.43	13.83	17.21
0.34	14.12	16.52	0.33	14.12	10.69	0.24	14.12	6.91	0.34	14.12	16.52
0.35	1.74	1.76	0.35	1.74	1.92	0.48	1.74	2.30	0.35	1.74	1.76
صبرانة مستوى الاقتران (1-)			صبرانة مستوى الاقتران (1.5-)			صبرانة مستوى الاقتران (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	56.00	83.27	1.50	56.00	55.27	1.00	56.00	28.67	2.00	56.00	83.27
0.94	1.00	1.50	0.48	1.00	1.00	0.17	1.00	0.50	0.94	1.00	1.50
1.50	9.00	13.90	1.00	9.00	9.64	0.57	9.00	4.72	1.50	9.00	13.90
1.51	13.83	18.45	1.02	13.83	12.22	0.58	13.83	7.15	1.51	13.83	18.45
0.31	15.22	19.41	0.28	15.22	13.04	0.22	15.22	8.31	0.31	15.22	19.41
-0.21	1.69	1.97	-0.03	1.69	1.98	0.17	1.69	1.75	-0.21	1.69	1.97
صرمان مستوى الاقتران (1-)			صرمان مستوى الاقتران (1.5-)			صرمان مستوى الاقتران (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	34.00	35.54	1.50	34.00	22.80	1.00	34.00	17.96	2.00	34.00	35.54
0.78	1.00	1.14	0.35	1.00	0.64	0.14	1.00	0.14	0.78	1.00	1.14
1.42	12.00	13.47	0.95	12.00	8.97	0.53	12.00	4.73	1.42	12.00	13.47
1.42	12.05	15.37	0.94	12.05	9.87	0.56	12.05	6.19	1.42	12.05	15.37
0.34	9.94	11.87	0.31	9.94	7.67	0.22	9.94	5.22	0.34	9.94	11.87
-0.12	0.80	0.46	0.02	0.80	0.41	0.26	0.80	0.84	-0.12	0.80	0.46

جدول (24- ج) يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة

المعايير			الزاوية مستوى الاقتران (1-)			الزاوية مستوى الاقتران (1.5-)			الزاوية مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.88	23.00	22.07	1.38	23.00	13.12	0.88	23.00	10.11	1.88	23.00	22.07
0.48	1.00	1.60	0.49	1.00	1.10	0.14	1.00	0.60	0.48	1.00	1.60
1.60	8.00	8.23	1.10	8.00	6.37	0.64	8.00	5.21	1.60	8.00	8.23
1.40	9.31	10.76	0.95	9.31	6.99	0.60	9.31	4.74	1.40	9.31	10.76
0.45	7.65	7.79	0.36	7.65	4.66	0.24	7.65	3.64	0.45	7.65	7.79
-0.67	0.53	0.26	-0.14	0.53	0.04	-0.58	0.53	0.24	-0.67	0.53	0.26
جود دائم مستوى الاقتران (1-)			جود دائم مستوى الاقتران (1.5-)			جود دائم مستوى الاقتران (2-)			جود دائم مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.90	36.00	50.98	1.40	36.00	32.98	0.90	36.00	22.71	1.90	36.00	50.98
0.88	1.00	1.26	0.38	1.00	0.76	0.22	1.00	0.26	0.88	1.00	1.26
1.42	9.00	12.82	0.92	9.00	8.09	0.48	9.00	3.64	1.42	9.00	12.82
1.46	10.11	13.41	0.98	10.11	9.04	0.55	10.11	5.37	1.46	10.11	13.41
0.29	9.64	12.07	0.25	9.64	8.29	0.22	9.64	6.02	0.29	9.64	12.07
-0.28	1.30	1.48	-0.13	1.30	1.36	0.18	1.30	1.92	-0.28	1.30	1.48
جنزور مستوى الاقتران (1-)			جنزور مستوى الاقتران (1.5-)			جنزور مستوى الاقتران (2-)			جنزور مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.98	32.00	36.93	1.48	32.00	21.07	0.98	32.00	15.51	1.98	32.00	36.93
0.64	1.00	1.60	0.30	1.00	1.10	0.28	1.00	0.60	0.64	1.00	1.60
1.52	5.50	7.55	1.02	5.50	4.86	0.55	5.50	2.91	1.52	5.50	7.55
1.48	9.40	11.07	1.02	9.40	7.06	0.62	9.40	4.49	1.48	9.40	11.07
0.40	9.63	9.86	0.34	9.63	5.87	0.22	9.63	4.15	0.40	9.63	9.86
-0.73	1.13	1.17	-0.43	1.13	1.01	0.17	1.13	1.42	-0.73	1.13	1.17
الهضبة الخطراء مستوى الاقتران (1-)			الهضبة الخطراء مستوى الاقتران (1.5-)			الهضبة الخطراء مستوى الاقتران (2-)			الهضبة الخطراء مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	26.00	33.17	1.50	26.00	20.29	1.00	26.00	11.59	2.00	26.00	33.17
0.64	1.00	1.61	0.23	1.00	1.11	0.17	1.00	0.61	0.64	1.00	1.61
1.35	10.00	9.42	0.85	10.00	4.86	0.47	10.00	2.94	1.35	10.00	9.42
1.38	10.21	12.15	0.89	10.21	7.21	0.52	10.21	3.92	1.38	10.21	12.15
0.39	8.74	10.41	0.37	8.74	6.22	0.25	8.74	3.17	0.39	8.74	10.41
-0.10	0.65	1.01	0.07	0.65	1.17	0.70	0.65	1.23	-0.10	0.65	1.01
مدينة طرابلس مستوى الاقتران (1-)			مدينة طرابلس مستوى الاقتران (1.5-)			مدينة طرابلس مستوى الاقتران (2-)			مدينة طرابلس مستوى الاقتران (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
2.00	31.00	28.94	1.50	31.00	18.25	1.00	31.00	19.17	2.00	31.00	28.94
0.58	1.00	0.78	0.27	1.00	0.28	0.13	1.00	0.13	0.58	1.00	0.78
1.55	3.00	4.40	1.05	3.00	3.15	0.59	3.00	2.06	1.55	3.00	4.40
1.43	6.59	7.67	0.97	6.59	5.19	0.60	6.59	3.69	1.43	6.59	7.67
0.43	7.62	7.14	0.38	7.62	5.11	0.26	7.62	4.60	0.43	7.62	7.14
-0.38	1.71	1.12	-0.34	1.71	1.27	-0.15	1.71	2.18	-0.38	1.71	1.12

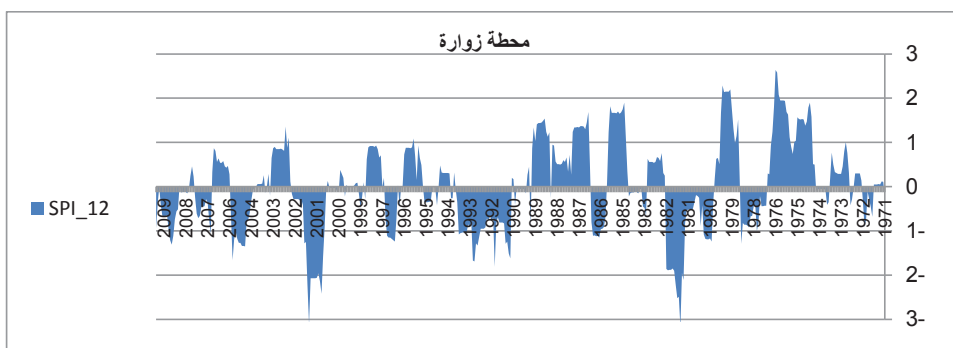
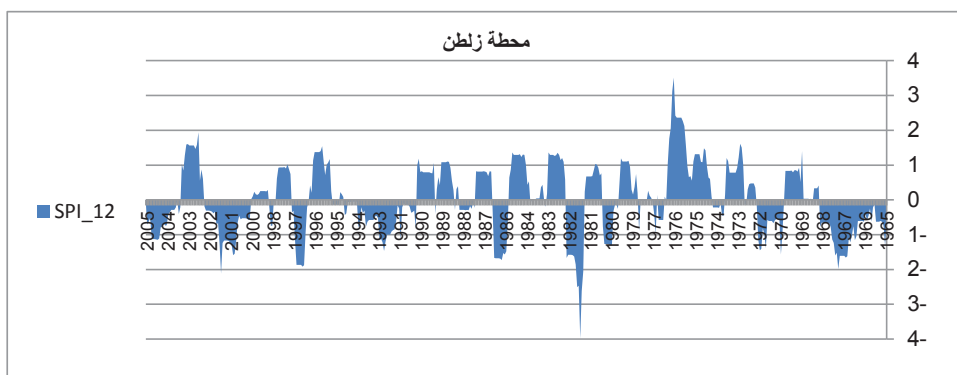
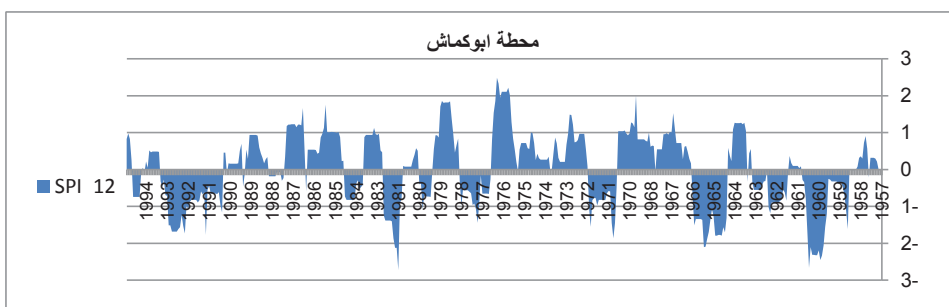
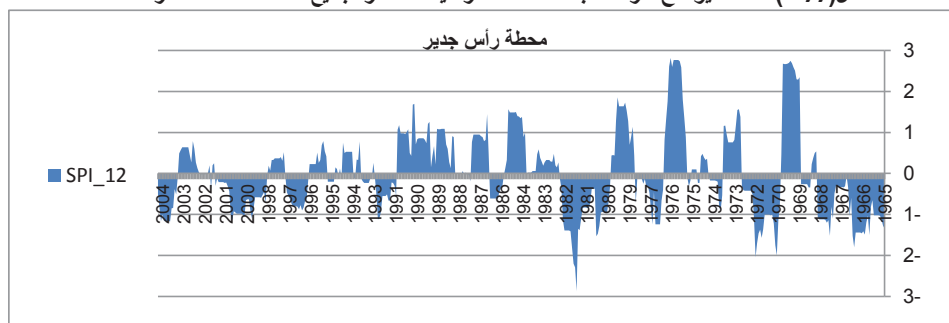
جدول (24- د) يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة

القره بوللي مستوى الانقطاع (2-)			القره بوللي مستوى الانقطاع (1.5-)			القره بوللي مستوى الانقطاع (1-)			المعايير
I	L	M	I	L	M	I	L	M	
2.00	31.00	26.54	1.50	31.00	22.74	1.00	31.00	25.68	اعلى قيمة
0.48	1.00	0.96	0.23	1.00	0.46	0.17	1.00	0.30	ادنى قيمة
1.51	4.50	8.69	1.01	4.50	4.52	0.56	4.50	2.44	الوسيط
1.48	6.74	8.45	1.02	6.74	5.72	0.61	6.74	3.86	الوسط
0.40	7.05	7.17	0.35	7.05	5.35	0.26	7.05	5.12	الانحراف المعياري
-0.63	1.64	0.70	-0.41	1.64	1.30	-0.01	1.64	2.99	معامل الالتواء
غنية مستوى الانقطاع (2-)			غنية مستوى الانقطاع (1.5-)			غنية مستوى الانقطاع (1-)			
I	L	M	I	L	M	I	L	M	
2.00	61.00	68.79	1.50	61.00	40.21	1.00	61.00	28.15	اعلى قيمة
0.74	1.00	1.16	0.33	1.00	0.66	0.10	1.00	0.16	ادنى قيمة
1.55	4.00	5.13	1.05	4.00	3.13	0.58	4.00	1.59	الوسيط
1.50	10.12	12.13	1.01	10.12	7.45	0.61	10.12	4.90	الوسط
0.37	14.96	15.76	0.35	14.96	9.24	0.26	14.96	6.91	الانحراف المعياري
-0.38	2.45	2.31	-0.26	2.45	2.18	-0.30	2.45	2.37	معامل الالتواء
مطار طرابلس مستوى الانقطاع (2-)			مطار طرابلس مستوى الانقطاع (1.5-)			مطار طرابلس مستوى الانقطاع (1-)			
I	L	M	I	L	M	I	L	M	
1.97	61.00	69.10	1.47	61.00	47.74	0.97	61.00	34.28	اعلى قيمة
0.77	1.00	1.88	0.44	1.00	1.38	0.14	1.00	0.67	ادنى قيمة
1.60	7.00	10.02	1.10	7.00	5.97	0.62	7.00	2.56	الوسيط
1.51	10.48	13.25	1.05	10.48	8.95	0.65	10.48	5.80	الوسط
0.39	13.30	15.41	0.34	13.30	10.68	0.25	13.30	7.59	الانحراف المعياري
-0.47	2.73	2.52	-0.34	2.73	2.54	-0.35	2.73	2.71	معامل الالتواء
العامرية مستوى الانقطاع (2-)			العامرية مستوى الانقطاع (1.5-)			العامرية مستوى الانقطاع (1-)			
I	L	M	I	L	M	I	L	M	
1.99	43.00	53.25	1.49	43.00	33.35	0.99	43.00	23.98	اعلى قيمة
0.80	1.00	1.31	0.47	1.00	0.81	0.18	1.00	0.31	ادنى قيمة
1.65	4.00	7.23	1.15	4.00	4.74	0.69	4.00	2.61	الوسيط
1.56	9.93	12.23	1.08	9.93	7.89	0.66	9.93	5.05	الوسط
0.38	11.58	12.74	0.35	11.58	8.08	0.26	11.58	6.25	الانحراف المعياري
-0.62	1.40	1.46	-0.42	1.40	1.44	-0.33	1.40	2.05	معامل الالتواء
العصة مستوى الانقطاع (2-)			العصة مستوى الانقطاع (1.5-)			العصة مستوى الانقطاع (1-)			
I	L	M	I	L	M	I	L	M	
1.96	39.00	45.64	1.46	39.00	28.02	0.96	39.00	19.91	اعلى قيمة
0.76	1.00	1.47	0.33	1.00	0.97	0.20	1.00	0.47	ادنى قيمة
1.53	7.00	9.80	1.05	7.00	5.38	0.59	7.00	3.04	الوسيط
1.47	9.13	10.87	1.00	9.13	6.90	0.62	9.13	4.55	الوسط
0.38	9.82	9.85	0.35	9.82	6.16	0.23	9.82	4.48	الانحراف المعياري
-0.36	1.82	1.75	-0.26	1.82	1.71	-0.08	1.82	1.83	معامل الالتواء

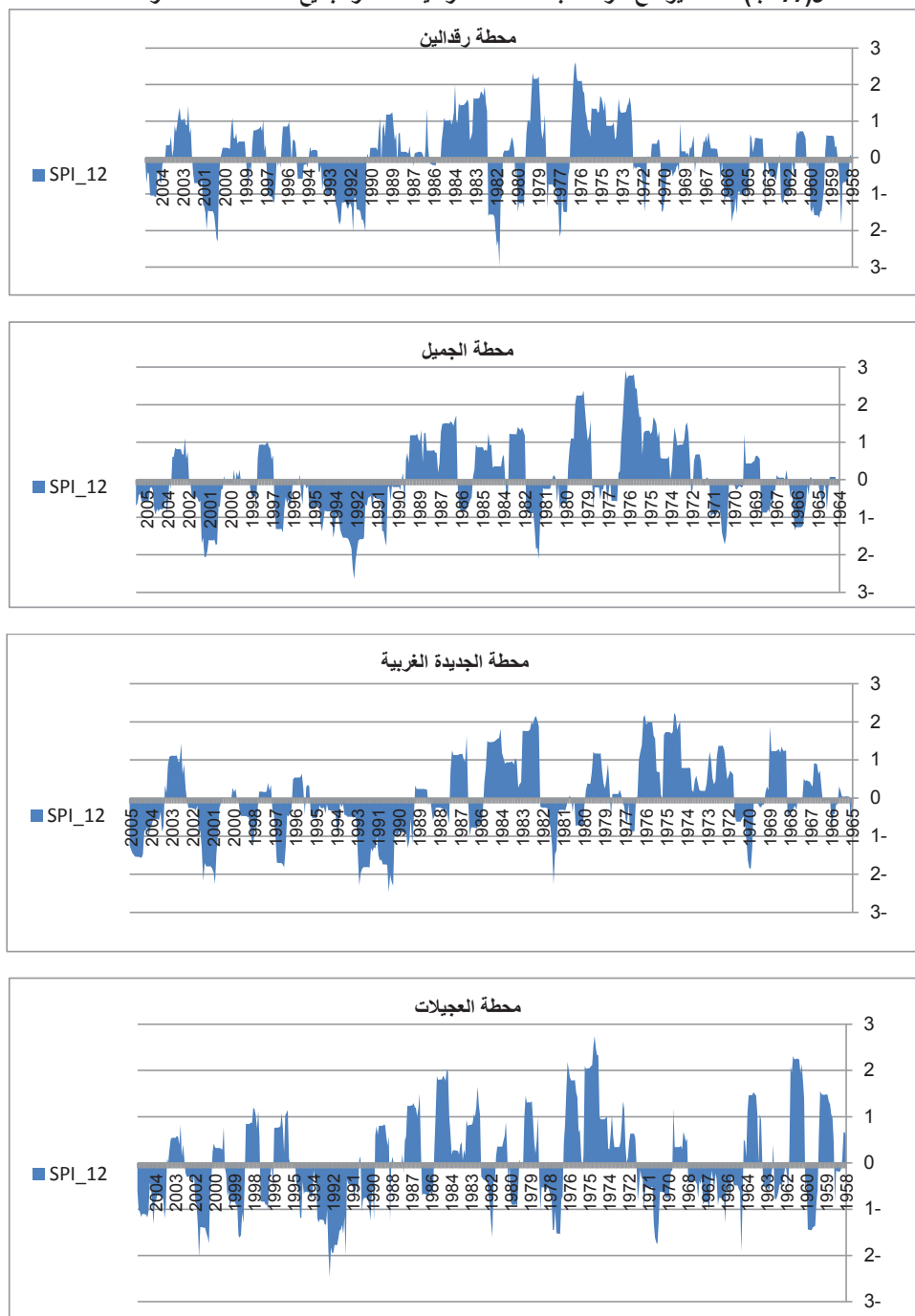
جدول (24- هـ) يوضح قيم الجفاف - M - واستدامة الجفاف - L - وشدة الجفاف - I - بمنطقة الدراسة

المعايير			العزيمية مستوى الانقطاع (1-)			العزيمية مستوى الانقطاع (1.5-)			العزيمية مستوى الانقطاع (2-)		
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.85	49.00	52.05	1.35	49.00	31.56	0.85	49.00	21.11	1.85	49.00	52.05
0.90	1.00	1.78	0.51	1.00	1.28	0.10	1.00	0.78	0.90	1.00	1.78
1.45	11.00	12.75	0.96	11.00	7.83	0.51	11.00	3.56	1.45	11.00	12.75
1.46	14.57	18.25	0.98	14.57	11.68	0.54	14.57	6.43	1.46	14.57	18.25
0.30	14.72	16.06	0.27	14.72	10.11	0.22	14.72	6.33	0.30	14.72	16.06
-0.26	1.29	0.80	-0.15	1.29	0.72	-0.12	1.29	1.12	-0.26	1.29	0.80
بنر الغنم مستوى الانقطاع (1-)			بنر الغنم مستوى الانقطاع (1.5-)			بنر الغنم مستوى الانقطاع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.98	59.00	59.80	1.48	59.00	44.76	0.98	59.00	37.34	1.98	59.00	59.80
0.75	1.00	1.53	0.41	1.00	1.03	0.22	1.00	0.53	0.75	1.00	1.53
1.43	7.00	10.88	0.93	7.00	7.21	0.55	7.00	3.82	1.43	7.00	10.88
1.44	10.07	12.51	0.97	10.07	8.40	0.58	10.07	5.57	1.44	10.07	12.51
0.31	11.92	11.92	0.28	11.92	8.70	0.21	11.92	7.30	0.31	11.92	11.92
-0.21	3.01	2.61	0.08	3.01	3.03	0.24	3.01	3.49	-0.21	3.01	2.61
الرابعة مستوى الانقطاع (1-)			الرابعة مستوى الانقطاع (1.5-)			الرابعة مستوى الانقطاع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.92	62.00	66.79	1.42	62.00	38.99	0.92	62.00	18.15	1.92	62.00	66.79
0.38	1.00	1.92	0.36	1.00	1.42	0.19	1.00	0.74	0.38	1.00	1.92
1.60	6.00	10.54	1.10	6.00	7.54	0.60	6.00	4.54	1.60	6.00	10.54
1.44	11.31	13.73	0.99	11.31	8.84	0.60	11.31	5.11	1.44	11.31	13.73
0.47	15.84	16.89	0.38	15.84	9.75	0.27	15.84	4.74	0.47	15.84	16.89
-1.04	3.14	2.95	-0.46	3.14	2.78	-0.40	3.14	1.93	-1.04	3.14	2.95
شكشوك مستوى الانقطاع (1-)			شكشوك مستوى الانقطاع (1.5-)			شكشوك مستوى الانقطاع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.96	32.00	47.26	1.46	32.00	31.76	0.96	32.00	22.83	1.96	32.00	47.26
0.93	1.00	1.59	0.55	1.00	1.09	0.16	1.00	0.59	0.93	1.00	1.59
1.58	11.50	13.74	1.08	11.50	8.68	0.62	11.50	3.93	1.58	11.50	13.74
1.49	13.25	17.35	1.03	13.25	11.81	0.62	13.25	7.56	1.49	13.25	17.35
0.34	11.01	12.89	0.28	11.01	8.89	0.20	11.01	6.74	0.34	11.01	12.89
-0.57	0.67	0.70	-0.37	0.67	0.67	-0.42	0.67	0.94	-0.57	0.67	0.70
الجوش مستوى الانقطاع (1-)			الجوش مستوى الانقطاع (1.5-)			الجوش مستوى الانقطاع (2-)					
I	L	M	I	L	M	I	L	M	I	L	M
1.96	51.00	40.32	1.46	51.00	27.50	0.96	51.00	37.66	1.96	51.00	40.32
0.64	1.00	1.59	0.45	1.00	1.09	0.25	1.00	0.59	0.64	1.00	1.59
1.59	7.50	12.30	1.09	7.50	8.44	0.67	7.50	4.19	1.59	7.50	12.30
1.54	10.75	13.41	1.06	10.75	8.92	0.63	10.75	6.08	1.54	10.75	13.41
0.34	11.89	10.32	0.30	11.89	6.79	0.21	11.89	7.56	0.34	11.89	10.32
-0.97	2.22	1.28	-0.58	2.22	1.30	-0.18	2.22	3.20	-0.97	2.22	1.28

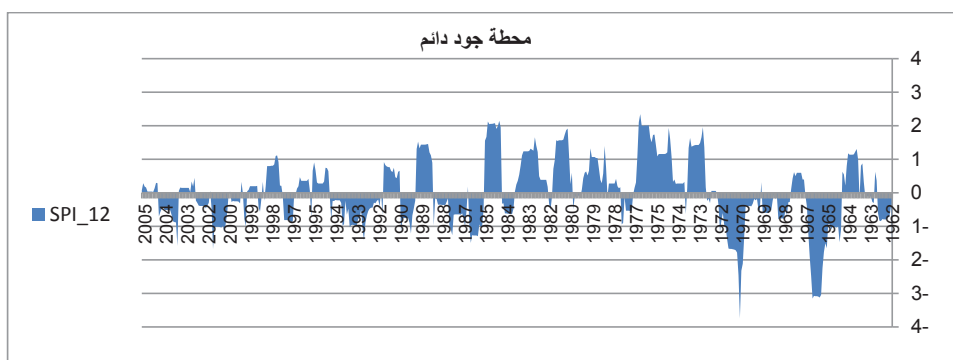
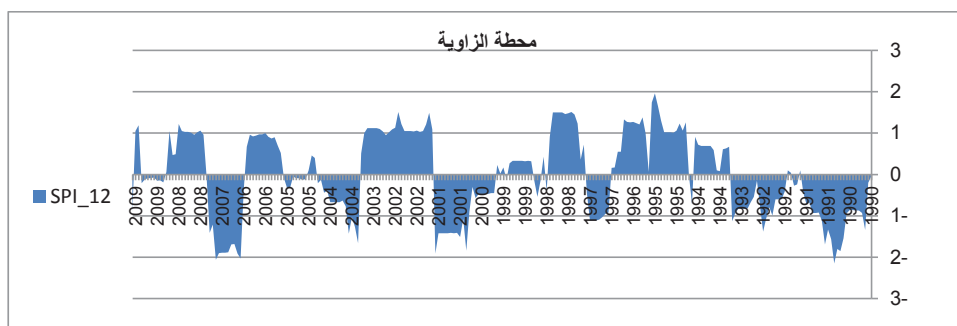
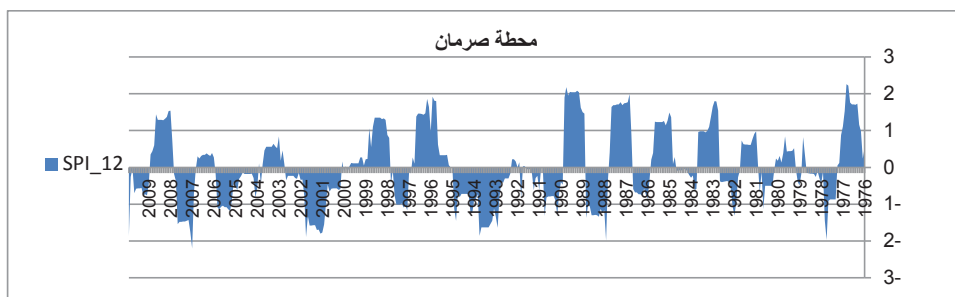
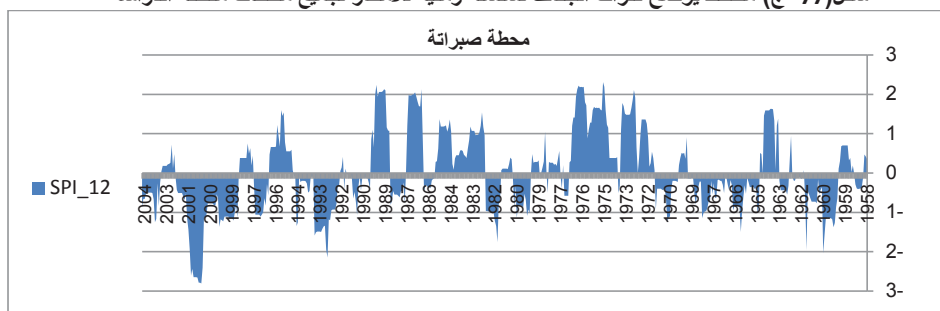
شكل (77- أ) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



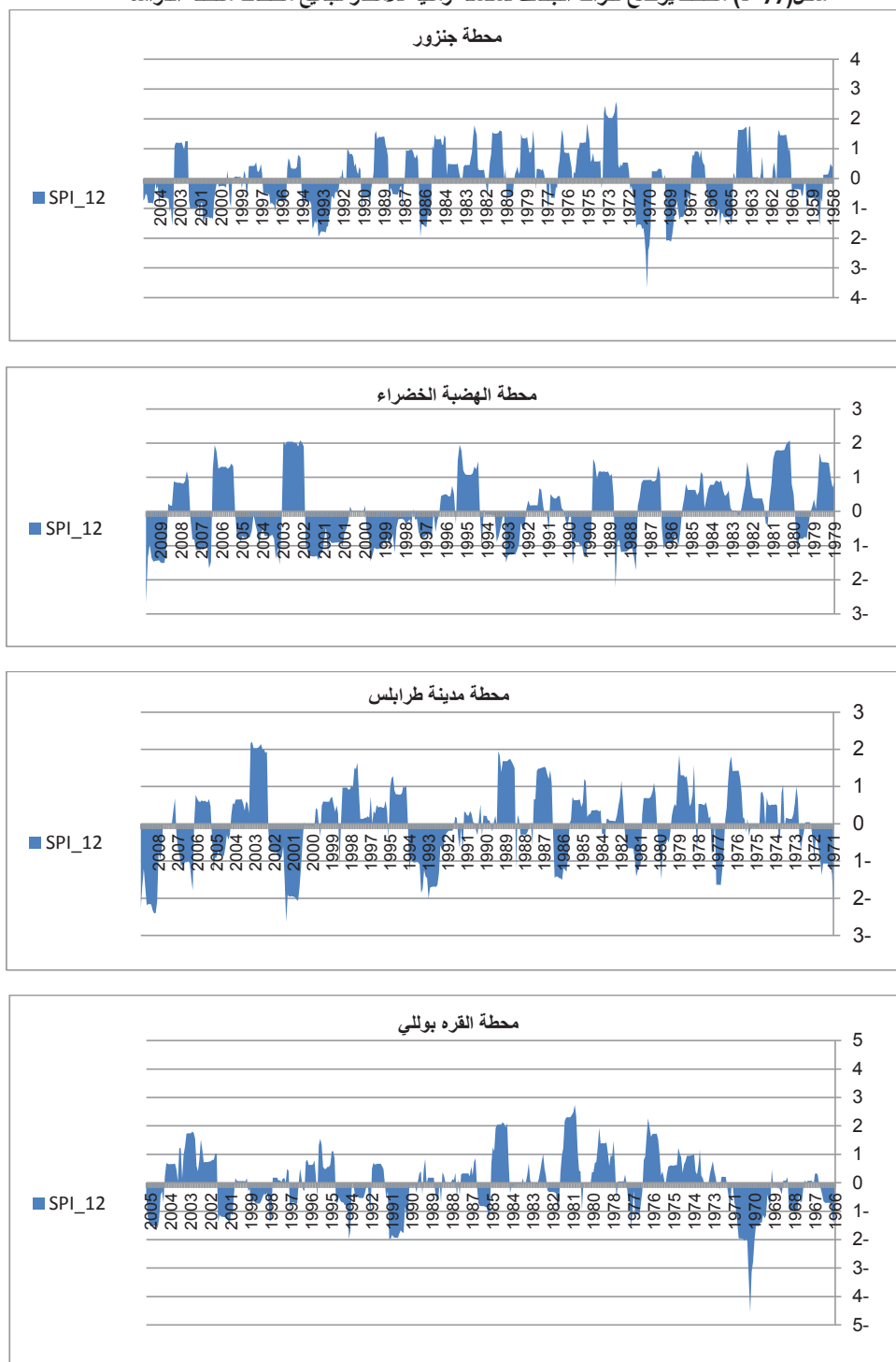
شكل (77- ب) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



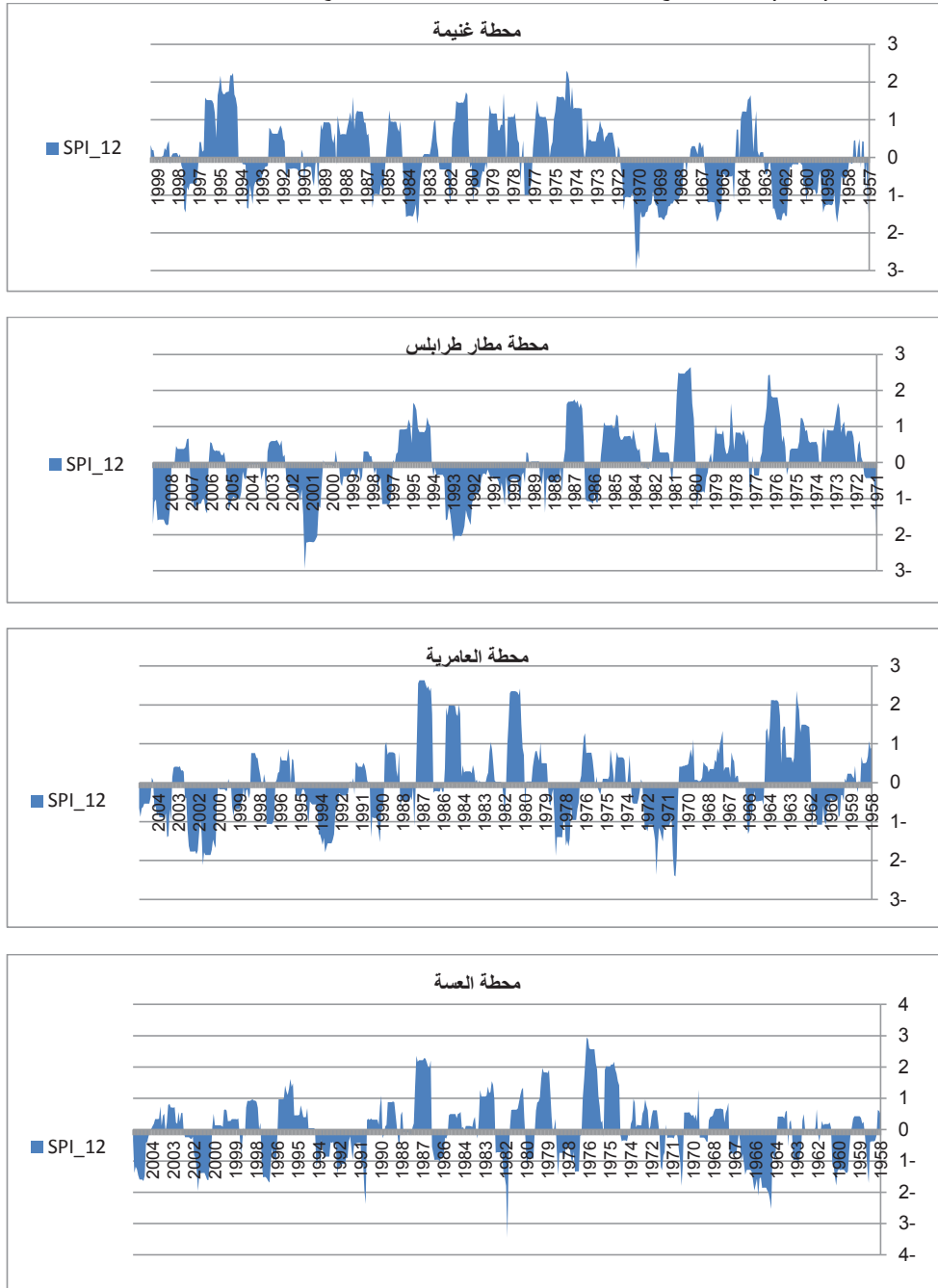
شكل (77- ج) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



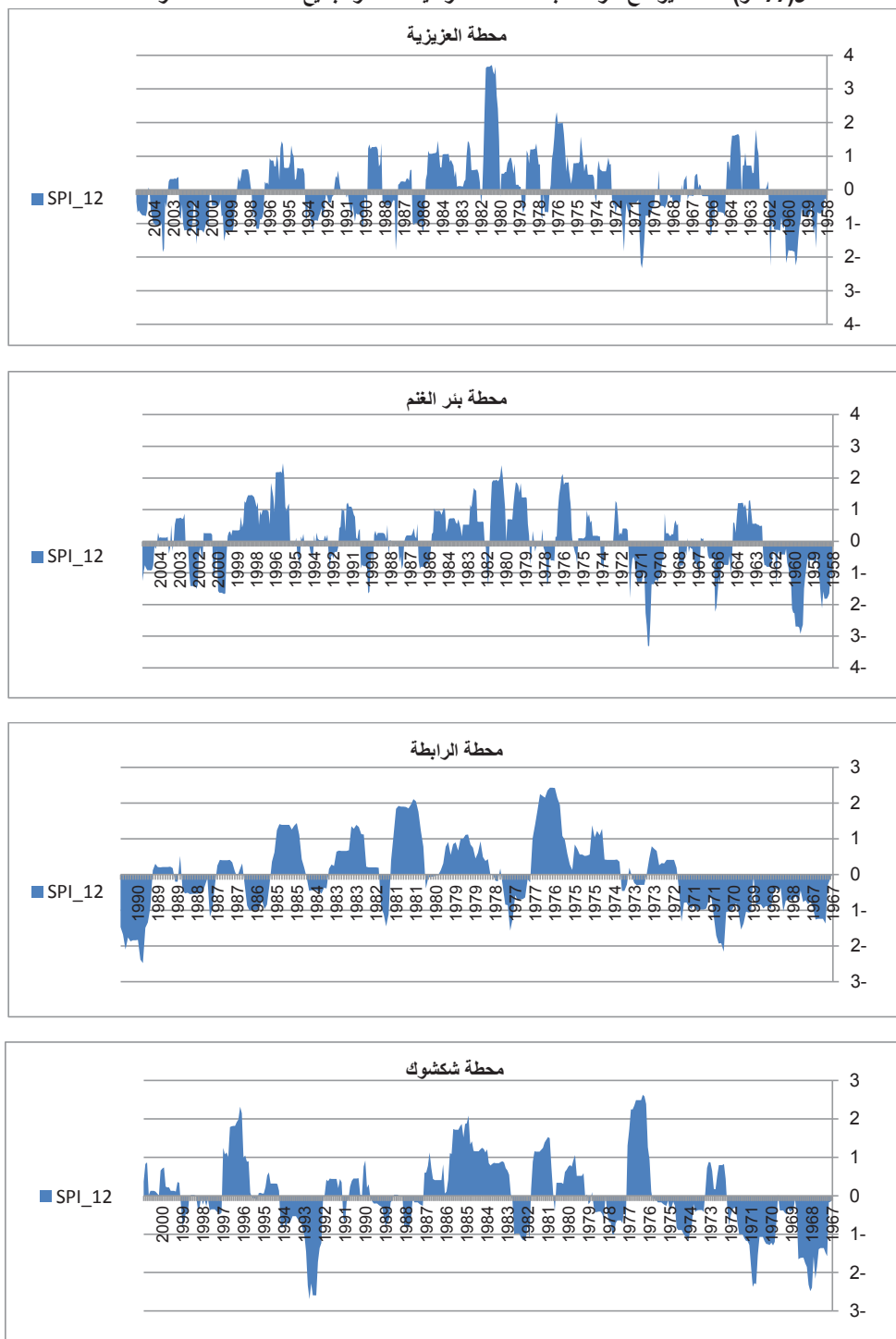
شكل (77- د) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



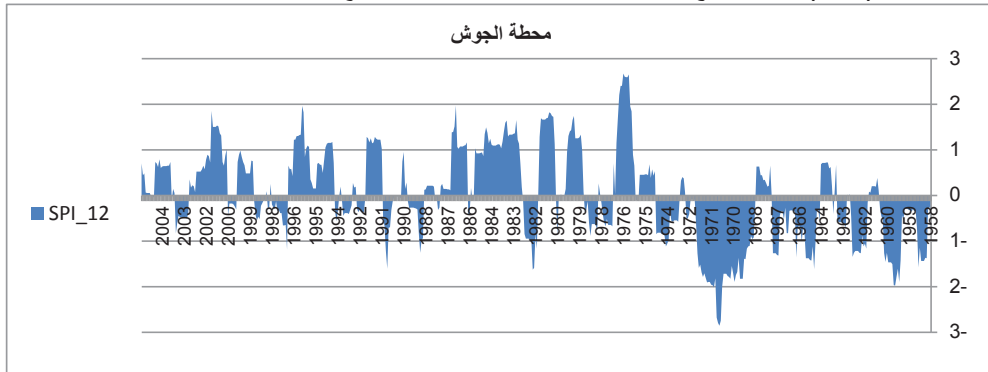
شكل (77- هـ) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



شكل (77- و) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



شكل (77- ز) مخطط يوضح فترات الجفاف لسلسلة زمنية للأمطار لجميع محطات منطقة الدراسة



المصدر: جميع الاشكال من (77- ا) الى (77- ز) من عمل الباحث.

الفصل الخامس

التحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في
سهل الجفارة بليبيا- باستخدام برنامج HARTT

مقدمة:

أولاً: التحليل الإحصائي للأمطار والمياه الجوفية وعلاقته بالرواسب الجيولوجية السطحية.
ثانياً: علاقة زمن وصول مياه الأمطار إلى منسوب المياه الجوفية بالرواسب الجيولوجية
السطحية.

ثالثاً: العلاقة بين الأمطار ومستوى المياه الجوفية المتوسطة على أعماق (51-100متر).
رابعاً: العلاقة بين الأمطار ومستوى المياه الجوفية العميقة على أعماق (101-180متر).

التحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة بليبيا- باستخدام برنامج HARTT

مقدمة :

تدخل دراسة التحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية ضمن إطار الأهمية التطبيقية للدراسات المناخية، حيث أن علم المناخ التطبيقي أصبح من بين أهم العلوم الجغرافية ذات الأهمية العملية في حياتنا اليومية، فعند دراسة هيدرولوجية ومصادر مياه منطقة ما، لابد من دراسة الظروف المناخية لهذه المنطقة والإهتمام بدراسة فصلية الأمطار الساقطة وكمية المطر، وأثر ذلك على مستويات المياه الجوفية خلال أشهر السنة المختلفة، ومن ثم فإن مياه تحت السطح ماهي في الواقع إلا انعكاساً للظروف المناخية التي تسود المنطقة في الحاضر والتي كانت ممثلة فيها في الماضي . ويتضح من هذه الحقيقة الصلة القوية بين علم المناخ Climatology والهيدرولوجيا التطبيقية Applied Hydrology (حسن سيد ابوالعينين، 1985، ص40).

يهدف هذا الفصل إلى دراسة العلاقة الإحصائية التي توضح تأثير الأمطار ، في مستويات المياه الجوفية خلال الفترة (1976-2003) ، (Hussein El Taloua, 2004) وحيث أن الظروف الطبيعية والبشرية لها دور كبير في تحديد الآبار التي تتغذى على مياه الأمطار واختلافها من مكان إلى آخر داخل سهل الجفارة ، والتي يصعب فيها الوصول إلى نتائج مرضية باستخدام المنهج الوصفي، إلا أن البعض يرى تأثير الأمطار في مستويات المياه الجوفية من خلال الملاحظة المباشرة بزيادة منسوب المياه الجوفية عند عمق معين عقب هطول الأمطار الغزيرة ، ومن خلال هذه المشاهدة يمكن تعميم هذا على آبار أخرى تكون على نفس العمق ، ولكن هذا التعميم ينقصه الكثير من الدقة العلمية ، وفي مثل هذه الحالات يصبح من الصعب غالباً الوصول إلى اتفاق فيما يتعلق بدرجة مثل هذا الارتباط ، ومن ثم لا مفر من الاعتراف بأن هذه الأنواع من التعميمات يمكن أن تكون أكثر قيمة لو استطعنا أن نعبر عنها بأساليب كمية (صفوح خير،

2000، ص355). لهذا فإن برنامج HARTT يفسر لنا إحصائياً مدى درجة تأثير الأمطار من عدمها في منسوب المياه الجوفية واتجاههما ويعتبر هذا ذو أهمية بالغة للتنمية الزراعية وكمورد لمياه الشرب ، خاصة لبلد مثل ليبيا يعتمد بنسبة 98% على المياه الجوفية (جاد الله عزوز الطلحي، 2003، ص85)، كما تزداد الأهمية أكثر حينما نتعرف على المدة- بالشهر- التي يستغرقها ماء المطر من سطح الأرض حتى يصل إلى منسوب المياه الجوفية لعدد 39 بئر بأعماق مختلفة والتي ستكشف عنه نتائج هذه الدراسة.

تعتبر المياه الجوفية العذبة غاية في الأهمية لصلاحيته استخدامه في جميع مناحي الحياة، بينما المياه الجوفية المالحة قد تكون خطراً على الموارد الطبيعية لما تسببه من مشاكل للمحيط الحيوي. وفي كلتا الحالتين فإن الرصد والقدرة على فهم وتفسير التغيرات في مستويات المياه الجوفية أمر ضروري للحصول على إدارة موارد المياه الجوفية. وبما أن ليبيا تعاني من قلة الأمطار وشح مصادر المياه كما تشير جميع الدراسات فإن المياه الجوفية تعتبر غاية في الأهمية لجميع الأنشطة وخاصة الزراعة منها، وكنتيجة طبيعية لازدياد عدد السكان وتحسن مستوى المعيشة والاكتفاء الذاتي من المنتجات الزراعية فإن الطلب المتواصل على مصادر المياه في ازدياد دائم، وهو ما يستدعي التفكير دائماً في تطوير طرق البحث والتحليل والدراسة لمشاكل المياه لمواجهة هذا التحدي الاستراتيجي لإيجاد الحلول المناسبة والمصادر البديلة التي تفي باحتياجات السكان. فقد بلغ إجمالي الاستهلاك على مستوى ليبيا (3923.76) مليون م3 لسنة 1998م منها 85% (3335.3) مليون م3 في السنة للاستهلاك الزراعي، أما الاستهلاك الحضري فقد بلغ 11.5% (452.56) مليون م3 في السنة، إضافة إلى الاستهلاكات الصناعية - بما فيها النفط - 3.5% (136) مليون م3 في السنة (اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية، الجزء الأول، 1999، ص16)

ولذا فإن تناول علاقة الأمطار بالمياه الجوفية في سهل الجفارة بتقنيات إحصائية يعني الوقوف على نتائج كمية ممثلة بالأرقام تعتبر غاية في الأهمية لتحديد سياسة الدولة

حول هذا المورد الهام، وخاصة أن سهل الجفارة يعتبر من أهم المناطق من الناحية الاقتصادية، حيث يحتوي على أكثر من 40% من عدد سكان ليبيا، وينتج تقريبا 80% من المنتجات الصناعية، كما يشمل على 50% من الأراضي المروية، إضافة إلى حوالي 60% من إجمالي الإنتاج الزراعي بليبيا (صالح الأمين الأرباح، الجزء الثاني، 1996، ص 370). ويمكن التعرف على بعض ملامح خزانات المياه الجوفية التي يتم تغذيتها عن طريق مياه الأمطار مباشرة في سهل الجفارة وهي :

الحوض المائي لسهل الجفارة :-

يقع حوض سهل الجفارة في الجزء الشمالي الغربي من ليبيا ويحده من الجنوب سلسلة جبال نفوسة وشمالا البحر المتوسط وغربا الحدود التونسية وشرقا مدينة الخمس. يتكون سهل الجفارة من مجموعة من الخزانات الجوفية أهمها خزانات العصر الرباعي أو الخزان الرباعي الميوسيني، الذي يتكون من الرمل والحجر الرملي مع تداخلات من الحجر الجيري ويتراوح عمقه ما بين 30 إلى 60م تحت سطح الأرض. (الهيئة العامة للمياه، 2006، ص2). وتعتبر جميع هذه الخزانات متصلة هيدروليكيًا ببعضها البعض وهذا الخزان ذو منسوب مائي حر ويغطي شمال ووسط الجفارة ويتغذى الخزان بصورة رئيسية من مياه الأمطار والأودية (اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية، الجزء الثاني، 1999، ص33-36). وتسمى الطبقات الحاملة للمياه بالخزانات الحاملة للمياه الجوفية (Aquifers)، وتتكون هذه الطبقات من صخور ذات مسامية عالية تسمح بمرور الماء فيها وتخزينه ثم استخراجه مرة أخرى بكميات اقتصادية، ويعتبر الرمل والحصى الموجود في رواسب الوديان والسهول الساحلية والكتبان الرملية، من أكثر المواد الشائعة والتي تكون الطبقات الحاملة للمياه الجوفية (فؤاد سالم بامعروف، 2006، ص5).

التغذية الطبيعية للمياه بسهل الجفارة :-

يقصد بالتغذية هو تسرب الماء من سطح التربة إلى الطبقات السفلى مغذية الخزان الجوفي للمياه، وتوجد عدة عوامل تؤثر على التسرب منها، خصائص السطح ونوعية المواد التي تغطيه وطبيعتها وتماسكها، كما أن لدرجة المسامية والنفاذية والفواصل والشقوق والصدوع دور في تسرب الماء، إضافة إلى درجة انحدار السطح حيث يؤدي الانحدار الشديد إلى سرعة الجريان السطحي وبالتالي قلة بقاء المياه وانخفاض في معدل التسرب. (احمد محمد أبورية، 2007 ص 309). ولكي يساهم الجريان السطحي في تغذية المياه الجوفية يجب أن يكون حجم المياه الراشحة أكبر من النقص في رطوبة التربة، والتي هي حجم الماء اللازم لرفع رطوبة التربة إلى درجة بحيث أن أي كمية إضافية من الماء تتحرك للأسفل ويحدث الجريان السطحي فقط إذا كانت شدة السقوط أكبر من معدل الرش (محمد الشبلاق وآخر، 1998، ص 15).

وبالطبع فإن كمية المياه المتسربة تعتمد على نوع التربة، فالتربة الرملية ذات قدرة ترشيحية عالية أما التربة الجيرية فذات قدرة منخفضة على ترشيح الماء (عبدالعزیز محمد البسام، بدون، 12). ومن بين النتائج التي توضح سرعة ترشيح المياه إلى أعماق التربة فقد أشارت نتائج الدراسة بوادي النعمان الواقع جنوب غرب مدينة مكة المكرمة إلى ارتفاع قيمة رطوبة التربة إلى أكثر من 20% عند أعماق التربة المختلفة بعد مرور 10 دقائق فقط وأظهرت النتائج أن هناك علاقة خطية تربط بين زمن وصول جبهة البلل وعمق التربة، وقد أشارت نتائج تطبيق العلاقة المستنتجة إلى أن جبهة البلل يمكن أن تصل إلى عمق حوالي 25م بالتربة خلال حوالي ساعتين، بشرط تواجد مياه فائضة على سطح التربة (عبدالله سعد الوجداني، 2010، ص 266).

أما فيما يختص بكمية التغذية الطبيعية السنوية للمياه الجوفية بسهل الجفارة فكل الدراسات أعطت أرقاما مختلفة اعتمادا على الأسس التي بنيت عليها كل دراسة. وتقدر التغذية السنوية من التسرب المباشر لمياه الأمطار ما بين 100 و 300 مليون م³. كما

يقدر إسهام مياه الجريان (Runoff) ما بين 10 و 30 مليون م³ سنوياً (جاد الله عزوز الطلحي، 2003، ص103). وفي آخر دراسة أجريت في هذا المجال قدرت منظمة الأغذية والزراعة التغذية السنوية بحوالي 220 مليون م³، (محمد علي فضيل، وأبولقمة، 1995، ص218). أما معدلات الاستهلاك السنوية للمياه الجوفية في سهل الجفارة تقدر بحوالي 470 مليون متر مكعب في السنة (خالد بن محمود، 1995، ص372).

وبالرغم مما تقدم من ظروف يغلب عليها ملائمتها لتسرب الماء إلى الخزانات الجوفية غير العميقة إلا أن هناك ظروف طبيعية محلية وبشرية من بينها استخدام الأرض قد تجعل من آبار منطقة الدراسة تختلف من حيث نسبة مساهمة الأمطار في تغذيتها كما سيتبين لاحقاً من تفسير التحليلات الإحصائية الناتجة عن برنامج HARTT.

تحليل الرسم المائي: الأمطار والاتجاهات الزمنية (HARTT):

Hydrograph Analysis: Rainfall and Time Trends:

قام Ferdousian وآخرون عام (2001) بتقديم طريقة إحصائية جديدة لتحليل الرسم المائي تسمى (HARTT) يعني (Hydrograph Analysis :Rainfall and Trends Time) تستند هذه الطريقة على تقنية (CDFM) Cumulative deviation (from mean rainfall) ،حيث تم تطوير الانحراف التراكمي عن متوسط سقوط الأمطار (CDFM) من خلال Mccarran و Ferdousian 2001 والذي هو أساس التحليل المائي وسقوط الأمطار واتجاهات الزمن عن طريق برنامج HARTT (CSIRO,2010,P27).

ويقصد بالانحراف التراكمي عن متوسط سقوط الأمطار (CDFM)، هي تقنية حسابية بسيطة يتم استخدامها لتقييم سقوط الأمطار ، وفي هذا الأسلوب يتم طرح المتوسط على المدى البعيد من قيمة المطر الفعلية لذات الفترة الزمنية المحددة، ويتم رسم الانحرافات بشكل تراكمي في رسم تخطيطي انظر شكل (80)، وما بعدها، يبين فترات سقوط الأمطار فوق المتوسط في شكل رسم بياني يميل إلى أعلى وفترات سقوط الأمطار

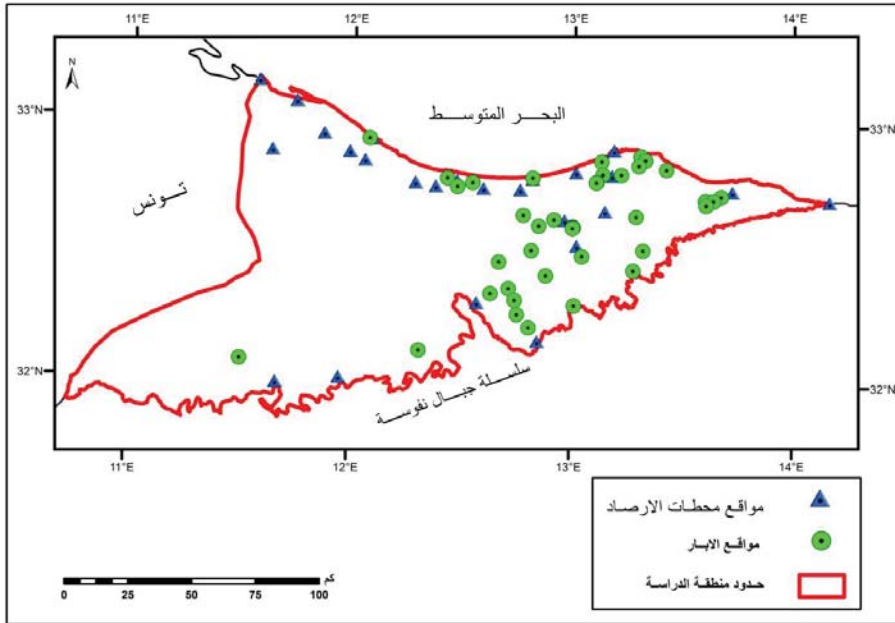
دون المتوسط في شكل رسم يميل إلى أسفل. وهذا ما يؤكد محاكاة نموذج المياه الجوفية HARTT والطريقة المستخدمة في هذا البرنامج تقوم على نفس التقنية المستخدمة في (CDFM) بالإضافة إلى أنه يستخدم تحليل الانحدار المتعدد لإبعاد تأثير قيم الأمطار الشاذة عن الاتجاه الزمني للفترة حيز الدراسة، وكذلك الفترة الفاصلة بين سقوط الأمطار وتأثيرها على مستوى المياه الجوفية. (Yesertener c,2008,p3)

وتعتبر هذه الطريقة قادرة على التمييز بين تأثير تذبذب سقوط الأمطار وبين الاتجاه الأساسي لمنسوب المياه الجوفية على طول الفترة الزمنية (Ferdowsian et.2009.p.3061). إن أساليب تحليل بيانات السلاسل الزمنية وغيرها هي أساليب قادرة على شرح بعض التباين الموسمي في مستويات المياه الجوفية إذا هي منتظمة ومتكررة ومع ذلك فإنها لا تشرح الاختلاف (التباين) بسبب الأحداث الشاذة لسقوط الأمطار أو الأمطار السنوية غير النمطية والتي هي واضحة في سلسلة معظم البيانات (Ferdowsian et al.2001b, p.549).

إن برنامج HARTT لا يأخذ في الاعتبار التبخر نتح Evapotranspiration وهذا العيب يتضح في المناطق ذات المياه الجوفية الضحلة، ففي الآبار الضحلة التي أعماقها أقل من 5م يتطلب إضافة المزيد من المتغيرات إلى النموذج، لأنه على مقربة من تصريف المنطقة وهذا يعني أن معدل التبخر والتدرج الهيدروليكي يؤثر على التغير في مستوى المياه الجوفية، (Yohannes Yihdego.pp96-99). لقد تم التحقق من كفاءة برنامج HARTT، فكانت متوافقة مع مخرجات من نماذج أخرى ، (I.Emelyanova,R et al,2013,P336)

لقد تم تطبيق برنامج HARTT لحساب تراكم الأمطار السنوية المتبقية (AARR) على 39 بئر حسب أبحاثاتها بمنطقة سهل الجفارة، كما في جدول (25)، المتراوح أعماقها من (30-180م) والتي تتغذى على مياه الأمطار وقد كانت بيانات المياه الجوفية على شكل سلاسل زمنية تختلف فيما بينها من حيث طول المدة. و يتميز البرنامج

بالتعامل مع البيانات المتباعدة بصورة غير منتظمة والقيم المفقودة (Ferdowsian et al 2001a. p870) وبناءً على موقع محطات الأمطار بسهل الجفارة تم مقارنتها مع الآبار بالمنطقة انظر شكل (78)، حيث يمكن للمحطة الواحدة أن تغطي أكثر من بئر واحدة شرط قرب الآبار من المحطة.



المصدر : من عمل الباحث

شكل (78) توزيع محطات الأرصاد الجوية والآبار الجوفية بمنطقة سهل الجفارة

جدول (25) أسماء الآبار المختارة للدراسة بمنطقة سهل الجفارة وإحداثياتها

تسلسل	اسم البئر	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع عن سطح البحر (م)	العمق (م)
1	ابو غليان	13.0110	32.3039	262.77	33
2	عين زارة	13.2189	32.8102	34.43	93
3	الكريمة	13.1071	32.7810	59	60
4	المابة	12.8172	32.7939	44	60
5	القره بوللي 1	13.6017	32.7145	83	180
6	القره بوللي 2	13.6724	32.7306	50	135
7	القره بوللي 4	13.6381	32.7140	80	185
8	القره بوللي 5	13.6046	32.6965	93.13	35
9	الناصرية 1	12.9165	32.6355	90	59
10	العريزية 1	13.0442	32.4964	121.22	55
11	الزهراء	12.8478	32.6100	80	59
12	بدر	11.5099	32.0786	157.23	45
13	بئر عياد	12.3156	32.1250	157.91	42
14	بئر الغنم	12.6341	32.3478	125	61
15	بئر ترافاس 1	12.8158	32.5161	113.47	82
16	بئر ترافاس 2	12.7770	32.6507	157.23	80
17	بئر ترافاس 3	12.6698	32.4698	119.13	167
18	قصرين غشير 7	13.2882	32.6502	18.8	61
19	صبراتة 1	12.4306	32.7879	10	70
20	صبراتة 3	12.4772	32.7560	15	61
21	الساعدية 2	13.0040	32.6067	106.94	90
22	الساعدية 3	13.0012	32.6094	106.83	89
23	الساعدية 4	13.0003	32.6031	95	90
24	السواني	13.1053	32.7797	59	170
25	سيدي الصيد	13.3210	32.5212	139.78	102
26	سوق الخميس	13.2772	32.4439	165.34	149
27	صرمان	12.5450	32.7722	5	99
28	تاجوراء 1	13.3062	32.8822	9.38	58
29	تاجوراء 2	13.3278	32.8672	19.84	27
30	تاجوراء 3	13.2973	32.8451	36.95	41
31	تاجوراء 4	13.4230	32.8319	42.67	73
32	طرابلس 2	13.1351	32.8099	45.91	79
33	طرابلس 4	13.1285	32.8603	20.89	90
34	وادي الحياة 2	12.8826	32.4199	160.09	47
35	وادي الحياة 3	12.7154	32.3683	130.05	160
36	وادي الحياة 4	12.7431	32.3237	146.73	160
37	وادي الحياة 5	12.7545	32.2693	170.13	160
38	وادي الحياة 7	12.8082	32.2197	202.56	26
39	زواردة	12.0749	32.9347	6	27

المصدر : الهيئة العامة للمياه طرابلس .

النموذج الرياضي لبرنامج (HARTT) :-

HARTT : هو نموذج الانحدار الإحصائي الذي ينطوي على إنشاء الاتجاه الزمني المقدر في مستوى المياه الجوفية عن طريق فصل تأثير سقوط الأمطار فوق وتحت المتوسط. يوجد هناك شكلين من الأمطار التراكمية المتبقية المستخدمة في هذا البرنامج وهي: (Ferdowsian et al. 2001b, p.863-864) (Adelana Michael, 2012, P80)

*الأول منها التراكم الشهري المتبقي من مياه الأمطار (AMRR)

ولحساب تراكم الانحراف عن متوسط سقوط الأمطار (شهريا)، يتم تحديد سقوط الأمطار المتبقية عن طريق :

$$AMRR = \sum_{i=1}^t (M_{ij} - M_j)$$

حيث AMRR هي : Accumulative monthly residual rainfall

AMRR = تعني تراكم الأمطار الشهرية المتبقية.

M_{ij} = سقوط الأمطار في الشهر الأول من العام الأول.

M_j = متوسط سقوط الأمطار الشهرية.

*الثاني هو التراكم السنوي لهطول الأمطار المتبقية (AARR)

ولحساب تراكم الانحراف عن متوسط الأمطار (سنويا)، يتم تحديد سقوط الأمطار المتبقية عن طريق :

$$AARR = \sum_{i=1}^t \left(M_i - \frac{A}{12} \right)$$

حيث AARR هي : Accumulative annual residual rainfall

AARR = تعني تراكم الأمطار السنوية المتبقية.

$A =$ المتوسط السنوي للأمطار.

$M_i =$ قيمة الشهر لكل فترة الدراسة (الجميع الشهور).

ومن أجل استخلاص استنتاجات حول العلاقة بين اتجاهات المياه الجوفية ومياه الأمطار يتم استخدام المعادلة الآتية :-

$$\text{Depth} = K_0 + K_1 * AARRt - L + k_2 * t.$$

$\text{Depth} =$ عمق المياه الجوفية (غير المحصورة) تحت سطح الأرض.

$t =$ الأشهر منذ بدأت الملاحظات.

$L =$ طول الفترة الفاصلة بين الشهور منذ سقوط الأمطار وتأثيرها على المياه الجوفية.

$K_0, K_1, K_2 =$ هي معلمات تقدر من خلال تحليل الانحدار. (David Mitchell, 2009, p.9)

$K_0 =$ تساوي تقريبا إلى العمق الأول للمياه الجوفية (متر).

$K_1 =$ تأثير أعلى أو أقل من متوسط الأمطار على مستوى المياه الجوفية (متر).

$K_2 =$ معدل الاتجاه من ارتفاع المياه الجوفية أو انخفاضها على مر الزمن (متر).

تفسير بعض مخرجات برنامج HARTT :-

تظهر نتائج HARTT على شكل ملفين اكسل Excel، الأول خاص بالأمطار فقط، والملف الثاني يتعلق بالتحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية والزمن وتمثيلها على شكل رسم منحنيات كما سيتبين من خلال نتائج الدراسة.

نعتمد في تفسير مخرجات البرنامج على قيمة مستوى الثقة (P-value)

(NSW IAH Symposium, 2011, P40-43) لهطول الأمطار والزمن كما في جدول

(30) وهي توضح مصداقية العلاقة بين المتغيرات فإذا كانت P-value أقل من 0.05 بالنسبة لجميع الآبار تشير إلى أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى المياه الجوفية وتراكم الأمطار السنوية (ARR) في هذا البئر، أما إذا كانت قيمة P-value للأمطار تجاوزت 0.05 فهذا يدل على عدم وجود علاقة مهمة بين مستوى المياه الجوفية و ARR وأن هناك عوامل أخرى يرجح أن تؤثر في الرسم المائي، وهذا ينطبق على p-value الخاصة بالزمن من حيث التأثير على مستوى المياه الجوفية.

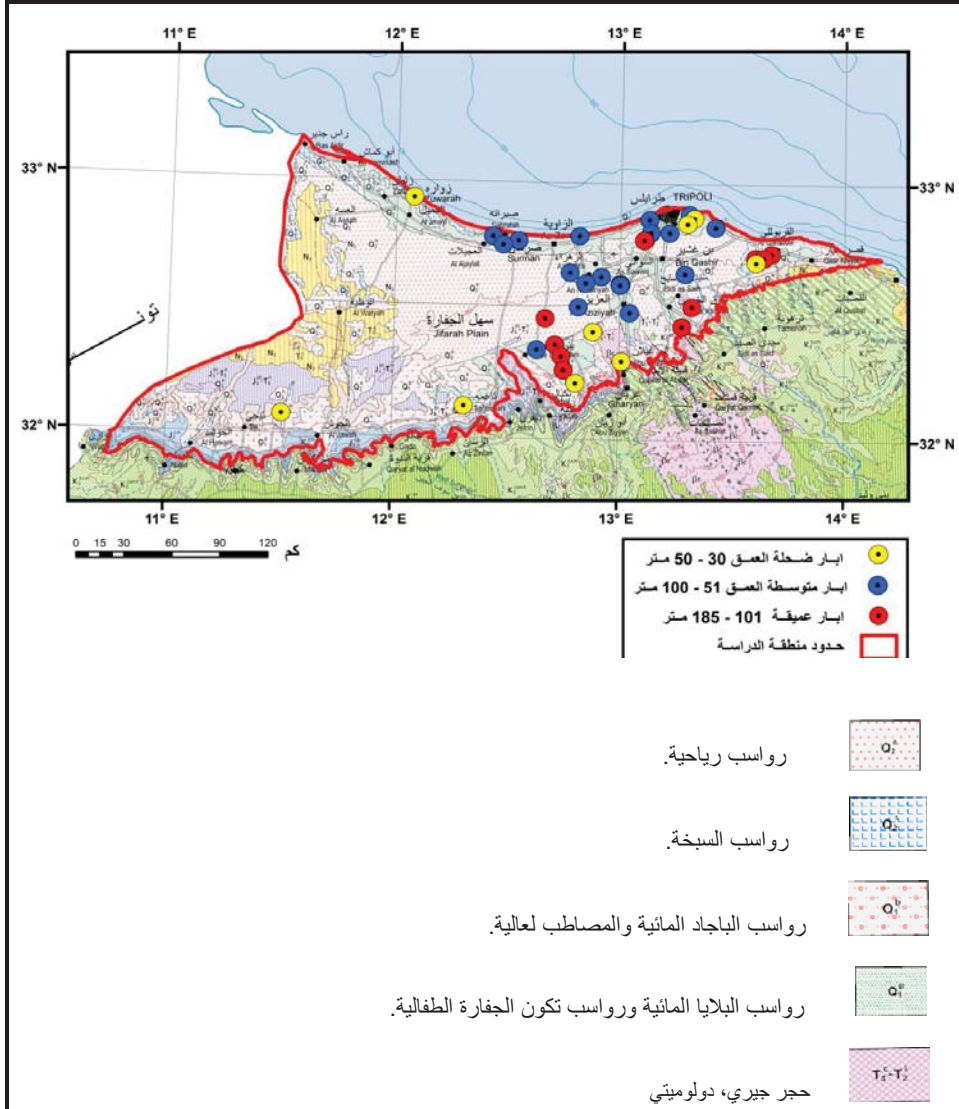
أما بخصوص منحنيات الرسم فإن الخط الأزرق مع علامات زرقاء يمثل قياس مستويات المياه الجوفية، والمنحنى الأحمر هو منحنى التوافق لجميع الفترات الشهرية والخط الأزرق الخفيف يمثل تفسير تأثير سقوط الأمطار، أما الخط الأخضر يفسر اتجاه ARR، أما الخط المتقطع يمثل اتجاه مستوى مياه البئر الجوفي، (Goldr Associates, 2008, pp, 35-37).

العلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية:

يعتبر التوزيع المكاني للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية غاية في الأهمية لبلد يعتمد اعتماداً كبيراً على المياه الجوفية حيث تكمن أهمية الأمطار بالنسبة للآبار، على أساس أن الأمطار تساهم في تغير منسوب المياه الجوفية لكل الآبار بمنطقة الدراسة أو أن بعضها يتأثر نسبياً بمياه الأمطار وذلك حسب الظروف الطبيعية والبشرية السائدة بمنطقة كل بئر، وهذا لا يتأتى إلا من خلال التحليل الإحصائي لذلك فإن هذه الدراسة تمت على أساس إنشاء علاقة بين البيانات على مستوى المياه الجوفية للمنطقة والانحراف التراكمي عن هطول الأمطار (CDFM). لقد تم تطبيق تقنية (CDFM) على حوالي 39 بئر جوفي في منطقة سهل الجفارة، أغلبها في الجزء الشمالي الشرقي، ومن ثم استخدام تحليل الانحدار المتعدد للتحقق من صحة النتائج.

وقبل أن نستعرض نتائج التحليل الإحصائي للأمطار وعلاقته بعمق المياه الجوفية نرى أن نشير إلى بعض النتائج التي ظهرت من خلال المقارنة البصرية فقط بين مواقع الآبار على الخريطة الجيولوجية وبعض نتائج برنامج (HARTT).

أولاً: التحليل الإحصائي للأمطار والمياه الجوفية وعلاقته بالرواسب الجيولوجية السطحية:
يتضح من دراسة مواقع الآبار حسب أحداثياتها على الخريطة الجيولوجية شكل (79) ونتائج التحليل الإحصائي جدول (26) ماياتي:



المصدر: مركز البحوث الصناعية طرابلس، 2009، خريطة ليبيا الجيولوجية، إدارة البحوث الجيولوجية والتعدين، مقياس 1: 1,000,000. توزيع الآبار ومحطات الأرصاد وحدود منطقة الدراسة من عمل الباحث .

شكل (79) توزيع أعماق الآبار على الخريطة الجيولوجية لمنطقة سهل الجفارة

جدول (26) التحليل الإحصائي للآبار وعلاقته بالرواسب الجيولوجية السطحية – مرتب تصاعدياً على أساس العمق

اسم البئر	العمق (متر)	الرمز الجيولوجي لنوع الرواسب	أفضل علاقة للتأخر (بالشهور)	R2 التفسيرية	تساوي عمق الأول تقريباً k0	الأمطار المتبقية k1	مستوى الثقة 0.05 (للمطر)	معدل الزيادة (متر / شهر) k2	مستوى الثقة 0.05 (للوقت)	معدل الزيادة (متر/سنة)
وادي الحياة_7	26	Q_1^P	0	0.3161	-16.0420	0.0095	0.0051	-0.04417	0.1503	-0.530
تاجوراء_2	27	Q_1^P	0	0.1767	-19.1546	0.0028	0.0001	-0.0044	0.0002	-0.053
زواردة	27	Q_2^S	1	0.1648	-6.6889	0.0003	0.0211	-0.0001	0.7241	-0.001
ابو غليان	33	$T_3^C - T_2^I$	3	0.1324	-31.3013	0.0001	0.0076	-0.0001	0.1359	-0.001
القره بوللي_5	35	Q_1^P	27	0.9241	-13.8679	0.0086	0.0017	-0.0541	0.0000	-0.649
تاجوراء_3	41	Q_1^P	1	0.6305	-35.5053	0.0018	0.0024	-0.0097	0.0000	-0.116
بنر عياد	42	Q_1^P	17	0.8414	-37.6523	0.0038	0.0000	-0.0038	0.0003	-0.046
بدر	45	Q_2^S	0	0.7400	-14.4943	0.0044	0.5691	-0.04632	0.0023	-0.556
وادي الحياة_2	47	$T_3^C - T_2^I$	1	0.2472	-44.0475	0.0015	0.0001	0.0011	0.1144	0.013
العزيزية_1	55	Q_1^P	5	0.7445	-47.0574	0.0040	0.0034	-0.0167	0.0000	-0.200
تاجوراء_1	58	Q_1^P	20	0.4191	-7.6685	0.0028	0.0622	-0.0064	0.0706	-0.077
الناصرية_1	59	Q_1^P	1	0.9954	-30.8809	0.0011	0.0002	-0.1032	0.0000	-1.238
الزهرء	59	Q_2^S	58	0.9794	-25.5040	0.0002	0.7938	-0.0673	0.0000	-0.807
الكريمة	60	Q_2^S	14	0.9847	-43.8096	0.0013	0.0581	-0.1438	0.0000	-1.725
الماية	60	Q_1^P	0	0.3138	-37.0466	0.0004	0.5940	-0.0061	0.0000	-0.073
بنر النعم	61	Q_1^P	1	0.9228	-39.7297	0.0070	0.0000	-0.0800	0.0000	-0.96
قصرين غشير_7	61	Q_2^S	60	0.9501	-30.8703	0.0098	0.0000	-0.2417	0.0000	-2.901
صبراتة_3	61	Q_1^P	0	0.9192	-20.0696	0.0050	0.0001	-0.0787	0.0000	-0.945
صبراتة_1	70	Q_1^P	0	0.8241	-28.3995	0.0039	0.0000	-0.0236	0.0000	-0.283
تاجوراء_4	73	Q_2^S	38	0.9454	-21.3446	0.0016	0.0001	-0.0328	0.0000	-0.393
طرابلس_2	79	Q_2^S	4	0.3875	-51.1848	0.0008	0.4647	0.0162	0.0140	0.194
بنر ترفاس_2	80	Q_2^S	0	0.9983	-21.0615	0.0019	0.0000	-0.0700	0.0000	-0.839
بنر ترفاس_1	82	Q_2^S	59	0.8512	-27.8381	0.0008	0.5478	-0.0337	0.0000	-0.405
الساعدية_3	89	Q_1^P	0	0.8995	-38.3362	0.0058	0.0000	-0.1670	0.0000	-2.004
الساعدية_2	90	Q_1^P	0	0.9548	-36.4410	0.0092	0.0000	-0.2278	0.0000	-2.734
الساعدية_4	90	Q_1^P	0	0.9765	-36.9965	0.0118	0.0000	-0.2498	0.0000	-2.998
طرابلس_4	90	Q_1^P	11	0.2714	-19.3991	0.0011	0.0992	-0.0024	0.0321	-0.0290
عين زارة	93	Q_1^P	24	0.8732	-28.7300	0.0121	0.0000	-0.0599	0.0000	-0.718
صرمان	99	Q_1^P	2	0.5962	-10.1051	0.0032	0.0014	-0.0228	0.0000	-0.274
سيندي الصيد	102	Q_2^S	37	0.9440	-83.8408	0.0043	0.0006	-0.1539	0.0000	-1.847
القره بوللي_2	135	Q_1^P	0	0.9385	-15.0694	0.0139	0.0000	-0.0942	0.0000	-1.13
سوق الخميس	149	Q_1^P	60	0.9509	-106.3227	0.0019	0.0836	-0.1329	0.0000	-1.595
وادي الحياة_3	160	Q_1^P	1	0.9950	-46.5795	0.0020	0.0000	-0.0720	0.0000	-0.864
وادي الحياة_4	160	Q_1^P	17	0.9880	-62.6570	0.0026	0.0000	-0.0769	0.0000	-0.923
وادي الحياة_5	160	Q_1^P	1	0.9929	-85.8874	0.0024	0.0000	-0.0695	0.0000	-0.834
بنر ترفاس_3	167	Q_2^S	0	0.9292	-36.3554	0.0064	0.0000	-0.1130	0.0000	-1.356
السواني	170	Q_2^S	47	0.9832	-47.0991	0.0005	0.5604	-0.1034	0.0000	-1.241
القره بوللي_1	180	Q_1^P	23	0.5373	-22.6311	0.0198	0.0000	-0.1728	0.0000	-2.074
القره بوللي_4	185	Q_1^P	1	0.9543	-33.2245	0.0047	0.0000	-0.0866	0.0000	-1.040

المصدر : من عمل الباحث.

1-علاقة زمن وصول مياه الأمطار إلى منسوب المياه الجوفية بالرواسب الجيولوجية السطحية:

من خلال المقارنة البصرية بين الجدول (26) والجدول (27) يتضح أن الرواسب الرياحية تتأخر فيها وصول كميات الأمطار أكثر من غيرها من الرواسب إلى منسوب المياه الجوفية حيث تراوحت الأشهر المتأخرة ما بين 14 - 60 شهراً في 7 آبار من بين 11 بئر. أما رواسب البلايا المائية ورواسب تكوين الجفارة شبه الطفالية، فإنها تخطى بأقل تأخر لوصول مياه الأمطار إلى منسوب المياه الجوفية حيث كان 16 بئر من أصل 22 بئر في معظمها لم يكن يوجد بها تأخير، وكانت 6 آبار فقط قد تراوح التأخر فيها ما بين 11 - 27 شهر.

2- علاقة تأثير مياه الأمطار في المياه الجوفية بالرواسب الجيولوجية السطحية:

لقد أظهرت نتائج التحليل الإحصائي في جدول (26) وبالنظر إلى عمود مستوى الثقة P-value الخاص بالأمطار، وجد أن عدد 10 آبار كان فيها مستوى الثقة أكبر من 0.05 من بينها 6 آبار واقعة في الرواسب الرياحية، ويتضح من ذلك أنه لا يوجد تأثير للأمطار في هذه الآبار البالغ عددها 6، وأن 4 آبار فقط واقعة في أنواع الرواسب الأخرى لها علاقة بالأمطار حيث بلغت فيها P-value أقل من 0.05.

ثانياً:العلاقة بين الأمطار ومستوى المياه الجوفية الضحلة على أعماق (30-50متر):

لقد تم تقسيم أعماق الآبار بمنطقة الدراسة إلى ثلاثة مستويات ضحلة ومتوسطة وعميقة، من بينها 9 آبار في هذا المستوى الضحل ، و لكي نستنتج علاقة الأمطار بأعماق الآبار هل هي في حالة تساوي أم أن هناك اختلاف جوهري يتضح عبر التحليل الإحصائي لهذه الآبار، كما يتضح في جدول (26) والذي تم ترتيبه ترتيباً تصاعدياً حسب عمق كل بئر لتسهيل عملية المقارنة.

تستخدم R^2 للمقارنة بين أكثر من نموذج للانحدار عندما يكون المتغير التابع واحداً ، ويعتبر النموذج الذي يعطي أعلى قيمة لمعامل التحديد (R^2 التفسيرية) هو أفضل نموذج ، لأنه يفسر أكبر قدر من تباين المتغير التابع (محمد شامل فهمي، 2005، ص664). إن R^2 هي أساس التفسير الذي نعتمد عليه في نتائج البرنامج حيث يفسر لنا كم النسبة (%) المفسرة لتأثير عامل الأمطار دون غيره من العوامل على

مستويات المياه الجوفية. أما P-value فإنها توضح الدلالة الإحصائية أي أنها تقيس "المصادقية" من فرضية العدم فكلما كانت قيمة P-value أصغر تكون أقوى لرفض فرضية العدم التي تفترض عدم وجود ارتباط بين تقلبات سقوط الأمطار التراكمي على المدى الطويل ومستويات المياه الجوفية.

جدول (27) توزيع الآبار حسب مواقعها بالرواسب الجيولوجية وعلاقتها بتأخر مياه الأمطار

نوع الرواسب	عدد الآبار الواقع في كل راسب	عدد الآبار المتأخرة أشهر قليلة	عدد الآبار المتأخرة أشهر كثيرة
Q_1^P رواسب البلايا المائية ورواسب تكوين الجفارة شبه الطفالية.	22	16 بئر تتراوح ما بين 0 - 5 أشهر	6 آبار تتراوح ما بين 11-27 شهر
Q_2^E رواسب ريحية.	11	4 آبار تتراوح ما بين 0 - 4 أشهر	7 آبار تتراوح ما بين 14-60 شهر
Q_1^B رواسب الباجاد المائية والمصاطب العالية.	3	1 بئر التأخر 0 شهر	2 بئر تتراوح ما بين 17-60 شهر
حجر جبيري ، دولوميتي $T_3^E - T_2^L$ محليا متداخل مع طبقات الطين أو الصوان وحجر رملي ...	2	2 بئر تتراوح ما بين 1-3 أشهر	لا يوجد
رواسب السبخة Q_2^S	1	1 بئر التأخر 0 شهر	لا يوجد

المصدر : اعتماداً على جدول (26).

ومن خلال الأشكال البيانية (80، 81، 82، 83، 84، 85)، يمكن توضيح المنحنيات، فمن حيث تأثير الأمطار Effect of rainfall (الذي يمثل الخط الأزرق الخفيف) وعلاقته بمنحنى المياه الجوفية water level (الذي يمثل الخط الأزرق الغامق وبه نقط)، وكذلك اتجاه الأمطار long-term trend with ARR (الذي يمثل الخط الأخضر)، واتجاه منسوب المياه الجوفية water level (الذي يمثل الخط الأسود المتقطع)، أما التوافق لجميع الفترات الشهرية fitted for all monthly intervals (الذي يمثل الخط الأحمر).

ومن خلال هذه المنحنيات يمكن التعرف على اتجاه الأمطار و كذلك المياه الجوفية وهل هما في ازدياد أم نقصان ، بالإضافة إلى ذلك ملاحظة التذبذب في منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار التراكمية، وهناك نتائج أخرى تتضح من خلال قيم معينة تفسر العامل المؤثر في مستويات المياه الجوفية ومن هنا فان انخفاض قيمة R^2 تشير إلى أن هناك بعض الاختلافات غير المفسرة التي قد تكون نتيجة لمعلومات أخرى مثل التبخر، والقيم المتطرفة في قراءات مستوى المياه الجوفية، واستخراج المياه الجوفية، ومحيط مناطق التصريف، والانحدار الهيدروليكي (Ferdowsian et al., 2001a, P,867).

لقد أظهرت النتائج أن معظم قيم R^2 المنخفضة كانت في الآبار الضحلة والتي بلغت 5 آبار من بين 9 آبار وقد سجل بئر أبو غليان أدنى قيمة R^2 حيث بلغت (13%) فقط ، وبما أن هناك عدة اسباب في انخفاض R^2 كما سبق ذكره، فمن المرجح أن انخفاض آبار كل من: وادي الحي_7، أبو غليان، وادي الحي_2، يرجع إلى انحدار السطح وطبيعة المنطقة الجرداء كما في صورة (1) عبر google earth. لهذا فإن الغطاء النباتي له دور مهم في تسرب المياه إلى أسفل فعلى سبيل المثال تسرب للمعدلات المقاسة والبالغة 57ملم/ساعة تحت مرعى دائم قديم مقارنة مع 6ملم/ساعة في تربة عارية ذات طبقات (تومبسون وآخرون، مترجم ،المجلد الأول، 1997، ص131) أما باقي الآبار المتمثلة في: طرابلس_2، طرابلس_4، تاجوراء_1، تاجوراء_2، زوارة، المايه، فمن المتوقع أن سحب المياه الجوفية بكميات كبيرة في هذه الآبار - نظراً لوقوعها في مناطق ذات نشاط بشري كبير - هو سبب انخفاض R^2 .

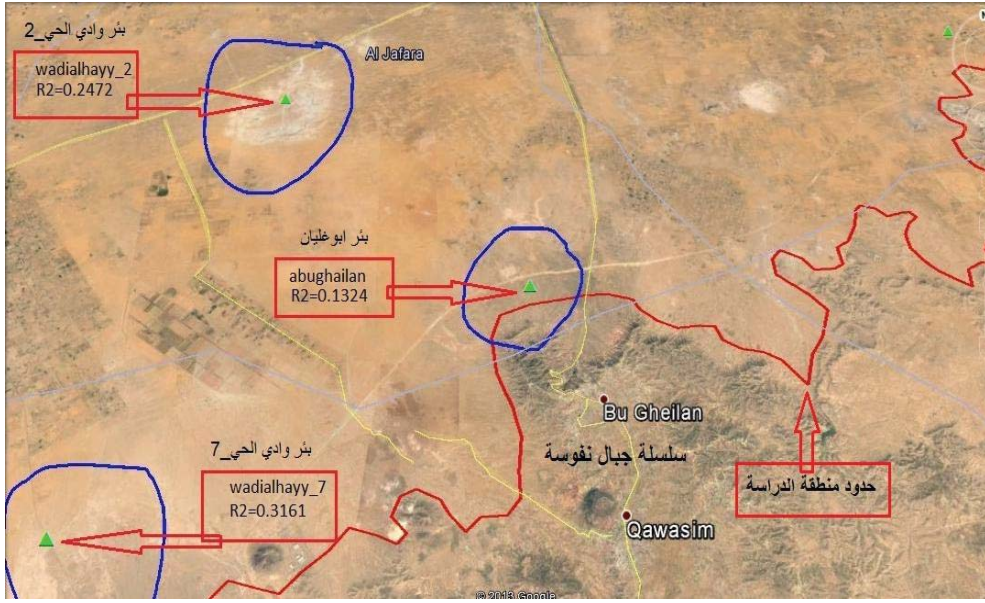
جدول (28) نتائج التحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة

اسم البئر	الارتفاع عن سطح البحر (متر)	العمق (متر)	بداية العمق	نهاية العمق	أفضل ملائمة للتأخير (بالشهور)	R2 التفسيرية	تساوي تقريبا العمق الأول k0	الأمطار المتبقية (مم) k1	مستوى الثقة 0.05 (للمطر)	معدل الزيادة (متر/ شهر) k2	مستوى الثقة 0.05 (للقوت)	معدل الزيادة (متر/ سنة)
ابو غليان	262.77	33	-31.31	-31.34	3	0.1324	-31.3014	0.0001	0.0076	-0.0001	0.1359	-0.001
عين زارة	34.43	93	-26.59	-43.92	24	0.8732	-28.7300	0.0121	0.0000	-0.0599	0.0000	-0.718
الكرمية	59	60	-43.45	-55.505	14	0.9847	-43.8096	0.0013	0.0581	-0.1438	0.0000	-1.725
المائة	44	60	-35.96	-39.18	0	0.3138	-37.0466	0.0004	0.5946	-0.0061	0.0000	-0.073
القره بوللي 1	83	180	-25.04	-29.86	23	0.5373	-22.6311	0.0198	0.0000	-0.1728	0.0000	-2.074
القره بوللي 2	50	135	-16.51	-41.32	0	0.9385	-15.0695	0.0139	0.0000	-0.0942	0.0000	-1.130
القره بوللي 4	80	185	-35.24	-40.98	1	0.9543	-33.2245	0.0047	0.0000	-0.0866	0.0000	-1.040
القره بوللي 5	93.13	35	-12.57	-28.08	27	0.9241	-13.8679	0.0086	0.0017	-0.0541	0.0000	-0.649
الناصرية 1	90	59	-30.74	-40.48	1	0.9954	-30.8809	0.0011	0.0002	-0.1032	0.0000	-1.238
العزيرية 1	121.22	55	-48.68	-54.26	5	0.7445	-47.0574	0.0040	0.0034	-0.0167	0.0000	-0.200
الزهره	80	59	-24.9	-44.81	58	0.9794	-25.5040	0.0002	0.7938	-0.0673	0.0000	-0.807
بدر	157.23	45	-17.66	-32.67	0	0.7400	-14.4943	0.0044	0.5691	-0.0463	0.0023	-0.556
بنز عباد	157.91	42	-39.99	-38.51	17	0.8414	-27.6523	0.0038	0.0000	-0.0038	0.0003	-0.046
بنز العنم	125	61	-44.95	-55.4	1	0.9228	-39.7297	0.0070	0.0000	-0.0800	0.0000	-0.96
بنز ترافس 1	113.47	82	-30.27	-42.2	59	0.8512	-27.8381	0.0008	0.5478	-0.0337	0.0000	-0.405
بنز ترافس 2	157.23	80	-20.74	-38.49	0	0.9983	-21.0615	0.0019	0.0000	-0.0700	0.0000	-0.839
بنز ترافس 3	119.13	167	-38.47	-46.73	0	0.9292	-36.3554	0.0064	0.0000	-0.1130	0.0000	-1.356
قصرين غشير 7	18.8	61	-32.63	-47.15	60	0.9501	-30.8703	0.0098	0.0000	-0.2417	0.0000	-2.901
صبراتة 1	10	70	-26.97	-29.7	0	0.8241	-28.3995	0.0039	0.0000	-0.0236	0.0000	-0.283
صبراتة 2	15	61	-19.32	-24.98	0	0.9192	-20.0696	0.0050	0.0001	-0.0787	0.0000	-0.945
الساعدية 1	106.94	90	-36.92	-62.8	0	0.9548	-36.4410	0.0092	0.0000	-0.2278	0.0000	-2.734
الساعدية 3	106.83	89	-37.62	-46.73	0	0.8995	-38.3362	0.0058	0.0000	-0.1670	0.0000	-2.004
الساعدية 4	95	90	-36.42	-77.4	0	0.9765	-36.9965	0.0118	0.0000	-0.2498	0.0000	-2.998
السواني	59	170	-46.08	-77.26	47	0.9832	-47.0991	0.0005	0.5604	-0.1034	0.0000	-1.241
سدي الصيد	139.78	102	-84.25	-95	37	0.9440	-83.8408	0.0043	0.0006	-0.1539	0.0000	-1.847
سوق الخميس	165.34	149	-105.37	-121.75	60	0.9509	-106.3227	0.0019	0.0836	-0.1329	0.0000	-1.595
صرمان	5	99	-9.72	-10.95	2	0.5962	-10.1051	0.0032	0.0014	-0.0228	0.0000	-0.274
تاجوراء 1	9.38	58	-8.5	-8.92	20	0.4191	-7.6685	0.0028	0.0622	-0.0064	0.0706	-0.077
تاجوراء 2	19.84	27	-17.91	-18.9	0	0.1767	-19.1546	0.0028	0.0001	-0.0044	0.0002	-0.053
تاجوراء 3	36.95	41	-35.75	-36.71	1	0.6305	-35.5053	0.0018	0.0024	-0.0097	0.0000	-0.116
تاجوراء 4	42.67	73	-21.65	-24.78	38	0.9454	-21.3446	0.0016	0.0001	-0.0328	0.0000	-0.393
طرابلس 2	45.91	79	-49.84	-49.72	4	0.3875	-51.1848	0.0008	0.4647	0.0162	0.0140	0.194
طرابلس 4	20.89	90	-18.98	-19.61	11	0.2714	-19.3991	0.0011	0.0992	-0.0024	0.0321	-0.029
وادي الحياة 2	160.09	47	-44.47	-43.22	1	0.2472	-44.0475	0.0015	0.0001	0.0011	0.1144	0.013
وادي الحياة 3	130.05	160	-47.46	-56.97	1	0.9950	-46.5795	0.0020	0.0000	-0.0720	0.0000	-0.864
وادي الحياة 4	146.73	160	-64.15	-73.55	17	0.9880	-62.6570	0.0026	0.0000	-0.0769	0.0000	-0.923
وادي الحياة 5	170.13	160	-86.85	-95.41	1	0.9929	-85.8874	0.0024	0.0000	-0.0695	0.0000	-0.834
وادي الحياة 7	202.56	26	-17.77	-19.5	0	0.3161	-16.0421	0.0095	0.0051	-0.0442	0.1503	-0.530
زواره	6	27	-6.79	-6.45	1	0.1648	-6.6889	0.0003	0.0211	-0.0001	0.7241	-0.001

المصدر: من عمل الباحث.

لا توجد دلالة احصائية	توجد دلالة احصائية	توجد دلالة احصائية قوية	الارقام الداكنة = R2 ضعيفة
-----------------------	--------------------	-------------------------	----------------------------

صورة (1) موقع ثلاث آبار بمنطقة منحدر و جرداء في سهل الجفارة



المصدر : من عمل الباحث (Google Earth)

أما بخصوص P-rainfall، ففي أغلب الآبار كانت اقل من 0.01 عدا بئر بدر حيث سجلت P-rainfall لهذا البئر 0.57 مما يقودنا إلى رفض الفرضية القائلة بأن المطر يؤثر في المياه الجوفية وقبول فرضية العدم. أما P-time، فقد كانت أكبر من 0.05 في أربع آبار هي: وادي الحي_7، زوارة، أبو غليان، وادي الحي_2، مما يعني رفض الفرضية القائلة بأن الوقت عامل مؤثر في المياه الجوفية. كما أن معظم قيم P-time ارتبطت بالقيم R^2 الضعيفة في هذه الآبار.

وبخصوص التأخير في تأثير مياه الأمطار على المياه الجوفية فلم تسجل في معظمها تأخراً يذكر، عدا بئر، القره بوللي_5، بئر عياد، فقد كان التأخر 17-27 شهراً على التوالي، وفيما يخص اتجاه معدل الهبوط السنوي فقد سجل بئر القره بوللي_5، حوالي 65سم في السنة، وبما أن بعض الآبار قريبة من ساحل البحر فإن الهبوط السنوي كان ضئيلاً رغم سحب المياه الجوفية في هذه الآبار بسبب كثافة الأراضي الزراعية، ولكن تداخل مياه البحر، كان سبباً في عدم الهبوط الكبير، كما في بئر تاجوراء_2 الواقع قرب ساحل البحر الذي سجل هبوط 5سم في السنة فقط.

ثالثاً: العلاقة بين الأمطار ومستوى المياه الجوفية المتوسطة على أعماق (51-100متر):

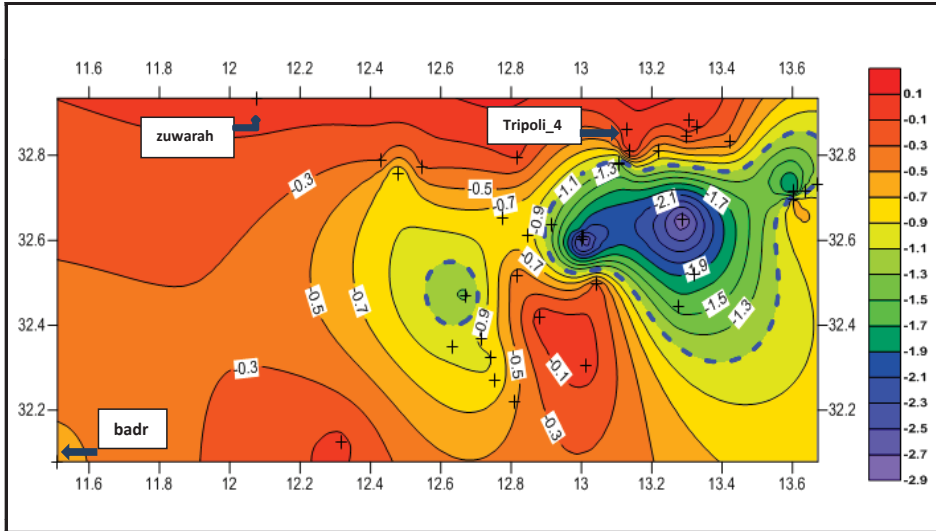
يوجد هناك 20 بئر في هذا المستوى من العمق موزعة على منطقة الدراسة منهم أربعة آبار سجلت قيمة R^2 فيها ضعيفة وهي: تاجوراء_1، المايه، طرابلس_2، طرابلس_4، ونظراً إلى وقوعها حول منطقة العاصمة، حيث النشاط البشري الكبير، فمن المتوقع أن عامل سحب المياه بكميات كبيرة أحد الأسباب التي لم يجعل هناك تفسيراً واضحاً وقوياً من خلال التحليل الإحصائي بين الأمطار والمياه الجوفية في هذه المنطقة، فقد سجلت أعلى قيمة R^2 حوالي 42% في بئر تاجوراء_1.

ومن نتائج P-rainfall في هذه الآبار فقد سجلت 6 آبار قيم أكبر من 0.05 من ضمن 20 بئراً، مع ملاحظة ارتباط القيم P-rainfall بالنسبة لهذه الآبار مع القيم الضعيفة R^2 . وبهذا نرفض الفرضية القائلة بأن المطر يؤثر في مستويات المياه الجوفية بالنسبة لهذه الآبار كما هو موضح من نتائج جدول (28)، ونقبل فرضية العدم القائلة بأن المطر لا يؤثر في مستويات المياه الجوفية.

أما بخصوص P-time فقد سجلت قيمة قوية جداً فكانت في معظمها أقل من 0.01، مما يعني أن الوقت عامل مؤثر في مستويات المياه الجوفية عدا بئر تاجوراء_1 فقط، فقد كانت P-time أكبر من 0.05 مما يعني أن الوقت لا يلعب دوراً في تغيير منسوب المياه الجوفية في هذا البئر.

وبخصوص تأخر الأشهر فقد أظهرت النتائج بأن التأخر قد تفاوت من بئر إلى آخر، وبالرغم من ذلك فلم تسجل إلا أربعة آبار أرقاماً كبيرة وهي: قصر بن غشير_7، بئر ترفاس_1، الزهراء، تاجوراء_4، حيث كانت 60، 59، 58، 38 شهراً على التوالي. وفيما يخص اتجاه الهبوط السنوي فقد سجل بئر الساعدية_4 هبوط 3 أمتار في السنة تقريباً، وبذلك يكون أعلى هبوط في منطقة الدراسة، كما هو واضح من شكل (79) والتي تظهر فيها اتجاه أكثر المناطق هبوطاً في السنة بمنطقة الدراسة، وهي المناطق المجاورة للعاصمة طرابلس، حيث يظهر توزيع الآبار على شكل (79) في شكل إشارة (+).

رابعاً: العلاقة بين الأمطار ومستوى المياه الجوفية العميقة على أعماق (101-180متر):
 يحتوي هذا المستوى من العمق على 10 آبار بمنطقة الدراسة تتميز جميعها بعلاقتها القوية بالأمطار في مجملها كما هو في جدول (28) فنجد R^2 قوية جداً حيث تصل إلى أكثر من 95% في جميع الآبار تقريباً.
 أما بخصوص P-Rainfall فقد كانت أيضاً قوية جداً في معظم الآبار حيث سجلت جميعها أقل من 0.01 عدا بئر سوق الخميس، فقد سجل 0.0836 وبهذا يكون المطر عاملاً غير مؤثر في المياه الجوفية في هذا البئر.
 أما P-time فلم تسجل أي قيمة تدل على أن الوقت غير مؤثر في مستويات المياه الجوفية لهذه الآبار فقد كانت جميعها قد سجلت (0.000) وهذه النتيجة تعتبر قوية جداً من حيث التفسير.
 وبخصوص التأخر فقد تراوحت الأشهر ما بين (0 - 60) شهراً، وتعتبر 3 آبار فقط متأخرة بأشهر عديدة حيث سجلت آبار سوق الخميس، والسواني، وسيدي الصيد، 60، 47، 37 شهراً على التوالي. وبالنظر إلى نتائج الهبوط السنوي فقد سجل اتجاه بئر القره بوللي أكثر من 2 متر سنوي.

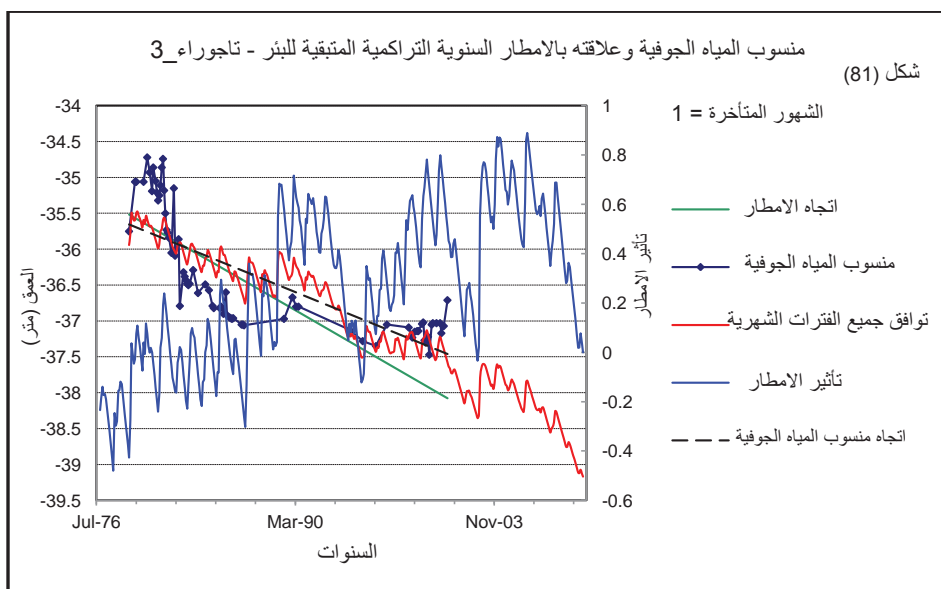
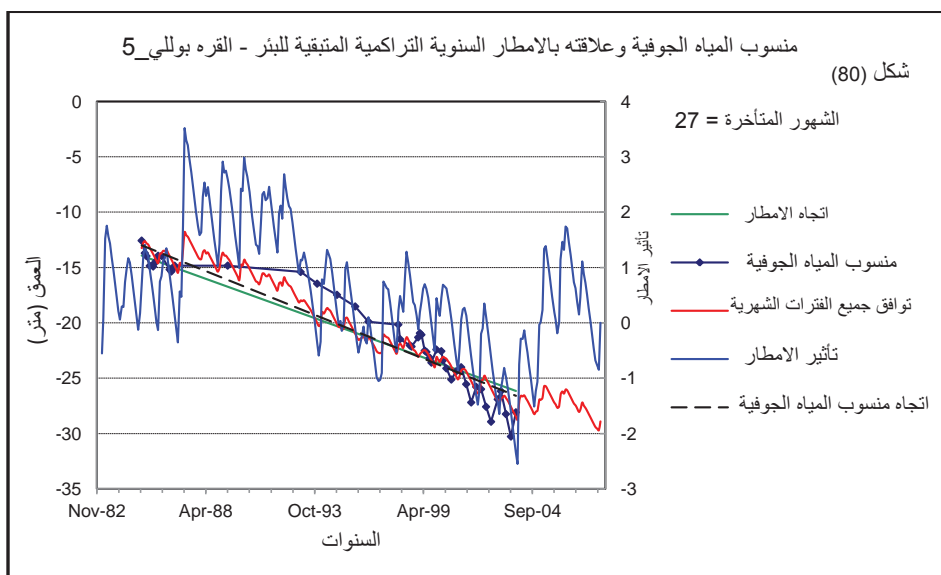


المصدر : من عمل الباحث استناد على جدول (4) . (+) تشير إلى مواقع الآبار حسب إحداثياتها بسهل الجفارة.

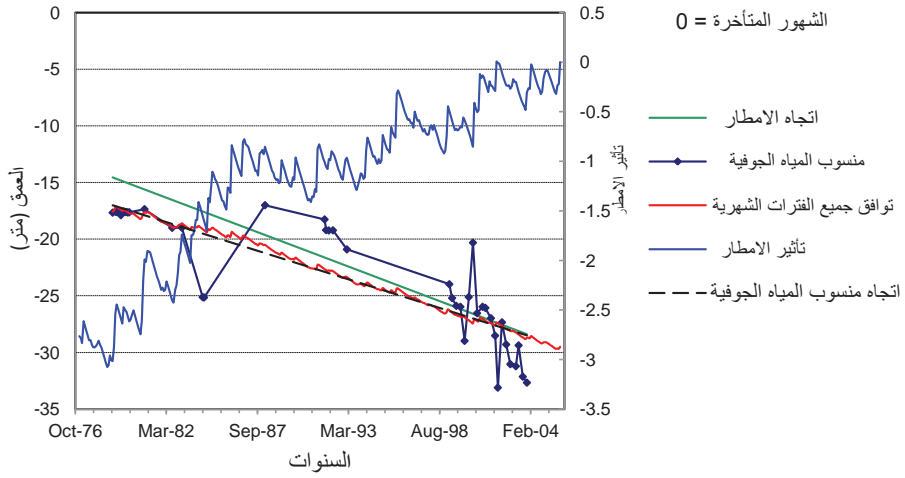
شكل (79) معدل اتجاه الهبوط السنوي (متر) للآبار باستخدام HARTT لمنطقة الدراسة

ونخلص مما سبق ما يأتي:

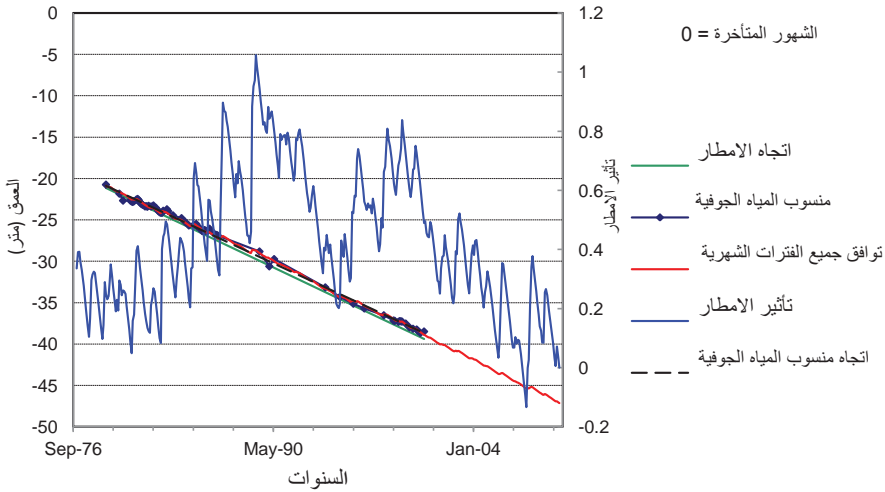
- أن R^2 التي تفسر مدى تأثير الأمطار على مستويات المياه الجوفية فقد بلغت أعلاها في بئر ترفاس 0.998 (99%)، وبلغت R^2 في بئر أوبوغلان 0.132 (13%) وهى أدنى قيمة بالنسبة لأبار منطقة الدراسة، وقد ارتبطت R^2 المرتفعة بأعماق الآبار العميقة والمتوسطة.
- هناك تأخير (بالأشهر) ضئيل أو معدوم في الاستجابة لأحداث هطول الأمطار في الأعماق الضحلة للآبار، وهذا التأخر يزداد في الآبار العميقة والمتوسطة.
- أظهرت P-Rainfall (لهطول الأمطار) أقل من 0.05 لـ (29) بئر، مشيراً إلى أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى المياه الجوفية وARR في هذه الآبار، وأن 10 أبار فقط كانت P-Rainfall (لهطول الأمطار)، قد تجاوزت 0.05 مما يدل على عدم وجود علاقة هامة بين مستوى المياه الجوفية وARR وأن عوامل أخرى يرجح أن تؤثر في الرسم المائي.
- وكانت قيمة P-time أقل من 0.01 بالنسبة لـ (34) بئر، وهذا يشير إلى أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين عمق المياه الجوفية والوقت، مع وجود 5 أبار فقط تجاوزت قيمة P-time 0.05 وهذا يدل على عدم جود علاقة هامة بين عمق المياه الجوفية والوقت.
- تتجه جميع الآبار إلى التناقص وأن أكثر اتجاه الآبار انخفاضاً في منسوب المياه الجوفية كانت الآبار التي تقع في المناطق حول العاصمة طرابلس، حيث السحب الزائد بسبب النشاط البشري بأنواعه، وأن اتجاه بئر الساعدية_4 قد سجل هبوط قرابة 3 متر بالسنة وهو الأعلى على مستوى منطقة الدراسة.
- ومن خلال المقارنة البصرية فقط للآبار وتوزيعها حسب توقيعتها على الخريطة الجيولوجية لسهل الجفارة وعلاقتها بتأخير تأثير مياه الأمطار على مستوى المياه الجوفية، وجد أن الآبار التي تقع في رواسب البلايا المائية ورواسب تكوين الجفارة شبه الطفالية تتأخر بعدد أقل (من 0 - 5 أشهر) من غيرها من الرواسب الأخرى لمواقع الآبار.



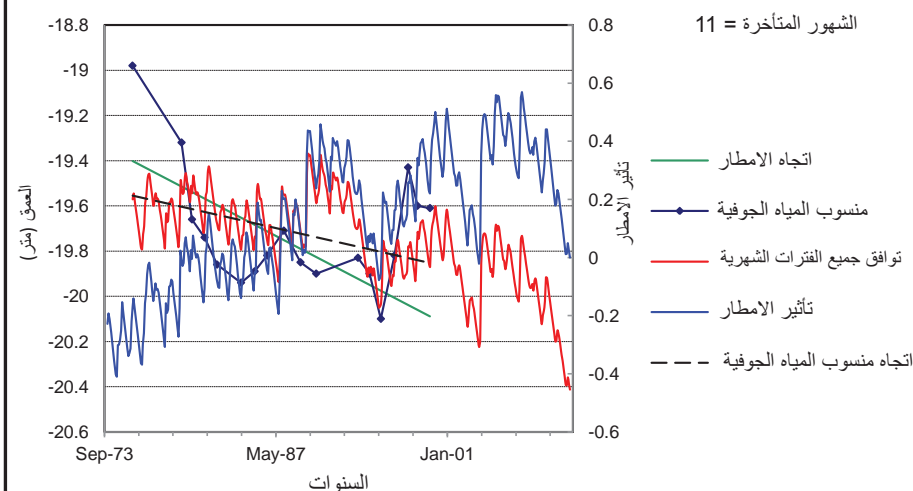
شكل (82) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - بدر



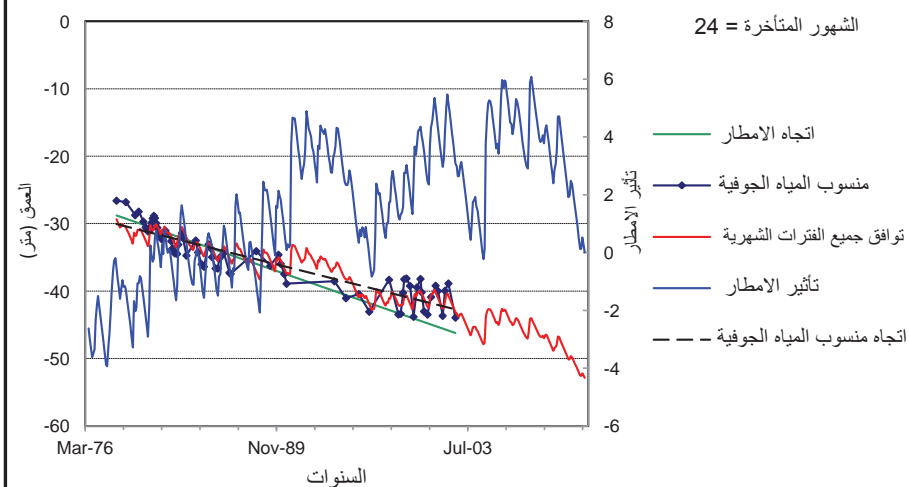
شكل (83) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - بئر نرفاس_2



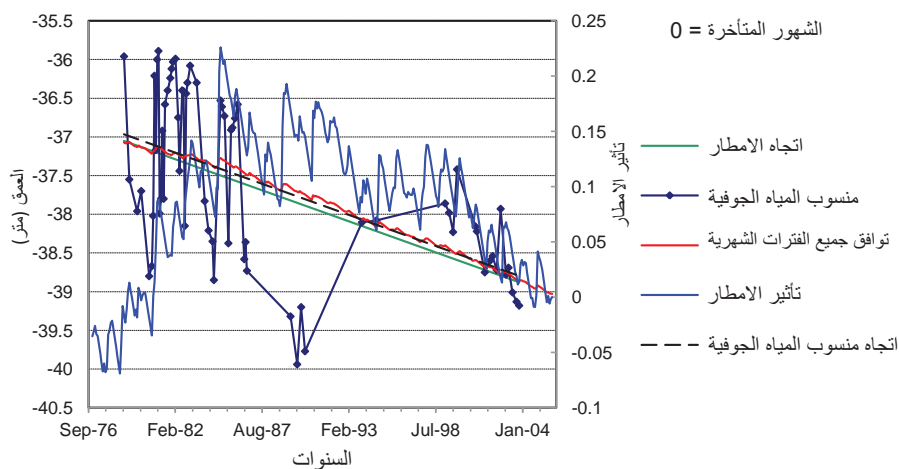
شكل (84) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - طرابلس_4



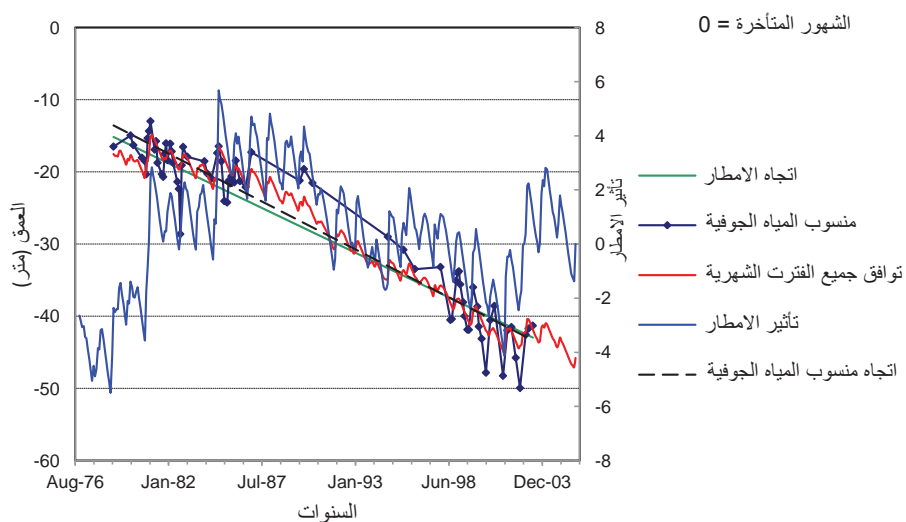
شكل (85) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - عين زارة

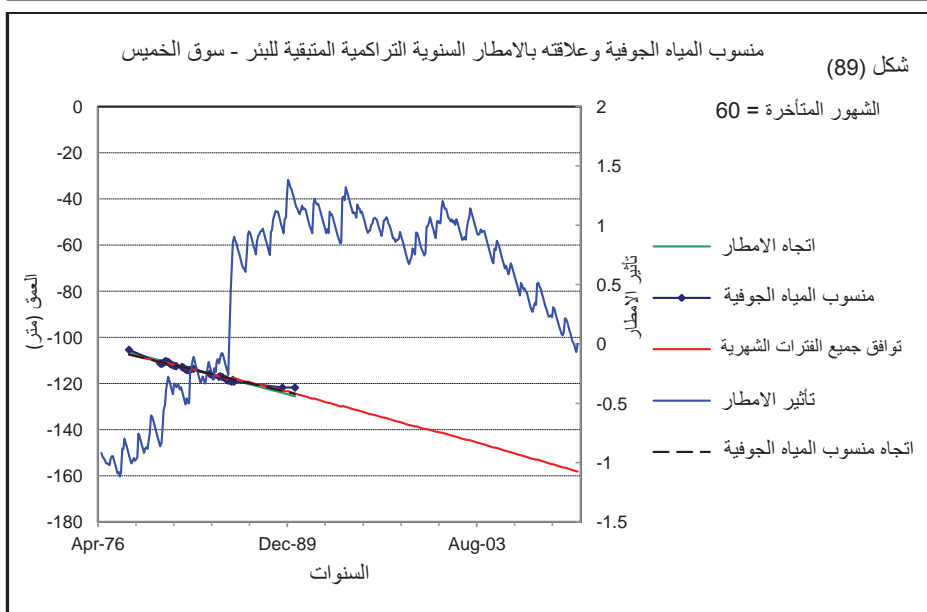
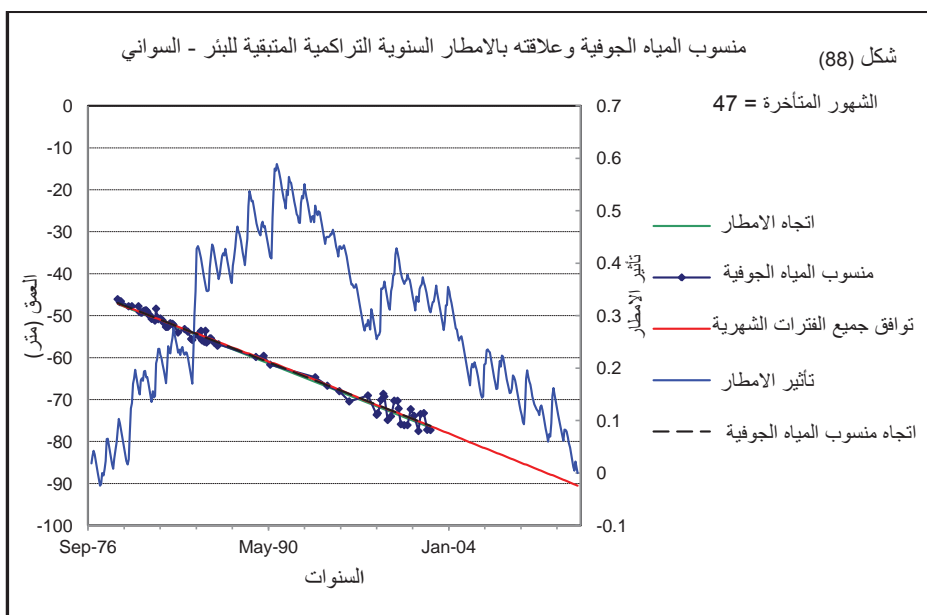


شكل (86) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - الماية



شكل (87) منسوب المياه الجوفية وعلاقته بالأمطار السنوية التراكمية المتبقية للبئر - القره بوللي_2





المصدر: جميع الاشكال من (80 الى 89) من عمل الباحث.

الخاتمة

أولاً: النتائج

ثانياً: التوصيات

الخاتمة

تشمل الخاتمة على أهم النتائج والتوصيات التي توصل إليها الباحث من خلال دراسة موضوع "الأمطار في سهل الجفارة بليبيا: احتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها".

أولاً: النتائج:

من خلال الدراسة التحليلية للأمطار في سهل الجفارة واحتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها تبين عدة نتائج من أهمها:

1- تعتبر المرتفعات التونسية عاملاً مؤثراً على أمطار الأطراف الغربية من سهل الجفارة فلا يصيبها إلا قدر بسيط من الأمطار بسبب فقدان معظم حمولتها من بخار الماء على مرتفعات أطلس التونسية.

2- من خلال تطبيق معامل الاختلاف اتضح أنه يتباين تبايناً كبيراً بين فصول السنة على مستوى المناطق، ويأتي فصل الربيع في مقدمة الفصول من حيث التذبذب فقد بلغ (99%) تقريباً ويليه فصل الخريف (80%) تقريباً، ثم فصل الشتاء فقد بلغ (57%) تقريباً على اعتبار هذه المعدلات معدلات عامة لكامل محطات منطقة الدراسة.

3- اتضح من خلال دراسة الأيام الممطرة أنها تتفق بشكل كبير في توزيعها مع توزيع متوسط كمية المطر السنوي، فالأجزاء التي ترتفع بها معدلات الأمطار في سهل الجفارة، هي الأكثر في عدد الأيام الممطرة.

4- من خلال دراسة تركيز المطر تبين أن متوسط تركيز المطر في فصل الخريف لجميع محطات منطقة الدراسة يتراوح ما بين (6.3 - 14.2) ملم/يوم ممطر، أما فصل الشتاء فقد تراوح بين (5.9 - 11.2) ملم/يوم ممطر، أما فصل الربيع فقد تراوح ما بين (4.7 - 14.1) ملم/يوم ممطر، وبذلك يكون أعلى متوسط تركيز للمطر في فصل الخريف يليه الربيع ثم الشتاء.

5- بتطبيق معادلة خط الإنحدار البسيط على 7 محطات خلال الفترة 1970 - 2009 اتضح أن معظم المحطات يبدو فيها التناقص بشكل عام في أمطارها فقد وصل أعلى تناقص في محطة مطار طرابلس من بين 7 محطات إلى (-3.58) ملم.

6- من خلال تطبيق المتوسطات الثلاثية و الخماسية المتحركة على 7 محطات للفترة 1970 - 2009 اتضح أن الدورات التي تمر بها المحطات غير منتظمة وليس لها أطوال محددة بالضبط وأنها ليست دقيقة في مواعيدها ومع ذلك لوحظ أن دورات الخمس سنوات تكررت من منتصف السبعينات إلى التسعينات في أكثر من محطة، مع ملاحظة أيضاً زيادة الأمطار في الفترة ما بين 1970 - 1990 في السبع محطات المدروسة وتناقصها في الفترة ما بين 1990 إلى 2009 مع وجود بعض الاختلافات البسيطة بين محطات منطقة الدراسة.

7- وقد تبين من خلال دراسة احتمالية سقوط الأمطار السنوية أن النسبة المئوية لاحتمال سقوط 130 ملم لمتوسط محطات المنطقة (81%) ثم تقل عن ذلك لاحتمال سقوط 190 ملم حيث تنخفض إلى (62%) وتصل النسبة إلى أدنى مستوياتها عند الكمية 250 ملم وهي (41%).

8- وقد تبين أيضاً من خلال دراسة احتمالية سقوط الأمطار على المستوى الفصلي، أن النسبة المئوية لاحتمال سقوط 30 ملم فقد حقق فصل الشتاء نسبة (88%) لمتوسط محطات المنطقة مقابل (78%) لفصل الخريف و(58%) لفصل الربيع، أما عند دراسة الكمية 70 ملم فقد حقق أيضاً فصل الشتاء (68%) في حين يسجل فصل الخريف نسبة (54%) وفصل الربيع (20%)، وعند الكمية 110 ملم يحقق فصل الشتاء أيضاً المرتبة الأولى بنسبة (45%)، ثم يليه فصل الخريف بنسبة (32%) وأخيراً فصل الربيع بنسبة (4%) فقط على مستوى منطقة الدراسة.

9- من خلال نتائج التحليلات الإحصائية لدرجة الاعتماد على الأمطار على المستوى السنوي فقد حققت نسبة (70%) على مستوى الأمطار السنوية أعلى كمية (182 ملم) من الأمطار المتوقع سقوطها لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق نسبة (80%) لتصل إلى (152 ملم) لمتوسط محطات المنطقة في حين نجد أن كمية المطر لا تقل كثيراً عند تطبيق النسبة (90%) لتصل إلى (112 ملم) لمتوسط محطات المنطقة.

10- ومن خلال نتائج التحليلات الإحصائية أيضاً لدرجة الاعتماد على الأمطار على المستوى الفصلي يتضح أن كميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%) فقد حقق فصل الشتاء المرتبة الأولى حيث بلغت كمية المطر (77 ملم) المتوقع حدوثها بهذه النسبة وذلك لمتوسط محطات المنطقة، أما عند تطبيق النسبة (80%) بلغت (59 ملم) وعند تطبيق (90%) انخفضت كمية المطر إلى (33 ملم) لمتوسط محطات المنطقة. أما فصل الخريف فعند تطبيق (70%) بلغت الأمطار (48 ملم) لمتوسط محطات المنطقة وعند النسبة (80%) بلغت الأمطار (28 ملم) وعند نسبة (90%) فقد بلغت كمية الأمطار (4 ملم) لمتوسط محطات منطقة الدراسة، أما فصل الربيع فإن كمية الأمطار تناقص بشكل حاد فعند تطبيق النسبة (70%) بلغت كمية المطر (20 ملم) لمتوسط محطات المنطقة وعند النسبة (80%) بلغت الأمطار (8 ملم) وعند النسبة (90%) انخفضت الأمطار إلى (0.16 ملم) لمتوسط محطات المنطقة.

11- عند استخدام مقياس الجفاف spi على جميع محطات منطقة الدراسة والبالغ عددها 25 محطة، اتضح أنها تعرضت لفترات جفاف متفاوتة فيما بينها، وأن نسبة السنوات الجافة بلغت 51% بينما بلغت نسبة السنوات الرطبة 49% من فترة الدراسة، وقد أظهرت النتائج أن التصنيف الأكثر شيوعاً ضمن تصنيف spi هو معتدل الرطوبة وجاف معتدل. ومن بين النتائج أيضاً حجم الجفاف عندما $spi = -2$ بتصنيف شديد الجفاف أن القيم الأعلى تتواجد في الجزء الشمالي الغربي بالاتجاه إلى الجنوب الشرقي. وأن محطة صبراته والجميل الواقعتان على الساحل سجلتا أعلى قيم للجفاف.

12- أما بخصوص استدامة الجفاف بتطبيق مقياس الجفاف spi فقد اتضح أن نطاقاً عريضاً يتوسط منطقة الدراسة هو الأكثر تعرضاً لاستدامة جفاف طويلة تراوحت ما بين (4 - 6) سنوات متتالية. ومن خلال نتائج شدة الجفاف عندما $spi = -2$ بتصنيف شديد الجفاف حيث تتأثر المحطات الساحلية بشكل كبير وخصوصاً مدينة طرابلس، القرة بوللي، الهضبة الخضراء، مما يؤثر على الزراعة البعلية وتغذية المياه الجوفية في هذه المناطق.

13- لقد كشفت التحليلات الإحصائية للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة أن هناك آباراً قد بلغت فيها R^2 (99%) كما في بئر ترفاس وهذا يدل على تفسير (99%) من تغير مستويات المياه الجوفية في هذا البئر راجع إلى مياه الأمطار، ومن ناحية أخرى بلغت R^2 أدنى قيمة فقد بلغت في بئر أبو غليان (13%) فقط. أما بخصوص التأخر (بالأشهر) ضئيل أو معدوم لأحداث سقوط الأمطار في الأعماق الضحلة للآبار وقد تراوح التأخر ما بين (0 - 3) أشهر في 7 آبار من بين 9 آبار ضحلة، وهذا التأخر يزداد في الآبار العميقة والمتوسطة. كما أظهرت نتائج مستوى الثقة للأمطار (أقل من 0.05) لـ 29 بئر، مشيراً إلى أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى المياه الجوفية والأمطار في هذه الآبار، وأن 10 آبار فقط كانت مستوى الثقة للأمطار قد تجاوزت (أكبر من 0.05)، مما يدل على عدم وجود علاقة مهمة بين مستوى المياه الجوفية والأمطار وأن عوامل أخرى يرجح أن تؤثر في الرسم المائي. كما نتجه أيضاً جميع الآبار إلى التناقص وأن أكثر الآبار انخفاضاً في منسوب المياه الجوفية كانت الآبار التي تقع في المناطق التي حول العاصمة طرابلس، وأن اتجاه بئر (الساعدية-4) قد سجل هبوط قرابة 3 أمتار بالسنة وهو الأعلى على مستوى منطقة الدراسة خلال الفترة المدروسة (1978 - 2003).

ثانياً: التوصيات:

من خلال دراسة احتمالات سقوط الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في سهل الجفارة يمكننا وضع جملة من التوصيات والمقترحات المتمثلة في الآتي:

- 1- إعادة النظر في التوزيع الجغرافي للمحطات المناخية في سهل الجفارة حيث تنتزع أغلب المحطات على الساحل وإهمال الأجزاء الأخرى.
- 2- مراجعة البيانات المناخية والتأكد من صحتها لتلافي الأخطاء التي قد تحدث أثناء تدوين أو إدخال تلك البيانات تمهيداً لطباعتها، إضافة إلى الاهتمام برصد جميع عناصر المناخ دون انقطاع وإصدارها بصفة دورية، كما يجب التخلص من احتكار البيانات المناخية ليسهل الحصول عليها من قبل الباحث.

- 3- الاستفادة من خلال ربط العلاقة بين كميات الامطار المحتمل سقوطها ودرجة الاعتماد عليها على المستوى السنوي والفصلي وبين الامكانيات الزراعية التي يمكن تميمتها واستغلالها في منطقة سهل الجفارة.
- 4-المزيد من الدراسات حول الجفاف المناخي وبمقاييس عالمية معمول بها ليتم تطبيقها على جميع مناطق ليبيا لما لهذا من أثر على الزراعة وتغذية المياه الجوفية، ومن ثم يمكن التعرف على المناطق الأكثر تضرراً من الجفاف، حتى يتسنى لأصحاب القرار اتخاذ التدابير اللازمة لتعويض المناطق الأكثر جفافاً بمصادر أخرى للمياه.
- 5- يجب الاهتمام بالاماكن الأكثر جفافاً عندما $SPI = -2$ بتصنيف شديد الجفاف وكذلك الاماكن الأكثر تعرضاً لاستدامة الجفاف في سهل الجفارة ووضع خطط مستقبلية حال تكرار الجفاف لفترة زمنية طويلة.
- 6-المزيد من الاهتمام وإجراء الدراسات حول الزراعة البعلية مع ترشيد المزارعين الذين يعتمدون على المياه الجوفية بزراعة المحاصيل التي لا تستهلك مياه بكثرة وإن اضطر الأمر إلى إصدار قوانين تمنع زراعة محاصيل معينة لمنع استنزاف المياه الجوفية.

الملاحق

ملحق (1) النموذج الرياضى لدليل المطر القياسى spi :-

يعتمد دليل المطر القياسى احصائيا على تحويل توزيع كاما (Gamma distribution probability) (sirdas aud zekai , 2003, pp. 809 – 820) و (رشيد أنس , 2009 , ص . 60 – 72) لسلسلة البيانات إلى التوزيع الطبيعى بهذا يكون المتوسط الحسابى لدليل المطر القياسى spi تساوى صفرا بينما تعنى القيمه الموجبة لدليل المطر القياسى وجود زيادة فى كمية الأمطار عن المعدل العام اى سنوات رطبة ، أما القيمه السالبة لدليل المطر القياسى فتدل على وجود نقص فى الأمطار من المعدل العام للأمطار اى سنوات جافة . ولكى يتم حساب قيمة دليل المطر القياسى spi يتم أولا حساب توزيع كاما لسلسلة بيانات الأمطار لكل محطة امطار باستخدام دالة التوزيع الموضحة فى المعادلة الآتية :

$$g(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha/(\alpha)}} x^{\alpha-1} e^{x/\beta} \text{ for } x > 0 \quad \dots\dots\dots 1.$$

حيث أن:

$$\bar{f}(\alpha) = \int_0^\infty y^{\alpha-1} e^{-y} dy \quad \dots\dots\dots 2.$$

$\bar{f}(\alpha)$ دالة كاما،

x = قيمة المطر التي يراد تقييم التوزيع عندها،

α = معلمة الشكل للتوزيع (a shape parameter) ولها قيمة أكثر من الواحد،

β = معلمة المقياس للتوزيع (a scale parameter) ولها قيمة أكبر من الواحد.

يتم استخدام العلاقات الآتية فى احتساب قيم α و β .

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad \dots\dots\dots 3.$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad \dots\dots\dots 4.$$

حيث أن:

$$A = 1n(\bar{x}) - \frac{\sum 1n(x)}{n} \quad \dots\dots\dots 5.$$

n = عدد الإحداثيات المطرية فى السجل المطري.

بتعويض قيم α و β تصبح دالة توزيع كاما كما مبين فى المعادلة (6).

يتبع ملحق (1) النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي spi :-

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^{\alpha/(\alpha)}} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad \dots\dots\dots 6$$

وبافتراض قيمة $t = x/\beta$ لذلك يمكن صياغة دالة توزيع كما مبين في المعادلة الآتية.

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad \dots\dots\dots 7$$

وبما أن دالة توزيع كما تكون غير معرفة عند قيم الصفر وبما أن سجلات المطر تحتوي قيم الصفر، لذلك تم استنباط الدالة الآتية في احتساب الاحتمالية التراكمية لكما.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad \dots\dots\dots 8$$

حيث أن q تمثل احتمالية القيم الصفرية وتحتسب باستخدام العلاقة الآتية.

$$q = \frac{m}{n} \quad \dots\dots\dots 9$$

حيث أن: m = عدد بيانات المطر الصفرية في سلسلة البيانات.

يتم استخدام المعادلات الآتية لتحويل قيم الاحتمالية التراكمية لكما إلى التوزيع الطبيعي

كمتغير عشوائي (random variable Z) والذي يمثل قيم دليل المطر القياسي SPI.

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{2.515517+0.802853t+0.010328t^2}{1+1.432788t+0.189269t^2+0.001308t^3} \right) \text{ for } 0 < \quad \dots\dots\dots 10$$

$$H(x) \leq 0.5$$

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{2.515517+0.802853t+0.010328t^2}{1+1.432788t+0.189269t^2+0.001308t^3} \right) \text{ for } 0.5 < \quad \dots\dots\dots 11$$

$$H(x) <$$

حيث إن:

$$t = \sqrt{1n \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \text{ for } 0 < H(x) \leq 0.5 \quad \dots\dots\dots 12$$

$$t = \sqrt{1n \left(\frac{1}{(H(x))^2} \right)} \text{ for } 0.5 < H(x) < 1 \quad \dots\dots\dots 13$$

تعرف فترة الجفاف المتعاقبة ضمن السلسلة الزمنية للأمطار بأنها إستدامة الجفاف (drought

duration) بينما تعرف كمية عجز المطر خلال تلك الفترة بأنها كمية الجفاف الكلي (drought

magnitude) ويتم حسابها باستخدام العلاقة الآتية :

يتبع ملحق (1) النموذج الرياضي لدليل المطر القياسي spi :-

$$M_j = \sum_{i=1}^m |X_0 - x_0|$$

m = عدد مرات العجز خلال فترة جفاف معينة .

Xo = مستوى الإقتطاع (truncation level) القياسي لكل فترة جفاف متصلة (, 1- , 1.5- , 2-)
0) والتي يتم إختيارها من بين تصنيفات Spi

وأخيراً تحسب شدة الجفاف بالمعادلة الآتية :-

حيث Lj هي طول إستدامة الجفاف لفترة الجفاف المختارة رقم j .

ملحق (2) المتوسطات الثلاثية والخماسية المتحركة في بعض المحطات المختارة خلال الفترة (1970-2009)

محطة بئر الغنم				محطة مطار طرابلس			
المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار (ملم) السنية	السنوات	المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار (ملم) السنية	السنوات
*	*	34.0	1970	*	*	49.1	1970
*	*	126.5	1971	*	*	325.4	1971
*	134.2	242.0	1972	*	242.2	352.0	1972
*	159.0	108.5	1973	*	340.9	345.4	1973
151.4	198.8	246.0	1974	292.0	361.9	388.2	1974
173.6	166.5	145.0	1975	342.8	345.5	302.8	1975
216.7	244.3	342.0	1976	368.3	381.4	453.2	1976
194.8	206.5	132.5	1977	364.3	362.7	332.1	1977
201.4	205.3	141.5	1978	357.5	365.5	311.2	1978
224.2	211.3	360.0	1979	337.1	309.8	286.1	1979
273.7	297.9	392.3	1980	369.7	354.5	466.1	1980
220.8	276.7	77.7	1981	333.9	342.1	274.2	1981
262.3	270.0	339.9	1982	345.7	377.0	390.7	1982
277.7	212.0	218.5	1983	343.8	322.3	302.0	1983
257.4	272.3	258.5	1984	369.3	368.7	413.3	1984
207.1	206.0	141.0	1985	317.4	307.4	207.0	1985
226.8	191.8	176.0	1986	356.0	362.4	467.0	1986
180.6	142.0	109.0	1987	313.2	283.5	176.5	1987
179.6	166.2	213.5	1988	301.2	295.2	242.2	1988
151.2	146.3	116.3	1989	259.1	207.2	202.9	1989
162.3	175.4	196.5	1990	261.4	221.2	218.6	1990
178.9	190.7	259.3	1991	215.4	219.4	236.6	1991
177.9	186.5	103.7	1992	204.8	193.0	123.9	1992
166.3	172.9	155.7	1993	183.4	165.1	134.9	1993
179.3	146.9	181.4	1994	193.1	170.2	251.7	1994
191.6	198.4	258.0	1995	243.2	285.1	468.8	1995
206.3	257.3	332.5	1996	246.1	324.0	251.4	1996
242.9	292.4	286.8	1997	269.3	319.9	239.6	1997
255.7	279.7	219.7	1998	287.0	238.2	223.5	1998
258.0	233.1	192.8	1999	288.5	240.7	259.0	1999
224.6	167.9	91.3	2000	224.1	209.8	146.8	2000
189.0	146.2	154.6	2001	211.2	197.7	187.3	2001
162.5	133.4	154.2	2002	217.7	201.9	271.7	2002
161.1	173.8	212.6	2003	221.6	234.0	243.0	2003
154.6	175.8	160.5	2004	211.8	241.7	210.4	2004
153.7	153.2	86.5	2005	222.8	218.3	201.5	2005
				236.6	222.8	256.4	2006
				228.2	229.2	229.7	2007
				229.0	244.4	247.0	2008
				210.4	198.0	117.4	2009

يتبع ملحق (2)

زواراة				راس جدير			
المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار السنوية (مم)	السنوات	المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار السنوية (مم)	السنوات
*	*	132.8	1970	*	*	43.2	1970
*	*	213.7	1971	*	*	64.0	1971
*	200.3	254.5	1972	*	134.1	295.0	1972
*	237.4	243.9	1973	*	157.7	114.0	1973
250.2	301.5	406.0	1974	140.7	198.7	187.1	1974
283.6	316.5	299.7	1975	179.3	179.2	236.6	1975
329.1	382.4	441.4	1976	235.0	255.4	342.5	1976
315.5	309.2	186.4	1977	199.6	232.4	118.0	1977
337.0	326.4	351.5	1978	224.5	232.9	238.2	1978
313.9	276.1	290.5	1979	225.5	182.7	192.0	1979
294.1	280.8	200.5	1980	203.1	185.1	125.0	1980
213.8	177.0	40.1	1981	138.8	112.7	21.0	1981
236.9	180.9	302.0	1982	150.4	107.2	175.7	1982
203.1	174.9	182.5	1983	139.8	127.3	185.2	1983
235.7	312.7	453.6	1984	160.1	218.2	293.6	1984
228.7	267.1	165.2	1985	164.9	209.3	149.2	1985
298.7	336.4	390.4	1986	206.4	223.7	228.4	1986
289.6	270.6	256.3	1987	200.8	175.0	147.5	1987
325.2	335.7	360.3	1988	199.2	184.4	177.4	1988
264.5	255.7	150.4	1989	173.5	163.3	165.0	1989
279.8	250.8	241.7	1990	209.9	224.5	331.0	1990
234.7	185.7	164.9	1991	190.1	208.5	129.5	1991
203.3	168.6	99.1	1992	183.6	191.8	115.0	1992
174.6	160.3	217.0	1993	184.0	141.3	179.5	1993
181.9	167.6	186.6	1994	183.8	152.8	164.0	1994
197.9	241.9	322.0	1995	161.1	186.9	217.3	1995
201.4	230.2	182.1	1996	154.3	158.9	95.5	1996
241.0	267.2	297.5	1997	160.5	152.9	146.0	1997
238.4	227.9	204.0	1998	154.6	130.5	150.0	1998
249.6	247.9	242.2	1999	143.3	134.5	107.6	1999
214.7	197.9	147.5	2000	117.0	114.5	86.0	2000
203.4	171.8	125.8	2001	132.0	121.4	170.5	2001
207.2	196.7	316.7	2002	144.1	154.3	206.5	2002
216.7	231.3	251.4	2003	137.2	164.2	115.6	2003
202.8	246.9	172.5	2004	138.7	145.7	115.0	2004
206.1	196.0	164.1	2005				
232.0	197.3	255.4	2006				
217.7	221.5	244.9	2007				
199.6	220.4	160.9	2008				
194.5	184.3	147.2	2009				

يتبع الملحق (2)

محطة مدينة طرابلس				محطة صرمان			
المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار السنوية (مم)	السنوات	المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار السنوية (مم)	السنة
*	*	98.4	1970	*	*	291.1	1975
*	*	296.6	1971	*	*	405.0	1976
*	231.5	299.6	1972	*	311.0	237.0	1977
*	344.7	437.9	1973	*	291.6	232.7	1978
310.6	386.0	420.6	1974	288.1	248.1	274.6	1979
353.6	390.7	313.5	1975	280.8	253.9	254.5	1980
390.8	405.6	482.6	1976	234.6	234.5	174.3	1981
402.8	385.1	359.2	1977	274.9	289.1	438.6	1982
401.6	424.6	432.1	1978	274.1	280.5	228.7	1983
397.3	396.7	398.9	1979	296.6	351.3	386.7	1984
402.5	390.3	339.8	1980	289.6	278.3	219.6	1985
350.7	320.8	223.6	1981	341.6	347.0	434.6	1986
375.9	349.6	485.3	1982	276.2	255.2	111.5	1987
351.0	338.7	307.2	1983	310.0	314.6	397.6	1988
367.7	425.0	482.5	1984	274.6	239.6	209.7	1989
348.7	344.9	244.9	1985	279.7	284.2	245.3	1990
408.9	417.4	524.8	1986	244.9	238.5	260.6	1991
366.8	348.2	274.8	1987	249.1	212.7	132.2	1992
411.8	443.9	532.2	1988	205.7	191.2	180.8	1993
381.7	379.7	332.0	1989	196.1	158.2	161.5	1994
403.4	405.8	353.2	1990	237.8	265.4	453.8	1995
363.6	336.9	325.6	1991	233.0	284.0	236.7	1996
362.5	316.2	269.7	1992	271.1	337.7	322.7	1997
296.7	266.2	203.2	1993	288.9	276.4	269.7	1998
299.1	272.3	343.9	1994	306.7	281.0	250.7	1999
318.9	333.1	452.1	1995	243.3	219.0	136.7	2000
321.2	377.7	337.2	1996	240.1	202.7	220.7	2001
373.7	440.5	532.2	1997	228.2	206.8	263.0	2002
412.1	421.5	395.0	1998	225.9	247.4	258.6	2003
410.4	420.8	335.3	1999	215.6	240.2	199.0	2004
364.8	318.2	224.3	2000	234.6	229.8	231.7	2005
352.2	278.0	274.3	2001	228.9	207.7	192.4	2006
365.0	365.0	596.3	2002	239.7	247.0	316.8	2007
366.4	424.2	402.0	2003	244.1	263.2	280.5	2008
360.2	434.2	304.2	2004	228.5	239.5	121.2	2009
374.6	334.1	296.2	2005				
388.2	314.2	342.1	2006				
330.5	315.5	308.1	2007				
302.2	303.5	260.2	2008				
270.1	237.4	143.9	2009				

ينبع ملحق (2)

محطة الجوش			
المتوسطات المتحركة الخماسية	المتوسطات المتحركة الثلاثية	كمية الأمطار السنوية (مم)	السنوات
*	*	18.0	1970
*	*	42.5	1971
*	60.8	122.0	1972
*	77.7	68.5	1973
81.9	116.3	158.5	1974
100.8	113.2	112.7	1975
155.0	194.9	313.5	1976
149.8	174.1	96.0	1977
156.3	170.2	101.0	1978
170.4	142.0	229.0	1979
200.0	196.8	260.5	1980
149.5	183.5	61.1	1981
163.7	162.9	167.0	1982
189.4	152.5	229.5	1983
189.0	207.8	227.0	1984
162.8	195.3	129.5	1985
198.5	198.7	239.5	1986
185.3	156.7	101.2	1987
153.1	136.4	68.5	1988
133.4	99.4	128.5	1989
123.5	92.3	80.0	1990
116.6	137.8	205.0	1991
122.6	138.7	131.0	1992
132.7	151.7	119.0	1993
137.4	134.0	152.0	1994
160.3	155.2	194.5	1995
151.0	168.4	158.7	1996
145.3	151.9	102.5	1997
139.1	116.4	88.0	1998
147.0	127.3	191.3	1999
140.8	147.5	163.3	2000
145.6	179.2	183.0	2001
151.1	158.8	130.0	2002
157.9	145.0	122.0	2003
152.0	137.8	161.5	2004
152.8	150.3	167.5	2005

المصدر: من عمل الباحث.

ملحق (3) المتوسط الشهري والموسمي لعدد الايام الممطرة

المحطة	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	الموسم
رأس جدير	1.3	3.0	3.2	3.2	3.2	2.1	2.6	0.8	0.5	19.9
أبوكماش	1.3	2.5	2.5	3.5	3.5	2.5	2.3	1.1	0.6	19.8
زلطن	1.8	2.3	3.1	4.0	4.0	2.3	2.5	1.0	0.5	21.5
زواره	1.8	3.1	4.0	5.1	5.2	3.8	3.5	1.7	0.9	29.1
رقدالين	1.0	3.1	3.0	3.9	5.2	2.6	2.3	0.8	0.9	22.8
العجيلات	0.9	3.0	3.3	4.4	3.6	2.6	2.5	1.4	0.4	22.1
صبراتة	1.1	3.3	3.5	4.5	3.7	2.6	2.6	1.2	0.4	22.9
صرمان	1.8	4.1	5.9	7.5	7.5	5.1	4.0	2.4	1.4	39.7
الزاوية	1.4	3.7	4.0	5.4	5.2	3.6	3.1	1.4	0.3	28.1
جود دائم	0.9	3.4	4.0	4.8	5.2	4.2	3.3	1.5	0.4	27.7
جنزور	1.2	3.2	3.8	4.9	5.8	3.2	2.8	1.5	0.6	27.0
الهضبة الخضراء	2	4.1	6.7	8.4	8.8	5.4	4.3	2.3	1	43
مدينة طرابلس	2.4	6.2	7.6	9.7	6.2	6.7	5.9	3.0	0.5	48.2
القره بوللي	1.3	3.6	5.2	5.4	5.7	4.0	3.3	1.6	0.7	30.8
غنيمه	1.2	3.6	4.9	6.1	6.2	4.5	3.5	1.7	0.7	32.4
مطار طرابلس	1.7	5.2	6.3	7.2	9.4	6.0	5.6	3.1	1.8	46.3
العامرية	1.2	2.9	4.3	5.0	3.2	3.2	2.7	1.4	0.4	24.3
العسة	1.5	1.9	2.6	2.7	2.7	2.5	2.2	1.1	0.2	17.4
العزيزية	1.2	2.8	3.4	4.7	3.2	3.4	3.2	1.2	0.4	23.5
بئر الغنم	0.8	2.6	2.5	3.3	4.2	2.5	3.6	1.6	0.5	21.6
الرابطة	0.6	2.8	2.4	3.9	6.6	2.8	3.0	1.5	0.5	24.1
شكشوك	0.8	1.8	1.8	2.8	3.8	2.1	2.2	0.9	0.7	16.9
الجوش	1.0	1.6	1.7	2.6	2.7	2.5	2.5	1.0	0.5	16.1

ملحق (4) نتائج التحليل الاحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية للآبار المختارة بسهل جفارة عبر برنامج HARTT

name_well	elevation (m)	Depth (m)	Depth initial	final	best fit delay (months)	R2	C intercept k0	ACC. residual rainfall (mm)k1	P	Time (month) k2	P	rate of rise (m/yr)
abughailan	262.77	33	-31.31	-31.34	3	0.1324	-31.3014	0.0001	0.0076	-0.0001	0.1359	-0.001
ainzarah	34.43	93	-26.59	-43.92	24	0.8732	-28.7300	0.0121	0.0000	-0.0599	0.0000	-0.718
alkrimiyah	59	60	-43.45	-55.505	14	0.9847	-43.8096	0.0013	0.0581	-0.1438	0.0000	-1.725
almayah	44	60	-35.96	-39.18	0	0.3138	-37.0466	0.0004	0.5940	-0.0061	0.0000	-0.073
alqarabulli_1	83	180	-25.04	-29.86	23	0.5373	-22.6311	0.0198	0.0000	-0.1728	0.0000	-2.074
alqarabulli_2	50	135	-16.51	-41.32	0	0.9385	-15.0695	0.0139	0.0000	-0.0942	0.0000	-1.130
alqarabulli_4	80	185	-35.24	-40.98	1	0.9543	-33.2245	0.0047	0.0000	-0.0866	0.0000	-1.040
alqarabulli_5	93.13	35	-12.57	-28.08	27	0.9241	-13.8679	0.0086	0.0017	-0.0541	0.0000	-0.649
annasriyah_1	90	59	-30.74	-40.48	1	0.9954	-30.8809	0.0011	0.0002	-0.1032	0.0000	-1.238
azizyah_1	121.22	55	-48.68	-54.26	5	0.7445	-47.0574	0.0040	0.0034	-0.0167	0.0000	-0.200
azzahra	80	59	-24.9	-44.81	58	0.9794	-25.5040	0.0002	0.7938	-0.0673	0.0000	-0.807
badr	157.23	45	-17.66	-32.67	0	0.7400	-14.4943	0.0044	0.5940	-0.0463	0.0023	-0.556
biraiyad	157.91	42	-39.99	-38.51	17	0.8414	-37.6523	0.0038	0.0000	-0.0038	0.0003	-0.046
biralghanam	125	61	-44.95	-55.4	1	0.9228	-39.7297	0.0070	0.0000	-0.0800	0.0000	-0.96
birtarfas_1	113.47	82	-30.27	-42.2	59	0.8512	-27.8381	0.0008	0.5478	-0.0337	0.0000	-0.405
birtarfas_2	157.23	80	-20.74	-38.49	0	0.9983	-21.0615	0.0019	0.0000	-0.0700	0.0000	-0.839
birtarfas_3	119.13	167	-38.47	-46.73	0	0.9292	-36.3554	0.0064	0.0000	-0.1130	0.0000	-1.356
gasrbinghashir_7	18.8	61	-32.63	-47.15	60	0.9501	-30.8703	0.0098	0.0000	-0.2417	0.0000	-2.901
sabratah_1	10	70	-26.97	-29.7	0	0.8241	-28.3995	0.0039	0.0000	-0.0236	0.0000	-0.283
sabratah_3	15	61	-19.32	-24.98	0	0.9192	-20.0696	0.0050	0.0001	-0.0787	0.0000	-0.945
saidiyah_2	106.94	90	-36.92	-62.8	0	0.9548	-36.4410	0.0092	0.0000	-0.2278	0.0000	-2.734
saidiyah_3	106.83	89	-37.62	-46.73	0	0.8995	-38.3362	0.0058	0.0000	-0.1670	0.0000	-2.004
saidiyah_4	95	90	-36.42	-77.4	0	0.9765	-36.9965	0.0118	0.0000	-0.2498	0.0000	-2.998
sawani	59	170	-46.08	-77.26	47	0.9832	-47.0991	0.0005	0.5604	-0.1034	0.0000	-1.241
sidiassayd	139.78	102	-84.25	-95	37	0.9440	-83.8408	0.0043	0.0006	-0.1539	0.0000	-1.847
suqalkhamis	165.34	149	-105.37	-121.75	60	0.9509	-106.3227	0.0019	0.0836	-0.1329	0.0000	-1.595
surman	5	99	-9.72	-10.95	2	0.5962	-10.1051	0.0032	0.0014	-0.0228	0.0000	-0.274
tajura_1	9.38	58	-8.5	-8.92	20	0.4191	-7.6685	0.0028	0.0622	-0.0064	0.0706	-0.077
tajura_2	19.84	27	-17.91	-18.9	0	0.1767	-19.1546	0.0028	0.0001	-0.0044	0.0002	-0.053
tajura_3	36.95	41	-35.75	-36.71	1	0.6305	-35.5053	0.0018	0.0024	-0.0097	0.0000	-0.116
tajura_4	42.67	73	-21.65	-24.78	38	0.9454	-21.3446	0.0016	0.0001	-0.0328	0.0000	-0.393
tripoli_2	45.91	79	-49.84	-49.72	4	0.3875	-51.1848	0.0008	0.4647	0.0162	0.0140	0.194
tripoli_4	20.89	90	-18.98	-19.61	11	0.2714	-19.3991	0.0011	0.0992	-0.0024	0.0321	-0.029
wadialhayy_2	160.09	47	-44.47	-43.22	1	0.2472	-44.0475	0.0015	0.0001	0.0011	0.1144	0.013
wadialhayy_3	130.05	160	-47.46	-56.97	1	0.9950	-46.5795	0.0020	0.0000	-0.0720	0.0000	-0.864
wadialhayy_4	146.73	160	-64.15	-73.55	17	0.9880	-62.6570	0.0026	0.0000	-0.0769	0.0000	-0.923
wadialhayy_5	170.13	160	-86.85	-95.41	1	0.9929	-85.8874	0.0024	0.0000	-0.0695	0.0000	-0.834
wadialhayy_7	202.56	26	-17.77	-19.5	0	0.3161	-16.0421	0.0095	0.0051	-0.0442	0.1503	-0.530
zuwarah	6	27	-6.79	-6.45	1	0.1648	-6.6889	0.0003	0.0211	-0.0001	0.7241	-0.001

Number of bold = R2 Low

Very significant

Significant

Not Significant

المصدر: من عمل الباحث .

ملحق (5) متوسط الأمطار الشهرية والسنوية بمنطقة الدراسة خلال الفترة (1956-2009)

المحطة	فترة التسجيل (سنة)	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	معدل الأمطار السنوي
راس اجدير	2004-1964	18.8	24.9	27.4	31.6	22.8	15.8	17.1	6.7	2	167.2
ابوكماش	1995-1956	19.1	39.5	27.7	30.3	27	13.5	16.3	10.7	3.2	187.3
زلطن	2005-1964	14.9	30.7	21.9	32.5	28.8	17.4	17.2	6.6	2.9	173.4
زواره	2009-1970	14.3	31.7	41.5	48.5	39.3	23.9	18.8	10.9	5.9	236.6
رقداين	2005-1957	11.6	31.3	25.1	35.1	33	18.3	17.4	9.9	3.2	186
الجميل	2005-1963	14.8	35.2	32.5	30.9	29.7	20.1	14.3	12.7	3.2	193.5
الجديدة الغربية	2005-1964	9.8	41	28.2	28.7	30.6	22.7	17.8	9.7	3.5	192.2
العجيلات	2005-1957	12.6	36.8	36.5	36	32.6	20.7	19.3	8.5	3	206.5
صبراتة	2004-1957	11.9	36.9	28.5	40	36.4	20.3	20.2	10.2	4.3	209.5
صرمان	2009-1975	7.7	35.1	41.7	58.8	47.1	28.2	21.5	11	5.7	258
الزاوية	2009-1989	10.3	26.6	50.7	51.1	59.8	33.8	23.1	9.2	5.1	271.1
جوددائم	2005-1961	12.4	28.8	39.6	47.9	52.6	29.8	22.3	10	2	246.1
جنزور	2005-1957	14.6	33.8	43.6	53.5	53.6	26.2	19.9	12.6	3	261.4
الهضبة الخضراء	2009-1978	8.3	33.4	66.1	62	69.2	33.8	24.6	12	4.9	316
مدينة طرابلس	2009-1970	18.7	37	66.7	74	68.9	36.6	28.9	12.7	4.4	349.6
القره بولي	2005-1965	15.5	43.9	59.7	66.4	62.2	40.4	33.1	14.7	4	341
غنيمة	1999-1795	11.6	45.9	55.4	55.8	57.3	37.2	32.4	15.3	5.7	318
مطار طرابلس	2009-1970	9.2	32.7	41.2	48	55.4	34	28.7	14.9	5.5	270.2
العامرية	2005-1957	15.2	37.7	38.8	43.1	53.6	30.5	27.2	15.9	3.5	265.6
العسة	2005-1957	11.5	26.7	20.1	24.5	20.9	16.8	16.7	10.7	3.7	152
العزيزية	2005-1957	10.8	31.5	28.5	40	48.6	30.1	26.7	13.8	3	233.9
بئر الغنم	2005-1957	6.5	26.5	18.8	27.2	30.5	25.3	27.4	13.9	4.7	181.3
الرابطة	1990-1966	12.1	43.4	26.9	37.4	38.8	30.9	42.1	21.9	6.5	265.2
شكشوك	2000-1966	5.5	21.5	10.3	17.6	17.8	15.6	22.2	12	4.3	127.4
الجوش	2005-1957	7.4	18.7	14.2	16	15.9	17.3	21.6	11	6.6	130.1

ملحق (6) الأمطار الشهرية وحالة الشهور الممطرة والانتقالية والجافة خلال الفترة (1956-2009)

المحطة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو
راس اجدير	18.8	24.9	27.4	31.6	22.8	15.8	17.1	6.7	2
	11.2	14.9	16.4	18.9	13.6	9.4	10.2	4	1.2
	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	ممطر	جاف	جاف
ابوكماش	19.1	39.5	27.7	30.3	27	13.5	16.3	10.7	3.2
	10.2	21.1	14.8	16.2	14.4	7.2	8.7	5.7	1.7
	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	انتقالي	جاف
زلطن	14.9	30.7	21.9	32.5	28.8	17.4	17.2	6.6	2.9
	8.6	17.7	12.6	18.7	16.6	10	9.9	3.8	1.7
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف	جاف
زوارة	14.3	31.7	41.5	48.5	39.3	23.9	18.8	10.9	5.9
	6.1	13.4	17.5	20.5	16.6	10.1	8	4.6	2.5
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
رقدالين	11.6	31.3	25.1	35.1	33	18.3	17.4	9.9	3.2
	6.2	16.9	13.5	18.9	17.7	9.9	9.4	5.3	1.7
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	انتقالي	جاف
الجميل	14.8	35.2	32.5	30.9	29.7	20.1	14.3	12.7	3.2
	7.7	18.2	16.8	16	15.3	10.4	7.4	6.6	1.7
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف
الجديدة الغربية	9.8	41	28.2	28.7	30.6	22.7	17.8	9.7	3.5
	5.1	21.3	14.7	14.9	15.9	11.8	9.3	5	1.8
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف
العجيلات	12.6	36.8	36.5	36	32.6	20.7	19.3	8.5	3
	6.1	17.8	17.7	17.4	15.8	10	9.3	4.1	1.4
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف	جاف
صبراتة	11.9	36.9	28.5	40	36.4	20.3	20.2	10.2	4.3
	5.7	17.6	13.6	19.1	17.4	9.7	9.6	4.8	2
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف	جاف
صرمان	7.7	35.1	41.7	58.8	47.1	28.2	21.5	11	5.7
	3	13.6	16.2	22.8	18.3	10.9	8.3	4.3	2.2
	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
الزاوية	10.3	26.6	50.7	51.1	59.8	33.8	23.1	9.2	5.1
	3.8	9.8	18.7	18.8	22.1	12.5	8.5	3.4	1.9
	جاف	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
جوددائم	12.4	28.8	39.6	47.9	52.6	29.8	22.3	10	2
	5	11.7	16.1	19.5	21.4	12.1	9	4	0.8
	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
جنزور	14.6	33.8	43.6	53.5	53.6	26.2	19.9	12.6	3
	5.6	12.9	16.7	20.5	20.5	10	7.6	4.8	1.2
	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	انتقالي	جاف	جاف
الهضبة الخضراء	8.3	33.4	66.1	62	69.2	33.8	24.6	12	4.9
	2.6	10.6	20.9	19.6	21.9	10.7	7.8	3.8	1.5
	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف

3 = حالة الشهر.

2 = نسبة الشهر من المعدل السنوي.

1 = متوسط الشهر. المصدر : اعتماداً على ملحق (5)

يتبع ملحق (6) الأمطار الشهرية وحالة الشهور الممطرة والانتقالية والجافة خلال الفترة (1956- 2009)

المحطة	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو
مدينة طرابلس	1	18.7	37	66.7	74	68.9	36.6	28.9	12.7
	2	5.3	10.6	19.1	21.2	19.7	10.5	8.3	3.6
	3	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
القره بولي	1	15.5	43.9	59.7	66.4	62.2	40.4	33.1	14.7
	2	4.6	12.9	17.5	19.5	18.2	11.8	9.7	4.3
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف	جاف
غزيمه	1	11.6	45.9	55.4	55.8	57.3	37.2	32.4	15.3
	2	3.7	14.4	17.4	17.5	18	11.7	10.2	4.8
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	جاف	جاف
مطار طرابلس	1	9.2	32.7	41.2	48	55.4	34	28.7	14.9
	2	3.4	12.1	15.2	17.8	20.5	12.6	10.6	5.5
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف
العامرية	1	15.2	37.7	38.8	43.1	53.6	30.5	27.2	15.9
	2	5.7	14.2	14.6	16.2	20.2	11.5	10.2	6
	3	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي	جاف
العسة	1	11.5	26.7	20.1	24.5	20.9	16.8	16.7	10.7
	2	7.6	17.6	13.2	16.1	13.7	11	11	7
	3	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	م	انتقالي
العزيزية	1	10.8	31.5	28.5	40	48.6	30.1	26.7	13.8
	2	4.6	13.5	12.2	17.1	20.8	12.9	11.4	5.9
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
بئر الغنم	1	6.5	26.5	18.8	27.2	30.5	25.3	27.4	13.9
	2	3.6	14.6	10.4	15	16.8	13.9	15.1	7.7
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
الرابطة	1	12.1	43.4	26.9	37.4	38.8	30.9	42.1	21.9
	2	4.5	16.4	10.2	14.1	14.6	11.7	15.9	8.3
	3	جاف	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
شكشوك	1	5.5	21.5	10.3	17.6	17.8	15.6	22.2	12
	2	4.3	16.9	8.1	13.8	14	12.3	17.4	9.4
	3	جاف	ممطر	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي
الجوش	1	7.4	18.7	14.2	16	15.9	17.3	21.6	11
	2	5.7	14.4	10.9	12.3	12.2	13.3	16.6	8.5
	3	انتقالي	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	ممطر	انتقالي

المصدر : اعتماداً على ملحق (5) 1 = متوسط الشهر. 2 = نسبة الشهر من المعدل السنوي. 3 = حالة الشهر.

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية.

- ◀ الرسائل العلمية.
- ◀ المقالات والدوريات.
- ◀ الكتب.
- ◀ المصادر الإحصائية.

ثانياً: المراجع الاجنبية.

ثالثاً: المواقع الالكترونية.

أولاً: المراجع العربية

الرسائل العلمية

1. أحمد بحري الكتري (1991) "التحليل الجغرافي لتباين الأمطار في ليبيا للفترة من 1950-1984"، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والتربية، جامعة قاريونس، بنغازي.
2. أحمد محمد أحمد أبورية، (2007)، المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسي أم غيج، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
3. إسماعيل مسعود عجينة (2002) "الموازنة المائية المناخية لمنطقة سهل الجفارة للفترة (1970 - 1999م)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة السابع من ابريل، الزاوية.
4. البشير الطاهر مسعود (2004) "التغير في معدلات الأمطار وأثره في التصحر على شمال غرب الجماهيرية في الفترة (1972-2002)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة السابع من ابريل.
5. رجب مفتاح الاديوش (2000) "التدهور البيئي في شمال غرب سهل الجفارة بليبيا مؤثراته وامكانية علاجه" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الفاتح، طرابلس.
6. شحاتة سيد أحمد طلبة، (1990)، المطر في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة القاهرة.
7. شرف الدين أحمد سالم (2011) "الأمطار وأثرها على الزراعة المطرية في شمالي ليبيا" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الأفريقية جامعة القاهرة.

8. الضاوي علي المنتصر (2003) "التحليل الجغرافي لخصائص الأمطار في اقليم سهل الجفارة للمدة ما بين (1957 – 1999)" رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة السابع من أبريل الزاوية.
9. عبد السلام احمد الوحيشي(1999)"التصحّر في الجزء الشرقي من سهل الجفارة" رسالة ماجستير، غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب والتربية، جامعة قاريونس، بنغازي.
10. فواز أحمد الموسى، (1999)، الأمطار في سورية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة القاهرة.
11. فواز أحمد الموسى، (2002)، الخصائص المناخية للحرارة والأمطار في منطقة شرقي البحر المتوسط، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب بنات، جامعة عين شمس.
12. محمد السيد حافظ (1996) "التساقط على المرتفعات الشمالية الليبية" دراسة في المناخ التطبيقي، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الاداب جامعة الاسكندرية.
13. محمد محمد عبد العال إبراهيم، (2012)، التغيرات المناخية لأمطار السواحل المصرية دراسة في الجغرافيا المناخية، رسالة دكتوراه منشورة، قسم الجغرافيا كلية الآداب، جامعة المنصورة.
14. معمر الشيباني(2004)"الأمطار وأثرها على الموارد المائية والزراعية بشمال غرب الجماهيرية" رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا كلية الاداب ، جامعة الفاتح، طرابلس.
15. مفيدة بلق (2007)، "مناخ الساحل الليبي، وأثره على النشاط الزراعي" رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم البحوث والدراسات الجغرافية، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.
16. يوسف محمد زكري، (2005)، مناخ ليبيا: دراسة تطبيقية لأنماط المناخ الفسيولوجي، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية علوم الأرض والتهيئة العمرانية، جامعة منتوري – قسنطينة، الجزائر.

المقالات والدوريات

- 1-الأرصاء وحماية البيئة المركز الوطني للأرصاد والبيئة مركز المعلومات (2001)، التوقعات الفصلية، شتاء وربيع 2001 - 2002، تقرير مراقبة الجفاف، المملكة العربية السعودية.
- 2-إمحمد عياد مقيلي(1991)"اتجاهات الأمطار واحتمالات التصحر في منطقة سهل جفارا شمال غرب الجماهيرية" مجلة الدراسات الصحراوية، المجلد الأول، المركز العربي لأبحاث الصحراء وتنمية المجتمعات الصحراوية، مرزق.
- 3-إمحمد عياد مقيلي(1993)"تحليل سلاسل التطرفات المناخية بمحطة ارصاء طرابلس لاستخدامها في التخطيط والإدارة البيئية" مجلة قاريونس العلمية، العدد الأول والثاني، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي.
- 4-إمحمد عياد مقيلي(1994)"الجفاف والتصحر بالمناطق الجافة وشبه الجافة مثال شمال غرب الجماهيرية الليبية والأخطاء الناتجة عن استعمال المتوسط الحسابي في تعريف الجفاف والتصحر" مجلة كلية التربية العدد 20، جامعة الفاتح طرابلس.
- 5-أنس محمود محمد رشيد، (2009)، تحليل فترات جفاف الأمطار شمال العراق باستخدام دليل المطر القياسي SPI، مجلة الرافدين الهندسية، المجلد 14، العدد 2، أبريل، العراق.
- 6-أنور فتح الله إسماعيل (2009) "تحليل عناصر الهواء العلوي والسطحي في فترات الجفاف والرطوبة بإقليم الجبل الأخضر بليبيا (1970-2003)" المجلة الجغرافية العربية، العدد 53، الجمعية الجغرافية المصرية، القاهرة.
- 7-حسن الخياط(1970)"موارد المياه في سهل الجفارة بليبيا" مجلة كلية المعلمين، العدد الأول طرابلس.
- 8-روجر ريفل ودونالد شابيرو، (1979)، الطاقة والمناخ، ترجمة: زين الدين عبد المقصود، قسم الجغرافيا، جامعة الكويت، الجمعية الجغرافية الكويتية.

- 9- شحاتة سيد أحمد طلبة، (2002)، فاعلية الأمطار والاحتياجات المائية في المدينة المنورة، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الأربعون، السنة الرابعة والثلاثون، القاهرة.
- 10- شحاتة سيد أحمد طلبة، (2003)، اتجاهات الدراسات المناخية في المؤتمرات الجغرافية الدولية الثلاثة الأخيرة (واشنطن 1192م، لاهاي 1996م، سول 2000م)، العقيق، ملف ثقافي أدبي فصلي، نادي المدينة المنورة الأدبي، السعودية.
- 11- طه رؤوف شير محمد (بدون تاريخ)، التباينات والاحتمالات السنوية لأمطار المنطقة المتموجة من العراق، مجلة كلية الآداب، العدد 90، جامعة بغداد.
- 12- عبد العزيز طريح شرف (1958) "مشكلة الأمطار في ليبيا" مجلة كلية الآداب والتربية، العدد الأول، الجامعة الليبية، بنغازي .
- 13- عبد العزيز محمد البسام، (بدون تاريخ)، أهمية المعلومات الهيدرولوجية والهيدرولوجية في تقييم الوضع المائي، جامعة الملك سعود، السعودية.
- 14- عبد الله سعد الوجداني، (2010)، تقدير معدلات التسرب السطحي والصرف العميق خلال طبقات التربة لوادي نعمان، مجلة جامعة الملك عبد العزيز: علوم الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة، جدة، السعودية.
- 15- عبد الملك قسم السيد، (1995)، احتمالات هطول الأمطار ودرجة الاعتماد عليها في المملكة العربية السعودية، الجمعية الجغرافية السعودية، جامعة الملك سعود، الرياض.
- 16- فؤاد سالم بامعروف، (2006)، إدارة مكامن المياه الجوفية الساحلية في الجزء الجنوبي الشرقي من الجمهورية اليمنية، المؤتمر الدولي الثاني للموارد المائية والبيئة الجافة، جامعة حضر موت للعلوم والتكنولوجيا، اليمن.
- 17- اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية العظمى، (1999)، دراسة الوضع المائي للجماهيرية العظمى والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية للفترة 2000 - 2025، الجزء الأول، الهيئة العامة للمياه، طرابلس.

- 18-اللجنة الفنية لدراسة الوضع المائي في الجماهيرية العظمى، (1999)، دراسة الوضع المائي للجماهيرية العظمى والاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية للفترة 2000 - 2025، الجزء الثاني، الهيئة العامة للمياه، طرابلس.
- 19-محمود سعد إبراهيم (2010)"اتجاهات التغير في كميات الأمطار وأثرها في التصحر في شرق الجبل الأخضر" مجلة المختار للعلوم الانسانية(الالكترونية)،العدد العاشر الربع الثالث، جامعة عمر المختار، البيضاء.
- 20-المركز الوطني للأرصاد الجوية،(2013) ملخص نشرة الأمطار لشهر نوفمبر،طرابلس.
- 21-مضر خليل عمر الكيلاني، التوزيعات الاحتمالية وتطبيقاتها في البحث الجغرافي، مقالة على الموقع الرسمي للدكتور مضر خليل عمر الكيلاني.
- 22-الهيئة العامة للمياه، (2006)، الوضع المائي بالجماهيرية العظمى، طرابلس.

الكتب

- 1- أبو القاسم محمد العزابي(1981)"الطرق والنقل البري والتغير الاجتماعي والاقتصادي في الجماهيرية"، المنشأة الشعبية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس .
- 2-إمحمد عياد مقيلي (1995)"المناخ" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا ، (تحرير) الهادي بولقمة وسعد القزيري،الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت.
- 3-إمحمد عياد مقيلي، (1995) "المناخ" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، تحرير، الهادي مصطفى أبو لقمة وسعد خليل القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى، سرت.
- 4-إمحمد عياد مقيلي، (2003)، تطرفات الطقس والمناخ سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية، الكتاب الثالث، دار شموع الثقافة، الطبعة الأولى، الزاوية، ليبيا.
- 5-إمحمد عياد مقيلي، (2003)، مخاطر الجفاف والتصحر والظواهر المصاحبة لهما، سلسلة دراسات المخاطر الطبيعية، الكتاب الأول، دار شموع الثقافة، الطبعة الأولى، الزاوية، ليبيا.

- 6- بيرى، ص، ز. شورلي، ص، ي، (1990)، الغلاف الجوي والطقس والمناخ، ترجمة: عبد القادر عبد العزيز علي، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة.
- 7- تومبسون، م، م، ب، ت (1997)، العمليات البيوفيزيائية في البيئة الطبيعية: منهجية جغرافية، المجلد الأول، ترجمة: سمير محمد علي حسن الرديسي، الدار السودانية، للكتب، السودان.
- 8- جاد الله عزوز الطلحي، (2003)، حتى لا نموت عطشاً، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى، مصراته، ليبيا.
- 9- حسن سيد أحمد أبو العينين، (1985)، أصول الجغرافيا المناخية، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، الطبعة الثالثة، بيروت، لبنان.
- 10- حسن محمد الجديدي (1986) "الزراعة المروية وأثرها على استنزاف المياه الجوفية في شمال غرب سهل الجفارة"، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، مصراته.
- 11- خالد رمضان بن محمود، (1995)، الترب الليبية، الهيئة القومية للبحث العلمي، الطبعة الأولى، طرابلس.
- 12- رينشارد هارتشورن، (1988)، نظرة في طبيعة الجغرافيا، ترجمة: عبد العزيز بن عبد اللطيف آل الشيخ وعيسى بن موسى الشاعر، دار المريخ، الرياض، المملكة العربية السعودية.
- 13- سالم علي الحجاجي (1989)، ليبيا الجديدة، منشورات مجمع الفاتح للجامعات، الطبعة الثالثة، طرابلس.
- 14- سالم محمد الزوام، (1995)، الجبل الأخضر دراسة في الجغرافية الطبيعية، دار الكتب الوطنية، منشورات جامعة قاريونس، بنغازي.
- 15- صالح الأمين الأرياح وآخرون (1996)، الأمن الغذائي أبعاده ومحدداته وسبل تحقيقه، الجزء الثاني، (تحرير)، صالح الأمين الأرياح، الهيئة القومية للبحث العلمي، الطبعة الأولى، طرابلس.

- 16-صفوح خير، (2000)، الجغرافية موضوعها ومناهجها وأهدافها، دار الفكر، الطبعة الأولى، دمشق، سورية.
- 17- عبد الحميد بن خيال (1995) "الزراعة والثروة الحيوانية" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا، (تحرير) الهادي ابولقمة وسعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، سرت.
- 18- عبد العزيز طريح شرف (2008) "جغرافية ليبيا" كتاب، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- 19- علي أحمد غانم، (2012)، مبادئ التنبؤات الجوية، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، الطبعة الأولى، عمان.
- 20- علي حسن موسى (1989)، مناخات العالم، دار الفكر - دار الفكر المعاصر، الطبعة الثانية، دمشق - بيروت.
- 21- علي حسن موسى، (1994)، المناخ والزراعة، دار دمشق، الطبعة الأولى، دمشق.
- 22- علي حسن موسى، (2004)، أساسيات علم المناخ، دار الفكر، الطبعة الثانية، دمشق.
- 23- علي علي البناء، (1970)، أسس الجغرافيا المناخية والنباتية، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان.
- 24- محمد شامل بهاء الدين فهمي، (2005) الاحصاء بلا معاناة المفاهيم مع التطبيقات باستخدام برنامج SPSS، الجزء الثاني، مركز البحوث، معهد الادارة العامة، السعودية.
- 25- محمد علي فضل والهادي أبو لقمة، (1995)، "الموارد المائية" الجماهيرية دراسة في الجغرافيا (تحرير) الهادي أبو لقمة وسعد القزيري، الدار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، الطبعة الأولى، سرت، ليبيا.
- 26- محمد منصور الشبلاق وعمار عبد المطلب عمار، (1998)، الهيدروجيولوجيا التطبيقية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.

- 27- نعمان شحادة (1996)، الجغرافيا المناخية (علم المناخ)، دار المستقبل للنشر والتوزيع، الطبعة الخامسة، عمان، الأردن.
- 28- نعمان شحادة، (2009)، علم المناخ، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن.
- 29- الهادي مصطفى أبو لقمة، (1998)، دراسات ليبية، منشورات جامعة قاريونس، الطبعة الأولى، بنغازي.

المصادر الإحصائية ◀

- 1- المركز الوطني للأرصاد الجوية الليبية، بيانات شهرية للأمطار لمحطات منطقة الدراسة خلال الفترة (1956 - 2009)، طرابلس بيانات غير منشورة.
- 2- الهيئة العامة للمياه، تقرير الشبكة البيزومترية للآبار بمنطقة سهل الجفارة.

الخرائط ◀

- مركز البحوث الصناعية (2009) خريطة ليبيا الجيولوجية، مقياس رسم 1:1,000,000، طرابلس.

ثانيا: المراجع الاجنبية

1. McKee, T. B., Doesken, N. J. & Kleist, J. (1993) "The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints". Eight Conf. on Applied Climatology (Anaheim, California, USA).
2. McKee, T. B., Doesken, N. J. & Kleist, J. (1995), "Drought monitoring with multiple time scales. Preprints", Ninth Conf. on Applied Climatology (Dallas, Texas, USA).
3. Sirda S. & Zekai S. (2003). "Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region", Turkey. IAHS Publ. No. 5. Vol. 48.
4. Wilhite, Donald A., M.V.K. Sivakumar and Deborah A. Wood (Eds.). 2000. Early Warning Systems for Drought Preparedness and Drought Management. Proceedings of an Expert Group Meeting held in Lisbon, Portugal, 5-7 September 2000. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.

5. Ali M . Gholam, el (2011). Assessment of Geostatistical Methods for Spatial Analysis of SPI and EDI Drought Indices, World Applied Sciences Journal 15 (4): 474-482.
6. BONACCORSO. B. el (2003) . Spatial Variability of Drought: An Analysis of the SPI in Sicily, Water Resources Management 17: 273–296. Kluwer Academic Publishers.
7. Sigdel . M and Ikeda . M (2010). Spatial and Temporal Analysis of Drought in Nepal using Standardized Precipitation Index and its Relationship with Climate Indices , Journal of Hydrology and Meteorology, Vol. 7, No. 1.
8. Irina ONTEL , (2012). Analysis of rainfall deficit and its impact on the Oltenia Plain vegetation using satellite images from the period 2000-2009. Master Degree in Hydrology and Climatology Faculty of Geography, University of Bucharest.
9. Wilhite , Donald A. (Eds.). (2005), Drought and water crisis : science, technology, and management issues, 10: 0-8247-2771-1
10. Ferdowsian, R., Pannell D.J., McCarron, C., Ryder A. and Crossing, L. (2001a), Explaining Groundwater Hydrographs: Separating Atypical Rainfall Events from Time Trends. Australian Journal of Soil Research. 39, 861-875.
11. Ferdowsian, R. Pannell D.J. (2001b), Explaining trends in groundwater depths: distinguishing between atypical rainfall events, time trends, and the impacts of treatments. MODSIM 2001 Congress Proceedings, Canberra.
12. Ferdowsian, R. Pannell D.J. (2009), Explaining long-term trends in Groundwater Hydrographs, MODSIM Congress, Cairns, Australia.
13. Water Smart Australia Program ,(2008) ,Grounwater Level Trends Analysis For The West Groundwater Areas, . A report for Government western Australia ,077641525-R01-Rev1.
14. Yesertener, C. (2008) , Assessment of the Declining Groundwater Levels in the Gngara Groundwater Mound. Report HG14,Hydrogeological Record Series, Department of Water, Government of Western Australia, Perth, Australia.
15. Adelana ,Michael.(2012) , Changes in Groundwater Level Dynamics in Aquifer Systems – Implications for Resource Management in a Semi-

- Arid Climate, Studies on Water Management Issues, ISBN: 978-953-307-961-5.
16. Nsw IAH Symposium, S.C. Gray ,(2011), HARTT Analysis in a Mining Context ,Hydrogeology in NSW – the Challenge of Uncertainty, Edited by W. McLean & W.A. Milne-Home 5-6 September, Dockside, Sydney.
 - 17.I.Emelyanova, R.et al,(2013), Evaluating the cumulative rainfall deviation approach for projecting groundwater levels under future climate, IWA , Journal of Water and Climate Change.
 18. CSIRO (2010) Groundwater methods used in the South-West Western Australia Sustainable Yields Project, CSIRO Water for a Healthy Country Flagship, Australia, ISSN 1835-095X.
 19. Mitchell David,(2009), A case study of integrated hydrology research in the Macquarie Catchment: Sloanes Creek Catchment Key Site, Industry and Investment NSW Orange, NSW, Australia.
 20. Yihdego Yohannes, Webb. John A, Characterizing groundwater dynamics using Transfer Function-Noise and auto-regressive modeling in Western Victoria, Australia, Water and, Geoscience Australia, ISBN: 978-960-474-160-1
 21. Hussein El Taloua (2004) Piezometric Network Jefarah plain , Measurments Hydrographs (1978-2003) ,GENERAL WATER AUTHORITY,Tripoli, Libya.
 22. Guijarro. J. A . , et (2006) Time variability of cyclonic geostrophic circulation in the Mediterranean, Advances in Geosciences, 7, 45–49, 2006, European Geosciences Union.

ثالثاً: المواقع الالكترونية

- 1- [المركز الوطني للأرصاد الجوية ليبيا](http://www.lnmc.ly)
- 2- www.ncdc.noaa.gov
- 3- <http://www.water.wa.gov.au>
- 4- <http://www.publish.csiro.au>
- 5- <http://www.intechopen.com>
- 6- <http://www.iwaponline.com/default.htm>
- 7- <http://www.dpi.nsw.gov.au>
- 8- <http://www.latrobe.edu.au/geosci>
- 9- http://www.wmo.int/pages/index_en.html
- 10- <http://www.nepjol.info/index.php/index>
- 11- <http://onlinelibrary.wiley.com>
- 12- <http://www.taylorandfrancis.com>
- 13- <http://temzin.wordpress.com>



كلية الآداب

قسم الجغرافيا

جامعة طنطا

الأمطار في سهل الجفارة بلبيبا: احتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها

رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الآداب

من قسم الجغرافيا

مقدمة من الطالب

أبوبكر عبدالله محمد الحبتي

إشراف

أ.د/ شحاتة سيد أحمد طلبية

أ.د/ إبراهيم عبد الهادي على غانم

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

أستاذ الجغرافيا الاقتصادية

كلية الآداب - جامعة القاهرة

كلية الآداب - جامعة طنطا

أ.د/ عبدالقادر عبدالعزيز علي

أستاذ الجغرافيا الطبيعية

كلية الآداب - جامعة طنطا

(رحمه الله)

طنطا

2014

الملخص

اعداد الطالب

أبوبكر عبدالله محمد الحبتي

إشراف

أ.د./إبراهيم عبدالهادي غانم

أ.د./شحاتة سيد أحمد طلبة

أ.د./عبدالقادر عبدالعزيز على (رحمه الله)

تحت عنوان

"الأمطار في سهل الجفارة بليبيا: احتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها"

تناول البحث دراسة الأمطار في سهل الجفارة بليبيا: احتمالات سقوطها ودرجة الاعتماد عليها، وقد جاء البحث في خمسة فصول تسبقها مقدمة وتليها الخاتمة التي تشمل النتائج والتوصيات، وقائمة المصادر والمراجع، وملخص الرسالة.

تناول الفصل الأول خصائص الأمطار في سهل الجفارة، مبيناً العوامل الجغرافية والمناخية المؤثرة في أمطار سهل الجفارة والمتمثلة في الموقع الفلكي والجغرافي، وأشكال السطح، والمسطحات المائية، وتوزيع مراكز الضغوط الجوي، والكتل الهوائية، والتيارات النفائثة، وقد اتضح أن هذه العوامل هي المسؤولة عن الاختلافات المكانية والزمنية لسقوط الأمطار في منطقة الدراسة. كما تناول هذا الفصل أنواع الأمطار السائدة وكذلك التوزيع والاختلاف الشهري والفصلي والسنوي للأمطار، إضافة لتناول عدد الأيام الممطرة من حيث التوزيع الفصلي والشهري وتركز المطر والاتجاه العام في كميات الأمطار خلال (1970 - 2009) والمتوسطات المتحركة، وقد أظهرت النتائج من دراسة هذه الخصائص أن الأمطار تزداد في تذبذبها في فصل الربيع وتقل في الخريف وتهبط أكثر في فصل الشتاء، أما الأيام الممطرة فقد اتضحت أنها تتفق بشكل كبير في توزيعها مع توزيع متوسط كمية المطر السنوي، وأن متوسط تركيز المطر يكون أعلى في فصل الخريف يليه الربيع ثم الشتاء. كما تبين أن اتجاه الأمطار

بشكل عام في تناقص ومن خلال تطبيق المتوسطات الثلاثية والخماسية المتحركة تبين أن الدورات التي تمر بها المحطات غير منتظمة.

أما الفصل الثاني فاهتم بدراسة احتمالات سقوط الأمطار في سهل الجفارة على المستوى السنوي والفصلي وقد تم حساب احتمالات سقوط كميات مختارة من الأمطار السنوية وهي (130، 190، 250 ملم) أما على صعيد الفصلي فكان اختيار الكميات (30، 70، 110 ملم) كحدود دنيا لكمية الأمطار، وذلك لمعرفة احتمالية حدوثها بمنطقة الدراسة وقد تم حساب احتمالية لسقوط الأمطار لكل محطة من محطات منطقة الدراسة وفق هذا التحديد، وقد حقق فصل الشتاء لكميات (30، 70، 110 ملم) أعلى نسبة فكانت (45%، 68%، 88%) على التوالي لمتوسط محطات المنطقة. وقد تم رسم خرائط توضح الكميات المتوقع سقوطها على المستوى السنوي والفصلي لكافة محطات منطقة الدراسة.

وتناول الفصل الثالث درجة الاعتماد على الأمطار حيث تم تحديد مفهوم الاعتماد على الأمطار بكميات الأمطار التي يعتمد على تساقطها بنسب (70%، 80%، 90%)، ويقصد بنسبة (70%) على سبيل المثال، هي كمية الأمطار التي يتوقع سقوطها خلال السنة أو الفصل في سبع سنوات في كل عشر سنوات. وإن الأمطار التي يمكن توقع سقوطها على منطقة الدراسة تختلف تبعاً لاختلاف النسب المئوية. ومن خلال نتائج التحليلات الإحصائية لدرجة الاعتماد على الأمطار فقد حقق فصل الشتاء المرتبة الأولى لكميات الأمطار التي يمكن الاعتماد عليها بنسبة (70%، 80%، 90%) فكانت (33 ملم، 59 ملم، 77 ملم) لمتوسط كافة محطات المنطقة، وقد تم تمثيلها على خرائط على المستوى السنوي والفصلي للجميع محطات منطقة الدراسة.

وتضمن الفصل الرابع دراسة التحليل المكاني والزمني للجفاف في سهل الجفارة باستخدام دليل المطر القياسي SPI (Standar Precipitation Index)، وقد تم تطبيق مقياس SPI للوقوف على التغير في كمية الأمطار لكل محطة في منطقة الدراسة بغية الوقوف على مدى تأثر كل محطة بشدة الجفاف سواء كان جفاف معتدل (Mild Drought) أو جفاف شديد (Extremely Drought) ويتعامل دليل المطر القياسي SPI مع كل محطة مطرية منفردة

وهذا يعطي مؤشراً للجفاف لكل محطة بدلاً من التعميم على كامل منطقة الدراسة. وقد تمت دراسة التوزيع المكاني لحجم الجفاف عندما $SPI = -1$ بتصنيف جاف معتدل و $SPI = -2$ بتصنيف شديد الجفاف، كما تم دراسة التوزيع المكاني والزمني لاستدامة الجفاف وكذلك التوزيع المكاني لشدة الجفاف عندما $SPI = -1$ بتصنيف جاف معتدل و $SPI = -2$ بتصنيف شديد الجفاف، ومن خلال هذه الدراسة اتضح أن جميع محطات منطقة الدراسة والبالغ عددها 25 محطة تعرضت لفترات جفاف متفاوتة فيما بينها، وأن السنوات الجافة بلغت 51% بينما بلغت نسبة السنوات الرطبة 49% من فترة الدراسة، وتبين أيضاً أن حجم الجفاف عندما $SPI = -2$ بتصنيف شديد الجفاف أن القيم الأعلى في الجفاف تتواجد في الجزء الشمالي الغربي بالاتجاه نحو الجنوب الشرقي، أما بخصوص استدامة الجفاف عندما $SPI = -2$ بتصنيف شديد الجفاف اتضح أن المحطات الساحلية تتأثر بشكل كبير خصوصاً مدينة طرابلس، القرّة بوللي، الهضبة الخضراء، مما يؤثر على الزراعة البعلية وتغذية المياه الجوفية في هذه المناطق.

واختص الفصل الخامس بالتحليل الإحصائي للعلاقة بين الأمطار ومستويات المياه الجوفية في سهل الجفارة باستخدام برنامج HARTT لبيان تأثير الأمطار في مستويات المياه الجوفية، لقد تم تطبيق برنامج HARTT لحساب تراكم الأمطار السنوية المتبقية على 39 بئر المتراوح أعماقها من (30 - 180 متر) والتي تتغذى على مياه الأمطار، وبناءً على موقع محطات الأمطار بسهل الجفارة تم اختيار الآبار بالمنطقة، حيث يمكن للمحطة الواحدة أن تغطي أكثر من بئر واحد شرط قرب الآبار من المحطة. وقد تم تقسيم آبار المنطقة إلى ثلاثة مستويات ضحلة على أعماق (30 - 50 متر)، ومتوسطة على أعماق (51 - 100 متر)، وعميقة على أعماق (101 - 180 متر). يأخذ برنامج HARTT عدة مخرجات مهمة يمكن على أساسها معرفة حالة المياه الجوفية من حيث تأثرها بتغذية مياه الأمطار واتجاهها سواء بالنقصان أو الزيادة وكذلك الوقت اللازم الذي تستغرقه مياه الأمطار للوصول إلى مستويات المياه الجوفية. وقد كشفت التحليلات الإحصائية ومن بينها R^2 (معامل التحديد أو التفسيرية) أن هناك آبار بلغت فيها R^2 (0.99) وهذا يفسر (99%) من التغير في مستويات المياه الجوفية سواء بالزيادة أو النقصان، راجع إلى مياه الأمطار. أما بخصوص زمن وصول مياه الأمطار إلى مستويات المياه الجوفية فقد تراوحت ما بين (0-3) أشهر في 7 آبار من بين 9 آبار

ضحلة، وهذا التأخر يزداد في الآبار العميقة والمتوسطة، كما أظهرت النتائج أيضاً أن غالبية الآبار كان مستوى الثقة للأمطار (أقل من 0.05) مشيراً إلى أن هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى المياه الجوفية والأمطار.

يلي ذلك عرض للخاتمة التي تتضمن النتائج والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة، تليها الملاحق ثم قائمة المراجع العربية والأجنبية.



Tanta University

Faculty of Arts
Geography Department

The rainfall in Aljafarah Plain, Libya: Probabilities For Its Fall And Its Dependability

A thesis presented For The Degree of
PhD of Arts (In Geography)

Prepared by
Abubaker Abdullallah Mohamed Alhabati

Supervised by

Prof.Dr.Ibrahim Ali Ghanem
Department of Geography
Professor in Economic Geography
Faculty of Arts,Tanta University

Prof.Dr.Shehata Sayed Ahmed Tolba
Department of Geography
Professor in Physical Geography
Faculty of Arts , Cairo University

Prof.Dr.Abdel-Kader A. Ali
Department of Geography
Professor in Physical Geography
Faculty of Arts Tanta University
(Allah grant mercy upon his soul)
Tanta
(2014)

Summary Prepared by

Abubaker Abduallah Mohamed Alhabati

Supervised by

Prof.Dr.Ibrahim Ali Ghanem

Prof.Dr.Shehata Sayed Ahmed Tolba

Prof.Dr.Abdel-Kader A. Ali

(Allah grant mercy upon his soul)

Under the title of

**The rainfall in Aljafarah Plain, Libya: Probabilities For Its Fall
And Its Dependability**

The research studies *the rainfall in Aljafarah Plain, Libya: probabilities for its fall and its dependability*. This research comprises five chapters; proceeded by an introduction and followed by the finale, which includes the findings and the recommendations; a list of sources and references, and a summary of the study.

The First Chapter discusses the characteristics of rainfall in Aljafarah Plain. It cites geographical factors and climatic conditions affecting the rains in Aljafarah Plain, represented by the geographical site, surface topography, water bodies, air pressure distribution, air masses, and stream currents. These factors are responsible for the spatial and temporal differences in rainfall in the study area. This chapter also studied the types of the prevailing rain; the monthly, quarterly and annual rainfall distribution and variation; number of rainy days in terms of their quarterly and monthly distribution; rain concentration; the general trend in rainfall during the period 1970 – 2009 and its averages. The results of the study showed that these properties of rainfall increase in volatility in the spring and are more uniform in the fall and the winter. The rainy days have proved to be consistent in distribution with the distribution of the annual average amount of rain, and that the average concentration of rain is the highest

in the autumn followed by the spring and then the winter. The trend of rainfall is decreasing in general, and the application of the triple and five-year averages shows that the cycles that the rain stations pass through are irregular.

The second chapter was devoted to the study of the possibilities of rainfall in Aljafarah Plain, annually and quarterly. The likelihood of the fall of the selected amounts of annual rainfall, namely 130, 190 & 250 mm was estimated. At quarterly level, the quantities of 30, 70 & 110 mm were chosen as the minimum amounts of rain, so as to know the likelihood of its occurrence in the study area. The probability of rainfall for each station of the stations of the study area was calculated accordingly. The winter had the highest quantities (30, 70 & 110 mm), with the highest percentage (88%, 68% & 45%) respectively for the average amounts of the study area stations. Maps were drawn indicating the amounts of the expected rainfall at the annual and quarter levels for all stations of the study area.

The Third Chapter dealt with the degree of dependence on rain, where the dependence was defined as the possibility of relying on rainfall rates of (70%, 80 % & 90 %). The percentage of 70% means the amount of rain that is expected to fall during the season or the year during seven years in every ten years. The rains that can be expected to fall on the study area vary depending on the different percentages. Through the results of statistical analyses of the degree of dependence on rain, it was found that winter ranked first for rainfall amounts that are reliable (70%, 80 % & 90 %) and it were 77 mm, 59 mm & 33 mm, for the average of all region stations. This was represented on maps, on the annual and quarterly levels, for all stations of the study area.

The Fourth Chapter covered the spatial and temporal analysis for the drought in Aljafarah Plain, using SPI (Standard Precipitation Index). SPI index was used to determine the change in the amount of rainfall for each station in

the study area in order to identify the extent to which each station is affected by drought, whether the drought was moderate (Mild Drought) or severe (Extremely Drought). SPI deals with each individual rainfall station, and this gives an indication of the drought for each station instead of generalization on the entire study area. The spatial distribution of drought size was studied at $SPI = -1$ (moderate drought) and at $SPI = -2$ (severe drought). Also, the spatial and temporal distribution of the sustainability of the drought, as well as the spatial distribution of the intensity of the drought, were studied at $SPI = -1$ (moderate drought) and at $SPI = -2$ (severe drought). Through this study, it became clear that all the stations of the study area, numbering 25 stations, were subjected to periods of variable drought. The dry years amounted to 51% while the wet years were 49% of the study period. It was also shown that the higher values of size of the drought at $SPI = -2$ (severe drought) are present in the northwestern - south-eastern parts. As for the sustainability of the drought at $SPI = -2$ (severe drought), it turns out that the coastal stations are significantly affected, especially the city of Tripoli , Qara Bolle area and Hadba Khadra, which affects the rain-fed agriculture and groundwater recharge in these areas.

The Fifth Chapter dealt with the statistical analysis of the relationship between rainfall and groundwater levels in Aljafarah Plain, using HARTT Program, to demonstrate the effect of rainfall on groundwater levels. HARTT Program was applied to calculate the accumulation of annual rains in 39 wells, with depths ranging from 30 to 180 meters. These wells were selected depending on the rain stations locations in Aljafarah Plain, where a single station may cover more than one well, provided they are near the station. The wells were divided into three levels: shallow depth (30-50 meters); medium depth (51-100 meters) and deep (101-180 meters). HARTT program has several outputs, according to which the status of groundwater can be estimated in terms of whether being feed by rainwater or not, its decrease or increase, and

the time required for the rainwater to reach the groundwater levels. Statistical analyses, including R^2 (coefficient of determination or interpretation), revealed that there are wells where R^2 reached 0.99, which explains that 99% of the change in groundwater levels, whether by increase or decrease, is due to rainwater. As for the time of the arrival of rainwater to groundwater levels, it ranged between 0 & 3 months in 7 wells from among 9 shallow wells. This delay increases in medium and deep wells. The results also showed that the majority of the wells had a rain confidence level of less than 0.05, indicating that there is a statistically significant relationship between the level of groundwater and rain.

Chapter 5 was followed by the finale which included the findings and the recommendations of the study, followed by the annexes and a list of Arabic and English references.